

$$1. a) pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow m_1 = \frac{p_1 V_1 M_i}{R_u T_1}$$

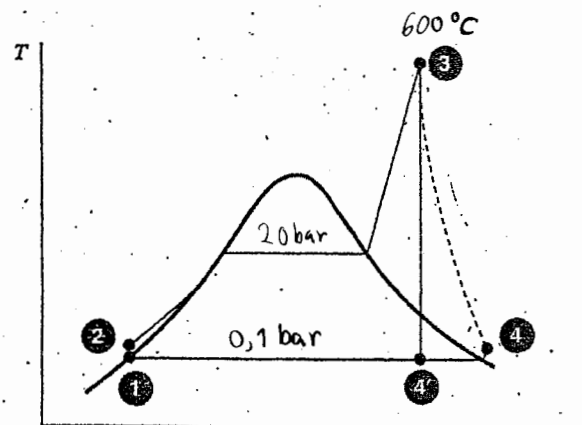
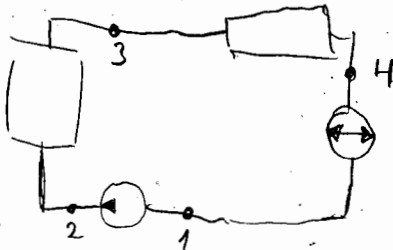
$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$m_2 = \frac{p_2 V_2 M_i}{R_u T_1}$$

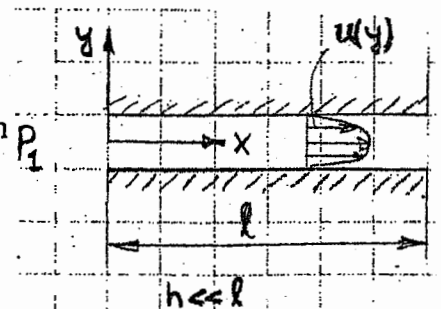
$$b) p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma, \quad \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma \Leftrightarrow V_2 = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{1/\gamma} \cdot V_1$$

- Paineilma säiliössä, tilavuus $0,5 \text{ m}^3$, ilman paine on 70 bar ja lämpötila $250 \text{ }^\circ\text{C}$. Säiliöstä lähtevän putken venttiili avataan, jolloin paine alenee arvoon 4 bar .
 - Mikä on säiliöstä venttiilin kautta poistunut massa, jos oletetaan, että kaasun lämpötila säilyy vakiona?
 - Mikä on poistunut massa, jos säiliö on lämpöeristetty ja oletetaan isentrooppinen prosessi? (Huomaa, että poistunut massa on alkuperäinen massa – lopullinen massa)
- Ulkoilman lämpötila on $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ja suhteellinen kosteus on 70% . Ilma lämmitetään lämpötilaan $25 \text{ }^\circ\text{C}$.
 - Mikä on ilman suhteellinen kosteus lämpötilassa $25 \text{ }^\circ\text{C}$, jos vettä ei lisätä? Laske ensin ω .
 - Kuinka paljon kuutiometrissä (g/m^3) on vesihöyryä?
 - Kuinka paljon lämpöä tarvitaan lämmittämiseen, jos sisään tuleva tilavuusvirta on $50 \text{ m}^3/\text{min}$?
 $c_p = 1,0 \text{ kJ}/\text{kg K}$. Ota höyryn paineet vesihöyryn h_s -piirroksesta.
 $M_i = 28,965 \text{ kg}/\text{kmol}$, $M_h = 18,0 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$

- Rankine-prosessi toimii painevälillä 20 bar ja $0,1 \text{ bar}$ maksimilämpötilan ollessa $600 \text{ }^\circ\text{C}$.
 - Mikä on entalpia pisteissä 1, 3 ja 4?
 - Mikä on turbiinin antama teho, jos sen hyötysuhde on $0,8$?
 - Mikä on prosessin hyötysuhde?
 - Piirrä prosessikaavio, josta näkyy turbiini, pumppu, kattila jne.



- Kuva esittää laminaaria virtausta kahden levyn välisessä raossa.
 - Mikä on nopeusprofiilia $u(y)$ hallitseva diff.yhtälö reunaehtoinen kuvan koordinaatistossa, jos virtausprofiili on täysin kehittynyt.
 - Ratkaise nopeusjakautuma. Huomaa, että $dp/dx = (p_1 - p_2)/l$.
 - Mikä on raon läpi virtaava massavirta?



5. Vesi virtaa ohutseinäisessä putkessa keskinopeudella 2 m/s. Veden keskilämpötila on eräässä kohdassa 100 °C ja paine 2 bar.

a) Mikä on painehäviö metrin matkalla? (tarkista ensin onko virtaus laminaari vaiko turbulentti)

b) Mikä on sisäpuolen lämmönsiirtokerroin,
 $Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4}$.

c) Kuinka paljon vesi jäähtyy metrin matkalla, jos putken pintalämpötila on 50 °C?

Veden ominaisuuksia: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$,

$\nu = 8 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, $c_p = 4180 \text{ J/(kg K)}$, $\lambda = 0,61 \text{ W/(mK)}$, $Pr = 5,4$.

