

Tentamen i FYSIK del 1 för E2 (ffy 141 & ffy 142)

Lärare: Åke Fältdt, tel 772 3349 eller 070 567 9080

Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell.
Valfri kalkylator (tömd på för kursen relevant information) samt ett
egenhändigt framställt A4-blad med anteckningar.

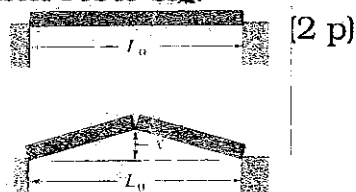
Rättningen: klar senast måndagen den 31 oktober

Granskning: måndagen den 31 oktober kl 12.00-12.30 i HC3.

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. Ska man undvika att öppna frysboxen eller frysskåpet om det är strömavbrott eller är det inte så farligt? Gör en överslagsberäkning för att bestämma hur mycket temperaturen i ett normalt frysskåp ändras om man öppnar dörren under en kort stund, säg en halv minut, när det är strömavbrott. (4 p)
2. En vätskebehållare har en dubbelspalt, med mycket små spaltöppningar, inristad i en övrigt helt svart sida. När enfärgat ljus infallet vinkelrätt mot spalten observeras ett tydligt interferensmönster på motsatta sidan. Hur förändras interferensmönstret om behållaren fylls med vätska. Hur kan vätskans brytningsindex bestämmas från resultaten av detta försök? (4 p)
3. Ett gitter används för att, i första ordningen, lösa upp fotonvåglängderna i Balmer-serien för atomärt väte. Gittret och den skärm varpå intensitetsfördelningen observeras befinner sig på avståndet 81,0 cm från varandra. Hur många linjer per centimeter bör gittret ha för att den längsta och näst längsta våglängden i Balmer-serien ska vara separerade med 3,00 cm på skärmen? (4 p)
4. a En balk med en spricka på mitten att deformeras såsom figuren visar när temperaturen ökar med 30 grader. Ursprungslängden är 3,77 m och materialet som balken är gjord av har en linjär värmeutvidgningskoefficient som är $25 \cdot 10^{-6}$ per grad. Bestäm sträckan x i figuren dvs hur mycket mittpunkten på balken reser sig. (2 p)



- b. Om man dubblar bredden av en enkelspalt så kommer intensiteten i mitten av det centrala maximum att fyrdubblas trots att den totala energin som passerar spalten bara fördubblas. Förklara hur detta hänger ihop. (2 p)

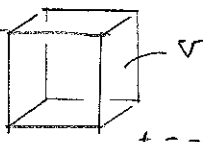
VG VÄND!

5. a. Väteatomen karakteriseras av den sfäriskt symmetriska vågfunktionen $\psi = (\pi a^3)^{-1/2} e^{-r/a}$ när den befinner sig i grundtillståndet. A är Bohrradien. Beräkna förhållandet mellan sannolikheterna att finna elektronen i ett infinitesimalt tunt sfäriskt skal med radien $3a$ och ett lika tunt skal med radien $a/3$. Skalen är alltså lika tjocka och koncentriskas med kärnan. (1 p)
- b. Ett stort antal partiklar som lyder Maxwell-Boltzmanns fördelningsfunktion kan finnas på en av två energinivåer med energierna 0,10 respektive 0,12 eV. Antalet tillgängliga tillstånd är lika stort på de båda nivåerna. Bestäm systemets medelenergi om temperaturen är 400 K. (3 p)
6. I en endimensionell potentiallåda med längden $L_x = 1,0$ cm och oändligt höga väggar finns ett visst antal elektroner. Vid 0 K är den minsta fotonenergi som gör det möjligt att lyfta en elektron som befinner sig i grundtillståndet till ett ledigt tillstånd 5,0 eV. Om man i stället har en tredimensionell kubisk potentiallåda med kantlängden L_x blir krävs fotonenergin 8,0 eV för att göra samma sak. Bestäm kvoten mellan antalet elektroner i de båda potentiallådorna. (4 p)
7. Skriv din namnteckning på rad 7 på tentamensomslaget om du vill ha resultatet skickat till dig via e-mail. Glöm då inte att ange din adress på omslaget
8. Sätt ett kryss om du har gjort den laboration, som tillhör del 1 av fysikkursen nu i höst.
9. Skriv på rad 9 de resultat som du har haft på de två duggorna under kursen.

