



1. சடத்தின் வாயு நிலை

உள்ளடக்கம்

1.1 சடத்தின் மூன்று பிரதான நிலைகளின் துணிக்கைகளின் ஒழுங்கமைப்பும் அவற்றிற்கே உரித்தான இயல்புகளும்

1.2 வாயு நிலை

1.2.1 வாயு விதிகள்

- இலட்சியவாயுச் சமன்பாடு
- இலட்சியவாயுச் சமன்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்ட கணித்தல்.

1.2.2 பொயிலின் விதி

(கனவளவு - அழுக்கத் தொடர்பு)

1.2.3 சாள்சின் விதி

(கனவளவு - வெப்பநிலை தொடர்பு)

1.2.4 அவகாதரோவிதி

(கனவளவு - அளவுத் தொடர்பு)

1.2.5 மூலர்க்கனவளவு (V_m)

1.2.6 இணைந்த வாயு விதி

1.3 தாற்றனின் பகுதியழுக்க விதி

1.3.1 மூல் பின்னம் தொடர்பாகப் பகுதியழுக்கம்

1.4 வாயுக்களின் மூலக்கூற்று இயக்கக் கொள்கை

1.4.1 ஒரு இலட்சிய வாயுவின் மூலக்கூற்று இயக்கக் கொள்கைக்கான எடுகோள்கள்

- வாயுவொன்றின் அழுக்கம்

1.4.2 மூலக்கூற்று இயக்கப் பண்புக் கொள்கைச் சமன்பாடு (நிறுவுதல் அவசியமற்றது)

1.4.3 சராசரிக் கதிவர்க்க இடை மற்றும் சராசரிக் கதி என்பவற்றிற்கான கோலங்கள்

1.4.4 மக்கவேல் போற்கமன் பரம்பல்

(வரைபு ரீதியாக)

- வெப்பநிலையுடன் பரம்பலின் மாறுகை

1.5 மெய்வாயுக்குப் பிரயோகிப்பதற்கான இலட்சிய வாயுச் சமன்பாட்டிற்கான திருத்தங்கள்

1.5.1 வந்தர்வாலுசு சமன்பாடு

1.5.2 அவதிவெப்பநிலையும் வாயுக்களைத் திரவமாக்கலும்

அறிமுகம்

பிரபஞ்சத்தில் காணப்படும் ஒவ்வொன்றும் இரசாயன அடையாளம் கொண்டவை. சடத்தின் சிறிய துணிக்கை ஒரு அணுவென நாம் அறிவோம். “சடம் மற்றும் அவற்றின் மாற்றம் என்பனவற்றைக் கற்றல்” எனும் பிரிவின் கீழ் இரசாயனவியலின் அடிப்படை வரைவிலக்கணத்தை இலகுவாக விளங்கிக் கொள்ள முடியும். வெளியில் இடத்தை அடைப்பதும், திணிவை உடையதுமான, பார்க்கக்கூடிய, தொட்டுணரக்கூடிய (மண், நீர் போன்றவை) அதேபோன்று பார்க்க முடியாத (வளி போன்ற) ஒவ்வொன்றும் சடம் என அழைக்கப்படும். அமைப்பு மற்றும் இயல்பின் அடிப்படையில் பதார்த்தம், கலவை, மூலகங்கள், இதனைப் போன்று மூலகங்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகள் எனப் பல்வேறு வகைப்படுத்தல் உள்ளன. இவை அடையாளப்படுத்த முடியும். எல்லாப் பதார்த்தங்களும் குறைந்தளவு கொள்கை ரீதியாக மூன்று நிலைகளில் வெளிப்படும். திண்மம், திரவம், வாயு என்பன அவையாகும். திண்மத்தில் துணிக்கைகள் இறுக்கமாகப் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். அருகருகே (நெருக்கமாக) ஒழுங்கமைந்து இருக்கும் திட்டமான வடிவம் கொண்டது. சிறிய அளவில் அசையக்கூடியது. திரவத்தில் துணிக்கைகள் நெருக்கமாக ஒழுங்கமைந்து காணப்படும். ஆனால் இறுக்கமாக பிணைக்கப்பட்டிராது திண்மத்துடன் ஒப்பிடும்போது திரவத்தில் துணிக்கைகள் விரைவாக அசையக்கூடியவை. துணிக்கைகள் இடையிலான தூரம் எனும் இயல்பில் வாயுக்கள் ஆனவை. திண்மம் மற்றும் திரவங்களின் இவ்வியல்பிலிருந்து பெரியளவில் வேறுபட்டவை. ஒரு வாயுவில் துணிக்கைகள் இடைத்தூரத்தினால் வேறுபடுத்தப்பட்டிருக்கும் பெரிய கொள்கலனில் துணிக்கைகள் கூடியளவில் சுயமாக அசையக் கூடியன. எனவே வாயுத் துணிக்கைகள் இடையே கவர்ச்சி விசை மிகக் குறைவு அல்லது புறக்கணிக்கத்தக்கது மற்றும் வாயுத் துணிக்கைகள் தன்னிச்சையானவை எனக் கருதுவது அனுமதிக்கப்படக்கூடியவை. வெப்பநிலை மற்றும் அழுக்க மாற்றத்துடன் தொடர்பான கருதுகோள்களை இலகுவாக அனுமானிக்க முடியும்.

1.1 சடத்தின் மூன்று பிரதான நிலைகளில் துணிக்கைகளின் ஒழுங்கமைப்பும் அவற்றிற்கே உரித்தான இயல்புகளும்.

வெளியில் இடத்தை அடைப்பதுடன் திணிவும் உடைய ஒவ்வொன்றும் “சடம்” என அழைக்கப்பட முடியும். இத்தகைய பொருட்களில் நாம் பாரத்தும் ஸ்பரித்தும் (தொட்டும்) உணரக்கூடிய மரங்கள் போன்றன அல்லது நாம் பார்க்கமுடியாத நாம் சுவாசிக்கும் வளி போன்ற பொருட்களும் அடங்கும். எல்லாச் சடங்களும் திண்மம், திரவம், வாயு எனும் மூன்று பிரதான நிலைகளாக வகைப்படுத்த முடியும். சடமானது தனது அமைப்பு மாறாது இம்மூன்று நிலைகட்கும் இடையே மாற்றப்படமுடியும். உதாரணமாக, நீரானது வெப்பமாக்கப்பட்டு வாயுநிலைக்கு (நீராவி) மாற்றப்படமுடியும். அத்துடன் குளிராக்கப்படுவதானால் திண்மமாகவும் மாற்றப்பட முடியும்.



திண்மம்

(உதாரணம்: ஆணி)

திட்டமான வடிவமும் அளவும்



திரவம்

(உதாரணம்: நீர்)

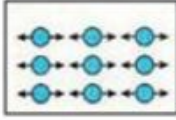
திட்டமான வடிவமற்றது
ஆனால் திட்டமான
கனவளவுடையது.



வாயு

(உதாரணம்: He பலூன்கள்)

திட்டமான வடிவமற்றது
திட்டமான கனவளவற்றது
கனவளவுடையது.



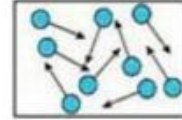
திண்மம்

வலிமையான மூலக்கூற்று
இடைவிசைகள். மூலக்
கூறுகள் அதிர்வடையும்.
ஆனால் சுற்றி இயங்கக்
முடியாது.



திரவம்

மூலக் கூற்று இடை
விசைகள் மிக வலிமை
யானவை அன்று. மூலக்
கூறுகள் சுற்றி இயங்கக்
கூடியன.



வாயு

மூலக்கூற்று இடைவிசைகள்
நலிவானவை. மூலக்கூறுகள்
விரைவாகச் சுற்றி இயங்கக்
கூடியன.

உரு 1.1 சடத்தின் மூன்று நிலைகள்

துணிக்கைகளின் இயக்கம் மற்றும் ஒழுங்கமைப்பின் அடிப்படையில் சடத்தின் மூன்று நிலைகளும் வேறுபடுகின்றன. துணிக்கை இடைத்தூரம் வாயுநிலையில் மிக உயர்வாகவும் அதேசமயம் மிகநெருங்கிய இடைத்தூரம் திண்ம நிலையில் துணிக்கைகள் இடையேயும் அமையும். வாயுநிலையுடன் ஒப்பிடும்போது திரவ நிலையில் துணிக்கைகள் கூடியளவில் விலகி அமையவில்லை, திண்மநிலையைவிடக் கூடியளவு நெருங்கியும் இல்லை. ஆகவே, திண்ம நிலையில் மட்டும் துணிக்கைகள் ஒரு ஒழுங்கான நிலையில் காணப்படமுடியும். அதேசமயம் வாயு திரவ நிலைகள் இரண்டிலும் துணிக்கைகள் எழுமாற்றான ஒழுங்கமைப்பில் உள்ளன. இதன் விளைவாகத் திரவநிலைத் துணிக்கைகளுடன் ஒப்பிடும்பொழுது வாயுநிலைத்துணிக்கைகள் விரைவாகவும் சுயாதீனமாகவும் இயங்கமுடியும். எவ்வாறிருப்பினும் திண்மநிலைத் துணிக்கைகளின் அசைவுகள் மனிதக் கண்ணால் பார்ப்பதற்கு மிகவும் சிறிதான, எல்லைப்படுத்தப்பட்ட அதிர்வுக் குரியவையாகும். சடத்திலுள்ள துணிக்கைகளின் ஒழுங்கமைவு இயக்கங்களின் விளைவாகப் பெரும்பார்வைக்குரிய இயல்புகளான கனவளவு, வடிவம், அழுக்கப்படும் தகவு, அடர்த்தி போன்றவற்றின் வேறுபாடுகள் கீழே அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

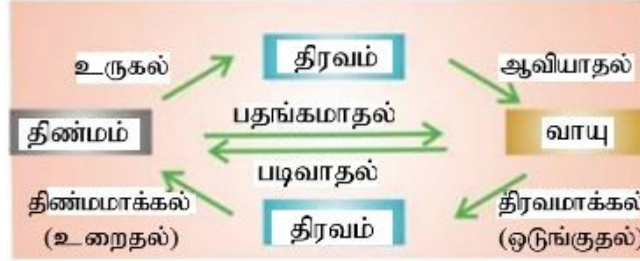
அட்டவணை 1.1 சடத்தின் இயல்புகளின் பண்பறிதீர்மான ஒப்பீடு

இயல்பு	திண்மங்கள்	திரவங்கள்	வாயுக்கள்
கனவளவு	திட்டமானது	திட்டமானது	கொள்கலத்தின் கனவளவை அடைப்பது.
வடிவம்	திட்டமானது	கொள்கலத்தின் வடிவத்தைக் கொள்வதுடன் கொள்கலத்தின் முழுக்கனவளவிற்கும் பரம்புவதில்லை.	கொள்கலத்தின் வடிவத்தைக் கொள்வதுடன் கொள்கலத்தின் கனவளவையும் முழுமையாக அடைக்கும்.
அழுக்கப்படும் தகவு	அழுக்கப்படுதல் மிகவும் கடினம்	அழுக்கப்படுதல் மிகவும் கடினம்	பெருமளவில் அழுக்கப்படக் கூடியது
அடர்த்தி $\rho/g\text{ cm}^{-3}$	உயர் பெறுமானம் உடையது. இரும்பு (7.874 g cm^{-3})	உயர் பெறுமானம் உடையது. நீர் (0.997 g cm^{-3})	குறைந்த பெறுமானம் உடையது. ஐதரசன் (0.071 g cm^{-3})

குறிப்பு: திரவமானது கொள்கலத்தின் வடிவத்தை ஏற்பதாக நாம் கூறுகின்றோம். அத்துடன் இவ்வடிவம் பெறப்படுவது ஏன் என நாம் யோசிக்கின்றோம். வழமையாக, எந்தவொரு பொருளும் இடைவிசைகள் போன்ற வெவ்வேறு வகை விசைகளால் இழுக்கப்படுகின்றன. இதனாலேயே வடிவம் இவ்வாறு அமைகின்றது. முகவையிலுள்ள சிறிது தரப்பட்ட தொகை (கனவளவு) நீரானது மேற்பரப்பிழுவிசையால் வடிவமைக்கப்படுகின்றது. திரவத்தினிடையே மூலக்கூற்றிடை விசைகளின் விளைவாக மேற்பரப்பின் சிறிய உட்குழிவு வளைவு ஏற்படுகின்றது. முகவையின் சுவர்களின் விசைகள் அதன் மீது அதள்ளுகின்றன. அத்துடன் புவியீர்ப்பு விசையானது மேற்பரப்பு இழுவிசையிலும் உயர்வாக அமைவதால் அதனைக் கீழ்நோக்கி இழுக்கின்றது. ஆகவே தட்டையான மேற்பரப்புடன் முகவையின் வடிவத்தைப் பெறுகின்றது. எல்லா வேறுபட்ட விசைகளினைத் திருப்தியாக்குவதற்காக இது ஏற்படுகிறது. எவ்வாறாயினும் மேற்பரப்பிழுவிசை யானது புவியீர்ப்பு விசையிலும் உயர்வாக அமைந்திருக்குமாயின் கொள்கலத்தின் வடிவத்தை ஏற்கும்போது மேற்பரப்புத் தட்டையாக அமையாது. புவியீர்ப்பு இல்லை என எடுத்துக் கொண்டால் மேற்பரப்பிழுவிசை மிகவுயர்வாகும். இதனால் மேற்பரப்பின் ஒவ்வொரு பகுதியும் முடியுமானவரை மேற்பரப்பில் மிகுதியுடன் மிக நெருக்கமாக அமையும். இது அவற்றிற்கு இடையிலான விசைகளைக் குறைக்க முயலும். தரப்பட்ட கனவளவின் மேற்பரப்பைக் குறைப்பதற்குக் கோளவடிவத்தை அனுமதிக்கும். ஏனெனில் இவ்வடிவமே தரப்பட்ட ஒரு கனவளவிற்குக் குறைந்த மேற்பரப்பினை உடையதாகும்.

