

1 : 一次元調和振動子の場合について、シュレーディンガー方程式を解いて得られる、基底状態について、エネルギー固有値を求めよ。位置  $x$ 、運動量  $p$  について、平均値  $\langle x \rangle$ ,  $\langle p \rangle$  および 2 乗の平均値  $\langle x^2 \rangle$ ,  $\langle p^2 \rangle$  を求めよ。波動関数は  $\psi(x) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{\frac{1}{4}} \exp\left(-\frac{m\omega}{2\hbar} x^2\right)$  である。

2 : 上の結果を用いて、不確定性原理における位置・運動量の不定性の関係を導け。

3 : 水素原子の問題で、シュレーディンガー方程式を解いて得られる、基底状態について、波動関数  $\psi$ 、確率密度分布  $|\psi|^2$  をグラフに図示せよ。

$$\psi(r, \theta, \phi) = \frac{1}{\sqrt{\pi} a_0^{3/2}} \exp\left(-\frac{r}{a_0}\right)$$

4 : 3 の問題で、エネルギー固有値、位置  $r$  および  $1/r$  の期待値を求めよ。

5 : ボーア模型におけるエネルギー準位を、円運動の運動方程式と量子条件より求めよ。  
 $n=1$  の場合は 4 と一致するか？

6 : 角運動量とスピンの量子数と排他原理から周期表において希ガスが安定であることを説明せよ。