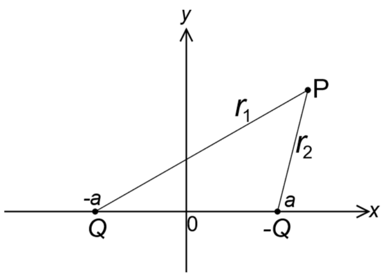
電磁気学 I

・必要な導出過程は必ず書くこと．
・解答には**単位**を付けること．
・真空の誘電率を ε_0，真空の透磁率を μ_0 とする・
・裏面を解答に用いて良い．ただしその旨，明示のこと．

1. 図のように x 軸上の $\pm a$ の位置に点電荷が置かれている．電荷量の大きさは Q [C]（$Q > 0$）である．

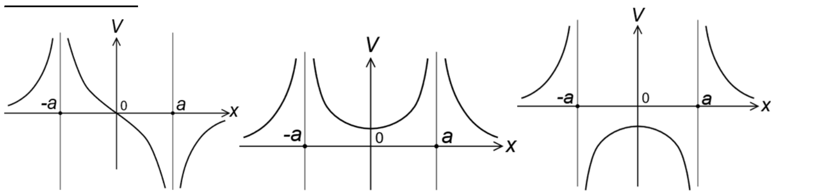


（1）それぞれの点電荷からの距離が r_1 [m]，および r_2 [m]である点 P における電位 V を書け．無限遠での電位を 0 [V] とする．

V = ______________________

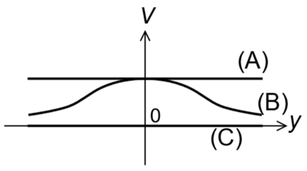
（2）x 軸上の電位を最も適切に表しているグラフは次の（A）～（C）の内どれか？

____



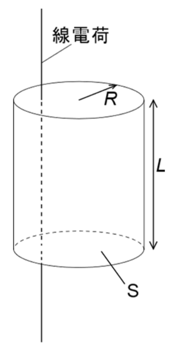
(A) (B) (C)

（3）y 軸上の電位を適切に表しているグラフは右図の中の（A）～（C）の内，どれか？



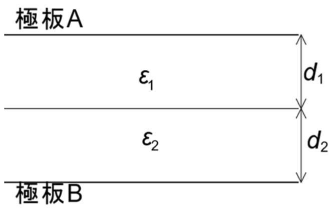
____

2. 真空中に無限に長い線電荷（線電荷密度 λ [C/m]）がある．図のように，軸が線電荷と平行な円筒領域を考える．円筒領域の半径と長さはそれぞれ R [m] および L [m] である．円筒領域の表面 S において，次の面積分を実行したときの結果を答えよ．$\boldsymbol{E}$，$\boldsymbol{n}$ はそれぞれ電界のベクトル，および面の単位法線ベクトルである．線電荷は円筒の中心を通るとは限らない．



$$\int_S \boldsymbol{E}\cdot\boldsymbol{n}dS = \boxed{\quad\quad\quad}$$

3. 互いに平行な平面極板 A，B の間に誘電率が ε_1，ε_2 の 2 種類の誘電体が満たされている．厚さはそれぞれ d_1 および d_2 である．次の（1），（2）のそれぞれについて，各誘電体における電界の大きさ $|\boldsymbol{E}_1|$，$|\boldsymbol{E}_2|$ を求めよ．



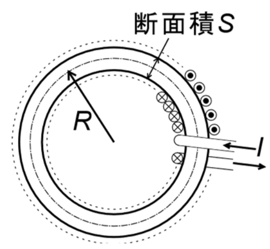
（1）極板 A，B のそれぞれに電荷密度 σ [C/m^2]，$-\sigma$ [C/m^2] で電荷が与えられている場合

$|\boldsymbol{E}_1|$ = ______________, $|\boldsymbol{E}_2|$ = ______________

（2）極板 AB 間に電位差 V [V] が与えられている場合

$|\boldsymbol{E}_1|$ = ______________, $|\boldsymbol{E}_2|$ = ______________

4. 図のような半径 R [m]，断面積 S [m^2] の環状ソレノイドが，真空中に置かれており，電流 I [A] が流れている．巻線密度は n [本/m] である．次の問いに答えよ



