

化学基礎論 C

化学とは？ 原子から成る物質の結合と反応
についての科学

- 原子と原子はなぜ結合するのか？
- ある反応はなぜおきるのか？

2つの原理 { 量子力学 ミクロ世界をつかまえる
熱力学 マクロ世界をつかまえる

講義の構成

化学基礎論

C

春

夏

D

秋

冬

$\left(\begin{array}{l} \text{原子} \\ \text{分子} \end{array} \right)$ の量子力学による $\left(\begin{array}{l} \text{理解} \\ \text{記述} \end{array} \right)$ の方法を学ぶ。

教科書 アトキンス「一般化学」(上)
東京化学同人

0章 化学の基本

1章 量子の世界

2章 量子力学：原子の素顔

3章 化学結合

4章 分子の形と電子構造

評価方法 (予定)

- 毎回の宿題の提出
- 期末テスト

0章 予備知識の整理

教科書 1～16ページ

0-1

物理的性質

物質そのものがえすに 観測や
測定で得る性質 質量, 温度,

沸点, 融点, 比熱

化学的性質

反応のしやすさ

H_2 は O_2 と反応しやすい
 CH_3COOH は酸と反応しやすい

物理変化

物質そのものは変化しない

化学変化

物質そのものが変化する.

⑨ 記号の表記についての注意点

物理量 l, t, m など イタリック (斜体) で書く

単位 m, s, kg など ローマン (直立体) で書く

$$l = 1 m \qquad m = 2 kg$$

Italic Roman

◦ 示量性の性質 : サイズで変わる性質
体積, 質量 など

示強性の性質 : サイズで変わらない性質
密度, 沸点, 融点 など

◎ 有効数字

$$\frac{12.345 \times 6.700}{89.1 + 234.5} = \text{有効数字何ケタ?}$$

答: 4ケタ

$$\cdot 0.10 \text{ g} + 0.024 \text{ g} = 0.12 \text{ g}$$

足し算・ひき算

小数点以下のケタ数のうち
最小のものに合わせる

$$\cdot 8.62 \text{ g} / 2.0 \text{ cm}^3 = 4.3 \text{ g cm}^{-3}$$

かけ算・わり算

最小のケタ数に合わせる

・ 対数

$$\log_{10} 2.45 \times 10^{12} = 12.389$$

↑ ↑
仮数 指数

12.4 ← 切りかゝり

対数値の小数点以下のケタ数を

もとの数の仮数のケタ数と同じにする
(引数)

対数値の整数部は引数の指数に
対応するの2、有効数字に含めない

0-2 ・ 力 \propto 加速度

$$F \propto a$$

この比例定数は質量

$$F = m a$$

0-3 ・ エネルギー = 仕事を可る能力

・ 仕事 = 力 × 距離

$$1 \text{ J} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

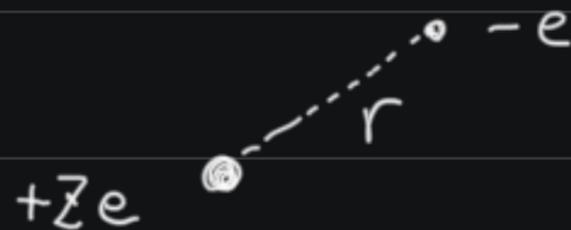
・ 粒子の ^{力学的} 全エネルギー

$$E = E_k + E_p$$

・ 運動エネルギー - $E_k = \frac{1}{2} m v^2$
kinetic energy

位置エネルギー - $E_p = mgh$ (重力場)
potential energy

$$E_p = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi \epsilon_0 r} \quad (\text{電場})$$

