

期 末 試 験 問 題	試験日	2015 年 7 月 29 日	解答用紙	2 枚
原子物理学概論	担 当	荒川 一郎	計算用紙	0 枚

- ・電卓の持ち込み可です。携帯電話は不可です。
- ・ Boltzmann 定数 $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K, 光速 $c = 3.00 \times 10^8$ m/s とする。

- 水素原子の電子のエネルギー準位を以下に従って求めよ。電子の質量, 軌道半径, 速度をそれぞれ m, r, v , 素電荷の大きさを e とする。他に用いる記号はその定義を示すこと。
 - 電子が円軌道を描く条件を示せ。その理由も説明すること。核は動かないとしてよい。
 - 電子の de Broglie 波長 λ を電子の質量と速度により表せ。
 - 電子はどのような時に定常状態を取るのか説明し、それを表す条件式を示せ。
 - これらから、水素原子の電子のエネルギー準位 E_n を表す式を導け。
- 物質に X 線を照射したとき Compton 効果と呼ばれる現象が観測される。
 - Compton 効果ではどのような現象が見られるのか説明せよ。
 - Compton 効果は光の粒子性の証拠といわれる。それはなぜか説明せよ。
 詳細な式を書く必要は無いが、実験・観察の内容と、その解釈の物理的背景がわかるように書くこと。字数は制限しない。それぞれ 100~200 字程度で良い。もちろん式・図を用いて差し支えない。
- 溶鉱炉から発する光のスペクトル $u(\lambda, T)$ (炉内の温度 T のときの波長 λ の光のエネルギー密度) の研究から Planck の定数 h が生まれた。次の経験的な法則、および理論式について、以下の問に答えよ。

- Wien の変位則：強度 $u(\lambda, T)$ が最大となる波長 λ_{\max} と温度 T の関係。

$$\lambda_{\max} T = 2.9 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K} \quad (1)$$

- Wien の式：ピークを含む短波長領域のスペクトルを表現する経験則。 A は定数。

$$u(\lambda, T) d\lambda \propto \frac{1}{\lambda^5} \exp\left(-\frac{A}{\lambda T}\right) d\lambda \quad (2)$$

- Rayleigh-Jeans の理論式：長波長領域は実測によく合う。

$$u(\lambda, T) d\lambda \propto \frac{T}{\lambda^4} d\lambda \quad (3)$$

- Planck の放射公式：式 (2) と式 (3) を一つにして実測値に合わせる工夫。

$$u(\lambda, T) d\lambda = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{kT\lambda}\right) - 1} d\lambda \quad (4)$$

- 式 (1) の値を基に式 (2) の定数 A を求めよ。
- 式 (4) は、短波長では式 (2)、長波長では式 (3) の形に近似できることを示せ。
- Planck の定数 h の値を求めよ。