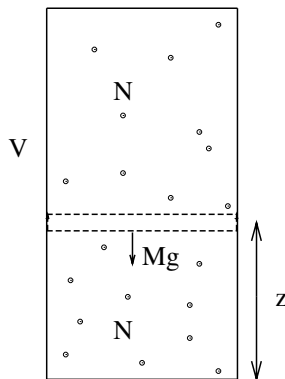


(1)

Amikor a He atom első gerjesztett állapotából visszatér alapállapotába, $\lambda = (15984300)^{-1}m$ hullámhosszú fotont sugároz ki. Az alapállapot nem degenerált, míg az első gerjesztett állapot háromszorosan degenerált. Határozzuk meg, hogy a hélium gáz atomjainak hányad része van gerjesztett állapotban $T = 6000^\circ K$ hőmérsékleten! (Tételezzük fel, hogy az adott hőmérsékleten a magasabb energiájú állapotok nem gerjesztődnek.)

(2)

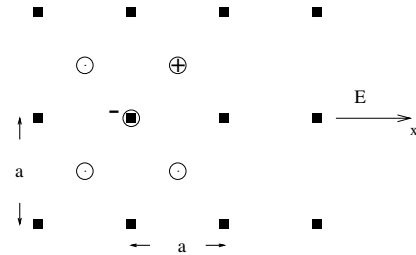
Az ábrán látható cső térfogata V , s a függőlegesen szabadon mozgó, de egyébként légmentesen zárú dugattyú mindkét oldalán N molekula van. A dugattyú súlya Mg , s a gázt ideálisnak tekinthetjük. Határozzuk meg a rendszer szabadenergiáját a dugattyú koordinátájának függvényében, s a szabadenergiát minimalizálva számítsuk ki a dugattyú egyensúlyi helyzetét! Mutassuk meg, hogy a szabadenergia minimalizálása ekvivalens a mechanikai egyensúly megkeresésével!



(3)

A következő modell egy valós fizikai probléma kétdimenziós változata. Egy T hőmérsékleten levő kristály cm^3 -enként N negatívan töltött szennyezést tartalmaz. Ezek az ionok a kristály rácspontjaiban ülnek, kiszorítva az eredeti atomok egy részét. A teljes kristály semleges, mivel minden negatív $(-e)$ töltésű ion közelében van egy pozitív ion is, amelynek töltése $+e$. A pozitív ionok kicsik, így szabadon mozognak a rácspontok között, s külső elektromos tér nélkül egyenlő valószínűséggel vannak a negatív ionoktól egyenlő távolságra levő négy potenciálmimumban (lásd az ábrát). Ha egy kis, az x -irányba mutató elektromos teret (E) kapcsolunk a kristályra, akkor a kristály polarizálódik. Számítsuk ki a polarizációt,

azaz az egységnyi térfogatra vonatkoztatott átlagos dipólusmomentumot! (Tegyük fel, hogy a szennyezés sűrűsége kicsi!)



(4)

Egy H_2O molekula jég→gőz párolgási hője $-50^\circ C$ -on $\approx 0.5eV$. Egy zárt üveg, amelynek térfogata 1ℓ , 10^{20} vízmolekulát tartalmaz. Van-e jég az üvegben $T = -50^\circ C$ -on? Először oldjuk meg a problémát úgy, hogy a jeget teljesen "fagyott" kristálynak tekintjük (a rezgési és forgási szabadsági fokok kifagytak). Ezután ismételjük meg a számolást úgy, hogy a rezgési szabadsági fokokat figyelembe vesszük, s feltételezzük, hogy minden oszcillátor ugyanolyan frekvenciával rendelkezik, s ez a frekvencia az infravörös tartományban van.

(5)

Folyadékok legegyszerűbb leírására használják a következő modellt. A folyadékot alkotó molekulákat szabadon mozgó részecskének képzeljük azzal a megszorítással, hogy (i) a többi molekulával való kölcsönhatás eredményeképpen minden részecske egy konstans $-U_0$ potenciált érez és (ii) a részecskék szabad mozgására csak egy $N_f v_0$ térfogat áll rendelkezésre, ahol v_0 az egy részecskére jutó térfogat (a folyadékot jellemző állandónak tekintjük), N_f pedig a folyadékban levő molekulák száma.

(a) Írjuk fel a folyadék fenti modelljének állapotösszegét, s számítsuk ki kémiai potenciálját, μ_f -et!

(b) Tekintsük a folyadék feletti gőzt ideális gáznak, s határozzuk meg a gőz kémiai potenciálját, μ_g -t, mint a hőmérséklet, T , térfogat, V_g , és a gőzben levő molekulák számának, N_g -nek, függvényét!

(c) Tegyük fel, hogy a folyadék egyensúlyban van a gőzével, s a $\mu_f = \mu_g$ egyenlőségből határozzuk meg a gőz nyomását!