Norsk Fysikklærerforening
Norsk Fysisk Selskaps faggruppe for undervisning

FYSIKK-OLYMPIADEN 2007 – 2008
Andre runde: 7/2 – 2008

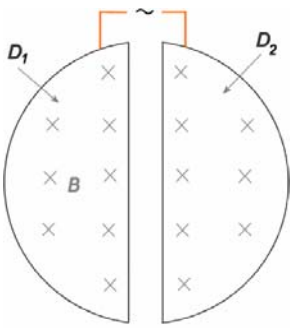
Skriv øverst:
<u>Navn, fødselsdato, e-postadresse, hjemmeadresse og skolens navn</u>

***Varighet**:*
3 klokketimer
Hjelpemidler:
Tabell med formelsamling, lommeregner

***Prøven består av 2 sider og det er 5 oppgaver**.*
Lykke til!

Oppgave 1 *(4 poeng)*
Vi antar at jorda er kulesymmetrisk. Hva blir da forskjellen i tyngden du kan lese av på en badevekt (med skala i newton) på Nordpolen og ved ekvator hvis massen din er 80 kg?

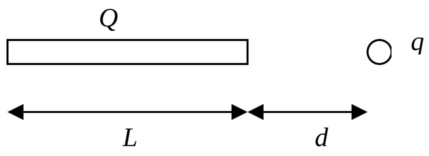
Oppgave 2 *(4 poeng)*
En syklotron er et apparat som kan akselerere ladde partikler slik at de får stor hastighet.



Figuren viser en skjematisk tegning av en syklotron. De ladde partiklene beveger seg i sirkelbaner i to halvformede vakuumfylte beholdere D_1 og D_2. Dette skyldes et homogent magnetfelt med retning vinkelrett på partikkelbanen. En alternerende spenning er koplet til D-beholderne slik at de ladde partiklene akselereres hver gang de passerer gapet mellom dem. Magnetfeltets styrke (flukstettheten) er 0,35 T.

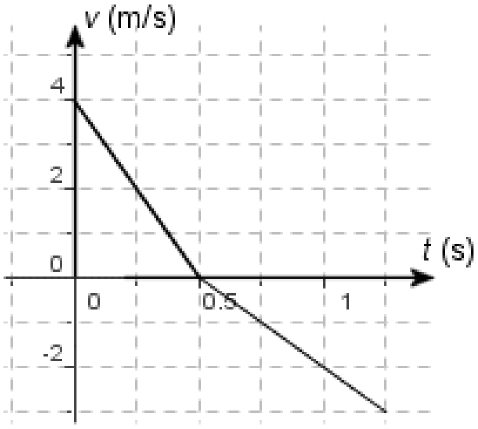
Den maksimale kinetiske energien for et proton som akselereres i syklotronen er 1,5 MeV. Finn radien i D-beholderne.
(1 eV = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J)

Oppgave 3 *(4 poeng)*
Figuren viser en tynn stang med ladningen Q jevnt fordelt på overflaten. Stangen har lengden L. En ladning q er plassert i avstanden d fra enden av stangen.



Finn kraften på ladningen q fra stangen.
(Hint: Du kan få bruk for at $\int \frac{dx}{x^2} = -\frac{1}{x} + C$)

Oppgave 4 *(8 poeng)*
Vi sender en kloss oppover et skråplan. Grafen viser farten til klossen som funksjon av tiden.



Finn friksjonstallet.

Oppgave 5 *(8 poeng)*
En kule skytes ut fra bakkenivå og skal passere over et 5,0 m høyt gjerde som står 10 m unna. Hva er den minste utgangsfarten vi kan bruke for at kula akkurat skal passere over gjerdet?

FYSIKK-OLYMPIADEN 2007 – 2008
Andre runde: 7/2 – 2008
Løsningsforslag

Oppgave 1

På nordpolen: $N_1 = G$

Ved ekvator: $N_2 = G - m\dfrac{v^2}{r}$ og $v = \dfrac{2\pi r}{T}$ der T = 24 h

Da blir $N_1 - N_2 = m\dfrac{v^2}{r} = m\dfrac{4\pi^2 r}{T^2} = \underline{2{,}7\,\mathrm{N}}$

Oppgave 2

Vi har $F = qvB = m\dfrac{v^2}{r}$ som gir $v = \dfrac{qBr}{m}$

E_k = 1,5 MeV = 2,4 ·10^{-13} J

Og dermed:

$$E_k = \tfrac{1}{2}mv^2 = \frac{mr^2q^2B^2}{2m^2} \Rightarrow r = \frac{\sqrt{2mE_k}}{qB} = \underline{0{,}50\,\mathrm{m}}$$

Oppgave 3

Vi deler stangen i "små" deler der hver del har ladningen: $Q\dfrac{dx}{L}$

Coulombs lov gir da: $dF = k\dfrac{\frac{Qdx}{L}\cdot q}{x^2}$ som gir: $F = k\displaystyle\int_d^{d+L}\frac{Qqdx}{L\cdot x^2} = \underline{k\cdot\frac{Qq}{d(d+L)}}$

Oppgave 4

Akselerasjonen på vei oppover er $a_2 = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{4}{0{,}5}\ \mathrm{m/s^2} = 8{,}0\,\mathrm{m/s^2}$

Akselerasjonen på vei nedover er $a_2 = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{2}{0{,}5}\ \mathrm{m/s^2} = 4{,}0\,\mathrm{m/s^2}$

Vi har disse uttrykkene for akselerasjonene:

$$a_1 = g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha$$
$$a_2 = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha$$

Vi får:

$(i)\qquad a_1 + a_2 = 2g\sin\alpha$

$(ii)\qquad a_1 - a_2 = 2\mu g\cos\alpha$

$(i)\qquad \sin\alpha = \dfrac{a_1 + a_2}{2g} = \dfrac{8{,}0 + 4{,}0}{2\cdot 9{,}8} = 0{,}612$. Hellingsvinkelen er $\alpha = 37{,}8^\circ$

$(ii)\qquad \mu = \dfrac{a_1 - a_2}{2g\cos\alpha} = \dfrac{8{,}0 - 4{,}0}{2\cdot 9{,}8\cdot\cos 37{,}8^\circ} = 0{,}26$

Friksjonstallet er $\underline{\mu = 0{,}26}$

Oppgave 5

Vi kaller utgangsfarten *v*, og av bevegelsesligningene får vi:

$$s = v\cos\alpha\cdot t$$
$$h = v\sin\alpha\cdot t - \tfrac{1}{2}gt^2$$

Av dette får vi: $\cos\alpha = \dfrac{s}{vt}$ og $\sin\alpha = \dfrac{h + \frac{1}{2}gt^2}{vt}$

Vi bruker at $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

$$\frac{s^2}{v^2t^2} + \frac{(h + \frac{1}{2}gt^2)}{v^2t^2} = 1$$

$$v^2 = \frac{s^2 + h^2}{t^2} + gh + \tfrac{1}{4}g^2t^2$$

Så deriverer vi og setter den deriverte lik null:

$$\frac{d}{dt}(v^2) = \frac{-2(s^2 + h^2)}{t^3} + \tfrac{1}{2}g^2t = 0$$

Dette gir innsatt for *s* og *h*:

$$2(s^2 + h^2) = \tfrac{1}{2} g^2 t^4 \Rightarrow t = 1{,}5\ \mathrm{s}$$

Og dermed den minste farten: <u>v = 12,7 m/s</u>

Utgangsvinkelen: $\cos\alpha = \dfrac{s}{vt}$ som gir $\underline{\alpha = 59^o}$