தமிழ்நாடு அரசு

# மேல்நிலை முதலாம் ஆண்டு

# வேதியியல்

## தொகுதி - I

தமிழ்நாடு அரசு விலையில்லாப் பாடநூல் வழங்கும் திட்டத்தின் கீழ் வெளியிடப்பட்டது

## பள்ளிக் கல்வித்துறை

தீண்டாமை மனிதநேயமற்ற செயலும் பெருங்குற்றமும் ஆகும்

Introduction Pages_Sridhar.indd 1 07-01-2021 15:55:03

தமிழ்நாடு அரசு

முதல்பதிப்பு - 2018

திருத்திய பதிப்பு - 2019, 2020, 2021

(புதிய பாடத்திட்டத்தின்கீழ்
வெளியிடப்பட்ட நூல்)

விற்பனைக்கு அன்று

## பாடநூல் உருவாக்கமும் தொகுப்பும்

மாநிலக் கல்வியியல் ஆராய்ச்சி
மற்றும் பயிற்சி நிறுவனம்

© SCERT 2018

## நூல் அச்சாக்கம்

தமிழ்நாடு பாடநூல் மற்றும்
கல்வியியல் பணிகள் கழகம்

www.textbooksonline.tn.nic.in



Introduction Pages_Sridhar.indd 2 07-01-2021 15:55:03

# முக்கிய அம்சங்கள்

| | |
|---|---|
| **வேதியியலின் இலக்கு** | வேதியியல் புலத்தில் உயர் கல்விக்கான வாய்ப்புகள் பற்றிய விவரங்கள் |
| **கற்றல் நோக்கங்கள்** | மாணவர்கள் பெறவேண்டிய செயலாக்கத் திறனை / குறிப்பிட்ட திறன்களை விவரித்தல் |
| **உங்களுக்குத் தெரியுமா** | அன்றாட வாழ்க்கை / துறைசார்ந்த வளர்ச்சியோடு பாடப்பொருளைத் தொடர்புபடுத்தும் கூடுதல் விவரங்கள் |
| **எடுத்துக்காட்டுக் கணக்குகள்** | மாணவர்களின் தெளிவான புரிதலுக்காகத் தீர்க்கப்பட்ட மாதிரிக் கணக்குகள் |
| **சுய மதிப்பீடு** | மாணவர் தம்முடைய கற்றறிந்த திறனைத் தாமே மதிப்பீடு செய்துகொள்ள உதவுதல். |
| **விரைவுத் துலக்கக் குறியீடு (QR Code)** | கருத்துகள்,காணொலிக்காட்சிகள்,அசைவூட்டங்கள் மற்றும் தனிப்பயிற்சிகள் ஆகியவற்றை விரைவாக அணுகும் வசதி |
| **தகவல் தொடர்புத் தொழில்நுட்பம்** | கற்றலுக்கான வளங்களுக்கு வழிகாட்டல், மாணவர்கள் அவற்றை அணுக வாய்ப்பளித்தல், கருத்துகள்/தகவல்களை பரிமாற வாய்ப்பளித்தல். |
| **பாடச் சுருக்கம்** | பாடப்பகுதியின் கருத்தினைச் சுருக்கிய வடிவில் தருதல் |
| **கருத்து வரைபடம்** | பாடப்பகுதியின் கருத்துகளை ஒன்றோடொன்று தொடர்புபடுத்துவதன் வாயிலாகப் பாடப்பொருளை உணரச் செய்தல் |
| **மதிப்பீடு** | பன்முகத் தெரிவு வினா, எண்ணியல் கணக்கீடுகள் போன்றவற்றின் வாயிலாக மாணவரின் புரிதல் நிலையினை மதிப்பிடுதல் |
| **மேற்கோள் நூல்கள்** | தொடர் வாசித்தலுக்கு ஏற்ற குறிப்புதவி நூல்களின் பட்டியல் |
| **விடைக் குறிப்புகள்** | மாணவர் கண்டறிந்த விடைகளின் சரியான தன்மையினை உறுதிசெய்யவும் கற்றல் இடைவெளிகளைச் சரிசெய்துகொள்ளவும் உதவுதல் |
| **சொற்களஞ்சியம்** | முக்கிய கலைச்சொற்களுக்கு இணையான தமிழ்ச்சொற்கள் |
| **பிற்சேர்க்கை** | அடிப்படை மாறிலிகள் மற்றும் முக்கிய தரவுகளின் அட்டவணைகள் |



Introduction Pages_Sridhar.indd 3 07-01-2021 15:55:04

## 12ஆம் வகுப்பில் வேதியியல் பாடம் படித்த பின்னர் உயர்கல்வி பெறுவதற்கு ஏற்ற பாடப்பிரிவுகள், முன்னணி கல்லூரிகள் மற்றும் நடத்தப்பெறும் போட்டித் தேர்வுகள் ஆகியவை தொகுத்துத் தரப்பட்டுள்ளன

| பாடப்பிரிவுகள் | கல்வி நிறுவனம் | தேர்வு செய்யும் முறை | வேதியியலில் வேலை வாய்ப்புகள் |
|---|---|---|---|
| **இளங்கலைப் பட்டம்** | | | |
| • பி.எஸ்ஸி. (வேதியியல்)<br>• பி.எஸ்ஸி. (வேதியியலில் பகுப்பாய்வு முறைகள்)<br>• பி.எஸ்ஸி. (பயன்முறை வேதியியல்)<br>• பி.எஸ்ஸி. (தொழில்சார் வேதியியல்)<br>• பி.எஸ்ஸி. (பாலிமர் வேதியியல்)<br>• பி.எஸ்ஸி. (உயிரி–வேதியியல்) | • இந்தியாவிலுள்ள கலை மற்றும் அறிவியல் கல்லூரிகள் | • அறிவியல் பாட மதிப்பெண்களின் அடிப்படையில் நடத்தப்பெறும் கலந்தாய்வு வாயிலாக. | • பெட்ரோலியவேதியியல் தொழிற்சாலைகள்<br>• ஆய்வக வேதியியலாளர்<br>• உணவு பதனிடும் நிறுவனங்கள்<br>• வண்ணப்பூச்சு தயாரிக்கும் நிறுவனங்கள்<br>• நெகிழித் தொழிற்சாலைகள் மற்றும் நெசவுத் தொழிற்சாலைகள்<br>• வேளாண்வேதியியல் தொழிற்சாலைகள்<br>• உயர்நிலைப்பள்ளி ஆசிரியர்<br>• தண்ணீர்த் தரம் மற்றும் அழகுசாதன வேதியியலாளர்<br>• தமிழ்நாடு பணியாளர் தேர்வாணையம், வங்கிகள், பொதுப்பணி, ரெயில்வே பணியாளர் தேர்வாணையம் போன்றவற்றில் பணியமர்த்தலுக்காக நடத்தப்பெறும் அனைத்து வகையான தேர்வுகளையும் எழுதலாம். |
| • பி.இ. (வேதியியல் பொறியியல்) | • இந்திய தொழில் நுட்பக் கழகம்<br>• பிர்லா தொழில்நுட்ப மற்றும் அறிவியல் கழகம்<br>• தமிழ்நாட்டிலுள்ள அனைத்து அரசு மற்றும் தனியார் பொறியியல் கல்லூரிகள் | • ஜே.இ.இ. JEE (முதன்மை & உயர்நிலை)<br>• பிட்சாட் (BITSAT) | • கட்டடவியல் பொறியியல் பணிகள்<br>• பிசின் மற்றும் செயற்கைச் சேர்ம நாரிழைகள் தயாரித்தல்<br>• பெட்ரோலியம் மற்றும் நிலக்கரிப் பொருள்கள் தயாரித்தல்<br>• விண்வெளி எரிபொருள் செயலி<br>• உயிரித் தொழில்நுட்பம் மற்றும் மருந்தாக்கத் தொழிற்சாலைகள்<br>• காலநிலை மாற்ற மீட்புப் பொறியாளர்<br>• உணவு தயாரிக்கும் பிரிவுகள், மின்னணுவியல் மற்றும் ஆற்றல் உற்பத்தியாளர்கள் |
| • பி.டெக். (ரப்பர் நெகிழி தொழில்நுட்பம்) | • சென்னை தொழில்நுட்பக் கழகம் (MIT) | • 12ஆம் வகுப்பில் பெற்ற மதிப்பெண்களின் அடிப்படையில் நடத்தப்படும் தமிழ்நாடு தொழில்நுட்பக் கல்வி மாணவர் சேர்க்கைக் கலந்தாய்வு | |
| • பி.டெக். (பெட்ரோல் சுத்திகரிப்பு மற்றும் பெட்ரோலிய வேதியியல், பீங்கான் தொழில்நுட்பம் (S.S.), நெசவுத் தொழில்நுட்பம், தோல் தொழில்நுட்பம்) | • அண்ணா பல்கலைக்கழகம், அழகப்பா தொழில்நுட்பக் கல்லூரி, CSIR–மத்திய தோல் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் மற்றும் பிற இணைப்புக் கல்லூரிகள் | | |
| • பி.இ. / பி.டெக். (நெகிழிப் பொறியியல் / தொழில் நுட்பம்) | • மத்திய நெகிழிப் பொறியியல் & தொழில்நுட்ப நிறுவனம் | | |
| **பட்டயம்** | | | |
| • தொழில்நுட்ப மற்றும் பகுப்பாய்வு வேதியியல் உயர் பட்டயம் (ADTAC) | • மஹாராஷ்ட்ர மாநிலத் தொழில்நுட்பக் கல்விக் கழகம் (MSBTE) - மஹாராஷ்ட்ர அரசு | • பட்டப்படிப்பில் பெற்ற மதிப்பெண் விழுக்காடு அடிப்படையில் (தகுதி: ஏதாவது பட்டம்) | • வேதியியல், மருந்துதயாரித்தல், உணவு மற்றும் வண்ணப்பூச்சுத் தொழிற் சாலைகளில் பகுப்பாய்வாளர், வேதியியலாளர் மற்றும் தரக் கட்டுப்பாட்டு வேதியியலாளர் |
| • நெகிழி தயாரித்தல் & சோதனை செய்தல் | • மத்திய நெகிழிப் பொறியியல் & தொழில்நுட்ப நிறுவனம் | • ஜே.இ.இ. JEE | • நெகிழித் தொழிற்சாலைகள் |



Introduction Pages_Sridhar.indd 4
07-01-2021 15:55:04

| பாடப்பிரிவுகள் இளங்கலைப் பட்டம் | கல்வி நிறுவனம் | தேர்வு செய்யும் முறை | வேதியியலில் வேலை வாய்ப்புகள் |
|---|---|---|---|
| **முதுகலைப் பட்டம்** | | | |
| • எம்.எஸ்ஸி. (ஒருங்கிணைந்த வேதியியல்) | • பாண்டிச்சேரி பல்கலைக்கழகம் | • பாண்டிச்சேரி பல்கலைக்கழக நுழைவுத் தேர்வு | • பகுப்பாய்வு வேதியியலாளர்<br>• மேல்நிலைப் பள்ளி ஆசிரியர்<br>• உற்பத்தி வேதியியலாளர்<br>• ஆராய்ச்சி & மேம்பாட்டு மேலாளர்<br>• உயிரி மருத்துவ வேதியியலாளர்<br>• தொழிற்சாலை ஆய்வு அறிவியலாளர்<br>• பொருள்சார் தொழில் நுட்பவியலாளர்<br>• தரக் கட்டுப்பாட்டாளர்<br>• பாதுகாப்பு உடல்நலம் மற்றும் சுற்றுசூழல் வல்லுநர்<br>• மருந்து தயாரிப்பு நிறுவனங்கள்<br>• சுற்றுச் சூழல் சட்டம்<br>• விண்வெளி ஆராய்ச்சி முகமைகள்<br>• தடய அறிவியல் துறை<br>• பீங்கான் தொழிற்சாலை மற்றும் காகிதத் தொழிற்சாலை<br>• ராணுவ அமைப்புகள் துறை<br>• காப்புரிமைச் சட்டவல்லுநர்<br>• அணுக்கருவியல் பொறியாளர் |
| | • இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கழகம் (IIT Roorkee)<br>• இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கழகம்(IIT Kharagarpur)<br>• இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கழகம் (IIT Bombay) | • எம்.எஸ்ஸி.க்கான கூட்டு மாணவர் சேர்க்கைத் தேர்வு (JAM) | |
| | • தமிழ்நாடு மத்திய பல்கலைக் கழகம்: அடிப்படை மற்றும் பயன்பாட்டு அறிவியல் பிரிவு, திருவாரூர். | • CUCET நுழைவுத் தேர்வு | |
| | • NISER வேதியியல் அறிவியல் கல்விநிலையம், கட்டாக் | • NISER வேதியியல் அறிவியல் கல்விநிலையம், கட்டாக் | |
| | • பிர்லா தொழில்நுட்பம் மற்றும் அறிவியல் கழகம் | • BITSAT நுழைவுத் தேர்வு | |
| | • அண்ணாமலை பல்கலைகழகம் | • அண்ணாமலை பல்கலைக் கழக நுழைவுத் தேர்வு | |
| | • இந்தியாவிலுள்ள கலை மற்றும் அறிவியல் கல்லூரிகள் | • பட்டப் படிப்பில் பெற்ற மதிப்பெண் விழுக்காட்டின் அடிப்படையில் மற்றும் அந்தந்த நிறுவனங்கள் நடத்தும் தனித்தனி நுழைவுத் தேர்வுகளின் அடிப்படையில் | |
| • எம்.எஸ்ஸி. பொது வேதியியல், பகுப்பாய்வு வேதியியல், கனிம வேதியியல், கரிம வேதியியல், இயற்பியல் வேதியியல், பாலிமர் வேதியியல், சுற்றுச்சூழல் அறிவியல், நானோ அறிவியல் மற்றும் நானோ தொழில்நுட்பம் | • சென்னை பல்கலைக் கழகம், அழகப்பா பல்கலைக் கழகம், அண்ணாமலை பல்கலைக் கழகம், பாரதியார் பல்கலைக் கழகம், பாரதிதாசன் பல்கலைக் கழகம், மதுரை காமராசர் பல்கலைக் கழகம், இந்திய அறிவியல் கழகம், பெங்களூரு, தில்லி பல்கலைக் கழகம் முதலிய அரசு பல்கலைக் கழகங்கள்<br>• இந்தியாவிலுள்ள கலை மற்றும் அறிவியல் கல்லூரிகள் | • சார்ந்த நிறுவனங்கள் தனித்தனியே நடத்தும் நுழைவுத் தேர்வுகள் | |
| • எம்.எஸ்.ஸி. பயன்பாட்டு வேதியியல், வேதியியல் (ஹானர்ஸ்), பயன்பாட்டு வேதியியல் (ஹானர்ஸ்), தொழிற்சாலை வேதியியல், மருத்துவ வேதியியல், மருந்து தயாரிப்பு வேதியியல், மருந்து வேதியியல் | • அண்ணா பல்கலைக் கழகம், ஆந்திரா பல்கலைக் கழகம், பிர்லா தொழில்நுட்ப நிறுவனம், கொச்சி அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பப் பல்கலைக் கழகம், பி.எஸ்.ஜி. கல்லூரி, கோயம்புத்தூர், ஸ்ரீ வெங்கடேஸ்வரா பல்கலைக் கழகம், திருப்பதி. | • சார்ந்த நிறுவனங்கள் தனித்தனியே நடத்தும் நுழைவுத் தேர்வுகள் | • தொழிற்சாலை தொடர்பான பணிகள்<br>• தரக் கட்டுப்பாடு வேதியியலாளர்<br>• பெட்ரோலிய வேதியியல் தொழிற்சாலை<br>• உணவு பதப்படுத்துதல்<br>• வண்ணப்பூச்சுத் தொழிற்சாலை |

| பாடப்பிரிவுகள் இளங்கலைப் பட்டம் | கல்வி நிறுவனம் | தேர்வு செய்யும் முறை | வேதியியலில் வேலை வாய்ப்புகள் |
|---|---|---|---|
| • எம்.டெக். பாலிமர் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பம்<br>• தொழிற்சாலைப் பாதுகாப்பு மற்றும் இடர் மேலாண்மை | • அண்ணா பல்கலைக் கழகம் மற்றும் அழகப்பா தொழில்நுட்பக் கல்லூரி | • தமிழ்நாடு பொது நுழைவுத் தேர்வு (TANCET) | • பல்வேறு தொழிற்சாலைகளில் பாதுகாப்பு மற்றும் இடர் மேலாண்மை சார்ந்த பணிகள் |
| **எம்.ஃபில்** | | | |
| • எம்.ஃபில். – வேதியியல், பகுப்பாய்வு வேதியியல், பயன்பாட்டு வேதியியல், தொழிற்சாலை வேதியியல், படிக அறிவியல் | • இந்தியப் பல்கலைக் கழகங்கள்<br>• இந்திய கலை மற்றும் அறிவியல் கல்லூரிகள் | • கல்லூரிகள்/பல்கலைக் கழகங்களைப் பொறுத்து நடத்தப்பெறும் நுழைவுத் தேர்வு / நேர்காணல் | • ஆசிரியர் பணிகள்<br>• தொழிற்சாலை தொடர்பான பணிகள்<br>• கதிர்வரைபட ஆய்வகங்களில் தொழில்நுட்பவியலாளர்<br>• காப்புரிமைச் சட்டம் |
| **ஆய்வு** | | | |
| • பிஎச்.டி. (வேதியியல்)<br>• களம்: கரிமத் தொகுப்பு, கனிமச் அணைவுச் சேர்மங்கள், கணக்கீட்டு வேதியியல், நானோ தொழில்நுட்பம், மின்னியல் வேதியியல், பொருள் அறிவியல் & பாலிமர் கலவைகள், உயிரி–உணர்விகள், மூலக்கூறு மாதிரியாக்கம், வேதித் தகவலியல், பசுமை வேதியியல், பசுமை ஆக்சிஜனேற்ற வேதியியல் வினையூக்கிகள் முதலியன | • இந்திய அறிவியல் கழகம்<br>• இந்தியத் தொழில் நுட்ப கழகம், கரக்பூர்<br>• தில்லி பல்கலைக் கழகம், தில்லி.<br>• இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கழகம், மும்பை<br>• டாடா அடிப்படை அறிவியல் ஆய்வு நிறுவனம், மும்பை<br>• அண்ணா பல்கலைக் கழகம், சென்னை<br>• இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கழகம், சென்னை<br>• ஜவஹர்லால் நேரு உயர் அறிவியல் ஆய்வு மையம்<br>• சென்னை பல்கலைக் கழகம்<br>• பாரதியார் பல்கலைக் கழகம்<br>• ஜவர்ஹர்லால் நேரு பல்கலைக் கழகம்<br>• தேசியத் தொழில்நுட்பக் கழகம்<br>• அண்ணாமலை பல்கலைக் கழகம், முதலியன | • சார்ந்த நிறுவனங்களால் தனித்தனியே நுழைவுத் தேர்வுகள் நடத்தப்படுகின்றன | • அரசுக் கல்லூரிகள் மற்றும் பல்கலைக் கழகங்களில் பேராசிரியர் பணி<br>• வேதியியல் அறிவியலாளர்கள்<br>• பல மத்திய அரசு தொழிற்சாலைகளில் அறிவியலாளர் பணிகள்<br>• முது முனைவர் ஆய்வுப்பணிகள்<br>• நச்சியலில் தரக் கட்டுப்பாடு<br>• புனைவு வேதியியல்<br>• வேதியியல் தகவல் மேலாண்மை வல்லுநர் |



Introduction Pages_Sridhar.indd 6
07-01-2021 15:55:04

# நுழைவுத் தேர்வுகள் மற்றும் வடிவமைப்புகள்

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ஜே.இ.இ. முதன்மைத் தேர்வு<br>தாள் 1 (3 மணி நேரம்)<br>தாள் 2 (3 மணி நேரம்)<br>www.jeemain.nic.in | • இந்தியத் தகவல் தொழில்நுட்பக் கழகங்கள் (IITs)<br>• இந்தியப் பொறியியல் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பக் கழகம் (IIEST)<br>• தேசியத் தொழில்நுட்பக் கழகங்கள் (NITs)<br>• இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கழகங்கள் (IITs)<br>• அரசு நிதியுதவிபெறும் தொழில்நுட்பக் கழகங்கள் (GFTIs) | OMR அடிப்படையில் மற்றும் இணையவழி அடிப்படையில் (தேர்வர்களின் விருப்பத்திற்கிணங்க) | விண்ணப்பம் வெளியாதல்: டிசம்பர் முதல் வாரம்<br>தேர்வு நாள்: ஏப்ரல்<br>எதிர்மறை மதிப்பெண்: 4/ –1<br>மொத்த மதிப்பெண்கள்: 360 | இயற்பியல்<br>வேதியியல்<br>கணிதம்<br>மொத்த வினாக்கள் | 30<br>30<br>30<br>90 |
| ஜே.இ.இ. உயர்நிலைத் தேர்வு<br>தாள் 1 (3 மணி நேரம்)<br>தாள் 2 (3 மணி நேரம்)<br>ஜே.இ.இ. முதன்மைத் தேர்வில் (தாள்–1) தகுதி பெற்றிருக்கவேண்டும்<br>www.jeeadv.ac.in | • இந்தியத் தகவல் தொழில்நுட்பக் கழகங்கள் (IITs)<br>• இந்தியப் பொறியியல் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பக் கழகம் (IIEST)<br>• தேசியத் தொழில்நுட்பக் கழகங்கள் (NITs)<br>• இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கழகங்கள் (IITs)<br>• அரசு நிதியுதவிபெறும் தொழில்நுட்பக் கழகங்கள் (GFTIs) | இணையவழியில் | விண்ணப்பம் வெளியாதல்: ஏப்ரல் இறுதி வாரம்<br>தேர்வு நாள்: மே இரண்டாம் வாரம்<br>எதிர்மறை மதிப்பெண்: 4/ –1<br>மொத்த மதிப்பெண்கள்: 306 (ஒவ்வொரு ஆண்டும் மாறும்) | இயற்பியல்<br>வேதியியல்<br>கணிதம்<br>மொத்த வினாக்கள் | 18<br>18<br>18<br>54 |
| பிட்சாட்<br>http://www.bitsadmission.com<br>நேரம்: 3 மணி | • பிர்லா தொழில்நுட்பம் மற்றும் அறிவியல் கழகம் | இணையவழியில் | விண்ணப்பம் வெளியாதல்: டிசம்பர் இரண்டாவது வாரம்<br>தேர்வு நாள்: மே இரண்டாம் வாரம்<br>எதிர்மறை மதிப்பெண்: 3/ –1<br>மொத்த மதிப்பெண்கள்: 450 | இயற்பியல்<br>வேதியியல்<br>கணிதம்<br>ஆங்கில மொழித்திறன்<br>உய்த்து உட்பொருளறிதல்<br>மொத்த வினாக்கள் | 40<br>40<br>45<br>15<br>10<br>150 |
| சியூசிஇடி (CUCET)<br>https://cucetexam.in<br>நேரம்: 2 மணி | • அனைத்து மத்திய பல்கலைக் கழகங்கள் | இணையவழியில் | விண்ணப்பம் வெளியாதல்: பிப்ரவரி இரண்டாவது வாரம்<br>தேர்வு நாள்: ஏப்ரல்<br>எதிர்மறை மதிப்பெண்: 1/0.25<br>மொத்த மதிப்பெண்கள்: 175 | ஆங்கிலம்<br>பொது அறிவு<br>கணிதத் திறன்<br>பகுப்பாய்வுத் திறன்<br>அறிவியல்<br>மொத்த வினாக்கள் | 25<br>25<br>25<br>25<br>75<br>175 |
| ஜாம் (JAM)<br>http://jam.iitb.ac.in<br>நேரம்: 3 மணி | • அனைத்து இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கழகங்கள் | இணையவழியில் | விண்ணப்பம் வெளியாதல்: செப்டம்பர்<br>தேர்வு நாள்: பிப்ரவரி<br>எதிர்மறை மதிப்பெண்: 1/0.33<br>2/0.66<br>மொத்த மதிப்பெண்கள்: 100 | வேதியியல்<br>மொத்த வினாக்கள் | 60<br>60 |



Introduction Pages_Sridhar.indd 7 07-01-2021 15:55:04

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| சிஎஸ்ஐஆர்.யூஜிசி நெட் (CSIR.UGC.Net)<br>http://csirhrdg.res.in<br>நேரம்: 3 மணி | • அனைத்து பல்கலைக் கழகங்கள் மற்றும் கல்லூரிகளில் பிஎச்.டி. மாணவர் சேர்க்கை | OMR | காலம்: ஜூன்<br>விண்ணப்பம் வெளியாதல்: மார்ச்<br>தேர்வு நாள்: ஜூன்<br>காலம்: டிசம்பர்<br>விண்ணப்பம் வெளியாதல்: செப்டம்பர்<br>தேர்வு நாள்: டிசம்பர் | பொது அறிவியல், அளவியல் சார்ந்த உட்பொருளறிதல் & பகுப்பாய்வு மற்றும் ஆராய்ச்சித் திறன்<br>வேதியியல்<br>மொத்த வினாக்கள் | 60<br>15<br>75 |
| கேட் (GATE)<br>http://gate.iitg.ac.in<br>நேரம்: 3 மணி | • அனைத்து இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கழகங்களில் பிஎச்.டி. மாணவர் சேர்க்கை | OMR | விண்ணப்பம் வெளியாதல்: செப்டம்பர்<br>தேர்வு நாள்: பிப்ரவரி<br>எதிர்மறை மதிப்பெண்: 1/0.33<br>2/0.66<br>மொத்த மதிப்பெண்கள்: 100 | பொதுத் திறன்<br>வேதியியல்<br>மொத்த வினாக்கள் | 10<br>55<br>65 |
| டான்செட் (TANCET)<br>https://www.annauniv.edu<br>நேரம்: 2 மணி | • அண்ணா பல்கலைக் கழகத்தில் தொழில்நுட்பப் பாடப்பிரிவுகளில் மாணவர் சேர்க்கைக்கான நுழைவுத் தேர்வு | எழுத்துத் தேர்வு | விண்ணப்பம் வெளியாதல்: சனவரி<br>தேர்வு நாள்: மார்ச்<br>எதிர்மறை மதிப்பெண்: 1/0.33<br>மொத்த மதிப்பெண்கள்: 100 | பொறியியல் கணிதம்<br>அடிப்படைப் பொறியியல் மற்றும் அறிவியல்<br>வேதியியல்<br>மொத்த வினாக்கள் | 20<br>20<br>60<br>100 |
| சென்னை பல்கலைக் கழகம்<br>http://www.unom.ac.in<br>நேரம்: 3 மணி | • எம்.எஸ்ஸி நுழைவுத் தேர்வு | எழுத்துத் தேர்வு | விண்ணப்பம் வெளியாதல்: பிப்ரவரி இரண்டாவது வாரம்<br>தேர்வு நாள்: ஏப்ரல்<br>எதிர்மறை மதிப்பெண்: இல்லை<br>மொத்த மதிப்பெண்கள்: 100 | பகுப்பாய்வு வேதியியல்<br>கனிம வேதியியல்<br>கரிம வேதியியல்<br>இயற்பியல் வேதியியல்<br>மொத்த வினாக்கள் | 25<br>25<br>25<br>25<br>100 |
| அண்ணா பல்கலைக் கழகம்<br>https://www.annauniv.edu<br>நேரம்: 1 மணி | • எம்.எஸ்ஸி நுழைவுத் தேர்வு | இணையவழியில் | விண்ணப்பம் வெளியாதல்: ஏப்ரல்<br>தேர்வு நாள்: மே<br>எதிர்மறை மதிப்பெண்: 1/0.25<br>மொத்த மதிப்பெண்கள்: 100 | வேதியியல்<br>மொத்த வினாக்கள் | 100<br>100 |
| அண்ணாமலை பல்கலைக் கழகம்<br>http://www.annamalaiuniversity.ac.in | • எம்.எஸ்ஸி மாணவர் சேர்க்கை | பட்டப்படிப்பு மற்றும் நேர்காணலில் பெற்ற மதிப்பெண் விழுக்காட்டின் அடிப்படையில் | | | |
| | • பி.எஸ்ஸி மாணவர் சேர்க்கை | +2 அறிவியல் பாடங்களில் பெற்ற மதிப்பெண்களின் அடிப்படையில் கலந்தாய்வு | | | |
| பாரதியார் பல்கலைக் கழகம்<br>www.b-u.ac.in<br>நேரம்: 1.30 மணி | • எம்.எஸ்ஸி நுழைவுத் தேர்வு | எழுத்துத் தேர்வு | விண்ணப்பம் வெளியாதல்: மே<br>தேர்வு நாள்: உத்தேசமாக ஜூலை<br>மொத்த மதிப்பெண்கள்: 60 | வேதியியல்<br>மொத்த வினாக்கள் | 60<br>60 |
| பாரதிதாசன் பல்கலைக் கழகம்<br>http: www.bdu.ac.in | • எம்.எஸ்ஸி நுழைவுத் தேர்வு | எழுத்துத் தேர்வு | விண்ணப்பம் வெளியாதல்: மே கடைசி வாரம்<br>தேர்வு நாள்: ஜூன் இரண்டாவது வாரம் | | |
| மதுரை காமராசர் பல்கலைக் கழகம்<br>mkuniversity.ac.in | • எம்.எஸ்ஸி நுழைவுத் தேர்வு | இணையவழியில் | விண்ணப்பம் வெளியாதல்: மார்ச்<br>தேர்வு நாள்: மே/ஜூன் | | |

*(குறிப்பு: அட்டவணையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள அனைத்து நாள்களும் தாற்காலிகமானவை. ஆண்டுக்கு ஆண்டு மாறக்கூடும்)*



Introduction Pages_Sridhar.indd 8 07-01-2021 15:55:04

# பொருளடக்கம்

## வேதியியல்


| அலகு எண். | பாடத் தலைப்பு | ப. எண். | மாதம் |
|---|---|---|---|
| 1 | வேதியியலின் அடிப்படைக் கருத்துக்கள் மற்றும் வேதிக் கணக்கீடுகள் | 01 | ஜூன் |
| 2 | அணுவின் குவாண்டம் இயக்கவியல் மாதிரி | 40 | ஜூலை |
| 3 | தனிமங்களின் ஆவர்த்தன வகைப்பாடு | 73 | ஆகஸ்ட் |
| 4 | ஹைட்ரஜன் | 110 | செப்டம்பர் |
| 5 | கார மற்றும் காரமண் உலோகங்கள் | 138 | அக்டோபர் |
| 6 | வாயு நிலைமை | 174 | ஜூன் |
| 7 | வெப்ப இயக்கவியல் | 206 | ஜூலை |
| | பிற்சேர்க்கை | 254 | |


BXTYTT
மின்னூல்

BY3UVG
மதிப்பீடு

B127_11_CHE_TM
இணைய வளங்கள்

TN_QR_TAM

**பாடநூலில் உள்ள விரைவு குறியீட்டைப் (QR Code) பயன்படுத்துவோம்! எப்படி?**

- உங்கள் திறன்பேசியில், கூகுள் playstore /ஆப்பிள் app store கொண்டு QR Code ஸ்கேனர் செயலியை இலவசமாகப் பதிவிறக்கம் செய்து நிறுவிக்கொள்க.
- செயலியைத் திறந்தவுடன், ஸ்கேன் செய்யும் பொத்தானை அழுத்தித் திரையில் தோன்றும் கேமராவை QR Code–இன் அருகில் கொண்டு செல்லவும்.
- ஸ்கேன் செய்வதன் மூலம் திரையில் தோன்றும் உரலியைச் (URL) சொடுக்க, அதன் விளக்கப் பக்கத்திற்குச் செல்லும்.



Introduction Pages_Sridhar.indd 9 07-01-2021 15:55:05

Introduction Pages_Sridhar.indd 10 07-01-2021 15:55:05

# அலகு 1

## வேதியியலின் அடிப்படைக் கருத்துக்கள் மற்றும் வேதிக் கணக்கீடுகள்

> We think there is color, we think there is sweet, we think there is bitter, but in reality there are atoms and a void.
>
> – Democritus

இயற்கை இழை (பருத்தி)

செயற்கை இழை (நைலான்)

பூச்சிக்கொல்லி (மாலத்தியான்)

மருந்துகள் (மாத்திரைகள்)

எண்ணெய் சுத்திகரிப்பு

### கற்றலின் நோக்கங்கள்

3CRKRG

இந்த பாடப்பகுதியைக் கற்றறிந்த பின்னர்

- வாழ்வின் பல்வேறு சூழல்களில் வேதியியலின் முக்கியத்துவத்தினை விளக்குதல்
- பல்வேறு பொருட்களை, தனிமங்கள், சேர்மங்கள் மற்றும் கலவைகள் என வகைப்படுத்துதல்.
- அணுநிறை மற்றும் மூலக்கூறு நிறையினை வரையறுத்தல்.
- பொருளின் அளவினை, 'மோல்' அலகினைப் பயன்படுத்தி வரையறுத்தல்.
- அவகாட்ரோ எண்ணை விவரித்தல்
- நிறை, மோல் மற்றும் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பினை விளக்குதல் மற்றும் அவை சார்ந்த கணக்கீடுகளைச் செய்தல்
- சமான நிறையினை வரையறுத்தல். அமிலம், காரம் மற்றும் ஆக்சிஜனேற்றி/ ஒடுக்கிகளின் சமான நிறையினைக் கணக்கிடுதல்.
- பரிசோதனைகளின் மூலம் பெறப்பட்ட தரவுகளைப் பயன்படுத்தி எளிய விகித வாய்பாடு மற்றும் மூலக்கூறு வாய்பாடுகளைத் தருவித்தல்.
- வேதிவினைக் கூறு விகித கணக்கீடுகள் அடிப்படையிலான எண்ணியல் கணக்குகளைத் தீர்த்தல்.
- வினைக் கட்டுப்பாட்டுக் காரணியினைக் கண்டறிதல் மற்றும் ஒரு வேதிவினையில் வினைபடுபொருட்கள் மற்றும் வினை விளைபொருட்களின் அளவினைக் கணக்கிடுதல்.
- ஆக்சிஜனேற்றம், ஒடுக்கம், ஆக்சிஜனேற்றி ஆக்சிஜன் ஒடுக்கி ஆகிய சொற்கூறுகளை வரையறுத்தல்.
- பல்வேறு சேர்மங்களில் அடங்கியுள்ள தனிமங்களின் ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணைத் தீர்மானித்தல்.



Unit 1 - Sridhar.indd 1 07-01-2021 13:24:41

- ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளில் நிகழும் செயல்முறைகளை விளக்குதல் மற்றும் எலக்ட்ரான் பரிமாற்ற செயல்முறையினை விவரித்தல்.
- ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளை வகைப்படுத்துதல்.
- இரு அரைவினைகளிலிருந்து ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைக்கான சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டை உருவாக்குதல்,

ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெற இயலும்.

## 1.1 வேதியியல் – வாழ்க்கையின் மையம்

உண்ண உணவு, உடுக்க உடை, இருக்க இடம் – இவை மூன்றும் மனித வாழ்வின் அடிப்படைத் தேவைகளாகும். இம் மூன்று அடிப்படைத் தேவைகளை நிறைவு செய்வதில் வேதியியல் முக்கிய பங்காற்றுவதுடன், வாழ்க்கைத் தரத்தினை மேம்படுத்துவதிலும் உதவுகிறது. வேளாண்மை உற்பத்தியினை அதிகரிக்க உதவும் உரங்கள், பூச்சிக்கொல்லிகள் போன்ற பல்வேறு சேர்மங்களை வேதியியல் உருவாக்கியுள்ளது. பல்வேறு கால சூழ்நிலைகளைத் தாங்கும் வகையில், நவீன சிமெண்டுகள், கான்கிரீட் கலவைகள், தரமான எஃகு ஆகியவற்றினைக் கொண்டு நல்ல தரமான கட்டிடங்களை நாம் உருவாக்க முடியும். மேலும், நல்ல தரம் வாய்ந்த ஆடை உருவாக்கத்திற்கு தேவையான இழைகளை நாம் பெற்றுள்ளோம்.

உலகில் நாம் வாழும் சூழல் அனைத்திலும் வேதியியல் உள்ளது. நமது உடல் கூட வேதிப்பொருட்களால் உருவாக்கப்பட்ட ஒன்றாகும். நம் உடலில் நிகழும் தொடர்ச்சியான உயிர் – வேதி வினைகளே, நமது உடல் செயல்பாடுகளுக்கு, காரணமாக அமைகின்றன. நமது சுற்றுச்சூழல் மற்றும் கலாச்சாரம், என நம் வாழ்வின் ஒவ்வொரு அங்கமும் வேதியியலோடு தொடர்பு கொண்டுள்ளது. நாம் வாழும் உலகம் தொடர்ச்சியாக பல்வேறு மாற்றங்களுக்கு உட்பட்டு வருகிறது. நவீன உலகம் எதிர்நோக்கும் சவால்களுக்கு ஏற்ற வகையில் வேதியியல் தொடர்ச்சியாக வளர்ச்சியடைந்து வருகிறது. நம் அன்றாட வாழ்வில் பயன்படும் புதிய வேதிப்பொருட்களை வேதி தொழிற்சாலைகள் தயாரித்து வருகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக பலபடிகள், சாயங்கள், உலோகக் கலவைகள், உயிர் காக்கும் மருந்துகள் போன்றவற்றை குறிப்பிடலாம்.

1980 – களின் தொடக்கத்தில் HIV / எய்ட்ஸ் நோய்த்தொற்று உணரத்தொடங்கிய காலத்தில், இந்நோய்த்தொற்றால் பாதிக்கப்பட்டவர்கள் சிலகாலம் மட்டுமே உயிர்வாழும் நிலை இருந்தது. ஆனால், தற்போது இந்நோய்த்தொற்றால் பாதிக்கப்பட்டவர்கள், அதனை எதிர்கொண்டு வாழும் வகையில் பயன்தரத்தக்க மருந்துப்பொருட்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

வேதியியலின் கோட்பாடுகளை புரிந்து கொண்டதன் மூலம், சுற்றுச்சூழலுக்கு ஊறு விளைவிக்கும், குளிர்சாதனப் பெட்டிகளில் பயன்படுத்தப்படும் குளோரோ புளூரோ கார்பன்களுக்கு மாற்றாக சூழலுக்கு ஏற்ற, மாற்று வேதிப்பொருட்கள் மற்றும் சுற்றுச்சூழலோடு இணைந்த பசுமை செயல்முறைகளை நம்மால் உருவாக்க முடிந்துள்ளது. புதிய மருந்துகள் உருவாக்கம், தொகுப்பு பலபடிகள், சூழலுக்கு ஏற்ற பொருட்களை உருவாக்குதல் போன்றவற்றில் நமது சமூக முன்னேற்றத்திற்காக வேதியியலின் பல்வேறு பிரிவுகளில், பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஆய்வுகளை மேற்கொண்டு வருகின்றனர்.

நமது அன்றாட நடைமுறை வாழ்வில் வேதியியல் முக்கிய பங்காற்றிவரும் நிலையில், வளர்ந்து வரும் நம் நாடு எதிர்நோக்கியுள்ள சவால்களுக்கு, தீர்வுகாண

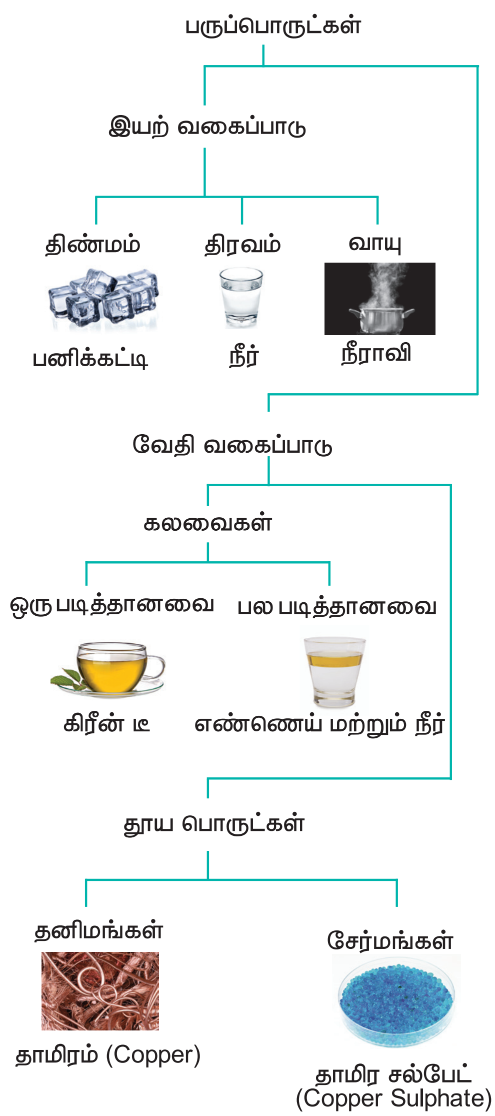


Unit 1 - Sridhar.indd 2 07-01-2021 13:24:41

வேதியியலின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகளை புரிந்து கொள்ளுதல் என்பது அவசியமான ஒன்றாகும்.

## 1.2 பருப்பொருட்களை வகைப்படுத்துதல்

உனது வகுப்பறை சூழலை உற்றுநோக்கு. நீ எதைக் காண்கிறாய்? உனது இருக்கை, மேசை, கரும்பலகை ஜன்னல் போன்றவற்றை நீ கண்டிருப்பாய். இவை அனைத்தும் எதனால் ஆக்கப்பட்டவை? இவை அனைத்தும் பருப்பொருள்களால் ஆக்கப்பட்டவை.




படம் 1.1 பருப்பொருள்களின் வகைப்பாடு

நிறையுள்ள, இடத்தை அடைத்துக்கொள்ளும் தன்மையுடைய அனைத்தும், பருப்பொருட்கள் என வரையறுக்கப்படுகின்றன. அனைத்து பருப்பொருட்களும் அணுக்களால் ஆக்கப்பட்டவை. பருப்பொருள் பற்றிய இந்த அறிவானது, நமது சூழலில் இருந்து நாம் பெறும் அனுபவங்களை விளக்குவதற்கு பயனுள்ளதாக அமையும். பருப்பொருட்களின் பண்புகளை புரிந்து கொள்ளும் பொருட்டு, நாம் அதனை வகைப்படுத்த வேண்டும். பருப்பொருட்களை வகைப்படுத்துதலில் பல்வேறு முறைகள் உள்ளன. பொதுவாக, பருப்பொருள்களை அதன் இயற்நிலைமை மற்றும் வேதிஇயைபு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில், விளக்கப் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு வகைப்படுத்தலாம்.

### 1.2.1 இயற்நிலைமையின் அடிப்படையில் பருப்பொருட்களின் வகைப்பாடு

பருப்பொருட்களை அவற்றின் இயற் நிலைமையின் அடிப்படையில் திண்மம், திரவம் மற்றும் வாயு என வகைப்படுத்தலாம். அழுத்தம் மற்றும் வெப்பநிலையினை தகுந்தவாறு மாற்றியமைப்பதன் மூலம் பருப்பொருள்களை அதன் ஒரு இயற் நிலைமையிலிருந்து மற்றொரு நிலைமைக்கு மாற்ற இயலும்.

### 1.2.2 வேதித்தன்மையின் அடிப்படையில் வகைப்பாடு

பருப்பொருட்களை அவற்றின் வேதித்தன்மையின் அடிப்படையில், தூய பொருட்கள் மற்றும் கலவைகள் என வகைப்படுத்தலாம். கலவையில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட வேதி உட்பொருட்கள், அவற்றிற்கிடையே எத்தகைய இடைவினைகளுமின்றி காணப்படுகின்றன. இவற்றின் தோற்றத்தின் அடிப்படையில் ஒரு படித்தான அல்லது பல படித்தான கலவை என மேலும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.



Unit 1 - Sridhar.indd 3 07-01-2021 13:24:44

தூய பொருட்கள் என்பவை எளிய அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளால் ஆக்கப்பட்டவை. இவை தனிமங்கள் மற்றும் சேர்மங்கள் என மேலும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

### தனிமம் :

ஒரே ஒரு வகை அணுக்களை மட்டுமே உள்ளடக்கியவை தனிமம் எனப்படும். அணுக்கள் என்பவை, புரோட்டான்கள், எலக்ட்ரான்கள், நியூட்ரான்கள் போன்ற அடிப்படைத் துகள்களைக் கொண்ட மின் நடு நிலைத்தன்மை உடையது என்பதனை நாம் அறிவோம்.

தனிமம் ஆனது ஓரணு அல்லது பல்லணு அலகுகளை உள்ளடக்கியதாக காணப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு : ஓரணு அலகு – தங்கம் (Au), தாமிரம் (Cu), பல்லணு அலகு – ஹைட்ரஜன் வாயு ($H_2$), பாஸ்பரஸ் ($P_4$) மற்றும் சல்பர் ($S_8$).

### சேர்மம் :

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வெவ்வேறு தனிம அணுக்களைக் கொண்ட மூலக்கூறுகளை உள்ளடக்கியது சேர்மங்களாகும்.

**எடுத்துக்காட்டு :** கார்பன் டை ஆக்ஸைடு ($CO_2$), குளுக்கோஸ் ($C_6H_{12}O_6$), ஹைட்ரஜன் சல்பைடு ($H_2S$), சோடியம் குளோரைடு (NaCl)

சேர்மங்களின் பண்புகள், அவற்றில் அடங்கியுள்ள தனிமங்களின் பண்புகளிலிருந்து மாறுபட்டிருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக சோடியம் ஒரு பளபளப்பான உலோகம், குளோரின் ஓர் எரிச்சலூட்டும் வாயு, ஆனால் இந்த இரண்டு தனிமங்களில் இருந்து உருவாகும் சேர்மமான சோடியம் குளோரைடு, படிகத்தன்மையுடைய திண்மமாகும்.மேலும், இச்சேர்மம் உயிரியல் செயல்பாடுகளுக்கு முக்கியமானதாகும்.

### தன்மதிப்பீடு

1. வேதித்தன்மை அடிப்படையிலான வகைப்பாட்டு அறிவினை பயன்படுத்தி, பின்வரும் ஒவ்வொன்றையும், தனிமம், சேர்மம் அல்லது கலவை என வகைப்படுத்துக.

(i) சர்க்கரை
(ii) கடல்நீர்
(iii) வாலைவடிநீர்
(iv) கார்பன் டை ஆக்ஸைடு
(v) தாமிர கம்பி (Copper wire)
(vi) சாதாரண உப்பு
(vii) வெள்ளித் தட்டு (Silver plate)
(viii) நாப்தலீன் உருண்டைகள்.

## 1.3 அணு மற்றும் மூலக்கூறு நிறைகள்.

### 1.3.1 அணு நிறை

ஒரு தனித்த அணு எவ்வளவு நிறையுடையது? அணுவானது $10^{-10}$ m விட்டமும், தோராயமாக $10^{-27}$ kg நிறையும் கொண்ட மிகச்சிறிய துகள் என்பதால், அதன் நிறையினை நேரடியாகக் கண்டறிய இயலாது. எனவே, ஒரு நியம அணுவினை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஒப்பு அளவீட்டுமுறை முன்மொழியப்பட்டது.

IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) அமைப்பானது C-12 அணுவினை நியம அணுவாக கருத்திற்கொண்டது. அதன் அணுநிறை 12 amu அல்லது 12 u என எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது.

அடி ஆற்றல் (ground State) நிலையில் உள்ள C-12 அணுவின் நிறையில்,



Unit 1 - Sridhar.indd 4 07-01-2021 13:24:44

பன்னிரெண்டில் ஒரு பங்குநிறை, அணுநிறை அலகு (amu) அல்லது ஒருமைபடுத்தப்பட்ட அணு நிறை (Unified atomic mass) என வரையறுக்கப்படுகிறது.

1 amu (அல்லது) 1u ≈ $1.6605 \times 10^{-27}$ kg.

இந்த அளவீட்டு முறையில், ஒப்பு அணு நிறை என்பது, ஒரு அணுவின் சராசரி அணுநிறைக்கும், ஒருமைப்படுத்தப்பட்ட அணு நிறைக்கும் இடையேயான விகிதம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஒப்பு அணு நிறை $(A_r)$

$$= \frac{\text{அணுவின் சராசரி நிறை}}{\text{ஒருமை படுத்தப்பட்ட அணு நிறை}}$$

எடுத்துக்காட்டாக,

ஹைட்ரஜனின் ஒப்பு அணு நிறை $(A_r)_H$

$$= \frac{\text{ஹைட்ரஜனின் ஒரு அணுவின் சராசரி நிறை (kg ல்)}}{1.6605 \times 10^{-27}\ \text{kg}}$$

$$= \frac{1.6736 \times 10^{-27}\ \text{kg}}{1.6605 \times 10^{-27}\ \text{kg}}$$

$$= 1.0078 \approx 1.008\ \text{u.}$$

பெரும்பாலான தனிமங்கள் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட ஐசோடோப்புகளைக் கொண்டிருப்பதால், நாம் சராசரி அணு நிறையினை பயன்படுத்துகிறோம். ஒரு அணுவின் சராசரி அணு நிறை என்பது, அந்த அணுவின் இயற்கையில் காணப்படும் அனைத்து ஐசோடோப்புகளின் அணுநிறைகளின் சராசரி மதிப்பு என வரையறுக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக குளோரின் அணுவினைக் கருதுவோம். இந்த அணு இயற்கையில் $_{17}Cl^{35}$ மற்றும் $_{17}Cl^{37}$ ஆகிய இரு ஐசோடோப்புகளை 77 : 23 என்ற விகிதத்தில் கொண்டுள்ளது. எனவே, குளோரினின் சராசரி ஒப்பு அணு நிறை

$$= \frac{(35 \times 77) + (37 \times 23)}{100}$$

$$= 35.45\ \text{u}$$

### 1.3.2 மூலக்கூறு நிறை

ஒப்பு அணு நிறையினைப் போன்று ஒப்பு மூலக்கூறு நிறையானது, ஒரு மூலக்கூறின் நிறைக்கும், ஒருமைபடுத்தப்பட்ட அணு நிறைக்கும் இடையேயான விகிதம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒரு சேர்மத்தின் ஒப்பு மூலக்கூறு நிறையினை, அதில் அடங்கியுள்ள அணுக்களின் ஒப்பு அணு நிறைகளின் கூடுதல் மூலம் கணக்கிட இயலும்.

எடுத்துக்காட்டாக,

i) ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறின் ஒப்பு மூலக்கூறு நிறை $(H_2)$

$= 2 \times$ (ஹைட்ரஜன் அணுவின் ஒப்பு அணு நிறை)

$= 2 \times 1.008$ u

$= 2.016$ u.

ii) குளுக்கோஸ் சேர்மத்தின் ஒப்பு மூலக்கூறு நிறை $(C_6H_{12}O_6)$

$= (6 \times 12) + (12 \times 1.008) + (6 \times 16)$

$= 72 + 12.096 + 96$

$= 180.096$ u

அட்டவணை 1.1 சில தனிமங்களின் ஒப்பு அணு நிறைகள்.

| தனிமம் | ஒப்பு அணு நிறை | தனிமம் | ஒப்பு அணு நிறை |
|---|---|---|---|
| H | 1.008 | Cl | 35.45 |
| C | 12 | K | 39.10 |
| N | 14 | Ca | 40.08 |
| O | 16 | Cr | 51.9 |
| Na | 23 | Mn | 54.94 |
| Mg | 24.3 | Fe | 55.85 |
| S | 32.07 | Cu | 63.55 |

**தன்மதிப்பீடு**

2) பின்வருவனவற்றின் ஒப்பு மூலக்கூறு நிறையினைக் கணக்கிடுக.

- எத்தனால் ($C_2H_5OH$)
- பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் ($KMnO_4$)
- பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் ($K_2Cr_2O_7$)
- சுக்ரோஸ் ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

## 1.4 மோல் பற்றிய கோட்பாடு

பொருட்களின் அளவினைக் குறிப்பிட, நம் வசதிக்கேற்ப டஜன், குயர் போன்ற சிறப்புப் பெயர்களை வழக்கத்தில் பயன்படுத்தி வருகிறோம். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு டஜன் ரோஜாக்கள் என்பது 12 ரோஜா பூக்களையும், ஒரு குயர் பேப்பர் என்பது 24 எண்ணிக்கை கொண்ட தாள்களையும் குறிப்பிடுகிறது.

இந்த ஒப்புமையினை பயன்படுத்தி வேதியியலில் அணு மற்றும் மூலக்கூறுகளின் அளவினை வரையறுக்கப் பயன்படும் மோல் பற்றிய கோட்பாட்டினை நாம் புரிந்து கொள்ளலாம். பொருளின் அளவினை குறிக்க SI அலகு முறையில் பயன்படுத்தப்படும் அடிப்படை அலகு 'மோல்' ஆகும்.

மோல் பற்றிய கோட்பாட்டினைப் புரிந்து கொள்வதற்கு, 12g கார்பன்–12 ஐசோடோப்பில் காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை, 158.03g பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் மற்றும் 294.18g பொட்டாசியம் டைகுரோமேட்டில் காணப்படும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையினை நாம் கணக்கிடுவோம்.

12 எண்ணிக்கை = 1 டஜன்

12 ரோஜாக்கள் 12 பந்துகள் 12 ஆப்பிள்கள்

1 மோல் ≡ $6.023 \times 10^{23}$ உட்பொருட்கள்

158.03g $KMnO_4$ 294.18g $K_2Cr_2O_7$

படம் 1.2 மோல் பற்றிய கோட்பாடு

அட்டவணை 1.2. ஒரு மோல் பொருளில் காணப்படும் உட்பொருட்களின் எண்ணிக்கையினைக் கணக்கிடுதல்.

| வ. எண் | பொருளின் பெயர் | எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட பொருளின் நிறை (gram ) ல் | ஒரு தனித்த அணு (அல்லது) மூலக்கூறின் நிறை (gram) = அணுநிறை (அ) மோலார் நிறை / அவகாட்ரோ எண் | அணு அல்லது மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை = பொருளின் நிறை ÷ ஒரு தனித்த அணு அல்லது மூலக்கூறின் நிறை |
|---|---|---|---|---|
| | (1) | (2) | (3) | (2)÷(3) |
| 1. | கார்பன் அணு (C-12) | 12 | $1.9926 \times 10^{-23}$ | $\frac{12}{1.9926 \times 10^{-23}} = 6.022 \times 10^{23}$ |
| 2. | குளுக்கோஸ் ($C_6H_{12}O_6$) | 180 | $29.89 \times 10^{-23}$ | $\frac{180}{29.89 \times 10^{-23}} = 6.022 \times 10^{23}$ |
| 3. | பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் ($K_2Cr_2O_7$) | 294.18 | $48.851 \times 10^{-23}$ | $\frac{294.18}{48.851 \times 10^{-23}} = 6.022 \times 10^{23}$ |
| 4. | பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் ($KMnO_4$) | 158.03 | $26.242 \times 10^{-23}$ | $\frac{158.03}{26.242 \times 10^{-23}} = 6.022 \times 10^{23}$ |



Unit 1 - Sridhar.indd 6 07-01-2021 13:24:46

மேற்கண்டுள்ள கணக்கீடுகளிலிருந்து, 12g C-12 ஆனது $6.022 x 10^{23}$ கார்பன் அணுக்களைக் கொண்டுள்ளது என்பதனை நாம் அறிந்து கொள்கிறோம். மேலும் 158.03g பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் மற்றும் 294.18g பொட்டாசியம் டை குரோமேட் ஆகியவையும் இதே எண்ணிக்கையிலான மூலக்கூறுகளைக் கொண்டுள்ளன. ஒரு டஜன் என்பது 12 உட்பொருட்களை கொண்டது என குறிப்பிட்டவாறு, $6.022 \times 10^{23}$ உட்பொருட்களை (அணுக்கள் (அ) மூலக்கூறுகள் (அ) அயனிகள்) கொண்ட பொருளின் அளவைக் குறிப்பிட நாம் மோல் எனும் அலகைப் பயன்படுத்தலாம்.

12g கார்பன்–12 ஐசோடோப்பில் காணப்படும் கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமான அடிப்படைத் துகள்களைப் பெற்றுள்ள ஒரு அமைப்பில் உள்ள பொருளின் அளவு ஒரு மோல் எனப்படும். அடிப்படை துகள் என்பது மூலக்கூறுகள், அணுக்கள், அயனிகள், எலக்ட்ரான்கள் அல்லது ஏதேனும் ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட துகளைக் குறிப்பிடுகிறது.

உங்களுக்குத் தெரியுமா ?

### இரைப்பை அமிலம் மற்றும் அமில நீக்கிகள்

அமிலத்தன்மை மற்றும் நெஞ்செரிச்சலை குணப்படுத்த பொதுவாக அமிலநீக்கிகள் மருந்தாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் வேதியியல் உங்களுக்குத் தெரியுமா ?

இரைப்பை அமிலம் என்பது வயிற்றில் சுரக்கும் சீரணத்திரவம் ஆகும். இதில், ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் உள்ளது. இரைப்பை அமிலத்தில் உள்ள ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தின் செறிவு பொதுவாக 0.082 M என்ற அளவில் இருக்கும். இந்த அமிலத்தின் செறிவு 0.1 M என்ற அளவை விட அதிகமாகும் போது அமிலத்தன்மை மற்றும் நெஞ்செரிச்சல் ஏற்படுகிறது.

அமிலத்தன்மையினைக் குணப்படுத்த பயன்படுத்தப்படும் அமிலநீக்கிகள் பெரும்பாலானவற்றில் மெக்னீசியம் ஹைட்ராக்ஸைடு மற்றும் அலுமினியம் ஹைட்ராக்ஸைடு அடங்கியுள்ளது. இவை அதிகப்படியான அமிலத்தை நடுநிலையாக்குகிறது. வேதிவினைகள் பின்வருமாறு

$$3\ HCl + Al(OH)_3 \rightarrow AlCl_3 + 3\ H_2O$$

$$2\ HCl + Mg(OH)_2 \rightarrow MgCl_2 + 2\ H_2O$$

மேற்கண்டுள்ள வினைகளிலிருந்து, 1 மோல் அலுமினியம் ஹைட்ராக்ஸைடு 3 மோல் HCl ஐயும், 1 மோல் மெக்னீசியம் ஹைட்ராக்ஸைடு 2 மோல் HCl ஐயும் நடுநிலையாக்குகிறது என நாம் அறிகிறோம்.

250mg அலுமினியம் ஹைட்ராக்ஸைடு மற்றும் 250mg மெக்னீசியம் ஹைட்ராக்ஸைடை கொண்டுள்ள ஒரு அமில நீக்கியால் நடுநிலையாக்கப்படும், அமிலத்தின் அளவினை நாம் கணக்கிடுவோம்.

| செயல்படும் சேர்மம் | நிறை (mg) ல் | மூலக்கூறு நிறை (g mol⁻¹) | செயல்படும் சேர்மத்தின் மோல்களின் எண்ணிக்கை | $OH^-$ அயனியின் மோல்களின் எண்ணிக்கை |
|---|---|---|---|---|
| $Al(OH)_3$ | 250 | 78 | 0.0032 | 0.0096 |
| $Mg(OH)_2$ | 250 | 58 | 0.0043 | 0.0086 |
| ஒரு மாத்திரையில் உள்ள மொத்த $OH^-$ அயனியின் மோல்கள் | | | | 0.0182 |

ஒருவருடைய வயிற்றில் 0.1 மோல் அமிலக்கூறைக் கொண்டுள்ள இரைப்பை திரவம் இருப்பின், மேற்கண்டுள்ள இயைபினைப் பெற்றுள்ள ஒரு மாத்திரை ஆனது 0.0182 மோல் HCl ஐ நடுநிலையாக்கும். அதாவது, ஒரு மாத்திரையானது, அதிகப்படியாக உள்ள அமிலத்தினை நடுநிலையாக்கி ( 0.1 – 0.018 M = 0.082 M) வழக்கமான அமில நிலைக்கு மீள கொண்டு வரும்.

லாரன்ஸோ ரோமானோ அமிடியோ கார்லோ அவகாட்ரோ (1776–1856)

அவகாட்ரோ கருதுகோளை வழங்கியவர். இவருடைய பங்களிப்பினை நினைவுகூறும் வகையில், ஒரு மோல் பொருளில் அடங்கியுள்ள அடிப்படை துகள்களின் எண்ணிக்கையை குறிப்பிடும் எண் அவகாட்ரோ எண் என அழைக்கப்படுகிறது. சம கன அளவுள்ள வாயுக்களில் காணப்படும் துகள்களின் எண்ணிக்கையினை இவர் தெரிவிக்கவில்லை. எனினும், இவரது கருதுகோள் $6.022 \times 10^{23}$ என்ற எண்ணைக் கண்டறிய அடிப்படையாக அமைந்தது. ருடால்ப் கிளாசியஸ் தனது வாயுக்களின் இயக்கவியற் கொள்கையின் மூலம் அவகாட்ரோ விதிக்கான ஆதாரத்தினை வழங்கினார்.

### 1.4.1 அவகாட்ரோ எண்

ஒரு மோல் அளவுடைய எந்தவொரு சேர்மத்திலும் காணப்படும் உட்பொருட்களின் எண்ணிக்கை $6.022 \times 10^{23}$ க்கு சமமாகும். இந்த எண் அவகாட்ரோ எண் என அழைக்கப்படுகிறது. இத்தாலிய இயற்பியல் அறிஞர் அமிடோ அவகாட்ரோ என்பவரது பெயரால் இந்த எண் அழைக்கப்படுகிறது. ஒத்த வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்த நிலையில், சம கன அளவுள்ள எல்லா வாயுக்களும், சம எண்ணிக்கையிலான மூலக்கூறுகளை பெற்றிருக்கும் என அவகாட்ரோ முன் மொழிந்தார். அவகாட்ரோ எண்ணிற்கு அலகு இல்லை.

ஒரு வேதிவினையில் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் வினைபுரிகின்றன. பின்வரும் எடுத்துக்காட்டுகளை நாம் கருதுவோம்.

வினை 1 : $C + O_2 \rightarrow CO_2$

வினை 2 : $CH_4 + 2\,O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O$

முதல் வினையில், ஒரு கார்பன் அணு, ஒரு ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுடன் வினைபுரிந்து ஒரு கார்பன் டை ஆக்ஸைடு மூலக்கூறினைத் தருகிறது. இரண்டாம் வினையில் ஒரு மூலக்கூறு மீத்தேன், இரு மூலக்கூறு ஆக்சிஜனில் எரிந்து ஒரு மூலக்கூறு கார்பன் டை ஆக்ஸைடையும் இரு மூலக்கூறு நீரையும் தருகிறது.

இதிலிருந்து வினையில் ஈடுபடும் வினைபொருட்களுக்கு இடையேயான விகிதம் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் அமைகிறது என்பது தெளிவாகிறது. இருந்தபோதிலும், ஒரு வேதிவினையில் ஈடுபடும் தனித்த மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையினைக் கணக்கிடுவது என்பது நடைமுறையில் கடினமான ஒன்றாகும். எனவே, வேதிவினையில் ஈடுபடும் வினைப்பொருட்களின் அளவினை மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையில் குறிப்பிடுவதைக்காட்டிலும் மோல் அடிப்படையில் குறிப்பிடுவது பயனுள்ளதாக அமையும். முதல் வினையினை, ஒரு மோல் கார்பன், ஒரு மோல் ஆக்சிஜனுடன் வினைபுரிந்து ஒரு மோல் கார்பன் டை ஆக்ஸைடை தருகிறது எனவும், இரண்டாவது வினையினை, ஒரு மோல் மீத்தேன், இரண்டு மோல் ஆக்சிஜனில் எரிந்து, இரண்டு மோல் நீர் மற்றும் ஒரு மோல் கார்பன் டை ஆக்ஸைடை தருகிறது எனவும் நாம் விளக்கலாம். அணுக்கள் மட்டுமே இடம்பெறும் நிலையில், அறிவியல் அறிஞர்கள் ஒரு மோல் என்ற வார்த்தைக்கு பதிலாக ஒரு கிராம் அணு என்ற வார்த்தையினையும் பயன்படுத்துவார்கள்.

### 1.4.2 மோலார் நிறை

1மோல் அளவுள்ள ஒரு பொருளின் நிறையானது அதன் மோலார் நிறை என வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒரு சேர்மத்தின் மோலார் நிறை என்பது அதில் அடங்கியுள்ள தனிமங்களின் ஒப்பு அணு நிறைகளின் கூடுதல் மதிப்பை $g\ mol^{-1}$ என்ற அலகில் குறிப்பிடுவதாகும்.



Unit 1 - Sridhar.indd 8
07-01-2021 13:24:48

எடுத்துக்காட்டு

ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவின் ஒப்பு அணு நிறை = 1. 008 u

ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவின் மோலார் நிறை = 1.008 $gmol^{-1}$

குளுக்கோசின் ஒப்பு மூலக்கூறு நிறை = 180u

குளுக்கோசின் மோலார் நிறை = 180 $gmol^{-1}$

### 1.4.3 மோலார் கனஅளவு:

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்த நிலையில், ஒரு மோல் சேர்மம் அதன் வாயு நிலையில் அடைத்துக்கொள்ளும் கனஅளவு, மோலார் கனஅளவு எனப்படும்.

| நிலை | ஒரு மோல் அளவுள்ள எந்த ஒரு சேர்மமும் அதன் வாயு நிலையில் அடைத்துக் கொள்ளும் கனஅளவு (லிட்டரில்) |
|---|---|
| 273 K மற்றும் 1 bar அழுத்தம் (STP) | 22.71 |
| 273 K மற்றும்1 atm அழுத்தம் | 22.4 |
| 298 K மற்றும்1 atm அழுத்தம் (அறை வெப்ப நிலை மற்றும் அழுத்தம்) (SATP) | 24.47 |

#### தன்மதிப்பீடு

3 அ) 9 கிராம் ஈத்தேனில் காணப்படும் மோல்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுக.

3 ஆ) 273K மற்றும் 3atm அழுத்த நிலையில், 224mL கன அளவினை அடைத்துக்கொள்ளும் ஆக்சிஜன் வாயுவில் காணப்படும் ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையினைக் கணக்கிடுக.

## 1.5 கிராம் சமான நிறை கோட்பாடு

வேதியியலில் குறிப்பாக பகுப்பாய்வு வேதியியலில், மோல் கோட்பாட்டினைப் போன்றே கிராம் சமானநிறை கோட்பாடும் பரவலாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. முந்தைய பாடப்பகுதியில் மோல் கோட்பாடு, மூலக்கூறு நிறையின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது என நாம் அறிந்து கொண்டோம். அதைப்போலவே கிராம் சமான நிறை கோட்பாடும் சமான நிறையினை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

### வரையறை

1.008g ஹைட்ரஜன் அல்லது 8g ஆக்சிஜன் அல்லது 35.45g குளோரின் இவற்றோடு சேரக்கூடிய அல்லது இவற்றை இடப்பெயர்ச்சி செய்யக்கூடிய ஒரு தனிமம் அல்லது சேர்மம் அல்லது அயனியின் நிறையே, அதன் கிராம் சமான நிறை என வரையறுக்கப்படுகிறது.

பின்வரும் வினையினைக் கருதுக.

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

இவ்வினையில் 1மோல் துத்தநாகம் [zinc] (65.38 g), 1 மோல் ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறினை (2.016 g)இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது.

∴ 1.008g ஹைட்ரஜனை இடப்பெயர்ச்சி செய்யத் தேவையான துத்தநாகத்தின் நிறை =

$$= \frac{65.38}{2.016} \times 1.008$$

$$= \frac{65.38}{2}$$

துத்தநாகத்தின் சமான நிறை = 32.69

துத்தநாகத்தின் கிராம் சமான நிறை = 32.69 g $eq^{-1}$

சமான நிறைக்கு அலகு இல்லை. ஆனால், கிராம் சமான நிறை g $eq^{-1}$ என்ற அலகால் குறிப்பிடப்படுகிறது.



Unit 1 - Sridhar.indd 9 07-01-2021 13:24:48

ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், குளோரின் ஆகிய மூன்றின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ள மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள வரையறையினை எப்போதும் பயன்படுத்த இயலாது. ஏனெனில், இந்த மூன்றுடன் வினைகள் நடைபெற வாய்ப்பில்லாத நேர்வுகளை நாம் அறிவோம். எனவே, கிராம் சமான நிறையினை கணக்கிட பின்வரும் வாய்பாடு பயனுள்ளதாக அமையும்.

$$\text{கிராம் சமான நிறை (E)} = \frac{\text{மோலார் நிறை } (g\ mol^{-1})}{\text{சமான காரணி } (eq\ mol^{-1})}$$

மேற்கண்டுள்ள கூற்றினைப் பயன்படுத்தி, வேதி உட்பொருட்களை நாம் வகைப்படுத்துவதுடன், பின்வரும் அட்டவணையில் அவற்றின் சமான நிறையினைக் கண்டறிய உதவும் வாய்ப்பாட்டினைக் கண்டறிவோம்.

### 1.5.1 அமிலம், காரம், ஆக்சிஜனேற்றி மற்றும் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கியின் சமான நிறையினை கணக்கிடுதல்.

| வேதி உட்பொருள் | சமான காரணி(n) | சமான நிறையினை கண்டறிய உதவும் வாய்பாடு | எடுத்துக்காட்டு |
|---|---|---|---|
| அமிலங்கள் | காரத்துவம் (1 மோல் அமிலத்தில் உள்ள அயனியுறும் $H^+$ அயனியின் மோல்களின் எண்ணிக்கை) | $E = \frac{\text{அமிலத்தின் மோலார் நிறை}}{\text{அமிலத்தின் காரத்துவம்}}$ | $H_2SO_4$ ன் காரத்துவம் $= 2\ eq\ mol^{-1}$<br>$H_2SO_4$ ன் மோலார் நிறை $= (2 \times 1) + (1 \times 32) + (4 \times 16)$<br>$= 98\ g\ mol^{-1}$<br>$H_2SO_4$ன் சமான நிறை $= \frac{98}{2}$<br>$= 49\ g\ eq^{-1}$ |
| காரங்கள் | அமிலத்துவம் (1 மோல் காரத்தில் காணப்படும் அயனியுறும் $OH^-$ அயனியின் மோல்களின் எண்ணிக்கை ) | $E = \frac{\text{காரத்தின் மோலார் நிறை}}{\text{காரத்தின் அமிலத்துவம்}}$ | KOH ன் அமிலத்துவம் $= 1\ eq\ mol^{-1}$<br>KOH ன் மோலார் நிறை $= (1 \times 39)+(1 \times 16)+(1 \times 1)$<br>$= 56\ g\ mol^{-1}$<br>KOH ன் கிராம் சமான நிறை $= \frac{56}{1} = 56\ g\ eq^{-1}$ |
| ஆக்சிஜேனற்றி (அல்லது) ஆக்சிஜன் ஒடுக்கி | ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினையில் ஒரு மோல் வினைபொருள் ஏற்கும் அல்லது இழக்கும் எலக்ட்ரான்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை. | $E = \frac{\text{ஆக்சிஜனேற்றி அல்லது ஆக்சிஜனொடுக்கியின் மோலார் நிறை}}{\text{ஒரு மோல் ஆக்சிஜனேற்றி அல்லது ஆக்சிஜனொடுக்கி ஏற்றுக் கொள்ளும் அல்லது இழக்கும் எலக்ட்ரான்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை.}}$ | $KMnO_4$ ஒரு ஆக்சிஜனேற்றி<br>$KMnO_4$ ன் மோலார் நிறை<br>$= (1{\times}39)+(1{\times}55)+(4{\times}16)$<br>$= 158\ g\ mol^{-1}$<br>அமில ஊடகத்தில், ஆக்சிஜனேற்றத்தின் போது பெர்மாங்கனேட் பின்வரும் வினையில் கண்டுள்ளவாறு ஒடுக்கமடைகிறது<br>$.MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$<br>$\therefore n = 5\ eq\ mol^{-1}$.<br>$KMnO_4$ ன் சமான நிறை $= \frac{158}{5} = 31.6\ g\ eq^{-1}$. |



Unit 1 - Sridhar.indd 10 07-01-2021 13:24:48

மோல் கோட்பாட்டினை பயன்படுத்தி ஒரு வேதிவினையில் ஈடுபடும் வினைப்பொருட்களின் அளவினைக் கண்டறிய அவ்வினையின் சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு தேவைப்படுகிறது. ஆனால், கிராம் சமான நிறை கோட்பாட்டிற்கு இது தேவையில்லை. ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளுக்கு, கிராம் சமான நிறை கோட்பாட்டினையும் அதனை தவிர்த்த பிற வினைகளுக்கு மோல் கோட்பாட்டினையும் நாம் பயன்படுத்துகிறோம்.

எடுத்துக்காட்டாக,

$KMnO_4$ மற்றும் நீரற்ற பெர்ரஸ் சல்பேட்டின் சமானநிறை நமக்குத் தெரிந்திருப்பின்,அவ்விரண்டும் வினைபுரியும் வேதிவினைக்கான சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டினை எழுதாமலேயே, நேரடியாக 31.6 g $KMnO_4$ ஆனது 152 g $FeSO_4$ உடன் வினைபுரியும் என கிராம் சமான நிறை கோட்பாட்டினை பயன்படுத்தி கூற இயலும்.

இதே வினையினை நாம் மோல் கோட்பாட்டினை பயன்படுத்தியும் விளக்கலாம். மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள வினைக்கான சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு

$$10\, FeSO_4 + 2\, KMnO_4 + 8\, H_2SO_4 \downarrow K_2SO_4 + 2\, MnSO_4 + 5\, Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O$$

அதாவது, 2 மோல்கள் $(2 \times 158 = 316\ g)$ பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட், 10 மோல்கள் $(10 \times 152 = 1520\ g)$ மோல்கள் நீரற்ற பெர்ரஸ்சல்பேட்டுடன் வினைபுரிகிறது.

$\therefore$ 31.6 g $KMnO_4$ ஆனது $\dfrac{1520}{316} \times 31.6$

$= 152$ g of $FeSO_4$ உடன் வினைபுரிகிறது.

**தன்மதிப்பீடு**

4 அ) 0.456g உலோகமானது 0.606g அதன் உலோகக் குளோரைடினைத் தருகிறது. உலோகத்தின் சமான நிறையைக் கணக்கிடுக.

4ஆ) பொட்டாசியம் டை குரோமேட்டின் சமான நிறையினைக் கணக்கிடுக. அமில ஊடகத்தில் ஒடுக்க அரைவினை

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

## 1.6 எளிய விகித வாய்பாடு மற்றும் மூலக்கூறு வாய்பாடு

தனிமங்களைக் கண்டறியும் ஆய்வின் மூலம் ஒரு சேர்மத்தில் அடங்கியுள்ள தனிமங்களின் நிறை சதவீதத்தினைக் கண்டறியலாம். இந்த நிறை சதவீதத்தினைப் பயன்படுத்தி, நாம் எளிய விகித வாய்ப்பாட்டினைத் தீர்மானிக்க இயலும். சேர்மத்தின் மோலார் நிறையினை பயன்படுத்தி, எளிய விகித வாய்ப்பாட்டிலிருந்து, மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டினைக் கண்டறியலாம்.

சேர்மத்தின், ஒரு மூலக்கூறில் அடங்கியுள்ள வெவ்வேறு தனிமங்களின் எண்ணிக்கையின் எளிய விகிதத்தினை அத்தனிமத்தின் குறியீட்டிற்கு கீழ் ஒட்டாக எழுதுவதால் பெறப்படும் வாய்பாடு எளிய விகித வாய்பாடு எனப்படும். சேர்மத்தின் ஒரு மூலக்கூறில் உள்ள அனைத்து தனிமங்களின் சரியான எண்ணிக்கையினை, அத்தனிமத்தின் குறியீட்டிற்கு கீழ்ஒட்டாக குறிப்பிட்டு எழுதுவதால் பெறப்படும் வாய்பாடு மூலக்கூறு வாய்ப்பாடாகும்.

அசிட்டிக் அமிலத்தினை எடுத்துக்காட்டாகக் கொண்டு எளிய விகித வாய்ப்பாட்டினை நாம் புரிந்து கொள்வோம்.

அசிட்டிக் அமிலத்தின் மூலக்கூறு வாய்பாடு $C_2H_4O_2$ ஆகும்.

C : H : O இவற்றிற்கிடையேயான விகிதம் 1 : 2 : 1 எனவே அசிட்டிக் அமிலத்தின் எளிய விகித வாய்பாடு $CH_2O$.

### 1.6.1 தனிமங்களைக் கண்டறியும் பகுப்பாய்வு தரவுகளிலிருந்து எளிய விகித வாய்ப்பாட்டினைத் தீர்மானித்தல்.

நிலை 1 : தனிமங்களின் இயைபானது சதவீதத்தில் குறிப்பிடப் படுவதால், சேர்மத்தின் மொத்த நிறையினை நாம் 100g என எடுத்துக்கொள்வதுடன், தனிமங்களின் நிறை சதவீதத்தினை அவற்றின் நிறையினை (கிராமில்) குறிப்பிடுவதாகக் கொள்ளலாம்.

நிலை 2 : ஒவ்வொரு தனிமத்தின் நிறையினையும், அதன் அணு நிறையால் வகுக்க. இது சேர்மத்தில் உள்ள தனிமங்களின் ஒப்பு மோல்களின் எண்ணிக்கையினைத் தருகிறது.

நிலை 3 : நிலை 2ல் பெறப்பட்ட ஒப்பு மோல்களின் எண்ணிக்கையினை, அவற்றினுள் உள்ள சிறிய எண்ணால் வகுத்து, எளிய விகிதத்தினைப் பெறவேண்டும்.

நிலை4: (தேவையெனில்) நிலை 3ல் பெறப்பட்ட எண்கள் முழு எண்ணாக இல்லாமல் பின்ன எண்ணாக இருப்பின், தகுந்த எண்ணைக்கொண்டு பெருக்குவதன் மூலம் முழு எண்ணாக மாற்றுக.

எடுத்துக்காட்டு:

1. புளியில் காணப்படும் ஒரு அமிலம் பகுப்பாய்வில் பின்வரும் சதவீத இயைபினைக் கொண்டுள்ளது: 32% கார்பன், 4% ஹைட்ரஜன், 64% ஆக்சிஜன். அச்சேர்மத்தின் எளிய விகித வாய்ப்பாபாட்டினைக் கண்டறிக..

| தனிமம் | சதவீதம் | மோலார் நிறை | ஒப்பு மோல்களின் எண்ணிக்கை | எளிய விகிதம் | எளிய விகிதம் (முழு எண்ணில்) |
|---|---|---|---|---|---|
| C | 32 | 12 | $\frac{32}{12} = 2.66$ | $\frac{2.66}{2.66} = 1$ | 2 |
| H | 4 | 1 | $\frac{4}{1} = 4$ | $\frac{4}{2.66} = 1.5$ | 3 |
| O | 64 | 16 | $\frac{64}{16} = 4$ | $\frac{4}{2.66} = 1.5$ | 3 |

எளிய விகித வாய்பாடு $C_2H_3O_3$

2. வினிகரில் காணப்படும் ஒரு கரிமச் சேர்மம் 40% கார்பன், 6.6% ஹைட்ரஜன் மற்றும் 53.4% ஆக்சிஜனைக் கொண்டுள்ளது. அச் சேர்மத்தின் எளிய விகித வாய்ப்பாட்டினைக் கண்டறிக.

| தனிமம் | சதவீதம் | மோலார் நிறை | ஒப்பு மோல்களின் எண்ணிக்கை | எளிய விகிதம் | எளிய விகிதம் (முழு எண்ணில்) |
|---|---|---|---|---|---|
| C | 40 | 12 | $\frac{40}{12} = 3.3$ | $\frac{3.3}{3.3} = 1$ | 1 |
| H | 6.6 | 1 | $\frac{6.6}{1} = 6.6$ | $\frac{6.6}{3.3} = 2$ | 2 |
| O | 53.4 | 16 | $\frac{53.4}{16} = 3.3$ | $\frac{3.3}{3.3} = 1$ | 1 |

எளிய விகித வாய்பாடு $CH_2O$

#### தன்மதிப்பீடு

5. ஒரு சேர்மம் பகுப்பாய்வில் பின்வரும் சதவீத இயைபைக் கொண்டுள்ளது. C=54.55%, H=9.09%, O=36.36% அச்சேர்மத்தின் எளிய விகித வாய்ப்பாட்டினைக் கண்டறிக.



Unit 1 - Sridhar.indd 12 07-01-2021 13:24:49

எளிய விகித வாய்ப்பாட்டின் ஒரு குறிப்பிட்ட முழு எண் மடங்கு மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டினைத் தருகிறது. அந்த முழு எண்ணை, அச் சேர்மத்தின் மோலார் நிறையினைக் கொண்டு பின்வரும் வாய்ப்பாட்டின் மூலம் பெற இயலும்.

$$\text{முழு எண் } (n) = \frac{\text{சேர்மத்தின் மோலார் நிறை}}{\text{எளிய விகித வாய்பாட்டினைக் கொண்டு கணக்கிடப்படும் நிறை}}$$

### 1.6.2 எளிய விகித வாய்ப்பாட்டிலிருந்து மூலக்கூறு வாய்பாட்டினைக் கணக்கிடுதல்:

| சேர்மம் | எளிய விகித வாய்பாடு | மோலார் நிறை | எளிய விகித வாய்ப்பாட்டு நிறை (n) | முழுஎண் (n) | மூலக்கூறு வாய்பாடு |
|---|---|---|---|---|---|
| அசிட்டிக் அமிலம் | $CH_2O$ | 60 | 30 | $\frac{60}{30} = 2$ | $(CH_2O) \times 2$ $C_2H_4O_2$ |
| ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு | HO | 34 | 17 | $\frac{34}{17} = 2$ | $(HO) \times 2$ $H_2O_2$ |
| லாக்டிக் அமிலம் | $CH_2O$ | 90 | 30 | $\frac{90}{30} = 3$ | $(CH_2O) \times 3$ $C_3H_6O_3$ |
| டார்டாரிக் அமிலம் | $C_2H_3O_3$ | 150 | 75 | $\frac{150}{75} = 2$ | $(C_2H_3O_3) \times 2$ $C_4H_6O_6$ |
| பென்சீன் | CH | 78 | 13 | $\frac{78}{13} = 6$ | $(CH) \times 6$ $C_6H_6$ |

மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டினை கண்டறிவதை பின்வரும் எடுத்துக்காட்டின் மூலம் நாம் புரிந்து கொள்வோம்.

C-40%, H-6.6% ; O-53.4% நிறை சதவீத இயைபுடைய இரு கரிமச்சேர்மங்களில் ஒன்று வினிகரில் காணப்படுகிறது (மோலார்நிறை 60g $mol^{-1}$), மற்றொன்று புளித்த பாலில் காணப்படுகிறது (மோலார்நிறை 90g $mol^{-1}$) அவைகளின் மூலக்கூறு வாய்பாடுகளைக் கண்டறிக.

இரண்டு சேர்மங்களும் ஒரே சதவீத இயைபைக் கொண்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டு (2)ல் தீர்வு காணப்பட்ட எளிய விகித வாய்பாடும், இவ்விரண்டு சேர்மங்களின் எளிய விகித வாய்பாடுகளும் ஒன்றே. அதாவது எளிய விகித வாய்பாடு $CH_2O$ ஆகும். எளிய விகித வாய்ப்பாட்டினைக் கொண்டு கணக்கிடப்படும் நிறை

$$(CH_2O) = 12 + (2\times1) + 16 = 30 \text{ g mol}^{-1}.$$

வினிகரில் காணப்படும் சேர்மத்தின் வாய்பாடு

$$n = \frac{\text{மோலார் நிறை}}{\text{கணக்கிடப்பட்ட எளிய விகித வாய்ப்பாட்டு நிறை}} = \frac{60}{30} = 2$$

∴ மூலக்கூறு வாய்பாடு $= (CH_2O)_2$

$= C_2H_4O_2$

(அசிட்டிக் அமிலம்)

**தன்மதிப்பீடு**

6) x,y,z ஆகிய தனிமங்களைக் கொண்டுள்ள ஒருசேர்மத்தின்பகுப்பாய்வுமுடிவுகளிலிருந்து பின்வரும் தரவுகள் பெறப்பட்டுள்ளது. x=32%, y=24%, z=44% x, y மற்றும் z ன் ஒப்பு அணுக்களின் எண்ணிக்கை முறையே 2, 1மற்றும்0.5 ஆகும். (சேர்மத்தின் மூலக்கூறு நிறை 400g)

i) தனிமங்கள் x, y மற்றும் z ன் அணு நிறைகளைக் காண்க.

ii) சேர்மத்தின் எளிய விகித வாய்பாடு மற்றும்

iii) சேர்மத்தின் மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டினைக் கண்டறிக.



Unit 1 - Sridhar.indd 13 07-01-2021 13:24:49

புளித்த பாலில் காணப்படும் சேர்மத்தின் மூலக்கூறு வாய்பாடு

$$n = \frac{\text{மோலார் நிறை}}{30} = \frac{90}{30} = 3$$

மூலக்கூறு வாய்பாடு $= (CH_2O)_3$

$= C_3H_6O_3$

(லாக்டிக் அமிலம்)

## 1.7 வேதி வினைக் கூறுகளின் விகிதம் (stoichiometry)

உனது வீட்டில் கேசரி தயார் செய்வதை நீ எப்போதாவது பார்த்திருக்கிறாயா? கேசரி தயாரிப்பதில் உள்ள முறைகளில், ஒரு முறையினைப் பயன்படுத்தி ஆறு கப் கேசரி தயாரிக்கத் தேவையான பொருட்களின் விவரம் பின்வருமாறு:

1) ரவை – 1 கப்

2) சர்க்கரை – 2 கப்

3) நெய் – 1/2 கப்

4) உலர் பழங்கள் மற்றும் பருப்புகள் – 1/4 கப்

அதாவது,

1 கப் ரவை + 2 கப் சர்க்கரை + 1/2 கப் நெய் + 1/4 கப் உலர் பழங்கள் மற்றும் பருப்புகள் = 6 கப் கேசரி

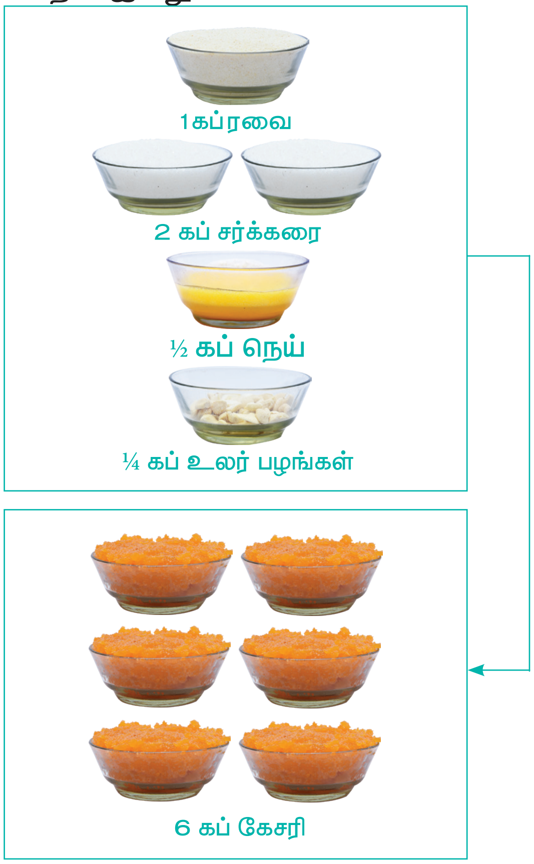
மேற்கண்டுள்ள விவரங்களிலிருந்து, 3 கப் கேசரி தயாரிப்பதற்கு தேவையான பொருட்களை நம்மால் பின்வருமாறு கணக்கிட இயலும்.

$$\frac{1 \text{ கப் ரவை}}{\cancel{6}_{\,2} \text{ கப் கேசரி}} \times \cancel{3 \text{ கப் கேசரி}} = \frac{1}{2} \text{ கப் ரவை}$$

மாற்றாக, 3 கப் ரவையைக் கொண்டு தயார் செய்ய இயலும் கேசரியின் அளவினை பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$\frac{6 \text{ கப் கேசரி}}{\cancel{1 \text{ கப் ரவை}}} \times \overset{3}{\cancel{3 \text{ கப் ரவை}}} = 18 \text{ கப் கேசரி}$$

இதைப் போலவே தேவையான மற்ற பொருட்களின் அளவினையும் நம்மால் கண்டறிய இயலும்.




இந்தக் கணக்கீட்டு முறையினை, ஒரு வேதிவினையின், வேதிவினைக் கூறுகளின் விகிதங்களைக் கண்டறிய நாம் பயன்படுத்தலாம். கிரேக்க மொழியில், *stoicheion* என்பதற்கு தனிமம் எனவும் *metron* என்பதற்கு அளவீடு என்றும் பொருள் அதாவது வேதிவினைக் கூறுகளின் விகிதமானது, ஒரு சமன்படுத்தப்பட்ட வேதிச் சமன்பாட்டில், வேதி வினைப் பொருட்களுக்கு இடையேயான எண்ணியல் தொடர்பினைத் தருகிறது.

வேதி வினைக்கூறு விகித கோட்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி,

ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வினைவிளை பொருளை பெறத் தேவையான வினைபடுபொருளின் அளவையோ அல்லது வினைபடு பொருளின் அளவினைக் கொண்டு வினையில் உருவாகும் விளைபொருளின் அளவையோ அவ்வினைக்கான சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டின் மூலம் நம்மால்



Unit 1 - Sridhar.indd 14 07-01-2021 13:24:55

கணக்கிட முடியும். பின்வரும் வேதிவினையினை நாம் கருதுவோம்

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

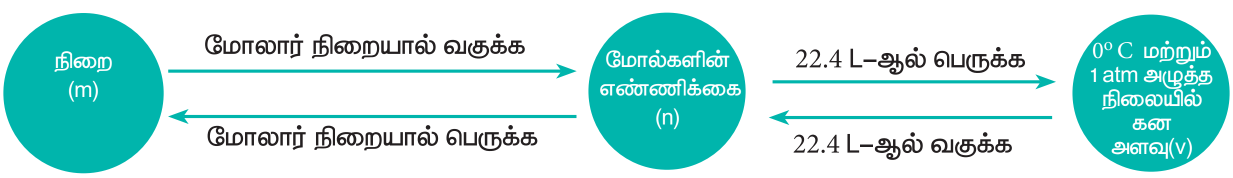
இந்தச் சமன்பாட்டிலிருந்து, 1 மோல் கார்பன், 1 மோல் ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுடன் வினைபுரிந்து 1 மோல் கார்பன் டை ஆக்ஸைடைத் தருகிறது என்பதை நாம் அறிந்து கொள்கிறோம்.

1 மோல் $C \equiv$ 1 மோல் $O_2 \equiv$ 1 மோல் $CO_2$

'$\equiv$' என்ற குறியீடு, 'வேதிவினைக்கூறு விகித அடிப்படையில் சமம்' என்பதனைக் குறிப்பிடுகிறது.

### 1.7.1 வேதிவினைக் கூறுவிகிதக் கணக்கீடுகள்

ஒரு சமன்படுத்தப்பட்ட வேதிச் சமன்பாட்டில், வினைபடு பொருட்கள் மற்றும் வினைவிளை பொருட்கள் ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான 'மோல்' எண்ணிக்கை தொடர்பினை வேதி வினைக்கூறு விகிதம் என்கிறோம். வினைபடு பொருட்கள் மற்றும் வினைவிளை பொருட்களின் அளவினை மோல் அல்லது நிறை அல்லது கன அளவின் அடிப்படையில் குறிப்பிடலாம். இம்மூன்று அலகுகளையும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மாற்ற முடியும்.




மீத்தேனின் எரிதல் வினையினை கருத்திற் கொண்டு, இந்த மாற்றங்களை நாம் விளக்க முடியும், $CH_4(g) + 2\,O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2\,H_2O(g)$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | வினைபடு பொருட்கள் | | வினைவிளை பொருட்கள் | |
| | $CH_4(g)$ | $O_2(g)$ | $CO_2(g)$ | $H_2O(g)$ |
| வேதிவினைக் கூறு விகித குணகங்கள் | 1 | 2 | 1 | 2 |
| மோல் – மோல் தொடர்பு | 1 மோல் | 2 மோல்கள் | 1 மோல் | 2 மோல்கள் |
| நிறை – நிறை தொடர்பு = மோல்களின் எண்ணிக்கை × மோலார் நிறை | $1\ mol \times 16\ g\ mol^{-1}$ 16 g | $2\ mol \times 32\ g\ mol^{-1}$ 64 g | $1\ mol \times 44\ g\ mol^{-1}$ 44 g | $2\ mol \times 18\ g\ mol^{-1}$ 36 g |
| நிறை – கனஅளவு தொடர்பு வினைபடு பொருட்களின் நிறை = மோல் x மோலார் நிறை & விளைபொருளின் கனஅளவு (273 K மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில் 1 மோல் அளவுடைய எந்த ஒரு வாயும் அடைத்துக் கொள்ளும் கனஅளவு 22.4 லிட்டர் ஆகும்). | 16 g | 64 g | 22. 4 L | 44.8 L |
| கனஅளவு – கனஅளவு தொடர்பு | $1 \times 22.4$ L 22.4 L | $2 \times 22.4$ L 44.8 L | $1 \times 22.4$ L 22. 4 L | $2 \times 22.4$ L 44. 8 L |



Unit 1 - Sridhar.indd 15 07-01-2021 13:24:55

## வேதிவினைக் கூறு விகித அடிப்படையிலான கணக்கீடுகள்

1. 10 மோல் அம்மோனியாவை உருவாக்க எத்தனை மோல் ஹைட்ரஜன் தேவை?

அம்மோனியா உருவாதலுக்கான சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு

$$N_2(g) + 3\,H_2\,(g) \rightarrow 2\,NH_3\,(g)$$

மேற்கண்டுள்ள சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டின் அடிப்படையில்,

2 மோல் அம்மோனியாவை உருவாக்க 3 மோல் ஹைட்ரஜன் தேவைப்படுகிறது.

∴ 10 மோல் அம்மோனியாவை உருவாக்க.

$$\frac{3\text{ மோல் } H_2}{\cancel{2\text{ மோல் } NH_3}} \times \overset{5}{\cancel{10\text{ மோல் } NH_3}}$$

= 15 மோல் ஹைட்ரஜன் தேவை.

2. 32 g மீத்தேன் எரிக்கப்படும் போது உருவாகும் நீரின் அளவினைக் கணக்கிடுக.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டின் அடிப்படையில், 1 மோல் (16 g) $CH_4$ எரிதலின் போது 2 மோல் (2 x 18 = 36 g) நீரினைத் தருகிறது.

$CH_4$

(12) + (4 ×1) = 16 g மோல்$^{-1}$

$H_2O$

(2×1) + (1 ×16) = 18 g மோல்$^{-1}$

∴ 32 g மீத்தேன் எரிதலின் போது

$$\frac{36\text{ g } H_2O}{\cancel{16\text{ g } CH_4}} \times \overset{2}{\cancel{32\text{ g } CH_4}}$$

= 72 g நீரைத் தருகிறது

3. திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் 50 g கால்சியம் கார்பனேட்டை முற்றிலுமாக எரிப்பதால் உருவாகும் கார்பன் டைஆக்ஸைடின் கனஅளவு எவ்வளவு?

சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு

$$CaCO_3\,(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2\,(g)$$

மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டின்படி

1 மோல் (100g) $CaCO_3$ ஐ வெப்பப்படுத்தும் போது 1 மோல் $CO_2$ உருவாகிறது.

$CaCO_3$

(40) + (12) + (3 × 16) = 100 g மோல்$^{-1}$

திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலைகளில், 1 மோல் $CO_2$ ஆனது 22.7 லிட்டர் கனஅளவை அடைத்துக் கொள்ளும்.

∴ திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலைகளில், 50 g $CaCO_3$ ஐ வெப்பப்படுத்தும் போது

$$\frac{22.7\text{ லிட்டர் } CO_2}{\underset{2}{100\text{g } \cancel{CaCO_3}}} \times \cancel{50\text{ g } CaCO_3}$$

= 11.35 லிட்டர் of $CO_2$ வைத் தருகிறது

4. 273 K மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில், 11.2 L லிட்டர் HCl ஐ உருவாக்கத் தேவையான குளோரினின் கன அளவைக் கண்டறிக.

HCl உருவாவதற்கான சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு,



Unit 1 - Sridhar.indd 16 07-01-2021 13:24:55

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2\,HCl(g)$

கொடுக்கப்பட்ட வெப்ப அழுத்த நிலையில்,

2 மோல் HCl ஐ உருவாக்க, 1 மோல் குளோரின் வாயு தேவைப்படுகிறது.

அதாவது 44.8 லிட்டர் HCl ஐ உருவாக்க, 22.4 லிட்டர் குளோரின் வாயு தேவைப்படுகிறது.

∴ 11.2 லிட்டர் HCl ஐ உருவாக்க,

$$\frac{22.4 \text{ லி } Cl_2}{\cancel{44.8 \text{ லி } HCl}_{\;4}} \times \cancel{11.2 \text{ லி } HCl}$$

= 5.6 லிட்டர் குளோரின் வாயு தேவைப்படும்.

5. மெக்னீசியம் கார்பனேட்டில் அடங்கியுள்ள தனிமங்களின் சதவீத இயைபினைக் கண்டறிக. 90% தூய்மையான 1 kg $MgCO_3$ ஐ வெப்பப்படுத்தும் போது உருவாகும் $CO_2$ ன் நிறையை கிலோகிராமில் கணக்கிடுக.

சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு

$$MgCO_3 \xrightarrow{\Delta} MgO + CO_2$$

$MgCO_3$ ன் மோலார் நிறை

$= 84 \text{ g mol}^{-1}$.

84 g $MgCO_3$ ல் 24 g மெக்னீசியம் உள்ளது.

∴ 100 g $MgCO_3$ ல்

$$\frac{24 \text{ g Mg}}{\cancel{84 \text{ g } MgCO_3}} \times \overset{1.19}{\cancel{100 \text{ g } MgCO_3}}$$

= 28.57 g Mg மெக்னீசியம் உள்ளது

அதாவது மெக்னீசியத்தின் சதவீதம் = 28.57 %.

84 g $MgCO_3$ ல் 12 g கார்பன் உள்ளது

$MgCO_3$

$(24) + (12) + (3 \times 16) = 84$ g மோல்$^{-1}$

∴ 100 g $MgCO_3$ ல்

$$\frac{12 \text{ g C}}{\cancel{84 \text{ g } MgCO_3}} \times \overset{1.19}{\cancel{100 \text{ g } MgCO_3}}$$

= 14.29 g கார்பன் உள்ளது

∴ கார்பனின் சதவீதம் = 14.29 %.

84 g $MgCO_3$ ல் 48 g ஆக்சிஜன் உள்ளது

∴ 100 g $MgCO_3$ ல்

$$\frac{48 \text{ g O}}{\cancel{84 \text{ g } MgCO_3}} \times \overset{1.19}{\cancel{100 \text{ g } MgCO_3}}$$

= 57.14 g ஆக்சிஜன் உள்ளது

∴ ஆக்சிஜனின் சதவீதம்= 57.14 %.

சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டின் படி,

100 % தூய்மையான 84 g $MgCO_3$ ஆனது வெப்பப்படுத்தும் போது 44 g $CO_2$ ஐத் தருகிறது.

∴ 90 % தூய்மையான 1000 g $MgCO_3$ ஐ வெப்பப்படுத்தும் போது

$$= \frac{44 \text{ g}}{84 \text{ g} \times 100\,\%} \times 90\,\% \times 1000 \text{ g}$$

= 471.43 g $CO_2$ ஐ தருகிறது.

= 0.471 kg $CO_2$ உருவாகிறது

### 1.7.2. வினைக்கட்டுப்பாட்டுக் காரணி

கொடுக்கப்பட்ட வேதி வினையில், உருவாகும் வினைவிளை பொருட்களின் அளவினைத் தீர்மானிப்பதில் வேதிவினைக்கூறு விகித கோட்பாடு பயன்படுவதை முந்தையப் பாடப் பகுதியில்



Unit 1 - Sridhar.indd 17 07-01-2021 13:24:55

நாம் கற்றோம். வேதிவினைக் கூறு விகித அடிப்படையிலான அளவினைக் கொண்ட வினைபடுபொருட்களைக் கொண்டு ஒரு வினையானது நிகழ்த்தப்படும் போது, அனைத்து வினைபடுபொருட்களும், வினைவிளை பொருட்களாக மாற்றப்படுகிறது. மாறாக, வேதிவினைக் கூறு விகித அடிப்படையில் அமையாத அளவினைக் கொண்ட வினைபடு பொருட்களைக் கொண்டு, வினை நிகழ்த்தப்படும் போது, உருவாகும் விளை பொருளின் அளவானது, எந்த வினைபடுபொருள் முதலில் முழுவதும் வினைபடுகிறதோ, அந்த வினைபடுபொருளைச் சார்ந்து அமையும். இவ்வினைபடு பொருள் வினை தொடர்ந்து நிகழ்வதைக் கட்டுப்படுத்துகிறது, இது வினை கட்டுப்பாட்டுக் காரணி என அழைக்கப்படுகிறது. மற்ற வினைப் பொருட்கள், மிகுதியான வினைப் பொருட்கள் எனப்படுகின்றன.

வேதிவினைக் கூறு விகித கோட்பாட்டினை புரிந்து கொள்ள பயன்படுத்திய ஒப்புமையான கேசரி தயாரித்தலை நினைவுகூர்க.

அதில் குறிப்பிடப்பட்ட தயாரிப்பு முறையின் படி, ஒவ்வொரு கப் ரவாவிற்கும் இரண்டு கப் சர்க்கரை தேவைப்படும். 8 கப் சர்க்கரையும், 3 கப் ரவாவும் உள்ள ஒரு நிலையைக் கருதுக. (பிற தேவையான அனைத்துப் பொருட்களும் கூடுதலாக உள்ளது) சமையல் குறிப்பின்படி, 3 கப் ரவா மற்றும் 6 கப் சர்க்கரையினைப் பயன்படுத்தி 18 கப் கேசரியினைத் தயாரிக்க இயலும். நம்மிடம் கூடுதலாக 2 கப் சர்க்கரை இருந்த போதிலும் நம்மால் கூடுதலாக கேசரியினை தயாரிக்க இயலாது. ஏனெனில்,தேவையான ரவா நம்மிடம் இல்லை. எனவே, இந்நிகழ்வில் தயாரிக்கப்படும் கேசரியின் அளவினை ரவா கட்டுப்படுத்துகிறது. இந்த ஒப்புமையினை, பின்வரும் வேதிவினைக்கு நீட்டிப்போம். மூன்று மோல் சல்பரானது பன்னிரெண்டு மோல் புளூரினுடன் வினைபுரிந்து சல்பர்ஹெக்சா புளூரைடை உருவாக்க அனுமதிக்கப்படுகிறது.

இவ்வினைக்கான சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடானது

$$S + 3F_2 \rightarrow SF_6$$

வேதிவினைக் கூறு விகித அடிப்படையில்,

1 மோல் சல்பர், 3 மோல் புளூரினுடன் வினைபுரிந்து, 1 மோல் சல்பர்ஹெக்சா புளூரைடைத் தருகிறது. எனவே மூன்று மோல் சல்பர், 9 மோல் புளூரினுடன் வினைபுரிந்து, மூன்று மோல் சல்பர் ஹெக்சா புளூரைடைத் தரும். இந் நேர்வில், எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட அனைத்து சல்பர் மூலக்கூறுகளும் வினைபுரிந்து விட்டதால், இவ்வினை தொடர்ந்து நிகழ்வதை சல்பர் கட்டுப்படுத்துகிறது எனவே சல்பர் ஆனது வினைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணி மற்றும் புளூரின் ஆனது மிகுதியான காரணி ஆகும். இந்நேர்வில் மூன்று மோல் புளூரின் மிகுதியாக எஞ்சியுள்ளது. மேலும் இவை வினைபுரிவதில்லை.

## தன்மதிப்பீடு

7) ஒரு வினையின் சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது

$$2x+3y \rightarrow 4l + m$$

8 மோல் x ஆனது 15 மோல் y உடன் வினைபுரிய அனுமதிக்கப்படும் போது,

i) வினைக்கட்டுப்பாட்டு காரணி எது?

ii) உருவாகும் வினைவிளை பொருட்களின் அளவினைக் கணக்கிடுக.

iii) வினையின் இறுதியில், மிகுதியாக எஞ்சியிருக்கும் வினைபடுபொருளின் அளவினைக் கணக்கிடுக.

யூரியாவானது நைட்ரஜனை அடிப்படையாகக் கொண்ட

பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் ஒரு உரம் ஆகும். இது அம்மோனியா மற்றும் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு ஆகிய வினை பொருட்களுக்கு இடையே நிகழும் பின்வரும் வேதிவினையின் மூலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$2\,NH_3\,(g) + CO_2\,(g) \rightarrow H_2N\text{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}\text{-}NH_2\,(aq) + H_2O(l)$$

(யூரியா)

ஒரு செயல்முறையில், 646 g அம்மோனியாவானது, 1.144 kg $CO_2$ உடன் வினையுரிய அனுமதிக்கப்பட்டு, யூரியா உருவாக்கப்படுகிறது என்க.

1) அனைத்து வினைபடு பொருட்களும், முழுவதுமாக வினையில் ஈடுபடுவதில்லை எனில், வினைகட்டுப்பாட்டுக் காரணி யாது?

2) உருவாகும் யூரியாவின் அளவினைக் கண்டறிக. மேலும் வினைபுரியாமல் மிகுதியாக உள்ள வினைக்காரணியைக் கண்டறிக.

சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு, $2\,NH_3(g) + CO_2\,(g) \rightarrow H_2NCONH_2\,(aq) + H_2O\,(l)$

| | வினைபடுபொருட்கள் | | வினைவிளை பொருட்கள் | |
|---|---|---|---|---|
| | $NH_3$ | $CO_2$ | யூரியா | $H_2O$ |
| வேதிவினைக் கூறு விகித குணகங்கள் | 2 | 1 | 1 | 1 |
| வினைபுரிய அனுமதிக்கப்படும் வினைபடுபொருட்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை $n = \frac{\text{நிறை}}{\text{மோலார் நிறை}}$ | $\frac{646}{17}$ = 38மோல்கள் | $\frac{1144}{44}$ = 26மோல்கள் | – | – |
| வினையின் போது, வினைபடும் மோல்களின் எண்ணிக்கை விகிதம் (2 : 1) | 38 மோல்கள் | 19 மோல்கள் | – | – |
| உருவாகும் வினை விளை பொருட்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை | – | – | 19 மோல்கள் | 19 மோல்கள் |
| வினையின் முடிவில், எஞ்சியுள்ள வினைபடுபொருட்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை. | – | 7 மோல்கள் | – | – |

தீர்வு :

1) இவ்வினையில் அம்மோனியா முழுவதும் வினைபடுகிறது. எனவே அம்மோனியா வினை கட்டுபாட்டுக் காரணி ஆகும். $CO_2$ முழுவதும் வினைபுரியாமல் எஞ்சியுள்ளது எனவே $CO_2$ மிகுதியாக உள்ள வினைக் காரணியாகும்.

2) உருவாகும் யூரியாவின் அளவு

= உருவான யூரியாவின் மோல்களின் எண்ணிக்கை x யூரியாவின் மோலார் நிறை

= 19 மோல்கள் $\times$ 60 g $mol^{-1}$

= 1140 g = 1.14 kg

வினைபுரியாமல் எஞ்சியுள்ள $CO_2$ அளவு

= எஞ்சியுள்ள $CO_2$ மோல்களின் எண்ணிக்கை $\times$ $CO_2$மோலார் நிறை

= 7 மோல்கள் $\times$ 44 g $mol^{-1}$

= 308 g.



Unit 1 - Sridhar.indd 19 07-01-2021 13:24:56

## 1.8 ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகள்

ஒரு ஆப்பிளை நறுக்கி வைத்த சிறிது நேரத்தில், அதன் நிறம் பழுப்பாக மாறும். இந்த நிறமாற்றத்திற்கான காரணம் உங்களுக்குத் தெரியுமா? ஆக்சிஜனேற்றம் என்றழைக்கப்படும் வேதிவினை நிகழ்வதே இதற்கான காரணமாக அமைகிறது. நம் அன்றாட வாழ்வில், இத்தகைய பல ஆக்சிஜனேற்ற வினைகள் நிகழ்வதை நாம் காண்கிறோம்

எடுத்துக்காட்டாக,.
1) LPG வாயு எரிதல், 2) இரும்பு துருப்பிடித்தல், 3) வாழும் உயிரினங்களில், கார்போஹைட்ரேட்டுகள் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து கார்பன் டைஆக்ஸைடு, நீர் மற்றும் ஆற்றலைத் தரும் வினைகள் போன்றவற்றைக் கூறலாம்.

ஆக்சிஜனேற்ற வினைகள் நிகழும் போதெல்லாம், ஆக்சிஜனொடுக்க வினைகளும் உடன் நிகழ்கின்றன எனவே இத்தகைய வினைகள் ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஆக்சிஜனை சேர்த்தல் அல்லது ஹைட்ரஜனை நீக்குதல் ஆக்சிஜனேற்றம் எனவும், ஹைட்ரஜனை சேர்த்தல் அல்லது ஆக்சிஜனை நீக்குதல் நிகழும் வினைகள் ஆக்சிஜனொடுக்க வினைகள் எனவும் முந்தைய மரபு கொள்கையின் அடிப்படையில் அழைக்கப்பட்டன.

படம் : 1.3 அன்றாட வாழ்வில் ஆக்ஸிஜனேற்ற வினைகள்

பின்வரும் இருவினைகளைக் கருதுக.

வினை 1 : $4\,Fe + 3O_2 \rightarrow 2\,Fe_2O_3$

வினை 2 : $H_2S + Cl_2 \rightarrow 2\,HCl + S$

இந்த இருவினைகளும் ஆக்சிஜனேற்ற – வினைகளாகும்.

இரும்பு துருப்பிடித்தலுக்கு காரணமாக அமையும் முதலாவது வினையில் உலோக இரும்புடன் ஆக்சிஜன் சேர்கிறது. இரண்டாவது வினையில், ஹைட்ரஜன் சல்பைடிலிருந்து ஹைட்ரஜன் நீக்கப்படுகிறது. எந்த வினைபொருள் ஒடுக்கமடைகிறது என்பதைக் கண்டறிக?

பின்வரும் இரு வினைகளைக் கருதுக, இவற்றில் முறையே ஆக்சிஜன் நீக்கமும், ஹைட்ரஜன் சேர்க்கையும் நடைபெறுகிறது. இத்தகைய வினைகள் ஒடுக்க வினைகள் எனப்படும்.

$CuO + C \rightarrow Cu + CO$ (குப்ரிக் ஆக்ஸைடில் இருந்து ஆக்சிஜன் நீக்கம்)

$S + H_2 \rightarrow H_2S$ (சல்பருடன் ஹைட்ரஜன் சேர்க்கப்படுதல்).

ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளில், ஹைட்ரஜனோ அல்லது ஆக்ஸிஜனோ எப்போதும் வினைப்பொருளாக இருப்பதில்லை. இது போன்ற நிகழ்வுகளில் எலக்ட்ரான்களின் அடிப்படையில் இவ்வினைகளை விளக்கலாம். எலக்ட்ரானை இழத்தல் ஆக்சிஜனேற்றம் எனவும், எலக்ட்ரானை ஏற்றுக் கொள்ளுதல் ஆக்சிஜனொடுக்கம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு,

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$ (எலக்ட்ரான் இழத்தல் – ஆக்சிஜனேற்றம்).

$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ (எலக்ட்ரான் ஏற்றுக் கொள்ளுதல் – ஆக்சிஜனொடுக்கம்)

ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளை ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணைப் பயன்படுத்தி நன்கு விளக்க முடியும்.



Unit 1 - Sridhar.indd 20 07-01-2021 13:24:56

## ஹீமோகுளோபின் மற்றும் ஆக்சிஜன் கடத்தல்

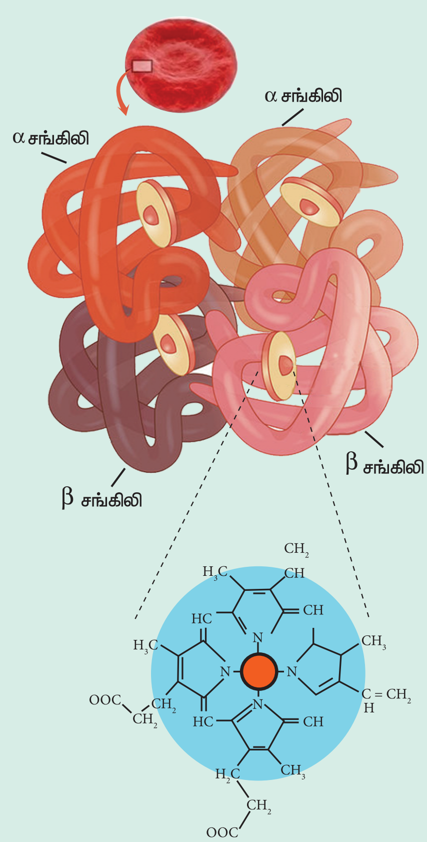
**தங்களுக்குத் தெரியுமா ?**

காற்றில் சிறிதளவு ஆக்சிஜன் இருந்தாலும் அது இரும்பை துருப்பிடிக்கச் செய்கிறது அதாவது இரும்பானது $Fe^{3+}$ ஆக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. ஆனால், நுரையீரலிலிருந்து ஆக்சிஜனை $Fe^{2+}$ மூலம் பிணைத்து உடலின் அனைத்து திசுக்களுக்கும் ஆக்சிஜனை கொண்டு செல்லும் ஹீமோகுளோபினில் உள்ள $Fe^{2+}$ துருபிடிப்பதில்லை. இதற்கு காரணம் என்னவென்று தங்களுக்குத் தெரியுமா?

இதற்கான பதில், ஹிமோகுளோபினின் வடிவமைப்பில் உள்ளது. இதில் நான்கு துணை அலகுகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு அலகும் பார்பைரின் வளையத்தை (ஹீம்) உள்ளடக்கியது. ஹீம் ஆனது புரோட்டீன் சங்கிலியுடன் (குளோபின்) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த வடிவமைப்பானது $Fe^{2+}$ ஐ மையத்தில் கொண்ட எண்முகி வடிவமைப்பாகும். இதன் நான்கு நிலைகள் பார்பைரின் வளையத்துடனும், ஐந்தாவது நிலை ஹிஸ்டிடினின் இமிடசோல் வளையத்துடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆறாவது நிலையானது ஆக்சிஜனை பிணைக்கப் பயன்படுகிறது. பொதுவாக, ஹீமில் உள்ள $Fe^{2+}$ ஆனது எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையக்கூடியது. $Fe^{2+}$ஐ சூழ்ந்துள்ள குளோபின் புரோட்டீன் சங்கிலியானது நீர் வெறுக்கும் சூழலைத் தருவதால், $Fe^{2+}$ ஆச்சிஜனேற்றம் அடைவது கடினமானதாகிறது. எனினும் நாள்தோறும் 3% ஹீமோகுளோபின் மெத்திமோ குளோபினாக (ஹீமோகுளோபினில் உள்ள இரும்பு $Fe^{3+}$ ஆக காணப்படுகிறது) ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. மெத்திமோ குளோபின் ரிடெக்டேஸ் நொதி அதனை மீண்டும் ஹீமோகுளோபினாக ஒடுக்கமடைய செய்கிறது.

**சயனைடு நச்சுத்தன்மை:**

ஆக்சிஜன் ஹீமோகுளோபினுடன் மீள் முறையில் பிணைக்கப்படுகிறது, ஆனால் சயனைடு ஆனது மீளா முறையில் பிணைந்து, ஹீமோகுளோபினுடன் ஆக்சிஜன் பிணைக்கப்படுதலை தடுக்கிறது. இதனால் நுரையீரலிலிருந்து, திசுக்களுக்கு, ஆக்சிஜன் கடத்தப்படுவது நிறுத்தப்படுகிறது. இதன் காரணமாக சயனைடு உட்கொண்டவர் விரைவாக மரணமடைகிறார்.






Unit 1 - Sridhar.indd 21 07-01-2021 13:24:56

### 1.8.1 ஆக்சிஜனேற்ற எண்

**ஒரு சேர்மத்தில் உள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட அணுவின் ஆக்ஸிஜனேற்ற எண் என்பது, அவ்வணுவினைத் தவிர்த்து, பிற அணுக்களை, ஆக்சிஜனேற்ற என்ணைக் கண்டறிவதற்கான விதிகளின்படி நிர்ணயம் செய்யப்பட்ட, அவற்றின் வழக்கமான ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில், அயனிகளாக நீக்கிய பின்னர், அக்குறிப்பிட்ட அணுவின் மீது எஞ்சியிருப்பதாகக் கருதப்படும் கற்பனையான மின்சுமை என வரையறுக்கப்படுகிறது.**

. ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணிற்கு மாற்றாக ஆக்சிஜனேற்ற நிலை என்ற வார்த்தையும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணைக் கண்டறிவதற்கான விதிகள்**

1) ஒரு தனித்த தனிமத்தின் (அதாவது வேறெந்த தனிமத்துடனும் பிணைந்திருக்காத நிலையில்) ஆக்சிஜனேற்ற எண் பூஜ்யமாகும்.

**எடுத்துக்காட்டு :**

$H_2$, $Cl_2$, Na, $S_8$ ஆகியனவற்றில் காணப்படும் அணுக்களின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் பூஜ்யமாகும்.

2) ஓரணு அயனியின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை என்பது அந்த அயனியின் மீதுள்ள நிகர மின்சுமைக்குச் சமம்.

**எடுத்துக்காட்டு :**

$Na^+$ அயனியில் உள்ள சோடியத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் +1 ஆகும்.

$Cl^-$ அயனியில் உள்ள குளோரினின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் −1

3) ஒருமூலக்கூறிலுள்ளஅனைத்துஅணுக்களின் ஆக்சிஜனேற்ற எண்களின் கூடுதல் பூஜ்யமாகும், அயனிகளைப் பொருத்தவரையில் இக்கூடுதலானது அயனியின் மீதுள்ள நிகர மின்சுமைக்குச் சமம்.

**எடுத்துக்காட்டு :**

$H_2SO_4$ல், (2 × H – ன் ஆச்சிஜனேற்ற எண்) + (S – ன் ஆக்சிஜனேற்ற எண்) + (4 × ஆக்சிஜனின் ஆக்சிஜனேற்ற எண்) = 0

$SO_4^{2-}$ ல் (1 × S−ன் ஆக்சிஜனேற்ற எண்) + (4 × O−ன் ஆக்சிஜனேற்ற எண்) = −2

4) உலோக ஹைட்ரைடுகளைத் தவிர பிற அனைத்துச் சேர்மங்களிலும் ஹைட்ரஜனின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் +1 , உலோக ஹைட்ரைடுகளில் ஹைட்ரஜன் −1 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையைக் கொண்டுள்ளது.

**எடுத்துக்காட்டு :**

ஹைட்ரஜன் குளோரைடில் (HCl), ஹைட்ரஜனின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் +1

சோடியம் ஹைட்ரைடில்(NaH), ஹைட்ரஜனின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் −1

5) அனைத்துச் சேர்மங்களிலும் புளூரினானது −1 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையினைக் கொண்டுள்ளது.

6) பெரும்பாலான சேர்மங்களில் ஆக்சிஜன் −2 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையினைப் பெற்றுள்ளது. பெராக்ஸைடுகள், சூப்பர் ஆக்ஸைடுகள், புளூரினின் சேர்மங்கள் ஆகியன இதற்கு விதிவிலக்காக அமைகின்றன.

**எடுத்துக்காட்டுகள் :**

ஆக்சிஜனின் ஆக்சிஜனேற்ற எண்

i) நீரில் ($H_2O$) −2 [2 (+ 1) + x = 0; x= -2 ]

ii) ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடில் ($H_2O_2$)

$H_2O_2$

$2 (+ 1) + 2x = 0;$

$\Rightarrow 2x = -2$ ;

$\Rightarrow x = -1$

iii) $KO_2$ போன்ற சூப்பர் ஆக்ஸைடுகளில் $-\frac{1}{2}$



Unit 1 - Sridhar.indd 22 07-01-2021 13:24:56

$$+1 + 2x = 0 \;;$$

$$2x = -1 \;; \qquad x = -\frac{1}{2}$$

iv) ஆக்சிஜன் டைபுளூரைடில் $(OF_2)$ + 2.

$$x + 2(-1) = 0; \quad x = +2$$

7) அனைத்துச் சேர்மங்களிலும், கார உலோகங்கள் +1 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையினையும், காரமண் உலோகங்கள் +2 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையினையும் பெற்றுள்ளன.

மேற்க்கண்டுள்ள விதிகளைப் பயன்படுத்தி ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணைக் கணக்கிடுதல்

| வ.எண் | ஆக்சிஜனேற்ற எண் கண்டறிய வேண்டிய தனிமம் | சேர்மம் | கணக்கீடு |
|---|---|---|---|
| 1 | C | $CO_2$ | $x + 2(-2) = 0$<br>$x = +4$ |
| 2 | S | $H_2SO_4$ | $2(+1) + x + 4(-2) = 0$<br>$2 + x - 8 = 0$<br>$x = +6$ |
| 3 | Cr | $Cr_2O_7^{2-}$ | $2x + 7(-2) = -2$<br>$2x - 14 = -2$<br>$x = +6$ |
| 4 | C | $CH_2F_2$ | $x + 2(+1) + 2(-1) = 0$<br>$x = 0$ |
| 5 | S | $SO_2$ | $x + 2(-2) = 0$<br>$x = +4$ |

**ஆக்சிஜனேற்ற எண் அடிப்படையில் ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகள்.**

ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளின் போது, தனிமங்களின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் மாற்றமடைகிறது. ஒருவினையில், ஒரு தனிமத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் அதிகரிக்குமாயின் அவ்வினை ஆக்சிஜனேற்ற வினை எனப்படும். ஆக்சிஜனேற்ற எண் குறையுமாயின் அவ்வினை ஆக்சிஜன் ஒடுக்க வினை எனப்படும்.

பின்வரும் வினையினைக் கருதுக.

ஆக்சிஜனேற்ற எண் அதிகரிப்பு – ஆக்சிஜனேற்றம்

$$\overset{+7}{2\,KMnO_4} + \overset{+2}{10FeSO_4} + 8H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + \overset{+2}{MnSO_4} + \overset{+3}{5\,Fe_2(SO_4)_3} + 8H_2O$$

ஆக்சிஜனேற்ற எண் குறைதல்–ஆக்சிஜனொடுக்கம்



Unit 1 - Sridhar.indd 23 07-01-2021 13:24:56

இவ்வினையில், பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டில் ($KMnO_4$) உள்ள மாங்கனீஸ் (Mn) , பெர்ரஸ் சல்பேட்டை, ($FeSO_4$) பெர்ரிக் சல்பேட்டாக($Fe_2(SO_4)_3$ ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்வதற்கு காரணமாக அமைகிறது. இவ்வினையில் மாங்கனீஸ் ஐந்து எலக்ட்ரான்களை ஏற்றுக் கொண்டு ஒடுக்கமடைகிறது. இத்தகைய வினைப்பொருட்கள் ஆக்சிஜனேற்றிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இதைப்போலவே, எலக்ட்ரான்களை இழந்து ஆக்சிஜன் ஒடுக்கத்திற்கு துணை புரியும் வினைப்பொருட்கள் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

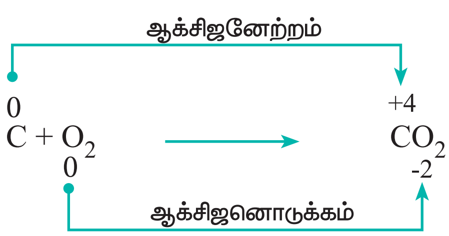
## 1.8.2 ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளின் வகைகள்

ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளை பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்.

### 1. இணையும் வினைகள்: (Combination reactions) :

இரண்டு வினைப் பொருட்கள் வினைபுரிந்து ஒரு சேர்மத்தினைத் தரும் ஆக்சிஜனேற்ற–ஒடுக்க வினைகள், இணையும் வினைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

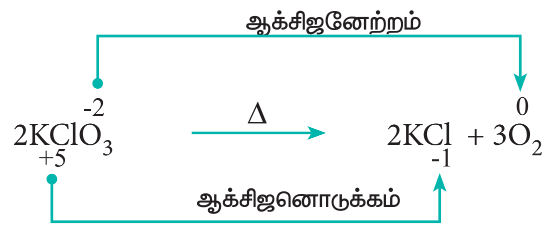
எடுத்துக்காட்டு:




### 2. சிதைவடையும் வினைகள்: (Decomposition reactions)

ஒரு சேர்மம், இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கூறுகளாக சிதைவடையும், ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகள் சிதைவடையும் வினைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவ்வினைகள் இணையும் வினைகளுக்கு நேர்மாறானவை. இவ்வகை வினைகளில், ஒரு சேர்மத்தில் உள்ள இரண்டு வெவ்வேறான தனிமங்களின் ஆக்சிஜனேற்ற எண்களில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு:



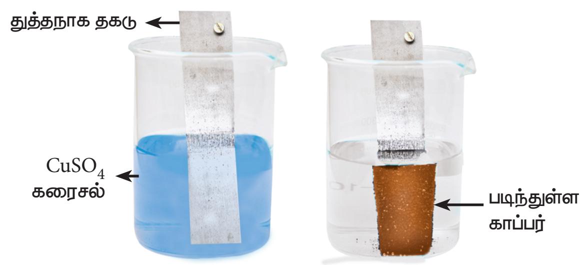

### 3. இடப்பெயர்ச்சி வினைகள் (Displacement reactions)

ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளின் போது, ஒரு சேர்மத்தில் உள்ள ஒரு அணு அல்லது அயனி மற்றொரு அணு அல்லது அயனியால் பதிலீடு செய்யப்பட்டால் அத்தகைய வினைகள் இடப்பெயர்ச்சி வினைகள் எனப்படுகின்றன. இவ்வினைகளை மேலும் i) உலோக இடப்பெயர்ச்சி வினைகள் ii) அலோக இடப்பெயர்ச்சி வினைகள் என வகைப்படுத்தலாம்.

#### (i) உலோக இடப்பெயர்ச்சி வினைகள்:

ஒரு கண்ணாடி கலனில் நீர்த்த தாமிர சல்பேட் (Copper Sulphate) கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு, அதில் துத்தநாக (Zinc) உலோக தகட்டினை வைக்கவும். கரைசலை உற்று நோக்கவும். கரைசலின் அடர் நீல நிறத்தின் செறிவு மெதுவாக குறையத்துவங்கும். இறுதியில் நிறம் முற்றிலும் மறைந்துவிடும். துத்தநாக உலோகத் தகட்டின் மீது பழுப்பு நிற தாமிர உலோகம் படிந்திருப்பதைக் காணலாம். இந்நிகழ்வு நடைபெற பின்வரும் உலோக இடப்பெயர்ச்சி வினை காரணமாக அமைகிறது.


Unit 1 - Sridhar.indd 24 07-01-2021 13:24:57




ஆக்சிஜனேற்றம்

$$\overset{+2}{CuSO_4}(aq) + \overset{0}{Zn}(s) \longrightarrow \overset{0}{Cu}(s) + \overset{+2}{ZnSO_4}(aq)$$

ஆக்சிஜனொடுக்கம்

### ii) அலோக இடப்பெயர்ச்சி வினைகள்:

ஆக்சிஜனேற்றம்

$$\overset{0}{Zn} + 2\overset{+1}{H}Cl \longrightarrow \overset{+2}{Zn}Cl_2 + \overset{0}{H_2}$$

ஆக்சிஜனொடுக்கம்

நீர்த்த HCl கரைசலுடன் துத்தநாக துகள்களை சேர்க்கும்போது HCl ல் இருந்து துத்தநாகம் ஹைட்ரஜனை இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது.

### 4. விகிதச்சிதைவு வினைகள் ( Disproportionation reactions)

சில ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளில், ஒரே சேர்மம், ஆக்சிஜனேற்றம் மற்றும் ஆக்சிஜனொடுக்கம் இரண்டிற்கும் உட்படுகிறது. இத்தகைய வினைகளில், ஒரே தனிமத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் அதிகரிக்கவும், குறையவும் செய்கிறது. இத்தகைய வினைகள் விகிதச்சிதைவு வினைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டு :

ஆக்சிஜனேற்றம்

$$2H_2\overset{-1}{O_2} \longrightarrow 2H_2\overset{-2}{O} + \overset{0}{O_2}$$

ஆக்சிஜனொடுக்கம்

ஆக்சிஜனேற்றம்

$$3\,\overset{0}{Cl_2} + 6KOH \longrightarrow 5K\overset{-1}{Cl} + K\overset{+5}{Cl}O_3 + 3H_2O$$

ஆக்சிஜனொடுக்கம்

### 5. எலக்ட்ரான் பரிமாற்றத் திறன் வினைகள் (Competitive electron transfer reactions)

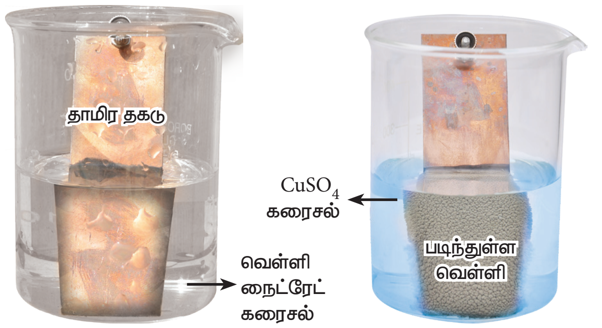
தாமிர சல்பேட் கரைசலிலிருந்து, தாமிரத்தை, துத்தநாகம் இடப்பெயர்ச்சி செய்வதை உலோக இடப்பெயர்ச்சி வினைகளில் நாம் கற்றறிந்தோம். இதன் எதிர்வினை நிகழ வாய்ப்புள்ளதா? என்பதை நாம் சோதித்து அறிவோம். முன்னரே விளக்கிய செயல்முறைப்படி, துத்தநாக சல்பேட் கரைசலை ஒரு கலனில் எடுத்துக் கொண்டு, தாமிர தகட்டினை அக்கரைசலில் வைக்கவும். தாமிரமானது, துத்தநாக சல்பேட் கரைசலிலிருந்து, துத்தநாகத்தை இடப்பெயர்ச்சி செய்திருக்குமாயின், $Cu^{2+}$ அயனிகள் கரைசலில் இருந்திருக்க வேண்டும். இதன் விளைவாக கரைசல் நீல நிறமாக மாற்றமடைந்திருக்க வேண்டும். ஆனால், இத்தகைய மாற்றங்கள் ஏதும் நிகழ்வதில்லை. எனவே, தாமிரம் மற்றும் துத்தநாகம் ஆகிய இரண்டினையும் ஒப்பிடும்போது, துத்தநாகமானது எலக்ட்ரானை இழக்கும் தன்மையினையும், தாமிரமானது எலக்ட்ரானை ஏற்கும் தன்மையினையும் பெற்றுள்ளது என்று நாம் முடிவு செய்யலாம்.

மேற்கண்டுள்ளவாறு வெள்ளி நைட்ரேட் (Silver Nitrate) கரைசலில், தாமிர தகட்டினை வைத்து வினை ஏதேனும் நிகழ்கிறதா என பார்ப்போம். சிறிது நேரம் கழித்த பின்னர், கரைசல் மெதுவாக நீல நிறமாக மாறத்துவங்கும். $Cu^{2+}$ அயனிகள் உருவாவதே இதற்கு காரணமாகும்.

அதாவது, வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலில் உள்ள வெள்ளியை, தாமிரம் இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது.



Unit 1 - Sridhar.indd 25 07-01-2021 13:24:58




ஆக்சிஜனேற்றம்

$$\overset{0}{Cu}(s) + 2\overset{+1}{Ag}NO_3\,(aq) \longrightarrow \overset{+2}{Cu}(NO_3)_2\,(aq) + 2\overset{0}{Ag}\,(s)$$

ஆக்சிஜனொடுக்கம்

தாமிரம் மற்றும் வெள்ளி ஆகியவற்றிக்கு இடையே வினைத்திறனை ஒப்பிடும்போது, தாமிரம் எலக்ட்ரானை இழக்கும் தன்மையினையும், வெள்ளி எலக்ட்ரானை ஏற்கும் தன்மையினையும் பெற்றுள்ளதை மேற்கண்டுள்ள வினை உணர்த்துகிறது.

மேற்கண்டுள்ள சோதனை முடிவுகளிலிருந்து, துத்தநாகம், தாமிரம் மற்றும் வெள்ளி ஆகிய உலோகங்களுக்கிடையே ஒப்பிடும் போது, எலக்ட்ரானை வெளியிடும் திறன் பின்வரும் வரிசையில் அமைந்துள்ளது என நாம் முடிவு செய்யலாம்.

துத்தநாகம் > தாமிரம் > வெள்ளி

உலோகங்களுக்கு இடையேயான, எலக்ட்ரான்களை பெறுவதில் உள்ள மேற்கண்டுள்ள தன்மையானது, கால்வானிக் மின் கலன்களை வடிவமைப்பதில் நமக்கு பயனுள்ளதாக உள்ளது. கால்வானிக் மின்கலன்களைப் பற்றி XII ம் வகுப்பில் விரிவாக கற்போம்.

### 1.8.3 ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைக்கான சமன்பாடுகளை சமன் செய்தல்:

ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைக்கான வேதிச் சமன்பாடுகளை சமன் செய்யும் இருமுறைகள் பின்வருமாறு.

i) ஆக்சிஜனேற்ற எண் முறை

ii) அயனி – எலக்ட்ரான் முறை / அரை வினை முறை

ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளில், ஆக்சிஜனொடுக்கியால் இழக்கப்படும் எலக்ட்ரான்களின் மொத்த எண்ணிக்கை, ஆக்சிஜனேற்றியால் ஏற்றுக் கொள்ளப்படும் எலக்ட்ரான்களின் மொத்த எண்ணிக்கைக்கு சமமாகும். மேற்கண்டுள்ள இரு முறைகளும் இத்தத்துவத்தின் அடிப்படையில் அமைந்து உள்ளன.

#### ஆக்சிஜனேற்ற எண் முறை:

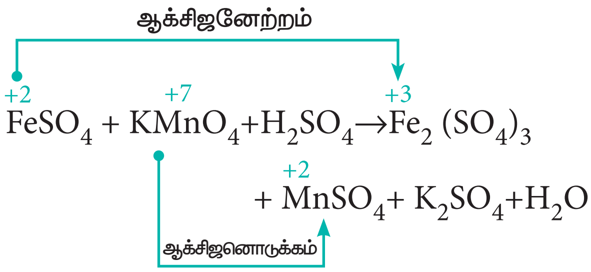
இம்முறையில், வினைபுரிவதற்கு முன்னரும், வினை நிகழ்ந்த பிறகும், தனிமங்களின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் கண்டறியப்படுகிறது. இதன் மூலம் வினையில், ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட அல்லது இழந்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையினை கணக்கிடலாம். அமில ஊடகத்தில் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டால் பெர்ரஸ்சல்பேட் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் வினையினைக் கருதுவோம். இவ்வினைக்கான சமன் செய்யப்படாத சமன்பாடு,

$$FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

#### படி: 1

ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணைப் பயன்படுத்தி, ஆக்சிஜனேற்றம் மற்றும் ஆக்சிஜனொடுக்கம் அடையும் வினைபொருட்களை (அணுக்கள்) கண்டறிக.


Unit 1 - Sridhar.indd 26 07-01-2021 13:24:59

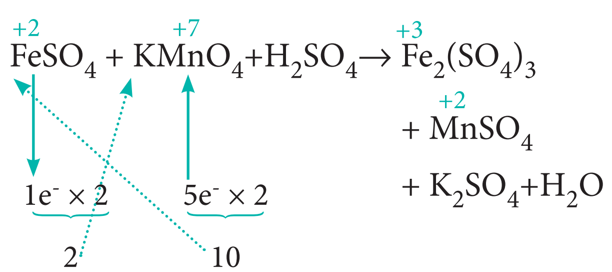



a) ஐந்து எலக்ட்ரான்களை ஏற்பதால், $KMnO_4$ ல் உள்ள Mn ன் ஆக்சிஜனேற்ற எண் +7லிருந்து +2 ஆகக், குறைகிறது.

b) ஒரு எலக்ட்ரானை இழப்பதால், $FeSO_4$ ல் உள்ள Fe ன் ஆக்சிஜனேற்ற எண் +2லிருந்து +3ஆகக் அதிகரிக்கிறது.

**படி: 2**

ஏற்கப்படும் எலட்ரான்களின் எண்ணிக்கை, இழக்கப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமம் என்பதால், பின்வருமாறு தொடர்புடைய சேர்மத்தின் வாய்ப்பாட்டினை தகுந்த எண்ணால் குறுக்கு பெருக்கம் செய்து எலக்ட்ரான்களை சமப்படுத்துக. வினைவிளைபொருள் $Fe_2(SO_4)_3$ ஆனது இரு மோல் இரும்பைக் கொண்டுள்ளதால், $1e^-$ மற்றும் $5e^-$ களை இரண்டால் பெருக்கவும்




$$10\ FeSO_4 + 2\ KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$$

$$Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

**படி:3**

ஆக்சிஜனேற்றம்/ஆக்சிஜனொடுக்கம் அடைந்த / வினைவிளைபொருளை சமன் செய்தல்.

குறுக்கு பெருக்கம் செய்த பின், வினைபடு பொருட்களின் அடிப்படையில் வினைவிளை பொருளை (ஆக்சிஜனேற்றம் / ஆக்சிஜனொடுக்கம் அடைந்தவை) சமன் செய்யவும். மேற்கண்டுள்ள சமன்பாடு பின்வருமாறு மாற்றமடைகிறது.

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 +$$

$$2MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

**படி :4 H மற்றும் O வைத் தவிர்த்து பிற தனிமங்களை சமன் செய்க. இந்த தேர்வில், நாம் Kமற்றும் S ஐ சமன் செய்ய வேண்டும் ஆனால் K மேற்கண்டுள்ளவாறு தானாகவே சமன் செய்யப்பட்டுள்ளது.**

வினைபடு பொருள் : 10 'S' அணுக்கள் (10 $FeSO_4$)

வினைவிளை பொருள்: 18 'S' அணுக்கள்

$5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4$

15S + 2S + 1S = 18S

எனவே, வினைபடு பொருள் பகுதியில் 8-S அணுக்கள் குறைவாக உள்ளது. எனவே, $H_2SO_4$ ஐ '8' ஆல் பெருக்குக.

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3$$

$$+ 2MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

**படி : 5**

'H' மற்றும் 'O' அணுக்களை சமன் செய்தல்.

வினைபடு பொருள் பகுதி'16'-H அணுக்கள் ($8H_2SO_4$ i.e. 8 x 2H = 16 'H')

வினைவிளை பொருள் பகுதி '2' – H அணுக்கள்($H_2O$ i.e. 1 x 2H = 2 'H')



Unit 1 - Sridhar.indd 27 07-01-2021 13:24:59

எனவே விளைபொருள் $H_2O$ வை '8' –ஆல் பெருக்கு

$$10\ FeSO_4 + 2\ KMnO_4 + 8\ H_2SO_4$$
$$\downarrow$$
$$5\ Fe_2(SO_4)_3 + 2\ MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

ஆக்சிஜன் அணு தானாகவே சமன் செய்யப்பட்டுவிட்டது. இதுவே சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடாகும்.

## அயனி – எலக்ட்ரான் முறை

அயனிகள் இடம்பெறும் ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளுக்கு இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

### படி : 1

ஆக்சிஜனேற்ற எண் கோட்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி, ஆக்சிஜனேற்றம் மற்றும் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கம் அடையும் வினைப் பொருட்களைக் கண்டறிக.

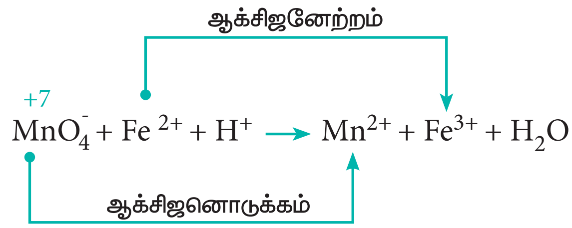
### படி : 2

ஆக்சிஜனேற்றம் மற்றும் ஒடுக்கத்திற்கு, தனித்தனியே இரு அரைவினைகளை எழுதுக.

ஆக்சிஜனேற்ற எண் முறையினைப் பயன்படுத்தி சமன் செய்ய எடுத்துக்கொண்ட அதே வினையைக் கருதுவோம்.

$$KMnO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4$$
$$\downarrow$$
$$MnSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

இவ்வினையின் அயனி வடிவம்




இரு அரைவினைகள் முறையே

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + 1e^-$ ------------------------ (1)

மற்றும்

$MnO_4^- + 5e^- \rightarrow Mn^{2+}$ -------------------- (2)

அரைவினைகளின் இருபுறமும் அணுக்கள் மற்றும் மின் சுமையினை சமன் செய்க.

சமன்பாடு(1) மாற்றம் ஏதுமில்லை

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + 1e^-$ ------------------------- (1)

சமன்பாடு 2)$\Rightarrow$ வினைபடுபொருள் பகுதியில் 4'O'உள்ளது.

எனவே, விளைபொருள் பகுதியில் $4H_2O$ சேர்க்கவும். 'H' ஐ சமன் செய்ய, வினைபடுபொருள் பகுதியில் $8H^+$ சேர்க்கவும்.

$MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$---- (3)

### படி : 3

இழந்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும், ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட எலக்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாகுமாறு, இரு அரைவினைகளையும் சமப்படுத்துக.

பின்னர், இரு அரைவினைகளையும் கூட்டுவதால் சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு (6) கிடைக்கிறது



Unit 1 - Sridhar.indd 28 07-01-2021 13:25:00

$$(1) \times 5 \Rightarrow \quad 5Fe^{2+} \rightarrow 5Fe^{3+} + \cancel{5e^-} \text{ ---------- } (4)$$

$$(3) \times 1 \Rightarrow \quad MnO_4^- + \cancel{5e^-} + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \text{ ---------- } (5)$$

$$(4) + (5) \quad 5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O \text{ ---------- } (6)$$

## தன் மதிப்பீடு

8. ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணைப் பயன்படுத்தி பின்வரும் சமன்பாட்டினை சமன் செய்க.

$$As_2S_3 + HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_4 + H_2SO_4 + NO$$

## பாடச்சுருக்கம்

நமது அன்றாட வாழ்வின் அடிப்படைத் தேவைகளை நிறைவு செய்வதில் வேதியியல் முக்கியப்பங்காற்றுகிறது. நமது வாழ்வில் பயன்படும் அனைத்தும் பருப்பொருட்களால் ஆக்கப்பட்டவை. நிறையுள்ள இடத்தை அடைத்துக் கொள்ளும் அனைத்தும் பருப்பொருட்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. பருப்பொருள்கள் இயற் நிலைமை மற்றும் வேதித் தன்மையின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. தனிமம் என்பது ஒரு வகை அணுக்களை மட்டுமே பெற்றிருக்கும். சேர்மங்கள் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட, தனிமங்களின் அணுக்களைக் கொண்டிருக்கும். சேர்மங்களின் பண்பு அதில் அடங்கியுள்ள தனிமங்களின் பண்புகளிலிருந்து மாறுபட்டிருக்கும்.

அணுக்கள் மிகச்சிறிய உருவளவைப் பெற்றிருப்பதால், அதன் நிறையினை நேரடியாகக் கண்டறிய இயலாது. நியம அணுவான C-12 ஐ அடிப்படையாகக் கொண்டு IUPAC ஒரு ஒப்புமை அளவீட்டை அறிமுகப்படுத்தியுள்ளது. சிறும ஆற்றல் நிலையில் உள்ள ஒரு C-12 அணுவின் நிறையில் பன்னிரெண்டில் ஒரு பங்கு நிறை ஒருமைப்படுத்தப்பட்ட நிறை என அழைக்கப்படுகிறது. 1 அணு நிறை அலகு (அல்லது) 1u என்பது $\approx 1.6605 \times 10^{-27}$ kg க்கு சமம். ஒப்பு அணு நிறை என்பது, சராசரி அணுநிறைக்கும், ஒருமைப்படுத்தப்பட்ட நிறைக்கும் இடையேயான விகிதம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒரு தனிமத்தின் சராசரி அணு நிறை என்பது அதன் இயற்கையில் கிடைக்கும் அனைத்து ஐசோடோப்புகளின் நிறைகளின் சராசரியாகும்.

**ஒரு தனித்த மூலக்கூறின் நிறைக்கும், அதன் ஒருமைப்படுத்தப்பட்ட நிறைக்கும் இடையேயான விகிதம் மூலக்கூறு நிறை என வரையறுக்கப்படுகிறது.** ஒரு மூலக்கூறின் ஒப்பு மூலக்கூறு நிறையானது, அம் மூலக்கூறில் அடங்கியுள்ள அனைத்து அணுக்களின் ஒப்பு அணுநிறைகளின் கூடுதலுக்குச் சமம்.

பொருளின் அளவு வழக்கமாக மோல் என்ற அலகால் குறிப்பிடப்படுகிறது. 12g கார்பன்–12 ஐசோடோப்பில் காணப்படும் கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமான அடிப்படைத் துகள்களைப் பெற்றுள்ள ஒரு அமைப்பில் உள்ள பொருளின் அளவு ஒரு மோல் எனப்படும். ஒரு மோல் அளவுள்ள எந்த ஒரு பொருளிலும் உள்ள உட்பொருட்களின் எண்ணிக்கை $6.022 \times 10^{23}$க்குச் சமம், இந்த எண் அவகாட்ரோ எண் என்றழைக்கப்படுகிறது. ஒரு பொருளின் மோலார் நிறை என்பது ஒரு மோல் அளவுள்ள அப்பொருளின் நிறையாகும், இது g $mol^{-1}$ என்ற அலகால் குறிப்பிடப்படுகிறது. 273K மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில் ஒரு மோல் நல்லியல்பு வாயு 22.4 லிட்டர் கனஅளவுள்ள இடத்தினை அடைத்துக் கொள்ளும். மோல் கருத்தினைப் போலவே, பகுப்பாய்வு வேதியியலில் கிராம் சமான நிறை என்ற கருத்தும் பயன்படுகிறது.

1.008g ஹைட்ரஜன் அல்லது 8g ஆக்சிஜன் அல்லது 35.45g குளோரின் இவற்றோடு சேரக்கூடிய அல்லது இவற்றை இடப்பெயர்ச்சி செய்யக்கூடிய ஒரு தனிமம் அல்லது சேர்மம் அல்லது அயனியின் நிறையே, அதன் கிராம் சமான நிறை என வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஒரு சேர்மத்தில் அடங்கியுள்ள தனிமங்களை அளந்தறியும் ஆய்வின் மூலம் கண்டறியப்பட்ட தனிமங்களின் நிறை சதவீதத்தினைப் பயன்படுத்தி, அச்சேர்மத்தின் எளிய விகித வாய்பாடு மற்றும் மூலக்கூறு வாய்பாடுகளைக் கண்டறியலாம்.

சேர்மத்தின், ஒரு மூலக்கூறில் அடங்கியுள்ள வெவ்வேறு தனிமங்களின் எண்ணிக்கையின் எளிய விகிதத்தினை அத்தனிமத்தின் குறியீட்டிற்கு கீழ் ஒட்டாக எழுதுவதால் பெறப்படும் வாய்பாடு எளிய விகித வாய்பாடு எனப்படும். சேர்மத்தின் ஒரு மூலக்கூறில் உள்ள அனைத்து தனிமங்களின் சரியான எண்ணிக்கையினை, அத்தனிமத்தின் குறியீட்டிற்கு கீழ் ஒட்டாக குறிப்பிட்டு எழுதுவதால் பெறப்படும் வாய்பாடு மூலக்கூறு வாய்ப்பாடாகும்.

வேதிவினைக் கூறுகளின் விகிதமானது, ஒரு சமன்படுத்தப்பட்ட வேதிச் சமன்பாட்டில், வேதி வினைப் பொருட்களுக்கு இடையேயான எண்ணியல் தொடர்பினைத் தருகிறது.

