

1

携帯用カイロを使った実験を行った。(1)～(4)に答えなさい。

実験

① カイロをポリエチレンの袋からとり出し、すばやくカイロの質量を測定したところ10.00 gであった。その後すぐ、図1のように、カイロと温度計をメスシリンダー内の底のほうに固定し、メスシリンダーをさかさまにして立て、メスシリンダー内の水位を調整したところ、図2のように水位は cm³ の目盛りの線上にあった。

図1

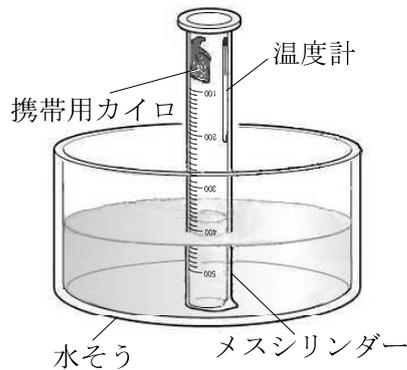
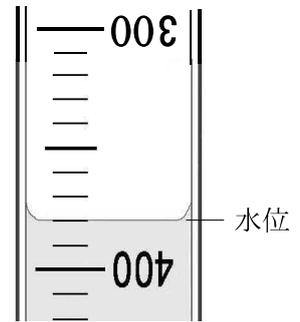
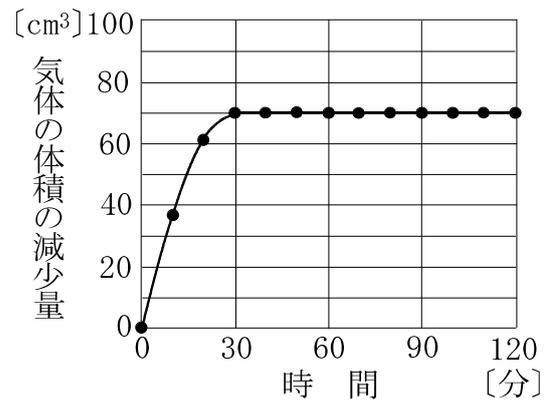


図2



② その後、カイロの中の鉄とメスシリンダー内の酸素が反応して熱が発生してきた。10分ごとに、メスシリンダー内の気体の体積の減少量を調べた。図3は、その結果を示したものである。

図3



③ 2時間後、メスシリンダー内の温度は、熱が発生する前の温度にもどっていたので、カイロをメスシリンダーからとり出し、すばやく質量を測定したところ10.10 gであった。

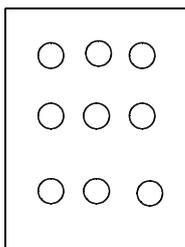
④ メスシリンダーからとり出したカイロを、そのまま置いておくとカイロの温度が再び上昇してきた。

⑤ メスシリンダーに入れていたカイロと温度計の体積を調べたところ、合計で20 cm³ であった。

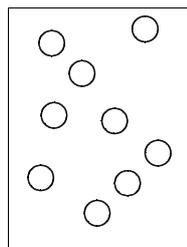
(1) **実験** ①で、 にあてはまるメスシリンダー内の水位はいくらか、書きなさい。

(2) 空気中の酸素のようすを表したモデルとして適切なものはどれか、**ア～エ**から1つ選びなさい。ただし、○は酸素原子を表すものとする。

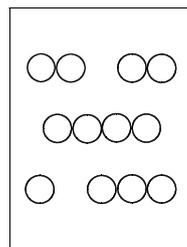
ア



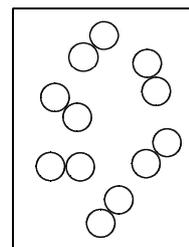
イ



ウ



エ



- (3) 次は、【実験】の結果をもとに、反応前のメスシリンダー内において、空気にふくまれていた酸素の体積の割合を求めようと、花子さんが考えたものである。①～⑥の□には、あてはまる語句や言葉を、⑦の□には、あてはまる数値を書きなさい。ただし、⑦の□は、小数第1位を四捨五入して整数で書きなさい。

【花子さんの考え】

反応前のメスシリンダー内において、空気にふくまれていた酸素の体積の割合を求めるには、反応前のメスシリンダー内の空気の体積と酸素の体積がわかればよい。すると、

空気にふくまれていた酸素の体積の割合〔%〕

$$= \frac{\text{①} \square}{\text{②} \square} \times 100$$

となり、酸素の体積の割合を求めることができる。

まず、反応前のメスシリンダー内の空気の体積を考えることにする。これは、図2のメスシリンダーの水位の値から、③□の体積をひくことで求めることができる。

また、メスシリンダー内での化学反応は、カイロの中の④□と空気中の⑤□が結びつく反応なので、反応前のメスシリンダー内の酸素の体積は、図3の気体の体積の減少量から求めることができる。しかし、この場合、メスシリンダー内のすべての酸素が化学反応により消費されたということが必要であるが、このことは、⑥□という結果から、メスシリンダー内のすべての酸素が化学反応により消費されたと考えてもよいことがわかる。

このようにして求めた2つの値を、式に代入して求めたところ、反応前のメスシリンダー内において、空気にふくまれていた酸素の体積の割合は、⑦□%となった。

- (4) 【実験】を行った実験室の空気の体積を400 m³とすると、実験室内の空気にふくまれている酸素の質量は何kgか、【実験】や(3)の結果をもとにして求めなさい。ただし、【実験】において、カイロの質量の増加は酸素によるものとし、実験室内の空気は反応前のメスシリンダー内の空気と同じ状態であるものとする。なお、小数第1位を四捨五入して整数で書きなさい。

□ kg

2 幸子さんの家では、屋根の上に光電池をとりつけることになった。そこで、幸子さんは、光電池の性質について調べる実験を行った。次は、このときのレポートの一部である。(1)～(4)に答えなさい。

実験

- ① 図1の回路図で、光電池面の傾きを変えることのできる光電池、抵抗器、電圧計、電流計、スイッチを接続した。
- ② 図2は、光電池と光源の位置関係を模式的に表したものである。図2のように、光電池面と水平面との角度Aを 90° にし、暗い部屋で、水平面との角度を 30° にした光源からの光を光電池面に当てた。
- ③ スイッチを入れ、抵抗器に流れる電流の強さと、加わる電圧の大きさを測定した。
- ④ 光電池面と水平面との角度Aを変えて、②・③の実験を繰り返した。

図1

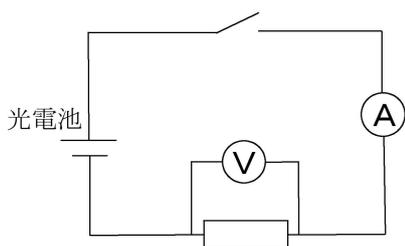
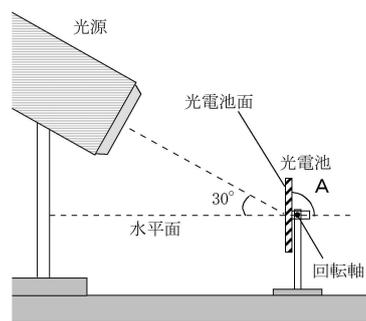


図2

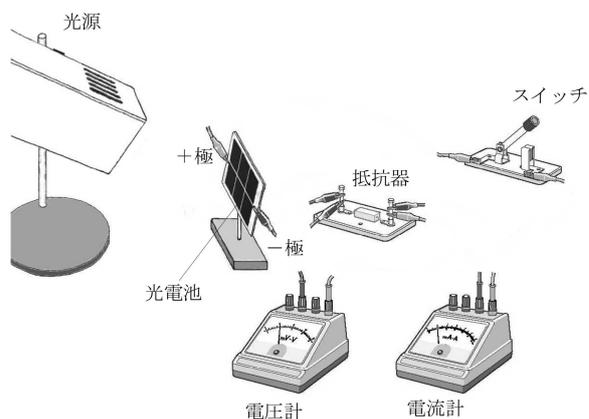


結果

角度A [度]	90	75	60	45
抵抗器に流れた電流[mA]	29	33	34	33
抵抗器に加わった電圧[V]	0.29	0.33	0.34	0.33

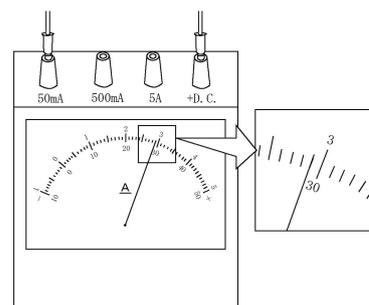
(1) 図3は、実験に用いた光電池、抵抗器、電圧計、電流計、スイッチである。図1の回路図になるように、図3に導線をかき加えて接続させなさい。

図3



(2) 図4は、角度Aが 30° のときの電流計を模式的に示したものである。電流は何A流れていたか書きなさい。

図4

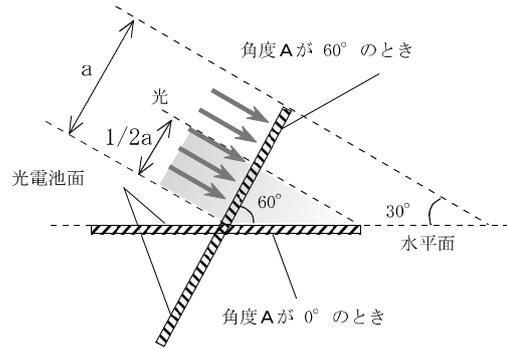


 mA

(3) 図5は、角度Aが60°と0°のときの光電池面の一部に当たる光のようすを模式的に表したものである。

角度Aが60°のときに光電池面が受けとる光エネルギーをaとすると、角度Aが0°のとき光電池面が受けとる光エネルギーは $1/2a$ になる。このとき、角度Aが0°のとき抵抗器に流れる電流の強さは何mAになるか、求めなさい。ただし、受けとる光エネルギーと流れる電流は比例関係にあるとする。

図5



mA

(4) 次の文章は、幸子さんとお父さんの会話である。①～④の□にあてはまる文章や数値を書きなさい。

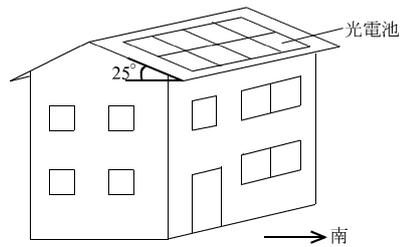
お父さん「この実験から、抵抗器に流れる電流や加わる電圧は、光電池面に当たる光の角度とどのような関係があったのかな。」

幸子さん「① 」

「我が家は南北の2方向に面した屋根があるけど、光電池は南向きの屋根にとりつけるといいよ。」

「その理由は、
② 」

幸子さんの家の設置予想図



お父さん「なるほど。それなら南に面した屋根に光電池をとりつけることにしよう。」

幸子さん「屋根は真南に面して傾斜角は25°だから、最も多く発電するのは、太陽が、
③ の方位にあるときで、太陽高度が④ 度になったときだね。」

お父さん「これからは再生可能エネルギーを有効に使っていかなければならないね。今度は、光エネルギーのほかにどんな再生可能エネルギーを利用しているか調べてみるといいよ。」

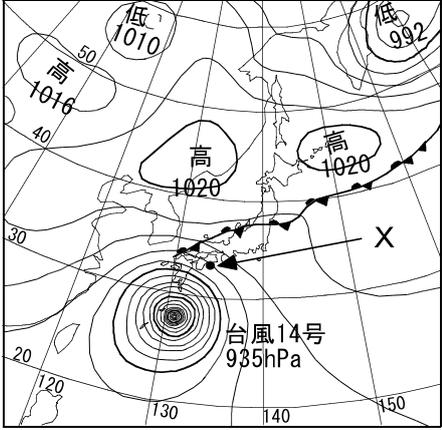
4

健太さんと花子さんは天気予報を見ていて、台風の動きとその影響について興味を持ち、気象庁のホームページで台風について調べた。次の「天気予報の情報」と「二人の会話」を読んで、(1)～(5)に答えなさい。

「天気予報の情報」

図1は、ある日の午前9時の天気図です。現在、沖縄本島の北東にある大型で非常に強い台風14号は、毎時30kmの速さで北へ進んでいます。この台風は、今後、このままの勢力を保ったまま北上し、西日本に接近・上陸する恐れがあります。台風の進路によっては、徳島県でも大雨や暴風による 심각한警戒が必要です。また、徳島県の沿岸地域では高潮による影響も心配されます。

図1



「二人の会話」

健太：大型で非常に強い台風って、どんな台風かな。
 花子：表1、表2のように、台風の勢力を示す目安として、風速をもとに大きさと強さを決めているわ。大きさは強風域（風速15m/s以上の強い風がふいている、または、ふく可能性がある範囲）の半径で、強さは最大風速で区分しているよね。ちなみに、暴風域は強風域の内側で風速25m/s以上の風がふいている、またはふく可能性がある範囲のことよ。

表1
大きさ

階級	風速15m/s以上の半径
大型	500km以上 800km未満
超大型	800km以上

表2
強さ

階級	最大風速
強い	33m/s以上 44m/s未満
非常に強い	44m/s以上 54m/s未満
猛烈な	54m/s以上

健太：今回の台風は大型だから、少なくとも強風域が（ a ）km以上もあるってことだね。
 花子：そう、それに非常に強い台風だから、最大風速は（ b ）m/s以上もあるってことね。
 健太：「台風の進路によっては…」って言ってたけど、台風ってどんな動き方をするのかな。
 花子：台風は上空の風に流されて動くんだけど、もともと地球の自転の影響で北へ向かう性質をもっているよね。だから、通常東風がふいている低緯度では台風は西へ流されながら次第に北上し、上空で強い西風（偏西風）がふいている中・高緯度に来ると台風は速い速度で北東へ進むのよ。
 健太：そうか。だから、夏から秋にかけて発生した台風は、最初は北西に向かって進み、小笠原気団のふちに沿って、北東に向かって進む傾向があるんだね。
 花子：北東に向かう台風が速さを増しながら日本に近づくことが多いのは、偏西風の影響を受けているせいね。
 健太：ところで、この台風が徳島県より西側（または北側）を通過する場合と東側（または南側）を通過する場合では、風のふき方に何か違いがあるのかな。
 花子：台風は低気圧だから、台風の中心に向かって（ あ ）回りに風がふいているはずよ。

健太：例えば、台風が北に向かって進んでいるとすると、台風の東側では、台風が進む向きと台風に向かってふく風は（ い ）向きになるけど、台風の西側では、台風が進む向きと台風に向かってふく風は（ う ）向きになるってことか。

花子：つまり、台風が徳島県より（ え ）側を通過する場合の方が、台風が進む速さと台風に向かってふく風の速さが重なり合って、風の影響がより強くなることがあるってことよね。

健太：そうか。徳島県は海が東や南の方角に面しているから、台風が（ え ）側を通過する場合の方が高潮の影響も受けやすいってことだね。

(1) 本文中の a・b にあてはまる数字を書きなさい。

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

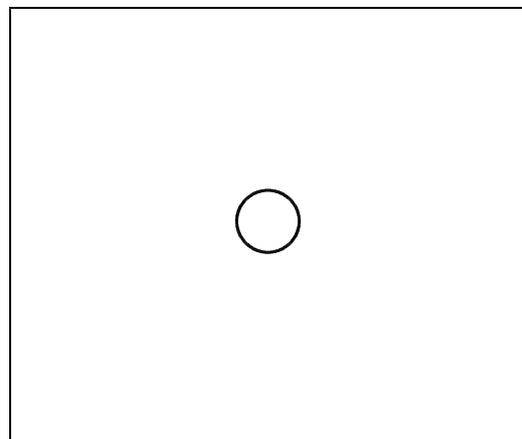
(2) 図1の●印の地点X（高知県室戸岬）の気圧はおよそ何hPaか、書きなさい。ただし、等圧線の細い実線は4hPa、太い実線は20hPa、波線は2hPa毎に示している。

また、地点Xにおけるこの時刻の天気は雨、風向は北東、風速は18.3m/sであった。表3の風力階級表を参考にして、天気図に使われる記号を用いて、天気、風向、風力を書きなさい。

表3

風力	説明	相当風速 [m/s]
0	けむりがまっすぐ上がる。	0.3未満
1	けむりがなびくので、風のあるのがわかる。	0.3以上 1.6未満
2	顔に風を感じる。木の葉が動く。	1.6以上 3.4未満
3	軽い旗が開く。細い小枝がたえず動く。	3.4以上 5.5未満
4	砂ぼこりが立ち、紙片が舞い上がる。	5.5以上 8.0未満
5	葉のある低木がゆれはじめる。池に波が立つ。	8.0以上 10.8未満
6	大枝が動き、電線が鳴る。かさをさしにくい。	10.8以上 13.9未満
7	木全体がゆれる。風に向かっては歩きにくい。	13.9以上 17.2未満
8	小枝が折れる。風に向かっては歩けない。	17.2以上 20.8未満
9	かわらがはがれたり、煙突がたおれたりする。	20.8以上 24.5未満
10	木が根こそぎになり、人家の損害が大きい。	24.5以上 28.5未満
11	広い範囲に損害が生じる。めったに起こらない。	28.5以上 32.7未満
12	大損害が起こる。めったに起こらない。	32.7以上

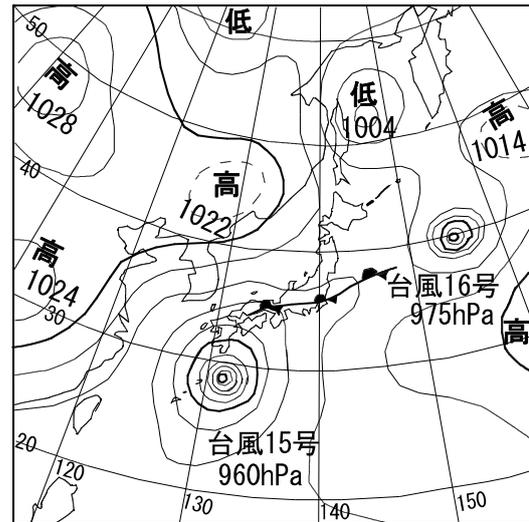
h Pa



(5) 図4は2011年9月20日午前9時の天気図である。この日の徳島市では、台風15号の接近に伴い一日の降水量が429.5mm（降り始めからの三日間の降水量は598.5mm）という記録的な大雨となった（1981年～2010年までの徳島市の年間平均降水量は1453.8mmである）。

今回の台風14号においても、大雨への警戒が必要であると天気予報で言われているが、それはどのような理由によると考えられるか。図1と図4の天気図に共通する点に着目して、その理由を説明しなさい。

図4



科学部に所属する中学生の和夫さんと夏美さんは卵の殻について興味を持ち、その成分について調べる実験をした。〔二人の会話〕と〔実験〕を読んで(1)～(8)に答えなさい。

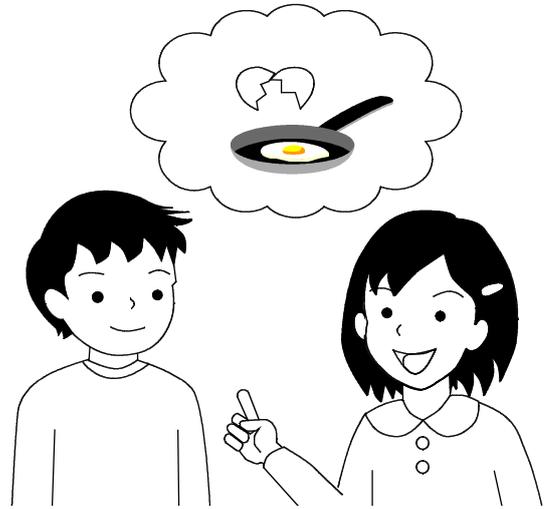
〔二人の会話〕

和夫：料理した後の卵の殻ってもったいないね。何か利用できないのかな。

夏美：カルシウム不足を補うための健康食品に加工されることもあるんだって。

和夫：へえ、卵の殻ってカルシウムでできているんだね。

夏美：いいえ。カルシウムそのものではなくて、炭酸カルシウムという物質が主な成分だよ。炭酸カルシウムは石灰石の成分にもなっているわ。そういえば、日本の石灰石の多くは、2～3億年前の^(a)生物の遺骸がもとになったものなんだって先生がおっしゃっていたね。



和夫：覚えてるよ、その話。^(b)石灰石は塩酸を加えると二酸化炭素が発生するって習ったね。

夏美：ということは、卵の殻も塩酸と反応するはずね。実験してみようか。

和夫：それは面白そうだ。

夏美：そのときに出てくる二酸化炭素の量から、ふくまれている炭酸カルシウムの量がわかるかもしれないね。化学反応のときには、反応の前後で物質の量には決まった関係があるって習ったものね。炭酸カルシウムから発生する二酸化炭素の量を調べて、卵の殻のときと比較すればいいわね。

和夫：うーん・・・少し難しそうだなあ。でも面白そうだ。早速やってみよう。

〔実験〕

図1

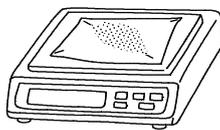


図2



図3



図4



- ①図1のように、薬包紙を使って粉末の炭酸カルシウム1.00 g を電子てんびんではかりとった。
- ②12%の塩酸をメスシリンダーで20mLはかりとり、ビーカーに注ぎ入れた。
- ③図2のように、塩酸の入ったビーカーの上にガラス板をのせ、全体の質量を測定した。
- ④図3のように、薬包紙の炭酸カルシウムを少しずつ静かにビーカーに入れた。ビーカー内ではシュワーという音とともに、細かい泡がさかんに発生していた。全ての炭酸カルシウムを入れ終わったらガラス板でふたをした。
- ⑤ガラス板を指で軽く押さえながら静かにビーカーを揺り動かし、ビーカー内の溶液が均一に混ざり、反応が完全に終了するようにした。

- ⑥泡の発生が止まったところでガラス板をいったん外し、ビーカーの中にたまった二酸化炭素を追い出すため、ストローで軽く息を吹きかけた。このときガラス板についた細かなしずくはそのままにしておいた。
- ⑦図4のように、反応液の入ったビーカーの上に再びガラス板をのせたまま、全体の質量を測定した。
- ⑧炭酸カルシウムの質量を2.00 g、3.00 g、4.00 g、5.00 g、6.00 gと変化させて同様の実験を行い、その結果を表にまとめた。このとき、炭酸カルシウムが全て反応したかどうかを「反応後のようす」の欄に記録しておいた。
- ⑨細かくすりつぶした卵の殻を3.00 gはかりとり、①～⑦と同様に12%の塩酸20mLと反応させたところ、1.25 gの二酸化炭素が発生した。

表

炭酸カルシウムの質量 [g]	③の全体の質量 [g]	⑦の全体の質量 [g]	反応後のようす
1.00	105.72	106.28	全て反応した。
2.00	104.55	105.67	全て反応した。
3.00	104.82	106.50	全て反応した。
4.00	105.14	107.61	一部が反応せずに残った。
5.00	103.92	107.39	一部が反応せずに残った。
6.00	105.68	110.15	一部が反応せずに残った。

[二人の会話]

和夫：ずいぶん苦労したけど、なんとか終わったね。卵の殻がほとんど炭酸カルシウムでできていることがよくわかったよ。でも、同じ炭酸カルシウムからできているのに、石灰石と比べて卵の殻はずいぶん壊れやすいね。なぜだろう。

夏美：卵の殻には小さなすき間がたくさんあいていて、このすき間から、卵が成長するのに必要な酸素をとり入れたり、不要になった二酸化炭素を出したりしているんだって。すき間があるから壊れやすいんだわ。石灰石は長い間地底で押し固められたものだからすき間は無いでしょうね。だから固いのよ、きっと。

和夫：そうか、なるほど。そういえば、古い卵が軽くなって食塩水に浮くって話があったね。そのわけは、古い卵では時間が経つうちに卵の殻のすき間から水分が出ていって、かわりに空気が入ってくるからだったよね。あれ、この話はどこで聞いたんだっけ？
思い出せないなあ・・・。

- (1) 下線部(a)のように、生物の遺骸がもとになった岩石のうち、石灰石と違い、塩酸を加えても二酸化炭素が発生しないものは何か、名称を答えなさい。

- (2) 下線部(b)において、石灰石の主成分である炭酸カルシウムと塩酸の反応は、次のような化学反応式で表される。反応式中の空欄に適する数字を答えなさい。



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

(3) 実験⑥で、ビーカーの中に二酸化炭素がたまったままになっていると、どのような点が問題となるのか、書きなさい。

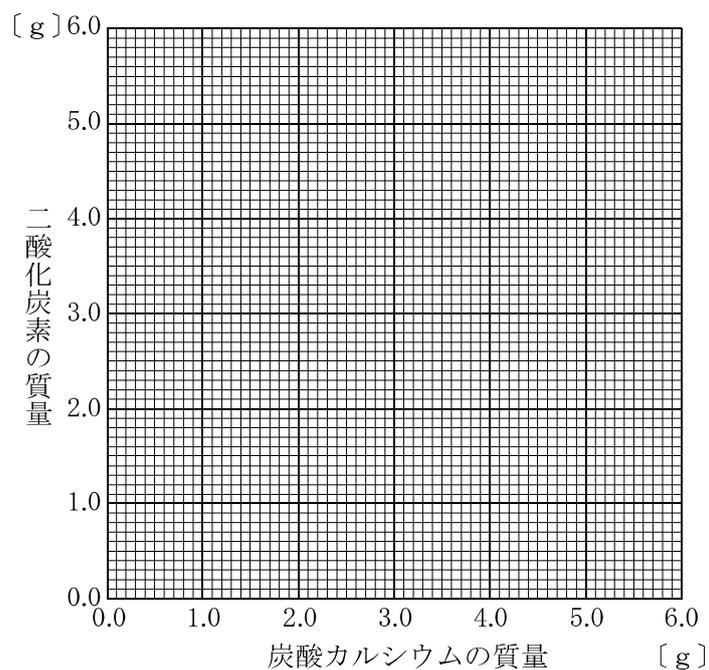
(4) 実験結果の表から、発生した二酸化炭素の質量を求めるため、左から4番目に下のような欄を追加した。この表で二酸化炭素の質量Xを求めるにはどのような計算をすればよいか。表の中のX及びA～Cを用いて(例)のように表しなさい。

表

炭酸カルシウムの質量 [g]	③の全体の質量 [g]	⑦の全体の質量 [g]	発生した二酸化炭素
A	B	C	X

(例) $X = A + B + C$

(5) 炭酸カルシウムの質量と発生した二酸化炭素の質量との関係を表すグラフを下の方眼紙にかきなさい。



(6) このグラフが途中で折れ曲がっているのはなぜか、理由を説明しなさい。

--

(7) もし仮に発生する二酸化炭素の質量が予想される値より少し小さな値となっていた場合、この原因として該当する可能性があるものはどれか、最も適当なものを次のア～エから1つ選びなさい。

- ア 炭酸カルシウムを一度に入れてしまったため激しく泡が発生し、塩酸の一部が吹きこぼれてしまった。
- イ 加えた炭酸カルシウムの一部がビーカーの内側についたままになり、反応せずに残ってしまった。
- ウ ビーカーに入れるときに、炭酸カルシウムの一部をビーカーの外にこぼしてしまった。
- エ 塩酸を入れる前にビーカーが乾いておらず、内部に水滴がついたままになっていた。

