

A. Pertanyaan

① jalur bebas rerata (mean free path) dapat kita tuliskan

$$\ell = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n_v}$$

d = diameter molekul berbentuk bola

n_v = densitas gas

$$n_v = \frac{N}{V} = \frac{P}{k_B T}$$

Jika $P \rightarrow$ dikompresi (diberikan nilai positif (ditambah)) maka n_v akan membesar.

Sehingga ℓ akan menurun.

Jadi, lintasan bebas rerata (mean free path) molekul akan menurun.

② Gas helium harus memiliki kelajuan rms tertinggi.

Berdasarkan persamaan:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{d^2} = \frac{1}{3} \left(\frac{N}{d^3} m \bar{v}^2 \right) = \frac{1}{3} \left(\frac{N}{V} \right) m \bar{v}^2$$

dengan $F = \frac{N}{3} \left(\frac{m \bar{v}^2}{d} \right)$

$$P = \frac{2}{3} \left(\frac{N}{V} \right) \left(\frac{1}{2} m \bar{v}^2 \right)$$

Persamaan gas ideal,

$$pV = N k_B T$$

($M_{\text{Argon}} = 40 \text{ g/mol}$
 $M_{\text{He}} = 4 \text{ g/mol}$)

$$T = \frac{2}{3k_B} \left(\frac{1}{2} m \bar{v}^2 \right)$$

$$\text{atau} \quad \frac{1}{2} m \bar{v}^2 = \frac{3}{2} k_B T \quad \dots \dots \dots 1)$$

$$V_{rms} = \sqrt{\bar{v}^2} \quad \dots \dots 2)$$

Berdasarkan persamaan (1) gas dengan massa per atom lebih kecil harus memiliki laju rata-rata kuadrat lebih tinggi.
dan sesuai pers (2), harus memiliki V_{rms} lebih tinggi.

③ Alkohol menguap, dengan menyerap energi kulit, sehingga temperatur kulit menjadi lebih rendah. jadi, suhu kulit akan turun.

④ Tekanan di dalam balon akan mendekati sama dengan tekanan atmosfer luar yang konstan ($P_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$). kemudian kita ketahui,

$$PV = nRT$$

Volume harus menurun / berkurang sebanding dengan
kenaikan suhu mutlak

proses ini dinamakan kontraksi isobarik

5) Mereka dapat memiliki kelajuan yang sama.

$$V_{rms} = \sqrt{\bar{V}^2}$$

$$= \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

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

Jika bejana berisi lebih dari pada sebuah molekul, maka tidak mungkin seluruhnya mempunyai laju sama. Tumbukan akan membuat ^{lajunya} ~~tumbukan~~ bertabrakan berdasarkan hukum distribusi Maxwell Boltzman.

karena kecepatan vektor, maka tiap partikel akan berbeda arahnya, jadi semuanya (molekul) tidak akan memiliki kecepatan yang sama.

B. SOAL

dibuat oleh: Wawan K

① $m_{\text{air}} = 0,100 \text{ kg}$
kalor jenis air $= c = 4190 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$

$$T_i = 23^\circ\text{C}$$

$$T_f = 100^\circ\text{C}$$

$$\text{kalor masuk } Q = mc(T_f - T_i)$$

$$\text{Daya output} = P = \frac{Q}{t}$$

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{mc(T_f - T_i)}{P}$$

$$t = \frac{0,100 (4190) (100^\circ\text{C} - 23^\circ\text{C})}{200}$$

$$t = 160 \text{ s}$$

② Usaha yang dilakukan orang (pria) untuk menaiki puncak

$$W = -\Delta U$$

$$W = -(mgy - 0)$$

$$W = -mgy$$

$$= -(73 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2)(8840 \text{ m})$$

$$W = -6,32 \times 10^6 \text{ J}$$

tanda negatif artinya gaya berlawanan dengan perpindahan.

$$\text{Besar usahanya, } |W| = 6,32 \times 10^6 \text{ J}$$

② jumlah mentega yang dibutuhkan.

$$Q = mC \rightarrow m = \frac{Q}{C} = \frac{6,32 \times 10^6 \text{ J} \left(\frac{1 \text{ Cal}}{4186 \text{ J}} \right)}{6000 \text{ Cal/g}} \approx 250 \text{ g}$$

③ ketika sampel dalam fase liquid, perubahan temperatur $|\Delta T| = 30^\circ\text{C}$, dengan $m = 0,140 \text{ kg}$

maka: $|Q| = m c |\Delta T|$

$$|Q| = (0,140)(3000)(30) = 36000 \text{ J}$$

Laju energinya: $|P| = \frac{|Q|}{t} = \frac{36000 \text{ J}}{40 \text{ menit}} = 900 \text{ J/menit}$

$$= \frac{900 \text{ J}}{60 \text{ s}}$$

$$|P| = 15 \text{ Watt}$$

a) Selama 30 menit, perubahan fasa terjadi, maka

$$|Q| = P \cdot t = (900 \text{ J/menit})(30 \text{ menit}) = 27000 \text{ J} = mL$$

sehingga $|Q| = mL$

$$L = \frac{|Q|}{m}$$

$$L = \frac{27000 \text{ J}}{0,140 \text{ kg}}$$

$$L = 67500 \text{ J/kg} \\ \approx 68 \text{ kJ/kg}$$

- ③ b) Selama 20 menit akhir, sampel adalah padat dan ^{mengalami} perubahan temperaturnya
 $|\Delta T| = 20^\circ\text{C}$

maka: $|Q| = mc |\Delta T|$

$$c = \frac{|Q|}{m |\Delta T|} = \frac{Pt}{m \Delta t} = \frac{900 (20)}{(0,40)(20)} = 2250 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$c = 2,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

