

2021年度 入学試験問題

理 科

第 3 回

||||| **【注 意】** |||||

試験時間は社会とあわせて60分間です。(11:10～12:10)

理科と社会両方の教科の問題を時間内に解いてください。

問題は1ページから14ページまでです。

解答はすべて解答用紙に記入してください。

解答用紙に受験番号、氏名を記入してください。

|||||



洗足学園中学校

1

次の文章を読んであとの問いに答えなさい。答えは、小数第2位以下があるときは四捨五入して小数第1位まで求めなさい。

- I. 図1のように、糸の一方のはしに高さが5 cmで重さが100 gのおもりをつけ、もう一方のはしを床に固定しました。その糸を滑車にかけ、滑車をばねはかりで支えました。ただし、糸は十分軽く、重さは無視できるものとしします。

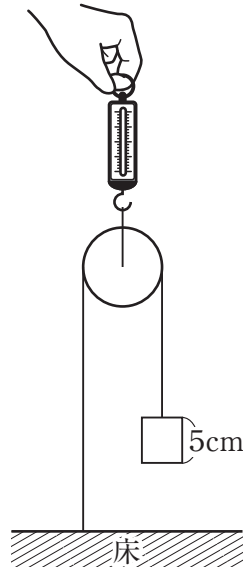


図1

- (1) 滑車が十分軽く、重さが無視できるものとするとき、ばねはかりの目盛りは何 g を示しますか。
- (2) 滑車の重さが50 g のとき、ばねはかりの目盛りは何 g を示しますか。
- (3) 滑車の重さが50 g のとき、ばねはかりをゆっくり引いて、滑車が10 cm 上昇すると、おもりは何 cm 上昇しますか。

つぎに、図1と同じおもりを用いて、図2のように床からおもりの底面までの高さすいそうが6 cmになるようばねはかりを支えました。おもりの下に大きな水槽を置き、水槽の底から4 cmまで水を入れました。ただし、滑車の重さは50 gとし、水槽の底面積は十分大きく、おもりが入っても水面の高さは変わらないものとします。

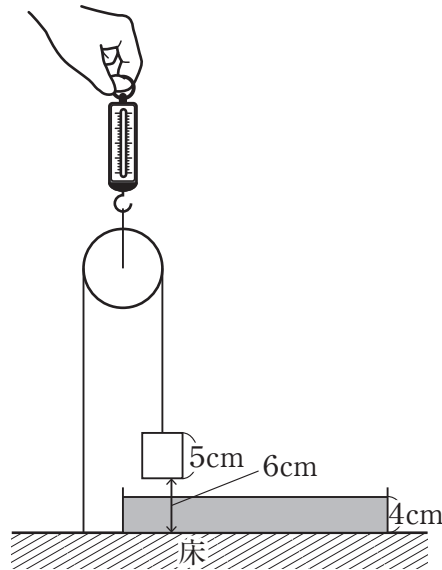


図2

- (4) ばねはかりをゆっくり下げて、滑車が2 cm下がったとき、ばねはかりの目盛りが(2)より8 g減りました。このおもりの底面積は何 cm^2 ですか。ただし、水は 1 cm^3 あたり1 gであるとします。

- II. 図3のように、長さ100 cmの棒があります。この棒の両端りょうたんに、300 gのおもりAと200 gのおもりBを糸でつるしました。ただし、棒・糸は十分軽く、重さを無視できるものとします。

