

1.

電磁波の名称	線	X線	紫外線	可視光	赤外線	マイクロ波	ラジオ波				
波長 nm	0.0003	0.03	10	30	400	800	1000	3×10^5	3×10^7	3×10^{11}	3×10^{13}
観測される現象	核遷移	核内電子 の遷移	紫外電子の 遷移			分子の振動遷 移	分子の回転遷移 電子スピン遷移	核スピンの遷 移			

電磁波を用いた分析方法により測定できる物質の性質を例にならって、X線以外の電磁波を2つ選んで説明しなさい。(例 X線、X線回折法、分子の立体構造)

2. 以下の問いに答えなさい。必要ならば以下の値を使いなさい。

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

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

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

自由電子の質量 $m=9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

- (1) 波長 300nm の電磁波を周波数(振動数)(s^{-1}) 波長(cm^{-1}) エネルギー(J/mol)で表せ。
- (2) 運動エネルギーが 100eV である電子線のドブローイ波長を求めなさい。
(1eV= $1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$) 答えは の形で書きなさい。

3. 波動関数 は極座標(r, θ, ϕ)を用いて $\psi = R(r)Y(\theta, \phi)$ で表される。

- (1) 量子数 l, m の名前を書き、簡単に説明しなさい。
- (2) 主量子数が 1 から 3 までについて許される 3 つの量子数の組(n, l, m)を全て書き出しなさい。

4. 水素原子中の電子の基底状態の波動関数は

$$= \sqrt{\frac{1}{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0} Y_{00}(\theta, \phi)$$

と表される。ここで r は原子核からの距離であり、 a_0 はボーア半径とよばれる定数である。

- (1) 水素原子の $1s$ 動径因子波動関数のグラフの形を示しなさい。また、存在確率が最大となる点はどこか。
- (2) この式を用いて $r=0$ 、 $r=a_0$ 、 $r=2a_0$ に位置する微小体積 dV 中に電子が存在する確率をそれぞれ求めなさい。
- (3) 半径が r から $r+dr$ までにあるときの存在確率(P)が最大となる半径が a_0 となることを示し、ボーア半径 a_0 について説明しなさい。

5. 以下の語句について簡単に説明しなさい。

- (1) ハミルトニアン
- (2) 原子価結合法
- (3) 混成軌道
- (4) Hückel 近似

6. 水分子の双極子モーメントは $1.87D$ で 0 ではないが、二酸化炭素のそれは 0 である。それはなぜか説明しなさい。