令和３年度入試（令和２年度実施）の情報開示
出題意図について

入試の区分	一般選抜（後期日程）
学部学科等	工学部　工学科生命工学コース
教科・科目名	その他 ／ 総合問題
正解・解答例又は出題（面接）意図	~~（出題意図）~~ 別紙の解答例を参照下さい。
備　　　考	

令和３年度　工学部　工学科　生命工学コース　　一般入試（後期日程）

解　答　用　紙

問題番号	1

受験番号

解答例

(1) 数列$\{a_n\}$の定義式に対し，$n=2,\ 3,\ 4,\ 5$ を代入して計算すれば $a_3=2,\ a_4=3,\ a_5=5,\ a_6=8$ と求まる。

(2) $(a_1,a_2,a_3,a_4,a_5,a_6)=(1,1,2,3,5,8)$ であるので，連続する3項を順に調べると $a_1+a_2=a_3$，$a_2+a_3=a_4$，$a_3+a_4=a_5$，$a_4+a_5=a_6$ が成り立っていることがわかる。これより，一般の3項間（a_n，a_{n+1}，a_{n+2}）において $a_n+a_{n+1}=a_{n+2}$ が成り立つと予想できる。

(3) 解と係数の関係より $\alpha+\beta=-(-1)=1,\ \alpha\beta=-1$ となる。数列$\{b_n\}$は $b_{n+2}=b_{n+1}+b_n$ を満たすため，α，β を用いて，$b_{n+2}=1\times b_{n+1}-(-1)\times b_n=(\alpha+\beta)b_{n+1}-\alpha\beta b_n$ と式変形できる。この式からさらに変形すれば，

$$b_{n+2}-\alpha b_{n+1}=\beta b_{n+1}-\alpha\beta b_n=\beta(b_{n+1}-\alpha b_n),\ b_{n+2}-\beta b_{n+1}=\alpha b_{n+1}-\alpha\beta b_n=\alpha(b_{n+1}-\beta b_n)$$

となり，問題文の2式が成り立つことが言える。

(4) 問題(3)より，$b_{n+2}-\alpha b_{n+1}=\beta(b_{n+1}-\alpha b_n)$，$b_{n+2}-\beta b_{n+1}=\alpha(b_{n+1}-\beta b_n)$ であるので，$b_{n+1}-\alpha b_n=c_n$ および $b_{n+1}-\beta b_n=d_n$ とすれば，上の 2 式は $c_{n+1}=\beta c_n$，$d_{n+1}=\alpha d_n$ と表せる。これらはそれぞれ等比数列であるので，一般項c_nおよびd_nは $c_n=\beta^{n-1}c_1$，$d_n=\alpha^{n-1}d_1$ となる。$c_1=b_2-\alpha b_1$ および $d_1=b_2-\beta b_1$ であるので，$b_{n+1}-\alpha b_n=\beta^{n-1}(b_2-\alpha b_1)$，$b_{n+1}-\beta b_n=\alpha^{n-1}(b_2-\beta b_1)$ となる。したがって，b_{n+1}は

$$b_{n+1}=\alpha b_n+\beta^{n-1}(b_2-\alpha b_1),\ b_{n+1}=\beta b_n+\alpha^{n-1}(b_2-\beta b_1)$$

の2通りで表せる。

(5) 問題(2)より，数列$\{a_n\}$に関して $a_n+a_{n+1}=a_{n+2}$ が成り立つと予想された。今，数列$\{a_n\}$の元々の定義式の両辺に${a_{n+1}}^2$を加えると，

$$\sum_{k=1}^{n}{a_k}^2+{a_{n+1}}^2=a_na_{n+1}+{a_{n+1}}^2=a_{n+1}a_{n+2} \qquad \text{（式 1）}$$