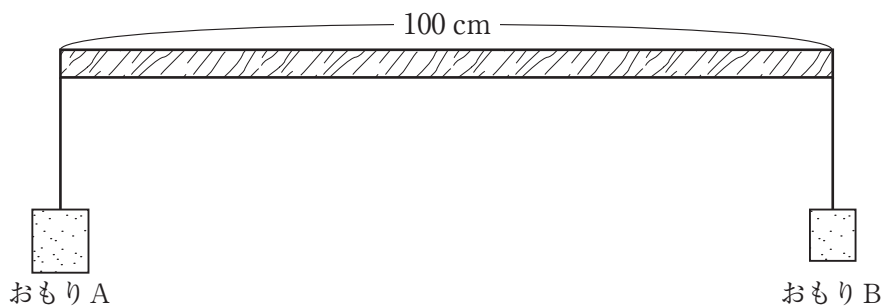


図3

- (5) 棒を一点で水平に支えるためには、棒の支点をおもりAのついている端から何cmの位置にすればよいですか。

- (6) 図4のように水槽に水を入れ、おもりBだけをちょうど半分沈めたところ、棒を水平に支えるためには支点の位置を5 cm おもりA側にずらす必要がありました。おもりBの体積は何 cm^3 ですか。ただし、水は 1 cm^3 あたり 1 g であるとします。

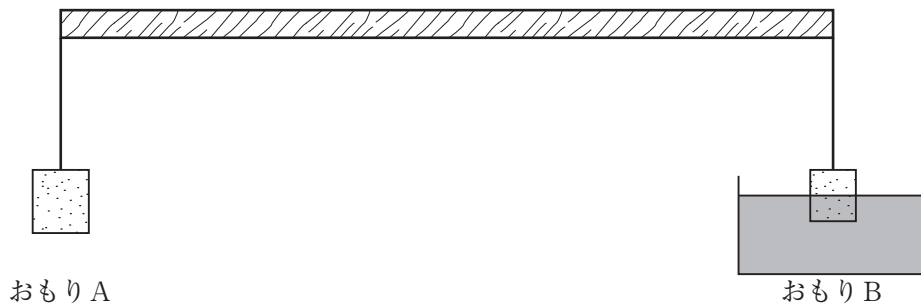


図4

- (7) 水槽に水ではない液体を入れ、おもりBの全体を沈めたところ、棒を水平に支えるためには、支点の位置を(5)から22 cm おもりA側にずらす必要がありました。この液体は 1 cm^3 あたり何gですか。

2

次の文章を読み、あとの問いに答えなさい。答えは、小数第3位以下があるときは四捨五入して小数第2位まで求めなさい。

物質は「原子」という目に見えない小さな粒が集まってできています。人類が科学的にこの事実にとどり着いたのは、今から200年ほど前、イギリスの科学者ドルトンが「原子説」を提唱した時です。原子説は、当時知られていた化学的な現象を合理的に説明することができました。当時、原子の性質は以下のように考えられていました。

[原子の性質]

- ① 物質は、それ以上分割できない小さな粒からなる。この粒を原子とよぶ。
- ② 原子には、水素、酸素、塩素など、色々な種類の原子がある。同じ種類の原子1つ1つは、同じ性質と同じ重さをもつ。
- ③ 原子どうしは互いに結びつくことができる。物質の反応は、原子が結びつく相手を変える現象である。反応によって原子そのものが新しく生まれたり、消滅したり、別の種類の原子に変わったりしない。

