

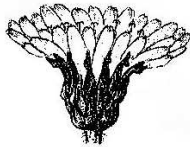
3

花子さんのクラスでは、自分たちの学校とその周辺のタンポポについて調べた。次に示したものは、このときのノートの一部である。次の(1)～(6)に答えなさい。

### タンポポの花

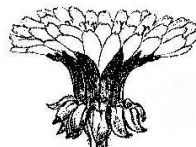
図1のように、花を包んでいる部分がそりかえていないものと、図2のように、そりかっているものがあった。そりかえていない方が、日本在来のカンサイタンポポで、そりかえている方が外来のセイヨウタンポポである。また、それらの花（頭花）は、図3に示すような1つの花（小花）が、たくさん集まってできていた。

図1



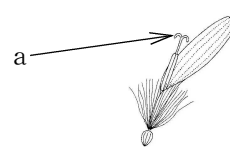
カンサイタンポポの頭花

図2



セイヨウタンポポの頭花

図3



1つの花

### タンポポの種子

タンポポの中には種子ができているものもあったので、1つの頭花につくられていた綿毛のついた種子の数と1個あたりの平均の質量を調べた。また、風のないところで綿毛のついた種子1つを2mの高さから落としたりしたときに、落下するまでにかかった平均の時間を調べた。表1は、それらの結果をまとめたものである。

表1

	頭花1つ中の種子の数	1個あたりの平均の質量	落下時間
カンサイタンポポ	87個	0.81 mg	5.2秒
セイヨウタンポポ	203個	0.45 mg	9.1秒

### タンポポの分布

学校とその周辺で、カンサイタンポポとセイヨウタンポポの分布を調べた。図4は、その結果である。○はカンサイタンポポ、●はセイヨウタンポポが見られたところを表している。また表2は、調査地点①～⑤の生育地のようすをまとめたものである。

図4

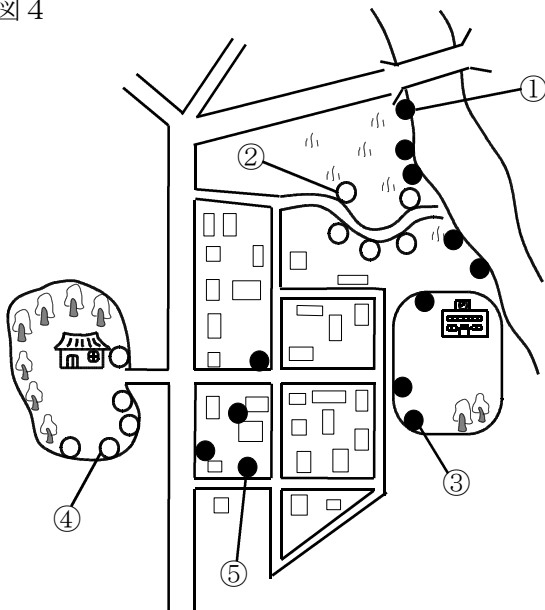


表2

調査地点	ようす
①	よく整備された土手で、土はよく乾いていた。空き缶が落ちていたので、拾って持ち帰った。
②	田んぼや畑のあぜ道で、土はやわらかく湿っていた。
③	学校のグラウンドで、土はよく乾いていた。また、その中には、いろいろな鉱物を観察することができた。
④	古くからある神社の周辺で、土はやわらかく湿っていた。
⑤	住宅地の舗装された道路沿いで、土はよく乾いていた。

- (1) **タンポポの花** について、タンポポを手を持ってルーペで観察した。このときのルーペの使い方を正しく説明した文になるように ( ① ) ・ ( ② ) にあてはまる語句を答えなさい。

手に持ったタンポポをルーペで観察するとき、ルーペをできるだけ ( ① ) に近づけ、( ② ) を前後に動かしながら、よく見える位置をさがす。

①

②

- (2) **タンポポの花** について、図 3 の a の部分を何というか。

- (3) 「セイヨウタンポポの方がカンサイタンポポよりも生育範囲を大きく広げることができ、個体数を増やすのに有利であるのはなぜだろう」と先生に質問されたので、花子さんは、その理由を **タンポポの種子** 表 1 の結果から次のように考えた。( ) の中に適当な数値を入れなさい。

綿毛のついた種子は、セイヨウタンポポの方がカンサイタンポポよりも軽い。そのため、タンポポの種子が  $5 \text{ m/s}$  の風に乗って地面に対して水平に運ばれたと仮定するとき、表 1 の落下時間の間に運ばれる水平距離は、セイヨウタンポポの方がカンサイタンポポよりも ( )  $\text{m}$  遠くなるので、セイヨウタンポポの方がカンサイタンポポよりも生育範囲を大きく広げることができると考えられる。ただし、種子は  $5 \text{ m/s}$  の風と同じ速さで、同じ方向に運ばれたものとし、その速さや方向は種子が風で運ばれている間、変わらないものとした。

m

- (4) **タンポポの分布** を調べているとき、調査地点①の土手で空き缶を拾った。この空き缶が、アルミ缶かスチール缶かを区別するためには、どのような方法が考えられるか。最も適当なものを **ア～エ** から選びなさい。

**ア** 電気が流れるかどうかを調べる。

**イ** 磁石につくかどうかを調べる。

**ウ** 水に浮くかどうかを調べる。

**エ** 塩酸に入れて、とけるかどうかを調べる。

- (5) **タンポポの分布** を調べているとき、調査地点③の校庭のグラウンドの土の中に、火成岩にふくまれる無色の鉱物が見られた。その鉱物は何か、名称を答えなさい。

- (6) **タンポポの分布** の結果をもとに説明した文として、誤っているものを **ア～エ** から 1 つ選びなさい。

**ア** カンサイタンポポは、やわらかく湿った土のところに多く分布している。

**イ** カンサイタンポポは、古くからの自然が失われたところに多く分布している。

**ウ** セイヨウタンポポは、よく乾いた土のところに多く分布している。

**エ** セイヨウタンポポは、新しく開発されたり整備されたところに多く分布している。

5

理科の授業で学習した音の性質に興味を持った健太さんと花子さんは、放課後の科学部の活動で、輪ゴムギターを作ってくわしく調べた。(1)～(6)に答えなさい。

[実験1]

図1のように、発泡ポリスチレンの箱に、輪ゴムをかけて、輪ゴムギターを作り、輪ゴムを指ではじいて音の大きさや高さを調べる実験を行った。

①輪ゴムを軽くはじいたときと強くはじいたときの、音の大きさと輪ゴムの振動の様子を比べた。

②輪ゴムの大きさが①より小さいものに換えて、輪ゴムを軽く指ではじき、①と音の高さを比べた。

③図2のように、発泡ポリスチレンの板をあて、その位置を動かして指ではじく部分の長さを変え、音の高さの変化を調べた。

図1



図2



[二人の会話]

花子：輪ゴムを強くはじくと、軽くはじいたときより輪ゴムの「ア」なつて、大きな音が出たわ。

健太：輪ゴムの大きさが小さいものに換えると、音の高さが高くなったよ。

花子：それは、輪ゴムの長さが①より短いから、輪ゴムのはり具合が（a）なったことと、輪ゴムの太さが（b）なったためね。

健太：発砲ポリスチレンの板を動かして、指ではじく部分の輪ゴムの長さを変えていくと、音の高さがだんだんと高くなったよ。

花子：そうね。輪ゴムのはり具合や指ではじく部分の長さが変わると、どうして音の高さが変化するのかしら。

健太：輪ゴムのゆれ具合が違うように見えるけど、動きが速くてよくわからないよ。

花子：それじゃ、明日はオシロスコープを使って、輪ゴムの振動のようすを調べてみようね。

(1) 本文中の「ア」にあてはまる語句を書きなさい。

Blank box for answer to question 1.

(2) 下線部———で、音の高さが高くなった理由の説明になるように、（a）・（b）にあてはまる語句を書きなさい。

a		b	
---	--	---	--

(3) 波線部~~~~~のように、音の高さがだんだんと高くなっていったのは、指ではじく部分の輪ゴムの長さをどのように変化させたためか、書きなさい。

Blank box for answer to question 3.

[実験 2]

翌日の科学部の活動で、健太さんと花子さんは、音の大きさや高さや輪ゴムの振動との関係について調べるために、オシロスコープと輪ゴムギターを使って [実験 1] の①～③と同じ操作を行った。図 3・図 4 は、それぞれ [実験 1] ①・②のときのオシロスコープの波形である。

図 3

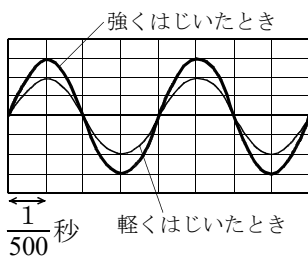
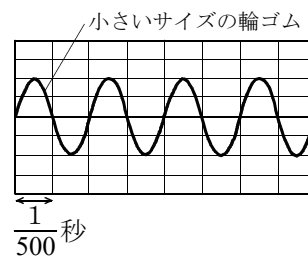


図 4



健太：輪ゴムを軽くはじいたときと強くはじいたときでは、波の山から山の間隔は同じだけれど、振れ幅は軽くはじいたときよりも強くはじいたときの方が大きいね。

花子：そうね。つまり、輪ゴムをはじく強さを変えても、振動数は変わらないけど、振幅が変化することね。

健太：輪ゴムの大きさが小さいものに換えると、振幅は変わらないけど、振動数が多くなったね。

花子：それに、発泡ポリスチレンの板をあてて、指ではじく部分の輪ゴムの長さを短くしてみると、もっと振動数が多くなったわ。

健太：それじゃ、輪ゴムギターで、音を低くしたいときは振動数を少なくすればいいんだね。

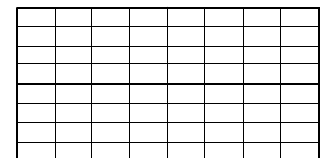
花子：そうよ。ギターのように、弦の太さによっても音の高さは変わるみたいね。

健太：ところで、輪ゴムの振動がどうして音になって聞こえるのかな。

花子：たしか、耳で音が聞こえるのは、空気の振動をとらえて鼓膜が振動すると、その振動が耳小骨やうずまき管に伝えられるからだったよね。

健太：つまり、音が聞こえるのは、輪ゴムの振動が空気の振動になって鼓膜に伝わっているってことだね。

(4) 下線部———について、[実験 1] ①の強くはじいたときと同じ強さで輪ゴムをはじくと、振動数が [実験 1] ①のときの 4 倍になった。このときの波形を右のグラフ用紙に書きなさい。



(5) 下線部—————のように、振動数を少なくして音を低くするためには、輪ゴムをどのようにすればよいか、[実験 2] からわかることを書きなさい。



(6) 波線部~~~~~について、音は波として空気以外の物質も伝わる。雨の日に、ある建物の中で閉まっている窓から外を眺めていると、突然雷が光って音が聞こえた。このとき、雷の音はどのような経路で伝わったか説明しなさい。

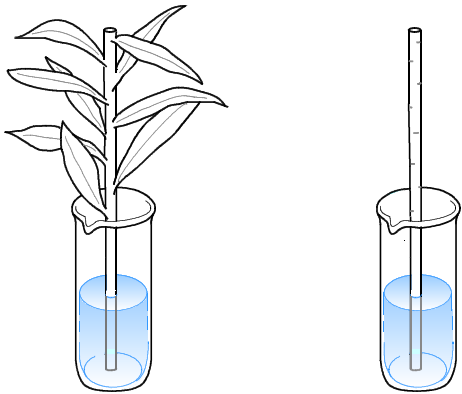
7

綾子さんは、植物が水を吸い上げるしくみを調べるために、秋に野原や河原で見かける機会の多いセイタカアワダチソウを材料にして調べた。次の(1)～(6)に答えなさい。

**実験**

① ほぼ同じ大きさのセイタカアワダチソウを2本準備し、2本とも茎に葉を付けて切り取った。さらに、そのうちの1本はすべて葉を切り取り、もう1本はそのままにした。そして、茎の上と葉の切り口にワセリンをぬっておいた。

図1



② ①で処理をした2本のセイタカアワダチソウを図1のように着色した水(切り花着色剤)の入ったビーカーに入れて、日当たりのよい場所に置いた。

③ 40分後、セイタカアワダチソウの最も上の葉が、着色した水の色に染まってきたので、2本ともビーカーから取り出した。

④ 着色した水が、茎のどの位置まで上がっているかを調べるために、茎の下から1cmごとに切断し、茎の上部の横断面を観察した結果をまとめると、以下の表のようになった。

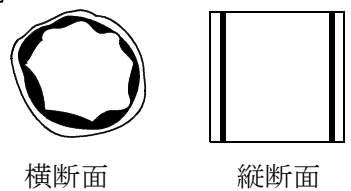
結果をまとめた表

距離(cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
葉の有無	あり	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
観察結果	◎	○	○	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×

