

1. Metana (CH_4) adalah suatu gas yang didapatkan pada beberapa planet dan ruang antarplanet. Berapakah :
- massa molekul metana.
 - massa sebuah molekul metana? ($C = 12 \text{ g/mol}$ $H = 1 \text{ g/mol}$)

Jawab:

$$a. M = 12 + (4 \times 1) = 16 \text{ g/mol}$$

$$b. M_0 = \frac{M}{N_A} = \frac{16 \text{ kg/kmol}}{6,02 \times 10^{26}} = 2,65 \times 10^{-26}$$

2. Massa sebuah molekul gas tertentu adalah $4,98 \times 10^{-23} \text{ g}$. Tentukan massa molekul gas tersebut!

Jawab: $M_0 = 4,98 \times 10^{-23} \text{ g} = 4,98 \times 10^{-26} \text{ kg}$

$$M = M_0 \cdot N_A \\ = 4,98 \times 10^{-26} \times 6,02 \times 10^{26} = 29,9 \text{ kg/kmol}$$

3. Volum air yang berada dalam sebuah gelas adalah $6,0 \times 10^{-9} \text{ m}^3$. Berapa banyak molekul air (H_2O) yang berada dalam gelas? ($H = 1 \text{ g/mol}$, $O = 16 \text{ g/mol}$)

Jawab: $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ kg/kmol}$

$$M_0 = \frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{N_A} = \frac{18}{6,02 \times 10^{26}} = 2,9 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

$$V = \frac{M_0}{P_{\text{R}_\text{O}}} = \frac{2,9 \times 10^{-26}}{10^{20}} = 2,9 \times 10^{-29}$$

$$N = \frac{V_{\text{gelas}}}{V} = \frac{6 \times 10^{-9}}{2,9 \times 10^{-29}} = 2 \times 10^{25} \text{ molekul}$$

4. Pada awal perjalanan, Pengemudi mengatur tekanan ban mobilnya, $2,81 \times 10^5 \text{ Pa}$. Suhu udara luar adalah 27°C . Pada akhir perjalanan, Pengemudi mengukur tekanan ban sebesar $3,01 \times 10^5 \text{ Pa}$. Dengan mengabaikan perubahan panas udara dalam ban pada akhir perjalanan.

Jawab:

$$T_1 = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2,81 \times 10^5}{300} = \frac{3,01 \times 10^5}{T_2} \Rightarrow T_2 = 321,35 \text{ K}$$

5. Sebuah ban sepeda memiliki volum $1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ jika drisi penuh. Silinder sebuah pompa sepeda memiliki volum kerja $9 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. Berapa kaliakah anda harus menekan pompa untuk mengisi ban sepeda dalam keadaan kosong sampai tekanan udara dalam ban menjadi $3,0 \times 10^5 \text{ Pa}$? tekanan atmosfer $10 \times 10^5 \text{ Pa}$ dan dianggap udara dipompa secara perlahan, sehingga suhunya tidak berubah.

Jawab: Pompa harus dipompa sebanyak 13 kali. ketika volume tepat mencapai $1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ (Pada saat tekanan masih $1 \times 10^5 \text{ Pa}$)

$$X = \frac{1,2 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-5}} = 13,33 \text{ kali}$$

$$PV_{\text{ban}} = P_1 V_1 + P_2 V_2$$

dengan $V_{\text{ban}} = \text{Volume udara setelah tekanan udara mencapai } 3 \times 10^5 \text{ Pa}$

$V_1 = \text{Volume ban saat tersi penuh oleh udara}$

$P_2 = \text{tekanan atmosfer}$

$V_2 = \text{Volume udara yang dipompaon untuk menambah tekanan udara dari } P_1 \text{ menjadi } P$

dimana $V_2 = n' \times \text{Volume kerja pompa}$.

$$PV_{\text{ban}} = (P_1 V_1) + (P_2 \times n' \times \text{Volume kerja pompa})$$

