

**III.Fizika BSC,**  
**Kondenzált anyag fizika**  
**UV Zárthelyi dolgozat V.**  
**2012.**

**1.)** A szilárdanyag állapotegyenletei (egy mólnyi mennyiségre,  $n=1$ ):

$$E = BT + D/2 (V-V_0)^2; \quad \text{illetve} \quad p = -D (V-V_0) + AT. \quad (A, B, D, V_0) \text{ anyagi állandók!}$$

**a)** Határozza meg az adiabatikus kompresszió modulust! ( $\kappa_S = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_S = ?$ ) **25pont**

**b)** Miben különbözik ez az izoterm kompresszió modulustól? ( $\kappa_S - \kappa_T = ?$ ) **5pont**

Útmutató:  $\kappa_T = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$ ; Célszerű először az entrópiára vonatkozó állapotegyenletet, azaz  $S(T,V)$  függvényt meghatározni!

**2.)** Egy **BCC** molekulakristály párpotenciálja ( $V$ ) és kohéziós potenciálja ( $U$ ):

$$V^{L.J.}(r) = -V_0 \left\{ 2 \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} \right\}; U(r)^{v.w.} = V_0 \left( A_{12} \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - 2A_6 \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right)$$

, ahol ismert az  $A_6^{BCC}$ ;  $A_{12}^{BCC}$ , és adott a  $V_0$  és az  $r_0 = \sigma$ .

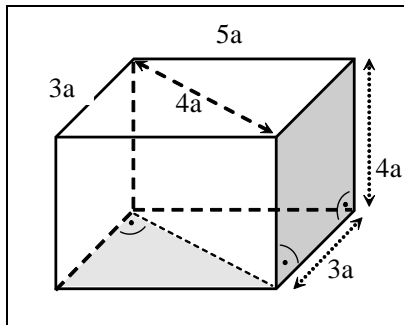
**a)** Mekkora az egyensúlyi taszító erő a kristályban ( $F_t^{w.v.}(R_0) = ?$ )? **10 pont**

**b)** Határozza meg az adiabatikus kompresszió modulust is! ( $\kappa_S = ?$ )! **25 pont**

Útmutató: Az  $R_0$  definíciója  $\left( \frac{\partial U^{v.w.}(R)}{\partial R} \right)_{R_0} = 0$  ( $r_0 \neq R_0$ )! Fejezzük ki az  $R_0$ -t  $\sigma$ -val.

**3.)** Egy pontrács primitív cellája az alábbi ábrán látható:

$$\underline{\mathbf{a}}_1 = a (5, 0, 0); \quad \underline{\mathbf{a}}_2 = a (1.8, 2.4, 0); \quad \underline{\mathbf{a}}_3 = a (0, 0, 4); \quad (a = 0.1 \text{ nm})$$



**a)** Mekkora a Wigner-Seitz cella felszíne? ( $F_{w.s} = ?$ ) **10 pont**

**b)** Határozza meg a reciprok rácsvektorokat és a Brillouin zóna felszínét és térfogatát! ( $\underline{\mathbf{b}}_i = ?$ ;  $F_{B.z.} = ?$ ;  $V_{B.z.} = ?$ ) **30 pont**

Útmutató: Emlékezzenek a 3-4-5 pitagoraszi számhármásra!

Maximális pontszám: **105 pont**

Megjegyzés: Részpontok is szerezhetők (a jó megoldáshoz vezető) részeredményekért.

