

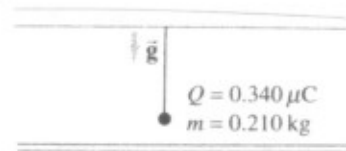
Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER för I2 (ffv612).

Examinator: Åke Fäldt tel 070 567 9080

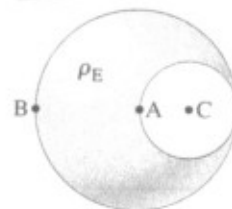
Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell. Valfri kalkylator (tömd på för kursen relevant information) samt ett egenhändigt framställt A4-blad med anteckningar.

Tid och plats för granskning meddelas vid tentamenstillfället.

1. En punktladdning med massan $0,210 \text{ kg}$ och nettoladdningen $+0,340 \mu\text{C}$ 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 $5,18 \text{ N}$. 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 föreläsningdemonstration av magnetiska fält råkar läraren flytta sitt guldringsprydda finger från en plats där magnetfältets styrka är $0,80 \text{ T}$ till en där fältet är noll. Förflyttningen tar 45 ms och fältet är hela tiden riktat längs fingret. Ringen har diametern $0,75 \text{ cm}$, massan 15 g och resistansen $55 \mu\Omega$. Bestäm den lilla temperaturökningen hos ringen om man vet att guld har en värmekapacitet som är 125 J/kg C .

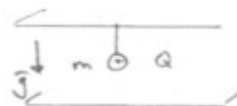
4. En mikrovågsugn används för att värma upp 500 g vatten. Med en viss effektinställning kan den höja vattnets temperatur från 20 till 100 grader Celsius på 2 min och 45 s . Hur många gram vatten kokas då bort om man låter ugnen vara på med samma effekt under 4 minuter?

5. En avfuktare är väsentligen "ett kylskåp med öppen dörr". Den fuktiga luften dras in till en kall platta med hjälp av en fläkt. Den kalla plattan hålls vid en temperatur som ligger under dagpunkten (d v s den temperatur där vattenånga kondenseras till flytande vatten). Därefter värms den torra luften till sin ursprungliga temperatur innan den transporteras tillbaka in i rummet igen. I en välfungerande avfuktare sker det ett värmeutbyte mellan den inkommande och den utgående luften. För att göra denna transport av termisk energi från "kallt till varmt" möjlig behöver man tillföra elektrisk energi. Antag att avfuktaren fungerar som ett idealt Carnotkylskåp, som arbetar mellan 8 och 25 grader Celsius, hur mycket vatten kan då kondenseras under en timma om den tillförda elektriska effekten är 650 W ? Om du tycker att ditt svar är lite väl högt så beror det på att en verklig avfuktare inte har samma effektivitet som den ideala.

6. En cylindriskt rör är tillverkat av stål och har innerradien $3,3 \text{ cm}$ och ytterradien $4,0 \text{ cm}$. Det är ursprungligen fyllt med vatten vars temperatur vid ett visst ögonblick är 71 grader Celsius, medan temperaturen i omgivningen är 18 grader Celsius. Hur stor är den momentana temperaturändringen per sekund vid detta tillfälle? Det är tillåtet att anta att allt vatten i röret håller samma temperatur.

Lösningar till tentamen i Ffy 612 för I2, 2011-08-26

① Kraft i snöret



$$T = F_g + F_E$$

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

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

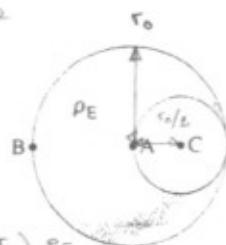
El. fältet orsakat av statiskt plan:

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

$$= 2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 9,18 \cdot 10^6 = \underline{\underline{1,62 \cdot 10^{-4} \text{ C/m}^2}}$$

②

Vi låtsas att den oaddade volymen består av lika mängder + och - laddn.



A: Utan hål $E_+ = 0$
Med neg. laddat hål:
 E riktar sig åt hö.

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

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

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

B: Utan hål: $E_+ 4\pi r_0^2 = \frac{4}{3} \pi r_0^3 \frac{\rho_E}{\epsilon_0}$ (öf V_+
hinser 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

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

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

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

$$E = mc \cdot \Delta T$$

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

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

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

④ Uppvärmningsfaren

$$P \cdot \Delta t_1 = mc \cdot \Delta T \quad \Delta t_1 = 165 \text{ s}$$

Förångningsfaren: $P \Delta t_2 = \Delta m \cdot L$
 $\Delta t_2 = 75 \text{ s}$

$$\Rightarrow \Delta m = \frac{mc \Delta T \cdot \Delta t_2}{L \cdot \Delta t_1} =$$

$$= \frac{0,500 \cdot 4,18 \cdot 10^3 \cdot (100 - 20) \cdot 75}{2,26 \cdot 10^6 \cdot 165} =$$

$$= \underline{\underline{0,0336 \text{ kg} = 34 \text{ g}}}$$

⑤ Carnotmaskinen som kylskåp

$$\text{COP} = \frac{Q_{in}}{W} = \frac{T_L}{T_H - T_L}$$

$$\Rightarrow Q_{in} = W \frac{T_L}{T_H - T_L} = P \cdot \Delta t \frac{T_L}{T_H - T_L}$$

$$Q_{in} = \Delta m \cdot L$$

$$\Rightarrow \Delta m = \frac{P \cdot \Delta t \cdot T_L}{L \cdot T_H - T_L} =$$

$$= \frac{650 \cdot 3600 \cdot 281}{2,26 \cdot 10^6 \cdot 17} = \underline{\underline{17,1 \text{ kg}}}$$

⑥ cylindrisk symm.



$$\frac{dQ}{dt} = 2\pi \lambda \frac{T_1 - T_2}{\ln(r_2/r_1)} L$$

$$\text{Stål: } \lambda = 40 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

$$dQ = m \cdot c \cdot dT = \pi R_1^2 L c \cdot dT$$

$$\therefore 2\pi \lambda \frac{T_1 - T_2}{\ln r_2/r_1} = \pi R_1^2 L c \cdot \frac{dT}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{dT}{dt} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 53}{(3,2 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 4,18 \cdot 10^3 \ln \frac{40}{30}}$$

$$= \underline{\underline{4,8 \text{ } ^\circ\text{C/s}}}$$