--

(8) 実験⑧より卵の殻にふくまれる炭酸カルシウムの割合は何%と考えられるか、小数第1位を四捨五入し、整数値で求めなさい。考え方も解答欄に書くこと。

考え方	
	答え %

8

健太さんと花子さんは、理科の授業で学習した霧のでき方に興味をもち、どのようなときに霧が発生するのかということについて、詳しく調べてみた。次の(1)～(7)に答えなさい。

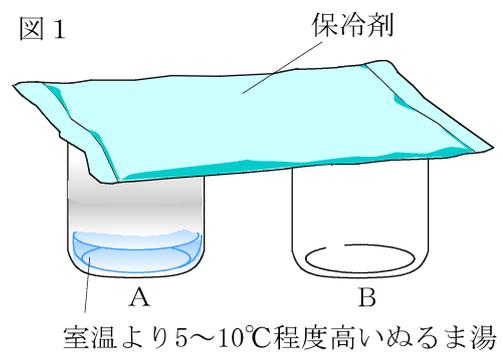
霧を発生させる実験 1

〔手順〕

- ① 内側をぬるま湯でぬらしたビーカーA・Bを用意し、ビーカーAにだけぬるま湯を入れる。
- ② ビーカーA・Bに、線香のけむりを少量入れる。
- ③ ビーカーA・Bの上をじゅうぶんに冷やした保冷剤でおおい、ビーカー内のようすを観察する。

〔結果〕

ビーカーAの内側は霧のように白くくもったが、ビーカーBの内側は変化しなかった。



(1) 〔手順〕②で、下線部のような操作を行ったのはなぜか、その理由を書きなさい。

理由

(2) 次の文は、霧が発生する条件について、この実験からわかったことをまとめたものである。正しい文になるように、(ア)・(イ)に適切な語句を書きなさい。

〔まとめ〕霧が発生するには、水蒸気を(ア)ふくんだ空気が(イ)ことが必要である。

ア		イ	
---	--	---	--

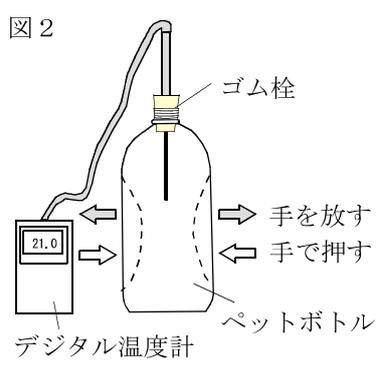
霧を発生させる実験 2

〔手順〕

- ① ペットボトルの内側をぬるま湯でぬらし、線香のけむりを少し入れる。
- ② ペットボトルを手で少しへこませながらゴム栓をした後、手を放してペットボトルをもとの形にもどす。
- ③ ペットボトルを少し強めに手で押しつぶしたり、放したりして、ペットボトル内のようすや温度の変化を調べる。

〔結果〕

押しつぶしたペットボトルから手を放すと、容器内の温度が下がり白くくもったが、ペットボトルを手で押しつぶすと、容器内は温度が上がりくもりは消えた。



(3) この実験から、空気の体積の変化と温度との間には、どのような関係があると考えられるか、書きなさい。

健太さんと花子さんは、温度と空気中にふくまれる水蒸気量との関係についても、くわしく調べてみた。

空気中にふくまれる水蒸気量を推定する実験

[二人の会話]

健太：霧は雲と同じように水蒸気が水滴になってできるんだったよね。

花子：そうよ。空気中にふくまれる水蒸気が水滴になったり水蒸気にもどったりするのは、一定の体積の空気中にふくむことができる水蒸気の質量の限界が、温度によって変化することが関係しているのよ。

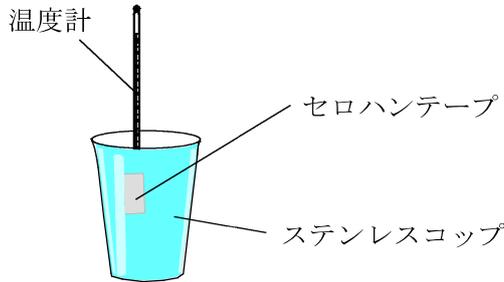
健太：この教室には、どれくらいの水蒸気がふくまれているのかな。

花子：それじゃ、理科の授業で習った方法で調べてみましょう。

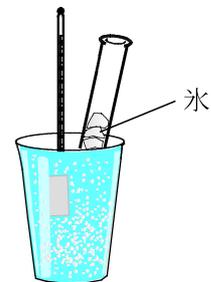
表 1

温度 [°C]	飽和水蒸気量 [g/m ³]	温度 [°C]	飽和水蒸気量 [g/m ³]
0	4.8	16	13.6
2	5.6	18	15.4
4	6.4	20	17.3
6	7.3	22	19.4
8	8.3	24	21.8
10	9.4	26	24.4
12	10.7	28	27.2
14	12.1	30	30.4

図 3



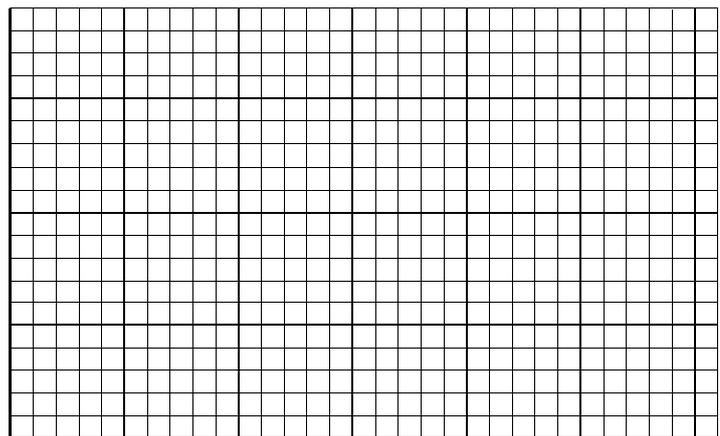
①室温を測定した後、くみ置きの水をセロハンテープをはったステンレスコップに入れ、水温をはかる。



②氷を入れた試験管をステンレスコップの中に入れて水温を下げ、コップの表面がくもりはじめたときの水温をはかる。

(4) ~~~~~部について、表 1 に示した温度と飽和水蒸気量の間を、縦軸と横軸の目盛りや単位を入れて、図 4 の中にグラフで表しなさい。

図 4 温度と水蒸気量の関係



(5) 健太さんと花子さんは、図 3 のような方法で、教室の空気の露点と教室の空気中にふくまれる水蒸気量を推定することにした。この日の教室の室温は 20°C、氷を入れる前の水温は 18°C であった。氷を入れた試験管をコップに入れて、コップの表面がくもりはじめたときの水温が 13°C であったとすると、この教室の空気 1m³ にふくまれている水蒸気量は約何 g と考えられるか、(4) で作成したグラフを用いて求めなさい。ただし、金属のコップは熱をよく伝えるので、水とコップの表面の空気は同じ温度と考えてよい。

約 _____ g

健太さんと花子さんは、2つの実験結果をもとに、霧の発生について調べる手がかりとなる天気図（図5・図6）と気象要素（表2）を、気象庁のwebページから調べ、どのようなときに霧が発生するのかを考察した。

天気図と気象要素を用いた考察

図5

3月16日9時

図6

3月17日9時

表2

	3月16日						3月17日					
時刻〔時〕	6	9	12	15	18	21	0	3	6	9	12	15
天気	雨	くもり	くもり	くもり	晴	快晴	快晴	晴	晴	晴	晴	晴
気温〔℃〕	8.3	8.9	10.9	15.0	13.4	9.3	8.1	6.5	5.8	7.7	12.0	14.9
露点〔℃〕	8.0	8.5	9.2	9.8	10.6	8.4	7.8	6.4	5.8	7.7	8.9	9.1
気圧〔hPa〕	1021	1022	1020	1018	1018	1019	1019	1019	1020	1020	1019	1015
風向	南西	北北東	北北東	南	西	北	北北東	南	西	北東	北東	北
風力	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

(6) 表2は、X地点で霧が発生した時間とその前後の時間の天気と気象要素を表したものである。この地点で、明らかに霧が発生していたと考えられるのは、何日のおよそ何時から何時か。また、そのように考えた理由も書きなさい。

<p>【霧が発生した時間】 3月（ ）日 およそ（ ）時から（ ）時</p>
<p>【理由】</p>

- (7) X地点で霧が発生した理由の説明として最も適切なものを、ア～エから選びなさい。
- ア X地点では、低気圧から延びる前線付近の水蒸気を多くふくむ暖気が、寒気の上には上がり冷やされたため霧が発生した。
 - イ X地点では、低気圧に向かってふき込む水蒸気を多くふくむ空気が、高い山を超えるときに冷やされたため霧が発生した。
 - ウ X地点では、日射の影響で熱せられた水蒸気を多くふくむ空気が、上昇気流を起こして上空で冷やされたため霧が発生した。
 - エ X地点では、低気圧による雨の影響でできた水蒸気を多くふくむ空気が、放射冷却によって冷やされたため霧が発生した。

科学部に所属する中学生の晴美さんたちは、授業での実験をきっかけに、原子説に興味を持ち、実験を行いました。〔三人の会話〕と〔実験〕を読んで(1)～(12)に答えなさい。

〔三人の会話〕

晴美： 授業で銅粉を加熱して酸化銅にする実験をしたけど、一定質量の銅に化合する酸素の質量が決まっているというのがすごく不思議だったなあ。加熱すればいくらでも酸素が結合するんだと思ってたわ。

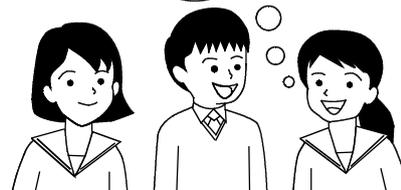
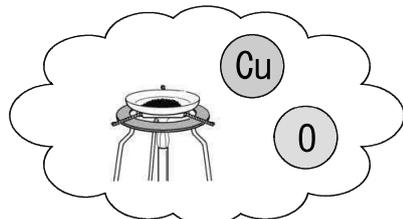
昭雄： 僕もそう思ったよ。良い意味で予想を裏切ってくれるところに理科の面白さがあるね。

奈津： 物質は原子でできていて、1個あたりの質量が決まっている原子どうしが決まった数の比で結合するからそうなるのね。でも、物質が原子という小さな粒でできているなんて、それ自体とても不思議だわ。

晴美： でも、原子なんて知らない昔の人は、原子が決まった質量をもっていて、それが決まった比で結合するなんてこと、どうやって考えついたんでしょうね。

奈津： たしかにそうね。でも、たぶん、いろいろな化学反応の結果から、原子1個あたりの質量を推測していったんだと思うわ。

昭雄： 目に見えない原子の質量を考えるなんて、ほんとうに昔の人はすごいや。



(1) 晴美さんたちの授業の実験では、銅粉0.8 gを加熱したとき、酸化銅が1.0 g生じた。

(a) このとき0.8 gの銅と反応した酸素は何gか、求めなさい。

(b) 酸化銅において、銅原子と酸素原子が結合するときの個数の比は1 : 1である。銅原子1個と酸素原子1個の質量の比はいくらか、求めなさい。

銅：酸素 = :

〔三人の会話〕

晴美： 銅と酸素の原子はなぜ1 : 1の個数の比で結合するのかなあ。

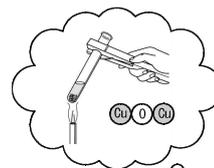
奈津： わたしも不思議に思って、先生に質問したら、実は違う比で結合する酸化銅もあるって教えてくださったの。

昭雄： へえ、でもそんなの中学生にわかるわけがないよ。

奈津： わたしもそう思ったの。でも、その別の酸化銅は教科書にのっているらしいのよ。ベネジクト液で糖を調べるときの赤い沈殿がその酸化銅なんですって。

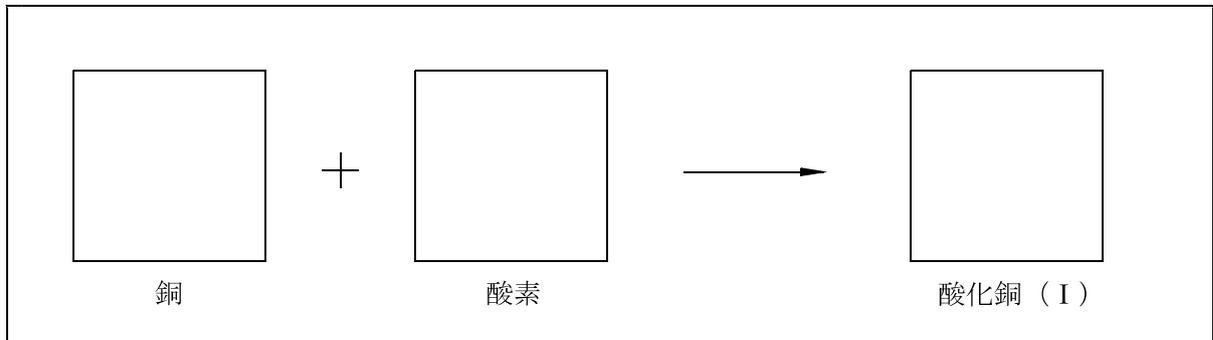
昭雄： ベネジクト液なら知っているよ。うわあ、またまた裏切られちゃったね。

晴美： 中学の教科書には、結構すごいことがのっているのね。



(2) 銅の酸化物には黒色の酸化銅（Ⅱ）と赤色の酸化銅（Ⅰ）の2種類がある。空気中で銅を加熱するとき、加熱温度が1000℃より低いときは酸化銅（Ⅱ）ができるが、1000℃より高いと酸化銅（Ⅰ）ができる。酸化銅（Ⅰ）において、銅原子と酸素原子が結合するときの個数の比は2：1である。

(a) 銅と酸素が反応して酸化銅（Ⅰ）ができるときのようすを、銅の原子を Cu 、酸素の原子を O 、酸化銅（Ⅰ）を CuO で表したモデルでかきなさい。



(b) 銅と酸素がちょうど反応して酸化銅（Ⅰ）が生成するときの、銅と酸素の質量の比を求めなさい。

計算
答え 銅：酸素 =

(c) 銅16.0 g をすべて酸化銅（Ⅰ）にするために、1100℃でしばらく加熱したが、加熱が不十分であったため、酸化銅（Ⅰ）と酸化銅（Ⅱ）の混合物が18.5 g できた。この混合物にふくまれる酸化銅（Ⅰ）と酸化銅（Ⅱ）の質量はそれぞれ何 g か、求めなさい。ただし、このとき未反応の銅は残っていないものとする。

計算
酸化銅（Ⅰ）
酸化銅（Ⅱ）

[三人の会話]

昭雄： 原子説はイギリスのドルトンが1803年に発表したと教科書に書いてあるよ。ドルトンは独自の記号を使って原子の種類を表したんだって。今の原子の記号とずいぶん違うんだね。

晴美： ドルトンは、物質が原子という小さな粒が集まってできているということだけじゃなくて、物質をつくっている原子がその種類によって異なった質量と性質をもつところまで考えていたところがすごかったのね。

奈津： 実はわたし、このへんのことにすごく興味があったから本で調べてみたの。ドルトンは原子説を発表するときに、原子説の証拠として、「倍数比例の法則」というのを発表しているの。この法則は、

A、B 2種類の原子からなる化合物が2種類以上あるとき、これらの化合物を構成する一定質量のAと化合するBの質量の比は簡単な整数比になる。

というもののなの。

昭雄： なんだかむずかしいなあ。

奈津： わたしもよくわからなかったから、先生に相談してみたら、今度、科学部で実験してみようって言ってくださったの。2種類の酸化銅を使って、「倍数比例の法則」を確かめる実験だそうよ。

晴美： それは楽しみね。



[実験]

- ① 十分に乾燥した酸化銅 (I) を1.0 g はかりとり、薬包紙に包んだ。
- ② あらかじめ質量を測定したステンレス皿に、①の酸化銅 (I) をのせ、再び質量を測定した。このとき、薬包紙にはいくらかの試料が付着したままであった。
- ③ ②のステンレス皿を、図1のように燃焼管の中に入れた。
- ④ 気体発生器に亜鉛を入れ、塩酸を加えて水素を発生させた。発生した水素は、水中を通し、さらに、塩化カルシウム管を通して乾燥させた。
- ⑤ 水素を燃焼管の一方より送り込み、数分おいて、燃焼管内に残留空気がないことを確認してから、燃焼管のステンレス皿の部分をガスバーナーで加熱した。
- ⑥ 試料が完全に銅粉に変化したら加熱を止め、燃焼管が冷めるまで水素を通した。
- ⑦ ステンレス皿を燃焼管からとり出して質量を測定した。
- ⑧ 酸化銅 (I) の質量を2.0 g、3.0 g と変化させ、①～⑦の操作を行った。
- ⑨ 酸化銅 (II) について、酸化銅 (I) と同様に①～⑧の操作を行った。
- ⑩ 実験結果を表にまとめた。

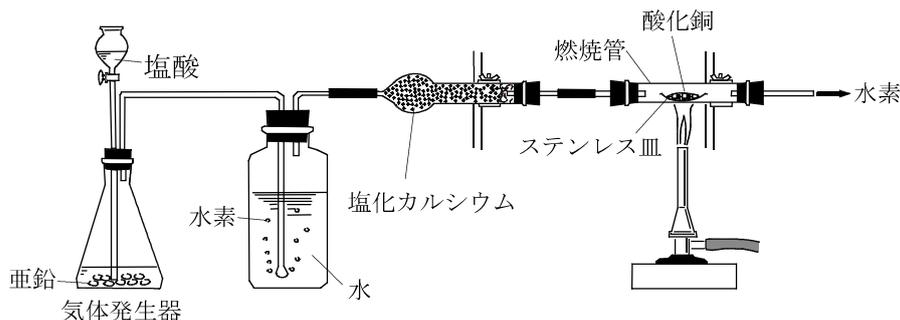


図1

表

試料	①のときの 質量 [g]	ステンレス皿 の質量 [g]	②のときの 質量 [g]	⑦のときの 質量 [g]
酸化銅 (I)	1.0	2.74	3.73	3.62
	2.0	2.72	4.73	4.51
	3.0	2.75	5.77	5.44
酸化銅 (II)	1.0	2.73	3.72	3.53
	2.0	2.76	4.77	4.37
	3.0	2.74	5.73	5.13

(3) 酸化銅 (I) や酸化銅 (II) から銅が生じるように、酸化物から酸素がとり除かれる化学変化を何というか、書きなさい。

(4) 発生した水素を水中に通すのはなぜか、正しいものをア～エより 1 つ選びなさい。

- ア 発生した水素を冷却するため。
- イ 発生した水素を水に溶かして蓄えておくため。
- ウ 亜鉛の蒸気を水に反応させてとり除くため。
- エ 塩酸から発生した塩化水素を水に溶かしてとり除くため。

(5) 実験⑤の下線部のように、装置中に残留空気がないことを確認してから加熱するのはなぜか、書きなさい。

(6) 実験結果の表から、酸素の質量 X、銅の質量 Y を求めるため、表の右側に下のような欄を追加した。X、Y を求めるにはどのような計算をすればよいか、表中の P～S を用いて (例) のように表しなさい。

表

試料	①のときの 質量 [g]	ステンレス皿 の質量 [g]	②のときの 質量 [g]	⑦のときの 質量 [g]	酸素の質量 [g]	銅の質量 [g]
	P	Q	R	S	X	Y

(例) $X = P + Q + S$

X =	Y =
-----	-----

(7) 酸化銅 (I) と酸化銅 (II) のそれぞれについて、とり除かれた酸素の質量と生じた銅の質量との関係を表すグラフを、図 2 の方眼紙にかきなさい。

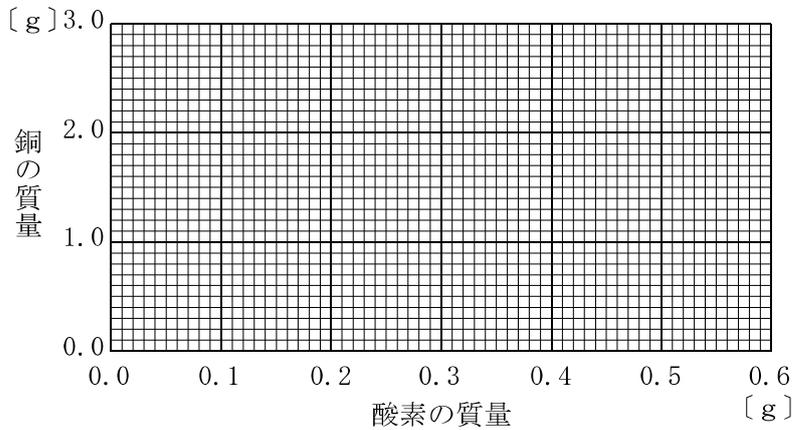


図 2

(8) このグラフの傾きは、何を表しているか、説明しなさい。

(9) 酸化銅 (I) と酸化銅 (II) について、それぞれのグラフの傾きを整数値で求めなさい。

酸化銅 (I)	酸化銅 (II)
---------	----------

(10) 酸化銅 (I) と酸化銅 (II) のグラフの傾きの比を最も簡単な整数比で求めなさい。

酸化銅 (I) : 酸化銅 (II) = :

(11) 次の文は、「倍数比例の法則」をこの実験にあてはめて述べた文である。正しい文となるように、文中の (あ) ~ (か) に適する語句または数値を書きなさい。

(あ) と (い) の 2 種類の原子からなる化合物は、(う) 及び (え) の 2 種類があるが、これらの化合物を構成する一定質量の (あ) と化合する (い) の質量の比は、簡単な整数比となり、(う) : (え) = (お) : (か) である。

あ	い	う	え	お	か
---	---	---	---	---	---

[三人の会話]

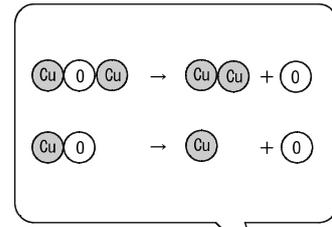
晴美： 「倍数比例の法則」って言葉だけで理解しようとする
とむずかしいけど、銅と酸素で具体的に考えたらよくわかつ
たわ。酸素と結びつく銅の質量の比が、2つの酸化物の間
できれいな整数比になったのには驚いたわ。

奈津： 物質をつくっている小さな粒が決まった質量をもってい
て、それが決まった割合で結びついたり、離れたりしてい
るから、整数比になるのね。

昭雄： 教科書で原子について学んだときは、原子説のすごさが
それほど感じられなかったけど、こうやって実験するとほ
んとうにすごいと感じるね。

奈津： 原子を直接目で見ることにはできないけれど、化学反応を、ただぼんやりとながめるだけで
なく、質量を精密に測定したり、反応の条件を整えたりして、科学的に分析すれば、原子が
あるという証拠がきちんと得られるのね。

晴美： 酸化物がきれいな銅に変わっていくようすも感動的だったわ。



(12) ドルトンが、倍数比例の法則を調べるために実際に用いた物質は、酸化銅ではなく、メタンとエチレンという気体であった。メタンとエチレンはともに、炭素と水素からなっているが、ドルトンは、一定質量の炭素に化合している水素の質量の比が、メタン：エチレン＝2：1となっていることを示した。メタンにふくまれる水素の質量の割合が25.0%であるとする、エチレンにふくまれる水素の質量の割合は何%か、小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで求めなさい。

計算

答え

%

健太さんと花子さんは、寒い日が続いたことから気象に興味をもち、冬の寒さの原因や、冬の天気の特徴について考察した。次の(1)～(6)に答えなさい。

海と陸の冷え方のちがいについて

健太さん：今朝は本当に寒かったね。

花子さん：そうね。今朝も寒かったけど、先々週は徳島でもかなり雪が降った日があったわ。それから、東京で大雪になったり、北海道で氷点下31℃以下を記録したり、さいたま市で最低気温記録を更新したり、というニュースを見たわ。今年の冬は全国的に寒いよね。

健太さん：今年1月の徳島の最低気温はどうだったのかな。気象庁のホームページ（「各種データ・資料」→「過去の気象データ検索」）で調べてみよう。



花子さん：徳島県内には、図1のように、徳島地方気象台以外に、アメダス観測所が7か所あるわね。特に寒かった日を選び、徳島（徳島地方気象台）で最低気温を記録した時刻を基準に、各地の気温を表にまとめて比べてみましょう。

健太さん：海に面した沿岸部に比べて、内陸部は気温が低めのように思うよ。

花子さん：私もそう思うわ。これは海と陸の冷えやすさの違いが関係しているのではないかしら。以前に「実験」で、砂と水の表面の温度変化を比較したわ。でも沿岸部のうち、海陽の気温だけが特に低いのはなぜか、考える必要があるわね。

表

日時	1月12日	1月15日	1月25日	1月26日	
場所	4時50分	7時00分	3時00分	4時40分	
徳島	-2.1℃	-1.0℃	-1.4℃	0.5℃	沿岸部
蒲生田	0.7℃	0.8℃	-0.5℃	1.3℃	
日和佐	-2.2℃	1.2℃	-2.2℃	1.5℃	
海陽	-3.6℃	-0.6℃	-4.6℃	-3.0℃	
穴吹	未計測	-1.7℃	-2.8℃	-0.3℃	内陸部
池田	-3.2℃	-3.2℃	-2.2℃	0.0℃	
京上	-4.7℃	-2.9℃	-5.1℃	-3.1℃	
木頭	-5.7℃	-4.3℃	-4.5℃	-4.8℃	

実験

①図2のように、ビーカーAには乾いた砂を、Bには水を入れて、温度計を浅くさす。ビーカーBにさす温度計は、液だめをアルミニウムはくでおおっておく。

図2



②ビーカーAとBに太陽光線を同じように当て、砂と水の温度を1分ごとに調べる。

図3

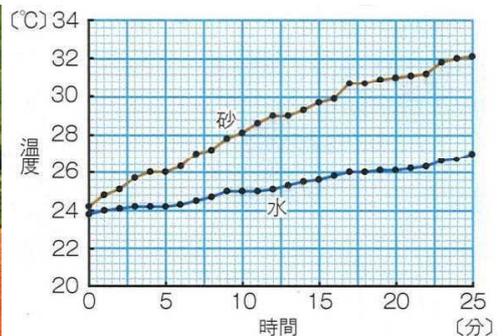


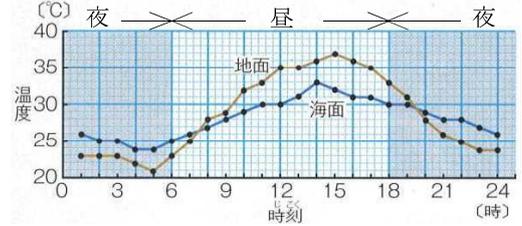
図3は、実験の結果をグラフに表したものである。

(1) 花子さんと健太さんが **実験** で、ビーカー B にさした温度計の液だめをアルミニウムはくでおおったのはなぜか、その理由を書きなさい。

(2) 図4は、ある晴れた日の地面と海面の24時間の温度変化を示したものである。**実験** の図3と合わせて考えた場合、海と陸のあたたまりやすさや冷えやすさについて、どのようなことが考えられるか。**ア～エ**から1つ選びなさい。

- ア 陸に比べて、海はあたたまりやすく、冷えやすい。
- イ 陸に比べて、海はあたたまりやすく、冷えにくい。
- ウ 陸に比べて、海はあたたまりにくく、冷えやすい。
- エ 陸に比べて、海はあたたまりにくく、冷えにくい。

