2014 年度 第 1 回基礎力テスト 電磁気学　　2014 年 9 月 29 日(月)

注意事項：計算過程と単位も必ず示すこと．解答欄が不足するときは裏面を使用すること．

計算問題において，真空中の誘電率ε_0は $1/(4\pi\varepsilon_0) = 9\times10^9\,[\mathrm{Nm^2/C^2}]$ として，有効数字は 2 桁で計算すること．

[1]　静電界・静磁界の一般公式に関する次の空所に入るべき数式，文字または数字を解答欄に記入せよ．誘電率ε，透磁率μ，真空中の誘電率ε_0，真空中の透磁率μ_0とする．

● クーロンの法則（静電界）
（2 つの電荷 q_1, q_2）

$$F = \frac{\boxed{\;1\;}}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

●クーロンの法則（静磁界）
（2 つの磁化 m_1, m_2）

$$F = \frac{\boxed{\;2\;}}{4\pi\mu_0 r^2}$$

●電束密度と分極

$$D = \varepsilon E = \boxed{3} + P$$

●磁束密度と磁化

$$B = \mu H = \mu_0 H + \boxed{4}$$

●ガウスの法則（積分形）

$$\varepsilon \int_S E\cdot n dS = \boxed{\;5\;}$$

●ガウスの法則（積分形）

$$\mu \int_S H\cdot n dS = \boxed{\;6\;}$$

●ガウスの法則（微分形）

$$\mathrm{div}\, D = \boxed{\;7\;}$$

●ガウスの法則（微分形）

$$\mathrm{div}\, B = \boxed{\;8\;}$$

解答欄

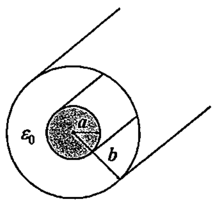
1		2	
3		4	
5		6	
7		8	

[2]　真空中のある点に 10^{-6} C の電荷がある．この点電荷から 1 cm 離れた点と 3 m 離れた点の電界の大きさをそれぞれ求めよ．

解答欄

[3]　図のように，内半径 a および外半径 b の導体があり，内部および外部導体に$\pm\lambda$ [C/m]の電荷を与えたとき，この同軸円筒導体の単位長さあたりの静電容量 C を求めよ．

解答欄



[4]　真空中に置かれた半径 a の導体球に $+Q$ の電荷を与えたとき，以下の各問いに答えよ．

① 導体球表面の電位 V はいくらか．

解答欄

② 導体球に蓄えられる静電エネルギー W はいくらか．

解答欄

③ 導体球の表面全体に働く力 F はいくらか．

解答欄

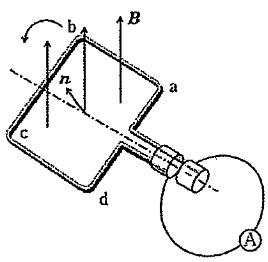
[5]　真空中に距離 a 離れて平行に並んで，電流 I が互いに反対方向に流れている電線 A, B がある．電線 A が B に作る磁界の強さ H と電線 B が単位長さ当りに受ける力 F を求めよ．

解答欄

[6]　以下は電磁誘導に関する記述である．空欄に入るべき適当な式を直接，空欄に記入せよ．

図のような回路を貫く磁束の変化によって回路に電流が誘導されるが，いま回路を貫く磁束をϕ（磁束密度 B と面積 S の積），時刻を t とすると誘導電流を引き起こす誘導起電力 V_{e1} は，

$$V_{e1} = \boxed{\qquad\qquad}$$



と表すことができる．また，回路が導線を N 巻して作ったコイルの場合の誘導起電力 V_{e2}は，

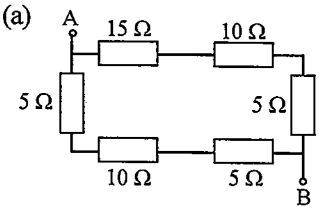
$$V_{e2} = \boxed{\qquad\qquad}$$

となる．

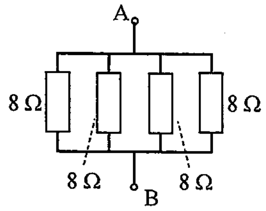
第1回 基礎学力テスト 電気回路【注意:解答の際、必要なものには単位をつけること】 2014/9/29

