電磁気学基礎　2019 年度秋学期（火 1）期末試験問題解答

問1.　ある平行平板コンデンサーに電荷 Q [C]が蓄えられている．(各 5 点)

(1) 極板間電位差が V[V]であった．このコンデンサーの電気容量を求めよ．

$$\frac{Q}{V}\ [\mathrm{F}]$$

(2) このコンデンサーに蓄えられている静電ポテンシャルエネルギーを求めよ．

$$\frac{1}{2}QV\ [\mathrm{J}]$$

（上で C=と書かれていれば，Cを用いても+3）

問2.　断面積が A[m²]の導線に一様な電流 I[A]が流れている．(各 5 点)

(1) 電流密度の大きさを求めよ．

$$\frac{I}{A}\ [\mathrm{A/m^2}]$$

(2) この導体の電子密度が n[個/m³]のとき，電子のドリフト速度を求めよ．ただし，電子 1 個あたりの電荷量を q[C]とする．

$$I=\frac{\Delta Q}{\Delta t}=\frac{n(A\Delta x)q}{\Delta t}=nAvq \quad \therefore v=\frac{I}{nAq}\ [\mathrm{m/s}]$$

（上で i=と書かれていれば，iを用いても+3）

問3.　断面積が A[m²]，長さが L[m]の一様な抵抗体に，電位差 V[V]を与えたところ，電流 I[A]が流れた．(各 5 点)

(1) この抵抗体の抵抗値を求めよ．

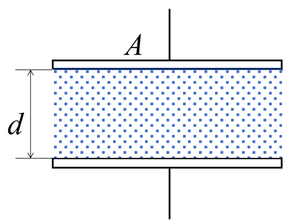
$$\frac{V}{I}\ [\Omega]$$

(2) 抵抗率を求めよ．

$$\frac{V}{I}=\rho\frac{L}{A} \quad \therefore \rho=\frac{AV}{LI}\ [\Omega\mathrm{m}]$$

（上で R=と書かれていれば，Rを用いても+3）

問4.　右図のように，極板面積 A[m²]，極板間距離 d[m]のコンデンサーに，比誘電率ε_rの誘電体を充填した．極板上の面電荷密度がσ [C/m²]のとき，真空の誘電率をε_0とし，以下の小問に答えよ．（各 5 点）



(1) 極板間（すなわち誘電体中）の電場の大きさを求めよ．

$$\frac{\sigma}{\varepsilon_r \varepsilon_0}\ \mathrm{[V/m]}$$

(2) 極板間の電位差を求めよ．

$$V = Ed = \frac{\sigma}{\varepsilon_r \varepsilon_0} d\ \mathrm{[V]}$$

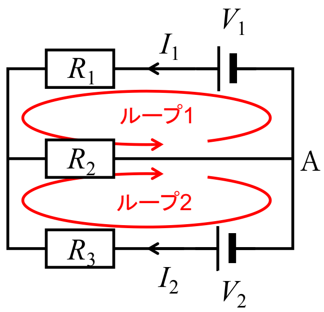
（上で E=と書かれていれば，Eを用いても+3）

(3) このコンデンサーの電気容量を求めよ．

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\sigma A}{V} = \varepsilon_r \frac{\varepsilon_0 A}{d}\ \mathrm{[F]}$$

（上で V=と書かれていれば，Vを用いても+3）

問5. 図のような回路に流れる電流について，以下の各小問に答えよ．ただし，抵抗値 R_2[Ω]の抵抗を流れる電流を I[A]とする．（各 5 点）



(1) 接続点 A におけるキルヒホッフの第一法則（電荷保存則，または分規則）を表す式を書け．

$$I - I_1 - I_2 = 0$$

(2) ループ 1 及びループ 2 のそれぞれについて，キルヒホッフの第二法則（エネルギー保存則，またはループ則）を表す式を書け．

$$V_1 - R_1 I_1 - R_2 I = 0, \quad V_2 - R_3 I_2 - R_2 I = 0$$

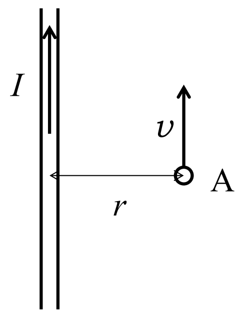
(両方正解で 5 点，片方だけ正解なら+3 点)

(3) $V_1 = 2.0$ V，$V_2 = 5.0$ V，$R_1 = 1.0\ \Omega$, $R_2 = 2.0\ \Omega$, $R_3 = 3.0\ \Omega$の時，抵抗値 R_2 の抵抗の両端の電位差を求めよ．

$$I_1 = 0,\ I_2 = 1.0 \rightarrow I = 1.0 \quad \therefore V = 2.0 \times 1.0 = 2.0\ \mathrm{[V]}$$

問6. 図のように，I[A]の電流が流れている無限長直線電流から距離 r の位置を，$+q$ [C]（$q > 0$）に帯電した荷電粒子 A が導線と平行に速さ v[m/s]で運動している．真空の透磁率をμ_0として，以下の各小問に答えよ．（各 5 点，(2)のみ 10 点）

(1) この電流が粒子 A の位置に作る磁場の向きを，次のいずれかの記号で答えよ．（ア．紙面内上向き，イ．紙面内下向き，ウ．紙面内右向き，エ．紙面内左向き，オ．紙面に垂直手前向き，カ．紙面に垂直奥向き）．



カ

(2) アンペールの法則を用いて，この磁場の大きさを求めよ．

半径 r の円周 C_0 に沿って磁場 $\boldsymbol{B}$ を周回積分すると

$$\oint_{C_0} \vec{B} \cdot d\vec{s} = \oint_{C_0} B \cdot ds = 2\pi rB$$

一方，周回積分路に囲まれる電流は I.

アンペールの法則により

$$2\pi rB = \mu_0 I \quad \therefore B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

(3) 粒子 A が紙面内で図の矢印の向きに速度ベクトルを持つとき，この磁場から受ける力の向きを，小問(1)の選択肢の記号で答えよ．

エ

(4) 粒子 A が受ける力の大きさを求めよ．ただし，磁場の大きさを B [T]として良い．

qvB **[N]**

問7. ファラデーの電磁誘導の法則について説明した以下の文章の空欄を埋めよ．(15 点)

回路に生じる誘導起電力は，その回路を貫く**磁束**の**時間変化率**に**負**符号をつけたものに等しい．