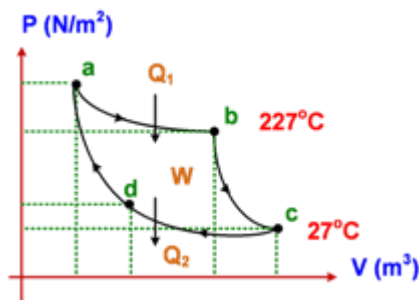


Contoh Soal dan Pembahasan tentang Termodinamika, Materi Fisika kelas 2 (XI) SMA. Mencakup Usaha, Proses-Proses Termodinamika, Hukum Termodinamika I dan Mesin Carnot.



Rumus – Rumus Minimal

Hukum Termodinamika I

$$\Delta U = Q - W$$

Keterangan :

ΔU = perubahan energi dalam (joule)

Q = kalor (joule)

W = usaha (joule)

Proses-proses

Isobaris → tekanan tetap

Isotermis → suhu tetap → $\Delta U = 0$

Isokhoris → volume tetap (atau isovolumis atau isometric) → $W = 0$

Adiabatis → tidak terjadi pertukaran kalor → $Q = 0$

Siklus → daur → $\Delta U = 0$

Persamaan Keadaan Gas

Hukum Gay-Lussac

Tekanan tetap → $V/T = \text{Konstan} \rightarrow V_1/T_1 = V_2/T_2$

Hukum Charles

Volume tetap → $P/T = \text{Konstan} \rightarrow P_1/T_1 = P_2/T_2$

Hukum Boyle

Suhu tetap → $PV = \text{Konstan} \rightarrow P_1V_1 = P_2V_2$

P, V, T Berubah (non adiabatik)

$$\left(\frac{P_1 V_1}{T_1}\right) = \left(\frac{P_2 V_2}{T_2}\right)$$

Adiabatis

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

γ = perbandingan kalor jenis gas pada tekanan tetap dan volum tetap → $\gamma = C_p/C_v$

Usaha

$W = P(\Delta V) \rightarrow$ Isobaris

$W = 0 \rightarrow$ Isokhoris

$W = nRT \ln (V_2 / V_1) \rightarrow$ Isotermis

$W = -\frac{3}{2} nR\Delta T \rightarrow$ Adiabatis (gas monoatomik)

Keterangan :

T = suhu (Kelvin, jangan Celcius)

P = tekanan (Pa = N/m²)

V = volume (m³)

n = jumlah mol

1 liter = 10^{-3} m^3

1 atm = 10^5 Pa (atau ikut soal!)

Jika tidak diketahui di soal ambil nilai $\ln 2 = 0,693$

Mesin Carnot

$$\eta = (1 - T_r / T_t) \times 100 \%$$

$$\eta = (W / Q_1) \times 100\%$$

$$W = Q_1 - Q_2$$

Keterangan :

η = efisiensi mesin Carnot (%)

T_r = suhu reservoir rendah (Kelvin)

T_t = suhu reservoir tinggi (Kelvin)

W = usaha (joule)

Q_1 = kalor masuk / diserap reservoir tinggi (joule)

Q_2 = kalor keluar / dibuang reservoir rendah (joule)

Contoh Soal dan Pembahasan

Soal No. 1

Suatu gas memiliki volume awal $2,0 \text{ m}^3$ dipanaskan dengan kondisi isobaris hingga volume akhirnya menjadi $4,5 \text{ m}^3$. Jika tekanan gas adalah 2 atm, tentukan usaha luar gas tersebut!

(1 atm = $1,01 \times 10^5$ Pa)

Pembahasan

Data :

$$V_2 = 4,5 \text{ m}^3$$

$$V_1 = 2,0 \text{ m}^3$$

$$P = 2 \text{ atm} = 2,02 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Isobaris \rightarrow Tekanan Tetap

$$W = P (\Delta V)$$

$$W = P(V_2 - V_1)$$

$$W = 2,02 \times 10^5 (4,5 - 2,0) = 5,05 \times 10^5 \text{ joule}$$

Soal No. 2

$1,5 \text{ m}^3$ gas helium yang bersuhu 27°C dipanaskan secara isobarik sampai 87°C . Jika tekanan gas helium $2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, gas helium melakukan usaha luar sebesar....