図4

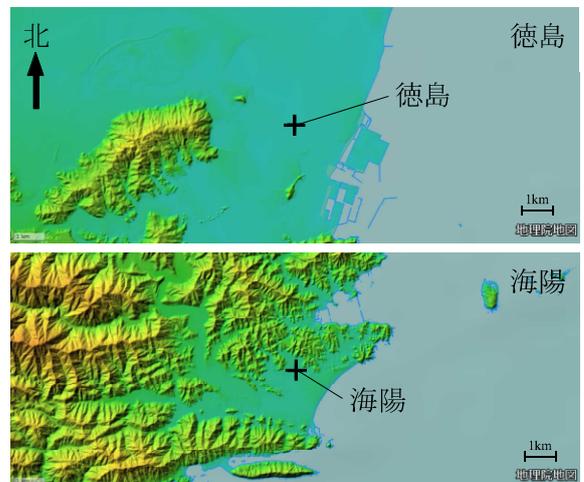


(3) 花子さんと健太さんは、沿岸部4か所のうち、海陽の気温だけが特に低い理由について、考えることにした。図5は、ともに気象観測点が海岸線から1 km以上離れている徳島と海陽の地形について、国土地理院のホームページの地理院地図で比べたものである。なお、用いたのは、平野と山地の分布が見分けやすい色別標高図である。

表の4日間において、気温が記録された時刻前後の天気および風の傾向を調べたところ、徳島、海陽ともに天気はすべて快晴または晴れであり、徳島では風速4 m前後の西よりの風がふいており、海陽ではほぼ無風に近かった。

以上のことを踏まえて、海陽の最低気温がなぜ低かったのか、その理由を書きなさい。

図5



+は徳島および海陽の気象観測点の位置

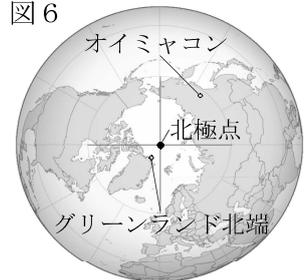
花子さん：先週はシベリア中央部のサハ共和国で -67°C を観測したらしいけど、その寒気が日本に流れ込んできているらしいわ。ちなみに、北半球での最低気温記録は、サハ共和国のオイミヤコンという村で観測された -71.2°C だそうよ。

健太さん：図6で見ると、オイミヤコンは北極点から3千km近く離れているけど、北極点はもっと寒いのかな。

花子さん：北極点は陸地ではなく、北極海の海面が厚い氷に覆われたところにあるので、北極点での常時観測は行われていないみたいね。でも北極点まで7百kmほどのグリーンランド北端の海岸部にある観測点で観測された最低気温の記録は -51°C だそうよ。

健太さん：南のオイミヤコンの方がずっと寒いのはなぜなんだろう。

図6



(4) 上記の健太さんの疑問に対してどのように説明したらよいか、書きなさい。

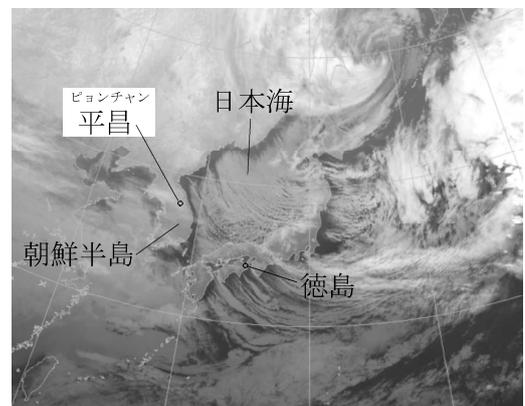
日本の冬の天気の特徴について

花子さん：図7は1月25日3時00分の気象衛星の赤外線による雲画像よ。日本海一面にすじ状の雲が広がり、日本海側に広く雪を降らせ、一部は太平洋にも見えているわね。でも徳島は乾燥した晴天だったみたいよ。

健太さん：徳島の1月の降水量の平年値は38.9mmで、これは日本海側で雪の多いところの4分の1から10分の1ぐらいだね。

花子さん：ちなみにシベリアのオイミヤコンの1月の降水量の平年値はわずか6.6mmだから、冬の季節風のもとになるシベリア気団が乾燥していることが想像できるわ。でも、大陸からやってくる季節風が、冬の日本海側にたくさんの雪をもたらし、豊かな水資源となってくれるのね。

図7



(5) シベリア気団からふき出す冷たく乾燥した大気は、どのようにして雪をもたらす大気に変化するのか、そのしくみについて書きなさい。

(6) 図7には、2018年冬季オリンピック・パラリンピック会場の平昌(ピョンチャン)の位置を示している。気象衛星の平昌付近の雲画像から、冬季オリンピック・パラリンピック競技のうち、スキーやスノーボードなどの屋外競技の実施にあたって心配されることは何か、書きなさい。



15

優太さんと香奈さんは、アメリカから短期留学で来日しているジムさんとともに、京都に観光に行きました。(1)～(9)に答えなさい。

優太さん：ここは梅尾山（とがのおさん）の高山寺（こうさんじ）です。このお寺には少し変わった絵があるんですよ。

ジムさん：この絵は何というものですか。

香奈さん：これは「鳥獣人物戯画」といって、約800年前に描かれたものです。

優太さん：サルやウサギ、カエルなどが人間のように描かれていて、日本最古の漫画ともいわれています。

香奈さん：このほかにも、キツネやシカが描かれているものもあるんですよ。

ジムさん：でもそうするとカエルだけ特別な感じがします。

優太さん：どうしてですか。

ジムさん：脊椎動物のなかまわけでいうと、サル・ウサギ・キツネ・シカは（あ）ですが、カエルは（い）だからです。

香奈さん：なるほど。



鳥獣人物戯画

(1) 文中の（あ）、（い）にあてはまる語を書きなさい。

あ		い	
---	--	---	--

(2) 表は、カエルとサルについて、それぞれの特徴を示したものである。ア～エにあてはまる言葉をそれぞれ書きなさい。ただし、ウは子と親のおもな生活の場所をそれぞれ書くこと。

表

生物 特徴	カエル	サル
なかまのふやし方	ア	胎 生
体 温	変 温	イ
おもな生活の場所	ウ	陸 上
体 表	うすく湿った皮膚	エ

ア		イ	
ウ		エ	

(3) 生物が長い年月の中で世代を重ねる間に変化していくことを進化という。脊椎動物では、魚類のあるものから会話文中の（ い ）へ、会話文中の（ い ）のあるものからは虫類へ進化したと考えられている。会話文中の（ い ）が魚類とは虫類の間にあると考えられている根拠を、それぞれの生物の特徴を踏まえて2つ書きなさい。

優太さん：あ、クヌギの木にカブトムシがいますよ。

ジムさん：これが日本のカブトムシですか。

香奈さん：カブトムシは、サルやカエルと違って無脊椎動物のなかまですね。

優太さん：そうです。また、無脊椎動物にもいろいろななかまがいますが、カブトムシは節足動物のなかまです。

ジムさん：カブトムシの体はかたいですね。

香奈さん：このように、体をかたい殻のようなものでおおっているつくりを（ う ）といいます。

ジムさん：無脊椎動物の特徴と脊椎動物の特徴は、まったく違うのですか。

優太さん：違うところもありますが、①共通しているところもありますよ。



カブトムシ

(4) 文中の（ う ）にあてはまる語を書きなさい。また、（ う ）のはたらきについて2つ書きなさい。

--

はたらき

(5) 下線部①について、カブトムシと脊椎動物の一種であるヘビとの共通点を示した文として誤っているものはどれか、ア～エから最も適切なものを選びなさい。

ア 卵を産んでなかまをふやす。

イ まわりの温度変化にともなって体温が変化する。

ウ 肺で呼吸する。

エ 陸上で生活する。

--

(6) 無脊椎動物には、節足動物のほかに軟体動物とよばれるなかまがいる。

(a) 軟体動物のなかまではないものはどれか、ア～エから1つ選びなさい。

ア ヒトデ イ ナメクジ ウ アサリ エ イカ

(b) 軟体動物は、内臓をおおっている膜をもっている。この膜を何というか、書きなさい。

ジムさん：京都は自然が豊かですね。

優太さん：徳島も負けてないですよ。あ、あその池にミシシippアカミミガメがいますよ。

ジムさん：ミシシipp…??

香奈さん：池の底には、アメリカザリガニがいますよ。

ジムさん：アメリカ…??

香奈さん：ジムさん、どうしたのですか。

ジムさん：あのカメやザリガニはアメリカのものですか。

優太さん：そうなんです。もともとミシシippアカミミガメもアメリカザリガニもアメリカに生息していたものです。

ジムさん：なぜ日本の池にいるのですか。

香奈さん：ミシシippアカミミガメは「ミドリガメ」というペットとして輸入されたものですが、誰かが池に放してしまったものが増えたとされています。

優太さん：アメリカザリガニはもともと食用ガエルのえさとして輸入されました。その後、養殖されたものが逃げ出して増えたとされています。

ジムさん：そうなんです。でも、日本の自然の中にもアメリカの生物がいるのでうれしいです。

優太さん：でも喜んでばかりもいられないのです。②もともとその地域にいなかったのに、人間の活動によってほかの国や地域からやってきて住み着いた生物が、③さまざまな悪影響を及ぼしていることがあるのですよ。

ジムさん：そんなこととは知らずに…。日本の自然は美しいので、大切にしたいですね。

香奈さん：現在、多くの国や地域で、科学的な調査のもと、生物のつながりや自然環境を保全するための取り組みや法整備が進められているのですよ。



ミシシippアカミミガメ



アメリカザリガニ

(7) 下線部②のような生物を何というか、書きなさい。

(8) 下線部②について、日本固有の生物をア～クからすべて選びなさい。

ア オオクチバス イ ウシガエル ウ セアカコケグモ エ メダカ
オ セイタカアワダチソウ カ アライグマ キ イシガメ ク シロツメクサ

--

(9) 下線部③について、下線部②の生物が及ぼす悪影響には、大きくわけて「人の生命・身体への影響」、「農林水産業への影響」、「生態系への影響」の3つがある。「人の生命・身体への影響」については、毒をもっていることや刺したりかんだりして危険であることが考えられる。また、「農林水産業への影響」については、農林水産物を食べたり田畑を踏み荒らしたりすることが考えられる。「生態系への影響」について考えられることを3つ書きなさい。

19

建一さんと俊彦さんは、ゼラチンのゼリーをつくり、生のパイナップルをのせてデザートをつくった。その時の変化のようすに興味をもち、調べてみることにした。[2人の会話]と[実験]を読んで、(1)～(7)に答えなさい。

[2人の会話]

建一さん： うまくできたはずのデザートが、しばらくするとゼリーの形が崩れて液状になってしまったのには驚いたなあ。

俊彦さん： せっかく生のパイナップルを使ったのにね。どこかでゼリーの作り方を間違ったのかな。

建一さん： ゼリーの作り方に間違いはなかったよ。以前にメロンで同じように作ったときは、何も問題がなかったからね。

俊彦さん： パイナップルとゼリーには何か関係があるのかもしれないよ。ゼラチンを使ったゼリーと、パイナップルについて調べてみよう。

調べてわかったこと

- ・ゼラチンはタンパク質である。
- ・生のパイナップルには、①タンパク質を分解するはたらきをもつ物質がふくまれている。
- ・缶詰のパイナップルを使うと、ゼラチンのゼリーは液状にはならない。
- ・缶詰のパイナップルは、生のパイナップルに砂糖と水を加え、加熱して作られている。
- ・水には、タンパク質を分解するはたらきがない。

建一さん： 意外なことがわかったね。でもこれでなんとなく原因がわかったぞ。原因を探究するために実験を行ってみよう。

(1) 下線部①について、動物の消化液にふくまれる、食物を分解するはたらきをもつ物質をなんとか、書きなさい。

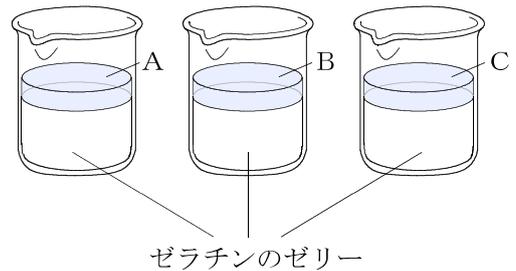
(2) 下線部①について、ヒトの消化液で、タンパク質を分解するはたらきをもつ物質をふくむ消化液を、次のア～エからすべて選びなさい。

ア だ液 イ 胃液 ウ すい液 エ 胆汁

建一さんと俊彦さんは、調べてわかったこと から、缶詰のパイナップルを使うとゼリーが液状にならないのは、加熱することや砂糖を加えることにより、生のパイナップルにふくまれる、タンパク質を分解する物質のはたらきが失われるためだと考え、次の実験を行った。

[実験]

- ① 3つのビーカーに、同量ずつゼラチンのゼリーをつくった。
- ② 加熱していない生のパイナップルのしぼり汁をA、生のパイナップルのしぼり汁を加熱し常温に戻したものをB、生のパイナップルのしぼり汁に砂糖を加えて加熱し常温に戻したものをCとして、図1のように、①の3つのビーカーに同量ずつ入れた。
- ③ しばらく時間をおいてゼリーの様子を観察し、結果を表にまとめた。



表

ビーカーに入れたもの		ゼリーの様子
A	加熱していない生のパイナップルのしぼり汁	液状になった
B	生のパイナップルのしぼり汁を加熱し常温に戻したもの	変化なし
C	生のパイナップルのしぼり汁に砂糖を加えて加熱し常温に戻したもの	変化なし

俊彦さん： これで原因がはっきりしたぞ。生のパイナップルにはタンパク質を分解する物質がふくまれていて、加熱することが原因でこの物質のはたらきが失われたからだね。
 建一さん： うーん、これでは完全にそうだとは言い切れない気がするな。加熱することのみが影響していることを明らかにするためには、あと1つ実験が必要になるね。

(3) [実験]の結果から、加熱することによりタンパク質を分解する物質のはたらきが失われることがわかったが、加熱することのみが影響していることを明らかにするためには、条件を変えてあと1つ実験を追加して行う必要がある。(a)・(b)に答えなさい。

(a) [実験]に、どのような条件の実験を追加して行えばよいか、簡潔に書きなさい。

(b) 追加した実験において、どのような結果が得られれば、加熱することのみが影響しているといえるか、簡潔に書きなさい。

(4) [実験]に加えて、ゼラチンのゼリーが入ったビーカーに様々なパイナップルのしぼり汁を入れたとき、ゼリーの形が崩れて液状になったものがあった。液状になったものを、次のア～エから1つ選びなさい。ただし、加熱したしぼり汁はすべて常温に戻してから入れるものとする。

- ア 加熱した生のしぼり汁と缶詰のパイナップルのしぼり汁を同量ずつ混ぜたものを加熱して入れた。
- イ 加熱していない生のしぼり汁と缶詰のパイナップルのしぼり汁を同量ずつ混ぜたものを加熱して入れた。
- ウ 加熱した生のしぼり汁を入れた後に、缶詰のパイナップルのしぼり汁を同量入れた。
- エ 加熱していない生のしぼり汁を入れた後に、加熱した缶詰のパイナップルのしぼり汁を同量入れた。

[2人の会話]

建一さん：ゼリーが液状になって驚いたけど、原因がはっきりしてすっきりしたね。

俊彦さん：実は昨日家で八宝菜を食べたときも、同じようにだんだんろみがなくなって液状になったんだけど、これも原因は同じかな。

建一さん：その八宝菜に使われていた材料を調べてみると、何かわかるかもしれないよ。

俊彦さん：夕食を作ってくれたお母さんに材料を聞いてみるよ。

八宝菜の材料

・豚肉 ・イカ ・うずらのたまご ・白菜 ・にんじん ・玉ねぎ ・たけのこ ・キクラゲ
・塩 ・コショウ ・鶏ガラだしの素 ・醤油 ・水溶き片栗粉 ・ごま油

建一さん：うーん、まずゼラチンのゼリーが入ってないね。なぜとろみがついたのかな。

俊彦さん：お母さんが、最後に水溶き片栗粉を入れて混ぜながら加熱すると、全体にとろみがついてくると教えてくれたんだ。

建一さん：なるほど。片栗粉にふくまれている②デンプンでとろみがついたんだね。じゃあ液状になったのは材料の中にデンプンを分解するはたらきをもつ物質があるからかな。

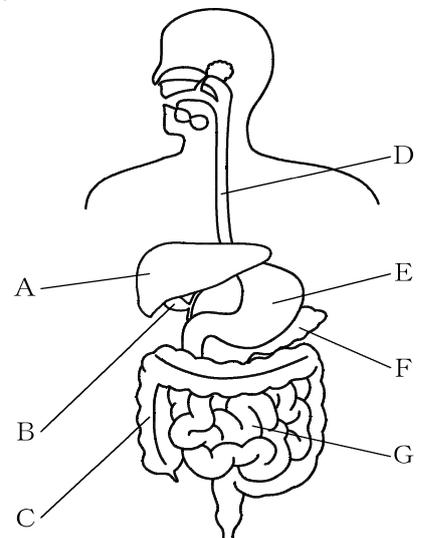
俊彦さん：最初はとろみがついていたのですが、スプーンを使って食べ進めるうちに、お皿の中でどんだんとろみがなくなっていったんだよ。

建一さん：そうか、わかったぞ。材料の中にデンプンを分解するはたらきをもつ物質があるのではなく、俊彦さんが③スプーンを使って食べ進めたことが大きな原因かもしれないよ。

(5) 下線部②について、ヒトの体の中では、デンプンは最終的にブドウ糖に分解される。右の図2のA～Gのうち、その過程ではたらくデンプンを分解する物質を分泌する器官はどれか。その組み合わせとして最も適切なものを、次のア～カから1つ選び、記号を書きなさい。

- ア B・F
- イ F・G
- ウ A・C・G
- エ E・F・G
- オ A・B・D・E
- カ C・D・E・G

図2



Blank box for answer to question (5).

(6) 八宝菜の材料のうち、おもにタンパク質を分解するはたらきをもつ物質によって消化されるものはどれか、最も適切なものを3つ選びなさい。

Blank box for answer to question (6).

(7) 下線部③について、建一さんは「俊彦さんのもつ『ある物質』がデンプンを分解するはたらきをもつためである」と仮説を立て、それを証明するための実験方法を考えた。そして、その実験を行うことで仮説が正しいと証明できた。(a)・(b)に答えなさい。

(a) 建一さんが考えた『ある物質』とは何か。最も適切なものを答えなさい。

--

(b) 建一さんが考えた実験方法とはどのようなものか、また、仮説を証明するためにどのような結果が得られることが必要か、書きなさい。ただし建一さんは複数の実験を比較することで、仮説が正しいことを証明したものとする。

(実験方法)

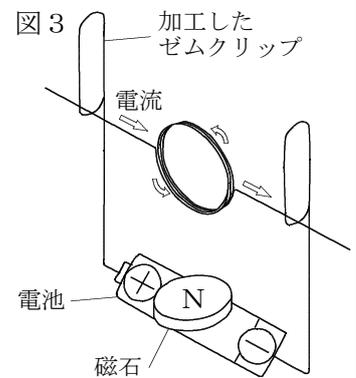
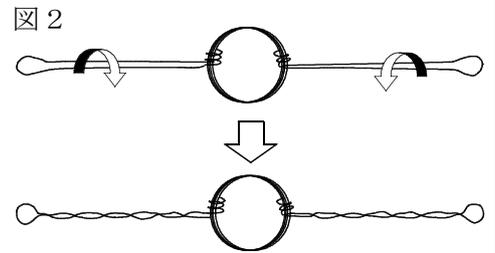
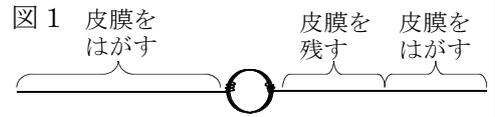
(結果)

21

理科の授業で学習した電流が磁界から受ける力に興味を持った涼さんと華さんは、放課後の科学部の活動でクリップモーターを作ってくわしく調べた。(1)～(5)に答えなさい。

実験

- ① エナメル線の両端を約 10 cm ずつ残して、コイルを作った。
- ② 図 1 のように、片方のエナメル線の被膜を紙やすりで全部はがした。反対側は、半分から先だけ被膜をはがした。
- ③ 図 2 のように、エナメル線を半分に軽く曲げて両端に小さな輪を作り、コイルの中心とエナメル線の両端が一直線になるように、ねじった。
- ④ 図 3 のように、加工したゼムクリップ 2 個を、セロハンテープで磁石を取り付けた乾電池に固定した。
- ⑤ コイルをクリップにのせて、指で軽くはじくと、コイルが回転した。



涼さんと華さんの会話

涼さん：エナメル線とクリップで作ったモーターが回転して良かったですね。

華さん：作ったクリップモーターのコイルを速く回すためには、電池を「あ」方法と、磁石を「い」方法が考えられます。

涼さん：また、コイルの回転を逆方向にするためには、「う」方法があります。

華さん：はじめに作ったクリップモーターのコイルが回転しなかったときは、困りましたが、今回は回転して良かったです。どうやら、前回のコイルが回転しなかったのは、**実験**②で両方のエナメル線の被膜を全部はがしてしまったことが原因だったようです。

涼さん：両方のエナメル線の被膜を全部はがすと、なぜ、うまく回転しないのか考えてみましょう。

(1) 下線部———で、「あ」、「い」にあてはまる語句を書きなさい。

あ		い	
---	--	---	--

(2) 下線部=====で、「う」にあてはまる語句を、電池と磁石について、それぞれ書きなさい。

涼さんと華さんの会話のつづき

涼さん：図4のようにに考えて、コイルに流れる電流が磁界から受ける力の方向をわかりやすくしてみましょう。

華さん：(a)のコイルの辺Aが上にあるときは、辺Aには、紙面上で手前から奥向きに力が働くので、左から観察すると、コイルは「え」に回転しようとする力を受けます。また、(b)のコイルの辺Aが下にあるときは、(a)のときと同様に観察すると、コイルは「お」に回転しようとする力を受けることがわかります。

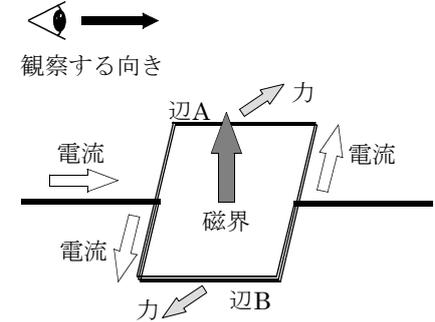
涼さん：コイルに流れる電流が磁界から受ける力の向きが、辺Aの場所によって変わることがわかりました。

華さん：被膜を全部はがすと、「か」」。そのため、片方の被膜を半分だけ残して、半回転分は電流が流れないようにする必要があったのですね。

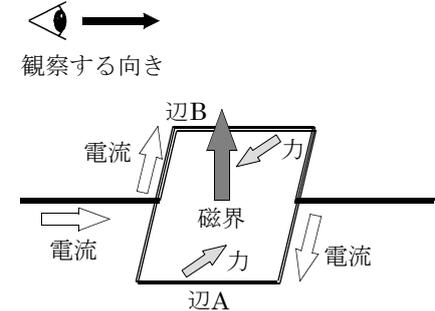
華さん：なるほど、コイルに電流が流れないタイミングがあることで、コイルは一定方向に回転し続けることができるのですね。

図4

(a) コイルの辺Aが上にあるとき



(b) コイルの辺Aが下にあるとき

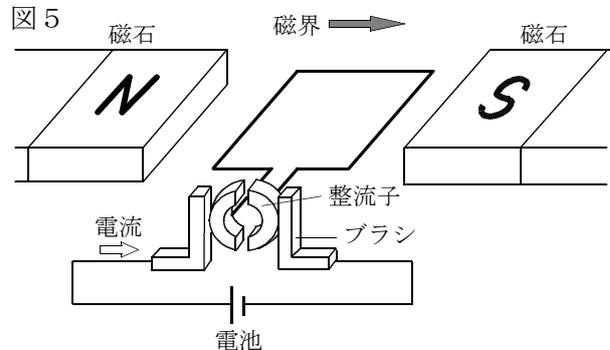


(3) 本文中の「え」、「お」にあてはまる方向として、時計回りか反時計回りのどちらかを書きなさい。ただし、回転方向は、観察する向きから見たときのものとする。

え		お	
---	--	---	--

(4) 本文中の「か」にあてはまる語句を書きなさい。

(5) 図5は、モーターが回転するしくみを模式的にあらわしている。コイルが連続的に回転するための工夫である整流子のはたらきを書きなさい。



携帯用カイロを使った実験を行った。(1)～(4)に答えなさい。

実験

① カイロをポリエチレンの袋からとり出し、すばやくカイロの質量を測定したところ10.00 gであった。その後すぐ、図1のように、カイロと温度計をメスシリンダー内の底のほうに固定し、メスシリンダーをさかさまにして立て、メスシリンダー内の水位を調整したところ、図2のように水位は cm^3 の目盛りの線上にあった。

図1

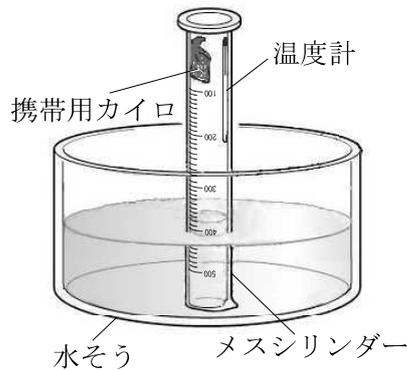
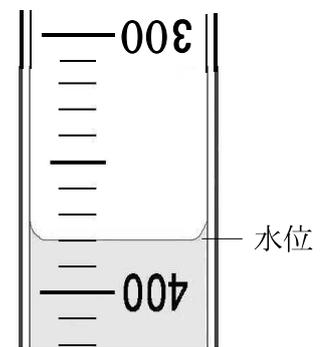
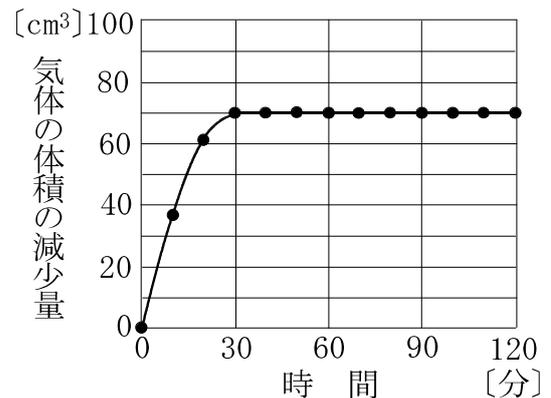


図2



② その後、カイロの中の鉄とメスシリンダー内の酸素が反応して熱が発生してきた。10分ごとに、メスシリンダー内の気体の体積の減少量を調べた。図3は、その結果を示したものである。

図3



③ 2時間後、メスシリンダー内の温度は、熱が発生する前の温度にもどっていたので、カイロをメスシリンダーからとり出し、すばやく質量を測定したところ10.10 gであった。

