

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	B	P	科 目 等 履 修 生	単 位 互 換 生	特 別 履 修 生	
	年 次	1	2	3	4							

学生番号

フリガナ氏名

組

<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。

2015年度 第一回基礎力テスト (電磁気学 2015年11月25日)

空気の誘電率、透磁率を真空の誘電率、透磁率を ϵ_0 、 μ_0 とする。 $\sqrt{\quad}$ 、 π などはそのまま使用してよい。

問題1 (x,y,z)座標系において長さの単位はm(メートル)であるとする。図1に示す通り、点A(2,0,0)点B(2,2,0)、点C(2,2,2)にそれぞれ+1C、+2C、+3Cの電荷を置いたとき、原点O(0,0,0)に置ける電位を求めよ。また、点Aの電荷に作用する力を求めよ。ただし、電位は無限遠点を0Vとする。

問題2 図2に示す通り、無限の長さを持つ同心円柱の半径a[m]の円柱導体と、内半径3a[m]、外半径4a[m]の円筒導体がある。半径a[m]から2a[m]間には比誘電率4、比透磁率3の誘電体が円筒状に満たされており、半径2a[m]から3a[m]間は空気である。以下の問いに答えよ。

- 1) 内側の導体に+ λ [C/m]、外側の導体に- λ [C/m]の導体を与えたとき、導体間($a \leq r \leq 3a$)の電界の強さE、電束密度Dを求め、グラフに書け。
- 2) 内側導体に上から下にI[A]、外側導体の下からI[A]の電流を流した。このときの導体間($a \leq r \leq 3a$)の磁界の強さHおよび磁束密度Bを求め、グラフに書け。

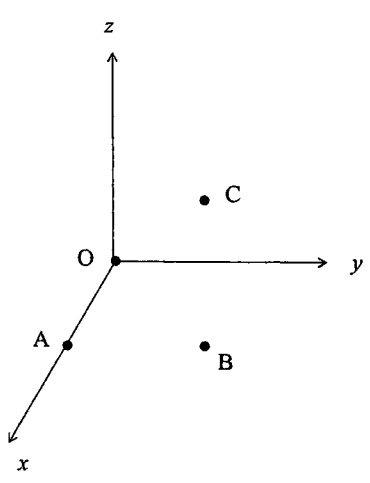


図1

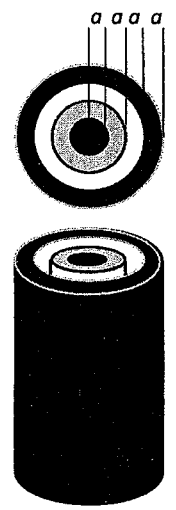


図2

問題3 図3に示す通り、比透磁率 μ_r を持つ物質で変圧器のコアを作製した。漏れ磁束がないとして、一次側の自己インダクタンス L_1 、二次側の自己インダクタンス L_2 、相互インダクタンスMを求めよ。なお、一次側、二次側の巻き数はそれぞれ N_1 巻、 N_2 巻とする。

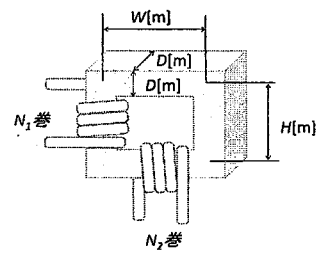
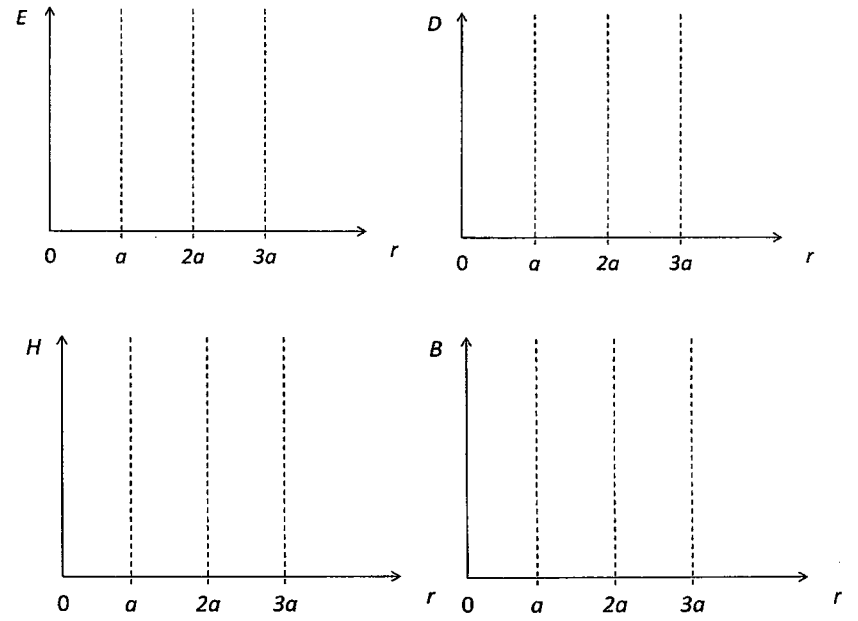


