

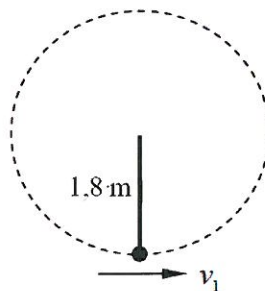
## Tentamen 1:2 i fysik B för tekniskt basår/termin 2013-04-05

Kursnummer: IF0402

1. En boll med massan 150 gram har hastigheten 25 m/s. Bollen träffar en racket och får därmed hastigheten 35 m/s i motsatt riktning. Hur stor impuls har bollen fått?

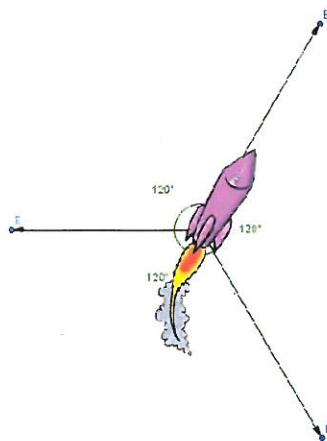
2p

2. Pendelkulan är upphängd i en lättböjlig lina med längden 1,8 meter. Vilken fart måste kulan minst ha i lägsta punkt för att kunna nå den högsta punkten i den cirkulära banan?



2p

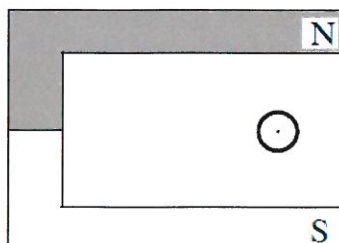
3. En fyrverkeripjäs exploderar i tre delar medan den ligger stilla på markytan. En del har dubbelt så stor massa som var och en av de andra två delarna som har lika stor massa. De tre delarna åker iväg horisontellt på markytan och i tre riktningar med  $120^\circ$  mellan varandra. Den med störst massa har hastigheten 10,0 m/s omedelbart efter explosionen. Hur stor hastighet har de andra två delarna då?



2p

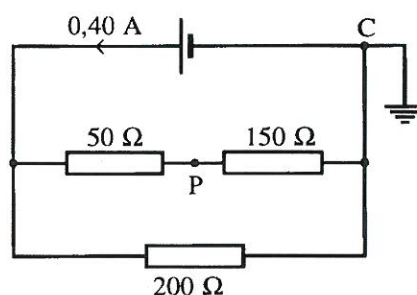
4. En rak strömförande ledare befinner sig mellan skänklarna hos en hästskomagnet där magnetfältet kan anses homogent med flödestätheten  $0,68 \text{ mT}$ . Strömmen genom ledaren är  $1,3 \text{ A}$  och riktad ut ur papperets plan. Den del av ledaren som befinner sig i magnetfältet har längden  $2,8 \text{ cm}$ .

- Beräkna storleken av den kraft som verkar på ledaren!
- Ange kraftens riktning!



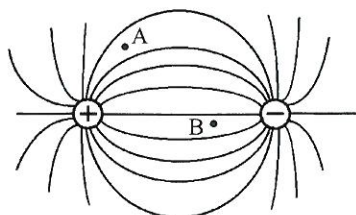
2p

5. Beräkna potentialen i punkten P i kopplingen nedan, där punkten C är jordad. Strömmen som lämnar batteriet är  $0,40 \text{ A}$ .



2p

6. En partikel med laddningen  $25 \text{ nC}$  följer en bana som går genom punkterna A och B i det elektriska fältet i figuren nedan. I punkten B är partikelns rörelseenergi  $5,0 \mu\text{J}$  större än i A. Hur stor är den elektriska spänningen mellan A och B?



