

理 科 (40分) 答えはすべて解答用紙に書き入れること。

1 植物の蒸散に関する次の文を読み、あとの問いに答えなさい。

身の回りには、たくさんの植物が生育しています。植物の茎の断面を観察してみると、中には管の束が通っているのが観察されます。これを維管束といい、内部では茎の内側に道管が、茎の外側には師管が通っています。葉の維管束を葉脈といい、単子葉類と双子葉類ではそれぞれ違った葉脈をもっています。道管には、葉のすみずみまで水を運ぶ役割があり、①葉に運ばれた水の大部分は水蒸気として気孔から放出され、これを蒸散といいます。蒸散の作用を調べるために、次の実験を行いました。

〔実験〕 大きさや葉の数が等しい同じ種類の植物の枝を4本用意し、それぞれ図1のように150 cm³の水が入ったメスシリンダーに入れ、②油を少しずつ入れました。そして、次のA～Dの条件にして光の当たるところに置き、6時間後に水の変化量を見ました。

- A : 何もしない
- B : 葉の表側にワセリンを塗る。
- C : 葉の裏側にワセリンを塗る。
- D : 葉の表側と裏側の両面にワセリンを塗る。

蒸散による6時間後の水の量の変化

条件	水の量 [cm ³]
A	X
B	123
C	135
D	146

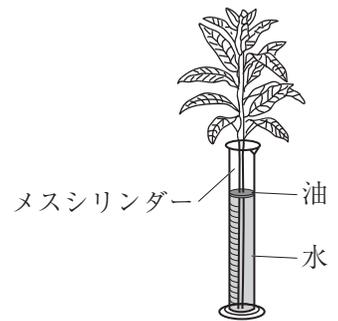
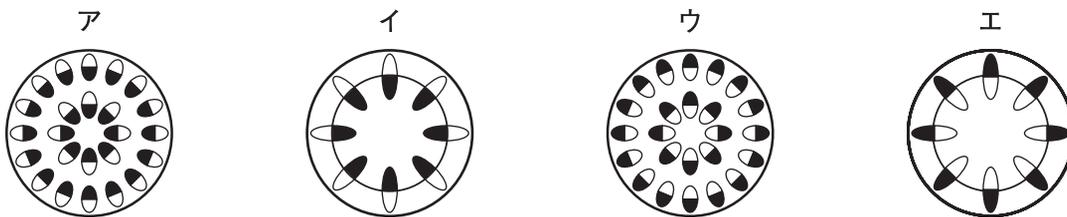


図1

(1) 植物の根を赤いインクを入れた水にひたし、葉に赤い色がついた後に茎を切りました。そのとき、双子葉類の茎の断面図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。



(2) 下線部①について、蒸散をおこなう気孔のはたらきや特徴として適当なものを、次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 蒸散を盛んにすると、根毛から吸収する水や肥料分が多くなる。
- イ. どの植物においても、気孔は葉の表側よりも裏側の方が多い。
- ウ. 気孔は葉に集中的に分布し、茎や根には分布していない。
- エ. 水蒸気のほかに、二酸化炭素も出すことができるが、気体を取り入れることはできない。

(3) 下線部②について、水面に油を入れる理由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. 水の変化量を測りやすくするから。
- イ. 水面からの水の蒸発を防ぐから。
- ウ. 植物を短時間で枯らさないようにするから。
- エ. 空気中の物質が水の中に入らないようにするから。

(4) 表中の条件AのXの値は、他の条件B～Dを組み合わせると求めることができます。この値を求めるための計算式を、次の例にならい、B～Dの記号を用いて表しなさい。

〔例〕 $X = B - C + D$

(5) 実験の結果から、葉の表側からの1時間当たりの蒸散量 [cm³] 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。

理 科

(6) 植物の蒸散のほとんどは気孔で行われますが、葉の表側の「クチクラ層」では、表面から水が蒸発するクチクラ蒸散も部分的に行われています。蒸散速度とは、ある一定時間における蒸散の量を示したもので、図2は、裏側にしか気孔を持たない植物における、気温と気孔開度(気孔の幅の広がり具合)との関係を示しています。図3はその植物の35℃における気孔開度とクチクラ蒸散速度および、全蒸散速度(表側のクチクラ蒸散速度と裏側の気孔蒸散速度の合計)の関係を示しています。また、図4、図5は湿度および風速と蒸散速度の関係をそれぞれ示しています。

