

1. Sejumlah gas ideal bertekanan P dipanaskan dari 27°C menjadi 54°C . Jika volumenya naik menjadi dua kali, maka tekanannya menjadi...

Jawab:

$$\begin{aligned}\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} &= \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \\ \frac{(P_1) \cdot (V)}{(27 + 273)\text{K}} &= \frac{(P_2) \cdot (2V)}{(54 + 273)\text{K}} \\ \frac{P_1}{300} &= \frac{2P_2}{327} \\ (300)(2P_2) &= 327P_1 \\ P_2 &= \frac{327}{600}P_1 \Rightarrow 0,545P_1\end{aligned}$$

2. Gas H_2 yang berada pada sebuah tabung bertekanan 3 atm mempunyai volume 2L . Tabung diletakkan dalam ruangan yang bersuhu 97°C . Jumlah partikel H_2 yaitu ... molekul.

Jawab:

Cara I:

$$\begin{aligned}PV &= NkT \\ N &= \frac{PV}{kT} \\ N &= \frac{\left(3 \text{ atm} \times \frac{1,013 \times 10^5 \text{ Pa}}{\text{atm}}\right) (2 \times 10^{-3} \text{ m}^3)}{(1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K})(370 \text{ K})} \\ N &= 1,1903 \times 10^{23} \text{ molekul} \\ N &\approx 1,19 \times 10^{23} \text{ molekul}\end{aligned}$$

Cara II:

$$\begin{aligned}PV &= nRT \\ n &= \frac{PV}{RT} \\ n &= \frac{\left(3 \text{ atm} \times \frac{1,013 \times 10^5 \text{ Pa}}{\text{atm}}\right) (2 \times 10^{-3} \text{ m}^3)}{(8,314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)})(370 \text{ K})} \\ n &= 0,1976 \text{ mol} \\ N &= n \times N_A \\ N &= (0,1976 \text{ mol}) \left(\frac{6,022 \times 10^{23} \text{ molekul}}{\text{mol}}\right) \\ N &= 1,1899 \times 10^{23} \text{ molekul} \\ N &\approx 1,19 \times 10^{23} \text{ molekul}\end{aligned}$$

3. Massa jenis gas ideal pada suhu mutlak T_1 dan tekanan P_1 sebesar 20 gram/cm^3 . Jika tekanan dijadikan 3 kalinya dan suhunya menjadi $\frac{4}{5}T$, massa jenis gas menjadi ... gram/cm^3

Jawab:

Catatan. Turunan $PV = nRT$ dalam ρ (massa jenis):

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{M}{V} \\ V &= \frac{M}{\rho} \\ PV &= nRT \\ P \frac{M}{\rho} &= nRT \\ P \frac{\cancel{M}}{\rho} &= \frac{\cancel{M}}{M_r} RT \\ \frac{P}{\rho} &= \frac{RT}{M_r} \\ P \cdot M_r &= \rho RT\end{aligned}$$

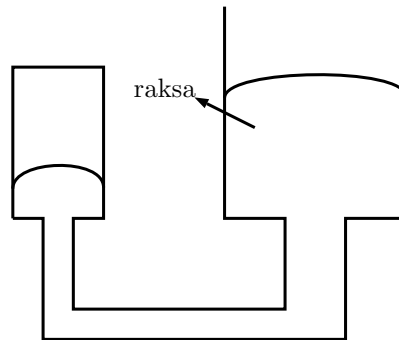
Cara I:

$$\begin{aligned}\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} &= \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \\ \cancel{(R)} \cdot \frac{\cancel{M}}{\rho_1} &= \frac{\cancel{3R} \cdot \frac{\cancel{M}}{\rho_2}}{\frac{4}{5}\cancel{T}} \Rightarrow \frac{1}{\rho_1} = \frac{3}{\rho_2} \div \frac{4}{5} \\ \frac{1}{\rho_1} &= \frac{3}{\rho_2} \cdot \frac{5}{4} \\ \frac{1}{20 \text{ gr/cm}^3} &= \frac{15}{\rho_2 \cdot 4} \\ \rho_2 &= (5 \text{ gr/cm}^3)(15) \\ \rho_2 &= 75 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

Cara II:

$$\begin{aligned}\frac{P_1 \cdot \cancel{M_r}}{P_2 \cdot \cancel{M_r}} &= \frac{\rho_1 \cancel{RT_1}}{\rho_2 \cancel{RT_2}} \Rightarrow \frac{(\cancel{P})}{(3\cancel{P})} = \frac{(20 \text{ gr/cm}^3)(\cancel{T})}{(\rho_2 \frac{4}{5}\cancel{T})} \\ \frac{4}{5}\rho_2 &= \cancel{60} \cdot \frac{15}{\cancel{4}} \text{ gr/cm}^3 \\ \rho_2 &= 75 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

Gambar soal no.4



4. Seorang siswa ingin menerapkan hukum Boyle untuk menemukan tekanan udara luar. Ia menggunakan peralatan seperti pada gambar. Ia mendapatkan bahwa ketika $h = 50\text{mm}$, $V = 18\text{cm}^3$ dan $h = 150\text{mm}$, $V = 16\text{cm}^3$. Berapakah tekanan udara luar di tempat siswa itu melakukan percobaan?

