

**TFY4115 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2013.**  
**Øving 12. Veiledning: 12. november. Innleveringsfrist: 18. november kl 14.**

---

1) Hvis  $S(T, V) = C_V \ln(T/T_0) + Nk_B \ln(V/V_0) + S_0$  for en ideell gass med  $N$  molekyler, hva blir  $S(T, p)$  for den samme gassen? (Her er  $S_0 = S(T_0, V_0)$ , og  $p_0 V_0 = Nk_B T_0$ .)

- A  $S(T, p) = C_p \ln(T/T_0) + Nk_B \ln(p/p_0) + S_0$
  - B  $S(T, p) = C_p \ln(T/T_0) - Nk_B \ln(p/p_0) + S_0$
  - C  $S(T, p) = C_p \ln(p/p_0) + Nk_B \ln(T/T_0) + S_0$
  - D  $S(T, p) = C_p \ln(p/p_0) - Nk_B \ln(T/T_0) + S_0$
- 

2) Hvis 1 liter vann med temperatur  $T_0$  og varmekapasitet  $C$  (som er uavhengig av  $T$ , og slik at  $C_p = C_V = C$ ) bringes i termisk kontakt med et varmereservoar med temperatur  $T_1$ , hva er endringen i vannets entropi når vannet har nådd samme temperatur som varmereservoaret?

- A  $CT_0/T_1$
  - B  $CT_1/T_0$
  - C  $C \ln(T_0/T_1)$
  - D  $C \ln(T_1/T_0)$
- 

3) Hva blir entropiendringen til varmereservoaret i forrige oppgave?

- A  $C(T_0 - T_1)/T_1$
  - B  $C(T_1 - T_0)/T_0$
  - C  $C(T_1 - T_0)/T_1$
  - D  $C(T_0 - T_1)/T_0$
- 

4) Hva kan du, uten videre, si om den *totale* entropiendringen i prosessen beskrevet i oppgave 2? (Dvs, for vann og reservoar til sammen.)

- A Positiv.
  - B Negativ.
  - C Null.
  - D Intet kan sies.
- 

5) I et system med  $N$  uavhengige partikler er det for hver partikkels mulige (kvantemekaniske) tilstander, enten energi  $-E_0$  eller energi  $E_0$ . Hvor stor er da sannsynligheten for at en gitt partikkels energi  $E_0$ , når systemets temperatur er  $T$ ?

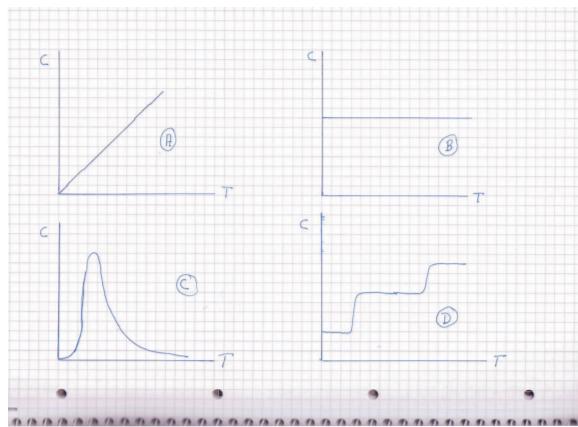
- A  $\exp(-E_0/k_B T)/[2 \cosh(E_0/k_B T)]$
  - B  $\exp(E_0/k_B T)/[2 \cosh(E_0/k_B T)]$
  - C  $\exp(-E_0/k_B T)/[2 \sinh(E_0/k_B T)]$
  - D  $\exp(E_0/k_B T)/[2 \sinh(E_0/k_B T)]$
- 

6) Hva blir indre energi for systemet i oppgave 5? ( $U = N\langle E \rangle$ .)

- A  $NE_0 \cosh(E_0/k_B T)$
  - B  $-NE_0 \cosh(E_0/k_B T)$
  - C  $NE_0 \tanh(E_0/k_B T)$
  - D  $-NE_0 \tanh(E_0/k_B T)$
-

---

7) Hvilken figur viser (kvalitativt) varmekapasiteten  $C(T) = dU/dT$  for systemet i oppgave 5? (Intet arbeid utføres på omgivelsene her, så  $dQ = dU$ .)



---

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

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

9) Hvis trykket i en ideell gass fordobles samtidig som gassen presses sammen til halvparten så stort volum, hvordan endres  $v_{\text{rms}}$ ?

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

10) 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  $W_0$ .
- 

11) 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.
-

---

12) Luft er med god tilnærming en ideell blanding av O<sub>2</sub>- og N<sub>2</sub>-molekyler. Hva kan du si om  $v_{rms}$  og midlere kinetiske energi  $\langle K \rangle$  for de ulike molekylene?

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

13) En ideell (reversibel) Carnot-varmepumpe leverer en varmeeffekt på 2.0 kW ved å overføre varme fra utvendig luft ved  $-10^{\circ}\text{C}$  til husets varmluftforsyning ved  $+30^{\circ}\text{C}$ . Hvor mye elektrisk effekt (arbeid pr tidsenhet) bruker varmepumpa?

- A 0.26 kW
  - B 0.56 kW
  - C 0.86 kW
  - D 1.16 kW
- 

14) Hvordan ser en Carnot-prosess ut i et ( $S, T$ )-diagram?

- A Et rektangel (med horisontale og vertikale linjer).
  - B Et parallelogram (med horisontale og skråstilte linjer).
  - C En ellipse.
  - D En ”firkant” der alle linjer buer inn mot midten (konkave).
- 

15) For toatomige molekyler endres  $C_V$  fra  $3k_B/2$  til  $5k_B/2$  pr partikkell ved en ”karakteristisk” (lav!) temperatur  $T_{\text{rot}}$ . Ranger denne overgangstemperaturen for molekylene H<sub>2</sub>, HCl og Cl<sub>2</sub>.

- A H<sub>2</sub> < HCl < Cl<sub>2</sub>
  - B H<sub>2</sub> > HCl > Cl<sub>2</sub>
  - C HCl < H<sub>2</sub> < Cl<sub>2</sub>
  - D HCl > H<sub>2</sub> > Cl<sub>2</sub>
-