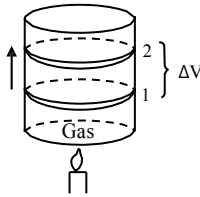


#### 4. Usaha Dalam Sistem Gas



Gas dalam ruang tertutup dipanasi sehingga tekanannya akan mendorong piston dari kedudukan 1 ke kedudukan 2. Gas tersebut dikatakan telah melakukan usaha.

Usaha pada proses ini:

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

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

W = usaha oleh / pada gas (J)

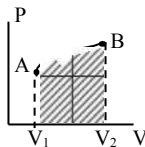
P = tekanan gas (Pa)

$\Delta V$  = perubahan volume gas ( $m^3$ )

Pada proses ekspansi (pertambahan volume) :  $V_2 > V_1$  sehingga usaha W positif, sedangkan pada proses kompresi (penurunan volume) :  $V_2 < V_1$  sehingga usaha W negatif.

$W \oplus$  → gas melakukan usaha

$W \ominus$  → gas dikenai usaha



Dalam diagram P - V, usaha gas sama dengan luas daerah dibawah kurva (yang diarsir).

#### 5. Hukum I Termodinamika

“Perubahan kalor pada sistem gas sama dengan jumlah perubahan energi dalam gas dan usahanya.”

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

$\Delta Q$  = perubahan kalor (J)

$\Delta U$  = perubahan energi dalam (J)

W = usaha oleh / pada gas (J)

Perjanjian ;

Kalor masuk dalam sistem:  $\Delta Q \oplus$

Kalor keluar dari sistem  $\ominus$  :  $\Delta Q$

Gas melakukan usaha :  $W \oplus$

Gas dikenai usaha :  $W \ominus$

Energi dalam gas naik:  $\Delta U \oplus$

Energi dalam gas turun  $\ominus$  :  $\Delta U$

#### 6. Proses-proses Termodinamika

##### Proses Isobaris

Yaitu proses yang berlangsung pada tekanan tetap (P = tetap)

$V / T = \text{konstan}$

$\Delta Q = \Delta Q_p = C_p \cdot \Delta T$

$\Delta U = C_v \cdot \Delta T$

$W = P \cdot \Delta V$

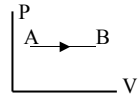


Diagram P - V :

##### Proses Isokoris

Yaitu proses yang berlangsung pada volume tetap (V = tetap)

$P / T = \text{konstan}$

$\Delta Q = \Delta Q_v = C_v \cdot \Delta T$

$\Delta U = C_v \cdot \Delta T$

$W = P \cdot \Delta V = 0$  ( $\Delta V = 0$ )

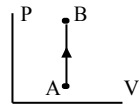


Diagram P - V :

##### Proses Isotermis

Yaitu proses yang berlangsung pada suhu tetap (T = tetap)

$P \cdot V = \text{konstan}$

$\Delta Q = W$

$\Delta U = C_v \cdot \Delta T = 0$  ( $\Delta T = 0$ )

$W = n R T \ln (V_2 / V_1)$

$W = 2,3 n R T \log (V_2 / V_1)$

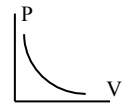


Diagram P - V

##### Proses Adiabatis

Yaitu proses yang berlangsung tanpa ada pertukaran kalor antara sistem dan

$P \cdot V^\gamma = \text{konstan}$

$\Delta Q = 0$

$\Delta U = -W$

$W = \frac{1}{1 - \gamma} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$

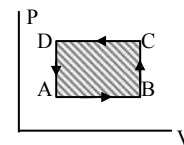


Diagram P - V

#### 7. Proses Termodinamika

Proses siklus adalah proses yang berawal dari keadaan tertentu kembali ke keadaan semula.

Contoh:



Gas mula-mula pada keadaan A melangsungkan proses ekspansi isobaris ke keadaan B. Dari B ke C berproses secara isokoris berikutnya kompresi isobaris ke D. Yang terakhir gas melakukan proses isokoris untuk kembali ke keadaan semula.

