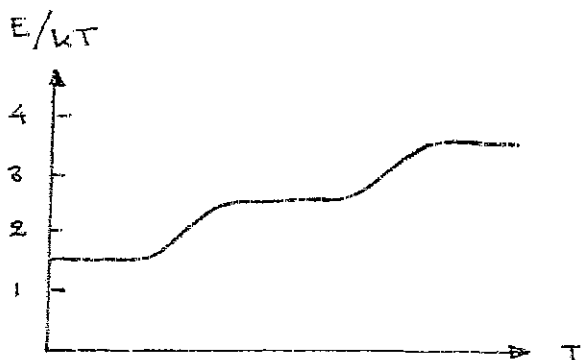


Tentamen i FYSIK B för D2 (FFY 171)

- Lärare: Åke Fäldt, tel 772 3349 eller 070 567 9080
Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, IEFYMA eller motsvarande gymnasietabell.
Valfri kalkylator (tömd på för kursen relevant information) samt ett egenhändigt framställt A4-blad med anteckningar.
Rättningen: Klar senast torsdagen den 4 maj 2006.
Granskning: I HB 2 kl 12-12.45 torsdagen den 4 maj 2006
Betyg: 3:a 10-14 p, 4:a 15-19 p, 5:a 20p –

FÖRKLARA ALLTID INFÖRDA STORHETER OCH MOTIVERA EKVATIONER OCH SLUTSATSER
RITA TYDLIGA FIGURER. KONTROLLERA SVARENS RIMLIGHET OCH DIMENSION.

1. Två lika långa och lika tjocka stavar av koppar respektive järn är sammanfogade med en lötning vars smälttemperatur är 83 grader Celsius. Änden på kopparstaven är i god termisk kontakt med en värmereservoar vars temperatur är T . Järnstaven är på samma sätt i kontakt med en reservoar vars temperatur är 27 grader Celsius. Vi vilket värde på T riskerar man att lödstället smälter? (4 p)
2. En viss ideal gasmassa genomlöper en reversibel kretsprocess bestående av en isobar expansion, en isokor samt en isoterm kompression. Hur stor blir den termiska verkningsgraden om förhållandet mellan kretsprocessens högsta och lägsta temperatur är 3,00 och gasen innehåller enatomiga molekyler. (4 p)
3. Figuren nedan beskriver schematiskt hur medelenergin E dividerad med kT varierar med temperaturen T för en tvåatomig idealgas. Använd dina kunskaper i statistisk fysik och molekylfysik och förklara kurvans utseende. Varför uppstår plattåerna i kurvan? Hur hade den sett ut om det hade varit enatomiga molekyler? (4 p)



VG VÄND!

