

TFY4106 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2014.

Øving 11. Veiledning: 4. - 7. november. Innleveringsfrist: 10. november kl 14.

Denne øvingen leveres på tradisjonelt vis; dvs det holder ikke bare å levere inn en rekke med bokstavsvar.

1) Damptrykket for vann ved 0°C er 4.58 mm Hg (4.58/760 atm). Anta at vanndampen er ideell gass med volum som er mye større enn volumet til samme mengde vann. Anta videre at fordampningsvarmen (ved 100°C), $l = 40.7 \text{ kJ/mol}$, kan benyttes for alle temperaturer. Med disse antagelsene, hva gir Clapeyrons ligning, og dermed damptrykk-kurven, for kokepunktet til vann ved 1 atm (760 mm Hg)?

- A) 91°C B) 100°C C) 109°C D) 118°C

2) Ved temperaturene $T_1 = 0^\circ\text{C}$ og $T_2 = 20^\circ\text{C}$ er damptrykket for CCl_4 (kARBONTETRAKLORID) henholdsvis 4402 Pa og 12139 Pa. Anta at dampen er ideell gass, at væskevolumet kan neglisjeres, og at fordampningsvarmen er uavhengig av T . Hva er da molar fordampningsvarme l for CCl_4 ?

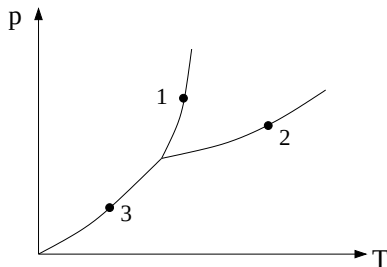
- A) 22.6 kJ B) 33.7 kJ C) 44.8 kJ D) 55.9 kJ

3) Hva blir damptrykket for CCl_4 ved $T = 30^\circ\text{C}$?

- A) 13.8 kPa B) 15.6 kPa C) 17.4 kPa D) 19.2 kPa

4) En svart overflate som holdes på konstant (høy) temperatur T_H er parallell med en annen svart overflate med konstant temperatur $T_L < T_H$. Det er vakuum mellom platene. For å redusere varmestrømmen på grunn av stråling, som i utgangspunktet er j_0 , innføres et varmeskjold som består av N parallelle svarte plan som plasseres mellom den kalde og varme overflata. Etter en stund oppnås stasjonære forhold. Hva blir varmestrømmen $j(N)$ når N slike svarte plan settes inn mellom de to svarte overflatene?

- A) $j(N) = j_0/\sqrt{N}$ B) $j(N) = j_0/\sqrt{N+1}$ C) $j(N) = j_0/(N+1)$ D) $j(N) = j_0/N^2$



5) Figuren viser koeksistenskurver i et pT -diagram. Hvilke prosesser foregår i tilstandene 1, 2 og 3?

- A) 1 = fordampning, 2 = smelting, 3 = sublimasjon
B) 1 = sublimasjon, 2 = fordampning, 3 = smelting
C) 1 = smelting, 2 = sublimasjon, 3 = fordampning
D) 1 = smelting, 2 = fordampning, 3 = sublimasjon

6) Hvis temperaturen i en ideell gass halveres, hvordan endres molekylenes rms-hastighet? ($v_{\text{rms}} = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$)

- A) v_{rms} halveres.
B) v_{rms} blir uendret.
C) v_{rms} reduseres med ca 30 prosent.
D) v_{rms} blir ca dobbelt så stor.

7) Hvis trykket i en ideell gass fordobles samtidig som gassen komprimeres til halvparten så stort volum, hvordan endres v_{rms} ?

- A) v_{rms} halveres.
- B) v_{rms} blir uendret.
- C) v_{rms} reduseres med ca 30 prosent.
- D) v_{rms} blir ca dobbelt så stor.

8) En ideell gass utvider seg reversibelt og isotermt fra en tilstand (T_1, p_1) slik at volumet blir dobbelt så stort, $V_1 \rightarrow 2V_1$. Arbeidet på omgivelsene er da W_0 . Dersom den samme gassen i stedet hadde utvidet seg reversibelt ved konstant trykk, fremdeles fra V_1 til $2V_1$, hva kan du da si om arbeidet gjort på omgivelsene, W_1 , i forhold til det isoterme arbeidet W_0 ?

