FYSIKK-OLYMPIADEN 2004 – 2005
Andre runde: 3/2 – 2005

Skriv øverst:
Navn, fødselsdato, hjemmeadresse og eventuell e-postadresse, skolens navn og adresse.
***Varighet**:*
3 klokketimer
Hjelpemidler:
Tabell med formelsamling, lommeregner

***Prøven består av 3 sider. Det er 6 oppgaver**.*

Oppgave 1

To små kuler med samme massen m og samme ladning q, henger i hver sin isolerte snor. Snorene har lengden l, og de er hengt opp i same punkt. Ved likevekt danner snorene vinkelen 2θ med hverandre, og avstanden mellom kulene er x.
Finn et uttrykk for x.

Løsning

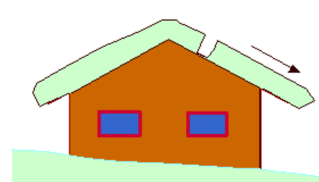
$$F = k\frac{qq}{x^2} \quad \text{og} \quad F = mg \cdot \tan\theta$$

der $\tan\theta = \dfrac{x}{2l\cos\theta}$

Dermed blir

$$x = \left(\frac{kq^2 2l\cos\theta}{mg}\right)^{1/3}$$

Oppgave 2



2000 kg snø begynner å gli nedover et tak med hellingsvinkel 30°. Friksjonstallet er $\mu = 0{,}10$.
a) Tegn kreftene fra snøen (som glir) på taket.

b) Finn horisontalkomponenten til summen av alle kreftene som virker på taket fra snøen.

Fasit

b) $\sum F_h = mg(\frac{\sqrt{3}}{4} - \mu\frac{3}{4}) = 7{,}0 \cdot 10^3$ N

mot venstre på figuren.

Oppgave 3

Et kalorimeter som er laget for å bestemme den spesifikke varmekapasiteten til væsker, består av et rør som væsken strømmer gjennom, og et elektrisk varmeelement i røret som tilfører væsken en effekt $P = 60$ W.

Temperaturen i væsken måles ved innløpet til kalorimeteret, og etter at den har passert varmeelementet. Vi ser i denne delen av oppgaven bort fra varmetap til omgivelsene.

For en spesiell væske er temperaturstigningen $\Delta T = 10{,}0$ K.

a) Beregn væskestrømmen målt i $\frac{\text{kg}}{\text{s}}$ når væskens spesifikke varmekapasitet er 2,00 kJ/kg K.

b) Det viser seg at dersom vi dobler P og tredobler væskestrømmen, så blir ΔT uendret. Vi antar at effekttapet til omgivelsene er det samme i begge tilfeller. Beregn effekttapet til omgivelsene.

Løsning

Effekttapet = x Væskemassen m passerer på ett sekund.

$$P - x = cm \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{60 - x}{cm} \quad \text{og} \quad \Delta T = \frac{120 - x}{c \cdot 3m}$$

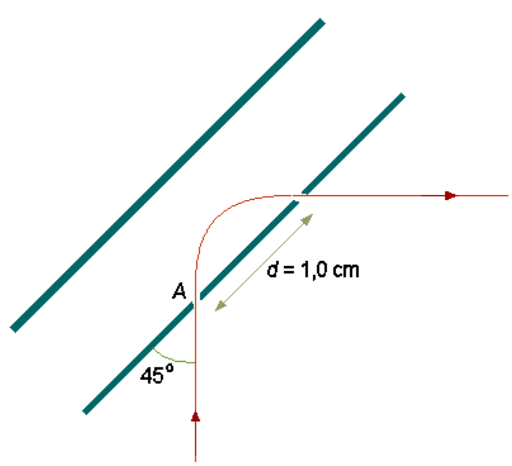
$$60 - x = \frac{120 - x}{3}$$

$$x = 30$$

Riktig svar: B

Oppgave 4

Vi skal endre fartsretningen til et elektron 90°. Det kan vi gjøre ved å sende elektronet inn i området mellom to elektrisk ladde parallelle plater slik figuren viser. Elektronet går gjennom to små hull i den ene plata. Avstanden mellom hullene er $1{,}0\,\text{cm}$ som vist på figuren.



