2016 年度 第 1 回 基礎学力テスト 電磁気学

空間はいずれも真空とし、その誘電率と透磁率をそれぞれ ϵ_0、μ_0 とする。解答には単位をつけること。$\sqrt{}$ や π はそのまま使用してよい。

$\boxed{1}$ 内部導体の半径が a [m]、外部導体の内側の半径が b [m] の同心球状導体がある（図 1）。内部導体に $+Q$ [C]、外部導体に $-Q$ [C] の電荷を与えたとき、次の問に答えよ。

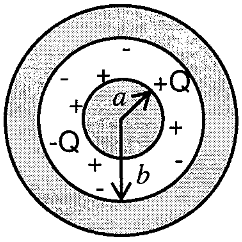


図 1 同心球状導体

(1) 閉曲面 S に囲まれた領域内 v に電荷 ρ [C/m^3] が存在するとき、電界 $\boldsymbol{E}$ に関するガウスの法則（積分形）を記せ。

(2) S を半径 r [m] $(a < r < b)$ の球状閉曲面とした場合、S を貫く電界 E_r を求めよ。

(3) 導体間の電位差 V を求めよ。

(4) 導体間の静電容量 C を求めよ。

$\boxed{2}$ 図 2 に示すように、半径 a [m] の 2 本の導体 P、Q が距離 d $(\gg a)$ [m] 離れて平行に置かれている。それぞれの導体に流れる電流の大きさが I [A] で、互いに逆向きのとき、以下の問に答えよ。

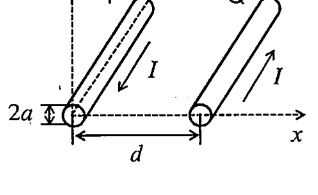


図 2 2 本の無限に長い平行導体

(1) 導体 P の中心から $+x$ 軸方向に x [m] 離れた点 $(a < x < d - a)$ において、導体 P が作る磁界 $\boldsymbol{H_P}$ を求めよ。

(2) 問 (1) と同じ点において、導体 Q が作る磁界 $\boldsymbol{H_Q}$ を求めよ。

(3) 問 (1) と (2) の合成磁界 $\boldsymbol{H}$ を求めよ。

(4) 2 本の導体に挟まれた平面（xy 平面）を貫く磁束 Φ（導体の単位長あたり）を求めよ。

(5) 問 (4) の結果から、単位長あたりの自己インダクタンス L_{ex} を求めよ。

$\boxed{3}$ 面積 S [m^2]、巻き数 n の長方形コイルがある。このコイルが、一様な磁束密度 $\boldsymbol{B}$ [T] の中で、磁界と垂直な軸のまわりを角速度 ω [rad/s] で回転しているとき（図 3）、以下の問に答えよ。

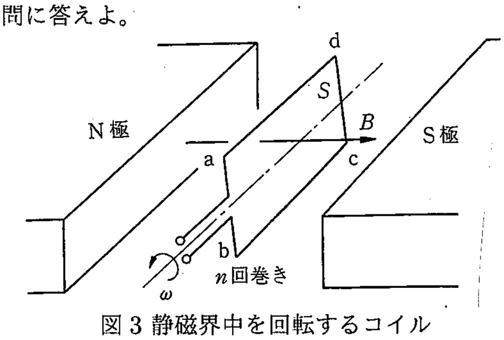


図 3 静磁界中を回転するコイル

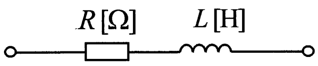
(1) 時刻 $t = 0$ において磁束密度 $\boldsymbol{B}$ とコイルの面の法線ベクトル $\boldsymbol{n}$ がなす角度を 0 としたとき、時刻 $t\ (> 0)$ でのコイル（n 巻き）を貫く磁束 Φ を求めよ。

(2) コイルに誘起される起電力 V の大きさを答えよ。

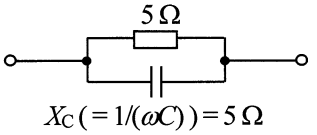
第1回　基礎学力テスト　電気回路【注意:解答の際、必要なものには単位をつけること】　2016/11/30

(1) 以下の回路の合成インピーダンス $\dot{Z}$ を求めよ。ただし角周波数はωとする。

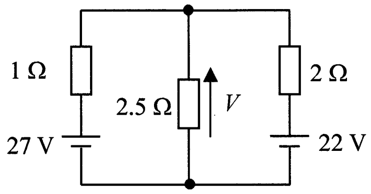
(a)



