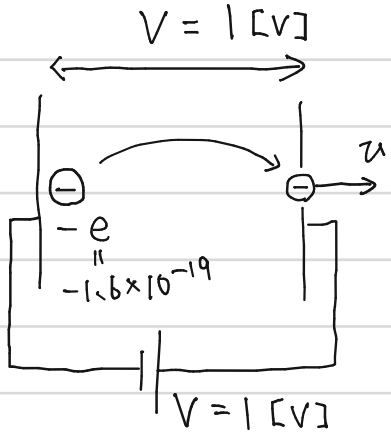
356

(1)



左図のように 1 [V] で電子を加速したとき、
電子のされる仕事は

$$W = eV$$
$$= 1.6\times10^{-19}\cdot 1$$
$$= 1.6\times10^{-19}\ [J]$$

これが 1 [eV] の定義なので

$$1\ [eV] = \underline{1.6\times10^{-19}\ [J]}$$

(2)

電子を 1 [V] で加速すると 1 [eV] の仕事をされるので、
1000 [V] だったら その 1000 倍となり、 <u>1000 [eV]</u>

(3)

電子の電荷の大きさの 2 倍の電荷を持っているので、
(2) の 2 倍になり、 <u>2000 [eV]</u>

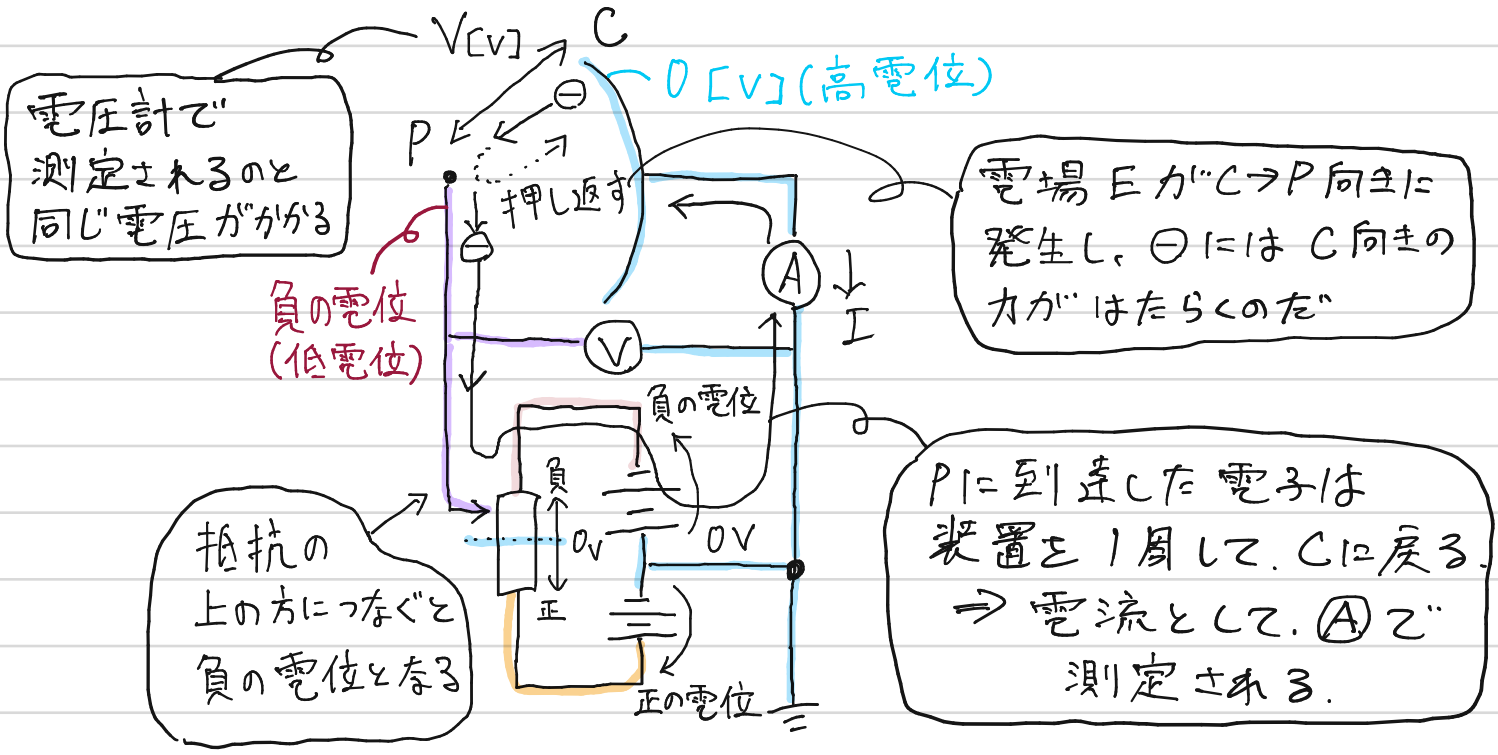
357

光の強さ(明るさ) … 光子の数に関わる
光の振動数 ν … 光子の持つエネルギー $E=h\nu$ に関わる.

