# 1. පදාර්ථයේ වායුමය අවස්ථාව

## අන්තර්ගතය


**1.1** පදාර්ථයේ අවස්ථා තුනෙහි අංශු සැකැස්ම සහ ඒවායේ දර්ශීය ලක්ෂණ

**1.2** වායුමය අවස්ථාව

1.2.1 වායු නියම
- පරිපූර්ණ වායු සහ පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය
- පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය පදනම් වූ ගණනය කිරීම්

1.2.2 බොයිල් නියමය (පීඩන-පරිමා සම්බන්ධය)

1.2.3 චාල්ස් නියමය (උෂ්ණත්ව–පරිමා සම්බන්ධය)

1.2.4 ඇවගාඩ්රෝ නියමය (ප්‍රමාණපරිමා සම්බන්ධය)

1.2.5 මවුලික පරිමාව ($V_m$)

1.2.6 සංයුක්ත වායු සමීකරණය

**1.3** ඩෝල්ටන්ගේ ආංශික පීඩන නියමය

1.3.1 මවුල භාගය අනුසාරයෙන් ආංශික පීඩනය

**1.4** වායු පිළිබඳ චාලක අණුක වාදය

1.4.1 චාලක අණුක වාදයේ පරිපූර්ණ වායුවක් සඳහා උපකල්පන

1.4.2 චාලක අණුක වාදයේ සමීකරණය

1.4.3 වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේගය සහ මධ්‍යන්‍ය වේගය

1.4.4 මැක්ස්වෙල්-බෝල්ට්ස්මාන් ව්‍යාප්තිය

**1.5** තාත්ත්වික වායුවලට ගැළපෙන පරිදි පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය සංශෝධනය

1.5.1 වැන් ඩ'වාල්ස් සමීකරණය

1.5.2 අවධි උෂ්ණත්වය සහ වායු ද්‍රව කිරීම

## හැඳින්වීම

විශ්වයේ ඇති සියළු දෑ සුවිශේෂී රසායනික අනන්‍යතාවකින් යුක්ත ය. පදාර්ථයේ කුඩාම අංශුව පරමාණුව බව අපි දනිමු. සරලව දැක්වුවහොත් රසායන විද්‍යාව යනු "පදාර්ථය සහ එහි සිදුවන විපර්යාස පිළිබඳව අධ්‍යනය" ලෙස අර්ථ දැක්වි ය හැක. පදාර්ථය යනු අවකාශයක් අත්පත් කර ගන්නා ස්කන්ධයක් සහිත ඕනෑම දෙයක් වන අතර එය දැකිය හැකි හා ඇල්ලීමට හැකි (පස්, ජලය ආදී) දෙයක් ලෙස මෙන් ම වාතය වැනි අපට නොපෙනෙන දෙයක් ද විය හැක. සංයුතිය හා ගුණ පදනම් කර ගෙන ද්‍රව්‍ය, මිශ්‍රණ, මූලද්‍රව්‍ය මෙන් ම පරමාණු සහ අණු ආදී විවිධ ආකාර මෙහි දී හඳුනා ගත හැකි ය. සියළුම ද්‍රව්‍ය ඝන, ද්‍රව සහ වායු ලෙසට අඩුම තරමින් මූලික අවස්ථා තුනකින් පැවතිය හැකි ය. ඝනයක දී අංශු තුලින් බැඳී එකිනෙකට කිට්ටුව කිසියම් නිශ්චිත ව්‍යුහයකට නිශ්චිත හැඩයක් සහිතව ඇසිරීම නිසා ඒවාට චලනය වීමේ හැකියාව අඩු ය. ද්‍රවයක අංශු එකිනෙකට කිට්ටුව ඇතත්, එකිනෙකට ස්ථානීයව ඉතා තදින් බැඳී නැති බැවින් සන්සන්දනාත්මකව ඝනයක දී ට වඩා වේගයෙන් චලනය විය හැකි ය. අංශු අතර දුර අනුව ද්‍රව හා ඝනවලට වඩා වායු බොහෝ වෙනස් වේ. වායුවකදී අංශු එකිනෙකින් වෙන් වී ඇති දුර, අංශුවක ප්‍රමාණයට සන්සන්දනාත්මකව විශාල වීම හේතුවෙන් අංශුවලට නිදහසේ හැසිරීමට ඉඩ ඇත. එබැවින්, වායු අංශු අතර ආකර්ශන බල ඉතා කුඩා හෝ නොගිනිය හැකි තරම් වීම හේතුවෙන් අපට වායු අංශු වෙන් වෙන් ව සැලකිය හැකි බැවින් උෂ්ණත්වය හා පීඩනය මත පදනම් වූ සමහර කල්පිත පහසුවෙන් පුරෝකථනය කළ හැකි වේ.

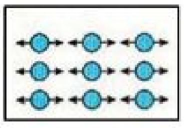
## 1.1 පදාර්ථයේ ප්‍රධාන අවස්ථා තුනෙහි අංශු සැකැස්ම සහ ඒවායේ දර්ශීය ලක්ෂණ

අවකාශයේ ඉඩක් ගන්නා ස්කන්ධයක් සහිත ඕනෑ ම දෙයක් 'පදාර්ථය' ලෙස හැඳින්විය හැකි ය. අපට දැකිය හැකි, අතින් ඇල්ලිය හැකි ගහකොළ සේ ම, අප නොදකින එහෙත් හුස්ම ගන්නා වාතය ද මීට අයත් ය. පුළුල් වශයෙන් ගත් කල සියලු පදාර්ථය ඝන, ද්‍රව හා වායු යනුවෙන් අවස්ථා තුනකට වර්ගීකරණය කළ හැකි ය. සංයුතියෙහි වෙනස් වීමකින් තොරව පදාර්ථය මේ ත්‍රිවිධ අවස්ථා අතර එකකින් අනෙකට පරිවර්තනය කළ හැකි ය. නිදසුනක් ලෙසඃ ද්‍රව අවස්ථාවේ පවතින ජලය රත් කිරීමෙන් වායු අවස්ථාවට (හුමාලය) පරිවර්තනය කළ හැකි අතර, සිසිල් කිරීමෙන් ඝන අවස්ථාවට (අයිස්) පත් කළ හැකි ය.

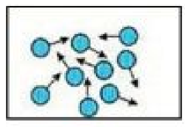
ඝන
(උදාඃ යකඩ ඇණය)
ස්ථිර හැඩයක් හා
පරිමාවක් ඇත.

ද්‍රව
(උදාඃ ජලය)
ස්ථිර හැඩයක්
නැති නමුත් ස්ථිර පරිමාවක් ඇත.

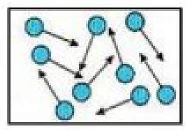
වායු
(උදාඃ හීලියම් බැලූන)
ස්ථිර හැඩයක් හෝ
ස්ථිර පරිමාවක් හෝ නැත.



ඝන
අංශු (පරමාණු, අණු හෝ අයන) අතර ආකර්ෂණ බල ප්‍රබල ය. අංශු කම්පනය වන නමුත් තැනකින් තැනකට චලනය නො වේ.



ද්‍රව
අංශු (පරමාණු, අණු හෝ අයන) අතර ආකර්ෂණ බල එතරම් ප්‍රබල නො වේ. අංශුවලට යම් ප්‍රමාණයකට තැනකින් තැනකට චලනය විය හැකි ය.



වායු
අංශු (පරමාණු, අණු හෝ අයන) අතර ආකර්ෂණ බල දුබල ය. අංශුවලට තැනකින් තැනකට චලනය විය හැකි ය.

1.1 රූපය පදාර්ථයේ ත්‍රිවිධ අවස්ථා

අංශුවල සැකැස්මෙන් හා චලිතයෙන් පදාර්ථයේ ත්‍රිවිධ අවස්ථා එකිනෙකින් වෙනස් වේ. අන්තර් අංශු අතර දුර වායු අවස්ථාවේ අධික වන අතර, ඝන අවස්ථාවේ දී එය අවම වේ. වායු අවස්ථාවට සාපේක්ෂව ද්‍රව අවස්ථාවේ දී අංශු එකිනෙකට සමීප වන අතර එය ඝන අවස්ථාවේ

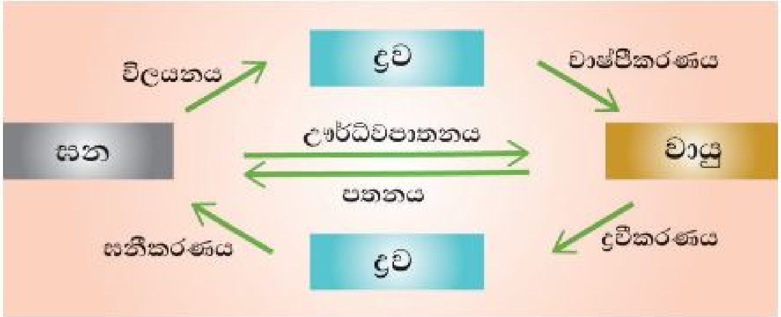
දී තරම් එකිනෙකට සමීප ද නො වේ. එබැවින් ක්‍රමවත් ව සංවිධානය වූ අංශුමය රටාවක් දැකිය හැක්කේ ඝන අවස්ථාවේ පමණි. ද්‍රව හා වායු අවස්ථා දෙකෙහි දී ම අංශු සැකසී ඇත්තේ අහඹු ලෙස ය. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ද්‍රව අවස්ථාවේ ඇති අංශුවලට සාපේක්ෂව වායු අවස්ථාවේ ඇති අංශුවලට වඩා වේගයෙන් හා නිදහස් ලෙස චලනය විය හැකි ය. කෙසේ වුව ද ඝනවල ඇති අංශුවල චලිතය, කම්පනවලට පමණක් සීමා වේ. පහත 1.1 වගුවෙන් දැක්වෙන පරිදි පදාර්ථයේ අංශුවල සැකැස්ම හා එහි චලිතය, පරිමාව, හැඩය, සම්පීඩ්‍යතාව හා ඝනත්වය වැනි මහේක්ෂ ගුණවල වෙනස්කම්වලට තුඩු දෙයි.

**1.1** වගුව ඝන, ද්‍රව හා වායු වල ගුණවල ගුණාත්මක සංසන්දනය

| ගුණය | ඝන | ද්‍රව | වායු |
|---|---|---|---|
| හැඩය | නිශ්චිත ය. | අඩංගු බඳුනෙහි හැඩය ගන්නා මුත් බඳුනෙහි මුළු පරිමාව පුරා නො පැතිරෙයි. | බඳුනෙහි හැඩය ගන්නා අතර බඳුනෙහි සමස්ත පරිමාව අත් කර ගනී. |
| පරිමාව | නිශ්චිත ය. | නිශ්චිත ය. | අඩංගු බඳුනෙහි පරිමාව අත් කර ගනී. |
| ඝනත්වය ($\rho$)/ g $cm^{-3}$ (293 K දී) | ඉහළ අගයන් ගනී. උදා: යකඩ (7.874 g $cm^{-3}$) | තරමක් ඉහළ අගයන් ගනී. උදා: ජලය (0.997 g $cm^{-3}$) | අගයන් පහළ ය. උදා: හයිඩ්‍රජන් (0.071g $cm^{-3}$) |
| සම්පීඩ්‍යතාව | සම්පීඩනය කිරීම ඉතා දුෂ්කර ය. | සම්පීඩනය කිරීම ඉතා දුෂ්කර ය. | බෙහෙවින් සම්පීඩනය කළ හැකි ය. |

සටහන : ද්‍රව, අඩංගු බඳුනෙහි හැඩය ගන්නා බව අප සඳහන් කර ඇති අතර, එසේ වන්නේ මන්දැයි සිතිය යුතු ය. සාමාන්‍යයෙන් ඕනෑ ම වස්තුවක් අන්තර්අණුක බල වැනි විවිධ වර්ගයේ බල මඟින් එකට බැඳ තබා ගන්නා බැවින් එයට නිශ්චිත හැඩයක් ඇත. බීකරයක ඇති දෙන ලද ජල ප්‍රමාණයක් (පරිමාවක්) යම් හැඩයක් ගන්නේ පෘෂ්ඨික ආතතිය නිසා ය. ද්‍රවය තුළ පවතින අන්තර්අණුක බල නිසා පෘෂ්ඨය කෙළවරේ කුඩා ද්‍රව මාවකයක් ඇති වේ. බීකරයේ බිත්ති මඟින් ද්‍රවය මත ඉහළට තල්ලුවක් ඇති කෙරෙන අතර, පෘෂ්ඨික ආතතියට වඩා වැඩි ගුරුත්වජ බලය මඟින් පහළට ඇදීමක් ඇති වේ. එමනිසා ද්‍රවය ඉහළින් සමතල පෘෂ්ඨයක් සහිතව බීකරයේ හැඩය ගනී. මෙසේ වන්නේ මෙම විවිධ වර්ගයේ සියලු බලවල බලපෑම නිසා ය. කෙසේ වුව ද පෘෂ්ඨික ආතතිය ගුරුත්වජ බලයට වඩා ප්‍රබල වූවා නම්, ජලයේ පෘෂ්ඨය සමතල නොවන අතර බඳුනේ හැඩය නොගනු ඇත. ගුරුත්වජ බලයක් නැතැයි සිතුව හොත්, පෘෂ්ඨික ආතතිය බොහෝ සෙයින් ඉහළ යයි. පෘෂ්ඨයේ එක් එක් කොටසකට ම අනෙක් පෘෂ්ඨය සමඟ හැකි තරම් ළං වී පැවතීමට අවශ්‍ය නිසා ඒවා අතර ඇති ආකර්ෂණ අවම කර ගැනීමට පෙලඹේ. එබැවින් දෙන ලද පරිමාවක අවම පෘෂ්ඨික ක්ෂේත්‍රඵලයක් ඇති හොඳ ම හැඩය වන ගෝලාකාර හැඩය ගනී.

