

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*

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

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

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

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

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*

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

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

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

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

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

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

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:

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

Trinn 2 til 3 er en adiabat:

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

c) Termodynamikkens 1. hovedsetning: $dQ = dU + dW = dU + p dV$ 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:

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

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

$$Q_{23} = 0 \quad \text{adiabatisk prosess}$$

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

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:

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

Det resulterende feltet peker altså i negativ y-retning.

b) For en kort spole kan vi skrive $I \rightarrow NI$ 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:

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

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

c) Magnetisk induksjon

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

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

d) Lens lov

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