

## 現代物理学課題（前半）

1：3次元無限井戸型ポテンシャルにおける電子のエネルギー準位を求めて、基底状態から順に図示せよ。量子数の組み合わせはどうなっているか？具体的な値として箱の1辺の長さは  $10^{-9}$  m を用いてみよ。

\* ナノテクノロジーと量子力学とのつながりについて調べてみよ。

2：水素原子のエネルギー準位は、どのようになっているか？準位間の遷移により放出吸収される電磁波の振動数・波長を求めよ。どの領域の電磁波か？

\* 量子数の組み合わせは各自、色々と変えてみること。\* また、6, 7の場合と比較せよ。

3：水素原子の問題で、動径方向のシュレーディンガー方程式はどのように表せるか？軌道角運動量ゼロ ( $l=0$ ) の時、基底状態  $R_1(r)$  と最初の励起状態  $R_2(r)$  が方程式を満たしていることを示せ。この時、対応するエネルギー固有値はいくらか。これらの状態の  $r, 1/r$  の期待値を求めよ。また、波動関数  $R$ 、確率密度分布  $r^2R^2$  をグラフに書いてみよ。

\* エクセルなどソフトウェアを用いて書くこと

4：水素原子の問題で、変数分離した後の  $\theta, \phi$  に関する波動関数の従う方程式はどのように表せるか？次の状態の角度部分の波動関数が方程式を満たしていることを示せ。

( $n=2, l=1, m=0$ ) ( $n=2, l=1, m=1$ ) ( $n=3, l=2, m=0$ )

\* これらの状態の角度部分の確率密度分布をグラフに書きなさい。（立体的に書けるとベターである。）

5：多電子原子の問題で、水素原子似のモデルをもとにして、電子の配置を考えて、元素の周期表における魔法数を説明せよ。

\* ハロゲンガス、陽イオン、陰イオンとの関連を述べよ。

また、原子が主量子数  $n=6$  までの軌道に電子を全て配置できる場合に、いくつの元素が記述できることになるか？

\* 世の中にある元素の種類は全てカバーできるだろうか？

6：分子の回転の自由度に関して、エネルギー準位は、どのようになっているか？HClの場合に、回転のエネルギー準位を求めて、準位間の遷移により放出吸収される電磁波の振動数・波長を求めよ。どの領域の電磁波か？

\* 振動数の出現パターンはどうなっているか？図示せよ。

7：分子の振動の自由度に関して、エネルギー準位は、どのようになっているか？HClの場合に、振動のエネルギー準位を求めて、準位間の遷移により放出吸収される電磁波の振動数・波長を求めよ。HとCl間の分子力のバネ定数は  $k = 516$  N/mである。どの領域の電磁波か？

\* 振動数の出現パターンはどうなっているか？図示せよ。回転の場合と比べてみよ。