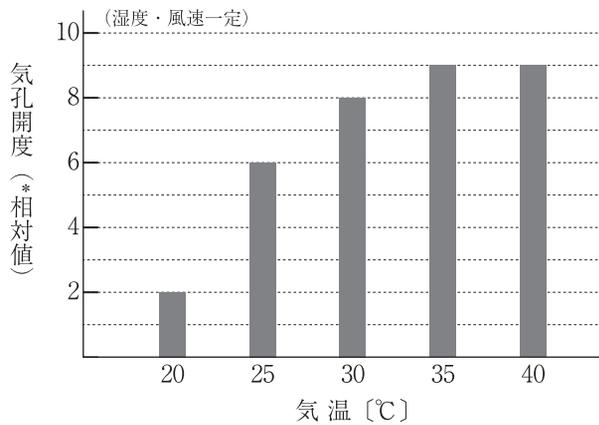


図2

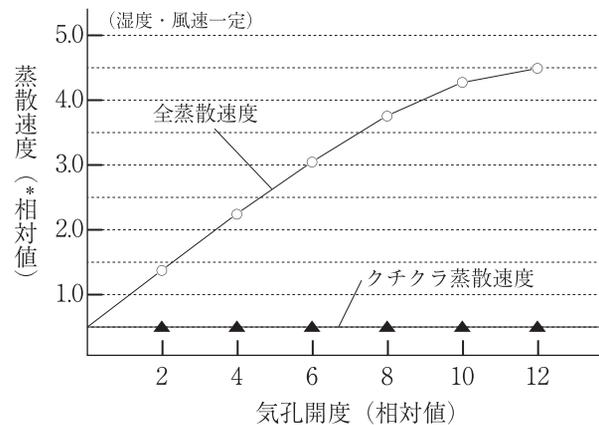


図3

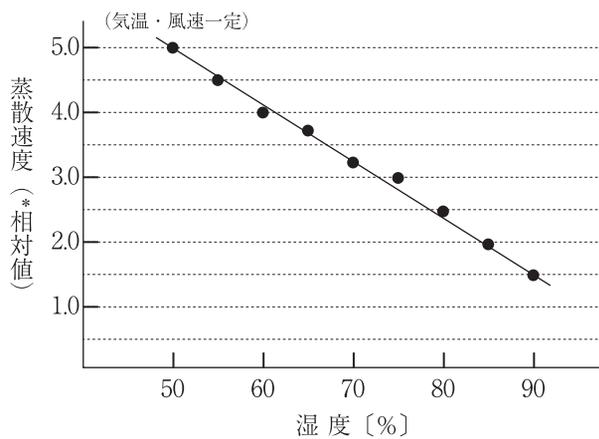


図4

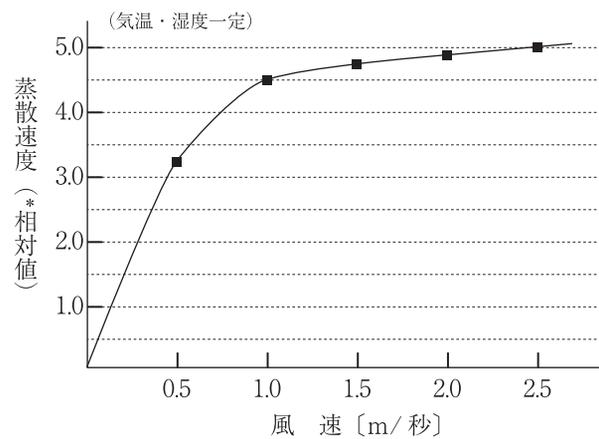


図5

*相対値：グラフの縦軸の相対値とは、変化の度合いを示したもので、上にいくほど量が大きくなることを示しています。

- (i) 35℃のときの葉の裏側の気孔蒸散速度(相対値)を小数第1位まで求めなさい。
- (ii) 実際の植物の蒸散の現象について、【説明文】に合うように、文中の空らん①～⑤に入る最も適する語句や文を、【選択肢】の中から1つずつ選び、記号で答えなさい。また、⑥には10字程度の短文を入れて文章を完成させなさい。

