UiO : Universitetet i Oslo

Norsk fysikklærerforening

# Fysikkolympiaden – Norsk finale 2015

### 3. uttakingsrunde

### Fredag 20. mars kl. 09.00 til 11.30

***Hjelpemidler: Tabell/formelsamling, lommeregner og utdelt formelark***

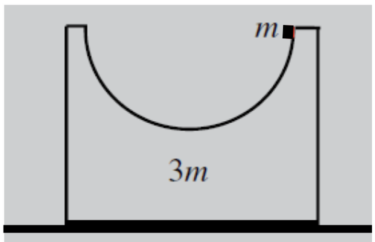
*Oppgavesettet består av 6 oppgaver på 3 sider*

*Lykke til!*

## Oppgave 1

*N* motstander er koplet i parallell. Forklar hvorfor den totale resistansen alltid er mindre enn den minste resistansen i parallellkoplingen.

## Oppgave 2




Figuren viser en kasse med massen $3m$. Kassen er plassert på et horisontalt bord, og den kan gli uten friksjon. Det er en halvsirkelformet bane, med radien $r$, i kassen der en liten kloss med massen $m$ kan gli uten friksjon. Den lille klossen blir sluppet fra ro fra det øverste høyre hjørnet (se figuren). Finn normalkraften fra bordet på kassen i det øyeblikket den lille klossen er i bunnen av den halvsirkelformede banen.

## Oppgave 3

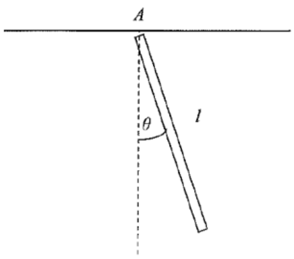
En planet har varierende tetthet. Tettheten er størst i midten der den er $\rho_0$, og så avtar den lineært utover mot overflaten der den er $\rho_s$. Radien til planeten er $R$.

Finn et uttrykk for tyngdeakselerasjonen på overflaten av denne planeten.

Hint: Du kan få bruk for at $dm = \rho dV$, og at overflaten av en kule er $4\pi R^2$.

### Oppgave 4

En tynn homogen stang med massen $M$ og lengden $l$ er opphengt slik at den kan svinge fritt uten friksjon (se figuren).



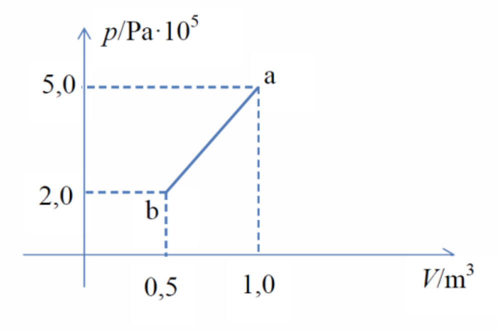

Vi lar stangen henge helt i ro, altså loddrett. En liten ball med massen $m$ blir skutt mot den nederste enden av stangen med en horisontal fart på $v_0$. Ballen spretter tilbake med farten $v$ etter et uelastisk støt.

Hva blir det maksimale utslaget, $\theta_{maks}$, etter støtet?

Gitte størrelser:
$M$ = 0,80 kg
$m$ = 0,050 kg
$l$ = 0,20 m
$v_0$ = 6,0 m/s
$v$ = -5,0 m/s

Hint: Du kan få bruk for at treghetsmomentet til stangen om aksen gjennom A er $I = \frac{1}{3}Ml^2$

### Oppgave 5

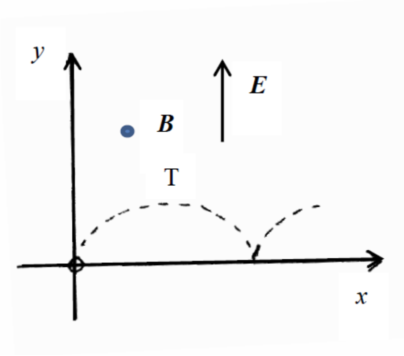



100 mol av en enatomig ideal gass blir presset sammen fra tilstand a til tilstand b som vist på figuren.

Hvor mye varme ($Q$) er involvert i prosessen?

(Du kan få bruk for at $C_V = \frac{3}{2}R$)

## Oppgave 6




En partikkel med massen $m$ og ladningen +q starter fra ro i origo (se figuren). Det er et homogent elektrisk felt i $y$-retning, og det er et homogent magnetisk felt med retning ut av papirplanet.

Partikkelen følger en bane som er en sykloide. Avstanden fra $x$-aksen til toppunktet (T) kaller vi $y_T$.

Det kan vises at i toppunktet har banen en krumning som er lik radien i en sirkel med $R = 2y_T$.

