Norsk Fysikklærerforening
NORSK FYSISK SELSKAPS FAGGRUPPE FOR UNDERVISNING

FYSIKK-KONKURRANSE 1998-1999 - andre runde 10/2-1999

Skriv øverst: *navn, fødselsdato, hjemmeadresse og ev. telefon nr., skolens navn og adresse.*
Varighet: *5 klokketimer*
Hjelpemidler: *tabell med formelsamling, lommeregner*

Oppgave 1

En kule er festet i taket med en 1,0 m lang snor. Vi holder kulen slik at snoren er stram og horisontal. Kulen er i posisjon A. Vi slipper kulen. I banens laveste punkt treffer den en identisk kule B. Kollisjonen er elastisk.
B lå rolig på bordkanten 1,0 m over gulvet. Kule B treffer gulvet i punktet C.

a) Hva er lengst, tiden fra A til kula treffer B eller tiden fra kule B blir truffet til den treffer gulvet?
b) Hvilken av disse to banene er lengst?
Svarene må begrunnes.

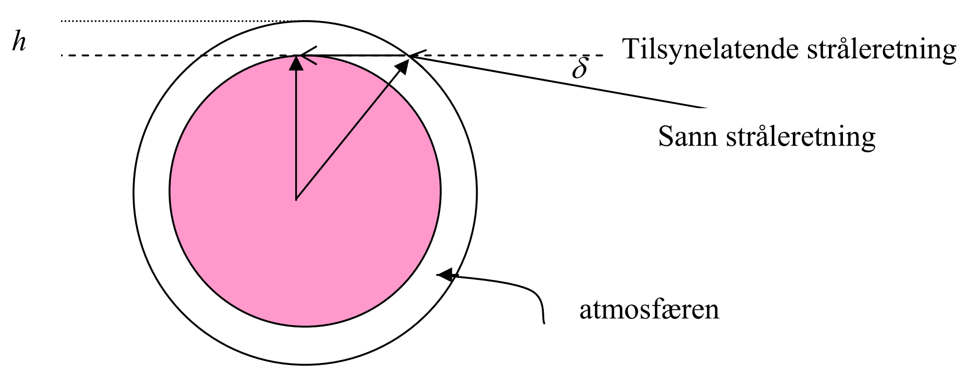
Oppgave 2

Et rett sylinderformet måleglass er plassert på bunnen av en stor sylinderformet skål. Massen av måleglasset er $m = 0{,}420\,\text{kg}$, og det har et innvendig volum $V = 6{,}00 \cdot 10^2\ \text{cm}^3$. Måleglasset er litt mindre enn halvfylt med vann. Når det fylles tilstrekkelig vann i skålen vil måleglasset flyte. Det fylles nå mer vann i måleglasset, og akkurat når det blir mer enn halvfylt, synker det. Vannets tetthet er $1{,}0 \cdot 10^3\ \text{kg/m}^3$.

a) Finn tettheten av det materialet som måleglasset er laget av.
Måleglasset plasseres så opp i en skål med olje med tetthet $8{,}00 \cdot 10^2\ \text{kg/m}^3$.
b) Hvor mye vann kan måleglasset maksimalt inneholde dersom det såvidt skal flyte i oljen?

Oppgave 3

Når solen ses rett over horisonten er den i virkeligheten under horisonten. Dette kommer av lysbrytning i atmosfæren. Vi antar at atmosfæren har høyden $h = 20\,\text{km}$ og har homogen tetthet med konstant brytningsindeks $n = 1{,}0003$. La δ være vinkelen mellom stråleretningen fra sola mot jorden og den tilsynelatende stråleretningen.
Bestem δ.



