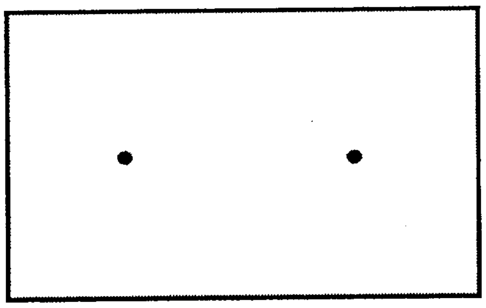
科目名　　電磁気学

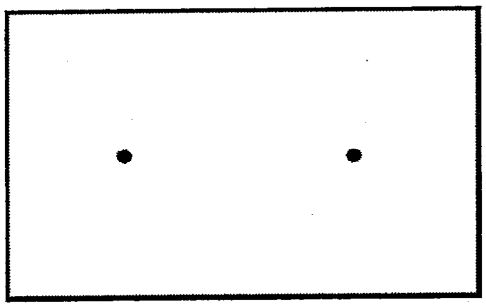
注意事項：問題は両面に印刷されています。

なお、特に断りが無い場合、電荷の大きさおよび電流の太さは無視できるとし、真空の誘電率および透磁率をε_0、μ_0とする。

問1. 図に示すとおり、真空中に＋Q[C]の電荷を離しておいた。このときの電気力線および等電位線を描け。なお、特徴が出るように電気力線は合計１６本以上、等電位線は全部で１０本以上書くこと。



電気力線



等電位面

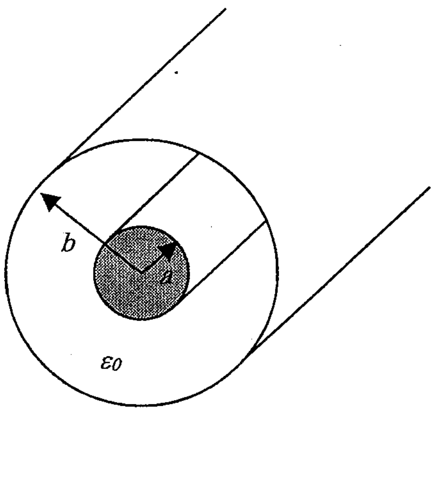
問2. 真空中に無限長を持つ、内半径 a [m]および外半径 b [mm]の同軸円柱円筒導体がある。内側円柱導体に電荷λ[C/m]、外側の円筒導体に電荷$-\lambda$ [C/m]を与えた。以下の問いに答えよ。

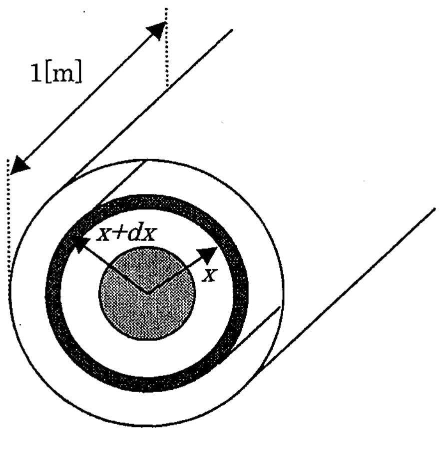
(1) 内側円柱導体の中心から x[m]（ $b>x>a$ ）の地点での電界の強さを求めよ。

(2) その地点での単位体積当たりのエネルギーを求めよ。

(3) 内側円柱導体の中心から x[m]～$(x+dx)$[m]（ $b>x>a$ ）の空間に蓄えられる単位長さ当たりの静電エネルギーを求めよ。ただし dx は充分微少な長さとする。