රත්කිරීමෙන් හෝ සිසිලනයෙන්, එක් අවස්ථාවක පවතින පදාර්ථය තවත් අවස්ථාවකට පරිවර්තනය කළ හැකි ය. උෂ්ණත්වය වැඩි කිරීමේ දී අංශුවල චලන වේගය ඉහළ යෑමත් අංශු අතර දුර වැඩි වීමත් කරණ කොට පදාර්ථවල අවස්ථාව වෙනස් වේ. ඒ අනුව උෂ්ණත්වය වැඩි කිරීමේ දී ඝන අවස්ථාවේ ඇති ද්‍රව්‍ය ද්‍රව අවස්ථාවටත්, ද්‍රව අවස්ථාවේ ඇති ද්‍රව්‍ය වායු අවස්ථාවටත් පත් වේ. උෂ්ණත්වයේ අඩු වීමත් සමග සිදු වන්නේ මෙහි විලෝමයයි. පහත 1.2 රූපයෙන් පදාර්ථය, එහි අවස්ථා අතර අන්තර්පරිවර්තනයට භාජන කළ හැකි ආකාරය පෙන්නුම් කෙරේ.




1.2 රූපය පදාර්ථයේ අවස්ථා අතර අන්තර්පරිවර්තනය

**1.1 නිදසුන**

අංශු වඩාත් ම සමීප ලෙස ස්පර්ශ වන්නේ වී නමුත් ඒවා අහඹු ලෙස ඇහිරී ඇත්තේ පදාර්ථයේ කවර නම් අවස්ථාවේ ද?

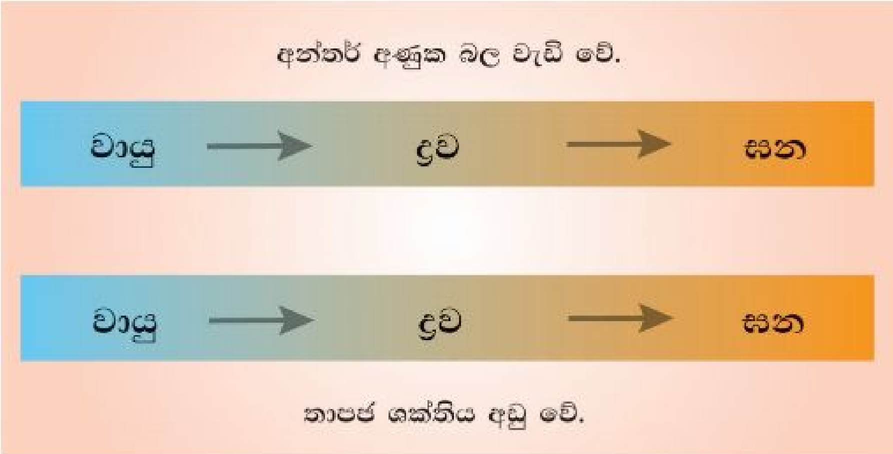
**විසඳුම :**

ද්‍රව අවස්ථාව

1.1 වගුවට අනුව අප පදාර්ථයේ ප්‍රධාන අවස්ථා තුනෙහි ගුණ විස්තර කරන විට අංශුවල සැකසුම හා චලනය මූලිකව සලකා බලා ඇත. විශේෂයෙන් ම යම් ද්‍රව්‍යයක ඇති අණු හෝ පරමාණුවල චලනය නිසා හට ගන්නා ශක්තිය තාපජ ශක්තිය වන අතර, එය ද්‍රව්‍යයේ උෂ්ණත්වයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ. එමගින් පදාර්ථයේ ඇති අංශුවල මධ්‍යන්‍යය චාලක ශක්තිය මැනෙන බැවින් එය අංශුවල චලනය හෝ තාපජ චලිතය සඳහා හේතු වේ.

අන්තර්අණුක බල මගින් අණු එකිනෙකට ළං වී පැවතීමට පෙලඹෙන බව අප දැනටමත් දන්නා නමුත් අණුවල තාපජ ශක්තිය මගින් අණු එකිනෙකින් ඈත් වීමට පෙලඹේ. ඒ අනුව පදාර්ථයේ ප්‍රධාන අවස්ථා තුනෙහි පැවතීම, අණුවල අන්තර්අණුක බල සහ තාපජ ශක්තිය අතර සමතුලිතයෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස සැලකිය හැකි ය.

අන්තර්අණුක ආකර්ෂණ ඉතා දුබල වන විට, උෂ්ණත්වය අඩු කිරීමෙන් තාපජ ශක්තිය (උෂ්ණත්වය) අඩු නොකළ හොත් අණු, ද්‍රව හෝ ඝන හෝ ලෙස පැවතීමට නො පෙලඹේ. අණු එකිනෙකට ඉතා ළඟින් ඇති විට සහ අන්තර් අණුක බල උපරිමව ඇති විට පවා සම්පීඩනය මගින් පමණක් වායු ද්‍රව අවස්ථාවට පත් නො වේ. කෙසේ වුව ද උෂ්ණත්වය අඩු කිරීම මගින් අණුවල තාපජ ශක්තිය අඩු වන විට වායු ඉතා පහසුවෙන් ද්‍රව කළ හැකි ය. මේ හැසිරීම් පහත 1.3 රූපයෙන් පැහැදිලි කළ හැකි ය. පදාර්ථයේ ප්‍රධාන අවස්ථා තුන කෙරෙහි අන්තර්අණුක බලවල හා තාපජ ශක්තියේ ප්‍රතිවිරුද්ධ බලපෑමේ ස්වභාවය අපට එමගින් අවබෝධ කර ගත හැකි ය.




1.3 රූපය   අන්තර්අණුක බල හා තාප ශක්තිය අනුව පදාර්ථයේ ප්‍රධාන අවස්ථා තුනෙහි හැසිරීම

පදාර්ථයේ ප්‍රධාන අවස්ථා තුනක් පැවතීමට හේතුව අප දැනටමත් හදාරා ඇත. දැන් අප පදාර්ථයේ වායුමය හැසිරීමට හේතු වන වායු නියම සහ වායුමය අවස්ථාව පිළිබඳ තව දුරටත් සලකා බලමු.

## 1.2 වායුමය අවස්ථාව

දැන් අප සාමාන්‍ය උෂ්ණත්ව පීඩන තත්ත්ව යටතේ ඇති වායුමය අවස්ථාවේ පවතින ද්‍රව්‍යවල හැසිරීම කෙරෙහි අවධානය යොමු කරමු.

1.1 වගුවේ විස්තර කර ඇති පරිදි වායුමය අවස්ථාව පහත සඳහන් භෞතික ගුණ අනුව විස්තර කෙරේ.

- වායු ඉතා සම්පීඩ්‍ය වේ.
- වායු සෑම දිශාවකට ම සමාන අයුරින් පීඩනය ඇති කරයි.
- වායුවලට ඝන සහ ද්‍රවවලට වඩා අඩු ඝනත්වයක් ඇත.
- වායුවල හැඩය සහ පරිමාව නිත්‍ය නො වේ. ඒවා අඩංගු භාජනයේ හැඩය සහ පරිමාව ගනී.
- වායු කිසි ම යාන්ත්‍රික බලපෑමකින් තොරව සම්පූර්ණයෙන් ම සහ සමානව එකිනෙක සමඟ මිශ්‍ර වේ.

වායුවක සරලතාවයට හේතු වන්නේ එම අණු අතර පවතින බල නොගිණිය හැකි වීමයි. ඒවායේ හැසිරීම, පරීක්ෂණාත්මක අධ්‍යයනයන්ගෙන් ලබා ගත් ප්‍රතිඵල මඟින් සොයා ගන්නා ලද පොදු වායු නියමවලට (පසුව සාකච්ඡා කෙරේ-) අනුව සිදු වේ. මේ වායු නියම යනු වායුවක මැනිය හැකි ගුණ අතර පවතින සම්බන්ධතා වේ. මැනිය හැකි ගුණ සමහරක් වන පීඩනය, පරිමාව, උෂ්ණත්වය සහ ප්‍රමාණය (මවුල හෝ ස්කන්ධය) වැනි ඒවා ඉතා වැදගත් වන්නේ මේ විචල්‍ය අතර පවතින සම්බන්ධතා, වායුවක ප්‍රධාන අවස්ථා (5 වන ඒකකයේ දී අර්ථ දක්වනු ලැබේ-) විස්තර කරන නිසා ය. එකිනෙක හා බැඳුණු මේ විචල්‍යයන් වායු නියම සූත්‍රගත කිරීමට මූලික වී ඇත.

### 1.2.1 වායු නියම

අප සාකච්ඡා කිරීමට යන වායු නියම විද්‍යාඥයන් කිහිප දෙනකු විසින් වායුවල භෞතික ගුණ පදනම්ව සිදු කරන ලද පරීක්ෂණවලින් ලබා ගත් ප්‍රතිඵල වේ. පීඩනය, උෂ්ණත්වය, පරිමාව සහ වායු ප්‍රමාණය යන විචල්‍ය අතර පවතින සම්බන්ධතා මෙහි දී සලකා බලන අතර, ඒවා මඟින්

පදාර්ථයේ වායුමය අවස්ථාව පිළිබඳ මානව වර්ගයාට ප්‍රයෝජනවත් වන තොරතුරු රාශියක් ප්‍රකාශ වේ.

**පරිපූර්ණ වායු සහ පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය**

වායු අණු අතර අන්තර්අණුක බල නොමැති බව උපකල්පනය කෙරේ ද, එබඳු වායුවක් **පරිපූර්ණ වායුවක්** ලෙස හැඳින්වේ. එනම් පරිපූර්ණ වායුවක අණු අතර ආකර්ෂණ හෝ විකර්ෂණ හෝ බල නො පවතී. එමෙන් ම වායුව දමා ඇති භාජනයේ පරිමාව සමඟ සැසඳීමේ දී වායු අංශුවක පරිමාව නොසලකා හැරිය හැකි ය.

වායුවක නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වය ($T$), පීඩනය ($P$), පරිමාව ($V$) සහ ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණය ($n$, මවුල) වායුමය හැසිරීම කෙරෙහි බලපාන සාධක වේ. $P$, $T$, $V$ සහ $n$ අතර සම්බන්ධතාව පහත ප්‍රකාශනයෙන් නිරූපණය කෙරේ.

$$\boldsymbol{PV = nRT}$$

මෙය **පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය** හෝ **පරිපූර්ණ වායු නියමය** ලෙස දැක්වෙන අතර, $R$ යනු සෑම වායුවකට ම පොදු අගයක් ඇති වායු නියතය වේ. දෙන ලද ඕනෑ ම උෂ්ණත්වයක දී හා පීඩනයක දී ඉහත සම්බන්ධතාවට අනුකූලව හැසිරෙන ඕනෑ ම වායුවක් **පරිපූර්ණ වායුවක්** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

මෙම තත්ත්ව යටතේ දී පරිපූර්ණ වායු මවුල 1 ක් සඳහා 0 °C දී හා 1 atm දී $R$ නියතයේ අගය පහත ආකාරයට ගණනය කළ හැක. (0 °C දී හා 1 atm හිදී පරිපූර්ණ වායුවක 1 mol ක පරිමාව 22.414 dm$^3$ වේ.)

$$R = \frac{P\,V}{n\,T} = \frac{101325\ \text{Pa} \times 22.414 \times 10^{-3}\ \text{m}^3}{1\ \text{mol} \times 273.15\ \text{K}} = 8.314\ \text{J K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$$

පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය ඉහත විචල්‍ය හතර අතර ඇති සම්බන්ධතාව වන බව අපට පෙනෙන අතර ඕනෑ ම වායුවක අවස්ථාව එමඟින් විස්තර කෙරෙන නිසා එය **අවස්ථා සමීකරණය** ලෙස ද හැඳින්වේ.

**පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය පදනම් වූ ගණනය කිරීම්**

පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය මඟින් අපට පරිමාව, උෂ්ණත්වය, පීඩනය හෝ මවුල ප්‍රමාණය යන ඒවායින් තුනක් දී ඇති විට අනෙක් රාශිය නිර්ණය කළ හැකි ය. වායුවක මවුල ප්‍රමාණය දන්නා විට එහි මවුලික ස්කන්ධය භාවිතයෙන් එහි ස්කන්ධය ද ගණනය කළ හැකි ය. එමෙන් ම එමඟින් වායුවක ඝනත්වය ද නිර්ණය කළ හැකි ය. පරිපූර්ණ වායු නියතයේ අගයට ගැළපෙන පරිදි අනෙකුත් රාශිවල ඒකක භාවිත කිරීම ඉතා වැදගත් වන බව මතක තබා ගත යුතු ය. සාමාන්‍යයෙන් පීඩනය atm, Pa, bar, torr වැනි ඒකක වලින් ප්‍රකාශ කළ හැකි ය. එබැවින් මේ ගැටලු විසඳීමේ දී පහත 1.2 වගුවේ දී ඇති පීඩන ඒකකවල පරිවර්තන ඔබට උදව් වනු ඇත.

**1.2 වගුව** පීඩනය සඳහා වන ඒකක

| පීඩන ඒකකය | Pa | bar | atm | torr/mmHg |
|---|---|---|---|---|
| 1 Pa | 1 N m$^{-2}$ | $10^{-5}$ | $9.87 \times 10^{-6}$ | $7.5 \times 10^{-3}$ |
| 1 bar | 100,000 | 1bar | 0.987 | 750.06 |
| 1 atm | 101,325 | 1.01325 | 1 atm | 760 |
| 1 torr/mmHg | 133.32 | $1.3332 \times 10^{-3}$ | $1.3158 \times 10^{-3}$ | 1 torr/ 1 mmHg |

**1.2 නිදසුන**

වායු සිලින්ඩරයක පරිමාව 0.950 $dm^3$ වේ. යම් පීඩනයක් යටතේ දී මේ සිලින්ඩරය ද්‍රව ප්‍රොපේන්වලින් ($C_3H_8$) පිරී ඇත. සිලින්ඩරය හිස් වූ විට වායුගෝලීය පීඩනය හා උෂ්ණත්වය යටතේ දී එහි ප්‍රොපේන් වායුව යම් ප්‍රමාණයක් ඉතිරි වේ.

(i) අවට පරිසරයේ තත්ත්ව 25°C සහ 750 torr (1 torr = 133.52 Pa) නම් සිලින්ඩරය හිස්ව ඇති විට එහි ඉතිරි වී ඇති ප්‍රොපේන් වායු මවුල ප්‍රමාණය කොපමණ ද?