が成り立つ。今，(式 1)の左辺は ${a_k}^2\ (1\le k\le n+1)$ の和であり，かつ $a_1=a_2=1$ であることは既知であるため，任意の自然数nに対して

$$a_{n+1}a_{n+2}=\sum_{k=1}^{n+1}{a_k}^2\ge{a_1}^2+{a_2}^2=2$$

であることがわかる。したがって，$a_{n+1}\neq0$であることがわかるため，(式 1)をa_{n+1}で除してやると $a_n+a_{n+1}=a_{n+2}$ となり，予想が正しいことが証明された。ここで数列$\{a_n\}$の予想した漸化式と数列$\{b_n\}$の漸化式を比べてみると，全く同じ形をしていることがわかる。したがって，$x^2-x-1=0$ の解をα，βとすれば，問題(4)より $a_{n+1}=\alpha a_n+\beta^{n-1}(a_2-\alpha a_1)$，$a_{n+1}=\beta a_n+\alpha^{n-1}(a_2-\beta a_1)$ と表される。$a_1=a_2=1$ であり，$\alpha+\beta=1$ であることから，$a_2-\alpha a_1=1-\alpha=\beta,\ a_2-\beta a_1=1-\beta=\alpha$ となる。したがって，$a_{n+1}=\alpha a_n+\beta^{n-1}(a_2-\alpha a_1)=\alpha a_n+\beta^n$ および $a_{n+1}=\beta a_n+\alpha^{n-1}(a_2-\beta a_1)=\beta a_n+\alpha^n$ と表すことができる。上の 2 式からa_{n+1}を消去することで，$(\beta-\alpha)a_n=\beta^n-\alpha^n$ が導き出せる。αおよびβはそれぞれ $x^2-x-1=0$ の解であるため，その値を当てはめれば，一般項a_nは以下の式で表される。

$$a_n=\frac{\beta^n-\alpha^n}{\beta-\alpha}=\frac{1}{\sqrt5}\left\{\left(\frac{1+\sqrt5}{2}\right)^n-\left(\frac{1-\sqrt5}{2}\right)^n\right\} \quad \text{（ただし } n\ge1\text{）}$$

令和３年度　工学部　工学科　生命工学コース　　一般入試（後期日程）

解　答　用　紙

問題番号	2

受験番号

(1)　平行板コンデンサーの静電容量の公式から，

$9.0\times10^{-12}\times8.0\times1\times10^{-4}\ \div\ (1.0\times10^{-8})\ =72\times10^{-8}\ =7.2\times10^{-7}$ [F/cm^2]

∴）有効数字2桁を考えて，　解答：7.2×10^{-7} [F/cm^2]

(2) 球の表面積は$4\pi r^2$ であることから、

細胞1個当たりの電気容量は、

$9.0\times10^{-12}\times8.0\times4\times3.14\times(10\times10^{-6})^2\ \div\ (1\times10^{-8})\ =\ 904.32\times10^{-14}\ =\ 9.0432\times10^{-12}$ [F/cell]

∴）有効数字2桁を考えて，　解答：9.0×10^{-12} [F/cell]

(3) この容量のコンデンサーに蓄えられる電気量は、

$9.0432\times10^{-12}\times0.1\ =\ 9.0432\times10^{-13}$

∴）有効数字2桁を考えて，解答：9.0×10^{-13} [C/cell]

(4) コンデンサーに蓄えられる静電エネルギーは、

$\frac{1}{2}\times9.0432\times10^{-12}\times(0.1)^2\ =4.5216\times10^{-14}$ [J]

∴）有効数字２桁を考えて、解答：4.5×10^{-14} [J]

(5) 正弦波の式は，電圧をV，振幅をVo，角周波数をωとすると，

$V=Vo\ \sin\omega t$　として表せる。

ここで，電圧の実効値 Ve が 1.0 V なので、$Ve\ =\ 1.0\ =\ \frac{Vo}{\sqrt{2}}$

$Vo\ =\ 1.0\ \times1.4\ =\ 1.4$

また、周波数 f が 100 kHz　であることから、$\omega=2\times3.14\times100\times10^3\ =\ 6.28\times10^5$

∴電圧の式は,

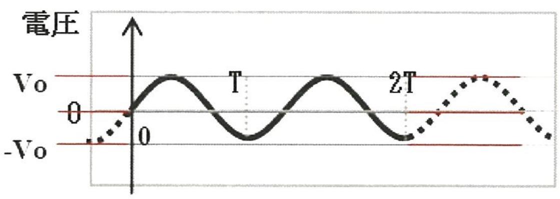
$V\ =1.4\times\sin(6.28\times10^5\times t)$

有効数字を合わせると　$V\ =1.4\times\sin(6.3\times10^5\times t)$

よって，電圧Vの2周期分のグラフは右図のようになる。

$Vo\ =\ 1.4$

周期：$T=\frac{1}{f}\ =0.01\times10^{-3}$



=1.0×10^{-5} [sec]　=1.0×10^{-2} [msec]