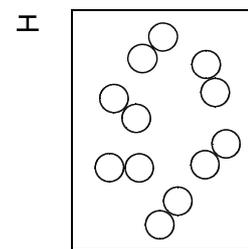
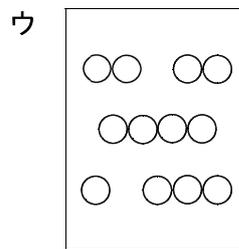
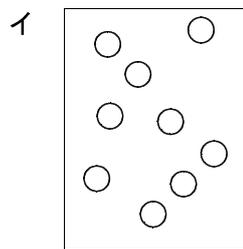
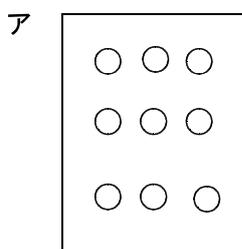
④ メスシリンダーからとり出したカイロを、そのまま置いておくとカイロの温度が再び上昇してきた。

⑤ メスシリンダーに入れていたカイロと温度計の体積を調べたところ、合計で20 cm^3 であった。

(1) **実験** ①で、 にあてはまるメスシリンダー内の水位はいくらか、書きなさい。

【解説】 メスシリンダーの目盛りを読むときは、液面のへこんだ面を真横から水平に見て、最小目盛りの10分の1まで目分量で読みとる。

(2) 空気中の酸素のようすを表したモデルとして適切なものはどれか、ア～エから1つ選びなさい。ただし、○は酸素原子を表すものとする。



エ

【解説】 単体の酸素は、酸素原子2個が結びついた酸素分子の状態で存在している。また、気体の酸素は分子が自由に運動しているので「エ」が正しいモデルとなる。

- (3) 次は、**実験**の結果をもとに、反応前のメスシリンダー内において、空気にふくまれていた酸素の体積の割合を求めようと、花子さんが考えたものである。①～⑥の□には、あてはまる語句や言葉を、⑦の□には、あてはまる数値を書きなさい。ただし、⑦の□は、小数第1位を四捨五入して整数で書きなさい。

【花子さんの考え】

反応前のメスシリンダー内において、空気にふくまれていた酸素の体積の割合を求めるには、反応前のメスシリンダー内の空気の体積と酸素の体積がわかればよい。すると、

$$\begin{aligned} & \text{空気にふくまれていた酸素の体積の割合 [\%]} \\ &= \frac{\text{① 反応前のメスシリンダー内の酸素の体積}}{\text{② 反応前のメスシリンダー内の空気の体積}} \times 100 \end{aligned}$$

となり、酸素の体積の割合を求めることができる。

まず、反応前のメスシリンダー内の空気の体積を考えることにする。これは、図2のメスシリンダーの水位の値から、③ **カイロと温度計**の体積をひくことで求めることができる。

また、メスシリンダー内での化学反応は、カイロの中の④ **鉄**と空気中の⑤ **酸素**が結びつく反応なので、反応前のメスシリンダー内の酸素の体積は、図3の気体の体積の減少量から求めることができる。しかし、この場合、メスシリンダー内のすべての酸素が化学反応により消費されたということが必要であるが、このことは、⑥ **メスシリンダーからとり出したカイロを、そのまま置いておくとカイロの温度が再び上昇してきた**という結果から、メスシリンダー内のすべての酸素が化学反応によって消費されたと考えてもよいことがわかる。

このようにして求めた2つの値を、式に代入して求めたところ、反応前のメスシリンダー内において、空気にふくまれていた酸素の体積の割合は、⑦ **19**%となった。

【解説】

- ③ **実験** ①で、水位は380 cm³であるが、メスシリンダー内には「カイロと温度計」が入っているので、380 cm³からカイロと温度計の体積の20 cm³をひく。
- ④⑤ 鉄粉は空気中の酸素と結びつき、そのときに熱を発生する。携帯用カイロはこの反応を利用したものである。
- ⑥ 「メスシリンダーからとり出したカイロを、そのまま置いておくとカイロの温度が再び上昇してきた」のは、カイロの中に酸素と反応していない鉄粉が残っていたためである。これは、カイロの中のすべての鉄粉が酸素と反応するまでに、メスシリンダー内の酸素が反応によって消費されたためであると考えられる。

- ⑦ 「反応前のメスシリンダー内の空気の体積」は 360 cm^3 、「反応前のメスシリンダー内の酸素の体積」は、図3の気体の減少量より 70 cm^3 である。よって、次の式により求められる。

$$\begin{aligned} \text{空気にくまれていた酸素の体積の割合} [\%] &= \frac{70}{360} \times 100 \\ &= 19.4 \end{aligned}$$

よって、19 [%] となる。

- (4) **実験** を行った実験室の空気の体積を 400 m^3 とすると、実験室内の空気にくまれている酸素の質量は何kgか、**実験** や(3)の結果をもとにして求めなさい。ただし、**実験** において、カイロの質量の増加は酸素によるものとし、実験室内の空気は反応前のメスシリンダー内の空気と同じ状態であるものとする。なお、小数第1位を四捨五入して整数で書きなさい。

109 kg

【解説】

$400 [\text{m}^3] = 400000000 [\text{cm}^3]$ であり、
この中にふくまれている酸素の体積は、(3)の結果から、
 $400000000 \times 0.19 = 76000000 [\text{cm}^3]$ となる。
また、図3と**実験** ③から、酸素 $70 [\text{cm}^3]$ の質量は $0.10 [\text{g}]$ である。
酸素 $76000000 [\text{cm}^3]$ の質量を $A [\text{g}]$ とすると、
 $0.10 [\text{g}] : 70 [\text{cm}^3] = A [\text{g}] : 76000000 [\text{cm}^3]$ となる。
 $A = 108571.4 [\text{g}]$
 $= 108.5714 [\text{kg}]$
よって、109 [kg] となる。

2 幸子さんの家では、屋根の上に光電池をとりつけることになった。そこで、幸子さんは、光電池の性質について調べる実験を行った。次は、このときのレポートの一部である。(1)～(4)に答えなさい。

実験

- ① 図1の回路図で、光電池面の傾きを変えることのできる光電池、抵抗器、電圧計、電流計、スイッチを接続した。
- ② 図2は、光電池と光源の位置関係を模式的に表したものである。図2のように、光電池面と水平面との角度Aを 90° にし、暗い部屋で、水平面との角度を 30° にした光源からの光を光電池面に当てた。
- ③ スイッチを入れ、抵抗器に流れる電流の強さと、加わる電圧の大きさを測定した。
- ④ 光電池面と水平面との角度Aを変えて、②・③の実験を繰り返した。

図1

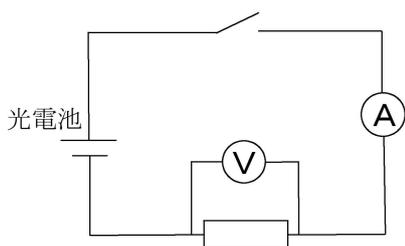
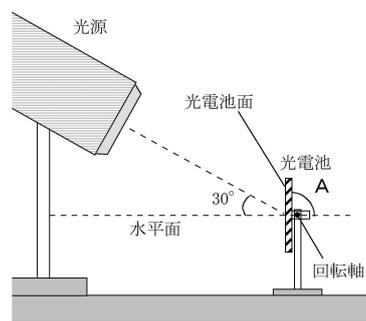


図2

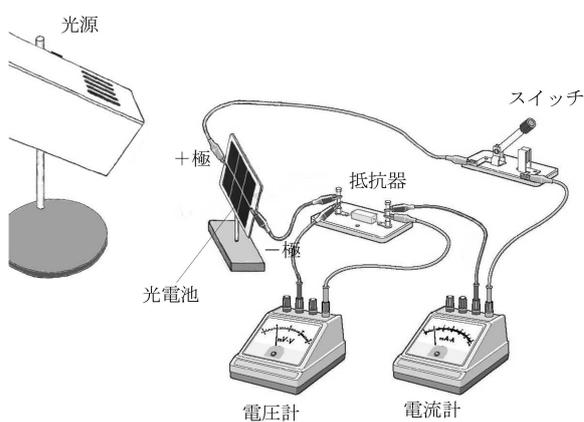


結果

角度A [度]	90	75	60	45
抵抗器に流れた電流[mA]	29	33	34	33
抵抗器に加わった電圧[V]	0.29	0.33	0.34	0.33

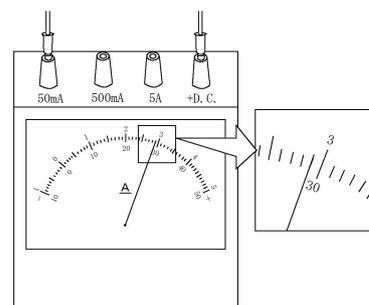
(1) 図3は、実験に用いた光電池、抵抗器、電圧計、電流計、スイッチである。図1の回路図になるように、図3に導線をかき加えて接続させなさい。

図3



(2) 図4は、角度Aが 30° のときの電流計を模式的に示したものである。電流は何A流れていたか書きなさい。

図4



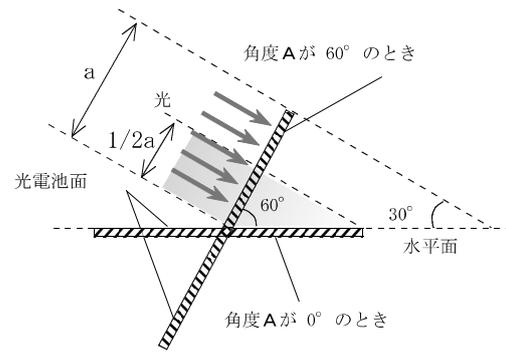
29 mA

【解説】 50mAに接続されているため、目盛りの下側の数値(-10~+50)で読みとる。

(3) 図5は、角度Aが60°と0°のときの光電池面の一部に当たる光のようすを模式的に表したものである。

角度Aが60°のときに光電池面が受けとる光エネルギーをaとすると、角度Aが0°のとき光電池面が受けとる光エネルギーは $1/2a$ になる。このとき、角度Aが0°のとき抵抗器に流れる電流の強さは何mAになるか、求めなさい。ただし、受けとる光エネルギーと流れる電流は比例関係にあるとする。

図5



17 mA

【解説】 角度Aが60°のとき、抵抗器に流れた電流は34 mAである。角度Aが0°のとき光電池面が受けとるエネルギーは、60°のときの1/2であるから、 $34 \div 2 = 17$ mAとなる。

(4) 次の文章は、幸子さんとお父さんの会話である。①～④の□にあてはまる文章や数値を書きなさい。

お父さん「この実験から、抵抗器に流れる電流や加わる電圧は、光電池面に当たる光の角度とどのような関係があったのかな。」

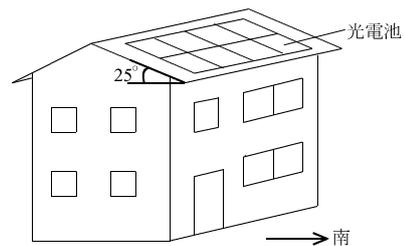
幸子さん「① 光電池面と当たる光の角度が90°に近づくほど、抵抗器に流れる電流や加わる電圧は大きくなる。」

「我が家は南北の2方向に面した屋根があるけど、光電池は南向きの屋根にとりつけるといいよ。」

「その理由は、」

② 北向きの屋根にとりつけた場合と比べて、南向きの屋根のほうが、太陽の光が光電池面に対してより90°に近い角度に当たり、多くの発電が期待できるから。」

幸子さんの家の設置予想図



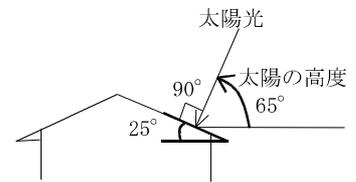
お父さん「なるほど。それなら南に面した屋根に光電池をとりつけることにしよう。」

幸子さん「屋根は真南に面して傾斜角は25°だから、最も多く発電するのは、太陽が、③ 南 の方位にあるときで、太陽高度が④ 65 度になったときだね。」

お父さん「これからは再生可能エネルギーを有効に使っていかなければならないね。今度は、光エネルギーのほかにどんな再生可能エネルギーを利用しているか調べてみるといいよ。」

【解説】

- ① **結果** より角度Aが 60° のときに電流や電圧の値が最大となっている。このときの光電池面に当たる光の入射角は 90° となっている。
- ② 日本では1年を通して太陽が南側を通過するため、光電池が南に面したほうが北面に向けた場合と比べて、太陽光がより 90° に近い角度になる。また、発電には太陽光の当たる時間も関係するが、北面に設置した場合には朝夕に太陽光が当たらない時間帯が多く生じてしまう。
- ③④ 最も多く発電するときは、太陽光が光電池面に 90° で入射するときである。右図のように、屋根が真南に向いていることから太陽が真南に位置し角度が 65° のときである。



4 健太さんと花子さんは天気予報を見ていて、台風の動きとその影響について興味を持ち、気象庁のホームページで台風について調べた。次の[天気予報の情報]と[二人の会話]を読んで、(1)～(5)に答えなさい。

(1) 本文中の a・b にあてはまる数字を書きなさい。

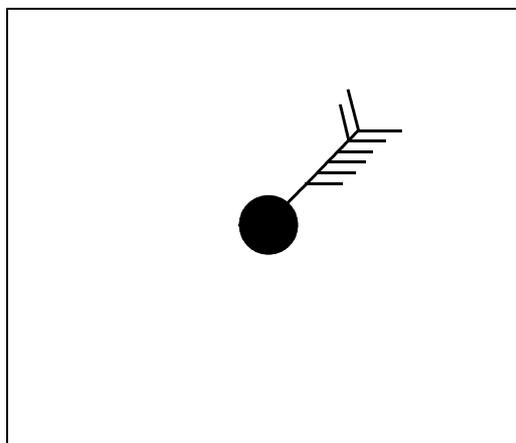
a	500	b	44
---	-----	---	----

【解説】 表1より「大型」は500km以上800km未満、表2より「非常に強い」は44m/s以上54m/s未満である。

(2) 図1の●印の地点X（高知県室戸岬）の気圧はおよそ何hPaか、書きなさい。ただし、等圧線の細い実線は4hPa、太い実線は20hPa、波線は2hPa毎に示している。

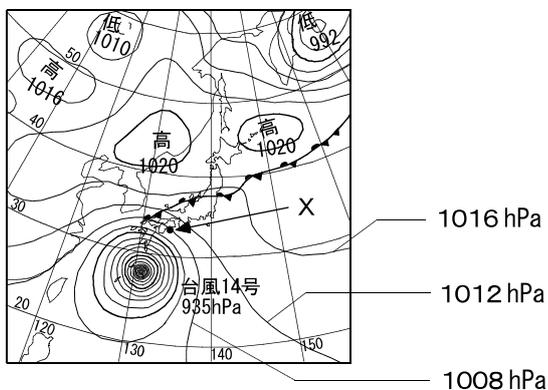
また、地点Xにおけるこの時刻の天気は雨、風向は北東、風速は18.3m/sであった。表3の風力階級表を参考にして、天気図に用いられる記号を用いて、天気、風向、風力を書きなさい。

1008 hPa



【解説】 等圧線の読解と天気図に用いられる記号

下図のように、高気圧の太い実線の1020hPaから3本目の細い実線（4hPa刻み）である。



- ・ 天気は雨、記号は●
- ・ 風向は北東（風がふいてくる向きを16方位で表す）
- ・ 風速18.3m/sは、表3の風力階級表より風力8である。風力の表示は、風力6までは時計回りの側に、7以上は反対側に書く。

(3) 健太さんと花子さんは気象庁のホームページで、過去に徳島市付近を通過した台風の情報を見つけた。図2は2003年8月6日午前9時の天気図である。図3は図2の台風10号の8月6日午前9時頃から8月10日午前9時頃までの経路を示している。図3の○印は午前9時、●印は午後9時の台風の中心の位置を、☆印は地点Y（和歌山県潮岬）を表している。

図2

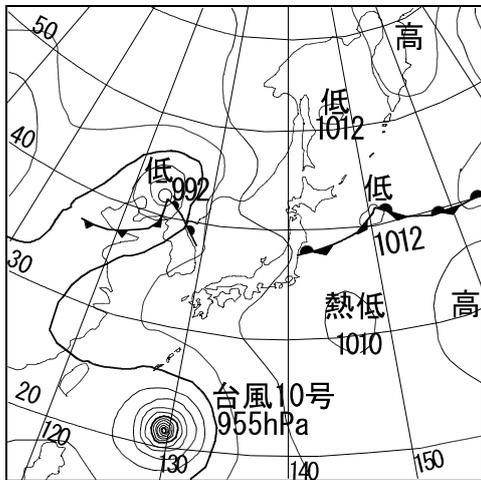
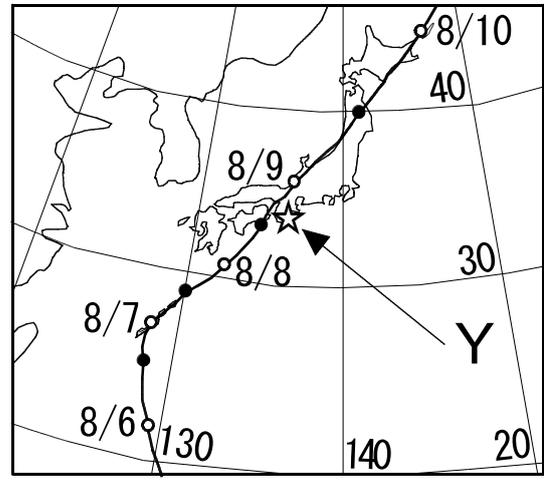
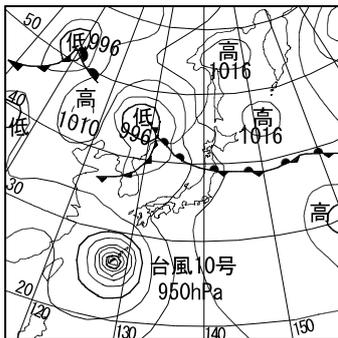


図3

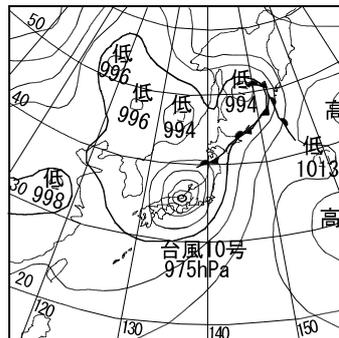


① 次のア～ウは2003年8月7日～9日の午前9時の天気図である。日付が古いものから順に記号で書きなさい。

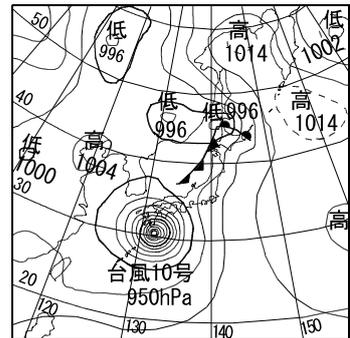
ア



イ



ウ



ア → ウ → イ

【解説】低気圧（台風）の動きと天気図の変化

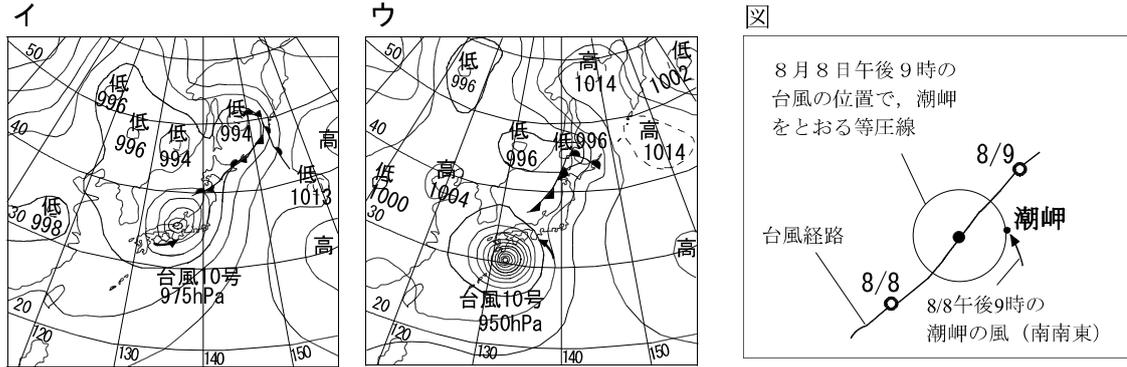
天気図の読解は、特定の低気圧（台風）や高気圧に着目してその動きを追跡する。この問題では、図2に8月6日の天気図、図3に台風の移動経路を示している。図3の経路図の午前9時の台風的位置に合う天気図を考える。

② 図3で、台風10号の進行方向の東側の地点Y（和歌山県潮岬）における8月8日午前9時と午後9時、8月9日午前9時の風向を順に並べたものとして最も適当なものを、次のア～エから選びなさい。

- | | | | |
|---|----------------|---|----------------|
| ア | 南東 → 南南東 → 西南西 | イ | 南東 → 東南東 → 北北西 |
| ウ | 北西 → 北北東 → 東北東 | エ | 北西 → 西南西 → 南南西 |

ア

【解説】台風（低気圧）周辺の風の吹き方

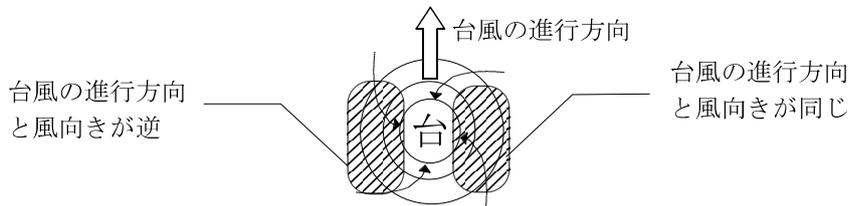


(2)①のイは8月9日午前9時、ウは8月8日午前9時の天気図である。台風の地上の風は温帯低気圧と同じように、等圧線に対しておよそ 30° の傾きで中心に向かってふいているので、図のように、イでは西南西、ウでは南東の風向になる。8月9日午後9時の天気図は示されていないが、図3の台風経路図をもとに、上の図では、8月8日午後9時の台風のおおよその位置を予測して同心円状の等圧線を描き、潮岬でふく風を考えることができる。このことから、一般に、台風の中心が西側（または北側）を通過する場合は時計回り、東側（または南側）を通過する場合は反時計回りに変化することがわかる。

(4) 本文中のあ～えにあてはまる語句を書きなさい。

あ	反時計（左）	い	同じ	う	逆	え	西または北
---	--------	---	----	---	---	---	-------

【解説】台風の進行方向と風の強さの関係

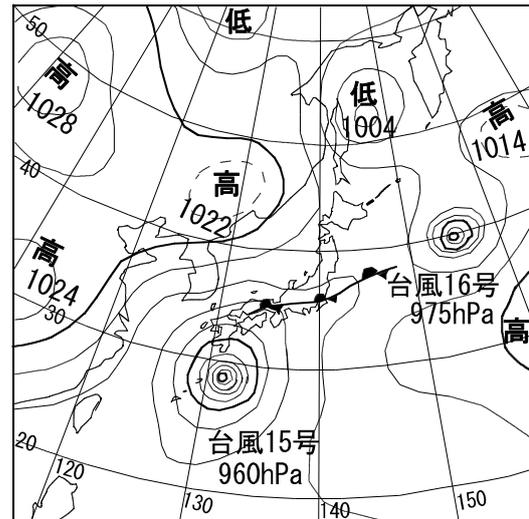


- ・気圧の低下によって、1 hPaあたり1 cm海面が上昇すると考えられている。上の図の関係で東や南に面した沿岸地域では、湾に向かってふく風の影響が重なり高潮が発生しやすくなる。
- ・高潮による災害は、台風の風の影響以外に、月や太陽の引力による潮の満ち引きの影響も重なって起こることが多い。

(5) 図4は2011年9月20日午前9時の天気図である。この日の徳島市では、台風15号の接近に伴い一日の降水量が429.5mm（降り始めからの三日間の降水量は598.5mm）という記録的な大雨となった（1981年～2010年までの徳島市の年間平均降水量は1453.8mmである）。

今回の台風14号においても、大雨への警戒が必要であると天気予報で言われているが、それはどのような理由によると考えられるか。図1と図4の天気図に共通する点に着目して、その理由を説明しなさい。

図4



(正答例)

日本付近には停滞前線（秋雨前線）があり、前線に台風が近づくと、南から水蒸気を多量にふくんだ湿った空気が送り込まれるため大雨になる。

【解説】 天気図の読解と文章表現

一般に、

- ・ 台風による大雨は台風がゆっくりと北上する場合に起こりやすい。台風の進行方向の東側にあたる南東に面した斜面地域では、同じ場所に長時間雨雲がかかる（台風が接近しているときから降り始め、台風が通過しても雨が降り続くことがある）ことで大雨になる。
- ・ 梅雨前線や秋雨前線のような停滞前線（その他の低気圧や前線）と台風の影響が重なる場合に大雨になる場合が多い。

科学部に所属する中学生の和夫さんと夏美さんは卵の殻について興味を持ち、その成分について調べる実験をした。〔二人の会話〕と〔実験〕を読んで(1)～(8)に答えなさい。

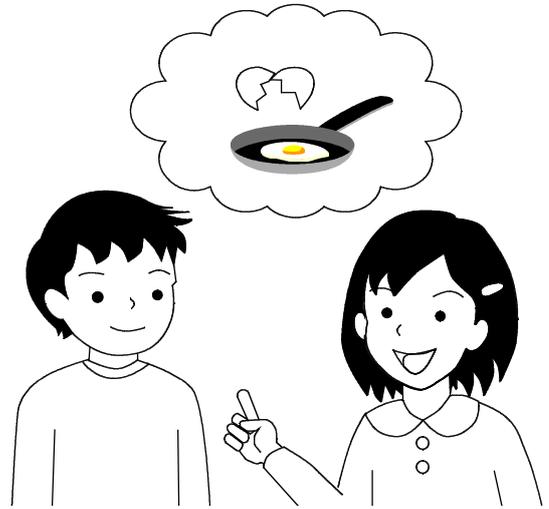
〔二人の会話〕

和夫：料理した後の卵の殻ってもったいないね。何かに利用できないのかな。

夏美：カルシウム不足を補うための健康食品に加工されることもあるんだって。

和夫：へえ、卵の殻ってカルシウムでできているんだね。

夏美：いいえ。カルシウムそのものではなくて、炭酸カルシウムという物質が主な成分だよ。炭酸カルシウムは石灰石の成分にもなっているわ。そういえば、日本の石灰石の多くは、2～3億年前の^(a)生物の遺骸がもとになったものなんだって先生がおっしゃっていたね。



和夫：覚えてるよ、その話。^(b)石灰石は塩酸を加えると二酸化炭素が発生するって習ったね。

夏美：ということは、卵の殻も塩酸と反応するはずね。実験してみようか。

和夫：それは面白そうだ。

夏美：そのときに出てくる二酸化炭素の量から、ふくまれている炭酸カルシウムの量がわかるかもしれないね。化学反応のときには、反応の前後で物質の量には決まった関係があるって習ったものね。炭酸カルシウムから発生する二酸化炭素の量を調べて、卵の殻のときと比較すればいいわね。

和夫：うーん・・・少し難しそうだなあ。でも面白そうだ。早速やってみよう。

〔実験〕

図1

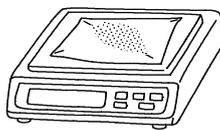


図2



図3



図4



- ①図1のように、薬包紙を使って粉末の炭酸カルシウム1.00 g を電子てんびんではかりとった。
- ②12%の塩酸をメスシリンダーで20mLはかりとり、ビーカーに注ぎ入れた。
- ③図2のように、塩酸の入ったビーカーの上にガラス板をのせ、全体の質量を測定した。
- ④図3のように、薬包紙の炭酸カルシウムを少しずつ静かにビーカーに入れた。ビーカー内ではシュワーという音とともに、細かい泡がさかんに発生していた。全ての炭酸カルシウムを入れ終わったらガラス板でふたをした。
- ⑤ガラス板を指で軽く押さえながら静かにビーカーを揺り動かし、ビーカー内の溶液が均一に混ざり、反応が完全に終了するようにした。

