[Øving 9] TFY4115 Fysikk

Tobias Bergkvist - MTTK - Høsten 2016

Oppgave 1. Vekten av luft i soverom

Gjetter først at lufta veier ca 50 kg. Gjennomfører dermed beregninger med følgende antagelser:

$A_{\text{gulv}} = 12\, m^3, \quad h = 2.4\, m, \quad \rho_{\text{luft}} = 1.2\, \text{kg}/m^3$

Det antas nå også at rommet er tomt, og at arealet ved enhver høyde h er lik arealet av gulvet. Den totale massen blir da:

$$m_{\text{luft}} = \rho_{\text{luft}} * V_{\text{luft}} = \rho_{\text{luft}} * A_{\text{gulv}} * h = \left(1.2\, \frac{\text{kg}}{m^3}\right)\left(12\, m^2\right)(2.4\, m) \approx \boxed{35\, \text{kg}}$$

Oppgave 2. Væskeutvidelse.

$d = 0.40\ \text{mm} \quad \Rightarrow \quad r = 0.20\, \text{mm}$

$\Delta \text{h} = 1.0\, \text{mm}, \quad \Delta \text{T} = 0.1\, K$

Altså blir volumendring:

$\Delta \text{V} = \pi\, r^2\, \Delta \text{h}$

Og, ut i fra den oppgitte ligningen:

$\beta = \frac{\Delta \text{V}}{V} \frac{1}{\Delta \text{T}} = 0.00100\, K^{-1}$

Får vi at:

$$\Rightarrow V = \frac{\Delta \text{V}}{\Delta \text{T}} \frac{1}{\beta} = \frac{(1.0\, \text{mm})\, \pi (0.20\, \text{mm})^2}{0.1\, K} (1000\, K) = 1256.64\, \text{mm}^3 = \boxed{1.26\, \text{cm}^3}$$

Oppgave 3. van der Waals tilstandslikning.

a. Den ideelle gassloven sier at:

$p\, V = n\, R\, T$

hvor:

p er gassens trykk
V er gassens volum
n er mengden gassmolekyler i mol
R er den ideelle gasskonstanten
T er gassens temperatur (i kelvin)

Vi har at:

$R = 8.314\, J/(\text{mol}\ K)$
$n = 1.00\,\text{mol}$
$T = 20\,°\text{C} = 293.15\,K$
$V = 24\,L = 0.024\,m^3$

Skal nå finne trykket:

$$p = \frac{n\,R\,T}{V} = \frac{(1.00\,\text{mol})\,(8.314\,J/(\text{mol}\ K))\,(293.15\,K)}{(0.024\,m^3)} = \boxed{1.02\cdot 10^5\,\text{Pa} = 1.00\,\text{atm}}$$

Senker nå volumet til $V = 0.24\,L = 2.4\cdot 10^{-4}\,m^3$, og finner trykket på ny:

$$p = \frac{n\,R\,T}{V} = \frac{(1.00\,\text{mol})\,(8.314\,J/(\text{mol}\ K))\,(293.15\,K)}{(2.4\cdot 10^{-4}\,m^3)} = \boxed{1.02\cdot 10^7\,\text{Pa} = 100\,\text{atm}}$$

b. van der Waals tilstandslikning sier at:

$$\left(p + \frac{n^2\,a}{V^2}\right)(V - b\,n) = n\,R\,T$$

der a og b er konstanter, og symboler ellers betyr det samme som i oppgave a.

$$a = 1.368\,\text{bar}\left(\frac{m^3}{\text{kmol}}\right)^2 = 0.1368\,\text{Pa}\left(\frac{m^3}{\text{mol}}\right)^2$$

$$b = 0.0367\,\frac{m^3}{\text{kmol}} = 3.67 * 10^{-5}\,\frac{m^3}{\text{mol}}$$

Finner nå trykket:

$$p = \frac{n\,R\,T}{V - b\,n} - \frac{n^2\,a}{V^2} = \frac{(1.00\,\text{mol})\left(8.314\,\frac{J}{K\,\text{mol}}\right)(293.15\,K)}{(0.024\,m^3) - \left(3.67 * 10^{-5}\,\frac{m^3}{\text{mol}}\right)(1.00\,\text{mol})} - \frac{(1.00\,\text{mol})^2\,0.1368\,\text{Pa}\left(\frac{m^3}{\text{mol}}\right)^2}{(0.024\,m^3)^2}$$

$$p = \boxed{1.02\cdot 10^5\,\text{Pa} = 1.00\,\text{atm}}$$

Senker nå volumet til $V = 0.24\,L = 2.4\cdot 10^{-4}\,m^3$, og finner trykket på ny:

$$p = \frac{n\,R\,T}{V - b\,n} - \frac{n^2\,a}{V^2} = \frac{(1.00\,\text{mol})\left(8.314\,\frac{J}{K\,\text{mol}}\right)(293.15\,K)}{(2.4 * 10^{-4}\,m^3) - \left(3.67 * 10^{-5}\,\frac{m^3}{\text{mol}}\right)(1.00\,\text{mol})} - \frac{(1.00\,\text{mol})^2\,0.1368\,\text{Pa}\left(\frac{m^3}{\text{mol}}\right)^2}{(2.4 * 10^{-4}\,m^3)^2}$$

$$p = \boxed{9.61\cdot 10^6\,\text{Pa} = 94.9\,\text{atm}}$$

Oppgave 4. Trening i første hovedsetning.