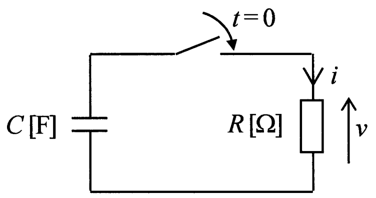
(b)



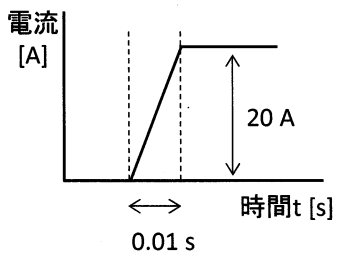
(2) 次の回路において、抵抗 2.5 Ωの電圧 Vを求めよ。



(3) 図の回路において、スイッチを閉じた瞬間を $t = 0$ として $t \geqq 0$ における電流 i および電圧 v の時間変化を式で示せ。ただし、キャパシタ C は最初 V_0 [V]で充電されているものとする。



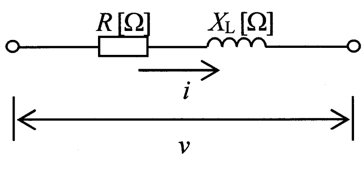
(4) 自己インダクタンスが 10mH のコイルに、時間に対して下図に示すような変化をする電流を流した。このとき、コイルに生じた電圧の波形を示せ。時刻および電圧値も書き入れること。



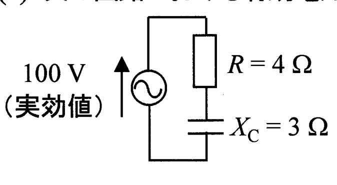
(5) 図の回路において、

$i = 2\sqrt{2}\sin\omega t$ [A]， $v = 100\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ [V]

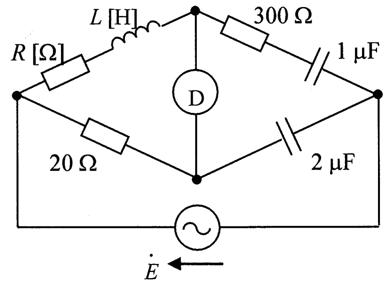
であるという。R はいくらか。



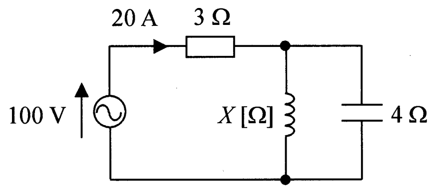
(6) 次の回路における有効電力 P を求めよ。



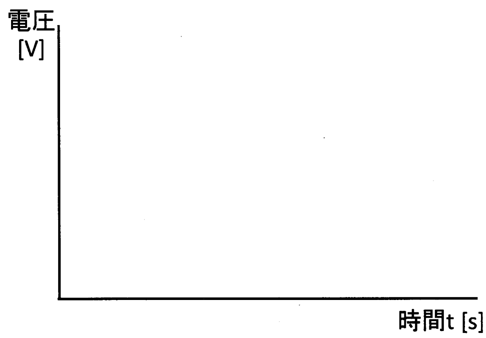
(7) 下図のブリッジ回路において、コイルの自己インダクタンス L および抵抗 R が未知であったが、他の素子の大きさを図に示すような値に調整することで平衡を得た（D に流れる電流が零になった）。この時の L および R を求めよ。



(8) 図のような回路に交流電圧 100 V（実効値）を加えたところ、抵抗に流れる電流が 20 A（実効値）であった。X [Ω]の値はいくらか。



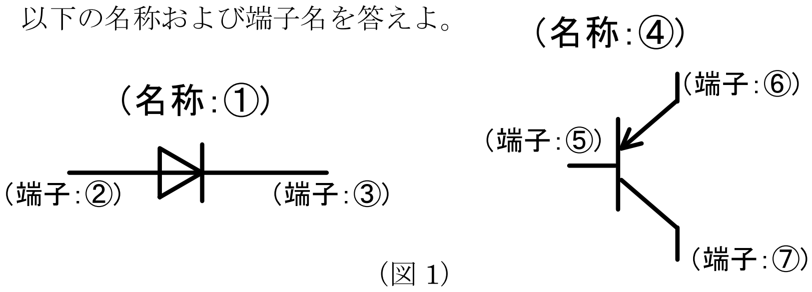
解答欄

(1)	(a)	(b)
(2)		
(3)	i	v
(4)		
(5)		
(6)		
(7)	L	R
(8)		

2016年度　第1回　E科基礎力テスト　　電子回路　　2016年11月30日(水)

1.

