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(ΔU) மற்றும் என்தால்பி மாற்றம் (ΔH) 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.
- ΔG மற்றும் தன்னிச்சை தன்மையினை தொடர்புபடுத்தி, ΔG^0 மற்றும் சமநிலை மாறிலிக்கு இடையேயான தொடர்பினை நிறுவுதல்.

ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெற இயலும்.

7.1 பாட அறிமுகம்:

Thermodynamics என்னும் சொல்லிற்கு 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.

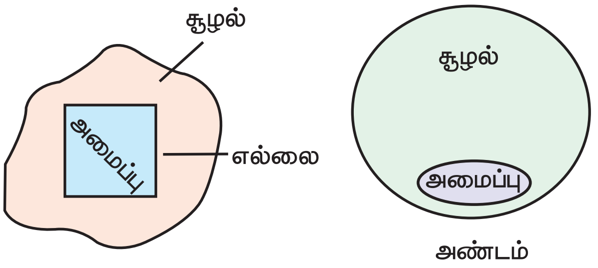
7.2 அமைப்பு மற்றும் சூழல்

வெப்ப இயக்கவியல் விதிகள் மற்றும் அவற்றின் பயன்பாடுகளை கற்கும் முன்னர், வெப்ப இயக்கவியலில் அதிகம் பயன்படுத்தப்படும் முக்கியமான கலைச்சொற்களை புரிந்து கொள்ளுதல் மிக அவசியமானதாகும்.

Unit 7 - jagan.indd 207 4/13/2020 4:04:01 PM

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

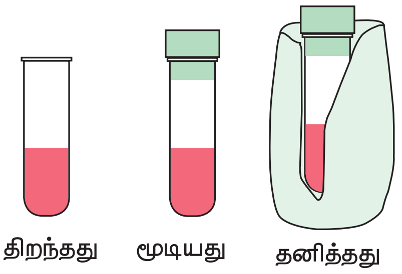
அண்டத்திலுள்ள, அமைப்பின் பகுதியாக இல்லாத அனைத்தும் சூழல் என்றழைக்கப்படுகிறது.

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),

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.

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,ஆரம்பநிலைக்குமீளமுடியாத 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 - jagan.indd 211 4/13/2020 4:04:02 PM

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 (ΔU) 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 ΔU ஆனது எதிர்குறி மதிப்பை பெறும்.

$$\Delta U=U_f - U_i = -ve \quad (U_f < U_i)$$

- ஒரு அமைப்பின் இறுதிநிலை அக ஆற்றலானது (U_f), அதன் ஆரம்பநிலை(U_i) அக ஆற்றலை விட அதிகமாக இருக்கும் நிலையில் ΔU 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 15^0Cக்கு அருகாமையில் உள்ளபோது, ஒரு கிராம் நீரின் வெப்ப நிலையை 1^0C 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.

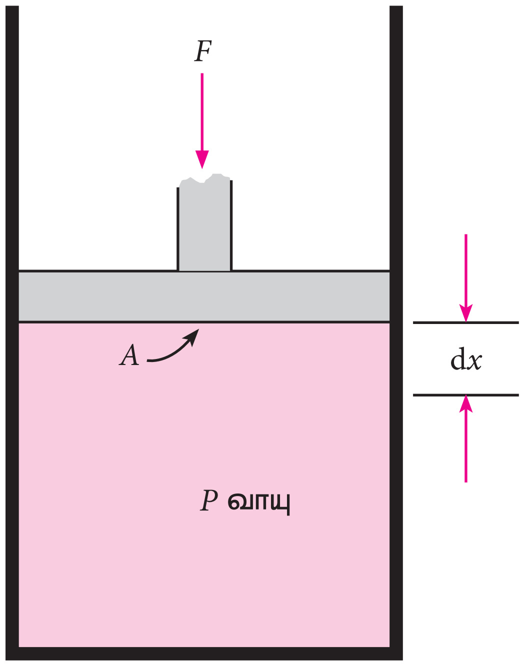
அழுத்தம் – கனஅளவு வேலையை (P-V வேலை) புரிந்துகொள்வதற்காக, ஒரு மோல் நல்லியல்பு வாயுவைக் கொண்டுள்ள A என்ற குறுக்கு வெட்டுப் பரப்புடைய உராய்வற்ற அழுத்தியுடன் (piston) கூடிய கொள்கலனை நாம் கருதுவோம். அமைப்பினுள் உள்ள வாயுவின் தொடக்க கனஅளவு (V_i) மற்றும் அமைப்பினுள் உள்ள வாயுவின் அழுத்தம்(P_{int})

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.

$$w = -F .\Delta x \quad ------------ (7.2)$$

Δx என்பது சுருங்குதலின் போது அழுத்தியானது நகர்ந்த தூரம், மற்றும், F என்பது வாயுவின் மீது செயல்படும் விசை.



படம் 7.3 சுருங்குதல் செயல்முறையோடு தொடர்புடைய வேலை

Unit 7 - jagan.indd 214 4/13/2020 4:04:02 PM

$F \;=\; P_{ext} A\text{----} (7.3)$

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.

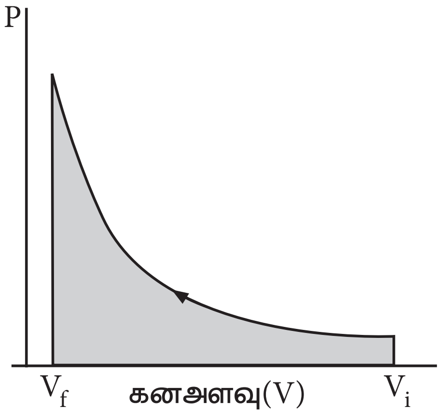
$$w_{rev} = -\int_{V_i}^{V_f} P_{ext}\, dV$$

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_fக்கு 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 - jagan.indd 215 4/13/2020 4:04:03 PM

$$P_{int} V = nRT$$

$$P_{int} = \frac{nRT}{V}$$

$$w_{rev} = -\int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V} dV$$

$$w_{rev} = -nRT \int_{V_i}^{V_f} \left(\frac{dV}{V}\right)$$

$$w_{rev} = -nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

$$w_{rev} = -2.303\ nRT \log\left(\frac{V_f}{V_i}\right) \quad ------- 7.6$$

$V_f > V_i$ (விரிவடைதல்) எனில் செயல்முறையால் செய்யப்பட்ட வேலையானது எதிர்குறி மதிப்புடையது

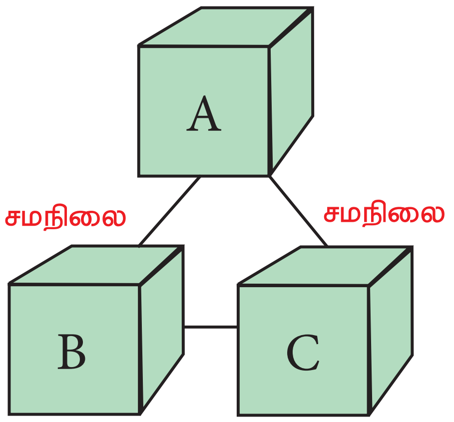
$V_f < V_i$ (சுருங்குதல்) எனில் செயல்முறையால் செய்யப்பட்ட வேலையானது நேர்குறி மதிப்புடையது.

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 கனிதவியல் 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 - jagan.indd 217 4/13/2020 4:04:03 PM

$$\Delta U = q_v$$

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

ΔU =q-w (வெப்பமானது அமைப்பிற்கு கொடுக்கப்படுகிறது (+q) : வேலையானது அமைப்பினால் செய்யப்படுகிறது (-w)

$$\Delta U = q - PdV$$
$$= 400\text{ J} - 1\text{ atm }(10\text{-}5)\text{L}$$
$$= 400\text{ J} - 5\text{ atm L}$$
$$= 400\text{ J} - (5 \times 101.33\text{ J})$$
$$\therefore \quad [1\text{L atm} = 101.33\text{ J}]$$
$$= 400\text{ J} - 506.5\text{ J}$$
$$= -106.5\text{ J}$$

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 - jagan.indd 218 4/13/2020 4:04:03 PM

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 கனஅளவுV_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):

$$PV_f = n_f RT \text{ --------- } (7.15)$$

(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	ΔH_f^0 (kJ mol^{-1})	சேர்மம்	ΔH_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 ΔH_r ஆனது தகுந்த குறியீட்டு மற்றும் அலகுடன் குறிப்பிடப்பட வேண்டும்.

(iii) ஒரு வேதிவினையின் மறுதலை வினையை (reverse reaction) கருதும்போது, அவ்வினையின் ΔHன்

Unit 7 - jagan.indd 220 4/13/2020 4:04:03 PM

எண் மதிப்பை மாற்றாமல், குறியீட்டை மட்டும் மாற்றி குறிப்பிடப்படுகிறது.

(iv) ஒரு வினையின் ΔH 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 ΔH_r^0 மதிப்பு எதிர்குறியை பெற்றிருந்தால் அவ்வினை வெப்பம் உமிழ் வினைஎனவும், ΔH_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 திட்ட வினை என்தால்பி (ΔH_r^0) மதிப்பினை, திட்ட உருவாதல் என்தால்பி (ΔH_f^0) மதிப்புகளிலிருந்து பெறுதல்.

அனைத்து வினைபடு பொருட்கள் மற்றும் வினைவிளை பொருட்களும் அவற்றின், திட்ட நிலைகளில் உள்ளபோது, அவ்வினையின் என்தால்பி மாற்றம், திட்டவினை என்தால்பி எனப்படுகிறது. இவை ΔH குறியீட்டிற்கு 0-வை மேல் ஒட்டாக சேர்த்து ΔH^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.

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 ΔH_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 ΔH_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-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

$$c = \left(\frac{q}{m\,(T_2 - T_1)}\right) \quad \text{--------} (7.18)$$

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.

$$c = q$$

Unit 7 - jagan.indd 222 4/13/2020 4:04:04 PM

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_Vஐ விட அதிகம்.

ΔU மற்றும் ΔH 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, ΔH 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 100^0Cக்கு வெப்பப்படுத்தும் போது ΔU மற்றும் ΔH 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

$$\Delta U = n\, C_v (T_2 - T_1)$$

$$\Delta U = 4 \times 21 \times (373 - 273)$$

$$\Delta U = 8400 \text{ J}$$

$$\Delta U = 8.4 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = n\, Cp (T_2 - T_1)$$

$$\Delta H = 4 \times 29 \times (373 - 273)$$

$$\Delta H = 11600 \text{ J}$$

$$\Delta H = 11.6 \text{ kJ}$$

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 ΔU மற்றும் ΔH 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)

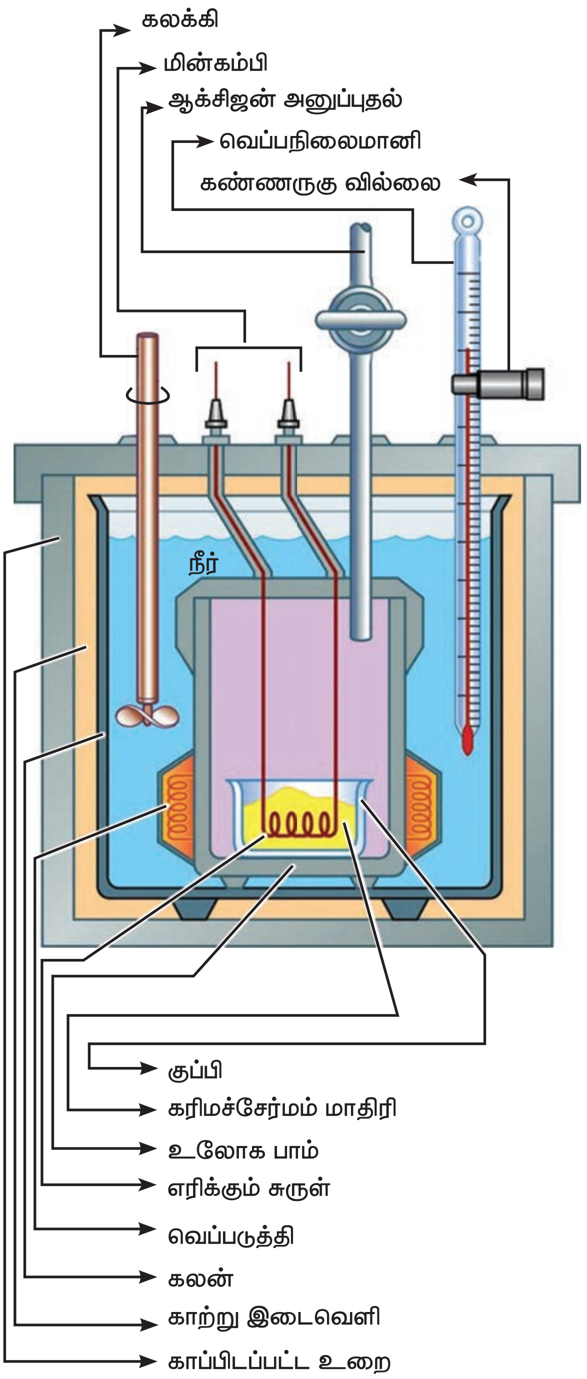
ii) மாறாத அழுத்தத்தில் (q_p)

Unit 7 - jagan.indd 224 4/13/2020 4:04:05 PM

(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(ΔU_c^0) சமம்.

