

Bohrの原子

円軌道

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{m_e v^2}{r}$$

$$E = \frac{1}{2} m_e v^2 - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$



水素原子

$$W = \int_{\infty}^r \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \left[-\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right]_{\infty}^r$$

$$E = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}$$

半径任意 E 也任意

電子周回 \rightarrow 電磁波
I 能量 - 矢的放射

Bohrの仮説

① 角運動量 $= \frac{h}{2\pi} = \hbar$ の整数倍

$$m_e v r = n \frac{h}{2\pi} = n \hbar \quad (n=1, 2, 3, \dots)$$

量子
条件

$$r_n = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m_e e^2} \cdot n^2$$

半径 r と v の値
離散的

$$E_n = - \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 \hbar^2} \cdot \frac{1}{n^2} = -13.6 \text{ eV} \cdot \frac{1}{n^2}$$

n で状態 (r, E) が指定 eV エレクトロボルト
量子数 電子ボルト

1C クーロン

1V

"

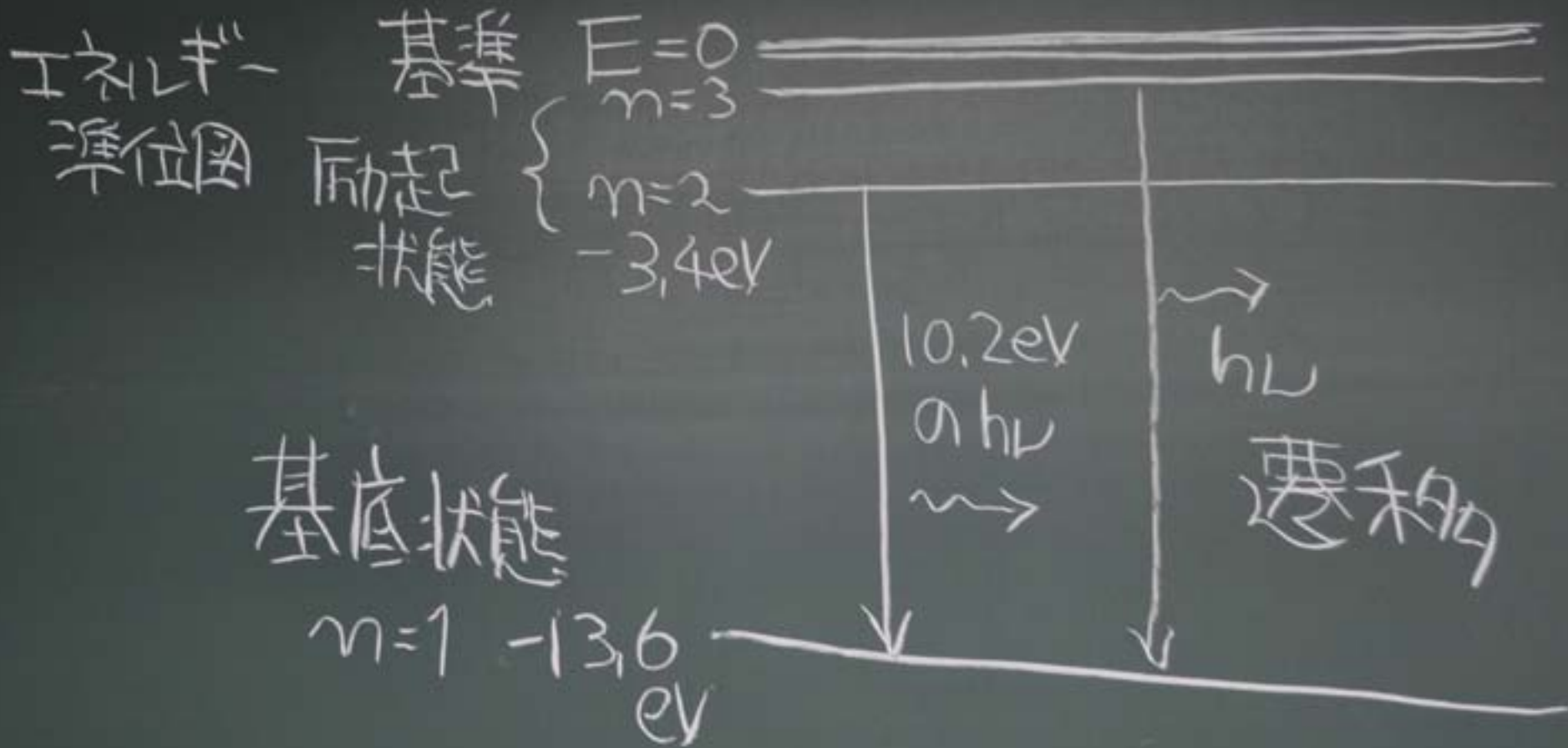
1J = $1^{\text{クー}} \cdot 1\text{V}$

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

② 電子が n_1 から n_2 の状態に変化する時に
電磁波(光)を吸収・放出する

光のエネルギー $h\nu$ ν ニュー 振動数

$$h\nu = |E_{n_1} - E_{n_2}|$$
$$= \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^3} \left| \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right|$$



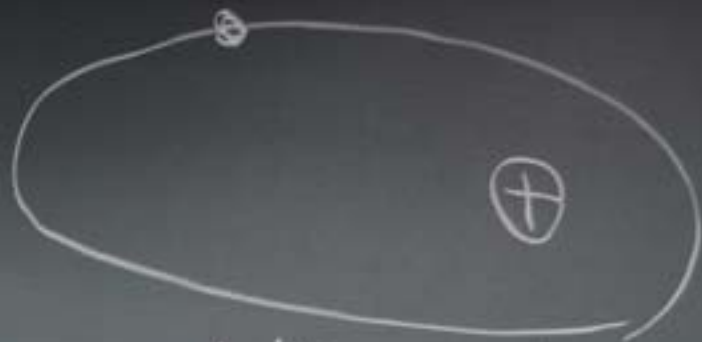
1.2 量子数.

(1.16)

整数量子数

$$J_\varphi = \oint p_\varphi d\varphi = \underbrace{k}_{} h.$$

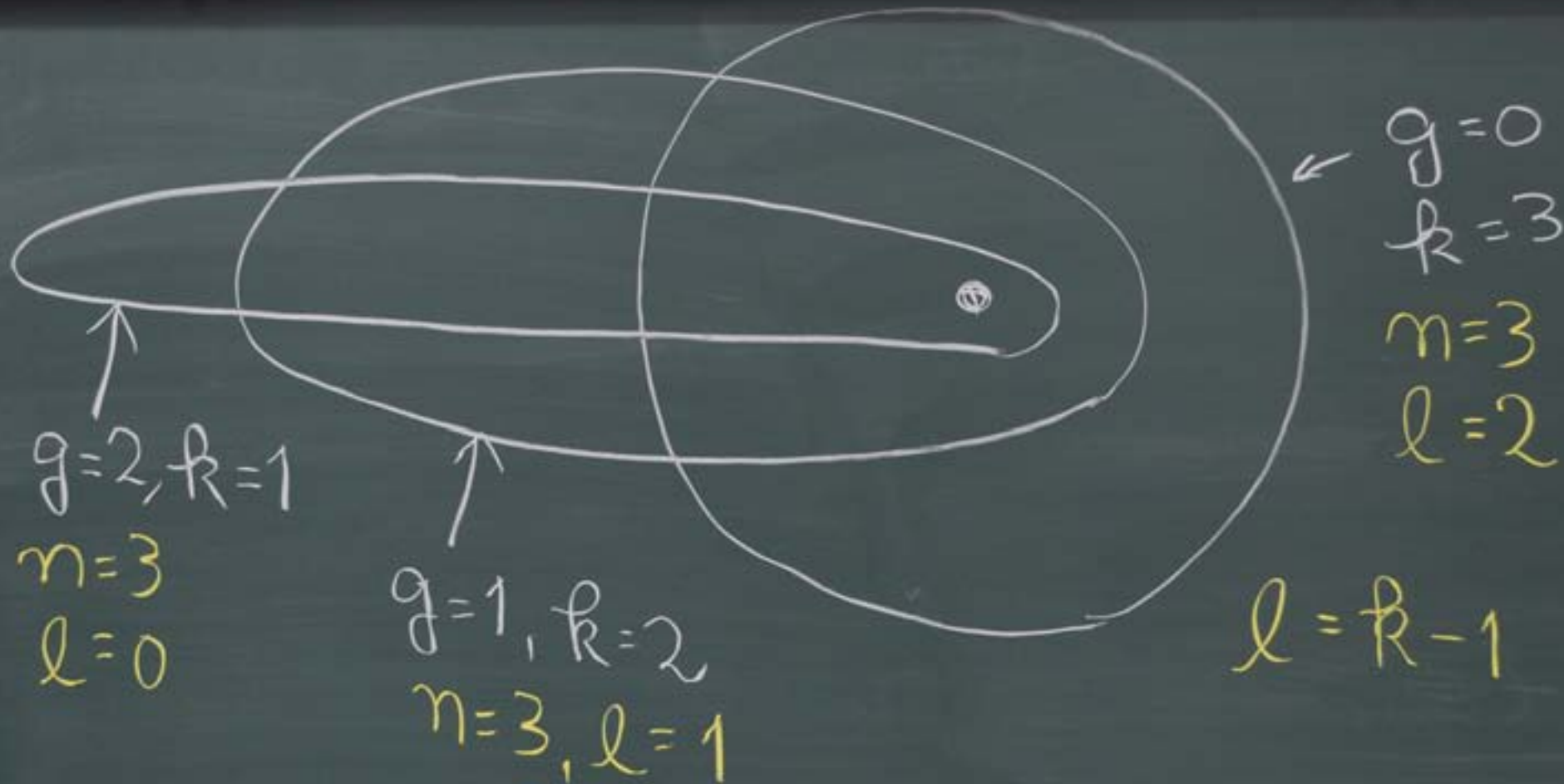
$$J_r = \oint p_r dr = \underbrace{g}_{} h \quad g=0,1,2,3 \dots$$



