Chalmers Tekniska Högskola
Teknisk Fysik

2011-08-26
08.30-12.30

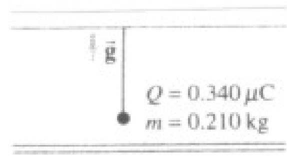
Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER MED HÅLLBAR UTVECKLING för I2 (tif220).

Examinator: Åke Fäldt tel 070 567 9080

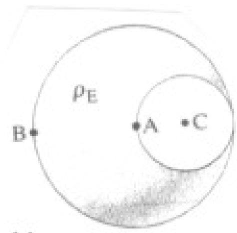
Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell. Valfri kalkylator (tömd på för kursen relevant information) samt ett egenhändigt framställt A4-blad med anteckningar.

Tid och plats för granskning meddelas vid tentamenstillfället.

1. En punktladdning med massan 0,210 kg och nettoladdningen + 0,340 μC hänger i vila i änden på ett isolerande snöre ovanför en stort laddat horisontellt plan, som skapar ett uniformt vertikalt elektriskt fält i närheten av punktladdningen. Spännkraften i snöret uppmättes till 5,18 N. Beräkna styrkan av det elektriska fältet som orsakas av det laddade planet och ytladdningstätheten i planet.

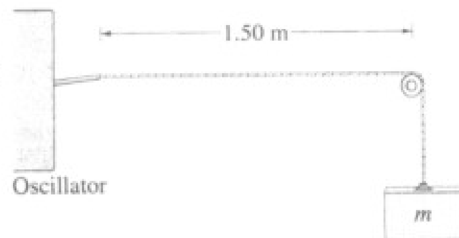


2. En sfär med radien r_0 innehåller en uniform laddningstäthet ρ_E . I sfären har man skurit ut en sfärisk kavitet med radien $r_0/2$ såsom visas i figuren, vilken visar en genomskärning. A ligger i den stora sfärens centrum och C ligger i kavitetens centrum. Bestäm belopp och riktning hos det elektriska fältet i punkterna A och B.



3. Under en föreläsningsdemonstration av magnetiska fält råkar läraren flytta sitt guldringsprydda finger från en plats där magnetfältets styrka är 0,80 T till en där fältet är noll. Förflyttningen tar 45 ms och fältet är hela tiden riktat längs fingret. Ringen har diametern 0,75 cm, massan 15 g och resistansen 55 μΩ . Bestäm den lilla temperaturökningen hos ringen om man vet att guld har en värmekapacivitet som är 125 J/kg C.

4. Den ena änden av ett horisontellt snöre med den linjära densiteten $6{,}6\ 10^{-4}$ kg/m är förbunden med en oscillator som har frekvensen 120 Hz. Snöret passerar över en trissa där man har en nod. Hur många olika stående vågor kan observeras när längden på snöret långsamt ändras från 10 cm till 1,5 m om massan m är 0,070 kg?

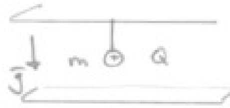


5. När monokromatiskt gulaktigt ljus får infalla under rät vinkel och belysa de nio översta spalterna i ett transmissionsgitter (många smala spalter med mycket väldefinierad gitterkonstant och där det finns en möjlighet att blockera spalter med en stoppanordning) observeras på en avlägsen (några meters avstånd från gittret) att det finns 7 smámax mellan nollte och första ordningens principalmaximum. Avståndet mellan dessa principalmaxima rör sig om några cm. Rakt fram mitt i nollte ordningens principalmax finns en punkt markerad på skärmen som vi kan kalla O. Mitt emellan nollte och första ordningens principalmax där det mellersta (fjärde) smámax är beläget finns en annan punkt på skärmen som vi väljer att kalla P.
Om alla spalter utom en blockeras uppmäts intensiteten I_0 i punkten O och intensiteten I_1 i punkten P.
a. Hur stor är intensiteten (uttryckt i I_1) i P då de nio översta spalterna är belysta?
b. Hur stor är intensiteten (uttryckt i I_1) i P då de tio översta spalterna är belysta?
c. Hur stor är intensiteten (uttryckt i I_0) i O då de tio översta spalterna är belysta?
d. Hur stor är intensiteten (uttryckt i I_1) i P om varannan av de tio översta spalterna är belysta? (spalt nr 1, 3, 5, 7 och 9 är belysta)

6. Den endimensionella potentiallådan kan tjäna som en grov modell över röreslemönstret för en lättrörlig elektron i en nanotråd. I en tänkt speciell gasurladdningslampa produceras ett diskret spektrum av ljusvåglängder genom deexcitationer av sådan nanotrådar som alla har längden L = 1,12 nm. En av våglängdskomponenterna i det spektrum som sänds ut från lampan är 517 nm och härrör från en övergång mellan ett visst exciterat tillstånd direkt till grundtillståndet. Bestäm detta tillstånd och åskådliggör detsamma med en skiss över hur sannolikhetstätheten varierar med läget i nanotråden. Mellan vilka väden varierar sannolikhetstätheten?

Lösningar till Fysik 2 för I2 (tif220) 2011-08-26

(1) kraft i snöret



$T = F_g + F_E$

$\Rightarrow F_E = T - F_g = T - mg$

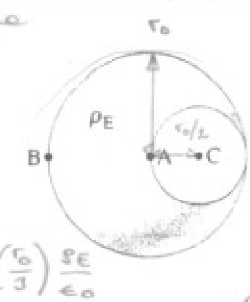
$$E = \frac{F_E}{Q} = \frac{5{,}18 - 0{,}210 \cdot 9{,}81}{0{,}340 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{9{,}18 \cdot 10^{6}\ \text{V/m}}}$$

El. fältet orsakat av stort plan:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow \sigma = 2\epsilon_0 E =$$

$$= 2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot E = \underline{\underline{1{,}62 \cdot 10^{-4}\ \text{C/m}^2}}$$

(2) Vi låtsas att den oladdade volymen består av lika mängder + och − laddn.



