

量子力学 第11回 演習
締切：6月7日（日）12時

- ・ 解答は、コピー防止のため手書きで作成して下さい。
- ・ 解答は一つのPDFファイルにまとめて下さい（複数ファイルに分けない）。
- ・ 解答の冒頭に、「量子力学 出題日付 第〇回演習 学籍番号 氏名」を明記して下さい。
- ・ 導出過程も明記して下さい。
- ・ 1次摂動項、2次摂動項を表す公式は、既知のものとして用いて良い。
- ・ 第12回講義で解答の解説をいたします。

問題1.

以下のハミルトニアンで表される1次元調和振動子

$$\hat{H}_0 = \frac{\hat{p}^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 \hat{x}^2$$

に対して $\hat{H}' = g\hat{x}$ という摂動が働いたとする。 g は実定数であり、無摂動ハミルトニアン \hat{H}_0 に対する固有ベクトル $|n\rangle$ ($n=0,1,2,\dots$) ($|n\rangle$ は完全規格直交系) 及びエネルギー固有値 $\varepsilon_n = \hbar\omega\left(n + \frac{1}{2}\right)$ は既に求められているものとする。以下の問に答えよ。

- (1) 基底状態 $|0\rangle$ に対する1次の摂動エネルギー $\varepsilon_0^{(1)}$ 及び2次の摂動エネルギー $\varepsilon_0^{(2)}$ を求めよ。
- (2) $\hat{H} = \hat{H}_0 + \hat{H}'$ に対するエネルギー固有値 ε_n を“摂動近似を用いずに”厳密に求めよ。
(ヒント： $\hat{H} = \hat{H}_0 + \hat{H}'$ を式変形し、 x 座標を平行移動 ($x \rightarrow x'$) する。
 $\hat{H}'_0 = \frac{\hat{p}^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 \hat{x}'^2$ の $|n\rangle$ に対するエネルギー固有値が $\varepsilon_n = \hbar\omega\left(n + \frac{1}{2}\right)$ であることを用いても良い)。
- (3) (1) と (2) の結果を比較し、3次以上の摂動エネルギーがどのような値を取るか議論せよ。