（1）ソレノイド内の磁界の強さ H_{i} および，ソレノイド外の磁界の強さ H_{o} を答えよ．ソレノイド内では磁界の強さは一定と考えて良いとする．

H_{i} = ______________, H_{o} = ______________

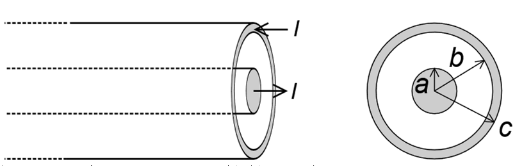
（2）ソレノイド内の磁束密度 B_{i} と磁束 φ を答えよ．

B_{i} = ______________, φ ______________

（3）電流 I との錯交磁束 Φ を求め，この環状ソレノイドのインダクタンス L を答えよ．

Φ = ______________, L = ______________

5. 図に示す無限長の同軸円筒導体の内部および外部にそれぞれ電流 I[A] ($I > 0$) が互いに反対方向に流れている．アンペアの法則を用いて，（1）内部導体内，（2）導体間の空洞部，（3）外部導体内，（4）外部導体の外部空間の磁界の大きさをそれぞれ求めよ．ただし，電流は導体内を一様に流れているものとする．中心軸からの距離を r [m] とおけ．



（左図は無限に長い導体を途中で切って示している）

（1）______________ （2）______________

（3）______________ （3）______________

以上

2018年度　第１回アセスメントテスト　電気回路

2018年10月8日

解答上の注意：計算および解答は２桁精度で行って良い。√記号、分数は残しても良い。

問題１.

図１の回路の電流 I を求めよ.

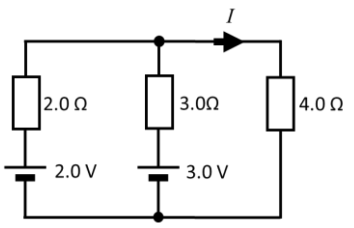


図１．問題１の回路

I ＝ ＿＿＿＿＿＿＿＿ A

問題２.

図２の回路の抵抗 R_2 を流れる電流 I を求めよ.

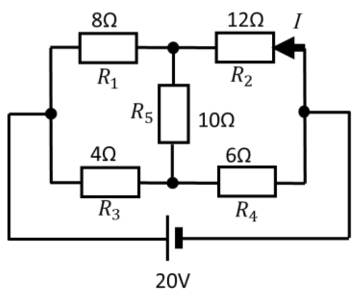


図２．問題２の回路

I ＝ ＿＿＿＿＿＿＿＿ A

問題３.

図３の左の回路を等価変換して右の回路にする。

Rab=1.0Ω，Rbc=2.0Ω，Rca=3.0Ωとして，Ra, Rb, Rc それぞれの値を求めよ。

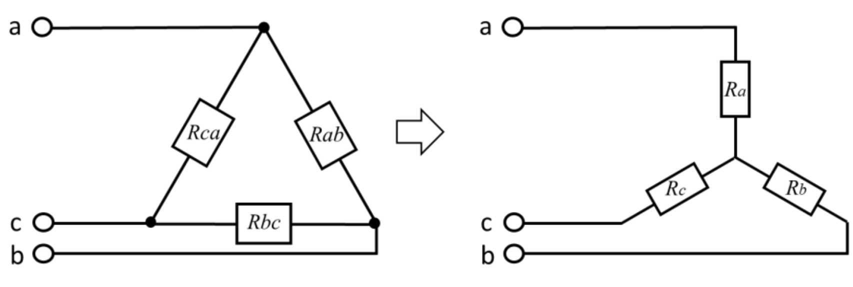


図３．問題３の回路

Ra ＝ ＿＿＿＿＿＿＿＿ Ω

Rb ＝ ＿＿＿＿＿＿＿＿ Ω

Rc ＝ ＿＿＿＿＿＿＿＿ Ω

問題４.

図４の回路において抵抗 R は15Ω，コンデンサの容量リアクタンス Xc は20Ωである．電源電圧 E が60 Vのときにコンデンサを流れる電流の大きさ$|Ix|$ が 3.0 A になった．このとき，以下の問いに答えよ．ただし，電流 I は電圧 E よりも位相が遅れているものとする.

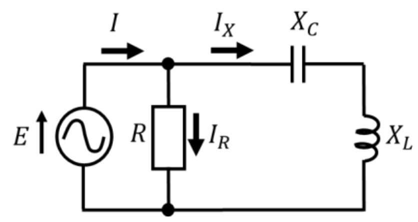


図４．問題４の回路

（１） 抵抗を流れる電流 I_R を求めよ.

