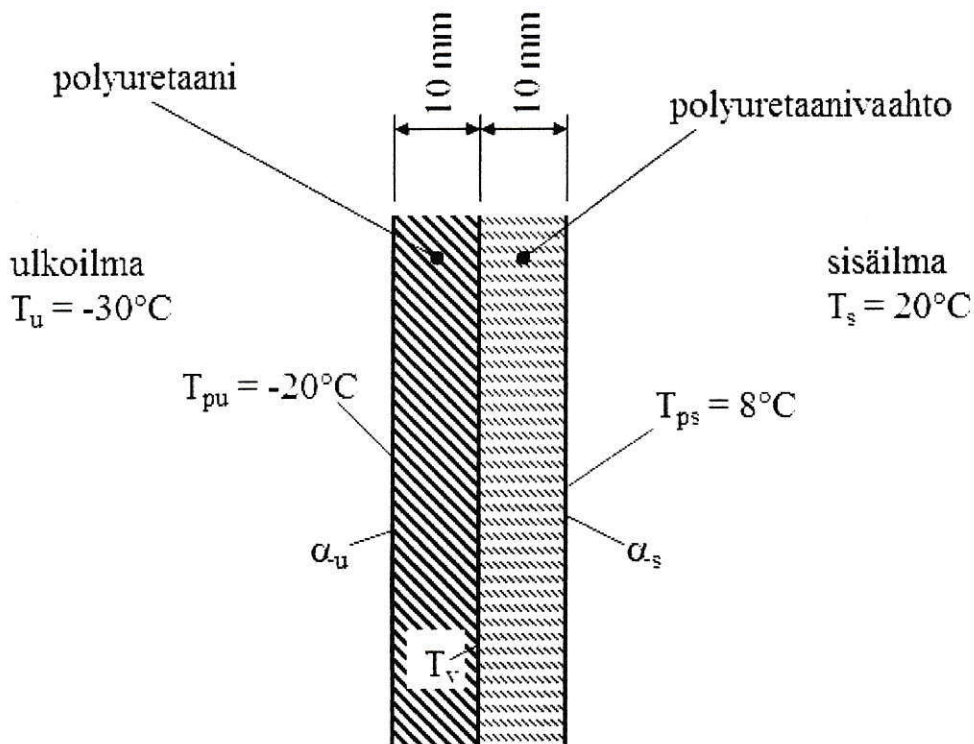


Osa 1 klo 16-19

Osa 1 tehdään tukimateriaalin kanssa. Tukimateriaalina saa olla mitä tahansa, mukaanlukien omakätiset muistiinpanot, mutta ei laskuharjoitusten ratkaisuja.

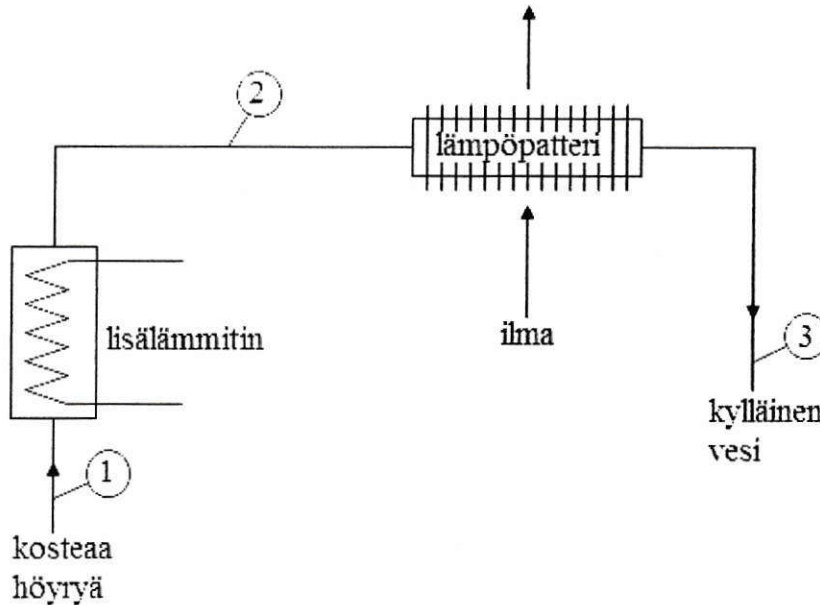
Opisto- ja AMK-insinöörit saavat halutessaan tehdä vain osan 1 jolloin tentti arvostellaan erillisellä arvosteluasteikolla. Kirjoita tällöin jokaisen paperin ylälaitaan selvästi sana Insinööri.

1. Alla olevan kuvan mukaisessa seinärakenteessa on tukirakenteena kiinteä polyuretaani ja lämpöeristeenä polyuretaanivaaho. Seinä eristää sisäilman ulkoilmasta ja siitä on mitattu sisäpinnan ja ulkopinnan lämpötilat. Lämpötilat ja seinärakenteen tiedot on annettu kuvassa.
 - a) Laske lämpövirta seinämän läpi pinta-alayksikköä kohti.
 - b) Laske sisäpinnan lämmönsiirtokerroin α_s ja ulkopinnan lämmönsiirtokerroin α_u (molempiin lämmönsiirtokertoimiin sisältyy konvektio ja säteily).
 - c) Laske lämpötila T_v polyuretaanin ja polyuretaanivaahdon rajapinnassa.



