問題Ⅰ

図１(a) に示すような無限に長い半径 a の円筒導体表面の電荷による電界 E を考える。円筒導体表面には一様に電荷が分布しているものとし、その単位長さ当りの電荷を$+\lambda$ とする。帯電した円筒導体は無限に長いので、電界 E は円筒面の中心軸に垂直に、円筒面から放射状に生じることとなる。空間の誘電率を ε_0 として、以下の問に答えなさい。

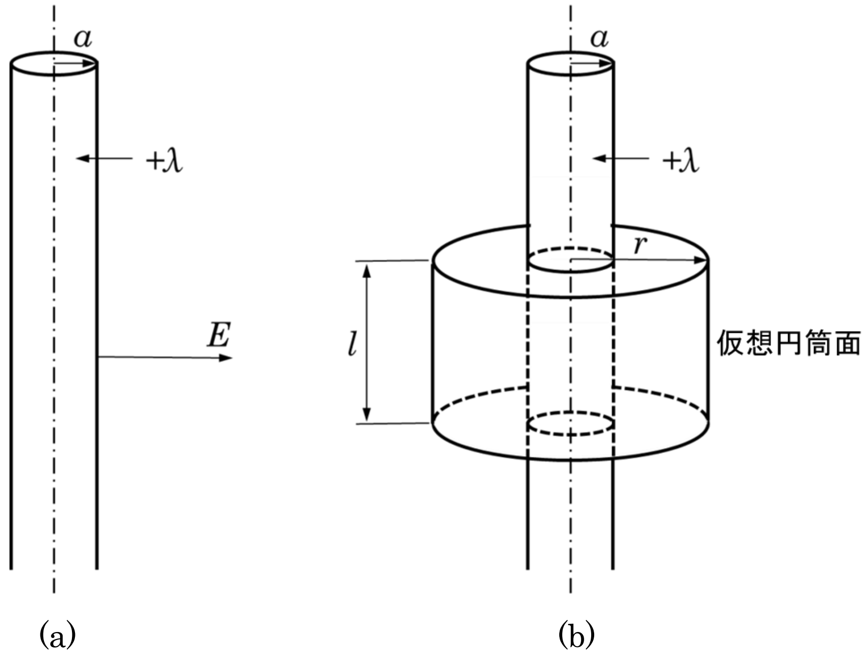


図１　無限に長い円筒導体の表面電荷による電界

問１．図１(b) のように、帯電している円筒導体のまわりに、半径 r、長さ l の仮想円筒面を考える。このとき、この仮想円筒面を貫く電気力線の数を電界 E を用いて表したもの（ガウスの法則の積分形の左辺）を以下の選択肢より選びなさい。

選択肢

① $\pi r^2 lE$　② $\dfrac{\pi r^2 E}{l}$　③ $\dfrac{El}{2\pi r}$　④ $2\pi lrE$

⑤ $\dfrac{2\pi rE}{l}$　⑥ $\dfrac{E}{2\pi rl}$

問２．問１における仮想円筒面を貫く電気力線の数を、仮想円筒の内部に存在する電荷量、すなわち内部にある円筒導体表面に分布する電荷量を用いて表したもの（ガウスの法則の積分形の右辺）を以下の選択肢より選びなさい。

選択肢

①	$\varepsilon_0\lambda l$	②	$\varepsilon_0\dfrac{\lambda}{l}$	③	$\dfrac{\lambda}{\varepsilon_0 l}$	④	$\dfrac{\lambda l}{\varepsilon_0}$
⑤	0	⑥	$\varepsilon_0\dfrac{l}{\lambda}$				

問３．問１および２とガウスの法則から、$r > a$ における電界 E を求め、以下の選択肢より選びなさい。

選択肢

①	$\dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$	②	0	③	∞	④	$\dfrac{\lambda}{\pi r^2\varepsilon_0}$
⑤	$\dfrac{4\pi r^3\lambda}{3\varepsilon_0}$	⑥	$\dfrac{\pi\varepsilon_0 l}{\lambda r}$				

問４．円筒の中心軸から距離 r_1 の点に対する距離 r_2 の点における電位差 V_{21} を以下の選択肢より選びなさい。ただし、$a < r_1 < r_2$ とする。