(4) 内側円柱導体と外側円筒導体間に（ $b>x>a$ ）に蓄えられている単位長さ当たりの静電エネルギーを求めよ。

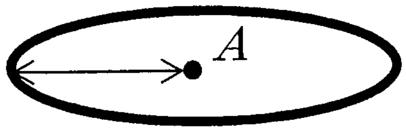




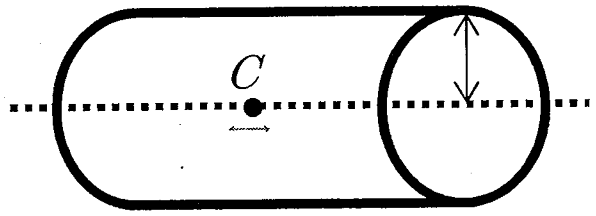
【裏に続く】

問3. 以下の電流が作る磁界の強さ H を求めよ。ただし電流の大きさは I[A]とする。

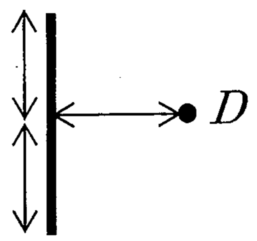
(a) 半径 R[m]の円電流の中心点 A



(b) 半径 R[m]の無限長ソレノイドの中心点 C、ただしソレノイドの巻き数は n[巻/m]とする。

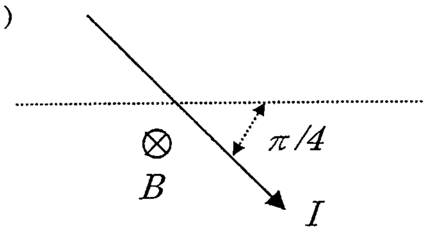


(c) 有限長をもつ線分電流の中心から R[m]離れた地点 D、ただし線分電流の長さは 2R[m]とする。

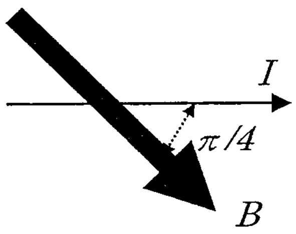


問4. 磁束密度の大きさを B[T]、導体に流れる電流を I[A]一定とする。磁束密度と電流の関係が図の通りとするとき、それぞれ電流に発生する単位長さ当たりの力を求め、その向きを図中に図示せよ。

(1)

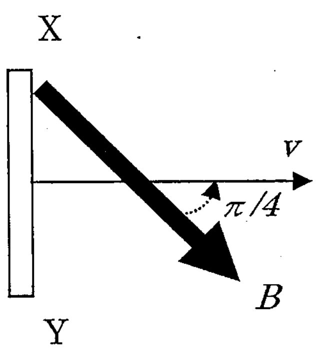


(2)

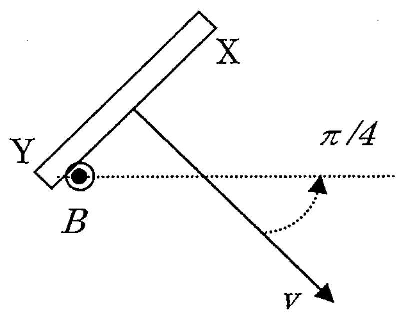


問 5. 磁束密度の大きさを B[T]、導体 XY の速度を v[m/s]で一定とする。磁束と導体速度の関係が図の通りとするとき、<u>導体の両端 XY 間</u>に発生する単位長さあたり起電力の大きさと方向を答えよ。なお、導体の太さは無視できるとし、起電力の方向は－から＋に向かって矢印あるいは ⊙ 、⊗ 書き入れる事。起電力 0 の時は矢印を書く必要はない。

(1)



(2)



授業科目名　　　　　　　　　　担当者名　　　　　　　　対象学生（　）科（　）年次（　）組（　）曜（　）限　参照許可物等

2016 年度　基礎力テスト　電気回路

2017 年 1 月 30 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の回路中を流れる電流 I を求めよ．ただし，E=10V，R_1～R_6 の抵抗値はそれぞれ 3.0Ω，4.0Ω，2.5Ω，3.0Ω，2.0Ω，1.0Ω である．

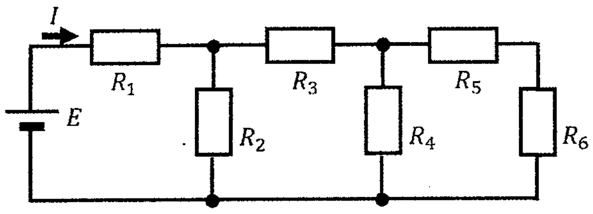


図１．問題１の回路

I = ＿＿＿＿＿＿＿＿ A

問題２.

図２の回路において，電源角周波数を ω として以下の問いに答えよ．

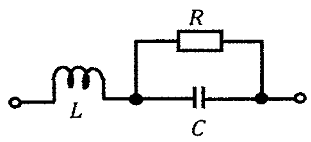


図２．問題２の回路

（１）回路の合成インピーダンス Z を求めよ．

Z = ＿＿＿＿＿＿＿＿ Ω

（２）回路の共振角振動数 ω_1 を求めよ．

ω_1 = ＿＿＿＿＿＿＿＿ rad/s

（３） $\omega = \omega_1$ のときの回路のインピーダンス Z_1 を求めよ．

Z_1 = ＿＿＿＿＿＿＿＿ Ω

問題３.

