Fizika 3 vizsga

Tipszmix

2019 3. vizsgára készülve

# Első Zh anyaga

## 2019 1. zh

### A lézersugárra jellemző koherencia …………………..... miatt alakul ki.

1. a jól meghatározott energianívók közti átmenet H
2. a spontán emisszió H
3. az indukált emisszió I
4. a pumpálás H

### A Schrödinger-egyenlet matematikai tulajdonságaiból következik

1. az anyagmegmaradás (a kontiunitási egyenlet) I
2. a hullámfüggvények folytonossága I
3. a valószínűségi áramsűrűség kifejezése I
4. a hullámfüggvények folytonos deriválhatósága I

### A rácsrezgések $ω(q)$ diszperziós reláció mérésére alkalmas eljárás:

1. neutron-diffrakció (rugalmas neutron szórás) H
2. elektron-diffrakció H
3. rugalmatlan neutron szórás I
4. Röntgen-diffrakció H

### A fényelektromos jelenség során a kilökött elektron számát ……………. határozza meg.

1. a fény intenzitása I
2. a fény színe H
3. az elektromos tér amplitúdója I
4. a Poynting-vektor abszolút értéke I

### Kristályok diszkrét transzlációs szimmetriája nem engedi meg

1. a 6-fogású forgási szimmetriát H
2. az 5-fogású forgási szimmetriát I
3. a 4-fogású forgási szimmetriát H
4. a 3-fogású forgási szimmetriát H

### Debye-Scherrer módszerrel végzett rugalmas szóráskísérlet alkalmas

1. szerkezet-meghatározásra pormintákon I
2. szerkezet-meghatározásra egykristályon H
3. kristályok orientációjának megállapítására H
4. kristályok rácsrezgéseinek mérésére H

### A lézercsipesz által kifejtett erő nagyságrendje

1. pN (pikonewton) I
2. nN (nanonewton) H
3. μN (mikronewton) H
4. mN (milinewton) H

### A diszkrét transzlációs szimmetriából következik

1. a p=ħk impulzus megmaradása H
2. a Bragg-törvény I
3. az energia megmaradása H
4. a Neumann-elv H

### Egy szabad részecske hullámfüggvénye

1. Gauss-függvény H
2. a helytől független H
3. Dirac-delta függvény H
4. hely sajátállapot H

### A kristály inverziós szimmetriájának hiánya miatt fellépő jelenség

1. a piezoelektromosság I
2. optikai kvatrokromizmus I
3. kvantum-Hall effektus H
4. spin-Hall effektus I

### Kristályok szerkezetvizsgálatára alkalmas sugárforrás a

1. szabad-elektron lézer sugárzása I
2. Röntgen-cső I
3. szinkotron sugárzás I
4. ciklotron sugárzás H

### Az elektron hullámszerű terjedését bizonyítja az elektronmikroszkóppal történő

1. fókuszálás I
2. képalkotás I
3. diffrakció I
4. „dark-field image” készítés I

### A foton impulzusának nagysága

1. $\frac{ħ}{λ}$ H
2. $hk$ H
3. $\frac{hv}{c}$ I
4. $\frac{ħv}{c}$ H

### Az $Ae^{i\{kx+Φ\left(t\right)\}}$ hullámfüggvénnyel leírt elektronhoz tartozó valószínűségi áramsűrűség:

1. $\left|A\right|^{2}\frac{∂φ}{∂t}$ H
2. $\left|A\right|\frac{∂φ}{∂t}$ H
3. $\left|A\right|^{2}\frac{ħk}{m}$ I
4. $\left|A\right|\frac{ħk}{m}$ H

### A szilárd testek fajhőjét leíró Debye-modell feltevése az

1. ekvipartició-tétel érvényessége H
2. $ω \~ |\sin(\frac{qa}{2}| ) $alakú diszperziós reláció H
3. izotrop anyag I
4. $ω \~ |q|$ alakú diszperziós reláció I

### A kristályrácsot definiáló $\vec{a\_{1}}$, $\vec{a\_{2}}$ és $\vec{a\_{3}}$ bázisvektorok

1. hármas-szorzata, azaz az $\vec{a\_{1}}\left(\vec{a\_{2}}x\vec{a\_{3}}\right)$ szorzat értéke nulla H
2. lineárisan függetlenek I
3. hármas-szorzata, azaz az $\vec{a\_{1}}\left(\vec{a\_{2}}x\vec{a\_{3}}\right)$ szorzat értéke a Winger-Seitz cella térfogata I
4. által kifeszített parallelepipedon a Wigner-Seitz cella H

### Az impulzus és a hely kommutátora a

1. $\frac{ħ}{i}$ I
2. $\frac{ħ}{2}$ H
3. $ħ$ H
4. $-iħ$ I

### A Laue-módszerrel végzett rugalmas szóráskísérlet alkalmas

1. szerkezet-meghatározásra pormintákon H
2. kristályok szimmetriájának megállapítására I
3. kristályok orientációjának megállapítására I
4. szerkezet-meghatározásra egykristályokon I

### Az atomok lineáris láncával modellezett 1 dimenziós kristály rácsrezgéseinek $ω(q)$ diszperziós relációja rendelkezik az alábbi tulajdonsággal

1. lineárisan indul I
2. minden információt tartalmaz az első Brillouin-zóna I
3. tetszóleges reciprok rácsvektorral eltolva megismétlődik I
4. a Brilloun-zóna határán minimuma van H

### A szinkrotron sugárzás tulajdonsága

1. széles hullámszám-tartomány I
2. nagy intenzitás I
3. koherencia H
4. impulzus-szerű üzemmód I

## 2019 pótZh1

### A fényelektromos jelenség során a kilökött elektron energiáját a(z) ……………. határozza meg

1. a fény-nyomás H
2. fény színe I
3. elektromos tér amplitúdója H
4. az elektromágneses hullám frekvenciája I

### A hőmérsékleti sugárzás nagy frekvenciákon nullához tart, mert

1. a frekvencia növelésével a szabadsági fokok száma csökken H
2. a frekvencia növelésével a rezgési modusok száma csökken H
3. a $ħv\ll k\_{B}T$ fotonok nincsenek gerjesztve H
4. a $ħv\gg k\_{B}T$ fotonok nincsenek gerjesztve I

### Az alábbi eszköz működése a kvantummechanikai alagút-jelenségen alapul:

1. Flash-memória I
2. Atomerő mikroszkóp H
3. Elektron-ágyú I
4. CCD kamera H

### Egy szabad részecske síkhullám hullámfüggvénye

1. energia sajátállapot I
2. idő sajátálapot H
3. hely sajátállapot H
4. impulzus sajátállapot I

### Az interferenciajelenségen alapuló mérési eljárás

1. Röntgen-diffrakció I
2. a különbségi holográfia I
3. az elektronmikroszkóppal történő szerkezet-meghatározás I
4. az elektronmikroszkóppal történő képalkotás H

