NTNU
Fakultet for Naturvitskap og Teknologi
Institutt for Fysikk

Eksamen TFY 4104 Fysikk Hausten 2010

Faglærar: Professor Jens O. Andersen
Institutt for Fysikk, NTNU
Telefon: 73593131

Fredag 10. Desember 2010
kl. 09.00-13.00

Tilletne hjelpemiddel alternativ C:
Godkjend kalkulator
Rottmann: Matematisk Formelsamling
Rottmann: Matematische Formelsammlung
Schaum's Outline Series: *Mathematical Handbook of Formulas and Tables*

Oppgåvesettet er på fire sider. Les oppgåvene nøye. Spør dersom noko er uklart. Nyttige formlar finst på slutten. Lykke til.

Oppgåve 1

a) La I vere tregheitsmomentet for ei jamntjukk skive med masse m og radius R om ein akse som står normalt på papirplanet. Sjå Figur 1. Vi kan skrive

$$I = \alpha m R^2 ,$$

der α er ein konstant. Rekn ut α.

b) Skiva er i posisjonen som er indikert av den heltrekte sirkelen i Figur 1.

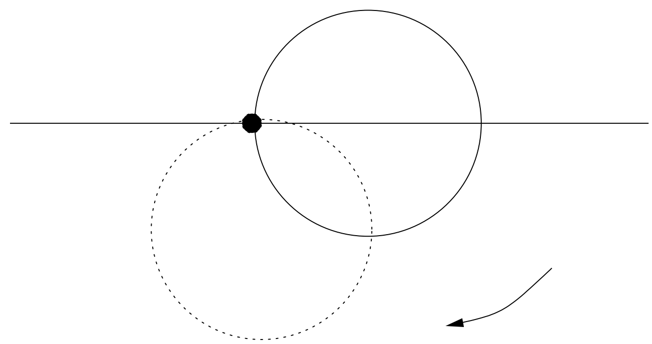

Figure 1: Jamntjukk skive som roterer om akse normalt på papirplanet.

Vi ser bort frå friksjon i opphengningspunktet. Rekn ut akselerasjonen til massesenteret og rekn ut krafta S i opphengningspunktet når vi slepp skiva frå denne posisjonen.

c) Når skiva er i posisjonen som er i indikert av den stipla sirkelen, er vinkelfarta til skiva $\omega_{\max}$. Rekn ut $\omega_{\max}$ og rekn ut krafta $S_{\max}$ i opphengningspunktet.

Oppgåve 2

I denne oppgåva skal vi studere ein kuleforma kondensator. Vi har to konsentriske kuleskall S_1 og S_2 med radius R_1 og R_2, der $R_1 < R_2$. Kuleskallet S_1 har ladning $+Q_0$ jamnt fordelt på kuleflata medan kuleskallet S_2 har ladning $-Q_0$ jamnt fordelt på kuleflata.

a) Finn det elektriske feltet $\vec{E} = E(r)\vec{e}_r$ i rommet mellom kuleskalla. Her er $\vec{e}_r$ er ein einingsvektor i radiell retning.

b) Vi fyller rommet mellom kuleskalla med eit leiande materiale. Kondensatoren vil bli utlada og ladninga på kuleflatene vil vere funksjon av tida. Ladninga på S_1 er $Q = Q(t)$ med $Q(t = 0) = Q_0$. (Ladninga på S_2 er då $-Q(t)$). Straumen I som går mellom kuleskalla vil vere radiell og tidsavhengig. Vis at straumtettheiten $\vec{j} = \vec{j}(r,t)$ kan skrivast som

$$\vec{j}(r,t) \quad = \quad \frac{Q(t)}{4\pi r^2 \rho_l}\vec{e}_r \ ,$$

der ρ_l er resisitiviteten.

c) Finn $Q(t)$.

Oppgåve 3

Vi har n mol av ein ideell gass i eit volum V. Varmekapasiteten ved konstant volum er $C_V = \frac{3}{2}nR$. Gassen gjennomgår syklusen som vist på Figur 2. Temperatur, trykk og volum i dei tre tilstandane er T_1, P_1, V_1 etc. Alle svar skal uttrykkast ved hjelp av $T_1 - T_3$, $V_1 - V_3$ og R.

a) Frå tilstand 1 til tilstand 2 gjennomgår gassen ei isobar utviding.