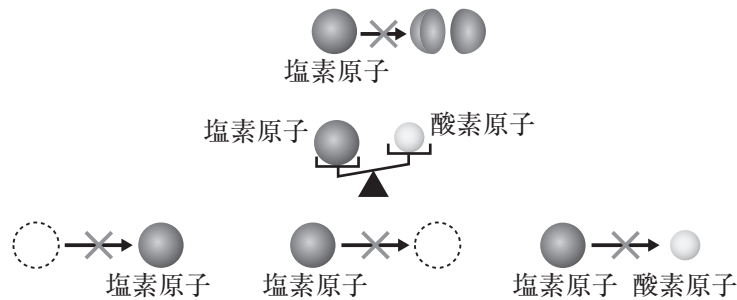


図1

- (1) ダイヤモンドと木炭は異なる性質をもつ物質ですが、酸素と反応させると、どちらも二酸化炭素のみが発生します。このことからわかることは何ですか。「原子」という言葉を必ず使って、「ダイヤモンドと木炭は」に続く形で書きなさい。
- (2) 鉄の原子1個と銅の原子1個の重さの比は7：8です。銅2gに含まれる原子の個数は、鉄1gに含まれる原子の個数の何倍ですか。
- (3) 21gの鉄を酸素とともに加熱したところ、鉄はすべて酸素と反応し、1種類の物質Aが29gできました。物質Aは、鉄の原子と酸素の原子がどんな個数の比で結びついたものですか。もっとも簡単な整数比で答えなさい。ただし、鉄の原子1個と酸素の原子1個の重さの比は7：2です。
- (4) 銅の原子と酸素の原子は、1：1の個数の比で結びついて酸化銅という物質になります。銅10gを酸素と反応させたところ、銅の一部が反応して酸化銅になり、反応しなかった銅と生成した酸化銅の合計の重さが12gになりました。反応しなかった銅は何gですか。ただし、銅の原子1個と酸素の原子1個の重さの比は4：1です。

- (5) 一酸化二窒素^{ちっそ}は窒素の原子と酸素の原子が2 : 1の個数の比で結びついた物質、二酸化窒素は窒素の原子と酸素の原子が1 : 2の個数の比で結びついた物質です。1 gの窒素に対して結びついている酸素の重さを、一酸化二窒素と二酸化窒素で比べると、どんな比になりますか。もっとも簡単な整数比で答えなさい。ただし、窒素の原子1個と酸素の原子1個の重さの比は7 : 8です。

このように、化学的な現象を合理的に説明することのできた原子説ですが、フランスの科学者ゲーリュサックにより発見された「気体反応の法則」は、原子説の正しさに一石を投じました。当時は、以下に記した[気体の性質]が正しいと考えられており、これに基づくと、水素と塩素が反応して塩化水素が生成する反応では、水素と塩素と塩化水素の体積の比は1 : 1 : 1になるはずですが、その様子を図2に示しました。しかし、実験をすると、水素と塩素と塩化水素の体積の比が1 : 1 : 2になります。

[気体の性質]

- ① 水素、塩素、酸素の各気体は、それぞれ水素の原子、塩素の原子、酸素の原子が結びつかずに単独で存在する物質である。
- ② 塩化水素の気体は、塩素の原子1個と水素の原子1個が結びついた複合原子からなる物質である。水蒸気は、酸素の原子1個と水素の原子2個が結びついた複合原子からなる物質である。
- ③ 気体は種類に関係なく、原子でも複合原子でも1個で一定の体積を占める。図2では、1個の原子または1個の複合原子が占める体積を□1つで表している。

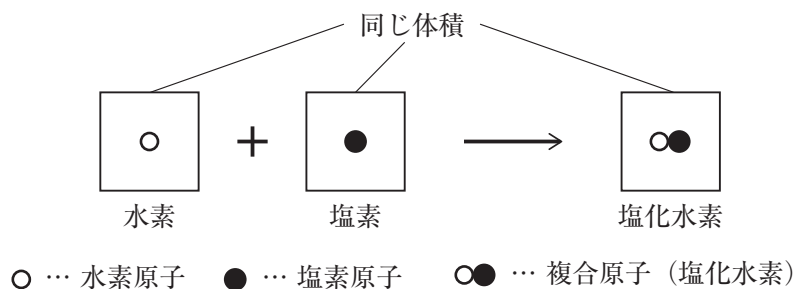


図2

- (6) [原子の性質] および [気体の性質] に基づくと、水素と酸素が反応して水蒸気が生成する反応では、水素と酸素と水蒸気の体積の比はいくらになりますか。もっとも簡単な整数比で答えなさい。

- (7) 下線部の結果は、一見、原子説と矛盾するかのよう^{むじゆん}に思われましたが、以下のように解決されました。実際には水素の気体は、水素原子2個が結びついた水素分子からできており、塩素の気体も、塩素原子2個が結びついた塩素分子^{くうらん}からできています。このことを表す以下の図3の空欄(ア)、(イ)に当てはまる図を記しなさい。ただし、水素原子を○、塩素原子を●で示しなさい。