【説明文】

一般的に、日差しが強い昼間には、①や②が盛んに行われる。昼間に大きく気孔が開くと、③ときに特に水蒸気が盛んに放出されると考えられる。実際の植物においては、気温が高く、③条件下では、①のはたらきが昼間に一度低下する現象がみられる。これは、②によって④のを防ぐために、⑤結果、⑥ことができず、①のはたらきが一時的に低下するためであり、「植物の昼寝現象」とよばれる。

【選択肢】

- ①・②：ア. 蒸散 イ. 呼吸 ウ. 光合成
- ③：ア. 湿度が低く、風速が小さい イ. 湿度が低く、風速が大きい
ウ. 湿度が高く、風速が小さい エ. 湿度が高く、風速が大きい
- ④：ア. 植物から水分が過剰に失われる イ. 植物の体温が過度に上昇する
ウ. 植物体内の余分なでんぷんを合成する エ. 植物体内の極度のエネルギーが失われる
- ⑤：ア. 気孔を開けた イ. 気孔を閉じた

理 科

2

太陽のような中心天体を公転する2つの天体が、中心天体から見て同じ方向に来る現象を「会合」といい、会合から次の会合までの周期を「会合周期」といいます。下の表をもとにして地球と火星の会合周期を求めると、地球は1日あたり $\frac{360}{(A)}$ °公転し、火星は1日あたり $\frac{360}{(B)}$ °公転するので、1日あたりに公転する角度の差から、地球と火星の会合周期は(C)日ということが分かります。惑星探査機を打ち上げるには地球からの距離きょりなるべく近いほうがよいので、火星探査のミッションはおおよそ会合周期ごとに行われています。2020年7月にも、NASAの火星探査機「マーズ2020」が打ち上げられました。

火星は直径こそ小さいものの、地球に似ている部分の多い惑星です。火星の自転周期はおおよそ24時間で、自転の方向も西から東に回っており、また、地球に対する月のように、「フォボス」と「ダイモス(デイモス)」という衛星を持っている点も似ています。2つの衛星フォボスとダイモスは公転周期が異なり、フォボスの公転周期は約8時間、ダイモスの公転周期は(D)時間です。公転の方向は地球の月と同じように西から東に回っており、火星からフォボスを見ると、(E)日に(F)回、(G)から登り(H)へ沈むように見えます。火星の公転周期をちょうど24時間、フォボスの公転周期をちょうど8時間として、あとの問いに答えなさい。

金星・地球・火星の公転周期

	金星	地球	火星
公転周期〔日〕	225	365	687
公転周期〔年〕	0.62	1	1.88

- (1) 太陽系の惑星の中で、太陽から最も遠いところにある惑星を答えなさい。
- (2) 明け方に見える金星を「明けの明星」といいますが、明けの明星が見える方角として正しいものを東西南北のいずれかで答えなさい。
- (3) ある日、望遠鏡で金星を観測すると、図1のように見えました。この時の地球と金星と太陽の位置関係として正しくなるように、解答用紙の図の金星の公転軌道上に金星の位置を○で描き示しなさい。なお、地球と金星と太陽の大きさは同じとします。

