

2020年度

物理実験

T9 プランク定数の測定

基礎教育センター

上羽 牧夫 うわは まきお

10号館2603 内線2965



プランク定数とは何か

- 古典物理学(力学, 電磁気学)の法則は物の大小にかかわらず成り立つように見える. ➡ 原子の大きさを説明できない.
- 原子の大きさやすべての物の性質を説明できるのが量子力学. その基本定数がプランク定数 h , その厳密な値は

$$h = 6.62607015 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg} / \text{s} \text{ (Js)}$$

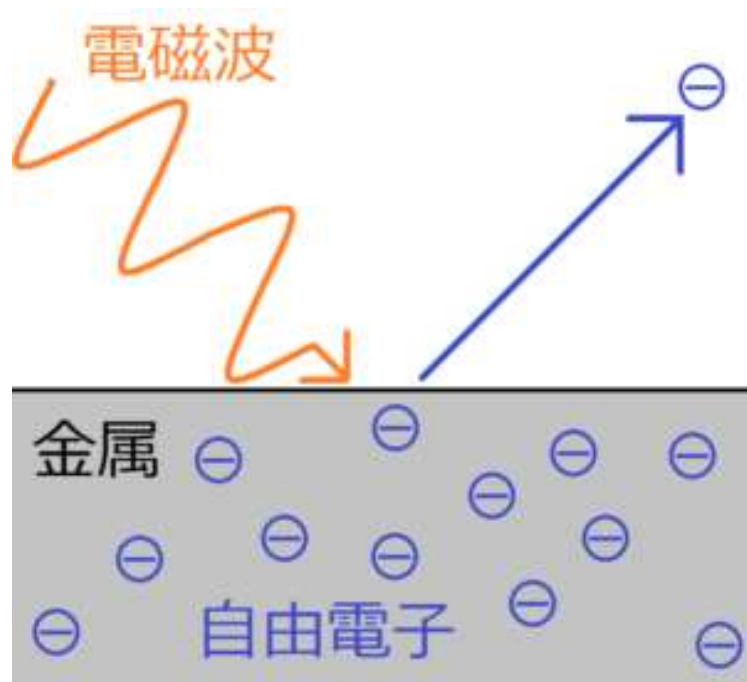
- 水素原子の大きさ a は, 電子の質量 m , 電荷 e , 電磁気学の定数 k を使って

$$a \approx \frac{h^2}{mke^2}$$



<https://ja.wikipedia.org/wiki/>

光電効果とは



<https://butsurimemo.com/photoelectric-effect/>

金属表面に光を照射すると電子が飛び出す

○ 金属表面の自由電子が電磁波に揺さられる.

○ 光からエネルギーを受け取った電子が金属中の正イオンからの引力を振り切って飛び出してくる.

● 低振動数(長波長)の光では起きない. 高振動数(短波長)の光を当てると出てくる電子のエネルギーが大きい.



アインシュタインの光量子論

○ 光の生成消滅(電子のような物質からの放出と吸収)は一塊で起きる.

○ 振動数 ν の光の「粒」のエネルギー E はプランク定数と光の振動数の積

$$E = h\nu$$

(または $E = \hbar\omega$, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, $\omega = 2\pi\nu$ とも書く.)

○ 波動としての光との関係は量子力学を勉強しよう.



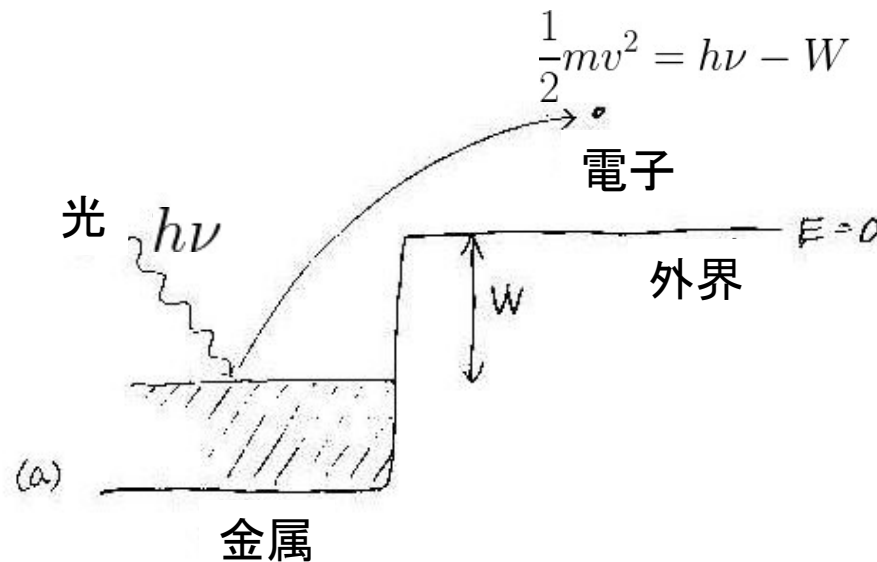
光電効果の理論(1)