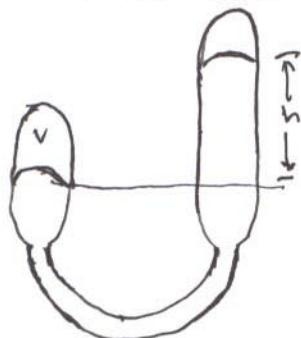
$$n' = \frac{PV_{\text{ban}} - P_1 V_1}{P_2 \times \text{Volume kerja pompa}} = \frac{(3 \times 10^5 \times 1,2 \times 10^{-3}) - (1 \times 10^5 \times 1,2 \times 10^{-3})}{1 \times 10^5 \times 9 \times 10^{-5}}$$

$$n' = 26,66 \text{ kali}$$

Pompa harus dipompa sebanyak: $13,3 + 26,66 \approx 40 \text{ kali}$

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

Jawab:



$$P = P_0 + h$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(P_0 + h_1) V_1 = (P_0 + h_2) V_2$$

$$(P_0 + 50) \times 18 = (P_0 + 150) \times 16$$

$$P_0 = 750 \text{ mmHg}$$

7. Dalam suatu mesin diesel, Pengisap memampatkan udara pada 305 K sehingga volumanya $\frac{1}{16}$ volum mula-mula. dan tekanannya 550 kali tekanan mula-mula. Berapakah suhu udara setelah pemampatan?

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

$$\frac{P_1 V_1}{350} = \frac{550 P_1 \cdot \frac{1}{16} V_1}{T_2}$$

$$T_2 = 10489,9\text{ K}$$

8. Dalam suatu tabung tertutup U terdapat sejenis gas ideal. Bila tekanan udara luar 750 mmHg , Volum gas 50 cm^3 dan suhu 30°C . Tentukan Volum gas itu pada keadaan normal ($0^\circ\text{, }760\text{ mmHg}$)

Jawab:
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{T_2}{P_2} \times \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

$$V_2 = \frac{273}{760} \times \frac{750 \times 50}{303} \approx 49,95\text{ cm}^3$$

9. Silinder yang berisi gas ditutup oleh pengisap yang dapat digerakkan, seperti diperlihatkan pada gambar dibawah ini. Balon balon yang diletekkan diatas pengisap menjaga tekanan tetap dalam silinder. Tinggi h adalah 12 cm ketika suhu 0°C dan bertambah begitu suhunya meningkat. Berapakah h , ketika suhunya mencapai 45°C ?

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

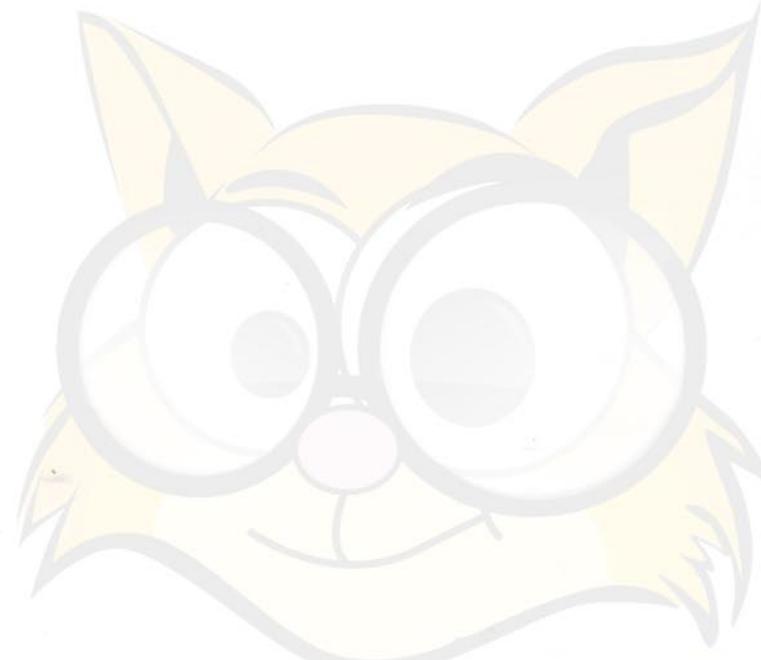
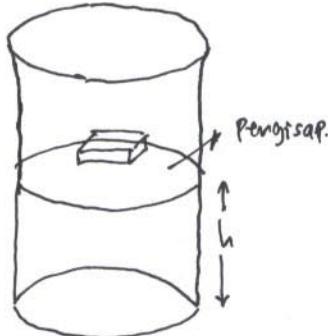
$$\frac{\pi r^2 h_1}{T_1} = \frac{\pi r^2 h_2}{T_2}$$

