

Faglig ansvarlig under eksamen:
Navn: Johannes Bremer
Tlf.: 3582

EKSAMEN I FAG 70515 FYSIKK FOR AVD. III 2. ÅRSKURS 1985/86.
(Kontinuasjonsksamen)

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator tillatt.
K.J. Knutsen: Formler og data i fysikk.
O.H. Jahren, K.J. Knutsen:
Formelsamling - Matematikk.

De enkelte delspørsmålene er i stor grad uavhengige av hverandre. Det forlanges både formel- og tallsvar der det siste er mulig.

Oppgave 1.

I temperaturområdet 300 - 800 K kan varmekapasiteten til kopper representeres ved

$$c_p = a + bT$$

hvor T står for temperaturen. Varmeutvidelseskoeffisienten β er lik

$$\beta = g + hT$$

i det samme området. Konstantene har verdiene
 $a = 2.33 \cdot 10^4 \text{ J/(molK)}$, $b = 5.56 \text{ J/(molK}^2)$, $g = 4.33 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$,
 $h = 0.222 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-2}$. Tettheten til kopper er 8.96 g/cm^3 og atomvekten er 63.54.

- a) Kan en varmekapasitet generelt kalles en tilstandsfunksjon? Hva er den geometriske betydningen av β i et p, V, T -diagram?
- b) Beregn entropiforandringen ΔS for 10 g kopper når temperaturen øker fra 300 til 800 K og trykket holdes konstant.
- c) Hvor stor volumforandring forårsaker temperaturøkningen?
- d) Kopperstykket, med temperatur 800 K, blir så utsatt for en plutselig trykkøkning på $0.8 \cdot 10^5$ Pa. Bruk relasjonen

$$Tds = c_p dT - \beta v T dp$$

og estimer den resulterende temperaturforandringen.

Oppgave 2.

I en atomreaktor blir uranstaver kjølt med sirkulerende vann som under normal drift og stasjonære forhold har temperaturen 60°C . I stavene utvikles det varme overalt. Denne effektproduksjonen antas å være konstant og er lik 10.0 W/cm^3 . Stavidiameteren (5 cm) er mye mindre enn stavlengden, og varmeledningsevne og varmekapasitet er lik henholdsvis 0.3 W/(cmK) og 0.12 J/(gK) . Stavene har tettheten 19.0 g/cm^3 og smelter ved 1132°C . Varmeovergangstallet mellom stav og vann har verdien $0.28 \text{ W/(cm}^2\text{K)}$.

- a) Hva blir temperaturforskjellen mellom kjølevannet og stavoverflaten? Forklar hvorfor vi kan neglisjere varmetransport langs stavaksene.
- b) Beregn og plott opp stavtemperaturen som funksjon av avstanden fra stavaksen.
- c) Regn ut den midlere temperaturen i stavene.
- d) Estimer hvor lang tid det vil gå før en uranstav smelter hvis

kjølevannet plutselig blir borte. Se bort fra luftkonveksjon samt virkning av varmestråling og varmeledning fra stav-overflaten. Anta for enkelhets skyld at hele staven har temperaturen 157°C i det øyeblikket kjølevannsforsyningen svikter.

Oppgave 3.

To mekaniske svingesystemer som begge drives av en harmonisk kraft på formen $F_0 \exp(i\omega t)$ har identiske svingemasser m og dempningskonstanter $\gamma = 3.7 \text{ s}^{-1}$. Egenfrekvensene er også like og har verdien $\omega_0 = 6.7 \text{ s}^{-1}$. Kraft/masseforholdet F_0/m er lik 200.0 m/s^2 . Svingesystemene skal brukes til å generere overflatebølger i et vannbasseng.

- a) Beregn og plott opp oscillatoramplituden for ett av systemene som funksjon av ω .
- b) Vinkelfrekvensen ω skal stilles inn slik at amplituden på overflatebølgene blir maksimal. Regn ut denne vinkelfrekvensen ved å anta at den tilsvarende den verdien som også medfører det maksimale oscillatorutsvinget.
- c) Bølgeamplituden viser seg å være 5% av oscillatoramplituden og bølgelengden er på 3.0 m. Regn ut fasehastighet og transversal hastighet for bølgene.
- d) De to svingesystemene orienteres slik at harmoniske bølgetog går i nøyaktig motsatt retning og interfererer. Utled et uttrykk for resultatamplituden til overflatebølgene.