



構造化学 No.1

理学部化学科 岡林潤
(スペクトル化学研究センター)
2016.9.28

【1】《粒子性と波動性》

電子が粒子であることを示す実験事実を挙げよ。また、波動性を示す実験事実を挙げよ。光子の場合はどうか。

【2】《単位の変換》

1. 波長 $\lambda = 656 \text{ nm}$ の光のエネルギーを, [J], [m^{-1}], [cm^{-1}], [eV] の単位で求めよ。何色か。
2. 携帯電話に使用されている 800 MHz と 1.5 GHz の電磁波の波長を求めよ。

【3】《電子の波動性》

デビソンとジャーマーは、ニッケルの単結晶に電子線を照射して電子の波動性について研究した。35 V で電子線を加速してニッケルの単結晶に当てたとき、入射角 75° のときに反射が観測された。以下の問に答えよ。

1. 電子線のエネルギー (J) を求めよ。
2. ブラッグの式 ($2d\sin\theta = n\lambda$) を用いて電子の波長を計算せよ。ニッケルの結晶面の間隔は $d = 1.075 \times 10^{-10} \text{ m}$ 、観測された反射は $n = 1$ の反射であるとする。
3. 前問で求めた波長をド・ブロイの式 $\lambda = \frac{h}{p}$ で求めた波長と比較せよ。

【4】《光電効果》

金属ナトリウムの光電効果で、入射光の波長の関数として、放出電子の運動エネルギー (KE) のデータをまとめると次のようになる。

λ [nm]	100	200	300	400	500
KE [eV]	10.1	3.94	1.88	0.842	0.222

これらのデータをプロットして直線をつくり、その傾きからプランク定数を、また、切片から仕事関数 (eV) を求めよ。

【5】《ボーアの原子模型》

ボーアの原子模型による水素原子の最低のエネルギー状態（基底状態）のエネルギー (eV) を求めよ。

【6】《ボーアの量子条件》

「原子内の電子はその軌道がド・ブロイ波の波長の整数倍であるときに限ってどのような放射波も放出せず、円軌道を描いて回る」というのがボーアの定常状態の仮定であった。このとき、どのような軌道が許されるか。

【7】 《ド・ブロイの物質波》

ド・ブロイの物質波とはどのような考え方か。また、それはどのような場合に考慮すべき現象となるか。

【8】 《イオン化エネルギー》

水素原子中の電子のエネルギーは次の式で表わされる。

$$E_n = -\frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2} \quad (1)$$

1. 水素原子1個を $n = 1$ から $n = 2$ の状態に励起するのに必要なエネルギー (J) を求めよ。
2. 水素原子1 mol を $n = 1$ から $n = 2$ の状態に励起するのに必要なエネルギー (J) を求めよ。
3. 水素原子から電子を一つを奪ってイオン化するエネルギーは n の値が、いくつからいくつに変化することに相当するか。
4. 水素原子1個あたりのイオン化エネルギー (eV) を計算せよ。
5. 水素原子1 mol あたりのイオン化エネルギーを計算せよ。

【9】 《原子スペクトル》

バルマーは水素原子のスペクトルの振動数 ν が、光の速度を c とすると

$$\nu = Rc\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right) \quad (2)$$

与えられることを見出した。これについて、以下の問に答えよ。

1. 水素原子のエネルギー準位 E_n を R を用いて表わせ。
2. 基底状態の水素原子のイオン化エネルギーを R を用いて表わせ。
3. 上式で $n = 3$ のとき放出される光の波長が 660 nm として R を求めよ。

【10】 《Schrödinger 方程式》

x 軸に拘束された質量 m の粒子の1次元の運動について以下の問に答えよ。

1. 位置エネルギー $U = 0$ として、定常状態の Schrödinger 方程式を書け。
2. $\phi(x) = Ae^{\alpha x}$ が1. の Schrödinger 方程式の波動関数となるためには、定数 α にどのような条件がつくか。

【11】 《波動関数の規格化》

1次元の波動関数 $\psi(x) = Ae^{-ax^2}$, および $\psi(x) = Bxe^{-ax^2}$ を規格化せよ。ただし a は正の定数とする。

-
- 今回のレポートの締切は10月12日(水)14:55.
 - 表紙は不要です。氏名の記入を忘れずに。
 - コメント、感想、質問等も記載してください。
 - <http://www.chem.s.u-tokyo.ac.jp/users/spectrum/lecture16.html> に解答を載せます。