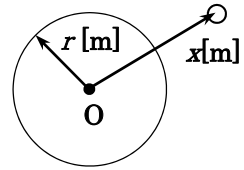


基礎電気工学演習問題

問1. 全体が電荷 Q [C]で一様に帯電した半径 r [m]の球殻の中心から距離 x [m]での電界の強さ E [V/m]および電位 V [V]求めよ。また、距離 x [m]と電界の強さ E [V/m]および電位 V [V]の関係をそれぞれグラフに示せ。グラフには特徴を表す値を明記するよ。



問2. トンネルに入ってしばらくするとラジオの電波が途切れた。その理由を述べ、トンネル内でもラジオが聴けるようにするにはトンネルにどのような措置を講じると良いか説明せよ。

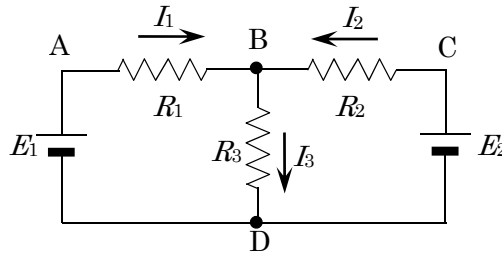
問3. 電気容量が 2.0×10^{-6} [F]のコンデンサを、極板間の電位差が 100 [V]なるように充電した。

- (1) このコンデンサに蓄えられる電気量 Q [C]は、いくらになるか。
- (2) このコンデンサに蓄えられた静電エネルギー W [J]は、いくらになるか。

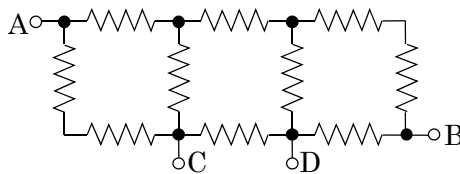
問4. 電気容量が 2.0 [μ F]のコンデンサAと、 3.0 [μ F]のコンデンサBがある。電源を用いてコンデンサAを 200 [V]で充電してから電源を切り、電荷のないコンデンサBに並列に接続した。以下の問いに答えよ。

- (1) このとき、コンデンサAからBに移動した電荷 Q [C]を求めよ。
- (2) また、コンデンサBの極板間の電位差 V [V]を求めよ。
- (3) この電荷の移動でコンデンサAが失った静電エネルギー W [J]を求めよ。

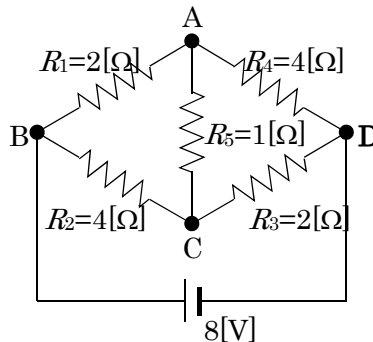
問5. 下図の回路において、 R_1, R_2, R_3 の各抵抗に流れる電流を求めよ。ただし、 R_1, R_2, R_3 はそれぞれ 10 [Ω], 40 [Ω], 20 [Ω], また電圧 E_1, E_2 はそれぞれ 6 [V], 8 [V]とする。図の電流の向きに注意すること。



問6. 下図の回路において、すべての抵抗を 80 [Ω]としたとき、AB 間の合成抵抗 R [Ω]を求めよ。また、AB 間に 15 [V]の直流電源をつないだとき(A を+, B を GND)の端子 C および端子 D の出力電圧を求めよ。



問7. 下図の回路において、電源電圧 8 [V], 抵抗 $R_1 \sim R_5$ は図のようになっているとき、合成抵抗 R [Ω]と AC 間に流れる電流 I_5 の向き、大きさ[A]をそれぞれ求めよ。



問8. エミッタフォロワの NPN トランジスタの動作を図 1~3 によって説明した次の文章の空欄を埋めよ。ただし、直流は X_A , 交流は x_a , 両者を合わせたものは x_A と表す。

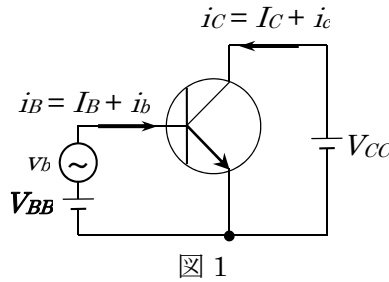


図 1

直流電流増幅率 h_{FE}	70
交流電流増幅率 h_{fe}	80
ベース直流電流 I_B	100[μ A]
ベース交流電流 i_b	$i_0 \sin \omega t$
振れ幅 i_0	5[μ A]

