

1. zh, Fizika M1, BME, gépészmérnök szak, 2017. október 16.

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 vagy fekete 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.

1. Milyen irányú mágneses teret kelt az origóba helyezett, z irányba mutató mágneses momentum az xy sík origótól távoli pontjaiban?

- (A) Az xy sík minden pontjában nulla a mágneses tér.
- (B) Attól függ, hogy az xy sík melyik origótól távoli pontjában vagyunk.
- + (C) Minden ilyen pontban -z irányú a mágneses tér.
- (D) Minden ilyen pontban x irányú a mágneses tér.

2. Nagyságrendileg mekkora a Föld mágneses tere a Föld felszínén?

- (A) Néhány nanotesla.
- + (B) Néhány mikrottesla.
- (C) Néhány millitesla.
- (D) Néhány tesla.

3. Hidrogénatomot z irányú homogén, statikus mágneses térbe helyezünk. Amikor ebben az elrendezésben a hidrogénatom magjának mágneses momentuma Larmor-precesszál, akkor ...

- (A) ... a nagysága időben változik.
- (B) ... a z-irányú vetülete időben változik.
- + (C) ... az x-irányú vetülete időben változik.
- (D) ... az x-irányú és z-irányú vetülete is időben változik.

4. Egy vektor Descartes-koordinátái $\mathbf{r} = (x, y, z) = (\sqrt{2}, \sqrt{2}, 2)$. Határozd meg a gömbi polárkoordinátáit, $(r, \theta, \varphi) = ?$

- + (A) $(\sqrt{8}, \pi/4, \pi/4)$
- (B) $(\sqrt{8}, \pi/4, \pi/2)$
- (C) $(\sqrt{6}, \pi/2, \pi/2)$
- (D) $(\sqrt{6}, \pi/4, \pi/4)$

5. Két méter magasból elengedünk egy kétkilós testet. Mekkora a becsapódási sebessége?

- (A) kb. 19,6 m/s.
 + (B) kb. 6,3 m/s.
 (C) kb. 9,8 m/s.
 (D) kb. 1,9 m/s.

6. Mennyi a periódusideje a $\lambda = 540$ nm hullámhosszú zöld fénynek? Emlékeztetőül: a fénysebesség $c = 3 \times 10^8$ m/s.

- (A) 540 nanoszekundum (nano = 10^{-9}).
 + (B) 1,8 femtoszekundum (femto = 10^{-15}).
 (C) 162 szekundum.
 (D) 11,3 femtoszekundum.

7. A második Pauli-mátrix $\hat{\sigma}_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}$. Melyik kétkomponensű komplex vektor az, amely normált, és +1 sajátértékkel normált sajátvektora ennek a mátrixnak?

- (A) $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$.
 + (B) $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ i \end{pmatrix}$.
 (C) $\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$.
 (D) $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$.

8. A hidrogén atommagjának mágneses momentumát adott időpillanatban a $\psi = \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$ hullámfüggvény jellemzi.

Mekkora a mágneses momentum z komponensének várhatóértéke ebben az állapotban? Emlékeztetőül: a mágneses momentum z komponensét reprezentáló mátrix $\hat{m}_z = \mu_p \hat{\sigma}_z = \mu_p \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$.

- (A) $\mu_p/\sqrt{5}$.
 + (B) $3\mu_p/5$.
 (C) $3\mu_p/\sqrt{5}$.
 (D) $\mu_p/5$.

9. Melyik állítás nem igaz a mágneses rezonancián alapuló orvosi képalkotásra?

- + (A) A képképző eljárás a testben található hidrogénatomok elektronjainak mágneses momentumát használja ki.
 (B) Az eljáráshoz néhány Tesla nagyságú sztatikus mágneses tétet használnak.
 (C) Az eljárás arra a jelenségre épül, hogy a Larmor-precessziót végző mágneses momentumok a detektorban feszültséget indukálnak.
 (D) Az eljárás során a mágneses momentumokat váltóáramú mágneses térrel billentik ki a termikus egyensúlyból.

10. A mágneses rezonanciás képalkotó eljárásban használt mágneses momentumok termikus polarizációja növekszik,
 (A) ha csökkentjük a sztatikus mágneses teret, vagy ha csökkentjük a hőmérsékletet.
 (B) ha csökkentjük a sztatikus mágneses teret, vagy ha növeljük a hőmérsékletet.
 + (C) ha növeljük a sztatikus mágneses teret, vagy csökkentjük a hőmérsékletet.
 (D) ha növeljük a sztatikus mágneses teret, vagy növeljük a hőmérsékletet.

11. Egydimenzióban mozgó elektron dinamikáját szeretnénk leírni kvantummechanikailag, a spin figyelembevétele nélkül. Ebben az esetben az állapotjelzőként használt ψ hullámfüggvény milyen matematikai objektum?
 + (A) Valós számpárokhoz komplex számot rendelő függvény.
 (B) 2x2-es mátrix.
 (C) Valós számokhoz komplex számpárt rendelő függvény.
 (D) Differenciáloperátor.