### Csak a lézerfényre jellemző tulajdonság

1. koherens I
2. monokromatikus H
3. intenzív H
4. kollimált H

### A klasszikus fizika helyes leírást ad

1. a rugalmatlan neutronszórásra H
2. az elektronmikroszkóppal történő képalkotásra H
3. a fényelektromos jelenségre H
4. szilárd testek fajhőjére H

### A kvantummechanika helyes leírást ad

1. a fényelektromos jelenségre I
2. a rugalmatlan neutronszórásra I
3. szilárd testek fajhőjére I
4. az elektronmikroszkóppal történő képalkotásra I

### A harmonikus oszcillátor zérus-pont rezgésének jellemző tulajdonsága, hogy

1. az impulzus várható értéke nulla I
2. energia sajátállapot I
3. impulzus sajátállapot H
4. következik a határozatlansági relációból I

### A $\hat{H}=\frac{\hat{p}^{2}}{2m}+\frac{1}{2}k\hat{x}^{2}$ Hamilton-operátorral leírt harmonikus oszcillátorban a $k$ rugóállandó növelésekor

1. a hely $∆x$ szórása nő H
2. a zéruspont rezgés energiája csökken H
3. a hely $∆x$ szórása csökken I
4. a zéruspont rezgés energiája nő I

### Az alábbi jelenségben szerepet játszik az alagúteffektus

1. α-bomlás I
2. DNA spontán mutációja I
3. fotoemisszió H
4. szupravezetők Josephson-effektusa I

### Az elektronok közti Coulomb-taszításon alapuló eszköz

1. Kvantum-dot I
2. Flash-memória H
3. THz lézer H
4. Zéner-dióda H

### A termikus neutronokkal végzett (rugalmas és rugalmatlan) szóráskísérletek alkalmasak a

1. kristályok szerkezetének meghatározására I
2. mágneses rendeződés kimutatására I
3. kontrasztképzésre (izotópok alkalmazásával az atomi szórási tényezők kiátlagolására) I
4. felületfizikai mérésekre H

### Különbségi holográfiánál az eltérő optikai úton haladó, majd $∆Φ$ fáziskülönbséggel újraegyesített nyaláb interferenciájakor a fotonok megtalálási valószínűsége az $\vec{r}$pont $d^{3}\vec{r}$ környezetében:

1.  I
2.  H
3.  I
4.  H

### A Laue szórási kísérletben a Bragg-csúcsok helyzetéből meghatározható

1. a kristály térbeli orientációja I
2. a kristály rácsszerkezete I
3. a bázis szerkezete H
4. a reciprok rács I

### A harmonikus oszcillátor εn energia sajátállapotában a hely várható értéke

1. nulla, de csak akkor, ha $n$ páros H
2. nulla, de csak akkor, ha $n$ páratlan H
3. sosem nulla H
4. mindig nulla I

### Egy köbös rács rendelkezik a … forgási szimmetriával

1. 2-fogású I
2. 3-fogású I
3. 5-fogású H
4. 6-fogású H

### A fononokhoz rendelt $ħ\overbar{q}+ħ\vec{G}$kvázi-impulzusban a$\vec{G}$reciprok-rácsvektort tartalmazó tag

1. diszkrét transzlációs szimmetria következménye I
2. azt tükrözi, hogy a $\vec{q}$és a $\vec{q}+\vec{G}$hullámszámú rezgés azonos atomi elmozdulásokat ír le I
3. a határozatlansági relációból származó bizonytalanságot tükrözi H
4. a zéruspont rezgéshez tartozó impulzust reprezentálja H

### A fizikai mennyiségeket leíró polár- és az axiál-vektorok csatolódásának feltétele a(z)

1. inverziós szimmetria H
2. síkra tükrözési szimmetria H
3. inverziós szimmetria hiánya I
4. síkra tükrözési szimmetria hiánya H

### A rácsrezgések $ω(q)$ diszperziós relációjának optikai ágában a $q=0$ hullámszámú rezgés

1. minden rácsponton azonos fázisban történik I
2. frekvenciája kisebb, mint az akkusztikus hullám frekvenciája H
3. a bázist alkotó atomok tömegközéppontjának rezgése H
4. a bázist alkotó atomok egymáshoz képesti rezgése I

## 2018 zh1 (nem hivatalos megoldások vannak)

### A termikus neutronokkal végzett (rugalmas és rugalmatlan) szóráskísérletek alkalmasak a

#vótmá

1. kristályok szerkezetének meghatározására I
2. felületfizikai mérésekre H
3. mágneses rendezádés kimutatására I
4. kontrasztképzésre (izotópok alkalmazásával az atomi szórási tényezők kiátlagolására) I

### Az $\hat{A}$ operátorral felírt fizikai mennyiség szórása

1. $∆A=\sqrt{\left(\left〈\hat{A}-\left〈\hat{A}\right〉\right〉\right)^{2}}$ H
2. $∆A=\sqrt{\left〈\left(\hat{A}-\left〈\hat{A}\right〉\right)^{2}\right〉}$ I
3. $∆A=\sqrt{\left〈\hat{A}^{2}\right〉-\left〈\hat{A}\right〉^{2}}$ I
4. $∆A=\sqrt{\left〈\hat{A}^{2}-\left〈\hat{A}^{2}\right〉\right〉}$ H

### A(z) …………. diszkrét transzlációs szimmetria által megengedett szimmetria

#vótmá hasonló

1. 6-fogású forgási szimmetria I
2. 5-fogású forgási szimmetria H
3. 4-fogású forgási szimmetria I
4. 3-fogású forgási szimmetria I

### A diszkrét transzlációs szimmetriából következik a(z)

#vótmá

1. kvázi-impulzus megmaradása I
2. impulzus-momentum megmaradása H
3. energia-megmaradás H
4. Bragg-törvény I

### Az $Ae^{i\{kx+Φ\left(t\right)\}}$ hullámfüggvénnyel leírt elektronhoz tartozó valószínűségi áramsűrűség:

#vótmá

1. $\left|A\right|^{2}\frac{∂φ}{∂t}$ H
2. $\left|A\right|\frac{∂φ}{∂t}$ H
3. $\left|A\right|^{2}\frac{ħk}{m}$ I
4. $\left|A\right|\frac{ħk}{m}$ H

### A fizikai mennyiségeket leíró polár- és az axiál-vektorok csatolódásának feltétele a(z)

#vótmá (biztos jó? – furcsa, hogy egymással ellentétes állítások hamisak – de hivatalos kidolgozás alapján)

1. inverziós szimmetria H
2. inverziós szimmetria hiánya I
3. síkra tükrözési szimmetria H
4. síkra tükrözési szimmetria hiánya H

### A rácsrezgések $ω(q)$ diszperziós reláció mérésére alkalmas eljárás:

#vótmá (D más)

1. neutron-diffrakció (rugalmas neutron szórás) H
2. rugalmatlan neutron szórás I
3. elektron-diffrakció H
4. rugalmas elektron-diffrakció H
5. Különbségi holográfiánál az eltérő optikai úton haladó, majd $∆Φ$ fáziskülönbséggel újraegyesített nyaláb interferenciájakor a fotonok megtalálási valószínűsége az $\vec{r}$pont $d^{3}\vec{r}$ környezetében:

#vótmá

1.  H
2.  I
3.  I
4.  H

### Az elektron hullámszerű terjedését bizonyítja az elektronmikroszkóppal történő

#vótmá (igaz válaszok: fókuszálás, képalkotás, diffrakció, „dark-field image”, kristályszerkezet)

1. képalkotás I
2. hologram készítés H
3. kristályszerkezet-meghatározás I
4. „dark-field image” készítés I

### A foton impulzusa:

#vótmá

1. $ħk$ I
2. $\frac{hv}{c}$ I
3. $\frac{ħ}{λ}$ H
4. $\frac{ħv}{c}$ H
5. Az atomok lineáris láncával modellezett 1 dimenziós kristály rácsrezgéseinek $ω(q)$ diszperziós relációja rendelkezik az alábbi tulajdonsággal

#vótmá

1. lineárisan indul I
2. minden információt tartalmaz az első Brillouin-zóna I
3. tetszőleges reciprok rácsvektorral eltolva megismétlődik I
4. a Brilloun-zóna határán minimuma van H

### A $\hat{H}=\frac{\hat{p}^{2}}{2m}+\frac{1}{2}k\hat{x}^{2}$ Hamilton-operátorral leírt harmonikus oszcillátorban a $k$ rugóállandó növelésekor

#vótmá

1. a hely $∆x$ szórása nő H
2. a zéruspont rezgés energiája csökken H
3. a hely $∆x$ szórása csökken I
4. a zéruspont rezgés energiája nő I

### Kristályok szerkezetvizsgálatára alkalmas sugárforrás a

#vótmá (hamis még a ciklotron)

1. Röntgen-cső I
2. Szinkotron-nyaláb I
3. Szabad-elektron lézer sugárzása I
4. Rubin-lézer sugárzása H

### A kristályrácsot definiáló $\vec{a\_{1}}$, $\vec{a\_{2}}$ és $\vec{a\_{3}}$ bázisvektorok

#vótmá

1. által kifeszített parallelepipedon a Wigner-Seitz cella H
2. hármas-szorzata, azaz az $\vec{a\_{1}}\left(\vec{a\_{2}}x\vec{a\_{3}}\right)$ szorzat értéke nulla H
3. lineárisan függetlenek I
4. hármas-szorzata, azaz az $\vec{a\_{1}}\left(\vec{a\_{2}}x\vec{a\_{3}}\right)$ szorzat értéke a Winger-Seitz cella térfogata I

### A szilárd testek fajhőjét leíró Debye-modell feltevése az

#vótmá (lineáris =$ ω \~ |q|$, B-C nem volt)

1. izotrop anyag I
2. ekvipartició-tétel érvényerssége H
3. kvadratikus diszperziós reláció H
4. lineáris diszperziós reláció I

### Az alábbi eszköz működése a kvantummechanikai alagút-jelenségen alapul:

#vótmá

1. Flash-memória I
2. Elektron-ágyú I
3. Atomerő mikroszkóp (AFM) H
4. CCD kamera H

### A szilárd testek fajhője alacsony hőmérsékleten nullához tart, mert

1. a $ħω\_{q}\gg k\_{B}T$ rezgési modusok nincsenek gerjesztve I
2. a hőmérséklet csökkentésével a szabadsági fokok száma csökken
3. az optikai fonon-ág nincs gerjesztve
4. az atomok csatolt rezgése független oszcillátorokra esik szét

### A Laue-módszerrel végzett rugalmas szórásísérlet alkalmas a

#vótmá

1. kristályok orientációjának megállapítására I
2. szerkezet-meghatározásra egykristályon I
3. kristályok rácsrezgéseinek mérésére H
4. szerkezet-meghatározásra promintákon H

### Egy gázlézerben a lézersugárzás kialakulásának feltétele

1. populáció inverzió I
2. spontán emisszió H
3. hőmérsékleti sugárzás H
4. rezonátor tükör I?

### A fényelektromos jelenség során a kilökött elektron számát ……………. határozza meg.

#vótmá

1. a fény intenzitása I
2. a fény színe H
3. az elektromos tér amplitúdója I
4. a Poynting-vektor abszolút értéke I

## 2018 pZh1 A = B csoport

1. 2019/1/13, 18/1/10
2. 19/1/1
3. 19/1/15, 19/1/15
4. 19/p1/2 – C hamis helyett „a frekvenciával fordítva arányos a foton energiája” hamis
5. 19/p1/9, 19/v1/4 C helyett „1/2ħω energia tartozik hozzá” igaz
6. 19/p1/7, 19/v1/9
7. 19/1/17
8. 19/1/10
9. 19/1/4, 19/p1/1, 18/1/20
10. 19/1/9, 19/p1/4
11. 19/1/2
12. 19/p1/13, 18/1/1
13. Kristályok diszkrét transzlációs szimmetriája nem engedi meg… sokszor volt..
14. 19/p1/18
15. Kristályok szerkezetvizsgálatára alkalmas sugárforrás a… mindegyik Zhban
16. 19/1/19, 18/1/11
17. 18/1/4
18. 18/1/6, 19/v1/7
19. A kristályrácsot definiáló (a\_1 ) ⃗, (a\_2 ) ⃗ és (a\_3 ) ⃗ bázisvektorok…. majdnem mindig
20. működése a kvantummechanikai alagúteffektuson alapul.. Flash, STM (elektron ágyú)

# Második Zh anyaga

## 2019 Zh2 1. csoport

### A szabad elektronrendszert leíró Sommerfeld-modellben

1. az elektronokat impulzusuk szerint különböztetjük meg I
2. az elektronokat helyük szerint különböztetjük meg H
3. az elektronállapotok betöltése Bose-Einstein statisztikát követ H
4. az elektronállapotok betöltése Fermi-Dirac statisztikát követ I

### Fémekben a kis energiával gerjeszthető elektronok száma

1. a hőmérséklettel arányos I
2. a hőmérséklet négyzetével arányos H
3. a hőmérséklettel fordítva arányos H
4. nem függ a hőmérséklettől H

### A Fermi-energia

1. a kémiai potenciál értéke T=0 hőmérsékleten I
2. a vezetési sáv teteje H
3. az elektronok átlagos energiája H
4. az alapállapotban a legmagasabb energiájú betöltött elektronállapothoz tartozó energia I

### A fémekre vezetési elektronjainak mágneses szuszceptibilitása (a Pauli szuszceptibilitás

1. az elektronok köráramához tartozó mágneses momentumtól származik H
2. az elektronok spinjétől származik I
3. diamágneses H
4. paramágneses I

### Egy intrinsic félvezetőben

1. az elektronok száma megegyezik a lyukak számával I
2. a Fermi-felület kBT szélességű tartományban lévő elektronok gerjeszthetők H
3. csak az elektronok vezetnek H
4. csak a lyukak vezetnek H

