**物理学実験（原子スペクトル）**

**３年Ｂ組　加藤バーバラ**

**１：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。また色とは何かを理解する。

**２：主な実験装置**

1. 水素ランプ

　　水蒸気を封じたガラス管と、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塩基に解離し、水素原子が発光する。

1. 水銀ランプ

　　真空管に似た構造をしており、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菅の温度が上昇し、水銀の蒸気圧が上がって水銀原子も放電状態になり発光する。

図１：水銀ランプ

1. 直視分光器

　　スペクトルを簡便に見るためのプリズム分光器。スリット幅とピントの調整ができる。

図２：直視分光器

１／９

（d）分光計

　　　　回折角から光の波長を測定する装置。

（e）回折格子

　　透明基材の表面に多数の刻線を引いたものでスペクトルの観察に用いられる。刻線と刻線との隙間がスリットの役目をする。この間隔dを格子定数という。入射した平行光は波長に応じて特定の方向に進む平行光に分かれる。これを回折という。

図３：回折格子による回折

**３：実験方法**

　　実験書ｐ６４参照。また実験で用いた数式の導き方なども実験書ｐ５８～６０に譲る。

**４：実験結果**

①格子定数の決定

水銀のスペクトルの波長を既知として、格子定数dを求める。以下に直視分光器で蛍光灯・水銀ランプを観察した時の様子を示す。

図４：スペクトルの観察

２／９

表１：回折角

ｍ＝１の時

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 色 | 波長（nm） | 左（） | 右（） | 回折角θ | sinθ |
| 濃紫 | 404.66 | 104.08° | 75.97° | 14.06° | 0.243 |
| 青紫 | 435.83 | 105.18° | 74.85° | 15.17° | 0.271 |
| 緑 | 546.07 | 109.08° | 70.82° | 19.13° | 0.328 |
| 黄 | 576.96 | 110.58° | 69.48° | 20.55° | 0.351 |
| 黄 | 579.09 | 110.73° | 69.30° | 20.72° | 0.354 |

ｍ＝２の時

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 左（） | 右（） | 回折角θ | sinθ |
| 117.42° | 60.42° | 28.50° | 0.477 |
| 121.53° | 59.25° | 31.14° | 0.517 |
| 130.75° | 49.78° | 40.49° | 0.649 |
| 133.58° | 44.12° | 44.73° | 0.704 |
| 133.75° | 44.25° | 44.75° | 0.704 |

（グラフ１は４ページ）

表２：dの計算

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| m | 色 | λ（nm） | d（nm） | （nm） | （nm） |
| 1 | 濃紫 | 405 | 1665 | +8.2 | 67 |
| 青紫 | 452 | 1608 | -48.8 | 2381 |
| 緑 | 547 | 1665 | +8.2 | 67 |
| 黄 | 585 | 1644 | -12.8 | 164 |
| 黄 | 590 | 1636 | -20.8 | 433 |
| 2 | 濃紫 | 398 | 1697 | +40.2 | 1616 |
| 青紫 | 431 | 1686 | +29.2 | 853 |
| 緑 | 541 | 1683 | +26.2 | 686 |
| 黄 | 587 | 1639 | -17.8 | 317 |
| 黄 | 587 | 1645 | -11.8 | 139 |
| 合計 |  |  | 16568 | 0.0 | 6723 |

３／９

（a）として各θに対して

・・・（１）

からλを計算する。その結果を表２に記入した。

（b）各波長ごとの正しい値（表１に記入）から

・・・（２）

　　　を用いてdを計算する。その結果を表２に記入した。

（c）dの平均値を表２より求めた。また、・・・（３）

から残差を求め、

・・・（４）

　　　　からdの平均値の平均自乗誤差を求めた。よって



　　　となる。

５／９

　②リドベリ定数の決定

　①で求めた格子定数からリドベリ定数を求める。（紫のスペクトルはｍ＝１・２とも観察できなかった。）

表３：回折角

ｍ＝１の時

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 色 | 波長（nm） | 左（） | 右（） | 回折角θ | sinθ |
| 紫 | 432.22 |  | | | |
| 青緑 | 486.13 | 106.75° | 76.05° | 15.35° | 0.265 |
| 赤 | 656.29 | 113.58° | 69.25° | 22.17° | 0.377 |

ｍ＝２の時

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 左（） | 右（） | 回折角θ | sinθ |
|  | | | |
| 125.17° | 53.43° | 35.87° | 0.586 |
| 136.08° | 39.92° | 48.08° | 0.744 |

（グラフ１は４ページ）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 色 | m | λ（nm） | （m） | （m） | （m） | （m） |
| 紫 | 1 |  | | | | |
| 青緑 | 439.1 | 2.277× | 1.214× | +5.525× | 30.53× |
| 赤 | 624.6 | 1.601× | 1.153× | －0.575× | 0.33× |
| 紫 | 2 |  | | | | |
| 青緑 | 485.4 | 2.060× | 1.099× | －5.975× | 35.70× |
| 赤 | 616.3 | 1.623× | 1.169× | +1.025× | 1.05× |
| 合計 |  |  |  | 4.635× | 0.0 | 67.61× |

表４：dの計算

　　（a）（１）式とを使って水素スペクトルの波長λと波数を求める。その結果を表４に記入した。

６／９

　　（b）それぞれの波数に対して

・・・（５）

からを計算する。j、iはエネルギー準位でこの実験では可視光であることから判断して、i≧3からj=2への遷移にもとづくバルマー系列を観測しているのでその結果を表４に記入した。また平均値は



である。

（c）（３）・（４）式からの平均自乗誤差を求める。平均自乗誤差は



である。よって



　　　である。

　　（d）・・・（６）

　　　からを求めると

　　　となる。

**５：考察**

1. 直視分光器により観測されたスペクトルについて

実験結果からも理解できるように、水銀ランプでは線スペクトルが観測されたのに対し、蛍光灯では線スペクトルではなく境界のはっきりとしない連続スペクトルが観測された。これについては、以下の理由が挙

７／９

げられる。

水銀ランプは各々Ｈｇ、Ｈがいくつかに分離した単色光であるのに対して、蛍光灯から発せられた光には様々な原子が混ざっているからだと考えられる。

　　　　また連続スペクトルとは一般に高温の固体や液体から発せられる。

1. 蛍光灯の光が白く見えることについて

　　　　　蛍光灯は白一色に見えるがこれは図４のように赤から紫までの7色が混ざりあった結果である。普段私たちが見ている光は可視光と呼ばれている範囲の波長の光である。この波長は約380～770nmである。これ以外の波長の名称を表５に示す。またこれらの波を電磁波と呼ぶ。

表５：電磁波

1. リドベリ定数の誤差について

 ととの誤差は

である。

この誤差の原因として考えられるのは、まず実験の準備として回折格子の面と望遠鏡の光軸を垂直になるように調節するが、それが正確ではなかったということである。また、望遠鏡を回転させる時に回折格子を乗せている台もいっしょに回転してしまいズレが生じたことも

８／９

考えられる。他の原因としては、紫のスペクトルが観察できなかったなど観測できたスペクトルの数が少なかったために計算値の精度が低くなったこともあげられる。

**６：感想**

の誤差がやや大きかったものの、概ね良い結果が得られたと思う。スペクトルが理論どうりにきれいに左右対称に現れたことが面白かった。

**７：参考資料**

　『自然科学実験　物理学編』　慶應義塾大学理工学部

　『高等学校　物理ⅠＢ』　啓林館

『高等学校　物理Ⅱ』　啓林館

『物理化学演習』　掌華房

９／９