

理 科 (40分) 答えはすべて解答用紙に書き入れること。

1

図1は、ヒトの消化に関係する器官を表したものです。ヒトでは、だ液せんから出るだ液をはじめ、①ほかの部分からも消化液が出て、食べものが消化されていきます。食事中に口の中のご飯をかんでいると、しだいに甘^{あま}くなりますが、これはだ液にふくまれるアミラーゼという消化酵素^{こうそ}のはたらきによって、でんぷんが糖分^{かひ}に変わるからです。糖分は、主に②小腸^{まく}の膜を通り、吸収されます。そして、血管を通る(あ)を介して、全身に運ばれます。吸収されなかった残りのものはこう門からふんとして体外に出ます。口からこう門までの通り道を、(い)といいます。

(1) (あ)・(い)の空らんに入る適当な語句を入れなさい。

(2) 下線部①に関して、だ液せんのほかに、消化液が出て食べものが消化される部分を正しく示しているものはどれですか。次の中から最も適当なものを1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 図1のBの部分のみ
- イ. 図1のGの部分のみ
- ウ. 図1のA、E、G
- エ. 図1のB、F、G
- オ. 図1のE、G、H

(3) 図1のD、Hの器官のはたらきや特ちょうを説明したものとして、適当なものを次の中からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ア. ここでつくられる消化液は、炭水化物、たんぱく質、脂肪^{しぼう}を分解する。
- イ. 食べものの残りが送られてきて、消化は行わず、水分を吸収する。
- ウ. ふくろのようなつくりで、たんぱく質を最初に分解する消化液をつくり、食べものを一時的^{じゆう}にためておく。
- エ. たん汁^{じゅう}をつくり、脂肪を消化しやすくしたり、有毒物質を分解したりする。
- オ. 背中側にある、にぎりこぶしほどの大きさの器官で、体内の不要物を取り除く。

(4) 下線部②に関して、小腸には、ひだの多い突起^{とつき}が無数にみられます。(i)このような突起を何といいますか。また、(ii)この突起が無数にあることで都合の良いこととして、最も適当なものを次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 酸素と二酸化炭素が交かんされやすい。
- イ. 食物が次の器官へと送られやすい。
- ウ. 消化された養分が体内に取りこまれやすい。
- エ. 食物が細かくすりつぶされやすい。

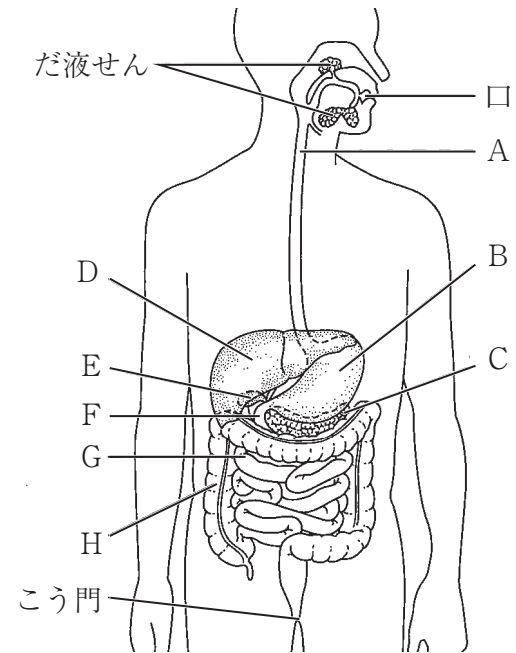
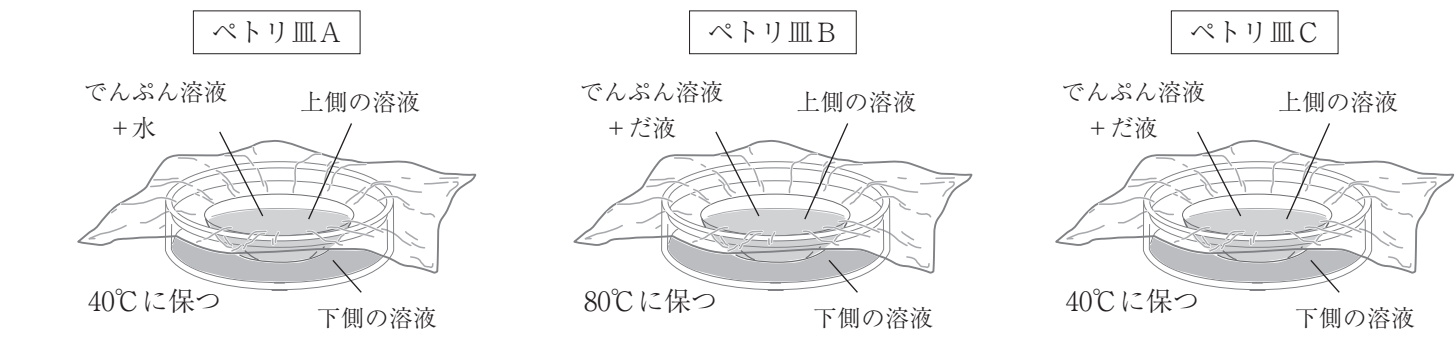