I_R ＝ ＿＿＿＿＿＿＿＿ A

（２） I, I_R, I_X の関係をフェーザ図（電圧 E 基準）で示せ.

（３）電流 I の大きさを求めよ.

$|I|$ ＝ ＿＿＿＿＿＿＿＿ A

（４） Xc と X_L の合成インピーダンス Z_X(複素表示)を求めよ.

Z_X ＝ ＿＿＿＿＿＿＿＿ Ω

問題５.

図５に示す回路について以下の問いに答えよ.

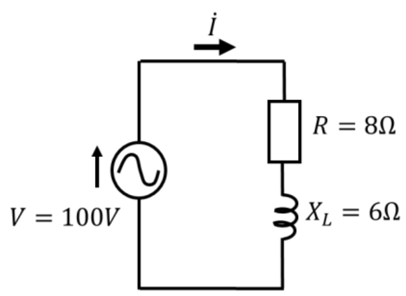


図５．問題５の回路

（１） 有効電力を求めよ.

＿＿＿＿＿＿＿＿ W

（２） 無効電力を求めよ.

＿＿＿＿＿＿＿＿ Var

（３） 皮相電力を求めよ.

＿＿＿＿＿＿＿＿ VA

第1回アセスメントテスト(2018.10.08)

<u>※問1と問2の解答には単位を付けること.</u>

問1　図1について，以下の問いに答えよ．V_{cc}=10V, R_C=100Ω, R_B=46kΩであるとする.

(i) V_{BE}=0.8Vとする．このときI_Bを求めよ.
(ii) h_{FE}=150であるとする．このときI_Cを求めよ.
(iii) V_{CE}を求めよ.

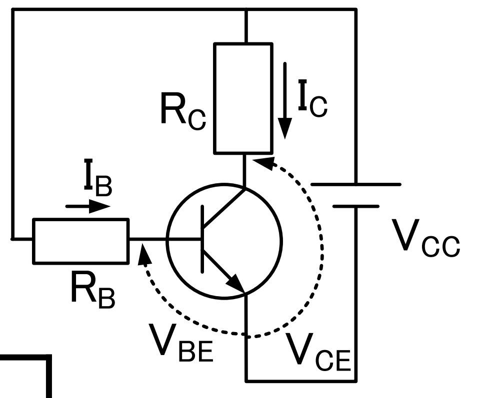


図 1

(i) I_B=	(ii) I_C=	(iii)V_{CE}=

問2. 下記の問いに答えよ.

(1) 図2について，R_1=150Ω，R_2=200Ω，V_{in}=15Vとるす．R_1を通る電流 I_1と，図に表す電位V_{out}を求めよ．オペアンプの出力上限および下限は無限(-∞<V_{out}<∞)であるとする.

(2) 図3について，ダイオードは立ち上がり電圧0.7Vの定電圧近似とする．またV_{in}=3V, R=200Ωとする．このときR両端の電圧V_{out}と，Rを通る電流Ｉを求めよ.

(3) 図3について，(2)と同様ダイオードは立ち上がり電圧0.7Vの定電圧近似とする．またV_{in}=3Vとする．Rを通る電流Ｉを0.1mAにするためには，抵抗Rはいくらにする必要があるか答えよ.

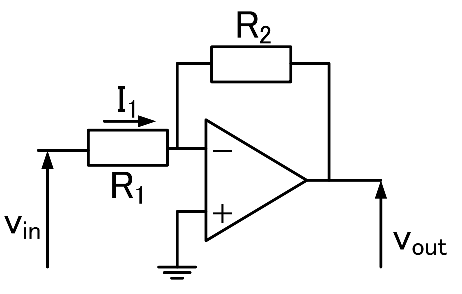


図 2

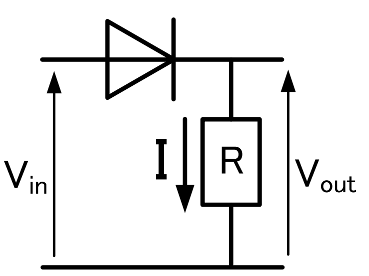


図 3

(1) I_1=	V_{out}=
(2) V_{out}=	I =
(3) R=	

問3 表1に示す真理値表について，以下の問いに答えよ.

