とやま科学オリンピック 2023

（高校部門）

解答例および解説

2023年８月10日(木)

富山県　　富山県教育委員会

共通問題　数学　解答・解説

$\boxed{1}$

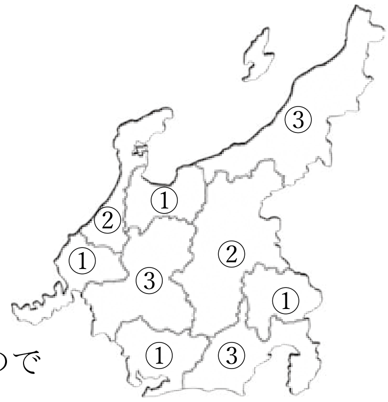
隣り合う県同士が同じ数にならないとき，右図のように

① 富山県・福井県・愛知県・山梨県

② 石川県・長野県

③ 新潟県・岐阜県・静岡県

がそれぞれ同じ数になります。



この①～③に１～３の数を並べる総数だけ書き方があるので

総数は　<u>３！＝１×２×３＝**6**（通り）</u>　となります。

$\boxed{2}$

$n \times n$ マスの図において，$1 \sim n^2$ の数を書くとき

数の和は　$1+2+3+\cdots\cdots+n^2=\dfrac{n^2(1+n^2)}{2}$　となるので

各行，各列，両対角線それぞれの和は　$\dfrac{1}{n}\cdot\dfrac{n^2(1+n^2)}{2}=\dfrac{n(1+n^2)}{2}$　…　①

となります。

（１）3×3 マスであるとき，上の①式より n=3 とすると各行，各列，両対角線の和は 15 になります。

右の図のように，各マスに a～i の文字を割り振るとき，

a	b	c
d	e	f
g	h	i

(a+e+i)＋(b+e+h)＋(c+e+g)＋(d+e+f)=15×4=60

左辺を並べ替えて

(a+b+c+d+e+f+g+h+i)＋3e=60

ここで，1+2+3+4+5+6+7+8＋9=45　なので

45+3e=60　　よって　e=5　　すなわち　X のマスは　<u>**5**</u>　となります。

（２）Y＝８のとき，a+e+i=15 より　a+5+8=15　すなわち　a=2　になります。

また，i=8 より，“９”の入る場所は b または d となり，e=5 なので(b, h)=(9, 1) または (d, f)=(9, 1) となります。あとは，和が 15 になるようにマス目をうめていけば，下の２通りのどちらかが出来上がります。

2	7	6
9	5	1
4	3	8

2	9	4
7	5	3
6	1	8

3

4×4 マスであるとき，2の①式より n=4 とすると各行，各列，両対角線の和は 34 になります。右の図のように，各マスに a〜p の文字を割り振るとき，次の①〜⑩の式が成り立ちます。

a	b	c	d
e	f	g	h
i	j	k	l
m	n	o	p

【各行の和】

a+b+c+d=34　…①

e+f+g+h=34　…②

i+j+k+l=34　…③

m+n+o+p=34　…④

【各列の和】

a+e+i+m=34　…⑤

b+f+j+n=34　…⑥

c+g+k+o=34　…⑦

d+h+l+p=34　…⑧

【両対角線の和】

a+f+k+p=34　…⑨

d+g+j+m=34　…⑩

これらの式から次の網掛け部分の和も 34 になることを導くことができます。

a			d
m			p

	f	g	
	j	k	

e			h
i			l

	b	c	
	n	o	

A＝a+d+m+p，B=f+g+j+k，C=e+h+i+l，D=b+c+n+o　とすると

①＋④より　(a+b+c+d)+(m+n+o+p)=34+34=68
左辺を並べ替えて　(a+d+m+p)+(b+c+n+o)=68　すなわち　A+D=68　…⑪

⑤＋⑧より　(a+e+i+m)+(d+h+l+p)=34+34=68
左辺を並べ替えて　(a+d+m+p)+(e+h+i+l)=68　すなわち　A+C=68　…⑫

⑨＋⑩より　(a+f+k+p)+(d+g+j+m)=34+34=68
左辺を並べ替えて　(a+d+m+p)+(f+g+j+k)=68　すなわち　A+B=68　…⑬

②＋③より　(e+f+g+h)+(i+j+k+l)=34+34=68
左辺を並べ替えて　(f+g+j+k)+(e+h+i+l)=68　すなわち　B+C=68　…⑭

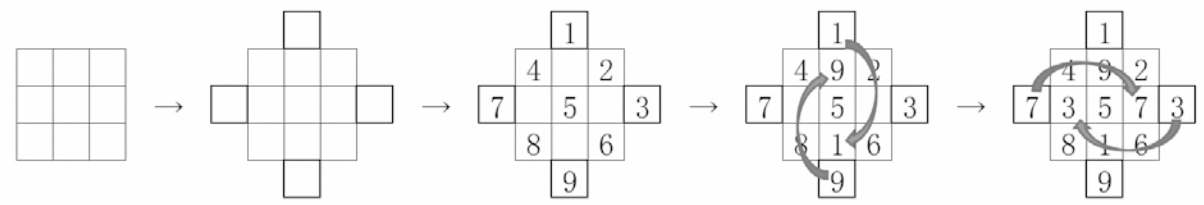
また，A+B+C+D=136　…⑮　が成り立つので，
⑪～⑮の式から　A=B=C=D=34　が成り立つことがわかります。

一番の左の列の和が 34 から e=9，四隅の和が 34 から d=13 が求まり，さらに一番上の行の和が 34 から b=11 が求まります。この時点で，残っている数は小さい順に 3,4,5,6,7,10,14,15 であり，残っている数から考えると
対角線の和が 34 より，f+k=14 となるのは 4 と 10
一番右の列の和が 34 より，h+l=9 となるのは 3 と 6
対角線の和が 34 より，g+j=20 となるのは 5 と 15
一番下の行の和が 34 より，n+o=21 となるのは 7 と 14
の組み合わせのみになります。
あとは，各和が 34 になるようにうめていけば右のような図が完成します。

8	11	2	13
9	4	15	6
16	5	10	3
1	14	7	12

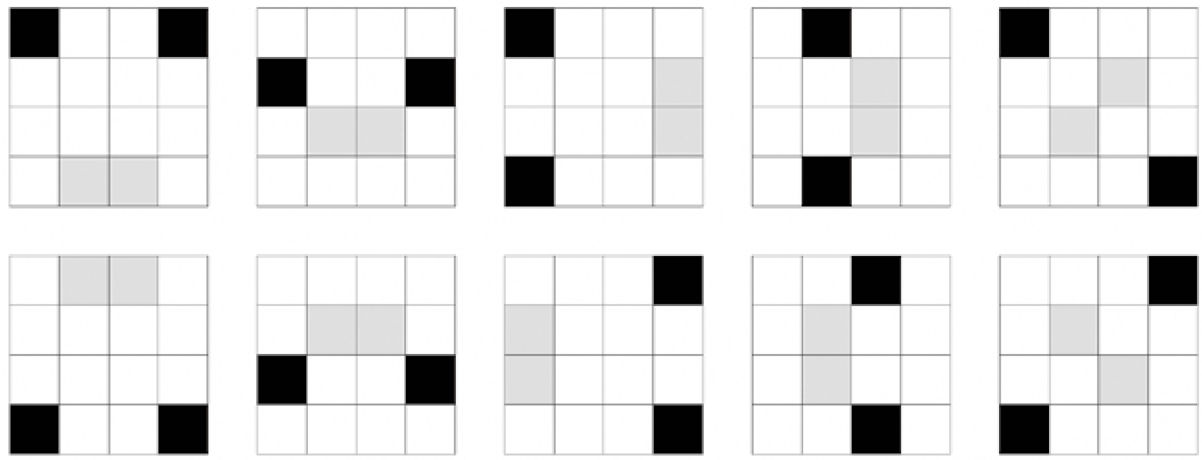
$\boxed{2}$ ，$\boxed{3}$ についてのおまけ

（その１）『3×3 の魔方陣の面白いやり方（バシェーの方法)』



上下左右の真ん中に 1 つずつマスを追加し，1 から 9 の数を斜めに入れていきます。
追加したマスに入った数を向かい側の空いたマスに入れると，魔方陣が完成します。

（その２）『4×4 の魔方陣の性質』
また，①～⑭の式から，下の濃い網掛け部分と薄い網掛け部分の和が同じになることも導くことができます。



$\boxed{4}$

（１）

(994＋1535＋1389＋477＋407＋797＋971＋871＋537＋575＋311＋751＋602＋796)

÷14　＝　786.64$\cancel{2}$

平均値　786.64

（２）（796＋751）÷２＝773.5

1	1535		
2	1389		
3	994		
4	971		
5	871		
6	797		
7	796	**773.5**	**中央値**
8	751		
9	602		
10	575		
11	537		
12	477		
13	407		
14	311		