図1

理 科

だ液にふくまれる消化酵素のはたらきを調べるため、小腸の膜と性質のよく似ているセロハン膜という人工膜を使って実験を行いました。

- 〔実験〕① 3つのペトリ皿A～Cに半分くらい水を入れ、その上にセロハン膜をかぶせた。
- ② ご飯粒と水を乳鉢に入れてすりつぶしたでんぷん溶液をつくり、①のセロハン膜の上に注いだ。このでんぷん溶液にペトリ皿Aには水、ペトリ皿BとCにはだ液を加えて、温度をそれぞれ40℃、80℃、40℃に保った。
- ③ 十分時間がたった後、セロハン膜の上側の溶液、下側の溶液をそれぞれ2本ずつの試験管にとって、1本にはヨウ素液を加え、もう1本にはベネジクト液を加え、反応を調べた。なお、ヨウ素液はでんぷんをふくむと青紫^{あおむらさき}色になり、ベネジクト液は糖分をふくむ溶液に加えて加熱すると赤かっ色に変化する。また、変えられた糖分は、溶液中に均一に広がっているものとする。



〔結果〕それぞれの試験管の反応は、以下の表のようになりました。

	ペトリ皿A (40℃)		ペトリ皿B (80℃)		ペトリ皿C (40℃)	
	セロハン膜の上側の溶液	セロハン膜の下側の溶液	セロハン膜の上側の溶液	セロハン膜の下側の溶液	セロハン膜の上側の溶液	セロハン膜の下側の溶液
ヨウ素液	(試験管1) 青紫色	(試験管2) 変化なし	(試験管5) 青紫色	(試験管6) 変化なし	(試験管9) 変化なし	(試験管10) ?
ベネジクト液	(試験管3) 変化なし	(試験管4) 変化なし	(試験管7) 変化なし	(試験管8) 変化なし	(試験管11) ?	(試験管12) 赤かっ色

(5) だ液のはたらきによって、糖分ができていることを確かめるためには、どの試験管とどの試験管を比べればよいですか。最も適当な組み合わせを次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 試験管1と試験管12 イ. 試験管5と試験管9 ウ. 試験管1と試験管9 エ. 試験管4と試験管12

(6) 試験管10および試験管11の結果は、どのようになると考えられますか。予想される実験結果として、最も適当な組み合わせを次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- 試験管10 試験管11 試験管10 試験管11 試験管10 試験管11 試験管10 試験管11
- ア. 変化なし 変化なし イ. 青紫色 変化なし ウ. 変化なし 赤かっ色 エ. 青紫色 赤かっ色

(7) 〔実験〕および〔結果〕を参考にして、アミラーゼのはたらきや小腸での吸収のしくみについて、適当なものを3つ選び、記号で答えなさい。ただし、解答の順序は問いません。

