

物 理

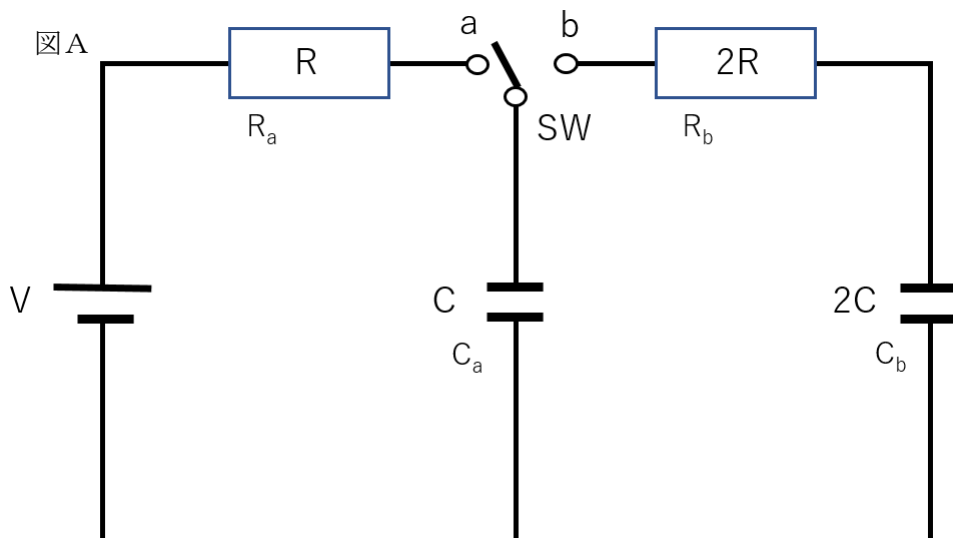
(解答はすべて解答用紙に記入し、この問題用紙に記入しないこと。)

1. 次の(1)～(5)の単位の定義において、もっとも重要な(それなしでは定義ができない)物理定数を下の□の(ア)～(コ)から1つ選び、その記号を解答しなさい。(各5点)

(1)メートル (2)キログラム (3)アンペア (4)ケルビン (5)モル

(ア) 真空中の光速度	(イ) 万有引力定数	(ウ) 電子の質量
(エ) 電子の磁気モーメント	(オ) 素電荷	(カ) 原子質量定数
(キ) アボガドロ数	(ク) ボルツマン定数	(ケ) プランク定数
(コ) 該当なし		

2. 電気抵抗がそれぞれ R 、 $2R$ の抵抗 R_a と R_b 、静電容量がそれぞれ C 、 $2C$ のコンデンサー C_a と C_b 、内部抵抗が無視できる起電力が V の電池とスイッチ SW が、以下の図Aのように接続されている。初期状態ではコンデンサーの電荷は0であるとして、以下の問いに答えよ。



- (1) 時刻 $t = 0$ でスイッチを接点 a に入れた後の抵抗 R_a に流れる電流を $i(t)$ として、 $i(t)$ の従う微分方程式と境界条件を書け。(5点)
- (2) 上記微分方程式を解いて、 $i(t)$ を t の関数として記述せよ。(5点)
- (3) t が十分大きくなった後の、コンデンサー C_a に蓄えられている電荷 Q と静電エネルギー U は、それぞれいくらか。(5点)
- (4) この状態からスイッチを接点 b に入れて十分時間が経過した時、コンデンサー C_b にかかる電圧 V_2 はいくらか。(5点)
- (5) この時、抵抗 R_b で生じた熱の量はいくらか。(5点)

3. 一辺の長さが L の立方体 ($0 < x, y, z < L$) に質量 m の自由粒子が閉じ込められている。このときその波動関数は

$$\varphi(x, y, z) = \sqrt{\frac{8}{L^3}} \sin\left(\frac{n_x \pi}{L} x\right) \sin\left(\frac{n_y \pi}{L} y\right) \sin\left(\frac{n_z \pi}{L} z\right) \quad (n_x, n_y, n_z = 1, 2, 3, \dots)$$

のように書くことができる。

(1) シュレディンガー方程式

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \varphi(x, y, z) = \varepsilon \varphi(x, y, z)$$

を用いて粒子のエネルギーを求めよ。(5点)

(2) 基底状態の粒子のエネルギーはいくらか。(5点)

(3) 下から 1, 2, 3 番目の励起状態のエネルギーは、それぞれ基底状態の何倍になるか。(各5点)

4. 自然界に存在する 4 つの力について、知るところを述べよ。(25点)