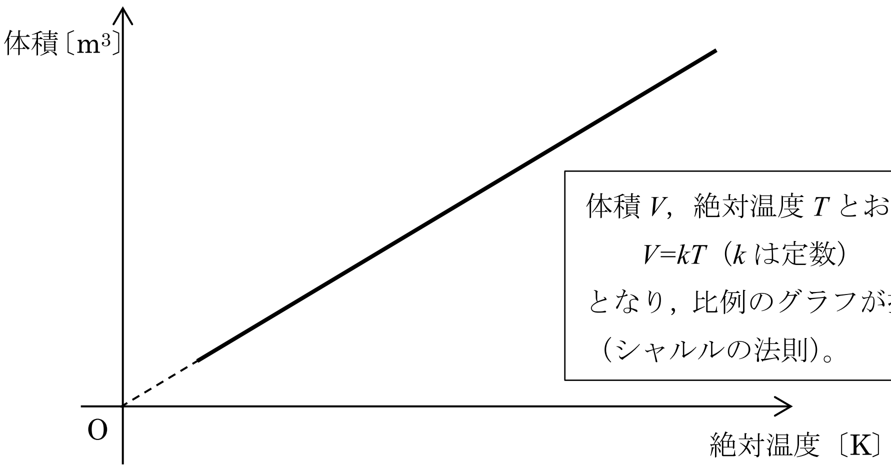
中央値　773.5

（３）　（イ）

（４）　（D）

共通問題　物理（解答）　　　　　　　　　　　　参加番号

$\boxed{1}$　１－（１）

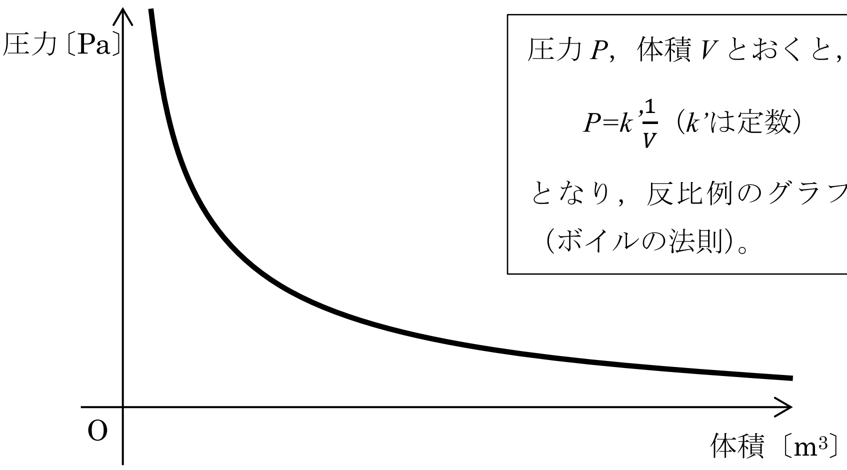


体積 V，絶対温度 T とおくと，

$V=kT$（k は定数）

となり，比例のグラフが描ける（シャルルの法則）。

$\boxed{1}$　１－（２）



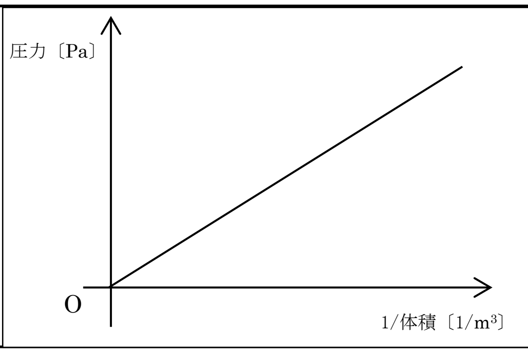
圧力 P，体積 V とおくと，

$P=k'\frac{1}{V}$（k'は定数）

となり，反比例のグラフが描ける（ボイルの法則）。

$\boxed{1}$　１－（３）

横軸について，体積の逆数に変えてグラフを作る。比例の関係となるため，直線のグラフが描ける。

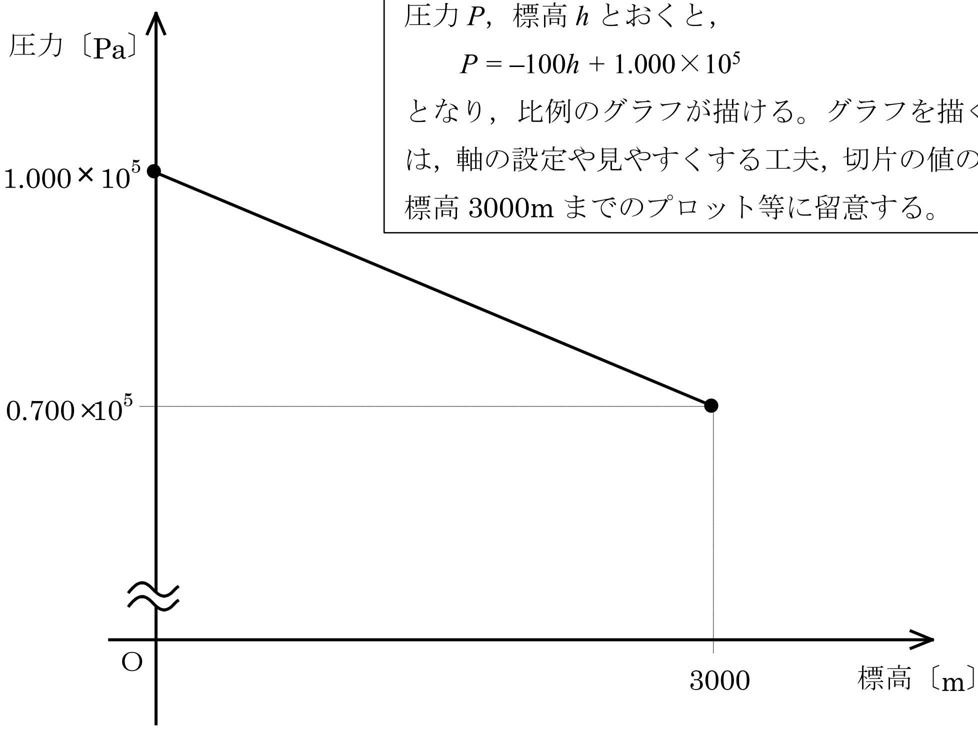


※ここには何も書かないでください。

共通問題　物理（解答）

参加番号

1　2



圧力 P，標高 h とおくと，

$$P = -100h + 1.000\times10^5$$

となり，比例のグラフが描ける。グラフを描く際は，軸の設定や見やすくする工夫，切片の値の記載，標高 3000m までのプロット等に留意する。

1　3－（1）

9.80×10^3N

解説は次のページ

3－（2）

0.982m^3

解説は次のページ

1　4－（1）

7.50×10^4Pa

解説は次のページ

4－（2）

1.33m^3

解説は次のページ

1　4－（3）

（絶対温度）
263K

（セ氏温度）
－10℃

解説は次のページ

※ここには何も書かないでください。

共通問題　物理（解説）

1　３－（１）

アルキメデスの原理より

$F = \rho V g$ =1.00×10³ kg/m³ × 1.00m³ × 9.80 m/s²

=9.80×10³ N

1　３－（２）

１－（１）より体積 V，絶対温度 T とおくと，V=kT から（シャルルの法則という）

体積 V，絶対温度 T の状態と体積 V'，絶対温度 T'の状態を比較すると，

$k = \frac{V}{T} = \frac{V'}{T'}$ から $\frac{1.00\ m^3}{280\ K} = \frac{V'}{275\ K}$　　$V' = 1.00 \times \frac{275}{280}$

$= 0.982\ \mathrm{m}^3$

1　４－（１）

２より 2500m では，

$1.000\times10^5\ \mathrm{Pa} - 2500\ \mathrm{m} \times \frac{100Pa}{10m} = 7.50\times10^4\ \mathrm{Pa}$

1　４－（２）

１―（２）より圧力 P，体積 V とおくと，P=$k'\frac{1}{V}$から（ボイルの法則という）

圧力 P，体積 V の状態と圧力 P'，体積 V'の状態を比較すると，

$k' = PV = P'V'$ から　$1.000\times10^5\ \mathrm{Pa}\times1.00\ \mathrm{m}^3 = 7.50\times10^4\ \mathrm{Pa} \times V'$

$V' = \frac{1.000\times10^5\mathrm{Pa} \times 1.00\ m^3}{7.50\times10^4\ \mathrm{Pa}} = 1.333\ldots \fallingdotseq 1.33\ \mathrm{m}^3$

1　４－（３）

３－（２）と同じように，

$\frac{1.333\ m^3}{280\ K} = \frac{1.25\ m^3}{T'}$　$T' = \frac{1.25}{1.333}\times280$

$= 263.2\ \mathrm{K} \fallingdotseq 263\ \mathrm{K} \fallingdotseq -10$℃

（分数で計算して 262.5 K ≒263 K ≒－10℃でもよい）

【共通問題　化学】解答と解説

$\boxed{1}$

⑴　A　電子，　B　陽子，　C　中性子

原子において陽子と電子の数は等しいので，A か B が陽子か電子であるとわかる。よって C は中性子となる。次に，イオン⑤と⑥は安定であることから，A が陽子であるとすると，貴（希）ガスの Ne のイオンということになってしまう。通常，貴（希）ガスはイオンにならないため，B が陽子，A が電子ということとなる。

⑵　⑤${}^{18}_{8}\mathrm{O}$　⑥${}^{23}_{11}\mathrm{Na}$

イオンX，Yは B が陽子であることから，それぞれ酸素 O とナトリウム Na であるとわかる。よって，元の原子は⑤${}^{18}_{8}\mathrm{O}$と⑥${}^{23}_{11}\mathrm{Na}$である。

⑶　①と②，④と⑤

同位体は原子番号が同じで質量数が異なる原子どうしを指す。よってそれぞれの原子は①${}^{1}_{1}\mathrm{H}$　②${}^{2}_{1}\mathrm{H}$　③${}^{12}_{6}\mathrm{C}$　④${}^{17}_{8}\mathrm{O}$　⑤${}^{18}_{8}\mathrm{O}$　⑥${}^{23}_{11}\mathrm{Na}$　であるため，同位体であるのは水素 H と酸素 O である。

$\boxed{2}$

⑴　ア　CsF　　イ　Cs　　ウ　F_2

アは，電気陰性度の差 Δχ が最も大きくなる元素からなる物質を図の値から考えればよい。よって，アはフッ化セシウム CsF となる。

また，イとウは電気陰性度の平均$\overline{X}$が最小なものと，最大なものを考えればよい。よって，イとウにおける元素 A，B はセシウム Cs とフッ素 F となる。

⑵　共有結合　d　，イオン結合　c　，金属結合　a

⑴より，ア：CsF はイオン結合，イ：Cs は金属結合，ウ：F_2は共有結合によって元素間は結ばれている。また，塩化ナトリウム NaCl や二酸化炭素 CO_2 など，具体的な物質について,電気陰性度の差Δχ と電気陰性度の平均$\overline{X}$を計算して考えてもよい。

⑶　②GaAs　⑤InP

①～⑤の物質において，Δχ と$\overline{X}$を計算し，グラフ上に点をとると，②と⑤は，

GaAs　$\overline{X}$＝2.0　Δχ＝0.4

InP　$\overline{X}$＝2.0　Δχ＝0.4

となり，領域 a と d の境界に位置するため半導体となる。このグラフは**ケテラーの三角形**とよばれ，ある化学結合が，イオン結合，共有結合，金属結合のうち，どれに

あたるのかを決めるための線引としてつくられた目安である。

このとき，

・電気陰性度の差 $\Delta\chi$ が大きいもの　→　イオン結合

・平均の電気陰性度の値$\overline{X}$が大きい＋電気陰性度の差 $\Delta\chi$ が小さい　→　共有結合

・平均の電気陰性度の値$\overline{X}$が小さい＋電気陰性度の差 $\Delta\chi$ が小さい　→　金属結合

　となる。

共通問題（生物）

【解　答】

$\boxed{1}$

⑴　パン酵母：二酸化炭素　　ビール酵母：エタノール

⑵　塩耐性　（同様なことを解答していれば可）

⑶　（カ）

⑷　①　(a) 小胞体　　(b) 細胞質

　　②　細胞質　→　小胞体　→　輸送小胞２　→　ゴルジ体　→　輸送小胞１

⑸　ア　１より大きくなる

【解　説】

$\boxed{1}$

⑶　酵母は細胞内に核をもつ真核生物であり，カビやキノコと同様に菌類に分類される。

⑷　①

(a) 小胞体

ＡとＤの二重変異体では，小胞体にタンパク質Ｘが蓄積していることから，タンパク質Ｘは小胞体，ゴルジ体の順に輸送されることが分かる。ＡとＣの二重変異体では，ゴルジ体にタンパク質Ｘが蓄積していることからゴルジ体，輸送小胞１の順でタンパク質Ｘが輸送されることが分かる。よって，タンパク質Ｘは小胞体，ゴルジ体，輸送小胞１の順で輸送されるので，ＣとＤの二重変異体では，小胞体にタンパク質Ｘが蓄積する。

(b) 細胞質

ＤとＥの二重変異体では，小胞体にタンパク質Ｘが蓄積していることから，タンパク質Ｘは小胞体，輸送小胞２の順にタンパク質Ｘが輸送されることが分かる。ＢとＤの二重変異体では，細胞質にタンパク質Ｘが蓄積していることから，タンパク質Ｘは細胞質，小胞体の順に輸送されることが分かる。よって，タンパク質Ｘは細胞質，小胞体，輸送小胞２の順に輸送されるので，ＢとＥの二重変異体では，細胞質にタンパク質Ｘが蓄積する。