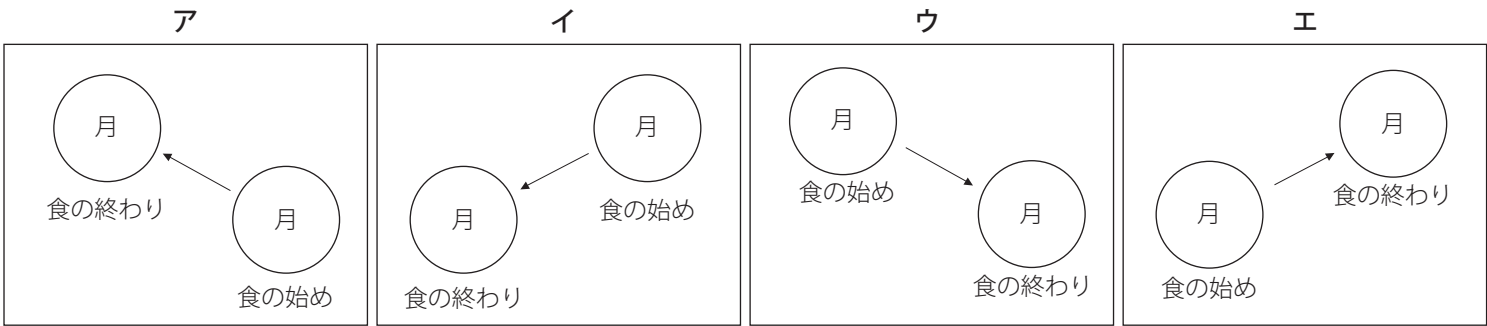
- ア. アミラーゼは、糖分をでんぷんに変え、小腸で吸収できるようにする。
- イ. 小腸はでんぷんを吸収することができるが、アミラーゼによってさらに吸収しやすくなる。
- ウ. 小腸はでんぷんを吸収できないが、糖分に分解されると吸収できるようになる。
- エ. 小腸は膜の性質を変化させることで、でんぷんを吸収できるようになる。
- オ. 小腸がでんぷんを吸収できないのは、でんぷんの粒が大きすぎるためである。
- カ. 80℃では、アミラーゼによってでんぷんが糖分に変化している。
- キ. 80℃では、アミラーゼのはたらきはほとんど失われている。
- ク. 80℃でも、アミラーゼはでんぷんを部分的に糖分に変化させることができる。

理 科

- 2
- 月が太陽の前を横切るために、月によって太陽の一部（または全部）が隠される現象を（ ① ）といいます。これと同じように、月が火星の前を横切るために、月によって火星が隠される現象を「火星食」といい、2022年7月21日の深夜にも起こりました。月は地球の周りを公転しているため、天球上の他の天体に対して少しずつ（ ② ）に移動しているように見え、月より遠くにある天体を次々に隠していきます。火星もふつう月と同じように、天球上の他の天体に対して（②）に移動しているように見えますが、月に比べると移動速度が非常に遅いため、火星に追いついた月が火星を隠してしまいます。
- 今回の火星食は、東京から西の地域では、すでに火星が月に隠された状態で昇ってきて、食の終わり（火星の出現）だけが見られました。一方、札幌や仙台は月の出が早く、月が昇ってから火星食が始まったため、火星食の始めから終わりまでを観察できました。日本各地の月の出、火星食の始め、終わりの時刻はそれぞれ表の通りです。

	月の出	食の始め（月の高度）	食の終わり（月の高度）
札 幌	21日 23時18分	21日23時43分17秒（4.0度）	22日 0 時32分20秒（12.5度）
仙 台	21日 23時28分	21日23時37分57秒（1.5度）	22日 0 時21分27秒（9.4度）
東 京	21日 23時37分	（月が地平線の下にあり見えない）	22日 0 時15分39秒（7.0度）
名古屋	21日 23時49分	（月が地平線の下にあり見えない）	22日 0 時15分54秒（4.7度）
広 島	22日 0 時09分	（月が地平線の下にあり見えない）	22日 0 時16分28秒（1.3度）

- (1) （ ① ）に適する語句を答えなさい。
- (2) （ ② ）に適する語句として正しいものを次の中から1つ選び、記号で答えなさい。
ア. 西から東 イ. 東から西 ウ. 北から南 エ. 南から北
- (3) 下線部について、地球に対する月のような天体を何といいますか。漢字で答えなさい。
- (4) 札幌で今回の火星食を見たとき、食の始めから終わりまでの月の動く道すじを表した図として最も適当なものを次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

