

1. (a) Ilmaa voi pitää ideaalikaasuna, jonka molekyylien vapausasteiden lukumäärä on 5. Mitkä ovat ilman C_V ja adiabaattivakio?

(b) Propanikaasun molaarinen ominaislämpökapasiteetti vakiotilavuudessa on $65.46 \frac{J}{K \cdot mol}$. Montako aktiivista vapausastetta propanimolekyyllillä on ja mikä on kaasun adiabaattivakio?

(c) Kaasua on alussa lämpötilassa $T = 300K$ ja paineessa $1atm = 1.013 \times 10^5 Pa$. Alkutilavuus on V_1 . Kaasu puristetaan adiabaattisesti tilavuuteen, joka on viidestoistaosa alkuperäisestä. Mitkä ovat lopulämpötila ja -paine, jos kaasu on (1°) ilmaa tai (2°) propania?

(d) Jos halutaan kaasun kuumenevan, onko parempi jos molekyyleillä on vähän vai paljon aktiivisia vapausasteita?

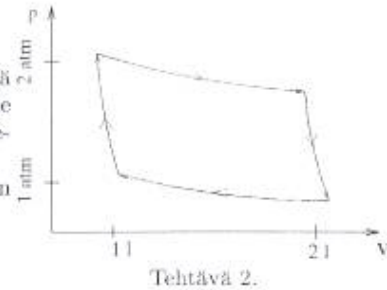
2. Turkastele oheista kiertoprosessin pV-diagrammia.

(a) **Arvioi** kuvasta prosessin tekemä nettotyö.

(b) Lämpöä otetaan korkeasta lämpötilasta $T_H = 700K$ ja sitä luovutetaan matalaan lämpötilaan $T_L = 350K$. Laske hyötysuhde olettaen, että voit käyttää Carnot'n prosessin hyötysuhteen lauseketta.

(c) Laskemasi hyötysuhteen ja nettotyön avulla, laske prosessin ottama lämpöenergia Q_H ja luovuttama lämpöenergia Q_L .

Huom. $1atm = 1.013 \cdot 10^5 Pa$.



Tehtävä 2.

3. Auringon säteilyn intensiteetti I maapallon etäisyydellä on $1.37kW/m^2$. Maapallon ilmakehästä heijastuu 30% auringon säteilystä.

(a) Kuinka suuri on maapallon pinnalle saapuvan säteilyn Intensiteetti I_m ? Kuinka suuri on pinnalle saapuvan säteilyn kokonaisteho (Vihje: teho lasketaan maapallon poikkipinta-alan avulla)

(b) Maapallon pintalämpötila määräytyy sen lämpösäteilynä säteilemästä tehosta. Tasapainossa Maapallon pinnan säteilyteho on sama kuin pinnalle saapuva säteilyteho. Osoita, että Maapallon lämpötilalle on voimassa lauseke

$$T = \sqrt[4]{\frac{I_m}{4\sigma}}$$

Mikä olisi maapallon pinnan lämpötila, jos tässä olisivat kaikki vaikuttavat tekijät?

(c) Kasvihuonekaasujen ansiosta osa säteilystä palaa takaisin maan pinnalle, jolloin pinnalle saapuva (ja poistuva) säteily määrä I_m kasvaa jollain kertoimella κ . Jos $\kappa = 1.5$, mikä on maapallon pintalämpötila?

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

4. Veden tiheys on $\rho = 1.00kg/m^3$, ja moolimassa on $18.0g/mol$. Ideaalikaasun molaarinen tilavuus on $22.4l/mol$.

(a) Jos $100^\circ C$ -asteinen vesi höyrystetään $100^\circ C$ -asteiseksi vesihöyryksi, paljonko tarvitaan lämpöenergiaa, kun vettä on $1.00kg$? Veden höyrystymisen latenttilämpö on $L_v = 2.256 \times 10^6 J/kg$.

(b) Laske veden entropian muutos tässä tapauksessa.

(c) Paljonko työtä vesi tekee laajetessaan. Oleta vakiopaine $p = 1.013 \times 10^5 Pa$.

5. Pakonopeus tarkoittaa sellaista lähtönopeutta planeetan tai muun kappaleen pinnalta, joka riittää vapauttamaan kokonaan planeetan gravitaatiokentästä.

(a) Osoita energian säilymislain avulla, että pakonopeuden lauseke on

$$v_e = \sqrt{2GM/R}$$

(b) Maapallon massa on $M = 5.97 \times 10^{24} kg$ ja säde on $R = 6.38 \times 10^6 m$. Mikä on pakonopeus maapallon pinnalta? (c) Schwarzschildin säde R_s kertoo mustan aukon tapahtumahorisontin säteen. Tapahtumahorisontilta pääsee vapaaksi ainoastaan valon nopeudella. Jos maapallo romahtaisi mustaksi aukoksi, mikä olisi sen Schwarzschildin säde?

Kaavoja, joita saatat tarvita. Osa niistä toimii vain erikoistapauksissa, eivätkä siis ole yleispäteviä.

Ympyrän pinta-ala $A = \pi R^2$, pallon pinta-ala $A = 4\pi R^2$, Maapallon säde $R = 6.38 \times 10^6 m$, maapallon massa $M = 5.97 \times 10^{24} kg$.

$g = 9.80m/s^2$, $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$, $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$, $U_g = -G \frac{m_1 m_2}{r}$,
 $0^\circ C = 273K$, $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{J}{W \cdot m^2}$, $H = A\sigma T^4$, $k = 1.381 \cdot 10^{-23} J/K$, $R = 8.315 J/(K \cdot mol)$, $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} kpl/mol$. $dQ = mc dT = nC dT$, $Q = mL_{f,c}$, $dW = p dV$, $dS = dQ/T$, $S = k \ln w$, $pV^\gamma = vakio$, $TV^{\gamma-1} = vakio$, $\gamma = C_p/C_V$, $C_V = \frac{5}{2} R$, $C_p = C_V + R$, $pV = nRT$, $dU = nC_V dT$.