இவ்வினையில் உருவான வெப்பத்தின் அளவானது(ΔU_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 - jagan.indd 225 4/13/2020 4:04:06 PM

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.

$$\Delta H_C^0{}_{(\text{அழுத்தம்})} = \Delta U_C^0{}_{(\text{கனஅளவு})} + \Delta n_g RT$$

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.

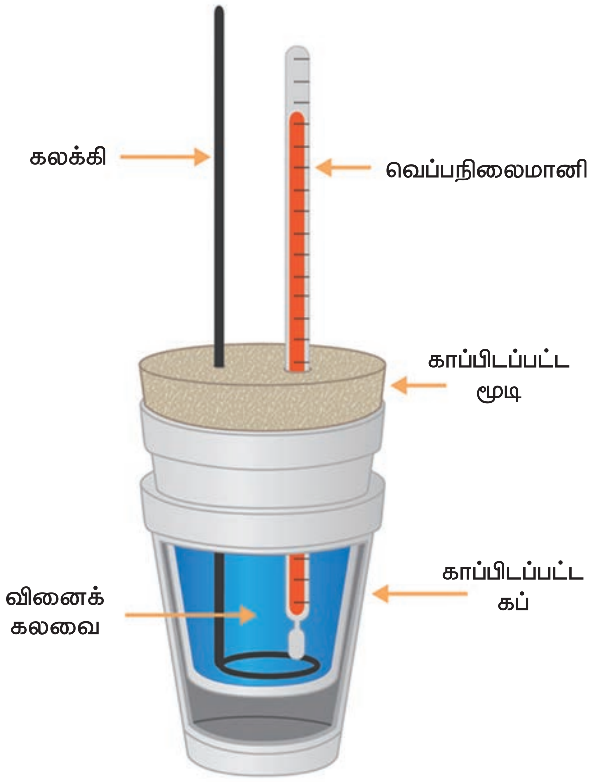
(ஆ) ΔH அளவிடுதல்

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

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 (ΔU) மதிப்பு–1406 kJ .

தீர்வு:

எத்திலீன் எரிதல் வினையை பின்வருமாறு எழுதலாம்

$$C_2H_4\,(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2\,(g) + 2H_2O(l)$$

$$\Delta U \quad = -1406 \text{ kJ}$$

$$\Delta n \quad = n_{p(g)} - n_{r(g)}$$

$$\Delta n \quad = 2 - 4 \;= -2$$

$$\Delta H \quad = \Delta U + RT\Delta n_g$$

$$\Delta H \quad = -1406 + (8.314 \times 10^{-3} \times 300 \times (-2)$$

$$\Delta H \quad = -1410.9 \text{ kJ}$$

தன்மதிப்பீடு

3) மாறாத கனஅளவில் பென்சீனின் எரிதல் வினைக்கான தரவுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. மாறாத அழுத்தத்தில் வினையின் எரிதல் வெப்பத்தை கணக்கிடுக. $C_6H_6(l) + 7½\ O_2(g) \rightarrow$

$6CO_2(g) + 3\ H_2O(l)$

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 (ΔH_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

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$$

$$\Delta H^0 = -285.8 \text{ kJ mol}^{-1} \text{---(ii)}$$

$$C_{(\text{கிராஃபைட்})}(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

$$\Delta H^0 = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1} \text{--- (iii)}$$

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

$$\Delta H^0 = -890.4 \text{ kJ mol}^{-1} \text{--- (iv)}$$

தேவைப்படும் சமன்பாடு (i)ல் மீத்தேன்,

Unit 7 - jagan.indd 227 4/13/2020 4:04:07 PM

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.

$$HCl\,(aq) + KOH(aq) \rightarrow KCl\,(aq) + H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\,57.32\ kJ$$

$$HNO_3(aq) + KOH(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\,57.32\ kJ$$

$$H_2SO_4(aq) + 2KOH(aq) \rightarrow$$

$$K_2SO_4(aq) + 2\,H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\,57.32\ kJ\ x\ 2$$

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

Unit 7 - jagan.indd 228 4/13/2020 4:04:07 PM

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:

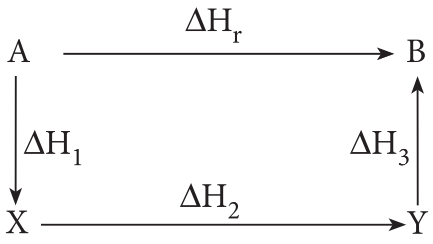
வினையானது மாறாத கன அளவில் அல்லது மாறாத அழுத்தத்தில் நிகழ்த்தப்படுவதைப் பொறுத்து அவ்வினைகளால் ஏற்படும் வெப்ப மாற்றமானது

Unit 7 - jagan.indd 229 4/13/2020 4:04:07 PM

வினைவிளை பொருட்கள், மற்றும் வினைபடு பொருட்களின் அகஆற்றல் வேறுபாடு (ΔU) அல்லது வெப்பப்பொதிவு (ΔH) க்கு சமமாக இருக்கும் என நாம் முன்னரே கற்றறிந்தோம். ΔU மற்றும் ΔH 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.



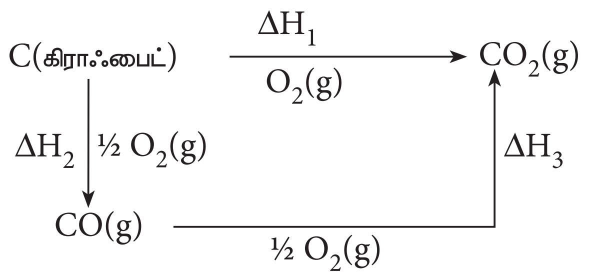
$$\Delta H_r = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

ஹெஸ் விதியின்பயன்பாடுகள்:

என்தால்பி மதிப்புகளை எளிதில் அளவிட முடியாத வினைகளுக்கு ஹெஸ்விதியை பயன்படுத்தி வினை என்தால்பி மதிப்புகளைக் கணக்கிடலாம். எடுத்துக்காட்டாக கிராஃபைட்டை, தூய CO ஆக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைய செய்யும் வினையின் வினை என்தால்பி மதிப்பை அளவிடுதல் மிக கடினமாகும். எனினும் கிராஃபைட்டை, 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 கிராஃபைட்டிலிருந்து 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.

$$NaCl(s) \rightarrow Na^+(g) + Cl^-(g)$$

$$\Delta H_{\text{படிகக்கூடு}} = +788 \text{kJ mol}^{-1}$$

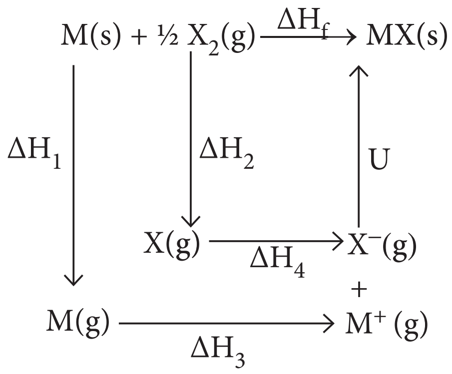
மேற்காண் சமன்பாட்டிலிருந்து ஒரு மோல் NaCl படிகத்திலுள்ள Na^+ மற்றும்

Unit 7 - jagan.indd 230 4/13/2020 4:04:07 PM

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.



ΔH_1 - M(s) லிருந்து M(g) ஆக பதங்கமாதலின் வெப்பம்

ΔH_2- $\frac{1}{2} X_2$ (g) லிருந்து X(g) ஆக பிரிகையுறும் ஆற்றல்

ΔH_3- M(g) லிருந்து M^+(g)ஆகமாற தேவைப்படும் அயனியாக்க ஆற்றல்

ΔH_4 - X(g) ஆனது X^-(g) ஆக மாற்றமடையும் செயல்முறையின் எலக்ட்ரான் நாட்ட மதிப்பு.

U - திண்ம MX உருவாதலின் படிக்கூடு ஆற்றல்.

ΔH_f -தனிமங்களிலிருந்து நேரடியாக MX உருவாகும் வினையின் என்தால்பி மாற்றம் (உருவாதல் என்தால்பி).

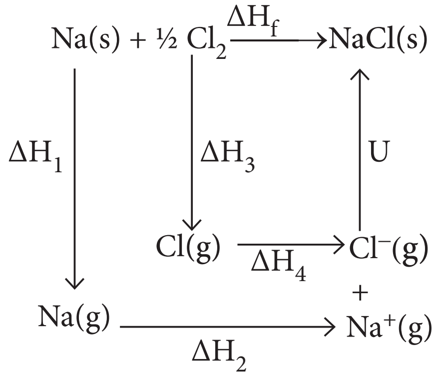
ஹெஸ்ஸின் வெப்பம் மாறா கூட்டல் விதிப்படி

$$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + U$$

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.



ΔH_f = சோடியம் குளோரைடின் உருவாதல் வெப்பம் = – 411.3 kJ mol^{-1}

ΔH_1 = Na(S) ன் பதங்கமாதல் வெப்பம் = 108.7 kJ mol^{-1}

Unit 7 - jagan.indd 231 4/13/2020 4:04:08 PM

ΔH_2 = Na(g) ன்அயனியாக்கும்ஆற்றல் = 495.0 kJ mol^{-1}

ΔH_3 = $Cl_2(g)$ ன்பிரிகைஆற்றல் = 244 kJ mol^{-1}

ΔH_4 = Cl(g) ன் எலக்ட்ரான் நாட்டம் = – 349.0 kJ mol^{-1}

U = NaCl ன் படிக்கூடு ஆற்றல்

$$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \frac{1}{2}\Delta H_3 + \Delta H_4 + U$$

$$\therefore U = \left(\Delta H_f\right) - \left(\Delta H_1 + \Delta H_2 + \frac{1}{2}\Delta H_3 + \Delta H_4\right)$$

$$\Rightarrow U = (-411.3) - (108.7 + 495.0 + 122 - 349)$$

$$U = (-411.3) - (376.7)$$

$$\therefore \; U = -788 \text{ kJ mol}^{-1}$$

படிகக்கூடு ஆற்றல் மதிப்பிலுள்ள இந்த எதிர்குறியானது, வாயுநிலையிலுள்ள Na^+மற்றும்Cl^-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 $kJmol^{-1}$, 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 21^0C 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) 127^0C மற்றும் 47^0C 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:

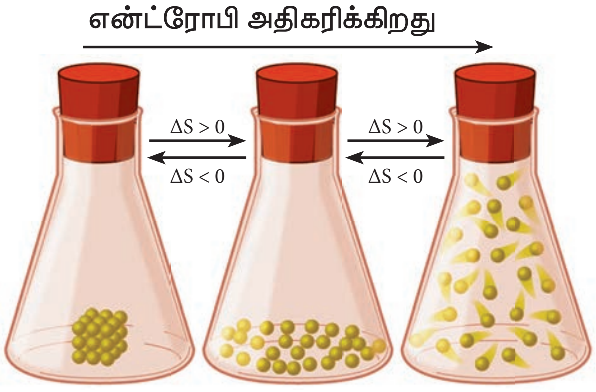
என்ட்ரோபி (S) என்பது பரிமாறப்பட்ட வெப்ப ஆற்றலை (q), வெப்பநிலையால் (T) வகுக்க கிடைப்பது ஆகும்.எனவே என்ட்ரோபியின் SI அலகு J K^{-1}.

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

Unit 7 - jagan.indd 234 4/13/2020 4:04:09 PM

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 ஒழுங்கற்றதன்மை (என்ட்ரோபி) அதிகரிக்கிறது.



படம்7.8 ஒழுங்கற்ற தன்மை அதிகரித்தல் – விளக்கப்படம்

திட்ட என்ட்ரோபி மாற்றம் (ΔS^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 (ΔS_r^0) கணக்கிட முடியும்.

$$\Delta S_r^0 = \Sigma S^0_{\text{வினைவிளைப்பொருட்கள்}} - \Sigma S^0_{\text{வினைபடுப்பொருட்கள்}} \quad \text{------ (7.30)}$$

திட்ட உருவாதல் என்ட்ரோபி :

"திட்ட நிலைமைகளில், ஒரு மோல் சேர்மம், அதன் தனிமங்களிலிருந்து உருவாகும்போது ஏற்படும் என்ட்ரோபி மாற்றம், திட்ட உருவாதல் என்ட்ரோபி என வரையறுக்கப்படுகிறது. இது ΔS_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}.