- ⑥泡の発生が止まったところでガラス板をいったん外し、ビーカーの中にたまった二酸化炭素を追い出すため、ストローで軽く息を吹きかけた。このときガラス板についた細かなしずくはそのままにしておいた。
- ⑦図4のように、反応液の入ったビーカーの上に再びガラス板をのせたまま、全体の質量を測定した。
- ⑧炭酸カルシウムの質量を2.00 g、3.00 g、4.00 g、5.00 g、6.00 gと変化させて同様の実験を行い、その結果を表にまとめた。このとき、炭酸カルシウムが全て反応したかどうかを「反応後のようす」の欄に記録しておいた。
- ⑨細かくすりつぶした卵の殻を3.00 gはかりとり、①～⑦と同様に12%の塩酸20mLと反応させたところ、1.25 gの二酸化炭素が発生した。

表

炭酸カルシウムの質量 [g]	③の全体の質量 [g]	⑦の全体の質量 [g]	反応後のようす
1.00	105.72	106.28	全て反応した。
2.00	104.55	105.67	全て反応した。
3.00	104.82	106.50	全て反応した。
4.00	105.14	107.61	一部が反応せずに残った。
5.00	103.92	107.39	一部が反応せずに残った。
6.00	105.68	110.15	一部が反応せずに残った。

[二人の会話]

和夫：ずいぶん苦労したけど、なんとか終わったね。卵の殻がほとんど炭酸カルシウムでできていることがよくわかったよ。でも、同じ炭酸カルシウムからできているのに、石灰石と比べて卵の殻はずいぶん壊れやすいね。なぜだろう。

夏美：卵の殻には小さなすき間がたくさんあいていて、このすき間から、卵が成長するのに必要な酸素をとり入れたり、不要になった二酸化炭素を出したりしているんだって。すき間があるから壊れやすいんだわ。石灰石は長い間地底で押し固められたものだからすき間はないでしょうね。だから固いのよ、きっと。

和夫：そうか、なるほど。そういえば、古い卵が軽くなって食塩水に浮くって話があったね。そのわけは、古い卵では時間が経つうちに卵の殻のすき間から水分が出ていって、かわりに空気が入ってくるからだったよね。あれ、この話はどこで聞いたんだっけ？
思い出せないなあ・・・。

- (1) 下線部(a)のように、生物の遺骸がもとになった岩石のうち、石灰石と違い塩酸を加えても二酸化炭素が発生しないものは何か、名称を答えなさい。

チャート

【解説】

石灰石はサンゴ、フズリナ、貝などの炭酸カルシウムを主成分とする骨格や殻を持っていた生物からできたもので、チャートは放散虫などの二酸化ケイ素を主成分とする骨格や殻を持っていた生物からできたものである。

岩石などの地球に関すること、サンゴや放散虫などの生物に関すること、炭酸カルシウムや二酸化炭素などの物質に関することは、それぞれ別の単元で学習するが、その内容は密接

に関係している。

理科で学んだ知識が将来生きていく上で役立つためには、様々な場面で学習したことを自分の中で結びつけながら、興味をもってとり組んでいくことが大切である。

- (2) 下線部(b)において、石灰石の主成分である炭酸カルシウムと塩酸の反応は、次のような化学反応式で表される。反応式中の空欄に適する数字を答えなさい。



a	3	b	2
---	---	---	---

【解説】

化学反応式では、両辺の原子の数が等しくなっていないといけない。ここでは酸素Oの数に着目すると水 H_2O に1つ、二酸化炭素 CO_2 に2つあるので合計3つが左辺になくはならず、よって **a** には3があてはまる。水素Hと塩素Clに着目すると、右辺にそれぞれ2つずつあるので **b** には2があてはまる。

化学反応式では、化学反応が原子の組み合わせの変化によって起こるものであり、原子そのものは新たに生成したり消滅したりしないことが示されている。また、物質を表す化学式は、炭酸カルシウムを CaCO_3 と表すように、化合物がある決まった原子の組み合わせによりできることを表している。よって **b** のような係数は反応により様々な値をとり得るが、**a** のような組成を表す数字は、その物質を表す限りにおいては反応によって変わることはない。

- (3) 実験⑥で、ビーカーの中に二酸化炭素がたまってきたまになっていると、どのような点が問題となるのか、書きなさい。

二酸化炭素は空気より重いいため反応後の全体の質量がその分だけ大きくなってしまい、二酸化炭素の質量が実際よりも小さく計算されてしまう。

【解説】

20℃、1気圧(1013hPa)における密度は空気が0.001205 [g/cm³]、二酸化炭素が0.00184 [g/cm³]である。二酸化炭素は空気より密度が大きく重いいため、ビーカーから外に出ていくにくく、底の方にたまっていく。よって、ビーカーの上部が二酸化炭素のみで占められた場合、空気で占められている場合にくらべて全体の質量が大きくなる。反応前の全体の質量は、ビーカーの上部が空気で占められた状態で測定されているので、反応後の全体の質量も同じ条件で測定されなければならない。

人が吐く息の成分は、空気とくらべて二酸化炭素や水蒸気がやや多いが、全体的には空気とよく似ている。よって⑥のように軽く息を吹きかけることによって、ビーカーにたまった二酸化炭素を追い出して空気と置き換えたとみなすことができる。

- (4) 実験結果の表から、発生した二酸化炭素の質量を求めるため、左から4番目に下のような欄を追加した。この表で二酸化炭素の質量Xを求めるにはどのような計算をすればよいか。表の中のX及びA～Cを用いて(例)のように表しなさい。

表

炭酸カルシウムの質量 [g]	③の全体の質量 [g]	⑦の全体の質量 [g]	発生した二酸化炭素
A	B	C	X

(例) $X = A + B + C$

$$X = A + B - C$$

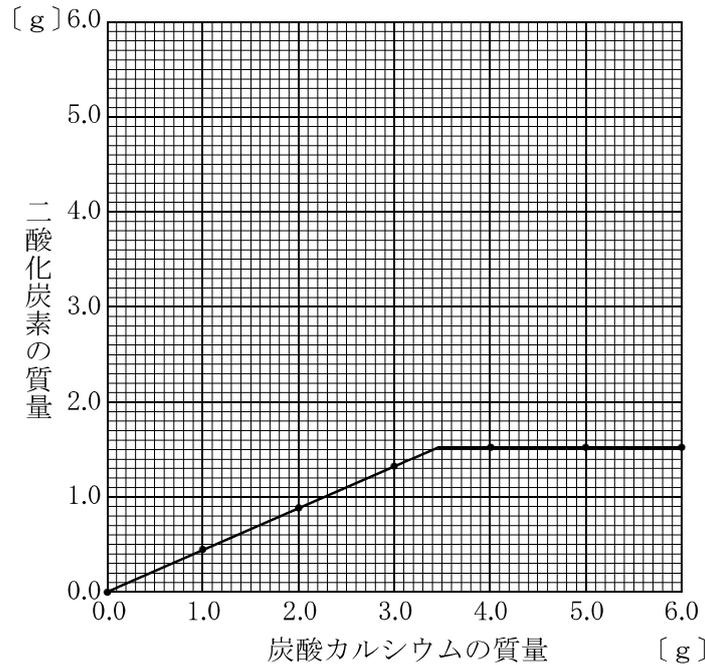
【解説】 発生した二酸化炭素の質量を計算すると以下ようになる。

炭酸カルシウムの質量 [g]	③の全体の質量 [g]	⑦の全体の質量 [g]	二酸化炭素の質量 [g]	反応後のようす
1.00	105.72	106.28	0.44	全て反応した。
2.00	104.55	105.67	0.88	全て反応した。
3.00	104.82	106.50	1.32	全て反応した。
4.00	105.14	107.61	1.53	一部が反応せずに残った。
5.00	103.92	107.39	1.53	一部が反応せずに残った。
6.00	105.68	110.15	1.53	一部が反応せずに残った。

③の全体の質量や⑦の全体の質量はビーカー及びガラス板の質量に差があるためにばらつきがあるが、計算した二酸化炭素の質量には規則性が見られることがわかる。ここでは、実験の手順をよく読み、測定された値が持つ意味をしっかりと把握することが大切である。単純に⑦の全体の質量から③の全体の質量をひいてしまわないように注意する。③ではまだ炭酸カルシウムが投入されていないので③の全体の質量に炭酸カルシウムの質量を加えたうえで、反応後の⑥の全体の質量をひかなくてはならない。この場合、薬包紙に炭酸カルシウムが残ってしまうと誤差が発生するので、炭酸カルシウムをビーカーに入れる場合には、全てきちんと入れるように注意しなければならない。そのような誤差をなくすために、あらかじめ薬包紙ごとビーカーの上にのせて一緒に全体の質量を測定する方法もある。

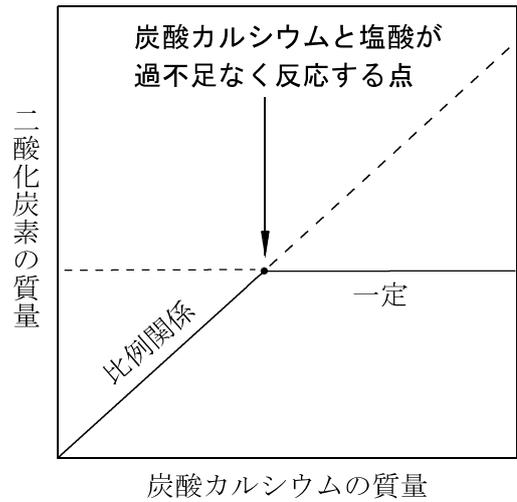
理科で扱われる数値には、測定された値や計算により求められた値などがある。そのため、それぞれの値が持つ意味をイメージして数値を扱うことが大切である。

(5) 炭酸カルシウムの質量と発生した二酸化炭素の質量との関係を表すグラフを下の方眼紙にかきなさい。



【解説】

塩酸が十分にある場合は、発生する二酸化炭素の質量は加えた炭酸カルシウムの質量に比例するので原点を通る直線となる。ここで、原点を通る直線となるのは、炭酸カルシウムを全く加えない場合には二酸化炭素は発生しないためである。また、塩酸が全て反応してしまうと、さらに炭酸カルシウムを加えても二酸化炭素は発生しないので、グラフは水平な直線になる。この2つの直線の交点が炭酸カルシウムと塩酸が過不足なく反応するところであり、3.0gと4.0gの間にその点がある。よって、ここで直線が折れ曲がったようなグラフがかければよい。このとき、測定点をうまくつなげようとして曲線のグラフにしないように注意する。曲線のグラフにならないことは、化学反応の量的関係に比例関係があることからわかるが、さらに、過不足なく反応する点の周辺については、炭酸カルシウムの質量をより細かく変化させて測定するという実験により確認することができる。



このとき、測定点をうまくつなげようとして曲線のグラフにしないように注意する。曲線のグラフにならないことは、化学反応の量的関係に比例関係があることからわかるが、さらに、過不足なく反応する点の周辺については、炭酸カルシウムの質量をより細かく変化させて測定するという実験により確認することができる。

(6) このグラフが途中で折れ曲がっているのはなぜか、理由を説明しなさい。

(解答例)

炭酸カルシウムに対して塩酸が十分にあるときは、加えた炭酸カルシウムの質量に比例して発生する二酸化炭素の質量は増加するが、炭酸カルシウムを増やしていくと、ある量で塩酸はすべて反応してなくなるので、発生する二酸化炭素の質量は増加せず一定となるから。

【解説】 ここでは、次の3点が押さえるべきポイントである。

- ① 1.0 g ~ 3.0 g までは加えた炭酸カルシウムに対して塩酸が十分にあるので、加えた炭酸カルシウムの質量と発生する二酸化炭素の質量は比例している。
- ② 4.0 g ~ 6.0 g では炭酸カルシウムの一部が反応せずに残っていることから、塩酸がすべて反応してなくなっていることがわかる。そのため、炭酸カルシウムの質量を増やしても発生する二酸化炭素の質量は増加せず、一定となっている。
- ③ ①と②が、炭酸カルシウムと塩酸の量的関係により起こっている。

記述問題では解答例を丸暗記するのではなく、問われている内容を理解して簡潔に説明することを心がける。このとき、学習した用語を正しく用いて書くことが必要である。例えば、「炭酸カルシウム」、「二酸化炭素」などの正式な物質名や、「質量」「比例」「一定」などの用語を適切に用いて書く。物質名を書かずに「反応させるもの」や「でてくるもの」と書いたり、「比例」を「いっしょに変わる」と書いたりしてはいけない。

(7) もし仮に発生する二酸化炭素の質量が予想される値より少し小さな値となっていた場合、この原因として該当する可能性があるものはどれか、最も適当なものを次のア～エから1つ選びなさい。

- ア 炭酸カルシウムを一度に入れてしまったため激しく泡が発生し、塩酸の一部が吹きこぼれてしまった。
- イ 加えた炭酸カルシウムの一部がビーカーの内側についたままになり、反応せずに残ってしまった。
- ウ ビーカーに入れるときに、炭酸カルシウムの一部をビーカーの外にこぼしてしまった。
- エ 塩酸を入れる前にビーカーが乾いておらず、内部に水滴がついたままになっていた。

イ

【解説】

それぞれの内容により二酸化炭素の質量が予想される値より大きくなるのか小さくなるのかを考える。

ア こぼれた塩酸の分だけ反応後の全体の質量が減少するため、計算した二酸化炭素の質量は実際に発生したものより大きくなる。

イ 炭酸カルシウムの一部が反応せずに残るので、発生した二酸化炭素の質量は予想される値より小さくなる。

ウ こぼした炭酸カルシウムの質量のうち反応後の液に残るはずだった分だけ反応後の全体の質量が減少するため、計算した二酸化炭素の質量は実際に発生したものより大きくなる。

エ ビーカーに水滴が付着していても加えた塩酸の量には変化がないので、発生する二酸化炭素の質量は変化しない。

- (8) 実験⑧より卵の殻にふくまれる炭酸カルシウムの割合は何%と考えられるか、小数第1位を四捨五入し、整数値で求めなさい。考え方も解答欄に書くこと。

考え方

グラフで炭酸カルシウムの質量と二酸化炭素の質量が比例しているときの比は

炭酸カルシウム : 二酸化炭素 = 1 : 0.44 なので、

3.0gの卵の殻にふくまれる炭酸カルシウムの質量を x [g] とすると

$$x : 1.25 = 1 : 0.44$$

これより x は約2.84g

よって

$$\frac{2.84}{3.00} \times 100 = 94.66\cdots \rightarrow \text{約 } 95 \%$$

答え

95 %

【解説】

本文中で夏美さんが言っているように、化学反応のときには、反応の前後で物質の量には決まった関係がある。この関係を利用して、物質のある成分から化学反応によって別の物質を発生させて測定し、その成分の量を求めることができる。ここでは、卵の殻の成分のうち炭酸カルシウムから二酸化炭素を発生させ、その質量から炭酸カルシウムの質量を求めている。このような方法は化学の発展を支えてきた最も基本的な手法である。物質について知るためには、ただそれを観察したり眺めたりするだけではなく、化学変化を起こさせるなどして主体的にはたらきかけることも必要である。

8

健太さんと花子さんは、理科の授業で学習した霧のでき方に興味をもち、どのようなときに霧が発生するのかということについて、詳しく調べてみた。次の(1)～(7)に答えなさい。

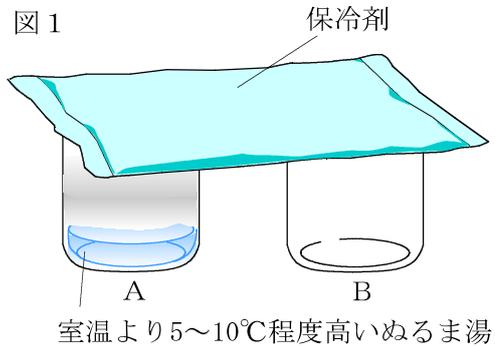
霧を発生させる実験 1

〔手順〕

- ① 内側をぬるま湯でぬらしたビーカーA・Bを用意し、ビーカーAにだけぬるま湯を入れる。
- ② ビーカーA・Bに、線香のけむりを少量入れる。
- ③ ビーカーA・Bの上をじゅうぶんに冷やした保冷剤でおおい、ビーカー内のようすを観察する。

〔結果〕

ビーカーAの内側は霧のように白くくもったが、ビーカーBの内側は変化しなかった。



(1) 〔手順〕②で、下線部のような操作を行ったのはなぜか、その理由を書きなさい。

理由 空気中の水蒸気が水滴になりやすくするため。

【解説】

空気中には、目に見えないとても小さなちりが、たくさんただよっており、このちりは、空気中の水蒸気が水滴になるときの芯になる役割をしている。このような水滴になるときの芯のことを凝結核といい、空気中に浮かんでいる吸湿性の微粒子（海塩粒子、土壌粒子、燃焼生成物など）が主なものである。

この実験では、線香のけむりを入れて水蒸気の凝結が起こりやすくすることで、水蒸気が多くふくまれているビーカーAとあまりふくまれていないビーカーBの違いが明確になるようにしている。

「知識」(技能)

(2) 次の文は、霧が発生する条件について、この実験からわかったことをまとめたものである。正しい文になるように、(ア)・(イ)に適切な語句を書きなさい。

〔まとめ〕霧が発生するには、水蒸気を(ア)ふくんだ空気が(イ)ことが必要である。

ア	多く	イ	冷やされる
---	----	---	-------

【解説】

ビーカーAはぬるま湯を入れることにより、ぬるま湯から蒸発した水蒸気がビーカー内に多くふくまれている。この水蒸気を多くふくんだ空気が保冷剤に触れて冷やされると、水蒸気が凝結して小さな水滴になるため、ビーカーAは白くくもった。この白くくもりはじめたときのビーカー内の空気の温度が露点である。

この実験は、冷たい空気や大地に直接触れることで霧や雲が発生する気象現象（川霧・海霧など）への理解につながるものである。

「活用」(分析・解釈)

霧を発生させる実験 2

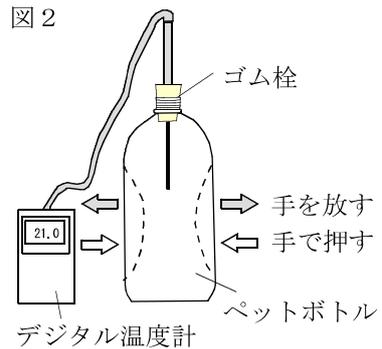
〔手順〕

- ① ペットボトルの内側をぬるま湯でぬらし、線香のけむりを少し入れる。
- ② ペットボトルを手で少しへこませながらゴム栓をした後、手を放してペットボトルをもとの形にもどす。
- ③ ペットボトルを少し強めに手で押しつぶしたり、放したりして、ペットボトル内のようすや温度の変化を調べる。

〔結果〕

押しつぶしたペットボトルから手を放すと、容器内の温度が下がり白くもったが、ペットボトルを手で押しつぶすと、容器内は温度が上がりくもりは消えた。

図 2



- (3) この実験から、空気の体積の変化と温度との間には、どのような関係があると考えられるか、書きなさい。

空気は体積が大きくなると温度は下がり、体積が小さくなると温度が上がる。

【解説】

この実験では、気圧の変化による空気の体積の変化と温度との関係について考える。ペットボトルを手で押しつぶすと、ペットボトル内の空気は圧縮されて体積は小さくなり、温度は上昇する。逆に、押しつぶしたペットボトルから手を放すと、空気は膨張して体積が大きくなり、温度は低下する。

このことから、**霧を発生させる実験 1** のように、保冷剤などの冷たいものに直接触れて水蒸気が凝結する以外に、空気が膨張して体積が大きくなると温度が低下し、水蒸気が凝結することについても理解させることができる。このことは、

- 1 日射によって熱せられた空気が上昇気流を起こしたり
- 2 前線面で暖かい空気が冷たい空気の上にはい上がったり
- 3 低気圧に向かってふき込む暖かく湿った空気が山の斜面にそって上昇したり

などの上昇気流によって気温が低下して霧や雲が発生する気象現象の理解につながる。

【霧の種類】

- 1 放射霧 : 晴れて風の弱い日の夜から朝にかけて、冷えこんだ時に発生する。盆地では冷たい空気がたまりやすいため発生しやすい。
- 2 蒸発霧 (川霧) : 水面から蒸発している水蒸気が、冷たい空気によって冷やされて発生する。露天風呂や熱い飲み物から上がるゆげと同じ原理で、空気の冷たい冬の川によく発生する。
- 3 移流霧 (海霧) : 暖かい空気が流れこんできた時に、冷たい水面や地面によって冷やされて発生する。暖かい空気が入って来やすい初夏の海によく発生する。
- 4 滑昇霧 (山霧) : 山をのぼる気流の冷却によって、水蒸気が凝結して形成される。山の下から見ると雲になる。

※参考 : e-气象台 : 岐阜地方气象台が運営する小中学生向けのホームページ)

「活用」(分析・解釈)

健太さんと花子さんは、温度と空気中にふくまれる水蒸気量との関係についても、くわしく調べてみた。

空気中にふくまれる水蒸気量を推定する実験

[二人の会話]

健太：霧は雲と同じように水蒸気が水滴になってできるんだったよね。

花子：そうよ。空気中にふくまれる水蒸気が水滴になったり水蒸気にもどったりするのは、一定の体積の空気中にふくむことができる水蒸気の質量の限界が、温度によって変化することが関係しているのよ。

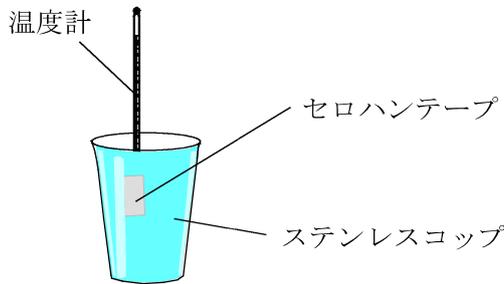
健太：この教室には、どれくらいの水蒸気がふくまれているのかな。

花子：それじゃ、理科の授業で習った方法で調べてみましょう。

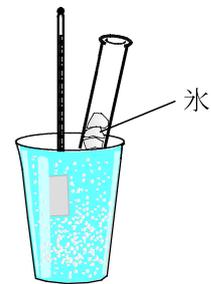
表 1

温度 [°C]	飽和水蒸気量 [g/m ³]	温度 [°C]	飽和水蒸気量 [g/m ³]
0	4.8	16	13.6
2	5.6	18	15.4
4	6.4	20	17.3
6	7.3	22	19.4
8	8.3	24	21.8
10	9.4	26	24.4
12	10.7	28	27.2
14	12.1	30	30.4

図 3

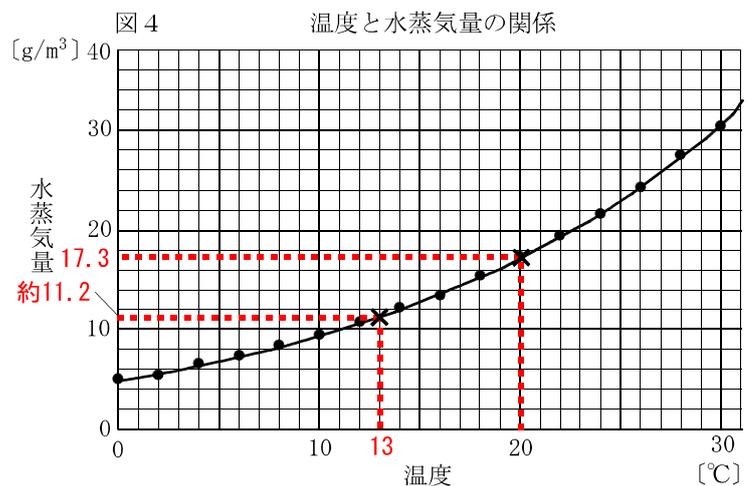


①室温を測定した後、くみ置きの水をセロハンテープをはったステンレスコップに入れ、水温をはかる。



②氷を入れた試験管をステンレスコップの中に入れて水温を下げ、コップの表面がくもりはじめたときの水温をはかる。

(4) ~~~~部について、表 1 に示した温度と飽和水蒸気量の関係を、縦軸と横軸の目盛りや単位を入れて、図 4 の中にグラフで表しなさい。



【解説】

この問題では、縦軸・横軸の目盛りのとり方、グラフの曲線の引き方などを学習させる。

「知識」(技能)

- (6) 表2は、X地点で霧が発生した時間とその前後の時間の天気と気象要素を表したものである。この地点で、明らかに霧が発生していたと考えられるのは、何日のおよそ何時から何時か。また、そのように考えた理由も書きなさい。

【霧が発生した時間】	3月(17)日	およそ(6)時から(9)時
【理由】	気温が露点と同じ温度まで下がっているから。	

【解説】

ここでは、**空気中にふくまれる水蒸気量を推定する実験**で得た「気温が露点まで下がると水蒸気が水滴に変わる（霧や雲が発生する）」という知識・理解を活用し、表のデータを読解する。

天気図及び気象要素のデータは、2015年3月16日から3月17日の高松市のもので、一部天気の記述は変更している。(3月17日3時から9時の天気は霧のため空が見えず確認できていない) また、3時頃から気温が露点近くまで低下しており、実際にはこの頃から霧が発生している。
「活用」(適用)

- (7) X地点で霧が発生した理由の説明として最も適切なものを、ア～エから選びなさい。
- ア X地点では、低気圧から延びる前線付近の水蒸気を多くふくむ暖気が、寒気の上にはい上がり冷やされたため霧が発生した。
 - イ X地点では、低気圧に向かってふき込む水蒸気を多くふくむ空気が、高い山を超えるときに冷やされたため霧が発生した。
 - ウ X地点では、日射の影響で熱せられた水蒸気を多くふくむ空気が、上昇気流を起こして上空で冷やされたため霧が発生した。
 - エ X地点では、低気圧による雨の影響でできた水蒸気を多くふくむ空気が、放射冷却によって冷やされたため霧が発生した。

エ

【解説】

天気図や気象要素をまとめた表から得られる情報の読解力と霧や雲の発生条件とを関連づけて考察する問題である。

図5・図6の天気図では、3月16日9時に四国沖にあった低気圧は3月17日9時には関東沖まで進んでいる。表2の天気では3月16日6時雨、9時から15時曇り、18時以降は快晴または晴れとなっていることから、3月16日早朝に降っていた雨の影響で、水蒸気を多くふくむ空気が地表付近に作られ、3月17日6時は前日より2.2℃低い5.8℃まで下がっていることから、天気の回復により放射冷却が起こり霧が発生した(放射霧)と考えられる。また、この地域では放射冷却などによってできた冷たい気流が温度の高い海上に流入して発生する蒸発霧も考えられる。

ア～ウは上昇気流により水蒸気を多くふくむ空気が膨張して温度が下がり、雲(霧)が発生する場合の例を示している。また、アは低気圧や前線は観測地点付近にあること、イは低気圧の位置や風速、ウは霧の発生時間や季節(3月)に、実際の現象と合わない部分が見られる。
「活用」(検討・改善)