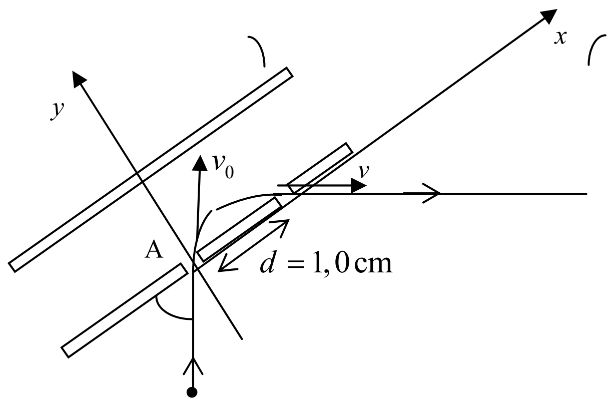
Anta at elektronet passerer gjennom hull A med en kinetisk energi på $E_K = 3{,}0 \cdot 10^{-17}\,\text{J}$.

Beregn det elektriske feltet mellom platene når elektronet blir avbøyd 90°.

Tips: Tenk nøye over hvordan du legger koordinatsystemet.

Løsning

I



$$F = qE = eE \quad ; \quad a = \frac{eE}{m} \quad v_{0x} = v_{0y} = v_0 \cos 45^\circ = v_0 \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Tiden elektronets fartskomponent i y-retning $v_y = 0 \Rightarrow t = \frac{x_{1/2}}{v_x} = \frac{x_{1/2}}{v_{0x}} = \frac{\sqrt{2} \cdot 5,0 \cdot 10^{-2}}{v_0}\,\text{s}$

$$a = \frac{v_{0y}}{t} = \frac{v_0 / \sqrt{2}}{\sqrt{2} \cdot 5,0 \cdot 10^{-2} / v_0} = \frac{v_0^2}{2 \cdot 5,0 \cdot 10^{-2}}\,\text{m}^{-1}$$

$$E = \frac{ma}{e} = \frac{mv_0^2 \cdot 10^2}{e} = \frac{2\,E_k \cdot 100}{e} = \frac{200 \cdot 3,0 \cdot 10^{-17}}{1,6 \cdot 10^{-9}}\,\text{V/m} = 3,75 \cdot 10^4\,\text{V/m}$$

Oppgave 5

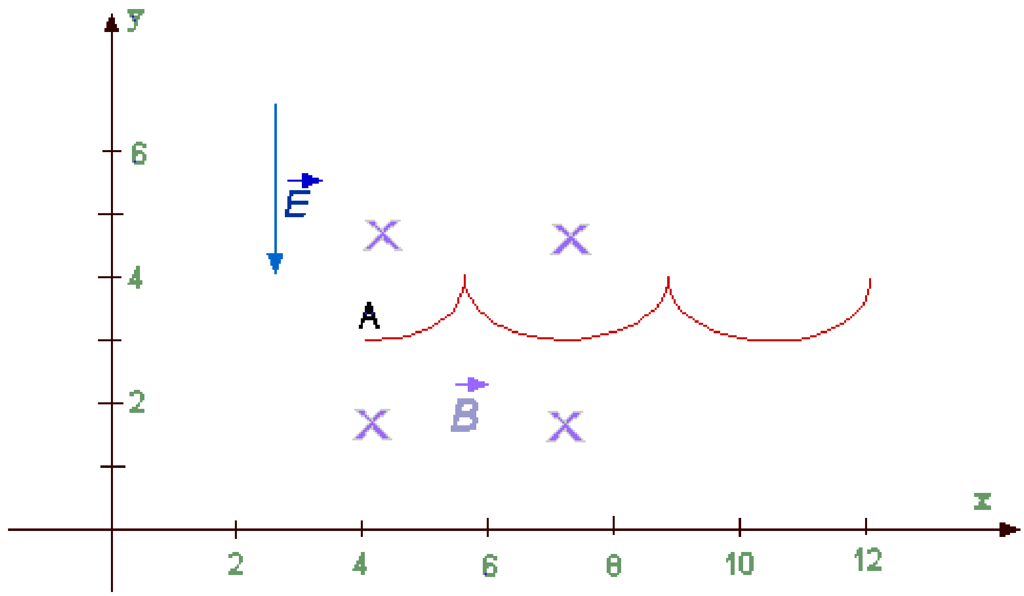
Figuren på neste side beskriver et område der det er et homogent magnetfelt med flukstetthet *B* og retning inn i papirplantet, og vinkelrett på dette. Det er også et homogent elektrisk felt $E = 4,00\,\text{V/m}$ i området. Det er rettet nedover i papirplanet, altså vinkelrett på magnetfeltet. Enheten er 1 m på begge aksene.

