

Kirjoita jokaiseen vastauspaperiin: nimi, opintokirjan numero ja kotilaskujen suoritusvuosi.
Tehtävät 1 ja 2 vastataan paperille A, tehtävät 3 ja 4 paperille B.

Vastaa kaikkiin kysymyksiin.

1. Selitä, mitä tarkoittaa (0,2 p jokaisesta)

- a) siirtoilmiöt
- b) erotusprosessit
- c) intensiivi- ja ekstensiivisuureet
- d) aineen sisäenergia
- e) Newtoninen fluidi

2. Virtauksen rajakerros ja turbulenssi. Miten voidaan arvioida, onko virtaus turbulenttia kaukana rajapinnasta?

3. Lämmönsiirron perusmekanismit. Miten lämmönsiirron nopeus eri mekanismeilla riippuu lämpötiloista?

4. Puhtaan komponentin höyrynpaine. Miten aineiden höyrynpaineet vaikuttavat siihen, miten helppoa niitä on erottaa toisistaan tislaamalla?

JOKAINEN TEHTÄVÄ OMALLE KONSEPTILLE!

1. Kaksi sylinterimäistä vesisäiliötä ($p_a=p_b=1$ bar), joiden pohjien välillä ei ole korkeuseroa, on yhdistetty toisiinsa vaakasuoralla putkella, jonka sisähalkaisija on 75 mm ja pituus 300 m. Putken liittymät säiliöihin ovat terävät ja nestepinnan alapuolella. Putkimateriaalin karheus on 0,05 mm. Toisen säiliön halkaisija on 7 m, ja siinä on aluksi vettä 7 m korkeudelle. Toisen säiliön halkaisija on 5 m, ja siinä on aluksi vettä 3 m korkeudelle. Hetkellä t_0 avataan säiliöitä yhdistävässä putkessa oleva venttiili ($\zeta=2,7$).

Kuinka kauan kestää suuremman säiliön vedenpinnan laskeminen 1 m alkuperäisestä arvosta. Putkivastuskerroin lasketaan hetkellä t_0 ja se pysyy vakiona. Veden lämpötila on 20 °C.

2. Prosessiin pumpataan 180 m³/h jäähdytysvettä vesisäiliöstä. Imuputki on 25 m pitkä, sisähalkaisija on 175 mm ja siinä on kolme 90 ° ($R=D$) mutkaa, kaksi palloventtiiliä sekä sihti, jonka vastus on ($\zeta=3,5$). Painepuolen putki on 120 m pitkä, sisähalkaisija on 125 mm ja siinä on viisi 90 ° ($R=1,5D$) mutkaa, kaksi kalvoventtiiliä sekä yksi lautasventtiili. Putkimateriaali on tavallista terästä. Pumppu sijoitetaan 3 m vesisäiliön pinnan yläpuolelle. Paineputken ulostulo on ilmaan ja 12 m pumppua korkeammalla. Veden keskimääräinen lämpötila on 15 °C.

Soveltuuko LIITTEEN 1. mukainen pumppu Ø210 siipipyörällä jäähdytysveden pumppaukseen?

3. Bentseeni poistuu tislaukolonnista kylläisenä höyrynä ($T=353$ K), joka ensin lauhdutetaan ja sitten jäähdytetään 320 K:iin lämmönsiirtimessä. Bentseeniä syötetään siirtimeen 1,0 kg/s ja jäähdytysvettä (286 K) 5 kg/s. Lämmönsiirtokerroin bentseenipuolella lauhdutusosassa on 12000 W/m²K ja jäähdytysosassa 1900 W/m²K. Lämmönsiirtokerroin vesipuolella on vakio 4000 W/m²K. Seinämän lämmönsiirtovastus voidaan olettaa mitättömäksi.

Bentseenin höyrystymislämpö on 394,5 kJ/kg ja ominaislämpö 1758 J/kgK.

Laske vasta- ja myötävirtasiirtimen lämmönsiirtopinta-alat.

4. Kylläistä vesihöyryä (8 bar) virtaa vaakasuorassa putkessa, jonka sisähalkaisija 54 mm ja seinämän paksuus 3 mm. Ympäristön lämpötila on 17 °C. Putken ja eristeen pinnan emissiviteetti on 0,85 ja lämmönsiirtokerroin (putken pinnasta ympäristöön) h riippuu pinnan ja ympäristön välisestä lämpötilaerosta seuraavan yhtälön mukaisesti:

$$h = 1,65 \cdot \left(\frac{\Delta T}{K} \right)^{0,25} \text{ W/m}^2\text{K}$$

Putken seinämän lämmönsiirtovastus voidaan olettaa mitättömäksi.

a) Laske putken lämpöhäviöt pituusyksikköä kohden.

b) Kuinka paljon lämpöhäviöt pienevät, jos putki päällystetään 50 mm paksuisella eristekerroksella, jonka lämmönjohtavuus on 0,07 W/mK.

Serlachius
Pump Factory
Mänttä Finland



DE-125-80-200

r/min-RPM

2950

K00032

251182

Juoksupyörä
Impeller 200480

Max Ø 210 mm

Z 4

Umpinainen
Shrouded
Puolivoin
Semi-open

Min Ø 170/10° mm

Layers
Width 30 mm