◎：茎全体が染まっている  
 ○：茎の一部が輪のように染まっている  
 △：○の輪の一部分が染まっている  
 ×：まったく染まっていない

⑤ 図2は、茎の一部が輪のように染まっている部分の横断面と縦断面のようすを表したものである。なお、縦断面については、茎の中心を通るように切り取ったものであり、横断面、縦断面ともに黒くぬりつぶしているところが、染まっていた部分である。

図2



(1) 図2で着色された部分は、根から吸収した水や水に溶けた養分などが通る管である。この管を何というか、答えなさい。

(2) 茎に分布する維管束の特徴から、被子植物を2つになかま分けすることができる。図2から判断して、セイタカアワダチソウと同じなかまになる植物を、ア～エから1つ選びなさい。

- ア トウモロコシ    イ アヤメ    ウ アブラナ    エ ユリ

(3) **実験** ①の下線部のように、切り口にワセリンをぬるのはなぜか、書きなさい。

- (4) 水の吸い上げに葉が関係しているかを調べるためには、2つのビーカーとも葉の有無以外の条件を同じにして実験を行う。このような実験を何というか、答えなさい。また、葉の有無以外の条件を同じにするためにはどうすればいいか、その方法を書きなさい。

実験の名称

条件を同じにする  
方法

- (5) 結果をまとめた表から、セイタカアワダチソウが水を吸い上げるしくみについて考えられることとして最も適切なものを、**ア～エ**から選びなさい。

**ア** 葉がある方が、葉がない方よりも水を吸い上げる量が多い。

**イ** 葉がない方が、葉がある方よりも水を吸い上げる量が多い。

**ウ** 葉がある方と葉がない方で、水を吸い上げる量に差はない。

**エ** 葉がある方と葉がない方のどちらが多く水を吸い上げるのかは、この結果からはわからない。

- (6) 実験結果から、葉がなくても水の吸い上げが起こっていることがわかる。その理由を、「茎の蒸散によって水が吸い上げられるのではないか」と考え、このことを確かめるために、実験を行うことにした。どのような実験を行えばよいか、書きなさい。

高史さんと知子さんは、鏡に映った像について話し合ったことをきっかけに光の性質に興味をもち、光の反射や屈折について考察した。次の(1)～(6)に答えなさい。

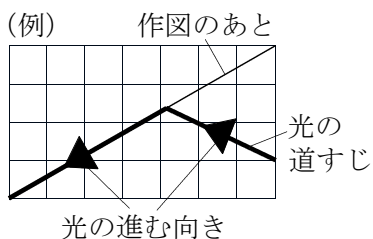
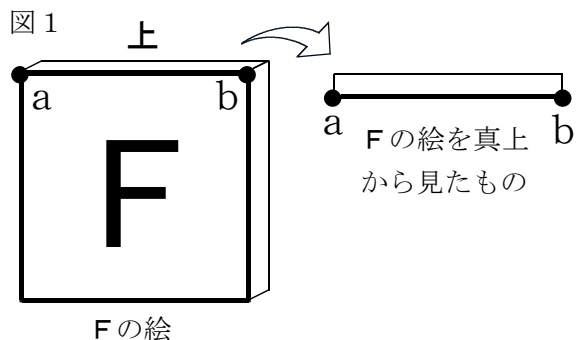
**光の反射について**

高史さん：先日、テレビ番組の中で「鏡に映った像は左右がひっくり返って見えるのはなぜ？」というクイズが出されてたけど、いろいろ考えているうちに、何だかわからなくなってきたよ。

知子さん：頭で考えているだけでは混乱するわよ。きちんと光の道すじを作図して考えましょう。

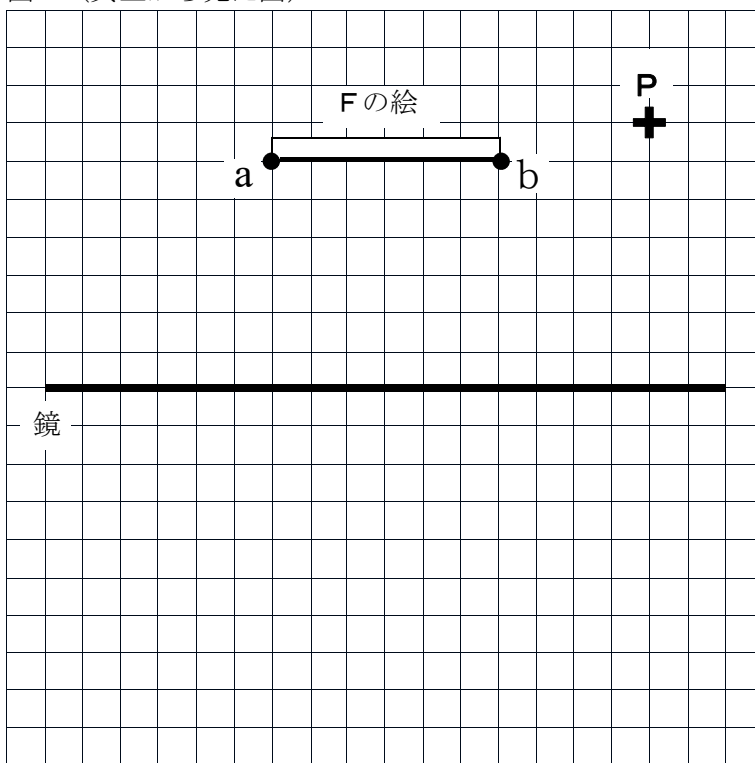
(1) 高史さんと知子さんは、図1のようにFの文字をパネルに貼り付けたものを、鏡に映すときの、真上から見たときの光の道すじを作図して考えることにした。

図2（真上から見た図）で、鏡に映したFの絵を点Pから見たとき、Fの絵の左側にある点aと、右側にある点bからの光の道すじはどのようになるか、(例)に従って図2にかきなさい。



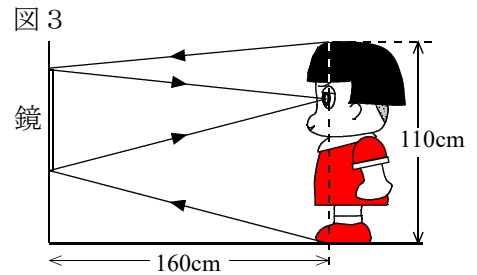
作図にあたっては、光の道すじと光の進む向きを太い実線でかき、作図のあとは消さずに残すこと。

図2（真上から見た図）



(2) 鏡に映った文字の左右がなぜひっくり返るのか、(1)の作図の結果に触れながら説明しなさい。

高史さん：光の道すじをかいてみると、鏡に映った文字の左右がひっくり返るのが納得できたよ。  
 知子さん：実は、鏡に映った像の上下がひっくり返らないことも、光の道すじをかけばわかるわよ。図3は、鏡に映った子どもの姿が、頭のとっぺんからつま先まで鏡の中にぴったりおさまって映っている様子を表したものよ。図中の矢印は、頭のとっぺんとつま先から出て目へと進む光の道すじを表しているの。鏡の上側に頭のとっぺんと、鏡の下側につま先が映っているから、鏡に映った像の上下はひっくり返っていないわけね。



(3) 図3は、身長110 cmの子どもが鏡を見たときに、鏡には頭のとっぺんからつま先までが鏡の上下ちょうどにおさまって映って見えていたことを示している。このときの鏡の縦の長さは何cmか、求めなさい。

cm

(4) 図3で、子どもが鏡に80 cmまで近づいたときと鏡から320 cmまで遠ざかったとき、鏡に全身を映すためには、鏡の縦の長さは少なくとも(3)に対してどのぐらい必要か。正しい組み合わせをア～オから1つ選びなさい。

- ア 80 cmでは(3)の半分の長さで、320 cmでは(3)の2倍の長さ
- イ 80 cmでは(3)の2倍の長さで、320 cmでは(3)の半分の長さ
- ウ 80 cmでは(3)の半分の長さで、320 cmでは(3)と同じ長さ
- エ 80 cmでは(3)と同じ長さで、320 cmでは(3)の2倍の長さ
- オ 80 cm、320 cmともに(2)と同じ長さ

### 光の屈折について

高史さん：空のペットボトルにペンを入れて水そうの水につけたとき、斜め上から見ると、図4のように透明なペットボトルの水につかった部分が鏡のようになり、中に入れたペンが見えなくなったよ。  
 知子さん：この現象は光の屈折も関係しているのよ。水から空気へと光が進むときの道すじを考えてみましょう。

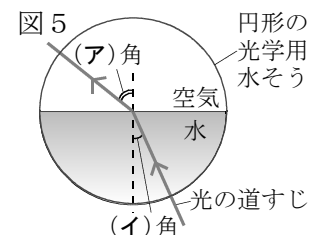
図4



水面から下の部分は鏡のようになって、周囲の景色を映している。

(5) 次の文は、知子さんが上の文に続けて、光が水から空気へと進むときに起こる現象について説明した内容をまとめたものである。正しい文になるように、(ア)～(エ)に適する語句または数値を書きなさい。

図5は光が水中から空気中へと進んでいくようすを模式的に表している。図5で、(ア)角は(イ)角より大きくなっている。(イ)角を次第に大きくすると、(ア)は(ウ)°に近づいていき、やがて水と空気の境界面で、すべての光が反射するようになる。このことを光の(エ)という。

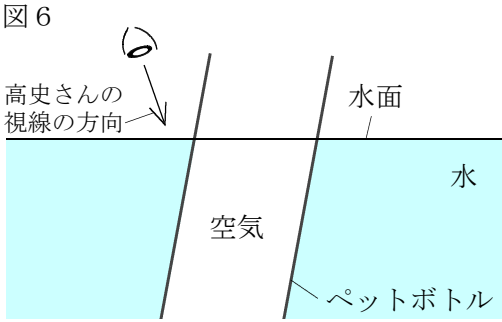


ア	イ	ウ	エ
---	---	---	---



(6) 図6を参考に、(5)の内容に触れながら、ペットボトルの水につかった部分が光を反射して鏡のように光って見える現象について説明しなさい。図6にかきこみをして説明に用いてもよい。

説明



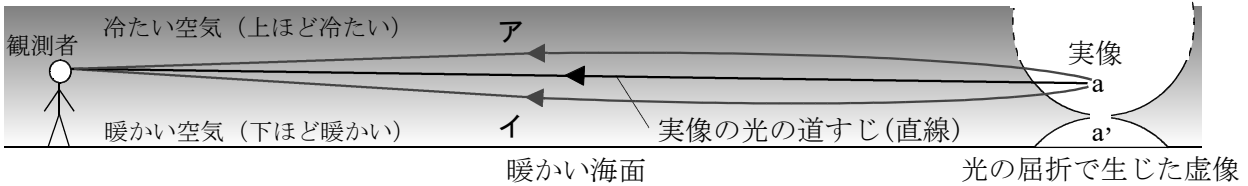
高史さん：冬の早朝に、図7のように、昇ったばかりの太陽が変形して見える「だるま朝日」という現象が起こることがあるけど、これも光の屈折が関係しているのかな。

知子さん：そのとおりよ。晴れた日の早朝に地表近くの気温が大きく下がっても、海面の温度は大きく下がることはなく、海面に触れた空気はあたためられるので、あたたかい空気の層の上に冷たい空気の層が重なっている状態になるの。気温の異なる空気が接していると、光の屈折によって太陽からの光が曲げられて虚像が生じるため、太陽が変形して見えるのよ。

高史さん：そんなことまで知っているなんて、知子さんはとっても理科にくわしいね。



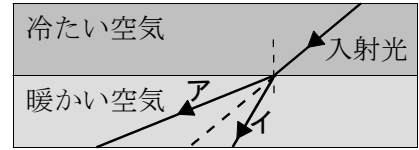
(7) 虚像の光の道すじは、下の模式図ア・イのどちらか、正しいものを選びなさい。また、そう考えた理由を、虚像の位置に着目して説明しなさい。



虚像の光の道すじ：( )

理由

(8) 屈折が起こるのは、物質中を光が進む速さが物質によって異なるためである。水中では空気中より光の進む速さが遅い。「だるま朝日」の現象で、あたたかい空気と冷たい空気は同じ物質であるのに屈折が起こるのは、空気は気温によって密度が変化し、空気の密度が大きいほど、光の進む速さが遅くなるためである。あたたかい空気の上に冷たい空気があるところに光が入射するとき、光の道すじは右の模式図の**ア**・**イ**のどちらか、正しいものを選びなさい。また、そう考えた理由を、気温や密度と光の進む速さとの関係を踏まえて説明しなさい。



