

Kifejtendő kérdések:

1.) Adja meg a Fermi-energia definícióját, (és számolja ki értékét 1-dimenziós szabad elektronok rendszerére a hosszegységre jutó elektronok számából!)

2.) (Az $\varepsilon(k)$ diszperziós relációt szemléltető ábrával mutassa meg, hogy miben különbözik a direkt tiltott sávú és az indirekt tiltott sávú félvezető?) (Indokolja meg, hogy melyik alkalmas és melyik nem alkalmas lézer készítésére!) A félvezető lézerben mi biztosítja a lézerműködéshez szükséges populáció-inverziót?

3.) Miben azonos és miben különbözik a ballisztikus és a mezoskopikus elektrontranszport (nevezzen meg legalább két-két tulajdonságot)? Mikor beszélhetünk lokális paraméterekkel (pl. fajlagos ellenállás) jellemzett makroskopikus transzportról?

4.) Rajzolja fel a vas spin-függő $D(\varepsilon)$ állapot-sűrűségét a ferromágneses fázisában. Miért függ az elektronok spin-állapotától az állapot-sűrűség? A $D_{\uparrow}(\varepsilon)$ és $D_{\downarrow}(\varepsilon)$ függvények segítségével írja fel a mágneszettség telítési értékét adó integrál-kifejezést!

Teszt:

1. A szabad elektron-gáz Sommerfeld-modellje nagyságrendileg helyesen írja le a fémek fajhőjét,

| | |
|----------------------------------|--|
| <input type="radio"/> | A mert az elektronok hullámonként vannak tekintve |
| <input type="radio"/> | B mert az elektronokhoz $\varepsilon(k) = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$ kinetikus energia van rendelve |
| <input type="radio"/> | C mert az összes elektron gerjeszthető |
| <input checked="" type="radio"/> | D mert figyelembe veszi a Pauli-elvet |

2. A vezetési elektronok mágneses szuszceptibilitása

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="radio"/> | A a hőmérséklet négyzetével változik |
| <input type="radio"/> | B arányos a hőmérséklettel |
| <input checked="" type="radio"/> | C hőmérséklet-független |
| <input type="radio"/> | D fordítva arányos a hőmérséklettel |

3. A szabad elektronrendszert leíró Sommerfeld-modell alkalmazza

| | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| <input checked="" type="radio"/> | A a Fermi-Dirac eloszlásfüggvényt |
| <input checked="" type="radio"/> | B a periodikus határfeltételt |
| <input type="radio"/> | C az ekvipartíció tételét |
| <input checked="" type="radio"/> | D a Pauli-elvet |

4. A klasszikus fizika helyesen írja le a fémek vezetési elektronjaitól származó

| | |
|---|-----------------------------|
| A | fajhőt |
| B | mágneses szuszceptibilitást |
| C | vezetőképességet |
| D | Hall-állandót |

5. A szoros kötésű közelítésben az átfedési integrál függ

| | |
|----------------------------------|---|
| <input checked="" type="radio"/> | az atomi hullámfüggvények térbeli alakjától (pl. s- vagy p-típusú elektron) |
| B | az elektronok spinjétől |
| <input checked="" type="radio"/> | a kristályszerkezettől |
| <input checked="" type="radio"/> | az atomi energiaszintek távolságától |

6. Egy tiszta félvezetőben

| | |
|----------------------------------|---|
| A | a Fermi-felület jó közelítéssel gömb alakú |
| B | a hőmérséklet növelésével a vezetőképesség csökken |
| <input checked="" type="radio"/> | az elektronok száma megegyezik a lyukak számával |
| <input checked="" type="radio"/> | a kémiai potenciál a jó közelítéssel a tiltott sáv közepén helyezkedik el |

7. A vezetőképesség-kvantum értéke

| | |
|----------------------------------|----------|
| A | $2e/h$ |
| <input checked="" type="radio"/> | $2e^2/h$ |
| C | $h/2e$ |
| D | $h/2e^2$ |

8. A ballisztikus és mezoszkopikus transzport közös vonása, hogy

| | |
|----------------------------------|--|
| A | rugalmatlan ütközések vannak |
| <input checked="" type="radio"/> | nem definiálható a fajlagos vezetőképesség |
| <input checked="" type="radio"/> | nem alakul ki termikus egyensúly |
| <input checked="" type="radio"/> | fáziskoherens transzport valósul meg |

9. A makroszkopikus transzport Boltzmann-egyenlettel történő leírásának jellemzője

| | |
|----------------------------------|--|
| <input checked="" type="radio"/> | rugalmatlan ütközések vannak |
| B | nem definiálható a fajlagos vezetőképesség |
| <input checked="" type="radio"/> | termikus egyensúly alakul ki |
| D | fáziskoherens transzport valósul meg |

