

生物応用化学演習 - 無機化学 - (5月9日)演習問題

次の問題文中、特に示されていない場合、 k はボルツマン定数、 a_0 はボーア半径、 T は絶対温度、 c は光の速度、 λ は波長、 p は運動量を意味する。

1. 次の文章の空欄 ([]) を埋める言葉、文章、あるいは数式を答えよ。

(d) シュレディンガー方程式を $H\Psi = E\Psi$ のように書くと、これがつぎの形の方方程式つまり

[16] 式であることがわかる。

$$(\text{演算子})(\text{関数}) = (\text{定数因子}) \times (\text{同じ関数}) \quad \text{式(4)}$$

一般的な演算子を \hat{Q} 、定数因子を ω で表すと、このことは、

$$\hat{Q}\Psi = \omega\Psi \quad \text{式(5)}$$

のように表現することも可能である。因子 ω を演算子 \hat{Q} の [17] という。シュレディンガー方程式の [17] は [18] である。

関数 Ψ を [19] といい、固有値に応じて異なる。

(テキスト p322)

(e) 波動関数 Ae^{ikx} で表される粒子の位置は全く予測できない。いいかえれば、運動量が厳密に指定されていれば、その粒子の [20] を予測することは不可能である。これは、量子力学の最も有名な結果のひとつであるハイゼンベルクの [21] の特別な場合の半分に当たる。ある粒子の運動量と [20] の両方を同時に、任意の精度で決定することは [22] である。

(テキスト p328)

2. アインシュタインの式 $E=mc^2$ とプランクの式 $E=h\nu$ から、ド・ブローイの物質波の式 $\lambda = h/p$ を導け。

3. 300K で kT に等しい並進エネルギーを持つ中性子の波長を計算せよ. 中性子の質量 $m=1.675\times 10^{-27}\text{kg}$ とせよ.

4. 以下の関数が d/dx および d^2/dx^2 の固有関数であるかどうかを調べよ。また、固有関数であるものについては、その固有値を求めよ。(a) $\sin ax$, (b) e^{ikx} , (c) e^{-ax^2}

5. 位置と運動量の演算子である \hat{x} と $\hat{p}_x = (\hbar/i)(d/dx)$ の交換関係を調べよ。また、この交換関係とハイゼンベルグの不確定性原理との関係を説明せよ。

6. 長さが $2a_0$ の一次元領域における電子の速さの不確かさの下限を示せ。なお、電子の質量 $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg, ボーア半径 $a_0 = 5.29 \times 10^{-11}$ m とせよ。

7. (1) これまでの授業内容で理解できなかったこと. (2) もう一度説明してほしいこと. などがあれば書いて下さい. また, (3) この授業に関する意見, 感想等があれば自由に書いて下さい.