(1) 図の回路においてA-B間の合成抵抗を求めよ。

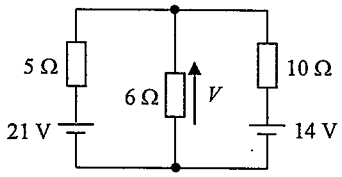
(a)



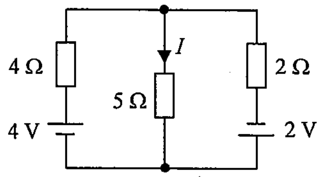
(b)



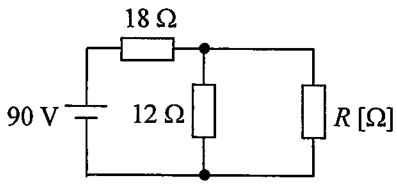
(2) 図の回路における電圧 V を求めよ。



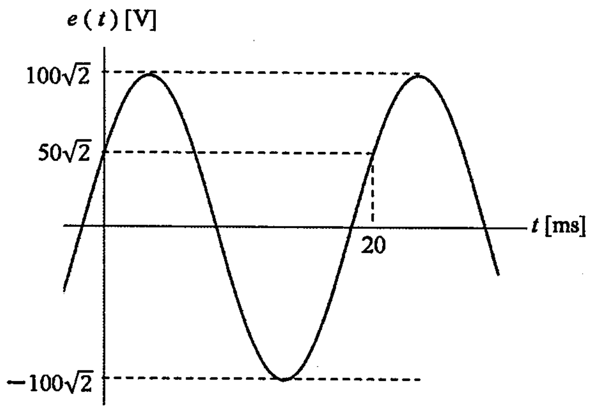
(3) 図の回路において、電流 I を求めよ。



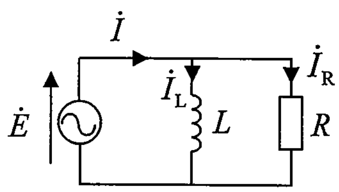
(4) 図の回路において12 Ωの抵抗の消費電力が27 Wである。このとき抵抗 R [Ω]の値はいくらになるか。



(5) 図に示す正弦波曲線の瞬時値(式)を示せ。



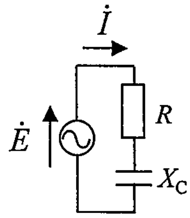
(6) 以下の回路の電圧 $\dot{E}$, $\dot{I}_R$, $\dot{I}_L$ と電流 $\dot{I}$ の関係をフェーザ図に描け。



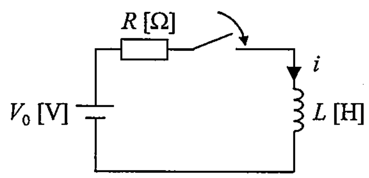
(7) 図の回路について、以下の各問に答えよ。
但し、$R = 5\sqrt{3}$ [Ω]、$X_C = 5$ [Ω]とし、$\dot{E} = 100$ [V]とする。

(a) 電流 $\dot{I}$ を求めよ。

(b) 回路の有効電力を求めよ。



(8) 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 ≧ 0 における電流 i の時間変化を式で示せ。



解答欄

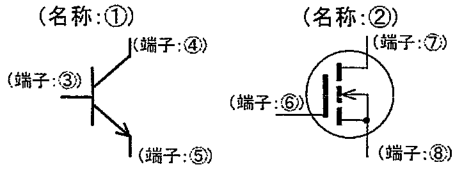
(1)	(a)
	(b)
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	$e(t) =$
(6)	→ $\dot{E}$
(7)	(a)
	(b)
(8)	

2014年度　第1回　E科基礎力テスト　　電子回路　　2014年9月29日(月)

