

Bokmål

Studentnummer: _____

Studieretning: _____

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for fysikk

Faglig kontakt under eksamen:

Navn: Ola Hunderi

Tlf.: 95143671

EKSAMEN I FAG TFY 4102 – FYSIKK

Fakultet for Naturvitenskap og teknologi

Mandag 26 mai 2008

Tid: 0900 – 1300

Tillatte hjelpemidler: C - Typegodkjent kalkulator, med tomt minne
O.Jahren og K.J. Knutsen: Formelsamling i matematikk
K. Rottmann: Matematische Formelsammlung
S. Barrett og T.M. Cronin: Mathematical Formulae
O. Øgrim og E. Lian: Fysiske størrelser og enheter

Eksamenssettet består av

Førstesiden(denne siden) som skal leveres inn som svar på flervalgsspørsmålene.

Tre ”normale” regneoppgaver

Et sett med flervalgsspørsmål

Formler i emne TFY4102

Hvert delspørsmål på de tre ”normale” oppgavene teller likt. Flervalgsspørsmålene teller 20%. Ved besvarelse av flervalgsspørsmål skal bare ett av svaralternativene angis. Riktig svar gir ett poeng mens feil svar gir null poeng.

Opgavesettet er utarbeidet av : Professor Ola Hunderi og professor Anne Borg

Svar på flervalgsoppgavene (riv av førstesiden og lever sammen med besvareksen):

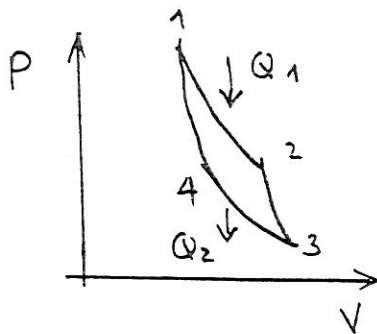
1	2	3	4	5	6	7	8
b	b	d	c	c	c	b	a

OPPGAVE 1

Reversibel prosess: En prosess som er så langsom at systemet kan regnes for å være i termodynamisk likevekt under hele prosessen.

Adiabatisk prosess: En varmeisoleret prosess; $\Delta Q = 0$

CARNOT PROSESSEN.



- 1-2: Isoterm prosess, $T = T_H$
- 2-3: Adiabat: $\Delta Q = 0$
- 3-4: Isoterm, $T = T_L$
- 4-1: Adiabat; $\Delta Q = 0$

$$W = Q_1 + Q_2$$

$$Q_2 < 0$$

Virkningsgrad def: $\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1}$

Temperaturavhengighet $\eta = \frac{T_H - T_L}{T_H}$

b) Vi tar utgangspunkt i def. på virkningsgrad.
Søkt er Q_2 , avgitt varme. W er kjent

$$\eta = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1} = \frac{W}{Q_1} = \frac{W}{W - Q_2}$$

$$\Rightarrow -Q_2 = W \frac{1 - \eta}{\eta}$$

Vi kan finne η da vi kjenner T_H og T_L

$$\eta_{\text{CARNOT}} = \frac{T_H - T_L}{T_H} = \frac{550 - 290}{550} = 0,473$$

Vår maskin har en virkningsgrad på 80% av en Carnot-maskin. \therefore

$$\eta = 0,8 \cdot 0,473 = 0,378$$

$$\Rightarrow -Q_2 = 10^9 \frac{1 - 0,378}{0,378} = \underline{\underline{1,645 \cdot 10^9 \text{ W}}}$$

Dette avgis til ellevannet.