光の道すじ：(       )

理由

春樹さんと夏稀さんと秋華さんと冬也さんは、物質を区別するために、観察・実験を行った。  
[四人の会話] と [実験 1] ～ [実験 4] を読んで、(1)～(7)に答えなさい。

[四人の会話]

春樹さん： A～Cの白い粉末は、砂糖、食塩、ミョウバンのいずれかなんだ。見た目だけでは見分けられないから、調べて区別しよう。

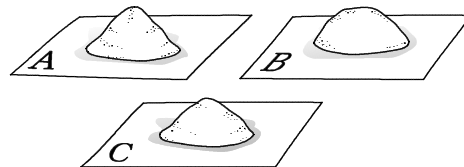
夏稀さん： それぞれ特有の性質があるから、それがわかる実験をしないとイケないね。

秋華さん： どれも水にとけるから、水へのとけ方を比べても区別ができないよね。

冬也さん： そんなことはないよ。一定量の水にとける物質の質量は、物質の種類と温度によって決まっているから、それを調べると、粉末の種類がわかると思うよ。粉末を水にとかして、水にとけた粉末の質量と温度との関係を調べてみよう。

夏稀さん： 粉末A～Cの中には有機物があるから、加熱してみたらどうかな。加熱したときのようすや発生する気体を調べるとわかるよね。

春樹さん： では、[実験 1] として水にとける白い粉末の質量と温度との関係を調べ、[実験 2] として白い粉末を加熱したときのようすと発生する気体を調べよう。

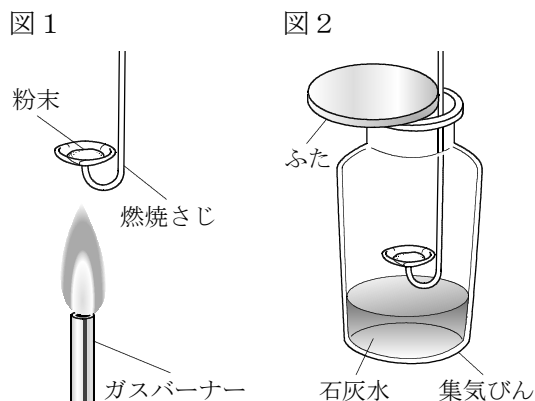


[実験 1]

- ① 0℃、20℃、40℃、60℃、80℃、100℃の水 50 g をそれぞれビーカーに入れる。
- ② ①のビーカーに、A～Cの粉末を、それぞれとけきれなくなるまで 10 g ずつ加え続け、とけた粉末の質量と温度を記録する。

[実験 2]

- ① 図 1 のように、A～Cの粉末を入れた燃焼さじをガスバーナーの炎の中に入れて加熱する。
- ② ①で火がついたら、図 2 のように、燃焼さじを石灰水の入った集気びんに入れる。火が消えたら、燃焼さじをとり出す。
- ③ 集気びんにふたをしてよく振り、石灰水の変化を観察する。



(1) 物質を加熱するときの操作として誤っているものを、ア～エから 1 つ選びなさい。

- ア 液体を加熱するときは、急に沸とうしてしまわないように、加熱中に沸とう石を入れる。
- イ エタノールなどアルコール類を加熱するときは、じか火で加熱せず、湯浴を用いる。
- ウ ガスバーナーで空気を入れすぎて火が消えたときは、すぐに元栓とコックを閉じる。
- エ 固体を試験管に入れて加熱するときは、発生した液体が加熱部分にふれないようにする。



[四人の会話]

春樹さん： [実験1] の結果をグラフにすると図3のようになり、[実験2] の結果をまとめると表1のようになったよ。

夏稀さん： 図3で、粉末Aは水の温度が変わっても溶解度はほとんど変わらない物質であり、粉末Bと粉末Cは（ ① ）物質であることがわかるね。

秋華さん： 表1から、粉末Cは有機物であることがわかったね。

冬也さん： 有機物の多くは、燃えると気体のほかに水も発生するよね。[実験2] で粉末Cの集気びんがくもったのは、集気びんの内側に水滴がついたからかな。

春樹さん： そうだね。集気びんの内側について液体に（ ② ）と、その液体が水であることがわかるね。

図3

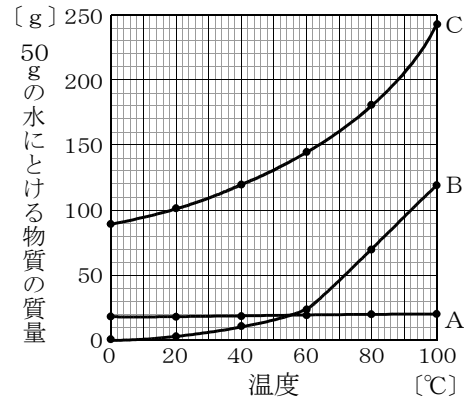


表1

	粉末A	粉末B	粉末C
加熱したときのようす	・燃えずに白い粉末が残った	・燃えずに白い粉末が残った	・とけた後燃えてあまいにおいがして炭になった ・集気びんがくもった
石灰水の変化	変化なし	変化なし	白くにごった

(2) [四人の会話] の文中の ( ① ) にあてはまる言葉を、「水の温度」、「溶解度」という語句を用いて書きなさい。

(3) 有機物はどのような物質か、[実験2] で、粉末Cが炭になったことと、石灰水の変化に着目して説明しなさい。

(4) [四人の会話] の文中の ( ② ) にあてはまる言葉を、ア～エから1つ選びなさい。

- ア pH 試験紙をつけて、緑色になる
- イ 赤色リトマス紙をつけて、青色に変化する
- ウ 青色リトマス紙をつけて、赤色に変化する
- エ 青色の塩化コバルト紙をつけて、赤色に変化する

(5) 粉末A～Cは、砂糖、食塩、ミョウバンのうちどれか、それぞれ書きなさい。

粉末A	粉末B	粉末C
-----	-----	-----

[四人の会話]

冬也さん： 別の実験の準備をしていたら、試験管の中に入っているものが何かわからなくなった。どうしよう。

夏稀さん： 2本の試験管のどちらにも、白い粉末が入っているね。

冬也さん： 一方が炭酸水素ナトリウムで、もう一方が炭酸ナトリウムだけど、どちらの試験管に入っているのかわからなくなってしまったんだ。

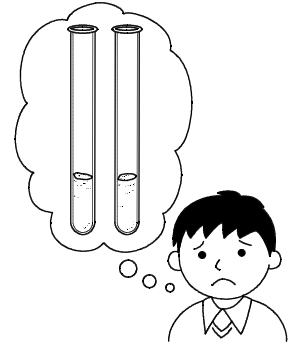
秋華さん： 見た目だけでは区別ができないけど、それぞれ特有の性質があるから、それがわかる実験をしたら、粉末A～Cを調べたときのようにわかるはずだよ。

春樹さん： そうだね。2本の試験管の中の白い粉末を、粉末D・粉末Eとして、調べる方法を考えよう。

夏稀さん： 炭酸水素ナトリウムと炭酸ナトリウムは、水へのとけ方に違いがあるよね。

秋華さん： 水溶液にフェノールフタレイン溶液を加えたときの色にも、違いがあるよ。

春樹さん： 炭酸水素ナトリウムを加熱すると、石灰水を白くにごらせる気体が発生するよね。うすい塩酸を加えたときも同じ気体が発生するから、そのことも調べよう。



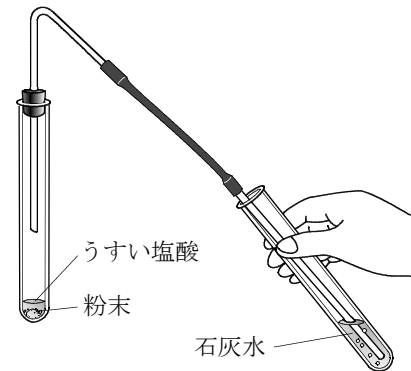
[実験3]

- ① 粉末Dと粉末Eを0.5 gずつ試験管にとり、それぞれ20℃の水5 cm<sup>3</sup>を加え、とけ方の違いを観察する。
- ② ①の試験管に、それぞれフェノールフタレイン溶液を1、2滴加え、色の変化を観察する。

[実験4]

図4のように、粉末Dと粉末Eにそれぞれうすい塩酸を加え、気体が発生したら、石灰水の変化を観察する。

図4



[四人の会話]

冬也さん： [実験3]・[実験4]の結果をまとめると、表2のようになったよ。

夏稀さん： 炭酸ナトリウムは、炭酸水素ナトリウムより水にとけやすく、その水溶液は強い(③)であるから、[実験3]の結果から、粉末Dが炭酸ナトリウムであることがわかったね。

表2

		粉末D	粉末E
[実験3]	水へのとけ方	すべてとけた	とけ残った
	フェノールフタレイン溶液の色の変化	濃い赤色	薄い赤色
[実験4]	石灰水の変化	変化なし	白くにごった

- (6) [四人の会話]の文中の(③)にあてはまる言葉を、表2のフェノールフタレイン溶液の色の変化をふまえて書きなさい。

[四人の会話]

秋華さん： [実験4] では、粉末Eだけ気体が発生したね。

冬也さん： [実験4] で石灰水の変化が見られた後も、粉末Eの試験管には粉末が残っていたよ。残った粉末はうすい塩酸と反応しきれなかった炭酸水素ナトリウムなのかな。

夏稀さん： 炭酸水素ナトリウムにうすい塩酸を加えたときの化学変化を、化学反応式で表して考えてみよう。

<化学反応式>



秋華さん： [実験4] では、粉末とうすい塩酸の質量をはからなかったので、炭酸水素ナトリウムがすべては反応せずに試験管に残ったかもしれないね。でも、気体が発生したことから化学変化がおこったといえるので、試験管に残った白い粉末には ( ④ ) がふくまれていたと考えられるね。

(7) [四人の会話] の ( ④ ) ・ ( ⑤ ) にあてはまる化学式をそれぞれ書きなさい。

④	⑤
---	---

[四人の会話]

冬也さん： 試験管の中の粉末Dと粉末Eが、何の物質かわかってよかったよ。

夏稀さん： 物質の性質を利用して、いろいろな物質を区別することができたね。

秋華さん： 仮説を立ててから、調べる方法を考えたり、実験の計画をすることが大切であることがよくわかったね。

春樹さん： とても勉強になったし、みんなと一緒に調べることができて楽しかったよ。

3

花子さんのクラスでは、自分たちの学校とその周辺のタンポポについて調べた。次に示したものは、このときのノートの一部である。次の(1)～(6)に答えなさい。

- (1) **タンポポの花** について、タンポポを手を持ってルーペで観察した。このときのルーペの使い方を正しく説明した文になるように ( ① ) ・ ( ② ) にあてはまる語句を答えなさい。

手に持ったタンポポをルーペで観察するとき、ルーペをできるだけ ( ① ) に近づけ、( ② ) を前後に動かしながら、よく見える位置をさがす。

①	目	②	手に持ったタンポポ (タンポポ)
---	---	---	------------------

**【解説】** ルーペは目に近づけて使用する。観察するものが動かせるときは、観察するものを動かしてピントを合わせる。

- (2) **タンポポの花** について、図3のaの部分は何というか。

めしべ

**【解説】** この部分で受粉を行う。

- (3) 「セイヨウタンポポの方がカンサイタンポポよりも生育範囲を大きく広げることができ、個体数を増やすのに有利であるのはなぜだろう」と先生に質問されたので、花子さんは、その理由を **タンポポの種子** 表1の結果から次のように考えた。( ) の中に適当な数値を入れなさい。

綿毛のついた種子は、セイヨウタンポポの方がカンサイタンポポよりも軽い。そのため、タンポポの種子が5 m/sの風に乗って地面に対して水平に運ばれたと仮定するとき、表1の落下時間の間に運ばれる水平距離は、セイヨウタンポポの方がカンサイタンポポよりも ( ) m 遠くなるので、セイヨウタンポポの方がカンサイタンポポよりも生育範囲を大きく広げることができると考えられる。ただし、種子は5 m/sの風と同じ速さで、同じ方向に運ばれたものとし、その速さや方向は種子が風で運ばれている間、変わらないものとした。

19.5 m

**【解説】**

表1の落下時間の間に運ばれる水平距離が問われているので、セイヨウタンポポとカンサイタンポポの落下時間の差をとり、その時間に速さ5 m/sで移動する距離を求める。

$$5 \text{ [m/s]} \times (9.1 - 5.2) \text{ [s]} = 19.5 \text{ [m]}$$

- (4) **タンポポの分布** を調べているとき、調査地点①の土手で空き缶を拾った。この空き缶が、アルミ缶かスチール缶かを区別するためには、どのような方法が考えられるか。最も適当なものをア～エから選びなさい。
- ア 電気が流れるかどうかを調べる。
  - イ 磁石につくかどうかを調べる。
  - ウ 水に浮くかどうかを調べる。
  - エ 塩酸に入れて、とけるかどうかを調べる。