வேதிவினைக் கூறு விகித அடிப்படையில் அமையாத அளவினைக் கொண்ட வினைபடு பொருட்களைக் கொண்டு, வினை நிகழ்த்தப்படும் போது, உருவாகும், விளை பொருளின் அளவானது, எந்த வினைபடுபொருள் முதலில் முழுவதும் வினைபடுகிறதோ, அந்த வினைபடுபொருளைச் சார்ந்து அமையும். வினை தொடர்ந்து நிகழ்வதை, இவ்வினைபடு பொருள் கட்டுப்படுத்துகிறது, இது வினை கட்டுப்பாட்டுக் காரணி என அழைக்கப்படுகிறது. மற்ற வினைப் பொருட்கள் மிகுதியான வினைப் பொருட்கள் எனப்படுகின்றன.

ஒரு வினையில் எலக்ட்ரான்கள் இழக்கப்படுமாயின் அவ்வினை ஆக்சிஜனேற்றம் எனவும், எலக்ட்ரான்கள் ஏற்கப்படின் அவ்வினை ஆக்சிஜன் ஒடுக்கம் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவ்விரு வினைகளும் ஒரே நேரத்தில் நிகழ்வதால் இவ்வகை வினைகள் ஆக்சிஜனேற்ற–ஒடுக்க வினைகள் (redox reactions) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன இவ்வினைகளை ஆக்சிஜனேற்ற எண் பற்றிய கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் விளக்கலாம்.

**ஒரு சேர்மத்தில் உள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட அணுவின் ஆக்ஸிஜனேற்ற எண் என்பது, அவ்வணுவினைத் தவிர்த்து, பிற அணுக்களை, ஆக்சிஜனேற்ற என்னைக் கண்டறிவதற்கான விதிகளின்படி நிர்ணயம் செய்யப்பட்ட அவற்றின் வழக்கமான ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் அயனிகளாக நீக்கிய பின்னர், அக்குறிப்பிட்ட அணுவின் மீது எஞ்சியிருப்பதாகக் கருதப்படும் கற்பனையான மின்சுமை என வரையறுக்கப்படுகிறது.**

ஒரு வினையில், ஒரு தனிமத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் அதிரித்தால் அது ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்துள்ளது மற்றும் ஆக்சிஜனேற்ற எண் குறைந்தால் அது ஒடுக்கம் அடைந்துள்ளது.

- இரண்டு வினைப் பொருட்கள் வினைபுரிந்து ஒரு சேர்மத்தினைத் தரும் ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகள், இணையும் வினைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.



Unit 1 - Sridhar.indd 30 07-01-2021 13:25:00

- ஒரு சேர்மம், இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கூறுகளாக சிதைவடையும், ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகள் சிதைவடையும் வினைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.
- ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளின் போது, ஒரு சேர்மத்தில் உள்ள ஒரு அணு அல்லது அயனி மற்றொரு அணு அல்லது அயனியால் பதிலீடு செய்யப்பட்டால் அத்தகைய வினைகள் இடப்பெயர்ச்சி வினைகள் எனப்படுகின்றன.
- சில ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளில், ஒரே சேர்மம், ஆக்சிஜனேற்றம் மற்றும் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கம் இரண்டிற்கும் உட்படுகிறது. இத்தகைய வினைகளில், ஒரே தனிமத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் அதிகரிக்கவும், குறையவும் செய்கிறது. இத்தகைய வினைகள் விகிதச்சிதைவு வினைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.
- பல்வேறு உலோகங்களுக்கிடையே எலக்ட்ரானை ஏற்கும் / இழக்கும் தன்மையின் அடிப்படையில் அமையும் வினைகள் எலக்ட்ரான் பரிமாற்றத் திறன் வினைகள் எனப்படும்.

ஆக்சிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகளுக்கான சமன்பாட்டினை, ஆக்சிஜனேற்ற எண் முறை அல்லது அயனி – எலக்ட்ரான் முறையினைப் பயன்படுத்தி சமன் செய்யலாம்.

## மதிப்பீடு

### I. சரியான விடையை தெரிவு செய்க.

1. 40 மி.லி மீத்தேன் வாயுவானது 80 மி.லி ஆக்சிஜனைக் கொண்டு முழுமையாக எரிக்கப்படுகிறது. அறை வெப்பநிலைக்கு குளிர்விக்கப்பட்ட பிறகு எஞ்சியுள்ள வாயுவின் கனஅளவு

   அ. 40 மி.லி $CO_2$ வாயு | ஆ. 40 மி.லி $CO_2$ மற்றும் 80 மி.லி $H_2O$ வாயு

   இ. 60 மி.லி $CO_2$ மற்றும் 60 மி.லி $H_2O$ வாயு | ஈ. 120 மி.லி $CO_2$ வாயு

2. தனிமம் X ன் ஐசோடோப்புகளின் இயைபு பின்வருமாறு அமைகிறது. $^{200}X = 90\ \%$, $^{199}X = 8\ \%$, $^{202}X = 2\ \%$ இயற்கையில் கிடைக்கும் தனிமம் X ன் தோராய அணு நிறை மதிப்பு

   அ. 201 u | ஆ. 202 u

   இ. 199 u | ஈ. 200 u

3. கூற்று (A) : இரு மோல் குளுக்கோஸில் $12.044 \times 10^{23}$ குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகள் உள்ளன.

   காரணம் (R) : ஒரு மோல் அளவுள்ள எந்த ஒரு பொருளிலும் உள்ள உட்பொருட்களின் எண்ணிக்கை $6.02 \times 10^{22}$

   அ. கூற்று (A) மற்றும் காரணம் (R) இரண்டும் சரி, மேலும் காரணம் (R) ஆனது கூற்று (A) க்கான சரியான விளக்கம்



Unit 1 - Sridhar.indd 31 07-01-2021 13:25:00

ஆ. கூற்று (A) மற்றும் காரணம் (R) இரண்டும் சரி, மேலும் காரணம் (R)ஆனது கூற்று (A) க்கான சரியான விளக்கமல்ல

இ. கூற்று (A) சரி மற்றும் காரணம் (R) தவறு

ஈ. கூற்று (A) மற்றும் காரணம் (R) இரண்டும் தவறு

4. கார்பன், கார்பன் மோனாக்ஸைடு கார்பன் டையாக்ஸைடு எனும் இரண்டு ஆக்ஸைடுகளை உருவாக்குகிறது. எந்த தனிமத்தின் சமான நிறை மாறாமல் உள்ளது?

அ. கார்பன் ஆ. ஆக்ஸிஜன்

இ. கார்பன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஈ. கார்பன், ஆக்ஸிஜன் இரண்டுமில்லை

5. இணைதிறன் மூன்று கொண்ட உலோகத் தனிமத்தின் சமான நிறை $9 g.eq^{-1}$ அதன் நீரற்ற ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறு நிறை

அ. 102 g ஆ. 27 g

இ. 270 g ஈ. 78 g

6. 0.018 கிராம் எடையுள்ள நீர்த்துளியில் உள்ள நீர் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை

அ. $6.022 \times 10^{26}$ ஆ. $6.022 \times 10^{23}$

இ. $6.022 \times 10^{20}$ ஈ. $9.9 \times 10^{22}$

7. 1g மாசு கலந்த மெக்னீஷியம் கார்பனேட் மாதிரியை (வெப்பச்சிதைவு அடையாத மாசுக்களைக் கொண்டது) முழுமையாக வெப்பச்சிதைவிற்கு உட்படுத்தும்போது 0.44g கார்பன்டையாக்ஸைடு வாயுவை தருகிறது. இம்மாதிரியிலுள்ள மாசு சதவீதம்.

அ. 0 % ஆ. 4.4 % இ. 16 % ஈ. 8.4 %

8. 6.3g சோடியம் பைகார்பனேட்டை, 30g அசிட்டிக் அமில கரைசலுடன் சேர்த்த பின்னர் எஞ்சியுள்ள கரைசலின் எடை 33g. வினையின்போது வெளியேறிய கார்பன்டையாக்ஸைடின் மோல் எண்ணிக்கை

அ. 3 ஆ. 0.75 இ. 0.075 ஈ. 0.3

9. STP நிலையில் உள்ள 22.4 லிட்டர் $H_2$ (g) வாயு, 11.2லிட்டர் $Cl_2$ வாயுடன் கலக்கப்படும்போது உருவாகும் HCl (g) வாயுவின் மோல் எண்ணிக்கை

அ. 2 மோல்கள் HCl (g) ஆ. 0.5 மோல்கள் HCl (g)

இ. 1.5 மோல்கள் HCl (g) ஈ. 1 மோல்HCl (g)

10. சூடான அடர் கந்தக அமிலம் ஒரு மிதமான ஆக்சிஜனேற்றி, பின்வரும் வினைகளில் எது ஆக்ஸிஜனேற்றப் பண்பைக் குறிப்பிடவில்லை?

அ. $Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

ஆ. $C + 2H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$



Unit 1 - Sridhar.indd 32 07-01-2021 13:25:00

இ. $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2HCl$

ஈ. இவற்றில் எதுவுமில்லை

11. பின்வரும் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகளில் எது விகிதச்சிதைவு வினை?

அ. $3Mg(s) + N_2(g) \rightarrow Mg_3N_2(s)$

ஆ. $P_4(s) + 3NaOH + 3H_2O \rightarrow PH_3(g) + 3NaH_2PO_2(aq)$

இ. $Cl_2(g) + 2KI(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + I_2$

ஈ. $Cr_2O_3(s) + 2Al(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Cr(s)$

12. கார ஊடகத்தில் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டின் சமான நிறை மதிப்பு ($MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$)

அ. 31.6 ஆ. 52.7

இ. 79 ஈ. இவற்றில் எதுவுமில்லை

13. பின்வருவனவற்றுள், 180 g நீரில் உள்ளது எது?

அ. 5 மோல்கள் நீர் ஆ. 90 மோல்கள் நீர்

இ. $\frac{6.022 \times 10^{23}}{180}$ நீர் மூலக்கூறுகள் ஈ. $6.022 \times 10^{24}$ நீர் மூலக்கூறுகள்

14. $0^o$ C மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில் 7.5g வாயு 5.6 L கனஅளவை அடைத்துக்கொள்கிறது எனில், அந்த வாயு

அ. NO ஆ. $N_2O$

இ. CO ஈ. $CO_2$

15. 1.7 g அம்மோனியாவில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை

அ. $6.022 \times 10^{23}$ ஆ. $\frac{6.022 \times 10^{22}}{1.7}$

இ. $\frac{6.022 \times 10^{24}}{1.7}$ ஈ. $\frac{6.022 \times 10^{23}}{1.7}$

16. $SO_4^{2-}$, $SO_3^{2-}$, $S_2O_4^{2-}$, $S_2O_6^{2-}$ ஆகிய எதிரயனிகளில் சல்பரின் ஆக்ஸிஜனேற்ற எண்களின் அடிப்படையில் சரியான ஏறுவரிசை எது?

அ. $SO_3^{2-} < SO_4^{2-} < S_2O_4^{2-} < S_2O_6^{2-}$ ஆ. $SO_4^{2-} < S_2O_4^{2-} < S_2O_6^{2-} < SO_3^{2-}$

இ. $S_2O_4^{2-} < SO_3^{2-} < S_2O_6^{2-} < SO_4^{2-}$ ஈ. $S_2O_6^{2-} < S_2O_4^{2-} < SO_4^{2-} < SO_3^{2-}$



Unit 1 - Sridhar.indd 33 07-01-2021 13:25:00

17. பெர்ரஸ் ஆக்சலேட்டின் சமான நிறை

அ. $\frac{\text{பெர்ரஸ் ஆக்சலேட்டின் மோலார் நிறை}}{1}$ ஆ. $\frac{\text{பெர்ரஸ் ஆக்சலேட்டின் மோலார் நிறை}}{2}$

இ. $\frac{\text{பெர்ரஸ் ஆக்சலேட்டின் மோலார் நிறை}}{3}$ ஈ. மேற்கண்ட எதுவுமில்லை.

18. அவகாட்ரோ எண் மதிப்பு $6.022 \times 10^{23}$ லிருந்து $6.022 \times 10^{20}$ க்கு மாற்றப்படுகிறது. இதனால் மாறுவது

அ. ஒரு சமன் செய்யப்பட்ட சமன்பாட்டில் வினைப்பொருட்களின் விகிதம்.

ஆ. ஒரு சேர்மத்திலுள்ள தனிமங்களின் விகிதம்

இ. கிராம் அலகில் நிறையின் வரையறை

ஈ. 1 மோல் கார்பனின் நிறை

19. 22.4 L கனஅளவு கொண்ட இரு கொள்கலன்கள் A மற்றும் B யில் முறையே 8g $O_2$ மற்றும் 8g $SO_2$ வாயுக்கள் STP நிலையில் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. எனில்

அ. A மற்றும் B கலன்களிலுள்ள மூலக்கூறுகள் சமம்.

ஆ. B கலனிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை A ல் உள்ளதை விட அதிகம்.

இ. A மற்றும் B கலன்களிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கைக்கு இடைப்பட்ட விகிதம்2:1

ஈ. B கலனிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை A ல் உள்ளதை போல மூன்று மடங்கு அதிகம்.

20. 50 mL 8.5 % $AgNO_3$ கரைசலை 100 mL. 1.865% பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலுடன் சேர்க்கும் போது கிடைக்கும் வீழ்படிவின் எடை என்ன?

அ. 3.59 g ஆ. 7 g

இ. 14 g ஈ. 28 g

21. 1.1 g வாயு, அறை வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் ($25^0$ C மற்றும் 1atm அழுத்தம்) 612.5 mL கனஅளவை அடைத்துக்கொள்கிறது. அந்த வாயுவின் மோலார் நிறை

அ. 66.25 g $mol^{-1}$ ஆ. 44 g $mol^{-1}$

இ. 24.5 g $mol^{-1}$ ஈ. 662.5 g $mol^{-1}$

22. பின்வருவனவற்றுள் எது 6 g கார்பன் -12 ல் உள்ள அணுக்களுக்கு சமமான கார்பன் அணுக்களை கொண்டுள்ளது?

அ. 7.5 g ஈத்தேன் ஆ. 8 g மீத்தேன்

இ. (அ) மற்றும் (ஆ) ஈ. எதுவுமில்லை



Unit 1 - Sridhar.indd 34 07-01-2021 13:25:00

23. பின்வருவனவற்றுள் எத்திலீனில் $(C_2H_4)$ காணப்படும் கார்பன் சதவீதத்திற்கு சமமான கார்பன் சதவீதத்தை பெற்றுள்ளது எது?

அ. புரப்பீன் ஆ. ஈத்தைன்

இ. பென்சீன் ஈ. ஈத்தேன்

24. கார்பன் -12 பொறுத்து பின்வருவனவற்றுள் எது உண்மையான கூற்று?

அ. C –12 ன் ஒப்பு அணுநிறை 12 u

ஆ. கார்பனின் அனைத்து சேர்மங்களிலும் அதன் ஆக்ஸிஜனேற்ற எண் +4

இ. 1 மோல் கார்பன் –12 ல் $6.022 \times 10^{22}$ அணுக்கள் உள்ளன.

ஈ. அனைத்தும்

25. அணுநிறைக்கு நியமமாக பின்வருவனவற்றுள் பயன்படுவது எது?

அ. $_6C^{12}$ ஆ. $_7C^{12}$ இ. $_6C^{13}$ ஈ. $_6C^{14}$

## II. பின்வரும் வினாக்களுக்கு சுருக்கமாக விடையளி.

26. ஒப்பு அணு நிறை வரையறு.

27. மோல் எனும் வார்த்தையிலிருந்து என்ன புரிந்து கொண்டாய்?

28. சமான நிறை வரையறு.

29. ஆக்ஸி ஜனேற்ற எண் எனும் வார்த்தையிலிருந்து என்ன புரிந்து கொண்டாய்?

30. ஆக்சிஜனேற்றம், ஒடுக்கம் வேறுபடுத்துக.

31. பின்வருவனவற்றின் மோலார் நிறைகளைக் காண்க.

i) யூரியா $[CO(NH_2)_2]$

ii) அசிட்டோன் $[CH_3COCH_3]$

iii) போரிக் அமிலம் $[H_3BO_3]$

iv) கந்தக அமிலம் $[H_2SO_4]$

32) STP நிலையில் கார்பன் டையாக்ஸைடு வாயுவின் அடர்த்தி 1.965 $Kgm^{-3}$. $CO_2$ வாயுவின் மோலார் நிறையைக் காண்க.

33) எது அதிகபட்ச மோல் எண்ணிக்கையிலான ஆக்ஸிஜன் அணுக்களை கொண்டுள்ளது?

(i) 1 மோல் எத்தனால் (ii) 1 மோல் பார்மிக் அமிலம் (iii) 1 மோல் $H_2O$

34) பின்வரும் தரவுகளைக் கொண்டு, இயற்கையில் காணப்படும் மெக்னீஷியத்தின் சராசரி அணு நிறையைக் காண்க.

| ஐசோடோப்பு | ஐசோடோப்பு அணு நிறை | வளம் (%) |
|---|---|---|
| $Mg^{24}$ | 23.99 | 78.99 |
| $Mg^{25}$ | 24.99 | 10.00 |
| $Mg^{26}$ | 25.98 | 11.01 |

35) பின்வரும் வினைக்கலவைகளைக் கொண்டு நிகழ்த்தப்படும் வினை $x + y + z_2 \rightarrow xyz_2$ இல் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளைக் காண்க.

அ. 200 x அணுக்கள் + 200 y அணுக்கள் + 50 $Z_2$ மூலக்கூறுகள்

ஆ. 1 மோல் x + 1 மோல்கள் y + 3 மோல்கள் $Z_2$

இ. 50 x அணுக்கள் + 25 y அணுக்கள் + 50 $Z_2$ மூலக்கூறுகள்

ஈ. 2.5 மோல்கள் x + 5 மோல்கள் y + 5 மோல்கள் $Z_2$

36) ஒரு தனிம அணுவின் நிறை $6.645 \times 10^{-23}$ g ஆகும். 0.320 kgல் உள்ள அத்தனிமத்தின் மோல் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுக.

37) மூலக்கூறு நிறைக்கும்,மோலார் நிறைக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை? கார்பன் மோனாக்ஸைடின் மூலக்கூறு நிறை, மோலார் நிறைகளைக் காண்க.

38) பின்வருவனவற்றின் எளிய விகித வாய்பாடுகள் என்ன?

i) தேனில் உள்ள ஃபிரக்டோஸ்($C_6H_{12}O_6$)

ii) தேனீர் மற்றும் குளம்பியில் உள்ள காஃபின் ($C_8H_{10}N_4O_2$)

39) அலுமினியத்திற்கும், பெர்ரிக் ஆக்ஸைடிற்கும் இடையே நிகழும் வினை 3273K அளவிற்கு வெப்பத்தை உருவாக்குகிறது, இது உலோகங்களை வெட்டவும், ஒட்டவும் பயன்படுகிறது. (Alன் அணு நிறை = 27u, O னின் அணு நிறை = 16 u)

$2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$; இந்த வினையில் 324 g அலுமினியத்தை 1.12 Kg பெர்ரிக் ஆக்ஸைடுடன் வினைப்படுத்தும்போது

i) உருவாகும் $Al_2O_3$ இன் நிறையைக் காண்க

ii) வினையின் முடிவில் வினைபுரியாமல் எஞ்சியுள்ள "அதிகப்படியான வினைப்பொருள்" எவ்வளவு?

40) ஈத்தேனின் எரிதல் வினையின் முடிவில் 44 கிராம் $CO_2$ (g) வாயுவை உருவாக்கத் தேவைப்படும் ஈத்தேனின் மோல் எண்ணிகையைக் கணக்கிடுக

41) ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு ஒரு ஆக்ஸிஜனேற்றி, இது அமில ஊடகத்தில் பெர்ரஸ் அயனியை பெர்ரிக் அயனியாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்து, நீராக ஒடுக்கமடைகிறது. இதற்கான சமன்செய்யப்பட்ட சமன்பாட்டை எழுதுக.

42) 76.6% கார்பன் 6.38 % ஹைட்ரஜன், மீத சதவீதம் ஆக்ஸிஜனையும் கொண்ட சேர்மத்தின் எளிய விகித வாய்பாடு, மூலக்கூறு வாய்பாடு ஆகியவற்றைக் காண்க. சேர்மத்தின் ஆவி அடர்த்தி 47.

43) தனிம பகுப்பாய்வில் ஒரு சேர்மம் பின்வரும் தரவுகளை தருகிறது.Na = 14.31%, S = 9.97% H= 6.22%, O= 69.5% சேர்மத்திலுள்ள ஹைட்ரஜன் முழுவதும் ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து படிக நீராக இருக்கிறது, எனில் சேர்மத்தின் மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டைக் காண்க. சேர்மத்தின் மூலக்கூறு நிறை 322.

44) ஆக்ஸிஜனேற்ற எண் முறையில் பின்வரும் வினைகளைச் சமன் செய்க

i) $K_2Cr_2O_7 + KI + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + I_2 + H_2O$

ii) $KMnO_4 + Na_2SO_3 \rightarrow MnO_2 + Na_2SO_4 + KOH$

iii) $Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$

iv) $KMnO_4 + H_2C_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + CO_2 + H_2O$

45) அயனி எலக்ட்ரான் முறையில் பின்வரும் வினைகளைச் சமன் செய்க.

i) $KMnO_4 + SnCl_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + SnCl_4 + H_2O + KCl$

ii) $C_2O_4^{2-} + Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr^{3+} + CO_2$ (அமில ஊடகத்தில்)

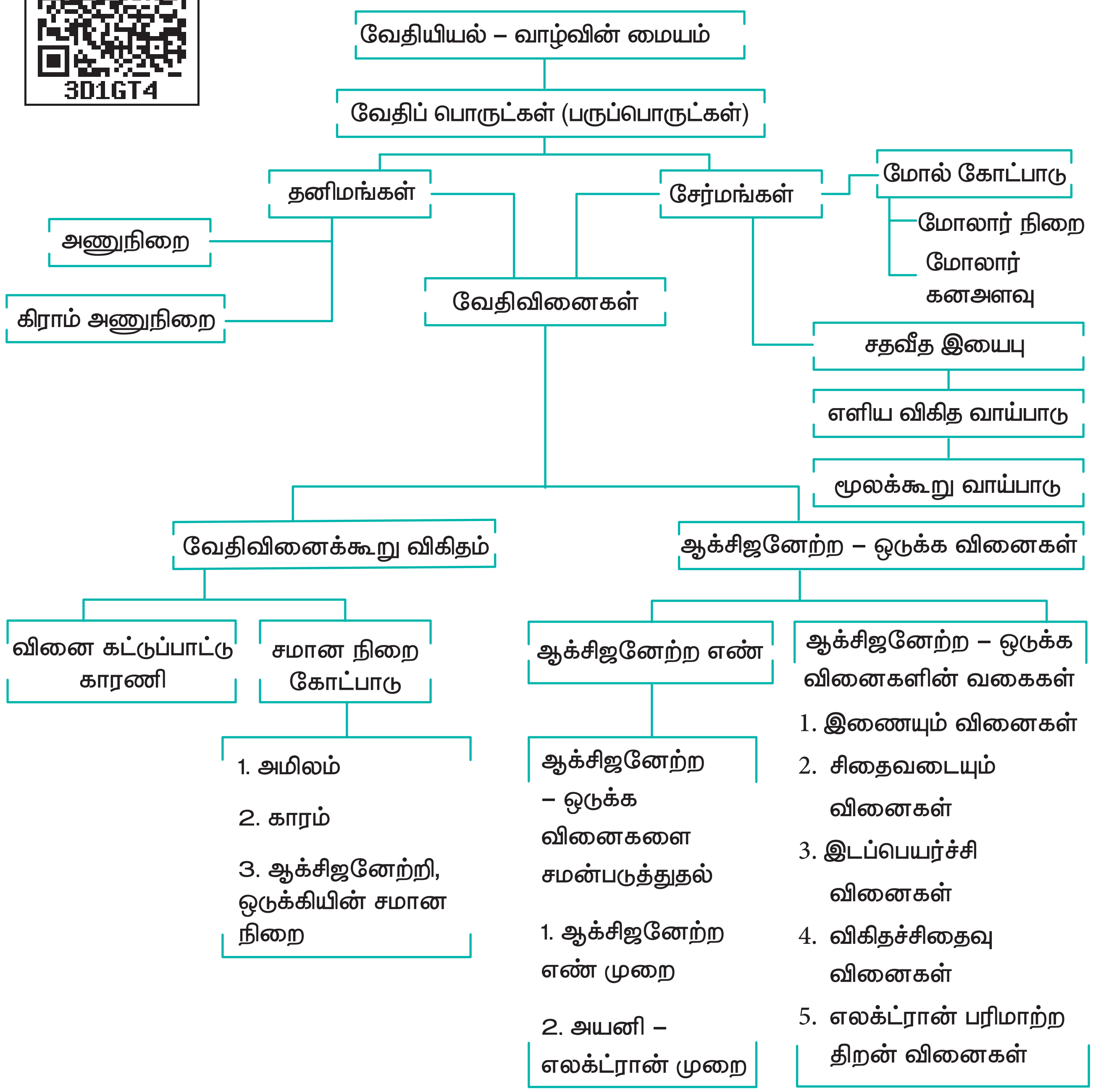
iii) $Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + NaI$

iv) $Zn + NO_3^{-} \rightarrow Zn^{2+} + NO$ (அமில ஊடகத்தில்)



Unit 1 - Sridhar.indd 37 07-01-2021 13:25:00

## கருத்து வரைபடம்






Unit 1 - Sridhar.indd 38 07-01-2021 13:25:00

# இணையச்செயல்பாடு

## எளிய விகித மற்றும் மூலக்கூறு வாய்பாடுகள் கணக்கீடு

செய்முறையைப் பயன்படுத்தி தனிமங்களின் சதவீத இயைபிலிருந்து அவற்றின் எளிய விகித வாய்பாடு மற்றும் மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டினை கணக்கிட இயலும்

https ://ggbm.at/fbUwKmUW என்ற URLக்குச் செல்க
அல்லது
வலது புறத்தில் உள்ள விரைவுத் துலக்கக் குறியீட்டினை (QR code) ஸ்கேன் செய்க

B127_11_CHE_TM

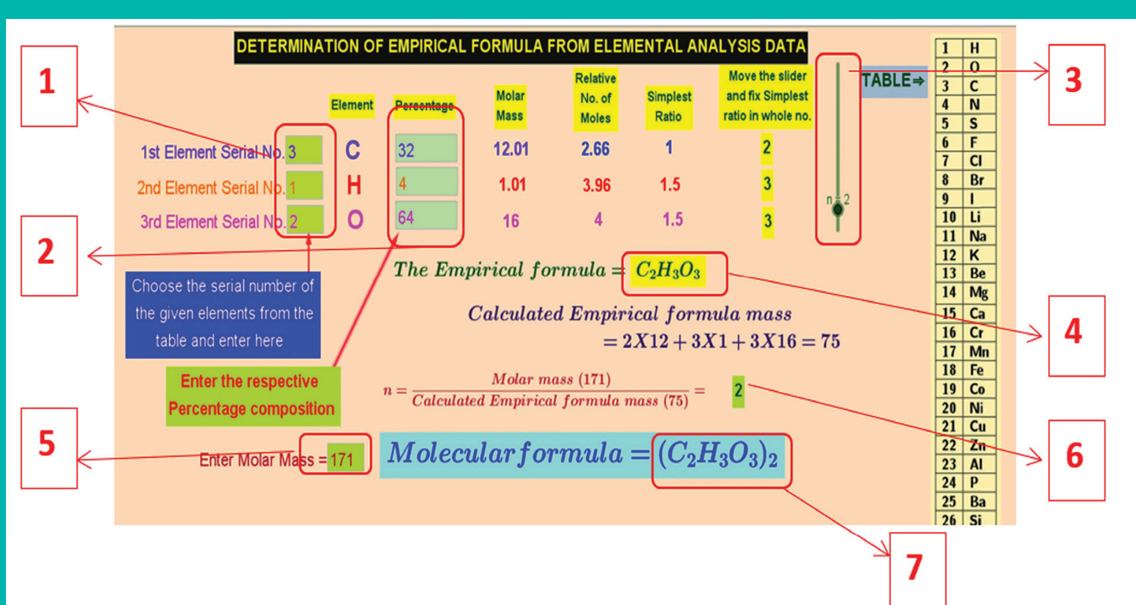
**நிலை 1:** இணையப் பக்கத்தினை திறந்து கொடுக்கப்பட்ட உரலியைத் (URL) தட்டச்சு செய்க. 11ம் வகுப்பு வேதியியல் என்ற பெயரில் ஒரு ஜியோஜீப்ரா (Geogebra) பயிற்சி ஏட்டினை நீங்கள் காண முடியம். எளிய விகித வாய்பாடு (Empirical formula) என்று பெயரிடப்பட்டுள்ள பயிற்சி பக்கத்தினை திறக்கவும், படத்தில் காண்பது போன்று வலைப்பக்கத்தினை தாங்கள் காணலாம்.

**நிலை 2:** சோதனைக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட சேர்மத்தில் அடங்கியுள்ள தனிமங்களுக்கு உரிய வரிசை எண்ணினை, வலைப்பக்கத்தின் வலது புறத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையிலிருந்து தெரிவு செய்து, அதற்கென கொடுக்கப்பட்டுள் இடம் (1)ல் பதிவு செய்க மற்றும் தனிமங்களின் சதவீத இயைபினை தொடர்புடைய இடங்களில் (2)ல் பதிவு செய்க.

**நிலை 3:** இப்பொழுது, மோலார் நிறை ஒப்பு மோல்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் எளிய விகிதம் ஆகிய அனைத்தும் தாமாக கணக்கிடப்பட்டு, தொடர்புடைய கட்டங்களில் நிரம்பும். எளிய விகிதமானது பின்ன எண்ணாக அமைந்தால், நகர்த்தியைச் (3), சிறிய எண்ணிலிருந்து நகர்த்துவதன் மூலம் எளிய விகிதத்தினை முழு எண்ணாக மாற்றுக.

இப்பொழுது கணக்கிடப்பட்ட எளிய விகித வாய்ப்பாட்டினை (4)ல் காணலாம்.

**நிலை 4:** மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டினைக் கணக்கிட, தொடர்புடைய கட்டம் (5)ல் மோலார் நிறையினைப் பதிவு செய்க. இப்பொழுது 'n' ஆனது திரையில் (6)ல் தோன்றும், மேலும் மூலக்கூறு vvv கீழே (7)ல் தெரியும்.






Unit 1 - Sridhar.indd 39 07-01-2021 13:25:01

# அலகு 2

## அணுவின் குவாண்டம் இயக்கவியல் மாதிரி

**எர்வின் ஷ்ரோடிங்கர்**
(1887 - 1961)

அணு பற்றிய புதிய பயன் தரும் கொள்கையை உருவாக்கியமைக்காக, 1933 ஆம்ஆண்டின் இயற்பியலுக்கான நோபல்பரிசு எர்வின் ஷ்ரோடிங்கருக்கு வழங்கப்பட்டது. இவர் கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், தாவரவியல் ஆகிய பாடங்களில் ஈடுபாடு கொண்டிருந்தார். குவாண்டம் கட்டுப்பாட்டின் அடிப்படையிலான போரின் ஆர்பிட் கொள்கையானது இவருக்கு திருப்தியளிப்பதாக இல்லை. அணுநிறமாலையானது ஐகன் மதிப்பு தீர்வு காண்பது போன்ற ஒரு செயலின் மூலம் தீர்மானிக்கப்பட வேண்டியது என இவர் நம்பினார். அதனடிப்படையில் ஒரு அலைச் சமன்பாட்டினை முன்மொழிந்தார். தற்போது அச்சமன்பாடு அவரது பெயரால் ஷ்ரோடிங்கர் அலைச்சமன்பாடு என அழைக்கப்படுகிறது.

### கற்றலின் நோக்கங்கள்

**இப்பாடப் பகுதியைக் கற்றறிந்த பின்னர்**

- பல்வேறு அணுமாதிரிகளை மீட்டறிதல்
- பருப்பொருட்களின் ஈரியல்புத் தன்மையினை விளக்குதல்.
- டிபிராக்ளியின் சமன்பாட்டினை வருவித்தல் மற்றும் தொடர்புடைய எண்ணியல் கணக்குகளைத் தீர்த்தல்.
- ஹெய்சன்பர்க் நிச்சயமற்றதன்மை கோட்பாட்டை விளக்குதல் மற்றும் கணக்குகளை தீர்த்தல்.
- குவாண்டம் எண்களின் முக்கியத்துவத்தினை உணர்ந்து கொள்ளுதல்.
- குவாண்டம் இயக்கவியலின் அடிப்படையிலான அணுமாதிரியின் முக்கியக் கூறுகளைத் தொகுத்துரைத்தல்.
- பல்வேறு அணு ஆர்பிட்டால்களின் வடிவமைப்பினை வரைதல்.
- ஆஃபா தத்துவத்தினை விளக்குதல்.
- ஹூண்ட்விதி மற்றும் பௌலி தவிர்க்கைத் தத்துவத்தினை விவரித்தல்.
- அணுக்களில் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படுவதற்கு தொடர்புடைய விதிகளைப் பயன்படுத்துதல் மற்றும் பல்வேறு அணுக்களுக்கு எலக்ட்ரான் அமைப்பினை எழுதுதல்.

ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெற இயலும்.



Unit 2 - Sridhar.indd 40 07-01-2021 13:35:23

## 2.1 அணு மாதிரிகளைப் பற்றிய அறிமுகம்

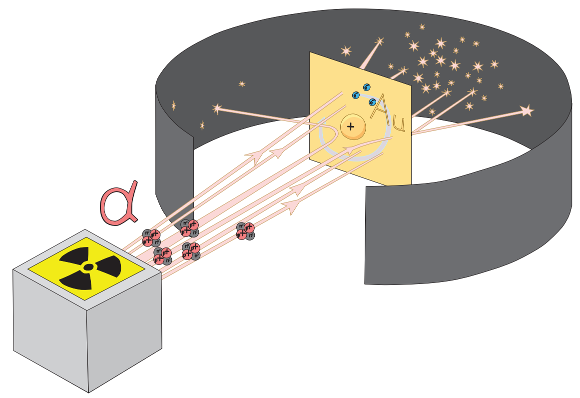
முந்தைய வகுப்புகளில் கற்றறிந்த, பல்வேறு அணுமாதிரி கோட்பாடுகளை நாம் நினைவுகூர்வோம். அனைத்துப்பொருட்களும் பருப்பொருளால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன என்பதனை நாம் அறிவோம். அனைத்து பருப்பொருட்களுக்கும் அடிப்படை அலகாக இருப்பது அணுவாகும். கிரேக்கச் சொல்லான 'a–tomio' என்ற வார்த்தைக்கு பிரிக்க முடியாது என்பது பொருள். இவ்வார்த்தையிலிருந்து அணு (atom) என்ற சொல் உருவானது. அணுத்துகள்களான புரோட்டான், எலக்ட்ரான் மற்றும் நியூட்ரான் ஆகியவை கண்டறியப்படும் வரை அணுவானது மேலும் பிரிக்க முடியாத துகள் என கருதப்பட்டு வந்தது. J.J தாம்சனின் கேதோடுகதிர் சோதனை மூலம் அணுவில் எதிர்மின் தன்மையுடைய எலக்ட்ரான் உள்ளது எனக் கண்டறியப்பட்டது. அணுவானது நேர்மின்சுமையுடைய கோளம் போன்ற அமைப்பில் உள்ளது எனவும், அக்கோளத்தில் எதிர்மின்சுமையுடைய எலக்ட்ரான்கள், தர்பூசணியில் விதைகள் பொதிந்திருப்பதைப் போல, பொதித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது என J.J.தாம்சன் தனது அணுமாதிரியினை முன்மொழிந்தார். பின்னாளில், ரூதர்ஃபோர்டின் $\alpha$– கதிர் சிதறல் ஆய்வின் முடிவுகள் தாம்சனின் அணு மாதிரி தவறானது என நிரூபித்தது.

ரூதர்போர்டு ஒரு மெல்லிய தங்கத் தகட்டின் மீது $\alpha$ –கதிர்களை விழுமாறுச் செய்தார்.

இச்சோதனையில்

i) பெரும்பாலான $\alpha$ – கதிர்கள் தங்கத் தகட்டின் வழியே ஊடுருவி சென்றன.

ii) சில $\alpha$ – கதிர்கள் சிறிய கோணத்தில் விலகல் அடைந்தன




படம். 2.1 ரூதர் போர்டின் α-கதிர் சிதறல் ஆய்வு

iii) மிகச் சில $\alpha$ – கதிர்கள் $180^{O}$ கோணத்தில் மீள் விலகலடைந்தன.

மேற்கண்டுள்ள இச்சோதனையின் உற்றுநோக்கலின் அடிப்படையில், ரூதர்போர்டு பின்வரும் அணுமாதிரியினை முன்மொழிந்தார். அணுவானது ஒரு மிகச்சிறிய நேர்மின் தன்மையுடைய அணுக்கருவினைக் கொண்டுள்ளது. இந்த அணுக்கருவினைச் சுற்றி எலக்ட்ரான்கள் அதிகவேகத்தில் சுற்றி வருகின்றன.

மின்காந்த அலைக்கோட்பாட்டின் அடிப்படையில், இயங்கும் மின்சுமையுடைய துகளானது தொடர்ச்சியாக ஆற்றலை இழந்து இறுதியில் அணுக்கருவுடன் மோதவேண்டும். இதன் விளைவாக அணுவானது அழியும் நிலைக்கு உட்படும். ஆனால் நடைமுறையில் இவ்வாறு நிகழாமல், அணுக்கள் நிலைப்புத்தன்மை பெற்று விளங்குகின்றன. மேலும் அணுக்கருவினைச் சுற்றி எலக்ட்ரான்கள் எவ்வாறு விரவியுள்ளது. என்பதனையும் எலக்ட்ரானின் ஆற்றலையும் இம்மாதிரி விளக்கவில்லை.

### 2.1.1 போர் அணுமாதிரி:

பிளாங்க் மற்றும் ஐன்ஸ்டீனின் ஆய்வுகளின் மூலம் மின்காந்த அலையின் ஆற்றலானது $h\nu$ என்ற அலகில்



Unit 2 - Sridhar.indd 41 07-01-2021 13:35:25

வரையறுக்கப்பட்ட மதிப்புகளை மட்டும் கொண்டுள்ளது என கண்டறியப்பட்டது. (இங்கு $\nu$ என்பது கதிர்வீச்சின் அதிர்வெண், h என்பது பிளாங் மாறிலி. இதன் மதிப்பு $6.626 \times 10^{-34}$ Js) பிளாங்கின் குவாண்டம் கருதுகோளினை அணுக்களின் ஆற்றலுக்கு விரிவுபடுத்தி நீல்ஸ்போர் ஹைட்ரஜன் அணுவிற்கான ஒரு புதிய அணு மாதிரியினை முன்மொழிந்தார். இந்த அணு மாதிரி பின்வரும் கருது கோள்களின் அடிப்படையில் அமைந்தது.

1. எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் வரையறுக்கப்பட்ட மதிப்புகளைப் பெற்றிருக்கும்.

2. எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவினைச் சுற்றி சில குறிப்பிட்ட ஆற்றலுடைய ஆர்பிட் எனும் வட்டப்பாதையில் மட்டும் சுற்றி வருகின்றன. இவ்வட்டப்பாதைகள் நிலை வட்டப்பாதைகள் (Stationary orbits)என அழைக்கப்படுகின்றன.

3. ஒரு குறிப்பிட்ட வட்டப்பாதையில் சுற்றி வரும் எலக்ட்ரானின் கோண உந்தமதிப்பு (mvr)ஆனது, $h/2\pi$ன் முழு எண் மடங்காக இருக்கும் அதாவது

$mvr = nh/2\pi$------------------ (2.1)

இங்கு n = 1, 2, 3. . . . முதலியன

4. எலக்ட்ரானானது ஒரு குறிப்பிட்ட நிலை வட்டப் பாதையில் சுற்றி வரும் வரையில் அதன் ஆற்றலை இழப்பதில்லை. ஆனால், ஒரு எலக்ட்ரான் உயர் ஆற்றலுடைய ($E_2$) வட்டப் பாதையிலிருந்து, தாழ்ந்த ஆற்றலுடைய ($E_1$) வட்டப் பாதைக்குத் தாவும் போது, அதிகப்படியான ஆற்றல் கதிர் வீச்சாக வெளியிடப்படுகிறது வெளியிடப்பட்ட கதிர்வீச்சின் அதிர்வெண்

$$E_2 - E_1 = h\nu$$

மற்றும்

$$\nu = \frac{(E_2 - E_1)}{h} \text{ -------- (2.2)}$$

மாறாக, தகுந்த ஆற்றல் ஒரு எலக்ட்ரானுக்குத் தரப்படும் போது, அது தாழ்ந்த ஆற்றலுடைய வட்டப் பாதையிலிருந்து, அதிக ஆற்றலுடைய வட்டப் பாதைக்குத் தாவுகின்றது. ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜனை ஒத்த (ஒரு எலக்ட்ரானைக் கொண்ட H, $He^+$ மற்றும் $Li^{2+}$ போன்றவை) அணுக்களுக்கு போர் கருதுகோளை பயன்படுத்தி, 'n' ஆவது வட்டப் பாதையில் சுற்றி வரும் எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் மற்றும் அவ்வட்டப்பாதையின் ஆரம் ஆகியவற்றை வருவித்ததன் முடிவுகள் பின்வருமாறு

$$r_n = \frac{(0.529)n^2}{Z} \text{Å} \text{ --------------- (2.3)}$$

$$E_n = \frac{(-13.6)\,Z^2}{n^2} \text{eV atom}^{-1} \text{ --------(2.4)}$$

(அல்லது)

$$E_n = \frac{(-1312.8)\,Z^2}{n^2} \text{kJ mol}^{-1} \text{ --------(2.5)}$$

$r_n$ மற்றும் $E_n$ மதிப்புகளை வருவிக்கும் முறையினை, 12ஆம் வகுப்பில் அணு இயற்பியல் பாடத்தில் விரிவாக கற்கலாம்.

### 2.1.2. போர் அணு மாதிரியின் வரம்புகள்

(i) ஹைட்ரஜன், $Li^{2+}$ போன்ற ஒற்றை எலக்ட்ரான்களைக் கொண்ட இனங்களுக்கு மட்டுமே இக்கொள்கையினைப் பயன்படுத்த இயலும். பல எலக்ட்ரான்களைக் கொண்ட அணுக்களுக்கு இக்கொள்கையினைப் பயன்படுத்த இயலாது.

காந்தப்புலத்தில் நிறமாலைக் கோடுகள் பிரிகையடைதல் (சீமன் விளைவு)



Unit 2 - Sridhar.indd 42 07-01-2021 13:35:26

மற்றும் மின்புலத்தில் நிறமாலைக்கோடுகள் பிரிகையடைதல் (ஸ்டார்க் விளைவு) ஆகியவற்றை இக்கொள்கை விளக்கவில்லை.

அணுக்கருவினைச் சுற்றி எலக்ட்ரான்கள் அவற்றின் கோண உந்தத்தின் (mvr) மதிப்பு nh/2πக்கு சமமாக இருக்குமாறு உள்ள சில குறிப்பிட்ட வட்டப்பாதைகளில் மட்டுமே சுழல்வதற்கு அடிப்படையாக அமையும் காரணத்தினை போர் கொள்கையால் விளக்க இயலவில்லை. லூயிஸ் டீபிராக்ளி என்பவர் இதற்கான தர்க்கரீதியான விளக்கத்தினை அளித்தார்.

## 2.2. பருப்பொருட்களின் ஈரியல்புத் தன்மை துகள் மற்றும் அலைத் தன்மை

ஒளியானது ஈரியல்புத் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளது என ஐன்ஸ்டீன் முன்மொழிந்தார். அதாவது ஒளி போட்டான்களானவை, துகள் மற்றும் அலை ஆகிய இரண்டின் தன்மையினையும் கொண்டுள்ளது. லூயிஸ் டீபிராக்ளி மேற்கண்டுள்ள கருத்தினை விரிவுபடுத்தி, அனைத்து பருப் பொருட்களும் ஈரியல்புத் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன என முன்மொழிந்தார். இத்தொடர்பினை அளவிட, பருப்பொருள் அலையின், அலை நீளத்தைக் கண்டறிவதற்கான சமன்பாட்டினை டிபிராக்ளி வருவித்தார். ஆற்றலின் துகள் வடிவத்தை குறிப்பிடும் ($mc^2$) மற்றும் அலை வடிவத்தைக் குறிப்பிடும் ($h\nu$) ஆகிய பின்வரும் இருசமன்பாடுகளையும் இணைத்தார்.

(i) பிளாங்கின் குவாண்டம் கருது கோளின்படி,

$$E = h\nu \quad \text{--------} \ (2.6)$$

(ii) ஐன்ஸ்டீனின் நிறை ஆற்றல் சமன்பாட்டின்படி

$$E = mc^2 \quad \text{---------}(2.7)$$

(2.6) மற்றும் (2.7) லிருந்து

$$h\nu = mc^2$$

$$hc/\lambda = mc^2$$

$$\lambda = h / mc \ \text{------------}(2.8)$$

சமன்பாடு (2.8), ஆனது mc என்ற உந்த மதிப்பை பெற்றுள்ள போட்டானின் அலை நீளத்தைக் குறிப்பிடுகிறது.

'm' நிறையுடைய, 'v' திசைவேகத்தில், இயங்கும், பருப்பொருள் துகள் ஒன்றிற்கு சமன்பாடு (2.8) ஐ பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\lambda = h / mv \ \text{------------} \ (2.9)$$

இச் சமன்பாடு, ஒளியின் திசைவேகத்தைக் காட்டிலும் மிககுறைவான வேகத்தில் இயங்கும் துகள்களுக்கு மட்டுமே பொருந்தும். மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டிலிருந்து, இயங்கும் துகள் ஒன்றினை அலையாக கருத முடியும் எனவும், அந்த அலையானது துகளுக்குரிய பண்பினை (அதாவது உந்தம்) பெற்றுள்ளது என்பதையும் அறியலாம். அதிக நேர்கோட்டு உந்த (mv) மதிப்பைப் பெற்றுள்ள துகள் ஒன்றின் அலைநீளம் மிகக்குறைவான மதிப்பினையுடையது என்பதால் அதனை கண்டுணர இயலாது. எலக்ட்ரானைப் போன்ற நுண்துகளுக்கு, அதன் நிறை $10^{-31}$ kg என்ற அளவில் அமைவதால், அதன் உருவளவைக் காட்டிலும் அலை நீளம், மிக அதிக மதிப்புடையது எனவே இத்தகைய நேர்வுகளில் அலைப் பண்பு முக்கியத்துவம் பெறுகிறது.

பின்வரும் இரு நேர்வுகளில் டிபிராக்ளி அலை நீளத்தினை கணக்கிடுவதன் மூலம் இதனை நாம் புரிந்து கொள்ளலாம்.

(i) 10 $ms^{-1}$ திசைவேகத்தில் இயங்கும் 6.626 kg நிறையுடைய இரும்புபந்து

(ii) 72.73 $ms^{-1}$ வேகத்தில் இயங்கும் ஒரு எலக்ட்ரான்

$$\lambda_{\text{இரும்புப் பந்து}} = h/mv$$

$$= \frac{6.626 \times 10^{-34}\, kgm^2s^{-1}}{6.626\, kg \times 10\, ms^{-1}} = 1 \times 10^{-35}\, m$$

$$\lambda_{\text{எலக்ட்ரான்}} = h/mv$$

$$= \frac{6.626 \times 10^{-34}\, kgm^2s^{-1}}{9.11 \times 10^{-31}\, kg \times 72.73\, ms^{-1}}$$

$$= \frac{6.626}{662.6} \times 10^{-3}\, m = 1 \times 10^{-5} m$$

எலக்ட்ரானுக்கு டி–பிராக்ளி அலைநீளம் முக்கியத்துவம் உடையது, மேலும் அளவிடக்கூடியது ஆனால் இரும்பு பந்திற்கு இம்மதிப்பு மிகக்குறைவாக இருப்பதால் புறக்கணிக்கத்தக்கது.

**தன்மதிப்பீடு**

1 keV அழுத்த வேறுபாட்டால் அமைதி நிலையிலிருந்து முடுக்குவிக்கப்பட்ட ஒரு எலக்ட்ரானின் டி–பிராக்ளி அலை நீளத்தினைக் கணக்கிடுக.

### 2.2.1. கோண உந்தத்தை குவாண்டமாக்கல் மற்றும் டி பிராக்ளி கொள்கை

டி பிராக்ளி கொள்கைப்படி, அணுக்கருவினை சுற்றி வரும் எலக்ட்ரானானது, துகள் மற்றும் அலை ஆகிய இரண்டின் பண்புகளையும் பெற்றுள்ளது. எலக்ட்ரான் அலையானது தொடர்ச்சியாக அமைய வேண்டுமெனில், எலக்ட்ரான் சுற்றி வரும் வட்டப்பாதையின் சுற்றளவானது, அதன் அலை நீளத்தின் முழுஎண் மடங்காக இருக்க வேண்டும். அவ்வாறு இல்லாத நிலையில் எலக்ட்ரான் அலையானது தொடர்ச்சியற்றதாக இருக்கும்.

வட்டப்பாதையின் (orbit) சுற்றளவு $= n\lambda$

$$2\pi r = n\lambda \text{ ------------(2.10)}$$

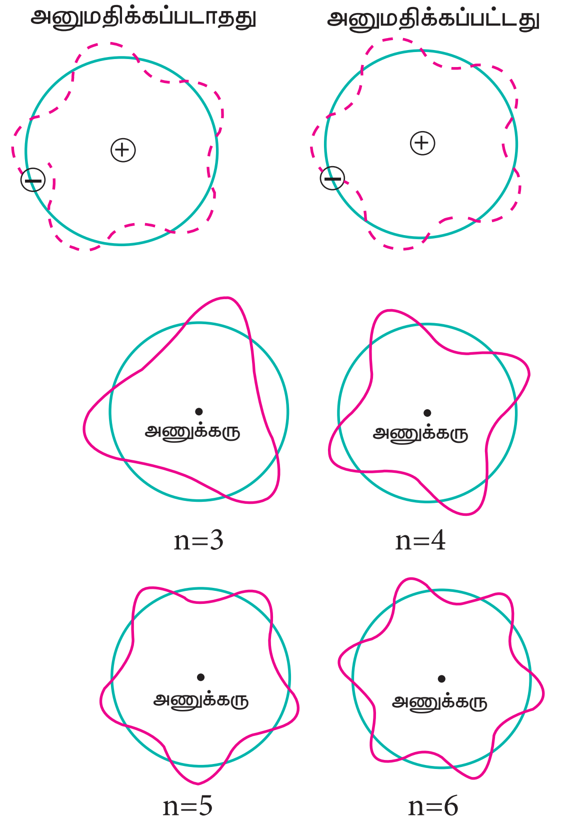
$$2\pi r = nh/mv$$

மாற்றியமைக்க,

$$mvr = nh/2\pi \text{ ----------(2.11)}$$

கோணஉந்தம் $= nh/2\pi$

மேற்கண்டுள்ள சமன்பாடு போர் என்பவரால் ஏற்கெனவே யூகித்தறியப்பட்ட ஒன்றாகும். எனவே போர் கொள்கையும், டிபிராக்ளி கொள்கையும் ஒன்றுக்கொன்று உடன்படுகின்றன.




**படம் 2.2 – அனுமதிக்கப்பட்ட போரின் வட்டப்பாதையில் எலக்ட்ரானின் அலைத்தன்மை.**

### டேவிசன் மற்றும் ஜெர்மரின்சோதனை

எலக்ட்ரானின்அலைத்தன்மையானது, டேவிசன் மற்றும் ஜெர்மரால் சோதனை



Unit 2 - Sridhar.indd 44 07-01-2021 13:35:26

மூலம் உறுதிபடுத்தப்பட்டது. இவர்கள், **நிக்கல்** படிகத்தின் மீது முடுக்குவிக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்களை விழச்செய்து விளிம்பு விளைவினை பதிவு செய்தனர். இவ்வாறு பதிவு செய்யப்பட்ட விளிம்பு விளைவு அமைப்பானது X–கதிரின் விளிம்புவிளைவு அமைப்பினை ஒத்திருந்தது.

எலக்ட்ரான் அலைத்தன்மை உடையது என்ற கண்டுபிடிப்பானது, எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி, குறைந்த ஆற்றல் எலக்ட்ரான் விளிம்புவிளைவு உள்ளிட்ட பல்வேறு சோதனை நுட்பங்களை உருவாக்குவதற்கு காரணமாக அமைந்தது.

## 2.3 ஹெய்சன்பர்க்கின் நிச்சயமற்றத் தன்மை கோட்பாடு

பருப்பொருட்களின் ஈரியல்புத் தன்மையானது, நுண்துகள் ஒன்றின் நிலை மற்றும் உந்தத்தை ஒரே நேரத்தில் கண்டறிவதில் வரம்பினை ஏற்படுத்துகிறது. இதனடிப்படையில், ஹெய்சன்பர்க் தனது நிச்சயமற்றத் தன்மைக் கோட்பாட்டினை உருவாக்கினார். இக்கோட்பாட்டின் படி நுண்துகள் ஒன்றின் நிலை மற்றும் உந்தம் ஆகிய இரண்டினையும் ஒரே நேரத்தில், மிகத் துல்லியமாகக் கண்டறிய இயலாது. அவைகளை அளவிடுவதில் ஏற்படும் நிச்சயமற்றத் தன்மையின் (பிழை) பெருக்குத் தொகையினை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\Delta x . \Delta p \geq h/4\pi \text{ -------- } (2.11)$$

இங்கு $\Delta x$ மற்றும் $\Delta p$ ஆகியவை முறையே நிலை மற்றும் உந்தம் ஆகியவற்றினை அளவிடுவதில் உள்ள நிச்சயமற்றத் தன்மைகளாகும்.

எலக்ட்ரானைப் போன்ற நுண்துகளிற்கு, நிச்சயமற்றக் கொள்கை முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். அதிக நிறையுடைய பெரிய துகளிற்கு இதன் விளைவு புறக்கணிக்கத் தக்கதாகும்.

ஹைட்ரஜன் அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரான் ஒன்றின் திசைவேகத்தினை அளவிடுவதில் ஏற்படும் நிச்சயமற்றத் தன்மையினை கணக்கிடுவதன் மூலம் இதனை நாம் புரிந்து கொள்ளலாம். முதல் வட்டப்பாதையில் போர் அணு ஆரம் 0.529 Å. இந்த வட்டப் பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரானின் நிலையினை அவ்வட்டப்பாதை ஆரத்தில் 0.5% துல்லியமாக, கண்டறிய இயலும் எனக் கருது**வோம்**.

நிலையை அளவிடுவதில் உள்ள நிச்சயமற்றத் தன்மை

$$= \frac{0.5\,\%}{100\,\%} \text{ x } 0.529 \text{ A}$$

$$= \frac{0.5}{100} \text{ x } 0.529 \text{ x } 10^{-10} \text{ m}$$

$$\Delta x = 2.645 \text{ x } 10^{-13} \text{ m}$$

ஹெய்சன்பர்க்கின் நிச்சயமற்றத் தன்மை கோட்பாட்டின் படி

$$\Delta x . \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta x . (m . \Delta v) \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta x . \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta x . (m . \Delta v) \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta v \geq \frac{h}{4\pi . m . \Delta x}$$

$$\Delta v \geq \frac{6.626 \text{ x } 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{s}^{-1}}{4 \text{x } 3.14 \text{ x } 9.11 \text{ x} 10^{-31} \text{ kg x } 2.645 \text{ x } 10^{-13} \text{ m}}$$

$$\Delta v \geq 2.189 \text{ x } 10^{8} \text{ ms}^{-1}$$

எனவே, திசைவேகத்தில் ஏற்படும் நிச்சயமற்றத் தன்மை, ஒளியின் திசைவேகத்தோடு ஒப்பிடத்தக்க வகையில் உள்ளது. இவ்வாறு நிச்சயமற்றத் தன்மை அதிகமாக உள்ள நிலையில் அதன் மிகச்சரியான திசைவேகத்தினை கண்டறிவது கடினமாகும்.

### தன் மதிப்பீடு

2. ஒரு எலக்ட்ரானின் திசை வேகத்தை அளவிடுவதில் நிச்சயமற்றத் தன்மை $5.7 \times 10^5$ ms$^{-1}$. எனில் அதன் நிலையில் காணப்படும் நிச்சயமற்றத் தன்மையைக் கணக்கிடுக.



Unit 2 - Sridhar.indd 45 07-01-2021 13:35:26

## 2.4 அணுவின் குவாண்டம் இயக்கவியல் மாதிரி – ஷ்ரோடிங்கர் சமன்பாடு

நமது அன்றாட வாழ்வில் நாம் எதிர்கொள்ளும் பொருட்களின் இயக்கத்தினை, நியூட்டனின் விதிகளின் அடிப்படையில் அமைந்த மரபு இயக்கவியற் கொள்கையின் அடிப்படையில் நன்கு விளக்கலாம். இக் கொள்கையின்படி, ஒரு துகளின் இயற்நிலையானது அத்துகளின் நிலை மற்றும் உந்தம் ஆகியவற்றால் வரையறுக்கப்படுகின்றது. ஒரு அமைப்பின் இவ்விரு பண்புகளும் நமக்குத் தெரித்திருக்குமேயானால், அந்த அமைப்பின் மீது செயல்படும் விசையின் அடிப்படையில், மரபு இயக்கவியற் கொள்கையினைப் பயன்படுத்தி அந்த அமைப்பின் எதிர்கால நிலையினை நாம் ஊகித்து அறிய முடியும். எனினும், ஹெய்சன் பர்க்கின் நிச்சயமற்றக் கோட்பாட்டின்படி, எலக்ட்ரானைப் போன்ற நுண்துகளுக்கு நிலை மற்றும் உந்தம் ஆகிய இரு பண்புகளையும் ஒரேநேரத்தில், துல்லியமாகக் கண்டறிய இயலாது. மேலும் மரபு இயக்கவியற் கொள்கையானது பருப்பொருட்களின் ஈரியல்புத் தன்மையினைக் கருத்திற் கொள்ளவில்லை. ஆனால் நுண்துகளுக்கு ஈரியல்புத் தன்மை முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். எனவே மேற்கண்டுள்ள காரணங்களால் மரபு இயக்கவியற் கொள்கையால் நுண்துகள்களின் இயக்கத்தினை சரிவர விளக்க இயலவில்லை.

ஹெய்சன்பர்க்கின் நிச்சயமற்றக் கொள்கை மற்றும் நுண்துகளின் ஈரியல்புத் தன்மை ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டு, குவாண்டம் இயக்கவியல் என்ற ஒரு புதிய இயக்கவியல் உருவாக்கப்பட்டது.

எர்வின் ஷ்ரோடிங்கர் எலக்ட்ரானின் அலைப்பண்பினை, ஒரு வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டின் அடிப்படையில் குறிப்பிட்டார். எலக்ட்ரான் இயங்கக்கூடிய விசையின் புலத்தினை பொறுத்து புறவெளியில் அலைச் சார்பில் ஏற்படும் மாறுபாட்டினை இச்சமன்பாடு தீர்மானிக்கிறது. காலத்தினை சார்ந்து அமையாத ஷ்ரோடிங்கர் அலைச் சமன்பாட்டினை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\hat{H}\Psi = E\Psi \text{ -------- } (2.12)$$

இங்கு $\hat{H}$ என்பது ஹாமில்டோனியன் செயலி. $\Psi$ என்பது அலைச்சார்பு. இது துகளின் நிலை அச்சுகளின் சார்பாகும். இது $\psi$ (x, y, z) எனகுறிப்பிடப்படுகிறது. E என்பது அமைப்பின் ஆற்றலாகும்.

$$\hat{H} = \left[\frac{-h^2}{8\pi^2 m}\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}\right) + V\right]$$

(2.12) ஐ பின்வருமாறு எழுதலாம்

$$\left[\frac{-h^2}{8\pi^2 m}\left(\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}\right) + V\psi\right] = E\psi$$

$\frac{-8\pi^2 m}{h^2}$ ஆல் பெருக்கி, மாற்றியமைக்க

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E - V)\psi = 0 \text{ ------- } (2.13)$$

மேற்கண்டுள்ள ஷ்ரோடிங்கர் அலைச்சமன்பாட்டில், காலம்(t) ஒரு சார்பாக இடம் பெறவில்லை. மேலும் இச்சமன்பாடு காலத்தைப் பொருத்து அமையாத ஷ்ரோடிங்கரின் அலைச்சமன்பாடு என அழைக்கப்படுகிறது. மொத்த ஆற்றலின்(E) குறிப்பிட்ட மதிப்புகளுக்கு மட்டுமே இச்சமன்பாட்டிற்கு தீர்வுகாண இயலும். அதாவது அமைப்பின் ஆற்றலானது வரையறுக்கப்பட்ட மதிப்புகளை மட்டும் பெற்றிருக்கும். அனுமதிக்கப்பட்ட மொத்த ஆற்றலின் (E) மதிப்புகள் ஐகன் மதிப்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஐகன் மதிப்புகளுக்கு இணையான அலைச்சார்புகள் ($\psi$), அணு ஆர்பிட்டால்களைக் குறிப்பிடுகின்றன.

### 2.4.1. அணுவின் குவாண்டம் இயக்கவியல் மாதிரியின் முக்கியக்கூறுகள்

1. அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் குறிப்பிட்ட வரையறுக்கப்பட்ட மதிப்புகளை மட்டுமே பெற்றிருக்கும்.

2. எலக்ட்ரான்களின் அலையினை ஒத்த பண்பின் ஒரு நேரடியான விளைவாக, வரையறுக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான் ஆற்றல் மட்டங்கள் காணப்படுகின்றன. ஷ்ரோடிங்கர் அலைச் சமன்பாட்டின் தீர்வுகள், அனுமதிக்கப்பட்ட ஆற்றல் மட்டங்களைத் (Orbits) தருகிறது.

3. ஹெய்சன்பர்க்கின் நிச்சயமற்றக் கோட்பாட்டின் படி, எலக்ட்ரான் ஒன்றின் துல்லியமான நிலை மற்றும் உந்தத்தினை மிகதுல்லியமாகக் கண்டறிய இயலாது. இதன் விளைவாக, ஆர்பிட்டால் கொள்கையினை குவாண்டம் இயக்கவியல் அறிமுகப்படுத்தியது. **ஆர்பிட்டால் என்பது எலக்ட்ரான்களை காண்பதற்கு அதிகப்பட்ச நிகழ்தகவினைப் பெற்றுள்ள ஒரு முப்பரிமான வெளி ஆகும்.**

4. ஒரு அணுவின் அனுமதிக்கப்பட்ட ஆற்றல் மதிப்புகளுக்கான ஷ்ரோடிங்கர் அலைச் சமன்பாட்டின் தீர்வானது அலைச்சார்பு $\psi$, ஐத் தருகிறது. இது அணு ஆர்பிட்டாலைக் குறிப்பிடுகிறது. அலைச் சார்பு $\psi$, ஐப் பயன்படுத்தி ஒரு ஆர்பிட்டாலில் காணப்படும் எலக்ட்ரானின் அலைப் பண்பினை நன்கு வரையறுக்க இயலும்.

5. அலைச்சார்பு $\psi$, க்கு என இயற் முக்கியத்துவம் ஏதும் இல்லை. எனினும் (x,y,z) புள்ளியைச் சுற்றி அமைந்துள்ள ஒரு சிறு கனஅளவு dxdydzல் எலக்ட்ரானைக் காண்பதற்கான நிகழ்தகவானது, $|\psi(x,y,z)|^2 dxdydz$ க்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். $|\psi(x,y,z)|^2$ என்பது நிகழ் தகவு அடர்த்தி என அறியப்படுகிறது. இது எப்போதும் நேர் குறி மதிப்பினைப் பெற்றிருக்கும்.

## 2.5. குவாண்டம் எண்கள்

அணுவில் உள்ள ஒரு எலக்ட்ரானை நான்கு குவாண்டம் எண்கள் அடங்கிய தொகுப்பின் மூலம் வரையறுக்க இயலும். அவையாவன முதன்மைக் குவாண்டம் எண் (n), கோண உந்த குவாண்டம் எண் (l), காந்த குவாண்டம் எண் (m) மற்றும் தற்சுழற்சி குவாண்டம் எண் (s). அலைச்சார்பு $\psi$-க்கு ஷ்ரோடிங்கர் அலைச் சமன்பாட்டிற்கு தீர்வு காணும் போது பெறப்படும் தீர்வானது முதல் மூன்று குவாண்டம் எண்களைக் (n,l மற்றும் m) கொண்டிருக்கும். நான்காவது குவாண்டம் எண்ணானது எலக்ட்ரானின் தற்சுழற்சியின் காரணமாக அமைகிறது. எனினும், ஒரு பொருள் தனக்குத் தானே சுழல்வது என்பது மரபு இயக்கவியல் கொள்கைப்படி சரியானது அல்ல.

### முதன்மைக் குவாண்டம் எண் (n)

அணுக்கருவினைச் சுற்றி எலக்ட்ரான்கள் சுழன்று வரும் ஆற்றல் மட்டத்தினை இக்குவாண்டம் எண் குறிப்பிடப்படுகிறது. இது 'n' என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

1.) முதன்மைக் குவாண்டம்எண் (n) ன் மதிப்புகள் 1, 2, 3 . . . .

n=1 என்பது K கூட்டினையும் (Shell) n=2 என்பது L கூட்டினையும் n= 3, 4, 5 என்பன முறையே M, N, O ஆகிய கூடுகளையும் குறிப்பிடுகின்றன.

2.) ஒரு குறிப்பிட்ட கூட்டில் இடம் பெறும் அதிகபட்ச எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையினை $2n^2$ என்ற வாய்பாட்டின் மூலம் பெறலாம்.

3.) 'n' ஆனது எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் மதிப்பினைத் தருகிறது.

$$E_n = \frac{(-1312.8)\,Z^2}{n^2}\ \text{kJ mol}^{-1}$$

மேலும் அணுக்கருவிலிருந்து எலக்ட்ரான் அமைந்துள்ள தூரமானது $r_n = \frac{(0.529)n^2}{Z}$ Å என்ற சமன்பாட்டால் தரப்படுகிறது.

### கோண உந்தக் குவாண்டம்எண் ( $l$ )

1) இது '$l$' என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இது பூஜ்யம் முதல் (n–1) வரையிலான மதிப்புகளைப் பெறுகிறது. இங்கு n என்பது முதன்மைக் குவாண்டம் எண்ணைக் குறிப்பிடுகிறது.

2) ஒவ்வொரு $l$ மதிப்பும் ஒரு துணைக்கூட்டினைக் (sub– shell or orbital) குறிப்பிடுகிறது. $l$ = 0, 1, 2, 3 மற்றும் 4 ஆகியன முறையே s, p, d, f மற்றும் g ஆர்பிட்டால்களைக் குறிப்பிடுகின்றன.

3) ஒரு துணைக் கூட்டில் (ஆர்பிட்டாலில்) இடம் பெறும் அதிகபட்ச எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையினை 2(2$l$+1) என்ற வாய்பாட்டினைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடலாம்.

4) ஆர்பிட்டால் கோண உந்தத்தினை கணக்கிட இக்குவாண்டம் எண் பயன்படுகிறது.

ஆர்பிட்டால் கோண உந்தம் = $\sqrt{l(l+1)}\,\frac{h}{2\pi}$ ----(2.14)

### காந்தக் குவாண்டம் எண் ($m_l$)

1) இது '$m_l$' என்ற குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது. இக்குவாண்டம் எண் $-l$ முதல் பூஜ்ஜியத்தினை உள்ளடக்கி $+l$ வரையிலான முழுக்களின் மதிப்பினைப் பெறுகிறது. $l$=1 எனில் m = -1, 0, +1

2) ஒருகுறிப்பிட்ட '$l$' மதிப்பிற்கு உரிய 'm'–ன் வெவ்வேறு மதிப்புகளானது, முப்பரிமாண வெளியில் ஆர்பிட்டால்களின் திசையமைப்பினைக் குறிப்பிடுகிறது.

3) காந்தப்புலத்தில் நிறமாலை வரிகள் பிரியும் நிகழ்வான சீமன்விளைவு, இக்குவாண்டம் எண்ணிற்கான ஆய்வு அடிப்படையிலான ஒரு நிரூபனமாகும்.

4) குவாண்டம் எண் '$l$' ஆனது கோண உந்தத்தின் எண் மதிப்பினைத் தரும் நிலையில், காந்தக் குவாண்டம்எண் ($m_l$) அதன் திசையினைத் தருகிறது.

### தற்சுழற்சிக் குவாண்டம் எண் ($m_s$)

1) இக்குவாண்டம் எண் எலக்ட்ரான்களின் தற்சுழற்சியினைக் குறிப்பிடுகிறது. இது '$m_s$' என்ற குறியீட்டால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

2) எலக்ட்ரானானது அணுவின் அணுக்கருவினை சுற்றிவருவதோடு இல்லாமல் தனக்குத்தானே சுழன்று வருகிறது. இதனை, எலக்ட்ரானது தனது சுய அச்சில் தனக்குத்தானே கடிகாரமுள் சுழலும் திசையிலேயோ அல்லது அதற்கு எதிர் திசையிலேயோ சுழல்கிறது எனக் குறிப்பிடுவது வழக்கம். இதனை காட்சிப் படுத்தல் உண்மையல்ல எனினும் தற்சுழற்சியினை, காந்தப் புலத்தில் உணரப்படும் ஒரு பண்பினைக் குறிப்பிடுவதாக நம்மால் புரிந்து கொள்ளமுடியும்.

3) கடிகார முள் சுழலும் திசை அல்லது கடிகார முள் சுழலுவதற்கு எதிர்திசையில் எலக்ட்ரான்களின் தற் சுழற்சியினைப் பொறுத்து, அதிகபட்சமாக இரு மதிப்புகளை இக்குவாண்டம் பெற வாய்ப்புள்ளது

4) $m_s$ன் மதிப்புகள் +1/2 மற்றும் –1/2 ஆகும்.

## அட்டவணை 2.1 குவாண்டம் எண்கள் மற்றும் அவற்றின் முக்கியத்துவம்

| கூடு | முதன்மைக் குவாண்டம எண் (n) | ஒரு கூட்டில் காணப்படும் அதிகபட்ச எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை ($2n^2$) | கோண உந்தக் குவாண்டம் எண் $l = 0, 1 \ldots (n-1)$ | ஒரு ஆர்பிட்டாலில் காணப்படும் அதிகபட்ச எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை $2(2l+1)$ | காந்தக் குவாண்டம் எண் (m) ஆர்பிட்டாலின் வெவ்வேறு திசையமைப்புகள் | ஒரு கூட்டில் உள்ள ஆர்பிட்டாலின் குறியீடு |
|---|---|---|---|---|---|---|
| K | 1 | $2(1)^2 = 2$ | 0 | $2[2(0)+1] = 2$ | 0 | 1s |
| L | 2 | $2(2)^2 = 8$ | 0 | 2 | 0 | 2s |
| | | | 1 | $2[2(1)+1] = 6$ | -1, 0, +1 | $2p_y$, $2p_z$, $2p_x$ |
| M | 3 | $2(3)^2 = 18$ | 0 | 2 | 0 | 3s |
| | | | 1 | 6 | -1, 0, +1 | $3p_y$, $3p_z$, $3p_x$, |
| | | | 2 | $2[2(2)+1] = 10$ | -2, -1, 0, +1, +2 | $3d_{x^2-y^2}$, $3d_{yz}$, $3d_{z^2}$, $3d_{zx}$, $3d_{xy}$ |
| N | 4 | $2(4)^2 = 32$ | 0 | 2 | 0 | 4s |
| | | | 1 | 6 | -1, 0, +1 | $4p_y$, $4p_z$, $4p_x$ |
| | | | 2 | 10 | -2, -1, 0, +1, +2 | $4d_{x^2-y^2}$, $4d_{xy}$, $4d_{z^2}$, $4d_{yz}$, $4d_{zx}$ |
| | | | 3 | $2[2(3)+1] = 14$ | -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3 | $f_{y(3x^2-y^2)}$, $f_{z(x^2-y^2)}$, $f_{yz^2}$, $f_{z^3}$, $f_{xz^2}$, $f_{xyz}$, $f_{x(x^2-3y^2)}$, |

$P_x$, $d_{z^2}$, $f_{xyz}$ என்பன போன்ற ஆர்பிட்டால்களை குறிக்கப் பயன்படும் (x, $z^2$, xyz ) போன்ற அடையாளங்களானது, குறிப்பிட்ட 'm' மதிப்புடன் தொடர்புடையவை அல்ல.

**தன் மதிப்பீடு**

3) 4வது ஆற்றல் மட்டத்தில் (n=4) எத்தனை ஆர்பிட்டால்கள் இருப்பதற்கு வாய்ப்பு உள்ளது?



Unit 2 - Sridhar.indd 49 07-01-2021 13:35:27

### 2.5.1.ஆர்பிட்டால்களின் வடிவங்கள்

ஷ்ரோடிங்கர் அலைச் சமன்பாட்டின் தீர்வுகள் ஐகன் மதிப்புகள் என்றழைக்கப்படும். அனுமதிக்கப்பட்ட ஆற்றல் மதிப்புகளைத் தருகின்றன. ஐகன் மதிப்போடு தொடர்புடைய ஐகன் சார்புகள் அணு ஆர்பிட்டால்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஹைட்ரஜனை ஒத்த ஒரு எலக்ட்ரான் அமைப்பிற்கான ஷ்ரோடிங்கர் அலைச் சமன்பட்டின் தீர்வை (Ψ) கோளக துருவ ஆய அச்சில் (r, θ, φ) (spherical polar co–ordinates).பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\Psi\ (r, \theta, \varphi) = R(r).f(\theta).g(\varphi) \text{ ------ } (2.15)$$

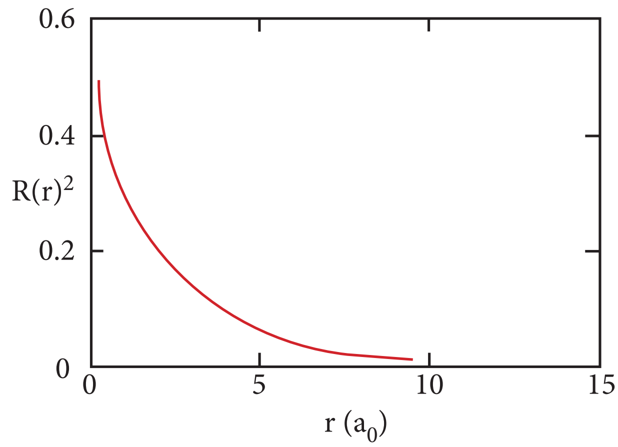
இங்கு R(r) என்பது ஆர அலைச் சார்பு (Radial wave function) என அழைக்கப்படுகிறது. மற்ற இருசார்புகளும் கோண அலைச் சார்புகள் (angular wave function) என அழைக்கப்படுகின்றன.

Ψ க்கு என இயற் முக்கியத்துவம் ஏதும் இல்லை எனவும், அலைச் சார்பின் இருமடி $|\Psi|^2$ ஆனது புறவெளியில் (space) கொடுக்கப்பட்ட கனஅளவிற்குள் எலக்ட்ரானை காண்பதற்கான நிகழ்தகவோடு தொடர்புடையது எனவும் நாம் அறிவோம்.

அணுக்கருவிலிருந்து உள்ள, தொலைவினைப் பொருத்து $|\Psi|^2$ மதிப்பானது எவ்வாறு மாறுபடுகிறது – (நிகழ்தகவின் ஆரபங்கீடு–Radial distribution of the probability) என்பதனையும் அணுக்கருவிலிருந்து திசையினைப் பொருத்து (நிகழ்தகவின் கோணப்பங்கீடு – angular distribution of the probability $|\Psi|^2$) எவ்வாறு மாறுபடுகிறது என்பதனையும் நாம் ஆய்ந்தறிவோம்.

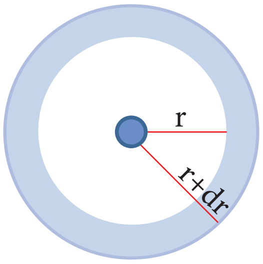
#### ஆரப் பங்கீட்டுச் சார்பு

அடிஆற்றல் நிலையில் (ground state) உள்ள ஹைட்ரஜன் அணுவின் ஒற்றை எலக்ட்ரானைக் கருதுக. இந்த எலக்ட்ரானுக்கான குவாண்டம் எண்கள் n=1 மற்றும் $l$=0 அதாவது இந்த எலக்ட்ரான் 1s ஆர்பிட்டாலில் உள்ளது. 1s ஆர்பிட்டாலுக்கான, $R(r^2)$ Vs r வரைபடம் படம் (2.3)ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.




படம் 2.3 – ஹைட்ரஜனின் 1s ஆர்பிட்டாலுக்கான $R(r^2)$ Vs r வரைபடம்

மேற்கண்டுள்ள வரைபடத்திலிருந்து ,எலக்ட்ரானுக்கும் அணுக்கருவிற்கும் இடையேயான தூரம் குறையும்போது, எலக்ட்ரானைக் காண்பதற்கான நிகழ்த்தகவும் அதிகரிக்கின்றது என அறிய முடிகிறது, r=0, எனும் போது $R(r)^2$– ன் மதிப்பானது பெருமமாகிறது . அதாவது $|\Psi|^2$ –ன் அதிக பட்ச மதிப்பானது அணுக்கருவினுள் அமைகிறது. எனினும் அணுக்கருவினைச் சுற்றி கொடுக்கப்பட்ட கோளகக் கூட்டில் எலக்ட்ரானைக் காண்பதற்கான நிகழ்தகவே முக்கியமானதாகும். r மற்றும் r+dr. ஆகிய ஆரங்களுடைய இரு ஒரு மைய கோளங்களுக்கு இடைப்பட்ட கன அளவு (dV) – யைக் கருதுவோம்.




படம் 2.4

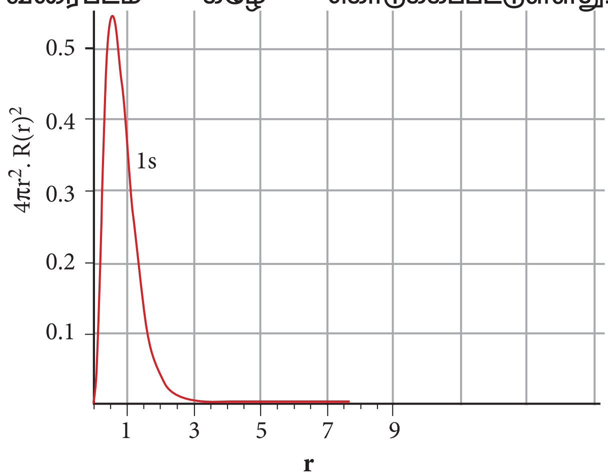
கோளத்தின் கன அளவு $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

$$\frac{dV}{dr} = \frac{4}{3}\pi(3r^2)$$

$$dV = 4\pi r^2 dr$$

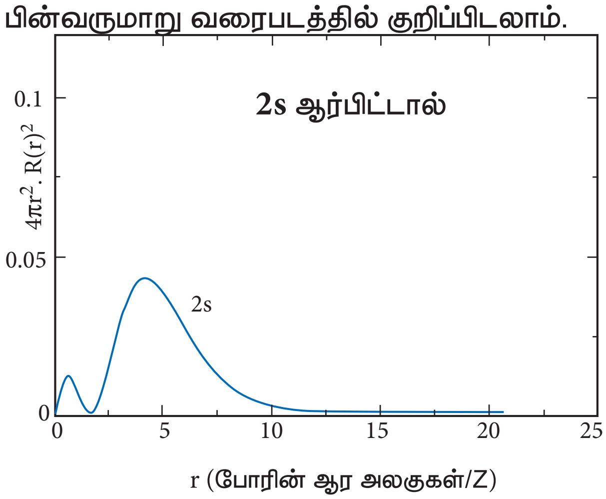
$$\Psi^2 dV = 4\pi r^2 \Psi^2 dr \text{ ---------- } (2.16)$$

r மதிப்பிற்கு எதிரான $4\pi r^2. R(r)^2$ – ன் வரைபடம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

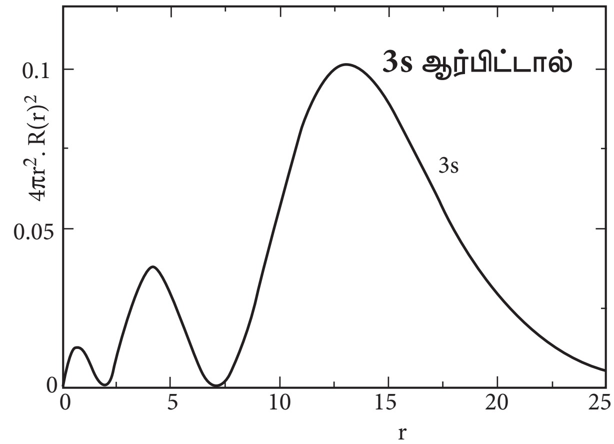



**படம் 2.5 ஹைட்ரஜனின் 1s ஆர்பிட்டாலுக்கான $4\pi r^2. R(r)^2$ Vs r - வரைபடம்**

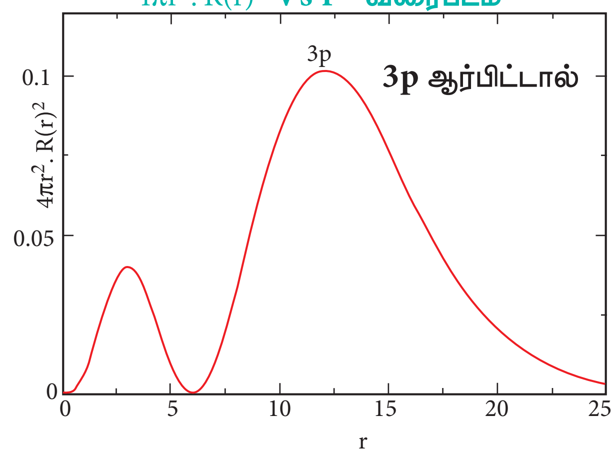
மேற்கண்டுள்ள வரைபடத்தின் மூலம் அணுக்கருவிலிருந்து 0.52Å தொலைவில் அதிகபட்ச நிகழ்த்தகவு அமைந்துள்ளது என அறிய முடிகிறது. இத்தொலைவு போர் ஆரத்திற்குச் சமம். இத்தொலைவில் அணுக்கருவினை சுற்றி, எலக்ட்ரானைக் காண்பதற்கான அதிகபட்ச நிகழ்தகவு உள்ளதை இது குறிப்பிட்டாலும், இத்தொலைவினை தவிர்த்த பிற தொலைவுகளிலும் எலக்ட்ரானை காண்பதற்கான வாய்ப்பு ( நிகழ்தகவு ) உண்டு. ஹைட்ரஜன் அணுவில் 2s, 3s, 3p மற்றும் 3d ஆர்பிட்டால்களுக்கான ஆர பகிர்வு சார்பினை பின்வருமாறு வரைபடத்தில் குறிப்பிடலாம்.



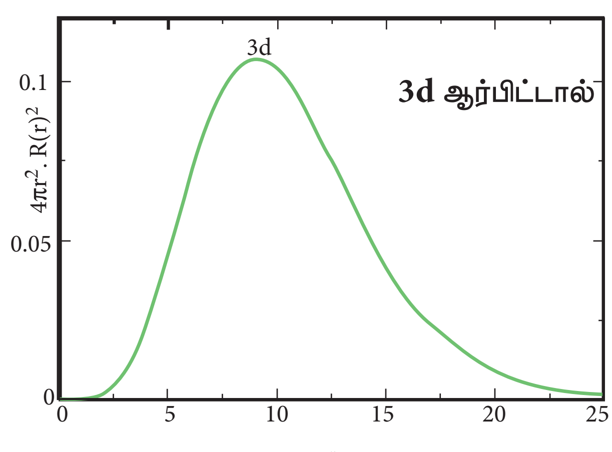

**படம் 2.6 (அ) – ஹைட்ரஜனின் 2s ஆர்பிட்டாலுக்கான $4\pi r^2. R(r)^2$ வரைபடம்**




**படம் 2.6 (ஆ) – ஹைட்ரஜனின் 3s ஆர்பிட்டாலுக்கான $4\pi r^2. R(r)^2$ Vs r - வரைபடம்**




**படம் 2.6 (இ) – ஹைட்ரஜனின் 3p ஆர்பிட்டாலுக்கான $4\pi r^2. R(r)^2$ Vs r - வரைபடம்**




**படம் 2.6 (ஈ) – ஹைட்ரஜனின் 3d ஆர்பிட்டாலுக்கான $4\pi r^2. R(r)^2$ Vs r - வரைபடம்**

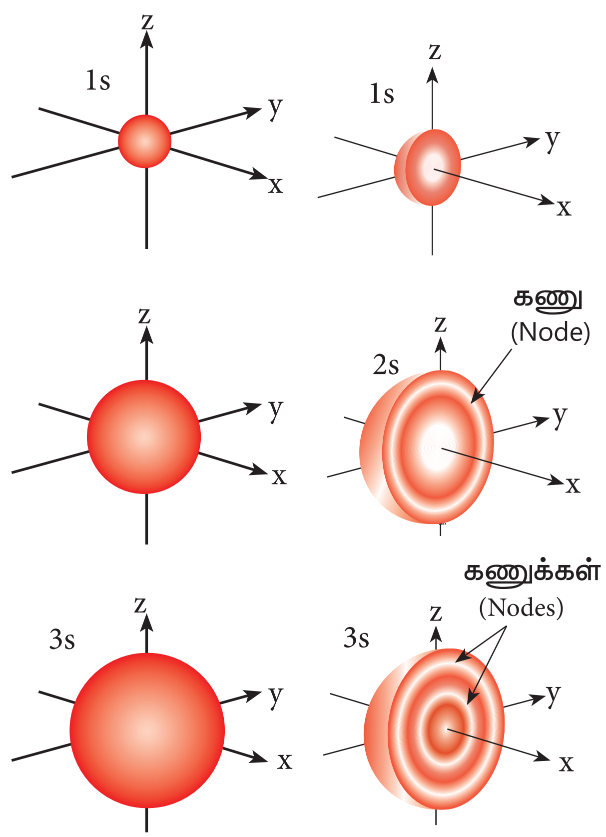


Unit 2 - Sridhar.indd 51 07-01-2021 13:35:28

2s ஆர்பிட்டாலுக்கு, அணுக்கருவிலிருந்து தொலைவு (r) அதிகரிக்கும்போது, நிகழ்தகவு அடர்த்தி முதலில் அதிகரித்து, ஒரு சிறிய பெரும மதிப்பை அடைகிறது. அதன் பின்னர் பூஜ்ஜியத்திற்கு குறைந்து மீண்டும் மற்றுமொரு பெரும மதிப்பினை அடைந்து பின் பூஜ்ய மதிப்பினையடைகிறது. **இவ்வாறு நிகழ்தகவு அடர்த்தி சார்பின் மதிப்பு எப்பகுதியில் பூஜ்யமாகிறதோ அப்பகுதி, கணு புறப்பரப்பு (nodal surface) அல்லது ஆரக்கணு (radial node) என அழைக்கப்படுகிறது.** பொதுவாக, ns–ஆர்பிட்டாலானது (n–1) கணுக்களைப் பெற்றுள்ளன என கண்டறியப்பட்டுள்ளது. அதாவது 2s ஆர்பிட்டால் ஒரு கணுவையும், 3s ஆர்பிட்டால் இரு கணுக்களையும் கொண்டுள்ளது. இது பிற ஆர்பிட்டால்களுக்கும் பொருந்தும். 3p மற்றும் 3d ஆர்பிட்டால்களுக்கான, $4\pi r^2 R(r)^2$ன் வரைபடமானது, இதனைப் போலவே உள்ளது. ஆனால் இந்நேர்வில் ஆர கணுக்களின் எண்ணிக்கை $(\mathbf{n}\text{-}l\text{-}\mathbf{1})$ க்குச் சமம். இங்கு 'n' என்பது முதன்மைக் குவாண்டம் எண்ணையும், $l$ என்பது கோண உந்த குவாண்டம் எண்ணையும் குறிப்பிடுகின்றது.

### கோணப் பகிர்வு சார்பு (Angular distribution function)

அணுக்கருவை மையத்தில் கொண்டுள்ள ஒரு கோளத்தில் உள்ள, எலக்ட்ரானைக் கண்டறியும் நிகழ்தகவில் ஏற்படும் மாறுபாடு ஆனது கோண உந்தக் குவாண்டம் எண்ணை பொருத்து அமைகிறது. 1s ஆர்பிட்டாலுக்கு $l=0$ மற்றும் $m=0$. மேலும் $f(\theta)=1/\sqrt{2}$ மற்றும் $g(\varphi)=1/\sqrt{2\pi}$ எனவே, கோண பகிர்வு சார்பு $f(\theta)$. $g(\varphi)$ ஆனது $1/2\sqrt{\pi}$-க்குச் சமம். இது கோணம் $\theta$ மற்றும் $\varphi$- ஐச் சார்ந்து அமைவதில்லை. எனவே, எலக்ட்ரானைக் காண்பதற்கான நிகழ்தகவு அணுக்கருவிலிருந்து உள்ள திசையினைப் பொருத்து அமைவதில்லை. எனவே S ஆர்பிட்டாலின் வடிவம் படம் 2.7ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளவாறு ஒரு சீர்மைக் கோளமாகும்.



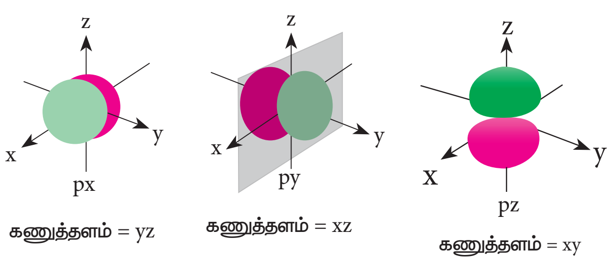

படம் 2.7 1s, 2s மற்றும் 3s ஆர்பிட்டால்களின் வடிவங்கள்

p–ஆர்பிட்டாலுக்கு $l$ = 1, மற்றும் இதற்கு இணையான m மதிப்புகள் முறையே –1,0 மற்றும் +1 ஆகும். இதற்கான கோண பகிர்வு சார்புகள் சிக்கலானவை, மேலும் இங்கு விவரிக்கப்படவில்லை. 'p' ஆர்பிட்டாலின் டம்பல் வடிவம் படம் (2.8)ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. 'm'ன் மூன்று மதிப்புகளிலிருந்து மூன்று திசையமைப்புடைய 'p' ஆர்பிட்டால்கள் உள்ளன என அறியமுடிகிறது. இந்த ஆர்பிட்டால்கள் $p_x$, $p_y$ மற்றும் $p_z$ என குறியிடப்படுகின்றன. ஆர்பிட்டால்களின் கோணப்பகிர்வின் மூலம் $p_x$ $p_y$ மற்றும் $p_z$, ஆர்பிட்டால்களின் மடல்கள் (lobes) முறையே x, y மற்றும் z அச்சுகளின் வழியே அமைந்துள்ளது என அறியலாம்.

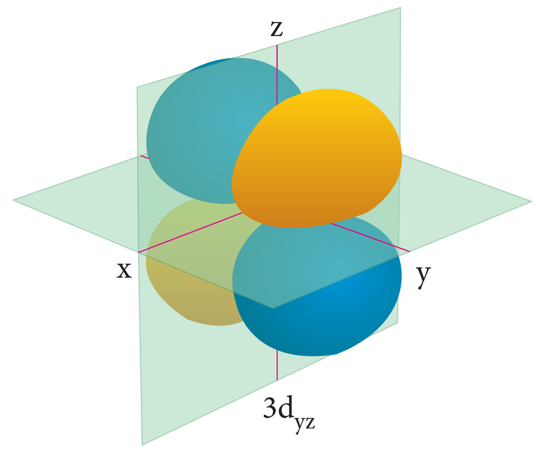


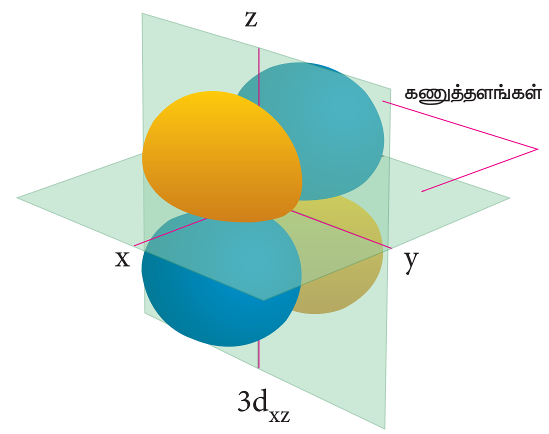
Unit 2 - Sridhar.indd 52 07-01-2021 13:35:28

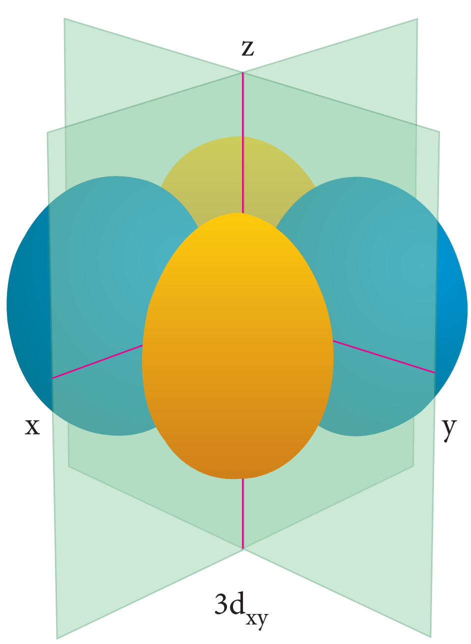
படம் 2.8ல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு 2P ஆர்பிட்டால் ஒரு கணுத்தளத்தினை (nodal plane) பெற்றுள்ளது. d ஆர்பிட்டாலுக்கு $l$ = 2, இதற்கு இணையான m மதிப்புகள் முறையே −2, −1, 0, +1, +2. d ஆர்பிட்டாலானது குளோவர் இலையின் வடிவமைப்பினை ஒத்துள்ளது. m−ன் இந்த ஐந்து மதிப்புகளானது, $d_{x^2-y^2}$, $d_{xy}$, $d_{z^2}$, $d_{yz}$, $d_{zx}$ ஆகிய ஐந்து ஆர்பிட்டால்கள் உள்ளதைக் காட்டுகிறது. படம் (2.9)ல் காணப்பட்டுள்ளவாறு, 3d ஆர்பிட்டால் இரு கணுத்தளங்களை(nodal planes) பெற்றுள்ளன.

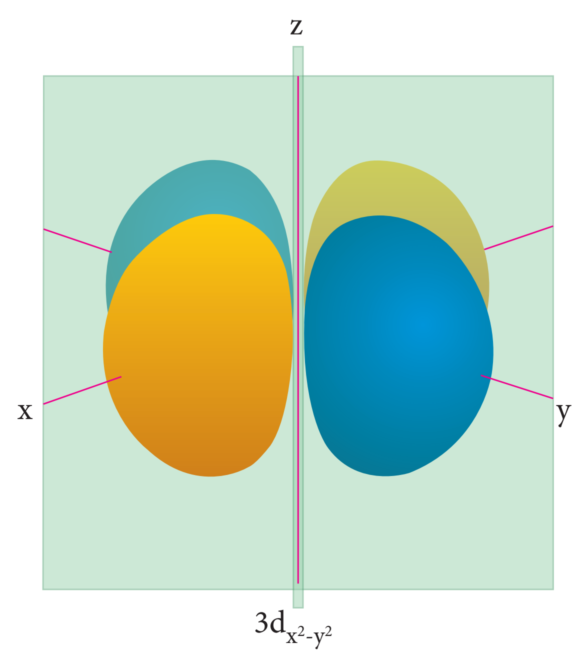



படம் 2.8 - 2p ஆர்பிட்டாலின் வடிவங்கள்



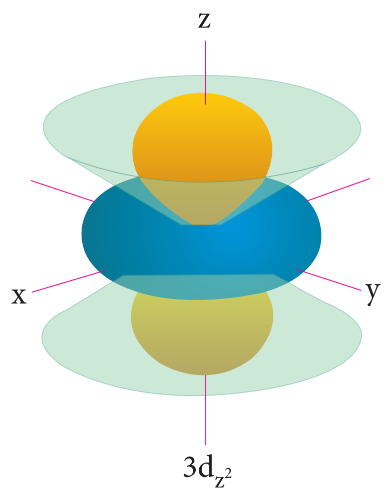



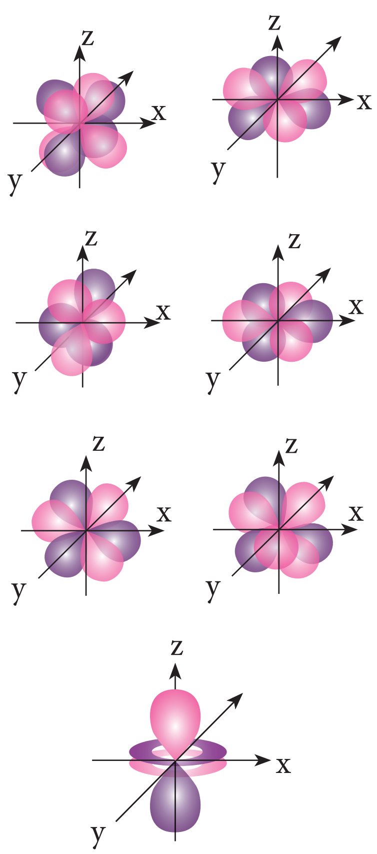



Unit 2 - Sridhar.indd 53 07-01-2021 13:35:29




படம் 2.9 -d ஆர்பிட்டாலின் வடிவங்கள்

f ஆர்பிட்டாலுக்கு, $l$ = 3 மற்றும் m மதிப்புகள் முறையே –3, –2, –1, 0, +1, +2, +3 ஆகும். இந்த m மதிப்புகளுக்கு இணையாக ஏழு f ஆர்பிட்டால்கள் $f_{y(3x^2-y^2)}$, $f_{z(x^2-y^2)}$, $f_{yz^2}$, $f_{z^3}$, $f_{xz^2}$, $f_{xyz}$, $f_{x(x^2-3y^2)}$ காணப்படுகின்றன.



படம் 2.10 -f ஆர்பிட்டாலின் வடிவங்கள்

**தன் மதிப்பீடு**

3d மற்றும் 4f ஆர்பிட்டால்களில் காணப்படும் ஆர மற்றும் கோண கணுக்களின் எண்ணிக்கையினைக் கணக்கிடுக.

### 2.5.2. ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றல்கள்

ஹைட்ரஜன் அணுவில் ஒரே ஒரு எலக்ட்ரான் மட்டுமே உள்ளது. இத்தகைய ஒரு எலக்ட்ரானை மட்டுமே பெற்றுள்ள அமைப்பிற்கு, nஆவது வட்டப்பாதையின் உள்ள எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் பின்வருமாறு தரப்படுகிறது.

$$E_n = \frac{(-1312.8)\,Z^2}{n^2}\ \text{kJ mol}^{-1}$$

இச்சமன்பாட்டிலிருந்து, ஆற்றலானது முதன்மைக் குவாண்டம் எண்ணை மட்டுமே பொருத்து அமைகிறது என நாம் அறிகிறோம். nன் மதிப்பு அதிகரிக்கும் போது, ஆர்பிட்டாலின் ஆற்றலின் மதிப்பும் அதிகரிக்கும். பல்வேறு ஆர்ப்பிட்டால்களுக்கான ஆற்றலின் வரிசை பின்வருமாறு அமைகிறது.

1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d <4s = 4p = 4d = 4f < 5s = 5p = 5d = 5f < 6s = 6p = 6d = 6f < 7s

ஹைட்ரஜன் அணுவில் உள்ள ஒருஎலக்ட்ரான் குறைந்தபட்ச ஆற்றலைப் பெற்றுள்ள 1s ஆர்பிட்டாலில் உள்ளது. இந்நிலை இயல்பு ஆற்றல் நிலை (ground state) என அழைக்கப்படுகிறது. இந்த எலக்ட்ரான் சிறிதளவு ஆற்றலை பெறும் போது 2s, 2p போன்ற அதிக ஆற்றலுடைய ஆர்பிட்டால்களுக்குச் செல்லும். இந்த உயர் ஆற்றல் நிலைகள் கிளர்வுற்றநிலைகள் (excited state) என அழைக்கப்படுகின்றன. எனினும் ஹைட்ரஜனைத் தவிர்த்த பிற அணுக்களுக்கு (பல எலக்ட்ரானை கொண்ட அமைப்புகளுக்கு) மேற்கண்டுள்ள ஆற்றல் வரிசை உண்மையல்ல. அத்தகைய



Unit 2 - Sridhar.indd 54 07-01-2021 13:35:29

அமைப்புகளுக்கு ஷ்ரோடிங்கர் அலைச் சமன்பாடு சிக்கலானதாகும். இத்தகைய அமைப்பில் உள்ள பல்வேறு ஆர்பிட்டால்களின் ஒப்பீட்டு அளவிலான ஆற்றல் வரிசையினை (n+$l$) விதி தருகிறது. இவ்விதிப்படி, ஆர்பிட்டாலின் (n+$l$) மதிப்பு குறைவாக இருப்பின் அதன் ஆற்றலும் குறைவாக இருக்கும். இரு ஆர்பிட்டால்களின் (n+$l$) மதிப்பு சமமாக இருப்பின், அவ்விரு ஆர்பிட்டால்களில் எந்த ஆர்பிட்டாலுக்கு n மதிப்பு குறைவாக உள்ளதோ அந்த ஆர்பிட்டால் குறைந்த ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும். இவ்விதியினைப் பயன்படுத்தி பல்வேறு ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றலின் வரிசையினை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

**அட்டவனை 2.2 பல்வேறுஆர்பிட்டால்களின் (n+$l$) மதிப்புகள்**

| ஆர்பிட்டால் | n | $l$ | n+$l$ |
|---|---|---|---|
| 1s | 1 | 0 | 1 |
| 2s | 2 | 0 | 2 |
| 2p | 2 | 1 | 3 |
| 3s | 3 | 0 | 3 |
| 3p | 3 | 1 | 4 |
| 3d | 3 | 2 | 5 |
| 4s | 4 | 0 | 4 |
| 4p | 4 | 1 | 5 |
| 4d | 4 | 2 | 6 |
| 4f | 4 | 3 | 7 |
| 5s | 5 | 0 | 5 |
| 5p | 5 | 1 | 6 |
| 5d | 5 | 2 | 7 |
| 5f | 5 | 3 | 8 |
| 6s | 6 | 0 | 6 |
| 6p | 6 | 1 | 7 |
| 6d | 6 | 2 | 8 |
| 7s | 7 | 0 | 7 |

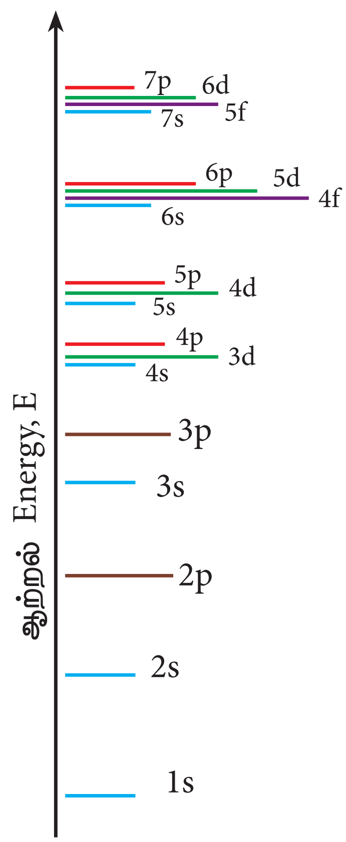
(n+$l$) விதியின் அடிப்படையில், ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றலின் ஏறுவரிசை பின்வருமாறு

1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s <3d <4p <5s<4d < 5p < 6s<4f< 5d < 6p < 7s < 5f < 6d

ஒரு p ஆர்பிட்டாலுக்கு, மூன்று வகையான திசையமைப்புகள் உள்ளன என்பதனை நாம் அறிவோம். அதாவது $p_x$, $p_y$ மற்றும் $p_z$. ஆகிய இம்மூன்று ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றலும் சமம். இவைகள் சம ஆற்றல் ஆர்பிட்டால்கள் (degenerate orbitals) என அழைக்கப்படுகின்றன. எனினும் மின் மற்றும் காந்தப்புலங்களின் இந்த சமஆற்றல் பண்பு (degeneracy) இழக்கப்படுகிறது.

பல எலக்ட்ரான்களைப் பெற்றுள்ள ஒரு அணுவில், அணுக்கருவிற்கும், எலக்ட்ரான்களுக்கும் இடையேயான நிலை மின்னியல் கவர்ச்சி விசை மட்டுமல்லாமல், எலக்ட்ரான்களுக்கிடையேயான விலக்குவிசையும் காணப்படுகிறது. இவ்விருவிசைகளும் ஒன்றுக்கொன்று எதிரெதிர் திசைகளில் செயல்படுகின்றன. இதன் விளைவாக அணுக்கருவானது எலக்ட்ரான் மீது செலுத்தும் கவர்ச்சி விசை குறைகிறது. **எலக்ட்ரானால் உணரப்படும் நிகர அணுக்கரு மின்சுமையானது செயலுறு அணுக்கரு மின் சுமை (effective nuclear charge) என்றழைக்கப் படுகிறது.** இந்த நிகர அணுக்கரு மின்சுமை ஆர்ப்பிட்டால்களின் வடிவமைப்பினைப் பொருத்து அமைகிறது. மேலும் கோண உந்தக் குவாண்டம் எண் '$l$' ன் மதிப்பு அதிகரிக்கும் போது இதன் மதிப்பு குறைகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட கூட்டினுள், உள்ள ஆர்பிட்டால்களில் காணப்படும் எலக்ட்ரானால் உணரப்படும் நிகர அணுக்கரு மின்சுமையின் மதிப்பு s>p>d>f என்ற வரிசையில் அமையும். நிகர அணுக்கரு மின்சுமையின் மதிப்பு அதிகமாக இருப்பின், ஆர்பிட்டால்களின் நிலைப்புத்தன்மை அதிகமாக இருக்கும். எனவே, கொடுக்கப்பட்ட ஆற்றல் மட்டத்தில், ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றலின் வரிசை பின்வருமாறு அமையும். s<p<d<f




படம். 2.11 அணு ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றல்வரிசை

ஒரே வகையான ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றலானது அணு எண் அதிகரிக்கும் போது குறையும். உதாரணமாக ஹைட்ரஜனின் 2s ஆர்பிட்டாலின் ஆற்றலானது, லித்தியத்தின் 2s ஆர்பிட்டாலின் ஆற்றலை விட அதிகம், இதைப் போலவே லித்தியத்தின் 2s ஆர்பிட்டாலின் ஆற்றல் சோடியத்தின் 2s ஆர்பிட்டாலின் ஆற்றலை விட அதிகம். அதாவது, $E_{2s}(H) > E_{2s}(Li) > E_{2s}(Na) > E_{2s}(K)$.

**தன்மதிப்பீடு**

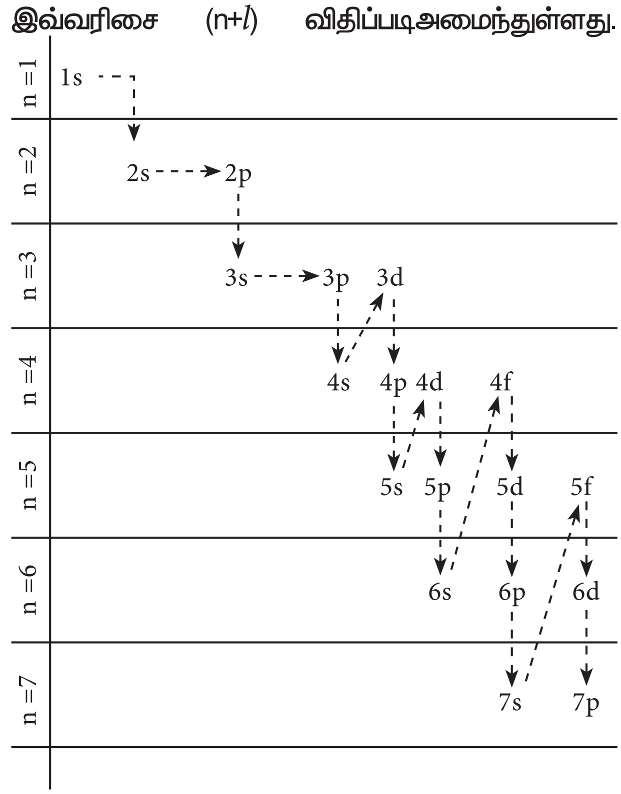
5) ஹைட்ரஜன் அணுவில் உள்ள ஒரு எலக்ட்ரானின் அடிநிலை ஆற்றல் – 13.6.ev. இரண்டாவது கிளர்வுற்ற நிலையில் இந்த எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் என்ன?

## 2.6 ஆர்பிட்டால்கள் நிரப்பப்படுதல்

ஆஃபா தத்துவம், பௌலி தவிர்க்கைத் தத்துவம் மற்றும் ஹுண்ட்விதி ஆகிய விதிகளுக்கிணங்க ஒரு அணுவின் பல்வேறு ஆர்பிட்டால்களில் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படுகின்றன.

### 2.6.1. ஆஃபாதத்துவம்

ஜெர்மன் மொழியில் ஆஃபா என்ற சொல்லுக்கு கட்டமைத்தல் (building up) என்பது பொருளாகும். இயல்பு ஆற்றல் நிலையில் உள்ள அணுவின், ஆர்பிட்டால்கள் அவற்றின் ஆற்றலின் ஏறுவரிசையில் நிரப்பப்படுகின்றன. அதாவது, எலக்ட்ரான்கள், அவை நிரப்பப்படுவதற்கு வாய்ப்புள்ள ஆர்பிட்டால்களில், எந்த ஆர்பிட்டால் குறைந்த ஆற்றலுடையதோ அந்த ஆர்பிட்டாலில் முதலில் நிரம்பும். குறைவான ஆற்றலுடைய ஆர்பிட்டால் முழுமையாக நிரப்பப்பட்ட பின்னரே, எலக்ட்ரானானது அடுத்த உயர் ஆற்றலுடைய ஆர்பிட்டாலினுள் நுழையும். படம் 2.12ல் ஆஃபா தத்துவத்தின் அடிப்படையில், பல்வேறு ஆர்பிட்டால்களின் நிரப்பப்படும் வரிசை தரப்பட்டுள்ளது. இவ்வரிசை (n+$l$) விதிப்படிஅமைந்துள்ளது.




படம் 2.12 ஆஃபாதத்துவம்



Unit 2 - Sridhar.indd 56 07-01-2021 13:35:29

### 2.6.2. பௌலி தவிர்க்கை தத்துவம்

ஒரு அணுவில் உள்ள எந்த இரு எலக்ட்ரான்களுக்கும், அவற்றின் நான்கு குவாண்டம் எண்களின் மதிப்பின் தொகுப்பும் ஒன்றாக இருக்காது என்ற தவிர்க்கைத் தத்துவத்தினை பௌலி கூறினார். அதாவது ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானும் அதற்கென தனித்த நான்கு குவாண்டம் எண்களின் n,$l$, m மற்றும் s) மதிப்பினை பெற்றிருக்க வேண்டும் என்பதே இதன் பொருளாகும்

ஹைட்ரஜனில் உள்ள ஒரு தனித்த எலக்ட்ரானிற்கு, நான்கு குவாண்டம் எண்களின் மதிப்புகள், n = 1; $l$ = 0; m = 0 மற்றும் s = +½. ஹீலியத்தின் உள்ள இரு எலக்ட்ரான்களில் ஒரு எலக்ட்ரான் ஹைட்ரஜனைப் போலவே, n = 1, $l$ = 0, m=0 மற்றும் s = +½. மதிப்பினையும், மற்றொரு எலக்ட்ரானைப் பொருத்த வரையில், நான்காவது குவாண்டம் எண் மட்டும் மாறுபட்டு காணப்படுகிறது. அதாவது n = 1, $l$ = 0, m=0 மற்றும் s = –½ . தற்சுழற்சி குவாண்டம் எண் +½ மற்றும் – ½ ஆகிய இருமதிப்புகளை மட்டுமே பெற இயலும் எனநாம் அறிவோம். எனவே, பௌலி தத்துவப்படி, கொடுக்கப்பட்ட ஒரு ஆர்பிட்டாலில் அதிகபட்சமாக இரு எலக்ட்ரான்களை மட்டுமே நிரப்ப முடியும். L கூட்டில் அதிக பட்சமாக காணப்படும் எட்டு எலக்ட்ரான்களுக்கும், நான்கு குவாண்டம் எண்களையும் எழுதுவதன் மூலம் இதனை நாம் புரிந்து கொள்ளமுடியும்.

**அட்டவணை 2.3 – L கூட்டில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்களுக்கான குவாண்டம் எண்கள்**

| எலக்ட்ரான் | n | $l$ | m | s |
|---|---|---|---|---|
| 1st | 2 | 0 | 0 | +½ |
| 2nd | 2 | 0 | 0 | -½ |
| 3rd | 2 | 1 | -1 | +½ |
| 4th | 2 | 1 | 0 | +½ |
| 5th | 2 | 1 | +1 | +½ |
| 6th | 2 | 1 | -1 | -½ |
| 7th | 2 | 1 | 0 | -½ |
| 8th | 2 | 1 | +1 | -½ |

### 2.6.3. ஹூண்ட்விதி

ஆஃபாதத்துவமானது,பல்வேறுஆர்பிட்டால்களில் எலக்ட்ரான்கள் எவ்வாறு நிரப்பப்படுகின்றன என்பதனை விளக்குகிறது. ஆனால் $p_x$, $p_y$, $p_z$. போன்ற சம ஆற்றலுடைய (degenerate) ஆர்ப்பிட்டல்களில் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படுவது பற்றி அவ்விதியில் ஏதும் குறிப்பிடப்படவில்லை. இந்த ஆர்பிட்டால்கள் எவ்வரிசையில் நிரப்பப்பட வேண்டும்? என்ற வினாவிற்கு உரிய விடையினை ஹூண்ட்விதி தருகிறது.

**ஹூண்ட் விதிப்படி,**

சம ஆற்றலுடைய ஆர்பிட்டால்களில் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படும் போது, நிரப்பப்படுவதற்கு வாய்ப்புள்ள அனைத்து சமஆற்றலுடைய ஆர்பிட்டால்களும் ஒற்றை எலக்ட்ரானால் நிரப்பப்பட்ட பின்னரே, எலக்ட்ரான் இரட்டையாதல் (electron pairing) நிகழும். மூன்று p ஆர்பிட்டால்கள், ஐந்து d ஆர்பிட்டால்கள் மற்றும் ஏழு f ஆர்பிட்டால்கள் உள்ளன என நாம் அறிவோம். இந்த ஆர்பிட்டால்களில் முறையே, நான்காவது, ஆறாவது மற்றும் எட்டாவது எலக்ட்ரான்கள் நுழையும் போது மட்டுமே எலக்ட்ரான் இரட்டையாதல் துவங்கும்.

உதாரணமாக ஆறு எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ள கார்பன் அணுவினைக் கருதுவோம். ஆஃபாதத்துவத்தின் படி, இதன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^2$, $2s^2$, $2p^2$. இதனை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்



Unit 2 - Sridhar.indd 57 07-01-2021 13:35:29

| ⇅ | ⇅ | ↑ | ↑ | |
|---|---|---|---|---|
| $1s^2$ | $2s^2$ | $2p_x^{\ 1}$ | $2p_y^{\ 1}$ | $2p_z^{\ 0}$ |

இந்நிகழ்வில், எலக்ட்ரான் – எலக்ட்ரான் விலக்கு விசையினை குறைத்திட (சிறுமமாக்கிட) ஹூண்ட் விதிப்படி, ஆறாவது எலக்ட்ரானானது, ஐந்தாவது எலக்ட்ரான் இடம் கொண்டுள்ள $p_x$ ஆர்பிட்டாலில் சென்று இரட்டையாகாமல், $p_y$ ஆர்பிட்டாலுக்குச் செல்கிறது.

**தன்மதிப்பீடு**

6. $Fe^{3+}$ (Z=26), $Mn^{2+}$ (Z=25) மற்றும் ஆர்கான் (Z=18) ஆகியவற்றின் சிறும ஆற்றல் நிலையில் காணப்படும் தனித்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையினைக் கணக்கிடுக.

### 2.6.4. அணுக்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

ஒரு அணுவில் உள்ள, வெவ்வேறு ஆர்பிட்டால்களில் அந்த அணுவின் எலக்ட்ரான்கள் பங்கிடப்பட்டுள்ளதை குறிப்பிடுவது எலக்ட்ரான் அமைப்பு எனப்படும். ஆஃபாதத்துவம், ஹூண்ட்விதி, பௌலிதத்துவம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் எலக்ட்ரான் அமைப்பினை எழுதமுடியும். எலக்ட்ரான் அமைப்பானது $nl^x$ என்ற குறியீட்டால் எழுதப்படுகிறது. இங்கு n என்பது முதன்மைக் குவாண்டம் எண். $l$ என்பது ஆர்பிட்டால்களின் எழுத்து வடிவினை குறிப்பிடுகிறது [s($l$=0), p ($l$=1), d($l$=2) மற்றும் f($l$=3)] மற்றும் x குறிப்பிட்ட ஆர்ப்பிட்டாலில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையினைக் குறிப்பிடுகிறது.

ஒரே ஒரு எலக்ட்ரானைக் கொண்டுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுவினை நாம் கருதுவோம். ஆஃபா தத்துவத்தின்படி, குறைவான ஆற்றலுடைய 1s ஆர்பிட்டாலில் இந்த எலக்ட்ரான் இடம் கொள்கிறது. இந்நேர்வில் n=1; $l$=s; x=1. எனவே, எலக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^1$ (one –ess–one என கூற வேண்டும்). இந்த அமைப்பிற்கான ஆர்பிட்டால் வரைபடம்.

| ↑ |
|---|
| $1s^1$ |

ஒன்று முதல் 10 வரையிலான அணு எண்களை கொண்டுள்ள அணுக்களுக்கான எலக்ட்ரான் அமைப்பு மற்றும் ஆர்பிட்டால் வரைபடம்பின்வருமாறு:–

**அட்டவணை 2.4 – முதல் 10 தனிமங்களுக்கு எலக்ட்ரான் அமைப்பு மற்றும் ஆர்பிட்டால் வரைபடம்**

| தனிமம் | அணு எண் | எலக்ட்ரான் அமைப்பு | ஆர்பிட்டால் வரைபடம் |
|---|---|---|---|
| H | 1 | $1s^1$ | [↑] $1s^1$ |
| He | 2 | $1s^2$ | [⇅] $1s^2$ |
| Li | 3 | $1s^2\ 2s^1$ | [⇅] $1s^2$ [↑] $2s^1$ |
| Be | 4 | $1s^2\ 2s^2$ | [⇅] $1s^2$ [⇅] $2s^2$ |
| B | 5 | $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$ | [⇅] $1s^2$ [⇅] $2s^2$ [↑ \|   \|  ] $2p_x^{\ 1}$ $2p_y$ $2p_z$ |
| C | 6 | $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$ | [⇅] $1s^2$ [⇅] $2s^2$ [↑ \| ↑ \|  ] $2p_x^{\ 1}$ $2p_y^{\ 1}$ $2p_z$ |
| N | 7 | $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ | [⇅] $1s^2$ [⇅] $2s^2$ [↑ \| ↑ \| ↑] $2p_x^{\ 1}$ $2p_y^{\ 1}$ $2p_z^{\ 1}$ |



Unit 2 - Sridhar.indd 58 07-01-2021 13:35:29

| | | | |
|---|---|---|---|
| O | 8 | $1s^2\,2s^2\,2p^4$ | ↑↓ ($1s^2$) ↑↓ ($2s^2$) ↑↓ ($2p_x^{\,2}$) ↑ ($2p_y^{\,1}$) ↑ ($2p_z^{\,1}$) |
| F | 9 | $1s^2\,2s^2\,2p^5$ | ↑↓ ($1s^2$) ↑↓ ($2s^2$) ↑↓ ($2p_x^{\,2}$) ↑↓ ($2p_y^{\,2}$) ↑ ($2p_z^{\,1}$) |
| Ne | 10 | $1s^2\,2s^2\,2p^6$ | ↑↓ ($1s^2$) ↑↓ ($2s^2$) ↑↓ ($2p_x^{\,2}$) ↑↓ ($2p_y^{\,2}$) ↑↓ ($2p_z^{\,2}$) |

குரோமியம், காப்பர் போன்ற சிலஅணுக்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பானது, ஆஃபாதத்துவத்தின் படி எதிர்பார்க்கப்படும் எலக்ட்ரான் அமைப்பிலிருந்து சிறிது வேறுபட்டு காணப்படுகிறது.

குரோமியம் (Z=24) அணுவிற்கு எதிர்பார்க்கப்படும் எலக்ட்ரான் அமைப்பு.

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^4\ 4s^2$

**உண்மையான எலக்ட்ரான் அமைப்பு**

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$

**காப்பர் – (Z=29) அணுவிற்கு எதிர்பார்க்கப்படும் எலக்ட்ரான் அமைப்பு**

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^9\ 4s^2$

**உண்மையான எலக்ட்ரான் அமைப்பு**

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$

மேற்கண்டுள்ளவாறு எலக்ட்ரான் அமைப்பு காணப்படுவதற்கு பகுதியளவு நிரப்பப்பட்ட ஆர்ப்பிட்டால்கள் மற்றும் முழுமையாக நிரப்பப்பட்ட ஆர்பிட்டால்கள் அதிக நிலைப்புத் தன்மையினை பெற்று விளங்கும் தன்மை காரணமாக அமைகிறது. அதாவது $p^2$, $p^5$, $d^4$, $d^9$, $f^6$, மற்றும் $f^{13}$ அமைப்புகளைக் காட்டிலும் $p^3$, $p^6$, $d^5$, $d^{10}$, $f^7$ மற்றும் $f^{14}$ அமைப்புகள் அதிகநிலைப்புத் தன்மையினைக் கொண்டுள்ளன. இந்த நிலைப்புத் தன்மையின் காரணமாக, ஆஃபா தத்துவப்படி 4s ஆர்பிட்டாலில் இடம் பெறவேண்டிய ஒரு எலக்ட்ரான் குரோமியத்தில் 3d ஆர்பிட்டாலில் இடம் பெறுவதன் மூலம் அதிக நிலைப்புத் தன்மையினை பெறுகிறது. இதைப் போலவே காப்பரும் d ஆர்பிட்டாலில் முழுமையாக நிரப்பட்ட எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளது.

**தன்மதிப்பீடு**

7. $4f^2$ என்ற குறியீடு உணர்த்தும் பொருள் யாது? இதில் உள்ள எலக்ட்ரான்களுக்கு, நான்கு குவாண்டம் எண்களின் மதிப்புகளையும் எழுதுக.

### 2.6.5 சரிபாதியளவு மற்றும் முழுவதும் நிரப்பப்பட்ட ஆர்பிட்டால்களின் நிலைப்புத் தன்மை

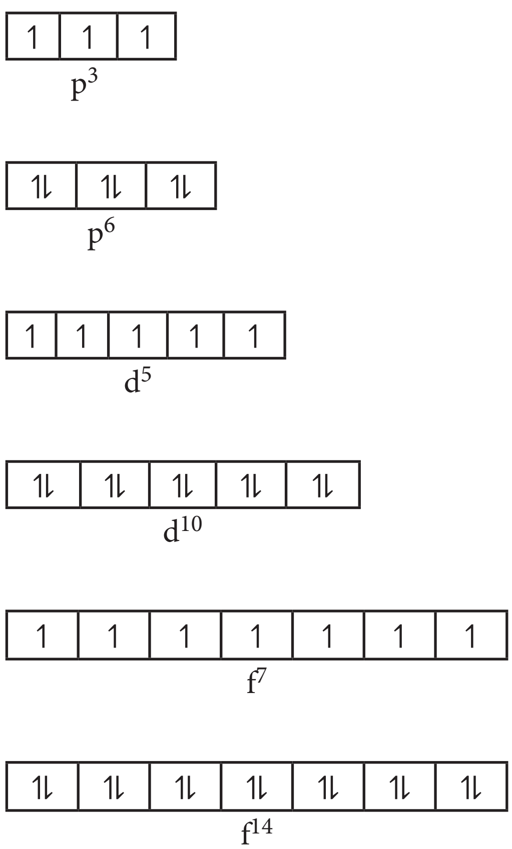
சம ஆற்றலுடைய ஆர்பிட்டால்களில், சரிபாதியளவு மற்றும் முழுவதும் நிரப்பப்பட்ட ஆர்பிட்டால்களின் நிலைப்புத் தன்மையானது, பிற பகுதியளவு நிரப்பப்பட்ட ஆர்பிட்டால்களைக் காட்டிலும் அதிகம். இதனை சமச்சீர்தன்மை (symmetry) மற்றும் பரிமாற்ற ஆற்றல் (exchange energy) ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் விளக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக குரோமியம் $[Ar]3d^4\ 4s^2$ என்ற எலக்ட்ரான் அமைப்பினை பெற்றிருக்காமல், $[Ar]3d^5\ 4s^1$ என்ற எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளது. இதற்கு எலக்ட்ரான்களின் சமச்சீரான பங்கீடு மற்றும் d எலக்ட்ரான்களின் பரிமாற்ற ஆற்றல் ஆகியன காரணமாக அமைகின்றன.



Unit 2 - Sridhar.indd 59 07-01-2021 13:35:30

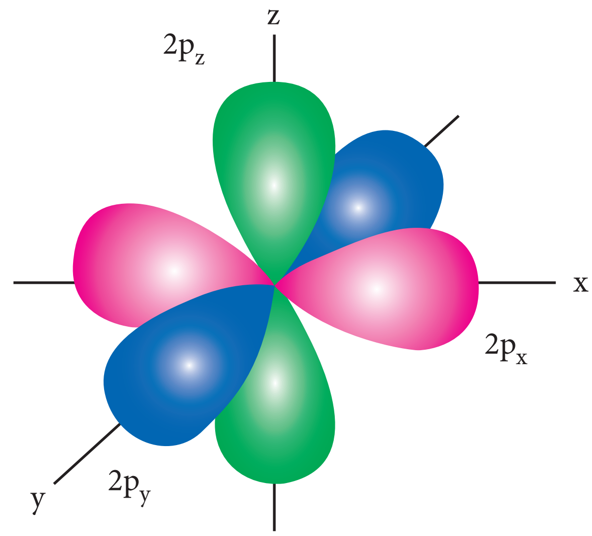
### எலக்ட்ரான்களின் சமச்சீரான பங்கீடு

சமச்சீர்த் தன்மையானது, நிலைப்புத் தன்மையினைத் தருகிறது. படம் 2.13ல் கொடுக்கப்பட்டள்ளவாறு சரிபாதியளவு மற்றும் முழுமையாக நிரப்பப்பட்ட அமைப்புகளில், எலக்ட்ரான்கள் சமச்சீராக பங்கிடப்பட்டுள்ளன. எனவே, அவைகள், சமச்சீர்த் தன்மையற்ற அமைப்புகளைக் காட்டிலும் அதிக நிலைப்புத் தன்மையினை பெற்றுள்ளன.




**படம் 2.13 சரிபாதியளவு மற்றும் முழுமையாக நிரப்பப்பட்ட p, d, f ஆர்பிட்டால்கள்**

$p_x$,$p_y$ மற்றும் $p_z$ போன்ற ஆர்பிட்டால்கள் சமஆற்றலைப் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும் அவற்றின் புறவெளி திசையமைப்பு (படம் 2.14) ல் காட்டியவாறு வெவ்வேறு திசைகளில் அமைகின்றன. சமச்சீரான பங்கீட்டினால் ஒரு எலக்ட்ரான் மற்றொரு எலக்ட்ரானை மறைக்கும் (shielding) விளைவு, ஒப்பீட்டு அளவில் குறைவாகும் எனவே, எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவால் அதிக கவர்ச்சி விசையுடன் ஈர்க்கப்படுகின்றன. இதனால் நிலைப்புத் தன்மை அதிகரிக்கின்றது.




**படம் 2.14 சம ஆற்றலுடைய p ஆர்பிட்டாலின் வடிவங்கள்**

### பரிமாற்ற ஆற்றல் (Exchange energy)

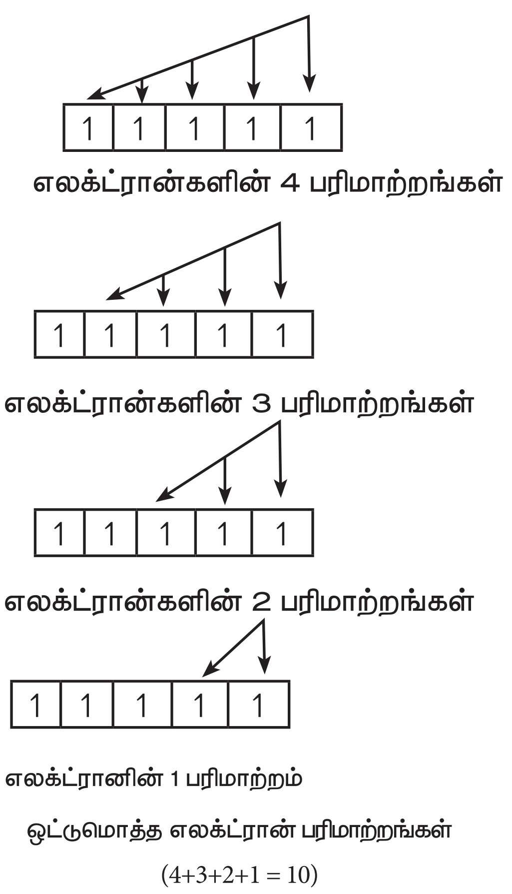
சம ஆற்றலுடைய ஆர்பிட்டால்களில், இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஒரே தற்சுழற்சி உடைய எலக்ட்ரான்கள் இருக்குமாயின், அவைகளினுடைய இடங்களை பரிமாற்றிக் கொள்வதற்கு வாய்ப்பு உள்ளது. பரிமாற்றம் அடையும்நிகழ்வின் போது, ஆற்றலானது வெளியிடப்படுகிறது. மேலும் வெளியிடப்படும் ஆற்றல் பரிமாற்ற ஆற்றல் (exchange energy) என அழைக்கப்படுகிறது. பரிமாற்றங்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாக இருப்பதற்கு வாய்ப்பு இருப்பின், வெளியிடப்படும் ஆற்றலின் மதிப்பும் அதிகமாக இருக்கும். அதிக எண்ணிக்கையில் பரிமாற்றங்கள் நிகழ்வதற்கு சரிபாதியளவு மற்றும் முழுமையாக நிரப்பப்பட்டுள்ள நேர்வுகளில் மட்டுமே, வாய்ப்புகள் அதிகம்.

எடுத்துக்காட்டாக, குரோமியத்தின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $[Ar]3d^5\ 4s^1$ ஆகும். இதில் 3d ஆர்பிட்டாலானது

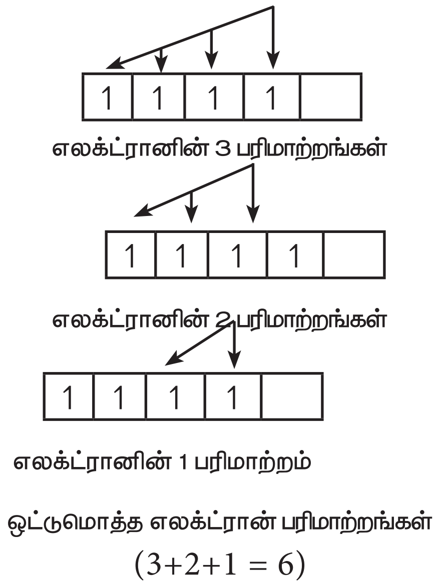


Unit 2 - Sridhar.indd 60 07-01-2021 13:35:30

சரிபாதியளவு நிரப்பப்பட்டுள்ளது. மேலும் படம் (2.15) ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளவாறு பத்து பரிமாற்றங்கள் நிகழ்வதற்கு வாய்ப்புகள் உள்ளன. மாறாக, $[Ar]3d^4\ 4s^2$ அமைப்பிற்கு, ஆறு பரிமாற்றங்கள் மட்டுமே நிகழ்வதற்கு வாய்ப்புகள் உள்ளன. எனவே சரிபாதியளவு நிரப்பப்பட்ட அமைப்பிற்கு பரிமாற்ற ஆற்றல் அதிகம் இது சரி பாதியளவு நிரப்பப்பட்ட $3d$ ஆர்பிட்டால்களின் நிலைப்புத் தன்மையினை அதிகரிக்கிறது. சம ஆற்றலுடைய ஆர்பிட்டால்களில் ஒற்றை எலக்ட்ரான் நிரப்பப்படுவதற்கு ஏதுவாக காலியான ஆர்பிட்டால்கள் இருக்கும் வரை எலக்ட்ரான் இரட்டையாதல் நிகழாது என்ற ஹுண்ட்விதிக்கு அடிப்படையாக பரிமாற்ற ஆற்றலானது அமைகிறது.




**படம் 2.14 (அ) – குரோமியத்தின் $d^5$ ஆர்பிட்டால்களில் பரிமாற்றத்திற்கான வாய்ப்புகள்**




**படம் 2.14 (ஆ) – குரோமியத்தின் $d^4$ ஆர்பிட்டால்களில் பரிமாற்றத்திற்கான வாய்ப்புகள்**

### தன் மதிப்பீடு

8) $Ni^{2+}$ அல்லது $Fe^{3+}$ அதிக நிலைப்புத் தன்மையுடைய எலக்ட்ரான் அமைப்பினை பெற்றுள்ளது எது?

## பாடச்சுருக்கம்

துணை அணுத்துகள்கள் கண்டறியப்படும் வரை அணுவானது மேலும் பிரிக்க முடியாத துகள் என்று கருதப்பட்டு வந்தது. J.J. தாம்சன் என்பவர், அணுவானது நேர்மின்சுமையுடைய கோளவடிவினை பெற்றுள்ளது எனவும் அதில் எலக்ட்ரான்கள் பொதிந்து வைக்கப்பட்டுள்ளன எனவும் கூறினார் எனினும் இவரது கொள்கை அணுவின் நிலைப்புத் தன்மையினை விளக்க வில்லை. ரூதர்போர்டு தனது $\alpha$ கதிர் சிதறல் ஆய்வின் மூலம், அணுக்கரு என்ற ஒன்றை அறிமுகப்படுத்தினார். இவரது கொள்கைப்படி அணுகருவினை சுற்றி வட்டப் பாதையில் அதிக வேகத்தில் எலக்ட்ரான்கள் சுற்றி வருகின்றன. இக்கொள்கையும் அணுவின்


Unit 2 - Sridhar.indd 61 07-01-2021 13:35:30

நிலைப்புத்தன்மையை விளக்கவில்லை. எலக்ட்ரானின் ஆற்றலானது வரையறுக்கப் பட்ட மதிப்புகளை மட்டுமே பெறும் என்ற கருத்தின் அடிப்படையில் ரூதர்ஃபோர்டு மாதிரியை போர் மாற்றியமைத்து நிலை வட்டப் பாதைகள் என்ற கருத்தினை அறிமுகப்படுத்தினார். அனைத்துப் பருப்பொருட்களும் ஈரியல்புத் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன என லூயிஸ் டிபிராக்ளி முன் மொழிந்தார். அதாவது அவைகள் துகள் மற்றும் அலை ஆகிய இரண்டின் பண்புகளையும் பெற்றுள்ளன. டிபிரக்ளி அலை நீளம் $\lambda = h / mv = h / \sqrt{2mev}$ ஆனது எலக்ட்ரானைப் போன்ற நுண் துகளுக்கு முக்கியத்துவம் உடையது. டேவிசன் ஜெர்மர் சோதனை மூலமும் எலக்ட்ரான் அலைத் தன்மையினை பெற்றுள்ளது உறுதிபடுத்தப்பட்டது. எலக்ட்ரானைப் போன்ற நுண்துகளுக்கு இணை மாறிகளான நிலை மற்றும் உந்தம் போன்றவற்றை ஒரே நேரத்தில் மிகவும் துல்லியமாகக் கண்டறிய இயலாது, அவ்வாறு அளவிடுவதில் நிச்சயமற்ற தன்மை காணப்படுகிறது. இக்கொள்கை ஹெய்சன்பர்கின் நிச்சயமற்ற தன்மை கோட்பாடு என அறியப்படுகிறது. இதனை $\Delta x.\Delta p \geq h/4\pi$. எனக்குறிப்பிடலாம்.

டிபிராக்ளி கோட்பாடு மற்றும் ஹெய்சன்பர்கின் நிச்சயமற்ற தன்மை ஆகியவை, குவாண்டம் இயக்கவியல் அடிப்படையிலான அணுமாதிரி உருவாவதற்கு வித்திட்டன. எர்வின் ஷ்ரோடிங்கர் எலக்ட்ரான்களுக்கான ஒரு அலைச்சமன்பாட்டினை உருவாக்கினார். அச்சமன்பாடு $\hat{H}\psi = E\psi$ எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது.

இது ஒரு இரண்டாம் படியுடைய வகைக்கெழுச் சமன்பாடாகும். H, $He^{+}$ போன்ற ஒற்றை எலக்ட்ரானை பெற்றுள்ள அமைப்புகளுக்கு, இச்சமன்பாட்டிற்கு தீர்வு காண்பது கடினமானதல்ல. ஆனால் பல எலக்ட்ரான்களைக் கொண்ட அமைப்பிற்கு இச்சமன்பாட்டிற்கு. தீர்வு காண்பது சிக்கல் நிறைந்ததாகும் ஷ்ரோடிங்கர் சமன்பாடு, குறிப்பிட்ட சில ஆற்றல் மதிப்புகளுக்கு தீர்வு காணத்தக்கதாகும். இத்தகைய ஆற்றல் மதிப்புகள் ஐகன் மதிப்புகள் எனப்படுகின்றன. இந்த ஐகன் மதிப்புகளோடு தொடர்புடைய அலைச்சார்புகள் அணு ஆர்பிட்டால்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. அலைச்சார்பு $\Psi$ ஆனது எத்தகைய இயற் முக்கியத்துவத்தினையும் பெற்றிருப்பதில்லை எனினும், $|\Psi|^2$ ஆனது அணுக்கருவினை சுற்றி எலக்ட்ரான்களை காண்பதற்கான நிகழ்தகவோடு தொடர்புடையது. எனவே, குவாண்டம் இயக்கவியல் நமக்கு ஆர்பிட்டால் என்பதை அறிமுகப்படுத்துகிறது. ஆர்பிட்டால் என்பது, அணுக்கருவினைச் சுற்றி முப்பரிமான வெளியில் எலக்ட்ரான்களை காண்பதற்கு அதிக நிகழ்தகவினை பெற்றுள்ள பகுதியாகும். ஆர்பிட்டாலில் இடம் கொண்டுள்ள எலக்ட்ரானை, முதன்மைக் குவாண்டம் எண் (n) துணைக் கூட்டினை குறிக்கும் கோண உந்தக் குவாண்டம் எண் ($l$) புறவெளியில் ஆர்பிட்டால்களின் திசையமைப்பினைக் குறிப்பிடும் காந்தக் குவாண்டம் எண் (m) எலக்ட்ரான்களின் தற்சுழற்சியை குறிப்பிடும் தற்சுழற்சிக் குவாண்டம் எண் (s) ஆகிய நான்கு குவாண்டம் எண்களால் குறிப்பிட இயலும். ஒற்றை எலக்ட்ரான் அமைப்பிற்கான, ஷ்ரோடிக்கர் சமன்பாட்டின் தீர்வினை கோளக துருவ ஆயஅச்சுகளில் $(r, \theta, \varphi)$ பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம் $\Psi(r, \theta, \varphi) = R(r).f(\theta).g(\varphi)$ இங்கு $R(r)$ என்பது ஆர அலைச்சார்பு, மற்ற இரு சார்புகளும் கோண அலைச்சார்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. $4\pi r^2.\mathbf{R(r)^2}$ **Vs r** ன் வரைபடமானது, ஆர பகிர்வு வளைகோடுகளைத் தருகிறது. ஆரகணுக்களின் (radial node) எண்ணிக்கையினை ($n-l-1$) ன் மூலமும் கோணக்



Unit 2 - Sridhar.indd 62 07-01-2021 13:35:30

கணுக்களின் எண்ணிக்கையினை $l$ ன் மூலமும் கணக்கிடலாம் கோணப்பங்கீட்டு வளைகோடுகள், ஆர்பிட்டால்களின் புறப்பரப்பு எல்லை (boundary surface) வரைபடத்தினை தருகிறது.

S ஆர்பிட்டால் சீரான கோளவடிவத்தினையும், d ஆர்பிட்டால் குளோவர் இலை வடிவத்தினையும் பெற்றிருக்கும். எலக்ட்ரான்கள் ஆர்பிட்டால்களில் நிரம்பும் போது, ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றலின் ஏறுவரிசையில் நிரம்புகிறது. இது ஆஃபாதத்துவம் எனப்படும். பல்வேறு ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றலின் ஏறுவரிசை ($n+l$) விதி மூலம் தரப்படுகிறது. இவ்விதிப்படி, ஒரு ஆர்பிட்டாலின் ($n+l$) மதிப்பு குறைவாக இருப்பின் அதன் ஆற்றலும் குறைவாக இருக்கும். இரு ஆர்பிட்டால்களின் ($n+l$) மதிப்புகள் சமமாக இருப்பின், அவ்விரு ஆர்பிட்டால்களுள் குறைவான n மதிப்பினை பெற்றுள்ள ஆர்பிட்டாலின் ஆற்றல் குறைவாகும். பௌலி தவிர்க்கை தத்துவப்படி, ஒரு ஆர்பிட்டாலில் நிரப்பப்படும் அதிக பட்ச எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை இரண்டு. சம ஆற்றலுடைய ஆர்பிட்டால்களில் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படும் போது, நிரப்பப்படுவதற்கு வாய்ப்புள்ள அனைத்து சமஆற்றலுடைய ஆர்பிட்டால்களும் ஒற்றை எலக்ட்ரானால் நிரப்பப்பட்ட பின்னரே, எலக்ட்ரான் இரட்டையாதல் (electron pairing) நிகழும். இது ஹுண்ட்விதி எனப்படும். மேற்கண்டுள்ள இவ்விதிகளின் அடிப்படையில், அணுக்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பினை எழுதமுடியும். சமஆற்றலுடைய ஆர்பிட்டால்களில், சரிபாதியளவு மற்றும் முழுவதும் நிரப்பப்பட்ட ஆர்பிட்டால்கள் பிற பகுதியளவு நிரப்பப்பட்ட ஆர்பிட்டால்களைக் காட்டிலும் அதிக நிலைப்புத் தன்மையினை பெற்று விளங்குகின்றன. இதற்கு சமச்சீர் தன்மை மற்றும் பரிமாற்ற ஆற்றல் ஆகியன காரணமாக அமைகின்றன.



Unit 2 - Sridhar.indd 63 07-01-2021 13:35:30

## மதிப்பீடு :

### I. சரியான விடையினைத் தெரிவு செய்க

1) $M^{2+}$ அயனியின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$ அதன் அணு நிறை 56 எனில் M என்ற அணுவின் அணுக்கரு பெற்றிருக்கும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை

அ) 26 ஆ) 22 இ) 30 ஈ) 24

2) 45 nm அலைநீளம் உடைய ஒளியின் ஆற்றல்

அ) $6.67 \times 10^{15}$J ஆ) $6.67 \times 10^{11}$J இ) $4.42 \times 10^{-18}$J ஈ) $4.42 \times 10^{-15}$J

3. இரு கதிர்வீச்சின் ஆற்றல்கள் $E_1$ மற்றும் $E_2$ முறையே 25 eV மற்றும் 50 eV அவைகளின் அலைநீளங்கள் λ1 மற்றும் λ2 ஆகியவற்றிற்கு இடையேயானத் தொடர்பு

அ) $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = 1$ ஆ) $\lambda_1 = 2\lambda_2$ இ) $\lambda_1 = \sqrt{25 \times 50}\ \lambda_2$ ஈ) $2\lambda_1 = \lambda_2$

4. மின்புலத்தில் நிறமாலைக் கோடுகள் பிரிகையடையும் விளைவு

அ)சீமன் விளைவு ஆ) மறைத்தல் விளைவு

இ) காம்ப்டன் விளைவு ஈ) ஸ்டார்க் விளைவு

5. $E = -2.178 \times 10^{-18}$ J ( $z^2/n^2$) என்ற சமன்பாட்டின் அடிப்படையில், சில முடிவுகள் தரப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் சரியாக இல்லாதது எது? (NEET)

அ) எலக்ட்ரானானது ஒரு ஆர்பிட்டிலிருந்து மற்றொரு ஆர்பிட்டிற்கு மாறும்போது, ஆற்றல் மாறுபாட்டினை கணக்கிட இச்சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்தலாம்.

ஆ) n= 6 வட்டப்பாதையில் இருப்பதைக் காட்டிலும் n= 1 ல் எலக்ட்ரானானது அதிக எதிர்குறி ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும். இதற்கு எலக்ட்ரானானது சிறிய அனுமதிக்கப்பட்ட வட்டப்பாதையில் (ஆர்பிட்) உள்ளபோது வலிமைக்குறைவாக பிணைக்கப்பட்டுள்ளது என பொருள்.

இ) இச்சமன்பாட்டில் உள்ள எதிர்குறியானது, அணுக்கருவோடு எலக்ட்ரான் பிணைக்கப்பட்டுள்ளபோது உள்ள ஆற்றலானது, எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவிலிருந்து ஈறிலாத் தொலைவில் உள்ளபோது பெற்றுள்ள ஆற்றலைக் காட்டிலும் குறைவு என்ற பொருளைத் தருகிறது.

ஈ) n ன் மதிப்பு அதிகமாக இருப்பின், ஆர்பிட்டால் ஆர மதிப்பும் அதிகம்.



Unit 2 - Sridhar.indd 64 07-01-2021 13:35:31

6) போர் அணுக்கொள்கையின் அடிப்படையில், ஹைட்ரஜன் அணுவில் பின்வரும் எந்தப் பரிமாற்றம் குறைவான ஆற்றலுடைய போட்டானைத் தரும்.

அ) $n = 6$ இல் இருந்து $n = 1$ ஆ) $n = 5$ இல் இருந்து $n = 4$

இ) $n = 5$ இல் இருந்து $n = 3$ ஈ) $n = 6$ இல் இருந்து $n = 5$

7) கூற்று: $He^+$ ன் நிறமாலையானது, ஹைட்ரஜனின் நிறமாலையினை ஒத்திருக்கும்.
காரணம்: $He^+$ ம் ஒரு எலக்ட்ரானைக் கொண்ட ஒரு அமைப்பாகும்.

அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரியானது. காரணமானது, கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமாகும்.

ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரியானது. ஆனால், காரணமானது, கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமல்ல.

இ) கூற்று சரி காரணம் தவறு

ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

8) பின்வரும் d ஆர்பிட்டால் இணைகளில் எலக்ட்ரான் அடர்த்தியினை அச்சுகளின் வழியே பெற்றிருப்பது எது?

