UiO : Universitetet i Oslo

Norsk Fysikklærerforening

Fysikkolympiaden – Norsk finale 2012

3. uttakingsrunde

Fredag 30. mars kl. 09.00 til 11.00

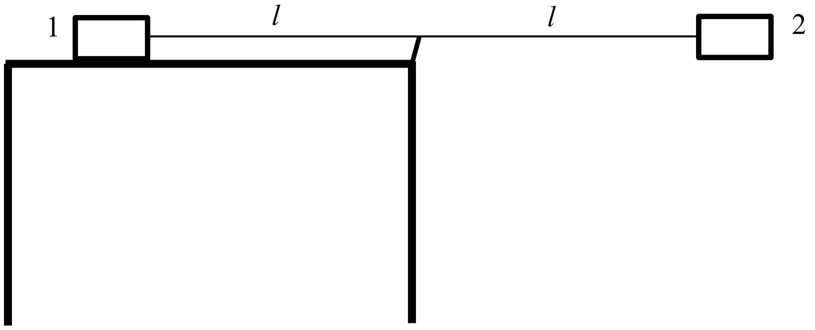
Hjelpemidler: Tabell/formelsamling, lommeregner og utdelt formelark

Oppgavesettet består av 7 oppgaver på 3 sider

Lykke til!

Oppgave 1 (4 poeng)

Figuren viser to like klosser, begge med massen *m*. Den ene klossen (1) ligger på et bord, og den andre (2) holdes vannrett ut fra bordet. Klossene er forbundet med en tynn tråd, og det er like langt fra bordkanten til hver av klossene. Vi kan se bort fra all friksjon.



Vi slipper kloss 2. Vil kloss 1 nå bordkanten før kloss 2 treffer den vertikale kanten av bordet? Gi grunn for svaret.

Oppgave 2 (5 poeng)

Vi har en sylinder med horisontal akse og radien *R*. En kule ligger på toppen av sylinderen. Den gis et lite puff slik at den begynner å rulle nedover sylinderflaten. Hvor langt ned ruller den før den mister kontakten med overflata? Anta at friksjonen er sterk nok til at kula ruller uten å gli og at kulas radius er mye mindre enn sylinderens.

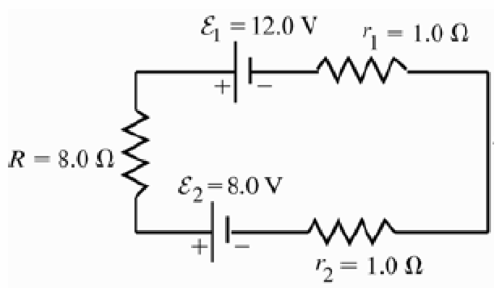
Oppgave 3 (3 poeng)

En sylinder med et stempel inneholder nitrogengass med trykket 180 kPa og temperaturen 27 ^{0}C. Vi betrakter gassen som en idealgass. Gassen presses sammen ved konstant trykk til volumet er halvparten av det opprinnelige. Gassen ekspanderer så adiabatisk til volumet er det samme som ved starten av prosessen.

Bestem trykk og temperatur etter den adiabatiske ekspansjonen.

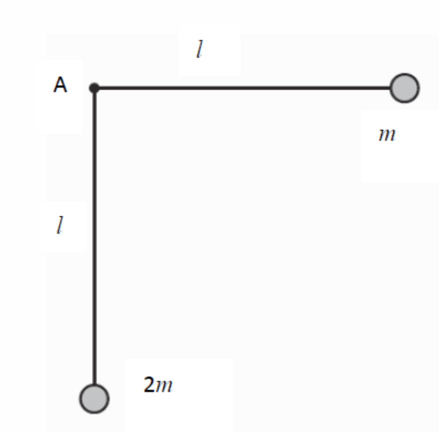
(Du kan få bruk for at Υ = 1,40 for nitrogen)

Oppgave 4 (3 poeng)



Gitt kretsen på figuren. Finn forholdet mellom total avgitt elektrisk effekt og effekten i de tre motstandene.

Oppgave 5 (4 poeng)



To tynne stenger er festet normalt på hverandre med hver sin kule i enden. Systemet kan svinge fritt om et punkt A. Stengene er like lange med lengden *l,* og massene til kulene er henholdsvis *m* og 2*m* som vist på figuren.

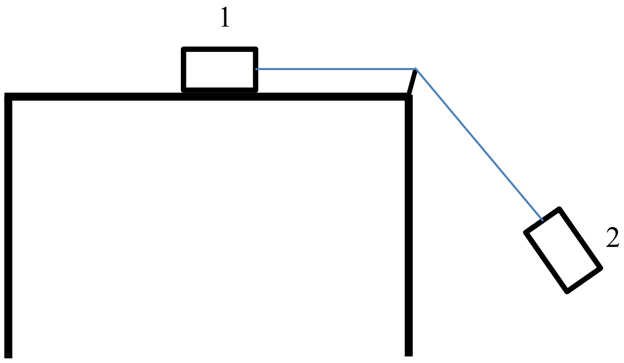
Vi holder systemet som vist på figuren og slipper. Finn den største farten kulene får når *l* = 1,0 m.

Oppgave 6 (5 poeng)
To protoner og to positroner («elektron» med positiv ladning) ligger i hjørnene på et kvadrat med sidekant *r*. Protonene (og da også positronene) ligger diagonalt overfor hverandre. Så slippes partiklene. Hva er forholdet mellom den kinetiske energien til et positron og et proton når de har kommet veldig langt fra hverandre? Det er tilstrekkelig med et tilnærmet uttrykk.