○ 金属中の自由電子は正イオンからの引力で外界よりも W だけエネルギーが低い。

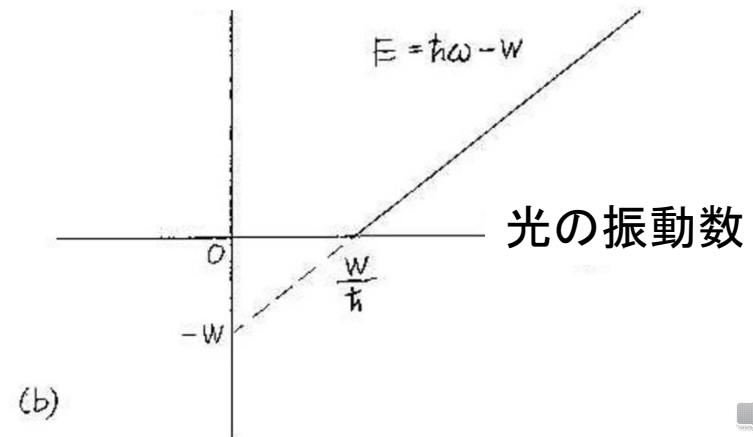
○ 自由電子はエネルギー $h\nu$ の光を吸収して外界に飛び出し運動エネルギー $mv^2/2$ をもつ。

エネルギー収支 $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W$ より電子の運動エネルギーは

$$\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - W$$



光電子のエネルギー



光電効果の理論(2)

○ 図のような光電管ではコレクター(陽極)に負の電位 $-V_0$ がかかり eV_0 以上のエネルギーを持った電子しか電流として検出されない. $\frac{1}{2}mv^2 > eV_0$

○ 電流が流れ始めるのは $\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - W$ だから $h\nu = eV_0 + W$ から

