
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

ZCT 212/2 - Termodinamik

Masa : 2 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUABELAS** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab kesemua **DUAPULUH TUJUH** soalan.

Bahagian A:

Sila lorekkan jawapan anda dengan terang dalam borang OMR untuk soalan-soalan 1-25. Kesemuanya wajib dijawab.

Bahagian B

Jawab kedua-dua soalan berikut dengan terang diatas skrip jawapan.

Bahagian A:

Sila lorekkan jawapan anda dengan terang dalam borang OMR untuk soalan-soalan 1-25. Kesemuanya wajib dijawab.

1. Gas neon yang monatomik pada isipadu 1.8 l berada pada tekanan 4.0 atm dan suhu 440K. Jisim atomik gas neon ialah 20.2 g/mol. Kemudian, suhu gas ini dinaikkan kepada 540K dan isipadunya dinaikkan kepada 3.8 l. Tekanan akhir gas ini dalam unit atm ialah:

- a. 2.1
- b. 2.3
- c. 2.6
- d. 2.8
- e. 3.0

2. Persamaan keadaan Van der Waals ialah

$$\left(P + \frac{an^2}{V^2} \right) (V - nb) = nRT.$$

- a. Sebutan $\frac{an^2}{V^2}$ adalah untuk menerangkan bahawa tidak semestinya kesemua molekul gas berada pada tekanan yang sama.
 - b. Sebutan nb adalah untuk menerangkan bahawa suatu molekul mempunyai isipadu finit (terhingga) dan bukan suatu titik zarah.
 - c. Sebutan $\frac{an^2}{V^2}$ adalah untuk menerangkan bahawa molekul-molekul saling menolak antara satu dengan lain.
 - d. Persamaan ini boleh diaplikasi pada bahan pepejal tetapi bukan pada bahan cecair atau gas.
 - e. Persamaan ini tidak setepat persamaan Hukum gas unggul, tetapi ia berguna sebagai anggaran kepada Hukum gas unggul.
3. Suatu pemampatan pada tekanan tetap 40 kPa dikenakan keatas suatu gas monatomik unggul 7.0 mol. Pemampatan tersebut menurunkan isipadu gas daripada 0.21 m³ kepada 0.12 m³. Kerja yang dilakukan oleh gas dalam unit kJ ialah;
- a. -3.6
 - b. 3.6
 - c. -9.0
 - d. 9.0
 - e. 0

4. Suatu gas monatomik unggul melalui pengembangan isoterma pada 300 K meningkatkan isipadunya daripada 0.04 m^3 kepada 0.32 m^3 . Tekanan akhirnya ialah 80 kPa . Perubahan tenaga dalam gas dalam unit kJ ialah;
- 27
 - 27
 - 53
 - 53
 - 0
5. Mana antara berikut adalah pernyataan yang **tidak benar**?
- Haba adalah pemindahan tenaga kedalam atau keluar suatu sistem disebabkan perbezaan suhu antara sistem dan persekitarannya.
 - Haba yang ditambah kepada suatu gas unggul semasa berubah daripada keadaan 1 kepada keadaan 2 bergantung hanya kepada keadaan-keadaan awal dan akhirnya, dan tidak bergantung kepada lintasan yang dilaluinya.
 - Apabila gas berubah daripada satu keadaan kepada satu keadaan lain, kerja yang dilakukan bergantung kepada lintasan yang dilaluinya.
 - Apabila suatu gas unggul mengalami pengembangan bebas, suhunya tidak berubah.
 - Pada garisan bertiga, kesemua tiga fasa iaitu pepejal, cecair dan gas boleh wujud serentak.
6. Pertimbangkan persamaan $Q = \Delta U + W$. Mana antara berikut adalah pernyataan yang **tidak benar**?
- Ini dipanggil Hukum Pertama Termodinamik.
 - Ini dipanggil Hukum Keabadian Tenaga.
 - Q boleh positif atau negatif.
 - W ialah kerja yang dilakukan oleh sistem, dan bukan keatas sistem.
 - Oleh kerana Q dan W bergantung kepada lintasan, maka ΔU juga bergantung kepada lintasan.

