

A. Pertanyaan

- ① kita Coba bayangkan berada di ruangan tertutup dengan kipas angin. Kipas angin bekerja dengan menggerakkan udara dari lingkungan sekitar. jadi, bisa dipastikan tidak ada udara yang masuk dan keluar.

Didalam ruangan tersebut kemudian partikel-partikel yang mulanya diam mulai bergerak pada kecepatan A (misalnya) kemudian kipas angin kembali mengambil partikel pada kecepatan A dan membuatnya bergerak lebih cepat menjadi kecepatan 2A.

Seperti kita tahu,

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT$$

V naik maka T naik

berdasarkan hukum gas ideal,

$$PV = nRT$$

Jika T naik, maka P naik karena V tetap dan nR tetap

Sehingga kipas lebih sulit untuk meniupkan udara.

- ② Seperti kita ketahui

$$PV = nRT$$

Jika tungku panas dinyalakan, T ruangan naik dan tidak dapat keluar.

Sehingga P (tekanan) ruangan akan naik.

- ③ meskipun temperatur tinggi di atas atmosfer, yang berarti partikel gas bergerak sangat cepat, namun kerapatan<sup>partikel</sup> gas sangat rendah sekitar orde  $10^{11}$  molekul/ $m^3$ .  
Berdasarkan hukum gas ideal,

$$PV = nRT$$

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

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

Jika  $\rho$  sangat kecil, dan  $T$   
↓ ↓  
 $10^{11}$   $10^3$

Maka tekanan akan menjadi sangat rendah

Sehingga menyebabkan astronot akan membeku bukan terbakar

④  $Q = \Delta U + W$

jika tidak ada kalor,  $Q = 0$  maka

$$0 = \Delta U + W$$

$$\Delta U = -W$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR \Delta T$$

jika  $\Delta T$  ingin naik, maka harus dilakukan kerja pada sistem

sehingga  $\Delta U = -(-W)$

$$\Delta U = +W$$

Jadi, mungkin suhu naik tanpa ada kalor

④ b) jika keadaan isothermal ( $T_f = T_i$ )  $\rightarrow$  suhu tidak berubah

maka:  $Q = \Delta U + W$

$$\Delta U = 0$$

maka:  $Q = W$

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

-) jika  $Q (+)$   $\rightarrow$  kalor masuk sistem

-) jika  $Q (-)$   $\rightarrow$  kalor keluar sistem

Jadi, suhu zat tidak harus berubah.

⑤ Penerapan hukum termodinamika kedua pada AC, bahwa:

AC tidak dapat secara alami atau spontan mengalirkan kalor dari suhu rendah ke suhu tinggi, diperlukan usaha atau kerja terlebih dahulu.

Pada intinya, prinsip pendinginan udara pada AC, melibatkan siklus refrigasi, yakni udara didinginkan oleh refrigerant/pendingin (biasanya freon), lalu freon ditekan menggunakan kompresor sampai tekanan dan suhu udaranya naik. Proses tersebut berjalan berulang-ulang sehingga menjadi suatu siklus yang berfungsi mengambil kalor dari udara dan membebaskan kalor ini ke tempat lain semisal di luar ruangan.

## B. SOAL

Dibuat oleh: ka Wawan k

$$\textcircled{1} \text{ a) } n = \frac{m}{M_r} = \frac{0,71 \text{ W}}{\text{Massa per mol}}$$

$$\begin{aligned} M_r \text{ H}_2\text{O} &= 2(1,00794 \text{ u}) + 15,9994 \text{ u} \\ &= 18,0153 \text{ u} \\ &= 18,0153 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\text{Massa per mol} = 18,0153 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \left( 18,0153 \times \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \right)$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} n &= \frac{0,71 \text{ W}}{\text{Massa per mol}} \\ &= \frac{0,71 (580)}{9,80} \\ &= \frac{18,0153 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \left( \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \right)}{9,80} \end{aligned}$$

$$n = 2,3 \times 10^3 \text{ mol}$$

b) Jumlah molekul air yang ada,

$$\begin{aligned} N &= n N_A \\ &= 2,3 \times 10^3 \text{ mol} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \end{aligned}$$

$$N = 1,4 \times 10^{27}$$



(2)

keadaan awal

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{4,8 \times 10^5 \text{ Pa} \times 4,1 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J/mol K} (296 \text{ K})}$$