図３の回路について，以下の問いに答えよ．

ただし，E= 100 ∠0° V，Xc = 10Ωとする．

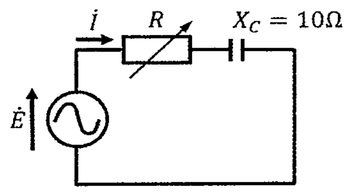


図３．問題３の回路

（１） 電流 $\dot{I}$ を求めよ．(実部と虚部を明示的に示すこと)

$\dot{I}$ = ＿＿＿＿＿＿＿＿ A

（２） 以下の場合の電流 $\dot{I}$ の値を求めよ．

(a) R=0 Ωのとき

$\dot{I}$ = ＿＿＿＿＿＿＿＿ A

(b) $R = \infty$ Ωのとき

$\dot{I}$ = ＿＿＿＿＿＿＿＿ A

（３） 電流 $\dot{I}$ の偏角 $\phi = \arg(\dot{I}) = \tan^{-1}\frac{\text{電流　}I\text{の虚部}}{\text{電流　}I\text{の実部}}$ が 45° になるときの R の値を求めよ．

R = ＿＿＿＿＿＿＿＿ Ω

問題４.

図４のような対称３相Ｙ接続交流回路について，各相の電圧の大きさが $Ea = Eb = Ec$ = 100V，平衡３相負荷のインピーダンスが $\dot{Z} = 10\sqrt{3} + j10$ Ωのとき，以下の問いに答えよ．

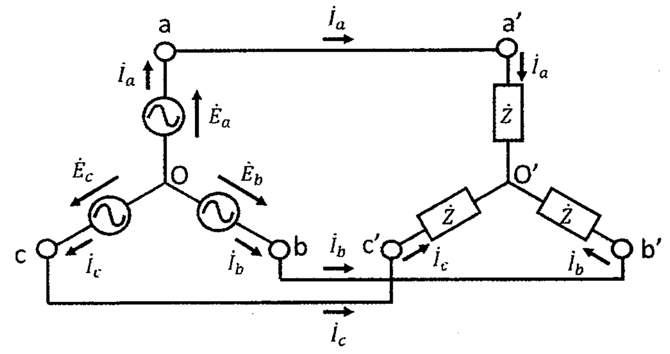


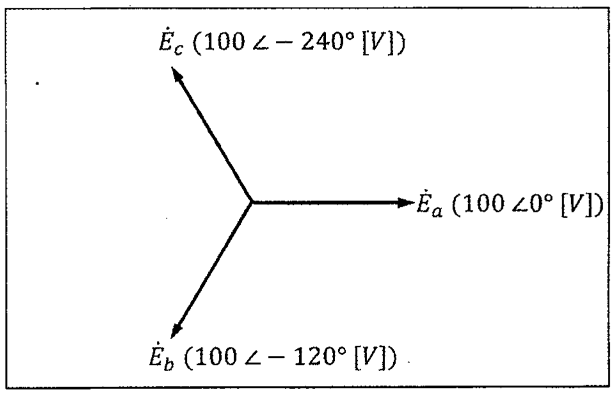
図４．問題４の回路

（１） 各線電流 Ia，Ib，Ic を求めよ．

Ia = ＿＿＿＿＿＿＿＿ A　Ib = ＿＿＿＿＿＿＿＿ A

Ic = ＿＿＿＿＿＿＿＿ A

（２） 以下の図に線電流のフェーザ図を位相を明記して示せ．



問題５.

図５に示す理想変成器（巻き線比 $n_1 : n_2$ ）の回路について以下の問いに答えよ．

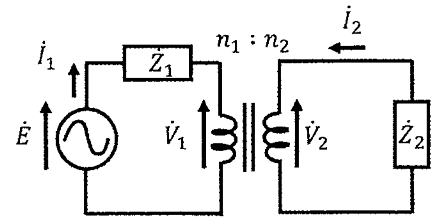


図５．理想変成器

（１） $\dot{E}_1, \dot{Z}_2, \dot{I}_1, \dot{V}_1$ の関係を求めよ．

$\dot{E}_1$ = ＿＿＿＿＿＿＿＿

（２） $\dot{I}_1, \dot{I}_2$ を $\dot{E}_1, \dot{Z}_1, \dot{Z}_2, n_1, n_2$ を用いて表せ．

$\dot{I}_1$ = ＿＿＿＿＿＿＿＿

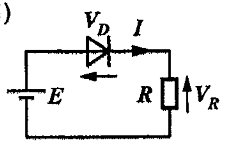
$\dot{I}_2$ = ＿＿＿＿＿＿＿＿

電子回路　　基礎力テスト（第２回）

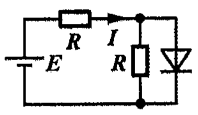
2017. 1. 30.