Bagi soalan-soalan 7, 8, 9 dan 10 rujuk kepada situasi 1 berikut:

Situasi 1:

Suatu proses adiabatik dikenakan keatas 15 mol gas unggul. Suhu awalnya ialah 320 K dan isipadu awalnya 0.80 m^3 . Isipadu akhir gas tersebut ialah 0.40 m^3 dan pemalar adiabatik gas ialah 1.44.

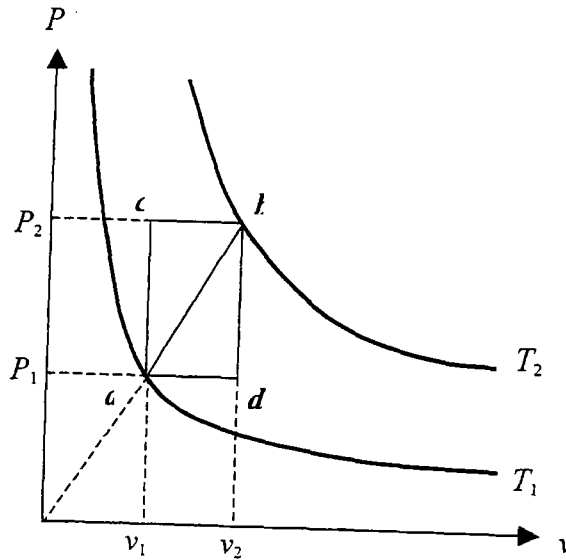
7. Dalam situasi 1, suhu akhir gas dalam unit SI adalah berhampiran dengan;
- 435
 - 450
 - 465
 - 480
 - 495
8. Dalam situasi 1, haba yang diserap oleh gas dalam unit kJ adalah berhampiran dengan;
- 0
 - 14
 - 14
 - 32
 - 32
9. Dalam situasi 1, kerja yang dilakukan oleh gas dalam unit kJ , adalah berhampiran dengan;
- 0
 - 14
 - 14
 - 32
 - 32
10. Dalam situasi 1, muatan haba tentu pada tekanan tetap bagi gas dalam unit SI adalah berhampiran dengan;
- 23
 - 25
 - 27
 - 29
 - 31
11. Dua enjin haba Carnot beroperasi dengan enjin A menyerap $19.0 kJ$ se unit kitaran daripada takungan haba pada suhu $410 K$. Haba yang disingkir oleh enjin A diserap oleh enjin B yang melakukan $2.6 kJ$ kerja bersih se unit kitaran. Enjin B pula menyingirkan haba pada suhu $260 K$. Kerja se unit kitaran yang dilakukan oleh enjin A dalam unit kJ adalah berhampiran dengan;
- 4.4
 - 5.0
 - 5.7
 - 6.3
 - 7.0

12. Suatu enjin haba bukan Carnot, beroperasi antara dua takungan haba pada suhu 670 K dan 270 K . Ia melakukan 3.1 kJ kerja bersih dan menyingkirkan 9.2 kJ haba dalam satu kitaran. Kecekapan terma enjin haba ini adalah berhampiran dengan;
- 0.20
 - 0.23
 - 0.25
 - 0.28
 - 0.30
13. Suatu gas unggul seberat 710 g mengalami pemampatan isoterma boleh diterbalikkan pada suhu 330 K . Pemampatan tersebut mengurangkan isipadu gas daripada 0.40 m^3 kepada 0.18 m^3 . Jisim molekul gas tersebut ialah 45.0 g/mol . Perubahan entropi gas dalam unit SI adalah berhampiran dengan;
- 59
 - 59
 - 100
 - 100
 - 0
14. Mana antara berikut adalah pernyataan yang **tidak tepat**?
- Pengaliran haba daripada jasad yang lebih sejuk kepada jasad yang lebih panas akan mencabuli Hukum Pertama Termodinamik.
 - Proses-proses boleh diterbalikkan adalah proses-proses keseimbangan.
 - Pegembangan bebas bagi suatu gas ialah satu contoh proses tidak boleh diterbalikkan.
 - Tenaga kinetik makroskopik adalah berkaitan dengan pergerakan molekul yang teratur dan berkoordinat sementara pengaliran haba melibatkan perubahan dalam tenaga bagi pergerakan molekul yang rambang dan tidak teratur.
 - Semua proses-proses yang benar tidak boleh diterbalikkan.