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 ΔH_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 ΔH_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 - jagan.indd 236 4/13/2020 4:04:11 PM

தன்மதிப்பீடு

7) 351K வெப்பநிலையில் 1 மோல் எத்தனாலை ஆவியாக்கும் போது நிகழும் என்ட்ரோபி மாற்றத்தைக்கணக்கிடுக. எத்தனாலின் மோலார் ஆவியாதல் வெப்பமதிப்பு 39.84 kJ mol^{-1}.

7.11 கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் (G)

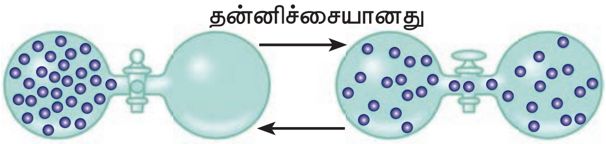
வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதியின் ஒரு முக்கியப் பயனானது, குறிப்பிட்ட நிபந்தனைகளின் கீழ் ஒரு வினையின் தன்னிச்சைத் தன்மையினைக் கண்டறிதல் ஆகும். குறிப்பிட்ட நிபந்தனையில், எந்தவித புறத்தூண்டு விசையின் உதவியும் இல்லாமல் ஒரு செயல்முறை நிகழுமாயின் அச்செயல்முறை தன்னிச்சை செயல்முறை எனவும், அவ்வாறு இல்லையெனில் 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

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.

$$G_2 - G_1 = (H_2 - H_1) - T(S_2 - S_1)$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \text{------} (7.36)$$

ΔG–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 - jagan.indd 238 4/13/2020 4:04:11 PM

$-(\Delta G) > 0$

எனவே ஒரு தன்னிச்சை செயல்முறைக்கு

$\Delta G < 0$

i.e. $\Delta H - T\Delta S < 0$ ------(7.37)

ΔH (அமைப்பு)என்பது வினையின் என்தால்பி மாற்றம், ($T\Delta S$ (அமைப்பு)) என்பது பயனுள்ள வேலையை செய்வதற்கு கிடைக்காத ஆற்றல் எனப்படுகிறது. எனவே, ΔG 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. (ΔH எதிர்குறிஉடையது)

- ஒரு செயல்முறையின் என்ட்ரோபி மாற்றம் நேர்குறி மதிப்பை பெற்றிருந்தால், அச்செயல் முறையானது தன்னிச்சையாக நிகழலாம்.(ΔS நேர்குறிஉடையது)

- ஒரு வினை தன்னிச்சையாக நிகழ, மேற்கூறிய இரண்டின் தொகுப்பான

Unit 7 - jagan.indd 239 4/13/2020 4:04:12 PM

கட்டிலா ஆற்றல் மதிப்பு கண்டிப்பாக எதிர்குறியை பெற்றிருக்க வேண்டும். அதாவது ஒரு வினை தன்னிச்சையாக நிகழ்வதற்கு தேவையான நிபந்தனை $\Delta H - T\Delta S < 0$ என்பதாகும்.

அட்டவணை 7.5 வினைகளின் தன்னிச்சை தன்மைமீது வெப்ப நிலையின் விளைவு

ΔH_r	ΔS_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 ΔH மற்றும் ΔS 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 - jagan.indd 240 4/13/2020 4:04:12 PM

$$CO + \left(\frac{1}{2}\right) O_2 \rightarrow CO_2$$

$$\Delta G^0_{\text{வினை}} = \sum G^0_{f\ \text{வினைவிளை பொருட்கள்}} - \sum G^0_{f\ \text{வினைபடு பொருட்கள்}}$$

$$\Delta G^0_{\text{வினை}} = \left[G^0_{CO_2}\right] - \left[G^0_{CO} + \frac{1}{2} G^0_{O_2}\right]$$

$$\Delta G^0_{\text{வினை}} = -394.4 + [137.2 + 0]$$

$$\Delta G^0_{\text{வினை}} = -257.2\ \text{kJ mol}^{-1}$$

கொடுக்கப்பட்ட வெப்பநிலையில் $\Delta G^0_{\text{வினை}}$ மதிப்பு எதிர்குறியை பெறுகிறது, எனவே வினை தன்னிச்சையாக நிகழும்.

தன்மதிப்பீடு

8) 300K வெப்ப நிலையில் ஒரு வேதி வினையின் ΔH மற்றும் ΔS மதிப்புகள் முறையே -10 kJmole^{-1} மற்றும் -20Jdeg^{-1} mole^{-1} எனில், வினையின் ΔG மதிப்புயாது? ΔH மற்றும்ΔS மதிப்புகள் மாறிலிகள் என கருதி 600 K வெப்ப நிலையில் வினையின்ΔG மதிப்பை கணக்கிடுக. வினையின் தன்மையை கண்டறிக.

7.11.2திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றத்திற்கும் ΔG^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 (ΔG) அவ்வினையின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றத்துடன் (ΔG^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 ΔG^0 காண்க, திட்டஅழுத்த அலகுகளில் இவ்வினையின் K_p மதிப்பு 2.47×10^{-29}

தீர்வு:

$$\Delta G^0 = -2.303\ RT \log K_p$$

இங்கு

$$R = 8.314\ JK^{-1}mol^{-1}$$

$$K_p = 2.47 \times 10^{-29}$$

$$T = 298K$$

$\Delta G^0 = -2.303(8.314)(298)\log(2.47\times10^{-29})$

$\Delta G^0 = 163229\ \text{Jmol}^{-1}$

$\Delta G^0 = 163.229\ \text{KJ mol}^{-1}$

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.

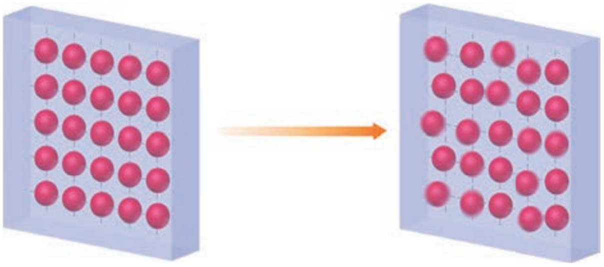
நாம் இந்த திண்ம படிகங்களை மென்மேலும் குளிர்விக்கும் போது, படிக அணிக்கோவை தளங்களில் அமர்ந்துள்ள மூலக்கூறுகளின் அதிர்வு குறைந்து கொண்டே செல்லும். மேலும் அவைகள் மிகக் குறைவாக நகரும் உரிமையை கொண்டிருக்கும். (மிக குறைவான ஒழுங்கற்றதன்மை) எனவே என்ட்ரோபி மிக குறைவான மதிப்பை பெற்றிருக்கும்.

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 - jagan.indd 242 4/13/2020 4:04:13 PM

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 - jagan.indd 243 4/13/2020 4:04:13 PM

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 அல்லது 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.

Unit 7 - jagan.indd 245 4/13/2020 4:04:14 PM

மதிப்பீடு

I சரியான விடையைத் தெரிவு செய்க.

1. மாறாத வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் சூழலுடன் பரிமாறிக் கொள்ளப்படும் வெப்பத்தின் அளவு

அ) ΔE ஆ) ΔH இ) ΔS ஈ) ΔG

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. ≥ 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 1×10^{-3} m^3 கனஅளவிலிருந்து 1×10^{-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

10. C(வைரம்) → C(கிராஃபைட்), ΔH எதிர்குறியுடையது இது குறிப்பிடுவது

அ. வைரத்தை விட கிராஃபைட் அதிக நிலைப்புதன்மைகொண்டது

ஆ. வைரத்தைவிட கிராஃபைட் 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 ΔH 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 ΔHன் 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 - jagan.indd 247 4/13/2020 4:04:14 PM

17 . $C(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H^0 = -a$ kJ; $2\,CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ $\Delta H^0 = -b$ kJ; எனில் $C(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g)$ என்ற வினைக்கு ΔH^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, ΔS 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 - jagan.indd 248 4/13/2020 4:04:15 PM

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 ΔH மற்றும் ΔS 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) ΔH மற்றும் ΔS இரண்டும் நேர்குறி மதிப்பை பெற்றிருக்கும்போது

ii) ΔH மற்றும் ΔS இரண்டும் எதிர்குறி மதிப்பை பெற்றிருக்கும்போது

iii) ΔH குறைகிறது ஆனால் ΔS 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 - jagan.indd 249 4/13/2020 4:04:15 PM

40. ஒரு வினையின் சமநிலை மாறிலி மதிப்பு 10 எனில் ΔG 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 ΔH க்கும் ΔUக்கும் 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 - jagan.indd 250 4/13/2020 4:04:15 PM

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 (^0C)	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 ΔS=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 ΔS^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 - jagan.indd 251 4/13/2020 4:04:15 PM

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 ΔG^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.

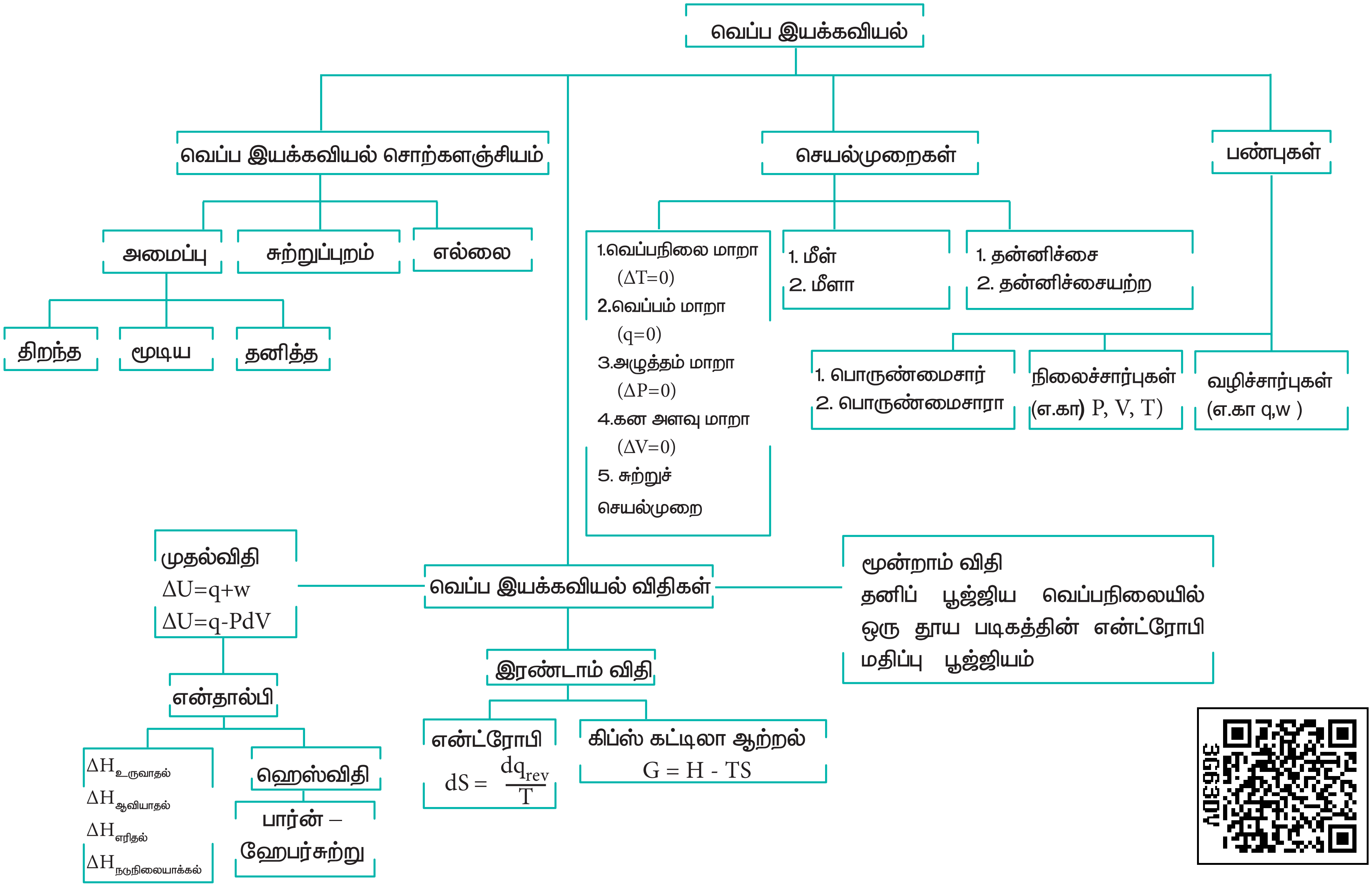
69. 298 K வெப்பநிலையில் :$2A + B \rightarrow C$ வினையின் $\Delta H = 400\ KJ\ mol^{-1}$, $\Delta S = 0.2\ KJK^{-1}\ mol^{-1}$ எனில் வினை தன்னிச்சையாக நிகழ தேவையான வெப்பநிலையை கணக்கிடுக.