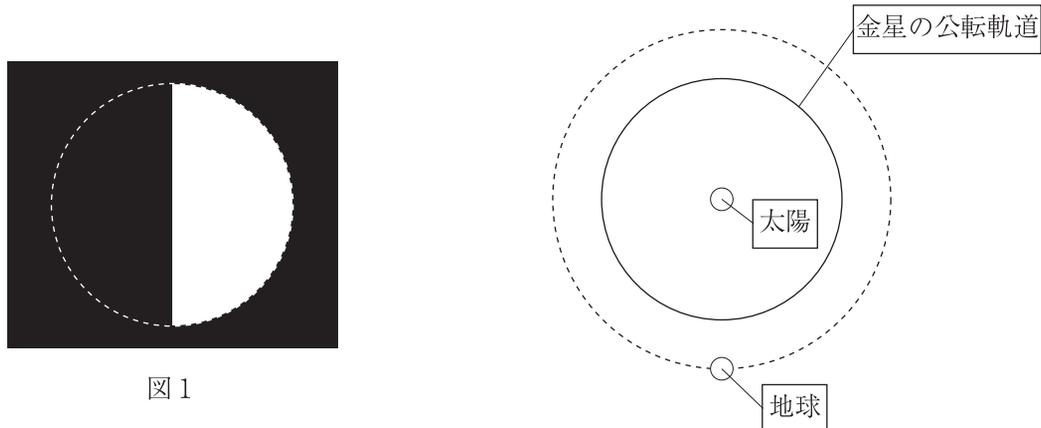


図1

- (4) 次の文のうち、正しいものを1つ選び、記号で答えなさい。
- ア. 半月状に見える金星よりも、満月状に近い金星の方が大きく見える。
- イ. 火星が赤く見えるのは、太陽のように自ら光を発しているからである。
- ウ. 水星が東の空に見えているとき、同時に金星が西の空に見えることはない。
- エ. 金星は地球より内側を公転しているので、金星と地球の会合周期は地球の公転周期より短くなる。
- オ. 地球の内側を公転する金星と、外側を公転する火星は、地球の同じ場所から同時に観測することはできない。

理 科

- (5) (i) 文中の(A)・(B)に適する数値を答えなさい。
(ii) (i)の数値を用いて、文中の(C)に適する数値を小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。
- (6) 文中の(D)に適する数値を整数で答えなさい。なお、火星から見るとダイモスは5日(120時間)に1回、東から登り西へ沈みます。
- (7) 文中の(E)・(F)に適する数値をそれぞれ最も小さい整数で、(G)・(H)に適する方角をそれぞれ東西南北のいずれかで答えなさい。

理 科

3

パンやケーキなどをつくるときに使われるベーキングパウダーは、主に重曹(炭酸水素ナトリウム)、^{注1)}酸性剤、^{注2)}遮断剤を成分としています。

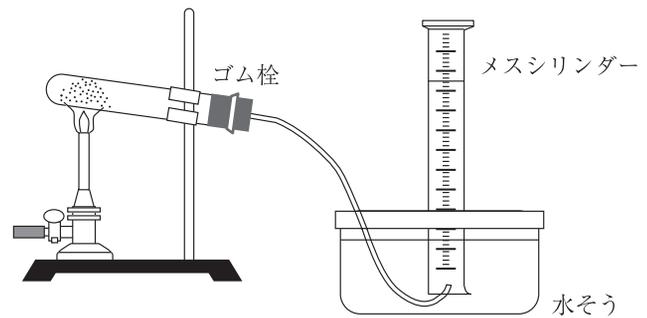
^{注1)}酸性剤：アルカリ性のものには苦みがあるためそれを和らげるとともに、二酸化炭素の発生をうながすための薬品(酒石酸など)

^{注2)}遮断剤：重曹が勝手に酸性剤と反応してしまわないようにするための薬品(コーンスターチなど)

①ベーキングパウダーは加熱することで二酸化炭素が発生しますが、これは重曹が分解されるという化学反応から生じたものです。また、②ベーキングパウダーに水を加えると、重曹と酸性剤が化学反応を起こし、二酸化炭素が発生します。つまり、ベーキングパウダーは2種類の化学反応によって発生した二酸化炭素を利用して、生地をやわらかくふくらませています。

【下線部①の反応(反応①)について】

重曹を右図の実験器具を用いて加熱すると、試験管のゴム栓付近には水が、メスシリンダーの中には二酸化炭素が集まります。また、試験管の中には炭酸水素ナトリウムが変化した炭酸ナトリウムという白い粉が残ります。重曹 100 g を加熱してすべて反応させると、二酸化炭素が 26 g、水が 11 g 生じ、炭酸ナトリウムのみが残ります。