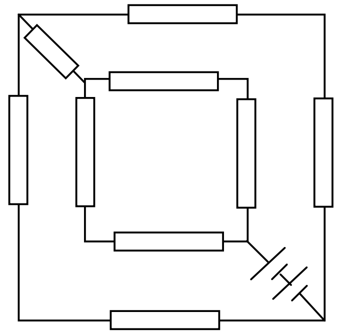
Oppgave 4

Tarzan står på en avsats, $10\,\text{m}$ over bakken da han oppdager at Jane, som er nede på bakken, blir truet av en stor gorilla. Tarzan griper en liane og pendler ned mot Jane. Han griper tak i henne idet han er i sitt laveste punkt og sammen pendler de videre slik at de akkurat når en avsats $3{,}0\,\text{m}$ over bakken.
Jane er $70\,\text{kg}$, hva er massen til Tarzan?

Flere oppgaver på neste side

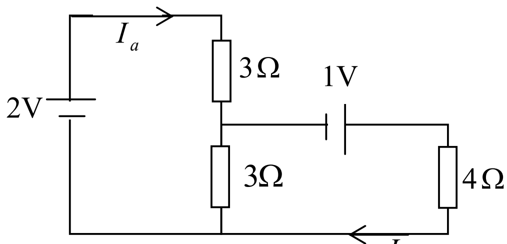
Oppgave 5

a) Figur 2 viser en kopling med ni motstander som alle har resistansen $1{,}0\,\mathrm{k\Omega}$ og et batteri. Batterispenningen er 12 V. Beregn strømmen gjennom batteriet.



Figur 2

b) Beregn strømmene I_a og I_b på kretsen i figur 3.



Figur 3

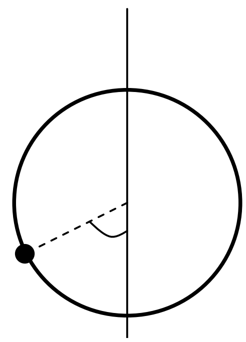
Oppgave 6

En liten kule er trædd inn på en sirkulær ring, og kulen kan gli friksjonsfritt på ringen. Ringen er plassert i vertikalplanet, og har en radius på 0,10 m. Se figur 4. Ringen roterer om en vertikal akse med konstant fart, slik at den gjør 3,0 omdreininger per sekund.

a) Beregn vinkelen β som kula stiller seg i. Vinkelen mellom radius ut til kula og vertikalen,

b) Kan kula stille seg slik at $\beta = 90^\circ$?

c) Hva vil skje dersom ringen roterer med 1,0 omdreinger pr sekund?



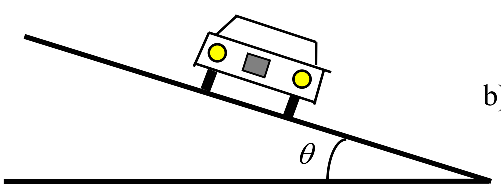
Figur 4

Oppgave 7

En ladd partikkel blir sluppet i et tyngdefelt hvor det også er et horisontalt, sterkt magnetfelt.
Beskriv partikkelens bane. Tegn figur og gi en kort forklaring.

Oppgave 8

En sving på en motorvei er dosert . Radius i svingen er R.



a) Finn et uttrykk for farten v bilen må ha gjennom svingen dersom den skal følge svingen uten at det er friksjon mellom hjulene og veibanen.

b) Du øker farten med Δv. Finn et uttrykk den minste friksjonsfaktor vi må ha mellom hjulene og veibanen for at bilen fremdeles skal følge sirkelen gjennom svingen.

Fasit runde2-1998/99

Oppgave 1

a) Tiden siste del av bevegelsen tar er lik tiden et legeme bruker på å falle fritt 1,0 m, med startfart lik null, dvs har en akselerasjon g nedover, $t_2 = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 1{,}0}{9{,}81}}\ \mathrm{m/s}$. Farten kule A har like før den treffer B er lik farten den ville hatt om den falt fritt 1,0 m, men baneakselerasjonen $a_t = g\cos\theta < g$,(θ lik vinkelen mellom snoren og horisontalen). Mindre akselerasjon, samme sluttfart$\Rightarrow$ bevegelsen tar lengre tid. Lengst tid: fra A til den treffer B.

b) Fra til den treffer B følger kula en sirkelbane. Kule B følger en parabelbane mot gulvet. For å undersøke om parabelen ligger innenfor eller utenfor sirkelen med radius 1,0 m, kan vi se på startfart eller hvor kule B lander på gulvet.
Farten kul A har like før den treffer B, Energibevaring:

$$v_A = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}0}\ \mathrm{m/s} = 4{,}43\ \mathrm{m/s}$$

Rett, sentralt, elastisk støt mellom to like masser$\Rightarrow$ de bytter fart. $v_B = v_A$.

