Fysikkolympiaden
1. runde
25. oktober – 5. november 2004

Hjelpemidler: Tabell og formelsamlinger i fysikk og matematikk
Lommeregner
Tid: 100 minutter

Prøven består både av flervalgsoppgaver og oppgaver der du skal vise hvordan du har kommet fram til svaret. På flervalgsoppgavene er det oppgitt fem mulige svar angitt med en bokstav ved siden av. Du skal sette en ring rundt bokstaven ved det svaret du mener er riktig.
Oppgavesettet har 3 sider og det er 9 oppgaver.

Lykke til!

Oppgave 1 *(2 poeng)*

For et elektron er forholdet $\frac{q}{m}$ mellom ladningen q og massen m

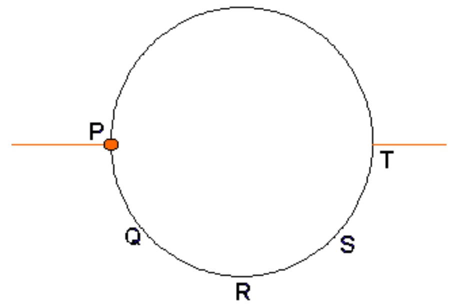
A lik null
B like stort som for et proton
C like stort som for et nøytron
D større enn for et proton
E mindre enn for et proton

Oppgave 2 *(2 poeng)*

En astronaut har med seg en liten metallkule og en tynn snor til en fremmed planet. Han lager en kjeglependel av kula og snora. Ved å måle svingetida og lengden av snora kan han bestemme

A tida på dagen
B massen til metallkula
C tyngden av metallkula
D tyngdens akselerasjon
E avstanden til jorda

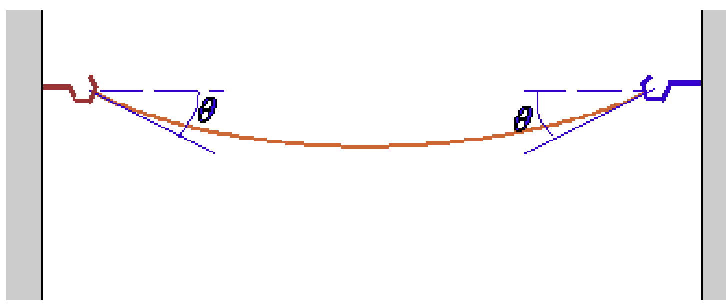
Oppgave 3 *(2 poeng)*
Figuren viser en sirkelformet motstandstråd som er koplet til kopperledninger ved P og T. Kontakten ved P kan skyves langs halvsirkelen PQRST.
Hvor må kontakten settes for at totalresistansen skal bli størst mulig?



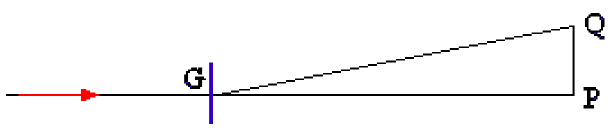
A P
B Q
C R
D S
E T

Oppgave 4 *(2 poeng)*
Et jamntykt fleksibelt tau med massen m henger fritt i en bue mellom to kroker i samme høyde. Tangentene til tauet i opphengspunktene danner vinkelen θ med horisontalplanet. Hva blir snordraget i det laveste punktet på tauet?

A 0
B $\dfrac{mg}{2}$
C $\dfrac{mg}{2\tan\theta}$
D $mg\cos\theta$
E $\dfrac{mg}{\sin\theta}$



Oppgave 5 *(2 poeng)*

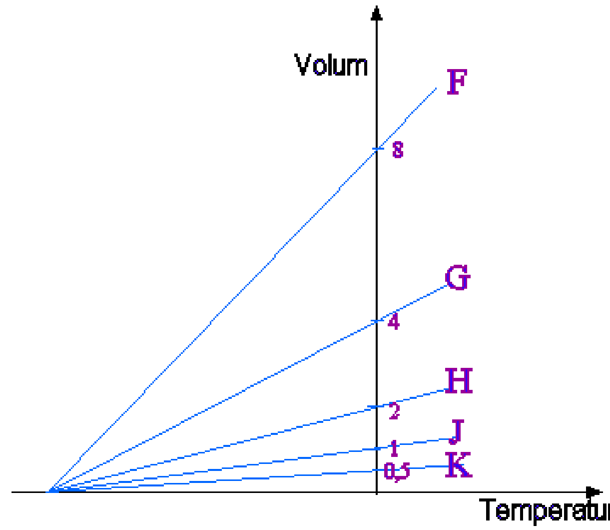


Monokromatisk lys treffer vinkelrett på et gitter G. En skjerm fanger opp det sentrale maksimum ved P, og første ordens maksimum ved Q. (Vinkel PGQ er liten)
Dersom gitteret krymper 1 % i alle sine dimensjoner, vil avstanden PQ på skjermen

A øke med 1 %
B øke med 0,5 %
C forbli uendret
D avta med 0,5 %
E avta med 1 %

Oppgave 6 *(2 poeng)*
En ideal gass har massen m og utvider seg med det konstante trykket p.
Linje H på figuren viser utvidelsen.
Utvidelsen av massen $2m$ av den samme gassen ved det konstante trykket $\frac{p}{2}$ er vist med