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 ΔG_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 $\Delta H_C(C_2H_4) = -1423\ kJ\ mol^{-1}$

Unit 7 - jagan.indd 252 4/13/2020 4:04:17 PM

கருத்துவிளக்கப்படம்



Unit 7 - jagan.indd 253
4/13/2020 4:04:17 PM

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.indd 254 4/13/2020 7:05:18 PM

அடிப்படை மாறிலிகள்

அவகாட்ரோ எண்	N	6.022×10^{23}
அணுநிறை அலகு அல்லது ஒருமைப்படுத்தப்பட்ட அணுநிறை	amu (or) u	1.660×10^{-27} kg
ஒளியின் வேகம்	c	2.997×10^{8} m s^{-1}
அடிப்படை மின்சுமை அல்லது எலக்ட்ரானின் மின்சுமை	e	1.602×10^{-19} C
பிளாங்க் மாறிலி	h	6.626×10^{-34} Js
எலக்ட்ரானின் நிறை	m_e	9.109×10^{-31} kg
புரோட்டானின் நிறை	m_p	1.672×10^{-27} kg
நியூட்ரானின் நிறை	m_n	1.674×10^{-27} kg
போர் ஆரம்	a_0	0.529 Å
ரிட்பெர்க் மாறிலி	R_∞	1.097×10^{5} cm^{-1}
வாயு மாறிலி	R	8.314 J K^{-1} mol^{-1} 0.082 L atm K^{-1} mol^{-1} 1.987 cal K^{-1} mol^{-1} 62.36 L mmHg K^{-1} mol^{-1} 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.indd 255 4/13/2020 7:05:18 PM

அலகுகளுக்கிடையே மாற்றம் செய்தல்

1 Å	=	10^{-10} m		
1 atm	=	101.325 kPa	=	1.01325×10^{5} N m^{-2}
1 atm	=	1.01325×10^{5} J m^{-3}	=	760 Torr (mmHg)
1 eV	=	1.60219×10^{-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.indd 256 4/13/2020 7:05:18 PM

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.indd 257 4/13/2020 7:05:18 PM

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.indd 258 4/13/2020 7:05:18 PM

	ΔH_f^0 (kJ mol^{-1})	ΔG_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.indd 259 4/13/2020 7:05:18 PM

கார உலோக ஹாலைடுகளின் படிகக்கூடு என்தால்பி (-ΔH⁰ 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.indd 260 4/13/2020 7:05:19 PM

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

$$= \frac{1\,\text{mole}}{273\,\text{K} \times 1\,\text{atm} \times 22.4\,\text{L}} \times 0.224\,\text{L} \times 273\,\text{K} \times 3\,\text{atm}$$

$$= \quad 0.03\,\text{mole}$$

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

$$= \frac{\text{மோலார் நிறை}}{\text{1 மோல் ஆக்சிஜனேற்றியால் ஏற்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை}}$$

$$= \frac{294.2\ g\ mol^{-1}}{6\ \ eq\ mol^{-1}}$$

$$= \mathbf{49.0\ g\ eq^{-1}}$$

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.indd 262 4/13/2020 7:05:20 PM

கணக்கிடப்பட்ட எளிய விகித
வாய்ப்பாட்டு நிறை

$$= (16\times 4) + (24 \times 2) + 88$$

$$= 64 + 48 + 88 = 200$$

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

$$\therefore n = \frac{400}{200}$$

$$= 2$$

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

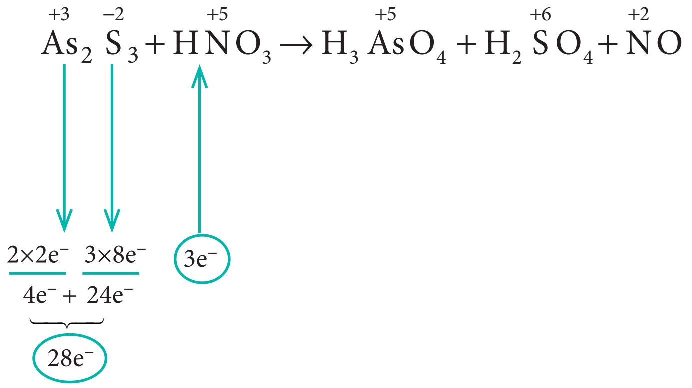
வினைக் கட்டுப்பாட்டுக் காரணி : **x**

உருவான விளைபொருள் : 16 மோல்கள் ***l*** மற்றும் 4 மோல்கள் **m**

கூடுதலாக எஞ்சியுள்ள வினைபடு பொருள் : 3 மோல்கள் y

AllUnitsKey.indd 263 4/13/2020 7:05:20 PM

8.



வினைபடு பொருள் உள்ள பகுதியில் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையை சமன்படுத்துக

$\Rightarrow$ $3\ As_2\ S_3 + 28\ HNO_3 \rightarrow H_3AsO_4 + H_2SO_4 + NO$

வினைபடு பொருட்களுள்ள பகுதியின் அடிப்படையில் வினைவிளை பொருளை சமன்படுத்துக

$\Rightarrow$ $3\ As_2\ S_3 + 28\ HNO_3 \rightarrow 6\ H_3AsO_4 + 9\ H_2SO_4 + 28\ NO$

வினைவிளை பொருள் பகுதி :36 ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் & 88 ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள்

வினைபடு பொருள் பகுதி :28 ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் & 84 ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள்

வேறுபாடானது 8 ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் & ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள்

$\therefore$ 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) 6.022×10^{20}
7. (இ) 16 %
8. (இ) 0.075

AllUnitsKey.indd 264 4/13/2020 7:05:20 PM

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) 6.022×10^{24} நீர் மூலக்கூறுகள்

14. (அ) NO

15. (அ) 6.022×10^{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.indd 265 4/13/2020 7:05:20 PM

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 6.022×10^{23}.

4. வினை 1 : $2\ C + O_2 \rightarrow 2\ CO$

2×12 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

= 6.022×10^{23}

1 நீர்த்துளியில் காணப்படும் நீர் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை(10^{-3} மோல்)

= $6.022 \times 10^{23} \times 10^{-3}$

AllUnitsKey.indd 266 4/13/2020 7:05:21 PM

$= \mathbf{6.022 \times 10^{20}}$

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_2ஐத் தரும்.

மாதிரியினுடைய தூய்மைத் தன்மையின் சதவீதம் $= \frac{100\,\%}{44\text{ g }CO_2} \times 36.96\text{ g }CO_2$

$= 84\,\%$

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.indd 267 4/13/2020 7:05:21 PM

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 6.022×10^{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

$$= \frac{7.5\text{ g}}{5.6\text{ L}} \times 22.4\text{ L} = 30\text{ g}$$

NO - ன் மோலார் நிறை (14+16) = 30g

15. ஒரு அம்மோனியா (NH_3) மூலக்கூறில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை (7 + 3) = 10

அம்மோனியா மோல்களின் எண்ணிக்கை = $\dfrac{\text{நிறை}}{\text{மோலார் நிறை}}$

$$= \frac{1.7\text{g}}{17\text{ g mol-1}}$$

= 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. $\overset{+3}{S}_2O_4^{2-} < \overset{+4}{S}O_3^{2-} < \overset{+5}{S}_2O_6^{2-} < \overset{+6}{S}O_4^{2-}$

17. $\overset{2+}{Fe}\,\overset{3+}{C}_2O_4 \longrightarrow \overset{3+}{Fe} + \overset{+4}{C}O_2$

AllUnitsKey.indd 268 4/13/2020 7:05:22 PM

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

= 612.5×10^{-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.indd 269 4/13/2020 7:05:22 PM

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.

எத்திலீனில் உள்ள கார்பனின் சதவீதம் $(C_2H_4) = \frac{\text{கார்பனின் நிறை}}{\text{மோலார்நிறை}} \times 100$

$$= \frac{24}{28} \times 100 = 85.71\,\%$$

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 மோல் CO_2 –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.indd 270 4/13/2020 7:05:22 PM

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.indd 271 4/13/2020 7:05:23 PM

38.

சேர்மம்	மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு	எளிய விகித வாய்ப்பாடு
∴ பிரக்டோஸ்	$C_6 H_{12} O_6$	CH_2O
கா.ஃபின்	$C_8 H_{10} N_4 O_2$	$C_4 H_5 N_2 O$

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.indd 272 4/13/2020 7:05:23 PM

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.

$$H_2\overset{-1}{O_2} + Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + H_2\overset{-2}{O}$$

H_2O_2: $\uparrow$ $(1e^- \times 2)$; Fe^{2+}: $\downarrow$ $1e^-$

$$1\, H_2O_2 + 2Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + H_2O$$

$$\Rightarrow \quad H_2O_2 + 2Fe^{2+} + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + 2H_2O$$

AllUnitsKey.indd 273 4/13/2020 7:05:24 PM

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	$\frac{6.22}{1} = 6.22$	$\frac{6.22}{0.31} = 20$

AllUnitsKey.indd 274 4/13/2020 7:05:26 PM

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 = மோலார் நிறை / கணக்கிடப்பட்ட எளிய விகித வாய்ப்பாட்டு நிறை = 322 / 322 = 1

$$\left[\begin{array}{l} Na_2 S H_{20} O_{14} \\ = (2 \times 23) + (1 \times 32) + (20 \times 1) + 14\,(16) \\ = 46 + 32 + 20 + 224 \\ = 322 \end{array}\right]$$

மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு $= Na_2 S H_{20} O_{14}$

சேர்மத்திலுள்ள அனைத்து ஹைட்ரஜனும் , நீர் மூலக்கூறுகளாக உள்ளதால்,

∴ 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)

$$K\overset{+7}{M}nO_4 + Na_2 \overset{+4}{S} O_3 \longrightarrow \overset{+4}{M}nO_2 + Na_2 \overset{+6}{S} O_4 + KOH$$

$\uparrow 3e^-$ $\quad \downarrow 2e^-$

$$\Rightarrow \mathbf{2KMnO_4 + 3Na_2SO_3} \longrightarrow MnO_2 + Na_2SO_4 + KOH$$

$$\Rightarrow 2KMnO_4 + 3Na_2SO_3 \longrightarrow \mathbf{2MnO_2 + 3Na_2SO_4} + KOH$$

$$\Rightarrow 2KMnO_4 + 3Na_2SO_3 + \mathbf{H_2O} \longrightarrow 2MnO_2 + 3Na_2SO_4 + \mathbf{2KOH}$$

(iii)

$$\overset{0}{Cu} + H\overset{+5}{N}O_3 \longrightarrow \overset{+2}{Cu}(NO_3)_2 + \overset{+4}{N}o_2 + H_2O$$

$$\underset{2e^-}{\downarrow} \qquad \underset{1e^-}{\uparrow}$$

$$\mathbf{Cu + 2HNO_3} \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$$

$$Cu + 2HNO_3 + \mathbf{2HNO_3} \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + \mathbf{2NO_2} + 2H_2O$$

$$Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

(iv)

$$K\overset{+7}{M}nO_4 + H_2\overset{+3}{C_2}O_4 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + \overset{+2}{M}nSO_4 + \overset{+4}{C}O_2 + H_2O$$

$$\underset{5e^-}{\downarrow} \qquad \underset{1e^- \times 2}{\uparrow}$$

$$\mathbf{2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4} + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + CO_2 + H_2O$$

$$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + \mathbf{2MnSO_4 + 10CO_2} + H_2O$$

$$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$$

45. (i) அரை வினைகள்

$$\overset{+7}{M}nO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} \quad .... (1)$$

and $$Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} \quad .... (2)$$

$$(1) \Rightarrow \quad MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

$$(2) \Rightarrow \quad Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2e^-$$

$$(1) \times 2 \Rightarrow \quad 2MnO_4^- + 16H^+ + \cancel{10e^-} \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

$$(2) \times 5 \Rightarrow \quad 5\,Sn^{2+} \longrightarrow 5Sn^{4+} + \cancel{10e^-}$$

$$\Rightarrow \quad 2MnO_4^- + 5Sn^{2+} + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5Sn^{4+} + 8H_2O$$

