TFY4102 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Øving 12.

Oppgave 1. Ideell gass. Volumutvidelse.

a) Hvor stor masse har lufta i soverommet ditt, sånn omtrent?

A) ca 3 g B) ca 300 g C) ca 30 kg D) ca 3 tonn

b) Omtrent hvor mye etanol må du ha i "kula" nederst på et sprittermometer dersom 1 mm på søylen skal tilsvare 0.1°C? Anta et sirkulært tverrsnitt på spritsøylen med diameter ca 0.4 mm. Relativ volumøkning for etanol er 0.1% når temperaturen øker med en grad. ($\beta = (\Delta V/V)/\Delta T = 0.001\,\mathrm{K}^{-1}$)

A) ca 1.3 mL B) ca 1.3 cL C) ca 1.3 dL D) ca 1.3 L

c) Hva er trykket dersom ett mol luft ved 20°C okkuperer et volum 24.0 L? (Anta at lufta kan betraktes som en ideell gass.)

A) 1 atm B) 3 atm C) 5 atm D) 7 atm

Oppgave 2: Diverse flervalgsoppgaver.

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 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 $T_1 = 0$°C og $T_2 = 20$°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?

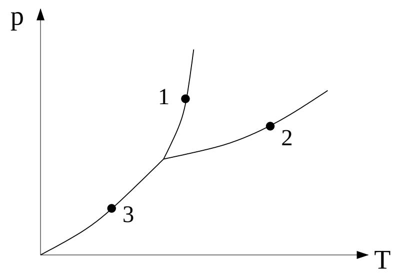
A) 22.6 kJ B) 33.7 kJ C) 44.8 kJ D) 55.9 kJ

3) Hva blir damptrykket for CCl_4 ved $T = 30$°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? ($v_{\rm rms} = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$)

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

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

A) $v_{\rm rms}$ halveres.
B) $v_{\rm rms}$ blir uendret.
C) $v_{\rm rms}$ reduseres med ca 30 prosent.
D) $v_{\rm rms}$ 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, $V_1 \to 2V_1$. 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?

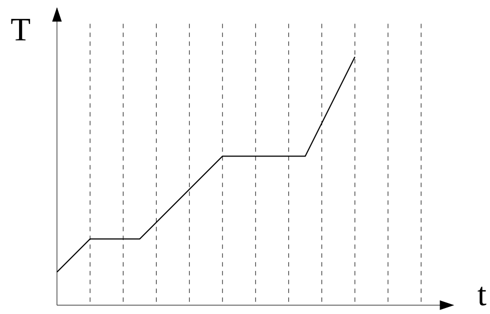
A) $W_1 > W_0$
B) $W_1 < W_0$
C) $W_1 = W_0$
D) Umulig å si noe sikkert om W_1 relativt W_0.

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 $v_{\rm rms}$ og midlere kinetisk translasjonsenergi $\langle K \rangle$ for de ulike molekylene?

A) $v_{\rm rms}(\mathrm{O_2}) = v_{\rm rms}(\mathrm{N_2})$, $\langle K \rangle_{\mathrm{O_2}} = \langle K \rangle_{\mathrm{N_2}}$
B) $v_{\rm rms}(\mathrm{O_2}) < v_{\rm rms}(\mathrm{N_2})$, $\langle K \rangle_{\mathrm{O_2}} < \langle K \rangle_{\mathrm{N_2}}$
C) $v_{\rm rms}(\mathrm{O_2}) = v_{\rm rms}(\mathrm{N_2})$, $\langle K \rangle_{\mathrm{O_2}} > \langle K \rangle_{\mathrm{N_2}}$
D) $v_{\rm rms}(\mathrm{O_2}) < v_{\rm rms}(\mathrm{N_2})$, $\langle K \rangle_{\mathrm{O_2}} = \langle K \rangle_{\mathrm{N_2}}$



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/m^{2}K og 25 W/m^{2}K.

13) Hva blir den totale varmemotstanden R til 1 m^2 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 m^2 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/m^{2}K. (Eller rett og slett W/K, siden $A = 1$ m^2 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?

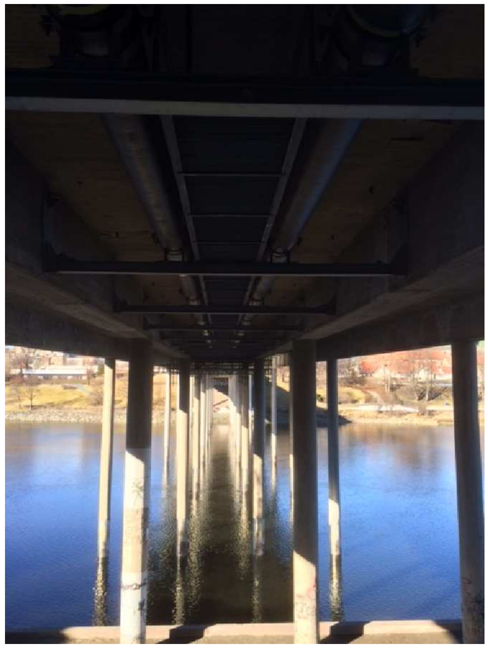
A) $U = 0.22$ B) $U = 0.55$ C) $U = 0.88$ D) $U = 1.21$

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 $c = 1$ 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 $d_2 = 25$ cm. Hva blir da maksimal strømningshastighet?

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