4 Denna uppgift består av 8 deluppgifter. Varje korrekt svar ger 0,5 poäng. Inga motiveringar behövs.

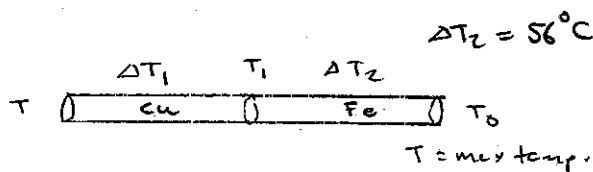
- i Om huvudkvanttalet $n = 3$ så är alla de tillåtna värdena på det magnetiska kvanttalet m_l :
- 1, 0, 1
 - 2, 1, 0
 - 2, 1, 0, -1, -2
 - 0, 1, 2, 3, 4
 - 1, 2, 3
- ii Väte har en proton i kärnan och den energi som krävs för att jonisera väte är 13,6 eV. Helium har två protoner i kärnan. Energin, uttryckt i eV, som krävs för att från en enkeljoniserad heliumjon skapa dubbeljoniserat helium är:
- 13,6
 - 54,4
 - 8,6
 - 10,2
 - 3,4
- iii Om Pauliprincipen inte gällde skulle:
- alla elektroner i en och samma atom ha olika massor
 - inga atomer skulle finnas i grundtillståndet
 - kvanttalen n och l skulle inte existera
 - varje elektronpar i ett tillstånd skulle ha motriktade spinn
 - varje elektron i en atom skulle finnas i atomens lägsta energitillstånd
- iv Vilken av nedanstående elektronkonfigurationer beskriver en atom med fem elektroner som befinner sig i sitt grundtillstånd, d v s det tillstånd som har lägst energi?
- $1s^2 2s^2 2p^1$
 - $1s^2 2s^1 2p^2$
 - $1s^2 2s^2 2d^1$
 - $1s^2 2s^2 2f^1$
 - $1s^2 2s^2 3p^1$
- v En partikel är instängd i en endimensionell potentiallåda med oändligt höga väggar. Om lådans väggar befinner sig vid $x = 0$ och $x = L$ måste den vågfunktion som beskriver partikeln ha värdena $\psi(0) = 0$ och $\psi(L) = 0$ där x och y ges av (x, y) :
- (0, 0)
 - (0, L)
 - (L, 0)
 - (0, $L^{1/2}$)
 - ($L^{1/2}$, $L^{1/2}$)
- vi Li har tre protoner i kärnan. De tillåtna värdena för huvudkvanttalet n i Li^{2+} är
- 1 till oändligheten
 - 2 till oändligheten
 - 3 till oändligheten
 - vilket reellt tal som helst
 - 1 till 10
- vii I en graf som visar K_{max} (den maximala rörelseenergin hos de fotoemitterade elektronerna) som funktion av ljusets frekvens så är riktningskoefficienten hos den räta linjen:
- Plancks konstant
 - elektronens laddning
 - 1
 - elektronens massa
 - utträdesarbetet
- viii Sannolikheten att finna en partikel som beskrivs av vågfunktionen $\psi(x, y, z)$, i det infinitesimala volymselementet dV ges av
- $\psi(x, y, z)$
 - $|\psi(x, y, z)| dV$
 - $\psi(x, y, z) dV$
 - $|\psi(x, y, z)|^2 dV$
 - $|\psi(x, y, z)| dV$

5. Betrakta en fri elektrongas som befinner sig vid absoluta nollpunkten. Bestäm elektronernas medianenergi (OBS inte medelenergin) i fallen då elektronerna kan röra sig i en, två respektive tre dimensioner. Lämpligen uttrycks svaren i procent av den maximala energin för någon av elektronerna i respektive gas. (4 p)

6. I ett fotoemissionsexperiment låter man en vätelampa, som ger ett väldefinierat väteatomlinjespektrum, belysa ett kalciumprov vars utträdesarbete är 3,1 eV. Utträdesarbetet är den minsta energi som elektronerna behöver ha för att kunna frigöra sig från provet, d v s i första delen av detta problem från kalciumprovet. Man observerar då fotoelektroner som åstadkoms av de vätelinjer som har tillräckligt hög energi. Om kalciumprovet byts ut mot ett natriumprov (utträdesarbete 2,8 eV), vilka ytterligare linjer ger då upphov till fotoelektroner alternativt vilka linjer kan nu inte längre ge upphov till fotoelektroner? Åskådliggör med hjälp av ett energinivådiagram. (4 p)

7. Skriv din namnteckning på plats 7 på tentaomslaget om du vill ha resultatet utskickat per e-mail. Glöm då inte att ange adressen!

