

TFY4115 Fysikk (MTELSYS/MTTK/MTNANO)

Øving 10

Veiledning: 31.okt-2. nov.

Gruppenndelingen finner du på emnets nettside.

Innlevering: Fredag 3. nov. kl. 12:00

Lever øvinger i bokser utenfor R4 eller i epost til studass.

Oppgave 1-5 er relativt små oppgaver, pass på å få tid til den større pumpeoppgaven 6.

DATA DU KAN FÅ BRUK FOR I ØVINGEN:

Spesifikk varmekap. vann	$C'_{\text{vann}} = 1,00 \text{ cal}/(\text{g} \cdot \text{K}) = 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
Spesifikk varmekap. is	$C'_{\text{is}} = 2,00 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
Spesifikk smeltevarme is ved 0°C	$L'_{\text{is}} = 334 \text{ kJ}/\text{kg}$
Spesifikk fordamp.varme vann 100°C	$L'_f = 2257 \text{ kJ}/\text{kg}$
Spesifikk varmekap. aluminium	$C'_{\text{Al}} = 0,91 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
Massetettheten vann	$0^\circ\text{C} : \rho_{\text{vann}} = 1,000 \text{ g}/\text{cm}^3; \quad 100^\circ\text{C} : \rho_{\text{vann}} = 0,959 \text{ g}/\text{cm}^3$
Molar masse (molvekt, M_w) vann	$18,0 \text{ g}/\text{mol}$
Molar masse luft	$29 \text{ g}/\text{mol}$
Molar masse jern, Fe	$55,9 \text{ g}/\text{mol}$
Normaltrykk	$p_0 = 1,00 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 1,013 \text{ bar} = 1013 \text{ hPa} \quad (\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2)$
Luft (toatomig):	$C_V = 5/2 R; \quad C_p = C_V + R; \quad \gamma = C_p/C_V = 7/5$

Oppgave 1. Varmekapasiteter.

Luft, vann og jern er tre ganske ulike stoffer. Hvilken av disse tror du krever hhv. minst og mest energi per masseenheter for å heve temperaturen med en grad, ved romtemperatur og konstant trykk? Sjekk gjetningen din ved å regne ut spesifikk varmekapasitet C'_p , i enheten cal/gK for hver av de tre stoffene.

Oppgave 2. Kalorimetri: Tevann.

En tekanne av aluminium med vekt 0,95 kg, fylt med 2,5 l vann med temperatur 12°C , settes på ei kokeplate med effekt 1,5 kW.

- Se bort fra varmetap til omgivelsene, og beregn hvor stor varmemengde Q som må tilføres kjele + vann for å varme det hele opp til vannet koker. Angi Q både i enheter J og i kWh.
- Finn så tida t det tar fra kjelen settes på, til det koker. Anta induksjonskomfyr, slik at varmekapastiteten til komfyrplata er neglisjerbar. Og angi t i den enheten du ville brukt hvis noen spurte deg "hvor lenge er det til teen er ferdig?"

Oppgave 3. Kalorimetri: Smelting av is med varmt vann.

Et isolert kar med neglisjerbar masse inneholder et volum $V = 2,50 \text{ l}$ vann med temperatur $T_1 = 75^\circ\text{C}$. Is med temperatur $T_{\text{is}} = -20^\circ\text{C}$ tømmes i vannet – og det røres til alt har fått samme temperatur, som måles til $T_2 = 40^\circ\text{C}$.

Finn et uttrykk for hvor mye is m_{is} som har smeltet og sett inn tallverdier til slutt.

Oppgave 4. Fordampningsarbeid.