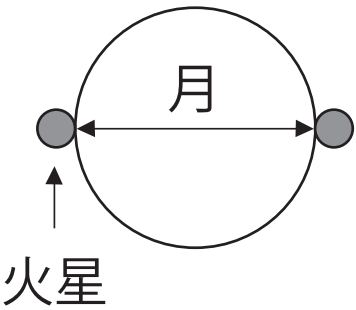


理 科

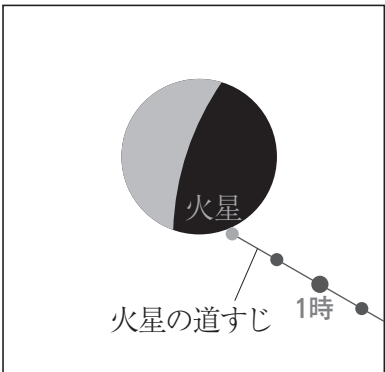
- (5) 右の図は、今回の火星食をある地点から見たときの様子です。
- (i) 食の始めと終わりのどちらを表していますか。解答らんの正しいものに○をつけなさい。
- (ii) 今回の火星食を観察した日はいつですか。月の形を用いて表したとき、最も適当なものを次の中から1つ選び、記号で答えなさい。
- ア. 上弦^{げん}の月の日 イ. 上弦の月の前日 ウ. 上弦の月の翌日
エ. 下弦の月の日 オ. 下弦の月の前日 カ. 下弦の月の翌日



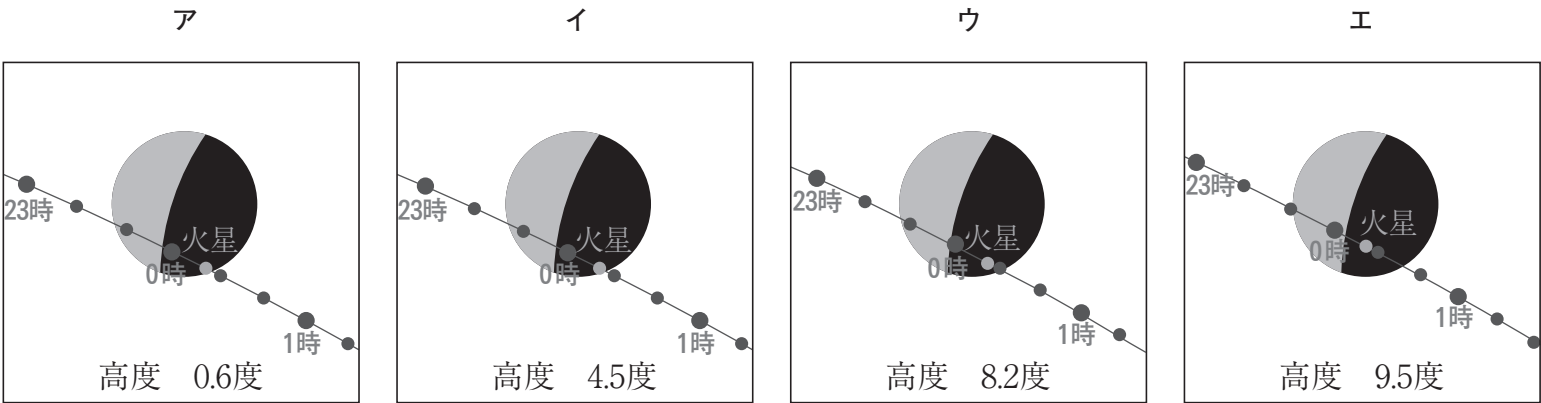
- (6) 右の図のように、月のちょうど直径を通るように火星食が見えた場合を考えます。月は、地球の周りをちょうど30日で1周しているとします。すると、天球上の他の星に対して1時間あたりでは0.5度移動します。天球上での月の見かけの大きさを0.5度、火星の見かけの大きさを0.00625度としたとき、火星食が始まってから、完全に食が終わるまでにかかる時間は何分何秒ですか。ただし今回は、火星が公転していることによる見かけの移動は考えないものとし、図の火星は実際より大きく描かれています。



- (7) 実際は、火星も月も真横に移動することは少ないので、火星の道すじは月に対して斜^{なな}めになることがほとんどです。東京では、食の終わり以降の火星の道すじは下の図の通りでした。東京での食の終わりの時間における、札幌、仙台、広島での月に対する火星の道すじを表した図はどれですか。適当なものを次の中から1つずつ選び、記号で答えなさい。ただし、月に対して火星を大きく描いており、本来、月が地平線の下にあって火星が見えていない時間帯についても、予測された道すじを描いています。また、ア～エの図の「高度」は、同じ時間に各地で月が見える高度を示しています。