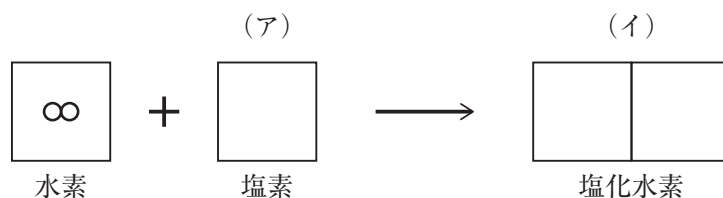


図3

- (8) 食品添加物^{てんかぶつ}や化粧品^{けしょうひん}の香料^{こうりょう}などには、天然の植物などからとった物質をそのまま利用しているものがあります。一方、石油などを原料として、植物などに含まれる物質と同じ物質を人工的に合成して、使用しているものがあります。このように人工的に合成された物質について、4ページの「原子の性質」に基づいて正しく述べた文を、次より1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 人工的に合成された物質は、自然からとれる物質と性質が異なり、体に悪い。
- イ. 人工的に合成された物質は、自然からとれる物質と性質は同じだが、体に悪い。
- ウ. 人工的に合成された物質は、自然からとれる物質と性質が異なるが、体への影響^{えいきょう}は同じである。
- エ. 人工的に合成された物質は、自然からとれる物質と性質は同じで、体への影響も同じである。

3

メダカの観察・実験について、あとの問いに答えなさい。

- (1) メダカの卵は毛でおおわれており、特に長くなっている毛があります。この長い毛をもつことの利点としてもっとも適当なものを次より1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 水の流れを受けて回転しやすい。
- イ. 寒い季節でも温度を保ちやすい。
- ウ. 表面積を増やすことで呼吸しやすい。
- エ. 水草に絡みつきやすい。

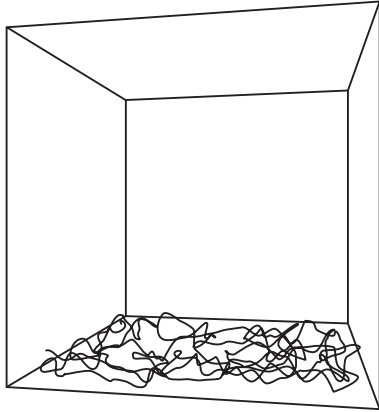
- (2) メダカは生まれた時に大きな袋を抱えています。この袋をもつ理由としてもっとも適当なものを次より1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 体を少しでも大きく見せて、敵を威嚇するため。
- イ. しばらくエサを食べないので、袋に蓄えた栄養で成長するため。
- ウ. しばらく上手に排泄ができないので、袋に不要物をため込むため。
- エ. 袋に酸素をため込み、えらが完成するまでその酸素で呼吸をするため。

園子さんは昼の時間が長く、かつ水温が高いとメダカが卵を産み始めることを不思議に思い、調べました。すると吉村崇らの論文『Nature Communications vol.8 (2017) article number 412』の実験があることを知り、同様の実験を行いました。

- 【実験1】 以下の2つの条件でそれぞれメダカを無色透明の水槽で飼育しました。
- メダカA：冬の条件（1日のうち10時間明るく14時間暗い・水温8℃の環境）
- メダカB：夏の条件（1日のうち14時間明るく10時間暗い・水温26℃の環境）
- メダカA、Bの動きを一定時間観察したところ、図1の線のような動きが観察できました。このことから、冬のメダカは川底でおとなしくしており、夏のメダカは活発に動いていることが推測できました。

メダカ A



メダカ B

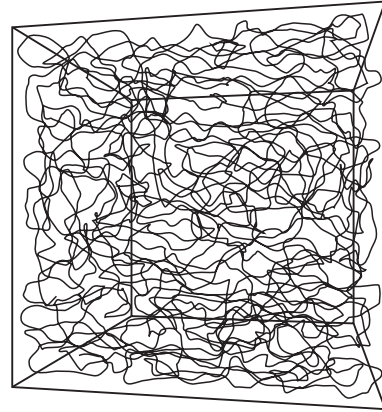


図 1

【実験 2】 次に図 2 のように水槽のある 1 つの側面からのみ光を当て、メダカ A、メダカ B の 15 分間の行動を観察しました。結果は図 3 のようになりました。