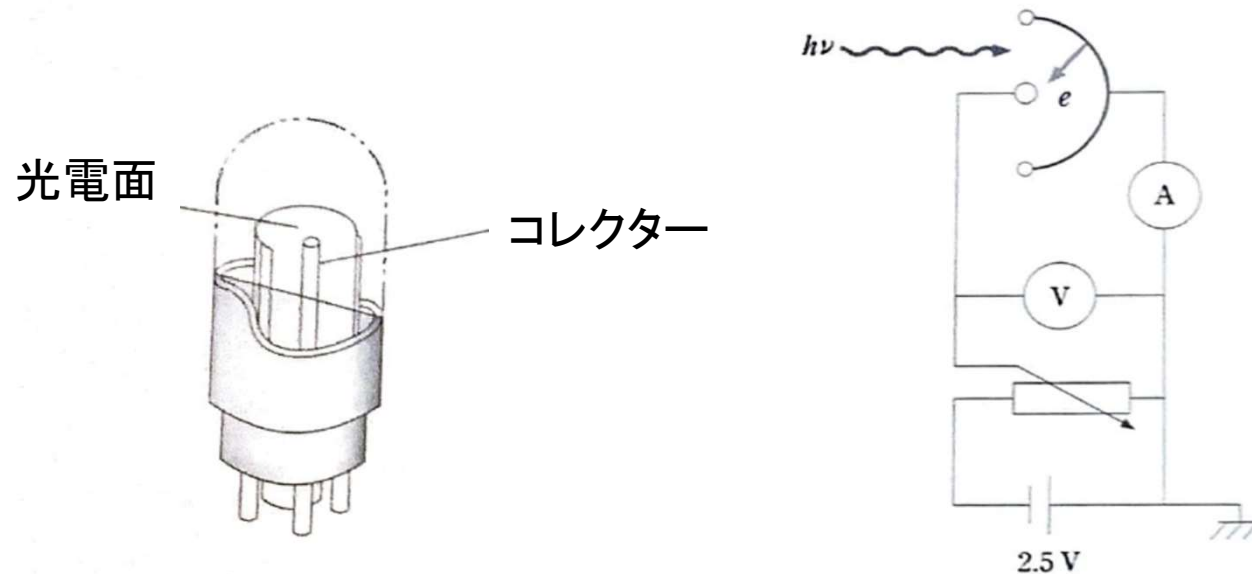


図1 光電管の概念図

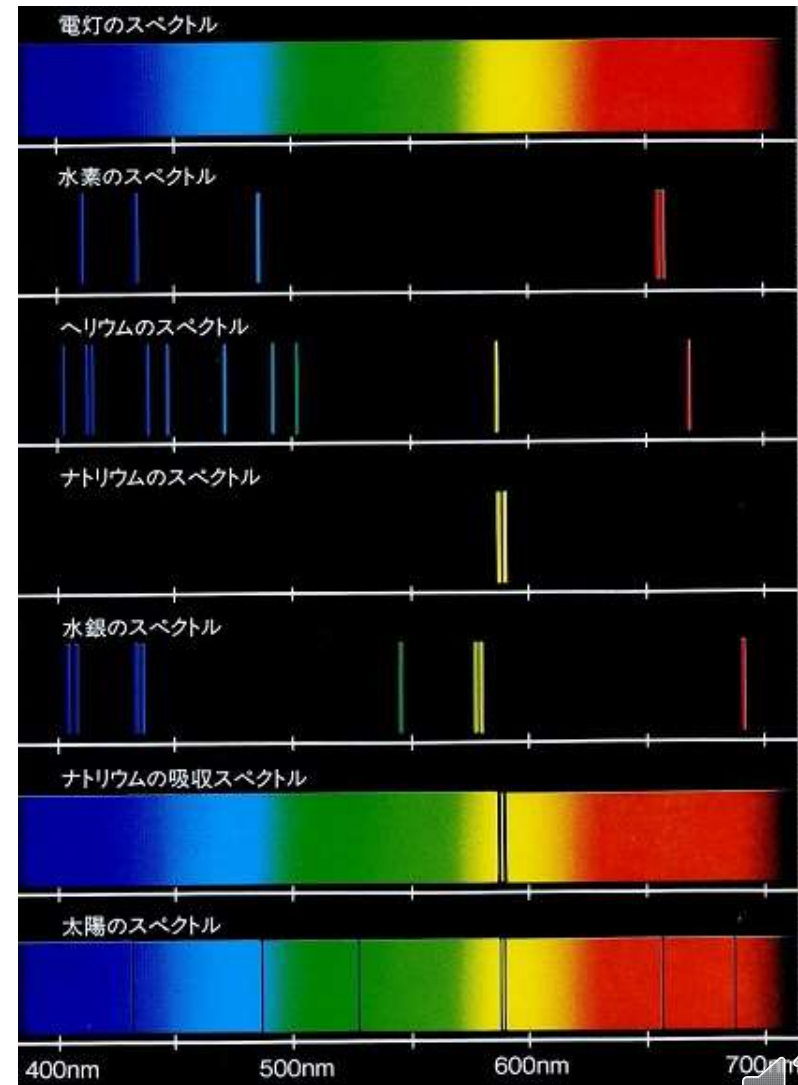


いろいろな原子のスペクトル(T6)

原子は高温になると
原子種固有の振動数
の光を放出

実験で使うナトリウムランプ⇒

原子種を変えたスペクトル
管とフィルターを併
用して振動数を選ぶ



測定原理

○ 電流が流れる最小振動数とコレクター電位の関係 $h\nu = eV_0 + W$ から

$$V_0 = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$$

振動数を決めて V_0 を測定する.

○ これと振動数と電位のグラフの傾きから h を求めることができる(指導書図B).

○ 実際には, 指導書の[測定原理]に説明されている事情で, V_0 を決めるのに電流が負の一定値から10%ほど変化した点での電圧を阻止電圧 V_0 とする(指導書図A).



T9レポート課題(3題ともやること)

1. 光電流対逆電圧の表とグラフ

レポート課題のファイルにある実測データの例を使って指導書p.66の図Aと図Bに相当する図を書け(実験ノートの方眼紙を使う).

2. プランク定数の決定

作成した阻止電圧と振動数のグラフからプランク定数の値を求めよ.

3. 学習の整理

光電効果とそれを使ったプランク定数測定の方法について, このスライドp.2-p.7での説明に相当する内容をA4レポート用紙1/2~1ページ程度でまとめよ.

★完全なレポートが作成できない場合でも必ず提出すること.