Pada proses siklus :

$\Delta U = 0$

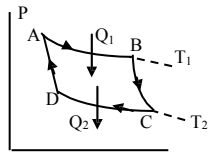
W = luas daerah yang dibatasi garis proses

$\Delta Q = W$

### A Siklus Carnot

Siklus Carnot adalah siklus yang dibatasi 2 proses isoteremis dan 2 proses adiabatik .

Diagram P - V :



A → B : ekspansi isoteremis

B → C : ekspansi adiabatik

C → D : kompresi isoteremis

D → A : kompresi adiabatik

W = usaha gas (J)

Q<sub>1</sub> = kalor masukan (J)

Q<sub>2</sub> = kalor buang (J)

T<sub>1</sub> = suhu tinggi (K)

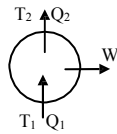
T<sub>2</sub> = suhu rendah (K)

Pada proses ini:

$$\left. \begin{aligned} W &= Q_1 - Q_2 \\ Q_2/Q_1 &= T_2/T_1 \end{aligned} \right\}$$

## 8. Efisiensi Mesin

### A. Mesin Kalor



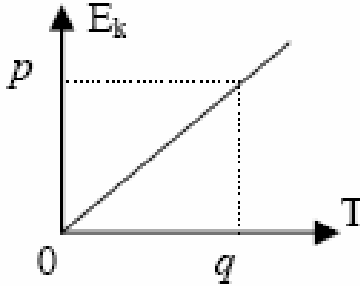
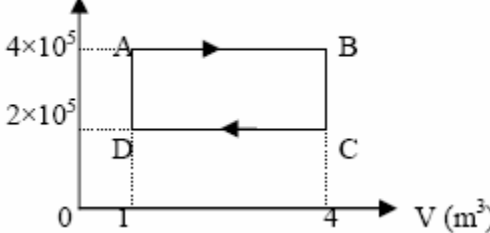
Efisiensi mesin:

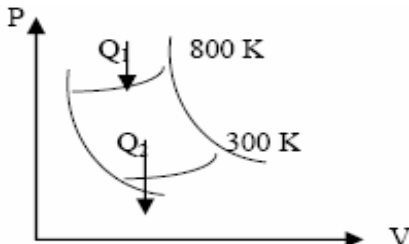
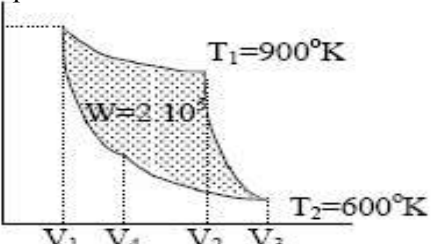
$$\eta = W/Q_1 \times 100 \%$$

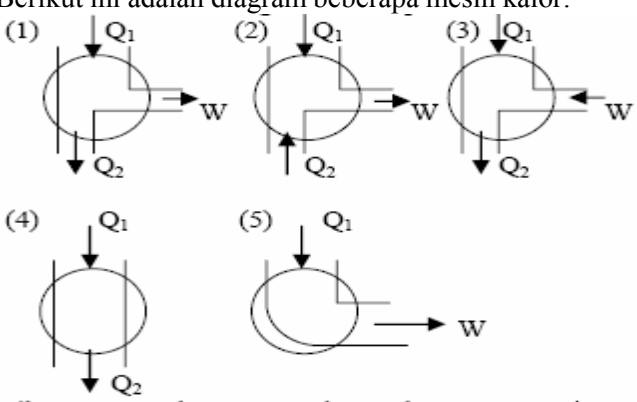
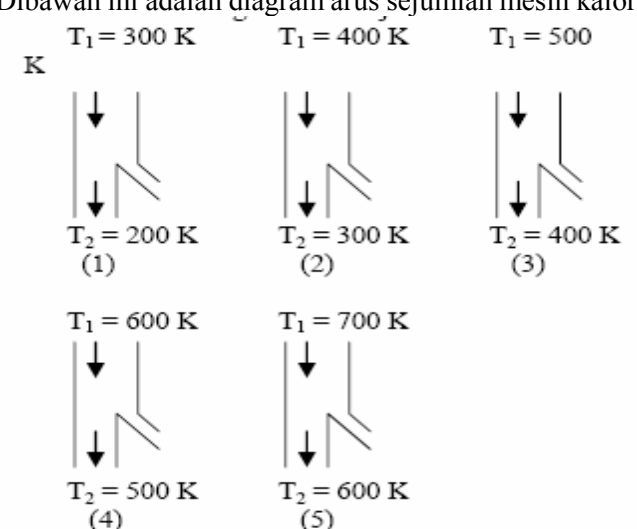
$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

