

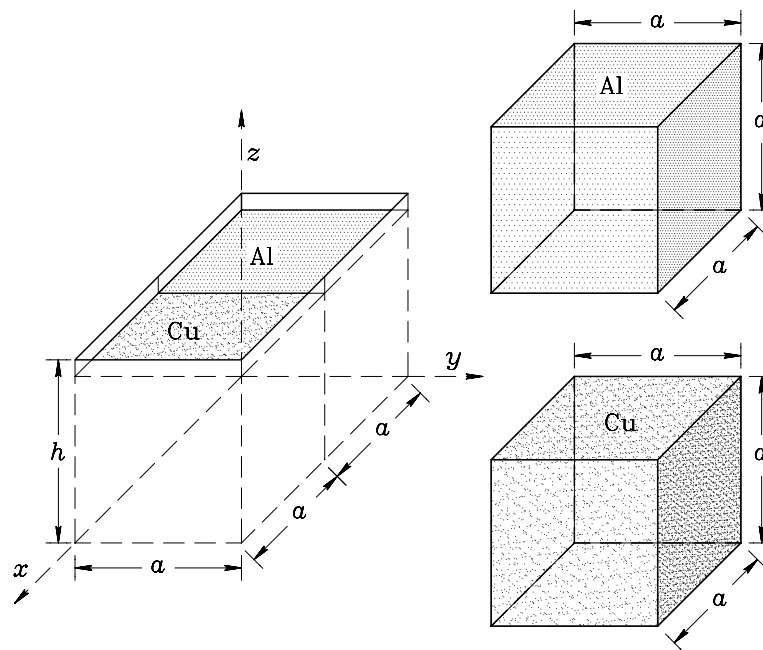
10. VAJA IZ MEHANIKE TRDNIH TELES

(linearizirana elastičnost, plastično tečenje)

NALOGA 1: Palico kvadratnega prereza $5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$, katere težiščna os poteka od točke $A(0, 0, 0)$ do točke $B(3\text{ m}, 4\text{ m}, 5\text{ m})$, obremenimo na obeh krajiščih z natezno osno silo $F = 100\text{ kN}$ in z zunajim tlakom $p = 1 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$, ki deluje na vse ploskve palice. Po obremenitvi se palica podaljša za 1.8 mm , prečni prerez pa ostane kvadraten, dimenzij $4.9995\text{ mm} \times 4.9995\text{ mm}$. Ob predpostavki, da v telesu vlada homogeno napetostno in defomacijsko stanje, izračunaj elastični modul E in Poissonov količnik ν . Izračunaj tudi komponente napetostnega tenzorja v kartezijskem koordinatnem sistemu v poljubni točki palice.

NALOGA 2: V togi podlagi je luknja dimenzij $2a \times a \times h$. Vanjo brez trenja vstavimo aluminijasto in bakreno kocko dimenzij $a \times a \times a$.

- Za koliko kelvinov moramo segreti aluminijasto kocko, da ta v vertikalni smeri zapolni luknjo. Izračunaj napetosti v obeh kockah.
- Aluminijasto kocko segrejemo za 1 K , bakreno kocko pa ohladimo za 1 K . Izračunaj napetosti v obeh kockah.



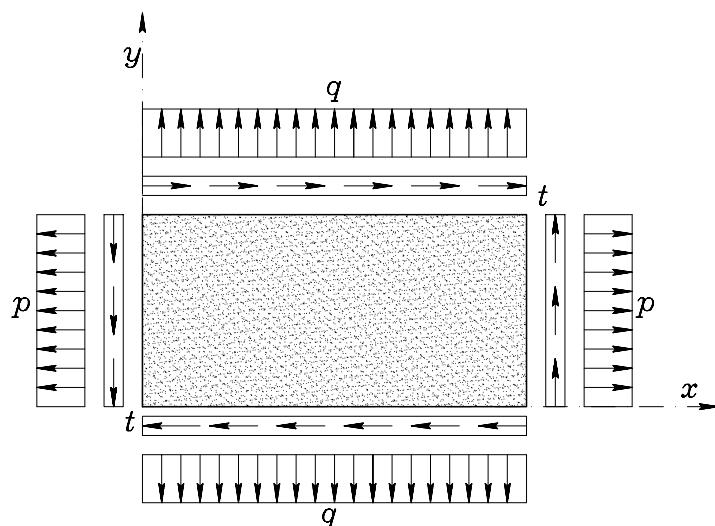
Pri računu v vsaki kocki predpostavi homogeno napetostno stanje. Stik med kockama in stene podlage so toplotno izolirane (med kockama ni prevajanja toplote). Trenje med kockama in luknjo in trenje med kockama zanemari.

Podatki: $a = 1\text{ cm}$, $h = a + 10^{-4}\text{ cm}$, $E_{\text{Al}} = 72\,000\text{ MPa}$, $E_{\text{Cu}} = 115\,000\text{ MPa}$, $\nu_{\text{Al}} = 0.34$, $\nu_{\text{Cu}} = 0.34$, $\alpha_{T_{\text{Al}}} = 2.29 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$, $\alpha_{T_{\text{Cu}}} = 1.67 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$.