Jawab:

$$\begin{aligned}
 P_1 \cdot V_1 &= P_2 \cdot V_2 \\
 (P + 50\text{mmHg}) \cdot (18\text{ cm}^3) &= (P + 150\text{mmHg}) \cdot (16\text{ cm}^3) \\
 9P + 450\text{mmHg} &= 8P + 1200\text{mmHg} \\
 P &= 750\text{mmHg} \Rightarrow 0,9868\text{ atm}
 \end{aligned}$$

5. Sebuah tabung yang volumenya 1 L mempunyai lubang yang memungkinkan udara keluar dari tabung. Mula mula suhu udara dalam tabung 27°C . Tabung dipanaskan hingga suhunya 127°C . Hitung perbandingan antara massa gas yang keluar dari tabung dan massa awalnya!

Jawab:

Anggap nilai PV adalah konstan (tidak berubah), maka terjadi hubungan:

$$\begin{aligned}
 \frac{PV}{PV} &= \frac{n_1 RT_1}{n_2 RT_2} \\
 n_1 \cdot T_1 &= n_2 \cdot T_2 \\
 \frac{M_1}{M_r} \cdot (300\text{K}) &= \frac{M_2}{M_r} \cdot (400\text{K}) \\
 3M_1 &= 4M_2 \\
 M_2 &= \frac{3}{4}M_1 \Rightarrow \Delta M = \frac{1}{4}M_1
 \end{aligned}$$

6. 20,78 L gas argon berada pada suhu 27°C dan tekanan atmosfer 1 atm. Tentukan banyaknya mol gas argon tersebut!

Jawab:

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{\left(1 \text{ atm} \cdot \frac{1,013 \times 10^5 \text{ Pa}}{\text{atm}}\right) (20,78 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3)}{(8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}))(300 \text{ K})}$$

$$n = 0,0843 \text{ mol} \quad \textbf{Perhatikan satuan.}$$

7. Sejumlah gas dengan suhu awal 47°C mempunyai energi kinetik sebesar E_k . Jika energi partikel gas tersebut menjadi $\frac{3}{2}$ kalinya, maka berapa besar suhu gas harus dinaikkan?

Jawab:

$$E_k = \frac{3}{2}kT$$

$$\frac{3}{2}E_k = \frac{3}{2}k \times \left(\frac{3}{2}T\right)$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2}T \Rightarrow \frac{3}{2}(320 \text{ K}) \Rightarrow 480 \text{ K}$$

8. Sebuah tangki dengan volume 20 L terdapat suatu gas bermassa $5,31 \times 10^{-26} \text{ kg}$. Saat suhunya 27°C , tekanan gas tersebut sebesar 10 atm. Tentukan kecepatan efektif gas tersebut!

Jawab:

Catatan. Turunan v_{rms} dalam RT:

$$\sqrt{\frac{3kT}{m}} \Rightarrow \sqrt{\frac{3PV}{Nm}} \Rightarrow \sqrt{\frac{3nRT}{Nm}} \Rightarrow \sqrt{3 \frac{\frac{M}{M_r} RT}{M}} \Rightarrow \sqrt{\frac{3RT}{M_r}}$$

Mulai dari $PV = nRT$ kemudian turunkan rumus ke, atau langsung pakai $PM_r = \rho RT$

untuk turunkan rumus v_{rms} menurut P dan ρ , atau langsung pakai: $\sqrt{\frac{3P}{\rho}}$

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

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

$$PV = nRT$$

$$P \frac{M}{\rho} = nRT$$

$$P \frac{\cancel{M}}{\rho} = \frac{\cancel{M}}{M_r} RT$$

$$\frac{P}{\rho} = \frac{RT}{M_r}$$

$$P \cdot M_r = \rho RT$$

$$M_r = \frac{\rho RT}{P}$$

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M_r}}$$

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{\frac{\rho RT}{P}}}$$

$$v_{rms} = \sqrt{3RT \div \frac{\rho RT}{P}}$$

$$v_{rms} = \sqrt{\cancel{3RT} \times \frac{P}{\cancel{\rho RT}}}$$

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\frac{m}{V}}}$$

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3(10 \text{ atm})(1,013 \times 10^5 \text{ Pa/atm})}{\frac{5,31 \times 10^{-26} \text{ kg}}{20 \times 10^{-3} \text{ m}^3}}}$$

$$v_{rms} = 1,07 \times 10^{15} \text{ m/s}$$

9. 2 mol gas menempati ruang $24,48 dm^3$. Energi kinetik molekul gas sebesar $6 \times 10^{-21} J$. Hitunglah tekanan dalam ruangan tersebut!

