

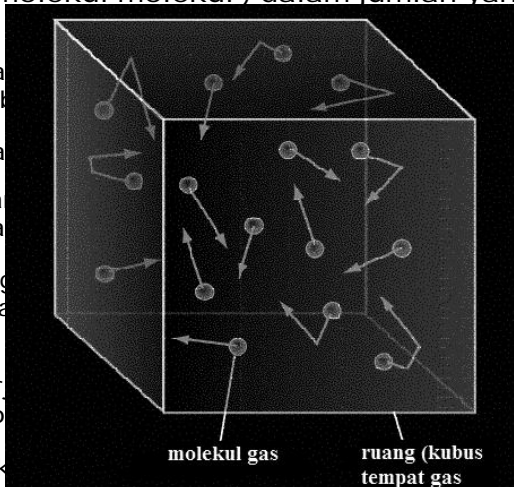


Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

# DEFINISI GAS IDEAL



1. Gas ideal terdiri atas partikel-partikel (atom-atom ataupun molekul-molekul) dalam jumlah yang besar sekali.
2. Partikel-partikel bergerak dengan arah random/sembarang.
3. Partikel-partikel bergerak dengan kecepatan yang kecil.
4. Jarak antara partikel-partikel jauh dibandingkan dengan ukuran partikel-partikel.
5. Tidak ada gaya tarik-menarik atau tolak-menolak yang lain, kecuali bila mereka bertumbukan.
6. Tumbukan partikel-partikel dengan dinding tabung dianggap sebagai tumbukan elastis dan tegar.
7. Hukum-hukum Newton berlaku.



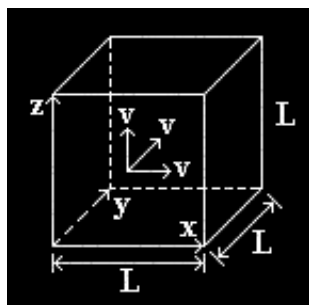
$$v_{ras} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

# DISTRIBUSI KECEPATAN



sepertiga jumlah atom bergerak sejajar sumbu x, sepertiga jumlah atom bergerak sejajar sumbu y dan sepertiga lagi bergerak sejajar sumbu z.



Kecepatan bergerak tiap-tiap atom dapat ditulis dengan bentuk persamaan :

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

$v_{ras}$  = kecepatan tiap-tiap atom, dalam m/det  
 $k$  = konstanta Boltzman  $k = 1,38 \times 10^{-23}$  joule/atom  $^{\circ}K$   
 $T$  = suhu dalam  $^{\circ}K$   
 $m$  = massa atom, dalam satuan kilogram.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## KECEPATAN GAS IDEAL



Karena :  $m = \frac{M}{N}$  dan  $k = \frac{R}{N_0}$  Maka kecepatan gas ideal :  $v_{ras} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

M = massa gas per mol dalam satuan kg/mol  
R = konstanta gas umum = 8,317 joule/mol °K

Pada suhu yang sama, untuk 2 macam gas kecepatannya dapat dinyatakan :

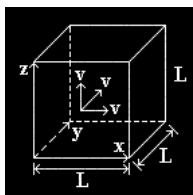
$$v_{ras\ 1} : v_{ras\ 2} = \sqrt{M_2} : \sqrt{M_1}$$

Pada gas yang sama, namun suhu berbeda dapat disimpulkan :

$$v_{ras\ 1} : v_{ras\ 2} = \sqrt{T_1} : \sqrt{T_2}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## HUBUNGAN TEKANAN DAN KECEPATAN



Tiap kali tumbukan atom dengan permukaan dinding kubus kecepatan itu berubah dari +  $v_{ras}$  menjadi  $-v_{ras}$ . Jadi partikel mengalami perubahan momentum =  $m(-v_{ras}) - m(+v_{ras}) = -2m v_{ras}$

Selang waktu antara dua buah tumbukan berturut-turut antara atom dengan permukaan dinding kubus adalah :

$$t = \frac{2L}{v_{ras}}$$

Maka :  $F \cdot t = 2m v_{ras}$   
Gaya tiap partikel:  $F = \frac{m v_{ras}^2}{L}$

