

理 科 (40 分) 答えはすべて解答用紙に書き入れること。

1 次の文を読み、後の問いに答えなさい。

動物の中には、太陽の位置を利用した行動をとるものもいます。ミツバチの働きバチは、えさ場（ミツがよく取れる場所）の位置を、巣箱の中に縦に並んだ巣板の表面で独自の「ダンス」をすることによって、仲間に知らせます。

巣箱からえさ場までの距離が近い場合は、図1のような『円形ダンス』をくり返し行い、自分の身体についた花のにおいを仲間に伝えます。

その一方で、巣箱からえさ場までの距離が約 80 m より遠い場合は、図2のような『8の字ダンス』を行います。8の字の中央で左右にからだをふるわせながら直進する方向は、そのときの太陽の方向を基準にした、巣箱からえさ場までの方向の情報が含まれ、ダンスの速さは距離を表すことがわかっています。

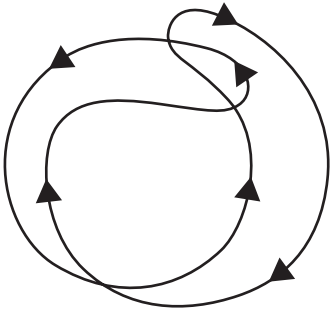


図 1

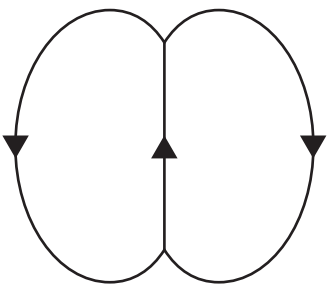


図 2

図3のグラフは、8の字ダンスの回数と、巣箱からえさ場までの距離の関係を示しています。縦軸は、15秒間で図2の中央の直進部分を通る回数です。また、えさ場までの方向は、図4のように伝えられます。このように、からだをふるわせながら直進する線と巣板表面での重力線（真下の方向）とのなす角度が、巣箱から太陽を見た線と巣箱からえさ場を見た線とのなす角度を示しています。このしくみによって、働きバチは、仲間からえさ場までの方向、距離を教わることで、効率よく巣箱にミツを集めることができます。

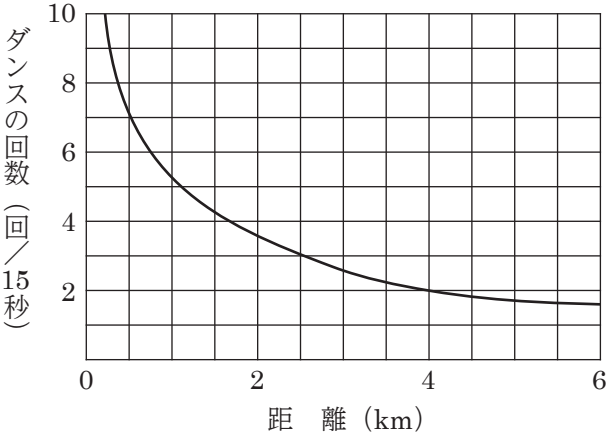


図 3

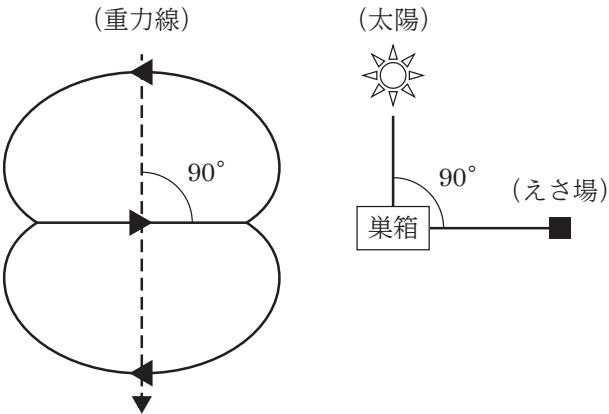
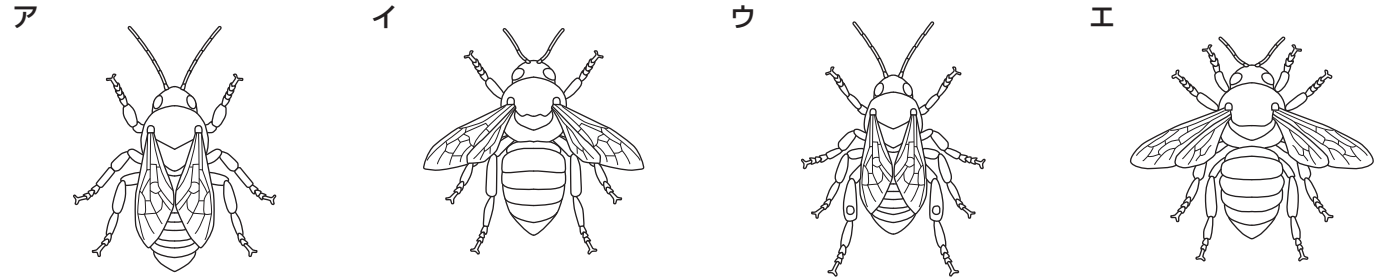


