

とやま科学オリンピック **2023**
(高校部門)

解答例および解説

- 共通問題 P. 1
 数学 P. 12
 物理 P. 21
 化学 P. 28
 生物 P. 32

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

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の数を並べる総数を並べる総数だけ書き方があるので
 総数は $3! = 1 \times 2 \times 3 = 6$ (通り) となります。

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 $1+2+3+\dots+N^2 = \frac{N^2(N^2+1)}{2}$ となるので

各行、各列、両対角線それぞれの和は $\frac{1}{N} \cdot \frac{N^2(N^2+1)}{2} = \frac{N(N^2+1)}{2}$ …… 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 $a \sim i$ の文字を割り振るとき、

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

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

$$45+3e=60 \quad \text{よって} \quad e=5 \quad \text{すなわち} \quad X \text{ のマスは } \underline{5} \quad \text{となります。}$$

a	b	c
d	e	f
g	h	i

(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になるようにマスを
 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 $a \sim p$ 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】**
 $a+b+c+d=34 \dots \textcircled{1}$
 $e+f+g+h=34 \dots \textcircled{2}$
 $i+j+k+l=34 \dots \textcircled{3}$
 $m+n+o+p=34 \dots \textcircled{4}$
- 【各列の和】**
 $a+e+i+m=34 \dots \textcircled{5}$
 $b+f+j+n=34 \dots \textcircled{6}$
 $c+g+k+o=34 \dots \textcircled{7}$
 $d+h+l+p=34 \dots \textcircled{8}$
- 【両対角線の和】**
 $a+f+k+p=34 \dots \textcircled{9}$
 $d+g+j+m=34 \dots \textcircled{10}$

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

$A = a+d+m+p, B = f+g+j+k, C = e+h+i+l, D = b+c+n+o$ 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 $A+D=68 \dots \textcircled{11}$
- 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 $A+C=68 \dots \textcircled{12}$
- 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 $A+B=68 \dots \textcircled{13}$
- 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 $B+C=68 \dots \textcircled{14}$

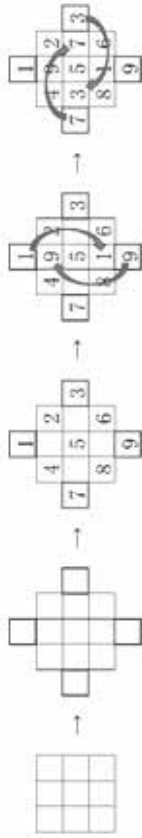
また、 $A+B+C+D=136 \dots \textcircled{15}$ が成り立つので、
 ①～⑩の式から $A=B=C=D=34$ が成り立つことがわかります。

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 になるように入れ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

2, 3 についてのおまけ

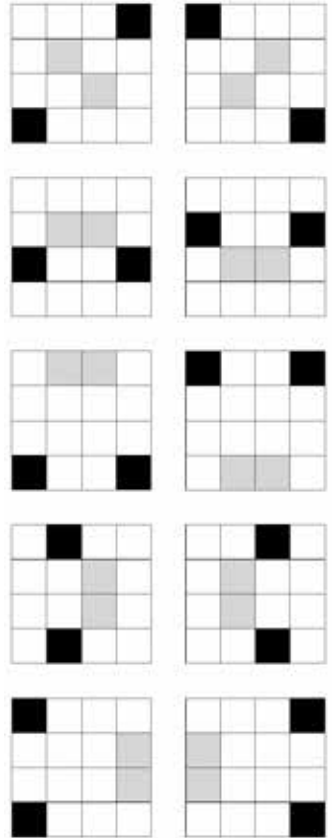
(その1) 『 3×3 の魔方陣の面白いやり方 (バシエーの方法)』



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、①～⑩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。



共通問題 物理 (解答)

参加番号

1 1 - (1)

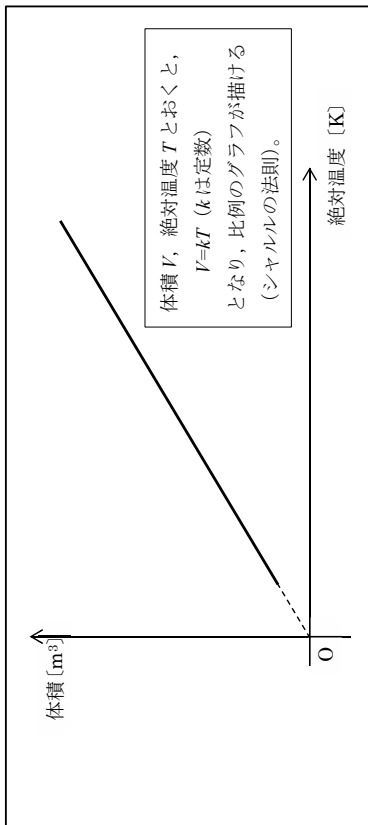
4

(1)
 $(994 + 1535 + 1389 + 477 + 407 + 797 + 971 + 871 + 537 + 575 + 311 + 751 + 602 + 796) \div 14 = 786.64\dot{4}$
平均値 786.64