சடத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையானது, வெப்பமாக்கல் அல்லது குளிர்ச்சியாக்கல் மூலம் பிறிதொரு நிலைக்கு மாற்றப்படமுடியும். வெப்பநிலையில் அதிகரிப்பானது துணிக்கைகளின் அசைவில் விரைவான அதிகரிப்புடன் துணிக்கைகளின் இடைத்தூரத்தை உயர்த்துவதும் நிலை மாற்றத்திற்கு வழிவகுக்கும். இவற்றிலிருந்து வெப்பநிலை அதிகரிப்பானது திண்மநிலைப்

பதார்த்தங்களைத் திரவநிலைக்கும் திரவநிலைப் பதார்த்தங்களை வாயுநிலைக்கும் மாற்றும். வெப்பநிலை குறைவானது இதன் எதிர் நிகழ்வைத் தரும். உரு 1.2 ஆனது சடத்தின் நிலைகள் தமக்கிடையே எவ்வாறு மாற்றப்படுகின்றன என்பதை வெளிக்காட்டுகின்றது.



உரு 1.2 சடத்தின் நிலைகளுக்கு இடையிலான மாற்றீடுகள்

உதாரணம் 1.1

சடத்தின் எந்நிலையில் துணிக்கைகள் அதிகளவு தொடுகையில் இருக்கும். ஆனால் எழுமாற்றாக ஒழுங்கமைக்கப்பட்டிருக்கும்?

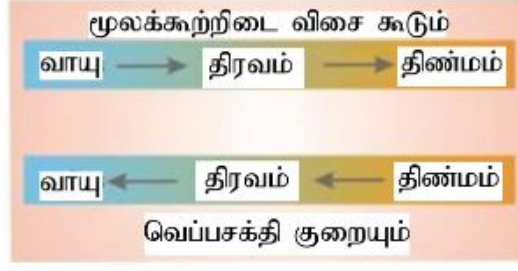
விடை:

திரவ நிலை

அட்டவணை 1.1 இன் உதவியுடன் சடப்பொருட்களின் மூன்று நிலைகளையும் நாம் விபரிக்கும்போது, துணிக்கைகளின் இயக்கமும் ஒழுங்கமைப்பும் அடிப்படையாகக் கொள்ளப்படும். சிறப்பாக, ஒரு உடலத்தின் (Body) வெப்பசக்தியானது அதன் அணுக்களின் / மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தால் எழுவதாகும். அத்துடன் பதார்த்தத்தின் வெப்பநிலைக்கு நேர்விகித சமமாகும். ஆகவே அது சடத்தின் சராசரி இயக்கச் சக்தியை அளப்பதுடன் துணிக்கைகளின் இயக்கம் அல்லது வெப்பவியக்கத்திற்கும் பொறுப்பானதாகும்.

நாங்கள் ஏற்கனவே அறிந்தமைக்கு இணங்க மூலக்கூற்று இடைவிசைகள் அவற்றை அணைக்க வைக்கின்றன. ஆனால் வெப்பசக்தியானது மூலக்கூறுகளைத் தள்ளி வைக்கின்றது. ஆகவே சடத்தின் மூன்று நிலைகளுக்கும் காரணமானது மூலக்கூற்று இடைவிசைகளுக்கும் மூலக்கூறுகளின் வெப்பசக்திக்கும் இடையேயான விளைவேயாகும்.

மூலக்கூற்று இடைவிசைகள் மிக நலிந்திருப்பதுடன் வெப்பநிலையைக் குறைப்பதன் மூலம் வெப்பசக்தியைக் குறைக்காதுவிடின் மூலக்கூறுகள் திரவமாக்கப்படும் அல்லது திண்மமாக்கப்படும் போக்கினைக் காட்டமாட்டாதனவாகும். அமுக்கப்படுவதனால் மட்டும் ஒரு வாயுவைத் திரவமாக்க முடியாது. இருந்தபோதும் மூலக்கூறுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று மிக நெருங்குவதுடன் மூலக்கூற்று இடைவிசைகள் உயர்வான அளவில் தொழிற்படும். எவ்வாறு இருப்பினும் வெப்பநிலையைக் குறைப்பதன் மூலம் வெப்பசக்தி குறைக்கப்படும்போது வாயுக்களைத் திரவமாக்கல் மிக இலகுவாகும். இந்நடத்தைகள் உரு. 1.3 மூலம் விளக்கப்படமுடியும். இங்கு சடப்பொருட்களின் மூன்று நிலைகளில் தொழிற்படும் மூலக்கூற்று இடைவிசைகள் மற்றும் வெப்பசக்தி மீள்நடத்தை யுடன் விளங்கிக் கொள்ள முடியும்.



உரு 1.3: சடத்தின் மூன்று நிலைகளின் மூலக்கூற்று இடைவிசைகளுடன் வெப்பசக்திக்கு எதிரான நடத்தைகள்

நாம் ஏற்கனவே சடத்தின் மூன்றுநிலைகளின் வெளிப்பாட்டினைக் கற்றுள்ளோம். இப்போது வாயுநிலைபற்றியும் சடத்தின் இந்நிலை தொடர்பான நடத்தைகளைக் கொண்டுநடாத்தும் விதிகள் தொடர்பாகவும் நாம் மேலும் கற்போம்.

1.2 வாயு நிலை

பதார்த்தங்கள், சாதாரண வெப்ப அழுக்க நிபந்தனைகளில் வாயுநிலையில் வெளிப்படும் நடத்தைகள் தொடர்பாக எமது கவனத்தைச் செலுத்துவோம்.

அட்டவணை 1.1 இல் விபரித்த பின்வரும் பௌதிக இயல்புகள் தொடர்பான வாயுநிலையின் நடத்தைகள்.

- வாயுக்கள் உயர்வான அழுக்கப்படும் தகவுக்குரியன.
- வாயுக்கள் எல்லாத்திசையிலும் சமமாக அழுக்கத்தை வெளிப்படுத்துவன.
- திண்மங்கள், திரவங்களுடன் ஒப்பிடும்போது மிகவும் குறைந்த அடர்த்தியுடையன.
- வாயுக்களின் கனவளவு மற்றும் வடிவம் என்பன திட்டமற்றவை.
- கனவளவு, வடிவம் என்பன கொள்கலத்தினதாகும்.
- எவ்வொரு பொறிமுறை உதவியுமின்றி வாயுக்கள் முற்றாகவும் சமமாகவும் கலக்கக் கூடியன.

வாயுக்களின் மூலக்கூற்றிடை இடைவிசைகள் புறக்கணிக்கத்தக்கன எனும் உண்மையின் அடிப்படையில் அவற்றின் எளிமைத்தன்மை அமைகிறது. பரிசோதனைகள் மூலம் கண்டறியப்பட்ட ஒரே வாயுவிதிகளினால் அவற்றின் இயல்புகள் கொண்டு நடாத்தப்படுகின்றன. இவ்வாயு விதிகள் வாயுக்களின் அளக்கப்படக்கூடிய இயல்புகளின் இடையே நேரடியாகத் தொடர்புகள் உடையன. இவ்வியல்புகள் சிலவற்றில், அழுக்கம், கனவளவு, வெப்பநிலை மற்றும் அளவு (amount) அல்லது திணிவு போன்றவை மிகமுக்கியமானவை. ஏனெனில் இங்கு விபரிக்கப்பட்ட வாயுநிலையின் மாறிகட்கு இடையில் தொடர்புகளுண்டு. இம்மாறிகள் தமக்கு இடையே ஒன்றிலொன்று சார்ந்துள்ளமை வாயுவிதிகளைத் தொடுக்க வழிகோலின.

1.2.1 வாயு விதிகள்

நாங்கள் கலந்தரையாடுகின்ற வாயுவிதிகளானவை பல்வேறு விஞ்ஞானிகளால் வாயுக்களின் பெளதிக இயல்பு தொடர்பாக மேற்கொள்ளப்பட்ட பரிசோதனைகளின் முடிவுகளாகும். அழுக்கம், கனவளவு, வெப்பநிலை மற்றும் வாயுக்களின் தொகை போன்ற மாறிகளுக்கிடையேயுள்ள தொடர்புகளைக் கருதுவதுடன் அதிலிருந்து பெறப்பட்ட முடிவுகள் சுத்தின் வாயுநிலை தொடர்பாகப் பெருமளவு தகவல்கள் மனிதருக்கு உதவியாக, திரும்பவும் உதவும்.

இலட்சிய வாயு மற்றும் இலட்சிய வாயுச்சமன்பாடு

வாயு மூலக்கூறுகளிடையே மூலக்கூற்று இடைவிசைகள் காணப்படவில்லை எனக் கருதும்போது அத்தகைய வாயுக்கள் இலட்சிய வாயுக்கள் என அழைக்கப்படும். அதாவது இலட்சிய வாயுக்கள் தமக்கிடையே கவர்ச்சிகளையோ அல்லது தள்ளுதல்களையோ வெளிப்படுத்துவதில்லை. இதற்கு மேலாக, கொள்கலத்தின் கனவளவுடன் ஒப்பிடும்போது இலட்சிய வாயுத் துணிக்கைகளின் கனவளவு புறக்கணிக்கத்தக்கது எனக் கருதப்படும்.

தனிவெப்பநிலை (T), அழுக்கம் (P), கனவளவு (V) அத்துடன் தொகை (n மூல்கள்) எனும் காரணிகள் வாயுக்களின் நடத்தையைப் பாதிப்பனவாகும். தாழ்ந்த அழுக்கங்கள் P , T , V மற்றும் n ஆகியவற்றின் தொடர்பானது பின்வரும் வெளிப்பாட்டால் அமையும் என வாயுக்களின் மீது எடுக்கப்பட்ட பெரும் எண்ணிக்கையான அளவீடுகள் காட்டுகின்றன.

$$PV = nRT$$

இது இலட்சிய வாயுச் சமன்பாடு என அறியப்படுவதுடன் இங்கு R என்பது ஒவ்வொரு வாயுக்கட்கும் ஒரே அளவினதான வாயு மாறிலி R என அறியப்பட்டுள்ளது. தரப்பட்ட வெப்ப, அழுக்கநிலையில் மேற்படி தொடர்புக்கு அமைய ஒழுக்கும் எந்தவொரு வாயுவும் இலட்சிய வாயு என அறியப்படும். இம்மாறிலி R ஆனது ஒரு மூல் ஒரு இலட்சிய வாயுவிற்கு 0°C , 1 atm கீழ் உள்ள நிபந்தனையில் கணிக்கப்படமுடியும். (0°C மற்றும் 1 atm இல் ஒரு மூல் வாயுவின் கனவளவு 22.414 dm^3)

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{101325\text{ Pa} \times 22.414 \times 10^{-3}\text{ m}^3}{1\text{ mol} \times 273.15\text{ K}} = 8.314\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$$

இலட்சிய வாயுச் சமன்பாடானது நான்கு மாறிலிகட்கு இடையிலான தொடர்பைத் தருவதுடன் எவ்வாயுவினதும் நிலையையும் இது விபரிக்கின்றது எனவும் நாம் காணமுடியும். ஆகவே இது நிலைச்சமன்பாடு (equation of state) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றது.

இலட்சிய வாயுச்சமன்பாட்டினை அடிப்படையாகக் கொண்ட கணித்தல்

இலட்சிய வாயுச்சமன்பாடானது தரப்பட்ட ஒரு வாயுவின் கனவளவு, அழுக்கம், வெப்பநிலை மற்றும் மூல்கள் போன்ற கணியங்களில் ஏதாவது ஒன்றினை மற்றைய மூன்று தரப்புகள் தீர்மானிக்க எம்மை அனுமதிக்கின்றது. வாயுவின் அடையாளம் தெரிந்திருப்பின் அதன் திணிவைப் பயன்படுத்தி மூலர்திணிவையும் நாம் கணிக்கமுடியும். மேலும் இதனைப் பயன்படுத்தி அதன்

அடர்த்தியையும் தீர்மானிக்க முடியும். மிக முக்கியமாக மனதில் கொள்ளவேண்டியது யாதெனில் இலட்சிய வாயு மாறிலியின் பெறுமானத்திற்கு ஏற்றதான அலகுகளில் மற்றைய கணியங்களின் அலகுகள் அமையவேண்டும். வழமையாக அழுக்கமானது atm, Pa, bar, torr போன்ற பல்வேறு அலகுகளில் வெளிப்பட முடியும். எனவே இத்தகைய பிரச்சன்னங்களில் அட்டவணை 1.2 இல் தரப்பட்ட அழுக்க மாற்றீடுகள் உதவியாக அமையும்.

அட்டவணை 1.2 அழுக்க அலகுகள்

Pressure unit	Pa	bar	atm	torr/mmHg
1 Pa	1 N m ⁻²	10 ⁻⁵	9.87 × 10 ⁻⁶	7.5 × 10 ⁻³
1 bar	100,000	1 bar	0.987	750.06
1 atm	101,325	1.01325	1 atm	760
1 torr/mmHg	133.32	1.3332 × 10 ⁻³	1.3158 × 10 ⁻³	1 torr / 1 mmHg

உதாரணம் 1.2

ஒரு வாயு உருளையானது 0.950 dm³ கனவளவையுடையது. இவ்வுருளையானது அழுக்கத்தின் கீழ் திரவப் புறப்பேனால் (C₃H₈) நிரப்பப்பட்டுள்ளது. உருளை காலியாகும்போது சிறிது புறப்பேன் வாயு மீதியை வளிமண்டல அழுக்கத்திலும் வெப்பநிலையிலும் கொண்டுள்ளது.

- சூழல் வளிமண்டல நிபந்தனைகள் 25 °Cயும் 750 torr உம் ஆக (1 torr = 133.32 Pa) அமையுமானால் உருளை காலியாகும்போது எஞ்சும் புறப்பேன் வாயுவின் மூல்கள் யாது?
- உருளையில் எஞ்சியுள்ள புறப்பேனின் திணிவு யாது
- உருளையில் எஞ்சியுள்ள புறப்பேனின் அடர்த்தி யாது?