A: Utan hål $E_+ = 0$
Med neg. laddat hål.
$\bar{E}$ riktad åt hö.

Gauss' sats: $E\, 4\pi (r_0/2)^2 = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{r_0}{2}\right)^3 \frac{\rho_E}{\epsilon_0}$

$$\Rightarrow \underline{\underline{E_- = \frac{1}{6}\frac{r_0 \rho_E}{\epsilon_0}}}$$

$\lambda\ E_+ = \frac{1}{3}\frac{r_0 \rho_E}{\epsilon_0}$

B: Utan hål: $E_+ 4\pi r_0^2 = \frac{4}{3}\pi r_0^3 \frac{\rho_E}{\epsilon_0}$ (åt vä)

Minskn. av E_{tot} pga E_- från den neg. ladd. sfären

$$E_- 4\pi \left(\frac{3r_0}{2}\right)^2 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{r_0}{2}\right)^3 \frac{\rho_E}{\epsilon_0} \Rightarrow E_- = \frac{1}{54}\frac{r_0\rho_E}{\epsilon_0}$$

$$E_{tot} = E_+ - E_- = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{54}\right)\frac{r_0\rho_E}{\epsilon_0} = \underline{\underline{\frac{17}{54}\frac{r_0\rho_E}{\epsilon_0}}}$$

(3) $P = RI^2$, $E = \Delta t \cdot P$

$$|\epsilon| = \frac{d\phi}{dt} = \frac{\pi r^2 \cdot B_0}{\Delta t} = IR$$

$$\Rightarrow RI^2 = \left(\frac{\pi r^2 \cdot B_0}{\Delta t}\right)^2 \frac{1}{R}$$

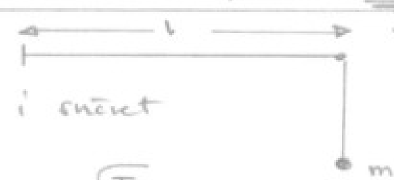
$E = mc \cdot \Delta T$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{(\pi r^2)^2 \cdot B_0^2}{\Delta t \cdot R \cdot m \cdot c} =$$

$$= \frac{\pi^2 (0{,}015)^4 \cdot 0{,}80^2}{45 \cdot 10^{-3} \cdot 55 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}015 \cdot 125} =$$

$$= \underline{\underline{4{,}3 \cdot 10^{-3}\ {}^\circ\text{C}}}$$

(4)



Spännkraft i snöret

$T = mg$

Fashastighet i $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \sqrt{\frac{T}{\mu}}\,\frac{1}{f} = \sqrt{\frac{0{,}070 \cdot 9{,}81}{6{,}6 \cdot 10^{-4}}}\,\frac{1}{120} = 0{,}269\ \text{m}$$

Nod vid trissan: $l = n \cdot \frac{\lambda}{2}$

$l \in [0{,}10\ ,\ 1{,}5]$ m

längder som kan ge stående våg: (i cm)

13,5 26,9 40,3, ...

$$n_{max} = \frac{l_{max}}{\lambda/2} = \frac{2 \cdot 1{,}50}{0{,}269} = \underline{\underline{11}}$$

(5) I punkt Q är $\Delta\phi$ mellan ljuset från närbelägna spalter $= 2\pi$ (maximum)

I P är samma storhet $= \pi$

a) 9 belysta. Parvis utsläckning i P en blir över: $\underline{\underline{I = I_1}}$

b) 10 belysta. Parvis utsläckning ingen blir över: $\underline{\underline{I = 0}}$

c) $I \sim (\text{ampl.})^2$ $A_{tot} = 10\, a_0$ $I_0 \sim a_0^2$

$\Rightarrow \underline{\underline{I_{tot} = 100\, I_0}}$

d) Varannan öppen $I_1 \sim a_1^2$

a_1 är ampl. hos en spalt vid P

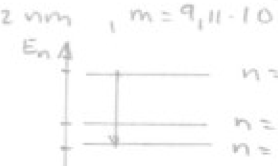
$A_{tot} = 5a_1 \Rightarrow \underline{\underline{I_{tot} = 25\, I_1}}$.

(6) $E_n = n^2 \frac{h^2}{8mL^2}$ $\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}}\sin\left(\frac{n\pi}{L}x\right)$

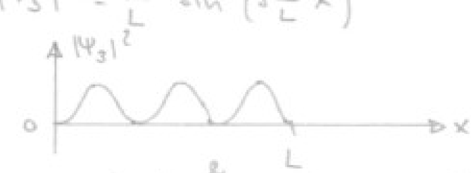
$$\frac{hc}{\lambda} = E_n - E_1 = (n^2 - 1^2)\frac{h^2}{8mL^2}$$

med $\lambda = 517$ nm, $L = 1{,}12$ nm, $m = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg

fås $n = 3$



$$|\psi_3|^2 = \frac{2}{L}\sin^2\left(3\frac{\pi}{L}x\right)$$



maxvärde $= \frac{2}{L} = 1{,}78\ (\text{nm})^{-1}$

minvärde $= 0$