Universitetet i Oslo

Norsk Fysikklærerforening

Fysikk-OL – Norsk finale 2006

3. uttakingsrunde

Fredag 7. april kl 09.00 til 11.00
Hjelpemidler: Tabell/formelsamling og lommeregner

Oppgavesettet består av 6 oppgaver på 2 sider
Lykke til!

Oppgave 1

To identiske metallkuler har samme ladning. De er plassert en avstand x fra hverandre, og det virker da en kraft F på dem. Vi lar så en tredje kule som er lik de to andre, men ikke ladet, berøre først den ene av de to kulene og så den andre. Deretter fjernes den.

Hvor stor er nå kraften mellom de to opprinnelige kulene?

Oppgave 2

Et skråplan danner vinkelen α med horisontalplanet. En kloss slippes fra ro fra toppen av skråplanet og sklir nedover. Friksjonen varierer, og friksjonstallet er $\mu = kx$ der k er en konstant og x er avstanden målt langs skråplanet.

Hvor langt sklir klossen før den stopper?

Oppgave 3

En tynn vertikal trepinne er hengslet i toppen slik at den kan svinge fritt i et plan. Vi senker pinnen sakte ned i et kar med vann. I et gitt øyeblikk vil trepinnen svinge ut fra sin vertikale stilling. Trepinnen har massen m og lengden er l.

Hvor stor del av trepinnen er nedsunket i vannet i det øyeblikket den begynner å svinge ut til siden? Trepinnen har akkurat halvparten så stor tetthet som vann.

Oppgave 4

En hul koppersylinder fører strømmen I og har innerradien r og ytterradien $3r$. Strømmen er jevnt fordelt over tverrsnittet av lederen. Magnetfeltet i avstand $2r$ fra sylinderaksen har en bestemt verdi. Den samme verdien for magnetfeltet kan vi finne utenfor sylinderen i en avstand x fra sylinderaksen.

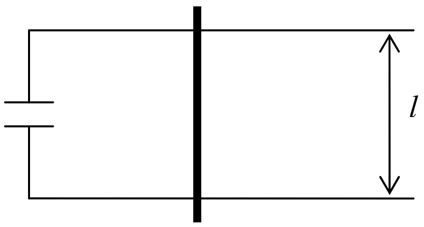
Finn x.

Oppgave 5

En idealgass utvider seg langsomt slik at volumet øker til det dobbelte. I løpet av prosessen utføres det et arbeid på omgivelsene som er 300 J. Prosessen foregår ved konstant trykk.

Bestem endringen av indre energi i gassen. (Du kan få bruk for at den molare varmekapasiteten $C_p = \frac{5}{2}R$)

Oppgave 6



En metallstav med massen m kan gli uten friksjon på to lange horisontale parallelle skinner. Skinnene, som har ubetydelig resistans, kan forbindes med en kondensator med kapasitansen C. Avstanden mellom skinnene er l. Systemet befinner seg i et magnetfelt med flukstettheten B som står normalt på planet skinnene og staven danner. Staven har resistansen R. Kondensatoren lades opp til spenningen U_0 og koples så til skinnene som vist på figuren.

Finn stavens akselerasjon i det øyeblikket staven begynner å gli, og finn stavens maksimale fart. Vi antar at staven glir mot høyre i figuren.

Universitetet i Oslo

Norsk Fysikklærerforening

Fysikk-OL – Norsk finale 2006

Løsningsforslag

Oppgave 1

Opprinnelig kraft mellom de to kulene: $F = k\dfrac{q^2}{x^2}$

Ny kraft blir: $F_2 = k\dfrac{\frac{q}{2}\cdot\frac{3q}{4}}{x^2} = \dfrac{3F}{8}$

Oppgave 2

Friksjonsarbeidet settes lik endring i potensiell energi:

$$W = \int_0^x \mu N dx = mg\cos\alpha\int_0^x kx dx = \tfrac{1}{2}kmg\cos\alpha\cdot x^2$$

Altså: $mg\cdot x\sin\alpha = \tfrac{1}{2}kmg\cdot\cos\alpha\cdot x^2 \Rightarrow x = \dfrac{2\tan\alpha}{k}$

Oppgave 3

Trepinnen vil begynne å svinge når oppdriftens moment om hengslingspunktet blir like stort som momentet fra gravitasjonskraften.

Gravitasjonskraftens moment blir: $M_1 = \dfrac{l}{2}mg\sin\alpha$

Oppdriftens moment virker i motsatt retning: $M_2 = 2mg\dfrac{x}{l}(l - \dfrac{x}{2})\sin\alpha$

Disse settes lik hverandre og gir: $x^2 - 2xl + \dfrac{l^2}{2} = 0$

Dermed blir: $x = l(1 - \dfrac{\sqrt{2}}{2})$

Oppgave 4

Strømtettheten er gitt av: $J = \frac{I}{\pi(3r)^2 - \pi r^2} = \frac{I}{8\pi r^2}$

Strømmen innenfor radien 2*r* blir da: $I' = \frac{I \cdot 3\pi r^2}{8\pi r^2} = \frac{3I}{8}$

I avstand 2*r* får vi av Ampéres lov:

$$B \cdot 2\pi \cdot 2r = \mu_0 \frac{3I}{8} \Rightarrow B = \frac{3\mu_0 I}{32\pi r}$$

Avstanden *x* finner vi da av: $B \cdot 2\pi x = \mu_0 I \Rightarrow x = \frac{16r}{3}$

Oppgave 5

Vi har at $W = p\Delta V = 300\,\mathrm{J}$

Videre finner vi at $T_2 = 2T_1$ og at $V_2 = 2V_1$

Da blir $p(V_2 - V_1) = W \Rightarrow V_1 = \frac{W}{p}$

Og av

$pV = nRT$ får vi at $T_1 = \frac{W}{nR}$

$$Q = nC_p\Delta T = nC_p \cdot T_1 = n\frac{5R \cdot W}{2nR}$$

Altså er Q = 750 J

Og dermed er $\Delta U = Q - W = 450\,\mathrm{J}$

Oppgave 6

I det øyeblikket staven begynner å gli er:

$$F = IlB \quad \text{og} \quad I = \frac{U_0}{R}$$

Det gir: $a = \dfrac{F}{m} = \dfrac{lBU_0}{mR}$

Farten og indusert spenning øker, slik at strømmen avtar. Ladningen på kondensatoren avtar også, men får en minimumsverdi når spenningen over kondensatoren er lik den induserte spenningen. Da har staven fått sin maksimale fart.

Vi får spenningen: $v_{\max} lB = U = \dfrac{Q_{\min}}{C}$ og dermed $Q_{\min} = v_{\max} lBC$

Og videre: $IlB = ma$ som gir

$$-\frac{dQ}{dt} lB = m\frac{dv}{dt}$$

$$lB(Q_0 - Q_{\min}) = mv_{\max}$$

Her er $Q_0 = CU_0$ der U_0 er spenningen i startøyeblikket.

Altså blir: $v_{\max} = \dfrac{lBCU_0}{m + l^2B^2C}$