விடை:

- முதலில் தரப்பட்ட தகவல்களைச் சுருக்கமாக்குக.

$$\text{வெப்பநிலை, } T = (25+273)K = 298 K$$

$$\text{அழுக்கம், } P = 750 \text{ torr} \times 133.32 \text{ Pa/1 torr} = 99990 \text{ Pa}$$

$$\text{கனவளவு, } V = 0.950 \text{ dm}^3 = 0.950 \times 10 \text{ m}^3$$

$$\text{அறியப்படாதது } n$$

$$PV = nRT \text{ ஐ பயன்படுத்துக.}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{99990 \text{ Pa} \times 0.950 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 298 \text{ K}} = 0.038 \text{ mol}$$

- புறப்பேனின் மூலரத்திணிவு (C₃H₈) = 44 g mol⁻¹

$$\text{திணிவு} = 0.038 \text{ mol} \times 44 \text{ g/mol} = 1.672 \text{ g}$$

- அடர்த்தி = திணிவு / கனவளவு = 1.672 g / 0.950 dm³ = 1.76 g dm⁻³

நாம் மேற்குறித்த உதாரணத்தைக் கருதும்போது, இலட்சிய வாயுச் சமன்பாட்டினை வெவ்வேறு வடிவங்களில் வெளிப்படுத்துவதில் எளிய மாற்றங்களை அதில் செய்வதின் மூலம் திணிவு மற்றும் அடர்த்தியை மதிப்பிடுவதற்குக் கீழே காட்டியவண்ணம் மேற்கொள்ளலாம்.

நாம் அதனை ஆரம்பித்தால், $PV = nRT$, இதனைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$P = \frac{n}{V} RT$$

$$\therefore P = CRT$$

இங்கு C ஆனது செறிவாகும்.

அத்துடன் மேலும் $PV = nRT$ ஆனது

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

இங்கு m ஆனது திணிவும் M ஆனது வாயுவின் மூலர்திணிவும் ஆகும். மேலும் இதனைப் பின்வருமாறும் எழுதலாம்.

$$P = \frac{1}{M} \left(\frac{m}{V} \right) RT$$

$$\therefore P = \frac{dRT}{M}$$

d ஆனது அடர்த்தி அத்துடன் $d = \frac{m}{V}$

இவ்வடிப்படையில், குறிப்பிட்ட நிபந்தனைகளின் கீழ் இலட்சிய வாயுச் சமன்பாட்டிலிருந்து வேறு பல வாயுவிதிகள் பெற்றுக் கொள்ளலாம்.

1.2.2 பொயிலின் விதி (அழுக்கம் - கனவளவுத் தொடர்பு)

அதாவது “ஒரு குறித்ததொகை (திணிவு) வாயுவில் அழுக்கமானது மாறா வெப்பநிலையில் கனவளவிற்கு நேர்மாறாக அமையும்”. இது 17ம் நூற்றாண்டுக்குரிய ஒரு அயர்லாந்து விஞ்ஞானி றொபெட் பொயில் என்பவரால், ஒரு வாயுவின் அழுக்கம் மாறா வெப்பநிலையில் எவ்வாறு கனவளவுடன் மாறுகிறது எனக் கற்றல் மூலம் அறியப்பட்டதாகும். எனவே இது பொயிலின் விதி (1627 - 1691) எனப்படும்.

$$P \propto \frac{1}{V} \text{ அல்லது } P = \frac{k}{V}, \quad k \text{ ஒரு மாறிலி}$$

இலட்சியவாயுச் சமன்பாட்டிலிருந்து பொயிலின் விதி பின்வருமாறு பெறப்படும்.

$$PV = nRT$$

வாயுவின் தொகை மற்றும் வெப்பநிலை மாறாது வைக்கப்படின் nT ஒரு மாறிலி.

R உம் ஒரு மாறிலியாதலால் $nRT = k$ (ஒரு மாறிலி).

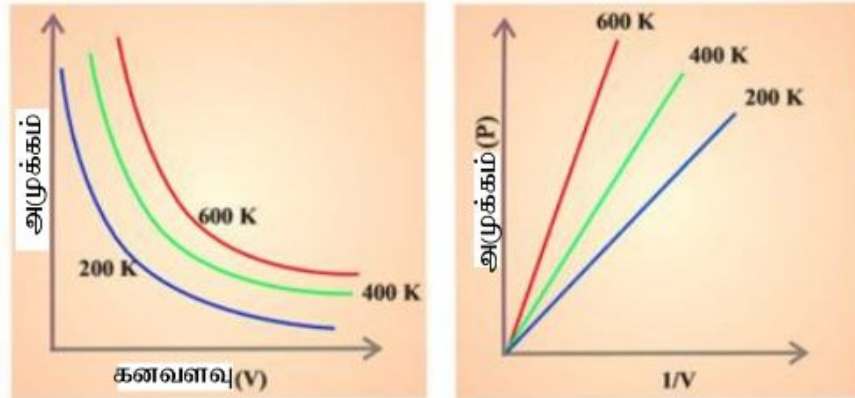
$$\therefore PV = k.$$

இதிலிருந்து கருதப்படுவது “மாறாவெப்பநிலையில் கனவளவினதும் அழுக்கத்தினதும் பெருக்கமானது ஒரு குறித்த தொகை வாயுவிற்கு ஒரு மாறிலியாகும்”. இது பொயிலின் விதியை வெளிப்படுத்தும் வேறொரு வழியாகும்.

ஒரு குறித்ததொகை வாயுவிற்கு மாறா T யில் கனவளவு V_1 இனை அடைப்பதுடன் அழுக்கம் P_1 இலிருந்தும் கனவளவு V_2 இற்கும் அழுக்கம் P_2 இற்கும் மாற்றப்படும்போது பொயிலின் விதியிலிருந்து

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

உரு 1.4 காட்டுவது இரு மரபு வழியிலான வரைபுகள் பொயிலின் விதியைப் பிரதிநிதிப்படுத்துபவை ஆகும். உரு 1.4a என்பது $PV = k$ இன் வெவ்வேறு வெப்பநிலையிலான வரைபுகளை ஒப்பிடுவதாகும். ஒவ்வொரு வரைபிலும் k இன் பெறுமானம் வேறுபடுகின்றதெனில் ஒரு தரப்பட்ட திணிவுடைய வாயுவிற்கு இது வெப்பநிலையுடன் மட்டும் மாறுபடும். உயர் வெப்பநிலைகளில் கனவளவு விரிவடைவதால் வரைபுகள் மேல்நோக்கி உயர்த்தப்படுகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. மேலும் ஒரு குறித்த வெப்பநிலையில் கனவளவு இருமடங்காயின் அழுக்கம் அரைப்பங்காவதும் கவனிக்கப்படல் வேண்டும்.



உரு. 1.4 மாறா வெப்பநிலையில் அழுக்கமானது முறையே (a) கனவளவு (V) உடனும் (b) $1/V$ உடனும் மாறல்கள்

உரு 1.4b P எதிர் $1/V$ வரைபைப் பிரதிநிதித்துவப்படுத்துகிறது. இது ஓர் உற்பத்தியினூடு செல்லும் நேர்கோடு. (எவ்வாறு இருப்பினும் உயர் அழுக்கம் வாயு பொயிலின் விதியிலிருந்து விலகுவதுடன் நேர்கோடாக அமைவதன் முடிவு அன்று.) பொயிலால் மேற்கொள்ளப்பட்ட பரிசோதனைகளிலிருந்து இவ்வரைபுகள் பெறப்பட்டன. வாயுக்கள் அழுக்கப்படும் தகவு உயர்வானவை எனவும் அளவுரீதியில் காட்டப்படுகின்றது. ஏனெனில் ஒரு குறித்த திணிவு வாயு அழுக்கப்படும்போது அதே எண்ணிக்கையான மூலக்கூறுகள் ஒரு சிறிய இடத்தில் அடக்கப்படுகின்றன. இது கருதுவது யாதெனில் வாயுக்கள் உயர் அழுக்கத்தில் கூடியளவு அடர்த்தியுடையனவாகும்.

(குறிப்பு: கனவளவு V ஐ அடைக்கிற ஒரு குறித்த திணிவு m ,
வாயு வாயுவின் அடர்த்தி d ஆனது $d = \frac{m}{v}$ என நாம் அறிவோம்.
ஆகவே $d = \frac{m}{k/P} = \frac{m}{k}P = k'P$ என எழுதமுடியும்.

உதாரணம் 1.3

குறித்த ஒரு தொகை வாயுவின் கனவளவானது மாறாவெப்பநிலையில் இருமடங்காக்கப்படின் அதன் அழுக்கத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்தைக் கணிக்குக.

$$V_1 = V, \quad V_2 = 2V, \quad P_1 = P, \quad P_2 = ?$$

$$\text{பொயிலின் விதியைப் பிரயோகிப்பின் } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P \times V = P_2 \times 2V \quad P_2 = \frac{P}{2} \text{ புதிய அழுக்கமானது ஆரம்பத்தின் அரைமடங்காகும்.}$$

உதாரணம் 1.4

ஒரு பலூனானது அறைவெப்பநிலையில் ஒரு குறித்த தொகை வாயுவால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. வளிமண்டல அழுக்கத்தில் (100 kPa) வாயுவானது அடைக்கின்ற கனவளவானது 2.50 d m^3 ஆகும். அதே வெப்பநிலையில் 20 kPa அழுக்கத்தை உள்ளே அடையும் வரை பலூனானது என்ன கனவளவுக்கு விரிவடைய முடியும்?

$$P_1 = 100 \text{ kPa} \quad P_2 = 20 \text{ kPa} \quad V_1 = 2.5 \text{ d m}^3 \quad V_2 = ?$$

$$\text{பொயிலின் விதியைப் பிரயோகிக்கும்போது } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$100 \text{ kPa} \times 2.5 \text{ dm}^3 = 20 \text{ kPa} \times V_2$$

$$\therefore V_2 = 12.5 \text{ d m}^3$$

பலூனானது 12.5 d m^3 வரை நிரப்பப்பட முடியும்.

1.2.3 சாள்சின் விதி (வெப்பநிலை கனவளவுத் தொடர்பு)

ஜாக்குயிஸ் சாள்ஸ் மற்றும் ஜோசப் கேலூசாக்கின் கண்டுபிடிப்புகளால் ஒரு குறித்த தொகை (திணிவு) வாயுவிற்கு மாறா அழுக்கத்தில் கனவளவு வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் அதிகரிக்கின்றது. குளிரவிடப்படும்போது குறைகின்றது. ஒவ்வொரு பாகை வெப்பநிலை மாற்றத்திற்கும் 0°C யிலுள்ள கனவளவின் $\frac{1}{273.15}$ மடங்கினால் வாயுவின் கனவளவு மாறுபடும். (அதிகரிப்பு அல்லது குறைவு) 0°C யிலும் $t^\circ\text{C}$ யிலும் கனவளவு V_0 மற்றும் V_t ஆகவுமாக அமையலாம் எனக் கொள்க. எனின் நாம் பின்வருமாறு எழுதமுடியும்.

$$V_t = V_0 + \left(\frac{t}{273.15} \right) V_0 = V_0 \left(1 + \frac{t}{273.15} \right) = V_0 \left(\frac{273.15 + t}{273.15} \right)$$

இந்நிலையில், வெப்பநிலைக்கு ஒரு புதிய அலகு வரையறுக்கப்பட்டது. புதிய அலகில் $t^{\circ}\text{C}$ என்பது $T_0 = 273.15 + t$ அத்துடன் 0°C என்பது $T_0 = 273.15$ எனத் தரப்படும். புதிய வெப்பநிலை அலகானது கெல்வின் வெப்பநிலை அலகு (K) அல்லது தனிவெப்பநிலை அலகு என அழைக்கப்படும். -273.15°C என்பதனை வெப்பஇயக்கவியல் ரீதியில் பூச்சியம் என வரையறுக்கப்படுவதுடன் இதுவே கொள்கையளவில் அடையக்கூடிய இழிந்த வெப்பநிலையாகும். இவ்வெப்ப அலகினைப் பிரயோகிக்கும்பொழுது,

நாம் இத்தொடர்பை $V_t = V_0 \left(\frac{273.15 + t}{273.15} \right)$ என மீள எழுதமுடியும்.

இதனை $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ என மீளமைக்க முடியும்.

$$\frac{V_1}{T_1} = \text{மாறிலி}$$

அல்லது

$$V = kT$$

ஆகவே “குறித்த ஒரு திணிவுடைய ஒரு வாயுவிற்கு மாறா அழுக்கத்தின் கீழ் அதன் கனவள வானது தனி வெப்பநிலைக்கு நேர்விகிதசமானாகும்” இது சாள்ஸ்சின் விதி என அழைக்கப்படும்.

மேலும், இலட்சிய வாயுச்சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி ஒரு குறித்த திணிவுடைய வாயுவுக்கு மாறா அழுக்கத்தின் கீழ் வாயுவின் கனவளவுமீது வெப்பநிலையின் தாக்கத்தினைக் கற்க முடியும்.

இலட்சிய வாயுச்சமன்பாட்டைப் பின்வருமாறு மீள்அமைக்க முடியும்.

$$PV = nRT$$

$$V = nRT/P$$

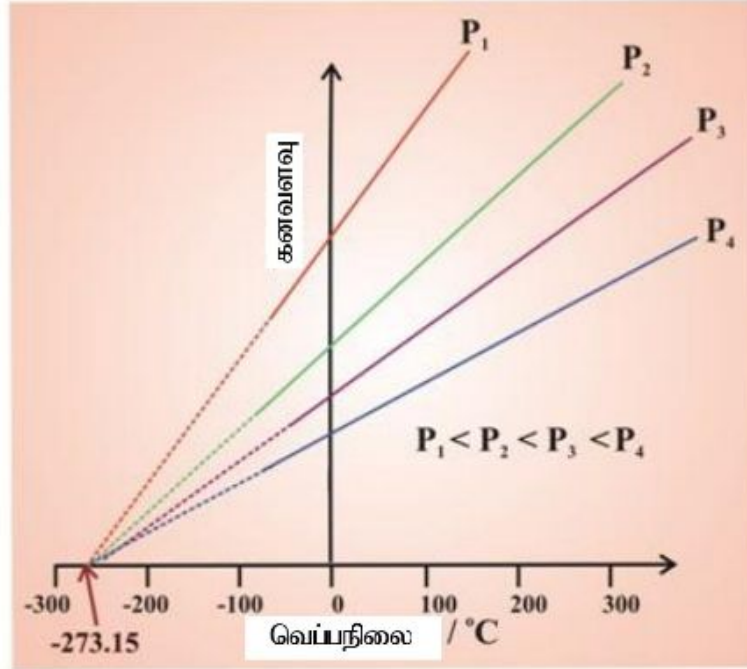
குறித்த திணிவுடைய வாயுவிற்கு அழுக்கம் மாறாதிருக்கும்போது

$$\frac{nR}{P} = \text{மாறிலி}$$

$$\therefore V \propto T \text{ அல்லது } V = kT$$

சாள்ஸ்சின் விதியிலிருந்து, எல்லா வாயுகட்கும் தரப்பட்ட எவ்வொரு அழுக்கத்திலும் கனவளவு எதிர் வெப்பநிலை (செல்சியஸ்) வரைபானது ஒரு நேர்கோடாகவும் இதனைப் பூச்சியக் கனவளவுக்கு நீட்டும்போது ஒவ்வொரு கோடும் வெப்பநிலை அச்சினை -273.15°C யில் வெட்டும். வெவ்வேறு அழுக்கங்கட்கு வரைபின் கோடுகளின் சாய்வுகள் வேறுபடினும் பூச்சிய கனவளவில் எல்லாக் கோடுகளும் வெப்பநிலை அச்சினை -273.15°C அல்லது 0 K யில் சந்திப்பதைக் காணலாம்.

