

## 2019 – ZH01

- 1.) Mik a lézersugárzás kialakulásának feltételei? Egy-egy mondatban ismeresse a megnevezett feltétel jelentését! Ismertesse, hogy egy három nívós gázlézer esetén ezek hogyan teljesülnek!
- 2.) Adja meg egy részecske állapotát leíró hullámfüggvény Born-féle valószínűségi értelmezését! Mi következik ebből a  $V$  térfogatú tartományba helyezett szabad részecske hullámfüggvényének amplitúdójára? Írja fel az  $\varepsilon$  energiájú,  $\vec{p}$  impulzusú haladó részecske  $\psi(\vec{r}, t)$  hullámfüggvényét!
- 3.) Milyen tulajdonsággal kell rendelkeznie az egykristályon végzett szórás kísérletben alkalmazott Röntgen-nyalábnak (Laue-módszer)? Grafikus szerkesztést mutató ábra segítségével ismeresse, hogy ebben a mérésben hogyan teljesül a diffrakció feltétele!
- 4.) Írja fel a harmonikus oszcillátor Hamilton-operátorát, és adja meg a gerjesztési spektrumát! Miért különbözik nullától az alapállapotú energia (zéruspont-rezgés)?

## 2019 – PótZH01

- 1.) Sorolja fel a lézerfény három alapvető tulajdonságát! Rajzolja fel vázlatosan (egy grafikonon egymás alá), egy lézer, egy gázkisülési cső és egy izzólámpa spektrumát.
- 2.) Határozza meg az egydimenziós síkhullámhoz tartozó valószínűségi áramsűrűséget az általános  $\vec{j} = -\frac{i\hbar}{2m}(\psi^* \nabla \psi - \psi \nabla \psi^*)$  definíciót 1 dimenzióban alkalmazva!
- 3.) Vektorszorzás műveletekkel adja meg a kristály  $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$  bázisvektorai és a reciprok rács  $\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_3$  bázisvektorai közti kapcsolatot! Mekkora az elemi cella térfogata a rácsban és a reciprok rácsban (vektorművelettel kifejezve)?
- 4.) Vázlatosan ábrázolja kétatomos lineáris lánc diszperziós relációját! Az ábrán tüntesse fel a hang terjedési sebességét meghatározó tartományt, és az  $\omega(q)$  függvény segítségével adja meg a hangsebesség értékét. Jelölje be azt a pontot, ami a bázison belüli kétféle atom tömegközpontja körüli rezgésnek felel meg!

## 2018 – ZH01

- 1.) Vázlatosan ábrázolja kétatomos lineáris lánc  $\omega(q)$  diszperziós relációját! Az ábrán tüntesse fel a hang terjedési sebességét meghatározó tartományt, és jelölje be azt a pontot, ami a bázison belüli kétféle atom tömegközpontja körüli rezgésnek felel meg! Mi  $h\omega$  és  $hq$  fizikai jelentése?
- 2.) Elektronmikroszkóp katódjáról elhanyagolható impulzusú elektronnaláb lép ki, és  $E$  elektromos térerősség hatására gyorsulva távolodik a forrástól. Hogyan változik az elektron  $\lambda$  hullámhossza a forrástól való  $x$  távolság függvényében? Adja meg a vonatkozó képletet:  $\lambda(x) = ?$
- 3.) Írja fel az impulzus- és a hely-operátornak megfelelő matematikai műveleteket és vezesse le a rájuk vonatkozó felcserélési relációt! Írja fel az impulzus és hely operátorra vonatkozó határozatlansági relációt, és mutasson legalább egy konkrét példát ennek következményére!
- 4.) Adja meg a kristály  $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$  bázisvektorai és a reciprok rács  $\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_3$  bázisvektorai közti kapcsolatot! (Megadható akár vektorszorzás műveletekkel, akár a vektorokból felépített  $\underline{\mathbf{A}}$  és  $\underline{\mathbf{B}}$  mátrixok segítségével. Ez utóbbi esetben fel kell azt is írni, hogyan épülnek fel a mátrixok a rács, illetve a reciprok rács bázisvektoraiból.)

## 2018 – PótZH01

- 1.) Adja meg egy részecske állapotát leíró hullámfüggvény Born-féle valószínűségi értelmezését! Mi következik ebből a  $V$  térfogatú tartományba helyezett szabad részecske hullámfüggvényének amplitúdójára?

2.) Írja fel a szabad elektronra vonatkozó időfüggő Schrödinger-egyenletet (1 dimenzióban). Adja meg egy  $x$  irányba haladó,  $k$  hullámszámú,  $\varepsilon$  energiájú elektron síkhullám alakú hullámfüggvényét. Mutassa meg, hogy a felírt hullámfüggvény megoldja a szabad elektronra vonatkozó időfüggő Schrödinger-egyenletet!

3.) A kristálysíkokon történő szóródás modellezésével vezesse le a konstruktív interferencia Bragg-feltételét (az erősítést eredményező interferencia feltételét), azaz a beesési szög és a kristálysíkok távolsága közti kapcsolatot. Ebből kiindulva számolja ki a bejövő és a kimenő nyaláb hullámszámvektorának  $\Delta \vec{k}$  különbségét (irányát és nagyságát)!

4.) Vázlatosan ábrázolja a szilárd testek fajhőjének hőmérséklettől való függését! Jelölje be a nevezetes értékeket (telítési érték, Debye-hőmérséklet)! Ábrázolja a klasszikus fizikai várakozásnak megfelelő összefüggést, és egy mondattal értelmezze az alacsony hőmérsékleti eltérés okát! Milyen függvény szerint változik és miért univerzális az alacsony hőmérsékleti viselkedés?

2018 – Vizsga

1.) Vázlatosan ábrázolja, és egy mondatban ismertesse a fotoeffektust kimutató kísérletet! A beérkező elektromágneses sugárzás milyen hullámtani paraméterétől függ a fémből kilökött elektronok száma, és milyen hullámtani paraméterétől a fémből kilökött elektronok energiája? Milyen következtetést lehet levonni a kísérletről a bejövő sugárzás kvantummechanikai paramétereire vonatkozóan? Milyen információt szolgáltat a kísérlet a fém elektronszerkezetéről?

2.) Adja meg egy részecske állapotát leíró hullámfüggvény Born-féle valószínűségi értelmezését! Mi következik ebből a  $V$  térfogatú tartományba helyezett szabad részecske hullámfüggvényének amplitúdójára? Írja fel az  $\varepsilon$  energiájú,  $\vec{p}$  impulzusú haladó részecske  $\psi(\vec{r}, t)$  hullámfüggvényét!

+++

2.) Soroljon fel három olyan (az előadásokon elhangzott) alkalmazást, amely a kvantummechanikai alagutazás jelenségén alapul. Egy-egy mondatban ismertesse, hogy mi az alagúteffektus szerepe a megnevezett eszköz működésében.

4.) Írja fel a harmonikus oszcillátor energia-saját egyenletét jelentő differenciálegyenletet, és adja meg a lehetséges sajátenergia értékeket. Ismertessen egy félvezető alkalmazást, ami a harmonikus oszcillátor spektrumán alapul!