

ENY-C2001 Termodynamiikka ja lämmönsiirto

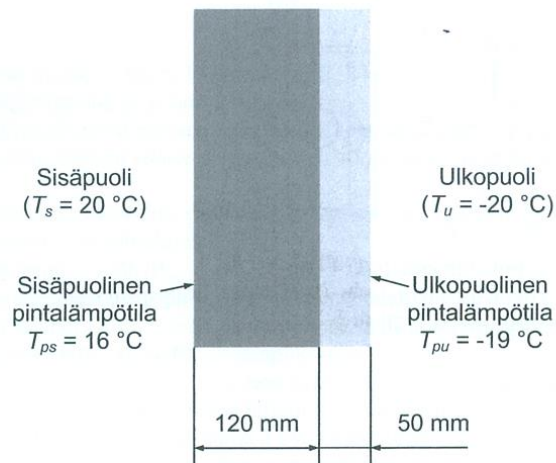
Tentti 5.1.2015 klo 16 – 20.

Vastaa kaikkiin viiteen tehtävään.

1. Teollisuusuunissa poltetaan propaanikaasua C_3H_8 ilmakertoimella $\lambda = 1,3$.
Propaanivirtaus uuniin on $0,2 \text{ mol/s}$. Savukaasut poistuvat uunista lämpötilassa $127 \text{ }^\circ\text{C}$.
Määritä:
 - a) Palamisilmavirtaus (mol/s)
 - b) Savukaasuvirtaus (mol/s) ja savukaasun koostumus (eri komponenttien mooliosuudet)
 - c) Polttoteho alemman lämpöarvon mukaan laskettuna (kW)
 - d) Savukaasujen mukana hukkaan joutuva teho (kW)
 - e) Hyödyksi saatava teho (kW)
 - f) Uunin hyötysuhde ()

(max. 6 pistettä)

2. Alla olevan kuvan mukainen seinä koostuu 120 mm paksusta betonikerroksestä, jonka ulkopuolella on 50 mm paksuinen mineraalivillakerros. Seinän toimintaa tarkasteltiin tilanteessa, jossa sisäilman lämpötila oli $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ja ulkoilman lämpötila oli $-20 \text{ }^\circ\text{C}$. Seinän sisäpinnan lämpötilaksi mitattiin $16 \text{ }^\circ\text{C}$ ja ulkopinnan lämpötilaksi $-19 \text{ }^\circ\text{C}$.
 - a) Laske lämpövirta seinämän läpi pinta-alayksikköä kohti.
 - b) Laske lämpötila T_{RP} betonin ja mineraalivillan rajapinnassa.
 - c) Laske sisäpinnan lämmönsiirtokerroin α_s ja ulkopinnan lämmönsiirtokerroin α_u (molempiin lämmönsiirtokertoimiin sisältyy konvektio ja säteily).



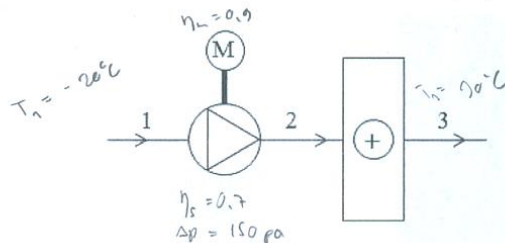
(max. 6 pistettä)

3. Höyrypatteriin johdetaan 120°C :sta kylläistä vesihöyryä $0,1 \text{ kg/s}$ (piste 1 kuvassa). Höyrypatterissa on säätöventtiili, missä tapahtuu $0,5 \text{ barin}$ painehäviö (väli 1 - 2). Höyrypatterista poistuu 80°C :sta kylläistä vettä (piste 3).
- Määritä höyryn tila pisteessä 1 (paine, ominaisentalpia, ominaisentropia).
 - Määritä höyryn tila pisteessä 2 (paine, lämpötila, ominaisentalpia, ominaisentropia). Onko kyseessä kostea höyry, kylläinen höyry vai tulistunut höyry?
 - Määritä veden tila pisteessä 3 (paine, ominaisentalpia, ominaisentropia).
 - Laske höyrypatterin luovuttama lämpöteho.