$$\frac{h_1}{T_1} = \frac{h_2}{T_2}$$

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

$$h_2 = 12\text{ cm} \times \frac{318\text{ K}}{273\text{ K}}$$

$$h_2 = 13,9\text{ cm}$$



10. Tentukan massa jenis udara ($\rho_A = 20,8 \text{ kg/kmol}$) pada suhu 20°C dan tekanan atmosfer normal (1 atm).

Jawab:

$$\left. \begin{aligned} PV &= nRT \\ PV &= \frac{m}{M} RT \\ \rho &= \frac{m}{V} = \frac{PV}{RT} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \rho &= \frac{10^5 \times 28,8}{8314 \times 293} \\ \rho &= 1,182 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

11. sebuah silinder gas memiliki volum $0,040 \text{ m}^3$ dan berisi udara pada tekanan $2,0 \text{ MPa}$. Anggap suhu tetap.

- Hitunglah volum udara pada tekanan atmosfer ($1 \times 10^5 \text{ Pa}$) yang ekivalen dengan udara dalam silinder
- Jika silinder dibuka sehingga berhubungan dengan udara luar, hitunglah volum udara pada tekanan atmosfer yang keluar dari silinder.

Jawab:

$$\begin{aligned} a. \quad P_1 V_1 &= P_2 V_2 \\ (2 \times 10^5) 0,04 &= 10^5 V_2 \\ V_2 &= 0,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$b. \quad n = n_1 - n_2$$

$$\frac{PV}{RT} = \frac{P_1 V_1}{RT} - \frac{P_2 V_2}{RT}$$

$$\begin{aligned} PV &= P_1 V_1 - P_2 V_2 \\ 10^5 (0,04) &= 2 \times 10^5 (0,04) - 10^5 V_2 \\ V_2 &= 0,76 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

12. sebuah tanki besar dengan 20kg oksigen pada tekanan $4,00 \times 10^5 \text{ Pa}$ dan suhu 47°C . Tanki memiliki lubang kecil sehingga sejumlah gas dapat lolos keluar. Pada suatu hari ketika suhu 27°C dan tekanan gas dalam tanki $3,00 \times 10^5 \text{ Pa}$, tentukan massa oksigen yang lolos keluar dari dalam tanki.

Jawab:

$$\left. \begin{aligned} PV &= nRT = \frac{m}{M} RT \\ m &= \frac{PVM}{RT} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} m_1 &= \frac{P_1 V_1 M}{R T_1} = \frac{P_1 VM}{R T_1} \Rightarrow \frac{VM}{R} = \frac{m_1 T_1}{P_1} \\ m_2 &= \frac{P_2 V_2 M}{R T_2} = \frac{P_2 VM}{R T_2} = \left(\frac{VM}{R} \right) \frac{P_2}{T_2} \\ m_2 &= \left(\frac{m_1 T_1}{P_1} \right) \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2} m_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta m &= m_1 - m_2 = m_1 - \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2} m_1 \\ &= m_1 \left(1 - \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2} \right) \\ &\approx 20 \left(1 - \frac{3 \times 10^5 (320)}{(4 \times 10^5)(300)} \right) \\ &= 20 (1 - 0,8) \\ &= 4 \text{ kg} \end{aligned}$$

13. Massa jenis suatu gas ideal pada suhu mutlak T dan tekanan P adalah 1.3 g/cm^3 . Jika tekanan gas tersebut digandakan 2 P dan suhunya turun menjadi $0.5T$, tentukan massa jenisnya.