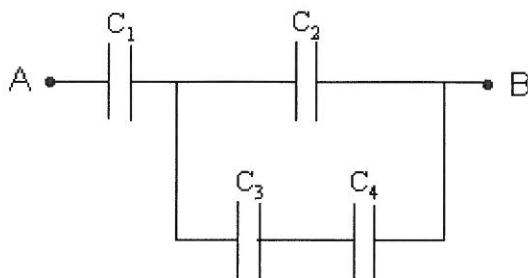
2p

7. Mellan punkterna A och B ligger spänningen 12 V. Kondensatorernas kapacitanser är följande:

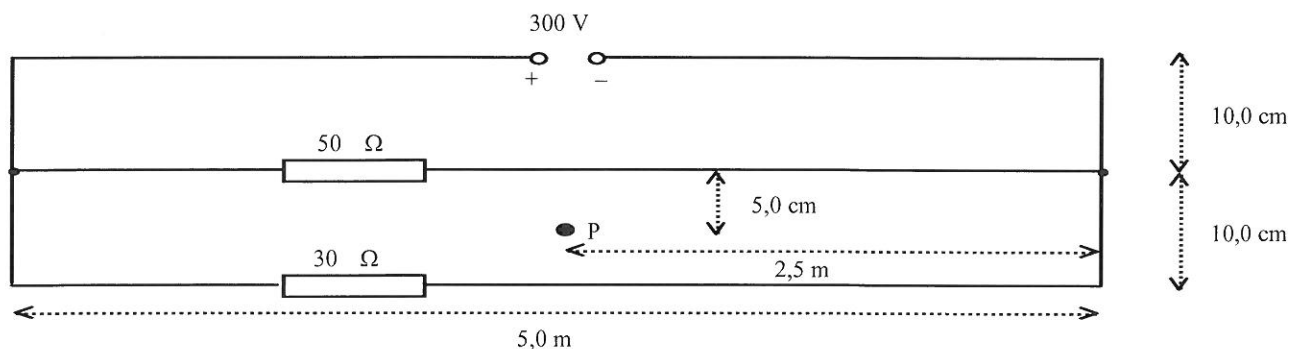
$$C_1 = 1,4 \mu F \quad C_2 = 2,1 \mu F \quad C_3 = 3,7 \mu F \quad C_4 = 4,8 \mu F$$

a) Beräkna ersättningskapacitansen. 1p

b) Beräkna laddningen på kondensator  $C_1$  1p



8. Figuren nedan visar (ej skalenligt) en elektrisk krets. Gör en beräkning av den magnetiska flödestätheten  $B$  i punkten P. Spänningskälla och ledningar får betraktas som resistansfria och ledningarna betraktas som oändligt långa och raka.



3p

9. På vilken höjd över jordytan måste man placera geostationära satelliter (som inte, flyttar sig med referens till samma punkt på jorden). Satellitens bana är cirkulär och jordens rotationstid är 24 h.

2p

Hur stor är jordens dragningskraft på satelliten om den väger ett halvt ton.

1p

10. Ett flygplan flyger med en vinkel  $45,0^\circ$  i förhållande till den horisontella marken när en isbit lossnar 50,0 meter ovanför marken. Isbiten når sin högsta punkt efter 3,60 sekunder. Vi ska nu räkna på isbitens rörelse.

a) Beräkna avståndet från marken till högsta punkten på isbitens bana.

1p

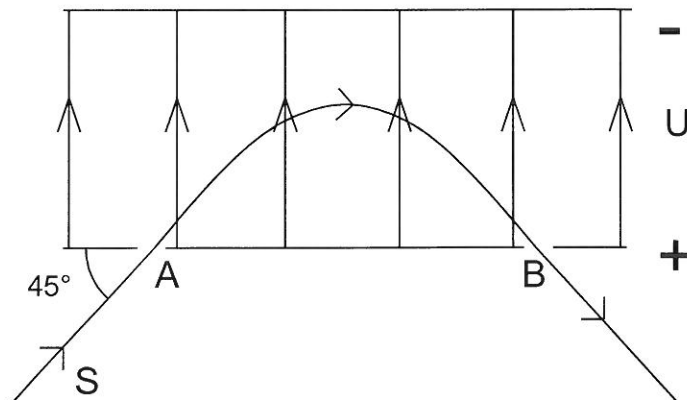
b) Hur långt har isbiten färdats horisontellt när den landat från det att den släpptes?

1p

c) Vilken hastighet och vilken riktning har isbiten när den landar?

1p

11. Man vill att elektronstrålen S med  $45^\circ$  vinkel skall passera in genom hålet i metallplattan vid A och ut genom hålet vid B. Elektronerna har farten 20,0 Mm/s och avståndet mellan hålen A och B är 55 mm.



Detta styrs genom att lägga en spänning mellan den nedre och den övre metallplattan så att ett homogent elektriskt fält uppstår. Mellan de två plattorna är avståndet 40,0 mm. Hur stor skall spänningen mellan de två plattorna vara?