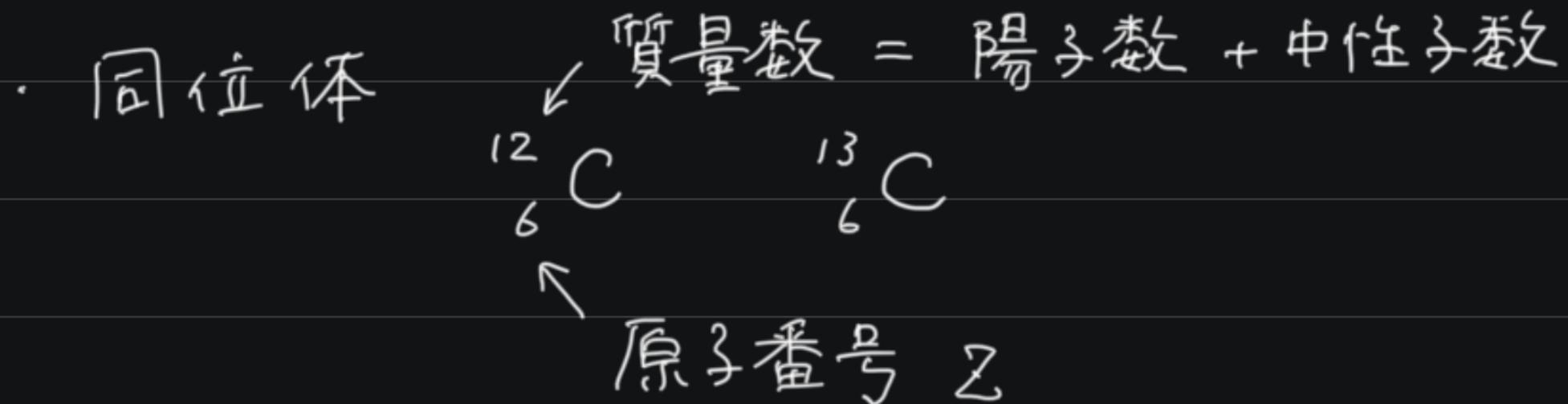


「クーロン定数」
Coulomb

0-4 原子

2016年時点2" 118種が命名されている。

原子 "atom"
元素 "element"
単体 \nearrow 単語

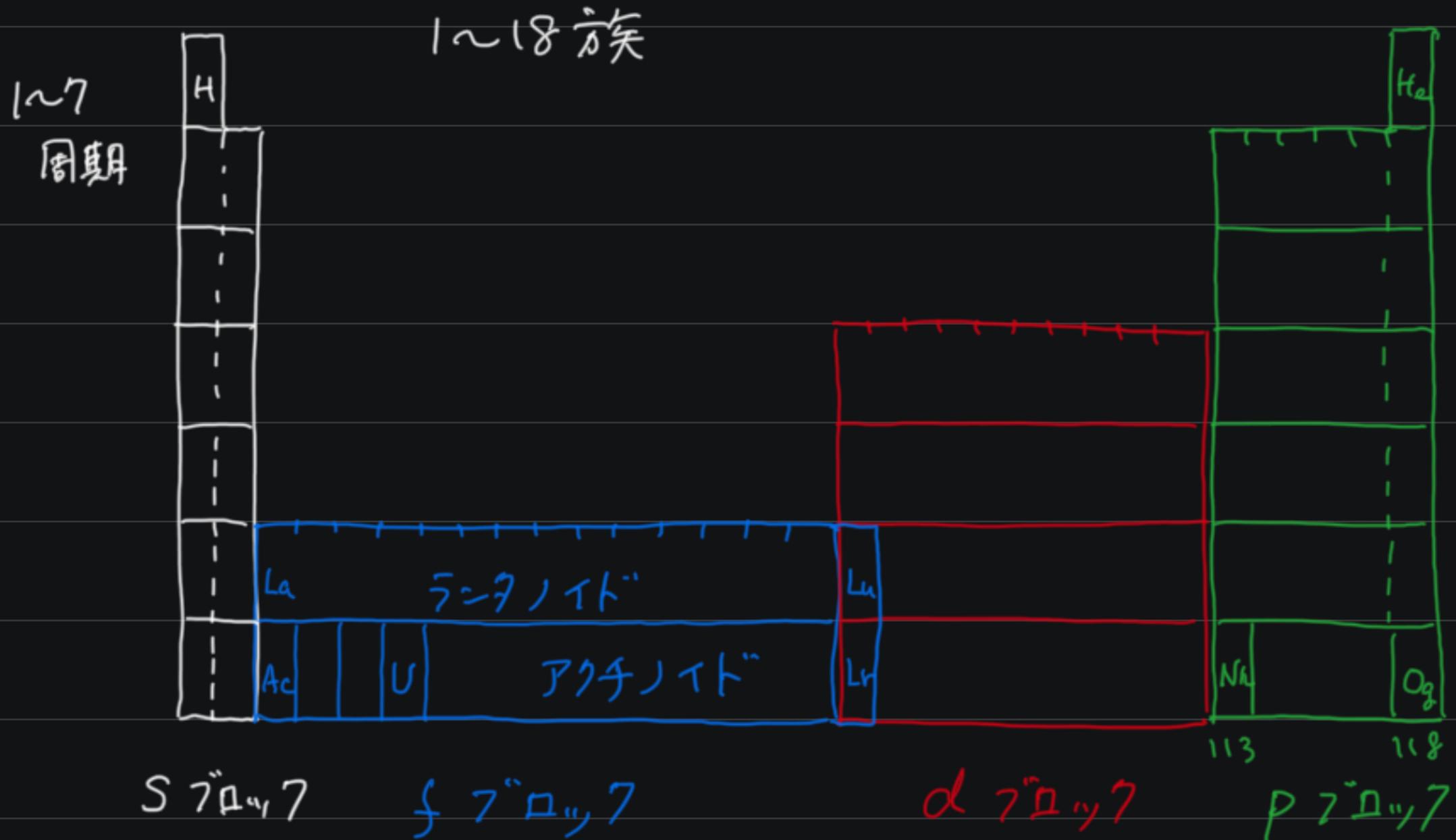


・ 周期表

periodic table

周期・族

period, group



0-5 イオン

“ アニオン ”

anion

陰イオン

“ カチオン ”

