I （60 点）

問 1

death

問 2

自分は死に向かっていると自覚することは、自分には失うものがあると考えるという罠から逃れるための、私の知る最善の方法である。

（記入しないこと）			
1		2	

（記入しないこと）

問 3

My doctor advised me to go home and get my affairs in order.

問 4

I had the surgery and I'm fine now.

（記入しないこと）			
3		4	

（記入しないこと）

問5

今ここで話を聞いている卒業生も、今は若くて元気であるが、やがてまもなく老いさらばえて死ぬということ。

問6

与えられた時間は有限であるので、他人や世間に振り回されることなく、自分の心や直観を最優先にし、本当に自分のやりたいことをするべきであるということ。

(記入しないこと)			
5		6	

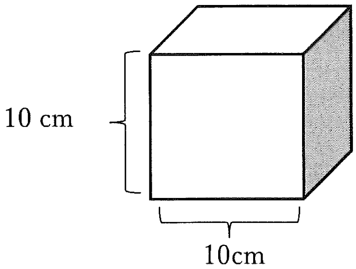
(記入しないこと)

II （40 点）

問 1

(d)

問 2



１辺が１０センチメートルの木の板でできている立方体

問 3

従来の金属製の衛星が大気圏に再突入する際に発生し得る粒子による気候や通信への悪影響

（記入しないこと）					
1		2		3	

（記入しないこと）

問 4　　＊以下は解答例

目標：　9
根拠：新たな領域における木材利用の可能性を示すことは、木材の需要が増え、森林の持つ様々な価値への理解が深まれば、林業の活性化が期待できる。

目標：
根拠：

（記入しないこと）	
4	

（記入しないこと）

【Ⅰ】(50点)

解答欄

淡水魚	淡水魚は体液の電解質濃度が 0.9%であり，周囲の淡水の電解質濃度である0.04%より高いため，電解質濃度の差から生じる浸透圧により，体外の水が自然に体内へ入ってくることで体が水で膨張するから。 また，体液の電解質が尿中へ排泄されたり，体液と淡水の電解質濃度の差により体液の電解質が淡水へ拡散したりするため，体液の電解質濃度を不足させず一定に保つ必要があるから。
海水魚	海水魚は体液の電解質濃度が 0.9%であり，周囲の海水の電解質濃度である3.5%より低いため，電解質濃度の差から生じる浸透圧により，体液の水が自然に体外へ出てしまうことで水が不足して体が収縮するから。 また，飲み込んだ海水から電解質が吸収されたり，体液と海水の電解質濃度の差により海水の電解質が体液へ拡散したりするため，体液の電解質濃度を過剰にせず一定に保つ必要があるから。

(記入しないこと)

(記入しないこと)

【Ⅱ】（50 点）

解答欄

光合成による酸化還元反応では，二酸化炭素(気)中の炭素原子は，反応前は酸化数が＋4であるが，反応後のグルコース中では平均で0と還元されている。そのため，イオン反応式は，酸性条件下であることから次の式①のようになる。

$$6CO_2 + 24H^+ + 24e^- \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O \quad \cdots①$$

一方，水(液)の酸化反応でのイオン反応式は次の式②のようになる。

$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^- \quad \cdots②$$

上記の式①と，式②の6倍を足すことで光合成における化学反応式を書くことができる。

式②では水(液)が消費されるが，式①では水(液)が生成されるため，両辺に水が現れることとなる。

（記入しないこと）

（記入しないこと）

I (1)の解答ページ　途中計算や思考過程を含めて以下の枠内に丁寧に書け。

交点は直線 $x=a$ 上にあるので、交点の座標を (a,b) とする。(a,b) は円 C 上にあるので、
$(x,y)=(a,b)$ は、円 C の方程式 $x^2+y^2=r^2$ をみたす。
すなわち、(a,b) は

$$a^2+b^2=r^2 \quad —①$$

をみたす。したがって、

$$b=\pm\sqrt{r^2-a^2} \quad —②$$

である。Aの y 座標は正であるから、Aの座標は、

$$A\left(a, \sqrt{r^2-a^2}\right)$$

である。また、Bの座標は、

$$B\left(a, -\sqrt{r^2-a^2}\right)$$

である。

(以下には記入しないこと)

I (1)

