

Tentamen i FYSIK del 1 för E2 (FFY 141)

Lärare: Åke Fäldt, tel 772 3349

Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell.
Valfri kalkylator samt ett egenhändigt framställt A4-blad med anteckningar.

Rättning: Protokollet anslås senast 2002-01-26

Granskning: 2004-01-26 kl 12.00-12.30 i HB3.

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 kvadratiska glasplattor med kantlängden 10 cm läggs ovanpå varandra. En tunn pappersremsa placeras mellan dem vid ena kanten så att en mycket tunn luftkil bildas mellan plattorna. Plattorna belyses med kollimerat natriumljus ($\lambda = 5900 \text{ Å}$) som infaller vinkelrätt. Tio interferensfransar bildas per centimeter av kilen. Bestäm papperets tjocklek. (4 p)

2. Använd Bohrmodellen och beräkna med två siffrors noggrannhet rörelsemängden hos den foton som emitteras när en Li^{2+} övergår från sitt andra exciterade tillstånd till grundtillståndet. (2 p)

I Balmerserien för väte (övergångar där tillstånd med huvudkvanttalet $n = 2$ antingen är begynnelsetillstånd eller sluttillstånd) finns en linje som ligger vid ungefär $\lambda_A = 0,66$ mikrometer. Bestäm våglängden λ_A med fler värdesiffror.

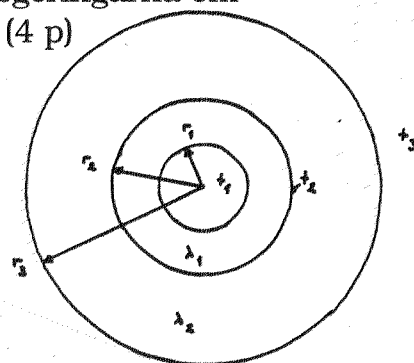
I ett He^+ -spektrum finns en linje λ_B som ligger vid nästan samma våglängd, men där nivån med $n=4$ är inblandad. Vad är huvudkvanttalet för det andra tillståndet som är inblandat i övergången i helium? En noggrann experimentell observation ger att de två våglängderna λ_A och λ_B skiljer sig åt lite.

Hur kommer detta sig?

(2 p)

3. Ett rör har tillverkats av två olika metallegeringar och kan betraktas som två koncentriska cylindriska skal, där materialet mellan radierna r_1 och r_2 har värmeledningsförmågan λ_1 och materialet mellan r_2 och r_3 har värmeledningsförmågan λ_2 . Temperaturen inuti röret är $t_1 = 100$ grader Celsius och utanför röret råder temperaturen $t_3 = 20$ grader Celsius.

Beräkna temperaturen t_2 i skarven mellan de båda legeringarna om r_1 , r_2 och r_3 förhåller sig som 1:2:4 och $\lambda_1 = 2 \lambda_2$. (4 p)



VG VAND !

4. På långt avstånd från en långsmal rektangulär spalt och vinkelrätt mot spaltens längdriktning är två monokromatiska ljuskällor belägna. Ljuset från dessa källor diffrakteras i spalten och observeras på en skärm som befinner sig på långt avstånd från spalten. Man finner då att böjningshuvudmaximum från den ena ljuskällan sammanfaller med andra böjningsminimat för den andra ljuskällan. När man sedan bytte ut spalten mot en cirkulär öppning fann man att Rayleighs upplösningskriterium var nått och jämt uppfyllt, dvs att böjningsmaximum från den ena källa sammanföll med första böjningsminimum från den andra. Beräkna förhållandet mellan den cirkulära öppningens diameter och bredden hos rektangulära spalten. (4 p)

- 5 a Bestäm medianenergin (dvs den energi där antalet elektroner med högre energi är lika med antalet elektroner med lägre energi) för en tredimensionell elektrongas som befinner sig vid $T = 0 \text{ K}$. (2 p)

- b En partikel med kinetiska energin 4 eV rör sig i positiva x -axelns riktning. För negativa x är partikelns potentiella energi konstant. Vid $x = 0$ möter partikeln ett abrupt potentialsteg som innebär att dess potentiella energi minskar med V . Beräkna ett numeriskt värde på V om vi vet att sannolikheten för reflexion vid passage av potentialsteget är 25%. (2 p)

6. En kretsprocess består av följande delprocesser:

1-2: isokor uppvärmning från trycket $2,0 \text{ atm}$ och temperaturen 400 K till trycket $10,0 \text{ atm}$.

2-3: adiabatisk expansion till $2,0 \text{ atm}$.

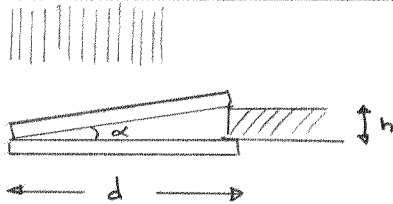
3-1: isobar avkylning.

Bestäm verkningsgraden om gasen är en enatomig idealgas. (4 p)

7. Sätt ett kryss i den ruta som tillhör uppgift 7 på tentamensomslaget och skriv din namnteckning bredvid om du godkänner att ditt resultat läggs ut på kursens hemsida (skyddat av kod) eller att du får resultatet med hjälp av e-mail.

Lösningar K1 FYSIK 1 för E2, 2004-01-12

①



10 fransar per centimeter $\Rightarrow$ 100 fransar på sträckan d.