**gaya rata-rata N/3 atom :**

Tekanan rata-rata pada permukaan ialah hasil bagi antara gaya dengan luas bidang tekan :

$$F = \frac{N}{3} \cdot \frac{m v_{ras}^2}{L}$$

$$P = \frac{N}{3} \cdot \frac{m v_{ras}^2}{L^2} \rightarrow P = \frac{N}{3} \cdot \frac{m v_{ras}^2}{V} \rightarrow P = \frac{1}{3} \rho v_{ras}^2$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

# PERSAMAAN GAS IDEAL



$$P \cdot V = K' \cdot T \quad \text{atau} \quad P \cdot V = N \cdot k \cdot T$$

$$n = \frac{N}{N_0}$$

T = Suhu mutlak

N = Banyaknya partikel gas

k = Konstanta Boltzman =  $1,38 \times 10^{-23}$  joule/ $^{\circ}$ K

$$P \cdot V = n R T$$



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

$$n = \frac{N}{N_0}$$

P = tekanan mutlak gas ideal

V = volume gas

T = suhu mutlak gas

n = jumlah molekul gas

R = konstanta gas umum, dimana :

R = 8,317 joule/mol. $^{\circ}$ KR =  $8,317 \times 10^7$  erg/mol $^{\circ}$ KR = 1,987 kalori/mol $^{\circ}$  KR = 0,08205 liter.atm/mol $^{\circ}$ Ksatuan : N/m $^2$ satuan : m $^3$ satuan :  $^{\circ}$ K

satuan : mol

$$n = \frac{m}{Mr}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

# HUBUNGAN

TEMPERATUR DENGAN KECEPATAN PARTIKEL



$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$\frac{N}{3} \cdot \frac{m V_{ras}^2}{V} = \frac{N}{N_0} R \cdot T$$

$$\frac{1}{3} m V_{ras}^2 = \frac{R}{N_0} T \quad \xrightarrow{k = \frac{R}{N_0}} \quad \frac{1}{3} m V_{ras}^2 = k \cdot T$$

$$\frac{1}{2} m V_{ras}^2 = \frac{3}{2} k \cdot T \quad \rightarrow \quad Ek = \frac{3}{2} k \cdot T \quad \rightarrow \quad Ek = \frac{3}{2} N \cdot k \cdot T$$

Untuk tiap partikel

Untuk N partikel

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## KALOR JENIS GAS



Dua macam KALOR JENIS yang mempunyai arti praktis yaitu :

- Kalor jenis pada volume konstan. ( $c_v$ )
- Kalor jenis pada tekanan konstan. ( $c_p$ )

Kalor jenis gas ideal pada tekanan konstan selalu lebih besar dari pada kalor jenis gas ideal pada volume konstan dan selisihnya sebesar konstanta gas umum (universil) yaitu :  $R = 8,317 \text{ J/mol } ^\circ\text{K}$ .

$$c_p - c_v = R$$

- a. Untuk gas beratom tunggal  
(monoatomik)

$$c_p = \frac{5}{2}R$$

$$c_v = \frac{3}{2}R$$

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = 1,67$$

- b. Untuk gas beratom dua  
(diatomik)

$$c_p = \frac{7}{2}R$$

$$c_v = \frac{5}{2}R$$

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = 1,4$$

$\gamma =$  konstanta Laplace.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## HUKUM TERMODINAMIKA I



Termodinamika merupakan cabang ilmu fisika yang mempelajari mengenai pengaliran panas, perubahan-perubahan energi yang diakibatkan dan usaha yang dilakukan oleh panas.

Usaha luar ( $W$ ) yaitu : Usaha yang dilakukan oleh sistem terhadap sekelilingnya terhadap sistem.  $W = p \cdot \Delta V$

Usaha dalam ( $U$ ) adalah : Usaha yang dilakukan oleh bagian dari suatu sistem pada bagian lain dari sistem itu pula.  $U = \frac{3}{2}nRT$

### HUKUM I TERMODINAMIKA.

Dalam suatu sistem yang mendapat panas sebanyak  $\Delta Q$  akan terdapat perubahan energi dalam ( $\Delta U$ ) dan melakukan usaha luar ( $\Delta W$ ).

