

1. Egy pontszerű részecske a $V(x) = \lambda \cdot |x|^3$ potenciálban mozog, ahol $\lambda > 0$ konstans. Bohr-Sommerfeld -féle kvantumfeltételt alkalmazva fejezzük ki expliciten a részecske lehetséges energiaszintjeit! (A felmerülő integrált nem kell elvégezni, de az ne tartalmazza az energia értékét!) (8 pont)

2. Tekintsük a $V(x) = -g \cdot \delta(x + a)$ potenciált, ahol $g > 0$, $a > 0$ adott konstansok. Milyen esetben alakulhat ki kötött állapot? Mekkora lehet egy kötött állapotú részecske energiája? (6 pont)

3. Balról rögzített E energiájú részecske érkezik a

$$V(x) = \begin{cases} 0, & x \leq -a \\ V_0, & -a < x \leq 0 \\ \infty, & x > 0 \end{cases}$$

potenciálra, ahol $0 < E < V_0$ teljesül. Adjuk meg a hullámfüggvényt a teljes térben! Mekkora a transzmissziós és a reflexiós tényező? (12 pont)

4. Adjuk meg az $\langle m | \hat{p}^2 \hat{a} | n \rangle$ és az $\langle m | \hat{p} \hat{x} | n \rangle$ mátrixelemeket a harmonikus oszcillátor energiasajátállapotai között! (8 pont)

5. Tekintsünk egy $1/2$ spinű részecskét. Adjuk meg a $\theta = 60^\circ$, $\phi = 30^\circ$ polárszögekkel jellemzett irányú spinoperátor átlagos értékét abban a kvantumállapotban, mely az z irányú spinoperátornak $+\frac{1}{2}$ sajátértékű sajátvektora! (6 pont)