

2. zh, Modern Fizika Gépészmérnököknek / Fizika M1 BME, gépészmérnök szak, 2019. december 10.

Ezt a feladatlapot nem kell beadni, csak a válaszlapot. Minden kérdésre pontosan egy helyes válasz van. Ennek a feladatlapnak az üres részei használhatók a szükséges részletszámolások elvégzésére. Kék toll, zsebszámológép használható, minden más segédeszköz használata tiltott. Mobiltelefon nem használható, zsebszámológépként sem. A feladatokat önállóan kell megoldani. A hallgatók közti kommunikáció és a nem engedélyezett segédeszközök használata büntetendő.

Minden kérdés esetén a helyes válasz 5 pontot ér. A válaszlapon javítani nem lehet. Rossz, hiányzó, vagy értelmezhetetlen válasz egyaránt 0 pontot ér. Így az elérhető maximális pontszám 100. A zh érvényes, ha az elért pontszám legalább 40, azaz ha a helyes válaszok száma legalább 8.

Néhány adat, ami szükséges lehet a számításokhoz: Fénysebesség: $c \approx 3 \times 10^8$ m/s. Elemi töltés: $e \approx 1.6 \times 10^{-19}$ C. Elektron tömege: $m_e \approx 9.1 \times 10^{-31}$ kg. Planck-állandó: $h \approx 6.6 \times 10^{-34}$ kg m²/s. Vákuum permittivitása $\epsilon_0 \approx 8.9 \times 10^{-12}$ F/m. A hidrogénatom egyetlen elektronjának alapállapotú energiája $E_1 = -\frac{1}{2} \frac{m_e e^2}{(4\pi\epsilon_0)^2 \hbar^2} = -1$ rydberg ≈ -13.6 eV. Elektronvolt: $1 \text{ eV} \approx 1.6 \times 10^{-19}$ J.

1. Egy donoratomokkal adalékolt félvezető anyag vezetési sávjának alján az elektronok effektív tömege $0.5 m_e$, és az anyag relatív dielektromos állandója $\epsilon_r = 5$. Hány elektronvolt távolságra vannak a donornívók a vezetési sáv aljától?
(A) kb. 70 meV.
(B) kb. 136 meV
+(C) kb. 272 meV
(D) kb. 544 meV

2. Egy félvezetőt donoratomokkal adalékolunk. A donoratomok sűrűsége ν_d . Jelölje a vezetési sáv elektronjainak sűrűségét n , a donornívókon található elektronok sűrűségét n_d , és a vegyértéksávban található lyukak sűrűségét p . Milyen összefüggés áll fenn ezen mennyiségek között?
(A) $n = p - \nu_d + n_d$
+(B) $n = p + \nu_d - n_d$
(C) $n = p + \nu_d + n_d$
(D) $n = p - \nu_d - n_d$

3. Tekintsünk egy donoratomokkal adalékolt félvezetőt. Melyik mondat jellemzi legjobban a magashőmérsékleti viselkedést, amit "tisztá" vagy "intrinszik" tartománynak is szokás hívni?
+ (A) A vezetési sáv elektronjainak többsége a vegyértéksávból gerjesztődött fel.
(B) Majdnem az összes donorelektron felgerjesztődött a vezetési sávba.
(C) Néhány donorelektron termikusan felgerjesztődött a vezetési sávba.
(D) Minden donoratomon ott ül a donorelektron.

4. Egy GaAs-alapú LED-re egyenfeszültséget kapcsolunk, és 3 mA áramot folytatunk át rajta. Feltéve, hogy minden áthaladó elektron fotonkibocsátással rekombinálódik a LED közepső, intrinszik rétegében, becsüld meg a LED sugárzási teljesítményét. A GaAs tiltott sávja kb. 1.43 eV.
(A) kb. 1.6 mW
+(B) kb. 4.3 mW
(C) kb. 6.1 mW
(D) kb. 9.1 mW

5. Mi a célja az ALD (atomic layer deposition, atomi rétegleválasztás) nevű eljárásnak?
- + (A) Egy atom vastag réteggel befedni egy kristályos félvezető felületét.
 - (B) Kémiai módszerekkel eltávolítani egy egyetlen atom vastag réteget egy kristályos félvezető anyag felületéről.
 - (C) Bombázó ionnyalábbal atomi rétegenként haladva kifaragni egy részt egy kristályos félvezető anyagból.
 - (D) Maszkokat és lézereket használva mikroméretű elektródákat létrehozni egy kristályos félvezető anyag felületén.

6. Lehet-e kémiai marással anizotrop marást végezni?
- (A) Nem.
 - (B) Igen, ha a marást végző anyag molekulái nem gömbszerűek.
 - + (C) Igen, ha a marási sebesség különböző kristálytani irányokban különböző.
 - (D) Igen, ha a marásnál alkalmazott maszk alakja nem szimmetrikus.

7. Melyik állítás igaz?
- + (A) Gallium-arsenidből könnyű fénykibocsátó diódát készíteni, mert a tiltott sávja direkt.
 - (B) Gallium-arsenidből könnyű fénykibocsátó diódát készíteni, mert a tiltott sávja indirekt.
 - (C) Szilíciumból könnyű fénykibocsátó diódát készíteni, mert a tiltott sávja direkt.
 - (D) Szilíciumból könnyű fénykibocsátó diódát készíteni, mert a tiltott sávja indirekt.