(max. 6 pistettä)

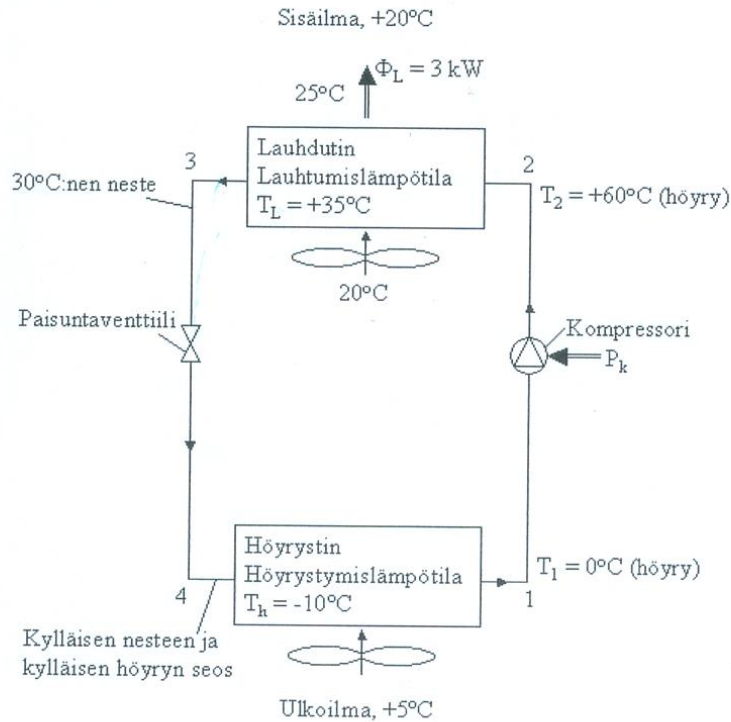
4. Alla olevan kuvan mukaisesti sähkömoottori pyörittää puhallinta ja puhaltimen jälkeen on sähköllä toimiva lämmityspatteri. Puhallin imee $\dot{V}_1 = 10 \text{ m}^3/\text{s}$ ulkoilmaa jonka lämpötila on $T_1 = -20^{\circ}\text{C}$ ja puhaltimen isentrooppinen hyötysuhde on $\eta_s = 0,7$ ja kokonaispaineen nousu on puhaltimessa $\Delta p = 150 \text{ Pa}$. Lämmityspatterin jälkeen ilman lämpötila on $T_3 = 30^{\circ}\text{C}$. Sähkömoottori on rakennettu puhaltimen sisään siten että kaikki moottorissa syntyvä hukkalämpö menee virtaavaan ilmaan. Sähkömoottorin hyötysuhde on $\eta_M = 0,9$.



- Laske ilman lämpötilan nousu puhaltimessa (väli 1-2).
- Laske systeemin tarvitsema kokonaissähköteho (moottori + lämmityspatteri).
- Laske entropian generointi puhaltimessa (väli 1-2).

(max. 6 pistettä)

5. Oheinen kuva esittää ulkoilmalämpöpumpun, joka siirtää lämpöä $+5^{\circ}\text{C}$:sta ulkoilmasta 20°C :een sisäilmaan lauhdutintehollla 3 kW .



Käytä tehtävässä hyväksi oheista kylmäaineen R134a log p,h -piirrosta ja vastaa seuraaviin:

- Määritä höyrystymispaine p_h ja lauhdumispaine p_L .
- Piirrä kylmäaineen prosessi oheiseen log p,h -diagrammiin. (Repäise diagrammi irti kysymyspapereista, kirjoita siihen nimesi ja opiskelijanumerosi ja palauta se vastauspapereiden mukana.)
- Määritä kylmäaineen massavirta \dot{m} ja kompressorin imuaukkoon menevä tilavuusvirta (m^3/s).
- Määritä kompressorin akseliteho P_k .
- Määritä lämpökerroin $\varepsilon = \Phi_L/P_k$.
- Määritä höyryn massaosuus x_4 paisuntaventtiilin jälkeen.
- Laske sellaisen lämpöpumpun, joka siirtää lämpöä ulkoilman lämpötilasta sisäilman lämpötilaan, termodynaamisesti paras mahdollinen lämpökerroin.
- Piirrä log p, h -diagrammiin piste 2s, johon päädyttäisiin, jos kompressori toimisi isentrooppisesti. Kuinka suurina olisivat tällöin kompressorin tehontarve ja laitteen lämpökerroin (jos laite suunniteltaisiin antamaan sama 3 kW lauhdutinteho)?
- Piirrä prosessi Ts-tasoon. Kvalitatiivinen piirros riittää, numeroarvoista ei tarvitse huolehtia. Pisteet 1,2, 2s, 3 ja 4 sekä kylästyskäyrä pitää pystyä tunnistamaan piirroksista.

(max. 12 pistettä)

30. (jatkoa) Kylmäaineen R134a log p,h - diagrammi [19].
 Entalpiain ja entropian nollapisteenä on kyläinen neste lämpötilassa -40°C.