Et proton i punktet *A* har farten *v* mot høyre i papirplanet, og følger banen som er vist på figuren.

a) Bruk mål fra figuren og finn farten *v*.

b) Dersom startfarten i *A* er $\frac{v}{2}$, blir banen ei rett linje. Finn den magnetiske flukstettheten *B*.

c) Vi snur både *E*-feltet og *B*-feltet i motsatt retning, og slipper et proton i punktet *A* med startfarten null. Skisser banen som dette protonet vil følge.



Løsning:

a) Setter vi den potensielle energien lik null i A, farten lik null i ”spissene”, får vi
$\frac{1}{2}mv^2 = eEs$ der s er avstanden i y-retnngen fra A til spissen. Dette gir

$$v = \sqrt{\frac{2eEs}{m}} = 2,77 \cdot 10^4 \ \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

b) $\frac{v}{2} = \frac{E}{B} \Rightarrow B = \frac{2E}{v} = 2,89 \cdot 10^{-4}\ \text{T}$

c) Samme bane mot høyre snudd opp ned og forskjøvet slik at en spiss kommer i A.

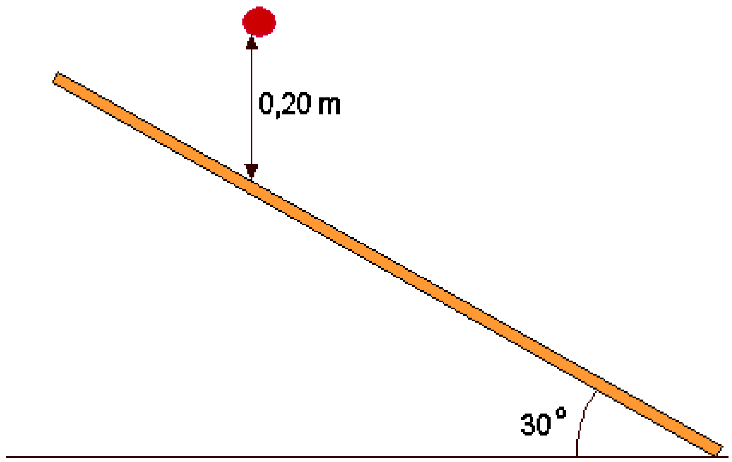
d) Avbøyes mot høyre, dvs nedover fra start. Sløyfebevegelse mot venstre.

Oppgave 6

En liten ball slippes fra ro 0,2 m over et langt skråplan. Ballen treffer skråplanet og spretter opp igjen, treffer skråplanet på nytt, spretter opp igjen osv. Alle støtene er elastiske. Skråplanet danner 30 grader med horisontalplanet.

Hvor langt er det fra punktet der ballen treffer skråplanet første gang til punktet der ballen treffer skråplanet for tredje gang?

Tips: Tenk nøye over hvordan du legger koordinatsystemet.



Løsning:
Legger referansesystemet langs skråplanet.
Maksimal "høyde" over skråplanet etter hvert støt vil være den samme og tiden mellom hvert støt er den samme.

I det nye referanse-systemet blir

$$a_y = -g\cos\alpha$$

$$a_x = g\sin\alpha$$

og startfartene:

$$v_y = v_0\cos\alpha$$

$$v_x = v_0\sin\alpha$$

der v_0 er farten ballen treffer skråplanet med.

Tiden mellom hvert støt:

$$\Delta y = 0 = v_y t + 0{,}5 a_y t^2$$

som gir

$$t = \frac{2v_0}{g}$$

Og avstanden:

$$\underline{d_x} = v_o\sin\alpha\cdot 2t + 0{,}5g\sin\alpha\cdot(2t)^2 = \frac{12v_0^2\sin\alpha}{g} = \frac{12(2gh)\sin\alpha}{g} = \underline{2{,}4m}$$