

Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

$$B_j = \frac{hL_c}{\lambda}$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho c_p}$$

$$Fo = \alpha \frac{\Delta T}{L^2}$$

1. Vastaa seuraaviin kysymyksiin lyhyesti ja käyttämättä kaavoja tai symboleita.
 - a) Biotin luku on kahden samantyyppisen asian suhde. Mitä ne ovat?
 - b) Mistä kolmesta ominaisuudesta a-kohdan suhteessa osoittajana oleva asia riippuu ja millä tavoin?
 - c) Mistä kahdesta ominaisuudesta a-kohdan nimittäjänä oleva asia riippuu ja millä tavoin?
 - d) Selitä, miksi ripojen käyttö usein tehostaa lämmönsiirtymistä. Selitä edelleen, miksi ripojen käyttö kuitenkin tietyissä tilanteissa voi heikentää lämmönsiirtoa.
 - e) Kuinka monta alkuehtoa tarvitaan 2D epästationäärisessä johtumisongelmassa?
 - f) Ratkaiset 2D epästationääristä johtumisongelmaa implisiittisesti differenssimenetelmällä. Minkälaisia rajoite-ehtoja sinun tulee asettaa aika-askeleen Δt valinnan suhteen stabiilisuuden näkökulmasta?
2. Levyssä kehittyvä sähkövirran vaikutuksesta homogeenisesti jakautunut lämpövirran tiheys Q (W/m^3). Levyn pinnat pidetään vakio- T_1 ja T_2 . Määritä levyn maksimilämpötilan lauseke, kun levyn pituus on L ja lämmönjohtavuus λ on vakio. Käsittele tapaus yhdessä dimensiossa.

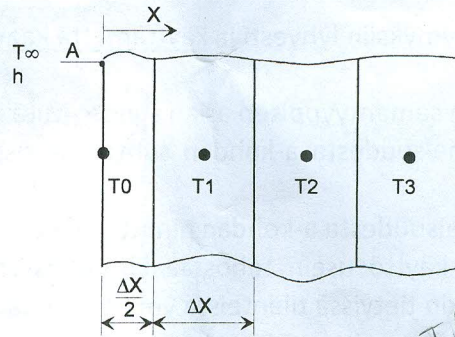
$$\frac{1}{4\pi\lambda} \left(\frac{1}{r_1^2} - \frac{1}{r_2^2} \right)$$
3. Nestetyyppä ($T = 77$ K) säilytetään pallonmuotoisessa astiassa, jonka halkaisija on 0.5 m. Astia on eristetty 25 mm:n paksuisella pulverieristeellä, jonka lämmönjohtavuus $\lambda = 0.0017$ W/mK. Ympäristön lämpötila on 300 K ja konvektiivinen lämmönsiirtymiskerroin 20 W/m²K. Kuinka paljon nestettä vuorokaudessa kiehuu, kun tyypin höyrystymislämpö on 2×10^5 J/kg ja tiheys 804 kg/m³. Astian seinämän lämpövastus voidaan jättää huomiotta. Käytä lämpöverkkomallia. Mitä voit todeta, jos samassa astiassa säilytettäisiin nesteheliumia, jonka höyrystymislämpötila on 4.2 K, höyrystymislämpö 2×10^4 J/kg ja tiheys 125 kg/m³?

$$\frac{1}{h 4\pi r^2}$$
4. Laakerointiin tarkoitettuja teräskuulia (halkaisija $D = 1.2$ cm, lämmönjohtavuus $\lambda = 15.1$ W/mK, termien diffusiviteetti $\alpha = 3.91 \times 10^{-6}$ m²/s) lämpökäsitellään uunissa. Uunista poistuessaan ne tuodaan huoneilmaan ($T = 30$ °C), jolloin kuulat ovat 900 °C:n tasalämpötilassa. Kuulat karkaistaan pudottamalla ne vesikylpyyn, ennen kuin niiden lämpötila alittaa 850 °C. Kuinka kauan kuulat voivat olla huoneen lämpötilassa ennen veteen upottamista, kun konvektiivinen lämmönsiirtymiskerroin h kuulista ilmaan on 125 W/m²K? (Pallon pinta-ala $A = \pi D^2$ ja tilavuus $V = \pi D^3/6$)

$$\frac{1}{h 4\pi r^2}$$

KÄÄNNÄ!

5. Oheisen levyn (pinta-ala A) epästationääriä lämmönsiirtoa ratkaistaan eksplisiittisesti differenssimenetelmällä. Levyn reunaa jäähdytetään konvektiivisesti. Tarkastele stabiilisuusehtoa levyn reunan lämpötilan T_0 suhteen ja määritä maksimaalinen aika-askel, kun Biotin luku $Bi = 0.5$, levyn terminen diffusiviteetti $\alpha = 6 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ ja etäisyys $\Delta x = 6 \text{ mm}$.



$$hA(T_{\infty} - T_0)$$

$$\lambda A \frac{T_1 - T_0}{\Delta x}$$

$$\rho C_p V \frac{T_0^{n+1} - T_0^n}{\Delta t}$$