



NTNU

Fakultet for Naturvitenskap og Teknologi
Institutt for Fysikk

Kontinuasjoneksamen TFY 4104

Fysikk august 2010

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

Onsdag 18. august 2010
kl. 09.00-13.00

Tillette hjelpemiddel alternativ C:

Godkjend kalkulator

Rottmann: Matematisk Formelsamling

Rottmann: Mathematische Formelsammlung

Barnett & Cronin: Mathematical Formulae

Oppgavesettet er på fem 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 skive med radius R og masse m om ein akse gjennom massesenteret. Tregheitsmomentet kan skrivast som

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

der α er ein konstant. Rekn ut α .

b) Ei kule med masse m og radius R rullar (utan å gli) ned eit skråplan med helningsvinkel β og startar frå høgde h over bakkenivå. Tyngdeakselerasjonen er g . Sjå Figur 1.

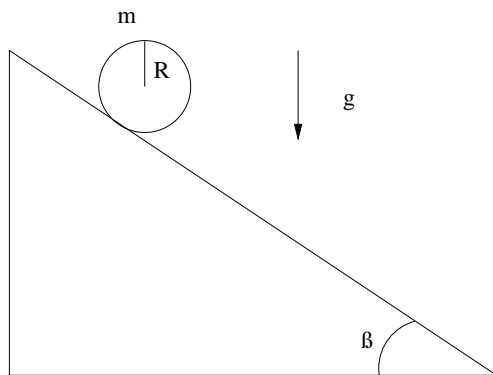


Figure 1: Kule som rullar ned eit skråplan.

Rekn ut alle kreftene som verkar på kula og rekn ut akselerasjonen til kula.

c) Rekn ut farta til massesenteret til kula etter at ho har rulla ned skråplanet. Hint: Bevaring av energi.

Oppgåve 2

I denne oppgåva skal vi studere ein prosess som kallast ein *Otto prosess*. Prosessen er vist i Figur 2. Delprosessen $1 \rightarrow 2$ er ei adiabatisk utviding av gassen. Delprosessen $2 \rightarrow 3$ er ein isokor der trykket blir mindre. Delprosessen $3 \rightarrow 4$ er ein adiabatisk kompresjon av gassen. Delprosessen $4 \rightarrow 1$ er ein isokor der trykket aukar.

Vi har eit mol av gassen som er ideell og har spesifikk varme $C_V = \frac{3}{2}R$ ved konstant volum. Du skal uttrykke svara dine ved hjelp av dei fire temperaturane T_1, T_2, T_3 og T_4 , dei fire voluma V_1, V_2, V_3 og V_4 og R .

a) Rekn ut arbeidet W_{12}, W_{23}, W_{34} og W_{41} som blir gjort på gassen i dei fire delprosessane.

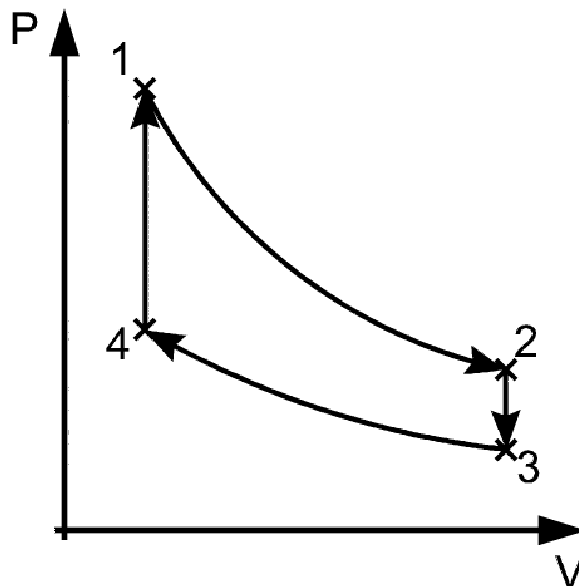


Figure 2: Otto prosess.

- b) Rekn ut varmemengdene Q_{12} , Q_{23} , Q_{34} og Q_{41} som blir *tilført* gassen i dei fire delprosessane.
- c) Rekn ut endringane i entropien ΔS_{12} , ΔS_{23} , ΔS_{34} og ΔS_{41} i dei fire delprosessane. La ΔS_{gass} vere endringa i entropien for gassen i løpet av ein syklus. Vis eksplisitt at $\Delta S_{\text{gass}} = 0$. Forklar dette resultatet.

