

# 電験三種 理論 演習編

## 6. 電子理論

### 問題 1

(1) 半導体について、以下の空欄に適する数字・語句を答えよ。

半導体種類	□形半導体	真性半導体	□形半導体
説明	不純物として□価の原子を加える。この不純物を□という。	4価の原子の結晶	不純物として□価の原子を加える。この不純物を□という。
多数キャリア			
例	インジウム, ホウ素, ガリウム	シリコン, ゲルマニウム	ヒ素, リン, アンチモン

(2) 半導体とダイオードについて、正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。

- ①半導体は、熱を加えると、抵抗率が高くなる。
- ②p形半導体とn形半導体を接触させると、空乏層ができる。
- ③ダイオードのp側の電極をカソード、n側の電極をアノードという。
- ④ダイオードに順方向電圧をかけると、電子はp型半導体からn型半導体の向きに移動する。
- ⑤ダイオードに逆方向電圧をかけると、正孔はp側へ、自由電子はn側へ移動するので電流は流れないが、電圧がある値以上になると、n型半導体からp型半導体の向きに電流が流れる。この現象をツェナー効果という。

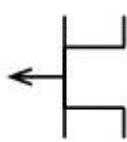
### 問題 2

トランジスタに関する以下の文は、どの接地方式について説明したものか。エミッタ接地ならばE、ベース接地ならばB、コレクタ接地ならばCと答えよ。

- ①入力インピーダンスが最も小さい(数  $10\Omega$  ほど)
- ②出力インピーダンスが最も小さい(数  $10\Omega$  ほど)
- ③電圧増幅度が最も小さい(ほぼ 1)
- ④電流増幅率が最も小さい(ほぼ 1)
- ⑤一般的に電力利得が最も大きい
- ⑥周波数特性が悪い
- ⑦入力電圧と出力電圧の位相が反転する

### 問題 3

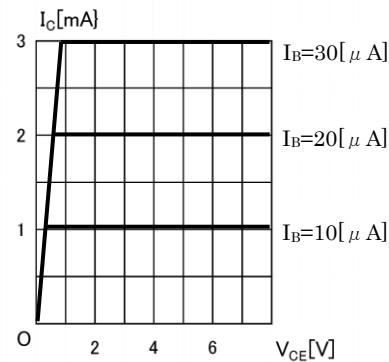
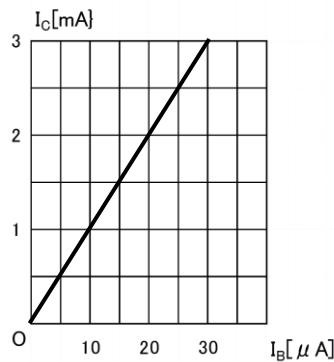
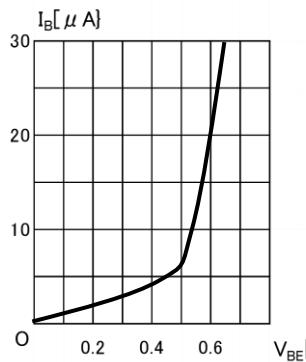
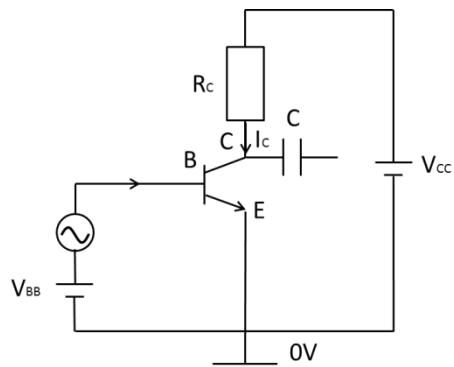
下図の図記号で表されるFETについて、以下の文に適する語句を選べ。



- ①この図記号は、( p · n ) チャネルFETである。
- ②チャネルが( p · n ) 形半導体であり、ゲートが( p · n ) 形半導体である。
- ③多数キャリアは( 正孔 · 自由電子 ) であり、ドレイン電流は( S→D · D→S ) 方向である。
- ④バイポーラトランジスタと比較すると、消費電力は( 小さい · 大きい )。

#### 問題4

下図のようなトランジスタ回路に、B（ベース）・E（エミッタ）間に正の直流電圧、C（コレクタ）・E（エミッタ）間に正の直流電圧を加えると、トランジスタは動作する。いま、 $R_C=2[k\Omega]$ 、 $V_{CC}=8[V]$ とする。下図の静特性があり、バイアス電圧  $V_{BB}=V_{BE}=0.6[V]$ 、入力信号  $v_i=0.05\sin\omega t$  を与えるとき、以下の問い合わせに答えよ。



(1) 以下の値を求めよ。

- ①  $I_{BB}$  ②  $I_{CC}$  ③  $V_{CE}$
- (2) 入力インピーダンス [ $\Omega$ ] を求めよ。
- (3) 電流増幅率を求めよ。
- (4) 電圧増幅度を求めよ。
- (5) 電力利得 [dB] を求めよ。ただし、必要があれば  $\log_{10}2=0.3010$ 、 $\log_{10}3=0.4771$  を用いてよい。

