FYSIKK-OLYMPIADEN 2008 – 2009
Andre runde: 5/2 – 2009

Skriv øverst:
Navn, fødselsdato, e-postadresse og skolens navn

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

***Prøven består av 2 sider og det er 6 oppgaver**.*
Lykke til!

Oppgave 1 *(2 poeng)*
Sola sender ut stråling som et sort legeme, og overflatetemperaturen på sola er 5780 K. Finn innstrålingstettheten på jorda fra sola.

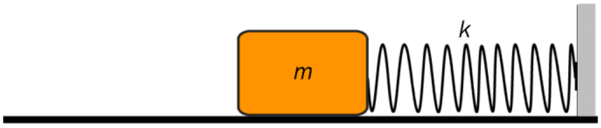
Oppgave 2 *(4 poeng)*
Sirius er en dobbeltstjerne som består av Sirius A med massen m_A og Sirius B med massen m_B. De roterer med en periode på 50 år i hver sin sirkelbane om et felles massesenter. Avstanden mellom dem er $3,0 \cdot 10^{12}$ m. Radien r_B i banen til Sirius B er dobbelt så stor som radien r_A i banen til Sirius A.

a) Vis at sammenhengen mellom omløpstiden T, baneradiene og massene til de to stjernene kan skrives

$$\frac{(r_A + r_B)^3}{T^2} = \frac{\gamma(m_A + m_B)}{4\pi^2}$$

b) Finn massene m_A og m_B.

Oppgave 3 (*4 poeng*)



En kloss med massen *m* er festet i en fjær slik at den kan svinge fram og tilbake på et horisontalt underlag. Fjæra har fjærstivheten *k*. Friksjonstallet for klossen mot underlaget er μ. Klossen slippes i avstanden *d* fra likevektstillingen.

Hvor stort må friksjonstallet μ minst være for at klossen skal bli liggende i ro når den stanser første gang?

Hint: Du kan få bruk for følgende formler: $\boldsymbol{F = kx}$ og $\boldsymbol{E = \frac{1}{2}kx^2}$

Oppgave 4 (*4 poeng*)

En kjeglependel settes i bevegelse slik at pendelsnoren danner en vinkel på 60^o med vertikallinjen. Pendelsnoren har lengden 1,0 m og pendelkula har massen 1, 0 kg. På grunn av friksjon og luftmotstand avtar denne vinkelen, og etter en tid er vinkelen blitt 30^o.

Bestem endringen i mekanisk energi.

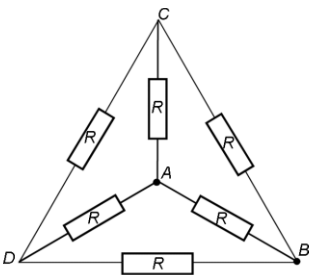
Hint: Du kan få bruk for uttrykket

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l \cdot \cos\varphi}{g}}$$

Oppgave 5 (*2 poeng*)

Seks like motstander, hver med resistansen *R*, er koplet sammen slik som figuren viser.

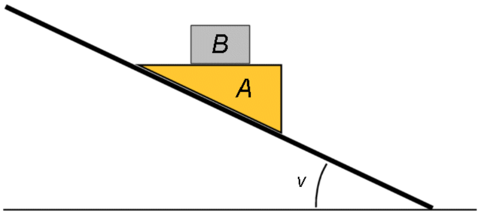
Finn totalresistansen R_T mellom A og B.



Oppgave 6 (*4 poeng*)

En trekantet kloss A glir uten friksjon nedover et skråplan med hellingsvinkel *v*. En kloss B ligger oppå den horisontale flaten på A.

Hva må friksjonstallet μ mellom A og B minst være for at B ikke skal gli når systemet glir nedover skråplanet?



FYSIKK-OLYMPIADEN 2008 – 2009
Andre runde: 5/2 – 2009
Løsningsforslag

Oppgave 1
Stefan-Boltzmanns lov: $M = \sigma T^4$

Da blir innstrålingstettheten på jorda:

$$E = \frac{M_{sol} \cdot 4\pi R_1^2}{4\pi R_2^2}$$

der R_1 er solas radius og R_2 er avstanden fra sola til jorda.
Altså:

$$E = \frac{\sigma T^4 R_1^2}{R_2^2} = 1370\ \mathrm{W/m^2}$$

Oppgave 2

a) Newtons 2. lov for Sirius A:

$$\gamma \frac{m_A \cdot m_B}{(r_A + r_B)^2} = m_A \frac{4\pi^2 r_A}{T^2} \Rightarrow \gamma \frac{m_B}{(r_A + r_B)^2} = \frac{4\pi^2 r_A}{T^2}$$