12. Egy elektron a hidrogénatom klasszikus Rutherford-modelljének megfelelően körpályán mozog a rögzítettnek tekintett proton körül. Tegyük fel, hogy a mozgás az xy síkban történik, és a pálya sugara $R = 0.5 \text{ \AA}$. Mekkora az elektron sebessége? Emlékeztetőül: az elemi töltés $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, az elektron tömege $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$, a vákuum permittivitása $\varepsilon_0 = 8,9 \times 10^{-12} \text{ F/m}$.
 + (A) kb. $2,3 \times 10^6 \text{ m/s}$.
 (B) kb. $3,6 \times 10^6 \text{ m/s}$.
 (C) kb. $2,3 \times 10^6 \text{ km/h}$.
 (D) kb. $3,6 \times 10^6 \text{ km/h}$.

13. Adott pillanatban egy egydimenzióban mozgó elektron hullámfüggvénye $\psi(x) = N\chi_{[0,L]}(x)$, ahol N egy pozitív szám, és $\chi_{[0,L]}(x)$ az a függvény aminek értéke a $[0, L]$ intervallumon belül 1, minden más pontban pedig 0. Mekkora kell választani N -et, hogy a ψ hullámfüggvény normált legyen?
 (A) $N = 1$.
 (B) $N = 1/L$.
 + (C) $N = 1/\sqrt{L}$.
 (D) $N = \sqrt{2/L}$.

14. Egy lítiumatomban (Li) három proton, néhány neutron, és három elektron található. Egy kétszeresen pozitívan töltött lítiumionban csak egy elektron van. Hány rydberg az alapállapotú energiája ennek az egyetlen elektronnak? Emlékeztetőül: egy hidrogénatom egyetlen elektronjának alapállapotú energiája -1 rydberg.
 (A) -1 rydberg.
 (B) $-1/9$ rydberg.
 + (C) -9 rydberg.
 (D) $+1$ rydberg.

15. Legyen a $\psi(x)$ hullámfüggvény egy egydimenzióban mozgó elektron stacionárius, kötött állapota. Melyik állítás nem igaz rá?
 + (A) A $\psi(x)$ hullámfüggvény arányos a saját második deriváltjával.
 (B) A $\psi(x)$ hullámfüggvény értéke az $x \rightarrow \pm\infty$ esetekben nullához tart.
 (C) A $\psi(x)$ hullámfüggvény sajátvektora a Hamilton-operátornak.
 (D) A $\psi(x)$ hullámfüggvény normált.

16. Hányszorososan degenerált a hidrogénatom $n = 3$ főkvantumszámú nívója, a spin szabadsági fokot is figyelembe véve?
 (A) 2
 (B) 8
 (C) 14
 + (D) 18

17. Az arany fajlagos ellenállása $\rho = 24 \text{ n}\Omega \text{ m}$. Mekkora egy 1 cm hosszú, 1 mm^2 keresztmetszetű aranydrót ellenállása?
 (A) $0,24 \mu\Omega$.
 + (B) $0,24 \text{ m}\Omega$.
 (C) $24 \text{ m}\Omega$.
 (D) $0,24 \Omega$.

18. Tekintsünk két különböző fém (1-es és 2-es), melyek fajlagos vezetőképessége megegyezik, $\sigma_1 = \sigma_2$. Az 1-es fémekben a vezetési elektronok relaxációs ideje feleakkora, mint a 2-esben, $\tau_1 = \tau_2/2$. A Drude-modell alapján állapítsd meg, hogy mekkora a vezetési elektronok sűrűségének aránya, $n_{e,1}/n_{e,2} = ?$
 + (A) 2
 (B) 1
 (C) $1/2$
 (D) $1/4$

19. Tíz atomból álló egydimenziós kristályos szerkezetű fém rácsállandója 3 \AA . A kristály minden atomja egyetlen vezetési elektront ad. A kvantummechanikai Sommerfeld-modell alapján mekkora ebben a rendszerben a vezetési elektronok Fermi-hullámszáma, $k_F = ?$ Ne felejtsetd el figyelembe venni az elektronok spin szabadsági fokát.
 (A) kb. $2,1 \frac{1}{\text{nm}}$.
 + (B) kb. $4,2 \frac{1}{\text{nm}}$.
 (C) kb. $21 \frac{1}{\text{nm}}$.
 (D) kb. $42 \frac{1}{\text{nm}}$.

20. Egy fémdarabot homogén izotrop módon összenyomunk, úgy hogy térfogata 3%-kal csökken. Nő vagy csökken az ellenállása az összenyomás hatására? Hány százalékkal? Válaszodat alapozd a geometriai Ohm-törvényre és a Drude-féle vezetőképesség-formulára. Tedd fel, hogy az összenyomásnak nincs hatása a vezetési elektronok számára és a relaxációs időre.
 (A) Kb. 6 %-kal csökken.
 + (B) Kb. 2 %-kal csökken.
 (C) Kb. 3 %-kal nő.
 (D) Kb. 6 %-kal nő.