

令和 4 年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 1/4

コース等	電気電子工学コース	試験科目	電磁気学
------	-----------	------	------

問 1 図 1 のように、内球の半径が a [m]、外球の半径が b [m] の同心導体球殻の間に比誘電率 ϵ_r の誘電体が満たされている球形キャパシタを考える。内球、外球にはそれぞれ $+Q$ [C] および $-Q$ [C] の電荷が一様に分布している。以下の問いに答えよ。ただし、導体球殻の厚さは無視してよい。また、球形キャパシタは真空中に存在し、真空の誘電率は ϵ_0 [F/m] とする。

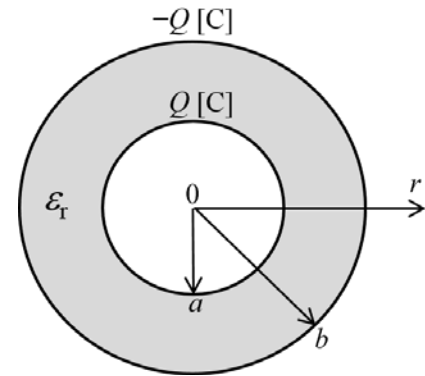


図 1

- 球の中心からの距離 r における、電界 $E(r)$ [V/m] の大きさを求めよ。また、電界 $E(r)$ のグラフ(横軸 r) を描け。 r の範囲は 0 から ∞ までとする。
- 内球と外球の電位差 V [V] を求めよ。
- 球形キャパシタの静電容量 C [F] を求めよ。

問 2 図 2 のように、直線導線 AB に電流 I [A] が流れている。AO および BO の長さをそれぞれ l_1 [m]、 l_2 [m] とする。以下の問いに答えよ。ただし、直線導線の太さは無視してよい。また、直線導線は真空中に存在し、真空の透磁率は μ_0 [H/m] とする。

- 導線上の点 O から垂直距離 a [m] の点 P における磁束密度 B [Wb/m²] および向きを、ビオ・サバールの法則から求めよ。磁束密度 B [Wb/m²] は μ_0 、 I 、 a 、 π 、 l_1 、 l_2 を用いて表せ。ここで、 Idz は導線上の微小部分の電流、 r は Idz から点 P に向かうベクトルを表している。また、 $d(\tan\theta)/d\theta = \sec^2\theta$ 、 $\tan^2\theta + 1 = \sec^2\theta$ である。
- l_1 、 l_2 が無限に長い場合、導線から垂直距離 a [m] の点 P における磁束密度 B を求めよ。

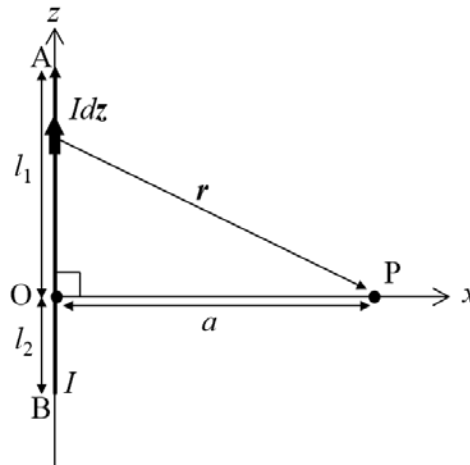


図 2

令和 4 年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 2/4

コース等	電気電子工学コース	試験科目	電気回路
------	-----------	------	------

- 問 1 図 1 に示すような抵抗(R [Ω])とキャパシタ(C [F])の直列回路に直流電圧 E [V]を加え、十分時間が経過した後、キャパシタの端子電圧が E [V]になった。時刻 $t = 0$ において、スイッチ S を開くと同時にスイッチ S' を閉じた。このとき、以下の問いに答えよ。
- (1) $t > 0$ におけるキャパシタの蓄積電荷 $q(t)$ [C]を、 $q(t)$ に対する回路方程式より求めよ。
 - (2) $t > 0$ におけるキャパシタの端子電圧 $v_C(t)$ [V]を、(1)の結果を用いて求めよ。
 - (3) $t > 0$ における回路電流 $i(t)$ [A]を、(1)の結果を用いて求めよ。ただし、図 1 に示す矢印の方向を電流の正の向きとする。
 - (4) $t > 0$ におけるキャパシタの端子電圧 $v_C(t)$ [V]および回路電流 $i(t)$ [A]のグラフ(横軸 t)を描け。
 - (5) スイッチ S を開いてから十分時間が経過するまでに抵抗で消費されたエネルギー W_R [J]が、時刻 $t = 0$ においてキャパシタに蓄えられていたエネルギー W_C [J]に等しいことを示せ。

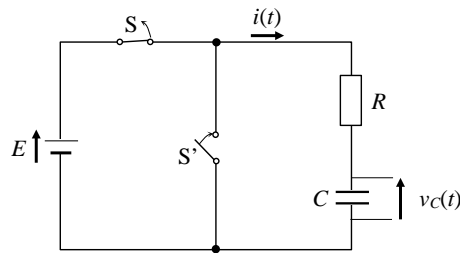


図 1

- 問 2 図 2 に示すように、直流電圧源(E_1 [V]と E_2 [V]), 直流電流源(J [A]), および抵抗値の異なる 3 つの抵抗($3R$ [Ω], $6R$ [Ω], $12R$ [Ω])が接続された回路について、以下の問いに答えよ。
- (1) 重ね合わせの理を用いて、図に示した電流 I [A]を求めよ。
 - (2) 直流電流源の端子電圧[V]を求めよ。