Jawab:

$$PV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$$

$$\frac{P_1 T_1}{P_1} = \frac{P_2 T_2}{P_2} \Rightarrow \frac{1.3T}{P} = \frac{\rho (0.5T)}{2P} \Rightarrow \rho = 52 \text{ g/cm}^3$$

14. Sebuah wadah 0.01 m^3 mula-mula dikosongkan dan kemudian 2 gram air dimasukkan ke dalamnya. Setelah waktu tertentu, semua air menjadi suhu nya menjadi 78°C . Tentukan tekanan dalam wadah. $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$

Jawab: $PV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow P = \frac{m}{M} \cdot \frac{RT}{V}$

$$P = \frac{(2 \times 10^{-3})}{18} \cdot \frac{8314}{0.01} \cdot 351 = 3.29 \times 10^9 \text{ Pa}$$

15. Seorang pemuda menghirup kira-kira $5.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ udara segar selama pernafasan normal. Udara segar mengandung 20% oksigen. Angka tekanan dalam paru-paru sama dengan tekanan atmosfer ($1 \times 10^5 \text{ Pa}$) dan udara adalah suatu gas ideal pada suhu 28°C . Tentukan banyaknya molekul gas O_2 yang dihirup dalam pernafasan normal.

Jawab: $PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{10^5 (5 \times 10^{-3})}{8314 \cdot 301} = 1.99 \times 10^{-3} \text{ kmol}$

$$N = n N_A = 1.99 \times 10^{-3} \cdot 6.02 \times 10^{23} = 1.19 \times 10^{22} \text{ molekul}$$

$$N_{\text{O}_2} = 20\% \times 1.19 \times 10^{22} = 2.39 \times 10^{21} \text{ molekul}$$

16. Tentukan energi kinetik rata-rata partikel gas yang memiliki suhu 27°C

Jawab:

$$T = 300 \text{ K}$$

$$\overline{EK} = \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} (1.38 \times 10^{-23}) 300 = 6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$$

17. Suatu gas ideal dalam ruang tertutup memiliki energi kinetik partikel $3E_0$. Apabila energi kinetiknya dijadikan E_0 , suhu gas adalah 7°C . Berapakah suhu gas mula-mula?

Jawab:

$$\overline{EK} = \frac{3}{2} kT$$

$$\frac{\overline{EK}_1}{T_1} = \frac{\overline{EK}_2}{T_2}$$

$$\frac{3E_0}{T_1} = \frac{E_0}{280}$$

$$T_1 = 840 \text{ K}$$

19. Energi kinetik 1,0 mol gas monatomik dalam tangki bervolume 20 L adalah $1,01 \times 10^{-20}$ J. Tentukan tekanan gas dalam tangki.

Jawab: $20 \text{ liter} = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

$$P = \frac{2}{3} E_k \left(\frac{N}{V} \right)$$

$$= \frac{2}{3} \times 1,01 \times 10^{-20} \left(\frac{n N_A}{20 \times 10^{-3}} \right) = \frac{2}{3} \times 1,01 \times 10^{-20} \left(\frac{6,02 \times 10^{26}}{20 \times 10^{-3}} \right) = 2,02 \times 10^8 P_0$$

20. Delapan buah molekul memiliki kecerahan berturut-turut: 300, 400, 400, 500, 600, 600, 700, 900, m/s. Hitunglah kelajuan Efektif molekul-molekul ini.

Jawab:

$$\overline{V^2} = \frac{300^2 + 2(400)^2 + 500^2 + 2(600)^2 + 700^2 + 900^2}{8}$$

$$= 335000$$

$$V_{rms} = \sqrt{\overline{V^2}} = 578,79 \text{ m/s}$$

21. Kelajuan Efektif molekul-molekul nitrogen pada suhu 127°C adalah 600 m/s. Hitunglah kelajuan Efektif pada suhu 1127°C

Jawab:

$$\frac{V_{rms_1}}{V_{rms_2}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{rms_1} \sim \sqrt{T} \\ \frac{600}{V_{rms_2}} = \sqrt{\frac{399}{1399}} \\ V_{rms_2} = 1186 \text{ m/s} \end{array} \right\}$$

22. Jika kelajuan Efektif molekul-molekul vap air (H_2O) adalah 698 m/s, berapakah kelajuan Efektif dari molekul CO_2 ? kedua gas berada pada suhu yang sama ($H = 19/\text{mol}$, $C = 12/2/\text{mol}$, $O = 16/2/\text{mol}$).

