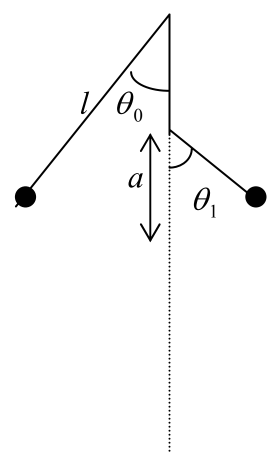
FYSIKK-KONKURRANSE 1999 – 2000
Andre runde: 9/2 – 2000

Skriv øverst: *Navn, fødselsdato, hjemmeadresse og ev. telefonnummer, skolens navn og adresse.*
Varighet: *3 klokketimer*
Hjelpemidler: *Tabell med formelsamling, lommeregner*

Oppgave 1

En kule med massen m henger i enden av en snor med lengde l.
Vi trekker kulen ut til siden slik at snoren danner en vinkel θ_0 med vertikalen, og slipper den fra ro.



a) Bestem kulens hastighet i det den når det laveste punktet uttrykt ved l og θ_0.
b) I avstand a over laveste punkt står det en spiker slik at snoren bøyes rundt denne.
Anta at snoren hele tiden er stram. Finn et uttrykk for $\cos\theta_1$ der θ_1 er den største vinkelen snoren danner med vertikalen.

c) Dersom θ_0 er stor nok, vil snoren ikke lenger være stram når vinkelen $\theta_1 > \theta_g$, hvor $\cos\theta_g = \dfrac{2l}{3a}\left(\cos\theta_0 + \dfrac{a-l}{l}\right)$.
Vis dette.

Oppgave 2

Vi sender ensfarget lys inn mot en glasskule med radius $r = 1{,}00\,\text{cm}$ og brytningsindeks $n = 1{,}50$.
Vi vil studere lys som går inn i kulen og så kommer ut igjen, det vil si vi vil ikke se på lys som blir reflektert inn igjen i kulen.

a) Tegn lysgangen til det lyset som bruker lengst tid inne i kulen og bestem denne tiden.

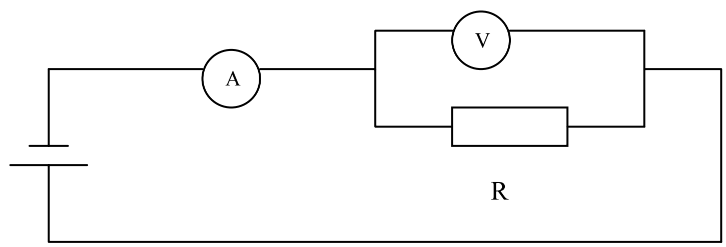
b) Tegn så lysgangen til det lyset som er minst tid inne i kulen og bestem denne tiden.

Oppgave 3

To stjerner med masser m_1 og m_2 går i hver sin sirkelbane om det samme punktet med radiene henholdsvis r_1 og r_2. Vi kan se bort fra påvirkning fra andre stjerner.

Forklar hvorfor stjernene har samme omløpstid og finn denne omløpstiden uttrykt ved totalmassen $(m_1 + m_2)$ og avstanden $(r_1 + r_2)$ mellom de to stjernene.

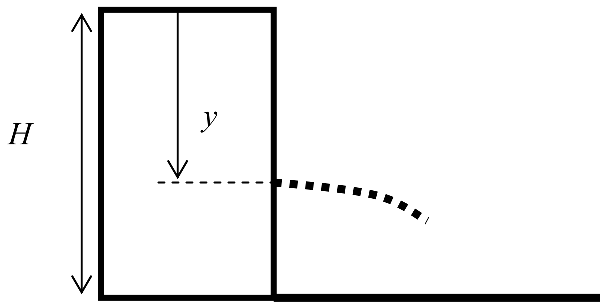
Oppgave 4



Figuren viser en krets der resistansen i amperemeteret er 0,500 Ω, i voltmeteret er 1200 Ω og i batteriet er 0,200 Ω. Batteriets ems er 12,00 V. Motstanden R i kretsen har resistansen 23,50 Ω.

a) Hva vil du lese av på amperemeteret og voltmeteret?
b) Hvorfor får vi ikke korrekt resistans i R dersom vi dividerer spenningen avlest på voltmeteret med strømmen i amperemeteret?
c) Vis at du kan korrigere for instrumentenes resistanser og få ”riktig” resistans for R.

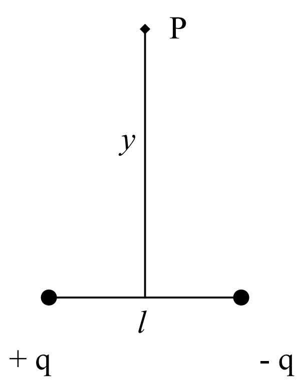
Oppgave 5



Figuren viser en beholder full med vann. Det strømmer vann horisontalt ut fra et hull i avstanden *y* fra toppen. Beholderen har høyden *H.* Det kan vises at den farten vannet har i åpningen er $v_x = \sqrt{2gy}$ når beholderen hele tiden er full.

a) Finn et uttrykk for hvor langt i horisontal retning vannstrålen vil komme.
b) Hvor på beholderen må hullet være for at vannstrålen skal komme lengst?