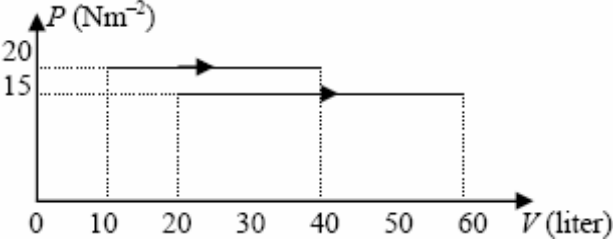
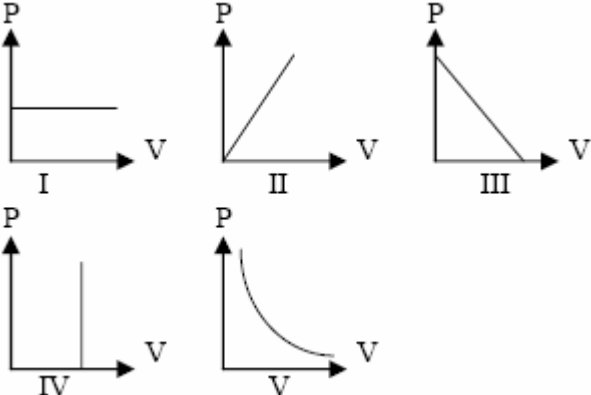
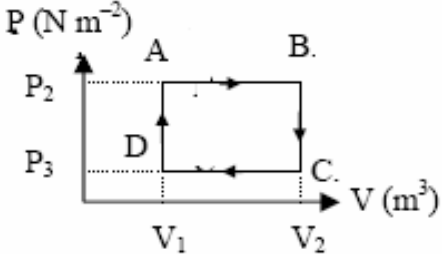
$$\eta = 1 - Q_2/Q_1$$

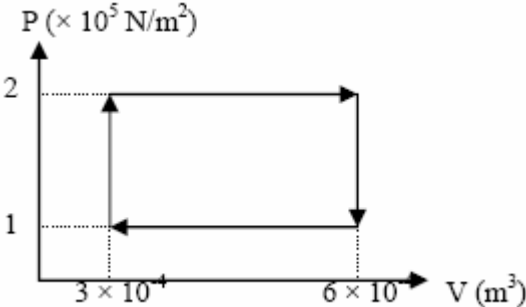
$$\text{Carnot : } \eta = 1 - T_2/T_1$$

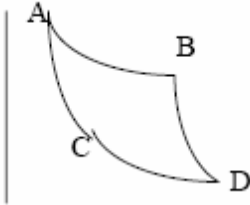
SOAL	JAWABAN
<p><b>05. EBTANAS-02-32</b>  Dua mol gas monoatomik pada suhu <math>27^{\circ}\text{C}</math> dan tekanan <math>3 \times 10^5\text{ Pa}</math> mengalami proses isokhorik hingga tekanannya menjadi <math>4 \times 10^5\text{ Pa}</math>. Bila tetapan gas umum <math>8,31\text{ J/mol K}</math>, maka perubahan energi dalam gas adalah ...</p> <p>A. 4155 J  B. 2908 J  C. 2493 J  D. 2077 J  E. 1108 J</p>	
<p><b>06. EBTANAS-97-27</b>  Berikut ini adalah grafik hubungan antara energi kinetik rata-rata (<math>E_k</math>) satu Molekul gas monoatomik dengan suhu mutlak (<math>T</math>)  Berdasar grafik tersebut, konstantan Boltzmann adalah ...</p> <p>A. <math>2p</math>  <math>3q</math>  B. <math>3q</math>  <math>2p</math>  C. <math>2q</math>  <math>3p</math>  D. <math>3p</math>  <math>2q</math>  E. <math>p</math>  <math>q</math></p> 	
<p><b>07.. EBTANAS-95-42</b>  Grafik (<math>P-V</math>) berikut merupakan siklus mesin kalor.</p>  <p>Tentukan usaha yang dilakukan !</p>	