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}0}{9{,}81}}\ \mathrm{s} = 0{,}452\ \mathrm{s} \qquad x = v_{0x} \cdot t_2 = v_B \cdot t_2 = 4{,}43 \cdot 0{,}452\ \mathrm{m} = 2{,}0\ \mathrm{m} > 1{,}0\ \mathrm{m}$$

Parabelbanen er lengre enn sirkelbanen.

Oppgave 2

a) Synker når Oppdrift<vekt av vann+vekt av glass. La V_1 være ytre volum av glasset, og V_2 indre volum av glasset.

$$O < G_{vann} + G_{glass} \Rightarrow G_{V_1} < G_{V_2/2} + G_g \Rightarrow \rho_v V_1 g = \rho_v \frac{V_2}{g} g + m_g g \Rightarrow$$

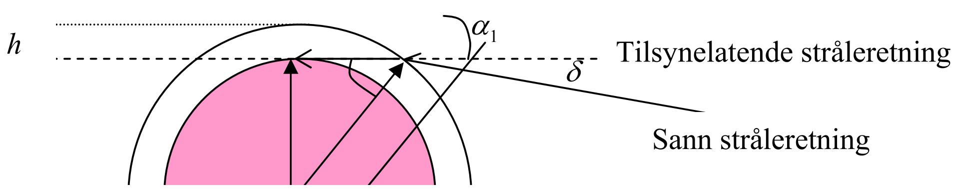
$$V_1 = \frac{V_2}{2} + \frac{m_g}{\rho_v} = \frac{3{,}00 \cdot 10^2}{2}\ \mathrm{cm}^3 + \frac{0{,}420\ \mathrm{kg}}{1{,}0 \cdot 10^3\ \mathrm{kg/m^3}} = 7{,}20 \cdot 10^2\ \mathrm{cm}^3$$

$$V_{glass} = V_1 - V_2 = 120\ \mathrm{cm}^3 \qquad \rho_g = \frac{m_g}{V_g} = \frac{0{,}420}{0{,}120 \cdot 10^{-3}}\ \mathrm{kg/m^3} = \underline{3{,}5 \cdot 10^3\ \mathrm{kg/m^3}}$$

b) $O' = \rho_{olje} V_1 g \qquad O' = \left(m_v + m_g\right) g \Rightarrow$ g

$$m_v = \frac{O_{\text{maks}}}{g} - m_g = \rho_{olje} V_1 - m_g = \left(0{,}800 \cdot 0{,}720 \cdot 10^{-3} - 0{,}420\right)\mathrm{kg} = \underline{0{,}156\ \mathrm{kg}}$$

Oppgave 3



$$\text{Snells lov: } \sin\alpha_1 = n\sin\alpha_2 \qquad \sin\alpha_2 = \frac{R}{R+h} = \frac{6378}{6378+20} = 0{,}9969 \Rightarrow \alpha_2 = 85{,}49^\circ$$

$$\sin\alpha_1 = 1{,}0003 \cdot \frac{6378}{6398} = 0{,}9972 \Rightarrow \alpha_2 = 85{,}69^\circ \qquad \delta = \alpha_1 - \alpha_2 = \underline{0{,}22^\circ}$$

Oppgave 4

Tarzans fart idet han når Jane, energibevaring:

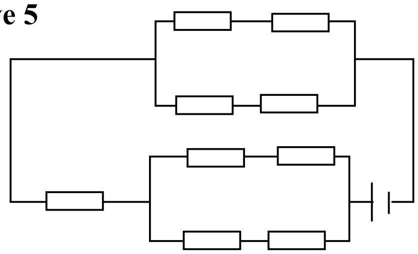
$$v_t = \sqrt{2gh_1} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 10}\ \mathrm{m/s} = 14{,}0\ \mathrm{m/s}$$

Fellesfart etter støtet: $u = \sqrt{2gh_2} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 3{,}0}\ \mathrm{m/s} = 7{,}67\ \mathrm{m/s}$

Fullkomment uelastisk støt,

$$m_t v_t = (m_t + m_j)u \Rightarrow m_t = \frac{u}{v_t - u} m_j = \frac{7{,}67}{14{,}0 - 7{,}67} 70\,\text{kg} = 84{,}8\,\text{kg} \approx \underline{85\,\text{kg}}$$

Oppgave 5



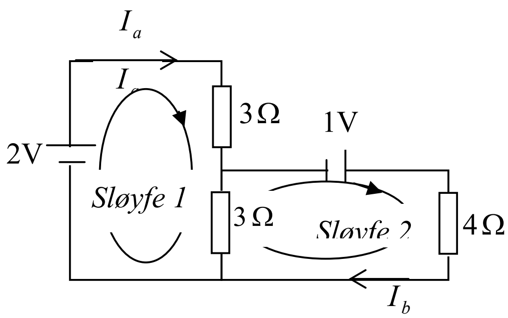
Innerste parallellkobling:

$$\frac{1}{R_{P1}} = \frac{1}{R+R} + \frac{1}{R+R} = \frac{1}{R} \Rightarrow R_{P1} = R$$

På grunn av symmetri vil strømmen dele seg i to like deler ved A. Kirchhoffs 2. lov gir da:

Kirchhoffs 2. lov: $(R+R)\cdot I + R \cdot I = 12\,\text{V} \Rightarrow \text{I} = \frac{12\,\text{V}}{3{,}0\,\text{k}\Omega} = \underline{0{,}004\,\text{A}}$

b)



Kirchhoffs 2.lov, *sløyfe 1*: $3\Omega I_a + 3\Omega I_c = 2\,\text{V} \Rightarrow 3I_a + 3I_c = 2\,\text{A}$

sløyfe 2: $4\Omega I_b - 3\Omega I_c = 1\,\text{V} \Rightarrow 4I_b - 3I_c = 1\,\text{A}$

Kirchhoffs 1.lov, $I_a = I_b + I_c$

$$\underline{\underline{I_a = \frac{17}{33}\,\text{A} \approx 0{,}52\,\text{A}}} \qquad \underline{\underline{I_b = \frac{4}{11}\,\text{A} \approx 0{,}36\,\text{A}}}$$

Oppgave 6

a) NI : $N_v = G = mg$

NII : $N_h = ma_s = m\frac{v^2}{r} = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$ $\qquad \tan\beta = \frac{N_h}{N_v} \Rightarrow N_h = mg\tan\beta$

$$mg\tan\beta = m\frac{4\pi^2 R\sin\beta}{T^2} \Rightarrow \cos\beta = \frac{gT^2}{4\pi^2 R} = \frac{9{,}81\cdot\left(\frac{1}{3}\right)^2}{4\pi^2\cdot 0{,}10} \Rightarrow \underline{\beta = 73{,}97^\circ \approx 74^\circ}$$

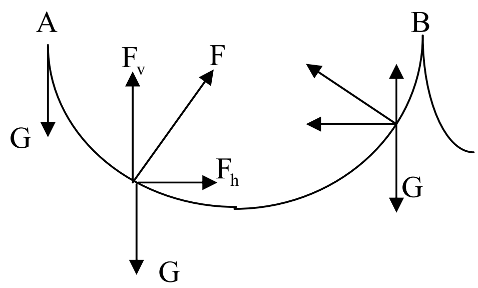
b) $N = \frac{N_v}{\cos\beta} \Rightarrow N \to \infty$ når $\beta \to 90^\circ$ umulig.

c) $\cos\beta' = \frac{9{,}81\cdot\left(\frac{1}{1}\right)^2}{4\pi^2 0{,}10} = 2{,}48 > 1$

Kulen vil bli liggende Ev. falle ned til laveste punkt i ringen.

