

量子力学II 中間試験実施要領

2024.5.29 実施

- 会場は**12-105**（授業の部屋と同じ）
- 別紙で**指定された座席**で受験すること。
- 試験範囲は5/22の講義内容まで。これまでの講義ノート、演習問題は以下のHPに掲載してある。

<https://hyodo.fpark.tmu.ac.jp/2024QM2.html>

- **持ち込み禁止**の試験である。筆記用具以外のものは机の上には置かないこと。
- **学生証**で本人確認をするので忘れないように持参すること。
- スマートフォンを時計がわりに机に置くことは認められない。必要な場合は腕時計などを持参すること。
- 遅刻しても試験時間の延長はしない。
- 途中退席は認められない。
- 理解度を見る試験なので、途中の式や説明によって理解度が確認できれば、計算が間違っている場合でも部分点が与えられる場合がある。逆に最後の答えのみ正しく書いてあっても、途中の理解度が確認できなければ減点する場合がある。
- 不正行為に対しては、厳しく対処するので、決してしないこと。

量子力学II前半で習得してほしいこと

- 固有値と固有状態（固有ベクトル）の意味と計算方法

$$\hat{O}_x \phi(x) = \lambda \phi(x), \quad \hat{O} |\phi\rangle = \lambda |\phi\rangle$$

- ブラケット記法の使い方

$$\langle \alpha | \beta \rangle = \langle \beta | \alpha \rangle^*, \quad \phi(x) = \langle x | \phi \rangle$$

- 演算子の交換関係の基本的な計算方法

$$[\hat{A}, \hat{B}] = -[\hat{B}, \hat{A}], \quad [\hat{A}, \hat{B}\hat{C}] = [\hat{A}, \hat{B}]\hat{C} + \hat{B}[\hat{A}, \hat{C}], \quad \dots$$

- 変数分離の方法：

- 中心力の基本的な性質

- 中心力の場合、極座標の動径変数 r と角度変数 θ, ϕ が分離（回転対称性）
- 角度方向の解は球面調和関数 $Y_\ell^m(\theta, \phi)$ 、角運動量演算子 $\hat{\mathbf{L}}$ の固有値は量子化される

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{L}}^2 Y_\ell^m(\theta, \phi) &= \ell(\ell+1) \hbar^2 Y_\ell^m(\theta, \phi), & \ell: \text{非負整数、角運動量ベクトルの大きさ} \\ \hat{L}_z Y_\ell^m(\theta, \phi) &= m \hbar Y_\ell^m(\theta, \phi), & m = 0, \pm 1, \dots, \pm \ell \quad \text{磁気量子数、ベクトルの方向} \end{aligned}$$

- 動径方向のシュレディンガー方程式からエネルギー固有値が得られる（ $2\ell+1$ 重縮退）
- 水素原子のエネルギー

$$E_n = -\frac{\mu c^2 \alpha^2}{2} \frac{1}{n^2} = -\frac{\mu e^4}{32\pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2} \frac{1}{n^2} \quad (n = 1, 2, \dots)$$