図 4

(1) ミツバチを背面から見たときの図として、最も適当なものを1つ選び、記号で答えなさい。



理 科

(2) 次の中から、働きバチが仲間に巣箱からえさ場までの距離のちがいを最も正確に伝えることができると考えられるものを1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 300 ～ 500 m イ. 600 ～ 800 m ウ. 900 ～ 1100 m エ. 1200 ～ 1400 m

(3) 8 の字ダンスの回数が 1 分間あたり 8 回であったとき、巣箱からえさ場までの距離は何 km ですか。整数で答えなさい。

(4) えさ場から巣箱（図5中の□）に帰った働きバチが、巣板表面で図6の〔A〕～〔C〕に示す8の字ダンスを行いました。このとき、それぞれのダンスを行った働きバチが示すえさ場の方向として正しいものを図5の番号①～⑨からそれぞれ1つずつ選びなさい。なお、太陽は③の方角にあるとします。また、図6ではからだをふるわせながら直進する部分を矢印で、重力線を破線で示し、それらのなす角度を示しています。

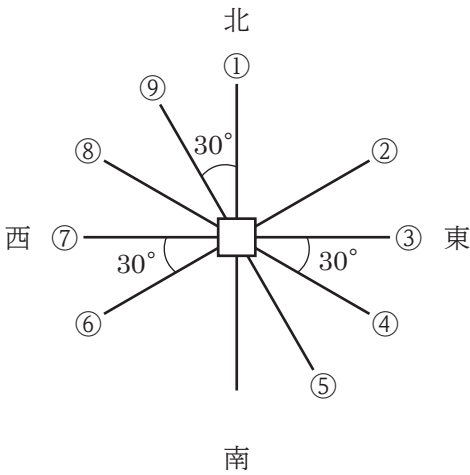


図5

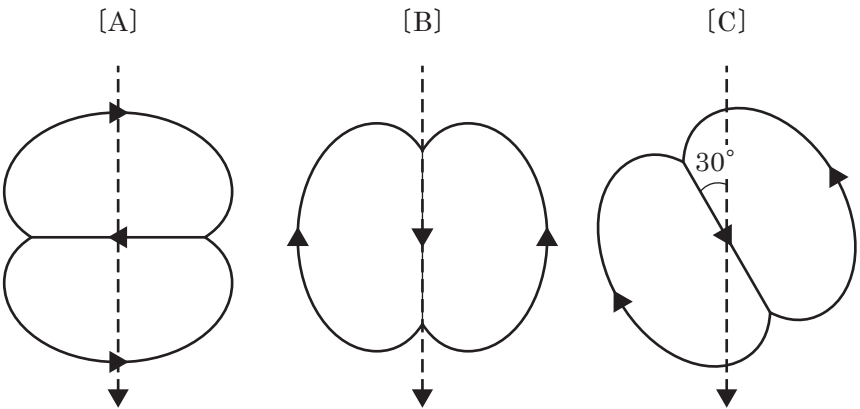


図6

(5) (4)の観察をした後で、数時間後に再び同じ巣箱の中を観察すると、今度は図7の〔D〕～〔F〕に示す3種類の8の字ダンスが観察されました。ただし、巣箱の周りには、えさ場が3か所しかなかったものとします。このとき、図7の〔D〕～〔F〕のダンスを観察できたのは、(4)の観察を行った何時間後か答えなさい。

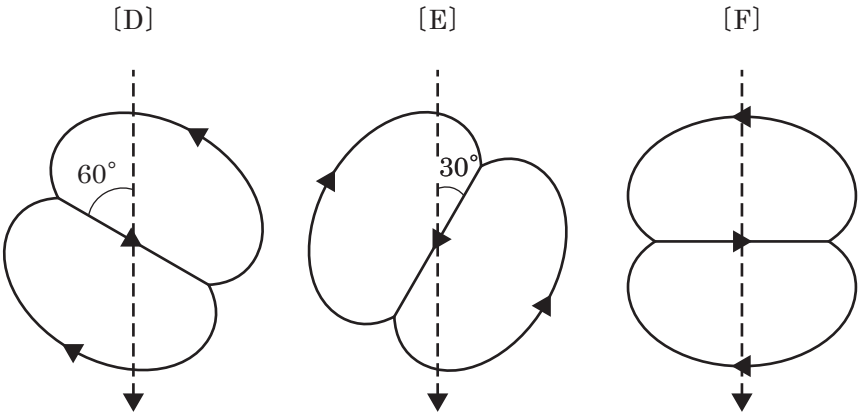


図7

(6) このダンスによる情報伝達のしくみは優れていますが、ある決まった条件下では、情報が誤って伝わったり、機能しなくなったりする、といった問題が生じます。どのような場合で、この問題が生じると考えられますか。問題文から考えられる可能性を1つ、簡潔に説明しなさい。