### A fémekben a Fermi-energia nagyságrendje

1. μeV H
2. meV H
3. eV I
4. keV H

### A szoros kötésű közelítésben

1. a sávszélesség függ az atomok távolságától I
2. a diszperziós reláció kvadratikus H
3. a hullámfüggvényt síkhullámok lineáris kombinációjával állítjuk elő H
4. a tiltott sáv értékét az atomi nívók távolsága és az átfedési integrálok határozzák meg I

### Egy p-típusú félvezető kiürülési tartományában

1. a lyuk típusú töltéshordozók száma megegyezik az akceptor atomok számával I
2. a lyukak száma megegyezik az elektronok számával H
3. az ellenállás gyengén hőmérsékletfüggő I
4. az ellenállás exponenciálisan függ a hőmérséklettől H

### A Bloch-tételnek megfelelő hullámfüggvény

1. egy rácsvektorral történő eltolás esetén csak egy fázisfaktorral változik I
2. periodikus (egy rácsvektorral történő eltolás esetén nem változik) H
3. abszolút-értéke periodikus I
4. abszolút-értékének négyzete periodikus I

### Egy ballisztikus vezetőben

1. az ellenállást nem függ a vezeték hosszától I
2. a rugalmatlan ütközések révén kialakul a termikus egyensúly H
3. nincs kölcsönhatás a vezeték anyaga és az elektronok között I
4. az elektronok rugalmas ütközésekkel hatnak kölcsön a vezeték anyagával H

### Egy mezoszkopikus vezetőben

1. fáziskoherens transzport valósul meg I
2. a fajlagos ellenállást a rugalmas ütközések határozzák meg H
3. az elektronok rugalmas ütközésekkel hatnak kölcsön a vezeték anyagával I
4. az ellenállás arányos a vezeték hosszával H

### A makroszkopikus transzport során

1. termikus egyensúly alakul ki I
2. csak rugalmas ütközések történnek H
3. mindenképp történnek rugalmatlan ütközések I
4. az elektronok terjedése inkoherens I

### A III-V (pl. GaAs) típusú félvezetők jellemzője

1. a direkt tiltott sáv I
2. az inverziós szimmetria hiánya I
3. tisztán kovalens kötéstípus H
4. tisztán ionos kötéstípus H

### A HDD olvasófejben a két mágneses domén közül csak a merevlemezhez közelebbi domén billeg, mert

1. a másik domén mérete nagyobb H
2. a másik domén egy antiferromágnesre van növesztve I
3. a másik domén távolabb van H
4. a másik domén hiszterézise nagyobb H

### Az adaptív Cruise Control működési elve

1. mikrohullám visszaverődésének detektálása I
2. ultrahang visszaverődésének detektálása H
3. time-of-flight (TOF) H
4. Doppler-effektus I

### A kvantum-pötty nívószerkezet függ

1. az alagútáram értékétől H
2. az elektronok töltésétől I
3. a pötty kapacitásától I
4. a Fermi-energiától H

### A vas ferromágnesessége

1. a vezetési elektronoktól származik I
2. a vas atomok 3d elektronjainak spinjétől származik H
3. spin-függő sávok eltolódásától származik I
4. a vas atomok 3d elektronjainak pályamomentumától származik H

### A MEMS technológiával készült három-tengelyű giroszkóp

1. detektált jele arányos az elfordulással H
2. rezgő alkatrészeket tartalmaz I
3. kapacitív jelet detektál I
4. detektált jele arányos a szögsebességgel I

### Az elsőfajú szupravezető jellemzője a

1. Meissner-effektus I
2. zérus ellenállás I
3. nagy paramágneses szuszceptibilitás H
4. vortex-fázis H

### A szupravezető vortex

1. elsőfajú szupravezetőkben figyelhető meg H
2. másodfajú szupravezetőkben figyelhető meg I
3. egy fluxuskvantumot hordoz I
4. méretét a mágneses behatolási hossz határozza meg I

## 2019 pZh2

### A szabad elektron Sommerfeld-modellje nagyságrendileg helyesen írja le a fémek fajhőjét,

1. mert az elektronok hullámonként vannak tekintve H
2. mert az elektronokhoz $ε\left(k\right)=\frac{ħ^{2}k^{2}}{2m}$ kinetikus energia van rendelve H
3. mert az összes elektron gerjeszthető H
4. mert figyelembe veszi a Pauli-elvet I

### A vezetési elektronok mágneses szuszceptibiitása

1. a hőmérséklet négyzetével változik H
2. arányos a hőmérséklettel I
3. hőmérséklet-független H
4. fordítva arányos a hőmérséklettel H

### A szabad elektronrendszert leíró Sommerfeld-modell alkalmazza

1. a Fermi-Dirac eloszlásfüggvényt I
2. a periodikus határfeltételt I
3. az ekvipartició tételét H
4. a Pauli-elvet I

### A klasszikus fizika helyesen írja le a fémek vezetési elektronjaitól származó

1. fajhőt H
2. mágneses szuszceptibilitást H
3. vezetőképességet H
4. Hall-állandót H

### A szoros kötésű közelítésben az átfedési integrál függ

1. az atomi hullámfüggvények térbeli alakjától (pl. s- vagy p-típusú elektron) I
2. az elektronok spinjétől H
3. a kristályszerkezettől I
4. az atomi energiaszintek távolságától H

### Egy tiszta félvezetőben

1. a Fermi-felület jó közelítéssel gömb alakú H
2. a hőmérséklet növelésével a vezetőképesség csökken H
3. az elektronok száma megegyezik a lyukak számával I
4. a kémiai potenciál a jó közelítéssel a tiltott sáv közepén helyezkedik el I

### A vezetőképesség-kvantum értéke

1. 2e/h H
2. 2e2/h I
3. h/2e H
4. h/2e2 H

### A ballisztikus és mezoszkopikus transzport közös vonása, hogy

1. rugalmatlan ütközések vannak H
2. nem definiálható a fajlagos vezetőképesség I
3. nem alakul ki termikus egyensúly I
4. fáziskoherens transzport valósul meg I

### A makroszkopikus transzport Boltzmann-egyenlettel történő leírásának jellemzője

1. rugalmatlan ütközések vannak I
2. nem definiálható a fajlagos vezetőképesség H
3. termikus egyensúly alakul ki I
4. fáziskoherens transzport valósul meg H

### Az elektronok $ε(k) $diszperziós relációjából meghatározható

1. az effektív tömeg I
2. a csoportsebesség I
3. a $D(ε)$ állapotsűrűség I
4. az$ f(ε)$ Fermi-eloszlásfüggvény H

### Egy fémes kristályban a vezetési elektront leíró hullámfüggvény tulajdonsága, hogy

1. egy rácsvektorral történő eltolása esetén abszolút-értéke nem változik I
2. egy rácsvektorral történő eltolás esetén $Ψ\left(r+R\right)=e^{ikr}Ψ\left(R\right)$ H
3. egy rácsvektorral történő eltolása esetén abszolút-értékének négyzete nem változik I
4. egy rácsvektorral történő eltolás esetén$ Ψ\left(r+R\right)=e^{ikr}Ψ\left(r\right)$ I