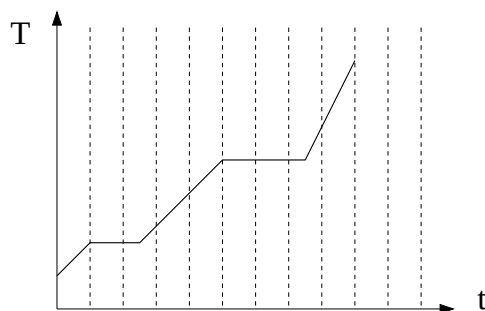
- A) $W_1 > W_0$
- B) $W_1 < W_0$
- C) $W_1 = W_0$
- D) Umulig å si noe sikkert om W_1 relativt W_0 .

9) Varmemengden $Q_p > 0$ tilføres en ideell gass ved konstant trykk. Gassens indre energi øker da med

- A) energimengden Q_p .
- B) en energimengde mindre enn Q_p .
- C) en energimengde større enn Q_p .
- D) en energimengde som avhenger av om gassen er en- eller toatomig.

10) Luft er med god tilnærmelse en ideell blanding av O_2 - og N_2 -molekyler. (Dvs, begge stoffer oppfører seg som ideelle gasser som ikke påvirker hverandre.) Hva kan du si om v_{rms} og midlere kinetisk translasjonsenergi $\langle K \rangle$ for de ulike molekylene?

- A) $v_{\text{rms}}(\text{O}_2) = v_{\text{rms}}(\text{N}_2)$, $\langle K \rangle_{\text{O}_2} = \langle K \rangle_{\text{N}_2}$
- B) $v_{\text{rms}}(\text{O}_2) < v_{\text{rms}}(\text{N}_2)$, $\langle K \rangle_{\text{O}_2} < \langle K \rangle_{\text{N}_2}$
- C) $v_{\text{rms}}(\text{O}_2) = v_{\text{rms}}(\text{N}_2)$, $\langle K \rangle_{\text{O}_2} > \langle K \rangle_{\text{N}_2}$
- D) $v_{\text{rms}}(\text{O}_2) < v_{\text{rms}}(\text{N}_2)$, $\langle K \rangle_{\text{O}_2} = \langle K \rangle_{\text{N}_2}$



11) Varme tilføres et rent stoff i en lukket beholder. Tilført varme pr 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) $L_s/L_f = 1.00$
- D) $L_s/L_f = 1.67$

12) Vedrørende ligningen $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$, hvilken påstand er feil?

- A) Ligningen uttrykker energibevarelse.
- B) ΔW er arbeidet gjort av systemet på omgivelsene.
- C) Størrelsen ΔQ kan være både positiv og negativ.
- D) Mens Q er en prosessvariabel, er både U og W tilstandsvariable.

13 – 16: Dårlig isolert hyttegulv

En hytteeier har ubehagelige erfaringer med en bekk i nærheten, som i vårløsningen kan finne på å gå sine egne veier og i verste fall krype helt oppunder hyttegulvet, med ødelagt glava-isolasjon som resultat. Isoporplater tåler bedre et kortvarig opphold i vann. Hytteeieren legger derfor nytt gulv i hytta, ganske enkelt med en 24 mm sponplate øverst og en 50 mm isoporplate festet på undersiden. Sponplate og isoporplate har varmeledningsevne hhv 0.12 W/mK og 0.035 W/mK. Varmeovergangstall innvendig og utvendig er hhv 7.5 W/m²K og 25 W/m²K.

13) Hva blir den totale varmemotstanden R til 1 m² hyttegulv? (Varmemotstanden R_T til en del av en bygningskonstruksjon er gitt ved forholdet mellom temperaturforskjellen ΔT og overført varmeenergi pr tidsenhet P . Hyttegulvet kan betraktes som en seriekobling av 4 varmemotstander: Inverse varmeovergangstall inne og ute, og varmemotstanden til sponplate og isoporplate. På den aktuelle hytta er det et lag med gulvbelegg oppå sponplaten, men dette ser vi bort fra her.)

