

به نام خدا

تمرین سری پنجم مکانیک کوانتوم ۲

مهلت تحویل: شنبه ۹ اردیبهشت - ساعت ۱۳:۳۰ تا ۱۵ کلاس ف ۳

سوال اول

تغییر انرژی ناشی از اعمال پتانسیل اختلالی $H_1(x) = V_0 \frac{x}{L}$ را در سه تراز اول انرژی، برای ذره ای به جرم m که در جعبه ای به طول L تحت انرژی پتانسیل زیر حرکت می کند، تا مرتبه اول اختلال به دست آورید.

$$V(x) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq L \\ \infty & \text{otherwise} \end{cases}$$

سوال دوم

همیلتونی سیستمی در پایه ای متعامد و یک، به صورت زیر نمایش داده می شود

$$H = \begin{pmatrix} 1 & \varepsilon & 0 \\ \varepsilon & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 - \varepsilon \end{pmatrix}$$

الف) ماتریس بالا را به صورت جمع دو ماتریس $H = H_0 + H_1$ بنویسید. که بتوان با استفاده از نظریه اختلال، ویژه مقادیر H را به دست آورد.

ب) ویژه مقادیر همیلتونی را تا مرتبه دوم اختلال به دست آورید.

پ) مسئله را به صورت دقیق حل کنید و پاسخ را با نتایج قسمت قبل مقایسه کنید.

سوال سوم

یک نوسانگر هماهنگ دو بعدی را که با هامیلتونی زیر توصیف می شود، در نظر بگیرید.

$$H = \frac{1}{2}(P_x^2 + P_y^2) + \frac{1}{2}m\omega^2(x^2 + y^2)$$

جابه جایی انرژی حاصل از اختلال

$$V = 2\lambda xy$$

را در حالت پایه و در اولین حالت برانگیخته واکن با استفاده از نظریه ی اختلال مرتبه ی اول بدست آورید.

ب) جابه جایی انرژی حالت پایه را از محاسبه ی اختلال مرتبه ی دوم بدست آورید.

ج) جواب دقیق مسئله را بدست آورید و جواب حالت پایه را با قسمت قبل مقایسه کنید.

سوال چهارم

ذره ای به جرم m تحت پتانسیل نوسانگر هماهنگ در یک بعد حرکت می کند. حرکت ذره را تحت اثر نیرویی که با پتانسیل زیر توصیف می شود، مختل می کنیم. انرژی و بردار حالت مربوط به حالت پایه تصحیح شده را تا مرتبه اول اختلال بیابید.

$$V = \lambda \sin kx \quad , \lambda \ll 1$$