(1) 重曹と同様に、加熱すると二酸化炭素が発生するものを3つ選び、記号で答えなさい。

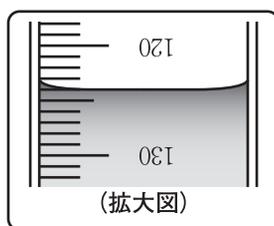
ア. ろう イ. 木 ウ. 亜鉛 エ. アルミニウム オ. 塩酸 カ. 食塩 キ. 砂糖

(2) 重曹を加熱した後にできた炭酸ナトリウムを水に溶かし、BTB液を加えると何色に変色すると考えられますか。次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

ア. 無色 イ. 青色 ウ. 緑色 エ. 黄色 オ. 赤色 カ. 白色

(3) 試験管の口を下げて加熱する理由を、解答用紙の枠内に答えなさい。

(4) 重曹 1 g を十分に加熱すると、下の拡大図のように二酸化炭素が集まりました。この結果から計算される、二酸化炭素 1 cm^3 あたりの重さ(密度)は何 g/cm^3 ですか。小数第 5 位を四捨五入し、小数第 4 位まで答えなさい。ただし、メスシリンダーに集まった気体は二酸化炭素のみとします。また、このメスシリンダーの 1 目盛りは 1 cm^3 です。