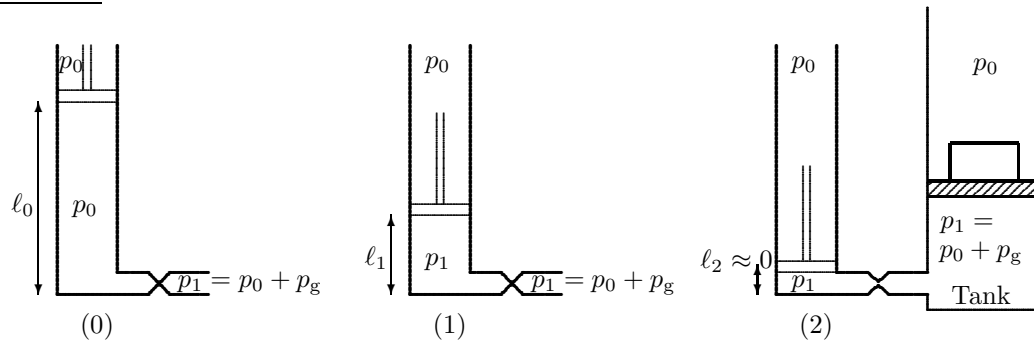
Når vann fordamper brukes en del av fordampningsvarmen til å gjøre arbeid mot det ytre trykket. Hvor stor del av fordampningsvarmen går med til dette arbeidet ved 100°C og 1 atm?

Kan man se bort fra vannets volum i utregningen?

Oppgave 5. Atmosfære.

Hvor mye synker temperaturen når tørr luft stiger 100 m rett opp og man kan anta at utvidelsen skjer adiabatisk? Anta at temperaturen i utgangspunktet er 20°C , at trykket er 1,00 atm (1013 hPa), og at trykkreduksjonen er 13 hPa per 100 m høydeendring.

Oppgave 6. Adiabatisk luftpumpe og ventiler.



Ei pumpe (f.eks. ei stor sykkelpumpe) består av en $l_0 = 0,25$ m lang sylinder med et bevegelig stempel. Pumpa komprimerer luft fra atmosfæretrykk $p_0 = 101$ kPa inn i en stor trykktank. Tanken er bare vist i stilling (2) helt til høyre og trykket i den holdes konstant og lik p_1 med et stempel og et lodd som gir overtrykket $p_g = 510$ kPa.

I tilstand (0) er stempelet helt ute i den ene enden av sylindere ($\ell = \ell_0$) og lufttrykket lik atmosfæretrykk. I tilstand (1) er trykket i sylindere akkurat lik trykket p_1 i trykkbeholderen. I pkt. **a. - c.** regner vi på denne prosessen. Ved videre kompresjon (1) - (2) vil ventilen til trykktanken åpne og lufta presses inn i denne med konstant trykk p_1 . Første del av kompresjonen (0) - (1) er adiabatisk kompresjon mens kompresjonen (1) - (2) er isobar og adiabatisk.

Når ett slag er gjennomført, trekkes pumpestempelet tilbake til ℓ_0 og fylles med luft fra omgivelsene (p_0, T_0) og klar for neste slag. Ventil som slipper inn luft er ikke vist i figuren.

- Hvor langt $\Delta\ell = \ell_0 - \ell_1$ har stempelet beveget seg i sylindere idet gass begynner å strømme inn i tanken?
- Hvis lufta har temperatur $T_0 = 27^\circ\text{C}$ når den kommer inn i pumpa, hva er temperaturen til den komprimerte lufta med trykk p_1 (og volum V_1)?
- Hvor stort arbeid W_k må utføres på 20 mol luft for å komprimere den adiabatisk på denne måten? Til dette må pumpa gjøre mange slag, men trykket p_1 er det samme hver gang.
- Når trykket p_1 er oppnådd skal pumpa for hvert slag presse lufta videre inn i den store tanken ved prosess (1) - (2). Anta $\ell_2 = 0$, dvs. all opprinnelig luft presses inn i tanken slik at volumet V_1 presses inn for hvert slag. Beregn arbeidet W_t som kreves i prosess (1) - (2) for å presse inn totalt 20 mol luft.

EKSTRAOPPGAVE:

e. Beregn det totale arbeidet W_{netto} som pumpa må utføre for å presse 20 mol luft inn i tanken (komprimering og innpressing). Husk at pumpa trenger ikke gjøre hele arbeidet aleine, atmosfæretrykket bidrar med arbeidet $p_0 V_0$, der V_0 er volumet av lufta før komprimeringen (forklar hvorfor).

EKSTRAOPPGAVE:

Oppgave 7. Adiabatlikninger.

Vi har i forelesningene vist følgende likning for en adiabatisk prosess for en ideell gass:

$$pV^\gamma = \text{konstant}.$$

Vis med grunnlag i denne de to andre adiabatlikninger for ideell gass:

$$TV^{\gamma-1} = \text{konstant} \quad T^\gamma p^{1-\gamma} = \text{konstant}.$$