

## Øving 9

*Veiledning:* Man 31. okt. 14:15-16 og ons 2. nov. 10:15-12. Gruppeinndelingen finner du på emnets nettside.  
*Innlevering:* Torsdag 3. nov. kl. 12:30 Lever øvinger i bokser utenfor R1.

**Oppgave 1.**

Prøv å gjette hvor mye lufta i soverommet ditt veier. Foreta så en beregning.

**Oppgave 2. Væskeutvidelse.**

Finn ut omtrentlig hvor mye etanol du må ha i "kula" nederst på et sprittermometer dersom 1,00 mm på søylen skal tilsvare 0,10 °C. Anta et sirkulært tverrsnitt på spritsøylen (som skal være synlig også for oss som har passert femti, la si f.eks. diameter 0,40 mm). Relativ volumøkning for etanol er 0,100 % når temperaturen øker med en grad, dvs.  $\beta = \frac{\Delta V}{V} \frac{1}{\Delta T} = 0,00100 \text{ K}^{-1}$ .

**Oppgave 3. van der Waals tilstandslikning.**

**a.** Beregn trykket  $p$  i  $n = 1,00$  mol luft ved 20°C og volum 24,0 l når du antar at luft er en ideell gass. Finn  $p$  når gassen er komprimert til 0,24 l.

**b.** Når tettheten øker, vil luft avvike fra ideell gass. Da kan van der Waals' tilstandslikning benyttes som en bedre tilnærming:

$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right) (V - bn) = nRT,$$

der  $a$  og  $b$  er konstanter<sup>1</sup>. Hva blir trykket  $p$  for  $n = 1,00$  mol luft ved de samme volum 24,0 l og 0,24 l når van der Waals' tilstandslikning brukes med verdier for luft  $a = 1,368 \text{ bar} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kmol}}\right)^2$  og  $b = 0,0367 \text{ m}^3/\text{kmol}$ ?

OPPGITT: 1 kmol = 1000 mol; 1 bar = 1,000 · 10<sup>5</sup> Pa; 1 atm = 1,013 · 10<sup>5</sup> Pa. 1 l = 1 · 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>.

**Oppgave 4. Trening i første hovedsetning.**

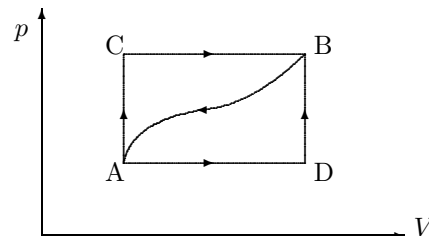
I et termodynamisk system foregår en tilstandsforandring fra A til B. Når prosessen følger vegen ACB (se figuren) opptar systemet 80 J varme samtidig som det utfører et arbeid på 30 J.

**a.** Hva er forskjell i indre energi  $U$  mellom tilstand A og B?

**b.** Hvor stor varmemengde  $Q_{ADB}$  mottar systemet dersom prosessen følger vegen AD når det utførte arbeid i dette tilfellet er 10 J?

**c.** Systemet går tilbake fra tilstand B til utgangspunkt A langs den krumme banen. Under denne prosessen utføres et arbeid 20 J på systemet. Vil systemet motta eller avgi varme under denne prosessen, og i tilfelle hvor mye?

**d.** Anta at de indre energiene i tilstandene A og D er henholdsvis  $U_A = 80 \text{ J}$  og  $U_D = 120 \text{ J}$ . Finn de mottatte varmemengder  $Q_{AD}$  og  $Q_{DB}$  under prosessene AD og DB.



<sup>1</sup>Konstanten  $a$  representerer tiltrekkende kraft mellom molekylene, også kalt van der Waals kraft. Konstanten  $b$  representerer volumet molekylene opptar.

### Oppgave 5. Isotermt arbeid.

To mol av en ideell gass er ved temperaturen 300 K. Gassen ekspanderer isotermt til to ganger sitt opprinnelige volum. Beregn arbeidet som gassen gjør, nødvendig varme tilført og endring i gassens indre energi.

### Oppgave 6. 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 7. Flervalgsoppgaver.

**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.

- A) ball A
- B) ball B
- C) De får begge samme kraftstøt
- D) Umulig å vite uten å vite massen til ballene.
- E) 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  $\theta$ . Normalkrafta som virker fra skråplanet på massen  $m$  har størrelse:

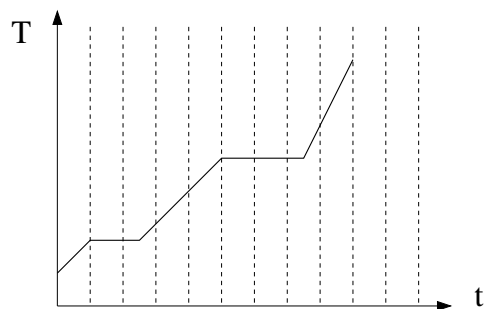
- A)  $mg \cos \theta + F \cos \theta$
- B)  $mg \cos \theta$
- C)  $mg \cos \theta + F \sin \theta$
- D)  $mg \cos \theta - F \cos \theta$
- E) Umulig å bestemme uten å vite friksjonskoeffisient og/eller akselerasjon.

**c.** Hvis  $\alpha$  er den lineære varmeutvidelseskoeffisienten til et materiale ved  $0^\circ\text{C}$ , så er volumutvidelseskoeffisienten til materialet ved  $0^\circ\text{C}$  lik

- A)  $\alpha$
- B)  $3\alpha$
- C)  $\alpha^3$
- D)  $\alpha^{1/3}$
- E) Ingen av svarene over er rett

**d.** Varme tilføres et rent stoff i en lukket beholder. Tilført varme per tidsenhet er konstant. Figuren viser hvordan stoffets temperatur  $T$  endrer seg med tiden. Hva er forholdet mellom stoffets smeltevarme  $L_s$  og stoffets fordampningsvarme  $L_f$ ?

- A)  $L_s/L_f = 0,33$
- B)  $L_s/L_f = 0,60$
- C)  $L_s/L_f = 0,88$
- D)  $L_s/L_f = 1,00$
- E)  $L_s/L_f = 1,67$



Utvalgte fasitsvar:

2: 1,3 ml; 3b: 1,00 atm, 94,6 atm; 4d: 50 J, 10 J; 5: 3,46 kJ.