cation

陽イオン

第一章 量子論の考え方

原子・電子・光の新しい見方

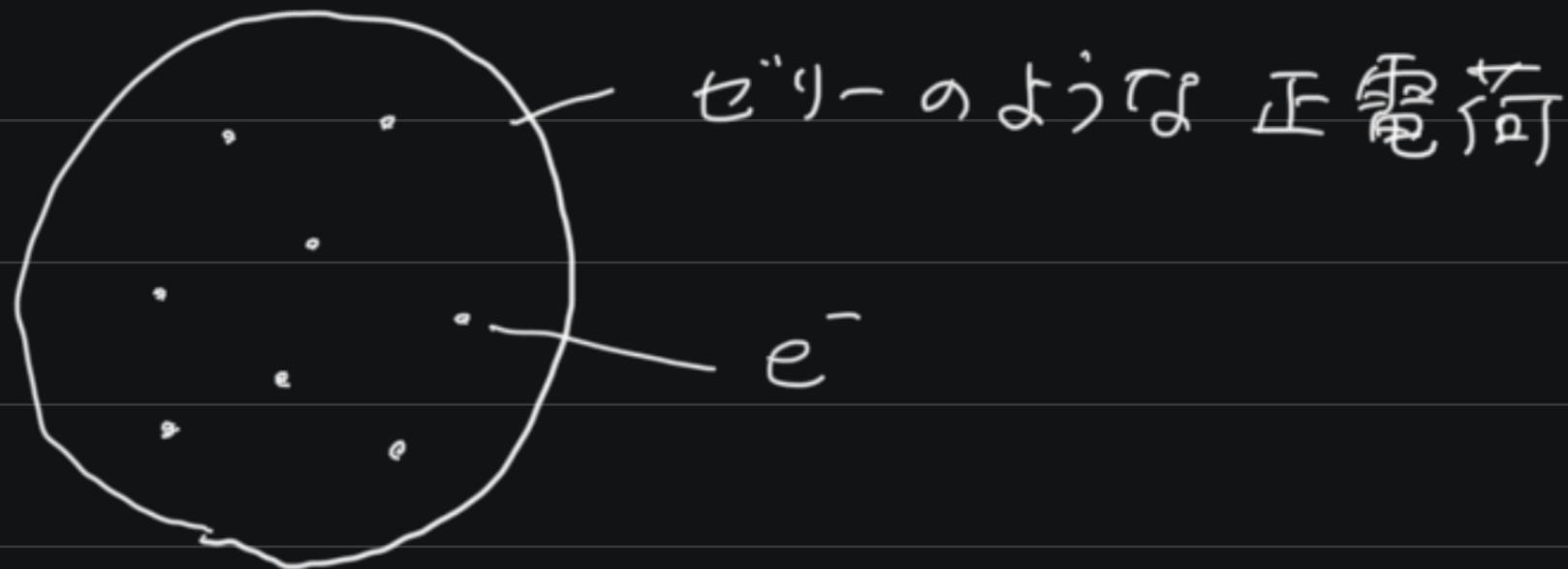
認知のしかた

1-1 原子の姿

- トムソンの考えた原子

J. J. Thomson : 電子の発見

“陰極線” 1897年



「正電荷はひろがっている」 1904年

トムソンのモデル

「正電荷はひろがっている」 1904年



「核のまわりに電子がまわっている」

“土星モデル” 長岡半太郎 1904年

阪大初代総長

• ラザフォード Ernest Rutherford

α粒子の発見

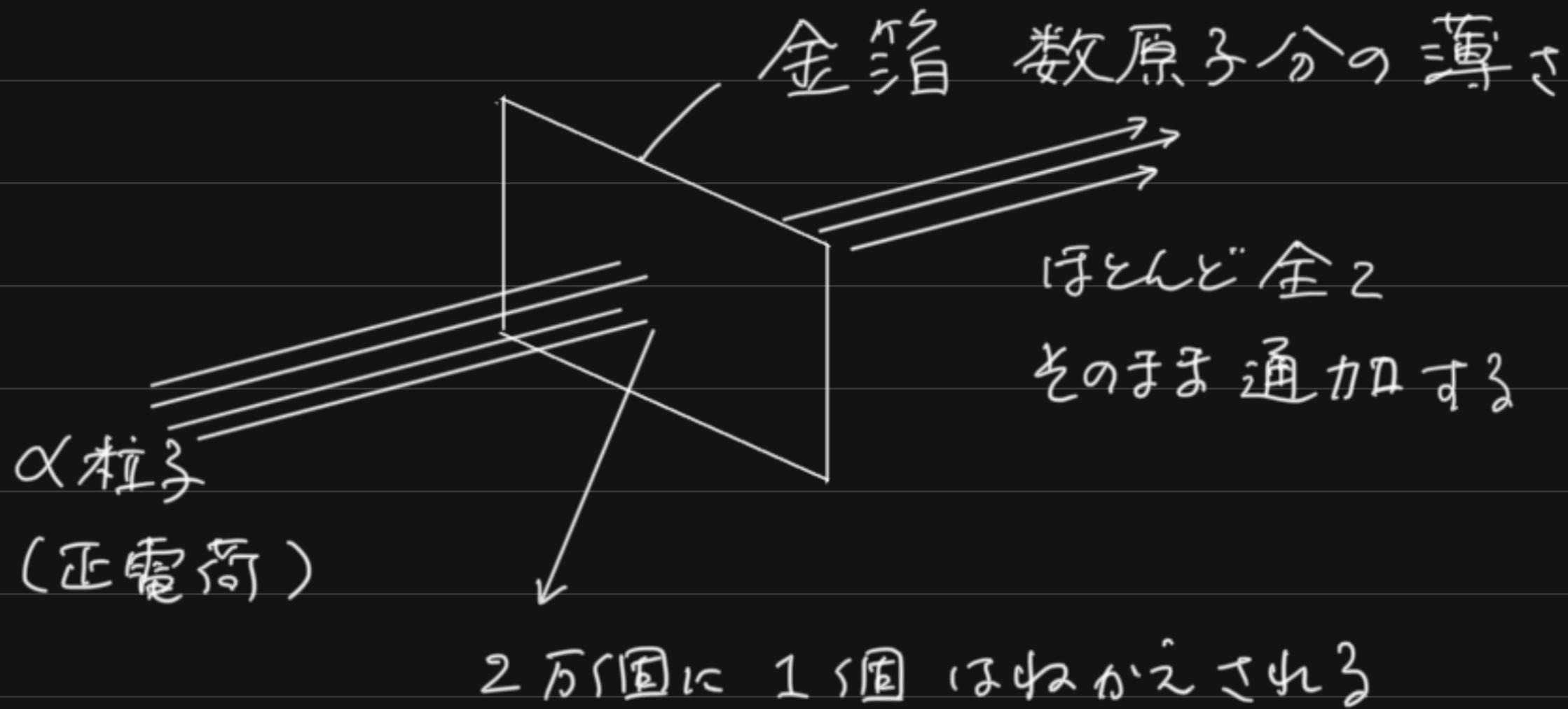
〃

高速の He^{2+}

• ガイガー, マースデンの実験 1908年

・ ガイガー、マーステンの 実験

1908年



2万個に1個はつかえされる



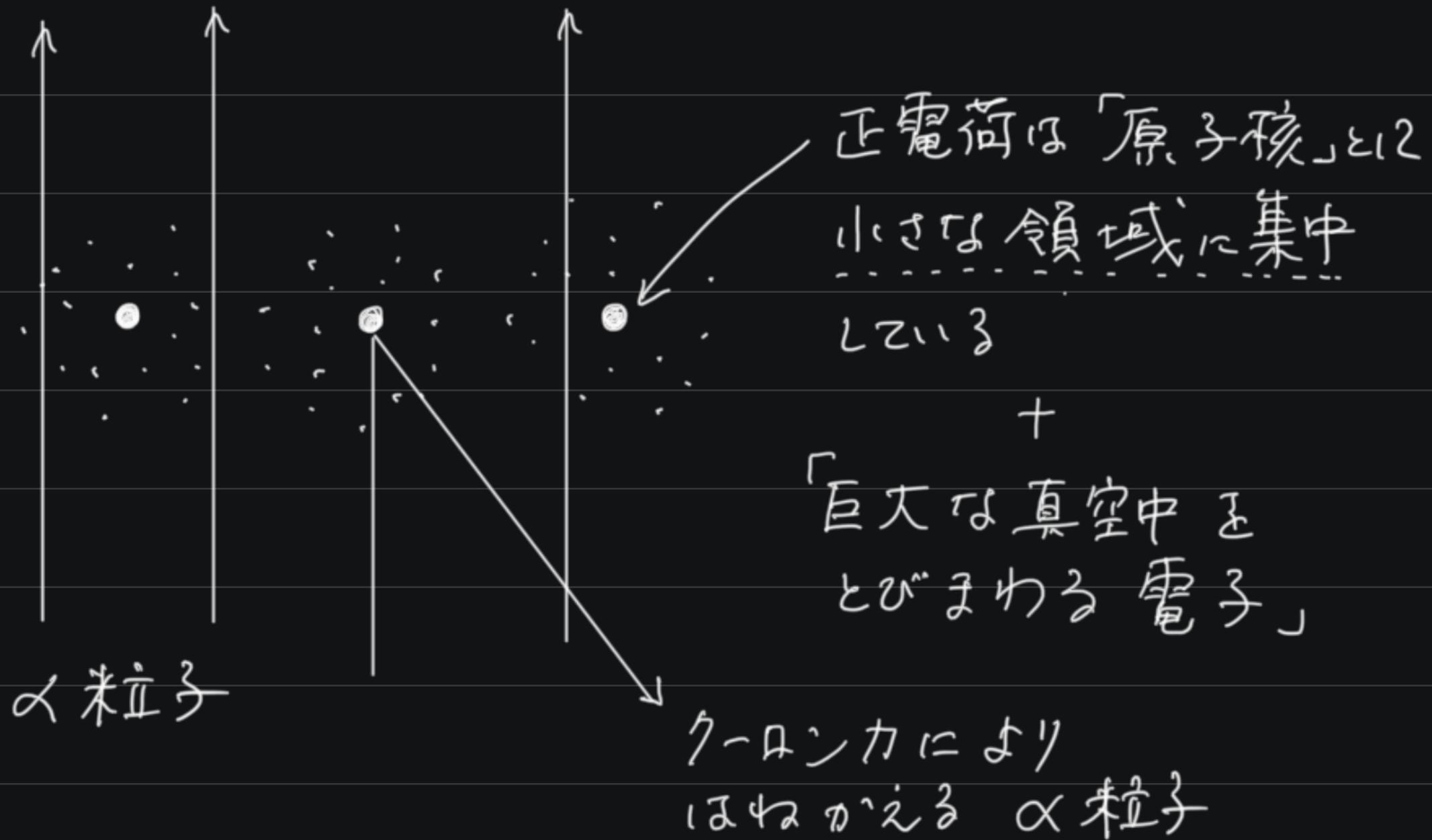
