

ハイレベル物理 基礎力確認テスト⑬

1

次の (1) ~ (4) に入れるのに最も適当な式, 数を記せ。

起電力 $E[V]$ の内部抵抗が無視できる電池 E , 抵抗値 $R[\Omega]$ の抵抗 R , 可変抵抗 K , 電球 L , スイッチ S を用いて図 1 のような回路を組んだ。

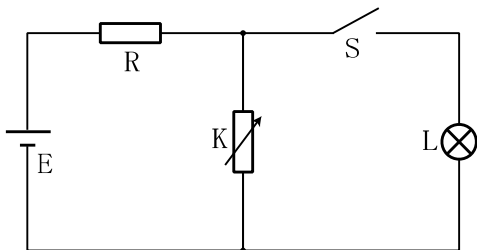


図 1

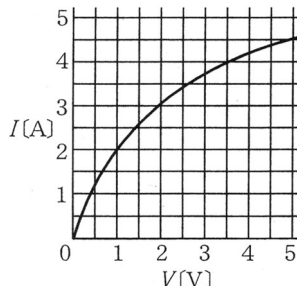


図 2

問 1 S を閉じた。 K の抵抗値を R の x 倍とすると, K および電球 L の両端の電圧を V として, 電球に流れる電流 I は E, V, R, x を用いて, $I =$ (1) となる。電球は図 2 のような電圧-電流特性を持つ。 $E = 9.0, R = 3.0, x = 0.5$ のとき, 電球を流れる電流は図 2 を用いて (2) [A] と求められる。

(1) の選択肢

ア. $\frac{E}{R} - \left(\frac{1+x}{x}\right)\frac{V}{R}$ イ. $\frac{E}{R} + \left(\frac{1+x}{x}\right)\frac{V}{R}$ ウ. $\frac{E}{R} - \left(\frac{1-x}{x}\right)\frac{V}{R}$ エ. $\frac{E}{R} + \left(\frac{1-x}{x}\right)\frac{V}{R}$

(2) の選択肢

ア. 1.0 イ. 2.0 ウ. 3.0 エ. 4.0

問 2 次にスイッチ S を開いた。 K の抵抗値を R の y 倍とすると, K の両端の電圧 V_K は E, y を用いて, $V_K =$ (3) [V] となる。また, K で消費される電力が最大になるのは, $y =$ (4) のときである。

(3) の選択肢

ア. $\frac{1-y}{y}E$ イ. $\frac{y}{1-y}E$ ウ. $\frac{1+y}{y}E$ エ. $\frac{y}{1+y}E$

(4) の選択肢

ア. 1 イ. 1.5 ウ. 2 エ. 3

2

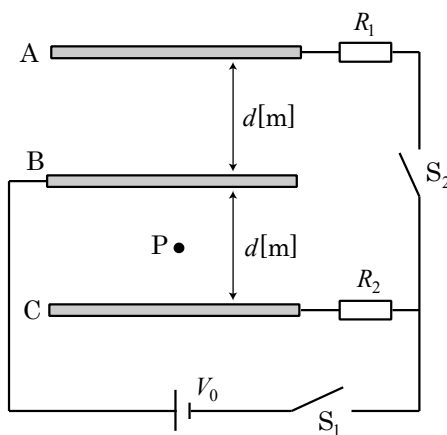
図のように, 同じ半径 $r[m]$ の 3 枚の導体平面円板 A, B, C を同じ間隔 $d[m]$ で空気中に平行に置き, 内部抵抗の無視できる起電力 $V_0[V]$ の電池に, 抵抗値 $R_1[\Omega], R_2[\Omega]$ の抵抗, スイッチ S_1, S_2 を通して接続した。はじめスイッチ S_1, S_2 は開いていて, 各平板 A, B, C に電荷はない。

ここで, 平板周辺部の影響は無視できるものとし, 空気の誘電率を $\epsilon_0[F/m]$ とする。

(5) S_1 を閉じて十分に時間が経過した後の B と C の中間の点 P の電界の強さを求めよ。

ア. $\frac{V_0}{3d}$ イ. $\frac{V_0}{2d}$ ウ. $\frac{V_0}{d}$ エ. $\frac{2V_0}{d}$

(6) (5) のときの B にたまった電気量を求めよ。



ア. $\frac{\epsilon_0 \pi r^2 V_0}{3d}$ イ. $\frac{\epsilon_0 \pi r^2 V_0}{2d}$ ウ. $\frac{\epsilon_0 \pi r^2 V_0}{d}$ エ. $\frac{2\epsilon_0 \pi r^2 V_0}{d}$

(7) 次に、 S_1 を開き、 S_2 を閉じてから十分に時間が経過した。この間に R_1 と R_2 で発生したジュール熱の合計を求めよ。

ア. $\frac{\epsilon_0 \pi r^2 V_0^2}{4d}$ イ. $\frac{\epsilon_0 \pi r^2 V_0^2}{3d}$ ウ. $\frac{\epsilon_0 \pi r^2 V_0^2}{2d}$ エ. $\frac{\epsilon_0 \pi r^2 V_0^2}{d}$

(8) 次に、 S_2 を閉じたまま S_1 を再び閉じ、 B を C と平行に保ちながら図の位置から C の方へ x [m]だけ移動して止めた。十分に時間が経過した後の、 B にたまった電気を求めよ。

ア. $\frac{2d\epsilon_0 \pi r^2 V_0}{d^2 - x^2}$ イ. $\frac{2d\epsilon_0 \pi r^2 V_0}{d^2 + x^2}$ ウ. $\frac{d\epsilon_0 \pi r^2 V_0}{d^2 - x^2}$ エ. $\frac{d\epsilon_0 \pi r^2 V_0}{d^2 + x^2}$

3

図のような、電気容量が C の 4 つのコンデンサー ($C_1 \sim C_4$) と、4 つのスイッチ ($S_1 \sim S_4$) を用いた回路を考えよう。コンデンサーには電荷が蓄えられておらず、スイッチはすべて開いている状態で、次の I ~ IV の操作を順に行なった。

このとき、後の問いに答えよ。なお、 $V > 0$ とする。

I. スイッチ S_1 を閉じ、端子 P に $-V$ の電圧をかけた。

(9) コンデンサー C_1 に蓄えられた電荷はいくらか。

II. つづいて、 S_1 を開き、 S_2 を閉じて、端子 P に $+V$ の電圧をかけた。

(10) コンデンサー C_1 に蓄えられた電荷はいくらか。

(11) コンデンサー C_2 に蓄えられた電荷はいくらか。

III. 次に、 S_2 を開き、その後に S_1 と S_3 を閉じて、端子 P に $-V$ の電圧をかけた。

(12) コンデンサー C_2 に蓄えられた電荷はいくらか。

(13) コンデンサー C_3 に蓄えられた電荷はいくらか。

IV. 最後に、 S_1 と S_3 を開き、つづいて S_2 と S_4 を閉じて、端子 P に $+V$ の電圧をかけた。

(14) コンデンサー C_1 に蓄えられた電荷はいくらか。

(15) コンデンサー C_4 に蓄えられた電荷はいくらか。

(9) ~ (15) の選択肢

ア. 0 イ. CV ウ. $\frac{CV}{2}$ エ. $\frac{CV}{4}$