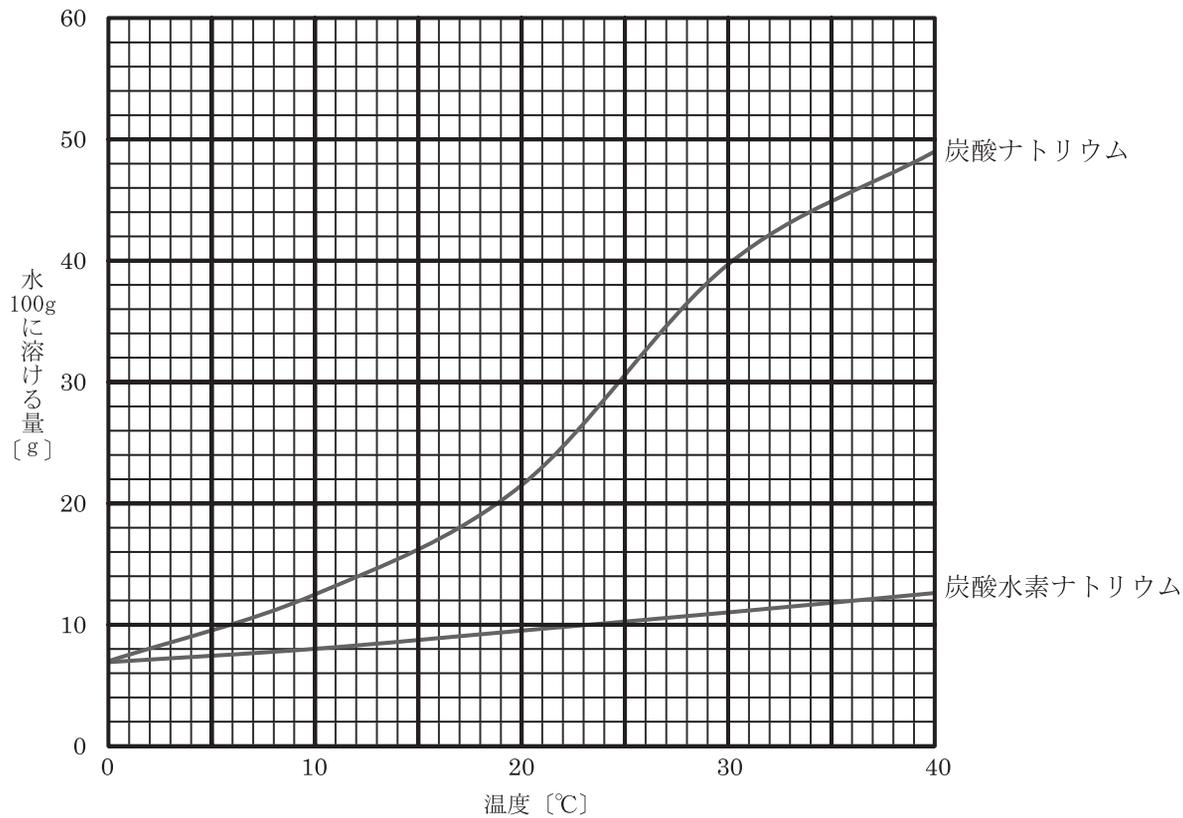


(5) 実際の二酸化炭素の密度は 0.00198 g/cm^3 であり、(4)の結果とはちがっています。その理由として正しいものを1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 二酸化炭素は空気より重いから。
 イ. 二酸化炭素は水に少し溶けるから。
 ウ. 二酸化炭素は燃えない気体だから。
 エ. 二酸化炭素は石灰水を白くにごらせるから。
 オ. 二酸化炭素は空気中には 0.04 % しか存在しないから。

理 科

- (6) 重曹 20 g を加熱し、二酸化炭素が 3.12 g 発生した段階で加熱を止めました。
- (i) 試験管の中には炭酸ナトリウムが何 g 生じていますか。小数第 2 位まで答えなさい。
- (ii) 試験管の中には炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムが見分けのつかない状態で存在しています。それぞれの物質が水 100 g にとける量 (溶解度) は、下のグラフの通りです。片方の結晶だけを取り出すために、40 °C で 80 g の水に試験管内の粉末をとかし、冷やしていきました。10 °C まで冷やしたとき、どちらの結晶を何 g 取り出せますか。正しい物質に○をつけ、数値は小数第 1 位まで答えなさい。また、片方の結晶だけをできるだけ多く取り出したいとき、何 °C まで冷やせばよいですか。グラフを読み、整数で答えなさい。なお、別の物質がいっしょに存在していても、その物質の溶解度には影響しません。



【下線部②の反応 (反応②) について】

ベーキングパウダーは加熱しなくても水と混ぜ合わせるだけでも二酸化炭素が発生します。これは、重曹と酸性剤が反応するからです。重曹 100 g が酸性のものと反応したときに発生する二酸化炭素は 52 g、水は 21 g で、このときは**反応①**とちがって炭酸ナトリウムは残りません。

あるベーキングパウダー 100 g から発生する二酸化炭素について、**反応①**と**反応②**がどの程度かかわっているかを調べるために、次の実験を行いました。

【実験 A】ベーキングパウダー 100 g を十分な量の水と混ぜ合わせたときに発生した二酸化炭素は 18.2 g でした。

【実験 B】ベーキングパウダー 100 g を加熱しながら十分な量の水と混ぜ合わせたとき、最後に残った炭酸ナトリウムは 6.3 g でした。

- (7) 実験 A の結果から、このベーキングパウダーの中にふくまれる重曹は何%ですか。整数で答えなさい。
- (8) 実験 B の結果から、発生した二酸化炭素は何 g ですか。小数第 1 位まで答えなさい。
- (9) **反応①**と**反応②**は、水の量や加熱の度合いによって、ベーキングパウダーの中にふくまれる重曹の反応の割合が変わり、発生する二酸化炭素の量も変わります。**反応①**が 20 % (つまり**反応②**が 80 %) のときの二酸化炭素の発生量は、**反応①**が 80 % のときの何倍になりますか。小数第 1 位まで答えなさい。

理 科

4 ふりこの運動についての文を読み、あとの問いに答えなさい。ただし、空気の抵抗、糸のつなぎ目やくぎとの間のまさつはないものとします。

図1のように軽い糸の先に小球をとりつけたふりこの運動について考えます。ふりこが1往復する時間とふりこの条件の関係を調べるために、おもりの重さ、糸の長さ、振れ幅の3つの要素を変えて実験を行うと、次の表のようになりました。

条件	1	2	3	4	5	6	7	8	9
おもりの重さ [g]	10	10	20	30	20	20	30	20	10
糸の長さ [cm]	25	25	50	50	100	100	100	200	②
振れ幅 [°]	5	15	5	15	5	15	5	5	10
1往復する時間 [秒]	1.0	1.0	1.4	1.4	2.0	①	2.0	2.8	3.0