	SOAL	JAWABAN
	<p><b>08. UAN-04-28</b>            Pada grafik PV mesin Carnot di bawah ini, <math>W = 6.000</math> joule. Banyak kalor yang dilepas oleh mesin tiap siklus adalah ...</p> <p>A. 2.250 joule            B. 3.000 joule            C. 3.750 joule            D. 6.000 joule            E. 9.600 joule</p> 	
	<p><b>09. EBTANAS-98-28</b>            Dari grafik hubungan P-V pada mesin Carnot di gambar samping dapat diketahui bahwa kalor yang diserap mesin setiap siklus adalah ...</p> <p>A. <math>3 \times 10^5</math> J            B. <math>4 \times 10^5</math> J            C. <math>5 \times 10^5</math> J            D. <math>6 \times 10^5</math> J            E. <math>6 \times 10^6</math> J</p> 	
	<p><b>10. EBTANAS-90-24</b>            Sebuah mesin Carnot bekerja di antara dua reservoir panas <math>487^\circ\text{C}</math> dan reservoir dingin <math>107^\circ\text{C}</math>. Jika mesin tersebut menyerap kalor 800 joule dari reservoir panas, maka jumlah kalor yang dibuang dari mesin adalah ...</p> <p>A. 200 joule            B. 300 joule            C. 400 joule            D. 800 joule            E. 1200 joule</p>	
	<p><b>11. EBTANAS-87-37</b>            Sebuah mesin gas ideal bekerja dalam suatu siklus Carnot antara <math>227^\circ\text{C}</math> dan <math>127^\circ\text{C}</math>, dan menyerap kalor <math>8 \times 10^4</math> kalori pada suhu tertinggi (1 kalori = 4,2 joule). Hitunglah efisiensi mesin dan usaha yang dihasilkan dalam satu siklus.</p>	
	<p><b>12. EBTANAS-88-24</b>            Suhu tinggi reservoir mesin Carnot 500 K dan effisiensinya 60 %. Agar effisiensi mesin Carnot itu menjadi 80 % maka suhu tinggi reservoir mesin Carnot itu menjadi ...</p> <p>A. 375 K            B. 500 K            C. 1000 K            D. 1500 K            E. 2000 K</p>	

SOAL	JAWABAN
<p><b>13. EBTANAS-06-17</b>            Sebuah mesin menyerap panas sebesar 2.000 Joule dari suatu reservoir suhu tinggi dan membuangnya sebesar 1.200 Joule pada reservoir suhu rendah. Efisiensi mesin itu adalah ....</p> <p>A. 80 %            B. 75 %            C. 60 %            D. 50 %            E. 40 %</p>	
<p><b>14. EBTANAS-96-18</b>            Berikut ini adalah diagram beberapa mesin kalor:</p>  <p>Jika <math>Q_1 &gt; Q_2</math> dan <math>W = \text{usaha}</math>, maka yang sesuai mesin Carnot adalah diagram nomor ...</p> <p>A. (1) B. (2) C. (3) D. (4) E. (5)</p>	
<p><b>15. EBTANAS-91-19</b>            Dibawah ini adalah diagram arus sejumlah mesin kalor</p>  <p>Dari kelima diagram arus mesin kalor tersebut di atas yang memiliki efisiensi paling besar adalah diagram arus pada gambar ke ...</p> <p>A. (1) B. (2) C. (3) D. (4) E. (5)</p>	