⑷　②

ＡとＥの二重変異体では，輸送小胞２にタンパク質Ｘが蓄積していることから，タンパク質Ｘは輸送小胞２，ゴルジ体の順に輸送されることが分かる。①(b)より細胞質，小胞体，輸送小胞２の順に輸送されるので，タンパク質Ｘは細胞質，小胞体，輸送小胞２，ゴルジ体の順に輸送される。①(a)よりゴルジ体，輸送小胞１の順に，輸送されるので，最終的に細胞質，小胞体，輸送小胞２，ゴルジ体，輸送小胞１の順に輸送される。

⑸

呼吸　$C_6H_{12}O_6+6H_2O+6O_2 \rightarrow 6CO_2+12H_2O$

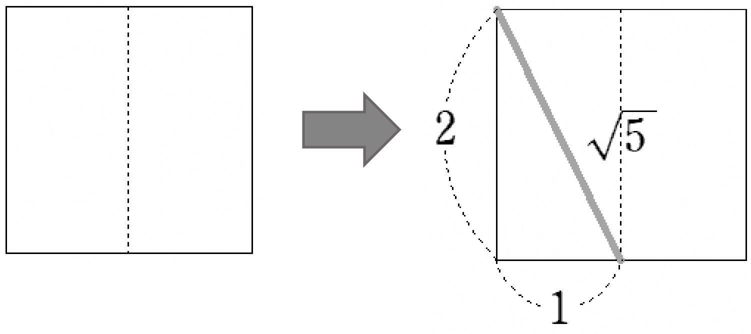
発酵　$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

呼吸と発酵の反応式が上記のようになるので，存在するグルコースを１として，このうちｘ（x＜1）が呼吸に使われ，1－x が発酵に使われたとすると呼吸商は$\frac{6x+2(1-x)}{6x}$となり，１より大きい値となる。

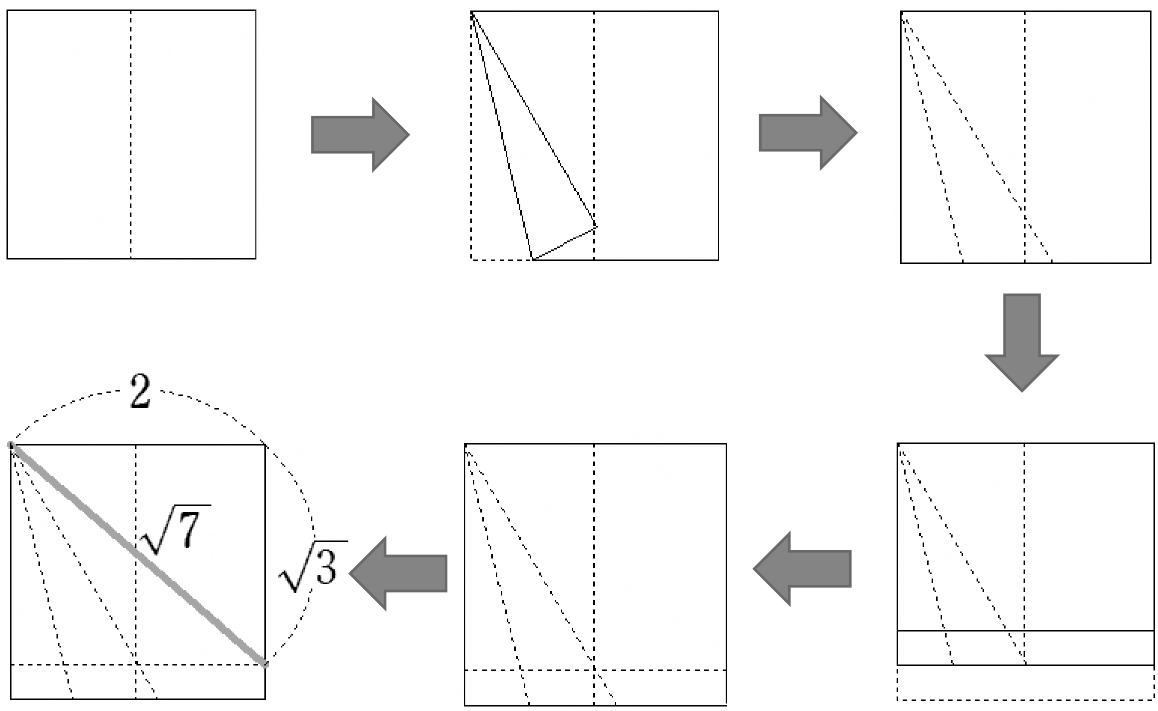
分野問題　数学　解答・解説

$\boxed{1}$

（1）$\sqrt{5}$



（2）$\sqrt{7}$



分野問題　数学

$\boxed{2}$　解答

（１）

①３回終了時点でサイコロＡが元の位置にあるためには

(a) ３回とも 5,6 の目が出る場合　$P_a=\left(\frac{1}{3}\right)^3=\frac{1}{27}$

(b)5,6 の目が１回，１の目が１回，２の目が１回　$P_b=3\times2\times1\times\left(\frac{1}{3}\right)\times\left(\frac{1}{6}\right)^2=\frac{1}{18}$

(c)5,6 の目が１回，３の目が１回，４の目が１回　$P_c=3\times2\times1\times\left(\frac{1}{3}\right)\times\left(\frac{1}{6}\right)^2=\frac{1}{18}$

となる。

②したがって求める確率は

$$P=P_a+P_b+P_c=\frac{1}{27}+\frac{1}{18}+\frac{1}{18}=\frac{4}{27}$$

（２）この操作を４回繰り返した後に，サイコロＡが元の位置にあるサイコロＢの目の出方は

(a)サイコロＢで５または６の目が４回出る（サイコロＡは変化しない）

(b)サイコロＢで５または６の目が２回，１，２がそれぞれ１回ずつ出る

(c)サイコロＢで５または６の目が２回，３，４がそれぞれ１回ずつ出る

(d)サイコロＢで１，２の目がそれぞれ１回ずつ，３，４がそれぞれ１回ずつ出る

(e)サイコロＢで１，２がそれぞれ２回ずつ出る

(f)サイコロＢで３，４がそれぞれ２回ずつ出る

の６通りのみである。

また，(a)の目の出方は１通り

(b)および(c)の目の出方は$\frac{4\times3\times2}{2\times1}=12$通り

(d)の目の出方は$4\times3\times2\times1=24$通り

(e)および(f)の目の出方は$\frac{4\times3\times2}{2\times2}=6$通り

あるから，

(a)の場合の確率$P_a=1\times\left(\frac{1}{3}\right)^4=\frac{1}{81}$

(b)および(c)の場合の確率$P_b=P_c=12\times\left(\frac{1}{3}\right)^2\left(\frac{1}{6}\right)^2=\frac{12}{324}=\frac{1}{27}$

(d)の場合の確率 $P_d = 24 \times \left(\frac{1}{6}\right)^4 = \frac{24}{1296} = \frac{1}{54}$

(e)および(f)の場合の確率 $P_e = P_f = \frac{4 \times 3 \times 2}{2 \times 2} \times \left(\frac{1}{6}\right)^4 = \frac{6}{1296} = \frac{1}{216}$

したがって求める確率Ｐは

$$P = P_a + P_b + P_c + P_d + P_e + P_f = \frac{1}{81} + 2 \times \frac{1}{27} + \frac{1}{54} + 2 \times \frac{1}{216} = \frac{1}{81} + \frac{2}{27} + \frac{1}{54} + \frac{1}{108}$$

$$= \frac{1}{81} + \frac{2}{27} + \frac{1}{54} + \frac{1}{108} = \frac{4 + 2 \times 12 + 6 + 3}{324} = \frac{37}{324}$$

（３） ２回の操作の後に１の目が出るサイコロＢの目の出方は

(a)サイコロＢで5,6の目が２回続けて出る

(b)１回目にサイコロＢの目が１の場合，２回目は２の目が出る

(c)１回目にサイコロＢの目が２の場合，２回目は１の目が出る

(d)１回目にサイコロＢの目が３の場合，２回目は４の目が出る

(e)１回目にサイコロＢの目が４の場合，２回目は３の目が出る

の５通りであるから

求める確率は

$$P = \left(\frac{1}{3}\right)^2 + 4 \times \left(\frac{1}{6}\right)^2 = \left(\frac{1}{6}\right)^2 \times \left(2^2 + 4\right) = \frac{8}{6 \times 6} = \frac{2}{9}$$

となる。

（4）n+1 回目の操作の後に，サイコロ A の出た目が 1 になる場合は以下の表のとおりである。

n 回目の操作の後のサイコロ A の目の状態	n+1 回目のサイコロ B の目 N	n+1 回目の操作の後のサイコロ A の目	n+1 回目の操作の後のサイコロ A の目が 1 となる確率
5	1（A を x 軸の正の方向に倒す）	1	$\frac{1}{6}e_n$
2	2（A を x 軸の負の方向に倒す）	1	$\frac{1}{6}b_n$
4	3（A を y 軸の正の方向に倒す）	1	$\frac{1}{6}d_n$
3	4（A を y 軸の負の方向に倒す）	1	$\frac{1}{6}c_n$
1	5，6（何もしない）	1	$\frac{1}{3}a_n$
6	―	2～5 (1 の目は出ない)	$0\times f_n$

n+1 回目の操作の後のサイコロ A の出た目が 1 となる確率 a_{n+1} を a_n，b_n，c_n，d_n，e_n および f_n であらわすと

$$a_{n+1}=\frac{1}{3}a_n+\frac{1}{6}b_n+\frac{1}{6}c_n+\frac{1}{6}d_n+\frac{1}{6}e_n+0f_n$$

が成り立つ。

同様にサイコロ A において，1 の目と反対の位置にある 6 の目について同様に n+1 回目の操作の後に 6 の目が出る確率 f_n+1 を a_n，b_n，c_n，d_n，e_n および f_n であらわすと

$$f_{n+1}=0a_n+\frac{1}{6}b_n+\frac{1}{6}c_n+\frac{1}{6}d_n+\frac{1}{6}e_n+\frac{1}{3}f_n$$

が成り立つ。したがって

A… $\frac{1}{3}$，B… $\frac{1}{6}$，C… $\frac{1}{6}$，D… $\frac{1}{6}$，E… $\frac{1}{6}$，F…0

G… 0，H… $\frac{1}{6}$，I… $\frac{1}{6}$，J… $\frac{1}{6}$，K… $\frac{1}{6}$，L…$\frac{1}{3}$