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。

科学部に所属する中学生の晴美さんたちは、授業での実験をきっかけに、原子説に興味を持ち、実験を行いました。〔三人の会話〕と〔実験〕を読んで(1)～(12)に答えなさい。

〔三人の会話〕

晴美： 授業で銅粉を加熱して酸化銅にする実験をしたけど、一定質量の銅に化合する酸素の質量が決まっているというのがすごく不思議だったなあ。加熱すればいくらでも酸素が結合するんだと思っていたわ。

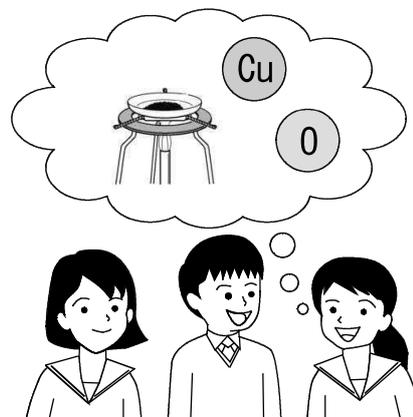
昭雄： 僕もそう思ったよ。良い意味で予想を裏切ってくれるところに理科の面白さがあるね。

奈津： 物質は原子でできていて、1個あたりの質量が決まっている原子どうしが決まった数の比で結合するからそうなるのね。でも、物質が原子という小さな粒でできているなんて、それ自体とても不思議だわ。

晴美： でも、原子なんて知らない昔の人は、原子が決まった質量をもっていて、それが決まった比で結合するなんてこと、どうやって考えついたんでしょうね。

奈津： たしかにそうね。でも、たぶん、いろいろな化学反応の結果から、原子1個あたりの質量を推測していったんだと思うわ。

昭雄： 目に見えない原子の質量を考えるなんて、ほんとうに昔の人はすごいや。



(1) 晴美さんたちの授業の実験では、銅粉0.8 gを加熱したとき、酸化銅が1.0 g生じた。

(a) このとき0.8 gの銅と反応した酸素は何gか、求めなさい。

0.2 g

【解説】

化学反応においては、反応の前後で質量の総和は保存される。これを質量保存の法則という。質量保存の法則は、1774年、フランスのラボアジェにより提唱された。

(b) 酸化銅において、銅原子と酸素原子が結合するときの個数の比は1 : 1である。銅原子1個と酸素原子1個の質量の比はいくらか、求めなさい。

銅 : 酸素 = 4 : 1

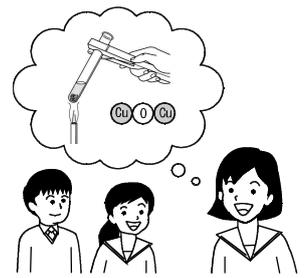
【解説】

銅原子1個と酸素原子1個が結合して酸化銅になるので、酸化銅にふくまれる銅と酸素の質量の比がそのまま原子1個の質量の比となる。

銅 : 酸素 = 0.8 g : 0.2 g = 4 : 1

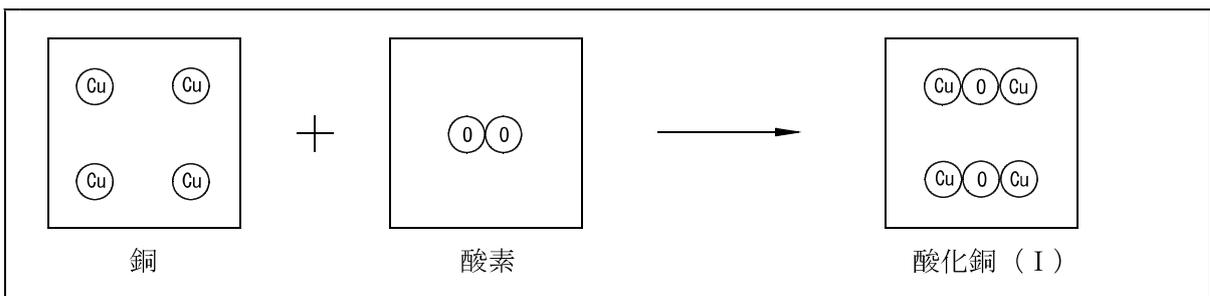
[三人の会話]

晴美： 銅と酸素の原子はなぜ1：1の個数の比で結合するのかなあ。
 奈津： わたしも不思議に思って、先生に質問したら、実は違う比で結合する酸化銅もあるって教えてくださったの。
 昭雄： へえ、でもそんなの中学生にわかるわけがないよ。
 奈津： わたしもそう思ったの。でも、その別の酸化銅は教科書にのっているらしいのよ。ベネジクト液で糖を調べるときの赤い沈殿がその酸化銅なんですって。
 昭雄： ベネジクト液なら知っているよ。うわあ、またまた裏切られちゃったね。
 晴美： 中学の教科書には、結構すごいことがのっているのね。



(2) 銅の酸化物には黒色の酸化銅（Ⅱ）と赤色の酸化銅（Ⅰ）の2種類がある。空气中で銅を加熱するとき、加熱温度が1000℃より低いときは酸化銅（Ⅱ）ができるが、1000℃より高いと酸化銅（Ⅰ）ができる。酸化銅（Ⅰ）において、銅原子と酸素原子が結合するときの個数の比は2：1である。

(a) 銅と酸素が反応して酸化銅（Ⅰ）ができるときのようすを、銅の原子を Cu 、酸素の原子を O 、酸化銅（Ⅰ）を CuO で表したモデルでかきなさい。



【解説】

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、原子の個数が等しくなっている。酸素分子は酸素原子2個からできているので、酸素分子を1個としたとき、銅原子は4個、酸化銅は2組なければならない。

(b) 銅と酸素がちょうど反応して酸化銅（Ⅰ）が生成するときの、銅と酸素の質量の比を求めなさい。

計算 2個の銅原子と1個の酸素原子が結合するときの質量の比を考えると
 原子1個の質量の比は、銅原子：酸素原子＝4：1より
 銅原子2個の質量：酸素原子2個の質量
 ＝ 2×4：1×1
 ＝ 8：1

答え
 銅：酸素 ＝ 8：1

【解説】

化学反応において、化合する物質の質量の比は一定になっている。代表的なものとして、銅と酸素から酸化銅（Ⅱ）が生じる反応を学習し、そのとき銅と化合する酸素の質量の比が4：1になることを実験から求めるようになっていく。このような質量の関係が成り立つのは、原子が決まった質量をもっており、それが決まった比で結合するからである。ここでは、教科書では学習しない酸化銅（Ⅰ）について、結合する原子の個数の比から、質量の比を考へることになっている。教科書での、酸化銅（Ⅱ）の学習内容について、本質的な理解をすることが大切である。

- (c) 銅16.0 gをすべて酸化銅（Ⅰ）にするために、1100℃でしばらく加熱したが、加熱が不十分であったため、酸化銅（Ⅰ）と酸化銅（Ⅱ）の混合物が18.5 gできた。この混合物にふくまれる酸化銅（Ⅰ）と酸化銅（Ⅱ）の質量はそれぞれ何 gか、求めなさい。ただし、このとき未反応の銅は残っていないものとする。

計算

銅16.0 gのうち、 x [g] が酸化銅（Ⅰ）になったとする。

酸化銅（Ⅰ）が生じるときの銅と酸素の質量の比は、銅：酸素＝8：1だから、

銅と酸化銅（Ⅰ）の質量の比は、銅：酸化銅（Ⅰ）＝8：9

よって、 x [g] から生じた酸化銅（Ⅰ）は、 $x \times (9/8)$ [g] ……①

また、酸化銅（Ⅱ）ができるときの銅と酸素の質量の比は銅：酸素＝4：1だから、

銅と酸化銅（Ⅱ）の質量の比は、銅：酸化銅（Ⅱ）＝4：5

よって、残りの銅 $(16.0 - x)$ [g] から生じた酸化銅（Ⅱ）は、

$(16.0 - x) \times (5/4)$ [g] ……②

①、②の合計が18.5 gだから

$$x \times (9/8) + (16.0 - x) \times (5/4) = 18.5$$

$$x = 12 \text{ g}$$

よって、酸化銅（Ⅰ）は $12 \times (9/8) = 13.5 \text{ g}$

酸化銅（Ⅱ）は $12 \times (8/9) = 5.0 \text{ g}$

酸化銅（Ⅰ）	13.5 g
酸化銅（Ⅱ）	5.0 g

【解説】

化学反応が完全に進行しない場合は、未反応の物質や副生成物が混じった混合物ができる。このような混合物にふくまれる、それぞれの物質の質量を求めるときには、方程式をつくって解くとよい。このとき、反応後の物質を変数にするのではなく、反応前の物質を変数にする方がわかりやすい場合が多い。

[三人の会話]

昭雄： 原子説はイギリスのドルトンが1803年に発表したと教科書に書いてあるよ。ドルトンは独自の記号を使って原子の種類を表したんだって。今の原子の記号とずいぶん違うんだね。

晴美： ドルトンは、物質が原子という小さな粒が集まってできているということだけじゃなくて、物質をつくっている原子がその種類によって異なった質量と性質をもつところまで考えていたところがすごかったのね。

奈津： 実はわたし、このへんのことにすごく興味があったから本で調べてみたの。ドルトンは原子説を発表するときに、原子説の証拠として、「倍数比例の法則」というのを発表しているの。この法則は、

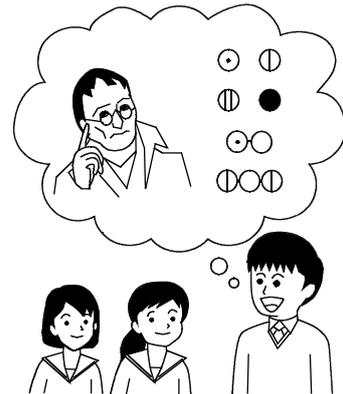
A、B 2種類の原子からなる化合物が2種類以上あるとき、これらの化合物を構成する一定質量のAと化合するBの質量の比は簡単な整数比になる。

というもののなの。

昭雄： なんだかむずかしいなあ。

奈津： わたしもよくわからなかったから、先生に相談してみたら、今度、科学部で実験してみようって言ってくださったの。2種類の酸化銅を使って、「倍数比例の法則」を確かめる実験だそうよ。

晴美： それは楽しみね。



[実験]

- ① 十分に乾燥した酸化銅 (I) を1.0 g はかりとり、薬包紙に包んだ。
- ② あらかじめ質量を測定したステンレス皿に、①の酸化銅 (I) をのせ、再び質量を測定した。このとき、薬包紙にはいくらかの試料が付着したままであった。
- ③ ②のステンレス皿を、図1のように燃焼管の中に入れた。
- ④ 気体発生器に亜鉛を入れ、塩酸を加えて水素を発生させた。発生した水素は、水中を通し、さらに、塩化カルシウム管を通して乾燥させた。
- ⑤ 水素を燃焼管の一方より送り込み、数分おいて、燃焼管内に残留空気がないことを確認してから、燃焼管のステンレス皿の部分をガスバーナーで加熱した。
- ⑥ 試料が完全に銅粉に変化したら加熱を止め、燃焼管が冷めるまで水素を通した。
- ⑦ ステンレス皿を燃焼管からとり出して質量を測定した。
- ⑧ 酸化銅 (I) の質量を2.0 g、3.0 g と変化させ、①～⑦の操作を行った。
- ⑨ 酸化銅 (II) について、酸化銅 (I) と同様に①～⑧の操作を行った。
- ⑩ 実験結果を表にまとめた。

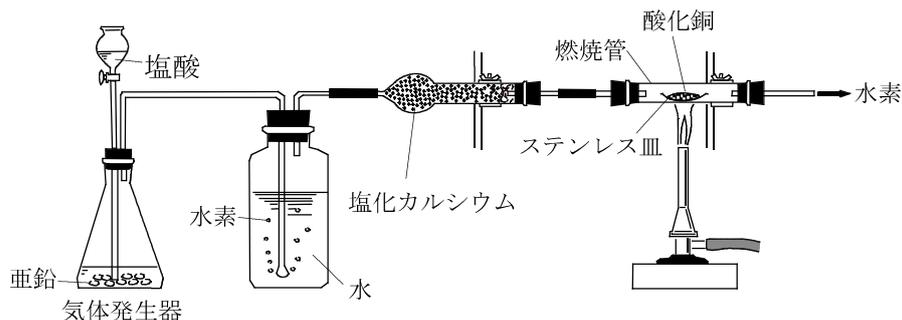


図1

表

試料	①のときの 質量 [g]	ステンレス皿 の質量 [g]	②のときの 質量 [g]	⑦のときの 質量 [g]
酸化銅 (I)	1.0	2.74	3.73	3.62
	2.0	2.72	4.73	4.51
	3.0	2.75	5.77	5.44
酸化銅 (II)	1.0	2.73	3.72	3.53
	2.0	2.76	4.77	4.37
	3.0	2.74	5.73	5.13

(3) 酸化銅 (I) や酸化銅 (II) から銅が生じるように、酸化物から酸素がとり除かれる化学変化を何とよいか、書きなさい。

還元

(4) 発生した水素を水中に通すのはなぜか、正しいものをア～エより 1 つ選びなさい。

- ア 発生した水素を冷却するため。
- イ 発生した水素を水に溶かして蓄えておくため。
- ウ 亜鉛の蒸気を水に反応させてとり除くため。
- エ 塩酸から発生した塩化水素を水に溶かしてとり除くため。

エ

【解説】

気体を発生させる際に、いったん水中を通す（水をくぐらせるともいう）のは、気体が発生する化学反応の際に生じる不純物のうち、水に溶けやすいものを取り除くためである。ただし、中学校では、このことを学習しないので、既習内容から考え、正解を選ぶことが必要である。

ア 銅を還元させるときに加熱しているのであるから、わざわざ冷却する必要はないので、誤りである。

イ 水素は水に溶けにくいいため、誤りである。

ウ 亜鉛は金属であるため、沸点が非常に高く、塩酸との反応による反応熱でもそのような高温にはならず、蒸気は発生しない。よって誤りである。

エ 塩酸は、気体である塩化水素の水溶液であるので、化学反応の際に、成分の塩化水素が揮発して発生した気体に混ざる場合がある。中学では学習しないが、塩素を発生させる場合にも、塩酸を用いる場合に同様のことが起こる。なお、水中を通した後には、必ず水蒸気がふくまれているので、適切な乾燥剤（ここでは塩化カルシウム）を用いて、水蒸気を取り除くことが必要である。

- (5) 実験⑤の下線部のように、装置中に残留空気がないことを確認してから加熱するのはなぜか、書きなさい。

空気には酸素がふくまれ、この酸素と発生した水素が混ざった状態で点火すると、爆発して装置が破損し、危険だから。

- (6) 実験結果の表から、酸素の質量 X 、銅の質量 Y を求めるため、表の右側に下のような欄を追加した。 X 、 Y を求めるにはどのような計算をすればよいか、表中の $P \sim S$ を用いて(例)のように表しなさい。

表

試料	①のときの 質量 [g]	ステンレス皿 の質量 [g]	②のときの 質量 [g]	⑦のときの 質量 [g]	酸素の質量 [g]	銅の質量 [g]
	P	Q	R	S	X	Y

(例) $X = P + Q + S$

$X = R - S$	$Y = S - Q$
-------------	-------------

【解説】

ここでは、実験の手順をよく読み、測定された値がもつ意味をしっかりと把握することが大切である。あらかじめはかりとった質量である P は、②で「薬包紙に質量が付着していた」とあることから、実際にステンレス皿にのせた試料の質量と異なっている可能性があるので用いない。

②のときの質量は、 ステンレス皿の質量 + 酸化銅の質量

⑦のときの質量は、 ステンレス皿の質量 + 銅の質量

である。このことを実験の手順から読みとらなければならない。

このように実験においては、測定により得られたさまざまな数値が、どのようにして得られたのか、ということをしかりと理解することはもちろん、得られた数値が、どの程度正確な値なのか、どのくらいの誤差がふくまれているのかを把握し、データを処理することも重要である。

(7) 酸化銅 (I) と酸化銅 (II) のそれぞれについて、とり除かれた酸素の質量と生じた銅の質量との関係を表すグラフを下の方眼紙にかきなさい。

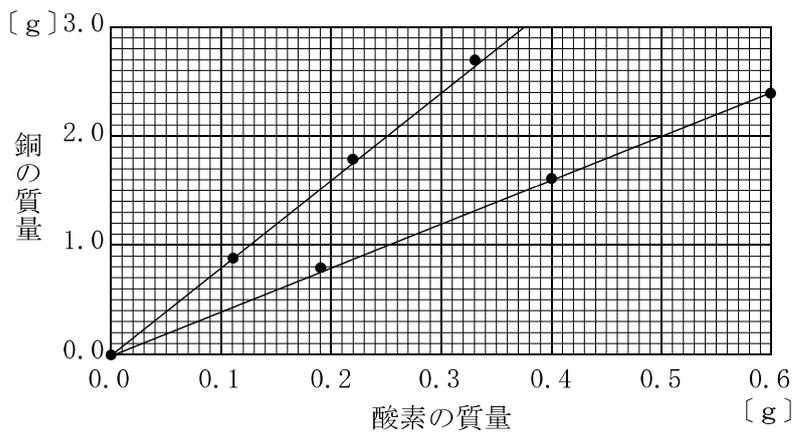


図 2

【解説】 (6)の方法で、銅の質量及び酸素の質量を計算すると以下のようになる。

試料	酸素の質量 [g]	銅の質量 [g]
酸化銅 (I)	0.11	0.88
	0.22	1.79
	0.33	2.69
酸化銅 (II)	0.19	0.80
	0.40	1.61
	0.60	2.39

この数値をもとに、グラフを作成する。

(8) このグラフの傾きは、何を表しているか、説明しなさい。

酸素 1 g あたりに化合する銅の質量 [g]

(9) 酸化銅 (I) と酸化銅 (II) について、それぞれのグラフの傾きを整数値で求めなさい。

酸化銅 (I) 8 酸化銅 (II) 4

(10) 酸化銅 (I) と酸化銅 (II) のグラフの傾きの比を最も簡単な整数比で求めなさい。

酸化銅 (I) : 酸化銅 (II) = 2 : 1

【解説】

今回の実験では、酸化銅（Ⅰ）と酸化銅（Ⅱ）について、それぞれにふくまれる酸素の質量を横軸に、銅の質量を縦軸にグラフを作成した。グラフにすることにより、酸素の質量と銅の質量との関係が、それぞれの酸化銅ごとにどのように異なるのかが、よく理解できるようになる。グラフには、このように、「数値の関係を視覚的にわかりやすく示す」という効果がある。

一方、グラフにすることには、誤差を考慮して数値の関係を調べるという役割もある。実験で得られる数値は誤差をふくんでいる場合が多いので、反応させる物質の質量を2倍にしても、そのときに生成する物質の質量が2倍にならない場合がある。このように、単純な比例関係が予想されるような場合でも、実際の実験では、1つの条件で測定しただけでは予想される数値の関係が得られないことが多い。よって、測定値の間にどのような関係があるのか調べる場合には、複数の条件で測定を行い、グラフ化をして処理することが一般的となっている。

- (11) 次の文は、「倍数比例の法則」をこの実験にあてはめて述べた文である。正しい文となるように、文中の（あ）～（か）に適する語句または数値を書きなさい。

（あ）と（い）の2種類の原子からなる化合物は、（う）及び（え）の2種類があるが、これらの化合物を構成する一定質量の（あ）と化合する（い）の質量の比は、簡単な整数比となり、（う）：（え）＝（お）：（か）である。

あ 酸素	い 銅	う 酸化銅（Ⅰ）	え 酸化銅（Ⅱ）	お 2	か 1
------	-----	----------	----------	-----	-----

【解説】

ドルトンの「倍数比例の法則」に実験で扱う物質をあてはめることを通じて、今回の実験が何のための実験であったのかが理解できているかを問う問題である。「何のためにやっているか」が理解できていなければ、実験操作をどれだけ正確にやりとげたとしても意味がない。

教科書には、さまざまな観察・実験が掲載されている。それぞれが理科において非常に大切なものの見方や考え方を確かめるために行うものである。観察・実験を行う際には、「何のためにやっているか」という目的や意義を、しっかりと理解したうえで行うことが大切である。

目的や意義を理解した上で観察・実験や考察を行えば、一つ一つの操作をより丁寧に行うことができるようになったり、実験結果の考察をより深く行うことができるようになったりするはずである。また、それらを通じて、学ぶべきものの見方や考え方が、より確実に身につく、効果的に理科の学習を進められるはずである。

[三人の会話]

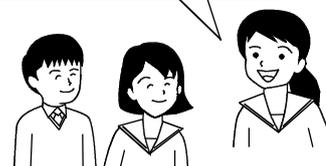
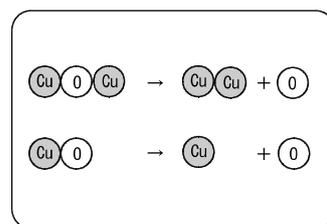
晴美： 「倍数比例の法則」って言葉だけで理解しようとする
むずかしいけど、銅と酸素で具体的に考えたらよくわかつ
たわ。酸素と結びつく銅の質量の比が、2つの酸化物の間
できれいな整数比になったのには驚いたわ。

奈津： 物質をつくっている小さな粒が決まった質量をもってい
て、それが決まった割合で結びついたり、離れたりしてい
るから、整数比になるのね。

昭雄： 教科書で原子について学んだときは、原子説のすごさが
それほど感じられなかったけど、こうやって実験するとほ
んとうにすごいと感じるね。

奈津： 原子を直接目で見ることはできないけれど、化学反応を、ただぼんやりとながめるだけで
なく、質量を精密に測定したり、反応の条件を整えたりして、科学的に分析すれば、原子が
あるという証拠がきちんと得られるのね。

晴美： 酸化物がきれいな銅に変わっていくようすも感動的だったわ。



(12) ドルトンが、倍数比例の法則を調べるために実際に用いた物質は、酸化銅ではなく、メタンとエチレンという気体であった。メタンとエチレンはともに、炭素と水素からなっているが、ドルトンは、一定質量の炭素に化合している水素の質量の比が、メタン：エチレン＝2：1となっていることを示した。メタンにふくまれる水素の質量の割合が25.0%であるとする、エチレンにふくまれる水素の質量の割合は何%か、小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで求めなさい。

計算

メタンにおける炭素と水素の質量の比は、炭素：水素 = 75 : 25 = 3 : 1

一定質量の炭素に結合している水素の質量の比が、

メタン：エチレン = 2 : 1 なので

エチレンにおける炭素と水素の質量の比は、

$$\begin{aligned} \text{炭素} : \text{水素} &= 3 \times 2 : 1 \times 1 \\ &= 6 : 1 \end{aligned}$$

よって、エチレンにふくまれる水素の割合は

$$\left(\frac{1}{6+1} \right) \times 100 = 14.3 \%$$

答え

14.3 %

【解説】

化学分野では、さまざまな形で数値の「比」を考える必要がある。その場合、その「比」がどのような意味をもつのかを正確に把握することが大切である。今回は、質量の比、原子数の比を意識して考えられなければならない。また、このほかにも化学分野では、濃度や密度のように、「比」として意識されていないが、「比」の意味をもつ数値が扱われることもある。これらについても、単に「〇〇を△△で割る」というような暗記をするのではなく、それぞれの数値の意味をしっかりと理解することが重要である。

健太さんと花子さんは、寒い日が続いたことから気象に興味をもち、冬の寒さの原因や、冬の天気の特徴について考察した。次の(1)～(6)に答えなさい。

海と陸の冷え方のちがいについて

健太さん：今朝は本当に寒かったね。

花子さん：そうね。今朝も寒かったけど、先々週は徳島でもかなり雪が降った日があったわ。それから、東京で大雪になったり、北海道で氷点下31℃以下を記録したり、さいたま市で最低気温記録を更新したり、というニュースを見たわ。今年の冬は全国的に寒いよね。

健太さん：今年1月の徳島の最低気温はどうだったのかな。気象庁のホームページ
図1
（「各種データ・資料」→「過去の気象データ検索」）で調べてみよう。



花子さん：徳島県内には、図1のように、徳島地方気象台以外に、アメダス観測所が7か所あるわね。特に寒かった日を選び、徳島（徳島地方気象台）で最低気温を記録した時刻を基準に、各地の気温を表にまとめて比べてみましょう。

健太さん：海に面した沿岸部に比べて、内陸部は気温が低めのように思うよ。

表

日時	1月12日	1月15日	1月25日	1月26日	
場所	4時50分	7時00分	3時00分	4時40分	
徳島	-2.1℃	-1.0℃	-1.4℃	0.5℃	沿岸部
蒲生田	0.7℃	0.8℃	-0.5℃	1.3℃	
日和佐	-2.2℃	1.2℃	-2.2℃	1.5℃	
海陽	-3.6℃	-0.6℃	-4.6℃	-3.0℃	
穴吹	未計測	-1.7℃	-2.8℃	-0.3℃	内陸部
池田	-3.2℃	-3.2℃	-2.2℃	0.0℃	
京上	-4.7℃	-2.9℃	-5.1℃	-3.1℃	
木頭	-5.7℃	-4.3℃	-4.5℃	-4.8℃	

花子さん：私もそう思うわ。これは海と陸の冷えやすさの違いが関係しているのではないかしら。以前に **実験** で、砂と水の表面の温度変化を比較したわ。でも沿岸部のうち、海陽の気温だけが特に低いのはなぜか、考える必要があるわね。

実験

①図2のように、ビーカーAには乾いた砂を、Bには水を入れて、温度計を浅くさす。ビーカーBにさす温度計は、液だめをアルミニウムはくでおおっておく。

図2



②ビーカーAとBに太陽光線を同じように当て、砂と水の温度を1分ごとに調べる。

図3

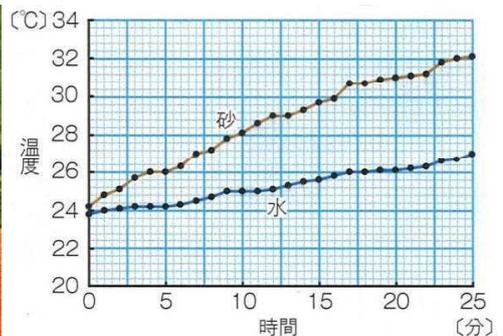


図3は、実験の結果をグラフに表したものである。

- (1) 花子さんと健太さんが **実験** で、ビーカー B にさした温度計の液だめをアルミニウムはくでおおったのはなぜか、その理由を書きなさい。

温度計の液だめをアルミニウムはくでおおることにより、水の入ったビーカーで、温度計の液だめに太陽光線が直接当たって液だめをあたためてしまい、正確に水温が測れなくなることを防ぐため。

【解説】 基礎的・基本的な知識・技能を活用して、観察・実験の条件を考え、観察・実験を計画することを問う問題。

実験 で、陸地と海洋を、乾いた砂の入ったビーカーと水の入ったビーカーで代用したモデル実験を通して、陸と海のあたたまりやすさを比較しようとしている。太陽光線に当てる時間（変化させた量）を横軸、上昇した温度（変化した量）を縦軸として砂と水の温度変化を比較し、温度上昇が大きいほどあたたまりやすいと考えるようにしている。なお、太陽光線に当てる時間が、加えた熱量に相当するので、実験では、2つのビーカーへの太陽光線の当たり方、置く場所（コンクリート上、石畳の上など）といった条件をそろえて、与えた熱量に差がないようにしなければならない。太陽光線が当たる表面積を等しくする必要があるため、砂と水の質量ではなく体積を等しくしている。実際の地球においても、太陽光線の当たる面積の違いが気象に影響しているためである。

