1. 目的

原子の発光スペクトルを観測することにより、原子のエネルギー準位について理解を深める。また、この実験において分光計に触れることにより、その使い方をまなび、使用方法になれる事も目的のひとつである。

1. 実験方法
2. まず、直視分光器を用いて蛍光灯、水銀ランプ、水素ランプの原子　　　　　　　スペクトルを観察し、その様子をスケッチに取った。
3. 分光計の調整を行った。まず、焦点を無限遠にあわせた。そして、格子面と回転軸を平行に調節し、さらに、その格子面と望遠鏡の光軸が垂直になるように調節した。
4. 水銀ランプをコリメーターの近くに置き、そのとき視野がはっきりするようにラックピック、スロットを調節、またその像がＸ線の中央付近にくるように左右の位置も調整した。
5. このときの回折角が０度になるように目盛り板の読みを０度にあわせておいた。
6. θ＝０～９０°の範囲でスペクトル線を探した。そのとき、色がどのように変化しているかを注意しながら観測を行った。また、各線の次数についても見当を入れながら観察した。そして、各スペクトル線の色、そしてそのスペクトル線が見られた角度θを小さい順に記録していった。このとき、角度は副尺を用い分単位まで計測を行った。
7. 上の（３）、（４）、（５）の計測を今度はその対象を水素ランプに変えて行った。
8. 実験結果
9. 直視分光計を用いた観察結果

直視分光計は見方を変えると出てくる色の順序も変化してしまったので、色の変化は赤～紫の順序で表記してあります。（つまり、λが長い順からの表現となっています。そのため、次の分光計の色の表示順番とは、逆順としてかかれていることになります。）

蛍光灯の場合

　赤、オレンジ、黄、黄緑、緑、青、紫

という順序で、スペクトルは連続で現れていた。それぞれの間に隙間はなく、グラデーションのように変化していっていた。長さ的には赤、黄色、黄緑、青、紫といった色の幅が多くの長さを持っていた気がする。

水銀ランプの場合

　赤、黄色、緑、薄い緑、紫の順に現われた。現われ方は不連続であり、赤～黄色、黄色～緑、緑～薄い緑の間の距離はさほど大きくもなかったが、薄い緑～紫の間の距離はおおきく、幅が開いていた。

　黄色のスペクトル線は１本しか存在しなかった。ただ、薄い緑色のところのスペクトルは、横幅が長く、ひとつのスペクトル線として扱っていいかについては疑問がのこる点である。

水素ランプの場合

　赤、エメラルドグリーン、紫の３種類のスペクトル線が現われた。赤と紫の、やや中間あたりにエメラルドグリーンのスペクトル線は位置していた。

　長さに関していえば、赤のスペクトル線の長さがやや、長めであった。という点が特徴であると思われる。が実際はどの幅も、大して変わらず、スペクトル線として扱っていいように思える。また、黄色のスペクトル線は存在しなかった。

1. 水銀ランプのスペクトル

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 表１　水銀ランプのスペクトル | | |  |  |
| 次数 | 色 | 回折角（°） | sinθ | λ（ｎｍ） | λ（理論値） |
| 1 | 紫 | 12.00 | 0.2079 | 346.62 | 404.66 |
| 1 | 青紫 | 14.03 | 0.2425 | 404.27 | 407.78 |
| 1 | 青 | 15.00 | 0.2588 | 431.49 | 435.83 |
| 1 | こい緑 | 17.10 | 0.2940 | 490.21 | 491.61 |
| 1 | 黄緑 | 19.03 | 0.3261 | 543.69 | 546.07 |
| 1 | 黄色 | 20.17 | 0.3448 | 574.76 | 576.96 |
| 1 | 黄色 | 20.23 | 0.3458 | 576.58 | 579.01 |
| 2 | 赤 | 27.67 | 0.4643 | 387.06 | 404.66 |
| 2 | オレンジ | 29.00 | 0.4848 | 404.13 | 407.78 |
| 2 | 青 | 31.50 | 0.5225 | 435.55 | 435.83 |
| 2 | 緑 | 34.48 | 0.5662 | 471.95 | 491.61 |
| 3 | 紫 | 37.78 | 0.6127 | 340.48 | 404.66 |
| 3 | 緑 | 40.98 | 0.6558 | 364.46 | 407.78 |

　これが、水銀ランプのスペクトルの結果である。強引に理論値を入れなおしたところが多い。たとえば、次数１の紫色。この理論値の404.66ｎｍはどちらかといえば、下の青紫色と一致している。このことを考えて、色となるべく一致する理論値を組み合わせていった表が以下のものである。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 表２　水銀ランプのスペクトルの修正 | | |  |  |
| 次数 | 色 | 回折角（°） | sinθ | λ（ｎｍ） | λ（理論値） |
| 1 | 紫 | 12.00 | 0.2079 | 346.62 | - |
| 1 | 青紫 | 14.03 | 0.2425 | 404.27 | 404.66 |
| 1 | 青 | 15.00 | 0.2588 | 431.49 | 435.83 |
| 1 | こい緑 | 17.10 | 0.2940 | 490.21 | 491.61 |
| 1 | 黄緑 | 19.03 | 0.3261 | 543.69 | 546.07 |
| 1 | 黄色 | 20.17 | 0.3448 | 574.76 | 576.96 |
| 1 | 黄色 | 20.23 | 0.3458 | 576.58 | 579.01 |
| 2 | 赤 | 27.67 | 0.4643 | 387.06 | - |
| 2 | オレンジ | 29.00 | 0.4848 | 404.13 | 404.66 |
| 2 | 青 | 31.50 | 0.5225 | 435.55 | 435.83 |
| 2 | 緑 | 34.48 | 0.5662 | 471.95 | - |
| 3 | 紫 | 37.78 | 0.6127 | 340.48 | - |
| 3 | 緑 | 40.98 | 0.6558 | 364.46 | - |