理 科

2 次の先生と西山さんの会話文を読み、後の問いに答えなさい。

先生：西山さん、* メントスをコーラに入れると、すごい勢いでコーラがふき出すのを見たことある？

西山：あります。この前やったら、思ったよりすごくてビックリしました。

先生：実はね、あれは理科のいろいろなことが関係しているんだよ。まずは、炭酸飲料について考えてみよう。

西山：あれって、(A) がとけているんですよね。じゃあ、自分が吐いた空気をストローで水に吐き続けたら炭酸水になるのですか？

先生：(A) がとけているのはあっていますが、吐いた空気で炭酸水になる、なんてことはないんだよ。炭酸水を作るときには、(A) を水にぎゅーっと押しこむんだ。このとき大事なのが「押し力」。これを圧力^{あつりょく}っていうんだ（図1）。

先生：コーラのふたを開けると「プシュッ」と音がするよね？あれは、中の(A) が出ていく音なんだ。

西山：あ、そういえば開けたあと、だんだんシュワシュワがなくなっていきますね。

先生：そのとおり、ふたを開けると、押し力（圧力）がなくなって、(A) が水から出ていってしまいます。

先生：さらに、冷たい水とあたたかい水では、(A) のとけ方もちがうんだ。

西山：えっ、そうなんですか。

先生：そう、水の中にたくさんの気体をとけこませたいのならば、(B) といいんだよ。

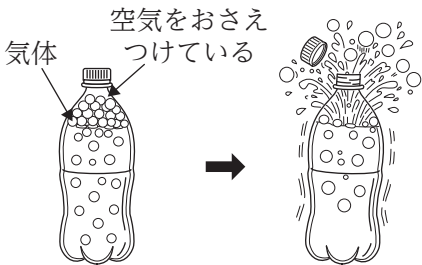


図1：圧力「ぎゅーっと押し強さ」のこと。強く押すと、気体は水にたくさんとけます。

表1は、1 Lの水に最大とける気体の体積（L）を表したものだよ。温度によって気体の体積は変わらないものと仮定してあります。

表1

温度 [℃]	0	20	40	60	80
水素	0.021	0.018	0.016	0.016	0.016
酸素	0.049	0.031	0.023	0.020	0.019
二酸化炭素	1.72	0.88	0.53	0.37	0.28

* メントス：ソフトキャンディをハードキャンディで包み、シュガーコーティングした3層構造のチューイングキャンディ

- (1) 炭酸飲料にとけている (A) 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. 酸素 イ. 水素 ウ. 二酸化炭素 エ. ちっ素
- (2) 文中の (B) に入る言葉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. 押し力（圧力）を強くし、水の温度を高くする
- イ. 押し力（圧力）を強くし、水の温度を低くする
- ウ. ふたをあけ、水の温度を高くする
- エ. ふたをあけ、水の温度を低くする
- (3) あるペットボトル（500 mL）には、5 g の (A) が水にとけています。このふたを開けて常温に置くと、最終的に 0.8 g し
か水にとけなくなりました。ペットボトルの外に出ていった気体の体積は何 mL か求めなさい。ただし、この気体 1 g の体積は、
大気中では 500 mL になります。

理 科

(4) (A) を発生させるために、塩酸に石灰石を加えました。同じこさの塩酸を用いて、塩酸と石灰石の量を変えて、発生する (A) の量を調べると、表 2 のようになりました。1 g の気体を発生させるためには、この塩酸は最低何 mL 必要ですか。小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで答えなさい。

表 2

	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目
石灰石 [g]	1.0	1.5	1.2	2.0
塩酸 [mL]	20	20	7.5	17.5
発生する (A) [g]	0.44	0.66	0.33	0.77

先生：時間とともにコーラから (A) がどのように抜けていくのかを表したのが図 2 のグラフですね。このグラフは、コーラの入った断面積の異なる試験管 (1 cm²、2 cm²) をそれぞれ 25 ℃、5 ℃ の条件に置いて、試験管から抜けていく (A) の発生量と時間の関係を示したものです。

西山：ゆっくりでも、(A) は出ているんですね。

先生：そうなんです。では、メントスを入れると、なぜいきおいよくコーラがふき出すと思う？

西山：泡がいっぱい出るから？

先生：そう、その通り。メントスには 2 つのひみつがあるよ。
1 つ目は図 3 のように、「表面がざらざら」。このざらざらに (A) がつかまって、泡がたくさんできるんだ。