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$


$\Delta Q =$  kalor yang masuk/keluar sistem

$\Delta U =$  perubahan energi dalam

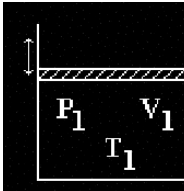
$\Delta W =$  Usaha luar.

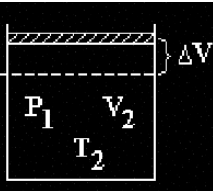
Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## HK. TERMODINAMIKA I PROSES ISOBARIK



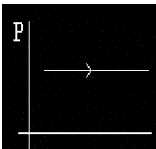
Pada proses ini gas dipanaskan dengan tekanan tetap

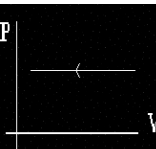




$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

proses ini berlaku persamaan GayLussac





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


$$\Delta Q = m c_p (T_2 - T_1)$$

$$\Delta U = m c_v (T_2 - T_1)$$

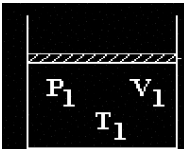
$$\Delta W = \Delta Q - \Delta U = m (c_p - c_v) (T_2 - T_1)$$

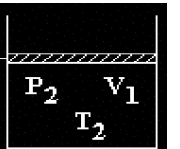
Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## HK. TERMODINAMIKA I PROSES ISOKHORIK



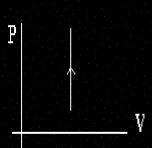
proses ini volume Sistem konstan

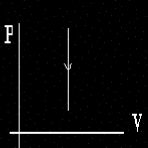




$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

proses ini berlaku Hukum CHARLES






Karena  $\Delta V = 0$  maka  $W = p \cdot \Delta V$   
 $W = 0$

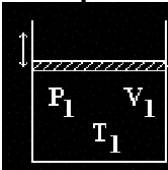
Kalor yang diserap oleh sistem hanya dipakai untuk menambah energi dalam ( $\Delta U$ )  
 $\Delta Q = U$   
 $\Delta U = m \cdot c_v (T_2 - T_1)$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

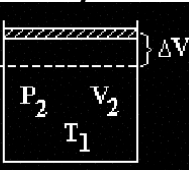
## HK. TERMODINAMIKA I PROSES ISOTERMIK



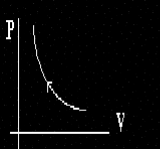
Selama proses suhunya konstan



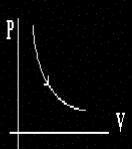
Sebelum dipanaskan



Sesudah dipanaskan



Pemanasan



Pendinginan

Proses ini berlaku Hukum BOYLE  $P_1 V_1 = P_2 V_2$

Karena suhunya konstan  $T_2 = T_1$  maka :

$$\Delta U = U_2 - U_1$$


$$\frac{3}{2} n R T_2 - \frac{3}{2} n R T_1 = 0$$

$$W = P_1 V_1 \left( \ln \frac{V_2}{V_1} \right) = P_2 V_2 \left( \ln \frac{V_2}{V_1} \right)$$

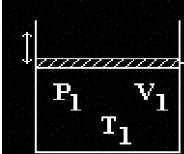
$\ln x = 2,303 \log x$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

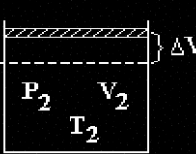
## HK. TERMODINAMIKA I PROSES ADIABATIK



Selama proses tak ada panas yang masuk / keluar sistem jadi  $Q = 0$



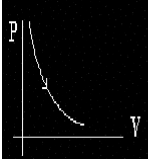
Sebelum proses



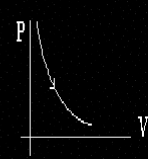
Selama/akhir proses

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

berlaku *Hukum Boyle-Gay Lussac*



Pengembangan



Pemampatan

Karena  $\Delta Q = 0$  maka  $0 = \Delta U + \Delta W$

$$U_2 - U_1 = -\Delta W$$

$T \cdot V^{\gamma-1} = \text{konstan}$  atau  $T_1 \cdot V_1^{\gamma-1} = T_2 \cdot V_2^{\gamma-1}$

$$W = m \cdot c_v (T_1 - T_2)$$

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

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## PENGERTIAN SIKLUS






- Mulai dari  $(P_1, V_1)$  gas mengalami proses isothermis sampai  $(P_2, V_2)$ .
- Kemudian proses isobarik mengubah sistem dari  $(P_2, V_2)$  sampai  $(P_2, V_1)$ .
- Akhirnya proses isobarik membuat sistem kembali ke  $(P_1, V_1)$ .

