〔目的〕

* 原子スペクトルの理解を深める。
* 光の波長との関係について考察する。
* リドベル定数について習得する。
* 格子定数を算出する。

〔準備〕

実験器具；　分光計、水銀ランプ、水素ランプ、回折格子、

〔原理〕

原子のエネルギーは任意の値をとるのではなく、状態に応じた様々なエネルギー値・・・をとる。（エネルギー準位）番目の状態からエネルギーの低い番目の状態へ遷移するときエネルギーとして光を放出する。その光の周波数は放出されたエネルギーによって異なり

　　　　（はプランク定数）　　　　　　　（１）式

となる。逆の場合、周波数は吸収する。

　水素原子に量子論を適用してエネルギー準位を計算すると、陽子と電子が完全に分離し

た電離状態を基準としたとき

　　（）　　　　　　　　　（２）式

；電子の電荷　　；真空の誘電率　　；陽子と電子各１個からなる系の換算質量

よって光の周波数は（１）式、（２）式より

　　　　　　　　　　　　　　　　　　（３）式

　真空中の速度をとすると真空中の波長はで与えられる。また波長の逆数

を波数といいで表す。または

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（４）式

と表せる。ここで

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（５）式

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（６）式

は水素のリドベリ定数。

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（７）式

はリドベリ定数。

〔実験操作〕

・直視分光器で水銀ランプ、蛍光灯の光を観察した。

・水平な台の上に分光計を置き、試料台、コリメーター、望遠鏡を水平にした。コリメーターを望遠鏡が同一直線上になるように調節し、分光計のスイッチをつけ望遠鏡を接眼鏡から覗いて視野にX線がはっきり見えるように接眼鏡を調整した。次に回折格子を図１のように試料台に中心に置き、試料台をまわしてプリズムの像を見つけその像が視野のX線に中心にくるようにした後、試料台、コリメーターと望遠鏡を固定し、コリメーターと望遠鏡の光軸を一致させた。

・点灯した水銀ランプをコリメーターのスリットに触れそうな位近くに置き、望遠鏡をゆっくり回し、覗きながらの範囲でスペクトル線を探した。このとき輝点をとした。スリットの幅をできるだけ狭くして、精度を高めるよう注意した。（１度以下の端数は副尺で６０進法を用いて読んだ。）



〔実験結果〕

　水銀原子スペクトル、水素原子スペクトルの回折角はそれぞれ表１，２、図２，３のようになった。

〔考察〕

・格子定数の算出

水銀ランプにおいて

表１より、角度（右－左）、、格子定数、次数ｍ、を（８）式に代入し、波長を計算した。

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（８）式

表３　水銀ランプの波長の計算

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 色 | 回折角 |  | 実験値 | 理論値 |
| １ | 濃紫 | １４．０ | ０．２４ | ４００ | ４０４ |
| １ | 青紫 | １５．１ | ０．２６ | ４３３ | ４３５ |
| １ | 緑 | １９．１ | ０．３３ | ５５０ | ５４６ |
| １ | 黄 | ２０．３ | ０．３５ | ５８３ | ５７６ |
| １ | 黄 | ２０．４ | ０．３５ | ５８３ | ５７９ |
| ２ | 濃紫 | ２９．１ | ０．４９ | ４０８ | ４０４ |
| ２ | 青紫 | ３１．６ | ０．５２ | ４３３ | ４３５ |
| ２ | 緑 | ４１．０ | ０．６６ | ５５０ | ５４６ |
| ２ | 黄 | ４３．９ | ０．６９ | ５７５ | ５７６ |
| ２ | 黄 | ４４．０ | ０．７０ | ５８３ | ５７９ |

　次に理論値のと（８）式から格子定数を求めた。

表４　水銀ランプの格子定数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 次数 | 理論値 | 格子定数 |  |
| ０．２４２ | １ | ４０４．６６ | １．６７２１ | ２．７０ |
| ０．２６１ | １ | ４３５．８３ | １．６６９８ | ０．８４ |
| ０．３２７ | １ | ５４６．０７ | １．６６９９ | ０．９０ |
| ０．３４６ | １ | ５７６．０７ | １．６６４９ | ０．４０ |
| ０．３４８ | １ | ５７９．０７ | １．６６３９ | ０．９０ |
| ０．４８６ | ２ | ４０４．６６ | １．６６５２ | ０．２９ |
| ０．５２３ | ２ | ４３５．８３ | １．６６６７ | ０．０４ |
| ０．６５５ | ２ | ５４６．０７ | １．６６７３ | ０．１６ |
| ０．６９３ | ２ | ５７６．０７ | １．６６２５ | １．９４ |
| ０．６９５ | ２ | ５７９．０７ | １．６６６４ | ０．２５ |

　表４より、を求めると、

　　　　　　　　　　　　　　　　　　(9)式

　　　　　　　　　　　　　　(10)式

したがって、格子定数は、となった。このの値を用いて水素ランプのを求めると、表5のようになった。（空気の屈折率を１．０００３とした。）

表5　水素ランプの波長と波数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 色 | 回折角 |  | ｍ |  |  |
| 紫 | １５．１ | ０．２６１ | １ | ４３５．０６ | ２．２９９２ |
| 青緑 | １７．０ | ０．２９２ | １ | ４８６．７３ | ２．０５５１ |
| 赤 | ２３．２ | ０．３９４ | １ | ６５６．７６ | １．５２３１ |
| 紫 | ３１．４ | ０．５２１ | ２ | ４３４．２３ | ２．３０３６ |
| 青緑 | ３５．７ | ０．５８４ | ２ | ４８６．７３ | ２．０５５０ |
| 赤 | --------------- | --------------- | ２ | --------------- | --------------- |

リドベリ定数の算出

　(6)式に上記の波数、、を代入し水素のリドベリ定数をだすと、つぎのようになった。紫の光、、青緑の光、、、赤の光、、とした。

表6　水素原子のリドベリ定数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 色 |  |  | ｍ |
| 紫 | ２．２９９２ | １．０９４９ | １ |
| 青緑 | ２．０５５１ | １．０９６１ | １ |
| 赤 | １．５２３１ | １．０９６６ | １ |
| 紫 | ２．３０３６ | １．０９７０ | ２ |
| 青緑 | ２．０５５０ | １．０９６０ | ２ |
| 赤 | ------------------------- | -------------------------- | ２ |

したがって

　　　　　　　　　(11)式

次にリドベリ定数を求めた。であるから

　　　　　　　(12)式

よってリドベリ定数は



となる。

　誤差の原因について

　考察の格子定数の算出を見てもわかるとおり、実験値と理論値で誤差が生じた。実験操作より考えられる誤差の理由は、望遠鏡で原子スペクトルを見るときにスリット像を常に一定に場所でみることができなかったことが考えられる。また、スリット像の幅があったことによってもそこで0.3度前後の回折角の誤差が生じたと考えられる。

の誤差について



　　　　　　　　　　　　(１３)式



次にを考えると、実験の測量による誤差はノギスによる誤差ということを考えて、度が誤差として取れる値である。また、は最小の値０．２５８８をとると



を(１３)式に代入すると



よって水素原子のリドベリ定数は



である。

〔感想〕

　実験の感想

　リドベリ定数の誤差の算出がわからず、今回計算しないまま終わらせてしまったことが、非常に心残りである。今までの実験の中で、一番理解が困難なところだった。実験の前にあまり予習をしなかったため、結果的に実験を行ってから目的を考えるという形になったがそれではあまり意味がなく、注意すべきところを見落としたり、実験の操作が遅くなったりしてしまった。

　TAの年齢　　およそ2３歳