イ

**【解説】**

スチール缶は鉄でできているので磁石につくが、アルミ缶はアルミニウムでできており磁石につかないので、この性質の違いを利用して区別することができる。  
鉄やアルミニウムは金属であり、ともに電気を通し、比重はともに水よりも大きく、ともに塩酸にとけ、共通している性質のため、区別できない。

- (5) **タンポポの分布** を調べているとき、調査地点③の校庭のグラウンドの土の中に、火成岩にふくまれる無色の鉱物が見られた。その鉱物は何か、名称を答えなさい。

セキエイ

**【解説】** 無色の鉱物である。「チョウ石」も可。

- (6) **タンポポの分布** の結果をもとに説明した文として、誤っているものをア～エから1つ選びなさい。
- ア カンサイタンポポは、やわらかく湿った土のところに多く分布している。
  - イ カンサイタンポポは、古くからの自然が失われたところに多く分布している。
  - ウ セイヨウタンポポは、よく乾いた土のところに多く分布している。
  - エ セイヨウタンポポは、新しく開発されたり整備されたところに多く分布している。

イ

**【解説】**

**タンポポの分布** の結果から、カンサイタンポポはやわらかく湿った土に、セイヨウタンポポはよく乾いた土に見られることがわかる。したがって、ア、ウは正しい。また、調査地点①、③、⑤の結果からわかるように、新しく開発されたり整備されたところは土が掘り返され、乾燥しがちな環境であるため、セイヨウタンポポの生育に適している。したがってエも正しい。さらに、調査地点④の結果からわかるように、古くからの自然がある場所では土がやわらかく湿っている。このような場所はカンサイタンポポの生育に適しているが、この環境が失われると乾燥が進み、セイヨウタンポポの生育に適した環境となると考えられる。したがってイが誤っている。



5

理科の授業で学習した音の性質に興味を持った健太さんと花子さんは、放課後の科学部の活動で、輪ゴムギターを作ってくわしく調べた。(1)～(6)に答えなさい。

[実験1]

図1のように、発泡ポリスチレンの箱に、輪ゴムをかけて、輪ゴムギターを作り、輪ゴムを指ではじいて音の大きさや高さを調べる実験を行った。

- ①輪ゴムを軽くはじいたときと強くはじいたときの、音の大きさと輪ゴムの振動の様子を比べた。  
 ②輪ゴムの大きさが①より小さいものに換えて、輪ゴムを軽く指ではじき、①と音の高さを比べた。  
 ③図2のように、発泡ポリスチレンの板をあて、その位置を動かして指ではじく部分の長さを変え、音の高さの変化を調べた。

図1



図2



[二人の会話]

花子：輪ゴムを強くはじくと、軽くはじいたときより輪ゴムの「ア」なつて、大きな音が出たわ。

健太：輪ゴムの大きさが小さいものに換えると、音の高さが高くなったよ。

花子：それは、輪ゴムの長さが①より短いから、輪ゴムのはり具合が（a）なったことと、輪ゴムの太さが（b）なったためね。

健太：発泡ポリスチレンの板を動かして、指ではじく部分の輪ゴムの長さを変えていくと、音の高さがだんだんと高くなったよ。

花子：そうね。輪ゴムのはり具合や指ではじく部分の長さが変わると、どうして音の高さに変化するのかしら。

健太：輪ゴムのゆれ具合が違うように見えるけど、動きが速くてよくわからないよ。

花子：それじゃ、明日はオシロスコープを使って、輪ゴムの振動のようすを調べてみようね。

- (1) 本文中の「ア」にあてはまる語句を書きなさい。

振れ幅が大きく

- (2) 下線部———で、音の高さが高くなった理由の説明になるように、（a）・（b）にあてはまる語句を書きなさい。

a	強く	b	細く
---	----	---	----

- (3) 波線部~~~~~のように、音の高さがだんだんと高くなっていったのは、指ではじく部分の輪ゴムの長さをどのように変化させたためか、書きなさい。

指ではじく部分の輪ゴムの長さを短くした。

【解説】

振動と音には、次のような関係がある。

- ①振幅が大きいほど、音は大きくなる。
- ②振動数が多いほど、音は高くなる。

従って、同じ素材の輪ゴムで、振幅を大きくして音を大きくするためには、より大きな力で輪ゴムをはじいて大きく振動させることが必要である。

また、振動数を多くして高い音を出すためには、輪ゴムのはり具合を強くしたり、輪ゴムの太さを細くしたり、輪ゴムの振動する部分の長さを短くすることが考えられる。

[実験 2]

翌日の科学部の活動で、健太さんと花子さんは、音の大きさや高さや輪ゴムの振動との関係について調べるために、オシロスコープと輪ゴムギターを使って [実験 1] の①～③と同じ操作を行った。図 3・図 4 は、それぞれ [実験 1] ①・②のときのオシロスコープの波形である。

図 3

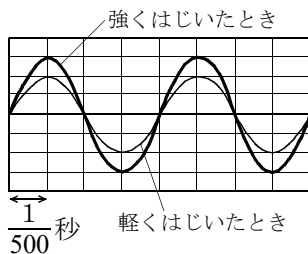
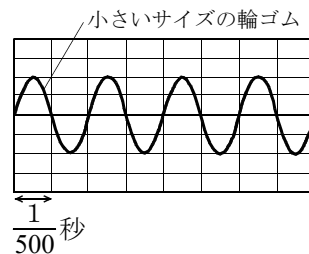


図 4



健太：輪ゴムを軽くはじいたときと強くはじいたときでは、波の山から山の間隔は同じだけれど、振れ幅は軽くはじいたときよりも強くはじいたときの方が大きいね。

花子：そうね。つまり、輪ゴムをはじく強さを変えても、振動数は変わらないけど、振幅が変化することね。

健太：輪ゴムの大きさが小さいものに換えると、振幅は変わらないけど、振動数が多くなったね。

花子：それに、発泡ポリスチレンの板をあてて、指ではじく部分の輪ゴムの長さを短くしてみると、もっと振動数が多くなったわ。

健太：それじゃ、輪ゴムギターで、音を低くしたいときは振動数を少なくすればいいんだね。

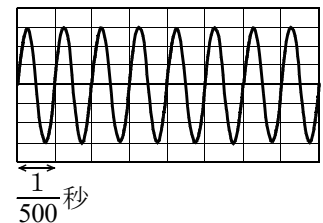
花子：そうよ。ギターのように、弦の太さによっても音の高さは変わるみたいね。

健太：ところで、輪ゴムの振動がどうして音になって聞こえるのかな。

花子：たしか、耳で音が聞こえるのは、空気の振動をとらえて鼓膜が振動すると、その振動が耳小骨やうずまき管に伝えられるからだったよね。

健太：つまり、音が聞こえるのは、輪ゴムの振動が空気の振動になって鼓膜に伝わっているってことだね。

(4) 下線部———について、[実験 1] ①の強くはじいたときと同じ強さで輪ゴムをはじくと、振動数が [実験 1] ①のときの 4 倍になった。このときの波形を右のグラフ用紙に書きなさい。



(5) 下線部—————のように、振動数を少なくして音を低くするためには、輪ゴムをどのようにすればよいか、[実験 2] からわかることを書きなさい。

輪ゴムのはり具合をゆるくしたり、指ではじく部分の輪ゴムの長さを長くする。または、大きいサイズの輪ゴムを使う。

- (6) 波線部~~~~~について、音は波として空気以外の物質も伝わる。雨の日に、ある建物の中で閉まっている窓から外を眺めていると、突然雷が光って音が聞こえた。このとき、雷の音はどのような経路で伝わったか説明しなさい。

雷の音は空気の振動として建物まで伝わり、その振動が建物の窓ガラス（建物）を振動させた。そして、窓ガラス（建物）の振動が建物の中の空気を振動させ、見ている人の耳に伝わった。

### 【解説】

輪ゴムが振動して音が出るとき、オシロスコープの画面を見ると、振動の様子が波形となって表され、音の大きさや高さや振れ幅や振動の速さとの関係を調べることができる。このとき、振動の振れ幅を振幅、1秒間に振動する回数を振動数といい、ヘルツ（記号Hz）という単位で表す。

(4)では、[実験1]①の強くはじいたときと同じ強さで輪ゴムをはじいたので、右図のように、[実験1]①と振幅は同じに、また、振動数が4倍になったので、1回の振動の間隔が[実験1]①の1/4に書く。

(5) 音の高さを低くするためには振動数を少なくすればよいので、[実験1]③とは逆に、大きいサイズの輪ゴムを使うことで、輪ゴムのはり具合をゆるくしたり、太さを太くすることや、輪ゴムの指ではじく部分を長くすることが考えられる。

(6) 音の振動は空気だけでなく様々な物質の中をすべての方向に伝わっていく。

【参考】振動シミュレーションソフト（オシロスコープ）により、輪ゴムギターの振動数を求める実験について

#### 1. 準備

振動シミュレーションソフト（オシロスコープ）、マイク、発泡ポリスチレン容器、輪ゴムA [直径：45mm 太さ：0.9-1.1mm]、輪ゴムB [直径：32mm 太さ：0.9-1.1mm]、輪ゴムC [直径：45mm 太さ：3mm]

#### 2. 方法

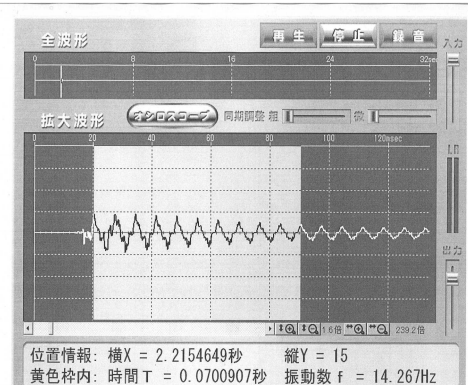
- ① シミュレーションソフトを起動し、マイクを準備する。
- ② 輪ゴムAを発泡ポリスチレン容器にセットする。
- ③ 輪ゴムAを指ではじいて、音を録音する。
- ④ 同様の操作を5回繰り返す。
- ⑤ 録音した音の波形から振動数を読みとる。

(図5のように、10回分の振動の波形を選択すると、右下には、その間に1回振動したと考えたときの振動数が自動的に表示されるが、実際には10回振動しているので、 $f = 14.267\text{Hz}$ を10倍した値が求める振動数になる。)

<注>できるだけ正弦波に近い波形が得られるように輪ゴムをはじいてから録音する。

- ⑥ 輪ゴムB・Cについても同様の操作を行う。
- ⑦ 輪ゴムAに、発泡ポリスチレンの板をあてて、指ではじく輪ゴムの長さを変化させて録音し、②③と同様の操作を行う。

図5



### 3. 結果

表1は、方法①～⑥で輪ゴムA・B・Cの振動数である。輪ゴムAと輪ゴムBの比較では、輪ゴムAから輪ゴムBに換え、輪ゴムの大きさ（長さ）を小さくすると、少し高い音が聞こえ、振動数が大きくなることがわかる。また、輪ゴムAと輪ゴムCの比較では、輪ゴムAから輪ゴムCに換え、輪ゴムの太さを太くすると、少し低い音が聞こえ、振動数が小さくなることがわかる。

表2は、方法⑦で、輪ゴムにポリスチレンの板をあてて、指ではじく輪ゴムの長さを変化させたときの振動数である。発泡ポリスチレン容器の幅は190mmであるが、指ではじく部分の輪ゴムの長さを、150mm、100mm、50mmと短くしていくと、少しずつ高い音になり、振動数が多くなっていくことがわかる。

表1 単位 (Hz)

回	輪ゴム		
	A	B	C
1回目	142.67	179.63	117.90
2回目	144.30	179.56	116.76
3回目	141.89	178.47	118.77
4回目	142.12	178.69	120.20
5回目	142.49	178.69	117.57
平均	142.69	179.01	118.24

表2 単位 (Hz)

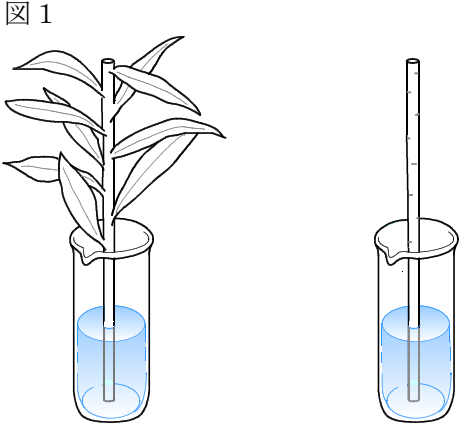
	輪ゴムの長さ		
	150mm	100mm	50mm
1回目	192.91	273.07	576.48
2回目	198.29	273.07	567.57
3回目	196.26	281.25	568.30
4回目	194.62	278.58	577.50
5回目	192.66	277.01	568.30
平均	194.95	276.60	571.63