I (2) の解答ページ　途中計算や思考過程を含めて以下の枠内に丁寧に書け。

$P(s, t)$ は円 C 上にあり、A, B と異なるので、

$$s^2 + t^2 = r^2 \quad (s \neq a) \text{ — ①}$$

をみたす。PA^2 と PB^2 は、(1)の結果と①を用いると、

$$\begin{aligned}PA^2 &= (s-a)^2 + (t - \sqrt{r^2-a^2})^2 \\ &= s^2 - 2as + a^2 + t^2 - 2\sqrt{r^2-a^2}\,t + r^2 - a^2 \\ &= s^2 + t^2 - 2as - 2\sqrt{r^2-a^2}\,t + r^2 \\ &= 2r^2 - 2as - 2\sqrt{r^2-a^2}\,t,\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}PB^2 &= (s-a)^2 + (t + \sqrt{r^2-a^2})^2 \\ &= s^2 - 2as + a^2 + t^2 + 2\sqrt{r^2-a^2}\,t + r^2 - a^2 \\ &= s^2 + t^2 - 2as + 2\sqrt{r^2-a^2}\,t + r^2 \\ &= 2r^2 - 2as + 2\sqrt{r^2-a^2}\,t\end{aligned}$$

となる。よって、$PA^2 \cdot PB^2$ は

$$\begin{aligned}PA^2 \cdot PB^2 &= (2r^2 - 2as)^2 - (2\sqrt{r^2-a^2}\,t)^2 \\ &= 4(r^2 - as)^2 - 4(r^2-a^2)t^2 = 4(r^2-as)^2 - 4(r^2-a^2)(r^2-s^2) \\ &= 4(r^4 - 2asr^2 + a^2s^2) - 4(r^4 - s^2r^2 - a^2r^2 + a^2s^2) \\ &= 4r^2(s^2 - 2as + a^2) = 4r^2(s-a)^2\end{aligned}$$

である。すなわち

$$PA^2 \cdot PB^2 = 4r^2(s-a)^2 \quad (s \neq a)$$

である。

(以下には記入しないこと)

I (2)

I (3) の解答ページ　　途中計算や思考過程を含めて以下の枠内に丁寧に書け。

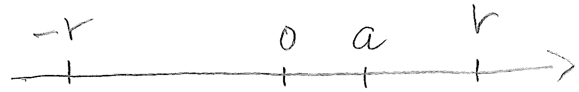
問題文より、P(s, t)のsの範囲は、

$$-r \leqq s < a, \quad a < s \leqq r \quad —①$$

である。(2)の結果より、

$$PA \cdot PB = \sqrt{PA^2 \cdot PB^2} = 2r|s-a|$$

である。$|s-a|$は、数直線上でのsとaの間の距離である。$a>0$より、$a, r, -r$は下の図のとおりに数直線上に並ぶ。



sが①の範囲を動くとき、$|s-a|$が最大になるのは、上の図より、$s=-r$のときである。このとき、

$PA \cdot PB = 2r|-r-a| = 2r(r+a)$, $(s, t) = (-r, 0)$である。

すなわち、$PA \cdot PB$はPの座標が$(-r, 0)$のとき、最大値$2r(r+a)$になる。

(別解の例) $PA \cdot PB$が最大であることと、$PA^2 \cdot PB^2$が最大であることの同値性によって、$PA^2 \cdot PB^2$の最大値を求めていってもよい。

(別解の例) $\mathrm{sim}(\angle APB) =$ 一定となることから、$PA \cdot PB$が最大になることと、$\triangle PAB = \frac{1}{2} PA \cdot PB \cdot \mathrm{sim}(\angle APB)$が最大になることの同値性を利用する方法もある。

(いずれの別解も、同値性を明快に述べる必要がある)

(以下には記入しないこと)

I (3)

Ⅱ(1) の解答ページ　途中計算や思考過程を含めて以下の枠内に丁寧に書け。

$x(T)$を計算する。$t=0$でAを服用すると、(M1)より

$$x(p)=x(0)+a=a+b$$

である。$p\leqq t\leqq T$において、$x(t)$は(M2)にしたがうので

$$x(T)=x(p+(T-p))=x(p)r^{T-p}=(a+b)r^{T-p}$$

である。

$x(2T)$を計算する。$t=T$でAを服用すると、(M1)より

$$x(T+p)=x(T)+a=br^{T-p}+a(1+r^{T-p})$$

である。$T+p\leqq t\leqq 2T$において、$x(t)$は(M2)にしたがうので、

$$x(2T)=x((T+p)+(T-p))=x(T+p)r^{T-p}$$
$$=br^{2(T-p)}+ar^{T-p}(1+r^{T-p})$$

である。

$x(3T)$を計算する。$x=2T$でAを服用すると、(M1)より

$$x(2T+p)=x(2T)+a=br^{2(T-p)}+a(1+r^{T-p}+r^{2(T-p)})$$

である。$2T+p\leqq t\leqq 3T$において、$x(t)$は(M2)にしたがうので、

$$x(3T)=x((2T+p)+(T-p))=x(2T+p)r^{T-p}$$
$$=br^{3(T-p)}+ar^{T-p}(1+r^{T-p}+r^{2(T-p)})$$

