

Tehtävä 2.

Metallipallo upotetaan suureen vesisäiliöön, jossa olevan veden lämpötila on $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pallon halkaisija on 1 cm ja sen tasainen alkulämpötila on $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lämmönsiirtymiskerroin on $500\text{ W}/(\text{m}^2\text{ K})$. Mikä on pallon keskimääräinen lämpötila 10 sekunnin kuluttua upottamisesta?

Metallista tiedetään, että kun siitä valmistettua kuutiota (särmä 15 cm) jäädytettiin tasaisesta alkulämpötilasta $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ voimakkaalla vesivirralla (lämpötila $10\text{ }^{\circ}\text{C}$), jolloin kuution pintalämpötila oli käytännöllisesti katsoen veden lämpötila, oli lämpötila kuution keskipisteessä 5 minuutin kuluttua $28\text{ }^{\circ}\text{C}$. Metallin tiheys on $9000\text{ kg}/\text{m}^3$ ja ominaislämpö $500\text{ J}/(\text{kg K})$.

Tehtävä 3.

Newtonista nestettä virtaa laminaaristi ja stationääristi vaakasuorassa annuluksessa eli kahden samankeskisen putken välissä. Sisempi putkista liikkuu positiiviseen z -suuntaan nopeudella 0.02 m/s . Sisemmän putken säde $r_1 = 0.1\text{ m}$ ja ulomman $r_2 = 0.15\text{ m}$. Virtausnopeus positiiviseen z -suuntaan annuluksessa on 0.2 m/s 0.12 m etäisyydellä putkien yhteisestä akselista. Voit olettaa, että viskositeetti ja painegradientti ovat vakioita. Nesteen viskositeetti on 1 mPas . Mikä on painegradientin suuruus?

Tehtävä 4.

Seulapohjakolonissa tislataan kolmen komponentin, etanoli(1) - tert-butanoli(2) - vesi(3), seosta. Komponenttien höyrystymisentälpiat voidaan olettaa yhtäsuuriksi. Pohjalta poistuvan höyryn koostumus mooliosuuksina on

$$y_{1,0} = 0.5558 \quad y_{2,0} = 0.1353$$

Pohjalla olevan nesteen kanssa tasapainossa olevan höyryn koostumus mooliosuuksina on

$$y_{1,eq} = 0.6040 \quad y_{2,eq} = 0.1353$$

Tarkastele aineensiirtoa höyryfilmissä ja esitä diffuusioyhtälöt ja tarvittava lisäehto systeemille. Laske kaikkien kolmen komponentin vuot ja suunnat keskimääräisessä höyryn koostumuksessa. Keskimääräinen höyryn koostumus lasketaan poistuvan ja tasapainossa olevan höyryn mooliosuuksien keskiarvona. Määritä ja piirrä itse soveltuvin koordinaatisto, josta suunnat ja koostumukset ilmenevät. Voit olettaa tarvittavien fysikaalisten suureiden sisältyvän seuraaviin ryhmiin.

$$\frac{dr}{c_i \mathcal{D}_{12}} = 12.5 \frac{\text{s}}{\text{mol}}$$

$$\frac{dr}{c_i \mathcal{D}_{23}} = 6.25 \frac{\text{s}}{\text{mol}}$$

$$\frac{dr}{c_i \mathcal{D}_{13}} = 4.7619 \frac{\text{s}}{\text{mol}}$$

missä dr on aineensiirtomatka, c_i on kokonaiskonsentraatio ja \mathcal{D}_{ij} on Maxwell-Stefan diffuusiokerroin.