A. 60 kJ

B. 120 kJ

C. 280 kJ

D. 480 kJ

E. 660 kJ

(Sumber Soal : UMPTN 1995)

Pembahasan

Data :

$$V_1 = 1,5 \text{ m}^3$$

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

$$T_2 = 87^\circ\text{C} = 360 \text{ K}$$

$$P = 2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$W = P\Delta V$$

Mencari V_2 :

$$V_2/T_2 = V_1/T_1$$

$$V_2 = (V_1/T_1) \times T_2 = (1,5/300) \times 360 = 1,8 \text{ m}^3$$

$$W = P\Delta V = 2 \times 10^5(1,8 - 1,5) = 0,6 \times 10^5 = 60 \times 10^3 = 60 \text{ kJ}$$

Soal No. 3

$^{2000}/_{693}$ mol gas helium pada suhu tetap 27°C mengalami perubahan volume dari 2,5 liter menjadi 5 liter. Jika $R = 8,314 \text{ J/mol K}$ dan $\ln 2 = 0,693$ tentukan usaha yang dilakukan gas helium!

Pembahasan

Data :

$$n = ^{2000}/_{693} \text{ mol}$$

$$V_2 = 5 \text{ L}$$

$$V_1 = 2,5 \text{ L}$$

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

Usaha yang dilakukan gas :

$$W = nRT \ln (V_2 / V_1)$$

$$W = (^{2000}/_{693} \text{ mol}) (8,314 \text{ J/mol K})(300 \text{ K}) \ln (5 \text{ L} / 2,5 \text{ L})$$

$$W = (^{2000}/_{693}) (8,314) (300) (0,693) = 4988,4 \text{ joule}$$

Soal No. 4

Mesin Carnot bekerja pada suhu tinggi 600 K, untuk menghasilkan kerja mekanik. Jika mesin menyerap kalor 600 J dengan suhu rendah 400 K, maka usaha yang dihasilkan adalah....

A. 120 J

B. 124 J

C. 135 J

D. 148 J

E. 200 J

(Sumber Soal : UN Fisika 2009 P04 No. 18)

Pembahasan

$$\eta = (1 - T_r / T_t) \times 100 \%$$

Hilangkan saja 100% untuk memudahkan perhitungan :

$$\eta = (1 - 400/600) = 1/3$$

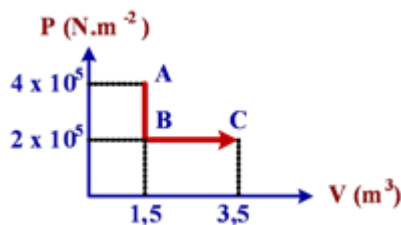
$$\eta = (W / Q_1)$$

$$1/3 = W/600$$

$$W = 200 \text{ J}$$

Soal No. 5

Diagram P–V dari gas helium yang mengalami proses termodinamika ditunjukkan seperti gambar berikut!



Usaha yang dilakukan gas helium pada proses ABC sebesar....

