

実験の手順

- ・水素の線スペクトルを観察します。
- ・バルマー系列の $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, H_\delta$ の振動数を測定します。
- ・リュードベリ定数を計算します。
- ・不活性ガスと金属蒸気の線スペクトルを観察します。

目的

水素の可視光領域の線スペクトルを観察し、バルマー系列の式を確認すること。

まとめ

原子の発するスペクトルは、各原子に特有の系列を持っています。その系列は原子番号が大きくなるほど、複雑になっていきます。反対に水素原子の可視光領域のスペクトルは、単純なボーアの原子モデルで説明できます。

必要機器

品番	品名	数量
U17310	分光器・S型	1
U41800-115	スペクトル管電源	1
U41817	スペクトル管・水素 (H)	1
U15001	ステンレス鋼製支柱・25cm	1
U13261	万能クランプ	1
U13256	クロスムップ	1
U13265	支柱用台座	1

※リストには写真と別型式の分光器を載せています。
※ PC は付属しません。

更に進んだ実験のためには、以下のスペクトル管をお勧めします。

U41816	スペクトル管・ヘリウム (He)	1
U41821	スペクトル管・ネオン (Ne)	1
U41811	スペクトル管・アルゴン (Ar)	1
U41819	スペクトル管・クリプトン (Kr)	1
U41820	スペクトル管・水銀 (Hg)	1
U41812	スペクトル管・臭素 (Br)	1
U41818	スペクトル管・ヨウ素 (I)	1

応用実験

- 仕様は予告なく変更されることがあります。
- 品番・品名をクリックすると製品仕様ページ（外部サイト）が開きます。

基本原理

励起状態にある原子は、その原子に特有な線スペクトルを発生します。線スペクトルは電子のエネルギー準位間遷移によるもので、原子の電子軌道状態を反映するためです。そして、線スペクトルは波長域で幾つかのグループに分かれています。

水素原子の可視光領域での線スペクトルは、 $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, H_\delta$ の4本があります。紫外領域まで計測すると、更に線スペクトルがあることが分かります。1885年にバルマーが、このスペクトル系列の波長 λ は次の単純な式で表すことができるのを発見しました。

$$(1) \quad \frac{1}{\lambda} = R \cdot \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

ここで n は3以上の自然数であり、 R はリュードベリ定数と呼ばれる定数で $R = 1.097 \times 10^7 [m^{-1}]$ となります。

式(1)は λ の代わりに振動数 ν で表すと意味が明確になります。

波長と振動数は次の関係を満たします。

$$(2) \quad \lambda \cdot \nu = c$$

ここで c は光速です。

(2)式より、(1)式の定数値 R を書き換えるだけで振動数 ν の式となり、線スペクトルの振動数が2つの分数の差で表されることが分かります。

$$(3) \quad \nu = R \cdot \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

ただし $R = 3.290 \times 10^{15} [s^{-1}]$

後になってこの式は、ボーアの原子モデルにより説明できることが分かりました。電子がエネルギーの高い準位から低い準位（バルマー系列の場合、基底状態の一つ上の準位）へ遷移するときに、エネルギー差に相当する光を発するというものです。

ヘリウム原子の場合、電子がもう一つ増えただけですが、非常に複雑になります。その理由として電子のスピンが挙げられます。スピンの向きが平行か反平行かという違いにより、エネルギー準位が変わっ

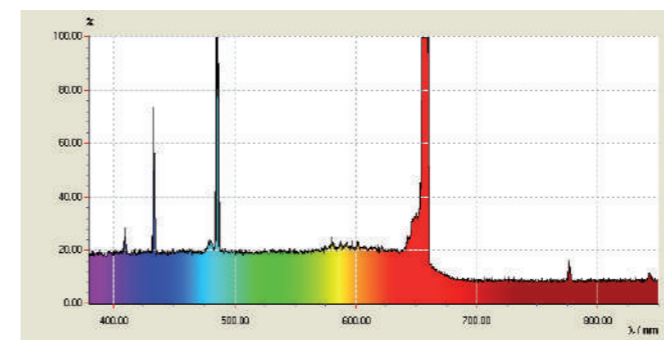


図2：水素原子の線スペクトル

てくるためです。

こうした複雑さは、原子番号が大きくなるにつれて更に増大します。しかしいずれにしてもスペクトル系列は、各原子に固有の系列となります。

評価

バルマー系列の振動数 ν を縦軸に、 $\frac{1}{n^2}$ を横軸に取りプロットすると直線に乗ることが分かります。 $n=3$ が $H_\alpha, n=4$ が $H_\beta \dots$ となっています。(図1)