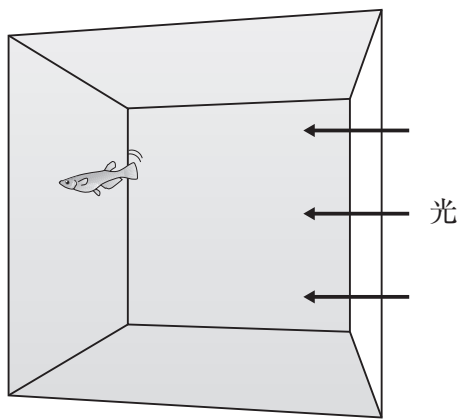


図 2

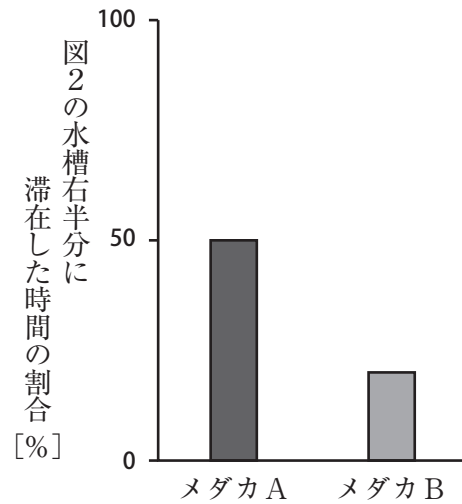


図 3

(3) 【実験 2】の結果から何がわかりますか。次よりもっとも適当なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 夏のメダカは光から遠ざかる傾向^{けいこう}があり、冬のメダカは光に近づく傾向がある。
- イ. 夏のメダカは光に近づく傾向があり、冬のメダカは光から遠ざかる傾向がある。
- ウ. 夏のメダカは光から遠ざかる傾向があり、冬のメダカは光に対して目立った行動変化はない。
- エ. 夏のメダカは光に対して目立った行動変化はないが、冬のメダカは光に近づく傾向がある。

【実験3】 メダカは繁殖期^{はんしよくき}になると体全体の赤い色が濃くなります。図4のように水槽の側面に画面を置き、繁殖期のメダカの映像を映し出しました。その際、カラーまたは白黒どちらかの映像を5分間映し出し、メダカA、Bそれぞれの行動を観察しました。図5、図6はその結果です。ただし、メダカの視力では画面に映るメダカのカラー映像と実物のメダカの区別はつかないものとします。

