



Final i Wallenbergs fysikpris

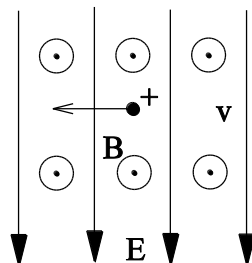
25-26 mars 2011.

Teoriprov

1)

Fysikern Hilda leker med en protonstråle i en vakuumkammare. Hon accelererar protonerna från stillastående med en ”protonkanon” på 3,0 kV. Hon försöker skjuta prick med protonstrålen på en liten måltavla som ligger 1,00 meter framför kanonen. Mellan kanonen och måltavlan finns elektriska och magnetiska fält enligt figuren nedan. Genom att ändra fälten kan hon justera protonernas riktning. Just nu går protonerna praktiskt taget horisontellt rakt framåt, men hamnar 1,00 mm för lågt.

Hur mycket ska Hilda ändra magnetfältet för att protonerna ska träffa mitt i prick?



2)

En stuntman kör sin EU-moped på bakhjulet på den blanka isen på en sjö. Han håller hela tiden farten 70 km/h relativt isen. Luftmotstånd och rullmotstånd uppgår tillsammans till 400 N och kan ses som konstanta under hela färden.

På isen ligger en metallplatta som är 3,0 m lång i färdriktningen. Stuntmannen kör upp på plattan. Greppet på ovansidan är så bra att motorcykeln inte spinner.

Friktionskraften mellan isen och metallplattan är 0,18 av normalkraften. Metallplattan väger 10,0 kilogram och stuntmannen inklusive moped väger 140,0 kg.

Hur långt bakåt har metallplattan åkt efter det att motorcykeln passerat och plattan slutat glida på isen?

3)

Hilda gör ett nytt experiment i vakuumkammaren. Hon har målat en 5,0 meter lång koppartråd svart med mycket tunn färg. Tråden har en diameter på 0,100 mm och spänns upp så den svävar fritt i luften. Det är 20°C i labbet, och tråden i vakuumkammaren har denna temperatur innan man skickar ström genom den. Hilda skickar en konstant ström på 0,30 A genom tråden och väntar en lång stund tills tråden är i termisk jämvikt. En koppartråd på en meter utvidgar sig med $16,8 \cdot 10^{-6}$ m för varje grad den uppvärms.

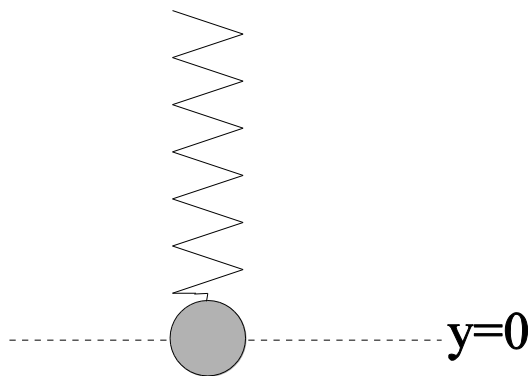
Hur mycket längre blir tråden av uppvärmningen?

4)

En laddad kula med massan 0,25 g och laddningen $+0,15 \mu\text{C}$ svänger i en fjäder med fjäderkonstanten $k= 1,0 \text{ mN/m}$. När kulan passerar jämviktsläget $y=0$ på väg nedåt slås ett nedåtriktad elektriskt fält, \mathbf{E} , på. Fältet varierar med höjden enligt (y positiv uppåt)

$\mathbf{E} = (20,0 \cdot y) \text{ kV/m}$. Fältet är alltså riktat nedåt då y är negativ och riktat uppåt då y är positiv.

Kulan har farten $2,0 \text{ dm/s}$ då den passerar jämviktsläget. Efter $0,10 \text{ s}$ slås fältet av. Vid vilken tidpunkt passerar kulan $y=0$ för första gången efter att fältet är avslaget?



5) Vi lyser med en HeNe-laser, som har våglängden 633 nm , genom en dubbelspalt med spaltavståndet $5,00 \mu\text{m}$. På en vägg $5,00 \text{ meter}$ bakom spalten bildas ett diffraktionsmönster. Rakt bakom dubbelspalten, vi kallar detta $x=0$, får vi en lysande punkt, P_0 . Symmetriskt runt den vid $x=\pm 63,8 \text{ cm}$ hittar vi två andra maxima som vi betecknar P_1^+ och P_1^- . (Det finns även andra ljusa punkter längre bort från P_0 , men vi bryr oss inte om dessa.) Vi placerar sedan en tunn glasskiva, med tjocklek $1,00 \mu\text{m}$ och med brytningsindex $1,50$ direkt bakom den högra spaltöppningen.

a) Vid vilka x -koordinater ligger nu punkterna P_0 och P_1^+ ? P_1^+ är den punkt som ligger på höger sida om centrum. (Antag att vinkeln är så liten att ljusets väg genom glasskivan är lika med glasets tjocklek.)

b) Gör om beräkningen i a) utan att använda antagandet! (TIPS! Det är svårt att hitta en analytisk lösning så du måste använda en grafisk lösning eller en iterativ lösning)