AllUnitsKey.indd 276 4/13/2020 7:05:29 PM

(ii)

$$\overset{+3}{C_2}O_4^{2-} \longrightarrow \overset{+4}{C}O_2 \quad \text{.................} (1)$$

$$\overset{+6}{Cr_2}O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+} \quad \text{.................} (2)$$

$$(1) \Rightarrow \quad C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2\,CO_2 + 2\,e^- \quad \text{.................} (3)$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O \quad \text{.................} (4)$$

$$(3) \times 3 \Rightarrow \quad 3\,C_2O_4^{2-} \longrightarrow 6\,CO_2 + \cancel{6\,e^-} \quad \text{.................} (5)$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,e^- \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H^2O \quad \text{.................} (4)$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 3\,C_2O_4^{2-} + 14\,H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 6\,CO_2 + 7\,H_2O$$

(iii) **அரை வினைகள்**

$$S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} \quad \text{...............} (1)$$

$$\Rightarrow \quad I_2 \longrightarrow I^- \quad \text{...............} (2)$$

$$(1) \Rightarrow \quad 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + \cancel{2e^-} \quad \text{...............} (3)$$

$$(2) \Rightarrow \quad I_2 + \cancel{2e^-} \longrightarrow 2I^- \quad \text{...............} (4)$$

$$(3) + (4) \Rightarrow \quad 2S_2O_3^{2-} + I_2 \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$$

(iv) **அரை வினைகள்**

$$\overset{0}{Zn} \longrightarrow Zn^{2+} \quad \text{...............} (1)$$

$$\overset{+5}{N}O_3^- \longrightarrow \overset{+2}{N}O \quad \text{...............} (2)$$

$$(1) \Rightarrow \quad Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^- \quad \text{...............} (3)$$

$$(2) \Rightarrow \quad NO_3^- + 3e^- + 4H^+ \longrightarrow NO + 2H_2O \quad \text{...............} (4)$$

$$(3) \times 3 \Rightarrow \quad 3Zn \longrightarrow 3Zn^{2+} + \cancel{6e^-} \quad \text{...............} (5)$$

$$(4) \times 2 \Rightarrow \quad 2NO_3^- + \cancel{6e^-} + 8H^+ \longrightarrow 2NO + 4H_2O \quad \text{...............} (6)$$

$$3Zn + 2NO_3^- + 8H^+ \longrightarrow 3Zn^{2+} + 2NO + 4H_2O$$

AllUnitsKey.indd 277 4/13/2020 7:05:31 PM

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 $\lambda = \frac{h}{mv}$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$$

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

$$\frac{h}{4\pi} = \frac{6.626\times10^{-34}}{4\times3.14}kgm^2s^{-1}$$

$$\frac{h}{4\pi} = 5.28\times10^{-35}$$

$$\Delta x\,.\,\Delta p \geq 5.28\times10^{-35}$$

$$\Delta x\,.\,m.\Delta v \geq 5.28\times10^{-35}$$

$$\Rightarrow \Delta x \geq \frac{5.28\times10^{-35}\,kgm^2s^{-1}}{9.1\times10^{-31}\,kg\times5.7\times10^{5}\,ms^{-1}}$$

$$\Rightarrow \Delta x \geq 1.017\times10^{-10}\,m$$

AllUnitsKey.indd 278 4/13/2020 7:05:32 PM

3. n = 4

$l = 0, 1, 2, 3$

∴ 4 துணைக் கூடுகள் s, p, d & f.

$l = 0$ $m_l = 0 \Rightarrow$ ஒரு 4s ஆர்பிட்டால்கள்.

$l = 1$ $m_l = -1, 0, +1 \Rightarrow$ மூன்று 4p ஆர்பிட்டால்கள்.

$l = 2$ $m_l = -2, -1, 0, +1, +2 \Rightarrow$ ஐந்து 4d ஆர்பிட்டால்கள்.

$l = 3$ $m_l = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3 \Rightarrow$ 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

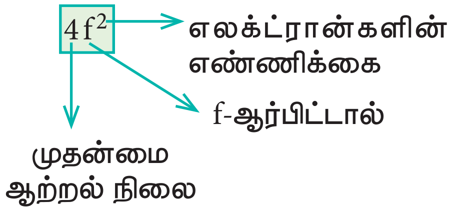
$3d^5$

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.indd 279 4/13/2020 7:05:32 PM

மதிப்பீடு

I சரியான விடையினைத் தெரிவு செய்க:

1. (இ) 30
2. (இ) 4.42 x 10^{-18} J
3. (ஆ) $\lambda_1 = 2\lambda_2$
4. (ஈ) ஸ்டார்க் விளைவு
5. (ஆ)
6. (ஈ) n=6 to 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 x 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. $E = h\nu = hc/\lambda$

$$= \frac{6.626\times10^{-34}\ \text{J s}\times3\times10^{8}\ \text{m s}^{-1}}{45\times10^{-9}\ \text{m}}$$

$$= 4.42\times10^{-18}\ \text{J}$$

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.indd 280 4/13/2020 7:05:33 PM

6. n = 6 to n=5

$E_6 = -13.6 / 6^2$; $E_5 = -13.6 / 5^2$

$E_6 - E_5 = (-13.6/6^2) - (-13.6/5^2)$

$= 0.166$ eV $atom^{-1}$

$E_5 - E_4 = (-13.6/5^2) - (-13.6/4^2)$

$= 0.306$ 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.indd 281 4/13/2020 7:05:33 PM

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. $m = 100\ g = 100\ x\ 10^{-3}\ kg$

$v = 100\ cm\ s^{-1} = 100\ x\ 10^{-2}\ m\ s^{-1}$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$= \frac{6.626 \times 10^{34}\ Js^{-1}}{100 \times 10^{-3}\ kg \times 100 \times 10^{-2}\ ms^{-1}}$$

$$= 6.626 \times 10^{-33}\ ms^{-1}$$

$$= 6.626 \times 10^{-31}\ cms^{-1}$$

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 $l = 0, 1, 2, 3$

நான்கு துணைக் கூடுகள் $\Rightarrow$ s, p, d, f

$l = 0$ $m_l = 0$; ஒரு 4s ஆர்பிட்டால்.

$l = 1$ $m_l = -1, 0, +1$; 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

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.indd 282 4/13/2020 7:05:34 PM

34.

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

$$\Delta x.\,\Delta p \geq 5.28\times10^{-35}\,Kgm^2s^{-1}$$

$$\Delta x.\,(m\Delta v) \geq 5.28\times10^{-35}\,Kgm^2s^{-1}$$

கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை $\Delta v = 0.1\%$

$v = 2.2 \times 10^6\ ms^{-1}$

$m = 9.1 \times 10^{-31}\ Kg$

$$\Delta v = \frac{0.1}{100}\times2.2\times10^6\,ms^{-1}$$

$$= 2.2\times10^3\,ms^{-1}$$

$$\therefore \Delta x \geq \frac{5.28\times10^{-35}\,Kgm^2s^{-1}}{9.1\times10^{-31}\,Kg\times2.2\times10^3\,ms^{-1}}$$

$$\Delta x \geq 2.64\times10^{-8}\,m$$

35. ஆக்ஸிஜனின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

$1s^2$	$2s^2$	$2p^4$		
⥮	⥮	⥮	↿	↿
		$2p_x$	$2p_y$	$2p_z$

∴ 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 =

$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$			$3s^2$	$3p^5$		
⥮	⥮	⥮	⥮	⥮	⥮	⥮	⥮	↿
						$3p_x$	$3p_y$	$3p_z$

15th எலக்ட்ரான் $3P_Z$ ஆர்பிட்டாலில் உள்ளது

$n = 3,\ l = 1,\ m_l = 0$ மற்றும் $m_s = +1/2$

36.

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

$$n = 3 \quad E_3 = \frac{-13.6}{3^2} = \frac{-13.6}{9} = -1.51\,eV\ atom^{-1}$$

$$n = 4 \quad E_4 = \frac{-13.6}{4^2} = \frac{-13.6}{16} = -0.85\ eV\ atom^{-1}$$

$\Delta E = (E_4 - E_3) = (-0.85) - (-1.51)$ eV atom^{-1}

$= (-0.85 + 1.51)$

$= 0.66$ eV atom^{-1}

$(1eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J)$

$\Delta E = 0.66 \times 1.6 \times 10^{-19}\ J$

$\Delta E = 1.06 \times 10^{-19}\ J$

$hv = 1.06 \times 10^{-19}\ J$

$$\frac{hc}{\lambda} = 1.06\times10^{-19}\,J$$

$$\therefore \lambda = \frac{hc}{1.06\times10^{-19}\,J}$$

$$= \frac{6.626\times10^{-34}\,JS\times3\times10^8\,ms^{-1}}{1.06\times10^{-19}\,J}$$

$$\lambda = 1.875\times10^{-6}\,m$$

37. கொடுக்கப்பட்டவை : ஒரு டென்னிஸ் பந்தின் டி பிராக்ளி அலை நீளம் 5400 Å.

$m = 54$ g

$v = ?$

$$\lambda = \frac{h}{mV}$$

$$V = \frac{h}{m\lambda}$$

$$V = \frac{6.626\times10^{-34}\,JS}{54\times10^{-3}\,Kg\times5400\times10^{-10}\,m}$$

$$V = 2.27\times10^{-26}\,ms^{-1}$$

AllUnitsKey.indd 283 4/13/2020 7:05:35 PM

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.

$n = 4$ $\quad l = 1$ $\quad m_l = +1$ 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 ${}^{37}_{17}Cl^-$

45)

$$r_n = \frac{(0.529)n^2}{z}\ \mathring{A} \qquad E_n = \frac{-13.6\,(z^2)}{n^2}\ \text{ev atom}^{-1}$$

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

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$= \frac{6.626\times10^{-34}\,kgm^2s^{-1}}{1.673\times10^{-27}\,kg\times2.85\times10^{8}\,ms^{-1}}$$

$$\lambda = 1.389\times10^{-15} \Rightarrow \lambda = 1.389\times10^{-5}\,\mathring{A}$$

$$[\because 1\mathring{A} = 10^{-10}m]$$

47) m = 160 g = 160 × 10^{-3} kg

$$v = 140\ km\ hr^{-1} = \frac{140\times10^3}{60\times60}\,ms^{-1}$$

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

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mev}}$$

$$= \frac{6.626\times10^{-34}\,Kgm^2s^{-1}}{\sqrt{2\times9.1\times10^{-31}\,Kg\times100\times1.6\times10^{-19}\,J}}$$

$$\lambda = 1.22\times10^{-10}\,m$$

AllUnitsKey.indd 285 4/13/2020 7:05:37 PM

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 தொகுதியிலுள்ள் 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 தொகுதியிலுள்ள் 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.indd 286 4/13/2020 7:05:38 PM

∴ 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,

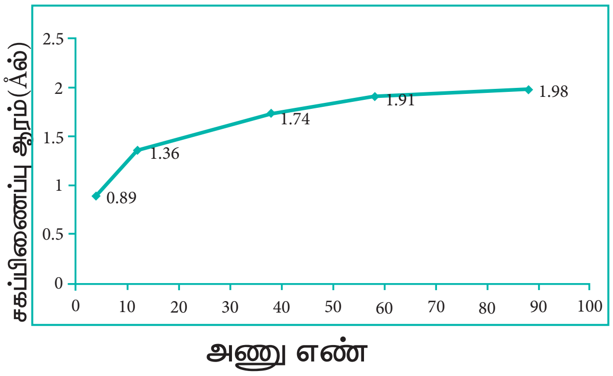
$\frac{348\ kJ}{35.5\ \not{g}} \times 17.75\ \not{g}$ ஆற்றலை வெளியிடுகிறது.