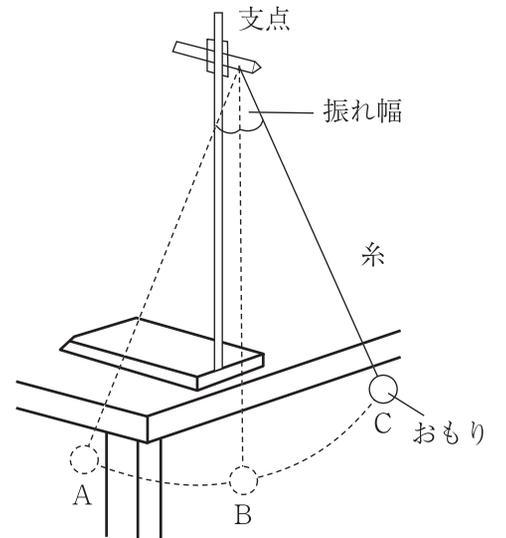
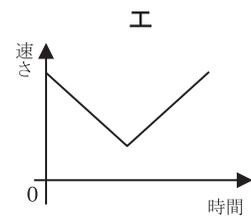
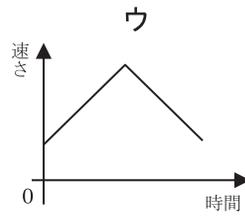
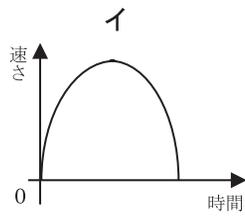
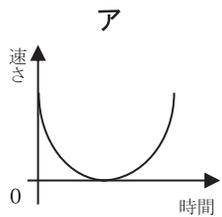


図1

(1) 図1のふりこの運動について、Aから手を放した時間を0として小球の速さの変化と時間の関係を表すグラフ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。



(2) 条件3、条件6、条件7と、ある1つの条件をそれぞれ比べるとふりこが1往復する時間はふりこのある要素によって決まることを調べることができます。ある1つの条件を条件1～条件5の中から1つ選び、番号で答えなさい。また、ある要素は3つの要素のどれか答えなさい。

(3) 表中の①・②に当てはまる値を求めなさい。

さらに図2のように、図1の糸の支点から真下に少し離れた位置Dにくぎを置いたふりこの運動を図1の運動と比べると、小球の最大の速さは(③)こと、Cでの小球の高さは(④)こと、再びAに戻る時間は(⑤)ことを観測することができます。

(4) 文中の空らん(③)～(⑤)に当てはまることばを【選択肢】の中から1つずつ選び、記号で答えなさい。

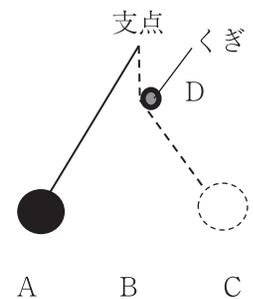


図2

【選択肢】

- (③) : ア. 速くなる イ. 変わらない ウ. 遅くなる
- (④) : ア. 高くなる イ. 変わらない ウ. 低くなる
- (⑤) : ア. 長くなる イ. 変わらない ウ. 短くなる

理 科

次に、図3のようなサーカスの「空中ブランコ」の運動について考えます。モデルとして、図4のように糸の長さのちがう2つのふりこで実験を行いました。ただし、2つのふりこはぶつからないものとします。

軽い糸の長さが 169 cm のふりこ2からそっと手を放し、揺らし始めました。ふりこ2の1往復する時間は(⑥)秒であり、ふりこ2がGにはじめて到達したときに、軽い糸の長さが 144 cm のふりこ1をEと同じ高さのAからそっと手放します。ふりこ1が(⑦)回目にC点に到達したとき、ふりこ1とふりこ2が同時にC、Gに到達しました。2つのふりこがC、Gに再び同時に到達することになるのは、ふりこ2を手放してから(⑧)秒後です。

