அலகு 6

வாயு நிலைமை

So many of the properties of properties of matter, especially when in gaseous form, can be deduced from hypothesis that their minute parts are in rapid motion, the velocity increasing with temperature, that the precise nature of this motion becomes a subject of rational curiosity.

James Clerk Maxwell

ஜாக்யுஸ் சார்லஸ்
(1746-1823)

கற்றலின் நோக்கங்கள்

இப்பாடப் பகுதியைக் கற்றறிந்த பின்னர்

- நல்லியல்பு வாயுக்களுக்குரிய விதிகளை வகுத்துரைத்தல்.
- நடைமுறை வாழ்வின் பல்வேறு சூழல்களில் வாயு விதிகளின் பயன்பாட்டினை செயல் விளக்கமளித்தல்
- நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாட்டினை வருவித்தல் மற்றும் அதனைப் பயன்படுத்தி கணக்கீடுகள் செய்தல்
- நல்லியல்பு நிலையிலிருந்து விலகுதலை எடுத்துரைத்தல்.
- வாண்டர்வால்ஸ் சமன்பாட்டினை வருவித்தல்
- கிரஹாமின் வாயுவிரவல் விதியினை வரையறுத்தல்
- அமுக்கத்திறன் காரணியை வரையறுத்தல்
- நிலைமாறு நிகழ்வினை விவரித்தல்
- நிலைமாறு மாறிலிகளின் மதிப்பினை வாண்டர்வால்ஸ் மாறிலிகளைக் கொண்டு வருவித்தல்
- கார்பன் டை ஆக்ஸைடிற்கான ஆண்ட்ரூஸின் சமவெப்பநிலைக் கோடுகளை விளக்குதல்
- ஜூல் தாம்சன் விளைவு மற்றும் வாயுக்களை திரவமாக்குதலை விவரித்தல்.

ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெற இயலும்.

Unit 6 - jagan.indd 174 4/13/2020 3:27:34 PM

6.1. பாட அறிமுகம்

நாம் உணவில்லாமல் சில வாரங்களும், நீரில்லாமல் சில நாட்களும் உயிர் வாழ இயலும் ஆனால் காற்றில்லாமல் சில நிமிடங்கள் மட்டுமே உயிர் வாழ இயலும். ஒவ்வொரு நொடிப்பொழுதும் நாம் நுரையீரல் முழுவதும் நிரம்பும் வகையில் காற்றினை உட்சுவாசிக்கின்றோம், சில காற்று மூலக்கூறுகள் நமது தேவைக்கு பயன்படுகிறது, நமக்கு தேவையற்ற சில மூலக்கூறுகள் வெளிசுவாசத்தின் மூலம் நம்மை சுற்றியுள்ள காற்றில் கலந்து விடுகிறது. நம்மை சூழ்ந்துள்ள காற்றானது வாயு நிலைமையில் உள்ளது. இது பருப்பொருளின் எளிய நிலையாகும். வாயுக்களின் இயைபினைப் பொருத்து அதன் வேதித் தன்மை அமைந்தாலும், அனைத்து வாயுக்களும் இயற்பண்புகளில் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் ஒத்த பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன.

உங்களுக்குத் தெரியுமா ?

வாயு மற்றும் ஆவி ஆகியனவற்றிற்கு இடையேயான வேறுபாடு

அறை வெப்பநிலை மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில், இயல்பாகவே வாயு நிலைமையில் உள்ள ஒரு பொருள் வாயு எனவும், அறை வெப்பநிலை மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில் திட அல்லது திரவ நிலையில் இருக்கும் ஒரு பொருளின் வாயு நிலை வடிவம் ஆவி எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

புவி வளிமண்டலத்தில் உள்ள காற்றினால் சூழப்பட்டுள்ளது. இக் காற்றின் இயைபு சுமார் 78% நைட்ரஜன், 21% ஆக்சிஜன், மற்றும் 1% பிற வாயுக்களையும் உள்ளடக்கியதாகும். நாமறிந்த தனிமங்களில், ஏழு தனிமங்கள் மட்டுமே இயல்பான வளிமண்டல நிலையில் வாயு நிலைமையில் காணப்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் (H_2), நைட்ரஜன் (N_2), ஆக்சிஜன் (O_2), புளூரின் (F_2) மற்றும் குளோரின் (Cl_2) ஆகியன வாயு நிலைமையில் காணப்படும் ஈரணு மூலக்கூறுகளாகும். ஓசோனும் ஆக்சிஜனைப் போன்று அறை வெப்ப நிலையில் வாயு நிலைமையில் காணப்படுகிறது. 18 வது தொகுதியைச் சார்ந்த மந்த வாயுக்களான ஹீலியம் (He), நியான் (Ne), ஆர்கான் (Ar), கிரிப்டான் (Kr), செனான் (Xe) மற்றும் ரேடான் (Rn) ஆகியவை ஓரணு வாயுக்களாகும். கார்பன் மோனாக்ஸைடு (CO), கார்பன்டைஆக்ஸைடு (CO_2), நைட்ரஜன் டைஆக்ஸைடு (NO_2), மற்றும் நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு (NO) ஆகிய சேர்மங்களும் சாதாரண வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் வாயு நிலைமையில் காணப்படுகின்றன. இப் பாடப்பகுதியில் வாயுக்களின் பண்புகள் மற்றும் தொடர்புடைய நிகழ்வுகளையும் நீங்கள் கற்றறிவீர்கள்.

6.2. வாயு விதிகள்

வேதியியலின் வளர்ச்சியில் வாயு விதிகள் முக்கிய பங்காற்றியுள்ளன. அழுத்தம், கன அளவு போன்ற பண்புகளை வெப்ப நிலையின் சார்புகளாக, அறிந்து கொண்டதன் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட வாயு விதிகளின் அடிப்படையிலேயே வாயுக்களின் இயற்பண்புகள் அமைகின்றன. வாயு விதிகளைப் பற்றி விரிவாக கற்றறியும் முன்னர், முக்கிய காரணியான அழுத்தத்தினை பற்றி நாம் புரிந்து கொள்வோம்.

விசையினை, அவ்விசை செலுத்தப்படும் பரப்பினால் வகுக்கக் கிடைப்பது அழுத்தம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. அழுத்தத்தின் SI அலகு பாஸ்கல் (Pascal) ஆகும். இதனை ஒரு சதுரமீட்டருக்கு ஒரு நியூட்டன் (Nm^{-2}), என வரையறுக்கலாம். அழுத்தத்தினை குறிப்பிட மேலும் பல அலகுகள் நடைமுறையில் உள்ளன. அந்த அலகுகளுக்கும், SI அலகிற்கும் இடையேயான தொடர்பு பின்வருமாறு:

Unit 6 - jagan.indd 175 4/13/2020 3:27:35 PM

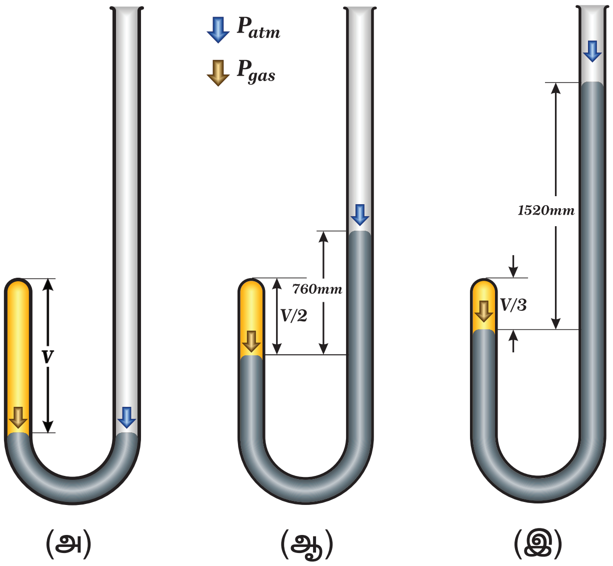
$$\text{அழுத்தம்} = \frac{\text{விசை (N அல்லது Kgms}^{-2})}{\text{பரப்பளவு (m}^2)}$$

அட்டவணை 6.1 அழுத்தத்தின் அலகுகள்

அலகு	குறியீடு	மதிப்பு (Nm^{-2} or $kgm^{-1}s^{-2}$)
pascal	Pa	1 Pa = 1 Nm^{-2}
atmosphere	atm	1 atm = 101325 Pa
millimeter of mercury	mmHg	1 mmHg = 133.322 Pa
bar	bar	1 bar = 10^5 Pa
torr	Torr	1 Torr = 133.322 Pa
pound per square inch	psi	1 psi = 6894.76 pa

6.2.1 பாயில் விதி – (அழுத்தம் – கனஅளவு–தொடர்பு)

வாயுக்களின் அழுத்தம் மற்றும் கனஅளவு ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பினை அறியும் பொருட்டு ராபர்ட் பாயில் தொடர்ச்சியான பரிசோதனைகளை மேற்கொண்டார். அவர் பயன்படுத்தியதைப் போன்ற மாதிரி உபகரண அமைப்பினை படம் (6.1)ல் காணலாம்.



படம் 6.1 பாயில் விதி – சோதனை

படம் (6.1) ல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு, உபகரணத்தின் இரு முனைகளிலும் உள்ள பாதரச மட்டத்தின் அளவு சமமாகும் வகையில் உபகரணத்தின் திறந்த முனை வழியே பாதரசம் சேர்க்கப்படுகிறது.

மூடிய முனையில் அடைபட்டுள்ள காற்றின் கன அளவு, ஆரம்ப நிலையில் இருந்த அளவில் பாதியாகும் வகையில் கூடுதலாக பாதரசத்தினை சேர்க்கவும். இந்நிலை படம் 6.1 (ஆ) ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. கூடுதலாக பாதரசம் சேர்க்கப்பட்டதால், வாயு உணரும் அழுத்தமானது, இரு முனைகளில் உள்ள பாதரச மட்டங்களுக்கு இடையேயான வேறுபாட்டினால் பெறப்படுகிறது. ஆரம்ப நிலையில் இரு முனைகளிலும் உள்ள பாதரச மட்டங்களுக்கு இடையே வேறுபாடு பூஜ்யமாகும். எனவே அடைபட்ட வாயு உணரும் அழுத்தம், வளிமண்டல அழுத்தமான 1 atm க்குச் சமம். அடைபட்ட வாயுவின் கனஅளவு ஆரம்ப அளவைக் காட்டிலும், சரிபாதியளவு குறைக்கப்படும் போது, பாதரச மட்டங்களுக்கு இடையேயான வேறுபாடு 760 mm ஆக அதிகரிக்கிறது. இந்நிலையில் அடைபட்ட வாயு உணரும் அழுத்தம் 2 atm ஆகும். இதனடிப்படையில், ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள வாயு அடைத்துக் கொள்ளும் கனஅளவானது அதன் அழுத்தத்திற்கு எதிர்விகித தொடர்புடையது என பாயில் முடிவு செய்தார்.

கணிதவியல் முறைப்படி, பாயில் விதியினை கீழ்க்கண்டுள்ளவாறு எழுதலாம்

$$V \propto \frac{1}{P} \quad ------- (6.1)$$

(T மற்றும் n மாறிலிகள். T – வெப்பநிலை, n – மோல்களின் எண்ணிக்கை)

$$V = k \times \frac{1}{P} \quad ------- (6.2)$$

k – விகித மாறிலி

Unit 6 - jagan.indd 176 4/13/2020 3:27:36 PM

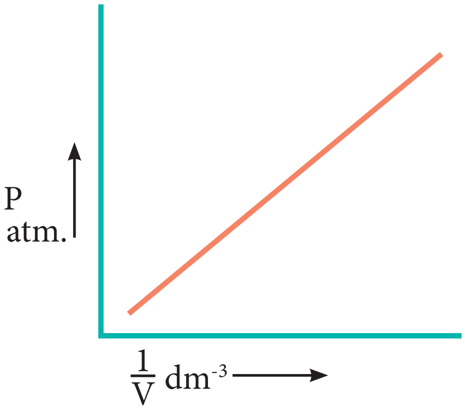
சமன்பாடு (6.2) ஐ நாம் மாற்றியமைக்கும் போது, மாறாத வெப்பநிலை மற்றும் நிறையில்,

$PV = k$ ------ (6.2a)

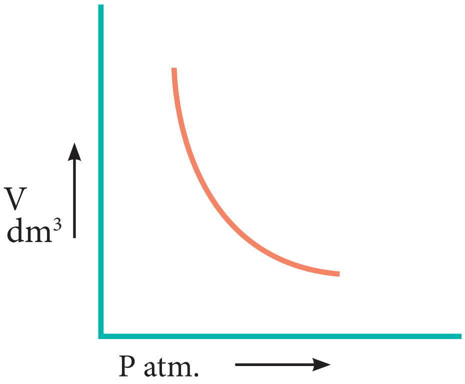
வாயுக்களின் வேதித்தன்மை எத்தகையதாக இருப்பினும், அனைத்து வாயுக்களுக்கும் அழுத்தம் குறைவாக உள்ள நிலையில் பாயில் விதி பொருந்தும்.

எனவே மாறாத வெப்பநிலையில், இருவேறு நிலைகளில் உள்ள குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள ஒரு வாயுவிற்கு பாயில் விதியினை நாம் பின்வருமாறு எழுதலாம்

$P_1V_1 = P_2V_2 = k$ ------ (6.3)



படம் 6.2 a பாயில் விதியினை குறிப்பிடும் வரைபடம் (சமன்பாடு 6.2)



படம் 6.2 b பாயில் விதியினை குறிப்பிடும் வரைபடம் (சமன்பாடு 6.2 a)

PV தொடர்பினை நாம் பின்வருமாறு புரிந்து கொள்ளலாம். வாயுக்களின் மூலக்கூறுகள் கொள்கலனின் சுவற்றின் மீது மோதுவதால் ஏற்படும் மூலக்கூறுகளின் மீதான விசை வாயுவின் அழுத்தத்திற்கு காரணமாக அமைகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுள்ள, வாயுவின் கன அளவு பாதியாகக் குறைக்கப்படும் போது, வாயுவின் அடர்த்தி இருமடங்காகிறது, எனவே, கலனின் ஓரலகு பரப்பில் மோதும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் இரு மடங்காகிறது. இதன் காரணமாக, வாயுவின் அழுத்தமும் இரு மடங்காக அதிகரிக்கிறது.

பாயில் விதியின் விளைவுகள்

பாயில் விதியிலிருந்து அழுத்தம்–அடர்த்தி இவற்றிற்கு இடையான தொடர்பினை பின்வருமாறு தருவிக்கலாம்.

$$P_1V_1 = P_2V_2 \text{ (பாயில் விதி)}$$

$$P_1\frac{m}{d_1} = P_2\frac{m}{d_2}$$

இங்கு "m" என்பது வாயுவின் நிறை, d_1 மற்றும் d_2 என்பன முறையே, P_1 மற்றும் P_2 அழுத்த நிலைகளில் அடர்த்தி மதிப்புகளைக் குறிப்பிடுகின்றன.

$$\frac{P_1}{d_1} = \frac{P_2}{d_2} \text{ ------ (6.4)}$$

அதாவது, வாயுவின் அடர்த்தி, அதன் அழுத்தத்திற்கு நேர்விகித தொடர்புடையது.