先生：もう 1 つは「かいめんかつせいざい界面活性剤」。ちょっとむずかしい言葉だけど、これは水の表面張力 (ひっぱる力) を弱くするんだ。表面張力って、水がまるくなろうとする力のこと。これを弱めると泡ができやすくなって、中にとけていた (A) が一気に外に出ていくんだよ。表面張力は水と (A) が接している部分でだけはたらくのでコップの側面では弱くなる。だから炭酸の泡はコップの底や横の部分に多くついているんだよ。

西山：なるほど、だからコーラがふき出すんだ。

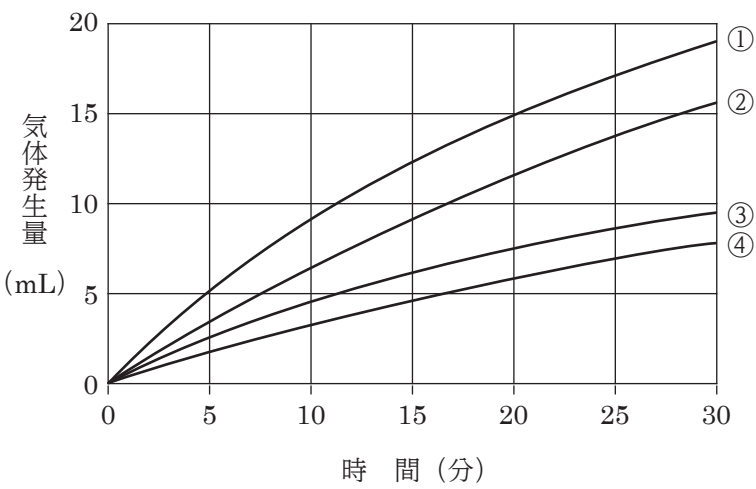


図 2

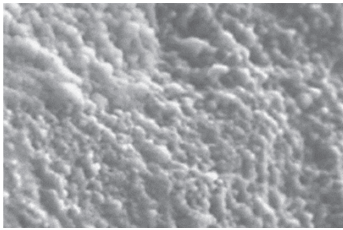


図 3 メントス表面の拡大写真

(5) 下線部について、以下の問いに答えなさい。

(i) 5 ℃ で 1 cm² の試験管に入れたコーラの表面から出てきた (A) の発生量を示すグラフは、①～④のどれですか。番号で答えなさい。

(ii) 5 ℃ で、断面積 25 cm² のコップにコーラを 15 分放置したときに発生する (A) の発生量として最も近いものを次の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 4.3 mL イ. 6.1 mL ウ. 11 mL エ. 15 mL オ. 61 mL カ. 108 mL キ. 153 mL

(6) 20 ℃ において、40 L の水が入っている水槽に酸素をとけるだけとかし^{そう}ました。その後、温度が上昇して 40 ℃ になり、水が 1 L 蒸発しました。このとき、とけきれなくなって出てきた酸素は何 mg ですか。小数第 1 位を四捨五入して整数で答えなさい。ただし、酸素 1 L は 1400 mg とします。

理 科

(7) 0°C において、1 Lの水に水素と酸素をとけるだけとしました。とけた気体の重さの比を、水素：酸素＝1：として、にあてはまる数字を小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。ただし、同じ体積の水素と酸素の重さの比は、1：16とします。

(8) メントス以外で、コーラの中に入れたときにふき出すと予想されるものを次の中から2つ選び、記号で答えなさい。

ア. ガラスでできたビー玉

イ. 石けん

ウ. チョーク

エ. 新品の100円玉

次の会話は、先生と西山さんの会話の続きである。この文章を読んで、後の問いに答えなさい。

先生：さっき圧力の話をしたけれど、気体のとける量は、圧力にも比例するんだよ。

西山：高い山では、空気がうすいから、圧力も弱いのですか。

先生：そうですよ。高山病というのは、酸素の量が少なくなり、酸素が不足するために起こる頭痛や息切れ、吐き気などなんだね。

逆に、水中で作業をするようなダイバーにとっては、水の圧力によって、空気がこくなるよね。我々が住んでいるこの場所の圧力が1気圧であるとするとき、10 mもぐるごとに1気圧ずつ増えていくため、例えば水深40 mの位置では、(C)気圧という大きな圧力がかかっているんだね。

西山：地上の(C)倍もの大きな圧力がかかるということですか。

先生：その通り、そして、それにより、血液中にとける酸素やちっ素の量も(C)倍となってしまいます。この状態で水中深くから浅いところに急に戻ると危険なんです。

西山：どうして危険なのですか？

先生：圧力が小さくなることで、血液中にとけることのできる酸素やちっ素の量が(D)ます。すると、(E)。その結果、血液の流れがさまたげられ、各組織が酸素不足になり、関節や筋肉に激痛がおこったり、運動障害や知覚障害が生じたりする。これを潜水病^{せん}というんですね。