வெப்பநிலை அச்சானது கெல்வின் K இல் குறிக்கப்படின் கோடுகள் 0 K யில் சந்திக்கும் உரு 1.5.



உரு 1.5 மாறா அழுக்கத்தில் வெப்பநிலை தொடர்பான கனவளவு வரைபு

உதாரணம்: 1.6

அறிந்த தொகை மூல்களை உடைய ஒரு வாயுவிற்கு மாறா அழுக்கத்தில் கனவளவு மும்மடங்காக்கப்படும் போது வெப்பநிலை மாற்றத்தைக் கணிக்குக.

$$V_1 = V \quad V_2 = 3V \quad T_1 = T \quad T_2 = ?$$

$$V_1 / V_2 = T_1 / T_2$$

$$V / 3V = T / T_2$$

$$T_2 = 3T$$

மேலும் இதனை நேரடியாகவும் மதிப்பிடலாம். கனவளவானது கெல்வின் வெப்பநிலைக்கு (T) நேர் விகித சமவாதால் புதிய வெப்பநிலையானது ஆரம்ப பெறுமானத்தின் மும்மடங்காகும். அதாவது $3T$.

$$V_t = V_0 \left(\frac{273.15 + t}{273.15} \right) \quad \text{எனும் சமன்பாட்டினைக் கருத்திற் கொள்க.}$$

அத்துடன் $t = -273.15$ எனப் பிரதியிடுக. இங்கு வாயுவின் கனவளவு பூச்சியத்திற்குச் சமம் என நாம் பெறும்போது அதன் கருத்து வாயுவானது காணப்படுவதில்லை என்பதாகும். இதிலிருந்து வெப்பநிலையை அடையும் முன்பே வாயுவானது திரவமாக்கப்பட்டுவிடும் என நாம் விளங்கிக் கொள்ளமுடியும். மிகக் குறைந்த, எடுகோள் அல்லது கற்பனை வெப்பநிலையில் வாயுக்கள் பூச்சிய கனவளவை அடைக்குமாக இருந்தால் அது தனிப்பூச்சிய வெப்பநிலை என அழைக்கப்படும். எல்லா வாயுக்களுக்கும் தாழ்அழுக்கத்தில் உயர் வெப்பநிலையிலும் சாள்சின் விதிக்கு அமையும்.

உதாரணம்: 1.6

ஒரு பலூனானது ஒரு குறித்த தொகை வாயுவால் நிரப்பப்படுவதன் விளைவாகக் கனவளவு 2 dm^3 ஆக 23°C யில் உண்டு. அதே ஆரம்ப அழுக்கத்தில் வெப்பநிலை 27°C க்கு உயர்த்தப்படின் வாயுவின் கனவளவைக் கணிக்க.

$$T_1 = 23 + 273 = 296 \text{ K} \quad T_2 = 27 + 273 = 300 \text{ K} \quad V_1 = 2.0 \text{ dm}^3 \quad V_2 = ?$$

மாறா அழுக்கத்தில் சாள்ஸ்சின் விதியைப் பிரயோகிக்கும்போது,

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

$$\frac{2.0 \text{ dm}^3}{296 \text{ K}} = \frac{V_2}{300 \text{ K}}$$

$$V_2 = 2.03 \text{ dm}^3$$

ஆகவே கனவளவு மாற்றம் 0.03 dm^3

1.2.4 அவகாதரோ விதி (தொகை - கனவளவுத் தொடர்பு)

பொயிலினதும் சாள்ஸ்சினதும் விதிகளின் அபிவிருத்திகளினைத் தொடர்ந்து 1811 இல், இத்தாலிய விஞ்ஞானி அமதியா அவகாதரோ என்பவர் ஒரு வாயுவின் தொகை மற்றும் கனவளவு தொடர்பான முடிவுகளை அணைக்க முயன்றார். இதிலிருந்து அவகாதரோவின் விதி என அறியப்படும் புதிய கருதுகோள்களை முன்வைத்தார். ஒரே வெப்ப அழுக்க நிபந்தனைகளின் கீழ் சமகனவளவு வாயுக்கள் யாவும் சம எண்ணிக்கையான மூல்களைக் கொண்டிருக்கும் என அது கூறுகிறது.

அதாவது $V \propto n$ அல்லது $V = kn$ என நாம் எடுக்க முடியும். ஒரு மூல் வாயுவில் 6.022×10^{23} எண்ணிக்கையான மூலக்கூறுகள் அமையுமெனத் தீர்மானிக்கப்பட்டதுடன் இது அவகாதரோ மாறிலி எனவும் அறியப்பட்டது (N_A அல்லது A என குறிப்பிடப்படும்)

இலட்சியவாயு விதிகளின் உதவியுடன் அவகாதரோவின் விதியை இலகுவாகப் பின்வருமாறு விளங்கிக் கொள்ள முடியும்.

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{RT}{P} \times n$$

$$V = \frac{RT}{P} \times \frac{N}{N_A} = \frac{RT}{PN_A} \times N$$

இங்கு N மற்றும் N_A என்பன முறையே வாயு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் அவகாதரோ மாறிலியுமாகும். ஒரே வெப்ப, அழுக்க நிலைமைகளில் சமகனவளவுகள் உடைய P மற்றும் Q ஆகிய வாயுக்கு மேற்படி தொடர்புகளைப் பிரயோகிக்கும் போது,

$$V_P = \frac{RT}{PL} \times N_P$$

$$V_Q = \frac{RT}{PL} \times N_Q$$

மாறா P , மாறா T யில் நாம் எடுக்க முடியும். (R மற்றும் N_A மாறிலிகளாதலால்)

$$\frac{V_P}{V_Q} = \frac{N_P}{N_Q}$$

எளிமையாகக் கூறினால், ஒரு வாயுவிற்கு மாறா அழுக்கம் மற்றும் வெப்பநிலையில் கனவளவானது வாயுக்களின் மூல் எண்ணிக்கைக்கு நேர்விகித சமமாகும்.

$V \propto n$ (அவகாதரோவிதி)

மேற்கூறியவற்றைக் கலந்துரையாடுவது வாயு விதிகளை விளங்கிக் கொள்ள உதவியாவதுடன் கனவளவு V ஐ உடைய தரப்பட்ட வாயுவிற்கு இலட்சிய வாயுச் சமன்பாட்டிற்கு இலட்சிய வாயுச்சமன்பாட்டினைப் பெறவும் உதவும்.

பொயிலின் விதி: $V \propto \frac{1}{P}$: $V = k_1 \frac{1}{P}$ ----- (1)

சாள்சின் விதி: $V \propto T$: $V = k_2 T$ ----- (2)

அவகாதரோவின் விதி: $V \propto n$: $V = k_3 n$ ----- (3)

∴ நாம் இதனை $V = k_1 k_2 k_3 \frac{nT}{P}$ என எழுத முடியும்.

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

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

ஏனெனில் $k = R$

$$\therefore PV = nRT$$

1.2.5 மூலக் கனவளவு (V_m)

ஒரு வாயுவின் கனவளவு மூல் எண்ணிக்கைக்கு நேர்விகிதசமமாதலால்,

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

அழுக்கமும் வெப்பநிலையும் ஒரேயளவாக அமையும்போது ஒவ்வொரு வாயுவினதும் ஒரு மூல் ஆனது ஒரே கனவளவு V_m ஐ கொண்டமையும் அது பின்வருமாறு கணிக்கப்படும்.

$$V_m = \frac{RT}{P}$$

ஆகவே நியமவெப்பஅழுக்கநிலையில் (STP) எவ்வா வாயுவினதும் V_m ஆனது ஒரே கனவளவாகவே அமையும். நியம பெறுமானத்திற்கு இரு தொகுதி நிபந்தனைகளைப் பிரயோகிக்கலாம்.

- ஒன்று, நியமவெப்பநிலை மற்றும் அழுக்கத்தில் (STP) அல்லது இங்கு $273.15\text{K}(0^\circ\text{C})$ வெப்பநிலை மற்றும் 1 bar (அதாவது 100 kPa இல்) அழுக்கம் STP யில் ஒரு இலட்சிய வாயு இலட்சிய வாயுக்களின் சேர்மானத்திற்கு மூலர்க்கனவளவானது $22.414\text{ dm}^3\text{mol}^{-1}$.
- இரண்டாவது, வரைவிலக்கணத்தில், இந்நிபந்தனைகள், நியம சுற்றுப்புற வெப்பநிலை 25°C (298.15 K) என எடுக்கப்படுவதுடன் அழுக்கம் 100 kPa (SATP) உம் ஆகும். இவ்வகையில் ஒரு வாயுவின் மூலர்க்கனவளவு $24.790\text{ dm}^3\text{mol}^{-1}$ ஆகும். SATP யில் மூலர்க்கனவளவு V_m° என குறிக்கப்படும்.

குறிப்பு: அவகாதரோவிதியிலிருந்தும், ஒரு வாயுவின் மூலர்த்திணிவு M ஆனது அடர்த்தி d க்கு நேர்விகிதசமம் என நாம் காணமுடியும்.
 $V = kn = k(m/M)$, ஆகவே $M = k(m/V) = kd$.

உதாரணம் 1.7

298 K இலும் 1atm அழுக்கத்திலும் He வாயுவின் மூலர்க்கனவளவைக் கணிக்குக. இதனை 298 K இலும் 1atm அழுக்கத்திலும் Ne வாயுவின் மூலர்க்கனவளவுடன் ஒப்பிடுக.

$$P_{\text{He}} = 1\text{ atm} = 101325\text{ Pa}, V_{\text{He}} = ?, T_{\text{He}} = 298\text{ K}, n_{\text{He}} = 1.00\text{ mole}$$

$$P_{\text{He}} V_{\text{He}} = n_{\text{He}} RT_{\text{He}}$$

$$V_{\text{He}} = n_{\text{He}} RT_{\text{He}} / P_{\text{He}}$$

$$= (1\text{ mol} \times 8.314\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1} \times 298\text{ K}) / 101325\text{ Pa} = 2.44 \times 10^{-2}\text{ m}^3$$

$$P_{\text{Ne}} = 1\text{ atm} = 101325\text{ Pa}, V_{\text{Ne}} = ?, T_{\text{Ne}} = 298\text{ K}, n_{\text{Ne}} = 1.00\text{ mole}$$

$$P_{\text{Ne}} V_{\text{Ne}} = n_{\text{Ne}} RT_{\text{Ne}}$$

$$V_{\text{Ne}} = n_{\text{Ne}} RT_{\text{Ne}} / P_{\text{Ne}}$$

$$= (1\text{ mol} \times 8.314\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1} \times 298\text{ K}) / 101325\text{ Pa} = 2.44 \times 10^{-2}\text{ m}^3 = 2.44\text{ dm}^3$$

அதாவது ஒரே வெப்ப அழுக்க நிலையில், வெவ்வேறு வாயுக்களின் மூல் எண்ணிக்கைகள் சமமானால், அவை சம கனவளவை அடைக்கும்.

1.2.6 இணைந்த வாயு விதி

அழுக்கம், கனவளவு மற்றும் வெப்பநிலை தொடர்பாக எல்லா வாயுக்களும் ஒரே முறையில் நடப்பதனால் தொகையானது மூல்களில் அளக்கப்படுமெனில் இலட்சிய வாயுக்குப் பயன்படு முறையில் ஒரு விகிதமாக, ஒரு குறித்த தொகை வாயுவுக்கு அழுக்கம், வெப்பநிலை மற்றும் கனவளவு என்பன (T_1, V_1, P_1) இலிருந்து (T_2, V_2, P_2) க்கு வெளிப்படுத்த முடியும். இந்நிலையில் நாம் பின்வருமாறு எழுதமுடியும்.

$$\text{ஆரம்ப நிபந்தனை: } nR = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

$$\text{இறுதி நிபந்தனை: } nR = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

இது இணைந்த வாயு விதியாகும்.

உதாரணம்: 1.8

25 °C யிலும் 760 mm Hg இலும் ஒரு தரப்பட்ட தொகை வாயுவானது 600 cm³ கனவளவை அடைக்கிறது. 10 °C யிலும் 650 cm³ கனவளவிலும் அதன் அழுக்கம் யாதாகும்?

(T_1, V_1) to (T_2, V_2, P_2) நாம் பின்வருமாறு எழுத முடியும்

$$P_1 = 760 \text{ mm Hg} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}, V_1 = 600 \text{ cm}^3 = 0.600 \text{ d m}^3, T_1 = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$V_2 = 650 \text{ cm}^3 = 0.650 \text{ d m}^3, T_2 = 10 + 273 = 283 \text{ K}, P_2 = ?$$

$$\text{இணைந்தவாயு விதியிலிருந்து; } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{101325 \text{ Pa} \times 0.600 \text{ d m}^3}{298 \text{ K}} = \frac{P_2 \times 0.650 \text{ d m}^3}{283 \text{ K}}$$

$$P_2 = 666.2 \text{ mm Hg} = 88823 \text{ Pa} = 88.823 \text{ k Pa}$$

1.3 தாற்றனின் (Dalton's) பகுதியழுக்க விதி

பெரும்பாலான பரிசோதனைச் செயற்பாடுகளில் தனியொரு வாயுவாக இல்லாது வாயுக் கலவைகளாகவே நாம் முகங்கொடுக்கின்றோம். ஆகவே அமைப்புக்கூறு வாயுக்களின் பங்களிப்பால் ஏற்படுவது அவ்வாயுக்களின் பகுதியழுக்கங்கள் என அழைக்கப்படும். நாம் சுவாசிக்கும் வளியானது பிரதான கூறுகளாக நைதரசன், ஓட்சிசன் வாயுக்களைக் கொண்டதுடன் வேறுவகை வாயுக்களை மிகக் குறைந்த அளவுகளில் கொண்டுள்ளது. இவ்வாயுக்கள் யாவும் மொத்த வளிமண்டல

அழுக்கத்திற்குப் பங்களிப்புச் செய்கின்றன. அத்துடன் வாயுக்கலவையொன்றின் அமைப்புக்கூறு வாயுவொன்று தனித்து அக்கனவளவை அடைக்கும்போது உஞற்றும் அழுக்கம் அவ்வாயுவின் பகுதியழுக்கம் என வரையறுக்கப்படும்.

