

[数値計算が求められる問題においては、単位を混ぜ書きにして計算式を書くこと。ヒントも挙げてあるし、探せば解答例も見つかるが、まずそれを参照せずに解くように]

【1】(教科書から)例題 3.1、3.2、演習問題 1 を解け。

【2】ボーアモデルに従って理論的に導かれるリュードベリ定数が、いくつかの物理定数の組立てで表されることを説明せよ。

ヒント：教科書 p.50 のように導出する。

【3】リュードベリ定数 ( $R = 1.097 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ ) が与えられたものとして、

水素原子の電子が  $n = 1$  から  $n = 2$  および  $3$  に遷移するとき吸収するエネルギーの大きさを eV, 波長(nm)および波数( $\text{cm}^{-1}$ )の単位で求めよ。

ヒント：吸収波長と発光波長は裏返しの関係で、それらの波長は等しい。nm 単位で求めた数値を図 3.7 で確認せよ。 $n=1$  を基準にした系列はライマン系列である。

【4】水素原子の電子がもっとも低いエネルギー準位( $n = 1$ )にあるとき、原子からこの電子を取り去るのに必要なエネルギーを求めよ。このエネルギーは水素のイオン化エネルギーといわれている。

ヒント：電子が軌道の上に配置されたときに持つであろう電子のエネルギーを軌道エネルギーと呼ぶ。題意のイオン化エネルギーは、準位図を描くとわかるように、軌道エネルギーを  $-1$  倍したものになる。このエネルギーはしばしば eV の単位系で表されるので、それに換算してみよ。教科書図 4.1 および表 4.1 参照。

【5】 [ $\text{cm}^{-1}$  や K がエネルギー単位の代用になることに慣れる]

- (1) 熱エネルギーは絶対温度に比例し、 $E = k_B T$  である。比例定数は  $k_B$  ボルツマン定数である。室温 300 K の熱エネルギーは、光エネルギーとして何  $\text{cm}^{-1}$  に相当するか。
- (2) 光のエネルギーは振動数に比例する。比例定数は  $h$  プランク定数である。500 nm (可視領域) の光は何  $\text{cm}^{-1}$  に相当するか。
- (3) (2) で、もしこれを熱で与えたとしたら、何 K の温度が必要か。

コメント：熱反応で与えられないくらいの高エネルギーを、光反応なら容易に与えられることがわかる。

【6】(教科書から)演習問題 4 (p. 70) を解け。

【7】10 kV で加速された電子の物質波を求めよ。 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$  を使ってよい。

ヒント：エネルギー保存則によれば、位置エネルギー = 運動エネルギーである。これからまず  $v$  を求める。 $v = 5.9 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$  となるであろう。その先は前問と同様に。答  $1.2 \times 10^{-11} \text{ m}$