Oppgave 3

- a) Batterispenninga i kretsen nedanfor (sjå Figur 3) er V og motstandane er $R_2 = R_3 = \frac{1}{2}R$ og $R_1 = \frac{3}{4}R$. Finn straumane I_1 , I_2 og I_3 og spenningsfallet V_1 , V_2 og V_3 over motstandane R_1 , R_2 og R_3 .
- b) Ein kondensator er kopla i serie med ein motstand (sjå Figur 4). Forklar kvifor differensiallikninga for ladninga $Q(t)$ kan skrivast som

$$\frac{Q}{C} + R \frac{dQ}{dt} = 0.$$

Løys denne likninga når ladninga for $t = 0$ er Q_0 .

c) Kva skjer med den elektriske energien som er lagra mellom platene etterkvart som tida går?

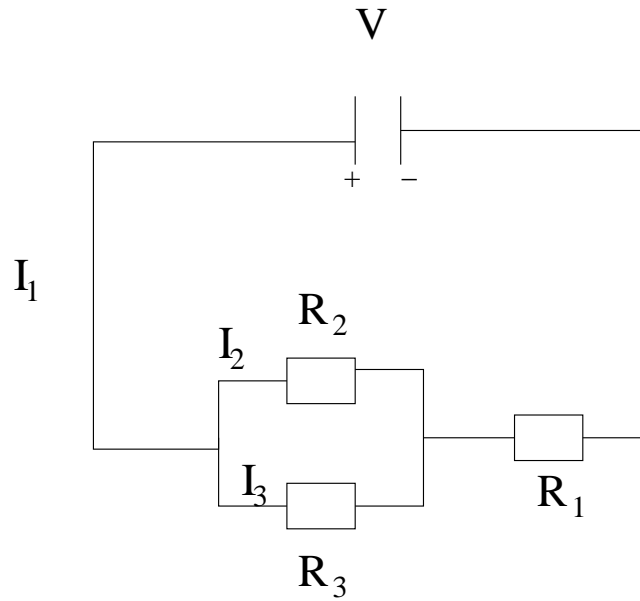


Figure 3: Krets oppgåve 3a).

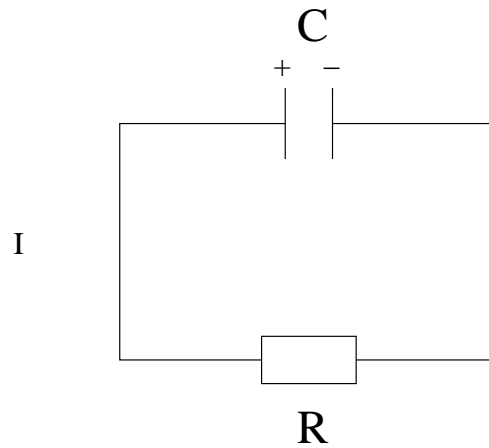


Figure 4: Krets oppgåve 3b).

Oppgåve 4

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

a) Skriv ned uttrykket for Lorentzkrafta på ein partikkel i eit ytre mag-

netfelt \vec{B} , der partikkelen har hastighet \vec{v} og ladning q . Ei mogleg løysing av Newtons andre lov for ein ladd partikkel med masse m og ladning q i eit konstant magnetfelt med styrke B er ein sirkelbane normalt på B -feltet med konstant banefart v . Finn radien R i sirkelbanen uttrykt ved hjelp av v , q , m og B .

b) Det elektriske feltet \vec{E} generert av ei punktladning i origo er

$$\vec{E}(r) = \frac{kq}{r^2} \vec{e}_r.$$

Gjer kort greie for dei ulike ledda i likninga ovanfor.

c) Rekn ut den elektriske fluksen gjennom ei vilkårleg Gaussflate som omsluttar ei punktladning q i origo.

d) Kva er ein isoterm prosess?

e) Definer omgrepet effektivitet eller verknadsgrad for ei varmekraftmaskin.

Nyttige formlar:

$$I = I_{\text{massenter}} + mh^2 \quad (\text{parallellakseteoremet}),$$

$$I = \int r^2 dm$$

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\tau = I\alpha,$$

$$I_{\text{kule}} = \frac{2}{5}mR^2,$$

$$v = \omega r \quad (\text{rein rulling})$$

$$PV = nRT,$$

$$dQ = C_V dT, \quad (\text{isokor})$$

$$dQ = C_P dT, \quad (\text{isobar})$$

$$C_P = nR + C_V,$$

$$dS = \frac{dQ_{\text{rev}}}{T},$$

$$dW = -PdV,$$

$$PV^\gamma = \text{konstant} \quad (\text{adiabat})$$

$$\Phi = \oint \vec{E} \cdot \vec{n} dS,$$