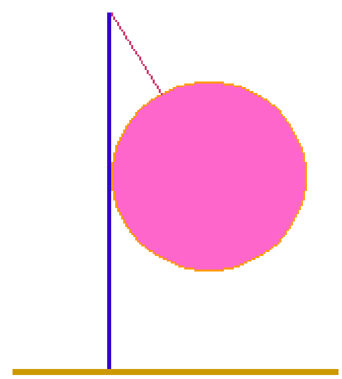
A linje **F**
B linje **G**
C linje **H**
D linje **J**
E linje **K**



Oppgave 7 *(3 poeng)*
En liten måne går i sirkelbane rundt en planet. Omløpstida er 1,77 døgn, og radien er $4{,}22 \cdot 10^5$ km.
Finn massen til planeten

Oppgave 8 *(4 poeng)*
En ball kan henge slik som figuren viser. Snoras lengde er like lang som ballens radius r. Det er ingen friksjon mellom ballen og stanga. Ballens masse er m.

Ballen slenges rundt stanga slik at den beveger seg i en horisontal sirkelbane. På grunn av luftmotstand faller ballen langsomt inn mot stanga.
Finn et uttrykk for omløpstida idet ballen berører stanga.



Oppgave 9 *(6 poeng)*
En rakettmotor skal brenne opp 1 kg krutt, og derved bringe en rakett med masse m opp til størst mulig høyde. Rakettmotoren kan lages slik at kruttet brenner fort opp og gir en stor skyvkraft i en kort tid, eller slik at kruttet brenner langsommere og gir en mindre skyvkraft i en lengre tid. Vi antar at skyvkraft og brenntid er omvendt proporsjonale størrelser, og at skyvkrafta er konstant så lenge kruttet brenner. Dessuten antar vi at massen er konstant hele tida, også mens rakettmotoren brenner.
Vis ved regning at det lønner seg å brenne alt kruttet på kortest mulig tid.

Fysikkolympiaden
2. runde
25. oktober – 5. november 2004
Løsning

Oppgave 1 D *(2 poeng)*
Oppgave 2 D *(2 poeng)*
Oppgave 3 A *(2 poeng)*

Oppgave 4 C *(2 poeng)*
Snordraget i opphengspunktene er *S*.

Vertikalkomponenten til *S* er $S\sin\theta = \frac{mg}{2}$

Horisontalkomponenten til *S* er lik snordraget *T* i det laveste punktet. Da er

$$\tan\theta = \frac{mg}{2T}$$

$$T = \frac{mg}{2\tan\theta}$$

Oppgave 5 A *(2 poeng)*
$d\sin\theta = n\lambda$
For små θ er sinθ omtrent lik θ, og vi har
$d = \frac{\lambda}{\theta}$ for første ordens vinkel.
For små prosentverdier vil da *d* øke med like mange % som *θ* avtar.

Oppgave 6 A *(2 poeng)*
PV/T er proporsjonal med massen *m*. Det gir:

$V_1 = \frac{kmT}{P}$ der *k* er en konstant.

Lar vi *T* være temperaturen på den vertikale aksen og setter inn massen 2*m* og trykket *P*/2, får vi

$$V_2 = \frac{k\cdot 2m\cdot T}{\frac{P}{2}} = 4\cdot\frac{kmT}{P} = 4V_1 \;=\; 4\cdot 2 = 8$$

Oppgave 7 *(3 poeng)*

$$\gamma\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$M = \frac{4\pi^2 r^3}{\gamma T^2} = \frac{4\pi^2(4{,}22\cdot 10^8\,m)^3}{6{,}67\cdot 10^{-11}\,\frac{Nm^2}{kg^2}\cdot(1{,}77\cdot 24\cdot 60\cdot 60s)^2} = 1{,}90\cdot 10^{27}\,kg$$

Planeten er Jupiter og månen er Io.

Oppgave 8 ***(4 poeng)***

$$\sum F = m \cdot \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$mg \tan 30^\circ = m \cdot \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$T = \sqrt[4]{3} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{r}{g}}$$

Oppgave 9 ***(6 poeng)***

Her må det gis poeng for alle fornuftige forsøk etter beste skjønn.

t	Brenntida for motoren
h	Strekningen som tilbakelegges i *h* i brenntida
H	Største høyde for raketten
v	Fart idet motoren slukner
F	Motorens skyvkraft

Oppgaven forutsetter at $F \cdot t = k$ der *k* er en konstant.

Arbeidet som kraftsummen gjør er lik økningen i kinetisk energi, og denne omdannes til potensiell energi på toppen.

$$(F - mg)h = mg(H - h)$$

$$Fh - mgh = mgH - mgh$$

$$H = \frac{Fh}{mg}$$

$Ft = k$ gi da:

$$H = \frac{kh}{mgt} \quad (1)$$

Nå bruker vi veiloven og finner *h* uttrykt ved *t*:

$$h = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}(\frac{F}{m} - g)t^2$$

$$h = \frac{1}{2}(\frac{k}{mt} - g)t^2$$

$$h = \frac{1}{2}(\frac{kt}{m} - gt^2)$$

Vi setter inn for *h* i (1):

$$H = \frac{k}{2mg}(\frac{k}{m} - gt)$$

$$H = \frac{k}{2m^2 g}(k - mgt)$$

Her ser vi at *H* blir størst når brenntida *t* er minst mulig.