

Első találkozás a kvantumvilággal Tudásellenőrző kérdések, 2008

1. Feladat

Alapkérdés: Ismertesse szövegben és rajzban a kétlyukas elektron-interferencia kísérletet? Az elektron milyen adata alapján kell meghatározni a két rés közötti távolságot? (3 pont)

Emeltszintű kiegészítés: Hogyan befolyásolja az elektron áthaladási helye megméréseinek pontossága a kétlyukas interferencia mintázat láthatóságát (elmosódását)! Használja a hely és az impulzus komponensei közötti határozatlansági kapcsolatot! (+3 pont)

2. Feladat

Alapkérdés: Mi a hullám-részecske megfeleltetés de Broglie által javasolt elve! Hogyan kapjuk ebből a Schrödinger-egyenletet a szabadon mozgó részecske terjedési amplitudójára? (3 pont)

Emeltszintű kiegészítés: Magyarázza el a határfeltételek szerepét a Schrödinger-egyenlet általános helyfüggésű potenciálban érvényes alakjának megtalálásában! (+3 pont)

3. Feladat

Alapkérdés: A pályamozgást végző részecske impulzusmomentumának z -komponensét az $L_z = xp_y - yp_x$ képlet adja meg. Hogyan lehet kiszámítani átlagértékét a $\Psi(\mathbf{x}, t)$ hullámfüggvénnyel adott állapotban? (3 pont)

Emeltszintű kiegészítés: Változik-e az operátor, ha a hely-koordinátákat felcseréljük az impulzus komponenseivel? Mit kell tenni, ha az impulzustérbeli $\Phi(\mathbf{p}, t)$ valószínűségi amplitudó adott? (+3 pont)

4. Feladat

Alapkérdés: Magyarázza el az alagút-hatás kvantumfizikai hátterét! (3 pont)

Emeltszintű kiegészítés: Mi a hatása az erős elektromos erőtérnek az alagúthatásra? Becsülje meg, hogy 2 eV-os kilépési munkával jellemezhető fém elektronjai esetében mekkora térerősség csökkenti a kilépési potenciálját vastagságát 10^{-8} méterre? Használható összefüggés: $1\text{eV} = 1,6021764 \times 10^{-19}\text{J}$. (+3 pont)

5. Feladat

Alapkérdés: Fogalmazza meg a részecskék megkülönböztethetlenségének kvantumelvét! Mit jelent ez az elv két foton és mit két elektron lehetséges kvantumállapotaira? (3 pont)

Emeltszintű kiegészítés: Egy atom nulla impulzusmomentumú állapota kétfotonos bomlással kerül alapállapotba. Miért hívjuk a kétfotonos állapotot polarizáció szempontjából *összefonódott* állapotnak? (+3 pont)

6. Feladat

Alapkérdés: Mi a spin? Mi köze van az elektron mágneses momentumához? Milyen matematikai objektummal írjuk le a spinállapotot egy adott irányra határozott spin-tülettal rendelkező (bázis)állapotok segítségével? (3 pont)

Emeltszintű kiegészítés: D. Bohm nyomán fogalmazza meg két spinből álló rendszerre az EPR-paradoxont! (+3 pont)

7. Feladat

Alapkérdés: Mire utal az a kijelentés, hogy “a kvantumvilág nem-lokális”? (3 pont)

Emeltszintű kiegészítés: Rajzzal és szöveggel (azaz képletek nélkül!) magyarázza el, hogyan mutatható ki a kvantumjelenségek nem-lokális természete a Rarity-Tapster kísérletben. (+3 pont)

FELADATOK

1. feladat

Mutassa meg, hogy az $[x, p^2]$ kommutátor nem függ x -től! (3 pont)

2. feladat

Milyen polárszögekkel jellemezhető az a spinoperátor, amelynek átlagos értéke a z irányú spinoperátor $+1/2$ sajátértékű állapotában $2^{-3/2}$ értéket vesz fel? (5 pont)