以下の名称および端子名を答えよ。

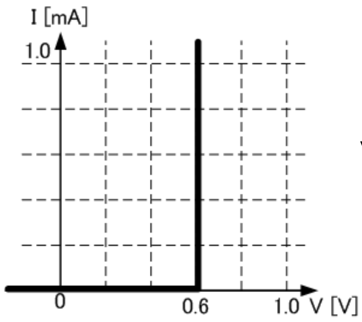


(図1)

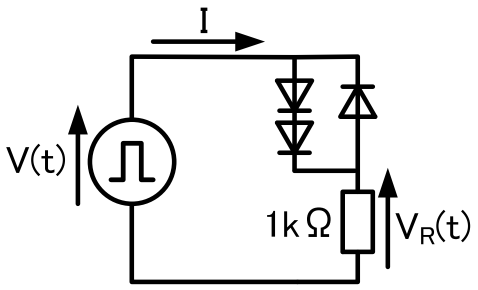
①					
②		③			
④					
⑤		⑥		⑦	

2.

図2の特性のダイオードを用いた図3の回路について問いに答えよ。

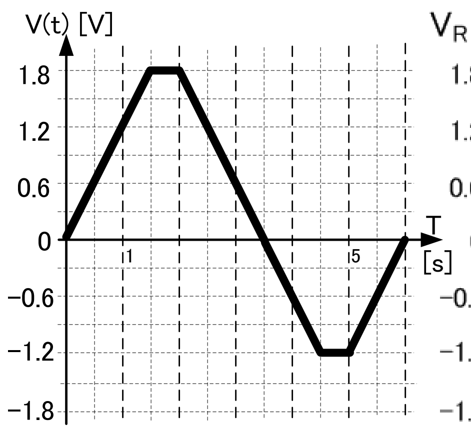


(図2)

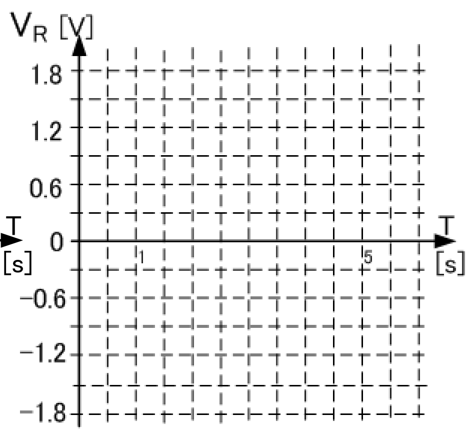


(図3)

図3の回路の電源V(t)が図4のように変化するとき，抵抗Rの両端電圧V_Rがどう変化するか，図5のグラフに書き込め。



(図4)



(図5)

また図3のV(t)が次の①，②の時，矢印の向きの電流値を答えよ。

①V(t) =　2.0V，　I = ＿＿＿＿＿ A

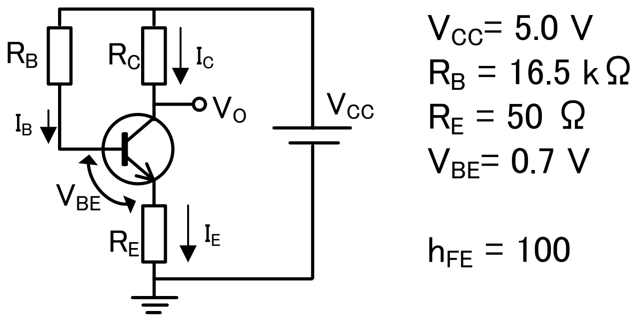
②V(t) =－2.0 V，　I = ＿＿＿＿＿ A

3.

図6のエミッタ接地増幅回路において，次の問に答えよ。

(1) 電流I_Cと，電流I_Eは等しいとする。ここで，$I_C = h_{FE} \times I_B$の関係と，抵抗R_Bと抵抗R_Eにかかる電圧の和が，$(5.0-V_{BE})$であることを利用して，電流I_Bを求めよ。

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿



(図6)

(2) 上の条件のとき，出力ノードV_Oの電位は3.0Vであった。抵抗R_Cの値を求めよ。

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

(3) 上の(1),(2)のときの電圧増幅度A_vを求めよ。

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

4.

(1) 以下の数字を10進数で表せ。

$(5F)_{16}$　＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

(2) 以下の10進数の数字を2進数で表せ。

103　＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

5.

