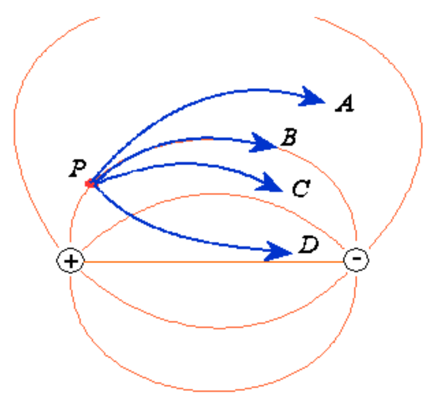
FYSIKK-OLYMPIADEN 2005 – 2006
Andre runde: 2/2 – 2006

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

***Prøven består av 3 sider og det er 8 oppgaver**. Det er både av flervalgsoppgaver og oppgaver der du skal vise hvordan du har kommet fram til svaret. På flervalgsoppgavene er det oppgitt fire eller fem mulige svar angitt med en bokstav ved siden av. Du skal sette en ring rundt bokstaven ved det svaret du mener er riktig.*

Lykke til!

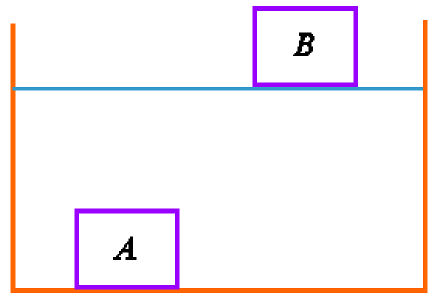
Oppgave 1
Et proton slippes i *P* med null fart. Hvilken av de inntegnete banene vil protonet med størst sannsynlighet følge?



A
B
C
D

Løsning: A

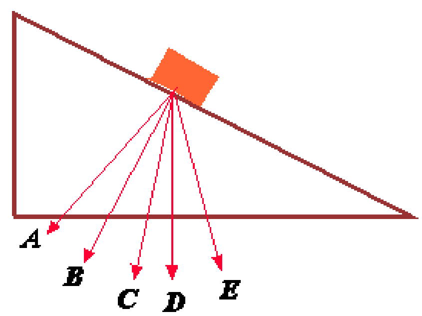
Oppgave 2
I et kar med vann holdes en kloss *A* med tetthet 600 kg/m^3 helt neddykket på bunnen. En kloss *B* med samme volum som *A* holdes rett over vannflata. (Se figuren.) Begge klossene slippes og faller til ro flytende i vannet. Hvilken tetthet må *B* ha dersom vannstanden skal være uendret?



A 100 kg/m^3
B 200 kg/m^3
C 400 kg/m^3
D 550 kg/m^3
E 0 kg/m^3

Løsning: C

Oppgave 3
En kloss glir nedover et skråplan med økende fart. Det er friksjon mellom klossen og skråplanet.
Hvilken av pilene kan representere krafta som virker fra klossen på skråplanet?



A
B
C
D
E

Løsning: C

Oppgave 4
Vi slipper en stein uten startfart fra et punkt nær overflaten til Mars. Hvilken størrelse øker da proporsjonalt med tida?

A den kinetiske energien
B strekningen steinen ha falt
C bevegelsesmengden
D akselerasjonen

Løsning: C

Oppgave 5
Finn den maksimale effekten til et varmeelement som vi vil lage av en motstandstråd med resistansen 500 ohm. Elementet skal koples til 220 V og motstandstråden tåler maksimalt 2,0A.

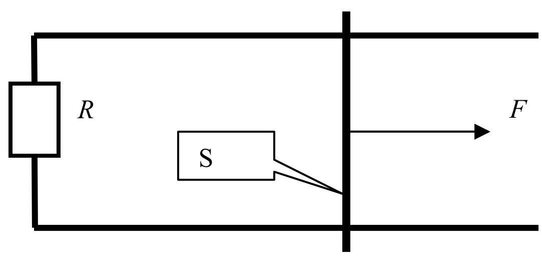
Løsning:
Vi må parallellkople:

R= 220 V/2 A = 110 Ω

Det betyr at 500 Ω /110 Ω = 4,5 altså 4 biter i parallell

P = 4*220*2 = 1760 W.

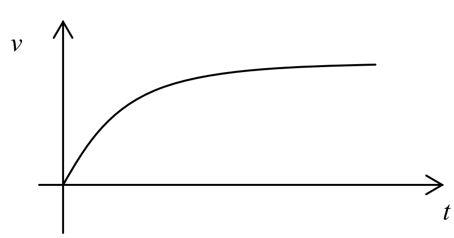
Oppgave 6
I et homogent magnetfelt med flukstettheten B er det plassert to parallelle metallskinner. På figuren har magnetfeltet retning normalt på papirplanet. Avstanden mellom skinnene er l, og de er sammenkoplet i den ene enden gjennom en motstand med resistansen R. En metallstav, S, kan gli uten friksjon på skinnene.



a) Metallstaven starter fra ro og blir påvirket av en konstant kraft F. Skisser en graf som viser metallstavens fart som funksjon av tiden.
b) Finn et uttrykk for metallstavens største fart.