### 問題 5

図 1 のようなトランジスタ増幅回路がある。この回路の等価交流回路は図 2 のように置き換えることができる。ただし,  $R_1=100[k\Omega]$ ,  $R_2=25[k\Omega]$ ,  $R_C=8[k\Omega]$ ,  $R_E=2.2[k\Omega]$ ,  $R_o=15[k\Omega]$ ,  $V_{CC}$  は  $12[V]$  の直流電源電圧,  $V_{be}=0.6[V]$  はベースエミッタ間の直流電圧とする。

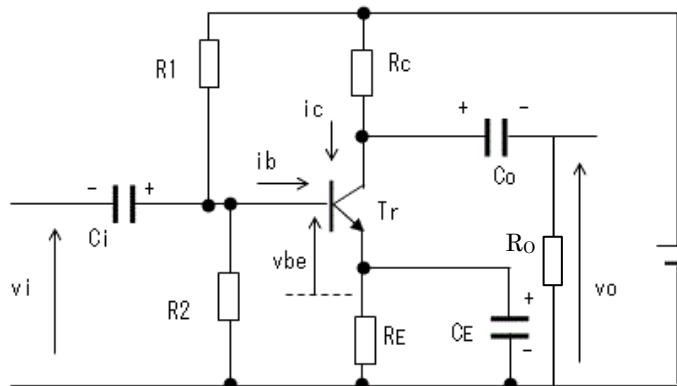


図 1

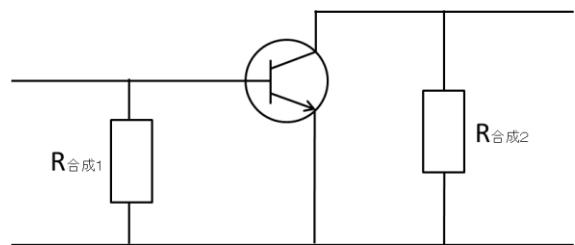
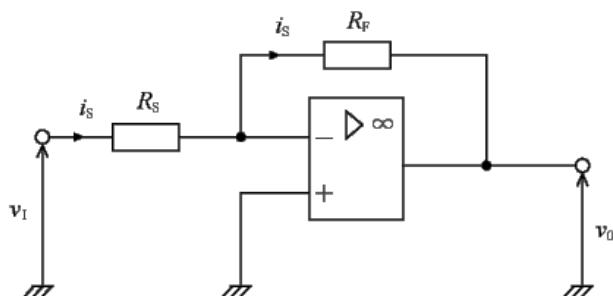


図 2

- (1) コレクターエミッタ間の電圧を求めよ。ベース電流  $I_b$  がコレクタ電流  $I_c$  よりも十分に小さいものとする。
- (2) 図 2 の  $R_{合成1}$  および  $R_{合成2}$  を求めよ。ただし,  $C_1, C_2, C_3$  のインピーダンスは十分に小さく無視できるものとする。
- (3) 図 2 の回路で、入力インピーダンスが  $6[k\Omega]$ , 電流増幅率  $h_{fe}=140$  であるとき、電圧増幅度[dB]を求めよ。

### 問題 6

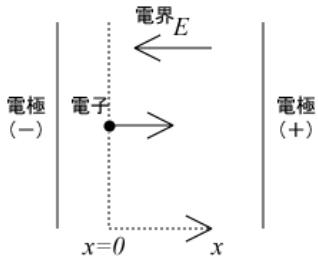
図のような演算増幅器に  $R_s=10[k\Omega]$ ,  $R_f=100[k\Omega]$  を接続した回路に、入力電圧  $V_1=0.5[V]$  を加える。ただし、演算増幅器は理想的な特性であり、入力抵抗および電圧増幅度は極めて大きく、その出力抵抗は無視できるものとする。



- (1) 演算増幅器の 2 つの入力端子の端子間電圧[V]はいくらか。
- (2) 演算増幅器の出力電圧  $v_o[V]$  を求めよ。
- (3) 電圧利得[dB]を求めよ。

### 問題 7

真空中に  $d[m]$  の間隔で置かれた極板間に、直流電圧  $V[V]$  を印加し、平等電界とした。いま、陰極板に電子（質量  $m[kg]$ 、電荷は  $-e[C]$ ）を置いたところ、電子は運動をして陽極板に達した。このことについて、以下の問いに答えよ。



- (1) 電子が電界から受ける力[N]および加速度[m/s<sup>2</sup>]を求めよ。
- (2) 電子が陽極板に達する直前の速度  $v[m/s]$  を求めよ。

### 問題 8

磁束密度  $B[T]$  の一様な磁場に対して垂直に電子（質量  $m[kg]$ 、電荷は  $-e[C]$ ）を初速度  $v_0[m/s]$  で入射した。この後の電子の運動について、以下の問いに答えよ。

- (1) 以下の文に適する語句を答えよ。

電子は磁場から ア という力を受け、その力の大きさは イ [N] である。この力を受けた結果、電子の運動は ウ となる。

- (2) 電子が入射後再び境界線に戻ってくるまでにかかる時間を求めよ。