Rešitev:

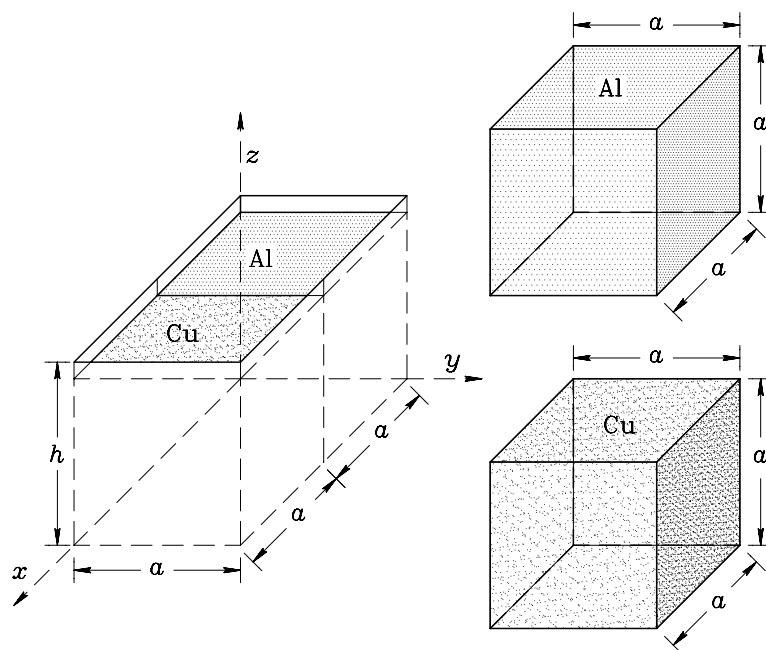
NALOGA 3: Kvader na sliki (slika prikazuje naris) je obremenjen z enakomernimi zunanji obtežbami $p = 10 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$, t in q . Napetostno stanje je ravninsko, homogeno. Kvader je iz linearno elastičnega izotropnega, homogenega materiala. Določi manjkajoči obtežbi t in q , pri katerih hkrati nastopi plastično tečenje po Missesovem kriteriju in po Trescovem kriteriju. Določi tudi velikosti in smeri glavnih normalnih deformacij tik pred začetkom plastifikacije.

Podatki: $E = 2 \cdot 10^4 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$, $\nu = 0.3$, $\sigma_Y = 24 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$.



NALOGA 4: V togi podlagi je luknja dimenzij $2a \times a \times h$. Vanjo brez trenja vstavimo aluminijasto in bakreno kocko dimenzij $a \times a \times a$.

Obe kocki segrejemo na enako temperaturo. Za koliko kelvinov moramo segreti kocki, da po Misesovem kriteriju nastopi plastično tečenje?

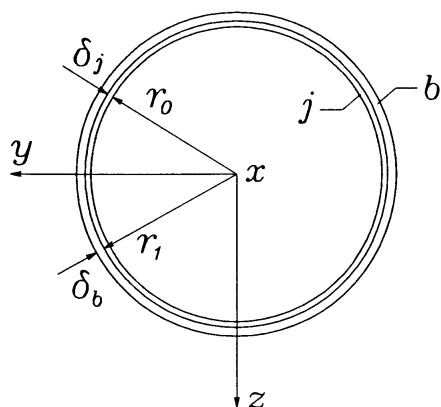


Pri računu v vsaki kocki predpostavi homogeno napetostno stanje. Trenje med kockama in luknjo in trenje med kockama zanemari.

Podatki: $a = 1 \text{ cm}$, $h = a + 10^{-4} \text{ cm}$, $E_{\text{Al}} = 72\,000 \text{ MPa}$, $E_{\text{Cu}} = 115\,000 \text{ MPa}$, $\nu_{\text{Al}} = 0.34$, $\nu_{\text{Cu}} = 0.34$, $\alpha_{T_{\text{Al}}} = 2.29 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$, $\alpha_{T_{\text{Cu}}} = 1.67 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$, $\sigma_{Y_{\text{Al}}} = 50 \text{ MPa}$, $\sigma_{Y_{\text{Cu}}} = 120 \text{ MPa}$.

Rešitev:

NALOGA 5: Podvodni cevovod je sestavljen iz jeklene notranje in varovalne bakrene zunanje cevi, ki se tesno, vendar brez napetosti prilegata med seboj (skica). Konstrukcijska izvedba cevovoda je takšna, da so vzdolžne normalne napetosti v pravokotnem prečnem prerezu cevi zanemarljivo majhne.



$$r_o = 50 \text{ cm}$$

$$\delta_j = 1 \text{ cm}$$

$$\delta_b = 1.5 \text{ cm}$$

$$E_j = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

$$\nu_j = 0.30$$

$$E_b = 1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

$$\nu_b = 0.34$$

Določi velikost tlačne obremenitve p , pri kateri po Misesovem kriteriju nastopi plastično tečenje

- pri tlačnem preizkusu cevovoda na kopnem z notranjim hidrostaticnim tlakom velikosti p ,
- med obratovanjem cevovoda z notranjim tlakom p v globini 200 m pod vodo!

Meji tečenja znašata $\sigma_Y^j = 240 \text{ MPa}$, $\sigma_Y^b = 120 \text{ MPa}$. Kje najprej nastopi tečenje?