

【問題 2】の続き 解答用紙 B (茶色)

(2) 以下の近似式を用いて 2 次摂動によるエネルギー変化 $E_{1s}^{(2)}$ を求めよ。

$$E_{1s}^{(0)} - E_i^{(0)} \approx E_{1s}^{(0)}$$

$$\sum_i \left| \langle 0 | H' | i \rangle \right|^2 = \sum_i \langle 0 | H' | i \rangle \langle i | H' | 0 \rangle = \langle 0 | H'^2 | 0 \rangle - \left| \langle 0 | H' | 0 \rangle \right|^2$$

ここで、 $E_i^{(0)}$ は摂動がない場合の $1s$ 以外の励起状態 i のエネルギー固有値、 H' は摂動ハミルトニアン、 $\langle 0 |$ は摂動がない場合の基底状態の波動関数 $\varphi_{1s}^{(0)}$ 、 $\langle i |$ は摂動がない場合の励起状態 i の波動関数 $\varphi_i^{(0)}$ である。

(3) (1)、(2) の結果から E_{1s} を 2 次の摂動までの近似で求めよ。

【問題 3】 解答用紙 C (緑色)

x 方向に振動する質量 m 、角振動数 ω の一次元調和振動子に、階段型の摂動ポテンシャル $H'(t) = eFx$ ($0 \leq t \leq t_1$ 、 e は素電荷、 F は電場) を印加した場合、基底状態からエネルギー差 $\hbar\omega$ の励起状態に遷移する確率を以下の手順で求める。ここで、摂動がない場合の基底状態、励起状態の座標のみに依存する波動関数 $\varphi_0(x)$ 、 $\varphi_1(x)$ はそれぞれ、

$$\varphi_0(\xi) = \sqrt{\frac{\alpha}{\pi^{1/2}}} \exp\left(-\frac{\xi^2}{2}\right), \quad \varphi_1(\xi) = \sqrt{\frac{\alpha}{2\pi^{1/2}}} 2\xi \cdot \exp\left(-\frac{\xi^2}{2}\right), \quad \alpha = \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}}, \quad \xi = \alpha x$$

とする。なお、必要ならば

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^2 \exp(-x^2) dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

の関係式を用いてよい。

- (1) 基底状態と励起状態の間の遷移行列要素 $H'_{10}(t)$ を求めよ (積分計算を行うこと)。
- (2) 時間に依存する展開係数をべき展開した時の 1 次の係数 $c_1^{(1)}(t)$ を求めよ。
(積分計算を行うこと)
- (3) 基底状態からエネルギー差 $\hbar\omega$ の励起状態への遷移確率を求めよ
(三角関数を用いて表すこと)。

※答案用紙を提出する際、下表に記入の上、この問題用紙も合わせて提出すること。

学籍番号	氏 名