உங்களுக்குத் தெரியுமா ?

பயணிகள் விமானத்தின் உட்புறம் செயற்கையாக அழுத்த அதிகரிப்பு செய்யப் படுகிறது. ஏன் இவ்வாறு செய்யப்படுகிறது. என்பதை நீ அறிவாயா?

பெரும்பாலான ஆகாய விமானங்கள் சுமார் 30,000 அடி உயரத்தில் பறக்கும். உயரம் அதிகரிக்கும் போது ஓரலகு கன அளவில் காணப்படும் வாயு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருப்பதால் அழுத்தம் குறையும்.

Unit 6 - jagan.indd 177 4/13/2020 3:27:37 PM

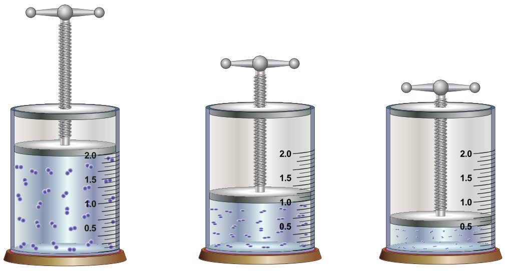
எனவே விமானம் காற்றில் உயரத்தில் செல்லும் போது அதனை சூழ்ந்துள்ள காற்றின் அழுத்தம் மிக குறைவாக உள்ளதால், விமானத்தினுள் உள்ளவர் ஆக்சிஜன் குறைபாட்டிற்கு உள்ளாக வாய்ப்புள்ளது. இக்காரணத்தினால் தான் ஆகாய விமானங்களில் செயற்கையாக அழுத்த அதிகரிப்பு செய்யப்படுகிறது.

இதைப்போலவே, மலையேறும் ஒருவர், அழுத்தக் குறைவினால் ஏற்படும் விளைவினை, காதுகளில் ஏற்படும் சிறுவலியின் மூலம் உணரமுடியும். வெளிப்புற அழுத்தம் குறையும் போதிலும் காதின் உட்குழியில் உள்ள காற்றின் அழுத்தம் மாறாமல் இருக்கும். இது ஒரு சமநிலையற்ற நிலையினை ஏற்படுத்துகிறது. இந்த அதிகப்படியான உள் அழுத்தம், செவிப்பறையினை வெளிநோக்கி தள்ளுவதால் சிறு வலி ஏற்படுகிறது. சிறிது நேரத்தில் கொட்டாவி விடுவதால், செவி உட்குழியில் உள்ள மிகுதியான காற்று வெளியேறும் நிகழ்வின் காரணமாக உள் அழுத்தமும், வெளி அழுத்தமும் சமமாவதுடன், வலியினையும் குறைக்கிறது.

நீரில் மூழ்குபவர்கள், மூழ்கும் போது தேவையின்றி மூச்சினை அடக்கக் கூடாது என அறிவுரை வழங்கப்படுவதற்கு என்ன காரணம் என உங்களுக்குத் தெரியுமா?

படம் (6.3)ல் விடுபட்ட அளவீடுகளை (6.3 (b)ல் கனஅளவு மற்றும் 6.3 (c)ல் அழுத்தம்) கண்டறிவோம்.

படம் 6.3(a) படம் 6.3(b) படம் 6.3(c)



படம் 6.3(a)	படம் 6.3(b)	படம் 6.3(c)
$P_1 = 1$ atm.	$P_2 = 2$ atm.	$P_3 = ?$ atm.
$V_1 = 1\ dm^3$	$V_2 = ?\ dm^3$	$V_3 = 0.25 dm^3$
$T = 298$ K	$T = 298$ K	$T = 298$ K

படம் 6.3 கனஅளவின் மீதான அழுத்தத்தின் விளைவின் மூலம் பாயில் விதியினை சரிபார்த்தல்.

தீர்வு:

பாயில் விதியின்படி, மாறாத வெப்பநிலையில், ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுடைய வாயுவிற்கு,

$$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3$$

$$1\ atm \times 1\ dm^3 = 2\ atm \times V_2 = P_3 \times 0.25\ dm^3$$

$$\therefore\ 2\ atm \times V_2 = 1\ atm \times 1\ dm^3$$

$$V_2 = \frac{1\ \cancel{atm} \times 1\ dm^3}{2\ \cancel{atm}}$$

$$\boxed{V_2 = 0.5\ dm^3}$$

and $P_3 \times 0.25\ dm^3 = 1\ atm \times 1\ dm^3$

$$P_3 = \frac{1\ atm \times 1\ \cancel{dm^3}}{0.25\ \cancel{dm^3}}$$

$$\boxed{P_3 = 4\ atm}$$

Unit 6 - jagan.indd 178 4/13/2020 3:27:49 PM

தங்களை மதிப்பீடு செய்து கொள்ளுங்கள்

1. குளிர்சாதனப் பெட்டிகளில் குளிர்விப்பானாக பயன்படுத்தப்படும் ஃபிரியான்–12 சேர்மமானது, ஓசோன் படலம் சிதைவடைய காரணமாக அமைகிறது. தற்போது அதற்கு மாற்றாக சூழலுக்கு ஏற்ற சேர்மங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 0.3 atm அழுத்தம் மற்றும் 1.5 dm^3 கனஅளவு உடைய ஃபிரியான் வாயு மாதிரியினைக் கருதுக. மாறாத வெப்பநிலையில், அழுத்தமானது 1.2 atmக்கு மாற்றப்படும் போது, அதிகரிக்கும் அல்லது குறையும் கனஅளவைக் கணக்கிடுக.

2. ஒரு மோட்டார் வாகன இயந்திரத்தினுள் உள்ள உருளையில் (Cylinder) நிரம்பியுள்ள காற்றின் அழுத்தம் 1.05 atm ஆக உள்ள போது கனஅளவு 0.375 dm^3, அதே வெப்பநிலையில் 0.125 dm^3 க்கு அழுத்தப்படும்போது, அழுத்தப்பட்ட காற்றின் அழுத்தம் என்ன?

6.2.2. சார்லஸ் விதி (கனஅளவு – வெப்பநிலை தொடர்பு)

J.A.C சார்லஸ் என்பவரால் வாயுவின் கனஅளவிற்கும், அதன் வெப்பநிலைக்கும் இடையேயான தொடர்பு குறித்து ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது. ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள வாயுவிற்கு, அதன் அழுத்தம் மாறாதிருக்கும் போது, கன அளவானது அதன் வெப்பநிலையுடன் நேர்விகிதத் தொடர்புடையது என அவர் கண்டறிந்தார். இதனை கணித சமன்பாடாக பின்வருமாறு எழுதலாம் (P மற்றும் n மாறாதிருக்கும்போது)

$$V = kT \quad ------- \quad (6.5)$$

(அல்லது)

$$\frac{V}{T} = \text{மாறிலி}$$

வாயுவில் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது $\frac{V}{T}$ மாறிலியாக அமையும் வகையில் அதன் கனஅளவு நேர்விகிதத்தில் அதிகரிக்கிறது. மாறாத அழுத்தத்தில் உள்ள ஒரு அமைப்பிற்கு,

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{மாறிலி} \quad ----- \quad (6.6)$$

உதாரணமாக, பனிக்கட்டி குளிர் நிலையில் உள்ள நீரில் உள்ள ஒரு பலூனை, கொதி நீருள்ள மற்றொரு தொட்டிக்கு மாற்றும்போது, பலூனில் உள்ள வாயுவின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. இதன் விளைவாக, பலூனிலுள்ள வாயு மூலக்கூறுகள் வேகமாக நகர்கின்றன. எனவே வாயு விரிவடைந்து, கனஅளவு அதிகரிக்கின்றது.

பனிக்கட்டி நீர் கொதி நீர்

படம் 6.4. பனிக்கட்டி நீர் மற்றும் கொதி நீரில் காற்று நிரப்பப்பட்ட பலூன்

மாறாத அழுத்தத்தில், வெப்பநிலை, மாற்றத்தால், கனஅளவில் ஏற்படும் மாற்றம்.

ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தில், ஒரு வாயுவின் கனஅளவிற்கும், அதன் வெப்பநிலைக்கும் இடையேயான வரைபடம் 6.5ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. வரைபடத்திலிருந்து, குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தில் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது வாயுவின் கனஅளவு நேர்விகிதத்தில் நேர்கோட்டில் அதிகரிக்கிறது என்பதை தெளிவாக அறிய முடிகிறது. இத்தகைய நேர்கோடுகள் ஐசோபார்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இதனை பின்வரும் நேர்கோட்டுச் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடலாம்

V = mT + C இங்கு T என்பது டிகிரி செல்சியஸில் வெப்பநிலை. m மற்றும் C ஆகியன மாறிலிகள்.

T = 0^0C ஆக உள்ள போது கனஅளவு V_o ஆகிறது. எனவே, V_o = C மற்றும் நேர்கோட்டின் சாய்வு m = ΔV/ ΔTக்குச்சமம். எனவே மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டினை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$V = \left(\frac{\Delta V}{\Delta T}\right)T + V_0 \text{ ------- } (6.7)$$

(n மற்றும் P மாறிலிகள்)

சமன்பாடு (6.7) ஐ V_0 ஆல் வகுக்க.

$$\frac{V}{V_0} = \frac{1}{V_0}\left(\frac{\Delta V}{\Delta T}\right)T + 1 \text{ -------- } (6.8)$$

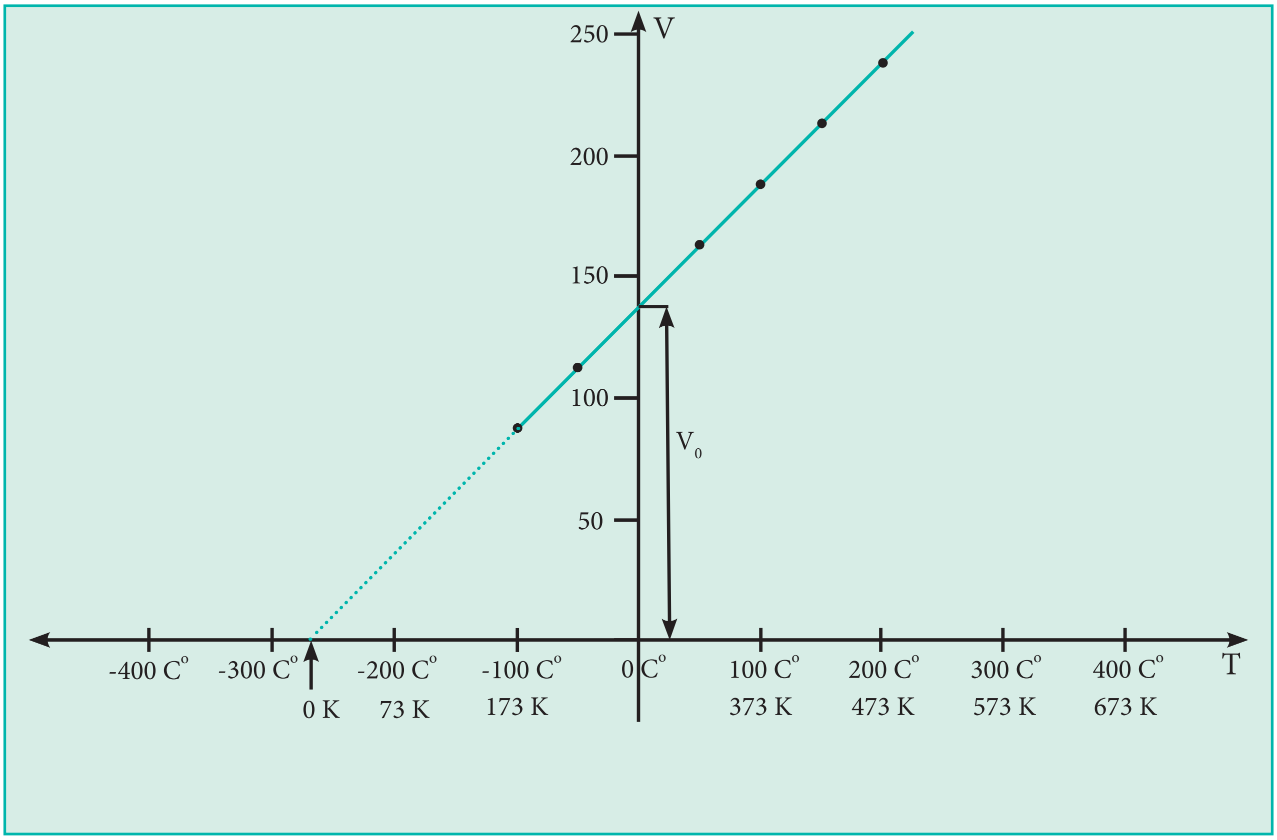
மாறாத அழுத்தத்தில், சார்லஸ் மற்றும் கேலூசாக் ஆகிய அறிஞர்கள், ஒரு டிகிரி செல்சியஸ் வெப்பநிலை உயர்வினால், கனஅளவில் ஏற்படும் ஒப்பீட்டு அதிகரிப்பானது அனைத்து வாயுக்களுக்கும் ஒரேமாதிரியாக உள்ளன என கண்டறிந்தனர். ஒரு டிகிரி செல்சியஸ் வெப்பநிலை உயர்விற்கான கனஅளவில் ஏற்படும் ஒப்பீட்டு அதிகரிப்பு (α) என்பது $\frac{1}{V_0}\left(\frac{\Delta V}{\Delta T}\right)$. க்குச் சமம்.

எனவே,

$$\frac{V}{V_0} = \alpha T + 1$$

$$V = V_0(\alpha T+1) \text{ ------ } (6.9)$$

விரிவடைதல் குணகமானது தோராயமாக 1/273 என்ற மதிப்பிற்குச் சமம் என சார்லஸ் கண்டறிந்தார். அதாவது, மாறாத அழுத்தத்தில், ஒவ்வொரு டிகிரி வெப்பநிலை உயர்விற்கும், ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள, அனைத்து வாயுக்களும், 0^oC ல் பெற்றுள்ள, அவைகளின் கன அளவைப் போல் 1/273 மடங்கு விரிவடைகின்றன.



படம் 6.5 நல்லியல்பு வாயுக்களுக்கான கனஅளவு vs வெப்பநிலை வரைபடம்.

