



FYSIKK-OLYMPIADEN 2012 – 2013

Andre runde: 7/2 – 2013

Skriv øverst:

Navn, fødselsdato, e-postadresse og skolens navn

Varighet: 3 klokketimer

Hjelpemidler: Tabell med formelsamling, lommeregner

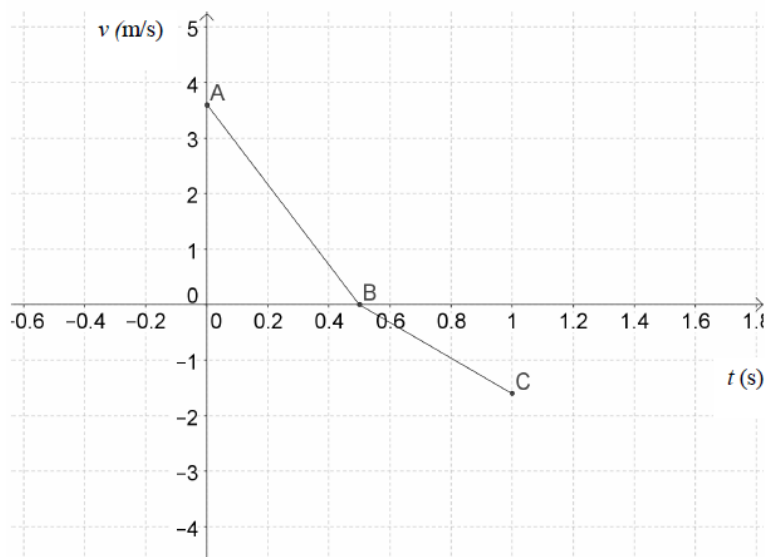
Prøven består av 3 sider og det er 7 oppgaver.

Lykke til!

Oppgave 1 (2 poeng)

En kloss glir oppover et skråplan, stopper og glir så nedover igjen. Farten til klossen registreres av en datalogger. Figuren viser fart-tid- grafen for bevegelsen.

Finn friksjonstallet.



Oppgave 2 (2 poeng)

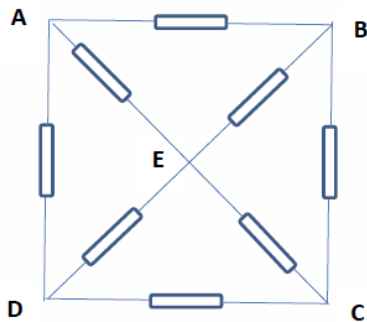
Du har nettopp laget en kopp varm kaffe og er klar til å helle oppi en ferdig tilmålt mengde med melk ved romtemperatur da du oppdager at du har en 5-minutters-oppgave som må gjøres før du kan nyte kaffen. For at kaffen med melk skal være så varm som mulig når du drikker den om fem minutter, burde du helle melken oppi kaffen *før* du utfører oppgaven din eller når du kommer tilbake etter de 5 minuttene? Begrunn svaret ditt.

Oppgave 3 (3 poeng)

I denne oppgaven skal vi bestemme antall stjerner i vår galakse – Melkeveien. Vi kan anta at sola er i ytterkanten av galaksen. Melkeveien roterer og sola har en fart på 220 km/s. Avstanden fra sola til sentrum av galaksen er $26 \cdot 10^3$ lysår.

Bestem antall stjerner i Melkeveien og gjør rede for de forenklingene du gjør.

Oppgave 4 (3 poeng)



Figuren viser en sammenkobling av 8 like motstander, alle med den samme resistansen R .

Bestem resistansen mellom punktene A og C.

Oppgave 5 (3 poeng)

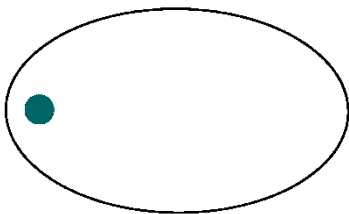
På toppen av et skråplan med lengden l glir en kloss nedover med startfarten v_1 , og konstant akselerasjon. I bunnen av skråplanet har farten blitt v_2 . Hvor langt har klossen glidd idet farten er lik gjennomsnittet av v_1 og v_2 ?

Oppgave 6 (3 poeng)



To klosser, A med massen m og B med massen $2m$, slippes samtidig fra toppen av en halvsirkelformet friksjonsfri renne med radien r . Se figuren. De kolliderer i et fullstendig uelastisk støt i rennas laveste punkt. Finn et uttrykk for kraften fra renna på felleslegemet rett etter støtet.

Oppgave 7 (4 poeng)



Et romskip som går i ellipsebane rundt en planet, skal komme seg vekk fra planetens gravitasjonsfelt ved å bruke minst mulig drivstoff. Raketmotoren gir en konstant skyvkraft og forbrenner drivstoffet like fort hele tida.

Hvor i banen og i hvilken retning bør motoren brukes? Begrunn svaret ditt.