Bagi soalan-soalan 15, 16, 17, dan 18 rujuk kepada situasi 2 berikut:

Situasi 2:

Suatu gas unggul dimana $c_v = \frac{5}{2}R$ dibawa dari titik a ke titik b seperti dalam rajah dibawah disepanjang tiga lintasan $a-c-b$, $a-d-b$ dan $a-b$. Katakan $P_2 = 2P_1$ dan $v_2 = 2v_1$.



15. Dalam situasi 2, haba yang dibekalkan kepada gas seunit mol dalam proses mengikut lintasan $a-c-b$ ialah;

- a. $8RT_1$
- b. $9RT_1$
- c. $\frac{15}{2}RT_1$
- d. $\frac{17}{2}RT_1$
- e. $\frac{19}{2}RT_1$

16. Dalam situasi 2, haba yang dibekalkan kepada gas seunit mol dalam proses mengikut lintasan $a-d-b$ ialah;

- a. $8RT_1$
- b. $9RT_1$
- c. $\frac{15}{2}RT_1$
- d. $\frac{17}{2}RT_1$
- e. $\frac{19}{2}RT_1$

17. Dalam situasi 2, haba yang dibekalkan kepada gas seunit mol dalam proses mengikut lintasan $a-b$ ialah;
- a. $8RT_1$
 - b. $9RT_1$
 - c. $\frac{15}{2}RT_1$
 - d. $\frac{17}{2}RT_1$
 - e. $\frac{19}{2}RT_1$
18. Dalam situasi 2, muatan haba tentu molal bagi gas dalam proses mengikut lintasan $a-b$ ialah;
- a. $3R$
 - b. $8R$
 - c. $9R$
 - d. $\frac{8}{3}R$
 - e. $\frac{19}{6}R$
19. Diatas rajah T melawan S , luas dibawah lengkungan graf mewakili;
- a. Kerja
 - b. Pengaliran haba
 - c. Perubahan dalam entropi
 - d. Tenaga dalam
 - e. Perubahan dalam entalpi
20. "Tiada proses boleh wujud dimana hasil satu-satunya ialah pengaliran haba keluar daripada satu sistem pada suhu tertentu dan pengaliran haba yang mempunyai magnitud yang sama kedalam sistem kedua pada suhu yang lebih tinggi." Pernyataan ini adalah;
- a. tidak benar.
 - b. bersamaan dengan Hukum Pertama Termodinamik.
 - c. pernyataan Clausius tentang Hukum Kedua Termodinamik.
 - d. pernyataan Kelvin-Planck tentang Hukum Kedua Termodinamik.
 - e. bersamaan dengan perubahan entropi bagi sistem yang melalui proses boleh diterbalikkan.

21. "Tiada proses boleh wujud dimana hasil satu-satunya ialah transformasi kerja W ke dalam haba Q yang mengalir kedalam takungan, dan haba Q bersamaan magnitud dengan kerja W ." Pernyataan ini adalah;
- bersamaan dengan Hukum Pertama Termodinamik.
 - pernyataan Clausius tentang Hukum Kedua Termodinamik.
 - pernyataan Kelvin-Planck tentang Hukum Kedua Termodinamik.
 - bersamaan dengan perubahan entropi bagi sistem yang melalui proses boleh diterbalikkan.
 - tidak benar.