(අභ්‍යන්තර පීඩනය බාහිර පීඩනයට සමාන විට දී)

(ii) සිලින්ඩරයේ ඉතිරි වී ඇති ප්‍රොපේන් වායු ස්කන්ධය ගණනය කරන්න.

(iii) සිලින්ඩරයේ ඉතිරි වී ඇති ප්‍රොපේන් වායුවේ ඝනත්වය ගණනය කරන්න.

**විසඳුම :**

(i) පළමුව දී ඇති තොරතුරු සමාලෝචනය කරන්න.

උෂ්ණත්වය, $T$ = (25 + 273) K = 298 K

පීඩනය, $P$ = 750 torr × 133.32 Pa/ 1 torr = 99990 Pa

පරිමාව, $V$ = 0.950 $dm^3$ = 0.950 × $10^{-3}$ $m^3$

$n$ නොදන්නා පදය වේ.

$PV = nRT$ භාවිතයෙන්,

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

(ii) ප්‍රොපේන්හි ($C_3H_8$) මවුලික ස්කන්ධය = 44 g $mol^{-1}$

ප්‍රොපේන්හි ස්කන්ධය = 0.038 mol × 44 g $mol^{-1}$ = 1.672 g

(iii) ප්‍රොපේන්හි ඝනත්වය = ස්කන්ධය/ පරිමාව = $\frac{1.672\ \text{g}}{0.950\ \text{dm}^3}$ = 1.76 g $dm^{-3}$

ඉහත නිදසුන සැලකූ විට, පරිපූර්ණ වායු නියමය විවිධ ආකාරවලින් ඉදිරිපත් කළ හැකි බව පෙනී යන අතර, පහත දැක්වෙන පරිදි සරල වෙනස් කිරීමකින් දෙන ලද වායුවක ස්කන්ධය සහ ඝනත්වය සෙවිය හැකි ය.

$$PV = nRT$$

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

$$\therefore\ \boldsymbol{P = CRT}$$

මෙහි '$C$' යනු සාන්ද්‍රණයයි.

තව ද $PV = nRT$ සම්බන්ධතාව පහත පරිදි ද ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

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

මෙහි $m$ යනු ස්කන්ධය වන අතර $M$ යනු වායුවේ මවුලික ස්කන්ධයයි.

$P = \frac{1}{M}(\frac{m}{V})RT$ ලෙස ද ලිවිය හැකි ය.

ඝනත්වය $(d) = \frac{m}{V}$

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

විශේෂිත තත්ත්ව යටතේ වෙනත් වායු නියම ව්‍යුත්පන්න කිරීමේ දී, පරිපූර්ණ වායු නියමය මූලික පදනම ලෙස ක්‍රියා කරයි.

### 1.2.2 බොයිල් නියමය (පීඩන-පරිමා සම්බන්ධය)

"නියත උෂ්ණත්වයක් යටතේ ඇති ස්ථිර වායු ප්‍රමාණයක (ස්කන්ධයක) පීඩනය වායුවේ පරිමාවට ප්‍රතිලෝමව විචලනය වේ (හෝ සමානුපාතික) වේ." **බොයිල් නියමය** යනුවෙන් හැඳින්වෙන මෙය එසේ නම් කරන ලද්දේ 17 වැනි සියවසේ දී උෂ්ණත්වය නියත වූ තත්ත්ව යටතේ වෙනස් වන පීඩනයත් සමග වායුවක පරිමාව විචලනය වන ආකාරය අයිරිෂ් ජාතික විද්‍යාඥයකු වූ **රොබට් බොයිල්** (1627- 1691) විසින් අධ්‍යයනය කිරීමෙන් පසුව ය. එහි ගණිතමය ආකාරය පහත දැක්වේ.

$$P \propto \frac{1}{V} \text{ හෝ } P = \frac{k}{V}\text{ ; } k \text{ නියතයක් වේ.}$$

පහත දැක්වෙන පරිදි බොයිල් නියමය ව්‍යුත්පන්න කිරීම සඳහා පරිපූර්ණ වායු නියමය යොදා ගත හැකිය.

$$PV= nRT$$

වායුවෙහි ප්‍රමාණය හා පද්ධතියෙහි උෂ්ණත්වය නියතව පවත්වා ගන්නා ලද්දේ නම් $nT$ ගුණිතය නියතයක් වේ. $R$ ද නියතයක් වන බැවින් $nRT$ ගුණිතය ද නියතයක් $(k)$ වේ.

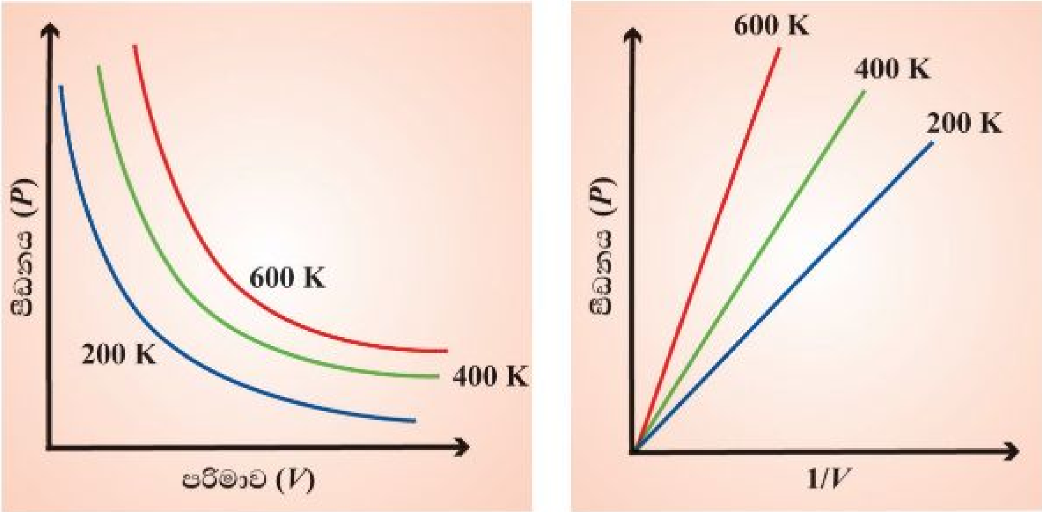
$$PV = k \text{ (නියතයක්)}$$

එනම් "නියත උෂ්ණත්වයේ දී නියත වායු ප්‍රමාණයක පීඩනයේත් පරිමාවේත් ගුණිතය නියතයක් වේ." මෙය බොයිල් නියමය ප්‍රකාශ කරන වෙනත් ආකාරයකි.

නියත $T$ උෂ්ණත්වයක ඇති නියත වායු ප්‍රමාණයක පරිමාව $V_1$ ද, පීඩනය $P_1$ ද නම් හා එය $V_2$ පරිමාවට හා $P_2$ පීඩනයට පත් කළ විට බොයිල් නියමයට අනුව:

$$\boldsymbol{P_1V_1 = P_2V_2}$$

1.4 රූපය මඟින් බොයිල් නියමයේ සාම්ප්‍රදායික ප්‍රස්තාරික නිරූපණ දෙකක් පෙන්නුම් කෙරේ. 1.4 රූපයේ (a) මඟින් සංසන්දනය සඳහා විවිධ උෂ්ණත්වවල දී $PV = k$ ප්‍රස්තාරගත කර ඇත. $k$ අගය උෂ්ණත්වය මත පමණක් රඳා පවතින නිසා දෙන ලද වායු ස්කන්ධයක් සඳහා අඳින ලද සෑම වක්‍රයක් සඳහා ම $k$ හි අගය එකිනෙකට වෙනස් වේ. ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී පරිමාවේ ප්‍රසාරණය නිසා වක්‍රය ඉහළට ගොස් ඇති බව සැලකිය යුතු ය. එමෙන් ම උෂ්ණත්වය නියත විට වායුවේ පීඩනය අඩක් වන විට පරිමාව දෙගුණ වන බව මතක තබා ගත යුතු ය.




(a) (b)

1.4 රූපය විවිධ නියත උෂ්ණත්වවල දී (a) පරිමාව (V) සමඟ (b) $1/V$ සමඟ පීඩනයේ වෙනස් වීම

1.4 (b) රූපය මඟින් $P$ ට එදිරියෙන් $\frac{1}{V}$ හි ප්‍රස්තාරය නිරූපණය වේ. එය මූල ලක්ෂ්‍යය හරහා යන සරල රේඛාවකි. බොයිල් විසින් කරන ලද පරීක්ෂණවලට අනුව ලබා ගන්නා ලද මෙම ප්‍රස්තාර මඟින් වායුවලට ඉහළ සම්පීඩ්‍යතාවක් ඇති බව ප්‍රමාණාත්මකව පෙන්වා දේ. එනම් දෙන ලද වායු ස්කන්ධයක් සම්පීඩනය කළ විට, එක ම ප්‍රමාණයකින් ඇති අණු සංඛ්‍යාව කුඩා පරිමාවක් තුළ පැතිරේ. මේ අනුව ඉහළ පීඩනවල දී වායුවල ඝනත්වය වැඩි වේ.

සටහන: දෙන ලද වායුවක ඝනත්වය $d$, ස්කන්ධය $m$ ද, පරිමාව $v$ ද වන විට $d = \frac{m}{v}$ සමීකරණයෙන් දෙන බව අපි දනිමු. එමනිසා නියත උෂ්ණත්වයේදී,

$d = \left(\frac{m}{k/P}\right) = \left(\frac{m}{k}\right) P = k' P$ යනුවෙන් ලිවිය හැකි ය.

**1.3 නිදසුන**

නියත උෂ්ණත්වයක් යටතේ ඇති දන්නා වායු මවුල ප්‍රමාණයක පරිමාව දෙගුණ කළ විට පීඩනයේ සිදු වන වෙනස් වීම ගණනය කරන්න.

**විසඳුම :**

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

බොයිල් නියමය යෙදීමෙන් : $P_1V_1 = P_2V_2$

$P \times V = P_2 \times 2V$

$P_2 = P/2$

$\therefore$ නව පීඩනය මුල් පීඩනයෙන් අඩක් වේ.

**1.4 නිදසුන**

කාමර උෂ්ණත්වයේ දී බැලූනයක් හයිඩ්‍රජන් වායුව දන්නා ප්‍රමාණයකින් පුරවා ඇත. වායුගෝලීය පීඩනයේ දී (100 kPa), එම වායු ප්‍රමාණය 2.50 $dm^3$ක පරිමාවක් ගනී. එම උෂ්ණත්වයේ දී ම ඇතුළත පීඩනය 20 kPa වීමට බැලූනයේ පරිමාව කොපමණ විය කළ යුතු ද?

**විසඳුම :**

$P_1$ = 100 kPa , $P_2$ = 20 kPa , $V_1$ = 2.5 $dm^3$, $V_2$ = ?

බොයිල් නියමය යෙදීමෙන්, $P_1V_1 = P_2V_2$

100 kPa × 2.5 $dm^3$ = 20 kPa × $V_2$

$\therefore V_2 = 12.5\ dm^3$

බැලූනයේ පරිමාව 12.5 $dm^3$ දක්වා වැඩි කළ යුතු ය.

### 1.2.3 චාල්ස් නියමය (උෂ්ණත්ව-පරිමා සම්බන්ධය)

**ජාක්ස් චාල්ස් සහ ජෝෂප් ගේලුසැක්** යන විද්‍යාඥයන්ගේ හැදෑරීම් මගින් පෙන්වා දී ඇති පරිදි නියත පීඩනයක දී දෙන ලද නිත්‍ය වායු ප්‍රමාණයක (ස්කන්ධය) පරිමාව, උෂ්ණත්වයත් සමඟ වැඩි වන අතර, සිසිල් කිරීමත් සමඟ අඩු වේ. එමෙන් ම උෂ්ණත්වයේ සිදු වන සෑම සෙල්සියස් අංශකයක වෙනසක් පාසා (වැඩි වීම හෝ අඩු වීම) පරිමාව 0 °C දී වායුවේ ආරම්භක පරිමාවෙන් $\frac{1}{273.15}$ සාධකයකින් වෙනස් වන බව (වැඩි වීම හෝ අඩු වීම) සොයා ගෙන ඇත.

0 °C දී සහ t °C හි දී වායුවේ පරිමාව පිළිවෙළින් $V_0$ සහ $V_t$ යයි උපකල්පනය කරමු. එවිට,

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

මෙම තත්ත්වයේ දී, උෂ්ණත්වය සඳහා නව පරිමාණයක් අර්ථ දක්වා ඇත. එවිට එම පරිමාණයට අනුව

t °C සඳහා $T_t$ = 273.15 + t මගින් ලබා දෙන අතර

0 °C සඳහා $T_0$ = 273.15 මගින් ලබා දෙයි.

මෙම නව උෂ්ණත්ව පරිමාණය **කෙල්වින් උෂ්ණත්ව පරිමාණය** (K) හෙවත් **නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්ව පරිමාණය** ලෙස හැඳින්වේ. – 273.15 °C (0 K) යන්න තාපගතික ශූන්‍යය ලෙස අර්ථ දැක්වෙන අතර, එය සෛද්ධාන්තිකව ළඟා විය හැකි අවම උෂ්ණත්වය වේ.

මෙම උෂ්ණත්ව පරිමාණයට අනුව, $V_t = V_0\left(\frac{273.15 + t}{273.15}\right)$ යන සම්බන්ධතාව

$$V_t = V_0\left(\frac{T_t}{T_0}\right) \text{ ලෙස ලිවිය හැකි ය.}$$

එනම්,
$$\frac{V_t}{V_0} = \frac{T_t}{T_0}$$

පොදුවේ ගත් විට නියත පීඩනයේ දී ($V_1$, $T_1$) සිට ($V_2$, $T_2$) දක්වා සිදු වන වෙනසක් සඳහා

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

මෙය $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ ලෙස නැවත සැකසිය හැකි ය.

$$\frac{V}{T} = \text{නියතයක් හෝ } V = kT$$

එමනිසා ''නියත පීඩනයක් යටතේ දී නියත වායු ප්‍රමාණයක පරිමාව නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.'' මෙය **චාල්ස් නියමය** ලෙස හැඳින්වේ.

