

クイズ解答用紙

日付 2019 年 月 日提出 授業名 化学A

学年: 学科: クラス: 学籍番号 氏名

注意: 全て計算過程を示しながら解答すること。その他、必要な定数があれば、その旨明記して使用して良い。

問題 1 静止状態の電子を 30.00 kV の電位差で加速する。このとき、電子の運動エネルギー (J) と de Broglie の波長 (m) を求めなさい。必要に応じて、電気素量  $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$  及び電子の質量  $m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$  を用いよ。

【解答欄】

電位差 30.00 kV の電場の中での電子の持つポテンシャルエネルギー  $U$  は、

$$U = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C} \times 3.000 \times 10^4 \text{ V} = 4.806 \times 10^{-15} \text{ J}$$

となる。ここで、これが全て運動エネルギー  $T$  に変換されたとすると、 $T$  は

$$T = U = 4.806 \times 10^{-15} \text{ J}$$

となる。

次に、古典力学における粒子の運動エネルギーの関係式より

$$T = \frac{1}{2} m_e v^2 = \frac{p^2}{2m_e}$$

が成り立つので、電子の運動量  $p$  は

$$p = \sqrt{2m_e T}$$

となる。一方、電子の波としての運動量は

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

で表わされる。両者が等しいことから、電子の de Broglie の波長  $\lambda$  は、

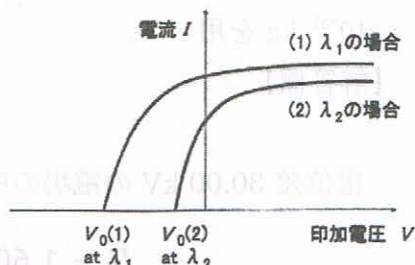
$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{h}{\sqrt{2m_e T}} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{\sqrt{2 \times 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 4.806 \times 10^{-15} \text{ J}}} \\ &= 7.09 \times 10^{-12} \text{ m} \end{aligned}$$

となる。

問題 2 以下の文章を読み、(ア)～(ウ)には式を、(エ)には数値(有効数字 3 桁)と単位をともに、(オ)、(キ)、(ク)には語句を、(カ)には記号をそれぞれ入れなさい。

速度 0 の電子 (電気素量:  $e$ ) が電位差  $V$  で加速されたとき、その運動エネルギー  $(1/2)m_e v^2$  は  $V$  を用いて (ア) であるので、その運動量  $p$  は  $V$  を用いて (イ) と書ける。この加速された電子を入射角  $\theta$  でニッケル単結晶に照射して、反射角  $\theta$  で反射電子の強度を観測した。この電子を物質波と考え、反射電子の強度が強くなる際の物質波の波長  $\lambda$  は、ブラッグの反射条件から、結晶の格子間隔  $d$  と整数  $n$  を用いて  $\lambda =$  (ウ) と書ける。Davisson と Germer の実験では、電位差  $V$  の平方根  $\sqrt{V}$  を横軸に、散乱電子の強度を縦軸にとると、散乱電子強度は等間隔の  $\sqrt{V}$  に対して強くなり、 $\sqrt{V}/n = 3.00$  (単位:  $V^{1/2}$ ) を満たした。この結果から、ニッケル格子間隔  $d = 2.03 \times 10^{-10} \text{ m}$ 、入射角、散乱角をともに  $80.0^\circ$  として、運動量  $p$  と波長  $\lambda$  の積を求めると、その値は (エ) (有効数字 3 桁) である。この値は (オ) の大きさにほぼ等しい。

Lenard の実験では、真空中に置いた金属基板に単一波長  $\lambda$  の紫外光を照射して放出される光電子を捕集器で検出し、印加電圧  $V$  を変えて電流値を測る。波長  $\lambda_1$  の紫外光を照射して、電圧  $V$  を変えて電流値を測定すると、電流が観測され始めるしきい電圧  $V_0(1)$  が左図のように求まる。次に、波長を  $\lambda_2$  に変えて同様に測定すると、しきい電圧  $V_0(2)$  は  $V_0(1)$  よりも大きくなった。このことから、 $\lambda_1$  (カ)  $\lambda_2$  の大小関係になっている。しきい電圧  $V_0(\lambda)$  を縦軸に、照射した紫外光の振動数  $\nu$  ( $\nu = c/\lambda$ ) を横軸にとると、しきい電圧が 0 となる振動数  $\nu_0$  が求まり、 $h\nu_0$  がこの金属の (キ) である。この実験から、光の (ク) が明らかにされた。



【解答欄】

- (ア)  $\text{eV}$  (イ)  $\sqrt{2m_e \text{eV}}$  (ウ)  $(2d \sin\theta)/n$  (エ)  $6.48 \times 10^{-34}$  (オ) プランク定数  
(カ)  $<$  (キ) 仕事関数 (ク) 粒子性

解説: (エ)  $\sqrt{2m_e \text{eV}} \times (2d \sin\theta)/n = 6.48 \times 10^{-34}$  ( $\sqrt{V}/n = 3.00$  を用いる)