である。以上をまとめると、

$$x(T)=br^{T-p}+ar^{T-p}$$

$$x(2T)=br^{2(T-p)}+ar^{T-p}(1+r^{T-p})$$

$$x(3T)=br^{3(T-p)}+ar^{T-p}(1+r^{T-p}+r^{2(T-p)})$$

である。

(以下には記入しないこと)

Ⅱ(1)

Ⅱ(2) の解答ページ　途中計算や思考過程を含めて以下の枠内に丁寧に書け。

$t = nT$ (n：0以上の整数) で、Aを1錠ずつ服用するので、(M1)より

$$x(nT+p) = x(nT) + a$$

である。$nT+p \leqq t \leqq (n+1)T$ において、$x(t)$は(M2)にしたがうので、

$$x((n+1)T) = x((nT+p)+(T-p)) = x(nT+p)r^{T-p}$$
$$= (x(nT)+a)r^{T-p} = x(nT)r^{T-p} + ar^{T-p}$$

である。以上より

$$x((n+1)T) = r^{T-p}x(nT) + ar^{T-p}$$

である。

（以下には記入しないこと）

Ⅱ(2)

II (3) の解答ページ　　途中計算や思考過程を含めて以下の枠内に丁寧に書け。

(1)と(2)の結果より、数列$\{y_n\}$は漸化式

$$y_{n+1} = r^{T-P} y_n + ar^{T-P}, \quad y_1 = ar^{T-P} + br^{T-P} \quad —①$$

をみたす。r^{T-P}, a, bは実数であるので、①は以下のように解ける。$R = r^{T-P}$とおくと、①は

$$y_{n+1} = Ry_n + aR, \quad y_1 = aR + bR \quad —②$$

となる。$z = Rz + aR$をみたす$z = \frac{aR}{1-R}$を用いると、②は

$$y_{n+1} - \frac{aR}{1-R} = R\left(y_n - \frac{aR}{1-R}\right), \quad y_1 - \frac{aR}{1-R} = bR - \frac{aR^2}{1-R} \quad —③$$

と変形できる。③は$y_n - \frac{aR}{1-R}$が、公比R，初項$bR - \frac{aR^2}{1-R}$の等比数列であることを示しているので、

$$y_n - \frac{aR}{1-R} = \left(bR - \frac{aR^2}{1-R}\right) R^{n-1} \quad —④$$

である。よって

$$y_n = \left(bR - \frac{aR^2}{1-R}\right) R^{n-1} + \frac{aR}{1-R} = bR^n + \frac{aR(1-R^n)}{1-R}$$

である。$R = r^{T-P}$であるから、

$$y_n = br^{n(T-P)} + \frac{aR(1-r^{n(T-P)})}{1-r^{T-P}}$$

である。

(別解の例) (1)から，$y_n = x(nT) = bR^n + aR\sum_{k=1}^{n} R^{k-1} = bR^n + \frac{aR(1-R^n)}{1-R}$と予想を立て ($R = r^{T-P}$)，これが①をみたすことを示してもよい。

(以下には記入しないこと)

II (3)

Ⅱ(4) の解答ページ　途中計算や思考過程を含めて以下の枠内に丁寧に書け。

任意の n $(n=1,2,3,\cdots)$ で $x(nT)=x((n+1)T)$ が成り立つことは、$y_{n+1}=y_n$ $(n=1,2,3,\cdots)$ が成り立つことと同じである。すなわち $R=r^{T-p}$ のとき

$$bR^{n+1}+\frac{aR(1-R^{n+1})}{1-R}=bR^n+\frac{aR(1-R^n)}{1-R} \quad (n=1,2,3,\cdots) \text{ —①}$$

が成り立つことと同じである。①は、

$$R^n(R-1)b=-R^{n+1}a \quad \text{—②}$$

と変形できる。問題文より、$0<r<1$, $T-p>0$ であるから $0<R<1$ である。②の両辺を R^n で割って、R について解くと

$$R=\frac{b}{a+b} \quad \text{—③}$$

となる。a と b は正なので、③の R は $0<R<1$ をみたしている。③の両辺について、底 r の対数をとると、$R=r^{T-p}$ であるから、左辺の対数 $=T-p$, 右辺の対数 $=\log_r\frac{b}{a+b}$ である。すなわち $T-p=\log_r\frac{b}{a+b}$ であるから

$$T=p+\log_r\frac{b}{a+b}$$

である。

(別解の例) 必要条件として、$x(T)=x(2T)$ から $T=p+\log_r\frac{b}{a+b}$ を出し、このとき①がみたされることを確かめる方法もある。

(以下には記入しないこと)

Ⅱ(4)