22. Satu kg air dipanaskan secara boleh diterbalikkan dengan gelung pemanas elektrik daripada suhu 20°C kepada 80°C . Perubahan dalam entropi air ialah;
- 0
 - 710 J/K
 - 779 J/K
 - 3135 J/K
 - 5795 J/K

23. Daripada persamaan:

$$\left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_P = \frac{1}{T} \left(\frac{\partial h}{\partial T}\right)_P \quad \text{dan} \quad \left(\frac{\partial s}{\partial P}\right)_T = \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial h}{\partial P}\right)_T - v \right]$$

mana antara berikut adalah benar?

- $\left(\frac{\partial h}{\partial P}\right)_T = -T \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P + v$
- $\left(\frac{\partial h}{\partial P}\right)_T = T \left(\frac{\partial s}{\partial P}\right)_T$
- $\left(\frac{\partial h}{\partial P}\right)_T = \beta v - T$
- $\left(\frac{\partial h}{\partial T}\right)_P = T \left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_P + v$
- $\left(\frac{\partial h}{\partial T}\right)_P = -\beta v T + v$

24. Persamaan $T ds = c_v dT + T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_v dv$ adalah berguna untuk mengirakan;

- perubahan dalam suhu bagi suatu pepejal atau cecair apabila ia dimampatkan secara adiabatik.
- haba yang keluar daripada suatu sistem apabila ia melalui proses isoterma.
- haba yang diserap apabila sistem melalui satu proses adiabatik.
- perubahan tekanan pepejal apabila suhunya berubah pada isipadu tetap.
- perubahan isipadu cecair apabila suhunya berubah pada tekanan tetap.

25. Persamaan keadaan bagi suatu gas ialah $(P + b)v = RT$ Perubahan entropi bagi gas dalam proses isoterma ialah;

- $\frac{R}{v_2 - v_1}$
- $\frac{R}{v_2^2 - v_1^2}$
- $\frac{c_v}{T_2 - T_1}$
- $R \ln \left(\frac{v_2}{v_1} \right)$
- $c_v \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)$

(60 markah)

Bahagian B

Jawab kedua-dua soalan berikut dengan terang diatas skrip jawapan.

1. Satu mol gas unggul diambil daripada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 273 \text{ K}$ kepada $P = 0.5 \text{ atm}$ dan $T = 546 \text{ K}$ melalui proses isoterma boleh diterbalikkan dan kemudiannya, diikuti proses isobarik boleh diterbalikkan. Seterusnya, ia kembali kepada keadaan asalnya dengan melalui proses isokorik boleh diterbalikkan dan diikuti dengan proses adiabatik boleh diterbalikkan. Anggap bahawa $c_v = \frac{3}{2} R$.

- Lukiskan kitaran ini di atas rajah P - V .
- Untuk setiap proses dan keseluruhan kitaran, kirakan perubahan dalam T , V , P , W , Q , U dan H . (tuliskan keputusan dalam bentuk jadual)
- Lukiskan kitaran ini di atas rajah V - T .

(20 markah)

2. Tekanan ke atas suatu blok kuprum pada suhu 0°C ditingkatkan secara isoterma boleh diterbalikkan daripada 1 atm kepada 1000 atm . Anggapkan bahawa β , κ dan ρ adalah malar dan bersamaan dengan $5 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, $8 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^2$ dan $8.9 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ masing-masing. Kirakan
- Kerja yang dilakukan keatas kuprum seunit kg .
 - Haba yang terlesap seunit kg .
 - Dalam bahagian a dan b yang manakah yang lebih besar? Apakah maksudnya?
 - Jika disebaliknya pemampatan dilakukan secara adiabatik dan bukan isoterma, berapakah peningkatan suhu kuprum?

