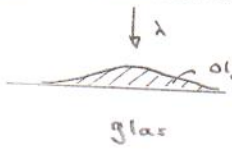
Chalmers Tekniska Högskola
Teknisk Fysik

2015-10-24
em

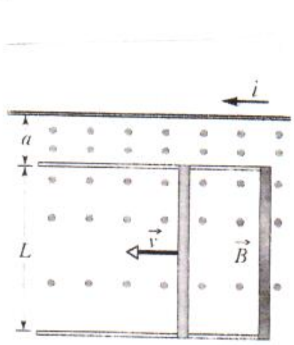
Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER med hållbar utveckling för I2 (tif220).
Lärare: Åke Fäldt tel 070 567 9080 eller anknytning 3349.
Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell. Valfri kalkylator (tömd på för kursen relevant information) samt ett A4-blad med anteckningar.
Granskning: 11.45-12.30 torsdagen den 5 november 2015 i HB2.
Betygsgränser: 0-9 p U, 10-14 p 3:a, 15-19 p 4:a, 20- 5:a.

1. En oljedroppe vilar på en plan glasyta som är horisontell. Droppen är högst i centrum och tjockleken avtar sedan kontinuerligt till noll ute i periferin. Vid belysning uppifrån med blått ljus (våglängd 4550 Å) är 56 koncentriska cirklar synliga i det reflekterade ljuset (antalet är inklusive en blå ring allra längst ute i periferin). Dessutom syns en blå fläck i mitten av ringmönstret. När man i stället belyser droppen med gult ljus (våglängd 5890 Å) syns gula ringar.
Hur många gula ringar ser man?
Vilket brytningsindex är störst; glasets eller oljans? Motivera ditt svar med hjälp av informationen i texten ovan.
Vinkeln mellan oljedroppens yta och horisontalplanet är överallt så liten att man inte behöver ta hänsyn till brytning. (4 p)

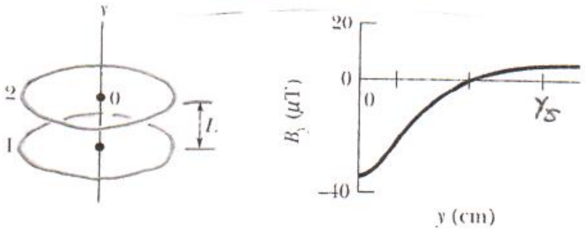


2. Figuren nedan visar hur fem ekvidistant placerade smala spalter (spaltavstånd = d) träffas av vinkelrätt infallande monokromatiskt ljus.
I punkten P gäller att d sin θ = λ/3. Genom att plockera spalter kan ljusintensiteten i P varieras. Antag att ljusintensiteten i P är lika med I_1 när alla spalter utom en är blockerade.
Hur stor är intensiteten i P (uttryckt i I_1) när ingen spalt är blockerad?
Hur stor kan intensiteten i P bli som mest och vilka spalter ska blockeras för att åstadkomma detta?
Motivera dina svar ordentligt – inga gissningar. (4 p)

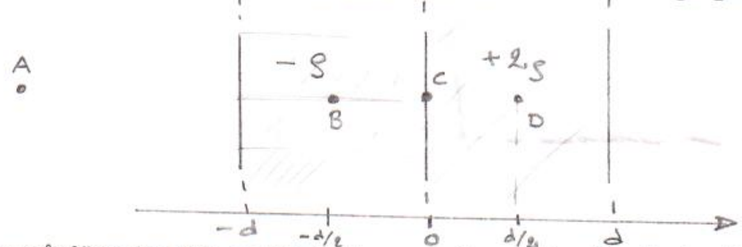
3. Figuren visar en stav med längden L = 10,0 cm som tvingas att röra sig åt vänster med den konstanta farten v = 5,00 m/s längs horisontella skenor. Skenorna bildar en sluten krets. Staven har resistansen 0,400 Ohm medan resten av kretsen har försumbar resistans. Strömmen i genom den mycket långa ledaren är 100 A och avståndet a är 1,00 cm. Hur stort är beloppet av den kraft som krävs för att få staven att röra sig med den konstanta farten v? (4 p)



