

初期の原子モデルの限界

電子は、クーロン力で核にとらえられ、核の周囲を周回している(長岡/Rutherfordモデル)

→ 電子の軌道を曲げると光を放射してエネルギーを失うので、電子はどんどん波長の短い光を放射しながら、一瞬で核に落ちこんでいくはず。

原子の発する光

原子の発する光を分光すると、輝線スペクトルとなる。含まれる輝線の波長は元素によって全く異なる。

光

光は電磁波の一種。電波からガンマ線まで波長の範囲は非常に広いが、目に見える光は波長400~650nmの範囲のみ。

光速度は一定 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

光は粒子としての性質も持つ。光の二重性。

光の運動エネルギー $E = h\nu$

ただし、 h はプランク定数 $7 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

(質量がないので、通常の粒子の運動エネルギーとは異なる)

振動数と波長

振動数 ν ニュー 波が1秒間に振動する回数

波長 λ ラムダ 波の山から山の距離

振動数と波長の関係式: $\lambda\nu = c(\text{速度})$

光電効果

金属に光(紫外線)を当てると、電子が飛びだす。

飛びだす電子の数は、光の強さに比例する。

1. 波長がある値よりも長い光では、どんなに強い光でも電子は出ない。
2. 波長がある値よりも短い光では、どんなに弱い光でも電子が出る。

光が波であれば、波長が長くても十分強い光をあてれば電子が出るはず。

強さ(明るさ)と波長とは別物。明るい光は光子の数が多い。

波長の短い光は光子1つのもつエネルギーが大きい。

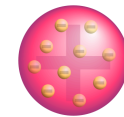
粒子の二重性

de Broglieの主張 (1924): 「すべての粒子は波をともしなう」

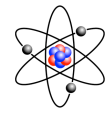
あるいは「すべての粒子は波とみなせる」

すべての粒子にドブロイの関係式が成り立つ

初期の原子モデル

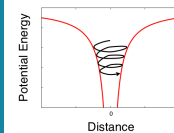


Plum Pudding Model
by J.J.Thomson (1897)



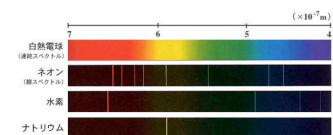
土星モデル
by 長岡半太郎 (1904)

問題点

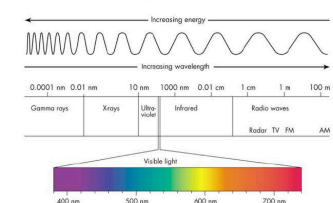


電子を曲げると光を放射してエネルギーを失う
↓
電子は光を放射しながら、どこまでも核に落ちこんでいくはず

- 原子の放つ光をプリズムで分ける
- “スペクトル” 元素によって全く異なる
- 蛍光灯を分光すると?



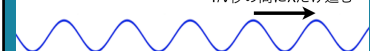
波長と色



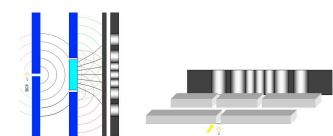
振動数と波長

- 振動数 ν ニュー 波が1秒間に振動する回数
- 波長 λ ラムダ 波の山から山の距離
- 振動数と波長の関係式

$$\lambda\nu = c(\text{速度})$$



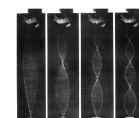
電子もまた、波



http://blogs.yahoo.co.jp/ikat_falcon/5198714.html

弦の振動

一次元の定在波の波長は、弦の長さで決まる。
http://www.meta-synthesis.com/webbook/34_qn/qn_pt.html



振動数多い=音が高い=波長が短い=エネルギー高い

$$p = mv = h/\lambda$$

p は粒子(光子)の運動量、 m は粒子の質量、 v は粒子の速度、 h はプランク定数、 λ は物質波(光波)の波長。質量 m が大きいほど、波長 λ は小さくなる。光子の場合は $p = h/\lambda$ となる。