区別を意識して行おう.

(1)

電圧が負のときは, P が低電位となり, 飛び出す電子を押し返す.



ここで, $V=V_0$ にすると, 最も運動エネルギーが大きい電子をギリギリ押し返し, P にいつも電子が到達しなくなり, $I=0$ となるのだ.

エネルギーと仕事の関係より

$$K_{Max} = eV_0 \ [J]$$
$$= \underline{V_0 \ [eV]} \ (イ)$$

[J] から [eV] への変換にも慣れておこう.

(2)

(a) 強さ (ロ) → 波動と考えると, 光の強さもエネルギーに関わる。それならば図3で強い光にしたとき阻止電圧が大きくならないといけないのだ。波動ではない振る舞いをしてるといえる.

357 (2) 続き

(b) ν_0は金属により異なる (ハ)

図4より Na の限界振動数の方が小さいことがわかる.

(C) 図4のグラフを式にする.

$$K_{max} = h\nu - W_0$$

縦軸　傾き　横軸　y切片

ここでグラフの傾きがhならば

$$W_0 = h\nu_0$$

なので

$$K_{max} = h\nu - h\nu_0$$
$$= h(\nu - \nu_0) \quad (ニ)$$

(3)

(ホ)

(2)の(C)の式は以下のように解釈できる.

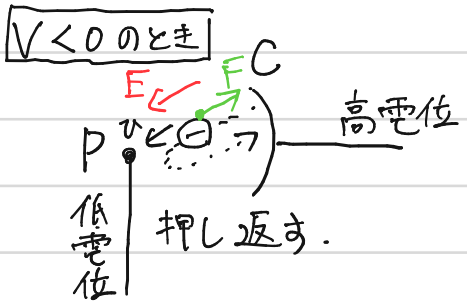
$$K_{max} = \underbrace{h\nu}_{\text{光子の持っていたエネルギー}} - \underbrace{W_0}_{\text{電子を取りだすのに必要な最小の仕事}}$$

よって

光のエネルギー $E = h\nu$ (ホ)

(ヘ)

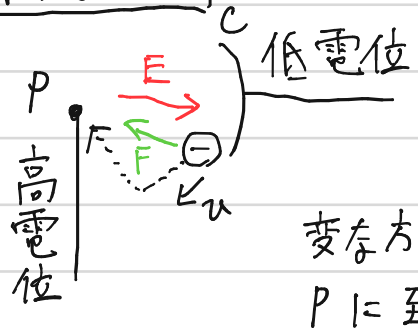
図2のグラフで考察できる



$K_{max} = eV_0$で阻止電圧が求められる.

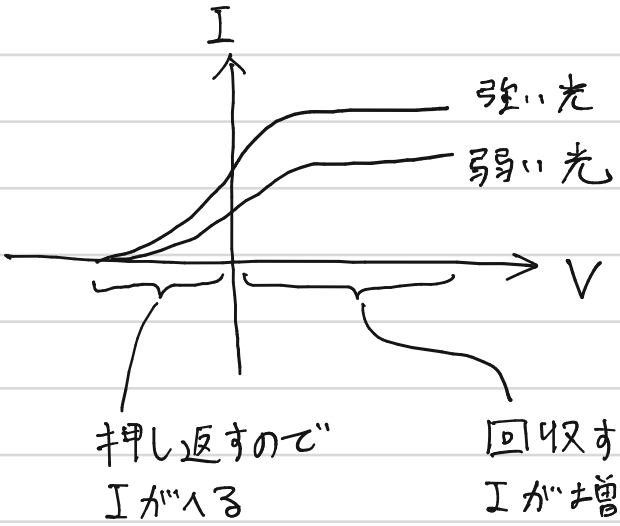
357 (3) (ヘ) 続き

V > 0 のとき



変な方向にとびだした電子も回収するので、
Pに到達する電子が増える。
⇒ 回路をまわる電子がふえるので
Iが増える。

これをグラフにしたのが図3であり、



⇒ 飛びだした電子を全て回収したら増えなくなる。

すると、強い光の方が飛びだす電子を全回収したときの量が多いといえる。

そして、光子1個につき、電子を1個とびださせているので、強い光の方が光子の数が多いといえるのだ。
(ヘ)