4. Figuren visar två cirkulära strömslingor (1 och 2) har samma radier R = 4,0 cm och deras normaler är parallella med y-axeln. Ursprungligen befinner de sig på avståndet L = 3,0 cm från varandra och centrum av slinga 2 befinner sig i y = 0. Tillsammans ger strömslingorna ett magnetfält som är parallellt med y-axeln. Strömslinga 1 hålls stilla medan nr 2 flyttas uppåt sakta utan att vinkeln med y-axeln ändras. Grafen till höger visar magnetfältet (belopp och riktning) i origo som funktion av y-koordinaten för slinga 2. När y går mot oändligheten går B mot + 7,20 mikrotesla. Den horisontella skalan ges av y_s = 10,0 cm. Bestäm strömmarna genom var och en av slingorna I_1 och I_2 (belopp och riktning). Riktningarna medurs och moturs avser hur det ser ut när man tittar längs den positiva y-riktningen. (4 p)



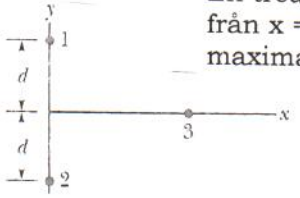
5. Bilden visar genomskärning av ett plan som har oändlig utsträckning i y- och z-riktningarna. Planet består av två isolerande skikt som är lika tjocka. I ett av skikten är laddningstätheten + 2ρ och i det andra -ρ. I punkten P är den elektriska fältstyrkan 5 V/m riktad åt höger. Hur stor är den elektriska fältstyrkan och åt vilket håll är den riktad i punkterna A, B, C och D? Motivera – inga gissningar. (2 p)



Beräkna våglängden för en fri elektron med energin 10 eV. Använd följande värden: elementarladdningen = 1.602 * 10^{-19} C, Plancks konstant = 6.626 * 10^{-34} Js, elektronmassan = 9.109 * 10^{-31} kg. (1 p)

Energin för bundna kvantmekaniska partiklar är kvantiserad. Betrakta nu två sådana bundna system - dels en partikel instängd i en endimensionell låda, samt elektronen i en väteatom. Hur varierar energin som funktion av det så kallade huvudkvanttalet n i dessa båda system? (1 p)

6. Två punktladdningar 1 och 2 har lika stora laddningar (+ 3,30 10^{-19} C) och är fixerade på y-axeln på avståndet 17 cm från origo och på var sin sida om x-axeln. En tredje punktladdning med laddningen + 6,40 10^{-19} C flyttas långsamt åt höger från x = 0. Vid vilka värden på x kommer man att få minimal kraft respektive maximal kraft på laddning nr 3 och hur stora är kraften i dessa punkter? (4 p)



Skriv i rutorna 7 och 8 på tentaomslaget hur många rätt du har haft på var och en av de duggor som har getts under årets kurs. Alltså antalet rätt och inte hur många bonuspoäng som detta ger.

(1)

blått ljus : $2n_0 d = 56\lambda_b$

gulf ljus : $2n_0 d = x\lambda_g$

$\Rightarrow 56\lambda_b = x\lambda_g$

$\Rightarrow x = 56\dfrac{\lambda_b}{\lambda_g} = \dfrac{56\cdot 4550}{5890} =$

$= 43{,}25$

∴ Man ser 43 ringar + 1 ring i periferin dvs 44 st

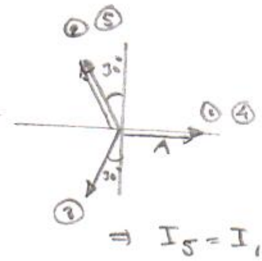
(2)

I P : $d\sin\theta = \dfrac{\lambda}{3}$

en spalt öppen : I_1 i P.

alla spalter öppna :

$A_{tot}^2 = (2A - 3A\sin 30^\circ)^2 +$
$+ (A\cos 30^\circ)^2 =$
$= \dfrac{1}{8}A^2 + \left(\dfrac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 A^2 = A^2$



$\Rightarrow I_5 = I_1$

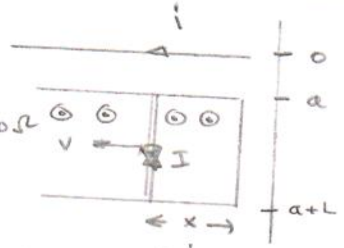
max. intensitet
blockera (3)

$\Rightarrow A_{tot}^2 = (2A - 2A\cdot\sin 30^\circ)^2 + (2A\cos 30^\circ)^2$

$= A^2[1+3] = 4A^2$ ∴ $I_{max} =$

(3)