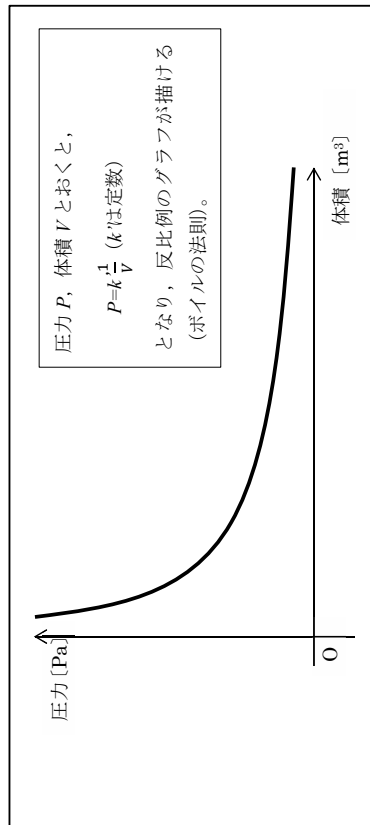
(2) $(796 + 751) \div 2 = 773.5$

- 1 1535
- 2 1389
- 3 994
- 4 971
- 5 871
- 6 797

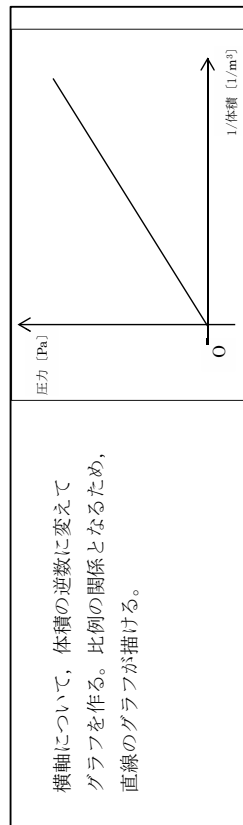
	中央値
7	796
8	751
9	602
10	575
11	537
12	477
13	407
14	311
中央値	773.5



1 1 - (2)



1 1 - (3)



(3) (-1)

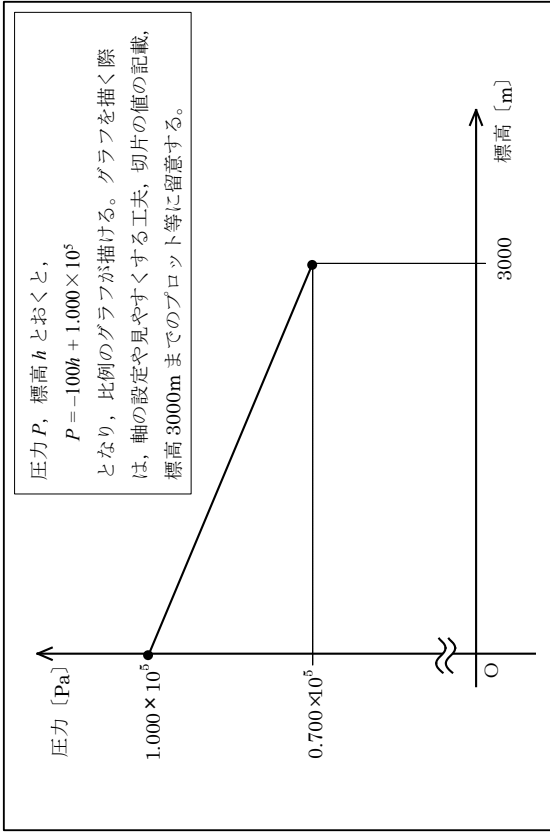
(4) (D)

※ここには何も書かなくて大丈夫。

共通問題 物理 (解答)

1 2

参加番号



1 3 - (1)

9.80×10³N
解説は次のページ

3 - (2)

0.982m³
解説は次のページ

1 4 - (1)

7.50×10⁴Pa
解説は次のページ

4 - (2)

1.33m³
解説は次のページ

1 4 - (3)

(絶対温度) 263K
(七氏温度) -10°C
解説は次のページ

※ここには何も書かなくて大丈夫

共通問題 物理 (解説)

1 3 - (1)

アルキメデスの原理より
 $F = \rho V g = 1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 1.00 \text{ m}^3 \times 9.80 \text{ m/s}^2$
 $= 9.80 \times 10^3 \text{ N}$

