



Norsk Fysikklærerforening

I samarbeid med Skolelaboratoriet,

Fysisk institutt, UiO

FYSIKK-OLYMPIADEN 2014 – 2015

Andre runde: 5/2 – 2015

Skriv øverst:

Navn, fødselsdato, e-postadresse og skolens navn

Varighet: 3 klokketimer

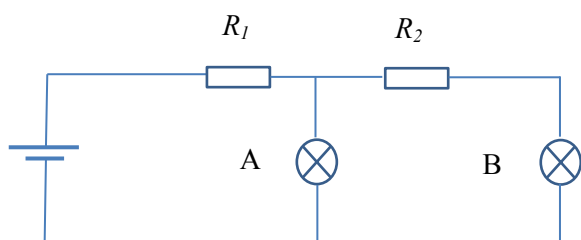
Hjelpemidler: Tabell med formelsamling, lommeregner

Prøven består av 3 sider og det er 7 oppgaver.

Lykke til!

Oppgave 1

I kretsen under har batteriet en konstant polspenning på 20 V. Det er to pærer i kretsen, der A er merket med 12 V/0,3 A, og B er merket med 6 V/0,3 A.



Hva må resistansen i de to motstandene være for at pærene skal lyse normalt?

Oppgave 2

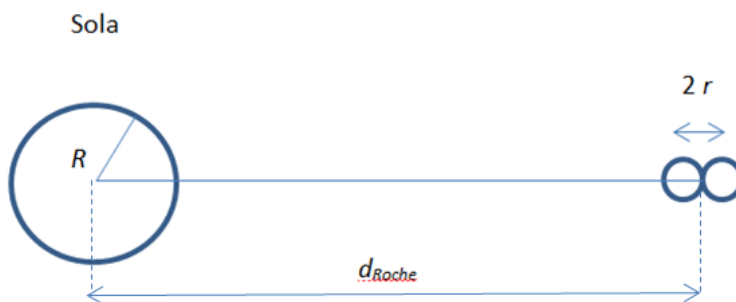
En person med massen 63 kg løper opp en bakke. Høydeforskjellen mellom start og slutt punktet er 123 m. Vi antar at musklene i kroppen har en virkningsgrad på 25%. Det vil si at 25% av den kjemiske energien blir frigjort som mekanisk arbeid, resten blir til termisk energi (gir oppvarming av kroppen). Personen kjøler kroppen ved å svette. Hvor mye vann må fordampe for at kroppen ikke skal varmes opp?

Du får bruk for at spesifikk fordampningsvarme for vann er $q = 2259 \text{ kJ/kg}$, altså at det skal 2259 kJ til for å fordampe 1,0 kg vann.

Oppgave 3

Roche-grensen er den avstanden hvor et himmellegeme ikke lengre kan holdes sammen av sin egen gravitasjon på grunn av gravitasjonskrefter (tidevannskrefter) fra et annet himmellegeme. For eksempel vil en komet som kretser rundt sola kunne slites i stykker av de varierende gravitasjonskreftene fra sola dersom den kommer innenfor Roche-grensen.

Vi kan tenke oss en enkel modell av dette der kometen består av to like store deler, hver med massen m . Solas masse er M . Hver kometdel har radien r . Solas radius er R , og Roche-grensen, altså avstanden fra sola til kometen, er d_{Roche} .



Vi kan anta at $d_{Roche} \gg R$ og $d_{Roche} \gg r$.

Vis at vi kan skrive et uttrykk for Roche-grensen som: $d_{Roche} = r \cdot \left(\frac{16M}{m} \right)^{\frac{1}{3}}$

Oppgave 4

En mann står på en plattform med en trinse. Mannen trekker i et tau som i den ene enden er festet i taket. Massen til plattformen er $M = 25 \text{ kg}$ og massen til mannen er $m = 85 \text{ kg}$.