$i = 100$ A
$v = 5{,}00$ m/s
$L = 0{,}10$ m $R = 0{,}400\,\Omega$
$a = 0{,}01$ m



$\phi_B = x\cdot L\displaystyle\int_a^{a+L} \frac{\mu_0 i}{2\pi}\frac{1}{y}\,dy = xL\frac{\mu_0 i}{2\pi}\ln\frac{11}{1}$

$\epsilon = \dfrac{d\phi_B}{dt} = vL\dfrac{\mu_0 i}{2\pi}\ln\dfrac{11}{1} \Rightarrow I = \dfrac{\epsilon}{R}$

olika delar av den rörliga skenan utsätt för olika kraft

$dF = I\,dy\,B(y)$

$\Rightarrow F = I\displaystyle\int_a^{a+L}\frac{\mu_0 i}{2\pi}\frac{dy}{y} = \frac{1}{R}vL\left(\frac{\mu_0 i}{2\pi}\right)\ln\frac{11}{1}\left(\frac{\mu_0 i}{2\pi}\right)\ln\frac{11}{1}$

$= \underline{2{,}9\cdot 10^{-8}\ \text{N}}$

(4)

$B(y) = \dfrac{\mu_0 i R^2}{2(R^2+y^2)^{3/2}}$

När slinga (2) är på stort avstånd bestäms fältet i O endast av (1)

$\Rightarrow i_1 = \dfrac{2(R^2+L^2)^{3/2}B}{\mu_0 R^2} = \dfrac{2(0{,}04^2+0{,}03^2)^{3/2}\,7{,}20\cdot}{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 0{,}04^2}$

$= 0{,}895$ A medurs

När slinga (2) är $y=0$ är $B_{tot} \approx -34\ \mu$T

$\Rightarrow B_2 = -(34+7{,}2)\ \mu\text{T} = -41{,}2\ \mu\text{T}$

och det är för $y=0$

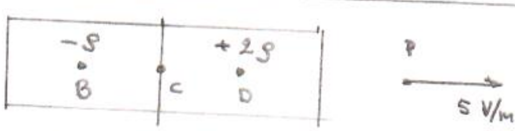
$\Rightarrow i_2 = \dfrac{2B_2R}{4\pi\cdot 10^{-7}} = \dfrac{2\cdot 41{,}2\cdot 10^{-6}\cdot 0{,}0}{4\pi\cdot 10^{-7}}$

$= 2{,}6$ A (moturs)

Svar : $\underline{0{,}9\text{ A och } 2{,}6\text{ A}}$

(5)

a)



A : 5 V/m åt vä B : 10 V/m åt vä

C : 15 V/m åt vä D : 5 V/m åt vä

b) $E = \dfrac{p^2}{2m} = \dfrac{(h/\lambda)^2}{2m} \Rightarrow \lambda = \dfrac{h}{(2mE)^{1/2}} =$

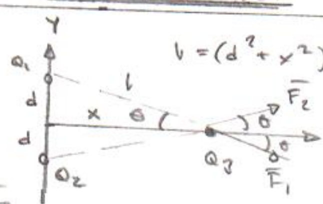
$= \dfrac{6{,}626\cdot 10^{-34}}{(2\cdot 9{,}11\cdot 10^{-31}\cdot 10\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19})^{1/2}} = \underline{0{,}39\text{ nm}}$

c) Partikel i låda : $E \sim n^2$

Väteatomen : $E \sim 1/n^2$

(6)

$F = 2\dfrac{1}{4\pi\epsilon_0}\dfrac{Q_1 Q_3}{l^2}\cos\theta$



$l = (d^2+x^2)$

När har $\dfrac{\cos\theta}{l^2}$ extremvärden?

$\cos\theta = \dfrac{x}{(d^2+x^2)}$

$\dfrac{d}{dx}\left[\dfrac{x}{(d^2+x^2)^{3/2}}\right] = (d^2+x^2)^{-3/2} +$

$+ x\left(-\dfrac{3}{2}\right)(2x)(d^2+x^2)^{-5}$

$= (d^2+x^2)^{-3/2}\left[1 - \dfrac{3x^2}{d^2+x^2}\right] = 0$

$\Rightarrow 3x^2 = d^2+x^2 \Rightarrow x = \dfrac{d}{\sqrt{2}}$ max $x = 0$

≈ 12 cm

$F_{max} = 8\cdot 9\cdot 10^9\dfrac{3{,}3\cdot 10^{-19}\cdot 6{,}40\cdot 10^{-19}\cdot 0{,}12}{(0{,}17^2+0{,}12^2)^{3/2}} \approx 5\cdot 10^{-7}$