となる。

（５）一方，$a_n+b_n+c_n+d_n+e_n+f_n=1$

であるから

$$a_{n+1}=\frac{1}{3}a_n+\frac{1}{6}(1-a_n-f_n)=\frac{1}{6}(1+a_n-f_n)$$

$$f_{n+1}=\frac{1}{3}f_n+\frac{1}{6}(1-a_n-f_n)=\frac{1}{6}(1-a_n+f_n)$$

が成り立つことがわかる。

一方，操作前は１の目は上にあるため

$a_0=1$，$b_0=c_0=d_0=e_0=f_0=0$

である。したがって１回目の操作の後，１の目が出る確率および６の目が出る確率はそれぞれ

$$a_1=\frac{1}{3}a_0+\frac{1}{6}(1-a_0-f_0)=\frac{1}{3}\times1+\frac{1}{6}(1-1-0)=\frac{1}{3}$$

$$f_1=\frac{1}{3}\times0+\frac{1}{6}(1-1-0)=0$$

同様に２回目の操作の後，１の目が出る確率および６の目が出る確率はそれぞれ

$$a_2=\frac{1}{6}(1+a_1-f_1)=\frac{1}{6}\left(1+\frac{1}{3}-0\right)=\frac{1}{6}\times\frac{4}{3}=\frac{2}{9}$$

$$f_2=\frac{1}{6}(1-a_1+f_1)=\frac{1}{6}\left(1-\frac{1}{3}+0\right)=\frac{1}{6}\times\frac{2}{3}=\frac{1}{9}$$

３回目の操作の後，１の目が出る確率および６の目が出る確率はそれぞれ

$$a_3=\frac{1}{6}(1+a_2-f_2)=\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{9}-\frac{1}{9}\right)=\frac{1}{6}\times\frac{10}{9}=\frac{5}{27}$$

$$f_3=\frac{1}{6}(1-a_2+f_2)=\frac{1}{6}\left(1-\frac{2}{9}+\frac{1}{9}\right)=\frac{1}{6}\times\frac{8}{9}=\frac{4}{27}$$

４回目の操作の後，１の目が出る確率および６の目が出る確率はそれぞれ

$$a_4=\frac{1}{6}(1+a_3-f_3)=\frac{1}{6}\left(1+\frac{5}{27}-\frac{4}{27}\right)=\frac{1}{6}\times\frac{28}{27}=\frac{14}{81}$$

$$f_4=\frac{1}{6}(1-a_3+f_3)=\frac{1}{6}\left(1-\frac{5}{27}+\frac{4}{27}\right)=\frac{1}{6}\times\frac{26}{27}=\frac{13}{81}$$

すなわち４回目の操作の後，１の目が出る確率は

$$a_4=\frac{14}{81}$$

となる。

＜補足＞

n 回目の操作の後，１の目が出る確率 a_n を n で表すと

$$a_{n+1}=\frac{1}{3}a_n+\frac{1}{6}(1-a_n-f_n) \quad \ldots①$$

$$f_{n+1}=\frac{1}{3}f_n+\frac{1}{6}(1-a_n-f_n) \quad \ldots②$$

$(a_0, f_0)=(1,0)$，$(a_1, f_1)=\left(\frac{1}{3},0\right)$

から

①より $a_{n+1}=\frac{1}{3}a_n-\frac{1}{6}a_n-\frac{1}{6}f_n+\frac{1}{6}=\frac{1}{6}a_n-\frac{1}{6}f_n+\frac{1}{6}$

②より $f_{n+1}=\frac{1}{3}f_n-\frac{1}{6}f_n-\frac{1}{6}a_n+\frac{1}{6}$

$6a_{n+1}=a_n-f_n+1$　　③

$6f_{n+1}=f_n-a_n+1$　　④

③より

$f_n=a_n-6a_{n+1}+1$

$f_{n+1}=a_{n+1}-6a_{n+2}+1$

が成り立つから，これを④に代入して f_n, f_n+1 を消去すると

$6(a_{n+1}-6a_{n+2}+1)=(a_n-6a_{n+1}+1)-a_n+1$

$6a_{n+1}-36a_{n+2}+6=a_n-6a_{n+1}+1-a_n+1=-6a_{n+1}+2$

$12a_{n+1}-36a_{n+2}+4=0$

$$a_{n+2}=\frac{1}{3}a_{n+1}+\frac{1}{9}$$

ここで $n\geqq 0$ より $n+1\geqq 1$

$a_{n+2}-\alpha=\frac{1}{3}(a_{n+1}-\alpha)$ とおき，これが $a_{n+2}=\frac{1}{3}a_{n+1}+\frac{1}{9}$ を満たすように α を定めると

$a_{n+2}-\alpha=\frac{1}{3}a_{n+1}-\frac{1}{3}\alpha+\alpha=\frac{1}{3}a_{n+1}+\frac{2}{3}\alpha=\frac{1}{3}a_{n+1}+\frac{1}{9}$ より

$\frac{2}{3}\alpha=\frac{1}{9}$，$\alpha=\frac{1}{6}$

したがって

$$a_{n+2}-\frac{1}{6}=\frac{1}{3}\left(a_{n+1}-\frac{1}{6}\right)$$

ここで $A_n=a_n-\frac{1}{6}$ とおくと

$$A_{n+2} = \frac{1}{3} A_{n+1} \qquad (n \geqq 1)$$

であるから

$A_n = A_1 \times \left(\frac{1}{3}\right)^{n-1}$ が $n \geqq 1$ において成立する。

$$A_1 = a_1 - \frac{1}{6} = \frac{1}{3} - \frac{1}{6} = \frac{1}{6}$$

$$A_n = \frac{1}{6} \times \left(\frac{1}{3}\right)^{n-1}, \quad a_n - \frac{1}{6} = \frac{1}{6} \times \left(\frac{1}{3}\right)^{n-1}$$

$$a_n = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} \times \left(\frac{1}{3}\right)^{n-1} \qquad (n \geqq 1)$$

したがって

$$a_0 = 1, \quad a_n = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} \times \left(\frac{1}{3}\right)^{n-1} \qquad (n \geqq 1)$$

分野問題　数学　解答・解説

$\boxed{3}$

（１）

手順に従って求めていけばよい。

あ：$\frac{1}{2}$　　い：$\frac{2}{5}$　　う：$\frac{1}{3}$　　え：$\frac{1}{15}$

（２）

①2023 を素因数分解すると、$2023 = 7 \times 17^2$

②$296 = 17^2 + 7$

（３）

$296 = 17^2 + 7$ となることに着目すると簡単に求めることができる。

$$\frac{296}{2023} = \frac{17^2+7}{7\times17^2} = \frac{1}{7} + \frac{1}{17^2} = \frac{1}{7} + \frac{1}{289}$$

（４）$\frac{415}{2023}$ を異なる３つの単位分数の和として表せ。

これも（３）と同様に、2023 の約数の和で415 が表せないかという発想で考えるとよい。

$415 = 17^2 + 7 \times 17 + 7$ となることに着目して、

$$\frac{415}{2023} = \frac{17^2 + 7 \times 17 + 7}{7 \times 17^2} = \frac{1}{7} + \frac{1}{17} + \frac{1}{17^2} = \frac{1}{7} + \frac{1}{17} + \frac{1}{289}$$

（５）

$$\frac{b-a}{a\times b}=\frac{1}{a}-\frac{1}{b}$$

の等式を使える形に変形していくことがポイントとなる。

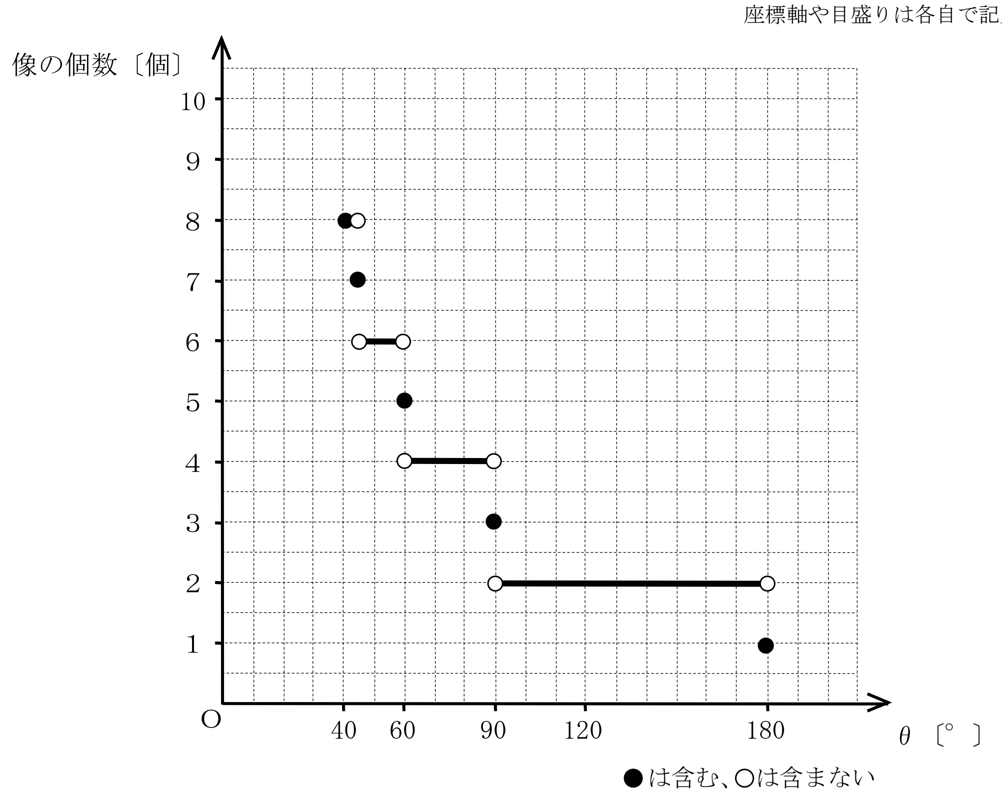
$$\frac{1}{1\times 3}+\frac{1}{3\times 5}+\frac{1}{5\times 7}+\frac{1}{7\times 9}+\cdots+\frac{1}{2021\times 2023}$$
$$=\frac{1}{2}\left(\frac{2}{1\times 3}+\frac{2}{3\times 5}+\frac{2}{5\times 7}+\frac{2}{7\times 9}+\cdots+\frac{2}{2021\times 2023}\right)$$
$$=\frac{1}{2}\left(\frac{3-1}{1\times 3}+\frac{5-3}{3\times 5}+\frac{7-5}{5\times 7}+\frac{9-7}{7\times 9}+\cdots+\frac{2023-2021}{2021\times 2023}\right)$$
$$=\frac{1}{2}\left\{\left(\frac{1}{1}-\frac{1}{3}\right)+\left(\frac{1}{3}-\frac{1}{5}\right)+\left(\frac{1}{5}-\frac{1}{7}\right)+\left(\frac{1}{7}-\frac{1}{9}\right)+\cdots+\left(\frac{1}{2021}-\frac{1}{2023}\right)\right\}$$
$$=\frac{1}{2}\left(1-\frac{1}{2023}\right)$$
$$=\frac{1011}{2023}$$