Og tilsvarende for Sirius B:

$$\gamma \frac{m_A}{(r_A + r_B)^2} = \frac{4\pi^2 r_B}{T^2}$$

Da får vi:

$$m_A \frac{4\pi^2 r_A}{T^2} = m_B \frac{4\pi^2 r_B}{T^2}$$

som gir

$m_A r_A = m_B r_B$

Dessuten blir:

$$\gamma \frac{m_B}{(r_A + r_B)^2} + \gamma \frac{m_A}{(r_A + r_B)^2} = \frac{4\pi^2 r_A}{T^2} + \frac{4\pi^2 r_B}{T^2}$$

Og dermed får vi:

$$\frac{(r_A + r_B)^3}{T^2} = \frac{\gamma(m_A + m_B)}{4\pi^2}$$

b) Vi setter inn oppgitte verdier og får:

$$m_A + m_B = \frac{4\pi^2 (r_{A+} r_B)^3}{\gamma T^2} = 6{,}42 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

Siden $m_A r_A = m_B r_B$ og $r_B = 2r_A$ blir

Massen til Sirius A er**:** $m_A = \frac{2}{3}(m_A + m_B) = 4{,}3 \cdot 10^{30}$ kg

Massen til Sirius B er: $m_B = \frac{1}{3}(m_A + m_B) = 2.1 \cdot 10^{30}$ kg

Oppgave 3

Klossen stanser på den andre siden av likevektstillingen i avstand *x*. Dersom den blir liggende i ro, er friksjonskraften lik fjærkraften. Vi får:

$$\mu m g = kx \Rightarrow x = \frac{\mu m g}{k}$$

Friksjonsarbeidet er lik tap av potensiell fjærenergi. Vi får:

$$\mu m g(d + x) = \frac{1}{2}kd^2 - \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(d + x)(d - x)$$

$$\mu m g = \frac{1}{2}k\left(d - \frac{\mu m g}{k}\right)$$

Og da får vi:

$$\mu = \frac{kd}{3mg}$$

Oppgave 4

Farten er

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

og $l \cdot \sin\varphi = r$ der r er radien i sirkelen pendelkula beskriver

Setter inn for svingetiden og får:

$$v = \frac{l \cdot \sin\varphi}{\sqrt{\frac{l \cdot \cos\varphi}{g}}}$$

Ved 60^0 har vi da: v_{60} = 3,83 m/s og tilsvarende for 30^0 : v_{30} = 1,68 m/s

Endring i kinetisk energi blir da: $\Delta E_k = \Delta \frac{1}{2} m v^2 = 5{,}9$ J

Det blir også en endring i potensiell energi: $\Delta E_p = \Delta mgh$ der $h = l \cdot \cos\varphi$
Altså: $\Delta E_p = 3{,}6$ J
Endringen av mekanisk energi blir dermed: $\Delta E = 9{,}5$ J

Oppgave 5

Av symmetrigrunner vil potensialene i C og D være like, og det vil ikke gå noe strøm mellom C og D. Da kan vi fjerne motstanden mellom C og D, og vi har en parallellkopling med tre greiner:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{2}{R}$$

$$R_T = \frac{R}{2}$$

Oppgave 6

Akselerasjonen ned skråplanet blir:

$$a = \frac{\sum F}{m_{A+B}} = \frac{m_{A+B} g \sin v}{m_{A+B}} = g \sin v$$

Vi finner komponentene i *x*- og *y*-retning:

$$a_x = g \sin v \cos v$$

$$a_y = g \sin^2 v$$

Newtons 2. lov gir normalkrafta N_B på B:

$$m_B g - N_B = m_B a_y \Rightarrow \quad N_B = m_B(g - a_y)$$

Friksjonen *R* må akkurat kunne gi B akselerasjonen a_x i horisontal retning:

$$R = \mu N_B = \mu m_B(g - a_y)$$

$$R = m_B a_x$$

$$\mu m_B(g - g \sin^2 v) = m_B g \sin v \cos v$$

$$\mu(1 - \sin^2 v) = \sin v \cos v$$

$$\mu = \frac{\sin v \cos v}{\cos^2 v} = \tan v$$