Oppgave 7

I magnetfeltet vil partikkelen hele tiden bli påvirket av tyngdekraften nedover. I tillegg har vi den magnetiske kraften F som er proporsjonal med farten og alltid står normalt på denne. Den magnetiske kraften vil generelt få en komponent vertikalt F_v og en komponent horisontalt F_h . Dette fører til at partikkelen utsettes for en akselerasjon både vertikalt og horisontalt.



Farten øker, den magnetiske kraften øker, partikkelen blir avbøyd og blir mer og mer horisontal. Ved et tidspunkt vil vertikalkomponenten av den magnetiske kraften være lik tyngden. Farten vil fremdeles øke og bli mer horisontal. Da vil reultantkraften i vertikalretningen virke oppover slik at partikkelen etter en tid vil få en hastighetskomponent oppover. Vertikalkomponenten av den magnetiske kraften vil da bli mindre og etter hvert vil reultanten i verikalretningen peke nedover. Farten oppover i vertikalretningen vil avta og til slutt stoppe. Og vi får så en gjentagelse av bevegelsen. Den magnetiske kraften står hele tiden normalt på hastigheten og vil derfor ikke utføre noe
Arbeid $\Rightarrow$ den mekaniske energien er bevart. Partikkelen vil derfor komme like høyt opp i B som i A. Partikkelen vil så kopiere banen fra A til B videre bortover.

Oppgave 8

a) $\text{NI}: \; N_v = G = mg \qquad \text{NII}: \; N_h = ma_s = m\dfrac{v^2}{R} \qquad \tan\theta = \dfrac{N_h}{N_v} \Rightarrow N_h = mg\tan\theta$

$$mg\tan\theta = m\frac{v^2}{r} \Rightarrow \underline{v = \sqrt{gR\tan\theta}}$$

c) $R \le \mu N$

$$\text{NI}: \; N_v = F_v + G \qquad \text{NII}: \; N_h + F_h = m\,a_s = m\frac{(v+\Delta v)^2}{R}$$

$$N_v = N\cos\theta \qquad N_h = N\sin\theta \qquad F_v = F\sin\theta \qquad F_h = F\cos\theta$$

$$\left.\begin{aligned} N\cos\theta - F\sin\theta &= mg && \Big|\cdot(-\sin\theta) \\ N\sin\theta + F\cos\theta &= m\frac{(v+\Delta v)^2}{R} && \Big|\cdot\cos\theta \end{aligned}\right\} \Rightarrow F = m\frac{(v+\Delta v)^2}{R}\cos\theta - mg\sin\theta$$

$$\left.\begin{aligned} N\cos\theta - F\sin\theta &= mg && \Big|\cdot\cos\theta \\ N\sin\theta + F\cos\theta &= m\frac{(v+\Delta v)^2}{R} && \Big|\cdot\sin\theta \end{aligned}\right\} \Rightarrow N = m\frac{(v+\Delta v)^2}{R}\sin\theta + mg\cos\theta$$

$$F \le \mu N \Rightarrow \underline{\mu \ge \frac{F}{N} = \frac{(v+\Delta v)^2\cos\theta - gR\sin\theta}{(v+\Delta v)^2\sin\theta + gR\cos\theta} = \frac{(v+\Delta v)^2 - gR\tan\theta}{(v+\Delta v)^2\tan\theta + gR}}$$

$$\underline{\mu \ge \frac{\left(\sqrt{gR\tan\theta} + \Delta v\right)^2 - gR\tan\theta}{\left(\sqrt{gR\tan\theta} + \Delta v\right)^2\tan\theta + gR}} = \Delta v\frac{2\sqrt{gR\tan\theta} + \Delta v}{\left(\sqrt{gR\tan\theta} + \Delta v\right)^2\tan\theta + gR}$$