Løsningsskisse Eksamen TFY4125 31. mai 2005.

Oppgave 1. Flervalgsspørsmål.

Spørsmål	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Svar	B	B	D	E	D	C	E	C	B	A	C	D

Oppgave 2.

a) Friksjonskrafta er: $F_f = \mu_k \cdot F_\perp = \mu_k \cdot mg \cdot \cos\theta$

b) Høyden ved start er h_0 og høyden ved friksjonsskillet er h_1.
Vi skriver derfor: ***energi før = energi etter + friksjonsarbeid***

$$mgh_0 = mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 + F_f \cdot l_1$$

$$mg(h_0 - h_1) = \frac{1}{2}mv_1^2 + \mu_{k1} \cdot mg \cdot \cos\theta \cdot l_1$$

$$mg(l_1 \cdot \sin\theta) = \frac{1}{2}mv_1^2 + \mu_{k1} \cdot mg \cdot \cos\theta \cdot l_1$$

$$v_1 = \sqrt{2g \cdot l_1(\sin\theta - \mu_{k1} \cdot \cos\theta)} = 4{,}6 m/s$$

c) Klossen stopper ved høyde h_2 og hastighet $v_2 = 0$.
Benytter også her energianalyse: ***energi ved h_1 = energi ved h_2 + friksjonsarbeid***

$$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 + F_f \cdot l_2$$

$$mg(h_1 - h_2) + \frac{1}{2}mv_1^2 = \mu_{k2} \cdot mg \cdot \cos\theta \cdot l_2$$

$$mg(l_2 \cdot \sin\theta) + \frac{1}{2}mv_1^2 = \mu_{k2} \cdot mg \cdot \cos\theta \cdot l_2$$

$$l_2 = \frac{v_1^2}{2g \cdot (\mu_{k2} \cdot \cos\theta - \sin\theta)} = 13m$$

d) Benytter Newtons 2. lov, F = ma, of skriver

$$a_2 = \frac{mg \cdot \sin\theta - \mu_{k2} \cdot mg \cdot \cos\theta}{m} = g \cdot \sin\theta - \mu_{k2} \cdot g \cdot \cos\theta = -0{,}83 m/s^2$$

Oppgave 3

a) Varmekapasiteten er gitt ved $C_V = n_f \cdot \frac{1}{2} R$ **hvor** n_f **er antall frihetsgrader.**
For et to atomig molekyl er det 3 frihetsgrader pga translasjon og 2 frihetsgrader pga av rotasjon (vibrasjonsfrihetsgradene er ikke eksiterte ved moderate temperaturer). Dermed blir $n_f = 5$**.**

b) Trinn 1 til 2 skjer ved konstant volum:

$$p_1 V_1 = nRT_1 \qquad og \qquad p_2 V_1 = nRT_2 \qquad gir \qquad \boxed{p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1}}$$

Trinn 2 til 3 er en adiabat:

$$p_2^{1-\gamma} T_2^{\gamma} = p_3^{1-\gamma} T_3^{\gamma} = p_1^{1-\gamma} T_3^{\gamma} \qquad gir \qquad \boxed{T_3 = T_2 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2 \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_1 \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{1}{\gamma}}}$$

c) Termodynamikkens 1. hovedsetning: $dQ = dU + dW = dU + pdV$ **som sier at varme er energi og at energi er bevart. Tilført varme går til økning av indre energi og arbeid utført av systemet.**
Varmemengdene blir:

$Q_{12} = nC_V(T_2 - T_1) > 0$ **varme tilføres ved konstant volum**

$Q_{31} = nC_p(T_1 - T_3) = n\gamma C_V(T_1 - T_3) < 0$ **varme avgis ved konstant trykk**

$Q_{23} = 0$ **adiabatisk prosess**

Tallverdier: p_2 **= 250 kPa,** T_3 **= 577 K ,** Q_{12} **= 18,7 kJ,** Q_{31} **= - 16,1 kJ**

d) Virkningsgraden for prosessen: $e = \frac{W}{Q_{12}} = \frac{Q_{12} + Q_{31}}{Q_{12}}$ **= 0.14**

Oppgave 4

a) Vi ser at $r = \sqrt{y^2 + R^2}$ **og at det resulterende B-feltet fra et linje-element *dl* har en komponent langs y-aksen og en vinkelrett på y-aksen** $d\vec{B} = dB_\perp \cdot \hat{e}_\perp + dB_{II} \cdot \hat{e}_y$

Av symmetrigrunner blir komponenten $B_\perp = 0$ **, og for komponenten langs y-aksen kan vi dermed skrive:**

$$B_y = \int\left(dB \cdot \frac{R}{\sqrt{y^2 + R^2}}\right) = \int \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{dl}{r^2} = \int_0^{2\pi} \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{R^2 d\theta}{(y^2 + R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I R^2}{2(y^2 + R^2)^{3/2}}$$

Det resulterende feltet peker altså i negativ y-retning.

b) For en kort spole kan vi skrive $I \to NI$ **og i sentrum av spolen blir** $y = 0$.

Dermed fås $B_y = \frac{\mu_0 NI}{2R}$ **for magnetfeltet i sentrum av den korte spolen.**

I avstanden y_0 **er feltet redusert til 0.33. Dvs:** $B_y = \frac{\mu_0 NIR^2}{2(y^2 + R^2)^{3/2}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{\mu_0 NI}{2R}$

Vi løser mhp y og skriver:

$$\frac{R^3}{(y^2 + R^2)^{3/2}} = \frac{1}{3} \Rightarrow (3R^3)^2 = (y^2 + R^2)^3 \Rightarrow y^2 = (9R^6)^{1/3} - R^2$$

$$y^2 = R^2(9^{1/3} - 1) = R^2(3^{2/3} - 1) \Rightarrow \boxed{y = R\sqrt{3^{2/3} - 1} = 1{,}04R}$$

c) Magnetisk induksjon

Magnetisk fluks er definert ved $\Phi_B = \int_A (\vec{B} \cdot d\vec{A})$

Faradays induksjonslov er $V_{ind} = -\frac{\mathrm{d}\Phi_B}{\mathrm{d}t}$

d) Lens lov

Retningen av den induserte strømmen er slik at den prøver å motvirke endringen i magnetisk fluks