

2015年1月プレチャレンジ問題

今月は微小な世界の不思議な性質について考えてみましょう。皆さん、聞いたことがあると思いますが、原子など小さいものは、波と粒子の両方の性質を持っています。

例えば、光は電磁波であり、つまり波だと考えることができます。そのため、その波長より細かいものはぼやけてしまい、光学顕微鏡の見える限界（分解能）は波長程度であることが知られています。しかし、同時に粒子の性質を持つことも知られています。よく磨いた亜鉛の金属板に紫外線を当てると、金属板の表面から電子が飛び出てきます。しかし、目に見える光（可視光）を当てても電子は飛び出てきません。この光電効果は、光が粒子で、その粒子が持つエネルギーを考えると容易に説明することができます。

最初は、今年の第1チャレンジの問題ですが、

(1) 波長 420 nm（青）の光子1個のエネルギーは何 eV でしょうか。光速度を 3.0×10^8 m/s, 電気素量を 1.6×10^{-19} C, プランク定数を 6.6×10^{-34} J·s として計算しなさい。

(2) 波長 260 nm（紫外線）の光子1個のエネルギーは何 eV でしょうか。

このことから、亜鉛表面から電子が飛び出すのに、4.5 eV 程度のエネルギーが必要と考え、光電効果を説明することができます。

次に、電子の波動性について考えてみましょう。例えば、電子を塩の結晶に当てると、光と同じように回折を起こし、回折点と言われる斑点を観察することができます。この電子波の波長 λ は、

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

で書けることが知られています（ m は電子の質量で 9.1×10^{-31} kg、 v は電子の速度、 h はプランク定数とする）。そのとき、

(3) 加速電圧 100V の電場で加速した電子の波長は何 nm でしょうか。

可視光よりも波長が短いので、光学顕微鏡より分解能の良い顕微鏡が、電子を用いると作れることがわかります。

以上の(1), (2), (3) に答えて下さい。