Norsk Fysikklærerforening

Norsk Fysisk Selskaps faggruppe for undervisning

FYSIKK-OLYMPIADEN 2013 – 2014

Andre runde: 6/2 – 2014

Skriv øverst:

Navn, fødselsdato, e-postadresse og skolens navn

Varighet*: 3 klokketimer*

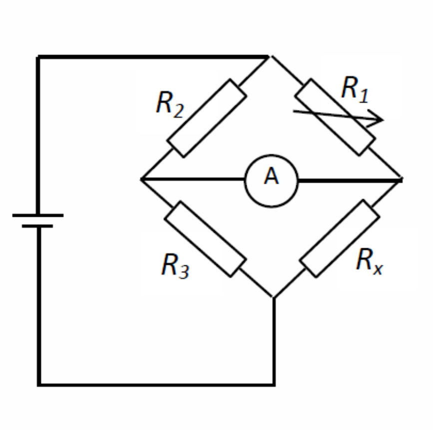
Hjelpemidler: *Tabell med formelsamling, lommeregner*

Prøven består av 3 sider og det er 7 oppgaver*.*

Lykke til!

Oppgave 1 *(2 poeng)*
En «gammeldags» lyspære på 60 W har en glødetråd som er 4,0 cm lang. Den sender ut stråling («lys») med maksimal intensitet for bølgelengden 1400 nm. Finn diameteren til glødetråden.

Oppg. 2 *(2 poeng)*



Figuren viser Wheatstones bro som kan brukes til å finne resistansen til ukjente motstander. R_x er den ukjente motstanden. R_1 er en variabel, men kjent motstand. De to andre er faste og kjente motstander. Vi varierer den variable motstanden slik at det ikke går strøm gjennom amperemeteret.

Finn et uttrykk for R_x uttrykt ved de andre tre motstandene.

Oppg. 3 *(2 poeng)*

Unnarennet i Holmenkollbakken har i gjennomsnitt en helling på 35 grader. Vi antar at en hopper har en horisontal utgangsfart som er 90 km/h på hoppkanten. Hvis vi ser bort fra luftmotstanden (meget urealistisk), hvor langt (omtrent) blir hoppet?

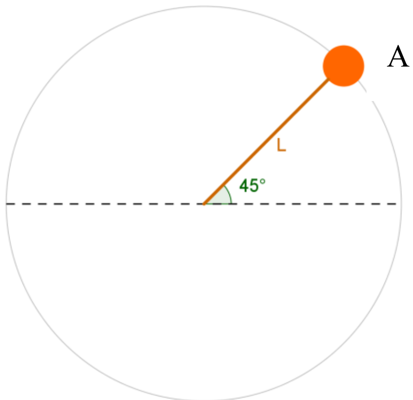
Kommenter det svaret du har fått. Bakkerekorden i Holmenkollen er 142,5 m.

Oppg. 4 *(3 poeng)*

En bil kjører med konstant effekt. Bilen starter fra ro. Når $t = t_1$ er akselerasjonen a_1. Hvor stor er akselerasjonen når $t = 2t_1$? Se bort fra friksjon og luftmotstand.

Oppg. 5 *(3 poeng)*

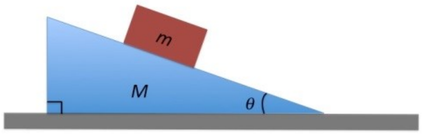
En stang med lengde L har en kule med massen m festet i den ene enden. Stangen roterer om den andre enden slik at kula beveger seg i en vertikal sirkel med konstant fart.



Hvor stor må farten være for at kraften fra stangen på kula skal bli minst mulig idet kula er i punkt A?
(Stangen danner da vinkelen 45° med horisontalplanet.)

Oppg. 6 *(3 poeng)*

En trekantet kile ligger på et bord. Kilen har massen M og vinkelen θ (se figur). På kilen ligger en liten kloss med massen m. I denne oppgaven er friksjonen mellom klossen og kilen, og kilen og bordet så liten at vi kan se bort i fra den. Hva er kraften vi må dytte kilen med for at klossen skal ligge i ro på kilen?



Oppg. 7 *(3 poeng)*

En kloss med massen m ligger på et bord. Vi prøver å trekke klossen bortover med en fjær med fjærkonstanten k. En stund vil klossen holdes tilbake av friksjonen, før den plutselig løsner og glir bortover et stykke for så å stoppe igjen. Anta at vi trekker langsomt slik at endepunktet til fjæra ikke beveger seg mens klossen glir. Hvor langt beveger klossen seg før den stopper? Den statiske friksjonsfaktoren er μ_s og den kinetiske μ_k.