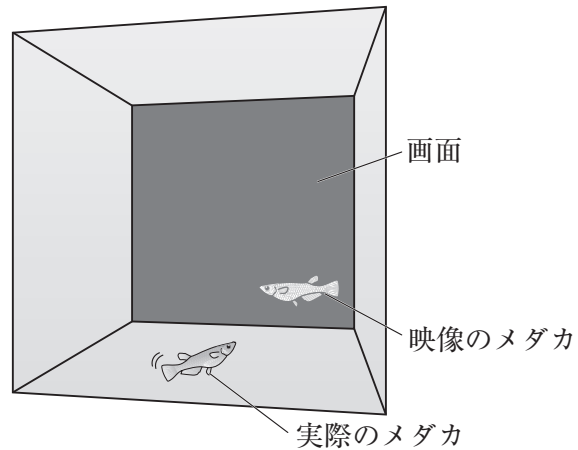


図4

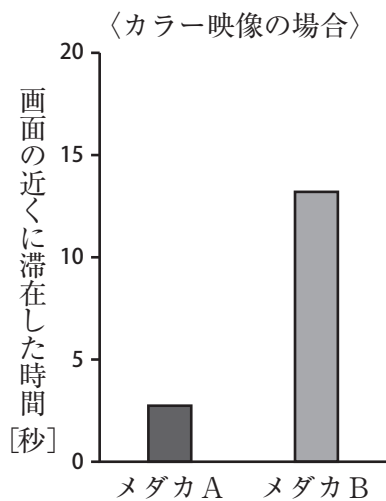


図5

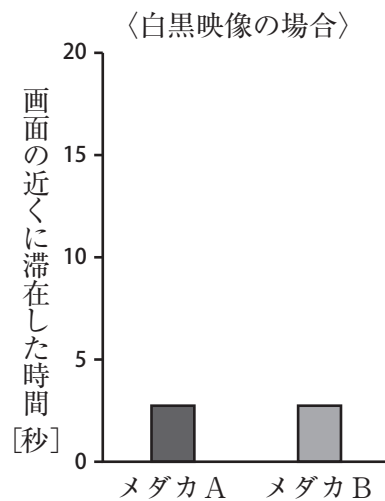


図6

(4) 【実験3】において、画面の近くに滞在した時間が10秒以上であれば、近づく反応がみられたとみなす場合、実験結果からどのようなことが分かりますか。適当なものを次よりすべて選び、記号で答えなさい。

- ア. カラー映像に対して夏のメダカも冬のメダカも、近づく反応がみられた。
- イ. カラー映像に対して夏のメダカも冬のメダカも、近づく反応がみられなかった。
- ウ. 白黒映像に対して夏のメダカも冬のメダカも、近づく反応がみられた。
- エ. 白黒映像に対して夏のメダカも冬のメダカも、近づく反応がみられなかった。
- オ. カラー映像に対して夏のメダカは近づく反応がみられたが、冬のメダカはみられなかった。
- カ. カラー映像に対して冬のメダカは近づく反応がみられたが、夏のメダカはみられなかった。

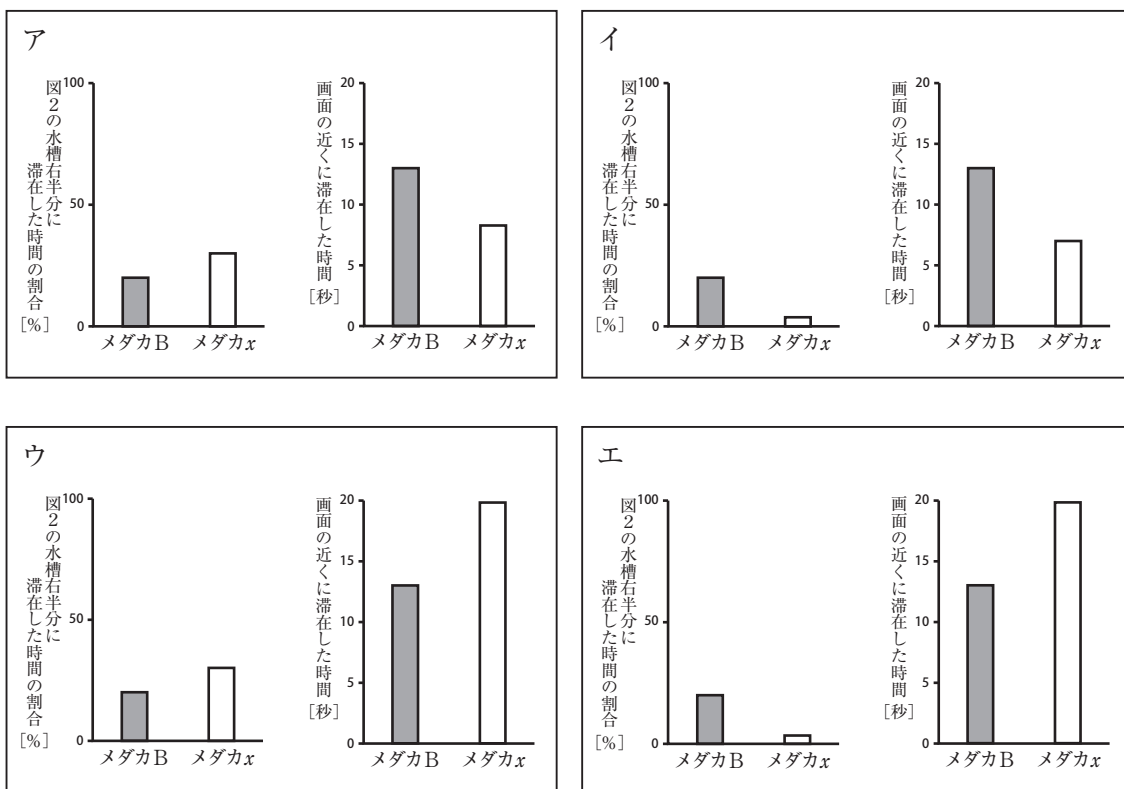
(5) 今回の実験において、見せる対象として実物のメダカを使わず映像のメダカで実験をした利点として間違っているものを次より1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 映像にすることで色の有無だけを実験条件の違いにできる。
- イ. 何度も繰り返し同じ条件で実験することが簡単である。
- ウ. 全く同じ行動の映像を見せられるので、偶然の行動の違いによる影響が出ない。
- エ. 実物のメダカの体から出る様々な化学物質による影響がない。
- オ. 何度も同じ映像を流すことで、同じ動きを繰り返すメダカへの反応を調べることができる。

