

物理学Fレポート問題（12月24日出題分）

解答は原則として1月7日講義時に回収する。

■問題1 「量子力学が必要な理由」を自分の言葉で簡潔にまとめよ。例えば適当な実験をとりあげ、その結果がどのように意外であるかをまとめるなどすれば良い。講義で紹介した実験をとりあげてもよいし、その他の事例をとりあげてもよい。要点が分かるように書いてあれば短いレポートで構わない。

■問題2 ベクトル $|a_1\rangle, |a_2\rangle, |a_3\rangle, |a_4\rangle, |a_5\rangle, |a_6\rangle$ と行列 $\hat{A}_1, \hat{A}_2, \hat{A}_3$ をそれぞれ以下のように定義する。 $\hat{A}_1, \hat{A}_2, \hat{A}_3$ それぞれの固有ベクトルを $|a_i\rangle$ ($i=1\dots6$) のうちから選び、また、各々の場合の固有値を答えよ。

$$\begin{aligned} |a_1\rangle &= \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, & |a_2\rangle &= \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, & |a_3\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \\ |a_4\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}, & |a_5\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ i \end{pmatrix}, & |a_6\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} i \\ 1 \end{pmatrix}. \\ \hat{A}_1 &= \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, & \hat{A}_2 &= \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, & \hat{A}_3 &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

- 注1) i は虚数単位. $i^2 = -1$.
- 注2) ベクトル $|a\rangle$ が行列 \hat{A} の固有ベクトルであるとは、式

$$\hat{A}|a\rangle = \epsilon_a|a\rangle$$

(ただし ϵ_a は実数または複素数) が成り立つことであり、このときの ϵ_a を固有値と呼ぶ。

- 注3) ベクトル $|a\rangle$ に行列 \hat{A} を「掛けた」 $\hat{A}|a\rangle$ は別のベクトルになる。このとき行列とベクトルの「掛け算」は $\hat{A}|a\rangle$ の i 番目の成分 $(\hat{A}|a\rangle)_i$ が

$$(\hat{A}|a\rangle)_i = \sum_j (\hat{A})_{ij} (|a\rangle)_j$$

となるように定義する。ただし $(\hat{A})_{ij}$ は行列 \hat{A} の i 行 j 列成分、 $(|a\rangle)_j$ はベクトル $|a\rangle$ の j 番目の成分を表す。