- A) $R = 1.8$ K/W B) $R = 11.8$ K/W C) $R = 21.8$ K/W D) $R = 31.8$ K/W

14) Med 20°C inne i hytta og -20°C ute (under hytta), hva blir varmetapet P pr kvadratmeter hyttegulv?

- A) $P = 1.3$ W B) $P = 1.8$ W C) $P = 3.4$ W D) $P = 22.2$ W

15) Byggebransjen opererer med den såkalte U -verdien til en gitt bygningskonstruksjon. U -verdien angir hvor mye varmeenergi (J) som strømmer pr tidsenhet (s) gjennom 1 m² av konstruksjonen når det er en temperaturforskjell på 1 K mellom den varme og den kalde siden av konstruksjonen. Enheten til U -verdien er følgelig W/m²K. (Eller rett og slett W/K, siden $A = 1$ m² er gitt!) For (endimensjonal) varmeledning gjennom en homogen del av en konstruksjon med varmeledningsevne κ og tykkelse a er $j = (\kappa/a)\Delta T = (1/R_T)\Delta T$. Av definisjonen av U -verdien se vi at vi også kan skrive $j = U \Delta T$, som gir $U = 1/R_T = \kappa/a$. Når den totale varmemotstanden R til en konstruksjon er bestemt, har vi $j = \Delta T/R = U \Delta T$, og dermed $U = 1/R$. Etter denne lange innledningen: Hva er U -verdien til hyttegulvet beskrevet i oppgave 13?

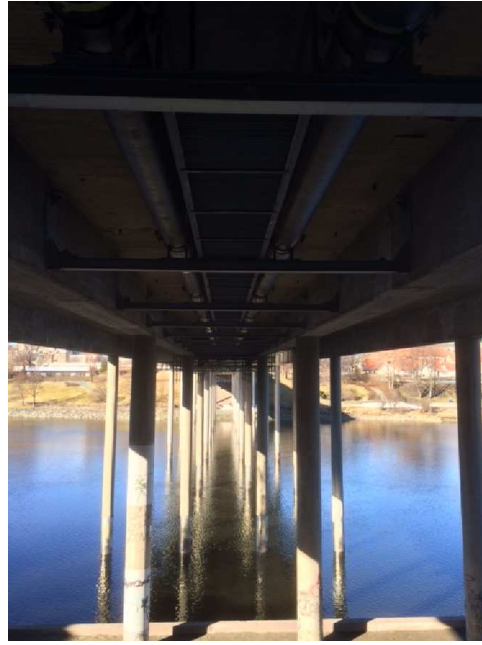
- A) $U = 0.22$ B) $U = 0.55$ C) $U = 0.88$ D) $U = 1.21$

16) Hva blir temperaturen i grenseflaten mellom sponplaten og isoporplaten? (Med betingelser som i oppgave 14.)

- A) 12.6°C B) 2.6°C C) - 2.6°C D) - 12.6°C

17 – 19: Fjernvarmeanlegg

På Tiller produseres varme ved forbrenning av avfall. Årlig energiproduksjon er 600 GWh. Varmen distribueres til kunder i Trondheim og Klæbu ved hjelp av varmt vann som strømmer gjennom isoporisolerte rør. Rørene ligger stort sett under bakken men går åpent under Elgesæter bro:



17) Hvor stor (gjennomsnittlig) effekt leverer fjernvarmeanlegget?

- A) 68.5 W B) 68.5 kW C) 68.5 MW D) 68.5 GW

18) Dersom den produserte varmen benyttes til å heve temperaturen i vann fra 15 til 95°C, hvor mye vann kan da passere gjennom anlegget på Tiller pr tidsenhet? (Varmekapasiteten til vann er $c = 1 \text{ cal/g K}$, dvs 4184 J/kg K.)

- A) 2.5 L/s B) 25 L/s C) 205 L/s D) 2050 L/s

19) Anta at dette vannet sirkulerer i to hovedsløyfer, en til Trondheim og en til Klæbu, begge med sirkulære rør med (indre) diameter $d_2 = 25 \text{ cm}$. Hva blir da maksimal strømningshastighet?

- A) 0.2 m/s B) 2 m/s C) 20 m/s D) 200 m/s