トーラス軌道

Sommerfeld の 量子条件

$$n = k + g.$$



n : 主量子数 ($n=1, 2, 3, \dots$)

l : 角運動量子数 (方位量子数) ($l=n-1, n-2, \dots, 1, 0$)

m : 磁気量子数 ($m=-l, \dots, -1, 0, 1, 2, \dots, l$)

$[m_s: \text{スピンの量子数} (m_s = \pm \frac{1}{2})]$

↓
Total n^2
の軌道
↓
 $2n^2$

1.3 Pauliの排他原理

同じ状態には1つの電子

↑
量子

↑
K殻



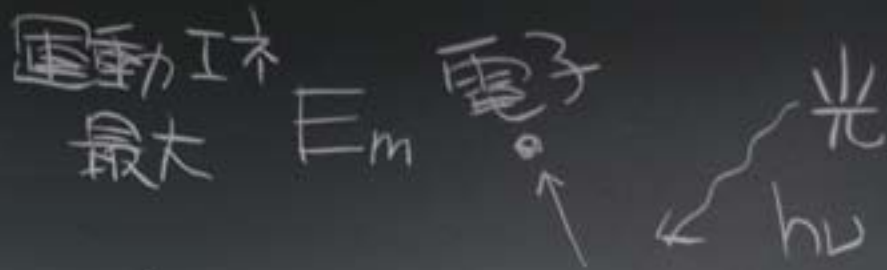
K	n=1	↑	↓	1s
L	n=2, l=0	↑	↓	2s
	n=2, l=1	↑	↓	2p

$$l=0 \rightarrow s$$

$$l=1 \rightarrow p$$

$$l=2 \rightarrow d$$

1.4 光の粒子性



光電効果 λ $\left\{ \begin{array}{l} \text{長波長} \text{ 全く出てない} \\ \text{短波長} \text{ 出てる数} \propto \text{強度} \end{array} \right.$ 金属板