(6) コンデンサーを流れる交流の電流の式は,

$I = I_o \cos(\omega t) = I_o \times \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

ここでコンデンサーの容量リアクタンスは, $\frac{1}{\omega C}$ なので,

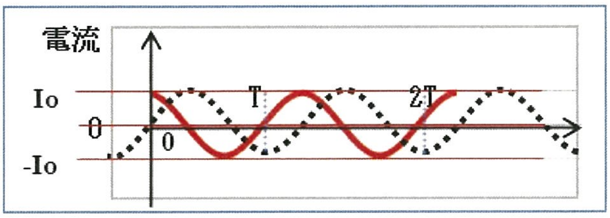
$I_o = V_o \times \omega C = 1.4 \times 6.28 \times 10^5 \times 9.0432 \times 10^{-12} = 79.5078 \times 10^{-7}$ [A]
有効数字を考慮して、$I_o = 8.0 \times 10^{-6}$ [A]
ゆえに, 交流の電流の式は,

$I = I_o \cos(\omega t) = I_o \times \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = 8.0 \times 10^{-6} \times \sin(6.28 \times 10^5 \times t + 1.57)$

有効数字を考慮して,

$I = 8.0 \times 10^{-6} \times \sin(6.3 \times 10^5 \times t + 1.6)$

よって, 電流Iの2周期分のグラフは右図の赤線のようになる。



$I_o = 8.0 \times 10^{-6}$ [A]
$T = 1.0 \times 10^{-5}$ [sec]　$= 1.0 \times 10^{-2}$ [msec]

(7) 電力の式は,

$W = V \times I = = V_o I_o \times \sin\omega t \times \cos(\omega t)$と表せる。

ここで, 三角関数の公式 $\sin\alpha \times cos\alpha = \frac{1}{2} \times \sin 2\alpha$ を当てはめると,

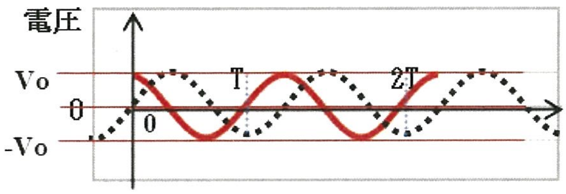
$W = V_o I_o \times \frac{1}{2} \times \sin 2\omega t = 1.4 \times 8.0 \times 10^{-6} \times \frac{1}{2} \times \sin(2 \times 6.28 \times 10^5 \times t)$

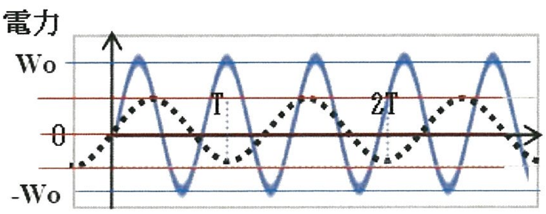
$= 5.6 \times 10^{-6} \times \sin(12.56 \times 10^5 \times t)$

有効数字を考慮して, $W = 5.6 \times 10^{-6} \times \sin(1.3 \times 10^6 \times t)$

これは, 周波数が2倍で原点を中心とした正弦波となる。

よって, 電力Wのグラフは右下の青線のようになる。





$W_o = \frac{1}{2} V_o I_o = 5.6 \times 10^{-6}$ [J]

$T = 1.0 \times 10^{-5}$ (sec)
$= 1.0 \times 10^{-2}$(msec)

以上。

令和３年度　工学部　工学科　生命工学コース　　一般入試（後期日程）

解　答　用　紙

問題番号	3

受験番号

(1) ①　ビーカーにまず 500mL くらい水を入れる。

②　濃硫酸 0.1mol は 9.8 g に相当する。必要な硫酸量を V(mL)とすると，
{[1.84(g/cm³)× V(mL) × 0.98)]/98.00(g/mol)}/1.00(L)=0.100(mol/L)より V＝5.43mL
5.4 mL を、安全ピペッターをつけたメスピペットではかり，静かに水の中に入れる。

③　②の溶液を 1000 mL のメスフラスコに移す。

④　ビーカー内部に水を入れその液もメスフラスコに入れる。

⑤　④の操作を数回繰り返す

⑥　水を標線まで入れる。(最後のところは駒込ピペットで一滴ずつ入れる。)