④ a) $V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M_r}}$

Massa molar Hidrogen adalah $2,02 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$

Jadi,

$$V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3(8,31)(4000)}{2,02 \times 10^{-3}}}$$

$$V_{\text{rms}} = 7 \times 10^3 \text{ m/s}$$

- b) permukaan H_2 dan Ar di asumsikan bola, maka

$$d = r_1 + r_2 = 0,5 \times 10^{-8} \text{ cm} + 1,5 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$d = 2 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

- c) Jumlah tumbukan awal perdetik molekul hidrogen:

$$\lambda = \frac{\text{panjang lintasan selama } \Delta t}{\text{jumlah tumbukan dalam } \Delta t} = \frac{v \Delta t}{\pi d^2 v \Delta t \left(\frac{N}{V}\right)}$$

④

Sehingga :

Jumlah tumbukan awal per detik :

$$\begin{aligned} & \frac{\pi d^2 V \Delta t \left(\frac{N}{V} \right)}{\Delta t} \\ &= \pi d^2 V \left(\frac{N}{V} \right) \\ &= (3,14) (2 \times 10^{-10})^2 (7 \times 10^3) (4 \times 10^{25}) \\ &= 3,5 \times 10^{10} \text{ Tumbukan/s} \end{aligned}$$

⑤

Tiap atom memiliki massa :

$$m = \frac{M}{N_A}$$

$$\begin{aligned} M &= M_r \text{ Arsenik} = 74,9 \text{ g/mol atau} \\ &= 74,9 \times 10^{-3} \text{ kg/mol} \end{aligned}$$

$$= \frac{(7,5 \times 10^{24}) (74,9 \times 10^{-3})}{6,02 \times 10^{23}}$$

$$m = 0,933 \text{ kg}$$

⑥ a) Isotermal $\Delta T = 0$ maka $\Delta E_{\text{dalam}} = n C_V \Delta T = 0$

berdasarkan hukum Termodinamika - I,

$$Q = \Delta E_{\text{int}} + W$$

$$Q = W$$

⑥ a) kemudian

$$W = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$= 1,8 (8,31) (273+30) \ln \left(\frac{1,50}{3} \right)$$

$$W = -3,14 \times 10^3 \text{ J}$$

$$W = Q, \quad |Q| = 3,14 \times 10^3 \text{ J}$$

b) Tanda negatif artinya kalor dari gas

⑦ Kita asumsikan bahwa tekanan udara di dalam gelembung udara sama seperti tekanan di sekitar air. Jika d adalah kedalaman danau dan ρ densitas air, maka tekanan pada dasar danau

$$P_1 = P_0 + \rho g d$$

karena $P_1 V_1 = nRT_1$

$$n = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{(P_0 + \rho g d) V_1}{RT_1}$$

V_1 = Volume gelembung pada dasar danau, pada permukaan danau tekanan nya P_0 dan Volume gelembung V_2 ,

$$V_2 = \frac{nRT_2}{P_0}$$

Sehingga :
$$V_2 = \frac{T_2}{T_1} \frac{P_0 + \rho g d}{P_0} V_1$$

$$(7) \quad V_2 = \left(\frac{293}{277} \right) \left(\frac{1,013 \times 10^5 + (0,998 \times 10^3)(9,8)(40)}{1,013 \times 10^5} \right) (20 \text{ cm}^3)$$

$$V_2 = 1 \times 10^2 \text{ cm}^3$$

$$(8) \quad V_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3(kN_A)T}{(mN_A)}}$$

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{M}}$$

$$k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$= \sqrt{\frac{1,38 \times 10^{-23} (2 \times 10^6)}{2,1 \times 10^{-31}}}$$

$$V_{rms} = 9,53 \times 10^6 \text{ m/s}$$

(9) Energi kinetik translasi rata-rata adalah

$$K_{avg} = \frac{3}{2} kT$$

$$K_{avg} = \frac{3}{2} (1,38 \times 10^{-23}) (1600 \text{ K})$$

$$K_{avg} = 3,31 \times 10^{-20} \text{ J}$$

(10) Fakta bahwa molekul tidak berotasi berarti bahwa nilai f diberikan sesuai derajat kebebasan

tabel berikut :	molekul	contoh	Translasi	rotasi	total (f)
	mono atomik	He	3	0	3
	diatomik	O ₂	3	2	5
	poliatomik	CH ₄	3	3	6

(10)

maka

	C_V	C_P
monatomik	$\frac{3}{2}R$	$\frac{5}{2}R$
diatomik	$\frac{5}{2}R$	$\frac{7}{2}R$
poliatomik	$3R$	$4R$

Sehingga :

$$Q = n C_P \Delta T$$

$$= n \left(\frac{7}{2} R \right) (T_f - T_i)$$

$$Q = n R T_i \left(\frac{7}{2} \right) \left(\frac{T_f}{T_i} - 1 \right)$$

dimana $T_i = 273 \text{ K}$ $n = 1 \text{ mol}$ sifat tekanan konstan $P_i = P_f$

$$\frac{P_i V_i}{T_i} = \frac{P_f V_f}{T_f}$$

$$\frac{T_f}{T_i} = \frac{V_f}{V_i} = 2$$

Sehingga Energi yang ditambahkan sebagai panas,

$$Q = (1 \text{ mol}) (8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}) (273 \text{ K}) \left(\frac{7}{2} \right) (2 - 1)$$

$$Q \approx 8 \times 10^3 \text{ J}$$