

水素原子の発光スペクトル

1 放電管での発光

空気を封入したガラス管の両端の電極に高い電圧をかけてもガラス管内では何事もおこらない。しかし、真空ポンプでガラス管内の空気を抜いていくと、ガラス管内が光りだす。これを真空放電^{しんくうほうでん}とよぶ。水素原子を残留気体とした真空放電を下図に示す。

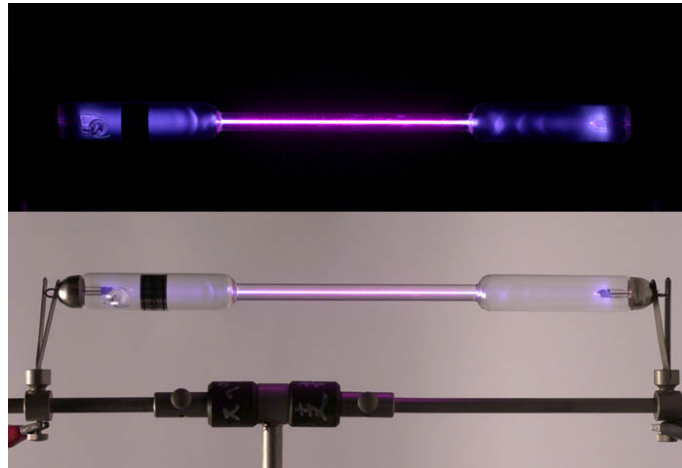


図1 放電管での発光（水素原子）

http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0030/part2/chap02/p2_3_4.html より

2 放電管の応用

ガラス管の両端に平板の電極を封入し、ネオンガスを 250 ~ 400 Pa 封入すると、真空放電（グロー放電）を示す（もちろん、高電圧を印可する）。この真空放電による発光現象を利用したものをネオン管という。ネオン管は Claude^{*1}が発明した。ネオンサインの利用方法は説明するまでもないだろう。

Geißler^{*2}管^{ガイスラー管}とは、ガラス製真空ラインに接続し、およその真空度を測定する圧力測定子である。大気側の端子を介して2つの電極間に 10 kV 程度の高電圧を印加すると放電がおきるが、放電の様子や色などで真空度や残留ガスの種類がわかる^{*3}。

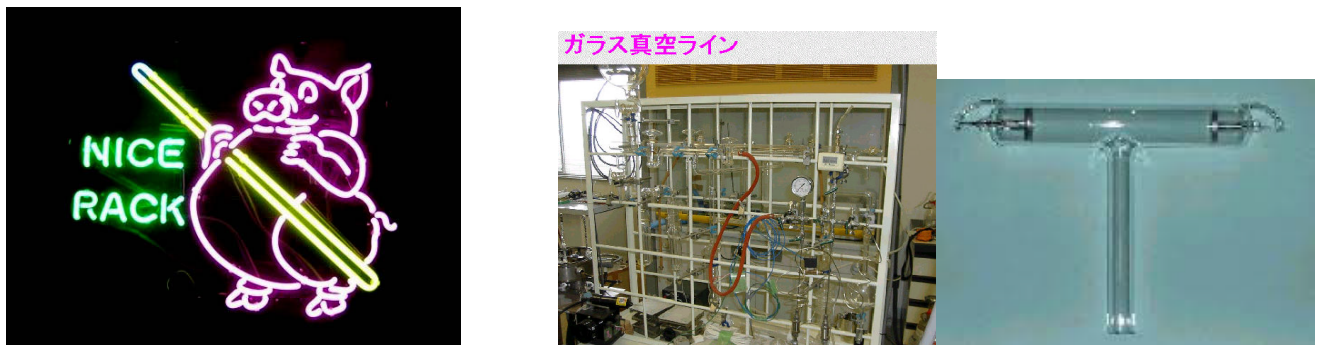


図2 ネオンサイン（左）とガラス製真空ライン（中）に用いられるガイスラー管（右）

（左） <http://leica-dou.com/?pid=52017680> より

（中、右） http://www2.ocn.ne.jp/~misuzu/misuzu12_003.htm より

*1 Georges Claude (1870–1960)

*2 Johann Heinrich Wilhelm Geißler (1814–1879)

*3 ガラスラインを真空引きする際に、粗びき用のロータリーポンプからディフュージョンポンプへ切り替えるタイミングがわかりやすく便利であるから一昔前には重宝された。しかし、定量性がないことや、真空度を数値として取り出せず装置の自動化にむいてないことなどから、最近あまり使われない。

3 分光しなきゃ、はじまらない

放電管で観察される真空放電は、さまざまな波長の光が混じりあったものである。これをプリズムを用いて単色光に分光することができる（光は波長によって屈折率が異なることを利用する）。

