වායු පිළිබඳ චාලක අණුක වාදය

❖ වායු සම්බන්ධ නියම මගින් විවිධ තත්ත්ව යටතේ දී ඒවායේ හැසිරීම් පිළිබඳව අවබෝධයක් ලැබුව ද අණුක මට්ටමින් එම හැසිරීම් පැහැදිලි කිරීමට චාලක අණුක වාදය නම් සිද්ධාන්තය භාවිත කෙරේ.

❖ පරිපූර්ණ වායුවක් සඳහා චාලක අණුක වාදයෙහි උපකල්පන කිහිපයකි.

- පුළුල්ව පැතුරුණු ඉතා කුඩා (ලක්ෂීය) අංශු රාශියකින් වායුවක් සමන්විත වේ. එනම් පැතුරුණු පරිමාවට සාපේක්ෂව අංශුවක සත්‍ය පරිමාව ඉතා කුඩාය. එමගින් වායුවල ඉහළ සම්පීඩ්‍යතාව පිළිබිඹු වේ.
- සංඝට්ටන ඇති වන තුරු සෑම වායු අණුවක්ම අහඹු ලෙස ඕනෑම දිශාවකට සරල රේඛීයව චලනය වේ. වායු අණුවලට විවිධ වේග පවතී.
- වායු අණු එකිනෙක සමඟ හෝ භාජනයේ බිත්තිය සමඟ ඇති වන සංඝට්ටන පූර්ණ ප්‍රත්‍යාස්ථ වේ. එනම් අණුවල චාලක ශක්තිය වෙනස් වීමකට හෝ අණු අතර සංක්‍රමණය වීමකට ලක් වූව ද සමස්ථ ශක්තිය නියතව පවතී.
- වායු අණුවල මධ්‍යන්‍ය චාලක ශක්තිය නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වය මත පමණක් රඳා පවතී. එනම් උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට අණුවල චාලක ශක්තිය වැඩි වේ. $\overline{KE} \propto T$
- වායු අංශු එකිනෙකින් ස්වායක්තව හැසිරේ. එනම් අණු අතර ආකර්ෂණ හෝ විකර්ෂණ බල නොමැත.
- වායු අණු බඳුනේ බිත්තිය සමඟ ඇති කරන සියලු සංඝට්ටනවල එකතුව නිසා වායුවක් මගින් පීඩනයක් ඇති වේ.

❖ චාලක අණුක වාදයේ සමීකරණය ඇසුරින් අණුක චලිතය හා පීඩනය අතර සම්බන්ධතාවය නිරූපණය කෙරෙන අතර එය අනුලෝම සම්බන්ධතාවයකි.

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

$\overline{c^2}$ = අණුවල වර්ග මධ්‍යන්‍ය වේගය
N = වායු අණු ගණන
m = වායු අණුවක ස්කන්ධය
P = වායු පීඩනය
V = වායු පරිමාව

❖ නියත උෂ්ණත්වයේ දී නිත්‍ය පරිමාවක් ඇති බඳුනක අඩංගු වායු අණු N සංඛ්‍යාවක් සම්බන්ධයෙන් මධ්‍යන්‍ය වේගය, වර්ග මධ්‍යන්‍ය වේගය හා වර්ග/මධ්‍යන්‍ය මූල වේගය පහත ආකාරයෙන් ඉදිරිපත් කළ හැක.

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

වර්ග මධ්‍යන්‍ය වේගය $\overline{c^2} = \dfrac{(C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 + \dots\dots + C_N^2)}{N}$

වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේගය $\sqrt{\overline{C^2}} = V_{rms}$ → *root mean square*

❖ වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේගය වායු අණුවල වේගය ප්‍රකාශ කෙරෙන ආකාරයක් වන අතර එම අගය වායු අණුවල මධ්‍යන්‍ය වේගයට සමාන නොවේ.

❖ වර්ග මධ්‍යන්‍ය වේගය, $\overline{c^2}$ උෂ්ණත්වය මත රඳා පවතින බව පහත ව්‍යුත්පන්නයෙන් පිළිබිඹු වේ.

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

$N = n\ N_A$ නිසා

(N_A යනු ඇවගාඩ්රෝ නියතය වන අතර n යනු මවුල ප්‍රමාණයයි)

$PV = \frac{1}{3} mn\ N_A\ \overline{c^2}$ $\qquad M = mN_A$ නිසා (M යනු මවුලික ස්කන්ධය)

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

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

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

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

❖ ඉහත ප්‍රතිඵලය අනුසාරයෙන් වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේගය පහත අයුරින් නිරූපණය කළ හැකිය.