அ) $d_{z^2}, d_{xz}$ ஆ) $d_{xz}, d_{yz}$ இ) $d_{z^2}, d_{x^2-y^2}$ ஈ) $d_{xy}, d_{x^2-y^2}$

9) ஒரே ஆர்பிட்டாலில் உள்ள இரு எலக்ட்ரான்களையும் வேறுபடுத்தி அறிய உதவுவது

அ) கோண உந்தக் குவாண்டம் எண்

ஆ) தற்சுழற்சிக் குவாண்டம் எண்

இ) காந்தக் குவாண்டம் எண்

ஈ) ஆர்பிட்டால் குவாண்டம் எண்

10. Eu (அணு எண் 63), Gd (அணு எண் 64) மற்றும் Tb (அணு எண் 65) ஆகியவற்றின் எலக்ட்ரான் அமைப்புகள் முறையே (NEET– Phase II)

அ) $[Xe]\ 4f^6\ 5d^1\ 6s^2$, $[Xe]\ 4f^7\ 5d^1\ 6s^2$ மற்றும் $[Xe]\ 4f^8\ 5d^1\ 6s^2$

ஆ) $[Xe]\ 4f^7$ , $6s^2$, $[Xe]\ 4f^7\ 5d^1\ 6s^2$ மற்றும் $[Xe]\ 4f^9\ 6s^2$

இ) $[Xe]\ 4f^7$ , $6s^2$, $[Xe]\ 4f^8\ 6s^2$ மற்றும் $[Xe]\ 4f^8\ 5d^1\ 6s^2$

ஈ) $[Xe]\ 4f^6\ 5d^1\ 6s^2$, $[Xe]\ 4f^7\ 5d^1\ 6s^2$ மற்றும் $[Xe]\ 4f^9\ 6s^2$



Unit 2 - Sridhar.indd 65 07-01-2021 13:35:31

11) ஒரு துணைக்கூட்டில் உள்ள அதிகபட்சமான எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையினை குறிப்பிடுவது

அ) $2n^2$ ஆ) $2l + 1$ இ) $4l + 2$ ஈ) மேற்கண்டுள்ள எதுவுமில்லை

12) d– எலக்ட்ரானுக்கான, ஆர்பிட்டால் கோண உந்த மதிப்பானது

அ) $\frac{\sqrt{2}h}{2\pi}$ ஆ) $\frac{\sqrt{2h}}{2\pi}$ இ) $\frac{\sqrt{2\times 4}\,h}{2\pi}$ ஈ) $\frac{\sqrt{6}\,h}{2\pi}$

13) n = 3, $l$= 1 மற்றும் m = –1ஆகிய குவாண்டம் எண்களின் தொகுப்பினை அதிகபட்சமாக எத்தனை எலக்ட்ரான்கள் பெற்றிருக்க முடியும்?

அ) 4 ஆ) 6 இ) 2 ஈ) = 10

14) கூற்று: 3p ஆர்பிட்டாலுக்கான ஆர மற்றும் கோண கணுக்களின் எண்ணிக்கை முறையே 1, 1
காரணம்: ஆர மற்றும் கோண கணுக்களின் எண்ணிக்கை முதன்மைக் குவாண்டம் எண்ணை மட்டுமே பொறுத்து அமையும்

அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரியானது. காரணமானது, கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமாகும்.

ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரியானது. ஆனால், காரணமானது, கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமல்ல.

இ) கூற்று சரி காரணம் தவறு

ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

15) n=3 என்ற முதன்மைக் குவாண்டம் எண்ணை பெற்றிருக்கும் ஆர்ட்டால்களின் மொத்த எண்ணிக்கை

அ) 9 ஆ)8 இ) 5 ஈ)7

16) n=6 எனில், எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படும் சரியான வரிசை

அ) $ns \rightarrow (n-2)f \rightarrow (n-1)d \rightarrow np$ ஆ) $ns \rightarrow (n-1)d \rightarrow (n-2)f \rightarrow np$

இ) $ns \rightarrow (n-2)f \rightarrow np \rightarrow (n-1)d$ ஈ) இவை எதுவும் சரியல்ல



Unit 2 - Sridhar.indd 66 07-01-2021 13:35:31

17) பின்வரும் குவாண்டம் எண்களின் தொகுப்பினைக் கருதுக.

| | n | $l$ | m | s |
|---|---|---|---|---|
| (i) | 3 | 0 | 0 | $+\frac{1}{2}$ |
| (ii) | 2 | 2 | 1 | $-\frac{1}{2}$ |
| (iii) | 4 | 3 | −2 | $+\frac{1}{2}$ |
| (iv) | 1 | 0 | −1 | $+\frac{1}{2}$ |
| (v) | 3 | 4 | 3 | $-\frac{1}{2}$ |

பின்வரும் எந்த குவாண்டம் எண்களின் தொகுப்பு சாத்தியமற்றது?

அ) (i), (ii), (iii) மற்றும் (iv) ஆ) (ii), (iv) மற்றும் (v)

இ) (i) மற்றும் (iii) ஈ) (ii), (iii) மற்றும் (iv)

18) அணு எண் 105 உடைய அணுவில் உள்ள எத்தனை எலக்ட்ரான்கள் $(n+l) = 8$ என்ற மதிப்பினை பெற்றிருக்க முடியும்.

அ) 30 ஆ) 17 இ) 15 ஈ) தீர்மானிக்க இயலாது

19) $3d_{xy}$ ஆர்பிட்டாலில் yz தளத்தில் எலக்ட்ரான் அடர்த்தி

அ) பூஜ்யம் ஆ) 0.50 இ) 0.75 ஈ) 0.90

20) நிலை மற்றும் உந்தத்தின் நிச்சயமற்றத் தன்மை சமம் எனில், அதன் திசைவேகத்தின் குறைந்தபட்ச நிச்சயமற்றத் தன்மை

அ) $\frac{1}{m}\sqrt{\frac{h}{\pi}}$ ஆ) $\sqrt{\frac{h}{\pi}}$ இ) $\frac{1}{2m}\sqrt{\frac{h}{\pi}}$ ஈ) $\frac{h}{4\pi}$

21) 100 cm $s^{-1}$ வேகத்தில் இயங்கும் 100g நிறையுடைய துகள் ஒன்றின் டி–பிராக்ளி அலைநீளம்

அ) $6.6 \times 10^{-29}$ cm ஆ) $6.6 \times 10^{-30}$ cm

இ) $6.6 \times 10^{-31}$ cm ஈ) $6.6 \times 10^{-32}$ cm



Unit 2 - Sridhar.indd 67 07-01-2021 13:35:32

22) டியூட்ரியத்தின் திசைவேகம், $\alpha$ – துகளைக் காட்டிலும் ஐந்து மடங்காக இருக்கும்போது, டியூட்ரியம் அணுவிற்கும் $\alpha$ – துகளிற்கும் இடையேயான டீபிராக்ளி அலைநீளங்களின் விகிதம்

அ) 4 ஆ) 0.2 இ) 2.5 ஈ) 0.4

23) ஹைட்ரஜன் அணுவின் மூன்றாம் வட்டப்பாதையின் (orbit) ஆற்றல் மதிப்பு –E அதன் முதல் வட்டப்பாதையின் (orbit) ஆற்றல் மதிப்பு

அ) –3E ஆ) $-E/3$ இ) $-E/9$ ஈ) –9E

24. காலத்தைச் சார்ந்து அமையாத ஷ்ரோடிங்கர் அலைச் சமன்பாடானது

அ) $\hat{H}\psi = E\psi$

ஆ) $\nabla^2\psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E+V)\psi = 0$

இ) $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2} + \frac{2m}{h^2}(E-V)\psi = 0$

(ஈ) இவை அனைத்தும்

25. பின்வருவனவற்றுள், ஹெய்சன் பர்கின் நிச்சயமற்றத் தன்மையினைக் குறிப்பிடாத சமன்பாடு எது?

அ) $\Delta x \, . \, \Delta p \geq h/4\pi$

ஆ) $\Delta x \, . \, \Delta v \geq h/4\pi m$

இ) $\Delta E \, . \, \Delta t \geq h/4\pi$

(ஈ) $\Delta E \, . \, \Delta x \geq h/4\pi$

## II. பின்வரும் வினாக்களுக்கு சுருக்கமான விடையளி:

26. ஆர்பிட்டாலின் வடிவம், ஆற்றல், திசையமைப்பு, உருவளவு ஆகியவற்றினை குறிப்பிடும் குவாண்டம் எண்கள் எவை?

27. n = 4க்கு சாத்தியமான ஆர்பிட்டால்களின் எண்ணிக்கையினை குறிப்பிடுக.

28. 2s, 4p, 5d மற்றும் 4f ஆர்பிட்டால்களுக்கு எத்தனை ஆரக் கணுக்கள் (radial node) காணப்படுகின்றன? எத்தனை கோணக் கணுக்கள் (angular nodes) காணப்படுகின்றன.

29. சரிபாதியளவு நிரப்பப்பட்ட ஆர்பிட்டால்கள் நிலைப்புத்தன்மை பெறுதல் p– ஆர்பிட்டாலைக் காட்டிலும் d – ஆர்பிட்டாலில் அதிகமாக உள்ளது. ஏன்?

30. பின்வரும் $d^5$ எலக்ட்ரான் அமைப்புகளைக் கருதுக.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ⇅ | ⇅ | ↿ | | |

(அ)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ↿ | ↿ | ↿ | ⇅ | |

(ஆ)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ↿ | ↿ | ↿ | ↿ | ↿ |

இ)



Unit 2 - Sridhar.indd 68 07-01-2021 13:35:33

(i) இவற்றுள் சிறும ஆற்றல் நிலையை குறிப்பிடுவது எது?

(ii) அதிகபட்ச பரிமாற்ற ஆற்றலைப் பெற்றுள்ள அமைப்பு எது?

31. பௌலி தவிர்க்கைத் தத்துவத்தினைக் கூறு

32. ஆர்பிட்டால் வரையறு. $3p_x$ மற்றும் $4d_{x^2-y^2}$ ஆர்பிட்டாலில் உள்ள எலக்ட்ரானுக்கு n மற்றும் l மதிப்புகளைக் கூறுக.

33. காலத்தைச் சார்ந்து அமையாத ஷ்ரோடிங்கர் அலைச்சமன்பாட்டினை சுருக்கமாக விளக்குக.

34. $\Delta v = 0.1\%$ மற்றும் $V = 2.2 \times 10^6 \ ms^{-1}$ ஆக உள்ள எலக்ட்ரான் ஒன்றின் நிலையை அளவிடுவதில் உள்ள நிச்சயமற்றத் தன்மையினைக் கணக்கிடுக.

35. O–அணுவில் உள்ள 8வது எலக்ட்ரான் மற்றும் $Cl$ – அணுவில் உள்ள 15வது எலக்ட்ரான் ஆகியவற்றிற்கான நான்கு குவாண்டம் எண்களின் மதிப்புகளையும் தீர்மானிக்கவும்.

36. குவாண்டம் இயக்கவியலின் அடிப்படையில் ஹைட்ரஜன் அணுவின் ஆற்றல் மதிப்பு

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2} \ eV \ atom^{-1}$$

i) இதனைப் பயன்படுத்தி n = 3 மற்றும் n = 4க்கு இடையேயான ஆற்றல் வேறுபாடு $\Delta E$ யைக் கண்டறிக.

ii) மேற்கண்டுள்ள பரிமாற்றத்திற்கு உரிய அலைநீளத்தினைக் கணக்கிடுக.

37. 5400Å பச்சை நிற ஒளியின் அலை நீளத்திற்கு சமமான டிபிராக்ளி அலைநீளத்தினைப் பெற 54g டென்னிஸ் பந்து எவ்வளவு வேகத்தில் பயணிக்க வேண்டும்?

38. பின்வரும் ஒவ்வொன்றிற்கும், துணைக்கூட்டின் குறியீடு, அனுமதிக்கப்பட்ட m மதிப்புகள் மற்றும் ஆர்பிட்டால்களின் எண்ணிக்கையினைத் தருக.

i) $n = 4, l = 2$, ii) $n = 5, l = 3$ iii) $n = 7, l = 0$

39. $Mn^{2+}$ மற்றும் $Cr^{3+}$ ஆகியனவற்றின் எலக்ட்ரான் அமைப்புகளைத் தருக.

40. ஆஃபா தத்துவத்தினை விவரிக்க.



Unit 2 - Sridhar.indd 69 07-01-2021 13:35:33

41. ஒரு அணுவானது 35 எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் 45 நியூட்ரான்களைக் கொண்டுள்ளது.

i) புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை ii) தனிமத்தின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

iii) கடைசி எலக்ட்ரானின் நான்கு குவாண்டம் எண்களின் மதிப்பு ஆகியனவற்றை கண்டறிக.

42. ஹைட்ரஜன் அணுவின் போர் வட்டப்பாதையின் சுற்றளவானது, அணுக்கருவினைச் சுற்றி வரும் எலக்ட்ரானுக்கான டிபிராக்ளி அலைநீளத்தின் முழு எண் மடங்கிற்குச் சமம் எனக் காட்டுக.

43. பின்வரும் செயல்முறைக்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலைக் கணக்கிடுக.

$$He^{+}_{(g)} \rightarrow He^{2+}_{(g)} + e^{-}$$

சிறும ஆற்றல் நிலையில் உள்ள ஹைட்ரஜனின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் –13.6 evatom–1.

44. நிறை எண் 37 உடைய ஒரு அயனி ஒற்றை எதிர்மின் சுமையினைப் பெற்றுள்ளது. இந்த அயனியானது, எலக்ட்ரான்களைக் காட்டிலும் 11.1% அதிகமான நியூட்ரான்களைப் பெற்றிருந்தால், அந்த அயனியின் குறியீட்டினைக் கண்டறிக.

45. $Li^{2+}$அயனியானது ஹைட்ரஜனை ஒத்த அயனியாகும். அதனை போர் மாதிரியின் அடிப்படையில் விவரிக்க இயலும். அதன் மூன்றாம் வட்டப்பாதையின் போர் ஆரம் மற்றும் நான்காம் வட்டப்பாதையில் உள்ள ஒரு எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் ஆகியவற்றைக் கண்டறிக.

46. துகள் முடுக்கிகளைக் கொண்டு புரோட்டான்களை முடுக்குவிக்க இயலும். அத்தகைய முடுக்குவிக்கப்பட்ட $2.85 \times 10^{8}$ $ms^{-1}$ வேகத்தில் இயங்கும் புரோட்டான் ஒன்றின் அலை நீளத்தினை (Åல்) கணக்கிடுக. (புரோட்டானின் நிறை $1.673 \times 10^{-27}$ Kg).

47. 140 km $hr^{-1}$ வேகத்தில் பயணிக்கும் 160 g நிறையுடைய கிரிக்கெட் பந்து ஒன்றின் டிபிராலி அலைநீளம் (cmல்) கணக்கிடுக.

48. ஆர்பிட்டில் உள்ள ஒரு எலக்ட்ரானின் நிலையினைத் தீர்மானிப்பதில் உள்ள நிச்சயமற்றத் தன்மை 0.6 Å என இருக்குமெனில், அதன் உந்தத்தில் ஏற்படும் நிச்சயமற்றத் தன்மை யாது?

49. துகள் ஒன்றின் நிலையில் ஏற்படும் நிச்சயமற்றத் தன்மையின் அளவீடானது அதன் டீபிராக்ளி அலைநீளத்திற்குச் சமம் எனில், அதன் திசைவேகத்தில் ஏற்படும் குறைந்த பட்ச நிச்சயமற்றத் தன்மை அதன் திசைவேகத்தின் $1/4\pi$ மடங்குக்குச் சமம் எனக் காட்டுக.



Unit 2 - Sridhar.indd 70 07-01-2021 13:35:33

50. அமைதி நிலையில் உள்ள ஒரு எலக்ட்ரான் 100V மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் கொண்டு முடுக்குவிக்கப்படும் போது, அந்த எலக்ட்ரானின் டிபிராக்ளி அலைநீளத்தைக் கண்டறிக.

51. விடுபட்ட குவாண்டம் எண்கள் / துணை ஆற்றல் மட்டங்களைக் கண்டறிக.

| n | $l$ | m | துணை ஆற்றல் கூடு |
|---|---|---|---|
| ? | ? | 0 | 4d |
| 3 | 1 | 0 | ? |
| ? | ? | ? | 5p |
| ? | ? | -2 | 3d |



Unit 2 - Sridhar.indd 71 07-01-2021 13:35:33

## கருத்து வரைபடம்

3DJ8HE

- அணு
  - துணை அணுத் துகள்கள் (எலக்ட்ரான், புரோட்டான், நியூட்ரான் ....)
    - பருப்பொருளின் ஈரியல்புத் தன்மை டிபிராக்ளி கோட்பாடு, ஹெய்சன்பர்கின் நிச்சயமற்ற கோட்பாடு தன்மை
  - அணு மாதிரிகள்
    - J.J தாம்சன், ரூதர்ஃபோர்டு, நீல்ஸ் போர் மற்றும் குவாண்டம் இயக்கவியல் மாதிரி
      - ஷ்ரோடிங்கர் சமன்பாடு $\hat{H}\Psi = E\Psi$
        - தீர்வு மற்றும் ஆற்றல் (ஐகன் மதிப்பு) $(\psi)$
          - $\psi^2$ எலக்ட்ரானைக் காண்பதற்கான நிகழ்தகவு
            - ஆர பங்கீடு
            - கோண பங்கீடு
              - அணு ஆர்பிட்டாலின் வடிவங்கள்
                - s – ஆர்பிடால் – கோளம்
                - p – ஆர்பிடால் – டம்பெல் வடிவம்
                - d – ஆர்பிடால் – குளோவர் இலை வடிவம்
          - அணு ஆர்பிட்டால்கள்
            - குவாண்டம் எண்கள்
              1. முதன்மைக் குவாண்டம் எண் (n)
              2. கோண உந்தக் குவாண்டம் எண் (l)
              3. காந்த குவாண்டம் எண் (m)
              4. தற்சுழற்சி குவாண்டம் எண் (s)a
            - அணு ஆர்பிட்டால்களில் எலக்ட்ரான் நிரம்புதல்
              1. ஆஃபா தத்துவம்
              2. பௌலி தவிர்க்கை தத்துவம்
              3. ஹூண்ட் விதி
              - சரிபாதியளவு மற்றும் முழுவதும் நிரப்பட்ட ஆர்பிட்டால்களின் நிலைப்புத் தன்மை



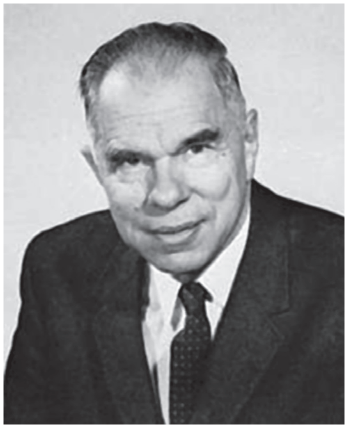
Unit 2 - Sridhar.indd 72 07-01-2021 13:35:34

# அலகு 3

## தனிமங்களின் ஆவர்த்தன வகைப்பாடு

"An awareness of the periodic table is essential to anyone who wishes to disentangle the world and see how it is built up from the fundamental building blocks of the chemistry the chemical elements "

**- Glenn T. Seaborg**



கிளன் T. சீபார்க்

1951 ம் ஆண்டு வேதியியலுக்காக வழங்கப்பட்ட நோபல் பரிசினை யுரேனியம்–வழி தனிமங்களின் கண்டுபிடிப்பிற்க்காக கிளன் தியோடர் சீபார்க் பெற்றுள்ளார். புளூடோனியம் மற்றும் மற்ற யுரேனியம்–வழி தனிமங்களை கண்டறிந்ததில் இவரும் ஒரு இணை ஆய்வாளர் ஆவார். இவர் தனது சக ஆராய்ச்சியாளர்களுடன் இணைந்து நூற்றிற்கும் மேற்பட்ட பிற தனிமங்களின் ஐசோடோப்புகளைக் கண்டறிந்துள்ளார். ஆக்டினைடு தனிமங்கள் லாந்தனைடு தனிமங்களின் பண்புகளுடன் ஒத்துபோகின்றன என்பதை சோதனை மூலம் நிரூபித்துக் காட்டினார்.

### கற்றலின் நோக்கங்கள்

3DT4Y2

இந்த பாடப்பகுதியினைக் கற்றறிந்த பின்னர்,

- தனிமவரிசை அட்டவணை உருவாக்கப்பட்டதன் வளர்ச்சியினை மீட்டறிதல்
- மோஸ்லேயின் ஆய்வு மற்றும் நவீன ஆவர்த்தன விதியினை விளக்குதல்
- தனிமங்களை, தொகுதிகளாகப் பிரிக்கும் கோட்பாட்டினை கூறுதல்
- 100 விட அதிக அணு எண்ணைக் கொண்டுள்ள தனிமங்களுக்கு IUPAC முறையின் அடிப்படையில் பெயரிடுதல்
- தனிமங்களை s, p, d மற்றும் f தொகுதி தனிமங்கள் என வகைப்படுத்துதல்
- ஆவர்த்தனத் தொடர்பினை அறிந்துணர்தல் மேலும் அணு ஆரம், அயனியாக்கும் ஆற்றல் முதலிய ஆவர்த்தனப் பண்புகளில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளை விவரித்தல்
- ஆவர்த்தனப் பண்புகளில் எதிர்நோக்கப்படும் தொடர்பில் உள்ள முரண்பாடுகளை விளக்குதல்
- ஸ்லேட்டர் விதியினைப் பயன்படுத்தி செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமையினைக் கணக்கிடுதல்.
- பௌலிங் முறையினைப் பயன்படுத்தி அயனி ஆரத்தினைக் கணக்கிடுதல்
- தனிம வரிசை அட்டவணையில், ஒரு தனிமம் பெற்றிருக்கவேண்டிய இடத்தினை தீர்மானித்தல்
- இரண்டாம் வரிசை தனிமங்களின் முரண்பட்ட பண்புகள் மற்றும் மூலைவிட்டத் தொடர்பினை விளக்குதல்.

ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெற இயலும்.

## பாட அறிமுகம்

இயற்கையில் கிடைக்கும் நூற்றுக்கும் குறைவான தனிமங்களிலிருந்தே உருவான பல்வேறு இயைபுகள் மற்றும் பண்புகளைக் கொண்ட பல மில்லியன் வேதிச் சேர்மங்கள் இப்புவியில் காணப்படுகின்றன.

தனிமங்கள் கண்டறியப்பட்ட நிகழ்வு, மனித நாகரீக வளர்ச்சியுடன் தொடர்புபடுத்தக் கூடியது. கற்காலத்தில் மனிதர்கள் தங்கள் தேவைகளுக்காக சில உலோகங்களை அவைகள் தனிமங்கள் என்று அறிந்திருக்காமலேயே பயன்படுத்தினார்கள். பின்னர், விரைவிலேயே தாதுக்களிலிருந்து தனிமங்களைப் பிரித்தெடுத்தல் மற்றும் அதனை தங்கள் தினசரி வாழ்வில் பயன்படுத்துதலை அறிந்து கொண்டார்கள். காலப்போக்கில், அதிக எண்ணிக்கையிலான தனிமங்கள் கண்டறியப்பட்டன. பல்வேறு சோதனை ஆய்வுகளின் அடிப்படையில், பிரான்ஸ் நாட்டைச் சார்ந்த லவாய்சியர் 23 தனிமங்கள் கொண்ட முதல் வேதி தனிமங்களின் பட்டியலினை 1789–ல் வெளியிட்டார். இவர் பொருட்களை தனிமங்களின் நான்கு வகை தொகுப்புகளாக வகைப்படுத்தினார். அவையாவன; அமிலத்தை உருவாக்கும் தனிமங்கள், வாயுக்களை ஒத்த தனிமங்கள், உலோகதனிமங்கள் மற்றும் புவியின் புறபரப்புத் தனிமங்கள்.

### அட்டவணை – 3.1 – லவாய்சியர் அட்டவணை

| அமிலத்தை உருவாக்கும் தனிமங்கள் | வாயுக்களை ஒத்த தனிமங்கள் |
|---|---|
| கந்தகம் (sulphur) | ஒளி (light) |
| பாஸ்பரஸ் (phosphorus) | வெப்பம் caloric (heat) |
| மரக்கரி charcoal (carbon) | ஆக்சிஜன் oxygen |
| | நைட்ரஜன் azote (nitrogen) |
| | **ஹைட்ரஜன்** (hydrogen) |

| உலோக தனிமங்கள் | புவிப்பரப்புத்தனிமங்கள் |
|---|---|
| கோபால்ட், பாதரசம், வெள்ளீயம், (cobalt, mercury, tin) | சுட்ட சுண்ணாம்பு lime (calcium oxide) |
| தாமிரம், நிக்கல், இரும்பு (copper, nickel, iron) | மெக்னீசியம் ஆக்ஸைடு magnesia (magnesium oxide) |
| தங்கம், காரீயம், வெள்ளி, துத்தநாகம், (gold, lead, silver, zinc) | பேரீயம் சல்பேட் barytes (barium sulphate) |
| மாங்கனீசு டங்ஸ்டன் (manganese, tungsten) | அலுமினியம் ஆக்ஸைடு argilla (aluminium oxide) |
| பிளாட்டினம் platina (platinum) | சிலிக்கன் டை ஆக்ஸைடு silex (silicon dioxide) |

## 3.1 தனிமங்களை வகைப்படுத்துதல்

19 ஆம் நூற்றாண்டில், அறிவியல் அறிஞர்கள் பல்வேறு தனிமங்களைப்



Unit 3 - Sridhar.indd 74 07-01-2021 13:44:08

பிரித்தெடுத்தனர். இதன்மூலம் கண்டறியப்பட்ட தனிமங்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தது. தற்போது நாம் 118 தனிமங்களைக் கண்டறியப் பெற்றிருக்கின்றோம். இந்த 118 தனிமங்களில் அணு எண் 1 முதல் 92 வரையுள்ள தொண்ணூற்று இரண்டு தனிமங்களும் இயற்கையில் கிடைக்கின்றன. இவற்றில் சில தனிமங்களுக்கிடைய சில பண்புகளில் ஒற்றுமைத் தன்மை உள்ளதை அறிவியல் அறிஞர்கள் கண்டறிந்தனர். இக்கண்டுபிடிப்பானது, தனிமங்களை அவற்றின் பண்புகளின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தலாம் என்ற கருத்து உருவாக காரணமாக அமைந்தது. தனிமங்களை அதிகம் பயன்படுத்துவதற்கு, அதனை வகைப்படுத்துதல், நன்மை தரத்தக்கதாக அமையும். தனிமங்களை வகைப்படுத்துவதற்கு பல்வேறு முயற்ச்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. எனினும் அணுநிறையின் அடிப்படையிலான வகைப்பாடு, தனிம வரிசை அட்டவணையினை சரியான வடிவில் உருவாக்குவதற்கு வழிவகை செய்தது.

1817 –ல், J.W. டாபரீனர், வேதிப்பண்புகளில் ஒத்துள்ள குளோரின், புரோமின், அயோடின் போன்ற தனிமங்களை மூன்று தனிமங்கள் கொண்ட ஒரு குழுவாக வகைப்படுத்தினார். இதனை அவர் மும்மைத் தொகுதி (triads) என அழைத்தார். மும்மைத் தொகுதியில் நடுவில் உள்ள தனிமத்தின் அணு நிறையானது, மற்ற இரு தனிமங்களின் அணு நிறைகளின் கூட்டுச் சாராசரிக்கு ஏறத்தாழ சமமாக இருந்தது. எனினும் குறிப்பிட்ட சில தனிமங்களை மட்டுமே மும்மைத் தொகுதிகளாக வகைப்படுத்த முடிந்தது. ஏறத்தாழ ஒத்த அணு நிறைகளைப் பெற்றுள்ள [Fe, Co, Ni], [Ru, Rh, Pd], [Os, Ir, Pt] போன்ற மும்மைத் தொகுதிகளுக்கு இவ்வகைப்பாட்டுக் கொள்கையினைப் பயன்படுத்த இயலவில்லை.

### அட்டவணை 3.2 டாபரீனரின் மும்மைத் தொகுதி

| வ. எண் | மும்மைத் தொகுதியில் உள்ள தனிமங்கள் | நடுவில் உள்ள தனிமத்தின் அணு நிறை | மற்ற இரு தனிமங்களின் அணு நிறைகளின் கூட்டுச் சராசரி |
|---|---|---|---|
| 1 | Li, Na, K | 23 | $\frac{7+39}{2} = 23$ |
| 2 | Cl, Br, I | 80 | $\frac{35.5+127}{2} = 81.25$ |
| 3 | Ca, Sr, Ba | 88 | $\frac{40+137}{2} = 88.5$ |

1862 –ல், A.E.B. டி சான்கோர்டாய்ஸ், தனிமங்களின் பண்புகள், அவற்றின் அணுநிறையோடு கொண்டுள்ள ஒரு தொடர்பினை எடுத்துக் கூறினார். அவரது கூற்றுப்படி, பொருட்களின் பண்புகள் அவற்றின் எண்களின் பண்புகளோடு தொடர்புடையது. இவர் அணு நிறையினை குறிப்பிட 'எண்கள்' என்ற வார்த்தையினைப் பயன்படுத்தினார். அடிப்பக்க சுற்றளவில் 16 அலகுகள்

உடைய ஒரு உருளையின் செங்குத்து மைய அச்சிற்கு 45° கோணத்தில் ஒரு சுருளை (helix) அவர் உருவாக்கினார். உருளையின் மேற்பரப்பில் அச்சுருளின் வழியே தனிமங்களை, அவற்றின் அணு நிறைகளின் ஏறுவரிசையில் குறித்தார். சுருளின் ஒரு முழுச்சுற்று, அணுநிறை 16 அதிகரிப்பதற்குச் சமம். உருளையின் மேற்பரப்பில் சம இடைவெளிகளுடன் வரையப்பட்ட பதினாறு செங்குத்துக் கோடுகளில், ஒரே செங்குத்துக் கோட்டில் அமைந்துள்ள தனிமங்கள் ஒத்தப் பண்புகளைக் கொண்டிருந்தன. தனிம வரிசை அட்டவணையை உருவாக்குவது தொடர்பான முயற்சிகளில் முதல் குறிப்பிடத்தக்க முயற்சி இதுவாகும். எனினும் இது அதிகளவில் கவனத்தை ஈர்ப்பதாக அமைந்திருக்கவில்லை.

1864 –ல் J. நியூலண்ட் என்பவர் தனிமங்களை வகைப்படுத்தும் பொருட்டு, எண்ம விதியினை முன் மொழிந்தார். தனிமங்களை அவற்றின் அணு நிறைகளின் ஏறுவரிசையில் அமைக்கும் போது, ஒவ்வொரு எட்டாவது தனிமத்தினுடைய பண்பும், முதலாவது தனிமத்தின் பண்புடன் ஒத்திருந்தது. இவ்விதி கால்சியம் வரையிலான இலேசான தனிமங்களுக்கு மட்டுமே சரியாக பொருந்தியது.

**அட்டவணை 3.3 நியூலண்டின் எண்மங்கள்**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $^{7}Li$ | $^{9}Be$ | $^{11}B$ | $^{12}C$ | $^{14}N$ | $^{16}O$ | $^{19}F$ |
| $^{23}Na$ | $^{24}Mg$ | $^{27}Al$ | $^{29}Si$ | $^{31}P$ | $^{32}S$ | $^{35.5}Cl$ |
| $^{39}K$ | $^{40}Ca$ | | | | | |

### 3.1.1 மெண்டலீஃபின் வகைப்பாடு

1868 –ல் லோதர் மேயர், தற்போதுள்ள நவீன ஆவர்த்தன அட்டவணையினை ஒத்த ஒரு தனிம வரிசை அட்டவணையை உருவாக்கினார். இயற்பண்புகளான அணு பருமன், உருகுநிலை மற்றும் கொதிநிலை போன்றவற்றை, அணுக்களின் அணுநிறைக்கு எதிராக வரைபடத்தில் குறித்தபோது, அப்பண்புகளில் ஆவர்த்தன தன்மை காணப்படுவதை இவர் கண்டறிந்தார்.

இதே காலகட்டத்தில், டிமிரிட்டி மெண்டலீஃப் தனியே ஒரு கருத்தினை முன்மொழிந்தார். அது "தனிமங்களின் பண்புகள் அவற்றின் அணுநிறைகளின் ஆவர்த்தன சார்பாக அமைகின்றன," என்பதாகும். இக்கூற்று ஆவர்த்தன விதி என அழைக்கப்படுகிறது. அக்காலத்தில் அறியப்பட்டிருந்த 70 தனிமங்களை அவற்றின் அணு நிறைகளின் ஏறுவரிசையில் பல செங்குத்து தொகுதிகளாக வகைப்படுத்தினார். இவ்வாறாக, ஆவர்த்தன விதியின் அடிப்படையில் மெண்டலீஃப், முதன் முதலாக ஆவர்த்தன அட்டவணையினைக் கட்டமைத்தார்.

## அட்டவணை 3.4 மெண்டலீஃபின் ஆவர்த்தன அட்டவணை

| Series | Group of Elements | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | | |
| 1 | - | Hydrogen<br>**H**<br>1.0008 | - | - | - | | | | | | |
| 2 | Helium<br>**He**<br>4.0 | Lithium<br>**Li**<br>7.03 | Beryllium<br>**Be**<br>9.1 | Boron<br>**B**<br>11.0 | Carbon<br>**C**<br>12.0 | Nitrogen<br>**N**<br>14.04 | Oxygen<br>**O**<br>16.00 | Fluorine<br>**F**<br>19.0 | | | |
| 3 | Neon<br>**Ne**<br>19.9 | Sodium<br>**Na**<br>23.5 | Magnesium<br>**Mg**<br>24.3 | Aluminium<br>**Al**<br>27.0 | Silicon<br>**Si**<br>28.04 | Phosphorus<br>**P**<br>31.0 | Sulphur<br>**S**<br>32.06 | Chlorine<br>**Cl**<br>35.45 | | | |
| 4 | Argon<br>**Ar**<br>38 | Potassium<br>**K**<br>39.1 | Calcium<br>**Ca**<br>40.1 | Scandium<br>**Sc**<br>44.1 | Titanium<br>**Ti**<br>48.1 | Vanadium<br>**V**<br>51.4 | Chromium<br>**Cr**<br>c | Manganese<br>**Mn**<br>55.0 | Iron<br>**Fe**<br>55.9 | Cobalt<br>**Co**<br>59 | Nickel<br>**(Ni** **(Cu**<br>59 |
| 5 | | Copper<br>**Cu**<br>63.6 | Zinc<br>**Zn**<br>65.4 | Gallium<br>**Ga**<br>70.0 | Germanium<br>**Ge**<br>72.3 | Arsenic<br>**As**<br>75 | Selenium<br>**Se**<br>79 | Bromine<br>**Br**<br>79.95 | | | |
| 6 | Krypton<br>**Kr**<br>81.8 | Rubidium<br>**Rb**<br>85.4 | Strontium<br>**Sr**<br>87.6 | Yttrium<br>**Y**<br>89.0 | Zirconium<br>**Zr**<br>90.6 | Niobium<br>**Nb**<br>94.0 | Molybdenum<br>**Mo**<br>96.0 | - | Ruthenium<br>**Ru**<br>101.7 | Rhodium<br>**Rh**<br>**103** | Palladium<br>**(Pd** **(Ag**<br>106.5 |
| 7 | | Silver<br>**Ag**<br>107.9 | Cadmium<br>**Cd**<br>112.4 | Indium<br>**In**<br>114.0 | Tin<br>**Sn**<br>119.0 | Antimony<br>**Sb**<br>120.0 | Tellurium<br>**Te**<br>127.6 | Iodine<br>**I**<br>126.9 | | | |
| 8 | Xenon<br>**Xe**<br>128 | Caesium<br>**Cs**<br>132.9 | Barium<br>**Ba**<br>137.4 | Lanthanum<br>**La**<br>139 | Cerium<br>**Ce**<br>140 | - | - | - | - | | |
| 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 10 | - | - | - | Ytterbium<br>**Yb**<br>173 | - | Tantalum<br>**Ta**<br>183 | Tungsten<br>**W**<br>184 | - | Osmium<br>**Os**<br>191 | Iridium<br>**Ir**<br>193 | Platinum<br>**(Pt** **(Au**<br>194.9 |
| 11 | | Gold<br>**Au**<br>197.2 | Mercury<br>**Hg**<br>200.0 | Thallium<br>**Tl**<br>204.1 | Lead<br>**Pb**<br>206.9 | Bismuth<br>**Bi**<br>208 | | - | - | | |
| 12 | - | - | Radium<br>**Ra**<br>224 | - | Thorium<br>**Th**<br>232 | - | Uranium<br>**U**<br>239 | | | | |



Unit 3 - Sridhar.indd 77
07-01-2021 13:44:08

மெண்டலீஃபின் ஆவர்த்தன அட்டவணையில் உள்ளவாறு, தகுந்த பண்புகளைக் கொண்ட தனிமங்கள் அந்நேரத்தில் கண்டறியப்படாத நிலையில் அவற்றிற்கென வெற்றிடங்களை விட்டிருந்தார். அவரும் மற்ற அறிஞர்களும் இடம் விடப்பட்ட தனிமங்கள் பெற்றிருக்க வேண்டிய இயற்பியல் மற்றும் வேதிப்பண்புகளை நிர்ணயித்தனர். பின்னாளில் கண்டறியப்பட்ட தனிமங்களின் பண்புகள் ஏற்கனவே இடம் விடப்பட்ட தனிமங்களுக்கென நிர்ணயிக்கப்பட்ட பண்புகளோடு ஒத்துக் காணப்பட்டன.

எடுத்துக்காட்டாக, தொகுதி III ஐச் சார்ந்த காலியம் (Ga) மற்றும் தொகுதி IV ஐச் சார்ந்த ஜெர்மானியம் (Ge) ஆகியவை அக்காலத்தில் கண்டறியப்பட்டிருக்கவில்லை. ஆனால், மெண்டலீஃப் அவைகள் இருப்பதற்கான சாத்தியக் கூறினையும், அவற்றின் பண்புகளையும் நிர்ணயித்திருந்தார். அவர் நிர்ணயித்திருந்த பண்புகளை பெற்ற தனிமங்களுக்கு (eka – aluminium) மற்றும் (eka – silicon) என பெயரிட்டார்.

சரியான தனிமங்கள் கண்டறியப்பட்ட பின்னர், அவைகளின் பண்புகள், மெண்டலீஃப்பினால் முன் கூட்டியே நிர்ணயிக்கப்பட்ட பண்புகளுடன் ஏறத்தாழ ஒத்திருந்தன. (அட்டவணை 3.5)

**அட்டவணை 3.5 – eka – aluminium மற்றும் eka – silicon ஆகியவைகளுக்கு முன்கூட்டியே நிர்ணயிக்கப்பட்ட பண்புகள்**

| வ. எண் | பண்பு | eka – aluminium முன்கூட்டியே நிர்ணயிக்கப்பட்டது | காலியம் (கண்டறியப்பட்டது) | eka – silicon முன்கூட்டியே நிர்ணயிக்கப்பட்டது | ஜெர்மானியம் (கண்டறியப்பட்டது) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | அணு நிறை | 68 | 70 | 72 | 72.59 |
| 2. | அடர்த்தி $gcm^{-3}$ | 5.9 | 5.94 | 5.5 | 5.36 |
| 3. | உருகு நிலை | குறைவு | 29.78°C | அதிகம் | 947°C |
| 4. | ஆக்ஸைடின் வாய்ப்பாடு | $E_2O_3$ | $Ga_2O_3$ | $EO_2$ | $GeO_2$ |
| 5. | குளோரைடின் வாய்ப்பாடு | $ECl_3$ | $GaCl_3$ | $ECl_4$ | $GeCl_4$ |

### 3.1.2 மெண்டலீஃபின்ஆவர்த்தன அட்டவணையில் உள்ள முரண்பாடுகள்

ஒத்த பண்புகளை உடைய தனிமங்கள் வெவ்வேறு தொகுதிகளிலும், வெவ்வேறு பண்புகளுடைய தனிமங்கள் ஒரே தொகுதியிலும் வைக்கப்பட்டிருந்தன. இதைப் போலவே ஆவர்த்தன விதிக்கு முரணாக, அதிக அணு நிறையுள்ள தனிமமானது குறைவான அணு நிறையுள்ள தனிமத்திற்கு முன்னதாகவே வைக்கப்பட்டிருந்தது.

எடுத்துக்காட்டாக டெலூரியம் (127.6) ஆறாவது (VI) தொகுதியிலும், அயோடின் (127) ஏழாவது (VII) தொகுதியிலும் வைக்கப்பட்டிருந்தன. $^{58.7}Ni_{28}$ –க்கு முன்னதாக $^{59}Co_{27}$ வைக்கப்பட்டிருந்தது.



Unit 3 - Sridhar.indd 78 07-01-2021 13:44:08

## 3.2 மோஸ்லே ஆய்வும், நவீன ஆவர்த்தன விதியும்

1913–ல், ஹென்றி மோஸ்லே, பல்வேறு தனிமங்களை அதிக ஆற்றலுடைய எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டு மோதச் செய்து அதன் மூலம் உருவான சிறப்பு X கதிர் நிறமாலையினை ஆய்வு செய்தார். இதில் தனிமங்களின் அணுஎண்ணிற்கும் உமிழப்பட்ட சிறப்பு X – கதிர்களின் அதிர்வெண்ணிற்கும் நேர்கோட்டுத் தொடர்பு இருப்பதை அவர் கண்டறிந்தார். இத்தொடர்பினை பின்வருமாறு குறிப்பிட்டார்.

$$\sqrt{\upsilon} = a(Z-b)$$

இங்கு v என்பது 'Z' என்ற அணு எண் கொண்ட தனிமத்தினால் உமிழப்பட்ட 'X' கதிரின் அதிர்வெண். 'a' மற்றும் 'b' ஆகியன மாறிலிகள். மேலும் அனைத்துத் தனிமங்களுக்கும் 'a' மற்றும் 'b' ஆகியன ஒரே மதிப்புகளைப் பெற்றிருக்கும்.

$\sqrt{\upsilon}$ மற்றும் Z க்கு இடையேயான வரைபடம் ஒரு நேர்கோட்டினைத் தரும். இத்தொடர்பினைப் பயன்படுத்தி புதிய தனிமம் ஒன்று வெளியிடும் சிறப்பு X–கதிரின் அதிர்வெண்ணைக் கொண்டு, அத்தனிமத்தின் அணு எண்ணைக் கண்டறிய இயலும்.

மோஸ்லேயின் இந்த ஆய்வின் படி, நவீன ஆவர்த்தன விதி உருவாக்கப்பட்டது. இவ்விதியின்படி "தனிமங்களின் இயற் மற்றும் வேதிப்பண்புகள் அவற்றின் அணுஎண்களின் ஆவர்த்தன சார்பாக அமைகின்றன." இக்கூற்று நவீன ஆவர்த்தன விதி என்றழைக்கப்படுகிறது. இவ்விதியின் அடிப்படையில், தனிமங்கள் அவற்றின் அணுஎண்களின் ஏறுவரிசையில் வரிசைபடுத்தப்பட்டன. இம்முறையில் வரிசைப்படுத்தப்படும்பொழுது ஒரு குறிப்பிட்ட இடைவெளிக்கு பின்னர் ஒத்த பண்புகளை கொண்ட தனிமங்கள் இடம்பெறுகின்றன என்று அறிய முடிந்தது. இவ்வாறு சீரான இடைவெளிகளில் தனிமங்கள் அவற்றின் இயற் மற்றும் வேதிப்பண்புகளில் ஒத்திருப்பது ஆவர்த்தன தன்மை என்றழைக்கப்படுகிறது.

### 3.2.1 நவீன ஆவர்த்தன அட்டவணை

தனிமங்களின் இயற் மற்றும் வேதிப்பண்புகள், அத்தனிமங்களின் வெளிக்கூட்டில் காணப்படும் எலக்ட்ரான் அமைப்போடு தொடர்புடையது. வெவ்வேறு தனிமங்கள் தங்களது வெளிக்கூட்டில் ஒத்த எலக்ட்ரான் அமைப்பினை பெற்றிருப்பின், அவற்றின் பண்புகளும் ஒத்திருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக தங்களின் இணைதிறக்கூட்டில் உள்ள s ஆர்பிட்டாலில் ஒரு எலக்ட்ரானைப் பெற்றுள்ள தனிமங்கள் அவைகளின் இயற் மற்றும் வேதிப் பண்புகளில் ஒத்துக் காணப்படுகின்றன. நவீன ஆவர்த்தன அட்டவணையில் இத்தனிமங்கள் அனைத்தும் ஒன்றாக ஒரே தொகுதியில் ஒருங்கிணைக்கப்பட்டு முதல் தொகுதி தனிமங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.



Unit 3 - Sridhar.indd 79 07-01-2021 13:44:09

**அட்டவணை 3.6 கார உலோகங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு ($ns^1$)**

| தொகுதி–1ல் உள்ள தனிமங்கள் | அணு எண் | K,L,M,N,O,P வரிசையில் இணைதிற கூட்டில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை | இணைத்திற கூட்டின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு |
|---|---|---|---|
| Li | 3 | 2, 1 | $2s^1$ |
| Na | 11 | 2, 8, 1 | $3s^1$ |
| K | 19 | 2, 8, 8, 1 | $4s^1$ |
| Rb | 37 | 2,8,18,8,1 | $5s^1$ |
| Cs | 55 | 2, 8, 18, 18, 8, 1 | $6s^1$ |
| Fr | 87 | 2, 8, 18, 32, 18, 8, 1 | $7s^1$ |

இவ்வாறாக, நவீன ஆவர்த்தன அட்டவணையில் அனைத்து தனிமங்களும் 18 செங்குத்து நிரல்களிலும் 7 கிடைமட்ட நிரைகளிலும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. செங்குத்து நிரல்கள் தொகுதிகள் (group) எனவும், கிடைமட்ட நிரைகள் வரிசைகள் (periods) எனவும், அழைக்கப்படுகின்றன. IUPAC விதிமுறையின் படி தொகுதிகள் குறிக்கப்படும் முந்தைய முறையான 1A முதல் VIIA வரை மற்றும் 1Bமுதல் VIIIவரை ஆகியவை மாற்றியமைக்கப்பட்டு 1 முதல் 18 வரையிலான இயல் எண்கள் மூலம் தொகுதிகள் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

ஒவ்வொரு வரிசையும், '$ns^1$' என்ற பொதுவான வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பினைக் கொண்டுள்ள தனிமத்தில் துவங்கி $ns^2np^6$ என்ற வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ள தனிமத்தில் முடிவடைகிறது. இங்கு 'n' என்பது வரிசையின் எண்ணைக் (முதன்மைக் குவாண்டம் எண்) குறிப்பிடுகின்றது. ஆஃபா தத்துவம் மற்றும் அதன் அடிப்படையிலான அணுக்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பானது நவீன தனிமவரிசை அட்டவணைக்கு கருத்து வடிவிலான அடிப்படையைத் தருகின்றது.

**தன்மதிப்பீடு**

1) மெண்டலீஃபின் தனிம வரிசை அட்டவணைக்கும் நவீன தனிம வரிசை அட்டவணைக்கும் அணுகுமுறையில் உள்ள அடிப்படை வேறுபாடு யாது?



Unit 3 - Sridhar.indd 80 07-01-2021 13:44:09

## அட்டவணை – 3.7 நவீன ஆவர்த்தன அட்டவணை

பிரதி நிதித்துவ தனிமங்கள் (தொகுதி எண் 1, 2) | d – இடைநிலைத் தனிமங்கள் (தொகுதி எண் 3–12) | பிரதிநிதித்துவ தனிமங்கள் (தொகுதி எண் 13–17) | உயரிய வாயுக்கள் (18)

| வரிசை எண் | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 H $1s^1$ | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He $1s^2$ |
| 2 | 3 Li $2s^1$ | 4 Be $2s^2$ | | | | | | | | | | | 5 B $2s^22p^1$ | 6 C $2s^22p^2$ | 7 N $2s^22p^3$ | 8 O $2s^22p^4$ | 9 F $2s^22p^5$ | 10 Ne $2s^22p^6$ |
| 3 | 11 Na $3s^1$ | 12 Mg $3s^2$ | | | | | | | | | | | 13 Al $3s^23p^1$ | 14 Si $3s^23p^2$ | 15 P $3s^23p^3$ | 16 S $3s^23p^4$ | 17 Cl $3s^23p^5$ | 18 Ar $3s^23p^6$ |
| 4 | 19 K $4s^1$ | 20 Ca $4s^2$ | 21 Sc $3d^14s^2$ | 22 Ti $3d^24s^2$ | 23 V $3d^34s^2$ | 24 Cr $3d^54s^1$ | 25 Mn $3d^54s^2$ | 26 Fe $3d^64s^2$ | 27 Co $3d^74s^2$ | 28 Ni $3d^84s^2$ | 29 Cu $3d^{10}4s^1$ | 30 Zn $3d^{10}4s^2$ | 31 Ga $4s^24p^1$ | 32 Ge $4s^24p^2$ | 33 As $4s^24p^3$ | 34 Se $4s^24p^4$ | 35 Br $4s^24p^5$ | 36 Kr $4s^24p^6$ |
| 5 | 37 Rb $5s^1$ | 38 Sr $5s^2$ | 39 Y $4d^15s^2$ | 40 Zr $4d^25s^2$ | 41 Nb $4d^45s^1$ | 42 Mo $4d^55s^1$ | 43 Tc $4d^55s^2$ | 44 Ru $4d^75s^1$ | 45 Rh $4d^85s^1$ | 46 Pd $4d^{10}$ | 47 Ag $4d^{10}5s^1$ | 48 Cd $4d^{10}5s^2$ | 49 In $5s^25p^1$ | 50 Sn $5s^25p^2$ | 51 Sb $5s^25p^3$ | 52 Te $5s^25p^4$ | 53 I $5s^25p^5$ | 54 Xe $5s^25p^6$ |
| 6 | 55 Cs $6s^1$ | 56 Ba $6s^2$ | 57 La* $5d^16s^2$ | 72 Hf $4f^{14}5d^26s^2$ | 73 Ta $5d^36s^2$ | 74 W $5d^46s^2$ | 75 Re $5d^56s^2$ | 76 Os $5d^66s^2$ | 77 Ir $5d^76s^2$ | 78 Pt $5d^96s^1$ | 79 Au $5d^{10}6s^1$ | 80 Hg $5d^{10}6s^2$ | 81 Tl $6s^26p^1$ | 82 Pb $6s^26p^2$ | 83 Bi $6s^26p^3$ | 84 Po $6s^26p^4$ | 85 At $6s^26p^5$ | 86 Rn $6s^26p^6$ |
| 7 | 87 Fr $7s^1$ | 88 Ra $7s^2$ | 89 Ac** $6d^17s^2$ | 104 Rf | 105 Db | 106 Sg | 107 Bh | 108 Hs | 109 Mt | 110 Ds | 111 Rg | 112 Cn | 113 Nh | 114 Fl | 115 Mc | 116 Lv | 117 Ts | 118 Og |

*f* – உள் இடைநிலைத் தனிமங்கள்

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| * லாந்தனைடுகள் $4f^n5d^{0-1}6s^2$ | 58 Ce $4f^15d^16s^2$ | 59 Pr $4f^35d^06s^2$ | 60 Nd $4f^45d^06s^2$ | 61 Pm $4f^55d^06s^2$ | 62 Sm $4f^65d^06s^2$ | 63 Eu $4f^75d^06s^2$ | 64 Gd $4f^75d^16s^2$ | 65 Tb $4f^95d^06s^2$ | 66 Dy $4f^{10}5d^06s^2$ | 67 Ho $4f^{11}5d^06s^2$ | 68 Er $4f^{12}5d^06s^2$ | 69 Tm $4f^{13}5d^06s^2$ | 70 Yb $4f^{14}5d^06s^2$ | 71 Lu $4f^{14}5d^16s^2$ |
| ** ஆக்டினைடுகள் $5f^n6d^{0-2}7s^2$ | 90 Th $5f^06d^27s^2$ | 91 Pa $5f^26d^17s^2$ | 92 U $5f^36d^17s^2$ | 93 Np $5f^46d^17s^2$ | 94 Pu $5f^66d^07s^2$ | 95 Am $5f^76d^07s^2$ | 96 Cm $5f^76d^17s^2$ | 97 Bk $5f^96d^07s^2$ | 98 Cf $5f^{10}6d^07s^2$ | 99 Es $5f^{11}6d^07s^2$ | 100 Fm $5f^{12}6d^07s^2$ | 101 Md $5f^{13}6d^07s^2$ | 102 No $5f^{14}6d^07s^2$ | 103 Lr $5f^{14}6d^17s^2$ |



Unit 3 - Sridhar.indd 81 07-01-2021 13:44:09

## 3.3 அணு எண் 100 ஐ விட அதிகம் பெற்றுள்ள தனிமங்களுக்கு IUPAC முறையில் பெயரிடுதல்

புதிய தனிமங்கள் கண்டறிப்படும் போது, அத்தனிமத்தினை கண்டறிந்தவர், IUPAC வழி முறைகளைப் பின்பற்றி ஒரு பெயரினைப் பரிந்துரைப்பார். அப்பரிந்துரையானது பொதுமக்களின் கருத்துக்களை கேட்டறிந்த பின்னர் IUPAC யால் அங்கீகரிக்கப்படும். இந்த இடைப்பட்டக்காலத்தில் புதிதாக கண்டறியப்பட்ட தனிமானது IUPAC விதிகளின் அடிப்படையில், தற்காலிக பெயரால் அழைக்கப்படும்.தற்காலிக பெயரிடுதலுக்கான வழிமுறைகள் பின்வருமாறு

1. புதியதாகக் கண்டறியப்பட்ட தனிமத்தின் அணு எண்ணிலிருந்து நேரடியாக பெயருக்கான எண்சார் மூலம் ( Numerical root) வருவிக்கப்படுகிறது.

**அட்டவணை– 3.8: அணு எண் 100 ஐ விட அதிகம் பெற்றுள்ள தனிமங்களுக்கு IUPAC முறையில் பெயரிடுதலுக்கான குறியீடு**

| இலக்கம் | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| மூலம் | nil | un | bi | tri | quad | pent | hex | sept | oct | enn |
| சுருக்கப்பெயர் (Abbreviation) | n | u | b | t | q | p | h | s | o | e |

2. அணு எண்ணிற்கு இணையான எண் மூலங்கள் ஒன்றாக்கப்பட்டு, 'ium' பிற்சேர்க்கையாக எழுதப்படுகிறது.

3. 'enn' ஆனது 'nil' முன்னர் எழுதப்படும் போது, 'enn' ன் இறுதியில் உள்ள 'n' எழுதாமல் விடப்படுகிறது (enn+nil= enil). இதைபோலவே 'ium' க்கு முன்னர் 'bi' மற்றும் 'tri' ஆகியவை எழுதப்படும் போது அவற்றின் இறுதியில் உள்ள 'i' எழுதாமல் விடப்படுகிறது (bi+ium=bium; tri+ ium= trium)

4. எண் சார் மூலங்களின் முதல் எழுத்துக்களிலிருந்து புதிய தனிமத்தின் குறியீடு உருவாக்கப்படுகிறது. இதனை கீழக்கண்டுள்ள அட்டவணை எடுத்துக்காட்டுடன் விளக்குகிறது.

**அட்டவணை 3.9 அணு எண் 100 ஐ விட அதிகமுடைய தனிமங்களுக்கான பெயர்கள்**

| அணு எண் | தற்காலிகப் பெயர் | தற்காலிகக் குறியீடு | தனிமத்தின் பெயர் | தனிமத்தின் குறியீடு |
|---|---|---|---|---|
| 101 | Unnilunium | Unu | Mendelevium | Md |
| 102 | Unnilbium | Unb | Nobelium | No |
| 103 | Unniltrium | Unt | Lawrencium | Lr |
| 104 | Unnilquadium | Unq | Rutherfordium | Rf |
| 105 | Unnilpentium | Unp | Dubnium | Db |
| 106 | Unnilhexium | Unh | Seaborgium | Sg |
| 107 | Unnilseptium | Uns | Bohrium | Bh |
| 108 | Unniloctium | Uno | Hassium | Hs |



Unit 3 - Sridhar.indd 82 07-01-2021 13:44:09

| அணு எண் | தற்காலிகப் பெயர் | தற்காலிகக் குறியீடு | தனிமத்தின் பெயர் | தனிமத்தின் குறியீடு |
|---|---|---|---|---|
| 109 | Unnilennium | Une | Meitnerium | Mt |
| 110 | Ununnilium | Uun | Darmstadtium | Ds |
| 111 | Unununium | Uuu | Roentgenium | Rg |
| 112 | Ununbium | Uub | Copernicium | Cn |
| 113 | Ununtrium | Uut | Nihonium | Nh |
| 114 | Ununquadium | Uuq | Flerovium | Fl |
| 115 | Ununpentium | Uup | Moscovium | Mc |
| 116 | Ununhexium | Uuh | Livermorium | Lv |
| 117 | Ununseptium | Uus | Tennessine | Ts |
| 118 | Ununoctium | Uuo | Oganesson | Og |

**தன்மதிப்பீடு**

2) அணு எண் 120 உடைய தனிமம் இந்நாள் வரை கண்டறியப்படவில்லை. இத்தனிமத்திற்கு IUPAC வழிமுறையின் அடிப்படையில் வழங்கப்படும் பெயர் மற்றும் குறியீடு என்னவாக இருக்கும்? இத்தனிமம் பெற்றிருக்க வாய்ப்புள்ள எலக்ட்ரான் அமைப்பினையும் நிர்ணயிக்கவும்.

## 3.4 எலக்ட்ரான் அமைப்பின் அடிப்படையில் தனிமங்களை தொகுதிபடுத்துதல்

நவீன ஆவர்த்தன விதியின் அடிப்படையில் நவீன தனிமவரிசை அட்டவணையில் தனிமங்கள் 7–வரிசைகளிலும், 18–தொகுதிகளிலும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. தனிமங்களை குறிப்பிட்ட இடத்தில் அமைத்தல் என்பது அதன் வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்போடு நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டது. தனிம வரிசை அட்டவணையின் தொடரிலும், தொகுதியிலும் எலக்ட்ரான் அமைப்பு எவ்வாறு மாறுபடுகின்றது என்பதை நாம் ஆய்ந்து அறிவோம்.

### 3.4.1 வரிசைகளில் எலக்ட்ரான் அமைப்பில் ஏற்படும் மாறுபாடு

ஒவ்வொரு வரிசையும் '$ns^1$' என்ற வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்புடைய தனிமத்தில் துவங்கி '$ns^2$, $np^6$' என்ற வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்புடைய தனிமத்துடன் நிறைவு பெறுகிறது என நாம் முன்னரே அறிவோம். இங்கு 'n' என்பது முதன்மைக் குவாண்டம் எண் ஆகும். முதல் வரிசையில், இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படுவது 1s ஆர்பிட்டாலில் துவங்குகிறது. இந்த ஆர்பிட்டாலில் அதிகபட்சமாக இரு எலக்ட்ரான்கள் மட்டுமே இடம் பெறமுடியும். எனவே முதல் வரிசையில் இரு தனிமங்கள், அதாவது ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஹீலியம் ஆகிய இரண்டு தனிமங்கள் மட்டுமே இடம் பெறுகின்றன. இரண்டாவது வரிசையில் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படுவது 2s ஆர்பிட்டாலில் துவங்கி பின்னர் மூன்று 2p ஆர்பிட்டால்களிலும் தொடர்கின்றன. இதில் லித்தியம் முதல் நியான் வரையிலான எட்டு தனிமங்கள் இடம் பெறுகின்றன.

மூன்றாவது வரிசையில் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படுவது 3s ஆர்பிட்டாலில் துவங்கி பின்னர் 3p ஆர்பிட்டால்களிலும் தொடர்கின்றன. நான்காவது வரிசையில் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் முதலில் 4s ஆர்பிட்டாலிலும், பின்னர் 3d மற்றும் 4p ஆர்பிட்டால்களிலும் ஆஃபா தத்துவத்தின் அடிப்படையில் நிரப்பப்படுகின்றன. இதைப் போன்றே பிற வரிசைகளின் எலக்ட்ரான் அமைப்பினை நாம் விளக்க இயலும் ( அட்டவணை 3.10)

### அட்டவணை–3.10 வரிசைகளில் உள்ள தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

| வரிசைகளின் எண் (n) | ஆர்பிட்டால்களில் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படுதல் | | வரிசையில் இடம் பெற்றுள்ள தனிமங்களின் எண்ணிக்கை | வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பு | |
|---|---|---|---|---|---|
| | துவங்குதல் | நிறைவடைதல் | | முதல் தனிமம் | இறுதி தனிமம் |
| 1 | 1s | 1s | 2 | H – $1s^1$ | He – $1s^2$ |
| 2 | 2s | 2p | 8 | Li – $2s^1$ | Ne– $2s^2 2p^6$ |
| 3 | 3s | 3p | 8 | Na – $3s^1$ | Ar – $3s^2 3p^6$ |
| 4 | 4s → 3d | 4p | 18 | K – $4s^1$ | Kr– $4s^2 4p^6$ |
| 5 | 5s → 4d | 5p | 18 | Rb – $5s^1$ | Xe – $5s^2 5p^6$ |
| 6 | 6s → 4f → 5d | 6p | 32 | Cs – $6s^1$ | Rn – $6s^2 6p^6$ |
| 7 | 7s → 5f → 6d | 7p | 32 | Fr – $7s^1$ | Og – $7s^2 7p^6$ |

நான்காவது வரிசையில் 3d ஆர்பிட்டால்களில் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் நிரம்புதல் ஸ்கேண்டியத்திலிருந்து துவங்கி துத்தநாகத்தில் (zinc–ல்) நிறைவடைகிறது. இந்த 10 தனிமங்களையும் உள்ளடக்கிய வரிசை முதல் இடைநிலைத்தனிம வரிசை என அழைக்கப்படுகிறது. இதைப் போலவே அடுத்தடுத்த வரிசைகளில், 4d, 5d மற்றும் 6d ஆர்பிட்டால்களில் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படுகின்றன. இவ்வரிசைகள் முறையே இரண்டாம், மூன்றாம் மற்றும் நான்காம் இடைநிலை வரிசைகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

ஆறாவது வரிசையில், இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படுவது 6s ஆர்பிட்டாலில் துவங்கி பின்னர் 4f, 5d மற்றும் 6p ஆர்பிட்டால்களில் நிரப்பப்படுகின்றன. 4f ஆர்பிட்டால்கள் நிரப்பப்படுவது சீரியத்தில் (z=58) துவங்கி லுட்டீசியத்தில் (z=71) நிறைவடைகின்றது. இந்த 14 தனிமங்களையும் உள்ளடக்கிய வரிசை முதல் உள் இடைநிலைத்தனிம வரிசையாகும். இத்தனிமங்கள் லாந்தனைடுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இதைப்போலவே ஏழாவது வரிசையில் 5f ஆர்பிட்டால்கள் நிரப்பப்படுகின்றன. இந்த 14 தனிமங்களை உள்ளடக்கிய வரிசை ஆக்டினைடுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இந்த இரு வரிசைகளும் நவீன தனிமவரிசை அட்டவணையில் தனியே, அடிப்பாகத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளன.



Unit 3 - Sridhar.indd 84 07-01-2021 13:44:09

## 3.4.2 தொகுதிகளில் எலக்ட்ரான் அமைப்பில் ஏற்படும் மாறுபாடு

ஒரு தொகுதியில் உள்ள தனிமங்கள் அனைத்தும் அவற்றின் வெளிக்கூட்டில், ஒத்த எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளன. அட்டவணை (3.11)ல் பதினெட்டு தொகுதிகளுக்கான பொதுவான வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. தனிமங்களின் கடைசி இணைதிற எலக்ட்ரான் சென்று சேரக்கூடிய ஆர்பிட்டாலின் அடிப்படையில் தனிமங்களை s,p,d மற்றும் f தொகுதி தனிமங்கள் என வகைப்படுத்தலாம்.

தொகுதி –1 மற்றும் தொகுதி –2 ல் உள்ள தனிமங்கள், s– தொகுதி தனிமங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் கடைசி இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் ns ஆர்பிட்டாலில் சென்று சேர்கிறது. தொகுதி –1 ஐச் சேர்ந்த தனிமங்கள் காரஉலோகங்கள் என்றும் தொகுதி –2ஐச் சேர்ந்த தனிமங்கள் காரமண் உலோகங்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவைகள் குறைந்த கொதிநிலை, மற்றும் உருகு நிலையினைப் பெற்றிருப்பதுடன், குறைவான அயனியாக்கும் ஆற்றலையும் பெற்றுள்ள மென்மையான உலோகங்கள் ஆகும். இவைகள் அதிக வினைத்திறனைப் பெற்றிருக்கின்றன மேலும் அயனிச்சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. இத்தனிமங்கள் அதிக எலக்ட்ரான் நேர்மின்தன்மையையும் மற்றும் தீச்சுடரில் நிறத்தினை ஏற்படுத்தும் தன்மையினையும் பெற்றிருக்கின்றன. இத்தனிமங்களின் பண்புகளைப் பற்றி அடுத்தடுத்த பாடப்பகுதிகளில் விரிவாக படிப்போம்.

தொகுதி–13 முதல் 18 வரையிலான தனிமங்கள் p–தொகுதி தனிமங்கள் அல்லது பிரதிநிதித்துவ தனிமங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இத்தனிமங்களின் பொதுவான வெளிக்கூட்டுஎலக்ட்ரான் அமைப்பு $ns^2$, $np^{1-6}$ ஆகும். 16 மற்றும் 17ம்–தொகுதி தனிமங்கள்முறையேசால்கோஜன்கள்மற்றும் ஹாலஜன்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. 18ம் தொகுதித் தனிமங்கள் முழுமையாக நிரப்பப்பட்ட இணைதிற கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பினை ($ns^2$ $np^6$) பெற்றுள்ளன. இவைகள் மந்த வாயுக்கள் ( inert gases) அல்லது உயரிய வாயுக்கள் (noble gases) என அழைக்கப்படுகின்றன. p–தொகுதி தனிமங்கள் அதிகமான எதிர்க்குறி எலக்ட்ரான்கவர்தன்மை மதிப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. s–தொகுதி தனிமங்களைக் காட்டிலும் இவற்றின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்பு அதிகம். இவைகள் பெரும்பாலும் சகப்பிணைப்புச் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. மேலும் இவைகள் உருவாக்கும் பல்வேறு சேர்மங்களில் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெற்றுள்ளன.

தொகுதி–3 முதல் 12 வரையில் உள்ள தனிமங்கள் d தொகுதித் தனிமங்கள் அல்லது இடைநிலைத் தனிமங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இத் தனிமங்களின் பொதுவான இணைதிற கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பு $ns^{1-2}$, $(n-1)$ $d^{1-10}$ ஆகும். இத்தனிமங்களும் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெற்றுள்ளன. இவைகள் அயனிச் சேர்மங்கள், சகப்பிணைப்புச் சேர்மங்கள் மற்றும் ஈதல்சகப்பிணைப்புச் சேர்மங்களை உருவாக்கும் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன. மேலும் இவைகள் அணிக்கோவை இடைச்செருகல் சேர்மங்கள் (interstitial compounds) மற்றும் உலோகக் கலவைகளை உருவாக்குகின்றன. இவற்றின் உலோகக் கலவைகள் வினையூக்கிகளாகவும் செயல்படும் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன. இந்த தனிமங்கள் அதிக உருகுநிலையை பெற்றிருப்பதுடன் வெப்பம் மற்றும் மின்சாரத்தை நன்கு கடத்தும் கடத்திகளாகவும் செயல்படுகின்றன.

லாந்தனைடுகள் ($4f^{1-14}, 5d^{0-1}, 6s^2$) மற்றும் ஆக்டினைடுகள் ($5f^{0-14}$, $6d^{0-2}$, $7s^2$) ஆகியன f– தொகுதி தனிமங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய தனிமங்கள் உலோகத் தன்மையினையும், அதிக உருகு நிலையினையும் கொண்டுள்ளன. இவற்றின் சேர்மங்கள் பெரும்பாலும் நிறமுடையவை. இத்தனிமங்களும் மாறுபட்ட ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெற்றுள்ளன.

### அட்டவணை 3.11 தொகுதிகளில் உள்ள தனிமங்களின் பொதுவான வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பு

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $ns^1$ | $ns^2$ | $ns^2 (n-1)d^1$ | $ns^2 (n-1)d^2$ | $ns^2 (n-1)d^3$ | $ns^1 (n-1)d^5$ | $ns^2 (n-1)d^5$ | $ns^2 (n-1)d^6$ | $ns^2 (n-1)d^7$ | $ns^2 (n-1)d^8$ | $ns^1 (n-1)d^{10}$ | $ns^2 (n-1)d^{10}$ | $ns^2 np^1$ | $ns^2 np^2$ | $ns^2 np^3$ | $ns^2 np^4$ | $ns^2 np^5$ | $ns^2 np^6$ |
| s– தொகுதி தனிமங்கள் | | d–தொகுதி தனிமங்கள் | | | | | | | | | | p– தொகுதி தனிமங்கள் | | | | | |
| f–தொகுதி தனிமங்கள் | | **லாந்தனைடுகள்** $4f^{1-14}\ 5d^{0-1}\ 6s^2$ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | **ஆக்டினைடுகள்** $5f^{0-14}\ 6d^{0-2}\ 7s^2$ | | | | | | | | | | | | | | | |

#### தன்மதிப்பீடு

3) $(n-1)\ d^2$, $ns^2$ ( இங்கு n=5) என்ற எலக்ட்ரான் அமைப்பினை நிறைவு செய்யும் தனிமமானது தனிமவரிசை அட்டவணையில் பெற்றுள்ள இடத்தினைக் கண்டறிக.

## 3.5. ஆவர்த்தன பண்புகளில் காணப்படும் ஆவர்த்தனத் தொடர்பு

முன்னரே விவரித்துள்ளவாறு, தனிமங்களின் அணு எண் அதிகரிக்கும் போது, அவற்றின் எலக்ட்ரான் அமைப்பில் காணப்படும் ஆவர்த்தனத் தன்மையினைப் போல, தனிமங்களின் இயற் மற்றும் வேதிப் பண்புகளிலும் ஆவர்த்தனத் தன்மை காணப்படுகிறது. இப்பாடப்பகுதியில் பின்வரும் பண்புகளில் காணப்படும் ஆவர்த்தனத் தன்மையினை நாம் கற்போம்.

1. அணு ஆரம்
2. அயனி ஆரம்
3. அயனியாக்கும் என்தால்பி (ஆற்றல்)
4. எலக்ட்ரான் நாட்டம் (எலக்ட்ரான் ஏற்கும் என்தால்பி)
5. எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை

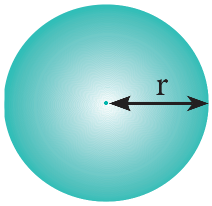


Unit 3 - Sridhar.indd 86 07-01-2021 13:44:10

### 3.5.1 அணு ஆரம்

ஒரு அணுவின் அணு ஆரம் என்பது அதன் அணுக்கருவின் மையத்திற்கும், இணைதிற எலக்ட்ரான் உள்ள வெளிக்கூட்டிற்கும் இடையேயான தூரம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

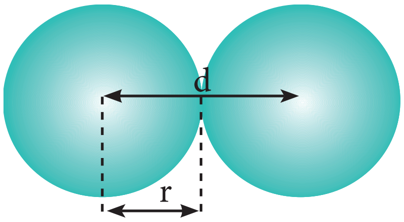
ஒரு தனித்த அணுவின் ஆரத்தினை நேரடியாக அளவிட இயலாது. மந்த வாயுக்களைத் தவிர்த்து,வழக்கமாகஅணுஆரம் என்பது தொடர்புடைய அணுக்களுக்கிடையே காணப்படும் பிணைப்பின் தன்மையினைப் பொறுத்து, சகப்பிணைப்பு ஆரம் அல்லது உலோக ஆரத்தினைக் குறிப்பிடுகின்றது.




படம் 3.1 (அ) அணு ஆரம்

### சகப்பிணைப்பு ஆரம்

ஒற்றை சகப்பிணைப்பால் பிணைக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு ஒத்த அணுக்களின் அணுக்கருக்களுக்கு இடையேயான தொலைவின் பாதியளவு சகப்பிணைப்பு ஆரம் என்றழைக்கப்படுகிறது. அணுக்கருக்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு X –கதிர் விளிம்பு விளைவு ஆய்வின் மூலம் கண்டறியப்படுகிறது.




d = அணுக்கருயிடை தூரம்

$$r = \frac{d}{2}$$

படம் 3.1 (ஆ) அணு மற்றும் சகப்பிணைப்பு ஆரம்.

### எடுத்துக்காட்டு

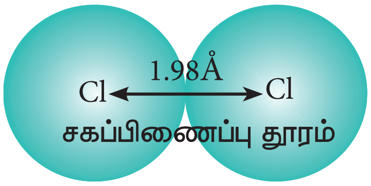
சோதனை மூலம் கண்டறியப்பட்ட $Cl_2$ மூலக்கூறின் அணுக்கருயிடை தூரம், 1.98 Å.

$$d_{Cl\text{-}Cl} = r_{Cl} + r_{Cl}$$

$$\Rightarrow d_{Cl\text{-}Cl} = 2r_{Cl}$$

$$\Rightarrow r_{Cl} = \frac{d_{Cl\text{-}Cl}}{2}$$

$$= \frac{1.98}{2} = 0.99 Å$$




படம் 3.1 (இ) குளோரினின் சகப்பிணைப்பு ஆரம்.

சகப்பிணைப்பு உருவாதலானது, அணு ஆர்பிட்டால்கள் மேற்பொருந்துதலை உள்ளடக்கியது. மேலும் இது அணுக்கருக்களுக்கு இடையேயானத் தொலைவினைக் குறைக்கிறது. எனவே சகப்பிணைப்பு ஆரம் என்பது, உண்மையான அணு ஆரத்தினை விட எப்போதும் குறைவான மதிப்பினைப் பெற்றிருக்கும்.

தனித்த ஒரு அணுவின் சகப்பிணைப்பு ஆரத்தினை, இரு வேறுபட்ட A மற்றும் B ஆகிய அணுக்களுக்கிடையே உள்ள அணுக்கருயிடை தூரத்திலிருந்தும் கணக்கிடலாம். இதற்கு ஷோமேக்கர் மற்றும் ஸ்டீவன்சன் முன்மொழிந்த எளிமையான முறை பின்வருமாறு.

$$d_{A\text{-}B} = r_A + r_B - 0.09\,(\chi_A - \chi_B)$$



Unit 3 - Sridhar.indd 87 07-01-2021 13:44:11

இங்கு $\chi_A$ மற்றும் $\chi_B$ என்பன முறையே ஃபாலிங் அளவீட்டில் A மற்றும் B ஆகியவற்றின் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை மதிப்புகளாகும். இங்கு $\chi_A > \chi_B$ மற்றும் ஆரத்தின் அளவீடு Å.

சோதனை மூலம் கண்டறியப்பட்ட $d_{H-Cl}$ மதிப்பான 1.28 Å –ல் இருந்து ஹைட்ரஜனின் சகப்பிணைப்பு ஆரத்தினை நாம் கணக்கிடுவோம். குளோரினின் சகப்பிணைப்பு ஆரம் 0.99 Å ஃபாலிங் அளவீட்டில், குளோரின் மற்றும் ஹைட்ரஜன் ஆகியவற்றின் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை மதிப்புகள் முறையே 3 மற்றும் 2.1 ஆகும்.

$$d_{H-Cl} = r_H + r_{Cl} - 0.09\ (\chi_{Cl} - \chi_H)$$

$$1.28 = r_H + 0.99 - 0.09\ (3 - 2.1)$$

$$1.28 = r_H + 0.99 - 0.09\ (0.9)$$

$$1.28 = r_H + 0.99 - 0.081$$

$$1.28 = r_H + 0.909$$

$$\therefore r_H = 1.28 - 0.909 = 0.371\ \text{Å}$$

### உலோக ஆரம்

நெருங்கி பொதிந்து அமைந்துள்ள உலோகப் படிகத்தில், அருகருகே அமைந்துள்ள இரு உலோக அணுக்களுக்கு இடைப்பட்டத் தொலைவின் சரிபாதியளவு உலோக ஆரம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, தாமிர (Copper) உலோகத்தில், அடுத்தடுத்து அருகே அமைந்துள்ள தாமிர (Copper) அணுக்களுக்கு இடைப்பட்டத் தொலைவு 2.56 Å. எனவே தாமிரத்தின் (Copper) உலோக ஆரம்

$$\frac{2.56}{2} = 1.28\ \text{Å}$$

உலோகப் படிகத்தின், அலகு கூட்டின் நீளத்தினைப் பயன்படுத்தி உலோக ஆரத்தினை கணக்கிட இயலும். XII –ம் வகுப்பின் திட நிலைமை பாடத்தில் இது பற்றிய விரிவான கணக்கீட்டினை நீங்கள் கற்பீர்கள்.

### அணு ஆரத்தில் காணப்படும் ஆவர்த்தனத் தொடர்பு

### வரிசையில் ஏற்படும் மாறுபாடு (Variation in Periods)

ஒரு வரிசையில் செல்லும் போது அணு ஆரம் குறைகிறது. ஒரு வரிசையில் இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும் போது, இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் ஒரே கூட்டில் சேர்க்கப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் அணுக்கருவில் சேர்க்கப்படும் புரோட்டான், அணுக்கருவின் மின்தன்மையினை அதிகரிப்பதுடன் இணைதிற எலக்ட்ரான்களுக்கும், அணுக்கருவிற்கும் இடையேயான கவர்ச்சி விசையினையும் அதிகரிக்கின்றது. எனவே, ஒரு வரிசையில் செல்லும்போது அணு ஆரம் குறைகிறது.

### செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமை (effective nuclear charge)

எலக்ட்ரான்களுக்கும், அணுக்கருவிற்கும் இடையே நிலை மின்னியல் கவர்ச்சி விசைக் காணப்படுகிறது. இக்கவர்ச்சி விசை மட்டும் அல்லாமல், எலக்ட்ரான்களுக்கிடையே விலக்கு விசையும் காணப்படுகிறது. உள்கூட்டில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்களுக்கும், இணைதிற கூட்டில் உள்ள எலக்ட்ரான்களுக்கும் இடையேயான இந்த விலக்கு விசையின் விளைவாக, வெளிக்கூட்டில் உள்ள இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் மீது, அணுக்கருவினால் செலுத்தப்படும் கவர்ச்சி விசை குறைக்கப் படுகின்றது. எனவே, உட்கூட்டில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள், அணுக்கருவிற்கும், இணைதிற எலக்ட்ரான்களுக்கும் இடையே ஒரு திரை போல செயல்படுகிறது. இவ்விளைவு திரைமறைப்பு விளைவு (Screening effect) என்றழைக்கப்படுகிறது. வெளிக்கூட்டில் உள்ள இணைதிற எலக்ட்ரான்களால் உணரப்படும் நிகர அணுக்கரு மின்சுமை செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமை (effective nuclear charge) என்றழைக்கப்படுகின்றது. செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமையானது



Unit 3 - Sridhar.indd 88 07-01-2021 13:44:11

பின்வரும் சமன்பாட்டால் தோராயமாக கணக்கிடப்படுகிறது.

$$Z_{\text{செயலுறு}} = Z - S$$

இங்கு, Z என்பது அணு எண் மற்றும் S என்பது திரைமறைப்பு மாறிலி. இம்மாறிலியைக் கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ள, ஸ்லேட்டர் விதிகளைப் பயன்படுத்தி கணக்கிடலாம்.

### படி 1

முதலில் கொடுக்கப்பட்ட அணுவின் எலக்ட்ரான் அமைப்பினை எழுதவும். பிறகு ns மற்றும் np ஆர்பிட்டால்களை ஒரே தொகுதியாகவும், பிற ஆர்பிட்டால்களை தனி தொகுதிகளாகவும் பின்வரும் அமைப்பில் எழுதவும்.

(1s) (2s, 2p) (3s, 3p) (3d) (4s, 4p) (4d) (4f) (5s, 5p)...

### படி 2

செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமை கண்டறிய வேண்டிய எலக்ட்ரான் அமைந்துள்ள தொகுதியினை இனம் கண்டறியவும். இதற்கு வலப்புறம் அமைந்துள்ள தொகுதிகளில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்கள் திரைமறைப்பு விளைவிற்கு காரணமாக அமைவதில்லை.

இனம் கண்டறியப்பட்ட தொகுதியில் (n என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது) உள்ள எலக்ட்ரான்கள் ஒவ்வொன்றும் 0.35 அலகு அணுக்கரு மின்சுமையை மறைக்கின்றன. எனினும் 1s எலக்ட்ரான்களுக்கு இதன் மதிப்பு 0.30 அலகு ஆகும்.

### படி 3

### உட்கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் மறைத்தல்

செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமை கண்டறியப்பட வேண்டிய எலக்ட்ரான் s அல்லது p ஆர்பிட்டாலில் இருந்தால்,

i. (n–1) தொகுதியில் உள்ள ஒவ்வொரு எலக்ட்ரான்களும் 0.85 அலகு அணுக்கரு மின்சுமையினை மறைக்கின்றன.

ii. (n–2) தொகுதி அல்லது அதனை விடக்குறைவான (n–3), (n–4) போன்ற தொகுதிகளில் உள்ள ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானும் முழுமையாக மறைக்கின்றன. அதாவது 1 அலகு அணுக்கரு மின் சுமையினை மறைக்கின்றன.

செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமை கண்டறியப்பட வேண்டிய எலக்ட்ரான் d அல்லது f ஆர்பிட்டாலில் இருந்தால், அந்த எலக்ட்ரான் அமைந்துள்ள தொகுதிக்கு இடப்புறம் உள்ள தொகுதிகளில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்கள் 1 அலகு அணுக்கரு மின்சுமையினை மறைக்கின்றன.

### படி 4

அனைத்து எலக்ட்ரான்களின் திரைமறைப்பு விளைவு மதிப்புகளின் கூடுதல் திரைமறைப்பு மாறிலி 'S' ஐத் தருகின்றது.

**அட்டவணை – 3.12 உட்கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் திரை மறைப்பு விளைவு ஸ்லேட்டா விதிகள்**

| எலக்ட்ரான் தொகுதி | செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமை கண்டறியப்பட வேண்டிய எலக்ட்ரான்( s அல்லது p ஆர்பிட்டாலில் இருந்தால்) | செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமை கண்டறியப்பட வேண்டிய எலக்ட்ரான்( d ஆர்பிட்டாலில் இருந்தால்) |
|---|---|---|
| n | 0.35 (0.30 – 1s எலக்ட்ரானுக்கு) | 0.35 |
| (n-1) | 0.85 | 1.00 |
| (n-2) மற்றும் மற்றவை | 1.00 | 1.00 |



Unit 3 - Sridhar.indd 89 07-01-2021 13:44:11

எடுத்துக்காட்டு

ஸ்கேன்டியத்தில் உள்ள 3d எலக்ட்ரான் மற்றும் 4s எலக்ட்ரானின் மீதான செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமையின் மதிப்பினைக் கணக்கிடுதலை நாம் விளக்குவோம். ஸ்கேன்டியத்தின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1$, இதனை பின்வருமாறு மாற்றியமைக்கலாம்.

$$\underbrace{(1s)^2}_{(n-3)}\ \underbrace{(2s,2p)^8}_{(n-2)}\ \underbrace{(3s,3p)^8\,(3d)^1}_{(n-1)}\ \underbrace{(4s)^2}_{n}$$

| தொகுதி | அத்தொகுதியில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை | 'S' மதிப்பிற்கு ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானின் பங்களிப்பு | 'S' மதிப்பிற்கு குறிப்பிட்ட தொகுதியில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் பங்களிப்பு |
|---|---|---|---|
| (n) | 1 | 0.35 | 0.35 |
| (n-1) | 9 | 0.85 | 7.65 |
| (n-2) & மற்றவை | 10 | 1 | 10.00 |
| S ன் மதிப்பு | | | 18.00 |

$Z_{செயலுறு} = Z - S$

$Z_{செயலுறு} = 21 - 18$

$Z_{செயலுறு} = 3$

### $3d^1$ எலக்ட்ரான் மீதான செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமையினைக் கணக்கிடுதல்

$$\underbrace{(1s)^2}_{(n-3)}\ \underbrace{(2s,2p)^8}_{(n-2)}\ \underbrace{(3s,3p)^8}_{(n-1)}\ \underbrace{(3d)^1}_{n}\ \underbrace{(4s)^2}_{}$$

| தொகுதி | அத்தொகுதியில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை | 'S' மதிப்பிற்கு ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானின் பங்களிப்பு | 'S' மதிப்பிற்கு குறிப்பிட்ட தொகுதியில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் பங்களிப்பு |
|---|---|---|---|
| n | 0 | 0.35 | 0 |
| (n-1) & மற்றவை | 18 | 1 | 18 |
| S ன் மதிப்பு | | | 18 |

$\therefore Z_{செயலுறு} = Z - S$ i.e. $=21 - 18$ $\therefore Z_{செயலுறு} = 3$

### அட்டவணை 3.13 இரண்டாம் வரிசை தனிமங்களின் அணு ஆரம் (சகப்பிணைப்பு ஆரம்)

| தனிமம் | செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமை | சகப்பிணைப்பு ஆரம் |
|---|---|---|
| $_3Li$ | 1.30 | 152 |
| $_4Be$ | 1.95 | 111 |
| $_5B$ | 2.60 | 89 |
| $_6C$ | 3.25 | 77 |
| $_7N$ | 3.90 | 74 |
| $_8O$ | 4.55 | 66 |
| $_9F$ | 5.20 | 64 |
| $_{10}Ne$ | 5.85 | |

* வாண்டர்வால்ஸ் ஆரம்



Unit 3 - Sridhar.indd 90 07-01-2021 13:44:12

### தன்மதிப்பீடு

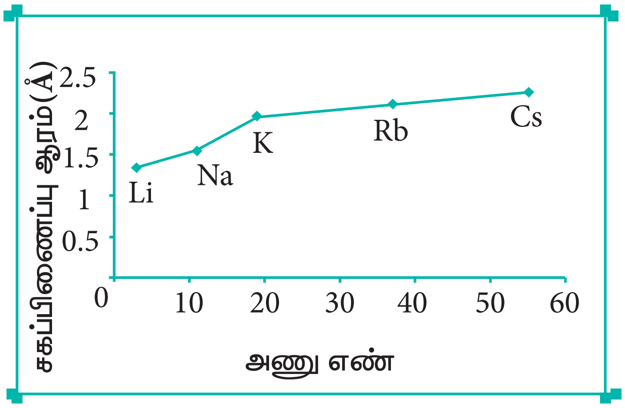
4) அலுமினியம் மற்றும் குளோரினின் 3p எலக்ட்ரான் மீதான செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமையின் மதிப்பினை ஸ்லேட்டர் விதிகளைப் பயன்படுத்தி கண்டறிக. இதன் முடிவுகள் இவ்விரு அணுக்களின் அயனி ஆரங்களோடு எவ்விதத்தில் தொடர்பு கொண்டுள்ளன என்பதை விவரி.

### தொகுதியில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள் (variation in group)

தனிம வரிசை அட்டவணையில், ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக அணு ஆரம் அதிகரிக்கின்றது. ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாகச் செல்லும் போது, புதிதாகச் சேர்க்கப்படும் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் இடம்பெறும் பொருட்டு , புதிய கூடுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இதன் காரணமாக, அணுக்கருவின் மையத்திற்கும், இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் காணப்படும் வெளிக்கூட்டிற்கும் இடையேயான தொலைவு அதிகரிக்கின்றது. எனவே அணு ஆரம் அதிகரிக்கின்றது. ஒரு தொகுதியில் கார உலோகங்களின் அணு ஆரங்களின் மாறுபாடு பின்வருமாறு

**அட்டவணை 3.14 தொகுதி–1தனிமங்களின் சகப்பிணப்பு ஆரங்களின் மாறுபாடுகள்**

| தனிமம் | இணைதிற எலக்ட்ரான் காணப்படும் வெளிக்கூடு | சகப்பிணைப்பு ஆரம்(Å) |
|---|---|---|
| Li | L (n=2) | 1.34 |
| Na | M (n=3) | 1.54 |
| K | N (n=4) | 1.96 |
| Rb | O (n=5) | 2.11 |
| Cs | P (n=6) | 2.25 |




### செயல்பாடு 3.1

பல்வேறு தொகுதிகள் மற்றும் வரிசைகளைச் சார்ந்த சில தனிமங்களின் சகப்பிணைப்பு ஆரம் (Å–ல்) பின்வருமாறு அட்டவணையிடப்பட்டுள்ளது. இம் மதிப்புகளை அவற்றின் அணு எண்ணிற்கு எதிராக வரைபடத்தில் குறிக்க . இவ்வரைபடத்தில் இருந்து ஒரு தொகுதி மற்றும் தொடரில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளை விளக்குக.

2ஆம் தொகுதி தனிமங்கள் Be (0.89), Mg (1.36), Ca (1.74), Sr (1.91) Ba(1.98)

17ஆம் தொகுதி தனிமங்கள் F (0.72), Cl (0.99), Br (1.14), I (1.33)

3ஆம் வரிசை தனிமங்கள் Na(1.57), Mg(1.36), Al (1.25), Si(1.17), P(1.10), S(1.04), Cl(0.99)

நான்காம் வரிசை தனிமங்கள் : K(2.03), Ca(1.74), Sc(1.44), Ti(1.32), V(1.22), Cr(1.17), Mn(1.17), Fe(1.17), Co(1.16), Ni(1.15), Cu(1.17), Zn(1.25), Ga(1.25), Ge(1.22), As(1.21), Se(1.14), Br(1.14)



Unit 3 - Sridhar.indd 91 07-01-2021 13:44:12

### 3.5.2 அயனி ஆரம்

ஒரு அயனியின் அணுக்கருவின் மையத்திற்கும், அவ்வயனியின் எலக்ட்ரான் திரள்முகில் (electron cloud) மீது அதன் அணுக்கருவால் கவர்ச்சி விசையினை செலுத்த இயலும் தூரத்திற்கும் இடையிலான தொலைவு அயனிஆரம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. நேரயனி மற்றும் எதிரயனி ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான அயனி இடைத் தொலைவினைக் கொண்டு பாலிங் முறைப்படி, ஒற்றை மின்சுமையுடைய படிகங்களின் அயனி ஆரங்களை கணக்கிடலாம்.

படிக அலகுக்கூட்டில் காணப்படும் அயனிகள் கோள வடிவமுடையவை என பாலிங் கருதினர். மேலும் அவைகள் ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருப்பதாகவும் கருதினார். எனவே,

$$d = r_{C^+} + r_{A^-} \quad \text{------------------} \quad (1)$$

இங்கு d என்பது நேர் அயனி $C^+$ ன் அணுக்கருவிற்கும், எதிர் அயனி $A^-$ ன் அணுக்கருவிற்கும் இடையேயானத் தொலைவு ஆகும். $r_{C^+}$, மற்றும் $r_{A^-}$ ஆகியன முறையே நேர் மற்றும் எதிர் அயனிகளின் ஆரங்களாகும்.

மேலும், மந்த வாயுக்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் (எடுத்துக்காட்டாக $Na^+$ மற்றும் $F^-$ அயனிகள் $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளன) பெற்றுள்ள அயனிகளின் ஆரமானது, அவ்வயனிகள் மீது அணுக்கருவால் செலுத்தப்படும் செயலுறு அணுக்கருமின்சுமைக்கு எதிர்விகிதத்தில் அமையும். அதாவது,

$$\text{i.e. } r_{C^+} \propto \frac{1}{(Z_{\text{செயலுறு}})_{C^+}} \quad \text{————} \quad (2)$$

மற்றும்

$$r_{A^-} \propto \frac{1}{(Z_{\text{செயலுறு}})_{A^-}} \quad \text{————} \quad (3)$$

இங்கு $Z_{\text{செயலுறு}}$ என்பது செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமைக்குச் சமம். $Z_{\text{செயலுறு}} = Z - S$

சமன்பாடு (2) ஐ (3) ஆல் வகுக்க,

$$\frac{r_{C^+}}{r_{A^-}} = \frac{(Z_{\text{செயலுறு}})_{A^-}}{(Z_{\text{செயலுறு}})_{C^+}} \quad \text{--------} \quad (4)$$

சமன்பாடு (1) மற்றும் (4) ஐத் தீர்ப்பதன் மூலம் $r_{C^+}$ மற்றும் $r_{A^-}$ மதிப்புகளைப் பெற இயலும்.

NaF படிகத்திலுள்ள $Na^+$ மற்றும் $F^-$ அயனிகளின் ஆரங்களைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் இம்முறையினை நாம் விளக்கலாம். NaF படிகத்தின் அயனி இடைத் தொலைவு 231 pm ஆகும்.,

$$d = r_{Na^+} + r_{F^-}$$

$$\text{i.e. } r_{Na^+} + r_{F^-} = 231 \text{ pm} \quad \text{-----------} (5)$$

$$\frac{r_{Na^+}}{r_{F^-}} = \frac{(Z_{\text{செயலுறு}})_{F^-}}{(Z_{\text{செயலுறு}})_{Na^+}}$$

$$(Z_{\text{செயலுறு}})_{F^-} = Z - S$$
$$= 9 - 4.15$$
$$= 4.85$$

$$(Z_{\text{செயலுறு}})_{Na^+} = 11 - 4.15$$
$$= 6.85$$

$$\therefore \frac{r_{Na^+}}{r_{F^-}} = \frac{4.85}{6.85}$$
$$= 0.71$$

$$\Rightarrow r_{Na^+} = 0.71\ r_{F^-} \quad \text{--------} (6)$$

(6) ஐ (5) ல் பிரதியிட

$$(1) \Rightarrow \quad 0.71\ r_{F^-} + r_{F^-} = 231 \text{ pm}$$
$$1.71\ r_{F^-} = 231 \text{ pm}$$
$$r_{F^-} = \frac{231}{1.71} = 135.1 \text{ pm}$$

($r_{F^-}$) ன் மதிப்புகளை சமன்பாடு (5) ல் பிரதியிட

$$r_{Na^+} + 135.1 = 231$$
$$r_{Na^+} = 95.9 \text{ pm}$$

**தன்மதிப்பீடு**

5) $X^{3+}$, $Y^{2+}$ மற்றும் $Z^{-}$ ஆகிய சம எலக்ட்ரான்களைக் கொண்ட அயனிகளின் ஆரங்கள் முறையே 136 pm, 64pm, 49 pm என ஒரு மாணவர் அறிக்கை அளித்தார். இந்த வரிசை சரியானதா? குறிப்புரை தருக.

### 3.5.3 அயனியாக்கும் ஆற்றல்

இயல்பு ஆற்றல் நிலையில் (சிறும ஆற்றல் நிலையில் – ground state) உள்ள நடுநிலைத்தன்மை உடைய தனித்த வாயு நிலை அணு ஒன்றின் இணைதிற கூட்டிலிருந்து இலகுவாக பிணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு எலக்ட்ரானை நீக்குவதற்கு தேவைப்படும் குறைந்தபட்ச ஆற்றல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் எனப்படும். இது $KJmol^{-1}$ அல்லது eV என்ற அலகால் குறிப்பிடப்படுகின்றது.

$$M_{(g)} + IE_1 \rightarrow M^+_{(g)} + 1\ e^-$$

இங்கு, $IE_1$ என்பது முதலாவது அயனியாக்கும் ஆற்றலைக் குறிப்பிடுகிறது.

#### அடுத்தடுத்த அயனியாக்கும் ஆற்றல்கள் (Successive ionization energies)

ஒரு ஒற்றை நேர்மின்சுமையுடைய அயனியிலிருந்து, ஒரு எலக்ட்ரானை நீக்குவதற்கு தேவைப்படும் குறைந்தபட்ச ஆற்றல் இரண்டாம் அயனியாக்கும் ஆற்றல் எனப்படும். இது பின்வரும் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$M^+_{(g)} + IE_2 \rightarrow M^{2+}_{(g)} + 1\ e^-$$

இதைப் போலவே, நாம் மூன்றாம், நான்காம் அயனியாக்கும் ஆற்றல்களை வரையறுக்கலாம்.

ஒரு நேர்மின் சுமையுடைய அயனியில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையானது, அதன் நடுநிலை அணுவில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைவிட குறைவாக இருந்தபோதிலும் அவைகளின் அணுக்கரு மின்சுமை சமமாக இருக்கும். எனவே, நேர்மின்சுமையுடைய அயனியின் செயலுறு அணுக்கருகவர்ச்சி விசையானது, தொடர்புடைய நடுநிலை அணுவின் செயலுறு கவர்ச்சி விசையினை விட அதிகம். எனவே தொடர்ச்சியான அயனியாக்கும் ஆற்றலின் மதிப்புகள், எப்போதும் பின்வரும் ஏறுவரிசையில் அமைகின்றன.

$$IE_1 < IE_2 < IE_3 < .....$$

#### அயனியாக்கும் ஆற்றலில் காணப்படும் ஆவர்த்தனத் தன்மை.

ஒரு சில விதிவிலக்குகளைத் தவிர்த்து, பொதுவாக அயனியாக்கும் ஆற்றல், ஒரு வரிசையில் அதிகரிக்கின்றது. முன்னரே விவரித்தவாறு, ஒரு வரிசையில் இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும் போது, இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் ஒரே கூட்டில் சேர்க்கப்படும் நிலையில், அணுக்கருவில் புரோட்டான்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு தொடர்ச்சியாக அணுக்கருவின் மின்சுமை அதிகரிப்பதால், இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் மீதான கவர்ச்சி விசையும் அதிகரிக்கின்றது. மேலும் இணைதிற எலக்ட்ரானை நீக்க தேவைப்படும் ஆற்றல் அதிகரிப்பதால் அயனியாக்கும் ஆற்றலும் அதிகரிக்கிறது.

இரண்டாம் வரிசை தனிமங்களின் அயனியாக்கும் ஆற்றலில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளை நாம் கருதுவோம். அணு எண்ணிற்கு எதிரான அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்பின் வரைபடம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

பின்வரும் வரைபடத்தில், அயனியாக்கும் ஆற்றலின் வழக்கமான போக்கில், இரு மாறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. பெரிலியத்தினைக் காட்டிலும் போரான் அதிகமான அணுக்கரு மின் சுமையினைப் பெற்றிருப்பதால்,



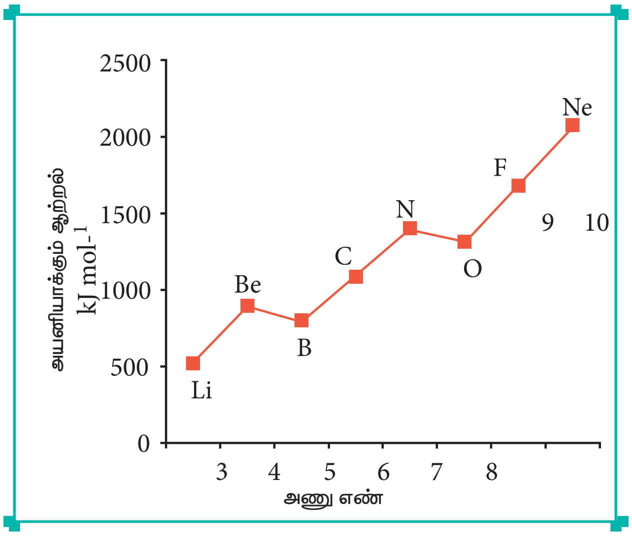
Unit 3 - Sridhar.indd 93 07-01-2021 13:44:12

போரானின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்பு அதிகம் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. ஆனால் எதிர்பார்த்தலுக்கு முரணாக பெரிலியம் மற்றும் போரான் அணுக்களின் அயனியாக்கும் ஆற்றல்கள் முறையே 899 மற்றும் 800 $kJmol^{-1}$ ஆகும்.

சிறும ஆற்றல் நிலையில், பெரிலியம் (Z=4) $1s^2$, $2s^2$ எலக்ட்ரான் அமைப்பினையும், போரான் (Z=5) $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$ என்ற எலக்ட்ரான் அமைப்பினையும் பெற்றுள்ளன.

பெரிலியம் முழுவதும் நிரப்பட்ட 2s ஆர்பிட்டாலைப் பெற்றுள்ளதால், பகுதியளவு நிரப்பப்பட்ட இணைதிற கூடு எலக்ட்ரான் அமைப்பை பெற்றுள்ள ($2s^2 2p^1$) போரானைக் காட்டிலும் அதிக அளவு நிலைப்புத்தன்மை உடையது.இதன் காரணமாக பெரிலியத்தின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் அதிகம்

### படம் 3.2 வரிசை 2–ல் உள்ள தனிமங்களின் அயனியாக்கும் ஆற்றலில் ஏற்படும் மாறுபாடு




இதைப் போலவே, $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ள நைட்ரஜனின் அயனியாக்கும் ஆற்றல், (1402 $kJmol^{-1}$), $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$ என்ற எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ள ஆக்சிஜனின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் (1314 kJmol–1) மதிப்பைக் காட்டிலும் அதிகம். ஏனெனில் சரிபாதியளவு நிரப்பப்பட்ட எலக்ட்ரான் அமைப்பு அதிக நிலைப்புத் தன்மையுடையது. ஆதலால், நைட்ரஜனின் 2p ஆர்பிட்டாலிலிருந்து, ஒரு எலக்ட்ரானை நீக்குவதற்கு அதிக ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. ஆனால், ஆக்சிஜனின் 2p ஆர்பிட்டாலில் உள்ள ஒரு எலக்ட்ரானை நீக்குவதால், அது சரிபாதியளவு நிரப்பப்பட்ட நிலையான எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெறுகிறது. இதன் விளைவாக நைட்ரஜனோடு ஒப்பிடும் போது ஆக்சிஜனில் 2p எலக்ட்ரானை நீக்குவது எளிதாகிறது.

### தொகுதியில் ஏற்படும் ஆவர்த்தன மாறுபாடுகள்

ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாகச் செல்லும் போது அயனியாக்கும் ஆற்றல் குறைகிறது. தொகுதியில் மேலிருந்து வரும் போது, இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் புதிய கூட்டில் சேர்கின்றன. அணுக்கருவிற்கும் இணைதிற எலக்ட்ரான்களுக்கும் இடையேயானத் தொலைவு அதிகரிக்கின்றது. எனவே இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் மீதான அணுக்கருவின் கவர்ச்சி விசை குறைகின்றது. இதன் காரணமாக ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழே செல்லும் போது அயனியாக்கும் ஆற்றல் குறைகிறது.

### அயனியாக்கும் ஆற்றல் மற்றும் மறைத்தல் விளைவு

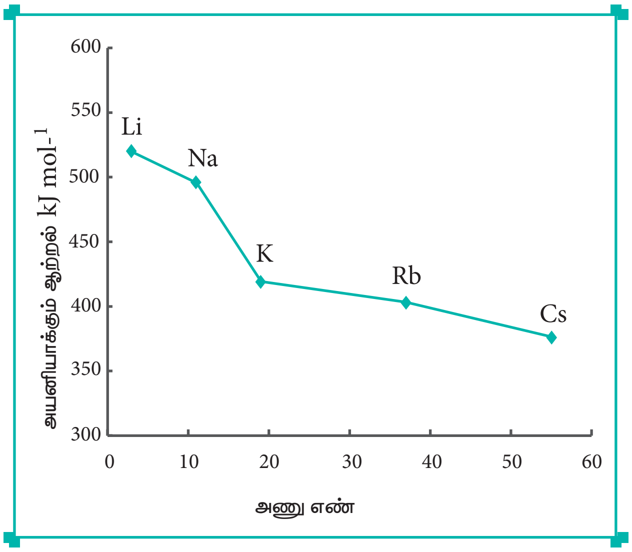
ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக செல்லும் போது, உட்கூட்டில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கின்றது. இதன் காரணமாக உட்கூட்டில் உள்ள எலக்ட்ரான்களுக்கும் இணைதிற எலக்ட்ரான்களுக்கும் இடையேயான விலக்கு விசையும் அதிகரிக்கின்றது. அதாவது உள்கூட்டில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் மறைத்தல் விளைவு அதிகரிப்பதனால், அணுக்கருவினால், இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் மீது செலுத்தப்படும் கவர்ச்சி விசை குறைகிறது. எனவே, அயனியாக்கும் ஆற்றலும் குறைகிறது. அயனியாக்கும் ஆற்றலின் இத்தகைய



Unit 3 - Sridhar.indd 94 07-01-2021 13:44:12

போக்கினை கார உலோகங்களை எடுத்துக்காட்டாகக் கொண்டு நாம் புரிந்து கொள்வோம்.

### படம் 3.3 முதல் தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக அயனியாக்கும் ஆற்றலில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள்




#### தன்மதிப்பீடு

6. X, Y மற்றும் Z ஆகிய தனிமங்களின் முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் ($IE_1$) மற்றும் இரண்டாம் அயனியாக்கும் ஆற்றல் ($IE_2$) ஆகியன முறையே கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

| தனிமம் | $IE_1$ ($kJ\ mol^{-1}$) | $IE_2$ ($kJ\ mol^{-1}$) |
|---|---|---|
| X | 2370 | 5250 |
| Y | 522 | 7298 |
| Z | 1680 | 3381 |

மேற்கண்ட தனிமங்களுள் அதிக வினைபுரியும் உலோகம் எது? மந்த வாயு எது? குறைவாக வினைபுரியும் உலோகம் எது?

## 3.5.4 எலக்ட்ரான் நாட்டம்

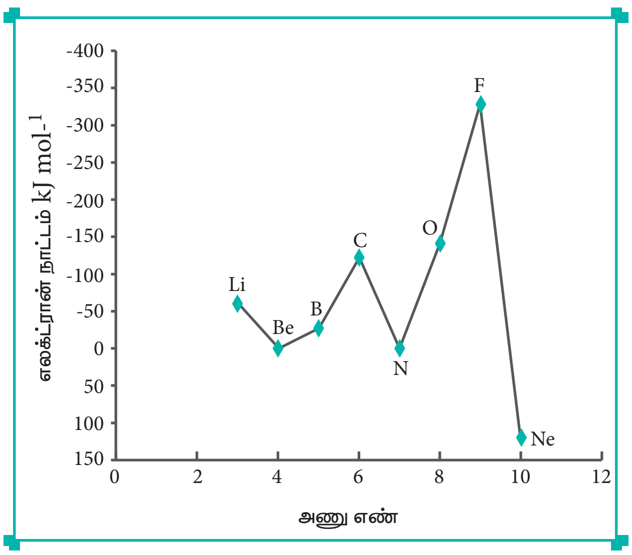
இயல்பு ஆற்றல் நிலையில் உள்ள ஒரு தனித்த நடுநிலைத்தன்மை உடைய, வாயுநிலை அணு ஒன்றின் இணைதிற கூட்டில் ஒரு எலக்ட்ரானை சேர்த்து அதன் எதிர் அயனியை உருவாக்கும் போது வெளிப்படும் ஆற்றல் (மந்த வாயுக்களைப் பொருத்த வரையில் தேவைப்படும் ஆற்றல்) எலக்ட்ரான் நாட்டம் எனப்படும். இது $kJ\ mol^{-1}$ என்ற அலகால் குறிப்பிடப்படுகின்றது.

$$A + 1\,e^- \rightarrow A^- + E_A$$

### ஒரு வரிசையில் ஏற்படும் எலக்ட்ரான் நாட்டத்தின் மாறுபாடுகள்

அயனியாக்கும் ஆற்றலில் காணப்படுவதைப் போன்று எலக்ட்ரான் நாட்டத்தில் சீரான மாற்றம் காணப்படுவதில்லை. ஒரு வரிசையில், கார உலோகத்திலிருந்து ஹாலஜன்களை நோக்கிச் செல்லும் போது, பொதுவாக எலக்ட்ரான் நாட்டம் அதிகரிக்கின்றது அதாவது வெளிப்படும் ஆற்றலின் மதிப்பு அதிகமாக இருக்கும். அணுவின் உருவளவு சிறிதாவதும், அணுக்கரு மின்சுமை அதிகரிப்பதுமே இதற்கு காரணமாகும். எனினும் பெரிலியம் ($1s^2\ 2s^2$) நைட்ரஜன் ($1s^2 2s^2 2p^3$) போன்ற தனிமங்களில் ஒரு எலக்ட்ரான் சேர்க்கப்படும் நிலையில், அவற்றின் அதிக நிலைப்புத்தன்மையுடைய எலக்ட்ரான் அமைப்பு இழக்கப்படும் நிலை ஏற்படும். எனவே இத்தகைய தனிமங்கள் ஏறத்தாழ பூஜ்ஜிய எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்பினைப் பெற்றுள்ளன.

### படம் 3.4. இரண்டாம் வரிசை தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் நாட்டத்தில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள்.





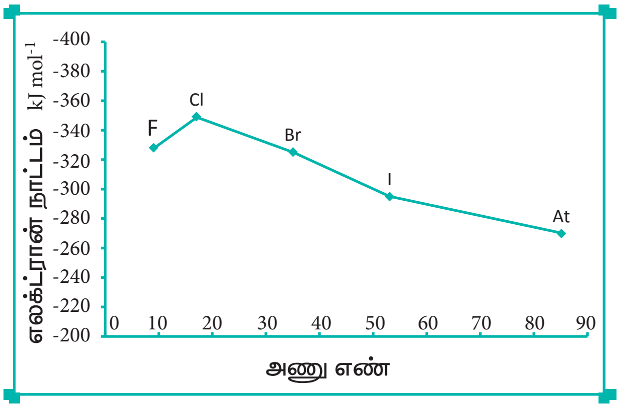

Unit 3 - Sridhar.indd 95 07-01-2021 13:44:12

மந்த வாயுக்கள் $ns^2$, $np^6$ என்ற முழுவதும் நிரப்பப்பட்ட நிலையான எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளன. எனவே கூடுதலாக ஓர் எலக்ட்ரானை சேர்த்தல் சாதகமானதல்ல. மேலும் அந்நிகழ்விற்கு அதிக ஆற்றல் தேவைப்படும். $ns^2$, $np^5$ என்ற எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ள ஹாலஜன்கள் எளிதில் ஒரு எலக்ட்ரானை ஏற்றுக்கொண்டு நிலையான $ns^2$, $np^6$ எலக்ட்ரான் அமைப்பினை பெறுவதால், ஒவ்வொரு வரிசையிலும், ஹாலஜன்கள் அதிக எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்பினைப் (அதிக எதிர்குறி மதிப்புகள்) பெற்றுள்ளன.

### ஒரு தொகுதியில் ஏற்படும் எலக்ட்ரான் நாட்டத்தின் மாறுபாடுகள்

ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக வரும்போது பொதுவாக எலக்ட்ரான் நாட்டத்தின் மதிப்பு குறைகிறது. அணுபருமன் மற்றும் உள்கூட்டில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் திரைமறைப்பு விளைவு ஆகியவை அதிகரிப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். எனினும், ஆக்சிஜன் மற்றும் புளூரின் ஆகியன முறையே சல்பர் மற்றும் குளோரினைக் காட்டிலும் குறைவான எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்பினைப் பெற்றுள்ளன. ஆக்சிஜன் மற்றும் புளூரினின் உருவளவு ஒப்பீட்டளவில் சிறியது. எனவே அவைகள் அதிக எலக்ட்ரான் அடர்த்தியைக் கொண்டுள்ளன. மேலும், சேர்க்கப்படும் கூடுதல் எலக்ட்ரான் ஆக்சிஜன் மற்றும் புளூரினில் 2p ஆர்பிட்டாலில் சென்று சேரவேண்டும். இந்த 2p ஆர்பிட்டாலானது சல்பர் மற்றும் குளோரினின் 3p ஆர்பிட்டாலுடன் ஒப்பிடும் போது நெருக்கமான அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளது. எனவே, ஆக்சிஜன் மற்றும் புளூரினானது முறையே அவைகள் இடம்பெற்றுள்ள தொகுதியில் அடுத்து உள்ள தனிமங்களான சல்பர் மற்றும் குளோரினைக் காட்டிலும் குறைவான எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

**படம் 3.5 17வது தொகுதியில் ஏற்படும் எலக்ட்ரான் நாட்டத்தின் மாறுபாடு**




**தன்மதிப்பீடு**

7. குளோரினின் எலக்ட்ரான் ஏற்கும் என்தால்பி மதிப்பு 348 $kJ\ mol^{-1}$ வாயுநிலையில் உள்ள 17.5g குளோரின் அணுக்கள் முழுவதும் $Cl^-$ அயனியாக மாற்றப்படும் போது வெளியிடப்படும் ஆற்றலின் மதிப்பினை kJ ல் கணக்கிடுக.

### 3.5.5 எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை

சகப்பிணைப்பால் பிணைக்கப்பட்டுள்ள மூலக்கூறில் உள்ள ஒரு அணுவானது, சகப்பிணைப்பில் பங்கிடப்பட்டுள்ள எலக்ட்ரான் இணையினைத் தன்னை நோக்கி ஒப்பீட்டு அளவில் கவரும் பண்பு எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை எனப்படும்.

எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை ஒரு அளவிடத்தக்க பண்பு அல்ல எனினும் இம்மதிப்பினைக் கணக்கிட பல்வேறு அளவீட்டு முறைகள் உள்ளன. அதில் ஒரு முறை ஃபாலிங் என்பவரால் உருவாக்கப்பட்டது. அவர் ஹைட்ரஜன் மற்றும் புளூரினுக்கு முறையே 2.1 மற்றும் 4.0 என்ற மதிப்புகளை அவைகளினுடைய எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மதிப்புகள் என எடுத்துக்கொண்டார். இதனடிப்படையில் பிற தனிமங்களுக்கு பின்வரும் வாய்ப்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மதிப்புகளை கண்டறியலாம்.



Unit 3 - Sridhar.indd 96 07-01-2021 13:44:13

$$(\chi_A - \chi_B) = 0.182\sqrt{E_{AB} - (E_{AA} \times E_{BB})^{1/2}}$$

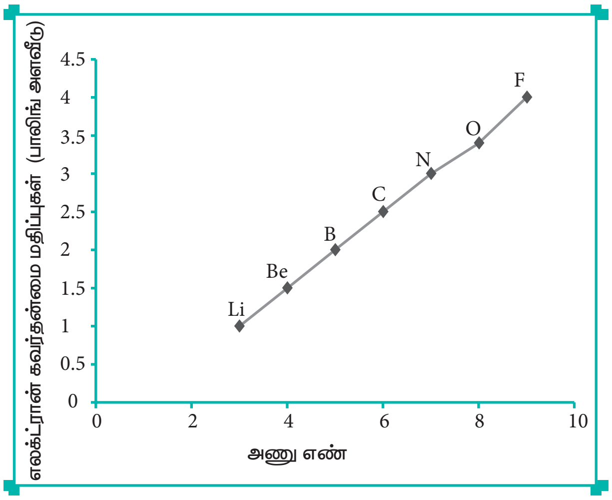
இங்கு, $E_{AB}$, $E_{AA}$ மற்றும் $E_{BB}$ ஆகியன முறையே AB, $A_2$ (A–A) மற்றும் $B_2$ (B–B) ஆகிய மூலக்கூறுகளின் பிணைப்பு பிளவு ஆற்றல்கள் (K cal)ஆகும்.

கொடுக்கப்பட்ட எந்த ஒரு தனிமத்தின் எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மதிப்பும் மாறிலியல்ல. இதன் மதிப்பு அத்தனிமம் எத்தனிமத்துடன் சகப்பிணைப்பால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது என்பதனைப் பொறுத்து அமையும். பிணைப்பின் தன்மையினைத் தீர்மானிப்பதில் எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை மதிப்புகள் முக்கிய பங்காற்றுகின்றன.

### ஒரு வரிசையில் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மையில் ஏற்படும் மாறுபாடு

இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும் போது பொதுவாக எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை மதிப்பு அதிகரிக்கின்றது. முன்னரே விவரித்துள்ளவாறு, ஒரு வரிசையில், அணுக்கருவிற்கும், இணைதிற எலக்ட்ரான்களுக்கும் இடையேயான கவர்ச்சி விசை அதிகரிப்பதால் அணு ஆரம் குறைகிறது. எனவே, பங்கிடப்பட்டுள்ள எலக்ட்ரான்களை கவரும் தன்மை அதிகரிக்கிறது. இதன் காரணமாக ஒரு வரிசையில் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை அதிகரிக்கின்றது.

**படம் 3.6 இரண்டாம் வரிசையில் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மையில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள்.**




**அட்டவணை– 3.15 : பாலிங் அளவீட்டு முறையில் தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை மதிப்புகள்.**

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H 2.1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li 1.0 | Be 1.6 | | | | | | | | | | | B 2.0 | C 2.5 | N 3.0 | O 3.5 | F 4.0 |
| Na 0.9 | Mg 1.2 | | | | | | | | | | | Al 1.5 | Si 1.8 | P 2.1 | S 2.5 | Cl 3.0 |
| K 0.8 | Ca 1.0 | Sc 1.3 | Ti 1.5 | V 1.6 | Cr 1.6 | Mn 1.5 | Fe 1.8 | Co 1.9 | Ni 1.9 | Cu 1.9 | Zn 1.6 | Ga 1.6 | Ge 1.8 | As 2.0 | Se 2.4 | Br 2.8 |
| Rb 0.8 | Sr 1.0 | Y 1.2 | Zr 1.4 | Nb 1.6 | Mo 1.8 | Tc 1.9 | Ru 2.2 | Rh 2.2 | Pd 2.2 | Ag 1.9 | Cd 1.7 | In 1.7 | Sn 1.8 | Sb 1.9 | Te 2.1 | I 2.5 |
| Cs 0.7 | Ba 0.9 | La 1.0 | Hf 1.3 | Ta 1.5 | W 1.7 | Re 1.9 | Os 2.2 | Ir 2.2 | Pt 2.2 | Au 2.4 | Hg 1.9 | Tl 1.8 | Pb 1.9 | Bi 1.9 | Po 2.0 | At 2.1 |

குறைவு நடுத்தரம் அதிகம்



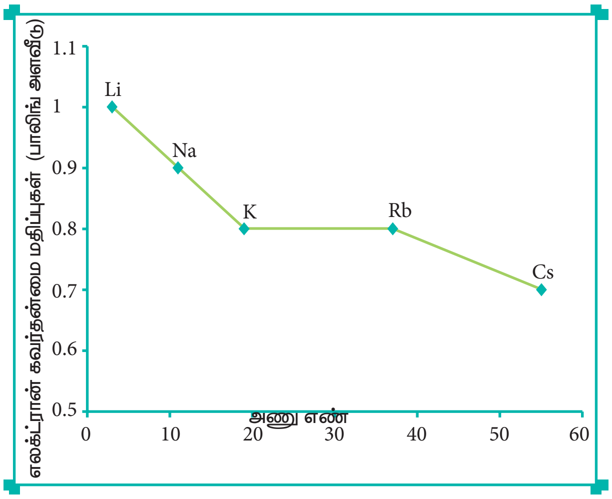
Unit 3 - Sridhar.indd 97 07-01-2021 13:44:13

### ஒரு தொகுதியில் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மையில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள்

ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக வரும் போது எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை மதிப்பு பொதுவாகக் குறைகிறது. தொகுதியில் மேலிருந்து கீழே வரும்போது அணு ஆரம் அதிகரிக்கிறது. இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் மீது அணுக்கரு செலுத்தும் கவர்ச்சி விசை குறைகிறது. எனவே, எலக்ட்ரான் கவர்தன்மையும் குறைகிறது.

மந்த வாயுக்களின் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை மதிப்பு பூஜ்யம் என எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. s–தொகுதி தனிமங்களின் எலக்ட்ரான்கவர் தன்மை மதிப்பு எதிர்பார்க்கப்படுவது போல தொகுதியில் குறைகிறது. 13 மற்றும் 14 ஆம் தொகுதி தனிமங்களைத் தவிர்த்து பிற p –தொகுதித் தனிமங்கள் எதிர்பார்க்கப்படுவது போன்று தொகுதியில், எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை குறையும் போக்கினைக் கொண்டுள்ளன. (படம் 3.15 ஐப் பார்க்கவும்)

**படம் 3.7 முதல் தொகுதி தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மையில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள்.**




## 3.6 வேதிப்பண்புகளின் ஆவர்த்தனத் தொடர்பு (Periodic trends in chemical properties)

அணு ஆரம், அயனியாக்கும் ஆற்றல், எலக்ட்ரான் நாட்டம் மற்றும் எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை போன்ற இயற்பண்புகளின் ஆவர்த்தனத் தன்மையினை இதுவரை நாம் கற்றறிந்தோம். இத்துடன் வேதிப்பண்புகளான, வினைத்திறன், இணைதிறன் மற்றும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை முதலியனவும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு ஆவர்த்தனத் தொடர்பினைக் கொண்டுள்ளன.

இப்பாடப்பகுதியில், நாம் இணைதிறனில் (ஆக்சிஜனேற்ற நிலை) காணப்படும் ஆவர்த்தனத் தொடர்பினையும், இரண்டாம் வரிசை தனிமங்களின் முரண்பட்ட பண்புகளையும் (மூலைவிட்டத் தொடர்பு) சுருக்கமாக விவாதிப்போம்.

### இணைதிறன் அல்லது ஆக்சிஜனேற்ற நிலை

ஒரு அணுவின் இணைதிறன் என்பது ஹைட்ரஜனுடன் ஒப்பிடும் போது அவ்வணுவின் இணையக்கூடிய திறன் எனப்படும். பொதுவாக இது இணைதிற கூட்டில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அல்லது எட்டிலிருந்து அந்த எலட்ரான்களின் எண்ணிக்கையினைக் கழித்து விட்டு வரும் எண்ணிக்கையாகும். இணைதிறனுக்கு பதிலாக ஆக்சிஜனேற்ற நிலையினைக் குறிப்பிடுவது எளிமையானதாக இருக்கும்.

### இணைதிறன் அல்லது ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் காணப்படும் ஆவர்த்தனத் தன்மை

ஒரு அணுவின் இணைதிறன் என்பது அதன் இணைதிற கூட்டில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையினைப் பொருத்து அமைகிறது. ஒரு தொகுதியில் உள்ள தனிமங்களில் இணைதிற எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை சமம் என்பதால், அதிகபட்சமான இணைதிறன் என்பது மாறாமல் அதே மதிப்பினைப் பெற்றிருக்கும். எனினும் ஒருவரிசையில், இணைதிற எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதால், இணைதிறனும் அதிகரிக்கின்றது.



Unit 3 - Sridhar.indd 98 07-01-2021 13:44:13

### அட்டவணை 3.16 தொகுதியில் இணைதிறனில் ஏற்படும் மாறுபாடு

| கார உலோகங்கள் (தொகுதி 1) | | | தொகுதி 15 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| தனிமம் | இணைதிற கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை | இணைதிறன் | தனிமம் | இணைதிற கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை | இணைதிறன் |
| Li | 1 | 1 | N | 5 | 3, 5 |
| Na | 1 | 1 | P | 5 | 3, 5 |
| K | 1 | 1 | As | 5 | 3, 5 |
| Rb | 1 | 1 | Sb | 5 | 3, 5 |
| Cs | 1 | 1 | Bi | 5 | 3, 5 |
| Fr | 1 | 1 | | | |

### அட்டவணை 3.17 வரிசையில் இணைதிறனில் ஏற்படும் மாறுபாடு (முதல் வரிசை)

| தனிமம் | Li | Be | B | C | N | O | F | Ne |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| இணைதிற கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணக்கை | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| இணைதிறன் (இணையக்கூடிய திறன்) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5, 3 | 6, 2 | 7, 1 | 8, 0 |

மேலும் சில தனிமங்கள் மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைக் கொண்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, தொகுதி 15ல் உள்ள தனிமங்கள் 5 இணைதிற எலக்ட்ரான்களை பெற்றிருந்தாலும், அவற்றில் பெரும்பாலான தனிமங்கள் 3 மற்றும் 5 ஆகிய இரு இணைதிறன்களைப் பெற்றுள்ளன. இதைப்போலவே, இடைநிலை தனிமங்களும், உள் இடைநிலைத் தனிமங்களும் மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெற்றிருக்கின்றன.

### 3.6.1 இரண்டாம் வரிசை தனிமங்களின் முரண்பட்ட பண்புகள்

ஒரே தொகுதியில் உள்ள தனிமங்கள், ஒரே மாதிரியான இயற் மற்றும் வேதிப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. எனினும் ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் உள்ள முதல் தனிமமானது அத்தனிமம் இடம்பெற்றுள்ள தொகுதியில் உள்ள பிற தனிமங்களின் பண்புகளிலிருந்து சில முரண்பட்ட பண்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. உதாரணமாக, கார மற்றும் காரமண் உலோகங்கள் பொதுவாக அயனிச் சேர்மங்களை உருவாக்கும் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன. மாறாக, லித்தியம் மற்றும் பெரிலியம் ஆகியன அதிகஅளவில் சகப்பிணைப்புச் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. இரண்டாம் வரிசையில் உள்ள தனிமங்கள் அவற்றின் இணைதிற கூட்டில் மொத்தம் நான்கு ஆர்பிட்டால்களை (2s மற்றும் 2p) மட்டும் பெற்றிருக்கின்றன. எனவே அவற்றின் அதிகபட்ச சகப்பிணைப்பு இணைதிறன் 4. ஆனால் அடுத்தடுத்த வரிசைகளில் உள்ள தனிமங்கள் தங்களது இணைதிற கூட்டில் அதிக ஆர்பிட்டால்களைப் பெற்றுள்ளன. எனவே உயர் இணைதிறன் மதிப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, போரான் $BF_4^-$ ஐயும் மற்றும் அலுமினியம் $AlF_6^{3-}$ஐயும் உருவாக்குகின்றன.

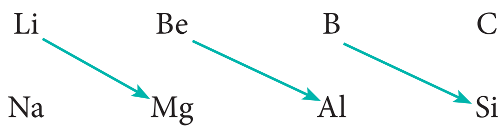
### மூலைவிட்டத் தொடர்பு

தனிம வரிசை அட்டவணையில் மூலைவிட்டமாகச் செல்லும் போது, இரண்டாம் மற்றும் மூன்றாம் வரிசையில் உள்ள தனிமங்கள் சில பண்புகளில் ஒத்துக் காணப்படுகின்றன. ஒரு தொகுதியில்



Unit 3 - Sridhar.indd 99 07-01-2021 13:44:13

காணப்படும் தனிமங்களுக்கிடையே நாம் காணும் பண்புகளைப் போன்று அதிக அளவில் ஒற்றுமைத் தன்மை காணப்படாவிட்டாலும் கூட, பின்வரும் தனிம இணைகளில் இப்பண்பு குறிப்பிடத்தக்க அளவில் உள்ளது.




மூலைவிட்டத்தில் அமைந்துள்ள தனிமங்களின் பண்புகளுக்கிடையே காணப்படும் ஒற்றுமைத் தன்மை மூலை விட்டத் தொடர்பு என்றழைக்கப்படுகிறது.

### 3.6.2 ஆவர்த்தன தொடர்பும், வேதிவினைத் திறனும்

முன்னரே கற்றறிந்தவாறு, தனிமங்களின் இயற் மற்றும் வேதிப்பண்புகள் அவைகளின் இணைதிற கூடு எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பொருத்து அமைகிறது. தனிம வரிசை அட்டவணையில் இடதுபுறம் உள்ள தனிமங்கள் குறைவான அயனியாக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும் எளிதில் இணைதிற எலக்ட்ரான்களை இழக்கும் தன்மையினையும் பெற்றுள்ளன. தனிம வரிசை அட்டவணையின், வலது புறத்தில் காணப்படும் தனிமங்கள் அதிக எலக்ட்ரான் கவர் தன்மையினைப் பெற்றிருப்பதால் அவைகள் எளிதில் எலக்ட்ரான்களை ஏற்கும் இயல்பினைப் பெற்றுள்ளன. இதன் விளைவாக, தனிம வரிசை அட்டவணையில் இரு பக்கங்களிலும் அமைந்துள்ள தனிமங்கள், நடுவில் உள்ள தனிமங்களோடு ஒப்பிடும் போது அதிக வினைத்திறனைப் பெற்றுள்ளன. மாறாக, மந்த வாயுக்கள் முழுவதும் நிரப்பப்பட்ட எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றிருப்பதால் அவைகள் எலக்ட்ரான்களை ஏற்பதோ, இழப்பதோ இல்லை. எனவே அவைகள் எத்தகைய வேதிவினைகளிலும் இயல்பாக ஈடுபடுவதில்லை.

அயனியாக்கும் ஆற்றலானது, உலோகத் தன்மையுடன் நேரடியாக தொடர்புபடுத்தக் கூடியதாகும். மேலும் தனிம வரிசை அட்டவணையின் இடதுபுறத்தின் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ள தனிமங்கள் குறைவான அயனியாக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளதால் அவைகள் உலோகத் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன. மாறாக, வலது புறத்தின் மேற்பகுதியில் உள்ள தனிமங்கள் அதிக அயனியாக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளதால், அவைகள் அலோகத் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன.

தனிம வரிசை அட்டவணையின் இரு புறங்களிலும் உள்ள தனிமங்களால் உருவாக்கப்படும் சேர்மங்களின் இயல்பினை நாம் ஆய்ந்து அறிவோம். கார உலோகங்கள் மற்றும் ஹாலஜன்கள் ஆக்சிஜனுடன் வினைபுரிந்து அவைகளின் ஆக்சைடுகளைத் தருகின்றன.

$$4\,Na + O_2 \rightarrow 2\,Na_2O$$

$$2\,Cl_2 + 7\,O_2 \rightarrow 2\,Cl_2O_7$$

சோடியம் ஆக்சைடு நீருடன் வினைபட்டு, வலிமைமிக்க காரமான சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடைத் தருகிறது. இது ஒரு காரஆக்ஸைடு ஆகும். மாறாக $Cl_2O_7$ நீருடன் வினைபட்டு வலிமைமிக்க அமிலமான பெர்குளோரிக் அமிலத்தினை தருகிறது. எனவே, இது ஒரு அமில ஆக்ஸைடாகும்.

$$Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH \text{ (காரம்)}$$

$$Cl_2O_7 + H_2O \rightarrow 2\,HClO_4 \text{ (அமிலம்)}$$

எனவே, தனிம வரிசை அட்டவணையின் இரு புறங்களிலும் உள்ள தனிமங்கள் எதிர்பார்த்தபடியே வெவ்வேறு பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாகச் செல்லும் போது, அயனியாக்கும் ஆற்றல் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. மேலும் தனிமங்களின் நேர்மின் தன்மையானது அதிகரிக்கின்றது. எனவே இத்தனிமங்களின்



Unit 3 - Sridhar.indd 100 07-01-2021 13:44:13

ஹைட்ராக்ஸைடுகள் அதிக காரத் தன்மையினைக் கொண்டிருக்கின்றன. இரண்டாம் தொகுதி ஹைட்ராக்சைடுகளின் இயல்பினை நாம் கருதுவோம்.

$Be(OH)_2$ ஈரியல்புத்தன்மை உடையது, $Mg(OH)_2$ வலிமை குறைந்த காரம், $Ba(OH)_2$ வலிமை மிக்க காரம்.

பெரிலியம் ஹைட்ராக்ஸைடு அமிலம் மற்றும் காரம் ஆகிய இரண்டுடனும் வினைபுரிகின்றது எனவே இது ஈரியல்புத் தன்மை உடையது.

$$Be(OH)_2 + 2HCl \rightarrow BeCl_2 + 2H_2O$$
$$Be(OH)_2 + 2\ NaOH \rightarrow Na_2BeO_2 + 2H_2O$$

### செயல்பாடு 3.2

வெவ்வேறு தொகுதிகள் மற்றும் வரிசைகளில் அமைந்துள்ள தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை மதிப்பானது பாலிங் அளவீட்டில் அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளது. அணு எண்ணிற்கு எதிராக இம்மதிப்புகளை வரைபடத்தில் குறிக்க. இவ்வரைபடத்திலிருந்து, தொகுதி மற்றும் தொடரில் இம்மதிப்பு எவ்வாறு வேறுபடுகிறது என விளக்குக.

2 –ம் தொகுதித் தனிமங்கள், : Be (1.6), Mg (1.2), Ca (1.0), Sr (1.0) Ba(0.9)

17 –ம் தொகுதித்தனிமங்கள், : F (4.0), Cl (3.0), Br (2.8), I (2.5)

3 –ம் வரிசைத் தனிமங்கள் : Na(0.9), Mg(1.2), Al (1.5), Si(1.8), P(2.1), S(2.5), Cl(3.0)

4 –ம் வரிசைத் தனிமங்கள் : K(0.8), Ca(1.0), Sc(1.3), Ti(1.5), V(1.6), Cr(1.6), Mn(1.5), Fe(1.8), Co(1.9), Ni(1.9), Cu(1.9), Zn(1.6), Ga(1.6), Ge(1.8), As(2.0), Se(2.4), Br(2.8)

## பாடச்சுருக்கம்

பல்வேறுபட்ட தனிமங்களை முறையாக வகைப்படுத்தவதற்கு தனிமவரிசை அட்டவணை தோற்றுவிக்கப்பட்டது. தனிமங்களின் பண்புகளை அடிப்படையாகக்கொண்டு அவைகளை வகைப்படுத்தும் முதல் முயற்சியினை லவாய்சியர் மேற்கொண்டார். இவரின் முயற்சியினை ஜோகன் டாபரீனியர், A E B சான்கோர்ட்டியஸ் மற்றும் நியூலாண்ட்ஸ் ஆகியோர் பின்பற்றி ஆராய்ச்சிகளை தொடர்ந்தனர். அர்த்தமுள்ள விளக்கங்களைக் கொண்ட முதல் தனிம வரிசை அட்டவணை, அணுநிறையை அடிப்படையாகக் கொண்டு மெண்டலீஃப் என்பவரால் கட்டமைக்கப்பட்டது. இக்கட்டமைப்பானது, தனிமங்களின் பண்புகள் அனைத்தும் அவைகளின் அணு எண்களின் அடிப்படையிலேயே அமைந்துள்ளன, என்கிற நவீன ஆவர்த்தன விதியால் மாற்றியமைக்கப்பட்டது. நவீன தனிமவரிசை அட்டவணையானது, 18 தொகுதிகளையும் 7 வரிசைகளையும் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒரே தொகுதியில் உள்ள தனிமங்கள் அனைத்தும் ஒத்த பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. ஏனெனில் அவைகளின் இணைதிற கூட்டில் ஒத்த எலக்ட்ரான் ஒழுங்கமைப்பினை பெற்றுள்ளன. ஒரே வரிசையில் உள்ள தனிமங்கள் அனைத்தும் பண்புகளில் வேறுபடுகின்றன. ஏனெனில் அவைகளின் இணைதிற கூட்டின் எலக்ட்ரான் ஒழுங்கமைப்பில் வேறுபடுகின்றன. தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் ஒழுங்கமைப்பினை அடிப்படையாக்கொண்டு s–தொகுதி, p–தொகுதி, d–தொகுதி மற்றும் f–தொகுதி தனிமங்கள் என்றும் வகைப் படுத்தப்படுகின்றன. s, p, d மற்றும் f தொகுதிகளில் இடம்பெற்றுள்ள தனிமங்கள் தனித்துவமான பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இந்த அட்டவணையில் இடம்பெற்றுள்ள

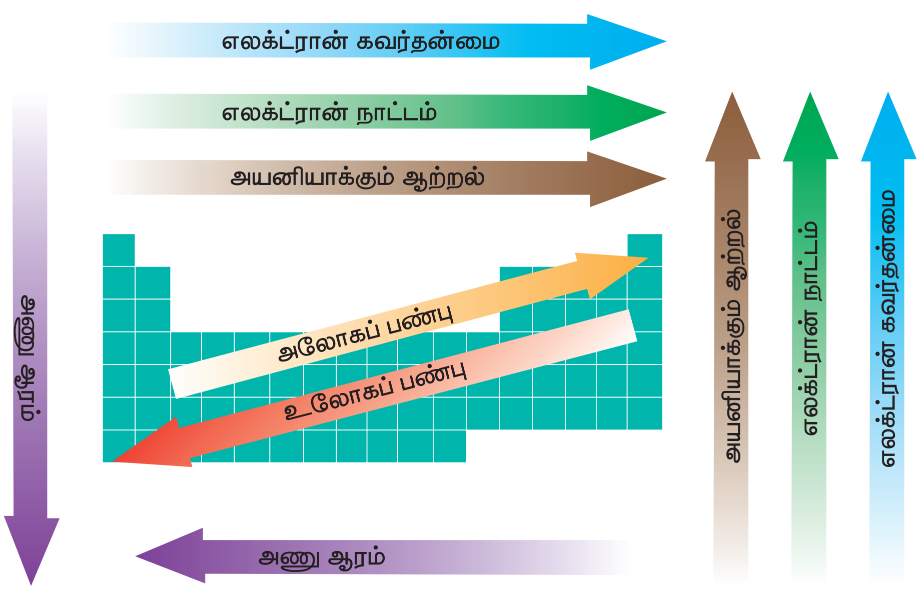


Unit 3 - Sridhar.indd 101 07-01-2021 13:44:13

தனிமங்களுள் 78%க்கும் அதிகமான தனிமங்கள் உலோகங்களாகும். இத்தனிமங்கள் தனிமவரிசை அட்டவணையின் இடப்புறத்தில் இடமளிக்கப்பட்டுள்ளன. அலோகங்கள் அனைத்தும் தனிமவரிசை அட்டவணையில் வலது மேற்புறத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. உலோகங்கள் மற்றும் அலோகங்களின் தனித்துவமான பண்புகளுள் சிலவற்றை ஒருங்கே கொண்டுள்ள தனிமங்கள் உலோகப்போலிகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

அணு ஆரம், அயனி ஆரம், அயனியாக்கும் ஆற்றல் எலக்ட்ரான் நாட்டம் மற்றும் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை போன்ற ஆவர்த்தன பண்புகள் ஆவர்த்தன தொடர்பினை பெற்றுள்ளன. ஆவர்த்தன பண்புகளின் போக்கில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் பின்வரும் வரைபடத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

தனிமவரிசை அட்டவணையின் இடப்புறத்தில் இடம் பெற்றுள்ள தனிமங்கள் உச்சபட்ச ஒடுக்கும் தன்மையினையும், வலப்புறத்தில் இடம் பெற்றுள்ள தனிமங்கள் உச்சபட்ச ஆக்ஸிஜனேற்றும் தன்மையினையும் காட்டுகின்றன. தனிமவரிசை அட்டவணையின் மையத்தில் இடம்பெற்றுள்ள தனிமங்களின் வினைத்திறனானது, வலப்புறம் மற்றும் இடப்புறத்தில் இடம்பெற்றுள்ள தனிமங்களின் வினைத்திறனை விட குறைவாக இருக்கும். இரண்டாம் மற்றும் மூன்றாம் வரிசைகளுக்கிடையே மூலைவிட்ட தொடர்பினை பெற்றுள்ள தனிமங்கள் வேதியியல் பண்புகளில் ஒத்துள்ளன.




**வரைபடம் – 3.8: ஆவர்த்தன தொடர்பு**

## மதிப்பீடு

### I சரியான விடையினை தெரிவுசெய்க

1. அணு எண் 222ஐ கொண்ட தனிமத்தின் IUPAC பெயர் என்னவாக இருக்கும்?

   அ) bibibiium   ஆ) bididium   இ) didibium   ஈ)bibibium

2. A மற்றும் B ஆகிய தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு முறையே $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2$ மற்றும் $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5$ ஆகும். இவ்விரு தனிமங்களுக்கிடையே தோன்றும் அயனி சேர்மத்தின் மூலக்கூறு வாய்பாடு.

   அ) AB   ஆ) $AB_2$   இ) $A_2B$   ஈ) எதுவும் இல்லை

3. வேறுபடுத்திக் காட்டும் எலக்ட்ரான், (differentiating electron) தனிமத்தின் வெளிக்கூட்டிற்கு முந்தைய ஒன்றுவிட்ட உள்கூட்டில் (anti penultimate shell) சென்று சேரும் தனிமங்களைக் கொண்டுள்ள தொகுதி.

   அ) p-தொகுதி தனிமங்கள்   ஆ) d-தொகுதி தனிமங்கள்

   இ) s-தொகுதி தனிமங்கள்   ஈ) f-தொகுதி தனிமங்கள்

4) பின்வரும் வாய்ப்புகளில், கொடுக்கப்பட்ட வரிசைகளுக்கு அவற்றிற்கு எதிராக குறிப்பிடப்பட்டுள்ள பண்பினைப் பொருத்து சரியாக அமைந்திருக்காத வரிசை இடம்பெற்றுள்ள வாய்ப்பு எது? (NEET 2016 Phase I)

   அ) $I < Br < Cl < F$ (எலக்ட்ரான் நாட்டம் அதிகரிக்கும்)

   ஆ) $Li < Na < K < Rb$ (உலோக ஆரம் அதிகரிக்கும்)

   இ) $Al^{3+} < Mg^{2+} < Na^+ < F^-$ (அயனி ஆரம் அதிகரிக்கும்)

   ஈ) $B < C < O < N$ (முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் அதிகரிக்கும்)

5) பின்வரும் தனிமங்களுள் அதிக எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை கொண்ட தனிமம் எது?

   அ) குளோரின்   ஆ) நைட்ரஜன்   இ) சீசியம்   ஈ) புளூரின்

6.) ஒரு தனிமத்தினுடைய அடுத்தடுத்த அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்புகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன ($kJ\ mol^{-1}$).

| $IE_1$ | $IE_2$ | $IE_3$ | $IE_4$ | $IE_5$ |
|---|---|---|---|---|
| 577.5 | 1,810 | 2,750 | 11,580 | 14,820 |

   இத்தனிமானது

   அ) பாஸ்பரஸ்  ஆ) சோடியம்  இ) அலுமினியம்  ஈ) சிலிகான்



Unit 3 - Sridhar.indd 103    07-01-2021 13:44:14

7) மூன்றாம் வரிசையினுடைய முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றலின் வரிசை

அ) Na > Al > Mg > Si > P ஆ) Na < Al < Mg < Si < P

இ) Mg > Na > Si > P > Al ஈ) Na < Al < Mg < P < Si

8) தவறான கூற்றை கண்டறிக

அ) ஐசோ எலக்ட்ரானிக் உறுப்புகளுள், குறைவான நேர்மின்சுமையைப் பெற்றுள்ள நேர்மின் அயனி, குறைவான அயனி ஆரத்தினை பெறும்.

ஆ) ஐசோ எலக்ட்ரானிக் உறுப்புகளுள், அதிகமான எதிர்மின்சுமையைப் பெற்றுள்ள எதிர்மின் அயனி, அதிகமான அயனி ஆரத்தினை பெறும்.

இ) தனிமவரிசை அட்டவணையில் முதல் தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக வரும்போது தனிமங்களின் அணு ஆரம் அதிகரிக்கின்றது.

ஈ) தனிமவரிசை அட்டவணையின் இரண்டாம் வரிசையில் இடமிருந்து வலமாக செல்லும்போது அணு ஆரம் குறைகிறது.

9) பின்வரும் வகைப்பாடுகளில் குறைவான எலக்ட்ரான் நாட்டத்திலிருந்து அதிகமான எலக்ட்ரான் நாட்டத்தினை குறிப்பிடும் வரிசை எது?

அ) Al < O < C < Ca < F ஆ) Al < Ca < O < C < F

இ) C < F < O < Al < Ca ஈ) Ca < Al < C < O < F

10) 9, 17, 35 மற்றும் 53 ஆகியவற்றை முறையே அணு எண்களாக பெற்றுள்ள தனிமங்களான F, Cl, Br மற்றும் I ஆகியவற்றின் எதிர் குறியுடன் கூடிய எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்புகளின் வரிசை

அ) I > Br > Cl > F ஆ) F > Cl > Br > I

இ) Cl > F > Br > I ஈ) Br > I > Cl > F

11) பின்வரும் தனிமங்களுள் குறைவான எலக்ரான் கவர்தன்மை கொண்ட தனிமம் எது?

அ) புரோமின் ஆ) குளோரின் இ) அயோடின் ஈ) ஹைட்ரஜன்

12) நேர் குறி எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்பினை பெற்றுள்ளத் தனிமம்.

அ) ஹைட்ரஜன் ஆ) சோடியம் இ) ஆர்கான் ஈ) புளூரின்

13) 4,8,7 மற்றும் 12 ஐ முறையே அணு எண்ணாக பெற்ற தனிமங்கள் X.Y,Z மற்றும் Z ஆகியவைகளின் எலக்ட்ரான்கவர் தன்மை மதிப்புகள் குறையும் சரியான வரிசை

அ) Y > Z > X > A ஆ) Z > A > Y > X

இ) X > Y > Z > A ஈ) X > Y > A > Z



Unit 3 - Sridhar.indd 104 07-01-2021 13:44:14

14) கூற்று: கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள அனைத்து தனிமங்களுள் ஹீலியம் அதிக அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்பினை பெற்றுள்ளது.

காரணம்: கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள அனைத்து தனிமங்களுள் ஹீலியம் அதிக எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்பினை பெற்றுள்ளது.

அ) கூற்று மற்றும் காரணம் ஆகிய இரண்டும் சரியானது, மேலும் காரணமானது கூற்றிற்கான சரியான விளக்கம் ஆகும்.

ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் ஆகிய இரண்டும் சரியானது, ஆனால் காரணமானது கூற்றிற்கான சரியான விளக்கமல்ல.

இ) கூற்று சரியானது ஆனால் காரணம் தவறானது.

ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் ஆகிய இரண்டும் தவறானது.

15. முதல் மற்றும் இரண்டாம் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்புகளுள் அதிக வேறுபாடு கொண்ட அணுவின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

அ) $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$ ஆ) $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2$

இ) $1s_2, 2s_2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1$ ஈ) $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^1$

16. பின்வரும் தனிமங்களுள் இரண்டாவதாக அதிக எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை கொண்ட தனிமம் எது?

அ) குளோரின் ஆ) புளூரின்

இ) ஆக்ஸிஜன் ஈ) சல்பர்

17. Mg-ன் $IE_1$ மற்றும் $IE_2$ முறையே 179 மற்றும் 348 kcal $mol^{-1}$ ஆகும். $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$ என்ற வினைக்கு தேவைப்படும் ஆற்றல்

அ) +169 kcal $mol^{-1}$ ஆ) - 169 kcal $mol^{-1}$

இ) + 527 kcal $mol^{-1}$ ஈ) - 527 kcal $mol^{-1}$

18. கூடுகளின் திரைமறைத்தல் விளைவின் சரியான வரிசை

அ) s>p>d>f ஆ) s>p>f>d இ) f>d>p>s ஈ) f>p>s>d

19. பின்வரும் வரிசைகளுள் அயனி ஆரங்களின் சரியான வரிசை எது?

அ) $H^- > H^+ > H$ ஆ) $Na^+ > F^- > O^{2-}$ இ) $F > O^{2-} > Na^+$

ஈ) இவைகள் எதுவுமில்லை

20. Na, Mg மற்றும் Si ஆகியவைகளின் முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் முறையே 496, 737 மற்றும் 786 kJ $mol^{-1}$ ஆகும். Al–ன் அயனியாக்கும் ஆற்றல் பின்வரும் எந்த மதிப்பிற்கு அருகில் இருக்கும்.

அ) 760kj $mol^{-1}$ ஆ) 575kj $mol^{-1}$ இ) 801kj $mol^{-1}$ ஈ) 419kj $mol^{-1}$

21. வரிசையில் இடமிருந்து வலமாகவும், தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாகவும் செல்லும்போது உலோகப் பண்புகளை பற்றிய கூற்றில் பின்வருவனவற்றுள் எது சரியானது?

அ) வரிசையில் குறைகிறது, தொகுதியில் அதிகரிக்கிறது.

ஆ) வரிசையில் அதிகரிக்கிறது, தொகுதியில் குறைகிறது.

இ) வரிசை மற்றும் தொகுதி ஆகிய இரண்டிலும் அதிகரிக்கிறது.

ஈ) வரிசை மற்றும் தொகுதி ஆகிய இரண்டிலும் குறைகிறது.

22. தனிம வரிசை அட்டவணையில் இடமிருந்து வலமாக செல்லும்போது எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்பு எவ்வாறு மாறுபடுகிறது?

அ) பொதுவாக அதிகரிக்கின்றது ஆ) பொதுவாக குறைகின்றது

இ) எவ்வித மாற்றமுமில்லை ஈ) முதலில் அதிகரிக்கிறது பின்பு குறைகிறது

23. பின்வரும் தனிம ஜோடிகளுள் மூலைவிட்ட தொடர்பினை காட்டுவது எது?

