

Fizika feladatok megoldása 3.

Homogén rendszerek

Szükséges előismeretek: Termodinamikai potenciálok, Maxwell-relációk, általánosított munka

F1. Az ideális gázra vonatkozó

$$pV = Nk_B T,$$

$$U = \frac{f}{2} Nk_B T$$

egyenletek segítségével határozzuk meg

a) az $U = U(S, V, N)$ belső energiát mint a természetes változói függvényét;

b) az $F = F(T, V, N)$ szabadenergiát mint a természetes változói függvényét!

F2. Bizonyos gáz egy mólra vonatkoztatott szabadenergiáját az

$$f = \frac{F}{n} = f_0(T) - \frac{a}{v} - RT \ln \frac{v-b}{C} + B$$

kifejezés adja meg, ahol $f_0(T)$ csakis a hőmérséklettől függ, v a moláris térfogat, a , b , B és C pedig állandók. Adjuk meg a gáz állapotegyenletét (p , V és T közötti összefüggést)!

F3. Maxwell-reláció felhasználásával igazoljuk a

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$$

összefüggést!

Egy homogén rendszeren végzett elemi (általánosított) munkát a $\delta W = X d\xi$ módon írhatjuk fel, ahol X intenzív, ξ pedig extenzív mennyiség. Írjuk fel a fenti összefüggést ezekkel a paraméterekkel!

F4. Fejezzük ki mérhető mennyiségekkel a

$$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_S, \quad \text{illetve a} \quad \left(\frac{\partial U}{\partial p}\right)_T$$

hányadosokat!

F5. Fejezzük ki mérhető mennyiségekkel egy rendszer dT hőmérséklet-változását, ha térfogata adiabatikus, kvázisztatikus folyamat során dV -vel megváltozik!

F6. Ideális paramágneses anyag állapotegyenlete

$$M(H, T) = \alpha \frac{VH}{T},$$

ahol α egy állandó, H a külső mágneses térerősség, M pedig az anyag mágnesezettsége. Mennyit változik a paramágnes hőmérséklete, ha a külső teret dH értékkel megváltoztatjuk úgy, hogy a paramágneszt termikusan elszigeteljük a környezetétől (adiabatikus le-mágnesezés)?

F7. Halmazállapot-változásoknál (állandó hőmérsékletű és nyomású környezetben) fontos termodinamikai potenciál a G Gibbs-féle szabadenergia. Állandó nyomáson vett hőmérsékleti deriváltja az entrópiát adja meg, azonban általában S -t nem ismerjük p , V és T függvényében. Viszont a G/T deriváltja nem tartalmazza az entrópiát, ezért hasznos lehet olyan alkalmazásokban, ahol az eredeti deriváltra van szükség:

$$\left(\frac{\partial(G/T)}{\partial T}\right)_p = -\frac{H}{T^2},$$

ahol H az entalpia. Igazoljuk ezt az összefüggést!