⑦　栓をして上下によく振り，均一にする。

(2) ①　二酸化炭素を吸収させて生成した水溶液を 10mL のホールピペットに少量取り，共洗いをする。

②　10mL のホールピペットに水溶液を取り，コニカルビーカーに入れる。最終的にはホールピペットの上部の穴を指でふさぎ，ホールピペットの膨らんだ部分を掌で握り，体温で温めすべてを出す。(または安全ピペッターを用いてホールピペットを用いて取るのも可)。

③　ビュレットにモル濃度 0.100 mol/L の硫酸水溶液を少量入れ共洗いする。

④　ビュレットにモル濃度 0.100 mol/L の硫酸水溶液を入れ，液を少し出して活栓の下の空気を追い出す。

⑤　ビュレットの液面のメニスカスの最下端に目を合わせ，目盛を最小目盛の 10 分の 1 まで読む。

⑥ コニカルビーカーの中の水溶液に指示薬を入れる。

⑦　指示薬の色が変化するまでビュレットから硫酸水溶液を滴下する。

⑧　目盛を⑤と同様に読み，差を計算する。

(3)　$CH_3CH_2CH_3 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
プロパン 1mol から 3mol の CO_2 がでる。
プロパン 2.2 g は 2.2/44 = 0.05mol なので，CO_2 は 0.15mol 生じる。

$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$
$H_2CO_3 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + 2H_2O$　より
CO_2　0.15mol　と 0.3mol の NaOH が反応する。

NaOH　溶液　400mL に　2.00×0.4＝0.8mol の NaOH が含まれる。
そのうち 0.3mol の NaOH が消費されるので
400mL 中に NaOH が 0.5mol と Na_2CO_3 が 0.15mol 残る。

フェノールフタレインの色が消えるまでには
$NaOH + 1/2\ H_2SO_4 \rightarrow 1/2\ Na_2SO_4 + H_2O$
と
$Na_2CO_3 + 1/2\ H_2SO_4 \rightarrow NaHCO_3 + 1/2\ Na_2SO_4$
の反応が起こる。

NaOH, Na_2CO_3 それぞれと中和反応する硫酸溶液の体積を V_1(mL), V_2(mL)とすると，400mL の溶液中で

$1/2 \times [0.5\ (mol)/400\ (mL)] \times 10.0\ (mL) = 0.100\ (mol/L) \times V_1\ (mL) \times 10^{-3}$
$1/2 \times [0.15\ (mol)/400\ (mL)] \times 10.0\ (mL) = 0.100\ (mol/L0) \times V_2\ (mL) \times 10^{-3}$

求める体積を V_{total}(mL)とすると
$V_{total} = V_1 + V_2$
$= 1/2 \times [0.5\ (mol)/400(mL) + 0.15(mol)/400(mL)]/(0.100 \times 10^{-3})$
$= 81.25(mL)$

答え　81.3mL

出題意図
・薬品の安全な取扱いに対する知識があるか？
・机上の理論ではなく、実験操作の手順と意味を理解し、実施できる知識を有しているか。
・滴定の理論を理解し、計算ができるか？

令和３年度　工学部　工学科　生命工学コース　　一般入試（後期日程）

解　答　用　紙

問題番号	4

受験番号

問１　5'-TAGCATCG-3'　と　5'-CTAGCTGA-3'

問２　２サイクル目　　100 塩基と 90 塩基からなる 2 本鎖 DNA が 1 分子

100 塩基と 80 塩基からなる 2 本鎖 DNA が 1 分子

90 塩基と 70 塩基からなる 2 本鎖 DNA が 1 分子

80 塩基と 70 塩基からなる 2 本鎖 DNA が 1 分子

問３　nサイクル目　　100+90 塩基の 2 本鎖 DNA が 1 分子

100+80 塩基の 2 本鎖 DNA が 1 分子

90+70 塩基の 2 本鎖 DNA が n-1 分子

80+70 塩基の 2 本鎖 DNA が n-1 分子

70+70塩基の2本鎖DNAが2^n-2n分子

問４　DNA ポリメラーゼの失活，

ヌクレオチド（dNTP）の枯渇，

プライマーの枯渇　　　　　　　　　　など