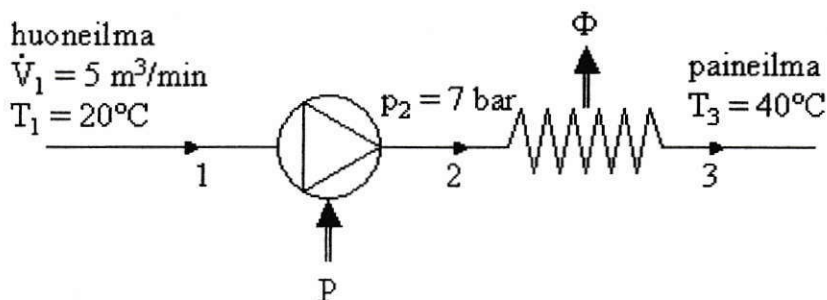
2. Metaanikaasua (CH_4) poltetaan 2 mol/s ilmakertoimella $\lambda = 1,2$.
 - a) Laske tarvittava palamisilmavirta (mol/s) ja palamisilmapuhaltimen tilavuusvirta (m^3/s), kun palamisilman lämpötila puhaltimen imuaukossa on 25°C .
 - b) Laske polttoaineteho, kun metaanikaasua poltetaan 2 mol/s .
 - c) Savukaasuista mitataan vapaan hapen $\text{O}_2(\text{g})$ mooliosuudeksi 4 %. Mikä on tällöin palamisen ilmakerroin?

3. Kuvan mukaisessa systeemissä menee 1 kg/s kosteaa höyryä lisälämmittimeen, jossa höyryä lämmitetään teholla 700 kW. Lisälämmittimestä höyry menee lämpöpatterille, joka lämmittää ilmaa lämpötilasta 5°C lämpötilaan 75°C. Lämpöpatterille puhallettava ilmavirta on 36 kg/s. Patterissa höyry lauhtuu kylmäksi vedeksi. Paine höyryputkessa on joka kohdassa välillä 1 - 3 sama 3 bar.



- Määritä höyryn tulistus (lämpötilaero höyryn ja samassa paineessa olevan kylmän höyryn välillä) lisälämmittimen ja lämpöpatterin välillä (kohta 2).
- Määritä höyryn massaosuus (höyrypitoisuus) lisälämmittimeen syötettävässä kosteassa höyryssä (kohta 1).

4. Mäntäkompressorin puristaa ulkoilmaa 7 bar:in paineeseen. Kompressorin isentrooppinen hyötysuhde on 0,7. Kompressorin jälkeen on lämmönvaihdin jossa paineilma jäähdytetään 40°C:een.



- Laske kompressorin paineaukosta (2) poistuvan paineilman lämpötila T_2 .
- Laske kompressorin akseliteho P.
- Laske lämmönvaihtimesta saatu lämpöteho Φ .

Osa 2 klo 19-20.

Osa 2 tehdään ilman mitään tukimateriaalia.

5. Ominaisentalpian $h(T,p)$ kokonaisdifferentiaalille pätee kurssikirjan kaava (161):

$$dh = c_p(T,p)dT + \left[v(T,p) - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right] dp.$$

Kaavasta (161) voidaan johtaa helposti kaava kiinteiden aineiden ja nesteiden ominaisentalpiaerotukselle

$$h(T_2, p_2) - h(T_1, p_1) = c_p(T_2 - T_1) + v(1 - T_1\gamma)(p_2 - p_1), \quad (1)$$

missä c_p on ominaislämpökapasiteetti vakiopaineessa (J/kgK), v on ominaistilavuus (m^3/kg)

ja γ on tilavuuden lämpötilakerroin (K^{-1}), joka määritellään kaavalla $\gamma = \frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p$.

Edellä mainitut suureet c_p , v ja γ ovat kaikki tarkasti ottaen lämpötilan ja paineen funktioita. Määrittele erikseen kullekin näistä suureista lämpötila ja paine, jossa suure tulee ottaa ylläolevassa kaavassa (1).

6. Käytä tämän tehtävän ratkaisemisessa kääntöpuolella olevaa vesihöyryn h,s -piirrosta. Veden moolimassa on $0,018 \text{ kg/mol}$. Vesihöyryä, jonka tila on (20 bar, 300°C), menee tilavuusvirralla $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ paineenalennusventtiiliin josta vesihöyry purkautuu ulkoilmaan. Virtausnopeuksien vaikutus voidaan jättää huomioon ottamatta. Yleinen kaasuvakio on $R = 8,314 \text{ J/mol K}$.
- Määritä venttiilistä purkautuvan vesihöyryn lämpötila.
 - Laske likimääräisesti entropian generoituminen venttiilissä (lähtevän ja tulevan entropiavirran erotus).