(1-1) 真理値表を満たす論理関数Fを，標準積和形（論理積和形）で表せ
(1-2) 真理値表を満たす論理関数Fを，標準和積形（論理和積形）で表せ
(2) (1-1)で得られた関数を，カルノー図等を用いて簡単化せよ
(3) (2)で簡単化した関数について，AND, OR, NOTを用いて論理回路を作成せよ
(4) (3)で得られた回路をNANDのみで表せ.

(1-1)	
(1-2)	
(2)	
(3)	(4)

表1

X Y Z	F
0 0 0	0
0 0 1	0
0 1 0	1
0 1 1	1
1 0 0	0
1 0 1	1
1 1 0	0
1 1 1	1

E 科アセスメントテスト 電気数学 (30 分)　　　　　　　　　　2018 年 10 月 8 日

x, y, z 軸正方向の単位ベクトルを i, j, k とする．
$\boxed{}$ に入る適切な語句を答えよ．

問 1

2 乗すると -1 になるような数を $\boxed{\text{(a)}}$ と呼ぶ．電気工学の分野では $\boxed{\text{(a)}}$ を j で表すことが多い．実数 a, b を用いて $a+jb$ の形で表される数は $\boxed{\text{(b)}}$ と呼ばれ，a は $\boxed{\text{(c)}}$，b は $\boxed{\text{(d)}}$ と呼ばれる．

$a+jb$ は 2 次元平面上の点 (a,b) により表すことができる．原点を O，(a,b) を P とすると，OP の長さは $\boxed{\text{(b)}}$ の $\boxed{\text{(e)}}$ と呼ばれ，OP が横軸となす角は $\boxed{\text{(f)}}$ と呼ばれる．

$A \geq 0, \theta$ を実数とすると，$\boxed{\text{(ア)}}$ の公式 $e^{j\theta} = \cos\theta + j\sin\theta$ より

$$Ae^{j\theta} = A\cos\theta + jA\sin\theta$$

であるから，$\boxed{\text{(b)}}$ を $Ae^{j\theta}$ の形で表すこともできる．ここで A は $\boxed{\text{(b)}}$ の $\boxed{\text{(g)}}$ と呼ばれ，θ は $\boxed{\text{(h)}}$ と呼ばれる．$Ae^{j\theta} = a+jb$ のとき，A と θ を用いて a を表すと $\boxed{\text{(あ)}}$ となり，b は $\boxed{\text{(い)}}$ となる．逆に a と b を用いて A を表すと $\boxed{\text{(う)}}$ となり，θ は $\boxed{\text{(え)}}$ となる．

問 2

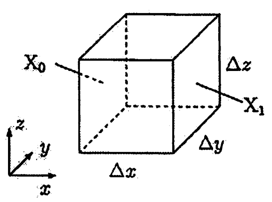
ベクトル場 $A = A_x i + A_y j + A_z k$ に対し，A の $\boxed{\text{(i)}}$ を $\operatorname{div} A$ のように表す．ベクトル場に対応した流束を考えると，$\boxed{\text{(i)}}$ は単位体積あたりの「湧き出し」を意味している．

ここで，図のように各辺が座標軸に平行で，辺の長さがそれぞれ $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ であるような直方体を考え，そこから出る流束の総量を求めてみる．例えば X_1 から出る流束の量は，A の X_1 上の $\boxed{\text{(j)}}$ 積分であるから，X_1 の面積 $\boxed{\text{(A)}}$ と A の $\boxed{\text{(k)}}$ 方向成分 $A(X_1)\cdot i$ の積である（ここで $A(X_1)$ は，X_1 における A を表している）．X_0 と X_1 から出る流束の総量は

$$\Delta y \Delta z \{A(X_1) - A(X_0)\} \cdot i = \Delta y \Delta z \left(\frac{\partial A}{\partial x}\Delta x\right) \cdot i = \Delta y \Delta z \left(\frac{\partial A_x}{\partial x}\Delta x\right)$$

であり，直方体の全ての面から出る流束の総量は $\boxed{\text{(B)}}$ と $\boxed{\text{(C)}}$ の積であるから，単位体積あたりの「湧き出し」は $\operatorname{div} A = \boxed{\text{(C)}}$ である．$\operatorname{div} A$ は A の単位体積あたりの「湧き出し」であるから，任意の領域 V とその表面 ∂V に対して，体積分 $\int_V \boxed{\text{(D)}}\, dv$ と面積分 $\int_{\partial V} \boxed{\text{(E)}} \cdot dS$ は等しい．