Usaha yang dilakukan sama dengan luas bagian gambar yang diarsir proses seperti yang ditunjukkan pada gambar di samping disebut : SIKLUS.

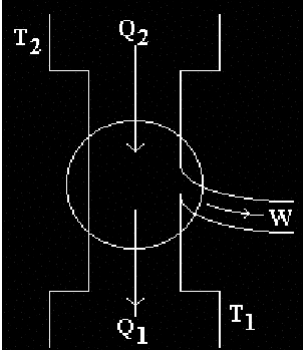
Pada akhir proses sistem kembali ke keadaan semula. Ini berarti pada akhir siklus energi dalam sistem sama dengan energi dalam semula.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## HUKUM TERMODINAMIKA II



" Adalah Tidak Mungkin Dapat Suatu Mesin Yang Bekerja Dalam Lingkaran Yang Tidak Menimbulkan Efek Lain Selain Daripada Mengambil Panas Dari Suatu Sumber Dan Merubah Panas Ini Seluruhnya Menjadi Usaha "



Sebuah mesin diberi energi berupa kalor  $Q_2$  pada suhu tinggi  $T_2$ , sehingga mesin melakukan usaha mekanik  $W$ . Energi yang dibuang berupa kalor  $Q_1$  pada suhu  $T_1$ , maka efisiensi mesin adalah :

$$\eta = \frac{\text{Energi yang bermanfaat}}{\text{Energi yang dimasukkan}}$$

$$\eta = \frac{W}{Q_2} = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2}$$

$$\eta = \left(1 - \frac{Q_1}{Q_2}\right) \times 100\%$$

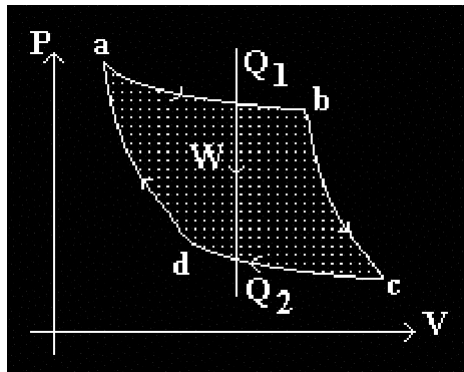
$$\eta = \left(1 - \frac{T_1}{T_2}\right) \times 100\%$$

Berlaku untuk semua mesin Mesin Carnot



Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

# SIKLUS MESIN CARNOT

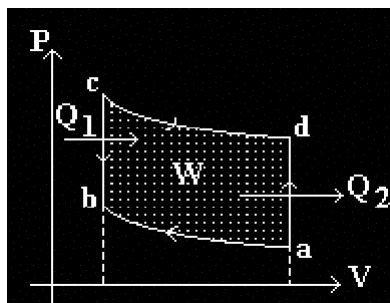


\*Kurva ab dan cd masing-masing adalah kurva pengembangan dan pemampatan isoteremis.

\*Kurva bc dan da masing-masing adalah kurva pengembangan dan pemampatan adiabatik.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

# SIKLUS MESIN BAKAR/OTTO

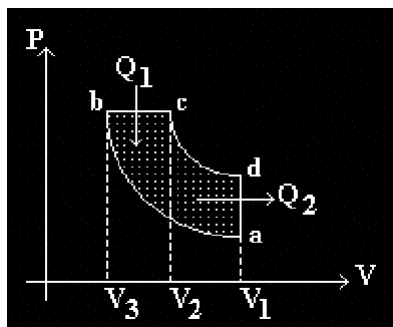


\*Kurva ab dan cd masing-masing adalah kurva pemampatan dan pengembangan adiabatik.