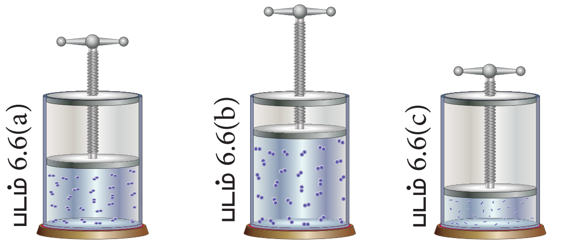
Unit 6 - jagan.indd 180 4/13/2020 3:27:54 PM

படம் 6.5ல் காட்டியுள்ளவாறு, சோதனை அளவீடுகளை விட குறைவான வெப்பநிலைகளுக்கு நேர்கோட்டினை நாம் நீட்டித்தால், அந்த நேர்கோடு x–அச்சினை -273^0C ல் வெட்டுகிறது. இதிலிருந்து -273^0C வெப்பநிலையில் (மிகத் துல்லியமாக -273.15^0C ல்) வாயுவின் கனஅளவு பூஜ்ஜிய மதிப்பை பெறும், இவ்வெப்பநிலைக்குக் கீழ் வாயுவின் கனஅளவு எதிர்குறி மதிப்பினைப் பெற்றிருக்கவேண்டும். ஆனால் நடைமுறையில் இது சாத்தியமற்றதாகும். இதன் காரணமாக இந்த வெப்பநிலையை கெல்வின் தனிவெப்ப நிலை என வரையறுத்தார். மேலும் தனி பூஜ்ஜிய வெப்பநிலையை ஆரம்பப்புள்ளியாகக் கொண்டு, கெல்வின் புதிய வெப்பநிலை அளவுகோலினை உருவாக்கினார். தற்போது இந்த அளவுகோல் கெல்வின் அளவுகோல் என அழைக்கப்படுகிறது. கெல்வின் அளவுகோலின் பூஜ்யத்தின் நிலை மாற்றப்பட்டதே செல்சியஸ் வெப்பநிலை அளவுகோலுக்கும், கெல்வின் வெப்பநிலை அளவுகோலுக்கும் இடையே உள்ள ஒரே வேறுபாடாகும்.

வெப்பநிலை	கெல்வின் அளவுகோல்	செல்சியஸ் அளவுகோல்
தனி பூஜ்ய வெப்பநிலை	0 K	-273.15 °C
நீரின் உறைநிலை	273.15 K	0 °C
நீரின் கொதிநிலை	373.15 K	100 °C

எடுத்துக்காட்டு:

படம் (6.6)ல் விடுபட்ட அளவீடுகளை (6.6(b)ல் கனஅளவு 6.6(c)ல் வெப்பநிலை) நாம் கண்டறிவோம்.



P = 1 atm., $V_1 = 0.3\ dm^3$, $T_1 = 200\ K$

P = 1 atm., $V_2 = ?\ dm^3$, $T_2 = 300\ K$

P = 1 atm., $V_3 = 0.15\ dm^3$, $T_3 = ?\ K$

படம் 6.6: வாயுவின் கனஅளவின் மீது வெப்பநிலையின் விளைவினைக் கொண்டு சார்லஸ் விதியினை சரிபார்த்தல்.

தீர்வு:

சார்லஸ் விதிப்படி,

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$$

$$\frac{0.3\ dm^3}{200\ K} = \frac{V_2}{300\ K} = \frac{0.15\ dm^3}{T_3}$$

$$\frac{V_2}{300\ K} = \frac{0.3\ dm^3}{200\ K}$$

$$V_2 = \frac{\overset{1.5}{\cancel{300\ K}} \times 0.3\ dm^3}{\cancel{200\ K}}$$

$V_2 = 0.45\ dm^3$ மற்றும்

$$\frac{0.15 dm^3}{T_3} = \frac{0.3\ dm^3}{200\ K}$$

$$T_3 = \frac{\overset{0.5}{\cancel{0.15 dm^3}} \times 200\ K}{\cancel{0.3\ dm^3}}$$

$T_3 = 100\ K$

தன்மதிப்பீடு

3. ஒரு வாயு மாதிரியானது, ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் $3.8\ dm^3$ கனஅளவினை பெற்றுள்ளது. இம்மாதிரியானது 0^oCல் உள்ள பனிகட்டி நீரில் அழுத்தப்படும்போது, அதன் கனஅளவு $2.27\ dm^3$ ஆக குறைகிறது. அதன் ஆரம்ப வெப்பநிலை எவ்வளவு?

6.2.3 கேலூசாக்கின் விதி (அழுத்தம் – வெப்பநிலை தொடர்பு)

மாறாத கனஅளவில், குறிப்பிட்ட நிறையுடைய வாயுவின் அழுத்தமானது அதன் வெப்பநிலையுடன் நேர்விகிதத்

Unit 6 - jagan.indd 181 4/13/2020 3:28:05 PM

தொடர்புடையது என ஜோசப் கேலூசாக் கூறினார்.

$P \alpha T$

அல்லது $\frac{P}{T} =$ மாறிலி (K)

T_1 மற்றும் T_2 ஆகிய வெப்பநிலைகளில் வாயுவின் அழுத்த மதிப்புகள் முறையே P_1 மற்றும் P_2 எனில், கேலூசாக் விதிப்படி,

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

செயல்பாடு– 1

வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில், 1 மோல் நல்லியல்பு வாயுவின் அழுத்த மதிப்புகள்,கீழ்க்கண்டுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இம் மதிப்புகளை வரைபடத்தில் குறிக்கவும் மற்றும் கேலூசாக் விதியினை சரிபார்க்கவும் (மாறா கனஅளவில்) ஒரு வாயுவின் அழுத்தம் Vs வெப்பநிலை வரைகோடுகள் சமகனஅளவு கோடுகள் (isochores) என அழைக்கப்படுகின்றன.

வெப்பநிலை ^{0}C யில் (டிகிரி செல்சியசில்)	32	69	94	130	154	191
50L கலனில் அழுத்தம் (atmல்)	0.51	0.56	0.6	0.66	0.7	0.76
75L கலனில் அழுத்தம் (atmல்)	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51

6.2.4 அவகேட்ரோ கருதுகோள்

சமவெப்பஅழுத்த நிலைகளில், சமகன அளவுள்ள அனைத்து வாயுக்களும், சம எண்ணிக்கையுள்ள மூலக்கூறுகளை பெற்றிருக்கும் என அவகாட்ரோ கருதினார். அவகேட்ரோ கருதுகோளை கணிதவியல் சமன்பாடாக பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$V \alpha n,$

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \text{மாறிலி} \text{ -------- } (6.10)$$

இங்கு V_1, n_1 என்பன வாயுவின் கனஅளவு மற்றும் மோல்களின் எண்ணிக்கையினைக் குறிப்பிடுகின்றன. மற்றும் V_2, n_2 என்பன அதே வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் வாயுவின் பிறிதொரு கனஅளவு மற்றும் மோல்களின் எண்ணிக்கையினைக் குறிப்பிடுகின்றன.

தன்மதிப்பீடு

4) ஒரு விளையாட்டு வீரரின் ஆழமான உட்சுவாசித்தலின் போது அவருடைய நுரையீரல் கனஅளவு 7.05 dm^3 என மனித உடலியக்க ஆய்வு மூலம் (Kinesiology) கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இக்குறிப்பிட்ட கனஅளவில் நுரையீரலானது 0.312 மோல்கள் காற்று மூலக்கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது. வெளிச்சுவாசத்தின் போது நுரையீரலின் கனஅளவு 2.35dm^3 ஆக குறைகிறது. அவ்விளையாட்டு வீரர் வெளிசுவாசத்தின் போது வெளியேற்றும் காற்று மூலக்கூறுகளின் மோல்களின் எண்ணிக்கையினைக் கணக்கிடுக. (அழுத்தம் மற்றும் வெப்பநிலை மாறிலியாக இருப்பதாகக் கருதவும்)

6.3. நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாடு

T, P, V மற்றும் n ஆகிய நான்கு மாறிகளைக் கொண்டு, வாயு நிலைமையினை முழுமையாக விவரிக்க இயலும். இவற்றிற்கு இடையேயானத் தொடர்பினை இதுவரை பயின்ற வாயுவிதிகளைக் கொண்டு அறியலாம்.

Unit 6 - jagan.indd 182 4/13/2020 3:28:07 PM

பாயில்விதி $V \alpha \frac{1}{P}$

சார்லஸ்விதி $V \alpha T$

அவகாட்ரோவிதி $V \alpha n$

மேற்கண்டுள்ள சமன்பாடுகளை இணைப்பதன் மூலம், அனைத்து வாயுக்களின் இயற்பண்புகளை விவரிக்க உதவும் பின்வரும் பொதுவான சமன்பாட்டினை நாம் உருவாக்கலாம்.

$$V \alpha \frac{nT}{P}$$

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

இங்கு R என்பது வாயுமாறிலி என்றழைக்கப்படும், விகிதமாறிலியாகும்.

மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டினை மாற்றியமைத்தால் நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாடு உருவாகிறது.

$$PV = nRT. \text{ ------ } (6.11)$$

அழுத்தமானது, வெவ்வேறு அலகுகளில்குறிப்பிடப்படுகிறது. (அட்டவணை6.1) என நாம் ஏற்கனவே அறிவோம். எனவே, வாயுமாறிலியின் மதிப்பினை வெவ்வேறு அலகுகளில் தெரிந்திருக்க வேண்டியது அவசியமாகும்.

Rன் மதிப்பினை பின்வரும் சமன்பாட்டினை பயன்படுத்தி நாம் கணக்கிடலாம்.

$$R = \frac{PV}{nT}$$

P ன்மதிப்பு 1 atm, கனஅளவு 22.414 dm^3 மற்றும் வெப்பநிலை 273.15K ஆக உள்ள போது 1 மோல் வாயுவிற்கு,

$$R = \frac{1\,atm. \times 22.414\,dm^3}{1\,mol. \times 273.15\,K}$$

$$= \mathbf{0.0821\ dm^3\ atm.\ mol^{-1}\ K^{-1}}$$

திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் (STPல்) P = 1 bar (10^5 Pascal) வெப்ப நிலை 273.15 K ல் 1 மோல் வாயு அடைத்துக் கொள்ளும் கனஅளவு $V=22.71 \times 10^{-3}\ m^3$

$$R = \frac{10^5\ Pa \times 22.71 \times 10^{-3}\ m^3}{1\,mol. \times 273.15\,K}$$

$$= 8.314\ Pa\ m^3\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$= 8.314 \times 10^{-5}\ bar\ m^3\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$= 8.314 \times 10^{-2}\ bar\ dm^3\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$= 8.314 \times 10^{-2}\ bar\ L\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$= 8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாடானது P, V, T மற்றும் n ஆகிய நான்கு மாறிகளுக்கு இடையேயான தொடர்பினைத் தருவதால் இச்சமன்பாடு, வாயுக்களின் நிலைமைச் சமன்பாடு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

70^0 C ல் 6 dm^3 கனஅளவுடைய ஒரு எஃகு கலனில் உள்ள 2 மோல் சல்பர் ஹெக்ஸா புளுரைடின் அழுத்தத்தினை, அவ்வாயுவினை நல்லியல்பு வாயுவாகக்கருதி நாம் கணக்கிடுவோம்.

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{2\ mol \times 0.0821\ L\ atm.\ K^{-1}.mol^{-1} \times (70 + 273\ K)}{6\ dm^3}$$

$$= 9.39\ atm.$$

Unit 6 - jagan.indd 183 4/13/2020 3:28:08 PM

தன்மதிப்பீடு

5) 8^0C மற்றும் 6.4atm வெப்ப அழுத்த நிலை காணப்படும் ஒரு ஏரியின் அடிப்பரப்பிலிருந்து ஒரு சிறிய நீர்க்குமிழி மேலெழும்பி நீரின் மேற்பரப்பிற்கு செல்கிறது, நீரின் மேற்பரப்பில் வெப்பநிலை 25^0C மற்றும் அழுத்தம் 1atm. நீர்க்குமிழியின் ஆரம்ப கனஅளவு 2.1 mL எனில் அதன் இறுதி கனஅளவை (mL ல்) கணக்கிடுக,

6.4 வாயுக்களின் கலவை – டால்டனின் பகுதி அழுத்த விதி

ஒன்றோடொன்று வினைபுரியாத வாயுக்கலவையில் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வு முடிவுகளின் அடிப்படையில், வாயுக்கலவையில் உள்ள ஒவ்வொரு வாயுவும் தனித்தனியே செயல்படுவதாக அறியமுடிகிறது. வாயுக்கலவையினை பொருத்தவரையில், அதில் அடங்கியுள்ள ஒவ்வொரு தனித்த வாயுவும், வாயுவின் ஒட்டு மொத்த அழுத்தத்திற்கு எந்த அளவிற்கு பங்களிக்கின்றன என்பதை அறிவது அவசியமாகிறது.

ஜான்டால்டனின் கூற்றுப்படி, ஒன்றோடொன்று வினைபுரியாத வாயுக்கலவையின் மொத்த அழுத்தமானது, அதில் அடங்கியுள்ள ஒவ்வொரு வாயுக்களின் பகுதி அழுத்தங்களின் கூடுதலுக்குச் சமம். வாயுக்கலவையில் உள்ள ஒரு வாயுவின் பகுதி அழுத்தம் என்பது, அவ்வாயு அதே வெப்பநிலை மற்றும் கனஅளவில் தனித்து இருக்குமேயானால் அதனால் உணரும் அழுத்தம் எனலாம். இதுவே டால்டனின் பகுதி அழுத்தவிதி எனப்படும்.

V கனஅளவுடைய கொள்கலனில் உள்ள 1,2 மற்றும் 3 ஆகிய வாயுக்கள் அடங்கிய கலவையிலுள்ள வாயுக்களின் பகுதி அழுத்தங்கள் முறையே p_1, p_2 மற்றும் p_3 எனில் அதன் மொத்த அழுத்தம் $P_{\text{மொத்தம்}}$ என்பது

$$P_{\text{மொத்தம்}} = p_1 + p_2 + p_3 \quad\text{———————}\quad (6.12)$$

வாயுக்கள் நல்லியல்பு தன்மையினைப் பெற்றிருப்பதாகக் கருதினால்,

$$p_1 = n_1\frac{RT}{V};\ p_2 = n_2\frac{RT}{V};\ p_3 = n_3\frac{RT}{V}$$

$$P_{\text{மொத்தம்}} = n_1\frac{RT}{V} + n_2\frac{RT}{V} + n_3\frac{RT}{V}$$

$$= (n_1 + n_2 + n_3)\frac{RT}{V}$$

$$P_{\text{மொத்தம்}} = n_{\text{மொத்தம்}}\left(\frac{RT}{V}\right) \text{-----}\ (6.13)$$

பகுதி அழுத்தத்தினை பின்வருமாறும் குறிப்பிடலாம்

$$\frac{RT}{V} \text{ ஐ } \frac{p_1}{n_1} \text{ அல்லது } \frac{p_2}{n_2} \text{ அல்லது } \frac{p_3}{n_3}$$

எனவும் குறிப்பிடலாம் அல்லது பொதுவாக $\frac{p_i}{n_i}$

எனவே

$$P_{\text{மொத்தம்}} = n_{\text{மொத்தம்}}\frac{p_i}{n_i} = \frac{n_{\text{மொத்தம்}}}{n_i}\,p_i$$

$$\Rightarrow p_i = \frac{n_i}{n_{\text{மொத்தம்}}}P_{\text{மொத்தம்}} = x_i P_{i\ \text{மொத்தம்}} \text{-------}\ (6.14)$$

இங்கு X_i என்பது i என்ற கூறின் மோல் பின்னமாகும்

டால்டன் விதியின் பயன்பாடுகள்

நீரினை கீழ்முக இடப்பெயர்ச்சி செய்வதன் மூலம் வாயுக்களை சேகரிக்கும் ஒரு வினையில், சேகரிக்கப்படும் உலர்வாயுவின் அழுத்தத்தினை டால்டனின் பகுதி அழுத்த விதியினைப் பயன்படுத்தி பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$P_{\text{சேகரிக்கப்பட்ட உலர்வாயு}} = P_{\text{மொத்தம்}} - P_{\text{நீராவி}}$$

Unit 6 - jagan.indd 184 4/13/2020 3:28:08 PM

$P_{நீராவி}$ என்பது பொதுவாக நீர் இழுவிசை என அழைக்கப்படுகிறது. காற்றிற்கு பல்வேறு வெப்பநிலைகளில் இதன் மதிப்புகள் கண்டறிந்து தரப்பட்டுள்ளன.