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 $\frac{1.00 \text{ m}^3}{280 \text{ K}} = \frac{V'}{275 \text{ K}}$ $V' = 1.00 \times \frac{275}{280}$
 $= 0.982 \text{ m}^3$

1 4 - (1)

2 より 2500m では,
 $1.000 \times 10^5 \text{ Pa} - 2500 \text{ m} \times \frac{100 \text{ Pa}}{10 \text{ m}} = 7.50 \times 10^4 \text{ Pa}$

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 $1.000 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.00 \text{ m}^3 = 7.50 \times 10^4 \text{ Pa} \times V'$
 $V' = \frac{1.000 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.00 \text{ m}^3}{7.50 \times 10^4 \text{ Pa}} = 1.333 \dots \approx 1.33 \text{ m}^3$

1 4 - (3)

3 - (2) と同じように,
 $\frac{1.333 \text{ m}^3}{280 \text{ K}} = \frac{1.25 \text{ m}^3}{T'}$ $T' = \frac{1.25}{1.333} \times 280$
 $= 263.2 \text{ K} \approx 263 \text{ K} \approx -10^\circ\text{C}$
 (分数で計算して 262.5 K \approx 263 K \approx -10°C でもよい)

【共通問題 化学】解答と解説

1

- (1) 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 が陽子が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。

- (2) ⑤ $^{18}_8\text{O}$ ⑥ $^{23}_{11}\text{Na}$

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 $^{18}_8\text{O}$ と⑥ $^{23}_{11}\text{Na}$ である。

- (3) 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_1H ② ^2_1H ③ $^{12}_6\text{C}$ ④ $^{17}_8\text{O}$ ⑤ $^{18}_8\text{O}$ ⑥ $^{23}_{11}\text{Na}$ であるため, 同位体であるのは水素 H と酸素 O である。

2

- (1) ア CsF イ Cs ウ F_2

アは, 電気陰性度の差 ΔX 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 \bar{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。

- (2) 共有結合 d, イオン結合 c, 金属結合 a

(1)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 ΔX と電気陰性度の平均 \bar{X} を計算して考えてもよい。

- (3) ②GaAs ⑤InP

①~⑥の物質において, ΔX と \bar{X} を計算し, グラフ上に点をとると, ②と⑤は,

$$\text{GaAs} \quad \bar{X}=2.0 \quad \Delta X=0.4$$

$$\text{InP} \quad \bar{X}=2.0 \quad \Delta X=0.4$$

となり, 領域 a と d の境界に位置するため半導体となる。このグラフはケチ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 ΔX が大きいもの → イオン結合
- 平均の電気陰性度の値 \bar{X} が大きい + 電気陰性度の差 ΔX が小さい → 共有結合
- 平均の電気陰性度の値 \bar{X} が小さい + 電気陰性度の差 ΔX が小さい → 金属結合となる。

共通問題 (生物)

【解答】

- ① パン酵母：二酸化炭素 ビール酵母：エタノール
 (2) 塩耐性 (同様なことを解答していれば可)
 (3) (カ)
 (4) 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
 (5) ア 1より大きくなる

【解説】

① 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。

(4) 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。

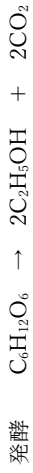
(b) 細胞質

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。

(4) 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。

(5)

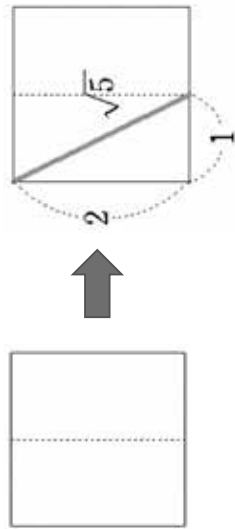


呼吸と発酵の反応式が上記のようになるので、存在するグルコースを1として、このうち x ($x < 1$) が呼吸に使われ、 $1-x$ が発酵に使われたとすると呼吸商は $\frac{6x+2(1-x)}{6x}$ と

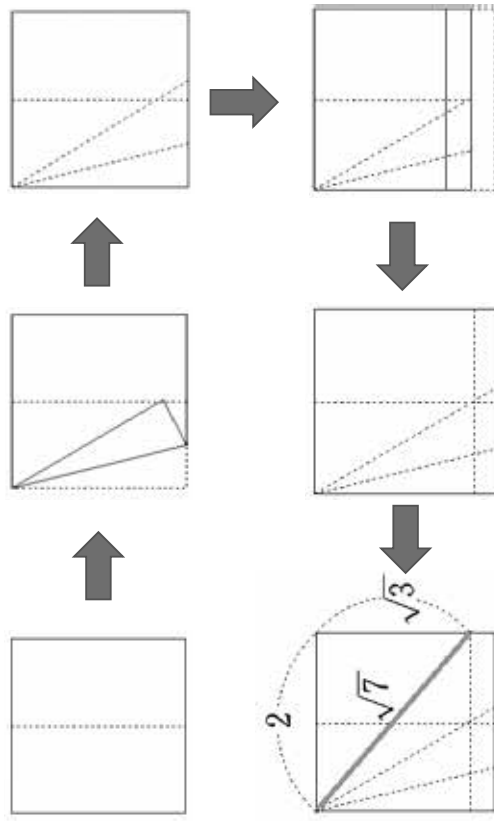
なり、1より大きい値となる。

1

(1) $\sqrt{5}$



(2) $\sqrt{7}$



分野問題 数学

2 解答

(1)

