

化学基礎

第三回オンライン講義

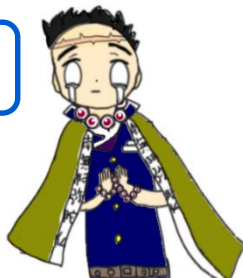
出席チャット欄：
最近はまっていること十名前でお願いします。
(学修番号なくていいです)



娘9歳のStay home中の作品：
折り紙ランドセル鬼滅編

予習に関する質問：
提出用の小テストは初見のものを書くべき？
それとも動画等を見てわかった後を書くべき？

答：後者の方でお願いします！



今日は動画に撮ってみます

阿部穰里

2020年5月27日

前回の質問の答え：
弦の振動で、張力だけを考え、
重力を考えなかったのは、
張力が強いので近似してます。

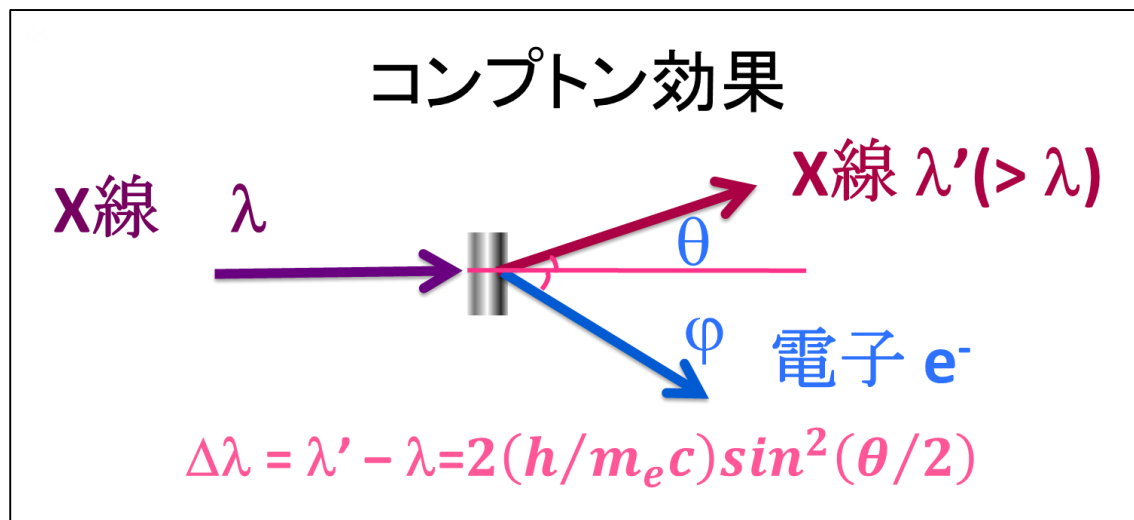


ギター弦の振動動画

https://www.youtube.com/watch?v=KUrSiz5_27U

質問:

コンプトン効果の図で $\Delta\lambda(\lambda')$ が θ に依存するなら θ と ϕ は何によって決まるんですか？

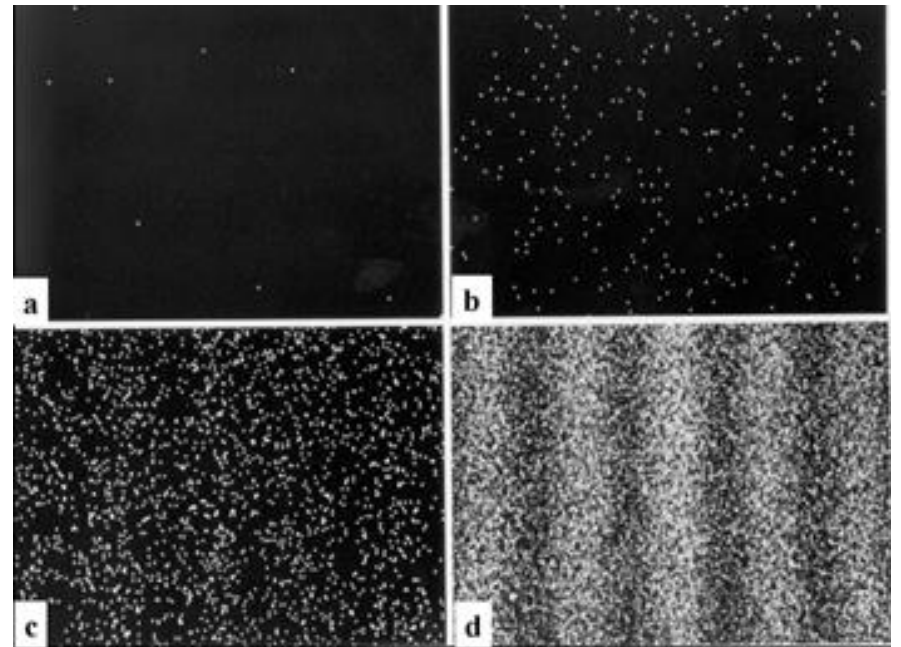


回答: 様々な θ に対して、光の検出器を置いて、出てきたX線の波長 λ' を計ったとき、 λ' が θ に依存しているということです。
(電子の散乱角 ϕ には依存していません)