பின்வரும் கணக்கினைத் தீர்ப்பதன் மூலம் டால்டனின் பகுதி அழுத்த விதியினை நாம் புரிந்து கொள்ளலாம். ஒரு வாயுக் கலவையானது, 4.76 மோல் Ne, 0.74 மோல் Ar மற்றும் 2.5 மோல் Xe வாயுக்களைக் கொண்டுள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், அதன் மொத்த அழுத்தம் 2 atm எனில் வாயுக்களின் பகுதி அழுத்தங்களைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$p_{Ne} = x_{Ne}\, P_{மொத்தம்}$$

$$x_{Ne} = \frac{n_{Ne}}{n_{Ne} + n_{Ar} + n_{Xe}}$$

$$= \frac{4.76}{4.76 + 0.74 + 2.5} = 0.595$$

$$x_{Ar} = \frac{n_{Ar}}{n_{Ne} + n_{Ar} + n_{Xe}}$$

$$= \frac{0.74}{4.76 + 0.74 + 2.5} = 0.093$$

$$x_{Xe} = \frac{n_{Xe}}{n_{Ne} + n_{Ar} + n_{Xe}}$$

$$= \frac{2.5}{4.76 + 0.74 + 2.5} = 0.312$$

$$P_{Ne} = x_{Ne}\, P_{மொத்தம்} = 0.595 \times 2$$

$$= 1.19 \text{ atm.}$$

$$P_{Ar} = x_{Ar}\, P_{மொத்தம்} = 0.093 \times 2$$

$$= 0.186 \text{ atm.}$$

$$P_{Xe} = x_{Xe}\, P_{மொத்தம்} = 0.312 \times 2$$

$$= 0.624 \text{ atm.}$$

தன்மதிப்பீடு

6(அ) நீர் மூழ்குபவர்கள், நீரில் மூழ்குவதற்கு பயன்படுத்தும் வாயுகலன்களில் He மற்றும் O_2 வாயுக்கள் அடங்கிய கலவை பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட நீர் மூழ்கும் நிகழ்வில், 1atm அழுத்த நிலையில் 12 dm³ O_2 மற்றும் 1 atm அழுத்த நிலையில் 46 dm³ கனஅளவுள்ள He அடங்கிய வாயுக்கலவை 5dm³ கலனினுள் உள்ளே அழுத்தப்படுகிறது. 298K வெப்பநிலையில், ஒவ்வொரு வாயுவின் பகுதி அழுத்தத்தினைக் கணக்கிடுக.

(ஆ) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு $KClO_3$ (பொட்டாசியம் குளோரேட்) ஆய்வுக் குழாயில் வெப்பப்படுத்தப்பட்டு பின்வரும் வினையின் மூலம் O_2 பெறப்படுகிறது.

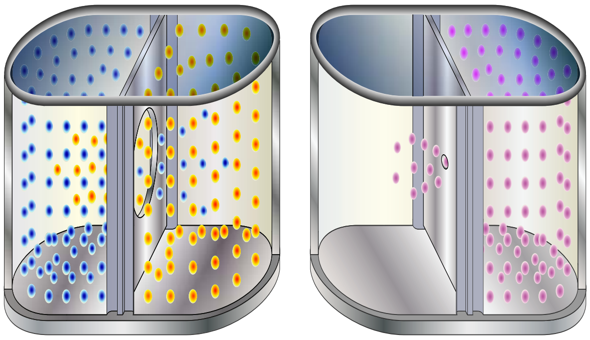
$$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$$

295 K வெப்ப நிலையில் நீரினை கீழ்முக இடப்பெயர்ச்சி செய்வதன் மூலம் வாயுவானது சேகரிக்கப்படுகிறது. வாயுக் கலவையின் மொத்த அழுத்தம் 772 mm Hg 300K ல் நீரின் ஆவி அழுத்தம் 26.7 mm Hg. ஆக்சிஜனின் பகுதி அழுத்தம் என்ன?

6.4.1 கிரஹாமின் வாயு விரவுதல் விதி

வாயுக்கள், தங்களுக்கு கிடைக்கும் அனைத்து வெளியினையும் அடைத்துக் கொள்ளும் தன்மையினை பெற்றுள்ளன. இரு வினை புரியாத வாயுக்களை ஒன்றோடொன்று கலந்திட அனுமதிக்கும் போது, வாயு மூலக்கூறுகள் அதிக செறிவுள்ள பகுதியிலிருந்து, குறைவான செறிவுள்ள பகுதிக்கு நகர்கின்றன. ஒருவாயுவின் மூலக்கூறுகள் மற்றொரு வாயுவின் வழியே நகரும் இப்பண்பானது விரவுதல் (diffusion) என்றழைக்கப்படுகிறது. ஒருகலனில் உள்ள வாயுவானது, ஒரு மிகச்சிறிய துளையின் வழியே வெளியேறும் மற்றொரு நிகழ்வானது பாய்தல் (effusion) என அழைக்கப்படுகிறது.

Unit 6 - jagan.indd 185 4/13/2020 3:28:09 PM



படம் 6.7 வாயுக்களின் விரவுதல் மற்றும் பாய்தல்

ஒரு வாயுவின் விரவுதல் அல்லது பாய்தலின் வீதமானது, அதன் மோலார் நிறையின் வர்க்கமூலத்திற்கு எதிர்விகிதத்தில் அமையும். இக்கூற்று கிரஹாமின் வாயுவிரவுதல் /பாய்தல் விதி என அழைக்கப்படுகிறது.

கணிதவியல்படி, விரவுதல் வீதம் $\alpha \frac{1}{\sqrt{M}}$

மாறாக

$$\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \quad (6.15)$$

விரவும் வாயுக்கள் வெவ்வேறு அழுத்தநிலைகளில் (P_A, P_B இருக்குமாயின்

$$\frac{r_A}{r_B} = \frac{P_A}{P_B}\sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \quad (6.16)$$

இங்கு r_A மற்றும் r_B என்பன முறையே M_A மற்றும் M_B ஆகியவற்றை மூலக்கூறு நிறைகளாகக் கொண்ட A மற்றும் B ஆகிய வாயுக்களின் விரவுதல் வீதங்களாகும்.

> உங்களுக்குத் தெரியுமா ?
>
> U^{235} வை பிற ஐசோடோப்புகளிலிருந்து, செறிவூட்டும் செயல்முறைக்கு கிரஹாமின் வாயுவிரவல் விதி அடிப்படையாக அமைகிறது.

1. சமவெப்ப அழுத்த நிலையில், ஒரு குறிப்பிட்ட வாயுவின் விரவுதல் வீதம், நைட்ரஜனைக் காட்டிலும் 0.5 மடங்கு அதிகம். அக்குறிப்பிட்ட வாயுவின் மோலார் நிறையினைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$\frac{r_{\text{குறிப்பிட்ட வாயு}}}{r_{N_2}} = \sqrt{\frac{M_{N_2}}{M_{\text{குறிப்பிட்ட வாயு}}}}$$

$$0.5 = \sqrt{\frac{28\ g\ mol^{-1}}{M_{\text{குறிப்பிட்ட வாயு}}}}$$

இருபுறமும் வர்க்கப்படுத்த

$$(0.5)^2 = \frac{28\ g\ mol^{-1}}{M_{\text{குறிப்பிட்ட வாயு}}}$$

$$\Rightarrow M_{\text{குறிப்பிட்ட வாயு}} = \frac{28}{0.25} = 112\ g\ mol^{-1}$$

தன்மதிப்பீடு

எளிதில் தீப்பற்றும், ஒரு குறிப்பிட்ட கனஅளவுடைய வாயு நிலையில் உள்ள ஹைட்ரோகார்பன், ஒரு சிறு துளையின் வழியே 1.5 நிமிடங்களில் (minutes) விரவுகின்றது. இதே வெப்ப அழுத்த நிலைகளில், சம கனஅளவு உடைய புரோமின் ஆவியானது அதே துளையின் வழியே விரவுவதற்கு 4.73 நிமிடங்கள் (minutes) எடுத்துக் கொள்கிறது. அந்த வாயுவின் மோலார் நிறையினை கண்டறிக. மேலும் அந்த ஹைட்ரோ கார்பன் என்னவாக இருக்கலாம் எனக் கூறு. (புரோமினின் மோலார் நிறை 159.8$g mol^{-1}$ என கொடுக்கப்பட்டுள்ளது)

6.5 நல்லியல்புத் தன்மையிலிருந்து விலகலடைதல்

PV = nRT என்ற வாயுச் சமன்பாடு உருவாவதற்கு அடிப்படையாக அமைந்துள்ள வாயுக்களின் இயக்கவியற் கொள்கையின்படி (வாயுக்களின் இயக்கவியற் கொள்கையின் கோட்பாடுகள் இயற்பியல் பாடப் பகுதியில் விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளது) வாயுவின்

Unit 6 - jagan.indd 186 4/13/2020 3:28:10 PM

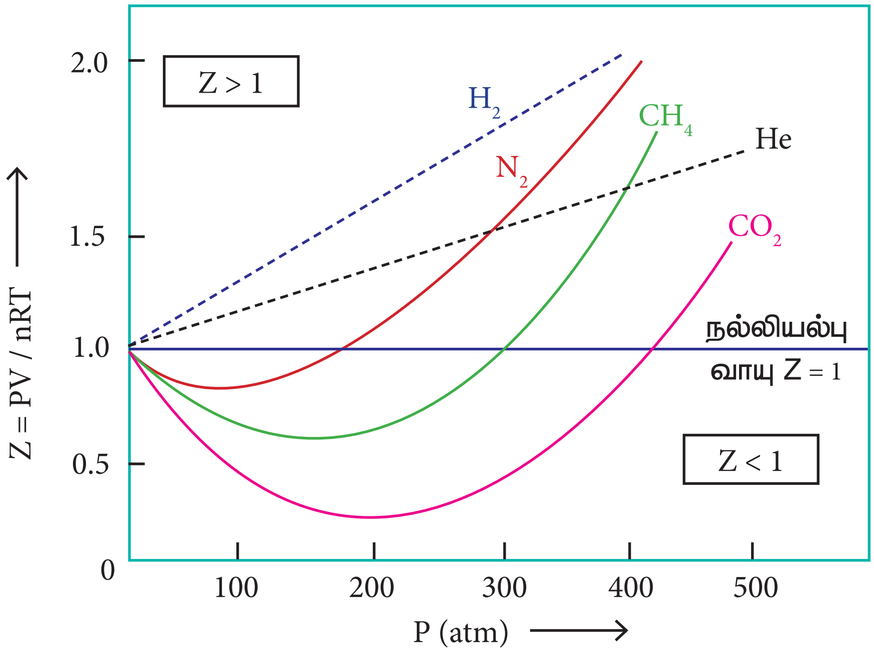
ஒட்டு மொத்த கனஅளவோடு ஒப்பிடும் போது, தனிப்பட்ட ஒரு வாயு மூலக்கூறு அடைத்துக் கொள்ளும் கனஅளவு என்பது புறக்கணிக்கத்தக்கது. மேலும் வாயு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே கவர்ச்சிவிசை ஏதுமில்லை. அனைத்து வெப்ப அழுத்த நிலைகளிலும் மேற்கண்டுள்ள இவ்விரு ஊகத்தின் அடிப்படையிலான கோட்பாடுகளுக்கு உட்பட்டு செயல்படும் வாயுக்கள் நல்லியல்பு வாயுக்கள் எனப்படும். ஆனால் நடைமுறையில் அனைத்து வெப்ப அழுத்த நிலைகளிலும் ஊகத்தின் அடிப்படையிலான இவ்விரு கருதுகோள்களும் சரியானவை அல்ல. எடுத்துக்காட்டாக வாயுக்களை திரவமாக்குதல் நிகழ்வானது, வாயு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே கவர்ச்சி விசை உள்ளது என்பதைக் காட்டுவதாக உள்ளது. எனவே அனைத்து வெப்ப அழுத்த நிலைகளிலும் எந்த ஒரு வாயுவும் நல்லியல்பு வாயுவின் தன்மையினை பெற்றிருக்க இயலாது. அவ்வாறான நல்லியல்பு தன்மையற்ற வாயுக்கள் இயல்பு வாயுக்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இயல்பு வாயுக்கள் சில நிபந்தனைகளில் (வெப்ப அழுத்த நிலைகளில்) நல்லியல்புத் தன்மையை நெருங்குகின்றன.