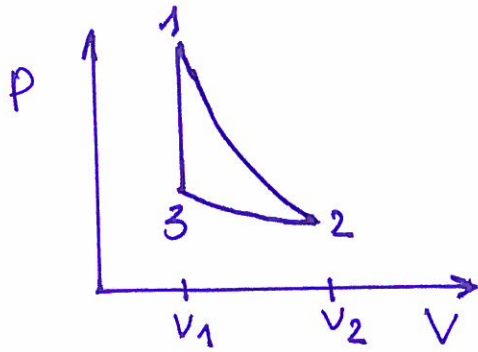
Varmebalansen i elva:

$$|Q_2| = C_v \cdot \rho \cdot M \cdot \Delta T$$

$$C_v = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J/kg K} \\ = 4,2 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3 \text{ K}$$

$$\Delta T = \frac{|Q_2|}{C_v \rho \cdot M} = \frac{1,645 \cdot 10^9}{4,2 \cdot 10^6 \cdot 50} = \underline{\underline{7,8 \text{ K}}}$$

c)



Kretsesprosessen.

$$N = 1 \text{ mol} = n$$

For en ideell toatomig gass er $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$
 gitt av $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} = \frac{\frac{5}{2}R + R}{\frac{5}{2}R} = \underline{\underline{1,4}}$

Her er $5/2$ antall frihetsgrader for en toatomig gass.

Plut 1: $T_1 = 400 \text{ K}, V_1 = 15 \text{ dm}^3$

$$\underline{\underline{p_1 = \frac{nRT_1}{V_1}}} \quad n = 1$$

1 \rightarrow 2 : Adiabat ; vi bruker $TV^{\gamma-1} = \text{konst.}$

$$V_1^{\gamma-1} T_1 = V_2^{\gamma-1} T_2 \Rightarrow \underline{\underline{T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}}}$$

$$p_2 = \frac{nR_2 T_2}{V_2} = \frac{RT_1}{V_2} \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = \frac{RT_1}{V_1} \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma} \quad n =$$

Kunne også benytte $pV^{\gamma} = \text{konstant}$

$$p_2 = p_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma} = \underline{\underline{\frac{RT_1}{V_1} \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma}}}$$

2-3 er en isoterme. Det betyr at

$$T_3 = T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$$

$$P_3 = \frac{RT_3}{V_1} = \frac{RT_1}{V_1} \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$$

d) Arbeid:

$$\text{Delprosess 1-2: } W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV =$$

Prosessen er adiabatisk $dQ = 0 = du + p dV$
 $p dV = - du$; $W_{12} = \int_1^2 p dV = - \int_1^2 du = - n C_v \int_1^2 dT$

$$W_{12} = n C_v (T_1 - T_2)$$

$$\text{Delprosess 2-3 } W_{23} = \int_{V_2}^{V_3} p dV = n R T_2 \ln \frac{V_1}{V_2}$$

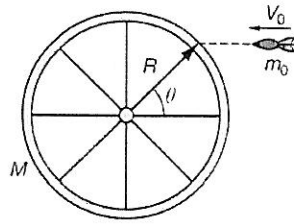
$$\text{Delprosess 3-1 } W_{31} = 0$$

$$\text{Totalt arbeid: } W = n C_v (T_1 - T_2) + n R T_2 \ln \frac{V_1}{V_2}$$

$$\text{Tallverdier: } T_2 = 331,4 \text{ K} , C_v = \frac{R}{\gamma-1} \quad 1$$

$$W = 1 \cdot 8,3 \cdot \left(\frac{1}{0,4} \cdot (400 - 331,4) + 331,4 \ln \frac{1}{1,6} \right) \text{ J}$$
$$= \underline{\underline{130,6 \text{ J}}}$$

Oppgave 2



Figur 7: Illustrasjon til oppgave 6.10 og 6.11.