① 3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 $P_b = 3 \times 2 \times 1 \times \left(\frac{1}{3}\right) \times \left(\frac{1}{6}\right) \times \left(\frac{1}{6}\right) = \frac{1}{18}$

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

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 $\frac{4 \times 3 \times 2}{2 \times 1} = 12$ 通り

(d) の目の出方は $4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$ 通り

(e) および (f) の目の出方は $\frac{4 \times 3 \times 2}{2 \times 2} = 6$ 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 $P_b = P_c = 12 \times \left(\frac{1}{3}\right)^2 \times \left(\frac{1}{6}\right)^2 = \frac{12}{324} = \frac{1}{27}$

(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

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

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

となる。

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

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

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

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

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

$$a_0 = 1, \quad b_0 = c_0 = d_0 = e_0 = f_0 = 0$$

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

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

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

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

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

$$f_{n+1} = \frac{1}{3}f_n + \frac{1}{6}(1-a_n-f_n) \quad \dots \textcircled{2}$$

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

から

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

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

$$6a_{n+1} = a_n - f_n + 1 \quad \textcircled{3}$$

$$6f_{n+1} = f_n - a_n + 1 \quad \textcircled{4}$$

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 $n \geq 0$ より $n+1 \geq 1$

$a_{n+2} - \alpha = \frac{1}{3}(a_{n+1} - \alpha)$ 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

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

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

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

$$A_{n+2} = \frac{1}{3} A_{n+1} \quad (n \geq 1)$$

であるから

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

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

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

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

したがって

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

分野問題 数学 解答・解説

③

(1)

手順に従って求めていけばよい。

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

(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。

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

(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、

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

2 レポート1 (1)

$60^\circ < \theta < 90^\circ$

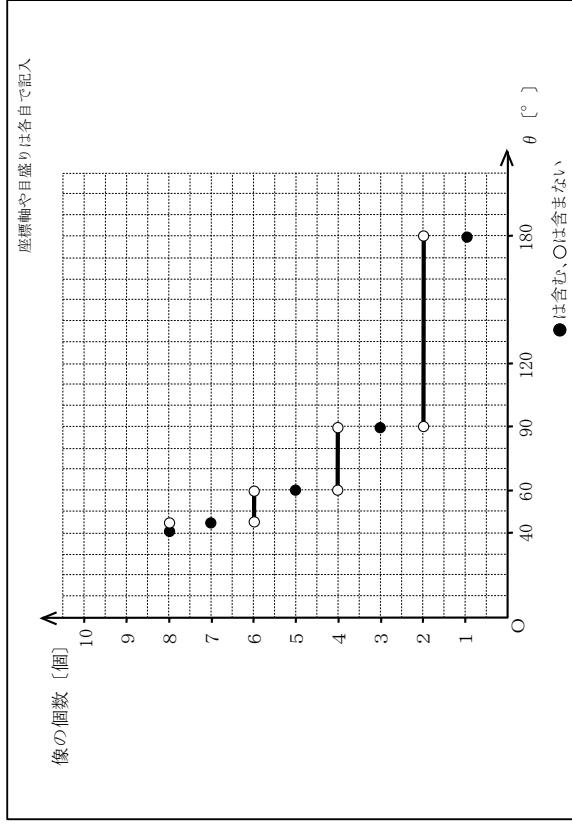
(5)

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

の等式を用いる形に変形していくことがポイントとなる。

$$\begin{aligned} & \frac{1}{1 \times 3} + \frac{1}{3 \times 5} + \frac{1}{5 \times 7} + \frac{1}{7 \times 9} + \dots + \frac{1}{201 \times 203} + \frac{1}{201 \times 203} \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1 \times 3} + \frac{3}{3 \times 5} + \frac{5}{5 \times 7} + \frac{7}{7 \times 9} + \dots + \frac{201}{201 \times 203} \right) \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{3-1}{1 \times 3} + \frac{5-3}{3 \times 5} + \frac{7-5}{5 \times 7} + \frac{9-7}{7 \times 9} + \dots + \frac{203-201}{201 \times 203} \right) \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{3} + \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{5} \right) + \left(\frac{1}{5} - \frac{1}{7} \right) + \left(\frac{1}{7} - \frac{1}{9} \right) + \dots + \left(\frac{1}{201} - \frac{1}{203} \right) \right) \\ &= \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{203} \right) \\ &= \frac{1011}{2023} \end{aligned}$$