高校部門　物理（解答）　　　　　　　　　　　参加番号

2　レポート１（１）

$$60° < \theta < 90°$$

2　レポート１（２）



2　レポート１（３）

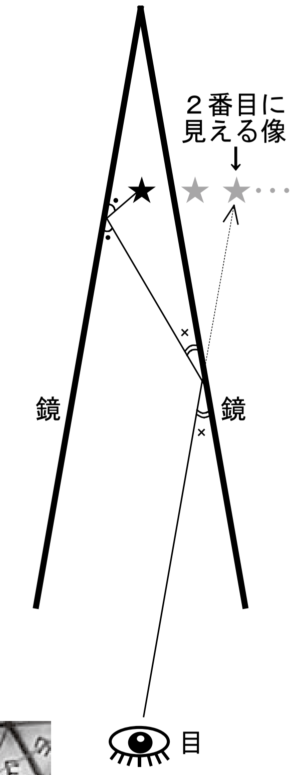
・角度が増すと像の個数は減少する傾向にある。
・像の個数の変化は，連続ではなく整数でとびとびに変化する。
・像の個数が奇数の時は，角度はただ一つである。
　その場合，n＝(360／θ)－1　の式で表される。
・像の個数が偶数の時は，角度には幅がある。

※ここには何も書かないでください。

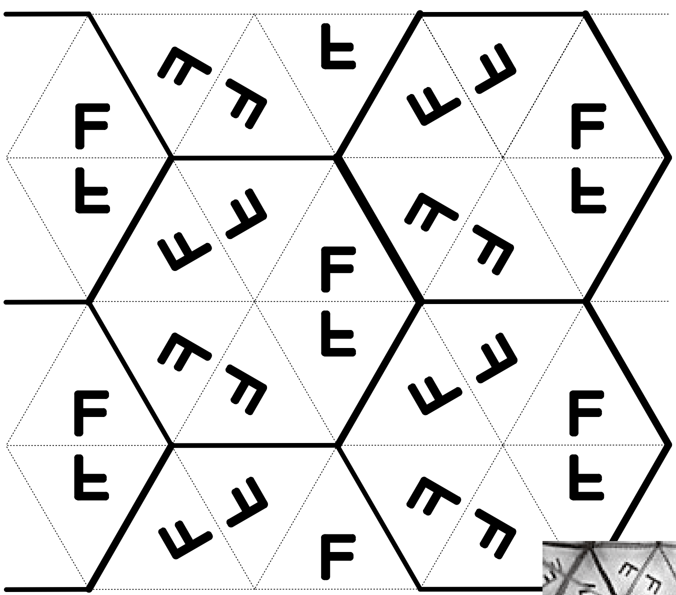
高校部門　物理（解答）　　　　　　　　参加番号

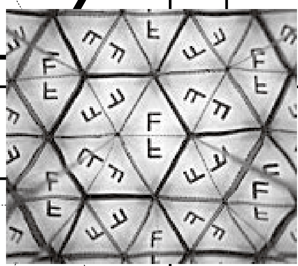
2　レポート１（４）

①　最大個数　　４ 個（３ 個も可）	②　増加する　変化しない　減少する
③　反射の回数　　２ 回	光 路

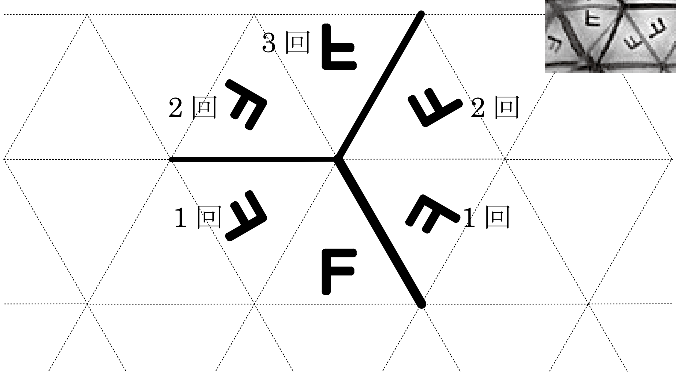


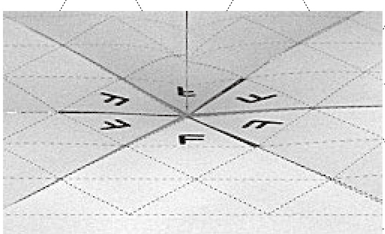
2　レポート２（１）





2　レポート２（２）

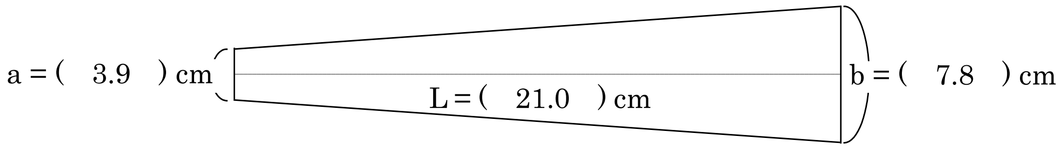




※ここには何も書かないでください。

高校部門　物理（解答）　　　　　　　　参加番号

2　レポート３（１）

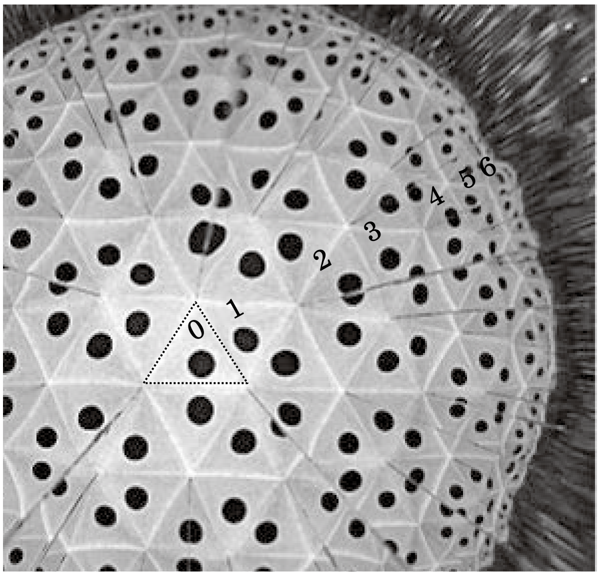


2　レポート３（２）

実際に確認できた像は何層か。　　6　層

工夫した点や予想どおりにならなかった原因，改善点

解答例
- 層の数を確認しやすくするために，紙に●印を描き万華鏡の先端に貼って観察した。
- 層の数はほぼ６層確認できたが，最も外側の層については像が小さくなり確認しづらかった。
- 鏡３枚を平面上ですき間なくつなぎ合わせて組み立てた結果，鏡が若干、歪んでしまい層の数が場所によって曖昧になった。鏡と鏡に少しすき間を作りながらつなぎ合わせると鏡が歪まないと思われる。



※ここには何も書かないでください。

高校部門　物理（解答）　　　　　　　　　　　参加番号

2　レポート３（３）

問題文の図 10（網掛部）を参考にする。

図 A-1 のように求める光路の台形を半分にすると，上底 : (1/2)a’，下底 : (1/2)b’，中心角 θ’の直角三角形となる。また，求める鏡の台形も同様に考えると，上底 : (1/2)a，下底 : (1/2) b，中心角 θ の直角三角形となる。a と a'，b と b'の関係は，a'＝(√3/2)a ，b'＝(√3/2)b であり，三角形の底辺内の比は L : L になる。

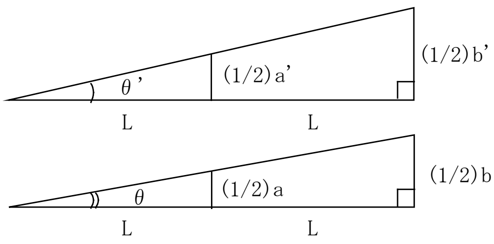


図 A-1

次に問題文の図 12 を参考にして考える。

図 A-2 に示すように，６層にするには中心角 60° を 13 等分にすればよい。したがって，

$$\theta' = 60°/13 = 4.615\cdots°$$

また，　<u>tan (4.615) ＝ (1/2)b' / 2L</u>　となる。

ここに，三角関数表より tan (4.615)＝0.08046，

また，b'＝ (√3/2) b を代入し，求める鏡の L と b の関係を求める。

$$0.08046 = (1.732/4)b / 2L$$

$$0.3716 = b / L$$

<u>L ＝ 2.6908 b</u>　（L と b の関係）

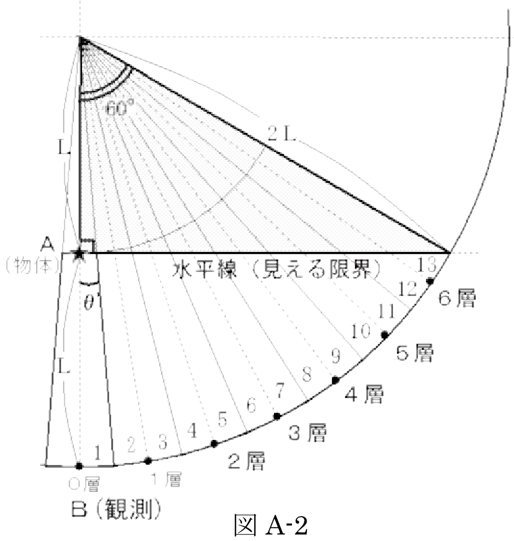


図 A-2

ここで，使用できる鏡（22.5 cm×19.5 cm）から最大の万華鏡を切り取ることを考える。

・a，b 側が 19.5cm の場合，b の最大値は 7.8cm

L=2.6908×7.8 = 20.988 ≒ 21.0 cm　･･･①

・a，b 側が 22.5cm の場合，b の最大値は 9.0cm

L=2.6908×9.0 = 24.217 ≒ 24.2 cm　･･･②

これらの結果より①が適当であることが分かる。したがって，求める鏡は図 A-3 に示すように，上底(a) 3.9cm，下底(b) 7.8cm，高さ(L) 21.0cm の台形を鏡に交互に配置し切り取る。

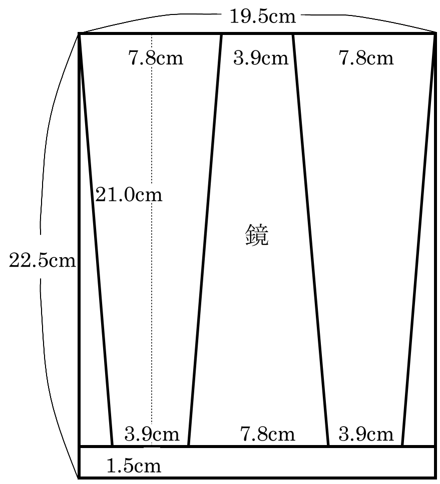


図 A-3

※ここには何も書かないでください。

高校部門　物理　実験解説 －万華鏡のしくみ－

万華鏡とは，2 枚以上の鏡を組み合わせて対象物を鑑賞するものであり，カレイドスコープ（kaleidoscope）ともいう。その歴史は，ディヴィッド・ブリュースターが偏光実験の途中で発明したと言われ，1817 年に特許を取得している。日本には，江戸時代後期の 1819 年には既に輸入されている記録がある。

万華鏡には様々な種類がある。今回，取り上げたものは, 一般に知られている 3 枚の鏡を正三角柱に組み合わせた“3 ミラー型”と，等脚台形の鏡を組み合わせた“テーパードミラー型”である。それぞれの特徴は,“3 ミラー型”（図１）は模様が見える視角（対象がなす視野の角度）がほぼ 180° に対し,“テーパードミラー型”（図２）は模様が見える範囲（視角）が限られ，球体のように見えることである。