メダカの目にも光を受け取ることができる網膜もうまくがあります。この網膜には特定の色の光を受け取ることができる物質があります。赤い光は物質X、青い光は物質Y、緑の光は物質Zといった具合に、色ごとに光を受け取る物質は異なっており、これらの物質は必要な分だけ体の中で作ることができます。この物質に注目して以下のような実験が行われました。

【実験4】 赤い光を受け取る物質Xを生まれつき作ることができないメダカを用いて、このメダカを夏の条件で飼育しました。このメダカをメダカ_xとし、【実験2】と【実験3】のカラー映像を用いた実験を行いました。その結果から、メダカB（物質Xを作ることができ、夏の条件で飼育）と比べて、メダカ_xは光や体の色に対する反応は弱まること分かりました。

(6) 【実験4】の結果のグラフの組み合わせとしてもっとも適当なものを次より1つ選び、記号で答えなさい。



(7) 【実験4】で青い光を受け取る物質Yや、緑の光を受け取る物質Zではなく、赤い光を受け取る物質Xに注目して実験を行ったのはなぜだと考えられますか。

4 昨年2020年がうるう年であったことに興味を持った園子さんは、うるう年について調べました。その結果、うるう年が地球の自転と公転に関係していることを知りました。以下の文を読み、あとの問いに答えなさい。

地球をはじめとする惑星は自転しながら、太陽のような恒星のまわりを公転しています。ある惑星が360度自転するのにかかる時間を自転周期といい、360度公転するのにかかる時間を公転周期といいます。

1年の長さは、公転周期とほぼ一致します。ここでは、地球の1年の長さと公転周期は等しく、365.2422日であるとしします。一方、地球の1日の長さは24時間で、自転周期の23時間56分と比べて4分ずれています。この理由は図1の通りです。1日の長さは、太陽が南中してから次に南中するまでの時間と決められています。ある日、太陽が南中している地球上の地点を点Aとします。この時刻から23時間56分経つと地球は360度自転し、点Aにあった地点は点Bに移動しますが、この間に地球は約1度公転しているため、点Bでは太陽は南中していません。点Bからさらに約1度自転して太陽が南中した点を点Cとすると、点Bから点Cまで自転するのに4分かかります。つまり、点Aで太陽が南中してから点Cで再び太陽が南中するまでの時間は24時間であり、これが1日の長さになります。厳密には、点Bから点Cまで自転するのにかかる4分間にも地球は公転していますが、わずかなので無視して考えることとします。