6.5.1 அமுக்கத்திறன் காரணி (Z)

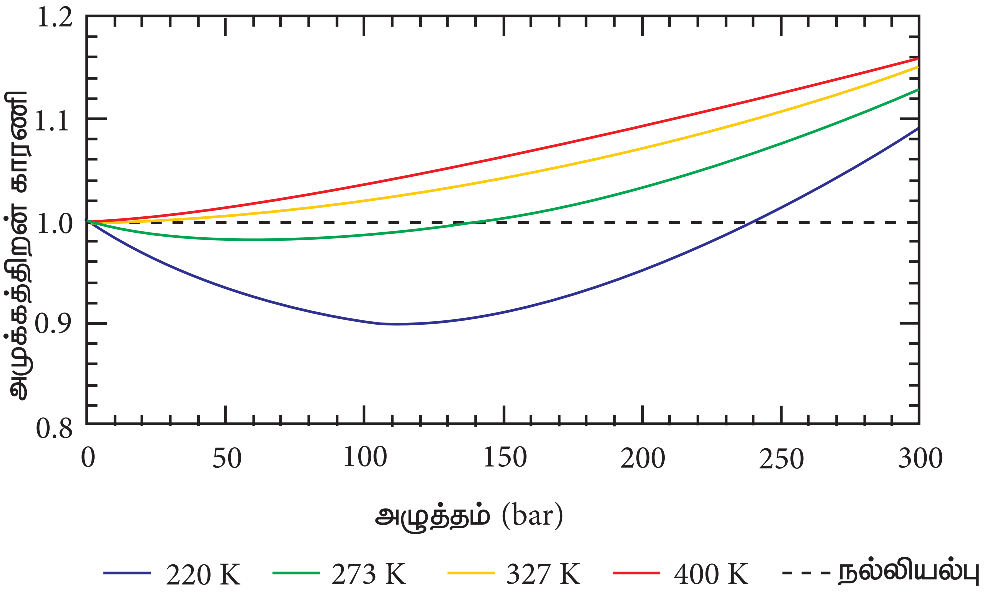
இயல்பு வாயுக்கள், நல்லியல்புத் தன்மையிலிருந்து விலகலடைதலை PV மற்றும் nRTக்கு இடையேயான விகிதத்தின் அடிப்படையில், அளவிட இயலும். இக்காரணி அமுக்கத்திறன் காரணி எனப்படுகிறது. கணிதவியலின் அடிப்படையில்,

$$Z = \frac{PV}{nRT}$$

நல்லியில்பு வாயுக்களுக்கு PV=nRT எனவே, அனைத்து வெப்ப அழுத்த நிலைகளிலும் அமுக்கத்திறன் காரணி, Z= 1, இவ்வாயுக்களுக்கான Z Vs P வரைபடமானது அழுத்த அச்சிற்கு இணையான நேர்கோடாக அமையும். வாயுக்கள் நல்லியல்புத் தன்மையிலிருந்து விலகலடையும் போது, Zன் மதிப்பானது ஒன்றிலிருந்து விலகலடைகிறது. அனைத்து வாயுக்களுக்கும், மிகக்குறைந்த அழுத்தம் மற்றும் மிக அதிக வெப்பநிலைகளில் அமுக்கத்திறன் காரணியின் மதிப்பு 1க்கு அருகில் அமைந்துள்ளது. மேலும் வாயுக்கள் நல்லியல்புத் தன்மையுடையதாக செயல்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட சில வாயுக்களுக்கான அமுக்கத்திறன் காரணி Vs அழுத்த வரைபடமானது வரைபடம் 6.8ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6.8 சிலவாயுக்களுக்கானஅமுக்கத்திறன்காரணி (Z) Vs அழுத்தம் – வரைபடம்



படம் 6.9 நைட்ரஜன்வாயுவிற்கு, வெவ்வேறுவெப்பநிலைகளில், அமுக்கத்திறன்காரணி Vsஅழுத்தம் – வரைபடம்

அழுத்தம் குறைவாக உள்ள போது, வாயுமூலக்கூறுகளின் கனஅளவோடு ஒப்பிடும் போது, கொள்கலனின் கனஅளவு மிக அதிகமாகும். எனவே தனித்த வாயு மூலக்கூறின் கனஅளவானது புறக்கணிக்கத்தக்கது. மேலும், வாயு மூலக்கூறுகள் ஒன்றுக்கொன்று தொலைவில் அமைவதால், அவற்றிற்கிடையேயான கவர்ச்சி விசையும் புறக்கணிக்கத்தக்கது. அழுத்தம் அதிகரிக்கப்படும் போது, வாயுக்களின் அடர்த்தி அதிகரிப்பதுடன், வாயுமூலக்கூறுகள் ஒன்றுக்கொன்று நெருக்கமாகவும் அமைகின்றன. எனவே வாயுமூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தினை பாதிக்கும் வகையில் அவைகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசை குறிப்பிடத்தக்க அளவு போதுமானதாக உள்ளது. மேலும் வாயுக்கள் நல்லியல்புத் தன்மை உடையதாக இருப்பதில்லை.

அதிக வெப்ப நிலையில், வாயு மூலக்கூறுகளின் சராசரி இயக்க ஆற்றல் மிகஅதிகம். எனவே அவைகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசை புறக்கணிக்கத்தக்கது. வெப்பநிலையை குறைக்கும் போது வாயு மூலக்கூறுகளின் சராசரி இயக்க ஆற்றலும் குறையும். எனவே மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசை அதிகரிக்கின்றது. எந்த ஒரு வெப்ப நிலையில் இயல்பு வாயுக்கள், நல்லியல்புச் சமன்பாட்டிற்கு, உட்பட்டு செயல்படுகிறதோ அவ்வெப்பநிலை பாயில் வெப்பநிலை அல்லது பாயில் புள்ளி எனப்படும். பாயில்வெப்பநிலைக்கு மேலே, இயல்பு வாயுக்களுக்கு $Z > 1$ அதாவது இயல்பு வாயுக்கள் நேர்மறை விலகலை காட்டுகின்றன. பாயில் வெப்பநிலைக்கு கீழே, அழுத்தம் அதிகரிக்கப்படும் போது, இயல்பு வாயுக்களுக்கான Zமதிப்பு முதலில் குறைந்து, சிறும மதிப்பினை அடைந்து பின்னர் அதிகரிக்கத் துவங்குகிறது. எனவே, குறைவான அழுத்தம் மற்றும் அதிக வெப்பநிலையில், இயல்பு வாயுக்கள், நல்லியல்புத் தன்மையினை பெறுகின்றன என தெளிவாகிறது.

6.5.2 இயல்பு வாயுக்களுக்கான அமுக்கத்திறன் காரணி

இயல்புவாயுக்களுக்கானஅமுக்கத்திறன் காரணியினை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

Unit 6 - jagan.indd 188 4/13/2020 3:28:10 PM

$$Z = \frac{PV_{\text{இயல்பு}}}{nRT} \quad \text{----------------} \; (6.17)$$

$$V_{\text{நல்லியல்பு}} = \frac{nRT}{P} \quad \text{----------------} \; (6.18)$$

(6.18) ஐ (6.17)ல்பிரதியிட

$$Z = \frac{V_{\text{இயல்பு}}}{V_{\text{நல்லியல்பு}}} \quad \text{-----------} \; (6.19)$$

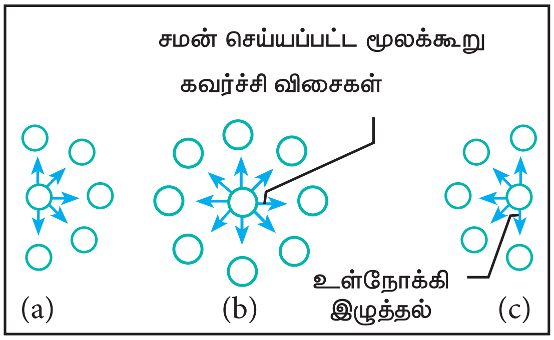
இங்கு, $V_{\text{இயல்பு}}$ என்பது இயல்பு வாயுக்களின் மோலார் கனஅளவு மற்றும் $V_{\text{நல்லியல்பு}}$ என்பது அவ்வாயு நல்லியல்பு வாயுவாக செயல்படும் போது அதன் மோலார் கனஅளவு மதிப்பாகும்.

6.5.3 வாண்டர் வால்ஸ் சமன்பாடு

இயல்பு வாயுக்களைப் பற்றிய கணிதவியல் ரீதியான ஆய்வுகள் முதன்முதலில் J.D வாண்டர் வால்ஸ் என்பவரால் மேற்கொள்ளப்பட்டது. இவரது சமன்பாட்டின் மூலம் நம்மால் மூலக்கூறு அளவில், இயல்பு வாயுக்களின் தன்மையினை விளக்க இயலும். இவர் அழுத்தத்திற்கான திருத்தம் மற்றும் கனஅளவிற்கான திருத்தம் என இரு திருத்தங்களை PV=nRT என்ற நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாட்டில், அறிமுகப்படுத்தி அச்சமன்பாட்டினை மாற்றியமைத்தார்.

அழுத்தத்திற்கான திருத்தம்

வாயுவின் அழுத்தமானது, அவ்வாயு மூலக்கூறுகள் கொள்கலனின் சுவற்றின் மீது மோதுவதால் ஏற்படும் விசைக்கு நேர்விகிதத் தொடர்புடையது. கொள்கலனின் சுவற்றினை நோக்கிச் செல்லும் ஒருவாயு மூலக்கூறின் வேகமானது, அம்மூலக்கூறினை சூழ்ந்துள்ள பிறவாயு மூலக்கூறுகளின் கவர்ச்சி விசையினால் குறைக்கப்படுகிறது. எனவே அளந்தறியப்பட்ட அழுத்தமானது, வாயுவின் நல்லியல்பு அழுத்தத்தை விட குறைவானதாகும். எனவே இவ்விளைவிற்கான ஒரு திருத்தத்தினை வாண்டர் வால்ஸ் அறிமுகப்படுத்தினார்.



படம் 6.10 மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசை

கொள்கலனின் சுவற்றிற்கு அருகே உள்ளே ஒரு மூலக்கூறு உணரும் கவர்ச்சி விசையானது வாயுவின் அடர்த்தியின் வர்க்கத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும் என வாண்டர் வால்ஸ் கண்டறிந்தார்.

$$P' \alpha \rho^2$$

$$\rho = \frac{n}{V}$$

இங்கு n என்பது வாயுக்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை 'V' என்பது கொள்கலனின் கனஅளவு

$$\Rightarrow P' \alpha \frac{n^2}{V^2}$$

$$\Rightarrow P' = a\frac{n^2}{V^2}$$

இங்கு a என்பது விகிதமாறிலி. இது வாயுவின் இயல்பினைப் பொருத்து அமையும்.

எனவே,

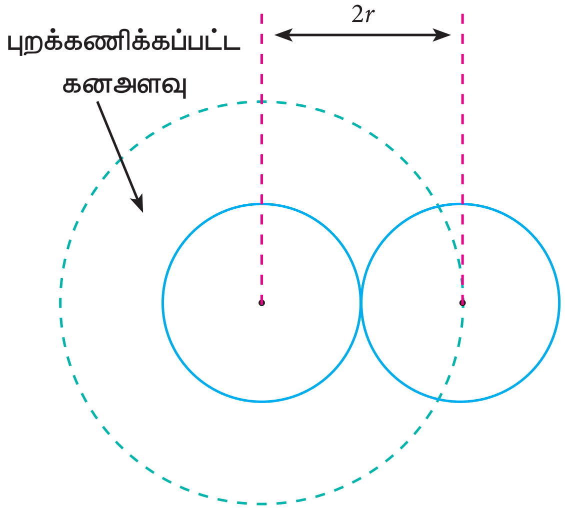
$$P_{\text{நல்லியல்பு}} = P + \frac{an^2}{V^2} \quad \text{------} \; (6.20)$$

கனஅளவிற்கான திருத்தம்

ஒவ்வொரு தனித்த வாயு மூலக்கூறும் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க கனஅளவை அடைத்துக் கொள்வதால், வாயு அடங்கிய கொள்கலனின் கன அளவினை (V)க்காட்டிலும், வாயுவின் உண்மையான கனஅளவு குறைவானதாகும். இவ்விளைவிற்கான வாண்டர் வால்ஸ்

Unit 6 - jagan.indd 189 4/13/2020 3:28:12 PM

திருத்தக்காரணி V' ஐ அறிமுகப்படுத்தினார். வாயு மூலக்கூறுகளை கோளவடிவில் இருப்பதாக கருத்திற் கொண்டு, திருத்தக் காரணியை நாம் கணக்கிடலாம்.



படம் 6.11 புறக்கணிக்கப்பட்ட கனஅளவு

V' = புறக்கணிக்கப்பட்ட கனஅளவு

இரு மூலக்கூறுகளுக்கான புறக்கணிக்கப்பட்ட கனஅளவு

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

$$= 8\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) = 8\,V_m$$

இங்கு V_m ஒரு தனித்த வாயு மூலக்கூறின் கனஅளவு

ஒரு தனித்த மூலக்கூறுக்கான புறக்கணிக்கப்பட்ட கனஅளவு

$$= \frac{8\,V_m}{2} = 4\,V_m$$

n மூலக்கூறுகளுக்கான புறக்கணிக்கப்பட்ட கனஅளவு

$$= n\,(4\,V_m) = nb$$

இங்கு b என்பது வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலி

இது $4V_m$ ற்குச் சமம்

$$\Rightarrow V' = nb$$

$$V_{\text{நல்லியல்பு}} = V - nb \text{ -----------(6.21)}$$

PV = nRT என்ற நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாட்டினை, திருத்தம் செய்யப்பட்ட அழுத்தம் மற்றும் கனஅளவு மதிப்புகளைக் கொண்டு மாற்றியமைக்க, இயல்பு வாயுக்களுக்கான வாண்டர் வால்ஸ் சமன்பாடு பின்வருமாறு பெறப்படுகிறது.

$$\left(P + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT \text{ . ----(6.22)}$$

a மற்றும் b ஆகியன வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகள். வாயுக்களின் தன்மையினைப் பொறுத்து இம்மாறிலிகளின் மதிப்பு அமையும். இச்சமன்பாடு நல்லியல்புத் தன்மையற்ற வாயுக்களுக்கான, தோராயமான ஒரு சமன்பாடாகும்.

6.6 கார்பன்டை ஆக்ஸைடின், அழுத்தம் – கனஅளவு, சமவெப்ப நிலைக்கோடுகள்

ஆண்ட்ரூஸின் சமவெப்பநிலைக் கோடுகள் (Andrew's isotherm)

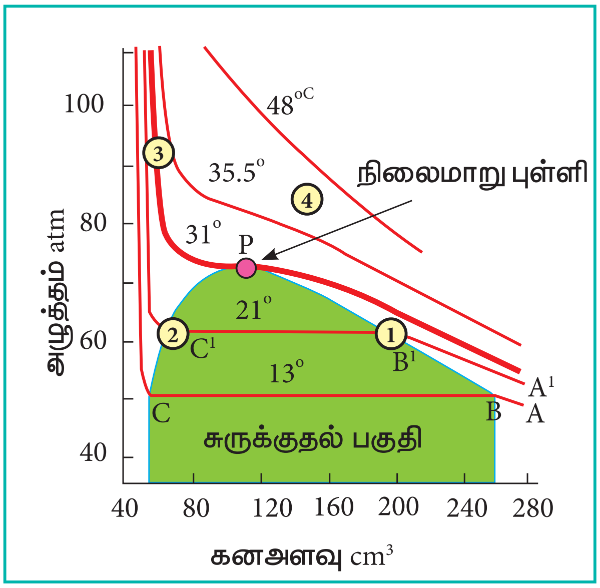
தாமஸ் ஆண்ட்ரூஸ் என்பவரால் வாயு மற்றும் திரவநிலைகளில் உள்ள ஒரு பொருளின் அழுத்தம், கனஅளவு மற்றும் வெப்பநிலை ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான முழுமையான தரவுகள் முதன்முதலில் தரப்பட்டது. வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில், கார்பன்டை ஆக்ஸைடின் சமவெப்பநிலைக் கோடுகளை அவர் வரைந்தார். வரைபடம் 6.12ல் தரப்பட்டுள்ளது. இவ்வரை படத்திலிருந்து நாம் பின்வரும் விவரங்களைப் பெறமுடிகிறது.

குறைவான வெப்பநிலையில் வரையப்பட்ட வெப்ப சமநிலைக் கோடுகளில், உதாரணமாக 13^0Cல், அழுத்தம் அதிகரிக்கப்படும் போது, ABன் வழியே 'B'யை அடையும் வரை கனஅளவு குறைகிறது. 'B'ல்அழுத்தம் மாறாதிருக்கும் போது, BCன் வழியே திரவமாதல் நிகழ்கிறது. மேலும் வாயு மற்றும் திரவ நிலைமைகள் இரண்டும் ஒருசேர காணப்படுகின்றன. 'C'ல் வாயுவானது முழுவதும் திரவமாக மாறுகிறது. C ல் உள்ள அழுத்தத்தை விட, அதிக அழுத்தம் தரப்படும் போது திரவம் மட்டுமே அமுக்கத்திற்கு உட்படுகிறது. எனவே அதன் கனஅளவில் குறிப்பிடத் தகுந்த மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை.