Løsning:

a)



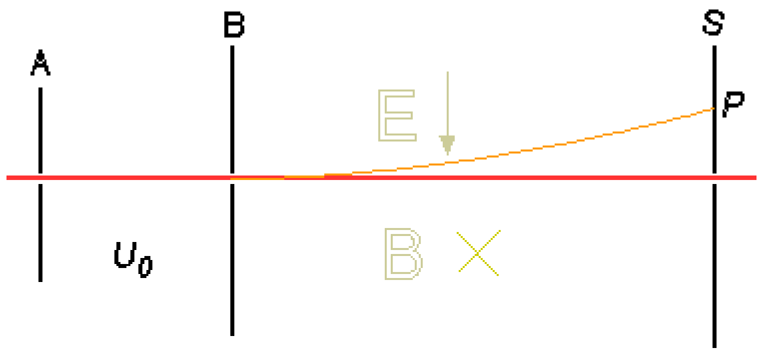
b)

$\varepsilon = vBl = RI$ altså $I = \frac{vBl}{R}$

Da blir $F = IlB = \frac{vB^2l^2}{R} \Rightarrow v = \frac{FR}{B^2l^2}$

Oppgave 7

Vi har en *fartsvelger* som vist på figuren nedenfor. Protoner blir akselerert av en spenning U_0 mellom platene *A* og *B*, og sendes i en tynn stråle inn i et område der det er både et homogent elektrisk felt med feltstyrken *E,* og et homogent magnetfelt med flukstettheten *B*. Begge feltene står vinkelrett på protonstrålen. Spenningen U_0 er justert slik at protonene går rett fram og treffer en tynn spalte i skjermen *S*.



Nå øker vi langsomt spenningen U_0 . Da vil protonenes bane med god tilnærming bli en sirkelbue, og treffpunktet *P* på skjermen *S* flytter seg stadig lenger oppover til en maksimal høyde ved spenningen U_1 . Øker vi spenningen ytterligere, vil treffpunktet flytte seg nedover igjen.

Finn spenningen U_1.

Løsning

Den elektriske krafta F_E og den magnetiske krafta F_B på protonene mellom *B* og *S* er gitt ved:

$$F_E = eE$$
$$F_B = evB$$

Når vi øker spenningen, blir magnetkrafta større enn den elektriske krafta, og lar vi *r* være radien i sirkelbanen, blir:

$$F_B - F_E = \frac{mv^2}{r}$$

$$evB - eE = \frac{mv^2}{r}$$

$$r = \frac{mv^2}{evB - eE}$$

Vi får maksimal avbøyning når *r* har et minimum. Vi deriverer *r* :

$$\frac{dr}{dv} = \frac{2mv(evB - eE) - mv^2 \cdot eB}{(evB - eE)^2} = 0$$

$$\Rightarrow \; 2mv(evB - eE) = mv^2 eB$$

som gir: $v = \dfrac{2E}{B}$

Når protonene går rett fram, er farten lik $\dfrac{E}{B}$. Vi får altså maksimal avbøyning ved *S* når farten er doblet.

Sammenhengen mellom U_0 og v er slik:

$$eU_0 = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{som gir}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU_0}{m}}$$

Dersom v skal dobles, så må U_0 multipliseres med 4, og vi får:

$$U_1 = 4U_0$$

Oppgave 8

På en linje fra Jorden til Månen finns det et punkt, L_1, der en satellitt kan bevege seg med en hastighet som gir den samme omløpstid som Månen har om Jorden. Dette punktet kalles for Lagrangepunktet etter den italiensk-franske matematikeren Joseph Louis Lagrange (1736 - 1813).

Vi kan med god tilnærming anta at massemiddelpunktet for systemet Jord-Måne faller sammen med Jordens sentrum.
Beregn avstanden fra Jorden til punktet L_1. Du kan få bruk for å løse en ligning med hjelp av en grafisk lommeregner. Astronomiske data finner du i tabellen.

Løsning:

Når vi antar at massemiddelpunktet ligger i Jordas sentrum, får vi i Lagrangepunktet:

$$\frac{\gamma m_s M}{x^2} - \frac{\gamma m_s m}{(a-x)^2} = m_s x \frac{4\pi^2}{T^2}$$

Her er x avstanden fra Jorden til satellitten og a avstanden fra Jorden til Månen. Vi får:

$$\frac{\gamma M}{x^2} - \frac{\gamma m}{(a-x)^2} - x\frac{4\pi^2}{T^2} = 0$$

Innsatte tabellverdier gir

$$\frac{3{,}986 \cdot 10^{14}}{x^2} - \frac{4{,}904 \cdot 10^{12}}{(3{,}844 \cdot 10^8 - x)^2} - 7{,}086 \cdot 10^{-12}\, x = 0$$

Med lommeregneren finner vi en løsning som gir $x \approx 3{,}26 \cdot 10^8$ m