(1) 真理値表に対応する論理式(論理関数) Xを変数A，B，Cを用いた積和形で表せ。論理を簡単化して答えよ。

A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

X = ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

(2) 上記，論理式Xに対応する，入力変数A，B，Cによる組み合わせ論理回路を示せ。

注意
1．右の欄を黒か青のインク又はボールペンで正確に書くこと。
2．所属を○で囲むこと。
3．前記「1．2」を守らない答案は採点されないことがある。

試験室　　座席番号　—

所属	工	・知財	大学院					
学科（専攻）	C A R D V P W			科目等履修生	単位互換生	特別履修生		
	M E K U L							
年次	1	2	3	4				

学生番号　　—　　フリガナ　　組　　氏名

＜留意事項＞　不正行為と見なされる行為は行わないこと。【黒板の掲示は必ず確認すること。】
また、試験中の途中退室は認めない。試験終了後、解答および問題用紙の回収が終了し、試験監督者の許可が出るまで、席を立たないこと。

電気数学

1. 以下の複素数を極形式で示せ．

(a) $2+j=$ ［　　　］

（偏角 φ は $\tan^{-1}$ を用いて表すこと）

(b) $\sqrt{3}+j=$ ［　　　］

(c) $-j=$ ［　　　］

2. 以下の空所に適切な数式や記号を記入せよ．

(a) $\cos(\alpha-\beta)=$ ［　　　］

(sin□, sin□, cos□, con□ を用いて表すこと)

(b) $2\sin n\alpha\cos m\alpha$

$=$ ［　］{(n+m)［　］}− sin{［　　　］}

3. 以下の計算を行え．ただし，$T=2\pi/\omega$ である．

(a) $\int_0^\infty e^{-5t}dt=$ ［　　　］

(b) $\int_5^\infty \frac{1}{(x-2)^2}dx=$ ［　　　］

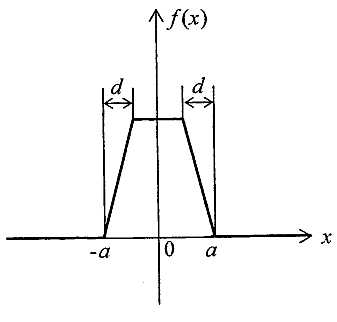
(c) $\int_0^\infty xe^{-x^2}=$ ［　　　］

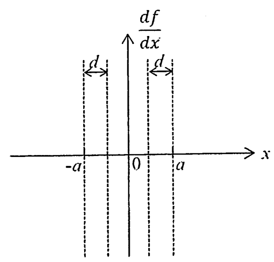
(e) $\int_0^T \cos^2\omega t dt=$ ［　　　］

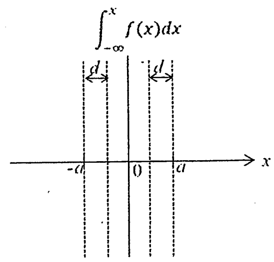
(f) $\int_0^{T/2}\sin\omega t\cos 3\omega t\, dt$

$=$ ［　　　］

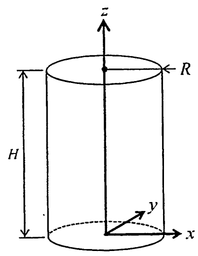
4. 下図に示す関数 $f(x)$ の導関数，および積分して得られた関数のグラフを右の図中に描き込め．形の特徴を捉えていることを重視する．







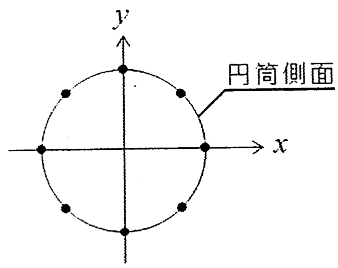
5. 半径 R，高さ H の円筒がある．その中心は z 軸に一致している．この円筒の側面はガスを透過させることができる．



(1) 円筒の周囲のガスの流速 $\boldsymbol{u}$（ベクトル場）が以下の式で表される．式は，z 軸を中心軸とした円筒座標系での表現である．円筒を z 軸の直上から見たときの黒点で図示した点での流速ベクトルを，下図に描け．特徴を捉えていることを重視する．

$$\boldsymbol{u}=\frac{A}{r}\hat{\boldsymbol{e}}_\theta-B\cos^2\theta\hat{\boldsymbol{e}}_r$$

（$\hat{\boldsymbol{e}}_\theta,\hat{\boldsymbol{e}}_r$ は，それぞれ周方向，径方向の単位ベクトルである．また，$A,B>0$ とする．）



(2) 円筒の外側から内側へ流入する単位時間当たりのガスの体積 Q を面積分によって求めよ．