7

綾子さんは、植物が水を吸い上げるしくみを調べるために、秋に野原や河原で見かける機会の多いセイタカアワダチソウを材料にして調べた。次の(1)～(6)に答えなさい。

**実験**

- ① ほぼ同じ大きさのセイタカアワダチソウを2本準備し、2本とも茎に葉を付けて切り取った。さらに、そのうちの1本はすべて葉を切り取り、もう1本はそのままにした。そして、茎の上と葉の切り口にワセリンをぬっておいた。
- ② ①で処理をした2本のセイタカアワダチソウを図1のように着色した水(切り花着色剤)の入ったビーカーに入れて、日当たりのよい場所に置いた。
- ③ 40分後、セイタカアワダチソウの最も上の葉が、着色した水の色に染まってきたので、2本ともビーカーから取り出した。
- ④ 着色した水が、茎のどの位置まで上がっているかを調べるために、茎の下から1cmごとに切断し、茎の上部の横断面を観察した結果をまとめると、以下の表のようになった。

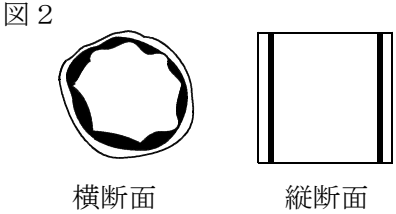


結果をまとめた表

距離(cm) \ 葉の有無	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
あり	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
なし	◎	○	○	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×

◎：茎全体が染まっている  
 ○：茎の一部が輪のように染まっている  
 △：○の輪の一部分が染まっている  
 ×：まったく染まっていない

- ⑤ 図2は、茎の一部が輪のように染まっている部分の横断面と縦断面のようすを表したものである。なお、縦断面については、茎の中心を通るように切り取ったものであり、横断面、縦断面ともに黒くぬりつぶしているところが、染まっていた部分である。



- (1) 図2で着色された部分は、根から吸収した水や水に溶けた養分などが通る管である。この管を何というか、答えなさい。

道 管

**【解説】** 根から吸収した水や水に溶けた養分などが通る管は道管、葉で合成された有機物が通る管は師管である。 **「知識」(知識)**

- (2) 茎に分布する維管束の特徴から、被子植物を2つになかま分けすることができる。図2から判断して、セイタカアワダチソウと同じなかまになる植物を、ア～エから1つ選びなさい。

ア トウモロコシ    イ アヤメ    ウ アブラナ    エ ユリ

ウ

【解説】 茎に分布する維管束の特徴として、単子葉類の茎の維管束は散らばっているが、双子葉類の茎の維管束は輪のように並んでいる。図2の横断面からは維管束が輪のように並んでいる様子がわかり、さらに縦断面においても散らばっていないことがわかる。したがって、セイタカアワダチソウは双子葉類であることがわかるので、双子葉類であるアブラナを選ぶ。  
「活用」(適用)

- (3) **実験** ①の下線部のように、切り口にワセリンをぬるのはなぜか、書きなさい。

切り口から水が蒸発するのを防ぐため。

【解説】 葉や茎を切断することによって、その切り口から水が蒸発する。そのことによる着色液の上昇を防ぐ必要がある。  
「知識」(技能)

- (4) 水の吸い上げに葉が関係しているかを調べるためには、2つのビーカーとも葉の有無以外の条件を同じにして実験を行う。このような実験を何というか、答えなさい。また、葉の有無以外の条件を同じにするためにはどうすればいいか、その方法を書きなさい。

実験の名称

対照実験

条件を同じにする方法

同じ場所で、同じ時刻に実験する。

【解説】 比較のために調べようとすることがら以外の条件を同じにして行う実験を対照実験という。実験結果が異なれば、調べようとしたことがらが影響していたことがわかる。同じ場所で、同じ時刻に実験を行えば、調べようとしていることがら以外の条件を同じにすることができる。  
「知識」(技能)

- (5) 結果をまとめた表から、セイタカアワダチソウが水を吸い上げるしくみについて考えられることとして最も適切なものを、ア～エから選びなさい。

ア 葉がある方が、葉がない方よりも水を吸い上げる量が多い。

イ 葉がない方が、葉がある方よりも水を吸い上げる量が多い。

ウ 葉がある方と葉がない方で、水を吸い上げる量に差はない。

エ 葉がある方と葉がない方のどちらが多く水を吸い上げるのかは、この結果からはわからない。

ア

【解説】 結果をまとめた表から、葉があるものは16cmの高さまで水が吸い上げられていることがわかる。一方、葉のないものは、水が吸い上げられているのが確認できるのは8cmまでである。したがって、葉の有無は水の吸い上げに関係があり、葉がある方が水の吸い上げがよい。  
「活用」(分析・解釈)

- (6) 実験結果から、葉がなくても水の吸い上げが起こっていることがわかる。その理由を、「茎の蒸散によって水が吸い上げられるのではないか」と考え、このことを確かめるために、実験を行うことにした。どのような実験を行えばよいか、書きなさい。

葉を切り取った茎の下部以外の表面にワセリンをぬり、着色した液につけて、**実験** ①の葉を切り取ったものと水の吸い上げのようすを比較する。

**【解説】** 結果の表によると、葉がなく茎だけのものでも8 cmまで水の吸い上げが起こっている。したがって、葉だけでなく、茎も水の吸い上げに関係していることがわかる。その理由を、「茎の蒸散によって水が吸い上げられるのではないか」と考える場合、「茎が蒸散をしているもの」と「茎が蒸散をしていないもの」を設定して対照実験を行うことが必要である。前者は、**実験** ①の葉を切り取ったものであるが、後者は茎による蒸散を止めるため、葉を切りとった茎の下部（吸水部）以外の表面にワセリンをぬる必要がある。

「活用」(構想)

注：解説の末尾には、全国学力・学習状況調査における問題作成の枠組と主な視点を記載している。

高史さんと知子さんは、鏡に映った像について話し合ったことをきっかけに光の性質に興味をもち、光の反射や屈折について考察した。次の(1)～(6)に答えなさい。

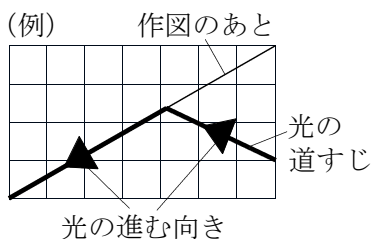
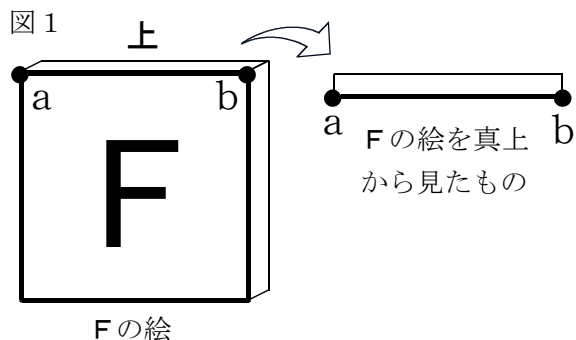
**光の反射について**

高史さん：先日、テレビ番組の中で「鏡に映った像は左右がひっくり返って見えるのはなぜ？」というクイズが出されてたけど、いろいろ考えているうちに、何だかわからなくなってきたよ。

知子さん：頭で考えているだけでは混乱するわよ。きちんと光の道すじを作図して考えましょう。

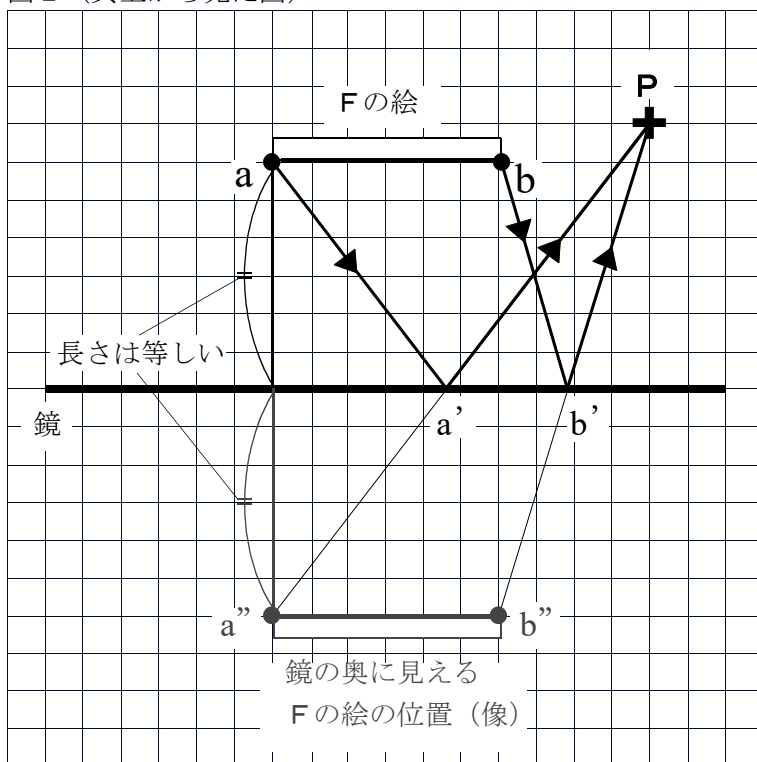
(1) 高史さんと知子さんは、図1のようにFの文字をパネルに貼り付けたものを、鏡に映すときの、真上から見たときの光の道すじを作図して考えることにした。

図2（真上から見た図）で、鏡に映したFの絵を点Pから見たとき、Fの絵の左側にある点aと、右側にある点bからの光の道すじはどのようになるか、(例)に従って図2にかきなさい。



作図にあたっては、光の道すじと光の進む向きを太い実線でかき、作図のあととは消さずに残すこと。

図2（真上から見た図）



(2) 鏡に映った文字の左右がなぜひっくり返るのか、(1)の作図の結果に触れながら説明しなさい。

図2は、Fの絵の点a、点bから出た光が鏡に反射して点Pに届くまでの光の道すじを、真上から見たものである。元の絵では左側にa、右側にbがあるが、点Pから見た鏡に映った像では、点aに対応する点a''が右側、点bに対応する点b''が左側に見えるため、鏡に映った像では左右が反転して、 $\overline{\Gamma}$ のように見えることになる。

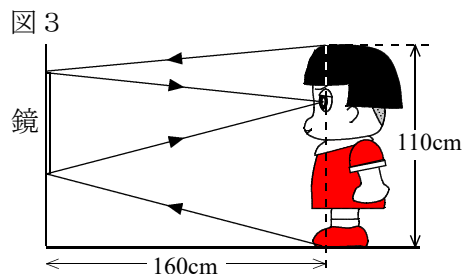


【解説】 鏡に映った像について、基礎的・基本的な知識・技能である光の道すじの作図を活用し、鏡に映った文字が反転する仕組みを考察する問題。

作図については、鏡の奥に見える像を、鏡から元の絵と同じ距離でかく。次に補助線として像の点  $a''$ 、点  $b''$  と点  $P$  を結ぶ直線をひく。直線  $a''P$  と鏡の交点  $a'$  および直線  $b''P$  と鏡の交点  $b'$  で光が反射するので、 $a \rightarrow a' \rightarrow P$  および  $b \rightarrow b' \rightarrow P$  を結ぶことで、入射角と反射角が等しい光の道すじをかきことができる。文字の左右が反転して見えることを説明するための工夫として、例えば、文字の左側に点  $a$ 、右側に点  $b$  を置き、鏡に映った像の左右どちら側に点  $a$ 、点  $b$  が見えるのかを示すことで、文字が反転する仕組みを説明することができる。

「活用」(分析・解釈／構想)

高史さん：光の道すじをかいてみると、鏡に映った文字の左右がひっくり返るのが納得できたよ。  
 知子さん：実は、鏡に映った像の上下がひっくり返らないことも、光の道すじをかけばわかるわよ。図3は、鏡に映った子どもの姿が、頭のとっぺんからつま先まで鏡の中にぴったりおさまって映っている様子を表したものよ。図中の矢印は、頭のとっぺんとつま先から出て目へと進む光の道すじを表しているの。鏡の上側に頭のとっぺんと、鏡の下側につま先が映っているから、鏡に映った像の上下はひっくり返っていないわけね。