①



$$(1) \quad \Delta T_1 + \Delta T_2 = T - T_0$$

$$(2) \quad \lambda_{Cu} \cdot \Delta T_1 = \lambda_{Fe} \cdot \Delta T_2 \quad \text{samma värme i båda staven}$$

$$(2) \Rightarrow \Delta T_1 = \frac{\lambda_{Fe}}{\lambda_{Cu}} \Delta T_2 \quad \text{insätt i (1)}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\lambda_{Fe}}{\lambda_{Cu}} + 1 \right) \Delta T_2 = T - T_0$$

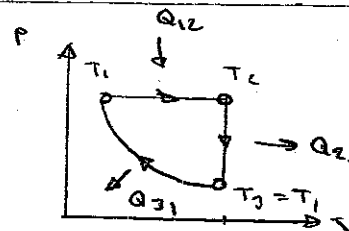
$$\Rightarrow T = \left(\frac{\lambda_{Fe}}{\lambda_{Cu}} + 1 \right) \Delta T_2 + T_0 = \left(\frac{0,75}{3,5} + 1 \right) 56 + 27 = 94^\circ \text{C}$$

②

$$C_V = \frac{1}{2} R$$

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

$$\eta = \frac{\Sigma Q}{\Sigma Q_{\text{in}}}$$



$$Q_{12} = n' C_P (T_2 - T_1) \quad Q_{23} = n' C_V (T_1 - T_2)$$

$$Q_{31} = n' R T_1 \ln \frac{V_1}{V_3} = n' R T_1 \ln \frac{T_1}{T_2}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{C_P (T_2 - T_1) + C_V (T_1 - T_2) + R T_1 \ln \frac{T_1}{T_2}}{C_P (T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{(3,00 - 1) + \ln \frac{1}{5}}{\frac{5}{2} (3,00 - 1)} = 0,18$$

③

Vid låga temperaturer utför molekylerna endast translationsrörelse dvs antalet frihetsgrader = 3 (=α)

När T ökar kommer allt fler molekyler att börja rotera varvid α ökar till 5.

Vid ännu högre T börjar molekylerna dessutom att vibrera $\Rightarrow \alpha = 7$

④

Rättz svar:

i) c

ii) b

iii) c

iv) a

v) a

vi) a

vii) a

viii) d

⑤

1 dim: $D(E) = \text{konst } E^{-1/2}$

2 dim: $D(E) = \text{konst}$

3 dim: $D(E) = \text{konst } E^{1/2}$

$$1 \text{ dim: } \int_0^E E^{-1/2} dE = \int_0^E E^{-1/2} dE \Rightarrow E = \frac{1}{4} E_F$$

$$2 \text{ dim: } \int_0^E \text{konst } dE = \int_0^E \text{konst } dE \Rightarrow E = \frac{1}{2} E_F$$

$$3 \text{ dim: } \int_0^E E^{1/2} dE = \int_0^E E^{1/2} dE \Rightarrow E = 0,63 E_F$$

⑥

Väteatomer ($n = \text{heltal}$) $E_n \text{ (eV)}$

$$E_n = -13,6 \frac{1}{n^2} \text{ eV}$$

$$E_1 = 13,6 \text{ eV}$$

$$E_2 = 3,40 \text{ eV}$$

$$E_3 = 1,51 \text{ eV}$$

$$E_4 = 0,85 \text{ eV}$$

$$E_5 = 0,544 \text{ eV}$$

Ca: alla övergångar med $\Delta E \geq 7,1 \text{ eV}$ ger fotoelektroner

Na: alla överg. med $\Delta E \geq 2,7 \text{ eV}$

Nya linjer ges av: $2,7 \leq \Delta E \leq 7,1 \text{ eV}$

$$E_5 - E_2 = -13,6 \left(\frac{1}{25} - \frac{1}{4} \right) = 13,6 \frac{21}{100} =$$

$$= 2,856 \text{ eV} \quad \text{OK} \quad 5 \rightarrow 2$$

$$E_6 - E_2 = -13,6 \left(\frac{1}{36} - \frac{1}{4} \right) = 3,02 \text{ eV} \quad \text{OK} \quad 6 \rightarrow 2$$

$$E_7 - E_2 = -13,6 \left(\frac{1}{49} - \frac{1}{4} \right) = 3,12 \text{ eV} \quad \text{ej OK}$$