選択肢

①	$\dfrac{2\lambda}{\pi\varepsilon_0}(r_2 - r_1)$	②	$\dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\log\dfrac{r_2}{r_1}$	③	0	④	$\dfrac{2\lambda r_2}{\pi\varepsilon_0 r_1}$
⑤	∞	⑥	$\dfrac{2\lambda}{\pi\varepsilon_0}\log\dfrac{r_2}{r_1}$				

問題Ⅱ

図 2 のように、誘電率 ε_0 の空間中の O 点に点電荷 Q が置いてあり、この点電荷による観測点 A 点、B 点での電位を考える。O 点、A 点、B 点は、一直線上にあるとする。A 点と B 点それぞれにおける電位の差の絶対値を V_{AB} とする。このとき、以下の問いに答えなさい。

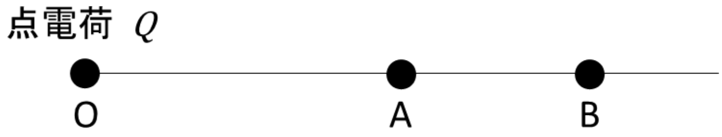


図 2. 点電荷の作る電位

問５．点 O から点 A までの距離を r とするとき、点 O の点電荷が作る点 A での電場 E の大きさを、下の選択肢より選びなさい。

選択肢

① $\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$　② $\dfrac{Q}{2\pi\varepsilon_0}r^2$　③ $\dfrac{Qr}{4\pi\varepsilon_0}$　④ $\dfrac{Qr}{2\pi\varepsilon_0}$

⑤ $\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$　⑥ $\dfrac{r^2}{2\varepsilon_0 Q}$

問６．点 O の点電荷による点 A の電位 ϕ の大きさを、下の選択肢より選びなさい。

選択肢

① $\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$　② $\dfrac{Q}{2\pi\varepsilon_0}r^2$　③ $\dfrac{Qr}{4\pi\varepsilon_0}$　④ $\dfrac{Qr}{2\pi\varepsilon_0}$

⑤ $\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$　⑥ $\dfrac{r^2}{2\varepsilon_0 Q}$

問７．V_{AB} が最大となる OA と AB の距離の組み合わせを、以下の選択肢より選びなさい。

選択肢

① OA=1, AB=1　② OA=1, AB=2　③ OA=2, AB=1

④ OA=0.5, AB=2　⑤ OA=1, AB=0.5　⑥ OA=2, AB=2

問題Ⅲ

図３に示すように、一様な磁束密度 B が加えられている平行導体棒上を直線導体が速度 v で運動している。

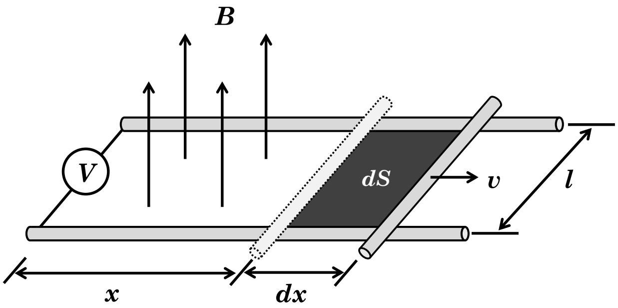


図３　磁界中を運動する導体棒

問８．dt 秒間でこの回路の面積 dS はどれだけ変化するか、以下の選択肢より選びなさい。
選択肢

①	$lvdt$	②	xdt	③	$lxdt$	④	$l\dfrac{dv}{dt}$
⑤	$l\dfrac{dv}{dx}$	⑥	$l\dfrac{dx}{dt}$				

問９．このとき、回路と鎖交する磁束の変化 $d\varphi$ の大きさいくらになるか、以下の選択肢より選びなさい。
選択肢

①	$vBldt$	②	$vBdt$	③	$Bldt$	④	$\dfrac{vBl}{dt}$
⑤	$Bl\dfrac{dx}{dt}$	⑥	$Bl\dfrac{dv}{dt}$				

問１０．ファラデーの法則よりこの回路に誘導される起電力 e の大きさはいくらになるか、以下の選択肢より選びなさい。
選択肢

①	$vBlt$	②	vBt	③	$vBl\dfrac{x}{t}$	④	$vBl\dfrac{v}{t}$
⑤	vBl	⑥	$\dfrac{vBl}{t}$				

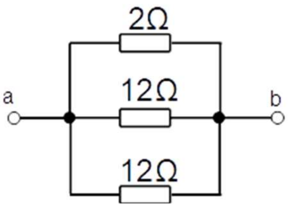
第 3 回　達成度確認テスト　電気回路

1.　以下の回路の端子 a-b 間の合成抵抗（合成インピーダンス）を求めよ．解答欄の数値の単位はすべて Ω とする．(4) (5)における角周波数 ω は 2 rad/s とする．（各 2 点）

