

יסודות הכימיה 124114

דף עזר: גזים

עקרון אבוגדרו: בתנאי לחץ וטמפרטורה שווים, נפחים שווים של גזים מכילים אותו מספר מולקולות.

גזים אידיאליים:

משוואת המצב של הגזים האידיאליים:

$$PV = nRT$$

כאשר:

$P[atm]$ - לחץ.

$V[L]$ - נפח.

$T[K]$ - טמפרטורה.

$n[mol]$ - מספר מולים.

$$R\left[\frac{L \times atm}{K \times mol}\right] = 0.082 \frac{L \times atm}{K \times mol} \text{ - קבוע הגזים.}$$

$$P = \frac{\rho}{M_w} RT \quad \text{ו-}$$

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

צורות נוספות למשוואת הגזים:

כאשר:

$m[g]$ - משקל החומר.

$M_w[g/mol]$ - מסה מולקולרית.

$\rho[g/L]$ - צפיפות.

מודל הגזים האידיאליים מבוסס על ההנחות הבאות:

- (1) הגז מורכב ממספר רב מספיק של חלקיקים כך שניתן לבצע מיצוע סטטיסטי.
- (2) הנפח העצמי של החלקיקים קטן יחסית למרחקים ביניהם ולכן ניתן להזניחו. מכאן שהחלקיקים נעים בכל הנפח.
- (3) תנועת החלקיקים אקראית ואין אינטראקציה הדדית.
- (4) ההתנגשויות בין החלקיקים לבין עצמם ולבין קירות הכלי הינן אלסטיות $\Leftarrow$ שימור אנרגיה ותנע.

תנאי תקן S.T.P: $T = 273K, P = 1atm$

בתנאי S.T.P מול אחד של גז אידיאלי כלשהו תופס נפח של 22.41 L.

לחץ חלקי : הלחץ של הגז אילו הוא היה לבדו בכלי.

חוק הלחצים החלקיים של דלתון : הלחץ הכללי בכלי הוא סכום הלחצים החלקיים של כל הגזים הנמצאים בכלי.

$$P_{total} = \sum_{i=1}^n P_i$$

כאשר :

n - מספר הגזים בכלי.

P_i - הלחץ החלקי של גז i .

P_{total} - הלחץ הכללי בכלי.

החלק שכל גז תורם לתערובת נקרא שבר לחצים = שבר מולים.

$$\frac{P_i}{P_{total}} = \frac{n_i}{n_{total}} = \chi_i$$

כאשר :

χ_i - שבר המולים של גז i .

P_i - הלחץ החלקי של גז i .

n_i - מספר המולים של גז i .

P_{total} - הלחץ הכללי בכלי.

n_{total} - מספר המולים הכללי בכלי.

גזים ראליים :

משוואת ואן-דר-ולס :

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

כאשר :

$P [atm]$ - לחץ.

$V [L]$ - נפח.

$T [K]$ - טמפרטורה.

$n [mol]$ - מספר מולים.

$$R \left[\frac{L \times atm}{K \times mol} \right] = 0.082 \frac{L \times atm}{K \times mol}$$

$$a \left[\frac{L^2 \times atm}{mol^2} \right] - \text{תיקון לאינטראקציות בין חלקיקי הגז.}$$

$$b \left[\frac{L}{mol} \right] - \text{הנפח העצמי של מול חלקיקי גז (נקרא גם הנפח האסור).}$$

התורה הקינטית של הגזים :

לשני גזים באותם תנאי לחץ וטמפרטורה אנרגיה קינטית שווה : $Ek_1 = Ek_2$ כלומר :

$$\frac{1}{2} m_1 U_{RMS1}^2 = \frac{1}{2} m_2 U_{RMS2}^2$$

כאשר :

$$U_{RMS} \left[\frac{m}{sec} \right] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N U_i^2}{N}}$$

. מהירות ממוצעת .
 $m [g]$ - מסה.

$$Ek = \frac{3}{2} RT = \frac{1}{2} Mw U_{RMS}^2$$

האנרגיה הקינטית של מול אחד של גזים :

כאשר :

$Ek [J]$ - אנרגיה קינטית.

$$R \left[\frac{J}{K \times mol} \right] = 8.3145 \frac{J}{K \times mol}$$

. קבוע הגזים.

$T [K]$ - טמפרטורה.

$Mw \left[\frac{g}{mol} \right]$ - מסה מולקולרית.

$U_{RMS} \left[\frac{m}{sec} \right]$ - מהירות ממוצעת.

$$Ek = \frac{3}{2} K_B T = \frac{1}{2} Mw U_{RMS}^2$$

האנרגיה הקינטית של מולקולה אחת של גז :

כאשר :

$Ek [J]$ - אנרגיה קינטית.

$$K_B \left[\frac{J}{K \times molecule} \right] = \frac{R}{N_A} = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K \times molecule}$$

. קבוע בולצמן - קבוע הגזים למולקולה בודדת.

$T [K]$ - טמפרטורה.

$Mw \left[\frac{g}{mol} \right]$ - מסה מולקולרית.

$U_{RMS} \left[\frac{m}{sec} \right]$ - מהירות ממוצעת.

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{3RT}{Mw}} = \sqrt{\frac{3K_B T}{m}}$$

מהירות ממוצעת :

כאשר :

$$U_{RMS} [m/sec] \text{ - מהירות ממוצעת}$$

$$R [\frac{J}{K \times mol}] \text{ - קבוע הגזים.}$$

$$K_B [\frac{J}{K \times molecule}] \text{ - קבוע בולצמן - קבוע הגזים למולקולה בודדת.}$$

$$T [K] \text{ - טמפרטורה.}$$

$$M_w [Kg/mol] \text{ - מסה מולקולרית.}$$

$$m [Kg] \text{ - מסה של מולקולה אחת.}$$

חוק גרהם: בטמפרטורה ובלחץ קבועים, מהירויות האפוזיה של גזים שונים משתנות ביחס הפוך לשורש הריבועי של הצפיפויות או המשקלים המולקולריים:

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{M_{w_2}}{M_{w_1}}}$$

כאשר:

$$V [m/sec] \text{ - מהירות האפוזיה.}$$

$$M_w [g/mol] \text{ - משקל מולקולרי.}$$

$$\rho [g/L] \text{ - צפיפות.}$$

יחידות:

$$P \Rightarrow 1atm = 760mmHg = 760Torr = 1.013bar = 101325Pa$$

$$V \Rightarrow 1l = 1000ml = 1000cm^3$$

$$T \Rightarrow 273K = 0^\circ C \quad T[K] = 273 + T[^\circ C]$$

$$R = 0.082 \frac{liter \times atm}{mole \times K} = 82.1 \frac{cm^3 \times atm}{mole \times K} = 8.31 \cdot 10^7 \frac{erg}{mole \times K} = 1.98 \frac{cal}{mole \times K} = 8.3145 \frac{joul}{mole \times K} = 62.33 \frac{lit \times mmHg}{mole \times K}$$