Hvilken kraft må mannen trekke med for å kunne løfte plattformen og seg selv oppover med en akselerasjon $a = 0,50 \text{ m/s}^2$? Se bort i fra massen til tauet og trinsen, og friksjonen i trinsen.

Oppgave 5

Energiproduksjonen i solas indre kan forenklet sammenfattes i reaksjonslikningen

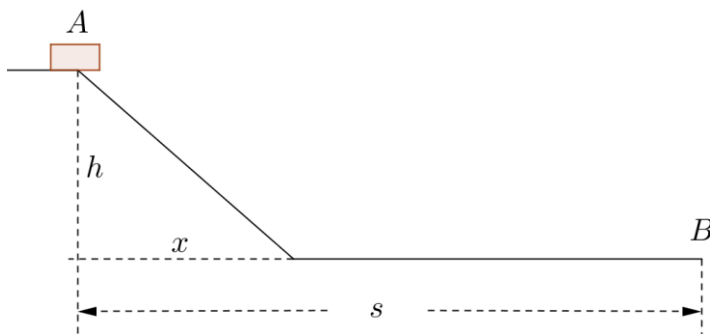


Vi regner med at denne prosessen kun foregår i de innerste 10 % av solas volum.

Bruk dette og data du finner i fysikktabellheftet til å beregne det gjennomsnittlige antallet heliumatomer som dannes per cm^3 per sekund i den innerste tidelen av solas volum.

Oppgave 6

Et legeme glir uten friksjon fra A til B, først på et skråplan, og så horisontalt til B. Se figuren nedenfor.



Vi antar at det ikke er noe energitap i overgangen mellom skråplanet og den horisontale delen.

Finn lengden x slik at bevegelsen fra A til B tar kortest mulig tid.

Oppgave 7

En liten stein som ligger i veien, vil kunne sette seg fast i mønsteret på bildekk som ruller over. Steinen vil selvfølgelig også kunne løsne fra bildekket og har da en fartsretning opp og fremover. Hvis neste bil som kommer kjørende treffer steinen, sier man at bilen blir truffet av steinsprut.

Hvor stor avstand til bilen foran må du holde for å unngå steinsprut, når dere begge kjører i hastigheten v ?

Løsning R2 2014/2015

Oppgave 1

Siden spenningen over pære A skal være 12 V og spenningen over B skal være 6 V, må spenningen over R_1 være 8 V, og spenningen over R_2 være 6 V. Strømmen gjennom R_1 er summen av strømmen gjennom pærene, altså 0,6 A.

$$\text{Altså er } R_1 = \frac{8\text{V}}{0,6\text{A}} = 13\Omega$$

$$\text{og } R_2 = \frac{6\text{V}}{0,3\text{A}} = 20\Omega$$

Oppgave 2

Arbeidet er $W = mgh$.

Den totale kjemiske energien er $E = mgh/0,25$.

Varmen som tilføres kroppen er 75% av dette:

$$Q = 0,75E = 0,75 \cdot mgh/0,25 = 3,0 \cdot mgh = 228 \text{ kJ.}$$

Spesifikk fordampningsvarme for vann $q = 2259 \text{ kJ/kg}$. For at kroppen ikke skal varmes opp må all varmen tilført kroppen gis videre til vannet som fordamper: $Q = qm_v$, som gir at massen til vannet er

$$m_v = Q/q = 0,10 \text{ kg.}$$

Oppgave 3

Vi setter $d_{\text{Roche}} = d$

Forskjellen på gravitasjonskraften fra sola på de to kometdelene er:

$$\Delta G = \gamma \frac{mM}{(d-r)^2} - \gamma \frac{mM}{(d+r)^2}$$

$$\Delta G = \gamma mM \frac{(d+r)^2 - (d-r)^2}{(d+r)^2(d-r)^2} = \gamma mM \frac{4dr}{(d^2 - r^2)^2} \approx \gamma mM \frac{4dr}{d^4} = \gamma mM \frac{4r}{d^3}$$

Roche-grensen finner vi når gravitasjonskraften mellom de to kometdelene er lik ΔG , altså

$$\gamma mM \frac{4r}{d^3} = \gamma \frac{mm}{(2r)^2}$$

Som gir

$$d = r \left(\frac{16M}{m} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Oppgave 4

Mannen må trekke med en kraft K . Vi bruker Newtons 2. lov på hele systemet «mann-trinse-plattform» og får:

$$S - (m + M)g = (m + M)a$$

Her er S snorkraften som må være lik kraften mannen drar med.

