1. 実験の目的

原子の発光スペクトルの波長を測定し、原子のエネルギー準位について理解する。

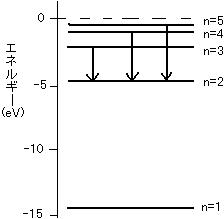
1. 実験原理および方法

原理

原子が放出または吸収する光の波長は通常、とびとびの値を持つ。古典物理学では説明しにくいこの現象を説明するために量子論が誕生し、現代物理学の基礎となった。

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状態を基準として次のようになる。

ここで、eは電子の電荷、ε0は真空の誘電率、ｍは陽子（質量ｍp）と電子（質量ｍe）各1個からなる系の換算質量で

で与えられる。（1）を図示すると下図のようになる。

また、放出または吸収される光の周波数は

となる。真空中の光速度をｃとすると、真空中の波長λはｃ/νで与えられる。また、波長の逆数を波数と言い、

となる。ここで

である。ＲHを水素原子のリドベリ定数と言う。

方法

〈実験装置の説明〉

初めに実験装置について簡単にまとめる。

1. 水素ランプ

水蒸気を封じたガラス放電管と、高電圧の交流電源からなる。放電によって水分子が水素原子と水酸基に解離し、水素原子が発光する。

1. 水銀ランプ

真空管に似た形状をしており、金属水銀とアルゴンガスが封入されている。アルゴンガスによる放電で、管の温度が上昇し、水銀の蒸気圧が上がって水銀原子も放電状態となり発光する。

1. 直視分光器

スペクトルを簡便に見るための分光器。採光窓を光源に向けて見る。

1. 分光計

回折角から光の波長を測定する装置。コリメーター、試料台、望遠鏡、度目盛板などからなる。

〈実験手順〉

（1）分光計を回転させやすい位置に設置して、明るい四角形のプリズムの像とその裏面の上下位置が望遠鏡を覗いて視野の中心にくるように、試料台、度目盛板等の調節を行った。（このことで回折格子の面と望遠鏡の光軸が垂直になった。）

（2）水銀ランプを点灯し、直視分光器でスペクトルの観測をした。（蛍光灯も同様の観測をした。）

（3）水銀ランプをコリメーターのスリットの近くに置き、水銀ランプ、コリメーター、回折格子、望遠鏡を一直線上に並べ、望遠鏡の視野の中心に最も明るい輝線を合わせた。

（4）この状態をθ＝０°とし、望遠鏡を覗きながらθ＝０°～９０°の範囲で望遠鏡を回転させ、確認できたスペクトルを視野の中央に合わせて、その色と回転角θを読み取った。

（5）（2）～（4）の作業を水素ランプについても行った。

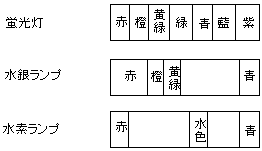
分光計

〈格子定数の決定〉

1. ｄ＝１/６００mmとして、各θに対してλを計算した。
2. 諸表から各波長の正しい値を見つけて、正しい波長とθから再びｄを計算した。
3. ｄの平均値と平均自乗誤差を計算した。

〈リドベリ定数の算出〉

1. ｄの平均値を使って水素スペクトルの波長と波数を計算した。（ただし、空気の屈折率を1.0003とした。）
2. それぞれの波数に対しRHを計算し、その平均値を求めた。
3. ｄの誤差も考慮して、この平均値の誤差を見積もった。
4. R∞を求めた。
5. 実験結果

〈直視分光計の結果〉

蛍光灯では連続的なスペクトルが見えたが、水銀ランプ、水素ランプでは断続的なスペクトルが見えた。

〈分光計による測定結果〉

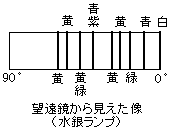
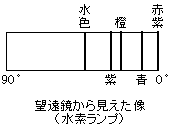
表1、表2に測定結果をまとめる。ただし、λはmλ＝d sinθを用いて求めた。



表1、表2から分かったλ－ sinθの関係を図1、図2にまとめる。

〈格子定数の決定〉

正しい波長とそれから求めた格子定数等を表3にまとめる。

上の表より

また、ｄの平均値の平均自乗誤差は

したがって、 ｄ＝1652±4（nm）

〈リドベリ定数の算出〉

ｄの平均値（1652nm）を使って水素スペクトルの波長、波数などを求め、表４にまとめた。なお、波長と水素原子のリドベリ定数の算出には次式を用いた。





表4より、

が求められる。

次にRHの平均値の誤差について考える。RHを求める上で用いたm、n、sinθ、また空気の屈折率1.0003は正確な値と考えられるので、RHの誤差はｄの誤差の影響だと分かる。

ここで誤差の伝播より、

したがって、水素原子のリドベリ定数は

また、リドベリ定数R∞は、



1. 検討および考察

〈誤差について〉

今回の実験では

 ｄ＝1652±4（nm）

という値を得たが、文献によると理論値は

 ｄ＝1667(nm)

であった。格子定数とリドベリ定数の精度（誤差 / 測定値）は、それぞれ0.91、7.7であり、特にリドベリ定数の誤差が大きかった。誤差の要因として考えられるのは

1. 測定原理が不完全であったこと
2. 計測器が正確ではなかったこと
3. 測定環境や測定条件の変動によるもの
4. 測定者の人為的なもの
5. 測定回数が少なかったこと

などである。より精度を上げるためには次のようなことが考えられる。

（b）、（d）について

今回の実験では計測器の調節を自分たちで行った。そのために、実験を始める前から計測器に誤差があり、よって結果にも誤差が出たと考えられる。自動で焦点等を合わせる装置があればより正確なデータが得られるだろう。

（c）について

今回の実験では、部屋を暗くしたといってもスタンドの明かりがついていたので、ほかの光が入ってきたことが考えられる。よってもっとほかの光からの影響を無くせばよい。

（e）について

今回の実験は時間の関係もあり、計測をそれぞれ1回ずつしか行わなかった。よって、計測回数を増やせばより正確な値が得られるのは当たり前のことである。また、分光器を用いた観察で余り多くのスペクトルが見えなかったのも誤差の大きな要因であろう。

〈直視分光計の結果の比較〉

観察結果より、蛍光灯は連続スペクトルであり、水素ランプと水銀ランプは線スペクトルであることが分かった。これは、水素ランプや水銀ランプがいくつかの分離した単色光の光であるのに対し、蛍光灯の光は白色光であり、多くの単色光を持つためである。

* 蛍光灯について

蛍光とは、光学的現象であるルミネセンスの一種で、短波長の光を吸収してそのエネルギーを長波長の光に変換して放出する現象である。蛍光灯は、低圧水銀放電により得られる短波長のスペクトル線を蛍光体により可視光である長波長に変換し、発光するものである。基本的に蛍光体は、赤、緑、青を発するものであるが、実際には、弱くはあるがさまざまな色を含んでいる。したがって、スペクトルは連続的に見える。

* 水銀ランプと水素ランプについて

この2つのランプは、容器内に気化した水銀および水素が入っていて、それらの放電にとり発光するものである。ぞれぞれのスペクトルの違いは、原子の保有する電子の数の違いによる。

1. 感想

今回の実験が1年最後の実験だったが、T.A.の方に詳しく説明していただいたためか内容がよく理解できた。これでAがもらえれば1年間のよいしめくくりなのだが…。 来年もがんばろう。