図3

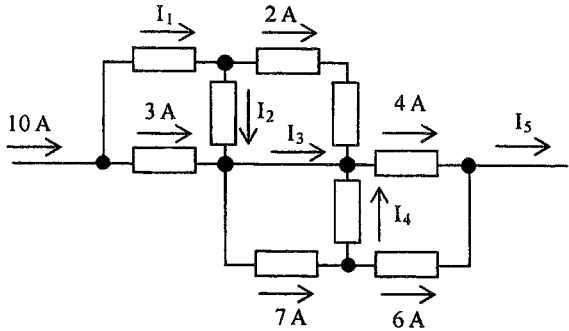


注 意	1. 右の欄を黒か青のインク又はボールペンで正確に書くこと。	試験室	工				知財				大学院				学生番号						
	2. 所属を○で囲むこと。	座席番号	学科(専攻)	C	A	R	D	V	B	P	科目等履修生	単位互換生	特別履修生	フリガナ	組						
	3. 前記「1.2」を守らない答案は採点されないことがある。		年次	1	2	3	4	氏名													

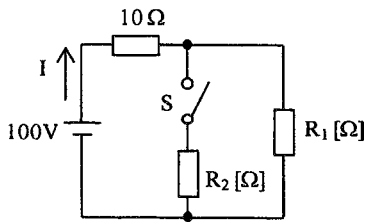
<留意事項> 不正行為と見なされる行為は行わないこと。【黒板の掲示は必ず確認すること。】
 また、試験中の途中退室は認めない。試験終了後、解答および問題用紙の回収が終了し、試験監督者の許可が出るまで、席を立たないこと。

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】 2015/11/25

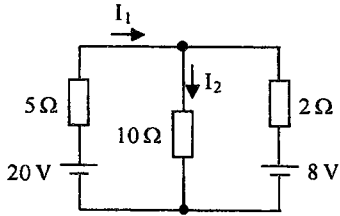
(1) 次の回路で、電流 I_1 から I_5 までの値を求めよ。



(2) 次の回路においてスイッチ S を閉じた時には $I=8A$ 、開いたときには $I=5A$ であった。抵抗 R_1 と R_2 の値を求めよ。

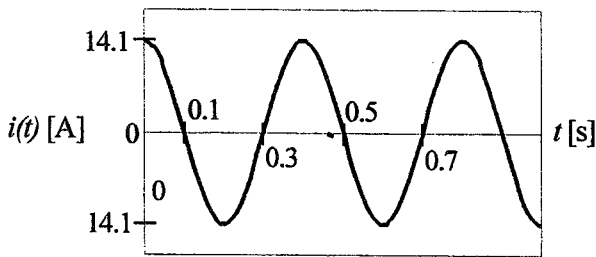


(3) 次の回路において、電流 I_1 と I_2 を求めよ。



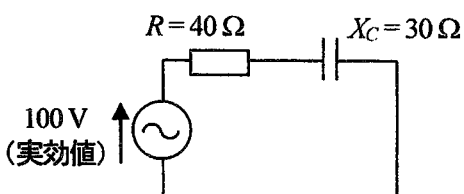
(4) 電圧 $100V$ の電源に、抵抗 50Ω の電熱器をつないでお湯を沸かす場合と抵抗 100Ω の電熱器をつないでお湯を沸かす場合では、どちらの方が早くお湯が沸くか。ただし電源の内部抵抗は考えないものとする。

(5) 下図に示す正弦波交流電流 $i(t)$ について最大値 I_M 、周期 T 、周波数 f 、角周波数 ω 、初期位相 θ_0 を求めよ (\sin の形で考えよ)。

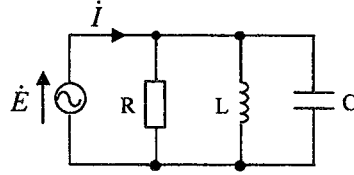


(6) 振幅が $15A$ の正弦波電流で、 $t=0$ での電流値が $7.5A$ であるとき、初期位相を求めよ (\sin の形で考えよ)。ただし初期位相は $-\pi/2$ と $\pi/2$ の間であるとする。