$$n = 0,079 \text{ mol}$$

$$n = 0,08 \text{ mol}$$

keadaan akhir

$$P_f = 6,2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_f = T_i = 296 \text{ K}$$

$$V_f = V_i = 4,1 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Sehingga mol akhir

$$n_f = \frac{P_f V_f}{RT_f} = \frac{6,2 \times 10^5 (4,1 \times 10^{-4})}{8,314 (296)}$$

$$n_f = 0,103 \text{ mol}$$

jadi, mol udara yang harus dipompa adalah:

$$\Delta n = n_f - n_i$$

$$= 0,103 - 0,08$$

$$\Delta n = 0,023 \text{ mol}$$

③ Berdasarkan hukum gas ideal,

$$\frac{P_{\text{pasien}} V_{\text{pasien}}}{T_{\text{pasien}}} = \frac{P_{\text{tank}} V_{\text{tank}}}{T_{\text{tank}}} = nR$$

maka

$$V_{\text{pasien}} = \frac{T_{\text{pasien}} P_{\text{tank}} V_{\text{tank}}}{P_{\text{pasien}} T_{\text{tank}}}$$

$$= \frac{(297)(65)(1)}{(1)(288)}$$

$$V_{\text{pasien}} = 67 \text{ m}^3$$

④ b) ketika Valve ditutup jumlah mol pada kontainer 1

$$n_1 = \frac{P_1 V_1}{RT_1}$$

dan jumlah mol pada kontainer 2,

$$n_2 = \frac{P_2 V_2}{RT_2}$$

total jumlah kedua mol :

$$n = n_1 + n_2 = \frac{P_1 V_1}{RT_1} + \frac{P_2 V_2}{RT_2} = \text{konstan}$$

$$= \frac{5 \times 10^5 (2)}{8,314 \times 220} + \frac{2 \times 10^5 (5,8)}{8,314 \times 580}$$

$$n = 546,72 + 240,55 = 787,28 \text{ mol}$$

(4)

Setelah katup dibuka,

$$P_1' = \frac{R n_1' T_1}{V_1} \quad \text{dan} \quad P_2' = \frac{R n_2' T_2}{V_2} \rightarrow P_1' = P_2'$$

$$\frac{R n_1' T_1}{V_1} = \frac{R n_2' T_2}{V_2}$$

kemudian kita ketahui,

$$n_1' = \frac{n_2' T_2 V_1}{T_1 V_2}$$

$$n = n_1 + n_2 = n_1' + n_2'$$

$$787 \text{ mol} = \left( \frac{n_2' T_2 V_1}{T_1 V_2} \right) + n_2'$$

$$787 = \frac{T_2 V_1}{T_1 V_2} n_2' + n_2'$$

$$787 = \frac{580(2)}{220(5,8)} n_2' + n_2'$$

$$787 = 1,9 n_2'$$

$$n_2' = 414,2 \text{ mol}$$

$$\text{maka } n_1' = 787 - 414,2 = 372,8 \text{ mol}$$

$$\text{maka } P' = \frac{R n_1' T_1}{V_1}$$

$$P' = \frac{8,314 (372,8) (220)}{2} = 340,940,5$$

$$P' = 3,4 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$a) P' V' = n R T'$$

$$T' = \frac{P' V'}{n' R} = \frac{3,4 \times 10^5 (7,8)}{787 (8,314)} = \frac{26,52 \times 10^5}{6543,118} = 4,05 \times 10^{-3} \times 10^5$$

$$T' = 405 \text{ K} //$$

⑤ Volume silinder adalah  $V = AL$  dimana  $A$  = luas penampang melintang piston

$L$  = panjang silinder

kita tahu bahwa

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_2 = P_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right) = P_1 \left( \frac{A_1 L_1}{A_2 L_2} \right) = P_1 \left( \frac{L_1}{L_2} \right) \quad \text{karena } A_1 = A_2$$

$$P_2 = (1,01 \times 10^5 \text{ Pa}) \left( \frac{L}{2L} \right) = 5,05 \times 10^4 \text{ Pa}$$

Gaya pada piston dan pegas,

$$F = P_2 A$$

$$F = (5,05 \times 10^4) \pi (0,0500)^2 = 397 \text{ N}$$

maka konstanta pegas :  $k = \frac{F}{x} = \frac{397 \text{ N}}{0,200 \text{ m}} = 1,98 \times 10^3 \text{ N/m}$