$\operatorname{div} A$ は演算子 ∇ を用いて $\boxed{\text{(F)}}$ のように表されることも多い．∇ は $\boxed{\text{(イ)}}$ と読む．∇ は直交座標系では $\nabla = \boxed{\text{(G)}}$ である．ちなみに $\operatorname{grad}\phi$ は ∇ を用いて $\boxed{\text{(H)}}$ のように表される．



解答欄

$\boxed{\text{(a)}}$～$\boxed{\text{(k)}}$ に入る適切な語句を以下の選択肢から選んで答えよ。

逆単位, 虚数単位, 自乗単位, 自然単位, 正単位, 負単位, 無理単位, 自然数, 実数, 術数, 整数, 正数, 複数, 複素数, 無理数, 有理数, 虚部, 胸部, 実部, 主部, 手部, 術部, 述部, 足部, 腹部, 複部, 幽部, 鋭角, 距離, 高さ, 錯覚, 折角, 大きさ, 長さ, 同位角, 幅, 偏角, 回転, 傾斜, 勾配, 枝, 質, 節点, 線, 体, 頂点, 点, 発散, 辺, 面, 量, 垂線, 推選, 水仙, 水洗, 切線, 接戦, 接線, 漸近線, 法線, 縫線

(a) ＿＿＿＿ (b) ＿＿＿＿ (c) ＿＿＿＿

(d) ＿＿＿＿ (e) ＿＿＿＿ (f) ＿＿＿＿

(g) ＿＿＿＿ (h) ＿＿＿＿ (i) ＿＿＿＿

(j) ＿＿＿＿ (k) ＿＿＿＿

$\boxed{\text{(A)}}$～$\boxed{\text{(H)}}$ に入る適切な式を以下の選択肢から選んで番号で答えよ。

(1) $\Delta x \Delta y$ (2) $\Delta y \Delta z$ (3) $\Delta z \Delta x$ (4) $\Delta x \Delta y \Delta z$ (5) $\Delta x + \Delta y \Delta z$
(6) $\Delta x \Delta y + \Delta x \Delta z$ (7) $\Delta x + \Delta y + \Delta z$ (8) ϕ (9) $\nabla\phi$ (10) $\nabla\cdot\phi$
(11) $\Delta x \Delta y + \Delta y \Delta z + \Delta z \Delta x$ (12) $\nabla \times \phi$ (13) A (14) ∇A
(15) $\dfrac{\partial}{\partial x} + \dfrac{\partial}{\partial y} + \dfrac{\partial}{\partial z}$ (16) $i\dfrac{\partial}{\partial x} + j\dfrac{\partial}{\partial y} + k\dfrac{\partial}{\partial z}$ (17) $\nabla \cdot A$
(18) $\dfrac{\partial A}{\partial x} + \dfrac{\partial A}{\partial y} + \dfrac{\partial A}{\partial z}$ (19) $i\dfrac{\partial A}{\partial x} + j\dfrac{\partial A}{\partial y} + k\dfrac{\partial A}{\partial z}$ (20) $\nabla \times A$
(21) $\dfrac{\partial A_x}{\partial x} + \dfrac{\partial A_y}{\partial y} + \dfrac{\partial A_z}{\partial z}$ (22) $i\dfrac{\partial A_x}{\partial x} + j\dfrac{\partial A_y}{\partial y} + k\dfrac{\partial A_z}{\partial z}$ (23) $\operatorname{div} A$

(A) ＿＿＿＿ (B) ＿＿＿＿ (C) ＿＿＿＿ (D) ＿＿＿＿

(E) ＿＿＿＿ (F) ＿＿＿＿ (G) ＿＿＿＿ (H) ＿＿＿＿

$\boxed{\text{(ア)}}$，$\boxed{\text{(イ)}}$ に入る適切な語句を答えよ。

(ア) ＿＿＿＿ (イ) ＿＿＿＿

$\boxed{\text{(あ)}}$～$\boxed{\text{(え)}}$ に入る適切な式を答えよ。

(あ) ＿＿＿＿ (い) ＿＿＿＿

(う) ＿＿＿＿ (え) ＿＿＿＿