Lösningar 411 tentamen i Fysik del 1 för EL

①

Antag att fryskåpet
är halfyllt med
mat och att denna
i huvudsak består av
is $c_{is} = 2,1 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$
 $\rho_{is} = 910 \text{ kg/m}^3$
 $t_0 = -20^\circ \text{C}$



Antag att vi byter ut luftvolymen
 $V/2$ med rumstempererad luft $t_1 = +20^\circ \text{C}$

$$c_{luft} = 1,01 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$$

$$\rho_{luft} = 1,292 \text{ kg/m}^3 \text{ vid 1 atm}$$

$$M_{mat} \approx \frac{V}{2} \cdot \rho_{is} \quad m_{luft} = \frac{V}{2} \cdot \rho_{luft}$$

$$M_{mat} \cdot c_{H_2O} (T_0 - T) = m_{luft} \cdot c_{luft} (T - T_1)$$

$$\Rightarrow T = \frac{\rho_{is} c_{is} T_0 + \rho_{luft} c_{luft} T_1}{\rho_{is} c_{is} + \rho_{luft} c_{luft}} =$$

$$= 253,62 \text{ K} \text{ dvs } \approx 0^\circ \text{ i temp. änder}$$

③

Balmerserien $n_f = 2$

$$E_{foton} = -13,6 \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right) \quad n_i = 3, 4, \dots$$

λ_i ges av $n_i = 3$, λ_k ges av $n_i = 4$

$$\lambda_i: -13,6 \left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{2^2} \right] = 1,889 \text{ eV} \Rightarrow \lambda_i = \frac{hc}{1,889 \text{ eV}} = 6550 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,655 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\lambda_k: -13,6 \left[\frac{1}{4^2} - \frac{1}{2^2} \right] = 2,55 \text{ eV} \Rightarrow \lambda_k = 4850 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,485 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

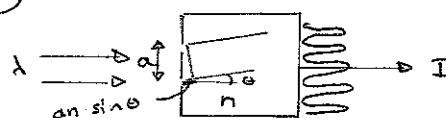
Gitterformeln: $a \cdot \sin \theta = \lambda$ (1:a ordn.)

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{a}$$

$$\Rightarrow a \frac{\lambda}{\lambda} = \lambda \Rightarrow a \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \Delta \lambda \Rightarrow a = \frac{\lambda \cdot \Delta \lambda}{\Delta \lambda} = 0,81 (0,655 - 0,485) \cdot 10^{-6}$$

$$\Rightarrow a = 4,59 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 4,59 \cdot 10^{-4} \text{ cm}, \quad \frac{1}{a} = 2179 \text{ cm}^{-1}$$

②



Villkor för maximum: $a \cdot \sin \theta = m \lambda$

$$\Rightarrow \sin \theta = \frac{m \lambda}{a \cdot n}$$

Om n ökar så ökar fränstättheten

Räkna hur många fransar som finns
i intervallet $[0^\circ, 20^\circ]$ med luft i
behållaren och gör samma räkning i
samma vinkelintervall med vatten.

Om antalet fransar ökar med 50%
har brytningsindex ökat med 50%
dvs från 1 till 1,5.