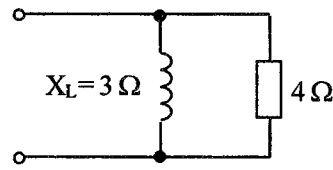
(7) 次の回路における有効電力 P および無効電力 Q を求めよ。



(8) 次の回路において $R=4\Omega$ 、 $\omega L=2\Omega$ 、 $1/(\omega C)=4\Omega$ であった。電圧 E と電流 I の関係をフェーザ図で表せ。



(9) 図のような回路に交流電圧を加えたとき、回路の力率はいくらになるか求めよ。



解答欄

(1)	I_1	I_2	I_3
	I_4	I_5	
(2)	R_1		R_2
(3)	I_1	I_2	
(4)			
(5)	I_M	T	f
	ω	θ_0	
(6)			
(7)	P		Q
(8)			
(9)	縦横ともに1マス1V, 1A		

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。	試験室	工						知財			大学院			学生番号	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	-	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	2. 所属を○で囲むこと。	座席番号	学科 (専攻)	C	A	R	D	V	B	P	科目 等 履 修 生	単 位 互 換 生	特 別 履 修 生	フリガナ	組							
	3. 前記「1. 2」を守らない答案は採点されないことがある。		年次	1	2	3	4	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。

E 科基礎力テスト 電子回路 (25 分)

2015 年 11 月 25 日

空欄を埋めよ。また、問いに答えよ。無限大は ∞ と表記せよ。電圧、電流、インピーダンス等に対しては単位も示すこと (単位がない場合は加点数しない)。論理和は $+$ 、論理積は \cdot により表し、省略しないこと。

【問題 1】理想的な演算増幅器では入力インピーダンスは (1) であるので、入力電圧が変化しても入力電流は 0 A である。出力インピーダンスは (2) であるので、出力電流が変化しても出力電圧は変化しない。利得は (3) であるので、入力電圧が僅かに変化しても出力電圧は大きく変化する。

図 1 のような回路で、仮に v_I が 1 V とする。このとき R_1 に流れる電流は (4) であり、 R_1 により生じる電圧降下はオームの法則より (5) であるので、 v_+ は (6) である。このとき、 v_- は v_+ と同じ値となり、安定する。

その後、もし v_+ が上昇したとすると、 v_O も上昇する (問 A: その理由を説明するための式を書け)。すると v_- も上昇する (問 B: その理由を説明するための式を書け)。その結果、再び v_- は v_+ と同じ値となり、安定する。このように、出力の一部を逆相で入力に戻すことを (7) と呼ぶ。また (7) をかけた演算増幅器で v_+ と v_- が等しくなる現象を (8) と呼ぶ。なお、この回路では v_O の電位は v_I の電位の (9) 倍になる。

(1) (2) (3)

(4) (5) (6)

(7) (8) (9)

(問 A) 利得を A として、 v_O を v_+ と v_- を用いて表せ。

(問 B) v_- を v_O を用いて表せ。

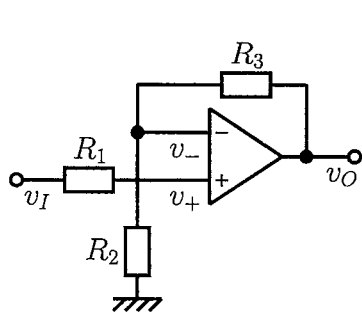


図 1

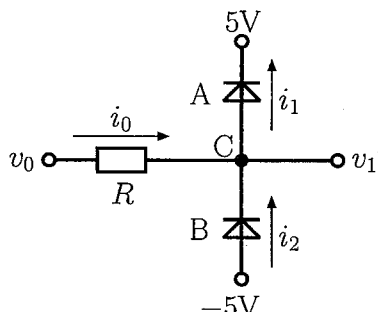


図 2

【問題 2】図 2 の回路について考える。回路中のダイオードは理想的な特性を持つものとする。特にここでは、ダイオードは「両端の電位差により抵抗値が変化する抵抗」(のようなもの) であると考えよう。すなわち、両端の電位差が順方向であれば抵抗値は 0Ω であり、逆方向であれば抵抗値は $\infty \Omega$ である。簡単のため、両端の電位差が 0 V の場合も順方向とし、抵抗値は 0Ω とする (このとき、オームの法則は $0 \text{ V} = \text{電流} \times 0 \Omega$ となるので、電流は任意の値を取り得る)。

v_0 が 10 V のとき v_1 の電位はいくらだろうか? 仮に C 点の電位を 7 V としよう。すると各部の電流は $i_0 = (10 - 7)/R = 3/R \text{ [A]}$ 、 $i_1 = (7 - 5)/0 = \infty \text{ [A]}$ 、 $i_2 = (-5 - 7)/\infty = 0 \text{ [A]}$ となるが、これら