தம்முட் தாக்கமுறாத வாயுக்கலவையொன்றைக் கருதும்போது தொகுதியின் மொத்த அழுக்கமானது அதன் அமைப்பு வாயுக்கூறுகளின் தனித்தனி பகுதியழுக்கங்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமனாகும்.

வாயுக்கள் A, B, C யைக் கொண்ட கலவையொன்றில் தனித்தனி பகுதியழுக்கங்கள் முறையே P_A, P_B, P_C ஆகுமெனில் மொத்த அழுக்கம் P_T ஆனது பின்வரும் சமன்பாட்டால் தரப்படும்.

$$P_T = P_A + P_B + P_C$$

இலட்சிய வாயுச்சமன்பாட்டிலிருந்து தாற்றனின் பகுதியழுக்கவிதியானது பின்வருமாறு பெறப்படமுடியும். A, B யைக் கொண்ட வாயுக்கலவையொன்றில் அவற்றின் மூல்கள் முறையே n_A, n_B ஆகவும் மொத்த மூல்கள் n_T எனவும் கருதுக.

$$PV = nRT$$

$$\text{வாயு A க்கு } n_A = P_A V / RT$$

$$\text{வாயு B க்கு } n_B = P_B V / RT$$

$$\text{வாயு கலவைக்கு } n_T = P_T V / RT$$

$$n_T = n_A + n_B$$

$$\therefore \frac{P_T V}{RT} = \frac{P_A V}{RT} + \frac{P_B V}{RT}$$

கருக்குமிடத்து

$$P_T = P_A + P_B$$

இதுவே தாற்றனின் பகுதியழுக்கவிதியாகும்.

1.3.1 மூல்பின்னம் தொடர்பாகப் பகுதியழுக்கம்

வெப்பநிலை T , வாயு A யின் மூல்கள் n_A , வாயு B க்கு n_B எனவும் கனவளவு V உடைய கொள்கலனில் நிரப்பப்பட்டிருப்பதாகக் கொண்டால் உஞற்றப்படும் பகுதியழுக்கங்கள் முறையே P_A, P_B ஆகவும் மொத்த அழுக்கம் P_T உம் என்க.

$$P_A = \frac{n_A RT}{V} \text{ மற்றும் } P_B = \frac{n_B RT}{V}$$

$$\text{தாற்றனின் விதியின்படி } P_T = P_A + P_B$$

மேற்கூறியவற்றைப் பிரதியிட,

$$P_T = \frac{n_A RT}{V} + \frac{n_B RT}{V} = (n_A + n_B) \frac{RT}{V}$$

P_A, P_B யின் வெளிப்பாடுகளைத் தனித்தனியாக P_T ஆல் வகுக்க

$$\frac{P_A}{P_T} = \frac{n_A RT / V}{(n_A + n_B) RT / V} = \frac{n_A}{(n_A + n_B)} = X_A \quad X_A \text{ ஆனது A யின் மூல்பின்னம்}$$

இதேபோல்

$$\frac{P_B}{P_T} = \frac{n_B RT / V}{(n_A + n_B) RT / V} = \frac{n_B}{(n_A + n_B)} = X_B \quad X_B \text{ ஆனது B யின் மூல்பின்னம்}$$

ஆகவே இதனை நாம் பின்வருமாறு எழுத முடியும்

$$P_A = X_A P_T \quad \text{உம்} \quad P_B = X_B P_T \quad \text{ஆகும்.}$$

ஒரு வாயுக்கூறொன்றின் பகுதியழுக்கமானது மொத்த அழுக்கத்தினதும் அவ்வாயுவினது மூல்பின்னத்தினதும் பெருக்கத்திற்குச் சமமாகும்.

உதாரணம்: 1.9

- ஒரு வாயுக்கலவையானது 0.8 mol நைதரசன் வாயு (N_2), 0.2 mol ஓட்சிசன் (O_2) வாயு என்பவற்றை உடையது. ஒரு குறித்த வெப்பநிலையில் தொகுதியின் மொத்த அழுக்கம் 1.00 atm எனின் வாயுக்களின் பகுதியழுக்கங்களைக் கணிக்குக.
- ஒரு கொள்கலம் வெப்பமேற்றப்படும்போது N_2 வாயு O_2 வாயுவுடன் தாக்கமுற்று NO வாயுவை உருவாக்கும். சமநிலையில் கொள்கலமானது 0.7 mol N_2 வாயு, 0.15 mol $O_2(g)$ மற்றும் 0.1 mol NO(g) வை கொண்டுள்ளது. $N_2(g)$ இன் பகுதி அழுக்கம் 0.88 atm எனின் $O_2(g)$ மற்றும் NO(g) இன் பகுதி அழுக்கங்களைக் கணிக்குக.

விடை:

$$(i) \quad X_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_{N_2} + n_{O_2}}$$

$$X_{N_2} = \frac{0.8 \text{ mol}}{0.8 \text{ mol} + 0.2 \text{ mol}}$$

$$X_{N_2} = 0.8$$

$$P_{N_2} = X_{N_2} P_T$$

$$P_{N_2} = 0.8 \times 1.00 \text{ atm}$$

$$P_{N_2} = 0.8 \text{ atm}$$

இதே போன்று

$$X_{O_2} = 0.2$$

$$\begin{aligned}
 \text{(ii)} \quad X_{N_2} &= \frac{n_{N_2}}{n_{N_2} + n_{O_2} + n_{NO}} \therefore X_{N_2} = \frac{0.7 \text{ mol}}{0.7 \text{ mol} + 0.15 \text{ mol} + 0.1 \text{ mol}} = \frac{0.7}{0.95} \\
 P_{N_2} &= X_{N_2} P_T \therefore P_{N_2} = \frac{P_T}{X_{N_2}} = \frac{0.88 \text{ atm}}{0.7/0.95} = 1.19 \text{ atm} \\
 X_{O_2} &= \frac{n_{O_2}}{n_{N_2} + n_{O_2} + n_{NO}} \therefore X_{O_2} = \frac{0.15 \text{ mol}}{0.7 \text{ mol} + 0.15 \text{ mol} + 0.1 \text{ mol}} = \frac{0.15}{0.95} \\
 P_{O_2} &= X_{O_2} P_T \therefore P_{O_2} = \frac{0.15}{0.95} \times 1.19 \text{ atm} = 0.19 \text{ atm} \\
 X_{NO} &= \frac{n_{NO}}{n_{N_2} + n_{O_2} + n_{NO}} \therefore X_{NO} = \frac{0.10 \text{ mol}}{0.7 \text{ mol} + 0.15 \text{ mol} + 0.1 \text{ mol}} = \frac{0.10}{0.95} \\
 P_{NO} &= X_{NO} P_T \therefore P_{NO} = \frac{0.10}{0.95} \times 1.19 \text{ atm} = 0.12 \text{ atm} \\
 \therefore P_{N_2} &= 0.88 \text{ atm}, P_{O_2} = 0.19 \text{ atm}, P_{NO} = 0.12 \text{ atm}, P_T = 1.19 \text{ atm}
 \end{aligned}$$

இவ் வாயுக்கள் சேகரிக்கப்படுவதற்குக் குறிப்பிடத்தக்க வழிமுறைகள் எதுவும் தரப்படாது, வெறுமனே இத்தாக்கத்தின் விளைவுகளின் மூல் எண்ணிக்கைகள் தரப்பட்டுள்ளன. தாற்றனின் விதி பற்றிய எமது அறிவின் அடிப்படையில் அதனைப் பிரயோகிக்கும்போது, தூயவாயுக்களைப் போன்ற இயல்புகளை உடையன எனவும் தரப்பட்ட வாயுக்கலவையின் கூறுகள் யாவும் தமக்குள் இரசாயன ரீதியில் தாக்கமற்றவை எனவும் எடுத்துக் கொள்ளப்படும். எவ்வாறிருப்பினும், செயன்முறையில் வாயுக்கள் தொடர்புபட்ட தாக்கங்களில், அவற்றினைச் சேகரிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் வழிமுறையானது பிறிதொரு வாயுவை உருவாக்கலாம் அல்லது வேறு சில விளைவுகளை ஏற்படுத்தலாம். உதாரணமாக, நீரின் மீது கவிழ்த்து வைக்கப்பட்ட கொள்களனில் நீரை இடம்பெயர்த்து மேற்கொள்ளப்படும் வாயுச் சேகரிப்பு நுட்பம் அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படுகிறது. வாயுவால் முழுமையாக நீர் வெளிச்செல்லும்வரை நீர் கொண்ட போத்தலுள் குழாயினூடாக வாயுக்களைக் குமிழ்த்தல் மேற்கொள்ளப்படும். வாயுவானது நீரில் கரைவதில்லை எனவும் நீருடன் தாக்கமடைவதில்லை எனவும் பொதுவாக நாம் எடுத்துக் கொள்வோம். எவ்வாறிருப்பினும் வாயுவை நாம் தூய்மையாகப் பெறமுடியாது. இதற்குப் பதில் தாக்கத்தில் உருவாக்கப்படும் வாயுவானது நீரின் ஆவியாதலால் பெறப்படும் நீராவியுடன் கலவையாக அமையும். அளக்கப்படும் அழுக்கத்துடன் வாயு கொண்டுள்ள அழுக்கம் நீராவியின் நிரம்பலாவியழுக்கமும் சேர்ந்து காணப்படும். எனவே குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் சேகரிக்கப்படும் வாயு உருற்றும் அழுக்கத்தினைத் தீர்மானிப்பதற்குக் கலவையின் மொத்த அழுக்கத்திலிருந்து நீராவியின் அழுக்கத்தினைக் கழிப்பது அவசியமானதாகும். எனின் சேகரிக்கப்படும் வாயுவின் பகுதியழுக்கம், இதன் கனவளவு, வெப்பநிலை என்பவற்றினை இலட்சியவாயுச் சமன்பாட்டில் பயன்படுத்திச் சேகரிக்கப்பட்ட வாயுவின் தொகையைக் கணிக்கமுடியும்.

உதாரணம்: 1.10

பின்வரும் தாக்கத்திற்கு அமைவாக KClO_3 திண்மத்திலிருந்து நாம் ஒட்சிசன் வாயுவைத் தயாரிக்கலாம் எனக் கொள்வோம்.



27°C யிலும் 760 torr அழுக்கத்திலும் $1.5 \text{ dm}^3 \text{ O}_2$ வாயு நீரின்மீது சேகரிக்கப்படுகின்றது.

உருவாக்கப்படும் O_2 வாயுவின் மூல் எண்ணிக்கையைக் கணிக்குக. 27.0°C யில் நீரில் ஆவியழுக்கம் 26.7 torr.

விடை:

தாற்றனின் விதியிலிருந்து பின்வருமாறு எழுதமுடியும்.

$$P_{\text{மொத்தம்}} = P_{\text{ஒட்சிசன்}} + P_{\text{நீர்}}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{ஒட்சிசன்}} &= P_{\text{மொத்தம்}} - P_{\text{நீர்}} = (760 - 26.7) \text{ torr} \\ &= 733.3 \text{ torr} \\ &= 97764 \text{ Pa.} \end{aligned}$$

இலட்சிய வாயுச்சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்தின்

$$PV = nRT \text{ மற்றும் } n = \frac{PV}{RT} = \frac{97764 \text{ Pa} \times 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}} = 0.058 \text{ mol}$$

1.4 வாயுக்களின் மூலக்கூற்று இயக்கக் கொள்கை

மேற்கூறிய பகுதிகளில், வாயுநிலை தொடர்பான பரிசோதனைகள் அவதானிக்கப்பட்ட உண்மைகளுக்கு (பொயிலின் விதி, சாள்ஸ்சின் விதி போன்றவை) வாயுவிதிகளை விளங்கிக் கொள்ளமுடிந்தது. மேற்படி பரிசோதனைகள் மேற்கொள்ளப்பட்டபோது, எவ்வாறு ஒரு குறித்த தொகுதி வெவ்வேறு நிபந்தனையின் கீழ் எவ்வாறு நடந்துகொள்ளுகின்றது என நாம் விளங்கிக் கொள்ளமுடியும். இருந்தபோதும் பரிசோதனைகள் மூலம் பெறப்பட்ட மேற்குறித்த அவதானிப்புகளிலிருந்து ஏன் ஒரு தொகுதி அவ்வாறு நடந்துகொள்கின்றது என அறிய அல்லது விளங்கிக் கொள்ளலாம். உதாரணத்திற்கு நாம் அமுக்கும்போது அமுக்கம் அதிகரிப்பதனை எதிர்வு கூற வாயுவிதிகள் உதவும். ஆனால் ஒரு வாயுவை அமுக்கும்போது மூலக்கூற்று மட்டத்தில் நடப்பது யாதென நாம் அறிவது தேவையானதாகும். ஆகவே ஒருவகைக் கொள்கையளவிலான மாதிரியானது மேற்குறித்த நிகழ்வுகள் அல்லது வினாக்கள் அத்துடன் கொள்கைகள் போன்றன சிறந்த அவதானங்களை விளக்குவதற்கு எமக்கு உதவியாகும். வாயுக்களின் நடத்தைகள் மூலக்கூற்று மட்டத்தில் விளக்க முயற்சி செய்ய உதவுவது மூலக்கூற்று இயக்கக் கொள்கை ஆகும்.

1.4.1 இலட்சிய வாயுவின் மூலக்கூற்றுக் கொள்கைக்கான எடுகோள்கள்

- வாயுக்கள் சிறிய சிறிய அத்துடன் கூடியளவு வேறுபடுத்தப்பட்ட எண்ணிக்கையான துணிக்கைகளால் (மூலக்கூறுகள் அல்லது அணுக்கள்) தொகுக்கப்பட்டன.