10. Az elektronok $\varepsilon(k)$ diszperziós relációjából meghatározható

| | |
|----------------------------------|--|
| <input checked="" type="radio"/> | az effektív tömeg |
| <input checked="" type="radio"/> | a csoportsebesség |
| <input checked="" type="radio"/> | a $D(\varepsilon)$ állapotsűrűség |
| D | az $f(\varepsilon)$ Fermi-eloszlásfüggvény |

11. Egy fémes kristályban a vezetési elektront leíró hullámfüggvény tulajdonsága, hogy

| | |
|----------------------------------|---|
| <input checked="" type="radio"/> | egy rácsvektorral történő eltolása esetén abszolút-értéke nem változik |
| B | egy rácsvektorral történő eltolás esetén $\psi(\mathbf{r} + \mathbf{R}) = e^{i\mathbf{k}\mathbf{r}} \psi(\mathbf{R})$ |
| <input checked="" type="radio"/> | egy rácsvektorral történő eltolása esetén abszolút-értékének négyzete nem változik |
| <input checked="" type="radio"/> | egy rácsvektorral történő eltolás esetén $\psi(\mathbf{r} + \mathbf{R}) = e^{i\mathbf{k}\mathbf{R}} \psi(\mathbf{r})$ |

12. A kvantum-pötty tulajdonságait meghatározó fizikai jelenség

| | |
|----------------------------------|--|
| <input checked="" type="radio"/> | az elektron töltése által meghatározott diszkrét nívószerkezet |
| B | a kis méret által meghatározott diszkrét nívószerkezet |
| C | az elektronok fémes terjedése |
| <input checked="" type="radio"/> | az elektronok alagúteffektussal történő terjedése |

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

| | |
|----------------------------------|--|
| A | az indirekt tiltott sáv |
| <input checked="" type="radio"/> | a direkt tiltott sáv |
| <input checked="" type="radio"/> | az inverziós szimmetria hiánya |
| <input checked="" type="radio"/> | a kovalens és az ionos kötéstípus keveredése |

14. Az Adaptív Cruise Control (ACC) működési elve

| | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| A | time-of-flight (TOF) |
| <input checked="" type="radio"/> | Doppler-effektus |
| C | ultrahang visszhangjának mérése |
| <input checked="" type="radio"/> | mikrohullám visszhangjának mérése |

15. A vas ferromágneses fázisában

| | |
|----------------------------------|---|
| <input checked="" type="radio"/> | a vezetési elektronok spin-polarizáltak |
| B | az egy atomra jutó telítési mágnesszettség megegyezik a különálló vas atomokra jutó mágnesszettséggel |
| C | a ferromágnesség eredete a vas atomok 3d nívójához tartozó pályamomentum |
| <input checked="" type="radio"/> | a d-sávok betöltöttsége függ a spin-állapottól |

16. A ferromágnesség átlagtér közelítésében alkalmazott Weiss-tér

| | |
|----------------------------------|--|
| <input checked="" type="radio"/> | a Curie-hőmérséklet felett nullától különbözik |
| B | a Curie-hőmérséklet felett nulla |
| C | arányos a telítési mágnesezettséggel |
| <input checked="" type="radio"/> | arányos a mágnesezettséggel |

17. A lock-in erősítő (phase sensitive detector)

| | |
|----------------------------------|--|
| <input checked="" type="radio"/> | a gerjesztési frekvenciának megfelelő szűrőt tartalmaz |
| B | a gerjesztéssel azonos frekvenciájú komponenseket átlagolja |
| <input checked="" type="radio"/> | azt a jelet detektálja, amiről tudjuk, hogy mi gerjesztettük |
| <input checked="" type="radio"/> | egyszerre méri egy komplex impedancia ReZ és ImZ komponensét |

18. A mágnesesen lebegtetett béka

| | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| <input type="radio"/> | A súlytalanság állapotában van |
| <input checked="" type="radio"/> | súlytalanság állapotát érzi |
| <input checked="" type="radio"/> | diamágneses |
| D | paramágneses |

19. Mágneses térben lehűtött ideális fémben és szupravezetőben a tér kikapcsolása

| | |
|----------------------------------|--|
| <input checked="" type="radio"/> | mindkettőben indít felületi áramokat |
| B | csak a fémben indít felületi áramokat |
| C | csak a szupravezetőben indít felületi áramokat |
| D | egyikben sem indít felületi áramokat |

20. A H_{c1} és H_{c2} kritikus tér közötti tartományban a másodfajú szupravezető jellemzője a

| | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| A | nagy paramágneses susceptibilitás |
| B | nem nulla d.c. ellenállás |
| <input checked="" type="radio"/> | perzisztens áram jelensége |
| <input checked="" type="radio"/> | vortex-fázis |