(1)

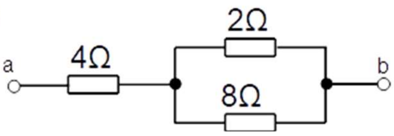
① 6.0 ② 0.8 ③1.3 ④ 8.0 ⑤ 2.0

(2)



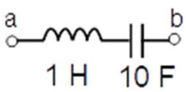
① 11.1 ② 0.7 ③ 1.5 ④ 26.0 ⑤ 288.0

(3)



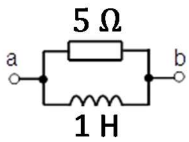
① 0.4 ② 0.1 ③ 5.6 ④ 4.6 ⑤ 14.0

(4)



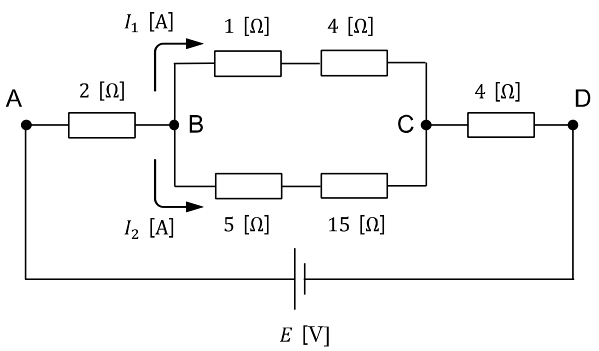
① j1.95 ② j19.5 ③ -j0.51 ④ -j0.051 ⑤ 22.0

(5)



① $5+j2$ ② $0.2-j0.5$ ③ $\frac{5}{29}-j\frac{2}{29}$ ④ $\frac{20}{29}+j\frac{50}{29}$ ⑤ 0.7

2.　 図の回路について，C 点から D 点に流れる電流が 4 A であった．以下の問いに答えよ．((3),(4) 1 点、他 2 点)