(9) (C)にあてはまる数字を入れなさい。

(10) スキューバダイビングをするときに、深いところから浅いところに急に戻ると危険な理由について、(D)には「増え」・「減り」のうちから正しいものを選び、(E)には、「気体」「血液中」という言葉を使って、25字程度であてはまる文章を入れなさい。

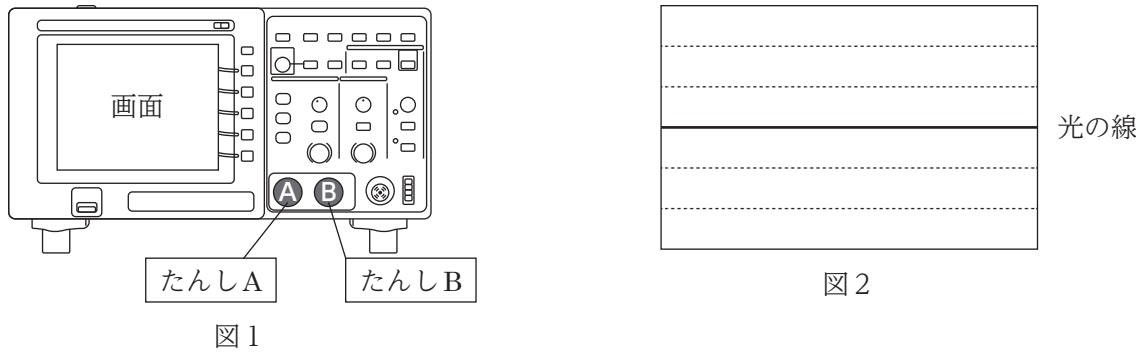
理 科

3 次の文を読み、後の問いに答えなさい。

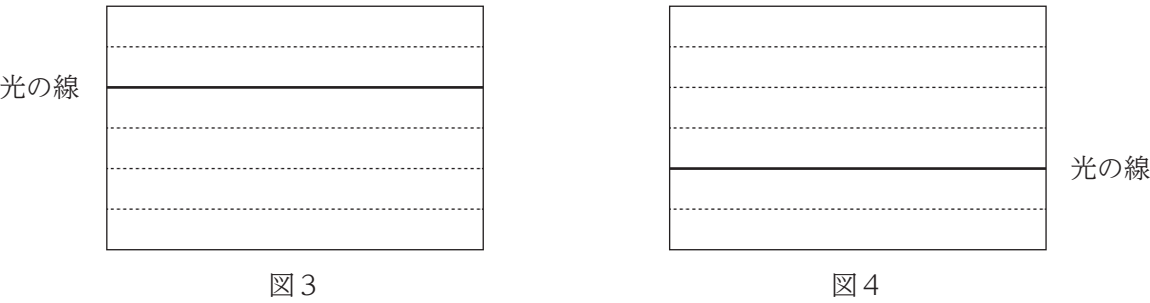
電気は人々の生活に必要なエネルギーです。現在の日本では電気は発電所で作られ、変電所や送電線を通して、各家庭に送られます。このため、災害により発電所が止まったり、変電所がこわれたり、送電線が切れたりすると、停電が起きて電気が使えなくなります。必要な情報を得るためにもラジオやスマートフォンの充電は必要です。乾電池の買い置きやモバイルバッテリーの利用は何日も停電が続く場合はすぐなくなります。このようなときに、人力で電気をつくることのできる機械として手回し発電機があります。手回し発電機のハンドルは中のモーターにギア等と組み合わせて接続されており、モーターを回すことにより電気を作ることができます。発電機の種類によりますが、手回し発電機を1分間程度回すとラジオなら5分～15分程度利用できるといわれています。

(1) 災害時に長期にわたり、ラジオの充電に用いる事ができるものを手回し発電機以外で1つあげなさい。

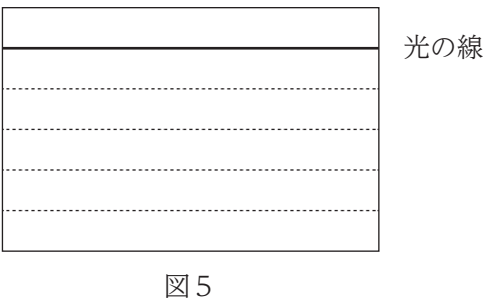
手回し発電機の性質をしらべるために、図1のオシロスコープという機械を使います。このオシロスコープにはたんしAとたんしBがあり、はじめは何も接続されていません。この状態でオシロスコープの電源を入れると、画面には図2のような光の線が表示されました。



次に1.5Vの乾電池を用意し、オシロスコープのたんしAにプラス側を、たんしBにマイナス側をつなぐと、光の線は図3のように表示されました。つなげるたんしを逆にすると図4のように表示されました。