තවදුරටත් නියත වායු ප්‍රමාණයක පීඩනය නියතව පවත්වා ගත් විට එහි පරිමාව කෙරෙහි උෂ්ණත්වය බලපාන ආකාරය අධ්‍යයනය කිරීම සඳහා පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය භාවිතයට ගත හැකි ය. පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය පහත දැක්වෙන පරිදි ප්‍රතිසංවිධානය කළ හැකි ය.

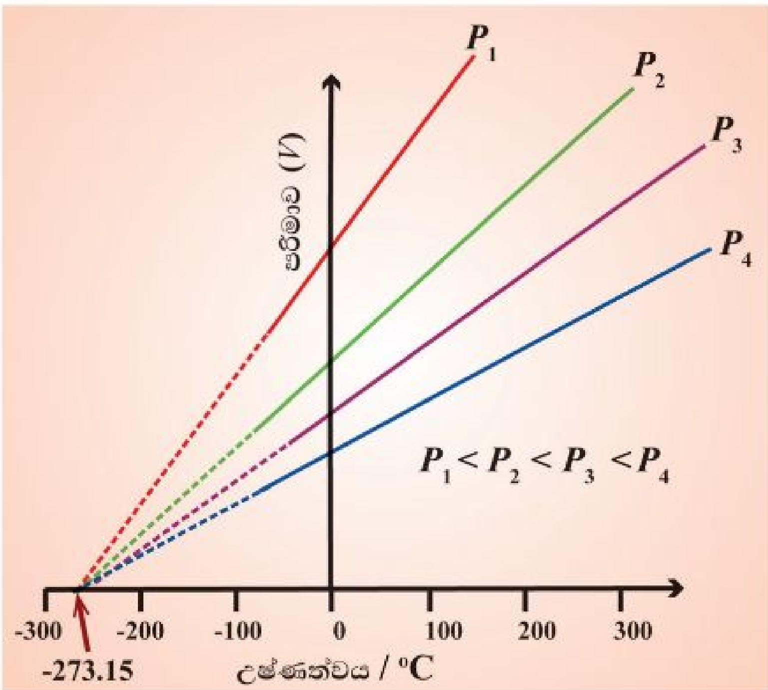
$$PV = nRT$$

$$V = nRT/P$$

නියත වායු ස්කන්ධයක පීඩනය නියත නම් nR/ P නියතයක් වේ.

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

චාල්ස් නියමයට අනුව සියළු වායු සඳහා දෙන ලද ඕනෑ ම පීඩනයක දී, පරිමාවට එදිරියෙන් උෂ්ණත්වය (°C වලින්) අතර ප්‍රස්තාරය සරල රේඛාවක් වන අතර, එය ශූන්‍ය පරිමාවක් දක්වා දික් කළ විට, සෑම රේඛාවකට ම උෂ්ණත්ව අක්ෂය - 273.15 °C දී හමු වේ. විවිධ පීඩනවලදී රේඛාවල බෑවුම විවිධ වන නමුත් ශූන්‍ය පරිමාවේ දී සෑම රේඛාවක් ම උෂ්ණත්ව අක්ෂය කපනුයේ 273.15 °C දී හෝ 0 K දී බව 1.5 රූපයෙන් පෙන්නුම් කෙරේ.




1.5 රූපය විවිධ නියත පීඩනවල දී උෂ්ණත්වය සමඟ වායුවක පරිමාවේ විචලනය

**1.5 නිදසුන**

නියත පීඩනයක් යටතේ ඇති දන්නා වායු මවුල ප්‍රමාණයක පරිමාව තෙගුණ කළ විට එහි සිදු වන උෂ්ණත්ව වෙනස ගණනය කරන්න.

**විසඳුම :**

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

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

$$\frac{V}{3V} = \frac{T}{T_2}$$

$T_2 = 3T$

පරිමාව කෙල්වින් උෂ්ණත්වයට අනුලෝමව සමානුපාතික වන බැවින් නව උෂ්ණත්වය ආරම්භක අගය මෙන් තුන් ගුණයක් වන බව කෙළින් ම නිමානය කළ හැකි ය.

$V_t = V_0 \left(\frac{273.15 + t}{273.15}\right)$ යන සමීකරණය සලකා $t = -273.15$ ආදේශ කළ විට, පරිමාව ශූන්‍ය ලෙස ලැබේ. එහි තේරුම එවිට වායුව නොපවතින බව ය. ඒ අනුව ඕනෑ ම වායුවක් මේ උෂ්ණත්වයට ළඟා වීමට පෙර ද්‍රව වන බව අපට අවබෝධ කර ගත හැකි ය. වායු ශූන්‍ය පරිමාවක් අත් කර ගන්නේ යැයි සිතිය හැකි අවම උපකල්පිත උෂ්ණත්වය **නිරපේක්ෂ ශූන්‍යය** ලෙස හැඳින්වේ.

**1.6 නිදසුන**

23 °C දී බැලූනයක් හයිඩ්‍රජන් වායුව යම් ප්‍රමාණයකින් පිරවූ විට එහි පරිමාව 2.0 $dm^3$ වේ. එම පීඩනයේ දී ම උෂ්ණත්වය 27 °C දක්වා වැඩි කළ විට වායුවේ පරිමාවේ සිදු වන වෙනස ගණනය කරන්න.

**විසඳුම :**

$T_1 = 23 + 273 = 296\ K,\ T_2 = 27 + 273 = 300\ K,\ V_1 = 2.0\ dm^3,\ V_2 = ?$

වායුවේ පීඩනය හා ප්‍රමාණය නියත බැවින් චාල්ස් නියමය යෙදීමෙන්

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

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

$$V_2 = 2.03\ dm^3$$

∴ පරිමාවේ සිදුවන වෙනස = 0.03 $dm^3$

### 1.2.4 ඇවගාඩ්රෝ නියමය (ප්‍රමාණ-පරිමා සම්බන්ධය)

බොයිල් සහ චාල්ස් නියම වැඩි දියුණු කිරීමෙන් ලත් සංක්ෂිප්තය 1811 දී ඉතාලි ජාතික විද්‍යාඥයකු වූ අමදෙඕ ඇවගාඩ්රෝ විසින් වායුවල මවුල ප්‍රමාණය සහ වායුවල පරිමාව සම්බන්ධ කර නව කල්පිතයක් වන **ඇවගාඩ්රෝ නියමය** ඉදිරිපත් කරන ලදි. එනම් එක ම උෂ්ණත්වයක් හා පීඩනයක් යටතේ ඇති සමාන වායු පරිමාවල සමාන මවුල සංඛ්‍යාවක් ඇත යන්නය (ඇවගාඩ්රෝ නියමය).

මේ අනුව $V \propto n$ හෝ $V = k\,n$ **ඇවගාඩ්රෝ නියමය** ලෙස ලිවිය හැකි ය.

වායු මවුලයක ඇති අණු ගණන $6.022 \times 10^{23}$ ලෙස නිර්ණය කර ඇති අතර, එය **ඇවගාඩ්රෝ නියතය** ($N_A$ හෝ $L$) ලෙස හැඳින්වේ.

පහත දැක්වෙන පරිදි පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය මඟින් ඇවගාඩ්රෝ නියමය පහසුවෙන් අවබෝධ කර ගත හැකි ය.

$$PV = nRT$$

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

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

මෙහි $N$ හා $N_A$ යනු පිළිවෙළින් වායුවේ ඇති අණු සංඛ්‍යාව සහ ඇවගාඩ්රෝ නියතය වේ. එක ම උෂ්ණත්වයක් හා එකම පීඩනයක් යටතේ ඇති P සහ Q නම් වූ වායු දෙකක සමාන පරිමා දෙකකට ඉහත සම්බන්ධතාව යෙදීමෙන්,

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

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

$P$ සහ $T$ නියත විට දී ($R$ සහ $N_A$ නියතයන් වේ.)

$$\boldsymbol{V_P / V_Q = N_P / N_Q}$$

සරලව දැක්වුවහොත්, නියත උෂ්ණත්වයක් සහ පීඩනයක් යටතේ ඇති වායුවල සමාන පරිමා තුළ සමාන අණු සංඛ්‍යාවක් අඩංගු වේ. ($V \alpha N$).

ඉහත සාකච්ඡා කරන ලද වායු නියම යොදා ගනිමින් දෙන ලද වායු පරිමාවක් ($V$) සඳහා පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය ලබා ගත හැකි ය.

| | | |
|---|---|---|
| බොයිල් නියමය | : | $V \alpha \frac{1}{P}$ ---------(1) |
| චාල්ස් නියමය | : | $V \alpha\ T$ ---------(2) |
| ඇවගාඩ්රෝ නියමය | : | $V \alpha\ n$ ----------(3) |

ඉහත (1), (2) සහ (3) සමීකරණ තුනම සපුරාලන එකම සමීකරණය වන්නේ,

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

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

k = R වූ විට

$$PV = nRT$$

### 1.2.5 මවුලික පරිමාව ($V_m$)

වායුවක පරිමාව මවුල ප්‍රමාණයට අනුලෝමව සමානුපාතික වන බැවින්,

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

ලෙස අපට ලිවිය හැකි ය.

සමාන උෂ්ණත්ව හා පීඩන තත්ත්ව යටතේ දී ඕනෑ ම වායුවක මවුල එකක් අත් කර ගන්නා පරිමාව ($V_m$) එක ම අගයක් විය යුතු නිසා එය,

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

ලෙස ගණනය කළ හැකි ය.

එම නිසා උෂ්ණත්වයේ දී සහ සම්මත පීඩනයේ දී ඕනෑ ම වායුවක මවුලික පරිමාව $V_m$ එක ම පරිමාවක් විය යුතු ය. සම්මත අගය සඳහා තත්ත්ව කුලක දෙකක් භාවිත කෙරේ.

- පළමු තත්ත්ව අනුව :
  උෂ්ණත්වය 0 °C (273.15 K) සහ සම්මත පීඩනය 1 atm (101325 Pa) වේ. මෙම සම්මත තත්ත්වය යටතේ පරිපූර්ණ වායුවක් හෝ පරිපූර්ණ වායු සංයෝජනයක මවුලික පරිමාව 22.414 $dm^3\ mol^{-1}$ වේ. මෙම තත්ත්ව යටතේ දී වායුවක මවුලික පරිමාව $V^0_m$ ලෙස නිරූපණය කෙරේ.

- දෙවන තත්ත්ව අනුව :
  ස්ථානික උෂ්ණත්වය 25 °C (298.15 K) සහ සම්මත පීඩනය 1atm (101325Pa) වේ. මෙහි දී වායුවක මවුලික පරිමාවේ අගය 24.790 $dm^3\ mol^{-1}$ වේ.

**සටහන :** ඇවගාඩ්රෝ නියමයට අනුව වායුවක මවුලික ස්කන්ධය *(M)*, එහි ඝනත්වයට *(d)*, අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

$V = k\,n = k\,(m/M)$

එබැවින් $M = k\,(m/V) = k\,d$

**1.7 නිදසුන**

298 K උෂ්ණත්වයේ දී හා 1 atm පීඩනයේ දී He වායුවේ සහ Ne වායුවේ මවුලික පරිමා සමාන බව පෙන්වන්න.

**විසඳුම :**

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

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

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

$V_{He}$ = (1 mol × 8.314 J $K^{-1}mol^{-1}$ × 298 K)/ 101325 Pa = 24.4 $dm^3$

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

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

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

$V_{Ne}$ = (1 mol × 8.314 J $K^{-1}mol^{-1}$ × 298 K)/ 101325 Pa

$V_{Ne}$ = 24.4 $dm^3$

එනම්, එක ම උෂ්ණත්වයේ දී සහ පීඩනයේ දී වායු මවුල ප්‍රමාණ සමාන නම්, විවිධ වායු අත් කර ගන්නා පරිමා සමාන වේ.

### 1.2.6 සංයුක්ත වායු නියමය

වායු ප්‍රමාණය මවුලවලින් මැන්න විට සියලු වායු, පීඩනය, පරිමාව හා උෂ්ණත්වයට අනුබද්ධව එක ම ආකාරයකට හැසිරේ. නිත්‍ය වායු ප්‍රමාණයක උෂ්ණත්වය, පීඩනය හා පරිමාව ආදී රාශීන් $T_1, P_1, V_1$ සිට $T_2, P_2, V_2$ දක්වා වෙනස් කරන විට, පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය ම අනුපාතයක් ලෙස ලිවිය හැකි ය.

ආරම්භක අවස්ථාව සඳහා : $nR = \frac{P_1V_1}{T_1}$

අවසාන අවස්ථාව සඳහා: $nR = \frac{P_2V_2}{T_2}$

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

මෙය **සංයුක්ත වායු නියමය** ලෙස හැඳින්වේ.

**1.8 නිදසුන**

25 °C දී සහ 760 mm Hg පීඩනයක දී දෙන ලද වායු ප්‍රමාණයක පරිමාව 600 $cm^3$ වේ.10 °C දී එහි පරිමාව 650 $cm^3$ වන විට එහි පීඩනය කුමක් වේ ද?

**විසඳුම :**

($T_1$, $V_1$, $P_1$) සිට ($T_2$, $V_2$, $P_2$) දක්වා අපට ලිවිය හැකිය

$P_1$ = 760 mm Hg = 1 atm = 101325 Pa, $V_1$= 600 $cm^3$ = 0.600 $dm^3$,

$T_1$ = 25 + 273 = 298 K

$V_2$ = 650 $cm^3$ = 0.650 $dm^3$, $T_2$ = 10 + 273 = 283 K, $P_2$ = ?

සංයුක්ත වායු නියමයට අනුව ; $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$$\frac{760 \text{ mm Hg} \times 600 \text{ cm}^3}{298\ K} = \frac{P_2 \times 650 \text{ cm}^3}{283\ K}$$

$P_2$ = 666.2 mmHg = 88823 Pa = 88.823 kPa

## 1.3 ඩෝල්ටන්ගේ ආංශික පීඩන නියමය

බොහෝ ප්‍රායෝගික භාවිතවල දී අපට හමු වන්නේ තනි වායුවක් නොව වායු මිශ්‍රණ ය. අප හුස්ම ගන්නා වාතයේ ප්‍රධාන සංරචක ලෙස නයිට්‍රජන් හා ඔක්සිජන් යන වායු ඇතුළත් වන අතර, අල්ප වශයෙන් පවත්නා වෙනත් වායු ද ගණනාවක් වේ. මුළු වායුගෝලීය පීඩනයට මේ සියලු වායු දායක වේ.