(20 markah)

ZCT 212/2 – TERMODINAMIK

PERSAMAAN PENTING

$$c_{p \text{ kuprum}} = 0.0923 \frac{\text{kcalori}}{\text{g} \cdot \text{K}}$$

$$c_{p \text{ air}} = 4.18 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$1 \text{ kalori} = 4.186 \text{ J}$$

$$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$1 \text{ litre} = 1000 \text{ cm}^3$$

$$R = 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Hukum Gas Unggul

$$PV = nRT$$

Persamaan Van der Waals

$$\left(P + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$$

pekali pengembangan isipadu

$$\beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P$$

untuk gas unggul

$$\beta = \frac{1}{V} \frac{nR}{P} = \frac{1}{T}$$

pekali kemampatan isoterma

$$\kappa = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$$

untuk gas unggul

$$\kappa = -\frac{1}{V} \left(-\frac{nRT}{P^2}\right) = \frac{1}{P}$$

$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z = \frac{1}{\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_z} \quad \left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)_x \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y = -1$$

$$dW = P dV$$

$$dU = dQ - dW$$

$$C = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{Q}{\Delta T} = \frac{dQ}{dT}$$

$$u_2 - u_1 = l - P(v_2 - v_1)$$

$$h = u + Pv$$

$$l = h_2 - h_1$$

$$dq = c_v dT + \left[\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T + P\right] dv$$

$$c_p - c_v = \left[\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T + P\right] \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P$$

$$dq = c_p dT + \left[\left(\frac{\partial h}{\partial P}\right)_T - v\right] dP$$

$$c_p - c_v = -\left[\left(\frac{\partial h}{\partial P}\right)_T - v\right] \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_P$$

Untuk gas monatomik,

$$\frac{c_p}{R} \approx \frac{5}{2} \text{ dan } \frac{c_v}{R} \approx \frac{3}{2}$$

Untuk gas diatomik,

$$\frac{c_p}{R} \approx \frac{7}{2} \text{ dan } \frac{c_v}{R} \approx \frac{5}{2}$$

$$\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)_y = \left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)_y \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y$$

$$\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)_y = \left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)_x \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y + \left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)_z$$

pekali Joule $\eta \equiv \left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_u$

pekali Joule-Thomson $\mu \equiv \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_h$

bagi mana-mana bahan dalam proses adiabatik boleh diterbalikkan;

$$\left(\frac{\partial P}{\partial v}\right)_s = \frac{c_p}{c_v} \left(\frac{\partial P}{\partial v}\right)_T$$

untuk gas unggul: $\left(\frac{\partial P}{\partial v}\right)_T = -\frac{P}{v}$

$$P v^\gamma = K = \text{pemalar} \quad T P^{1-\gamma} = \text{pemalar} \quad T v^{\gamma-1} = \text{pemalar}$$

dimana pemalar adiabatik, $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{c_p}{c_p - R}$

$$w = \frac{1}{1-\gamma} [P_2 v_2 - P_1 v_1]$$

$$dQ = T ds$$

$$\Delta s_{\text{jasad}} = c_p \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Delta s_{\text{takungan}} = -c_p \frac{T_2 - T_1}{T_2}$$

$$ds = \frac{1}{T} (du + P dv)$$

$$ds = \left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_v dT + \left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_T dv$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_v = \frac{1}{T} \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_v = \frac{c_v}{T}$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_T = \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T + P \right] = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_v$$

$$ds = \frac{1}{T} (dh - v dP)$$

$$ds = \left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_P dT + \left(\frac{\partial s}{\partial P}\right)_T dP$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_P = \frac{1}{T} \left(\frac{\partial h}{\partial T}\right)_P = \frac{c_p}{T}$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial P}\right)_T = \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial h}{\partial P}\right)_T - v \right] = -\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P$$

$$T ds = c_v dT + T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_v dv$$

$$T ds = c_p dT - T \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P dP$$

$$T ds = c_p \left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_P dv + c_v \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_v dP$$