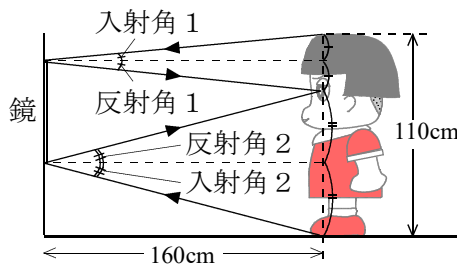


(3) 図3は、身長110 cmの子どもが鏡を見たときに、鏡には頭のとっぺんからつま先までが鏡の上下ちょうどにおさまって映って見えていたことを示している。このときの鏡の縦の長さは何cmか、求めなさい。

55 cm

【解説】 基礎的・基本的な知識・技能である光の道すじの作図に基づいて、全身を映すことができる鏡の縦の長さを求める問題。

右の図は図3に補助線をかき、入射角・反射角の関係を示したものである。入射角1と反射角1および入射角2と反射角2はそれぞれ等しく、鏡の上端に頭のとっぺんが、鏡の下端にはつま先が映っており、鏡の縦の長さは子どもの身長半分の55 cmであることがわかる。市販の姿見で最も小さな商品は高さ90 cm前後であるが、平均身長から考えると、ほとんどの人はこれで全身を映すことができると考えられる。なお、目と頭のとっぺんとの高さの差および床からの目の高さがわかれば、鏡を壁面にとり付けるとき、全身を映すのに適切な床からの高さを決めることができる。



「活用」(適用)

(4) 図3で、子どもが鏡に80 cmまで近づいたときと鏡から320 cmまで遠ざかったとき、鏡に全身を映すためには、鏡の縦の長さは少なくとも(3)に対してどのぐらい必要か。正しい組み合わせをア～オから1つ選びなさい。

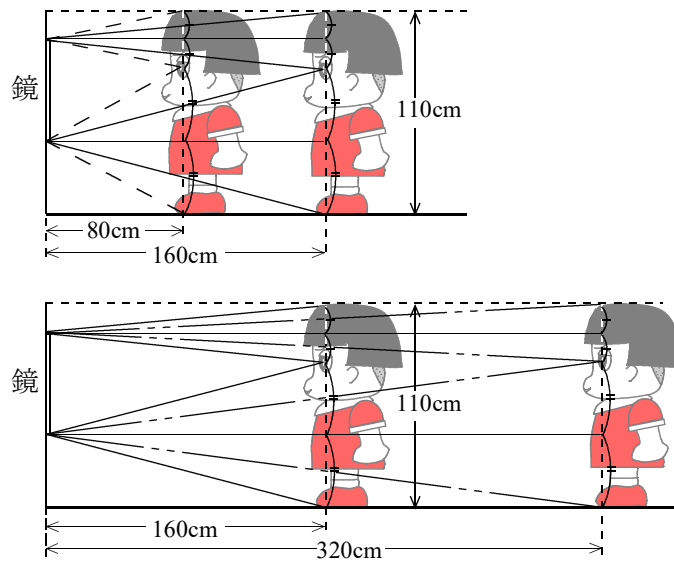
- ア 80 cmでは(3)の半分の長さで、320 cmでは(3)の2倍の長さ
- イ 80 cmでは(3)の2倍の長さで、320 cmでは(3)の半分の長さ
- ウ 80 cmでは(3)の半分の長さで、320 cmでは(3)と同じ長さ
- エ 80 cmでは(3)と同じ長さで、320 cmでは(3)の2倍の長さ
- オ 80 cm、320 cmともに(3)と同じ長さ

オ

【解説】 観察者と鏡の距離が変化したときの、反射の法則を正しく理解しているかを問う問題。

観察者が鏡に近づくと入射角、反射角はそれぞれもとより大きくなるが、入射角＝反射角の関係は変わらない。このため、全身を映すのに最低限必要な鏡の縦の長さは、(3)と同じく身長  
の半分の長さである。また鏡から離れても、入射角、反射角はそれぞれ小さくなるが、入射角  
＝反射角の関係は変わらないため、全身を映すのに最低限必要な鏡の縦の長さは、やはり身長  
の半分の長さとなる。

日常生活で、鏡に近づくと鏡の像は大きく見え、離れると小さく見えるので、鏡からの距離  
の変化に伴って全身を映すために最低限必要な鏡の縦の長さは変化するものと捉えがちだが、  
光の道すじで考えた場合、必要な鏡の縦の長さは変化しない。



上の図は、図3に、子ども(観察者)と鏡の距離を変えて、子どもから見た光の道すじを作図  
したものである。距離が変化しても、全身を映すのに必要な鏡の縦の長さは変わらない。また、  
鏡の下端の床からの高さも変えなくてよいことがわかる。 「活用」(検討・改善)

**光の屈折について**

高史さん：空のペットボトルにペンを入れて水そうの水につけたとき、斜め上から見ると、図4のように透明なペットボトルの水につかった部分が鏡のようになり、中に入れたペンが見えなくなったよ。

知子さん：この現象は光の屈折も関係しているのよ。水から空気へと光が進むときの道すじを考えてみましょう。

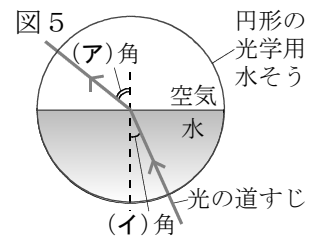
図4



水面から下の部分は鏡のようになって、周囲の景色を映している。

(5) 次の文は、知子さんが上の文に続けて、光が水から空気へと進むときに起こる現象について説明した内容をまとめたものである。正しい文になるように、(ア)～(エ)に適する語句または数値を書きなさい。

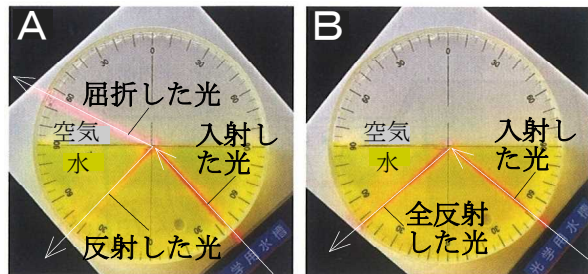
図5は光が水中から空気中へと進んでいくようすを模式的に表している。図5で、(ア)角は(イ)角より大きくなっている。(イ)角を次第に大きくすると、(ア)は(ウ)°に近づいていき、やがて水と空気の境界面で、すべての光が反射するようになる。このことを光の(エ)という。



ア	屈折	イ	入射	ウ	90	エ	全反射
---	----	---	----	---	----	---	-----

**【解説】** 光が水から空気へ進むときに起こる全反射についての基礎的・基本的な知識と理解を問う問題。

光が、図5のように水から空気へと進む場合、光の屈折が起こり、屈折角は入射角より大きくなる。右のA、Bの写真は、水から空気へ光が進むときの、入射角の変化に対する屈折角の変化を示したものである。写真Aでは光が屈折するとともに、光の一部は下向きに反射している。そして入射角が大きくなっていくと、屈折角がより大きくなって90°に近づいていき、やがて写真Bのように境界面ですべての光が反射する全反射が起こる。

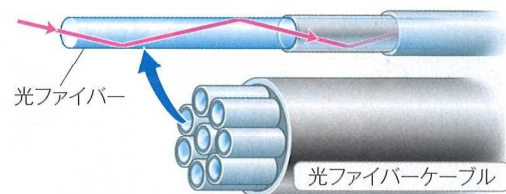


知識(知識)

**【補足】**

屈折角が90°になる限界の入射角は、水と空気の場合48.6°である。この角度を超えて入射する場合、全反射が起こる。

全反射を用いたものに光ファイバーがある。光ファイバーは、ガラスなどで作られた人工的な繊維で、光通信などで用いられている。光ファイバーの中心部と周辺部で性質の異なる素材が用いられており、中心部に光を通すと、繊維が曲がっていても光は繊維の中を全反射しながら進んでいく。光ファイバーを多数束ねた光ファイバーケーブルは、医療現場で用いられる電子内視鏡などに使用されている。

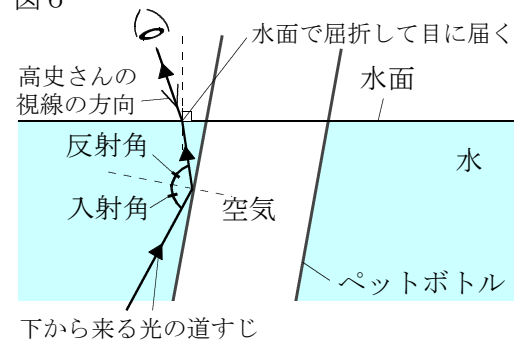


(6) 図6を参考に、(5)の内容に触れながら、ペットボトルの水につかた部分が光を反射して鏡のように光って見える現象について説明しなさい。図6にかきこみをして説明に用いてもよい。

説明

図6に下方から水中を通過してきた光の道すじをかきこんだ。このとき、水からペットボトル内の空気に向かって光が進んでいる。空のペットボトルを水そうの水につけ、斜め上から見ると、下から来る光の、水からペットボトル内部の空気への入射角が大きいため、屈折角が $90^\circ$ に達し、全反射が起こる。そのため、高史さんには下方からの光が全反射で届くため、ペットボトル表面が周囲の景色を映して、鏡のように光って見えることになる。

図6



【解説】 全反射に関する基礎的・基本的な知識・技能を活用し、観察された現象を分析して解釈する問題。

サイエンスマジックとしてよくとり上げられる現象である。この現象は、水そうにひたしたペットボトルを横から見たときは起こらず、ある角度以上で斜め上から見たときに発生する。斜め上から見たとき、水そう下方からの光が、ペットボトル表面（ペットボトル壁面をはさんで接する水と空気の境界面）で全反射し、周囲の景色を映す鏡面のように見える。厳密には水とペットボトル、ペットボトルと空気の境界面でも光の屈折が起こっているが、ペットボトルが薄いため、肉眼で観察する場合は考えなくてもよい。

なお、ポリエチレンの袋に絵を入れたものを水そうの水にひたして、斜め上から見たときも、ポリエチレンの袋が鏡面のように光って見える。ペットボトル同様、ポリエチレンフィルムをはさんで接する水と空気の境界面に光が入射しているため、全反射が起こる。

「活用」(分析・解釈)

高史さん：冬の早朝に、図7のように、昇ったばかりの太陽が変形して見える「だるま朝日」という現象が起こることがあるけど、これも光の屈折が関係しているのかな。

図7

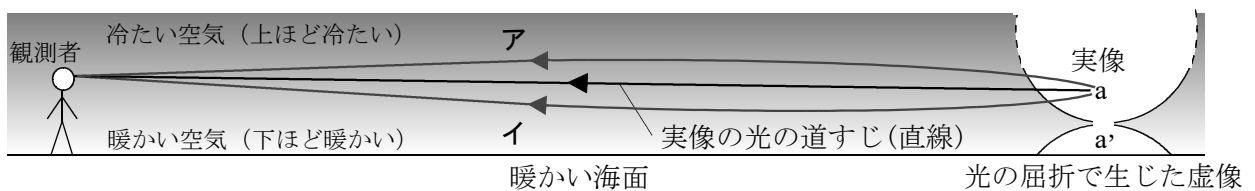


知子さん：そのとおりよ。晴れた日の早朝に地表近くの気温が大きく下がっても、海面の温度は大きく下がることはなく、海面に触れた空気はあたためられるので、あたたかい空気の層の上に冷たい空気の層が重なっている状態になるの。気温の異なる空気が接していると、光の屈折によ

って太陽からの光が曲げられて虚像が生じるため、太陽が変形して見えるのよ。

高史さん：そんなことまで知っているなんて、知子さんはとっても理科に詳しいね。

(7) 虚像の光の道すじは、下の模式図ア・イのどちらか、正しいものを選びなさい。また、そう考えた理由を、虚像の位置に着目して説明しなさい。



虚像の光の道すじ：( イ )

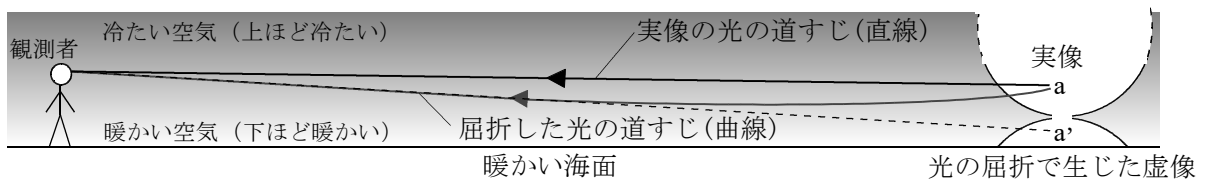
理由

光がイのように上向きに曲がって観測者に届くとき、観測者からは実像の光のほかにも、下からも光がやってくるように見え、その結果、実像の下に虚像があるように見えるから。