Oppgave 6



Figuren viser en elektrisk dipol. Det er to ladninger med henholdsvis + q og – q. Avstanden mellom ladningene er *l.*

Finn et uttrykk for den elektriske feltstyrken i et punkt P på midtnormalen til linjen mellom ladningene når $y >> l$.

Fysikk OL 1999/2000

2. uttakingsrunde

Løsning

Oppgave 1

a) Kulas fart i det laveste punktet:

$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ gir $\underline{v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gl(1-\cos\Theta_0)}}$

b) Kula kommer like høyt som startpunktet, og høyden over laveste punkt er:

$h = l(1-\cos\Theta_0)$

Da blir: $\underline{\cos\Theta_1 = \frac{a - l(1-\cos\Theta_0)}{a}}$

c) På grensen når snora blir slakk er:

$mg\sin\alpha = m\frac{v^2}{a}$ der $\alpha = \Theta_g - 90$ og $\sin\alpha = -\cos\Theta_g$

Altså: $-g\cos\Theta_g = \frac{v^2}{a}$

Dessuten er $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ der h er høyden opp til utgangspunktet, og vi får:

$v^2 = 2gh$

Litt geometri gir også at:

$h = l - l\cos\Theta_0 - a + a\cos\Theta_0$

Og da blir:

$$-\cos\Theta_g = \frac{2h}{a} = \frac{2}{a}\left(l - l\cos\Theta_0 - a + a\cos\Theta_g\right)$$

som gir

$$\underline{\cos\Theta_g = \frac{2l}{3a}\left(\frac{a-l}{l} + \cos\Theta_0\right)}$$

Oppgave 2

a) Lengst tid når lyset går gjennom sentrum av kula:

$$\underline{t = \frac{2r}{v} = \frac{2r \cdot n}{c} = 1{,}00 \cdot 10^{-10}\,\text{s}}$$

b) Kortest tid ved grensen til totalrefleksjon. Lyset kommer inn med innfallsvinkel som er tilnærmet 90^0 og går ut med vinkel tilnærmet 90^0. Grensevinkelen er: $1{,}5\sin\alpha_g = 1$ som gir $\alpha_g = 41{,}8^0$.

Da blir $\cos\alpha_g = \dfrac{l}{2r}$ og $\underline{t = \dfrac{l \cdot n}{c} = \dfrac{2\cos\alpha_g \cdot n}{c} = 7{,}45 \cdot 10^{-11}\,\text{s}}$

Oppgave 3

a) Det virker bare gravitasjonskrefter mellom stjernene, og de må derfor ligge på en rett linje som går gjennom det felles omløpspunktet (massemiddelpunktet). For at dette skal være mulig må de ha samme omløpstid.

b) For hver av stjernene får vi:

$$\gamma \frac{m_1 m_2}{(r_1 + r_2)^2} = m_1 \frac{v_1^{\,2}}{r_1} = m_1 \frac{4\pi^2 r_1^{\,2}}{T^2 r_1}$$

$$\gamma \frac{m_1 m_2}{(r_1 + r_2)^2} = m_2 \frac{v_2{}^2}{r_2} = m_2 \frac{4\pi^2 r_2{}^2}{T^2 r_2}$$

Av disse to uttrykkene får vi:

$$\underline{T = 2\pi \sqrt{\frac{(r_1 + r_2)^3}{\gamma(m_1 + m_2)}}}$$

Oppgave 4

a) Resistansen i parallellkoplingen: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_V} + \frac{1}{R}$ som gir $R_p = 23{,}05\Omega$

Strømmen avlest på amperemeteret: $\underline{I = \frac{\varepsilon}{R_i + R_A + R_p} = 0{,}5053\text{A}}$

Spenningen avlest på voltmeteret: $\underline{U = IR_p = 11{,}64\text{V}}$

b) Fordi vi må ta hensyn til at det går strøm gjennom både motstanden og voltmeteret.

c) Vi får "riktig" verdi for resistansen ved:

$$\underline{R = \frac{U}{I - \frac{U}{R_V}} = 23{,}50\Omega}$$

Oppgave 5

a) Horisontal retning: $x = v_x t = \sqrt{2gy} \cdot t$

Vertikalt: $H - y = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{2gy}$ som gir $\underline{x = \sqrt{Hy - y^2}}$

b) Finner maks verdi for *x:*

$\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}y} = \frac{H - 2y}{2\sqrt{Hy - y^2}}$ og maks for $H - 2y = 0$ som gir $\underline{y = \frac{H}{2}}$

Oppgave 6

Avstanden fra hver ladning til P er r. y-komponenten av feltet på midtnormalen er null.
Da blir:

$E = 2E_x = 2k\frac{q}{r^2}\cos\Theta$ der Θ er vinkelen mellom r og l.

Det vil si: $E = 2k\frac{ql}{r^2 \cdot 2r} = k\frac{ql}{r^3} = k\frac{ql}{(y^2 + (\frac{l}{2})^2)^{3/2}}$

Når $y \gg l$ blir altså: $\underline{E = k\frac{ql}{y^3}}$