

$$21 \times 1,5 = 31,5$$

Kifejtendő kérdések:

- 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, ϵ 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?

Teszt:

1. A hőmérsékleti sugárzás nagy frekvenciákon nullához tart, mert

A	a frekvenciával fordítva arányos a foton energiája
B	a frekvencia növelésével a szabadsági fokok száma csökken
C	a frekvencia növelésével a rezgési módusok száma csökken
<input checked="" type="radio"/> D	a $h\nu \gg k_B T$ fotonok nincsenek gerjesztve

2. A lézersugárzásra jellemző koherencia miatt alakul ki.

A	a jól meghatározott energianívók közti átmenet
B	a spontán emisszió
<input checked="" type="radio"/> C	az indukált emisszió
D	a pumpálás

3. A fényelektromos jelenség során a kilökött elektron számát határozza meg.

<input checked="" type="radio"/> A	a fény intenzitása
<input checked="" type="radio"/> B	az elektromos tér amplitúdója
C	a fény színe
<input checked="" type="radio"/> D	a Poynting-vektor abszolút értéke

4. A klasszikus fizika helyes leírását ad

A	a fényelektromos jelenségre
B	a hőmérsékleti sugárzásra
C	az elektronmikroszkóppal történő képalkotásra
D	neutronsórással végzett szerkezet-meghatározásra

5. A(z) működése a kvantummechanikai alagúteffektuson alapul.

<input checked="" type="radio"/> A	Flash-memória
B	atomerő mikroszkóp
<input checked="" type="radio"/> C	STM
D	spin-szelep

6. A fononokhoz rendelt $\hbar\vec{q} + \hbar\vec{G}$ kvázi-impulzusban a \vec{G} reciprokrácsvektort tartalmazó tag

A	a zéruspont rezgéshez tartozó impulzust reprezentálja
B	a határozatlansági relációból származó bizonytalanságot tükrözi
<input checked="" type="radio"/> C	a diszkrét translációs szimmetria következménye
<input checked="" type="radio"/> D	azt tükrözi, hogy a \vec{q} és a $\vec{q} + \vec{G}$ hullámszámú rezgés azonos atomi elmozdulásokat ír le

7. Kristályok diszkrét translációs szimmetriája nem engedi meg

A	a 6-fogású forgási szimmetriát
<input checked="" type="radio"/> B	az 5-fogású forgási szimmetriát
C	a 4-fogású forgási szimmetriát
D	a 3-fogású forgási szimmetriát

8. A harmonikus oszcillátor zérus-pont rezgésének jellemző tulajdonsága, hogy

A	egy szinusz függvény írja le
<input checked="" type="radio"/> B	egy Gauss függvény írja le
<input checked="" type="radio"/> C	$\frac{1}{2}\hbar\omega$ energia tartozik hozzá
<input checked="" type="radio"/> D	a határozatlansági relációból következik

9. Egy szabad részecske síkhullám hullámfüggvénye

<input checked="" type="radio"/> A	energia sajátállapot
B	idő sajátállapot
<input checked="" type="radio"/> C	impulzus sajátállapot
D	hely sajátállapot

10. A kristály inverziós szimmetriájának hiánya miatt fellépő jelenség

<input checked="" type="radio"/> A	a piezoelektromosság
<input type="radio"/> B	optikai kvadrokroizmus
<input type="radio"/> C	spin-Hall effektus
<input type="radio"/> D	kvantum-Hall effektus

11. A Schrödinger-egyenlet matematikai tulajdonságaiból következik

<input checked="" type="radio"/> A	az anyagmegmaradás (kontinuitási egyenlet)
<input type="radio"/> B	az impulzusmegmaradás
<input type="radio"/> C	a valószínűségi áramsűrűség kifejezése
<input type="radio"/> D	a hullámfüggvények folytonossága, és folytonos deriválhatósága

12. Az impulzus és a hely kommutátora

<input checked="" type="radio"/> A	$\frac{\hbar}{i}$
<input type="radio"/> B	$\frac{\hbar}{2}$
<input type="radio"/> C	\hbar
<input type="radio"/> D	$-i\hbar$

13. Kristályok szerkezetvizsgálatára alkalmas sugárforrás a

<input type="radio"/> A	ciklotron-sugárzás
<input type="radio"/> B	szabad-elektron lézer sugárzása
<input checked="" type="radio"/> C	Röntgen-cső
<input type="radio"/> D	szinkrotron sugárzás

14. A foton impulzusának nagysága

<input type="radio"/> A	$\frac{\hbar}{\lambda}$
<input checked="" type="radio"/> B	$\hbar k$
<input type="radio"/> C	$\frac{h\nu}{c}$
<input type="radio"/> D	$\frac{h\nu}{c}$

15. Az atomok lineáris láncával modellezett 1 dimenziós kristály rácsgéscinek $\omega(q)$ diszperziós relációja

<input checked="" type="radio"/> A	lineárisan indul, $\omega \propto q$
<input type="radio"/> B	kvadratikusan indul, $\omega \propto q^2$
<input type="radio"/> C	a Brillouin-zóna határán minimuma van
<input checked="" type="radio"/> D	minden információt tartalmaz az első Brillouin-zóna

16. A kristályrácsot definiáló \vec{a}_1 , \vec{a}_2 és \vec{a}_3 bázisvektorok

<input checked="" type="radio"/> A	lineárisan függetlenek
<input type="radio"/> B	hármasszorzata, azaz az $\vec{a}_1 (\vec{a}_2 \times \vec{a}_3)$ szorzat értéke nulla
<input type="radio"/> C	által kifestített paralelepipedon a Wigner-Seitz cella
<input checked="" type="radio"/> D	hármasszorzata, azaz az $\vec{a}_1 (\vec{a}_2 \times \vec{a}_3)$ szorzat értéke a Wigner-Seitz cella térfogata

17. A termikus neutronokkal végzett (rugalmas és rugalmatlan) szórás kísérletek alkalmasak a

<input checked="" type="radio"/> A	kristályok szerkezetének meghatározására
<input type="radio"/> B	felületi elektronsűrűség meghatározására
<input checked="" type="radio"/> C	mágneses rendeződés kimutatására
<input checked="" type="radio"/> D	fononok diszperziós relációjának mérésére

18. A diszkrét translációs szimmetriából következik a(z)

<input type="radio"/> A	energia-megmaradás
<input checked="" type="radio"/> B	kvázi-impulzus megmaradása
<input checked="" type="radio"/> C	Bragg-törvény
<input type="radio"/> D	impulzus-momentum megmaradása

19. Debye-Scherrer módszerrel végzett rugalmas szórás kísérlet alkalmas

<input checked="" type="radio"/> A	szerkezet-meghatározásra pormintákon
<input type="radio"/> B	szerkezet-meghatározásra egykristályon
<input type="radio"/> C	kristályok orientációjának megállapítására
<input type="radio"/> D	kristályok rácsrezgéseinek mérésére

20. A szilárd testek fajhőjét leíró Debye-modell feltevése a(z)

<input type="radio"/> A	ekvipartíció-tétel érvényessége
<input type="radio"/> B	kvadratus diszperziós reláció
<input checked="" type="radio"/> C	izotrop anyag
<input checked="" type="radio"/> D	lineáris diszperziós reláció