電子もまた、波

電子は原子核のクーロン力で、原子の中に閉じこめられる。有限領域に閉じこめられた波は、共鳴しないと相殺して消えてしまう。(定在波の条件)

1、2、3次元の定在波

弦、膜の振動から、原子核にとらえられた電子の定在波の形が類推できる。

ボーアの原子模型

電子は、多数ある定在波のうちのいずれかの形になる(通常はもっとも低いエネルギー=最も節の少ない定在波が選ばれる)電子の定在波のことを「軌道」と呼ぶ。

ある定在波のかたちを選べる電子の個数は0,1,2のいずれか。

(あるいは、それぞれの軌道には、最大2個まで電子が入る)

電子のエネルギーはとびとびの値しかとれない。

下の軌道に移る時に光子が出る。→輝線スペクトルの原因

光子を受けると上の軌道に移る→光電効果

下限(基底状態)よりも低いエネルギーにはならない。

エネルギーの高い軌道ほど空間的に広がっている。

原子番号が大きいほど、電子は核に強くひきよせられ、軌道半径は小さくなる。ただし、原子の大きさは、最も外側の電子の軌道半径で決まる。

古典的な周回軌道の図も、軌道半径を表現する方法として使われる。

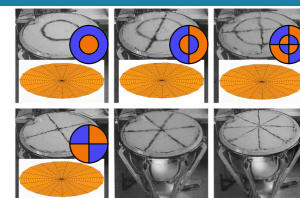
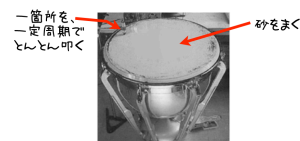
先週のまとめの問題の解答案

- (1) 炭素原子1 molが12gなので、0.2gは0.017 mol
- (2) $0.017N_A$ (N_A はアボガドロ数)
- (3) Oの原子量16なので、酸素分子 O_2 の1 molは32 g
- (4) 炭素原子1と酸素分子1が反応するので、

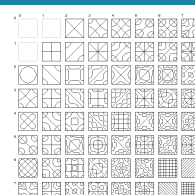
$$0.017 \text{ mol} \times 32 \text{ g/mol} = 0.53 \text{ g}$$
- (5) $22.4 \text{ L/mol} \times 0.017 \text{ mol} = 0.37 \text{ L}$

膜の振動

二次元の定在波のできたは、膜の形で決まる。

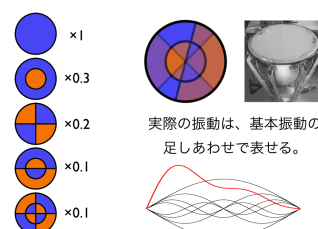


太鼓の膜の定在波。黒線は節を表す。節が多いほど高振動数・高エネルギー
http://www.meta-synthesis.com/webbook/34_qn/qn_to_git.html

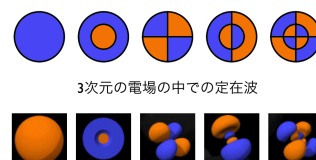


四角い鉄板の定在波。

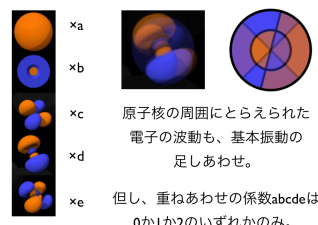
境界の形が違えば、節の形も変わる。
 Waller, M. D. (1961) Chladni Figures: A study in symmetry. London: C. Bell & Sons.



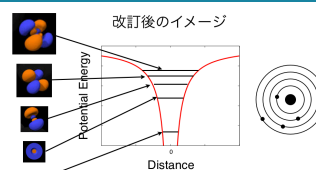
膜の定在波



節が多いほど高エネルギー



但し、重ねあわせの係数abcdeは0か1か2のいずれかのみ。



下限(基底状態)よりも低いエネルギーにはならない
 エネルギーの高い軌道ほど広がっている
 原子番号が大きいほど、軌道は小さくなる