

[物理量=数値×単位 である。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きなさい。掛け算の分配則から、数値は数値同士で、単位は単位同士で掛け算したらよいことを理解して、単位確認 (dimension チェック) を行う。

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 を解きなさい。

【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で表されることを説明しなさい。

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 ($R_{\infty} = 1.097 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$) 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 (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】 [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 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 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) を解きなさい。

【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 $1.2 \times 10^{-11} \text{ m}$