∴ வெளிப்பட்ட ஆற்றலின் அளவு $= \frac{348}{2}$

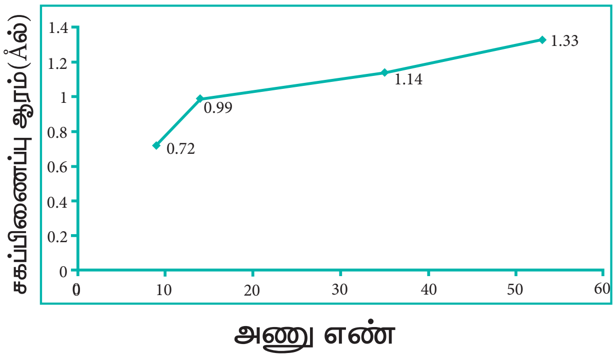
$= 174\ kJ$

செயல்பாடு : 3.1

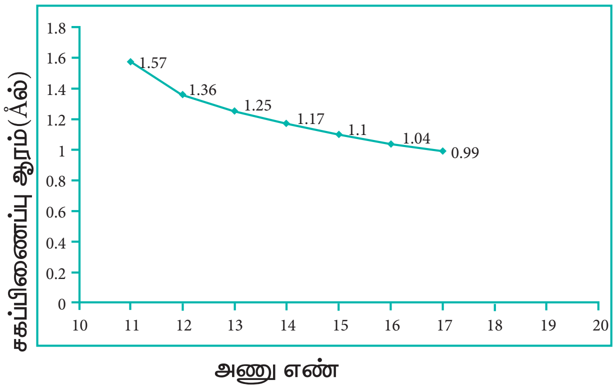
சகப்பிணைப்பு ஆரம் – 2 வது தொகுதி தனிமங்கள்



சகப்பிணைப்பு ஆரம் – 17 வது தொகுதி தனிமங்கள்

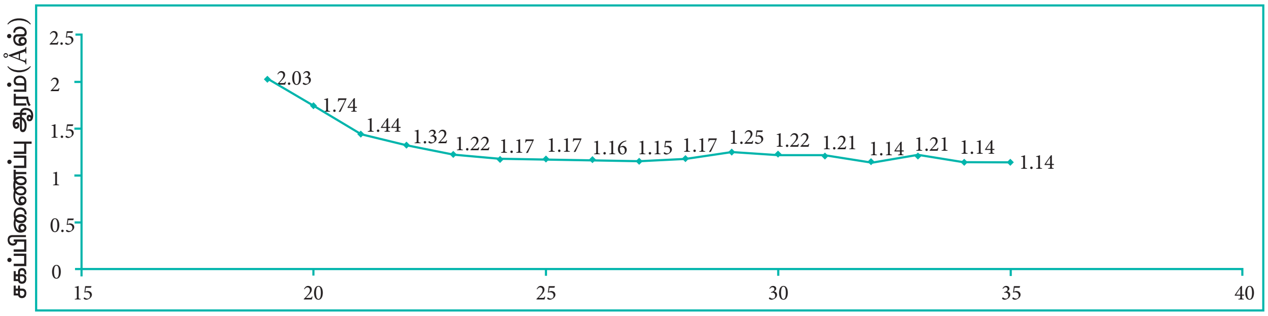


சகப்பிணைப்பு ஆரம் – 3வது வரிசை தனிமங்கள்



சகப்பிணைப்பு ஆரம் – 4வது வரிசை தனிமங்கள்

AllUnitsKey.indd 287 4/13/2020 7:05:39 PM



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

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_2ஐத் 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 ஆக்ஸைடு

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.indd 289 4/13/2020 7:05:39 PM

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 × 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

= (நார்மாலிட்டி × H_2O_2 ன் சமமான நிறை × 22.4) / 68

= நார்மாலிட்டி × $\frac{17 \times 22.4}{68}$

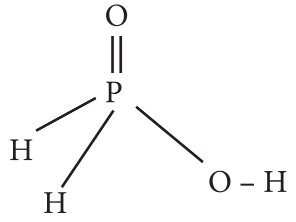
ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடின் கனஅளவுச் செறிவு

= 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.

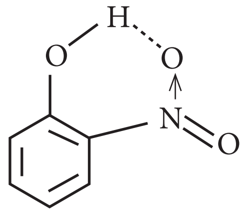


வாய்ப்பு (இ) ஒரு காரத்துவ அமிலம்

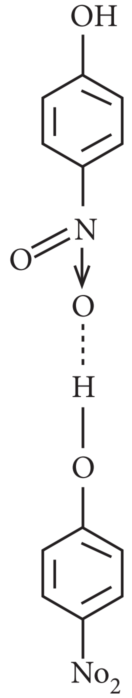
18) (அ) 4 ஹைட்ரஜன் அணுக்களால் நான்முகி வடிவில் சூழப்பட்டுள்ளது (படம் 4.6 - பனிக்கட்டியின் வடிவம் பார்க்க)

19) (ஆ)

o-நைட்ரோ பினால்



p - நைட்ரோ பினால்



AllUnitsKey.indd 290 4/13/2020 7:05:39 PM

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.indd 291 4/13/2020 7:05:39 PM

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)

$MI < M\,Br < MCl < MF$

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) $CaC_2 + N_2 \xrightarrow{300-350^oC} \underset{\text{Calciumcyanide}}{Ca(CN)_2}$

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. சூப்பர் 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)

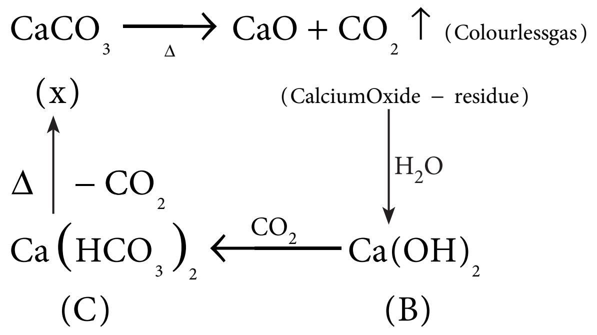
$$2NaHCO_3 \xrightarrow[\Delta]{} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$

Na_2CO_3 (நீரில் கரைகிறது) $\xrightarrow{2HCl}$ $2\,NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$

சரியான வாய்ப்பு(ஆ)

AllUnitsKey.indd 292 4/13/2020 7:05:40 PM

20)



21) Ca^{2+} அயனியானது சீரான இதயத் துடிப்பை பராமரிப்பதில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.

வாய்ப்பு(அ)

22) 'Blue john' – CaF2

($\therefore$ புளூரைட்டின் ஒரு வகை)

$\therefore$ வாய்ப்பு (ஆ)

23) $CaSO_4 . 2H_2O$ $\therefore$ வாய்ப்பு (அ)

24)

$$CaC_2 + N_2 \xrightarrow[1\ atm]{} CaNCN$$

நைட்ரோலியம்
(or)
கால்சியம் சயனமைடு

$\therefore$ வாய்ப்பு (ஆ)

25) Li_2CO_3 ஆனது குறைவான நிலைப்புத் தன்மையுடையது.

வாய்ப்பு (இ)

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

$P_2 = 1.2\ atm$

$V_2 = ?$

$\therefore P_1V_1 = P_2V_2$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2}$$

$$= \frac{0.3\ \cancel{atm} \times 1.5\ dm^3}{1.2\ \cancel{atm}}$$

$$= 0.375\ dm^3$$

$\therefore$ 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.indd 293 4/13/2020 7:05:40 PM

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)

$Vo_2 = 12\ dm^3$ $P = 1$ 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.indd 294 4/13/2020 7:05:42 PM

$T_1 = 300\ K \qquad P_2 = ?$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow P_2 = \left(\frac{P_1}{T_1}\right) T_2 = \frac{26.7\ \text{mm Hg}}{300\ \cancel{K}} \times 295\ \cancel{K}$$

$$P_2 = 26.26\ \text{mm Hg}$$

$$\therefore\ P_{O_2} = 772 - 26.26$$

$$= 745.74\ \text{mm Hg}$$

7) $t_1 = 1.5$ minutes (வாயு) ஹைட்ரோகார்பன்

$t_2 = 4.73$ minutes (வாயு) புரோமின்

$$\frac{\gamma_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}}{\gamma_{\text{புரோமின்}}} = \frac{t_{\text{புரோமின்}}}{t_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}}$$

(கனஅளவு மாறிலி என்பதால்)

$$\frac{\gamma_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}}{\gamma_{\text{புரோமின்}}} = \frac{4.73\ \text{நிமிடங்கள்}}{1.5\ \text{நிமிடங்கள்}}$$

$$= 3.15$$

$$\frac{\gamma_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}}{\gamma_{\text{புரோமின்}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{புரோமின்}}}{M_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}}}$$

$$3.15 = \sqrt{\frac{159.8\ \text{gmol}^{-1}}{M_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}}}}$$

$$= 3.15$$

இருபுறமும் வர்க்கப்படுத்தி மாற்றி அமைக்கும் பொழுது ,

$$M_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}} = \frac{159.8\ \text{g mol}^{-1}}{(3.15)^2}$$

$$M_{\text{ஹைட்ரோகார்பன்}} = 16.1\text{g mol}^{-1}$$

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.indd 295 4/13/2020 7:05:42 PM

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 $(z) = \dfrac{PV}{nRT}$

$$V = \frac{z \times nRT}{P}$$

$$= \frac{0.8697 \times 1 \times 8.314 \times 10^{-2}\ \text{bar dm}^3\ \text{K}^{-1}\ \text{mol}^{-1} \times 400\ \text{K}}{71\ \text{bar}}$$

$$V = 0.41\ dm^3$$

15. T_1 $T_2 = 2T_1$

V_1 $V_2 = 2V_1$

P_1 $P_2 = ?$

AllUnitsKey.indd 296 4/13/2020 7:05:43 PM

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{P_1V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{V_2} = \frac{P_1V_1}{T_1} \times \frac{2T_1}{2V_1}$$

$$P_2 = P_1$$

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

$$27 \times 2 = m_{C_nH_{2n-2}}$$

$$54 = n(12) + (2n-2)(1)$$
$$54 = 12n + 2n - 2$$
$$54 = 14n - 2$$

$$n = (54+2)/14 = 56/14 = 4$$

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.

18.

$$\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$ [நல்லியல்பு வாயுவிற்கு $PV = nRT$]

$$= \frac{1}{V}\left(\frac{\partial\left(\frac{nRT}{P}\right)}{\partial T}\right)_P$$

$$= \frac{nR}{PV}\left(\frac{\partial T}{\partial T}\right) = \frac{nR}{nRT} = \frac{1}{T}$$

AllUnitsKey.indd 297 4/13/2020 7:05:43 PM

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 $V \alpha T$

$P\ \alpha\ 1/V$

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:

46. $T_1 = 15^0\ C + 273$ $\qquad T_2 = 38 + 273$

$T_1 = 288\ K$ $\qquad T_2 = 311\ K$

$V_1 = 2.58\ dm^3$ $\qquad V_2 = ?$

($P = 1$ 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.

47. $V_1 = 3.8\ dm^3$ $\qquad V_2 = 2.27\ dm^3$

$T_1 = ?$ $\qquad T_2 = 0^0\ C = 273\ K$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_1 \times \left(\frac{T_2}{V_2}\right) = T_1$$

$$T_1 = 3.8\ \cancel{dm^3} \times \frac{273\ K}{2.27\ \cancel{dm^3}}$$

$$T_1 = 457\ K$$

48. $n_A = 1.5$ mol $\qquad n_B = ?$

$V_A = 37.6\ dm^3$ $\qquad V_B = 16.5\ dm^3$

($T = 298$ K மாறிலி)

AllUnitsKey.indd 298 4/13/2020 7:05:43 PM

$$\frac{V_A}{n_A} = \frac{V_B}{n_B}$$

$$n_A = \left(\frac{n_A}{V_A}\right) V_B$$

$$= \frac{1.5\ mol}{37.6\ \cancel{dm^3}} \times 16.5\ \cancel{dm^3}$$

$$= 0.66\ mol$$

49. n = 1.82 mole

$V = 5.43\ dm^3$

T = 69.5 + 273 = 342.5

P = ?

PV = nRT

$$P = \frac{nRT}{V}$$

$$P = \frac{1.82\ mol \times 0.0821\ \cancel{dm^3}\ atm\ mol^{-1}\ K^{-1} \times 342.5\ K}{5.43\ \cancel{dm^3}}$$

$$P = 9.425\ atm$$

50.

$P_1 = 1.2\ atm$

$T_1 = 18^0\ C + 273 = 291\ K$

$T_2 = 85^0\ C + 273 = 358\ K$

$P_2 = ?$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$P_2 = \left(\frac{P_1}{T_1}\right) \times T_2$$

$$= \frac{1.2\ atm}{291\ \cancel{K}} \times 358\ \cancel{K}$$

$$P_2 = 1.48\ atm$$

51. $T_1 = 6\ ^0C + 273 = 279\ K$

$P_1 = 4\ atm$ $V_1 = 1.5\ ml$

$T_2 = 25^0\ C + 273 = 298\ K$

$P_2 = 1\ atm$ $V_2 = ?$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{P_2}$$

$$= \frac{4\ \cancel{atm} \times 1.5ml \times 298\ \cancel{K}}{279\ \cancel{K} \times 1\ \cancel{atm}}$$

$$V_2 = 6.41\ ml$$

52. கொடுக்கப்பட்டவை,

$V = 154.4 \times 10^{-3}\ dm^3$,

P = 742 mm of Hg

T = 298 K m = ?