(1) B-C 間の合成抵抗は何 Ω か答えよ．

① 0.25　② 4　③ 5　④ 20　⑤ 25

(2) A-D 間の合成抵抗は何 Ω か答えよ．

① 2　② 2.25　③ 4　④ 4.25　⑤ 5
⑥ 6.25　⑦ 10　⑧ 11　⑨ 26　⓪ 31

(3) 電流 I_1 は何 A か答えよ．

① 0.2　② 0.4　③ 0.6　④ 0.8　⑤ 1.0
⑥ 3.0　⑦ 3.2　⑧ 3.4　⑨ 3.6　⓪ 3.8

(4) 電流 I_2 は何 A か答えよ．

① 0.2　② 0.4　③ 0.6　④ 0.8　⑤ 1.0
⑥ 3.0　⑦ 3.2　⑧ 3.4　⑨ 3.6　⓪ 3.8

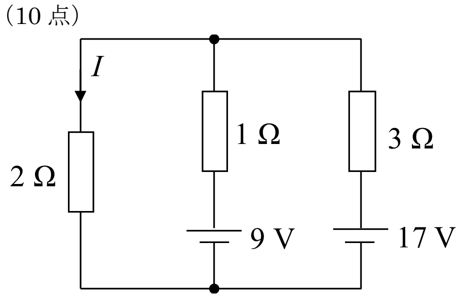
(5) 電源 E は何 V か答えよ．

① 20　② 30　③ 33　④ 40　⑤ 41
⑥ 49　⑦ 64　⑧ 68　⑨ 128　⓪ 148

(6) A-B 間の 2 Ω の抵抗で消費される電力は何 W か答えよ．

① 4　② 6　③ 8　④ 10　⑤ 12
⑥ 16　⑦ 24　⑧ 32　⑨ 36　⓪ 64

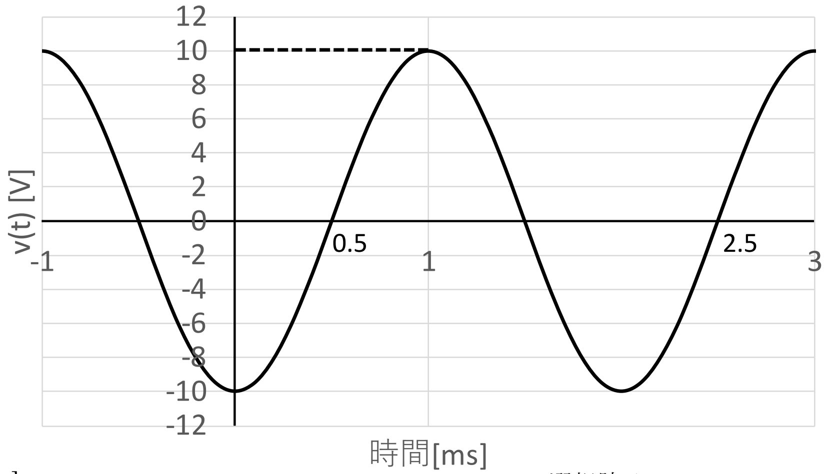
3.　図の回路の電流 I[A]として最も適切なものはどれか．（10 点）



① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 6.4

4.　下記のグラフを正弦波（$v(t) = A\sin(\omega t + \phi)$）の式で表したい．以下の要素を答えよ．要素(1)(2)は選択肢 A，要素(3)(4)は選択肢 B，要素(5)は選択肢 C から選べ．

（各 2 点）



(1)　振幅［V］

(2)　実効値［V］

(3)　周期［s］

(4)　周波数［Hz］

(5)　初期位相（時刻 0 のときの位相）［rad］

選択肢 A

① 10　② 0.1　③ $10\sqrt{2}$　④ $5\sqrt{2}$　⑤ $0.1\sqrt{2}$　⑥ $0.05\sqrt{2}$

選択肢 B

① 2.0　② 0.5　③ 0.002　④ 500　⑤ 10　⑥ 0.5

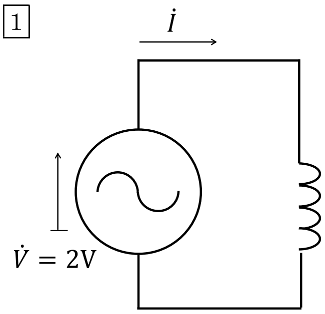
選択肢 C

① -5.0　② $-\frac{\pi}{2}$　③ $-\frac{\pi}{3}$　④ $-\frac{\pi}{6}$　⑤ 0.0　⑥ $\frac{\pi}{6}$　⑦ $\frac{\pi}{3}$　⑧ $\frac{\pi}{2}$　⑨ 5.0

5.　$R = 1$，$\omega L = 1$，$\omega C = 2$ とする．次の回路の有効電力 P[W]，無効電力 Q[var] を求め，最も適切な番号を選択肢の中から選べ．ただし同じ番号を何度選んでもよい．

（(1),(2) 1 点、他 2 点）

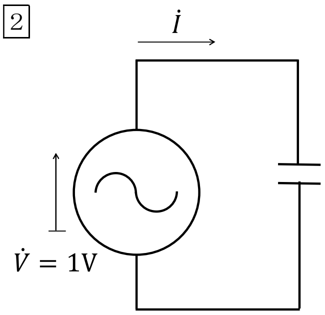
$\boxed{1}$



$P =$ $\boxed{(1)}$

$Q =$ $\boxed{(2)}$

$\boxed{2}$



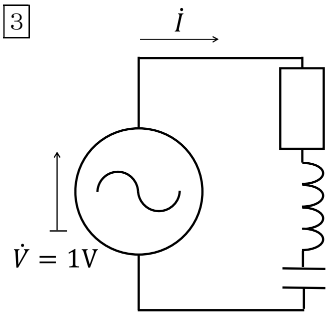
$P =$ $\boxed{(3)}$

$Q =$ $\boxed{(4)}$

$\boxed{1}$，$\boxed{2}$ の選択肢

① 0　② 1　③ 2　④ 0.5　⑤ 4　⑥ 0.25

$\boxed{3}$



$P =$ $\boxed{(5)}$

$Q =$ $\boxed{(6)}$

$\boxed{3}$ の選択肢

① 2.5　② 0.4　③ 2　④ 0.5　⑤ 1.25　⑥ 0.8

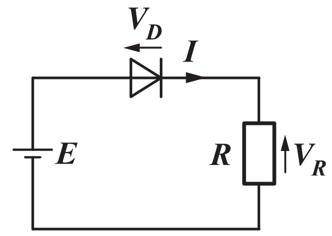
⑦ $1/\sqrt{2}$　⑧ $\sqrt{2}$　⑨ $2/\sqrt{5}$　⓪ $0.5\sqrt{5}$