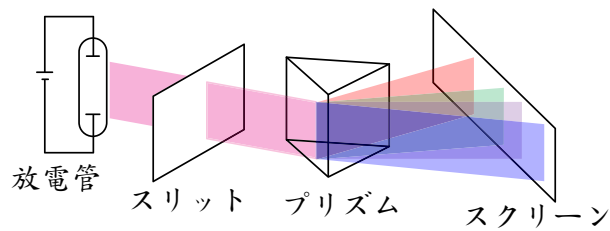


図3 分光（いろいろな波長の光が混ざりあった光を、プリズムなどを用いて波長ごとに分ける操作を「分光」とよぶ）

4 スペクトル

水素原子の輝線スペクトル（Balmer 系列）を下図に示す。

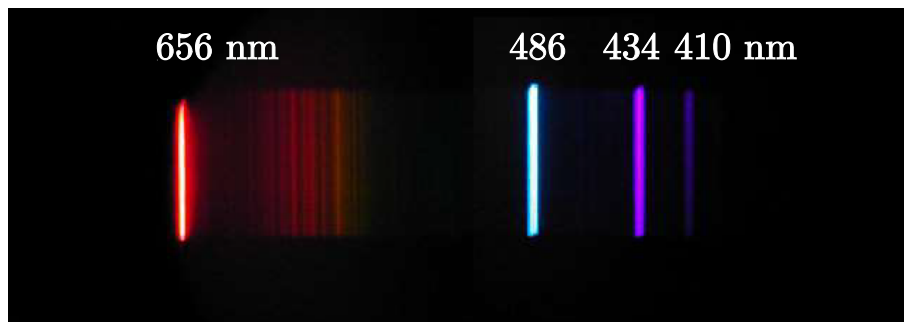


図4 水素原子の輝線スペクトル：Balmer 系列

<http://members3.jcom.home.ne.jp/toshito/photo/image/H.html> より

5 スペクトルと電子軌道（Bohr の原子模型）の対応

Balmer^{*4}系列と Bohr の原子模型による電子軌道の対応を下図に示した。

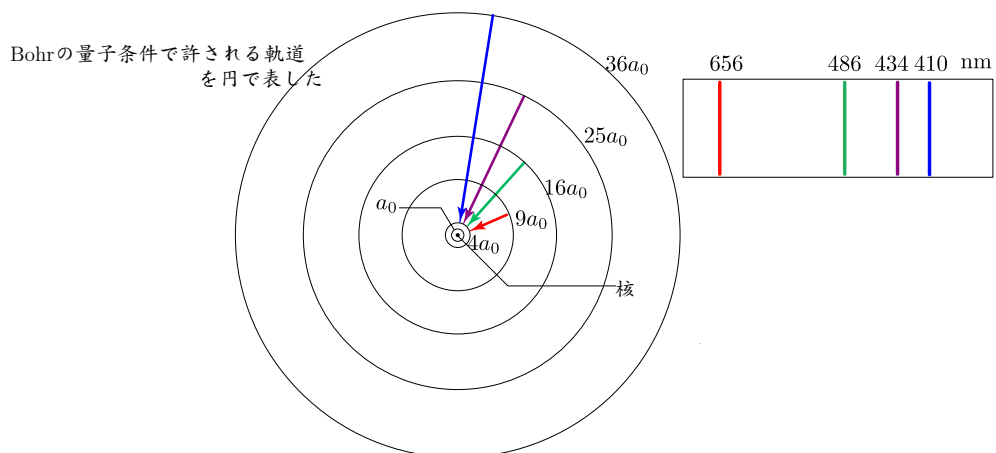


図5 スペクトルと電子軌道

^{*4} Johann Jakob Balmer (1825–1898) : $\lambda_1 = 656.28 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 486.13 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 434.05 \text{ nm}$, $\lambda_4 = 410.17 \text{ nm}$ の波長が「 $\lambda = An^2/(n^2 - 4)$ ただし $A = 364.6 \text{ nm}$ 」の式に従うことを見いだすのは容易なことではない。 $A = 364.6 \text{ nm}$ さえわかってしまえば、 $\lambda/A = 9/5, 16/12, 25/21, 36/32$ を得るから、分子が平方数で分子と分母の差が4であることに気付く。しかし、 $A = 364.6 \text{ nm}$ にはなかなか気付かないだろう。なお、Balmer の没年をみると、Bohr の原子模型 (1913 年) が提出される前に亡くなっているのがわかる。つまり、Balmer は自分の発見した数式の物理的な意味を知る前に亡くなっている。