電子とは？

<https://youtu.be/pIWuNNF1VZo>

<http://www.hitachi.co.jp/rd/portal/highlight/quantum/movie/index.html>



電子の2重スリット問題

- 電子一つ一つは、板にぶつかって観測される
(粒子のようである)
- いろんなところにぶつかっている
- たくさんの電子を飛ばしてみると、
ぶつかった痕は、波の干渉のように、
縞模様になっている
- 電子は実は波なのか？

電子の2重スリット問題

- 一つの電子も実は波で、二つのスリットの前で分裂して通り、通過後また強めあっているのだろうか？そしてぶつかる瞬間に粒子に戻るのだろうか？
- しかしスリットの横に、観測器を付けると、必ずどちらかのスリットを通っていることがわかった。
- しかもスリット横で観測を受けた電子は、結局干渉模様を作らず、粒子を打ち込んだような、二本線になってしまう。
- 観測しようとする、粒子性が出てくる。

電子の2重スリット問題

- 観測＝光をあてる、等の行為が、
電子のあるがままの状態ではなくしてしまっている？
(光のせいで電子の運動量やエネルギーが変化？)

つまり電子のあるがままの状態を

時々刻々に盗み見ることは、私たちにはできない。

繊細かつホラーな電子！

電子の2重スリット問題

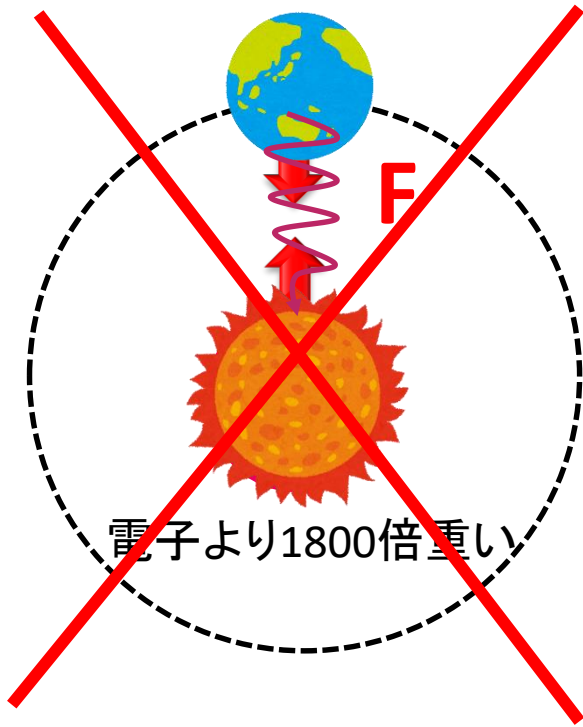
- この現実、ホラーな電子を受け入れよう！
ピュアな粒子でもなければ波でもない
- 一つ一つの電子がどこに飛んでいくかは事前には予想できない。
- しかしたくさんの電子の当たった場所の統計を取れば、確率的に説明をすることができる。

例

さいころで1を出したい。が普通のサイコロではそれを制御することはできない。ただいえることは、何回もさいころを投げれば1が出る確率が $1/6$ であると統計的に調べられるということだ。

電子もさいころと同じ。

ボーアモデル ＝水素原子モデル



クーロン引力

$$F = k \frac{(e)(-e)}{r^2}$$

ボーアの仮説

1. 水素原子中の電子は原子核のまわりをクーロン力により円運動
2. 電磁波を出してエネルギーを失わず角運動量を保存したまま(同じ勢いのまま)運動

3. 角運動量の値も、 $l = \frac{h}{2\pi} n$
(n は正の整数)

という特定の値しかとらない
(h : プランク定数)