電子回路　　第３回達成度確認テスト

2020. 12. 21

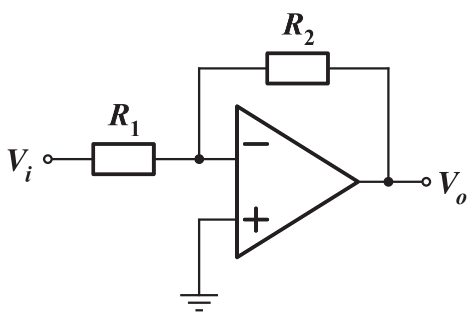
１. 図のダイオード回路について, 次の設問に対する回答を下の回答群から選びなさい。ただし, $\boldsymbol{R}$ = 100 Ω とし, ダイオード立ち上がり電圧は 0.7 V とする。

(1) $\boldsymbol{E}$ = 5.0 V のときの $\boldsymbol{V_R}$
(2) $\boldsymbol{E}$ = 5.0 V のときの電流 $\boldsymbol{I}$
(3) $\boldsymbol{E}$ = 0.3 V のときの電流 $\boldsymbol{I}$
(4) $\boldsymbol{E}$ = -5.0 V のときの電流 $\boldsymbol{I}$
(5) $\boldsymbol{E}$ = -5.0 V のときの $\boldsymbol{V_R}$



［回答群］
① 5.0 V　② 4.3 V　③ 0 V　④ -4.3 V　⑤ 50 mA
⑥ 43 mA　⑦ 5 mA　⑧ 4.3 mA　⑨ 0 A　⓪ -57 mA

２. 演算増幅器（オペアンプ）回路に関して,（複数の）回答群から適当なものをひとつだけ選び, 下の文章の空欄を埋めなさい。ただし, 演算増幅器の特性は理想的であるとする。また, 電圧の値は回答群-2 から選びなさい。



$\boldsymbol{R_1}$ = 1 kΩ
$\boldsymbol{R_2}$ = 5 kΩ

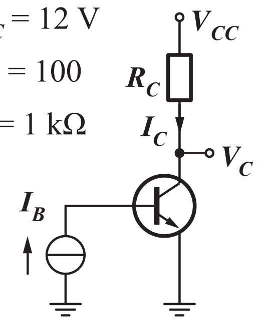
この回路は(　(1)　)増幅回路とよばる。この回路の動作について考える。非反転入力端子が接地されているので, 反転入力端子の電圧は 0 V となる。これを(　(2)　)という。今, 入力電圧 $\boldsymbol{V_i}$ = 1 V とすると, 理想的な演算増幅器の入力インピーダンスは(　(3)　)であるから, 抵抗 $\boldsymbol{R_1}$ と $\boldsymbol{R_2}$ に流れる電流は(　(4)　)。その結果, 出力電圧 $\boldsymbol{V_o}$ は(　(5)　)となる。

［回答群-1］
① 接地　② 絶縁　③ 反転　④ 等しい　⑤ 仮想ショート
⑥ 非反転　⑦ 無限大
［回答群-2］
① 0 V　② 1 V　③ -1 V　④ 2 V　⑤ -2 V
⑥ 5 V　⑦ -5 V　⑧ 1:5　⑨ 5:1

３. 下図のトランジスタ回路に関して以下の設問に答えなさい。ただし, トランジスタの立ち上がり電圧は 0.7 V とする。

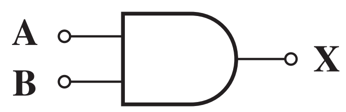
(1) $\boldsymbol{I_B}$ = 0.1 mA のときの $\boldsymbol{I_C}$
(2) $\boldsymbol{I_B}$ = 1 μA のときの $\boldsymbol{I_C}$
(3) $\boldsymbol{I_B}$ = 0 μA のときの $\boldsymbol{I_C}$
(4) $\boldsymbol{I_B}$ = 0.1 mA のときの $\boldsymbol{V_C}$
(5) $\boldsymbol{I_B}$ = 0 μA のときの $\boldsymbol{V_C}$

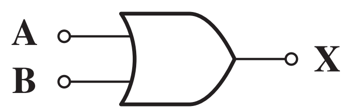
$\boldsymbol{V_{CC}}$ = 12 V
$\boldsymbol{h_{FE}}$ = 100
$\boldsymbol{R_C}$ = 1 kΩ