の値は C 点におけるキルヒホッフの電流則 $i_0 + i_2 = i_1$ を満たさない。したがって C 点は 7 V ではない (X)。これをまとめたのが下の表である。空欄を埋めよ (問 C: v_0 と v_1 の関係を説明せよ)。

(表が狭いので電流の単位は省略してください)

v_0	C 点	i_0	i_1	i_2	○/×
10 V	7 V	$3/R$	∞	0	×
10 V	10 V				
10 V	5 V				
3 V	3 V				
3 V	0 V				

(問 C)

【問題 3】 X, Y, Z を論理変数とする。論理値に対する演算では、実数値に対する演算とは異なる法則が成り立つ。 $X + 0 = X$ であるが、 $X + 1 = (10)$ であり、 $X + X = (11)$ であり、 $X + \bar{X} = (12)$ である。

論理式には双対性がある。 $X \cdot (\bar{Y} + Z) = X \cdot \bar{Y} + X \cdot Z$ であるので、双対性より $X + \bar{Y} \cdot Z = (13)$ も成り立つことがわかる。同様に $\bar{X} \cdot \bar{Y} = \bar{X} + \bar{Y}$ であるので、双対性より $\bar{X} + \bar{Y} = (14)$ である。

(10) (11) (12)

(13) (14)

【問題 4】 A, B を入力とする 2 変数論理関数について考える。論理関数は、例えば $A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$ のような主加法標準形、あるいは $(A + B) \cdot (\bar{A} + \bar{B})$ のような主乘法標準形により表すことができる。 \bar{B} を主加法標準形で表すと (15) となり (問 D: 回路図を示せ)、主乘法標準形で表すと (16) となる (問 E: 回路図を示せ)。

(15) (16)

(問 D) (問 E)

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。	試験室		所	工	知財	大学院	学生番号									
	2. 所属を○で囲むこと。	座席番号	—	属	学科 (専攻)	C	A	R	D	V	B	P	科目 等履修生	単位 互換生	特別 履修生	フリガナ	組
	3. 前記「1.2」を守らない答えは採点されないことがある。				年次	1	2	3	4	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。

基礎力試験 電気数学

1. 以下の微分計算を行え。

(a) $\frac{d}{dt} e^{at} =$

(b) $\frac{d}{dt} \log |t| =$

(c) $\frac{d}{dt} \cos t =$

(d) $\frac{d}{dt} (e^t \sin x) =$

2. 以下の定積分を計算せよ。ただし、 $T = 2\pi/\omega$ である。

(a) $\int_0^T \sin^2 \omega t dt =$

(b) $\int_0^T \cos 3\omega t dt =$

(c) $\int_0^T \sin 2\omega t \cos \omega t dt =$

3. $a, b, A, B, \alpha, \beta$ は実数とし、 $a > 0, b > 0, a \neq 1, b \neq 1, A > 0, B > 0$ を満たすとする。このとき、指数・対数法則を使って以下の空所に適する数式を記入せよ。

(a) $a^{\alpha+\beta} =$

(b) $(a^\alpha)^\beta =$

(c) $\log_a \frac{A}{B} =$

(d) $\log_a A =$ $/ \log_b a$

4. 以下の複素数を指数関数を極表示で示せ。

(a) $3\sqrt{3} + j3 =$

(b) $-2 - j2 =$

(c) $1 - j\sqrt{3} =$

(d) $-j5 =$

5. 以下の各式を $\sin \alpha, \sin \beta, \cos \alpha, \cos \beta, n$ および虚数単位 j を使って表せ。

(a) $e^{-j\alpha} =$

(b) $(\cos \beta + j \sin \beta)^n =$

(c) $\cos(\alpha - \beta) =$

(d) $2 \cos \left(\frac{\alpha + \beta}{2} \right) \cos \left(\frac{\alpha - \beta}{2} \right) =$

6. 関数 $f(t)$ のラプラス変換 $F(s) = \mathcal{L}[f(t)]$ は次式で定義される。

$$F(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} f(t) dt$$

以下の関数のラプラス変換を求めよ。

(a) $f(t) = e^{at}, F(s) =$

(b) $f(t) = \cos \omega t, F(s) =$

7. x, y, z 軸正方向の単位ベクトルを i, j, k とし、

$$\mathbf{A} = 2\mathbf{i} - 3\mathbf{j} - \mathbf{k},$$

$$\mathbf{B} = \mathbf{i} + 4\mathbf{j} - 2\mathbf{k}$$

とする。このとき、以下の計算を行え。

(a) $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} =$

(b) $|\mathbf{A} + \mathbf{B}| =$

(c) $\mathbf{A} \times \mathbf{B} =$

(d) $(\mathbf{A} + \mathbf{B}) \times (\mathbf{A} - \mathbf{B}) =$