அ) Be மற்றும் Mg ஆ) Li மற்றும் Be

இ) Be மற்றும் B ஈ) Be மற்றும் Al

## II) பின்வரும் கேள்விகளுக்கு சுருக்கமாக விடையளி

24. நவீன ஆவர்த்தன விதியை வரையறு.

25. ஐசோ எலக்ட்ரானிக் அயனிகள் என்றால் என்ன? உதாரணங்கள் கொடு.

26. செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமை என்றால் என்ன?

27. அயனியாக்கும் ஆற்றலுக்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ள பின்வரும் வரையறை சரியானதா? "ஒரு அணுவின் இணைதிற கூட்டில் இலகுவாக பிணைக்கப்பட்டுள்ள எலக்ட்ரானை நீக்க தேவைப்படும் ஆற்றல் அயனியாக்கும் ஆற்றல்."

28. மெக்னீசியம் அடுத்தடுத்து எலக்ட்ரான்களை இழந்து $Mg^{+}$, $Mg^{2+}$ மற்றும் $Mg^{3+}$ அயனிகளை தருகிறது. இதில் அதிக அயனியாக்கும் ஆற்றல் தேவைப்படும் படி எது? ஏன்?

29. எலக்ட்ரான் கவர்தன்மையை வரையறு.

30. முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றலை விட இரண்டாம் அயனியாக்கும் ஆற்றல் எப்பொழுதும் அதிகம் எனும் கூற்றிலுள்ள உண்மையை எவ்வாறு விளக்குவாய்?

31. இயல்பு நிலையிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரானின் ஆற்றலானது $-2.18 \times 10^{-18}$J ஆகும். அந்த ஹைட்ரஜன் அணுவின் அயனியாக்கும் ஆற்றலை kJ $mol^{-1}$ அலகில் கணக்கிடுக.

32. அயனியாக்கும் ஆற்றல் மற்றும் எலக்ட்ரான் நாட்டத்தினை பாதிக்கும் காரணிகளுள் முக்கியமான ஒரு காரணி அணுவின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு – விளக்குக.

33. Z = 118ஐக் கொண்ட தனிமம், எந்த வரிசை மற்றும் தொகுதியில் இடம் பெற்றுள்ளது?



Unit 3 - Sridhar.indd 106 07-01-2021 13:44:14

34. குவாண்டம் எண்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு தனிம வரிசை அட்டவணையின் 5வது வரிசையில் 18 தனிமங்கள் இடம் பெற்றிருக்க வேண்டும் என்பதை நிறுவுக.

35. அ, ஆ, இ மற்றும் ஈ ஆகிய தனிமங்கள் பின்வரும் எலக்ட்ரான் அமைப்பை பெற்றுள்ளன.

அ) $1s^2, 2s^2, 2p^6$ ஆ) $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^1$

இ) $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$ ஈ) $1s^2, 2s^2, 2p^1$

இவைகளுள் எந்த தனிமங்கள் தனிமவரிசை அட்டவணையில் ஒரே தொகுதியில் இடம் பெற்றுள்ளன.

36. லாந்தனைடுகள் மற்றும் ஆக்டினைடுகளின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பினை தருக.

37. ஹேலஜன்கள் ஆக்ஸிஜனேற்றியாக செயல்படுவது ஏன்?

38. இரண்டாம் வரிசை தனிமங்களின் முரண்பட்ட பண்புகளில் ஏதேனும் இரண்டினைக் குறிப்பிடுக.

39. அயனி ஆரத்தினை கண்டறியும் பாலிங் முறையினை விவரி.

40. அயனியாக்கும் ஆற்றலின் ஆவர்த்தன தொடர்பினை விவரி.

41. மூலைவிட்ட தொடர்பினை விவரி.

42. சோடியத்தின் முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றலானது மெக்னீசியத்தை விட குறைவு; ஆனால் அதன் இரண்டாம் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மெக்னீசியத்தை விட அதிகம், ஏன்?

43. பாலிங் முறையினை பயன்படுத்தி பொட்டாசியம் குளோரைடு படிகத்தில் உள்ள $K^+$ மற்றும் $Cl^-$ அயனிகளின் அயனி ஆரங்களை கணக்கிடுக. கொடுக்கப்பட்டுள்ள தரவு $d_{K^+ - Cl^-} = 3.14 \text{Å}$

44. பின்வருவனவற்றை விவரி. மேலும் தக்க காரணம் தருக.

(i) N–ன் அயனியாக்கும் ஆற்றல் O–ஐ விட அதிகம்

(ii) C–அணுவின் முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றலின் மதிப்பு B–அணுவை விட அதிகம்; அதே வேளையில் இதன் மறுதலைக் கூற்று இரண்டாம் அயனியாக்கும் ஆற்றலுக்கு உண்மையாகிறது.

(iii) Be, Mg ஆகியவற்றின் எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்புகள் ஏறத்தாழ பூஜ்ஜியமாகும். மேலும் N (0.02eV) மற்றும் P (0.80eV) ஆகியவைகளுக்கும் இதன் மதிப்பு குறைவு

(iv) F(g) லிருந்து $F^-$(g) உருவாவது வெப்ப உமிழ்வினையாகும். ஆனால் O(g)லிருந்து $O^{2-}$(g) உருவாவது வெப்பக்கொள் வினையாகும்.

45. திரைமறைப்பு விளைவு என்றால் என்ன?

46. எலக்ட்ரான் கவர்தன்மைக்கான பாலிங் முறையின் அடிப்படையை சுருக்கமாக தரவும்.

47. தொகுதிகள் மற்றும் வரிசைகளில் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மையில் ஏற்படும் ஆவர்த்தன மாற்றங்களை கூறுக.



Unit 3 - Sridhar.indd 107 07-01-2021 13:44:14

## கருத்து வரைபடம்

# தனிமங்களின் வகைப்பாடு

- **நவீன தனிம வரிசை அட்டவணை**
  - மோஸ்லே – (1912) தனிமங்களின் இயல்புநிலை மற்றும் வேதியியல் பண்புகள் அனைத்தும் அணுஎண்களின் ஆவர்த்தன சார்பாக அமைந்துள்ளன
  - **வரிசைகள் மற்றும் குழுக்கள்**
    - குழுக்கள்:
      செங்குத்தாக உள்ள குழுக்களில் இடம்பெற்றுள்ள தனிமங்கள் ஒத்த வெளி கூடு எலக்ட்ரான் அமைப்பை பெற்றுள்ளன.
      18 – குழுக்கள்
    - வரிசைகள்:
      கிடைமட்ட வரிசைகள். ஒரு வரிசையினுடைய எண் அவ்வரிசையில் உள்ள தனிமங்களின் முதன்மை குவாண்டம் எண்ணுடன் (n) தொடர்புடையது.
      1 முதல் 6 வரிசைகளில் முறையே 2,8,8,18,18,32 எண்ணிக்கையிலான தனிமங்கள் உள்ளன. 6வது வரிசை 14 தனிமங்களை தனியாக பெற்றுள்ளது (லாந்தனைடுகள்). 7வது வரிசையும் 14 தனிமங்களை தனியாக பெற்றுள்ளது. (ஆக்டினைடுகள்)
  - **தொகுதிகள்**
    - s – தொகுதி
      குழு 1: ஹைட்ரஜன் மற்றும் கார உலோகங்கள்
      குழு 2: காரமண் உலோகங்கள்
    - p – தொகுதி
      குழு 13
      குழு 14
      குழு 15: நிக்டோஜென்கள்
      குழு 16: சால்கோஜென்கள்
      குழு 17: ஹேலஜன்கள்
      குழு 18: மந்த வாயுக்கள்
    - d – தொகுதி இடைநிலைத் தனிமங்கள்
      4 வரிசைகளை பெற்றுள்ளது
    - f – தொகுதி உள் இடைநிலைத் தனிமங்கள்
      2 வரிசைகளை பெற்றுள்ளது
      I வரிசை: லாந்தனைடுகள்
      II வரிசை: ஆக்டினைடுகள்
- **தனிமங்களின் பண்புகளின் ஆவர்த்தன தொடர்பு**
  - **இயற்பியல் பண்புகளின் தொடர்பு**
    - அணு ஆரங்கள் & அயனி ஆரங்கள்
      - வரிசைகளில் குறைகிறது
      - தொகுதிகளில் அதிகரிக்கிறது
    - அயனியாக்கும் ஆற்றல், எலக்ட்ரான் நாட்டம், எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை
      - வரிசைகளில் அதிகரிக்கிறது
      - தொகுதிகளில் குறைகிறது
  - **வேதியியல் பண்புகளின் தொடர்பு**
    - இணைதிறன் அல்லது ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை
    - அலோகங்களின் ஆக்ஸி அமிலங்களின் திறன்
    - ஹைட்ரைடுகளின் அமிலத்தன்மை
    - ஆக்சைடுகளின் அமிலத்தன்மை
    - 2ம் வரிசை தனிமங்களின் முரண்பட்ட பண்புகள்; மூலைவிட்ட தொடர்பு: 2ம் வரிசையில் உள்ள சில தனிமங்கள் 3ம் வரிசையிலுள்ள சில தனிமங்களுடன் பண்புகளில் ஒத்து போகின்றன. எ.கா: Li & Mg, Be & Al

3E2ZZP



Unit 3 - Sridhar.indd 108 07-01-2021 13:44:14

# இணையச்செயல்பாடு

## தனிமங்களின் பண்புகள்

இந்நவீனத் தனிம அட்டவணையைப் பயன்படுத்தி, ஒரு குறிப்பிட்ட குழுமம், ஆவர்த்தனம், தொகுதி மற்றும் தனிமங்களின் பிற பண்புகளைக் காணலாம்.

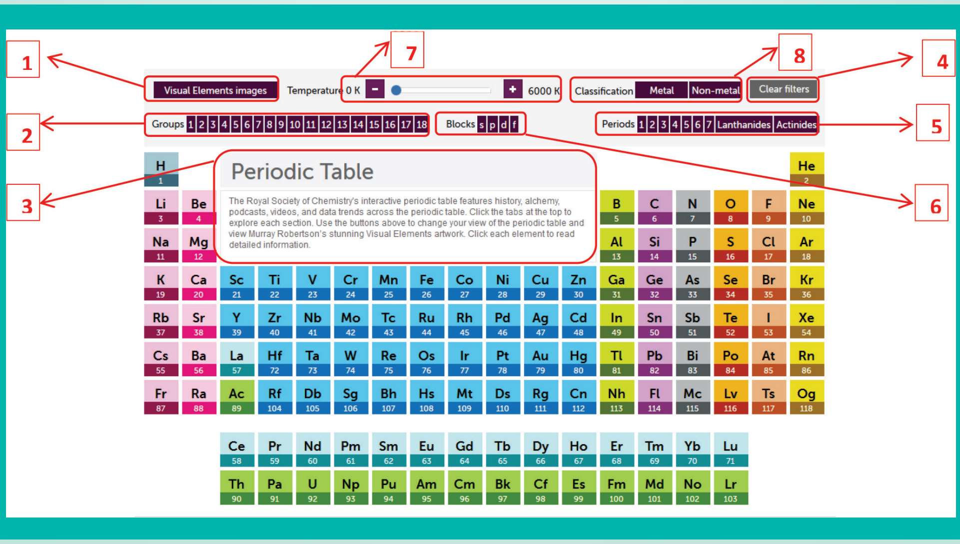
http://www.rsc.org/periodic–table/ உரலிக்குச் செல்க (அல்லது) வலது பக்கமுள்ள விரைவுத் துலக்கக் குறியீட்டினை (QR Code) ஸ்கேன் செய்க.

B127_11_CHE_TM

இணையப்பக்கத்தைத் திறந்து கொடுக்கப்பட்ட உரலியைத் (URL) தட்டச்சு செய்க அல்லது விரைவுத் துலக்கக் குறியீட்டினை ஸ்கேன் செய்க. இதில் 1 முதல் 118 வரை அணு எண் கொண்ட தனிமங்களின் ஊடாட்ட வகையிலான (interactive) நவீன ஆவர்த்தன அட்டவணையைக் காணலாம்.

**தெரிவுகள்:**

1. ஆவர்த்தன அட்டவணையில் ஊர்ந்து எந்தத் தனிமத்திற்கெனினும் எலக்ட்ரான் வடிவமைப்பு, அயனியாக்க ஆற்றல், அடர்த்தி போன்ற அடிப்படைத் தகவல்களைக் காட்சிப் பலகையில் (3) பெறலாம்.
2. ஏதாவது ஒரு தனிமத்தின் மீது சொடுக்கினால் அத்தனிமத்தின் அனைத்துப் பண்புகளின் பட்டியலையும் காணலாம்.
3. ஒவ்வொரு தனிமத்தின் உருவினையும் காண Visual Elements image (1)–யைச் சொடுக்குக. எந்த ஒரு தனிமத்தின் மீது உலவினாலும் அத்தனிமத்தைப் பற்றிய கூடுதல் தகவல்கள் காட்சிப் பலகையில் (3) தோன்றும்.
4. ஆவர்த்தன அட்டவணையில் உரிய தெரிவினை (8) செய்வதன் மூலம், உலோக மற்றும் அலோகங்களைக் காணலாம்.
5. நழுவியைப் (7) பயன்படுத்தித் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பநிலையில் தனிமங்களின் இயற் நிலைமையினைக் காணலாம்.
6. ஒரு குறிப்பிட்ட தொகுதியைத் (Blocks) (6) தேர்வுசெய்வதன் வாயிலாக s, p, d அல்லது f தொகுதித் தனிமங்களைக் காணலாம்.
7. குறிப்பிட்ட குழு (2) அல்லது வரிசையினை (5) தெரிவு செய்வதன் வாயிலாகத் தொடர்புடைய தனிமங்களைக் காணலாம்.
8. நீக்க வடிப்பான்களை (Clear Filters) (4) சொடுக்குவதன் வாயிலாக தங்களால் மேற்கொள்ளப்பட்ட தெரிவுகளை நீக்கலாம்.



அலகு 4

# ஹைட்ரஜன்

Hydrogen, third most abundant on the surface of the Universe, is being visualised as the major feature source of energy

லவாய்சியர்
(1743-1794)

ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றை பெயரிட்டார். 1787ல் வேதிப் பெயரிடுதலுக்கான புதிய முறையை அறிமுகப்படுத்தினார்,

3EBH2C

## கற்றலின் நோக்கங்கள்

இப்பாடப் பகுதியைக் கற்றறிந்த பின்னர்

- தனிம வரிசை அட்டவணையில் ஹைட்ரஜனின் இடத்தினை நியாயப்படுத்துதல்
- ஹைட்ரஜனின் வெவ்வேறு ஐசோட்டோப்புகளை மீட்டறிதல்
- ஹைட்ரஜன் தயாரிக்கும் முறைகளை விளக்குதல்
- ஹைட்ரஜனின் பண்புகளை விளக்குதல்
- ஹைட்ரஜனின் பயன்களை உணர்ந்தறிதல்
- பல்வேறு வகை ஹைட்ரைடுகளை வேறுபடுத்தி அறிதல்
- நீரின் வடிவமைப்புப் பற்றிய அறிவின் மூலம் அதன் இயற் மற்றும் வேதிப் பண்புகளை விளக்குதல்
- கடின நீர் மற்றும் மென்நீரை வேறுபடுத்தி அறிதல் மேலும் நீரின் கடினத் தன்மையை நீக்க தகுந்த முறையினைத் தெரிவு செய்தல்.
- கன நீரை மீட்டறிதல் மற்றும் அதன் பண்புகளை விளக்குதல்
- ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு தயாரித்தல் மற்றும் அதன் பண்புகளை விளக்குதல்
- ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடின் பயன்களைப் பட்டியலிடுதல்

ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெற இயலும்.



Unit 4 - Sridhar.indd 110 07-01-2021 14:44:45

## 4.1 பாட அறிமுகம்

ஹைட்ரஜன் என்பது, ஒரு எலக்ட்ரான் மற்றும் ஒரு புரோட்டானைக் கொண்டுள்ள மிக எளிமையான அணுவாகும். மேலும் மற்ற தனிமங்களைப் போலன்றி (ஹீலியம் தவிர) இதன் ஒற்றை இணைதிறன் எலக்ட்ரான், அணுக் கருவின் நேரடி விசைக்கு உட்படும் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. நாம் அன்றாடம் பயன்படுத்தக் கூடிய நீர், கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் புரதம் போன்ற பெரும்பாலான சேர்மங்களில் ஹைட்ரஜன் உள்ளது. ஒரு தனித்த எலக்ட்ரானைப் பெற்றிருப்பதினால், இது அதிக வினைதிறன் மிக்கதாகவும், ஈரணு மூலக்கூறாகவும் ($H_2$) காணப்படுகிறது. எனினும், வளிமண்டலத்தில் ஹைட்ரஜன் வாயு மிகக்குறைந்த அளவே உள்ளது.

### 4.1.1 தனிம வரிசை அட்டவணையில் இடம்

ஹைட்ரஜனின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^1$ ஆகும். இது கார உலோகங்களின் பொதுவான இணைதிறன் கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பான $ns^1$ஐ ஒத்திருக்கிறது. மேலும் ஹைட்ரஜன் கீழ்க்கண்டவாறு கார உலோகங்களின் பண்புகளையும் ஒத்துள்ளது.

1) கார உலோகங்களைப் போன்றே ($Na^+$, $K^+$, $Cs^+$) ஒற்றை நேர்மின் சுமை உடைய அயனியை ($H^+$) உருவாக்குகிறது.

2) கார உலோகங்களைப் ($NaX$, $Na_2O$, $Na_2O_2$, $Na_2S$) போன்றே ஹைட்ரஜனும் ஹேலைடுகள் ($HX$), ஆக்சைடுகள் ($H_2O$), பெராக்சைடுகள் ($H_2O_2$) மற்றும் சல்ஃபைடுகளை ($H_2S$) உருவாக்குகின்றன.

3) கார உலோகங்களைப் போன்றே, ஹைட்ரஜனும் ஒடுக்கவினைபொருளாகச் செயல்படுகிறது.

காரஉலோகங்களின் அயனியாக்கும் ஆற்றலின் மதிப்பு 377 முதல் 520 $kJmol^{-1}$ வரை உள்ளது. ஆனால், ஹைட்ரஜனின் அயனியாக்கும் ஆற்றல், காரஉலோகங்கள் போலன்றி 1314 $kJ\ mol^{-1}$ என்ற அதிக மதிப்பினைக் கொண்டுள்ளது.

ஹேலஜன்கள், ஹேலைடு அயனிகளை ($X^-$) உருவாக்குவதைப்போல, ஹைட்ரஜனும் ஒரு எலக்ட்ரானை ஏற்றுக் கொண்டு ஹைட்ரைடு அயனியை ($H^-$) உருவாக்குகிறது. இந்த அயனியின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு, மந்த வாயுவான ஹீலியத்தின் எலக்ட்ரான் அமைப்பினை ஒத்துள்ளது. இருப்பினும், ஹைட்ரஜனின் எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்பானது ஹேலஜன்களைவிடக் குறைவாக உள்ளது. ஹைட்ரஜன், ஹைட்ரைடு அயனியை உருவாக்கும் இயல்பானது ஹேலஜன்கள், ஹேலைடு அயனியினை உருவாக்கும் இயல்பினைக் காட்டிலும் குறைவாகவே உள்ளது. இதனை கீழ்க்கண்டுள்ள வினைகளைச் சான்றாகக் கொண்டு அறியலாம்.

$$\tfrac{1}{2} H_2 + e^- \rightarrow H^- \qquad \Delta H = +36\ kcal\ mol^{-1}$$

$$\tfrac{1}{2} Br_2 + e^- \rightarrow Br^- \qquad \Delta H = -55\ kcal\ mol^{-1}$$

ஹைட்ரஜனானது, கார உலோகங்கள் மற்றும் ஹேலஜன்கள் ஆகியவைகளுடன் ஒத்திருப்பதால்,தனிம வரிசைஅட்டவணையில் சரியானதொரு இடத்தை தீர்மானிப்பது கடினமாகும். எனினும் பெரும்பாலான சேர்மங்களில் ஹைட்ரஜன் +1 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையை கொண்டிருப்பதால், IUPAC– அமைப்பால் வெளியிடப்பட்டுள்ள தனிம வரிசை அட்டவணையில் உள்ளவாறு கார உலோகங்களுடன் ஹைட்ரஜனை இடம்பெறச் செய்வது சரியானதாக இருக்கும்.

### 4.1.2 ஹைட்ரஜனின் ஐசோடோப்புகள்

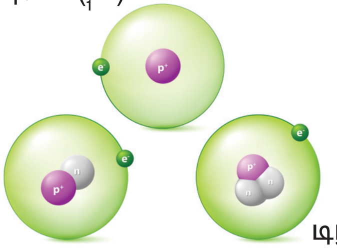
ஹைட்ரஜன் இயற்கையில் கிடைக்கப்பெறும் மூன்று ஐசோடோப்புகளைப் பெற்றுள்ளது. அவையாவன, புரோட்டியம் (${}_1H^1$ அல்லது H) டியூட்டிரியம் (${}_1H^2$ அல்லது D)



Unit 4 - Sridhar.indd 111 07-01-2021 14:44:45

மற்றும் டிரிட்டியம் ($_1H^3$ அல்லது T). இவற்றுள் அதிக அளவில் (99.985%) புரோட்டியம் காணப்படுகிறது. இது நியூட்ரானை பெற்றிருக்காத ஒரே ஐசோடோப்பாகும்.

டியூட்டிரியத்தை கன ஹைட்ரஜன் என்றும் அழைக்கலாம். இது 0.015% அளவே கிடைக்கிறது. ஹைட்ரஜனின் மூன்றாவது ஐசோடோப்பான டிரிட்டியம் மிகச் சிறிதளவே கிடைக்கப்பெறும் கதிரியக்கத் தன்மையுடைய ஐசோடோப்பாகும். இது தோராயமாக $10^{18}$ ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்கு, ஒரு டிரிட்டியம் அணு என்ற விகிதத்தில் உள்ளது. இவ்வாறு ஹைட்ரஜன் ஐசோடோப்புகளை பெற்றிருப்பதினால், இயற்கையில் கிடைக்கக் கூடிய ஹைட்ரஜனானது $H_2$,HD,$D_2$, HT, $T_2$ மற்றும் DT ஆகியனவாகக் காணப்படுகின்றன. இந்த ஐசோடோப்புகளின் பண்புகள் அட்டவணை 4.1ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 4.1 ஹைட்ரஜனின் ஐசோடோப்புகள்

அட்டவணை 4.1 ஹைட்ரஜன், டியூட்டிரியம் மற்றும் டிரிட்டியம் மூலக்கூறுகளின் பண்புகள்

| பண்பு | புரோட்டியம் | டியூட்டிரியம் | டிரிட்டியம் |
|---|---|---|---|
| அணு நிலை ஹைட்ரஜன் | | | |
| குறியீடு | H | D | T |
| அணு நிறை | 1.008 | 2.014 | 3.016 |
| எலக்ட்ரான் / புரோட்டான் / நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை | 1 / 1 / 0 | 1 / 1 / 1 | 1 / 1 / 2 |
| அணுக்கருவின் நிலைப்புத்தன்மை | நிலையானது | நிலையானது | கதிரியக்கத் தன்மையுடையது ($t_{1/2}$ = 12.3 ஆண்டுகள்) |
| மூலக்கூறு ஹைட்ரஜன் | $H_2$ | $D_2$ | $T_2$ |
| இயற்கையில் கிடைக்கும் அளவு (%) | 99.985 | 0.015 | $\sim 10^{-16}$ |
| மூலக்கூறு நிறை(amu) | 2.016 | 4.028 | 6.032 |
| உருகுநிலை (K) | 13.96 | 18.73 | 20.62 |
| கொதிநிலை (K) | 20.30 | 23.67 | 25.04 |
| அணுக்கருக்களுக்கிடையேயான தொலைவு (pm) | 74.14 | 74.14 | 74.14 |
| நிலைமாறு வெப்பநிலை (K) | 33.19 | 38.35 | 40.60 |
| சிதைவுறு என்தால்பி (kJ/mol )† | 435.9 | 443.4 | 446.9 |

† பிணைப்பு பிளவுறு ஆற்றல்

### 4.1.3 ஆர்த்தோ மற்றும் பாரா ஹைட்ரஜன்

ஹைட்ரஜன் அணுவின் அணுக்கரு சுழன்று கொண்டு இருக்கிறது. மூலக்கூறு ஹைட்ரஜன் உண்டாகும் போது, இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கருக்களின் சுழற்சி ஒரே திசையிலேயோ



Unit 4 - Sridhar.indd 112 07-01-2021 14:44:47

அல்லது எதிரெதிர் திசைகளிலோ, படத்தில் கண்டுள்ளவாறு அமையலாம். இந்த இரண்டு விதமான ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறுகள் முறையே ஆர்த்தோ மற்றும் பாரா ஹைட்ரஜன்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

ஆர்த்தோ – ஹைட்ரஜன் பாரா ஹைட்ரஜன்

அறை வெப்பநிலையில், சாதாரண ஹைட்ரஜனில் 75% ஆர்த்தோ, 25% பாரா வகையும் உள்ளன. ஆர்த்தோ வகையானது, பாரா வகையைவிட அதிக நிலைப்புத் தன்மையுடையது. ஒருவகை ஹைட்ரஜனானது மற்றொரு வகை ஹைட்ரஜனாக மாறும் செயல்முறை மிகவும் மெதுவானதாகும். எனினும் குறைவான வெப்பநிலையில் பாரா ஹைட்ரஜன் உருவாவதற்கு சமநிலை சாதகமாக உள்ளது. பிளாட்டினம், இரும்பு (அயர்ன்) போன்ற வினைவேக மாற்றிகளைச் சேர்ப்பதன் மூலம், பாரா ஹைட்ரஜனை, ஆர்த்தோ ஹைட்ரஜனாக மாற்றலாம். மின் பாய்ச்சல் மூலமாகவும் பாரா ஹைட்ரஜனை, ஆர்த்தோ ஹைட்ரஜனாக மாற்றலாம். $800^{o}C$க்கும் அதிகமான வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்துதல், $O_2$, NO, $NO_2$ போன்ற பாரா காந்தத் தன்மையுள்ள மூலக்கூறுகளைச் சேர்த்தல் அல்லது பிறவி நிலை/அணு நிலை ஹைட்ரஜனைச் சேர்த்தல் ஆகிய முறைகளிலும் பாரா ஹைட்ரஜனை ஆர்த்தோ ஹைட்ரஜனாக மாற்றலாம்.

ஆர்த்தோ மற்றும் பாரா ஹைட்ரஜன்கள், ஒரே விதமான வேதிப்பண்புகளையும் ஒரு சில மாறுபட்ட இயற்பண்புகளையும் பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக பாரா ஹைட்ரஜனின் உருகுநிலை 13.83K ஆனால், ஆர்த்தோ ஹைட்ரஜனின் உருகுநிலை 13.95K ஆகும். பாரா ஹைட்ரஜனின் கொதிநிலை 20.26K, ஆனால் ஆர்த்தோ ஹைட்ரஜனின் கொதி நிலை 20.39K ஆகும். பாரா ஹைட்ரஜனில், அணுக்கருக்களின் சுழற்சி எதிரெதிர் திசையில் அமைவதால், அதன் காந்தத் திருப்புத் திறன் பூஜ்ஜியமாகும். ஆர்த்தோ ஹைட்ரஜனின் காந்தத் திருப்புத் திறன், ஒரு புரோட்டானின் காந்தத் திருப்புத் திறனைப் போல் இரண்டு மடங்கு ஆகும்.

### 4.2 ஹைட்ரஜன் தயாரித்தல்

மிகச் சிறிதளவு அமிலம் அல்லது காரம் கலந்த நீரினை மின்னாற் பகுத்தல் மூலம் மிகத் தூய்மையான (>99.9%) ஹைட்ரஜனைப் பெறலாம் அல்லது சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு போன்ற–வற்றின் நீர்க்கரைசலை மின்னாற் பகுத்தும் ஹைட்ரஜனைப் பெறலாம். இம்மின்னாற்பகுப்பில் நிக்கல் நேர்மின் வாயாகவும், இரும்பு (iron) எதிர் மின்வாயாகவும் செயல்படுகிறது. இருப்பினும் இம்முறை மூலம் அதிக அளவு ஹைட்ரஜனைத் தயாரித்தல் பொருளாதார ரீதியாக சிறந்த முறையன்று.

நேர்மின்வாய் : $2OH^{-} \rightarrow H_2O + ½O_2 + 2e^{-}$

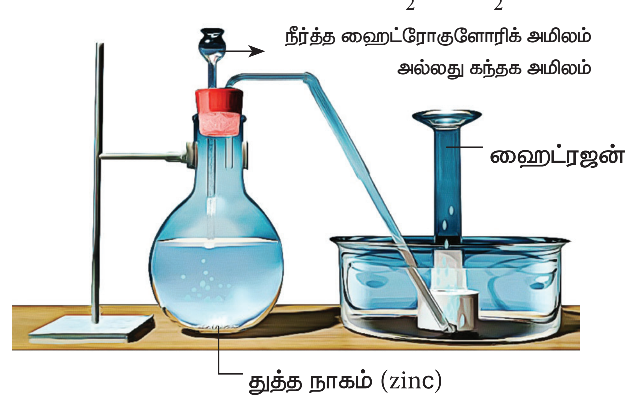
எதிர்மின்வாய் : $2\ H_2O + 2\ e^{-} \rightarrow 2OH^{-} + H_2$

ஒட்டு மொத்த வினை: $H_2O \rightarrow H_2 + ½\ O_2$

#### 4.2.1 ஆய்வகத் தயாரிப்பு

ஆய்வகத்தில் துத்தநாகம் (zinc), இரும்பு (iron) வெள்ளீயம் (tin) போன்ற உலோகங்களை, நீர்த்த அமிலங்களுடன் வினைபுரியச் செய்வதன் மூலம் ஹைட்ரஜனை எளிதில் தயாரிக்க இயலும்.

$$Zn + 2\ HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$




படம் 4.2 ஆய்வகத்தில் ஹைட்ரஜன் தயாரித்தல்



Unit 4 - Sridhar.indd 113 07-01-2021 14:44:47

### 4.2.2 தொழில் முறை தயாரிப்பு

#### நீர்வாயு தயாரித்தல்

ஹைட்ரோ கார்பன்களை, நீராவியைக் கொண்டு மறு உருவாக்கம் செய்யும் முறையில், அதிக அளவில் ஹைட்ரஜனைத் தயாரிக்கலாம். இம்முறையில் மீத்தேனைப் போன்ற ஹைட்ரோ கார்பன்களை நீராவியுடன் கலந்து, 800–900°C வெப்பநிலையில், 35 atm அழுத்தத்தில் நிக்கல் வினை வேக மாற்றியின் மீது செலுத்தி ஹைட்ரஜன் பெறப்படுகிறது.

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow{Ni} CO + 3H_2$$

மற்றொரு முறையில், செஞ்சூட்டு வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தப்பட்ட கல்கரியின் மீது, நீராவியைச் செலுத்தி கார்பன் மோனாக்சைடும், ஹைட்ரஜனும் பெறப்படுகின்றன. இம்முறையில் பெறப்படும் வாயுக்கள் அடங்கிய கலவை நீர் வாயு எனப்படுகிறது. இதனை தொகுப்பு வாயு எனவும் அழைக்கலாம். மெத்தனால் மற்றும் சில எளிய ஹைட்ரோகார்பன்களைப் போன்ற கரிமச்சேர்மங்களைத் தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்க இவ்வாயுக்கலவை பயன்படுவதால் இதனை தொகுப்புவாயு என்று அழைக்கின்றோம்.

$$C + H_2O \xrightarrow{1000^{\circ}C} \underbrace{CO + H_2}_{\text{நீர்வாயு / தொகுப்பு வாயு}}$$

**நீர் வாயுவில் உள்ள கார்பன் மோனாக்சைடை கார்பன்–டை–ஆக்சைடாக மாற்றுதல்:**

நீர்வாயுக் கலவையுடன், அதிக அளவு நீராவியினைச் சேர்த்து 400°C வெப்பநிலையில், இரும்பு (iron) / தாமிரம் (copper) வினைவேக மாற்றியைக் கொண்டுள்ள மாற்று உலையின் (shift Converter) வழியாகச் செலுத்துவதன் மூலம் நீர்வாயுக் கலவையில் உள்ள கார்பன் மோனக்சைடை, கார்பன் டை ஆக்சைடாக மாற்றலாம்.

$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$$

மேற்கண்டுள்ள முறையில் உருவான $CO_2$ வாயுவானது, பொட்டாசியம் கார்பனேட் கரைசலால் உறிஞ்சப்படுகிறது.

$$CO_2 + K_2CO_3 + H_2O \rightarrow 2\,KHCO_3$$

### 4.2.3 டியூட்டிரியம் தயாரித்தல்

#### கன நீரை மின்னாற் பகுத்தல்

சாதாரண நீரில் $1.6 \times 10^{-4}$ சதவீதம் கனநீர் உள்ளது. கன நீரைவிட புரோட்டிய நீர் ($H_2O$) அதிக அளவு பிரிகை அடையக்கூடியது. எனவே நீரை மின்னாற் பகுக்கும் போது $D_2$வை விட $H_2$ விரைவாக வெளியேறுகிறது. எஞ்சியுள்ள கரைசலில் கனநீரின் செறிவு குறிப்பிடத்தக்க அளவு இருக்கும் வரை, மின்னாற்பகுத்தல் தொடர்ந்து நிகழ்த்தப்படுகிறது. இவ்வாறு கனநீரை தொடர்ச்சியாக மின்னாற் பகுத்தல் செய்வதன் மூலம் டியூட்டிரியம் பெறப்படுகிறது.

$$2D_2O \xrightarrow[\text{பகுத்தல்}]{\text{மின்னாற்}} 2\,D_2 + O_2$$

### 4.2.4 டிரிட்டியம் தயாரித்தல்

முன் பாடப்பகுதியில் குறிப்பிட்டுள்ளதைப் போன்று, டிரிட்டியம் மிகக் குறைந்த அளவே காணப்படுகிறது. எனவே, அணுக்கரு பிளவு உலையில், லித்தியத்தின் மீது மெதுவாக இயங்கும் நியூட்ரானை மோதச் செய்து, செயற்கை முறையில் டிரிட்டியம் பெறப்படுகிறது. இச்செயல் முறைக்கான அணுக்கரு மாற்ற வினை பின் வருமாறு:–

$${}^{6}_{3}Li + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{3}_{1}T$$

## 4.3 ஹைட்ரஜனின் பண்புகள்

### 4.3.1 இயற்பண்புகள்:

ஹைட்ரஜன், நிறமற்ற, மணமற்ற, சுவையற்ற, மிகவும் இலேசான, எளிதில் தீப்பற்றக் கூடிய வாயு. இது ஒரு முனைவற்ற ஈரணு மூலக்கூறாகும். குறைந்த வெப்பநிலையில் அதிக அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தி இதனை நீர்மமாக்கலாம். ஹைட்ரஜன் மிகச் சிறந்த ஒடுக்க வினை பொருளாகும். ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறின் பல்வேறு இயற் மாறிலிகளின் மதிப்பு அட்டவணை 4.1ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

### 4.3.2 வேதிப் பண்புகள்

ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜனுடன் வினைபுரிந்து நீரைத் தருகிறது. இவ்வினை அதிக ஆற்றலை வெளிப்படுத்தும் ஒரு வெடித்தல் நிகழும் வினையாகும். இவ்வினை எரிமின்கலன்களில் மின் உற்பத்தி செய்வதில் பயன்படுகிறது.

$$2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$$

இதைப் போலவே, ஹைட்ரஜன் ஹேலஜன்களுடன் வினைபுரிந்து, அவற்றின் ஹேலைடுகளைத்தருகிறது. ஒளி இல்லாத நிலையில் கூட, புளூரினுடன் வெடிக்கும் தன்மையுடைய வினை நிகழ்கிறது. ஒளி உள்ள நிலையில் குளோரினுடன் அறை வெப்பநிலையில் வினைபுரிகிறது. வெப்பப்படுத்தும் போது புரோமினுடன் இணைகிறது. அயோடினுடன் நிகழ்த்தும் வினையானது ஒரு ஒளி வேதி வினையாகும்.

$$H_2 + X_2 \rightarrow 2\,HX \quad (X = F, Cl, Br \,\&\, I)$$

மேற்கண்ட விளை பொருட்களில் ஹைட்ரஜனின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் +1 ஆகும். அதிக வினைத்திறன் உடைய உலோகங்களான லித்தியம், சோடியம் மற்றும் கால்சியம் ஆகியவற்றுடன் வினைபுரிந்து அந்த உலோகங்களின் ஹைட்ரைடுகளைத் தருகின்றது. இந்த ஹைட்ரைடுகளில் ஹைட்ரஜனின் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை –1 ஆகும்.

$$2\,Li + H_2 \rightarrow 2\,LiH$$

$$2\,Na + H_2 \rightarrow 2\,NaH$$

கரிம வேதியியலில், தொகுப்பு முறையில் சேர்மங்களைத் தயாரிக்கும் போது, ஹைட்ரைடுகள் ஒடுக்க வினைபொருளாகப் பயன்படுகிறது. லித்தியம் அலுமினியம் ஹைட்ரைடு மற்றும் சோடியம் போரோ ஹைட்ரைடு போன்ற மற்ற முக்கியமான ஒடுக்க வினைபொருட்களைத் தயாரிக்கவும் இவை பயன்படுகின்றன.

$$4\,LiH + AlCl_3 \rightarrow Li[AlH_4] + 3\,LiCl$$

$$4\,NaH + B(OCH_3)_3 \rightarrow Na[BH_4] + 3\,CH_3ONa$$

ஹைட்ரஜன் ஒரு சிறந்த ஒடுக்க வினைபொருளாகச் செயல்படும் தன்மை உடையது. நன்கு தூளாக்கப்பட்ட நிக்கலின் முன்னிலையில் ஹைட்ரஜன் நிறைவுறா கரிமச்சேர்மங்களுடன் சேர்க்கை வினைபுரிந்து நிறைவுற்ற சேர்மங்களைத் தருகிறது.

$$HC \equiv CH \xrightarrow{Ni/H_2} H_2C = CH_2 \xrightarrow{Ni/H_2} H_3C - CH_3$$

### 4.3.3 டியூட்டிரியத்தின் வேதிப் பண்புகள்

ஹைட்ரஜனைப் போன்றே டியூட்டிரியமும் ஆக்சிஜனுடன் வினைபுரிந்து டியூட்டிரியம் ஆக்சைடு என்ற கன நீரைத் தருகிறது. ஹேலஜன்களுடன் வினைபுரிந்து, அவற்றின் ஹேலைடுகளைத் தருகிறது.

$$2\,D_2 + O_2 \rightarrow 2\,D_2O$$

$$D_2 + X_2 \rightarrow 2\,DX$$

(X = F, Cl, Br & I)

### டியூட்டிரியத்தின் பதிலீட்டு வினைகள்

வினை நிகழும் சூழலைப் பொறுத்து, டியூட்டிரியமானது ஹைட்ரஜனின் சேர்மங்களிலுள்ள ஹைட்ரஜனை, பகுதியாகவோ அல்லது முழுவதுமாகவோ மீள் முறையில் பதிலீடு செய்கிறது. இவ்வினைகள் டியூட்டிரியம் அல்லது கன நீரைப் பயன்படுத்தி நிகழ்த்தப்படுகின்றன.

$$CH_4 + 2\,D_2 \rightarrow CD_4 + 2\,H_2$$

$$2\,NH_3 + 3\,D_2 \rightarrow 2\,ND_3 + 3\,H_2$$

### 4.3.4 டிரிட்டியத்தின் பண்புகள்

டிரிட்டியம் β – துகளை உமிழும் கதிரியக்க தனிமமாகும். இதன் அரை ஆயுட்காலம் 12.3 ஆண்டுகள்.

$${}^{3}_{1}T \rightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{0}_{-1}e$$

## 4.4 ஹைட்ரஜனின் பயன்கள்

1. தொழிற்சாலைகளில் தயாரிக்கப்படும் ஹைட்ரஜனில் 90%க்கு மேல், அத்தொழிற்சாலைகளிலேயே தொகுப்பு முறை பயன்பாட்டிற்கு வினைபொருளாகப் பயன்படுகிறது. அம்மோனியாவை பெருமளவில் தயாரிக்க பயன்படும் ஹேபர்முறை இதற்கு ஒரு உதாரணமாகும். நைட்ரிக் அமிலம், உரங்கள் மற்றும் வெடிபொருட்கள் உள்ளிட்ட வேதிச் சேர்மங்களை பெருமளவில் தயாரிப்பதில் அம்மோனியா பயன்படுகிறது.

$$N_2 + 3H_2 \xrightleftharpoons[\text{200 atm/ இரும்பு (Fe)}]{380\text{-}450^{\circ}C} 2\,NH_3$$

2. தொழிற்சாலைகளில் பெருமளவு கரைப்பானாகப் பயன்படுத்தப்படும் மெத்தனாலை, கார்பன் மோனாக்சைடிலிருந்து தாமிரத்தை(Cu) வினையூக்கியாகக் கொண்டு தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

$$CO + 2H_2 \xrightarrow{Cu} CH_3OH$$

3. $Pt/H_2$ ஐப் பயன்படுத்தி, நிறைவுறாத கொழுப்பு எண்ணெய்களை வனஸ்பதி என்றழைக்கப்படும் நிறைவுற்ற கொழுப்புகளாக (Margarine) மாற்றலாம்.

4. உலோகவியலில் உலோக ஆக்சைடுகளை அதிக வெப்பநிலையில் உலோகமாக ஒடுக்க ஹைட்ரஜன் பயன்படுகிறது.

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

$$WO_3 + 3\,H_2 \rightarrow W + 3\,H_2O$$

5. அணுநிலை ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜன்–ஆக்சிஜன் கலவையானது உலோகங்களை ஒட்டவும், வெட்டவும் பயன்படுகிறது.

6. ராக்கெட்டுகளை உந்தித்தள்ளும் எரிபொருளாக நீர்ம ஹைட்ரஜன் பயன்படுகிறது.



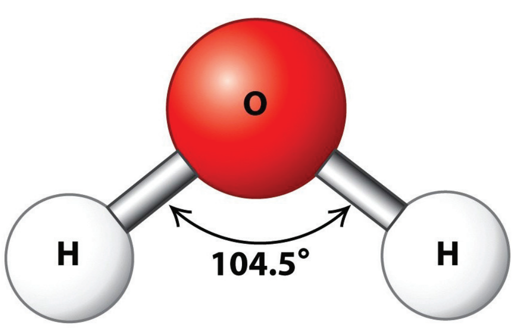
Unit 4 - Sridhar.indd 116 07-01-2021 14:44:48

7. எரிமின்கலங்களில், மின் ஆற்றலை உற்பத்தி செய்ய ஹைட்ரஜன் பயன்படுகிறது. ஹைட்ரஜனை மீள் முறையில் ஏற்றுக்கொள்ளும் உலோகங்களின் தன்மையானது, மறு மின்னூட்டம் செய்யும் வகையிலான உலோக ஹைட்ரைடு மின்கலங்கள் தயாரிப்பதில் கவனத்தை ஈர்க்கும் வகையில் அமைந்துள்ளது.

படம் 4.3 ராக்கெட் எரிபொருளின் பயன்பாடு

## 4.5 ஹைட்ரஜனின் சேர்மங்கள்

### 4.5.1 நீர்

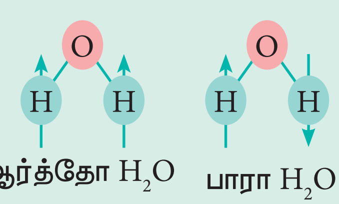



ஹைட்ரஜனின் சேர்மங்களில் மிக அதிக அளவு இயற்கையில் கிடைப்பது நீராகும். பூமியின் மேற்பரப்பில் 70% கடல் நீரால் சூழப்பட்டுள்ளது. இதுவே நீரின் முதன்மையான ஆதாரமாகும். எனினும் கடல் நீரில் பல உப்புகள் கரைந்திருப்பதினால் நேரடியாகப் பயன்படுத்த முடிவதில்லை. அனைத்து உயிரினங்களின் வாழ்விற்கும் நீர் அடிப்படை ஆதாரமாக உள்ளது. நமது உடல் 65% நீரினைக் கொண்டுள்ளது

உங்களுக்குத் தெரியுமா ?

**ஆர்த்தோ மற்றும் பாரா நீர்.**

வால்மீன்களின் புரோட்டோகோள் தட்டுகளின் நட்சத்திரக் கூட்டங்கள் மற்றும் சூரிய குடும்பத்தின் பல செயற்கைக் கோள்களில் நீர் காணப்படுகிறது. சமீபத்தில் விண்வெளியில், ஆர்த்தோ பாரா நீரின் விகிதம் கவனத்தை ஈர்த்துள்ளது. ஹைட்ரஜனைப் போலவே, நீரினையும் ஆர்த்தோ மற்றும் பாரா நீர் என வகைப்படுத்தலாம். ஆர்த்தோ நீரில் உள்ள இரு ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் உட்கருக்கள் ஒரே திசையிலும் பாரா நீரில் உள்ள இரு ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் உட்கருக்கள் வெவ்வேறு திசையிலும் சுழலுகின்றன. பூமியில் வெப்பநிலை 300K ல் நீரின் ஆர்த்தோ மற்றும் பாரா விகிதம் 3:1. நட்சத்திரக் கூட்டங்களில் அதிக பாரா நீர் காணப்படுகிறது. நீரின் ஆர்த்தோ மற்றும் பாரா விகிதம் 2:5:1.




### 4.5.2 இயற்பண்புகள்

நீரானது நிறமற்ற எளிதில் ஆவியாகக் கூடிய நீர்மமாகும். மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான ஹைட்ரஜன் பிணைப்பினால், குறுக்கப்பட்ட நிலைமையில்



Unit 4 - Sridhar.indd 117 07-01-2021 14:44:48

(Condensed Phase) நீரானது தனித்த பண்புகளைப் பெற்றிருக்கிறது. நீரின் அதிக உறைநிலைக்கும், கொதிநிலைக்கும் நீரில் உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்பே காரணமாகும். நீரின் சில இயற்பண்புகள் அட்டவணை 4.2ல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

**அட்டவணை 4.2 – நீர், கனநீர், அதிகனநீர் ஆகியவற்றின் பண்புகள்**

| பண்பு | $H_2O$ | $D_2O$ | $T_2O$ |
|---|---|---|---|
| மூலக்கூறு நிறை | 18.015 | 20.028 | 22.0312 |
| உறைநிலை (K) | 273.0 | 276.8 | 277.5 |
| கொதிநிலை (K) | 373.0 | 374.4 | 374.5 |
| அதிக அடர்த்தி காணப்படும் வெப்ப நிலை (K) | 277.0 | 284.2 | 286.4 |
| அதிக அடர்த்தி ($gcm^{-3}$) | 1.000 | 1.106 | 1.215 |
| அடர்த்தி ($gcm^{-3}$) | 0.997 | 1.104 | 1.214 |
| ஆவி அழுத்தம் ($mm$ Hg) | 23.75 | 20.51 | 19.80 |
| பாகுநிலை ($cP$) | 0.890 | 1.107 | --- |
| மின்காப்பு மாறிலி | 78.39 | 78.06 | --- |
| உருவாதல் என்தால்பி ($kJ/mol$) | – 285.9 | – 294.6 | --- |
| ஆவியாதல் என்தால்பி ($kJ/mol$) | 40.66 | 41.61 | --- |

தனியே குறிப்பிட்டு காட்டப்படாத நிலையில் அனைத்து தரவுகளும் 298 $K$ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

### 4.5.3 வேதிப்பண்புகள்

உலோகம், அலோகம் மற்றும் சேர்மங்களுடன் நீரானது வெவ்வேறு தன்மையுடன் வினைபுரியக்கூடியது. கார உலோகங்கள் அதிக வினைத்திறன் மிக்கவை. இவை நீர் குளிர்ந்த நிலையில் இருந்தாலும் கூட அதனை சிதைவடையச் செய்து ஹைட்ரஜனை வெளியேற்றுவதுடன், காரக் கரைசலைத் தருகின்றது.

$$2Na + 2\,H_2O \rightarrow 2\,NaOH + H_2\uparrow$$

பெரிலியம் தவிர, ஏனைய இரண்டாம் தொகுதி உலோகங்கள், கார உலோகங்களைப் போன்றே நீருடன் வினைபுரிகின்றன. ஆனால் இவற்றின் வினைதிறன் கார உலோகங்களை விடக் குறைவாகும். இவற்றின் ஹைட்ராக்சைடுகள், கார உலோகங்களின் ஹைட்ராக்சைடுகளைவிட குறைந்த கரைதிறன் உடையவை.

$$Ba + 2H_2O \rightarrow Ba(OH)_2 + H_2\uparrow$$

சில இடைநிலைத் தனிம உலோகங்கள், சூடான நீருடனோ அல்லது நீராவியுடனோ வினைபுரிந்து அவற்றின் ஆக்சைடுகளைத் தருகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, செஞ்சூடான இரும்பு (iron) மீது நீராவியைச் செலுத்த, இரும்பு (iron) ஆக்சைடு உருவாகிறது. இவ்வினையில் ஹைட்ரஜன் வெளியேறுகிறது.

$$3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2\uparrow$$

லெட் மற்றும் காப்பர் வெஞ்சூட்டு வெப்ப நிலையில் மட்டுமே, நீரைச் சிதைக்கின்றன. சில்வர், கோல்டு, மெர்க்குரி மற்றும் பிளாட்டினம் போன்ற உலோகங்கள் நீருடன் எவ்வித வினையும் புரிவதில்லை. தனிம நிலையில்



Unit 4 - Sridhar.indd 118 07-01-2021 14:44:49

உள்ள கார்பன், சல்பர் மற்றும் பாஸ்பரஸ் போன்ற அலோகங்கள் நீருடன் சாதாரணமாக வினைபுரிவதில்லை. இருந்தபோதிலும் முன்னரே குறிப்பிட்டுள்ளவாறு கார்பன் செஞ்சூட்டு அல்லது வெஞ்சூட்டு வெப்ப நிலையில் நீராவியுடன் வினைபுரிந்து நீர் வாயுவைத் ($CO+H_2$) தருகிறது.

மாறாக, ஹேலஜன்கள் நீருடன் வினைபுரிந்து அமிலக் கரைசலைத் தருகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, குளோரின் நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தையும் ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலத்தையும் தருகிறது. இவ்வினை குளோரின் நீரின் நுண்ணுயிர் எதிர்த்தன்மைக்கும் (Antibacteria) வெளுக்கும் பொருளாக பயன்படுவதற்கும் காரணமாக அமைகிறது.

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HOCl$$

ஆனால் புளூரின் நீருடன் வேறு விதமாக வினைபுரிந்து ஆக்சிஜனை வெளிவிடுகிறது.

$$2F_2 + 2\ H_2O \rightarrow 4HF + O_2$$

இதனைப் போலவே அலோகங்களின் சேர்மங்கள் நீருடன் வினைபுரிந்து அமிலக் கரைசல்களையோ அல்லது காரக் கரைசல்களையோ தருகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கார்பனேட் உப்புகளின் நீர்க்கரைசல் சிறிதளவு காரத் தன்மையுடையது.

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightarrow HCO_3^- + OH^-$$

நீர் ஈரியல்புத் தன்மை கொண்டது. இதனால் ஒரு புரோட்டானை வழங்கவும், ஏற்கவும் முடியும். எனவே இது அமிலமாகவும், காரமாகவும் செயல்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, HCl உடன் வினைபுரியும் போது நீரானது ஒரு புரோட்டானை ஏற்கிறது. ஆனால் வீரியம் குறைந்த காரமான $NH_3$ உடன் வினைபுரியும் போது நீரானது ஒரு புரோட்டானை வழங்குகிறது..

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$$

$$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

நீரானது அயனிச் சேர்மங்களைக் கரைக்கிறது. மேலும் சில சகபிணைப்புச் சேர்மங்களும் நீராற்பகுப்படைகின்றன.

$$SiCl_4 + 2\ H_2O \rightarrow SiO_2 + 4\ HCl$$

$$P_4O_{10} + 6\ H_2O \rightarrow 4\ H_3PO_4$$

பெரும்பாலான உப்புகளின் நீர்க் கரைசல்களை படிகமாக்குவதன் மூலம் பெறப்படும் படிகங்கள் நீரேறிய நிலையில் காணப்படுகின்றன. நீரேற்றமடைந்துள்ள உப்புகளில் உள்ள நீர் மூலக்கூறுகள், ஈதல் பிணைப்பின் மூலம் பிணைக்கப்பட்டிருக்கலாம் அல்லது படிக அணிக்கோவையின் இடைவெளியில் காணப்படலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக,

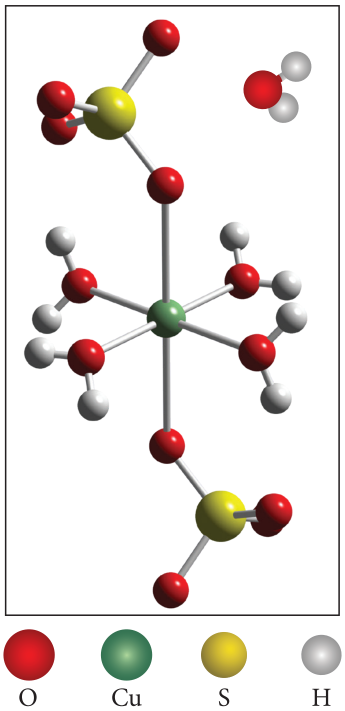
$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ – இச்சேர்மத்திலிலுள்ள அனைத்து ஆறு நீர் மூலக்கூறுகளும் ஈதல் பிணைப்பின் மூலம் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன.

$BaCl_2.2H_2O$ –இச்சேர்மத்தில்இரண்டு நீர் மூலக்கூறுகளும் அணிக்கோவையின் இடைவெளியில் அமைந்துள்ளன.

$CuSO_4.5H_2O$ – இச்சேர்மத்தில் நான்கு நீர் மூலக்கூறுகள் ஈதல் பிணைப்பின் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஐந்தாவது நீர் மூலக்கூறு அணைவு கோளத்திற்கு வெளியே அமைந்துள்ளது. வெளியில் உள்ள நீர் மூலக்கூறு மற்றொரு $[Cu(H_2O)_4]SO_4H_2O$ மூலக்கூறுடன், மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயான ஹைட்ரஜன் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகிறது.



Unit 4 - Sridhar.indd 119 07-01-2021 14:44:49




படம் 4.4: காப்பர் சல்பேட் பென்ட்டா ஹைட்ரேட்டின் அமைப்பு

### 4.5.4 கடின நீர் மற்றும் மென்னீர்

கடின நீர் அதிக அளவு கனிம அயனிகளைக் கொண்டுள்ளது. நீரில் கரையக்கூடிய கால்சியம் மற்றும் மெக்னீசியம் ஆகிய உலோகங்களின் நேர் அயனிகளே பெரும்பாலும் கடின நீரில் காணப்படுகின்றன. ஒருசில இடங்களில் காணப்படும் கடின நீரில் இரும்பு (iron), அலுமினியம் மற்றும் மாங்கனீஸ் போன்ற உலோகங்களின் அயனிகளும் உள்ளன. இவ்வுலோகங்களின் பைகார்பனேட், குளோரைடு மற்றும் சல்பேட் உப்புகள் நீரில் காணப்படுவதால், நீர் கடினத் தன்மையடைகிறது. கடின நீரை கொதிக்க வைக்கும் போது, அதிலுள்ள மெக்னீசியம் மற்றும் கால்சியம் உலோகங்களின் கார்பனேட்டுகள் வீழ்படிவாகின்றன. கால்சியம் மற்றும் மெக்னீசியத்தின் நீரில் கரையும் உப்புகள் இல்லாத நீர் மென்னீர் என அழைக்கப்படுகிறது. நீரின் கடினத் தன்மை இரண்டு வகைப்படும். அவைகள் தற்காலிக கடினத்தன்மை மற்றும் நிரந்தர கடினத்தன்மை ஆகும்.

#### தற்காலிக கடினத்தன்மை மற்றும் அதனை நீக்குதல்

நீரில் கரையக்கூடிய, கால்சியம் மற்றும் மெக்னீசியம் ஆகியவற்றின் பைகார்பனேட் உப்புகள் காணப்படுதலே தற்காலிக கடினத் தன்மைக்கு முதன்மையான காரணமாகும். இவ்வகை நீரை கொதிக்க வைத்து பின் வடிகட்டுவதன் மூலம் கடினத் தன்மையை நீக்கலாம். கொதிக்க வைக்கும்போது, இந்த பைகார்பனேட் உப்புகள், கரையாத கார்பனேட் உப்புகளாகச் சிதைவடைந்து, வீழ்படிவாகின்றன. இவ்வாறு உருவான மெக்னீசியம் கார்பனேட் மேலும் நீராற்பகுப்பு அடைந்து கரையாத மெக்னீசியம் ஹைட்ராக்சைடைத் தருகிறது.

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$$

$$Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgCO_3 + H_2O + CO_2$$

$$MgCO_3 + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + CO_2$$

வடிகட்டுதல் மூலமாக இவ்வீழ்படிவுகளை நீக்கலாம்.

நாம், கிளார்க் முறையினைப் பயன்படுத்தியும், தற்காலிக கடினத் தன்மையை நீக்கலாம். இம்முறையில் கணக்கிடப்பட்ட அளவு சுண்ணாம்பு நீரானது கால்சியம் மற்றும் மெக்னீசியம் அயனிகளைக் கொண்டுள்ள கடின நீருடன் சேர்க்கப்படுகிறது. இதனால் உருவாகும் ஹைட்ராக்சைடுகள் மற்றும் கார்பனேட்டுகள் வடிகட்டி நீக்கப்படுகின்றன.

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2\,Ca(OH)_2$$

$$\downarrow$$

$$2CaCO_3 + Mg(OH)_2 + 2\,H_2O$$

#### நிரந்தர கடினத்தன்மை

மெக்னீசியம் மற்றும் கால்சியம் ஆகிய உலோகங்களின் நீரில் கரையக்கூடிய, குளோரைடு மற்றும் சல்பேட் உப்புகளினால்



Unit 4 - Sridhar.indd 120 07-01-2021 14:44:49

நிரந்தர கடினத் தன்மை ஏற்படுகிறது. சலவைச் சோடாவைச் சேர்த்து இதனை நீக்கலாம். சலவைச் சோடாவானது கடின நீரில் கரைந்துள்ள கால்சியம் மற்றும் மெக்னீசியத்தின் குளோரைடு மற்றும் சல்பேட்டுடன் வினைபுரிந்து அவற்றின் கரையாத கார்பனேட்டுகளைத் தருகிறது.

$$MCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow MCO_3 + 2\,NaCl$$

$$MSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow MCO_3 + Na_2SO_4$$

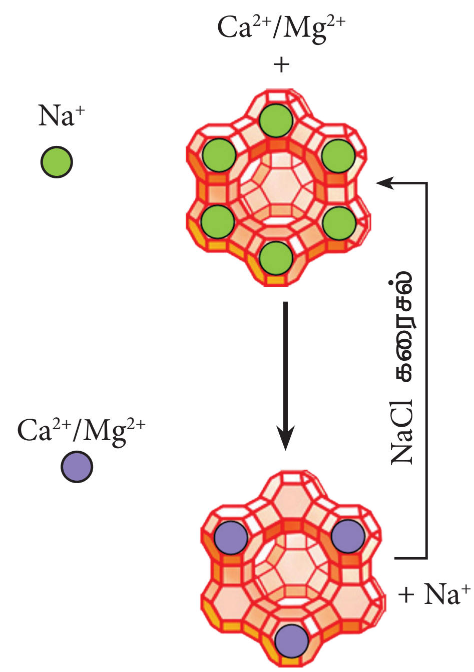
(M=Ca , Mg)

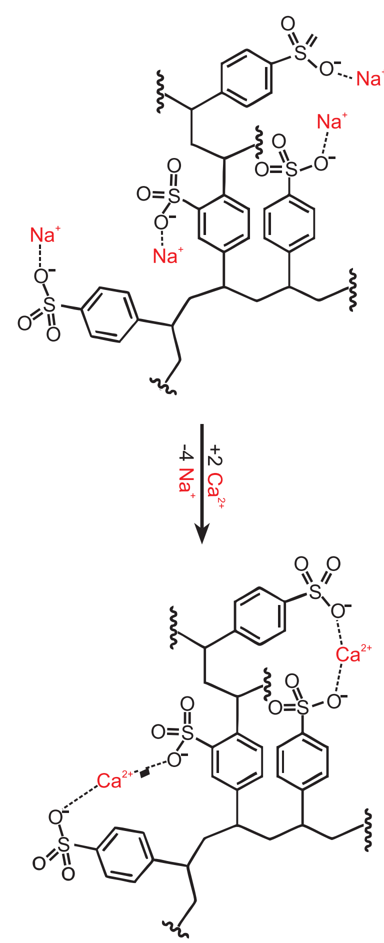
கடின நீரை மென்னீராக மாற்றப் பயன்படும் மற்றொரு முறை அயனிப் பரிமாற்ற முறையாகும். இம்முறையில், கடின நீரானது, சியோலைட் போன்ற அயனிப்பரிமாற்றப் பொருள் நிரப்பப்பட்ட குழாய் வழியே செலுத்தப்படுவதன் மூலம் கடினத்தன்மை நீக்கப்படுகிறது. சியோலைட்டுகள் என்பன நீரேற்றம் பெற்ற சோடியம் அலுமினோ சிலிக்கேட்டுகள் ஆகும். இவை $Na_2O.Al_2O_3.XSiO_2.YH_2O$ (X=2 முதல் 10, மற்றும் Y=2 முதல் 6) என்ற பொதுவான வாய்பாட்டினைப் பெற்றுள்ளன. சியோலைட்கள் நுண்துளை வடிவமைப்பினைப் பெற்றுள்ளன. இவற்றிலுள்ள ஒற்றை இணை திறன் பெற்றுள்ள சோடியம் அயனிகள் எளிதாக பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ் அயனிகள், நீரின் கடினத் தன்மைக்குக் காரணமான உலோக அயனிகள் ($M=Ca^{2+}$ அல்லது $Mg^{2+}$) உடன் பரிமாற்றம் அடைகிறது. அணைவு வடிவத்தினை $Na_2 - Z$ எனக் குறிப்பிட இயலும். இதில் சோடியம் ஆனது பரிமாற்றமடையும் நேர் அயனியாகும்.

$$Na_2\text{-}Z + M^{2+} \rightarrow M\text{-}Z + 2\,Na^+$$

அயனிப்பரிமாற்றம் முழுமையடைந்த பின்னர், நீர்த்த சோடியம் குளோரைடினைச் செலுத்துவதன் மூலம் மீண்டும் சியோலைட்டினைப் பெறலாம். இந்நிகழ்வில் சியோலைட்டினால் ஈர்த்துக் கொள்ளப்பட்ட $Ca^{2+}$ மற்றும் $Mg^{2+}$ அயனிகள், சோடியம் அயனிகளால் பரிமாற்றம் செய்யப்படுகிறது.

$$M\text{-}Z + 2NaCl \rightarrow Na_2\text{-}Z + MCl_2$$




## 4.6. கனநீர்

கன ஹைட்ரஜனின் ஆக்சைடானது கனநீராகும் ($D_2O$). 5000 பங்குள்ள சாதாரண



Unit 4 - Sridhar.indd 121 07-01-2021 14:44:50

நீரில் ஒரு பங்கு கனநீர் காணப்படுகிறது. $H_2O$வைப் போல $D_2O$ எளிதில் மின்னாற் பகுப்பிற்கு உட்படாது என்பதால் நீரினை மின்னாற்பகுத்தல் மூலம் கனநீரினைத் பெறலாம்.

$D_2O$ என்பது நிறமற்ற மணமற்ற சுவையற்ற ஒரு திரவமாகும். எனினும் நீர் மற்றும் கனநீருக்கு இடையே இயற் பண்புகளில் குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடுகள் உள்ளன. இவ்வேறுபாடுகள் அட்டவணை 4.2ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

**உங்களுக்குத் தெரியுமா?**

**சோப்புகளுடன், கடினநீர் குறைவான நுரைத்தலைத் தருகிறது ஏன்?**

கடின நீரில், சோப்புகளைப் பயன்படுத்தும் போது, அவற்றின் தூய்மையாக்கும் திறன் குறைகிறது. சோப்புகள் என்பன நீண்ட சங்கிலியுடைய கொழுப்பு அமிலங்களின் (எ.கா. தேங்காய் எண்ணெய்) சோடியம் அல்லது பொட்டாசியம் உப்புகளாகும். சோப்பானது கடின நீரில் சேர்க்கப்படும்போது, கடின நீரில் உள்ள இரு இணைதிறன்கொண்ட மெக்னீசியம் அல்லது கால்சியம் அயனிகள் சோப்புடன் வினைபுரிந்து, சோப்பின், கால்சியம் மற்றும் மெக்னீசியம் உப்புகளாக வீழ்படிவாகிறது.

$$M^{2+} + 2RCOONa \rightarrow (RCOO)_2M + 2Na^+$$

$M = Ca$ or $Mg$

$R = C_{17}H_{35}$

### 4.6.1. கன நீரின் வேதிப்பண்புகள்

ஹைட்ரஜனைக் கொண்டுள்ள சேர்மங்களை, $D_2O$ உடன் வினைப்படுத்தும்போது, ஹைட்ரஜனானது, டியூட்டிரியத்தால் பரிமாற்றம் செய்யப்படுகிறது.

$$2NaOH + D_2O \rightarrow 2NaOD + HOD$$

$$HCl + D_2O \rightarrow DCl + HOD$$

$$NH_4Cl + 4D_2O \rightarrow ND_4Cl + 4HOD$$

ஒரு சேர்மத்தில் காணப்படும் அயனித்தன்மையுடைய ஹைட்ரஜனைக் கண்டறிய இந்த பரிமாற்ற வினைகள் பயன்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக, $D_2O$வை ஹைப்போ பாஸ்பரஸ் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தும்போது, டியூட்டிரியத்தால், ஒரே ஒரு ஹைட்ரஜன் மட்டும் பரிமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. இவ்வினை, ஹைப்போ பாஸ்பரஸ் அமிலம் ஒரு காரத்துவமுடையது எனக் காட்டுவதாக அமைகிறது.

$$H_3PO_2 + D_2O \rightarrow H_2DPO_2 + HDO$$

சில டியூட்ரியச் சேர்மங்களைத் தயாரிக்கவும் இவ்வினை பயன்படுகிறது.

$$Al_4C_3 + 12D_2O \rightarrow 4Al(OD)_3 + 3CD_4$$

$$CaC_2 + 2D_2O \rightarrow Ca(OD)_2 + C_2D_2$$

$$Mg_3N_2 + 6D_2O \rightarrow 3Mg(OD)_2 + 2ND_3$$

$$Ca_3P_2 + 6D_2O \rightarrow 3Ca(OD)_2 + 2PD_3$$

### 4.6.2. கனநீரின் பயன்கள்:

அணுக்கரு உலைகளில் வேகமாகச் செல்லும் நியூட்ரான்களின் ஆற்றலை, கனநீர் குறைப்பதால் இது மட்டுப்படுத்தியாகப் பயன்படுகிறது.

கரிம வினைகளின் வினைவழி முறைகளை கண்டறிதல் மற்றும் உடல் செயல் வினைகளின் வழிமுறைகளை



Unit 4 - Sridhar.indd 122 07-01-2021 14:44:50

தீர்மானிப்பதில் இது சுவடறிவானாகப் பயன்படுகிறது.

அணுக்கரு உலைகளில் வெளிப்படும் வெப்ப ஆற்றலை உறிஞ்சும் தன்மையினை இது பெற்றிருப்பதால், குளிர்விப்பானாகப் பயன்படுகிறது.

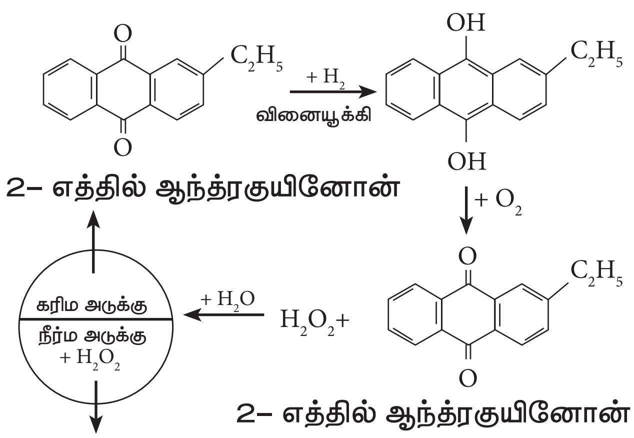
## 4.7. ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு

ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு ($H_2O_2$) ஒரு முக்கியமான பெராக்சைடாகும். உலோக பெராக்சைடுகளை, நீர்த்த அமிலங்களுடன் வினைப்படுத்துவதன் மூலம் இதனை தயாரிக்கலாம்.

$$BaO_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + H_2O_2$$

$$Na_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O_2$$

தொழிற்முறையில், 2 – ஆல்கைல் ஆந்த்ர குயினாலை சுய ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்வதன் மூலம் தற்போது ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு தயாரிக்கப்படுகிறது.




40% $H_2O_2$ கரைசல்

### 4.7.1. இயற்பண்புகள்

தூய்மையான ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு ஏறத்தாழ நிறமற்ற திரவமாகும். (வெளிர்ந்த நீல நிறம்), நீரைவிட அதிக பாகுநிலைத் தன்மையும், குறைவாக ஆவியாகும் தன்மையினையும் கொண்டுள்ளது.

ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடின் 30% கரைசலானது '100–கனஅளவு' ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. திட்டவெப்ப அழுத்த நிலையில் (S.T.P.ல்) 1 mL அளவுள்ள இந்த ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடை சூடுபடுத்தும்போது 100 mL ஆக்சிஜன் வெளியேறுகிறது.

### 4.7.2. வேதிப்பண்புகள்

ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு மிகவும் நிலைப்புத்தன்மை அற்றது. இதன் நீர்க்கரைசல் தானாகவே, விகித சிதைவடைந்து ஆக்சிஜன் மற்றும் நீரைத்தருகிறது. இவ்வினை மெதுவாக நிகழ்வதாக இருந்த போதிலும், உலோகம் வினையூக்கியாக பயன்படுத்தப்படும் நிலையில் வெடிக்கும் தன்மையுடையதாகும். இதனைக் கண்ணாடி கலன்களில் சேகரித்து வைக்கும் போது, கண்ணாடியில் உள்ள கார உலோகங்களை இது கரைக்கிறது. இது விகிதச் சிதைவு வினைக்கு வினையூக்கியாகிறது. இக்காரணத்தினால் தான் $H_2O_2$ கரைசலானது நெகிழி கலன்களில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.

$$H_2O_2 \rightarrow H_2O + ½O_2$$

ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு, ஆக்சிஜனேற்றி மற்றும் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கி ஆகிய இரண்டு வினைபொருட்களாகவும் செயல்படும் தன்மையுடையது. வழக்கமாக ஆக்சிஜனேற்ற வினைகள் அமில ஊடகத்திலும், ஆக்சிஜன் ஒடுக்க வினைகள் கார ஊடகத்திலும் நிகழ்த்தப்படுகின்றன.

அமில ஊடகத்தில்

$$H_2O_2 + 2\,H^+ + 2\,e^- \rightarrow 2\,H_2O \quad (E^0 = +\,1.77\ V)$$

எடுத்துக்காட்டாக,



Unit 4 - Sridhar.indd 123 07-01-2021 14:44:50

$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + H_2O_2 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$$

கார ஊடகத்தில்,

$$HO_2^- + OH^- \rightarrow O_2 + H_2O + 2e^-$$

$$(E^0 = +0.08 \text{ V})$$

எடுத்துக்காட்டாக,

$$2KMnO_4(aq) + 3H_2O_2(aq) \downarrow 2MnO_2 + 2KOH + 2H_2O + 3O_2(g)$$

### 4.7.3. ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடின் பயன்கள்

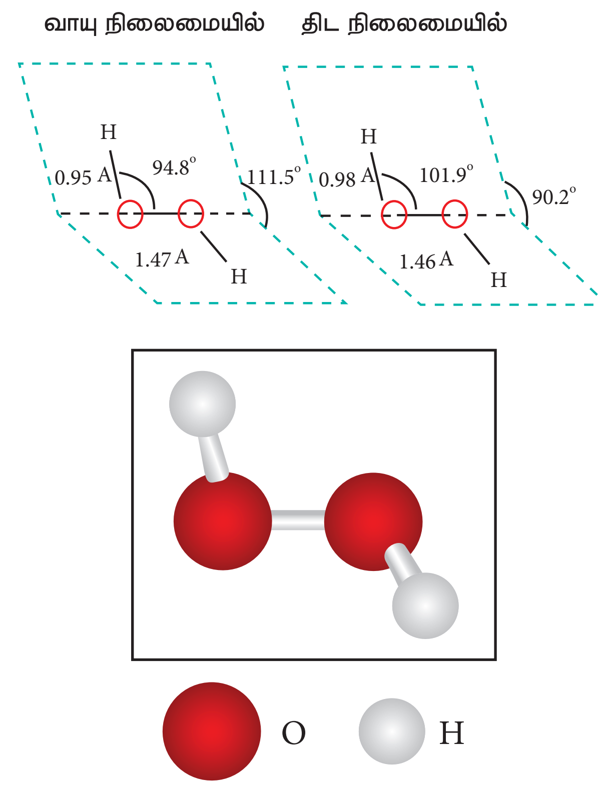
ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடின் ஆக்சிஜனேற்றும் திறன் மற்றும் இதனால் உருவாகும் வினைபொருட்களான நீர் மற்றும் ஆக்சிஜனின் தீங்கற்ற தன்மையாலும், இது பல்வேறு பயன்களைக் கொண்டுள்ளது. நீரைச் சுத்திகரிக்கும் செயல்முறைகளில் மாசுக்களை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்யவும், வீரியம் குறைந்த புரைத்தடுப்பானாகவும், துணி, காகிதம், முடி பாதுகாப்பு தொழிற்சாலைகளில் வெளுக்கும் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது.

பழங்கால ஓவியங்களில், வெண்மை நிறத்திற்கு பயன்படுத்தப்படும் நிறமிப் பொருளான $Pb_3(OH)_2(CO_3)_2$ ஆனது காற்றில் உள்ள ஹைட்ரஜன் சல்பைடுடன் வினைபுரிவதால் கருமை நிற லெட்சல்பைடு உருவாவதன் காரணமாக, வெண்மை நிறம் இழக்கப்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடானது கருமைநிற லெட்சல்பைடினை வெண்மைநிற லெட்சல்பேட்டாக மாற்றுவதால், ஓவியங்களின் நிறம் மீளப் பெறப்படுகிறது.

$$PbS + 4H_2O_2 \rightarrow PbSO_4 + 4H_2O$$

### 4.7.4. ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடின் அமைப்பு

வாயு நிலைமை மற்றும் திட நிலைமை ஆகிய இரு நிலைமைகளிலும் இம் மூலக்கூறு, சாய்வு வசஅமைப்பினைக் கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு ஆக்சிஜன் மீதுள்ள தனித்த எலக்ட்ரான்களுடன், OH பிணைப்பின் விலக்கு இடைவினை காரணமாக இவ்வமைப்பு ஏற்படுகிறது. மேலும், இது ஒற்றைப் பிணைப்பின் வழியே ஏற்படும் சுழற்சித் தடையினை பெற்றுள்ள சிறிய மூலக்கூறாகும்.




படம் 4.5 $H_2O_2$ ன் அமைப்பு

$H_2O_2$ ஆனது ஒரே தளத்தில் அமையாத வடிவமைப்பினைப் பெற்றுள்ளது. வாயு நிலைமை மற்றும் திட நிலைமையில் மூலக்கூறு வடிவமைப்பின் பரிமாணங்கள் படம் 4.5ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. வடிவமைப்பினைப் பொருத்தவரையில், இரண்டு $OH^-$ தொகுதிகளும் ஒரே தளத்தில் அமையாத இருதள (dihedral) வடிவமைப்பின் மூலம் $H_2O_2$வை குறிப்பிடலாம். பகுதியளவு திறந்து வைக்கப்பட்டுள்ள புத்தகத்தின், அச்சில் ஆக்சிஜன் அணுக்களும், இரு பக்கங்களிலும்

ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இருப்பதாக இதன் வடிவமைப்பினை உருவகப்படுத்தலாம். திட நிலைமையில் உள்ள மூலக்கூறில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் காரணமாக இரு தளங்களுக்கும் இடையேயான கோணம் 90.2° ஆக குறைகிறது. மேலும் –O–O–H கோணம் 94.8° லிருந்து 101.9°ஆக அதிகரிக்கிறது.

## 4.8. ஹைட்ரைடுகள்

உலோகங்கள் மற்றும் அலோகங்கள் உள்ளிட்ட நேர்மின் தன்மை உடைய தனிமங்களுடன், ஹைட்ரஜன் இணைந்து இருமை ஹைட்ரைடுகளைத் தருகின்றது. இரு உலோகங்களுடன் இணைந்து மும்மை ஹைட்ரைடுகளையும் தருகிறது. எடுத்துக்காட்டு $LiBH_4$ மற்றும் $LiAlH_4$ இவற்றில் காணப்படும் பிணைப்பின் தன்மையினைப் பொறுத்து, அயனி ஹைட்ரைடுகள், உலோக ஹைட்ரைடுகள் மற்றும் சகப்பிணைப்பு ஹைட்ரைடுகள் என வகைப்படுத்தப் படுகின்றன. ஹைட்ரஜனைக் காட்டிலும் குறைவான எலக்ட்ரான் கவர்தன்மையுடைய தனிமங்களுடன் உருவாகும் ஹைட்ரைடுகள் வழக்கமாக அயனித் தன்மையினைப் பெற்றிருக்கும். ஹைட்ரஜனைவிட அதிகமான எலக்ட்ரான் கவர்தன்மையுடைய தனிமங்களுடன் இணைந்து சகப்பிணைப்பு ஹைட்ரைடுகளை உருவாக்குகிறது.

### அயனி (Saline) ஹைட்ரைடுகள்

நேர்மின் தன்மை உடைய, கார உலோகங்கள் மற்றும் பெரிலியம், மெக்னீசியத்தினை தவிர்த்த பிற கார மண் உலோகங்கள் ஆகியவற்றின் எலக்ட்ரான்கள் ஹைட்ரஜனுக்குப் பரிமாற்றப்படுவதால் இவ்வகை ஹைட்ரைடுகள் உருவாகின்றன. இத்தகைய தனிமங்களை 400°Cக்கு ஹைட்ரஜனுடன் வெப்பப்படுத்துவதால் இவ்வகை ஹைட்ரைடுகளைத் தயாரிக்கலாம். இவைகள் உப்பை போன்றத் தன்மையினையும், அதிக உருகுநிலையையும் கொண்டுள்ளன. இவைகள் ஹைட்ரைடு அயனிகள் ($H^-$) மற்றும் உலோக நேர் அயனிகளை ($M^{n+}$) கொண்டுள்ள வெண்ணிற படிகத்தன்மையுடைய திண்மங்களாகும்.

$$2\,Li + H_2 \rightarrow 2\,LiH$$

$$2\,Ca + 2H_2 \rightarrow 2\,CaH_2$$

### சகப்பிணைப்பு (மூலக்கூறு) ஹைட்ரைடுகள்

இச்சேர்மங்களில், ஹைட்ரஜனானது பிற தனிமங்களுடன், எலக்ட்ரானை பங்கிட்டுக் கொள்கிறது. அலோகங்களின் பொதுவான சகப்பிணைப்பு ஹைட்ரைடுகளுக்கான எடுத்துக்காட்டுகள் மீத்தேன், அம்மோனியா, நீர் மற்றும் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு. சகப்பிணைப்பு ஹைட்ரைடுகள் பின்வருமாறு மேலும் மூன்று வகையாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. எலக்ட்ரான் குறைபாடுடையவை ($B_2H_6$), எலக்ட்ரான் அதிகமாக உள்ள ஹைட்ரைடுகள் ($NH_3$, $H_2O$) , சரியான எலக்ட்ரானைக் கொண்டுள்ள ஹைட்ரைடுகள் ($CH_4$, $C_2H_6$, $SiH_4$, $GeH_4$). இவை பொதுவாக வாயுக்களாகவோ அல்லது ஆவியாகும் நீர்மங்களாவோ காணப்படுகின்றன. ஏனெனில், இத்தகைய ஹைட்ரைடுகள் தனித்த, சிறிய மூலக்கூறுகளாக உள்ளன. அவற்றிற்கிடையே ஒப்பீட்டளவில் குறைவான கவர்ச்சி விசை காணப்படுகிறது.

### உலோக (இடைச்செருகல்) ஹைட்ரைடுகள்

உலோகங்கள் மற்றும் உலோகக் கலவைகளை ஹைட்ரஜனேற்றத்திற்கு உட்படுத்துவதன் மூலம் வழக்கமாக உலோக ஹைட்ரைடுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. உலோகங்கள் / உலோகக்கலவைகளின் அணிக்கோவை இடைவெளிகளில்



Unit 4 - Sridhar.indd 125 07-01-2021 14:44:50

(வெற்றிடங்களில்) ஹைட்ரஜன் காணப்படுகிறது. எனவே இவை இடைச்செருகல் ஹைட்ரைடுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய உலோக ஹைட்ரைடுகளின் பண்புகள், அதில் உள்ள உலோகங்களின் பண்புகளை ஒத்துள்ளது. எனவே இவைகள் உலோக ஹைட்ரைடுகள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் இத்தகைய ஹைட்ரைடுகள் வேதி வினைக்கூறு விகிதத்தில் அமையாத மாறுபடும் இயைபினை ($TiH_{1.5-1.8}$ மற்றும் $PdH_{0.6-0.8}$) பெற்றுள்ளன. ஒப்பீட்டு அளவில் சில ஹைட்ரைடுகள் இலேசானதாகவும், வெப்ப நிலைப்புத்தன்மை அற்றதாகவும், விலை மலிவானதாகவும் இருப்பதால் ஹைட்ரஜனை சேமிக்கப் பயன்படுகிறது. நேர்மின் தன்மை உடைய உலோகங்கள் மற்றும் சில உலோகங்கள் MH அல்லது $MH_2$ (M = Ti, Zr, Hf, V, Zn) என அமையும் வேதி வினைக்கூறு விகிதத்தில் மூலக்கூறு வாய்பாடுகளுடைய ஹைட்ரைடுகளைத் தருகின்றன.

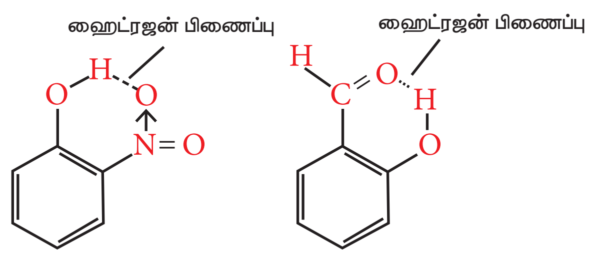
## 4.9 ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு

வேதியியல் மற்றும் உயிரியல் நிகழ்வுகளில் இயற்கையில் நிகழும் ஒரு முக்கியமான நிகழ்வு ஹைட்ரஜன் பிணைப்பாகும். DNA மற்றும் புரதங்களின் வடிவமைப்பில், ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு மிக முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவானது (H), அதிக எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை உடைய புளூரின் (F) அல்லது ஆக்ஸிஜன் (O) அல்லது நைட்ரஜன் (N) போன்ற அணுக்கள் ஒன்றுடன் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும் போது, அப்பிணைப்பு முனைவுறு பிணைப்பாகிறது. இவ்விளைவின் காரணமாக முனைவுற்ற ஹைட்ரஜன் அணுவானது அதன் சூழலில் உள்ள மற்றொரு எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை அதிகமுடைய அணுவுடன் ஒரு வலிமை குறைந்த நிலை மின்னியல் கவர்ச்சி விசையை ஏற்படுத்தும் இயல்பினைப் பெற்றுள்ளது. இக்கவர்ச்சி விசையே ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு (20–50 kJ $mol^{-1}$) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இப்பிணைப்பு விடுபட்ட கோடுகளால் (……) குறிக்கப்படுகிறது.

இப்பிணைப்பு சகப்பிணைப்பை விட வலிமை குறைவானது (<100 KJ $mol^{-1}$) ஆனால் வாண்டர்வால்ஸ் கவர்ச்சி விசையைவிட வலிமையானது (>20 KJ $mol^{-1}$) ஹைட்ரஜன் பிணைப்பானது, ஆவி அழுத்தம் ($H_2O$ மற்றும் $H_2S$) கொதிநிலை, திரவங்கள் ஒன்றோடு ஒன்று கலக்கும் தன்மை ($H_2O$ மற்றும் $C_2H_5OH$), பரப்பு இழுவிசை, அடர்த்தி, பாகுநிலைதன்மை, ஆவியாதல் மற்றும் உருகுதலின் வெப்பம் போன்ற பல்வேறு இயற்பண்புகளில் முக்கிய விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது.

### மூலக்கூறினுள் நிகழும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு

மூலக்கூறினுள் நிகழும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பானது ஒரு தனித்த மூலக்கூறுக்கு உள்ளாகவே நிகழ்கிறது.




ஆர்தோ – நைட்ரோ பீனால்

சாலிசிலால்டிஹைடு

படம்: 4.6 மூலக்கூறினுள் நிகழும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள்

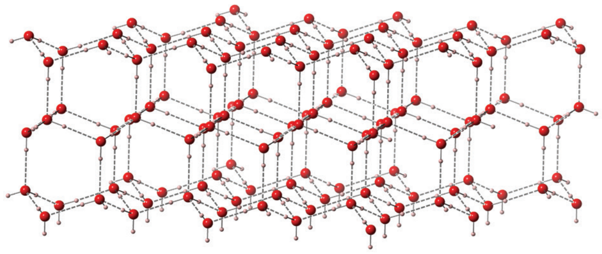
### மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு

மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட ஹைட்ரஜன் பிணைப்பானது இரண்டு வேறுபட்ட மூலக்கூறுகளுக்கிடையே நிகழ்கிறது. ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு இடைவினையை ஏற்படுத்துவதற்கு ஏதுவாக ஹைட்ரஜன் வழங்கி மற்றும் ஹைட்ரஜன் ஏற்பியினை தகுந்த இடத்தில் பெற்றுள்ள ஒரே மாதிரியான மூலக்கூறுகள் அல்லது வெவ்வேறு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே இத்தகைய ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு

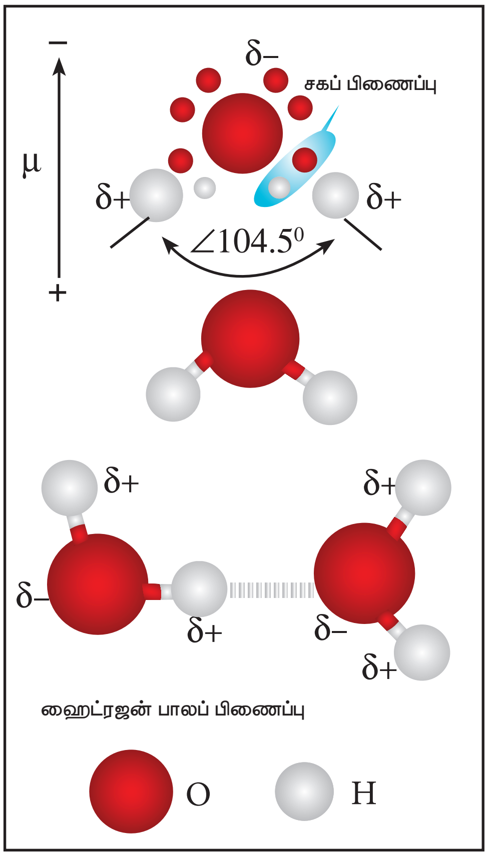
உருவாகிறது. எடுத்துக்காட்டாக: மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட ஹைட்ரஜன் பிணைப்பானது, அம்மோனியா மூலக்கூறுகளுக்கிடையே நிகழலாம். அல்லது நீர் மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயோ அல்லது அம்மோனியா மற்றும் நீர் மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயோ உருவாகலாம்.

நீர் மூலக்கூறுகள் அவைகளுக் கிடையே வலிமையான ஹைட்ரஜன் பிணைப்பை உருவாக்குகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஒவ்வொரு நீர் மூலக்கூறும், மற்ற நான்கு நீர் மூலக்கூறுகளுடன் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. குறைந்த தூரம்(100 pm) சகப்பிணைப்பையும் (திடக் கோடுகள்) மற்றும் அதிக தூரம் (180pm) ஹைட்ரஜன் பிணைப்பையும் (விடுபட்ட கோடுகள்) குறிக்கின்றன.

பனிக்கட்டியில் உள்ள ஒவ்வொரு ஆக்ஸிஜன் அணுவும், நான்முகி வடிவில் நான்கு நீர் மூலக்கூறுகளுடன் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் மூலம் சூழப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு நீர் மூலக்கூறிலும் உள்ள இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் மற்றும் ஆக்சிஜன் அணுவின் மீது இரண்டு ஜோடி தனித்த எலக்ட்ரான்கள், மேற்கண்டுள்ள முப்பரிமாண வடிவமைப்பு ஏற்பட வழிவகை செய்கிறது. இவ்வாறான அமைப்பு ஒரு திறந்த வடிவமைப்பினை உருவாக்குகிறது. $0^{o}$ C ல் நீருடன் ஒப்பிடும்போது, பனிக்கட்டியானது குறைவான அடர்த்தியினைக் கொண்டுள்ளதற்கு இவ்வமைப்பே காரணமாக அமைகிறது. பனிக்கட்டியில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு நீண்ட எல்லைவரை காணப்படுகிறது. ஆனால், திரவ நிலையில் உள்ள நீரில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு குறைவான எல்லையில் மட்டும் காணப்படுகிறது. எனவே திரவ நிலையில் உள்ள நீரின் அடர்த்தி அதிகம்.



படம்: 4.7 (அ) பனிக்கட்டியின் வடிவம் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள்

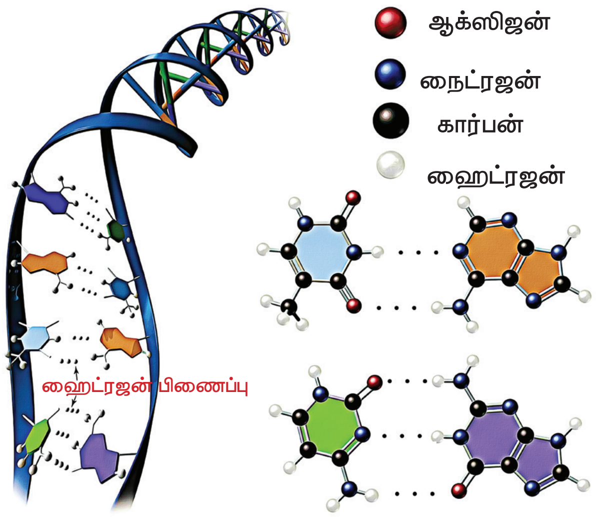



படம்: 4.7 (ஆ) நீரிலுள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு

ஹைட்ரஜன் பிணைப்பானது, எளிய மூலக்கூறுகளில் காணப்படுவது மட்டும் அல்லாமல், புரதம் போன்ற சிக்கலான உயிரி மூலக்கூறுகளிலும் காணப்படுகின்றன. மேலும் அவை உயிரியல் செயல்முறைகளுக்கு மிக முக்கியமானதாகும். எடுத்துக்காட்டாக டி ஆக்ஸி ரிபோ நியூக்ளிக் அமிலத்தின்(DNA) சுருள் வடிவிலான இரு இழைகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்திருக்க ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது.



Unit 4 - Sridhar.indd 127 07-01-2021 14:44:51




படம் : 4.8 DNA மூலக்கூறுகளில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு

உங்களுக்குத் தெரியுமா ?

**ஹைட்ரஜன் சார்ந்த முக்கியமான நிகழ்வுகள்**

| | |
|---|---|
| 1670 | ராபர்ட் பாயில் உலோகங்களை அமிலங்களுடன் வினைபுரியச் செய்து தீப்பற்றும் வாயுவை உருவாக்கினார். |
| 1700 | நிக்கோலஸ் லெமரி சல்பியூரிக் அமிலம் / இரும்பு வினையில் வெளிவரும் வாயு காரத்தில் வெடிக்கும் தன்மையுடையதை நிரூப்பித்தார். |
| 1766 | ஹென்றி கேவென்டிஸ் ஜிங்க் உலோகம் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் வாயு வெளிவருதலைக் கண்டறிந்து வாயுவை தனியே பிரித்தார். |
| 1780 | ஃபெலிஸ் ஃபன்டான நீர்வாயு மாற்று நிலையைக் கண்டறிந்தார் |
| 1783 | ஆண்டனி லவாய்சியர் தனிமத்தை ஹைட்ரஜன் எனப் பெயரிட்டார். (கிரேக்க மொழியில் நீர் உருவாக்கி எனப்பொருள்) |
| 1800 | வில்லியம் நிக்கல்சன் மற்றும் ஆண்டனி கார்லிசில் நீரினை மின்னாற் பகுத்து ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகச் சிதைவுறச் செய்தார். |
| 1801 | ஹம்ஃப்ரி டேவி எரிதல் மின்கலம் என்ற கருத்தைக் (concept) கண்டறிந்தார். |
| 1806 | ஃபிரான்காயிஸ் I. டி ரிவாஸ் ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜனைக் கொண்டு முதன் முதலில் உள் எரி எந்திரத்தை வடிவமைத்தார். |
| 1811 | ஹம்ஃப்ரி டேவி வாயு ஹைட்ரேட்டுகளைக் கண்டறிந்தார். |
| 1818 | J.L. தெனார்டு $BaO_2$ல் இருந்து ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடை உருவாவதை கண்டறிந்து தயாரித்தார். |
| 1834 | மைக்கேல் ஃபாரடே மின்னாற்பகுப்பு விதிகளை வெளியிட்டார். |
| 1866 | T. கிரஹாம் ஹைட்ரஜன் பெலேடியத்தால் உறிஞ்சப்படுவதைக் கண்டறிந்தார். |
| 1897 | பால் செபாடியர் ஹைட்ரஜன் ஏற்றத்தை செபாடியர் வினையில் பயன்படுத்தினார். |

உங்களுக்குத் தெரியுமா ?

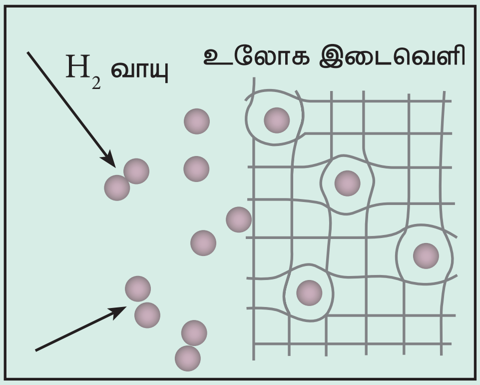
| | |
|---|---|
| 1898 | ஜேம்ஸ் தீவார் ஹைட்ரஜனை திரவமாக்கினார். |
| 1909 | S.P.L. சாரன்சன் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவைக் குறிக்கும் $P_H$ அளவீட்டு முறையை அறிமுகப்படுத்தினார். |
| 1910 | ஃபிரிட்ஸ் ஹேபர், ஹேபர் முறைக்கு காப்புரிமைப் பெற்றார். |
| 1913 | நீல்ஸ் ஃபோர் ரிட்பெர்க் வாய்பாடு கொண்டும் ஹைட்ரஜன் நிறமாலை கொண்டும், குவாண்டம் நிலையில் ஹைட்ரஜனின் ஆர்பிட்டால்களில் உள்ள எலக்ட்ரானின் அமைவிடத்தை தெளிவுற விவரித்தார். |
| 1924 | R. மெக்கே – ஆர்த்தோ மற்றும் பாரா ஹைட்ரஜனைக் கண்டறிந்தார். |
| 1931 | ஹரால்டு C. யுரே டியூட்ரியத்தைக் கண்டறிந்தார். |
| 1932 | ஹரால்டு C. யுரே கனநீரைக் கண்டறிந்தார். |
| 1932 | L. P. ஹேமட் மிக வலிமையுள்ள அமிலங்களின் அமிலச் சார்பினை முன் மொழிந்தார். |
| 1934 | எர்ன்ஸ்ட் ரூதர்போர்டு, மார்க் ஒலிபண்ட் மற்றும் பால் ஹர்டெக் டிரிட்டியத்தைக் கண்டறிந்தார். |
| 1935 | யூஜின் விக்னர் மற்றும் H.B. ஹன்டிங்க்டன் உலோக ஹைட்ரஜனைக் கண்டறிந்தார். |
| 1947 | A.E.பின்ஹோல்ட், A.C.பாண்ட், H.I.ஷேலிங்ஷர் $LiAlH_4$–ஐக் கண்டறிந்தனர். மேலும் அதனை மிகச் சிறந்த ஒடுக்கும் வினைபொருளாக நிரூபித்தனர். |
| 1950 | V. பால்ஃபட்டிங்ஸ் மற்றும் P.ஹர்டெக் முதன் முதலில் காற்றிலுள்ள டிரிட்யத்தைக் கண்டறிந்தனர். |
| 1967 | அஹிரா ஃபியுஜிஸ்மா ஒளியால் தூண்டப்பட்ட நீரின் சிதைவு நிகழ்வினைக் கண்டறிந்தார். |
| 1971 | அலெக்ஸாண்டர் I. கிளாஸ் மற்றும் போரிஸ் I. சென்டர் நிக்கல் ஹைட்ரஜன் மின்கலத்திற்கு காப்புரிமைப் பெற்றார். (patented) |
| 1990 | சோலார் வாஸர்டோப் பேயர்ன் முதன் முதலில் சூரிய ஒளி கொண்டு ஹைட்ரஜன் தயாரிப்பு நிலையத்தைத் துவக்கினார். |
| 2000 | பீட்டர் டோன்னிஸ் ஹைட்ரஜன் 0.15K–ல் மிக அதிபாயும் செயல் திறனைக் (Super fluidity) காட்டினார். |



Unit 4 - Sridhar.indd 129 07-01-2021 14:44:52

### உலோக ஹைட்ரைடு (Hydrogen Sponge)

உங்களுக்குத் தெரியுமா ?




பெலேடியம் – ஹைட்ரஜன் அமைப்பு ஒரு நன்கு ஆய்ந்தறியப்பட்ட இருமை ஹைட்ரைடு ஆகும். ஹைட்ரஜன் ஆனது பெலேடியத்துடன் தனித்த ஒருமைத் தன்மையுடைய வழியில் இடைவினைப் புரிந்து ஒரு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட மோனோ ஹைட்ரைடை (PdH) உருவாக்குகிறது. இதனை வெப்பப்படுத்தும்போது ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் உலோகத்தின் வழியே விரவி, புறப்பரப்பினை அடைகின்றன மேலும் மீள இணைந்து மூலக்கூறு ஹைட்ரஜனை உருவாக்குகின்றன. வேறெந்த வாயுக்களும், பெலேடியத்துடன் இத்தகைய வழியில் இடைவினைப் புரியும் பண்பினை பெற்றிருப்பதில்லை. எனவே, இச்செயல்முறையானது ஹைட்ரஜன் வாயுவை பிறவாயுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப் பயன்படுகிறது.

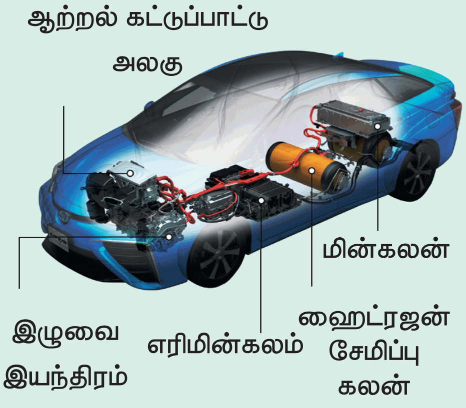
$$2\ Pd\ (s) + H_2\ (g) \rightarrow 2\ PdH\ (s).$$

ஹைட்ரஜன் ஆனது பெலேடியத்தின் புறப்பரப்பில் எளிதில் பரப்பு கவரப்படுவதுடன் அங்கே அணுநிலை ஹைட்ரஜனாக பிரிகையுறுகின்றன. பிரிகையுற்ற அணுக்கள் படிக அணிக்கோவையின் இடைவெளிகளில் அல்லது வெற்றிடங்களில் (எண்முகி / நான்முகி) உட்புகுகின்றன.

நுட்பரீதியாக உலோக ஹைட்ரைடு உருவாதல் ஒரு வேதிவினையின் காரணமாக உருவாகிறது. ஆனால் இது இயற் சேமிப்பு முறை போன்று செயல்படுகிறது. அதாவது நீர் பஞ்சை (water sponge) போன்று இது உறிஞ்சுதல் மற்றும் வெளியிடுதலை நிகழ்த்துகிறது. இவ்வாறு உலோகங்கள் மற்றும் உலோகக் கலவைகளினால் ஹைட்ரஜனின் மீள் முறையில் ஏற்கப்படுதல் என்பது ஹைட்ரஜன் சேமிப்பு மற்றும் மீள்மின்னூட்டம் பெறச்செய்ய இயலும் உலோக ஹைட்ரைடு மின்கலன் ஆகியப் பயன்பாடுகளுக்கு ஏற்றதாக உள்ளது.

### ஹைட்ரஜன் – எதிர்கால எரிபொருள் (Future Fuel)

உங்களுக்குத் தெரியுமா ?




புவி வெப்பமடைதலின் விளைவுகள் மற்றும் குறைவான புதை படிம எரிபொருள் கையிருப்பானது புதிய மாற்று எரிபொருள்களுக்கானத் தேடலை நோக்கி உலகின் பார்வையினைத் திருப்பியுள்ளது . இந்த மாற்று எரிபொருளுக்கு ஹைட்ரஜன் ஒரு முக்கியமான பொருளாக உள்ளது ஏனெனில் ஹைட்ரஜனை எரிக்கும் போது முழுவதுமாக எரிகின்றது மேலும் சுற்றுச்சூழல் மாசுபடுத்திகள் ஏதும் உருவாவதில்லை எனவே ஹைட்ரஜனை நேரடியாக எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். மேலும் நடைமுறையில் உள்ள கேசோலின் (பெட்ரோல்) / டீசல் / மண்ணெண்ணெய் மூலம் இயங்கும் இயந்திரங்களை மாற்றியமைக்க முடியும் அல்லது இதனை ஆக்சிஜனுடன் எரிமின்கலன்களில் (fuel cells) மறைமுகமாக பயன்படுத்தி மின்னாற்றலை உற்பத்தி செய்ய முடியும். ஆனால் இப்பயன்பாட்டில் வரக்கூடிய சில சிக்கல்களை நாம் சரிசெய்ய வேண்டும். இதனை உருவாக்கும் செலவு அதிகமாக உள்ளது. மேலும் அதிக புதைவடிவ எரிபொருட்களைப் பயன்படுத்தும் தேவை உள்ளது. இது இயற்கையில் கிடைக்கும்போது எளிதில் ஆவியடையக் கூடியதாகவும் மற்றும் தீப்பற்றி எரியும் தன்மையும் கொண்டுள்ளதால் இதன் சேகரிப்பும் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு எடுத்துச்செல்வதும் கடினமானதாகும். மிகச் சிறிய மூலக் கூறாகவும் இருப்பதால் எளிதில் கசியும் (கசிவடையும்) பண்பினையும் கொண்டுள்ளது.



Unit 4 - Sridhar.indd 130 07-01-2021 14:44:53

## பாடச்சுருக்கம்

ஹைட்ரஜனானது ஒரு எலக்ட்ரான் மற்றும் ஒரு புரோட்டானைக் கொண்ட ஒரு எளிய அணுவாகும். இது புரோட்டியம், டியூட்டிரியம் மற்றும் டிரிட்டியம் ஆகிய மூன்று ஐசோடோப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. ஹைட்ரஜன் வாயு நிலையில் ஈரணு மூலக்கூறாகக் காணப்படுகிறது, இது ஆர்த்தோ ஹைட்ரஜன், பாரா ஹைட்ரஜன்ஆகிய இரு அணுக்கரு சுழற்சி மாற்றியங்களைக் கொண்டுள்ளது, அணு நிலையில் உள்ள ஹைட்ரஜனின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^1$. இதன் பண்புகளானது, கார உலோகங்கள் மற்றும் ஹேலஜன்களின் பண்புகளை ஒத்துள்ளது இதன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு மற்றும் பெரும்பாலான சேர்மங்களில் இதனுடைய ஆக்சிஜனேற்ற எண் +1 ஆக இருப்பதால் தனிம வரிசை அட்டவணையில் கார உலோகங்களுடன் முதல் தொகுதியில் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

ஆய்வகத்தில், உலோகங்களை, அமிலங்களுடன் வினைபுரியச் செய்து ஹைட்ரஜன் தயாரிக்கப்படுகிறது. தொழில் ரீதியாக ஹைட்ரோ கார்பன்களை நீராவி – மீட்டுருவாக்கம் செய்வதன் மூலம் ஹைட்ரஜன் தயாரிக்கப்படுகிறது. கனநீரை மின்னாற்பகுத்தல் செய்வதன் மூலம் டியூட்டிரியத்தினைப் பெற முடியும், கதிரியக்கத் தன்மை உடைய டிரிட்டியத்தை, லித்தியத்தினை மெதுவான நியூட்ரான்களைக் கொண்டு தாக்கும் அணுக்கரு மாற்ற வினைகள் மூலம் தயாரிக்கலாம்.

ஹைட்ரஜனானது, ஆக்சிஜன் மற்றும் ஹேலஜன்கள் ஆகிய அலோகங்களுடன் வினைபுரிந்து முறையே நீர் மற்றும் ஹேலைடுகளைத் தருகின்றன. இது சிறந்த ஒடுக்கும் காரணியாகும். டியூட்டிரியம் ஹைட்ரஜனுடன் பதிலீட்டு வினைகளில் ஈடுபடுகிறது.

12.3 வருடங்கள் அரைவாழ்காலம் உடைய டிரிட்டியம், $\beta$ துகள்களை தன்னிச்சையாக உமிழ்கிறது, அம்மோனியா, மெத்தனால் போன்றவை தயாரித்தல் மற்றும் எண்ணெயை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்தல், உலோக ஆக்ஸைடுகளை ஒடுக்குதல் ஆகியவற்றிற்கு ஹைட்ரஜன் பெருமளவில் பயன்படுகிறது. இதனை எரிபொருளாகவும் பயன்படுத்தலாம்.

நீரானது, ஹைட்ரஜனின் ஈரியல்புத் தன்மை உடைய ஆக்சைடாகும் இது பொதுவான கரைப்பானாகப் பயன்பட்டு வருகிறது, இது ஆக்சைடுகளை நீராற்பகுப்பு அடையச் செய்கிறது மேலும் சோடியம் மற்றும் பேரியம் போன்ற உலோகங்களுடன் உலோக ஹைட்ராக்சைடுகளைத் தருகிறது.

கால்சியம் மற்றும் மெக்னீசியத்தின் உப்புகள் நீரில் கரைந்துள்ளதால் நீரானது கடினத்தன்மை உடையதாக இருக்கிறது. கிளார்க் முறையினைப் பயன்படுத்தி தற்காலிகக் கடினத்தன்மையை நீக்கலாம். ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு ஆனது நீரைப் போலவே ஹைட்ரஜனின் மற்றும் ஒரு முக்கியமான ஆக்சைடு ஆகும்.

ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு வீரியம் குறைந்த புரைத்தடுப்பானாகவும் மற்றும் காகித துணித் தொழிற்சாலைகளில் வெளுக்கும் வினை பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. புளூரின், நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் போன்ற எலக்ட்ரான் கவர்த்தன்மை அதிகம் உடைய அணுக்களுடன் ஹைட்ரஜனானது வலிமை குறைந்த ஹைட்ரஜன் பிணைப்பினை ஏற்படுத்துகிறது. ஹைட்ரஜன் பிணைப்பானது உயிரி மூலக்கூறுகளான புரோட்டீன், DNA போன்றவற்றில் காணப்படுகிறது.

## மதிப்பீடு

**I. சரியான விடையினைத் தெரிவு செய்க**

1. கீழ்க்கண்ட கூற்றுகளில் ஹைட்ரஜன் பற்றிய தவறான கூற்று எது (NEET 2006)

   (அ) ஹைட்ரஜன் அயனி, $H_3O^+$ கரைசலில் தனித்து உள்ளது

   (ஆ) டைஹைட்ரஜன் ஒடுக்க வினைபொருளாக செயல்படுகிறது

   (இ) ஹைட்ரஜன் மூன்று ஐசோடோப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. அவற்றுள் டிரிட்டியம் அதிக அளவில் காணப்படுகிறது.

   (ஈ) அயனி உப்புகளில், எப்போதும் ஹைட்ரஜன் நேர் அயனியாகக் காணப்படுவதில்லை.

2. நீர் வாயு என்பது

   (அ) $H_2O$ (g) (ஆ) $CO + H_2O$ (இ) $CO + H_2$ (ஈ) $CO + N_2$

3. ஆர்த்தோ, பாரா டைஹைட்ரஜன் குறித்து கீழ்க்கண்டுள்ள கூற்றுகளில் எது தவறானது.

   (அ) அவைகள் உட்கரு சுழற்சி ஐசோடோப்புகள் (மாற்றியங்கள்)

   (ஆ) ஆர்த்தோ மாற்றியம் பூஜ்ஜிய உட்கரு சுழற்சியையும், பாரா மாற்றியம் ஒரு உட்கரு சுழற்சியும் கொண்டுள்ளது.

   (இ) குறைந்த வெப்பநிலை, பாரா மாற்றியத்திற்கு சாதகமாக உள்ளது.

   (ஈ) பாரா மாற்றியத்தின் வெப்ப கடத்துதிறன், அதன் ஆர்த்தோ மாற்றியத்தை விட 50% அதிகம்

4. அயனி ஹைட்ரைடுகளை உருவாக்குபவை.

   (அ) ஹேலஜன்கள் (ஆ) சால்கோஜென்கள் (இ) மந்த வாயுக்கள்

   (ஈ) தொகுதி 1 – தனிமங்கள்

5. டிரிட்டியம் உட்கரு கொண்டுள்ளது __________________________

   (அ) 1p +0 n (ஆ) 2p +1n (இ) 1p +2n (ஈ) இவற்றில் ஏதும் இல்லை

6. வேதிவினைக்கூறு விகிதத்தின் அடிப்படையில் அமையாத (non–stoichiometric) ஹைட்ரைடுகளை உருவாக்குபவை

   (அ) பெலேடியம், வெனேடியம் (ஆ) கார்பன், நிக்கல்

   (இ) மாங்கனீசு, லித்தியம் (ஈ) நைட்ரஜன், குளோரின்



Unit 4 - Sridhar.indd 132 07-01-2021 14:44:53

7. கூற்று: கடின நீரை சலவைச் சோடாவுடன் வினைப்படுத்துவதன் மூலம்,அதன் நிரந்தரக் கடினத் தன்மையினை நீக்கலாம்.

காரணம்: சலவைச்சோடா, கடின நீரில் கரைந்துள்ள கால்சியம் மற்றும் மெக்னீசியம் குளோரைடு மற்றும் சல்பேட்டுகளுடன் வினைபுரிந்து கரையாத கார்பனேட்டுகளை உருவாக்குகிறது.

(அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மற்றும் காரணம், கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமாகும்

(ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, ஆனால் காரணம், கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமல்ல.

(இ) கூற்று சரியானது ஆனால் காரணம் தவறானது

(ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறானவை.

8. ஒரு மீனின் உடலில், அதன் மொத்த உடல் நிறையில் 1.2g ஹைட்ரஜன் உள்ளது. அனைத்து ஹைட்ரஜனும், டியூட்டிரியத்தால் பதிலீடு செய்யப்படும் போது மீனின் நிறை அதிகரிப்பு

(அ) 1.2g (ஆ) 2.4g (இ) 3.6g (ஈ) $\sqrt{4.8}$ g

9. நீரின் கடினத்தன்மையை பருமனறி பகுப்பாய்வின் மூலம் தீர்மானிக்கப் பயன்படும் காரணி

(அ) சோடியம் தயோ சல்பேட் (ஆ) பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்

(இ) ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு (ஈ) EDTA

10. நீரின் நிரந்தர கடினத்தன்மைக்கு காரணம்

(அ) $Ca(HCO_3)_2$ (ஆ) $Mg(HCO_3)_2$ (இ) $CaCl_2$ (ஈ) $MgCO_3$

11. நீரின் கடினத்தன்மையை மென்மையாக்கப் பயன்படும் சியோலைட்டானது, நீரேற்றம் அடைந்த

(அ) சோடியம் அலுமினியம் சிலிகேட் (ஆ) கால்சியம் அலுமினியம் சிலிகேட்

(இ) ஜிங்க் அலுமினியம் போரேட் (ஈ) லித்தியம் அலுமினியம் ஹைட்ரைடு

12. வணிக ரீதியான ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடில் ($H_2O_2$) 100–கனஅளவு எனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இதன் பொருள்

(அ) திட்டவெப்ப அழுத்த நிலையில் (STPல்), 1mL $H_2O_2$ ஆனது 100mL $O_2$ஐத் தரும்.

(ஆ) திட்டவெப்ப அழுத்த நிலையில் (STPல்), 1L $H_2O_2$ ஆனது 100mL $O_2$ஐத் தரும்.

(இ) 1L $H_2O_2$ ஆனது 22.4L $O_2$ஐத் தரும்.

(ஈ) திட்டவெப்ப அழுத்த நிலையில் (STPல்), 1mL $H_2O_2$ ஆனது ஒரு மோல் $O_2$ஐத் தரும்.

13. ஈதரின் முன்னிலையில், பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் கரைசலுடன் ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு சேர்த்து குலுக்கப்படும்போது, ஈதர் அடுக்கானது நீலநிறமாக மாறுவதற்குக் காரணமாக, உருவாவது

(அ) $Cr_2O_3$ (ஆ) $CrO_4^{2-}$

(இ) $CrO(O_2)_2$ (ஈ) இவற்றில் ஏதும் இல்லை

14. ஒரு மோல் அமிலம் கலந்த $KMnO_4$யை நிறமிழக்கச் செய்யத் தேவைப்படும் $H_2O_2$ன் மோல்களின் எண்ணிக்கை.

(அ) $\frac{1}{2}$ (ஆ) $\frac{3}{2}$ (இ) $\frac{5}{2}$ (ஈ) $\frac{7}{2}$

15. 1.5 N $H_2O_2$ ன் கனஅளவுச் செறிவு

(அ) 1.5 (ஆ) 4.5 (இ) 16.8 (ஈ) 8.4

16. $H_2O$ மற்றும் $H_2O_2$ மூலக்கூறுகளில் உள்ள ஆக்ஸிஜன் அணுவின் இனக்கலப்பாதல் முறையே

(அ) SP மற்றும் $SP^3$ (ஆ) SP மற்றும் SP (இ) SP மற்றம் $SP^2$ (ஈ) $SP^3$ மற்றும் $SP^3$

17. $H_3PO_2 + D_2O \rightarrow H_2DPO_2 + HDO$ என்ற வினையிலிருந்து ஹைப்போ பாஸ்பரஸ் அமிலம் ஒரு

(அ) முக்காரத்துவ அமிலம் (ஆ) இருகாரத்துவ அமிலம்

(இ) ஒரு காரத்துவ அமிலம் (ஈ) இவற்றுள் ஏதுமில்லை

18. திட பனிக்கட்டியில், ஆக்சிஜன் அணுவானது

(அ) 4 ஹைட்ரஜன் அணுக்களால் நான்முகி வடிவில் சூழப்பட்டுள்ளது

(ஆ) 2 ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் மற்றும் நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்களால் எண்முகி வடிவில் சூழப்பட்டுள்ளது.

(இ) 2 ஹைட்ரஜன் மற்றும் 2 ஆக்ஸிஜன் அணுக்களால் நான்முகி வடிவில் சூழப்பட்டுள்ளது

(ஈ) 6 ஹைட்ரஜன் அணுக்களால் எண்முகி வடிவில் சூழப்பட்டுள்ளது.

19. ஆர்த்தோ நைட்ரோபீனால் மற்றும் பாரா நைட்ரோ பீனாலில் காணப்படும் H– பிணைப்புகள் முறையே,

(அ) மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான H– பிணைப்பு மற்றும் மூலக்கூறினுள் நிகழும் H– பிணைப்பு

(ஆ) மூலக்கூறினுள் நிகழும் H–பிணைப்பு மற்றும் மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான H– பிணைப்பு

(இ) மூலக்கூறினுள் நிகழும் H– பிணைப்பு

(ஈ) மூலக்கூறினுள் நிகழும் H– பிணைப்பு மற்றும் H–பிணைப்பு இல்லை.

20. கனநீர் பயன்படுவது

(அ) அணுக்கரு வினைகளில் மட்டுப்படுத்தி

(ஆ) அணுக்கரு வினைகளின் குளிர்விப்பான்

(இ) (அ) மற்றும் (ஆ)

(ஈ) எதுவும் இல்லை

21. நீரானது

(அ) கார ஆக்சைடு (ஆ) அமில ஆக்சைடு

(இ) ஈரியில்பு ஆக்சைடு (ஈ) இவை எதுவுமில்லை

## II. சுருக்கமாக விடையளிக்கவும்

22. தனிம வரிசை அட்டவணையில் ஹைட்ரஜன் ஏன் ஹேலஜன்களுடன் வைக்கப்படவில்லை?

23. மூன்று வகையான சகப்பிணைப்பு ஹைட்ரைடுகளைக் குறிப்பிடுக.

24. HCl மற்றும் NaH ஆகியனவற்றுள் எந்த ஹைட்ரைடு திடப்பொருள் மீதான வாயு. உனது விடைக்கான காரணத்தினைக் கூறு.

25. 4–வது வரிசையில் உள்ள தனிமங்களின் ஹைட்ரைடுகளின் எதிர்பார்க்கப்படும் வாய்ப்பாட்டினை எழுதுக. வாய்ப்பாட்டின் போக்கு (trend) என்ன? இவ்வரிசையில் முதல் இரண்டு தனிமங்கள் மற்றவற்றிலிருந்து எவ்வாறு மாறுபடுகின்றன?

26. கீழ்க்கண்ட வினைகளுக்கு வேதிச் சமன்பாட்டினை எழுதுக.

(i) டங்க்ஸ்டன் (vi) ஆக்சைடுடன், ஹைட்ரஜனை வெப்பப்படுத்துதல்

(ii) ஹைட்ரஜன் வாயு மற்றும் குளோரின் வாயு

27. கீழ்க்கண்ட வேதி வினைகளை பூர்த்தி செய்து.

(அ) நீராற் பகுத்தல் (ஆ) ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகள்

(இ) நீரேற்ற வினைகள்

என வகைப்படுத்துக

(i) $KMnO_4 + H_2O_2 \rightarrow$

(ii) $CrCl_3 + H_2O \rightarrow$

(iii) $CaO + H_2O \rightarrow$

28. ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு ஒரு ஆக்சிஜனேற்றியாகவும், ஆக்சிஜன் ஒடுக்கியாகவும் செயல்படுகிறது. இக்கூற்றினை தகுந்த எடுத்துக்காட்டுகளுடன் நிரூபிக்கவும்.

29. கனநீரை குடிப்பதற்கு பயன்படுத்தலாம் என நீ கருதுகிறாயா?

30. நீர்வாயு மாற்ற வினை என்றால் என்ன?

31. தனிம வரிசை அட்டவணையில் ஹைட்ரஜனின் இடத்தை நியாயப்படுத்துக.

32. ஐசோடோப்புகள் (மாற்றியங்கள்) என்றால் என்ன? ஹைட்ரஜனின் ஐசோடோப்புகளின் பெயர்களை எழுதுக.

33. கனநீரின் பயன்களைத் தருக.

34. டியூட்டிரியத்தின் பதிலீட்டு வினைகளை விளக்குக.

35. பாரா ஹைட்ரஜனை, ஆர்த்தோ ஹைட்ரஜனாக எவ்வாறு மாற்றலாம்?

36. டியூட்ரியத்தின் பயன்களைக் கூறுக.

37. மின்னாற் பகுப்பு முறையில் ஹைட்ரஜன் தயாரித்தலை விளக்குக.

38. பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் உப்பில் உள்ள ஒரு முதல் தொகுதி உலோகம் (A) ஆனது (B) உடன் வினைபுரிந்து (C) என்ற சேர்மத்தினைத் தருகிறது. இச்சேர்மத்தில் ஹைட்ரஜன் –1 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் காணப்படுகிறது. (B) ஆனது (D) என்ற வாயுவுடன் வினைப்பட்டு அனைத்துக் கரைப்பானான (E) ஐத் தருகிறது. சேர்மம் (D) ஆனது (A) உடன் வினைப்பட்டு (F) என்ற ஒரு வலிமையான காரத்தினைத் தருகிறது. A, B, C, D, E மற்றும் F யைக் கண்டறிக. வினைகளை விளக்குக.

39. ஹைட்ரஜனின் (A) என்ற ஐசோடோப்பானது 16ம் தொகுதி, 2வது வரிசையில் உள்ள ஈரணு மூலக்கூறுகளுடன் வினைபுரிந்து அணுக்கரு உலைகளில் மட்டுப்படுத்தியாகச் செயல்படும் (B) என்ற சேர்மத்தினைத் தருகிறது. (A) ஆனது (C) – $C_3H_6$ உடன் சேர்க்கை வினைக்கு உட்பட்டு (D)யைத் தருகிறது. A, B, C மற்றும் Dயைக் கண்டறிக.

40. $NH_3$ ஆனது, 15ம் தொகுதியில் உள்ள பிற தனிமங்களின் ஹைட்ரைடுகளைக் காட்டிலும் அதிக உருகுநிலை மற்றும் கொதிநிலையைக் கொண்டுள்ளது – விளக்குக.

41. இடைச் செருகல் ஹைட்ரைடுகள் அதில் உள்ள உலோகங்களைக் காட்டிலும் குறைவான அடர்த்தியினைப் பெற்றுள்ளது ஏன்?

42. ஹைட்ரஜனை சேமித்து வைக்க உலோக ஹைட்ரைடுகள் எவ்வகையில் பயன்படும் என நீ எதிர்பார்க்கின்றாய்?

43. $NH_3$, $H_2O$ மற்றும் HF ஆகியவற்றை அவற்றின் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புத் தன்மையின் ஏறு வரிசையில் வரிசைப்படுத்துக. தங்களது வரிசைப்படுத்தலுக்கான அடிப்படையினை விளக்குக.

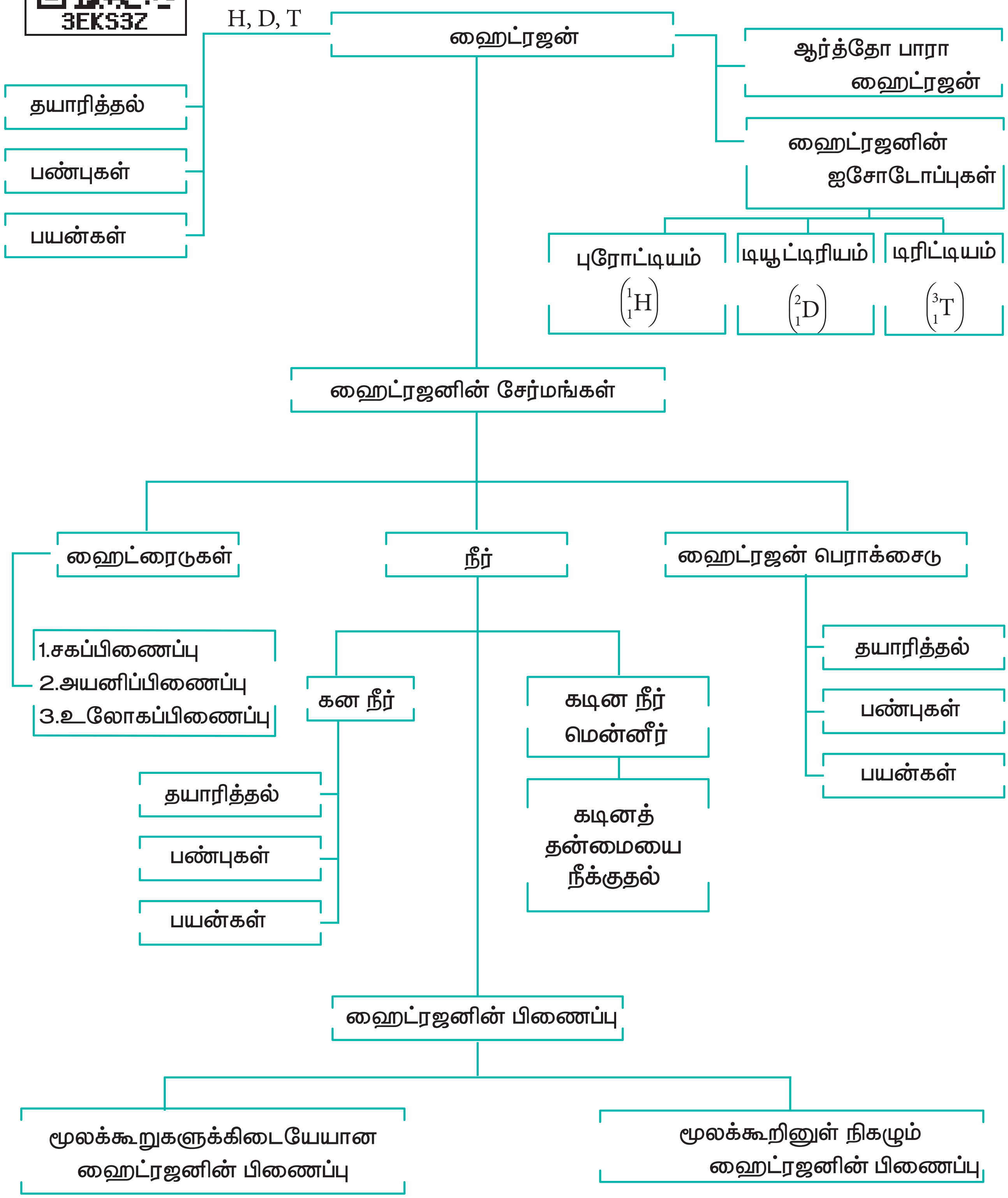
44. $H_2O$ மற்றும் $H_2O_2$ன் வடிவமைப்புகளை ஒப்பிடுக.



Unit 4 - Sridhar.indd 136 07-01-2021 14:44:55

3EKS3Z

## கருத்துவரைபடம்



அலகு 5

# கார மற்றும் காரமண் உலோகங்கள்

பாறை உப்பு

சில்வைட்

ஸ்போடுமின்

## கற்றலின் நோக்கங்கள்

இப்பாடப்பகுதியைக் கற்றறிந்த பின்னர்

- கார உலோகங்கள் மற்றும் கார மண் உலோகங்களின் பண்புகளை விளக்குதல்.
- லித்தியம் மற்றும் பெரிலியத்தின் முரண்பட்ட பண்புகளை மீட்டறிதல்.
- கார மற்றும் கார மண் உலோகங்களின் பயன்களைப் பட்டியலிடுதல்
- கார மற்றும் கார மண் உலோகங்களினுடைய சேர்மங்களின் பொதுப் பண்புகளை விரிவாக விளக்குதல்.
- சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியம், மெக்னீசியம் மற்றும் கால்சியம் ஆகியவற்றின் உயிரியல் முக்கியத்துவத்தினை அறிந்துணர்தல்.
- கால்சியம் ஆக்சைடு, கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு, ஜிப்சம் மற்றும் பாரீஸ்சாந்து ஆகியவற்றின் தயாரித்தல், பண்புகள் மற்றும் பயன்களை விளக்குதல்.

ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெறஇயலும்.

## 5.1 s-தொகுதி தனிமங்கள்

நவீன தனிம வரிசை அட்டவணையில், 1 மற்றும் 2 வது தொகுதியைச் சார்ந்த தனிமங்கள் s-தொகுதி தனிமங்கள் ஆகும். இந்த இரண்டு தொகுதிகளைச் சார்ந்த தனிமங்கள் முறையே கார மற்றும் காரமண் உலோகங்கள் என அறியப்படுகின்றன. இந்த அலகில், நாம் அவற்றின் பண்புகள், பயன்கள், முக்கியமான சேர்மங்கள் மற்றும் உயிரியல் முக்கியத்துவம் ஆகியவற்றைக் கற்கலாம்.



Unit 5 - Sridhar.indd 138 07-01-2021 14:53:15

## 5.2 கார உலோகங்கள்

கார உலோக சேர்மங்களைக் கொண்டுள்ள தாவர சாம்பலை குறிக்கும் al-qaliy எனும் வார்த்தையிலிருந்து alkali என்ற வார்த்தை வருவிக்கப்பட்டுள்ளது. எரிக்கப்பட்ட தாவர சாம்பலின் நீர்ச்சாறு பொட்டாஷ் எனப்படுகிறது.இதில்முக்கியமாக பொட்டாசியம் கார்பனேட் காணப்படுகிறது. கார உலோக தொகுதியானது லித்தியம், சோடியம், பொட்டாசியம்.ருபீடியம், சீசியம் மற்றும் ஃப்ரான்ஷியம், ஆகிய தனிமங்களைக் கொண்டுள்ளது.இவை அனைத்தும் உலோகங்கள். பொதுவாக இவை மிருதுவானவை மேலும் அதிக வினைதிறன்கொண்டவை.இத்தனிமங்கள் ஆக்சைடுகள் மற்றும் ஹைட்ராக்சைடுகளை உருவாக்குகின்றன. இவற்றின் சேர்மங்கள் காரத்தன்மை கொண்டவையாக உள்ளன.

### 5.2.1 கார உலோகங்களின் பொதுப் பண்புகள்:

கார உலோகங்கள் அதிக வினைதிறன் கொண்டவை மேலும் இயற்கையில் இவைகள் சேர்மங்களாக மட்டுமே காணப்படுகின்றன.ருபீடியம் மற்றும் சீசியம் ஆகியன மிகக் குறைவான அளவில் கார உலோக தாதுக்களுடன் சேர்ந்து காணப்படுகின்றன. ஃப்ரான்ஷியம் இயற்கையில் குறிப்பிடத்தகுந்த அளவில் காணப்படவில்லை. மேலும் மிக அதிக கதிரியக்கத் தன்மை கொண்டது. அதன் அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடைய ஐசோடோப்பின் அரைவாழ் காலம் 21 நிமிடங்கள் மட்டுமே.

அட்டவணை 5.1 கார உலோகங்களின் வளம் மற்றும் அவற்றின் மூலங்கள்

| தனிமங்கள் | புவிப்பரப்பில் வளம் (%) | ஒப்புமை வளம் | கனிம மூலங்கள் |
|---|---|---|---|
| லித்தியம் | 0.0018 | 35 | ஸ்போடுமின்[$LiAl(SiO_3)$] |
| சோடியம் | 2.27 | 7 | பாறை உப்பு[NaCl] |
| பொட்டாசியம் | 1.84 | 8 | சில்வைட் [KCl] |
| ருபீடியம் | 0.0078 | 23 | தகுந்த மூலங்கள் இல்லை (லித்தியம் பிரித்தெடுத்தலில் துணைச் சேர்மங்களாக பெறப்படுகின்றன) |
| சீசியம் | 0.00026 | 46 | |

படம் 5.1 கார உலோகங்கள் Li, Na, மற்றும் K ஆகியன மண்ணெண்ணெயில் சேமிக்கப்பட்டுள்ளன.



Unit 5 - Sridhar.indd 139 07-01-2021 14:53:16

### எலக்ட்ரான் அமைப்பு:

கார உலோகங்களின் பொதுவான இணைதிறன் கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பு $ns^1$ , இங்கு n என்பது வரிசை எண்ணைக் குறிப்பிடுகிறது.

அட்டவணை 5.2 கார உலோகங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

| தனிமம் | குறியீடு | அணு எண் | எலக்ட்ரான் அமைப்பு |
|---|---|---|---|
| லித்தியம் | Li | 3 | $[He]2s^1$ |
| சோடியம் | Na | 11 | $[Ne]3s^1$ |
| பொட்டாசியம் | K | 19 | $[Ar]4s^1$ |
| ருபீடியம் | Rb | 37 | $[Kr]5s^1$ |
| சீசியம் | Cs | 55 | $[Xe]6s^1$ |
| ஃப்ரான்ஷியம் | Fr | 87 | $[Rn]7s^1$ |

### பொதுவான ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை:

இந்த தனிமங்கள் அனைத்தும் அதிக நேர்மின்தன்மை கொண்டவையாக உள்ளன. இவைகள் எளிதில் தங்களின் இணைதிறன் கூட்டு எலக்ட்ரானை இழந்து ஒற்றை மின்சுமையுடைய நேர்மின் அயனிகளை ($M^+$) உருவாக்குகின்றன. கார உலோகங்கள் +1 என்ற ஒரே ஒரு ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையை மட்டுமே கொண்டுள்ளன.

### அணு மற்றும் அயனி ஆரங்கள்:

ஒவ்வொரு வரிசையிலும் கார உலோகங்கள், முதல் தனிமமாக இருப்பதால் அந்தந்த வரிசைகளில் அதிகபட்ச அணு மற்றும் அயனி ஆரங்களைக் கொண்டுள்ளன. தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாகச் செல்லும்போது, கூடுகளின் எண்ணிக்கைஅதிகரிக்கிறது. எனவேஅணு மற்றும் அயனி ஆரங்கள் அதிகரிக்கின்றன. எதிர்பார்த்ததைப் போலவே, ஒற்றை இணைதிறன் அயனிகள் ($M^+$), அவற்றின் மூல அணுக்களைக்காட்டிலும் உருவளவில் சிறியவையாக உள்ளன.

அட்டவணை 5.3 கார உலோகங்களின் இயற் பண்புகள்

| இயற் பண்பு | Li | Na | K | Rb | Cs |
|---|---|---|---|---|---|
| அணு ஆரம் / உலோக ஆரம் (Å) | 1.52 | 1.86 | 2.27 | 2.48 | 2.65 |
| அயனி ஆரம் (Å) | 0.76 | 1.02 | 1.38 | 1.52 | 1.67 |
| உருகுநிலை ($^0$C) | 181 | 98 | 63 | 39 | 28.5 |
| கொதிநிலை ($^0$C) | 1347 | 881 | 766 | 688 | 705 |
| முதல் அயனியாக்கும் என்தால்பி (KJ $mol^{-1}$) | 520.2 | 495.8 | 418.8 | 403.0 | 375.7 |
| எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை ( பாலிங் அளவீட்டில்) | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.7 |
| அடர்த்தி (g $cm^{-3}$) | 0.54 | 0.97 | 0.86 | 1.53 | 1.90 |
| $M^+/M$க்கான திட்ட மின்னழுத்தம் $E^0$ (V) | -3.04 | -2.71 | -2.92 | -2.93 | -2.93 |
| நீரேற்று என்தால்பி (KJ $mol^{-1}$) | -506 | -406 | -330 | -310 | -276 |

### அயனியாக்கும் என்தால்பி

ஒவ்வொரு வரிசையிலும் உள்ள மற்ற தனிமங்களுடன் ஒப்பிடும்போது கார உலோகங்கள், குறைந்தபட்ச அயனியாக்கும் என்தால்பி மதிப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. நாம் ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாகச் செல்லும்போது, அணுவின் உருவளவு அதிகரிப்பதால் அயனியாக்கும் என்தால்பி குறைகிறது.மேலும் உள்கூடுகளின் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்கின்றன, இதன் விளைவாக திரைமறைப்பு விளைவும் அதிகரிக்கின்றது எனவே தொகுதியில் கீழாக செல்லச் செல்ல அயனியாக்கும் என்தால்பி குறைகிறது.

கார உலோகங்களின் இரண்டாம் அயனியாக்கும் என்தால்பி மதிப்புகள்

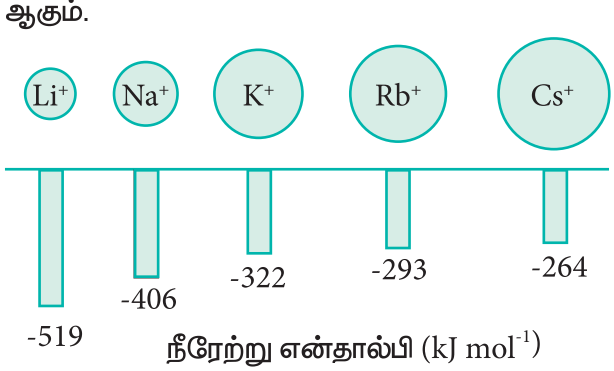


Unit 5 - Sridhar.indd 140 07-01-2021 14:53:16

மிக அதிகம்.கார உலோகங்களிலிருந்து ஒரு எலக்ட்ரானை நீக்குவதால் ஒற்றைஇணைதிறன் கொண்ட நேர்மின் அயனிகள் கிடைக்கின்றன, இந்த அயனிகள் மந்த வாயுக்களைப் போன்ற நிலையான எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. எனவே, ஏற்கெனவே நிலைத்த எலக்ட்ரான் அமைப்பை அடைந்த அயனிகளிடமிருந்து, இரண்டாவதாக மேலும் ஒரு எலக்ட்ரானை நீக்குவது மிகக் கடினமாகிறது.

## நீரேற்று என்தால்பி

லித்தியம் உப்புகள், மற்ற தொகுதி–1 உலோக உப்புகளை விட அதிக அளவில் கரைகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக $LiClO_4$ ஆனது $NaClO_4$ விட 12 மடங்கு அதிகமாகக் கரைகிறது., $KClO_4$, $RbClO_4$, மற்றும் $CsClO_4$–யின் கரைதிறனானது $LiClO_4$ இன் கரைதிறனைப்போல $10^{-3}$ மடங்கு குறைவானகரைதிறனை பெற்றுள்ளது. லித்தியம் உப்புகளின் அதிக கரைதிறனுக்கு காரணம் சிறிய உருவளவு கொண்ட $Li^+$ அயனியானது எளிதில் நீரேற்றம் அடைவதே ஆகும்.




படம் 5.2 கார உலோகங்களின் நீரேற்று என்தால்பி

## எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை

ஒவ்வொரு வரிசைலும் உள்ள மற்ற தனிமங்களுடன் ஒப்பிடும்போது கார உலோகங்கள், குறைந்த எலக்ட்ரான் கவர் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. மற்ற தனிமங்களுடன் இவை வினைபுரியும் போது வழக்கமாக அயனிச் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கார உலோகங்கள் ஹேலஜன்களுடன் வினைப்பட்டு அயனி ஹேலைடுகளை உருவாக்குகின்றன.

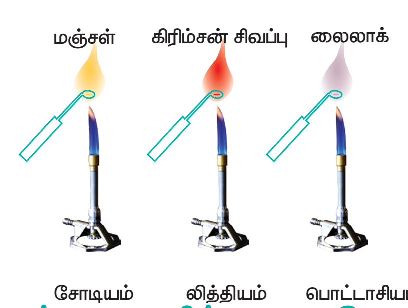
## சுடர் நிறம் மற்றும் நிறமாலை

கார உலோக உப்புகளை அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் சேர்த்து ஈரமாக்கி, அதனை பிளாட்டின கம்பியின் முனையில் வைத்து சுடரில் வெப்பப்படுத்தும்போது, பின் வரும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளவாறு அதற்குரிய சுடர் நிறங்களைக் காட்டுகின்றன.

அட்டவணை 5.4 சுடரின் நிறம் மற்றும் அலைநீளங்கள்

| தனிமம் | சுடரில் காட்டும் நிறம் | அலைநீளம் (nm) |
|---|---|---|
| லித்தியம் | கிரிம்சன் சிவப்பு | 670.8 |
| சோடியம் | மஞ்சள் | 589.2 |
| பொட்டாசியம் | லைலாக் (ஊதா) | 766.5 |
| ருபீடியம் | சிவப்பு கலந்த ஊதா | 780.0 |
| சீசியம் | நீலம் | 455.5 |

சுடரிலுள்ள வெப்பம், இணைதிறன் எலக்ட்ரானை உயர் ஆற்றல் மட்டத்திற்கு கிளர்வுறச் செய்கின்றது.இது மீளவும் அதன் இயல்பான ஆற்றல் நிலைக்கு திரும்பும்போது, அதிகப்படியான ஆற்றல், ஒளியாக வெளிவிடப்படுகிறது, இந்த ஒளியின் அலைநீளம் அட்டவணையில் காட்டியவாறு கட்புலனாகும் பகுதியில் உள்ளது.




படம் 5.3 சுடரில் கார உலோக உப்புகளின் நிறங்கள்.



Unit 5 - Sridhar.indd 141 07-01-2021 14:53:16

### 5.2.2 லித்தியத்தின் தனித்துவமான பண்பு

$Li^+$ அயனியின் தனித்துவமான பண்பிற்கான காரணங்கள் அதன் மிகச்சிறிய உருவளவு, அதிக முனைவாக்கும் திறன், அதிக நீரேற்றும் ஆற்றல் மற்றும் d-ஆர்பிட்டால்கள் இல்லாத்தன்மை போன்றவையே ஆகும்.

**அட்டவணை 5.5 லித்தியம் மற்றும் அத்தொகுதியில் உள்ள மற்ற தனிமங்களின் பண்புகளின் ஒப்பீடு**

| லித்தியம் | தொகுதியிலுள்ள மற்ற தனிமங்கள் |
|---|---|
| கடினமானது, அதிக உருகுநிலை மற்றும் கொதிநிலை கொண்டது | மிருதுவானவை , குறைந்த உருகுநிலை மற்றும் கொதிநிலை கொண்டவை |
| குறைந்தபட்ச வினைதிறன் உடையது (எடுத்துக்காட்டாக, இது ஆக்சிஜனுடன் வினைப்பட்டு சாதாரண ஆக்சைடை உருவாக்குகிறது, பெராக்சைடுகளை உருவாக்குவது மிகவும் கடினம், மேலும் இவற்றின் உயர் ஆக்சைடுகள் நிலைப்புத்தன்மை அற்றவை). | அதிக வினைதிறன் மிக்கவை |
| நைட்ரஜனுடன் வினைபுரிந்து $Li_3N$ ஐ தருகிறது. $6Li + N_2 \rightarrow 2Li_3N$ | வினை இல்லை |
| புரோமினுடன் மெதுவாக வினைபுரிகிறது. | வீரியத்துடன் வினைபுரிகின்றன |
| கார்பனுடன் நேரடியாக வினைபுரிந்து அயனி கார்பைடுகளை உருவாக்குகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக $2Li + 2C \dashrightarrow Li_2C_2$ | கார்பனுடன் நேரடியாக வினைபுரிவதில்லை, ஆனால் கார்பன் சேர்மங்களுடன் வினைபுரிகின்றன $2Na + C_2H_2 \dashrightarrow Na_2C_2 + H_2$ |
| லித்தியம் நைட்ரேட் சிதைவடைந்து அதன் ஆக்சைடைத் தருகிறது | சிதைவடைந்து நைட்ரைட்டுகளைத் தருகின்றன |

**அட்டவணை 5.6 லித்தியம் மற்றும் மெக்னீசியத்திற்கு இடையே உள்ள ஒற்றுமைகள்**

| வ. எண் | பண்புகள் |
|---|---|
| 1 | லித்தியம் மற்றும் மெக்னீசியம் ஆகிய இரண்டும் அந்தந்த தொகுதிகளிலுள்ள மற்ற தனிமங்களை விட அதிக கடினத்தன்மை கொண்டுள்ளன |
| 2 | லித்தியம் மற்றும் மெக்னீசியம் ஆகிய இரண்டும் நீருடன் மெதுவாக வினைபுரிகின்றன. அவற்றின் ஆக்சைடுகள் மற்றும் ஹைட்ராக்சைடுகள் மிகக் குறைவாகக் கரைகின்றன மேலும் அவற்றின் ஹைட்ராக்சைடுகள் வெப்பப்படுத்தும்போது சிதைவடைகின்றன. |
| 3 | இரண்டும், நைட்ரஜனுடன் நேரடியாக இணைந்து , $Li_3N$ மற்றும் $Mg_3N_2$ ஆகிய நைட்ரைடுகளை உருவாக்குகின்றன, |
| 4 | இவை எந்த சூப்பர் ஆக்சைடுகளையும் உருவாக்குவதில்லை ஆனால் $Li_2O$ மற்றும் MgO போன்ற ஆக்சைடுகளை மட்டும் உருவாக்குகின்றன. |



Unit 5 - Sridhar.indd 142 07-01-2021 14:53:16

| வ. எண் | பண்புகள் |
|---|---|
| 5 | லித்தியம் மற்றும் மெக்னீசியத்தின் கார்பனேட்டுகளை வெப்பப்படுத்தும்போது சிதைந்து அவற்றின் ஆக்சைடுகள் மற்றும் $CO_2$ ஐ உருவாக்குகின்றன. |
| 6 | லித்தியம் மற்றும் மெக்னீசியம் ஆகிய இரண்டும் பைகார்பனேட்டுகளை உருவாக்குவதில்லை. |
| 7 | LiCl மற்றும் $MgCl_2$ ஆகிய இரண்டும் ஆல்கஹாலில் கரைகின்றன மேலும் இவை நீர் ஈர்க்கும் தன்மை கொண்டுள்ளன. அவைகள் நீர்க்கரைசல்களிலிருந்து $LiCl.2H_2O$ மற்றும் $MgCl_2.8H_2O$ ஆகிய ஹைட்ரேட்டுகளாக படிகமாகின்றன. |

### மூலைவிட்டத் தொடர்பு:

தொகுதி –1 ல் உள்ள முதல் தனிமம் (Li) மற்றும் அதன் மூலைவிட்டத்தில் தொகுதி –2 ல் இரண்டாவதாக அமைந்துள்ள தனிமம்(Mg) ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள ஒத்த தன்மைகள் மூலைவிட்டத் தொடர்பு என்றழைக்கப்படுகிறது. இதற்கான காரணம் அவற்றின் ஒத்த உருவளவு ($r_{Li^+}$ = 0.766 Å மற்றும் $r_{Mg^{2+}}$ = 0.72 Å) மற்றும் ஒப்பிடத்தகுந்த எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மதிப்புகள்($X_{Li}$ = 1.0; $X_{Mg}$= 1.2) ஆகியவையாகும்.

## 5.2.3 கார உலோகங்களின் வேதிப் பண்புகள்

கார உலோகங்கள் அதிக வினைதிறனைக் கொண்டுள்ளன. கார உலோகங்களின் இந்த வினைதிறன் Li லிருந்து Cs வரை அதிகரிக்கிறது. ஏனெனில் தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக அயனியாக்கும் ஆற்றல் குறைகிறது. அனைத்து கார உலோகங்களும், அதிக எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை கொண்ட தனிமங்களான ஆக்சிஜன் மற்றும் ஹேலஜன்களுடன் மிக அதிக வீரியத்துடன் வினைபுரிகின்றன. கார உலோகங்களின் சில குறிப்பிடத்தகுந்த பண்புகள் கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளன.

### ஆக்ஸிஜனுடன் வினை

அனைத்து கார உலோகங்களும் காற்று அல்லது ஆக்சிஜனில் தீவிரமாக எரிந்து,அவற்றின் புறப்பரப்பில் ஆக்சைடுகளை உருவாக்குகின்றன. லித்தியம் மோனாக்சைடை மட்டுமே உருவாக்குகிறது. சோடியம் மோனாக்சைடு மற்றும் பெராக்சைடை உருவாக்குகிறது. மற்ற தனிமங்கள் மோனாக்சைடு, பெராக்சைடு மற்றும் சூப்பர் ஆக்சைடுகளை உருவாக்குகின்றன. இந்த ஆக்சைடுகள் இயற்கையாகவே காரத்தன்மையைப் பெற்றுள்ளன.

$$4\,Li + O_2 \longrightarrow 2Li_2O \quad \text{(மோனாக்சைடு)}$$

$$2\,Na + O_2 \longrightarrow Na_2O_2 \quad \text{(பெராக்சைடு)}$$

$$M + O_2 \longrightarrow MO_2 \quad \text{(சூப்பர் ஆக்சைடு)}$$

(M= K, Rb,Cs)

### ஹைட்ரஜனுடன் வினை

அனைத்து கார உலோகங்களும் ஹைட்ரஜனுடன் சுமார் 673 K ( லித்தியம் 1073K வெப்பநிலையில்) வெப்பநிலையில் ஹைட்ரஜனுடன் வினைபுரிந்து அவற்றின் அயனி ஹைட்ரைடுகளை உருவாக்குகின்றன. ஹைட்ரஜனுடன் வினைபுரியும் திறன் கார உலோகங்களில் , Li லிருந்து Cs வரை செல்லச் செல்ல குறைகிறது.

$$2M + H_2 \longrightarrow 2\,M^+H^-$$

(M = Li, Na, K, Rb, Cs)

ஹைட்ரைடுகளின் அயனிப்பண்பு Li லிருந்து Cs வரை செல்லச்செல்ல அதிகரிக்கிறது.