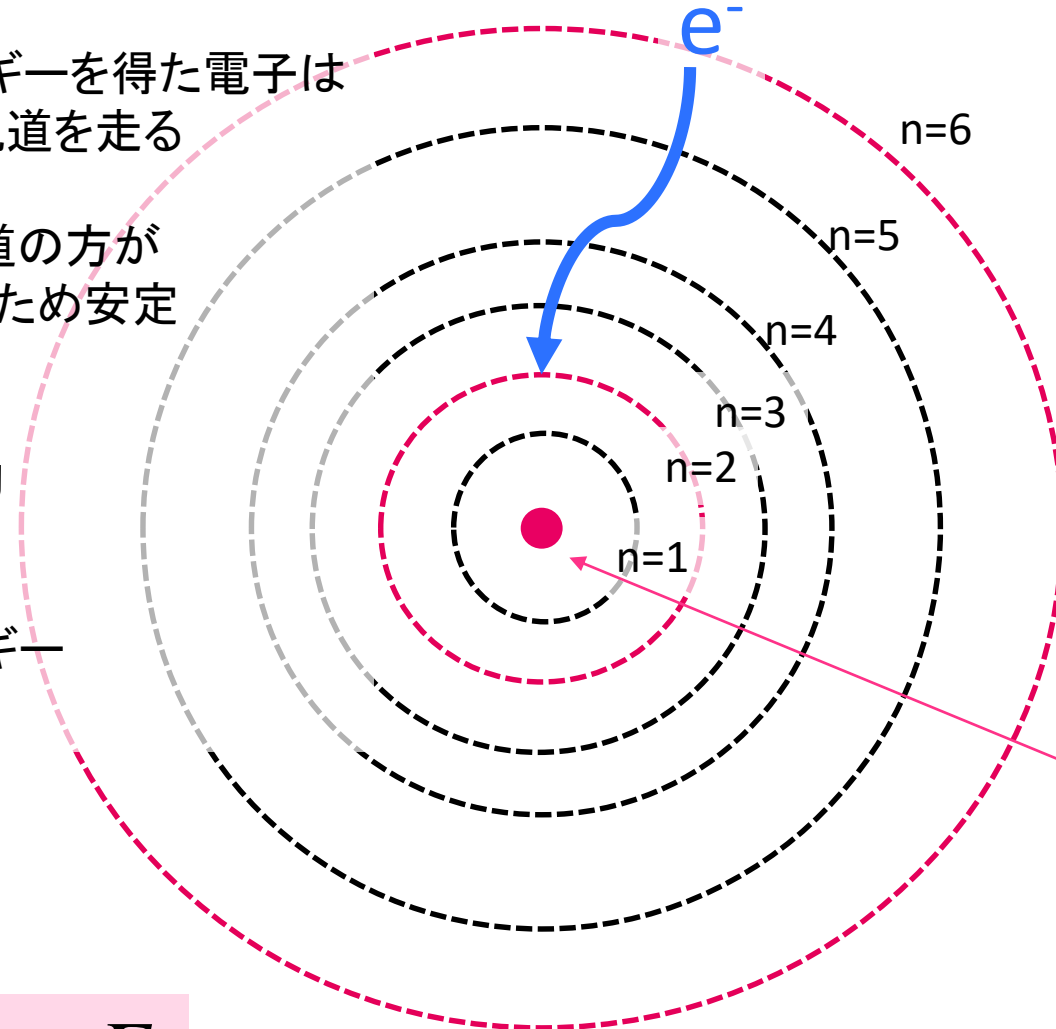
ボーアモデル＝水素原子モデル

放電によりエネルギーを得た電子は
n=6という外側の軌道を走る

↓
しかし、内側の軌道の方が
エネルギーが低いため安定

↓
光を放出し
内側の軌道に移動

なので、
とびとびのエネルギー
の光しか持たない



$$E_n = -\left(\frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2}\right) \frac{1}{n^2}$$

$$r_n = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2} n^2$$

原子核
+e

$\Delta E = E_6 - E_2$ のエネルギーの光が見えている。

それが410nm ボーアモデルすごい！

どぶろい波(物質波)



ド・ブロイ
貴族です！

全部、波じゃない？

$$p = \frac{h}{\lambda} \quad \text{なら}$$

電子みたいに
質量があるものにも
波長を決めてもよくない？

$$mv = \frac{h}{\lambda} \quad \lambda = \frac{h}{mv}$$

(注)2重スリット実験より前に予言

“角運動量の量子化” の意味するところを考えると？

$$l = r \boxed{p} = \frac{h}{2\pi} n \quad n=1, 2, 3, \dots$$

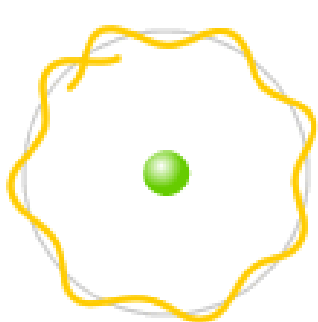
電子も波だと思って、
波長をもつとする

$$p = \frac{h}{\lambda} \quad \text{代入}$$

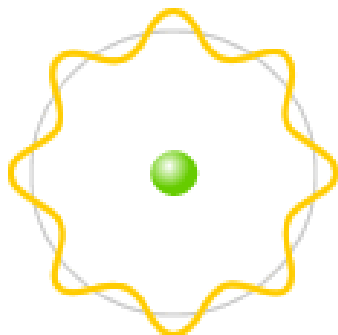
$$\rightarrow r \frac{h}{\lambda} = \frac{h}{2\pi} n \quad \rightarrow \underline{2\pi r = n\lambda}$$

この意味を作図で考えると...

定常波！



波が打ち消しあい
不安定



安定して存在

定常波が
できている！
やはり電子は
波なのか！？

$$2\pi r \neq n\lambda \quad 2\pi r = n\lambda$$

しかしボーアモデルは、水素原子以外の
光の波長を正しく予言できなかった...

→ 電子の振る舞いを記述する新しい理論が必要
シュレディンガー方程式