Jawab:

$$E_k = \frac{3}{2}kT$$

$$T = E_k \frac{2}{3k} \Rightarrow (6 \times 10^{-21} J) \frac{2}{3(1,38 \times 10^{-23} J/K)} \Rightarrow 289,8550 K \Rightarrow 289,86 K$$

$$PV = nRT$$

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

$$P = \frac{(2 \text{ mol})(8,314 J/(mol K))(289,86 K)}{(24,48 \cdot 10^{-3} m^3)}$$

$$P = 196886,9314 Pa$$

$$P = 1,9431 atm$$

$$P \approx 1,94 atm$$

10. Berapa perbandingan kelajuan efektif gas O_2 terhadap gas N_2 pada suhu sama?

Jawab:

Catatan. Hubungan v_{rms} dengan M_r jika suhu tidak berubah:

$$\frac{v_{rms,1}}{v_{rms,2}} = \frac{\sqrt{\frac{3RT}{M_{r,1}}}}{\sqrt{\frac{3RT}{M_{r,2}}}} \Rightarrow \frac{v_{rms,1}}{v_{rms,2}} = \sqrt{\frac{M_{r,2}}{M_{r,1}}}$$

$$v_{rms,1} \sqrt{\frac{1}{M_{r,2}}} = v_{rms,2} \sqrt{\frac{1}{M_{r,1}}}$$

$$\frac{v_{rms,1}}{\sqrt{M_{r,2}}} = \frac{v_{rms,2}}{\sqrt{M_{r,1}}} \Rightarrow \frac{v_{rms,1}}{v_{rms,2}} = \frac{\sqrt{M_{r,2}}}{\sqrt{M_{r,1}}}$$

$$\frac{v_{rms,1}}{v_{rms,2}} = \frac{\sqrt{M_{r,2}}}{\sqrt{M_{r,1}}}$$

$$\frac{v_{rms,O_2}}{v_{rms,N_2}} = \frac{\sqrt{M_{r,N_2}}}{\sqrt{M_{r,O_2}}}$$

$$\frac{v_{rms,O_2}}{v_{rms,N_2}} = \frac{\sqrt{28 \text{ gram/mol}}}{\sqrt{32 \text{ gram/mol}}}$$

$$\frac{v_{rms,O_2}}{v_{rms,N_2}} = \frac{2\sqrt{7}}{4\sqrt{2}}$$

11. Tentukan energi kinetik rata rata ($\overline{E_K}$) dan energi dalam 5 mol gas ideal pada suhu $127^\circ C$ jika gas tersebut adalah:
- (a) gas monoatomik
 - (b) gas diatomik

Jawab:

a.

$$E_k = \frac{3}{2}(1,38 \times 10^{-23} J/K)(400 K)$$

$$E_k = 8,28 \times 10^{-21} J$$

$$U = \frac{3}{2}(5 mol)(8,314 J/(mol K))(400 K)$$

$$U = 24942 J$$

b.

$$E_k = \frac{5}{2}(1,38 \times 10^{-23} J/K)(400 K)$$

$$E_k = 1,38 \times 10^{-20} J$$

$$U = \frac{5}{2}(5 mol)(8,314 J/(mol K))(400 K)$$

$$U = 41538 J$$

12. Suatu gas ideal memiliki energi dalam U pada saat suhunya $27^\circ C$. Kenaikan energi dalamnya jika suhu dinaikkan menjadi $127^\circ C$ adalah...

Jawab:

Anggap nilai df tidak berubah, maka:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\cancel{df} \cdot nRT_1}{\cancel{df} \cdot nRT_2}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{300 K}{400 K}$$

$$U_2 = \frac{4}{3}U_1 \Rightarrow \Delta U = \frac{1}{3}U_1$$

13. Dua mol gas diatomik pada suhu $727^\circ C$ mempunyai energi dalam sebesar ... J

Jawab:

$$U = \frac{7}{2}(2 mol)(8,314 J/(mol \cdot K))(1000 K)$$

$$U = 58198 J$$