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、 $n = (360/\theta) - 1$ 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)

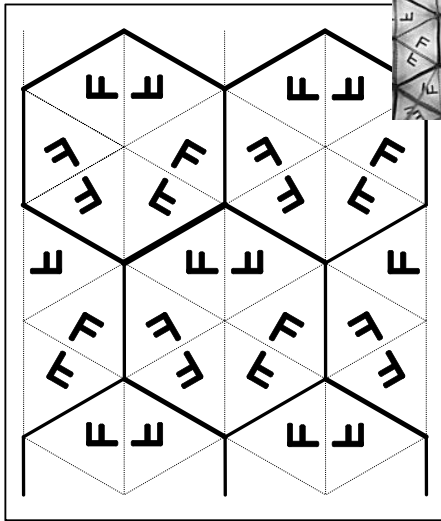
① 最大個数 4 個 (3 個も可)

② 増加する 変化しない 減少する

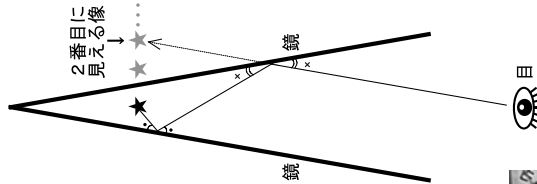
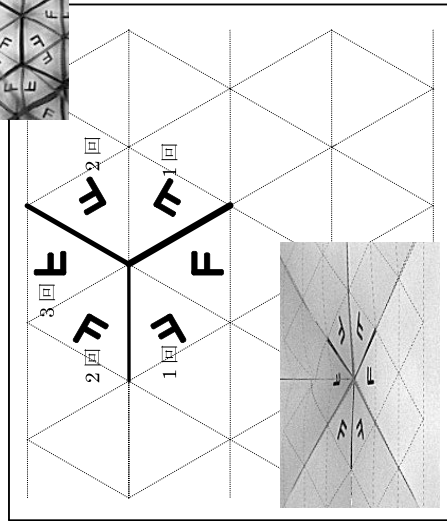
③ 反射の回数 2 回

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くて大丈夫。

高校部門 物理 (解答)

参加番号

2 レポート3 (1)

$a = (3.9) \text{ cm}$
 $L = (21.0) \text{ cm}$
 $b = (7.8) \text{ cm}$

2 レポート3 (2)

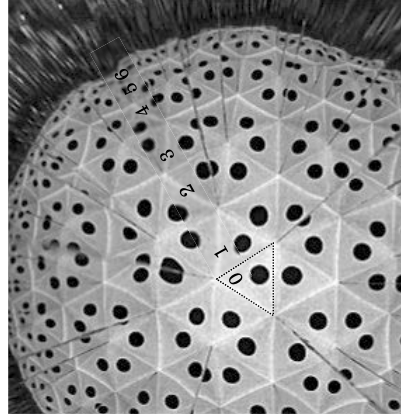
実際に確認できた像は何層か。

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くて大丈夫。

問題文の図10 (網掛部) を参考にす。

図A-1のように求める光路の台形を半分にする
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、 $a' = (\sqrt{3}/2)a$ 、 $b' = (\sqrt{3}/2)b$ であり、三角形の
底辺内の比は $L : L$ になる。

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、

$$\theta' = 60^\circ / 13 = 4.615^\circ \dots$$

また、 $\tan(4.615) = (1/2)b' / 2L$ となる。

ここに、三角関数表より $\tan(4.615) = 0.08046$ 、
また、 $b' = (\sqrt{3}/2)b$ を代入し、求める鏡の L と b
の関係を求める。

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

$$0.3716 = b / L$$

$$L = 2.6908b \quad (L \text{ と } b \text{ の関係})$$

ここで、使用できる鏡 ($22.5 \text{ cm} \times 19.5 \text{ cm}$) から
最大の万華鏡を切り取ることを考える。

・ a 、 b 側が 19.5 cm の場合、 b の最大値は 7.8 cm

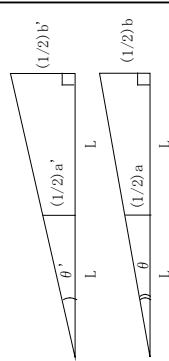
$$L = 2.6908 \times 7.8 = 20.988 \approx 21.0 \text{ cm} \quad \dots \textcircled{1}$$