1.　以下の文章の空欄を埋めよ。

- 理想オペアンプは，入力インピーダンスが(　　　　)Ω，出力インピーダンスが(　　　)Ω，差動電圧増幅度が(　　　　)の特性となる。
- オペアンプの性能指標で，差動入力の電圧利得と同相入力の利得の比をアルファベットで(　　　　　　)とよぶ。例えば差動利得が92dB で同相入力の利得が 6dB のとき，この指標は(　　　　)dB となる。これは値にすると約(　　　　)倍に相当する。
- 低域通過フィルタで，低周波の利得に対して，利得が－3 dB となる周波数を(　　　　　　)周波数と呼ぶ。その周波数の電圧増幅度は，低周波の電圧増幅度に対して(　　　　　)倍となり，その周波数での出力電力は，低周波の時の出力電力に対して(　　　　)倍となる。
- トランジスタのコレクタ電流の電流増幅度の周波数依存で，丁度増幅度が 1 となる周波数を(　　　　　　　)周波数といい，電流増幅を行う上限の周波数と考えられる。

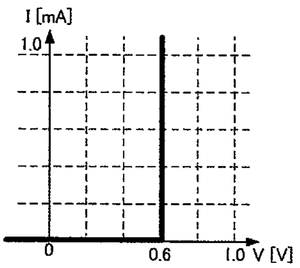
以下の名称および端子名を答えよ。



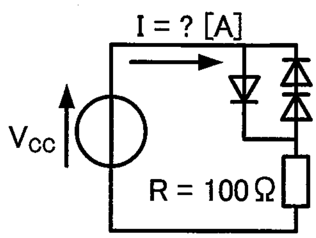
①					
②					
③		④		⑤	
⑥		⑦		⑧	

2.

図 1 の特性のダイオードについて，設問に答えよ。



(図 1)



(図 2)

V_{CC}の値が以下の時の、矢印の向きの電流の値を答えよ。

①V_{CC} =　5.0 V，　I = ＿＿＿＿＿ A

②V_{CC} =　2.0 V，　I = ＿＿＿＿＿ A

③V_{CC} =－2.0 V，　I = ＿＿＿＿＿ A

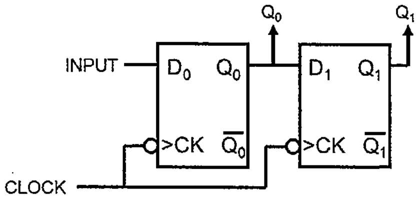
(注：図 2 で、直流電源の下の端子の方が上の端子より電位が高い)

④V_{CC} =　0.5 V，　I = ＿＿＿＿＿ A

⑤V_{CC} =－1.0 V，　I = ＿＿＿＿＿ A

3.

図 3 は D フリップフロップであり，CK の立ち下がりのタイミングで出力 Q が更新されるものである。入出力対応表を表 1 に示す。

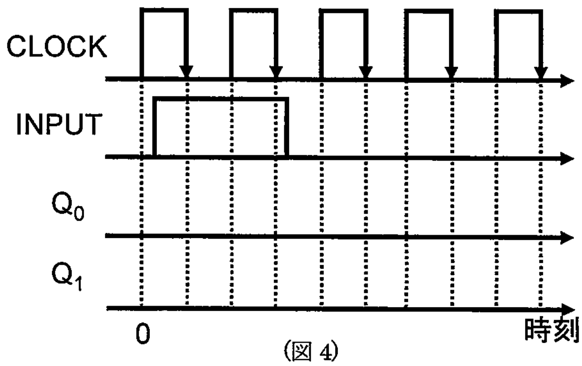


(図 3)

表1 入出力対応表

CK	D	Q_{n+1}	
-	0	Q_n	保持
-	1	Q_n	保持
↓	0	0	更新
↓	1	1	更新

CLOCK、INPUT の信号が図 4 のように与えられたときの出力 Q_0 と Q_1 を図 4 のタイミングチャートに書き入れよ。



(図 4)

4.