この実験で砂は太陽光線を通さないが、水は太陽光線を通すため、水の入ったビーカーの温度計の液だめが、太陽光線で直接あたためられないように、アルミニウムはくを用いて太陽光線をさえぎる必要がある。「温度計の液だめには直接太陽光線が当たらない」という条件をそろえる必要があるためである。

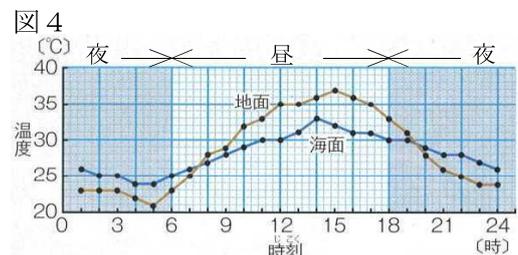
「活用」（構想）

【補足】

詳しくは、高等学校の物理基礎以降で学習する“熱容量”や“比熱”が関係しているが、中学校で気象分野を扱う際は、「海陸風」や「季節風」について、陸地に比べて海洋の方があたたまりにくく冷めにくいという具体的な事象から風がふく原因を理解し、日本付近の気象は大陸の影響は受けながらも海洋の影響を大きく受けていることを学ぶことになる。

- (2) 図4は、ある晴れた日の地面と海面の24時間の温度変化を示したものである。**実験** の図3と合わせて考えた場合、海と陸のあたたまりやすさや冷えやすさについて、どのようなことが考えられるか。ア～エから1つ選びなさい。

- ア 陸に比べて、海はあたたまりやすく、冷えやすい。
イ 陸に比べて、海はあたたまりやすく、冷えにくい。
ウ 陸に比べて、海はあたたまりにくく、冷えやすい。
エ 陸に比べて、海はあたたまりにくく、冷えにくい。



エ

【解説】 もののあたたまり方の違いについて、モデル実験の結果と、地面と海面の温度変化の測定結果から、陸地と海洋のあたたまり方や冷え方の違いにあてはめて考える問題。

図2の「実験」から、図3は砂と水に太陽光線を当てた場合は、砂も水も時間とともにほぼ一定の割合で温度が上昇しているが、砂の方が温度上昇が早く、あたたまりやすいといえる。また、図4の観測結果からは、海面の昼夜での温度変化が、地面より小さいことが読み取れる。

以上のことから、「陸（大陸）はあたたまりやすく冷めやすい」「海（海洋）はあたたまりにくく冷めにくい」といえる。このような温度差は気圧の差を生じ、気圧の高い方から気圧の低い方に向かって風がふく。「海陸風」は昼と夜の陸地と海の温度差、「季節風」は夏と冬の大陸と海洋の温度差によるものである。

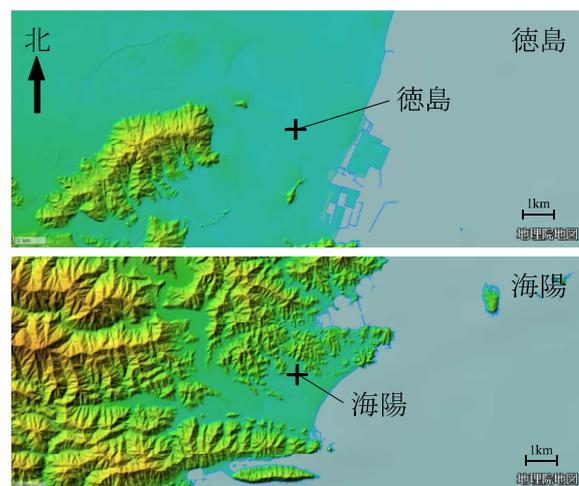
「活用」（適用）

(3) 花子さんと健太さんは、沿岸部4か所のうち、海陽の気温だけが特に低い理由について、考えることにした。図5は、ともに気象観測点が海岸線から1 km以上離れている徳島と海陽の地形について、国土地理院のホームページの地理院地図で比べたものである。なお、用いたのは、平野と山地の分布が見分けやすい色別標高図である。

表の4日間において、気温が記録された時刻前後の天気および風の傾向を調べたところ、徳島、海陽ともに天気はすべて快晴または晴れであり、徳島では風速4 m前後の西よりの風がふいており、海陽ではほぼ無風に近かった。

以上のことを踏まえて、海陽の最低気温がなぜ低かったのか、その理由を書きなさい。

図5



＋は徳島および海陽の気象観測点の位置

2か所とも晴天だったため、地面から熱が逃げて地表の温度が下がったが、徳島は周囲が平坦で風もあったため、冷気がたまりにくかったのに対し、海陽は周囲を半円形に山に囲まれた盆地状の地形で風も無風に近かったため、冷気がたまり、極端に気温が下がったから。

【解説】 冬季における沿岸部と内陸部の最低気温の傾向について、気象データを根拠とし、基礎的・基本的な知識・技能を活用し、多面的、総合的に考察する問題。

陸は海より冷めやすいため、沿岸部に比べて、内陸部の冷え込みが厳しいことが予想される。徳島県内でもそうした傾向が見られるが、実際には、内陸部ほど標高が高いため、より低温になる傾向があることや、観測点の地形がまちまちであるため、観測条件がそろっていないことに留意すべきである。それでも、海につき出した蒲生田岬の先端に観測点が位置する蒲生田は明らかに気温が高く、厳冬期でも海が冷めにくい影響を受けていることを示している。

一方、海陽は沿岸部に位置し、徳島県内で最も南にあるため気温が高いと推測されるが、しばしば予想外に低い気温を観測することがある。今回の問題には2018年1月のデータを用いた。海陽では2018年2月7日早朝に -6.7°C を観測し、海陽での最低気温の記録を更新した。この日の徳島の最低気温は -3.1°C であった。徳島と海陽は、ともに海岸線から少し離

れた平地に位置し、ほぼ同じ天気でありながら、同じ日の同じ時間に記録された最低気温は海陽が徳島より低かったことになる。

2年生の「霧のでき方」において、自然界では、風がない晴れた夜は地面から熱が逃げて、地表の気温が大きく下がることや、特に内陸部の盆地でその傾向が強いことなどが扱われている。徳島では、早朝に弱い西よりの風が観測されているが、陸と海の温度差による局地的な陸風であり、内陸部に生じた冷気を運ぶ効果は少ないと考えられる。一方、海陽は内陸側に低い山があり、陸風がさえぎられたと考えられる。さえぎるものが少なく風がふき抜けやすいため、冷やされて重くなった冷気がたまりにくい平野部にある徳島と、山に囲まれた盆地状の地形の中にあり、風がさえぎられ、冷気がたまりやすい海陽との違いが最低気温の差を生み出していると考えられることができるだろう。

「活用」(分析・解釈/検討・改善)

花子さん：先週はシベリア中央部のサハ共和国で -67°C を観測したらしいけど、その寒気が日本に流れ込んできているらしいわ。ちなみに、北半球での最低気温記録は、サハ共和国のオイミヤコンという村で観測された -71.2°C だそうよ。

健太さん：図6で見ると、オイミヤコンは北極点から3千km近く離れているけど、北極点はもっと寒いのかな。

花子さん：北極点は陸地ではなく、北極海の海面が厚い氷に覆われたところにあるので、北極点での常時観測は行われていないみたいね。でも北極点まで7百kmほどのグリーンランド北端の海岸部にある観測点で観測された最低気温の記録は -51°C だそうよ。

健太さん：南のオイミヤコンの方がずっと寒いのはなぜなんだろう。

図6



(4) 上記の健太さんの疑問に対してどのように説明したらよいか、書きなさい。

北極点は海であるため冬季の気温低下が和らげられる。一方、オイミヤコンはシベリアの内陸部に位置しており、陸は海に比べて冬季に大きく冷え込む。このため北極点から離れているにも関わらず、オイミヤコンの方が気温が低くなる。

【解説】陸と海の冷えやすさに関する基礎的・基本的な知識・技能を活用して、観測結果について考察する問題。

太陽の南中高度が低くなり、太陽光線の入射が弱くなるため、北極や南極に近い高緯度ほど気温が低下する。南半球における最低気温記録は、南極大陸中央部のポストーク基地で観測された -89.2°C である。また日本では、いずれの季節でも、都道府県庁所在地の中で最も高緯度にある札幌の平均気温が低い。

一方、北半球における最低気温記録は、北極点からかなり離れたサハ共和国で観測されている。これは、北極海とシベリア大陸の、冬季における冷えやすさの違いを反映している。北極海は冬季になっても冷えにくいのにに対して、シベリア内陸部は猛烈に冷えるため、北極点からずっと南にあるにも関わらずサハ共和国の最低気温の方がより低くなる。また、サハ共和国のオイミヤコンは標高741mであり、高度の影響を考える必要があるが、高度差を考慮しても、海岸部のグリーンランド北端よりオイミヤコンの方が気温が低いといえる。

「活用」(分析・解釈/検討・改善)

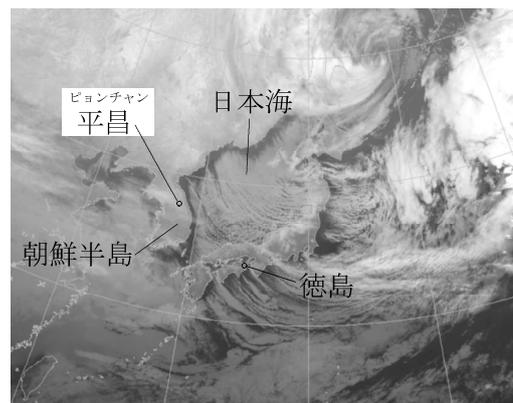
日本の冬の天気の特徴について

花子さん：図7は1月25日3時00分の気象衛星の赤外線による雲画像よ。日本海一面にすじ状の雲が広がり、日本海側に広く雪を降らせ、一部は太平洋にも見えているわね。でも徳島は乾燥した晴天だったみたいよ。

健太さん：徳島の1月の降水量の平年値は38.9mmで、これは日本海側で雪の多いところの4分の1から10分の1ぐらいだね。

花子さん：ちなみにシベリアのオイミヤコンの1月の降水量の平年値はわずか6.6mmだから、冬の季節風のもとになるシベリア気団が乾燥していることが想像できるわ。でも、大陸からやってくる季節風が、冬の日本海側にたくさんの雪をもたらし、豊かな水資源となってくれるのね。

図7



- (5) シベリア気団からふき出す冷たく乾燥した大気は、どのようにして雪をもたらす大気に変化するのか、そのしくみについて書きなさい。

シベリア気団からふき出す冷たく乾燥した大気は、南からのあたたかい海流が流れる日本海の上を通過する際に、多量の水蒸気を海から吸収して湿った大気へと変わり、日本海一面に風の流れに沿ってすじ状の雲を生じさせる。そしてこの雲が日本列島の山脈にぶつかって上昇すると、雲がさらに発達して日本海側の各地に雪を降らせる。

【解説】 冬の日本海側で多量の雪が降るしくみについて、基礎的・基本的な知識と理解を問う問題。

大陸上に生じるシベリア気団は冷たく乾燥しており、そこからふき出す北西からの冬の季節風は、水蒸気に乏しい。ところが、黒潮から分岐した暖流である対馬海流が流れ込んでいる日本海の上を通過する際に、多量の水蒸気を海から吸収して湿った大気へと性質が変わり、日本海一面に風の流れに沿ってすじ状の雲を生じさせる。そしてこの雲が日本列島の山脈にぶつかって上昇すると、冷やされてさらに雲が発達する。雲の中では多量の氷晶（雪）が形成され、日本海側に雪をもたらす。なお、この雲は積乱雲で、日本海側では雷が発生する日数は冬の方が多い。また、水蒸気（気体）が水滴（液体）や氷晶（固体）に変わって雲を形成する際、空気があたためられるため、大陸東岸より日本海側の方が気温が高い。そして、日本海側で雪を降らせた季節風は水蒸気を失い、山脈を越えて太平洋側にふき抜けるときは乾燥している。そのため、冬の太平洋側は乾燥した晴天になりやすい。

日本海側の豪雪は、さまざまな気象災害を引き起こす一方、雪は春から初夏まで山地に留まるため、天然のダムとして豊かな水資源として私たちに恩恵を与えてくれている。

なお、冬季の降水量については、雪を雨量計で溶かして降水量として観測している。

「知識」（知識）

- (6) 図7には、2018年冬季オリンピック・パラリンピック会場の平昌(ピョンチャン)の位置を示している。気象衛星の平昌付近の雲画像から、冬季オリンピック・パラリンピック競技のうち、スキーやスノーボードなどの屋外競技の実施にあたって心配されることは何か、書きなさい。

平昌の位置では、シベリア気団からふき出す冷たく乾燥した大気が、日本海からの十分な水蒸気を受け取っていないため、雪不足となって屋外競技に支障が出る恐れがある。

【解説】 日本海に面した大陸東岸の冬季の気象について、日本列島の冬季の気象現象に関する基礎的・基本的な知識を活用して考察する問題。

大陸上のシベリア気団から流れ込む季節風は冷たく乾燥しており、日本海で水蒸気の供給を受けないと、多量の雪を降らせることができない。季節風が朝鮮半島や中国東北部など、大陸東岸を通過するときは、まだ水蒸気の供給を受けていないため、あまり雪を降らせることができない。図7の気象衛星の画像で、朝鮮半島から大陸沿岸部にかけて、海岸線がくっきりと見えているのは、全く雲がかからず晴天であることを示している。このように、平昌はもともと雪が少ない地域といえる。

大陸東岸で大雪になるのは、まれに冬型の気圧配置が崩れて朝鮮半島付近を低気圧が通過し、水蒸気が供給された場合など限られた時期のみであり、日本列島の日本海側に比べて雪の量はかなり少ない。そのため平昌オリンピック・パラリンピックでは、多数の人工降雪機と十分な水源を準備することで、競技の円滑な実施に備えていた。一方、平昌は、冬季オリンピック・パラリンピック会場としては比較的低緯度であったが、冬季の平均気温がかなり低いため、いったん積もった雪は溶けにくいという利点があった。 「活用」(適用)

【補足】

平昌オリンピック・パラリンピック開催の2018年は、日本では厳しい寒さとなり、福井県など北陸の大雪災害や雪による首都圏の交通マヒなどが発生した。これは南米ペルー沖で起こったラニーニャ現象の影響で、日本付近で偏西風が蛇行して、強い冬型の気圧配置が継続するとともに、日本の上空に寒気が流れ込みやすくなったためであった。

長野オリンピック・パラリンピックが開催された1998年は、エルニーニョ現象が起こっており、2018年とは逆に日本は暖冬傾向となっていた。競技会場は深刻な雪不足に見舞われていたが、オリンピックの開会32日前に日本海を進む低気圧の影響で大雪となり、その後冬型の気圧配置が続いて気温が低かったため、無事に競技を実施することができた。

15

優太さんと香奈さんは、アメリカから短期留学で来日しているジムさんとともに、京都に観光に行きました。(1)～(9)に答えなさい。

優太さん：ここは梅尾山（とがのおさん）の高山寺（こうさんじ）です。このお寺には少し変わった絵があるんですよ。

ジムさん：この絵は何というものですか。
 香奈さん：これは「鳥獣人物戯画」といって、約800年前に描かれたものです。

優太さん：サルやウサギ、カエルなどが人間のように描かれていて、日本最古の漫画ともいわれています。

香奈さん：このほかにも、キツネやシカが描かれているものもあるんですよ。

ジムさん：でもそうするとカエルだけ特別な感じがします。

優太さん：どうしてですか。

ジムさん：脊椎動物のなかまわけでいうと、サル・ウサギ・キツネ・シカは（ あ ）ですが、カエルは（ い ）だからです。

香奈さん：なるほど。



鳥獣人物戯画

(1) 文中の（ あ ）、（ い ）にあてはまる語を書きなさい。

あ	哺乳類	い	両生類
---	-----	---	-----

【解説】

脊椎動物は、背骨（脊椎）と頭がい骨をもち、内骨格や筋肉が発達している。また、神経系や臓器も発達し、ほかの動物と比較して複雑な構造をしている。脊椎動物は特徴の違いによって、魚類・両生類・は虫類・鳥類・哺乳類の5種類にわけられる。哺乳類のなかまとして、サル・ウサギ・キツネ・シカのほかにイヌやネコ、ヒトなどがある。両生類のなかまとして、カエルのほかにイモリやサンショウウオがある。5種類の脊椎動物については、代表的な生物名を覚えておくとよい。

(2) 表は、カエルとサルについて、それぞれの特徴を示したものである。ア～エにあてはまる言葉をそれぞれ書きなさい。ただし、ウは子と親のおもな生活の場所をそれぞれ書くこと。

表

特徴 \ 生物	カエル	サル
なかまのふやし方	ア	胎 生
体 温	変 温	イ
おもな生活の場所	ウ	陸 上
体 表	うすく湿った皮膚	エ

ア	卵生	イ	恒温
ウ	子は水中、親は陸上	エ	毛

(3) 生物が長い年月の中で世代を重ねる間に変化していくことを進化という。脊椎動物では、魚類のあるものから会話文中の(い)へ、会話文中の(い)のあるものからは虫類へ進化したと考えられている。会話文中の(い)が魚類とは虫類の間にあると考えられている根拠を、それぞれの生物の特徴を踏まえて2つ書きなさい。

生活場所が、魚類は水中では虫類は陸上であり、(い)[両生類]は子が水中で親が陸上で生活すること。
呼吸のしかたが、魚類はえらでは虫類は肺で行う。(い)[両生類]は、子はえらで呼吸し、親は肺で呼吸すること。

【解説】 下の表は、5種類の脊椎動物の特徴をまとめたものである。

	魚 類	両生類	は虫類	鳥 類	哺乳類
なかまのふやし方	卵 生	卵 生	卵 生	卵 生	胎 生
体 温	変 温	変 温	変 温	恒 温	恒 温
生活場所	水 中	子は水中 親はおもに陸上	陸 上	陸 上	陸 上
体 表	うろこ	しめった皮膚	うろこ	羽 毛	毛
呼 吸	え ら	子はえら 親は肺と皮膚	肺	肺	肺

(2) 5種類の脊椎動物における5つの特徴については覚えておきたい。それぞれの脊椎動物について具体的かつ身近な生物（魚類ならコイ、は虫類ならヘビなど）をイメージすると覚えやすい。また、カエル（両生類）とサル（哺乳類）を比較すると、5つの特徴がすべて異なっていることがわかる。

(3) 生物は、約40億年前に誕生したと考えられている。その生物は単純な構造の1個の細胞でできていた（単細胞生物）と考えられており、その生物を共通の祖先として現在までにさまざまに進化して、多様な生物が出現したと考えられている。

脊椎動物は約5億年前に出現したと考えられている。最初に出現したのは魚類で、一生を水中で生活していた。その後、生物が陸上で生活できる環境が整うと、陸上生活を行う両生類が出現した。しかし、両生類は

- ・受精や発生、幼少期の生活を水中でしか行うことができない
- ・皮膚が乾燥に耐えうる構造でない

ことから、水辺でしか生活ができなかった。その後、陸上で受精・発生が可能で、皮膚が乾燥に強いところでおおわれているは虫類が出現し、脊椎動物の陸上化が達成される。そして、は虫類から哺乳類と鳥類が進化したと考えられている。

進化において、両生類が魚類とは虫類の間にあるという根拠を考えると、脊椎動物の水中生活から陸上生活への変化に着目することがある。魚類は一生を水中で、は虫類は一生を陸上で過ごす。つまり、両生類は水中生活から陸上生活への変化の過渡期にあると考えられる。そこで、前ページの表より、そのことがわかる項目を考えると、「生活場所」と「呼吸」がそれにあたる。両方とも、両生類が水中生活をする生物と陸上生活をする生物の中間のような特徴をもっていることがわかる。

なお、両生類では陸上生活をするにあたり、魚類の胸びれが前足に、腹びれが後ろ足に形質が変化し、四肢で歩行できるようになったと考えられている。

優太さん：あ、クヌギの木にカブトムシがいますよ。

ジムさん：これが日本のカブトムシですか。

香奈さん：カブトムシは、サルやカエルと違って無脊椎動物のなかまですね。

優太さん：そうです。また、無脊椎動物にもいろいろななかまがありますが、カブトムシは節足動物のなかまです。

ジムさん：カブトムシの体はかたいですね。

香奈さん：このように、体をかたい殻のようなものでおおっているつくりを（う）といいます。

ジムさん：無脊椎動物の特徴と脊椎動物の特徴は、まったく違うのですか。

優太さん：違うところもありますが、①共通しているところもありますよ。



カブトムシ

- (4) 文中の（ う ）にあてはまる語を書きなさい。また、（ う ）のはたらきについて2つ書きなさい。

外骨格

はたらき

体を支える

体内の保護

【解説】

背骨（脊椎）をもたない生物を無脊椎動物という。無脊椎動物のなかまである節足動物では、体の外側がかたい殻でおおわれており、これを外骨格という。

外骨格で体をおおうことによって体を支えたり、外部の刺激（紫外線や熱など）や外敵の攻撃から体内を守るはたらきがある。

また、2つのはたらきのほかに、水分を通しにくいいため、体内の水分を保つのに役立つ。このはたらきは、節足動物が水中から陸上へ進出するのに好都合であったため、両生類が陸上生活を行うより前に、節足動物が陸上生活を行っていたと考えられている。

- (5) 下線部①について、カブトムシと脊椎動物の一種であるヘビとの共通点を示した文として誤っているものはどれか、ア～エから最も適切なものを選びなさい。

- ア 卵を産んでなかまをふやす。
イ まわりの温度変化にともなって体温が変化する。
ウ 肺で呼吸する。
エ 陸上で生活する。

ウ

【解説】

カブトムシとは虫類のなかまであるヘビはともに卵生、変温動物であり、陸上生活をしている。

ヘビは肺で呼吸を行う。カブトムシのような昆虫類では、体表の一部が管状になって体内に落ち込んだ構造をもつ。この構造により、体表に現れる小さな穴を「気門」といい、ここで空気の出し入れが行われる。また、体内に落ち込んだ管状のものを「気管」といい、細かく枝わかれしながら全身に分布し、ここでガス交換が行われる。

(6) 無脊椎動物には、節足動物のほかに軟体動物とよばれるなかまがいる。

(a) 軟体動物のなかまではないものはどれか、ア～エから1つ選びなさい。

ア ヒトデ イ ナメクジ ウ アサリ エ イカ

ア

(b) 軟体動物は、内臓をおおっている膜をもっている。この膜を何というか、書きなさい。

外とう膜

【解説】

(a) 軟体動物のなかまには、アサリやサザエなどの貝類、イカやタコ、ウミウシ、アメフラシ、ナメクジ、カタツムリなどがある。なお、ヒトデは棘皮（きょくひ）動物のなかまであり、ほかにウニやナマコなどがある。

(b) 内臓をおおう外とう膜をもっていることは、軟体動物の特徴の1つである。貝類やカタツムリでは、外とう膜から石灰質を分泌し、いわゆる「貝殻」を形成する。

ジムさん：京都は自然が豊かですね。

優太さん：徳島も負けてないですよ。あ、あそこの池にミシシippアカミミガメがいますよ。

ジムさん：ミシシpp…??

香奈さん：池の底には、アメリカザリガニがいますよ。

ジムさん：アメリカ…??