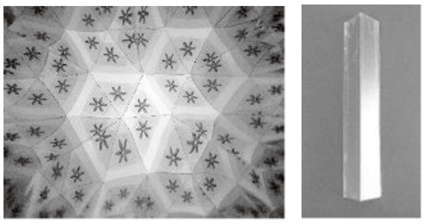


図１．３ミラー型万華鏡

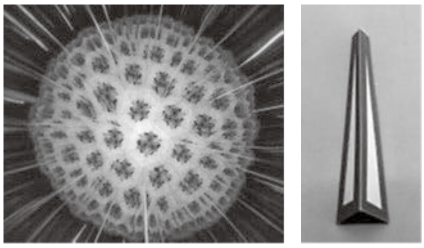


図２．テーパードミラー型万華鏡

１．２枚の鏡によって作られる模様

図 3-1 のように，60° に設定した 2 枚の鏡によって見られる模様は，図 3-2 のようになる。このとき，２枚の鏡による観察像は，図 3-3 のように AB に一枚の平面鏡を置いたときと同じように映っていることが分かる。同様に A’B’ に一枚の平面鏡を置いた場合と同じであると考えることもできる。

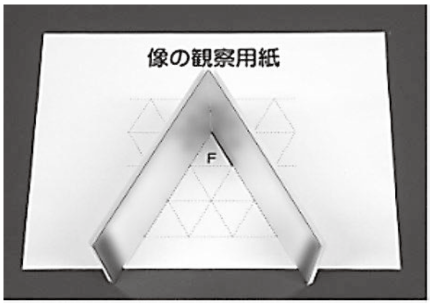


図 3-1. 2 枚の鏡による実験

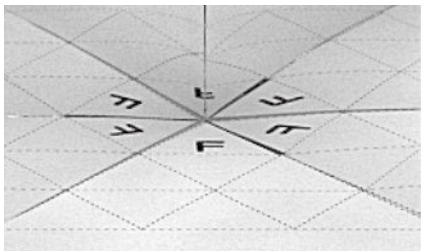


図 3-2. 2 枚の鏡による観察

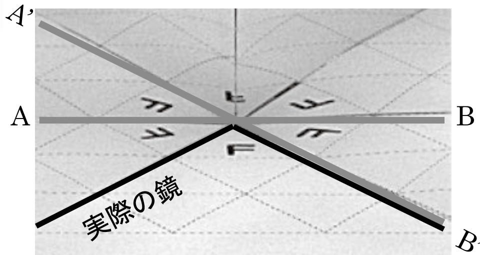


図 3-3. 鏡による反射の考え方

なお, 鏡による光の反射は，図４のように考えることができる。鏡を 3 枚にした場合は，1 回～3 回反射した光がさらに 3 枚目の鏡で反射することになる。

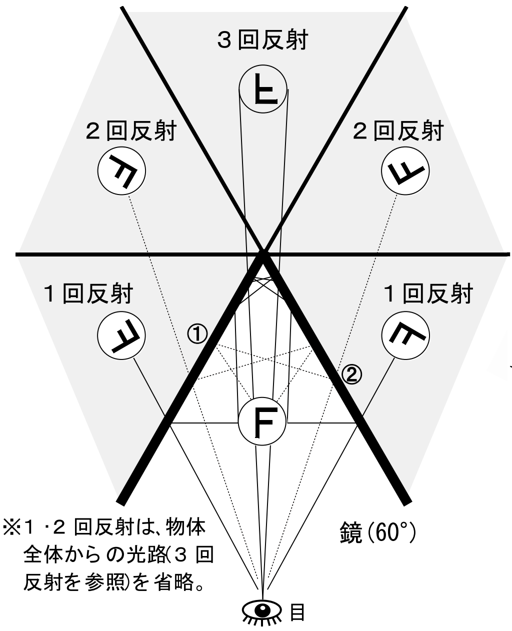


図４．２枚の鏡による光の反射

２．３ミラー型（正三角柱）の万華鏡

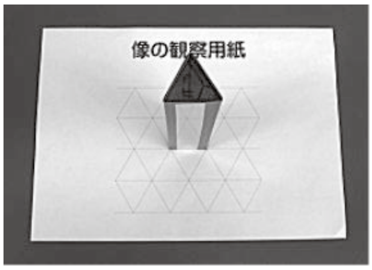


図５．３枚の鏡による実験

図５のように60°に組み合わせた３枚の鏡によって作る万華鏡で見られる模様は，図6-1のようになる。

前述１.より Ｆ の模様は，図6-2のようにAB，CDの2枚の平行な鏡によって作られる像と同じと考えることができる。したがって，図７のような“合わせ鏡”で像を見たように，垂直方向には無限の像が見えることと同じになる。このことは，斜め方向についても同様に考えることができる。

図6-1．３枚の鏡による観察

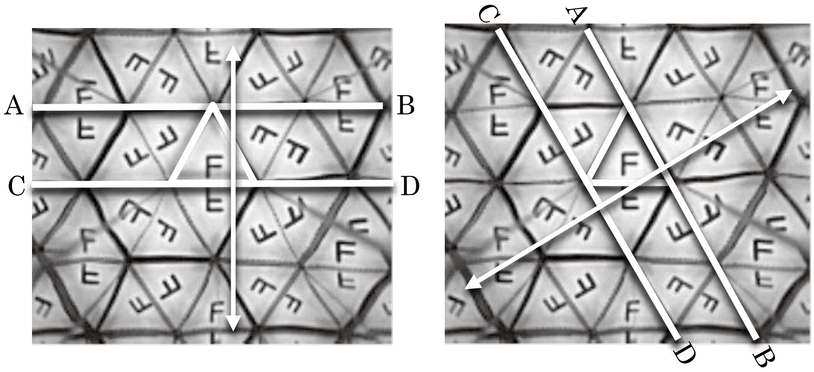


図6-2．３枚の鏡を２枚の“合わせ鏡”とみなすことができる

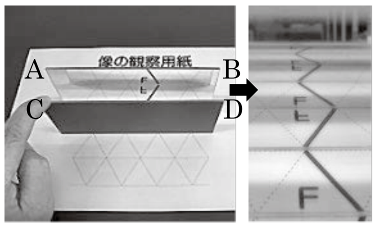


図７．合わせ鏡による像

次に，実験３の見本の解析（問題文記載）を例にして考えてみる。簡単のため，図８に示すように，万華鏡の一端にあるＡ（物体）から出た光が，鏡筒内の網掛面で直進と反射を繰り返し，他端にあるＢ（観測）に進む光路を考える。なお，Ｄ付近では，光は３回の反射の後，Ｂに進んでいる（図４参照）。

光は反射の法則（入射角＝反射角）に従うことから，反射後の光路を対称面として考えると，図 9 のように直進する光として描くことができる。図 9 からは，視角は水平になるまで無限(n 層=∞)に物体を認識できることが分かる。さらに，(n−1)層[*1]とｎ層のなす角は，徐々に小さくなっていくことも分かる。この結果は，実際の万華鏡とよく一致する。

＊1 実際の像を0層とし、その周りを囲む像を内側から順に1層、2層・・・とする。

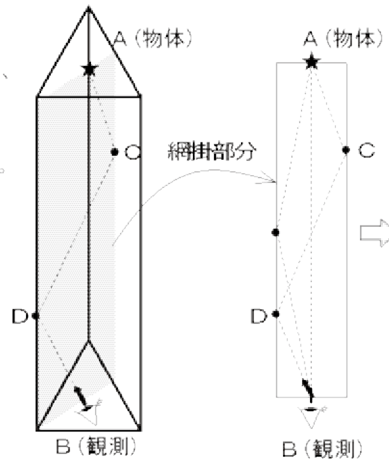


図８．鏡筒内の反射

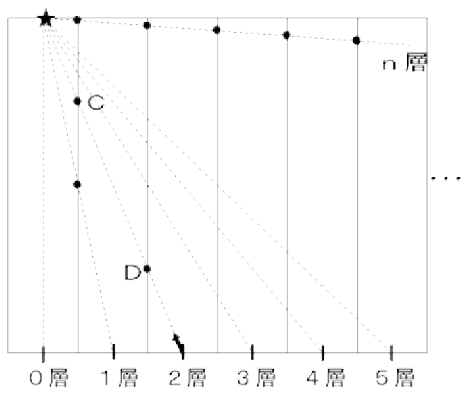


図９．反射を対称面で考えた場

３．平行ではない２枚の鏡による像

２枚の長方形の鏡を，図 10 のように角度 α° で置いたときの像の見え方を考察する。実験３の見本の解析（問題文記載）を例にして，［観察ターゲット］の★マークから水平方向に出た光を考えてみる。

水平方向に出た光は鏡で反射を繰り返しながら進み, ある角度で目に届く。これが見える限界である。つまり反射して見える像は，鏡が平行の場合とは異なり無限とはならず, 図 11 のように有限となる。像がいくつ見えるかは，角度 α° と鏡の長さで決まる。

具体的な解析は，光を鏡で反射させた様子を描くのではなく, 図 12 のように, 鏡の角度で並べた図で光路を直線として描くとよい。図 12 からは, ★マークから水平方向に出た光の反射の回数は，無限ではなく有限回であることが分かる。

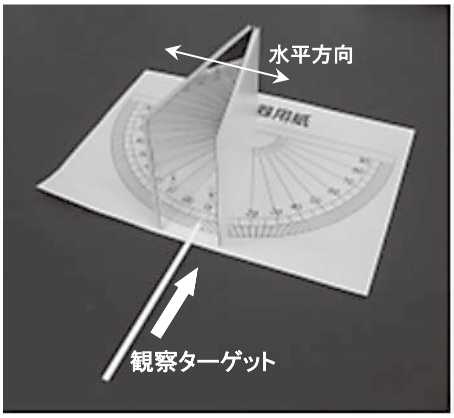


図 10. 鏡を α° に置いて物体を観察

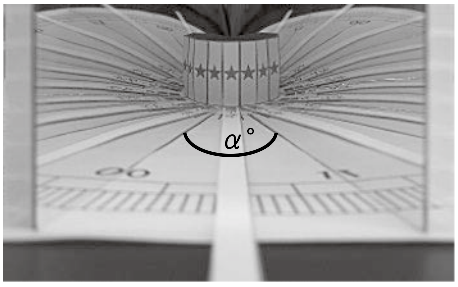


図 11. 左右に並んで見える像

４．テーパードミラー型万華鏡

3 枚の台形の鏡から作った万華鏡は“テーパード(tapered)ミラー型万華鏡”，あるいは，“三角錐万華鏡”と呼ばれている。

解析方法は，前述３.と同様であるが，万華鏡を作る鏡（台形）の大きさで解析してはいけない。実験３の見本の解析（問題文記載）より, 実際の光路面となる台形の上底, 下底を計算して解析することがポイントである。これは図 13 のように，２枚の鏡に角度を付けて配置した“合わせ鏡”の場合と同じと考えることができる。

実験３の問題は, 光路面（台形）の上底 : 下底＝1 : 2 とした。この条件により，角度 60° を持つ直角三角形が作図でき，３辺の比からは簡単な数値計算で解析が可能になっている。

