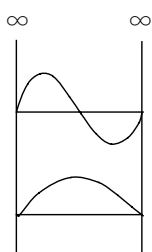


上で得た「電子が空間的に振動する」事実を別の方法で調べよう。1次元にして電子が x の位置に見出される確率を調べると次になる。

$$|\psi|^2 = \left| a_1 \exp\left(-i \frac{E_1}{\hbar} t\right) \phi_1(x) + a_2 \exp\left(-i \frac{E_2}{\hbar} t\right) \phi_2(x) \right|^2 = \left| a_1 \exp(i\omega_0 t) \phi_1(x) + a_2 \phi_2(x) \right|^2$$

ここで $\phi_1(x)$ および $\phi_2(x)$ はそれぞれエネルギー固有状態 1 および 2 の波動関数。ポテンシャルが対称なのでそれぞれ偶および奇関数である。

演習 2-2



原子に束縛された電子の簡単化したモデルとして量子井戸中の電子を考える (図)。一番エネルギーの低い状態を 1、その次に低い状態を 2 とする。

8 ϕ_1 および ϕ_2 を求めよ。プロットせよ。パリティはあるか。横および縦軸はそれぞれ何か。

$|\phi_1|^2$ と $|\phi_2|^2$ をプロットせよ。そのプロットの縦軸の物理的意味は何か。

9 電子がエネルギー固有状態 1 にあることが分かっているとして「電子はどこに存在するか？」と問われたらどう答えるか。この問いに対する量子力学の答え方はどんなものか。その答えの具体的な数値はいくらか？この値は時間によって変化するか？次にエネルギー固有状態 2 についての同様の問い答えよ。

10 電子がエネルギー固有状態 1 と 2 の重ね合わせ状態にあるとしよう。 $a_1 = a_2$ 、 $t=0$ で $|\psi|^2$ をプロットせよ。「電子はどこに存在するか」に対する量子力学の答えを図中で指し示せ。次に時刻を $t = \pi/\omega_0$ にしたらプロットはどうなるか、そして電子はどこに存在するか？二つの時刻だけでなく一般の時刻でどうなるか考えよ。

11 二つのエネルギー固有状態の重ね合わせ状態にある電子の存在位置は時間によって変化するか？電子位置と時間の関係の概略をプロットせよ。一つの固有状態にある場合と違うのか。

12 以上の作業は上で求めた $\langle r \rangle$ の時間変化とどんな関係にあるか考えよ。

二つのエネルギー固有状態の重ね合わせ状態の電子位置は時間的に変化する。イオンのプラス電荷は空間的に固定されている。一方、電子のマイナス電荷は上で調べたように時間的に振動している。**マイナス電荷とプラス電荷の位置がずれている**。このように大きさが等しく符号が反対の電荷が位置ずれを起こして配置されたものは**電気双極子**であるが、電気双極子の向き（マイナス電荷からプラス電荷に向かう）が**時間的に振動**している。**振動周波数はエネルギーレベル差で決まる**。電子と電磁波とのエネルギーのやりとりはこの振動電気双極子を介して行われると解釈できる。原子（原子内部の電子）が高エネルギーレベルの固有状態を占めているときには電子分布は振動しない。二つのレベルにまたがった状態のときに振動する電気双極子になる。原子が低エネルギーレベルの固有状態を占めているときには再び電子分布は振動しない。