

必要ならば以下の値を使いなさい。数値は有効数字2桁で答えなさい。紙面が足りない場合は裏面を使用してもよい（その旨を記載のこと）

プランク定数 $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J s}$

電磁波の速さ $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

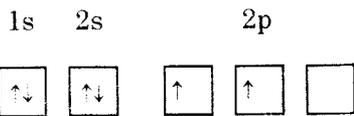
1. 以下の問いに答えなさい。

(1) 波長 500 nm の電磁波を周波数（振動数）(s^{-1})、波数 (cm^{-1})、エネルギー (J/mol) で表せ。

(2) 質量 $2.2 \times 10^{-31} \text{ kg}$ の球が $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ の速さで運動している場合、その球のド・ブローイ波（物質波）の波長 (m) を求めよ。

2. リン原子 P および塩素原子 Cl の電子配置を例にならって書きなさい。

(例) 炭素原子 C



3. (1) 長さ a の一次元箱型ポテンシャル場

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

を運動する粒子のシュレディンガー方程式を書きなさい。ただし、この粒子の質量を m 、波動関数を $\phi(x)$ 、全エネルギーを E とする。

(2) 境界条件を書きなさい。

(3) 規格化条件を書きなさい。

(4) 波動関数 $\phi(x)$ とエネルギー E を求めなさい。

4. 水素原子の基底状態にある電子の動径因子と角度因子はそれぞれ以下の通りである。

$$R_{1s}(r) = 2 \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} e^{-r/a_0} \quad Y_{00} = \frac{1}{2\sqrt{\pi}} \quad (a_0 \text{ は Bohr 半径})$$

- (1) 水素原子の基底状態にある電子の主量子数、方位量子数、磁気量子数を書きなさい。
- (2) 波動関数 ϕ_{1s} を書きなさい。
- (3) 電子と原子核からの距離 r の最も起こりやすい値を求めよ。原子核を中心とした半径 r の球面に電子を見出す確率密度 $P(r)$ は $P(r) = 4\pi r^2 \phi_{1s}^2$ で与えられる。

5. CH_3Cl の双極子モーメントは 1.86 debye、 CHCl_3 の双極子モーメントは 1.15 debye である。どちらの分子も正四面体構造をしており、 C-H の結合モーメントは H を正として 0.40 debye としたとき、各化合物の C-Cl 結合モーメントを計算しなさい。ただし、 CH_3Cl 、 CHCl_3 において、 Cl-C-H 、 H-C-H 、 Cl-C-Cl のなす角を θ とするとき、 $\cos \theta = -1/3$ である。

6. 以下の語句について簡単に説明しなさい。

(1) 混成軌道

(2) Hückel 近似

(3) ハイゼンベルグの不確定性原理

(4) 水素結合

(5) パウリの排他原理