அடுத்தடுத்த வெப்பநிலைகளில் வரையப்பட்ட சமநிலைக் கோடுகளும் இதே தன்மையினைப் பெற்றுள்ளதுடன் தட்டையான பகுதியின் அளவு குறைந்து கொண்டே வருகிறது. அதாவது, திரவமும் வாயுவும் ஒருசேர காணப்படும் கனஅளவு வீச்சு குறைகிறது. **31.1^0C**ல் வெப்பநிலையில்,

Unit 6 - jagan.indd 190 4/13/2020 3:28:12 PM

குறைந்து கொண்டே வரும் தட்டையானபகுதி ' P' என்ற புள்ளியில் பூஜ்யமாகிறது. அதாவது இப்புள்ளியில் CO_2 வாயுவானது முற்றிலும் திரவமாகிறது. இந்த வெப்ப நிலையானது, CO_2ன் திரவமாகும் வெப்பநிலை அல்லது நிலைமாறும் வெப்பநிலை என அழைக்கப்படுகிறது. இப்புள்ளியில், அழுத்தம் 73 atm ஆகும். இந்த வெப்ப நிலைக்கு மேல் உள்ள அனைத்து அழுத்த நிலைகளிலும் CO_2 வாயு நிலையிலேயே உள்ளது. கார்பன்டை ஆக்ஸைடைப் போன்றே பல இயல்பு வாயுக்களும் செயல்படுகின்றன என பின்னர் கண்டறியப்பட்டது.



படம் 6.12 வெவ்வேறுவெப்பநிலைகளில் CO_2ன்சமவெப்பநிலைக்கோடுகள்

சமவெப்பநிலைக் கோடுகளின் இயல்பானது ஒரே மாதிரியாக இருந்த போதிலும், நிலைமாறு வெப்பநிலை மற்றும் அவ்வெப்ப நிலையில் நிலைமாறு அழுத்தம் மற்றும் நிலை மாறு கனஅளவு ஆகியவை ஒரு குறிப்பிட்ட வாயுவிற்கு அதன் தன்மையைப் பொறுத்து அமையும் பண்பாகும்.

நிலை மாறு மாறிலிகளை நாம் பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம். எந்த ஒரு வெப்பநிலைக்கு மேலே அதிக அழுத்தம் அளிக்கப்படினும் ஒரு வாயுவினை, திரவமாக்க இயலாதோ அவ்வெப்பநிலை நிலைமாறு வெப்பநிலை (T_c) என வரையறுக்கப்படுகிறது. 1 மோல் வாயுவினை, அதன் நிலைமாறு வெப்ப நிலையில், திரவமாக்கத் தேவைப்படும் குறைந்த பட்ச அழுத்தம், நிலைமாறு அழுத்தம் (P_c) என வரையறுக்கப்படுகிறது.

1மோல் வாயுவானது, அதன் நிலை மாறு அழுத்தம் (P_c) மற்றும் நிலை மாறு வெப்பநிலையில் (T_c), அடைத்துக் கொள்ளும் கனஅளவு, நிலைமாறு கனஅளவு (V_c) என வரையறுக்கப்படுகிறது. சில பொதுவான வாயுக்களின் நிலைமாறு மாறிலிகளின் மதிப்பு அட்டவணை 6.2ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 6.2 சில வாயுக்களுக்கான நிலைமாறு மாறிலிகள்

வாயுவின் பெயர்	நிலைமாறு வெப்பநிலை (T_c) Kல்	நிலைமாறு அழுத்தம் (P_c) atmல்	நிலைமாறு கனஅளவு (V_c) $cm^3\ mol^{-1}$ ல்
ஹீலியம் (He)	5.2	2.26	57.8
கார்பன்டை ஆக்ஸைடு (CO_2)	304.2	72.9	94.0
ஆக்சிஜன் (O_2)	154.8	50.14	78.0
நைட்ரஜன் (N_2)	126.3	33.54	90.1
ஹைட்ரஜன் (H_2)	33.2	12.80	65
நீர் (H_2O)	647.4	218.3	55.3
அம்மோனியா (NH_3)	405.5	111.3	72.5
ஹைட்ரஜன் குளோரைடு (HCl)	324.7	81.5	81.0
மீத்தேன் (CH_4)	190.6	45.6	98.7
எத்திலீன் (C_2H_4)	283.1	50.50	124

Unit 6 - jagan.indd 191 4/13/2020 3:28:12 PM

தன்மதிப்பீடு

8. H_2O, NH_3 மற்றும் CO_2ன் நிலைமாறு வெப்பநிலைகள் முறையே 647.4K, 405.5K மற்றும் 304.2K ஆகும். நாம், 700K வெப்ப நிலையிலிருந்து குளிர்வித்தலை நிகழ்த்தும் போது, முதலில் திரவமாக மாறுவது மற்றும் இறுதியாக திரவமாக மாறுவது எது என கண்டறிக.

6.6.1 வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகளிலிருந்து நிலைமாறு மாறிலிகளை தருவித்தல்

'n' மோல் வாயுவிற்கான வாண்டர் வால்ஸ் சமன்பாடு,

$$\left(P+\frac{a\,n^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT \text{ ---------- } (6.22)$$

1 மோல் வாயுவிற்கு,

$$\left(P+\frac{a}{V^2}\right)(V-b)=RT \text{ ---------- } (6.23)$$

மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டிலிருந்து, நிலைமாறு மாறிலிகள் P_c, V_c மற்றும் T_cன் மதிப்புகளை வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகள் a மற்றும் b ன் வாயிலாக தருவிக்கலாம். மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டினை விரிவாக்க,

$$PV+\frac{a}{V}-Pb-\frac{ab}{V^2}-RT=0 \text{ ------- } (6.24)$$

சமன்பாடு (6.24) ஐ V^2/Pஆல்பெருக்குக

$$\frac{V^2}{P}\left(PV+\frac{a}{V}-Pb-\frac{ab}{V^2}-RT\right)=0$$

$$V^3+\frac{aV}{P}-bV^2-\frac{ab}{P}-\frac{RTV^2}{P}=0 \quad (3) \text{ --- } (6.25)$$

'V' ன் அடுக்காக மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டினை விரிவாக்கும் போது

$$V^3-\left[\frac{RT}{P}+b\right]V^2+\left[\frac{a}{P}\right]V-\left[\frac{ab}{P}\right]=0 \text{ --- } (6.26)$$

இச்சமன்பாடானது (6.26) Vல் அமைந்த முப்படிச் சமன்பாடாகும். இச்சமன்பாட்டினைத் தீர்க்கும் போது நாம் மூன்று தீர்வுகளைப் பெறலாம். நிலைமாறு நிலையில் Vன் இம்மூன்று மதிப்புகளும் நிலைமாறு கனஅளவு V_cக்குச் சமம். மேலும் அழுத்தம் மற்றும் வெப்பநிலைகள் P_c மற்றும் T_cக்குச் சமம்.

i.e., $V = V_C$

$$V - V_C = 0$$

$$(V - V_C)^3 = 0$$

$$V^3 - 3V_CV^2 + 3V_C^{\,2}V - V_C^{\,3} = 0 \text{ ---- } (6.27)$$

(6.26) ஆனது (6.27) ஆகிய இருசமன்பாடுகளும் ஒன்றே என்பதால், (6.26) மற்றும் (6.27)ல் உள்ள V^2, V ஆகியவற்றின் குணகங்கள் மற்றும் மாறிலி மதிப்புகளை நாம் சமப்படுத்தலாம்.

$$-3V_CV^2=-\left[\frac{RT_C}{P_C}+b\right]V^2$$

$$3V_C=\frac{RT_C}{P_C}+b \text{ ---- } (6.28)$$

$$3V_C^2=\frac{a}{P_C} \text{ ---- } (6.29)$$

$$V_C^3=\frac{ab}{P_C} \text{ ---- } (6.30)$$

சமன்பாடு (6.30) ஐ சமன்பாடு (6.29) ஆல் வகுக்க

$$\frac{V_C^3}{3V_C^2}=\frac{ab/P_C}{a/P_C}$$

$$\frac{V_C}{3}=b$$

i.e. $V_C = 3b$ ------- (6.31)

V_c ன் மதிப்பினை (6.2ல் பிரதியிட)

$$3V_C^2 = \frac{a}{P_C}$$

$$P_C = \frac{a}{3V_C^2} = \frac{a}{3(3b^2)} = \frac{a}{3\times 9b^2} = \frac{a}{27\,b^2}$$

$$P_C = \frac{a}{27b^2} \quad \text{------ (6.32)}$$

V_c மற்றும் P_c ன் மதிப்புகளைச் சமன்பாடு (6.28)ல் பிரதியிட

$$3V_C = b + \frac{R\,T_C}{P_C}$$

$$3\,(3\,b) = b + \frac{R\,T_C}{\left(\frac{a}{27\,b^2}\right)}$$

$$9\,b - b = \left(\frac{R\,T_C}{a}\right) 27\,b^2$$

$$8\,b = \frac{T_C\,R\,27b^2}{a}$$

$$\therefore \quad T_C = \frac{8\,a\,b}{27\,R\,b^2} = \frac{8\,a}{27\,R\,b}$$

$$T_C = \frac{8\,a}{27\,R\,b} \quad \text{------ (6.33)}$$

நிலைமாறு மாறிலிகளின் மதிப்பினைப் பயன்படுத்தி வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகளையும், வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகளைப் பயன்படுத்தி நிலைமாறு மாறிலிகளின் மதிப்புகளையும் கண்டறியலாம்.

$$a = 3\,V_C^2\,P_C \text{ மற்றும் } b = \frac{V_C}{3}$$

6.7 வாயுக்களைத் திரவமாக்குதல்

LPG (திரவமாக்கப்பட்ட பெட்ரோலிய வாயு) மற்றும் ராக்கெட் எரிபொருட்கள் போன்ற வணிக செயல்பாடுகளுக்கு திரவ நிலையில் வாயுக்கள் தேவைப்படுகிறது. வாயுக்களை திரவமாக்கும் முறைகள் ஜூல்–தாம்சன் விளைவினை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. அழுத்தப்பட்ட வாயுவானது, ஒரு மிகச் சிறிய துளையின் வழியே, குறைந்த அழுத்தப் பகுதிக்கு செலுத்தப்படும் போது குறிப்பிடத்தக்க அளவில் வாயு குளிர்ச்சியடைகிறது என்பதை ஜூல்–தாம்சன் கண்டறிந்தார். வெப்ப மாறாச் செயல்முறையில் ஒரு வாயுவானது அதிக அழுத்தப் பகுதியிலிருந்து, குறைந்த அழுத்தப் பகுதிக்கு விரிவடையச் செய்யும் போது, வெப்ப நிலையானது குறையும் இந்நிகழ்வு ஜூல்–தாம்சன் விளைவு எனப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு கீழேமட்டும் இவ்விளைவு நிகழ்கிறது. இக்குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை ஒவ்வொரு வாயுவிற்கும் அதன் தன்மையினைப் பொருத்து அமைகிறது. **எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு கீழ், ஒரு வாயு ஜூல்–தாம்சன் விளைவிற்கு உட்படுகிறதோ அவ்வெப்பநிலை, எதிர்மாறுவெப்பநிலை (T_i) என்று அழைக்கப்படுகிறது.**

$$T_i = \frac{2a}{Rb} \quad \text{--------- (6.34)}$$

வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகள் a மற்றும் 'b' யைப் பயன்படுத்தி எதிர்மாறு வெப்பநிலையினைப் பெறலாம்.

O_2, He, N_2 மற்றும் H_2 போன்ற வாயுக்கள் குறைவான T_C மதிப்பினைப் பெற்றுள்ளன. எனவே திறம்படக் குளிர்விக்க ஜூல் தாம்சன் விளைவினைப் பயன்படுத்த முடியும். எதிர்மாறு வெப்பநிலையில், ஒரு வாயு விரிவடையும் போது, வெப்பநிலையில் உயர்வோ அல்லது குறைவோ ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் எதிர்மாறு வெப்பநிலைக்கு மேல், ஒரு துளை வழியே வாயுவினை விரிவடையச் செய்யும் போது வெப்பமாகிறது.

வாயுக்களைத் திரவமாக்க பல்வேறு முறைகள் பயன் படுகின்றன

1) **லின்டேமுறையில்,** காற்று அல்லது பிறவாயுக்கள் ஜூல்–தாம்சன் விளைவினைப் பயன்படுத்தி திரவமாக்கப்படுகின்றன.

Unit 6 - jagan.indd 193 4/13/2020 3:28:14 PM

2) **கிளாட்முறையில்,** ஜூல்–தாம்சன் விளைவுடன், வாயுவானது எந்திரவியல் வேலைக்கும் உட்படுத்தப்படுகிறதன் மூலம் அதிக குளிர்ச்சியடைந்த நிலை உருவாக்கப்படுகிறது.

3) **வெப்ப மாறாச் செயல்முறையில்,** கடோலினியம் சல்பேட் போன்ற காந்தத் தன்மையுடைய பொருளின் காந்தத் தன்மையை இழக்கச் செய்வதன் மூலம், குளிர்ச்சியடையச் செய்தல் நிகழ்த்தப்படுகிறது. இம்முறையில் 0K வை விடகுறைவான வெப்பநிலையான 10^{-4} K அளவில் வெப்பநிலையினை அடைய இயலும்.

பாடச்சுருக்கம்

அழுத்தம் (P), கனஅளவு (V), வெப்பநிலை (T) மோல்களின்எண்ணிக்கை (n) ஆகிய நான்கு தனித்த மாறிகளுக்கு இடையேயான தொடர்பினைக் கொண்டு ஒருவாயுவின் நிலையினை நன்கு வரையறுக்கலாம். இந்த அளவீடுகளுக்கு இடையேயான தொடர்பானது பல்வேறு வாயுவிதிகளின் படி பின்வருமாறு சுருக்கமாக தரப்படுகிறது.

விதி	சமன்பாடு	தேவையான நிலை	இருவேறு நிலைகளில் சமன்பாடு
பாயில்விதி	PV = மாறிலி	n மற்றும் T மாறிலிகள்	$P_1V_1 = P_2V_2$
சார்லஸ் விதி	$\frac{V}{T}$ = மாறிலி	P மற்றும் n மாறிலியாகும்	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
கேலூசாக்கின் விதி	$\frac{P}{T}$ = மாறிலி	V மற்றும் n மாறிலி	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$
தொகுக்கப்பட்ட வாயு விதி	$\frac{PV}{T}$ = மாறிலி	n =மாறிலி	$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$
அவகேட்ரோ கருதுகோள்	$\frac{V}{n}$ = மாறிலி	T மற்றும் P மாறிலி	$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$
டால்டனின் பகுதியழுத்த விதி	$P_{\text{மொத்தம்}} = p_1+p_2+p_3+....$	T மற்றும் V மாறிலி	
கிரஹாமின் விரவுதல் விதி	$r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$	T மற்றும் P மாறிலி	$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$

Unit 6 - jagan.indd 194 4/13/2020 3:28:15 PM

அனைத்து வெப்ப அழுத்த நிலைகளிலும் PV = nRT என்னும் சமன்பாட்டிற்கு உட்பட்டு செயல்படும் வாயுக்கள் நல்லியல்பு வாயுக்கள் எனப்படும். நடைமுறையில் எந்த ஒரு வாயுவும் நல்லியல்பு வாயு அல்ல.