3p

**Lösningsförslag till tentamen 1:2 i fysik B för tekniskt basår/termin  
2013-04-05  
Kursnummer: IF0402**

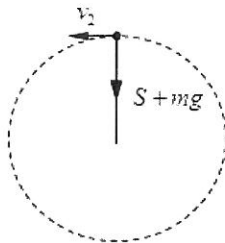
1. Om riktningen på bollens hastighet från början betraktas som positiv blir den motsatta riktningen negativ.

$$I = p_2 - p_1 = mv_2 - mv_1 = 0,15kg \left(-35 \frac{m}{s}\right) - 0,15kg 25 \frac{m}{s} = -9,0 \text{ Ns}$$

Storleken på impulsen är alltså 9,0 Ns.

Svar: 9,0 Ns.

2. Låt  $v_2$  vara hastigheten högst upp i banan,  $m$  kulans massa och  $s$  spännkraften i linan. Om kulan ska kunna fullborda cirkelbanan måste farten i översta läget av banan vara minst så stor att den erforderliga centripetalkraften utgörs av tyngdkraften, eftersom  $S = 0$  vid minsta möjliga värde på  $v_2$ .



Kraftekvationen ger:

$$mg = \frac{mv_1^2}{r}$$

$$mg = \frac{mv^2}{1,8} \text{ härifrån är } v^2 = 1,8g$$

Energiprincipen ger oss följande ekvation:

$$\frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 \text{ som ger sedan:}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 \text{ eftersom vi tar } h_1 = 0 \text{ och } h_2 \text{ är cirkelbanans diameter } 3,6\text{m.}$$

Efter att multiplitera både led med 2 och dela med  $m$  får vi:

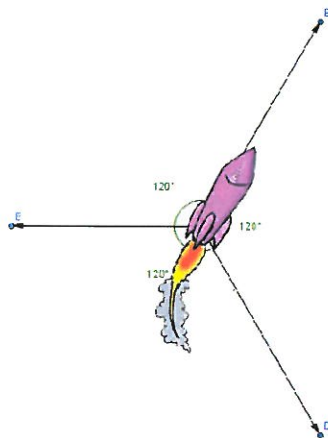
$$v_1^2 = v_2^2 + 2gh_2$$

$$v_1^2 = 1,8g + 7,2g = 9g$$

$$v_1 = \sqrt[2]{9g} = 9,39 \frac{m}{s}$$

Svar: 9,4 m/s.

3. Den totala rörelsemängden är noll före explosion och eftersom den bevaras måste den vara noll även efter. De vertikala komponenterna av rörelsemängderna finns inte eftersom de delarna rör sig bara på horisontella planet. Eftersom vinklarna för dessa är lika stora måste hastigheten för dessa två också vara lika. Vi platserar fyrverkeripjäsen i ett koordinat system och för de horisontella komponenterna det gäller nu:



Den delen med störst massa har rörelsemängd:  $p_m = 2mv = 2m \cdot 10 \frac{m}{s} = 20m$

De två delar med mindre massa har rörelsemängd:

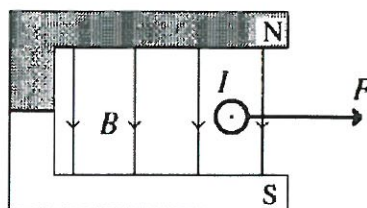
$$p_{m2} = m \cdot v \cdot \cos 60^\circ = 0,5mv$$

$$2 \cdot (0,5mv) = 20m$$

Därmed har de hastighet:  $v = 20 \text{ m/s}$

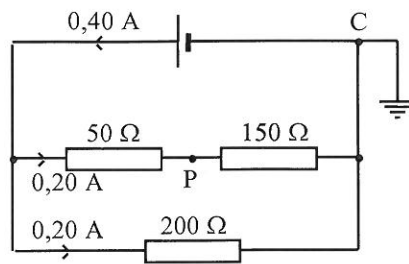
4. (a) Kraften  $F$  på ledaren är  $F = B \cdot I \cdot l = 0,68 \cdot 10^{-3} \cdot 1,3 \cdot 0,028 \text{ N} = 2,48 \cdot 10^{-5} \text{ N}$

(b) Riktningen på kraften följer av högerhandsregeln. Kraften  $F$  är riktad åt höger.



Svar:  $F = 25 \mu\text{N}$  åt höger.

5. De båda parallellkopplade grenledningarna har lika stora resistanser, 200 Ω. Då blir strömmarna i respektive gren lika stora, 0,20 A.