【解説】

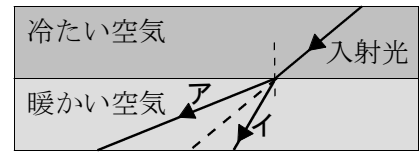
光の屈折に関する基礎的・基本的な知識・技能を活用し、観察された現象を分析して解釈する問題。

「だるま朝日」のように実像の下に虚像が現れる場合の光の道すじは、下の模式図のように、上向きにカーブした光の道すじになっていると考えられる。



「活用」(分析・解釈)

(8) 屈折が起こるのは、物質中を光が進む速さが物質によって異なるためである。水中では空気中より光の進む速さが遅い。「だるま朝日」の現象で、あたたかい空気と冷たい空気は同じ物質であるのに屈折が起こるのは、空気は気温によって密度が変化し、空気の密度が大きいほど、光の進む速さが遅くなるためである。あたたかい空気の上に冷たい空気があるところに光が入射するとき、光の道すじは右の模式図のア・イのどちらか、正しいものを選びなさい。また、そう考えた理由を、気温や密度と光の進む速さとの関係を踏まえて説明しなさい。



光の道すじ：( ア )

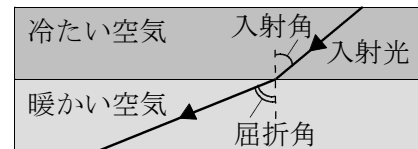
そう考えた理由

冷たい空気は密度が大きく、光の進む速さは遅い。一方、あたたかい空気は密度が小さいので、光の進む速度は速い。よって、冷たい空気からあたたかい空気へ光が入射するときの屈折は、水から空気へと光が進むときと同じく、入射角より屈折角が大きい。よって答えはアである。

【解説】

光の屈折に関する基礎的・基本的な知識・技能を活用し、観察された現象の原因を考察する問題。

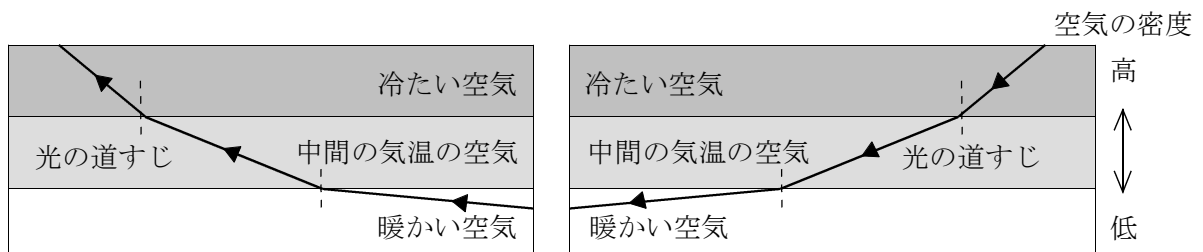
すでに(6)のペットボトルの実験で、水から空気へ光が入射するときの、入射角と屈折角の関係について触れている。また、問題文において、水中では空気中より光の進む速が遅いことと、空気の密度が大きいほど光の進む速が遅くなることを示している。なお、気温と空気の密度との関係は、2年生の気象分野(例：季節風)で、気温が低いほど空気の密度は大きくなることを学習する。



(8)では、密度が大きくて光の進む速が遅くなる冷たい空気から、密度が小さくて光の進む速が速くなるあたたかい空気へ光が入射することになるため、(6)と同様に入射角より屈折角が大きくなり、光の道すじは上向きに曲がることになる。「活用」(分析・解釈/構想)

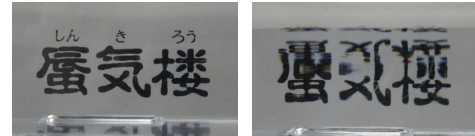
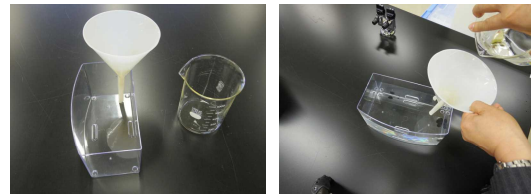
【補足/発展】

温度の違う3つの空気の層が重なっているところを光が通っていくときの光の道すじを考察する。下の模式図のように、密度が大きい冷たい空気から密度が小さいあたたかい空気の方へ光が入射するときは、入射角より屈折角が常に大きくなり、逆に、あたたかい空気から冷たい空気の方へ光が入射するときは、入射角より屈折角が常に小さくなるから、上向きにカーブするような光の道すじになると解釈できる。





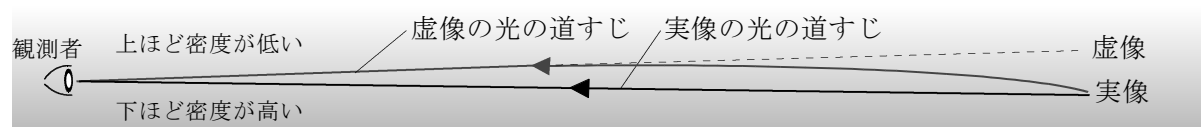
密度の違いによる光の屈折については、次のようなモデル実験がある。右の写真のように、水を入れておいた水そうに、ろうなどを用いて水そうの底の方から静かに飽和食塩水を注ぐと、上に密度の小さい水、底の方に密度の大きい飽和食塩水が重なった状態をつくることができる。そして、飽和食塩水を注ぐ前と後で、水そうの向こう側の文字がどのように見えるか比較したものが右の写真である。



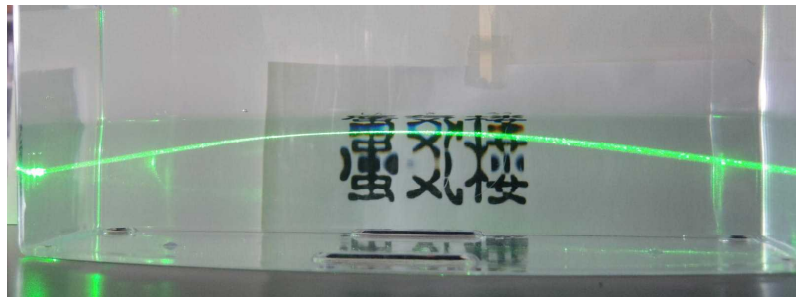
食塩水を注ぐ前 食塩水を注いだ後

「だるま朝日」では実像の下にくっつくように虚像が重なっていたが、このモデル実験では実像の上に虚像が生じている。このことから、モデル実験における光の道すじの曲がり方は、「だるま朝日」とは逆に下向きにカーブしていると考えられる。観察者から見ると、下向きにカーブする光の先に像があるように見えるため、モデル実験では実像の上に虚像が現れる。

飽和食塩水の密度は水の約 1.2 倍である。モデル実験の操作で、「だるま朝日」と逆の、上の密度が小さく、下の密度が大きい層構造をつくることができる。ここを光が通る場合の光の道すじは、(7)のイの上下を逆にした下向きのカーブを描くため、実像の上に虚像が現れる。



右の写真は、レーザー光線をモデル実験の水そうに通したもので、光の道すじは下向きのカーブを描いている。



「だるま朝日」は<sup>しんきろう</sup>蟹気楼の一種で、虚像が実像の下に現れる下位蟹気楼（冬型の蟹気楼）に分類される。下があたたかく、上が冷たい状態では大気の状態は安定せず、海面であたためられた空気は上昇・拡散していくが、あたたかい海面に触れる大気の下層が絶えずあたためられるため、見かけの上では、下があたたかく、上が冷たい空気層の形になっている。このとき、光が上向きに曲げられるため、実像の下に虚像が現れる。なお、水そうを用いたモデル実験では、下から水そうの水をあたためると水の対流が起こってしまうため、教室で再現するのは困難である。

この下位蟹気楼に対して、上位蟹気楼（春型の蟹気楼）がある。紹介したモデル実験で再現したのがこちらである。春になって気温が上がってくると、相対的に海水温が低くなるため、下が冷たく上があたたかい空気層が形成され、その場合は下位蟹気楼とは逆の下向きに曲がった、上に凸の曲線を描く光の道すじとなるため、実像の上に虚像が現れる。

参考資料 富山湾の神秘 蟹気楼解説書 魚津蟹気楼研究会 編  
蟹気楼のはなし 石津秀知 著 魚津埋没林博物館 発行

春樹さんと夏稀さんと秋華さんと冬也さんは、物質を区別するために、観察・実験を行った。  
[四人の会話] と [実験 1] ～ [実験 4] を読んで、(1)～(7)に答えなさい。

[四人の会話]

春樹さん： A～Cの白い粉末は、砂糖、食塩、ミョウバンのいずれかなんだ。見た目だけでは見分けられないから、調べて区別しよう。

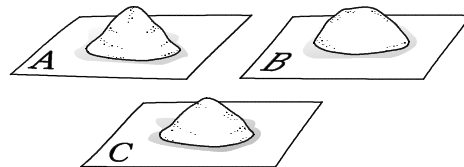
夏稀さん： それぞれ特有の性質があるから、それがわかる実験をしないとイケないね。

秋華さん： どれも水にとけるから、水へのとけ方を比べても区別ができないよね。

冬也さん： そんなことはないよ。一定量の水にとける物質の質量は、物質の種類と温度によって決まっているから、それを調べると、粉末の種類がわかると思うよ。粉末を水にとかして、水にとけた粉末の質量と温度との関係を調べてみよう。

夏稀さん： 粉末A～Cの中には有機物があるから、加熱してみたらどうかな。加熱したときのようすや発生する気体を調べるとわかるよね。

春樹さん： では、[実験 1] として水にとける白い粉末の質量と温度との関係を調べ、[実験 2] として白い粉末を加熱したときのようすと発生する気体を調べよう。

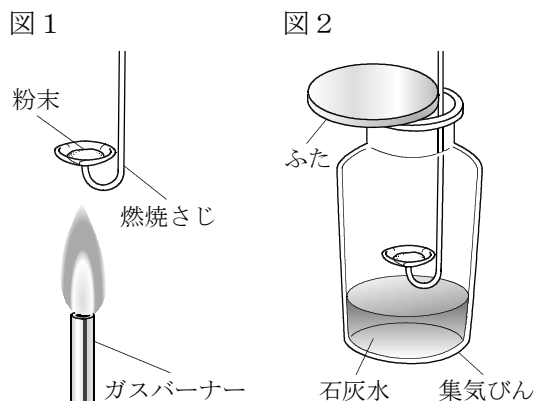


[実験 1]

- ① 0℃、20℃、40℃、60℃、80℃、100℃の水 50 g をそれぞれビーカーに入れる。
- ② ①のビーカーに、A～Cの粉末を、それぞれとけきれなくなるまで 10 g ずつ加え続け、とけた粉末の質量と温度を記録する。

[実験 2]

- ① 図1のように、A～Cの粉末を入れた燃焼さじをガスバーナーの炎の中に入れて加熱する。
- ② ①で火がついたら、図2のように、燃焼さじを石灰水の入った集気びんに入れる。火が消えたら、燃焼さじをとり出す。
- ③ 集気びんにふたをしてよく振り、石灰水の変化を観察する。



(1) 物質を加熱するときの操作として誤っているものを、ア～エから1つ選びなさい。

- ア 液体を加熱するときは、急に沸とうしてしまわないように、加熱中に沸とう石を入れる。
- イ エタノールなどアルコール類を加熱するときは、じか火で加熱せず、湯浴を用いる。
- ウ ガスバーナーで空気を入れすぎて火が消えたときは、すぐに元栓とコックを閉じる。
- エ 固体を試験管に入れて加熱するときは、発生した液体が加熱部分にふれないようにする。

ア



【解説】 物質を加熱するとき気をつけたい実験操作である。

- ア 液体を加熱するときは、急に沸とう（突沸）してしまわないように、沸とう石を必ず入れてから加熱する。入れ忘れた場合は、一度加熱をやめて、液体が冷えてから入れる。決して加熱中に沸とう石を入れてはいけない。誤った文章である。
- イ エタノールなどアルコール類を加熱するときは、引火するおそれがあるので、じか火で加熱してはいけない。沸とう水で間接的に加熱する（湯浴）。アルコールに引火したときは、炎が見えにくいことがあるので、すぐにその場を離れ、先生に知らせる。
- ウ ガスバーナーで空気を入れすぎて火が消えたときは、すぐに元栓とコックを閉じる。空気調節ねじをしめて空気を止め、ガス調節ねじをしめてガスを止める。また、はじめの手順で火をつける。
- エ 固体を試験管に入れて加熱するときは、加熱によって発生した液体が加熱部分にふれると、試験管が割れてしまうことがあるので、試験管の口を少し下げ、発生した液体が加熱部分にふれないようにする。