⑥ Hukum pertama termodinamika,

$$Q = \Delta U + W$$

$$\Delta U = 228 \text{ J} + 115 \text{ J} = +343 \text{ J}.$$

Dalam kedua langkah, Usahanya negatif

$$W = -166 \text{ J} - 177 \text{ J} = -343 \text{ J}$$

karena dilakukan pada sistem.

$$\text{maka } Q = \Delta U + W = +343 \text{ J} + (-343 \text{ J}) = 0 \text{ J}$$

karena kalor nol, maka keseluruhan prosesnya adalah adiabatik



⑦ a) Untuk segmen AB, proses adalah isokhorik volume konstan,

Untuk sebuah proses yang volumenya konstan, tidak ada usaha yang dilakukan

$$W = P \Delta V$$

$$W = P(0)$$

$$W = 0 \text{ J}$$

b) Untuk segmen BC adalah proses isobar (tekanan konstan).

$$W = P(V_f - V_i)$$

$$= (7 \times 10^5 \text{ Pa}) (5 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-3})$$

$$W = +2,1 \times 10^3 \text{ J}$$

c) Untuk segmen CA, Volume menurun, usahanya negatif

$$W = \int P dV$$

$$W = \text{luas grafik}$$

$$= \frac{1}{2} (3 \times 10^5 + 7 \times 10^5) \times 3 \times 10^{-3}$$

$$W = -15 \times 10^2 \text{ J} = -1,5 \times 10^3 \text{ J}$$

⑧ a) Karena garis kurva antara A dan C adalah isothermal, maka  $T_i = T_f$

karena monoatomik, maka  $U = \frac{3}{2} nRT \rightarrow \Delta U = 0$

Untuk total proses  $A \rightarrow B \rightarrow C$

$$Q = \Delta U + W$$

$$Q = 0 + W \rightarrow Q = W = \text{luas grafik garis } B \rightarrow C$$

$$Q = -4 \times 10^5 \text{ Pa} (0,400 - 0,200) = -8 \times 10^4 \text{ J}$$

⑧ b) Tanda minus di libatkan karena gas di kompresi, sehingga usaha dilakukan pada gas.

karena  $Q$  negatif, maka kalor keluar dari gas.

⑨ Perubahan Volume adalah  $\Delta V = -SA$

$S$  = jarak melalui piston drop

$A$  = luas piston

tanda negatif karena  $\Delta V \rightarrow$  berkurang

dari hukum gas ideal,

$$PV = nR\Delta T$$

$$\Delta V = \frac{nR\Delta T}{P}, \text{ tapi } Q = C_p n \Delta T = \frac{5}{2} nR \Delta T$$

Jadi

$$\Delta T = \frac{Q}{\frac{5}{2} nR}$$

Sehingga, kita peroleh:

$$S = -\frac{\Delta V}{A} = -\frac{nR\Delta T/P}{A}$$

$$= \frac{-nR Q / (\frac{5}{2} nR)}{PA}$$

$$= \frac{-Q}{\frac{5}{2} PA} = \frac{-(-2093 \text{ J})}{\frac{5}{2} (1,01 \times 10^5 \text{ Pa}) (3,14 \times 10^{-2} \text{ m}^2)}$$

$$S = 0,264 \text{ m}$$

(10)

$$|W| = e |Q_H| \quad \text{atau} \longrightarrow \text{efisiensi} = e = \frac{|W|}{|Q_H|}$$

$$\downarrow$$

$$|W| = e |Q_H|$$

Untuk mesin 1

mesin 2

$$|W| = e_1 |Q_{H1}| \quad \text{dan} \quad |W| = e_2 |Q_{H2}|$$

Usaha yang dilakukan tiap mesin sama, sehingga :

$$e_1 |Q_{H1}| = e_2 |Q_{H2}|$$

$$|Q_{H2}| = \left( \frac{e_1}{e_2} \right) |Q_{H1}|$$

Sehingga :

$$|Q_{H2}| = \left( \frac{e_1}{e_2} \right) |Q_{H1}|$$

$$= \left( \frac{0,18}{0,26} \right) (5500 \text{ J})$$

$$|Q_{H2}| = 3800 \text{ J}$$

11