

1.) Rajzolja fel a véges  $T$  hőmérsékletéhez tartozó Fermi-Dirac eloszlásfüggvényt, és adja meg a függvény fizikai jelentését. Egyértelműen jelölje be az ábrába a Fermi-energiát! Egy mondatban írja le, hogy miért következik az  $f(\varepsilon)$  függvény alakjából, hogy a vezetési elektronok fajhője és mágneses szuszeptibilitása sokkal kisebb, mint a klasszikus fizikai várakozás?

2.) Ábrázolja, hogy 1-dimenziós szoros kötésű közelítésben milyen az elektronok lehetséges energia-szintjeinek szerkezete nagyon nagy rácstávolság esetén és rajzolja fel (az előző mellé) azt is, hogy miként módosul a spektrum, ha csökkentjük az atomok távolságát? A modell milyen paraméterei határozzák meg a tiltott sáv értékét? Az  $\varepsilon(k)$  sorfejtése segítségével adja meg az effektív tömeg definícióját!

3.) Megfelelő tiltott sávú félvezető rétegek egymásra növesztésével lézer építhető. Ábrázolja a rétegek energiaszerkezetét hely függvényében (a rétegekre merőlegesen) és jelölje meg, melyik tartományban jön létre a populáció-inverzió! Hogyan történik a fény kibocsátása, és mekkora a kibocsátott fény frekvenciája? Az  $\varepsilon(k)$  diszperziós relációt szemléltető ábrával mutassa meg, hogy miben különbözik a direkt tiltott sávú és az indirekt tiltott sávú félvezető? Melyik alkalmas és melyik nem alkalmas lézer készítésére, és egy mondatban indokolja, hogy miért?

4.) Ismertesse fázisérzékeny detektálás alapelvét (lock-in), és írja fel a megfelelő Fourier-komponens kiválasztására vonatkozó egyenletet!

1.) Rajzolja fel az egydimenziós szabad elektronokra vonatkozó diszperziós relációt, és jelölje meg a betöltött állapotokat sok elektron esetén,  $T=0$  hőmérsékleten (alapállapotban)! Miért találhatók nagy energiájú elektronok rendszerben? Adja meg a Fermi-energia definícióját, és számolja ki értékét a hosszegységre jutó elektronok számából! (A minta hossza  $L$ , az elektronok száma  $N$ )

2.) Ábrázolja, hogy 1-dimenziós szoros kötésű közelítésben milyen az elektronok lehetséges energia-szintjeinek szerkezete nagyon nagy rácstávolság esetén és rajzolja fel (az előző mellé) azt is, hogy miként módosul a spektrum, ha csökkentjük az atomok távolságát? A modell milyen paraméterei határozzák meg a tiltott sáv értékét? Az  $\varepsilon(k)$  sorfejtése segítségével adja meg az effektív tömeg definícióját!

3.) Egy keresztmetszeti ábrán mutassa meg a GaAlAs-GaAs heteroszerkezet sáv szerkezetének felületre merőleges változását, és ismertesse a remote doping (távoli adalékolás) eljárást! Milyen tulajdonságokkal rendelkeznek az így kialakított sáv szerkezetben terjedő elektronok?

4.) Rajzolja fel a másodfajú szupravezetők H-T fázisdiagramját! Milyen tulajdonságban különbözik a Meissner-fázis és a vortex-fázis? Mi a két fázis tartomány közös vonása? Vázlatosan ábrázolja a szupravezető vortex szerkezetét! Mekkora a vortex-mérete?

1.) Ábrázolja, hogy az 1-dimenziós szoros kötésű közelítésben milyen az elektronok lehetséges energia-szintjeinek szerkezete nagyon nagy rácstávolság esetén és rajzolja fel (az előző mellé) azt is, hogy miként módosul a spektrum, ha csökkentjük az atomok távolságát? Jelölje be a modell paramétereit! Az ábra segítségével egy mondatban ismertesse, hogy mi határozza meg, hogy egy anyag fémes vezetést mutat, vagy félvezetőként viselkedik.

2.) Kétdimenziós szabad elektronokra vonatkozó sematikus ábrán vázolja, hogy külső elektromos tér hatására hogyan változik meg a Fermi-„gömb” (Fermi-kör) ballisztikus transzport, illetve makroszkopikus transzport esetén! Mi az eltérés oka?

3.) Értelmező ábra segítségével ismertesse a MEMS giroszkóp működését! (Mit érzékel és milyen detektálási eljárással?)

4.) Rajzolja fel a másodfajú szupravezetők H-T fázisdiagramját és jelölje be a Meissner-fázis és a vortex-fázis tartományát? Miben különbözik és miben hasonló a két tartomány? Vázlatosan ábrázolja a szupravezető vortex szerkezetét, a szupravezetőkre jellemző karakterisztikus méretek feltüntetésével!

2019 – PótZH02

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 mezoszkopikus elektrontranszport (nevezzen meg legalább két-két tulajdonságot)? Mikor beszélhetünk lokális paraméterekkel (pl. fajlagos ellenállás) jellemzett makroszkopikus transzportról?

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

2018 – Vizsga

3.) Ábrázolja, hogy 1-dimenziós szoros kötésű közelítésben milyen az elektronok lehetséges energia-szintjeinek szerkezete nagyon nagy rácestávolság esetén és rajzolja fel (az előző mellé) azt is, hogy miként módosul a spektrum, ha csökkentjük az atomok távolságát? A modell segítségével egy mondatban ismertesse, hogy mitől függ, hogy egy anyag fémként vagy félvezetőként viselkedik?

4.) Megfelelő tiltott sávú félvezető rétegek egymásra növesztésével lézer építhető. Ábrázolja a rétegek energiaszerkezetét hely függvényében (a rétegekre merőlegesen) és jelölje meg, melyik tartományban jön létre a populáció-inverzió! Hogyan történik a fény kibocsátása, és mekkora a kibocsátott fény frekvenciája? Az  $\varepsilon(k)$  diszperziós relációt szemléltető ábrával mutassa meg, hogy miben különbözik a direkt tiltott sávú és az indirekt tiltott sávú félvezető? Melyik alkalmas és melyik nem alkalmas lézer készítésére, és egy mondatban indokolja, hogy miért?