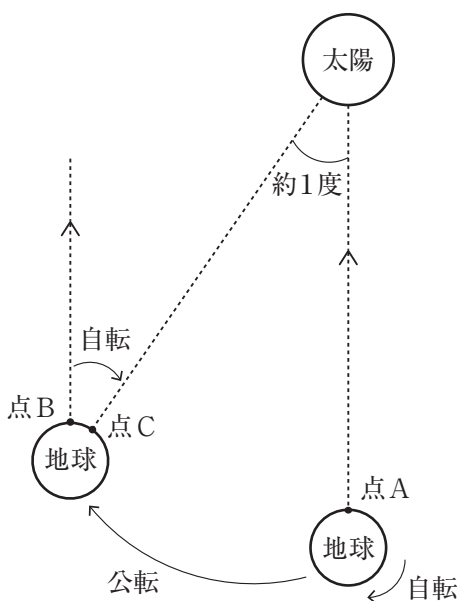


図1

(1) 地球の自転と公転は同じ回転方向です。図1は、太陽系をどの方向から見たものですか。次より1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 北極上空 イ. 南極上空

- (2) 2020年に、太陽系のある惑星の大気にホスフィンという物質が^{みく}含まれているという報道がありました。ホスフィン^{ホスフィン}は生命によっても作られる物質であるため、もし本当に含まれているのであれば、この惑星に生命がいる可能性が出てきました。この惑星はどれですか。次から1つ選び、記号で答えなさい。

ア. 水星 イ. 金星 ウ. 火星 エ. 木星
オ. 土星 カ. 天王星 キ. 海王星

- (3) 自転と公転が同じ向きで、自転周期が60時間、公転周期が24000時間の惑星Dがあるとします。

① 惑星Dは、60時間で何度公転しますか。答えは、小数第2位以下があるときは四捨五入して小数第1位まで求めなさい。

② 惑星Dが、①で答えた角度だけ自転するのに要する時間は何分ですか。答えは、小数第1位以下があるときは四捨五入して整数で求めなさい。

③ 惑星Dの1日の長さは何時間何分ですか。答えは、小数第1位以下があるときは四捨五入してそれぞれ整数で求めなさい。

- (4) 自転と公転が逆向きで、1日の長さが14時間、公転周期が85日の惑星Eがあるとします。惑星Eの自転周期は何時間何分ですか。答えは、小数第1位以下があるときは四捨五入してそれぞれ整数で求めなさい。

地球の公転周期は365日ちょうどではないため、1年を365日とすると、ある年の1月1日の地球の位置と、翌年の1月1日の地球の位置はわずかにずれていくこととなります。そこで、うるう年を設けることで、このずれを解消しています。仮に、地球の公転周期が365.25日であれば、4年に一度のうるう年でこのずれは完全に解消されます。しかし、実際には公転周期が365.2422日であるため、(あ)より複雑な調整がなされています。

- (5) 下線部(あ)について、地球では、4年に一度うるう年を設けるだけでなく、100年に一度はうるう年を取り消し、さらに400年に一度うるう年を設けるという調整を行っています。4年に一度うるう年を設け、100年に一度うるう年を取り消すだけだとすると、地球の公転周期が何日であった場合、ずれが完全に解消されますか。答えは、小数第4位以下があるときは四捨五入して小数第3位まで求めなさい。

(6) 1日の長さが20時間、公転周期が324.15日の惑星Fがあるとします。惑星Fの1年を基本的に324日とし、ある頻度^{ひんど}で1年が325日のうるう年を設けるとしたら、どのような規則がよいですか。もっとも適当なものを次より1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 5年に一度うるう年を設け、50年に一度うるう年を取り消す。
- イ. 5年に一度うるう年を設け、20年に一度うるう年を取り消す。
- ウ. 4年に一度うるう年を設け、60年に一度うるう年を取り消す。
- エ. 4年に一度うるう年を設け、40年に一度うるう年を取り消す。
- オ. 3年に一度うるう年を設け、300年に一度うるう年を取り消す。
- カ. 3年に一度うるう年を設け、30年に一度うるう年を取り消す。