東京での食の終わり以降の火星の道すじ

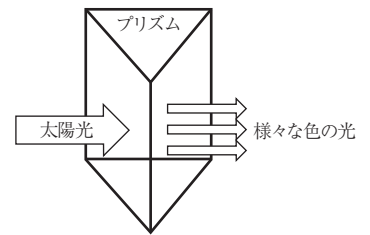


理 科

3

私たちの身の回りには、電磁波とよばれる反射や屈折^{くっせつ}といった性質を示す波が満ちあふれています。電磁波は、波長とよばれる周期的な波の長さによって分類されていて、①電波^{でんぱ}、赤外線^{せきがいせん}、紫外線^{しがいせん}、X 線^{えつくせん}といった波がその一種です。そして、私たちが目で見ることができる光も、可視光線という電磁波の一種です。私たちが可視光線を見ると、様々な色が見えますが、この色も波長で決まっています。例えば、青色の光の波長に比べて、緑色の光の波長は約1.2倍、赤色の光の波長は約1.8倍の長さをもっています。また、太陽光は色づいて見えませんが、これは様々な色の可視光線が混ざり合っていることが原因で、こういった光を白色光とよびます。

波長のちがいによって光のふるまいは変化します。例えば、波長の小さい光ほど屈折しやすいことが知られています。そのため、太陽光をプリズムとよばれるガラスの三角柱に通すと、②屈折^{くっせつ}のはたらきによって、様々な色の光に分かれて出てきます。

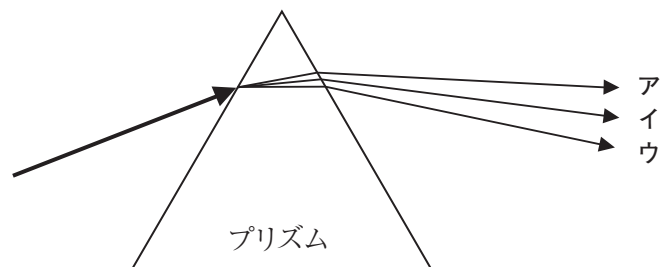


(1) 下線部①について、赤外線について述べた文として正しいものを1つ選び、記号で答えなさい。

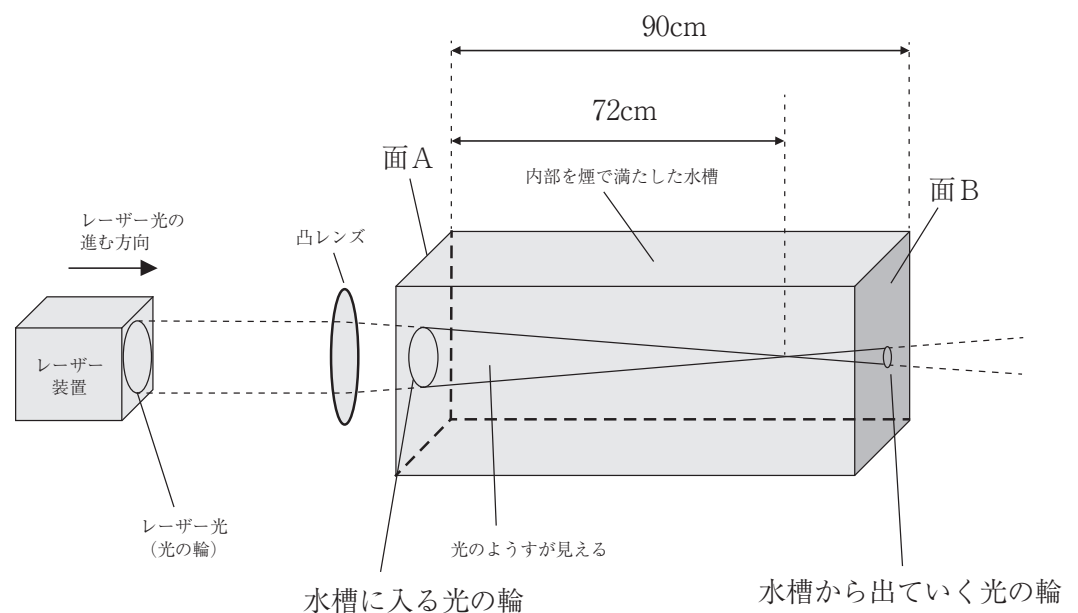
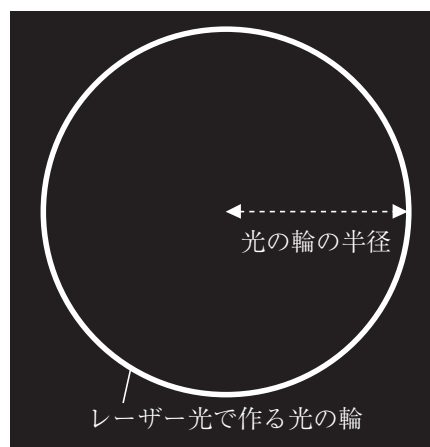
- ア. 病院で身体に赤外線を当てることで、内臓や骨の様子を撮影^{さつえい}できる。
- イ. 身体^{からだ}の表面から出る赤外線の量を測定することで、非接触^{ひせつしよく}で体温測定ができる。
- ウ. 殺菌^{きん}ランプの光を当てると、赤外線により細菌やウイルスを殺菌できる。
- エ. 電子レンジにものを入れると、赤外線を用いて温めることができる。

