

[第11回目] 光電効果と光子

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 光の粒子性について

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

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

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

ν : 光の振動数 [Hz] = [s⁻¹]

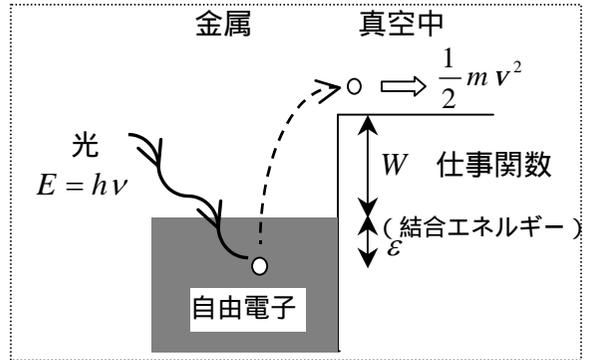
光電効果 = 金属に光をあてると自由電子が飛び出してくる

$$\nu \geq \frac{W}{h} = \nu_0 \quad \text{のときだけ電子が飛び出す}$$

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

運動エネルギーの最大値は

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



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!

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}$ 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]

光の波長 λ [m] と振動数 ν [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 λ 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 ν [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。($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

化学結合のエネルギー (原子と原子の結合を切るのに必要なエネルギー) は 1 eV 程度の大きさである。細胞の中の DNA (遺伝子) に, エネルギー $h\nu$ が数 keV 以上である X 線などの放射線を照射すると何が起こると考えられるか。

光が波の性質を示す例を 1 つ以上あげよ。[教科書 72 ページを見よ]

次のうちどれが正しいか。

ア. 光は波であって粒子の性質はない。イ. 光は粒子であって波の性質はない。

ウ. 光は波の性質と粒子の性質の両方を示す。

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！

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

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 = 1.6×10^{-19} J だから

X線 $E = \quad [\text{J}]$

バンドギャップ $E = \quad [\text{J}]$

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

$E = h\nu = \quad [\text{J}] = \quad [\text{eV}]$

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

$E = h\nu = \quad [\text{J}] = \quad [\text{eV}]$

DNA 分子の原子と原子の結合が、 _____

(これが放射線を大量に浴びるとガンになりやすい原因である。)

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。