

TFY4115 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Løsningsforslag til Test 10.

Oppgave 1

En klar, mørk nattehimmel stråler som et svart legeme med en effektiv temperatur mellom 10 og 30 kuldegrader. Frontruta, som står betydelig på skrå, har en forholdsvis stor romvinkel mot himmelen, og dette har tydeligvis vært nok til å senke frontrutas temperatur så mye at vanndamp i lufta har begynt å omdannes til is. Med andre ord, luftas absolutte vanninnhold har oversteget det som tilsvarer metningstrykket ved den temperaturen som lufta like ved frontruta har hatt gjennom natta. Siden det ikke har frosset til på siderutene, tyder det på at disse har holdt en temperatur som tilsvarer et metningstrykk som er høyere enn det faktiske vanndamptrykket i nattelufta. Disse rutene har en mindre romvinkel mot himmelen, og har netto strålt mot en høyere temperatur enn det frontruta har gjort. Vi må konkludere med at garasjeveggen har strålt mot siderutene med en høyere temperatur enn nattehimmelens temperatur. Riktig svar: B.

Oppgave 2

Produktet pV er uendret hvis trykket dobles og volumet halveres. Da er også temperaturen uendret, som igjen betyr at v_{rms} er uendret. Riktig svar: D.

Oppgave 3

$$Q = Pt = jAt = U\Delta TAt = 0.25 \cdot 32 \cdot 9 \cdot 3600 = 259 \cdot 10^3,$$

dvs et varmetap på 259 kJ pr time. Riktig svar: B.

Oppgave 4

Varmekapasiteten pr mol er av størrelsesorden R , gasskonstanten, mens den pr molekyl er av størrelsesorden k_B , Boltzmanns konstant. Riktig svar: E.

Oppgave 5

$$n = pV/RT = 2.50 \cdot 10^5 \cdot 2.45 \cdot 10^{-3} / 8.314 \cdot 350 \simeq 0.21 \text{ mol.}$$

Riktig svar: A.

Oppgave 6

Forholdet mellom slutt- og startvolum er $V_2/V_1 = 6.66/2.45 \simeq e$, slik at

$$W = nRT \ln(V_2/V_1) = 0.21 \cdot 8.314 \cdot 350 \cdot 1 = 613 \text{ J.}$$

Riktig svar: D.

Oppgave 7

For ideell gass er indre energi U kun en funksjon av temperaturen, og her er den konstant. Dermed er $Q = W = 613 \text{ J}$. Riktig svar: D.

Oppgave 8

Slutt-trykk: $p_2 = p_1 V_1/V_2 = 2.50 \cdot 2.45/6.66 = 0.92 \text{ bar}$. Riktig svar: C.

Oppgave 9

I en adiabatisk prosess i en ideell gass er $TV^{\gamma-1}$ en konstant størrelse. Her er $\gamma = C_p/C_V$ adiabatkonstanten, og for toatomige gasser er $\gamma = 7/5$. Og med $V_1/V_2 = 1/2$ blir $T_2 = 293 \cdot (1/2)^{0.4} = 222 \text{ K}$, eller 51 kuldegrader. Riktig svar: A.

Oppgave 10

For prosess 2 er produktet pV konstant, dvs prosessen er en isoterm. Dermed er riktig svar enten A eller C. Prosess 1 er ikke en isoterm, så vi kan allerede konkludere med at riktig svar er C. For en adiabat er pV^γ en konstant, dvs $Vp^{1/\gamma}$ er en konstant. Prosess 1 kan dermed være en adiabat dersom $\gamma = 5/3$:

$$V_2 = V_1 \cdot (p_1/p_2)^{1/\gamma} = 4 \cdot (1/3)^{3/5} = 2 \text{ L.}$$

Riktig svar: C.

Oppgave 11

Maksimal teoretisk virkningsgrad finner vi ved å anta at vi har å gjøre med en Carnot-prosess. Her er $T_2 = 773 \text{ K}$ og $T_1 = 293 \text{ K}$, slik at $\eta_{\max} = 1 - T_1/T_2 = 1 - 293/773 \simeq 0.62$. Riktig svar: D.

Oppgave 12

Ny virkningsgrad er $1 - 293/873 = 0.664$. Finner tilført varme Q_2 med utgangspunkt i effekten oppnådd med gamle rør: $Q_2 = 1/0.621 \text{ GW}$. Effekt med nye rør: $W = 0.664 Q_2 = 0.664/0.621 = 1.07 \text{ GW}$. Med andre ord, en økning på 70 MW, so m på et år tilsvarer $6.132 \cdot 10^8 \text{ kWh}$. (1 år = $365 \cdot 24$ timer.) Ei halv krone pr kWh betyr følgelig at nye rør og turbiner vil gi en økt fortjeneste på ca 300 MNOK pr år. Ikke verst! Riktig svar: E.

Oppgave 13

$Q_2 = W/\eta = 2.5 \text{ GW}$, slik at $|Q_1| = |W - Q_2| = 1.5 \text{ GW}$. Riktig svar: B.

Oppgave 14

Tapte varmeeffekt:

$$P = \Delta T/R_Q,$$

der varmemotstanden er

$$R_Q = L/\kappa A.$$

Her er L istykkelsen, κ er isens varmeledningsevne, og A er igloutakets areal. Og her er $L = 0.20 \text{ m}$, $\kappa = 2.2 \text{ W/Km}$ og $A = 2\pi r^2 = 2 \cdot 50 = 100 \text{ m}^2$. Dermed:

$$P = \frac{30 \cdot 2.2 \cdot 100}{0.20} = 33000 \text{ W} = 33 \text{ kW}.$$

Riktig svar: E.