### A kvantum-pötty tulajdonságait meghatározó fizikai jelenség

1. az elektron töltése által meghatározott diszkrét nívószerkezet I
2. a kis méret által meghatározott diszkrét nívószerkezet H
3. az elektronok fémes terjedése H
4. az elektronok alagúteffektussal történő terjedése I

### A III-V (pl. GaAs) típusú félvezetők jellemzője

1. az indirekt tiltott sáv H
2. a direkt tiltott sáv I
3. az inverziós szimmetria hiánya I
4. a kovalens és az ionos kötéstípus keveredése I

### Az Adaptív Cruise Control (ACC) működési elve

1. time-of-flight (TOF) H
2. Doppler-effektus I
3. ultrahang visszhangjának mérése H
4. mikrohullám visszhangjának mérése I

### A vas ferromágneses fázisban

1. a vezetési elektronok spin-polarizáltak I
2. az egy atomra jutó telítési mágnesezettség megegyezik a különálló vas atomokra jutó mágnesezettséggel H
3. a ferromágnesesség eredete a vas atomok 3d nívójához tartozó pályamomentum H
4. a d-sávok betöltöttsége függ a spin-állapottól I

### A ferromágnesesség átlagtér közelítésében alkalmazott Weiss-tér

1. a Curie-hőmérséklet felett nullától különbözik I
2. a Cuire-hőmérséklet felett nulla H
3. arányos a telítési mágnesezettséggel H
4. arányos a mágnesezettséggel I

### A lock-in erősítő (phase sensitive detector)

1. a gerjesztési frekvenciának megfelelő szűrőt tartalmaz I
2. a gerjesztéssel azonos frekvenciájú komponenseket átlagolja H
3. azt a jelet detektálja, amiről tudjuk, hogy mi gerjesztettük I
4. egyszerre méri egy komplex impedancia ReZ és ImZ komponensét I

### A mágnesesen lebegtetett béka

1. súlytalanság állapotában van H
2. súlytalanság állapotát érzi I
3. diamágneses I
4. paramágneses H

### Mágneses térben lehűtött ideális fémben a szupravezetőben a tér kikapcsolása

1. mindkettőben indít felületi áramokat I
2. csak a fémben indít felületi áramokat H
3. csak a szupravezetőben indít felületi áramokat H
4. egyikben sem indít felületi áramokat H

### A HC1 és HC2 kritikus tér közötti tartományban a másodfajú szupravezető jellemzője a

1. nagy paramágneses szuszceptibilitás H
2. nem nulla d.c. ellenállás H
3. perzisztens áram jelensége I
4. vortex-fázis I

## 2018 zh2 (nem hivatalos megoldás – ami nem volt korábban bizonytalan)

### Egy tiszta félvezetőben

#vótmá

1. az elektronok száma megegyezik a lyukak számával I
2. a kémiai potenciál a jó közelítéssel a tiltott sáv közepén helyezkedik el I
3. csak az elektronok vezetnek H
4. csak a lyukak vezetnek H

### Fémekben a kristályhibákon történő rugalmas szóródásból származó ellenállás

#vótmá (19/v1/14)

1. hőmérséklet-független I
2. arányos a hőmérséklettel H
3. a hőmérséklet négyzetével változik H
4. a hőmérséklet ötödik hatványával változik H

### A vezetési elektronok mágneses szuszceptibilitása (a Pauli-szuszceptibilitás)

#vótmá

1. a hőmérséklet harmadik hatványával változik
2. a hőmérséklet négyzetével változik
3. arányos a hőmérséklettel
4. hőmérséklet-független

### A fluxus-kvantum értéke

#vótmá (vezetőképesség-kvantum értéke – más a vezetőképesség és fluxus-kvantum? )

1. 2e2/h H???
2. 2e/h I??? –
3. h/2e H
4. h/2e2 H

### A ballisztikus transzport során:

#vótmá – 19 v1, D más.. mind2 hamis

1. a rugalmatlan szórások révén kialakul a termikus egyensúly H
2. az elektronok terjedése fáziskoherens I
3. a Joule-hő nem a mintában fejlődik I
4. a transzmisszió T<1 H

### A makroszkopikus transzport Boltzmann-egyenlettel történő leírásának jellemzője

#vótmá hasonló. több igaz válasz van itt

1. a rugalmatlan ütközések révén kialakul a termikus egyensúly I
2. az elektronok nincsenek termikus egyensúlyban a környezetükkel H
3. az elektromos tér hatására a Fermi-gömb eltolódik I
4. nagy frekvencián a vezetőképesség nullához tart I

### A nagy tisztaságú szilícium

1. indirekt tiltott sávval rendelkezik I
2. direkt tiltott sávval rendelkezik H
3. kristályszerkezete kovalens kötésekből alakul ki I
4. szobahőmérsékleten tökéletes szigetelő I

### A Drude-modell alapján számolt dielektromos tényező **nem** tudja leírni a fémekre jellemző

1. tökéletes reflexiót alacsony frekvenciákon H
2. abszorpciós tartományt (Hagen-Rubens törvényt) I
3. koherens oszcillációt (plazma rezgést) H
4. ultraibolya átlátszóságot H

### A MEMS technológiával készült három-tengelyű giroszkóp

#vótmá

1. kapacitás méréssel detektál I
2. a szögsebességet méri I
3. rezgő alkatrészeket tartalmaz I
4. felfüggesztett forgó alkatrészt tartalmaz I?

### A kvantum-pötty tulajdonságait meghatározó fizikai jelenség

#vótmá

1. a kis méret által meghatározott diszkrét nívószerkezet H
2. az elektronok fémes terjedése H
3. az elektron töltése által meghatározott diszkrét nívószerkezet I
4. az elektronok alagúteffektussal történő terjedése I

### A szoros kötésű közelítésben az átfedési integrál függ

#vótmá (C új)

1. az atomi energiaszintek távolságától H
2. az atomi hullámfüggvények térbeli alakjától (pl. s- vagy p-típusú elektron) I
3. az atomok távolságától I
4. a kristályszerkezettől I

### A négyzetrácsra felírt két-dimenziós szoros kötésű közelítésben a félig töltött sáv Fermi-felülete

1. a Brillouin-zóna középpontja körül rajzolt kör alakú H
2. a Brillouin-zónához képest 45%-kal elforgatott négyzet alakú I
3. a Brillouin-zóna négy sarkában helyezett negyed-körökből épül fel H
4. a Brillouin-zónához képest 90%-kal elforgatott négyzet alakú H

### A fémekben a Fermi-energia nagyságrendje

#vótmá

1. meV H
2. eV I
3. keV H
4. MeV H

### Egy fémes kristályban a vezetési elektront leíró hullámfüggvény

#vótmá

1. periodikus (egy rácsvektorral történő eltolás esetén nem változik) H
2. abszolút-értéke periodikus I
3. abszolút-értékének négyzete periodikus I
4. egy rácsvektorral történő eltolás esetén csak egy fázisfaktorral változik I