மூலக்கூறுகளின் உண்மையான கனவளவானது வாயு மூலக்கூறுகளை அடைக்கும் மொத்தக் கனவளவுடன் ஒப்பிடும்போது மிகவும் சிறிதாகையால் துணிக்கைகள் கூடியளவு வேறாக்கப்பட்டுள்ளன. அல்லது வேறுசொற்களில் கூறினால் மூலக்கூறுகளின் உண்மையான கனவளவானது அவற்றிற்கிடைப்பட்ட வெற்றிட வெளியுடன் ஒப்பிடும்போது புறக்கணிக்கத்தக்கன. இக்கொள்கையானது துணிக்கைகள் ஒன்றிற்கொன்று மிக நெருக்கமாகவுள்ள திரவங்கள் அல்லது திண்மங்களிலும் பார்க்க வாயுக்கள் அடைக்கும் கனவளவு மிக உயர்வாக அமைவதைத் திருத்தமாக எதிர்வுகூறுகிறது. வாயுத்துணிக்கைகள் கூடியளவு வேறாக்கி வைக்கப்பட்டிருப்பதால் திரவங்கள் மற்றும் திண்மங்களுடன் ஒப்பிடும்போது அடர்த்தி குறைந்தவை. இவ் எடுகோளானது வாயுக் களில் அழுக்கப்படும் தகவு உயர்வு என விளக்க உதவும்.

- வாயுக்களின் ஒவ்வொரு துணிக்கையும் எழுமாற்றான (சாத்தியமான எல்லாத் திசைகளிலும்) நேர்கோட்டு இயக்கமாக, அது மற்றொரு மூலக்கூறு அல்லது கொள்கலத்தின் சுவர்களுடன் மோதும்வரை அசையும். வெவ்வேறு மூலக்கூறுகள் வெவ்வேறு கதியுடன் அமையும்.

மோதல்கள் பூரண மீள்தன்மைக்குரியன. அதாவது சக்தியானது ஒரு துணிக்கையிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மாற்றப்படக்கூடியது, அவற்றின் சக்தியானது மாறக்கூடியது. ஆனால் தேறிய நிகழ்வாகச் சக்தி இழக்கப்படவோ ஏற்கப்படவோ இல்லை. கொள்கலத்தின் சுவர்களில் மூலக்கூறுகளின் மோதல்களின் விளைவாக உருவாவதே ஒரு வாயுவின் அழுக்கம் ஆகும்.

- வாயுத் துணிக்கைகளின் சராசரி இயக்கச் சக்தியானது தனியான வெப்பநிலைக்கு மாத்திரம் நேர்விகித சமமானது.

இது எமக்குப் பின்வரும் தகவல்களை வெளிப்படுத்தும். வாயுத் துணிக்கைகள் (மூலக்கூறு அல்லது அணு) தமக்குரித்தான திணிவு மற்றும் கதியைக் கொண்டவை. ஏன் எனில் தரப்பட்ட வாயுத் துணிக்கையின் இயக்கச் சக்தி (KE) பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும்.

$$KE = \frac{1}{2} m v^2$$

இங்கு m என்பது ஒரு வாயுத் துணிக்கையின் திணிவு மற்றும் v என்பது அவ்வாயுத் துணிக்கையின் வேகம் (அல்லது கதி). மாறாக் கனவளவில் வாயுவைச் சூடாக்கும்போது, அழுக்கம் அதிகரிக்கும். ஏனெனில் வாயுவைச் சூடாக்கும்போது துணிக்கைகளின் இயக்கச் சக்தி அதிகரிக்கும். மற்றும் கொள்கலத்தின் சுவர் உடன் அதிக தடவைகள் மோதுகை அடையும். கூடிய அழுக்கத்தை வெளிப்படுத்தும். தரப்பட்ட வெப்பநிலையில் ஒரு மூல் (1 mol) துணிக்கைகளின் இயக்கச் சக்தி கீழ்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் தரப்படும்.

$$KE = \frac{3}{2} RT$$

நாங்கள் பின்வரும் குறிப்புகளை மேலதிகமாக உருவாக்கலாம்.

- வாயுத் துணிக்கைகள் ஒன்றில் இருந்து ஒன்று சுயமான நடத்தையை வெளிக்காட்டும்.
ஏனெனில் வாயுத் துணிக்கைகள் மிகக்கூடியளவில் பிரிக்கப்பட்டவை (தனிமைப்படுத்தப் பட்டவை). அவை மோதுகை அடையும் வரை ஒன்றில் இருந்து ஒன்று சுயாதீனமாக அசையும். அதனால் வாயுத் துணிக்கைகள் இடையே இடைக்கவர்ச்சி விசை அல்லது தள்ளுகை விசை காணப்படாது. இதனால் பயன்படுத்தும் தாற்றனின் வாயுக்களுக்கான பகுதியழுக்க விதியை எம்மால் விளங்கிக் கொள்ள முடியும். கொள்கலனின் முழுவிடமும் வாயு மூலக்கூறுகளினால் ஏன் நிரப்பப்படுகின்றன என்ற விளக்கத்தையும் இதில் இருந்து பெற்றுக் கொள்ளக்கூடியதாக உள்ளது.
- கொள்கலனின் சுவர் உடன் ஏற்படும் மொத்த மோதுகைகளின் அளவினால் வாயுக்களின் அழுக்கம் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது.

இந்த அனுமான போயில் விதியை விளக்குகின்றது. தரப்பட்ட வெப்பநிலையில், சம அளவான வாயுக்கள், குறைந்த கனவளவான கொள்கலனில் ஓரலகுப் பரப்பில் கூடியளவு மோதுகை ஏற்படுத்தப்படும். குறைந்த கனவளவுடைய கொள்கலனில் துணிக்கைகள் பயணிக்கும் தூரம் குறைவாகக் காணப்படும். எனவே தரப்பட்ட பரப்பில் கூடியளவு மோதுகை ஏற்படுத்தப்படும். இதனால் கூடியளவு அழுக்கம் ஏற்படுத்தப்படும்.

இந்த எடுகோள் மூலம் வாயுக்களின் அழுக்கம், வாயு மூலக்கூறுகளின் மூல் எண்ணிக்கைக்கு நேர்விகித சமமானது என்பதை எதிர்வு கூறலாம். கூடிய எண்ணிக்கையான வாயு மூலக்கூறுகள், கூடிய எண்ணிக்கையான மோதுகையை சுவருடன் ஏற்படுத்தும். இதனால் கூடிய வாயு அழுக்கம் ஏற்படும்.

1.4.2 மூலக்கூற்று இயக்கப் பண்புக் கொள்கைச் சமன்பாடு

$$PV = \frac{1}{3} mNc^2$$

இவ்வெளிப்பாட்டில் இப்போது அழுக்கத்தைப் பெரும்பார்வைக்குரிய பண்பாக, அணுஇயக்கம் தொடர்பாகத் தருகின்றது. தரப்பட்ட ஒரு கொள்கலத்தில் தரப்பட்ட வெப்பநிலையில் குறிப்பிடத்தகு மேற்படி தொடர்பானது அழுக்கமானது மூலக்கூறுகளின் கதிவர்க்க இடைக்கு நேர்விகித சமமாகும். மேற்படி சமன்பாட்டிலிருந்து மூலக்கூற்றுக்கதி அதிகரிக்கும்போது கொள்கலத்தில் உஞற்றப்படும் அழுக்கமும் அதிகரிக்கின்றது என நாம் பாரக்கமுடியும். $\overline{C^2}$ ஆனது மூலக்கூறுகளின் வேகம் அல்லது கதிவர்க்கஇடை என வரையறுக்கப்படும்.

1.4.3 சராசரிக் கதிவர்க்க இடைமூலம் மற்றும் சராசரிக்கதி என்பவற்றிற்கான கோலங்கள்

பின்வருமாறு வெவ்வேறு வடியவங்களில் மூலக்கூறுகளின் வேகங்களை அறிந்திருத்தல் பயனுள்ளது. மாறா வெப்பநிலையில் மாறா கனவளவுடைய பாத்திரத்தில் N மூலக்கூறுகள் வெவ்வேறு வேகங்கள் $c_1, c_2, \dots, c_N$ உடன் பயணிக்கும்போது, அதனைப் பின்வருமாறு எழுத முடியும்.

அத்துடன் சராசரிக் கதி, $\overline{C} = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_N}{N}$

கதிவர்க்க இடை $\overline{C^2} = \frac{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + \dots + c_N^2}{N}$

கதிவர்க்க இடைமூலம் $= \sqrt{\overline{C^2}}$

கதிவர்க்க இடை $\overline{C^2}$ ஆனது வெப்பநிலையில் சார்ந்துள்ளதனைக் காட்ட பொருத்தமான சமன்பாட்டினைப் பெறுவதற்கு மூலக்கூற்று இயக்கச் சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்த முடியும்.

V கனவளவில் N எண்ணிக்கையுடைய துணிக்கைகளுக்குரிய அழுக்கம், $P = \frac{mN\overline{C^2}}{3V}$ என

நாம் அறிந்துள்ளமையினால் $PV = \frac{mN\overline{C^2}}{3}$ என நாம் எழுத முடியும்.

$N = nN_A$, ஆதலால் இங்கு N_A அவகாதரோ மாதிரி, n என்பது மூல்களின் எண்ணிக்கை.

$$PV = \frac{1}{3}mnN_A\overline{C^2}$$

$M = mN_A$, ஆதலால், மேற்படி சமன்பாட்டினை மீள்அமைக்கும்போது (M ஆனது மூலர்த்திணிவு)

$$PV = \frac{1}{3}nM\overline{C^2}$$

இலட்சிய வாயுச்சமன்பாடு $PV = nRT$ மேற்படி சமன்பாட்டினை பிரதியிடும்போது,

$$nRT = \frac{1}{3}nM\overline{C^2}$$

$$\overline{C^2} = \frac{3RT}{M}$$

அத்துடன் கதிவர்க்கஇடைமூலத்தை நாம் பின்வருமாறு எழுதமுடியும்.

$$\sqrt{\overline{C^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

உதாரணம் 1.11

25 °C இல் $H_2(g)$ மற்றும் $N_2(g)$ இன் மூல் இடைவர்க்கக் கதியைக் கணிக்குக.

விடை:

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

$$M(H_2) = 2.0\text{ g mol}^{-1} = 0.002\text{ kg mol}^{-1}$$

$$M(N_2) = 28.0\text{ g mol}^{-1} = 0.028\text{ kg mol}^{-1}$$

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

$H_2(g)$ இற்கு,

$$\sqrt{C^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \text{ ஐ பிரதியிட } = \sqrt{\frac{3 \times 8.314\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1} \times 298\text{ K}}{0.002\text{ kg mol}^{-1}}} = 1927.8\text{ m s}^{-1}$$

$N_2(g)$ இற்கு,

$$\sqrt{C^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \text{ ஐ பிரதியிட } = \sqrt{\frac{3 \times 8.314\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1} \times 298\text{ K}}{0.028\text{ kg mol}^{-1}}} = 515.2\text{ m s}^{-1}$$

மேற்படி உதாரணத்திலிருந்து தரப்பட்ட ஒரு வெப்பநிலையில் ஒரே இயக்கசக்தியுடைய விரைவாக அசையும் பாரம் குறைந்த மூலக்கூறுகளை விடப் பாரம் கூடிய மூலக்கூறுகள் மெதுவாக அசைகின்றன என நாம் கூற முடியும். இவ்வியக்கசக்தியானது நேரடியாக வெப்பநிலையுடன் தொடர்புடையது. அத்துடன் மூலக்கூற்று இயக்கக் கொள்கையில் சமன்பாட்டிலிருந்து பின்வருமாறு நிரூபிக்க முடியும்.

$$PV = \frac{mN\overline{C^2}}{3} \text{ என நாம் அறிந்துள்ளோம்.}$$

இதனை 2 ஆல் பெருக்கி 2 ஆல் வகுத்தால்,

$$PV = \frac{mN\overline{C^2}}{3} = \frac{2N}{3} \left(\frac{1}{2} m\overline{C^2} \right) = RT$$

$$N \left(\frac{1}{2} m\overline{C^2} \right) = \frac{3}{2} RT$$

$$\left(\frac{1}{2} m\overline{C^2} \right) = \frac{3}{2} \left(\frac{R}{N} \right) T = \frac{3}{2} (k_B) T$$

இங்கு k_B = போற்சுமன் மாறிலியாகும்.

அத்துடன் $\left(\frac{1}{2}m\overline{C^2}\right)$ என்பது இயக்கசக்தி (KE) என எழுதமுடியும்.

அத்துடன்,

$$\text{ஒரு மூலக்கூற்றிற்கு } KE = \frac{3}{2} k_B T$$

$$KE = \frac{3}{2} (k_B) T N_A$$

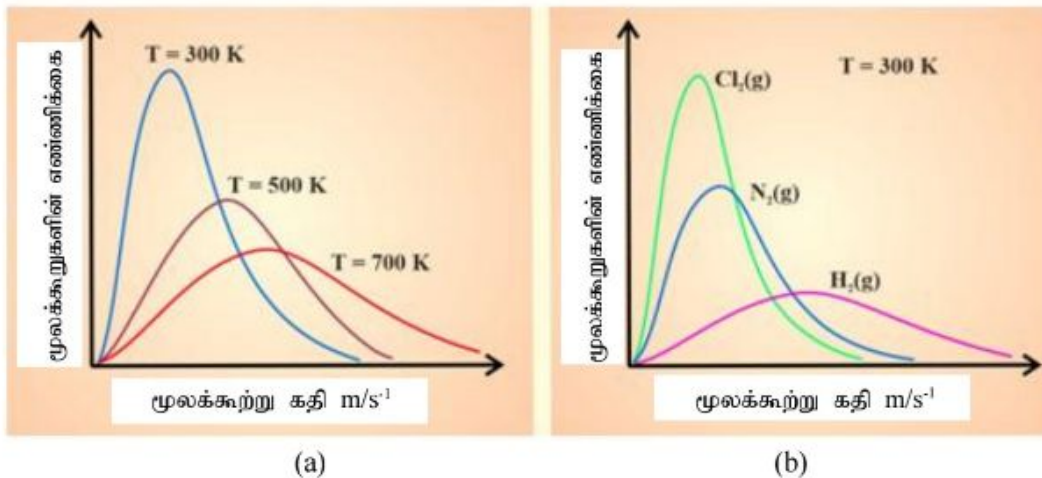
$$KE = \frac{3}{2} \left(\frac{R}{N_A} \right) T N_A$$

$$\text{ஒரு மூலுக்கு } KE = \frac{3}{2} RT$$

இயக்கசக்தியானது கெல்வின் வெப்பநிலையில் மட்டும் தங்கியுள்ளது என நிரூபிக்கின்றது.

