

Ideaalikaasu: $pV = nRT = \frac{m}{M} RT$

$$\Rightarrow \begin{cases} p_1 V = \frac{m_1}{M} RT_1 = \frac{m_1' - m_{H_2}}{M} RT_1 \\ p_2 V = \frac{m_2}{M} RT_2 = \frac{m_2' - m_{H_2}}{M} RT_2 \end{cases}$$

jaetaan puolittain

$$\Rightarrow \frac{p_1 V}{p_2 V} = \frac{\frac{m_1' - m_{H_2}}{M} RT_1}{\frac{m_2' - m_{H_2}}{M} RT_2} \quad (\Rightarrow) \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{(m_1' - m_{H_2}) T_1}{(m_2' - m_{H_2}) T_2} \quad | \times$$

$$(\Rightarrow) p_1 (m_2' - m_{H_2}) T_2 = p_2 (m_1' - m_{H_2}) T_1$$

$$(\Rightarrow) m_{H_2} = \frac{p_2 m_1' T_1 - p_1 m_2' T_2}{p_2 T_1 - p_1 T_2} = \frac{41 \text{ bar} \cdot 10,505 \text{ kg} \cdot 302,15 \text{ K} - 80 \text{ bar} \cdot 9,992 \text{ kg} \cdot 288,15 \text{ K}}{41 \text{ bar} \cdot 302,15 \text{ K} - 80 \text{ bar} \cdot 288,15 \text{ K}} \approx 9,33605 \text{ kg}$$

$$p_1 V = \frac{m_1' - m_{H_2}}{M} RT_1$$

$$(\Rightarrow) V = \frac{m_1' - m_{H_2}}{M p_1} RT_1 = \frac{10,505 \text{ kg} - 9,33605 \text{ kg}}{29,0 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot 80 \cdot 10^5 \text{ Pa}} \cdot 8,31451 \frac{\text{Pa m}^3}{\text{mol K}} \cdot 302,15 \text{ K} \approx 0,012008 \text{ m}^3 \approx 12 \text{ l}$$

1. a)



$m = 2,41 \text{ kg}, r = 3,7 \text{ cm}$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{G}{A} = \frac{mg}{\pi r^2} = \frac{2,41 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\pi \cdot (0,037 \text{ m})^2} \approx 5497,09 \text{ Pa} \approx 5,5 \text{ kPa}$$

b) $V = 2,3 \text{ l}, t_1 = 73^\circ\text{C}, t_2 = 31^\circ\text{C}, \rho(73^\circ\text{C}) \approx 0,975996 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$$Q = \rho m \Delta t = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 2,3 \text{ l} \cdot 0,975996 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot (73^\circ\text{C} - 31^\circ\text{C}) \approx 395,038 \text{ kJ} \approx 0,40 \text{ MJ}$$

2.

a) $l_0 = 562 \text{ m}; t_1 = -29^\circ\text{C}; t_2 = 22^\circ\text{C}; \alpha = 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$

$$\Delta l = l_0 \alpha \Delta t = 562 \text{ m} \cdot 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot (22 - (-29))^\circ\text{C} \approx 0,343544 \text{ m} \approx 34 \text{ cm}$$

b) Betonille on sama pituuden lämpötilakertoimen α kuin teräksellä, joten lämpölaajeneminen (tai -supistuminen) ei riiko eroille. Esim.

$\alpha(\text{Al}) = 23,2 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}} > \alpha(\text{betoni}) = 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$, joten alumiini laajenee selvästi enemmän kuin betoni

c) $\alpha(\text{ter}) = 8 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}} < \alpha(\text{teräs}) = 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$, joten teräskansi laajenee enemmän kuin koriputki. Siten seinän laittaminen helpottaa irrottamista.

3.

a) Lämpöopin II pääsääntö: Eristetyn systeemin entropia eli epäjärjestyksen karsaa kunnes systeemi saavuttaa tasapainotilan

Esim. 1° Lämmin neste lahtalle, järjestyksen ja järjestyksen lisääntyminen lujien kappaleiden lämmen tullen (järjestyksen epäjärjestyksen)

2° Kuumuus muuttuu muuttuu jäähtyy ja lämmittää ympäröivää (alusse lämpö muuttuu ja viileys ympäröivä järjestyksen), lopussa sama lämpötila (epäjärjestyksen)

3° Pyörän kuumuus tulee reikä ja kuumuus tyhjenee (alusse reikään on iso paine ja ympäröivä pieni paine järjestyksen), lopussa kaikkialla on sama paine (epäjärjestyksen)

b) Lämpöä heitto suurentaa saunailman ilmastusta. Tällöin kosteus saunailmasta voi vesihöyryä tiivistyä viileille pinnoille eli saunajan iholle. Tiivistyminen luovuttaa lämpöä, joten ihon polttaa.

Toinen tekijä on se, että hiiden haihtuminen kosteaan saunailmaan ei ole niin voimakasta kuin kuumaan saunailmaan. Tällöin haihtuminen viilentää vaikutus pienenee ja tämä polttaa. Toiselta puolelta kostea saunailma voi johtaa lämpöä kuumasta saunailmasta iholle paremmin kuin kuumuus saunailma, mikä myös polttaa.

4.

a) Hydrostaattinen paine johtuu nesteen omasta painosta ja se korotetaan kaavalla $p_h = \rho g h$.

b) Höyrityksessä kaasun muuttuu suoraan kiinteäksi aineeksi.