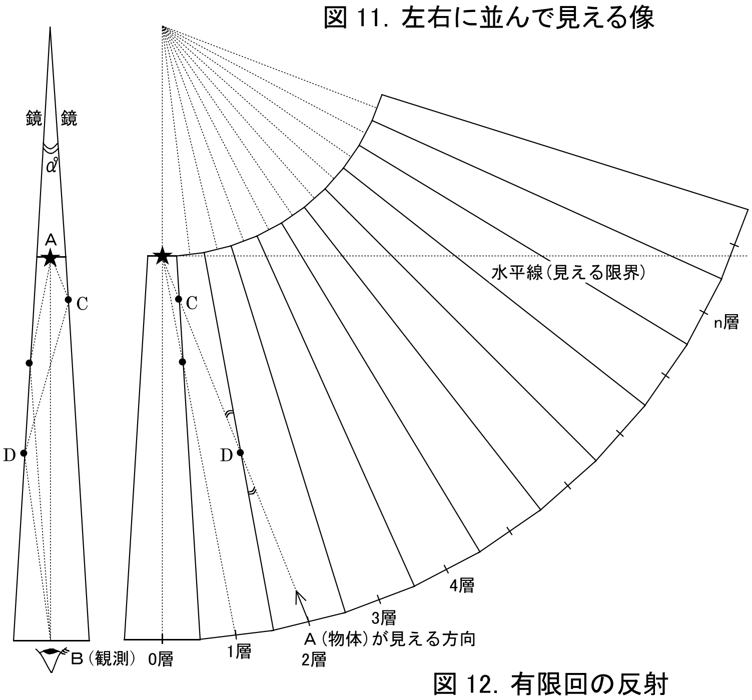


図 12. 有限回の反射

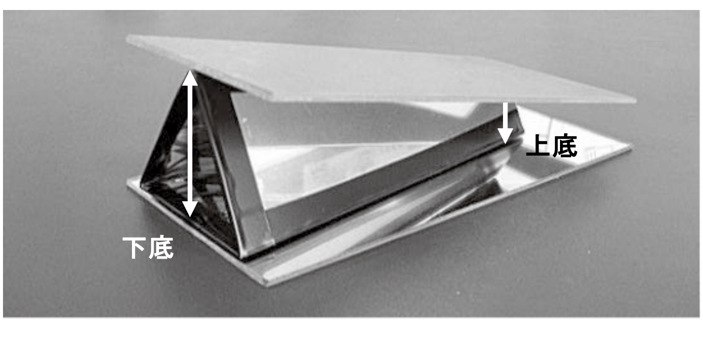


図 13. 解析時の考え方

【実験問題 化学】解答と解説

＊実験で用いる希硫酸の濃度は 0.08mol/L

$\boxed{1}$

＜解答＞

⑴　H_2SO_4　+　$Ba(OH)_2$　→　$BaSO_4$　+　$2H_2O$

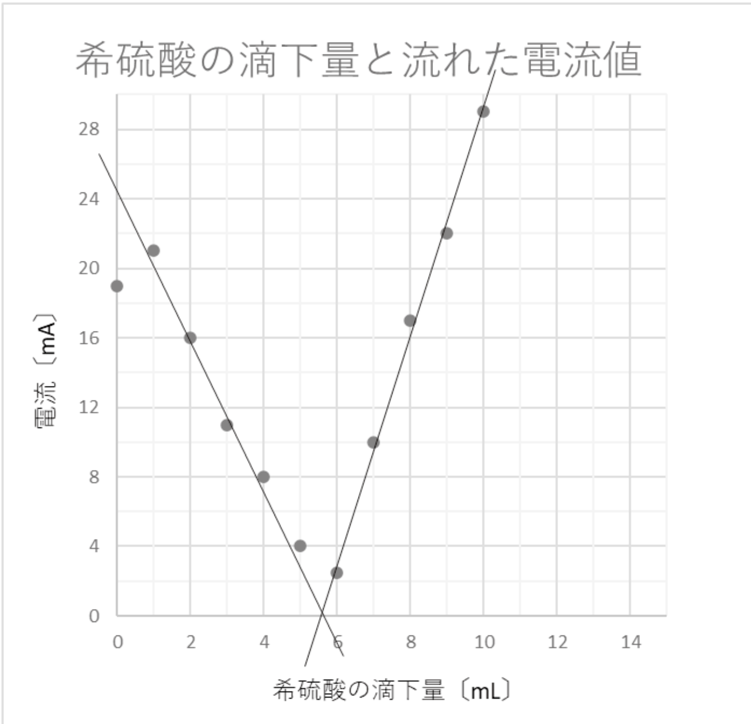
⑵　終点では電流がほとんど流れなくなる。

理由：終点では硫酸と水酸化バリウムが過不足なく中和し，水と硫酸バリウムの沈殿ができる。硫酸バリウムは難溶性塩であり，水溶液中にイオンとしてほとんど溶けださないため，電流が流れにくい。

（中和点では水と硫酸バリウムのみが存在していると考えられるため，水溶液中の電解質の濃度がが極めて低いと考えられる。）

⑶　グラフの縦横軸は適宜とって明示する。

希硫酸の滴下量と流れた電流値	
滴下量の合計(mL)	流れた電流(mA)
0	19
1	21
2	16
3	11
4	8
5	4
6	2.5
7	10
8	17
9	22
10	29



電流値が 0 になるのは，2 つの直線の交点である。グラフより，滴定の終点は希硫酸の滴定量が 5.6mL 周辺であると推定できる。

⑷　5.6 mL

電流が 0 になるとき（終点）の希硫酸の滴定量を２回以上測定し，誤差の小さいもの２つの平均を求めてあること。理論値は 6.25mL（中和滴定値は 6.34mL）になる。

⑸　0.089 mol/L

10 倍に薄めた希硫酸のモル濃度を x とすると，以下の式が成り立つ。

$$2 \times x \times \frac{5.6}{1000} \;=\; 2 \times 0.01 \times \frac{10}{1000}$$

$X \fallingdotseq 0.0179$ mol/L

希硫酸は５倍に薄めてあるので，もとの希硫酸の濃度はこの５倍だから

0.0179×５＝<u>0.089 mol/L</u>

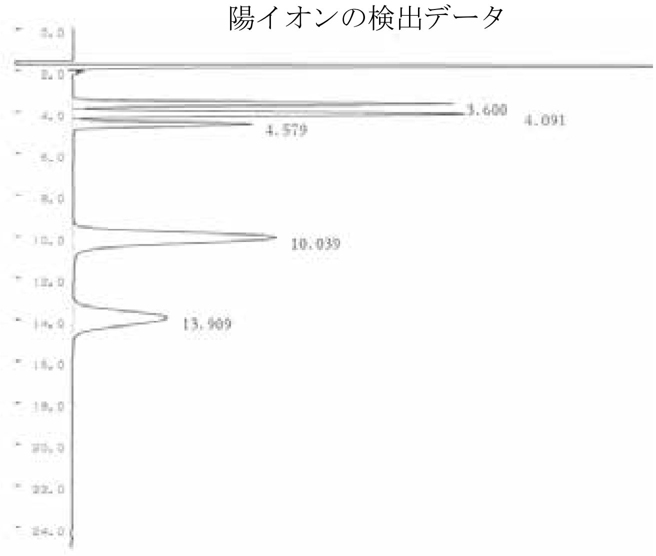
＜溶液の電気伝導度によるイオン成分検出について＞

水分析や環境分析で水溶液中のイオンを検出する機器分析（イオンクロマトグラフ）では，溶液の電気伝導度を測る検出器が用いられています。 今回の実験のように，電極に一定の電圧をかけておいて，目的イオンが溶出した際の電流値の変化量を検出します。

装置の中にはイオン交換樹脂を詰めた管（カラム）が入っており，測定したい試料を注入すると，イオン成分はイオン交換樹脂と溶離液の間で吸着・脱離を繰り返しながら成分ごとに分かれていきます。

そして，成分イオン毎に，検出器を通過する際に電気伝導度が変化し，数値として記録されます。溶離液だけを流しているときの電流値を 0 にすれば，検出されたイオンの量で数値が変動します。この数値をあらかじめ決まった量のイオンで作成した標準溶液の数値と比較することで，目的イオンがどれくらい溶液中に存在するかを求めることができます。

陽イオンの検出データ



** 定量計算結果 **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	3.6	125705	10458		2	9.2745	Na
	2	4.091	148997	10759	V	3	9.1037	NH4
	3	4.579	68629	4924	SV	5	9.2855	K
	8	10.039	205441	5574	V	8	8.9162	Mg
	9	13.909	125613	2585		9	9.1823	Ca
		TOTAL	674384	34300			45.7621	

陽イオンと陰イオンは別々に測定しないといけませんが，次に示すようなイオンの一斉分析が可能であることがイオンクロマトグラフのメリットになります。

陰イオン：F^-，Cl^-，NO_2^-，NO_3^-，Br^-，SO_4^{2-}，PO_4^{3-}

陽イオン：Na^+，K^+，NH_4^+，Mg^{2+}，Ca^{2+}

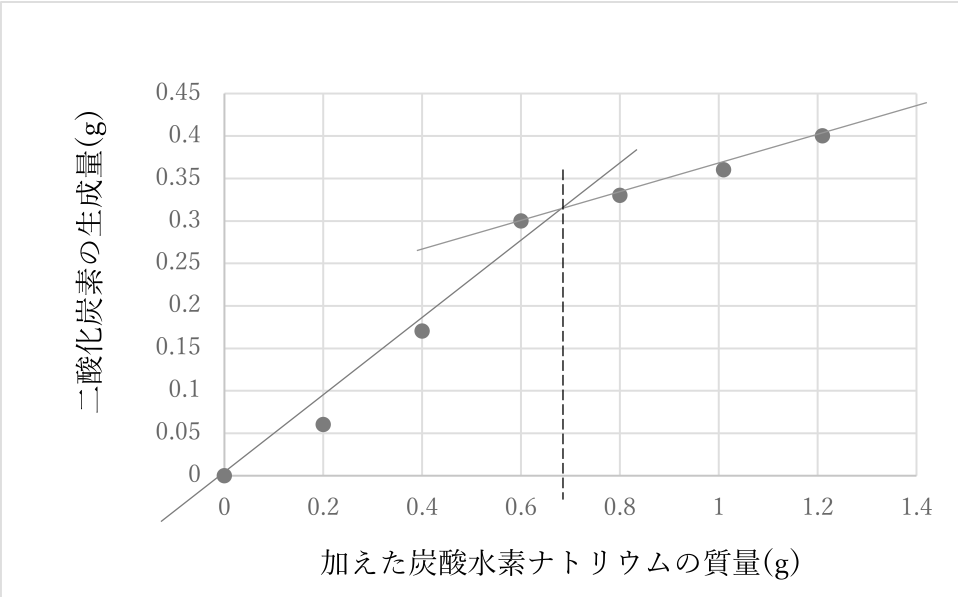
電気伝導度検出器の感度は非常に高いですが温度変化の影響を受けやすいのが難点です。（液温が 1℃変わると約 2%電気伝導度が変化）温度変動が無いように工夫されています。