トムソンのモデルでは説明できない

「すべての α 粒子が通りぬけるはず」



「原子の核モデル」

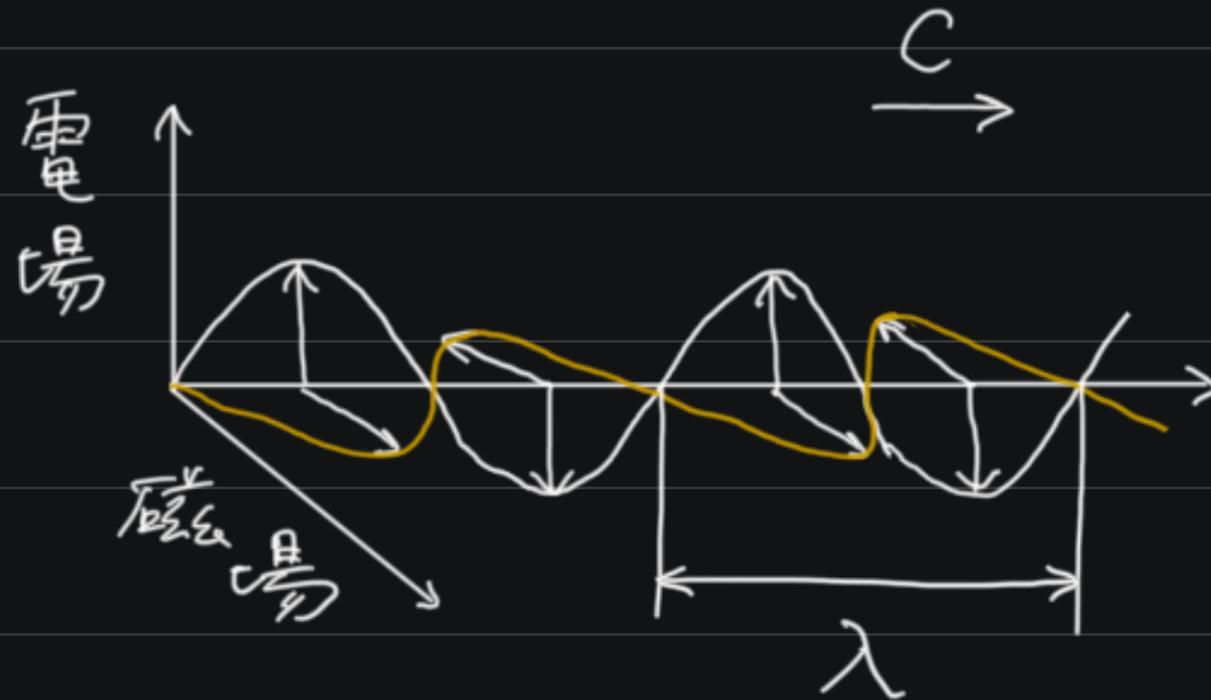
「原子の核モデル」



1-2 原子の構造を調べる方法

「分光学」 光の吸収や発光を使って
原子や分子を調べる学問分野

光 = 電磁波





$$\lambda \times \nu = c$$

波長 振動数 光速

m

s⁻¹

ms⁻¹ (3 × 10⁸ ms⁻¹)

(Hz)

◎ 光が関わる現象で、1900年代初頭まで謎であった現象の1つ

「どんな原子も高温にした時、放電にさらすと発光することが知られていた」

「その発光の振動数は原子ごとに決まっていた」

1-3 原子スペクトル

H原子の発光スペクトル : 最も単純

赤 青 紫



バルマー系列

$\lambda = 656.3 \text{ nm}$ 486.1 nm 434.0 nm 410.2 nm