### A mezoszkopikus transzport során

#vótmá (picit más válaszokkal)

1. a rugalmatlan szórások révén kialakul a termikus egyensúly H
2. az elektronok terjedése fáziskoherens I
3. a Joule-hő nem a mintában fejlődik I
4. a transzmisszió T=1 H

### A szupravezető vortex

#vótmá (mindig más hamis)

1. másodfajú szupravezetőkben figyelhető meg I
2. egy fluxuskvantumot hordoz I
3. csak a minta szélén tud keletkezn/eltűnni H
4. méretét a mágneses behatolási hossz határozza meg I

### A ballisztikus és mezoszkopikus transzport közös vonása, hogy

#vótmá (picit más válaszokkal)

1. a rugalmatlan ütközések révén kialakul a termikus egyensúly H
2. nem definiálható a fajlagos vezetőképesség fogalma I
3. érvényes az Ohm-törvény H
4. nem érvényes az Ohm-törvény I

### Egy atom vagy ion mágneses, ha

1. teljesen betöltött nívókkal rendelkezik H
2. az elektronoktól származó impulzusmomentuma nulla H
3. az elektronoktól származó impulzusmomentuma nem nulla I
4. páratlan számó elektront tartalmaz H

### A vas ferromágneses fázisban

#vótmá (picit más válaszokkal)

1. a vezetési elektronik spin-polarizáltak I
2. a d-sávok betöltöttsége függ a spin-állapottól I
3. az egy atomra jutó telítési mágnesezettség kisebb, mint a különálló vas atomokra jutó mágnesezettség I
4. a ferromágnesesség eredete a vas atomok 3d nívójához tartozó pályamomentum H

### A vezetőképesség-kvantum értéke

#vótmá

1. 2e2/h I
2. 2e/h H
3. h/2e H
4. h/2e2 H

## Kahoots

#### 10.

##### **Q1** A klasszikus fizikai leírása helyes eredményt ad egyszerű fémekben az elektronok

a) fajhőjére

**b)** **állapotsűrűségére**

c) mágneses tulajdonságaira

d) Hall-jelenségére

##### **Q2** Fémek elektronszerkezetének meghatározására alkalmas eljárás a(z)

a) elektron-szórás

b) neutron-szórás

c) Röntgen-diffrakció

**d)** **fotoemissziós spektroszkópia**

##### **Q3** A szabad elektronrendszert leíró Sommerfeld-modell alkalmazza

a) az ekvipartició tételét

b) a Maxwell-eloszlásfüggvényt

**c)** **a Pauli-elvet**

d) Fermat-elvet

##### **Q4** A fémek vezetési elektronjait a ... szerint különböztetjük meg

**a) a hullámszámuk**

b) hely-koordinátájuk

c) a terjedésük pályája

d) megtalálási valószínűségük

##### **Q5** Az elektronok ε(k) diszperziós relációjából meghatározható

a) a Fermi-energia

b) az f(ε) eloszlásfüggvény

c) a kémiai potenciál

**d)** **a D(ε) állapotsűrűség**

#### 11.

##### **Q1** A szabad elektrongáz Sommerfeld-modellje nagyságrendileg helyesen írja le a fémek fajhőjét,

a) mert az elektronok síkhullámonként vannak leírva

b) mert az elektronokhoz ε(k)=ħ2k2/2m energia van rendelve

**c)** **mert figyelembe veszi a Pauli-elvet**

d) mert a Fermi-gömbön belül az összes elektron gerjeszthető

##### **Q2** Melyik állítás **nem igaz** a törzselektronokra vonatkozóan

a) a szabad elektronoknál alacsonyabb energiával rendelkeznek

b) az atomokra lokalizált elektronok

c) az atomszerkezetben teljesen betöltött héjat alkotnak

**d)** **minden atomhoz egyforma valószínűséggel tartoznak**

##### **Q3** A Bloch-tétel szerint a kristály periodikus potenciáljába helyezett elektron hullámfüggvénye

a) követi a rács periodicitását (rácsperiodikus)

**b)** **egy rácsperiodikus függvénnyel modulált síkhullám**

c) kielégíti a Ψ(**r**+**R**)=ei**kr** Ψ(**R**) összefüggést

d) kielégíti a Ψ(**r**+**R**)=ei**kr** Ψ(**r**) összefüggést

##### **Q4** A szoros kötésű közelítésben

a) hullámfüggvény atomra lokalizált hullámfüggvények összege

b) az elektron síkhullámmal van közelítve

c) az elektron atomra van lokalizálva

**d)** **az elektron minden atomon egyforma valószínűséggel található**

##### **Q5** Az elektronok közti párkölcsönhatás elhanyagolásával is le lehet írni a

a) az elektron atomokra történő lokalizációját

**b)** **a szigetelő tulajdonságot**

c) a mágneses anyagokat

d) a szupravezetés jelenségét

#### 12

##### **Q1** A szoros kötésű közelítésben az átfedési integrál nem függ

a) az atomok távolságától

b) az atomi hullámfüggvények térbeli alakjától

**c)** **az atomi energiaszintek távolságától**

d) a kristályszerkezettől

##### **Q2** A szoros kötésű közelítésben a tiltott sávot ... határozza meg

a) az átfedési integrálok értéke

b) az atomi nívók távolsága

**c)** **az átfedési integrálok értéke + atomi nívók távolsága együtt**

d) a vezetési sáv betöltöttsége

##### **Q3** Szoros kötésű közelítésben az effektív tömeg negatív

a) az s-típusú sáv alján

b) az p-típusú sáv alján

c) s-típusú sávban a Brillouin-zóna közepén

**d)** **a p-típusú sávban a Brillouin-zóna közepén**

##### **Q4** Melyik állítás tartalmaz hibát?

a) Fémekben εF a vezetési sávon belül helyezkedik el

**b)** **Félvezetőkben εF a tiltott sávon belül helyezkedik el.**

c) Fémekben μ a vezetési sávon belül helyezkedik el

d) Félvezetőkben μ a tiltott sávon belül helyezkedik el

##### **Q5** Melyik állítás **nem igaz** a tiszta szilícium vegyértéksávját alkotó elektronjaira vonatkozóan?

a) Ezek az elektronok alkotják a kristály kovalens kötéseit.

b) Az egész kristályra kiterjednek.

c) Ezek az elektronok több eV széles sávot alkotnak.