Trehetsmoment for en stang (eike) om endepunktet

$$I = \frac{1}{3}mL^2$$

For alle eikene får vi

$$I_e = \frac{8}{3}m_e R^2$$

Felgens trehetsmoment er

$$I_f = m_f R^2$$

Det totale trehetsmomentet for hjulet er summen av disse

$$I_h = I_e + I_f = \left(\frac{8}{3}m_e + m_f\right)R^2 = \left[\frac{8}{3} \times (0.4 \text{ kg}) + (1 \text{ kg})\right] \times (0.3 \text{ m})^2$$

$$\underline{I_h = 0.186 \text{ kgm}^2}$$

b) Hjulets rotasjonsenergi er

$$E_{rot} = \frac{1}{2}I_h\omega^2 = \frac{1}{2} \times (0.186 \text{ kgm}^2) \times (4\pi \text{ s}^{-1})^2 = \underline{14.7 \text{ J}}$$

Oppgave 6.11

Spinnet til systemet, hjul pluss pil, er konservert. Fordi hjulet opprinnelig er i ro, er spinnet om aksen før pilen treffer

$$L_0 = m_p |\mathbf{r} \times \mathbf{v}_0| = m_p r v_0 \sin \theta$$

Etter støtet er spinnet for pil pluss hjul

$$L = (I_h + I_p)\omega$$

Konservering av spinnet gir

$$L = L_0$$

$$(I_h + m_p R^2)\omega = m_p r v_0 \sin \theta$$

$$\omega = \frac{m_p r v_0 \sin \theta}{I_h + m_p R^2}$$

Innsatt

$$\omega = \frac{(0.1 \text{ kg}) \times (0.3 \text{ m}) \times (15 \text{ m/s}) \times \sin 45^\circ}{0.186 \text{ kgm}^2 + (0.1 \text{ kg}) \times (0.3 \text{ m})^2}$$

$\omega = 1.63 \text{ rad/s}$

Oppgave 3

Fluksen er gitt av

$$\Phi = \int_0^x B \, ds = \int_0^x B \cdot \frac{1}{2} \sqrt{2} l \cdot ds$$

Her er feltet konstant så

$$\underline{\Phi = B \cdot \frac{1}{2} \sqrt{2} \cdot l \cdot x}$$

Den induerte ems er gitt av

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{d}{dt} (B \frac{1}{2} \sqrt{2} l \cdot x) = -B \frac{1}{2} \sqrt{2} l \frac{dx}{dt} \\ &= -B \frac{1}{2} \sqrt{2} l \cdot v \end{aligned}$$

Retningen av strømmen er med-urs.

Strømstyrken er

$$\underline{I = \frac{|\mathcal{E}|}{R} = \frac{\frac{1}{2} \sqrt{2} B l v}{R}}$$

b)

Kraften er gitt av

$$\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$$

$$|\vec{F}| = I \cdot l \cdot B = \frac{\frac{1}{2} \sqrt{2} l^2 B^2 v}{R}$$

og har komponentene

$$F_y = -F_x = \frac{\frac{1}{2} l^2 B^2 N}{R}$$

Den mekaniske effekten er gitt av

$$P = |F_x| v = \frac{\frac{1}{2} l^2 B^2 N^2}{R}$$

Den elektriske effekten i motstanden R er gitt av

$$P_E = R I^2 = R \left(\frac{\frac{1}{2} \sqrt{2} l B N}{R} \right)^2 = \frac{\frac{1}{2} l^2 B^2 N^2}{R}$$

$$\Rightarrow \underline{P_E = P}$$

c) Vertikal komponenten av krafta er gitt av

$$F_y = \frac{\frac{1}{2} l^2 B^2 N}{R}$$

Staven ligger fra skinnene når

denne krafta er større/lik tyngdekraften

Dette skjer når

$$\frac{\frac{1}{2} l^2 B^2 N}{R} = mg$$

$$B^2 \geq \frac{2mgR}{l^2 N}$$

d) Over et strømførende plan er feltet homogent og parallelt med planet. Krafta på en strømførende leder orientert \perp på B-feltet får verdien

$$F = B \cdot I \cdot l$$

For at denne krafta skal bli 1000kg for $l = 1$ m må vi ha en strøm

$$I = \frac{mg}{Bl} = \frac{1000 \cdot 9,81}{2 \cdot 1} = \underline{4905A}$$

Strømretningen i ledere må være den motsatte av strømretningen i planet.