・ a 、 b 側が 22.5 cm の場合、 b の最大値は 9.0 cm

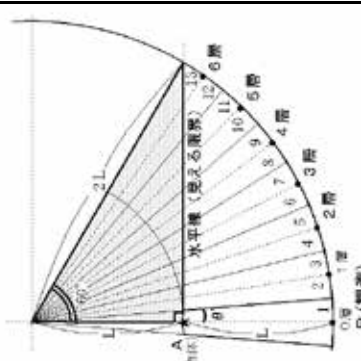
$$L = 2.6908 \times 9.0 = 24.217 \approx 24.2 \text{ cm} \quad \dots \textcircled{2}$$

これらの結果より①が適当であることが分かる。

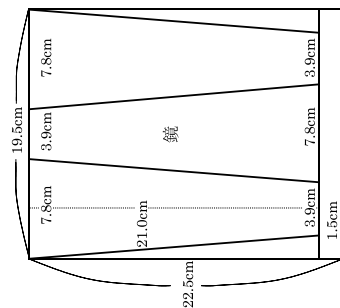
したがって、求める鏡は図A-3に示すように、上底
(a) 3.9 cm 、下底(b) 7.8 cm 、高さ(L) 21.0 cm の台形を
鏡に交互に配置し切り取る。



図A-1



図A-2



図A-3

※ここは何も書かなくて大丈夫

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“テーパー型”(図1)は模様が見える視角(対象
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
ミラー型”(図2)は模様が見える範囲(視角)に限
られ、球体のように見えることである。

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AB'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。

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

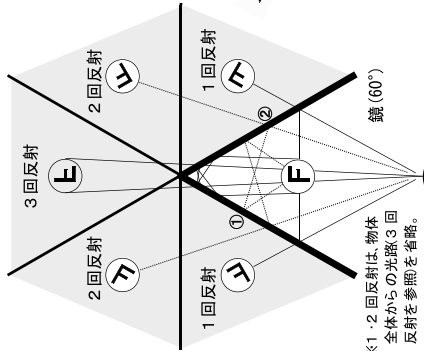
合は、1回～3回

反射した光がさ

らに3枚目の鏡

で反射すること

になる。



※1・2回反射は、物体
全体からの光線3回
反射を参照を省略。

図4. 2枚の鏡による光の反射



図1. 3ミラー型万華鏡

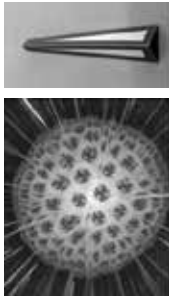


図2. テーパーミラー型万華鏡



図3-1. 2枚の鏡による実験

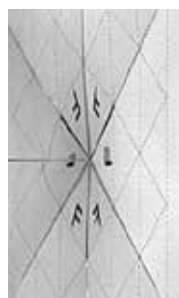


図3-2. 2枚の鏡による観察

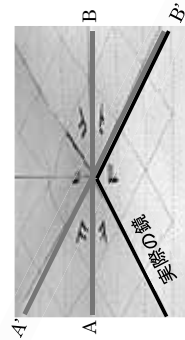


図3-3. 鏡による反射の考え方

2. 3 ミラー型 (正三角柱) の万華鏡

図 5 のように 60° に組み合わせた 3 枚の鏡によって作られ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。

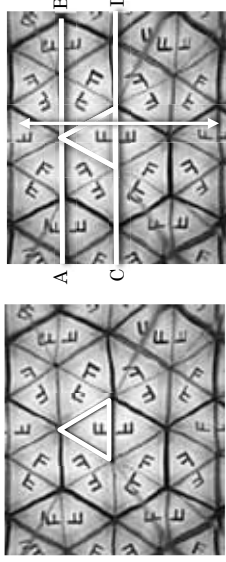


図 6-1. 3 枚の鏡による観察

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て、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 実際の万華鏡では、その廻りを囲む鏡を内側から順に 1 層、2 層...とする。

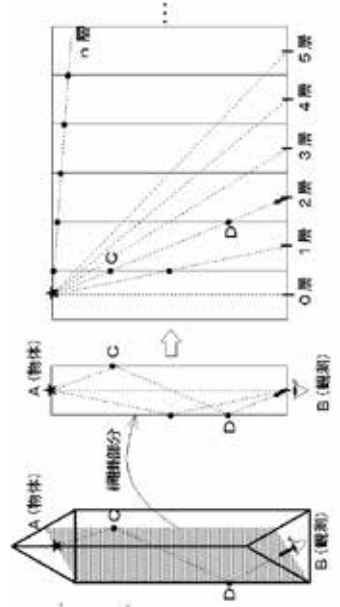


図 8. 鏡筒内の反射



図 5. 3 枚の鏡による実験

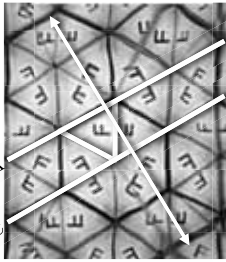


図 6-2. 3 枚の鏡を 2 枚の“合わせ鏡”とみなすことができる

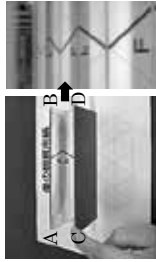


図 7. 合わせ鏡による像

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。像がいくつか見えるかは、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、無限ではなく有限回であることが分かる。