Vis at farten i toppunktet kan skrives $v = \dfrac{2E}{B}$.

# Fysikkolympiaden 2014/2015
# Norsk finale – løsningsforslag

## Oppgave 1

Den totale resistansen er $\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ....... + \frac{1}{R_N}$

Hvis $R_1$ er minst blir $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ....... + \frac{1}{R_N} > \frac{1}{R_1}$

Altså er $\frac{1}{R_{tot}} > \frac{1}{R_1} \Rightarrow R_{tot} < R_1$

## Oppgave 2

Når den lille klossen er i bunnen av den halvsirkelformede bane, har den farten *v,* og kassen får farten *V*. Bevaring av bevegelsesmengde gir:

$$3mV = mv \Rightarrow V = \frac{v}{3}$$

Energibevaring gir: $mgr = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}3mV^2 = \frac{2}{3}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3gr}{2}}$

Vi ser nå på den lille klossen fra kassen (som er i bevegelse):

Klossen har da farten: $v' = v + V = \frac{4}{3}v$

Kraften (*S*) fra kassen på klossen i bunnpunktet blir da gitt av: $S - mg = m\frac{v'^2}{r} = \frac{m}{r}\left(\frac{4}{3}v\right)^2$

Altså: $S = \frac{11}{3}mg$ og normalkraften fra bordet på kassen blir: $N = S + 3mg = \frac{20}{3}mg$

## Oppgave 3

Tettheten kan skrives: $\rho = \rho_0 - kr$ der $k = \dfrac{\rho_0 - \rho_s}{R}$

Av $dm = \rho dV$ der $dV = 4\pi r^2 dr$ får vi massen til planeten:

$$M = \int_0^R (\rho_0 - kr)4\pi r^2 dr = \int_0^R (\rho_0 - \frac{\rho_0 - \rho_s}{R} r)4\pi r^2 dr = \frac{4\pi}{3}\rho_0 R^3 - \frac{4\pi(\rho_0 - \rho_s)}{4R} R^4$$

Altså: $M = \pi R^3 (\dfrac{\rho_0}{3} + \rho_s)$

Dermed får vi at tyngdeakselerasjonen på overflaten blir:

$$mg = \gamma \frac{mM}{R^2} \Rightarrow g = \gamma \pi R(\frac{\rho_0}{3} + \rho_s)$$

## Oppgave 4

Spinnbevaring (både ballen og stangen):

$$lmv + I\omega = lmv_0 \Rightarrow \omega = \frac{3m}{lM}(v_0 - v) = 10{,}31 \text{ rad/s}$$

Tyngdepunktet til stangen vil heve seg en høyde *h*.

Energibevaring gir da:

$$\tfrac{1}{2} I\omega^2 = Mgh$$

Litt trigonometri gir:

$$\cos\theta = \frac{\frac{l}{2} - h}{\frac{l}{2}} \Rightarrow h = \tfrac{l}{2}(1 - \cos\theta)$$

Da blir: $\frac{1}{2} I\omega^2 = Mg\frac{l}{2}(1 - \cos\theta)$

$$\cos\theta = 1 - \frac{I\omega^2}{Mgl} = 1 - \frac{\frac{1}{3}Ml^2\omega^2}{Mgl} = 1 - \frac{l\omega^2}{3g}$$

Som innsatt tall gir $\theta = 74^0$

## Oppgave 5

Vi har:

$$Q = \Delta U + W$$

Arbeidet er arealet under grafen: $W = -1{,}8 \cdot 10^5\,\mathrm{J}$ (arbeid på gassen)

Endring av indre energi (bare avhengig av temperaturendringen):

$$\Delta U = nC_V \Delta T = \tfrac{3}{2} nR\Delta T$$

Vi finner endringen av temperaturen av tilstandsligningen:

$$pV = nRT \Rightarrow \Delta T = \frac{1}{nR}(p_b V_b - p_a V_a) = -480\,\mathrm{K} \text{ (temperaturen synker)}$$

Da blir:

$$\Delta U = \tfrac{3}{2} nR\Delta T = -6{,}0 \cdot 10^5\ \mathrm{J}$$

Altså: $Q = \Delta U + W = -7{,}8 \cdot 10^5\ \mathrm{J}$

(Det går varme ut av systemet)

## Oppgave 6

$B$-feltet står normalt på farten. Det er bare $E$-feltet som gir endring av kinetisk energi.
Da har vi:

$$qEy_T = \tfrac{1}{2} mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qEy_T}{m}} = \sqrt{\frac{2qER}{2m}}$$

Kreftene i toppunktet:

$$qE - qvB = -m\frac{v^2}{R} = -\frac{m}{R}\frac{2qER}{2m} = -qE$$

Altså:

$$v = \frac{2E}{B}$$