この直線の傾きがリュードベリ定数になります。また x 軸との交点が $x = 0.25 = \frac{1}{2^2}$ であることより、バルマー系列は $n=2$ のエネルギー準位への遷移によるものであることが分かります。

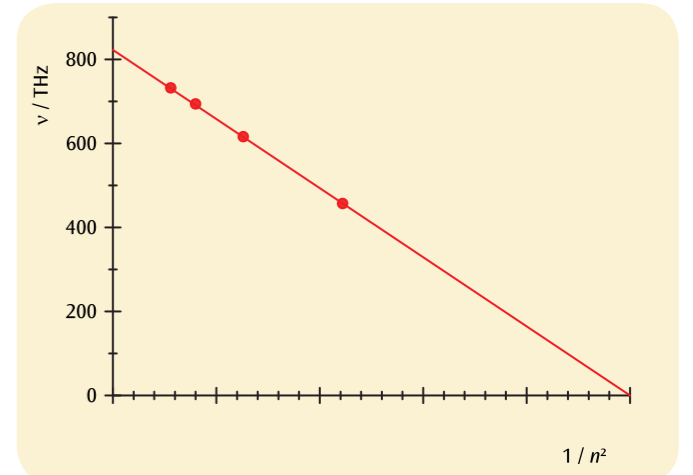


図1： $\frac{1}{n^2}$ を横軸にしたバルマー系列の遷移振動数

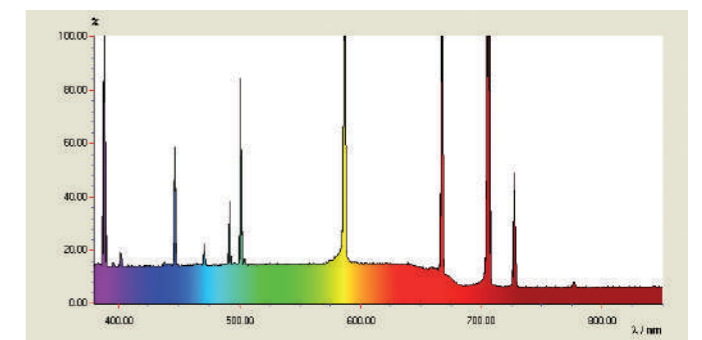


図3：ヘリウムの線スペクトル

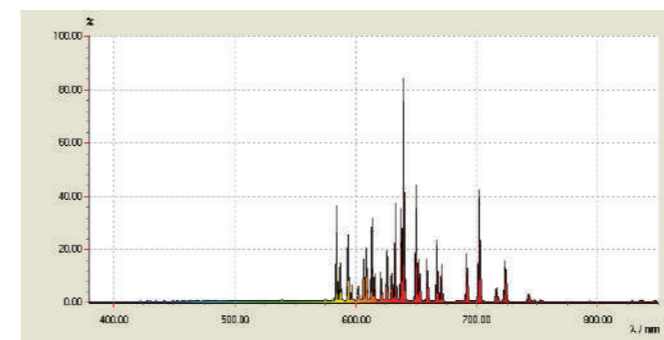


図4：ネオンの線スペクトル

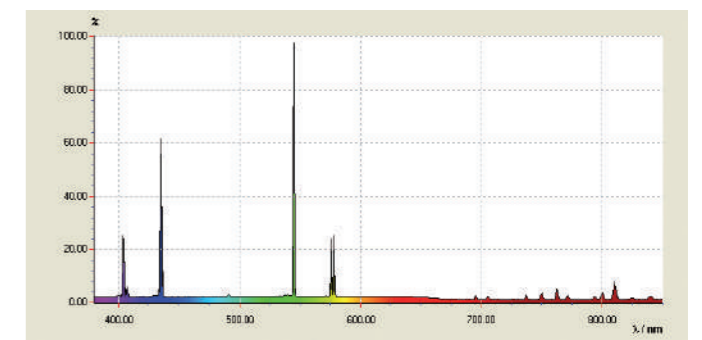


図5：水銀蒸気の線スペクトル