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

ΔU = Q − W

Keterangan :

ΔU = perubahan energi dalam (joule)

Q = kalor (joule)

W = usaha (joule)

Proses-proses

Isobaris → tekanan tetap

Isotermis → suhu tetap → ΔU = 0

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

Adiabatis → tidak terjadi pertukaran kalor → Q = 0

Siklus → daur → ΔU = 0

Persamaan Keadaan Gas

Hukum Gay-Lussac

Tekanan tetap → V/T = Konstan → V1/T1 = V2/T2

Hukum Charles

Volume tetap → P/T = Konstan → P1/T1 = P2/T2

Hukum Boyle

Suhu tetap → PV = Konstan → P1V1 = P2V2

P, V, T Berubah (non adiabatis)

(P1V1) / (T1) = (P2V2) / (T2)

Adiabatis

P1V1 γ= P2V2γ

T1V1 γ − 1= T2V2γ − 1

γ = perbandingan kalor jenis gas pada tekanan tetap dan volum tetap → γ = Cp/Cv

Usaha

W = P(ΔV) → Isobaris

W = 0 → Isokhoris

W = nRT ln (V2 / V1) → Isotermis

W = − 3/2 nRΔT → Adiabatis ( gas monoatomik)

Keterangan :

T = suhu (Kelvin, jangan Celcius)

P = tekanan (Pa = N/m2)

V = volume (m3)

n = jumlah mol

1 liter = 10−3m3

1 atm = 105 Pa ( atau ikut soal!)

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

Mesin Carnot

η = ( 1 − Tr / Tt ) x 100 %

η = ( W / Q1 ) x 100%

W = Q1 − Q2

Keterangan :

η = efisiensi mesin Carnot (%)

Tr = suhu reservoir rendah (Kelvin)

Tt = suhu reservoir tinggi (Kelvin)

W = usaha (joule)

Q1 = kalor masuk / diserap reservoir tinggi (joule)

Q2 = kalor keluar / dibuang reservoir rendah (joule)

Contoh Soal dan Pembahasan

Soal No. 1

Suatu gas memiliki volume awal 2,0 m3 dipanaskan dengan kondisi isobaris hingga volume akhirnya menjadi 4,5 m3. Jika tekanan gas adalah 2 atm, tentukan usaha luar gas tersebut!

(1 atm = 1,01 x 105 Pa)

Pembahasan

Data :

V2 = 4,5 m3

V1 = 2,0 m3

P = 2 atm = 2,02 x 105 Pa

Isobaris → Tekanan Tetap

W = P (ΔV)

W = P(V2 − V1)

W = 2,02 x 105 (4,5 − 2,0) = 5,05 x 105 joule

Soal No. 2

1,5 m3 gas helium yang bersuhu 27oC dipanaskan secara isobarik sampai 87oC. Jika tekanan gas helium 2 x 105 N/m2 , 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 :

V1 = 1,5 m3

T1 = 27oC = 300 K

T2 = 87oC = 360 K

P = 2 x 105 N/m2

W = PΔV

Mencari V2 :

V2/T2 = V1/T1

V2 = ( V1/T1 ) x T2 = ( 1,5/300 ) x 360 = 1,8 m3

W = PΔV = 2 x 105(1,8 − 1,5) = 0,6 x 105 = 60 x 103 = 60 kJ

Soal No. 3

2000/693 mol gas helium pada suhu tetap 27oC mengalami perubahan volume dari 2,5 liter menjadi 5 liter. Jika R = 8,314 J/mol K dan ln 2 = 0,693 tentukan usaha yang dilakukan gas helium!

Pembahasan

Data :

n = 2000/693 mol

V2 = 5 L

V1 = 2,5 L

T = 27oC = 300 K

Usaha yang dilakukan gas :

W = nRT ln (V2 / V1)

W = (2000/693 mol) ( 8,314 J/mol K)(300 K) ln ( 5 L / 2,5 L )

W = (2000/693) (8,314) (300) (0,693) = 4988,4 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

η = ( 1 − Tr / Tt ) x 100 %

Hilangkan saja 100% untuk memudahkan perhitungan :

η = ( 1 − 400/600) = 1/3

η = ( W / Q1 )

1/3 = W/600

W = 200 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

WAC = WAB + WBC

WAC = 0 + (2 x 105)(3,5 − 1,5) = 4 x 105 = 400 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:

η = 40% = 4 / 10

Tt = 400 K

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

η = 1 − (Tr/Tt)

4 / 10 = 1 − (Tr/400)

(Tr/400) = 6 / 10

Tr = 240 K

Data kedua :

Tt = 640 K

Tr = 240 K (dari hasil perhitungan pertama)

η = ( 1 − Tr/Tt) x 100%

η = ( 1 − 240/640) x 100%

η = ( 5 / 8 ) x 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 :

Tt = 227oC = 500 K

Tr = 27oC = 300 K

η = ( 1 − Tr/Tt) x 100%

η = ( 1 − 300/500) x 100% = 40%

b) Usaha mesin Carnot

η = W/Q1

4/10 = W/1200

W = 480 joule

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

Q2 = Q1 − W = 1200 − 480 = 720 joule

Q2 : W = 720 : 480 = 9 : 6 = 3 : 2

d) Jenis proses ab, bc, cd dan da

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

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

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

da → pemampatan adiabatis (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 = Usaha (kerja) = Luas kurva siklus = Luas bidang abcda

W = ab x bc

W = 2 x (2 x 105) = 400 kilojoule