

Vybrané kapitoly zo štatistickej fyziky

Príklady z cvičenia

cviko bolo 18.3.2025

termodynamické potenciály a aplikácie

Akékolvek otázky smelo smerujte na `juraj(a)tekel(b)gmail(c)com`

Vlastnosti termodynamických potenciálov

Príklad 1 (■ Maxwellove vzťahy - odvodzovátka 1). Z veľkej časti sa robilo na prednáške a je spravené vo videu.

Príklad 2 (Identity pre derivácie - odvodzovátka 2). Odvodené na prednáške. Druhý zo vzťahov je vlastne prezlečená veta o implicitne danej funkcii, ktorá hovorí, že ak máme zadaný vzťah $F(x, y) = 0$ a sú splnené nejaké predpoklady slušnosti, potom existuje funkcia $y = f(x)$, pre ktorej deriváciu platí

$$\frac{df}{dx} = -\frac{\frac{\partial F}{\partial x}}{\frac{\partial F}{\partial y}}.$$

Aplikácie termodynamických vzťahov

Príklad 3 (■ Ukážte, že). Vo všetkých takýchto úlohách je dôležité pamätať na to, že keď máme napísane, že čosi je funkcia nejakých dvoch premenných $A(x, y)$, ešte to neznamena, že x a y sú nezávislé. Jedna z nich, napríklad y , môže byť funkciou druhej a potom

$$\frac{dA(x, y(x))}{dx} = \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial y} \Big|_x \cdot \frac{dy}{dx}.$$

Asi sa zide aj tvrdenie o vzťahu medzi tepelnými kapacitami a entropiu z nasledujúceho príkladu.

Príklad 4 (Zovšeobecnený Mayerov vzťah).

- Pre vratné zmeny $\delta Q = TdT$ a tepelná kapacita je $\delta Q/dT$.
- Vo výsledku sa budú objavovať iba response functions (funkcie odozvy) systému. Pri úpravách ich skúste hľadať, ak vám to nepôjde, sú to koeficient tepelnej rozťažnosti α , ktorý

hovorí o relatívnej zmene objemu pri malej zmene teploty pri konštantnom tlaku, a koeficient stlačiteľnosti β , ktorý hovorí o relatívnej zmene objemu pri malej zmene tlaku pri konštantnej teplote. Ak sa vám nebude dariť z tohto opisu definície koeficientov vymyslieť, skúste ich vyhľadať.

c. Výpočet ukáže.

Príklad 5 (Adiabatický dej top-to-bottom).

Príklad 6 (■ Neideálny plyn). Úplné riešenie je vo videu.

Príklad 7 (Van der Wallsov plyn). Nasledujúce tri príklady ilustrujú silu "odvodzovátok". Zo stavovej rovnice, tj. z niečoho, čo vieme získať v laboratóriu meraním makroskopických vlastností systému na základne kontrolovaných zmien, vieme určiť experimentálne nedostupné veličiny ako energia a entropia. Z nich budeme vedieť čosi povedať o mikroskopickej fyzike v systéme použitím metód štatistickej fyziky.

Príklad 8 (Dietericiho plyn).

Príklad 9 (Neznáma hmota).

Príklad 10 (Neznámy systém). Gibbsova voľná energia pre neznámy systém je daná vzťahom

$$G = RT \log \left(\frac{ap}{(RT)^{5/2}} \right). \quad (1)$$

Vypočítajte jeho tepelné kapacity a zistite, o aký systém ide.

Príklad 11 (■ Termodynamika spinovej reťazky). Príklad najmä na ilustráciu toho, ako to funguje v situácii, keď nie je zovšeobecnenou silou tlak a zovšeobecnenou spradnicou objem. Riešenie vo videu.