$$E_m = h\nu - \phi$$

λ マイ: 仕事関数

アインシュタイン
光量子仮説

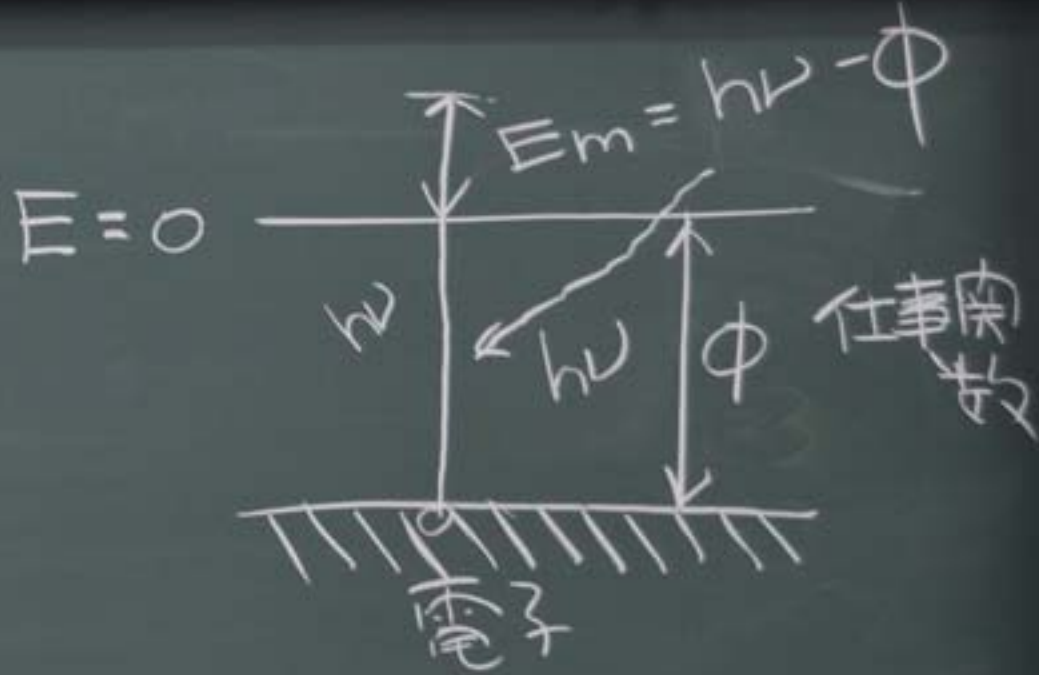
光は粒子 1粒のエネルギー $h\nu$ と考える

限界周波数

$$h\nu_0 = \phi$$

$$\nu_0 = \phi/h$$

$\nu \geq \nu_0$ 光電子



限界波長

$$h \frac{c}{\lambda_0} = \phi$$

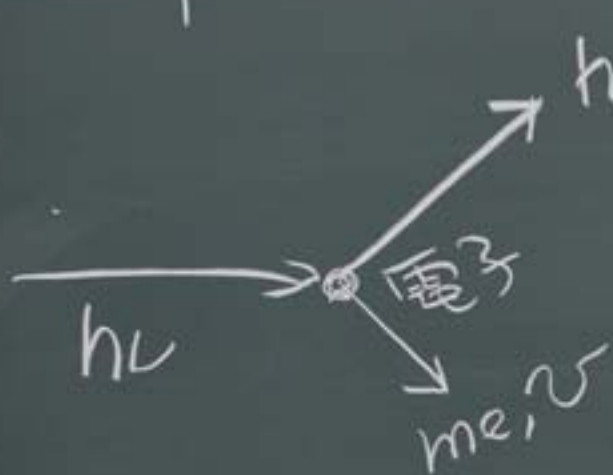
$$\lambda_0 = \frac{hc}{\phi}$$

$\lambda \leq \lambda_0$ 光電子.

Compton 效果

電波 · 光 · X 線

電磁波



$$h\nu = h\nu' + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\frac{h\nu}{c} = \frac{h\nu'}{c} \cos\theta + mv \cos\phi$$

$$0 = \frac{h\nu'}{c} \sin\theta - mv \sin\phi$$

光の { 波動性 ... 回折, 干渉
 | 粒子性 ... 光電効果, コンプトン効果
二重性 光量子 → 光子 (photon)

de Broglie

物質 (粒子) も波動性をもつものでは?

物質波

光の場合

$$E = h\nu = \hbar\omega$$

$$p = h/\lambda = \hbar k$$

粒子

波

ν, λ

粒子の場合

$$\lambda = h/mv$$

ドブロイの関係

Bohrの量子条件

$$mvr = n \frac{h}{2\pi}$$

$$2\pi r = \left(\frac{h}{mv} \right) \cdot n \\ = \lambda \cdot n$$