[四人の会話]

春樹さん： [実験1]の結果をグラフにすると図3のようになり、[実験2]の結果をまとめると表1のようになったよ。

夏稀さん： 図3で、粉末Aは水の温度が変わっても溶解度はほとんど変わらない物質であり、粉末Bと粉末Cは（ ① ）物質であることがわかるね。

秋華さん： 表1から、粉末Cは有機物であることがわかったね。

冬也さん： 有機物の多くは、燃えると気体のほかに水も発生するよね。[実験2]で粉末Cの集気びんがくもったのは、集気びんの内側に水滴がついたからかな。

春樹さん： そうだね。集気びんの内側についてた液体に（ ② ）と、その液体が水であることがわかるね。

図3

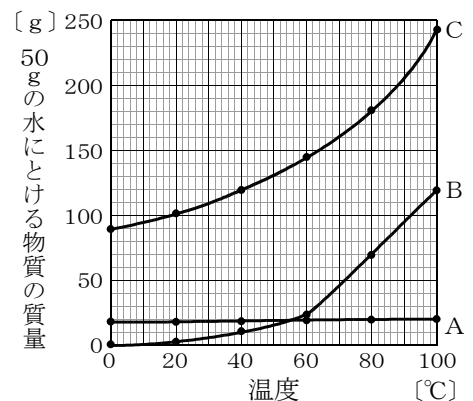


表1

	粉末A	粉末B	粉末C
加熱したときのようす	・燃えずに白い粉末が残った	・燃えずに白い粉末が残った	・とけた後燃えてあまいにおいがして炭になった ・集気びんがくもった
石灰水の変化	変化なし	変化なし	白くにごった

(2) [四人の会話]の文中の（ ① ）にあてはまる言葉を、「水の温度」、「溶解度」という語句を用いて書きなさい。

水の温度が高いほど、溶解度が大きい

【解説】

水 100 g に物質をとかして飽和水溶液にしたとき、とけた溶質の質量 [g] の値を、その物質の溶解度という。図 3 は、溶解度と温度との関係を表してグラフで、このようなグラフを溶解度曲線という。

粉末 A は、水の温度が変わってもとける物質の量はほとんど変わらない。粉末 B と粉末 C は、水の温度が高いほど、とける物質の量が多くなっており、溶解度が大きくなっている。

一定量の水にとける物質の質量は、物質の種類と温度によって決まっている。20℃で 100 g の水にとける質量は、粉末 A の塩化ナトリウム(食塩)が 35.8 g、粉末 B のミョウバン  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$  が 11.7 g、粉末 C のショ糖(砂糖)が 203.9 g である。

- (3) 有機物はどのような物質か、[実験 2] で、粉末 C が炭になったことと、石灰水の変化に着目して説明しなさい。

有機物は炭素をふくむ物質で、加熱すると炭になり、二酸化炭素が発生する。

【解説】

炭素をふくむ物質を有機物という。ショ糖(砂糖)の化学式は  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  で炭素をふくむ物質である。[実験 2] で加熱すると、燃えて炭になり、二酸化炭素が発生し、石灰水を白くにごらせる。

塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$ 、ミョウバン  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$  は、炭素をふくまない。有機物以外の物質を無機物という。無機物は、加熱しても燃えず、燃えても二酸化炭素が発生しない。

- (4) [四人の会話] の文中の ( ② ) にあてはまる言葉を、ア～エから 1 つ選びなさい。

- ア pH 試験紙をつけて、緑色になる
- イ 赤色リトマス紙をつけて、青色に変化する
- ウ 青色リトマス紙をつけて、赤色に変化する
- エ 青色の塩化コバルト紙をつけて、赤色に変化する

エ

【解説】

有機物の多くは炭素のほかに水素をふくんでおり、燃えると二酸化炭素のほかに水が発生する。ショ糖(砂糖)  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  は水素をふくむ物質で、[実験 2] で加熱したとき、集気びんの内側に水滴がついた。

水が発生したことを調べるときには、塩化コバルト紙を使う。

ア pH 試験紙は、pH (水溶液の酸性、アルカリ性の強さ) を調べるときに使う。水は中性で、pH 試験紙をつけると緑色になる。

イ、ウ リトマス紙は、水溶液の性質を調べるときに使う。アルカリ性の水溶液は、赤色リトマス紙を青色に変える。酸性の水溶液は、青色リトマス紙を赤色に変える。水は中性で、赤色リトマス紙と青色リトマス紙のどちらの色も変化させない。

エ 塩化コバルト紙は、水にふれると青色から赤色に変化する。調べるときには、乾燥して青色になっているものを使用する。

(5) 粉末A～Cは、砂糖、食塩、ミョウバンのうちどれか、それぞれ書きなさい。

粉末A 食塩	粉末B ミョウバン	粉末C 砂糖
--------	-----------	--------

【解説】

[実験1]で、粉末Aは、水の温度が変わっても溶解度は変わらない物質で、食塩である。粉末Bと粉末Cは、水の温度が高いほど溶解度が大きくなる物質で、ミョウバンと砂糖である。[実験2]で、加熱すると燃えて炭になり、二酸化炭素が発生した粉末Cは、有機物の砂糖である。加熱しても燃えず、白い粉末が残った粉末Aと粉末Bは、無機物の食塩とミョウバンである。

【補足】

石灰水（水酸化カルシウム水溶液）は、二酸化炭素をふきこむと、炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  の白色沈殿ができて、溶液が白くにごる。実験で使うときには、目をいためるので、目に入らないようにすること、皮膚をいためるので、手につかないように注意し、手についた場合は、すぐに多量の水で洗い流す。

[四人の会話]

冬也さん： 別の実験の準備をしていたら、試験管の中に入っているものが何かわからなくなった。どうしよう。

夏稀さん： 2本の試験管のどちらにも、白い粉末が入っているね。

冬也さん： 一方が炭酸水素ナトリウムで、もう一方が炭酸ナトリウムだけど、どちらの試験管に入っているのかわからなくなってしまったんだ。

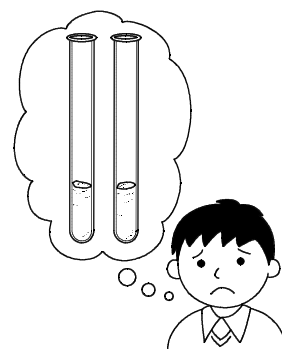
秋華さん： 見た目だけでは区別ができないけど、それぞれ特有の性質があるから、それがわかる実験をしたら、粉末A～Cを調べたときのようにわかるはずだよ。

春樹さん： そうだね。2本の試験管の中の白い粉末を、粉末D・粉末Eとして、調べる方法を考えよう。

夏稀さん： 炭酸水素ナトリウムと炭酸ナトリウムは、水へのとけ方に違いがあるよね。

秋華さん： 水溶液にフェノールフタレイン溶液を加えたときの色にも、違いがあるよ。

春樹さん： 炭酸水素ナトリウムを加熱すると、石灰水を白くにごらせる気体が発生するよね。うすい塩酸を加えたときも同じ気体が発生するから、そのことも調べよう。



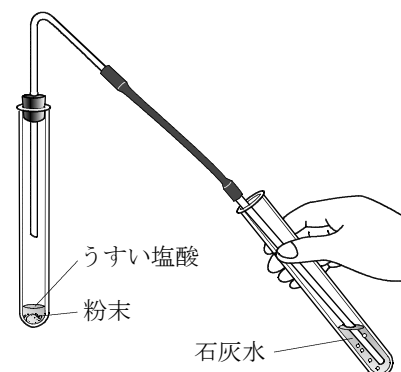
[実験3]

- ① 粉末Dと粉末Eを0.5 gずつ試験管にとり、それぞれ20℃の水5 cm<sup>3</sup>を加え、とけ方の違いを観察する。
- ② ①の試験管に、それぞれフェノールフタレイン溶液を1、2滴加え、色の変化を観察する。

[実験4]

図4のように、粉末Dと粉末Eにそれぞれうすい塩酸を加え、気体が発生したら、石灰水の変化を観察する。

図4



[四人の会話]

冬也さん： [実験3]・[実験4]の結果をまとめると、表2のようになったよ。

夏稀さん： 炭酸ナトリウムは、炭酸水素ナトリウムより水にとけやすく、その水溶液は強い（③）であるから、[実験3]の結果から、粉末Dが炭酸ナトリウムであることがわかったね。

表2

		粉末D	粉末E
[実験3]	水へのとけ方	すべてとけた	とけ残った
	フェノールフタレイン溶液の色の変化	濃い赤色	薄い赤色
[実験4]	石灰水の変化	変化なし	白くにごった

(6) [四人の会話]の文中の（③）にあてはまる言葉を、表2のフェノールフタレイン溶液の色の変化をふまえて書きなさい。

アルカリ性

【解説】

フェノールフタレイン溶液は、無色で、アルカリ性の水溶液に入れると赤色に変化する。弱いアルカリ性のときは薄い赤色を示す。炭酸ナトリウム水溶液は、炭酸水素ナトリウム水溶液より強いアルカリ性である。

20℃の水5cm<sup>3</sup>にとけることができる質量は、炭酸ナトリウムが1.1g、炭酸水素ナトリウムが0.48gである。炭酸ナトリウムは、炭酸水素ナトリウムより水にとけやすい。

【補足】

炭酸水素ナトリウムを加熱すると、炭酸ナトリウムと二酸化炭素、水に変化する。もとの物質とは異なる別の物質ができる変化を、化学変化または化学反応といい、炭酸水素ナトリウムを加熱したときのように、1種類の物質が2種類以上の物質に分かれる化学変化を分解という。特に加熱による分解を熱分解という。

炭酸水素ナトリウムが熱分解するときの化学変化を、化学反応式で表すと次のようになる。



[四人の会話]

秋華さん： [実験4]では、粉末Eだけ気体が発生したね。

冬也さん： [実験4]で石灰水の変化が見られた後も、粉末Eの試験管には粉末が残っていたよ。残った粉末はうすい塩酸と反応しきれなかった炭酸水素ナトリウムなのかな。

夏稀さん： 炭酸水素ナトリウムにうすい塩酸を加えたときの化学変化を、化学反応式で表して考えてみよう。

<化学反応式>



秋華さん： [実験4] では、粉末とうすい塩酸の質量をはからなかったので、炭酸水素ナトリウムがすべては反応せずに試験管に残ったかもしれないね。でも、気体が発生したことから化学変化がおこったといえるので、試験管に残った白い粉末には ( ④ ) がふくまれていたと考えられるね。

(7) [四人の会話] の ( ④ ) ・ ( ⑤ ) にあてはまる化学式をそれぞれ書きなさい。

④ NaCl	⑤ H <sub>2</sub> O
--------	--------------------

**【解説】**

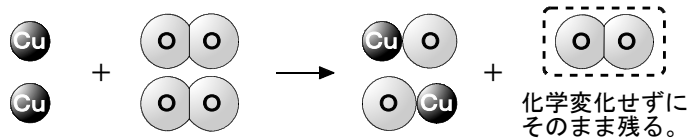
炭酸水素ナトリウムにうすい塩酸を加えたときの化学変化を、化学反応式で表すと、次のようになる。



炭酸水素ナトリウムにうすい塩酸を加えると、塩化ナトリウムと二酸化炭素、水になる。化学反応においては、原子は新たに生成したり消滅したりしない。よって、反応前と反応後では、原子の種類と個数が等しくなっている。今回の化学反応式でも両辺の原子の数が等しくなっており、左辺の物質も右辺の物質も、係数はすべて1である。

**【補足】** 化学変化に関係する物質の質量の比はつねに一定である。反応前のどちらか一方の物質が多く存在しても、相手の物質がなくなれば化学変化はそれ以上進まない。多い方の物質は、化学変化せずにそのまま残る。

(例) 銅の酸化



本文中で秋華さんが言っているように、多量の炭酸水素ナトリウムが試験管にあっても、うすい塩酸がなくなれば化学変化はそれ以上進まず、炭酸水素ナトリウムが化学変化せずに試験管に残ることも考えられる。[実験4] では、石灰水が白くにごったことから二酸化炭素が発生し、塩化ナトリウムと水も発生した。そのため、試験管の白い粉末には、塩化ナトリウムがふくまれていると考えられる。

**[四人の会話]**

冬也さん： 試験管の中の粉末Dと粉末Eが、何の物質かわかってよかったよ。

夏稀さん： 物質の性質を利用して、いろいろな物質を区別することができたね。

秋華さん： 仮説を立ててから、調べる方法を考えたり、実験の計画をすることが大切であることがよくわかったね。

春樹さん： とても勉強になったし、みんなと一緒に調べることができて楽しかったよ。