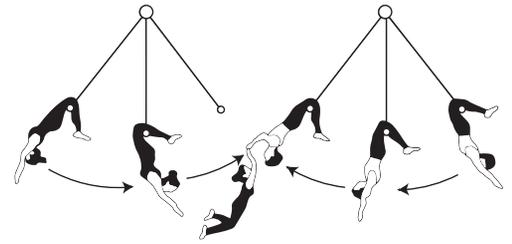


図3

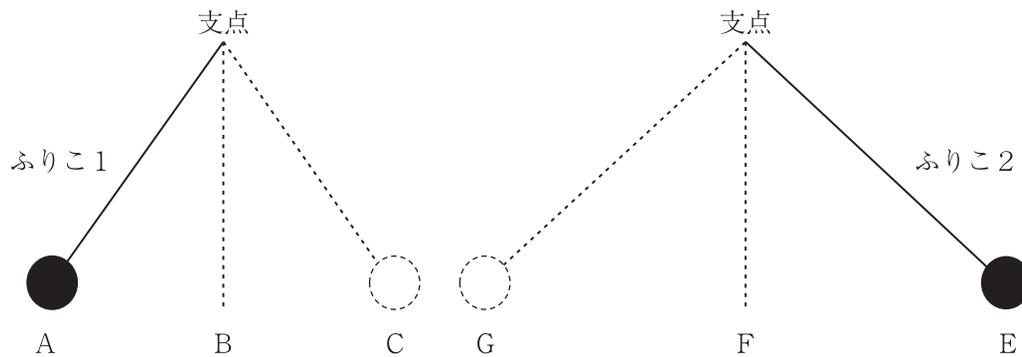


図4

実際の空中ブランコでは、ブランコと人を合わせた重さを考え、それをおもりとみなすことになります。人が飛び移ると、重さの中心である「重心」の位置が変わることで、空中ブランコの重心までの糸の長さが変わることになります。飛び移る前のそれぞれのふりこ1、2の糸の長さを 144 cm、169 cm として、人が飛び移ることで重心までの糸の長さがふりこ1で 44 cm 短くなり、ふりこ2で(⑨) cm 長くなったとします。C、Gに同時に到達した瞬間に人が飛び移り、次にC、Gに同時に到達した瞬間に人がふりこ1に戻ってくるものとします。

図4の実験同様、ふりこ2がGにはじめて到達したときに、ふりこ1を同じ高さのAからそっと手放しました。C、Gに同時に到達した瞬間に人が飛び移り、その後ふりこ2が5往復し、ふりこ1に人が戻ってくるのができたのは、ふりこ2を手放してから 32.9 秒後でした。

- (5) 文中の空らん(⑥)～(⑨)に当てはまる数値を求めなさい。ただし、1往復する時間は小数第1位まで求めて計算に用い、(⑥)は小数第1位まで答えなさい。

理科解答用紙

受験番号	氏名

※じるしのらんには何も書かないこと。

1

(1) (2) (3) (4)

(5) cm³

(6) (i) (ii) ① ② ③ ④ ⑤

(6) ⑥

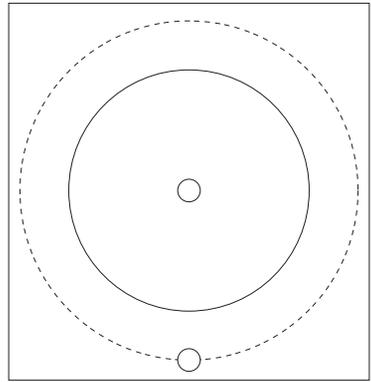
※

2

(1) (2)

(4) (5) (i) A B (ii) C

(6) (7) E F G H



※

3

(1) (2) (4) (5)

(3)

(6) (i) (ii) 炭酸ナトリウム 炭酸水素ナトリウム

(7) (8) (9)

※

4

(1) (2) 条件 要素 (3) ① ②

(4) ③ ④ ⑤ (5) ⑥ ⑦

(5) ⑧ ⑨

※

※

理科訂正

3 枚目

2

 本文 10 行目

誤

火星の公転周期をちょうど 24 時間、



正

火星の自転周期をちょうど 24 時間、