வாயுக்கள் அதிகவெப்பநிலை மற்றும் குறைந்த அழுத்தத்தில் நல்லியல்பு தன்மையை பெற்று விளங்கும். இயல்பு வாயுக்களுக்கு பொருந்தும் வகையில் வாண்டர் வால்ஸ் நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாட்டினை பின்வருமாறு மாற்றி அமைத்தார்.

$$\left(P + \frac{a\,n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

எந்த ஒரு வெப்பநிலைக்கு மேலே அதிக அழுத்தத்திலும் கூட ஒரு வாயுவினை, திரவமாக்க இயலாதோ அவ்வெப்பநிலை நிலைமாறு வெப்பநிலை (T_C) என வரையறுக்கப்படுகிறது. 1 மோல் வாயுவினை, அதன் நிலைமாறு வெப்பநிலையில், திரவமாக்கத் தேவைப்படும் குறைந்தபட்ச அழுத்தம், நிலைமாறு அழுத்தம் (P_C) என வரையறுக்கப்படுகிறது. 1மோல் வாயுவானது, அதன் நிலை மாறு அழுத்தம் (P_c) மற்றும் நிலை மாறு வெப்பநிலையில் (T_c), அடைத்துக் கொள்ளும் கனஅளவு, நிலைமாறு கனஅளவு (V_c) என வரையறுக்கப்படுகிறது. நிலைமாறு மாறிலிகள் வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகளோடு கொண்டுள்ள தொடர்பு கீழ்கண்டவாறு தரப்படுகின்றது.

$$\therefore\ T_C = \frac{8\,a\,b}{27\,R\,b^2},\quad P_C = \frac{a}{27b^2}\ \text{மற்றும்}\ V_C = 3b$$

அழுத்தப்பட்ட வாயுவானது, ஒரு மிகச் சிறிய துளையின் வழியே, குறைந்த அழுத்தப்பகுதிக்கு செலுத்தப்படும் போது குறிப்பிடத்தக்க அளவில் வாயு குளிர்ச்சியடைகிறது. இவ்விளைவு ஜீல் தாம்சன் விளைவு எனப்படும். இவ்விளைவு வாயுக்களைத் திரவமாக்கலில் பயன்படுகிறது.

Unit 6 - jagan.indd 195 4/13/2020 3:28:15 PM

மதிப்பீடு

I. சரியான விடையைத் தெரிவு செய்க.

1) வாயுக்கள் அதிக அழுத்தத்தில் நல்லியல்பு பண்பிலிருந்து விலகலடைகின்றன. கீழ்கண்ட கூற்றுகளில் நல்லியல்பு அல்லா தன்மைக்கு பொருந்தும் சரியான கூற்று எது? எவை

அ) அதிக அழுத்தத்தில் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே மோதல் அதிகரிக்கின்றன.

ஆ) அதிக அழுத்தத்தில் வாயு மூலக்கூறுகள் ஒரே திசையில் நகர்கின்றன.

இ) அதிக அழுத்தத்தில் வாயுவின் கனஅளவு புறக்கணிக்கத்தக்கதாகும்.

ஈ) அதிக அழுத்தத்தில் மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசை புறக்கணிக்கத்தக்கதன்று.

2. ஒரு வாயுவின் விரவுதலின் வீதம்

அ) அதன் அடர்த்திக்கு நேர்விகித தொடர்புடையது.

ஆ) அதன் மூலக்கூறு எடைக்கு நேர்விகித தொடர்புடையது

இ) மூலக்கூறு எடையின் வர்க்கமூலத்திற்கு நேர்விகித தொடர்புடையது.

ஈ) மூலக்கூறுஎடையின்வர்க்கமூலத்திற்குஎதிர்விகிததொடர்புடையது.

3) கீழ்கண்டவற்றுள் எது வாயுநிலைக்கான சரியான வாண்டர் வால்ஸ் சமன்பாடாகும்.

அ) $\left(P+\frac{a}{n^2V^2}\right)(V-nb)=nRT$ ஆ) $\left(P+\frac{na}{n^2V^2}\right)(V-nb)=nRT$

இ) $\left(P+\frac{an^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT$ ஈ) $\left(P+\frac{n^2a^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT$

4) கட்டுப்பாடற்ற விரிவடைதலின் போது ஒரு நல்லியல்பு வாயுவின் வெப்பநிலை குறைவதில்லை ஏனெனில் மூலக்கூறுகள்

அ) எதிர்மாறு வெப்பநிலையை விட அதிக வெப்பநிலையில் உள்ளது.

ஆ) ஒன்றுக்கொன்று கவர்ச்சி விசையை செலுத்துவதில்லை

இ) இயக்க ஆற்றல் இழப்பிற்கு சமமான வேலையை செய்யும்

ஈ) ஆற்றல் இழப்பின்றி மோதுகின்றன.

Unit 6 - jagan.indd 196 4/13/2020 3:28:16 PM

5) ஒரு காலியாகவுள்ள கலனில் 298K யில் சம எடையுள்ள மீத்தேன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் நிரப்பப்படுகின்றன. மொத்த அழுத்தத்தில் ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு கொடுக்கும் அழுத்த பின்னம்.

அ) $1/3$ ஆ) $1/2$ இ) $2/3$ ஈ) $1/3 \times 273 \times 298$

6) இயல்பு வாயுக்கள் குறிப்பிட்ட அழுத்த வரம்பில் நல்லியல்பு வாயுக்களாக நடக்கும் வெப்பநிலை

அ) நிலைமாறு வெப்பநிலை ஆ) பாயில் வெப்பநிலை

இ) எதிர்மாறு வெப்பநிலை ஈ) குறைக்கப்பட்ட வெப்பநிலை

7) 1000 மீ^{3} கனஅளவுள்ள மூடிய அறையில் ஒரு வாசனை திரவியபுட்டி திறக்கப்பட்டது. அறையில் நறுமணம் உண்டாகிறது. இதற்கு வாயுக்களின் எந்த பண்பு காரணமாக அமைகிறது?

அ) பாகுத்தன்மை ஆ) அடர்த்தி

இ) விரவுதல் ஈ) எதுவுமில்லை

8) அம்மோனியா குடுவை மற்றும் HCl குடுவை இரண்டும் ஒரு நீண்டகுழாய் வழியே இணைக்கப்பட்டு இரண்டும் ஒரே நேரத்தில் திறக்கப்படுகின்றன. வெண்ணிற அம்மோனியம் குளோரைடு வளையம் முதன்முதலில் எங்குஉருவாகின்றது?

அ) குழாயின் நடுப்பகுதியில்

ஆ) ஹைட்ரஜன் குளோரைடு குடுவையருகில்

இ) அம்மோனியா குடுவையருகில்

ஈ) குழாயின் முழுநீளத்திலும் முழுமையாக

9) எதனைப் பொறுத்து வாயுமாறிலியின் மதிப்பு அமையும்?

அ) வாயுவின்வெப்பநிலை

ஆ) வாயுவின் கனஅளவு

இ) வாயுவின் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை

ஈ) அழுத்தம் மற்றும் கனஅளவின் அலகுகள்

Unit 6 - jagan.indd 197 4/13/2020 3:28:17 PM

10) வாயுமாறிலியின் மதிப்பு

அ) $0.082 dm^3 atm.$ ஆ) $0.987\ cal\ mol^{-1}\ K^{-1}$

இ) $8.3\ J\ mol^{-1}K^{-1}$ ஈ) $8\ erg\ mol^{-1}K^{-1}$

11) வானியல் ஆய்வுமையங்களில் உபயோகப்படும் அதிக வெப்பபலூன்களின் பயன்பாடு இவ்விதியின் அடிப்படையில் அமைகிறது.

அ) பாயிலின் விதி ஆ) நியூட்டனின் விதி

இ) கெல்வினின் விதி ஈ) பிரௌனின் விதி

12) வாயுக்களின் வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலி aயின் மதிப்பு $(dm^3)^2 atm.\ mol^{-2}$ – ல் கீழ்க்கண்டுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது

வாயு	O_2	N_2	NH_3	CH_4
a	1.360	1.390	4.170	2.253

மிக எளிதாக திரவமாக்கப்படும் வாயு

அ) O_2 ஆ) N_2 இ) NH_3 ஈ) CH_4

13) கீழ்காணும் கூற்றுகளை கருதுக

i) காற்றழுத்தம் கடல் மட்டத்தினை விட மலை உச்சியில் குறைவு

ii) வாயுக்கள் திட மற்றும் திரவங்களை விட அதிக அளவில் அழுத்தத்திற்கு உட்படுகின்றன

iii) காற்றின் வளிமண்டல அழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது பாதரசமட்டம் அதிகரிக்கின்றது

சரியான கூற்றினை தேர்ந்தெடுக்கவும்

அ) I மற்றும் II ஆ) II மற்றும் III இ) I மற்றும் III ஈ) I, II மற்றும் III

14) 400K ல் 71.0 barல் CO_2 ன் அமுக்கதிறன் காரணி 0.8697 இந்த நிலையில் CO_2ன் மோலார் கனஅளவு

அ) $22.04\ dm^3$ ஆ) $2.24\ dm^3$ இ) $0.41\ dm^3$ ஈ) $19.5 dm^3$

15) ஒரு நல்லியல்பு வாயுவின் வெப்பநிலை மற்றும் கனஅளவு இருமடங்காக அதிகரிக்கும் போது அதன் ஆரம்ப அழுத்தத்தின் மாற்றம்

அ) 4P ஆ) 2P இ) P ஈ) 3P

Unit 6 - jagan.indd 198 4/13/2020 3:28:17 PM

16) ஒரு சமவெப்ப அழுத்த நிலையில் C_nH_{2n-2} என்ற மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு கொண்ட ஹைட்ரோகார்பன் போன்று ஹைட்ரஜன் வாயு $3\sqrt{3}$ மடங்கு விரவுதல் வீதம் கொண்டதெனில் 'n' ன் மதிப்பு என்ன?

அ) 8 ஆ) 4 இ) 3 ஈ) 1

17) ஒரு கலனில் சம எண்ணிக்கையுள்ள ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் மோல்கள் ஒரு துளை வழியே வெளியேறுகின்றன. பாதியளவு ஹைட்ரஜன் வெளியேற தேவைப்படும் அதே நேரத்தில் விரவும் ஆக்ஸிஜனின் பின்ன அளவு (NEET Phase I)

அ) $3/8$ ஆ) $1/2$ இ) $1/8$ ஈ) $1/4$

18) மாறாத அழுத்தத்தில் வெப்பநிலை மாற்றத்தால் ஏற்படும் கனஅளவு மாற்றம் கனஅளவின் ஒப்பீட்டு அதிகரிப்பு ஆகும். அதாவது $\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$. நல்லியல்பு வாயுக்களுக்கான α மதிப்பு

அ) T ஆ) $1/T$ இ) P ஈ) ஏதும் இல்லை

19) P, Q, R மற்றும் S என்ற நான்கு வாயுக்களின் b யின் மதிப்பு சமம் ஆனால் a யின் மதிப்பு Q<R<S<P a மற்றும் b வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகள் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் நான்கு வாயுக்களுள் எளிதில் ஆவியாகும் வாயு

அ) P ஆ) Q இ) R ஈ) S

20. நல்லியல்பு பண்பிலிருந்து அதிக விலக்கம் அடையும் வாயு (NEET)

அ) $CH_4(g)$ ஆ) $NH_3(g)$ இ) $H_2(g)$ ஈ) $N_2(g)$

21) வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகள் b மற்றும் a யின் அலகுகள் முறையே

அ) $mol\ L^{-1}$ மற்றும் $L\ atm^2\ mol^{-1}$ ஆ) mol L மற்றும் $L\ atm\ mol^2$

இ) $mol^{-1}L$ மற்றும் $L^2\ atm\ mol^{-2}$ ஈ) இவை எதுவுமில்லை

22) கூற்று: CO_2 வின் நிலைமாறு வெப்பநிலை 304 K. இதனை அதிக அழுத்ததிற்கு உட்படுத்தி 304 Kக்கு மேல் திரவமாக்க முடியும்.

காரணம்:– மாறாத வெப்பநிலையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள நிறையுள்ள வாயுவின் கனஅளவு அதன் அழுத்தத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும்

அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி. காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கம் ஆகும்.

ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி ஆனால் காரணம் கூற்றிற்கான சரியான விளக்கமல்ல.

Unit 6 - jagan.indd 199 4/13/2020 3:28:18 PM

இ) கூற்று சரி ஆனால் காரணம் தவறு.

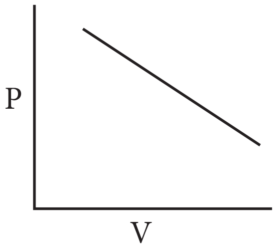
ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

23) 227°Cயில் 5.00 atm அழுத்தத்திலுள்ள N_2 வாயுவின் அடர்த்தி என்ன?

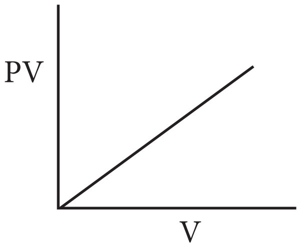
அ) 1.40 g/L   ஆ) 2.81g/L   இ) 3.41 g/L   ஈ) 0. 29 g/L

24) கீழ்கண்டவற்றுள் குறிப்பிட்ட எடையுள்ள நல்லியல்பு வாயுவின் பண்புகளைக் சரியாகக் குறிக்கும் படம் எது

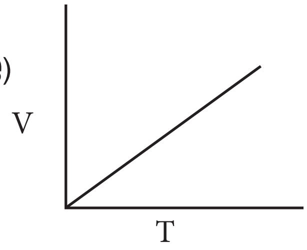
அ)



ஆ)



இ)



ஈ) அனைத்தும்

25) 25 கிராம் நிறையுள்ள கீழ்கண்ட வாயுக்கள் 27°யில் 600 mm Hg அழுத்தத்தில் எடுக்கப்பட்டு உள்ளன. இவற்றில் குறைந்த கனஅளவு கொண்ட வாயு எது?

அ) HBr   ஆ) HCl   இ) HF   ஈ) HI

II. பின்வரும் வினாக்களுக்கு சுருக்கமாக விடையளி

26) பாயிலின் விதியினை தருக

27) கேலூசாக் விதிக்கு எடுத்துக்காட்டாக விளங்கும் இரு மாதிரிகளின் பெயர்களைத் தந்து விளக்குக

28) ஒரு வாயுவின் கனஅளவு மற்றும் மோல்களை தொடர்புபடுத்தும் கணிதமுறை வாய்பாட்டினை தருக

29) நல்லியல்பு வாயுக்கள் என்பன யாவை? இயல்புவாயுக்கள் நல்லியல்பு வாயுக்களிலிருந்து எவ்வாறு வேறுபடுகின்றன.?