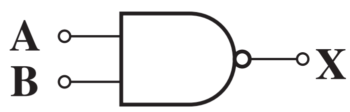


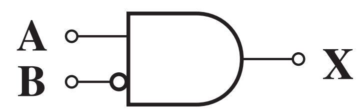
［回答群］
① 0.1 mA　② 10 V　③ 10 mA　④ 0 mA　⑤ 0 V
⑥ 0.1 A　⑦ 1 μA　⑧ 12 V　⑨ 1 mA　⓪ 2 V

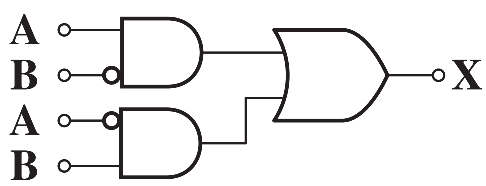
４. 次の記号で表される各種論理ゲートの動作を表す真理値表を下の回答群から選びなさい。

(1)


(2)


(3)


(4)


(5)


［回答群］

A	B	① X	② X	③ X	④ X	⑤ X	⑥ X	⑦ X	⑧ X	⑨ X	⓪ X
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1

1. 図 1 のグラフを $y=f(x)$ とする。空欄に適するグラフを①〜⑤より選び、マークせよ。

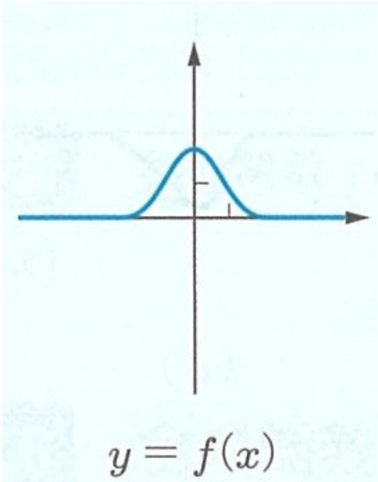


図 1:

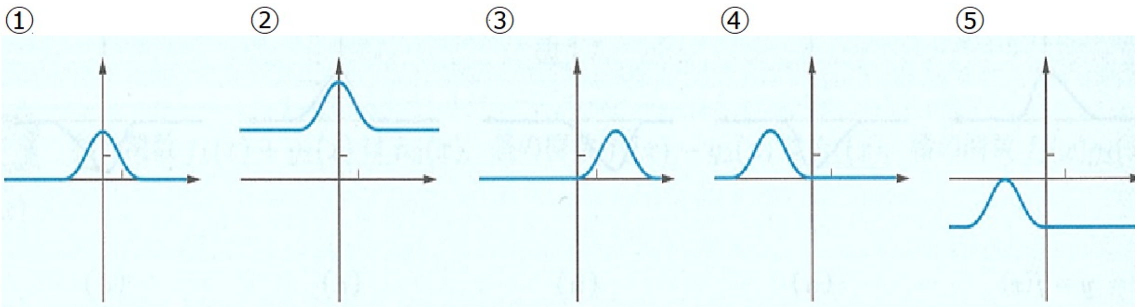
(a) $y=f(x-2)$ のグラフは（　ア　）である。

(b) $y=f(x)+2$ のグラフは（　イ　）である。

(c) $y=f(x+2)-2$ のグラフは（　ウ　）である。

(d) $y=f(x+2)$ のグラフは（　エ　）である。

(e) $y=f(-x)$ のグラフは（　オ　）である。



2. 空欄に適する数式を ①〜④ より選び、マークせよ。

(a) $\dfrac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}x}$ は $\displaystyle\lim_{\Delta x \to 0} \frac{(\quad カ\quad)}{\Delta x}$ を表す。

① $f(x+\Delta x)+f(x)$　② $f(x-\Delta x)+f(x)$　③ $f(x+\Delta x)-f(x)$　④ $f(x-\Delta x)-f(x)$

(b) x^3 を x で微分すると（　キ　）である。

① x^2　② $2x^2$　③ $3x^2$　④ $4x^2$

(c) $\dfrac{1}{x}$ を x で微分すると（　ク　）である。

① 1　② -1　③ $\dfrac{1}{x^2}$　④ $-\dfrac{1}{x^2}$

(d) $A\sin\omega t$ を t で微分すると（　ケ　）である。

① $A\cos\omega t$　② $A\omega\cos\omega t$　③ $\dfrac{A}{\omega}\cos\omega t$　④ $\dfrac{A}{\omega}\cos\omega t+C$

