

[第11回目] 光電効果と光子

考える内容

- 光の粒子性について

物理用語

- 電子ボルト eV : 国際単位ではないがよく使われるエネルギーの単位  $1\text{eV} = 1.60 \times 10^{-19}\text{J}$

例 : シリコン(Si)のバンド・ギャップのエネルギー1.1 eV, ある X 線のエネルギー59 keV

今日の授業の目標 光子をもちいて光電効果を説明する

光子 (エネルギー量子)

振動数  $\nu$  [Hz] の光は,  $h\nu$  [J] のエネルギーの粒になっている。

$$E = h\nu \quad (\text{1 個, 2 個と数えられる})$$

$h = 6.6 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$  : プランク定数

$\nu$  : 光の振動数 [Hz] = [s<sup>-1</sup>]

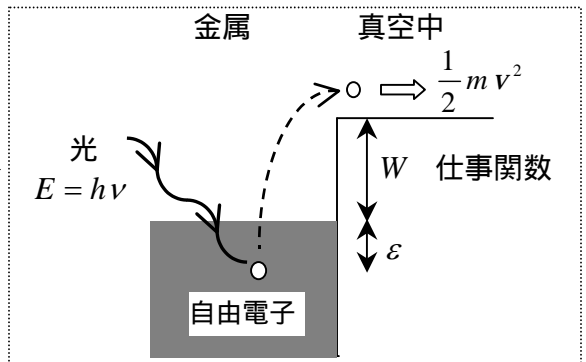
光電効果 = 金属に光をあてると自由電子が飛び出してくる

振動数が  $\nu \geq \nu_0$  のときだけ光電子が飛び出す

$$h\nu = \varepsilon + W + \frac{1}{2}m\nu^2$$

運動エネルギーの最大値は

$$\frac{1}{2}m\nu_{\text{max}}^2 = h\nu - W$$



学習到達目標 (6) 光電効果と光子の関係を理解できる。

次回予定 [第12回目] 物質波 (教科書 163 ページ下から 11 行目まで)

\*\*\*\*\*

レポート問題 第11回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

数値で計算する問題は, 答えにも必ず単位をつけること!

電極がついた金属板がある。電極から  $I = 1\text{A}$  の電流が  $\Delta t = 0.1\text{s}$  のあいだ流れた。この間の金属板の電荷の変化量  $\Delta Q$  (増えるとき正とする) を求めよ。[電荷の保存則]

$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\text{C}^2/\text{Nm}$  と  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{N/A}^2$  の数値を用いて光速  $c$  を計算せよ。[教科書の式 (5.136) を参照]

$\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$  の単位が, 速度の単位 m/s となることを示せ。

光の波長  $\lambda$  [m] と振動数  $\nu$  [Hz] と伝わる速さ (光速)  $c$  [m/s] との関係式を書け。[教科書 65 ページの式 (4.8) を参照]

振動数  $\nu = 729\text{kHz}$  (NHK 名古屋),  $\nu = 93\text{MHz}$  (テレビ 1ch),  $\nu = 1.5\text{GHz}$  (ある社の携帯電話) の電磁波の波長  $\lambda$  を求めよ。

プランク定数  $h$  の値を書け。[教科書の式 (6.1) を見よ]

振動数が  $\nu$  [Hz] の光子のエネルギー  $E$  [J] を表す式を書け。[教科書の式 (6.1) を見よ]

レントゲン写真で使われる X 線のエネルギー  $E = 59\text{keV}$ , 半導体シリコン(Si)のバンド・ギャップのエネルギー  $E = 1.1\text{eV}$  の値を, それぞれ J (ジュール) 単位で表せ。

$\lambda = 770\text{nm}$  (赤色光),  $\lambda = 0.154\text{nm}$  (銅の特性 X 線) の光子のエネルギーを計算せよ。またその値を eV (電子ボルト) 単位で表せ。(  $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$  )

## 第11回目

解答用紙 ( 曜 限) 学籍番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_

数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつけること！

$$\Delta Q = \quad [ \quad ]$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = \frac{1}{\sqrt{\quad \cdot \quad}} = \quad [ \quad ]$$

単位はそれぞれ,  $[\epsilon_0 \text{の単位}] = \frac{C^2}{Nm^2}$ ,  $[\mu_0 \text{の単位}] = \frac{N}{A^2}$  だから, (A = C/s を使う)

$$\left[ \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \text{の単位} \right] = \frac{1}{\sqrt{\quad \cdot \quad}} =$$

NHK 名古屋  $\lambda = \frac{c}{\nu} = \quad [ \quad ]$

テレビ 1ch  $\lambda = \frac{c}{\nu} = \quad [ \quad ]$

ある携帯電話  $\lambda = \frac{c}{\nu} = \quad [ \quad ]$

$$h = \quad [ \quad ]$$

1 eV =  $1.6 \times 10^{-19}$  J だから

X線  $E = \quad [ J ]$

バンドギャップ  $E = \quad [ J ]$

赤色光  $\nu = \frac{c}{\lambda} = \quad [ Hz ]$

$E = h\nu = \quad [ J ] = \quad [ eV ]$

特性 X 線  $\nu = \frac{c}{\lambda} = \quad [ Hz ]$

$E = h\nu = \quad [ J ] = \quad [ eV ]$

このレポートをやるのに \_\_\_\_\_ 時間 \_\_\_\_\_ 分,

それ以外に基礎物理 の予習復習を \_\_\_\_\_ 時間 \_\_\_\_\_ 分した。