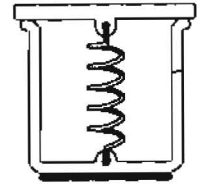


Tfy-3.1182 Fysiikka IB tentti, 13.5. 2009

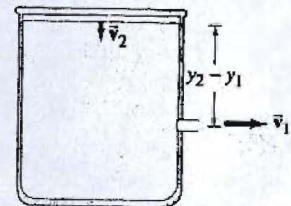
1. Energiaa varastoivassa suorassa jousisylinterissä JS on 7,5 litraa (dm^3) yksinkertaista ideaalikaasua (IK) hiilidioksidia CO_2 , jonka molekyyleillä on noin 7 vapausastetta. IK on alussa ulkoilman paineessa 1 bar = 0,1 MPa ja noin huoneenlämpötilassa 26,85 °C. Kiristetty jousi pitää vielä kantta paikoillaan lisä(jousi)paineella 20 kN/m^2 (ilmanpaineen lisäksi). a) Osoita, että IK on noin 0,3 moolia. IK lämmitetään aukeamistilaan AT, jossa JS:n kansi on raottumaisillaan. Laske AT:ssa IK:n b) paine, c) lämpötila ja d) massa sekä e) laske IK:n lämmittämiseen tarvittu lämpömäärä (eli JS:n varastoima energia).



Kuva 1

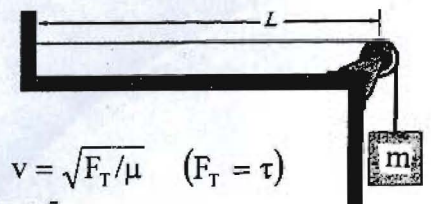
2. Prosessissa on 1 kg (eli 1000/moolimassa = $1000/44 = 22\ 8/11 \approx 22,7272$ moolia) yksinkertaista ideaalikaasua (IK) hiilidioksidia CO_2 , jonka molekyyleillä on noin 7 vapausastetta. a) Osoita, että IK:n adiabaattivakio on noin 9/7 ja että IK:n moolilämpökapasiteetit ovat noin $c_V \approx 29,1$ J/K/mol ja $c_p \approx 37,4$ J/K/mol. IK paisuu vakioaineessa 2 bar = 0,2 MPa tilasta 1 tilaan 2, joissa $V_1 = 250$ litraa (dm^3) ja $V_2 = 1,6V_1$, vastaavasti. Laske paisunnassa IK:n b) tekemä työ, c) sisäenergian muutos ja d) entropian muutos (kasvu vai vähennys?).
3. Huoneiston peruslämpötila on $T_p = 24,0$ °C. Kuumana päivänä ulko(ilma)lämpötila on 35,9 °C. Tällöin Aurinko säteilee sisään vakioteholla (AT) 2,5 kW pyrkien nostamaan huoneiston lämpötilaa. Insinööri IN haluaa pitää T_p :n vakiona ilmastointi(kylmä)koneella KK, joka poistaa ulkoilmaan AT:n säteilemän lämmityksen. KK on käänteinen ideaalinen (reversiibeli) Carnot'n kone sisä- ja ulkolämpötilojen välillä. Laske a) IN:n tarvitseman sähkömoottorin (minimi)teho P_{\min} ja b) energia (kilowattitunneissa), joka tällöin purkautuu KK:sta ulkoilmaan tunnin aikana. IN onnistuu varjostamaan ikkunoita siten, että AT lopulta onkin vain 0,5 kW. c) Montako prosenttia tarvittava P_{\min} laskee varjostuksen ansiosta?

4. Insinöörin IN kannella suljetussa tasapaksussa pystysuorassa nestetynnyrissä on 480 kg vettä (tiheys on 1 kg/dm^3). Gravitaatiokiihtyvyys on vakio $g = 9,8$ m/s^2 . Alkutilassa AT pinnan korkeus mitattuna pienestä pohjan poistoaukosta (poikkipinta-ala on 3,187 cm^2) on $y_2 - y_1 = 120$ cm ($y_1 = 0$). Tynnyrin yläosassa kannen alla nestettä painaa ohut kaasukerros, jonka mittapaine on p_m (ylipaine ulkoisen ilmanpaineen 1 bar = 0,1 MPa päälle). IN mittaa AT:ssa pinnan korkeuden (hetkelliseksi) laskunopeudeksi 1 cm/s. Laske AT:ssa a) poistoaukosta sekunnissa virtaava nestemassa kilogrammoissa, b) nesteen ulosvirtausvauhti ja c) tynnyrin sisäinen mittapaine p_m bareissa.



Kuva 4

5. Teräksiseen tasapaksuun kieleen (vaakapituus on $L = 1,2$ m, tiheys on 7,8 g/cm^3 ja poikkipinta-ala on $1,25 \cdot 10^{-2}$ cm^2) luodaan 3-silmukkainen (eli 3. kertaluvun) 70 Hz:n taajuinen poikittainen seisova aalto SA (resonanssi). SA:n oikean pään solmu on rakenteen pyörässä, josta roikkuu kieltä kiristävä massa m . Gravitaatiokiihtyvyys on vakio $g = 9,8$ m/s^2 . Laske SA:n a) aallonpituus ja b) (etenevien vastinaaltojen) vaihenopeus. Laske kielen c) (normaali)jännitys yksiköissä MPa ja d) laske m .



Kuva 5

$$v = \sqrt{F_T/\mu} \quad (F_T = \tau)$$

Opiskelijanumero (myös kirjain), nimi, koulutusohjelma, opintojakson koodi ja kokeen päivämäärä jokaiseen suorituspaperiin.

$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Nm^2/kg^2 , $g = 9,81$ m/s^2 , $R = 8,314$ J/K/mol = 1,986 cal/K/mol, $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ mol $^{-1}$ = 10^3 /u, $k_B = R/N_A = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K, $T_C = T - 273,15 = (T_F - 32)/1,8$, 1 atm = 1,013 bar = $1,013 \cdot 10^5$ Pa = 760 torr, $I_0 = 10^{-12}$ W/m 2 , 1 cal = 4,186 J, 1 kWh = $3,6 \cdot 10^6$ J, 1 eV = $1,602 \cdot 10^{-19}$ J, $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C, $c = 2,998 \cdot 10^8$ m/s, $1u = 10^{-3}/N_A = 1,661 \cdot 10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/c 2