(2) 下線部②の現象を何といいますか。漢字二文字で答えなさい。

(3) 青色、緑色、赤色のレーザー光を、下図のように同じ方向から同時にプリズムに通すとア、イ、ウの方向に分かれました。青色の光が進む方向を1つ選び、記号で答えなさい。



次に、レーザー光の形を変え、下図のように円周のみが明るい輪の形にしました。その光の輪を、中心が一致^{いっち}するように並べた凸レンズ^{とつ}、煙^{けむり}を満たした長さ90cmの水槽^{すいそう}の中に順に通しました。すると、煙のはたらきにより、光の進むようすが観察できました。このとき、光は③ある一点に集まりました。



理 科

- (4) 下線部③の点を何といいますか。
- (5) 光が集まる点は面Aから72cm のところにありました。このとき水槽から出ていく光の輪の半径は、水槽に入る光の輪に比べて何倍ですか。また、水槽から出ていく光の明るさは、水槽に入る光に比べて何倍ですか。それぞれ整数または分数で答えなさい。ただし、光の輪の太さはとても細いため、光は円周上のみに存在していると考えなさい。
- (6) 次に、①～⑥の操作をそれぞれ行いました。いずれの場合も、水槽内に光が集まる点がありました。この点が(5)よりも面A側に移動する場合は「A」、面B側に移動する場合は「B」、変わらない場合は「×」と答えなさい。
- ① 水槽内の煙の量を増やす。
 - ② レーザー光を出す装置の位置を凸レンズから遠ざける。
 - ③ レーザー光の輪の半径を大きくする。
 - ④ 凸レンズの位置を水槽から遠ざける。
 - ⑤ 凸レンズの手前に、もう1つ凸レンズを置く。
 - ⑥ 凸レンズの手前に、^{おう}凹レンズを置く。
- (7) 青色、緑色、赤色の三色のレーザー光で、等しい半径の光の輪を作り、同時に凸レンズに通しました。すると、三色の光が水槽内の異なる点に集まりました。集まった点の色を水槽の面A側から順に並べたものとして正しいものを1つ選び、記号で答えなさい。
- ア. 青→緑→赤