30) a = 0 என்ற வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலியைக் கொண்ட வாயுவினை திரவமாக்க முடியுமா? விவரி

Unit 6 - jagan.indd 200   4/13/2020 3:28:18 PM

31) ஒரு வாயு உள்ள கலனின் சுவரில் மிகச்சிறிய பசைத் தன்மை கொண்ட ஒரு பரப்பு உள்ளதெனக் கருதவும். இப்பரப்பில் மோதும் மூலக்கூறுகள் அங்கு நிரந்தரமாக ஒட்டிக் கொள்கின்றன. இப்பரப்பில் அழுத்தம் மற்றும் மற்ற இடங்களை விட அதிகமாக இருக்குமா அன்றி குறைவாக இருக்குமா?

32) கீழ்கண்டவற்றிற்கு உரிய விளக்கங்கள் தருக

அ) கோடைக்காலத்தில் காற்றேற்றப்பட்ட குளிர்பானப் புட்டிகள் நீரினுள் வைக்கப்பட்டிருக்கும்

ஆ) திரவ அம்மோனியா அடைக்கப்பட்டுள்ள புட்டிகள் திறக்கப்படும் முன் குளிர்விக்கப்படும்

இ) மோட்டார் வாகன எந்திரங்களின் உருளைகளில் (tyres) கோடையில் குளிர்காலத்தை விடகாற்று குறைவாக நிரப்பப்பட்டிருக்கும்.

ஈ) வானியல் ஆய்வு பலூனின் அளவு உயரமாக மேலே செல்லச் செல்ல பெரியதாக மாறும்.

33) வாயுக்கள் பற்றிய கீழ்கண்ட உண்மைகளுக்கு சரியான விளக்கம் தருக

அ) வாயுக்கள் கலனின் அடிப்பரப்பில் தங்குவதில்லை.

ஆ) வாயுக்கள் தமக்குக் கொடுக்கப்பட்டுள்ள வெளியில் பரவுகின்றன.

34) நமது வளிமண்டலத்தில் ஹைட்ரஜன் (H_2) இல்லை. ஏன்? நிலவில் வளிமண்டலம் ஏன் இல்லை?

35) பின்வரும் நிபந்தனைகளில் ஒரு வாயு நல்லியல்பு பண்பினை பெறுகிறதா அல்லது நல்லியல்பு பண்பிலிருந்து விலகிச் செல்கிறதா என விவரி?

அ) மாறா வெப்ப நிலையில் அது மிகச்சிறிய கனஅளவிற்கு அழுத்தப்படும் போது

ஆ) மாறா கனஅளவில் அதன் வெப்பநிலையை உயர்த்தும் போது

இ) சமவெப்ப மற்றும் சமகனஅளவு நிலையில் அதிக அளவு வாயு சேர்க்கப்படும் போது

36) கொடுக்கப்பட்டுள்ள குறைந்த வெப்பநிலையில் கீழ்கண்டவற்றுள் எந்த வாயு நல்லியல்பு வாயுவிலிருந்து விலகும் F_2, Cl_2 அல்லது Br_2? விளக்குக

37) விரவுதல் மற்றும் பாய்தல் வேறுபாடு தருக.

38) காற்று கரைசல்கள் கொண்ட கலன்கள் வெப்பப்படுத்துவதைப் பற்றிய தெளிவான எச்சரிக்கை கொண்டிருக்கும் ஏன்?

39) எவரெஸ்ட் மலையின் உச்சியின் மீதுள்ள ஒருவர் உறிஞ்சி (Straw) கொண்டு நீரினை உறிஞ்சுவது எளிதா?

Unit 6 - jagan.indd 201 4/13/2020 3:28:18 PM

40) இயல்பு வாயுக்களின் வாண்டர் வால்ஸ் சமன்பாடுகளைத் தருக. அழுத்தம் மற்றும் கனஅளவின் திருத்தங்களையும் தருக.

41) வாண்டர் வால்ஸ் மாறிலிகளைக் கொண்டு நிலைமாறு மாறிலிகளைத் தருவி.

42) நிலவின் பரப்பின் மீதுள்ள ஒரு விண்வெளி ஆராய்ச்சியாளர் பாதுகாப்பு கவச ஆடை அணிய வேண்டியது அவசியம் ஏன்?

43) அம்மோனியா HCl உடன் வினைபுரிந்து அடர்ந்த வெண்ணிற புகையான NH_4Clஐ தருகிறது. புகை HClக்கு அருகில் தோன்றுவது ஏன்?

44) ஒரு வாயு 15^oCயில் 1atm அழுத்தத்தில் பெற்றுள்ள கனஅளவு 2.58 dm^3வெப்பநிலை 38^oCயாக 1atm அழுத்தத்தில் உயர்ந்தால் அதன் கனஅளவு அதிகரிக்குமா? எனில் அதன் இறுதி கனஅளவைக் கணக்கிடு

45) ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் வாயு ஒன்றின் கனஅளவு 8.5 dm^3 ஆகும். அதனை 0^oCயில் உள்ள பனிக்கட்டி நீரில் மூழ்க வைக்கும் போது அதன் கனஅளவு 6.37 dm^3 எனில் அதன் ஆரம்ப வெப்பநிலை என்ன.

46) நைட்ரஜன் வாயுவின் இரு வேறுமாதிரிகளுள் ஒன்று A 1.5 மோல்கள், 37.6 dm^3 கனஅளவுள்ள கலனில் 298Kல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. மற்றொன்று B 16.5dm^3 கனஅளவுள்ள கலனில் 298Kல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. மாதிரி Bயில் உள்ள மோல்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுக.

47) சல்பர் ஹெக்சாகுளோரைடு ஒரு நிறமற்ற மணமற்ற வாயு. அது நல்லியல்பு தன்மை உடையதாக கருதி 5.43 dm^3 கனஅளவுள்ள ஒரு எஃகு கலனில் 69.5^o Cல் 1.82 மோல் கொண்ட வாயுவின் அழுத்தத்தினைக்கணக்கிடுக.

48) ஆர்கான் ஒரு மந்தவாயு. இது மின்விளக்குகளில் டங்ஸ்டன் இழை ஆவியாவதைத் தடுக்க பயன்படுகிறது. மாறா கனஅளவில் உள்ள ஒரு மின் விளக்கில் 18^oCயில் 1.2 atmல் உள்ள ஆர்கான் வாயு 85^oCக்கு வெப்பப்படுத்தப் படுகிறது. அதன் இறுதி அழுத்தத்தினை (atmல்) கணக்கிடுக.

49) ஏரி ஒன்றில் ஒரு சிறிய குமிழி 6^oC மற்றும் 4 atm உள்ள அடிப்புறத்தில் இருந்து 25° C மற்றும் 1 atm உள்ள மேற்பரப்பிற்கு வருகின்றது. அதன் ஆரம்ப கனஅளவு 1.5 ml எனில் இறுதி கனஅளவினை கண்டறிக.

50) ஒரு உலோகத்தினை ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரியச் செய்யும் போது ஹைட்ரஜன் உருவாகிறது. ஒரு மாணவன் இந்த வினையின் மூலம் 154.4×10^{-3} கனஅளவுள்ள வாயுவினை 742 mm Hg அழுத்தத்தில் மற்றும் 298 K வெப்பநிலையில் சேகரிக்கிறான் எனக் கருதவும். மாணவன் சேகரித்த ஹைட்ரஜன் வாயுவின் நிறை என்ன?

Unit 6 - jagan.indd 202 4/13/2020 3:28:18 PM

51) ஒரு வாயு 192 நொடியில் சுவரிலுள்ள ஒரு துளையின் வழியே விரவுகின்றது. N_2 வாயு அதே வெப்ப அழுத்த நிலையில் விரவ எடுக்கும் நேரம் 84 நொடி எனில் வாயுவின் மோலார் நிறை என்ன?

52) 300K ல் 52.5 g ஆக்ஸிஜன் மற்றும் 65.1g CO_2 அடங்கியுள்ள தொட்டியில் கலவையின் மொத்த அழுத்தம் 9.21 atm. கலவையிலுள்ள ஒவ்வொரு வாயுவின் பகுதி அழுத்தங்களை கண்டறிக.

53) 2.98 atmல் 25°Cல் உள்ள எரிவாயு உலோகத்தொட்டி ஒன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. அத்தொட்டி 12 atm அழுத்தம் வரை மட்டுமே தாங்கி பின் அதிக அழுத்தத்தினால் வெடிக்கக் கூடியது. அத்தொட்டி உள்ள கட்டிடத்தில் தீப்பிடிக்கும் போது அத்தொட்டி முதலில் வெடிக்குமா அல்லது உருகத் தொடங்குமா எனக்கண்டறிக. (உலோகத்தின் உருகுநிலை 1100K)

Unit 6 - jagan.indd 203 4/13/2020 3:28:18 PM

கருத்து வரைபடம்

3FMBAK

வாயு நிலைமை

நல்லியல்பு வாயுக்கள்

கீழ்காணும் விதிகளின்படி நடக்கும்

1. பாயிலின் விதி $P \alpha \frac{1}{V}$

   T, n மாறிலி

2 சார்லஸ் விதி $V \alpha T$

   P, n மாறிலி

3. கேலூசாக் விதி $P \alpha T$

   V, n மாறிலி

4. அவகட்ரோ கருதுகோள் $V \alpha N$

   T, P மாறிலி

5. நல்லியல்பு வாயு சமன்பாடு

   PV=nRT

இயல்பு வாயுக்கள்

இது வாண்டர் வால்ஸ் சமன்பாட்டின் படி நடக்கும்

$$\left(P+\frac{a\,n^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT$$

↓

நிலைமாறு மாறிலிகள்

$$, \ P_C = \frac{a}{27b^2}$$

மற்றும் $V_C = 3b$

வாயுக்கள்

விரவுதல்

↓

கிரஹாமின் விரவுதல் விதி

நிலைமாறு நிகழ்வு

↓

நிலைமாறு வெப்பநிலை

நிலைமாறுகனஅளவு

நிலைமாறு அழுத்தம்

வாயுக்களை திரவமாக்கல்

↓

ஜூல்தாம்சன் விளைவு

Unit 6 - jagan.indd 204 4/13/2020 3:28:19 PM

இணையச்செயல்பாடு

வாயுக்களின் பண்புகள்

இச்செயல்முறையைப் பயன்படுத்தி V வாயுக்களின் T, Pக்களுக்கு இடையிலான தொடர்புகளை அறியலாம் மற்றும் வாயு விதிகளை மெய்ப்பிக்கலாம்.

https://phet.colorado.edu/en/simulation/gas–properties உரலிக்குச்செல்க (அல்லது) வலது பக்கமுள்ள விரைவுத் துலக்கக் குறியீட்டினை (QR Code) ஸ்கேன் செய்க.

B127_11_CHE_TM

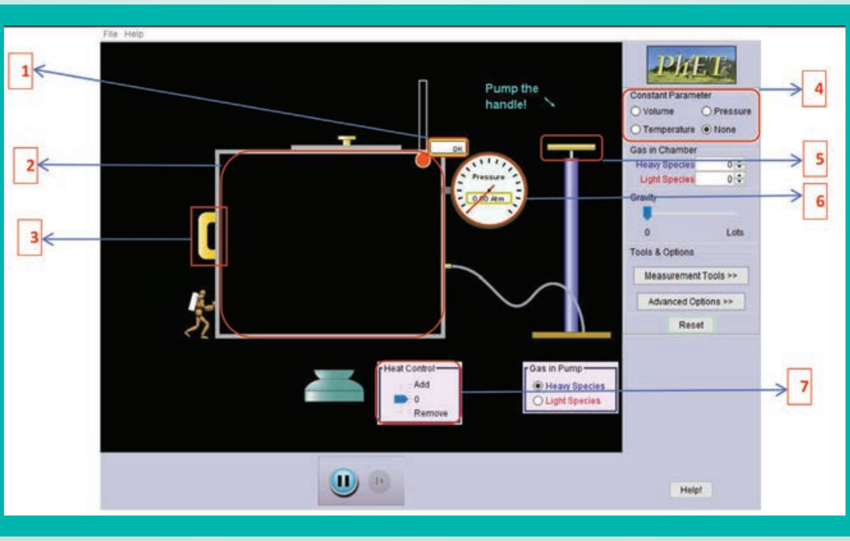
நிலை 1: இணையப்பக்கத்தினைத் திறந்து கொடுக்கப்பட்ட உரலியைத் (URL) தட்டச்சு செய்க அல்லது விரைவுத் துலக்கக் குறியீட்டினை ஸ்கேன் செய்க. இணையப் பக்கத்தில் வாயுப் பண்புகள் என்னும் குறும்புலனத்தைச் சொடுக்குக., அதில் கீழ்க்காணும் படத்தில் உள்ளது போன்ற 'வாயுப் பண்புகள்' என்னும் ஜாவா குறும்புலனத்தைக் காணலாம்..

செயல்முறைகள்:

1. பம்பின் கைப்பிடியைப் (5) பயன்படுத்தி சிறிது வாயு மூலக்கூறுகளை அறைக்குள் (2) செலுத்தவும்.
2. அறைக்குள்ளிருக்கும் வாயு மூலக்கூறுகளின் வெப்பநிலை (1) மற்றும் அழுத்தம் (6) ஆகியவற்றை உரிய அளவிகளைப் பயன்படுத்திக் கண்காணிக்கலாம்.
3. அறையின் கொள்ளளவை அதன் இடதுபக்கச் சுவரை (3) நகர்த்தி மாற்றியமைக்கலாம்.
4. நழுவியைப் (7) பயன்படுத்தி வெப்பமாக்கியோ அல்லது குளிரூட்டியோ அறையின் வெப்பநிலையை மாற்றியமைக்கலாம்.
5. கட்டத்திற்குள் (4) தகுந்த தெரிவுகளை மேற்கொண்டு மூன்று பண்புகளுள் ஏதேனும் ஒன்றை மாறிலியாக வைத்துக்கொள்ளலாம்.

வாயுக் கோட்பாடுகளை மெய்ப்பித்தல்:

மேற்காண் செயல்முறைகளைப் பயன்படுத்தி வாயுக் கோட்பாடுகளை அறிந்துகொள்ளலாம். பாயில் விதியை அறிந்துகொள்ள, வெப்பநிலையை மாறிலியாக (4) வைத்துக்கொண்டு சிறிது வாயு மூலக்கூறுகளை (5) உட்செலுத்தி, அதை மாறிலியாக வைத்துக்கொள்ளவும். இப்பொழுது அறையின் இடது பக்கச் சுவற்றை (3) நகர்த்தி கொள்ளளவைக் குறைத்து வாயுவின் அழுத்தம் அதிகரிப்பதைக் காணலாம். அவ்வாறே பிற இரண்டு வாயுக் கோட்பாடுகளையும் மெய்ப்பிக்கலாம்.



Unit 6 - jagan.indd 205 4/13/2020 3:28:19 PM