-Ponthatárok: **2:** 45 pont-; **3:** 60 pont-; **4:** 75 pont-; **5:** 90 pont

**Budapest, 2012. Február 21. 10<sup>05</sup> -11<sup>00</sup>.**

*dr. Kojnok József*

**III. Fizika BSC,**  
**Kondenzált anyag fizika**  
**UV Zárthelyi dolgozat VI.**  
**2012.**

1.) Egy atomlánc párpotenciálja ( $V(r)$ ) Morse potenciál:

$$V(r)^{Morse} = V_0 \left( \exp \left( 2\alpha \left( 1 - \frac{r}{\sigma} \right) \right) - 2 \exp \left( \alpha \left( 1 - \frac{r}{\sigma} \right) \right) \right),$$

- a) E potenciál paramétereinek ( $V_0$ ,  $\alpha$  és  $\sigma$ ), illetve az atom tömegének  $m_a$  az ismeretében határozza meg a  $v$  hangsebességet az egydimenziós  $L$  hosszúságú atomláncon /a Brillouin zóna centrumában:  $q \approx 0$  -nál)./! 15 pont
- b) Mekkora lesz a hangsebesség a Brillouin zóna kétharmadánál ( $q = K/3$ -nél;  $v_{K/3} = ?$ )? 5 pont
- c) Mekkora itt a körfrekvencia ( $\omega_{K/3} = ?$ )? Adja meg ezen frekvenciához tartozó  $D(\omega_{K/3})$  állapotsűrűséget! 10 pont

2.)  $T_I$  hőmérsékletű jég térfogata és hőtágulási együtthatója enyhén függ a nyomástól (sorfejtve):

$$V = a_1 - a_2 p + a_3 p^2 \text{ és } \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = a_4 + a_5 p, \text{ ahol } a_i \text{ -k mérésrel meghatározott pozitív állandók.}$$

A szilárdtestet, mely kezdetben  $p_1$ ,  $T_I$  intenzív állapotváltozókkal rendelkezik, **izoterm** módon összenyomjuk,  $p_1$ -ről  $\rightarrow p_2$ -re növelve nyomását.

- a) Határozza meg a belsőenergia növekedését ebben az **izoterm** folyamatban ( $\Delta E = ?$ )! 20 pont
- b) Mekkora az entrópia növekedés ugyanekkor? ( $\Delta S = ?$ ). *Útmutató:*  $\left( \frac{\partial S}{\partial p} \right)_T = - \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$  5 pont

3.) A vas (**Fe**) sűrűsége:  $7.8 \text{ g/cm}^3$ , kristályszerkezete: **FCC**, atomsúlya **56 g**.

- a) Mekkora az oktaédres üregbe tehető ötvöző atom maximális mérete, hogy még ne feszítse a rácsot: ( $r_{\text{oct}}^{\text{max}} = ?$ )? 10 pont
- b) Mekkora a sűrűség növekedés, ha az üregek **negyedét** e maximális méretnél kisebb méretű bórral (**B**, atomsúlya **11g**) töltjük ki? ( $\rho^{\text{Fe} + 1/4\text{B}} / \rho^{\text{Fe}} = ?$ ) 15 pont  
/Emlékeztetőül az Avogadro szám:  $6 \cdot 10^{23} / \text{mol}$ ./

4.) Egy fermion-szerű részecske **diszperziós relációja** a definíció szerint:

$$E(\mathbf{k}) = \alpha k^{7/4}$$

- a) Ábrázolja a **kétdimenziós** részecske állapotsűrűségét és adja meg az energiafüggését? ( $D_{2D}(E) \sim E^\phi$ ;  $\phi_{2D} = ?$ ) 15 pont
- b) E részecske Fermi energiájának hányad része az **átlagenergia**? ( $E_{\text{átl.}} = \gamma E_F$ ;  $\gamma_{2D} = ?$ ) (def.:  $E_{\text{átl.}} = E_{\text{össz.}}/N$ ) 10 pont

Maximális pontszám: **105 pont**

Megjegyzés: Részpontok is szerezhetők (a jó megoldáshoz vezető) részeredményekért.

-Ponttáblák: **2:** 45 pont-; **3:** 60 pont-; **4:** 75 pont-; **5:** 90 pont

**Budapest, 2012. Február 21. 11<sup>10</sup> -12<sup>10</sup>.**

**dr. Kojnok József**