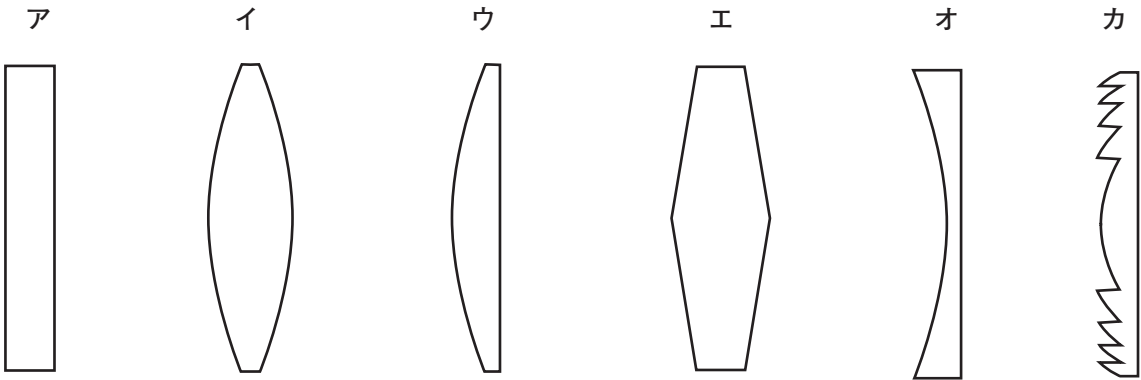
イ. 青→赤→緑

ウ. 緑→青→赤

エ. 緑→赤→青

オ. 赤→青→緑

カ. 赤→緑→青
- (8) 実際、凸レンズによっては、レンズを通して物体を見ると、(7)と同じようなことが起こり、物体が様々な色に分かれて観察されます。この色のズレを色取差^{いろしゅうさ}とよびます。カメラなどはこのズレを修正するために、凸レンズの後ろに別のレンズを置いています。このレンズの形として、最も適当なものを次の中から1つ選び、記号で答えなさい。



理 科

4

〔I〕 水100gにとかすことができる溶質（溶液にとけている物質）の重さの最大量を溶解度といいます。また、その最大量の溶質がとけた水溶液を飽和水溶液といいます。とける溶質の重さは水の重さに比例します。また、溶解度は溶質の種類や溶液の温度によっても変わります。

2種類の固体AとBがあり、Aの溶解度は20℃では30 g、40℃では60 g、60℃では110 gです。Bの溶解度は20℃～60℃の間では55 gで一定です。

- (1) 60℃のとき、Aの飽和水溶液の濃さを求めなさい。割り切れない場合は、小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。
- (2) 60℃のとき、Aの飽和水溶液を80 gとり、20℃に冷やすとAの結晶は何g出てきますか。割り切れない場合は、小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。
- (3) 60℃で、密度1.2g/cm³のBの20%水溶液を100cm³とり、加熱して水80 gを蒸発させました。その後、20℃に冷やすとBの結晶は合計何g出てきますか。割り切れない場合は、小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。

硫酸銅五水和物という結晶があります。この結晶は、硫酸銅と水が含まれた固体で、硫酸銅と水の重さの比は16：9です。

例えば、図1にあるように、硫酸銅五水和物25 gの中には、硫酸銅が16 g、水が9 g含まれることになります。硫酸銅五水和物の結晶を水にとかすと、結晶に含まれていた水は周りの水と混ざり、16 gの硫酸銅がとけている水溶液になります。

また、図2にあるように、硫酸銅がとけている水溶液を冷やし、硫酸銅五水和物25 gが結晶として出てきた場合、硫酸銅は周りにある水を取りこみ、この中に硫酸銅が16 g、水が9 g含まれることになります。