より、正確に一致させるために以後は表２の方を使ってスペクトルの計算を行うことにする。

1. 水素ランプのスペクトル

水素ランプのスペクトルの結果は以下のものである。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 表3　水素ランプのスペクトル | | |  |  |
| 次数 | 色 | 回折角（°） | sinθ | λ（ｎｍ） | λ（理論値） |
| 1 | 緑 | 17.07 | 0.2935 | 491.16 | - |
| 1 | 赤 | 23.15 | 0.3931 | 657.94 | - |
| 2 | 緑 | 36.40 | 0.5934 | 496.56 | - |

ここで、λを求める際に用いた、ｄ（格子定数）は上の水銀ランプからもとまった値を用いて出している。そして、その詳しい求め方は、検討１のｄの算出の項を参照にしている。

４．検討

1. 格子定数ｄの算出

結果を求める際に使った



をもちいることによって、表２の各要素からｄをもとめることができる。そのとき式は上を変形したものである。そのときの結果は異化のようになる。

|  |
| --- |
| 表４　ｄの値 |
| ｄ(nm^-1) |
| - |
| 1668.78 |
| 1683.93 |
| 1671.90 |
| 1674.47 |
| 1673.55 |
| 1674.18 |
| - |
| 1669.34 |
| 1668.26 |
| - |
| - |
| - |

したがって、求めるｄの値は1673.05125、1.78

 

ということになる。

1. リドベリ定数、の算出

リドベリ定数は



として算出される。今回行った実験においては、これはパルマー系列として実験を行ったので、ｊ＝２となるはずである。また、ここでνは波数であり、波長の逆数であることを意味している。

　生じる波数は、ｉとｊとの差が少なければ少ないほど小さくなる。つまり、波長は長くなるのである。これによってリドベリ定数は下記の表の結果として算出される。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 表５　リドベリ定数 | |
| ｉ | λ(nm) | リドベリ定数 |
| 4 | 491.16 | 10858624 |
| 3 | 657.94 | 10943253 |
| 4 | 486.56 | 10740591 |

よって、リドベリ定数は



としてもとめられる。しかし、ここで注意しなければならないのは、これはリドベリ定数を求める際にほかのすべてのものを定数として扱ったときに生じる誤差である。

　いわば、角度θによって、後発的に生じる誤差であり格子定数の誤差の値をまったく無視しているものである。

　この格子定数の誤差の値は、リドベリ定数を求める際に1次変数の値として使われるからこれによって生じる誤差の値分である



を加えたものとなる。

　また、この式の中でθの値に対する誤差値について触れていないのは、上述した通りθによって生じる誤差は複数観測したことによる回帰計算に含めることができると考えられるからである。よってもとめるべきリドベリ定数は



ということになる。

　次に、についてであるが、これについては理論値で、





としてそれぞれ表現される。ここで





ということになる。

1. 蛍光灯の光と、水銀ランプ、水素ランプの光の違いについて

　蛍光灯のひかりのスペクトルはすべての色のグラデーションとして表されている。これはあらゆる、光が蛍光灯から放出されているためで、それがすべて混ざっている。すなわち蛍光灯の光の元はいろいろな物質が励起され、おのおのに光を放った結果として移ると考えられる。

　それにたいして、水銀ランプ、水素ランプは一種類の原子を励起しその光を見たものである。そのため、それぞれ、別の独立なスペクトル線が生じている。しかも、そのスペクトル線は不連続で飛び飛びの波長を取る。（このことは、原子の起動が量子化されている事の証明である。ともとることができる。）

　一般に、ある原子から生じるスペクトル線はただひとつのものである。そのため、ある光を観測しそのスペクトルを分析することによって、その構成分子がなんであるかを予測することができる。しかし、その予測を行う際には、波長の変化にかかっている要素（屈折率やドップラー効果など）を考慮する必要がある。

1. 角度によって生じる誤差

　角度のはかり間違いによって、θの角からΔθの誤差が生じたとする。それによる、正弦の誤差は

sin(θ＋Δθ)＝sinθ・cosΔθ+cosθ・sinΔθ

ここで、Δθが十分に小さければ、

sin(θ＋Δθ)＝sinθ+Δθ・cosθ

として、表現されるはずである。よってここにおける誤差率は

δ＝Δθ・tan^(-1)θ

となってしまう。つまり、誤差率は角度が小さいときほど大きく現われるということになる。

1. 感想

　スペクトル線がたくさんの輝線に分かれて観察できる。ということの理由や、リドベリ定数を求めることができたのでかなり面白い実験だったとおもう。時間があれば、干渉ジマなんかも観察できればもっと面白かったんではないか。と考えている。

　ただ、実験中は暗い中で輝線を探していつづけていたので、やっている最中には非常に忙しい。と感じる実験でもあった。

1. 参考文献

自然化学実験　物理学編　慶応義塾理工学部

物理化学演習　伊藤正時　他著　発行者　吉野達治