Oppgave 7 (4 poeng)
En 100 W lampe er koplet til lysnettet (220 V og 50 Hz). Så kopler vi en spole i serie med lampen. Hvor stor må induktansen i spolen være for at effekten i lampen skal reduseres til det halve?

Finaleoppgaver 2012 – løsninger

Oppgave 1



Snordraget (*S*) er det samme for begge klossene. Horisontalkomponenten av snordraget på kloss 2 er mindre enn snordraget på kloss 1, og dermed vil kloss 1 ha størst akselerasjon horisontalt og treffe kanten først.

Oppgave 2

Kula har treghetsmoment $I = \alpha m r^2$ der $\alpha = \frac{2}{5}$.

Kinetisk energi blir: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\alpha m r^2\left(\frac{v}{r}\right)^2 = \frac{1}{2}mv^2(1+\alpha)$

Potensiell energi: $E_{pot} = mgR(1-\cos\theta)$ der θ er vinkelen mellom vertikalen og linjen fra sentrum av sylinderen og ut til kula.

Av dette får vi at $v^2 = \dfrac{2gR}{1+\alpha}(1-\cos\theta)$

Når kula forlater sylinderflaten er normalkraften fra sylinderflaten på kula null og dermed er:

$$mg\cos\theta = \frac{mv^2}{R} = \frac{m}{R}\frac{2gR}{(1+\alpha)}(1-\cos\theta)$$

Da får vi med $\alpha = \frac{2}{5}$ at $\cos\theta = \dfrac{10}{17}$ som gir $\theta = 54^{\circ}$

Oppgave 3

27 ^{0}C = 300 K

Temperaturen etter sammenpressingen: $\dfrac{V}{T_1} = \dfrac{\frac{V}{2}}{T_2}$ som gir $T_2 = \dfrac{1}{2}T_1 = 150\,\mathrm{K}$

Etter adiabatisk ekspansjon: $T_2\left(\dfrac{V}{2}\right)^{\gamma-1} = T_3 V^{\gamma-1}$ som gir $T_3 = 114\,\mathrm{K}$ (-159 ^{0}C)

Og trykket finner vi av: $p_2\left(\dfrac{V}{2}\right)^{\gamma} = p_3 V^{\gamma}$ som gir $p_3 = p_2(\tfrac{1}{2})^{\gamma} = 68\,\mathrm{kPa}$

Oppgave 4

Vi får:

$$\frac{P_a}{P_e} = \frac{\varepsilon_1 I}{\varepsilon_1 I - \varepsilon_2 I} = 3$$

Alternativ løsning:

Strømmen i kretsen:

$$\varepsilon_1 - RI - \varepsilon_2 - r_2 I - r_1 I = 0$$

Det gir $I = 0{,}40\mathrm{A}$

Avgitt effekt: $P_a = \varepsilon_1 I = 4{,}8\mathrm{W}$

I motstandene er $P_e = (r_1 + r_2 + R)I^2 = 1{,}6\mathrm{W}$

Forholdet blir $\dfrac{P_a}{P_e} = 3$

Oppgave 5

Vi kaller vinkelen mellom stangen til kulen med massen 2*m* og vertikalen for *α.*

Kulene har størst fart i likevektspunktet.

$$2mgl\sin\alpha = mgl\cos\alpha$$

$$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \tan\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 26{,}6^0$$

Energibetraktninger gir da:

$$mgl = \tfrac{1}{2}(3m)v^2 + mg(l - l\sin\alpha) + 2mg(l - l\cos\alpha)$$

Innsatt $\alpha = 26{,}6^0$ og $l = 1{,}0\,\mathrm{m}$, får vi: $v = 1{,}2\,\mathrm{m/s}$

Oppgave 6

Siden massen til positronene er mye mindre enn massen til protonene vil de akselerere mye raskere. Derfor kan vi regne protonene som i ro når vi ser på bevegelsen til positronene.

Potensiell energi er gitt av $E_p = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r}$

Vi setter $\frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0} = k$ og får at den totale potensielle energien i startposisjonen er:

$E_{p1} = \frac{4k}{r} + \frac{2k}{r\sqrt{2}}$ (fire kanter og to diagonaler).

Når positronene er kommet uendelig langt unna er

$$E_{p2} = \frac{k}{r\sqrt{2}}$$

Det betyr at den kinetiske energien til ett positron er

$$E_{kin,pos} = \frac{1}{2}\left(E_{p1} - E_{p2}\right) = \frac{2k}{r} + \frac{k}{2r\sqrt{2}}$$

Protonene begynner så å bevege seg og hver av dem får til slutt kinetisk energi

$$E_{kin,prot} = \frac{k}{2r\sqrt{2}}$$

Forholdet blir da $\dfrac{\dfrac{2k}{r} + \dfrac{k}{2r\sqrt{2}}}{\dfrac{k}{2r\sqrt{2}}} = 4\sqrt{2} + 1$ (eller omtrent 6,7).

Oppgave 7

Effekten skal halveres. Siden $P = RI^2$ må da strømmen gjennom lampen bli $I_1 = \dfrac{I}{\sqrt{2}}$

og $Z = R \cdot \sqrt{2}$

Resistansen i lampen er: $R = \dfrac{U^2}{P} = 484\,\Omega$

Da blir:

$Z^2 = (2\pi f \cdot L)^2 + R^2$ som innsatt verdier gir $L = 1{,}54\,\mathrm{H}$