$\boxed{2}$

⑹　$W_1+W_2-W_3$

⑺　加えた $NaHCO_3$ の量と発生した CO_2 の総量を用いてグラフを書き，交点を求める。

回数	1	2	3	4	5	6	7
反応前の質量 W_1 (g)	129.29	129.29	129.29	129.29	129.29	129.29	129.29
加えた $NaHCO_3$ W_2 (g)	0	0.20	0.40	0.60	0.80	1.01	1.21
反応後の質量 W_3 (g)	129.29	129.43	129.52	129.59	129.76	129.94	130.10
発生した CO_2 の総量	0	0.06	0.17	0.30	0.33	0.36	0.40



理論値は 0.672g

⑻　0.6g から 0.8g の間

⑼　0.081 mol/L

⑺のグラフの交点の値を読むと，加えた炭酸水素ナトリウムは 0.68g 程度となる。

反応式　H_2SO_4 + 2 $NaHCO_3$ → Na_2SO_4 + 2 CO_2↑ + 2 H_2O　　より，反応物の物質量の比は H_2SO_4 ： $NaHCO_3$＝１：２　となる。

よって，希硫酸のモル濃度を x mol/L とすると，

$\frac{068}{84}$(mol)＝２× x(mol/L)　×　$\frac{50}{1000}$(L)　　　X＝0.0809･･･

X≒0.081(mol/L)

⑽　$\boxed{1}$　0.089(mol/L)

$\boxed{2}$　0.081(mol/L)　　　　0.08mol/L（理論値）

思ったような数値が出ていない場合、正解と思われる数値からのずれの理由として妥当な考えを示していれば加点とする。

工夫した点

・$\boxed{1}$で

電流値を読み取るときに、安定した値を読み取るために電極を溶液に差し込んでからしばらく待ち、値が一定になってから数値を読み取った。

・$\boxed{2}$で

発生した二酸化炭素をできるだけ追い出してから質量を測定するため、マドラーで泡を取ってから質量を測定した。

など

専門問題（生物）

【解　答】

$\boxed{1}$

⑴　クロロフィル

⑵　持っている。

理由：白い花でも昆虫には色がついて見えることから，可視光線以外の光を跳ね返していると考えることができる。

（昆虫には色がついて見えることから判断できていれば可）

⑶　植物：昆虫に目立つ色になることで，昆虫を呼び寄せ，花粉を運んでもらうことができる。

（昆虫を呼び寄せる，花粉を運ぶの２点についてふれていること）

昆虫：花の色が特徴的であることで，餌の場所がはっきりわかる。

（餌の場所がはっきりわかることについてふれていること）

⑷　球根：ＡＡ　ＢＢ　ＣＣ

種子：ＡＡ　ＢＢ　ＣＣ　ＡＢ　ＡＣ　ＢＣ

⑸　球根：同じ遺伝子をもつ花が咲くので，形質（色，形など）が変わらない。

（同様なことが解答されていれば可）

種子：遺伝子の組み合わせが増えることで，多様性が生まれ，病気などに適応できる。（同様なことが解答されていれば可）

⑹　花を切り落とすことで栄養を球根に蓄えさせるため。

（同様なことが解答されていれば可）

⑺　花粉親①　Ｄ　Ｆ

花粉親②　Ｅ　Ｇ

花粉親③　Ｂ　Ｃ

花粉親④　Ａ

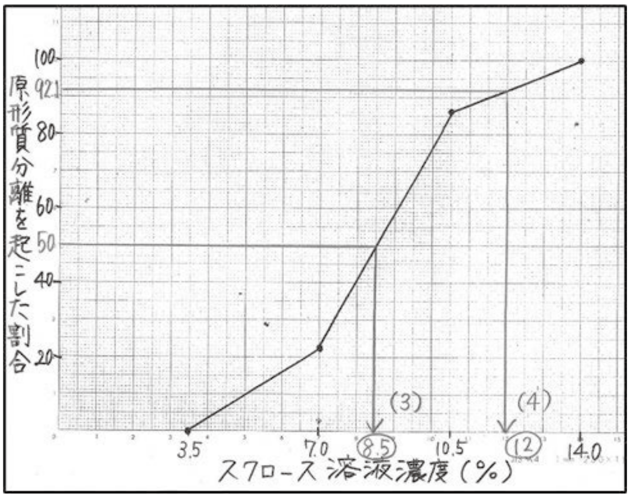
母木　３回，５回

$\boxed{2}$

⑴　＊葉によって異なるので，下記の値は参考値

		赤く色づいている細胞 A	Aのうち原形質分離が認められる細胞 B	$\frac{B}{A}\times 100$
スクロース溶液の濃度	3.5％	93	0	0
	7.0％	54	12	22.2
	10.5％	48	41	85.4
	14.0％	48	48	100
	不明	(89)	(82)	(92.1)

⑵　＜実験の点数で採点＞
⑶　約 8.5％（　⑴の結果により異なり，グラフより求める　）
⑷　約 12.0％（　⑴の結果により異なり，グラフより求める　）



⑸　①Ｂ
　　②膨圧…ＣＩ，吸水力…ＩＧ

【解　説】

1

⑵

この色素は可視領域の光をほとんど反射し，紫外領域の光を吸収する特徴がある。可視領域の光が全て反射されるので人間の目には無色に見えるが，昆虫の目には紫外領域の波長も色として認識することができるため，白い花は昆虫には黒く見える部分がある。

⑶

花の色には昆虫を誘引して受粉を媒介してもらう利点がある。昆虫の目は可視光だけでなく紫外光も見えるため，人間が見ることができない色を見ることができる。そのため紫外光を吸収する無色の色素であっても昆虫には色が見える。昆虫にとっては目立つ花の色をしていることで，餌となる蜜の場所を見分けることができる。しかし中には，鮮やかな花に蜜の入っていない「だまし送粉植物」がいる。昆虫は誘われた花に蜜がない場合その花の色を避けるようになる。今回の問題では，昆虫の目に花の色が見えることにより，植物には受粉の，昆虫には食料の利点があることが書けていれば良い。

⑷

球根は茎の根元がそのまま肥大化するため，遺伝子に変化はなく，親の遺伝子と同じ組み合わせになる。種子は有性生殖により，２個体の遺伝子が混合するため，３通り×２つの組み合わせを求めれば良い。

⑸

チューリップは種子から育てる場合，花が咲くまで５年かかるが，遺伝的多様性が生まれることにより，新しい色や病気への耐性などを獲得することができる。球根から育てる場合，同じ色の花になることが決まっているため，球根から分けて個体数を増やすことで目的の色のチューリップを増やすことができる。種子による増やし方では，遺伝的多様性があること，また球根による増やし方では遺伝的に単一な個体が増やせることが書けていれば良い。

⑹

花を作る時にもエネルギーを消費するので，早めに花を切り落とすことで球根に蓄えるエネルギー量を増やす目的がある。問題文より体の一部が変化することを読み取り，商業的に球根を作る際の利点について書かれていれば良い。

⑺

各マイクロサテライトの組み合わせを見ると，５回を持つ個体が４個体，３回を持つ個体が３個体含まれており，最も登場頻度が多い，そのため母木が持つマイクロサテライトの可能性が高くなる。

花粉親の遺伝子型を見ると，マイクロサテライトを一種類しか持たない親④が存在する。図の中から，７回のマイクロサテライトを持つ個体は(A)のみ。このことから(A)は親④の子だとわかる。

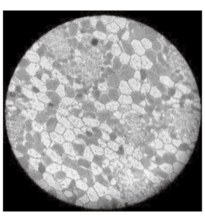
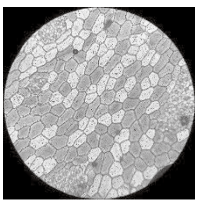
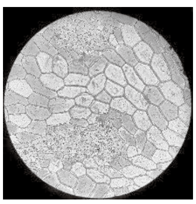
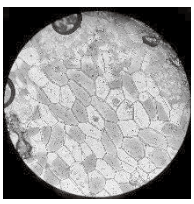
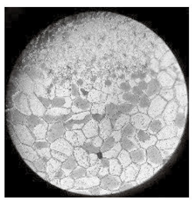
(A) は７回と５回のバンドを持つので，母木は５回のマイクロサテライトを持つと考えられる。５回のマイクロサテライトを持つ個体は図から，(A)，(B)，(D)，(G) となる。(B) は４回のバンドを持つので親③の子，(D) は２回のバンドを持つので親①の子，(G) は５回のバンドしか持たないので親②の子だと推察できる。

３回のバンドとの組み合わせは (C) ４回，(E) １回，(F) ６回と全てバラバラである。共通する母木が３回のマイクロサテライトを持っているとすると (C) は親③，(E) は親②，(F) は親①の子と推察することができる。

２

⑴

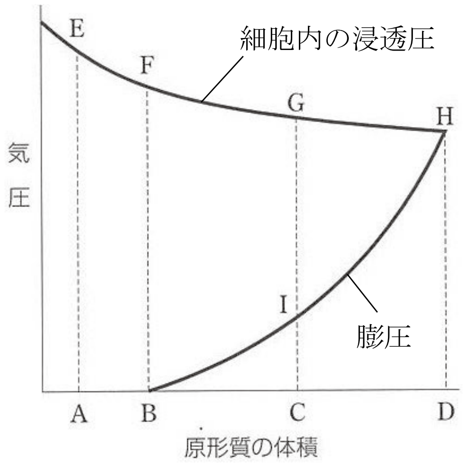
以下は実験を行い，顕微鏡で観察されたユキノシタの葉の細胞である。

濃度不明（12％）	スクロース溶液濃度			
	3.5％	7.0％	10.5％	14.0％
				

ユキノシタの液胞中に含まれるアントシアニンという色素を含む細胞は，赤く色づいて見える。アントシアニンを含む赤く色づいている細胞（A），Aのうち，細胞膜が細胞壁から離れ，原形質分離をおこしている細胞（B）をそれぞれ数え，表を作成し，原形質分離をおこした割合を計算する。スクロース溶液の濃度が高くなるほど，細胞膜外に水が移動するため，赤色が濃く見える。

⑶
作成したグラフより，原形質分離の割合（%）が 50%になる溶液のスクロース濃度がユキノシタの細胞の溶質濃度となる。これより，ユキノシタの葉の細胞の溶質濃度およそ 8.5%であると考えられる。
⑷
⑴で求めた不明濃度の原形質分離の割合をもとに，⑶のグラフから推定する。

⑸　グラフの浸透圧と膨圧は以下である。



①
Ｂは原形質分離がみられるかどうかのぎりぎりの状態を示し，この状態を限界原形質分離という。このとき，原形質の体積は 1.0 となる。原形質の体積が 1.0 より左側では原形質分離が見られる。
②
膨圧は細胞壁を押し広げるときに生じる圧力であるため，原形質の体積が上昇するにしたがって，膨圧も上昇する。したがって，膨圧はＣＩとなる。
膨圧が生じ，細胞壁が押されると，再び押し戻そうという力が細胞壁からはたらき，これが結果的に水を押し戻そうとする。その結果，細胞内の浸透圧から膨圧を引いた大きさでしか水を吸うことができなくなる。この「細胞内の浸透圧から膨圧を引いた値」を吸水力という。したがって，吸水力はＣＧ−ＣＩ＝ＩＧとなる。
なお，浸透圧と吸水力が等しくなるときのＨは吸水力＝０となった状態を示し，これを緊張状態という。