\*Garis lurus bc dan da masing-masing adalah garis lurus untuk pemanasan dan pendinginan isokhorik.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

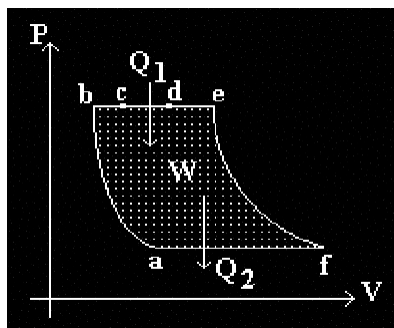
# SIKLUS MESIN DIESEL



- Kurva ab dan cd masing-masing adalah kurva pemampatan dan pengembangan adiabatik.
- \*Garis lurus bc adalah garis lurus pemanasan isobarik.
- \*Garis lurus cd adalah garis lurus pendinginan isokhorik..

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

# SIKLUS MESIN UAP/RANKINE

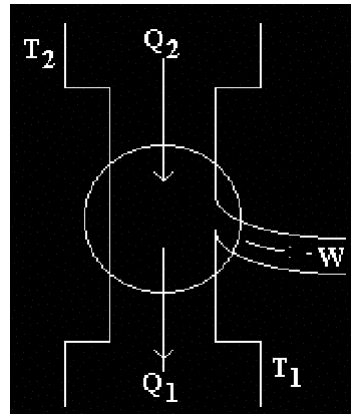


Mula-mula air dalam keadaan cair dengan suhu dan tekanan rendah di titik a.

- kurva ab adalah kurva pemampatan secara adiabatik dengan tekanan yang sama dengan tekanan di dalam periuk pendingin.
- garis cd adalah proses pengubahan air menjadi uap.
- Garis de adalah prosers pemanasan sehingga suhu uap sangat tinggi.
- Kurva ef adalah proses pengembangan secara adiabatik.
- garis fa adalah proses pengembunan sehingga kembali ke keadaan awalnya.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## MESIN PENDINGIN



Sebuah mesin pendingin menggunakan Kalor  $Q_2$  untuk mengusir panas dan Membuangnya ke  $Q_1$

Angka kerja (AK) dari mesin pendingin:

$$AK = \frac{Q_2}{W} \times 100\%$$

$$AK = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} \times 100\%$$

Jika Angka kerja besar, maka mesin bekerja lebih berat dan sebaliknya

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

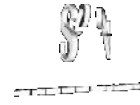
## CONTOH SOAL 1



Jika kecepatan rata-rata molekul gas hydrogen adalah **600√3** m/s pada suhu 27 °C. Hitunglah tekanan gas Oksigen pada suhu 127° C (jika massa jenis gas Oksigen 1,4 Kg/m<sup>3</sup>)

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## JAWABAN CONTOH SOAL 1



$$v_{H_2} : v_{O_2} = \sqrt{M_{O_2} \cdot T} : \sqrt{M_{H_2} \cdot T}$$

$$v_{H_2} : v_{O_2} = \sqrt{32 \cdot 300} : \sqrt{2 \cdot 400}$$

$$600\sqrt{3} : v_{O_2} = 4\sqrt{3} : 2$$

$$v_{O_2} = \frac{2 \cdot 600\sqrt{3}}{4\sqrt{3}} = 300 \text{ m/s}$$

$$P = \frac{1}{3} \rho (v_{O_2})^2$$

$$P = \frac{1}{3} \cdot 1,4 \cdot (300)^2$$

$$P = 1,4 \cdot 30.000 = 42.000 \text{ N/m}^2$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## CONTOH SOAL 2



Hitunglah energi kinetik 1/6 mol  
Suatu gas monoatomik pada suhu  
127 °C jika Bilangan avogadro  
 $6 \cdot 10^{23}$  atom/mol Dan konstanta  
Boltzman  $1,38 \cdot 10^{-23}$  Joule/atom °K.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## JAWABAN CONTOH SOAL 2



$$E_k = \frac{3}{2} N.k.T$$

$$E_k = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{6} \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 400$$

$$E_k = 828 \text{ joule}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## CONTOH SOAL 3

