

TFY4115 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Øving 10.

1) 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 overflaten. 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) $j(N) = j_0/N^2$

2) 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 .

3) 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.

4) 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.

Maxwells hastighetsfordeling

I denne oppgaven skal vi diskutere bevegelsen til sirkulære plastskiver på et luftputebord. Luftputebordet har vibrerende vegger som i gjennomsnitt tilfører skivene litt energi i kollisjonene mellom vegg og skive. Dette kompenserer for friksjon mellom skivene og underlaget, samt et visst energitap når skivene kolliderer med hverandre. Etter en viss tid har vi *stasjonære* forhold, der tilført energi fra veggene og tapt energi pga friksjon er like store. Vi kan da forvente at skivenes hastighetsfordeling også er stasjonær.

Antagelsene som førte fram til Maxwellfordelingen for molekylenes hastigheter i en fortynnet gass var ikke annet enn 1. at ingen retninger er spesielt foretrukne (isotrop fordeling) og 2. at de ulike komponentene av hastigheten (her: v_x og v_y) er statistisk uavhengige. Det er vel ingen spesiell grunn til å tro at disse antagelsene ikke skulle gjelde for skivene på luftputebordet. Med andre ord, sannsynligheten for at en gitt skive har hastighetskomponenter på intervallene $(v_x, v_x + dv_x)$ og $(v_y, v_y + dv_y)$ er henholdsvis

$$g(v_x) dv_x = \sqrt{\frac{B}{\pi}} e^{-Bv_x^2} dv_x$$

og

$$g(v_y) dv_y = \sqrt{\frac{B}{\pi}} e^{-Bv_y^2} dv_y.$$

a) Bruk dette til å vise at skivenes hastighetsfordeling blir

$$F(v) = \frac{B}{\pi} e^{-Bv^2},$$

mens fartsfordelingen blir

$$f(v) = 2Bve^{-Bv^2}.$$

Her har vi brukt samme notasjon som i forelesningene, slik at $F(v)d^2v$ angir sannsynligheten for at en skive har hastighet mellom $\mathbf{v}$ og $\mathbf{v} + d\mathbf{v}$, mens $f(v)dv$ er sannsynligheten for at en skive har fart" ($v = |\mathbf{v}|$) mellom v og $v + dv$.

b) Hvis skivene har masse 32 g og rms-fart 0.4 m/s, er det da meningsfylt å tilordne dette systemet en temperatur slik vi gjorde for molekyler i en fortynnet gass?