(e) $\dfrac{f}{g}$ を微分すると（　コ　）である。

① $\dfrac{fg'-f'g}{f^2}$　② $\dfrac{f'g-fg'}{f^2}$　③ $\dfrac{fg'-f'g}{g^2}$　④ $\dfrac{f'g-fg'}{g^2}$

3. 空欄に適する数式を①〜④より選び、マークせよ。ただし、積分定数は 0 とする。

(a) $\int t^n \mathrm{d}t =$ （　サ　）

① nt^{n-1}　② t^{n-1}/n　③ $t^{n+1}/(n+1)$　④ t^{n+1}/n

(b) $\int \sin t \mathrm{d}t =$ （　シ　）

① $\cos t$　② $\sin t$　③ $-\cos t$　④ $-\sin t$

(c) $\int \log t \mathrm{d}t =$ （　ス　） $(t > 0)$

① $1/t$　② $t \log t$　③ $\log t + t$　④ $t(\log t - 1)$

(d) $\int \tan t \mathrm{d}t =$ （　セ　）

① $\log|\cos t|$　② $-\log|\cos t|$　③ $\log|\sin t|$　④ $-\log|\sin t|$

(e) $\int a^t \mathrm{d}t =$ （　ソ　） $(a > 0, a \neq 1)$

① a^t　② $-a^t$　③ $a^t/\log a$　④ $-a^t/\log a$

4. 空欄に適する数値等を ①〜④ より選び、マークせよ。

(a) $\{2\angle\frac{\pi}{6}\}\{3\angle(-\frac{\pi}{2})\} =$ （　タ　）

① $3\angle\frac{4\pi}{3}$　② $6\angle(-\frac{\pi}{3})$　③ $5\angle(-\frac{\pi}{3})$　④ $6\angle(-\frac{\pi}{12})$

(b) $2\angle\frac{\pi}{6}$ の直交座標表示は（　チ　）

① $2 + j\frac{1}{2}$　② $\sqrt{3} + j$　③ $\sqrt{3} - j$　④ $2 + j\frac{\sqrt{3}}{2}$

(c) $(1 + j\sqrt{3})^4 =$ （　ツ　）

① $16\angle\frac{4\pi}{3}$　② $8\angle\frac{\pi}{2}$　③ $3\angle\frac{\pi}{3}$　④ $25\angle\frac{\pi}{6}$

(d) 50Hz の交流電圧 $e = 4\sqrt{2}\sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$[V] をフェーザで表すと（　テ　）である。

① $4\sqrt{2}\angle\frac{\pi}{6}$　② $4\sqrt{2}\angle\omega$ ③ $4\angle\frac{\pi}{6}$　④ $4\angle\omega$

(e) 50Hz の交流電圧 $e = 4\sqrt{2}\sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$[V] を 30$\mu$F のキャパシタに加えたとき、キャパシタのインピーダンス Z_C は（　ト　）である。

① $\frac{j10^3}{3\pi}$　② $\frac{-j10^3}{3\pi}$　③ $\frac{j10^3}{1.5\pi}$　④ $\frac{-j10^3}{1.5\pi}$

5. 空欄に適する語句等を ①〜④ より選び、マークせよ。

(a) （　ナ　）は $\frac{\mathrm{d}^2 f}{\mathrm{d}t^2} + f = 0$ の解になっている
（a は定数とする）。

① $f = at$　② $f = ae^t$　③ $f = a\sin x$　④ $f = a\log x$

(b) （　ニ　）は $\frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}t} - f = 0$ の解になっている
（a は定数とする）。

① $f = at$　② $f = ae^t$　③ $f = a\sin x$　④ $f = a\log x$

(c) $\frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}t} + Af = 0$ の解が $f = 5e^{-2t}$ であるとき、
（　ヌ　）である。

① $A = 0.5$　② $A = 1$　③ $A = 2$　④ $A = 5$

(d) $\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} + x = 2$ の定常解は（　ネ　）である。

① $x = -2$　② $x = -1/2$　③ $x = 1/2$　④ $x = 2$

(e) $\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = -2x$ の解は $t \to \infty$ のとき（　ノ　）。

① ∞ に発散する　② 2 に収束する　③ 0 に収束する　④ $-\infty$ に発散する