図 1 の回路のパラメータが表 1 のように与えられている。これらを用いると、ベース電流 i_B が 100[μ A] を中心に ① [μ A] から ② [μ A] までの間で変化し、それにもなると、コレクタ電流 i_C は ③ [mA] から ④ [mA] まで変化することがわかる。

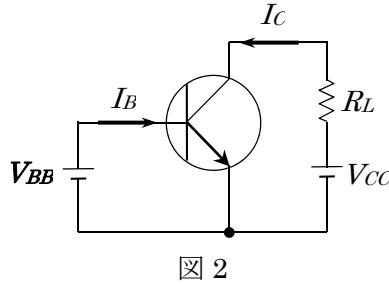


図 2

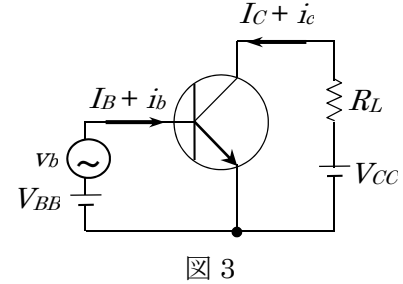


図 3

コレクタ電流を電圧変化として取り出すために負荷抵抗 R_L をコレクタに接続する。動作点中心を計算するために図 2 のように直流成分だけの回路を考える。負荷抵抗による電圧降下は ⑤ なので、コレクタ電圧 V_{CE} は ⑥ と表すことができる。図 3 のように交流成分を加えると、コレクタ電流 $i_C = I_C + i_c$ なので、負荷抵抗による電圧降下は ⑦ となり、コレクタ電圧 $v_{CE} = V_{CE} + v_{ce}$ は ⑧ となる。入力電圧 v_b の変化によって生じたコレクタ電流の変化を、負荷抵抗を用いて電圧変化に変換し、コンデンサを介して v_{ce} のみを取り出すと ⑨ となり、交流電流増幅率 h_{fe} を用いると ⑩ となる。

問9. 図 1~3 はオペアンプを用いたアナログ信号処理回路である。それぞれの出力電圧を求める次の文章の空欄を埋めよ。また図 2, 3 の回路について入力電圧 $V(t) = V_0 \sin 2\pi ft$ としたときの出力電圧 $V_O(t)$ と周波数 f の関係をそれぞれ説明せよ。

図 1 の反転入力端子の電圧を V_a , 非反転入力端子の電圧を V_b , それぞれの端子に入力側から流れ込む電流を I_1, I_2 とすると, $V_a =$ ①, $V_b =$ ② となる。仮想短絡より, ①と②が等しいことから, $I_1 =$ ③, $I_2 =$ ④ となる。これらを整理すると, $V_O =$ ⑤ となり, 電圧増幅率 $A_v =$ ⑥ となる。

図 2 の入力端子から流れる電流を $I(t)$ とすると, 仮想短絡より左側ではオームの法則より $V(t) =$ ⑦, 右側ではコンデンサの性質より $V_O(t) =$ ⑧ となる。⑦と⑧から $I(t)$ を消去すると, $V_O(t) =$ ⑨ となる。

図 3 の入力端子から流れる電流を $I(t)$ とすると, 仮想短絡より左側ではコンデンサの性質より $I(t) =$ ⑩, 右側ではオームの法則より $V_O(t) =$ ⑪ となる。⑩と⑪から $I(t)$ を消去すると, $V_O(t) =$ ⑫ となる。

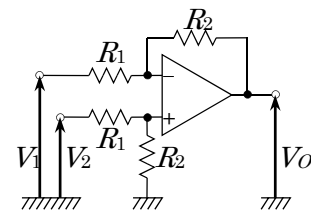


図 1

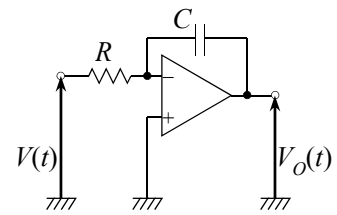


図 2

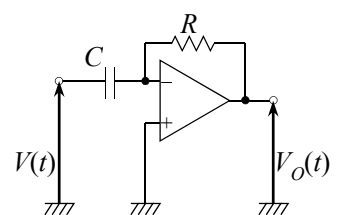


図 3