1. 次のダイオード回路に流れる電流を定電圧近似（立ち上がり電圧 $V_F = 0.7$ V）として求めなさい. ただし, $E = 4.0$ V, $R = 3.0$ kΩ とする.

(1)

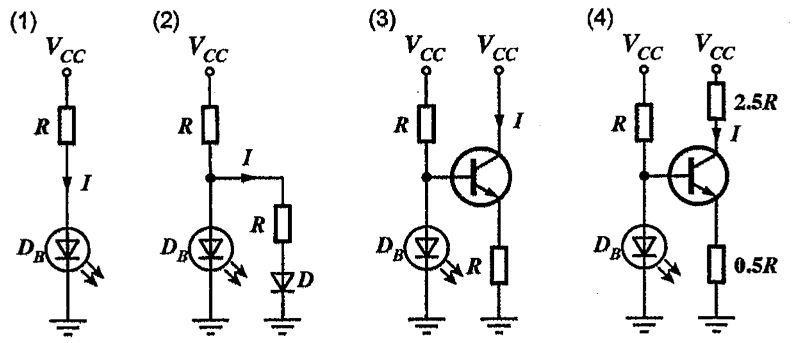


(2)



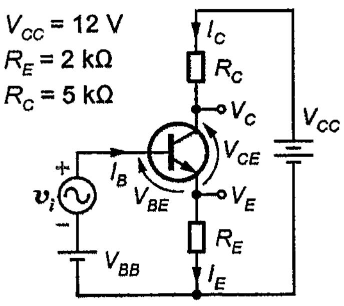
$I =$ ＿＿＿＿　　$I =$ ＿＿＿＿

2. 青色ダイオード D_B の立ち上がり電圧を 3.0 V として, 次の回路中の電流 I を求めなさい. ただし, $V_{CC} = 9.0$ V, $R = 1$ kΩ とし, 通常のダイオード D の立ち上がり電圧とトランジスタの V_{BE} は 0.7 V とする. また, $V_{CESAT} = 0$ V, $I_C = I_E$ としてよい.



$I =$ ＿＿＿＿　$I =$ ＿＿＿＿　$I =$ ＿＿＿＿　$I =$ ＿＿＿＿

3. 図の回路に関する各問いに答えなさい. ただし, V_{BE} は 0.7 V とする. また, $I_C = I_E$ としてよい.

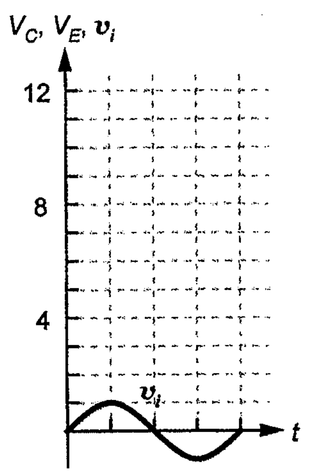


(1) 直流動作点のコレクタ電流 I_C が 1.0 mA となるよう, エミッタの電位 V_E を決めなさい.

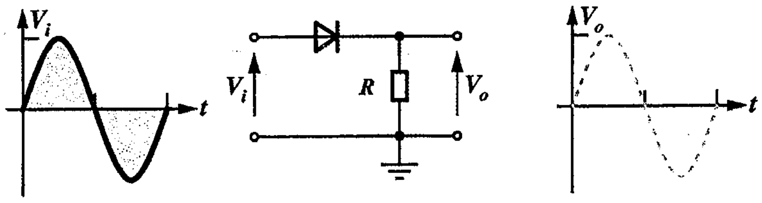
(2) ベースバイアス電圧 V_{BB} を求めなさい.

(3) コレクタ電圧 V_C を求めなさい.

(4) 入力電圧 v_i が, 右図に示すような振幅 1 V の正弦波であるとき, V_E と V_C の電圧の時間波形を右に描きなさい.

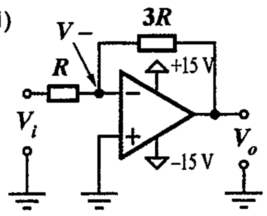


4. 次のダイオード回路の出力電圧 V_o の概略波形を描きなさい. ただし, ダイオードは理想ダイオードとしてよい.



