

期 末 試 験 問 題	試験日	2014 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

1. 水素原子の構造に対する Bohr の仮説と de Broglie の考え方は以下の三式にまとめられる。

$$(1) \quad v^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m r} \quad , \quad (2) \quad \lambda = \frac{h}{mv} \quad , \quad (3) \quad 2\pi r = n\lambda$$

- (a) 記号 $v, e, \epsilon_0, m, r, \lambda, h, n$ の意味をすべて記せ. (« v は速度」は答えにならない. «何の速度」かを明記すること.)
- (b) 各式が表現していることを説明せよ.
- (c) この三つの式から, 水素原子の電子のエネルギー準位 E_n を表す式を導け.

2. 波と考えていた光が粒子的な性質を持つことを示した実験あるいは観測事実を三つあげ, それぞれ, いかなる実験結果・現象と考察から光が粒子的な性質を持つと考えるに至ったか解説せよ. 詳細な式を書く必要は無い (もちろん書いても良い) 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. 字数は制限しないが, 100~200 字程度で良い.

3. 19 世紀後半の製鉄業において, 溶鉱炉から発する光のスペクトル $u(\lambda, T)$ (波長 λ の光のエネルギー密度) と炉内の温度 T の関係の研究から 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.

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

- (a) 式 (1) の値を基に式 (2) の定数 A を求めよ.
- (b) 短波長の極限で式 (4) は式 (2) の形に近似できることを示し, それらの比較から, Planck の定数 h の値を求めよ.