同様の乾電池を直列に2個つなげ、たんしAにプラス側を、たんしBにマイナス側をつなぐと、光の線は図5のように表示されました。



理 科

内部の仕組みがそれぞれちがう手回し発電機 X と手回し発電機 Y があります。それぞれの発電機をオシロスコープに接続し、5 秒間に 20 回のペースでハンドルを回すと、画面はそれぞれ図 6 のように表示されました。この画面より、手回し発電機の電圧は大きくなったり小さくなったりをくり返していることが分かります。

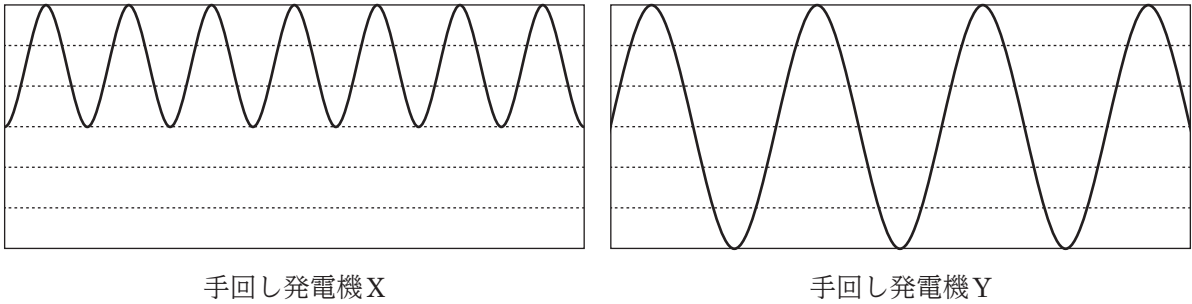


図 6

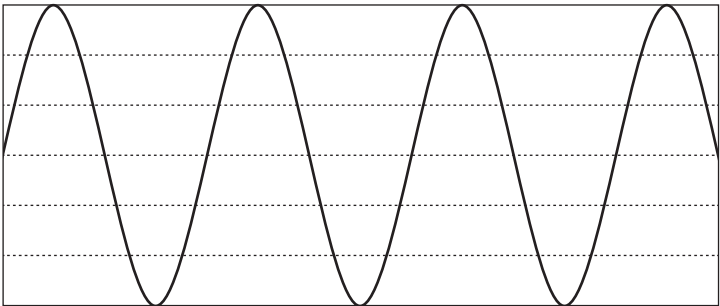
(2) 図 6 よりわかる手回し発電機 X と Y の違いについて述べたもののうち最も適当なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 豆電球を接続すると手回し発電機 Y では光るが、X では光らない。
- イ. X では同じ向きにしか電流は流れないが、Y では反対方向にも電流は流れる。
- ウ. X の方が Y よりも電圧が高い。
- エ. X より Y の方が高価である。

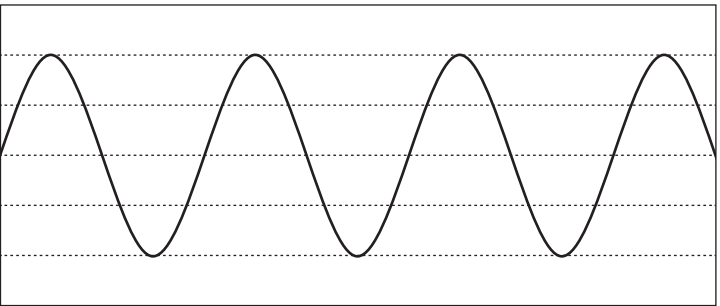
次に手回し発電機 Y のハンドルを回すペースを 1 秒間に 0 回からだんだんと速くしていくと、オシロスコープの画面に表示された光の曲線の形が変化していきました。

(3) 図の **ア**～**エ** を、表示された順に 3 つ並べ、記号で答えなさい。(不要なものが 1 つあります。)