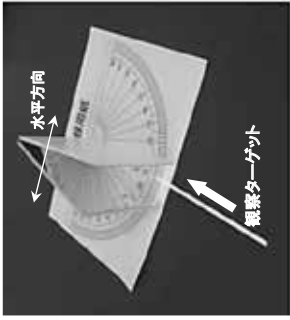


図 10. 鏡を α° に置いて物体を観察

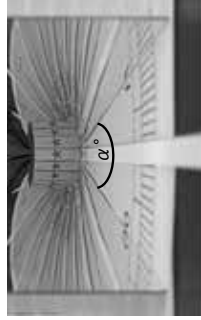


図 11. 左右に並んで見える像

4. テーパー型ミラー型万華鏡

3 枚の台形の鏡から作った万華鏡は“テーパー型 (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) の大きさを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 13. 解析時の考え方

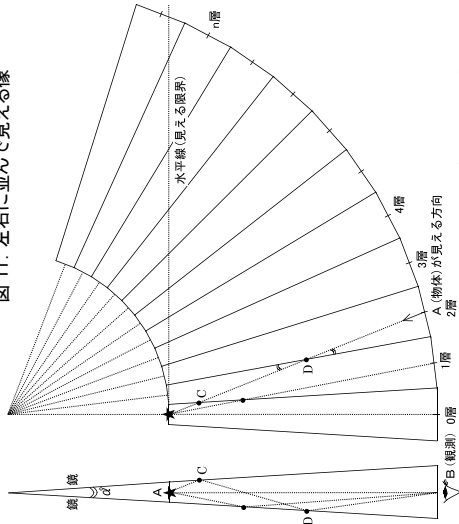
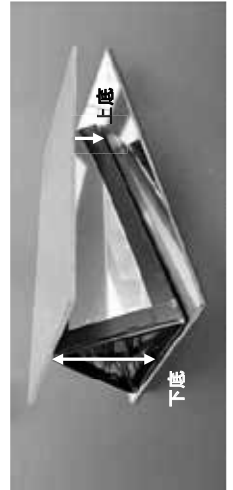


図 12. 有限回の反射

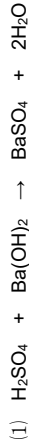


【実験問題 化学】 解答と解説

* 実験で用いる希硫酸の濃度は 0.08mol/L

1

< 解答 >



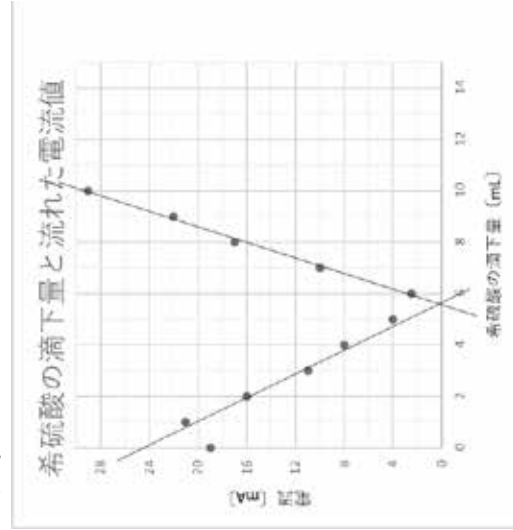
(2) 終点では電流がほとんど流れなくなる。

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、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極めて低いと考えられる。)

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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。

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

$$X = 0.0179 \text{ mol/L}$$

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 $0.0179 \times 5 = 0.089 \text{ mol/L}$

< 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。

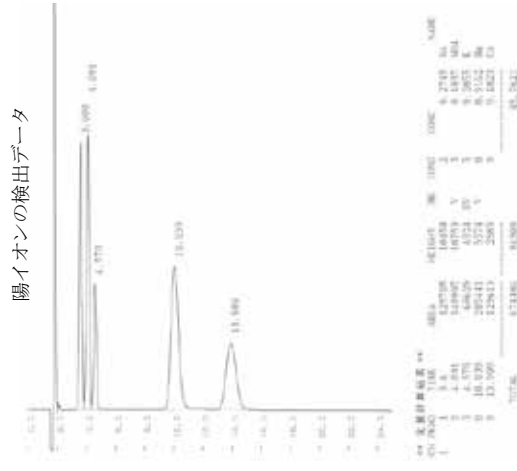
装置の中にはイオン交換樹脂を詰めた管 (カラム) が入っており、測定したい試料を注入すると、イオン成分はイオン交換樹脂と溶離液の間で吸着・脱離を繰り返しながら成分ごとに分かれていきます。