FYSIKK-OLYMPIADEN 2013 – 2014

Andre runde: 6/2 – 2014

Løsningsforslag

Oppgave 1

Temperaturen i glødetråden er gitt av Wiens forskyvningslov:

$$T = \frac{a}{\lambda_{topp}}$$

Overflaten finner vi av:

$$P = UA = \sigma T^4 A$$

$$A = \frac{P}{\sigma T^4} = \frac{P}{\sigma \left(\frac{a}{\lambda_{topp}} \right)^4}$$

Vi antar at glødetråden er en sylinder og ser bort fra overflaten av «endestykkene». Da blir diameteren til tråden omtrent:

$$d = \frac{A}{\pi \cdot l} = 0{,}5\,\mathrm{mm}$$

Oppgave 2

Strømmene gjennom R_1, R_2 osv. kaller vi I_1, I_2 osv. Strømmen gjennom amperemeteret er 0 A, og dermed er $I_1 = I_x$ og $I_2 = I_3$. Da får vi:

$$I_2 R_2 = I_1 R_1$$

$$I_2 R_3 = I_1 R_x$$

Som gir $R_x = \dfrac{R_1 R_3}{R_2}$

Oppgave 3

Vi ser bort fra luft og får bevegelsesligningene:

$$y = \tfrac{1}{2} g t^2$$

$$x = v_0 t$$

Som gir

$$y = \frac{g}{2}\left(\frac{x}{v_0}\right)^2$$

Unnarennet heller 35 grader, og da blir:

$$\tan 35^0 = \frac{y}{x} = \frac{gx}{2v_0^2} \Rightarrow x = \tan 35^0 \frac{2v_0^2}{g}$$

Hopplengden blir da omtrent:

$$l = \frac{x}{\cos 35^0} \approx 109\,\mathrm{m}$$

Vi ser at det er betydelig gevinst for hopperen «å flyte på luften». Luftmotstanden gir altså ikke bare «motstand»! Dessuten har vi jo sett bort fra at hopperen satser på hoppkanten.

Oppgave 4

Finner bilens fart som funksjon av tiden:

$$Pt = \tfrac{1}{2} m v^2$$

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

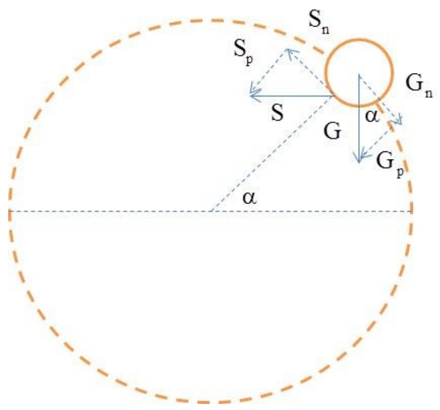
Da blir akselerasjonen ved t_1:

$$a_1 = \frac{dv}{dt} = \sqrt{\frac{2P}{m}} \frac{1}{2\sqrt{t_1}}$$

Når $t = 2t_1$ blir akselerasjonen:

$$a_2 = \sqrt{\frac{2P}{m}} \frac{1}{2\sqrt{2t_1}} = \frac{a_1}{\sqrt{2}}$$

Oppgave 5



Siden banefarten er konstant må summen av krefter vinkelrett på stangen (langs sirkelbanen) være null. Summen av krefter parallelt med stangen må være lik *ma* hvor *a* er sentripetalakselerasjonen. Kaller kraften fra stangen på kulen for S og $\alpha = 45^0$.

Langs sirkelbanen får vi da (se figur):

$$S_n = G_n$$

Langs stangen får vi:

$$G_p + S_p = \frac{mv^2}{L}$$

Legg merke til at S_p kan peke både inn mot og ut fra sentrum av sirkelen.

Vi får da:

$$mg \cdot \sin 45^0 + S_p = \frac{mv^2}{L}$$

Kraften fra stangen er minst når komponenten $S_p = 0$. Da er det bare tyngdens komponent langs stangen som gir sentripetalakselerasjonen.

Altså får vi farten i dette tilfellet av:

$$\frac{mg}{\sqrt{2}} = \frac{mv^2}{L}$$

Som gir

$$v = \sqrt{\frac{gL}{\sqrt{2}}} = 2^{-1/4}\sqrt{gL}$$

(Vi burde kanskje ikke sette sin 45^0 eksakt lik $\frac{1}{2}\sqrt{2}$ siden vinkelen er en målt størrelse!)

Oppgave 6

Kraften vi dytter kilen med er *F*. Da er

$$F = (m + M)a_x$$

Kreftene som virker på den lille klossen er i *x*- og *y*-retning:

$$N\cos\theta - mg = ma_y = 0$$

$$N\sin\theta = ma_x$$

Av dette får vi:

$$a_x = g \cdot \tan\theta$$

Og dermed er

$$F = (m + M)g \cdot \tan\theta$$

Oppgave 7

Hvis x_0 er forlengelsen til fjæra idet klossen løsner, får vi:

$$kx_0 = \mu_s mg \Rightarrow x_0 = \frac{\mu_s mg}{k}$$

Energien er da

$$E = \frac{1}{2}kx_0{}^2 \quad \text{siden den kinetiske energien er 0.}$$

Energien til fjæra blir mindre ettersom den trekker seg sammen, og den blir omgjort til kinetisk energi og varme, som er lik arbeidet utført av friksjonskraften. Klossen stopper igjen når den kinetiske energien på nytt er 0. Kaller vi forlengelsen til fjæra i det punktet *x*, har vi

$$\frac{1}{2}kx_0{}^2 = \frac{1}{2}kx^2 + \mu_k mg(x_0 - x) \quad \text{som gir}$$

$$x = \frac{2\mu_k mg}{k} - x_0$$

Klossen har da beveget seg en strekning $x_0 - x$

Altså:

$$x_0 - x = x_0 - \frac{2\mu_k mg}{k} + x_0$$

$$x_0 - x = \frac{2mg(\mu_s - \mu_k)}{k}$$