FYSIKK-OLYMPIADEN 2012 – 2013

Andre runde: 7/2 – 2013

Løsningsforslag

Oppgave 1

Målinger på grafen viser at akselerasjonen på vei oppover og på vei nedover er:

$$a_{opp} = 7,2 \text{ m/s}^2 \quad a_{ned} = 3,2 \text{ m/s}^2$$

Oppover har vi:

$$a_{opp} = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

Nedover har vi:

$$a_{ned} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

Vi finner hellingsvinkelen:

$$a_{opp} + a_{ned} = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_{opp} + a_{ned}}{2g} = \frac{7,2 + 3,2}{2 \cdot 9,8} \quad \alpha = 32^\circ$$

Vi finner friksjonstallet:

$$a_{opp} - a_{ned} = 2\mu g \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{a_{opp} - a_{ned}}{2g \cos \alpha} = \frac{7,2 - 3,2}{2 \cdot 9,8 \cos 32^\circ} = 0,24$$

Oppgave 2

Du burde helle melken oppi kaffen først. Dette er fordi det konduktive og konvektive varmetapet fra kaffen er proporsjonal med temperaturforskjellen mellom den varme drikken og bakgrunns-temperaturen, mens varmetapet fra varmestråling er proporsjonalt med kaffetemperaturen i fjerde potens. Alle tre former for varmetap øker derfor med økende kaffetemperatur. Etersom melken ved romtemperatur ikke tilføres eller mister noe energi hvis den står for seg selv i fem minutter, så mister kaffe-med-melk-kombinasjonen minst energi når det holder lavest temperatur.

Oppgave 3

Melkeveien roterer, og sola, som vi her altså antar ligger i ytterkanten av Melkeveien, går i en sirkelbane. Vi antar vi kan bruke gravitasjonsloven mellom punktmasser:

$$\frac{mv^2}{r} = \gamma \frac{mM}{r^2} \quad \text{der } m \text{ er massen til sola og } M \text{ er massen til Melkeveien.}$$

$$r = 2,6 \cdot 10^4 \text{ lysår} = 2,5 \cdot 10^{20} \text{ m}$$

$$\text{Da blir: } M = \frac{v^2 \cdot r}{\gamma} \approx 1,8 \cdot 10^{41} \text{ kg}$$

Vi antar at stjernene i Melkeveien i gjennomsnitt har samme masse som sola. Da blir antall stjerner:

$$n = \frac{M}{m} = \frac{1,8 \cdot 10^{41}}{2,0 \cdot 10^{30}} \approx 10^{11} \quad \text{altså omtrent 100 milliarder stjerner.}$$

Og det stemmer slett ikke så dårlig!

Oppgave 4

Vi tar utgangspunkt i A. På grunn av symmetrien ser vi at punktene B, D og E da må ligge på samme potensial, og det går ikke strøm i BE og ED. Dermed kan vi fjerne de to motstandene i diagonalen. Da blir:

$$\frac{1}{R_{AC}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R}$$

$$\text{Som gir } R_{AC} = \frac{2R}{3}$$

Oppgave 5

Enklest ved hjelp av et v - t -diagram.

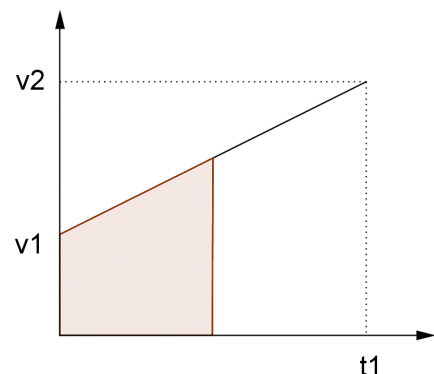
Tid ned hele skråplanet:

$$t_1 = \frac{l}{\bar{v}} = \frac{2l}{v_1 + v_2}$$

Gjennomsnittsfarten \bar{v} oppnås etter tida $\frac{t_1}{2}$

Tilbakelagt strekning s finnes ved å beregne arealet av

trapeset fram til $\frac{t_1}{2}$.



$$\begin{aligned}
s &= \frac{(v_1 + \bar{v}) \frac{t_1}{2}}{2} = \left(v_1 + \frac{v_1 + v_2}{2} \right) \frac{t_1}{2} \\
&= (2v_1 + v_1 + v_2) \frac{1}{8} \frac{2l}{v_1 + v_2} \\
&= \frac{3v_1 + v_2}{4v_1 + 4v_2} l
\end{aligned}$$

Alternativt kan veiloven brukes: $s = v_1 t + \frac{1}{2} a t^2$

Vi setter inn $a = \frac{v_2 - v_1}{t_1}$ der $t_1 = \frac{2l}{v_1 + v_2}$, og $t = \frac{t_1}{2} = \frac{l}{v_1 + v_2}$

$$\begin{aligned}
s &= v_1 \frac{l}{v_1 + v_2} + \frac{1}{2} \frac{v_2 - v_1}{t_1} \frac{l^2}{(v_1 + v_2)^2} = \dots \\
&= \frac{3v_1 + v_2}{4v_1 + 4v_2} l
\end{aligned}$$

Oppgave 6

Like før støtet har begge klossene farten

$$v = \sqrt{2gr}$$

Like etter støtet har felleslegemet farten u .

$$3mu = 2m\sqrt{2gr} - m\sqrt{2gr}$$

$$u = \frac{\sqrt{2gr}}{3}$$

Kraften N fra renna er gitt ved

$$N - 3mg = 3m \frac{\left(\frac{\sqrt{2gr}}{3} \right)^2}{r}$$

$$N = \frac{11mg}{3}$$

Oppgave 7

Energitilskuddet fra rakettmotoren er størst per sekund når farten er størst. Med en gitt brenntid får da skyvkraften virke over en lengst mulig strekning. Rakettmotoren bør derfor brukes til å øke farten i fartsretningen der romskipet er nærmest planeten.

Sagt litt annerledes: Energitilskuddet til romskipet er lik arbeidet fra rakettmotoren. Dette er lik kraften fra motoren ganger strekningen som kraften virker over. Siden kraften og tida motoren kan være i gang er konstante blir arbeidet størst der farten er størst. Rakettmotoren bør derfor brukes til å øke farten i fartsretningen der romskipet er nærmest planeten