**d)** **Ezektől lyuk típusú vezető a kristály.**

#### 13

##### **Q1** A GaAs (III-V típusú) félvezetőben

a) az As5+ ionok donor atomként viselkednek

b) indirekt tiltott sáv alakul ki

c) a kovales kötést ionos kötés váltja fel

**d)** **nincs inverziós szimmetria**

##### **Q2** Az AlxGa1-xAs-GaAs heteroátmenetben

a) 2-dimenziós elektrongáz jön létre a δ-dópolt síkban

b) az AlxGa1-xAs oldal adalékolt félvezetőként viselkedik

c) a rácsállandók eltérése miatt 2d kvantum-gödör alakul ki

**d)** **a határfelület elektromosan töltött**

##### **Q3** Az AlxGa1-xAs-GaAs heteroátmenet 2d elektronjainak nagy mobilitásban szerepet játszik

**a) a GaAs diszperziós relációja**

b) az elektronok nagy hullámszáma

c) az elektronok nagy impulzusa

d) a AlxGa1-xAs sávszerkezete

##### **Q4** A ballisztikus elektronterjedésre jellemző

a) nulla ellenállás

**b)** **nem függ az anyagi paraméterektől**

c) nulla fajlagos ellenállás

d) nagy mobilitás

##### **Q5** Egy "half-metal"-ban a Fermi-energia a(z) ... helyezkedik el

a) indirekt tiltott sávú félvezető két sávjának átfedő részében

**b)** **kizárólag egyféle spinű elektront tartalmazó sávban**

c) direkt tiltott sávú félvezetőben a tiltott sáv közepén

d) különböző spinű elektronokat tartalmazó sávok között

#### 14

##### **Q1** A "band-engineering" olyan félvezetőknél alkalmazható kvantum-gödör kialakítására, amelyeknél

**a) közel azonos a rácstávolság**

b) közel azonos a tiltott sáv

c) közel azonos az elektronszerkezet

d) közel azonos a mobilitás

##### **Q2** Ballisztikus vezetés jön létre olyan elektronrendszerben, ahol

a) nagy a mobilitás (μ~107 cm2/Vs)

**b)** **a rendszer mérete kisebb, mint a szabad úthossz**

c) kicsi az effektív tömeg (meffektív~10-2melektron)

d) a rendszerben nincs energiacserével járó szórás

##### **Q3** Mezoszkopikus vezetőben

a) az ellenállás nem függ a vezeték hosszától.

**b)** **nincs energiacserével járó kölcsönhatás.**

c) nincs impulzuscserével járó kölcsönhatás.

d) a vezeték anyagával nincs kölcsönhatás.

##### **Q4** A mezoszkopikus vezetőben

**a) nem alakul ki termikus egyensúly**

b) a termikus egyensúly a rugalmas szórások révén jön létre

c) a termikus egyensúly a rugalmatlan szórások révén jön létre

d) az ellenállást csak a minta geometriája határozza meg

##### **Q5** A vezetőképesség-kvantum értéke:

a) 2e/ħ

b) 2e2/ħ

c) 2e/h

**d)** **2e2/h**

#### 15

##### **Q1** A térvezérlésű tranzisztorban a forrás és a nyelő közti 2-dimenziós elektrongáz ... jön létre

a) kvantummechanikai alagúteffektussal

b) az elektronok donor atomokról való leszakításával

**c)** **a kapu alatti félvezető sávszerkezetének módosításával**

d) elektromos térrel injektált töltéshordozók révén

##### **Q2** A félvezető lézerben a populáció inverziót

**a) az átfolyó áram biztosítja**

b) a rezonátor tükrök hozzák létre

c) a Joule-hővel kialakított pumpálás hozza létre

d) sávok közti elektronátmenet biztosítja

##### **Q3** A "meleg" fényű világító dióda spektrumát

a) többféle p-n átmenet együttes alkalmazásával hozzák létre

b) színszűrőket tartalmazó lámpatest segítségével hozzák létre

c) foszforeszkáló bevonatú lámpatest segítségével hozzák létre

**d)** **fluoreszcens bevonatú lámpatest alkalmazásával hozzák létre**

##### **Q4** A kvantum pötty energianívói ... miatt alakulnak ki

**a) az elektron töltésének jól meghatározott értéke**

b) az elektron hullámtermészete

c) a határozatlansági reláció

d) a kis méretű tartományban létrejövő kötött állapot

##### **Q5** Az Intel 2017-ben bemutatta a ... - nm-es Tri-gate technológiával készült MosFET-et.

a) 22

b) 14

**c)** **10**

d) 8

#### 16

##### **Q1** A(z) ... egyszerre szenzor, transducer és aktuátor

a) mikrofon

b) inchworm

c) PIR mozgásérzékelő

**d)** **AFM tuning fork**

##### **Q2** Az alábbiak közül a legnagyobb piezoelektromos állandóval rendelkező kristály a

a) **PZT**

b) BaTiO3

c) kvarc

d) SiO2

##### **Q3** A MEMS gyorsulásérzékelőkben a detektált mechanikai feszültség a cantilever lap vastagságától

a) lineárisan függ, ε~t

**b)** **fordítottan arányosan függ, ε~1/t**

c) exponenciálisan függ, ε ~ et

d) nem függ

##### **Q4** A MEMS giroszkóp

a) forgástengelyt detektál

b) elfordulást detektál

c) szöggyorsulást detektál

**d)** **szögsebességet detektál**

##### **Q5** Az érintőképernyőnél alkalmazott toll nyomásának legérzékenyebb detektálására alkalmas eljárás

a) a képernyőbe elektródái és a föld közötti kapacitás mérése

b) a nyomóerő mérése a képernyő cantilever szenzorával

**c)** **tollba épített rezgőkör elhangolódásának mérése**

d) kölcsönös kapacitás mérése a képernyő elektródái között

#### 17

##### **Q1** Melyik állítás **hibás**? A lock-in erősítő (phase sensitive detector)

a) azt a jelet detektálja, amiről tudjuk, hogy mi gerjesztettük

**b) a gerjesztéssel azonos frekvenciájú komponenseket átlagolja**

c) a gerjesztési frekvenciának megfelelő szűrőt tartalmaz

d) egyszerre méri egy komplex impedancia ReZ és ImZ komponensét

##### **Q2** Az adaptív Cruise Control működési elve:

**a) Doppler-effektus**

b) time-of-flight (TOF)

c) LIDAR

d) ultrahang visszhangjának mérése

##### **Q3** A független mágneses atomok átlagos mágnesezettségét leíró Brillouin-függvény

a) M(B) ~ B (lineáris)

b) M(B) ~ kBT/μBB

**c) nagy terekben telítődik**

d) alakja csak B-től függ (független a hőmérséklettől)