Unit 5 - Sridhar.indd 143 07-01-2021 14:53:16

மேலும் அவற்றின் நிலைப்புத்தன்மை குறைகிறது. இந்த ஹைட்ரைடுகள் சிறந்த ஒடுக்கும் வினைபொருட்களாக செயல் புரிகின்றன, மேலும் அவற்றின் ஒடுக்கும் தன்மை தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக அதிகரிக்கிறது.

### ஹேலஜன்களுடன் வினை

கார உலோகங்கள் ஹேலஜன்களுடன் உடனடியாக வினைபுரிந்து MX என்ற அயனி ஹேலைடுகளைத் தருகின்றன. ஹேலஜன்களுடன் வினைபுரியும் திறன் கார உலோக தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக அதிகரிக்கிறது. ஏனெனில் அவற்றின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் குறைகிறது.

$$2M + X_2 \longrightarrow 2\,MX$$

(M= Li, Na, K, Rb, Cs) (X= F, Cl, Br, I)

அனைத்து உலோக ஹேலைடுகளும் அயனிப் படிகங்கள் ஆகும். எனினும் லித்தியம் அயோடைடு, சகப்பிணைப்புப் பண்பை காட்டுகிறது. இதற்குக் காரணம் மிகச்சிறிய நேர்மின் அயனியானது எதிர்மின் அயனியை அதிக முனைவுறுத்தும் திறனை பெற்றுள்ளது. கூடுதலாக அயோடைடு அயனி மிகப்பெரியதாக இருப்பதால், $Li^+$ அயனியால் மிக அதிக அளவிற்கு முனைவுறுத்தப்பட முடியும்.

### திரவ அம்மோனியாவுடன் வினை

கார உலோகங்கள் திரவ அம்மோனியாவில் கரைந்து அடர் நீல நிறக் கரைசல்களைத் தருகின்றன. இந்தக் கரைசல்கள் மின்கடத்தும் தன்மை கொண்டவை. இவற்றின் கடத்துத்திறன் தூய உலோகங்களைப் போலவே உள்ளது (Hg ன் நியம கடத்துத்திறன் $10^4\ \Omega^{-1}$ திரவ அம்மோனியாவில் உள்ள சோடியத்தின் கடத்துத்திறன் $0.5 \times 10^4\,\Omega^{-1}$). திரவ அம்மோனியாவில் கார உலோக அணுக்கள் தங்களின் இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களை இழப்பதே இதற்குக் காரணம். நேர்மின் அயனி மற்றும் எலக்ட்ரான் இரண்டும் அம்மோனியா ஏற்றம் அடைந்து, அம்மோனியா ஏறிய நேரயனி மற்றும் அம்மோனியா ஏறிய எலக்ட்ரான் ஆகியவற்றைத் தருகின்றன.

$$M + (x + y)NH_3 \rightarrow$$
$$[M(NH_3)_x\,]^+ + [e(NH_3)_y\,]^-$$

கரைசல் நீல நிறமாக இருப்பதற்கான காரணம், அம்மோனியா ஏறிய எலக்ட்ரான் கட்புலனாகும் ஒளி ஆற்றலை உறிஞ்சுகிறது, ஆதலால் கரைசலுக்கு நீல நிறத்தை அளிக்கிறது. இந்த கரைசல்கள் பாரா காந்தத் தன்மை கொண்டவை, மேலும் நீண்ட நேரம் வைக்கப்பட்டால் மெதுவாக ஹைட்ரஜன் வாயுவை வெளியேற்றி அமைடை உருவாக்குகின்றன.

$$M^+ + e^- + NH_3 \rightarrow MNH_2 + \tfrac{1}{2}H_2$$

அடர் கரைசல்களில் நீல நிறமானது வெண்கல நிறத்திற்கு மாறுவதுடன் , கரைசல் டையா காந்தத் தன்மை கொண்டதாக மாறுகிறது.

### நீருடன் வினை

கார உலோகங்கள் நீருடன் வினைப்பட்டு அவற்றின் ஹைட்ராக்சைடுகளைத் தருகின்றன. இதனுடன் ஹைட்ரஜன் வாயு வெளியேற்றப்படுகிறது.

$$2\,Li + 2\,H_2O \rightarrow 2\,LiOH + H_2$$

அவை மேலும் ஆல்கஹால் மற்றும் வினைதிறன் மிக்க ஹைட்ரஜன்களைக் கொண்ட ஆல்கைன்களுடன் வினைபுரிகின்றன.

$$2\,Na + 2\,C_2H_5OH \rightarrow 2\,C_2H_5ONa + H_2$$

$$H\text{-}C \equiv C\text{-}H \xrightarrow{Na} H\text{-}C \equiv C\text{-}Na \xrightarrow{Na} Na\text{-}C \equiv C\text{-}Na$$



Unit 5 - Sridhar.indd 144 07-01-2021 14:53:17

### ஒடுக்கும் செயல்

கார உலோகங்கள், தங்களின் இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களை எளிதில் இழக்க முடியும், இதனால் அவை சிறந்த ஒடுக்கும் வினைபொருட்களாகச் செயல்படுகின்றன.

$$M_{(s)} \rightarrow M^{+}{}_{(g)} + e^{-}$$

### கார்பனுடன் வினை

லித்தியம் நேரடியாக கார்பனுடன் வினைப்பட்டு லித்தியம் கார்பைடு என்ற அயனிச்சேர்மத்தை உருவாக்குகிறது.மற்ற உலோகங்கள் கார்பனுடன் நேரடியாக வினைபுரிவதில்லை. எனினும், அவற்றை அசிட்டிலீன் போன்ற கரிம சேர்மங்களுடன் வினைப்படுத்தும்போது, அவை அசிட்டிலைடுகளை உருவாக்குகின்றன.

$$2\ Li + 2C \rightarrow Li_2C_2$$

### 5.2.4 கார உலோகங்களின் பயன்கள்

i. லித்தியம், உலோக கலவைகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக லித்தியத்தை லெட் உடன் சேர்த்து, மோட்டார் எஞ்சின்களில் பயன்படும் வெண்மை உலோக (white metal) பேரிங்குகள், அலுமினியத்துடன் சேர்த்து ஆகாய விமான பாகங்கள் மற்றும் மெக்னீசியத்துடன் சேர்த்து கேடயங்கள் ஆகியன தயாரிக்கப்படுகின்றன.இது வெப்ப உட்கரு வினைகளில் பயன்படுகிறது.

ii. லித்தியம், மின்வேதிக்கலன்கள் செய்யவும் பயன்படுகிறது.

iii. $Pb(Et)_4$ மற்றும் $Pb(Me)_4$ ஆகியவற்றை தயாரிக்க தேவைப்படும் Na-Pb உலோக கலவை தயாரிக்க, சோடியம் பயன்படுகிறது. இவை பெட்ரோலுடன் சேர்க்கப்படும் இடிப்பு எதிர்ப்பு (anti-knock) சேர்மங்களாக முன்னர் பயன்பட்டன. தற்காலத்தில் லெட் இல்லாத பெட்ரோல் பயன்பாட்டில் உள்ளது.

iv. திரவ சோடியம் அதிவேக ஈனுலைகளில் குளிர்விப்பானாகப் பயன்படுகிறது.

v. பொட்டாசியம் உயிரியல் அமைப்புகளில் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது.பொட்டாசியம் குளோரைடு உரம் தயாரித்தலில் பயன்படுகிறது.

vi. பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு மென் சோப்புகள் (soft soap) தயாரித்தலில் பயன்படுகிறது.மேலும் இது மிகச்சிறந்த கார்பன் டையாக்சைடு உறிஞ்சு பொருளாகவும் பயன்படுகிறது.

vii. சீசியம் ஒளிமின்கலன்களை வடிவமைத்தலில் பயன்படுகிறது.

### 5.3 கார உலோகச்சேர்மங்களின் பொதுப் பண்புகள்

கார உலோகங்களின் அனைத்து பொதுவான சேர்மங்களும் அயனித்தன்மை கொண்டவை. அவற்றின் சேர்மங்களின் பொதுப்பண்புகள் கீழே விவாதிக்கப்பட்டுள்ளன.

### ஆக்சைடுகள் மற்றும் ஹைட்ராக்சைடுகள்

கார உலோகங்களை அதிகளவு காற்றில் எரிக்கும்போது $M_2O$ என்ற மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு கொண்ட சாதாரண ஆக்சைடுகளை உருவாக்குகின்றன. அவை நீருடன் வினைப்பட்டு அவற்றின் காரத்தன்மையுள்ள ஹைட்ராக்சைடுகளை உருவாக்குகின்றன.

$$M_2O + H_2O \rightarrow 2\ MOH$$

லித்தியத்தை தவிர மற்ற கார உலோகங்களை அதிகளவு காற்றில் எரிக்கும்போது சாதாரண ஆக்சைடுகளுடன் சேர்த்து பெராக்சைடுகளையும் உருவாக்குகின்றன. இந்த பெராக்சைடுகள் நீருடன் வினைபுரியும்போது

ஹைட்ராக்சைடுகள் மற்றும் $H_2O_2$ ஐ உருவாக்குகின்றன.

$$M_2O_2+2\ H_2O \rightarrow 2MOH+H_2O_2$$

(M = Na, K, Rb, Cs)

லித்தியம் மற்றும் சோடியம் தவிர மற்ற கார உலோகங்கள் சூப்பர் ஆக்சைடுகளையும் உருவாக்குகின்றன. இந்த சூப்பர் ஆக்சைடுகளும் நீருடன் வினைபுரியும்போது காரத் தன்மை கொண்ட ஹைட்ராக்சைடுகளை உருவாக்குகின்றன.

$$2\ MO_2 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ MOH + H_2O_2 + O_2$$

(M = K, Rb, Cs)

உரிய நிபந்தனைகளின் கீழ் $M_2O$, $M_2O_2$ அல்லது $MO_2$ ஆகிய சேர்மங்களை தூய நிலையில் தயாரிக்கலாம்.

### ஆக்சைடுகள் மற்றும் ஹைட்ராக்சைடுகளின் பண்புகள்

தூய நிலையில் ஆக்சைடுகள் மற்றும் பெராக்சைடுகள் நிறமற்றவை, ஆனால் சூப்பர் ஆக்சைடுகள் மஞ்சள் அல்லது ஆரஞ்சு நிறத்தில் இருக்கின்றன. பெராக்சைடுகள் டையா காந்தத்தன்மை கொண்டவை, ஆனால் சூப்பர் ஆக்சைடுகள் பாரா காந்தத்தன்மை கொண்டவை.சோடியம் பெராக்சைடு ஆனது ஆக்ஸிஜனேற்றியாக பரவலாகப் பயன்படுகிறது. ஆக்சைடுகளை நீருடன் வினைப்படுத்தி பெறப்படும் ஹைட்ராக்சைடுகள் அனைத்தும் வெண்ணிற திண்ம படிகங்களாகும். கார உலோக ஹைட்ராக்சைடுகள் வலிமைமிகு காரங்களாகும். அவை தீவிரமாக நீரேற்றம் அடைவதால், வெப்பத்தை வெளியேற்றி நீரில் கரைகின்றன.

### ஹேலைடுகள்:

கார உலோக ஹேலைடுகள் MX (X= F,Cl,Br,I) ஆனவை நிறமற்ற, அதிக உருகுநிலைகளைக் கொண்ட படிக திண்மங்கள் ஆகும். அவைகள் தகுந்த ஆக்சைடு, ஹைட்ராக்சைடு அல்லது கார்பனேட்டை நீர்த்த ஹைட்ரோஹேலிக் அமிலத்துடன் (HX) வினைப்படுத்தி பெறப்படுகின்றன.Li லிருந்து Cs வரை கார உலோகங்களின் நேர்மின்தன்மை அதிகரிப்பதால், உலோகங்களின் ஹேலைடுகள் உருவாக்கும் தன்மை Li லிருந்து Cs வரை அதிகரிக்கிறது. LiBr மற்றும் LiI ஆகியவை தவிர்த்து மற்ற எல்லா ஹேலைடுகளும் அயனித்தன்மை கொண்டவை. LiF தவிர்த்து மற்ற எல்லா ஹேலைடுகளும் நீரில் கரைகின்றன. நீரில் LiF இன் மிகக்குறைந்த கரையும் திறனுக்கு காரணம் அதன் படிக கூடு என் தால்பி அதிகம் (மற்றும் $Li^+$ மற்றும் $F^-$ ஆகியவற்றின் சிறிய உருவளேவயாகும்). LiBr மற்றும் LiI ஆகியவை சகப்பிணைப்புத் தன்மையை கொண்டிருப்பதால் கரிம கரைப்பான்களில் கரைகின்றன.

### ஆக்சோ அமில உப்புகள்

கார உலோகங்கள் அனைத்து ஆக்சோ–அமிலங்களுடனும் உப்புகளை உருவாக்குகின்றன.இந்த உப்புகளில் பெரும்பாலானவை நீரில் கரைகின்றன மேலும் வெப்ப நிலைப்புத் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக செல்லச் செல்ல நேர்மின்தன்மை அதிகரிப்பதால், கார்பனேட்டுகள் மற்றும் பைகார்பனேட்டுகளின் நிலைப்புத்தன்மை அதிகரிக்கின்றன. இதற்குக் காரணம் கார உலோக நேரயனிகளின் முனைவாக்கும் திறன் குறைவதே ஆகும். கார உலோகங்களின் கார்பனேட்டுகள் $(M_2CO_3)$ 1273K வெப்பநிலை வரை குறிப்பிடத்தக்க நிலைப்புத்தன்மை கொண்டுள்ளன, இந்த வெப்பநிலைக்கு மேல் முதலில் உருகி பின்னர் இறுதியாக சிதைவடைந்து ஆக்சைடுகளை உருவாக்குகின்றன. எனினும் $Li_2CO_3$ நிலைப்புத்தன்மை குறைந்து மேலும் உடனடியாக சிதைவடைகிறது.

$$Li_2CO_3 \xrightarrow{\Delta} Li_2O + CO_2$$

இதற்கு முழுமுதற் காரணம் $Li^{+}$ மற்றும் $CO_3^{-2}$ அயனிகளுக்கிடையேயான அதிக உருவளவு வேறுபாடு படிக கூட்டை நிலைப்புத்தன்மையற்றதாக்குவதே ஆகும். மிக அதிக காரத்தன்மை கொண்டிருப்பதால் லித்தியம் தவிர்த்து மற்ற கார உலோகங்கள் திண்ம பைகார்பனேட்டுகளை உருவாக்குகின்றன. வேறு எந்த உலோகமும் திண்ம பைகார்பனேட்டுகளை உருவாக்குவதில்லை.

$$M_2CO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow 2\ MHCO_3$$

(M = Na, K, Rb, Cs)

அனைத்து கார்பனேட்டுகளும், பைகார்பனேட்டுகளும் நீரில் கரைகின்றன. மேலும் தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாகச் செல்லும்போது அவற்றின் கரைதிறன்கள் வேகமாக அதிகரிக்கின்றன. தொகுதியில் கீழாக செல்லச் செல்ல படிக கூடு ஆற்றல்கள், நீரேற்று ஆற்றல்களை விட மிக வேகமாகக் குறைவதே இதற்குக் காரணம் ஆகும்.

## 5.3.1 கார உலோகங்களின் முக்கிய சேர்மங்கள்

### சோடியம் கார்பனேட் $Na_2CO_3.10H_2O$ (சலவை சோடா)

தொழிற்சாலைகளில் பயன்படும் கனிம சேர்மங்களில் சோடியம் கார்பனேட்டும் முக்கியமான ஒன்றாகும். இது சால்வே முறையில் தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்த முறையில், அம்மோனியாவானது அம்மோனியம் கார்பனேட்டாக மாற்றப்படுகிறது, அது பின்னர் அம்மோனியாவால் தெவிட்டிய நிலையில் உள்ள சோடியம் குளோரைடு கரைசலின் வழியே அதிகளவு கார்பன் டையாக்சைடு செலுத்துவதன் மூலம் அம்மோனியம் பைகார்பனேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.இதனால் உருவான அம்மோனியம் பைகார்பனேட் சோடியம் குளோரைடுடன் வினைப்பட்டு சோடியம் பைகார்பனேட் மற்றும் அம்மோனியம் குளோரைடைத் தருகிறது. சோடியம் பை கார்பனேட் மிகக் குறைந்த கரைதிறனைக் கொண்டுள்ளதால் வீழ்படிவாகிறது. சோடியம் பைகார்பனேட் பிரிக்கப்பட்டு, வெப்பப்படுத்தி சோடியம் கார்பனேட் பெறப்படுகிறது. இந்த வினையுடன் தொடர்புடைய வினைகள் பின்வருமாறு

$$2NH_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow (NH_4)_2CO_3$$

$$(NH_4)_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2\ NH_4HCO_3$$

$$NH_4HCO_3 + NaCl \rightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

$$2\ NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

இறுதியில் கிடைக்கும் அம்மோனியம் குளோரைடு கரைசலை கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் சேர்த்து இம்முறையில் பயன்படுத்தப்பட்ட அம்மோனியாவை மீட்டெடுக்க முடியும். கால்சியம் குளோரைடு துணைப் பொருளாக கிடைக்கிறது.

#### பண்புகள்:

சோடியம் கார்பனேட் பொதுவாக சலவை சோடா என அறியப்படுகிறது. இது வெண்ணிற படிகமான டெக்கா ஹைட்ரேட்டாக படிகமாகிறது. இது நீரில் கரைந்து காரக்கரைசலை உருவாக்குகிறது. இதை வெப்பப்படுத்தும்போது படிக நீரை இழந்து மோனோ ஹைட்ரேட்டை உருவாக்குகிறது. 373 K வெப்பநிலைக்கு மேல் இந்த மோனோஹைட்ரேட் முழுவதுமாக நீரற்ற வெண்ணிறப் பொடியாக மாறுகிறது. இது சோடா சாம்பல் எனப்படுகிறது.

$$Na_2CO_3{\cdot}10H_2O \rightarrow Na_2CO_3{\cdot}H_2O + 9H_2O$$

$$Na_2CO_3{\cdot}H_2O \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

#### பயன்கள்

i. சோடியம் கார்பனேட் ஆனது சலவை சோடா என அறியப்படுகிறது, இது துணி வெளுக்கப் பயன்படுகிறது.



Unit 5 - Sridhar.indd 147 07-01-2021 14:53:17

ii. இது கடின நீரை , மென்னீராக மாற்றும் செயல்முறைகளில் பயன்படுகிறது.

iii. இது கண்ணாடி, காகிதம், பெயிண்ட் ஆகியவற்றை தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

### சோடியம் குளோரைடு NaCl ( சமையல் உப்பு )

கடல்நீரை ஆவியாக்கி சோடியம் குளோரைடு தனியாக பிரிக்கப்படுகிறது, கடல் நீரின் எடையில் 2.7-2.9% வரை சோடியம் குளோரைடு உப்பு உள்ளது.இந்தியாவில் ,ஒரு ஆண்டில் தோராயமாக 50 லட்சம் டன் உப்பு, சூரிய ஆவியாக்கல் முறையில் பெறப்படுகிறது. உப்புநீரை படிகமாக்குவதன் மூலம் பண்படாத சோடியம் குளோரைடு பெறப்படுகிறது, இதில் சோடியம் சல்பேட், கால்சியம் சல்பேட், கால்சியம் குளோரைடு மற்றும் மெக்னீசியம் குளோரைடு ஆகியவை மாசுக்களாக உள்ளன. பண்படாத உப்பிலிருந்து தூய சோடியம் குளோரைடை பின்வருமாறு பெற முடியும்.முதலில் பண்படாத உப்பை குறைந்த அளவு நீருடன் சேர்த்து, வடிகட்டி கரையாத மாசுகள் நீக்கப்படுகின்றன. இக்கரைசலினுள் HCl வாயுவினை செலுத்தி சோடியம் குளோரைடு படிகமாக்கப்படுகின்றது. சோடியம் குளோரைடை விட கால்சியம் மற்றும் மெக்னீசியம் குளோரைடு அதிகமாகக் கரைவதால், கரைசலிலேயே தங்கி விடுகின்றன.

சோடியம் குளோரைடு 1081K வெப்பநிலையில் உருகுகிறது. இது 273K வெப்பநிலையில் 100g நீரில் 36.0g கரைதிறனைக் கொண்டுள்ளது. வெப்பநிலையைப் பொறுத்து, கரைதிறன் கனிசமாக அதிகரிப்பதில்லை.

### பயன்கள்

i) வீட்டு உபயோகத்திற்காக சாதாரண உப்பு (சமையல் உப்பு) பயன்படுகிறது.

ii) NaOH மற்றும் $Na_2CO_3$ போன்ற பல கனிம சேர்மங்களின் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது.

### சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு :

வர்த்தக ரீதியாக, கேஸ்ட்னர் –கெல்னர் மின்கலத்தில் உப்பு நீரை மின்னாற்பகுத்து சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு தயாரிக்கப்படுகிறது. இதில் மெர்குரி எதிர்மின்வாயாகவும், கார்பன் நேர்மின்வாயாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன குளோரின் வாயுவானது நேர்மின் வாயில் வெளிவருகிறது. எதிர்மின்வாயில் சோடியம் விடுவிக்கப்படுகிறது, மேலும் இது மெர்குரியுடன் சேர்ந்து சோடியம் மெர்குரி கலவையை (amalgam) உருவாக்குகிறது. இவ்வாறு பெறப்பட்ட சோடியம் மெர்குரி உலோகக் கலவையை நீருடன் வினைப்படுத்தும் போது சோடியம் ஹைட்ராக்சைடைத் தருகிறது.

எதிர்மின்வாயில்: $Na^+ + e^- \rightarrow Na(amalgam)$

நேர்மின்வாயில்: $Cl^- \rightarrow \frac{1}{2} Cl_2 \uparrow + e^-$

$$2Na(amalgam)+2H_2O \rightarrow 2NaOH+2Hg+H_2\uparrow$$

சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு ஒரு வெண்ணிற, ஒளி கசியக்கூடிய (translucent) மற்றும் நீர் ஈர்க்கும் (deliquescent) திண்மம் ஆகும். இது நீரில் கரைகிறது , இக்கரைசல் ஒரு வலிமை மிகுந்த காரக் கரைசலாகும். இது 591K வெப்பநிலையில் உருகுகிறது. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலின் புறப்பரப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகள் வளிமண்டலத்திலுள்ள $CO_2$ உடன் வினைபுரிவதால் $Na_2CO_3$ உருவாகிறது.



Unit 5 - Sridhar.indd 148 07-01-2021 14:53:17

### பயன்கள்:

- சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு பாக்சைட்டை (அலுமினியத்தின் தாது) தூய்மைப்படுத்துதல் மற்றும் பெட்ரோலிய சுத்திகரிப்பில் பயன்படுகிறது.
- இது ஜவுளி தொழிலில், பருத்தி துணிகளை மேம்படுத்தப் பயன்படுகிறது.
- இது சோப்பு, காகிதம், மற்றும் செயற்கைப் பட்டு ஆகியவற்றை தயாரிக்க பயன்படுகிறது.

## சோடியம் பைகார்பனேட் ($NaHCO_3$)

சோடியம் ஹைட்ரஜன் கார்பனேட் அல்லது சோடியம் பைகார்பனேட் ஆனது கேக் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது. வெப்பப்படுத்தும் போது இது சிதைவடைந்து கார்பன்டைஆக்ஸைடு குமிழிகளை உருவாக்குவதால் கேக்கினுள் நுண் துளைகள் உருவாகிறது. தெவிட்டிய சோடியம் கார்பனேட் கரைசலில் கார்பன்டைஆக்சைடை செலுத்தி இச்சேர்மம் தயாரிக்கப்படுகிறது. சோடியம் கார்பனேட்டின் வெண்ணிறப் படிகமானது குறைவான கரைதிறனைப் பெற்றுள்ளதால், வீழ்படிவாகி வெளியேறுகிறது.

### பயன்கள்

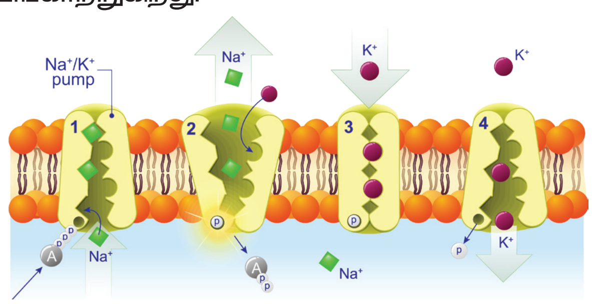
- இது முதன்மையாகக் கேக் தயாரிப்பதில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- இது தோல் நோய்த் தொற்றிற்கு எதிரான மென்மையான திசு அழுகல் எதிர்ப்பொருளாகப் பயன்படுகிறது
- தீயணைப்பான்களில் பயன்படுகிறது

## 5.4 சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியத்தின் உயிரியல் முக்கியத்துவம்.

சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியத்தின் ஒற்றை மின்சுமையுடைய நேர் அயனிகள் அதிக அளவில் உயிர்த்திரவங்களில் காணப்படுகிறது. அயனிச் சமநிலை மற்றும் நரம்பு தூண்டலை கடத்துதல் ஆகிய செயல்களில் இந்த அயனிகள் மிகமுக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. 70kg எடையுடைய ஒரு மனிதனின் உடலில் 5g இரும்பு மற்றும் 0.06g காப்பருடன் ஒப்பிடும் போது, சுமாராக 90g சோடியம் மற்றும் 170g பொட்டாசியம் அடங்கியுள்ளது.

செல்களுக்கு வெளியே இரத்த பிளாஸ்மா மற்றும் செல்லைச் சூழ்ந்துள்ள இடைதிரவங்களில் சோடியம் அயனிகள் முதன்மையாகக் காணப்படுகின்றன. நரம்பு சமிக்கைகளை கடத்துவதில் இந்த அயனிகள் பங்கு வகிக்கின்றன. செல் சவ்வுகளின் வழியே நீர் கடத்தலுக்கும், சர்க்கரை மற்றும் அமினோ அமிலங்களை செல்லின் உள்ளே கடத்துவதற்கும் இந்த அயனிகள் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியம், ஒத்த வேதிப்பண்புகளைக் கொண்டிருந்த போதிலும், இந்த அயனிகள் கடத்தும் வழிமுறைகள் மற்றும் நொதிகளை செயலுற வைப்பதிலும், செல்சுவரை ஊடுருவுவதிலும் இவை குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாட்டினைப் பெற்றுள்ளன.

செல் திரவங்களின் உள்ளே பொட்டாசியம் அயனியானது அதிக அளவில் காணப்படுகிறது. இங்கே இவை பல நொதிகளை செயலுறச் செய்கிறது. குளுக்கோஸை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து ATPயை உருவாக்குகிறது. நரம்பு சமிக்கைகளை கடத்துவதில் சோடியம் – பொட்டாசியம் இறைப்பி முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.




படம் 5.4 சோடியம் – பொட்டாசியம் இறைப்பி (sodium–potassium pump)

## 5.5 காரமண் உலோகங்கள்

நவீன தனிம வரிசை அட்டவணையில் இரண்டாம் தொகுதியானது பெரிலியம், மெக்னீசியம், கால்சியம், ஸ்ட்ரான்சியம், பேரியம் மற்றும் ரேடியம் ஆகிய தனிமங்களைக் கொண்டுள்ளது. பெரிலியத்தினை தவிர்த்து,



Unit 5 - Sridhar.indd 149 07-01-2021 14:53:18

பிற தனிமங்களின் ஆக்சைடுகள் மற்றும் ஹைட்ராக்சைடுகள் காரத்தன்மையினைப் பெற்றுள்ளமை மற்றும் அவற்றின் ஆக்சைடுகள் புவியில் தாதுக்களாகக் காணப்படும் தன்மை ஆகியவற்றால் இத்தனிமங்கள் பொதுவாக காரமண் உலோகங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

படம் 5.5 காரமண் உலோகங்கள்

அட்டவணை 5.7 காரமண் உலோகங்களின் முக்கியமான தாதுக்கள் மற்றும் இயற்கையில் கிடைக்கும் தன்மை

| தனிமம் | புவியில் கிடைக்கும் நிறை அளவு (ppmல்) | தாது |
|---|---|---|
| Be | 2.0 | பெரைல் $Be_3Al_2Si_6O_{18}$ |
| Mg | 27640 | கார்னலைட் $(KCl.MgCl_2.6H_2O)$ டோலமைட் $MgCO_3\ CaCO_3$ |
| Ca | 1.84 | புளுரோபடைட் $Ca_5(PO_4)_3F$ |
| Sr | 384 | செலிசைட் $SrSO_4$ |
| Ba | 390 | பேரைட்ஸ் $BaSO_4$ |

### 5.5.1. காரமண் உலோகங்களின் பொதுப் பண்புகள்

#### இயற்நிலைமை

பெரிலியம் அரிதானது. மேலும் ரேடியம் மிகவும் அரிதானதாகும். வெப்பப் பாறைகளில் 10 சதவீதம் மட்டும் காணப்படுகிறது. புவி மேலடுக்கில் பொதுவாகக் காணப்படும் தனிமங்களாக மெக்னீசியம் மற்றும் கால்சியம் உள்ளன.

அதிக அளவு கிடைக்கப்பெறும் தனிமங்களில் கால்சியம் ஐந்தாவதாகவும், மெக்னீசியம் எட்டாவதாகவும் உள்ளன. மேலும் பல பாறைகள் மற்றும் தாதுக்களில் மெக்னீசியம் மற்றும் கால்சியம் காணப்படுகின்றது. கார்னலைட், டோலமைட், மேக்னசைட் ஆகியவற்றில் மெக்னீசியமும், சுண்ணாம்புக்கல், ஜிப்சம் ஆகியவற்றில் கால்சியமும் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலான ஸ்ட்ரான்சியம் ஆனது செலிசைட் மற்றும் ஸ்ட்ரான்சியோனைட்டில் காணப்படுகிறது. பேரியம் பெரும்பாலும் பேரைட் தாதுவில் உள்ளது. யுரேனியத்தின் கதிரியக்கத் தன்மையின் விளைவாக உருவாகும் பொருள் ரேடியம். ஆதலால் யுரேனியத்தைக் கொண்டுள்ள தாதுக்களில் ரேடியம் காணப்படுகின்றது



Unit 5 - Sridhar.indd 150 07-01-2021 14:53:19

உங்களுக்குத் தெரியுமா ?

**வாண வேடிக்கை**

பெரும்பாலான கார மற்றும் காரமண் உலோகங்கள் வண்ணங்களை உருவாக்க பயன்படுகின்றன. ஸ்ட்ரான்சியம் மற்றும் பேரியம் போன்றவை வாண வேடிக்கை நிகழ்வுகளில் வண்ணம் உருவாக்கப் பயன்படுகின்றன. குளோரின் தனிமத்துடன் சேர்ந்து பேரியம் பச்சை நிற தீப்பொறிகளை உருவாக்குகிறது. கால்சியம் ஆரஞ்சு நிறத்தையும், லித்தியம் ஓரளவு சிவப்பு நிறத்தையும் தருகிறது. ஸ்ட்ரான்சியம் கார்பனேட் பிரகாசமான சிவப்பு நிறத்தையும், சோடியத்தின் நைட்ரேட்டுகள் ஆரஞ்சு நிறத்தையும் தருகிறது. பொட்டாசியம் மற்றும் ருபீடியம் கருஊதா நிறத்தையும், சீசியம் இண்டிகோ நிறத்தையும் தருகிறது. எரிதலால், எலக்ட்ரான்கள் கிளர்வுறுகின்றன. வழக்கமான ஆற்றல் மட்டதை விட, அதிக ஆற்றல் மட்டத்திற்குச் செல்கிறது. அவற்றின் அதிகப்படியான ஆற்றலை அவைகள் நிறமுள்ள வெடிப்பு ஒளியாக வெளியிடுகின்றன.

வெப்பச்சுடரில் காப்பர் கார்பனேட்டானது சிதைவடையும் என்பதால் நீல நிறமுள்ள வாண வேடிக்கையினை உருவாக்குவது கடினமானதாகும். சமீப காலங்களில் வாண வேடிக்கை வல்லுநர்கள் காரமண் உலோகமான மெக்னீசியம் மற்றும் அலுமினியத்தின் உலோகக்கலவை மெக்னாலியத்தினை வாண வேடிக்கை நிறங்களை வலுப்படுத்த பயன்படுத்துகின்றனர். மெக்னாலியம் நீல நிறத்தினை மேலும் வலுப்படுத்துகிறது. எனினும், சிவப்பு, பச்சை, மஞ்சள் நிறங்களைப் போன்று பிரகாசமான நீல நிறத்தினைப் பெற வெப்ப நுட்பவியலாளர்கள் தொடர்ந்து முயன்று வருகின்றனர்.

## எலக்ட்ரான் அமைப்பு

இத்தனிமங்கள் அவற்றின் அணுக்களில், மந்த வாயு எலக்ட்ரான் அமைப்பினைத் தொடர்ந்து, இணைதிறக் கூட்டில் இரண்டு எலக்ட்ரான்களைப் பெற்றுள்ளன. இவைகளின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பு (மந்தவாயு) $ns^2$. இங்கு 'n' என்பது இணைதிறன் கூட்டைக் குறிப்பிடுகிறது.

### அட்டவணை 5.8 காரமண் உலோகங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

| தனிமம் | அணு எண் | எலக்ட்ரான் அமைப்பு |
|---|---|---|
| Be | 4 | $[He]2s^2$ |
| Mg | 12 | $[Ne]3s^2$ |
| Ca | 20 | $[Ar]4s^2$ |
| Sr | 38 | $[Kr]5s^2$ |
| Ba | 56 | $[Xe]6s^2$ |
| Ra | 88 | $[Rn]7s^2$ |

## அணு மற்றும் அயனி ஆரம்

காரமண் உலோகங்களின் அணு மற்றும் அயனி ஆரங்களின் மதிப்புகள் அவற்றிற்கு இணையான கார உலோகங்களைக் காட்டிலும் குறைவானதாகும். ஏனெனில் இரண்டாம் தொகுதி தனிமங்கள் அதிக அணுக்கரு மின் சுமையைப் பெற்றிருப்பதால் அவைகளின் எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவினை நோக்கி வலிமையாகக் கவரப்படுகின்றன. தொகுதியில் மேலிருந்து கீழே வரும் போது, கூடுகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் திரை மறைப்பு விளைவு அதிகரிப்பதால் அணு ஆரம் அதிகரிக்கின்றது.

## பொதுவான ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை

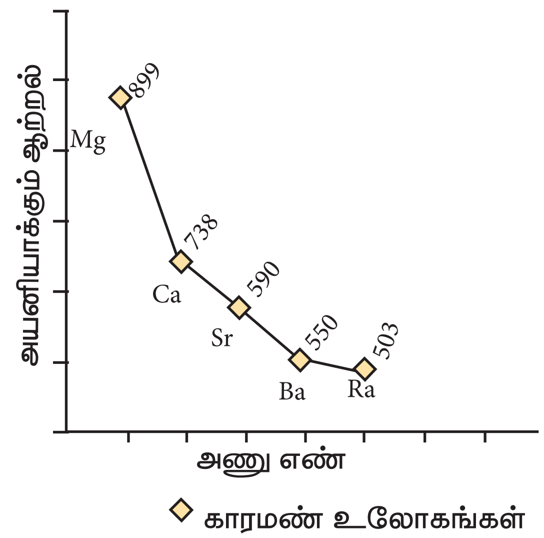
இரண்டாம் தொகுதி தனிமங்கள், அவைகளின் இணைதிற கூட்டில் இரண்டு எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ளன. அவைகளை இழப்பதன் மூலம் மந்தவாயுவின் எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெறுகின்றன. எனவே இவற்றின் சேர்மங்களில் +2 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் காணப்படுகின்றது.

### அயனியாக்கும் ஆற்றல்

'p' தொகுதி தனிமங்களோடு ஒப்பிடும் போது, காரமண் உலோகங்கள் ஓரளவிற்கு பெரிய உருவளவினைப் பெற்றிருப்பதாலும், தொகுதியில் கீழாக, அணுவின் உருவளவு அதிகரிப்பதாலும், அயனியாக்கும் ஆற்றல் குறைகிறது. புதிய கூடுகள் உருவாக்கப்படுதல் மற்றும் உட்கூட்டில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் திரைமறைப்பு விளைவு அதிகமாதல் ஆகியவை இதற்குக் காரணமாக அமைகின்றன. முதல் தொகுதி தனிமங்களைக் காட்டிலும், இரண்டாம் தொகுதி தனிமங்களின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் அதிகம். ஏனெனில் அவைகள் சிறிய உருவளவினைப் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும் எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவினை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகின்றன. இவை கார உலோகங்களைக் காட்டிலும் குறைவான நேர்மின் தன்மையினைக் கொண்டுள்ளன

அட்டவணை 5.9 காரமண் உலோகங்களின் இயற்பண்புகள்

| இயற்பண்புகள் | Be | Mg | Ca | Sr | Ba |
|---|---|---|---|---|---|
| அணு ஆரம் (Å) | 1.12 | 1.60 | 1.97 | 2.15 | 2.22 |
| அயனி ஆரம் (Å) | 0.27 (0.31) | 0.72 | 1.00 | 1.18 | 1.35 |
| முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் (kJ $mol^{-1}$) | 899.5 | 737.8 | 589.8 | 549.5 | 502.9 |
| இரண்டாம் அயனியாக்கும் ஆற்றல் (kJ $mol^{-1}$) | 1757.1 | 1450.7 | 1145.5 | 1064.2 | 965.2 |
| நீரேற்று என்தால்பி (kJ $mol^{-1}$) | – 2494 | – 1921 | –1577 | – 1443 | –1305 |
| உருகு நிலை ($^{0}$ C) | 1287 | 651 | 851 | 789 | 729 |
| கொதி நிலை ($^{0}$ C) | 2472 | 1090 | 1494 | 1382 | 1805 |
| அடர்த்தி (g $cm^{-3}$) | 1.84 | 1.74 | 1.55 | 2.63 | 3.59 |
| $M^{+}/M$ க்கு திட்ட அழுத்தம் $E^{\ominus}$ | -1.97 | -2.36 | -2.84 | -2.89 | -2.92 |
| எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை (பாலிங் அளவீட்டில்) | 1.6 | 1.2 | 1.0 | 1.0 | 0.9 |




படம் 5.6 காரமண் உலோகங்களின் அயனியாக்கும் ஆற்றலில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள்

கார உலோகங்களைக் காட்டிலும், காரமண் உலோகங்களின் முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் ($IE_1$) அதிகமாக இருந்தபோதிலும், இரண்டாம் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்பு ($IE_2$) ஆனது, கார உலோகங்களைக் காட்டிலும் மிக குறைவாக உள்ளது.

ஏனெனில் கார உலோகங்களில், இரண்டாவது எலக்ட்ரானானது, ஏற்கெனவே நிலையான மந்த வாயுவின் எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ள ஒற்றை நேர்மின் சுமையுடைய அயனியிலிருந்து நீக்கப்பட வேண்டும். காரமண் உலோகங்களைப் பொறுத்த வரையில், அவற்றின் ஒற்றை நேர்மின் சுமையுடைய அயனியானது அவைகளின் இணைதிறன் கூட்டில் இன்னும் ஒரு எலக்ட்ரானைப் பெற்றிருப்பதால் அவைகளை எளிதாக நீக்க இயலும்.

### நீரேற்று என்தால்பி

கார உலோகங்களைக்காட்டிலும், காரமண் உலோகங்கள் அதிக அளவில் நீரேற்றமடைகின்றன. ஏனெனில் காரமண் உலோக அயனிகளின் நீரேற்று ஆற்றலானது கார உலோக அயனிகளின் நீரேற்று ஆற்றலை விட அதிகம். கார உலோகங்களைப் போன்றே, காரமண் உலோக அயனிகளின் ஆரம் தொகுதியில் அதிகரிக்கும்போது, அவற்றின் நீரேற்று ஆற்றல் குறைகிறது.

$$Be > Mg > Ca > Sr > Ba$$

எடுத்துக்காட்டு: மெக்னீஷியம் குளோரைடு மற்றும் கால்சியம் குளோரைடு ஆகியவை முறையே $MgCl_2.6H_2O$ மற்றும் $CaCl_2$ $6H_2O$ ஆகிய நீரேற்ற சேர்மங்களாகக் காணப்படுகின்றன. ஆனால் NaCl மற்றும் KCl போன்றவை இத்தகைய ஹைட்ரேட்டுகளைத் தருவதில்லை.

### எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை

கார உலோகங்களைப் போன்றே, காரமண் உலோகங்களிலும் தொகுதியில் மேலிருந்து கீழே எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை மதிப்பு குறைகிறது.

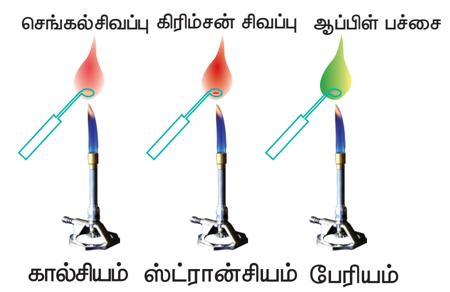
### சுடரில் நிறம் தருதல் மற்றும் நிறமாலை

ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தை சேர்த்து ஈரமாக்கப்பட்ட காரமண் உலோக உப்புகள் பிளாட்டினக் கம்பி மூலம் சுடரில் காட்டப்படும்போது, அவைகள் கீழே கண்டுள்ளவாறு குறிப்பிட்ட நிறச்சுடரைத் தருகின்றன.

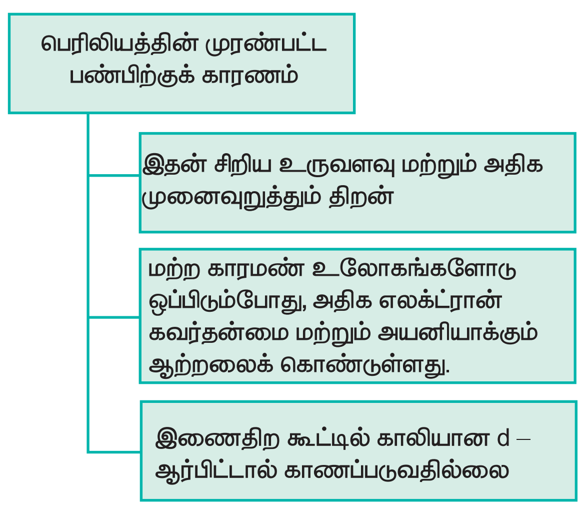
**அட்டவணை 5.10 சுடர் நிறம் மற்றும் அலைநீளம்**

| தனிமம் | நிறம் | அலைநீளம் (nm) |
|---|---|---|
| கால்சியம் | செங்கல் சிவப்பு | 622 |
| ஸ்ட்ரான்சியம் | கிரிம்சன் சிவப்பு | 689 |
| பேரியம் | ஆப்பிள் பச்சை | 554 |

சுடரின் வெப்பத்தால் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் கிளர்வுற்று அதிக ஆற்றல் நிலைக்குச் செல்கின்றன. இவை அவற்றின் உண்மையான ஆற்றல் நிலைக்குத் திரும்பும்போது, கூடுதல் ஆற்றலை ஒளியாக உமிழ்கிறது. இந்த ஒளியின் அலைநீளம் கட்புலனாகும் பகுதியில் மேற்கண்டுள்ள அட்டவணையில் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு அமைந்துள்ளது.




**படம் 5.7 காரமண் உலோகங்களின் நிறச்சுடர்கள்**




**படம் 5.8 பெரிலியத்தின் தனித்துவமிக்க பண்பு**

### 5.5.2 பெரிலியத்தின் தனித்துவமிக்கத் தன்மை

பெரிலியம் முரண்பட்ட பண்புகளைப் பெற்றிருப்பதற்கு முக்கியக் காரணம் அத்தொகுதியில் உள்ள மற்ற தனிமங்களைக் காட்டிலும் இதன் சிறிய உருவளவு, அதிக எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை, அதிக அயனியாக்கும்



Unit 5 - Sridhar.indd 153 07-01-2021 14:53:20

ஆற்றல் மற்றும் அதிக முனைவுறுத்தும் தன்மை ஆகியவையாகும். அத்தொகுதியில் உள்ள மற்ற தனிமங்களோடு ஒப்பிடும்போது பெரிலியத்தின் முரண்பட்ட பண்புகள் அட்டவணை 5.11 ல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

**அட்டவணை 5.11 பெரிலியத்தின் பண்புகளை அத்தொகுதியில் உள்ள பிற தனிமங்களோடு ஒப்பிடுதல்**

| பெரிலியம் | அக்குடும்பத்தில் உள்ள பிற தனிமங்கள் |
|---|---|
| சகப்பிணைப்பு சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றது. | அயனிச் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. |
| உயர்ந்த உருகுநிலை மற்றும் கொதிநிலை. | குறைவான உருகுநிலை மற்றும் கொதிநிலை. |
| உயர் வெப்பநிலைகளிலும்கூட நீருடன் வினை புரிவதில்லை. | நீருடன் வினைபுரிகிறன. |
| ஹைட்ரஜனுடன் நேரடியாக இணைவதில்லை. | ஹைட்ரஜனுடன் நேரடியாக இணைகின்றன. |
| ஹேலஜன்களுடன் நேரடியாக இணைவதில்லை. | ஹேலஜன்களுடன் நேரடியாக இணைகின்றன. |
| ஹேலைடுகள் சகப்பிணைப்புத் தன்மையுடையவை. | ஹேலைடுகள் அயனித்தன்மை உடையவை. |
| பெரிலியத்தின் ஆக்சைடுகள் மற்றும் ஹைட்ராக்சைடுகள் ஈரியல்புத் தன்மை உடையவை. | கார இயல்புடையவை. |
| ஆக்சைடு படலம் இருப்பதால் இது எளிதில் அமிலத்தால் பாதிப்படைவதில்லை. | எளிதில் அமிலத்தால் பாதிப்படைகின்றன. |
| பெரிலியம் கார்பைடு நீருடன் வினைபுரிந்து மீத்தேனை வெளியிடுகிறது. | நீருடன் அசிட்டிலீனைத் தருகிறது. |
| Be‍ன் உப்புகள் அதிக அளவில் நீராற் பகுப்படையும் | நீராற் பகுப்படையும் |

## மூலைவிட்டத் தொடர்பு

கார உலோகங்களைப் போன்றே, பெரிலியமும் (இரண்டாம் தொகுதியின் முதல் தனிமத்துடன்) அலுமினியத்துடன் மூலைவிட்டத் தொடர்பினைக் கொண்டுள்ளது. இந்நேர்வில், இந்த அயனிகளின் உருவளவுகள் ($r_{Be^{2+}}$ = 0.45 Å மற்றும் $r_{Al^{3+}}$ = 0.54 Å) அதிக அளவில் நெருக்கமான மதிப்புகளைக் கொண்டிருக்கவில்லை. எனினும் ஓரலகு பரப்பில் அவைகளின் அடர்த்தியானது நெருக்கமான மதிப்புகளைப் பெற்றுள்ளன ($Be^{2+}$ = 2.36 மற்றும் $Al^{3+}$ = 2.50) இவைகளின் எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை மதிப்புகளும் சமம் (Be = 1.5; Al = 1.5)

**அட்டவணை 5.12 பெரிலியம் மற்றும் அலுமினியத்திற்கு இடையேயான ஒற்றுமைகள்**

| வ. எண் | பண்புகள் |
|---|---|
| 1 | அலுமினியம் குளோரைடைப் போன்றே, குளோரைடு இணைப்பு பாலத்தினைக் கொண்டுள்ள இரட்டை வடிவமைப்பினை பெரிலியம் குளோரைடு கொண்டுள்ளது. இருமை வடிவத்தினை பெற்றிருப்பதுடன், பலபடிசார்சங்கிலி வடிவமைப்பை உடைய வடிவமைப்பினையும் பெரிலியம் குளோரைடு பெற்றுள்ளது. இரண்டும் கரிமக் கரைப்பான்களில் கரைகின்ற மற்றும் வலிமையான லூயி அமிலங்களாகும். |



Unit 5 - Sridhar.indd 154 07-01-2021 14:53:20

| | |
|---|---|
| 2 | அதிகப்படியான காரத்தில் பெரிலியம் ஹைட்ராக்ஸைடு கரைந்து பெரிலேட் அயனியை $[Be(OH)_4]^{2-}$ மற்றும் ஹைட்ரஜனைத் தருகிறது. இது அலுமினியம் ஹைட்ராக்ஸைடு அலுமினேட் அயனியைத் $[Al(OH)_4]^-$ தருவதைப்போல உள்ளது. |
| 3 | பெரிலியம் மற்றும் அலுமினியம் ($BeF_4^{2-}$, $AlF_6^{3-}$) போன்ற அணைவுச் சேர்மங்களைத் தரும் இயல்பினை அதிக அளவில் பெற்றுள்ளது. |
| 4 | பெரிலியம் மற்றும் அலுமினியத்தின் ஹைட்ராக்சைடுகள் ஈரியல்புத் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன. |
| 5 | பெரிலியம் கார்பைடானது நீராற்பகுப்பில், அலுமினியம் கார்பைடைப் போலவே மீத்தேனைத் தருகிறது. |
| 6 | பெரிலியம் மற்றும் அலுமினியம், நைட்ரிக் அமிலத்தால் செயலற்றதாகிறது. |

## 5.5.3. காரமண் உலோகங்களின் வேதிப்பண்புகள்

கார உலோகங்களைக் காட்டிலும், காரமண் உலோகங்கள் குறைவான வினைத்திறனைப் பெற்றுள்ளன. தொகுதியில் கீழே வரும் போது இவற்றின் வினைத்திறன் அதிகரிக்கின்றது.

### ஹாலஜன்களுடன் வினை

அதிக வெப்ப நிலையில், அனைத்து காரமண் உலோகங்களும், ஹாலஜன்களுடன் இணைந்து, அவைகளின் ஹாலைடுகளை உருவாக்குகின்றன.

$$M + X_2 \rightarrow MX_2$$

(M= Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra ,

X = F, Cl, Br, l )

$(NH_4)_2BeF_4$ஐ வெப்பச் சிதைவடையச் செய்தல் வினையானது $BeF_2$ தயாரிக்க சிறந்த முறையாகும். $BeCl_2$ வை அதன் ஆக்சைடிலிருந்து எளிதாக தயாரிக்கலாம்.

$$BeO + C + Cl_2 \xrightarrow{600-800K} BeCl_2 + CO$$

### ஹைட்ரஜனுடன் வினை

பெரிலியத்தினைத் தவிர்த்து பிற தனிமங்கள் வெப்பப்படுத்தும் போது, ஹைட்ரஜனுடன் இணைந்து $MH_2$ என்ற பொது வாய்ப்பாடுடைய ஹைட்ரைடுகளைத் தருகிறது. $BeCl_2$ மற்றும் $LiAlH_4$ ஆகியவற்றை வினைப்படுத்துவதன் மூலம் $BeH_2$ஐத் தயாரிக்கலாம்.

$$2BeCl_2 + LiAlH_4 \rightarrow 2BeH_2 + LiCl + AlCl_3$$

## 5.5.4. காரமண் உலோகங்களின் பயன்கள்

### பெரிலியத்தின் பயன்கள்

1. குறைந்த அணு எண் மற்றும் X–கதிர்களை உட்கவர்தல் குறைவாக இருப்பதால், X–கதிர் குழாய்களின் வெளியேறும் பகுதி மற்றும் X–கதிர் கண்டுணர்விகளில் பயன்படுகிறது.

2. கதிர் உமிழ்வு ஆய்வுகளில் மாதிரியினை வைக்கும் கலன்கள் பொதுவாக பெரிலியத்தினால் தயாரிக்கப்படுகிறது.

3. ஆற்றல் மிக்க துகள்களை தன்வழியே அனுமதிப்பதால், இது துகள் முடுக்கிகளில் பயன்படும் குழாய்களில் பயன்படுகிறது.

4. குறைவான அடர்த்தி மற்றும் டயாகாந்தப் பண்பினைப் பெற்றிருப்பதால், பல்வேறு கண்டுணர்விகளில் பயன்படுகிறது.



Unit 5 - Sridhar.indd 155 07-01-2021 14:53:20

## மெக்னீசியத்தின் பயன்கள்

1. இரும்பு மற்றும் எஃகிலிருந்து சல்பரை நீக்கப் பயன்படுகிறது.
2. அச்சிடும் தொழிலில், நிழற்பட அச்சு பதிவுகளை உருவாக்கப் பயன்படும் தகடுகளாகப் பயன்படுகிறது.
3. ஆகாயவிமானங்கள்மற்றும்ஏவுகணைகள் தயாரிப்பதில் மெக்னீசியத்தின் உலோகக் கலவைகள் பயன்படுகிறது.
4. கரிம தொகுப்பு வினைகளில் பயன்படும் கிரிக்னார்டு வினைபொருளை தயாரிக்க மெக்னீஷியம் நாடா பயன்படுகிறது.
5. அலுமினியத்தின் இயந்திரவியல், வெட்டி ஒட்டும் தன்மை ஆகியவற்றை மேம்படுத்தும் பொருட்டு மெக்னீசியத்துடன் உலோக கலவையாக்கப்படுகிறது.
6. உலர்த்தியாகப் பயன்படுகிறது.
7. கால்வானிக் அரிமானத்தை கட்டுப்படுத்த தன்னை அழித்துக்கொள்ளும் மின்வாயாக பயன்படுகிறது.

## கால்சியத்தின் பயன்கள்

1. யுரேனியம், ஜிர்கோனியம் மற்றும் தோரியம் ஆகியவற்றின் உலோகவியலில் ஒடுக்கும் காரணியாகச் செயல்படுகிறது.
2. பல்வேறு பெர்ரஸ் மற்றும் பெர்ரஸ் அற்ற உலோகக் கலவைகளுக்கு, ஆக்சிஜன் நீக்கி, சல்பர் நீக்கி மற்றும் கார்பன் நீக்கியாகப் பயன்படுகிறது.
3. கட்டுமானத்திற்கு பயன்படும் சிமெண்ட் மற்றும் கலவைகள் தயாரிப்பதில் பயன்படுகிறது.
4. வெற்றிடக் குழாய்களில் வாயு மாசு நீக்கியாகப் பயன்படுகிறது.
5. எண்ணெய்களில் நீர்நீக்கியாகப் பயன்படுகிறது.
6. உரங்கள், கான்கீரிட்டுகள் மற்றும் பாரீஸ்சாந்து ஆகியவற்றில் உள்ளது.

## ஸ்ட்ரான்சியத்தின் பயன்கள்

1. $^{90}Sr$ ஆனது கேன்சர் மருத்துவத்தில் பயன்படுகிறது.
2. $^{87}Sr/^{86}Sr$ விகிதமானது, கடல்சார் ஆய்வுகள் மற்றும் விலங்குகளின் இடப்பெயர்ச்சினை தொடர்தல், குற்ற தடயவியலில் பயன்படுகிறது.
3. பாறைகளின் வயதை தீர்மானப்பதில் பயன்படுகிறது.
4. பழங்கால புராதன பொருட்கள், நாணயங்கள் ஆகியவற்றின் மூலங்களை கண்டறிய கதிரியக்க சுவடறிவானகப் பயன்படுகிறது.

## பேரியத்தின் பயன்கள்

1. உலோகவியலில் பயன்படுகிறது. இதன் சேர்மங்கள் பெட்ரோலிய சுரங்கம், கதிரியக்கவியல் மற்றும் வெப்ப தொழிற்நுட்பங்களில் பயன்படுகிறது.
2. தாமிர (Copper) தூய்மையாக்களில் ஆக்சிஜன் நீக்கியாகப் பயன்படுகிறது.
3. இதன் நிக்கல் உலோகக் கலவை எளிதில் எலக்ட்ரானை உமிழும். எனவே, எலக்ட்ரான் குழாய்கள் மற்றும் மின்வாய்பொறிகளில் பயன்படுகிறது.
4. தொலைக்காட்சி மற்றும் மின்னணுவியல் குழாய்களில் எஞ்சியுள்ள ஆக்சிஜனை நீக்கப் பயன்படும் தூய்மையாக்கியாக பயன்படுகிறது.



Unit 5 - Sridhar.indd 156 07-01-2021 14:53:20

5. பேரியத்தின் ¹³³Ba–ஐசோடோப்பானது, அணுக்கரு வேதியியலில், காமா கதிர் கண்டுணர்வியை திட்ட அளவீடு செய்ய பயன்படுகிறது.

### ரேடியத்தின் பயன்கள்

கடிகாரங்கள், அணுக்கரு தட்டுகள், வானூர்தி சாவிகள், உபகரண சுழற்றிகள் ஆகியவற்றிற்கான தானே ஒளிரும் மேற்பூச்சுகளில் ரேடியம் பயன்படுகிறது.

## 5.6 காரமண் உலோகச் சேர்மங்களின் பொதுப் பண்புகள்

இரண்டாம் தொகுதி தனிமங்களிள் முதன்மையான ஆக்சிஜனேற்ற நிலை +2 ஆகும். காரமண் உலோகங்கள் உருவாக்கும் சேர்மங்கள் பெரும்பாலும் அயனித்தன்மை உடையவை. காரஉலோக சேர்மங்களைக் காட்டிலும் குறைவான அயனித்தன்மையினைப் பெற்றுள்ளது. ஏனெனில் இவைகள் சிறிய உருவளவு மற்றும் அதிக உட்கரு மின்சுமையைப் பெற்றுள்ளன. காரமண் உலோகங்களின் சில சேர்மங்களின் பொதுப்பண்புகள் கீழே விவரிக்கப்படுகிறது.

### (அ) ஆக்சைடுகள்

காரமண் உலோகங்கள் பொதுவாக மோனாக்சைடுகளையும், பெராக்ஸைடு களையும் தருகின்றன.

### மோனாக்சைடு

உலோகங்களை ஆக்சிஜனுடன் வெப்பப்படுத்தி மோனாக்சைடுகள் பெறப்படுகின்றன. BeO மற்றும் MgO ஆனது நீரில் ஏறத்தாழ கரைவதில்லை. மாறாக மற்ற தனிமங்களின் ஆக்சைடுகள் ஹைட்ராக்சைடுகளைத் தருகின்றன. BeO ஈரியல்புத் தன்மை உடையது. MgO வலிமை குறைந்த காரம், CaO, SrO மற்றும் BaO ஆகியவை வலிமைமிக்க காரங்களாகும். $Be^{2+}$ அயனியானது சிறிய உருவளவைப் பெற்றிருப்பதால், BeO ஆனது சகப்பிணைப்புத் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. மற்ற தனிமங்களின் ஆக்சைடுகள் அயனித் தன்மை உடையவை.

### பெராக்சைடுகள்

பெரிலியத்தினைத் தவிர்த்து, பிற உலோகங்கள் பெராக்சைடுகளைத் தருகின்றன. அதிக வெப்ப நிலையில் மோனாக்சைடுகளை ஆக்ஸிஜனுடன் வினைப்படுத்தி இவைகள் பெறப்படுகின்றன.

$$2\,BaO + O_2 \longrightarrow 2\,BaO_2$$

### ஆ) ஹைட்ராக்சைடுகள்

BeO தவிர்த்து பிற ஆக்சைடுகள் அனைத்தும் காரத்தன்மை உடையவை. அவை நீருடன் வினைபுரிந்து பகுதியளவு கரையக்கூடிய ஹைட்ராக்சைடுகளைத் தருகின்றன.

$$MO + H_2O \rightarrow M(OH)_2$$

ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக, காரமண் உலோக ஹைட்ராக்சைடுகளின் கரைதிறன், வெப்ப நிலைப்புத் தன்மை மற்றும் காரத்தன்மை ஆகியவை அதிகரிக்கின்றன. எனினும் கார உலோக ஹைட்ராக்சைடுகளைக் காட்டிலும் காரமண் உலோக ஹைட்ராக்சைடுகள் குறைவான காரத்தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன. பெரிலியம் ஹைட்ராக்சைடு ஈரியல்புத் தன்மை உடையது. இது அமிலம் மற்றும் காரம் ஆகிய இரண்டுடனும் வினைபுரிகிறது.

$$Be(OH)_2 + 2\,NaOH \rightarrow Na_2BeO_2 + 2H_2O$$

$$Be(OH)_2 + 2HCl \rightarrow BeCl_2 + 2H_2O$$

### இ) ஹேலைடுகள்

காரமண் உலோகங்கள் $MX_2$ என்ற பொதுவான வாய்ப்பாடுடைய ஹேலைடுகளை உருவாக்குகின்றன. உலோகங்களை,



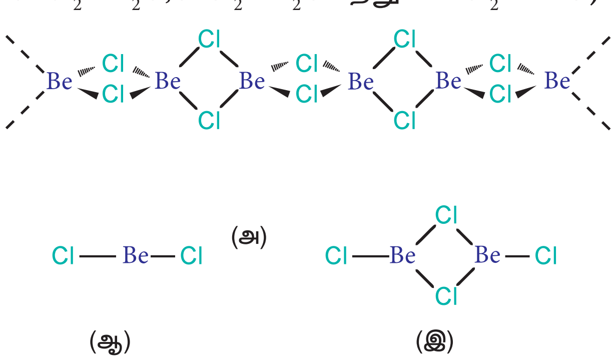
Unit 5 - Sridhar.indd 157 07-01-2021 14:53:20

ஹேலஜனுடன் வெப்பப்படுத்தி இவைகளைத் தயாரிக்க முடியும்.

$$M + X_2 \longrightarrow MX_2$$

$Be^{2+}$ அயனியானது சிறிய உருவளவைப் பெற்றிருப்பதால் பெரிலியம் ஹேலைடு சகப்பிணைப்புத் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளது. பெரிலியம் ஹேலைடுகள் நீர் உறிஞ்சும் தன்மையுடையவை, ஈரக்காற்றில் புகையும் மற்றும் கரிமக்கரைப்பானில் கரையும். படம் 5.9 [வடிவம் (அ)] ல் கண்டுள்ளவாறு பெரிலியம் குளோரைடு திட நிலையில் சங்கிலி வடிவத்தினைப் பெற்றுள்ளது. ஆவி நிலைமையில் $BeCl_2$, குளோரினை இணைப்பு பாலமாக கொண்டுள்ள இருபடி வடிவமைப்பினை (வடிவம் – இ) பெற்றுள்ளது. இது 1200K அளவிலான அதிக வெப்பநிலையில் நேர்கோட்டு ஒருபடியாக சிதைவுறுகிறது (வடிவம் – ஆ).

பெரிலியம் ஹேலைடைத் தவிர்த்து, காரமண் உலோகங்களின் அனைத்து ஹேலைடுகளும் அயனித்தன்மை உடையவை. பிற உலோகங்களின் குளோரைடுகள் மற்றும் புளுரைடுகள் அயனிப்படிகங்களாகும். உருகிய நிலை மற்றும் நீர்க் கரைசல்களில் இவை மின்சாரத்தினை நன்கு கடத்துகின்றன. ஹேலைடு, ஹைட்ரேட்டுகள் உருவாக்கும் தன்மை தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக குறைகிறது. (எடுத்துக்காட்டாக $MgCl_2.8H_2O$, $CaCl_2.6H_2O$, $SrCl_2.6H_2O$ மற்றும் $BaCl_2.2H2O$).




படம் 5.9 பெரிலியம் குளோரைடின் வடிவங்கள்

## ஆக்சோஅமில உப்புகள்

காரமண் உலோகங்கள் ஆக்சோ அமிலங்களின் உப்புகளை உருவாக்குகின்றன. அவற்றுள் சில கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

### கார்பனேட்டுகள்

எல்லா கார்பனேட்டுகளும் வெப்பப்படுத்தும் போது சிதைந்து கார்பன்டையாக்சைடு மற்றும் ஆக்சைடைத் தருகின்றன

$$MCO_3 \xrightarrow{\Delta} MO + CO_2$$

தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக, கார்பனேட்டுகளின் கரைதிறன் குறைகிறது. தொகுதியில் கீழிறங்கும்போது, நேர் அயனிகளின் உருவளவு அதிகரிக்க, அவற்றின் வெப்பநிலைப்புத் தன்மை அதிகரிக்கிறது.

### அட்டவணை 5.13 காரமண் உலோக கார்பனேட்டுகள் மற்றும் சல்பேட்டுகளின் சிதைவுறுதல் வெப்பநிலை

| தனிமம் | கார்பனேட்டுகளின் சிதைவடைதல் வெப்பநிலை (°C) | சல்பேட்டுகளின் சிதைவடைதல் வெப்பநிலை (°C) |
|---|---|---|
| Be | 25 | 500 |
| Mg | 540 | 895 |
| Ca | 900 | 1149 |
| Sr | 1290 | 1374 |
| Ba | 1360 | - |

### சல்பேட்டுகள்

காரமண் உலோகங்களின் சல்பேட்டுகள் வெண்மை நிற திண்மங்களாகும். மற்றும் இவைகள் வெப்ப நிலைப்புத் தன்மை உடையவை. $BeSO_4$ மற்றும் $MgSO_4$ ஆகியவை நீரில் கரைகின்றன. $CaSO_4$ லிருந்து $BaSO_4$ க்குச் செல்லும்போது கரைதிறன் குறைகிறது. $Be^{2+}$ மற்றும் $Mg^{2+}$ அயனிகளின் நீரேற்ற என்தால்பி மதிப்புகள் அவற்றின் படிகக்கூடு ஆற்றலை விட அதிகமாக இருப்பதால் அவைகளின் சல்பேட்டுகள் நீரில் கரைகின்றன.



Unit 5 - Sridhar.indd 158 07-01-2021 14:53:20

### நைட்ரேட்டுகள்

கார்பனேட்டுகளை நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைத்து நைட்ரேட்டுகள் பெறப்படுகின்றன. மெக்னீசியம் நைட்ரேட் ஆறு நீர் மூலக்கூறுகளுடன் படிகமாகின்றது. பேரியம் நைட்ரேட் நீரற்ற உப்பாக படிகமாகிறது. உருவளவு அதிகரிக்கும் போது ஹைட்ரேட்டுகள் உருவாகும் இயல்பு குறைகிறது. அனைத்து நைட்ரேட்டுகளும் வெப்பப்படுத்தும் போது ஆக்சைடுகளைத் தருகின்றன.

## 5.6.1. கால்சியத்தின் முக்கியமானச் சேர்மங்கள்

### சுட்ட சுண்ணாம்பு (CaO)

### தயாரித்தல்

வணிக ரீதியில் சுண்ணாம்புக் கல்லை, சுண்ணாம்புக் களவாயில் 1070 – 1270K வெப்பநிலை எல்லையில் வெப்பப்படுத்துவதன் மூலம் இது தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$$

இவ்வினை ஒரு மீள் வினையாதலால், வினையினை முற்றிலும் நிகழ்த்த ஏதுவாக, வினையில் உருவாகும் கார்பன்டையாக்சைடு உடனுக்குடன் நீக்கப்படுகிறது.

### பண்புகள்

கால்சியம் ஆக்சைடு வெண்மைநிற படிக உருவமற்ற திண்மம்.

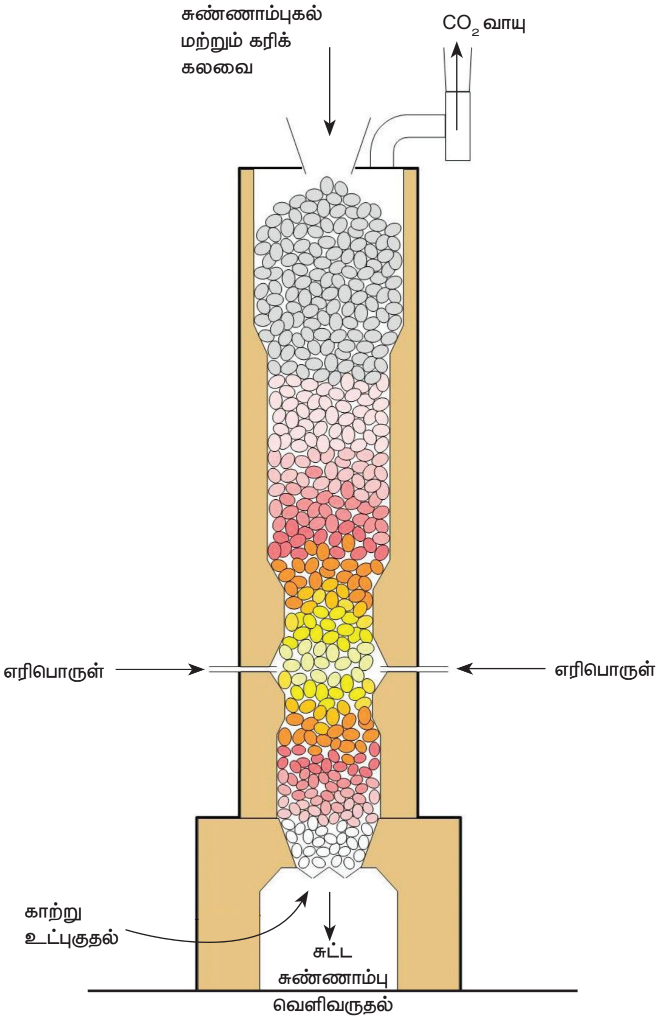
1. இதன் உருகு நிலை 2870 K. காற்றில் வைக்கப்படும் போது, கார்பன்டையாக்சைடு மற்றும் ஈரப்பதத்தினை உறிஞ்சுகிறது.

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

$$CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$$

2. குறைந்தளவு நீரினைச் சேர்க்கும்போது, கால்சியம் ஆக்சைடு கட்டிகள் உடைக்கப்படுகின்றன. இச்செயல் சுண்ணாம்பை நீர்க்கச் செய்தல் என்றும் உருவாகும் வினைபொருள் நீற்றுச் சுண்ணாம்பு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$




படம் 5.10. சுட்ட சுண்ணாம்பு தயாரித்தல்

3. சுட்ட சுண்ணாம்பு, மற்றும் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு சேர்ந்த கலவை சோடாச் சுண்ணாம்பு எனப்படுகிறது

4. இது $SiO_2$ மற்றும் $P_4O_{10}$ ஆகிய அமில ஆக்ஸைடுகளுடன் சேர்ந்து முறையே $CaSiO_3$ மற்றும் $Ca_3(PO_4)_2$ ஆகியவற்றைத் தருகின்றது.

$$CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$$

$$6CaO + P_4O_{10} \rightarrow 2Ca_3(PO_4)_2$$



Unit 5 - Sridhar.indd 159 07-01-2021 14:53:20

### பயன்கள்

கால்சியம் ஆக்சைடானது,

1. சிமெண்ட், கட்டுமான பூச்சுகள் மற்றும் கண்ணாடித் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது.
2. சோடியம் கார்பனேட் மற்றும் நீற்றுச் சுண்ணாம்பு தயாரித்தலில் பயன்படுகிறது.
3 .சர்க்கரை தூய்மையாக்கலில் பயன்படுகிறது.
4. உலர்த்தும் வினைபொருளாகப் பயன்படுகிறது.

## 5.6.2. கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு தயாரித்தல்

கால்சியம் ஆக்ஸைடுடன் நீர் சேர்க்கப்பட்டு கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு தயாரிக்கப்படுகிறது.

### பண்புகள்

இது ஒரு வெண்மை நிற படிக உருவமற்ற படிகமாகும். இது நீரில் பகுதியளவே கரையும். இதன் நீர்க்கரைசல் நீற்றுச்சுண்ணாம்பு (சுண்ணாம்பு நீர்) எனவும், நீற்றுச் சுண்ணாம்பின் தொங்கல் நீர்க்கரைசல் சுண்ணாம்புப் பால் எனவும் அறியப்படுகிறது.

கார்பன் டை ஆக்சைடை நீற்றுச் சுண்ணாம்பின் வழியே செலுத்தும்போது, அது பால்போல மாறுகிறது. இதற்கு காரணம் இந்நிகழ்வில், கால்சியம் கார்பனேட் உருவாகிறது.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

கூடுதலாக அதிக அளவு $CO_2$ செலுத்தப்படும்போது, வீழ்படிவு கரைந்து கால்சியம் ஹைட்ரஜன் கார்பனேட்டைத் தருகிறது.

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

நீர்த்த சுண்ணாம்பு, குளோரினுடன் வினைபுரிந்து, சலவைத்தூளின் ஒரு பகுதிப் பொருளான, ஹைப்போ குளோரைட்டைத் தருகிறது.

$$2Ca\ (OH)_2 + 2Cl_2 \rightarrow$$
$$CaCl_2 + Ca(OCl)_2 + 2H_2O$$

### பயன்கள்

கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு கட்டுமானப் சுண்ணாம்பு கலவைகல்.

நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பு இயல்பினைப் பெற்றிருப்பதால் சுண்ணாம்பு அடித்தலில் பயன்படுகிறது.

கண்ணாடி உற்பத்தி செய்தல், தோல் பதனிடும் தொழில்கள், சலவைத்தூள் தயாரிப்பதில் மற்றும் சர்க்கரை தயாரித்தலில் பயன்படுகிறது.

## 5.6.3 ஜிப்சம் ($CaSO_4.2H_2O$)

வரலாற்றுக்கு முந்தைய பெரிய கடல் வடிநில பரப்பில் இருந்த நீர் ஆவியாவதால் ஜிப்சப்படுகைகள் உருவாகின்றன. நீர் ஆவியாக மாறும் போது அதில் அடங்கியுள்ள தாதுப்பொருட்களின் செறிவு அதிகரிப்பதுடன் அவை படிகமாகின்றன.

படம் 5.11 ஒரு ஜிப்சக் குவாரி



Unit 5 - Sridhar.indd 160 07-01-2021 14:53:21

## ஜிப்சத்தின் பண்புகள்

- ஜிப்சம் ஒரு மிருதுவான தாதுப்பொருள், நீரில் ஓரளவிற்கு கரையும், வெப்பநிலை இதன் கரைதிறன் மீது தாக்கத்தினை ஏற்படுத்துகிறது. வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது, மற்ற உப்புகளைப் போல் அல்லாமல் இதன் கரைதிறன் குறைகிறது. இப்பண்பு எதிர்க்கரைதிறன் (retrograde Solubility) என அறியப்படுகிறது. இது ஜிப்சத்தின் தனித்துவமான பண்பாகும்.

- ஜிப்சம் பொதுவாக நிறமற்றதாகவோ அல்லது வெளிர்ந்த நிறத்தையோ கொண்டிருக்கும். சில நேரங்களில், மாசுகள் காணப்படும் காரணத்தால் இளஞ்சிகப்பு, மஞ்சள், பழுப்பு மற்றும் வெளிர் பச்சை ஆகிய நிறங்களின் சாயல்களைப் பெற்றிருக்கும்.

- சில நேரங்களில், ஜிப்சம் மலர்களின் இதழ்களை ஒத்த வடிவமைப்பில் கிடைக்கப் பெறுகிறது. இவ்வகை 'பாலைவன ரோஜா' என அழைக்கப்படுகிறது. இது பெரும்பாலும் பாலைவனப் பகுதிகளில் உண்டாகிறது.

- ஜிப்சம் குறைவான வெப்பக் கடத்தும் திறனைப் பெற்றுள்ளது. இதன் காரணமாக உலர் சுவர்கள் மற்றும் சுவர்ப்பலகைகள் தயாரித்திட பயன்படுகிறது. ஜிப்சம் இயற்கை மின்காப்புப் பொருள் எனவும் அறியப்படுகிறது.

படம் 5.12 ஜிப்சத்தின் ஒரு வகையான அலபாஸ்டர்

- அலபாஸ்டர் எனும் ஜிப்சத்தின் ஒரு வகையானது, அணிகல கற்கள் போன்று விலைமதிப்புமிக்கது. இது சிற்பிகளால் பல நூற்றாண்டுகளாக பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.

- இது துகள் வடிவமுடைய, ஒளி ஊடுருவ இயலாத்தன்மை உடையது. "மோ" கடினத்தன்மை அளவீட்டில் (moh's scale) ஜிப்சத்தின் கடினத்தன்மை 1.5 முதல் 2 வரை. இதன் அடர்த்தி எண் 2.3 முதல் 2.4 வரை.

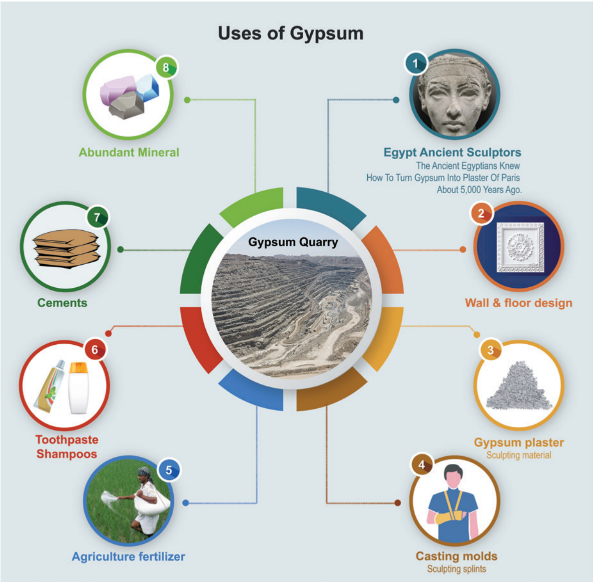
## ஜிப்சத்தின் பயன்கள்

- பண்டைய எகிப்து மற்றும் மெசபடோமியாவில் ஜிப்சத்தின் ஒரு வகையான அலபாஸ்டர் சிற்பிகளால் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஜிப்சத்தினை, எவ்வாறு பாரீஸ்சாந்தாக மாற்றுவது என்பதை சுமார் 5000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே எகிப்தியர்களால் அறியப்பட்டுள்ளது. தற்போது மனித சமுதாயத்தில் ஜிப்சம் பல பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது. அவற்றின் சில பயன்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



Unit 5 - Sridhar.indd 161 07-01-2021 14:53:21

- உலர் பலகைகள், பூச்சுப் பலகைகள் தயாரிப்பதில் ஜிப்சம் பயன்படுகிறது. சுவர்களுக்கு இறுதி வடிவம் கொடுக்கவும், மேற்கூரைகள் மற்றும் அறைகளை பகுதிகளாக பிரிக்கவும் பூச்சுப் பலகைகள் பயன்படுகின்றது.
- ஜிப்சத்தின் மற்றுமொரு பயன்பாடு பாரீஸ்சாந்து தயாரிப்பதாகும். ஜிப்சத்தினை 300 டிகிரி பாரன்ஹீட்டில் சூடுபடுத்தி பாரீஸ்சாந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. இது ஜிப்சம் பூச்சு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. முக்கியமாக இது சிற்பங்களை வடிப்பதில் பயன்படுகிறது.
- ஜிப்சம் எலும்பியல் துறையில். எலும்பு முறிவு சரிசெய்யும் கட்டுகள் மற்றும் அச்சுகள் தயாரிக்க பயன்படுகிறது.
- வேளாண்மைத் துறையில், மண்ணுடன் சேர்க்கப்படும் பொருளாகவும், கட்டுப்படுத்தியாகவும், உரமாகவும் பயன்படுகிறது. களிமண் மற்றும் இறுக்கமான மண்ணை நெகிழச் செய்வதுடன், தாவர வளர்ச்சிக்கு முக்கியமாக பயன்படும் கால்சியம் மற்றும் சல்பரை தரும் பொருளாக உள்ளது. மண்ணிற்கு அதிக உப்புத் தன்மையைத் தரும் $Na^+$ அயனிகளை நீக்கவும் பயன்படுகிறது.
- ஜிப்சம் முக்கியமாக இணைத்தல் மற்றும் கெட்டியாக்கும் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளதால் பற்பசை, ஷாம்புகள் மற்றும் முடித் தொடர்பான பொருட்களில் பயன்படுகிறது.
- போர்ட்லாண்டு சிமெண்டுகளில், ஜிப்சம் ஒரு முக்கியப் பகுதிப் பொருளாகும். இது கடினமாதலை தாமதப்படுத்தும் காரணியாக செயல்படும் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதால் கான்கிரீட்டுகள் கடினமாகும் வேகத்தினைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.
- அதிக அளவில் கிடைக்கும் தாதுப்பொருட்களின் முக்கியமானது ஜிப்சமாகும். இது கணக்கற்ற பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது. இத் தாதுவானது புவி மேற்பரப்பிற்கருகில் அதிக அளவில் கிடைப்பதால் இதனை வெட்டி எடுப்பது எளிதாகும் எனினும் அதிக அளவு ஜிப்சம் வெட்டி எடுத்தால் சுற்றுச் சூழலில் குறிப்பிடத்தக்க பாதிப்புகளை ஏற்படுத்தும். ஜிப்சத்தினை மறுசுழற்ச்சி செய்ய முடியும். ஆனால் இத்தாது அதிக அளவில் கிடைப்பதால், இதன் மறுசுழற்ச்சிக்கு அதிக முக்கியத்துவம் தரப்படுவதில்லை.




படம் 5.13 ஜிப்சத்தின் பயன்கள்

### 5.6.4 பாரீஸ்சாந்து (Plaster of Paris), ($CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$) கால்சியம் சல்பேட் ஹெமிஹைட்ரேட்

இது கால்சியம் சல்பேட்டின் ஹெமிஹைட்ரேட்டாகும். ஜிப்சத்தை, ($CaSO_4.2H_2O$) 393K வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தி பாரீஸ்சாந்து பெறப்படுகிறது.

$$2CaSO_4.2H_2O(s) \rightarrow 2CaSO_4.\tfrac{1}{2}H_2O + 3H_2O$$



Unit 5 - Sridhar.indd 162 07-01-2021 14:53:23

393Kக்கு மேல், எவ்வித படிக நீர் மூலக்கூறும் காணப்படுவதில்லை மேலும் நீரற்ற கால்சியம் சல்பேட் $CaSO_4$ உருவாகிறது. இது முற்றும் எரிக்கப்பட்ட சாந்து (dead burnt plaster) என அறியப்படுகிறது.

இது நீருடன் சேர்ந்து கடினமாகும் பண்பினைப் பெற்றுள்ளது. போதுமான அளவு நீருடன் இதனைச் சேர்க்கும் போது இது நெகிழியைப் போன்ற பொருளாக மாறி 5 முதல் 15 நிமிடங்களில் கடினமான பொருளாக மாறுகிறது.

### பயன்கள்

1. கட்டுமானத் தொழிலில் இது அதிக அளவில் பூச்சாக பயன்படுகிறது.
2. ஒரு உறுப்பில் எலும்பு முறிவு அல்லது சுளுக்கு பாதிக்கப்பட்டுள்ள இடங்களை நகராமல் இருத்தி வைக்க பயன்படுகிறது.
3. பற்சீராக்கும் துறை, அணிகலன்கள், சிலைகள் மற்றும் வார்ப்புகள் உருவாக்குவதில் இது பயன்படுகிறது.

## 5.7 மெக்னீசியம் மற்றும் கால்சியத்தின் உயிரியல் முக்கியத்துவம்

உயிர் செயல்முறைகளில் மெக்னீசியம் மற்றும் கால்சியம் மிக முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. ஒரு சராசரி மனித உடலில் 25g மெக்னீசியம் மற்றும் 1200g கால்சியம் அடங்கியுள்ளது. நொதிகள் வினையூக்கிகளாகச் செயல்படும் உயிர் வேதி வினைகளில் மெக்னீசியம் முக்கிய பங்காற்றுகிறது. பாஸ்பேட் பரிமாற்றம் மற்றும் ஆற்றல் வெளிப்படுத்துதலில் ATPயை பயன்படுத்தும் நொதிகளில் இது இணைக்காரணியாகவும் செயல்படுகிறது. இது DNA தொகுத்தல் மற்றும், நிலைப்புத்தன்மை, அதன் முறையான செயல்பாடுகளுக்கும் மிக முக்கியமானதாகும். நம் உடலில் மின் பகுளிகளை சமன்படுத்தும் பணியிலும் இது பயன்படுகிறது. இதன் குறைபாடு வலிப்பு மற்றும் நரம்புத்தசை இணைப்பில் எரிச்சல் (neuromuscular irritation) உருவாக காரணமாக அமைகிறது.

எலும்பு மற்றும் பற்களில் முக்கிய பகுதிப்பொருளாக கால்சியம் பயன்படுகிறது. இது இரத்தத்திலும் காணப்படுகிறது. கால்சிடோனின் மற்றும் பாரா தைராய்டு ஹார்மோன்களால் இரத்தத்தில் இதன் அளவு பராமரிக்கப்படுகிறது. இரத்தத்தில் கால்சியத்தின் குறைபாட்டினால், இரத்தம் உறைய அதிக நேரம் ஆகிறது. மேலும் இது தசைச் சுருக்கத்திற்கும் முக்கிய காரணமாகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கையில் முக்கியப்பங்கு வகிக்கும் முக்கிய நிறமியான குளோரோபில் மெக்னீசியத்தினைக் கொண்டுள்ளது.

## பாடச்சுருக்கம்

நவீன தனிம வரிசை அட்டவணையில் தொகுதி–1 மற்றும் தொகுதி–2ல் அடங்கியுள்ள தனிமங்களின் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் s ஆர்பிட்டாலில் இடம் பெறுவதால் இவை s – தொகுதி தனிமங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. முதல் தொகுதி தனிமங்கள் $ns^1$ என்ற பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவை கார உலோகங்கள் எனப்படுகின்றன. தொகுதி 2 தனிமங்கள் $ns^2$ என்ற பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளன. இவை காரமண் உலோகங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவை புவிமேலோட்டில் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் ஆக்சைடுகள் மற்றும் ஹைட்ராக்சைடுகள் காரத்தன்மை உடையவை. இவை அதிக வினைத்திறனை உடையவை மேலும் $M^+$ மற்றும் $M^{2+}$ நேர் அயனிகளை உருவாக்குகின்றன. இவ்விரு தொகுகளிலும் மேலிருந்து கீழாக வரும்போது இயற் மற்றும் வேதிப்பண்புகள் சீராக மாற்றமடைகின்றன. தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக வரும் போது அணு மற்றும் அயனி ஆரம் அதிகரிக்கின்றது. அனால் அயனியாக்கும் ஆற்றல் குறைகிறது.

சோடியத்தின் முக்கியச் சேர்மங்கள் சோடியம் கார்பனேட், சோடியம் குளோரைடு, சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு மற்றும் சோடியம் ஹைட்ரஜன் கார்பனேட் ஆகியவை. காஸ்ட்னர் – கெல்னர் முறையில் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு பெருமளவில் தயாரிக்கப்படுகிறது. சால்வே முறையில் சோடியம் கார்பனேட் தயாரிக்கப்படுகிறது.

காரமண் உலோகங்களின் வேதியியல், கார உலோகங்களின் வேதியியலோடு ஒத்துள்ளது. எனினும், காரமண் உலோகங்களின் குறைந்த அணு மற்றும் அயனி உருவளவு, நேர் அயனிகளின் மீதான அதிக மின்சுமை ஆகியவற்றால் சில பண்புகளில் மாறுபட்டுள்ளன. கார உலோக ஆக்சைடுகள் மற்றும் ஹைட்ராக்சைடுகளைக் காட்டிலும், கார உலோக ஆக்சைடுகள் மற்றும் ஹைட்ராக்சைடுகள் குறைவான காரத்தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன. காரமண் உலோகங்களும், ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஹேலஜன்களுடன் இணைந்து முறையே ஹைட்ரைடுகள் மற்றும் ஹேலைடுகளைத் தருகின்றன.

கால்சியம் ஆக்சைடு (சுட்ட சுண்ணாம்பு), கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு (நீர்த்த சுண்ணாம்பு), கால்சியம் சல்பேட் ஹெமிஹைட்ரேட் (பாரீஸ்சாந்து) கால்சியம் கார்பனேட், சோடா சுண்ணாம்பு ஆகியவை கால்சியத்தின் முக்கியச் சேர்மங்களாகும். சுண்ணாம்புக்கல் மற்றும் களிமண்ணை பயன்படுத்தி, சுழற்றும் சூலையில் வெப்பப்படுத்தி, போரட்லேண்ட் சிமெண்ட் தயாரிக்கப்படுகிறது. கிடைக்கும் விளைபொருள் 2–3% அளவுள்ள நன்கு தூள் செய்யப்பட்ட ஜிப்சத்துடன் சேர்க்கப்படுகிறது. கால்சியத்தின் அனைத்து சேர்மங்களும் வெவ்வேறு பயன்களைக் கொண்டுள்ளன.

உயிர்த் திரவங்களில் (Biological Fluids) சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியத்தின் ஒற்றை இணைதிற அயனிகள் மற்றும் கால்சியம் மற்றும் மெக்னீசியத்தின் இரு இணைதிற அயனிகள் ஆகியன காணப்படுகின்றன. இந்த அயனிகள் அயனிச் சமநிலைத் தன்மை மற்றும் நரம்பு தூண்டல்களை கடத்துதலில் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன.



Unit 5 - Sridhar.indd 164 07-01-2021 14:53:23

## மதிப்பீடு

### I. சரியான விடையை தெரிவு செய்க.

1. கார உலோகங்களுக்கு, பின்வருவனவற்றுள் எந்த வரிசைப்பண்பு தவறானது?
அ. நீரேற்றும் ஆற்றல் : Li > Na > K > Rb

ஆ. அயனியாக்கும் ஆற்றல் : Li > Na > K > Rb

இ. அடர்த்தி Li < Na < K < Rb

ஈ. அணு உருவளவு : Li < Na < K < Rb

2. பின்வருவனவற்றுள் தவறான கூற்று எது?

அ.கார உலோக நேரயனிகளில், $Li^+$ அயனியின் நீரேற்றும் தன்மையின் அளவு மிகக் குறைவு.

ஆ. $KO_2$ ல் K ன் ஆக்ஸிஜனேற்ற எண் +1.

இ. Na/Pb உலோக கலவையை உருவாக்க சோடியம் பயன்படுகிறது.

ஈ. $MgSO_4$ நீரில் எளிதில் கரையும்.

3. பின்வரும் சேர்மங்களில் எது கார உலோகங்களுடன் வினைப்பட்டு $H_2$ வாயுவை வெளியேற்றுவதில்லை?

அ. எத்தனாயிக் அமிலம் ஆ. எத்தனால்

இ. பீனால் ஈ. இவற்றில் ஏதுமில்லை

4. கீழ்க்கண்ட வினை நிகழ்வதற்கு பின்வருவனவற்றுள் எது மிக அதிக இயல்பினைக் (tendency) கொண்டுள்ளது.

$$M^+(g) \xrightarrow{\text{நீர்ம ஊடகம்}} M^+(aq)$$

அ.Na ஆ.Li இ.Rb ஈ. K

5. சோடியம் எதில் சேமிக்கப்படுகிறது?

அ. ஆல்கஹால் ஆ. நீர்

இ. மண்ணெண்ணெய் ஈ. இவற்றில் ஏதுமில்லை



Unit 5 - Sridhar.indd 165 07-01-2021 14:53:23

6. $RbO_2$ சேர்மம் ஒரு

அ. சூப்பர் ஆக்சைடு மற்றும் பாரா காந்தத் தன்மை கொண்டது.

ஆ. பெராக்சைடு மற்றும் டையாகாந்தத் தன்மை கொண்டது.

இ. சூப்பர் ஆக்சைடு மற்றும் டையாகாந்தத் தன்மை கொண்டது.

ஈ. பெராக்சைடு மற்றும் பாரா காந்தத் தன்மை கொண்டது.

7. தவறான கூற்றைக் கண்டறியவும்.

அ. கரிம பண்பறி பகுப்பாய்வில் உலோக சோடியம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஆ. சோடியம் கார்பனேட் நீரில் கரையக்கூடியது, மேலும் இது கனிம பண்பறி பகுப்பாய்வில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இ. சால்வே முறையில் பொட்டாசியம் கார்பனேட்டை தயாரிக்க முடியும்.

ஈ. பொட்டாசியம் பைகார்பனேட் அமிலத் தன்மை உடைய உப்பு

8. லித்தியம் எதனுடன் மூலைவிட்ட தொடர்பு உடையது?

அ. சோடியம் ஆ. மெக்னீசியம் இ. கால்சியம் ஈ.அலுமினியம்

9. கார உலோக ஹேலைடுகளின் , அயனித் தன்மையின் ஏறுவரிசை

அ) MF < MCl < MBr < MI

ஆ) MI < MBr < MCl < MF

இ) MI < MBr < MF < MCl

ஈ) இவற்றில் ஏதுமில்லை

10. எம்முறையில், உருகிய சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு மின்னாற்பகுக்கப்பட்டு, சோடியம் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது?

அ. காஸ்ட்னர் முறை ஆ. சயனைடு முறை

இ. டௌன் முறை ஈ. இவை அனைத்தும்

11. நைட்ரஜன், $CaC_2$ உடன் வினைபுரிந்து கிடைக்கும் விளைபொருள் (NEET-Phase I)

அ) $Ca(CN)_3$ ஆ) $CaN_2$ இ) $Ca(CN)_2$ ஈ) $Ca_3N_2$

12. கீழ்காண்பவற்றுள் எது அதிகபட்ச நீரேற்ற ஆற்றலைக் கொண்டுள்ளது?

அ) $MgCl_2$ ஆ) $CaCl_2$ இ) $BaCl_2$ ஈ) $SrCl_2$

13. புன்சன் சுடரில் கார மற்றும் கார மண் உலோக உப்புகள் காட்டும் நிறங்களைப் பொருத்துக.

| | |
|---|---|
| (p) சோடியம் | (1) செங்கல் சிவப்பு |
| (q) கால்சியம் | (2) மஞ்சள் |
| (r) பேரியம் | (3) லைலாக் (ஊதா) |
| (s) ஸ்ட்ரான்சியம் | (4) ஆப்பிள் பச்சை |
| (t) சீசியம் | (5) கிரிம்சன் சிவப்பு |
| (u) பொட்டாசியம் | (6) நீலம் |

அ) p - 2, q - 1, r - 4, s - 5, t - 6, u - 3

ஆ) p - 1, q - 2, r - 4, s - 5, t - 6, u - 3

இ) p - 4, q - 1, r - 2, s - 3, t - 5, u - 6

ஈ) p - 6, q - 5, r - 4, s - 3, t - 1, u - 2

14 .கூற்று : பொதுவாக கார மற்றும் காரமண் உலோகங்கள் சூப்பர் ஆக்சைடுகளை உருவாக்குகின்றன.

காரணம் : சூப்பர் ஆக்சைடுகளில் O மற்றும் O அணுக்களுக்கிடையே ஒற்றை பிணைப்பு உள்ளது.

அ. கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மற்றும் காரணம், கூற்றிற்கான சரியான விளக்கமாகும்.

ஆ. கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மற்றும் காரணம், கூற்றிற்கான சரியான விளக்கம் அல்ல.

இ. கூற்று சரி, ஆனால் காரணம் தவறு.

ஈ. கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

15. கூற்று : $BeSO_4$ நீரில் கரைகிறது, ஆனால் $BaSO_4$ நீரில் கரைவதில்லை.

காரணம் : தொகுதியில் Be லிருந்து Ba வரை செல்ல செல்ல நீரேற்ற ஆற்றல் குறைகிறது, மேலும் படிகக்கூடு ஆற்றல் மாறாமல் உள்ளது.

அ. கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மற்றும் காரணம், கூற்றிற்கான சரியான விளக்கமாகும்.

ஆ. கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மற்றும் காரணமானது, கூற்றிற்கான சரியான விளக்கம் இல்லை.

இ. கூற்று சரி, ஆனால் காரணம் தவறு.

ஈ. கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

16. கார மண் உலோகங்களின், கார்பனேட்டுகளின் ,கரைதிறன்களின் சரியான வரிசை

அ) $BaCO_3 > SrCO_3 > CaCO_3 > MgCO_3$

ஆ) $MgCO_3 > CaCO_3 > SrCO_3 > BaCO_3$

இ) $CaCO_3 > BaCO_3 > SrCO_3 > MgCO_3$

ஈ) $BaCO_3 > CaCO_3 > SrCO_3 > MgCO_3$

17. பெரிலியத்தினை பொருத்து , பின்வரும் கூற்றுகளில் தவறானது எது?

அ. நைட்ரிக் அமிலம் இதை செயலற்றதாக்குகிறது.

ஆ. $Be_2C$ ஐ உருவாக்குகிறது.

இ. இதன் உப்புகள் அரிதாக நீராற்பகுக்கப்படுகின்றன.

ஈ. இதன் ஹைட்ரைடு எலக்ட்ரான் குறைவுள்ளது,மற்றும் பலபடி அமைப்புடையது.

18. நீரில் இட்ட நீற்றுச் சுண்ணாம்பின் தொங்கல் கரைசல் _____ என அறியப்படுகிறது?

அ. சுண்ணாம்பு நீர் ஆ. சுட்ட சுண்ணாம்பு

இ. சுண்ணாம்பு பால் ஈ. நீற்ற சுண்ணாம்புக் கரைசல்

19. ஒரு நிறமற்ற திண்மம் (A) ஐ வெப்பப்படுத்தும்போது $CO_2$ வாயுவை வெளியேற்றுகிறது, மற்றும் நீரில் கரையும் வெண்ணிற வீழ்படிவைத் தருகிறது. அந்த வீழ்படிவும் நீர்த்த HCl உடன் வினைப்படுத்தும்போது $CO_2$ ஐ தருகிறது.எனில் அந்த திண்மப்பொருள் A

அ) $Na_2CO_3$ ஆ) $NaHCO_3$ இ) $CaCO_3$ ஈ) $Ca(HCO_3)_2$



Unit 5 - Sridhar.indd 168 07-01-2021 14:53:23

20. சேர்மம் (X) ஐ வெப்பப்படுத்தும்போது நிறமற்ற வாயுவையும், ஒரு வீழ்படிவையும் தருகிறது. அந்த வீழ்படிவை நீரில் கரைத்து சேர்மம் (B) பெறப்படுகிறது. சேர்மம் (B) ன் நீர்க்கரைசலில் அதிகளவு $CO_2$ ஐ குமிழிகளாக செலுத்தும்போது சேர்மம் (C ) உருவாகிறது. (C) ஐ வெப்பபடுத்தும்போது மீண்டும் (X)ஐத் தருகிறது. சேர்மம் (B) ஆனது

அ)$CaCO_3$ ஆ) $Ca(OH)_2$ இ) $Na_2CO_3$ ஈ) $NaHCO_3$

21. பின்வரும் கூற்றுகளில் தவறானது எது?

அ. சீரான இதயத் துடிப்பை பராமரிப்பதில் $Ca^{2+}$ அயனிகளின் பங்களிப்பு ஏதுமில்லை.

ஆ. தாவரங்களின் பச்சையத்தில் $Mg^{2+}$ அயனிகள் முக்கியமானவை.

இ. $Mg^{2+}$ அயனிகள் ATP மூலக்கூறுகளுடன் அணைவுகளை உண்டாக்குகின்றன.

ஈ. $Ca^{2+}$ அயனிகள் இரத்தம் உறைதலில் முக்கியமானவை.

22. பின்வரும் சேர்மங்களில் எதற்கு "Blue John" எனும் பெயர் வழங்கப்பட்டுள்ளது?

அ. $CaH_2$ ஆ. $CaF_2$

இ. $Ca_3(PO_4)_2$ ஈ. CaO

23. ஜிப்சத்தின் வாய்ப்பாடு

அ) $CaSO_4 . 2H_2O$ ஆ) $CaSO_4 . ½ H_2O$

இ) $3 CaSO_4 . H_2O$ ஈ) $2CaSO_4 . 2H_2O$

24. $CaC_2$ ஐ வளிமண்டல நைட்ரஜனுடன் சேர்த்து, மின்உலையில் வெப்பப்படுத்தும்போது கிடைக்கும் சேர்மம்.

அ) $Ca(CN)_2$ ஆ) CaNCN

இ) $CaC_2N_2$ ஈ) $CaNC_2$

25. பின்வருவனவற்றுள் மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலைப்புத்தன்மை கொண்டது

(அ) $K_2CO_3$ ஆ) $Na_2CO_3$

(இ) $BaCO_3$ ஈ) $Li_2CO_3$



Unit 5 - Sridhar.indd 169 07-01-2021 14:53:23

## II. பின்வரும் வினாக்களுக்கு சுருக்கமாக விடையளி.

26. நீரில் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடின் கரைதிறன், சோடியம் குளோரைடின் கரைதிறனை விட மிக அதிகம் ஏன்?

27. சோடியம் கார்பனேட்டை தயாரிக்கும் சால்வே முறையில் நிகழும் வேதிவினைகளின் சமன்பாடுகளை எழுதுக.

28. ஒரு கார உலோகம் (X) அதன் நீரேற்றிய சல்பேட் $X_2SO_4.10H_2O$ ஐ உருவாக்குகிறது.அந்த உலோகம் சோடியமாகவோ அல்லது பொட்டாசியமாகவோ இருக்க வாய்ப்புள்ளதா?

29. பின்வரும் வேதி வினைகளுக்கு சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடுகளை எழுதுக.

(i) நைட்ரஜன் வாயு உடன் லித்தியம் வினைபுரிதல்

(ii) திட சோடியம் பைகார்பனேட்டை வெப்பப்படுத்துதல்

(iii) ஆக்சிஜன் வாயு உடன் ருபீடியம் வினைபுரிதல்

(iv) $CO_2$ உடன் திண்ம பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு வினைபுரிதல்

(v) கால்சியம் கார்பனேட்டை வெப்பப்படுத்துதல்

(vi) ஆக்சிஜன் வாயு உடன் கால்சியம் சேர்த்து வெப்பப்படுத்துதல்

30. பெரிலியம் மற்றும் அலுமினியத்திற்கு இடையேயான ஒற்றுமைகளை சுருக்கமாக விவாதிக்கவும்.

31. பின்வருவற்றிற்கு முறையான பெயர்களைத் தருக.

(i) மெக்னீசிய பால்மம். (ii) கடுங்காரம் (iii) சுண்ணாம்பு

(iv) எரி பொட்டாஷ் (v) சலவை சோடா (vi) சோடா சாம்பல்

(vii) ட்ரோனா(trona)

32. முதல் தொகுதி உலோக புளூரைடுகளில் லித்தியம் புளூரைடு மிகக்குறைந்த கரைதிறனை கொண்டுள்ளது – உறுதிப்படுத்து.

33. பாரீஸ் சாந்தின் பயன்களைக் குறிப்பிடுக.

34. பெரிலியத்தின் ஹேலைடுகள் சகப்பிணைப்புத் தன்மை உடையவை ஆனால் மெக்னீசியத்தின் ஹேலைடுகள் அயனித்தன்மை உடையவை .ஏன்?



Unit 5 - Sridhar.indd 170 07-01-2021 14:53:23

35. மூன்றாம் வரிசையை சேர்ந்த காரமண் உலோகம் (A), ஆக்ஸிஜன் மற்றும் நைட்ரஜனுடன் வினைப்பட்டு முறையே சேர்மங்கள் (B) மற்றும் (C) ஐ தருகின்றன.இது $AgNO_3$ கரைசலுடன் உலோக இடபெயர்ச்சி வினைக்குட்பட்டு சேர்மம் (D) ஐ தருகிறது. (A) ,(B), (C),மற்றும் (D) ஐ கண்டுபிடி.

36. பின்வரும் செயல்முறைகளுக்கான சமன்செய்யப்பட்ட சமன்பாடுகளை எழுதுக.

(அ) கால்சியம் ஹைட்ரஜன் கார்பனேட் கரைசலை ஆவியாக்குதல்.

(ஆ) கால்சியம் ஆக்சைடை கார்பனுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்துதல்.

37. இரண்டாம் தொகுதி தனிமங்களின் முக்கியமான பொதுப்பண்புகளை விளக்குக.

38. பெரிலியம் மற்றும் அலுமினியத்திற்குமான ஒத்தத் தன்மைகளை விவரிக்க?

39. கார உலோகங்களை விட கார மண் உலோகங்கள் கடினமானவை ஏன்?

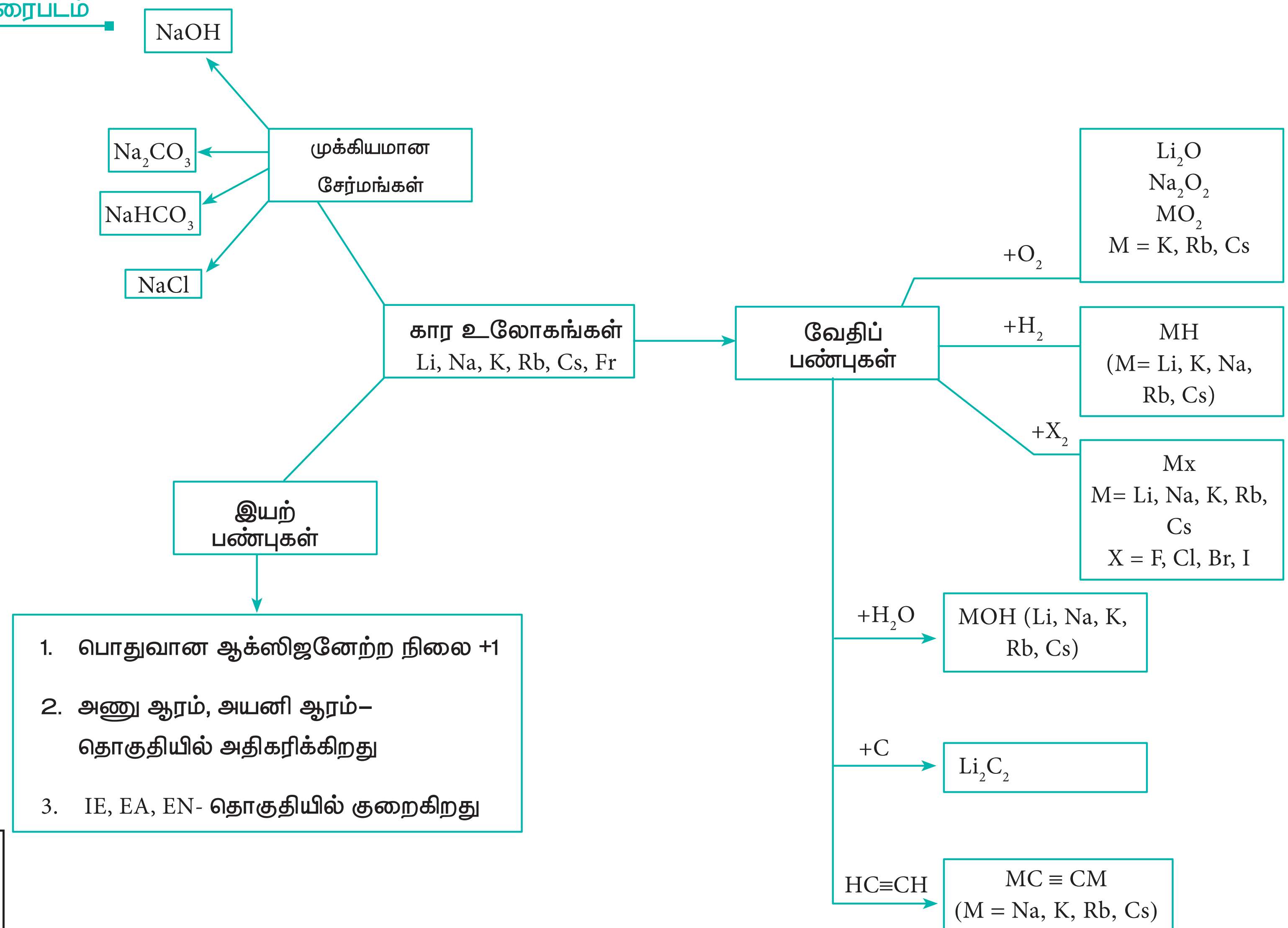
40. பாரீஸ் சாந்து எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?

41. ஜிப்சத்தின் பயன்களைத் தருக

42. கால்சியம் மற்றும் மெக்னீசியத்தின் உயிரியல் முக்கியத்துவத்தை சுருக்கமாக விவரி.

43. மெக்னீசியம் ஆக்சைடு அல்லது மெக்னீசியம் புளூரைடு இவற்றில் எது அதிக உருகுநிலையை கொண்டிருக்கும் என்று நீ எதிர்பார்க்கிறாய்? அதற்கான காரணத்தை விளக்கு.

## கருத்து வரைபடம்






Unit 5 - Sridhar.indd 172
07-01-2021 14:53:24

# இணையச்செயல்பாடு

## கார மற்றும் காரமண் தனிமங்களுக்கான சுடர் ஆய்வு (மெய்நிகர் ஆய்வகம்)

மெய்நிகர் ஆய்வகத்தைப் பயன்படுத்துவதன் வழியாகப் பல்வேறு கார மற்றும் காரமண் உலோகங்களைச் சுடர் ஆய்வு செய்து உருவாகும் சுடரின் நிறத்தைக் காணலாம்

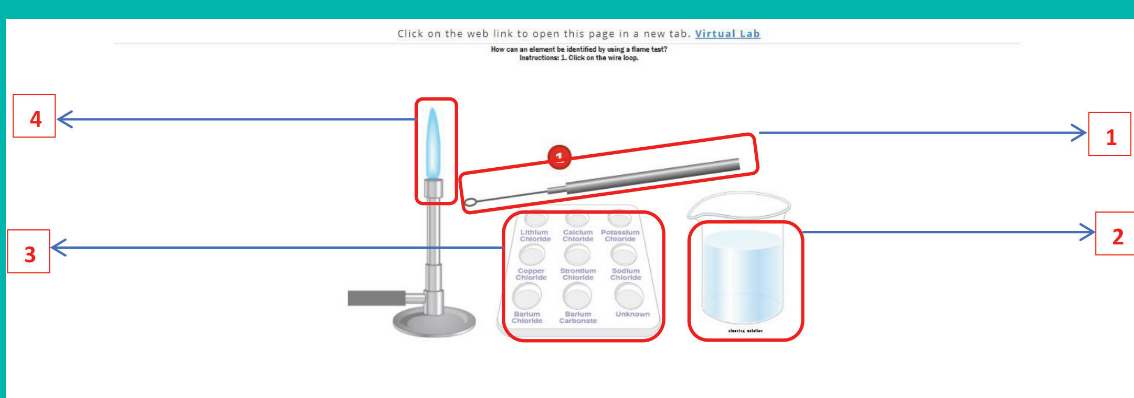
http://www.newpathonline.com/free-curricullumresources/virtual_lab/Flame_Test /9/12,13,14/1914 உரலிக்குச் செல்க (அல்லது) வலது பக்கமுள்ள விரைவுத் துலக்கக் குறியீட்டினை (QR Code) ஸ்கேன் செய்க.

B127_11_CHE_TM

**நிலை 1:** இணையப்பக்கத்தினைத் திறந்து கொடுக்கப்பட்ட உரலியைத் (URL) தட்டச்சு செய்க அல்லது விரைவுத் துலக்கக் குறியீட்டினை ஸ்கேன் செய்க. சுடர் ஆய்வுக் காட்சிப் பலகையில் காட்சிப் பொத்தானைச் சொடுக்குக. படத்திலிருப்பது போன்ற கூடர் ஆய்விற்கான வலைப்பக்கத்தினை காணலாம்.

**நிலை 2:** மெய்நிகர் சுடர் ஆய்வினை மேற்கொள்ள கீழ்க்காணும் நெறிகளைப் பின்பற்றுக.

1. வளைவுக் கம்பியின் (1) மீது சொடுக்குக.
2. வளைவுக் கம்பியைச் சுத்தப்படுத்தும் கரைசலுக்குள் (2) நகர்த்துக. சுத்தப்படுத்தும் கரைசலின் மீது சொருக்குக. வளைவுக் கம்பியில் வேறேதும் உப்பு இல்லை என்பதை உறுதி செய்ய ஒவ்வொரு ஆய்விற்கு முன்பும் கம்பி சுத்தம் செய்யப்படவேண்டும்.
3. ஆய்வு செய்ய விழையும் உப்புக் கரைசலில் (3) வளைவுக் கம்பியைச் செலுத்துக. உப்புக் கரைசலின் மீது சொடுக்குக.
4. வளைவுக்கம்பியை சுடரின் (4) மீது நகர்த்தி அதன்மீது சொடுக்குக.
5. குறிப்பிட்ட உலோக அயனிக்கேற்றவாறு சுடரின் நிறம் மாறுவதைக் காணலாம்.



# அலகு 6

## வாயு நிலைமை

> So many of the properties of properties of matter, especially when in gaseous form, can be deduced from hypothesis that their minute parts are in rapid motion, the velocity increasing with temperature, that the precise nature of this motion becomes a subject of rational curiosity.
>
> James Clerk Maxwell

ஜாக்யுஸ் சார்லஸ்
(1746-1823)

### கற்றலின் நோக்கங்கள்

3FDF8X

இப்பாடப் பகுதியைக் கற்றறிந்த பின்னர்

- நல்லியல்பு வாயுக்களுக்குரிய விதிகளை வகுத்துரைத்தல்.
- நடைமுறை வாழ்வின் பல்வேறு சூழல்களில் வாயு விதிகளின் பயன்பாட்டினை செயல் விளக்கமளித்தல்
- நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாட்டினை வருவித்தல் மற்றும் அதனைப் பயன்படுத்தி கணக்கீடுகள் செய்தல்
- நல்லியல்பு நிலையிலிருந்து விலகுதலை எடுத்துரைத்தல்.
- வாண்டர்வால்ஸ் சமன்பாட்டினை வருவித்தல்
- கிரஹாமின் வாயுவிரவல் விதியினை வரையறுத்தல்
- அமுக்கத்திறன் காரணியை வரையறுத்தல்
- நிலைமாறு நிகழ்வினை விவரித்தல்
- நிலைமாறு மாறிலிகளின் மதிப்பினை வாண்டர்வால்ஸ் மாறிலிகளைக் கொண்டு வருவித்தல்
- கார்பன் டை ஆக்ஸைடிற்கான ஆண்ட்ரூஸின் சமவெப்பநிலைக் கோடுகளை விளக்குதல்
- ஜூல் தாம்சன் விளைவு மற்றும் வாயுக்களை திரவமாக்குதலை விவரித்தல்.

ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெற இயலும்.



Unit 6 - Sridhar.indd 174 07-01-2021 15:00:58

## 6.1. பாட அறிமுகம்

நாம் உணவில்லாமல் சில வாரங்களும், நீரில்லாமல் சில நாட்களும் உயிர் வாழ இயலும் ஆனால் காற்றில்லாமல் சில நிமிடங்கள் மட்டுமே உயிர் வாழ இயலும். ஒவ்வொரு நொடிப்பொழுதும் நாம் நுரையீரல் முழுவதும் நிரம்பும் வகையில் காற்றினை உட்சுவாசிக்கின்றோம், சில காற்று மூலக்கூறுகள் நமது தேவைக்கு பயன்படுகிறது, நமக்கு தேவையற்ற சில மூலக்கூறுகள் வெளிசுவாசத்தின் மூலம் நம்மை சுற்றியுள்ள காற்றில் கலந்து விடுகிறது. நம்மை சூழ்ந்துள்ள காற்றானது வாயு நிலைமையில் உள்ளது. இது பருப்பொருளின் எளிய நிலையாகும். வாயுக்களின் இயைபினைப் பொருத்து அதன் வேதித் தன்மை அமைந்தாலும், அனைத்து வாயுக்களும் இயற்பண்புகளில் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் ஒத்த பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன.

**உங்களுக்குத் தெரியுமா ?**

**வாயு மற்றும் ஆவி ஆகியனவற்றிற்கு இடையேயான வேறுபாடு**

அறை வெப்பநிலை மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில், இயல்பாகவே வாயு நிலைமையில் உள்ள ஒரு பொருள் வாயு எனவும், அறை வெப்பநிலை மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில் திட அல்லது திரவ நிலையில் இருக்கும் ஒரு பொருளின் வாயு நிலை வடிவம் ஆவி எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

புவி வளிமண்டலத்தில் உள்ள காற்றினால் சூழப்பட்டுள்ளது. இக் காற்றின் இயைபு சுமார் 78% நைட்ரஜன், 21% ஆக்சிஜன், மற்றும் 1% பிற வாயுக்களையும் உள்ளடக்கியதாகும். நாமறிந்த தனிமங்களில், ஏழு தனிமங்கள் மட்டுமே இயல்பான வளிமண்டல நிலையில் வாயு நிலைமையில் காணப்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் ($H_2$), நைட்ரஜன் ($N_2$), ஆக்சிஜன் ($O_2$), புளூரின் ($F_2$) மற்றும் குளோரின் ($Cl_2$) ஆகியன வாயு நிலைமையில் காணப்படும் ஈரணு மூலக்கூறுகளாகும். ஓசோனும் ஆக்சிஜனைப் போன்று அறை வெப்ப நிலையில் வாயு நிலைமையில் காணப்படுகிறது. 18 வது தொகுதியைச் சார்ந்த மந்த வாயுக்களான ஹீலியம் (He), நியான் (Ne), ஆர்கான் (Ar), கிரிப்டான் (Kr), செனான் (Xe) மற்றும் ரேடான் (Rn) ஆகியவை ஓரணு வாயுக்களாகும். கார்பன் மோனாக்ஸைடு (CO), கார்பன்டைஆக்ஸைடு ($CO_2$), நைட்ரஜன் டைஆக்ஸைடு ($NO_2$), மற்றும் நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு (NO) ஆகிய சேர்மங்களும் சாதாரண வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் வாயு நிலைமையில் காணப்படுகின்றன. இப் பாடப்பகுதியில் வாயுக்களின் பண்புகள் மற்றும் தொடர்புடைய நிகழ்வுகளையும் நீங்கள் கற்றறிவீர்கள்.

## 6.2. வாயு விதிகள்

வேதியியலின் வளர்ச்சியில் வாயு விதிகள் முக்கிய பங்காற்றியுள்ளன. அழுத்தம், கன அளவு போன்ற பண்புகளை வெப்ப நிலையின் சார்புகளாக, அறிந்து கொண்டதன் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட வாயு விதிகளின் அடிப்படையிலேயே வாயுக்களின் இயற்பண்புகள் அமைகின்றன. வாயு விதிகளைப் பற்றி விரிவாக கற்றறியும் முன்னர், முக்கிய காரணியான அழுத்தத்தினை பற்றி நாம் புரிந்து கொள்வோம்.

விசையினை, அவ்விசை செலுத்தப்படும் பரப்பினால் வகுக்கக் கிடைப்பது அழுத்தம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. அழுத்தத்தின் SI அலகு பாஸ்கல் (Pascal) ஆகும். இதனை ஒரு சதுரமீட்டருக்கு ஒரு நியூட்டன் ($Nm^{-2}$), என வரையறுக்கலாம். அழுத்தத்தினை குறிப்பிட மேலும் பல அலகுகள் நடைமுறையில் உள்ளன. அந்த அலகுகளுக்கும், SI அலகிற்கும் இடையேயான தொடர்பு பின்வருமாறு:



Unit 6 - Sridhar.indd 175 07-01-2021 15:00:58

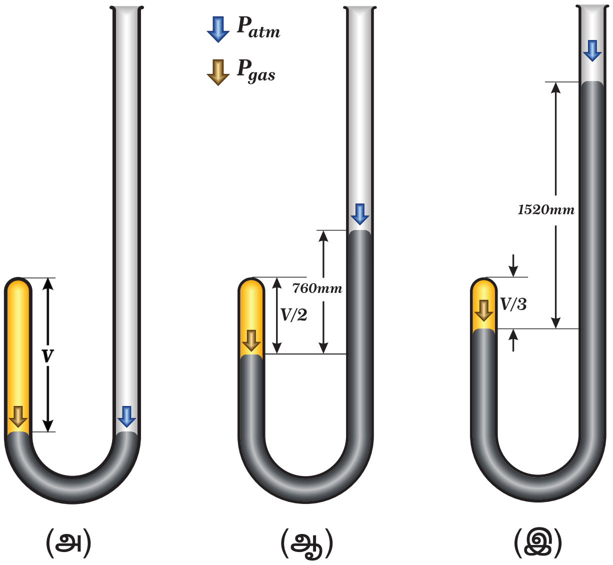
$$\text{அழுத்தம்} = \frac{\text{விசை (N அல்லது Kgms}^{-2})}{\text{பரப்பளவு (m}^2)}$$

அட்டவணை 6.1 அழுத்தத்தின் அலகுகள்

| அலகு | குறியீடு | மதிப்பு ($Nm^{-2}$ or $kgm^{-1}s^{-2}$) |
|---|---|---|
| pascal | Pa | 1 Pa = 1 $Nm^{-2}$ |
| atmosphere | atm | 1 atm = 101325 Pa |
| millimeter of mercury | mmHg | 1 mmHg = 133.322 Pa |
| bar | bar | 1 bar = $10^5$ Pa |
| torr | Torr | 1 Torr = 133.322 Pa |
| pound per square inch | psi | 1 psi = 6894.76 pa |

### 6.2.1 பாயில் விதி – (அழுத்தம் – கனஅளவு– தொடர்பு)

வாயுக்களின் அழுத்தம் மற்றும் கனஅளவு ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பினை அறியும் பொருட்டு ராபர்ட் பாயில் தொடர்ச்சியான பரிசோதனைகளை மேற்கொண்டார். அவர் பயன்படுத்தியதைப் போன்ற மாதிரி உபகரண அமைப்பினை படம் (6.1 )ல் காணலாம்.




படம் 6.1 பாயில் விதி – சோதனை

படம் (6.1) ல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு, உபகரணத்தின் இரு முனைகளிலும் உள்ள பாதரச மட்டத்தின் அளவு சமமாகும் வகையில் உபகரணத்தின் திறந்த முனை வழியே பாதரசம் சேர்க்கப்படுகிறது.

மூடிய முனையில் அடைபட்டுள்ள காற்றின் கன அளவு, ஆரம்ப நிலையில் இருந்த அளவில் பாதியாகும் வகையில் கூடுதலாக பாதரசத்தினை சேர்க்கவும். இந்நிலை படம் 6.1 (ஆ) ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. கூடுதலாக பாதரசம் சேர்க்கப்பட்டதால், வாயு உணரும் அழுத்தமானது, இரு முனைகளில் உள்ள பாதரச மட்டங்களுக்கு இடையேயான வேறுபாட்டினால் பெறப்படுகிறது. ஆரம்ப நிலையில் இரு முனைகளிலும் உள்ள பாதரச மட்டங்களுக்கு இடையே வேறுபாடு பூஜ்யமாகும். எனவே அடைபட்ட வாயு உணரும் அழுத்தம், வளிமண்டல அழுத்தமான 1 atm க்குச் சமம். அடைபட்ட வாயுவின் கனஅளவு ஆரம்ப அளவைக் காட்டிலும், சரிபாதியளவு குறைக்கப்படும் போது, பாதரச மட்டங்களுக்கு இடையேயான வேறுபாடு 760 mm ஆக அதிகரிக்கிறது. இந்நிலையில் அடைபட்ட வாயு உணரும் அழுத்தம் 2 atm ஆகும். இதனடிப்படையில், ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள வாயு அடைத்துக் கொள்ளும் கனஅளவானது அதன் அழுத்தத்திற்கு எதிர்விகித தொடர்புடையது என பாயில் முடிவு செய்தார்.

கணிதவியல் முறைப்படி, பாயில் விதியினை கீழ்க்கண்டுள்ளவாறு எழுதலாம்

$$V \propto \frac{1}{P} \quad \text{-------} \ (6.1)$$

(T மற்றும் n மாறிலிகள். T – வெப்பநிலை, n – மோல்களின் எண்ணிக்கை)

$$V = k \times \frac{1}{P} \quad \text{-------} \ (6.2)$$

k – விகித மாறிலி



Unit 6 - Sridhar.indd 176 07-01-2021 15:01:00

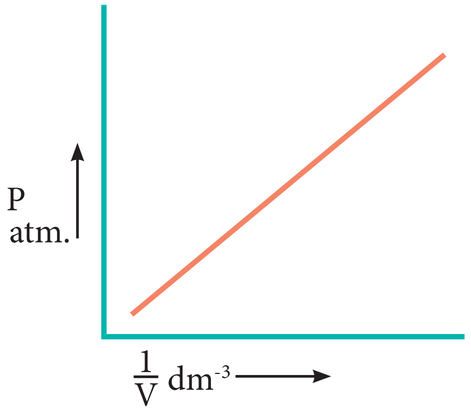
சமன்பாடு (6.2) ஐ நாம் மாற்றியமைக்கும் போது, மாறாத வெப்பநிலை மற்றும் நிறையில்,

$PV = k$ ------ (6.2a)

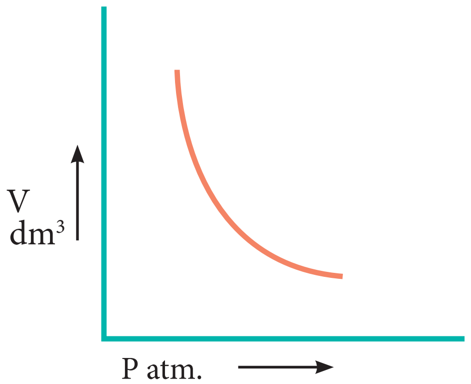
வாயுக்களின் வேதித்தன்மை எத்தகையதாக இருப்பினும், அனைத்து வாயுக்களுக்கும் அழுத்தம் குறைவாக உள்ள நிலையில் பாயில் விதி பொருந்தும்.

எனவே மாறாத வெப்பநிலையில், இருவேறு நிலைகளில் உள்ள குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள ஒரு வாயுவிற்கு பாயில் விதியினை நாம் பின்வருமாறு எழுதலாம்

$P_1V_1 = P_2V_2 = k$ ------ (6.3)




படம் 6.2 a பாயில் விதியினை குறிப்பிடும் வரைபடம் (சமன்பாடு 6.2)




படம் 6.2 b பாயில் விதியினை குறிப்பிடும் வரைபடம் (சமன்பாடு 6.2 a)

PV தொடர்பினை நாம் பின்வருமாறு புரிந்து கொள்ளலாம். வாயுக்களின் மூலக்கூறுகள் கொள்கலனின் சுவற்றின் மீது மோதுவதால் ஏற்படும் மூலக்கூறுகளின் மீதான விசை வாயுவின் அழுத்தத்திற்கு காரணமாக அமைகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுள்ள, வாயுவின் கன அளவு பாதியாகக் குறைக்கப்படும் போது, வாயுவின் அடர்த்தி இருமடங்காகிறது, எனவே, கலனின் ஓரலகு பரப்பில் மோதும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் இரு மடங்காகிறது. இதன் காரணமாக, வாயுவின் அழுத்தமும் இரு மடங்காக அதிகரிக்கிறது.

### பாயில் விதியின் விளைவுகள்

பாயில் விதியிலிருந்து அழுத்தம்–அடர்த்தி இவற்றிற்கு இடையான தொடர்பினை பின்வருமாறு தருவிக்கலாம்.

$P_1V_1 = P_2V_2$ (பாயில் விதி)

$$P_1 \frac{m}{d_1} = P_2 \frac{m}{d_2}$$

இங்கு “m” என்பது வாயுவின் நிறை, $d_1$ மற்றும் $d_2$ என்பன முறையே, $P_1$ மற்றும் $P_2$ அழுத்த நிலைகளில் அடர்த்தி மதிப்புகளைக் குறிப்பிடுகின்றன.

$$\frac{P_1}{d_1} = \frac{P_2}{d_2} \text{ ------ } (6.4)$$

அதாவது, வாயுவின் அடர்த்தி, அதன் அழுத்தத்திற்கு நேர்விகித தொடர்புடையது.

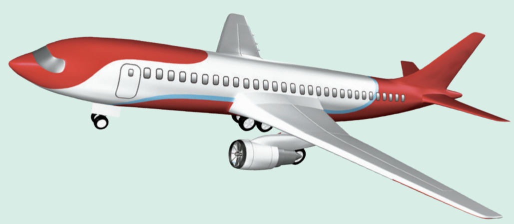
பயணிகள் விமானத்தின் உட்புறம் செயற்கையாக அழுத்த அதிகரிப்பு செய்யப் படுகிறது. ஏன் இவ்வாறு செய்யப்படுகிறது. என்பதை நீ அறிவாயா?

பெரும்பாலான ஆகாய விமானங்கள் சுமார் 30,000 அடி உயரத்தில் பறக்கும். உயரம் அதிகரிக்கும் போது ஓரலகு கன அளவில் காணப்படும் வாயு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருப்பதால் அழுத்தம் குறையும்.



Unit 6 - Sridhar.indd 177 07-01-2021 15:01:01

எனவே விமானம் காற்றில் உயரத்தில் செல்லும் போது அதனை சூழ்ந்துள்ள காற்றின் அழுத்தம் மிக குறைவாக உள்ளதால், விமானத்தினுள் உள்ளவர் ஆக்சிஜன் குறைபாட்டிற்கு உள்ளாக வாய்ப்புள்ளது. இக்காரணத்தினால் தான் ஆகாய விமானங்களில் செயற்கையாக அழுத்த அதிகரிப்பு செய்யப்படுகிறது.

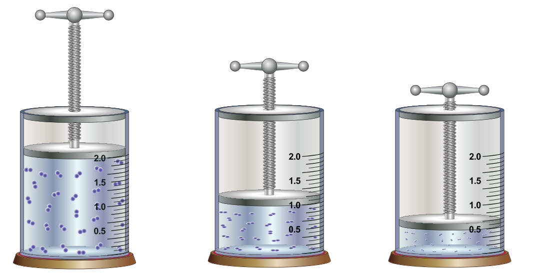


இதைப்போலவே, மலையேறும் ஒருவர், அழுத்தக் குறைவினால் ஏற்படும் விளைவினை, காதுகளில் ஏற்படும் சிறுவலியின் மூலம் உணரமுடியும். வெளிப்புற அழுத்தம் குறையும் போதிலும் காதின் உட்குழியில் உள்ள காற்றின் அழுத்தம் மாறாமல் இருக்கும். இது ஒரு சமநிலையற்ற நிலையினை ஏற்படுத்துகிறது. இந்த அதிகப்படியான உள் அழுத்தம், செவிப்பறையினை வெளிநோக்கி தள்ளுவதால் சிறு வலி ஏற்படுகிறது. சிறிது நேரத்தில் கொட்டாவி விடுவதால், செவி உட்குழியில் உள்ள மிகுதியான காற்று வெளியேறும் நிகழ்வின் காரணமாக உள் அழுத்தமும், வெளி அழுத்தமும் சமமாவதுடன், வலியினையும் குறைக்கிறது.

**நீரில் மூழ்குபவர்கள், மூழ்கும் போது தேவையின்றி மூச்சினை அடக்கக் கூடாது என அறிவுரை வழங்கப்படுவதற்கு என்ன காரணம் என உங்களுக்குத் தெரியுமா?**

படம் (6.3)ல் விடுபட்ட அளவீடுகளை (6.3 (b)ல் கனஅளவு மற்றும் 6.3 (c)ல் அழுத்தம்) கண்டறிவோம்.

படம் 6.3(a) படம் 6.3(b) படம் 6.3(c)




| படம் 6.3(a) | படம் 6.3(b) | படம் 6.3(c) |
|---|---|---|
| $P_1 = 1$ atm. | $P_2 = 2$ atm. | $P_3 = ?$ atm. |
| $V_1 = 1\ dm^3$ | $V_2 = ?\ dm^3$ | $V_3 = 0.25 dm^3$ |
| T = 298 K | T = 298 K | T = 298 K |

படம் 6.3 கனஅளவின் மீதான அழுத்தத்தின் விளைவின் மூலம் பாயில் விதியினை சரிபார்த்தல்.

**தீர்வு:**

பாயில் விதியின்படி, மாறாத வெப்பநிலையில், ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுடைய வாயுவிற்கு,

$$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3$$

$$1\ atm \times 1\ dm^3 = 2\ atm \times V_2 = P_3 \times 0.25\ dm^3$$

$$\therefore\ 2\ atm \times V_2 = 1\ atm \times 1\ dm^3$$

$$V_2 = \frac{1\ \cancel{atm} \times 1\ dm^3}{2\ \cancel{atm}}$$

$$\boxed{V_2 = 0.5\ dm^3}$$

and $P_3 \times 0.25\ dm^3 = 1\ atm \times 1\ dm^3$

$$P_3 = \frac{1\ atm \times 1\ \cancel{dm^3}}{0.25\ \cancel{dm^3}}$$

$$\boxed{P_3 = 4\ atm}$$



Unit 6 - Sridhar.indd 178 07-01-2021 15:01:10

> **தங்களை மதிப்பீடு செய்து கொள்ளுங்கள்**
>
> 1. குளிர்சாதனப் பெட்டிகளில் குளிர்விப்பானாக பயன்படுத்தப்படும் ஃபிரியான்–12 சேர்மமானது, ஓசோன் படலம் சிதைவடைய காரணமாக அமைகிறது. தற்போது அதற்கு மாற்றாக சூழலுக்கு ஏற்ற சேர்மங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 0.3 atm அழுத்தம் மற்றும் 1.5 $dm^3$ கனஅளவு உடைய ஃபிரியான் வாயு மாதிரியினைக் கருதுக. மாறாத வெப்பநிலையில், அழுத்தமானது 1.2 atmக்கு மாற்றப்படும் போது, அதிகரிக்கும் அல்லது குறையும் கனஅளவைக் கணக்கிடுக.
>
> 2. ஒரு மோட்டார் வாகன இயந்திரத்தினுள் உள்ள உருளையில் (Cylinder) நிரம்பியுள்ள காற்றின் அழுத்தம் 1.05 atm ஆக உள்ள போது கனஅளவு 0.375 $dm^3$, அதே வெப்பநிலையில் 0.125 $dm^3$ க்கு அழுத்தப்படும்போது, அழுத்தப்பட்ட காற்றின் அழுத்தம் என்ன?

### 6.2.2. சார்லஸ் விதி (கனஅளவு – வெப்பநிலை தொடர்பு)

J.A.C சார்லஸ் என்பவரால் வாயுவின் கனஅளவிற்கும், அதன் வெப்பநிலைக்கும் இடையேயான தொடர்பு குறித்து ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது. ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள வாயுவிற்கு, அதன் அழுத்தம் மாறாதிருக்கும் போது, கன அளவானது அதன் வெப்பநிலையுடன் நேர்விகிதத் தொடர்புடையது என அவர் கண்டறிந்தார். இதனை கணித சமன்பாடாக பின்வருமாறு எழுதலாம் (P மற்றும் n மாறாதிருக்கும்போது)

$$V = kT \qquad ------- \quad (6.5)$$

(அல்லது)

$$\frac{V}{T} = \text{மாறிலி}$$

வாயுவில் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது $\frac{V}{T}$ மாறிலியாக அமையும் வகையில் அதன் கனஅளவு நேர்விகிதத்தில் அதிகரிக்கிறது. மாறாத அழுத்தத்தில் உள்ள ஒரு அமைப்பிற்கு,

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{மாறிலி} \quad ----- \; (6.6)$$

உதாரணமாக, பனிக்கட்டி குளிர் நிலையில் உள்ள நீரில் உள்ள ஒரு பலூனை, கொதி நீருள்ள மற்றொரு தொட்டிக்கு மாற்றும்போது, பலூனில் உள்ள வாயுவின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. இதன் விளைவாக, பலூனிலுள்ள வாயு மூலக்கூறுகள் வேகமாக நகர்கின்றன. எனவே வாயு விரிவடைந்து, கனஅளவு அதிகரிக்கின்றது.

பனிக்கட்டி நீர்      கொதி நீர்

படம் 6.4. பனிக்கட்டி நீர் மற்றும் கொதி நீரில் காற்று நிரப்பப்பட்ட பலூன்

**மாறாத அழுத்தத்தில், வெப்பநிலை, மாற்றத்தால், கனஅளவில் ஏற்படும் மாற்றம்.**

ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தில், ஒரு வாயுவின் கனஅளவிற்கும், அதன் வெப்பநிலைக்கும் இடையேயான வரைபடம் 6.5ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. வரைபடத்திலிருந்து, குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தில் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது வாயுவின் கனஅளவு நேர்விகிதத்தில் நேர்கோட்டில் அதிகரிக்கிறது என்பதை தெளிவாக அறிய முடிகிறது. இத்தகைய நேர்கோடுகள் ஐசோபார்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இதனை பின்வரும் நேர்கோட்டுச் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடலாம்



Unit 6 - Sridhar.indd 179 07-01-2021 15:01:11

V = mT + C இங்கு T என்பது டிகிரி செல்சியஸில் வெப்பநிலை. m மற்றும் C ஆகியன மாறிலிகள்.

T = $0^0$C ஆக உள்ள போது கனஅளவு $V_o$ ஆகிறது. எனவே, $V_o$ = C மற்றும் நேர்கோட்டின் சாய்வு m = ΔV/ ΔTக்குச்சமம். எனவே மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டினை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$V = \left(\frac{\Delta V}{\Delta T}\right)T + V_0 \text{ ------- } (6.7)$$

(n மற்றும் P மாறிலிகள்)

சமன்பாடு (6.7) ஐ $V_0$ ஆல் வகுக்க.

$$\frac{V}{V_0} = \frac{1}{V_0}\left(\frac{\Delta V}{\Delta T}\right)T + 1 \text{ -------- } (6.8)$$

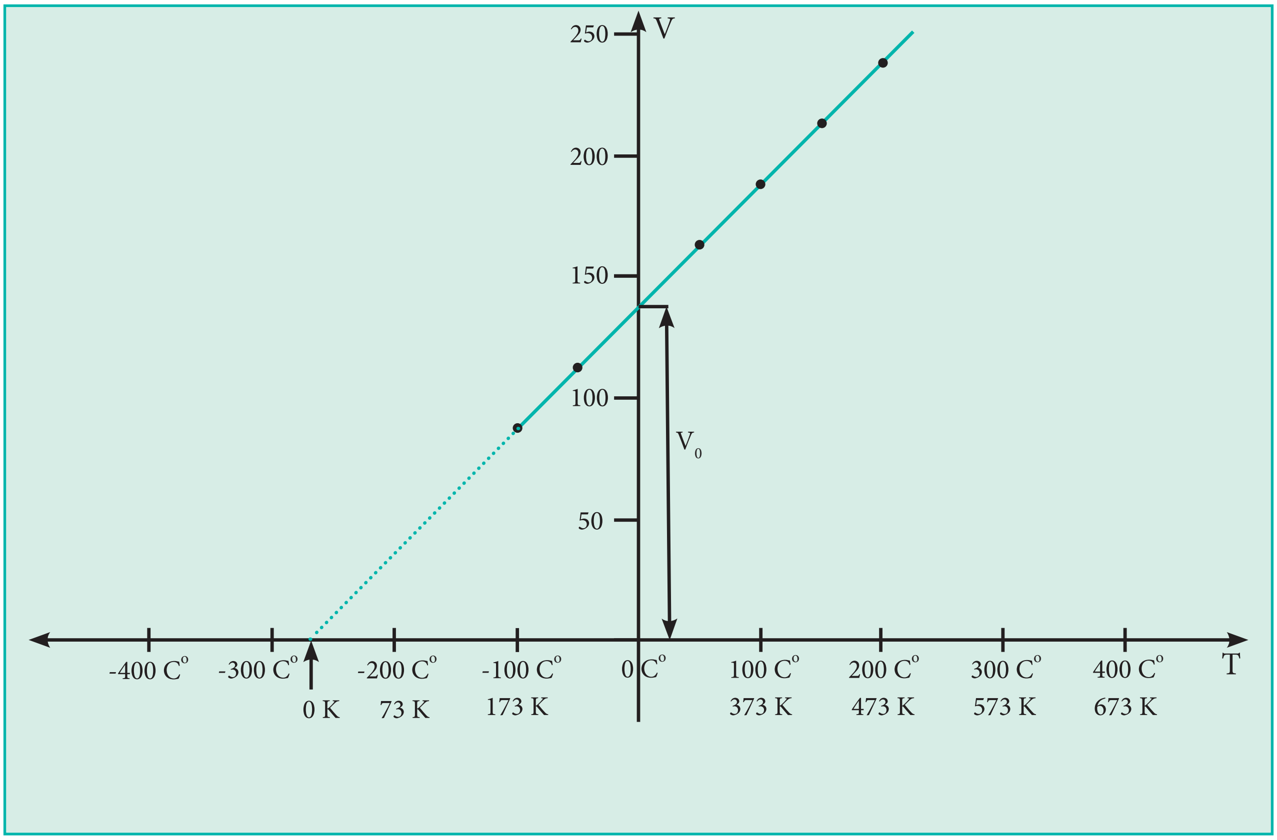
மாறாத அழுத்தத்தில், சார்லஸ் மற்றும் கேலூசாக் ஆகிய அறிஞர்கள், ஒரு டிகிரி செல்சியஸ் வெப்பநிலை உயர்வினால், கனஅளவில் ஏற்படும் ஒப்பீட்டு அதிகரிப்பானது அனைத்து வாயுக்களுக்கும் ஒரேமாதிரியாக உள்ளன என கண்டறிந்தனர். ஒரு டிகிரி செல்சியஸ் வெப்பநிலை உயர்விற்கான கனஅளவில் ஏற்படும் ஒப்பீட்டு அதிகரிப்பு (α) என்பது $\frac{1}{V_0}\left(\frac{\Delta V}{\Delta T}\right)$. க்குச் சமம்.

எனவே,

$$\frac{V}{V_0} = \alpha T + 1$$

$$V = V_0(\alpha T + 1) \text{ ------ } (6.9)$$

விரிவடைதல் குணகமானது தோராயமாக 1/273 என்ற மதிப்பிற்குச் சமம் என சார்லஸ் கண்டறிந்தார். அதாவது, மாறாத அழுத்தத்தில், ஒவ்வொரு டிகிரி வெப்பநிலை உயர்விற்கும், ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள, அனைத்து வாயுக்களும், $0^o$C ல் பெற்றுள்ள, அவைகளின் கன அளவைப் போல் 1/273 மடங்கு விரிவடைகின்றன.




படம் 6.5 நல்லியல்பு வாயுக்களுக்கான கனஅளவு vs வெப்பநிலை வரைபடம்.



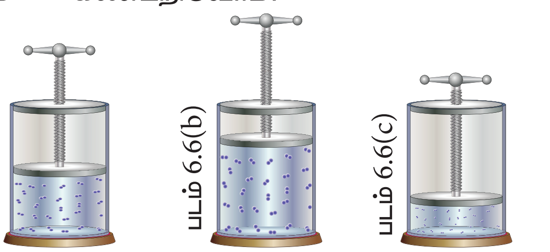
Unit 6 - Sridhar.indd 180 07-01-2021 15:01:13

படம் 6.5ல் காட்டியுள்ளவாறு, சோதனை அளவீடுகளை விட குறைவான வெப்பநிலைகளுக்கு நேர்கோட்டினை நாம் நீட்டித்தால், அந்த நேர்கோடு x–அச்சினை $-273^0C$ ல் வெட்டுகிறது. இதிலிருந்து $-273^0C$ வெப்பநிலையில் (மிகத் துல்லியமாக $-273.15^0C$ ல்) வாயுவின் கனஅளவு பூஜ்ஜிய மதிப்பை பெறும், இவ்வெப்பநிலைக்குக் கீழ் வாயுவின் கனஅளவு எதிர்குறி மதிப்பினைப் பெற்றிருக்கவேண்டும். ஆனால்நடைமுறையில் இது சாத்தியமற்றதாகும். இதன் காரணமாக இந்த வெப்பநிலையை கெல்வின் தனிவெப்ப நிலை என வரையறுத்தார். மேலும் தனி பூஜ்ஜிய வெப்பநிலையை ஆரம்பப்புள்ளியாகக் கொண்டு, கெல்வின் புதிய வெப்பநிலை அளவுகோலினை உருவாக்கினார். தற்போது இந்த அளவுகோல் கெல்வின் அளவுகோல் என அழைக்கப்படுகிறது. கெல்வின் அளவுகோலின் பூஜ்யத்தின் நிலை மாற்றப்பட்டதே செல்சியஸ் வெப்பநிலை அளவுகோலுக்கும், கெல்வின் வெப்பநிலை அளவுகோலுக்கும் இடையே உள்ள ஒரே வேறுபாடாகும்.

| வெப்பநிலை | கெல்வின் அளவுகோல் | செல்சியஸ் அளவுகோல் |
|---|---|---|
| தனி பூஜ்ய வெப்பநிலை | 0 K | -273.15 °C |
| நீரின் உறைநிலை | 273.15 K | 0 °C |
| நீரின் கொதிநிலை | 373.15 K | 100 °C |

எடுத்துக்காட்டு:

படம் (6.6)ல் விடுபட்ட அளவீடுகளை (6.6(b)ல் கனஅளவு 6.6(c)ல் வெப்பநிலை) நாம் கண்டறிவோம்.



படம் 6.6(a) படம் 6.6(b) படம் 6.6(c)

P = 1 atm. $V_1 = 0.3\ dm^3$ $T_1 = 200\ K$

P = 1 atm. $V_2 = ?\ dm^3$ $T_2 = 300\ K$

P = 1 atm. $V_3 = 0.15\ dm^3$ $T_3 = ?\ K$

படம் 6.6: வாயுவின் கனஅளவின் மீது வெப்பநிலையின் விளைவினைக் கொண்டு சார்லஸ் விதியினை சரிபார்த்தல்.

**தீர்வு:**

சார்லஸ் விதிப்படி,

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$$

$$\frac{0.3\ dm^3}{200\ K} = \frac{V_2}{300\ K} = \frac{0.15\ dm^3}{T_3}$$

$$\frac{V_2}{300\ K} = \frac{0.3\ dm^3}{200\ K}$$

$$V_2 = \frac{\overset{1.5}{\cancel{300\ K}} \times 0.3\ dm^3}{\cancel{200\ K}}$$

$V_2 = 0.45\ dm^3$ மற்றும்

$$\frac{0.15dm^3}{T_3} = \frac{0.3\ dm^3}{200\ K}$$

$$T_3 = \frac{\overset{0.5}{\cancel{0.15 dm^3}} \times 200\ K}{\cancel{0.3\ dm^3}}$$

$T_3 = 100\ K$

**தன்மதிப்பீடு**

3. ஒரு வாயு மாதிரியானது, ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் $3.8\ dm^3$ கனஅளவினை பெற்றுள்ளது. இம்மாதிரியானது $0^oC$ல் உள்ள பனிகட்டி நீரில் அழுத்தப்படும்போது, அதன் கனஅளவு $2.27\ dm^3$ ஆக குறைகிறது. அதன் ஆரம்ப வெப்பநிலை எவ்வளவு?

### 6.2.3 கேலூசாக்கின் விதி (அழுத்தம் – வெப்பநிலை தொடர்பு)

மாறாத கனஅளவில், குறிப்பிட்ட நிறையுடைய வாயுவின் அழுத்தமானது அதன் வெப்பநிலையுடன் நேர்விகிதத்



Unit 6 - Sridhar.indd 181 07-01-2021 15:01:21

தொடர்புடையது என ஜோசப் கேலூசாக் கூறினார்.