Jawab:

$$M_{H_2O} = 18 \text{ kg/kmol}$$

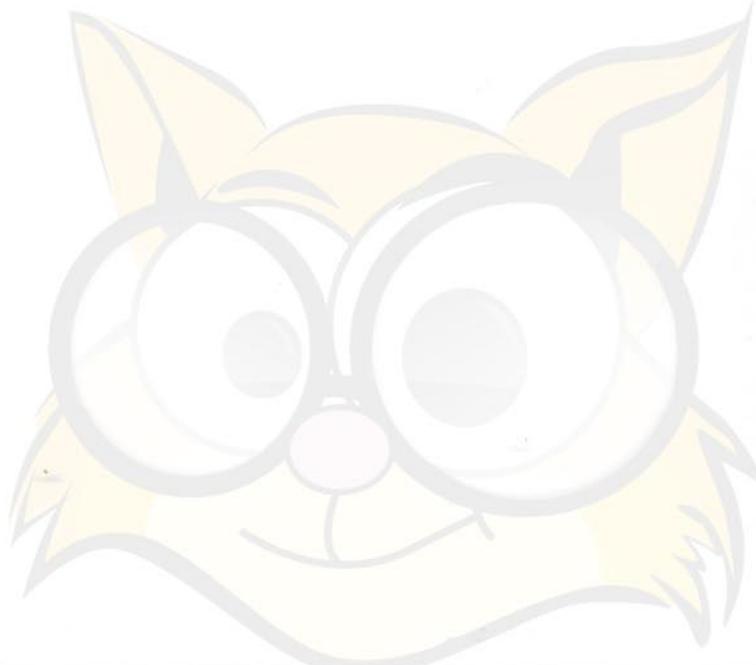
$$M_{CO_2} = 44 \text{ kg/kmol}$$

$$V_{rms} \sim \sqrt{\frac{1}{M}}$$

$$\frac{V_{rms_1}}{V_{rms_2}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

$$\frac{698}{V_{rms_2}} = \sqrt{\frac{44}{18}}$$

$$V_{rms_2} = 419,96 \text{ m/s}$$



23. Pada suhu berapakah kelajuan Efektif molekul-molekul Hydrogen (H_2) sama dengan yang dimiliki molekul $\frac{1}{2}$ Oksigen pada suhu 288 K?

Jawab:

$$\left. \begin{aligned} V_{rms,1} &= V_{rms,2} \\ \sqrt{\frac{3RT_1}{m_1}} &= \sqrt{\frac{3RT_2}{M_2}} \\ \frac{T_1}{M_1} &= \frac{T_2}{M_2} \end{aligned} \right\} \quad \begin{aligned} \frac{288}{32} &\Rightarrow \frac{T_2}{2} \\ T_2 &= 18 \text{ K} \end{aligned}$$

24. Tekanan gas oksigen (O_2) dalam Volum $50,0 \text{ m}^3$ adalah $2,12 \times 10^9 \text{ Pa}$. Volum itu mengandung 429 mol gas oksigen. Tentukan kelajuan Efektif molekul-molekul oksigen.

Jawab: $M_{O_2} = 32$

$$\left. \begin{aligned} PV &= nRT \\ T &= \frac{PV}{nR} = \frac{2,12 \times 10^9 \cdot 50}{429 \cdot 8314} \\ &= 30 \text{ K} \end{aligned} \right\} \quad \begin{aligned} V_{rms} &= \sqrt{\frac{IRT}{M}} \\ &= \sqrt{\frac{3 \cdot 83(9 \cdot 30)}{32}} \\ &= 153 \text{ m/s} \end{aligned}$$