##### **Q4** A ferromágnesség rácsmodelljében bevezetett Weiss-tér

a) a szomszédos rácspontokon lévő momentumoktól származik

b) arányos a telítési mágnesezettséggel

c) a kritikus hőmérséklet felett nulla

**d)** **arányos a mágnesezettséggel**

##### **Q5** A merevlemez "merőleges-domén-adatrögzítés" technikáját lehetővé tevő felfedezés a

**a) mágneses anizotrópia kutatási területhez tartozik**

b) mágneses hiszterézis kutatási területhez tartozik

c) a spin-polarizált transzport kutatási területhez tartozik

d) óriás mágneses ellenállás (GMR) kutatási területhez tartozik

#### 18

##### **Q1** A vas ferromágnesessége a ... származik.

**a) a vezetési elektronok spinjétől**

b) a vas atomokhoz tartozó elemi dipólmomentumoktól

c) az Fe atom 3d elektronjainak pályamomentumától

d) az Fe atom 3d elektronjainak spinjétől

##### **Q2** A HDD olvasófejben a két mágneses domén közül csak a merevlemezhez közelebbi domén billeg, mert

a) a másik domén mérete nagyobb

b) a másik domén távolabb van

**c)** **a másik domén egy antiferromágnesre van növesztve**

d) a másik domén hiszterézise nagyobb

##### **Q3** Mágneses térben lehűtött ideális fémben és szupravezetőben a tér kikapcsolása

a) csak a fémben indít felületi áramokat

b) csak a szupravezetőben indít felületi áramokat

**c)** **mindkettőben indít felületi áramokat**

d) egyikben sem indít felületi áramokat

##### **Q4** Az elsőfajú szupravezetők között megfigyelt legnagyobb kritikus mágneses tér nagyságrendje

**a) 0,1 T**

b) 1 T

c) 10 T

d) 100 T

##### **Q5** A mágnesesen lebegtetett béka

a) húzóerőt érez

b) alulról ható nyomóerőt érez

**c)** **súlytalanság állapotát érzi**

d) súlytalanság állap

# Vizsga

## 2019 1. vizsga

### A fotonhoz rendelt $ħk$ impulzus felismerésére vezető jelenség

* 1. az alagút-effektus H
	2. az interferencia H
	3. a fotoemisszió I
	4. a hőmérsékleti sugárzás H

### Kristályok szerkezetvizsgálatára alkalmas sugárforrás

* 1. elektron-nyaláb I
	2. szinkotron sugárzás I
	3. spallációs forrás I
	4. szabad-elektron lézer sugárzása I

### A lézersugárzásra jellemző koherencia …………………….. miatt alakul ki.

* 1. a jól meghatározott energianívók közti átmenet H
	2. a spontán emisszió H
	3. az indukált emisszió I
	4. a pumpálás H

### A harmonikus oszcillátor zérus-pont rezgésének jellemző tulajdonsága, hogy

* 1. a hullámfüggvényt egy Gauss függvény írja le I
	2. egy szinusz függvény írja le H
	3. levezethető a felcserélési reláció alkalmazásával I
	4. a határozatlansági relációból következik I

### Kristályok diszkrét transzlációs szimmetriája nem engedi meg

* 1. a 6-fogású forgási szimmetriát H
	2. az 5-fogású forgási szimmetriát I
	3. a 4-fogású forgási szimmetriát H
	4. a 3-fgoású forgási szimmetriát H

### Csak a lézerfényre jellemző tulajdonság

* 1. koherens I
	2. monokromatikus H
	3. intenzív H
	4. kollimált H

### Debye-Scherrer módszerrel végzett rugalmas szóráskísérlet alkalmas

* 1. szerkezet-meghatározásra porminánkon I
	2. szerkezet-meghatározásra egykristályon H
	3. kristályok orientációjának megállapítására H
	4. kristályok rácsrezgéseinek mérésére H

### A szilárt testek fajhőjét leíró Debye-modell felvetése

* 1. az ekvipartició-tétel érvényessége H
	2. a lineáris diszperziós reláció I
	3. a kvadratikus diszperziós reláció H
	4. a Maxwell-eloszlás H

### A klasszikus fizika helyes leírást ad

* 1. a rugalmatlan neutronszórásra H
	2. az elektromikroszkóppal történő képalkotásra H
	3. a fényelektromos jelenségre H
	4. szilárd testek fajhőjére H

### A kristályrácsot definiáló $\vec{a\_{1}}$, $\vec{a\_{2}}$ és $\vec{a\_{3}}$ bázisvektorok

* 1. lineárisan függetlenek I
	2. által kifeszített parallelepipedon térfogata megegyezik az elemi cella térfogatával I
	3. hármas-szorzata, azaz az $\vec{a\_{1}}\left(\vec{a\_{2}}x\vec{a\_{3}}\right)$ szorzat értéke nulla H
	4. hármas-szorzata, azaz az $\vec{a\_{1}}\left(\vec{a\_{2}}x\vec{a\_{3}}\right)$ szorzat értéke a Winger-Seitz cella térfogata I

### Egy fémes kristályban a vezetési elektront leíró hullámfüggvény

* 1. abszolút-értéke periodikus (egy rácsvektorral történő eltolás esetén nem változik) I
	2. abszolút-értékének négyzete periodikus I
	3. egy rácsvektorral történő eltolás esetén csak egy fázisfaktorral változik I
	4. periodikus (egy rácsvektorral történő eltolás esetén nem változik) H

### A MEMS technológiával készült három-tengelyű giroszkóp

* 1. kapacitás méréssel detektál I
	2. jele a szögsebességgel arányos I
	3. rezgő alkatrészeket tartalmaz I
	4. a Coriolis-erőt méri I

### Az elektronok közti Coulomb-taszításon alapuló eszköz

* 1. THz lézer H
	2. Zéner-dióda H
	3. Kvantum-dot I
	4. Flas-memória H

### Fémekben a kristályhibákon történő rugalmas szóródásból származó fajlagos ellenállás

* 1. a hőmérséklet négyzetével változik H
	2. arányos a hőmérséklettel H
	3. hőmérséklet független I
	4. fordítva arányos a hőmérséklettel H

### A mezoszkopikus transzport során

* 1. a rugalmatlan szórások révén kialakul a termikus engyensúly H
	2. a fajlagos vezetőképességet a rugalmas szórások határozzák meg H
	3. csak rugalmas szórások vannak I
	4. a Joule-hő nem a mintában fejlődik I

### A ballisztikus transzport során

* 1. a rugalmatlan szórások révén kialakul a termikus egyensúly H
	2. az elektronok terjedése fáziskoherens I
	3. a Joule-hő nem a mintában fejlődik I
	4. a fajlagos vezetőképességet a geometria határozza meg H

### A vas ferromágneses fázisában

* 1. a vezetési elektronok spin-polarizáltak I
	2. a ferromágnesesség eredete a vas atomok 3d nívójához tartozó pályamomentum H
	3. a ferromágnesesség eredete a vas atomokon lokalizált elektronok spinje H
	4. a d-sávok betöltöttsége függ a spin-állapottól I

### A szupravezető vortex

* 1. a Meissner-fázisban figyelhető meg H
	2. egy fluxus-kvantumot hordoz I
	3. a másodfajú szupravezetőkben figyelhető meg I
	4. mértékét a mágneses behatolási hossz határozza meg I

### A váltóáramú Josphson-effektusban szerepet játszik

* 1. a kvantummechanikai alagutazás I
	2. a fluxus-kvantálás I
	3. a Cooper-párok töltése I
	4. a Meissner-effektus H

### A III-V (pl. GaAs) típusú félvezetőkben

* 1. tetraéderes lokális szimmetria van I
	2. direkt tiltott sáv van I
	3. indirekt tiltott sáv van H
	4. nincs inverziós szimmetria I