(1) 以下の数字を 10 進数で表せ

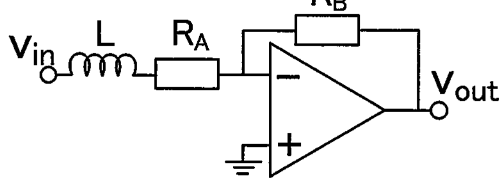
$(AC)_{16}$　＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

(2) 以下の数字を 2 進数で表せ

$(37)_8$　＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

5.

図 5 の回路について，問いに答えなさい。ただし，オペアンプは理想特性とする。



(図 5)

(1) v_{in}に角周波数ω [rad/s]の交流電圧信号を印加したときの，出力v_{out}の電圧増幅度($A_v = v_{out}/v_{in}$)の式を求めよ。

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

(2)低周波の極限(ω~0)のときの電圧増幅度と高周波の極限(ω~∞)のときの電圧増幅度を求めよ。また，図をフィルタ回路と見たときのフィルタの種類を，アルファベット 3 文字で示せ。

(ω~0 の Av)＿＿＿＿＿　(ω~∞の Av)＿＿＿＿＿

(フィルタ種類： 3 文字で)＿＿＿＿＿＿＿＿

電気数学　　試験室　　座席番号　　学生番号　　氏名

1. 以下の複素数を極形式で示せ.

(a) $1 + j =$

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

($\sin\alpha, \sin\beta, \cos\alpha, \mathrm{con}\beta$ を用いて表すこと)

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

$=$ $\{(\mathrm{n+m})\alpha\} - \sin\{$ $\}$

3. 質量 m の物体を x 軸正の向きに力 F で引っ張る. この時, この物体には大きさ $k|v|$ ($v = dx/dt$, k は正の定数) の空気抵抗が働くとする.

(1) 速度 v は時間の関数となる. v についての微分方程式を立てよ.

(2) 時間 $t = 0$ において, $v = 0$ とするとき, v の解を示せ.

(3) 充分に時間が経過したとき, v の値はいくらになるか.

4. 以下の計算を行え. C は積分定数である.

(a) $\int e^{at} dt =$ $+ C$

(b) $\int \frac{1}{(\mathrm{x - a})^2} dx =$ $+ C$

(c) $\int \frac{1}{x - \mathrm{b}} dx =$ $+ C$

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

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

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

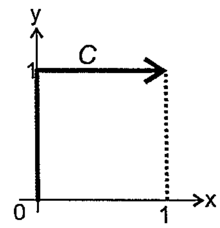
(b) $\int_0^{T/2} \sin\omega t \cos 3\omega t\, dt$

$=$

6. xy 平面上で関数 $\mathrm{z = z\,(x, y)}$ が次の様に定義されている.

$$\mathrm{z = 2x + 3y}$$

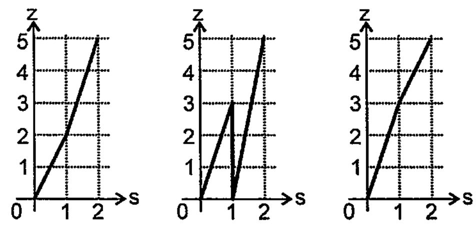
下図のように経路 C を考えたとき, 経路 C に沿った z の線積分 (式 1) を求めたい. 問い (1), (2)に答えよ



$$\int_C z ds \quad (式 1)$$

(sはC上を進む距離)

(1) 経路 C 上を進む距離 s と z の値の関係を正しく表したグラフは次の (a)～(c) の内どれか?



(a)　　(b)　　(c)　　答え

(2) 線積分 (式 1) を計算せよ.

答え

7. x, y, z軸方向の単位ベクトルを$\boldsymbol{i}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{k}$とし,

$$\boldsymbol{A} = 2\boldsymbol{i} + 3\boldsymbol{j},$$
$$\boldsymbol{B} = \boldsymbol{j} + 2\boldsymbol{k},$$
$$\boldsymbol{C} = \boldsymbol{j} - \boldsymbol{k}$$

とする. この時, 以下の計算を行え.

(a) $\boldsymbol{j} \times \boldsymbol{k} =$

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

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