වායු මිශ්‍රණය අත් කරගන්නා පරිමාව කිසියම් සංඝටිත වායුවක් විසින් එම උෂ්ණත්වයේදීම තනිව අත්පත් කර ගත් කල්හි ඉන් යෙදෙන පීඩනය එම වායුවේ **ආංශික පීඩනය** යනුවෙන් හැඳින්වේ. ඒ අනුව රසායනික වශයෙන් එකිනෙක සමඟ ප්‍රතික්‍රියා නොකරන වායු කිහිපයක මිශ්‍රණයක් සලකමු. මෙහි මුළු පීඩනය, සංඝටිත වායුවල ආංශික පීඩනවල ඓක්‍යයට සමාන වේ යයි ඩෝල්ටන් ගේ උපග්‍රහණයෙන් ඉදිරිපත් කරන ලදී. මෙය **ඩෝල්ටන්ගේ ආංශික පීඩන නියමය** ලෙස හැඳින්වේ.

A, B සහ C යන වායුවලින් සමන්විත වායු මිශ්‍රණයක එම වායුවල ආංශික පීඩන පිළිවෙළින් $P_A$, $P_B$ සහ $P_C$ නම්, නියත උෂ්ණත්වයේදී සහ නියත පරිමාවේදී වායු මිශ්‍රණයේ මුළු පීඩනය $P_T$ පහත දැක්වෙන සමීකරණයෙන් දැක්වේ.

$$P_T = P_A + P_B + P_C$$

පහත දැක්වෙන පරිදි ඩෝල්ටන්ගේ ආංශික පීඩන නියමය පරිපූර්ණ වායු සමීකරණයෙන් ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි ය. A සහ B යන වායු දෙකෙන් යුත් වායු මිශ්‍රණයක් සලකමු. මිශ්‍රණයේ ඇතුළත් A සහ B වායුවල මවුල ප්‍රමාණ පිළිවෙළින් $n_A$ සහ $n_B$ යැයි ද මිශ්‍රණයේ මුළු පීඩනය $P_T$ යැයි ද සිතමු.

$$PV = nRT$$

A වායුව සඳහා, $n_A = P_AV/RT$ (A වායුවෙහි ආංශික පීඩනය $P_A$ වේ.)

B වායුව සඳහා, $n_B = P_BV/RT$ (B වායුවෙහි ආංශික පීඩනය $P_B$ වේ.)

වායු මිශ්‍රණය සඳහා, $n_T = P_TV/RT$

සහ $n_T = n_A + n_B$

එම නිසා, $P_TV/RT = (P_AV/RT) + (P_BV/RT)$

සුළු කළ විට, $\boldsymbol{P_T = P_A + P_B}$

මෙය **ඩෝල්ටන්ගේ ආංශික පීඩන නියමයයි-**

### 1.3.1 මවුල භාගය අනුසාරයෙන් ආංශික පීඩනය

$T$ යන උෂ්ණත්වයේ දී පරිමාව $V$ වන මුළු පීඩනය $P_T$ වන බඳුනක A වායු මවුල $n_A$ ද B වායු මවුල $n_B$ ද අඩංගු වන අතර, ඒවායේ ආංශික පීඩන පිළිවෙළින් $P_A$ සහ $P_B$ වේ.

එවිට, $P_A = \frac{n_ART}{V}$ සහ $P_B = \frac{n_BRT}{V}$ ලෙස ලිවිය හැකි ය.

ඩෝල්ටන්ගේ නියමයට අනුව, $P_T = P_A + P_B$

ඉහත පද ආදේශයෙන්, $P_T = \frac{n_ART}{V} + \frac{n_BRT}{V} = (n_A + n_B)\frac{RT}{V}$

$P_A$ සහ $P_B$ ප්‍රකාශන වෙන වෙන ම $P_T$ වලින් බෙදීමෙන්,

$\frac{P_A}{P_T} = \frac{n_A RT/V}{(n_A + n_B)\frac{RT}{V}} = \frac{n_A}{(n_A + n_B)} = x_A$ ; $x_A$ යනු Aහි මවුල භාගයයි.

එලෙසින් ම, $\frac{P_B}{P_T} = \frac{n_B RT/V}{(n_A + n_B)\frac{RT}{V}} = \frac{n_B}{(n_A + n_B)} = x_B$ ; $x_B$ යනු Bහි මවුල භාගයයි.

එම නිසා,

$$P_A = x_A P_T \quad \text{සහ} \quad P_B = x_B P_T$$

ලෙස ලිවිය හැකි ය.
යම් වායුමය ප්‍රභේදයක ආංශික පීඩනය එහි මවුල භාගයේත් මුළු පීඩනයේත් ගුණිතයට සමාන වේ.

**1.9 නිදසුන**

(i) වායු මිශ්‍රණයක නයිට්‍රජන් ($N_2$) වායුව 0.8 mol ද ඔක්සිජන් ($O_2$) වායුව 0.2 mol ද අඩංගු ය. එක්තරා උෂ්ණත්වයක දී වායු මිශ්‍රණයේ මුළු පීඩනය 1.00 atm නම්, එක් එක් වායුවේ ආංශික පීඩනය ගණනය කරන්න.

(ii) බඳුන රත් කර නියත උෂ්ණත්වයක තබා ගත් විට, $N_2$ වායුව, $O_2$ වායුව සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර $NO_2$ වායුව සාදයි. සමතුලිතතාවේ දී බඳුනෙහි $N_2$ වායු මවුල 0.7ක් ද, $O_2$ වායු මවුල 0.15ක් ද, $NO_2$ වායු මවුල 0.1ක් ද ඇත. එවිට $N_2$ වායුවෙහි ආංශික පීඩනය 0.88 atm නම්, $O_2$ හා $NO_2$ වායුවල ආංශික පීඩනය ගණනය කරන්න.

**විසඳුම :**

(i) $x_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_{N_2} + n_{O_2}} = \frac{0.8 \text{ mol}}{0.8 \text{ mol} + 0.2 \text{ mol}} = 0.8$

$P_{N_2} = x_{N_2} P_T$

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

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

එසේ ම $O_2$ සඳහා,

$P_{O_2} = 0.2 \text{ atm}$

(ii) $x_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_{N_2} + n_{O_2} + n_{NO_2}}$ එම නිසා, $x_{N_2} = \frac{0.7 \text{ mol}}{0.7 \text{ mol} + 0.15 \text{ mol} + 0.1 \text{ mol}} = \frac{0.7}{0.95}$

$P_{N_2} = x_{N_2} P_T$ එම නිසා, $P_T = P_{N_2} / x_{N_2} = \frac{0.88 \text{ atm}}{0.7/0.95} = 1.19 \text{ atm}$

$x_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{N_2} + n_{O_2} + n_{NO_2}}$ එම නිසා, $x_{O_2} = \frac{0.15 \text{ mol}}{0.7 \text{ mol} + 0.15 \text{ mol} + 0.1 \text{ mol}} = \frac{0.15}{0.95}$

$P_{O_2} = x_{O_2} P_T$ එම නිසා, $P_{O_2} = \frac{0.15}{0.95} \times 1.19 \text{ atm} = 0.19 \text{ atm}$

$x_{NO_2} = \frac{n_{NO_2}}{n_{N_2} + n_{O_2} + n_{NO_2}}$ එම නිසා, $x_{NO_2} = \frac{0.10 \text{ mol}}{0.7 \text{ mol} + 0.15 \text{ mol} + 0.1 \text{ mol}} = \frac{0.10}{0.95}$

$P_{NO_2} = x_{NO_2} P_T$ එම නිසා, $P_{NO_2} = \frac{0.10}{0.95} \times 1.19 \text{ atm} = 0.12 \text{ atm}$

එම නිසා,

$P_{N_2} = 0.88 \text{ atm}$, $P_{O_2} = 0.19 \text{ atm}$, $P_{NO_2} = 0.12 \text{ atm}$,

$P_T = 1.19 \text{ atm}$

ඩෝල්ටන්ගේ නියමය පිළිබඳ දැනුමට අනුව වායු මිශ්‍රණයකට ද සංශුද්ධ වායුවල ලක්ෂණ ම ඇති බවත්, දෙන ලද සියලු වායු පරිපූර්ණ වායු බවත් රසායනිකව එකිනෙක හා ප්‍රතික්‍රියා නොකරන බවත් සැලකිල්ලට ගත යුතු ය. කෙසේ වුව ද වායු අඩංගු ප්‍රතික්‍රියාවල දී, ප්‍රායෝගිකව ඒවා එක් රැස් කරගන්නා ආකාරයේ දී ද වෙනත් වායුවක් අලුතින් එකතු විය හැක. නිදසුනක් ලෙස රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක දී සාමාන්‍යයෙන් වායුවක් රැස් කර ගනු ලබන්නේ ජලයේ යටිකුරු විස්ථාපනයෙනි. මේ ක්‍රමයේ දී, ජල ද්‍රෝණිකාවක් තුළ යටිකුරුව තැබූ ජලයෙන් පුරවන ලද වායු සරාවක් තුළට නලයක් හරහා වායුවක් බුබුලනය කිරීමෙන් බඳුන තුළ වායුව එක් රැස් කර ගනු ලැබේ. එබැවින් වායු බුබුළු නළය හරහා ජලය අඩංගු බෝතලය තුළට ගමන් කරනුයේ වායුව මඟින් ජලය තල්ලු කරමින් ජලය ඉවත් වන ආකාරයට ය. මෙහි දී වායුව ජලයේ දිය නොවන බව සහ ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා නොකරන බව උපකල්පනය කරනු ලැබේ. කෙසේ වෙතත් සංශුද්ධ අවස්ථාවෙහි පවතින වායුවක් අපට ලබා ගත නොහැක. මෙහි දී රැස් කර ගන්නා වායුව ප්‍රතික්‍රියාවේ දී සැදෙන වායුවේ සහ වාෂ්පීභවනය මඟින් සෑදෙන ජල වාෂ්ප ස්වල්පයක් ද අඩංගු වායු මිශ්‍රණයක් වේ. වායුවේ අඩංගු වන ජල වාෂ්ප ප්‍රමාණය මඟින් එම උෂ්ණත්වයේ දී ඇති කරන පීඩනය, ජලයේ **සන්තෘප්ත වාෂ්ප පීඩනය** ලෙස හැඳින්වේ. එබැවින් යම් උෂ්ණත්වයක දී එක් රැස් කර ගන්නා වායුවෙහි පීඩනය නිර්ණය කිරීමේ දී මුළු පීඩනයෙන් ජලයේ වාෂ්ප පීඩනය අඩු කළ යුතු ය. එවිට, ලැබෙන වායුවේ ආංශික පීඩනය, එහි පරිමාව සහ උෂ්ණත්වය, පරිපූර්ණ වායු සමීකරණයට යෙදීමෙන් එක් රැස් කර ගත් වායු මවුල ප්‍රමාණය ගණනය කළ හැකි ය. 1.10 නිදසුන මඟින් මෙය දැක්වේ-

**1.10 නිදසුන**

පහත ප්‍රතික්‍රියාවට අනුව $KClO_3(s)$ රත් කිරීමෙන් ඔක්සිජන් වායුව පිළියෙල කරන්නේ යැයි සිතන්න.

$$2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$$

27 °C සහ 760 torr හි දී $O_2$ වායුව 1.50 $dm^3$ක් ජලය හරහා එකතු කර ගනු ලැබේ.
27 °C දී ජලයේ සන්තෘප්ත වාෂ්ප පීඩනය 26.7 torr වේ. සෑදුණ $O_2$ වායු මවුල ප්‍රමාණය ගණනය කරන්න.

**විසඳුම :**

ඩෝල්ටන්ගේ නියමයට අනුව,

$$P_{සමස්ත} = P_{ඔක්සිජන්} + P_{ජලය}$$

$$P_{ඔක්සිජන්} = P_{සමස්ත} - P_{ජලය} = (760 - 26.7)\ \text{torr} = 733.3\ \text{torr} = 97764\ \text{Pa}$$

පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය යෙදීමෙන්,

$$PV = nRT \quad \text{සහ} \quad n = \frac{PV}{RT} = \frac{97764\ \text{Pa} \times 1.5 \times 10^{-3}\ \text{m}^3}{8.314\ \text{J K}^{-1}\ \text{mol}^{-1} \times 300\ \text{K}} = 0.058\ \text{mol}$$

## 1.4 වායු පිළිබඳ චාලක අණුකවාදය

ඉහත කොටස්වල දී අපි පරීක්ෂණාත්මක දත්ත මත පදනම් වූ වායු සම්බන්ධ නියම (නිදසුන්: බොයිල් නියමය, චාල්ස් නියමය වැනි නියම) අධ්‍යයනය කර අවබෝධය ලබා ගත්තෙමු. එවැනි පරීක්ෂණ මඟින් විවිධ තත්ත්ව යටතේ දී වායු පද්ධති හැසිරෙන ආකාරය පිළිබඳ අවබෝධයක් ලබා ගත හැකි ය. පරීක්ෂණ මඟින් එම නිරීක්ෂණ ලබා ගත්ත ද වායු පද්ධති එලෙස හැසිරෙන්නේ මන් ද යන්න අප දැන ගත යුතු ය. නිදසුනක් ලෙස වායුවක් සම්පීඩනය කළ විට පීඩනය වැඩි වන බව වායු නියම ආධාරයෙන් අපට පුරෝකථනය කළ හැකි නමුත් වායුවක් සම්පීඩනය කළ විට අණුක මට්ටමින් එයට කුමක් සිදු වේ ද යන්න අප දැනගත යුතු ය. මෙවැනි අවස්ථා හෝ පවතින ගැටලු පැහැදිලි කිරීම සඳහා සෛද්ධාන්තික ආකෘතියක් අවශ්‍ය බැවින් අපට වඩා හොඳ අවබෝධයක් ලබා ගැනීමට උදවු වන සිද්ධාන්තයක් අවශ්‍ය වේ. අණුක මට්ටමින් වායුවල හැසිරීම පැහැදිලි කිරීමට යොදා ගන්නා එම සිද්ධාන්තය 'චාලක අණුකවාදය' ලෙස හැඳින්වේ.