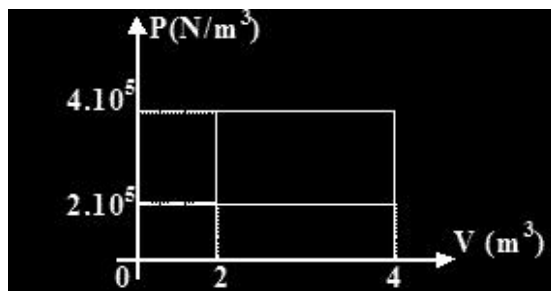
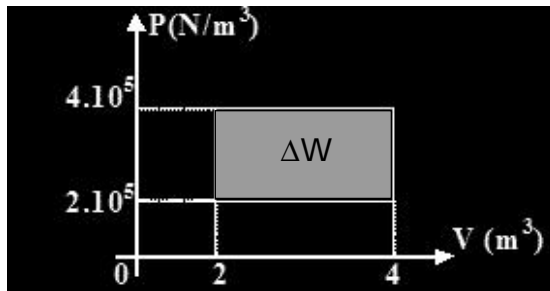


Diagram P-V di atas menunjukkan gas dalam satu siklus, hitunglah usaha total gas dan jumlah kalor yang diperlukan.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## JAWABAN CONTOH SOAL 3



siklus tertutup maka :  
ubahan usaha dalam)

or yang dibutuhkan =  
uar gas =  $4 \cdot 10^5$  joule.

Luas daerah yang di arsir pada grafik P thd V merupakan usaha luar gas.

$$W = P \Delta V = (4 \cdot 10^5 - 2 \cdot 10^5) \cdot (4 - 2) = 4 \cdot 10^5 \text{ joule}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## CONTOH SOAL 4

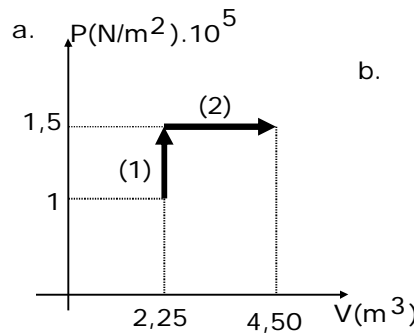


Gas ideal monoatomik pada tekanan  $10^5 \text{ N/m}^2$  dan suhu  $275 \text{ }^\circ\text{K}$  mempunyai volume  $2,25 \text{ m}^3$ . Gas ini mula-mula mengalami proses isokhorik sampai tekanan  $1,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  kemudian proses isobaric sampai volumenya menjadi  $4,5 \text{ m}^3$ .

- Buatlah diagram P-V dari proses yang dialami gas.
- Hitung suhu akhir proses.
- Hitung usaha total gas.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## JAWABAN CONTOH SOAL 4



b.  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \frac{10^5}{275} = \frac{1,5 \cdot 10^5}{T_2}$

$$T_2 = 412,5^\circ K$$

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \quad \frac{2,25}{412,5} = \frac{4,50}{T_3}$$

$$T_3 = 825^\circ K$$

(1) Adalah Proses Isovolum

(2) Adalah proses isobarik

c.  $\Delta W = P \cdot \Delta V$

$$\Delta W = 1,5 \cdot 10^5 (4,50 - 2,25) = 3,375 \cdot 10^5 \text{ joule}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

## CONTOH SOAL 5



Sebuah mesin turbo jet reservoir pembakaran bersuhu  $1727^\circ C$  dan reservoir suhu rendahnya  $527^\circ C$  Untuk menghasilkan usaha sebesar  $2 \cdot 10^5 J$  diperlukan kalor pembakaran  $8 \cdot 10^5 J$ .

a. Berapa efisiensi Carnot (ideal)

b. Efisiensi sesungguhnya dari mesin.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

# JAWABAN CONTOH SOAL 5



$$\text{a. } \eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)100\%$$

$$\eta = \left(1 - \frac{800}{2000}\right)100\% = 60\%$$

$$\text{b. } \eta = \frac{w}{Q_1} \cdot 100\% \quad \eta = \frac{2 \cdot 10^5}{8 \cdot 10^5} \cdot 100\% = 25\%$$



Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

# PROFICIAT



SELAMAT ANDA TELAH MENYELESAIKAN  
MATERI TEORI KINETIK GAS & TERMODINAMIKA

BERLATIHLAH DENGAN :

SOAL-SOAL URAIAN

TESTLAH

KEMAMPUANMU

DENGAN SOAL TEST YANG TERSEDIA

