

Tehtävä: 1. Lämpötilassa $T = 0.01^\circ C$ kaasun paine $P = 4.80 * 10^4 Pa$. Lämpötilassa $T = 100^\circ$ kaasun paine $P = 6.50 * 10^4 Pa$. (a) Lineaarista käyttäytymistä olettaen, missä lämpötilassa T paine $P = 0 Pa$? (b) Noudattaako kaasulämpömittari yhtälöä $T_1/T_2 = p_1/p_2$ täsmällisesti? Jos pitäisi, mikä olisi kaasun paine lämpötilassa $T = 0.01^\circ C$?

Tehtävä: (a) $\Delta P = 6.50 * 10^4 - 4.80 * 10^4 = 1.7 * 10^4 Pa$ ja $\Delta T = 373.15 - 273.16 = 99.99 K \Rightarrow$ Kelvinien muutos per Pascal $= \frac{99.99 K}{1.7 * 10^4 Pa} = 0.0059 K/Pa \Rightarrow$ kun $\Delta P = 6.50 * 10^4 Pa \Rightarrow 0.0059 K/Pa * 6.50 * 10^4 Pa = 382.3147 K \Rightarrow T = 373.15 - 382.31 = -9.16 K$
 (b) Ei, sillä $0 Pa$ vaatii tasan $0 K$. $\frac{P}{T} = vakio$ siis $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{T_2 P_1}{T_1} = \frac{273.16 K * 6.50 * 10^4 Pa}{373.15 K} = 4.7582 * 10^4 Pa \approx 4.76 * 10^4 Pa$

Tehtävä: 2. Ilman lämpötila $T = -20^\circ C$ ja ominaislämpö $1020 J/kg * K$ sekä litran massa $1.3 * 10^{-3} kg$. (a) Mikä lämpömäärä tarvitaan $V = 0.50 l$ ilmamäärän lämmittämiseen lämpötilaan $T = 37^\circ C$ (b) Paljonko energiaa kuluu tunnissa, kun tämä ilmamäärä lämmitetään 20 kertaa minuutissa?

Vastaus: (a) $Q = mc\Delta T$ eli $Q = 0.5 * 1.3 * 10^{-3} kg * 1020 J/(kg * K) * (37 + 20) K = 37.791 J$
 (b) $20 krt/min \Rightarrow 20 * 60 = 1200 krt/h \Rightarrow 37.791 J * 1200 = 4.5349 * 10^4 J \approx 45.3 kJ$

Tehtävä: 3. Mikä määrä lämpöä vapautuu, kun (a) $25.0 g$ höyryä, $T = 100^\circ C$, tiivistyy ja jäähtyy lämpötilaan $T = 34^\circ C$? (b) $25.0 g$ vettä, $T = 100^\circ C$ jäähtyy lämpötilaan $T = 34^\circ C$? (c) onko kuumalla höyryllä ja kuumalla vedellä vaikutuksellista eroa ihoon?

Vastaus: (a) Tiivistymiselle $Q = rm$ ja jäähtymiselle $Q = cm\Delta T$ $r_{vesi} = 2260 kJ/kg$ ja $c_{vesi} = 4.1819 kJ/(kg * K)$ $Q_{TOT} = Q_r + Q_c = rm + cm\Delta T = 2260 * 0.025 + 4.1819 * 0.025 * 66 = 63.4 kJ$
 (b) $Q_c = cm\Delta T = 4.1819 * 0.025 * 66 = 6.9 kJ$
 (c) Höyryn tiheys on paljon vettä pienempi. Vastaava tilavuus höyryä on paljon pienempi haitta, kuin vettä. Hyvänä esimerkkinä saunassa iholle tiivistyvä vesihöyry vs. kattilasta roiskahtava kiehuva vesi.

Tehtävä: 4. Hikoilu (a) Paljonko vettä on höyrystyttävä $70.0 kg$ massaisen ihmisen iholta, jotta kehon lämpötila laskisi $1 K$? Veden höyrystymislämpö kun $T = 310.15 K$ on $2.42 * 10^6 J/kg$ Ihmisen ominaislämpö on tyypillisesti $3480 J/(kg * K)$ (b) kuinka suuri tilavuus vettä on juotava hikoillun veden korvaamiseksi?

Vastaus: (a) tarvittava energiamäärä $= 3480 * 70.0 * 1 = 2.436 * 10^5 J = Q$ myös $Q = cm\Delta T \Rightarrow m = \frac{Q}{c\Delta T} = \frac{2.436 * 10^5}{2.42 * 10^6 * 1} = 0.1007 kg \approx 101 g$
 (b) $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{0.1007 kg}{998.2 kg/m^3} = 1.0084 * 10^{-4} m^3 \approx 0.1 l = 1 dl$

Tehtävä: 5. Wolframihehkulangan toimintalämpötila $T = 2450K$ ja emissiivisyys $e = 0.35$. Mikä on $150W$ hehkulangan pinta-ala, jos kaikki sähköenergia muuttuu sähkömagneettiseksi aalloiksi?

Vastaus: $P = e\sigma AT^4 \Rightarrow A = \frac{P}{e\sigma T^4} = \frac{150}{0.35 \cdot 5.67 \cdot 10^{-8} \cdot 2450^4} = 2.0979 \cdot 10^{-4} m^2 \approx 2.1 cm^2$

Tehtävä: 6. Näyteikkunan mitat ovat $1.4m \times 2.5m \times 5.20mm$. Ulkolämpötila on $-20.0^\circ C$ ja sisä $19.5^\circ C$. (a) Millä teholla lämpöä johtuu ikkunan läpi? (b) Entä jos ikkuna peitetään $0.750mm$ paperilla, jonka lämmönjohtavuus on $0.0500W/(m \cdot K)$

Vastaus: (a) $H = kA \frac{\Delta T}{L} \Rightarrow H = 0.8 \cdot 1.40m \cdot 2.50m \cdot \frac{39.5T}{0.0052m} = 21269W \approx 21.3kW$

(b) $T = \frac{\frac{k_{lasi}}{L_{lasi}} \cdot 19.5^\circ C + \frac{k_{pap}}{L_{pap}} \cdot (-20^\circ C)}{\frac{k_{lasi}}{L_{lasi}} + \frac{k_{pap}}{L_{pap}}} = 7.5581$ Joten

$H_{TOT} = H_1 + H_2 = 0.8 \cdot 1.40m \cdot 2.50m \cdot \frac{27.5581K}{0.0052m} + 0.05 \cdot 1.40m \cdot 2.50m \cdot \frac{11.9419K}{0.00075m} = 17625W \approx 17.6kW$