### 1.4.1 පරිපූර්ණ වායුවක් සඳහා චාලක අණුක වාදයේ උපකල්පන

- පුළුල්ව පැතුරුණු ඉතා කුඩා අංශු රාශියකින් (අණු හෝ පරමාණු) වායුවක් සමන්විත වේ. අංශු පුළුල් පරාසයක පැතිරී ඇති බැවින්, අංශුවක සත්‍ය පරිමාව වායුව අත් කර ගන්නා මුළු පරිමාවට සාපේක්ෂව ඉතා කුඩා ය. නැත හොත් අංශුවල සත්‍ය පරිමාව ඒවා අතර ඇති හිස් අවකාශයට සාපේක්ෂව නොසලකා හැරිය හැකි ය. ඉතා ළඟින් අංශු සැකසී ඇති ඝනයකට හෝ ද්‍රවයකට වඩා වායුවක පරිමාව ඉතා විශාල වන බව, මේ උපකල්පනය මඟින් නිවැරදිව පුරෝකථනය කළ හැකි ය. වායු අංශු ඉතා පුළුල්ව පැතිරී ඇති බැවින් ඝනවලට සහ ද්‍රවවලට සාපේක්ෂව වායුවලට අඩු ඝනත්ව ඇත. මේ උපකල්පනය මඟින් වායුවල ඉහළ සම්පීඩ්‍යතාව පැහැදිලි වේ.

- වායු අණු එකිනෙක සමඟ හෝ භාජනයේ බිත්ති සමඟ සංඝට්ටනය වන තුරු සෑම වායු අණුවක් ම අහඹු ලෙස (හැකි සෑම දිශාවකට ම) සරල රේඛීයව චලනය වේ. විවිධ අණුවලට විවිධ වේග පවතී.

  මේ සංඝට්ටන පූර්ණ ප්‍රත්‍යස්ථ වේ. එනම් එක් වායු අණුවක ශක්තිය වෙනත් අණුවකට සංක්‍රමණය වීම සහ එක් එක් අණුවේ ශක්තිය වෙනස් වීම සිදු විය හැකි වුව ද මුළු ශක්තිය වැඩි වීමක් හෝ අඩු වීමක් සිදු නො වේ. වායු අණු භාජනයේ බිත්ති සමඟ සිදු කරන සංඝට්ටන හේතුවෙන් භාජනය තුළ පීඩනයක් ඇති වේ.

- වායු අණුවල මධ්‍යන්‍ය චාලක ශක්තිය නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වය මත පමණක් රඳා පවතී. දෙන ලද වායුවක චාලක ශක්තිය ($KE$) පහත සමීකරණයෙන් ප්‍රකාශ වන බැවින් වායු අංශුවකට (පරමාණු හෝ අණු) එයට අනන්‍ය වූ ස්කන්ධයක් හා වේගයක් ඇති බව මෙමගින් ප්‍රකාශ කෙරේ.

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

මෙහි $m$ යනු වායු අංශුවේ ස්කන්ධය වන අතර, $v$ යනු ප්‍රවේගය (හෝ වේගය) වේ. නියත පරිමාවේ දී වායුවක් රත් කළ විට පීඩනය වැඩි වන බව අප දනිමු. එයට හේතුව වායුව රත් කළ විට අංශුවල චාලක ශක්තිය වැඩි වී, ඒවා බඳුනේ බිත්ති සමඟ සිදු කරන සංඝට්ටන වැඩි වීමෙන් වැඩි පීඩනයක් ඇති කිරීමයි. ඒ අනුව අංශු මවුල එකක චාලක ශක්තිය සහ උෂ්ණත්වය අතර සම්බන්ධතාවය පහත සමීකරණයෙන් ලබා දේ.

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

තවදුරටත් පහත දැක්වෙන කරුණු දැක්විය හැකි ය.

- වායු අංශු එකිනෙකින් ස්වායත්තව හැසිරේ.
  වායු අංශු පුළුල්ව පැතිරී ඇති බැවින් ඒවා සංඝට්ටනය නොවේ නම් එකිනෙකින් ස්වායත්තව චලනය වේ. එනම් වායු අංශු අතර ආකර්ෂණ බල හෝ විකර්ෂණ බල හෝ නොපවතී. මේ උපකල්පනයෙන් ඩෝල්ටන්ගේ ආංශික පීඩන නියමය ද පැහැදිලි වන බව අපට පෙනේ. එමෙන්ම වායුවක් සම්පූර්ණයෙන් ම බඳුනක පිරී පවතින්නේ ඇයි දැයි මේ උපකල්පනයෙන් පැහැදිලි වේ.

- වායු අණු බඳුනේ බිත්තිය සමඟ සිදු කරන සියලු සංඝට්ටනවල එකතුව නිසා වායුවක් මඟින් පීඩනයක් ඇති වේ.
  මේ උපකල්පනය මඟින් බොයිල් නියමය පැහැදිලි වේ. එනම් දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී නිත්‍ය වායු ප්‍රමාණයක් සඳහා, බඳුනේ පරිමාව ඉතා කුඩා වන විට ඒකක ක්ෂේත්‍ර ඵලයක සිදු වන සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව වැඩි වේ. කුඩා පරිමාවක දී වායු අණුවක් සංඝට්ටනය වීමට

පෙර ගමන් කළ යුතු මධ්‍යන්‍ය දුර ප්‍රමාණය අඩු ය. එම නිසා යම් කිසි ක්ෂේත්‍ර ඵලයක සිදු වන වැඩි සංඝට්ටන ප්‍රමාණය වැඩි පීඩනයක් ඇති කරයි. මේ උපකල්පනය මඟින් වායු මවුල ප්‍රමාණය පීඩනයට සමානුපාතික වන බව ද පුරෝකථනය වේ. වායු අණු සංඛ්‍යාව වැඩි වන විට බිත්ති සමඟ සිදු වන සංඝට්ටන වාර ගණන ද වැඩි වන නිසා පීඩනය වැඩි වේ.

### 1.4.2 චාලක අණුකවාදයේ සමීකරණය

පහත දී ඇති සමීකරණය චාලක අණුක වාදයේ සමීකරණය ලෙස සැලකේ.

$$PV = \frac{1}{3}\, mN\overline{c^2}$$

මේ ප්‍රකාශනයෙන් අණුක චලිතය ඇසුරෙන් මහේක්ෂ ගුණයක් වන පීඩනය ප්‍රකාශ කෙරේ. ඉහත සම්බන්ධයේ විශේෂත්වය වන්නේ පීඩනය, දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී, දී ඇති බඳුනක ඇති අණුවල වර්ග මධ්‍යන්‍ය වේගයට සමානුපාතික වන බවයි. මේ සමීකරණයට අනුව පෙනී යන්නේ අණුක වේගය වැඩි කළ විට බඳුනකට ඇති වන පීඩනය ද වැඩි වන බවයි. $\overline{C^2}$ යනු අණුවල වර්ග මධ්‍යන්‍ය වේගය ලෙස අර්ථ දක්වනු ලැබේ.

### 1.4.3 වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේගය සහ මධ්‍යන්‍ය වේගය

පහත දක්වා ඇති පරිදි අණුක වේගය සඳහා අර්ථ දැක්වීම විවිධ ආකාරයෙන් දැන ගැනීම වැදගත් වේ. නියත උෂ්ණත්වයේ දී නිත්‍ය පරිමාවක් ඇති බඳුනක් තුළ අඩංගුව ඇති අණු $N$ සංඛ්‍යාවක් එකිනෙකට වෙනස් $c_1, c_2 \ldots\ldots c_N$ යන වේගවලින් චලනය වන විට,

මධ්‍යන්‍ය වේගය , $\bar{c} = \dfrac{C_1 + C_2 + C_3 + \ldots\ldots + CN}{N}$

වර්ග මධ්‍යන්‍ය වේගය $\overline{c^2} = \dfrac{(C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 + \ldots\ldots + C_N^2)}{N}$ ලෙස ලිවිය හැක.

වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේගය $\sqrt{\overline{C^2}}$ වේ.

වර්ග මධ්‍යන්‍ය වේගය, $\overline{c^2}$, උෂ්ණත්වය මත රඳා පවතින බව පෙන්වීම සඳහා සමීකරණයක් ව්‍යුත්පන්න කිරීමට චාලක අණුක සමීකරණය යොදා ගත හැකි ය. $V$ පරිමාවක ඇති $N$ අංශු ගණනක් සඳහා සමීකරණය සලකා බලමු.

$P = \dfrac{mN\overline{c^2}}{3\,V}$ වන බව අප දනිමු. එම නිසා $PV = \dfrac{mN\overline{c^2}}{3}$ ලෙස ලිවිය හැකි ය.

$N = n\ N_A$ නිසා ($N_A$ යනු ඇවගාඩ්රෝ නියතය වන අතර $n$ යනු මවුල ප්‍රමාණයයි)

$PV = \frac{1}{3} mn\, N_A\, \overline{c^2}$ $M = mN_A$ නිසා ($M$ යනු මවුලික ස්කන්ධය) ඉහත සමීකරණය මෙසේ ප්‍රතිසංවිධානය කළ හැකි ය. $PV = \frac{1}{3} n\, M\, \overline{c^2}$

$PV = nRT$ යන පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය, ඉහත සමීකරණයේ ආදේශයෙන්

$$nRT = \frac{1}{3} M\, n\, \overline{c^2}$$

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

එම නිසා වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේගය,

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

ලෙස ලිවිය හැකි ය.

**1.11 නිදසුන**

25 °C දී $H_2$ සහ $N_2$ වායුවල වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේගය ගණනය කරන්න.

**විසඳුම :**

$T = 25\ ^0C = 298\ K$

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

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

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

$H_2$ සඳහා $\sqrt{\overline{c^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1} \times 298\ K}{0.002\ kg\ mol^{-1}}} = 1927.8\ m\ s^{-1}$

$N_2$ සඳහා $\sqrt{\overline{c^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1} \times 298\ K}{0.028\ kg\ mol^{-1}}} = 515.2\ m\ s^{-1}$

ඉහත නිදසුනට අනුව, දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී බරින් වැඩි අණු සෙමෙන් චලනය වන බව පෙනේ. එයින් නිගමනය වන්නේ වැඩි ස්කන්ධයක් සහිත අණු එක ම චාලක ශක්තියක් අත්පත් කර ගනු පිණිස සැහැල්ලු අණු ලෙසින් වැඩි වේගයක් සහිතව චලනය නොවන බව ය. මේ චාලක ශක්තිය උෂ්ණත්වයට සෘජුව ම සම්බන්ධ වන අතර, චාලක අණුකවාදයේ සමීකරණය මඟින් එය පහත දැක්වෙන පරිදි සාධනය කළ හැකි ය.

$$PV = \frac{mN\overline{c^2}}{3}$$

මේ සමීකරණය 2න් ගුණ කර 2න් බෙදීමෙන්, පසුව නැවත එම සමීකරණය ප්‍රතිසංවිධානය කළ හැක.

$$PV = \frac{mN\overline{c^2}}{3} = \frac{2\,N}{3}\left(\frac{1}{2}\, m\overline{c^2}\right) = nRT$$

$N\left(\frac{1}{2}\, m\overline{c^2}\right) = \frac{3}{2} nRT$ සහ එසේම $\left(\frac{1}{2}\, m\overline{c^2}\right) = \frac{3}{2}\left(\frac{nR}{N}\right) T = \frac{3}{2}\left(\frac{R}{N_A}\right) T = \frac{3}{2}\,(k_B)\, T$

$k_B$ යනු බෝල්ට්ස්මාන් නියතය වේ.

$\frac{1}{2}\,m\overline{c^2}$ යනු චාලක ශක්තිය (KE) වේ.

අණුවක් සඳහා,

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

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

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

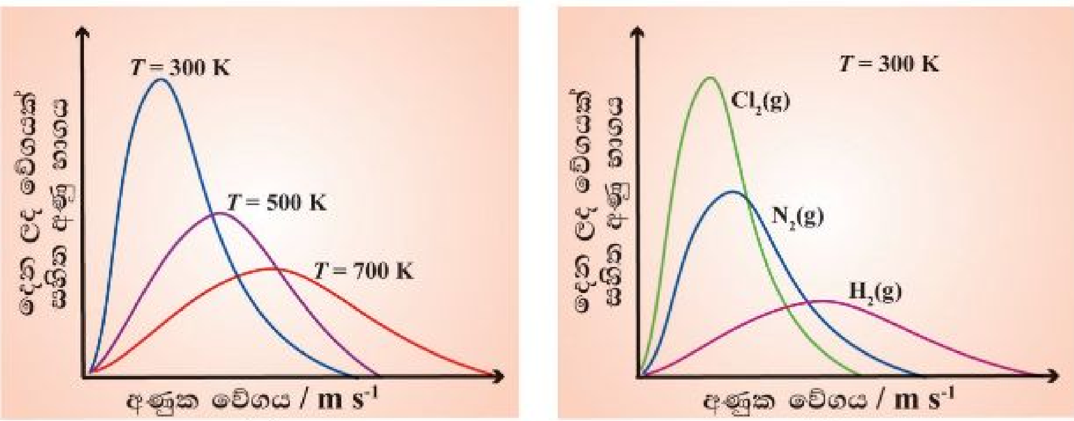
මවුලයක් සඳහා,

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

මෙමගින් වායුවක චාලක ශක්තිය කෙල්වින් උෂ්ණත්වය මත පමණක් රඳා පවතින බව ඔප්පු වේ.