1.4.4 மக்கவெல் போற்சுமன் பரம்பல்

இருந்தபோதும், மேற்படி உதாரணத்திலிருந்து N_2 மூலக்கூற்றின் வேகம் 515 m s^{-1} என எம்மால் கணிக்கப்பட்டாலும், எல்லா N_2 மூலக்கூறுகளும் இவ் வேகத்துடன் பயணிக்கின்றன என்பதில்லை. இதுபோன்று மூலக்கூறுகள் நேர்கோட்டுத் திசையில் அசைக்கின்றன. இந்த இயக்கம் காவிக் கணியமாகும். இது போன்ற தொடர்பினால் மூலக்கூற்றுக் கதி விபரிக்கப்படும். இங்கு கதிப் பரம்பல் பூச்சியத்திலிருந்து 515 m s^{-1} இற்கு மேலாகக் கருதப்படும் பெறுமானம் வரை இது மாறுபடும். இது ஏனெனில் தனி மூலக்கூறுகள் மோதுகையடையும் சக்தியை பரிமாறிக் கொள்ளும். அவற்றின் கதி மாறுபடும். உரு 1.6 இல் காட்டப்பட்டவாறு குறித்த கதியுடன் இயங்கும் மூலக்கூறுகளின் பின்னத்துடன் கதிப்பரம்பல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது மக்கவெல் - போற்சுமன் கதிப் பரம்பல் என அழைக்கப்படும்.



உரு 1.6 (a) வெவ்வேறு வெப்பநிலையில் நைதரசன் வாயுவிற்கு மக்கவெல் - போற்சுமன் கதிப்பரம்பல்
(b) 300 K இல் மூன்று வாயுக்களுக்கு கதிப்பரம்பல்

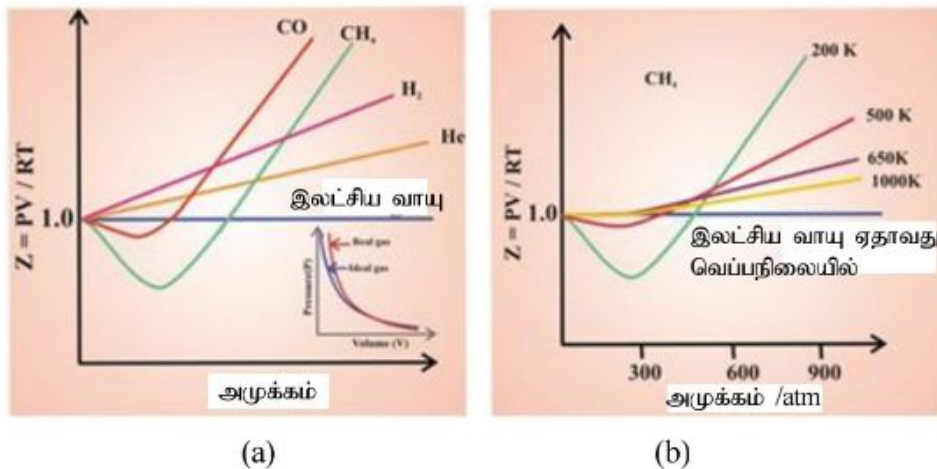
1.5 மெய்வாயுக்குப் பிரயோகிப்பதற்காக இலட்சியவாயுச் சமன்பாட்டிற்கான திருத்தங்கள்.

வாயுவிதிகள், மூலக்கூற்று இயக்கவியல் கொள்கைக்கான பிரதான கருதுகோள் , வாயு அவத்தை மூலக்கூறுகள் தமக்குள் கவர்ச்சிகளால் அல்லது தள்ளுதல்களால் இடைத்தாக்கமற்றன என்பதாகும். கொள்கலத்தின் கனவளவுடன் ஒப்பிடும்போது வாயு மூலக்கூறுகளின் கனவளவு புறக்கணிக்கத்தக்கது என்பது மற்றைய கருதுகோளாகும். இருந்தபோதும் மெய்வாயுக்களையும் உள்ளடக்கிய கணிப்புக்கு வாயுவிதிகளைப் பயன்படுத்திய போதும் வாயு அவத்தையில் மூலக்கூறுகள் இடையே இடை மூலக்கூற்று விசைகள் உண்டு என்ற உண்மையும் உண்டு. இல்லாவிட்டால் உதாரணமாக வாயுக்கள் திரவமாக முடியாது. ஒரு மூல் மூலக்கூறுகள் கருதப்படும்போது பின்வருமாறு வெளிப்படுத்தப்படும் அழுக்கப்படும் தகவுக் காரணி (z) ஆனது இலட்சிய வாயுக்களிற்கு ஒன்றிற்கு சமமாகும். ($z = 1$)

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

மெய்வாயுக்குப் பரிசோதனை ரீதியான தரவுகளால் பெற்றுக் கொள்ளப்படும் z இன் பெறுமானம் ஒன்று அல்ல.

$PV = RT$ என ஒரு மூல் இலட்சிய வாயுவிற்கு எழுத முடியும். மாற்று வழியில் கூறுவதாயின் தரப்பட்ட வெப்பநிலையில் $\frac{PV}{RT} = 1$ என முடிவாகும். இலட்சிய வாயுக்களில் சில நடத்தையில் இருந்து மெய்வாயுக்கள் குறிப்பிடத்தக்க விலகலை உண்மையில் வெளிக்காட்டுகின்றன. குறித்த அளவு $z = \frac{PV}{RT}$ ஆனது அழுக்கப்படு தன்மையின் அளவு, அழுக்கப்படுகாரணி, அழுக்கப்படுகுணகம் என அழைக்கப்படும். இது விலகலை அளவிடப் பயன்படும் கனியமாகும். உதாரணமாக, மாறா வெப்பநிலையில் ஒரு மூல் இலட்சிய வாயுவிற்கு, அழுக்கத்துடன் z இன் கற்கை அல்லது வேறுபாட்டை பகுப்பாய்ந்தால் இங்கு PV ஒரு மாறிலி (போயில் விதி) மற்றும் P எதிர் Z வரைபு எல்லா அழுக்கங்களிலும் x -அச்சிற்கு (அழுக்க அச்சிற்கு) சமாந்தரமான நேர்கோடாகும். உரு 1.7(a) இல் 273 K இல் பல வாயுக்களுக்கு மற்றும் உரு 1.7(b) வெவ்வேறு வெப்பநிலையில் ஒரு வாயுவிற்கு வரையப்பட்டுள்ளன.



- உரு 1.7 (a) மாறா வெப்பநிலையில் அழுக்கத்துடன் அழுக்கப்படுதன்மையின் (Z) மாறல் வரைபு (a) இனுள் உள்ள சிறிய வரைபு இலட்சிய வாயுவிற்கும் மெய்வாயுவிற்கும் போயில் விதிக்கான வரைபு.
- (b) CH_4 வாயுவின் அழுக்கத்துடன் அழுக்கப்படுதன்மையின் மாறல் வெவ்வேறு வெப்பநிலைகள்

உரு 1.7 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ள வரைபுகளிலிருந்து மாறா வெப்பநிலையில் மெய்வாயுக் களுக்கான PV/RT Vs P (z Vs P) வரைபுகள் x -அச்சிற்கு (அழுக்கம்) சமாந்தரமான ஒரு நேர்கோடு அல்ல எனச் சுலபமாகக் காணலாம். அங்கு இலட்சிய நடத்தையிலிருந்து குறிப்பிடத்தக்க விலகல் காணப்படுகின்றது. வெவ்வேறு வகை மெய்வாயுக்களிற்கு இருவகையான வளைவுகள் விளைவாகின்றன. H_2 இற்கும் ஹீலியத்திற்குமான வளைவுகளில் அழுக்கம் அதிகரிக்க z இன் பெறுமானம் அதிகரிக்கும். இரண்டாவது வகை வளைவு காபன்மொனோக்சைட் (CO) மற்றும் மெதேன் (CH_4) போன்ற வாயுக்களில் காணப்படுகின்றது. இந்த வரைபுகளில் முதலில் இலட்சிய நடத்தையிலிருந்து ஒரு எதிர் விலகல் காணப்படுகின்றது. அடுத்து அதிகரிப்புடன் z பெறுமானம் குறைவடைந்து ஒரு வாயுவின் மிகக் குறைந்த ஒரு பெறுமானத்தையடையும். அதன்பின் அது அதிகரிக்கத்தொடங்கி இலட்சிய வாயுவிற்கான புள்ளியைத் தாண்டித் தொடர்ந்து நேர்விலகலைக் காட்டியவண்ணம் இவ்வதானிப்புகளில் இருந்து மெய்வாயுக்கள் எல்லா நிபந்தனைகளின் கீழும் இலட்சியவாயுச் சமன்பாட்டைப் பின்பற்றுவதில்லை எனக் கண்டறியலாம்.

இலட்சிய நடத்தையிலிருந்தான இவ்விலகலானது உரு 1.7(a) இன் ஒரு உட்குறாக வரையப்படும். அழுக்கம் எதிர் கனவளவு வரைவினைக் கருதுவதின் மூலம் விளங்கிக்கொள்ளப்படலாம். அவ்வரைபில் மெய்வாயுவொன்றின் அழுக்கம் எதிர் கனவளவு தரவு கொள்கையளவில் கணிக்கப்பட்டவற்றுடன் ஒப்பிடப்படுகின்றது. இவ்வரைபே Boyle விதியின் வரைபு (இலட்சியவாயு வொன்றினது) என நாம் அறிந்துள்ளதோடு மெய்வாயு அதே நடத்தையைப் பின்பற்றினால் இரு வரைபுகளும் ஒருங்கிணையும் எனவும் அறிவோம். மிக உயர் அழுக்கத்தில் அளக்கப்பட்ட கனவளவு கணிக்கப்பட்ட கனவளவை விடவும் கூடியது எனவும் தாழ் அழுக்கங்களில் அளக்கப்பட்ட மற்றும் கணிக்கப்பட்ட கனவளவுகள் ஒன்றுக்கொன்று நெருக்கமாக அமையும் என்பதும் மிகத் தெளிவு. மேலும் இது தாழ்அழுக்க நிபந்தனைகள் இலட்சிய நடத்தையைச் சாதகமாக்கு கின்றன எனவும் காட்டுகின்றது. கனவளவு அதிகரிப்புடன் வாயுக்கள் இலட்சிய நடத்தையைக் காட்டுவதால், கொள்கலனின் கனவளவுடன் ஒப்பிடும்போது மூலக்கூறுகளின் கனவளவு புறக்கணிக்கப் படலாம். வேறுவிதமாகக் கூறின் அழுக்கம் மிகக்குறைவாக உள்ளபோது வாயுவின் நடத்தை கூடியளவு இலட்சிய நடத்தையாகின்றது. மற்றும் அது வாயுவின் இயல்பிலும் வெப்பநிலையிலும் தங்கியுள்ளது.

மேலும் இம்மெய்வாயுவின் நடத்தையை உயர் அழுக்கங்களில் மூலக்கூறுகள் நெருக்கமாகும் போது மூலக்கூறுகளின் வரையறுத்த அளவுகளால் தோற்றுவிக்கப்படும் மூலக்கூற்று இடைத்தாக்கங்களின், மற்றும் தள்ளுக்கைகளின் சேர்க்கையாக வெளிப்படுத்தப்படலாம். தாழ் அழுக்கங்களில் ஆனால் இன்னமும் இலட்சியநடத்தைக்குரிய நிலையில் மூலக்கூற்றிடைக் கவர்ச்சிகளின் தாழ்மூலர்க்கனவளவை விளைவிக்கின்றன. மற்றும் அழுக்கக்காரணி 1 ஐ விடக் குறைவு. ($z < 1$) போதுமான உயர் அழுக்கங்களில் மூலக்கூறுகள் நெருக்கமடைவதுடன் மூலக்கூறின் மூலர்க்கனவளவு அது ஒரு புள்ளித்திணிவாக இருக்கும்போதுள்ள நிலையுடன் ஒப்பிடும்போது அதிகரிக்கும். உயர் வெப்பநிலையில் உரு 1.7(b) மூலக்கூற்றிடைக் கவர்ச்சிகள் குறைவதோடு PV காரணி அதிகரித்து z பெறுமானங்களை 1 இலும் அதிகரிக்கும். ($z > 1$) எனினும், இலட்சியக் கோட்டிலிருந்தான விலகலானது உயர்வெப்பநிலை இலட்சியத்தன்மையை

ஒரளவிற்குச் சாதகமாக்கும் எனக் காட்டும் வகையில் குறைவாக உள்ளது. ஆதலால் மிகத் தாழ் அழுக்கங்களும் உயர் வெப்பநிலைகளும் மெய்வாயுக்களின் இலட்சிய நடத்தைக்குச் சாதகமான நிபந்தனைகள் என நாம் கூறலாம்.

தரப்பட்ட ஒரு வெப்பநிலையிலும் அழுக்கத்திலும் மூலர்க்கனவளவிலுள்ள வேறுபாடுகளைக் கருதுவதன் மூலம் மெய்வாயுவின் இந்த நடத்தையை இலட்சிய வாயுவுடன் ஒப்பிட்டால் அழுக்கப்படும் தன்மைக்காரணி z இன் தொடர்பு விளங்கிக் கொள்ளப்படலாம். ஒரு மூல் மெய்வாயு கனவளவு V_{real} ஐ கொண்டுள்ளதாயும் இலட்சியவாயுவிற்கு அது V_{ideal} எனவும்

கருதுக. ஆதலால் $Z = \frac{PV_{real}}{RT}$ என எழுதலாம்.