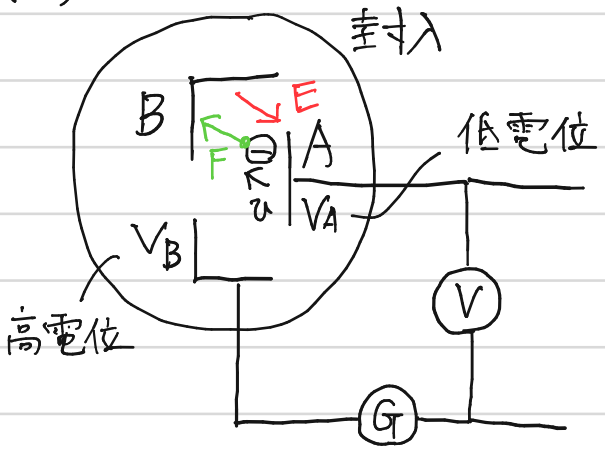
(ト)
(ホ)で示した金属ごとに異なる定数 W_0 を
仕事関数という。
(ト)

358

(イ)

光電効果により飛びでる電子を光電子(イ)と呼ぶ。

(ロ)



$V>0$ なら、Bが高電位。
↑ $(V=V_B-V_A)$
⇓
飛びだした電子は
Bに引き寄せられる。
⇓
Bに向かって加速する(ロ)

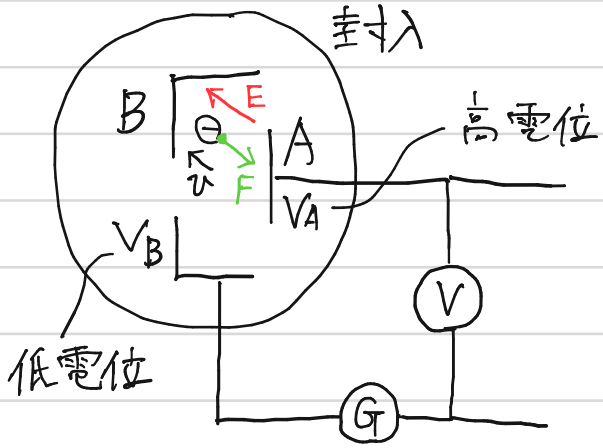
(ハ)

封入していて、$V>0$ ならば、Vが大きくても小さくても、いつかは全ての電子がBに到達するのでVによらない(ハ)

(ニ)

グラフが原点を通る直線なので、比例する(ニ)といえる。

(ホ)



$V<0$ なら V_A が高電位
$(V=V_B-V_A)$
⇓
飛びだした電子は
Aにひきよせられる。
⇓
減速する(ホ)

358 続き

(ヘ)

減速が十分に行われると、Uターンして A に戻ってしまう。
これは電流として検出されないので、電流は減少する #(ヘ)

(ト)(チ)

$\lambda_1 = 2083 \times 10^{-10}$[m] , $\lambda_2 = 2500 \times 10^{-10}$[m] なので
λ_1 の方が波長が短い。

波長が短い λ_1 の方が阻止電圧が大きくなっているので、
飛びでる光電子 #(ト) の運動エネルギーが増大 #(チ) しているといえる。

(リ)の前の文章について

波の式 $v = f\lambda$ より

$c = \nu\lambda$

これより、c が一定のとき λ が小さい光は、ν が大きい光といえ、
ν が大きい程エネルギーが大きいといえるのだ。

(リ)(ヌ)

飛びでる電子の個数は、光子の個数 #(リ) に比例し、
光子の個数は光の強さに比例する #(ヌ)
これより、飽和電流は光の強さに比例するといえる。

$\boxed{358}$ 続き

(ル)(ヲ)(ワ)

与えられた式 $h(\nu_1-\nu_2)=e(|V_1|-|V_2|)$ を用いる.

波の式 $v=f\lambda$ より

$$c=\nu\lambda \Rightarrow \nu=\frac{c}{\lambda}$$

なので

$$h\left(\frac{c}{\lambda_1}-\frac{c}{\lambda_2}\right)=e(|V_1|-|V_2|)$$

$$h=\frac{\lambda_1\lambda_2}{(\lambda_2-\lambda_1)c}\cdot e(|V_1|-|V_2|)$$

$$=\frac{2083\times10^{-10}\cdot2500\times10^{-10}}{(2500\times10^{-10}-2083\times10^{-10})\cdot3.0\times10^{8}}\cdot1.6\times10^{-19}\cdot(1.46-0.50)$$

$$=\frac{2083\times10^{-10}\cdot2500\times10^{-10}}{417\times10^{-10}\cdot3.0\times10^{8}}\cdot1.6\times10^{-19}\cdot0.96$$

$$=6393.86\cdots\times10^{-37}$$

$$\fallingdotseq \underline{6.4}\times10^{\underline{-34}}\ \#(ヲ)$$

$\#$(ル)

単位は次元追跡で考えられる.

$$h\nu=eV$$

$$\Rightarrow h=\frac{eV}{\nu} \rightsquigarrow \frac{[J]}{[/s]} \Rightarrow \underline{[J\cdot s]}\ \#(ワ)$$