

アインシュタインの光量子説

()組()番 氏名()

光電効果の現象は「波動性」では説明は不可能(研究手段の限界に突き当たる) 1905年、アルバート・アインシュタイン博士の登場により新しい道が開けた。

既成概念に縛られていると真実は見えてこない → 光は波でないのかもしれない! (アインシュタイン)

アインシュタインの光量子説

1 光を粒子と考え、その粒子を光子(photon)と名づける。(非常識ではあるが)

強い光とは光子の個数が多い場合を意味する。

波長 λ (振動数 ν)の光子1個のエネルギーは $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ (h はプランク定数で 6.63×10^{-34} [Js])

2 光子の運動量は $\frac{h}{\lambda}$ または $\frac{h\nu}{c}$ と表すことができる。

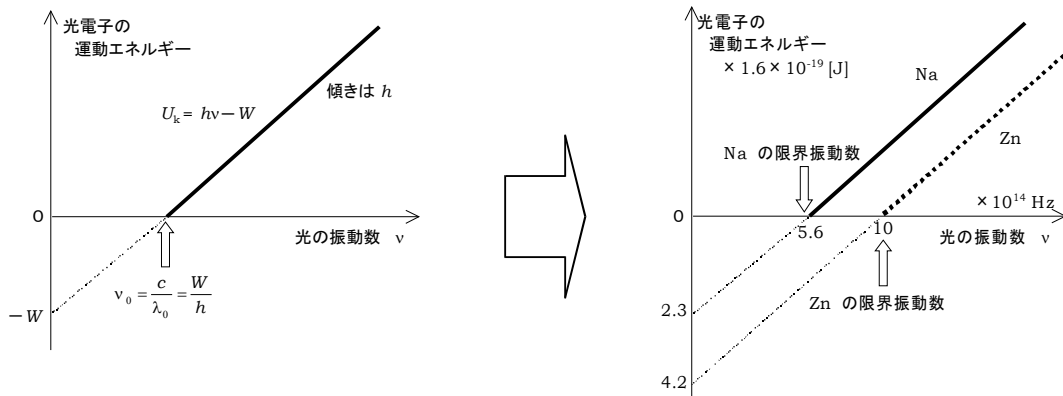
「光量子説」で光電効果「光子のエネルギーを電子がもらって、金属表面から飛び出す現象」を説明してみる。

光電効果の理論

このエネルギーで電子は金属との結合を絶ち切ろうとするのだから、次の二つのケースが考えられる。

◆ 光子のエネルギーが金属との結合エネルギー W [J] より小さいときは、電子は金属から飛び出すことはできない。エネルギーを貰った電子も他の電子やイオンと衝突を繰り返す。この時間が非常に短いので、同じ電子が次に光子のエネルギーを受け取る時には電子は通常エネルギーレベルに戻っている。

◆ 光子のエネルギーが結合エネルギー W [J]より大きければ、金属との結合を断ち切り、金属外に光電子として飛び出すことができる。



1 電子の運動エネルギーがゼロ以下なら飛び出さない → 最短波長(光電効果の限界波長)の理論最短波長 →

金属との結合エネルギー(仕事関数と呼ぶ) →

2 光の振動数と光電子の運動エネルギーのグラフの傾きが意味するもの
プランク定数 →

初級 Na、Znの仕事関数、および、プランク定数を実験結果から求めなさい。

アインシュタインの光量子説 (解説) ()組 ()番 氏名 ()

光電効果の現象は「波動性」では説明は不可能 (研究手段の限界に突き当たる) 1905年、アルバート・アインシュタイン博士の登場により新しい道が開けた。

既成概念に縛られていると真実は見えてこない → 光は波でないのかもしれない! (アインシュタイン)

アインシュタインの光量子説

3 光の粒子(光子(photon)と名づける)と定義する。(非常識ではあるが)

光子のエネルギーは光の波長 λ に反比例(振動数 ν に比例)する粒子と考える。

光子のエネルギーの公式 $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ (ただし、 h はプランク定数で 6.63×10^{-34} [Js])

4 光電効果は「光子のエネルギーを電子がもらって、金属表面から飛び出す現象」だ。

金属中の自由電子は、光子のエネルギー $E = h\nu$ を受け取り、そのエネルギーを使って金属との結合を断ち切り外に飛び出し、光電子となる。

光電効果の理論

波長 λ に反比例(振動数 ν)の光を金属に照射した場合、自由電子は光子のエネルギー $E = h\nu$ を受け取る。このエネルギーで電子は金属との結合を絶ち切ろうとするのだから、次の二つのケースが考えられる。

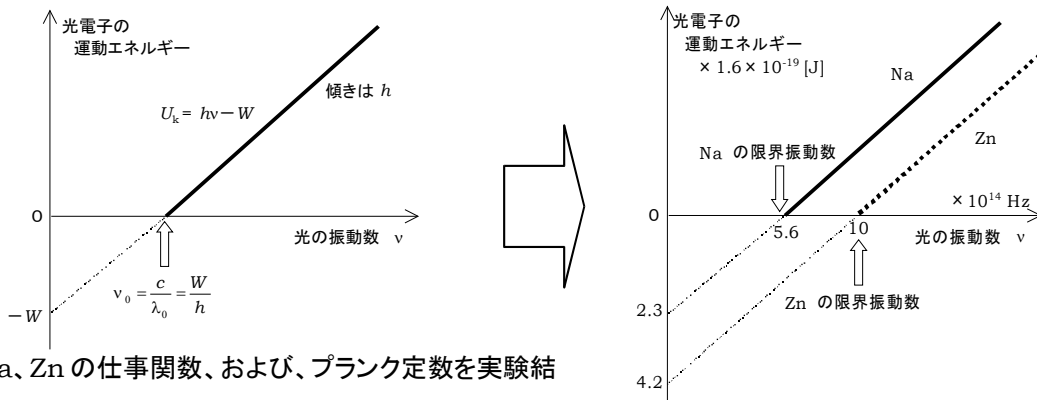
- 1 光子のエネルギーが金属との結合エネルギーの大きさを W [J] より小さいときは、電子は金属から飛び出すことはできない。エネルギーを貰った電子も他の電子やイオンと衝突を繰り返す。この時間が非常に短いので、同じ電子が次に光子のエネルギーを受け取るときには電子は通常のエネルギーレベルに戻っている。
- 2 光子のエネルギーが結合エネルギーより大きければ、金属との結合を断ち切り、金属外に光電子として飛び出すことができる。このときの光電子の運動エネルギーは $\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - W$ になる。

以上のことから、電子が飛び出すためには電子の運動エネルギーが $\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - W = \frac{hc}{\lambda} - W \geq 0$ だから、

$\lambda \leq \frac{hc}{W}$ となり、光の波長が $\frac{hc}{W}$ より短いとき光電効果が起きる。したがって、限界波長は $\lambda_0 = \frac{hc}{W}$ である。また、

金属との結合エネルギー(仕事関数と呼ぶ)は $W = \frac{hc}{\lambda_0}$ と表すことができる。

光電効果の実験と比較してみよう。



初級 Na、Znの仕事関数、および、プランク定数を実験結

果

から求めなさい。