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

❖ ඉහත සමීකරණවලින් පැහැදිලි වනුයේ නියත උෂ්ණත්වයක දී යම් වායු අණු මවුලයක වර්ග මධ්‍යන්‍ය වේගය හෝ වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේගය වායුවේ මවුලික ස්කන්ධය මත රඳා පවතින බවයි.
❖ එනම් සැහැල්ලු වායු වේගයෙන් චලනය වන බවත් (එනම් වැඩි විසරණයකින් යුක්ත බව) බරින් වැඩි වායු සෙමින් චලනය වන බවත් (එනම් අඩු විසරණයකින් යුක්ත බව) එමගින් පෙන්වා දිය හැකිය.
❖ මෙලෙස වායුවල චලන වේග වෙනස් වීම හේතුවෙන් නියත උෂ්ණත්වයක පවතින විවිධ වායුවල මධ්‍යන්‍ය චාලක ශක්තිය එකම අගයකින් යුක්ත බව පහත සමීකරණයෙන් පැහැදිලි වේ.

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

❖ මේ අනුව චාලක ශක්තිය උෂ්ණත්වය මත රඳා පවතින බව පැහැදිලි වන අතර එය අණුක චාලක සමීකරණය හා පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය ඇසුරින් සාධනය කළ හැකිය.

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

2 න් ගුණ කර 2 න් බෙදා සමීකරණය ප්‍රතිසංවිධානය කළ විට,

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

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

$$\left(\frac{1}{2} m\overline{c^2}\right) = \frac{3}{2}\left(\frac{nR}{N}\right) T \qquad N = n\, N_A \text{ නිසා}$$

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

$\frac{1}{2} m\overline{c^2}$ යනු චාලක ශක්තිය (KE) $\qquad$ k_B යනු බෝල්ට්ස්මාන් නියතය

අණුවක් සඳහා, $\boxed{KE = \frac{3}{2} k_B T}$

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

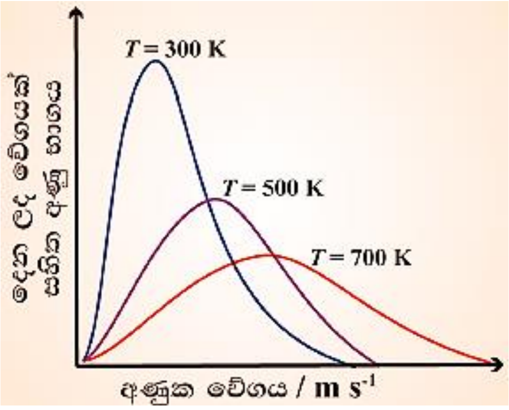
$$KE = \frac{3}{2}\left(\frac{R}{N_A}\right) T\, N_A$$

මවුලයක් සඳහා, $\boxed{KE = \frac{3}{2} RT}$

M.D. නෙල්කා මනෝරි (රසායන විද්‍යා ගුරු)
මිනු/ නාලන්දා බාලිකා ම.ම.වි.

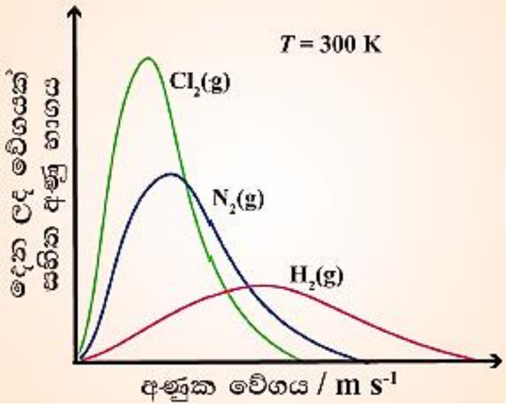
<u>මැක්ස්වෙල් - බෝල්ට්ස්මාන් ව්‍යාප්තිය</u>

- යම් නියත උෂ්ණත්වයක දී වායු නිදර්ශකයක මධ්‍යන්‍ය චාලක ශක්තිය නියතයක් වුව ද අණු අතර සිදු වන ඝට්ටන හේතුවෙන් ශක්ති හුවමාරු වීම් සිදු වන හෙයින් අණුවල වේගයන් ඉතා කුඩා අගයන්ගේ සිට ඉතා විශාල අගයන් දක්වා ව්‍යාප්ත වී පවතී.
- එබැවින් වායු අණුවල වේග පිළිබඳව පැහැදිලි කිරීමට මැක්ස්වෙල් හා බෝල්ට්ස්මාන් විසින් වේග ව්‍යාප්තිය ඉදිරිපත් කරන ලදී.
- වේග ව්‍යාප්තිය යනු අණුක වේගය හා දෙන ලද වේගයක ඇති අණු භාගය අතර අඳින ලද වක්‍ර ප්‍රස්තාරයකි.
- අණු භාගය ලෙස හඳුන්වනුයේ වායු නිදර්ශකයේ යම් වේගයක් සහිත අණු සංඛ්‍යාව මුළු අණු සංඛ්‍යාවට දරණ අනුපාතය යි.
- මෙම වේග ව්‍යාප්ති වක්‍රයකින් විස්තර කෙරෙන කරුණු පහත දැක්වේ.
    - වේගය ශුන්‍ය වන අණු භාගය ද ශුන්‍ය වේ. එනම් චලනය නොවන අණු නැත.
    - නිදර්ශකයේ වැඩිම අණු භාගයකට ඇත්තේ මධ්‍යන්‍යය වේගයකි. එය **උපරිම සම්භාව්‍යතා වේගය** නම් වේ.
    - වායු නිදර්ශකයේ අවම වේගය සහිත අණු භාගය මෙන්ම උපරිම වේගය සහිත අණු භාගය අවම වේ.
- නියත අණු සංඛ්‍යාවක් පවතින වායු නිදර්ශකයක උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට වේග ව්‍යාප්ති වක්‍රය වෙනස් වන ආකාරය පහත නිරූපණය කෙරේ.



- උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට අණුවල උපරිම සම්භාව්‍යතා වේගය වැඩි වේ.
- නියත අණු සංඛ්‍යාවක් පැවතීම හේතුවෙන් අණු භාගය අඩු වේ.

- යම් නිශ්චිත උෂ්ණත්වයක ඇති නියත අණු සංඛ්‍යාවකින් යුක්ත විවිධ වායු නිදර්ශකවල වේග ව්‍යාප්ති වක්‍ර වෙනස් වන ආකාරය පහත නිරූපණය කෙරේ.



- වායුවල අණුක ස්කන්ධය මත අණුවල වේගය තීරණය වේ.
- සැහැල්ලු අණු වේගයෙන් චලනය වන නිසා වායුවල මවුලික ස්කන්ධය අඩු වන විට අණුවල උපරිම සම්භාව්‍යතා වේගය වැඩි වේ.
- නියත අණු සංඛ්‍යාවක් පැවතීම හේතුවෙන් අණු භාගය අඩු වේ.

<u>**අභ්‍යාසය:**</u>

01. උෂ්ණත්වය 227 ^{0}C දී He වායුවේ වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේගය ගණනය කරන්න. (He = 4 gmol^{-1})
    (පිළිතුර = 1765 ms^{-1})
02. උෂ්ණත්වය 127 ^{0}C දී මවුලික ස්කන්ධය 50 gmol^{-1} වන පරිපූර්ණ වායුවක වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේගය ගණනය කරන්න. (පිළිතුර = 446.7 ms^{-1})

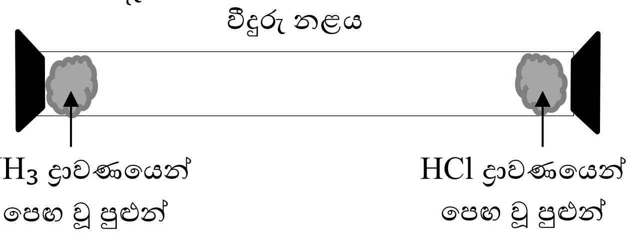
03. පරිපූර්ණ වායුවල මධ්‍යන්‍ය වේගය 27 ^oC දී අගයෙන් 50% ක් වැඩි වන්නේ කවර උෂ්ණත්වයක දී දැයි ගණනය කරන්න. (පිළිතුර = 675 K/ 402 ^oC)

04. පරිපූර්ණ වායුවල මධ්‍යන්‍ය වේගය 127 ^oC දී අගයෙන් 25% ක් අඩු වන්නේ කවර උෂ්ණත්වයක දී දැයි ගණනය කරන්න. (පිළිතුර = 225 K/ - 48 ^oC)

05. 25 ^oC දී H_2 හා N_2 වල වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේග ගණනය කර එමගින් සනාථ කළ හැකි නිගමනය කුමක් දැයි දක්වන්න. (H_2 = 2 $gmol^{-1}$, N_2 = 28 $gmol^{-1}$)

(පිළිතුර = H_2 වේගය 1927.8 ms^{-1} හා N_2 වේගය 515.2 ms^{-1})

06. වායුවක විසරණ සීඝ්‍රතාවය (චලනය) කෙරෙහි මවුලික ස්කන්ධය බලපාන ආකාරය ආදර්ශනය කිරීමට සැකසූ පරීක්ෂණ ඇටවුමක් පහත දැක්වේ.



i. නළය තුළ සෑදෙන NH_4Cl සුදු දුමාරය පවතින ස්ථානය සළකුණු කරන්න.
ii. එයට හේතුව පහදන්න.
iii. ඉහත සාධකයට අමතරව වායුවක විසරණ සීඝ්‍රතාවයට බලපාන වෙනත් සාධක 3ක් සඳහන් කරන්න.