

Øving 10

Veiledning: Torsdag 3. nov. kl 10:15-12.

Innlevering: Tirsdag 8. nov. kl. 13:00

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 (molekylvekt) vann	$M_w = 18,0 \text{ g}/\text{mol}$
Normaltrykk	$p_0 = 1,00 \text{ atm} = 1,01 \text{ bar} = 101 \text{ kN}/\text{m}^2 = 101 \text{ kPa}$
Luft (toatomig):	$C_V = 5/2 R; \quad C_p = C_V + R; \quad \gamma = C_p/C_V = 7/5$

Oppgave 1. Tilstandsdiagram og arbeid

En ideell gass er innesluttet i en sylinder med et tettsluttende stempel. Trykket er p_1 og volumet er V_1 . Gassen varmes først langsomt ved konstant volum slik at temperaturen dobles, deretter kjøles den ved konstant trykk inntil den har fått sin opprinnelige temperatur. Tegn inn prosessene i et pV -diagram og vis at arbeidet gjort på gassen er lik $p_1 V_1$.

Oppgave 2. 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.

a. 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.

b. Finn så tida t det tar fra kjelen settes på, til det koker. Anta induksjonskomfyr, slik at varmekapasiteten 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. 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?

Siden det er snakk om relativ andel, er mengden vann irrelevant, og du kan i regningen f.eks. bruke 1,00 mol. Anta vanddampen er ideell gass.

Oppgave 5. Adiabatlikninger.

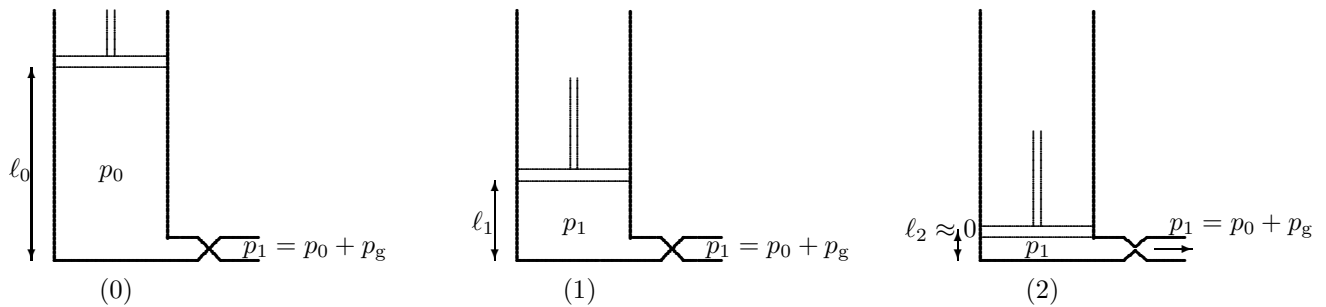
Vi har i forelesningene vist følgende likning for en adiabatisk prosess for en ideell gass:

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

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

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

Oppgave 6. Adiabatisk luftpumpe og ventiler



Ei pumpe (tenk på en stor sykkelpumpe) består av en $l_0 = 0,25$ m lang sylinder med et bevegelig stempel. Pumpa brukes til å komprimere luft fra atmosfæretrykk $p_0 = 1,01 \cdot 10^5$ Pa inn i en stor tank med et overtrykk $p_g = 5,1 \cdot 10^5$ Pa. Trykktanken (ikke vist i figuren) er så stor at trykkøkningen i tanken under prosessen blir ubetydelig.

I tilstand (0) er stempelet helt ute i den ene enden av sylindern ($\ell = \ell_0$) og lufttrykket lik atmosfæretrykk. I tilstand (1) er trykket i sylindern 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 sylindern 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 (siden trykktanken er stor).
- 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.
- 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).

Oppgave 7. To flervalgsoppgaver

Eksamen vil bestå av 25-30 % flervalgsoppgaver. Det kommer noen slike i øvingene, ellers henvises til tidligere midtsemesterprøver på nettsidene under "Eksamensoppgaver". Svaret er kun "A", "B", "C", "D" eller "E".

a. To baller blir sluppet fra samme høyde 6,0 m. Ball A spretter opp til en høyde 4,0 m mens ball B spretter opp til 2,0 m. Hvilken ball mottar det største kraftstøtet (får størst endring i bevegelsesmengden) i løpet av kollisjonen mot golvet? Se bort fra luftmotstand.

- ball A
- ball B
- De får begge samme kraftstøt
- Umulig å vite uten å vite massen til ballene.
- Umulig å vite uten å vite lengden på kollisjonen.

b. En horisontal kraft \vec{F} blir brukt for å skyve en gjenstand med masse m oppover et skråplan. Vinkelen mellom skråplanet og horisontalplanet er θ . Normalkrafta som virker fra skråplanet på massen m har størrelse:

- $mg \cos \theta + F \cos \theta$
- $mg \cos \theta$
- $mg \cos \theta + F \sin \theta$
- $mg \cos \theta - F \cos \theta$
- Umulig å bestemme uten å vite friksjonskoeffisient og/eller akselerasjon.