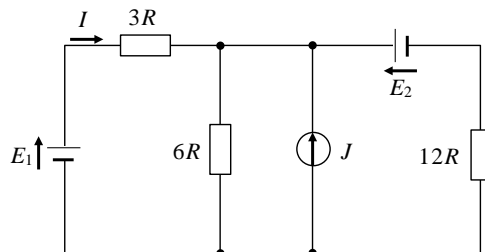


図 2

- 問 3 ある回路に加えた入力電圧およびその入力端子を流れる電流のフェーザ表示がそれぞれ $\dot{E} = 120e^{j\frac{\pi}{6}}$ [V], $\dot{I} = 5e^{-j\frac{\pi}{6}}$ [A] (ただし、絶対値は実効値である) で与えられるとき、この回路のインピーダンス Z を求めよ。また、複素電力 \dot{P} , 実効電力 P_e , 無効電力 P_r , 皮相電力 P_a , および力率 $\cos \theta$ を求めよ。

令和 4 年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 3/4

コース等	電気電子工学コース	試験科目	電子回路
------	-----------	------	------

問 1 図 1 に示す反転増幅回路について以下の問いに答えよ。ここで、演算増幅器の差動利得を A_d 、同相利得を 0、入力インピーダンスを無限大とする。

- (1) 差動利得 A_d を用いて、電圧利得 $G = v_o/v_i$ を表せ。
- (2) この回路の入力インピーダンスを求めよ。
- (3) 差動利得 A_d が十分に大きい場合の演算増幅器の反転（または逆相）入力端子の電圧を求めよ。

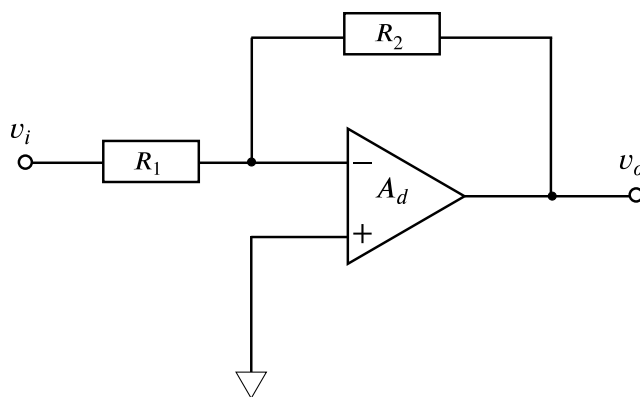


図 1

令和 4 年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 4/4

コース等	電気電子工学コース	試験科目	電子回路
------	-----------	------	------

問 2 図 2 に示すエミッタ接地増幅回路について、以下の問いに答えよ。バイポーラトランジスタの直流等価回路を図 3、中域および高域周波数の小信号等価回路を図 4 と図 5 のように定義する。また、入力電圧の角周波数を ω とする。

- (1) 図 2 の回路の直流等価回路を掛け。
- (2) $V_{cc} = 12.0 \text{ V}$, $R_1 = 22.0 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 8.0 \text{ k}\Omega$, $R_E = 1.0 \text{ k}\Omega$ とした場合、電圧 V_B と電流 I_E を求めよ。

以下の設問では、 C_1 , C_2 , C_E の容量は十分に大きいとして、小信号等価回路において短絡とみなせるものとする。

- (3) r_b , r_π , R_C , g_m を用いて、中域周波数をもつ入力電圧を加えた場合の電圧利得 v_o/v_i を求めよ。
- (4) 図 2 の回路の高域周波数に対する小信号等価回路を描け。
- (5) (4)の小信号等価回路はミラー効果を用いると図 6 のように変形することができる。図 6 の C_t を C_π および C_c を用いて表せ。
- (6) 図 6 の小信号等価回路より、 r_b , r_π , R_C , g_m , C_t を用いて電圧利得 v_o/v_i を求めよ。
- (7) (6)の結果より、高域遮断周波数を求めよ。

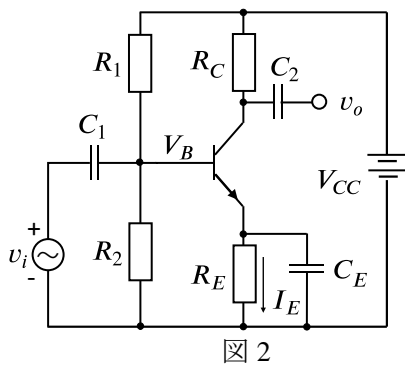


図 2

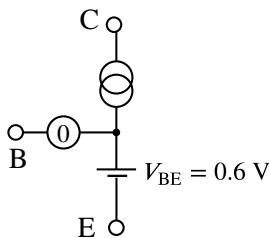


図 3

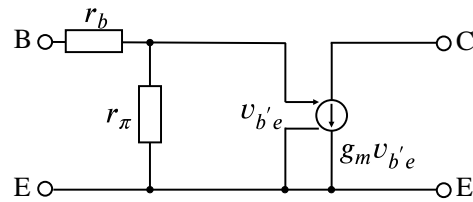


図 4

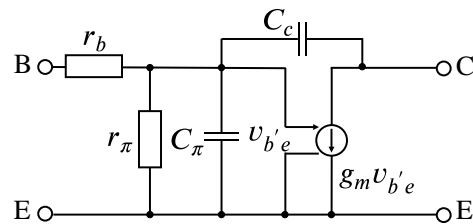


図 5

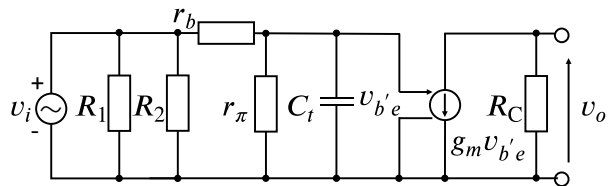


図 6