$P \alpha T$

அல்லது $\frac{P}{T} =$ மாறிலி (K)

$T_1$ மற்றும் $T_2$ ஆகிய வெப்பநிலைகளில் வாயுவின் அழுத்த மதிப்புகள் முறையே $P_1$ மற்றும் $P_2$ எனில், கேலூசாக் விதிப்படி,

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

**செயல்பாடு– 1**

வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில், 1 மோல் நல்லியல்பு வாயுவின் அழுத்த மதிப்புகள்,கீழ்க்கண்டுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இம் மதிப்புகளை வரைபடத்தில் குறிக்கவும் மற்றும் கேலூசாக் விதியினை சரிபார்க்கவும் (மாறா கனஅளவில்) ஒரு வாயுவின் அழுத்தம் Vs வெப்பநிலை வரைகோடுகள் சமகனஅளவு கோடுகள் (isochores) என அழைக்கப்படுகின்றன.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| வெப்பநிலை $^0$C யில் (டிகிரி செல்சியசில்) | 32 | 69 | 94 | 130 | 154 | 191 |
| 50L கலனில் அழுத்தம் (atmல்) | 0.51 | 0.56 | 0.6 | 0.66 | 0.7 | 0.76 |
| 75L கலனில் அழுத்தம் (atmல்) | 0.34 | 0.37 | 0.40 | 0.44 | 0.47 | 0.51 |

### 6.2.4 அவகேட்ரோ கருதுகோள்

சமவெப்பஅழுத்த நிலைகளில், சமகன அளவுள்ள அனைத்து வாயுக்களும், சம எண்ணிக்கையுள்ள மூலக்கூறுகளை பெற்றிருக்கும் என அவகாட்ரோ கருதினார். அவகேட்ரோ கருதுகோளை கணிதவியல் சமன்பாடாக பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$V \alpha n,$

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \text{மாறிலி} \text{ -------- } (6.10)$$

இங்கு $V_1$, $n_1$ என்பன வாயுவின் கனஅளவு மற்றும் மோல்களின் எண்ணிக்கையினைக் குறிப்பிடுகின்றன. மற்றும் $V_2$, $n_2$ என்பன அதே வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் வாயுவின் பிறிதொரு கனஅளவு மற்றும் மோல்களின் எண்ணிக்கையினைக் குறிப்பிடுகின்றன.

**தன்மதிப்பீடு**

4) ஒரு விளையாட்டு வீரரின் ஆழமான உட்சுவாசித்தலின் போது அவருடைய நுரையீரல் கனஅளவு 7.05 $dm^3$ என மனித உடலியக்க ஆய்வு மூலம் (Kinesiology) கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இக்குறிப்பிட்ட கனஅளவில் நுரையீரலானது 0.312 மோல்கள் காற்று மூலக்கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது. வெளிச்சுவாசத்தின் போது நுரையீரலின் கனஅளவு 2.35$dm^3$ ஆக குறைகிறது. அவ்விளையாட்டு வீரர் வெளிசுவாசத்தின் போது வெளியேற்றும் காற்று மூலக்கூறுகளின் மோல்களின் எண்ணிக்கையினைக் கணக்கிடுக. (அழுத்தம் மற்றும் வெப்பநிலை மாறிலியாக இருப்பதாகக் கருதவும்)

## 6.3. நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாடு

T, P, V மற்றும் n ஆகிய நான்கு மாறிகளைக் கொண்டு, வாயு நிலைமையினை முழுமையாக விவரிக்க இயலும். இவற்றிற்கு இடையேயானத் தொடர்பினை இதுவரை பயின்ற வாயுவிதிகளைக் கொண்டு அறியலாம்.



Unit 6 - Sridhar.indd 182 07-01-2021 15:01:22

பாயில்விதி $V \alpha \frac{1}{P}$

சார்லஸ்விதி $V \alpha T$

அவகாட்ரோவிதி $V \alpha n$

மேற்கண்டுள்ள சமன்பாடுகளை இணைப்பதன் மூலம், அனைத்து வாயுக்களின் இயற்பண்புகளை விவரிக்க உதவும் பின்வரும் பொதுவான சமன்பாட்டினை நாம் உருவாக்கலாம்.

$$V \alpha \frac{nT}{P}$$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

இங்கு R என்பது வாயுமாறிலி என்றழைக்கப்படும், விகிதமாறிலியாகும்.

மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டினை மாற்றியமைத்தால் நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாடு உருவாகிறது.

$$PV = nRT. \text{ ------ } (6.11)$$

அழுத்தமானது, வெவ்வேறு அலகுகளில்குறிப்பிடப்படுகிறது. (அட்டவணை6.1) என நாம் ஏற்கனவே அறிவோம். எனவே, வாயுமாறிலியின் மதிப்பினை வெவ்வேறு அலகுகளில் தெரிந்திருக்க வேண்டியது அவசியமாகும்.

Rன் மதிப்பினை பின்வரும் சமன்பாட்டினை பயன்படுத்தி நாம் கணக்கிடலாம்.

$$R = \frac{PV}{nT}$$

P ன்மதிப்பு 1 atm, கனஅளவு 22.414 $dm^3$ மற்றும் வெப்பநிலை 273.15K ஆக உள்ள போது 1 மோல் வாயுவிற்கு,

$$R = \frac{1\,\text{atm.} \times 22.414\,\text{dm}^3}{1\,\text{mol.} \times 273.15\,\text{K}}$$

$$= \mathbf{0.0821\ dm^3\ atm.\ mol^{-1}\ K^{-1}}$$

திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் (STPல்) P = 1 bar ($10^5$ Pascal) வெப்ப நிலை 273.15 K ல் 1 மோல் வாயு அடைத்துக் கொள்ளும் கனஅளவு $V=22.71 \times 10^{-3}\ m^3$

$$R = \frac{10^5\ \text{Pa} \times 22.71 \times 10^{-3}\ \text{m}^3}{1\,\text{mol.} \times 273.15\,\text{K}}$$

$$= 8.314\ \text{Pa m}^3\ \text{K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$$

$$= 8.314 \times 10^{-5}\ \text{bar m}^3\ \text{K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$$

$$= 8.314 \times 10^{-2}\ \text{bar dm}^3\ \text{K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$$

$$= 8.314 \times 10^{-2}\ \text{bar L K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$$

$$= 8.314\ \text{J K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$$

நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாடானது P, V, T மற்றும் n ஆகிய நான்கு மாறிகளுக்கு இடையேயான தொடர்பினைத் தருவதால் இச்சமன்பாடு, வாயுக்களின் நிலைமைச் சமன்பாடு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

$70^0$ C ல் 6 $dm^3$ கனஅளவுடைய ஒரு எஃகு கலனில் உள்ள 2 மோல் சல்பர் ஹெக்ஸா புளுரைடின் அழுத்தத்தினை, அவ்வாயுவினை நல்லியல்பு வாயுவாகக்கருதி நாம் கணக்கிடுவோம்.

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{2\ \text{mol} \times 0.0821\ \text{L atm. K}^{-1}.\text{mol}^{-1} \times (70 + 273\ \text{K})}{6\ \text{dm}^3}$$

$$= 9.39\ \text{atm.}$$



Unit 6 - Sridhar.indd 183 07-01-2021 15:01:23

**தன்மதிப்பீடு**

5) $8^0C$ மற்றும் 6.4atm வெப்ப அழுத்த நிலை காணப்படும் ஒரு ஏரியின் அடிப்பரப்பிலிருந்து ஒரு சிறிய நீர்க்குமிழி மேலெழும்பி நீரின் மேற்பரப்பிற்கு செல்கிறது, நீரின் மேற்பரப்பில் வெப்பநிலை $25^0C$ மற்றும் அழுத்தம் 1atm. நீர்க்குமிழியின் ஆரம்ப கனஅளவு 2.1 mL எனில் அதன் இறுதி கனஅளவை (mL ல்) கணக்கிடுக,

## 6.4 வாயுக்களின் கலவை – டால்டனின் பகுதி அழுத்த விதி

ஒன்றோடொன்று வினைபுரியாத வாயுக்கலவையில் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வு முடிவுகளின் அடிப்படையில், வாயுக்கலவையில் உள்ள ஒவ்வொரு வாயுவும் தனித்தனியே செயல்படுவதாக அறியமுடிகிறது. வாயுக்கலவையினை பொருத்தவரையில், அதில் அடங்கியுள்ள ஒவ்வொரு தனித்த வாயுவும், வாயுவின் ஒட்டு மொத்த அழுத்தத்திற்கு எந்த அளவிற்கு பங்களிக்கின்றன என்பதை அறிவது அவசியமாகிறது.

ஜான்டால்டனின் கூற்றுப்படி, ஒன்றோடொன்று வினைபுரியாத வாயுக்கலவையின் மொத்த அழுத்தமானது, அதில் அடங்கியுள்ள ஒவ்வொரு வாயுக்களின் பகுதி அழுத்தங்களின் கூடுதலுக்குச் சமம். வாயுக்கலவையில் உள்ள ஒரு வாயுவின் பகுதி அழுத்தம் என்பது, அவ்வாயு அதே வெப்பநிலை மற்றும் கனஅளவில் தனித்து இருக்குமேயானால் அதனால் உணரும் அழுத்தம் எனலாம். இதுவே டால்டனின் பகுதி அழுத்தவிதி எனப்படும்.

V கனஅளவுடைய கொள்கலனில் உள்ள 1,2 மற்றும் 3 ஆகிய வாயுக்கள் அடங்கிய கலவையிலுள்ள வாயுக்களின் பகுதி அழுத்தங்கள் முறையே $p_1$, $p_2$ மற்றும் $p_3$ எனில் அதன் மொத்த அழுத்தம் $P_{\text{மொத்தம்}}$ என்பது

$$P_{\text{மொத்தம்}} = p_1 + p_2 + p_3 \qquad (6.12)$$

வாயுக்கள் நல்லியல்பு தன்மையினைப் பெற்றிருப்பதாகக் கருதினால்,

$$p_1 = n_1\frac{RT}{V};\ p_2 = n_2\frac{RT}{V};\ p_3 = n_3\frac{RT}{V}$$

$$P_{\text{மொத்தம்}} = n_1\frac{RT}{V} + n_2\frac{RT}{V} + n_3\frac{RT}{V}$$

$$= (n_1 + n_2 + n_3)\frac{RT}{V}$$

$$P_{\text{மொத்தம்}} = n_{\text{மொத்தம்}}\left(\frac{RT}{V}\right) \text{-----} \quad (6.13)$$

பகுதி அழுத்தத்தினை பின்வருமாறும் குறிப்பிடலாம்

$\frac{RT}{V}$ ஐ $\frac{p_1}{n_1}$ அல்லது $\frac{p_2}{n_2}$ அல்லது $\frac{p_3}{n_3}$

எனவும் குறிப்பிடலாம் அல்லது பொதுவாக $\frac{p_i}{n_i}$ எனவே

$$P_{\text{மொத்தம்}} = n_{\text{மொத்தம்}}\frac{p_i}{n_i} = \frac{n_{\text{மொத்தம்}}}{n_i}\, p_i$$

$$\Rightarrow p_i = \frac{n_i}{n_{\text{மொத்தம்}}} P_{\text{மொத்தம்}} = x_i P_{i\ \text{மொத்தம்}} \text{-------} \ (6.14)$$

இங்கு $X_i$ என்பது i என்ற கூறின் மோல் பின்னமாகும்

### டால்டன் விதியின் பயன்பாடுகள்

நீரினை கீழ்முக இடப்பெயர்ச்சி செய்வதன் மூலம் வாயுக்களை சேகரிக்கும் ஒரு வினையில், சேகரிக்கப்படும் உலர்வாயுவின் அழுத்தத்தினை டால்டனின் பகுதி அழுத்த விதியினைப் பயன்படுத்தி பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$P_{\text{சேகரிக்கப்பட்ட உலர்வாயு}} = P_{\text{மொத்தம்}} - P_{\text{நீராவி}}$$

$P_{நீராவி}$ என்பது பொதுவாக நீர் இழுவிசை என அழைக்கப்படுகிறது. காற்றிற்கு பல்வேறு வெப்பநிலைகளில் இதன் மதிப்புகள் கண்டறிந்து தரப்பட்டுள்ளன.

பின்வரும் கணக்கினைத் தீர்ப்பதன் மூலம் டால்டனின் பகுதி அழுத்த விதியினை நாம் புரிந்து கொள்ளலாம். ஒரு வாயுக் கலவையானது, 4.76 மோல் Ne, 0.74 மோல் Ar மற்றும் 2.5 மோல் Xe வாயுக்களைக் கொண்டுள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், அதன் மொத்த அழுத்தம் 2 atm எனில் வாயுக்களின் பகுதி அழுத்தங்களைக் கணக்கிடுக.

**தீர்வு:**

$$p_{Ne} = x_{Ne} P_{மொத்தம்}$$

$$x_{Ne} = \frac{n_{Ne}}{n_{Ne} + n_{Ar} + n_{Xe}}$$

$$= \frac{4.76}{4.76 + 0.74 + 2.5} = 0.595$$

$$x_{Ar} = \frac{n_{Ar}}{n_{Ne} + n_{Ar} + n_{Xe}}$$

$$= \frac{0.74}{4.76 + 0.74 + 2.5} = 0.093$$

$$x_{Xe} = \frac{n_{Xe}}{n_{Ne} + n_{Ar} + n_{Xe}}$$

$$= \frac{2.5}{4.76 + 0.74 + 2.5} = 0.312$$

$$P_{Ne} = x_{Ne} P_{மொத்தம்} = 0.595 \times 2$$
$$= 1.19 \text{ atm.}$$

$$P_{Ar} = x_{Ar} P_{மொத்தம்} = 0.093 \times 2$$
$$= 0.186 \text{ atm.}$$

$$P_{Xe} = x_{Xe} P_{மொத்தம்} = 0.312 \times 2$$
$$= 0.624 \text{ atm.}$$

**தன்மதிப்பீடு**

6(அ) நீர் மூழ்குபவர்கள், நீரில் மூழ்குவதற்கு பயன்படுத்தும் வாயுகலன்களில் He மற்றும் $O_2$ வாயுக்கள் அடங்கிய கலவை பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட நீர் மூழ்கும் நிகழ்வில், 1atm அழுத்த நிலையில் 12 $dm^3$ $O_2$ மற்றும் 1 atm அழுத்த நிலையில் 46 $dm^3$ கனஅளவுள்ள He அடங்கிய வாயுக்கலவை 5$dm^3$ கலனினுள் உள்ளே அழுத்தப்படுகிறது. 298K வெப்பநிலையில், ஒவ்வொரு வாயுவின் பகுதி அழுத்தத்தினைக் கணக்கிடுக.

(ஆ) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு $KClO_3$ (பொட்டாசியம் குளோரேட்) ஆய்வுக் குழாயில் வெப்பப்படுத்தப்பட்டு பின்வரும் வினையின் மூலம் $O_2$ பெறப்படுகிறது.

$$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$$

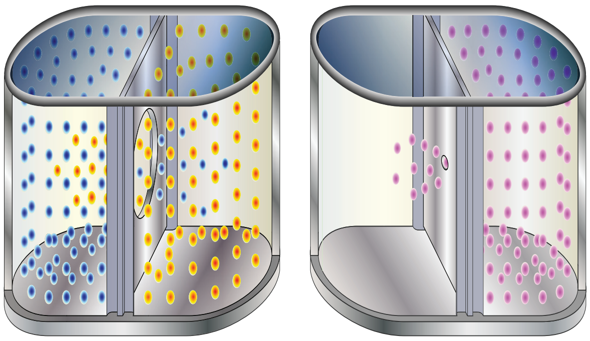
295 K வெப்ப நிலையில் நீரினை கீழ்முக இடப்பெயர்ச்சி செய்வதன் மூலம் வாயுவானது சேகரிக்கப்படுகிறது. வாயுக் கலவையின் மொத்த அழுத்தம் 772 mm Hg 300K ல் நீரின் ஆவி அழுத்தம் 26.7 mm Hg. ஆக்சிஜனின் பகுதி அழுத்தம் என்ன?

### 6.4.1 கிரஹாமின் வாயு விரவுதல் விதி

வாயுக்கள், தங்களுக்கு கிடைக்கும் அனைத்து வெளியினையும் அடைத்துக் கொள்ளும் தன்மையினை பெற்றுள்ளன. இரு வினை புரியாத வாயுக்களை ஒன்றோடொன்று கலந்திட அனுமதிக்கும் போது, வாயு மூலக்கூறுகள் அதிக செறிவுள்ள பகுதியிலிருந்து, குறைவான செறிவுள்ள பகுதிக்கு நகர்கின்றன. ஒருவாயுவின் மூலக்கூறுகள் மற்றொரு வாயுவின் வழியே நகரும் இப்பண்பானது விரவுதல் (diffusion) என்றழைக்கப்படுகிறது. ஒருகலனில் உள்ள வாயுவானது, ஒரு மிகச்சிறிய துளையின் வழியே வெளியேறும் மற்றொரு நிகழ்வானது பாய்தல் (effusion) என அழைக்கப்படுகிறது.



Unit 6 - Sridhar.indd 185 07-01-2021 15:01:24




படம் 6.7 வாயுக்களின் விரவுதல் மற்றும் பாய்தல்

ஒரு வாயுவின் விரவுதல் அல்லது பாய்தலின் வீதமானது, அதன் மோலார் நிறையின் வர்க்கமூலத்திற்கு எதிர்விகிதத்தில் அமையும். இக்கூற்று கிரஹாமின் வாயுவிரவுதல் /பாய்தல் விதி என அழைக்கப்படுகிறது.

கணிதவியல்படி, விரவுதல் வீதம் $\alpha \frac{1}{\sqrt{M}}$

மாறாக

$$\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \text{ -------- } (6.15)$$

விரவும் வாயுக்கள் வெவ்வேறு அழுத்தநிலைகளில் $(P_A, P_B)$, இருக்குமாயின்

$$\frac{r_A}{r_B} = \frac{P_A}{P_B}\sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \text{ ------- } (6.16)$$

இங்கு $r_A$ மற்றும் $r_B$ என்பன முறையே $M_A$ மற்றும் $M_B$ ஆகியவற்றை மூலக்கூறு நிறைகளாகக் கொண்ட A மற்றும் B ஆகிய வாயுக்களின் விரவுதல் வீதங்களாகும்.

உங்களுக்குத் தெரியுமா ?

$U^{235}$ வை பிற ஐசோடோப்புகளிலிருந்து, செறிவூட்டும் செயல்முறைக்கு கிரஹாமின் வாயுவிரவல் விதி அடிப்படையாக அமைகிறது.

1. சமவெப்ப அழுத்த நிலையில், ஒரு குறிப்பிட்ட வாயுவின் விரவுதல் வீதம், நைட்ரஜனைக் காட்டிலும் 0.5 மடங்கு அதிகம். அக்குறிப்பிட்ட வாயுவின் மோலார் நிறையினைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$\frac{r_{\text{குறிப்பிட்ட வாயு}}}{r_{N_2}} = \sqrt{\frac{M_{N_2}}{M_{\text{குறிப்பிட்ட வாயு}}}}$$

$$0.5 = \sqrt{\frac{28 \text{ g mol}^{-1}}{M_{\text{குறிப்பிட்ட வாயு}}}}$$

இருபுறமும் வர்க்கப்படுத்த

$$(0.5)^2 = \frac{28 \text{ g mol}^{-1}}{M_{\text{குறிப்பிட்ட வாயு}}}$$

$$\Rightarrow M_{\text{குறிப்பிட்ட வாயு}} = \frac{28}{0.25} = 112 \text{ g mol}^{-1}$$

**தன்மதிப்பீடு**

எளிதில் தீப்பற்றும், ஒரு குறிப்பிட்ட கனஅளவுடைய வாயு நிலையில் உள்ள ஹைட்ரோகார்பன், ஒரு சிறு துளையின் வழியே 1.5 நிமிடங்களில் (minutes) விரவுகின்றது. இதே வெப்ப அழுத்த நிலைகளில், சம கனஅளவு உடைய புரோமின் ஆவியானது அதே துளையின் வழியே விரவுவதற்கு 4.73 நிமிடங்கள் (minutes) எடுத்துக் கொள்கிறது. அந்த வாயுவின் மோலார் நிறையினை கண்டறிக. மேலும் அந்த ஹைட்ரோ கார்பன் என்னவாக இருக்கலாம் எனக் கூறு. (புரோமினின் மோலார் நிறை $159.8 gmol^{-1}$ என கொடுக்கப்பட்டுள்ளது)

## 6.5 நல்லியல்புத் தன்மையிலிருந்து விலகலடைதல்

PV = nRT என்ற வாயுச் சமன்பாடு உருவாவதற்கு அடிப்படையாக அமைந்துள்ள வாயுக்களின் இயக்கவியற் கொள்கையின்படி (வாயுக்களின் இயக்கவியற் கொள்கையின் கோட்பாடுகள் இயற்பியல் பாடப் பகுதியில் விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளது) வாயுவின்



Unit 6 - Sridhar.indd 186 07-01-2021 15:01:25

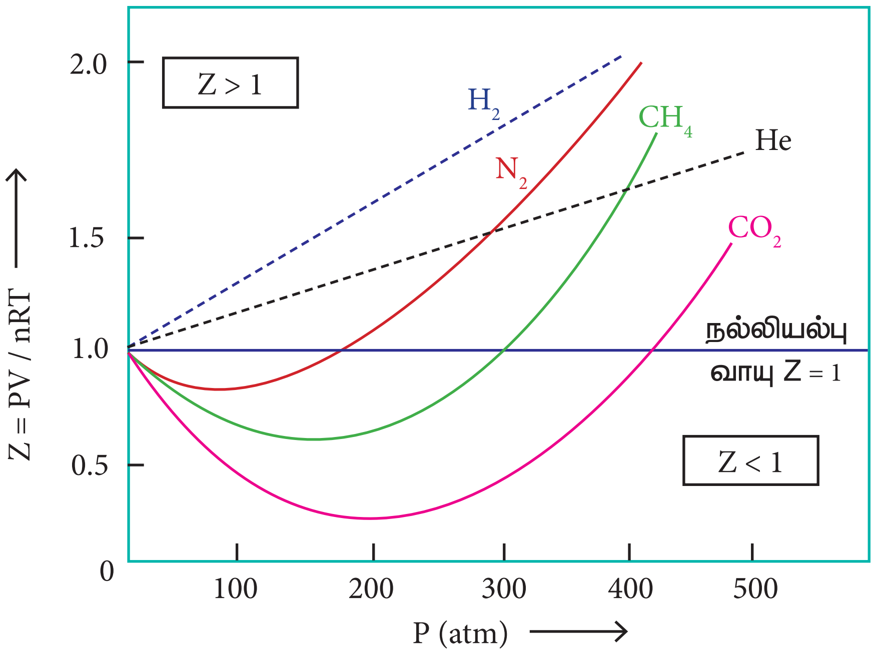
ஒட்டு மொத்த கனஅளவோடு ஒப்பிடும் போது, தனிப்பட்ட ஒரு வாயு மூலக்கூறு அடைத்துக் கொள்ளும் கனஅளவு என்பது புறக்கணிக்கத்தக்கது. மேலும் வாயு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே கவர்ச்சிவிசை ஏதுமில்லை. அனைத்து வெப்ப அழுத்த நிலைகளிலும் மேற்கண்டுள்ள இவ்விரு ஊகத்தின் அடிப்படையிலான கோட்பாடுகளுக்கு உட்பட்டு செயல்படும் வாயுக்கள் நல்லியல்பு வாயுக்கள் எனப்படும். ஆனால் நடைமுறையில் அனைத்து வெப்ப அழுத்த நிலைகளிலும் ஊகத்தின் அடிப்படையிலான இவ்விரு கருதுகோள்களும் சரியானவை அல்ல. எடுத்துக்காட்டாக வாயுக்களை திரவமாக்குதல் நிகழ்வானது, வாயு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே கவர்ச்சி விசை உள்ளது என்பதைக் காட்டுவதாக உள்ளது. எனவே அனைத்து வெப்ப அழுத்த நிலைகளிலும் எந்த ஒரு வாயுவும் நல்லியல்பு வாயுவின் தன்மையினை பெற்றிருக்க இயலாது. அவ்வாறான நல்லியல்பு தன்மையற்ற வாயுக்கள் இயல்பு வாயுக்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இயல்பு வாயுக்கள் சில நிபந்தனைகளில் (வெப்ப அழுத்த நிலைகளில்) நல்லியல்புத் தன்மையை நெருங்குகின்றன.

### 6.5.1 அமுக்கத்திறன் காரணி (Z)

இயல்பு வாயுக்கள், நல்லியல்புத் தன்மையிலிருந்து விலகலடைதலை PV மற்றும் nRTக்கு இடையேயான விகிதத்தின் அடிப்படையில், அளவிட இயலும். இக்காரணி அமுக்கத்திறன் காரணி எனப்படுகிறது. கணிதவியலின் அடிப்படையில்,

$$Z = \frac{PV}{nRT}$$

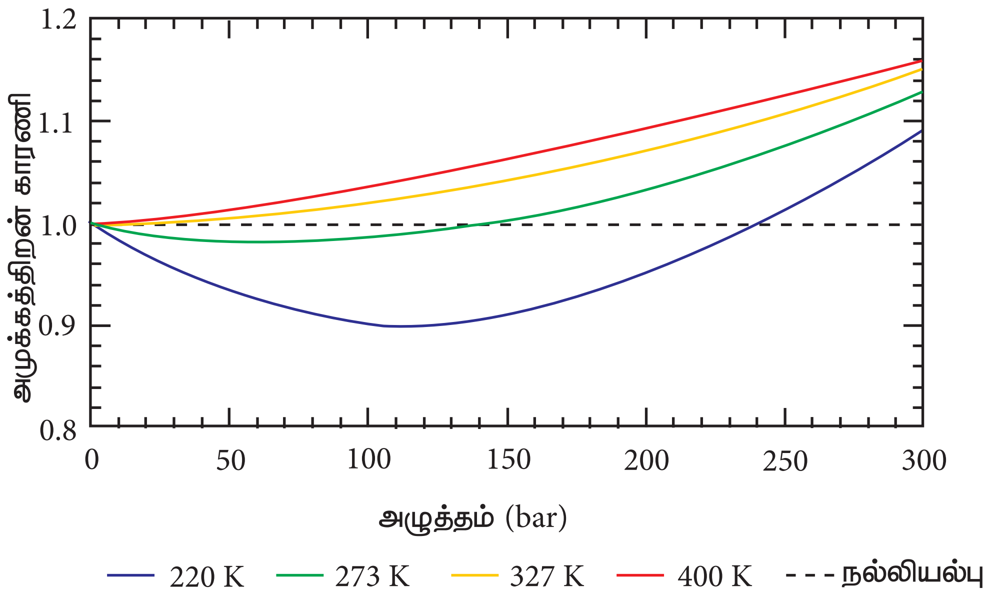
நல்லியில்பு வாயுக்களுக்கு PV=nRT எனவே, அனைத்து வெப்ப அழுத்த நிலைகளிலும் அமுக்கத்திறன் காரணி, Z= 1, இவ்வாயுக்களுக்கான Z Vs P வரைபடமானது அழுத்த அச்சிற்கு இணையான நேர்கோடாக அமையும். வாயுக்கள் நல்லியல்புத் தன்மையிலிருந்து விலகலடையும் போது, Zன் மதிப்பானது ஒன்றிலிருந்து விலகலடைகிறது. அனைத்து வாயுக்களுக்கும், மிகக்குறைந்த அழுத்தம் மற்றும் மிக அதிக வெப்பநிலைகளில் அமுக்கத்திறன் காரணியின் மதிப்பு 1க்கு அருகில் அமைந்துள்ளது. மேலும் வாயுக்கள் நல்லியல்புத் தன்மையுடையதாக செயல்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட சில வாயுக்களுக்கான அமுக்கத்திறன் காரணி Vs அழுத்த வரைபடமானது வரைபடம் 6.8ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.




படம் 6.8 சிலவாயுக்களுக்கானஅமுக்கத்திறன்காரணி (Z) Vs அழுத்தம் – வரைபடம்



Unit 6 - Sridhar.indd 187 07-01-2021 15:01:25




படம் 6.9 நைட்ரஜன்வாயுவிற்கு, வெவ்வேறுவெப்பநிலைகளில், அமுக்கத்திறன்காரணி Vsஅழுத்தம் – வரைபடம்

அழுத்தம் குறைவாக உள்ள போது, வாயுமூலக்கூறுகளின் கனஅளவோடு ஒப்பிடும் போது, கொள்கலனின் கனஅளவு மிக அதிகமாகும். எனவே தனித்த வாயு மூலக்கூறின் கனஅளவானது புறக்கணிக்கத்தக்கது. மேலும், வாயு மூலக்கூறுகள் ஒன்றுக்கொன்று தொலைவில் அமைவதால், அவற்றிற்கிடையேயான கவர்ச்சி விசையும் புறக்கணிக்கத்தக்கது. அழுத்தம் அதிகரிக்கப்படும் போது, வாயுக்களின் அடர்த்தி அதிகரிப்பதுடன், வாயுமூலக்கூறுகள் ஒன்றுக்கொன்று நெருக்கமாகவும் அமைகின்றன. எனவே வாயுமூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தினை பாதிக்கும் வகையில் அவைகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசை குறிப்பிடத்தக்க அளவு போதுமானதாக உள்ளது. மேலும் வாயுக்கள் நல்லியல்புத் தன்மை உடையதாக இருப்பதில்லை.

அதிக வெப்ப நிலையில், வாயு மூலக்கூறுகளின் சராசரி இயக்க ஆற்றல் மிகஅதிகம். எனவே அவைகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசை புறக்கணிக்கத்தக்கது. வெப்பநிலையை குறைக்கும் போது வாயு மூலக்கூறுகளின் சராசரி இயக்க ஆற்றலும் குறையும். எனவே மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசை அதிகரிக்கின்றது. எந்த ஒரு வெப்ப நிலையில் இயல்பு வாயுக்கள், நல்லியல்புச் சமன்பாட்டிற்கு, உட்பட்டு செயல்படுகிறதோ அவ்வெப்பநிலை பாயில் வெப்பநிலை அல்லது பாயில் புள்ளி எனப்படும். பாயில்வெப்பநிலைக்கு மேலே, இயல்பு வாயுக்களுக்கு $Z > 1$ அதாவது இயல்பு வாயுக்கள் நேர்மறை விலகலை காட்டுகின்றன. பாயில் வெப்பநிலைக்கு கீழே, அழுத்தம் அதிகரிக்கப்படும் போது, இயல்பு வாயுக்களுக்கான Zமதிப்பு முதலில் குறைந்து, சிறும மதிப்பினை அடைந்து பின்னர் அதிகரிக்கத் துவங்குகிறது. எனவே, குறைவான அழுத்தம் மற்றும் அதிக வெப்பநிலையில், இயல்பு வாயுக்கள், நல்லியல்புத் தன்மையினை பெறுகின்றன என தெளிவாகிறது.

### 6.5.2 இயல்பு வாயுக்களுக்கான அமுக்கத்திறன் காரணி

இயல்புவாயுக்களுக்கானஅமுக்கத்திறன் காரணியினை பின்வருமாறு எழுதலாம்.



Unit 6 - Sridhar.indd 188 07-01-2021 15:01:25

$$Z = \frac{PV_{இயல்பு}}{nRT} \text{ ---------------- } (6.17)$$

$$V_{நல்லியல்பு} = \frac{nRT}{P} \text{ ---------------- } (6.18)$$

(6.18) ஐ (6.17)ல்பிரதியிட

$$Z = \frac{V_{இயல்பு}}{V_{நல்லியல்பு}} \text{ ----------- } (6.19)$$

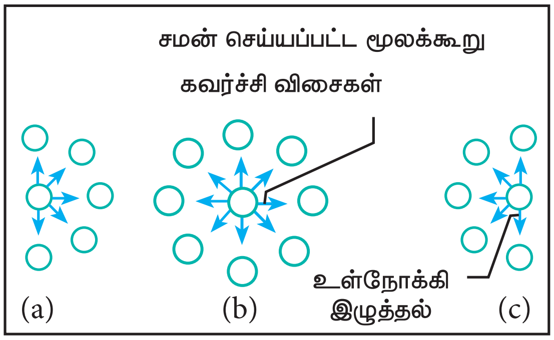
இங்கு, $V_{இயல்பு}$ என்பது இயல்பு வாயுக்களின் மோலார் கனஅளவு மற்றும் $V_{நல்லியல்பு}$ என்பது அவ்வாயு நல்லியல்பு வாயுவாக செயல்படும் போது அதன் மோலார் கனஅளவு மதிப்பாகும்.

### 6.5.3 வாண்டர் வால்ஸ் சமன்பாடு

இயல்பு வாயுக்களைப் பற்றிய கணிதவியல் ரீதியான ஆய்வுகள் முதன்முதலில் J.D வாண்டர் வால்ஸ் என்பவரால் மேற்கொள்ளப்பட்டது. இவரது சமன்பாட்டின் மூலம் நம்மால் மூலக்கூறு அளவில், இயல்பு வாயுக்களின் தன்மையினை விளக்க இயலும். இவர் அழுத்தத்திற்கான திருத்தம் மற்றும் கனஅளவிற்கான திருத்தம் என இரு திருத்தங்களை PV=nRT என்ற நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாட்டில், அறிமுகப்படுத்தி அச்சமன்பாட்டினை மாற்றியமைத்தார்.

#### அழுத்தத்திற்கான திருத்தம்

வாயுவின் அழுத்தமானது, அவ்வாயு மூலக்கூறுகள் கொள்கலனின் சுவற்றின் மீது மோதுவதால் ஏற்படும் விசைக்கு நேர்விகிதத் தொடர்புடையது. கொள்கலனின் சுவற்றினை நோக்கிச் செல்லும் ஒருவாயு மூலக்கூறின் வேகமானது, அம்மூலக்கூறினை சூழ்ந்துள்ள பிறவாயு மூலக்கூறுகளின் கவர்ச்சி விசையினால் குறைக்கப்படுகிறது. எனவே அளந்தறியப்பட்ட அழுத்தமானது, வாயுவின் நல்லியல்பு அழுத்தத்தை விட குறைவானதாகும். எனவே இவ்விளைவிற்கான ஒரு திருத்தத்தினை வாண்டர் வால்ஸ் அறிமுகப்படுத்தினார்.




**படம் 6.10 மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசை**

கொள்கலனின் சுவற்றிற்கு அருகே உள்ளே ஒரு மூலக்கூறு உணரும் கவர்ச்சி விசையானது வாயுவின் அடர்த்தியின் வர்க்கத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும் என வாண்டர் வால்ஸ் கண்டறிந்தார்.

$$P' \alpha \rho^2$$

$$\rho = \frac{n}{V}$$

இங்கு n என்பது வாயுக்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை 'V' என்பது கொள்கலனின் கனஅளவு

$$\Rightarrow P' \alpha \frac{n^2}{V^2}$$

$$\Rightarrow P' = a\frac{n^2}{V^2}$$

இங்கு a என்பது விகிதமாறிலி. இது வாயுவின் இயல்பினைப் பொருத்து அமையும்.

எனவே,

$$P_{நல்லியல்பு} = P + \frac{an^2}{V^2} \text{ ------ } (6.20)$$

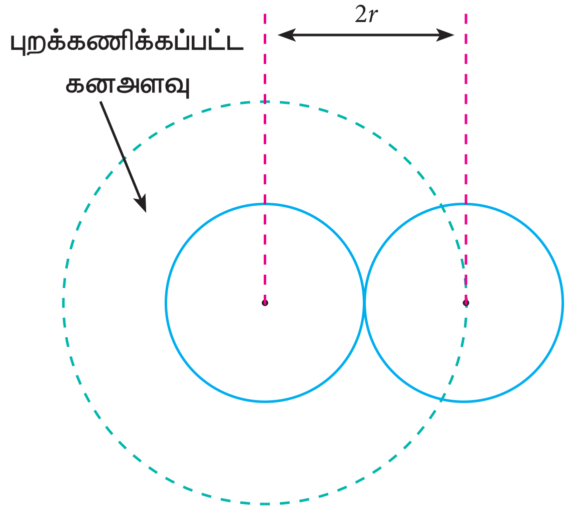
#### கனஅளவிற்கான திருத்தம்

ஒவ்வொரு தனித்த வாயு மூலக்கூறும் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க கனஅளவை அடைத்துக் கொள்வதால், வாயு அடங்கிய கொள்கலனின் கன அளவினை (V)க்காட்டிலும், வாயுவின் உண்மையான கனஅளவு குறைவானதாகும். இவ்விளைவிற்கான வாண்டர் வால்ஸ்



Unit 6 - Sridhar.indd 189 07-01-2021 15:01:26

திருத்தக்காரணி $V'$ ஐ அறிமுகப்படுத்தினார். வாயு மூலக்கூறுகளை கோளவடிவில் இருப்பதாக கருத்திற் கொண்டு, திருத்தக் காரணியை நாம் கணக்கிடலாம்.




படம் 6.11 புறக்கணிக்கப்பட்ட கனஅளவு

$V'$ = புறக்கணிக்கப்பட்ட கனஅளவு

இரு மூலக்கூறுகளுக்கான புறக்கணிக்கப்பட்ட கனஅளவு

$$= \frac{4}{3}\pi(2r)^3$$

$$= 8\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) = 8\,V_m$$

இங்கு $V_m$ ஒரு தனித்த வாயு மூலக்கூறின் கனஅளவு

ஒரு தனித்த மூலக்கூறுக்கான புறக்கணிக்கப்பட்ட கனஅளவு

$$= \frac{8\,V_m}{2} = 4\,V_m$$

n மூலக்கூறுகளுக்கான புறக்கணிக்கப்பட்ட கனஅளவு

$$= n\,(4\,V_m) = nb$$

இங்கு b என்பது வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலி

இது $4V_m$ ற்குச் சமம்

$$\Rightarrow V' = nb$$

$$V_{\text{நல்லியல்பு}} = V - nb \text{ -----------(6.21)}$$

PV = nRT என்ற நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாட்டினை, திருத்தம் செய்யப்பட்ட அழுத்தம் மற்றும் கனஅளவு மதிப்புகளைக் கொண்டு மாற்றியமைக்க, இயல்பு வாயுக்களுக்கான வாண்டர் வால்ஸ் சமன்பாடு பின்வருமாறு பெறப்படுகிறது.

$$\left(P + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT \text{ . ----(6.22)}$$

a மற்றும் b ஆகியன வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகள். வாயுக்களின் தன்மையினைப் பொறுத்து இம்மாறிலிகளின் மதிப்பு அமையும். இச்சமன்பாடு நல்லியல்புத் தன்மையற்ற வாயுக்களுக்கான, தோராயமான ஒரு சமன்பாடாகும்.

## 6.6 கார்பன்டை ஆக்ஸைடின், அழுத்தம் – கனஅளவு, சமவெப்ப நிலைக்கோடுகள்

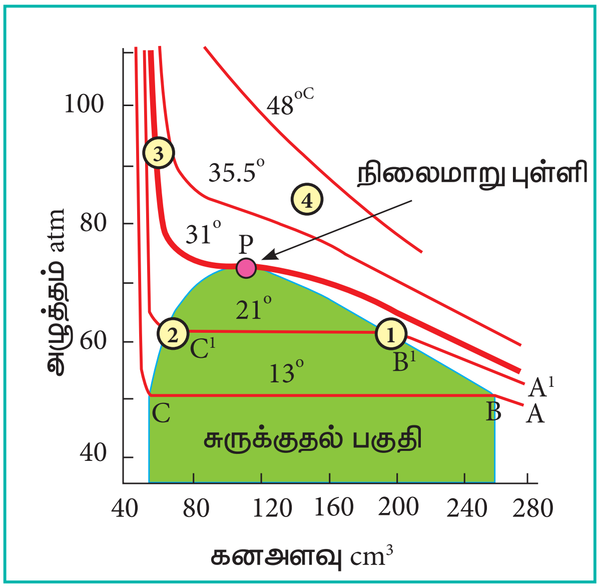
### ஆண்ட்ரூஸின் சமவெப்பநிலைக் கோடுகள் (Andrew's isotherm)

தாமஸ் ஆண்ட்ரூஸ் என்பவரால் வாயு மற்றும் திரவநிலைகளில் உள்ள ஒரு பொருளின் அழுத்தம், கனஅளவு மற்றும் வெப்பநிலை ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான முழுமையான தரவுகள் முதன்முதலில் தரப்பட்டது. வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில், கார்பன்டை ஆக்ஸைடின் சமவெப்பநிலைக் கோடுகளை அவர் வரைந்தார். வரைபடம் 6.12ல் தரப்பட்டுள்ளது. இவ்வரை படத்திலிருந்து நாம் பின்வரும் விவரங்களைப் பெறமுடிகிறது.

குறைவான வெப்பநிலையில் வரையப்பட்ட வெப்ப சமநிலைக் கோடுகளில், உதாரணமாக $13^0$Cல், அழுத்தம் அதிகரிக்கப்படும் போது, ABன் வழியே 'B'யை அடையும் வரை கனஅளவு குறைகிறது. 'B'ல்அழுத்தம் மாறாதிருக்கும் போது, BCன் வழியே திரவமாதல் நிகழ்கிறது. மேலும் வாயு மற்றும் திரவ நிலைமைகள் இரண்டும் ஒருசேர காணப்படுகின்றன. 'C'ல் வாயுவானது முழுவதும் திரவமாக மாறுகிறது. C ல் உள்ள அழுத்தத்தை விட, அதிக அழுத்தம் தரப்படும் போது திரவம் மட்டுமே அமுக்கத்திற்கு உட்படுகிறது. எனவே அதன் கனஅளவில் குறிப்பிடத் தகுந்த மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை.

அடுத்தடுத்த வெப்பநிலைகளில் வரையப்பட்ட சமநிலைக் கோடுகளும் இதே தன்மையினைப் பெற்றுள்ளதுடன் தட்டையான பகுதியின் அளவு குறைந்து கொண்டே வருகிறது. அதாவது, திரவமும் வாயுவும் ஒருசேர காணப்படும் கனஅளவு வீச்சு குறைகிறது. **$31.1^0$C**ல் வெப்பநிலையில்,

குறைந்து கொண்டே வரும் தட்டையானபகுதி ' P' என்ற புள்ளியில் பூஜ்யமாகிறது. அதாவது இப்புள்ளியில் $CO_2$ வாயுவானது முற்றிலும் திரவமாகிறது. இந்த வெப்ப நிலையானது, $CO_2$ன் திரவமாகும் வெப்பநிலை அல்லது நிலைமாறும் வெப்பநிலை என அழைக்கப்படுகிறது. இப்புள்ளியில், அழுத்தம் 73 atm ஆகும். இந்த வெப்ப நிலைக்கு மேல் உள்ள அனைத்து அழுத்த நிலைகளிலும் $CO_2$ வாயு நிலையிலேயே உள்ளது. கார்பன்டை ஆக்ஸைடைப் போன்றே பல இயல்பு வாயுக்களும் செயல்படுகின்றன என பின்னர் கண்டறியப்பட்டது.




**படம் 6.12 வெவ்வேறுவெப்பநிலைகளில் $CO_2$ன்சமவெப்பநிலைக்கோடுகள்**

சமவெப்பநிலைக் கோடுகளின் இயல்பானது ஒரே மாதிரியாக இருந்த போதிலும், நிலைமாறு வெப்பநிலை மற்றும் அவ்வெப்ப நிலையில் நிலைமாறு அழுத்தம் மற்றும் நிலை மாறு கனஅளவு ஆகியவை ஒரு குறிப்பிட்ட வாயுவிற்கு அதன் தன்மையைப் பொறுத்து அமையும் பண்பாகும்.

நிலை மாறு மாறிலிகளை நாம் பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம். எந்த ஒரு வெப்பநிலைக்கு மேலே அதிக அழுத்தம் அளிக்கப்படினும் ஒரு வாயுவினை, திரவமாக்க இயலாதோ அவ்வெப்பநிலை நிலைமாறு வெப்பநிலை ($T_c$) என வரையறுக்கப்படுகிறது. 1 மோல் வாயுவினை, அதன் நிலைமாறு வெப்ப நிலையில், திரவமாக்கத் தேவைப்படும் குறைந்த பட்ச அழுத்தம், நிலைமாறு அழுத்தம் ($P_c$) என வரையறுக்கப்படுகிறது.

1மோல் வாயுவானது, அதன் நிலை மாறு அழுத்தம் ($P_c$) மற்றும் நிலை மாறு வெப்பநிலையில் ($T_c$), அடைத்துக் கொள்ளும் கனஅளவு, நிலைமாறு கனஅளவு ($V_c$) என வரையறுக்கப்படுகிறது. சில பொதுவான வாயுக்களின் நிலைமாறு மாறிலிகளின் மதிப்பு அட்டவணை 6.2ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

**அட்டவணை 6.2 சில வாயுக்களுக்கான நிலைமாறு மாறிலிகள்**

| வாயுவின் பெயர் | நிலைமாறு வெப்பநிலை ($T_C$) Kல் | நிலைமாறு அழுத்தம் ($P_C$) atmல் | நிலைமாறு கனஅளவு ($V_C$) $cm^3$ $mol^{-1}$ ல் |
|---|---|---|---|
| ஹீலியம் (He) | 5.2 | 2.26 | 57.8 |
| கார்பன்டை ஆக்ஸைடு ($CO_2$) | 304.2 | 72.9 | 94.0 |
| ஆக்சிஜன் ($O_2$) | 154.8 | 50.14 | 78.0 |
| நைட்ரஜன் ($N_2$) | 126.3 | 33.54 | 90.1 |
| ஹைட்ரஜன் ($H_2$) | 33.2 | 12.80 | 65 |
| நீர் ($H_2O$) | 647.4 | 218.3 | 55.3 |
| அம்மோனியா ($NH_3$) | 405.5 | 111.3 | 72.5 |
| ஹைட்ரஜன் குளோரைடு (HCl) | 324.7 | 81.5 | 81.0 |
| மீத்தேன் ($CH_4$) | 190.6 | 45.6 | 98.7 |
| எத்திலீன் ($C_2H_4$) | 283.1 | 50.50 | 124 |



Unit 6 - Sridhar.indd 191 07-01-2021 15:01:27

**தன்மதிப்பீடு**

8. $H_2O$, $NH_3$ மற்றும் $CO_2$ன் நிலைமாறு வெப்பநிலைகள் முறையே 647.4K, 405.5K மற்றும் 304.2K ஆகும். நாம், 700K வெப்ப நிலையிலிருந்து குளிர்வித்தலை நிகழ்த்தும் போது, முதலில் திரவமாக மாறுவது மற்றும் இறுதியாக திரவமாக மாறுவது எது என கண்டறிக.

### 6.6.1 வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகளிலிருந்து நிலைமாறு மாறிலிகளை தருவித்தல்

'n' மோல் வாயுவிற்கான வாண்டர் வால்ஸ் சமன்பாடு,

$$\left(P+\frac{a\,n^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT \text{ ---------- } (6.22)$$

1 மோல் வாயுவிற்கு,

$$\left(P+\frac{a}{V^2}\right)(V-b)=RT \text{ ---------- } (6.23)$$

மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டிலிருந்து, நிலைமாறு மாறிலிகள் $P_c$, $V_c$ மற்றும் $T_c$ன் மதிப்புகளை வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகள் a மற்றும் b ன் வாயிலாக தருவிக்கலாம். மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டினை விரிவாக்க,

$$PV+\frac{a}{V}-Pb-\frac{ab}{V^2}-RT=0 \text{ ------- } (6.24)$$

சமன்பாடு (6.24) ஐ $V^2/P$ஆல்பெருக்குக

$$\frac{V^2}{P}(PV+\frac{a}{V}-Pb-\frac{ab}{V^2}-RT)=0$$

$$V^3+\frac{aV}{P}-bV^2-\frac{ab}{P}-\frac{RTV^2}{P}=0 \quad (3) \quad \text{--- } (6.25)$$

'V' ன் அடுக்காக மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டினை விரிவாக்கும் போது

$$V^3-\left[\frac{RT}{P}+b\right]V^2+\left[\frac{a}{P}\right]V-\left[\frac{ab}{P}\right]=0 \text{ --- } (6.26)$$

இச்சமன்பாடானது (6.26) Vல் அமைந்த முப்படிச் சமன்பாடாகும். இச்சமன்பாட்டினைத் தீர்க்கும் போது நாம் மூன்று தீர்வுகளைப் பெறலாம். நிலைமாறு நிலையில் Vன் இம்மூன்று மதிப்புகளும் நிலைமாறு கனஅளவு $V_c$க்குச் சமம். மேலும் அழுத்தம் மற்றும் வெப்பநிலைகள் $P_c$ மற்றும் $T_c$க்குச் சமம்.

i.e., $V = V_C$

$$V - V_C = 0$$

$$(V - V_C)^3 = 0$$

$$V^3 - 3V_CV^2 + 3V_C^2V - V_C^3 = 0 \text{ ---- } (6.27)$$

(6.26) ஆனது (6.27) ஆகிய இருசமன்பாடுகளும் ஒன்றே என்பதால், (6.26) மற்றும் (6.27)ல் உள்ள $V^2$, V ஆகியவற்றின் குணகங்கள் மற்றும் மாறிலி மதிப்புகளை நாம் சமப்படுத்தலாம்.

$$-3V_CV^2=-\left[\frac{RT_C}{P_C}+b\right]V^2$$

$$3V_C=\frac{RT_C}{P_C}+b \text{ ---- } (6.28)$$

$$3V_C^2=\frac{a}{P_C} \text{ ---- } (6.29)$$

$$V_C^3=\frac{ab}{P_C} \text{ ---- } (6.30)$$

சமன்பாடு (6.30) ஐ சமன்பாடு (6.29) ஆல் வகுக்க

$$\frac{V_C^3}{3V_C^2}=\frac{ab/P_C}{a/P_C}$$

$$\frac{V_C}{3}=b$$

i.e. $V_C = 3b$ ------- (6.31)

$V_c$ ன் மதிப்பினை (6.2ல் பிரதியிட)

$$3V_C^2 = \frac{a}{P_C}$$

$$P_C = \frac{a}{3V_C^2} = \frac{a}{3(3b^2)} = \frac{a}{3 \times 9b^2} = \frac{a}{27\,b^2}$$

$$P_C = \frac{a}{27b^2} \quad \text{------ (6.32)}$$

$V_c$ மற்றும் $P_c$ ன் மதிப்புகளைச் சமன்பாடு (6.28)ல் பிரதியிட

$$3V_C = b + \frac{R\,T_C}{P_C}$$

$$3\,(3\,b) = b + \frac{R\,T_C}{\left(a/27\,b^2\right)}$$

$$9\,b - b = \left(\frac{R\,T_C}{a}\right) 27\,b^2$$

$$8\,b = \frac{T_C\,R\,27b^2}{a}$$

$$\therefore\ T_C = \frac{8\,a\,b}{27\,R\,b^2} = \frac{8\,a}{27\,R\,b}$$

$$T_C = \frac{8\,a}{27\,R\,b} \quad \text{------ (6.33)}$$

நிலைமாறு மாறிலிகளின் மதிப்பினைப் பயன்படுத்தி வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகளையும், வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகளைப் பயன்படுத்தி நிலைமாறு மாறிலிகளின் மதிப்புகளையும் கண்டறியலாம்.

$$a = 3\,V_C^2\,P_C \text{ மற்றும் } b = \frac{V_C}{3}$$

## 6.7 வாயுக்களைத் திரவமாக்குதல்

LPG (திரவமாக்கப்பட்ட பெட்ரோலிய வாயு) மற்றும் ராக்கெட் எரிபொருட்கள் போன்ற வணிக செயல்பாடுகளுக்கு திரவ நிலையில் வாயுக்கள் தேவைப்படுகிறது. வாயுக்களை திரவமாக்கும் முறைகள் ஜூல்–தாம்சன் விளைவினை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. அழுத்தப்பட்ட வாயுவானது, ஒரு மிகச் சிறிய துளையின் வழியே, குறைந்த அழுத்தப் பகுதிக்கு செலுத்தப்படும் போது குறிப்பிடத்தக்க அளவில் வாயு குளிர்ச்சியடைகிறது என்பதை ஜூல்–தாம்சன் கண்டறிந்தார். வெப்ப மாறாச் செயல்முறையில் ஒரு வாயுவானது அதிக அழுத்தப் பகுதியிலிருந்து, குறைந்த அழுத்தப் பகுதிக்கு விரிவடையச் செய்யும் போது, வெப்ப நிலையானது குறையும் இந்நிகழ்வு ஜூல்–தாம்சன் விளைவு எனப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு கீழேமட்டும் இவ்விளைவு நிகழ்கிறது. இக்குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை ஒவ்வொரு வாயுவிற்கும் அதன் தன்மையினைப் பொருத்து அமைகிறது. **எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு கீழ், ஒரு வாயு ஜூல்–தாம்சன் விளைவிற்கு உட்படுகிறதோ அவ்வெப்பநிலை, எதிர்மாறுவெப்பநிலை ($T_i$) என்று அழைக்கப்படுகிறது.**

$$T_i = \frac{2a}{Rb} \quad \text{--------- (6.34)}$$

வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகள் a மற்றும் 'b' யைப் பயன்படுத்தி எதிர்மாறு வெப்பநிலையினைப் பெறலாம்.

$O_2$, He, $N_2$ மற்றும் $H_2$ போன்ற வாயுக்கள் குறைவான $T_C$ மதிப்பினைப் பெற்றுள்ளன. எனவே திறம்படக் குளிர்விக்க ஜூல் தாம்சன் விளைவினைப் பயன்படுத்த முடியும். எதிர்மாறு வெப்பநிலையில், ஒரு வாயு விரிவடையும் போது, வெப்பநிலையில் உயர்வோ அல்லது குறைவோ ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் எதிர்மாறு வெப்பநிலைக்கு மேல், ஒரு துளை வழியே வாயுவினை விரிவடையச் செய்யும் போது வெப்பமாகிறது.

வாயுக்களைத் திரவமாக்க பல்வேறு முறைகள் பயன் படுகின்றன

1) **லின்டேமுறையில்,** காற்று அல்லது பிறவாயுக்கள் ஜூல்–தாம்சன் விளைவினைப் பயன்படுத்தி திரவமாக்கப்படுகின்றன.



Unit 6 - Sridhar.indd 193 07-01-2021 15:01:29

2) **கிளாட்முறையில்,** ஜூல்–தாம்சன் விளைவுடன், வாயுவானது எந்திரவியல் வேலைக்கும் உட்படுத்தப்படுகிறதன் மூலம் அதிக குளிர்ச்சியடைந்த நிலை உருவாக்கப்படுகிறது.

3) **வெப்ப மாறாச் செயல்முறையில்,** கடோலினியம் சல்பேட் போன்ற காந்தத் தன்மையுடைய பொருளின் காந்தத் தன்மையை இழக்கச் செய்வதன் மூலம், குளிர்ச்சியடையச் செய்தல் நிகழ்த்தப்படுகிறது. இம்முறையில் 0K வை விடகுறைவான வெப்பநிலையான $10^{-4}$ K அளவில் வெப்பநிலையினை அடைய இயலும்.

## பாடச்சுருக்கம்

அழுத்தம் (P), கனஅளவு (V), வெப்பநிலை (T) மோல்களின்எண்ணிக்கை (n) ஆகிய நான்கு தனித்த மாறிகளுக்கு இடையேயான தொடர்பினைக் கொண்டு ஒருவாயுவின் நிலையினை நன்கு வரையறுக்கலாம். இந்த அளவீடுகளுக்கு இடையேயான தொடர்பானது பல்வேறு வாயுவிதிகளின் படி பின்வருமாறு சுருக்கமாக தரப்படுகிறது.

| விதி | சமன்பாடு | தேவையான நிலை | இருவேறு நிலைகளில் சமன்பாடு |
|---|---|---|---|
| பாயில்விதி | PV = மாறிலி | n மற்றும் T மாறிலிகள் | $P_1V_1 = P_2V_2$ |
| சார்லஸ் விதி | $\frac{V}{T}$ = மாறிலி | P மற்றும் n மாறிலியாகும் | $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ |
| கேலூசாக்கின் விதி | $\frac{P}{T}$ = மாறிலி | V மற்றும் n மாறிலி | $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ |
| தொகுக்கப்பட்ட வாயு விதி | $\frac{PV}{T}$ = மாறிலி | n =மாறிலி | $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ |
| அவகேட்ரோ கருதுகோள் | $\frac{V}{n}$ = மாறிலி | T மற்றும் P மாறிலி | $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$ |
| டால்டனின் பகுதியழுத்த விதி | $P_{\text{மொத்தம்}} = p_1+p_2+p_3+....$ | T மற்றும் V மாறிலி | |
| கிரஹாமின் விரவுதல் விதி | $r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$ | T மற்றும் P மாறிலி | $\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$ |



Unit 6 - Sridhar.indd 194 07-01-2021 15:01:29

அனைத்து வெப்ப அழுத்த நிலைகளிலும் PV = nRT என்னும் சமன்பாட்டிற்கு உட்பட்டு செயல்படும் வாயுக்கள் நல்லியல்பு வாயுக்கள் எனப்படும். நடைமுறையில் எந்த ஒரு வாயுவும் நல்லியல்பு வாயு அல்ல.

வாயுக்கள் அதிகவெப்பநிலை மற்றும் குறைந்த அழுத்தத்தில் நல்லியல்பு தன்மையை பெற்று விளங்கும். இயல்பு வாயுக்களுக்கு பொருந்தும் வகையில் வாண்டர் வால்ஸ் நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாட்டினை பின்வருமாறு மாற்றி அமைத்தார்.

$$\left(P + \frac{a\,n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

எந்த ஒரு வெப்பநிலைக்கு மேலே அதிக அழுத்தத்திலும் கூட ஒரு வாயுவினை, திரவமாக்க இயலாதோ அவ்வெப்பநிலை நிலைமாறு வெப்பநிலை ($T_C$) என வரையறுக்கப்படுகிறது. 1 மோல் வாயுவினை, அதன் நிலைமாறு வெப்பநிலையில், திரவமாக்கத் தேவைப்படும் குறைந்தபட்ச அழுத்தம், நிலைமாறு அழுத்தம் ($P_C$) என வரையறுக்கப்படுகிறது. 1 மோல் வாயுவானது, அதன் நிலை மாறு அழுத்தம் ($P_c$) மற்றும் நிலை மாறு வெப்பநிலையில் ($T_c$), அடைத்துக் கொள்ளும் கனஅளவு, நிலைமாறு கனஅளவு ($V_c$) என வரையறுக்கப்படுகிறது. நிலைமாறு மாறிலிகள் வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகளோடு கொண்டுள்ள தொடர்பு கீழ்கண்டவாறு தரப்படுகின்றது.

$$\therefore\ T_C = \frac{8\,a\,b}{27\,R\,b^2},\quad P_C = \frac{a}{27b^2}\ \text{மற்றும்}\ V_C = 3b$$

அழுத்தப்பட்ட வாயுவானது, ஒரு மிகச் சிறிய துளையின் வழியே, குறைந்த அழுத்தப்பகுதிக்கு செலுத்தப்படும் போது குறிப்பிடத்தக்க அளவில் வாயு குளிர்ச்சியடைகிறது. இவ்விளைவு ஜீல் தாம்சன் விளைவு எனப்படும். இவ்விளைவு வாயுக்களைத் திரவமாக்கலில் பயன்படுகிறது.



Unit 6 - Sridhar.indd 195 07-01-2021 15:01:29

## மதிப்பீடு

### I. சரியான விடையைத் தெரிவு செய்க.

1) வாயுக்கள் அதிக அழுத்தத்தில் நல்லியல்பு பண்பிலிருந்து விலகலடைகின்றன. கீழ்கண்ட கூற்றுகளில் நல்லியல்பு அல்லா தன்மைக்கு பொருந்தும் சரியான கூற்று எது? எவை

அ) அதிக அழுத்தத்தில் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே மோதல் அதிகரிக்கின்றன.

ஆ) அதிக அழுத்தத்தில் வாயு மூலக்கூறுகள் ஒரே திசையில் நகர்கின்றன.

இ) அதிக அழுத்தத்தில் வாயுவின் கனஅளவு புறக்கணிக்கத்தக்கதாகும்.

ஈ) அதிக அழுத்தத்தில் மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசை புறக்கணிக்கத்தக்கதன்று.

2. ஒரு வாயுவின் விரவுதலின் வீதம்

அ) அதன் அடர்த்திக்கு நேர்விகித தொடர்புடையது.

ஆ) அதன் மூலக்கூறு எடைக்கு நேர்விகித தொடர்புடையது

இ) மூலக்கூறு எடையின் வர்க்கமூலத்திற்கு நேர்விகித தொடர்புடையது.

ஈ) மூலக்கூறுஎடையின்வர்க்கமூலத்திற்குஎதிர்விகிததொடர்புடையது.

3) கீழ்கண்டவற்றுள் எது வாயுநிலைக்கான சரியான வாண்டர் வால்ஸ் சமன்பாடாகும்.

அ) $\left(P+\frac{a}{n^2V^2}\right)(V-nb)=nRT$ ஆ) $\left(P+\frac{na}{n^2V^2}\right)(V-nb)=nRT$

இ) $\left(P+\frac{an^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT$ ஈ) $\left(P+\frac{n^2a^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT$

4) கட்டுப்பாடற்ற விரிவடைதலின் போது ஒரு நல்லியல்பு வாயுவின் வெப்பநிலை குறைவதில்லை ஏனெனில் மூலக்கூறுகள்

அ) எதிர்மாறு வெப்பநிலையை விட அதிக வெப்பநிலையில் உள்ளது.

ஆ) ஒன்றுக்கொன்று கவர்ச்சி விசையை செலுத்துவதில்லை

இ) இயக்க ஆற்றல் இழப்பிற்கு சமமான வேலையை செய்யும்

ஈ) ஆற்றல் இழப்பின்றி மோதுகின்றன.

5) ஒரு காலியாகவுள்ள கலனில் 298K யில் சம எடையுள்ள மீத்தேன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் நிரப்பப்படுகின்றன. மொத்த அழுத்தத்தில் ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு கொடுக்கும் அழுத்த பின்னம்.

அ) $\frac{1}{3}$ ஆ) $\frac{1}{2}$ இ) $\frac{2}{3}$ ஈ) $\frac{1}{3} \times 273 \times 298$

6) இயல்பு வாயுக்கள் குறிப்பிட்ட அழுத்த வரம்பில் நல்லியல்பு வாயுக்களாக நடக்கும் வெப்பநிலை

அ) நிலைமாறு வெப்பநிலை ஆ) பாயில் வெப்பநிலை

இ) எதிர்மாறு வெப்பநிலை ஈ) குறைக்கப்பட்ட வெப்பநிலை

7) 1000 மீ$^3$ கனஅளவுள்ள மூடிய அறையில் ஒரு வாசனை திரவியபுட்டி திறக்கப்பட்டது. அறையில் நறுமணம் உண்டாகிறது. இதற்கு வாயுக்களின் எந்த பண்பு காரணமாக அமைகிறது?

அ) பாகுத்தன்மை ஆ) அடர்த்தி

இ) விரவுதல் ஈ) எதுவுமில்லை

8) அம்மோனியா குடுவை மற்றும் HCl குடுவை இரண்டும் ஒரு நீண்டகுழாய் வழியே இணைக்கப்பட்டு இரண்டும் ஒரே நேரத்தில் திறக்கப்படுகின்றன. வெண்ணிற அம்மோனியம் குளோரைடு வளையம் முதன்முதலில் எங்குஉருவாகின்றது?

அ) குழாயின் நடுப்பகுதியில்

ஆ) ஹைட்ரஜன் குளோரைடு குடுவையருகில்

இ) அம்மோனியா குடுவையருகில்

ஈ) குழாயின் முழுநீளத்திலும் முழுமையாக

9) எதனைப் பொறுத்து வாயுமாறிலியின் மதிப்பு அமையும்?

அ) வாயுவின்வெப்பநிலை

ஆ) வாயுவின் கனஅளவு

இ) வாயுவின் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை

ஈ) அழுத்தம் மற்றும் கனஅளவின் அலகுகள்

10) வாயுமாறிலியின் மதிப்பு

அ) 0.082$dm^3$*atm*. ஆ) 0.987 cal $mol^{-1}$ $K^{-1}$

இ) 8.3 J $mol^{-1}K^{-1}$ ஈ) 8 erg $mol^{-1}K^{-1}$

11) வானியல் ஆய்வுமையங்களில் உபயோகப்படும் அதிக வெப்பபலூன்களின் பயன்பாடு இவ்விதியின் அடிப்படையில் அமைகிறது.

அ) பாயிலின் விதி ஆ) நியூட்டனின் விதி

இ) கெல்வினின் விதி ஈ) பிரௌனின் விதி

12) வாயுக்களின் வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலி aயின் மதிப்பு $(dm^3)^2$*atm*. $mol^{-2}$ – ல் கீழ்க்கண்டுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது

| வாயு | $O_2$ | $N_2$ | $NH_3$ | $CH_4$ |
|---|---|---|---|---|
| a | 1.360 | 1.390 | 4.170 | 2.253 |

மிக எளிதாக திரவமாக்கப்படும் வாயு

அ) $O_2$ ஆ) $N_2$ இ) $NH_3$ ஈ) $CH_4$

13) கீழ்காணும் கூற்றுகளை கருதுக

i) காற்றழுத்தம் கடல் மட்டத்தினை விட மலை உச்சியில் குறைவு

ii) வாயுக்கள் திட மற்றும் திரவங்களை விட அதிக அளவில் அழுத்தத்திற்கு உட்படுகின்றன

iii) காற்றின் வளிமண்டல அழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது பாதரசமட்டம் அதிகரிக்கின்றது

சரியான கூற்றினை தேர்ந்தெடுக்கவும்

அ) I மற்றும் II ஆ) II மற்றும் III இ) I மற்றும் III ஈ) I, II மற்றும் III

14) 400K ல் 71.0 barல் $CO_2$ ன் அமுக்கதிறன் காரணி 0.8697 இந்த நிலையில் $CO_2$ன் மோலார் கனஅளவு

அ) 22.04 $dm^3$ ஆ) 2.24 $dm^3$ இ) 0.41 $dm^3$ ஈ) 19.5$dm^3$

15) ஒரு நல்லியல்பு வாயுவின் வெப்பநிலை மற்றும் கனஅளவு இருமடங்காக அதிகரிக்கும் போது அதன் ஆரம்ப அழுத்தத்தின் மாற்றம்

அ) 4P ஆ) 2P இ) P ஈ) 3P



Unit 6 - Sridhar.indd 198 07-01-2021 15:01:31

16) ஒரு சமவெப்ப அழுத்த நிலையில் $C_nH_{2n-2}$ என்ற மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு கொண்ட ஹைட்ரோகார்பன் போன்று ஹைட்ரஜன் வாயு $3\sqrt{3}$ மடங்கு விரவுதல் வீதம் கொண்டதெனில் 'n' ன் மதிப்பு என்ன?

அ) 8 ஆ) 4 இ) 3 ஈ) 1

17) ஒரு கலனில் சம எண்ணிக்கையுள்ள ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் மோல்கள் ஒரு துளை வழியே வெளியேறுகின்றன. பாதியளவு ஹைட்ரஜன் வெளியேற தேவைப்படும் அதே நேரத்தில் விரவும் ஆக்ஸிஜனின் பின்ன அளவு (NEET Phase I)

அ) $3/8$ ஆ) $1/2$ இ) $1/8$ ஈ) $1/4$

18) மாறாத அழுத்தத்தில் வெப்பநிலை மாற்றத்தால் ஏற்படும் கனஅளவு மாற்றம் கனஅளவின் ஒப்பீட்டு அதிகரிப்பு ஆகும். அதாவது $\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$. நல்லியல்பு வாயுக்களுக்கான $\alpha$ மதிப்பு

அ) T ஆ) $1/T$ இ) P ஈ) ஏதும் இல்லை

19) P, Q, R மற்றும் S என்ற நான்கு வாயுக்களின் b யின் மதிப்பு சமம் ஆனால் a யின் மதிப்பு Q<R<S<P a மற்றும் b வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகள் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் நான்கு வாயுக்களுள் எளிதில் ஆவியாகும் வாயு

அ) P ஆ) Q இ) R ஈ) S

20. நல்லியல்பு பண்பிலிருந்து அதிக விலக்கம் அடையும் வாயு (NEET)

அ) $CH_4(g)$ ஆ) $NH_3(g)$ இ) $H_2(g)$ ஈ) $N_2(g)$

21) வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகள் b மற்றும் a யின் அலகுகள் முறையே

அ) $mol\ L^{-1}$ மற்றும் $L\ atm^2\ mol^{-1}$ ஆ) mol L மற்றும் $L\ atm\ mol^2$

இ) $mol^{-1}L$ மற்றும் $L^2\ atm\ mol^{-2}$ ஈ) இவை எதுவுமில்லை

22) கூற்று: $CO_2$ வின் நிலைமாறு வெப்பநிலை 304 K. இதனை அதிக அழுத்ததிற்கு உட்படுத்தி 304 Kக்கு மேல் திரவமாக்க முடியும்.

காரணம்:– மாறாத வெப்பநிலையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள நிறையுள்ள வாயுவின் கனஅளவு அதன் அழுத்தத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும்

அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி. காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கம் ஆகும்.

ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி ஆனால் காரணம் கூற்றிற்கான சரியான விளக்கமல்ல.

இ) கூற்று சரி ஆனால் காரணம் தவறு.

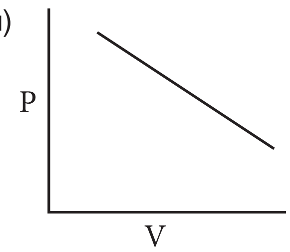
ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

23) $227^{o}$Cயில் 5.00 atm அழுத்தத்திலுள்ள $N_2$ வாயுவின் அடர்த்தி என்ன?

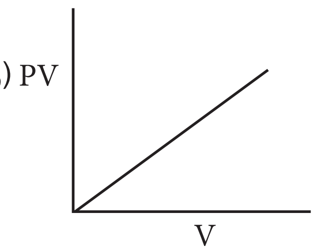
அ) 1.40 g/L ஆ) 2.81g/L இ) 3.41 g/L ஈ) 0. 29 g/L

24) கீழ்கண்டவற்றுள் குறிப்பிட்ட எடையுள்ள நல்லியல்பு வாயுவின் பண்புகளைக் சரியாகக் குறிக்கும் படம் எது

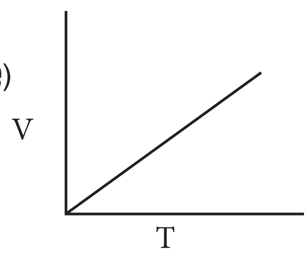
அ)




ஆ)




இ)




ஈ) அனைத்தும்

25) 25 கிராம் நிறையுள்ள கீழ்கண்ட வாயுக்கள் $27^{o}$யில் 600 mm Hg அழுத்தத்தில் எடுக்கப்பட்டு உள்ளன. இவற்றில் குறைந்த கனஅளவு கொண்ட வாயு எது?

அ) HBr ஆ) HCl இ) HF ஈ) HI

## II. பின்வரும் வினாக்களுக்கு சுருக்கமாக விடையளி

26) பாயிலின் விதியினை தருக

27) கேலூசாக் விதிக்கு எடுத்துக்காட்டாக விளங்கும் இரு மாதிரிகளின் பெயர்களைத் தந்து விளக்குக

28) ஒரு வாயுவின் கனஅளவு மற்றும் மோல்களை தொடர்புபடுத்தும் கணிதமுறை வாய்பாட்டினை தருக

29) நல்லியல்பு வாயுக்கள் என்பன யாவை? இயல்புவாயுக்கள் நல்லியல்பு வாயுக்களிலிருந்து எவ்வாறு வேறுபடுகின்றன.?

30) a = 0 என்ற வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலியைக் கொண்ட வாயுவினை திரவமாக்க முடியுமா? விவரி



Unit 6 - Sridhar.indd 200 07-01-2021 15:01:32

31) ஒரு வாயு உள்ள கலனின் சுவரில் மிகச்சிறிய பசைத் தன்மை கொண்ட ஒரு பரப்பு உள்ளதெனக் கருதவும். இப்பரப்பில் மோதும் மூலக்கூறுகள் அங்கு நிரந்தரமாக ஒட்டிக் கொள்கின்றன. இப்பரப்பில் அழுத்தம் மற்றும் மற்ற இடங்களை விட அதிகமாக இருக்குமா அன்றி குறைவாக இருக்குமா?

32) கீழ்கண்டவற்றிற்கு உரிய விளக்கங்கள் தருக

அ) கோடைக்காலத்தில் காற்றேற்றப்பட்ட குளிர்பானப் புட்டிகள் நீரினுள் வைக்கப்பட்டிருக்கும்

ஆ) திரவ அம்மோனியா அடைக்கப்பட்டுள்ள புட்டிகள் திறக்கப்படும் முன் குளிர்விக்கப்படும்

இ) மோட்டார் வாகன எந்திரங்களின் உருளைகளில் (tyres) கோடையில் குளிர்காலத்தை விடகாற்று குறைவாக நிரப்பப்பட்டிருக்கும்.

ஈ) வானியல் ஆய்வு பலூனின் அளவு உயரமாக மேலே செல்லச் செல்ல பெரியதாக மாறும்.

33) வாயுக்கள் பற்றிய கீழ்கண்ட உண்மைகளுக்கு சரியான விளக்கம் தருக

அ) வாயுக்கள் கலனின் அடிப்பரப்பில் தங்குவதில்லை.

ஆ) வாயுக்கள் தமக்குக் கொடுக்கப்பட்டுள்ள வெளியில் பரவுகின்றன.

34) நமது வளிமண்டலத்தில் ஹைட்ரஜன் ($H_2$) இல்லை. ஏன்? நிலவில் வளிமண்டலம் ஏன் இல்லை?

35) பின்வரும் நிபந்தனைகளில் ஒரு வாயு நல்லியல்பு பண்பினை பெறுகிறதா அல்லது நல்லியல்பு பண்பிலிருந்து விலகிச் செல்கிறதா என விவரி?

அ) மாறா வெப்ப நிலையில் அது மிகச்சிறிய கனஅளவிற்கு அழுத்தப்படும் போது

ஆ) மாறா கனஅளவில் அதன் வெப்பநிலையை உயர்த்தும் போது

இ) சமவெப்ப மற்றும் சமகனஅளவு நிலையில் அதிக அளவு வாயு சேர்க்கப்படும் போது

36) கொடுக்கப்பட்டுள்ள குறைந்த வெப்பநிலையில் கீழ்கண்டவற்றுள் எந்த வாயு நல்லியல்பு வாயுவிலிருந்து விலகும் $F_2$, $Cl_2$ அல்லது $Br_2$? விளக்குக

37) விரவுதல் மற்றும் பாய்தல் வேறுபாடு தருக.

38) காற்று கரைசல்கள் கொண்ட கலன்கள் வெப்பப்படுத்துவதைப் பற்றிய தெளிவான எச்சரிக்கை கொண்டிருக்கும் ஏன்?

39) எவரெஸ்ட் மலையின் உச்சியின் மீதுள்ள ஒருவர் உறிஞ்சி (Straw) கொண்டு நீரினை உறிஞ்சுவது எளிதா?



Unit 6 - Sridhar.indd 201 07-01-2021 15:01:32

40) இயல்பு வாயுக்களின் வாண்டர் வால்ஸ் சமன்பாடுகளைத் தருக. அழுத்தம் மற்றும் கனஅளவின் திருத்தங்களையும் தருக.

41) வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகளைக் கொண்டு நிலைமாறு மாறிலிகளைத் தருவி.

42) நிலவின் பரப்பின் மீதுள்ள ஒரு விண்வெளி ஆராய்ச்சியாளர் பாதுகாப்பு கவச ஆடை அணிய வேண்டியது அவசியம் ஏன்?

43) அம்மோனியா HCl உடன் வினைபுரிந்து அடர்ந்த வெண்ணிற புகையான $NH_4Cl$ஐ தருகிறது. புகை HClக்கு அருகில் தோன்றுவது ஏன்?

44) ஒரு வாயு $15^oC$யில் 1atm அழுத்தத்தில் பெற்றுள்ள கனஅளவு 2.58 $dm^3$வெப்பநிலை $38^oC$யாக 1atm அழுத்தத்தில் உயர்ந்தால் அதன் கனஅளவு அதிகரிக்குமா? எனில் அதன் இறுதி கனஅளவைக் கணக்கிடு

45) ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் வாயு ஒன்றின் கனஅளவு 3.8 $dm^3$ ஆகும். அதனை $0^oC$யில் உள்ள பனிக்கட்டி நீரில் மூழ்க வைக்கும் போது அதன் கனஅளவு 2.27 $dm^3$ எனில் அதன் ஆரம்ப வெப்பநிலை என்ன.

46) நைட்ரஜன் வாயுவின் இரு வேறுமாதிரிகளுள் ஒன்று A 1.5 மோல்கள், 37.6 $dm^3$ கனஅளவுள்ள கலனில் 298Kல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. மற்றொன்று B 16.5$dm^3$ கனஅளவுள்ள கலனில் 298Kல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. மாதிரி Bயில் உள்ள மோல்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுக.

47) சல்பர் ஹெக்சாகுளோரைடு ஒரு நிறமற்ற மணமற்ற வாயு. அது நல்லியல்பு தன்மை உடையதாக கருதி 5.43 $dm^3$ கனஅளவுள்ள ஒரு எஃகு கலனில் $69.5^o$ Cல் 1.82 மோல் கொண்ட வாயுவின் அழுத்தத்தினைக்கணக்கிடுக.

48) ஆர்கான் ஒரு மந்தவாயு. இது மின்விளக்குகளில் டங்ஸ்டன் இழை ஆவியாவதைத் தடுக்க பயன்படுகிறது. மாறா கனஅளவில் உள்ள ஒரு மின் விளக்கில் $18^oC$யில் 1.2 atmல் உள்ள ஆர்கான் வாயு $85^oC$க்கு வெப்பப்படுத்தப் படுகிறது. அதன் இறுதி அழுத்தத்தினை (atmல்) கணக்கிடுக.

49) ஏரி ஒன்றில் ஒரு சிறிய குமிழி $6^oC$ மற்றும் 4 atm உள்ள அடிப்புறத்தில் இருந்து $25^o$ C மற்றும் 1 atm உள்ள மேற்பரப்பிற்கு வருகின்றது. அதன் ஆரம்ப கனஅளவு 1.5 ml எனில் இறுதி கனஅளவினை கண்டறிக.

50) ஒரு உலோகத்தினை ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரியச் செய்யும் போது ஹைட்ரஜன் உருவாகிறது. ஒரு மாணவன் இந்த வினையின் மூலம் $154.4 \times 10^{-3}$ கனஅளவுள்ள வாயுவினை 742 mm Hg அழுத்தத்தில் மற்றும் 298 K வெப்பநிலையில் சேகரிக்கிறான் எனக் கருதவும். மாணவன் சேகரித்த ஹைட்ரஜன் வாயுவின் நிறை என்ன?

51) ஒரு வாயு 192 நொடியில் சுவரிலுள்ள ஒரு துளையின் வழியே விரவுகின்றது. $N_2$ வாயு அதே வெப்ப அழுத்த நிலையில் விரவ எடுக்கும் நேரம் 84 நொடி எனில் வாயுவின் மோலார் நிறை என்ன?

52) 300K ல் 52.5 g ஆக்ஸிஜன் மற்றும் 65.1g $CO_2$ அடங்கியுள்ள தொட்டியில் கலவையின் மொத்த அழுத்தம் 9.21 atm. கலவையிலுள்ள ஒவ்வொரு வாயுவின் பகுதி அழுத்தங்களை கண்டறிக.

53) 2.98 atmல் $25^{o}$Cல் உள்ள எரிவாயு உலோகத்தொட்டி ஒன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. அத்தொட்டி 12 atm அழுத்தம் வரை மட்டுமே தாங்கி பின் அதிக அழுத்தத்தினால் வெடிக்கக் கூடியது. அத்தொட்டி உள்ள கட்டிடத்தில் தீப்பிடிக்கும் போது அத்தொட்டி முதலில் வெடிக்குமா அல்லது உருகத் தொடங்குமா எனக்கண்டறிக. (உலோகத்தின் உருகுநிலை 1100K)



Unit 6 - Sridhar.indd 203 07-01-2021 15:01:32

## கருத்து வரைபடம்

3FMBAK

### வாயு நிலைமை

#### நல்லியல்பு வாயுக்கள்

கீழ்காணும் விதிகளின்படி நடக்கும்

1. பாயிலின் விதி $P \alpha \frac{1}{V}$

   T, n மாறிலி

2 சார்லஸ் விதி $V \alpha T$

   P, n மாறிலி

3. கேலூசாக் விதி $P \alpha T$

   V, n மாறிலி

4. அவகட்ரோ கருதுகோள் $V \alpha N$

   T, P மாறிலி

5. நல்லியல்பு வாயு சமன்பாடு

   PV=nRT

#### இயல்பு வாயுக்கள்

இது வாண்டர் வால்ஸ் சமன்பாட்டின் படி நடக்கும்

$$\left(P + \frac{a\,n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

↓

நிலைமாறு மாறிலிகள்

$$, \quad P_C = \frac{a}{27b^2}$$

மற்றும் $V_C = 3b$

### வாயுக்கள்

#### விரவுதல்

கிரஹாமின் விரவுதல் விதி

#### நிலைமாறு நிகழ்வு

நிலைமாறு வெப்பநிலை

நிலைமாறுகனஅளவு

நிலைமாறு அழுத்தம்

#### வாயுக்களை திரவமாக்கல்

ஜூல்தாம்சன் விளைவு

# இணையச்செயல்பாடு

## வாயுக்களின் பண்புகள்

இச்செயல்முறையைப் பயன்படுத்தி V வாயுக்களின் T, Pக்களுக்கு இடையிலான தொடர்புகளை அறியலாம் மற்றும் வாயு விதிகளை மெய்ப்பிக்கலாம்.

https://phet.colorado.edu/en/simulation/gas–properties உரலிக்குச்செல்க (அல்லது) வலது பக்கமுள்ள விரைவுத் துலக்கக் குறியீட்டினை (QR Code) ஸ்கேன் செய்க.

B127_11_CHE_TM

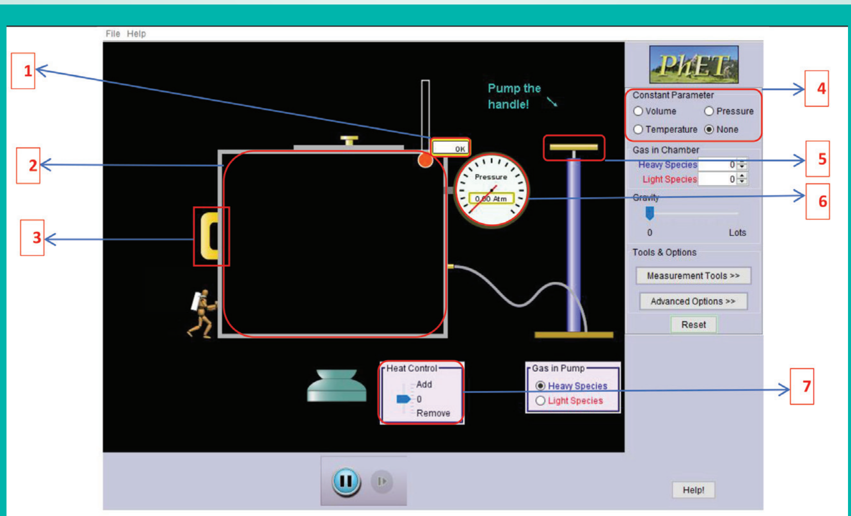
**நிலை 1:** இணையப்பக்கத்தினைத் திறந்து கொடுக்கப்பட்ட உரலியைத் (URL) தட்டச்சு செய்க அல்லது விரைவுத் துலக்கக் குறியீட்டினை ஸ்கேன் செய்க. இணையப் பக்கத்தில் வாயுப் பண்புகள் என்னும் குறும்புலனத்தைச் சொடுக்குக., அதில் கீழ்க்காணும் படத்தில் உள்ளது போன்ற 'வாயுப் பண்புகள்' என்னும் ஜாவா குறும்புலனத்தைக் காணலாம்..

**செயல்முறைகள்:**

1. பம்பின் கைப்பிடியைப் (5) பயன்படுத்தி சிறிது வாயு மூலக்கூறுகளை அறைக்குள் (2) செலுத்தவும்.
2. அறைக்குள்ளிருக்கும் வாயு மூலக்கூறுகளின் வெப்பநிலை (1) மற்றும் அழுத்தம் (6) ஆகியவற்றை உரிய அளவிகளைப் பயன்படுத்திக் கண்காணிக்கலாம்.
3. அறையின் கொள்ளளவை அதன் இடதுபக்கச் சுவரை (3) நகர்த்தி மாற்றியமைக்கலாம்.
4. நழுவியைப் (7) பயன்படுத்தி வெப்பமாக்கியோ அல்லது குளிரூட்டியோ அறையின் வெப்பநிலையை மாற்றியமைக்கலாம்.
5. கட்டத்திற்குள் (4) தகுந்த தெரிவுகளை மேற்கொண்டு மூன்று பண்புகளுள் ஏதேனும் ஒன்றை மாறிலியாக வைத்துக்கொள்ளலாம்.

**வாயுக் கோட்பாடுகளை மெய்ப்பித்தல்:**

மேற்காண் செயல்முறைகளைப் பயன்படுத்தி வாயுக் கோட்பாடுகளை அறிந்துகொள்ளலாம். பாயில் விதியை அறிந்துகொள்ள, வெப்பநிலையை மாறிலியாக (4) வைத்துக்கொண்டு சிறிது வாயு மூலக்கூறுகளை (5) உட்செலுத்தி, அதை மாறிலியாக வைத்துக்கொள்ளவும். இப்பொழுது அறையின் இடது பக்கச் சுவற்றை (3) நகர்த்தி கொள்ளளவைக் குறைத்து வாயுவின் அழுத்தம் அதிகரிப்பதைக் காணலாம். அவ்வாறே பிற இரண்டு வாயுக் கோட்பாடுகளையும் மெய்ப்பிக்கலாம்.






Unit 6 - Sridhar.indd 205
07-01-2021 15:01:33

## அலகு 7

# வெப்ப இயக்கவியல்

> Classical thermodynamics... is the only physical theory of universal physical theory of universal content which I am convinced... will never be overthrown.
>
> Albert Einstein

ருடால்ப் கிளாசியஸ்
(1822-1888)

### கற்றல் நோக்கங்கள்:

இந்தப் பாடப்பகுதியைக் கற்றறிந்தப் பின்னர்,

- மூடிய, திறந்த, மற்றும் தனித்த அமைப்புகளை வரையறுத்தல்.
- நிலைச்சார்புகள் மற்றும் வழிச்சார்புகளை வேறுபடுத்தி அறிதல்.
- வெப்பம், வேலை மற்றும் அகஆற்றல் ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பை விவரித்தல்.
- வெப்ப இயக்கவியலின் நான்கு விதிகளை எடுத்துரைத்தல்.
- அகஆற்றல் மாற்றம்($\Delta U$) மற்றும் என்தால்பி மாற்றம் ($\Delta H$) ஆகியவற்றை தொடர்புபடுத்துதல் மற்றும் அவைகளை அளவிடுதல்.
- பல்வேறு வகையான வினைகளில் ஏற்படும் என்தால்பி மாற்றங்களை கணக்கிடுதல்.
- படிகங்களின் படிக கூடு ஆற்றலை ஹெஸ் விதியினைப் பயன்படுத்தி கணக்கிடுதல்.
- தன்னிச்சை மற்றும், தன்னிச்சையற்ற செயல்முறைகளை வரையறுத்தல்.
- வெப்ப இயக்கவியல் நிலைச்சார்புகளான என்தால்பி (H), என்ட்ரோபி (S) மற்றும் கட்டிலா ஆற்றல் (G) ஆகியவற்றைத் தொடர்புபடுத்துடுதல்.
- ஒரு செயல்முறையின் தன்னிச்சைத் தன்மையை தீர்மானிக்கும் காரணிகளை பட்டியலிடுதல்.
- $\Delta G$ மற்றும் தன்னிச்சை தன்மையினை தொடர்புபடுத்தி, $\Delta G^0$ மற்றும் சமநிலை மாறிலிக்கு இடையேயான தொடர்பினை நிறுவுதல்.

ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெற இயலும்.



Unit 7 - Sridhar.indd 206 07-01-2021 15:08:36

## 7.1 பாட அறிமுகம்:

Thermodynamics என்னும் சொல் லிற்கு வெப்பப்பாய்தல் (flow of heat) என பொருள். மேலும் இவ்வார்த்தை கிரேக்க மொழியில் Thermos(வெப்பம்) மற்றும், dynamics(பாய்தல்) ஆகியவற்றிலிருந்து வருவிக்கப்பட்டதாகும். வெப்ப ஆற்றலை உருவாக்க எரிபொருளை எரித்தல், மின்சுற்றுகளின் வழியே எலக்ட்ரான்கள் பாய்வதால், மின்னாற்றல் உருவாதல் உயிரியல் செயல்பாடுகளுக்கு தேவையான ஆற்றலை உருவாக்கும் வளர்சிதை மாற்றவினைகள் போன்ற பல பயனுள்ள வினைகளை நம் அன்றாட வாழ்வில் நாம் காண்கிறோம். ஆற்றல் பரிமாற்றங்களை பற்றி கற்கும் வெப்ப இயக்கவியலானது, இத்தகைய அனைத்து செயல் முறைகளையும் அளவீட்டு அடிப்படையில் விளக்குவதுடன், பயனுள்ள கணிப்புகளை நாம் நிர்ணயித்திட பயன்படுகிறது.

19ஆம் நூற்றாண்டில், ஏற்கனவே பயன்பாட்டிலிருந்த நீராவி இயந்திரத்தின் செயல்திறனை அதிகரிக்க, அதன் அடிப்படைக் கொள்கைகளை புரிந்துகொள்ள அறிவியலாளர்கள் முயன்றனர். இந்த ஆய்வுகளில், வெப்பமானது இயந்திர வேலையாக மாற்றப்படும் நிகழ்வு அடிப்படை சிக்கல் நிறைந்ததாக இருந்தது. எனினும், காலப்போக்கில் வெப்ப இயக்கவியல் விதிகள் உருவாக்கப்பட்டன. மேலும் அவற்றின் மூலம் நீராவி இயந்திரத்தின் செயல்முறைகளை புரிந்துகொள்ள முடிந்தது. பல்வேறு செயல்முறைகளுக்கு பயன்படுத்தத்தக்க, முக்கியமான கணிதவியல் தொடர்புகளை வருவித்திட, இவ்விதிகள் பயன்படுத்தப்பட்டன.

வெப்ப இயக்கவியலானது, பேரளவு (macroscopic) பண்புகள் (வெப்பம், வேலை) மற்றும் அவற்றிற்கிடை யேயானதொடர்பினை மதிப்பிடுகிறது. இது, சமநிலையிலுள்ள அமைப்புகளின் பண்புகளைக் கருத்தில் கொள்கிறது. வெப்ப இயக்கவியலானது அமைப்பில் அடங்கியுள்ள தனித்த மூலக்கூறுகளின் பண்புகளையோ அல்லது வேறெந்த கொள்கைகளையோ சார்ந்து அமைவதில்லை.

வெப்ப இயக்கவியலின் தத்துவங்கள் மூன்று வெப்ப இயக்கவியல் விதிகளின் அடிப்படையில் அமைகின்றன. ஆற்றலின் பல்வேறு வடிவங்களுக்கு இடையேயான பரிமாற்றத்தின் அனுபவங்களை முதல் மற்றும் இரண்டாம் விதிகள் தொகுத்து கூறுகின்றன. படிகத்தின் என்ட்ரோபியை கணக்கிடுதல் மற்றும் தனிச்சுழி கெல்வின் வெப்ப நிலையை அடைய இயலாத்தன்மை ஆகியவற்றை வெப்ப இயக்கவியல் மூன்றாம் விதி விளக்குகிறது.

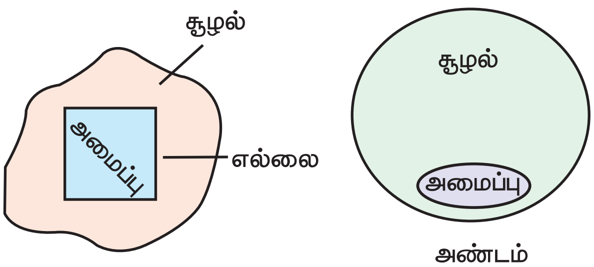
வெப்ப இயக்கவியல் பல்வேறு நடைமுறை பயன்களை கொண்டுள்ளபோதிலும், சிலவரம்புகளையும் கொண்டுள்ளது. இது அணு, மூலக்கூறு வடிவங்கள் மற்றும் வினைவழி முறைகளை சார்ந்து அமைவதில்லை. கொடுக்கப்பட்டுள்ள நிபந்தனைகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட வினையானது நிகழவாய்ப்புள்ளதா? இல்லையா? என்பதை நிர்ணயித்திட இவ்விதிகளை பயன்படுத்த முடியும். ஆனால் அவ்வினை நிகழும் வினை வேகத்தினை தர இயலாது. மாறாக, வெப்ப இயக்கவியலானது, சமநிலை நிபந்தனைகளை அளவியலாக கருத்தில் கொள்கிறது, ஆனால் சமநிலை நிலைக்கான வேகவியல் அணுகுமுறையை கருத்தில் கொள்வதில்லை.

## 7.2 அமைப்பு மற்றும் சூழல்

வெப்ப இயக்கவியல் விதிகள் மற்றும் அவற்றின் பயன்பாடுகளை கற்கும் முன்னர், வெப்ப இயக்கவியலில் அதிகம் பயன்படுத்தப்படும் முக்கியமான கலைச்சொற்களை புரிந்து கொள்ளுதல் மிக அவசியமானதாகும்.

அமைப்பு

அண்டமானது, அமைப்பு மற்றும் சூழல் என இரண்டு பகுதிகளாக பிரிக்கப்படுகிறது. வெப்ப இயக்கவியல் நோக்கில் கருத்தில் கொள்ளப்படும் அண்டத்தின் ஒரு பகுதி அமைப்பு எனப்படும். இது அண்டத்தின் பிற பகுதிகளிலிருந்து உண்மையான அல்லது கற்பனை எல்லைகளால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.




படம் 7.1 அமைப்பு , சூழல் மற்றும் எல்லை.

எடுத்துக்காட்டு

அமைப்பு என்பது ஒரு முகவையில் உள்ள நீர், காற்று நிரப்பப்பட்ட பலூன், குளுக்கோசின் நீர்க்கரைசல் போன்றவையாக இருக்கலாம்.

**ஒருபடித்தான, மற்றும் பலபடித்தான அமைப்புகள்:**

இயற் மற்றும் வேதிப்பண்புகளை அடிப்படையாக கொண்டு அமைப்பினை இரு வகைகளாக பிரிக்க முடியும்.

அமைப்பிலுள்ள அனைத்து உட்கூறுகளும் ஒரே இயற்நிலைமையில் இருந்தால், அந்த அமைப்பு ஒரு படித்தான அமைப்பு என்றழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: ஒரு வாயுக்கலவை, ஒன்றோடொன்று முற்றிலும் கலக்கும் நீர்மங்களின் கலவை போன்றவை.

அமைப்பிலுள்ள அனைத்து உட்கூறுகளும் ஒரே இயற்நிலைமையில் இல்லாதிருந்தால் அந்த அமைப்பு பல படித்தான அமைப்பு என்றழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: எண்ணெய் மற்றும் நீர் அடங்கிய கலவை.

சூழல்

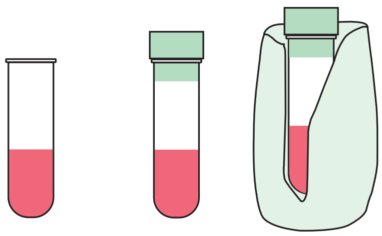
அண்டத்திலுள்ள, அமைப்பின் பகுதியாக இல்லாத அனைத்தும் சூழல் என்றழைக்கப்படுகிறது.

எல்லை

அமைப்பை, சூழலிருந்து பிரிக்கும் எதுவும் எல்லை என்றழைக்கப்படுகிறது.

7.2.1 அமைப்பின் வகைகள்:

எல்லையின் இயல்பினை பொறுத்து வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்புகளில் மூன்று வகைகள் உள்ளன.




படம் : 7.2 அமைப்பின் வகைகள்

தனித்த அமைப்பு :

ஒரு அமைப்பானது அதன் சூழலுடன் பொருண்மை மற்றும் ஆற்றலை பரிமாற்றம் செய்ய முடியாத நிலையில் இருந்தால் அவ்வமைப்பு ஒரு தனித்த அமைப்பு என்றழைக்கப்படுகிறது. இங்கு எல்லையானது மூடப்பட்டுள்ளதுடன், காப்பிடப்பட்டும் உள்ளது. வெந்நீரை கொண்டுள்ள வெப்பம் கடத்தா குடுவை (thermos flask)ஒரு தனித்த அமைப்பிற்கான எடுத்துக்காட்டாகும். இந்த தனித்த அமைப்பில், ஆற்றல் (வெப்பம்),



Unit 7 - Sridhar.indd 208 07-01-2021 15:08:36

மற்றும் பொருண்மை (நீராவி) ஆகிய இரண்டும் அமைப்பிற்குள்ளும் வருவதில்லை, அமைப்பை விட்டும் வெளியேறுவதில்லை.

### மூடிய அமைப்பு:

ஒரு அமைப்பானது அதன் சூழலுடன் பொருண்மையை பரிமாற்றம் செய்ய முடியாமல், ஆற்றலை மட்டும் பரிமாற்றம் செய்ய முடியும் எனில் அவ்வமைப்பு ஒரு மூடிய அமைப்பு என்றழைக்கப்படுகிறது.

இங்கு எல்லையானது மூடப்பட்டுள்ளது ஆனால், காப்பிடப்படவில்லை. வெந்நீரை கொண்டுள்ள மூடப்பட்ட முகவை ஒரு மூடிய அமைப்பிற்கு எடுத்துக்காட்டாகும். இந்த மூடிய அமைப்பில் ஆற்றலானது (வெப்பம்) சூழலுக்கு கடத்தப்படுகிறது, ஆனால் பொருண்மை (நீராவி) அமைப்பை விட்டு வெளியேறுவதில்லை.

ஒருவாயுவை கொண்டுள்ள, அழுத்தியுடன் கூடிய உருளை (a cylinder fitted with a piston) ஒரு மூடிய அமைப்பாகும்.

### திறந்த அமைப்பு:

ஒரு அமைப்பானது அதன் சூழலுடன் பொருண்மை, மற்றும் ஆற்றல் இரண்டையும் பரிமாற்றம் செய்ய முடியுமெனில் அவ்வமைப்பு ஒரு திறந்த அமைப்பு என்றழைக்கப்படுகிறது.

வெந்நீரைக் கொண்டுள்ள ஒரு திறந்த முகவை திறந்த அமைப்பிற்கான ஒரு எடுத்துக்காட்டாகும். இவ்வமைப்பில் ஆற்றல் (வெப்பம்) மற்றும் பொருண்மை (நீராவி) இரண்டும் சூழலுக்கு கடத்தப்படுகிறது.

அனைத்து உயிரினங்கள் மற்றும் வேதிவினைகள் திறந்த அமைப்பாகும், ஏனெனில் அவைகள் சூழலுடன் பொருண்மை மற்றும் ஆற்றலை பரிமாறிக் கொள்கின்றன.

## 7.2.2 அமைப்பின் பண்புகள்:

**பொருண்மை சாரா மற்றும் பொருண்மை சார்பண்புகள் :**

அமைப்பினுடைய சில பண்புகள் அதன் நிறை அல்லது அளவினைப் பொறுத்து அமைகின்றன. ஆனால் சில பண்புகள் அதன் நிறை அல்லது அளவினை பொறுத்து அமைவதில்லை. இதன் அடிப்படையில் அமைப்பின் பண்புகள் பொருண்மை சார்பண்புகள், மற்றும் பொருண்மை சாராபண்புகள்என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

### பொருண்மை சார்பண்புகள்:

ஒரு பண்பானது அமைப்பின் நிறை அல்லது அளவினை பொறுத்து அமைந்தால் அப்பண்பு பொருண்மைசார் பண்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது. எ.கா: கன அளவு, மோல்களின் எண்ணிக்கை, நிறை, அக ஆற்றல் போன்றவை.

### பொருண்மை சாராபண்புகள்:

ஒரு பண்பானது அமைப்பின் நிறை அல்லது அளவினை பொறுத்து அமையாதிருந்தால் அப்பண்பு பொருண்மைசாரா பண்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு: ஒளிவிலகல் எண், பரப்பு இழுவிசை, அடர்த்தி, வெப்பநிலை, கொதிநிலை, உறைநிலை, மோலார் கனஅளவு போன்றவை.

**அட்டவணை : 7.1 பொருண்மை சார் மற்றும் பொருண்மை சாரா பண்புகளின் பட்டியல்**

| பொருண்மைசார் பண்புகள் | பொருண்மைசாரா பண்புகள் |
|---|---|
| கனஅளவு, நிறை, பொருளின் அளவு (மோல்), ஆற்றல், என்தால்பி, என்ட்ரோபி, கட்டிலா ஆற்றல், வெப்ப ஏற்புத்திறன் | மோலார் கன அளவு, அடர்த்தி, மோலார்நிறை, மோலாரிட்டி, மோல்பின்னம், மோலாலிட்டி, தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன். |



Unit 7 - Sridhar.indd 209 07-01-2021 15:08:36

### 7.2.3 வெப்ப இயக்கவியல் செயல் முறைகள்:

அமைப்பில் ஒரு மாற்றத்தை உருவாக்கக் கூடிய செயலின் வழிமுறை வெப்ப இயக்கவியல் செயல்முறை எனப்படுகிறது. வெப்பப்படுத்துதல், குளிர்வித்தல், வாயுக்களை விரிவடையசெய்தல், சுருங்கச்செய்தல், உருக்குதல், ஆவியாக்குதல் போன்ற செயல்முறைகள் வெப்ப இயக்கவியல் செயல்முறைகளுக்கான எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

### செயல்முறைகளின் வகைகள்:

ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் செயல்முறையை, வெவ்வேறு வழிகள் மற்றும் பல்வேறு நிபந்தனைகளின் கீழ் நிகழ்த்த முடியும். இச்செயல் முறைகளை பின்வருமாறு வகைப்படுத்த முடியும்.

### மீள் செயல்முறை:

அண்டத்தின் வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளில் எவ்வித மாற்றத்தையும் ஏற்படுத்தாமல், அமைப்பு மற்றும் சூழல் அவற்றின் இறுதிநிலையிலிருந்து ஆரம்பநிலைக்கு மீளும் ஒரு செயல் முறை ,மீள்செயல் முறை என்றழைக்கப்படுகிறது. மீள் செயல்முறை நிகழ இரு நிபந்தனைகள் அவசியமானதாகும். முதலாவதாக, செயல்முறையானது நுண்ணிய அளவில் மிக மெதுவாக நிகழ வேண்டும். மற்றும் இரண்டாவதாக செயல்முறை முழுவதும் அமைப்பும், சூழலும் கண்டிப்பாக சமநிலையில் இருக்க வேண்டும்.

### மீளாச் செயல்முறை:

அமைப்பு மற்றும் சூழல் அவற்றின் இறுதி நிலையிலிருந்து,ஆரம்ப நிலைக்கு மீளமுடியாத ஒரு செயல்முறை, மீளா செயல்முறை என்றழைக்கப்படுகிறது. இயற்கையில் நிகழும் அனைத்து செயல்முறைகளும் மீளாசெயல் முறைகளாகும்.

மீளாச்செயல் முறையின்போது அமைப்பு மற்றும் சூழலானது ஒன்றொடொன்று சமநிலையில் இருப்பதில்லை.

### வெப்பம்மாறாச் செயல்முறை (Adiabatic process)

ஒரு செயல்முறையின் போது அமைப்பு மற்றும் சூழலுக்கு இடையே எவ்வித வெப்ப (q) பரிமாற்றமும் நிகழாதிருப்பின் அச்செயல் முறை வெப்பம் மாறாச் செயல்முறை என வரையறுக்கப்படுகிறது. எச்செயல்முறையில் அமைப்பினுள்ளோ அல்லது அமைப்பிலிருந்தோ எவ்வித வெப்ப பரிமாற்றமும் இல்லையோ அச்செயல்முறை வெப்பம் மாறாச் செயல்முறை என்றழைக்கப்படுகிறது. அமைப்பினை வெப்பக் காப்பிடுவதன் மூலம் இந்த நிபந்தனை உருவாக்கப்படுகிறது. ஒரு வெப்பம் மாறா செயல்முறையில் அமைப்பானது சூழலுடன் வெப்பத்தை பரிமாற்றம் செய்ய முடியாது (ஒரு வெப்பம் மாறாச் செயல் முறைக்கு $q = 0$) என்பதால், அமைப்பினால் வேலை செய்யப்பட்டால் அதன் வெப்பநிலை குறைகிறது, அமைப்பின் மீது வேலை செய்யப்பட்டால் அதன் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது.

### வெப்பநிலை மாறா செயல்முறை (Isothermal process)

ஒரு செயல்முறையில் அமைப்பானது ஆரம்ப நிலையிலிருந்து, இறுதிநிலைக்கு மாற்றமடையும் போது அதன் வெப்பநிலை மாறாமல் மாறிலியாக இருந்தால் அச்செயல்முறை வெப்பநிலை மாறா செயல்முறை என வரையறுக்கப்படுகிறது. இதில் அமைப்பானது அதன் சூழலுடன் வெப்பத்தை பரிமாற்றம் செய்கிறது, மேலும் அமைப்பின் வெப்பநிலை மாறாமல் இருக்கிறது. இவ்வாறு வெப்பநிலை மாறாதிருக்கும் பொருட்டு சோதனையானது பெரும்பாலும் வெப்பசீர்நிலை உபகரணத்தில் (Thermostat) நிகழ்த்தப்படுகிறது.

ஒரு வெப்பநிலை மாறா செயல்முறைக்கு $dT = 0$

## அழுத்தம் மாறா செயல்முறை (Isobaric process)

ஒரு செயல் முறையில் அமைப்பானது ஆரம்ப நிலையிலிருந்து, இறுதி நிலைக்கு மாற்றமடையும் போது அதன் அழுத்தம் மாறாமல் மாறிலியாக இருந்தால் அச்செயல்முறை அழுத்தம் மாறாச் செயல்முறை என வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஒரு அழுத்தம் மாறா செயல்முறையில் $dP= 0$ .

## கனஅளவு மாறா செயல்முறை: (Isochoric process)

ஒரு செயல்முறையில் அமைப்பானது ஆரம்ப நிலையிலிருந்து, இறுதிநிலைக்கு மாற்றமடையும்போது அதன் கனஅளவு மாறாமல் மாறிலியாக இருந்தால் அச்செயல்முறை கனஅளவு மாறா செயல்முறை என வரையறுக்கப்படுகிறது. பாம் கலோரிமீட்டரில் ஒரு எரிபொருள் எரிக்கப்படுதல் கனஅளவு மாறா செயல்முறைக்கு ஒரு எடுத்துகாட்டாகும்.

ஒரு கனஅளவு மாறா செயல்முறைக்கு $d V = 0$.

## சுற்று செயல்முறை (Cyclic process):

ஒரு அமைப்பானது, தொடர்ச்சியான பல்வேறு மாற்றங்களுக்கு உட்பட்ட பின்னர் அதன் உண்மையான ஆரம்ப நிலைக்கு மீளத் திரும்பும் போது ஒரு சுற்று நிறைவடைந்ததாக கருதப்படும். இச்செயல் முறையானது சுற்று செயல்முறை என அறியப்படுகிறது.

ஒரு சுற்று செயல்முறைக்கு $dU = 0, dH = 0, dP=0, dV=0, dT=0$

அட்டவணை : 7.2 செயல்முறைகள் மற்றும் அவற்றிற்கான நிபந்தனைகள்– ஒரு பார்வை

| செயல்முறை | நிபந்தனை |
|---|---|
| வெப்பம்மாறா செயல்முறை | $q = 0$ |
| வெப்பநிலை மாறா செயல்முறை | $dT= 0$ |
| அழுத்தம்மாறா செயல்முறை | $dP= 0$ |
| கனஅளவுமாறா செயல்முறை | $dV= 0$ |
| சுற்று செயல்முறை | $dE= 0, dH = 0, dP=0, dV=0 , dT=0$ |

## நிலைச் சார்புகள் மற்றும் வழிச்சார்புகள்.

### நிலைச்சார்புகள்

ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பினை P,V,T, மற்றும் `n' ஆகிய மாறிகளை பயன்படுத்தி வரையறுக்க முடியும். ஒரு நிலைச்சார்பு என்பது அமைப்பின் ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் பண்பாகும். இது அமைப்பின் கொடுக்கப்பட்ட ஒரு நிலைக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பினை கொண்டிருக்கும், மேலும் இக்குறிப்பிட்ட நிலையை அடைய பின்பற்றப்பட்ட வழியினை (**path or manner**) பொறுத்து அமைவதில்லை.

எடுத்துக்காட்டு:

அழுத்தம் (**P**) , கனஅளவு (**V**), வெப்பநிலை (**T**), அகஆற்றல் (**U**), என்தால்பி (**H**), கட்டிலா ஆற்றல் (**G**) போன்றவை.



Unit 7 - Sridhar.indd 211 07-01-2021 15:08:38

### வழிச்சார்புகள்

வழிச்சார்பு என்பது ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் பண்பாகும். அமைப்பானது ஆரம்ப நிலையிலிருந்து இறுதி நிலைக்கு மாற்றமடையும் வழியினைப் பொறுத்து இதன் மதிப்பு அமையும்.

எடுத்துக்காட்டு:

வேலை (w), வெப்பம் (q).

ஒரு செயல்முறையானது மீள் முறையிலேயோ அல்லது மீளாமுறையிலேயோ நிகழ்த்தப்படும் போது வேலையானது வெவ்வேறு மதிப்புகளை பெறுகிறது.

### அகஆற்றல் (U)

அகஆற்றல் என்பது ஒரு அமைப்பின் குறிப்பிடத்தக்க பண்பாகும். இது U என்ற குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது. அமைப்பின் அக ஆற்றல் என்பது அமைப்பிலுள்ள அனைத்து உட்கூறுகளான அணுக்கள், அயனிகள், மற்றும் மூலக்கூறுகள் ஆகியவை பெற்றிருக்கக் கூடிய ஆற்றல்களின் மதிப்புகளுக்குச் சமம். ஒரு அமைப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் மொத்த ஆற்றல் என்பது அவைகளினுடைய இடப்பெயர்வு ஆற்றல் $(U_t)$, அதிர்வுஆற்றல் $(U_V)$, சுழற்சிஆற்றல் $(U_r)$, பிணைப்புஆற்றல் $(U_b)$, மின்னணு ஆற்றல் $(U_e)$, மற்றும் மூலக்கூறு இடையீடுகளால் உண்டாகும் ஆற்றல் $(U_i)$ ஆகியவற்றின் கூடுதலாகும்,

அதாவது

$$U = U_t + U_v + U_r + U_b + U_e + U_i$$

ஒரு அமைப்பிலுள்ள அனைத்து மூலக்கூறுகளின் மொத்த ஆற்றலானது அக ஆற்றல் என்றழைக்கப்படுகிறது. வெப்ப இயக்கவியலில் அமைப்பின் தனித்த ஆற்றல் மதிப்பினைவிட அதன் அக ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றம் $(\Delta U)$ மட்டுமே முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக கருதப்படுகிறது.

### அக ஆற்றலின் முக்கியத்துவம்:

ஒரு பொருள் பெற்றிருக்கக் கூடிய அக ஆற்றலானது அதன் இயற் வடிவமைப்புகளை வேறுபடுத்தி அறிய உதவுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக கார்பனின் புறவேற்றுமை வடிவங்களான கிராஃபைட் $(C_{\text{கிராஃபைட்}})$ மற்றும் வைரம் $(C_{\text{வைரம்}})$ ஆகியன ஒன்றுடன் ஒன்று வேறுபடுகின்றன, இவைகள் வெவ்வேறு அக ஆற்றல்களையும் மற்றும் வெவ்வேறு படிக அமைப்புகளையும் கொண்டுள்ளன.

### அக ஆற்றலின் சிறப்பியல்புகள்:

- ஒரு அமைப்பின் அக ஆற்றலானது ஒரு பொருண்மை சார்பண்பாகும். ஒரு அமைப்பிலுள்ள பொருளின் அளவை பொறுத்து இது அமைகிறது. அமைப்பிலுள்ள பொருளின் அளவை இரு மடங்காக்கும் போது, அக ஆற்றலும் இரு மடங்காகிறது.
- ஒரு அமைப்பின் அக ஆற்றல் ஒரு நிலைச்சார்பு. இது அமைப்பின் நிலை மாறிகளை (T, P, V, மற்றும் n) மட்டுமே சார்ந்து அமைகிறது. அக ஆற்றல் மாற்றமானது, இறுதி நிலையை அடைய எந்த வழிமுறை பின்பற்றப்பட்டது என்பதை பொறுத்து அமையாது.
- அமைப்பின் அக ஆற்றல் மாற்றமானது $\Delta U = U_f - U_i$ எனகுறிப்பிடப்படுகிறது.
- சுற்று செயல்முறைகளில், அக ஆற்றலில் எவ்வித மாற்றமும் நிகழ்வதில்லை.

$$\Delta U_{\text{(சுற்று)}} = 0$$

- ஒரு அமைப்பின் இறுதிநிலை அக ஆற்றலானது ,அதன் ஆரம்பநிலைஅக ஆற்றலைவிட குறைவாக இருக்கும் நிலையில் $\Delta U$ ஆனது எதிர்குறி மதிப்பை பெறும்.

$$\Delta U = U_f - U_i = -ve \quad (U_f < U_i)$$



Unit 7 - Sridhar.indd 212 07-01-2021 15:08:38

- ஒரு அமைப்பின் இறுதிநிலை அக ஆற்றலானது ($U_f$), அதன் ஆரம்பநிலை($U_i$) அக ஆற்றலை விட அதிகமாக இருக்கும் நிலையில் $\Delta U$ ஆனது நேர்குறி மதிப்பை பெறும்.

$$\Delta U = U_f - U_i = +ve \quad (U_f > U_i)$$

### வெப்பம் (q)

வெப்பம் (q) ஆனது, ஒரு அமைப்பினை சூழலிலிருந்து பிரிக்கும் எல்லை வழியே கடத்தப்படும் ஆற்றல் என கருதப்படுகிறது. வெப்ப மாற்றமானது அமைப்பு மற்றும் சூழலுக்கிடையேயான வெப்பநிலை மாற்றத்திற்கு வழிவகுக்கிறது. வெப்பம் என்பது ஒரு வழிச்சார்பு ஆகும்.

### வெப்பத்தின் அலகுகள்:

வெப்பத்தின் SI அலகு ஜூல் (J). வெப்ப அளவீடுகள் பொதுவாக கலோரிகளில் (cal) அளவிடப்படுகிறது. வெப்பநிலையானது $15^0$Cக்கு அருகாமையில் உள்ளபோது, ஒரு கிராம் நீரின் வெப்ப நிலையை $1^0$C உயர்த்துவதற்கு தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவு ஒரு கலோரி என வரையறுக்கப்படுகிறது.

### வெப்பத்தின் குறியீட்டு நடைமுறை:

வெப்பம் (q) எனும் குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது. சூழலிருந்து, அமைப்பினுள்ளே வெப்பம் பாய்ந்தால் அமைப்பின் ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது, எனவே வெப்பம் நேர்குறியீடாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. (+q ).

அமைப்பிலிருந்து வெளியே சூழலுக்கு வெப்பம் பாய்ந்தால் அமைப்பின் ஆற்றல் குறைகிறது, எனவே வெப்பம் எதிர்குறியீடாக எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது(−q ).

### வேலை(w)

விசை (F) , மற்றும் இடப் பெயர்ச்சியின் ($x$). பெருக்குத்தொகை வேலை என வரையறுக்கப்படுகிறது. $-w = F.\ x$ --- (7.1)

அமைப்பினால் தனது அக ஆற்றலின் ஒரு பகுதி பயன்படுத்தப்பட்டு, வேலை செய்யப்படுகிறது என்பதைக் குறிப்பிடுவதற்காக இங்கு எதிர்குறி (-) அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

### வேலையானது

(i) ஒரு வழிச்சார்பு ஆகும்.

(ii) அமைப்பின் எல்லையில் மட்டுமே வெளிப்படுகிறது.

(iii) அமைப்பின் நிலையில் மாற்றம் ஏற்படும்போது வெளிப்படுகிறது.

வெப்ப இயக்கவியலில் சூழலானது மிகப் பெரியது என்பதால், பேரளவு மாற்றங்கள் சூழலில் நிகழ்வதில்லை.

### வேலையின் அலகுகள்:

வேலையின் SI அலகு ஜூல் (J), ஒரு நியுட்டன் விசையினால், ஒரு மீட்டர் இடப்பெயர்ச்சி நிகழ்த்தப்படும் போது, அவ்விசையினால் செய்யப்படும் வேலையின் அளவு ஒரு ஜூல் என வரையறுக்கப்படுகிறது. ( J= Nm). வேலையின் அளவு அதிகமாக இருப்பின் கிலோ ஜூல் (kJ) அலகு பயன்படுத்தப்படுகிறது. (1 kJ = 1000 J)

### வேலையின் குறியீட்டு நடைமுறை:

வேலை (w) எனும் குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது. அமைப்பினால் ஒரு

வேலை செய்யப்படும் போது, அமைப்பின் ஆற்றல் குறைகிறது, எனவே நடைமுறையில் வேலையானது எதிர்க்குறியீடாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது(-w).

அமைப்பின் மீது ஒரு வேலை செய்யப்படும்போது, அமைப்பின் ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது, எனவே நடைமுறையில் வேலை நேர்க்குறியீடாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.(+w).

### அழுத்தம் – கன அளவு வேலை ( P–V வேலை)

அடிப்படை வெப்ப இயக்கவியலில், ஒரு வாயு விரிவடைதலில் (சுருக்கப்படுதலில்) செய்யப்படும் ஒரு வகையான வேலை மட்டுமே பொதுவாக கருத்திற் கொள்ளப்படுகிறது. இவ்வகை வேலையானது அழுத்தம் – கன அளவு வேலை (அ) P–V வேலை(அ) விரிவடைதல் வேலை என அழைக்கப்படுகிறது.

### விரிவடைதல் மற்றும் சுருங்குதல் செயல்முறைகளோடு தொடர்புடைய வேலைகள்:

பெரும்பாலான வெப்ப இயக்கவியல் கணக்கீடுகளில் வாயுக்களின் விரிவடைதல், சுருங்குதலோடு தொடர்புடைய வேலையினை நாம் மதிப்பிடுகிறோம். ஒரு அமைப்பில் விரிவடைதல் அல்லது சுருங்குதல் நிகழ, உள் அழுத்தம் ($P_{int}$) மற்றும் வெளி அழுத்தம் ($P_{ext}$) ஆகியவற்றிற்கிடையே கண்டிப்பாக வேறுபாடு இருக்க வேண்டும் என்பது தேவையான முக்கிய நிபந்தனை ஆகும்.

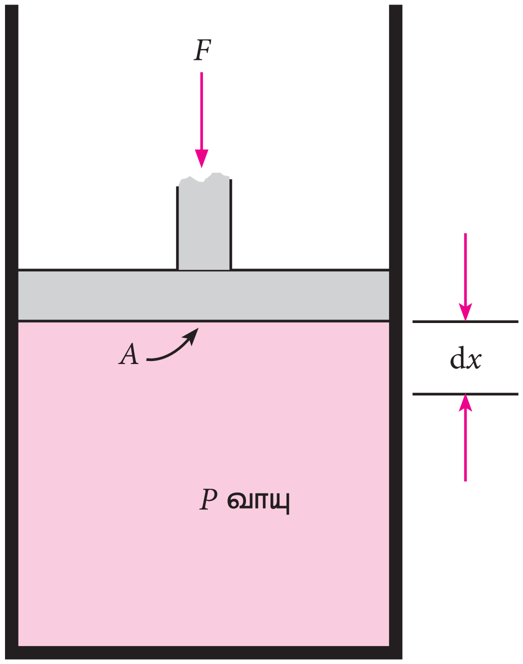
அழுத்தம் – கனஅளவு வேலையை (P-V வேலை) புரிந்துகொள்வதற்காக, ஒரு மோல் நல்லியல்பு வாயுவைக் கொண்டுள்ள A என்ற குறுக்கு வெட்டுப் பரப்புடைய உராய்வற்ற அழுத்தியுடன் (piston) கூடிய கொள்கலனை நாம் கருதுவோம். அமைப்பினுள் உள்ள வாயுவின் தொடக்க கனஅளவு ($V_i$) மற்றும் அமைப்பினுள் உள்ள வாயுவின் அழுத்தம்($P_{int}$)

வெளி அழுத்தம் ($P_{ext}$) ஆனது உள் அழுத்தத்தை ($P_{int}$), விட அதிகமாக இருக்கும்போது, அழுத்தியானது உள்நோக்கி நகர்கிறது. ($P_{int}$) உள்ளழுத்தமானது $P_{ext}$ க்கு சமமாகும் வரையில் நடைபெறும் இந்நிகழ்வு ஒரேபடியில் நிகழ்வதாக கொள்க, மேலும் இறுதி கனஅளவு $V_f$ என்க.

இந்நேர்வில் அமைப்பின் மீது வேலை செய்யப்படுகிறது (+w) , இதனை பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$w = -F\,.\Delta x \quad \text{------------} \ (7.2)$$

$\Delta x$ என்பது சுருங்குதலின் போது அழுத்தியானது நகர்ந்த தூரம், மற்றும், F என்பது வாயுவின் மீது செயல்படும் விசை.




படம் 7.3 சுருங்குதல் செயல்முறையோடு தொடர்புடைய வேலை

$$F = P_{ext} A \text{----} (7.3)$$

சமன்பாடு 7.3ஐ 7.2ல் பிரதியிட

$$w = -P_{ext} . A. \Delta x$$

$A.\Delta x$ என்பது கனஅளவில் ஏற்படும் மாற்றம்

$$= V_f - V_i$$

$$w = - Pext . (V_f - V_i) \text{------} (7.4)$$

$$w = - P_{ext} . (-\Delta V) \text{------} (7.5)$$

$$w = P_{ext} . \Delta V$$

அமைப்பின் மீது வேலை செய்யப்படுவதால், w நேர்க்குறி மதிப்பினைப் பெறுகிறது. அழுத்தமானது ($P_{ext}$) மாறிலியாக இருப்பதில்லை. ஆனால், செயல்முறையின் போது, எப்பொழுதும் வாயுவின் அழுத்தத்தை காட்டிலும் மிகநுண்ணிய அளவில் அதிகமாக இருக்கும் வகையில் மாற்றமடைகிறது. இந்த சுருங்குதலின் ஒவ்வொரு நிலையிலும், கன அளவானது dV என்ற மிகநுண்ணிய அளவில் குறைகிறது. இத்தகைய நேர்வுகளில் வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலையை பின்வரும் தொடர்பின் மூலம் நாம் கணக்கிட முடியும்.

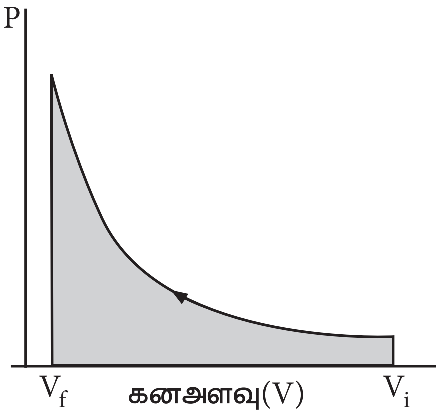
$$w_{rev} = -\int_{V_i}^{V_f} P_{ext}\, dV$$

ஒரு சுருங்குதல் செயல்முறையில் வெளி அழுத்தம் $P_{ext}$ ஆனது அமைப்பின் அழுத்தத்தை காட்டிலும் எப்பொழுதும் அதிகமாக இருக்கும்.

அதாவது $P_{ext} = (P_{int} + dP)$.

ஒரு விரிவடைதல் செயல்முறையில் வெளிஅழுத்தம் $P_{ext}$ ஆனது அமைப்பின் அழுத்தத்தை விட எப்பொழுதும் குறைவு.

அதாவது $P_{ext} = (P_{int} - dP)$.




படம் 7.4 P-V வரைபடம்

கனஅளவு $V_i$ லிருந்து $V_f$க்கு சுருங்கும் போது, அழுத்தம் மாறிலியாக இல்லாமல் இருப்பதுடன், மாற்றங்கள் மிக நுண்ணியபடிகளில் (மீள்நிபந்தனைகளில்), இருக்குமாயின் P-V வரைபடமானது படம் 7.4 ல் காட்டப்பட்டுள்ள வரைபடத்திற்கு ஒத்துள்ளது. இந்நிகழ்வில் வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலையானது நிழலிடப்பட்ட பரப்பினால் குறிக்கப்படுகிறது.

ஒரு பொதுவான நேர்வில், மீள் செயல்முறைகளுக்கு நாம் பின்வருமாறு எழுத முடியும்.

$$P_{ext} = (P_{int} \pm dP).$$

மீள்நிபந்தனைகளில், ஒரு விரிவடைதல் செயல்முறை வேலையானது அமைப்பின் உள் அழுத்தத்துடன் பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் தொடர்பு படுத்த முடியும்.

$$w_{rev} = -\int_{V_i}^{V_f} P_{int}\, dV$$

ஒரு நல்லியல்பு வாயுவைக் கொண்டுள்ள, கொடுக்கப்பட்டுள்ள அமைப்பிற்கு



Unit 7 - Sridhar.indd 215 07-01-2021 15:08:39

$$P_{int} V = nRT$$

$$P_{int} = \frac{nRT}{V}$$

$$w_{rev} = -\int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V} dV$$

$$w_{rev} = -nRT \int_{V_i}^{V_f} \left(\frac{dV}{V}\right)$$

$$w_{rev} = -nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

$$w_{rev} = -2.303\, nRT \log\left(\frac{V_f}{V_i}\right) \quad ------ 7.6$$

$V_f > V_i$ (விரிவடைதல்) எனில் செயல்முறையால் செய்யப்பட்ட வேலையானது எதிர்குறி மதிப்புடையது

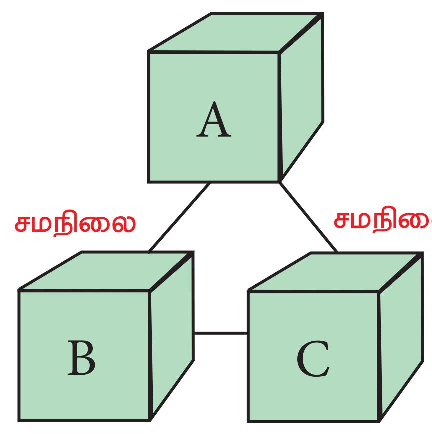
$V_f < V_i$ (சுருங்குதல்) எனில் செயல்முறையால் செய்யப்பட்ட வேலையானது நேர்குறி மதிப்புடையது.

அட்டவணை: 7.3 நடைமுறைக் குறியீடுகளின் சுருக்கமான அட்டவணை

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | அமைப்பினால் வெப்பமானது உறிஞ்சப்படும்போது | : | $+q$ |
| 2. | அமைப்பிலிருந்து வெப்பமானது வெளியேறும்போது | : | $-q$ |
| 3. | அமைப்பினால் வேலை செய்யப்படும்போது | : | $-w$ |
| 4. | அமைப்பின் மீது வேலை செய்யப்படும்போது | : | $+w$ |

## 7.3 வெப்ப இயக்கவியலின் பூஜ்ஜியவிதி:

வெப்ப இயக்கவியலின் பூஜ்ஜிய விதியானது "வெப்பச் சமநிலைவிதி" எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் மற்றும் இரண்டாம் விதிகள் நிறுவப்பட்டு பல ஆண்டுகளுக்கு பின்னரே பூஜ்ஜியவிதி முன்மொழியப்பட்டது. இவ்விதி அமைப்பின் வெப்பநிலை பற்றிய கருத்துக்கு தர்க்க ரீதியிலான அடிப்படையை தருவதால் முதல் மற்றும் இரண்டாம் விதிகளுக்கு முன்னர் வைக்கப்பட்டுள்ளது.




படம் 7.5 வெப்ப இயக்கவியலின் பூஜ்ஜிய விதி

வெப்ப இயக்கவியலின் பூஜ்ஜியவிதிப்படி" இரண்டு வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளிலுள்ள அமைப்புகள் தனித்தனியாக மூன்றாம் அமைப்புடன் வெப்ப சமநிலையில் இருந்தால் ,அந்த இரு அமைப்புகளும் தங்களுக்குள் வெப்ப சமநிலையில் இருக்கும்,

பூஜ்ஜிய விதிப்படி, B மற்றும் C என்ற இரண்டு அமைப்புகள் தனித்தனியாக மற்றொரு அமைப்பான A உடன் வெப்ப சமநிலையில் இருந்தால், B மற்றும் C ஆகிய இரு அமைப்புகளும் தங்களுக்குள் வெப்ப சமநிலையில் இருக்கும். இத்தத்துவமே வெப்பநிலை மானிகளில் பயன்படுகிறது.

## 7.4 வெப்ப இயக்கவியலின் முதல்விதி:

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியானது "ஆற்றல் அழிவின்மை விதி" என அறியப்படுகிறது. இவ்விதிப்படி ,ஒரு வகையான

ஆற்றல் மற்றொருவகை ஆற்றலாக மாறினாலும், ஒரு தனித்த அமைப்பின் மொத்த ஆற்றல் ஒரு மாறிலி ஆகும்.

ஒரு அமைப்பானது நிலை 1 லிருந்து நிலை 2க்கு மாற்றமடையும் போது அதன் அகஆற்றலானது $U_1$ லிருந்து $U_2$ க்கு மாற்றமடைகிறது. எனவே அகஆற்றல் மாற்றம்

$$\Delta U = U_2 - U_1.$$

அமைப்பு ஆற்றலை உறிஞ்சுவதாலோ அல்லது உமிழ்வதாலோ அல்லது அமைப்பானது வேலை செய்வதாலோ அல்லது அமைப்பின் மீது வேலை செய்யப்படுவதாலோ இந்த அக ஆற்றல் மாற்றம் நிகழ்கிறது.

அமைப்பின் மொத்த ஆற்றல் மாறிலியாக இருக்க வேண்டும். எனவே, முதல் விதியினை பின்வருமாறு கணிதவியல் கூற்றாக எழுத முடியும்.

$$\Delta U = q + w \quad \text{------------------}(7.7)$$

இங்கு q – அமைப்பிற்கு கொடுக்கப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவு ; w – அமைப்பின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை.

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியின் பல்வேறு கூற்றுகள் :

(1) எப்பொழுதெல்லாம், ஒரு ஆற்றலின் ஒரு குறிப்பிட்ட வகை மறைகிறதோ, அதற்கு சமமான அளவுள்ள மற்றொரு வகையான ஆற்றல் கண்டிப்பாக உருவாகும்.

(2) ஒரு அமைப்பு மற்றும் சூழல் ஆகியவற்றின் மொத்த ஆற்றல் ஒரு மாறிலி ( அல்லது அழிவற்று இருக்கும்).

(3) "ஆற்றலை ஆக்கவோ ,அழிக்கவோ முடியாது. ஆனால் ஒரு வகையான ஆற்றலை மற்றொரு வகையான ஆற்றலாக மாற்றலாம்."

(4) "ஒரு மூடிய அமைப்பின் அக ஆற்றல் மாற்றம் என்பது அதன் எல்லையின் வழியே பரிமாறப்படும் வெப்பம் அல்லது வேலைக்குச் சமம்.

(5) "வெப்பம் மற்றும் வேலை ஆகியவை ஒரு அமைப்பின் அகஆற்றலை மாற்றும் இரு வழிகளாகும்"

### 7.4.1 முதல் விதியின் கணிதவியல் கூற்று :

வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதியின் கணிதவியல் கூற்றானது,

$$\Delta U = q + w \quad \text{---------} \ (7.7)$$

நிகழ்வு 1 : ஒரு நல்லியல்பு வாயுவின் வெப்பநிலை மாறா விரிவடைதலோடு தொடர்புடைய ஒரு சுற்று செயல்முறைக்கு,

$$\Delta U = 0.$$

சமன்பாடு $(7.7) \Rightarrow \therefore\ q = -w$

அதாவது, சுற்று செயல்முறையின் போது, ஒரு அமைப்பினால் உறிஞ்சப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவானது, அந்த அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமம்.

நிகழ்வு 2 : ஒரு கனஅளவு மாறா செயல்முறைக்கு விரிவடைதல் வேலை ஏதும் இல்லை (கனஅளவில் மாற்றமில்லை).

எனவே

$$\Delta V = 0$$

$$\Delta U = q + w$$

$$= q - P\Delta V$$

$$\Delta V = 0$$



Unit 7 - Sridhar.indd 217 07-01-2021 15:08:40

$$\Delta U = q_v$$

அதாவது, கனஅளவு மாறா செயல்முறையில் ,அமைப்பிற்கு கொடுக்கப்பட்ட வெப்பம் அதன் அகஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது.

நிகழ்வு **3 :** ஒரு வெப்பம் மாறா செயல்முறையில் எவ்வித வெப்ப மாற்றமும் நிகழ்வதில்லை. $(q = 0)$

எனவே

$$q = 0$$

சமன்பாடு (7.7) $\Rightarrow \Delta U = w$

அதாவது, வெப்பம் மாறாச்செயல் முறையில், அக ஆற்றலில் ஏற்படும் குறைவானது, அவ்வமைப்பினால் சூழலின் மீது செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமம்.

நிகழ்வு 4: ஒரு அழுத்தம் மாறாசெயல் முறையில், அழுத்தத்தில் எவ்வித மாற்றமும் ஏற்படுவதில்லை. P ஒரு மாறிலி. எனவே

$$\Delta U = q + w$$

$$\Delta U = q - P\,\Delta V$$

அதாவது, அழுத்தம் மாறாச் செயல்முறையில், ஒரு அமைப்பினால் உறிஞ்சப்பட்ட வெப்பத்தில் ஒரு பகுதியானது P-V விரிவடைதல் வேலைக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது. மீதமுள்ள பகுதி அமைப்பின் அகஆற்றலுடன் சேர்க்கப்படுகிறது.

### கணக்கு 7.1

உராய்வற்ற அழுத்தி பொருத்தப்பட்ட கலனில் உள்ள ஒரு வாயுவானது 1 atm வெளி அழுத்தத்திற்கு எதிராக 5 லிட்டர் கன அளவிலிருந்து 10 லிட்டருக்கு விரிவடைகிறது. இவ்வாறு நிகழும்போது அது 400J வெப்ப ஆற்றலை அதன்சூழலில் இருந்து உட்கவர்கிறது. அமைப்பின் அகஆற்றல் மாற்றத்தை கணக்கிடுக.

**தீர்வு:**

கொடுக்கப்பட்ட தரவுகள் $q = 400\ J$ $V_1 = 5L$ $V_2 = 10L$

$\Delta U = q - w$ ( வெப்பமானது அமைப்பிற்கு கொடுக்கப்படுகிறது (+q) : வேலையானது அமைப்பினால் செய்யப்படுகிறது (-w)

$$\begin{aligned}
\Delta U &= q - PdV \\
&= 400\ J - 1\ atm\ (10-5)L \\
&= 400\ J - 5\ atm\ L \\
&= 400\ J - (5 \times 101.33\ J) \\
\therefore &\quad [1L\ atm = 101.33\ J] \\
&= 400\ J - 506.5\ J \\
&= -106.5\ J
\end{aligned}$$

## 7.5 என்தால்பி (H)

என்தால்பி என்பது அமைப்பின் ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் பண்பு. ஒரு அமைப்பின் அகஆற்றல் (U), மற்றும் அவ்வமைப்பின் அழுத்தம் மற்றும் கனஅளவின் பெருக்கற்பலன் (PV) ஆகியவற்றின் கூடுதல் என்தால்பி எனவரையறுக்கப்படுகிறது. அதாவது,

$$H = U + PV \text{ ------------------ } (7.8)$$

இது அமைப்பின் வேலை செய்யும் திறன் மற்றும் அமைப்பின் வெப்பத்தை வெளிவிடும் திறன் ஆகியவற்றை குறிப்பிடுகிறது. மாறாத அழுத்தத்தில் ஒரு செயல்முறை நிகழும்போது, வெளிப்படும் அல்லது உறிஞ்சப்படும் வெப்பத்தின் அளவு என்தால்பி மாற்றத்திற்கு சமம்.

என்தால்பி ஒருநிலைச் சார்பாகும், இது அமைப்பின் நிலை மாறிகளான T,P மற்றும் U



Unit 7 - Sridhar.indd 218 07-01-2021 15:08:40

ஆகியவற்றை மட்டுமே பொறுத்து அமைகிறது. மாறாத அழுத்தத்தில் ஒரு அமைப்பின் ஆரம்ப மற்றும் இறுதி நிலைகளுக்கிடையேயான என்தால்பியில் ஏற்படும் மாற்றமாகவே (ΔH) என்தால்பி (H) குறிக்கப்படுகிறது.

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V \text{ ----------------(7.9)}$$

மாறாத அழுத்தத்தில் ஒரு அமைப்பிற்கு கொடுக்கப்படும் வெப்பம் (q ) அதன் என்தால்பி மாற்றத்திற்குச் சமம் (அமைப்பானது வேறெந்த கூடுதல் வேலையும் செய்யாத வரையில்)

$$\Delta H = q_p$$

ஒரு வெப்பம்கொள் வினையில் அமைப்பினால் சூழலில் இருந்து வெப்பம் உறிஞ்சப்படுகிறது. அதாவது $q>0$ (நேர்குறி மதிப்பு). எனவே ΔH மதிப்பும் நேர்குறியை பெறுகிறது. .ஒரு வெப்பம் உமிழ்வினையில் அமைப்பிலிருந்து சூழலுக்கு வெப்பம் வெளியேற்றப்படுகிறது. அதாவது $q<0$ (எதிர்குறி மதிப்பு). எனவே ΔH மதிப்பும் எதிர்குறியை பெறுகிறது.

### 7.5.1 என்தால்பி (H) மற்றும் அகஆற்றல் (U) ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பு

ஒரு அமைப்பானது மாறாத அழுத்தத்தில், ஆரம்ப நிலையிலிருந்து ($H_1, U_1, V_1$ மற்றும் P) இறுதிநிலைக்கு ($H_2, U_2, V_2$ மற்றும் P) மாற்றத்திற்குட்படும் போது ஏற்படும் என்தால்பி மாற்றத்தை ΔH, பின்வருமாறு கணக்கிட முடியும்.

$$H = U + PV$$

ஆரம்ப நிலையில்

$$H_1 = U_1 + PV_1 \text{ -----(7.10)}$$

இறுதி நிலையில்

$$H_2 = U_2 + PV_2 \text{ ----(7.11)}$$

என்தால்பியில் ஏற்படும் மாற்றம்(7.11) - (7.10)

$$(H_2 - H_1) = (U_2 - U_1) + P(V_2 - V_1)$$

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V \text{ --------- (7.12)}$$

வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதிப்படி

$$\Delta U = q + w$$

சமன்பாடு 7.12 ல் பிரதியிட

$$\Delta H = q + w + P\Delta V$$

$$w = -P\Delta V$$

$$\Delta H = q_p - P\Delta V + P\Delta V$$

$$\Delta H = q_p \text{ ---------- (7.13)}$$

$q_p$ – என்பது மாறாத அழுத்த நிலையில் உறிஞ்சப்பட்ட வெப்பம், இது உள்ளுறை வெப்பம் அல்லது வெப்ப அடக்கம் எனப்படுகிறது.

மாறாத வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் ஒன்றுடன் ஒன்று வேதிவினை புரிந்து வாயு நிலையுள்ள விளைபொருட்களை தரும் வாயுக்கள் அடங்கிய மூடிய அமைப்பு ஒன்றைக் கருதுக. வினைபடு வாயுக்களின் ஆரம்ப கனஅளவு $V_i$ எனவும் வினைவிளை வாயுக்களின் கனஅளவு$V_f$ எனவும் அவற்றின் மோல் எண்ணிக்கை முறையே $n_i$ மற்றும் $n_f$ எனக் கொண்டால்

வினைபடு பொருட்களுக்கு (ஆரம்ப நிலை)

$$PV_i = n_i RT \text{ --------- (7.14)}$$

விளை பொருட்களுக்கு (இறுதி நிலை):

$$PV_f = n_f RT \text{ --------- (7.15)}$$



Unit 7 - Sridhar.indd 219 07-01-2021 15:08:40

(7.15) - (7.14)

$$P(V_f - V_i) = (n_f - n_i)RT$$

$$P\Delta V = \Delta n_{(g)} RT \text{ --------(7.16)}$$

சமன்பாடு 7.16 ஐ சமன்பாடு 7.12 ல் பிரதியிட

$$\Delta H = \Delta U + \Delta n_{(g)} RT \text{--------(7.17)}$$

### 7.5.2 பல்வேறு வகை வினைகள் மற்றும் நிலைமை மாற்றங்களுக்கான என்தால்பி மாற்றங்கள்:

ஒரு வேதிவினையோடு தொடர்புடைய வெப்பம் அல்லது என்தால்பி மாற்றமானது வினையின் இயல்பினை பொருத்து வெவ்வேறு வகைகளில் குறிப்பிடப்படுகிறது. அவைகளை பின்வருமாறு விளக்கலாம்.

#### திட்ட உருவாதல் வெப்பம்:

ஒரு மோல் சேர்மமானது, திட்ட வெப்ப, அழுத்த நிலைகளில் (298 K மற்றும்1 bar அழுத்தம்) உள்ள அதன் தனிமங்களிலிருந்து உருவாகும் போது ஏற்படும் என்தால்பி மாற்றம் அச்சேர்மத்தின் திட்ட உருவாதல் வெப்பம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

நடைமுறையில் அனைத்து தனிமங்களின் திட்ட உருவாதல் வெப்பம் பூஜ்ஜியம் என எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

$Fe(s) + S(s) \rightarrow FeS(s)$

$$\Delta H_f^0 = -100.42 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$2C(s) + H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g)$

$$\Delta H_f^0 = +222.33 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\frac{1}{2}Cl_2(g) + \frac{1}{2}H_2(g) \rightarrow HCl(g)$$

$$\Delta H_f^0 = -92.4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

சில சேர்மங்களின் திட்ட உருவாதல் வெப்ப மதிப்புகள் அட்டவணை 7.4 ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

**அட்டவணை: 7.4 சிலசேர்மங்களின் திட்ட உருவாதல் வெப்ப மதிப்புகள்**

| சேர்மம் | $\Delta H_f^0$ (kJ mol$^{-1}$) | சேர்மம் | $\Delta H_f^0$ (kJ mol$^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| $H_2O(l)$ | −242 | $CH_4(g)$ | -74.85 |
| $HCl(g)$ | −92.4 | $C_2H_6(g)$ | −84.6 |
| $HBr(g)$ | −36.4 | $C_6H_6(g)$ | +49.6 |
| $NH_3(g)$ | −46.1 | $C_2H_2(g)$ | +222.33 |
| $CO_2(g)$ | -393.5 | $CH_3OH(l)$ | −239.2 |

## 7.6 வெப்ப வேதிச்சமன்பாடுகள் (Thermo chemical equations)

வெப்ப வேதிச்சமன்பாடுகள் என்பவை என்தால்பி மாற்ற (ΔH) மதிப்புகளுடன் கூடிய சமன் செய்யப்பட்ட வேதிவினைக் கூறு விகித சமன்பாடு (Stoichiometric Equation) ஆகும். வெப்ப வேதிச் சமன்பாடுகளில் பின்வரும் நடைமுறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

(i) சமன்படுத்தப்பட்ட வெப்ப வேதிச் சமன்பாடுகளில் உள்ள வினை குணகங்கள், வினையில் ஈடுபடும் வினைபடு மற்றும் வினைவிளை பொருட்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கையினைக் குறிப்பிடுகின்றன.

ii) ஒரு வேதிவினையின் என்தால்பி மாற்றம் $\Delta H_r$ ஆனது தகுந்த குறியீட்டு மற்றும் அலகுடன் குறிப்பிடப்பட வேண்டும்.

(iii) ஒரு வேதிவினையின் மறுதலை வினையை (reverse reaction) கருதும்போது, அவ்வினையின் ΔHன்



Unit 7 - Sridhar.indd 220 07-01-2021 15:08:40

எண் மதிப்பை மாற்றாமல், குறியீட்டை மட்டும் மாற்றி குறிப்பிடப்படுகிறது.

(iv) ஒரு வினையின் $\Delta H$ மதிப்பானது அவ்வினையில் ஈடுபடும் வினைப் பொருள்களின் இயற் நிலைமைகளை பொறுத்து அமைவதால், அவ்வேதி வினையில் ஈடுபடும் அனைத்து பொருட்களின் இயற் நிலைமைகளும் முக்கியமானவை மற்றும் அவற்றை [வாயு(g), நீர்மம்(l), நீர்மகரைசல் (aq), திண்மம் (s) முதலியன அடைப்புக் குறிக்குள்] வெப்ப வேதிச் சமன்பாடுகளில் கண்டிப்பாக குறிப்பிட வேண்டும்.

(v) ஒரு வெப்ப வேதிச் சமன்பாடு முழுவதுமாக ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணால் பெருக்கப்படும் போது, அதன் என்தால்பி மதிப்பும் அதே எண்ணால் பெருக்கப்படுகிறது.

(vi) ஒரு வினையின் $\Delta H_r^0$ மதிப்பு எதிர்குறியை பெற்றிருந்தால் அவ்வினை வெப்பம் உமிழ் வினைஎனவும், $\Delta H_r^0$ மதிப்பு நேர்குறியை பெற்றிருந்தால் வெப்பம் கொள்வினை எனவும் அறியலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக பின்வரும் வினைகளைக் கருதுவோம்

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\,H_2O(g) \qquad \Delta H_r^0 = -\,967.4\ kJ$$

$$2H_2O(g) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g) \qquad \Delta H_r^0 = +\,967.4\ kJ$$

**ஒரு வினையின் திட்டவினை என்தால்பி ($\Delta H_r^0$) மதிப்பினை, திட்ட உருவாதல் என்தால்பி ($\Delta H_f^0$) மதிப்புகளிலிருந்து பெறுதல்.**

அனைத்து வினைபடு பொருட்கள் மற்றும் வினைவிளை பொருட்களும் அவற்றின், திட்ட நிலைகளில் உள்ளபோது, அவ்வினையின் என்தால்பி மாற்றம், திட்டவினை என்தால்பி எனப்படுகிறது. இவை $\Delta H$ குறியீட்டிற்கு 0-வை மேல் ஒட்டாக சேர்த்து $\Delta H^0$ என்ற குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது.

வினையில் ஈடுபடும் பல்வேறு வினைபடு பொருட்கள், மற்றும் வினைவிளை பொருட்கள் ஆகியனவற்றின் திட்ட உருவாதல் என்தால்பி மதிப்புகளிலிருந்து, திட்ட நிலையில் அவ்வினையின் என்தால்பி மதிப்பினை நாம் கணக்கிடமுடியும்.

வினை விளைப் பொருட்களின் திட்ட உருவாதல் என்தால்பி மதிப்புகளிலிருந்து வினைபடு பொருட்களின் திட்ட உருவாதல் என்தால்பி மதிப்புகளைக் கழித்துக் கிடைப்பது அவ்வினையின் திட்டவினை என்தால்பி மதிப்பிற்குச் சமம்.

$$\Delta H_r^0 = \Sigma\, \Delta H_f^0{}_{(\text{விளைப் பொருள்})} - \Sigma\, \Delta H_f^0{}_{(\text{வினைப்படுபொருள்})}$$

ஒரு பொதுவான வினைக்கு

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

$$\Delta H_f^0 = \Sigma\, \Delta H_f^0{}_{(\text{விளைப் பொருள்})} - \Sigma\, \Delta H_f^0{}_{(\text{வினைப்படுபொருள்})}$$

$$\Delta H_f^0 = \{c\Delta H_f^0(C) + d\Delta H_f^0(D)\} - \{a\Delta H_f^0(A) + b\,\Delta H_f^0(B)\}$$

**கணக்கு 7.2**

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3\,H_2O(l)$$

என்ற வினைக்கு திட்ட என்தால்பி மாற்ற மதிப்பை கணக்கிடுக. $C_2H_5OH(l)$, $CO_2(g)$ மற்றும் $H_2O(l)$ ஆகியவற்றின் திட்ட உருவாதல் என்தால்பி மதிப்புகள் முறையே 277, -393.5 மற்றும் -285.5 kJ $mol^{-1}$ வரையறையின் படி $O_2(g)$ ன் திட்ட உருவாதல் என்தால்பி மதிப்பு பூஜ்ஜியமாகும்.