8. Vizsgáljunk egy $\lambda = 633$ nm hullámhosszon működő hélium-neon gázlézert. Tegyük fel, hogy az optikai rezonátor szerepét játszó két tükör távolsága 10 cm. Becsüld meg, hogy a használt rezonátormódusoknak hány zérushelye van a két tükör közötti térrészben.
- (A) kb. 80 000
 - (B) kb. 160 000
 - + (C) kb. 320 000
 - (D) kb. 640 000

9. Másodpercenként hány fotont bocsát ki egy 1 milliwatt teljesítményű, $\lambda = 633$ nm hullámhosszon működő hélium-neon gázlézer?
- (A) kb. 5.1×10^{14}
 - + (B) kb. 3.2×10^{15}
 - (C) kb. 2.1×10^{16}
 - (D) kb. 1.2×10^{16}

10. Tekintjük egy kétnívós atom és az elektromágneses sugárzás kölcsönhatásának elemi folyamatait. Melyik folyamat teszi lehetővé a lézerek működését?
- (A) Spontán emisszió.
 - + (B) Indukált emisszió.
 - (C) Abszorpció.
 - (D) Egyik sem.

11. Ha egy sugárzó fekete test hőmérsékletét növeljük, akkor hogyan változik a sugárzási spektrum intenzitás-maximumához tartozó frekvencia?

- + (A) Nő.
- (B) Csökken.
- (C) Nem változik.
- (D) Attól függ.

12. Egy háromnívós atomból álló gázt szeretnénk lézerként használni. Ehhez populáció-inverziót kell létrehozni, amihez optikai pumpálást alkalmazunk. Tekintsük az alapállapotú nívó energiáját az energia referenciapontjának, $E_1 = 0$. Legyen a másik két nívó energiája $E_2 = 1.4$ eV és $E_3 = 1.8$ eV. Milyen hullámhosszú sugárzást bocsát ki ez a lézer?

- (A) kb. 387 nm.
- (B) kb. 688 nm.
- + (C) kb. 886 nm.
- (D) kb. 3100 nm.

13. Egy Richter-skála szerinti 9-es erősségű földrengésben felszabaduló energia hányszor több, mint egy 6-os erősségűben?

- (A) kb. 3-szor
- (B) kb. 30-szor
- (C) kb. 1000-szer
- + (D) kb. 32000-szer

14. Hogyan történik a képalkotás az előadáson bemutatott elektronmikroszkóppal?

- (A) Az elektronok áthaladnak a mintán, és a mögötte levő ernyőn képet alkotnak.
- (B) Az elektronok visszaverődnek a mintáról, és úgy alkotnak képet egy ernyőn.
- + (C) Az elektronok reagálnak a minta felületével, és a kilökődő reakciótermékek alapján történik a képalkotás.
- (D) A felületre becsapódó elektronok felmelegítik a minta felületét, és annak termikus sugárzását mérjük.

15. Az elektronmikroszkóp kb. 1 keV energiára gyorsítja az elektronokat. Mekkora ezen elektronok hullámhossza? Emlékeztetőül: a szabad elektronok diszperziós relációja $E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m_e}$ alakú.

- (A) kb. 1 pm
- + (B) kb. 40 pm
- (C) kb. 500 pm
- (D) kb. 1 nm

16. Egy földrengés utórengéseinek gyakorisága az Omori-törvényt követi, mely szerint az utórengések rátája $n(t) \sim 1/t$ alakban függ a főrengés óta eltelt t időtől. A főrengés utáni 24. órától a 30. óráig 30 utórengést mértünk. Becsüljük meg, hogy hány utórengést várunk a 48. órától a 60. óráig tartó időintervallumban?

- (A) kb. 15-öt.
- + (B) kb. 30-at.
- (C) kb. 60-at.
- (D) kb. 120-at.

17. Háromdimenziós minta esetén mi a nyírófeszültség mértékegysége?

- (A) N
- (B) N/m
- + (C) N/m²
- (D) egyik sem

18. Ideálisan viszkózus newtoni test viszkozitása $\eta = 10^4$ Pa s. A $t = 0$ időpontban bekapcsolunk egy $\sigma = 100$ Pa nagyságú húzófeszültséget. Mekkora a test relatív megnyúlása, a kiindulási állapotához képest, 5 másodperc múlva?

- (A) 0.1 %
- (B) 0.5 %
- (C) 1 %
- + (D) 5 %

19. Vannak olyan folyadékok, ahol csak akkor indul be a folyás, ha a nyírási feszültség meghalad egy küszöbértéket. Hogy hívják ezt az anyagcsaládot?

- (A) Newtoni folyadékok.
- (B) Nyírásra keményedő folyadékok.
- (C) Nyírásra lágyuló folyadékok.
- + (D) Bingham-plasztikus folyadékok.

20. Mi a különbség egy egyszerű magnetoreológiai folyadék és egy ferrofluidum között?

- (A) Előbbi paramágneses anyagot tartalmaz, utóbbi ferromágneses anyagot tartalmaz.
- + (B) Előbbiben minden szemcsét sok különböző orientációjú domén alkot, utóbbiban minden szemcsé egyetlen domén.
- (C) Ugyanaz a szerkezete mindkét folyadéknak, csak máshogy hívjuk a két esetet, attól függően hogy a hőmérséklet a Curie-hőmérséklet felett vagy alatt van.
- (D) Előbbiben mágneseszen, utóbbiban elektromosan polarizálható részecskék vannak.