Avståndet mellan glasplattorna ökar med $\lambda/2$ för varje frans.

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{100 \lambda/2}{d_1} = \frac{h}{d_1}$$

$$\Rightarrow h = 100 \lambda/2 = 100 \cdot \frac{1}{2} 5900 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,295 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

③

Allm $P = \text{konstant} = -\frac{dQ}{dT}$

$$P = -2\pi r \cdot l \cdot \lambda \frac{dT}{dr}$$

$$\Rightarrow \Delta t_1 = (t_1 - t_2) = \frac{P}{2\pi l \lambda_1} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

$$\Rightarrow \Delta t_2 = (t_2 - t_3) = \frac{P}{2\pi l \lambda_2} \ln \frac{r_3}{r_2}$$

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{r_3}{r_2} = 2 \Rightarrow \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore \Delta t_1 = \frac{1}{2} \Delta t_2$$

$$\Delta t_1 + \Delta t_2 = \Delta t_2 \left(1 + \frac{1}{2}\right) = 80 \text{ grader}$$

$$\Rightarrow \Delta t_2 = \frac{2 \cdot 80}{3} = 53,3 \text{ grader}$$

$$\Rightarrow t_2 = 20 + 53,3 = 73,3^\circ$$

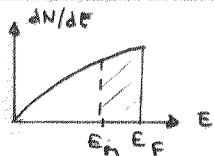
⑤

a) $D(E) = \text{konst} \cdot E^{1/2}$

$$\int_{E_M}^{E_F} \text{konst} \cdot E^{1/2} \cdot 1 \cdot dE =$$

$$= \int_{E_M}^{E_F} \text{konst} \cdot E^{1/2} \cdot 1 \cdot dE$$

$$\Rightarrow E_M = \left(\frac{E_F}{2}\right)^{2/3} = 0,63 E_F$$



b) $R = \left(\frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}\right)^2 = 0,25$

Potentiella energin ligger i omröda 2

$$\Rightarrow E_{\text{kin},2} > E_{\text{kin},1} \Rightarrow k_2 > k_1 \Rightarrow k_1 - k_2 < 0$$

$$\Rightarrow \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2} = -0,50 \Rightarrow k_2 = 3k_1$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m k^2 \Rightarrow E_{\text{kin},2} = 9 \cdot E_{\text{kin},1} = 36 \text{ eV}$$

$$E = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} \Rightarrow eV = 36 \text{ eV}$$

②

$$\frac{1}{\lambda} = R Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad R = 1,09737 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$P = \frac{h}{\lambda}$$

a) $Z = 3, n_1 = 1, n_2 = 3$

$$\Rightarrow p = R \cdot h \cdot 9 \left(1 - \frac{1}{9}\right) = 8Rh = 5,8 \cdot 10^{-26} \text{ kg m/s}$$

b) väte:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{x^2} \right) = \frac{1}{0,66 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow x = 3$$

$$x \text{ heltal} \Rightarrow \lambda = 0,656 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Helium

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{x^2} \right) \cdot 4 = \frac{1}{0,66 \cdot 10^{-6}}$$

$$\Rightarrow x = 6$$

Skilnaden beror på att H och He har olika kärnmassor. H har längre våglängd.

④

Spalt: (bredd = b)

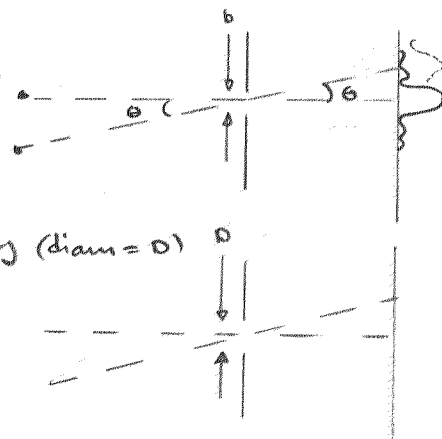
$$b \cdot \sin \theta = 2,1 \lambda$$

Cirkulär öppning (diam = D)

$$D \cdot \sin \theta = 1,22 \lambda$$

$$\Rightarrow \frac{D}{b} = \frac{1,22 \cdot \lambda}{2,1 \lambda}$$

$$\Rightarrow \frac{D}{b} = 0,61$$



⑥

enatomig gas:

$$C_V = \frac{5}{2} R \quad C_P = \frac{7}{2} R$$

$$\gamma = \frac{5}{3}$$

$$\eta = \frac{\sum Q}{\sum Q_{\text{pos}}}$$

$$1 \rightarrow 2: Q_{12} = n' C_V (T_2 - T_1)$$

$$2 \rightarrow 3: Q_{23} = 0$$

$$3 \rightarrow 1: Q_{31} = n' C_P (T_1 - T_3)$$

$$T_1 = 400 \text{ K} \quad P_2 = 5 P_1 \quad \therefore T_2 = 2000 \text{ K}$$

adiabat: $P^{1-\gamma} T^\gamma = \text{konst} \Rightarrow T_3 = 2000 \cdot 5^{-3/5} = 1050 \text{ K}$

$$\eta = \frac{\frac{5}{2} (2000 - 400) + \frac{7}{2} (400 - 1050)}{\frac{5}{2} (2000 - 400)} = 32\%$$

