1. 実験目的  
   　原子の発光スペクトルの波長を測定し、「色とは何か」を考えることによって「原子のエネルギー準位」について理解する。
2. 実験原理および方法  
   　省略
3. 実験結果
   1. 直視分光器によるスペクトルの観察
      1. 水銀ランプ  
         　連続スペクトルではなく、赤・黄・黄緑･青･紫の線スペクトルが観測された。
      2. 水素ランプ  
         　赤・青・紫の線スペクトルが観測された。
      3. （参考）蛍光灯  
         　七色の連続スペクトルが観測された。
   2. 分光計によるスペクトルの観察
      1. 水銀ランプ  
         　水銀原子のスペクトルの色と回折角およびの値〔表a〕

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 色 | 波長〔正値)(nm) | 回折角 |  |
| 1次 | 濃紫 | 404.66 |  | 0.243 |
| 紫青 | 435.83 |  | 0.257 |
| 緑 | 546.07 |  | 0.330 |
| 黄 | 576.07 |  | 0.346 |
| 黄 | 579.07 |  | 0.347 |
| ２次 | 濃紫 | 404.66 |  | 0.486 |
| 紫青 | 435.83 |  | 0.523 |
| 緑 | 546.07 |  | 0.656 |
| 黄 | 576.07 |  | 0.693 |
| 黄 | 579.07 |  | 0.696 |

波長との関係を〔グラフa〕に示す

* + 1. 水銀原子のスペクトルの波長  
       　スペクトルの次数を，格子定数をとすると、光の強めあいの条件から  
       　　　・・・（※）  
       ＝1／600mmを既知のものとして、からを求める式は  
       　　　

　　　　格子定数から求められる水銀原子のスペクトルの波長と正値との比較〔表ｂ〕

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 色 | 波長(nm) | 波長〔正値〕(nm) |
| 1次 | 濃紫 | 405.00 | 404.66 |
| 紫青 | 428.33 | 435.83 |
| 緑 | 550.00 | 546.07 |
| 黄 | 576.67 | 576.07 |
| 黄 | 578.33 | 579.07 |
| ２次 | 濃紫 | 405.00 | 404.66 |
| 紫青 | 435.83 | 435.83 |
| 緑 | 546.67 | 546.07 |
| 黄 | 577.50 | 576.07 |
| 黄 | 580.00 | 579.07 |

* + 1. 格子定数  
       　格子定数は（※）より、  
       　　　  
       と表される。これをもとに格子定数の平均値および平均値の平均自乗誤差を求める。〔表a〕のそれぞれの結果から求められる格子定数の値を、の平均値をとし、と定める  
       　　　　　　とおよびの値〔表ｃ〕

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | () | () | () |
| １ | 1.6653 | 0.00198 | 0.39204 |
| ２ | 1.6958 | -0.02852 | 81.33904 |
| ３ | 1.6548 | 0.01248 | 15.57504 |
| ４ | 1.6649 | 0.00238 | 0.56644 |
| ５ | 1.6687 | -0.00142 | 0.20164 |
| ６ | 1.6653 | 0.00198 | 0.39204 |
| ７ | 1.6667 | 0.00058 | 0.03364 |
| ８ | 1.6648 | 0.00248 | 0.61504 |
| ９ | 1.6625 | 0.00478 | 2.28484 |
| １０ | 1.6640 | 0.00328 | 1.07584 |
| 合計 | 16.6728 | 0.00000 | 102.4756 |

〔表ｃ〕より、求められる格子定数の平均は  
　　　＝1.66728（mm）  
平均自乗誤差は  
　　　  
以上より求められた格子定数は  
　　　＝1.66430.0034（mm）

* + 1. 水素ランプ  
       　水素原子のスペクトルの色と回折角およびの値〔表ｄ〕

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 色 | 波長(nm) | 回折角 |  |
| １次 | 紫 | 434.05 |  | 0.261 |
| 青緑 | 486.13 |  | 0.292 |
| 赤 | 656.29 |  | 0.394 |
| ２次 | 紫 | 434.05 |  | 0.507 |
| 青緑 | 486.13 |  | 0.592 |
| 赤 | 656.29 |  | 0.790 |

〔グラフａ〕と同様に波長との関係を〔グラフｂ〕に示す

* + 1. 水素原子のリュードベリ定数  
       　③で求められたより、波長はであり、水素原子のリュードベリ定数を求める式は波数を用いて  
       　　　より、  
       である。ここで、およびはエネルギー準位を表し、いまｎ≧３からｎ＝２へ遷移を示す可視光のバルマー系列を観測しているから、＝２，紫･青緑･赤のスペクトルについてそれぞれ＝５，４，３とおく。〔表ｂ〕のから求められる水素原子のリュードベリ定数の値を、の平均値をとし、と定める。

およびから求められるおよびとおよびと，〔表e〕

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | (nm) | () | () | () | () |
| １ | 435.17 | 2.2980 | 1.0943 | 0.0033 | 1.100 |
| ２ | 486.85 | 2.0540 | 1.0954 | 0.0022 | 0.491 |
| ３ | 656.92 | 1.5223 | 1.0960 | 0.0016 | 0.261 |
| ４ | 422.66 | 2.3660 | 1.1267 | -0.0291 | 84.584 |
| ５ | 493.52 | 2.0263 | 1.0801 | 0.0175 | 30.683 |
| ６ | 658.58 | 1.5184 | 1.0932 | 0.0044 | 1.951 |
| 合計 | ── | ── | (注)5.4590 | 0.0000 | 119.071 |

〔表e〕より、求められるリュードベリ定数の平均は  
　　　＝1.09762  
平均自乗誤差は  
　　　  
以上より求められた水素原子のリュードベリ定数はは  
　　　＝1.09760.0630（）  
しかし、の誤差がが誤差を含んでいることを考えると、誤差の伝播により、  
　　　  
であり、  
　　　  
であるから、の誤差は  
　　　  
であると見積もられる。ところが、およびはスペクトルごとに変化するから、今回の実験ではととの比例定数を定めることはできない。従って、水素原子のリュードベリ定数は  
　　　＝1.0976(0.00630+α)（）  
であるといえる。以下では簡便のため＝1.09760.0630（）を用いることにする。

* + 1. リュードベリ定数  
       　リュードベリ定数は水素のリュードベリ定数において→としたものであり(，)、  
       　　　  
       である。したがってである。以上より、  
       　　　

1. 考察

・およびの実験値と理論値との比較  
　およびの理論値を求めると  
　　　　　  
　　　電子の電荷　真空の誘電率  
　　　プランク定数　光速  
　　　電子の質量  
であるから  
　　　  
　　　  
である。これを実験値と比べると、誤差はそれぞれ0.063％，0.064％と比較的理論地に近い値がえら得られたが、実験値に含まれる誤差が大きいためあまり精度の高い結果であったとはいえない。誤差の原因は観測できるスペクトルの数が少ないため、残差の大きい観測結果があるとそれがひとつでも平均自乗誤差に大きく影響してくるからではないかと思われる。したがって、もっと制度のよい結果を得るためには、スペクトルの数は変わらないから、同じスペクトルに対して複数回の実験を行い、多くの実験値をもとにしてリュードベリ定数を求めるようにすればよいのではないか。実験器具の精度から判断してももう少し精度のよい結果が得られてもよいはずである。

1. 参考文献　　『実験書』