

دانشکده فیزیک - دانشگاه صنعتی شریف

مکانیک کوانتومی ۲ - نیمسال اول ۱۴۰۰-۰۱

تمرین سری چهارم

موعد تحویل: شنبه ۲۲ آبان ماه ۱۴۰۰

نحوه تحویل و فرمت فایل‌های ارسالی به CW در همان محل در دسترس است.

مسئله ۱ (۱۰ نمره):

در اختلال غیر وابسته به زمان و غیر واگن، نشان دهید که ضریب  $C_{nk}^{(2)}$  در عبارت

$$|n\rangle = N(\lambda) \left( |n^{(0)}\rangle + \lambda \sum_{k \neq n} C_{nk}^{(1)} |k^{(0)}\rangle + \lambda^2 \sum_{k \neq n} C_{nk}^{(2)} |k^{(0)}\rangle + \dots \right),$$

مساوی است با

$$C_{nm}^{(2)} = \sum_{k \neq n} \frac{\langle m^{(0)} | H_1 | k^{(0)} \rangle \langle k^{(0)} | H_1 | n^{(0)} \rangle}{(E_n^{(0)} - E_m^{(0)}) (E_n^{(0)} - E_k^{(0)})} + \frac{\langle m^{(0)} | H_1 | n^{(0)} \rangle \langle n^{(0)} | H_1 | n^{(0)} \rangle}{(E_n^{(0)} - E_m^{(0)})^2}.$$

مسئله ۲ (۱۰ نمره):

برای همیلتونی نوسانگر غیر هارمونیک  $H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 + \alpha x^3 + \beta x^4$  نشان دهید

(الف) تصحیح مرتبه اول اختلال به انرژی  $E_n^{(0)}$  نوسانگر هماهنگ ناشی از جمله  $\alpha x^3$  صفر است.

(ب) تصحیح مرتبه اول اختلال به انرژی  $E_n^{(0)}$  نوسانگر هماهنگ ناشی از جمله  $\beta x^4$  عبارت است از

$$E_n^{(1)} = \beta \frac{3\hbar^2}{2m^2\omega^2} \left( n^2 + n + \frac{1}{2} \right).$$

(ج) تصحیح مرتبه دوم اختلال به انرژی  $E_n^{(0)}$  نوسانگر هماهنگ ناشی از جمله  $\alpha x^3$  عبارت است از

$$E_n^{(2)} = -\alpha^2 \frac{\hbar^2}{8m^3\omega^4} (30n^2 + 30n + 11).$$

مسئله ۳ (۱۰ نمره):

یک نوسانگر هماهنگ دو بعدی را در نظر بگیرید که با همیلتونی زیر توصیف می شود

$$H = \frac{1}{2m} (p_x^2 + p_y^2) + \frac{1}{2}m\omega^2 (x^2 + y^2).$$

(الف) جوابهای دقیق مسئله مختل نشده را بدست آورید.

(ب) جابجائی انرژی حاصل از اختلال  $2\lambda xy$  را در حالت پایه و در اولین حالت برانگیخته واگن بدست آورید.

(ج) جوابهای دقیق مسئله مختل شده را بدست آورید و آن را با جوابهای حاصل از اختلال مرتبه دوم مقایسه کنید.