そして、成分イオン毎に、検出器を通る際に電気伝導度に変化し、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。

陽イオンと陰イオンは別々に測定しないといけません、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⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, Br⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻
陽イオン：Na⁺, K⁺, NH₄⁺, Mg²⁺, Ca²⁺

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°C 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。

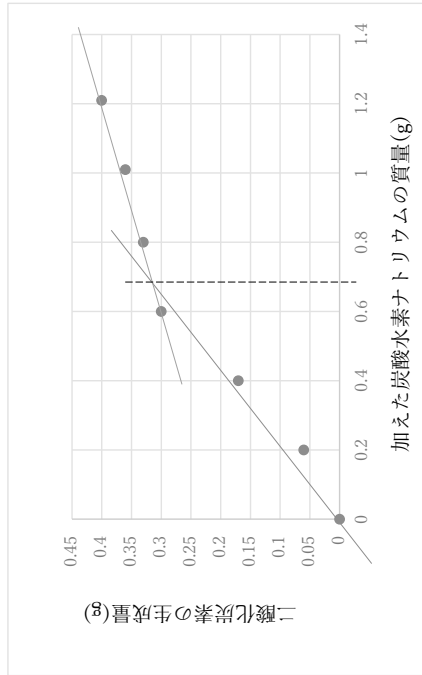


2

(6) $W_1 + W_2 - W_3$

(7) 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



(8) 0.6g から 0.8g の間

(9) 0.081 mol/L

(7) 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 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ より、反応物の物質量の比は $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{NaHCO}_3 = 1 : 2$ となる。

よって、希硫酸のモル濃度を x mol/L とすると、

$$\frac{0.68}{84}(\text{mol}) = 2 \times x(\text{mol/L}) \times \frac{50}{1000}(\text{L}) \quad X = 0.0809 \dots$$

$$X \approx 0.081(\text{mol/L})$$

(10) 1 0.089(mol/L)

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

・ 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。

・ 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】

- ① クロロフィル
 (2) 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)
 (3) 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、餌の場所がはつきりわかる。
 (餌の場所がはつきりわかることについてふれていること)
 (4) 球根：AA BB CC
 種子：AA BB CC AB AC BC
 (5) 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)
 (6) 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)
 (7) 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

- ② (1) *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	$\frac{B}{A} \times 100$
スクロース濃度	93	0	0
濃度	54	12	22.2
濃度	48	41	85.4
濃度	48	48	100
不明	(89)	(82)	(92.1)

- (2) <実験の点数で採点>
 (3) 約 8.5% ((1)の結果により異なり, グラフより求める)
 (4) 約 12.0% ((1)の結果により異なり, グラフより求める)



- (5) ① B
 ② 膨圧…C I, 吸水力… I G

【解説】

- ① (2) 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。
 (3) 花の色には昆虫を誘引して受粉を媒介してもらおう利点がある。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。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。
 (4) 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。
 (5)

チューリーツ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ーツプを増やすことができる。種子による増やし方は、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かれている。良い。

(6) 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ければ良い。

(7) 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、そのため母木を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。

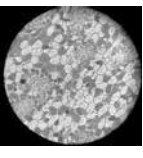
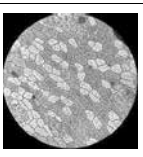
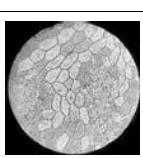
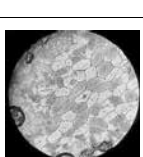
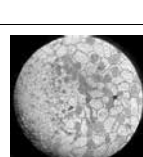
(A)は7回と5回のバンドを持つので、母木は5回のマイクロサテライトを持つと考えられる。5回のマイクロサテライトを持つ個体は図から、(A)、(B)、(D)、(G)となる。(B)は4回のバンドを持つので親③の子、(D)は2回のバンドを持つので親①の子、(G)は5回のバンドしか持たないので親②の子だと推察できる。

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

(1)

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、原形質分離をおこなっている細胞(B)をそれぞれ数え、表を作成し、原形質分離をおこなった割合を計算する。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。

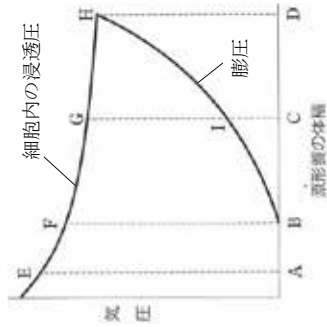
(3)

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。

(4)

(1)で求めた不明濃度の原形質分離の割合をもとに、(3)のグラフから推定する。

(5) 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C I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が小さくなる。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C-G-C I = I-G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。