Unit 7 - Sridhar.indd 221 07-01-2021 15:08:40

தீர்வு:

$$\Delta H_r^0 = \left\{ \left(\Delta H_f^0\right)_{products} - \left(\Delta H_f^0\right)_{reactants} \right\}$$

$$\Delta H_r^0 = \left[ 2\left(\Delta H_f^0\right)_{CO_2} + 3\left(\Delta H_f^0\right)_{H_2O} \right]$$

$$- \left[ 1\left(\Delta H_f^0\right)_{C_2H_5OH} + 3\left(\Delta H_f^0\right)_{O_2} \right]$$

$$\Delta H_r^0 = \begin{bmatrix} 2mol\,(-393.5)\,kJ\,mol^{-1} \\ +\,3mol\,(-285.5)\,kJ\,mol^{-1} \end{bmatrix}$$

$$- \begin{bmatrix} 1mol\,(-277)\,kJ\,mol^{-1} \\ +\,3mol\,(0)\,kJ\,mol^{-1} \end{bmatrix}$$

$$= [-787 - 856.5] - [-277]$$

$$= -1643.5 + 277$$

$$\Delta H_r^0 = -1366.5\,kJ$$

## தன்மதிப்பீடு

1) $CO_2(g) + H_2(g) \rightarrow CO(g) + H_2O(g)$

என்ற வினைக்கு திட்ட வினை என்தால்பி மதிப்பினைக் கணக்கிடுக. கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை: $CO_2$ (g), CO (g) மற்றும் $H_2O(g)$ ஆகியவற்றின் $\Delta H_f^0$ மதிப்புகள் முறையே– 393.5, – 111.31 மற்றும் – 242 kJ $mol^{-1}$.

## எரிதல் வெப்பம்

"ஒரு மோல் சேர்மமானது அதிகளவு காற்று அல்லது ஆக்ஸிஜனில் முழுமையாக எரிக்கப்படும் போது ஏற்படும் என்தால்பி மாற்றம், அச்சேர்மத்தின் எரிதல் வெப்பம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. இது $\Delta H_c$ என குறிப்பிடப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக மீத்தேனின் எரிதல் வெப்பம்–87.78 kJ $mol^{-1}$

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$

$\Delta H_C = -\ 87.78\ kJ\ mol^{-1}$

கார்பனின்எரிதல்வினைக்கு.

$C\,(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

$\Delta H_C = -\ 394.55\ kJ\ mol^{-1}$

எரிதல் வினைகள் எப்பொழுதும் வெப்பம் உமிழ் வினைகளாகும். எனவே எரிதல் என்தால்பி மாற்றம் எப்பொழுதும் எதிர்குறியினைப் பெற்றிருக்கும்.

## மோலார் வெப்ப ஏற்புத் திறன்கள்:

ஒரு அமைப்பிற்கு வெப்பம் கொடுக்கப்படும் போது, அவ்வமைப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகள் வெப்ப ஆற்றலை (q) உறிஞ்சுகின்றன, எனவே அவைகளின் இயக்க ஆற்றல் அதிகரிக்கின்றது. இதன் விளைவாக அமைப்பின் வெப்பநிலை $T_1$ லிருந்து $T_2$ க்கு உயருகிறது.

இந்த வெப்பநிலை உயர்வு $(T_2\text{-}T_1)$ ஆனது, உறிஞ்சப்பட்ட வெப்பத்தின் (q) அளவிற்கு நேர்விகிதத்திலும், பொருளின் நிறைக்கு (m) எதிர்விகிதத்திலும் இருக்கும்.

$q\ \alpha\ m\Delta T$

$q = c\ m\ \Delta T$

$c = q/m\ \Delta T$

இங்கு c என்பது வெப்ப ஏற்புத்திறன்

$$c = \left( \frac{q}{m\,(T_2 - T_1)} \right) \qquad --------(7.18)$$

m = 1 kg மற்றும் $(T_2 - T_1) = 1$ K எனும் போது வெப்ப ஏற்புத்திறனானது, தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் எனப்படுகிறது. மேலும் சமன்பாடு 7.18 ஆனது பின்வருமாறு மாற்றமடைகிறது.

$c = q$

அதாவது, ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், 1 கிலோ கிராம் நிறையுள்ள பொருள் ஒன்றின் வெப்பநிலையை, ஒரு கெல்வின் உயர்த்த அப்பொருளால் உறிஞ்சிப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவானது, அவ்வமைப்பின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஒரு மோல் சேர்மத்திற்கான வெப்ப ஏற்புத்திறன் மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறன் $(c_m)$ என்றழைக்கப்படுகிறது. "ஒரு மோல் சேர்மத்தின் வெப்பநிலையை ஒரு கெல்வின் உயர்த்த அச்சேர்மத்தால் உறிஞ்சிப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு அதன் மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறன் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

### வெப்ப ஏற்புத்திறனின் அலகுகள்:

மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறனின் SI அலகு $JK^{-1}\ mol^{-1}$.

மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறன்கள் மாறாத கனஅளவு $(C_V)$ மற்றும் மாறாத அழுத்தம் $(C_P)$ என இருவகைகளில் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதிப்படி

$U = q + w$ அல்லது $U = q - PdV$

$q = U + PdV$ ---------------------(7.19)

சமன்பாடு (7.19)ஐ மாறாத கன அளவில், வெப்ப நிலையை பொறுத்து வகையீடு செய்ய

$$\left(\frac{\partial q}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$$

$$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V \quad -------- (7.20)$$

எனவே மாறா கன அளவில் மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறன் $(C_V)$ என்பது மாறாத கனஅளவில், வெப்பநிலையைப் பொறுத்து அக ஆற்றலின் மாறுபாட்டு வீதம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

இதைப் போலவே, மாறா அழுத்தத்தில் மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறன் $(c_P)$ என்பது மாறாத அழுத்தத்தில் வெப்பநிலையை பொறுத்து என்தால்பியின் மாறுபாட்டு வீதம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$c_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P \quad -------- (7.21)$$

### ஒரு நல்லியல்பு வாயுவிற்கான $c_P$ மற்றும் $c_V$ ஆகியவற்றிற்கிடையேயான தொடர்பு:

என்தால்பிக்கான வரையறைப்படி

$H=U+PV$ ------(7.8)

நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாட்டின் படி

$PV = nRT$ -----(7.22)

சமன்பாடு 7.22 ஐ 7.8 ல் பிரதியிட

$H = U + nRT$ ---- (7.23)

இச்சமன்பாட்டை வெப்பநிலையை பொறுத்து வகையீடு செய்ய

$$\frac{\partial H}{\partial T} = \frac{\partial U}{\partial T} + nR\frac{\partial T}{\partial T}$$

$$C_p = C_v + nR \ (1) \qquad \left[\because \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P = C_P \text{ மற்றும் } \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V = C_V\right]$$

$$C_p - C_v = nR \ .....(7.24)$$

அழுத்தம் மாறா செயல்முறைகளில் அமைப்பானது சூழலுக்கு எதிராக வேலை செய்கிறது. எனவே கனஅளவு மாறாத செயல்முறையைக் காட்டிலும், ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை உயர்வை அடைய அமைப்பிற்கு அதிகளவு வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. எனவே $C_P$ மதிப்பு எப்பொழுதும் $C_V$ஐ விட அதிகம்.



Unit 7 - Sridhar.indd 223 07-01-2021 15:08:41

### $\Delta U$ மற்றும் $\Delta H$ கணக்கிடல்

1 மோல் நல்லியல்பு வாயுவிற்கு

$$C_V = \frac{dU}{dT}$$

$$dU = C_V\, dT$$

வரையறுக்கப்பட்ட மாற்றம் நிகழும் போது

$$\Delta U = C_V\, \Delta T$$

$$\Delta U = C_V\, (T_2 - T_1)$$

n மோல்கள் நல்லியல்பு வாயுக்களுக்கு

$$\Delta U = n\, C_v (T_2 - T_1) \text{ ----------- } (7.25)$$

இதேபோல n மோல்கள் நல்லியல்பு வாயுக்களுக்கு, $\Delta H$ மற்றும் $C_P$ தொடர்பு பின்வருமாறு

$$\Delta H = n\, C_P\, (T_2 - T_1) \text{------ } (7.26)$$

### கணக்கு 7.3

128.0 கிராம் ஆக்ஸிஜனை $0^0C$ லிருந்து $100^0C$க்கு வெப்பப்படுத்தும் போது $\Delta U$ மற்றும் $\Delta H$ மதிப்புகளை கணக்கிடுக. தோராயமாக $C_V$ மற்றும் $C_P$ மதிப்புகள் முறையே 21 J $mol^{-1}$ $K^{-1}$ மற்றும் 29 J $mol^{-1}$ $K^{-1}$ (வேறுபாடானது $8 Jmol^{-1}K^{-1}$ இது தோராயமாக R மதிப்பிற்குச் சமம்.)

### தீர்வு

இங்கு

$\Delta U = n\, C_v\, (T_2 - T_1)$

$\Delta H = n\, C_P\, (T_2 - T_1)$

மேலும்

$$n = \frac{128}{32} = 4 \text{ மோல்கள்}$$

$T_2 = 100^0$ C = 373K; $T_1 = 0^0$ C = 273K

$\Delta U = n\, C_v\, (T_2 - T_1)$

$\Delta U = 4 \text{ x } 21 \text{ x } (373 - 273)$

$\Delta U = 8400$ J

$\Delta U = 8.4$ kJ

$\Delta H = n\, Cp\, (T_2 - T_1)$

$\Delta H = 4 \times 29 \times (373 - 273)$

$\Delta H = 11600$ J

$\Delta H = 11.6$ kJ

**தன்மதிப்பீடு**

2) 180 கிராம் நீரின் வெப்பநிலையை $25^0C$ லிருந்து $100^0C$ க்கு மாற்றத் தேவைப்படும் வெப்பத்தை கணக்கிடுக. நீரின் மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறன் மதிப்பு 75.3 $Jmol^{-1}$ $K^{-1}$.

### 7.7 கலோரி மீட்டர் முறையினை பயன்படுத்தி $\Delta U$ மற்றும் $\Delta H$ மதிப்புகளை அளவிடல்

இயற் அல்லது வேதி மாற்றங்களில், ஏற்படும் வெப்பமாற்ற அளவினை அளந்தறிய கலோரிமீட்டர் பயன்படுகிறது. கலோரி மீட்டர் முறையில், ஒரு செயல்முறையில் ஏற்படும் வெப்பநிலை மாற்றமானது அளந்தறியப்படுகிறது. இது வெப்ப மாற்றத்திற்கு எதிர்விகித்திலிருக்கும். $C = q/m\Delta T$ என்ற சமன்பாட்டை பயன்படுத்தி ஒரு செயல்முறையின் வெப்பமாற்ற அளவை நாம் கணக்கிட முடியும். கலோரி மீட்டர் அளவீடுகளை இருவேறு நிபந்தனைகளில் கீழ் அளந்தறியலாம்.

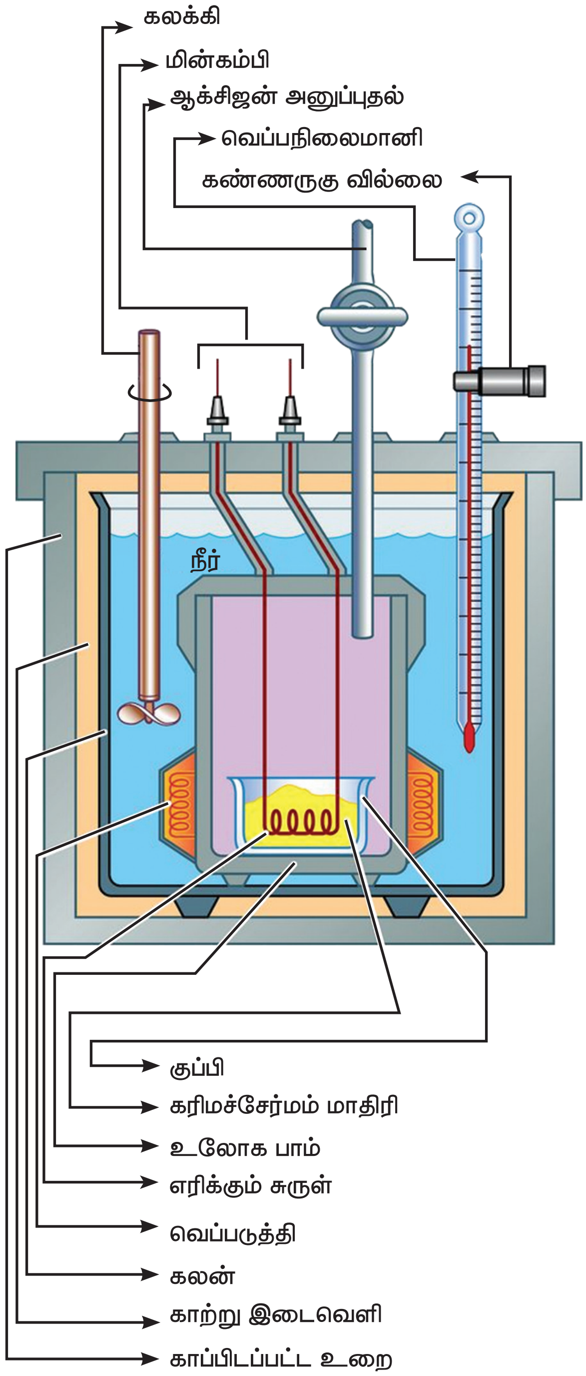
i) மாறாத கன அளவில் $(q_V)$

ii) மாறாத அழுத்தத்தில் $(q_p)$

### (அ) ΔU அளவிடுதல்

மாறாத கனஅளவில், வேதி வினைகளில், வெளிப்படும் வெப்பம் பாம் கலோரிமீட்டர் கொண்டு அளவிடப்படுகிறது.

பாம் கலோரிமீட்டரின் உள்கலன் (பாம்) மற்றும் மூடி ஆகியன வலிமையான எஃகினால் செய்யப்பட்டுள்ளது. உலோக மூடியானது, திருகாணிகள் மூலம் இறுக்கமாக பொருத்தப்பட்டுள்ளது.




படம் 7.6 பாம் கலோமீட்டர்

எடையிடப்பட்ட (wகி) கரிம சேர்மமானது ஒரு பிளாட்டின தட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இத்தட்டானது மின்பாய்தல் மூலம் உடனடியாக எரிதலை தூண்டுவதற்காக மின்கம்பிகளுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது .உள் கலனில் அதிகளவு ஆக்ஸிஜன் செலுத்தி அழுத்தப்பட்டு இறுக்கமாக மூடப்படுகிறது. உள் கலன் (பாம்) ஆனது கலோரிமீட்டரினுள் உள்ள நீரில் அமிழ்த்தி வைக்கப்பட்டுள்ளது. வினையில் உருவாகும் வெப்பம் நீர் முழுவதும் சீராக பரவச் செய்ய கலோரிமீட்டரின் சுவர்களுக்கும், உள்கலனிற்கும் (பாம்) இடையே ஒரு கலக்கி உள்ளது. மின்வில்லை உருவாக்கி சேர்மம் எரிக்கப்படுகிறது.

கலோரி மீட்டரின் உள்கலனில் (பாம்), எடையிடப்பட்ட, எரியக்கூடிய கரிம சேர்மம், ஆக்ஸிஜன் சேர்த்து எரிக்கப்படுகிறது. சேர்மம் எரிக்கப்படும் போது உருவாகும் வெப்பம், கலோரி மீட்டர் மற்றும் அதைச் சூழ்ந்துள்ள நீரினால் உறிஞ்சப்படுகிறது. வெப்பநிலை மாற்றத்தை அளவிட பெக்மென் வெப்பநிலைமானி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. பாம் கலோரி மீட்டர் மூடப்பட்டுள்ளதால், அதன் கனஅளவில் மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. எனவே வெப்ப அளவீடுகளானது மாறாத கனஅளவில் எரிதல் வெப்பத்திற்குச்($\Delta U_c^0$ ) சமம்.

இவ்வினையில் உருவான வெப்பத்தின் அளவானது($\Delta U_c^0$), கலோரி மீட்டர் மற்றும் நீரால் உறிஞ்சப்பட்ட வெப்ப மதிப்புகளின் கூடுதலுக்குச்சமம்.

கலோரி மீட்டரால் உறிஞ்சப்பட்ட வெப்பம்

$$q_1 = k.\Delta T$$

இங்கு k என்பது கலோரி மீட்டர் மாறிலி எனப்படுகிறது. மேலும் $k=m_c\ C_c$

$m_c$= கலோரி மீட்டரின் நிறை

$C_c$= கலோரி மீட்டரின் வெப்ப ஏற்புதிறன்



Unit 7 - Sridhar.indd 225 07-01-2021 15:08:43

நீரால் உறிஞ்சப்பட்ட வெப்பம் $q_2 = m_w C_w \Delta T$

இங்கு $m_w$ என்பது நீரின் மோலார் நிறை,

$C_w$ நீரின் மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறன் ($75.29\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$)

எனவே $\Delta U_c = q_1 + q_2$

$$= k.\Delta T + m_w C_w \Delta T$$

$$= (k+m_w C_w)\Delta T$$

ஒரு தெரிந்த அளவுடைய திட்ட பொருளை (பென்சாயிக் அமிலம்) எரிப்பதன் மூலம், கலோரி மீட்டர் மாறிலியின் (k) மதிப்பினை தீர்மானிக்க முடியும். பென்சாயிக் அமிலத்தின் எரிதல் வினை வெப்பம் $-3227\ kJ\ mol^{-1}$ என்ற தெரிந்த ஒரு மதிப்பாகும்.

மாறா அழுத்தத்தில் என்தால்பி மாற்றத்தை சமன்பாடு (7.17)ஐ பயன்படுத்தி கணக்கிடலாம்.

$$\Delta H_{C\ (அழுத்தம்)}^{0} = \Delta U_{C\ (கனஅளவு)}^{0} + \Delta n_g RT$$

### பாம் கலோரி மீட்டரின் பயன்கள் :

1. எரிதல் வினைகளில் வெளிப்படும் வெப்பத்தை அளவிட பாம்கலோரி மீட்டர் பயன்படுகிறது.
2. உணவுப் பொருட்களின் கலோரி மதிப்பினை நிர்ணயித்திட இது பயன்படுகிறது.
3. வளர்சிதை மாற்ற ஆய்வுகள், உணவு பதப்படுத்துதல், வெடி பொருட்களை சோதித்தறிதல் போன்ற பல்வேறு தொழிற்துறைகளில் பாம்கலோரி மீட்டர் பயன்படுகிறது.

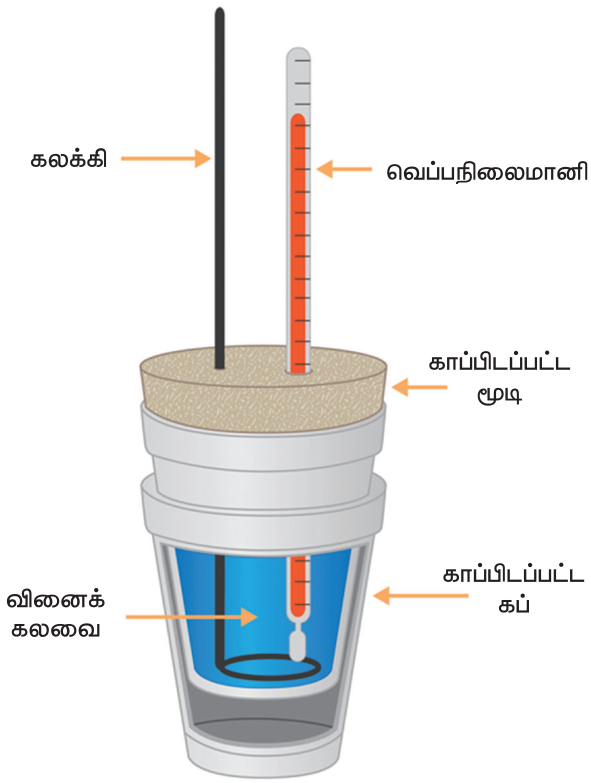
### (ஆ) ΔH அளவிடுதல்

மாறாத அழுத்தத்தில் நடைபெறும் (பொதுவாக வளிமண்டல அழுத்தத்தில்) வினைகளில் நிகழும் வெப்ப மாற்றங்களை காஃபி கப் கலோரி மீட்டர் கொண்டு அளவிடலாம். காஃபி கப் கலோரி மீட்டரின் அமைப்பை குறித்துக் காட்டும் படமானது, படம் (7.7) ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த கலோரி மீட்டரில் உலோக கலனிற்கு (பாம்) பதிலாக ஸ்டைரோபோஃம் கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது சிறந்த வெப்பம் கடத்தாப் பொருள், வினையில் உருவாகும் வெப்பத்தை, சூழலுக்கு கடத்த இப்பொருள் அனுமதிப்பதில்லை. எனவே இங்கு உருவான மொத்த வெப்பமும், கப்பில் உள்ள நீரால் மட்டுமே உறிஞ்சப்படுகிறது. நீரின் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றமானது அளந்தறியப்படுகிறது, மேலும் இதனைப் பயன்படுத்தி உறிஞ்சப்பட்ட (அ) வெளியிடப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவை, பின்வரும் சமன்பாட்டினை பயன்படுத்தி கணக்கிடலாம்.

$$q = m_w C_w \Delta T$$

இங்கு $m_w$ என்பது நீரின் மோலார் நிறை,

$C_w$ நீரின் மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறனின் மதிப்பு $75.29\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$.




படம்: 7.7 காபி கப் கலோரிமீட்டர்



Unit 7 - Sridhar.indd 226 07-01-2021 15:08:44

வினையின் போது குறிப்பிடத்தக்க அளவு கனஅளவில் மாற்றம் ஏற்படாத வினைகளுக்கு இம்முறையினைப் பயன்படுத்த முடியும்.

### கணக்கு 7.4

300 K வெப்ப நிலை மற்றும் மாறாத அழுத்தத்தில் எத்திலீன் வாயுவின் எரிதல் என்தால்பி மதிப்பை கணக்கிடுக. மாறாத கனஅளவில் எத்திலீன் வாயுவின் எரிதல் என்தால்பி ($\Delta U$) மதிப்பு–1406 kJ .

தீர்வு:

எத்திலீன் எரிதல் வினையை பின்வருமாறு எழுதலாம்

$$C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(l)$$

$$\Delta U = -1406 \text{ kJ}$$

$$\Delta n = n_{p(g)} - n_{r(g)}$$

$$\Delta n = 2 - 4 = -2$$

$$\Delta H = \Delta U + RT\Delta n_g$$

$$\Delta H = -1406 + (8.314 \times 10^{-3} \times 300 \times (-2)$$

$$\Delta H = -1410.9 \text{ kJ}$$

### தன்மதிப்பீடு

3) மாறாத கனஅளவில் பென்சீனின் எரிதல் வினைக்கான தரவுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. மாறாத அழுத்தத்தில் வினையின் எரிதல் வெப்பத்தை கணக்கிடுக. $C_6H_6(l) + 7\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow$

$6CO_2(g) + 3H_2O(l)$

$25^0$ C ல் $\Delta U = -3268.12$ kJ

### எரிதல் வெப்பத்தின் பயன்பாடுகள் :

#### (1)உருவாதல் வெப்பத்தை கணக்கிடுதல். :

கரிம சேர்மங்களின் எரிதல் வெப்பத்தை எளிதில் அளவிட முடியும் என்பதால் , இதைப் பயன்படுத்தி மற்ற சேர்மங்களின் உருவாதல் வெப்பத்தை கணக்கிடமுடியும்.

எடுத்துக்காட்டாக மீத்தேனின் திட்ட உருவாதல் என்தால்பி ($\Delta H_f^0$)மதிப்பை கணக்கிடுவோம்.$H_2$,C(கிராஃபைட்) மற்றும் $CH_4$ ஆகியவற்றின் எரிதல் என்தால்பி மதிப்புகள் முறையே-285.8, -393.5 மற்றும் -890.4 kJmol$^{-1}$.

பின்வருமாறு சமன்பாடுகளை எழுதுவதன் மூலம் உருவாதல் என்தால்பியை விளக்க முடியும். திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலைகளில், தூயநிலையிலுள்ள, தனித்த வாயுக்கள் மற்றும் தனிமங்களின் திட்ட உருவாதல் என்தால்பி மதிப்புகள் பூஜ்ஜியம் என எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. மீத்தேன் அதன் தனிமங்களிலிருந்து உருவாவதற்கான வெப்ப வேதிச் சமன்பாடுகள்

$$C_{(\text{கிராஃபைட்})} + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$$

$$\Delta H_f^0 = X \text{ kJ mol}^{-1} \text{--- (i)}$$

கொடுக்கப்பட்ட சேர்மங்களின் எரிதல் வினைக்கான வெப்ப வேதிச் சமன்பாடுகள்

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$$

$$\Delta H^0 = -285.8 \text{ kJ mol}^{-1} \text{---(ii)}$$

$$C_{(\text{கிராஃபைட்})}(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

$$\Delta H^0 = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1} \text{--- (iii)}$$

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$$

$$\Delta H^0 = -890.4 \text{ kJ mol}^{-1} \text{--- (iv)}$$

தேவைப்படும் சமன்பாடு (i)ல் மீத்தேன்,



Unit 7 - Sridhar.indd 227 07-01-2021 15:08:44

விளைபொருள் பக்கத்தில் இருப்பதால், சமன்பாடு (iv) ன் மறுதலையை (reverse) எழுத வேண்டும்.

$$CO_2\,(g) + 2\,H_2O\,(l) \rightarrow CH_4\,(g) + 2\,O_2$$

$$\Delta H^0 = +\,890.4\ kJ\ mol^{-1} \text{---}\ (v)$$

சமன்பாடு (i) ஐ பெற

$$(i) = [(ii) \times 2] + (iii) + (v)$$

$$X = [(-285.8) \times 2] + [-393.5] + [+\,890.4]$$

$$= -74.7\ kJ$$

1 மோல் மீத்தேன் உருவாதலின்போது வெளிப்படும் வெப்பம்= –74.7 kJ

மீத்தேனின்
உருவாதல் வெப்பம் = $-74.7\ kJmol^{-1}$

### (2) உணவுப் பொருட்கள் மற்றும் எரிபொருட்களின் கலோரி மதிப்புகளை கணக்கிடுதல்:

ஒரு கிராம் பொருளை முழுமையாக எரிக்கும்போது வெளிப்படும் வெப்பத்தின் அளவு (கலோரிகளில் அல்லது ஜூல்களில்) அச்சேர்மத்தின் கலோரி மதிப்பு என வரையறுக்கப்படுகிறது. இதன் SI அலகு $JKg^{-1}$. எனினும் இது வழக்கமாக cal $g^{-1}$ எனும் அலகில் குறிப்பிடப்படுகிறது.

### கரைசல் வெப்பம் :

ஒரு பொருள் ஒரு கரைப்பானில் கரைக்கப்படும் போது பொதுவாக வெப்பமாற்றம் உணரப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், ஒருமோல் சேர்மத்தை, குறிப்பிட்ட அளவுள்ள கரைப்பானில் கரைக்கும் போது ஏற்படும் வெப்பமாற்றம் அச்சேர்மத்தின் கரைசல் வெப்பம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

### நடுநிலையாக்கல் வெப்பம்:

நீர்த்தகரைசலில், ஒரு கிராம் சமான நிறை கொண்ட ஒருஅமிலமானது, ஒரு கிராம் சமான நிறை கொண்ட ஒருகாரத்தால் முற்றிலும் நடுநிலையாக்கப்படும் போது, ஏற்படும் என்தால்பி மாற்றம் நடுநிலையாக்கல் வெப்பம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl\,(aq) + H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\,57.32\ kJ$$

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\,57.32\ kJ$$

எந்த ஒரு வலிமை மிகு அமிலம் மற்றும் வலிமை மிகு காரம் ஆகியவற்றின் நடுநிலையாக்கல் வெப்ப மதிப்பு ஏறக்குறைய –57.32 kJ. அமிலம் அல்லது காரத்தின் தன்மையை பொறுத்து இம்மதிப்பு மாறுவதில்லை, பின்வரும் எடுத்துக்காட்டுகள் இதற்குச் சான்றாக அமைகின்றன.

$$HCl\,(aq) + KOH(aq) \rightarrow KCl\,(aq) + H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\,57.32\ kJ$$

$$HNO_3(aq) + KOH(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\,57.32\ kJ$$

$$H_2SO_4(aq) + 2KOH(aq) \rightarrow$$

$$K_2SO_4(aq) + 2\,H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\,57.32\ kJ \times 2$$

அமில காரங்கள் பற்றிய அர்ஹீனியஸ் கொள்கை மூலம் இதற்கான காரணத்தினை விளக்கமுடியும். இக்கொள்கைப்படி "வலிமை மிகு அமிலங்கள், மற்றும் வலிமை மிகுகாரங்கள் அவற்றின் நீர்க்கரைசல்களில் முற்றிலும் அயனிகளாக பிரிகையுற்று முறையே $H^+$ மற்றும் $OH^-$ அயனிகளைத் தருகின்றன. எனவே மேற்கூறிய அனைத்து வினைகளிலும் நிகழும்

நடுநிலையாக்கல் வினையினை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம் .

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

$$\Delta H = -57.32 \text{ kJ}$$

### மோலார் உருகுதல் வெப்பம்:

ஒரு மோல் திண்மப்பொருள், அதன் உருகுநிலையில் திரவநிலைக்கு மாற்றப் படும்போது, ஏற்படும் என்தால்பி மாற்றம், அதன் மோலார் உருகுதல் வெப்பம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக பனிக்கட்டியின் உருகுதல் வெப்பத்தை பின்வருமாறு குறிப்பிட முடியும்.

$$H_2O(s) \xrightarrow{273K} H_2O(l) \ \Delta H_{fusion} = +5.98 \text{kJ}$$

### மோலார் ஆவியாதல் வெப்பம்:

ஒரு மோல் நீர்மம், அதன் கொதி நிலையில் ஆவிநிலைக்கு மாற்றப்படும்போது ஏற்படும் என்தால்பி மாற்றம், அதன் மோலார் ஆவியாதல் வெப்பம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக நீரின் ஆவியாதல் வெப்பத்தை பின்வருமாறு குறிப்பிட முடியும்

$$H_2O(l) \xrightarrow{373K} H_2O(v) \quad \Delta H_{vap} = +40.626 \text{ kJ}$$

### மோலார் பதங்கமாதல் வெப்பம்:

ஒரு திண்மம் அதன் திரவ நிலைக்கு மாறாமல், நேரடியாக வாயு நிலைக்கு மாறும் ஒரு செயல்முறை பதங்கமாதல் எனப்படுகிறது. ஒரு மோல் திண்மப்பொருளை, அதன் பதங்கமாதல் வெப்பநிலையில் நேரடியாக ஆவிநிலைக்கு மாற்றப்படும் போது ஏற்படும் என்தால்பி மாற்றம், அப்பொருளின் மோலார் பதங்கமாதல் வெப்பம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக அயோடினின் பதங்கமாதல் வெப்பத்தை பின்வருமாறு குறிப்பிடமுடியும்.

$$I_2(s) \longrightarrow I_2(v) \quad \Delta H_{sub} = +62.42 \text{ kJ}$$

மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் வளிமண்டல அழுத்தத்தில் திண்ம கார்பன்–டை–ஆக்சைடானது வாயுநிலைக்கு மாறுவது, பதங்கமாதல் செயல்முறைக்கு மற்றுமொரு எடுத்துக்காட்டாகும்.

### நிலைமாற்ற வெப்பம்:

ஒரு மோல் தனிமம், அதன் ஒரு புறவேற்றுமை வடிவத்திலிருந்து, மற்றொரு புறவேற்றுமை வடிவத்திற்கு மாற்றமடையும்போது ஏற்படும் என்தால்பி மாற்றம்,நிலைமாற்ற வெப்பம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக வைரம் அதன் புறவேற்றுமை வடிவமான கிராஃபைட்டாக மாற்றமடையும்வினையை குறிப்பிடலாம்.

$$C_{(\text{வைரம்})} \longrightarrow C_{(\text{கிராஃபைட்})}$$

$$\Delta H_{trans} = +13.81 \text{ kJ}$$

இதைப் போலவே சல்பர் மற்றும் பாஸ்பரஸின் புற வேற்றுமை வடிவங்களுக்குக்கிடையே மாற்றத்தினை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்..

$$S_{(\text{மோனோக்ளினிக்})} \longrightarrow S_{(\text{ரோம்பிக்})}$$

$$\Delta H_{trans} = -0.067 \text{ kJ}$$

$$P_{(\text{வெண்மை})} \longrightarrow P_{(\text{சிவப்பு})}$$

$$\Delta H_{trans} = -4.301 \text{ kJ}$$

## 7.8 ஹெஸ்ஸின் வெப்பம் மாறா கூட்டல் விதி:

வினையானது மாறாத கன அளவில் அல்லது மாறாத அழுத்தத்தில் நிகழ்த்தப்படுவதைப் பொறுத்து அவ்வினைகளால் ஏற்படும் வெப்ப மாற்றமானது

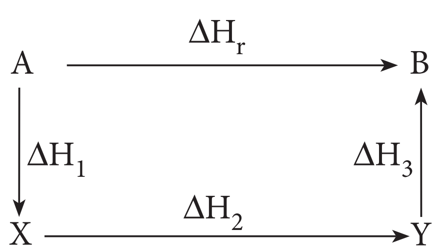


Unit 7 - Sridhar.indd 229 07-01-2021 15:08:44

வினைவிளை பொருட்கள், மற்றும் வினைபடு பொருட்களின் அகஆற்றல் வேறுபாடு ($\Delta U$) அல்லது வெப்பப்பொதிவு ($\Delta H$) க்கு சமமாக இருக்கும் என நாம் முன்னரே கற்றறிந்தோம். $\Delta U$ மற்றும் $\Delta H$ ஆகியன அமைப்பின் நிலையை பொறுத்து அமையும் நிலைச் சார்புகளாகும். எனவே ஒரு கொடுக்கப்பட்ட வினையில் வெப்பம் உறிஞ்சப்படுதல் அல்லது உமிழப்படுதலானது, அவ்வமைப்பின் ஆரம்ப மற்றும் இறுதி நிலைகளை மட்டுமே பொறுத்தமையுமேயன்றி, அம்மாற்றமானது எவ்வழிமுறையில் அல்லது எத்தனை படிகளில் நிகழ்கிறது என்பதை பொறுத்து அமைவதில்லை.

இந்த பொதுமைப்படுத்துதலானது ஹெஸ்விதி என அறியப்படுகிறது. ஹெஸ்விதிப்படி,

மாறாத கனஅளவு அல்லது மாறாத அழுத்தத்தில் ஒரு வினை ஒருபடியில் நிகழ்ந்தாலோ அல்லது பலபடிகளில் நிகழ்ந்தாலோ, அதன் ஆரம்ப மற்றும் இறுதி நிலைகள் மாறா திருப்பின், அவ்வினையின் மொத்த என்தால்பி மதிப்பு மாறாமல் இருக்கும்.



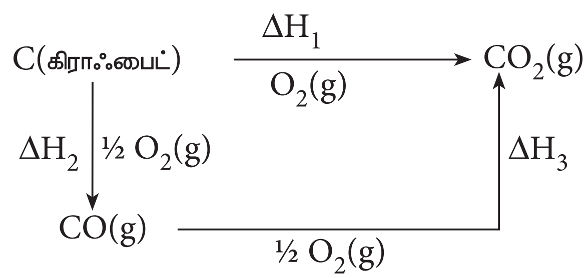

$$\Delta H_r = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

### ஹெஸ் விதியின்பயன்பாடுகள்:

என்தால்பி மதிப்புகளை எளிதில் அளவிட முடியாத வினைகளுக்கு ஹெஸ்விதியை பயன்படுத்தி வினை என்தால்பி மதிப்புகளைக் கணக்கிடலாம். எடுத்துக்காட்டாக கிரா∴பைட்டை, தூய CO ஆக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைய செய்யும் வினையின் வினை என்தால்பி மதிப்பை அளவிடுதல் மிக கடினமாகும். எனினும் கிரா∴பைட்டை, $CO_2$ ஆகவும், மற்றும் CO ஐ $CO_2$ ஆகவும், ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யும் வினைகளின் என்தால்பி மதிப்புகளை எளிதாக அளவிட முடியும்.

இவ்வினைகளுக்கு எரிதல் வினை வெப்ப மதிப்புகள்முறையே-393.5kJ,மற்றும்-283.5 kJ. இந்ததரவுகளிலிருந்து கிரா∴பைட்டிலிருந்து CO வின் உருவாதல் என்தால்பியை ஹெஸ் விதியை பயன்படுத்தி கணக்கிடலாம்.

இதில் நிகழும் வினைகளை பின்வருமாறு எழுதலாம்.




ஹெஸ் விதிப்படி

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

$$-393.5 \text{ kJ} = X - 283.5 \text{ kJ}$$

$$X = -110.5 \text{ kJ}$$

## 7.9 படிகக்கூடு ஆற்றல்($\Delta H_{(\text{படிகக்கூடு})}$)

ஒரு மோல் படிகத்தில் உள்ள அயனிகளை அதன் படிக அணிக் கோவை புள்ளிகளிலிருந்து முடிவிலா தொலைவிற்கு நீக்குவதற்கு தேவைப்படும் ஆற்றலின் அளவு அப்படிகத்தின் படிகக்கூடு ஆற்றல் என வரையறுக்கப்படுகிறது. இது படிகக்கூடு என்தால்பி எனவும்அழைக்கப்படுகிறது.

$$NaCl(s) \rightarrow Na^{+}(g) + Cl^{-}(g)$$

$$\Delta H_{\text{படிகக்கூடு}} = +788 \text{kJ mol}^{-1}$$

மேற்காண் சமன்பாட்டிலிருந்து ஒரு மோல் NaCl படிகத்திலுள்ள $Na^{+}$ மற்றும்

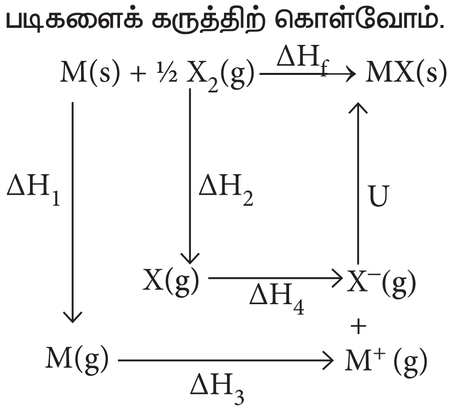


Unit 7 - Sridhar.indd 230 07-01-2021 15:08:45

$Cl^-$ அயனிகளை பிரிப்பதற்கு 788 kJ ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது என்பதை அறியமுடிகிறது.

## பார்ன் – ஹேபர்சுற்று

ஒரு வினையின் ஆற்றல்களை ஆய்ந்தறிவதற்கான ஒரு அணுகுமுறையே பார்ன் – ஹேபர் சுற்று ஆகும். இச்சுற்றை உருவாக்கிய ஜெர்மன் அறிவியலாளர்கள் மேக்ஸ்பார்ன்மற்றும்ஃபிரிட்ச்ஹேபர்ஆகியோர் பெயரால் இச்சுற்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு உலோகம் ஹேலஜனுடனோ அல்லது ஆக்ஸிஜன் போன்ற அலோகத்துடனோ சேர்ந்து அயனிச் சேர்மங்கள் உருவாகும் வினைகளை இச்சுற்று கருத்தில் கொள்கிறது. வேறு எந்த முறையிலும் நேரடியாக கணக்கிடமுடியாத படிககூடு ஆற்றலை கணக்கிட பார்ன் – ஹேபர் சுற்று பயன்படுகிறது. இச்சுற்றில் படிக்கூடு என்தால்பியை கணக்கிட ஹெஸ் விதி பயன்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக எளிய கார உலோக ஹாலைடு MX போன்ற அயனிப்படிகங்கள் உருவாதலுக்கு பின்வரும் படிகளைக் கருத்திற் கொள்வோம்.




$\Delta H_1$ - M(s) லிருந்து M(g) ஆக பதங்கமாதலின் வெப்பம்

$\Delta H_2$- $\frac{1}{2}X_2$ (g) லிருந்து X(g) ஆக பிரிகையுறும் ஆற்றல்

$\Delta H_3$- M(g) லிருந்து $M^+$(g)ஆகமாற தேவைப்படும் அயனியாக்க ஆற்றல்

$\Delta H_4$ - X(g) ஆனது $X^-$(g) ஆக மாற்றமடையும் செயல்முறையின் எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்பு.

U - திண்ம MX உருவாதலின் படிக்கூடு ஆற்றல்.

$\Delta H_f$ -தனிமங்களிலிருந்து நேரடியாக MX உருவாகும் வினையின் என்தால்பி மாற்றம் (உருவாதல் என்தால்பி).

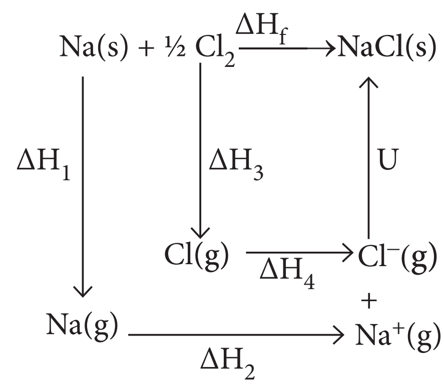
ஹெஸ்ஸின் வெப்பம் மாறா கூட்டல் விதிப்படி

$$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + U$$

NaCl படிகத்தின் படிகக்கூடு ஆற்றலை கணக்கிடுவதற்கு பார்ன் – ஹேபர் சுற்றை பின்வருமாறு பயன்படுத்து வோம்.

வினையில் ஈடுபடும் வினைபடு பொருட்கள் தனிமநிலையிலும், விளை பொருட்கள் தங்களின் திட்ட நிலைகளிலும் உள்ளதால் 1 bar அழுத்தத்தில் வினையில் ஏற்படும் மொத்த என்தால்பி மாற்றம் NaCl படிகத்தின் உருவாதல் என்தால்பி எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. மேலும் NaCl உருவாகும் வினை ஐந்து படிகளில் நிகழ்வதாக கருதுவோம். ஒவ்வொரு படியிலும் நிகழும் என்தால்பி மாற்றங்களின் கூடுதல் வினையின் மொத்த என்தால்பி மாற்றத்திற்குச் சமம்.

இதிலிருந்து NaCl படிகத்தின்படிகக் கூடு ஆற்றலை கணக்கிடலாம்.




$\Delta H_f$ = சோடியம் குளோரைடின் உருவாதல் வெப்பம் = – 411.3 kJ $mol^{-1}$

$\Delta H_1$ = Na(S) ன் பதங்கமாதல் வெப்பம் = 108.7 kJ $mol^{-1}$



Unit 7 - Sridhar.indd 231 07-01-2021 15:08:45

$\Delta H_2$ = Na(g) ன்அயனியாக்கும்ஆற்றல் = 495.0 kJ $mol^{-1}$

$\Delta H_3$ = $Cl_2(g)$ ன்பிரிகைஆற்றல் = 244 kJ $mol^{-1}$

$\Delta H_4$ = Cl(g) ன் எலக்ட்ரான் நாட்டம் = – 349.0 kJ $mol^{-1}$

U = NaCl ன் படிக்கூடு ஆற்றல்

$$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \frac{1}{2}\Delta H_3 + \Delta H_4 + U$$

$$\therefore U = \left(\Delta H_f\right) - \left(\Delta H_1 + \Delta H_2 + \frac{1}{2}\Delta H_3 + \Delta H_4\right)$$

$\Rightarrow$ U = (–411.3) – (108.7 + 495.0 + 122 – 349)

U = (–411.3) – (376.7)

$\therefore$ U = – 788 kJ $mol^{-1}$

படிகக்கூடு ஆற்றல் மதிப்பிலுள்ள இந்த எதிர்குறியானது, வாயுநிலையிலுள்ள $Na^+$மற்றும்$Cl^-$அயனிகளிலிருந்து NaCl உருவாகும்போது ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது என்பதை குறிக்கிறது.

**தன்மதிப்பீடு**

4) 1 மோல் மெக்னீசியம், 1மோல் திரவ புரோமினிலிருந்து, 1மோல் மெக்னீசியம் புரோமைடு தயாரிக்கும் போது 524kJ அளவு ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது.

மெக்னீசியத்தின் பதங்கமாதல் வெப்பம்148 kJ $mol^{-1}$ , திரவ புரோமினின் ஆவியாதல் வெப்பம்31 kJ $mol^{-1}$, புரோமின் வாயுவை, அணுக்களாக்க தேவைப்படும் பிரிகையடைதல் வெப்பம் 193 kJ$mol^{-1}$, மெக்னீஷியத்தின் அயனியாக்கும் ஆற்றல்கள் முறையே $IE_1$ = 737.5 kJ $mol^{-1}$ மற்றும் $IE_2$ = 1450.5 kJ $mol^{-1}$, புரோமினின் எலக்ட்ரான் நாட்டம் -324.5 kJ $mol^{-1}$ எனில், மெக்னீஷியம் புரோமைடு படிகத்தின் படிகக்கூடு ஆற்றலைக் கணக்கிடு.

## 7.10. வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம்விதி

**வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதிக்கான தேவை:**

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல்விதிப்படி அண்டத்தின் ஆற்றல் மாறாதிருக்கும் எனநாம் அறிவோம்.

பின்வரும் எடுத்துக்காட்டுகளை நாம் கருதுவோம்.

1. ஒரு முகவையிலுள்ள வெந்நீர், சிறிது நேரத்தில் சூழலுக்கு வெப்ப ஆற்றலை இழந்து குளிர்ச்சியடைகிறது.

2. ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தை, சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடுடன் சேர்க்கும் போது, சோடியம் குளோரைடும், நீரும் உருவாகிறது. இவ்வினையில் வெப்பம் வெளியேறுகிறது.

இவ்விரு நிகழ்வுகளிலும், மொத்த ஆற்றல் மாறுவதில்லை, மேலும் இது முதல் விதிப்படியே அமைகிறது. எனினும், இதன் மறுதலைச் செயல்முறைகள் அதாவது குளிர்ந்த நீரானது சூழலில் இருந்துதானாகவே வெப்பத்தை உறிஞ்சி வெந்நீராக மாறும் வினையின் ஆற்றல் மாற்றமும் முதல்விதிப்படியே அமைந்தாலும், இவ்வினை தன்னிச்சையாக நிகழ்வதில்லை. எனினும் குளிர்ந்த நீருக்கு வெப்ப ஆற்றல் வழங்கப்படும் போது அது சூடாகிறது, அதாவது இம்மாற்றம் தன்னிச்சையாக நிகழ்வதில்லை, மேலும் ஆற்றலை கொடுப்பதன் மூலம் நிகழுமாறு செய்ய முடியும்.

இதை போலவே, சோடியம் குளோரைடு கரைசல் தானாக வெப்பத்தை உறிஞ்சி ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலமாகவும், சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடாகவும் மாறுவது இல்லை. ஆனால் ஆற்றலை வழங்கியும் இந்தசெயல் முறையை நிகழச் செய்யமுடியாது.

இவ்வாறான இயற்கை அனுபவங்களிலிருந்து, சில செயல் முறைகள் தன்னிச்சையாகவும், சில செயல் முறைகள் தன்னிச்சையற்றும் மேலும் சில செயல்முறைகள் ஒருகுறிப்பிட்ட திசையில் மட்டும் நிகழ்வதாக அமைகின்றன என அறிய முடிகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வினையின் நிகழும் தன்மையை விளக்க நமக்கு வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதி தேவைப்படுகிறது.

### 7.10.1 வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியின் பல்வேறு கூற்றுகள்:

#### என்ட்ரோபி

வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம்விதி "என்ட்ரோபி" என்றழைக்கப்படும் மற்றுமொரு நிலைச்சார்பை அறிமுகப்படுத்துகிறது. என்ட்ரோபி என்பது ஒரு அமைப்பின் மூலக்கூறுகளின் ஒழுங்கற்ற தன்மையை அளவிடும் வெப்ப இயக்கவியல் நிலைச்சார்பு. ஆனால் என்ட்ரோபியின் வெப்ப இயக்கவியல் வரையறையானது ஒரு செயல்முறையின் விளைவால் ஏற்படும் என்ட்ரோபி மாற்றத்தை கருத்தில் கொள்கிறது. இதன் வரையறை பின்வருமாறு

$$dS = dq_{\text{மீள்}} / T$$

#### என்ட்ரோபிகூற்று:

வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியை என்ட்ரோபி வாயிலாக குறிப்பிடலாம், அதாவது "ஒருதன்னிச்சை செயல்முறை நிகழும்போது, ஒரு தனித்த அமைப்பின் என்ட்ரோபி அதிகரிக்கிறது.

வாயுக்கள் விரிவடைதல் போன்ற மீளா செயல் முறைகளுக்கு

$$\Delta S_{\text{மொத்தம்}} > 0$$

$$\Delta S_{\text{மொத்தம்}} > \Delta S_{\text{அமைப்பு}} + \Delta S_{\text{சூழல்}}$$

i.e. $\Delta S_{\text{மொத்தம்}} > \Delta S_{\text{அமைப்பு}} + \Delta S_{\text{சூழல்}}$

பனிக்கட்டி உருகுதல் போன்ற மீள் செயல்முறைகளுக்கு,

$$\Delta S_{\text{அமைப்பு}} = - \Delta S_{\text{சூழல்}}$$

$$\Delta S_{\text{மொத்தம்}} = 0$$

#### கெல்வின் – பிளாங்க் கூற்று:

ஒரு சுற்றுச் செயல் முறையில், சூடான வெப்ப மூலத்திலிருந்து வெப்பத்தை உறிஞ்சி அவ்வெப்பத்தின் ஒரு பகுதியை குளிர்ந்த நிலையிலுள்ள மூலத்திற்கு மாற்றாமல், முழுவதும் வேலையாக மாற்றக்கூடிய இயந்திரத்தினை வடிவமைக்க இயலாது. ஒரு சிறந்த, உராய்வற்ற இயந்திரத்தினால் கூட அதற்கு கொடுக்கப்பட்ட வெப்ப உள்ளீட்டினை 100% வேலையாக மாற்ற முடியாது. என்பதை வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதி விளக்குகிறது.

மீள்முறையில் செயல்படும் ஒரு வெப்ப இயந்திரத்தின் திறனானது , அந்த இயந்திரம் எந்த இரு வெப்பநிலைகளுக்கிடையே செயல்படுகிறதோ அவற்றை மட்டுமே பொறுத்து அமைகிறது என்பதை கார்னோ (Carnot) வெப்ப இயந்திரங்களை பற்றிய தனது ஆய்வின் மூலம் கண்டறிந்தார்.

$$\text{திறன்} = \frac{\text{செய்யப்பட்டவேலை}}{\text{உறிஞ்சப்பட்டவெப்பம்}}$$

$$\eta = \frac{|q_h| - |q_c|}{|q_h|}$$

$q_h$ – சூடான வெப்ப மூலத்திலிருந்து உறிஞ்சப்பட்ட வெப்பம்

$q_c$ – குளிர்ந்த நிலையிலுள்ள மூலத்திற்கு மாற்றப்பட்ட வெப்பம்

$$\eta = 1 - \frac{|q_c|}{|q_h|} \quad ---(7.27)$$

ஒரு மீள்சுற்றுச் செயல்முறைக்கு

$$\Delta S_{(\text{அண்டம்})} = \Delta S_{\text{அமைப்பு}} + \Delta S_{\text{சூழல்}} = 0$$

$$\Delta S_{\text{அமைப்பு}} = - \Delta S_{\text{சூழல்}}$$

$$\frac{q_h}{T_h} = \frac{-q_c}{T_c}$$

$$\frac{T_c}{T_h} = \frac{-q_c}{q_h}$$

$$\frac{T_c}{T_h} = \frac{|q_c|}{|q_h|} \quad ----(7.28)$$

சமன்பாடு 7.27 ல் 7.28 ஐ பிரதியிட

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{T_c}{T_h} \quad -------(7.29)$$

$T_h >> T_c$

எனவே, $\eta < 1$

இயந்திரத்தின் திறனை சதவிகிதத்தில் பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$\text{இயக்குதிறன் சதவீதம்} = \left[1 - \frac{T_c}{T_h}\right] \times 100$$

### கிளாசியஸ் கூற்று:

எந்த ஒரு வேலையும் செய்யாமல், குளிர்ந்த வெப்ப மூலத்திலிருந்து, சூடான வெப்ப மூலத்திற்கு, வெப்பத்தை மாற்ற முடியாது.

### கணக்கு 7.10

ஒரு தானியங்கி மோட்டார் வாகன இயந்திரத்தில், பெட்ரோல் $816^0$ C வெப்பநிலையில் எரிக்கப்படுகிறது. சூழலின் வெப்பநிலை $21^0$C ஆக இருக்கும்போது இயந்திரத்தின் அதிகபட்ச திறனை கணக்கிடுக.

#### தீர்வு

$$\text{இயக்குதிறன் சதவீதம்} \quad \left[\frac{T_h - T_c}{T_h}\right] \times 100$$

இங்கு

$T_h$ = 816+273= 1089 K;

$T_c$= 21+273= 294K

$$\text{இயக்குதிறன் சதவீதம்} = \left(\frac{1089 - 294}{1089}\right) \times 100$$

இயக்குதிறன் சதவீதம் = 73%

#### தன்மதிப்பீடு

5) $127^0$C மற்றும் $47^0$C ஆகிய வெப்பநிலைகளுக்கிடையே செயல்படும் ஒரு இயந்திரம் உயர்வெப்ப மூலத்திலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலை உறிஞ்சுகிறது. உராய்வின் மூலம் எந்த ஆற்றல் இழப்பும் இல்லாத நிலையில் இயந்திரத்தின் அதிகபட்ச சதவீத இயக்கத்திறனைக் கணக்கிடுக.

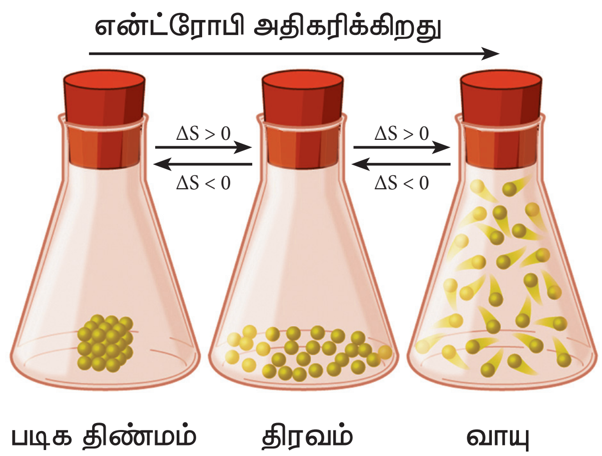
### என்ட்ரோபியின் அலகுகள்:

என்ட்ரோபி (S) என்பது பரிமாறப்பட்ட வெப்ப ஆற்றலை (q), வெப்பநிலையால் (T) வகுக்க கிடைப்பது ஆகும்.எனவே என்ட்ரோபியின் SI அலகு J $K^{-1}$.

### ஒழுங்கற்ற தன்மை மற்றும் தன்னிச்சைத் தன்மை

பனிக்கட்டி உருகுதல், நீர் ஆவியாதல் போன்ற செயல்முறைகளை கவனமாக ஆய்ந்தறியும் போது, அவ்வமைப்பின் ஒழுங்கற்ற தன்மை அதிகரிப்பதை அறிய முடிகிறது. பனிக்கட்டியில் நீர் மூலக்கூறுகள் அதிக ஒழுங்குடன் கூடிய படிக அமைப்பில் உள்ளதால், அவ்வமைப்பு மூலக்கூறுகளின் சிறு நகர்வுகளுக்கு மட்டுமே அனுமதிக்கிறது. பனிக்கட்டி உருகும் போது, நீர் மூலக்கூறுகள் ஒழுங்கற்ற நிலைக்கு செல்கின்றன மேலும்

அதிக கட்டற்ற தன்மையுடன் நகர்கின்றன. நீர்மநிலையில் கட்டற்ற நகரும் தன்மை அதிகரிக்கிறது, ஆவிநிலையில் இது மேலும் அதிகரிக்கிறது. அதாவது பனிக்கட்டி நீராக உருகும் போதும், அல்லது நீர் ஆவியாகும் போதும், நீர் மூலக்கூறுகளின் ஒழுங்கற்ற தன்மை அதிகரிக்கிறது என நாம் இதனை கூற முடியும். இவ்விரு நிகழ்வுகளும் தன்னிச்சை செயல்முறைகளாகும். இச்செயல்முறைகளில் ஒழுங்கற்ற தன்மை (என்ட்ரோபி) அதிகரிக்கிறது.




படம்7.8 ஒழுங்கற்ற தன்மை அதிகரித்தல் – விளக்கப்படம்

### திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றம் ($\Delta S^0$):

தனிச்சுழி வெப்பநிலை (0K)க்கு மேல் எந்த ஒரு வெப்பநிலையிலும் ஒரு அமைப்பின் உண்மையான என்ட்ரோபி மதிப்பினைக் கண்டறிய இயலும். 298K மற்றும் 1 bar அழுத்த நிலையில் ஒரு பொருளின் தனி என்ட்ரோபி ஆனது அச்சேர்மத்தின் திட்ட என்ட்ரோபி ($S^0$) என்றழைக்கப்படுகிறது. நெர்ன்ஸ்டின் வெப்ப இயக்கவியல் மூன்றாம் விதிக்கான கூற்றின்படி ஒரு குறைபாடற்ற படிக தனிமத்தின் தனி என்ட்ரோபி மதிப்பு தனிச்சுழி வெப்பநிலையில் (0K) மட்டும் பூஜ்ஜியமாகும். தனிச்சுழி வெப்பநிலைக்கு மேல் எந்த ஒருவெப்பநிலையிலும் அனைத்து சேர்மங்களின் திட்ட என்ட்ரோபி மதிப்புகளும் எப்போதும் நேர்குறி மதிப்பைக் கொண்டிருக்கும். வினையில் ஈடுபடும் பல்வேறு சேர்மங்களின் என்ட்ரோபி மதிப்புகளிலிருந்து, வினையின் என்ட்ரோபி மாற்றத்தை ($\Delta S_r^0$) கணக்கிட முடியும்.

$$\Delta S_r^0 = \Sigma S^0_{\text{வினைவிளைப்பொருட்கள்}} - \Sigma S^0_{\text{வினைபடுப்பொருட்கள்}} \qquad \text{------ (7.30)}$$

### திட்ட உருவாதல் என்ட்ரோபி :

"திட்ட நிலைமைகளில், ஒரு மோல் சேர்மம், அதன் தனிமங்களிலிருந்து உருவாகும்போது ஏற்படும் என்ட்ரோபி மாற்றம், திட்ட உருவாதல் என்ட்ரோபி என வரையறுக்கப்படுகிறது. இது $\Delta S_f^0$ என குறிக்கப்படுகிறது. தனிமங்களின் திட்ட என்ட்ரோபி ($S^0$) மதிப்புகளிலிருந்து கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒரு சேர்மத்தின் என்ட்ரோபியைக் கணக்கிட முடியும்.

### கணக்கு 7.6

$C(s)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$ இவ்வினையின் திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றத்தை கணக்கிடுக. $CO_2(g), C(s), O_2(g)$ ஆகியவற்றின் திட்ட என்ட்ரோபி மதிப்புகள் முறையே 213.6 ,5.740, மற்றும் 205 $JK^{-1}$.

$$C(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

$$\Delta S_r^0 = \Sigma S^0_{\text{வினைவிளைப்பொருட்கள்}} - \Sigma S^0_{\text{வினைபடுப்பொருட்கள்}}$$

$$\Delta S_r^0 = \{S^0_{CO_2}\} - \{S^0_C + S^0_{O_2}\}$$

$$\Delta S_r^0 = 213.6 - [5.74 + 205]$$

$$\Delta S_r^0 = 213.6 - [210.74]$$

$$\Delta S_r^0 = 2.86\ JK^{-1}$$

#### தன்மதிப்பீடு

6). யூரியா நீராற் பகுப்படைந்து அம்மோனியா மற்றும் கார்பன்–டை–ஆக்ஸைடை தருகிறது. இவ்வினையின் திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றத்தை கணக்கிடுக. யூரியா, $H_2O$, $CO_2$, $NH_3$ ஆகியவற்றின் திட்ட என்ட்ரோபி மதிப்புகள் முறையே 173.8, 70, 213.5 மற்றும் 192.5 $J\ mol^{-1}\ K^{-1}$.



Unit 7 - Sridhar.indd 235 07-01-2021 15:08:47

## நிலைமை மாற்றங்களின் என்ட்ரோபி மாற்றங்கள் :

ஒரு திண்மம் நீர்மமாதல் (உருகுதல்), ஒரு நீர்மம் ஆவியாதல் (ஆவியாதல்), ஒரு திண்மம் ஆவியாதல் (பதங்கமாதல்) ஆகிய செயல்முறைகளின் போது என்ட்ரோபி மாற்றம் நிகழ்கிறது. இம்மாற்றங்களின் போது இரண்டு நிலைமைகளும் சமநிலையில் இருப்பதால் இம்மாற்றத்தினை மீள் முறையில், மாறா வெப்பநிலையில் நிகழ்த்தலாம்.

$$\Delta S = \frac{q_{\text{மீள்}}}{T} = \frac{\Delta H_{\text{மீள்}}}{T} \quad -------- (7.31)$$

### உருகுதல் என்ட்ரோபி:

ஒரு மோல் திண்மம், அதன் உருகுநிலையில், மீள் முறையில் உருகும்போது உறிஞ்சப்படும் வெப்பம் மோலார் உருகுதல் வெப்பம் எனப்படுகிறது. இச் செயல்முறைக்கான என்ட்ரோபி மாற்றம் உருகுதல் என்ட்ரோபி எனப்படும்.

$$\Delta S_{\text{மீள்}} = \frac{dq_{\text{மீள்}}}{T}$$

$$\Delta S_{\text{உருகுதல்}} = \frac{\Delta H_{\text{உருகுதல்}}}{T_f} \quad -------- (7.32)$$

இங்கு $H_f$ என்பது மோலார் உருகுதல் வெப்பம். $T_f$ என்பது உருகுநிலை.

### ஆவியாதல் என்ட்ரோபி:

ஒரு மோல் திரவம், அதன் கொதிநிலையில், மீள் முறையில் ஆவியாகும் போது உறிஞ்சப்படும் வெப்பம் மோலார் ஆவியாதல் வெப்பம் எனப்படுகிறது. இச்செயல்முறைக்கான என்ட்ரோபி மாற்றம் ஆவியாதல் என்ட்ரோபி எனப்படும்.

$$\Delta S_v = \frac{\Delta H_v}{T_b} \quad ------- (7.33)$$

இங்கு $\Delta H_v$ என்பது மோலார் ஆவியாதல் வெப்பம், $T_b$ என்பது கொதிநிலை

### புறவேற்றுமை வடிவமாறுதல் என்ட்ரோபி:

ஒரு மோல் திண்மம்,அதன் புறவேற்றுமை வடிவமாறு வெப்பநிலையில், மீள் முறையில் ஒரு புறவேற்றுமை வடிவத்திலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மாற்றமடையும் போது ஏற்படும் வெப்பமாற்றம் மோலார் புறவேற்றுமை வடிவமாறு வெப்பம் எனப்படுகிறது. இச்செயல்முறைக்கான என்ட்ரோபி மாற்றம் புறவேற்றுமை வடிவமாறுதல் என்ட்ரோபி எனப்படுகிறது.

$$\Delta S_t = \frac{\Delta H_t}{T_t} \quad ------- (7.34)$$

இங்கு $\Delta H_t$ என்பது மோலார் புறவேற்றுமை வடிவமாறு வெப்பம், $T_t$ என்பது புறவேற்றுமை வடிவமாறு வெப்பநிலை.

### கணக்கு 7.7

$0^0C$ வெப்பநிலையில் 1 மோல் பனிக்கட்டி, நீராக உருகும்போது நிகழும் என்ட்ரோபி மாற்றத்தை கணக்கிடுக. பனிக்கட்டியின் மோலார் உருகுதல் வெப்பமதிப்பு 6008 J $mol^{-1}$

தீர்வு:

$$\Delta H_{\text{உருகுதல்}} = 6008\ Jmol^{-1}$$

$$T_f = 0^0\ C = 273\ K$$

$$H_2O(S) \xrightarrow{273\ K} H_2O\ (l)$$

$$\Delta S_{\text{உருகுதல்}} = \frac{\Delta H_{\text{உருகுதல்}}}{T_f}$$

$$\Delta S_{\text{உருகுதல்}} = \frac{6008}{273}$$

$$\Delta S_{\text{உருகுதல்}} = 22.007\ J\ K^{-1}\ mole^{-1}$$



Unit 7 - Sridhar.indd 236 07-01-2021 15:08:48

தன்மதிப்பீடு

7) 351K வெப்பநிலையில் 1 மோல் எத்தனாலை ஆவியாக்கும் போது நிகழும் என்ட்ரோபி மாற்றத்தைக்கணக்கிடுக. எத்தனாலின் மோலார் ஆவியாதல் வெப்பமதிப்பு 39.84 kJ $mol^{-1}$.

## 7.11கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் (G)

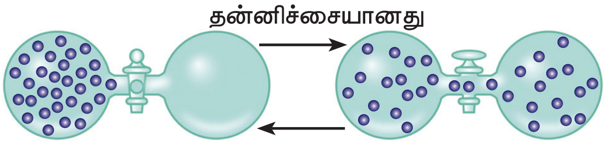
வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதியின் ஒரு முக்கியப் பயனானது, குறிப்பிட்ட நிபந்தனைகளின் கீழ் ஒரு வினையின் தன்னிச்சைத் தன்மையினைக் கண்டறிதல் ஆகும். குறிப்பிட்ட நிபந்தனையில், எந்தவித புறத்தூண்டு விசையின் உதவியும் இல்லாமல் ஒரு செயல்முறை நிகழுமாயின் அச்செயல்முறை தன்னிச்சை செயல்முறை எனவும், அவ்வாறு இல்லையெனில் தன்னிச்சையற்றது எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. நம் அன்றாட வாழ்வில் பின்வரும் எடுத்துக்காட்டுகள் உள்ளிட்ட பல தன்னிச்சையான இயற் மற்றும் வேதிச் செயல்முறைகளை நாம் காண்கிறோம்.

1. அருவி கீழாக கொட்டுகிறது. ஆனால் எப்போதும் தன்னிச்சையாக மேலெழும்புவதில்லை.

2. ஒரு கப் குளம்பியில் (coffee) இடப்பட்ட சர்க்கரை தன்னிச்சையாக கரைகிறது. ஆனால், கரைந்த சர்க்கரை தன்னிச்சையாக மீண்டும் படிகங்களாக உருவாவதில்லை.

3. வெப்பம் சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ந்த பொருளுக்கு பாய்கிறது. ஆனால், குளிர்ந்த பொருளிலிருந்து சூடான பொருளுக்கு வெப்பம் தன்னிச்சையாக பாய்வதில்லை.

4. கீழ்க்கண்டுள்ள படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, இரு குமிழிகளுக்கு இடைப்பட்ட அடைப்பு நீக்கப்படும்போது, வாயு நிரம்பிய ஒரு குமிழிலிருந்து, வெற்றிடமாக்கப்பட்ட மற்றொரு குமிழிக்கு தன்னிச்சையாக வாயு விரிவடைகிறது. ஆனால், அதன் மறுதலை செயல்முறையான அனைத்து வாயு மூலக்கூறுகளும் ஒரே குமிழில் மீளவும் ஒன்றாக திரள்வது தன்னிச்சையாக நிகழ்வதில்லை.




படம் 7.9 தன்னிச்சை செயல்முறைக்கான விளக்கப்படம்

இந்த எடுத்துக்காட்டுகளிலிருந்து ஒரு திசையில் தன்னிச்சையாக நிகழும் செயல்முறைகள் அதற்கெதிரான திசையில் தன்னிச்சையாக நிகழ முடியாது என்பதை அறிகிறோம்.

இதைப்போலவே பெரும்பாலான வெப்பம் உமிழ்வினைகள் தன்னிச்சையாக நிகழ்கின்றன, எடுத்துக்காட்டாக மீத்தேனின் எரிதல் வினை.

$$CH_4+2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O$$

$$\Delta H^o = -890.4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

மற்றொரு எடுத்துக்காட்டு அமில–கார நடுநிலையாக்கல் வினை

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

$$\Delta H^o = -57.32 \text{ kJ mol}^{-1}$$

இருந்தபோதிலும், சில வெப்பம் கொள் வினைகளும் தன்னிச்சையாக நிகழ்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, அம்மோனியம் நைட்ரேட் நீரில் கரைதல் வெப்பக் கொள்வினையாக



Unit 7 - Sridhar.indd 237 07-01-2021 15:08:49

இருந்த போதிலும் தன்னிச்சையானது.

$$NH_4NO_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + NO_3^-$$

$$\Delta H^o = +25 \text{ kJ mol}^{-1}$$

மேற்கண்ட எடுத்துக்காட்டுகளிலிருந்து நாம் பின்வரும் முடிவிற்கு வர முடியும். வெப்பம் உமிழ்தல் என்பது தன்னிச்சை நிகழ்விற்கான சாதகமான காரணி மட்டுமே அன்றி, உத்திரவாதமான காரணி அல்ல. ஒரு அமைப்பில் ஏற்படும் ஆற்றல் மாற்றங்களை மட்டுமே அடிப்படையாக கொண்டு ஒரு வேதிவினை நிகழுமா? அல்லது நிகழாதா? என்பதை நாம் தீர்மானிக்க முடியாது. ஆனால் வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதிப்படி தன்னிச்சையான ஒரு செயல் முறையில் என்ட்ரோபி அதிகரிக்கிறது. ஆனால் என்ட்ரோபி அதிகரிக்கும் அனைத்து செயல்முறைகளும் தன்னிச்சையாக நிகழ்வதில்லை. ஒரு வினையின் தன்னிச்சைத் தன்மையை தீர்மானிக்க நமக்கு மற்றொரு வெப்ப இயக்கவியல் சார்பு தேவைப்படுகிறது.

வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியானது, வினையின் தன்னிச்சைத் தன்மையை கண்டறிய பயன்படும் வகையில் "கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல்" என்ற வெப்ப இயக்கவியல் சார்பை, அறிமுகப்படுத்துகிறது. 1870களில் "ஜோஸைய் வில்லார்டுகிப்ஸ்" என்பவர் கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றலை (G) வரையறுத்தார். அவர் இந்த ஆற்றலை ஒரு அமைப்பில் வேலை செய்வதற்கு "கிடைக்கக்கூடிய ஆற்றல்" என அழைத்தார். இவ்வாற்றல் ஒரு வேதிவினையோடு தொடர்புடைய வேலை செய்வதற்கு பயன்படுத்ததக்க ஆற்றல் ஆகும்.

கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றலை பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம்.

$$G = H - TS \text{ ------------ } (7.35)$$

கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல்(G) ஒரு பொருண்மை சார் பண்பாகும். மேலும் G என்பது ஒற்றை மதிப்புடைய நிலைச்சார்பாகும்.

மாறாத வெப்பநிலையில்ஒரு அமைப்பானது நிலை 1 லிருந்து நிலை 2க்கு மாற்றமடையும் செயல்முறையைக் கருதுவோம்.

$$G_2 - G_1 = (H_2 - H_1) - T(S_2 - S_1)$$

$$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S \text{------} (7.36)$$

$\Delta G$–ன் மதிப்பு எவ்வாறு வினையின் தன்னிச்சை தன்மையுடன் தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது என்பதை நாம் காண்போம்.

நாம் அறிந்தபடி,

$$\Delta S_{\text{மொத்தம்}} = \Delta S_{\text{அமைப்பு}} + \Delta S_{\text{சூழல்}}$$

ஒரு மீள்செயல்முறையில் (சமநிலை), அண்டத்தின் என்ட்ரோபி மாற்றம் பூஜ்ஜியம்.

$$\Delta S = 0 \; [\because \Delta S_{\text{அமைப்பு}} = -\Delta S_{\text{சூழல்}}]$$

மேலும் ஒரு சமநிலை செயல்முறைக்கு $\Delta G = 0$

ஒரு தன்னிச்சை செயல்முறைக்கு $\Delta S_{\text{மொத்தம்}} > 0$, எனவே

$$\Delta S_{\text{அமைப்பு}} + \Delta S_{\text{சூழல்}} > 0$$

$$\Delta S_{\text{அமைப்பு}} + \frac{dq_{\text{சூழல்}}}{T} > 0$$

$$\Delta S_{\text{அமைப்பு}} - \frac{\Delta H_{\text{அமைப்பு}}}{T} > 0$$

$$T\Delta S_{\text{அமைப்பு}} - \Delta H_{\text{அமைப்பு}} > 0$$

$$-(\Delta H_{\text{அமைப்பு}} - T\Delta S_{\text{அமைப்பு}}) > 0$$



Unit 7 - Sridhar.indd 238 07-01-2021 15:08:49

$-(\Delta G) > 0$

எனவே ஒரு தன்னிச்சை செயல்முறைக்கு

$\Delta G < 0$

i.e. $\Delta H - T\Delta S < 0$ ------(7.37)

$\Delta H$ (அமைப்பு)என்பது வினையின் என்தால்பி மாற்றம், ($T\Delta S$ (அமைப்பு)) என்பது பயனுள்ள வேலையை செய்வதற்கு கிடைக்காத ஆற்றல் எனப்படுகிறது. எனவே, $\Delta G$ என்பது பயனுள்ள வேலை செய்வதற்கு கிடைக்கக் கூடிய நிகரஆற்றல் ஆகும். இக்காரணத்தினால் இது ஒரு வினையின் கட்டிலா ஆற்றல் எனவும் அறியப்படுகிறது.

ஒரு தன்னிச்சையற்ற செயல்முறைக்கு$\Delta G>0$.

## கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் மற்றும் அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட நிகரவேலை

மாறாத வெப்ப அழுத்தநிலையில், எந்த ஒரு அமைப்பிற்கும்

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ---- (7.36)

நாமறிந்தபடி,

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V$$

$$\therefore \Delta G = \Delta U + P\Delta V - T\Delta S$$

வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதிப்படி, அமைப்பு வேலை செய்யும் பொழுது

$$\Delta U = q - w$$

வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதிப்படி

$$\Delta S = \frac{q}{T}$$

$$\Delta G = q - w + P\Delta V - T\left(\frac{q}{T}\right)$$

$\Delta G = -w + P\Delta V$

$-\Delta G = -w - P\Delta V$ ............(7.38)

$P\Delta V$ என்பது மாறாத புற அழுத்தத்திற்கு எதிராக விரிவடைதலால் செய்யப்படும் வேலையை குறிக்கிறது. எனவே, மாறாத வெப்ப அழுத்த நிலைகளில், ஒரு செயல்முறை நிகழும்போது ஏற்படும் கட்டிலா ஆற்றல் குறைவு ($-\Delta G$) என்பது அமைப்பு செய்யும் விரிவடைதல் வேலையை தவிர்த்து அமைப்பிலிருந்து பெறக்கூடிய அதிகபட்ச வேலைக்குச் சமம்.

### 7.11.1 தன்னிச்சை செயல்முறைகளுக்கான அடிப்படை விதிமுறைகள்:

எந்த ஒரு செயல் முறையின் தன்னிச்சை தன்மையும் மூன்று வெவ்வேறு காரணிகளை பொறுத்து அமைகிறது.

- ஒரு செயல்முறையின் என்தால்பி மாற்றம் எதிர்குறி மதிப்பை பெற்றிருந்தால், அச்செயல் முறையானது வெப்பம் உமிழ் செயல்முறையாகும்,மேலும் தன்னிச்சையாக நிகழலாம். ($\Delta H$ எதிர்குறிஉடையது)

- ஒரு செயல்முறையின் என்ட்ரோபி மாற்றம் நேர்குறி மதிப்பை பெற்றிருந்தால், அச்செயல் முறையானது தன்னிச்சையாக நிகழலாம்.($\Delta S$ நேர்குறிஉடையது)

- ஒரு வினை தன்னிச்சையாக நிகழ, மேற்கூறிய இரண்டின் தொகுப்பான



Unit 7 - Sridhar.indd 239 07-01-2021 15:08:49

கட்டிலா ஆற்றல் மதிப்பு கண்டிப்பாக எதிர்குறியை பெற்றிருக்க வேண்டும். அதாவது ஒரு வினை தன்னிச்சையாக நிகழ்வதற்கு தேவையான நிபந்தனை $\Delta H\text{-}T\Delta S < 0$ என்பதாகும்.

அட்டவணை 7.5 வினைகளின் தன்னிச்சை தன்மைமீது வெப்ப நிலையின் விளைவு

| $\Delta H_r$ | $\Delta S_r$ | $\Delta G_r = \Delta H_r - T\Delta S_r$ | விளக்கம் | விளக்கம் |
|---|---|---|---|---|
| − | + | − (at all T) அனைத்து வெப்பநிலைகளிலும் | அனைத்து வெப்ப நிலைகளிலும் தன்னிச்சையானது | $2O_3(g) \rightarrow 3O_2(g)$ |
| − | − | − (at low T) குறைந்த வெப்பநிலையில் | குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் தன்னிச்சையானது. | வாயுக்கள் பரப்பு கவரப்படுதல் |
| | | + (at high T) உயர் வெப்பநிலையில் | உயர் வெப்ப நிலைகளில் தன்னிச்சையற்றது. | |
| + | + | + (at low T) குறைந்த வெப்பநிலையில் | குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் தன்னிச்சையற்றது. | ஒரு திண்மம் உருகுதல் |
| | | − (at high T) உயர் வெப்பநிலையில் | உயர் வெப்ப நிலைகளில் தன்னிச்சையானது. | |
| + | − | + (at all T) அனைத்து வெப்பநிலைகளிலும் | அனைத்து வெப்ப நிலைகளிலும் தன்னிச்சையற்றது. | $2H_2O(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O_2(l)$ |

இந்த அட்டவணையானது $\Delta H$ மற்றும் $\Delta S$ ஆகியவை அனைத்து வெப்ப நிலைகளிலும், மேற் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு இருப்பதாக கருத்திற் கொண்டுள்ளது. அவ்வாறாகவே இருக்க வேண்டும் என அவசியமில்லை. ஒரு வேதி வினையின் தன்னிச்சைதன்மையானது, மேலே குறிப்பிட்டுள்ளவாறு வினை நிகழ்வதற்கான வாய்ப்பினை மட்டும் தருகிறது. இத்தகைய செயல்முறைகளின் வேகமானது வெப்ப இயக்கவியல் கணிப்புகளுக்கு அப்பாற்பட்ட, வினை வேகவியல் காரணிகளால் (kinetic factors) தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

## கணக்கு 7.8

300K வெப்ப நிலையில், $CO + \left(\frac{1}{2}\right)O_2 \rightarrow CO_2$ என்ற வினை தன்னிச்சையானது எனக்காட்டுக. $CO_2$ மற்றும் CO ஆகியன உருவாவதற்கான திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றங்கள் முறையே −394.4 மற்றும் -137.2 $kJmole^{-1}$.



Unit 7 - Sridhar.indd 240 07-01-2021 15:08:49

$$CO + \left(\frac{1}{2}\right) O_2 \rightarrow CO_2$$

$$\Delta G^0_{\text{வினை}} = \sum G_f^0{}_{\text{வினைவிளை பொருட்கள்}} - \sum G_f^0{}_{\text{வினைபடு பொருட்கள்}}$$

$$\Delta G^0_{\text{வினை}} = \left[G^0_{CO_2}\right] - \left[G^0_{CO} + \frac{1}{2} G^0_{O_2}\right]$$

$$\Delta G^0_{\text{வினை}} = -394.4 + [137.2 + 0]$$

$$\Delta G^0_{\text{வினை}} = -257.2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

கொடுக்கப்பட்ட வெப்பநிலையில் $\Delta G^0_{\text{வினை}}$ மதிப்பு எதிர்குறியை பெறுகிறது, எனவே வினை தன்னிச்சையாக நிகழும்.

**தன்மதிப்பீடு**

8) 300K வெப்ப நிலையில் ஒரு வேதி வினையின் $\Delta H$ மற்றும் $\Delta S$ மதிப்புகள் முறையே -10 $\text{kJmole}^{-1}$ மற்றும் -20$\text{Jdeg}^{-1}$ $\text{mole}^{-1}$ எனில், வினையின் $\Delta G$ மதிப்புயாது? $\Delta H$ மற்றும்$\Delta S$ மதிப்புகள் மாறிலிகள் என கருதி 600 K வெப்ப நிலையில் வினையின்$\Delta G$ மதிப்பை கணக்கிடுக. வினையின் தன்மையை கண்டறிக.

### 7.11.2திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றத்திற்கும் $\Delta G^0$, சமநிலை மாறிலிக்கும் $K_{(eq)}$இடையே உள்ள தொடர்பு:

மீள் செயல் முறைகளில், அமைப்பானது எப்பொழுதும் சுற்றுப் புறத்துடன் தொடர்ந்து சமநிலையில் இருக்கும். ஒரு மீள் வேதி வினையானது ஒரே நேரத்தில், இரு திசைகளில் நிகழ முடியும். இதனால் இயங்கு சமநிலை ஏற்படுகிறது. அதாவது, வினையானது இரு திசைகளிலும் கண்டிப்பாக கட்டிலா ஆற்றல் குறையும் வகையில் நிகழ வேண்டும் என்ற பொருளை இது தருகிறது. இந்நிலை சாத்தியமற்ற ஒன்றாகும். சமநிலையில், ஒரு அமைப்பின் கட்டிலா ஆற்றல் குறைந்தபட்ச மதிப்பினை பெற்றிருந்தால் மட்டுமே சாத்தியமான ஒன்றாகும். ஒரு பொதுவான சமநிலை வினையைக் கருதுவோம்.

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

எந்த நிலையிலும், மேற்காண் வினையின் கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றமானது $(\Delta G)$ அவ்வினையின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றத்துடன் $(\Delta G^0)$ பின்வரும் சமன்பாட்டின்படி தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது.

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q \text{ ------(7.39)}$$

இங்கு Q என்பது வினை குணகம். வினை குணகம் என்பது "சமநிலையற்ற நிலையில், வினைவிளை பொருட்களின் செறிவுகளின் பெருக்கற்பலனிற்கும், வினைபடு பொருட்களின் செறிவுகளின் பெருக்கற்பலனிற்கும் இடையே உள்ள விகிதம் " என வரையறுக்கப்படுகிறது.

சமநிலையை அடையும்போது, கட்டிலா ஆற்றலில் மேற்கொண்டு மாற்றம் ஏதும் நிகழாது. அதாவது $\Delta G=0$, மேலும் வினை குணகம் Q என்பது சமநிலை மாறிலிக்கு சமமாகிறது. எனவே மேற்கண்ட சமன்பாடு பின்வருமாறு மாறுகிறது.

$$\Delta G^0 = -RT \ln K_{eq}$$

இச்சமன்பாடு வாண்ட் – ஹாஃப் சமன்பாடு எனப்படுகிறது.

$$\Delta G^0 = -2.303 \, RT \log K_{eq} \text{ ----------(7.40)}$$

மேலும் நாம் அறிந்தபடி,

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T \, \Delta S^0 = -RT \ln K_{eq}$$

**கணக்கு 7.9**

298 K வெப்பநிலையில் ஆக்ஸிஜனை ஓசோனாக மாறும் $3/2 \; O_2 \longrightarrow O_{3(g)}$ வினைக்கு $\Delta G^0$ காண்க, திட்டஅழுத்த அலகுகளில் இவ்வினையின் $K_p$ மதிப்பு $2.47 \times 10^{-29}$

**தீர்வு:**

$$\Delta G^0 = -2.303 \, RT \log K_p$$

இங்கு

$R = 8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$

$K_p = 2.47 \times 10^{-29}$

$T = 298\text{K}$

$\Delta G^0 = -2.303(8.314)(298)\log(2.47\times10^{-29})$

$\Delta G^0 = 163229\ Jmol^{-1}$

$\Delta G^0 = 163.229\ KJ\ mol^{-1}$

## 7.12 வெப்ப இயக்கவியல் மூன்றாம் விதி வரையறை:

ஒரு பொருளின் என்ட்ரோபி மதிப்பு வெப்பநிலையுடன் நேர்விகிதத்தில் மாறுகிறது. வெப்பநிலை குறைவாக உள்ளபோது என்ட்ரோபியும் குறைவாக இருக்கும்.எடுத்துக்காட்டாக, 1 வளி மண்டல அழுத்தத்தில், நீரின் வெப்பநிலை $100^{0}C$ ஆக உள்ளபோது, அமைப்பானது அதிகபட்ச என்ட்ரோபியை (அதிக ஒழுங்கற்றதன்மை) கொண்டிருக்கும். இந்நிலையில் நீர் மூலக்கூறுகள் கொள்கலனின் அனைத்து பகுதிகளுக்கும் அலைந்து கொண்டிருக்கும். அமைப்பானது குளிர்விக்கப்படும் போது, நீராவியானது குளிர்ந்து திரவமாக மாறுகிறது. திரவநிலையிலும் கூட, நீர்மூலக்கூறுகள் சற்று நகருகின்றன. அதாவது அமைப்பின் என்ட்ரோபி குறைகிறது. இதனை மேலும் குளிர்விக்கும் போது, நீரானது உறைந்து பனிக்கட்டி படிகங்களை உருவாக்குகிறது. பனிக்கட்டி படிகத்திலுள்ள நீர் மூலக்கூறுகள் அதிக ஒழுங்குடன் அமைக்கப்படுகின்றன. இதனால் அமைப்பின் என்ட்ரோபி மிக குறைவாக இருக்கும்.

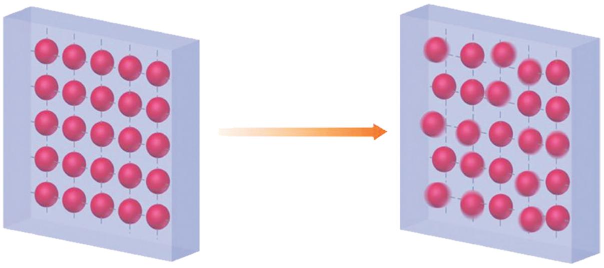
நாம் இந்த திண்ம படிகங்களை மென்மேலும் குளிர்விக்கும் போது, படிக அணிக்கோவை தளங்களில் அமர்ந்துள்ள மூலக்கூறுகளின் அதிர்வு குறைந்து கொண்டே செல்லும். மேலும் அவைகள் மிகக் குறைவாக நகரும் உரிமையை கொண்டிருக்கும். (மிக குறைவான ஒழுங்கற்றதன்மை) எனவே என்ட்ரோபி மிக குறைவான மதிப்பை பெற்றிருக்கும்.

தனி பூஜ்ஜிய வெப்பநிலையில் (0 K அல்லது -273°C), கருத்தியலாக அனைத்து வகை இயக்கங்களும் நிறுத்தப்படுகின்றன. ஒரு பொருள் தனிப் பூஜ்ஜிய வெப்பநிலையை கருத்தியலாக நெருங்க முடியுமே தவிர, அவ்வெப்பநிலையை அடைய முடியாது.

வெப்ப இயக்கவியலின் மூன்றாம் விதிப்படி, தனி பூஜ்ஜிய வெப்பநிலையில் ஒரு குறைபாடற்ற படிகத்தின் என்ட்ரோபி மதிப்பு பூஜ்ஜியம். மாறாக குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான படிகளில் ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை தனி பூஜ்ஜிய வெப்பநிலைக்கு குறைக்க முடியாது, எனவும் இதனைக் கூறலாம்.

ஒரு மிகச் சரியாக அமைந்துள்ள படிகநிலைமைக்கு,

$$\lim_{T \to 0} S = 0$$



படம் 7.10 வெப்ப இயக்கவியலின் மூன்றாம் விதி

தனிச்சுழி வெப்ப நிலையில், குறைபாடுள்ள படிகங்கள் பூஜ்ஜியத்தை விட அதிகமான என்ட்ரோபியை கொண்டுள்ளன. தனி என்ட்ரோபியானது எப்போதும் எதிர்குறி மதிப்பை பெற்றிருக்க முடியாது.



Unit 7 - Sridhar.indd 242 07-01-2021 15:08:51

## பாடச்சுருக்கம்

ஆற்றல், வெப்பம் மற்றும் வேலை ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள தொடர்பை விளக்கும் அறிவியலின் பகுதி வெப்ப இயக்கவியல் எனப்படுகிறது. வெப்ப இயக்கவியலை கற்பதன் முக்கியநோக்கம் (1) ஒருவகையான ஆற்றலை மற்றொருவகை ஆற்றலாக மாற்றுதல் (2) பல்வேறு வகையான ஆற்றல்களை பயன்படுத்துதல் ஆகியவற்றை பற்றி கற்றலே ஆகும்

### அமைப்பு:

அமைப்பு என்பது வெப்ப இயக்கவியல் ஆய்விற்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படும் அண்டத்தின் ஏதெனும் ஒரு பகுதி அமைப்பு என வரையறுக்கப்படுகிறது. வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்புகள் மூன்று வகைப்படும். அவையாவன (i) தனித்த அமைப்பு (ii) மூடியஅமைப்பு (iii) திறந்த அமைப்பு.

### சூழல்:

அண்டத்திலுள்ள, அமைப்பின் பகுதியாக இல்லாத அனைத்தும் சூழல் என்றழைக்கப்படுகிறது.

### எல்லை:

அமைப்பை, சூழலிருந்து பிரிக்கும் எதுவும் எல்லை என்றழைக்கப்படுகிறது.

### வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகள்:

அமைப்பின் நிலையை மட்டுமே பொறுத்து அமையும் எந்தப் பண்பும் வெப்ப இயக்கவியல் பண்பு என்றழைக்கப்படுகிறது. இந்தப் பண்புகள் இரண்டு வகைப்படும் (1) பொருண்மை சாராபண்பு – இவை பொருளின் அளவை பொறுத்து மாறுவதில்லை (2) பொருண்மை சார்பண்பு – இவை பொருளின் அளவை பொறுத்து மாறுகின்றன. நான்கு அடிப்படை வெப்ப இயக்கவியல் ( U, H, S மற்றும் G)பண்புகள் உள்ளன.

### வெப்ப இயக்கவியல் செயல்முறைகள் :

வெப்பம் மாறா செயல்முறையில் வெப்பமாற்றம் நிகழ்வதில்லை ($q = 0$ )

வெப்பநிலை மாறா செயல்முறையில் வெப்பநிலை மாறாமல் உள்ளது. ($dT = 0$ )

அழுத்தம் மாறா செயல்முறையில் அழுத்தம்மாறாமல் உள்ளது ($dP= 0$))

கனஅளவு மாறா செயல்முறையில் கனஅளவு மாறாமல் ($dV = 0$) உள்ளது.

சுற்றுச்செயல் முறையில் ஒரு அமைப்பானது, தொடர்ச்சியான பல்வேறு மாற்றங்களுக்கு உட்பட்ட பின்னர் அதன் உண்மையான ஆரம்பநிலைக்கு மீளத் திரும்புகிறது.



Unit 7 - Sridhar.indd 243 07-01-2021 15:08:51

### அகஆற்றல் (U):

அமைப்பின் அக ஆற்றல் என்பது அமைப்பிலுள்ள அனைத்து உட்கூறுகளான அணுக்கள், அயனிகள், மற்றும் மூலக்கூறுகள் ஆகியவை பெற்றிருக்கக்கூடிய ஆற்றல்களின் மதிப்புகளுக்கு சமம். ஒரு அமைப்பிலுள்ள அனைத்து மூலக்கூறுகளின் மொத்த ஆற்றல் என்பது அவைகளினுடைய இடப்பெயர்வு ஆற்றல் ,அதிர்வு ஆற்றல், சுழற்சி ஆற்றல், பிணைப்பு ஆற்றல், மின்னணு ஆற்றல், மற்றும் மூலக்கூறு இடையீடுகளால் உண்டாகும் ஆற்றல் ஆகியவற்றின் கூடுதலாகும்.

### வெப்பம்:

வெப்பம் ஆனது, ஒரு அமைப்பினை சூழலிலிருந்து பிரிக்கும் எல்லை வழியே கடத்தப்படும் ஆற்றலாக கருதப்படுகிறது. வெப்பம் என்பது ஒரு வழிச்சார்பு ஆகும். வெப்பத்தின் SI அலகு ஜூல் (J).

வேலை (w) விசை (F), மற்றும் இடப் பெயர்ச்சியின்(x). பெருக்குத் தொகை வேலை $-w = F.dx$ என வரையறுக்கப்படுகிறது. வேலையானது ஜூல்களில் அளக்கப்படுகிறது. அதாவது வேலையின் SI அலகு ஜூல் (J), ஒரு வாயுவின் விரிவடைதல் அல்லது சுருங்குதல் நிகழும் போது செய்யப்படும் வேலையானது $w=-P\Delta V$ எனும் தொடர்பினைக் கொண்டு கணக்கிடப்படுகிறது.

### வெப்பம் மற்றும் வேலையின் குறியீட்டு நடைமுறை:

1. அமைப்பினால் வெப்பம் உறிஞ்சப்படும் போது : $+q$
2. அமைப்பிலிருந்து வெப்பம் வெளியேறும் போது : $-q$
3. அமைப்பினால் வேலை செய்யப்படும் போது : $-w$
4. அமைப்பின் மீது வேலை செய்யப்படும் போது : $+w$

### வெப்ப இயக்கவியல் விதிகள்:

### பூஜ்ஜியவிதி:

இரண்டு வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளிலுள்ள அமைப்புகள் தனித்தனியாக மூன்றாம் அமைப்புடன் வெப்ப சம நிலையில் இருந்தால் ,அந்த இரு அமைப்புகளும் தங்களுக்குள் வெப்ப சமநிலையில் இருக்கும்.

### முதல்விதி:

ஆற்றலை ஆக்கவோ அல்லது அழிக்கவோ முடியாது, ஆனால் ஒரு வகையான ஆற்றலை மற்றொரு வகை ஆற்றலாக மாற்ற முடியும். $U=q+w$

என்தால்பி என்பது ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் பண்பு ஆகும். என்தால்பி H என்பது அக ஆற்றல் மற்றும் அழுத்தம் கனஅளவு வேலை என வரையறுக்கப்படுகிறது. $H=U+PV$. என்தால்பி மாற்றம் $\Delta H=\Delta U+\Delta n_g RT$

### ஹெஸ்விதி:

மாறாத கனஅளவு அல்லது மாறாத அழுத்தத்தில் ஒரு வினை ஒரு படியில் நிகழ்ந்தாலோ அல்லது பல படிகளில் நிகழ்ந்தாலோ, அதன் ஆரம்ப மற்றும் இறுதிநிலைகள் மாறாதிருப்பின், அவ்வினையின் மொத்த என்தால்பி மதிப்பு மாறாமல் இருக்கும். என்தால்பி மதிப்பை அளவிட கடினமாக உள்ள வினைகளுக்கு ஹெஸ் விதியைப் பயன்படுத்தி கணக்கிடலாம்.

### வெப்ப ஏற்புத் திறன்கள்( $C_P$ மற்றும் $C_V$):

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், ஓரலகு நிறையுள்ள பொருளின் வெப்ப நிலையை, ஒரு டிகிரி உயர்த்த தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவானது அதன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் எனப்படுகிறது. இதை இரண்டு வெவ்வேறு நிபந்தனைகளில் அளக்கமுடியும்.

(அ) மாறாதஅழுத்தத்தில் $C_P=(dH/dT)_P$

(ஆ) மாறாதகனஅளவில் $C_V=(dU/dT)_V$

### வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம்விதி

ஒரு வினை நிகழுமா, அல்லது நிகழாதா என்பதை வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதிகணிக்கிறது, மேலும் வெப்பம் பாயும் திசைகளையும் கூறுகிறது. வினையின் தன்னிச்சை தன்மையை விளக்க என்ட்ரோபி (S) எனும் மற்றொரு நிலைச்சார்பை அறிமுகப்படுத்துகிறது. என்ட்ரோபி என்பது ஒரு அமைப்பின் ஒழுங்கற்ற தன்மை அல்ல்து சீரற்ற தன்மையை அளவிடும் பண்பாகும்.

### என்ட்ரோபி கூற்று:

ஒரு தன்னிச்சை செயல் முறை நிகழும்போது, ஒரு அண்டத்தின் மொத்த என்ட்ரோபி அதிகரிக்கிறது.

### கெல்வின் – பிளாங்க் கூற்று:

ஒரு சுற்றுச் செயல் முறையில், சூடான வெப்ப மூலத்திலிருந்து வெப்பத்தை உறிஞ்சி அவ்வெப்பத்தின் ஒரு பகுதியை குளிர்ந்த நிலையிலுள்ள மூலத்திற்கு மாற்றாமல், முழுவதும் வேலையாக மாற்றக்கூடிய இயந்திரத்தினை வடிவமைக்க இயலாது.

### கிளாசியஸ் கூற்று:

எந்த வேலையும் செய்யாமல், குளிர்ந்த வெப்ப மூலத்திலிருந்து, சூடான வெப்ப மூலத்திற்கு, வெப்பத்தை கடத்த முடியாது.

### கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் (G):

கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் $G = H - TS$ என குறிப்பிடப்படுகிறது. ஒரு செயல் முறையின் கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ .

திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் மற்றும் சமநிலை மாறிலிகள் பின்வருமாறு தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது.

$$\Delta G^0 = -RT \ln K_{eq}$$

### மூன்றாம் விதி:

தனிப்பூஜ்ஜிய வெப்பநிலையில் ஒரு குறைபாடற்ற தூய படிகத்தின் என்ட்ரோபி மதிப்பு பூஜ்ஜியம்.

## மதிப்பீடு

### I சரியான விடையைத் தெரிவு செய்க.

1. மாறாத வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் சூழலுடன் பரிமாறிக் கொள்ளப்படும் வெப்பத்தின் அளவு

அ) $\Delta E$ ஆ) $\Delta H$ இ) $\Delta S$ ஈ) $\Delta G$

2. இயற்கையில் நிகழும் அனைத்து செயல்முறைகளும் _______ திசையில் நடக்கின்றன.

அ. என்ட்ரோபி குறையும் ஆ. என்தால்பி அதிகரிக்கும்

இ. கட்டிலா ஆற்றல் அதிகரிக்கும் ஈ. கட்டிலா ஆற்றல் குறையும்

3. வெப்பம் மாறா செயல்முறையில் பின்வருவனவற்றுள் எது உண்மை?

அ) $q = w$ ஆ) $q = 0$ இ) $\Delta E = q$ ஈ) $P \Delta V = 0$

4. ஒரு மீள் செயல்முறையில் ,அண்டத்தின் என்ட்ரோபி மாற்றம்

அ $> 0$ ஆ. $\geq 0$ இ. $< 0$ ஈ. $= 0$

5. ஒரு நல்லியல்பு வாயு வெப்பம் மாறா முறையில் விரிவடைதலில்

அ $w = -\Delta u$ ஆ. $w = \Delta u + \Delta H$ இ. $\Delta u = 0$ ஈ. $w = 0$

6. பின்வரும் அளவீடுகளில் பொருண்மைசாரா பண்பு

அ. நிறை ஆ. கனஅளவு இ. என்தால்பி ஈ. $\frac{\text{நிறை}}{\text{கனஅளவு}}$

7. 300 K வெப்பநிலையில் $1 \times 10^{-3}$ $m^3$கனஅளவிலிருந்து $1 \times 10^{-2}$ $m^3$ கனஅளவிற்கு $1\times10^5 Nm^2$ அளவுள்ள மாறா அழுத்தத்தில் ஒரு நல்லியல்பு வாயு விரிவடையும் போது செய்யப்பட்ட வேலையின் அளவு

அ – 900 J ஆ. 900 kJ இ. 270 kJ ஈ. – 900 kJ

8. எரிதல் வெப்பம் எப்பொழுதும்

அ. நேர்குறி மதிப்பு உடையது ஆ. எதிர்குறி மதிப்பு உடையது
இ. பூஜ்ஜியம் ஈ. நேர்குறி அல்லது எதிர்குறி மதிப்பு உடையது

9. CO மற்றும் $CO_2$ ஆகியவற்றின் உருவாதல் வெப்ப மதிப்புகள் முறையே –26.4 kCal மற்றும் –94kCal, கார்பன் மோனாக்ஸைடின் எரிதல் வெப்ப மதிப்பு

அ.+ 26.4 kcal ஆ– 67.6 kcal இ.– 120.6 kcal ஈ. + 52.8 kcal



Unit 7 - Sridhar.indd 246 07-01-2021 15:08:51

10. C(வைரம்) $\rightarrow$ C(கிரா:ஃபைட்), $\Delta H$ எதிர்குறியுடையது இது குறிப்பிடுவது

அ. வைரத்தை விட கிரா:ஃபைட் அதிக நிலைப்புதன்மைகொண்டது

ஆ. வைரத்தைவிட கிரா:ஃபைட் அதிக ஆற்றலை கொண்டுள்ளது.

இ. இரண்டும் சமநிலைப்புத் தன்மை கொண்டவை

ஈ. நிலைப்புத்தன்மையை நிர்ணயிக்க இயலாது

11. $Al_2O_3$ மற்றும் $Cr_2O_3$ ஆகியவற்றின் உருவாதல் என்தால்பி மதிப்புகள் முறையே – 1596 kJ மற்றும் – 1134 kJ, எனில் $2Al + Cr_2O_3 \rightarrow 2Cr + Al_2O_3$ என்ற வினைக்கு $\Delta H$ மதிப்பு

அ. – 1365 kJ ஆ. 2730 kJ இ. – 2730 kJ ஈ – 462 kJ

12. பின்வருவனவற்றுள் எது வெப்ப இயக்கவியல் சார்பு அல்ல?

அ. அகஆற்றல் ஆ. என்தால்பி

இ. என்ட்ரோபி ஈ. உராய்வு ஆற்றல்

13. ஒரு மூடிய கலனில்,ஒரு மோல் அமோனியா மற்றும் ஒரு மோல் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு கலக்கப்பட்டு அமோனியம் குளோரைடு உருவாக்கப்பட்டால் இவ்வினையில்

அ. $\Delta H > \Delta U$ ஆ. $\Delta H - \Delta U = 0$ இ. $\Delta H + \Delta U = 0$ ஈ. $\Delta H < \Delta U$

14. ஒரு அமைப்பின் மீது 4kJஅளவு வேலை செய்யப்படுகிறது, மேலும் 1 kJஅளவு வெப்பமானது அமைப்பினால் வெளியேற்றப்படுகிறது எனில், அக ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றம்

அ. +1 kJ ஆ. – 5 kJ இ. +3 kJ ஈ. – 3 kJ

15. $25^0$ C Cவெப்பநிலையில், திறந்த முகவையில் உள்ள ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன், 55.85 கிராம் இரும்பு ( மோலார் நிறை 55.85 கிராம் மோல்–1) வினைப்பட்டு வெளியேறும் ஹைட்ரஜன் வாயுவினால் செய்யப்பட்ட வேலை

அ. – 2.48 kJ ஆ. – 2.22 kJ இ. + 2.22 kJ ஈ. + 2.48 kJ

16. 2 மோல்கள் நல்லியல்பு ஓரணு வாயுவை மாறா அழுத்தத்தில் $125^0$ C லிருந்து $25^0$ C க்கு குளிர்விக்கும்போது $\Delta H$ன் மதிப்பு $\left[\text{கொடுக்கப்பட்டது } C_P = \frac{5}{2}R\right]$

அ. – 250 R ஆ. – 500 R இ. 500 R ஈ. + 250 R



Unit 7 - Sridhar.indd 247 07-01-2021 15:08:51

17 . $C(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H^0 = -a$ kJ; $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ $\Delta H^0 = -b$ kJ; எனில் $C(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g)$ என்ற வினைக்கு $\Delta H^0$ மதிப்பு

அ. $\frac{b+2a}{2}$ ஆ. $2a-b$ இ. $\frac{2a-b}{2}$ ஈ. $\frac{b-2a}{2}$

18. $0^0C$ வெப்பநிலை மற்றும் 1atm அழுத்தத்தில் 15.68L மீத்தேன் மற்றும் புரப்பேன் கலந்த வாயுக்கலவையை முற்றிலுமாக எரிக்க, அதேவெப்ப அழுத்தநிலையில் 32L ஆக்ஸிஜன் தேவைப்படுகிறது, எனில் இந்த எரிதல் வினையில் வெளிப்படும் வெப்பத்தின் அளவு kJ அலகில்.

அ. – 889 kJ ஆ. – 1390 kJ இ. – 3180 kJ ஈ. – 632.68 kJ

19. மீத்தேன் மற்றும் ஈத்தேன் ஆகியவற்றின் பிணைப்பு பிளத்தல் ஆற்றல்கள் முறையே, 360 kJ $mol^{-1}$ மற்றும் 620 kJ $mol^{-1}$ எனில் C-C ஒற்றை பிணைப்பின் பிளத்தல் ஆற்றல்.

அ. 170 kJ $mol^{-1}$ ஆ. 50 kJ $mol^{-1}$ இ. 80 kJ $mol^{-1}$ ஈ 220 kJ $mol^{-1}$

20.அனைத்து வெப்பநிலைகளிலும், ஒரு தன்னிச்சையான வினைக்கு சரியான வெப்ப இயக்கவியல் நிபந்தனைகள்

அ $\Delta H < 0$ மற்றும் $\Delta S > 0$

ஆ. $\Delta H < 0$ மற்றும் $\Delta S < 0$

இ. $\Delta H > 0$ மற்றும் $\Delta S = 0$

ஈ $\Delta H > 0$ மற்றும் $\Delta S > 0$

21. ஒரு அமைப்பின் வெப்பநிலை பின்வரும் _______ ல் குறைகிறது.

அ. வெப்பநிலை மாறா விரிவடைதல்

ஆ. வெப்பநிலை மாறா சுருங்குதல்

இ. வெப்பம் மாறா விரிவடைதல்

ஈ. வெப்பம் மாறா சுருங்குதல்

22. ஒரு நல்லியல்பு வாயுவின் வெப்பநிலை மாறா மீள்சுருங்குதல் செயல்முறையில், q, $\Delta S$ மற்றும் w ஆகியவற்றின் குறிகள் முறையே

அ. +, –, – ஆ. –, +, – இ. +, –, + ஈ. –, –, +

23. ஒரு திரவத்தின் மோலார் ஆவியாதல் வெப்பம் 4.8 kJ $mol^{-1}$. அதன் என்ட்ரோபி மாற்ற மதிப்பு 16 J $K^{-1}$ $mol^{-1}$எனில் அந்த திரவத்தின் கொதிநிலை

அ. 323 K ஆ. $27^0$ C இ. 164 K ஈ. 0.3 K



Unit 7 - Sridhar.indd 248 07-01-2021 15:08:52

24. பின்வரும் வினைகளில் எது அதிகபட்ச என்ட்ரோபி மாற்றத்தை கொண்டிருக்கும்?

அ. $Ca(S) + ½ O_2(g) \rightarrow CaO(S)$

ஆ. $C(S) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

இ. $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

ஈ. $CaCO_3(S) \rightarrow CaO(S) + CO_2(g)$

25. ஒரு குறிப்பிட்ட வினையின் $\Delta H$ மற்றும் $\Delta S$ மதிப்புகள் முறையே 30 $kJ\ mol^{-1}$ மற்றும் 100 $JK^{-1}mol^{-1}$ எனில் , எந்த வெப்பநிலைக்கு மேல் வினையானது தன்னிச்சையாக நிகழும்.

அ. 300 K ஆ 30 K இ. 100 K ஈ. $20^0$ C

## II. பின்வரும் வினாக்களுக்கு சுருக்கமாகவிடையளி

26. வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியை கூறு.

27. ஹெஸ்ஸின் வெப்பம் மாறா கூட்டல் விதியை வரையறு.

28. பொருண்மைசாரா பண்பை இரண்டு எடுத்துக் காட்டுகளுடன் விளக்குக.

29. பின்வரும் சொற்களை வரையறுக்க:

அ. வெப்பநிலை மாறா செயல்முறை ஆ. வெப்பம் மாறா செயல்முறை

இ. அழுத்தம் மாறா செயல்முறை ஈ. கன அளவு மாறா செயல்முறை

30. என்ட்ரோபியின் வழக்கமான வரையறை என்ன? என்ட்ரோபியின் அலகு என்ன?

31. பின்வரும் நிலைகளில் வினை நிகழ் தன்மையை நிர்ணயிக்கவும்.

i) $\Delta H$ மற்றும் $\Delta S$ இரண்டும் நேர்குறி மதிப்பை பெற்றிருக்கும்போது

ii) $\Delta H$ மற்றும் $\Delta S$ இரண்டும் எதிர்குறி மதிப்பை பெற்றிருக்கும்போது

iii) $\Delta H$ குறைகிறது ஆனால் $\Delta S$ அதிகரிக்கிறது

32. கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றலை வரையறு.

33. எரிதல் என்தால்பியை வரையறு.

34. மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறன் வரையறு. அதன் அலகு யாது?

35. உணவின் கலோரி மதிப்பு வரையறு. கலோரி மதிப்பீட்டின் அலகு யாது?

36. நடுநிலையாக்கல் என்தால்பியை வரையறு.

37. படிகக்கூடு ஆற்றல் என்றால் என்ன?

38. நிலைச்சார்புகள் மற்றும் வழிச்சார்புகள் என்றால் என்ன? இரு எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.

39. வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியின் கெல்வின் – பிளாங்க் கூற்றை கூறுக.



Unit 7 - Sridhar.indd 249 07-01-2021 15:08:52

40. ஒரு வினையின் சமநிலை மாறிலி மதிப்பு 10 எனில் $\Delta G$ மதிப்பின் குறியீடு என்ன? அவ்வினை தன்னிச்சையாக நிகழுமா?

41. ஒரு வலிமைமிகு அமிலம் வலிமைமிகு காரத்தால் நடுநிலையாக்கப்படும்போது நடுநிலையாக்கல் வெப்பம் ஒரு மாறிலி: கூற்றுக்கு காரணம் தருக.

42. வெப்ப இயக்கவியலின் மூன்றாம் விதியை கூறு.

43. $CaCl_2$ உருவாதல்செயல்முறைக்கு பார்ன் – ஹேபர் சுற்றை எழுதுக.

44. பின்வருவனவற்றுள் நிலை மற்றும் வழிச்சார்புகளை கண்டறிக.

அ. என்தால்பி, ஆ. என்ட்ரோபி, இ. வெப்பம், ஈ. வெப்பநிலை,

உ. வேலை, ஊ. கட்டிலா ஆற்றல்.

45. வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியின் பல்வேறு கூற்றுகளை கூறு.

46. தன்னிச்சை செயல்முறைகள் என்றால் என்ன? தன்னிச்சை செயல்முறைகளுக்கான நிபந்தனைகளை தருக.

47. அகஆற்றலின் சிறப்பியல்புகளை விளக்குக.

48. பாம் கலோரிமீட்டரில், மாறா கனஅளவில் வெப்பம் உட்கவரப்படுதலை தெளிவான படத்துடன் விளக்குக.

49. விரிவடைதல், மற்றும் சுருங்குதல் செயல்முறையின் போது செய்யப்படும் வேலையை கணக்கிடுக.

50. ஒரு நல்லியல்பு வாயுவிற்கு $\Delta H$ க்கும் $\Delta U$க்கும் இடையே உள்ள தொடர்பை வருவி. சமன்பாட்டிலுள்ள ஒவ்வொரு உறுப்பையும் விளக்குக.

51. சோடியம் குளோரைடு படிகத்தின் படிக்கூடு ஆற்றலை கணக்கிடும் மறைமுக முறையை விளக்குக.

52. கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றலின் சிறப்பியல்புகளை விளக்குக.

53. $25^0C$ வெப்பநிலை மற்றும் சாதாரண அழுத்தத்தில், 2 மோல்கள் நல்லியல்பு வாயு, மீள்முறையில், மாறா வெப்பநிலையில் விரிவடையும்போது அதன் கனஅளவு 500 ml லிருந்து 2L ஆக மாறுகிறது எனில், செய்யப்பட்ட வேலையை கணக்கிடுக.

54. கனஅளவு மாறா கலோரிமீட்டரில், மூலக்கூறுநிறை 28 கொண்ட, 3.5 gவாயு அதிகளவு ஆக்ஸிஜன் செலுத்தி, 298K வெப்பநிலையில் முற்றிலுமாக எரிக்கப்பட்டது. எரிதல் வினையின்காரணமாக கலோரி மீட்டரின் வெப்பநிலை 298K லிருந்து 298.45K க்கு உயர்ந்துள்ளது. கலோரி மீட்டர் மாறிலி மதிப்பு $2.5\ kJ\ K^{-1}$ எனில், வாயுவின் எரிதல் என்தால்பி மதிப்பை $kJ\ mol^{-1}$அலகில் காண்க .

55. $77^0C$ வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு அமைப்பிலிருந்து $33^0C$. வெப்பநிலையில் உள்ள சுற்றுப்புறத்திற்கு, 245 J ஆற்றல் பாயும்போது, அமைப்பு, சுற்றுப்புறம் மற்றும் அண்டத்தில் ஏற்படும் என்ட்ரோபி மாற்றங்களை கணக்கிடு.



Unit 7 - Sridhar.indd 250 07-01-2021 15:08:52

56. 4.1வளிமண்டல அழுத்தம், மற்றும் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் உள்ள 1 மோல் நல்லியல்பு வாயு, 3710J ஆற்றலை உறிஞ்சி, 2L விரிவடைகிறது. இந்த விரிவடைதலின்போது நிகழும் என்ட்ரோபி மாற்றத்தைகணக்கிடு.

57 ஒரு மோல் சோடியம் குளோரைடை உருக்க 30.4 kJ அளவு ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. உருகுதலின் போது நிகழும் என்ட்ரோபி மாற்றம் 28.4 $JK^{-1}$ $mol^{-1}$ னில் சோடியம் குளோரைடின் உருகுநிலையை காண்க.

58 புரப்பேனின் திட்ட எரிதல் என்தால்பி மதிப்பு –2220.2 kJ $mol^{-1}$ .$CO_2(g)$ மற்றும் $H_2O(l)$ ஆகியவற்றின் திட்ட உருவாதல் என்தால்பி மதிப்புகள் முறையே–393.5 மற்றும் –285.8kJ $mol^{-1}$ எனில், புரப்பேனின் திட்ட உருவாதல் என்தால்பி மதிப்பை காண்க.

59. சாதாரண கொதிநிலை மற்றும் திட்ட ஆவியாதல் என்தால்பி மதிப்புகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. கீழ்காண் திரவங்களுக்கு ஆவியாதல் என்ட்ரோபி மதிப்புகளை காண்க.

| S. No | திரவம் | கொதிநிலை ($^0$C) | ΔH (kJ $mol^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| 1. | எத்தனால் | 78.4 | + 42.4 |
| 2. | டொலுவீன் | 110.6 | + 35.2 |

60. 1 atm அழுத்தத்தில் கீழ்காணும் வினைக்கு $Ag_2O(s) \rightarrow 2Ag(s)+\frac{1}{2}\ O_2(g)$Ï $\Delta H = 30.56$ kJ $mol^{-1}$ மற்றும் $\Delta S$=6.66$JK^{-1}mol^{-1}$ எனில் எந்த வெப்பநிலையில் ΔG மதிப்பு பூஜ்ஜியமாக இருக்கும் என்பதை கணக்கிடுக. (i) அந்த வெப்பநிலையில் மற்றும் (ii) அந்த வெப்பநிலைக்கு கீழ்வினை நிகழும் திசையை காண்க.

61. 400K. வெப்பநிலையில் பின்வரும் வினையின் சமநிலை மாறிலி Keq மதிப்பை காண்க.

$2NOCl\ (g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$,

$\Delta H^0 = 77.2kJ\ mol^{-1}$ ;

மற்றும் $\Delta S^0$=122$JK^{-1}mol^{-1}$.

62. சயனமைடை ($NH_2$ CN) பாம் கலோரி மீட்டரில், அதிகளவு ஆக்ஸிஜன் செலுத்தி எரிக்கும்போது ஏற்படும் ΔU மதிப்பு-742.4 kJ $mol^{-1}$, என கண்டறியபட்டது. 298 K வெப்பநிலையில் பின்வரும் வினையின் என்தால்பி மாற்றத்தை கணக்கிடுக.

$NH_2CN(s) + \frac{3}{2}\ O_2(g) \rightarrow N_2(g) + CO_2\ (g) + H_2O(l)\ \Delta H= ?$

63. பின்வரும் தரவுகளிலிருந்து எத்திலீனை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்யும் வினையின் என்தால்பி மதிப்பை காண்க. C–H, C–C, C=C மற்றும் H–H ஆகிய பிணைப்புகளின் பிணைப்பு ஆற்றல்கள் முறையே 414,347,618 மற்றும் 435 kJ $mol^{-1}$



Unit 7 - Sridhar.indd 251 07-01-2021 15:08:52

64. பின்வரும் தரவுகளிலிருந்து $CaCl_2$ படிகத்தின் படிக கூடு ஆற்றலை கணக்கிடு.

$Ca(s)+Cl_2(g) \rightarrow CaCl_2(s)\ \Delta H_f^0 = -795\ kJ\ mol^{-1}$

| | | |
|---|---|---|
| பதங்கமாதல் | : $Ca(s) \rightarrow Ca(g)$ | $\Delta H_1^0 = +121\ kJ\ mol^{-1}$ |
| அயனியாதல் | : $Ca(g) \rightarrow Ca^{2+}(g) + 2e^-$ | $\Delta H_2^0 = +2422\ kJ\ mol^{-1}$ |
| பிளத்தல் | : $Cl_2(g) \rightarrow 2Cl(g)$ | $\Delta H_3^0 = +242.8\ kJ\ mol^{-1}$ |
| எலக்ட்ரான்நாட்டம் | : $Cl(g) + e^- \rightarrow Cl^-(g)$ | $\Delta H_4^0 = -355\ kJ\ mol^{-1}$ |

65. கொடுக்கப்பட்டுள்ள தரவுகளிலிருந்து $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$ வினையின் என்தால்பி மாற்ற மதிப்பை கணக்கிடுக.

$2Fe + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Fe_2O_3\ \Delta H = -741\ kJ$

$C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO\ \Delta H = -137\ kJ$

$C + O_2 \rightarrow CO_2\ \Delta H = -394.5\ kJ$

66. 1750 C, வெப்பநிலையில் 1-பென்டைனை (A), ஆல்கஹால் கலந்த 4N KOH கரைசலுடன் வினைப்படுத்தும் போது, 1.3% 1-பென்டைன் (A), 95.2% 2- பென்டைன் (B) மற்றும் 3.5% 1,2 பென்டாடையீன் (C) கலந்த சமநிலைக் கலவையை உண்டாக்குகிறது $175^0$ C, வெப்பநிலையில் பின்வரும் சமநிலைகளின் $\Delta G^0$ மதிப்பை கணக்கிடுக.

$B \rightleftharpoons A \qquad \Delta G_1^0 = ?$

$B \rightleftharpoons C \qquad \Delta G_2^0 = ?$

67. 33K வெப்பநிலையில், ஐம்பது சதவீதம் $N_2O_4$ சிதைகிறது எனில், அந்த வெப்பநிலையில், 1 atm அழுத்தத்தில் ஏற்படும் திட்டகட்டிலா ஆற்றல் மாற்றத்தை கணக்கிடு.

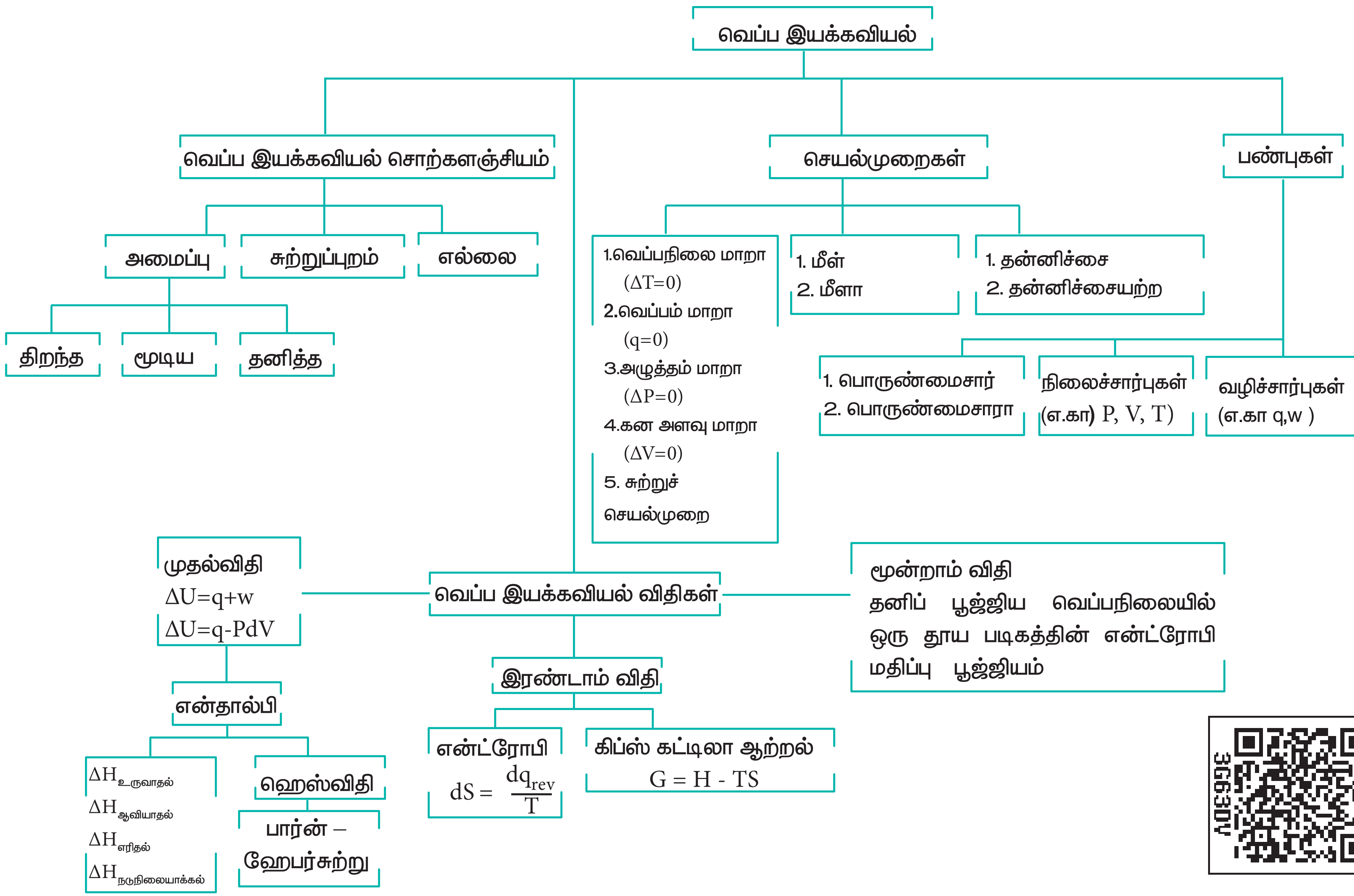
68. $SO_2$ மற்றும் $SO_3$ ஆகியவற்றின் திட்ட உருவாதல் என்தால்பி மதிப்புகள் முறையே -297 $kJ\ mol^{-1}$ மற்றும் -396 $kJ\ mol^{-1}$. எனில் $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3$ வினையின் திட்ட என்தால்பி மதிப்பை காண்க.

69. 298 K வெப்பநிலையில் :$2A + B \rightarrow C$ வினையின் $\Delta H=400\ KJ\ mol^{-1}$, $\Delta S=0.2\ KJK^{-1}\ mol^{-1}$ எனில் வினை தன்னிச்சையாக நிகழ தேவையான வெப்பநிலையை கணக்கிடுக.

70. 298K வெப்பநிலையில் பின்வரும் வினைக்கு சமநிலை மாறிலி மதிப்பை கணக்கிடுக. $2NH_3(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons NH_2CONH_2(aq)+H_2O(l)$ கொடுக்கப்பட்ட வெப்ப நிலையில் வினையின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்ற $\Delta G_r^0$ மதிப்பு, $-13.6\ kJ\ mol^{-1}$.

71. 3.67 லிட்டர் கொள்ளவு கொண்ட எத்திலீன் மற்றும் மீத்தேன் வாயுக்கலவையை, $25^0$ C மற்றும் 1 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் முழுமையாக எரிக்கும் போது 6.11 L கார்பன்டையாக்சைடு வாயுவை உருவாக்குகிறது. எரிதலின்போது வெளிப்படும் வெப்பத்தின் அளவை kJ, அலகில் கணக்கிடுக. $\Delta H_C(CH_4) = -890\ kJ\ mol-1$ மற்றும் $\Delta H_C(C_2H_4) = -1423\ kJ\ mol^{-1}$

## கருத்துவிளக்கப்படம்




3G63DV



Unit 7 - Sridhar.indd 253
07-01-2021 15:08:54

# பிற்சேர்க்கை


| வ. எண் | பொருளடக்கம் | பக்க எண் |
|---|---|---|
| 1. | அடிப்படை மாறிலிகள் | 255 |
| 2. | வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் SI முன்னொட்டுகள் | 255 |
| 3. | அலகுகளுக்கிடையே மாற்றம் செய்தல் | 256 |
| 4. | சில வாயுக்களுக்கான நிலைமாறு மாறிலிகள் | 256 |
| 5. | சில வாயுக்களுக்கான வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகள் | 257 |
| 6. | சில சேர்மங்களுக்கான மோலார் வெப்ப ஏற்புத் திறன்கள் | 258 |
| 7. | திட்ட எரிதல் வெப்பம் | 258 |
| 8. | சில சேர்மங்களுக்கான வெப்ப இயக்கவியல் தரவுகள் | 259 |
| 9. | கார உலோக ஹாலைடுகளின் படிகக்கூடு என்தால்பி | 260 |
| 10. | ஓரணு, ஈரணு மற்றும் மூவணு மூலக்கூறுகளுக்கான Cp மற்றும் Cv மதிப்புகள் | 260 |
| | **விடைக்குறிப்புகள்** | |
| 11. | அலகு – 1 வேதியியலின் அடிப்படைக் கருத்துக்களும், வேதிக் கணக்கீடுகளும் | 261 |
| 12. | அலகு – 2 அணுவின் குவாண்டம் இயக்கவியல் மாதிரி | 278 |
| 13. | அலகு –3 தனிமங்களின் ஆவர்த்தன வகைப்பாடு | 286 |
| 14. | அலகு – 4 ஹைட்ரஜன் | 289 |
| 15. | அலகு –5 கார மற்றும் காரமண் உலோகங்கள் | 291 |
| 16. | அலகு – 6 வாயு நிலைமை | 293 |
| 17. | அலகு – 7 வெப்ப இயக்கவியல் | 300 |
| 18. | மேற்கோள் நூல்கள் | 313 |
| 19. | சொற்களஞ்சியம் | 314 |




AllUnitsKey - Sridhar.indd 254 07-01-2021 15:48:25

## அடிப்படை மாறிலிகள்

| | | |
|---|---|---|
| அவகாட்ரோ எண் | N | $6.022 \times 10^{23}$ |
| அணுநிறை அலகு அல்லது ஒருமைப்படுத்தப்பட்ட அணுநிறை | amu (or) u | $1.660 \times 10^{-27}$ kg |
| ஒளியின் வேகம் | c | $2.997 \times 10^{8}$ m $s^{-1}$ |
| அடிப்படை மின்சுமை அல்லது எலக்ட்ரானின் மின்சுமை | e | $1.602 \times 10^{-19}$ C |
| பிளாங்க் மாறிலி | h | $6.626 \times 10^{-34}$ Js |
| எலக்ட்ரானின் நிறை | $m_e$ | $9.109 \times 10^{-31}$ kg |
| புரோட்டானின் நிறை | $m_p$ | $1.672 \times 10^{-27}$ kg |
| நியூட்ரானின் நிறை | $m_n$ | $1.674 \times 10^{-27}$ kg |
| போர் ஆரம் | $a_0$ | 0.529 Å |
| ரிட்பெர்க் மாறிலி | $R_\infty$ | $1.097 \times 10^{5}$ $cm^{-1}$ |
| வாயு மாறிலி | R | 8.314 J $K^{-1}$ $mol^{-1}$<br>0.082 L atm $K^{-1}$ $mol^{-1}$<br>1.987 cal $K^{-1}$ $mol^{-1}$<br>62.36 L mmHg $K^{-1}$ $mol^{-1}$<br>83.14 L mbar $K^{-1}$ $mol^{-1}$ |

## வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் SI முன்னொட்டுகள்

| femto | pico | nano | micro | milli | centi | deci | kilo | mega | giga |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| f | p | n | μ | m | c | d | k | M | G |
| $10^{-15}$ | $10^{-12}$ | $10^{-9}$ | $10^{-6}$ | $10^{-3}$ | $10^{-2}$ | $10^{-1}$ | $10^{3}$ | $10^{6}$ | $10^{9}$ |



AllUnitsKey - Sridhar.indd 255 07-01-2021 15:48:25

## அலகுகளுக்கிடையே மாற்றம் செய்தல்

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Å | = | $10^{-10}$ m | | |
| 1 atm | = | 101.325 kPa | = | $1.01325 \times 10^5$ N $m^{-2}$ |
| 1 atm | = | $1.01325 \times 10^5$ J $m^{-3}$ | = | 760 Torr (mmHg) |
| 1 eV | = | $1.60219 \times 10^{-19}$ J | | |
| 1 N | = | 1 J $m^{-1}$ | = | $10^5$ dyne |
| 1 J | = | $10^7$ erg | = | 1 Kg $m^2$ $s^{-2}$ |
| 1 cal | = | 4.184 J | | |

## குறிப்பிட்ட சில வாயுக்களுக்கான நிலைமாறு மாறிலிகள்

| வாயு | நிலைமாறு அழுத்தம் $P_c$ (atm) | நிலைமாறு கனஅளவு $V_c$ ($cm^3$ $mol^{-1}$) | நிலைமாறு வெப்பநிலை $T_c$ (K) |
|---|---|---|---|
| He | 2.26 | 57.76 | 5.21 |
| Ne | 26.86 | 41.74 | 44.44 |
| Ar | 48.00 | 75.25 | 150.72 |
| Kr | 54.27 | 92.24 | 209.39 |
| Xe | 58.0 | 118.8 | 289.75 |
| $H_2$ | 12.8 | 64.99 | 33.23 |
| $N_2$ | 33.54 | 90.10 | 126.3 |
| $O_2$ | 50.14 | 78.0 | 154.8 |
| $Cl_2$ | 76.1 | 124 | 417.2 |
| $Br_2$ | 102 | 135 | 584 |
| HCl | 81.5 | 81.0 | 324.7 |
| $CO_2$ | 72.85 | 94.0 | 304.2 |
| $H_2O$ | 218.3 | 55.3 | 647.4 |
| $NH_3$ | 111.3 | 72.5 | 405.5 |
| $CH_4$ | 45.6 | 98.7 | 190.6 |
| $C_2H_4$ | 50.50 | 124 | 283.1 |
| $C_2H_6$ | 48.20 | 148 | 305.4 |
| $C_6H_6$ | 48.6 | 260 | 562.7 |



AllUnitsKey - Sridhar.indd 256 07-01-2021 15:48:25

குறிப்பிட்ட சில வாயுக்களுக்கான வாண்டர்வால்ஸ் மாறிலிகள்

| பெயர் | a ($L^2$ bar $mol^{-2}$) | b (L $mol^{-1}$) |
|---|---|---|
| அம்மோனியா | 4.225 | 0.0371 |
| பென்சீன் | 18.24 | 0.1154 |
| கார்பன் டை ஆக்சைடு | 3.64 | 0.04267 |
| கார்பன் மோனாக்சைடு | 1.505 | 0.03985 |
| குளோரின் | 6.579 | 0.05622 |
| ஹீலியம் | 0.0346 | 0.0238 |
| ஹெக்சேன் | 24.71 | 0.1735 |
| ஹைட்ரஜன் | 0.2476 | 0.02661 |
| ஹைட்ரஜன் புரோமைடு | 4.51 | 0.04431 |
| ஹைட்ரஜன் குளோரைடு | 3.716 | 0.04081 |
| ஹைட்ரஜன் சல்பைடு | 4.49 | 0.04287 |
| மெர்குரி | 8.2 | 0.01696 |
| மீத்தேன் | 2.283 | 0.04278 |
| நைட்ரிக் ஆக்சைடு | 1.358 | 0.02789 |
| நைட்ரஜன் | 1.37 | 0.0387 |
| நைட்ரஜன் டை ஆக்சைடு | 5.354 | 0.04424 |
| நைட்ரஸ் ஆக்சைடு | 3.832 | 0.04415 |
| ஆக்சிஜன் | 1.382 | 0.03186 |
| சல்பர் டை ஆக்சைடு | 6.803 | 0.05636 |
| நீர் | 5.536 | 0.03049 |



AllUnitsKey - Sridhar.indd 257 07-01-2021 15:48:25

## குறிப்பிட்ட சில சேர்மங்களின் மோலார் வெப்ப ஏற்புத் திறன்கள்

| | $C_{v,m}$ ($J\ K^{-1}\ mol^{-1}$) | $C_{p,m}$ ($J\ K^{-1}\ mol^{-1}$) |
|---|---|---|
| வாயுக்கள் | | |
| மந்த வாயுக்கள் | 12.48 | 20.79 |
| $H_2$ | 20.44 | 28.82 |
| $N_2$ | 20.74 | 29.12 |
| $O_2$ | 20.95 | 29.36 |
| $CO_2$ | 28.46 | 37.11 |
| திரவங்கள் | | |
| $H_2O$ | - | 75.29 |
| $CH_3OH$ | - | 81.6 |
| $C_2H_5OH$ | - | 111.5 |
| $C_6H_6$ | - | 136.1 |
| திண்மங்கள் | | |
| C (டைமண்ட்) | - | 6.11 |
| Cu | - | 244.4 |
| Fe | - | 25.1 |
| $SiO_2$ | - | 44.4 |

## திட்ட எரிதல் வெப்பம் ($\Delta H_f^0$, kJ mol$^{-1}$)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| மீத்தேன் (g) | = | - 890 | எத்தனால் (l) | = | - 1368 |
| ஈத்தேன் (g) | = | - 1560 | அசிட்டிக் அமிலம் | = | - 874 |
| புரப்பேன் (g) | = | - 2220 | பென்சாயிக் அமிலம் | = | - 3227 |
| பியூட்டேன் (g) | = | - 2877 | குளுக்கோஸ் | = | - 2802 |
| பென்சீன் (l) | = | - 3268 | சுக்ரோஸ் | = | - 5645 |
| மெத்தனால் (l) | = | - 726 | | | |



AllUnitsKey - Sridhar.indd 258 07-01-2021 15:48:25

| | $\Delta H_f^0$ (kJ mol$^{-1}$) | $\Delta G_f^0$ (kJ mol$^{-1}$) | $S^0$ (J K$^{-1}$ mol$^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| C (s , கிராபைட்) | 0 | 0 | 5.740 |
| $H_2$(g) | 0 | 0 | 130.684 |
| $N_2$(g) | 0 | 0 | 191.61 |
| $O_2$(g) | 0 | 0 | 205.138 |
| $Cl_2$(g) | 0 | 0 | 223.07 |
| Ag(s) | 0 | 0 | 42.55 |
| Cu(s) | 0 | 0 | 33.150 |
| Au(s) | 0 | 0 | 47.40 |
| Fe(s) | 0 | 0 | 27.28 |
| Zinc(s) | 0 | 0 | 41.63 |
| C(s, டைமண்ட்) | 1.895 | 2.900 | 2.377 |
| CO(g) | -110.53 | -137.17 | 197.67 |
| CO2(g) | -395.51 | -394.36 | 213.74 |
| HCl(g) | -92.31 | -95.30 | 186.91 |
| $H_2O$(l) | -285.83 | -237.13 | 69.91 |
| $H_2O$(g) | -241.82 | -228.57 | 188.83 |
| $NH_3$(g) | -46.11 | -16.45 | 192.45 |
| மீத்தேன் (g) | -74.81 | -50.72 | 186.26 |
| ஈத்தேன் (g) | -84.68 | -32.82 | 229.60 |
| புரப்பேன் (g) | 20.42 | 62.78 | 267.04 |
| பியூட்டேன் (g) | -126.15 | -17.03 | 310.23 |
| பென்சீன் (l) | 49.0 | 124.3 | 173.3 |
| மெத்தனால் (l) | -238.66 | -166.27 | 126.8 |
| எத்தனால் (l) | -277.69 | -174.78 | 160.7 |



AllUnitsKey - Sridhar.indd 259 07-01-2021 15:48:25

## கார உலோக ஹாலைடுகளின் படிகக்கூடு என்தால்பி (-$\Delta H^0$ Lattice, kJ mol$^{-1}$)

| | F | Cl | Br | I |
|---|---|---|---|---|
| Li | 1022 | 846 | 800 | 744 |
| Na | 902 | 771 | 733 | 684 |
| K | 801 | 701 | 670 | 629 |
| Rb | 767 | 675 | 647 | 609 |
| Cs | 716 | 645 | 619 | 585 |

## ஓரணு, ஈரணு மற்றும் மூவணு மூலக்கூறுகளுக்கான $C_p$ மற்றும் $C_v$ மதிப்புகள்

| | $C_V$ மதிப்பு | $C_P$ மதிப்பு ($C_P = R + C_V$) |
|---|---|---|
| ஓரணு வாயு | $\frac{3}{2}R$ | $\frac{5}{2}R$ |
| ஈரணு வாயு | $\frac{5}{2}R$ | $\frac{7}{2}R$ |
| மூவணு வாயு | $\frac{6}{2}R$ | $\frac{8}{2}R$ |



AllUnitsKey - Sridhar.indd 260 07-01-2021 15:48:26

## வேதியியலின் அடிப்படைக் கருத்துக்கள் மற்றும் வேதிக் கணக்கீடுகள்

### தன் மதிப்பீடு :

**1.** (i) தனிமம் - காப்பர் கம்பி,வெள்ளித் தட்டு

(ii) சேர்மம் - சர்க்கரை, வாலை வடிநீர், கார்பன் டை ஆக்ஸைடு, சாதாரண உப்பு, நா ஃப்தலீன் உருண்டைகள்

(iii) கலவை - கடல் நீர்

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **2.** (i) | $C_2H_5OH$ | : (2 x 12) + (5 x 1) + (1 x 16) + (1 x 1) | = | **46 g** |
| (ii) | $KMnO_4$ | : (1 x 39) + (1 x 55) + (4 x 16) | = | **158 g** |
| (iii) | $K_2Cr_2O_7$ | : (2 x 39) + (2 x 52) + (7 x 16) | = | **294 g** |
| (iv) | $C_{12}H_{22}O_{11}$ | : (12 x 12) + (22 x 1) + (11 x 16) | = | **342 g** |

**3.** (அ) ஈத்தேனின் மோலார் நிறை $C_2H_6$ = (2 x 12)+ (6 x 1) = 30 g $mol^{-1}$

n = நிறை / மோலார் நிறை = 9 g / 30 g $mol^{-1}$ = **0.3 mole**

(ஆ)

273 K மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில் 1 மோல் வாயு அடைத்துக் கொள்ளும் கன அளவு 22.4 L

எனவே , 273 K மற்றும் 3 atm அழுத்தத்தில் 224 ml கன அளவை அடைத்துக் கொள்ளும் ஆக்ஸிஜனின் மோல்களின் எண்ணிக்கை

$$= \frac{1\,\text{mole}}{273\,\text{K} \times 1\,\text{atm} \times 22.4\,\text{L}} \times 0.224\,\text{L} \times 273\,\text{K} \times 3\,\text{atm}$$

$$= 0.03\,\text{mole}$$

1 மோல் ஆக்ஸிஜனில் 6.022 x $10^{23}$ மூலக்கூறுகள் உள்ளன.

0.03 மோல் ஆக்ஸிஜனில் = 6.022 x $10^{23}$ x 0.03

= **1.807 x $10^{22}$** ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகள் உள்ளன.

4. (அ) உலோகத்தின் நிறை = 0.456 g

உலோக குளோரைடின் நிறை = 0.606 g

0.456 g உலோகமானது 0.15 g குளோரினுடன் இணைந்துள்ளது.

35.5 g குளோரினுடன் இணையும் உலோகத்தின் நிறை $\frac{0.456}{0.15} \times 35.5$ = **107.92 g $eq^{-1}$.**

(ஆ)ஆக்ஸிஜனேற்ற வினைப்பொருளின் சமான நிறை



AllUnitsKey - Sridhar.indd 261 07-01-2021 15:48:26

$$= \frac{\text{மோலார் நிறை}}{\text{1 மோல் ஆக்சிஜனேற்றியால் ஏற்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை}}$$

$$= \frac{294.2 \text{ g mol}^{-1}}{6 \text{ eq mol}^{-1}}$$

$$= \mathbf{49.0 \text{ g eq}^{-1}}$$

5.

| தனிமம் | சதவீத இயைபு | அணு நிறை | ஒப்பு அணுக்களின் எண்ணிக்கை = $\frac{\text{சதவீதம்}}{\text{அணு நிறை}}$ | எளிய விகிதம் |
|---|---|---|---|---|
| C | 54.55 % | 12 | 54.55/12 = 4.55 | 4.55 / 2.27 = 2 |
| H | 9.09 % | 1 | 9.09 / 1 = 9.09 | 9.09 / 2.27 = 4 |
| O | 36.36 % | 16 | 36.36/16 = 2.27 | 2.27/2.27 = 1 |
| எளிய விகித வாய்ப்பாடு ($C_2H_4O$) | | | | |

6.

| தனிமம் | சதவீத இயைபு | ஒப்பு அணுக்களின் எண்ணிக்கை = $\frac{\text{சதவீதம்}}{\text{அணு நிறை}}$ | அணு நிறை = $\frac{\text{சதவீதம்}}{\text{ஒப்பு அணுக்களின் எண்ணிக்கை}}$ | எளிய விகிதம் |
|---|---|---|---|---|
| X | 32 % | 2 | 16 | 4 |
| Y | 24 % | 1 | 24 | 2 |
| Z | 44 % | 0.5 | 88 | 1 |
| எளிய விகித வாய்ப்பாடு ($X_4 Y_2 Z$) | | | | |



AllUnitsKey - Sridhar.indd 262 07-01-2021 15:48:27

கணக்கிடப்பட்ட எளிய விகித
வாய்ப்பாட்டு நிறை

$= (16\times 4) + (24\times 2) + 88$

$= 64 + 48 + 88 = 200$

n = மோலார் நிறை / கணக்கிடப்பட்ட எளிய விகித வாய்ப்பாட்டு நிறை

$\therefore n = \frac{400}{200}$

$= 2$

மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு $(X_4Y_2Z)_2 = X_8Y_4Z_2$

7.

| பொருளடக்கம் | வினைபடு பொருள் | | வினைவிளை பொருள் | |
|---|---|---|---|---|
| | x | y | *l* | m |
| வேதி வினைக்கூறு விகித குணகம் | 2 | 3 | 4 | 1 |
| வினைபுரிய அனுமதிக்கப்படும் மோல்களின் எண்ணிக்கை | 8 | 15 | – | – |
| வினைபட்ட வினைபடு பொருட்கள் மற்றும் உருவான வினைவிளை பொருட்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை | 8 | 12 | 16 | 4 |
| வினைபுரியாத வினைபடு பொருட்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் உருவான விளைபொருளின் மோல்களின் எண்ணிக்கை | – | 3 | 16 | 4 |

வினைக் கட்டுப்பாட்டுக் காரணி : **x**

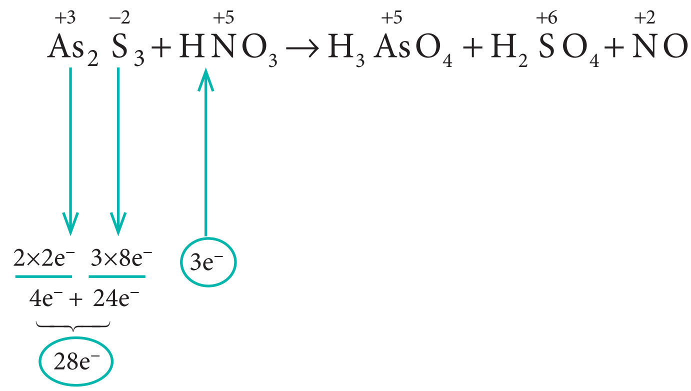
உருவான விளைபொருள் : 16 மோல்கள் *l* மற்றும் 4 மோல்கள் **m**

கூடுதலாக எஞ்சியுள்ள வினைபடு பொருள் : 3 மோல்கள் **y**



AllUnitsKey - Sridhar.indd 263 07-01-2021 15:48:27

8.




வினைபடு பொருள் உள்ள பகுதியில் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையை சமன்படுத்துக

$\Rightarrow \quad 3\ As_2\ S_3 + 28\ HNO_3 \rightarrow H_3AsO_4 + H_2SO_4 + NO$

வினைபடு பொருட்களுள்ள பகுதியின் அடிப்படையில் வினைவிளை பொருளை சமன்படுத்துக

$\Rightarrow \quad 3\ As_2\ S_3 + 28\ HNO_3 \rightarrow 6\ H_3AsO_4 + 9\ H_2SO_4 + 28\ NO$

வினைவிளை பொருள் பகுதி :36 ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் & 88 ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள்

வினைபடு பொருள் பகுதி :28 ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் & 84 ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள்

வேறுபாடானது 8 ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் & ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள்

∴ வினைபடு பொருள் பகுதியில் 4 $H_2O$ மூலக்கூறுகளை சேர்க்க.

சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடானது,

$\mathbf{3\ As_2\ S_3 + 28\ HNO_3 + 4\ H_2O \rightarrow 6\ H_3AsO_4 + 9\ H_2SO_4 + 28\ NO}$

## மதிப்பீடு

### I சரியான விடையினைத் தெரிவு செய்க

1. (அ) 40 மி.லி $CO_2$ வாயு
2. (ஈ) 200 u
3. (இ) கூற்று (A) சரி ஆனால் காரணம் (R) தவறு
4. (ஆ) ஆக்ஸிஜன்
5. (அ) 102 g
6. (இ) $6.022 \times 10^{20}$
7. (இ) 16 %
8. (இ) 0.075



AllUnitsKey - Sridhar.indd 264 07-01-2021 15:48:28

9. (ஈ) 1 மோல் HCl

10. (இ) $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2\ HCl$

11. (ஆ) $P_4 + 3\ NaOH + 3\ H_2O \rightarrow PH_3 + 3\ NaH_2PO_2$

12. (ஆ) 52.7

13. (ஈ) $6.022 \times 10^{24}$ நீர் மூலக்கூறுகள்

14. (அ) NO

15. (அ) $6.022 \times 10^{23}$

16. (இ) $S_2O_4^{2-} < SO_3^{2-} < S_2O_6^{2-} < SO_4^{2-}$

17. (இ) பெர்ரஸ் ஆக்சலேட்டின் மோலார் நிறை / 3

18. (ஈ) ஒரு மோல் கார்பனின் நிறை

19. (இ) A மற்றும் B கலன்களில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கைக்கு இடைப்பட்ட விகிதம் 2:1

20. (அ) 3.59 g

21. (ஆ) $44\ g\ mol^{-1}$

22. (இ) (அ) மற்றும் (ஆ)

23. (அ) புரப்பீன்

24. (அ) ஒப்பு அணுநிறை 12 u

25. (அ) $_6C^{12}$

## I. பல்வாய்ப்பு வினாக்களுக்கான விடைக்குறிப்புகள்

1. $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2\ (g) + 2\ H_2O\ (l)$

| பொருள் | $CH_4$ | $O_2$ | $CO_2$ |
|---|---|---|---|
| வேதி வினைக்கூறு விகித குணகம் | 1 | 2 | 1 |
| வினைபுரிய அனுமதிக்கப்பட்ட வினைபடு பொருட்களின் கன அளவு | 40 mL | 80 mL | |
| வினைபட்ட வினைபடு பொருட்கள் மற்றும் உருவான வினைவிளை பொருட்களின் கன அளவு | 40 mL | 80 mL | 40 mL |
| அறை வெப்ப நிலைக்கு குளிர்விக்கப்பட்டப்பின் வாயுக்களின் கன அளவு | - | - | 40 mL |

வினைவிளைப் பொருட்கள் அறைவெப்ப நிலைக்கு குளிர்விக்கப்பட்டதால், நீர் பெரும்பாலும் திரவ நிலையில் இருக்கும். எனவே வாய்ப்பு (அ) என்பது சரியானது.