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{742\ mm\ Hg \times 154.4 \times 10^{-3}\ L}{62\ mm\ Hg\ L\ K^{-1} mol^{-1} \times 298\ K}$$

$$= 0.006\ mol$$

$$n = \frac{\text{நிறை}}{\text{மோலார் நிறை}}$$

நிறை = n × மோலார் நிறை

$$= 0.006 \times 2.016$$

$$= 0.0121\ g = 12.1\ mg$$

53.

$$\frac{\gamma_{\text{வாயு}}}{\gamma_{N_2}} = \frac{t_{N_2}}{t_{\text{வாயு}}} = \sqrt{\frac{M_{N_2}}{M_{\text{வாயு}}}}$$

$$\frac{84\ sec}{192\ sec} = \sqrt{\frac{28g\ mol^{-1}}{M_{\text{வாயு}}}}$$

இருப்புறமும் வர்க்கப்படுத்தி மாற்றியமைக்க

$$\left(\frac{84\ sec}{192\ sec}\right)^2 = \frac{28g\ mol^{-1}}{M_{\text{வாயு}}}$$

$$M_{\text{வாயு}} = 28\ g\ mol^{-1} \times \left(\frac{192\ sec}{84\ sec}\right)^2$$

$$M_{\text{வாயு}} = 146.28\ g\ mol^{-1}$$

AllUnitsKey.indd 299 4/13/2020 7:05:44 PM

54. $m_{O_2} = 52.5$ 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

$$X_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{CO_2}}$$

$$n_{O_2} = \frac{O_2 \text{ ன் நிறை}}{O_2 \text{ ன் மோலார் நிறை}}$$

$$= \frac{52.5\text{ g}}{32\text{ g mol}^{-1}} = 1.64\text{ mol}$$

$$n_{CO_2} = \frac{CO_2 \text{ ன் நிறை}}{CO_2 \text{ ன் மோலார் நிறை}}$$

$$= \frac{65.1\text{ g}}{44\text{ g mol}^{-1}} = 1.48\text{ mol}$$

$$X_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{CO_2}} = \frac{1.64}{3.12} = 0.53$$

$$X_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_{O_2} + n_{CO_2}} = \frac{1.48}{3.12} = 0.47$$

$P_{O_2} = X_{O_2} \times$ மொத்தம் அழுத்தம்

$= 0.53 \times 9.21\text{ atm} = 4.88\text{ atm}$

$P_{CO_2} = X_{CO_2} \times$ மொத்தம் அழுத்தம்

$= 0.47 \times 9.21\text{ atm} = 4.33\text{ atm}$

55. உலோகத்தின் உருகு நிலையில் உலோகத் தொட்டியில் உள்ள வாயுவின் அழுத்தம்

$T_1 = 298\text{ K}; P_1 = 2.98\text{ atom}; T_2 = 1100\text{ K}; P_2 = ?$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \quad P_2 = \frac{P_1}{T_1} \times T_2$$

$$= \frac{2.98\text{ atm}}{298\text{ K}} \times 1100\text{ K} = 11\text{ atm}$$

1100 K வெப்ப நிலையில் தொட்டியில் உள்ள வாயுவின் அழுத்தமானது 11 atm ஆகிறது. உலோகத் தொட்டியானது அதிகபட்சமாக 12 atm, வரை தாங்கக்கூடியது என்பதால் தொட்டி முதலில் உருகத் தொடங்கும்.

அலகு - 7

வெப்ப இயக்கவியல்

தன்மதிப்பீடு

1. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H_f^0\ CO_2 = -393.5\text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H_f^0\ CO = -111.31\text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H_f^0\ (H_2O) = -242\text{ kJ mol}^{-1}$

$CO_2(g) + H_2(g) \rightarrow CO(g) + H_2O(g)$

$\Delta H_r^0 = ?$

$\Delta H_r^0 = \Sigma (\Delta H_f)_{\text{வினைவிளைப் பொருள்}} - \Sigma (\Delta H_f)_{\text{வினைபடு பொருள்}}$

$\Delta H_r^0 = [\Delta H_f (CO) + \Delta H_f (H_2O)] - [\Delta H_f (CO_2) + \Delta H_f (H_2)]$

$\Delta H_r^0 = [-111.31 + (-242)] - [-393.5 + (0)]$

$\Delta H_r^0 = [-353.31] + 393.5$

$\Delta H_r^0 = 40.19$

$\Delta H_r^0 = +40.19\text{ kJ mol}^{-1}$

2. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

நீரின் மோல்களின் எண்ணிக்கை

$$n = \frac{180\text{ g}}{18\text{ g mol}^{-1}} = 10\text{ mol}$$

நீரின் மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறன்

$C_p = 75.3\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$

$T_2 = 100^0\text{ C} = 373\text{ K}$

$T_1 = 25^0\text{ C} = 298\text{ K}$

$\Delta H = ?$

AllUnitsKey.indd 300 4/13/2020 7:05:45 PM

$\Delta H = nC_P (T_2 - T_1)$

$\Delta H = 10 \text{ mol} \times 75.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times (373 - 298) \text{ K}$

$\Delta H = 56475 \text{ J}$

$\Delta H = 56.475 \text{ kJ}$

3. தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$$C_6H_6\,(l) + \frac{7}{2} O_2(g) \rightarrow 6\,CO_2\,(g) + 3\,H_2O\,(l)$$

ΔU at 25^0 C = –3268.12 kJ

T = 25^0 C = 298 K ;

$\Delta U = -3268.12 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H = ?$

$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT$

$\Delta H = \Delta U + (n_p - n_r) RT$

$$\Delta H = -3268.12 + \left(6 - \frac{15}{2}\right) \times 8.314 \times 10^{-3} \text{ x } 298$$

$\Delta H = -3268.12$

$- (1.5 \times 8.314 \times 10^{-3} \times 298)$

$\Delta H = - 3268.12 - 3.72$

$\Delta H = - 3271.84 \text{ kJ mol}^{-1}$

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

$Br_2(g) \rightarrow 2Br(g)$

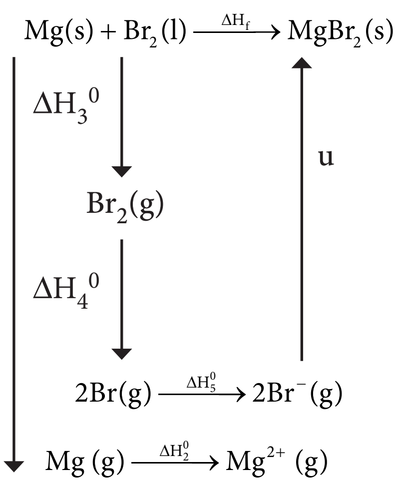
$\Delta H_4^{\,0} = +193 \text{ KJ mol}^{-1}$

எலக்ட்ரான் நாட்டம்

$Br(g) + e^- \rightarrow Br^-(g)$

$\Delta H_5^{\,0} = - 324.5 \text{ KJ mol}^{-1}$

தீர்வு



$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + 2\Delta H_5 + u$

$- 524 = 148 + 2188 + 31 + 193 + (2 \times - 331) + u$

$- 524 = 1897 + u$

$u = -524 - 1911$

$u = - 2435 \text{ kJ mol}^{-1}$

AllUnitsKey.indd 301 4/13/2020 7:05:45 PM

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 ΔG ன் மதிப்பு எதிர்க்குறியுடையது மேலும் வினை தன்னிச்சையானது ஆனால் 600 K வெப்பநிலையில் ΔG ன் மதிப்பு நேர்க்குறியுடையதாகிறது மேலும் வினை தன்னிச்சையற்றது.

மதிப்பீடு

I. சரியான விடையைத் தெரிவு செய்க.

1. (ஆ) ΔH
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 °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.indd 303 4/13/2020 7:05:46 PM

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

$\therefore n = 1$

$T = 25^0 \text{ C} = 298 \text{ K}$

$w = -P\Delta V$

$$w = -P\left(\frac{nRT}{P}\right)$$

$w = -nRT$

$w = -1 \times 8.314 \times 298 \text{ J}$

$w = -2477.57 \text{ J}$

$w = -2.48 \text{ kJ}$

16.

$T_i = 125^0 \text{ C} = 398 \text{ K}$

$T_f = 25^0 \text{ C} = 298 \text{ K}$

$\Delta H = nC_p(T_f - T_i)$

$$\Delta H = 2 \times \frac{5}{2} R(298 - 398)$$

$\Delta H = -500 R$

17.

$C + O_2 \rightarrow CO_2 \quad \Delta H^0 = -a \text{ KJ}$ .... (i)

$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 \quad \Delta H^0 = -b \text{ kJ}$ .... (ii)

$$C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO \quad \Delta H^0 = ?$$

(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)

$2C + O_2 \rightarrow 2CO \quad \Delta H^0 = b - 2a \text{ kJ}$ .... (v)

(v) ÷ 2

$$C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO \quad \Delta H^0 = \frac{(b-2a)}{2} \text{ kJ}$$

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

$$\Delta H_C = \left[\left(\frac{\Delta H_C\ (CH_4)}{22.4\ lit}\right) x\ lit\right] + \left[\left(\frac{\Delta H_C\ (C_3H_8)}{22.4\ lit}\right)(15.68 - x)\ lit\right]$$

$$\Delta H_C = \left[\left(\frac{-890\ kJ\ mol^{-1}}{22.4\ lit}\right)15.47\ \ lit\right] + \left[\left(\frac{-2220}{22.4\ lit}\right)0.21\ \ lit\right]$$

$$\Delta H_C = \left[-611.87\ \ kJ\ mol^{-1}\right] + \left[-20.81\ \ kJ\ mol^{-1}\right]$$

$$\Delta H_C = -632.68\ kJ\ mol^{-1}$$

19.

$4E_{C-H} = 360\ kJ\ mol^{-1}$

$E_{C-H} = 90\ kJ\ mol^{-1}$

$E_{C-C} + 6\ E_{C-H} = 620\ kJ\ mol^{-1}$

$E_{C-C} + 6 \times 90 = 620\ kJ\ mol^{-1}$

$E_{C-C} + 540 = 620\ kJ\ mol^{-1}$

$E_{C-C} = 80\ kJ\ mol^{-1}$

AllUnitsKey.indd 305 4/13/2020 7:05:47 PM

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.

$$\Delta S_V = \frac{\Delta H_V}{T_b}$$

$$T_b = \frac{\Delta H_V}{\Delta S_V} = \frac{4800\ \text{J mol}^{-1}}{16\ \text{J mol}^{-1}\ \text{K}^{-1}} = 300\ \text{K} = 27^0\ \text{C}$$

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

× 100 J K^{-1} mol^{-1}

$\Delta G =$ 0

300 K மேல் ΔG 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

$$w = -2.303\ nRT\log\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

$$w = -2.303 \times 2 \times 8.314 \times 298 \times \log\left(\frac{2}{0.5}\right)$$

AllUnitsKey.indd 306 4/13/2020 7:05:48 PM

$w = -2.303 \times 2 \times 8.314 \times 298 \times \log(4)$

$w = -2.303 \times 2 \times 8.314 \times 298 \times 0.6021$

$w = -6871\ J$

$w = -6.871\ kJ$

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

$n = 1mole$

$P = 4.1\ atm$

$V = 2\ Lit$

$T = ?$

$q = 3710\ J$

$\Delta S = \frac{q}{T}$

$\Delta S = \frac{q}{\left(\frac{PV}{nR}\right)}$

$\Delta S = \frac{nRq}{PV}$

$$\Delta S = \frac{1 \times 0.082\ lit\ atm\ K^{-1} \times 3710\ J}{4.1\ atm \times 2\ lit}$$

$$\Delta S = \frac{1 \times 0.082\ lit\ atm\ K^{-1} \times 3710\ J}{4.1\ atm \times 2\ lit}$$

$\Delta S = 37.10\ JK^{-1}$

57.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H_f (NaCl) = 30.4\ kJ = 30400\ J\ mol^{-1}$

$\Delta S_f (NaCl) = 28.4\ JK^{-1}\ mol^{-1}$

$T_f = ?$

$\Delta S_f = \frac{\Delta H_f}{T_f}$

$T_f = \frac{\Delta H_f}{\Delta S_f}$

$$T_f = \frac{30400 \text{ J mol}^{-1}}{28.4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}}$$

$T_f = 1070.4$ K

58.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

$\Delta H_C^0 = -2220.2 \text{ kJ mol}^{-1}$ ------(1)

$C + O_2 \rightarrow CO_2$

$\Delta H_f^0 = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$ ------(2)

$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$

$\Delta H_f^0 = -285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$ ------ (3)

$3C + 4H_2 \rightarrow C_3H_8$

$\Delta H_C^0 = ?$

$(2) \times 3 \Rightarrow 3C + 3O_2 \rightarrow 3CO_2$

$\Delta H_f^0 = -1180.5$ kJ ------(4)

$(3) \times 4 \Rightarrow 4 H_2 + 2O_2 \rightarrow 4H_2O$

$\Delta H_f^0 = -1143.2$ kJ ------(5)

$(4) + (5) - (1) \Rightarrow 3C + 3O_2 + 4H_2 + 2O_2 + 3CO_2 + 4H_2O \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O + C_3H_8 + 5O_2$

$\Delta H_f^0 = -1180.5 - 1143.2$

$- (-2220.2)$ kJ

$3C + 4 H_2 \rightarrow C_3H_8$

$\Delta H_f^0 = -103.5$ kJ

புரப்பேனின் திட்ட உருவாதல் வெப்பம் $\Delta H_f^0 (C_3H_8) = -103.5$ kJ

59.

