自然科学実験　原子スペクトル

実験結果

表1,水銀のスペクトル観測結果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 色 | 角度(度) | 次数ｍ | ｄ=1/600の時の波長 (nm) | 文献値(nm) | 文献値より求めたd (mm) |
| 濃紫 | 13.98 | 1 | 402.73 | 404.66 | 1674.64 |
| 濃紫 | 14.05 | 1 | 404.61 | 407.78 | 1679.71 |
| 青 | 15.07 | 1 | 433.24 | 435.83 | 1676.64 |
| 若竹色 | 17.07 | 1 | 489.14 | 491.61 | 1675.08 |
| 緑 | 19.07 | 1 | 544.45 | 546.07 | 1671.64 |
| 黄 | 20.17 | 1 | 574.59 | 576.96 | 1673.55 |
| 黄 | 20.27 | 1 | 577.32 | 579.07 | 1671.73 |
| 平均 |  | | | | 1674.71 |

|  |  |
| --- | --- |
| 残差  × (nm) | × () |
| -0.0695 | 0.0048 |
| 4.9950 | 24.9497 |
| 1.9263 | 3.7107 |
| 0.3696 | 0.1366 |
| -3.0764 | 9.4641 |
| -1.1618 | 1.3498 |
| -2.9833 | 8.9000 |

以上より

平均格子定数は1674.7nm

実験標準偏差は2.8nm

平均の実験標準偏差は1.3nmとなる。

よって格子定数は(1674.7となる。

表２,水素のスペクトル観察結果（ｍ＝１）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 色 | 角度(度) | 次数ｍ | 波長(nm) | 真空中の  波長(nm) | 波数() | i | j |
| 青 | 15.03333 | 1 | 434.4631 | 434.3328 | 0.002302 | 5 | 2 |
| 青 | 15.06667 | 1 | 435.4041 | 435.2736 | 0.002297 | 5 | 2 |
| 緑 | 16.85 | 1 | 485.5274 | 485.3818 | 0.00206 | 4 | 2 |
| 緑 | 18.51667 | 1 | 531.9473 | 531.7878 | 0.00188 | 4 | 2 |
| 緑 | 18.85 | 1 | 541.1786 | 541.0163 | 0.001848 | 4 | 2 |
| 赤 | 21.51667 | 1 | 614.3429 | 614.1586 | 0.001628 | 3 | 2 |
| 赤 | 23.06667 | 1 | 656.2682 | 656.0714 | 0.001524 | 3 | 2 |

|  |  |
| --- | --- |
| （）  × | ()  × |
| 1.0964 | 1.0960 |
| 1.0940 | 1.0937 |
| 1.0988 | 1.0985 |
| 1.0029 | 1.0026 |
| 0.9858 | 0.9855 |
| 1.1723 | 1.1720 |
| 1.0974 | 1.0971 |

表３,水素のスペクトル観察結果（m=－1）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 色 | 角度(度) | 次数ｍ | 波長(nm) | 真空中の  波長(nm) | 波数() | i | j |
| 青 | 345.95 | -1 | 406.6373 | 406.5154 | 0.00246 | 5 | 2 |
| 青 | 344.8333 | -1 | 438.2264 | 438.095 | 0.002283 | 5 | 2 |
| 緑 | 342.9833 | -1 | 490.1885 | 490.0415 | 0.002041 | 4 | 2 |
| 緑 | 341.2 | -1 | 539.795 | 539.6331 | 0.001853 | 4 | 2 |
| 赤 | 338.2 | -1 | 622.0411 | 621.8546 | 0.001608 | 3 | 2 |
| 赤 | 336.85 | -1 | 658.5089 | 658.3114 | 0.001519 | 3 | 2 |

|  |  |
| --- | --- |
| （）  × | ()  × |
| 1.1714 | 1.1710 |
| 1.0870 | 1.0866 |
| 1.0883 | 1.0880 |
| 0.9883 | 0.9880 |
| 1.1578 | 1.1575 |
| 1.0937 | 1.0934 |

の平均値は1.0869×となる。

表４,リュードベリ定数の残差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| m | 角度(度) | 残差 () ×() | ×() |
| １ | 15.0333 | 0.9123 | 0.8323 |
| 15.0667 | 0.6754 | 0.4562 |
| 16.85 | 1.1541 | 1.3320 |
| 18.5167 | -8.4315 | 71.0901 |
| 18.85 | -10.1417 | 102.8542 |
| 21.5167 | 8.5064 | 72.3578 |
| 23.0667 | 1.0192 | 1.0388 |
| -1 | 345.95 | 8.4124 | 70.7688 |
| 344.8333 | -0.0289 | 0.0008 |
| 342.9833 | 0.1096 | 0.0120 |
| 341.2 | -9.8891 | 97.7946 |
| 338.2 | 7.0559 | 49.7861 |
| 336.85 | 0.6459 | 0.4172 |

以上より

実験標準偏差は0.06×、

平均の実験標準偏差は0.017×となる。

よってこの実験でのは(1.087×となる

考察

エネルギー準位の

****

の求め方について考えてみる。

まずBohrの量子化によると角運動量Lは

(hはプランク定数)

と書ける。これを書き直すと

(1)

↔  (2)

となる。原子核と電子の間のクーロン引力と遠心力のつり合いの式より

*=*  (3)

(2)を(3)に代入して、

(4)

電子の全エネルギーは運動エネルギーと位置エネルギーの和なので

(5)

(3)より

なので（５）式は

(6)

これを（４）に代入すると

****

が得られる。

原子が２つの定常状態（原子が長時間とることのできる状態）間を移り変わる、つまり遷移するときに電磁波が放出されるが、その値は次の関係式

　（E；エネルギー　μ；振動数）

で与えられる。この式に前述で求めたを入れてみると、

となる。この式から水素原子から放出される電磁波は連続スペクトルではなく、ある特定の値

しかとらない離散スペクトルとなることがわかる。

jについては、j=1の時はライマン系列、j=2の時はバルマー系列というように系列ごとに決まった値をとる。

リュードベリ定数に実際の数値を入れて値を求めてみると、



となる。

この実験で求めたの平均値は

1.087×

であったので定義されたの値と0.91%の誤差があった。この誤差の要因として考えられるものとして

１.分光計は非常に調節する所が多いので、その調節段階で厳密にできていなかった

２.水素のスペクトル線は非常に薄いものがあったので、その線の角度を観測するとき、正確に計ることができなかった

3.測定回数を多くすれば値はより正確な値になるが、m=1とm=-1の場合しか観測できなかったので誤差が大きくなった

4.格子定数を求める実験でスペクトルの角度が正確に測定できず、誤差が生じていた

などがあげられる。

参考文献

「理工学部1年　自然科学実験　物理学編　2009」

慶応義塾大学理工学部，2009

単位が取れる量子化学ノート　講談社