$$\lambda \propto \frac{n^2}{n^2 - 4}$$

$n = 3, 4, 5, \dots$ の規則性を発見

(1885年)

$$\lambda \propto \frac{n^2}{n^2 - 4}$$

$n = 3, 4, 5, \dots$ の規則性を発見

(1885年)

(確認)

a: λ	656.3	486.1	434.0	410.2
n	3	4	5	6
b: $\frac{n^2}{n^2 - 4}$	$\frac{9}{5}$	$\frac{16}{12}$	$\frac{25}{21}$	$\frac{36}{32}$
$\frac{a}{b}$	364.6	364.6	364.6	364.6

$$\lambda \propto \frac{n^2}{n^2 - 4}$$

$n = 3, 4, 5, \dots$ の規則性



振動数に 変換すると

$$\nu = cR \left| \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right| \quad \text{と同じ}$$



一般式

$$\nu = cR \left| \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right|$$

「リュドベリ」の式

Rydberg

R : リュドベリ定数

- 疑問点: なぜ発光の振動数はとびとびの値をとるのか?

当時の仮説 「H原子中の電子はとびとびのエネルギー値しかとらぬ」

↳ $\frac{R}{n^2}$ に比例する値

と12 「2つの状態間のエネルギー差を電磁波の形で放出している」
のは正しいか?

しかしこれを説明する理論は「なかった」



「量子力学」の登場

宿題

1. 教科書 1~16 ページを読む
2. 教科書 68~72 ページを読む
3. 復習問題 1.1 A, B と 1.2 A, B
を解答12 CLE に提出する。