

S-114.1327 Fysiikka III (EST) (6 op)

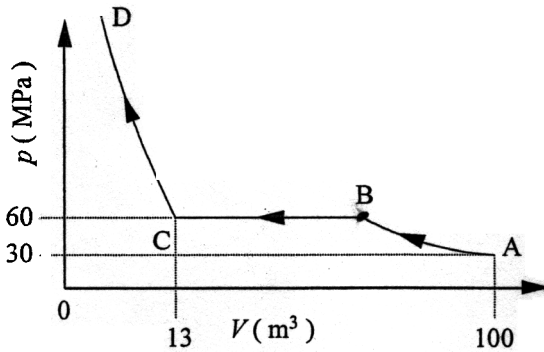
1. välikoe 8.3.2006 Ilkka Tittonen

1. Astiassa on 0.100 μmol vetyä (H_2) ja 1.00 μg typpeä (N_2). Seoksen lämpötila on 373 K ja paine 0.133 Pa. Määritä a) astian tilavuus, b) vedyn ja typen osapaineet ja c) molekyylien lukumäärä yhdessä cm^3 :ssä kaasua. Typpiatomien järjestysluku on 7 ja typen moolimassa on 28.0 g/mol, kaasuvakio $R = 8.3143 \text{ J/mol K}$ ja Avogadron vakio on $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} / \text{mol}$.

$D = N! \prod_i \frac{1}{n_i!}$
 $n_i = \frac{N}{Z} g_i e^{-\frac{\epsilon_i}{kT}}$
 $Z = \sum_i g_i e^{-\frac{\epsilon_i}{kT}}$

2. Kuuden (6) hiukkasen Maxwell-Boltzmann-statistiikkaa noudattava klassinen systeemi on jakautunut energiatiloille 0e, 1e, 2e, 3e, 4e, 5e ja 6e. Oleta, että nämä kaikki 7 energiatilaa ovat yhtä todennäköisiä eli $g_i = 1, i = 1 \dots 7$. Koko systeemin kokonaisenergia, siis kaikkien hiukkasten yhteenlaskettu energia, on $U = 6e$. a) Mikä on kaikkein todennäköisin partitio? b) Mikä on tämän hiukkassysteemin tilan 2e keskimääräinen miehitysluku? c) Mikä on yleisesti ottaen kaikkein todennäköisimmän partition fysikaalinen merkitys varsinkin suuressa hiukkasjoukossa?

3. Säiliössä, jonka tilavuus on alussa 100 m^3 ja paine 30 MPa on hiilidioksidia CO_2 . Kaasua puristetaan pV tasossa isotermisesti pitkin reittiä ABCD. a) Mikä on kaasun tilavuus pisteessä B olettaen, että välillä AB kaasu käyttäytyy ideaalikaasun tilanyhtälön mukaisesti? b) Laske ympäristön välillä BC tekemä työ. c) Saako vai luovuttaako kaasu lämpöä välillä BC?



4. a) Osoita, että sähkömagneettisen kentän fotonin (energia $E = cp$, aallonpituus $= \lambda$) epäelastinen törmäys alunperin paikallaan olevan elektronin kanssa on mahdotonta.

Elektronin suhteellisuusteoreettinen kineettinen energia on $E_k = \sqrt{m_e^2 c^4 + p_e^2 c^2} - m_e c^2$

b) Oleta siis sironnan tapahtuvan elastisesti (kuten biljardipallot). Laske elastisesti sironneen fotonin aallonpituus sirontakulman funktiona

c) Päättelä b-kohdan tuloksen perusteella mihin suuntaan sironneen fotonin aallonpituus muuttuu tässä elastisessa sirontaprosessissa verrattuna aallonpituuteen ennen sirontaa.

5. Elektroni on sidottu ohueen kerrokseen puolijohteessa. Ko. kerrosta approksimoidaan yksiulotteisella potentiaalilaatikolla, jota rajoittavat äärettömän korkeat potentiaalisseinät.

a) Johda yleinen kaava, jolla diskreetit ominaisenergian arvot saadaan laskettua lähtien ajasta- riippumattomasta Schrödingerin yhtälöstä

b) Laske laatikon leveys, kun energiaerotus alimman tilan ja ensimmäisen viritystilan) välillä on 0.050 eV.

$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, m_e = 9.1095 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, e = 1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$\psi = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right)$

$pV = nRT = NkT$

$nR = Nk$

$k = \frac{n}{N} R$

$\frac{m v^2}{2} = \frac{1}{2} m v^2$