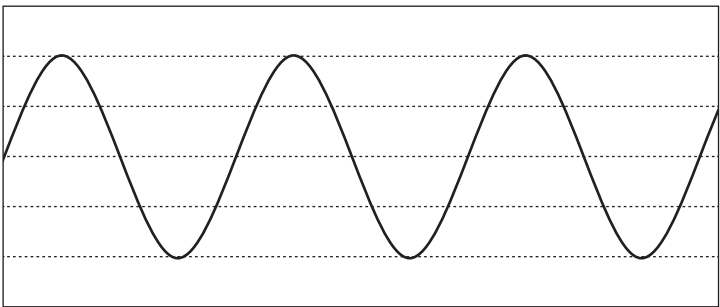
ア



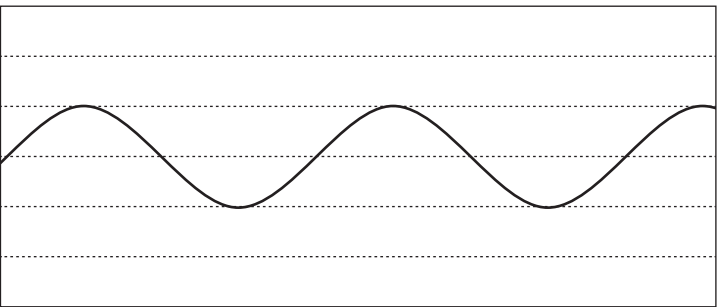
イ



ウ



エ



(4) 豆電球を手回し発電機 Y につなげて、ハンドルを回します。ハンドルを回すペースを次のように変えた場合、豆電球が明るく光る順に並べ、記号で答えなさい。

- ア.** 6 秒間に 13 回 **イ.** 5 秒間に 10 回 **ウ.** 3 秒間に 7 回 **エ.** 2 秒間に 3 回

理 科

電気を一時的にためることができるものとして「コンデンサー」があります。コンデンサーに発電機や乾電池をつなげるとコンデンサーに電気がたまります。これを「充電」といいます。

- (5) 図7のようにスイッチとコンデンサー、手回し発電機だけをつなげたときに電気をためることができる手回し発電機は、XとYのどちらですか、あるいは両方ですか。次のうちから1つ選び、記号で答えなさい。
- ア. Xのみ イ. Yのみ ウ. 両方

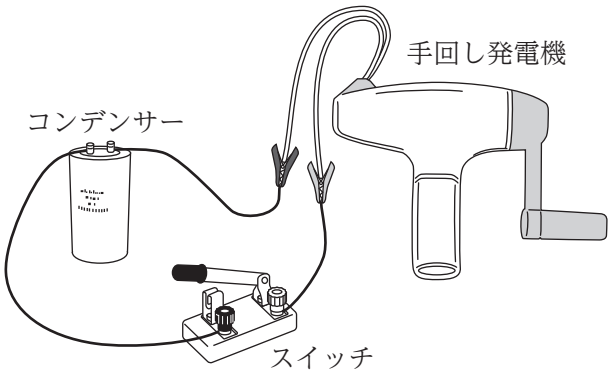


図7

電気をためることができる手回し発電機を用いてコンデンサーに充電を行います。スイッチを入れたあと、1秒間に2回のペースでハンドルを300回まわし、すぐにスイッチを切りました。

- (6) 下線部のように、スイッチをすぐに切る理由として適当なものを1つ選び、記号で答えなさい。
- ア. スwitchを入れたままだと、熱がたまって危険だから。
イ. スwitchを入れたままだと、電流が逆向きに流れ、電気がなくなっていくから。
ウ. スwitchがこわれないようにするため。
エ. コンデンサーがこわれないようにするため。

- (7) 充電したコンデンサーに豆電球をつなげると豆電球は光りますが、しばらくするとコンデンサーにためた電気がなくなり、豆電球は光らなくなります。豆電球のつなげ方で最も長く光り続けるつなげ方を次の中から1つ選び、記号で答えなさい。
- ア. 豆電球1つのみ イ. 豆電球2つ並列 ウ. 豆電球2つ直列

コンデンサーに充電するときの手回し発電機のハンドルを回すペースと回す回数を変えて充電を行い、それらの充電したコンデンサーを豆電球につなげたときに光が消えるまでの時間をはかりました。結果は表のようになりました。

表

1秒間に回すペース（回）	2	2	2	2	5	5	5	5
回す回数（回）	100	200	300	400	100	200	300	400
消えるまでの時間（秒）	50	100	100	100	150	200	250	250

ハンドルを回し始めて回す回数が一定になり、しばらくすると、手で発電機のハンドルに加える必要な力は変化します。

- (8) 必要な力は「大きくなる」か「小さくなる」か、どちらか答えなさい。

理 科

- (9) 回すペースが 1 秒間に 5 回のとき、回し始めてから何秒後に必要な力は変化しますか。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。ただし、回し始めてすぐに回すペースは一定になるとします。

ア. 25 秒 **イ.** 50 秒 **ウ.** 100 秒 **エ.** 150 秒 **オ.** 200 秒 **カ.** 250 秒

- (10) 豆電球のかわりに発光ダイオードをとりつけ同様の実験を行ったところ、発光ダイオードは光りませんでした。光らせるためにはどのような事を試せばよいか答えなさい。

理 科

- 4 次の月食に関する会話文を読み、後の問いに答えなさい。なお、地球は太陽を中心とした円周上を公転しており、月は地球を中心とした円周上を公転しているものとし、地球の公転の速さ、月の公転の速さはそれぞれ一定であるとしてます。また、月の観測はすべて北半球の日本で行っているものとしてます。

西先生：昨年かいきの9月には、日本全国で皆既月食が観察できましたね。月食は、地球がつくる太陽光の影かげの中に月が入りこんで起きる現象で、満月の時にだけ起こります。