அதே நிபந்தனையில் அவ்வாயு இலட்சிய நடத்தையைக் காட்டினால் $V_{ideal} = \frac{RT}{P}$

இதனை முதலாவது சமன்பாட்டில் பிரதியிட $Z = \frac{V_{real}}{V_{ideal}}$

ஆகவே அழுக்கப்படுதன்மைக் காரணி z ஆனது ஒரு வாயுவின் உண்மை மூலர்க்கனவளவிற்கும் அவ்வெப்பநிலையிலும் அழுக்கத்திலும் அவ்வாயு இலட்சிய வாயு நடத்தையைக் காட்டும்போது அதன் மூலர்க்கனவளவிற்குமான விகிதம் ஆகும் எனக்காணலாம்.

இப்பரிசோதனையின் அடிப்படையில் மெய்வாயுக்கள் எல்லா நிபந்தனைகளிலும் பொயிலின் விதி, சாளஸ்சின் விதி மற்றும் அவகாதரோவின் விதிகளைச் சரியாகப் பின்பற்றுவதில்லை எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

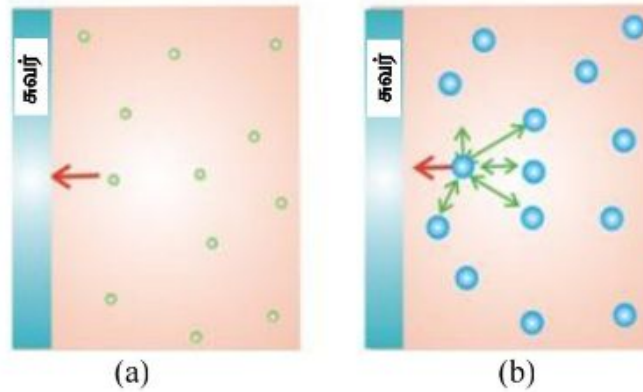
முதலாவதிற்கு நாம் மூலக்கூற்று இயக்கவியல் கொள்கையில் மேற்கொள்ளப்பட்ட கருதுகோள்களைப் பயன்படுத்தலாம். இங்கு ஒரு வாயுவின் மூலக்கூறுகளிற்கு இடையே கவர்ச்சிவிசை இல்லை மற்றும் வாயுவினால் அடைக்கப்பட்ட இடத்துடன் ஒப்பிடும்போது ஒரு வாயு மூலக்கூறின் கனவளவு புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு சிறியது எனக் கருதப்படுகிறது.

வாயு மூலக்கூறுகளிடையே இடைத்தாக்கங்கள் இல்லாவிடின் வாயு ஒருபோதும் திரவமாகாது. எவ்வாறெனினும் குளிர்தலின்போதும் அழுக்கப்படும்போதும் வாயுக்கள் திரமாகும் என நாம் அறிவோம். வாயுக்கள் குளிரப்படும்போதும் அழுக்கப்படும்போதும் வாயு மூலக்கூறுகள் நெருக்கமாகித் திரவங்களைத் தோற்றுவிக்கும். ஒரு வாயு மூலக்கூறின் கனவளவு புறக்கணிக்கத் தக்கது எனின் உண்மை வாயுவினது அழுக்கம் எதிர் கனவளவு வரைபானது இலட்சியவாயுவினதுடன் ஒருங்கிணையவேண்டும். ஆகவே உண்மை வாயுக்கள் இலட்சிய நடத்தையிலிருந்து விலகுகின்றன.

1.5.1 வந்தர்வாலுசுவின் சமன்பாடு

இவ்வலகின் ஆரம்பத்தில் இலட்சிய வாயு விதி $PV = nRT$ எனத் தெரிந்த நிலைச் சமன்பாடு என அறியப்படும். அளக்கப்படக்கூடிய மாறிகள் P, V, T மற்றும் n உடன் கூடிய வாயுக்களின் நடத்தையை விளங்கிக்கொள்ளப் பயன்படுத்தப்பட்டது. மேற்படி விளக்கங்களிலிருந்து மெய் வாயுக்களின் மூலக்கூறுகள் மத்தியிலுள்ள இடைத் தாக்கங்கள் காரணமாக இலட்சியவாயு விதிகளிலிருந்து விலகலைக் காட்டுகின்றன என விளங்கிக் கொள்ளலாம். ஆகவே மெய் வாயுக்களின் நடத்தையை விபரிக்க இன்னோர் வகையான நிலைச்சமன்பாடுகள் அவசியம். ஏனெனில் அவற்றின் அளக்கப்பட்ட அழுக்கங்கள் மற்றும் கனவளவுகள் இலட்சிய வாயுவிற்கு உரிய பெறுமானமாக இருக்காது.

உயர் அழுக்கங்களில் வாயுக்களின் மூலக்கூறுகள் மிக நெருக்கமானவை மற்றும் மூலக்கூற்று இடைத்தாக்கங்கள் தொழிற்படத் தொடங்கும். ஆகவே உயர் அழுக்கத்தில் மூலக்கூறுகள் கொள்கலத்தின் சுவருடன் முழுவேகத்துடன் அடிக்கமுடியாது. ஏனெனில் இம்மூலக்கூற்றுக் கவர்ச்சி விசைகள் காரணமாக அவை ஏனைய மூலக்கூறுகளால் பின்னிழுக்கப்படும். (இந்நடத்தை மீதான ஒரு வரிப்படம் உரு 1.8 இலட்சிய வாயுவுடனான ஒப்பீட்டில் காட்டப்பட்டுள்ளது.) இது மூலக்கூறுகளால் கொள்கலன் சுவரில் செலுத்தப்படும் அழுக்கத்தை விட மெய்வாயுவால் செலுத்தப்படும் அழுக்கம் குறைவானது.



உரு 1.8 சுவர் மீதான மோதுகையின் ஒப்பீடு

(a) இலட்சிய வாயு மூலக்கூறு (b) மெய் வாயு மூலக்கூறு

மூலக்கூறுகளின் மோதுகையில் மெய் வாயு மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலான கவர்ச்சியால் அழுக்கம் குறைவு ஏற்படுவது காட்டப்பட்டுள்ளது.

தரப்பட்ட ஒரு நேரத்தில் சுவருடனான ஒரு மோதல் எண்ணிக்கை வாயுவின் அடர்த்திக்கு நேர்விகிதசமானாவதால் அழுக்கத்தின் திருத்தக்காரணி வாயுவின் அடர்த்தி வர்க்கத்திற்கு நேர்விகித சமன் அல்லது கனவளவின் வர்க்கத்திற்கு நேர்மாறு விகிதசமன். அதனால் திருத்தக்காரணி

$$\frac{an^2}{V^2} \text{ என எழுதப்படலாம்.}$$

இங்கு a கவர்ச்சி விசைகளின் பருமன் தொடர்பான மாறிலி மற்றும் வெப்பநிலை மற்றும் அழுக்கத்தில் தங்கியிருந்து. n உம் v உம் முறையே வாயுமூல்கள் மற்றும் கொள்கலத்தின் கனவளவு. ஆகவே இந்நிபந்தனையின் கீழ் தொகுதியின் அழுக்கம் பின்வரும் வெளிப்பாட்டால் தரப்படும்.

$$P_{ideal} = P_{real} + \frac{an^2}{V^2}$$

உயர் அழுக்கத்தில் மூலக்கூறுகள் ஏறக்குறைய தொடுகையில் இருப்பதால் குறுகிய வீச்சுத் தள்ளுகை விசைகள் மூலக்கூறுகளை சிறிய கோணங்களாக நடக்கவைக்கிறது. அதனால் மூலக்கூறுகளால் நிரப்பப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்டதகு கனவளவைவிளைவிக்கிறது. இப்போது இலட்சியக் கனவளவை அளக்கப்பட்ட கனவளவை விடக் குறைவாக இருக்கவேண்டும். ஏனெனில் கனவளவு v இல் அளப்பதற்குப் பதில் அவை இப்போது ஒரு பயனுள்ள கனவளவு $(v-nb)$ இற்கு வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன.

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

வந்தர்வாலுசு சமன்பாடு என அழைக்கப்படுவதுடன் a யும் b யும் வந்தர்வாலுசு மாறிலிகள் எனவும் அழைக்கப்படும். நாம் இச்சமன்பாட்டை ஒரு மூல் மெய்வாயுவிற்கு எழுதினால் அது பின்வருவதை எடுக்கும்.

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

1.5.2 அவதி வெப்பநிலையும் வாயுக்களின் திரவமாக்கலும்

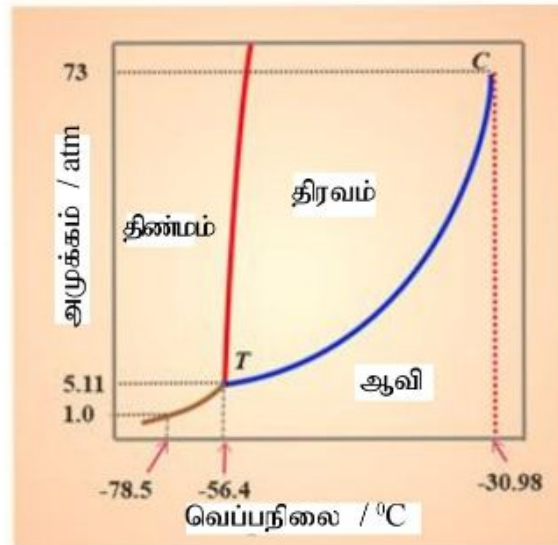
அத்தியாயத்தின் தொடக்கத்தில் ஒரு குறித்த பெளதிகநிலையைப் பேணுவதில் மூலக்கூற்றிடை விசைகளின் முக்கியத்துவத்தின் அளவு பற்றிக் கலந்துரையாடினோம். சடமானது தேவைக்கேற்ப மூலக்கூற்றிடைத் தூரங்களை மாற்றுவதற்கான வெப்பம் அல்லது குளிர்வித்தல் என்பவற்றினூடாக பெளதிக நிலைகளுக்கிடையே இடைமாற்றப்படலாம்.

உதாரணத்திற்கு, நாம் ஒரு வாயுவின் திரவமாக்கல் குளிர்வித்தல் மற்றும் அழுக்கத்தினூடாக நிகழப்படலாம் என நினைப்போம். இது ஓரளவிற்குச் சரியாயினும் எமக்கு மெய்வாயுக்களின் அவத்தை மாற்றங்கள் தொடர்பாக அவற்றின் நடத்தை பற்றிய மேலும் கருத்துக்கள் தேவை.

குறிப்பு: அலகு 12 இல் கலந்துரையாடப்படும். தலைப்புக்களில் ஒன்று மற்றும் ஒரு சிறிய விபரிப்பு இவ்வத்தியாயத்தில் கலந்துரையாடப்படும். ஏனெனில் வாயுக்களின் திரவமாதலுக்குத் தேவையான நிபந்தனைகள் பற்றிய அடிப்படைக் கருத்துக்களைக் கொண்டிருக்கவேண்டியது அவசியமானது.

உதாரணத்திற்குக் காபனீரொட்சைட் அத்தகைய அழுக்கம், வெப்பநிலை மற்றும் கனவளவு தொடர்புகள் மீதான தகவல்கள் அறியப்பட்டுள்ளன. இங்கு அழுக்கம் மற்றும் வெப்பநிலையிலான வேறுபாடுகளில் தங்கியிருந்து காபனீரொட்சைட் ஒரு வாயுவாக ஒரு திரவமாக மற்றும் ஒரு திண்மமாகத் தொழிற்பட முடியும் எனக் கண்டறியப்பட்டது.

உயர் வெப்பநிலை இலட்சிய வாயு நடத்தைக்கு சாதகமானது மற்றும் ஒரு வாயு மிக உயர் வெப்பநிலையிலும் திரவமாக்கப்பட முடியாது. காபனீரொட்சைட்டைக் கருதுவோம் எனில், உயர் வெப்பநிலையில் இது வாயுவாக வெளிப்படும். அழுக்கம் 73 atm இலும் குறைவாக உள்ள போது 30.98°C (304.2 K) இல் திரவமாகத் தொடங்கும். வெப்பநிலை 30.98°C ஆனது காபனீரொட்சைட்டின் **அவதி வெப்பநிலை** (T_C) என அழைக்கப்படும். காபனீரொட்சைட்டை திரவ நிலையில் அவதானிக்கக்கூடிய உயர் வெப்பநிலை இதுவாகும். இதனிலும் கூடிய வெப்பநிலையில் இது வாயு நிலையில் மட்டும் காணப்படும். எனவே அவதி வெப்பநிலையை நாம் பின்வருமாறு வரையறை செய்யலாம். ஒரு பதார்த்தத்தின் அவதி வெப்பநிலை எனப்படுவது அவ்வெப்பநிலையில் அல்லது அதனிலும் உயர்வான வெப்பநிலையில் ஆவிப் பதார்த்தத்தை எவ்வளவு உயர் அழுக்கத்தைப் பிரயோகித்தும் அதனைத் திரவமாக மாற்ற முடியாத அவதி வெப்பநிலையில் ஆவி ஒன்றைத் திரவமாக மாற்றத் தேவையான அழுக்கம் **அவதி அழுக்கம்** எனப்படும்.



உரு 1.9 CO₂ இன் அவத்தை வரைபடம்

அட்டவணை 1.3 சமன்பாடுகளின் தொகுப்பு

வாயுவிதி	சமன்பாடு	மாறிலிகளாக வைக்கப்படும் பரமானங்கள் (parameters)
இலட்சிய வாயுவிதி	$PV = nRT$	இல்லை
பொயில் விதி	$P = \frac{k}{V}$	n உம் T உம்
சாள்ஸ் விதி	$V = kT$	n உம் P உம்
அவகாதரோ விதி	$V_A = V_B$ எனின் $N_A = N_B$ ஆகும்.	P உம் T உம்
மூலக்கூற்று இயக்க சமன்பாடு	$PV = \frac{1}{3} mN\overline{C^2}$	
சராசரிக் கதி	$\overline{C} = \frac{c_1 + c_2 + c_3 + \dots + c_N}{N}$	
கதிவர்க்க இடை	$\overline{C^2} = \frac{(c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 \dots + c_N^2)}{N}$	
கதிவர்க்க இடை	$\overline{C^2} = \frac{3RT}{M}$	
தாற்றனின் பகுதியழுக்கவிதி	$P_A = X_A P_T$ $P_T = P_A + P_B + P_C$	
அழுக்கப்படும் தகவுக்காரணி	$z = \frac{PV}{RT}$	ஒரு மூல் வாயுவிற்கு
வந்தர்வாலுசு சமன்பாடு	$\left(P + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$	