Altså er

$$K = (m + M)a + (m + M)g = 1,1 \text{ kN}$$

Oppgave 5

Massedefekt per heliumatom $= 0,028697 \text{ u} = 4,7637 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$

Vi ganger med kvadratet av lysfarten og får

$$\Delta E = 4,287 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

Solas totale effekt står ikke i tabellen. Vi bruker overflatetemperaturen og Stefan-Boltzmann og får

$$P_{total} = \sigma T^4 \cdot 4\pi R^2 = 3,85 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

Antall produserte heliumatomer per sekund blir da

$$N = \frac{P_{total}}{\Delta E} = 8,98 \cdot 10^{37}$$

10 % av solas volum er $1,412 \cdot 10^{26} \text{ m}^3 = 1,412 \cdot 10^{32} \text{ cm}^3$

Antall produserte heliumatomer per sekund per cm^3 i solas indre blir da

$$n = \frac{N}{V} = \frac{8,98 \cdot 10^{37}}{1,412 \cdot 10^{32}} = 6,36 \cdot 10^5$$

Oppgave 6

Farten på den horisontale delen er $\sqrt{2gh}$.

Gjennomsnittsfarten på skråplanet er da $\frac{\sqrt{2gh}}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$.

Tida på skråplanet $= \frac{\sqrt{x^2 + h^2}}{\sqrt{\frac{gh}{2}}} = \sqrt{\frac{2}{gh}} \sqrt{x^2 + h^2}$

Lar vi s være den horisontale avstanden fra A til B blir tida på den horisontale delen

$$\frac{s - x}{\sqrt{2gh}}$$

$$\text{Total tid fra A til B} = \sqrt{\frac{2}{gh}} \sqrt{x^2 + h^2} + \frac{s-x}{\sqrt{2gh}}$$

Vi deriverer og får

$$\frac{dt}{dx} = \sqrt{\frac{2}{gh}} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + h^2}} - \frac{1}{\sqrt{2gh}}$$

Vi setter dette lik 0 og får

$$\frac{\sqrt{2}x}{\sqrt{x^2 + h^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{2x^2}{x^2 + h^2} = \frac{1}{2}$$

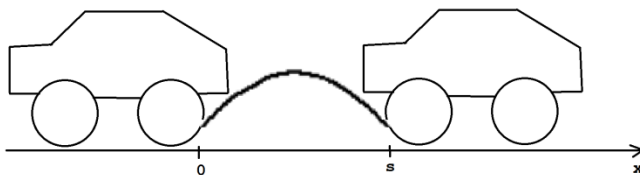
$$4x^2 = x^2 + h^2$$

$$x = \frac{h}{\sqrt{3}}$$

Det vil si at tangens til hellingsvinkelen er lik $\sqrt{3}$

Oppgave 7

Bruk et referansesystem som har hastigheten v i forhold til veien. Da vil bilene stå i ro, mens steinen har utgangsfarten v . Lengst mulig kast er ved 45° .



Finner først tiden steinen er i luften før den er tilbake i samme høyde

$$v_y = \frac{\sqrt{2}}{2}v$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2}vt - \frac{1}{2}gt^2 = 0$$

$$t = \frac{\sqrt{2}}{g}v$$

Finner så avstanden s .

$$v_x = \frac{\sqrt{2}}{2}v$$

$$s = v_x t = \frac{\sqrt{2}}{2}v \frac{\sqrt{2}}{g}v$$

$$\underline{\underline{s = \frac{v^2}{g}}}$$