

# Atom- és kvantumfizika gyakorlat

Utóvizsga ZH feladatai

2014. január 10.

**A1.\*** Legyen egy közeg szórócentrumainak sűrűsége az  $x$  irányban  $n(x) = n_0 e^{-x/L}$  alakú, ahol  $L = 2$  cm,  $n_0 = 10^{29}/\text{m}^3$ . A  $d = 5$  cm vastag mintán egy  $x$  irányból  $-\infty$  felől beeső nyaláb mekkora része halad át, ha  $\sigma = 4$  barn?

**A2.** A semleges pion ( $\pi^0$ ) olyan  $M$  tömegű részecske<sup>1</sup>, ami két fotonra bomlik. Mozogjon a  $\pi^0$  részecskénk  $P$  impulzussal  $x$  irányban; vezessünk le összefüggést a bomlásban keletkezett két foton kirepülési szöge között! Mekkora a fotonok kirepülési irányának bezárt szögének minimuma? Milyen esetnek felel ez meg? Mekkora ekkor a kilépő fotonok hullámhossza? (Csak paraméteresen vagyok kíváncsi a válaszokra.)

**A3.** Hány MeV energiájú  $\alpha$ -részecske tudja az álló, szabad (de nem rögzített) aranyatommagot ( $A = 197$ ,  $Z = 79$ ) annyira megközelíteni, hogy „megérintse”? (Az atommagok sugara kb.  $R = \sqrt[3]{A} \cdot 1,2$  fm, ahol  $A$  a tömegszám.)

**K1.\*** Tekintsünk egy harmonikus oszcillátort kövekező  $|\psi\rangle$  állapotát:

$$|\psi\rangle = A \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\alpha^n}{\sqrt{n!}} |n\rangle,$$

ahol  $\alpha$  tetszőleges komplex szám, a  $|n\rangle$ -ek pedig szokásosan az energiasajátállapotok. Mekkora legyen az  $A$  (valós) állandó, hogy az állapot normált legyen? Mekkora ebben az állapotban a hely ( $\hat{x}$ ) várható értéke<sup>2</sup>?

**K2.** Egydimenziós részecskemozgást vizsgálunk a következő potenciálban:

$$V(x) = \tilde{V}(x) + \alpha\delta(x), \quad \text{ahol} \quad \tilde{V}(x) = \begin{cases} 0, & \text{ha } x < 0, \\ V_0, & \text{ha } x > 0. \end{cases}$$

Itt  $V_0$  és  $\alpha$  pozitív állandók.  $E > V_0$  energiájú részecskék esnek be balról, hanyad részük verődik vissza, és hanyad részük halad tovább<sup>3</sup>?

**K3.** Tekintsünk egy feles spint; írjuk fel általánosan egy adott  $\mathbf{n}$  irányú spinoperátor  $+\frac{\hbar}{2}$ -höz tartozó sajátállapotát! Tekintsünk két különböző spinállapotot, egyik legyen az  $\mathbf{n}$  irányú spinmérés, másik az  $\mathbf{m}$  irányú spinmérés ilyen sajátállapota! Mekkora ezen állapotok skalárszorzatának abszolútérték-négyzete? Fejezzük ezt ki az  $\mathbf{n}$  és  $\mathbf{m}$  egységvektorokkal!

Jó munkát!  
Nagy Márton

<sup>1</sup>Egyébként  $Mc^2 = 135$  MeV, de ez nem fog kelleni.

<sup>2</sup>Az ilyen állapotok bevezetése indokolatlan szivatásnak tűnik, de igazából jelentőségük multhatatlan.

<sup>3</sup>Vigyázat! Itt nem egyszerűen az együtthatók négyzetével kell kombinálni, mert nem 0 az energia mindkét oldalon. Ki kell számítani valószínűségi áramsűrűséget minden szóba jövő haladó hullámra.