En potentialvandring mot strömriktningen från jord till punkten P ger:

$$V_P = (0 + 150 \cdot 0,20) \text{ V} = +30 \text{ V}$$

Svar: +30 V

6. Elektrisk spänning  $U$  definieras som kvoten mellan arbete (energi)  $W$  och laddning  $Q$ . Rörelseenergin har ökat med 5,0 μJ. Den elektriska kraften har således uträttat arbetet 5,0 μNm.

$$U = \frac{W}{Q} = \frac{5,0 \cdot 10^{-6}}{25,0 \cdot 10^{-9}} = 200 \text{ V}$$

Svar: 0,20 kV

7. Ersättningskapacitansen  $C_{34}$  till  $C_3$  och  $C_4$  räknas enligt

$$\frac{1}{C_{34}} = \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} = \frac{1}{3,7} + \frac{1}{4,8} \rightarrow C_{34} = 2,09 \mu\text{F}$$

Ersättningskapacitansen till  $C_2$  och  $C_{34}$  är  $C_{234} = C_2 + C_{34} = 4,19 \mu\text{F}$

Totala ersättningskapacitansen  $C_{TOT}$  fås enligt

$$\frac{1}{C_{TOT}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{234}} = \frac{1}{1,4} + \frac{1}{4,19} \rightarrow C_{TOT} = 1,05 \mu\text{F}$$

Svar:  $C_{TOT} \approx 1,0 \mu\text{F}$

Totala laddningen är:

$$Q = CU = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 12 \text{ V} = 12,59 \mu\text{C}$$

Laddningen på  $C_1$  är lika stor som den totala laddningen, eftersom  $C_1$  är seriekopplad med de övriga kondensatorerna.

Svar: 13 μC

8. Magnetiska flödestätheten i en punkt utanför en oändligt lång rak ledare ledare

bestäms med formeln  $B = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a}$

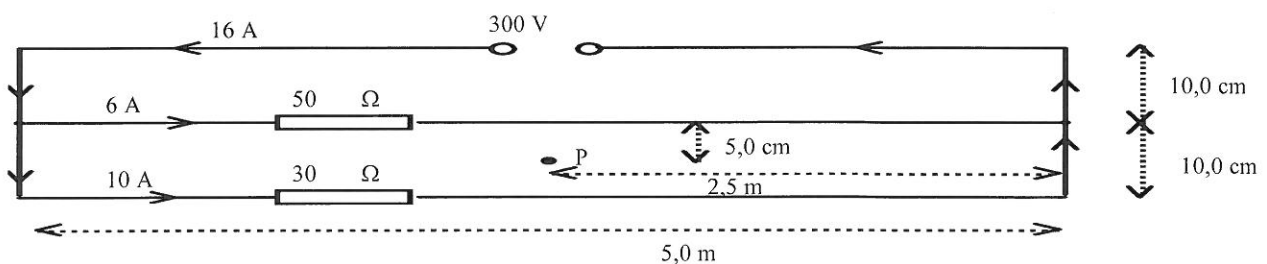
Alla ledarna bidrar till den totala flödestätheten i P, men de i figuren vertikala ledarna är korta (10,0 cm) och befinner sig på långt avstånd (2,5 m). Deras bidrag är således litet och vi kan försumma dessa. De långa horisontella ledarna ger däremot ett inte försumbart bidrag till flödestätheten i P.

Strömmarna i de horisontella ledarna beräknas med Ohms lag.

Strömmen genom 50  $\Omega$ -motståndet är  $\frac{300}{50} \text{ A} = 6 \text{ A}$

Strömmen genom 30  $\Omega$  -motståndet är  $\frac{300}{30} \text{ A} = 10 \text{ A}$

Strömmen genom spänningskällan är  $(6 + 10) \text{ A} = 16 \text{ A}$



Högerhandsregeln ger att strömmen genom spänningskällan och genom 30  $\Omega$ -motståndet ger ett bidrag riktat ut från papperet (mot läsaren), medan strömmen genom 50  $\Omega$  -motståndet ger ett bidrag riktat in i papperet (bort från läsaren). Dessa bidrag måste adderas med hänsyn till riktningarna. Avstånden till P från ledarna är 15 cm, 5,0 cm resp. 5,0 cm.

