

Skriftlig 4-timers prøve i  
TERMODYNAMIK OG STATISTISK MEKANIK  
Onsdag d. 21 Januar 2009, kl. 10.00-14.00

Opgavesættet består af tre opgaver på to sider. Vægtning er angivet på opgaverne. Skriveredskaber og en simpel lommeregner tilladt. "Golden Sheet" vedlagt. Ingen øvrige hjælpemidler tilladt.

## Opgave 1 (30%)

a) Vis at der generelt gælder følgende sammenhæng mellem den adiabatisk trykstigningskoefficient  $\beta_S$ , den isobare varmekapacitet og den isobare udvidelseskoefficient:

$$\beta_S = \frac{C_p}{TV\alpha_p}. \quad (1)$$

b) Vi betragter nu en diatomisk idealgas. Udled et udtryk for  $\beta_S$  som funktion af  $p$  og  $T$ .

c) Den diatomiske idealgas placeres i en beholder der er termisk isoleret fra omgivelserne. Begyndelses-temperaturen er  $30^\circ\text{C}$ . Vha. et stempel øges trykket i beholderen nu langsomt med 7%. Hvad er den resulterende temperatur? Ville den resulterende temperatur være større hvis der var tale om en monoatomisk idealgas?

## Opgave 2 (30%)

a) Bevis Maxwell relationen:

$$\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_{T,N} = -\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{P,N} \quad (2)$$

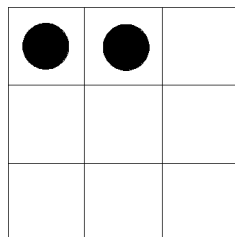
b) Bevis formelen:

$$p = \frac{k_B T}{Z} \left(\frac{\partial Z}{\partial V}\right)_T \quad (3)$$

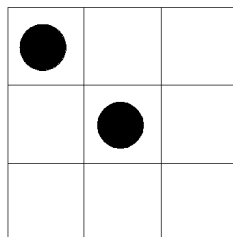
c) Opskriv  $Z$  for en monoatomisk idealgas (se golden sheet), og eftervis at denne opfylder ovenstående formel (3).

### Opgave 3 (40%)

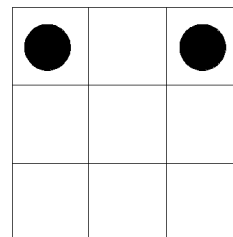
Vi betragter et system bestående af 2 identiske atomer der befinder sig i et to dimensionelt gitter med 9 pladser. Når de to atomer er nærmeste naboer (ikke diagonalt) bidrager dette med  $-\epsilon$  til tilstandens energi. Et atom der befinder sig på randen bidrager med  $\delta$  til tilstandens energi. Der er ikke andre bidrag til systemets energi.  $\epsilon$  er en positiv konstant.  $\delta = 0$  i opgave a), b) og c).



Energi:  $-\epsilon + 2\delta$



Energi:  $\delta$



Energi:  $2\delta$

- Vis at systemet har 36 tilstande ialt. Vis at systemet ( $\delta = 0$ ) har 12 tilstande med energien  $-\epsilon$ .
- Beregn middelenegien i termisk ligevægt som funktion af temperaturen  $T$ . ( $\delta = 0$ ).
- Find middelenegien i grænserne  $T \rightarrow 0$  og  $T \rightarrow \infty$ , og giv en fysisk fortolkning af resultaterne. ( $\delta = 0$ ).
- Angiv entropien i grænserne  $T \rightarrow 0$  og  $T \rightarrow \infty$  for  $\delta = 0$ . Angiv entropien i grænsen  $T \rightarrow 0$  for henholdsvis  $\delta > 0$  og  $\delta < 0$ .