a. $\Delta U_{AB} = 80\,J - 30\,J = \boxed{50\,J}$

b. $\Delta U = Q - 10\,J = 50\,J$

$\Rightarrow Q = \boxed{60\,J}$

c. $\Delta U = Q + 20\,J = -50\,J$

$\Rightarrow Q = \boxed{-70\,J}$

Systemet vil gi fra seg varme på $70\,J$.

d. $U_A = 80\,J$, $U_D = 120\,J$, $W_{AD} = 10\,J$

$Q_{AD} - W_{AD} = \Delta U_{AD}$

$\Rightarrow Q_{AD} = W_{AD} + \Delta U_{AD} = 10\,J + (120\,J - 80\,J)$

$\Rightarrow \boxed{Q_{AD} = 50\,J}$

$\Delta U_{AB} = U_B - U_A = 50\,J$

$\Rightarrow U_B = U_A + 50\,J = 130\,J$

$\Rightarrow \Delta U_{DB} = 130\,J - 120\,J = 10\,J$

Merk også at W_{DB} er 0 da volum ikke endres, altså:

$\Delta U_{DB} = Q_{DB} - W_{DB} = Q_{DB}$

$\Rightarrow \boxed{Q_{DB} = 10\,J}$

Oppgave 5. Isotermt arbeid.

$n = 2.0\,\text{mol}$, $T = 300\,K$, $R = 8.314\,J/(\text{mol}\,K)$

Følgende antagelser gjøres:

$p\,V = n\,R\,T$	(ideell gasslov)
$W = \int_{V_1}^{V_2} p(V)\,dV$	(termodynamisk arbeid)
$\Delta U = Q - W$	(endring i indre energi)

Finner et uttrykk for trykket ved hjelp av den ideelle gassloven:

$$p = \frac{n\,R\,T}{V}$$

Setter dette inn i formelen for termodynamisk arbeid:

$$W = \int_{V_1}^{V_2} \left(\frac{n\,R\,T}{V}\right) dV = [n\,R\,T\ln(V)]_{V_1}^{V_2} = n\,R\,T\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

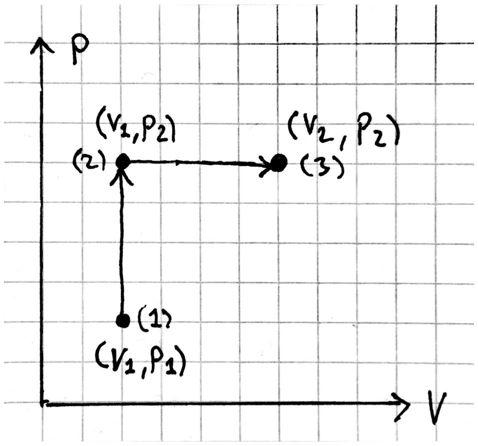
Vi vet at volumet dobles, altså er $V_2 / V_1 = 2$:

$$W = (2.0\,\text{mol})\left(8.314\,\frac{J}{\text{mol}\,K}\right)(300\,K)\ln(2) = 3.46\,k\,J$$

Ettersom reaksjonen er isoterm vil ikke indre energi endres. Altså er $\Delta U = 0$:

$$\Delta U = Q - W = 0 \Rightarrow \boxed{Q = W = 3.46\,k\,J}$$

Oppgave 6. Tilstandsdiagram og arbeid.



Vi kan nå sette opp den ideelle gassloven for hvert av de tre punktene:

(1) $p_1 V_1 = n R T_1$
(2) $p_2 V_1 = n R T_2$
(3) $p_2 V_2 = n R T_1$

Deler man ligning (2) på (1) får man (merk at $T_2 = 2 T_1$):

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 2 \Rightarrow \underline{p_2 = 2 p_1}$$

Deler man nå ligning (3) på (2) gir dette:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \underline{V_2 = \frac{1}{2} V_1}$$

Bruker formel for termodynamisk arbeid:

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p(V)\, dV$$

Dette integralet kan beregnes visuelt ved å se på tilstandsdiagrammet over. Arbeidet blir da arealet under pilen som representerer endring i volum (2->3). Altså:

$$W = (V_2 - V_1)\, p_2 = \left(\frac{1}{2} V_1 - V_1\right) 2 p_1 = -p_1 V_1$$

Dette er arbeidet gjort på omgivelsene av gassen. Altså kan man si at arbeidet gjort på gassen blir:

$$\boxed{W = p_1 V_1}$$

Oppgave 7. Flervalgsoppgaver.

a. A
b. C
c. B
d. B