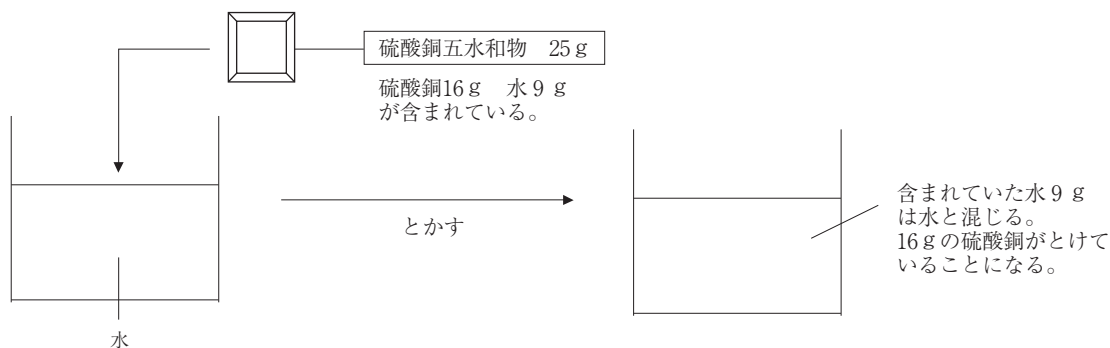


図 1

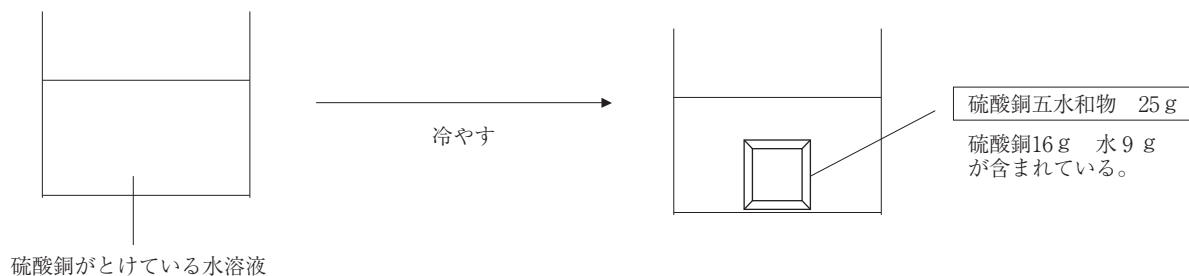


図 2

- (4) 硫酸銅の溶解度は80℃では56 gです。80℃の硫酸銅の飽和水溶液100gに含まれる硫酸銅の重さを求めなさい。割り切れない場合は、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えなさい。
- (5) (4)の水溶液を20℃まで冷やすと、硫酸銅五水和物の結晶が40 g出てきました。この結果から、20℃での硫酸銅の溶解度を求めなさい。割り切れない場合は、小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。

理 科

〔Ⅱ〕 次は大和くんと西先生の会話文です。

大和くん：「西先生。なぜ凍^{こお}らせたジュースを飲むとき、最初に融^とけてでてきた液体は濃い味がするのですか。」

西先生：「それは凝固点降下^{ぎょうてんこうか}が起こっていることが原因です。」

大和くん：「先生、凝固点降下という言葉^{ことば}を初めて聞きました。詳しく教えていただけませんか。」

西先生：「わかりました。ものをとかす水を冷やしていくと0℃で液体から固体になります。この液体から固体になりはじめる温度を凝固点^{こおてん}といいます。そして、水にものをとかした水溶液は、水よりも凝固点が低くなります。これを凝固点降下^{ぎょうてんこうか}といいます。例えば、食塩水は冷やしても0℃では凍りません。また、凝固点降下の度合いは濃度に比例し、溶液の濃度が大きければ大きいほど凝固点降下の度合いが大きくなります。」

大和くん：「そうだったのですね。初めて知りました。」

その後、大和くんは凝固点降下に興味を持ち、西先生の協力を得て、以下の実験を行いました。

〔実験〕 いろいろな量の固体Cを100 gの水に加えてよくかき混ぜて水溶液の凝固点を測定すると、下の表の結果になりました。凝固点降下の度合い〔℃〕とは、0℃よりどれだけ下がったかを表しています。

加えたCの重さ〔g〕	0	0.5	1.0	2.5	3.0
凝固点降下の度合い〔℃〕	0	0.560	1.120	2.688	2.688

(6) 水100 gにCは最大何 g とけますか。割り切れない場合は、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えなさい。

(7) 加えたCの重さが2.5 gと3.0 gのときの凝固点降下の度合いが同じになる理由を簡単に答えなさい。

大和くん：「先生、実験に協力していただきありがとうございました。でも、なぜそうなるのでしょうか？」

西先生：「簡単に説明すると、液体が固体になるには粒子^{りゅうし}が規則正しく並ぶ必要があります。何かがとけていると水の粒子が規則正しく並ぶのをじゃましてしまいます。そのため、より温度を下げて、粒子の動きをより遅^{おそ}くして規則正しく並ばせる必要があります、その結果、凝固点も下がることになります。」

大和くん：「なるほど。ということはジュースを凍らせると、先に0℃より低い温度で水だけが凍っていき、どんどん濃度が大きい溶液ができあがることになりますね。」

西先生：「その通りです。よくわかりましたね。凍るにつれて溶液の濃度が大きくなるぶん、より低い温度で凍ることになります。」

大和くん：「だから逆に、融ける時は濃度が大きい溶液から融け出すのですね。だから最初に融けてでてきた液体は濃い味がするの。よくわかりました。ありがとうございます。」

西先生：「いえいえ。身の回りにはこのような科学で説明できることがたくさんあります。常に疑問を持ち、何にでも興味を持つことが君を成長させてくれます。ぜひこれからもその姿勢を持ち続けてくださいね。」