### 1.4.4 මැක්ස්වෙල්-බෝල්ට්ස්මාන් ව්‍යාප්තිය

ඉහත නිදසුනට අනුව $N_2$ අණුවේ වේගය 515 m s$^{-1}$ ලෙස ගණනය කර ඇති නමුත් එමගින් සියලු $N_2$ අණු එම වේගයෙන් චලනය වේ යැයි අදහස් නොකෙරේ. (අණු සරල රේඛීය දිශාවන්ට චලනය වන බැවින්, චලිතයට දෛශික ගුණ ඇති අතර, ඒ අනුව අණු වල වේගය ප්‍රකාශ කරනු ලැබේ). අණුවල වේග ශුන්‍යයේ සිට සාපේක්ෂව 515 m s$^{-1}$ට වඩා වැඩි අගයක් දක්වා ව්‍යාප්ත වී පවතී. එයට හේතුව එක් එක් අණු සංඝට්ටනය වී ශක්තිය හුවමාරු කර ගනිමින් විවිධ වේග ඇති කිරීමයි. 1.6 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි යම් කිසි වේගයක් සහිත අණු භාගයක් ලෙස මේ වේග ව්‍යාප්තිය පෙන්නුම් කළ හැකි ය. එවැනි ව්‍යාප්තියක් මැක්ස්වෙල්බෝල්ට්ස්මාන් වේග ව්‍යාප්තිය ලෙස හැඳින්වේ.

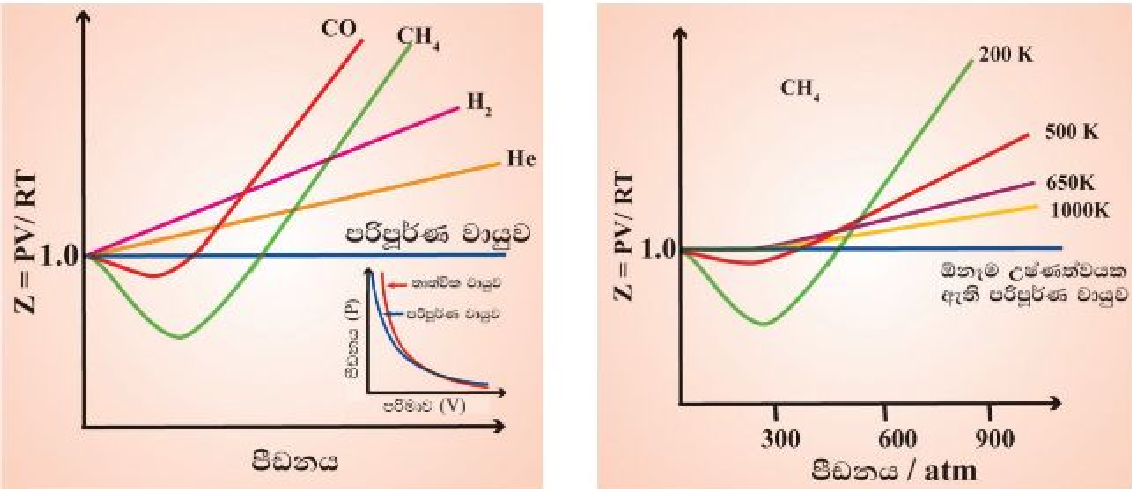



(a) (b)

1.6 රූපය **(a)** විවිධ උෂ්ණත්වවල දී නයිට්‍රජන් වායුව සඳහා මැක්ස්වෙල්-බෝල්ට්ස්මාන් වේග ව්‍යාප්තිය **(b)** 300 K දී වායු තුනක් සඳහා වේග ව්‍යාප්තිය

## 1.5 තාත්ත්වික වායුවලට ගැළපෙන පරිදි පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය සංශෝධනය

දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී පරිපූර්ණ වායු අණු මවුලයක් සඳහා $PV = RT$ ලෙස හෝ වෙනත් ආකාරයකින් $\frac{PV}{RT} = 1$ ලෙස අපට ලිවිය හැකි ය. තාත්ත්වික වායුවක් සැලකූ විට එය ඇත්ත වශයෙන් ම පරිපූර්ණ හැසිරුමෙන් තරමක් දුරට හෝ අපගමනය වේ. $Z = \frac{PV}{RT}$ යන්න **සම්පීඩ්‍යතා සාධකය** (සංගුණකය) ලෙස හඳුන්වන අතර, මේ අපගමනය මැනීමට එය යොදා ගනු ලැබේ. නිදසුනක් ලෙස පරිපූර්ණ වායුවේ මවුලයක් සැලකූ විට නියත උෂ්ණත්වයක දී පීඩනය සමඟ $Z$ හි විචලනය $x$ අක්ෂයට (පීඩන අක්ෂය) සමාන්තර සරල රේඛාවක් වේ. $PV$ නියතයක් වන අතර (බොයිල් නියමය) $P$ ට එදිරියෙන් $Z$ හි ප්‍රස්තාරය සියලු පීඩන සඳහා සරල රේඛාවක් වේ. 1.7 රූපයෙන් 273 K දී විවිධ වායු සඳහා (a) ප්‍රස්තාරය මඟින් ද විවිධ උෂ්ණත්වවල දී එක් වායුවක් සඳහා (b) ප්‍රස්තාරය මඟින් ද පෙන්නුම් කෙරේ.




(a) (b)

**1.7 රූපය** පරිපූර්ණ වායුවක් සමඟ සංසන්දනය කරන විට විවිධ වායුවල සම්පීඩ්‍යතා සාධකය විචලනය වන අයුරු **(a)** නියත උෂ්ණත්වයේ දී පීඩනය සමඟ Z විචලනය වන අයුරු **(a)** තුළ වූ කුඩා රූපයෙන් තාත්ත්වික හා පරිපූර්ණ වායුවක් සඳහා බොයිල් නියමයේ වක්‍ර **(b)** විවිධ උෂ්ණත්වවල දී $CH_4$ වායුවේ පීඩනය සමඟ Z හි විචලනය

1.7 (a) රූපයේ දක්වා ඇති ප්‍රස්තාරයට අනුව, නියත උෂ්ණත්වයක දී තාත්ත්වික වායුවක් සඳහා Pට එදිරියෙන් $\frac{PV}{RT}$ ($P$ ට එදිරියෙන් $Z$) අතර ප්‍රස්තාරය $x$ අක්ෂයට (පීඩනය) සමාන්තර සරල රේඛාවක් නොවන බව අපට පෙනේ. එනම් පරිපූර්ණ හැසිරීමෙන් සැලකිය යුතු අපගමනයක් පවතී. විවිධ වර්ගයේ තාත්ත්වික වායු සඳහා ප්‍රස්තාර වර්ග දෙකක් ලැබී ඇත. හයිඩ්‍රජන් සහ හීලියම් සඳහා පීඩනය වැඩි වන විට $Z$ අගය වැඩි වී ඇත. දෙවන වර්ගයේ ප්‍රස්තාර දැකිය හැක්කේ කාබන් මොනොක්සයිඩ් (CO) සහ මෙතේන් ($CH_4$) වායු සඳහා වේ. මේ ප්‍රස්තාර වලදී පළමුව, පරිපූර්ණ තත්ත්වයෙන් ඍණ අපගමනයක් පෙන්වන අතර, $Z$ අගය පීඩනය වැඩි වීමත් සමඟ අඩු වී වායුවකට ආවේණික අවම අපගමනයකට ළඟා වී ඇත. ඊට පසු එය නැවත වැඩි වීමට පටන් ගෙන පරිපූර්ණ වායු රේඛාව කපමින් එක දිගට ම වැඩි වී ධන අපගමනයක් පෙන්වයි. සියලු තත්ත්ව යටතේ දී තාත්ත්වික වායු සම්පූර්ණයෙන් ම පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය නොපිළිපදින බව මේ නිරීක්ෂණ මඟින් අනාවරණය වෙයි.

1.7 (a) රූපයේ තුල ඇද ඇති කුඩා රූපයේ දැක්වෙන පීඩනය සහ පරිමාව අතර වක්‍රය මඟින් ද මේ පරිපූර්ණ තත්ත්වයෙන් අපගමනය වීම අවබෝධ කර ගත හැකි ය. එම වක්‍රය මඟින් තාත්ත්වික වායුවක් සඳහා පීඩනය සහ පරිමා දත්ත සෛද්ධාන්තිකව ගණනය කරන ලද අගයන් සමඟ සංසන්දනය කර ඇත. එය බොයිල් නියමයට අදාළ වක්‍රය (පරිපූර්ණ වායුවක් සඳහා) වන අතර තාත්ත්වික වායු පරිපූර්ණ හැසිරීම දක්වයි නම් එම වක්‍ර දෙක එකිනෙක හා සමපාත විය යුතු බව අප දනිමු. ඉතා ඉහළ පීඩනවල දී මනින ලද පරිමාව, ගණනය කරන ලද පරිමාවට වඩා

වැඩි බව ද, අඩු පීඩනවල දී මනින ලද සහ ගණනය කරන ලද පරිමා එකිනෙකට සමීප වන බව ද මින් පැහැදිලිව පෙනේ. අඩු පීඩන තත්ත්ව පරිපූර්ණ හැසිරීමට ආධාර වන බව මින් තවදුරටත් පැහැදිලි ය. වායු අන්තර්ගත වී ඇති පරිමාව ඉතා විශාල නම් බඳුනේ පරිමාව සමඟ සසඳන විට වායු අණුවල පරිමාව නොසලකා හැරිය හැකි ය. එවිට වායු පරිපූර්ණ හැසිරීම පෙන්වයි. නැත හොත් පීඩනය ඉතා අඩු වන විට තාත්ත්වික වායුවක හැසිරීම පරිපූර්ණ තත්ත්වයට බෙහෙවින් ළඟා වන අතර උෂ්ණත්වය සහ වායුවේ ස්වභාවය මත එය රඳා පවතී.

වැඩි පීඩනයක දී වායු අණු අවකාශයක් තුළ තෙරපෙමින් එක් රැස් වූ විට ඒවායේ පරිමිත තරම නිසා ඇති වන අන්තර්අණුක ආකර්ෂණ සහ විකර්ෂණ බල මඟින් ද තාත්ත්වික වායුවක මේ හැසිරීම එනම් $Z$ අගය 1ට වඩා කුඩා වීම ($Z < 1$) තවදුරටත් පැහැදිලි කළ හැකි ය. අඩු පීඩනවල දී නමුත් තවමත් පරිපූර්ණ හැසිරීම පෙන්වීමට වඩා ඉහළ පීඩන වල දී අන්තර්අණුක ආකර්ෂණ බල හේතුවෙන් මවුලික පරිමාව අඩු වන අතර සම්පීඩ්‍යතා සාධකය 1 ට වඩා අඩු ($Z < 1$) වේ. ප්‍රමාණවත් තරම් වැඩි පීඩනවල දී අණු එකිනෙකට ළං වන නිසා වායු අණුවල පරිමාව, ඒවා ලක්ෂ්‍යයීය ස්කන්ධ ලෙස හැසිරෙන තත්ත්වයට සාපේක්ෂව ඉහළ වේ. ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී (1.7 (b) රූපය) අන්තර්අණුක ආකර්ෂණ බල අඩු වී $PV$ ගුණිතය වැඩි වීමෙන් $Z$ හි අගය 1ට වඩා වැඩි වේ ($Z > 1$). කෙසේ වුව ද ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී පරිපූර්ණ තත්ත්වයට තරමක් හෝ ළං වන බැවින් පරිපූර්ණ රේඛාවෙන් අපගමනය වන ප්‍රමාණය අඩු වේ. එම නිසා තාත්ත්වික වායුවක් පරිපූර්ණ හැසිරීම පෙන්වීම සඳහා වඩා සුදුසු තත්ත්ව වන්නේ ඉතා අඩු පීඩන සහ ඉහළ උෂ්ණත්ව වේ.

තාත්ත්වික වායුවල මේ හැසිරීම පරිපූර්ණ වායු සමඟ සංසන්දනය කළ විට, දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී හා පීඩනයක දී මේ මවුලික පරිමාවෙහි විචලන සහ සම්පීඩ්‍යතා සාධකය ($Z$) අතර සම්බන්ධතාව අවබෝධ කර ගත හැකි ය. තාත්ත්වික වායුවක මවුල එකක පරිමාව $V_{තාත්ත්වික}$ ලෙස ද පරිපූර්ණ වායුවක මවුල එකක පරිමාව $V_{පරිපූර්ණ}$ ලෙස ද උපකල්පනය කළ විට,

$$Z = \frac{V_{තාත්ත්වික}}{RT}$$ ලෙස ලිවිය හැකි ය.

වායුව එම තත්ත්ව යටතේ දී ම පරිපූර්ණව හැසිරේ නම්

$$PV_{පරිපූර්ණ} = RT$$ මඟින් (එක් මවුලයක් සඳහා)

මෙය පළමු සමීකරණයේ ආදේශයෙන්,

$$Z = \frac{V_{තාත්ත්වික}}{V_{පරිපූර්ණ}}$$

මේ අනුව සම්පීඩ්‍යතා සාධකය යනු දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී සහ පීඩනයක දී වායුවක සත්‍ය මවුලික පරිමාවත්, එය පරිපූර්ණ ලෙස හැසිරේ නම් එහි මවුලික පරිමාවත් අතර අනුපාතය වන බව අපට පෙනේ.

මේ වර්ගයේ පරීක්ෂණවලට අනුව සියලු තත්ත්ව යටතේ දී තාත්ත්වික වායු බොයිල් නියමය, චාල්ස් නියමය සහ ඇවගාඩ්රෝ නියමය සම්පූර්ණයෙන් නොපිළිපදින බව සොයා ගෙන ඇත. එම නිසා, වායූන් පරිපූර්ණ හැසිරීමෙන් අපගමනය වන්නේ ඇයි ද යන්නත් කුමන තත්ත්ව යටතේ දී වායු පරිපූර්ණ තත්ත්වයෙන් අපගමනය වේ ද යන්නත් අප අවබෝධ කර ගත යුතු ය.

පළමු ප්‍රශ්නය සඳහා අපට චාලක අණුකවාදයේ උපකල්පන යොදා ගත හැකි ය. එනම් වායු අණු අතර ආකර්ෂණ බල නොපවතින බවත් වායුව අන්තර්ගත බඳුනේ පරිමාව සමඟ සසඳන කළ වායු අණුවල පරිමාව නොගිනිය හැකි තරම් කුඩා බවත් උපකල්පනය කරන ලදී.