香奈さん：ジムさん、どうしたのですか。

ジムさん：あのかめやザリガニはアメリカのものですか。

優太さん：そうなんです。もともとミシシippアカミミガメもアメリカザリガニもアメリカに生息していたものです。

ジムさん：なぜ日本の池にいるのですか。

香奈さん：ミシシippアカミミガメは「ミドリガメ」というペットとして輸入されたものですが、誰かが池に放してしまったものが増えたとされています。

優太さん：アメリカザリガニはもともと食用ガエルのえさとして輸入されました。その後、養殖されたものが逃げ出して増えたとされています。

ジムさん：そうなんです。でも、日本の自然の中にもアメリカの生物がいるのでうれしいです。

優太さん：でも喜んでばかりもいられないのです。②もともとその地域にいなかったのに、人間の活動によってほかの国や地域からやってきて住み着いた生物が、③さまざまな悪影響を及ぼしていることがあるのですよ。

ジムさん：そんなこととは知らずに…。日本の自然は美しいので、大切にしたいですね。

香奈さん：現在、多くの国や地域で、科学的な調査のもと、生物のつながりや自然環境を保全するための取り組みや法整備が進められているのですよ。



ミシシippアカミミガメ



アメリカザリガニ

(7) 下線部②のような生物を何というか、書きなさい。

外来種

【解説】

人間の活動によって、意図的あるいは非意図的に本来の生息場所から別の場所に移入されて、そこに定着した生物を外来種または外来生物という。外来種のうち、移入先の生態系に深刻な影響を与えるものを「特定外来生物」に指定し、これらの生物は「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」（外来生物法）によって、飼育や栽培、保管、運搬、輸入の取り扱いが規制されている。なお、特定外来生物については、環境省のホームページの「日本の外来種対策」（<http://www.env.go.jp/nature/intro/index.html>）内の「特定外来生物等一覧」のページに全種類の解説が掲載されている。

(8) 下線部②について、日本固有の生物をア～クからすべて選びなさい。

ア オオクチバス イ ウシガエル ウ セアカゴケグモ エ メダカ
オ セイタカアワダチソウ カ アライグマ キ イシガメ ク シロツメクサ

エ キ

【解説】
メダカおよびイシガメは日本固有の生物であり、そのほかはすべて外来種である。なお、ウの「セアカゴケグモ」はメスが毒をもつ外来種であり、発見したらむやみに近づかず、周りの大人に駆除してもらいましょう（セアカゴケグモは特定外来生物に指定されている）。



セアカゴケグモ（徳島県HPより）

(9) 下線部③について、下線部②の生物が及ぼす悪影響には、大きくわけて「人の生命・身体への影響」、「農林水産業への影響」、「生態系への影響」の3つがある。「人の生命・身体への影響」については、毒をもっていることや刺したりかんだりして危険であることが考えられる。また、「農林水産業への影響」については、農林水産物を食べたり田畑を踏み荒らしたりすることが考えられる。「生態系への影響」について考えられることを3つ書きなさい。

在来種を食べる。
えさの奪い合いをする。
在来種の生息・生育環境を奪ってしまう。

【解説】
生物とそれらを取り巻いている環境（水、大気、土、光など）のまとまりを生態系という。生態系では、生物と環境の間、また生物と生物の間で互いに影響を及ぼしあっており、安定した生態系では、それらが絶妙なバランスを保っている。「生態系への影響」とは、外来種の侵入によってこのバランスが崩れることである。

外来種により在来種（日本固有の生物）の数が減少する場合がある。その主な原因として、

- ① 外来種が在来種を食べてしまう（例：アメリカ南東部原産のは虫類のなかまであるグリーンアノールが、小笠原諸島に生息する国の天然記念物であるオガサワラゼミを食べる）。
- ② 外来種と在来種が同じ生物をえさとした場合、えさの奪い合いをし、在来種が負けてしまう（例：北アメリカ南部原産のミシシippアカミミガメと在来種のイシガメは同じようなエサ（小魚やエビ、ミミズ、水草など）を食べる。ミシシippアカミミガメはイシガメより体が大きく、繁殖力（増える力）が強く短期間で大量に増えるため、えさの奪い合いで

はミシシippアカミミガメが有利になる)。

③ 外来種が在来種の生息・生育環境を奪ってしまい、在来種が生活や子育てする場所がなくなってしまう (例：南アメリカ原産の水草であるホテイアオイは、池などで夏に水面をおおいつくすほど繁殖する。そのため、在来種の水草や水生生物が生育できない)。

がある。どれにおいても在来種が減少することで食物連鎖（食物網）が変化し、生態系のバランスが崩れる。

また、上の3つに加えて、「近縁の在来種との間で子（雑種）をつくる」ということも「生態系への影響」の1つである。ある在来種とよく似た種で、その在来種との間で子をつくるのが可能な外来種が侵入すると、在来種と外来種との間で子が生まれることがある。この子は在来種と外来種の「雑種」であり、在来種と外来種の遺伝子を半分ずつもつようになる。このようなことが繰り返されると雑種が増加し、在来種の遺伝子のみをもつ種（つまり在来種のこと）が減少していく。このようなことを「遺伝子汚染」または「遺伝子攪乱（かくらん）」という。

なお、外来種の影響については、環境省のホームページの「日本の外来種対策」(<http://www.env.go.jp/nature/intro/index.html>) 内の「外来種問題を考える」のページにある「外来種の問題点」にくわしく説明が記載されている。

19

俊彦さんと俊彦さんとは、ゼラチンのゼリーをつくり、生のパイナップルをのせてデザートをつくった。その時の変化のようすに興味をもち、調べてみることにした。[2人の会話]と[実験]を読んで、(1)～(7)に答えなさい。

[2人の会話]

建一さん： うまくできたはずのデザートが、しばらくするとゼリーの形が崩れて液状になってしまったのには驚いたなあ。

俊彦さん： せっかく生のパイナップルを使ったのにね。どこかでゼリーの作り方を間違ったのかな。

建一さん： ゼリーの作り方に間違いはなかったよ。以前にメロンで同じように作ったときは、何も問題がなかったからね。

俊彦さん： パイナップルとゼリーには何か関係があるのかもしれないよ。ゼラチンを使ったゼリーと、パイナップルについて調べてみよう。

調べてわかったこと

- ・ゼラチンはタンパク質である。
- ・生のパイナップルには、①タンパク質を分解するはたらきをもつ物質がふくまれている。
- ・缶詰のパイナップルを使うと、ゼラチンのゼリーは液状にはならない。
- ・缶詰のパイナップルは、生のパイナップルに砂糖と水を加え、加熱して作られている。
- ・水には、タンパク質を分解するはたらきがない。

建一さん： 意外なことがわかったね。でもこれでなんとなく原因がわかったぞ。原因を探究するために実験を行ってみよう。

- (1) 下線部①について、動物の消化液にふくまれる、食物を分解するはたらきをもつ物質をなんとか、書きなさい。

消化酵素

- (2) 下線部①について、ヒトの消化液で、タンパク質を分解するはたらきをもつ物質をふくむ消化液を、次のア～エからすべて選びなさい。

ア だ液 イ 胃液 ウ すい液 エ 胆汁

イ ウ

【解説】 消化酵素と分泌液に関する問題である。

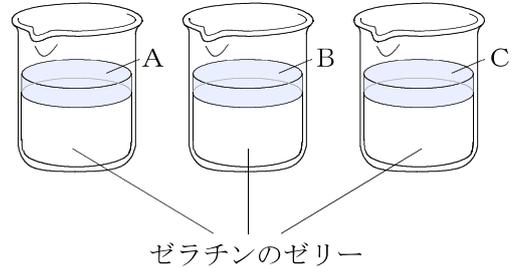
(1) 「ペプシン」「トリプシン」も可。

(2) 消化酵素のうちタンパク質分解酵素は、ペプシンが胃液に、トリプシンがすい液に含まれている。だ液にはデンプンを分解するアミラーゼが、すい液にはアミラーゼや脂肪を分解するリパーゼも含まれている。胆汁に消化酵素は含まれていないが、脂肪の粒を小さくする働きで消化を助けてくれている。

建一さんと俊彦さんは、**調べてわかったこと** から、缶詰のパイナップルを使うとゼリーが液状にならないのは、加熱することや砂糖を加えることにより、生のパイナップルにふくまれる、タンパク質を分解する物質のはたらきが失われるためだと考え、次の実験を行った。

[実験]

- ① 3つのビーカーに、同量ずつゼラチンのゼリーをつくった。
- ② 加熱していない生のパイナップルのしぼり汁をA、生のパイナップルのしぼり汁を加熱し常温に戻したものをB、生のパイナップルのしぼり汁に砂糖を加えて加熱し常温に戻したものをCとして、図1のように、①の3つのビーカーに同量ずつ入れた。
- ③ しばらく時間をおいてゼリーの様子を観察し、結果を表にまとめた。



表

ビーカーに入れたもの		ゼリーの様子
A	加熱していない生のパイナップルのしぼり汁	液状になった
B	生のパイナップルのしぼり汁を加熱し常温に戻したもの	変化なし
C	生のパイナップルのしぼり汁に砂糖を加えて加熱し常温に戻したもの	変化なし

俊彦さん： これで原因がはっきりしたぞ。生のパイナップルにはタンパク質を分解する物質がふくまれていて、加熱することが原因でこの物質のはたらきが失われたからだね。

建一さん： うーん、これでは完全にそうだとは言い切れない気がするな。加熱することのみが影響していることを明らかにするためには、あと1つ実験が必要になるね。

(3) [実験]の結果から、加熱することによりタンパク質を分解する物質のはたらきが失われることがわかったが、加熱することのみが影響していることを明らかにするためには、条件を変えてあと1つ実験を追加して行う必要がある。(a)・(b)に答えなさい。

(a) [実験]に、どのような条件の実験を追加して行えばよいか、簡潔に書きなさい。

(正答例)

加熱していない生のパイナップルのしぼり汁に砂糖を加えたものを、ゼラチンのゼリーが入ったビーカーに、A～Cと同量入れる実験。

(b) 追加した実験において、どのような結果が得られれば、加熱することのみが影響しているといえるか、簡潔に書きなさい。

ゼリーが液状になる。

【解説】 対照実験を考える問題である。

(3) (a) 「加熱することのみ」が影響していることを明らかにするためには、缶詰に加えてある砂糖が酵素のはたらきに影響していないことを明らかにする必要がある。生のパイナップルのしぼり汁に砂糖を加えても酵素のはたらきが失われないことを確かめる。

(3) (b) 生のパイナップルのしぼり汁と砂糖があっても、ゼラチンが分解される。

- (4) [実験]に加えて、ゼラチンのゼリーが入ったビーカーに様々なパイナップルのしぼり汁を入れたとき、ゼリーの形が崩れて液状になったものがあった。液状になったものを、次のア～エから1つ選びなさい。ただし、加熱したしぼり汁はすべて常温に戻してから入れるものとする。
- ア 加熱した生のしぼり汁と缶詰のパイナップルのしぼり汁を同量ずつ混ぜたものを加熱して入れた。
 - イ 加熱していない生のしぼり汁と缶詰のパイナップルのしぼり汁を同量ずつ混ぜたものを加熱して入れた。
 - ウ 加熱した生のしぼり汁を入れた後に、缶詰のパイナップルのしぼり汁を同量入れた。
 - エ 加熱していない生のしぼり汁を入れた後に、加熱した缶詰のパイナップルのしぼり汁を同量入れた。

エ

【解説】 (4) 加熱していないパイナップルのしぼり汁があると、ゼラチンが分解される。様々なものが入っているが、最後に加熱していない生のパイナップルのしぼり汁があればゼラチンが分解されることに注意する。

パイナップルに含まれる主要なタンパク質分解酵素は「ブロメライン」と呼ばれるもので、果実だけでなく茎にも含まれている。

[2人の会話]

建一さん： ゼリーが液状になって驚いたけど、原因がはっきりしてすっきりしたね。

俊彦さん： 実は昨日家で八宝菜を食べたときも、同じようにだんだんろみがなくなって液状になったんだけど、これも原因は同じかな。

建一さん： その八宝菜に使われていた材料を調べてみると、何かわかるかもしれないよ。

俊彦さん： 夕食を作ってくれたお母さんに材料を聞いてみるよ。

八宝菜の材料

・豚肉 ・イカ ・うずらのたまご ・白菜 ・にんじん ・玉ねぎ ・たけのこ ・キクラゲ
・塩 ・コショウ ・鶏ガラだしの素 ・醤油 ・水溶き片栗粉 ・ごま油

建一さん： うーん、まずゼラチンのゼリーが入ってないね。なぜとろみがついたのかな。

俊彦さん： お母さんが、最後に水溶き片栗粉を入れて混ぜながら加熱すると、全体にとろみがついてくると教えてくれたんだ。

建一さん： なるほど。片栗粉にふくまれている②デンプンでとろみがついたんだね。じゃあ液状になったのは材料の中にデンプンを分解するはたらきをもつ物質があるからかな。

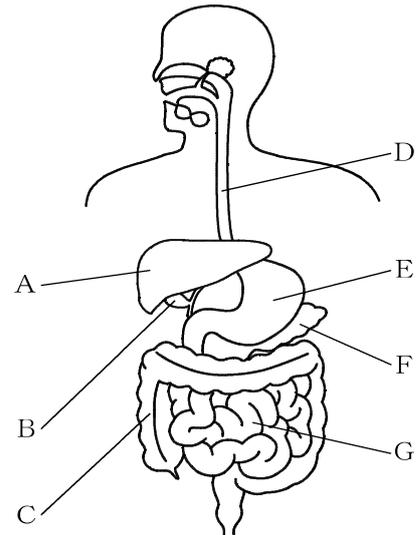
俊彦さん： 最初はとろみがついていたのですが、スプーンを使って食べ進めるうちに、お皿の中でどんどんとろみがなくなっていったんだよ。

建一さん： そうか、わかったぞ。材料の中にデンプンを分解するはたらきをもつ物質があるのではなく、俊彦さんが③スプーンを使って食べ進めたことが大きな原因かもしれないよ。

- (5) 下線部②について、ヒトの体の中では、デンプンは最終的にブドウ糖に分解される。右の図2のA～Gのうち、その過程ではたらくデンプンを分解する物質を分泌する器官はどれか。その組み合わせとして最も適切なものを、次のア～カから1つ選び、記号を書きなさい。

- ア B・F
- イ F・G
- ウ A・C・G
- エ E・F・G
- オ A・B・D・E
- カ C・D・E・G

図2



イ

- (6) 八宝菜の材料のうち、おもにタンパク質を分解するはたらきをもつ物質によって消化されるものはどれか、最も適切なものを3つ選びなさい。

豚肉・イカ・うずらのたまご

【解説】 ヒトの消化酵素についての問題である。

(5) デンプンは、だ液・すい液・小腸の分泌液に含まれる消化酵素によって、ブドウ糖に分解されて小腸で吸収される。

(6) タンパク質を多く含む材料が適当なので、豚肉・イカ・うずらのたまごの3つが適当である。いずれも動物性タンパク質となる。

- (7) 下線部③について、建一さんは「俊彦さんのもつ『ある物質』がデンプンを分解するはたらきをもつためである」と仮説を立て、それを証明するための実験方法を考えた。そして、その実験を行うことで仮説が正しいと証明できた。(a)・(b)に答えなさい。

- (a) 建一さんが考えた『ある物質』とは何か。最も適切なものを答えなさい。

アミラーゼ (だ液)

- (b) 建一さんが考えた実験方法とはどのようなものか、また、仮説を証明するためにどのような結果が得られる事が必要か、書きなさい。ただし俊彦さんは複数の実験を比較することで、仮説が正しいことを証明したものとする。

(実験方法)

だ液をつけたスプーンを入れた八宝菜と、何もついていないスプーンを入れた八宝菜を比較する実験。

(結果)

だ液をつけたスプーンを入れた八宝菜が液状になり、何もついていないスプーンを入れた八宝菜は変化がない。

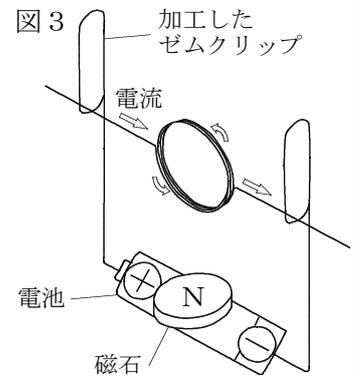
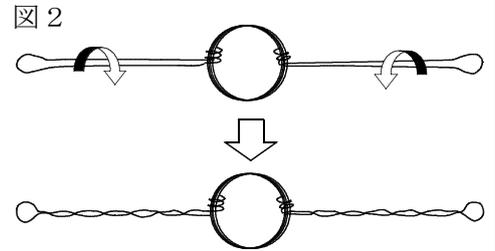
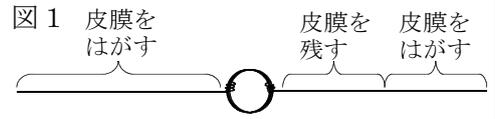
【解説】 アミラーゼとそのはたらきを確かめる実験考察についての問題である。

- (7) (a) ヒトがもつデンプンを分解する物質なのでアミラーゼが適当。「スプーンを使って食べ進めるうちに、お皿の中でどんどんとろみがなくなっていった」とあるので、食べ進めるうちにスプーンに付着しただ液が八宝菜に混ざったと考えるのが妥当。
- (7) (b) だ液と一緒に八宝菜に入れられたスプーンの影響を確かめる必要がある。スプーン単独で八宝菜に入れてみて、とろみがなくならなければ、スプーンの影響は否定できる。だ液単独の影響と比較するのであれば、(a) (b) 「だ液をつけたスプーンを入れた八宝菜」のかわりに「だ液を入れた八宝菜」でもよい。
- * だ液の有無だけでなく、スプーンはだ液に対して影響していない（アミラーゼの活性にスプーンは必要ない）ことまで証明するのなら「だ液をつけたスプーンを入れた八宝菜」「だ液を入れた八宝菜」「何もついていないスプーン」の3つを比べる。

理科の授業で学習した電流が磁界から受ける力に興味を持った涼さんと華さんは、放課後の科学部の活動でクリップモーターを作ってくわしく調べた。(1)～(5)に答えなさい。

実験

- ① エナメル線の両端を約 10 cm ずつ残して、コイルを作った。
- ② 図 1 のように、片方のエナメル線の被膜を紙やすりで全部はがした。反対側は、半分から先だけ被膜をはがした。
- ③ 図 2 のように、エナメル線を半分に軽く曲げて両端に小さな輪を作り、コイルの中心とエナメル線の両端が一直線になるように、ねじった。
- ④ 図 3 のように、加工したゼムクリップ 2 個を、セロハンテープで磁石を取り付けた乾電池に固定した。
- ⑤ コイルをクリップにのせて、指で軽くはじくと、コイルが回転した。



涼さんと華さんの会話

涼さん：エナメル線とクリップで作ったモーターが回転して良かったですね。

華さん：作ったクリップモーターのコイルを速く回すためには、電池を「あ」方法と、磁石を「い」方法が考えられます。

涼さん：また、コイルの回転を逆方向にするためには、「う」方法があります。

華さん：はじめに作ったクリップモーターのコイルが回転しなかったときは、困りましたが、今回は回転して良かったです。どうやら、前回のコイルが回転しなかったのは、**実験**②で両方のエナメル線の被膜を全部はがしてしまったことが原因だったようです。

涼さん：両方のエナメル線の被膜を全部はがすと、なぜ、うまく回転しないのか考えてみましょう。

(1) 下線部 で、「あ」、「い」にあてはまる語句を書きなさい。

あ	い
---	---

(2) 下線部 で、「う」にあてはまる語句を、電池と磁石について、それぞれ書きなさい。

涼さんと華さんの会話のつづき

涼さん：図4のようにに考えて、コイルに流れる電流が磁界から受ける力の方向をわかりやすくしてみましょう。

華さん：(a)のコイルの辺Aが上にあるときは、辺Aには、紙面上で手前から奥向きに力が働くので、左から観察すると、コイルは「え」に回転しようとする力を受けます。また、(b)のコイルの辺Aが下にあるときは、(a)のときと同様に観察すると、コイルは「お」に回転しようとする力を受けることがわかります。

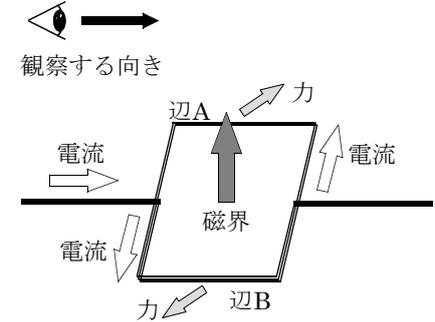
涼さん：コイルに流れる電流が磁界から受ける力の向きが、辺Aの場所によって変わることがわかりました。

華さん：被膜を全部はがすと、「か」」。そのため、片方の被膜を半分だけ残して、半回転分は電流が流れないようにする必要があったのですね。

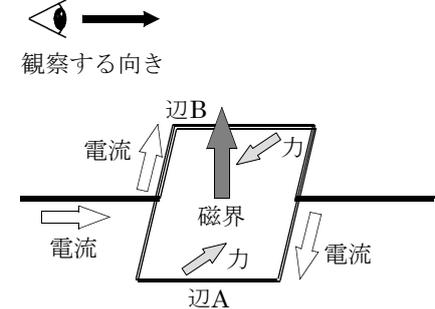
華さん：なるほど、コイルに電流が流れないタイミングがあることで、コイルは一定方向に回転し続けることができるのですね。

図4

(a) コイルの辺Aが上にあるとき



(b) コイルの辺Aが下にあるとき

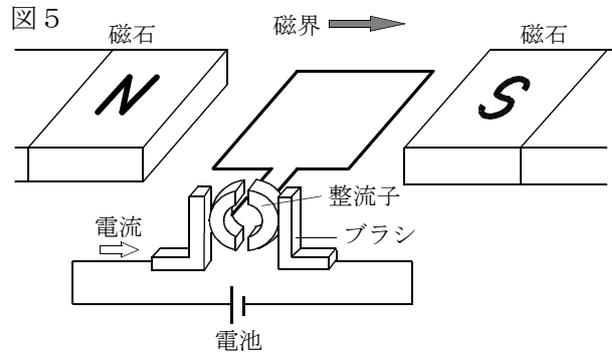


(3) 本文中の「え」、「お」にあてはまる方向として、時計回りか反時計回りのどちらかを書きなさい。ただし、回転方向は、観察する向きから見たときのものとする。

え		お	
---	--	---	--

(4) 本文中の「か」にあてはまる語句を書きなさい。

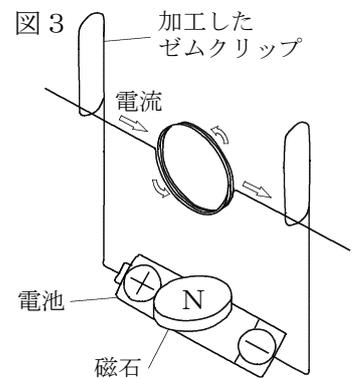
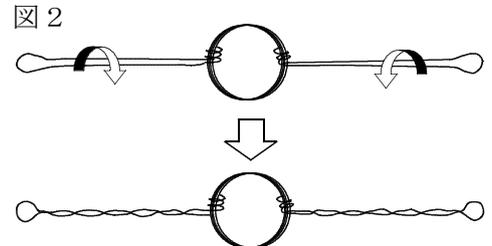
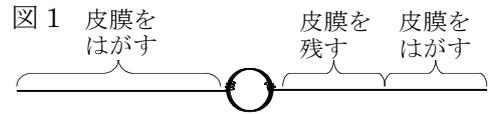
(5) 図5は、モーターが回転するしくみを模式的にあらわしている。コイルが連続的に回転するための工夫である整流子のはたらきを書きなさい。



理科の授業で学習した電流が磁界から受ける力に興味を持った涼さんと華さんは、放課後の科学部の活動でクリップモーターを作ってくわしく調べた。(1)～(5)に答えなさい。

実験

- ① エナメル線の両端を約 10 cm ずつ残して、コイルを作った。
- ② 図 1 のように、片方のエナメル線の被膜を紙やすりで全部はがした。反対側は、半分から先だけ被膜をはがした。
- ③ 図 2 のように、エナメル線を半分に軽く曲げて両端に小さな輪を作り、コイルの中心とエナメル線の両端が一直線になるように、ねじった。
- ④ 図 3 のように、加工したゼムクリップ 2 個を、セロハンテープで磁石を取り付けた乾電池に固定した。
- ⑤ コイルをクリップにのせて、指で軽くはじくと、コイルが回転した。



涼さんと華さんの会話

涼さん：エナメル線とクリップで作ったモーターが回転して良かったですね。

華さん：作ったクリップモーターのコイルを速く回すためには、電池を「あ」方法と、磁石を「い」方法が考えられます。

涼さん：また、コイルの回転を逆方向にするためには、「う」方法があります。

華さん：はじめに作ったクリップモーターのコイルが回転しなかったときは、困りましたが、今回は回転して良かったです。どうやら、前回のコイルが回転しなかったのは、**実験** ②で両方のエナメル線の被膜を全部はがしてしまったことが原因だったようです。

涼さん：両方のエナメル線の被膜を全部はがすと、なぜ、うまく回転しないのか考えてみましょう。

(1) 下線部 _____ で、「あ」、「い」にあてはまる語句を書きなさい。

あ 電圧の大きいものに交換する	い コイルに近づける
-----------------	------------

【解説】

電流が磁界から受ける力の大きさは、①コイルに流れる電流の大きさ、②磁界の強さによって決まる。コイルに流れる電流を大きくするためには、電源の電圧を大きくすればよいので、電圧の大きな電池に交換する、または、電池を複数個、直列に接続することが考えられる。そして、磁界を強くするためには、磁石をコイルに近づける、または、磁界の強い磁石に交換することが考えられる。

(2) 下線部 で、「 う 」 にあてはまる語句を、電池と磁石について、それぞれ書きなさい。

電池の正極と負極を逆向きに接続するか、もしくは、磁石のN極とS極を逆向きに置く

【解説】

コイルを逆回転させるためには、電流が磁界から受ける力の向きが逆向きになればよい。そのためには、電流の向きを逆にする。または、磁界の向きを逆にすればよい。

涼さんと華さんの会話のつづき

涼さん：図4のように考えて、コイルに流れる電流が磁界から受ける力の方向をわかりやすくしてみましょう。

華さん：(a)のコイルの辺Aが上にあるときは、辺Aには、紙面上で手前から奥向きに力が働くので、左から観察すると、コイルは「 え 」 に回転しようとする力を受けます。また、(b)のコイルの辺Aが下にあるときは、(a)のときと同様に観察すると、コイルは「 お 」 に回転しようとする力を受けることがわかります。

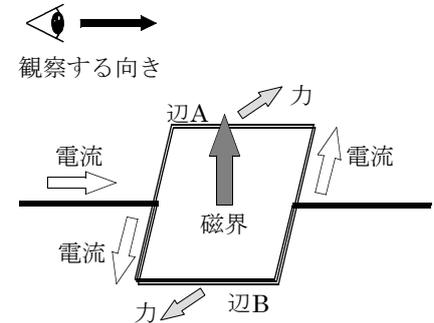
涼さん：コイルに流れる電流が磁界から受ける力の向きが、辺Aの場所によって変わることがわかりました。

華さん：被膜を全部はがすと、「 か 」。そのため、片方の被膜を半分だけ残して、半回転分は電流が流れないようにする必要があったのですね。

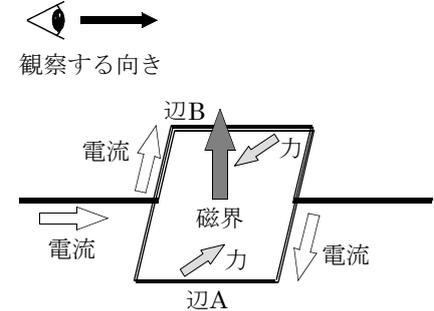
華さん：なるほど、コイルに電流が流れないタイミングがあることで、コイルは一定方向に回転し続けることができるのですね。

図4

(a) コイルの辺Aが上にあるとき



(b) コイルの辺Aが下にあるとき



(3) 本文中の「 え 」、「 お 」 にあてはまる方向として、時計回りか反時計回りのどちらかを書きなさい。ただし、回転方向は、観察する向きから見たときのものとする。

え 反時計回り	お 時計回り	
---------	--------	--

【解説】

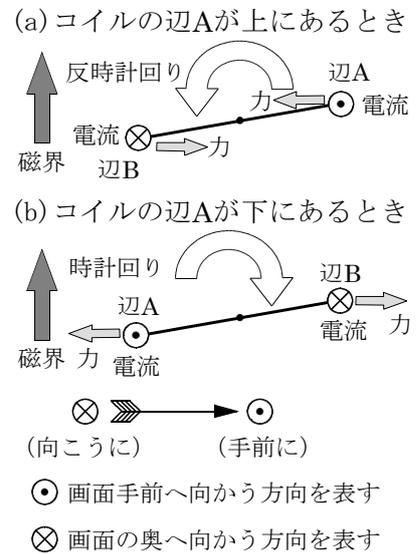
(a)のコイルの辺Aが上にあるとき、電流が磁界から受ける力が手前から奥向きとあるので、下にある辺Bは、電流の向きが反対で、磁界の向きが変わらないので、受ける力が奥から手前となり、コイル全体としては、反時計回りの力を受ける。(b)のコイルの辺Aが下にあるときも、電流の向きは変わらないことから、辺Aが受ける力の向きは(a)と同じで、手前から奥となる。同様に辺Bが受ける力の向きは、奥から手前となり、コイルは(a)のときと逆回転をしようとする。

(4) 本文中の「か」にあてはまる語句を書きなさい。

コイルが回転する途中で、逆回転する力がはたらくために、回転することができずに止まります

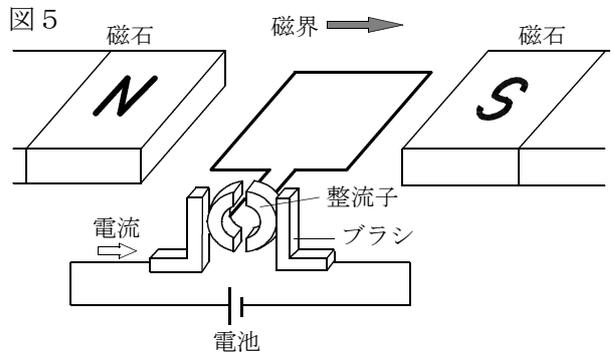
【解説】

皮膜を全てはがした場合、コイルに流れる電流の向きは変わらないので、コイルの面が磁界と垂直になる前後で、電流が磁界から受ける力による回転方向が変わることになる。(a)では、反時計回りに回転する力が働き、そこから半回転した(b)では、時計回りに回転する力が働くので、コイルは回転できなくなる。



(5) 図5は、モーターが回転するしくみを模式的にあらわしている。コイルが連続的に回転するための工夫である整流子のはたらきを書きなさい。

整流子があることで、コイルの左側の辺に、常に手前から奥に電流が流すことができる。同じ向きに電流が流れるため、コイルに働く力も同じになり、連続的に回転することができる。



【解説】

整流子は、コイルに流れる電流の向きを半回転ごとに反転させることで、コイルを常に同じ方向に回り続けさせることができる。