Magnetiska flödestätheten i P blir således

$$\left( \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 16}{0,15} + \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 10}{0,05} - \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 6}{0,05} \right) \text{ T} =$$

$$= 3,7 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 37 \text{ } \mu\text{T}$$

Svar: 40  $\mu\text{T}$



9. Kraftekvationen vid cirkulär rörelse ger:

$$F_G = m \cdot a_c$$

$$\frac{G M m}{r^2} = \frac{4 \pi^2 r}{T^2}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{T^2 G M}{4 \pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{(86400)^2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{4 \pi^2}} = 4,223 \cdot 10^7 m$$

Avståndet  $r$  är avstånd från jordens centrum till satellitens centrum och satelliten höjd från jordens yta räknas är:

$$h = 4,223 \cdot 10^7 m - 0,637 \cdot 10^7 m = 3,586 \cdot 10^7 m = 35860 km \approx \underline{36 Mm}$$

Jordens dragningskraft är:

$$F_G = \frac{G M m}{r^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \cdot 500}{(4,223 \cdot 10^7)^2} = 111 N \approx \underline{0,11 kN}$$

10. Efter 3,6 sekunder är hastighetens y-komponent lika med noll:

$$0 = v_{0y} + at \rightarrow v_{0y} = at \rightarrow v_{0y} = 9,82 \frac{m}{s^2} \cdot 3,6 s = 35,35 \frac{m}{s}$$

Flygplanet flyger med  $45^\circ$  mot marken:

$$v_0 = \frac{v_{0y}}{\sin 45^\circ} = \frac{35,35 \frac{m}{s}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = 50,1 \frac{m}{s}$$

Maxhöjden över marken är:

$$y = y_0 + v_{0y} \cdot t + \frac{at^2}{2} = 50m + 35,35 \frac{m}{s} \cdot 3,6s + (-9,82) \cdot \frac{(3,6s)^2}{2} = 113,6 m$$

Vi löser rörelseekvation i y-led:

$$y = y_0 + v_{0y} \cdot t + \frac{at^2}{2} \rightarrow 0 = 50 + 35,35 \cdot t + (-9,82) \cdot \frac{(t)^2}{2}$$

Vi kan skriva andragrad ekvation som:

$$0 = 50 + 35,35t - \frac{9,82}{2}t^2$$

Lösning av andrags ekvation  $t_1 = -1,21 s$  och  $t_2 = 8,41$  sekunder. Eftersom planet flyger på  $45^\circ$  då blir det  $v_{0x} = v_{0y}$ . Med den positiva lösningen hittar vi att isbiten landar 297 meter bort:

$$s = v * t = 35,35 \frac{m}{s} * 8,41s = 297,29 m$$

Enligt energiprincipen vet vi att lägesenergi på höjden 113,6 meter går över till kinetiskenergi vid markytan:

$$v_y^2 = 2gh = 2 * 9,82 \frac{m}{s} * 113,6m \rightarrow v_y = 47,23m$$

Tidigare räknade vi  $v_x = 35,35 \frac{m}{s}$  och hastighetens intensitet vid marken räknar vi via Pythagorassats:

$$v = \sqrt{v_y^2 + v_x^2} = \sqrt{47,23^2 + 35,35^2} \rightarrow v = 59 \frac{m}{s}$$

Och vinkel räknar vi via tangens:

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{47,23}{35,35} \rightarrow \alpha = 53,2^\circ$$

11. Spänningen över plattorna genererar en elektrisk kraft som verkar på elektronerna i riktning mot den undre plattan. Kraften ger en acceleration nedåt. Ingångshastigheten för elektronerna är lika i x och y-led. Tiden mellan A och B tecknas. Sedan beräknas accelerationen.

$$x\text{-led: } t = \frac{s_x}{v_{ox}} = \frac{0,055}{20000000 \cos 45^\circ} s = 3,889 ns \quad y\text{-led: } s_y = v_{oy}t - \frac{at^2}{2}$$

$$v_{ox} = v_{oy} = v \cos 45^\circ$$

$$s_y \text{ mellan A och B är } 0 m \text{ ger att: } v_{oy}t = \frac{at^2}{2}$$

$$a = \frac{2v_{oy}}{t} = \frac{2v_{oy} v_{ox}}{s_x} = \frac{2(v \cos 45^\circ)^2}{s_x} = \frac{2(20 \cdot 10^6 \cos 45^\circ)^2}{55 \cdot 10^{-3}} = 7,2727 \cdot 10^{15} \frac{m}{s^2}$$

Accelerationen ges av den elektriska kraften som i sin tur kommer från det elektriska fältet:

$$U = E d, \quad E = \frac{F}{Q}, \quad F = ma$$

$$U = \frac{F}{Q} d = \frac{m a d}{Q} = \frac{9,1094 \cdot 10^{-31} \cdot 7,2727 \cdot 10^{15} \cdot 40 \cdot 10^{-3}}{Q} = 1654 V$$

Svar: Spänningen mellan plattorna skall ställas på 1,7 kV.