光電効果

1. 実験目的

・回折格子により、光源からの光が異なる波長成分に分けられることを確認する。

・光電管を利用してプランク定数と仕事関数を求め、光電効果を理解する。

1. 実験原理

固体が光を吸収して電子を放出する現象を光電効果という。観測により以下のことが分かった。

・νがν0より小さいとき ⇒ 光を強くしても光電子は発生しない。

・νがν0より大きいとき ⇒ 各光電子の持つエネルギーはνに比例。

光量子仮説によると、振動数νの光はエネルギーhνを持つ粒子からなり、hはプランク定数である。また、固体が吸収した光子のエネルギーhνは１個の電子に与えられるが､電子が固体表面から外に出るためにはある大きさWのエネルギーを消費する。Wは物質固有の値で仕事関数と呼ばれる。したがって、

hν<Wならば 光電子は発生しない

hν≧Wなら、 発生した光電子の運動エネルギーEは、

E=hν-W

となる。もし、２つ以上のνの値に対してそれぞれEが測定できれば、(1)式からhとWを決めることができる。Eを測定する方法は以下に述べる。

1. 実験方法

この実験に用いる回路は図1の通りである。光電子を減速する向きの電圧V(逆電圧)を徐々に大きくし、光電流がほぼ０になる電圧V０を知ることによってE=eV０からEが測定できる。－V０を阻止電圧という。



図 1この実験で用いる回路(概念図)



図 2分光器の構成

３．１ 測定

1. 電圧計（３Vレンジ）と電流計(100μA)を本体操作パネルに接続する。
2. 各スイッチとつまみを次の位置にする。

「LAMP」 OFF

「COLLECTOR VOLTAGE」 最小

｢ZERO ADJ.｣ 中央

「GAIN」 ×1

1. 「POWER」をONにする。
2. 「COLLECTOR VOLTAGE」を時計方向に回し、電圧を３Vとする。
3. 目盛板を０度とする。
4. 「LAMP」をONにする。
5. 入射スリットを閉じる。
6. 「ZERO ADJ.」によりゼロに調節する。
7. 「GAIN」を×１にして、同様にZERO調節する。
8. 「GAIN」を×１に戻す。
9. 「COLLECTOR VOLTAGE」を半時計方向にいっぱい回して逆電圧を０にする。
10. 入射スリットをゆっくり開き、光電流を１００μAにする。
11. 逆電圧を３Vにする。
12. 「GAIN」の×１と×１００の順で再び電流計のゼロ調節をする。
13. 逆電圧を徐々に下げ、光電流が０．０１μA、０．０２μA、０．１μA、０．２μA、０．４μA、1μA、２μA、４μA、１０μA、２０μA、４０μAとなる逆電圧を読む。
14. 「COLLECTOR VOLTAGE」を３Vに戻す。
15. 以上の測定結果を、逆電圧を直線スケール、光電流を対数スケールでグラフ上にプロットする。
16. 目盛板を－3°、－5°、－８°にし、それぞれに対し、（7）から（17）までの操作を繰り返す。

３．２ hとWの算出

（１）光の周波数νと阻止電圧V0 の関係を、直線スケールのグラフ上にプロットする。

ただし、νの目盛はゼロから始まるようにする。

（２）グラフ上にあるすべての測定点のなるべく近くを通る直線を引く。

（３）この直線の勾配からhの値を求める。

（４）仕事関数Wの値を求める。

４ 実験結果

Ⅰ 角度とスペクトル

表 1角度とスペクトル

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 目盛(度) | +10 | 0 | -10 | -20 | -30 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 |
| スペクトル | 紫 | 黄 | 紫 | 橙 | なし | 黄緑 | 赤 | 青 | 黄緑 | 赤 | なし |

Ⅱ I-Vの表とグラフ

表 2光電流と阻止電圧

（ 表の中の値は阻止電圧［－V］ ）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **光電流［μA］** | **0.01** | **0.02** | **0.04** | **0.1** | **0.2** | **0.4** | **1** | **2** | **4** | **10** | **20** | **40** |
| 0° | 0.658 | 0.622 | 0.591 | 0.554 | 0.521 | 0.496 | 0.457 | 0.430 | 0.372 | 0.317 | 0.260 | 0.178 |
| ”－３°” | 0.858 | 0.822 | 0.795 | 0.760 | 0.726 | 0.694 | 0.643 | 0.595 | 0.541 | 0.461 | 0.378 | 0.264 |
| ”－５°” | 1.181 | 1.050 | 1.018 | 0.965 | 0.930 | 0.882 | 0.813 | 0.742 | 0.674 | 0.562 | 0.459 | 0.320 |
| ”－８°” | 1.781 | 1.605 | 1.528 | 1.458 | 1.386 | 1.323 | 1.220 | 1.170 | 1.003 | 0.820 | 0.642 | 0.420 |

図 3光電流と阻止電圧のグラフ

Ⅲν-V0の表とグラフ

表 3振動数と阻止電圧

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ０度 | "－3度" | "－5度” | "－8度" |
| 振動数 | 5.09 | 5.83 | 6.47 | 7.78 |
| 阻止電圧 | 0.66 | 0.858 | 1.181 | 1.781 |

図 4振動数と阻止電圧のグラフ

Ⅳ．hとWの値

図４の回帰直線の傾きよりプランク定数ｈが求まり､y切片から仕事関数Wが求まる。

なお、回帰直線は、最小自乗法により求まる．

Σｘі ＝２．５２×１０＾１５

Σyi ＝４．４７６

Σｘi＾２ ＝２．０２×１０＾３０

Σxiyi ＝５．９５×１０＾１５

Ａ＝ N(∑xіyі) – (