Rekn ut arbeidet W_{12} som gassen gjer på omgjevnaden. Kor mykje varme Q_{12} blir gassen tilført?

b) Frå tilstand 2 til tilstand 3 gjennomgår gassen ei adiabatisk utviding. Kor mykje varme Q_{23} blir gassen tilført?

c) Frå tilstand 3 til tilstand 1 gjennomgår gassen ein isoterm kompressjon. Kor mykje arbeid W_{31} blir det gjort på gassen?

d) Rekn ut effektiviteten (verknadsgraden) e og vis eksplisitt at $e < 1$. Gje ei kort forklaring på dette resultatet.

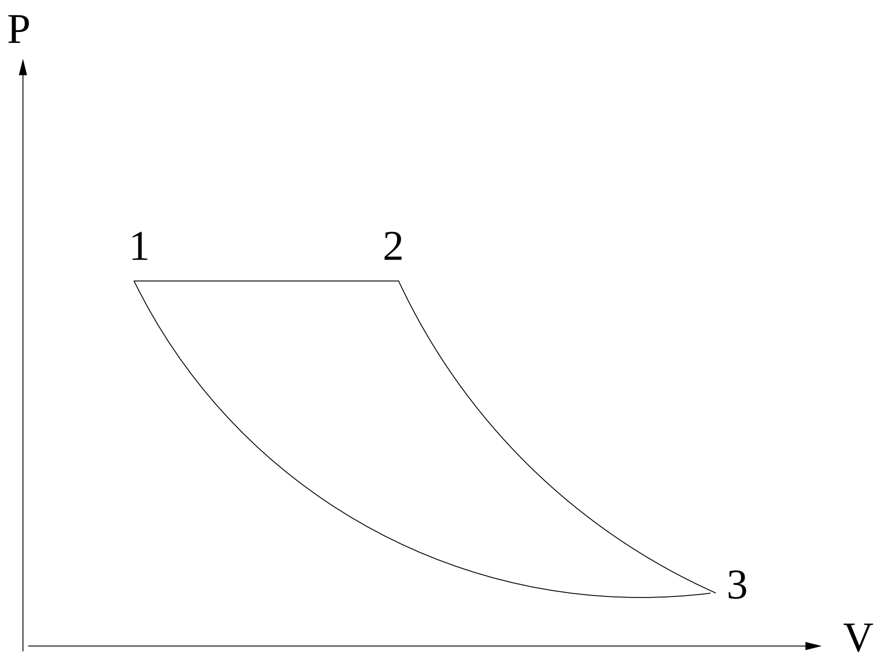

Figure 2: PV-diagram for syklusen i oppgave 3.

Oppgåve 4

I denne oppgåva er det to delspørsmål som du kan svare på uavhengig av kvarandre.

a) Definer omgrepet konservativ kraft. Gje eit døme på ei konservativ kraft og eit døme på ei ikkje-konservativ kraft.

b) Eit magnetfelt $\vec{B}$ står normalt på ei sirkelforma straumsløyfe med radius r og motstand R. Styrken på magnetfeltet er

$$B = B_0 e^{-kt} ,$$

der B_0 og k er konstantar. Finn den induserte elektromotoriske spenninga $\mathcal{E}$. Rekn ut straumen I i sløyfa som funksjon av tida og finn tilslutt den totale varmeenergien Q som er avsett i sløyfa.

Nyttige formlar:

$$\begin{aligned}
E_k &= \frac{1}{2} I \omega^2 \\
I &= \int r^2 dm \\
\tau &= I\alpha , \\
v &= \omega r \\
PV &= nRT , \\
dE &= dQ + dW \\
dQ &= C_V dT , \qquad \text{(isokor)} \\
dQ &= C_P dT , \qquad \text{(isobar)} \\
C_P &= nR + C_V , \\
dW &= -P dV , \\
e &= 1 - \frac{Q_{\text{ut}}}{Q_{\text{inn}}} , \\
\vec{E} &= \rho_l \vec{j} \\
\mathcal{E} &= -\frac{d\Phi_m}{dt} \\
&= -\frac{d}{dt} \int \vec{B} \cdot \vec{n} \, dS , \\
P &= \mathcal{E} I , \ (P \text{ er effekt}) \\
\mathcal{E} &= RI .
\end{aligned}$$