

物理学 B

【全1ページ】

次の設問に答えなさい。

一次元空間で質量 m の粒子が二つの障壁に閉じ込められている。ポテンシャル $V(x)$ は以下の式で与えられる。

$$V(x) = \begin{cases} 0 & (0 \leq x \leq L) \\ \infty & (x < 0, x > L) \end{cases}$$

プランク定数を h として、 $\hbar = h/2\pi$ とする。

(1) この粒子の $0 \leq x \leq L$ における時間に依存しないシュレーディンガー方程式を書きなさい。ただし、粒子のエネルギーは E 、波動関数は $\phi(x)$ とする。

(2) この粒子の基底状態の波動関数およびエネルギーを求めなさい。ただし、波動関数は規格化すること。

(3) この粒子の基底状態における位置 x および運動量 p の期待値 $\langle x \rangle$ および $\langle p \rangle$ をそれぞれ求めなさい。

(4) この粒子の基底状態における位置 x および運動量 p の分散 $\langle (\Delta x)^2 \rangle$ および $\langle (\Delta p)^2 \rangle$ をそれぞれ求めなさい。ただし、 $\langle (\Delta x)^2 \rangle$ および $\langle (\Delta p)^2 \rangle$ はそれぞれ以下の式で与えられる。

$$\begin{aligned} \langle (\Delta x)^2 \rangle &= \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2 \\ \langle (\Delta p)^2 \rangle &= \langle p^2 \rangle - \langle p \rangle^2 \end{aligned}$$

(5) この粒子の基底状態について不等式 $\langle (\Delta x)^2 \rangle \langle (\Delta p)^2 \rangle \geq \frac{\hbar^2}{4}$ が成り立つことを示しなさい。また、その物理的意味を答えなさい。