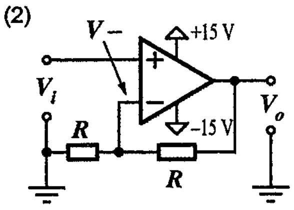
5. 演算増幅器を用いた次の回路で, V_i が与えられているものは出力電圧 V_o を求め, そうでないものは入力電圧 V_i に対する出力電圧を図示しなさい. ただし, 演算増幅器の増幅度は非常に大きいものとし, 入出力電圧が -14 V から +14 V の間で応答するものとする.

(1)



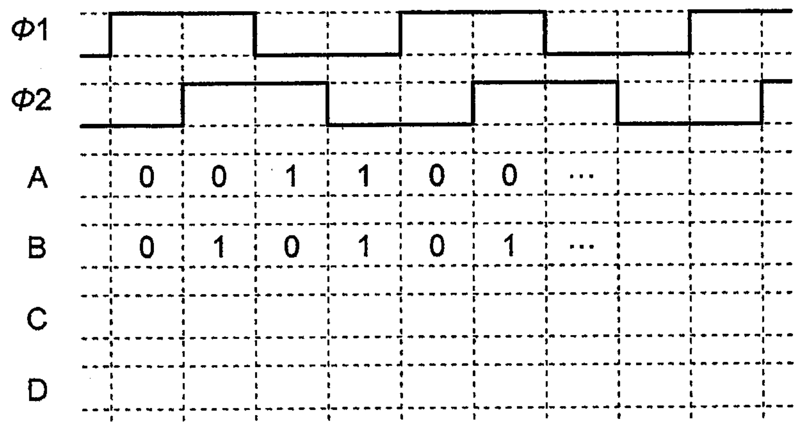
V_i [V]	$V-$ [V]	V_o [V]
2.0		
4.0		
6.0		

(2)



V_i [V]	$V-$ [V]	V_o [V]
5.0		
10.0		

6. 下のような, 2種類の繰り返し信号（クロック信号）Φ1, Φ2 から他の信号を作りたい. 以下の問いに答えなさい.



(1)　Φ1, Φ2 から2桁の2進数 AB を生成したい. まず, それぞれの波形を描き, A, B それぞれの論理式を表しなさい.

(2)　Φ1, Φ2 の NAND をとって C とし, その波形を描きなさい.

(3)　Φ1, Φ2 の NOR をとって D とし, その波形を描きなさい.

基礎力試験　電気数学

1. 以下の微分計算を行え．

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

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

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

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

2. 以下の不定積分を計算せよ．ただし，積分定数は省略すること．

(a) $\displaystyle\int \log|t|dt =$

(b) $\displaystyle\int \cos t dt =$

(c) $\displaystyle\int \cos^2 t dt =$

3. $\boldsymbol{A} = \boldsymbol{i} - 2\boldsymbol{j} + \boldsymbol{k}$, $\boldsymbol{B} = 2\boldsymbol{i} + \boldsymbol{j} - 4\boldsymbol{k}$ とする．このとき，

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

(b) $\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B} =$

(c) $|\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}| =$

(d) $\boldsymbol{A}$ と $\boldsymbol{B}$ に垂直な単位ベクトル $=$

4. 以下の複素数を極表示せよ．

(a) $-\sqrt{3} + j =$

(b) $2 - j2 =$

(c) $-j1.5 =$

(d) $-2 =$

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) $\sin(\alpha - \beta) =$

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

6. 下記の空欄に当てはまる数式を解答せよ．

(a) λ についての 2 次方程式

$$\lambda^2 + \frac{R}{L}\lambda + \frac{1}{LC} = 0$$

が 2 つの異なる実数解をもつ必要十分条件は

である．ただし，R, L, C は正の定数である．

(b) $\alpha = -R/(2L)$, $\gamma = \sqrt{\alpha^2 - 1/(LC)}$ とする．微分方程式

$$\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{di}{dt} + \frac{1}{LC} = 0$$

の一般解は，

$$i = C_1 e^{at} + C_2 e^{bt}$$

と表せる。ここで，C_1, C_2 は積分定数であり，a, b は α, γ を使って

$a =$

$b =$

と表せる．さらに初期条件を $i(0) = 0$, $\left.\frac{di}{dt}\right|_{t=0} = E > 0$ とすれば

$C_1 =$

$C_2 =$

である。