

Név:

Neptun-kód:

## Kondenzált anyagok fizikája

### 1. zárthelyi dolgozat

2015. november 5. 16<sup>00</sup>–18<sup>00</sup>

#### Fontosabb tudnivalók

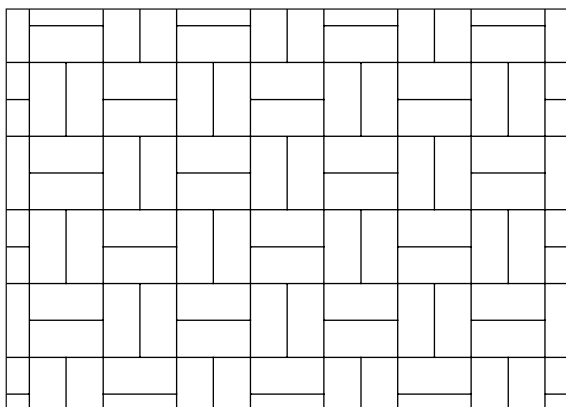
- Ne felejtse el beírni a nevét és a Neptun-kódját a fenti üres mezőkbe.
- Minden feladat megoldását ezen a feladatlapon, illetve a feladatsor végén található üres oldalakon kell elkészíteni (a feladat sorszámának feltüntetésével).
- A feladatok megoldási ideje 120 perc.
- A rajzos feladatoknál nyugodtan használhat ceruzát, egyébként használjon tollat.
- A feladatok megoldásához író- és rajzeszközökön kívül semmilyen segédeszköz (könyv, füzet, mobileszköz, laptop stb.) **nem** használható.

# 1. feladat: Szilárdtestek geometriája (6+9+5 pont)

Ez a feladat három kisebb, egymástól független részből áll.

**1.A. Elemi cellák, Bravais-rácsok.** Az alábbi ábrákon kétdimenziós periodikus szerkezetek láthatók. Mindhárom esetben jelöljön be (pl. keretezéssel, satírozással vagy vonalkázással) egy *primitív* elemi cellát. Adja meg számmal is, hány egység található a primitív cellában, nevezze meg a Bravais-rácsot, és vázolja is fel. Válaszait az üres mezőkbe írja be, lehetőleg kerülje a javítást.

## 1.A.1. Parketta

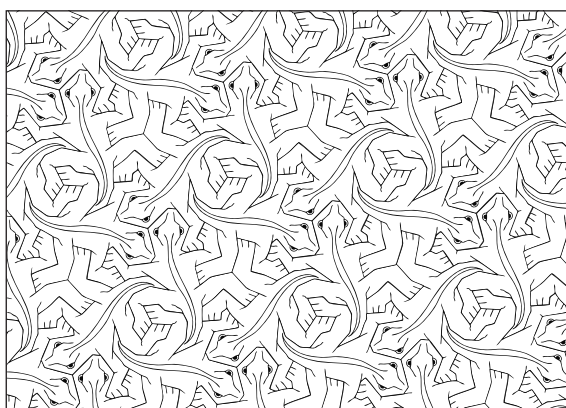


A primitív cellában   
a parketták száma:

A Bravais-rács megnevezése:

A Bravais-rács vázlatos rajza:

## 1.A.2. Escher gekkói

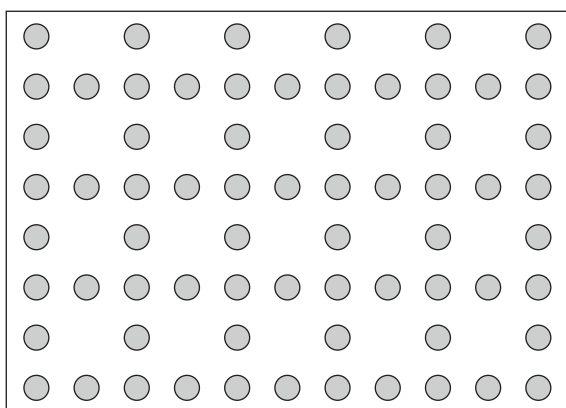


A primitív cellában   
lévő gekkók száma:

A Bravais-rács megnevezése:

A Bravais-rács vázlatos rajza:

## 1.A.3. Atomokból álló Lieb-rács (oldalon centrált négyzetrács)



A primitív cellában   
lévő atomok száma:

A Bravais-rács megnevezése:

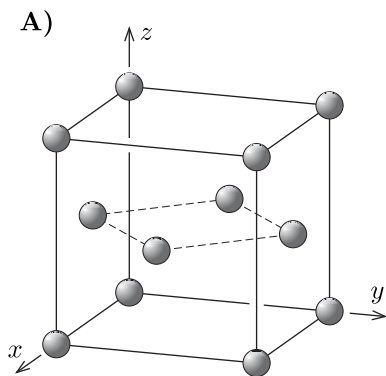
A Bravais-rács vázlatos rajza:



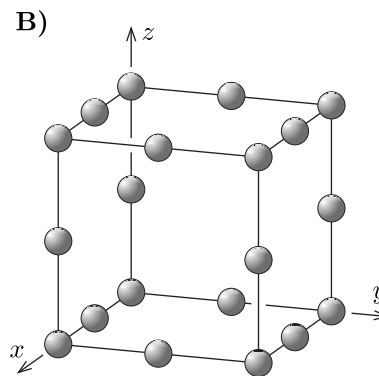
## 2. feladat: Röntgendiffrakció (45 pont)

Egy bizonyos, csupa egyforma **X** atomból álló anyagnak kétféle kristályos változata létezik. A két kristályszerkezet egy-egy elemi cellája látható az ábrán. Az **A**) változat egy olyan köbös (kocka alakú) cella, melynek négy oldallapjának közepén is ül egy-egy atom (a továbbiakban ezt oldallapon centrált kockarácsnak nevezzük, ami nem tévesztendő össze az FCC ráccsal). A **B**) változat olyan köbös rács, melynek oldaléleinek közepén is található egy-egy atom (hívjuk ezt oldalélen centrált köbös rácsnak). Mindkét elemi cella oldaléle  $a$  hosszúságú.

Mindkét kristályszerkezetet röntgentartományba eső, monokromatikus síkhullámmal sugározzuk be. Ebben a feladatban arra a kérdésre keressük a választ, hogy milyen lesz a kialakuló elhajlási kép szerkezete.



oldallapon centrált köbös rács



oldalélen centrált köbös rács

**2.1.** Határozzuk meg az **X** atomra vonatkozó atomszórási tényezőt a rajta szóródó röntgensugárzás hullám-számvektorának  $\vec{k}$  megváltozásának függvényében, ha az atom elektronfelhőjét  $r_0$  sugarú, homogén  $\rho$  sűrűségű tömör gömbnek tekintjük!

*Útmutatás:* Használjunk parciális integrálást!

**2.2.** Hány atomból áll a bázis az **A**) és **B**) esetben? Adjuk meg a bázist alkotó atomok helyvektorait az ábrán látható koordináta-rendszerben.

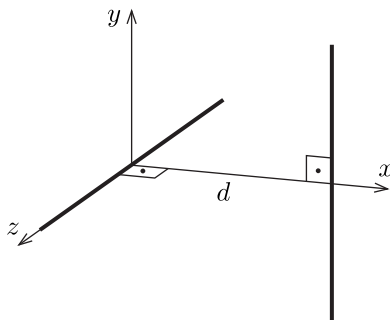
**2.3.** A röntgendiffrakciós maximumok irányait a köbös celláknál szokásos  $h, k, \ell$  indexekkel jellemezhetjük. Töltsük ki az alábbi táblázatot a következőképpen:

- Ha egy adott irányban tökéletes kioltás történik, a megfelelő mezőbe tegyünk X-et.
- Ha egy adott irányban reflexiós csúcst tapasztalhatunk, a megfelelő mezőbe írjunk egy számot, amely megadja a diffrakciós maximum *relatív intenzitását* az adott kristályszerkezetenél tapasztalható legerősebb diffrakciós maximum intenzitásához képest.

$N$	$hkl$	<b>A</b> ) kristályrács	<b>B</b> ) kristályrács
1	100		
2	110		
3	111		
4	200		
5	210		
6	211		
(7)	–	–	–
8	220		
9	300,221		
10	301		
11	311		
12	222		
13	320		
14	321		
(15)	–	–	–

### 3. feladat: Diszlokációk kölcsönhatása (35 pont)

A koordináta-rendszerünk  $z$  tengelyén egy hosszú, egyenes,  $\mathbf{b}_1 = (0, 0, b)$  Burgers-vektorú csavardiszlokáció helyezkedik el. Ettől  $d$  távolágra egy másik hosszú csavardiszlokáció található, amely párhuzamos az  $y$  tengellyel; ennek Burgers-vektora  $\mathbf{b}_2 = (0, b, 0)$ . (Az első diszlokáció tengelyét a  $z$  tengellyel, a második diszlokáció tengelyét pedig az  $y$  tengellyel választottuk egyirányúnak.)



Ismert, hogy a  $z$  tengelyen elhelyezkedő,  $\mathbf{b}_1 = (0, 0, b)$  Burgers-vektorú csavardiszlokáció feszültségtere a következő alakú:

$$\sigma_{xz} = \sigma_{zx} = -\frac{\mu b}{2\pi} \frac{y}{x^2 + y^2}$$

$$\sigma_{yz} = \sigma_{zy} = \frac{\mu b}{2\pi} \frac{x}{x^2 + y^2},$$

ahol  $\mu$  az egyik Lamé-állandó. A feszültségtenzor többi eleme zérus.

**3.1.** Vonzó- vagy taszítóerő hat a diszlokációk között?

**3.2.** Határozzuk meg a diszlokációk között ható eredő erő nagyságát!

*Útmutatás:* Hasznos lehet a következő matematikai formula:

$$\int \frac{1}{1+u^2} du = \operatorname{arctg} u + \operatorname{const.}$$