④

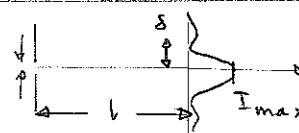
$$a. L = L_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$\frac{L}{L_0} = \frac{L_0}{L_0} (1 + \alpha \cdot \Delta T) = \frac{L_0}{L_0}$$

$$\frac{L_0}{L} = \frac{L}{L_0} \cdot \cos \theta \Rightarrow \cos \theta = \frac{L_0}{L} = \frac{1}{1 + \alpha \Delta T} = 2,118^\circ$$

$$x = \frac{L}{2} \cdot \sin \theta = \frac{L_0}{2} (1 + \alpha \Delta T) \cdot \sin \theta = 0,072 \text{ m} \text{ dvs } 7,2 \text{ cm}$$

b)



När spaltbredden dubblas (b $\rightarrow$ 2b) så
fyrdubblas $I_{\max}$.
Centralmaximums bredd δ ges av $\delta = \frac{\lambda}{b} \cdot l$
b $\rightarrow$ 2b $\Rightarrow \delta \rightarrow \frac{\delta}{2}$

Detta innebär att den totala intensiteten
blir dubbelt så stor om spaltbredden dubblas

⑤

$$a) \frac{|\psi_1|^2 \cdot 4\pi r_1^2 \cdot dr}{|\psi_2|^2 \cdot 4\pi r_2^2 \cdot dr} = \frac{e^{-\frac{2 \cdot 3a}{a}} \cdot (3a)^2}{e^{-\frac{2 \cdot 9/3}{a}} \cdot \left(\frac{a}{3}\right)^2} = 81 \cdot e^{-5/3}$$

$$b) \langle E \rangle = \frac{N_1 \cdot E_1 + N_2 \cdot E_2}{N_1 + N_2} = \frac{N_2}{N_1 + N_2} \cdot E_2$$

Maxwell-Boltzmann:

$$N_1 = \text{konst} \cdot e^{-E_1/kT} \quad N_2 = \text{konst} \cdot e^{-E_2/kT}$$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = e^{(E_2 - E_1)/kT} = e^{(902 \cdot 10^{-19} - 1138 \cdot 10^{-20}) / (1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 400)}$$

$$= 1,7855 = x$$

$$\therefore N_1 = x \cdot N_2$$

$$\Rightarrow \langle E \rangle = \frac{x \cdot N_2 \cdot 0,10 + N_2 \cdot 0,12}{x \cdot N_2 + N_2} = \frac{1,7855 \cdot 0,10 + 0,12}{1,7855 + 1} = 0,107 \text{ eV}$$

⑥

$$1 \text{ dim: } D_1(E) = 2 \cdot (2m)^{1/2} \frac{Lx}{h} E^{-1/2} = c_1 E^{-1/2}$$

$$3 \text{ dim: } D_3(E) = 2 \cdot Lx^3 \cdot 2\pi \left(\frac{2m}{h^2} \right)^{3/2} E^{1/2} = c_3 E^{1/2}$$

$$E_{foton, \min} \Rightarrow E_F$$

$$1 \text{ dim: } E_{F1} = 5,10 \text{ eV} \quad E_{F3} = 8,10 \text{ eV}$$

Antal elektroner vid 0 K

$$1 \text{ dim: } N_1 = \int_0^{E_{F1}} D_1(E) \cdot dE = c_1 \int_0^{E_{F1}} E^{-1/2} dE = 2 \cdot c_1 \cdot (E_{F1})^{1/2} = 4 \cdot (2m)^{1/2} \frac{Lx}{h} E_{F1}^{1/2}$$

$$3 \text{ dim: } N_3 = c_3 \int_0^{E_{F3}} D_3(E) \cdot dE = c_3 \int_0^{E_{F3}} E^{1/2} dE = \frac{2}{3} \cdot c_3 \cdot E_{F3}^{3/2} = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot Lx^3 \cdot 2\pi \left(\frac{2m}{h^2} \right)^{3/2} E_{F3}^{3/2}$$

$$\Rightarrow \frac{N_3}{N_1} = \frac{2m Lx^3 \cdot 2\pi \left(\frac{2m}{h^2} \right)^{3/2} E_{F3}^{3/2}}{h^2 E_{F1}^{1/2}} = \frac{4\pi (9,11 \cdot 10^{-31})^2 (2,8 \cdot 10^{-2})^2}{(6,6 \cdot 10^{-34})^2} \cdot \frac{(8,10)^{3/2}}{(5,10)^{1/2}} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,7 \cdot 10^{16}$$