A. 660 kJ

B. 400 kJ

C. 280 kJ

D. 120 kJ

E. 60 kJ

(Sumber Soal : UN Fisika 2010 P04 No. 17)

Pembahasan

$$W_{AC} = W_{AB} + W_{BC}$$

$$W_{AC} = 0 + (2 \times 10^5)(3,5 - 1,5) = 4 \times 10^5 = 400 \text{ kJ}$$

Soal No. 6

Suatu mesin Carnot, jika reservoir panasnya bersuhu 400 K akan mempunyai efisiensi 40%. Jika reservoir panasnya bersuhu 640 K, efisiensinya.....%

A. 50,0

B. 52,5

C. 57,0

D. 62,5

E. 64,0

(Sumber Soal : SPMB 2004)

Pembahasan

Data pertama:

$$\eta = 40\% = \frac{4}{10}$$

$$T_t = 400 \text{ K}$$

Cari terlebih dahulu suhu rendahnya (T_r) hilangkan 100 % untuk mempermudah perhitungan:

$$\eta = 1 - (T_r/T_t)$$

$$\frac{4}{10} = 1 - (T_r/400)$$

$$(T_r/400) = \frac{6}{10}$$

$$T_r = 240 \text{ K}$$

Data kedua :

$$T_t = 640 \text{ K}$$

$$T_r = 240 \text{ K (dari hasil perhitungan pertama)}$$

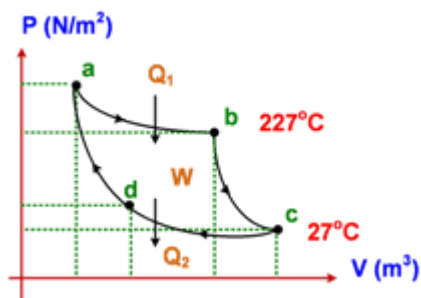
$$\eta = (1 - T_r/T_t) \times 100\%$$

$$\eta = (1 - 240/640) \times 100\%$$

$$\eta = (\frac{5}{8}) \times 100\% = 62,5\%$$

Soal No. 7

Perhatikan gambar berikut ini!



Jika kalor yang diserap reservoir suhu tinggi adalah 1200 joule, tentukan :

a) Efisiensi mesin Carnot

b) Usaha mesin Carnot

c) Perbandingan kalor yang dibuang di suhu rendah dengan usaha yang dilakukan mesin Carnot

d) Jenis proses ab, bc, cd dan da

Pembahasan

a) Efisiensi mesin Carnot

Data :

$$T_t = 227^\circ\text{C} = 500 \text{ K}$$

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

$$\eta = (1 - T_r/T_t) \times 100\%$$

$$\eta = (1 - 300/500) \times 100\% = 40\%$$

b) Usaha mesin Carnot

$$\eta = W/Q_1$$

$$4/10 = W/1200$$

$$W = 480 \text{ joule}$$

c) Perbandingan kalor yang dibuang di suhu rendah dengan usaha yang dilakukan mesin Carnot

$$Q_2 = Q_1 - W = 1200 - 480 = 720 \text{ joule}$$

$$Q_2 : W = 720 : 480 = 9 : 6 = 3 : 2$$

d) Jenis proses ab, bc, cd dan da

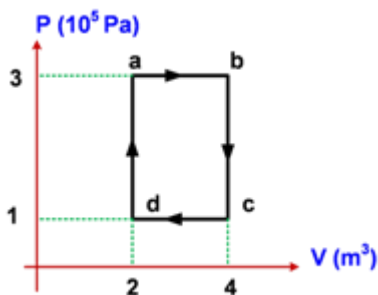
ab → pemuaian isoteris (volume gas bertambah, suhu gas tetap)

bc → pemuaian adiabatik (volume gas bertambah, suhu gas turun)

cd → pemampatan isothermal (volume gas berkurang, suhu gas tetap)

da → pemampatan adiabatik (volume gas berkurang, suhu gas naik)

Soal No. 8



Suatu gas ideal mengalami proses siklus seperti pada gambar P – V di atas. Kerja yang dihasilkan pada proses siklus ini adalah....kilojoule.

- A. 200
- B. 400
- C. 600
- D. 800
- E. 1000

Pembahasan

$$W = \text{Usaha (kerja)} = \text{Luas kurva siklus} = \text{Luas bidang abcd}$$

$$W = ab \times bc$$

$$W = 2 \times (2 \times 10^5) = 400 \text{ kilojoule}$$