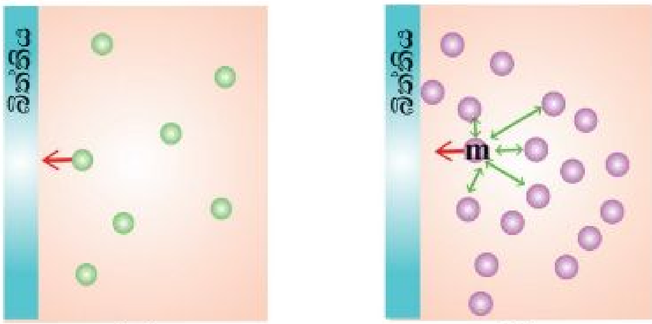
වායු අණු අතර ආකර්ෂණ බල නොපවතී නම් වායුවක් කිසිදා ද්‍රව කළ නොහැකි ය. කෙසේ

වුවත්, සිසිල් කළ විට සහ සම්පීඩනය කළ විට වායු ද්‍රව කළ හැකි බව අප දන්නා කරුණකි. වායු සිසිල් කළ විට හා සම්පීඩනය කළ විට වායු අණු එකිනෙකට ළං වී ද්‍රව බවට පත් වේ. වායු අණුවක පරිමාව නොගිණිය හැකි නම් එවිට තාත්ත්වික වායුවක් සඳහා වන පීඩනයට එදිරියෙන් හා පරිමාව අතර ප්‍රස්තාරය පරිපූර්ණ වායුවක් සඳහා වන ප්‍රස්තාරය සමඟ සමපාත විය යුතු ය. (1.7 (a) රූපයෙහි ඇතුලත වූ කුඩා රූපය මඟින් තාත්වික වායු පරිපූර්ණ තත්ත්වයෙන් අපගමනය වන ආකාරය අවබෝධ කර ගත හැකිය). නමුත් එසේ සිදු නොවන නිසා තාත්ත්වික වායු පරිපූර්ණ තත්ත්වයෙන් අපගමනය වේ.

### 1.5.1 වැන් ඩ' වාල්ස් සමීකරණය

මේ කොටස ආරම්භයේ දී, $P$, $V$, $T$ සහ $n$ යන මැනිය හැකි විචල්‍ය විවිධ තත්ත්ව යටතේ දී වායුවල හැසිරීම අවබෝධ කර ගැනීමට අවස්ථා සමීකරණය ලෙස හැඳින්වෙන පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය, $PV = nRT$ භාවිත කරන ලදි. එම පැහැදිලි කිරීම්වල දී අණු අතර පවතින අන්තර්ක්‍රියා නිසාත් වායු අණුවක සැලකිය යුතු තරම් වන පරිමාව නිසාත් තාත්ත්වික වායු පරිපූර්ණ වායු නියමයෙන් අපගමනය වන බව අවබෝධ කර ගත හැකි විය. එබැවින් තාත්ත්වික වායුවල මනිනු ලබන පීඩන හා පරිමා පරිපූර්ණ වායුවක එම අගයන්ට සමාන නොවන නිසා තාත්ත්වික වායුවල හැසිරීම විස්තර කිරීමට වෙනත් ආකාරයක අවස්ථා සමීකරණයක් අවශ්‍ය වේ. ඕලන්ද ජාතික භෞතික විද්‍යාඥයකු වූ **ජේ. ඩී. වැන් ඩ' වාල්ස්** විසින් සත්‍ය වායුවක පරිමාව සහ පීඩනය, පරිපූර්ණ වායුවක පරිමාව හා පීඩනයට සම්බන්ධ කරන පහත යෝජනා සිදු කරන ලදි.

ඉහළ පීඩනවල දී වායු අණු එකිනෙකට ඉතා ළං වන අතර අණුක අන්තර් ක්‍රියා ඇති වීමට පටන් ගනී. එබැවින් ඉහළ පීඩනයක දී, මේ අන්තර්-අණුක ආකර්ෂණ බල හේතුවෙන් (1.8 රූපයෙන් පරිපූර්ණ වායුවක් සමඟ සංසන්දනය කර එම හැසිරීම කටුසටහන් කර ඇත) වායු අණු බඳුනේ බිත්තිය සමඟ ගැටීමේ දී අනෙක් වායු අණු විසින් ආපසු අදිනු ලබන බැවින් බඳුනේ බිත්තිය සමඟ ඉතා තදින් සංඝට්ටනය නො වේ. බඳුනේ බිත්තිය මත අණු මඟින් ඇති කරන පීඩනයට මෙය බලපායි. එබැවින් එක ම තත්ත්ව යටතේ දී තාත්ත්වික වායුවක් මඟින් ඇති කරන පීඩනය පරිපූර්ණ වායුවකින් ඇති කරන පීඩනයට වඩා අඩු වේ.




(a) (b)

**1.8** රූපය (a) පරිපූර්ණ වායු අණුවල (b) තාත්ත්වික වායු අණුවල සංඝට්ටන නිසා බිත්තිය මත ඇති වන බලපෑම සංසන්දනය.

ඉහත රූපයේ පෙන්වා දී ඇති පරිදි තාත්ත්වික වායුවක පීඩනය අඩුවීම අන්තර්අණුක ආකර්ෂණ හේතුවෙන් සිදු වේ. යම් කිසි කාලයක දී බිත්තිය සමඟ ඇති වන සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව වායුවේ ඝනත්වයට සමානුපාතික වේ. එම නිසා පීඩනය සඳහා යොදනු ලබන ශෝධනය, වායු ප්‍රමාණයෙහි වර්ගයට සමානුපාතික වන අතර පරිමාවේ වර්ගයට ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතික වේ. මේ නිසා ශෝධනය, $\frac{an^2}{V^2}$ ලෙස ලිවිය හැකි ය. මෙහි a යන නියතය ආකර්ෂණ බලවල අගයට සම්බන්ධතාවක් දක්වන අතර, උෂ්ණත්වයෙන් හා පීඩනයෙන් ස්වායත්ත වේ. $n$ හා $V$ යනු පිළිවෙළින් වායු මවුල ප්‍රමාණය සහ භාජනයේ පරිමාව වේ. එම නිසා මේ තත්ත්ව යටතේ දී පද්ධතියේ පීඩනය පහත ප්‍රකාශනයෙන් ලබා දෙයි.

$$P_{පරිපූර්ණ} = P_{තාත්වික} + \frac{an^2}{V^2}$$

ඉහළ පීඩනයේ දී, වායු අණු එකිනෙකට ළං වී පවතින නිසා අන්තර්අණුක විකර්ෂණ වඩා ප්‍රමුඛ වේ. මේ විකර්ෂණ බල බලපෑම් අවම කර ගැනීමට අණු කුඩා ගෝල ලෙස හැසිරෙන අතර, එමගින් වායු අණු සැලකිය යුතු පරිමාවක් අත් කර ගනී. එවිට පරිපූර්ණ පරිමාව, මනිනු ලබන පරිමාවට වඩා අඩු වේ. එසේ වන්නේ $V$ පරිමාවක චලනය වීමට දැන් බාධා ඇති වන බැවින් අණුක චලිතය සිදු වන සඵල පරිමාව,

$(V - nb)$ වන බැවිනි.

මෙහි $nb$ යනු ආසන්න වශයෙන් වායු අණු අත් කර ගන්නා මුළු පරිමාව වන අතර, $b$ යනු නියතයක් වේ ( අණුවක පරිමාව). පීඩනය සහ පරිමාව සඳහා ශෝධන යෙදූ විට $PV = nRT$ සමීකරණය

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

ලෙස නැවත ලිවිය හැකි ය.

මෙය **වැන් ඩ' වාල්ස් සමීකරණය** ලෙස හැඳින්වෙන අතර, $a$ සහ $b$ යනු **වැන් ඩ' වාල්ස් නියත** වේ. අප එම සමීකරණය තාත්වික වායු මවුලයක් සඳහා ලියූ විට පහත දැක්වෙන ආකාර වේ.

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

### 1.5.2 අවධි උෂ්ණත්වය සහ වායු ද්‍රව කිරීම

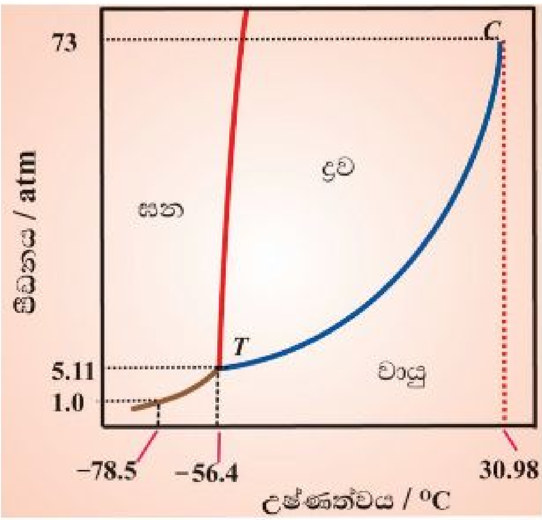
මේ පරිච්ඡේදය ආරම්භයේ දී යම් භෞතික අවස්ථාවක් පවත්වා ගැනීම සඳහා අන්තර්අණුක බලවල විශාලත්වයෙහි වැදගත්කම සාකච්ඡා කළෙමු. අන්තර්අණුක දුර අවශ්‍ය පරිදි වෙනස් කෙරෙන සේ තාපය සැපයීමෙන් හෝ සිසිල් කිරීමෙන් හෝ භෞතික අවස්ථා අතර පදාර්ථයේ අන්තර්-පරිවර්තනය කල හැකි වේ.

නිදසුනක් ලෙසඃ සිසිල් කිරීමෙන් සහ සම්පීඩනය කිරීමෙන් පමණක් වායුවක් ද්‍රව කළ හැකි යැයි අපට සිතිය හැක. එය යම්තාක් දුරකට සත්‍ය වුව ද, ඒවායේ කලාප වෙනසට අනුව සත්‍ය වායුවල හැසිරීම පිළිබඳ තවත් කරුණු අපට අවශ්‍ය වේ.

**සටහන:** මේ පිළිබඳ වැඩි විස්තර සහිතව 12 වන ඒකකයේ දී සාකච්ඡා කරනු ලබන අතර, මෙහි දී වායු ද්‍රව කිරීමට අවශ්‍ය තත්ත්ව පිළිබඳ මූලික කරුණු පමණක් සාකච්ඡා කිරීම වැදගත් වේ.

නිදසුනක් ලෙසඃ පීඩනය, උෂ්ණත්වය සහ පරිමාව අතර සම්බන්ධතා පිළිබඳ මෙවැනි ආකාරයේ කරුණු පැහැදිලි කිරීමට කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ($CO_2$) භාවිත කළ හැකි ය. එයට හේතුව පීඩනය සහ උෂ්ණත්වය වෙනස් කිරීමෙන් කාබන් ඩයොක්සයිඩ්වලට වායුවක්, ද්‍රවයක් මෙන් ම ඝනයක් ලෙස ද හැසිරිය හැකි වීම ය.

ඉහළ උෂ්ණත්ව පරිපූර්ණ තත්ත්වයට හිතකර වන අතර, ඉතා ඉහළ පීඩනවල දී පවා වායුවක් ද්‍රව කළ නොහැකි ය. කාබන්ඩයොක්සයිඩ් සැලකූ විට, ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී $CO_2$ වායුවක් ලෙස පවතින අතර, පීඩනය 73 atmට වඩා අඩු කළ විට 30.98 °C (304.2 K) දී ද්‍රව වීමට පටන් ගනී. 30.98 °C උෂ්ණත්වය $CO_2$හි අවධි උෂ්ණත්වය ($T_c$) ලෙස හැඳින්වේ. මෙය කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ද්‍රව ලෙස පවතින උපරිම උෂ්ණත්වය වන අතර, ඊට ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී එය වායුවක් ලෙස පමණක් පවතී. කොතරම් පීඩනය වැඩි කළ ද, යම් ද්‍රව්‍යයක වාෂ්පය ද්‍රව කළ නොහැකි උපරිම උෂ්ණත්වය එම ද්‍රව්‍යයේ **අවධි උෂ්ණත්වය** ලෙස අර්ථ දැක්වේ. අවධි උෂ්ණත්වයේ දී වාෂ්පයක් ද්‍රව කිරීමට අවශ්‍ය පීඩනය එම ද්‍රව්‍යයේ **අවධි පීඩනය** ලෙස හැඳින්වේ.




1.9 රූපය $CO_2$ වල කලාප සටහන

**1.3** වගුව සමීකරණ සාරාංශය

| වායු නියමය | සමීකරණය | නියත ව පවතින සාධක |
|---|---|---|
| පරිපූර්ණ වායු නියමය | $PV = nRT$ | නැත |
| බොයිල් නියමය | $P = \frac{k}{V}$ | $n$ සහ $T$ |
| චාල්ස් නියමය | $V = kT$ | $n$ සහ $P$ |
| ඇවගාඩ්රෝ නියමය | $V_A = V_B$ විට $N_A = N_B$ | $P$ සහ $T$ |
| අණුක චාලක සමීකරණය | $PV = \frac{1}{3}\, mN\overline{c^2}$ | |
| සාමාන්‍ය වේගය | $\bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + \cdots c_N}{N}$ | |
| වර්ග මධ්‍යන්‍ය වේගය | $\overline{c^2} = \frac{(c_1{}^2 + c_2{}^2 + c_3{}^2 \ldots . + c_N{}^2)}{N}$ | |
| වර්ග මධ්‍යන්‍ය වේගය | $\overline{c^2} = \frac{3RT}{M}$ | |
| ඩෝල්ටන්ගේ ආංශික පීඩන නියමය | $P_A = x_A P_T$<br>$P_T = P_A + P_B + P_C$ | |
| සම්පීඩ්‍යතා සාධකය | $z = \frac{PV}{RT}$ | වායු මවුල 1ක් සඳහා |
| වැන් ඩ'වාල්ස් සමීකරණය | $\left(P + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$ | |