25. Massa jenis gas nitrogen pada keadaan normal $1,25 \text{ kg/m}^3$. Hitunglah:

- kecepatan Efektif molekul nitrogen diudara pada keadaan normal
- energi kinetik rata-rata molekul ($M_{\text{Nitrogen}} = 28 \text{ kg/kmol}$)

Jawab: a. Pada keadaan normal $\rightarrow P = 10^5 \text{ Pa}$

$$\left. \begin{aligned} V_{rms} &= \sqrt{\frac{3P}{M}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5}{1,25}} \\ &= 989,9 \text{ m/s} \end{aligned} \right\} \quad \begin{aligned} b. M_0 &= \frac{M}{N_A} = \frac{28}{6,02 \times 10^{26}} = 4,65 \times 10^{-26} \text{ kg} \\ \bar{E}k &= \frac{1}{2} M_0 \bar{V}^2 = \frac{1}{2} (4,65 \times 10^{-26})(989,9)^2 \\ \bar{E}k &= 5,5 \times 10^{-18} \text{ J} \end{aligned}$$

26. Tentukan energi kinetik rata-rata dan energi dalam $5,0 \text{ mol}$ gas ideal pada suhu 900 K jika gas tersebut adalah:

- gas monatomik
- gas diatomik

Jawab: a. $\bar{E}k = \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} (1,38 \times 10^{-23}) 900 = 8,28 \times 10^{-21} \text{ J}$

$$U = n N_A \bar{E}k = 5 \cdot 10^{-3} (6,02 \times 10^{26}) 8,28 \times 10^{-21} = 2,49 \times 10^{-3} \text{ joule}$$

b. $\bar{E}k = \frac{5}{2} kT = \frac{5}{2} (1,38 \times 10^{-23}) 900 = 1,38 \times 10^{-20}$

$$U = n N_A \bar{E}k = 5 \cdot 10^{-3} (6,02 \times 10^{26}) 1,38 \times 10^{-20} = 9,153 \times 10^{-3} \text{ joule}$$

27. Energi dalam 2,0 mol gas poliatomik pada suhu 500K adalah $6,21 \times 10^{-3}$. Tentukan banjir derajat bebasan gas poliatomik tersebut.

Jawab: $U = N N_A \frac{1}{2} kT$

$$6,21 \times 10^{-3} = N \cdot 2 \times 10^{23} (6,02 \times 10^{23}) \frac{1}{2} (1,38 \times 10^{-23}) 500$$

$$N = 1,5$$

$$\approx 2$$

28. Neon (Ne) adalah suatu gas mono atomik. Berapakah energi dalam dua gram gas Neon pada suhu $50^\circ C$? ($M = 10 g/mol$)

Jawab: $N = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ mol}$ $\left. \begin{array}{l} U = 3N N_A \frac{1}{2} kT \\ U = 3(0,2 \times 10^{-3})(6,02 \times 10^{23}) \times \frac{1}{2} (1,38 \times 10^{-23}) 323 \\ U = 268,33 \text{ joule} \end{array} \right\}$

29. Hitung momentum total 1 gram gas helium yang berada dalam tabung bersuhu $27^\circ C$. (M helium = $4 g/mol$)

Jawab: $V_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3(8314)300}{4}}$

$$V_{rms} = 1367,71 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Momentum} &= \frac{1 \text{ gram}}{4 \text{ g/mol}} \times 10^{-3} \times N_A \times V_{rms} \\ &= 2 \times 10^{26} \text{ kg m/s} \end{aligned}$$

30. Helium (He), suatu gas monatomik, mengisi wadah bervolum $0,01 \text{ m}^3$. Tekanan gas adalah $6,2 \times 10^5 \text{ Pa}$. Berapa lama sebuah mesin 200 watt harus bekerja untuk menghasilkan jumlah energi yang sama dengan energi dalam gas ini?

Jawab:

$$U = PV$$

$$U = \frac{PV}{P_0} = \frac{3N(\frac{1}{2}kT)}{P_0}$$

$$PV = NkT$$

$$t = \frac{\frac{3}{2}PV}{P_0} = \frac{\frac{3}{2}(6,2 \times 10^5)(0,01)}{200}$$

$$= 46,5 \text{ s}$$