S. No	திரவம்	கொதிநிலை (^{0}C)	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

ΔH_V(எத்தனால்) = + 42.4 kJ mol^{-1}

$$\Delta S_V = \frac{\Delta H_V}{T_b}$$

$$\Delta S_V = \frac{+ 42.4 \text{ kJ mol}^{-1}}{351.4 \text{ K}}$$

$$\Delta S_V = \frac{+ 42400 \text{ J mol}^{-1}}{351.4 \text{ K}}$$

$\Delta S_V = +120.66 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

டொலுவீன்

கொடுக்கப்பட்டவை

$T_b = 110.6^0$ C = (110.6+273)

= 383.6 K

ΔH_V (டொலுவீன்) = + 35.2 kJ mol^{-1}

$$\Delta S_V = \frac{\Delta H_V}{T_b}$$

$$\Delta S_V = \frac{+ 35.2 \text{ kJ mol}^{-1}}{383.6 \text{ K}}$$

AllUnitsKey.indd 308 4/13/2020 7:05:50 PM

$$\Delta S_V = \frac{+35200\ J\ mol^{-1}}{383.6\ K}$$

$\Delta S_V = +91.76\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$

60.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H = 30.56\ kJ\ mol^{-1}$

$= 30560\ J\ mol^{-1}$

$\Delta S = 6.66 \times 10^{-3}\ kJK^{-1}mol^{-1}$

T = ? at which $\Delta G=0$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$0 = \Delta H - T\Delta S$

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$$

$$T = \frac{30.56 kJmol^{-1}}{6.66 \times 10^{-3} kJK^{-1}mol^{-1}}$$

T = 4589 K

(i) 4589K வெப்பநிலை $\Delta G = 0$ வினை சமநிலையில் உள்ளது.

(ii) வெப்பநிலை 4589Kக்கு கீழே உள்ள போது $\Delta H > T\Delta S$ மற்றும்

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S > 0$, எனவே முன்னோக்கி வினையானது தன்னிச்சையற்றது பின்னோக்கிய வினை நிகழும்.

61.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T = 400K$; $\Delta H^0 = 77.2\ kJ\ mol^{-1} = 77200$

$J\ mol^{-1}$; $\Delta S^0 = 122\ JK^{-1}\ mol^{-1}$

$\Delta G^0 = -2.303\ RT \log K_{eq}$

$$\log K_{eq} = \frac{-\Delta G^0}{2.309\ RT}$$

$$\log K_{eq} = -\frac{(\Delta H^0 - T\Delta S^0)}{2.303\ RT}$$

$$\log K_{eq} = -\left(\frac{77200 - 400 \times 122}{2.303 \times 8.314 \times 400}\right)$$

$$\log K_{eq} = -\left(\frac{28400}{7659}\right)$$

$\log K_{eq} = -3.7080$

$K_{eq} = \text{antilog}(-3.7080)$

$K_{eq} = 1.95 \times 10^{-4}$

62.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T = 298K$; $\Delta U = -742.4\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta H = ?$

$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT$

$\Delta H = \Delta U + (n_p - n_r) RT$

$\Delta H = -742.4 + \left(2 - \frac{3}{2}\right) \times 8.314 \times 10^{-3} \times 298$

$= -742.4 + (0.5 \times 8.314 \times 10^{-3} \times 298)$

$= -742.4 + 1.24$

$= -741.16\ kJ\ mol^{-1}$

63.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

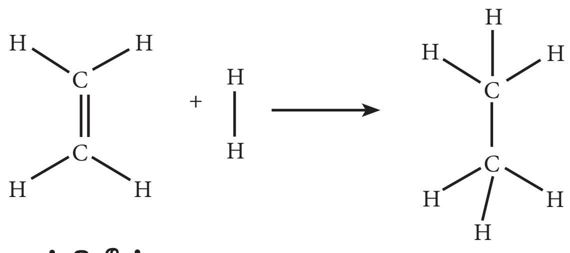
$E_{C-H} = 414\ kJ\ mol^{-1}$

AllUnitsKey.indd 309 4/13/2020 7:05:51 PM

$E_{C-C} = 347 \text{ kJ mol}^{-1}$

$E_{C=C} = 618 \text{ kJ mol}^{-1}$

$E_{H-H} = 435 \text{ kJ mol}^{-1}$



எத்திலீன் ஈத்தேன்

$\Delta H_r = \Sigma$ (பிணைப்பு ஆற்றல்)$_r$

$- \Sigma$ (பிணைப்பு ஆற்றல்)$_p$

$\Delta H_r = (E_{C=C} + 4E_{C-H} + E_{H-H})$

$- (E_{C-C} + 6E_{C-H})$

$\Delta H_r = (618 + (4 \times 414) + 435)$

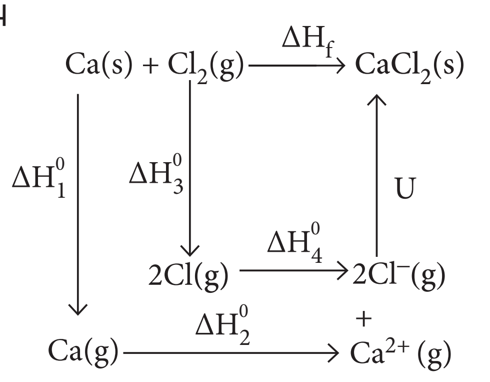
$- (347 + (6 \times 414))$

$\Delta H_r = 2709 - 2831$

$\Delta H_r = -122 \text{ kJ mol}^{-1}$

64.

தீர்வு



$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$

$+ 2\,\Delta H_4 + u$

$-795 = 121 + 2422 + 242.8$

$+ (2 \times -355) + u$

$-795 = 2785.8 - 710 + u$

$-795 = 2075.8 + u$

$u = -795 - 2075.8$

$u = -2870.8 \text{ kJ mol}^{-1}$

65.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H_f(Fe_2O_3) = -741 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H_f(CO) = -137 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H_f(CO_2) = -394.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2 \quad \Delta Hr = ?$

$\Delta Hr = \Sigma(\Delta H_f)_{\text{வினைவிளை பொருள்}} - \Sigma (\Delta H_f)_{\text{வினைபடு பொருள்}}$

$\Delta Hr = [2\,\Delta H_f(Fe) + 3\Delta H_f(CO_2)]$

$- [\Delta H_f(Fe_2O_3) + 3\Delta H_f(CO)]$

$\Delta Hr = [0 + 3(-394.5)]$

$- [-741 + 3(-137)]$

$\Delta Hr = [-1183.5] - [-1152]$

$\Delta Hr = -1183.5 + 1152$

$\Delta Hr = -31.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

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

$[C] = 3.5\%$

AllUnitsKey.indd 310 4/13/2020 7:05:51 PM

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		
$P_{N_2O_4} = \frac{n_{N_2O_4}}{n_{N_2O_4}+n_{NO_2}} . P$ $P_{N_2O_4} = \frac{50\ mol}{150\ mol} .1\ atm$ $P_{N_2O_4} = 0.333\ atm$ $P_{NO_2} = \frac{n_{NO_2}}{n_{N_2O_4}+n_{NO_2}} . P$ $P_{NO_2} = \frac{100\ mol}{150\ mol} .1\ atm$ $P_{NO_2} = 0.667\ atm$	$K_P = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}}$ $K_P = \frac{(0.667)^2\ atm^2}{0.333\ atm}$ $K_P = 1.336\ atm$ $\Delta G^0 = -2.303\ RT \log K_P$ $\Delta G^0 = -2.303\ X\ 8.314\ X\ 33\ X\ \log 1.336$ $\Delta G^0 = -79.49\ J\ mol^{-1}$		

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 ΔG எதிர்க்குறி மதிப்பை பெறும். அதாவது 2000K வெப்பநிலைக்கு மேல் மட்டுமே வினை ஆனது தன்னிச்சையாக நிகழும்

70.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$T = 298K$

$\Delta G_r^0 = -13.6 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta G^0 = -2.303 \text{ RT} \log K_{eq}$

$$\log K_{eq} = \frac{-\Delta G^0}{2.303 \text{ RT}}$$

$$\log K_{eq} = \frac{13.6 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1}}{2.303 \times 8.314 \times 10^{-3} \text{JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 298 \text{ K}}$$

$\log K_{eq} = 2.38$

$K_{eq} = \text{antilog} (2.38)$

$K_{eq} = 239.88$

71.

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை

$\Delta H_C (CH_4) = -890 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H_C (C_2H_4) = -1423 \text{ kJ mol}^{-1}$

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

$$\Delta H_C = \left[\frac{\Delta H_C (CH_4)}{22.4} \times (x) \right] + \left[\frac{\Delta H_C (C_2H_4)}{22.4} \times (3.67 - x) \right]$$

$$\Delta H_C = \left[\frac{-890 \text{ kJ mol}^{-1}}{22.4} \times 1.23 \right] + \left[\frac{-1423}{22.4} \times (3.67 - 1.23) \right]$$

$\Delta H_C = [-48.87 \text{ kJ mol}^{-1}] + [-155 \text{kJ mol}^{-1}]$

$\Delta H_C = -203.87 \text{ kJ mol}^{-1}$

AllUnitsKey.indd 312 4/13/2020 7:05:54 PM

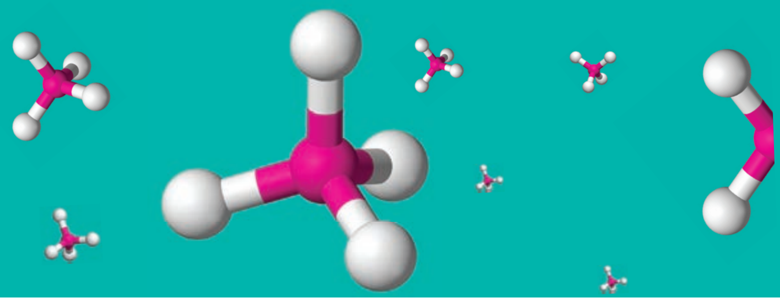
மேற்கோள் நூல்கள்

1. Basic concept of chemistry, L. J. Malone, T. O. Dolter, 8th Edition.
2. Chemistry in your life, Colin Baird, 2nd Edition.
3. Chemistry structure and properties, N. J. Tro, 2nd Edition.
4. General chemistry, R. Chang, 5th Edition.
5. Introductory chemistry for today, S. L. Seagal, M. R. Slabaugh, 8th Edition.
6. Basic Inorganic Chemistry, F. A. cotton, G. Wilkinson and P. L. Gaus, 3rd Edition.
7. Inorganic chemistry principles structure and reactivity, O. K. Medhi, E. A. Keiter, J. E. Huheey, R. L. Keiter, 4th Edition.
8. Inorganic chemistry, A. K. De.
9. Inorganic chemistry, Holleman-wiberg, 1st Edition.
10. Elements of physical chemistry, P. Atkins, 7th Edition.
11. Physical chemistry, I. Levine, 6th Edition..
12. Physical chemistry, G. Mortimer, 3rd Edition.
13. Advanced organic chemistry, Reactions, Mechanism and structure, J. March, 4th Edition.
14. Advanced organic chemistry, A. Bahl.
15. Introduction to organic chemistry, J. McMurry, 7th Edition.
16. Organic Chemistry, I.L Finar, 5th Edition.
17. Organic chemistry, R. T. Morrison, R. N. Boyd, 7th Edition.
18. Organic chemistry, L. G. Wade, 8th Edition.
19. Organic chemistry, J. McMurry, 9th Edition.
20. Organic chemistry, F. A.Carey, 10th Edition.
21. Environmental chemistry, R. P. Schwarzenbach, P. M. Gschwend, D. M. Imboden, 3rd Edition.

AllUnitsKey.indd 313 4/13/2020 7:05:54 PM

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

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

11th Std Chemistry_Gloss.indd 315 4/13/2020 5:39:09 PM

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

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

11th Std Chemistry_Gloss.indd 317 4/13/2020 5:39:10 PM

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

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. கல்யானம் 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

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

இந்நூல் 80ஜி.எஸ்.எம். எலிகண்ட் மேப்லித்தோ தாளில் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.
ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர்:

11th Std Chemistry_Gloss.indd 318 4/13/2020 5:39:10 PM