

۱- الف) تصحیح مرتبه‌ی اول ناشی از اختلالات $H' = 10^{-3}E_1 \frac{x}{a}$ و $H' = 10^{-3}E_1 \left(\frac{x}{a}\right)^2$ را برای E_3^0 ذره‌ای در چاه پتانسیل بینهایت یک بعدی با دیواره‌های بین $x = 0$ و $x = a$ حساب کنید.

ب) ویژه تابع φ_n برای اختلال ثابت $H' = 10^{-3}E_1$ تا مرتبه‌ی اول چیست؟

ج) بدون بدست آوردن جواب آخر، روابط مورد نیاز برای تعیین تابع موج تا مرتبه‌ی دوم را بنویسید.

۲- برای پتانسیل زیر، که در آن برآمدگی پتانسیل V_0 در وسط آن می‌تواند بعنوان یک اختلال در نظر گرفته شود، ویژه مقدار و ویژه بردار تصحیح شده‌ی دوم ($n = 2$) را تا مرتبه‌ی اول بدست آورید.

$$V(x) = \begin{cases} \infty & x > b/2, x < -b/2 \\ 0 & -b/2 \leq x \leq -a/2, a/2 \leq x \leq b/2 \\ V_0 & -a/2 \leq x \leq a/2 \end{cases}$$

۳- اختلال $H' = \lambda x^4$ را برای یک نوسانگر هماهنگ ساده در نظر بگیرید. نشان دهید:

$$E_n^1 = \frac{3\hbar^2\lambda}{4m^2\omega^2} [1 + 2n + 2n^2]$$

(راهنمایی: از نمایش x با استفاده از عملگرهای نردبانی استفاده کنید.)

۴- اختلال $H' = K'xy$ را در نوسانگر هماهنگ ساده‌ی دو بعدی را در نظر بگیرید. با توجه به اینکه هامیلتونی بدون

اختلال $\hat{H}_0 = \frac{p_x^2 + p_y^2}{2m} + \frac{K}{2}(x^2 + y^2)$ یعنی $\hat{H}_0 = \hbar\omega_0(a^+a + b^+b + 1)$ و ویژه بردارهای \hat{H}_0 بصورت

$\varphi_{np} = \varphi_n(x)\varphi_p(y)$ و انرژی آن به شکل $E_{np} = \hbar\omega_0(n + p + 1)$ می‌باشد، برای تبهگنی دوگانه‌ی انرژی

$E_{10} = E_{01}$ عناصر ماتریس H' و ویژه بردارهایی را که آن را قطری می‌کنند بدست آورید.