SOAL	JAWABAN
<p><b>05. EBTANAS-00-36</b>            Dari grafik P – V di bawah, besar usaha gas pada proses I dan II berbanding sebagai ...</p>  <p>A. 4 : 3            B. 3 : 4            C. 2 : 3            D. 1 : 2            E. 1 : 1</p>	
<p><b>06. EBTANAS-93-22</b>            Lima grafik berikut ini menunjukkan hubungan antara tekanan (P) dan volume (V) suatu gas</p>  <p>Proses isobarik ditunjukkan oleh grafik ...</p> <p>A. I            B. II            C. III            D. IV</p>	
<p><b>07. EBTANAS-96-17</b>            Di samping ini adalah grafik p (tekanan) – V (volume) suatu gas di ruang tertutup, yang mengalami berbagai proses. Bagian dari grafik yang menyatakan gas memperoleh usaha luar adalah ...</p> <p>A. AB            B. CD            C. BC            D. DA            E. AC</p> 	

	SOAL	JAWABAN
	<p><b>08. EBTANAS-05-44</b>            Pada diagram PV di samping ini. Suatu gas mengalami proses siklus ABCDA. Tentukan usaha yang dilakukan gas pada seluruh proses ABCDA tersebut (<math>W</math> total)</p> 	
	<p><b>09.</b> Mesin Carnot bekerja diantara 2 reservoir bersuhu <math>27^{\circ}\text{C}</math> dan <math>227^{\circ}\text{C}</math>. Kalor yang masuk dalam sistem 1000 J. Usaha yang dihasilkan :</p> <p>A. 200 J            B. 300 J            C. 400 J            D. 500 J            E. 600 J</p>	
	<p><b>10.</b> Mesin ideal Carnot bekerja diantara 2 reservoir 800 K dan 1000 K. Jika kalor yang diserap sistem 200 kal, maka kalor yang dibuang :</p> <p>A. 160 kal            B. 120 kal            C. 110 kal            D. 100 kal            E. 95 kal</p>	
	<p><b>11. EBTANAS-01-35</b>            Efisiensi mesin Carnot yang tiap siklusnya menyerap kalor pada suhu <math>960^{\circ}\text{K}</math> dan membuang kalor pada suhu <math>576^{\circ}\text{K}</math> adalah ...</p> <p>A. 40 %            B. 50 %            C. 56 %            D. 60 %            E. 80 %</p>	
	<p><b>12. EBTANAS-00-37</b>            Suatu mesin Carnot mempunyai reservoir suhu tinggi <math>373^{\circ}\text{C}</math> dan reservoir suhu dingin <math>50^{\circ}\text{C}</math>. Efisiensi yang dihasilkan mesin tiap siklus adalah ...</p> <p>A. 50 %            B. 58 %            C. 70 %            D. 85 %            E. 137 %</p>	

	SOAL	JAWABAN
	<p><b>13. EBTANAS-89-07</b>            Bagian dari siklus Carnot yang menggambarkan proses adiabatik adalah ...</p> <p>A. BC dan CD            B. CD dan DA            C. DA dan AB            D. DA dan BC            E. CD dan AB</p> 	
	<p><b>14. EBTANAS-86-15</b>            Jika sebuah mesin Carnot menggunakan reservoir dengan suhu tinggi 900°K dan mempunyai efisiensi 60 %, maka suhu yang rendah adalah ...</p> <p>A. 700°K            B. 400°K            C. 387°C            D. 360°K            E. 187°C</p>	
	<p><b>15. EBTANAS-87-15</b>            Perhatikan gambar berikut!            Bila efisiensi mesin = b, maka nilai T2 adalah ...</p> <p>A. <math>T_2 = a(1 + b) \text{ } ^\circ\text{K}</math>            B. <math>T_2 = a(1 - b) \text{ } ^\circ\text{K}</math>            C. <math>T_2 = \frac{1-b}{a} \text{ } ^\circ\text{K}</math>            D. <math>T_2 = \frac{a}{1+b} \text{ } ^\circ\text{K}</math>            E. <math>T_2 = \frac{a}{1-b} \text{ } ^\circ\text{K}</math></p> 