AllUnitsKey - Sridhar.indd 265 07-01-2021 15:48:28

2.

$$= \frac{(200\times 90)+(199\times 8)+(202\times 2)}{100} = 199.96$$
$$\simeq 200\ u$$

3. சரியான காரணம்: ஒரு மோல் அளவுள்ள எந்தவொரு சேர்மத்திலும் அடங்கியுள்ள உட்பொருட்களின் எண்ணிக்கை $6.022 \times 10^{23}$.

4. வினை 1 : $2\ C + O_2 \rightarrow 2\ CO$

$2 \times 12$ g கார்பனானது 32 g ஆக்ஸிஜனுடன் இணைந்துள்ளது. எனவே,

கார்பனின் சமான நிறை $= \frac{2\times 12}{32} \times 8 = 6$

வினை 2 : $C + O_2 \rightarrow CO_2$

12 g கார்பனானது 32 g ஆக்ஸிஜனுடன் இணைந்துள்ளது. எனவே,

கார்பனின் சமான நிறை $= \frac{12}{32} \times 8 = 3$

5. இணைதிறன் மூன்று கொண்ட உலோகத்தினை $M^{3+}$ என்க

சமான நிறை = உலோகத்தின் நிறை / சமான காரணி

$9\ g\ eq^{-1}$ = உலோகத்தின் நிறை / 3 eq

உலோகத்தின் நிறை = 27 g

உருவாகும் ஆக்ஸைடு $M_2O_3$ ;

ஆக்ஸைடின் நிறை = (2 x 27) + (3 x 16)

= **102 g**

6. நீர்த்துளியின் எடை = 0.018 g

நீர்த்துளியில் உள்ள மோல்களின் எண்ணிக்கை = நீரின் நிறை / மோலார் நிறை

= 0.018 / 18 = $10^{-3}$ மோல்

1 மோல் நீரில் காணப்படும் நீர் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை

= $6.022 \times 10^{23}$

1 நீர்த்துளியில் காணப்படும் நீர் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை($10^{-3}$ மோல்)

= $6.022 \times 10^{23} \times 10^{-3}$

= $\mathbf{6.022 \times 10^{20}}$

7. $MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2\uparrow$

$MgCO_3$ : (1 x 24) + (1 x 12) + (3 x 16) = 84 g

$CO_2$ : (1 x 12) + (2 x 16) = 44 g

100 % தூய்மையுடைய 84 g $MgCO_3$ ஆனது வெப்பப்படுத்தும் பொழுது 44 g $CO_2$ -ஐத் தருகிறது.

1 g $MgCO_3$ ஆனது வெப்பப்படுத்தும் பொழுது 0.44 g $CO_2$ ஐத் தருகிறது என கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே ,

84 g $MgCO_3$ மாதிரியினை வெப்பப்படுத்தும் பொழுது 36.96 g $CO_2$ஐத் தரும்.

மாதிரியினுடைய தூய்மைத் தன்மையின் சதவீதம் $= \dfrac{100\,\%}{44\text{ g } CO_2} \times 36.96\text{ g } CO_2$

$= 84\,\%$

மாசு சதவீதம் = **16 %**

**8.** $NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow \underbrace{CH_3COONa + H_2O}_{} + CO_2\uparrow$

6.3 g + 30 g → 33 g + x

வெளியேறிய $CO_2$ அளவு, x = 3.3 g

வெளியேறிய $CO_2$ ன் மோல்களின் எண்ணிக்கை = 3.3 / 44 = 0.075 மோல்

9 $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2\,HCl\,(g)$

| பொருளடக்கம் | $H_2(g)$ | $Cl_2(g)$ | HCl (g) |
|---|---|---|---|
| வேதி வினைக்கூறு விகித குணகம் | 1 | 1 | 2 |
| 273 K மற்றும் 1atm அழுத்தத்தில் வினைபுரிய அனுமதிக்கப்படும் மோல்களின் எண்ணிக்கை | 22.4 L (1 mol) | 11.2 L (0.5 mol) | - |
| வினைபட்ட வினைபடு பொருட்கள் மற்றும் உருவான வினைவிளை பொருட்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை | 0.5 | 0.5 | 1 |
| உருவான **HCl** - ன் அளவு = **1** மோல் | | | |

10. $\overset{+2}{Ba}\overset{-1}{Cl_2} + \overset{+1}{H_2}\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_4} \rightarrow \overset{+2}{Ba}\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_4} + 2\,\overset{+1}{H}\overset{-1}{Cl}$

11. $\overset{0}{P_4} + 3\,NaOH + 3\,H_2O \rightarrow \overset{-3}{P}H_3 + 3\,NaH_2\overset{+1}{P}O_2$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 267 07-01-2021 15:48:30

12. ஆக்ஸிஜனேற்றியான ($MnO_4^-$) ஆனது ஒடுக்க வினைக்கு உட்படும்போது 3 மூன்று எலக்ட்ரான்களை ஏற்றுக் கொள்கிறது. எனவே சமானநிறை

= ($KMnO_4$ –ன் மோலார் நிறை)/3 = 158.1/3 = 52.7

13. 180 g நீரில் காணப்படும் மோல்களின் எண்ணிக்கை

= நீரின் நிறை / நீரின் மோலார் நிறை

= 180 g / 18 g $mol^{-1}$ = 10 மோல்கள்

நீரில் $6.022 \times 10^{23}$ நீர் மூலக்கூறுகள் உள்ளன.

10 மோல் நீரில் $6.022 \times 10^{23} \times 10 = 6.022 \times 10^{24}$ நீர் மூலக்கூறுகள் உள்ளன.

14. 273 K மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில் 7.5 g வாயு அடைத்துக் கொள்ளும் கன அளவு 5.6 லிட்டர்.

எனவே, 22.4 லிட்டர் கன அளவை அடைத்துக் கொள்ளும் வாயுவுன் நிறை

$$= \frac{7.5\,g}{5.6\,L} \times 22.4\,L = 30\,g$$

NO - ன் மோலார் நிறை (14+16) = 30g

15. ஒரு அம்மோனியா ($NH_3$) மூலக்கூறில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை (7 + 3) = 10

அம்மோனியா மோல்களின் எண்ணிக்கை = $\frac{\text{நிறை}}{\text{மோலார் நிறை}}$

$= \frac{1.7g}{17\ g\ mol\text{-}1}$

$= 0.1$ mol

0.1 மோல் அம்மோனியாவில் காணப்படும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை $= 0.1 \times 6.022 \times 10^{23} = 6.022 \times 10^{22}$

0.1 மோல் அம்மோனியாவில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை $= 10 \times 6.022 \times 10^{22} = 6.022 \times 10^{23}$

16. $\overset{+3}{S_2}O_4^{2-} < \overset{+4}{S}O_3^{2-} < \overset{+5}{S_2}O_6^{2-} < \overset{+6}{S}O_4^{2-}$

17. $\overset{2+}{Fe}\,\overset{3+}{C_2}O_4 \xrightarrow{\text{ஆக்ஸிஜனேற்ற காரணி}} \overset{3+}{Fe} + \overset{+4}{C}O_2$

n = 1 + 2(1) = 3



AllUnitsKey - Sridhar.indd 268 07-01-2021 15:48:30

18. ஒரு மோல் கார்பனின் நிறை

19. ஆக்ஸிஜனின் மோல்களின் எண்ணிக்கை = 8 g/32 g

= 0.25 மோல்கள்

சல்பர் டை ஆக்ஸைடின் மோல்களின் எண்ணிக்கை = 8 g / 64 g

= 0.125 மோல்கள்

மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கைகளுக்கு
இடையேயான விகிதம் = 0.25: 0.125 = 2:1

20. $AgNO_3 + KCl \rightarrow KNO_3 + AgCl$

50 mL 8.5 % கரைசல் ஆனது 4.25 g $AgNO_3$ – ஐக் கொண்டுள்ளது 50 mL 8.5 % $AgNO_3$ கரைசலில் உள்ள $AgNO_3$ ன் மோல்களின் எண்ணிக்கை

= நிறை / மோலார் நிறை

= 4.25 / 170

= 0.025 மோல்கள்

இதைப்போலவே, 100 mL 1.865 % KCl கரைசலில் காணப்படும் KCl –ன் மோல்களின் எண்ணிக்கை

= 1.865 / 74.5

= 0.025 மோல்கள்

எனவே உருவாகும் AgCl –ன் மொத்த அளவு 0.025 மோல்கள் (வேதி வினைக்கூறு விகிதத்தின் அடிப்படையில்)

0.025 மோல்கள் AgCl ல் காணப்படும் AgCl –ன் அளவு

= மோல்களின் எண்ணிக்கை x மோலார் நிறை

= **0.025 x 143.5 = 3.59 g**

21. அறை வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் ($25\ ^0C$ மற்றும் 1 atm அழுத்தம்) 612.5 mL கன அளவை அடைத்துக் கொள்ளும் ஒரு வாயுவின் மோல்களின் எண்ணிக்கை

= $612.5 \times 10^{-3}$ L / 24.5 $Lmol^{-1}$

= 0.025 மோல்கள்

நாம் அறிந்தபடி,

மோலார் நிறை = நிறை / மோல்களின் எண்ணிக்கை

= **1.1 g /0.025 mol = 44 g $mol^{-1}$**



AllUnitsKey - Sridhar.indd 269 07-01-2021 15:48:30

22. 6 g C-12- ல் காணப்படும் கார்பனின் மோல்களின் எண்ணிக்கை

= நிறை / மோலார் நிறை

= 6/12 = 0.5 மோல்கள் = $0.5 \times 6.022 \times 10^{23}$ கார்பன் அணுக்கள்.

8 g மீத்தேனில் உள்ள மோல்களின் எண்ணிக்கை = 8 / 16 = 0.5 மோல்கள்

= $0.5 \times 6.022 \times 10^{23}$ கார்பன் அணுக்கள்..

7.5 g ஈத்தேனில் உள்ள மோல்களின் எண்ணிக்கை = 7.5 / 30 = 0.25 மோல்கள்

= $2 \times 0.25 \times 6.022 \times 10^{23}$ கார்பன் அணுக்கள்.

23.

$$\text{எத்திலீனில் உள்ள கார்பனின் சதவீதம்}\ (C_2H_4) = \frac{\text{கார்பனின் நிறை}}{\text{மோலார்நிறை}} \times 100$$

$$= \frac{24}{28} \times 100 = 85.71\,\%$$

$$\text{புரப்பீனில் உள்ள கார்பனின் சதவீதம்}\ (C_3H_6) = \frac{36}{42} \times 100 = 85.71\%$$

24. (அ) C-12 ன் ஒப்பு அணுநிறை 12 u

25. ${}_6C^{12}$

## II சுருக்கமாக விடையளிக்க வேண்டிய வினாக்களுக்கான விடைக்குறிப்புகள்:

32. கொடுக்கப்பட்டவை :

273 K மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில் $CO_2$- ன் அடர்த்தி = 1.965 $kgm^{-3}$

$CO_2$ - ன் மோலார் நிறை = ?

273 K மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில் , 1 மோல் $CO_2$ வாயுவானது 22.4 L கன அளவை அடைத்துக் கொள்கிறது.

$$1 \text{ மோல் } CO_2 \text{ –ன் நிறை} = \frac{1.965\ Kg}{1m^3} \times 22.4\ L$$

$$= \frac{1.965 \times 10^3\ g \times 22.4 \times 10^{-3}\ \cancel{m^3}}{1\ \cancel{m^3}}$$

$$= 44.01\ g$$

$CO_2$–ன் மோலார் நிறை= 44 $gmol^{-1}$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 270 07-01-2021 15:48:31

33.

| சேர்மம் | கொடுக்கப்பட்ட மோல்களின் எண்ணிக்கை | ஆக்ஸிஜன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை |
|---|---|---|
| எத்தனால் - $C_2H_5OH$ | 1 | $1 \times 6.022 \times 10^{23}$ |
| பார்மிக் அமிலம் - HCOOH | 1 | $2 \times 6.022 \times 10^{23}$ |
| நீர் - $H_2O$ | 1 | $1 \times 6.022 \times 10^{23}$ |
| விடை : பார்மிக் அமிலம் | | |

34. சராசரி அணு நிறை $= \frac{(78.99 \times 23.99) + (10 \times 24.99) + (11.01 \times 25.98)}{100}$

$= \frac{2430.9}{100}$

$= 24.31u$

35. வினை : $x + y + z_2 \rightarrow xyz_2$

| வினா | வினைபுரிய அனுமதிக்கப்பட்ட வினைபடு பொருட்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை | | | வினையின் பொழுது வினைபட்ட மோல்களின் எண்ணிக்கை | | | வினை கட்டுப்பாட்டுக் காரணி |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | x | y | $z_2$ | x | y | $z_2$ | |
| (அ) | 200 அணுக்கள் | 200 அணுக்கள் | 50 மூலக்கூறுகள் | 50 அணுக்கள் | 50 அணுக்கள் | 50 மூலக்கூறுகள் | $z_2$ |
| (ஆ) | 1 மோல் | 1 மோல் | 3 மோல் | 1 மோல் | 1 மோல் | 1 மோல் | x and y |
| (இ) | 50 அணுக்கள் | 25 அணுக்கள் | 50 மூலக்கூறுகள் | 25 அணுக்கள் | 25 அணுக்கள் | 25 மூலக்கூறுகள் | y |
| (ஈ) | 2.5 மோல் | 5 மோல் | 5 மோல் | 2.5 மோல் | 2.5 மோல் | 2.5 மோல் | x |

36. கொடுக்கப்பட்டவை : ஒரு அணுவின் நிறை $= 6.645 \times 10^{-23}$ g

$\therefore$ 1 மோல் அணுவின் நிறை $= 6.645 \times 10^{-23}$ g $\times 6.022 \times 10^{23}$

$= 40$ g

0.320 kg –ல் உள்ள தனிமத்தின் மோல்களின் எண்ணிக்கை $= \frac{1 \text{ mole}}{40 \text{ g}} \times 0.320 \text{ kg}$

$= \frac{1 \text{ mol} \times 320 \text{ g}}{40 \text{ g}}$

$= 8$ mol.



AllUnitsKey - Sridhar.indd 271 07-01-2021 15:48:31

38.

| சேர்மம் | மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு | எளிய விகித வாய்ப்பாடு |
|---|---|---|
| ∴ பிரக்டோஸ் | $C_6 H_{12} O_6$ | $CH_2O$ |
| காஃபின் | $C_8 H_{10} N_4 O_2$ | $C_4 H_5 N_2 O$ |

39. கொடுக்கப்பட்டது $2Al + Fe_2 O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$

| | வினைபடு பொருட்கள் | | வினைவிளை பொருட்கள் | |
|---|---|---|---|---|
| | **Al** | **$Fe_2O_3$** | **$Al_2O_3$** | **Fe** |
| வினைபுரிய அனுமதிக்கப்பட்ட வினைபடுபொருளின் அளவு | 324 g | 1.12 kg | - | - |
| வினைபுரிய அனுமதிக்கப்பட்ட மோல்களின் எண்ணிக்கை | $\frac{324}{27} = 12$ mol | $\frac{1.12 \times 10^3}{160} = 7$ mol | - | - |
| வேதிவினைக் கூறு விகித குணகம் | 2 | 1 | 1 | 2 |
| வினையின் பொழுது வினைபட்ட மோல்களின் எண்ணிக்கை | 12 mol | 6 mol | - | - |
| வினைபுரியாமல் எஞ்சியுள்ள வினைபடு பொருட்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் உருவான வினை பொருட்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை | - | 1 mol | 6 mol | 12 mol |



AllUnitsKey - Sridhar.indd 272 07-01-2021 15:48:32

உருவான $Al_2O_3$ – ன் மோலார் நிறை

$$= 6 \text{ mol} \times 102 \text{ g mol}^{-1} \begin{bmatrix} Al_2O_3 \\ (2\times 27) + 3(\times 16) \\ 54 + 48 = 102 \end{bmatrix} \quad = 612 \text{ g}$$

வினைபுரியாமல் உள்ள அதிகப்படியான வினைப்பொருள் = $Fe_2O_3$

வினையின் இறுதியில் வினைபுரியாமல் உள்ள அதிகப்படியான வினைப்பொருளின் அளவு

$= 1 \text{ mol} \times 160 \text{ g mol}^{-1}$

$$= 160 \text{ g} \qquad \begin{bmatrix} Fe_2O_3 \\ (2\times 56) + (3\times 16) \\ 112 + 48 = 160 \end{bmatrix} \quad = 160 \text{ g}$$

40. ஈத்தேனின் எரிதல் வினைக்கான சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு

$$C_2H_6 + \tfrac{7}{2} O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

$$\Rightarrow \quad 2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6\,H_2O$$

4 மோல்கள் $CO_2$ – ஐ உருவாக்க 2 மோல் ஈத்தேன் தேவைப்படுகிறது.

1 மோல் (44 g) $CO_2$ – ஐ உருவாக்க தேவைப்படும் ஈத்தேனின் மோல்களின் எண்ணிக்கை

$$= \frac{2 \text{ mol ethane}}{4 \text{ mol } CO_2} \times 1 \text{ mol } CO_2$$

$= \tfrac{1}{2}$ மோல் ஈத்தேன்

**= 0.5 மோல் ஈத்தேன்**

41.

$$\overset{-1}{H_2O_2} + Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + \overset{-2}{H_2O}$$

$(1e^- \times 2)$ $1e^-$

$$1\,H_2O_2 + 2Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + H_2O$$

$$\Rightarrow \quad H_2O_2 + 2Fe^{2+} + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + 2H_2O$$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 273 07-01-2021 15:48:33

42.

| தனிமம் | சதவீதம் | அணு நிறை | ஒப்பு அணுக்களின் எண்ணிக்கை | எளிய விகிதம் | முழு எண் |
|---|---|---|---|---|---|
| C | 76.6 | 12 | $\frac{76.6}{12}=6.38$ | $\frac{6.38}{1.06}=6$ | 6 |
| H | 6.38 | 1 | $\frac{6.38}{1}=6.38$ | $\frac{6.38}{1.06}=6$ | 6 |
| O | 17.02 | 16 | $\frac{17.02}{16}=1.06$ | $\frac{1.06}{1.06}=1$ | 1 |

எளிய விகித வாய்ப்பாடு = $C_6 H_6 O$

$$n = \frac{\text{மோலார் நிறை}}{\text{கணக்கிடப்பட்ட எளிய விகித வாய்ப்பாட்டு நிறை}}$$

$$= \frac{2 \times \text{ஆவி அடர்த்தி}}{94}$$

$$= \frac{2 \times 47}{94}$$

$$= 1$$

மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு $(C_6H_6O) \times 1 = C_6H_6O$

43.

| தனிமம் | % | அணுக்களின் ஒப்பு எண்ணிக்கை | எளிய விகிதம் |
|---|---|---|---|
| Na | 14.31 | $\frac{14.31}{23}=0.62$ | $\frac{0.62}{0.31}=2$ |
| S | 9.97 | $\frac{9.97}{32}=0.31$ | $\frac{0.31}{0.31}=1$ |
| H | 6.22 | $\frac{6.22}{1}=6.22$ | $\frac{6.22}{0.31}=20$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| O | 69.5 | $\frac{69.5}{16} = 4.34$ | $\frac{4.34}{0.31} = 14$ |

எளிய விகித வாய்ப்பாடு $= Na_2\,S\,H_{20}\,O_{14}$

$$n = \frac{\text{மோலார் நிறை}}{\text{கணக்கிடப்பட்ட எளிய விகித வாய்ப்பாட்டு நிறை}} = \frac{322}{322} = 1$$

$$\left[\begin{array}{l} \quad Na_2\,S\,H_{20}\,O_{14} \\ = (2\times 23)+(1\times 32)+(20\times 1)+14\,(16) \\ = 46+32+20+224 \\ = 322 \end{array}\right]$$

மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு $= Na_2\,S\,H_{20}\,O_{14}$

சேர்மத்திலுள்ள அனைத்து ஹைட்ரஜனும் , நீர் மூலக்கூறுகளாக உள்ளதால்,

$\therefore$ மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு $Na_2\,SO_4\,.\,10H_2O$ ஆகும்

44. (i)

$$K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + K\overset{-1}{I} + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + \overset{0}{I_2} + H_2O$$

$\uparrow$ $2\times 3e^-$ $\quad\downarrow$ $1e^-$

$$\mathbf{K_2Cr_2O_7 + 6KI} + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2\,(SO_4)_3 + I_2 + H_2O$$

$$K_2Cr_2O_7 + 6KI + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + \mathbf{Cr_2\,(SO_4)_3 + 3I_2} + H_2O$$

$$K_2Cr_2O_7 + 6KI + \mathbf{7H_2SO_4} \rightarrow \mathbf{4K_2SO_4} + Cr_2\,(SO_4)_3 + 3I_2 + \mathbf{7H_2O}$$

(ii)

$$K\overset{+7}{M}nO_4 + Na_2\,\overset{+4}{S}\,O_3 \longrightarrow \overset{+4}{M}nO_2 + Na_2\,\overset{+6}{S}\,O_4 + KOH$$

$\uparrow$ $3e^-$ $\quad\downarrow$ $2e^-$

$$\Rightarrow \mathbf{2KMnO_4 + 3Na_2SO_3} \longrightarrow MnO_2 + Na_2SO_4 + KOH$$

$$\Rightarrow 2KMnO_4 + 3Na_2SO_3 \longrightarrow \mathbf{2MnO_2 + 3Na_2SO_4} + KOH$$

$$\Rightarrow 2KMnO_4 + 3Na_2SO_3 + \mathbf{H_2O} \longrightarrow 2MnO_2 + 3Na_2SO_4 + \mathbf{2KOH}$$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 275 07-01-2021 15:48:36

(iii)

$$\overset{0}{Cu} + H\overset{+5}{N}O_3 \longrightarrow \overset{+2}{Cu}(NO_3)_2 + \overset{+4}{N}o_2 + H_2O$$

Cu ↓ $2e^-$ ; N ↑ $1e^-$

$$\mathbf{Cu + 2HNO_3} \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$$

$$Cu + 2HNO_3 + \mathbf{2HNO_3} \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + \mathbf{2NO_2} + 2H_2O$$

$$Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

(iv)

$$K\overset{+7}{M}nO_4 + H_2\overset{+3}{C_2}O_4 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + \overset{+2}{M}nSO_4 + \overset{+4}{C}O_2 + H_2O$$

Mn ↓ $5e^-$ ; C ↑ $1e^- \times 2$

$$\mathbf{2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4} + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + CO_2 + H_2O$$

$$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + \mathbf{2MnSO_4 + 10CO_2} + H_2O$$

$$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$$

45. (i) அரை வினைகள்

$\overset{+7}{M}nO_4^- \longrightarrow Mn^{2+}$ ............. (1)

and $Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+}$ ............. (2)

(1) $\Rightarrow$ $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

(2) $\Rightarrow$ $Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2e^-$

(1) × 2 $\Rightarrow$ $2MnO_4^- + 16H^+ + \cancel{10e^-} \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$

(2) × 5 $\Rightarrow$ $5Sn^{2+} \longrightarrow 5Sn^{4+} + \cancel{10e^-}$

$$\Rightarrow 2MnO_4^- + 5Sn^{2+} + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5Sn^{4+} + 8H_2O$$

(ii)

$$\overset{+3}{C_2}O_4^{2-} \longrightarrow \overset{+4}{C}O_2 \quad .................. (1)$$

$$\overset{+6}{Cr_2}O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+} \quad .................. (2)$$

$$(1) \Rightarrow \quad C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2\,CO_2 + 2\,e^- \quad .................. (3)$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O \quad .................. (4)$$

$$(3) \times 3 \Rightarrow \quad 3\,C_2O_4^{2-} \longrightarrow 6\,CO_2 + \cancel{6\,e^-} \quad .................. (5)$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,e^- \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H^2O \quad .................. (4)$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 3\,C_2O_4^{2-} + 14\,H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 6\,CO_2 + 7\,H_2O$$

(iii) அரை வினைகள்

$$S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} \quad ................ (1)$$

$$\Rightarrow \quad I_2 \longrightarrow I^- \quad ................ (2)$$

$$(1) \Rightarrow \quad 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + \cancel{2e^-} \quad ................ (3)$$

$$(2) \Rightarrow \quad I_2 + \cancel{2e^-} \longrightarrow 2I^- \quad ................ (4)$$

$$(3) + (4) \Rightarrow \quad 2S_2O_3^{2-} + I_2 \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$$

(iv) அரை வினைகள்

$$\overset{O}{Z}n \longrightarrow Zn^{2+} \quad ................ (1)$$

$$\overset{+5}{N}O_3^- \longrightarrow \overset{+2}{N}O \quad ................ (2)$$

$$(1) \Rightarrow \quad Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^- \quad ................ (3)$$

$$(2) \Rightarrow \quad NO_3^- + 3e^- + 4H^+ \longrightarrow NO + 2H_2O \quad ................ (4)$$

$$(3) \times 3 \Rightarrow \quad 3Zn \longrightarrow 3Zn^{2+} + \cancel{6e^-} \quad ................ (5)$$

$$(4) \times 2 \Rightarrow \quad 2NO_3^- + \cancel{6e^-} + 8H^+ \longrightarrow 2NO + 4H_2O \quad ................ (6)$$

$$3Zn + 2NO_3^- + 8H^+ \longrightarrow 3Zn^{2+} + 2NO + 4H_2O$$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 277 07-01-2021 15:48:39

## அலகு - 2

## அணுவின் குவாண்டம் இயக்கவியல் மாதிரி

தன் மதிப்பீடு:

1) கொடுக்கப்பட்டவை : முடுக்க மின் அழுத்தம் = 1 keV

எலக்ட்ரானின் இயக்க ஆற்றல் =

முடுக்குவிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட மின் அழுத்தத்தால் ஏற்படும் ஆற்றல்

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV$$

$$mv^2 = 2eV$$

$$m^2v^2 = 2meV \Rightarrow (mv)^2 = 2meV$$

$$\Rightarrow mv = \sqrt{2meV}$$

டி பிராக்ளி அலைநீளம் $\lambda = \dfrac{h}{mv}$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$$

m = எலக்ட்ரானின் நிறை $= 9.1 \times 10^{-31}$ kg

h = ஃபிளாங்க் மாறிலி $= 6.626 \times 10^{-34}$ Js

$1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}$ J

$$\lambda = \frac{6.626\times10^{-34}\,Js}{\sqrt{2\times9.1\times10^{-31}\,kg\times1keV}}$$

$$\lambda = \frac{6.626\times10^{-34}\,JS}{\sqrt{2\times9.1\times10^{-31}\times1\times10^{3}\times1.6\times10^{-19}\,kgJ}}$$

$$\lambda = 3.88\times10^{-11}\,m$$

$$[\because \frac{Js}{\sqrt{J\,kg}} = J^{1/2}kg^{-1/2}.\,s$$

$$= (kgm^2s^{-2})^{1/2}.kg^{-1/2}s$$

$$= m]$$

2. கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta v = 5.7 \times 10^5 ms^{-1}$ $\Delta x = ?$

ஹெய்சன் பர்க்கின் நிச்சயமற்றத் தன்மை கோட்பாட்டின் படி $\Delta x\,.\,\Delta p \geq \dfrac{h}{4\pi}$

$$\frac{h}{4\pi} = \frac{6.626\times10^{-34}}{4\times3.14}\,kgm^2s^{-1}$$

$$\frac{h}{4\pi} = 5.28\times10^{-35}$$

$$\Delta x\,.\,\Delta p \geq 5.28\times10^{-35}$$

$$\Delta x\,.\,m.\Delta v \geq 5.28\times10^{-35}$$

$$\Rightarrow \Delta x \geq \frac{5.28\times10^{-35}\,kgm^2s^{-1}}{9.1\times10^{-31}\,kg\times5.7\times10^{5}\,ms^{-1}}$$

$$\Rightarrow \Delta x \geq 1.017\times10^{-10}\,m$$

3. n = 4

$l$ = 0, 1, 2, 3

∴ 4 துணைக் கூடுகள் s, p, d & f.

$l = 0$ $m_l = 0$ ⇒ ஒரு 4s ஆர்பிட்டால்கள்.

$l = 1$ $m_l = -1, 0, +1$ ⇒ மூன்று 4p ஆர்பிட்டால்கள்.

$l = 2$ $m_l = -2, -1, 0, +1, +2$ ⇒ ஐந்து 4d ஆர்பிட்டால்கள்.

$l = 3$ $m_l = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$ ⇒ ஏழு 4f ஆர்பிட்டால்கள்.

ஒட்டு மொத்தமாக 16 ஆர்பிட்டால்கள் இருப்பதற்கு வாய்ப்புகள் உள்ளது

4.

| ஆர்பிட்டால்கள் | n | $l$ | ஆரக்கணு $n - l - 1$ | கோணக் கணு $l$ | மொத்தக் கணுக்கள் $n - 1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 3d | 3 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| 4f | 4 | 3 | 0 | 3 | 3 |

5. $$E_n = \frac{-13.6}{n^2} eV$$

இரண்டாவது கிளர்வுற்ற நிலைக்கு

$$n = 3 \quad \therefore E_3 = \frac{-13.6}{9} eV$$

$$E_3 = -1.51 eV$$

6. $Fe^{3+}$ – ன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^0\ 3d^5$

ஐந்து தனித்த எலக்ட்ரான்கள்

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

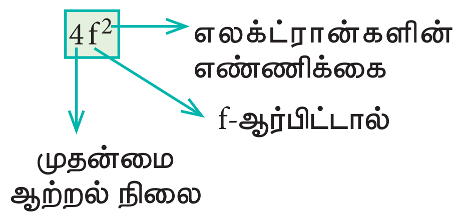
$3d^5$

$Mn^{2+}$ – ன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^0\ 3d^5$

∴ ஐந்து தனித்த எலக்ட்ரான்கள்

Ar– ன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ தனித்த எலக்ட்ரான் ஏதுமில்லை

7.




n = 4 ; f ஆர்பிட்டால்

$l = 3 \Rightarrow m_l = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$

இரண்டு எலக்ட்ரான்களுள், ஒரு எலக்ட்ரான் $m_l = -3$ உடைய 4f ஆர்பிட்டாலிலும் மற்றொன்று $m_l = -2$ உடைய 4f ஆர்பிட்டாலிலும் நிரம்புகின்றன.

∴ இரண்டு எலக்ட்ரான்களுக்குமான நான்கு குவாண்டம் எண்களின் மதிப்புகள் பின்வருமாறு

| எலக்ட்ரான் | n | $l$ | $m_l$ | $m_s$ |
|---|---|---|---|---|
| $1e^-$ | 4 | 3 | –3 | +1/2 |
| $2e^-$ | 4 | 3 | –2 | +1/2 |

8.

$Fe^{3+}$ – ன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^0\ 3d^5$

$Ni^{2+}$ – ன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^0\ 3d^8$

**$Fe^{3+}$** ஆனது சரிபாதியளவு நிரப்பப்பட்ட **$3d^5$** என்ற நிலையான எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளது.



AllUnitsKey - Sridhar.indd 279 07-01-2021 15:48:40

## மதிப்பீடு

### I சரியான விடையினைத் தெரிவு செய்க:

1. (இ) 30
2. (இ) $4.42 \times 10^{-18}$ J
3. (ஆ) $\lambda_1 = 2\lambda_2$
4. (ஈ) ஸ்டார்க் விளைவு
5. (ஆ)
6. (ஈ) n=6 இல் இருந்து n=5
7. (அ)
8. (இ) $d_{z^2}$, $d_{x^2-y^2}$
9. (ஆ) தற்சுழற்சிக் குவாண்டம் எண்
10. (ஆ) $[Xe]4f^7\,6s^2$ ; $[Xe]4f^7\,5d^1\,6s^2$ ; $[Xe]4f^9\,6s^2$
11. (இ) 4l+2
12. (ஈ) $\sqrt{6}\,h/2\pi$
13. (இ) 2
14. (இ)
15. (அ) 9
16. (அ) $ns \rightarrow (n-2)f \rightarrow (n-1)d \rightarrow np$
17. (ஆ) (ii),(iv) & (v)
18. (ஆ) 17
19. (அ) பூஜ்யம்
20. (இ) $1/2m\,\sqrt{h/\pi}$
21. (இ) $6.6 \times 10^{-31}$ cm
22. (ஈ) 0.4
23. (ஈ) -9E
24. (அ) $\hat{H}\psi = E\psi$
25. (ஈ) $\Delta E.\Delta X \geq h/4\pi$

### II. பல்வாய்ப்பு வினாக்களுக்கான விடைக்குறிப்புகள்

1.

$M^{2+}$ : $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^6$

M : $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^8$

அணு எண் = 26

நிறை எண் =56

நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை

= 56 -26 = 30

2. $E = h\nu = hc/\lambda$

$$= \frac{6.626 \times 10^{-34}\ \text{J s} \times 3 \times 10^{8}\ \text{m s}^{-1}}{45 \times 10^{-9}\ \text{m}}$$

$$= 4.42 \times 10^{-18}\ \text{J}$$

3.

$$\frac{E1}{E2} = \frac{25\ \text{eV}}{50\ \text{eV}} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{hc}{\lambda_1} \times \frac{\lambda_2}{hc} = \frac{1}{2}$$

$$2\lambda_2 = \lambda_1$$

4. காந்தப்புலத்தில் நிறமாலைக் கோடுகள் பிரிகையடைவது சீமன் விளைவு எனவும் மின்புலத்தில் நிறமாலைக் கோடுகள் பிரிகையடைவது ஸ்டார்க் விளைவு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

5. சரியான கூற்று: n= 6 வட்டப்பாதையில் இருப்பதைக் காட்டிலும் n= 1 ல் எலக்ட்ரானானது அதிக எதிர்குறி ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும். இது எலக்ட்ரானானது சிறிய அனுமதிக்கப்பட்ட ஆர்பிட்டில் உள்ளபோது அதிக வலிமையுடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது என பொருள்படும்.



AllUnitsKey - Sridhar.indd 280 07-01-2021 15:48:41

6. n=6 இல் இருந்து n=5

$E_6 = -13.6 / 6^2$ ; $E_5 = -13.6 / 5^2$

$E_6 - E_5 = (-13.6/6^2) - (-13.6/5^2)$

$= 0.166 \text{ eV atom}^{-1}$

$E_5 - E_4 = (-13.6/5^2) - (-13.6/4^2)$

$= 0.306 \text{ eV atom}^{-1}$

9. தற்சுழற்சி குவாண்டம் எண்

முதலாவது எலக்ட்ரானுக்கு $m_s = +½$

இரண்டாவது எலக்ட்ரானுக்கு $m_s = -½$

10. Eu : [Xe] $4f^7, 5d^0, 6s^2$

Gd : [Xe] $4f^7, 5d^1, 6s^2$

Tb: [Xe] $4f^9, 5d^0, 6s^2$

11 $2(2l+1) = 4l + 2$

12. ஆர்பிட்டால் கோணஉந்த மதிப்பு
$= \sqrt{l(l+1)}\, h/2\pi$ d ஆர்பிட்டாலுக்கு
$= \sqrt{(2 \times 3)}\ h/2\pi = \sqrt{6}\, h/2\pi$

13 n = 3; $l$=1; m = -1

$3p_x$ ஆகவோ அல்லது $3p_y$ ஆகவோ இருக்கலாம் அதாவது $3p_x$ அல்லது $3p_y$ –ல் அதிகபட்சமாக இரண்டு எலக்ட்ரான்களை மட்டுமே நிரப்ப இயலும்.

14 ஆரக்கணுக்களின் எண்ணிக்கை

= n-$l$-1

கோணக்கணுக்களின் எண்ணிக்கை = l

3p ஆர்பிட்டாலுக்கு

ஆரக்கணுக்களின் எண்ணிக்கை=3-1-1 = 1

கோணக்கணுக்களின் எண்ணிக்கை=1

15. n = 3; $l$ = 0; $m_l$ = 0 - ஒரு s ஆர்பிட்டால்கள்

n = 3; $l$ = 1; $m_l$ = -1, 0, 1 - மூன்று p ஆர்பிட்டால்கள்

n = 3; $l$ = 2; $m_l$ = -2, -1, 0, 1, 2 - மூன்று d ஆர்பிட்டால்கள்

மொத்தம் ஒன்பது ஆர்பிட்டால்கள் சாத்தியமாகும்

16. n = 6 ஆஃபா தத்துவப்படி

$6s \rightarrow 4f \rightarrow 5d \rightarrow 6p$

$ns \rightarrow (n-2)f \rightarrow (n-1)d \rightarrow np$

17 (ii) $l$ ஆனது 0 முதல் n-1 வரையிலான மதிப்புகளை பெற்றிருக்க முடியும்.

n=2; சாத்தியமான '$l$' மதிப்புகள் 0, 1 எனவே $l$ = 2 சாத்தியமற்றது.

(iv) $l$=0 க்கு; m=-1 சாத்தியமற்றது.

(v) n=3 க்கு $l$ = 4 மற்றும் m = 3 சாத்தியமற்றது

18. n+$l$ = 8 அணு எண் 105 உடைய தனிமத்தின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு [Rn] $5f^{14}\ 6d^3\ 7s^2$

| ஆர்பிட்டால் | (n+$l$) | எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை |
|---|---|---|
| 5f | 5+3 = 8 | 14 |
| 6d | 6+2 = 8 | 3 |
| 7s | 7+0 = 7 | 2 |



AllUnitsKey - Sridhar.indd 281 07-01-2021 15:48:41

| எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை | **= 14 + 3 = 17** |
|---|---|

19. வாய்ப்பு (அ) - பூஜ்யம் (படம் **2.9** ஐ பார்க்க)

20.

$$\Delta x.\Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta p.\Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta p^2 \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$m^2(\Delta v)^2 \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$(\Delta v) \geq \sqrt{\frac{h}{4\pi m^2}}$$

$$\Delta v \geq \frac{1}{2m}\sqrt{\frac{h}{\pi}}$$

21. $m = 100\ g = 100 \times 10^{-3}\ kg$

$v = 100\ cm\ s^{-1} = 100 \times 10^{-2}\ m\ s^{-1}$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$= \frac{6.626\times10^{34}\ Js^{-1}}{100\times10^{-3}\ kg\times100\times10^{-2}\ ms^{-1}}$$

$$= 6.626\times10^{-33}\ ms^{-1}$$

$$= 6.626\times10^{-31}\ cms^{-1}$$

23.

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2} eV\ atom^{-1}$$

$$E_1 = \frac{-13.6}{(1)^2} = -13.6$$

$$E_3 = \frac{-13.6}{(3)^2} = -\frac{13.6}{9}$$

கொடுக்கப்பட்ட படி

$$E_3 = -E$$

$$-\frac{13.6}{9} = -E$$

$$-13.6 = -9E$$

$$\Rightarrow E_1 = -9E$$

## II சுருக்கமாக விடையளிக்க வேண்டிய வினாக்களுக்கான விடைக்குறிப்புகள்:

27. $n = 4 \quad l = 0, 1, 2, 3$

நான்கு துணைக் கூடுகள் $\Rightarrow$ s, p, d, f

$l = 0 \quad m_l = 0$ ; ஒரு 4s ஆர்பிட்டால்.

$l = 1 \quad m_l = -1, 0, +1$ ; மூன்று 4p ஆர்பிட்டால்கள்.

$l = 2 \quad m_l = -2, -1, 0, +1, +2$ ; ஐந்து 4d ஆர்பிட்டால்கள்.

$l = 3 \quad m_l = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$; ஏழு 4f ஆர்பிட்டால்கள்

மொத்தம் பதினாறு ஆர்பிட்டால்கள்.

28.

| ஆர்பிட்டால் | n | $l$ | ஆரக்கணு $n-l-1$ | கோணக்கணு $l$ |
|---|---|---|---|---|
| 2s | 2 | 0 | 1 | 0 |
| 4p | 4 | 1 | 2 | 1 |
| 5d | 5 | 2 | 2 | 2 |
| 4f | 4 | 3 | 0 | 3 |

30. i) அடி ஆற்றல் நிலை

| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|

ii) அதிகபட்ச பரிமாற்ற ஆற்றல்

| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|

32.

| Orbital | n | $l$ |
|---|---|---|
| $3p_x$ | 3 | 1 |
| $4d_{x^2-y^2}$ | 4 | 2 |



AllUnitsKey - Sridhar.indd 282 07-01-2021 15:48:42

34.

$$\Delta x . \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$
$$\Delta x . \Delta p \geq 5.28 \times 10^{-35} Kgm^2s^{-1}$$
$$\Delta x . (m\Delta v) \geq 5.28 \times 10^{-35} Kgm^2s^{-1}$$

கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை $\Delta v = 0.1\%$

$v = 2.2 \times 10^6 ms^{-1}$

$m = 9.1 \times 10^{-31}$ Kg

$$\Delta v = \frac{0.1}{100} \times 2.2 \times 10^6 ms^{-1}$$
$$= 2.2 \times 10^3 ms^{-1}$$

$$\therefore \Delta x \geq \frac{5.28 \times 10^{-35} Kgm^2s^{-1}}{9.1 \times 10^{-31} Kg \times 2.2 \times 10^3 ms^{-1}}$$
$$\Delta x \geq 2.64 \times 10^{-8} m$$

35. ஆக்ஸிஜனின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

| $1s^2$ | $2s^2$ | $2p^4$ | | |
|---|---|---|---|---|
| ⥮ | ⥮ | ⥮ | 1 | 1 |
| | | $2p_x$ | $2p_y$ | $2p_z$ |

∴ 8- வது எலக்ட்ரான் $2p_x$ ஆர்பிட்டாலில் உள்ளது மற்றும் குவாண்டம் எண்கள்

$n = 2, l = 1, m_l = +1$ அல்லது -1 ஆக இருக்கலாம்
$s = -1/2$

குளோரினின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு =

| $1s^2$ | $2s^2$ | $2p^6$ | | | $3s^2$ | $3p^5$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ⥮ | ⥮ | ⥮ | ⥮ | ⥮ | ⥮ | ⥮ | ⥮ | 1 |
| | | | | | | $3p_x$ | $3p_y$ | $3p_z$ |

$15^{th}$ எலக்ட்ரான் $3P_Z$ ஆர்பிட்டாலில் உள்ளது

$n = 3, \; l = 1, \; m_l = 0$ மற்றும் $m_s = +1/2$

36.

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2} eV \quad atom^{-1}$$
$$n = 3 \quad E_3 = \frac{-13.6}{3^2} = \frac{-13.6}{9} = -1.51 \text{ eV atom}^{-1}$$
$$n = 4 \quad E_4 = \frac{-13.6}{4^2} = \frac{-13.6}{16} = -0.85 \text{ eV atom}^{-1}$$

$\Delta E = (E_4 - E_3) = (-0.85) - (-1.51)$ eV atom$^{-1}$

$= (-0.85 + 1.51)$

**= 0.66 eV atom$^{-1}$**

$(1eV = 1.6 \times 10^{-19} J)$

$\Delta E = 0.66 \times 1.6 \times 10^{-19}$ J

$\Delta E = 1.06 \times 10^{-19}$ J

$h\nu = 1.06 \times 10^{-19}$ J

$$\frac{hc}{\lambda} = 1.06 \times 10^{-19} J$$
$$\therefore \lambda = \frac{hc}{1.06 \times 10^{-19} J}$$
$$= \frac{6.626 \times 10^{-34} JS \times 3 \times 10^8 ms^{-1}}{1.06 \times 10^{-19} J}$$
$$\lambda = 1.875 \times 10^{-6} m$$

37. கொடுக்கப்பட்டவை : ஒரு டென்னிஸ் பந்தின் டி பிராக்ளி அலை நீளம் 5400 Å.

m = 54 g

v = ?

$$\lambda = \frac{h}{mV}$$
$$V = \frac{h}{m\lambda}$$
$$V = \frac{6.626 \times 10^{-34} JS}{54 \times 10^{-3} Kg \times 5400 \times 10^{-10} m}$$
$$V = 2.27 \times 10^{-26} ms^{-1}$$

38.

| n | $l$ | துணை ஆற்றல் நிலை | $m_l$ மதிப்புகள் | ஆர்பிட்டால்களின் எண்ணிக்கை |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 4d | −2, −1, 0, +1, +2 | ஐந்து 4d ஆர்பிட்டால்கள் |
| 5 | 3 | 5f | −3, −2, −1, 0, +1, +2, +3 | ஏழு 5f ஆர்பிட்டால்கள் |
| 7 | 0 | 7s | 0 | ஒரு 7s ஆர்பிட்டால் |

41. எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை: 35 (கொடுக்கப்பட்டுள்ளது)

புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை : 35

எலக்ட்ரான் அமைப்பு

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^5$

| $4P_x$ | $4P_y$ | $4P_z$ |
|---|---|---|
| ↑↓ | ↑↓ | ↑ |

கடைசி எலக்ட்ரான் $4P_y$ ஆர்பிட்டாலில் உள்ளது.

$n = 4$ $l = 1$ $m_l = +1$ அல்லது -1 ஆக இருக்கலாம், மற்றும் $s = -1/2$

43. $He^+ \rightarrow He^{2+} + e^-$

$$E_n = \frac{-13.6z^2}{n^2}$$

$$E_1 = \frac{-13.6\,(2)^2}{(1)^2} = -54.4$$

$$E_\infty = \frac{-13.6(2)^2}{(\infty)^2} = 0$$

∴ கொடுக்கப்பட்டுள்ள செயல்முறை நிகழ தேவையான ஆற்றல்

$= E_\infty - E_1 = 0 - (-54.4) = 54.4$ ev

44.

| | அணு | ஒற்றை எதிர்மின் சுமையுடைய அயனி |
|---|---|---|
| எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை | x − 1 | x |
| புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை | x − 1 | x −1 |
| நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை | y | y |

கணக்கில் கொடுக்கப்பட்ட படி

$$y = x + 11.1\% \text{ of } x$$

$$= \left(x + \frac{11.1}{100}x\right) = x + 0.111x$$

$$y = 1.111x$$

நிறை எண் = 37

புரோட்டான்களின்

எண்ணிக்கை + நியூட்ரான்களின்

எண்ணிக்கை = 37

$(x - 1) + 1.111x = 37$

$x + 1.111x = 38$

$2.111x = 38$

$$x = \frac{38}{2.11}$$

$x = 18.009$ $x = 18$ (முழு எண்)

∴ அணு எண் $= x - 1$

$= 18 - 1 = 17$

நிறை எண் = 37

அயனியின் குறியீடு $^{37}_{17}Cl^-$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 284 07-01-2021 15:48:43

45)

$$r_n = \frac{(0.529)n^2}{z} \text{ Å} \quad E_n = \frac{-13.6\,(z^2)}{n^2} \text{ ev atom}^{-1}$$

$Li^{2+}$க்கு z = 3

மூன்றாம் வட்டப்பாதைக்கான போர் ஆரம் ($r_3$)

$$= \frac{(0.529)\,(3)^2}{3}$$

= 0.529 × 3

= 1.587 Å

நான்காவது வட்டப்பாதையில் உள்ள ஒரு எலக்ட்ரானின் ஆற்றல்

$$(E_4) = \frac{-13.6\,(3)^2}{(4)^2}$$

**= – 7.65 eV atom$^{-1}$**

46) கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை

v = 2.85 × $10^8$ ms$^{-1}$

$m_p$ = 1.673 × $10^{-27}$ Kg

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$= \frac{6.626\times10^{-34}\,kgm^2s^{-1}}{1.673\times10^{-27}\,kg\times2.85\times10^8\,ms^{-1}}$$

$$\lambda = 1.389\times10^{-15} \Rightarrow \lambda = 1.389\times10^{-5}\,\text{Å}$$

$$[\because 1\text{Å} = 10^{-10}\,m]$$

47) m = 160 g = 160 × $10^{-3}$ kg

$$v = 140 \text{ km hr}^{-1} = \frac{140\times10^3}{60\times60} ms^{-1}$$

v = 38.88 ms$^{-1}$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\lambda = \frac{6.626\times10^{-34}\,Kgm^2s^{-1}}{160\times10^{-3}\,Kg\times38.88\,ms^{-1}}$$

$$\lambda = 1.065\times10^{-34}\,m$$

48) Δx = 0.6 Å = 0.6 × $10^{-10}$ m

Δp = ?

$$\Delta x\,.\,\Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta x\,.\,\Delta p \geq 5.28\times10^{-35}\,kgm^2s^{-1}$$

$$(0.6\times10^{-10})\Delta p \geq 5.28\times10^{-35}$$

$$\Rightarrow \Delta p \geq \frac{5.28\times10^{-35}\,kgm^2s^{-1}}{0.6\times10^{-10}\,m}$$

$$\Delta p \geq 9\times10^{-25}\,kgms^{-1}$$

49)

$$\Delta x\,.\,\Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\lambda.(m\Delta v) \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta v \geq \frac{h}{4\pi(m\lambda)}$$

$$\Delta v \geq \frac{h}{4\pi\times m\times\frac{h}{mv}} \qquad \left[\because \lambda = \frac{h}{mv}\right]$$

$$\Delta v \geq \frac{v}{4\pi}$$

எனவே,

திசைவேகத்தின் குறைந்தபட்ச நிச்சயமற்றத் தன்மை = $\frac{v}{4\pi}$

50) மின்னழுத்த வேறுபாடு = 100V

= 100 × 1.6 × $10^{-19}$J

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mev}}$$

$$= \frac{6.626\times10^{-34}\,Kgm^2s^{-1}}{\sqrt{2\times9.1\times10^{-31}\,Kg\times100\times1.6\times10^{-19}\,J}}$$

$$\lambda = 1.22\times10^{-10}\,m$$

51)

| n | $l$ | $m_l$ | துணை ஆற்றல் மட்டங்கள் |
|---|---|---|---|
| **4** | **2** | 0 | 4d |
| 3 | 1 | 0 | **3p** |
| **5** | **1** | **–1, 0, +1** ஏதேனும் ஒரு மதிப்பு | 5p |
| **3** | **2** | –2 | 3d |

## அலகு - 3

### தனிமங்களின் ஆவர்த்தன வகைப்பாடு

#### தன் மதிப்பீடு

2. அணு எண் : 120

IUPAC தற்காலிகப் பெயர் : Unbinilium

IUPAC தற்காலிகக் குறியீடு : Ubn

தனிமம் பெற்றிருக்க வாய்ப்புள்ள எலக்ட்ரான் அமைப்பு : $[Og]\ 8s^2$

3. எலக்ட்ரான் அமைப்பு : $(n - 1)d^2\ ns^2$

n = 5, க்கு எலக்ட்ரான் அமைப்பானது
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 4d^2\ 5s^2$
அணு எண் : 40

4 ஆவது தொகுதி 5 ஆவது வரிசை (d தொகுதி தனிமம்) = சிர்க்கோனியம் (Zirconium)

4. அலுமினியத்தின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

$${}_{13}Al\ \ \underbrace{1s^2}_{(n-2)}\ \ \underbrace{2s^2\ \ 2p^6}_{(n-1)}\ \ \underbrace{3s^2\ \ 3p^1}_{n}$$

| தொகுதி | எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை | 'S' மதிப்பிற்கு ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானின் பங்களிப்பு | குறிப்பிட்ட தொகுதியிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் பங்களிப்பு |
|---|---|---|---|
| n | 2 | 0.35 | 0.70 |
| (n – 1) | 8 | 0.85 | 6.80 |
| (n – 2) | 2 | 1 | 2.00 |
| | | | 9.50 |

∴ செயலுறு அணுக்கரு மின் சுமை = Z – S

= 13 – 9.5

$(Z_{eff})_{Al}$ = 3.5

குளோரினின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

$$\underbrace{1s^2}_{n-2}\ \ \underbrace{2s^2\ \ 2p^6}_{n-1}\ \ \underbrace{3s^2\ \ 3p^5}_{n}$$

| தொகுதி | எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை | 'S' மதிப்பிற்கு ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானின் பங்களிப்பு | குறிப்பிட்ட தொகுதியிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் பங்களிப்பு |
|---|---|---|---|
| n | 6 | 0.35 | 2.1 |
| (n – 1) | 8 | 0.85 | 6.8 |
| (n –2) | 2 | 1 | 2 |
| | | S = | 10.9 |

∴ செயலுறு அணுக்கரு மின் சுமை = Z – S

= 17 – 10.9

$(Z_{eff})_{cl} = 6.1$

$(Z_{eff})_{cl} > (Z_{eff})_{Al}$ எனவே $r_{cl} < r_{Al}$.

5.

$X^{3+}$, $Y^{2+}$, $Z^{-}$ ஆகியவை சம எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டவை.



AllUnitsKey - Sridhar.indd 286 07-01-2021 15:48:45

∴ செயலுறு அணுக்கரு மின் சுமையானது பின்வரும் வரிசையில் அமையும்

$(Z_{eff})_{Z^-} < (Z_{eff})_{Y^{2+}} < (Z_{eff})_{X^{3+}}$ எனவே அயனி ஆரம் கண்டிப்பாக பின்வரும் வரிசையில் அமைய வேண்டும்.

$r_{Z^-} > r_{Y^{2+}} > r_{X^{3+}}$

∴ சரியான மதிப்புகள்,

| அயனி | அயனி ஆரம் |
|---|---|
| $Z^-$ | 136 |
| $Y^{2+}$ | 64 |
| $X^{3+}$ | 49 |

6. மந்த வாயுக்கள் : 1037 kJ $mol^{-1}$ முதல் 2372 $KJmol^{-1}$ வரையிலான எல்லையில் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. X, என்ற தனிமத்திற்கு $IE_1$, மதிப்பானது மந்தவாயுக்களில் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்பு எல்லையில் அமைந்துள்ளது. மேலும் இத்தனிமத்திற்கு $IE_1$ மற்றும் $IE_2$ ஆகிய இரு மதிப்புகளும் அதிகமாக உள்ளது. எனவே X ஆனது மந்த வாயு ஆகும்.

Y, என்ற தனிமத்திற்கு முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் குறைவாகவும் இரண்டாம் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மிக அதிகமாகவும் உள்ளது. எனவே y என்பது அதிக வினைபுரியக்கூடிய உலோகம் ஆகும்.

Z என்ற தனிமத்திற்கு $IE_1$ மற்றும் $IE_2$ ஆகிய இரண்டும் மிக அதிகமாக உள்ளது. எனவே இது மிக குறைவாக வினைபுரியும் உலோகம்.

7. $Cl(g) + e^- \rightarrow Cl^-(g)\ \Delta H = 348\ kJ\ mol^{-1}$

ஒரு மோல் (35.5g) குளோரின்

348 kJ ஆற்றலை வெளியிடுகிறது.

∴ 17.75g குளோரின்,

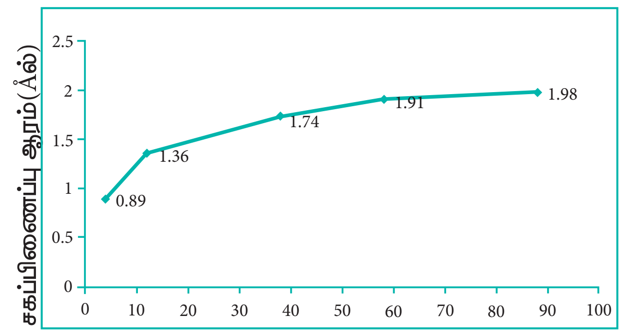
$\frac{348\ kJ}{35.5\ g} \times 17.75\ g$ ஆற்றலை வெளியிடுகிறது.

∴ வெளிப்பட்ட ஆற்றலின் அளவு $= \frac{348}{2}$

$= 174\ kJ$

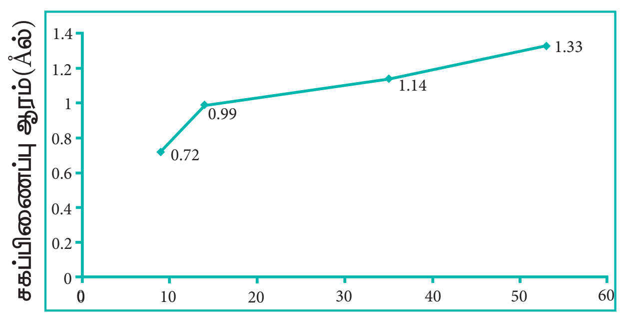
செயல்பாடு : 3.1

சகப்பிணைப்பு ஆரம் – 2 வது தொகுதி தனிமங்கள்



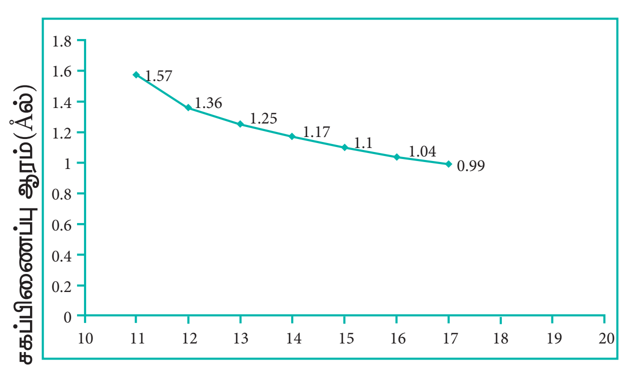

அணு எண்

சகப்பிணைப்பு ஆரம் – 17 வது தொகுதி தனிமங்கள்




அணு எண்

சகப்பிணைப்பு ஆரம் – 3வது வரிசை தனிமங்கள்

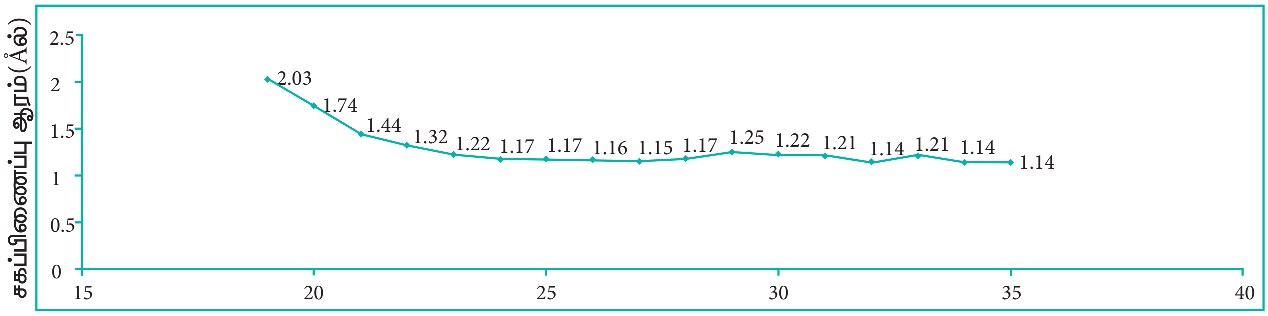



அணு எண்

சகப்பிணைப்பு ஆரம் – 4வது வரிசை தனிமங்கள்



AllUnitsKey - Sridhar.indd 287 07-01-2021 15:48:46




அணு எண்

## I சரியான விடையினைத் தெரிவு செய்க

1. (ஈ) bibibium
2. (ஆ) $AB_2$
3. (ஈ) f-தொகுதி தனிமங்கள்
4. (அ) I < Br < Cl < F (எலக்ட்ரான் நாட்டம் அதிகரிக்கும்)
5. (ஈ) ) புளூரின்
6. (இ) அலுமினியம்
7. (ஆ) Na < Al < Mg < Si < P
8. (அ) ஐசோ எலக்ட்ரானிக் உறுப்புகளுள், குறைவான நேர்மின்சுமையை பெற்றுள்ள நேர்மின் அயனி, குறைவான அயனி ஆரத்தினை பெறும்.
9. (ஈ) Ca < Al < C < O < F
10. (இ) Cl > F > Br > I
11. (ஈ) ஹைட்ரஜன்
12. (இ) ஆர்கான்
13. (அ) Y > Z > X > A
14. (இ) கூற்று சரியானது ஆனால் காரணம் தவறானது.
15. (அ) $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$
16. (இ) ஆக்ஸிஜன்
17. (இ) +527 kcal $mol^{-1}$
18. (அ) s > p > d > f
19. (ஈ) இவைகள் எதுவுமில்லை
20. (ஆ) 575 kJ $mol^{-1}$
21. (அ) வரிசையில் குறைகிறது, தொகுதியில் அதிகரிக்கிறது.
22. (அ) பொதுவாக அதிகரிக்கின்றது
23. (ஈ) Be மற்றும் Al



AllUnitsKey - Sridhar.indd 288 07-01-2021 15:48:46

மதிப்பீடு

## அலகு - 4

# ஹைட்ரஜன்

### I சரியான விடையினைத் தெரிவு செய்க

1. (இ) ஹைட்ரஜன் மூன்று ஐசோடோப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. அவற்றுள் டிரிட்டியம் அதிக அளவில் காணப்படுகிறது.

2. (இ) $CO + H_2$

3. (ஆ) ஆர்த்தோ மாற்றியம் பூஜ்ஜிய உட்கரு சுழற்சியையும், பாரா மாற்றியம் ஒரு உட்கரு சுழற்சியும் கொண்டுள்ளது.

4. (ஈ) தொகுதி 1 – தனிமங்கள்

5. (இ) 1p+2n

6. (அ) பெலேடியம், வெனேடியம்

7. (அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மற்றும் காரணம், கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமாகும்

8. (அ) 1.2 g

9. (ஈ) EDTA

10. (இ) $CaCl_2$

11. (அ) சோடியம் அலுமினியம் சிலிகேட்

12. (அ) திட்டவெப்ப அழுத்த நிலையில் (STPல்), 1ml $H_2O_2$ ஆனது 100ml $O_2$ஐத் தரும்.

13. (இ) $CrO(O_2)_2$

14. (இ) 5/2

15. (ஈ) 8.4

16. (ஈ) $sp^3$ மற்றும் $sp^3$

17. (இ) ஒரு காரத்துவ அமிலம்

18. (அ) 4 ஹைட்ரஜன் அணுக்களால் நான்முகி வடிவில் சூழப்பட்டுள்ளது

19. (ஆ) மூலக்கூறினுள் நிகழும் H–பிணைப்பு மற்றும் மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான H–பிணைப்பு

20. (இ) (அ) மற்றும் (ஆ)

21) (இ) ஈரியில்பு ஆக்சைடு

### பல்வாய்ப்பு வினாக்களுக்கான விடைக்குறிப்புகள்

1) வாய்ப்பு (இ)

சரியானக் கூற்று : ஹைட்ரஜன் மூன்று ஐசோடோப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. அவற்றுள் புரோட்டியம் அதிக அளவில் காணப்படுகிறது.

2) வாய்ப்பு (இ)

$CO + H_2$ - நீர் வாயு

3) வாய்ப்பு (ஆ)

சரியானக் கூற்று : ஆர்த்தோ மாற்றியம் – ஒரு உட்கரு சுழற்சி.

4) வாய்ப்பு (ஈ)

எடுத்துக்காட்டு : சோடியம் ஹைட்ரைடு $(Na^+ H^-)$

5) வாய்ப்பு (இ)

${}_1T^3$ $(1e^-, 1p, 2n)$

7) வாய்ப்பு (அ)

$$Ca^{2+} + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + 2Na^+$$

8) டியூட்ரியத்தின் நிறை = 2 × புரோட்டியத்தின் நிறை

அனைத்து 1.2 g ஹைட்ரஜனும் டியூட்ரியத்தால் பதிலீடு செய்யப்படும்போது அதன் நிறையானது 2.4g. ஆகிறது. எனவே உடல் நிறை அதிகரிப்பு (2.4 – 1.2 = 1.2 g)

வாய்ப்பு (அ)

9) EDTA (வாய்ப்பு (ஈ))

10) நீரில் $Ca^{2+}$ மற்றும் $Mg^{2+}$ அயனிகளின் குளோரைடுகள், நைட்ரேட்டுகள் மற்றும் சல்பேட்டுகள் காணப்படுவதால் நீருக்கு



AllUnitsKey - Sridhar.indd 289 07-01-2021 15:48:46

நிரந்தர கடினத் தன்மை ஏற்படுகிறது.

வாய்ப்பு (இ) $CaCl_2$

11) சியோலைட் என்பது சோடியம் அலுமினியம் சிலிகேட் ஆகும்.

$(NaAlSi_2O_6 . H_2O)$

வாய்ப்பு (அ)

12) (அ) திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலையில் (STP யில்) 1 mL $H_2O_2$ ஆனது 100ml $O_2$ - வை தரும் STP.

13) $Cr_2O_7^{2-} + 2H^+ + 4H_2O_2 \rightarrow 2CrO(O_2)_2 + 5H_2O$

வாய்ப்பு (இ)

14) $2MnO_4^- + 5H_2O_2(aq) + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5O_2 + 8H_2O$

வாய்ப்பு (இ) 5/2

15) ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடின் கன அளவுச் செறிவு

= ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடின் நார்மாலிட்டி × 5.6

$= 1.5 \times 5.6$

$= 8.4$

வாய்ப்பு (ஈ)

$$\underset{(2 \cdot 34g)}{2H_2O_2} \rightarrow 2H_2O + \underset{(22.4\ litres)}{O_2} \uparrow$$

ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடின் கனஅளவுச் செறிவு

$$= \frac{\text{நார்மாலிட்டி} \times H_2O_2 \text{ ன் சமமான நிறை} \times 22.4}{68}$$

$$= \text{நார்மாலிட்டி} \times \frac{17 \times 22.4}{68}$$

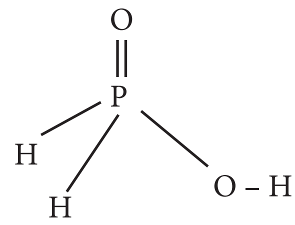
ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடின் கனஅளவுச் செறிவு

= நார்மாலிட்டி× 5.6

16) $sp^3$ மற்றும் $sp^3$

வாய்ப்பு (ஈ)

17) ஹைப்போ பாஸ்பரஸ் அமிலமானது $D_2O$, உடன் வினைபுரியும் போது ஒரே ஒரு ஹைட்ரஜன் மட்டும் டியூட்ரியத்தால் பதிலீடு செய்யப்படுகிறது. எனவே இது ஒரு காரத்துவ அமிலம்.

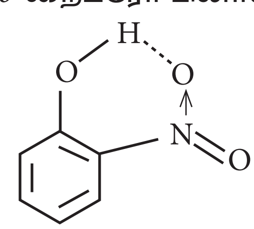



வாய்ப்பு (இ) ஒரு காரத்துவ அமிலம்

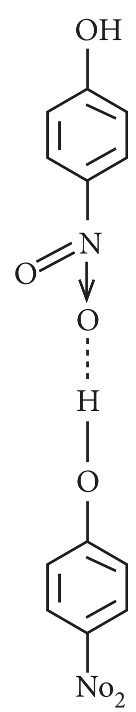
18) (அ) 4 ஹைட்ரஜன் அணுக்களால் நான்முகி வடிவில் சூழப்பட்டுள்ளது (படம் 4.6 - பனிக்கட்டியின் வடிவம் பார்க்க)

19) (ஆ)

*o*-நைட்ரோ பினால்




p - நைட்ரோ பினால்






AllUnitsKey - Sridhar.indd 290 07-01-2021 15:48:47

20) வாய்ப்பு (இ)

கனநீரானது அணுக்கரு வினைகளில் மட்டுப்படுத்தியாகவும், குளிர்விப்பானாகவும் செயல்படவல்லது.

21) நீரானது ஒரு ஈரியல்பு ஆக்ஸைடாகும்.

வாய்ப்பு (இ)

## அலகு - 5

### கார மற்றும் காரமண் உலோகங்கள்

### மதிப்பீடு

**I சரியான விடையைத் தெரிவு செய்க.**

1. (இ)அடர்த்தி: Li < K < Na < Rb < C
2. (அ)கார உலோக நேரயனிகளில், Li+ அயனியின் நீரேற்றும் தன்மையின் அளவு மிகக் குறைவு.
3. (ஈ) இவற்றில் ஏதுமில்ல
4. (ஆ) Li
5. (இ) மண்ணெண்ணெய்
6. (அ) சூப்பர் ஆக்சைடு மற்றும் பாரா காந்தத் தன்மை கொண்டது.
7. (இ)சால்வே முறையில் பொட்டாசியம் கார்பனேட்டை தயாரிக்க முடியும்.
8. (ஆ) மெக்னீஷியம்
9. (ஆ) MI < MBr < MCl < MF
10. (அ) காஸ்ட்னர் முறை
11. (இ) $Ca(CN)_2$
12. (அ) $MgCl_2$
13. (அ) p-2, q-1, r-4, s-5, t-6, u-3
14. (ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.
15. (அ)கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மற்றும் காரணம், கூற்றிற்கான சரியான விளக்கமாகும்.
16. (ஆ) $MgCO_3 > CaCO_3 > SrCO_3 > BaCO_3$
17. (இ)இதன் உப்புகள் அரிதாக நீராற்பகுக்கப்படுகின்றன.
18. (இ) சுண்ணாம்பு பால்
19. (ஆ) $NaHCO_3$
20. (ஆ) $Ca(OH)_2$
21. (அ) சீரான இதய துடிப்பை பராமரிப்பதில் $Ca^{2+}$ அயனிகள் முக்கியமில்லாதவை.
22. (ஆ) $CaF_2$
23. (அ) $CaSO_4.2H_2O$
24. (ஆ) CaNCN
25. (ஈ) $Li_2CO_3$

**பல்வாய்ப்பு வினாக்களுக்கான விடைக் குறிப்புகள்**

1) வாய்ப்பு (இ)

பொட்டாசியமானது சோடியத்தை விட இலேசானது

(அட்டவணை 5.3 ஐப் பார்க்க)

அடர்த்தியின் சரியான வரிசை

Li < K < Na < Rb < Cs

0.54 < 0.86 < 0.97< 1.53< 1.90(in $g\ cm^{-3}$)

2) வாய்ப்பு (அ)

கார உலோக நேர் அயனிகளுல் $Li^+$ அயனியானது அதிக நீரேரும் தன்மையை பெற்றுள்ளது.

$Li^+ > Na^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+$

3) கொடுக்கப்பட்டுள்ள அனைத்துச் சேர்மங்களும் கார உலோகங்களுடன் வினைப்பட்டு ஹைட்ரஜன் வாயுவை வெளியேற்றுகின்றன. எனவே

(ஈ) இவற்றில் ஏதுமில்லை என்பதே சரியான விடையாகும்.



AllUnitsKey - Sridhar.indd 291 07-01-2021 15:48:47

4) $Li^+$ ன் நீரேற்ற ஆற்றல் அதிகம் எனவே $Li^+$ ஆனது நீர் ஊடகத்தில் நிலைப்புத் தன்மை அடைகிறது.

(ஆ) Li

5) (இ) மண்ணெண்ணெய்

6) $RbO_2$ ஆனது ஒரு சூப்பர் ஆக்ஸைடு ஆகும். இது $Rb^+$ மற்றும் $O_2^-$ அயனிகளைக் கொண்டுள்ளது. மேலும் $O_2^-$ அயனியானது ஒரு தனித்த எலக்ட்ரானைக் கொண்டுள்ளது. எனவே இது பாரா காந்தத் தன்மையுடையது.

வாய்ப்பு (அ)

7) சால்வே முறையில் பொட்டாசியம் கார்பனேட்டை தயாரிக்க இயலாது. பொட்டாசியம் பை கார்பனேட் நீரில் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் கரையக் கூடியது. எனவே வீழ்ப்படிவாவதில்லை.

வாய்ப்பு (இ)

8) Li ↘ Mg | Be ↘ Al | B ↘ Si

வாய்ப்பு (ஆ)

9) அயனிப் பண்பு (எலக்ட்ரான் கவர்தன்மையில் வேறுபாடு)

$MI < MBr < MCl < MF$

வாய்ப்பு (ஆ)

10) காஸ்ட்னர் முறை

$NaOH \rightleftharpoons Na^+ + OH^-$

எதிர் மின்வாய் : $Na^+ + e^- \rightarrow Na$

நேர் மின்வாய் : $2OH^- \rightarrow H_2O + 1/2O_2 + 2e^-$

வாய்ப்பு (அ)

11) $CaC_2 + N_2 \xrightarrow{300-350^{o}C} \underset{\text{Calciumcyanide}}{Ca(CN)_2}$

வாய்ப்பு (இ)

12) (அ) $MgCl_2$

கார மண் உலோகங்களின் நீரேற்ற ஆற்றலின் வரிசை

$Be^{2+} > Mg^{2+} > Ca^{2+} > Sr^{2+} > Ba^{2+}$

13. (p) சோடியம் –மஞ்சள் (2)

(q) கால்சியம் – செங்கல் சிவப்பு (1)

(r) பேரியம் – ஆப்பிள் பச்சை (4)

(s) ஸ்ட்ரான்சியம் –கிரிம்சன் சிவப்பு (5)

(t) சீசியம் – நீலம் (6)

(u) பொட்டாசியம் – ஊதா (3)

வாய்ப்பு (அ)

14. (ஈ)

கார மற்றும் கார மண் உலோகங்களில் K, Rb மற்றும் Cs ஆகியன மட்டுமே சூப்பர் ஆக்ஸைடுகளை உருவாக்குகின்றன. சூ ப் ப ர் ஆக்ஸைடிலல் $O_2^-$ ஆனது 3 எலக்ட்ரான் பிணைப்பினைக் கொண்டுள்ளது.

15. (அ)

கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி மற்றும் காரணமானது கூற்றிற்கான சரியான விளக்கமாகும்.

16. ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக வரும் பொழுது கார்பனேட்டுகளின் கரையும் திறன் குறைகிறது. எனவே சரியான கரைதிறன் வரிசை

(ஆ) $MgCO_3 > CaCO_3 > SrCO_3 > BaCO_3$

17) சரியான கூற்று : பெர்லியத்தின் உப்புகள் எளிதில் நீராற் பகுக்கப்படுகின்றன.
வாய்ப்பு (இ)

18) நீற்றுச் சுண்ணாம்பு $Ca(OH)_2$

தொங்கலானது சுண்ணாம்புப் பால் (Milk of Lime ) என்றழைக்கப்படுகிறது. மேலும் தெளிவான கரைசல் சுண்ணாம்பு நீர் (Lime Water ) என்றழைக்கப்படுகிறது

வாய்ப்பு (இ)

19)

$$2NaHCO_3 \xrightarrow[\Delta]{} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

$Na_2CO_3$ (நீரில் கரைகிறது) $\xrightarrow{2HCl}$

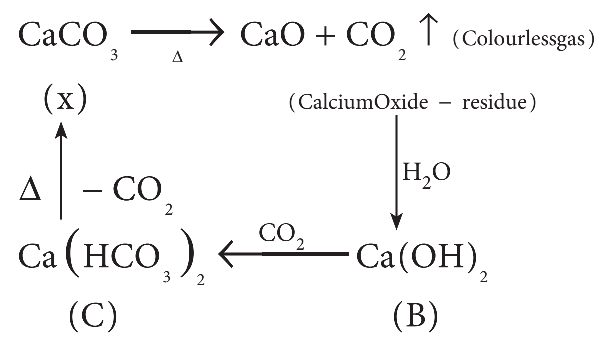
$$2\,NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$$

சரியான வாய்ப்பு(ஆ)



AllUnitsKey - Sridhar.indd 292 07-01-2021 15:48:47

20)




21) $Ca^{2+}$ அயனியானது சீரான இதயத் துடிப்பை பராமரிப்பதில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.

வாய்ப்பு(அ)

22) 'Blue john' – CaF2

(∴ புளூரைட்டின் ஒரு வகை)

∴ வாய்ப்பு (ஆ)

23) $CaSO_4 . 2H_2O$ ∴ வாய்ப்பு (அ)

24)

$$CaC_2 + N_2 \xrightarrow[1\ atm]{} CaNCN$$

நைட்ரோலியம்
(or)
கால்சியம் சயனமைடு

∴ வாய்ப்பு (ஆ)

25) $Li_2CO_3$ ஆனது குறைவான நிலைப்புத் தன்மையுடையது.

வாய்ப்பு (ஈ)

## அலகு- 6 வாயு நிலைமை

தன் மதிப்பீடு:

1. ப்ரீயானின் கன அளவு $(V_1) = 1.5\ dm^3$

அழுத்தம் $(P_1)$ = 0.3 atm

'T' ஆனது மாறிலி

$P_2$ = 1.2 atm

$V_2$ = ?

$\therefore P_1V_1 = P_2V_2$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2}$$

$$= \frac{0.3\ \cancel{atm} \times 1.5\ dm^3}{1.2\ \cancel{atm}}$$

$$= 0.375\ dm^3$$

∴ கன அளவு $1.5\ dm^3$ லிருந்து 0.375 $dm^3$ ஆகக் குறைகிறது

2. $V_1 = 0.375\ dm^3$ $V_2 = 0.125$

$P_1 = 1.05$ atm $P_2 = ?$

'T' - மாறிலி

$P_1V_1 = P_2V_2$

$$\therefore P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2} = \frac{1.05 \times 0.375}{0.125}$$

$$= 3.15\ atm$$

3. $V_1 = 3.8\ dm^3$ $T_2 = 0^0C = 273\ K$

$T_1 = ?$ $V_2 = 2.27\ dm^3$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad T_1 = \left(\frac{T_2}{V_2}\right) \times V_1$$

$$= \frac{273\ K}{2.27\ \cancel{dm^3}} \times 3.8\ \cancel{dm^3}$$

$$T_1 = 457\ K$$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 293 07-01-2021 15:48:48

4. $V_1 = 7.05\ dm^3$ $V_2 = 2.35\ dm^3$

$n_1 = 0.312$ mol $n_2 = ?$

'P' மற்றும் 'T' மாறிலிகள்

$$\therefore \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

$$\Rightarrow n_2 = \left(\frac{n_1}{V_1}\right) \times V_2$$

$$n_2 = \frac{0.312\ mol}{7.05\ \cancel{dm^3}} \times 2.35\ \cancel{dm^3}$$

$$n_2 = 0.104\ mol$$

வெளியிடப்படும் மோல்களின் எண்ணிக்கை

= 0.312-0.104 = 0.208 மோல்கள்

5) $T_1 = 8\ ^0C = 8 + 273 = 281\ K$

$P_1 = 6.4$ atm $V_1 = 2.1$ ml

$T_2 = 25^0\ C = 25 + 273 = 298\ K$

$P_2 = 1$ atm $V_2 = ?$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \left(\frac{P_1V_1}{T_1}\right) \times \frac{T_2}{P_2}$$

$$= \frac{6.4\ \cancel{atm} \times 2.1\ ml}{281\ \cancel{K}} \times \frac{298\ \cancel{K}}{1\ \cancel{atm}}$$

$$V_2 = 14.25\ ml$$

6 (அ)

$V_{O_2} = 12\ dm^3$ $P = 1$ atm

$V_{He} = 46\ dm^3$

$V_{total} = 5\ dm^3$

$$P_{O_2} = x_{O_2} \times P_{total}$$

$$x_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{He}}$$

$$= \frac{0.54}{0.54 + 2.05}$$

$$= \frac{0.54}{2.59} = 0.21$$

$$n_{O_2} = \frac{1\ mol}{22.4\ \cancel{L}} \times 12\ \cancel{L}$$

$$n_{O_2} = 0.54\ mol$$

$$n_{H_e} = \frac{1\ mol}{22.4\ \cancel{L}} \times 46\ \cancel{L}$$

$$n_{H_e} = 2.05\ mol$$

$$P_{total} \times V_{total} = 1\ atm \times 22.4\ l$$

$$\therefore P_{total} = \frac{1\ atm \times 22.4\ \cancel{l}}{5\ \cancel{l}}$$

$$P_{total} = 4.48\ atm$$

$$\therefore P_{O_2} = 0.21 \times 4.48\ atm$$

$$= 0.94\ atm$$

$$P_{He} = x_{He} \times P_{total}$$

$$x_{He} = \frac{n_{He}}{n_{O_2} + n_{He}}$$

$$= \frac{2.05}{0.54 + 2.05}$$

$$x_{He} = \frac{2.05}{2.59} = 0.79$$

$$\therefore P_{He} = 0.79 \times 4.48\ atm$$

$$P_{He} = 3.54\ atm$$

6 (b) $2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl\ (s) + 3O_2\ (g)$

$P_{total} = 772$ mm Hg

$P_{H_2O} = 26.7$ mm Hg

$$P_{total} = P_{O_2} + P_{H_2O}$$

$$\therefore P_{O_2} = P_{total} - P_{H_2O}$$

$P_1 = 26.7$ mm Hg $T_2 = 295$ K



AllUnitsKey - Sridhar.indd 294 07-01-2021 15:48:49

$T_1 = 300\ K \qquad P_2 = ?$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow P_2 = \left(\frac{P_1}{T_1}\right) T_2 = \frac{26.7\ mm\ Hg}{300\ \cancel{K}} \times 295\ \cancel{K}$$

$$P_2 = 26.26\ mm\ Hg$$

$$\therefore\ P_{O_2} = 772 - 26.26$$

$$= 745.74\ mm\ Hg$$

7) $t_1 = 1.5$ நிமிடங்கள்(வாயு)$_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}$

$t_2 = 4.73$ நிமிடங்கள்(வாயு)$_{\text{புரோமின்}}$

$$\frac{\gamma_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}}{\gamma_{\text{புரோமின்}}} = \frac{t_{\text{புரோமின்}}}{t_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}}$$

(கனஅளவு மாறிலி என்பதால்)

$$\frac{\gamma_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}}{\gamma_{\text{புரோமின்}}} = \frac{4.73\ \text{நிமிடங்கள்}}{1.5\ \text{நிமிடங்கள்}}$$

$$= 3.15$$

$$\frac{\gamma_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}}{\gamma_{\text{புரோமின்}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{புரோமின்}}}{M_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}}}$$

$$3.15 = \sqrt{\frac{159.8\ gmol^{-1}}{M_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}}}$$

$$=3.15$$

இருபுறமும் வர்க்கப்படுத்தி மாற்றி அமைக்கும் பொழுது ,

$$M_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}} = \frac{159.8\ g\ mol^{-1}}{(3.15)^2}$$

$$M_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}} = 16.1 g\ mol^{-1}$$

$n(12) + (2n+2)\ 1 = 16$

$12n + 2n + 2 = 16$

[$\therefore$ ஹைட்ரோகார்பனின் பொது வாய்ப்பாடு $C_nH_{2n+2}$]

$14n = 16 - 2$

$14n = 14$

$n = 1$

$\therefore$ ஹைட்ரோ கார்பனானது $C_1H_{2(1)+2} = CH_4$

8) எந்த ஒரு வெப்ப நிலைக்கு மேலே அதிக அழுத்தம் அளிக்கப்படினும் ஒரு வாயுவினை திரவமாக்க இயலாதோ அவ்வெப்பநிலை நிலை மாறு வெப்பநிலை எனப்படும்.

$\therefore$ 700 K, வெப்ப நிலையிலிருந்து குளிர்விக்கும்போது நீர் முதலில் திரவமாகிறது அதனைத் தொடார்ந்து அம்மோனியாவும் இறுதியாக கார்பன் டை ஆக்ஸைடும் திரவமாகின்றன.

## மதிப்பீடு

### I சரியான விடையினை தெரிவு செய்க

1. (ஈ) அதிக அழுத்தத்தில் மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசை புறக்கணிக்கத்தக்கதன்று.
2. (ஈ) மூலக்கூறு எடையின் வர்க்க மூலத்திற்கு எதிர்விகித தொடர்புடையது.
3. (இ) $\left(P + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$
4. (ஆ) ஒன்றுக்கொன்று கவர்ச்சி விசையை செலுத்துவதில்லை.
5. (அ) 1/3
6. (ஆ) பாயில் வெப்பநிலை
7. (இ) விரவுதல்
8. (ஆ) ஹைட்ரஜன் குளோரைடு குடுவை அருகில்
9. (ஈ) அழுத்தம் மற்றும் கன அளவின் அலகுகள்
10. (இ) 8.3 J $mol^{-1}$ $K^{-1}$
11. (அ) பாயிலின் விதி



AllUnitsKey - Sridhar.indd 295 07-01-2021 15:48:50

12. (இ) $NH_3$

13. (ஈ) I, II மற்றும் III

14. (இ) 0.41 $dm^3$

15. (இ) P

16. (ஆ) 4

17. (இ) 1/8

18. (ஆ) 1/T

19. (அ) P

20. (ஆ) $NH_3$

21. (இ) $mol^{-1}$ L மற்றும் $L^2$ atm $mol^{-2}$

22. (ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு

23. (இ) 3.41 g $L^{-1}$

24. (இ)

25. (ஈ) HI

## பல்வாய்ப்பு வினாக்களுக்கான விடைக்குறிப்புகள்

5.

மீத்தேனின் நிறை
= ஆக்சிஜனின் நிறை = a

மீத்தேனின் மோல்களின் எண்ணிக்கை $= \frac{a}{16}$

ஆக்சிஜனின் மோல்களின் எண்ணிக்கை $= \frac{a}{32}$

ஆக்சிஜனின் மோல் பின்னம் $= \dfrac{\frac{a}{32}}{\frac{a}{16}+\frac{a}{32}}$

$= \dfrac{\frac{a}{32}}{\frac{3a}{32}}$

$= \frac{1}{3}$

ஆக்சிஜனின் பகுதி அழுத்தம்
= மோல்பின்னம் × மொத்தஅழுத்தம்

$= \frac{1}{3}P$

6. எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் இயல்பு வாயுக்கள் குறிப்பிடத்தக்க அழுத்த எல்லையில் நல்லியல்பு வாயுக்களுக்குஉட்பட்டுசெயல்படுகிறதோ அவ்வெப்பநிலை பாயில் வெப்பநிலை எனப்படும்.

8. விரவுதல் வீதம் $\alpha\ 1/\sqrt{M}$

$M_{NH_3} = 17$ ; $M_{HCl} = 36.5$

$\gamma_{NH_3} > \gamma_{HCl}$

எனவே வெண்புகை ஹைட்ரஜன் குளோரைடுக்கு அருகே முதலில் உருவாகிறது.

12. 'a', ன் மதிப்பு அதிகமாக உள்ள போது மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயான கவர்ச்சி விசை அதிகரிக்கிறது, திரவமாக்குதல் எளிதாகிறது. வாய்ப்பு (இ) சரியானது.

14. அமுக்கத்திறன் காரணி $(z) = \frac{PV}{nRT}$

$$V = \frac{z \times nRT}{P}$$

$$= \frac{0.8697 \times 1 \times 8.314 \times 10^{-2}\ \text{bar dm}^3\ \text{K}^{-1}\ \text{mol}^{-1} \times 400\ \text{K}}{71\ \text{bar}}$$

$$V = 0.41\ \text{dm}^3$$

வாய்ப்பு (இ)

15. $T_1$ $\quad T_2 = 2T_1$
$V_1$ $\quad V_2 = 2V_1$
$P_1$ $\quad P_2 = ?$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 296 07-01-2021 15:48:50

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{P_1V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{V_2} = \frac{P_1V_1}{T_1} \times \frac{2T_1}{2V_1}$$

$$P_2 = P_1$$

வாய்ப்பு (இ)

16.

$$\frac{\gamma_{H_2}}{\gamma_{C_nH_{2n+2}}} = \sqrt{\frac{M_{C_nH_{2n+2}}}{M_{H_2}}}$$

$$3\sqrt{3} = \sqrt{\frac{M_{C_nH_{2n+2}}}{2}}$$

இருபுறமும் வர்க்கப்படுத்தி மாற்றியமைக்க

$$27 \times 2 = m_{C_nH_{2n-2}}$$

$$54 = n(12) + (2n-2)(1)$$
$$54 = 12n + 2n - 2$$
$$54 = 14n - 2$$

$$n = (54+2)/14 = 56/14 = 4$$

வாய்ப்பு (ஆ)

17.

$$\frac{\gamma_{O_2}}{\gamma_{H_2}} = \sqrt{\frac{M_{H_2}}{M_{O_2}}} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \frac{1}{4}$$

$$\gamma_{O_2} = \frac{1}{4}\gamma_{H_2}$$

பாதியளவு ஹைட்ரஜன் வெளியேற தேவைப்படும் அதே நேரத்தில் பரவும் ஆக்ஸிஜனின் பின்ன அளவு 1/8 ஆகும்.

வாய்ப்பு (இ)

18.

$$\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \text{ [நல்லியல்பு வாயுவிற்கு } PV = nRT]$$

$$= \frac{1}{V}\left(\frac{\partial\left(\frac{nRT}{P}\right)}{\partial T}\right)_P$$

$$= \frac{nR}{PV}\left(\frac{\partial T}{\partial T}\right) = \frac{nR}{nRT} = \frac{1}{T}$$

வாய்ப்பு (ஆ)

19. 'a' ன் மதிப்பு அதிகமாகும் பொழுது திரவமாக்கல் எளிதாகும்.

21.

$an^2/V^2$ = atm

a = atm $L^2/mol^2 = L^2\ mol^{-2}$ atm

nb = L

b = L/mol = L $mol^{-1}$

22. சரியான கூற்றுகள்

1: $CO_2$ ன் நிலைமாறு வெப்பநிலை 304 K. இதனை எவ்வளவு அழுத்தம் அளிக்கப்படினும் 304 K, க்கு மேல் திரவமாக்க இயலாது.

2: மாறாத வெப்பநிலையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள நிறையுள்ள வாயுவுன் கனஅளவு அதன் அழுத்தத்திற்கு எதிர் விகிதத்தில் அமையும்

23.

$$\text{அடர்த்தி} = \frac{\text{நிறை}}{\text{கனஅளவு}}$$

$$= \frac{m}{\left(\frac{nRT}{P}\right)} = \left(\frac{m}{n}\right)\frac{P}{RT}$$

$$= (\text{மோலார் நிறை})\ \frac{P}{RT}$$

$$= \frac{28\ g\ mol^{-1} \times 5\ atm}{0.082\ L\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1} \times 500\ K}$$

$$= 3.41 g\ L^{-1}$$

24. ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுடைய நல்லியல்பு வாயுவிற்கு V α T

P α 1/V

மற்றும் PV = மாறிலி

25. கொடுக்கப்பட்டுள்ள வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில்

கனஅளவு α மோல்களின் எண்ணிக்கை

கனஅளவு α நிறை / மோலார் நிறை

கனஅளவு α 28 / மோலார் நிறை

அதாவது, மோலார் நிறை அதிகம் எனில், கன அளவு குறைவு. எனவே HI ஆனது குறைவான கன அளவைப் பெற்றுள்ளது.

**சுருக்கமாக விடையளிக்க வேண்டிய வினாக்களுக்கான விடைக்குறிப்புகள்:**

44. $T_1 = 15^0\ C + 273$ $T_2 = 38 + 273$

$T_1 = 288$ K $T_2 = 311$ K

$V_1 = 2.58\ dm^3$ $V_2 = ?$

(P = 1 atm மாறிலி)

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \left(\frac{V_1}{T_1}\right) \times T_2$$

$$= \frac{2.58\ dm^3}{288\ \cancel{K}} \times 311\ \cancel{K}$$

$V_2$ = 2.78 $dm^3$ அதாவது கன அளவு 2.58 $dm^3$ லிருந்து 2.78 $dm^3$ ஆக அதிகரிக்கிறது.

45. $V_1 = 3.8\ dm^3$ $V_2 = 2.27\ dm^3$

$T_1 = ?$ $T_2 = 0^0\ C = 273$ K

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_1 \times \left(\frac{T_2}{V_2}\right) = T_1$$

$$T_1 = 3.8\ \cancel{dm^3} \times \frac{273\ K}{2.27\ \cancel{dm^3}}$$

$$T_1 = 457\ K$$

46. $n_A = 1.5$ mol $n_B = ?$

$V_A = 37.6\ dm^3$ $V_B = 16.5\ dm^3$

(T = 298 K மாறிலி )



AllUnitsKey - Sridhar.indd 298 07-01-2021 15:48:51

$$\frac{V_A}{n_A} = \frac{V_B}{n_B}$$

$$n_A = \left(\frac{n_A}{V_A}\right) V_B$$

$$= \frac{1.5\ \text{mol}}{37.6\ \text{dm}^3} \times 16.5\ \text{dm}^3$$

$$= 0.66\ \text{mol}$$

47. n = 1.82 mole

$V = 5.43\ dm^3$

T = 69.5 + 273 = 342.5

P = ?

PV = nRT

$$P = \frac{nRT}{V}$$

$$P = \frac{1.82\ \text{mol} \times 0.0821\ \text{dm}^3\ \text{atm mol}^{-1}\ \text{K}^{-1} \times 342.5\ \text{K}}{5.43\ \text{dm}^3}$$

$$P = 9.425\ \text{atm}$$

48.

$P_1 = 1.2$ atm

$T_1 = 18^0\ C + 273 = 291$ K

$T_2 = 85^0\ C + 273 = 358$ K

$P_2 = ?$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$P_2 = \left(\frac{P_1}{T_1}\right) \times T_2$$

$$= \frac{1.2\ \text{atm}}{291\ \text{K}} \times 358\ \text{K}$$

$$P_2 = 1.48\ \text{atm}$$

49. $T_1 = 6\ ^0C + 273 = 279$ K

$P_1 = 4$ atm $\quad V_1 = 1.5$ ml

$T_2 = 25^0\ C + 273 = 298$ K

$P_2 = 1$ atm $\quad V_2 = ?$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{P_2}$$

$$= \frac{4\ \text{atm} \times 1.5\text{ml} \times 298\ \text{K}}{279\ \text{K} \times 1\ \text{atm}}$$

$$V_2 = 6.41\ \text{ml}$$

50. கொடுக்கப்பட்டவை,

$V = 154.4 \times 10^{-3}\ dm^3$,

P = 742 mm of Hg

T = 298 K $\quad$ m = ?

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{742\ \text{mm Hg} \times 154.4 \times 10^{-3}\ \text{L}}{62\ \text{mm Hg L K}^{-1}\text{mol}^{-1} \times 298\ \text{K}}$$

$$= 0.006\ \text{mol}$$

$$n = \frac{\text{நிறை}}{\text{மோலார் நிறை}}$$

நிறை = n × மோலார் நிறை

$$= 0.006 \times 2.016$$

$$= 0.0121\ \text{g} = 12.1\ \text{mg}$$

51.

$$\frac{\gamma_{\text{வாயு}}}{\gamma_{N_2}} = \frac{t_{N_2}}{t_{\text{வாயு}}} = \sqrt{\frac{M_{N_2}}{M_{\text{வாயு}}}}$$

$$\frac{84\ \text{sec}}{192\ \text{sec}} = \sqrt{\frac{28\text{g mol}^{-1}}{M_{\text{வாயு}}}}$$

இருப்புறமும் வர்க்கப்படுத்தி மாற்றியமைக்க

$$\left(\frac{84\ \text{sec}}{192\ \text{sec}}\right)^2 = \frac{28\text{g mol}^{-1}}{M_{\text{வாயு}}}$$

$$M_{\text{வாயு}} = 28\ \text{g mol}^{-1} \times \left(\frac{192\ \text{sec}}{84\ \text{sec}}\right)^2$$

$$M_{\text{வாயு}} = 146.28\ \text{g mol}^{-1}$$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 299 07-01-2021 15:48:51

52. $m_{O_2} = 52.5$ g $\quad P_{O_2} = ?$

$m_{CO_2} = 65.1$ g $\quad P_{CO_2} = ?$

T = 300 K $\quad$ P = 9.21 atm

$P_{O_2} = X_{O_2}$ x மொத்த அழுத்தம்

$$X_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{CO_2}}$$

$$n_{O_2} = \frac{O_2 \text{ ன் நிறை}}{O_2 \text{ ன் மோலார் நிறை}}$$

$$= \frac{52.5\ g}{32\ g\ mol^{-1}} = 1.64\ mol$$

$$n_{CO_2} = \frac{CO_2 \text{ ன் நிறை}}{CO_2 \text{ ன் மோலார் நிறை}}$$

$$= \frac{65.1\ g}{44\ g\ mol^{-1}} = 1.48\ mol$$

$$X_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{CO_2}} = \frac{1.64}{3.12} = 0.53$$

$$X_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_{O_2} + n_{CO_2}} = \frac{1.48}{3.12} = 0.47$$

$P_{O_2} = X_{O_2} \times$ மொத்தம் அழுத்தம்

$= 0.53 \times 9.21\ atm = 4.88\ atm$

$P_{CO_2} = X_{CO_2} \times$ மொத்தம் அழுத்தம்

$= 0.47 \times 9.21\ atm = 4.33\ atm$

53. உலோகத்தின் உருகு நிலையில் உலோகத் தொட்டியில் உள்ள வாயுவின் அழுத்தம்

$T_1 = 298\ K; P_1 = 2.98\ atom; T_2 = 1100\ K; P_2 = ?$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \quad P_2 = \frac{P_1}{T_1} \times T_2$$

$$= \frac{2.98\ atm}{298\ K} \times 1100\ K = 11\ atm$$

1100 K வெப்ப நிலையில் தொட்டியில் உள்ள வாயுவின் அழுத்தமானது 11 atm ஆகிறது. உலோகத் தொட்டியானது அதிகபட்சமாக 12 atm, வரை தாங்கக்கூடியது என்பதா₹ல் தொட்டி முதலில் உருகத் தொடங்கும்.

## அலகு - 7

## வெப்ப இயக்கவியல்

### தன்மதிப்பீடு

1. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H_f^0\ CO_2 = -393.5\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta H_f^0\ CO = -111.31\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta H_f^0\ (H_2O) = -242\ kJ\ mol^{-1}$

$CO_2(g) + H_2(g) \rightarrow CO(g) + H_2O(g)$

$\Delta H_r^0 = ?$

$\Delta H_r^0 = \Sigma (\Delta H_f)_{\text{வினைவிளைப் பொருள்}} - \Sigma (\Delta H_f)_{\text{வினைபடு பொருள்}}$

$\Delta H_r^0 = [\Delta H_f (CO) + \Delta H_f (H_2O)] - [\Delta H_f (CO_2) + \Delta H_f (H_2)]$

$\Delta H_r^0 = [-111.31 + (-242)] - [-393.5 + (0)]$

$\Delta H_r^0 = [-353.31] + 393.5$

$\Delta H_r^0 = 40.19$

$\Delta H_r^0 = +40.19\ kJ\ mol^{-1}$

2. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

நீரின் மோல்களின் எண்ணிக்கை

$$n = \frac{180\ g}{18\ g\ mol^{-1}} = 10\ mol$$

நீரின் மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறன்

$C_p = 75.3\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$

$T_2 = 100^0\ C = 373\ K$

$T_1 = 25^0\ C = 298\ K$

$\Delta H = ?$

$\Delta H = \quad nC_P (T_2 - T_1)$

$\Delta H = \quad 10 \text{ mol} \times 75.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times (373 - 298) \text{ K}$

$\Delta H = \quad 56475 \text{ J}$

$\Delta H = \quad 56.475 \text{ kJ}$

3. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$$C_6H_6 \text{ (l)} + \frac{7}{2} O_2 \text{(g)} \rightarrow 6\, CO_2 \text{ (g)} + 3\, H_2O \text{ (l)}$$

$\Delta U$ at $25^0$ C = $-3268.12$ kJ

T = $25^0$ C = 298 K ;

$\Delta U = -3268.12 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H = ?$

$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT$

$\Delta H = \Delta U + (n_p - n_r) RT$

$$\Delta H = -3268.12 + \left(6 - \frac{15}{2}\right) \times 8.314 \times 10^{-3} \text{ x } 298$$

$\Delta H = \quad -3268.12$

$\quad - (1.5 \times 8.314 \times 10^{-3} \times 298)$

$\Delta H = \quad -3268.12 - 3.72$

$\Delta H = \quad -3271.84 \text{ kJ mol}^{-1}$

4. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$Mg(S) + Br_2(1) \rightarrow$

$MgBr_2(S)\ \Delta H_f^0 = -524 \text{ KJ mol}^{-1}$

பதங்கமாதல்

$Mg(S) \rightarrow Mg(g)$

$\Delta H_1^{\,0} = +148 \text{ KJ mol}^{-1}$

அயனியாதல்

$Mg(g) \rightarrow Mg^{2+}(g) + 2e^-$

$\Delta H_2^{\,0} = 2187 \text{ KJ mol}^{-1}$

ஆவியாதல்

$Br_2(1) \rightarrow Br_2(g)$

$\Delta H_3^{\,0} = +31 \text{ KJ mol}^{-1}$

பிரிகையடைதல்

$Br_2(g) \rightarrow 2Br(g)$

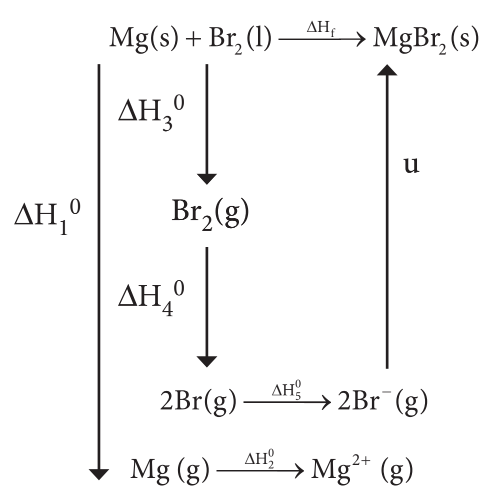
$\Delta H_4^{\,0} = +193 \text{ KJ mol}^{-1}$

எலக்ட்ரான் நாட்டம்

$Br(g) + e^- \rightarrow Br^-(g)$

$\Delta H_5^{\,0} = -324.5 \text{ KJ mol}^{-1}$

தீர்வு




$\Delta H_f \quad = \quad \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + 2\Delta H_5 + u$

$-524 = \quad 148 + 2188 + 31 + 193 + (2 \times -331) + u$

$-524 = \quad 1897 + u$

$u = \quad -524 - 1911$

$u = \quad -2435 \text{ kJ mol}^{-1}$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 301 07-01-2021 15:48:53

5. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T_h = 127^0\ C = 127 + 273 = 400\ K$

$T_C = 47^0\ C = 47 + 273 = 320\ K$

இயக்குத்திறன் சதவீதம் $\eta = ?$

$$\eta = \left[\frac{T_h - T_C}{T_h}\right] \times 100$$

$$\eta = \left[\frac{400 - 320}{400}\right] \times 100$$

$$\eta = \left[\frac{80}{400}\right] \times 100$$

$\eta = 20\%$

6. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$S^0$ (யூரியா) $= 173.8\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$

$S^0\ (H_2O) = 70\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$

$S^0\ (CO_2) = 213.5\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$

$S^0\ (NH_3) = 192.5\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$

$NH_2 - CO - NH_2 + H_2O \rightarrow$

$2NH_3 + CO_2$

$\Delta S_r^0 = \Sigma(S^0)_{\text{வினைவிளைப்பொருள்}} - \Sigma(S^0)$ வினைபடுப்பொருள்

$\Delta S_r^0 =$ $[2\ S^0\ (NH_3) + S^0\ (CO_2)]$

$- [S^0$ (யூரியா) $+ S^0\ (H_2O)]$

$\Delta S_r^0 = [2 \times 192.5 + 213.5]$

$- [173.8 + 70]$

$\Delta S_r^0 = [598.5] - [243.8]$

$\Delta S_r^0 = 354.7\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$

7. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T_b = 351\ K$

$\Delta H_{vap} = 39840\ J\ mol^{-1}$

$\Delta S_v = ?$

$$\Delta S_v = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$$\Delta S_v = \frac{39840}{351}$$

$\Delta S_v = 113.5\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$

8. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H = -10\ kJ\ mol^{-1} = -10000\ J\ mol^{-1}$

$\Delta S = -20\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$

$T = 300\ K$

$\Delta G = ?$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = -10\ kJ\ mol^{-1} - 300\ K \times (-20x10^{-3})\ kJ\ K^{-1}\ mol^{-1}$

$\Delta G = (-10+6)\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta G = -4\ kJ\ mol^{-1}$

600 K வெப்பநிலையில்

$\Delta G = -10\ kJ\ mol^{-1} - 600\ K$

$\times (-20x10^{-3})\ kJ\ K^{-1}\ mol^{-1}$

$\Delta G = (-10 + 12)\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta G = +2\ kJ\ mol^{-1}$

300K வெப்பநிலையில் $\Delta G$ ன் மதிப்பு எதிர்க்குறியுடையது மேலும் வினை தன்னிச்சையானது ஆனால் 600 K வெப்பநிலையில் $\Delta G$ ன் மதிப்பு நேர்க்குறியுடையதாகிறது மேலும் வினை தன்னிச்சையற்றது.



AllUnitsKey - Sridhar.indd 302 07-01-2021 15:48:53

## மதிப்பீடு

### I. சரியான விடையைத் தெரிவு செய்க.

1. (ஆ) $\Delta H$
2. (ஈ) கட்டிலா ஆற்றல் குறையும்
3. (ஆ) $q = 0$
4. (ஈ) $= 0$
5. (அ) $w = -\Delta U$
6. (ஈ) $\frac{\text{நிறை}}{\text{கனஅளவு}}$
7. (அ) – 900 J
8. (ஆ) எதிர்க்குறி மதிப்பு உடையது
9. (ஆ) – 67.6 kcal
10. (அ) வைரத்தை விட கிராஃபைட் அதிக நிலைப்புத்தன்மைக் கொண்டது
11. (ஈ) – 462 kJ
12. (ஈ) உராய்வு ஆற்றல்
13. (ஈ) $\Delta H < \Delta U$
14. (இ) +3 kJ
15. (அ) –2.48 kJ
16. (ஆ) –500 R
17. (ஈ) $\frac{b-2a}{2}$
18. (ஈ) – 635.66 kJ
19. (இ) 80 kJ $mol^{-1}$
20. (அ) $\Delta H < 0$ and $\Delta S > 0$
21. (இ) வெப்பம் மாறா விரிவடைதல்
22. (ஈ) (–, –, +)
23. (ஆ) 27 $^{0}C$
24. (ஈ) $CaCO_3(S) \rightarrow CaO(S) + CO_2(g)$
25. (அ) 300K

### பல்வாய்ப்பு வினாக்களுக்கான விடைக்குறிப்புகள்

7.

$w = -P\,\Delta V$

$w = -(1 \times 10^5\ Nm^{-2})$

$(1 \times 10^{-2}\ m^3 - 1 \times 10^{-3}\ m^3)$

$w = -10^5\ (10^{-2} - 10^{-3})\ Nm$

$w = -10^5\ (10 - 1)\ 10^{-3})\ J$

$w = -10^5\ (9 \times 10^{-3})\ J$

$w = -9 \times 10^2\ J$

$w = -900\ J$

9.

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

$\Delta H_C^0\ (CO) = \Delta H_f\ (CO_2) - \Delta H_f(CO) + \Delta H_f\ (O_2)]$

$\Delta H_C^0\ (CO) = -\ 94\ KCal - [-\ 26.4\ KCal + 0]$

$\Delta H_C^0\ (CO) = -\ 94\ KCal + 26.4\ KCal$

$\Delta H_C^0\ (CO_2) = -\ 67.6\ KCal$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 303 07-01-2021 15:48:53

11.

$2Al + Cr_2O_3 \rightarrow 2Cr + Al_2O_3$

$\Delta H_r^0 = [2\Delta H_f(Cr) + \Delta H_f(Al_2O_3)]$

$- [2\Delta H_f(Al) + \Delta H_f(Cr_2O_3)]$

$\Delta H_r^0 = [0 + (-1596 \text{ kJ})]$

$- [0 + (-1134)]$

$\Delta H_r^0 = -1596 \text{ kJ} + 1134 \text{ kJ}$

$\Delta H_r^0 = -462 \text{ kJ}$

14.

$\Delta U = q + w$

$\Delta U = -1 \text{ kJ} + 4 \text{ kJ}$

$\Delta U = +3\text{kJ}$

15.

$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$

ஒரு மோல் இரும்பு 1 மோல் ஹைட்ரஜன் வாயுவை வெளியேற்றுகிறது.

55.85 g இரும்பு= 1மோல் இரும்பு

$\therefore n = 1$

$T = 25^0 C = 298 K$

$w = -P\Delta V$

$$w = -P\left(\frac{nRT}{P}\right)$$

$w = -nRT$

$w = -1 \times 8.314 \times 298 \text{ J}$

$w = -2477.57 \text{ J}$

$w = -2.48 \text{ kJ}$

16.

$T_i = 125^0 C = 398 K$

$T_f = 25^0 C = 298 K$

$\Delta H = nC_p(T_f - T_i)$

$$\Delta H = 2 \times \frac{5}{2} R(298 - 398)$$

$\Delta H = -500 R$

17.

$C + O_2 \rightarrow CO_2 \ \Delta H^0 = -a \text{ KJ}$ ....................... (i)

$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 \quad \Delta H^0 = -b \text{ kJ}$ ....................... (ii)

$$C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO \ \Delta H^0 = ?$$

(i) × 2

$2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 \quad \Delta H^0 = -2a \text{ kJ}$ ....................... (iii)

சமன்பாடு (ii) ஐ திருப்பி எழுதுக

$2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2 \quad \Delta H^0 = +b \text{ kJ}$ ....................... (iv)

(iii) + (iv)

$2C + O_2 \rightarrow 2CO \ \Delta H^0 = b - 2a \text{ kJ}$ ....................... (v)

(v) ÷ 2

$$C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO \ \Delta H^0 = \frac{(b-2a)}{2} \text{ kJ}$$

**18.**

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H_C\ (CH_4) = -\ 890\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta H_C\ (C_3H_8) = -\ 2220\ kJ\ mol^{-1}$

கலவையானது x லிட்டர் மீத்தேனையும் (15.68 – x) லிட்டர் புரப்பேனையும் கொண்டு இருப்பதாகக் கருதுக

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

x 2x

$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

(15.68 – x) 5 (15.68 – x)

வினைப்பட்ட ஆக்சிஜனின் கனஅளவு = $2x + 78.4 - 5x = 32$ லிட்டர்

$78.4 - 3x = 32$

$3x = 46.4$ லிட்டர்

$x = 15.47$ லிட்டர்

கொடுக்கப்பட்டுள்ள கலவையானது 15.47 லிட்டர் மீத்தேனையும் 0.213 லிட்டர் புரப்பேனையும் கொண்டுள்ளது. எனவே

$$\Delta H_C = \left[\left(\frac{\Delta H_C\ (CH_4)}{22.4\ lit}\right) x\ lit\right] + \left[\left(\frac{\Delta H_C\ (C_3H_8)}{22.4\ lit}\right)(15.68 - x)\ lit\right]$$

$$\Delta H_C = \left[\left(\frac{-890\ kJ\ mol^{-1}}{22.4\ lit}\right) 15.47 \quad lit\right] + \left[\left(\frac{-2220}{22.4\ lit}\right) 0.21 \quad lit\right]$$

$$\Delta H_C = \left[-611.87 \quad kJ\ mol^{-1}\right] + \left[-20.81 \quad kJ\ mol^{-1}\right]$$

$$\Delta H_C = -632.68\ kJ\ mol^{-1}$$

**19.**

$4E_{C-H} = 360\ kJ\ mol^{-1}$

$E_{C-H} = 90\ kJ\ mol^{-1}$

$E_{C-C} + 6\ E_{C-H} = 620\ kJ\ mol^{-1}$

$E_{C-C} + 6 \times 90 = 620\ kJ\ mol^{-1}$

$E_{C-C} + 540 = 620\ kJ\ mol^{-1}$

$E_{C-C} = 80\ kJ\ mol^{-1}$

**22.**

சுருங்குதல் செயல்முறையில் அமைப்பின் ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது வெப்பநிலை மாறா நிபந்தனையில் வெப்பநிலையை மாறாமல் அமையும்படியாக அமைப்பில் இருந்து வெப்பம் வெளியேற்றப்படுகிறது எனவே q ஏதிர்குறி மதிப்பாகும்.

சுருங்குதல் செயல்முறையில் என்ட்ரோபி குறைகிறது.

சுருங்குதல் செயல்முறையில் அமைப்பின் மீது வேலை செய்யப்படுகிறது. எனவே w நேர்குறி மதிப்பாகும்.

**23.**

$$\Delta S_V = \frac{\Delta H_V}{T_b}$$

$$T_b = \frac{\Delta H_V}{\Delta S_V} = \frac{4800\ J\ mol^{-1}}{16\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}} = 300\ K = 27^0 C$$

**24.**

$CaCO_3(S) \rightarrow CaO(S) + CO_2$ என்ற வினையில் என்ட்ரோபி மாற்றம் நேர்குறி மதிப்பாகும். வாய்ப்புகள் அ மற்றும் ஆ ஆகியவற்றில் என்ட்ரோபி மாற்றம் ஏதிர்குறி மதிப்புகளாக உள்ளது. வாய்ப்பு இ இல் என்ட்ரோபி மாற்றம் பூஜ்ஜியம்.

**25.**

$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta\,S$

At 300K

$\Delta G = 30000\ J\ mol^{-1} - 300\ K \times 100\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$

$\Delta G = 0$

300 K மேல் $\Delta G$ ஆனது எதிர்க்குறி மதிப்பினைப் பெறுகிறது.மேலும் வினை தன்னிச்சையானது

**சுருக்கமாக விடையளிக்க வேண்டிய வினாக்களுக்கான விடைக்குறிப்புகள்:**

53. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$n = 2$ moles

$V_i = 500$ ml = 0.5 lit

$V_f = 2$ lit

$T = 25^0C = 298$ K

$$w = -2.303\ nRT\log\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

$$w = -2.303 \times 2 \times 8.314 \times 298 \times \log\left(\frac{2}{0.5}\right)$$

$w = -2.303 \times 2 \times 8.314 \times 298 \times \log(4)$

$w = -2.303 \times 2 \times 8.314 \times 298 \times 0.6021$

$w = -6871$ J

$w = -6.871$ kJ

54.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T_i = 298$ K

$T_f = 298.45$ K

$k = 2.5$ kJ $K^{-1}$

$m = 3.5g$

$M_m = 28$

உமிழப்பட்ட வெப்பம் $= k\,\Delta T$

$= k\,(T_f - T_i)$

$= 2.5$ kJ $K^{-1}$ $(298.45-298)K$

$= 1.125kJ$

$\Delta H_c = \frac{1.125}{3.5} \times 28$ kJ $mol^{-1}$

$\Delta H_c = 9$ kJ $mol^{-1}$

55. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T_{அமைப்பு} = 77^0C = (77 + 273) = 350$ K

$T_{சூழல்} = 33^0 C = (33 + 273) = 306$ K

$q = 245$ J

$\Delta S_{அமைப்பு} = \frac{q}{T_{அமைப்பு}} = \frac{-245}{350} = -0.7\ JK^{-1}$

$\Delta S_{சூழல்} = \frac{q}{T_{அமைப்பு}} = \frac{+245}{306} = +0.8\ JK^{-1}$

$\Delta S_{அண்டம்} = \Delta S_{அமைப்பு} + \Delta S_{சூழல்}$

$\Delta S_{அண்டம்} = -0.7\ JK^{-1} + 0.8\ JK^{-1}$

$\Delta S_{அண்டம்} = 0.1\ JK^{-1}$

56.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$n = 1mole$

$P = 4.1$ atm

$V = 2$ Lit

$T = ?$

$q = 3710$ J

$\Delta S = \frac{q}{T}$

$\Delta S = \frac{q}{\left(\frac{PV}{nR}\right)}$

$\Delta S = \frac{nRq}{PV}$

$$\Delta S = \frac{1 \times 0.082\ \text{lit atm}\ K^{-1} \times 3710\ J}{4.1\ \text{atm} \times 2\ \text{lit}}$$

$$\Delta S = \frac{1 \times 0.082\ \text{lit atm}\ K^{-1} \times 3710\ J}{4.1\ \text{atm} \times 2\ \text{lit}}$$

$\Delta S = 37.10\ JK^{-1}$

57.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H_f(NaCl) = 30.4$ kJ $= 30400$ J $mol^{-1}$

$\Delta S_f(NaCl) = 28.4\ JK^{-1}\ mol^{-1}$

$T_f = ?$

$$\Delta S_f = \frac{\Delta H_f}{T_f}$$

$$T_f = \frac{\Delta H_f}{\Delta S_f}$$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 307 07-01-2021 15:48:56

$$T_f = \frac{30400\ J\ mol^{-1}}{28.4\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}}$$

$T_f = 1070.4\ K$

58.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

$\Delta H^0_C = -2220.2\ kJ\ mol^{-1}$ -----(1)

$C + O_2 \rightarrow CO_2$

$\Delta H^0_f = -393.5\ kJ\ mol^{-1}$ -----(2)

$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$

$\Delta H^0_f = -285.8\ kJ\ mol^{-1}$ ----- (3)

$3C + 4H_2 \rightarrow C_3H_8$

$\Delta H^0_C = ?$

$(2) \times 3 \Rightarrow 3C + 3O_2 \rightarrow 3CO_2$

$\Delta H^0_f = -1180.5\ kJ$ -----(4)

$(3)\times 4 \Rightarrow 4\ H_2 + 2O_2 \rightarrow 4H_2O$

$\Delta H^0_f = -1143.2\ kJ$ -----(5)

$(4) + (5) - (1) \Rightarrow 3C + 3O_2 + 4H_2 + 2O_2 + 3CO_2 + 4H_2O \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O + C_3H_8 + 5O_2$

$\Delta H^0_f = -1180.5 - 1143.2$

$- (-2220.2)\ kJ$

$3C + 4\ H_2 \rightarrow C_3H_8$

$\Delta H^0_f = -103.5\ kJ$

புரப்பேனின் திட்ட உருவாதல் வெப்பம்

$\Delta H^0_f\ (C_3H_8) = -103.5\ kJ$

59.

| S. No | திரவம் | கொதிநிலை ($^0C$) | ΔH ( kJ $mol^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| 1. | எத்தனால் | 78.4 | + 42.4 |
| 2. | டொலுவீன் | 110.6 | + 35.2 |

தீர்வு

எத்தனாலுக்கு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T_b = 78.4^0\ C = (78.4 + 273)$

$= 351.4\ K$

$\Delta H_V$(எத்தனால்) $= + 42.4\ kJ\ mol^{-1}$

$$\Delta S_V = \frac{\Delta H_V}{T_b}$$

$$\Delta S_V = \frac{+ 42.4\ kJ\ mol^{-1}}{351.4\ K}$$

$$\Delta S_V = \frac{+ 42400\ J\ mol^{-1}}{351.4\ K}$$

$\Delta S_V = +120.66\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$

டொலுவீன்

கொடுக்கப்பட்டவை

$T_b = 110.6^0\ C = (110.6+273)$

$= 383.6\ K$

$\Delta H_V$ (டொலுவீன்) $= + 35.2\ kJ\ mol^{-1}$

$$\Delta S_V = \frac{\Delta H_V}{T_b}$$

$$\Delta S_V = \frac{+ 35.2\ kJ\ mol^{-1}}{383.6\ K}$$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 308 07-01-2021 15:48:57

$$\Delta S_V = \frac{+35200 \text{ J mol}^{-1}}{383.6 \text{ K}}$$

$\Delta S_V = +91.76 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

60.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H = 30.56 \text{ kJ mol}^{-1}$

$= 30560 \text{ J mol}^{-1}$

$\Delta S = 6.66 \times 10^{-3} \text{ kJK}^{-1}\text{mol}^{-1}$

T = ? at which $\Delta G=0$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$0 = \Delta H - T\Delta S$

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$$

$$T = \frac{30.56 \text{kJmol}^{-1}}{6.66 \times 10^{-3} \text{kJK}^{-1} \text{mol}^{-1}}$$

T = 4589 K

(i) 4589K வெப்பநிலை $\Delta G = 0$ வினை சமநிலையில் உள்ளது.

(ii) வெப்பநிலை 4589Kக்கு கீழே உள்ள போது $\Delta H > T \Delta S$ மற்றும்

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S > 0$, எனவேமுன்னோக்கி வினையானது தன்னிச்சையற்றது பின்னோக்கிய வினை நிகழும்.

61.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T = 400\text{K}$ ; $\Delta H^0 = 77.2 \text{ kJ mol}^{-1}=77200$

$\text{J mol}^{-1}$ ; $\Delta S^0 = 122 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

$\Delta G^0 = -2.303 \text{ RT} \log K_{eq}$

$$\log K_{eq} = \frac{-\Delta G^0}{2.309 \text{ RT}}$$

$$\log K_{eq} = -\frac{(\Delta H^0 - T\Delta S^0)}{2.303 \text{ RT}}$$

$$\log K_{eq} = -\left(\frac{77200 - 400 \times 122}{2.303 \times 8.314 \times 400}\right)$$

$$\log K_{eq} = -\left(\frac{28400}{7659}\right)$$

$\log K_{eq} = -3.7080$

$K_{eq} = \text{antilog}(-3.7080)$

$K_{eq} = 1.95 \times 10^{-4}$

62.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T = 298\text{K}$ ; $\Delta U = -742.4 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H = ?$

$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g \text{RT}$

$\Delta H = \Delta U + (n_p - n_r) \text{ RT}$

$$\Delta H = -742.4 + \left(2 - \frac{3}{2}\right) \times 8.314 \times 10^{-3} \times 298$$

$= -742.4 + (0.5 \times 8.314 \times 10^{-3} \times 298)$

$= -742.4 + 1.24$

$= -741.16 \text{ kJ mol}^{-1}$

63.

தீர்வு

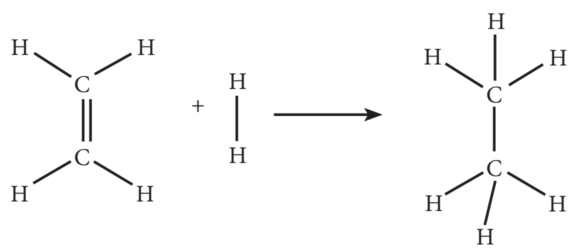
கொடுக்கப்பட்டவை

$E_{C-H} = 414 \text{ kJ mol}^{-1}$

$E_{C-C}$ = 347 kJ mol$^{-1}$

$E_{C=C}$ = 618 kJ mol$^{-1}$

$E_{H-H}$ = 435 kJ mol$^{-1}$



எத்திலீன் ஈத்தேன்

$\Delta H_r = \Sigma$ (பிணைப்பு ஆற்றல்)$_r$

$- \Sigma$ (பிணைப்பு ஆற்றல்)$_p$

$\Delta H_r = (E_{C=C} + 4E_{C-H} + E_{H-H})$

$- (E_{C-C} + 6E_{C-H})$

$\Delta H_r = (618 + (4 \times 414) + 435)$

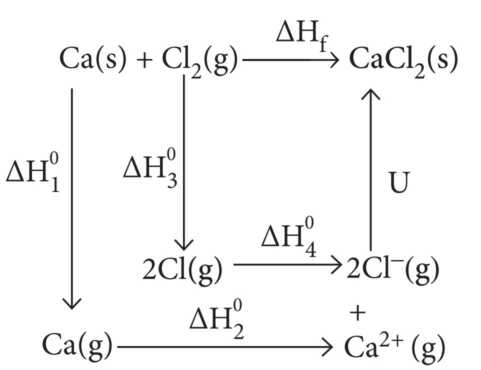
$- (347 + (6 \times 414))$

$\Delta H_r = 2709 - 2831$

$\Delta H_r = -122$ kJ mol$^{-1}$

64.

தீர்வு




$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$

$+ 2\,\Delta H_4 + u$

$-795 = 121 + 2422 + 242.8$

$+ (2 \times -355) + u$

$-795 = 2785.8 - 710 + u$

$-795 = 2075.8 + u$

$u = -795 - 2075.8$

$u = -2870.8$ kJ mol$^{-1}$

65.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H_f(Fe_2O_3) = -741$ kJ mol$^{-1}$

$\Delta H_f(CO) = -137$ kJ mol$^{-1}$

$\Delta H_f(CO_2) = -394.5$ kJ mol$^{-1}$

$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2 \quad \Delta Hr=?$

$\Delta Hr = \Sigma(\Delta H_f)_{\text{வினைவிளை பொருள்}} - \Sigma (\Delta H_f)_{\text{வினைபடு பொருள்}}$

$\Delta Hr = [2\,\Delta H_f(Fe) + 3\Delta H_f(CO_2)]$

$- [\Delta H_f(Fe_2O_3) + 3\Delta H_f(CO)]$

$\Delta Hr = [0 + 3(-394.5)]$

$- [-741 + 3(-137)]$

$\Delta Hr = [-1183.5] - [-1152]$

$\Delta Hr = -1183.5 + 1152$

$\Delta Hr = -31.5$ kJ mol$^{-1}$

66.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T = 175^0\,C = 175 + 273 = 448K$

1 – பென்டைனின் செறிவு

[A] = 1.3%

2 – பென்டைனின் செறிவு

[B] = 95.2%

1,2– பென்டாடையீனின் செறிவு

[C] = 3.5%

சமநிலையில்

$B \rightleftharpoons A$

95.2%  1.3% $\Rightarrow$

$K_1 = \frac{1.3}{95.2} = 0.0136$

$B \rightleftharpoons C$

95.2%  3.5% $\Rightarrow$

$K_2 = \frac{3.5}{95.2} = 0.0367$

$\Rightarrow \Delta G_1^0 = -2.303\ RT \log K_1$

$\Delta G_1^0 = -2.303 \times 8.314 \times 448 \times \log 0.0136$

$\Delta G_1^0 = +16010\ J$

$\Delta G_1^0 = +16\ kJ$

$\Rightarrow \Delta G_2^0 = -2.303\ RT \log K_2$

$\Delta G_2^0 = -2.303 \times 8.314 \times 448 \times \log 0.0367$

$\Delta G_2^0 = +12312\ J$

$\Delta G_2^0 = +12.312\ kJ$

67.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T = 33K$

$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

| | $N_2O_4$ | $\rightleftharpoons$ | $2NO_2$ |
|---|---|---|---|
| ஆரம்ப் மோல்கள் | 100 | | 0 |
| சிதைவுற்ற மோல்கள் | 50 | | - |
| மீதமுள்ள மோல்கள் | 50 | | 100 |
| மொத்த மோல்கள் | 150 மோல்கள் | | |
| $P_{N_2O_4} = \frac{n_{N_2O_4}}{n_{N_2O_4} + n_{NO_2}} . P$<br>$P_{N_2O_4} = \frac{50\ mol}{150\ mol} .1\ atm$<br>$P_{N_2O_4} = 0.333\ atm$<br>$P_{NO_2} = \frac{n_{NO_2}}{n_{N_2O_4} + n_{NO_2}} . P$<br>$P_{NO_2} = \frac{100\ mol}{150\ mol} .1\ atm$<br>$P_{NO_2} = 0.667\ atm$ | $K_P = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}}$<br>$K_P = \frac{(0.667)^2\ atm^2}{0.333\ atm}$<br>$K_P = 1.336\ atm$<br>$\Delta G^0 = -2.303\ RT \log K_P$<br>$\Delta G^0 = -2.303\ X\ 8.314\ X\ 33\ X\ \log 1.336$<br>$\Delta G^0 = -79.49\ J\ mol^{-1}$ | | |

68.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H_f^0\ (SO_2) = -297\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta H_f^0\ (SO_3) = -396\ kJ\ mol^{-1}$

$SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow SO_3 \quad \Delta H_r^0 = ?$

$\Delta H_r^0 = (\Delta H_f^0)_{compound} - \Sigma (\Delta H_f)_{elements}$

$$\Delta H_r^0 = \Delta H_f^0 (SO_3) - \left( \Delta H_f^0 (SO_2) + \frac{1}{2} \Delta H_f^0 (O_2) \right)$$

$\Delta H_r^0 = -396\ kJ\ mol^{-1} - (-297\ kJ\ mol^{-1} + 0)$

$\Delta H_r^0 = -396\ kJ\ mol^{-1} + 297$

$\Delta H_r^0 = -99\ kJ\ mol^{-1}$

69.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T = 298\ K$

$\Delta H = 400\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta S = 0.2\ KJ\ K^{-1}\ mol^{-1}$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$T = 2000\ K$

$\Delta G = 400 - (0.2 \times 2000) = 0$

$\Delta H = 400\ KJ\ mol^{-1}$, $T > 2000\ K$ எனில் $\Delta G$ எதிர்க்குறி மதிப்பை பெறும். அதாவது 2000K வெப்பநிலைக்கு மேல் மட்டுமே வினை ஆனது தன்னிச்சையாக நிகழும்

**70.**

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T = 298K$

$\Delta G_r^0 = -13.6\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta G^0 = -2.303\ RT \log K_{eq}$

$$\log K_{eq} = \frac{-\Delta G^0}{2.303\ RT}$$

$$\log K_{eq} = \frac{13.6 \times 10^3\ J\ mol^{-1}}{2.303 \times 8.314 \times 10^{-3} JK^{-1}\ mol^{-1} \times 298\ K}$$

$\log K_{eq} = 2.38$

$K_{eq} = \text{antilog}\ (2.38)$

$K_{eq} = 239.88$

71.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H_C (CH_4) = -890\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta H_C (C_2H_4) = -1423\ kJ\ mol^{-1}$

கொடுக்கப்பட்ட கலவை x லிட்டர் மீத்தேனையும் (3.67 – x) லிட்டர் எத்திலீனையும் கொண்டுள்ளதாகக் கருதுக.

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

x லி x லி

$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

(3.67–x)லி 2(3.67 – x) லி

வினைப்பட்ட ஆக்சிஜனின் கனஅளவு = x + 2 (3.67–x) = 6.11 லிட்டர்

$x + 7.34 - 2x = 6.11$

$7.34 - x = 6.11$

x = 1.23 லிட்டர்

கொடுக்கப்பட்டக் கலவையானது 1.23 லிட்டர் மீத்தேனையும் 2.44 லிட்டர் எத்திலீனையும் கொண்டுள்ளது. எனவே

$$\Delta H_C = \left[\frac{\Delta H_C (CH_4)}{22.4} \times (x)\right] + \left[\frac{\Delta H_C (C_2H_4)}{22.4} \times (3.67 - x)\right]$$

$$\Delta H_C = \left[\frac{-890\ kJ\ mol^{-1}}{22.4} \times 1.23\right] + \left[\frac{-1423}{22.4} \times (3.67 - 1.23)\right]$$

$\Delta H_C = [-48.87\ kJ\ mol^{-1}] + [-155 kJ\ mol^{-1}]$

$\Delta H_C = -203.87\ kJ\ mol^{-1}$



AllUnitsKey - Sridhar.indd 312 07-01-2021 15:49:00

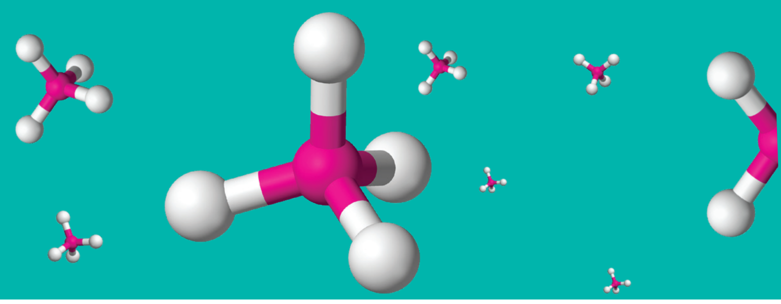
# மேற்கோள் நூல்கள்

1. Basic concept of chemistry, L. J. Malone, T. O. Dolter, 8$^{th}$ Edition.
2. Chemistry in your life, Colin Baird, 2$^{nd}$ Edition.
3. Chemistry structure and properties, N. J. Tro, 2$^{nd}$ Edition.
4. General chemistry, R. Chang, 5$^{th}$ Edition.
5. Introductory chemistry for today, S. L. Seagal, M. R. Slabaugh, 8$^{th}$ Edition.
6. Basic Inorganic Chemistry, F. A. cotton, G. Wilkinson and P. L. Gaus, 3$^{rd}$ Edition.
7. Inorganic chemistry principles structure and reactivity, O. K. Medhi, E. A. Keiter, J. E. Huheey, R. L. Keiter, 4$^{th}$ Edition.
8. Inorganic chemistry, A. K. De.
9. Inorganic chemistry, Holleman-wiberg, 1$^{st}$ Edition.
10. Elements of physical chemistry, P. Atkins, 7$^{th}$ Edition.
11. Physical chemistry, I. Levine, 6$^{th}$ Edition..
12. Physical chemistry, G. Mortimer, 3$^{rd}$ Edition.
13. Advanced organic chemistry, Reactions, Mechanism and structure, J. March, 4$^{th}$ Edition.
14. Advanced organic chemistry, A. Bahl.
15. Introduction to organic chemistry, J. McMurry, 7$^{th}$ Edition.
16. Organic Chemistry, I.L Finar, 5$^{th}$ Edition.
17. Organic chemistry, R. T. Morrison, R. N. Boyd, 7$^{th}$ Edition.
18. Organic chemistry, L. G. Wade, 8$^{th}$ Edition.
19. Organic chemistry, J. McMurry, 9$^{th}$ Edition.
20. Organic chemistry, F. A.Carey, 10$^{th}$ Edition.
21. Environmental chemistry, R. P. Schwarzenbach, P. M. Gschwend, D. M. Imboden, 3$^{rd}$ Edition.



AllUnitsKey - Sridhar.indd 313 07-01-2021 15:49:00

# சொற்களஞ்சியம் A-Z



| | |
|---|---|
| Absolute zero | தனிச்சுழி |
| Absorption spectra | உட்கவர் நிறமாலை |
| Adiabatic process | வெப்பம் மாறாச் செயல்முறை |
| Alkali metals | கார உலோகங்கள் |
| Alkaline earth metals | காரமண் உலோகங்கள் |
| Allotropes | புறவேற்றுமை வடிவங்கள் |
| Amphoteric | ஈரியல்புள்ள |
| amu | அணு நிறை அலகு |
| Anion | எதிர்மின் அயனி |
| Anode ray | நேர்மின்வாய்க் கதிர் |
| Anomalous | முரண்பட்ட |
| Aqueous solution | நீர்க் கரைசல் |
| Armor plates | கவச தட்டு |
| Artificial silk | செயற்கைப் பட்டு |
| Baking soda | சமையல் சோடா |
| Boundary | எல்லை |
| Bunsen flame | புன்சன் சுடர் |
| Catalyst | வினையூக்கி |
| Cathode ray | எதிர்மின்வாய்க் கதிர் |
| Cation | நேர் மின் அயனி |
| Caustic soda | எரிசோடா |
| Combustion | எரிதல் |
| Compression | சுருங்கச் செய்தல் |
| Concept | கொள்கை |
| Covalent radius | சகப்பிணைப்பு ஆரம் |
| Critical constants | நிலைமாறு மாறிலிகள் |
| Decomposition | சிதைதல் |
| Diagonal relation | மூலைவிட்டத் தொடர்பு |
| Diffusion | விரவுதல் |
| Dipole moment | இருமுனைத் திருப்புத்திறன் |



11th Std Chemistry_Gloss - Sridhar.indd 314 07-01-2021 15:51:29

| | |
|---|---|
| Direct proportion | நேர்விகிதத் தொடர்பு |
| Discharge tube | மின்னிறக்க குழாய் |
| Disproportionation | விகிதச் சிதைவு |
| Dual behavior | ஈரியல்புத் தன்மை |
| Efficiency | திறன் |
| Electron affinity | எலக்ட்ரான் நாட்டம் |
| Electronegativity | எலக்ட்ரான் கவர்திறன் |
| Electrostatic attraction | நிலைமின்னியல் கவர்ச்சி |
| Emission spectra | உமிழ் நிறமாலை |
| Empirical formula | எளிய விகித வாய்ப்பாடு |
| Equivalent mass | சமான நிறை |
| Excited state | கிளர்வு நிலை |
| Expansion | விரிவடைதல் |
| Fertilizers | உரங்கள் |
| Formation | உருவாக்கம் |
| Gaseous state | வாயு நிலைமை |
| Ground state | அடிநிலை (சாதாரண நிலை) |
| Hard water | கடின நீர் |
| Hardness | கடினத்தன்மை |
| Heat capacity | வெப்ப ஏற்புத்திறன் |
| Heavy water | கன நீர் |
| Heterogeneous mixture | பலபடித்தான கலவை |
| Homogeneous mixture | ஒருபடித்தான கலவை |
| Hydrogen bonding | ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு |
| Ideal gases | நல்லியல்பு வாயுக்கள் |
| Inter molecular | மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட |
| Inner transition metals | உள் இடைநிலைத் தனிமங்கள் |
| Insoluble | கரையாத்தன்மை |
| Internal energy | அக ஆற்றல் |
| Ion exchange | அயனிப் பரிமாற்றம் |
| Ionic radius | அயனி ஆரம் |
| Ionisation energy | அயனியாக்கும் ஆற்றல் |
| Irreversible | மீளாச் செயல்முறை |
| Isobaric process | அழுத்தம் மாறாச் செயல்முறை |
| Isochoric process | கனஅளவு மாறாச் செயல்முறை |
| Isoelectronic species | ஒத்த எலக்ட்ரான் அமைப்பு கொண்ட கூறுகள் |
| IUPAC | *International Union of Pure and Applied Chemistry* |
| Lather | நுரை |

| | |
|---|---|
| Lattice energy | படிகக் கூடு ஆற்றல் |
| Laundering | சலவை செய்தல் |
| Lime stone | சுண்ணாம்புக் கல் $CaCO_3$ |
| Linear | நேர்கோட்டு வடிவம் |
| Lone pair | தனித்த இரட்டை |
| Matter | பொருண்மை |
| Milk of lime | சுண்ணாம்புப் பால்– $Ca(OH)_2$ |
| Milk of magnesia | மெக்னீஷியா பால்மம் $Mg(OH)_2$ |
| Naphthalene balls | நாஃப்தலீன் உருண்டை (இரசக் கற்பூரம்) |
| Negligible | புறக்கணிக்கத்தக்க |
| Neutralisation | நடுநிலையாக்கல் |
| nm | நேநோ மீட்டர் |
| Non-spontaneous process | தன்னிச்சையற்ற செயல்முறை |
| Octahedron | எண்முகி |
| Octaves | எட்டு எண்ணிக்கை கொண்ட தொகுதி *(a group of eight)* |
| Octet rule | எண்ம விதி |
| Operator | செயலி |
| Oxidation | ஆக்ஸிஜனேற்றம் |
| Oxidation number | ஆக்ஸிஜனேற்ற எண் |
| Path function | வழிச் சார்பு |
| Periodic table | ஆவர்த்தன அட்டவணை |
| Photoelectric effect | ஒளிமின் விளைவு |
| Plaster of Paris | பாரீஸ் சாந்து |
| pm | பிகோ மீட்டர் |
| Polarisation | முனைவாக்கல் |
| Polarisibility | முனைவாக்கும் திறன் |
| Polyatomic molecule | பல்லணு மூலக்கூறு |
| Precipitate | வீழ்படிவு |
| Quantity | பொருளின் அளவு |
| Quick lime | சுட்ட சுண்ணாம்பு-*CaO* |
| Radioactive elements | கதிரியக்கத் தனிமங்கள் |
| Reagent | வினைக் கரணி |
| Redox | ஆக்ஸிஜனேற்ற-ஒடுக்கம் |
| Reduction | ஒடுக்கம் |
| Relative atomic mass | ஒப்பு அணு நிறை |
| Reversible process | மீள் செயல்முறை |
| Saturated solution | நிறைவுற்ற கரைசல் |
| Scattering | சிதறடித்தல் |



11th Std Chemistry_Gloss - Sridhar.indd 316 07-01-2021 15:51:29

| | |
|---|---|
| Shielding effect | மறைத்தல் விளைவு |
| SI unit | *System International* அலகு |
| Slaked lime - $Ca(OH)_2$ | நீர்த்த சுண்ணாம்பு |
| Soluble | கரையக்கூடிய |
| Sparingly soluble | பகுதியாக கரையும் தன்மை |
| Spin | தற்சுழற்சி |
| Spontaneous process | தன்னிச்சைச் செயல்முறை |
| State function | நிலைச்சார்பு |
| Sublimation | பதங்கமாதல் |
| Surroundings | சுற்றுப்புறம் |
| Synthesis | தொகுத்தல் |
| Tetrahedron | நான்முகி |
| Thermal equilibrium | வெப்பச் சமநிலை |
| Trans uranium elements | யுரேனியத்தை தொடர்ந்து வரும் தனிமங்கள் |
| Transition metals | இடைநிலைத் தனிமங்கள் |
| Triads | மும்மைகள் |
| Uncertainty | நிச்சயமற்ற தன்மை |
| Unified mass | வரையறுக்கப்பட்ட நிறை |
| Universe | அண்டம் |
| Unsaturated compound | நிறைவுறாச் சேர்மம் |
| Valence electrons | இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் |
| Valency | இணைதிறன் |
| Vapour pressure | ஆவி அழுத்தம் |
| Vapourisation | ஆவியாதல் |
| Viscosity | பாகுநிலைத்தன்மை |
| Wave function | அலைச் சார்பு |

## மேல்நிலை முதலாம் ஆண்டு – வேதியியல்
## பாடநூல் ஆக்கம்

**பாடப்புல வல்லுநர்கள் மற்றும் மேலாய்வாளர்கள்**

**நல் அறிவுரைஞர்**

முனைவர் E.முருகன்
பேராசிரியர் மற்றும் துறைத் தலைவர்
இயற்வேதியியல் துறை
சென்னை பல்கலைக்கழகம்
கிண்டி வளாகம், சென்னை

முனைவர் M. பழனிச்சாமி
பேராசிரியர் (ஓய்வு), வேதியியல் துறை
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை

முனைவர் V.சுப்ரமணியம்
பேராசிரியர் (ஓய்வு), வேதியியல் துறை
பச்சையப்பன் கல்லூரி, சென்னை

முனைவர் P. செல்வம்
பேராசிரியர், வேதியியல் துறை
இந்திய தொழில்நுட்பக் கழகம் – சென்னை

முனைவர் மங்கள சுந்தர் கிருஷ்ணன்
பேராசிரியர், வேதியியல் துறை
இந்திய தொழில்நுட்பக் கழகம் – சென்னை

பேராசிரியர் B. விஸ்வநாதன்
உதவி பேராசிரியர் (ஓய்வு)
வேதியியல் துறை, இந்திய தொழில்நுட்பக் கழகம்
சென்னை

பேராசியர் V.R. விஜயராகவன்
பேராசிரியர் மற்றும் துறைத் தலைவர் (ஓய்வு)
இயற்வேதியியல் துறை
சென்னை பல்கலைக்கழகம்

முனைவர் U. வெங்கட சுப்பிரமணியன்
முதுநிலை உதவிப் பேராசிரியர்
சாஸ்த்ரா நிகர்நிலைப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

**பாட வல்லுநர் மற்றும் ஒருங்கிணைப்பாளர்**

பூபதி இராஜேந்திரன்,
துனை இயக்குனர்
தொடக்கக் கல்வி இயக்ககம்
சென்னை

**கலை மற்றும் வடிவமைப்புக் குழு**

**பக்க வடிவமைப்பு**
அடிசன் ராஜ்
மதன் ராஜ்
சி. பிரசாந்த்
பி. பிரசாந்த்

**In-House - QC**

ராஜேஷ் தங்கப்பன்
ஜெரால்டு வில்சன்

**அட்டை வடிவமைப்பு**– கதிர் ஆறுமுகம்

**ஒருங்கிணைப்பாளர்**
ரமேஷ் முனிசாமி

**பாடநூல் உருவாக்க குழு**

டாக்டர். S. சிதம்பர விநாயகம்
முதல்வர் முத்துகளத்தூர் அரசு கலைக் கல்லூரி
இராமநாதபுரம்

டாக்டர் S. அருள் ஆண்டனி
வேதியியல் துறைத் தலைவர்
மாநிலக் கல்லூரி சென்னை

திரு. S. கண்ணன்
உதவிப்பேராசிரியர் மற்றும் துறைத் தலைவர்
முதுகலை மற்றும் ஆராய்ச்சி துறை
L.N. அரசு க கல்லூரி (தன்னாட்சி)
பொன்னேரி

முனைவர் A.சையத்முகமது
உதவிப்பேராசிரியர்
ஆராய்ச்சி வேதியியல் துறை
சாதகத்துல்லா அப்பா கல்லூரி
திருநெல்வேலி

முனைவர் K. முருக பூபதி ராஜா
உதவிப் பேராசிரியர்
இயற்வேதியியல் துறை
மதுரை காமராஜ் பல்கலைக்கழகம்

முனைவர் V.S. காயத்ரி
பேராசிரியர் மற்றும் துறை தலைவர்
வேதியியல் துறை
SSN கல்வி நிறுவனங்கள்
காலவாக்கம், சென்னை

முனைவர் P.காமராஜ்
பேராசிரியர் வேதியியல் துறை
வேல்டெக் ஆவடி
சென்னை

திருமதி C.E. ருக்மணி ஜெய்ந்தி
முதுகலை ஆசிரியர் சி. கல்யாணம் மகளிர்
மேல்நிலைப் பள்ளி
சிந்தாதிரிப்பேட்டை, சென்னை

திரு. D. ஜெகன்நாதன்
முதுகலை ஆசிரியர்
S.G.R. அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி
கொசவன்புதூர் வேலூர்

திரு. இரா. சுப்பிரமணியன்
முதுகலை ஆசிரியர்
அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி
மலையப்பாளையம்
கோபிசெட்டிப்பாளையம்,
ஈரோடு

திருமதி. C. மஹாலட்சுமி
முதுகலை ஆசிரியர்
மாகான மேல்நிலைப் பள்ளி சென்னை

திருமதி A. ஹெலன் ஜெயந்தி
முதுகலை ஆசிரியர்
புனித ரபேல் பெண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
சாந்தோம் சென்னை

முனைவர் S.சங்கர்
முதுகலை ஆசிரியர்
அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி
திருப்புக்குழி காஞ்சிபுரம் மாவட்டம்

திரு. S. பாலகுருநாதன்
தலைமை ஆசிரியர் (ஓய்வு)
NLC ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
நெய்வேலி, கடலூர் மாவட்டம்

திரு. L. பல்தசார்
முதுகலை ஆசிரியர் அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி
தொட்டியம் திருச்சி

திரு.K. துரைச்சந்திரன்
முதுகலை ஆசிரியர்
சின்மயா வித்யாலயா மேல்நிலைப் பள்ளி
சின்மயாநகர், விருகம்பாக்கம் சென்னை

திரு.S.சசிகுமார்
முதுகலை ஆசிரியர் க்ரீன் கார்டன் பெண்கள்
மெட்ரிக்குலேஷன் மேல்நிலைப் பள்ளி
பெருந்துறை ஈரோடு

**தகவல் தொழில்நுட்ப ஒருங்கிணைப்பாளர்**

டாக்டர் K. இராஜேந்திரகுமார்
உதவிப் பேராசிரியர் (SR)
வேதியியல் துறை VIT சென்னை

D.வசுராஜ்
பட்டதாரி ஆசிரியர்
ஊராட்சி ஒன்றிய நடுநிலைப் பள்ளி, கொசப்பூர்
புழல் திருவள்ளூர் மாவட்டம்

S.சியாமளா
பட்டதாரி ஆசிரியர்
அரசு ஆதிதிராவிடர் நல உயர்நிலைப்பள்ளி,
புளியந்தோப்பு சென்னை

**Content Readers**

திருமதி R.C. சரஸ்வதி
தலைமை ஆசிரியை
அரசுப் பெண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
அசோக்நகர், சென்னை

முனைவர் M. அல்போன்ஸ்
தலைமை ஆசிரியர் (ஓய்வு)
அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி
சதுரங்கப்பட்டினம்
காஞ்சிபுரம் மாவட்டம்

திரு.G.இராஜேந்திரன்
தலைமை ஆசிரியர் (ஓய்வு)
தந்தை பெரியார் அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி
புழுதிவாக்கம் சென்னை

**Co-ordinator – Logistics**

திரு. P. சங்கரலிங்கம்
முதுகலை ஆசிரியர் அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி
மேலக்கோட்டை மதுரை மாவட்டம்

திரு.A.பழனிவேல்ராஜ்
உதவிப் பேராசிரியர்
மாநிலக் கல்வியியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி நிறுவனம்
சென்னை

இந்நூல் 80ஜி.எஸ்.எம். எலிகண்ட் மேப்லித்தோ தாளில் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.
ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர்:



11th Std Chemistry_Gloss - Sridhar.indd 318 07-01-2021 15:51:29