大和君：でも、満月は毎月1回ありますけど、月食にならないときの方が多いですね。

西先生：そうですね。月の公転周期は27.3日ですが、地球から見た月と太陽の通り道を表した図1のように、地球から見た月の通り道（白道：図1の実線）は、地球から見た太陽の通り道（黄道：図1の破線）に対して最大で 5° ずれていることが分かっています。そして、月の満ち欠けの周期と、月の公転周期は異なるので、地球から見たどの位置で満月になるかが毎回ちがうのです。

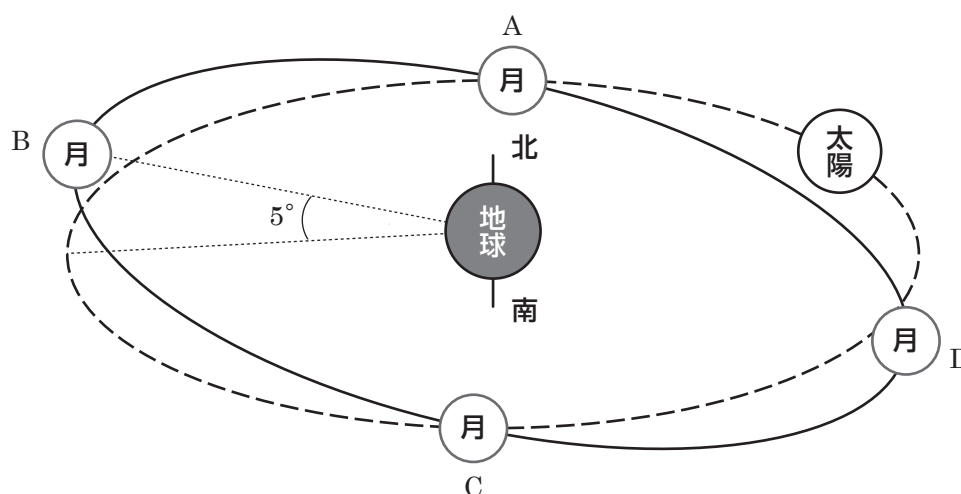


図1 地球から見た月の通り道（白道：実線）と太陽の通り道（黄道：破線）

大和君：なるほど。図1でいうと、（ あ ）の位置で満月になるときにしか、月食が起きないのですね。

西先生：そうです。その月食が「皆既月食」になるのはどのくらいの確率なのか計算してみましょう。図2の通り、太陽の直径を140万km、地球の直径を12800km、月の直径を3500km、太陽と地球の間の距離きょりを1億5千万km、地球から月までの距離を38万kmとすると、地球から38万km離れたところにできる影の大きさは約（ い ）kmということが分かります。天体の間の距離とは、中心から中心までの距離のこととします。

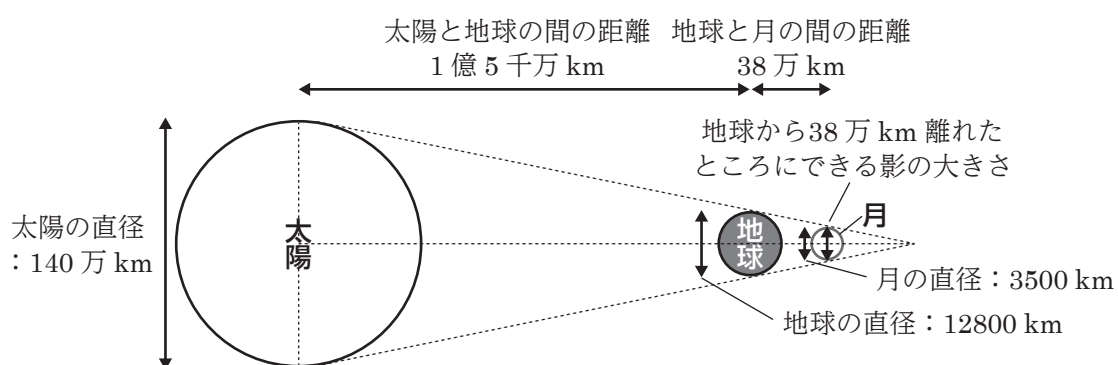


図2

理 科

西先生：そして、地球から見たときの天体の大きさを角度で表したものを視直径とよび、図3の通り、月の視直径は 0.5° です。地球から見た白道と黄道のずれは最大 5° なので、地球から見て最も北の通り道（図1のB）を通る月の端から、最も南の通り道を通る月の端（図1のD）までの 10° 分は、月の直径の20個分の長さになるといえます。そのうちの（ い ）km分の影を月が通過するときだけ月食が起きますが、その影の中に月が完全に入って、「皆既日食」になる確率は、1回の満月につき（ う ）%であることが分かります。

大和君：やっぱり、なかなか起きる現象ではないんですね。

西先生：でも、実は次の皆既月食は2026年の3月3日と、もうすぐです。日がしずんだ後から夜にかけて、日本全国で観測できるといわれていますよ。お楽しみに。

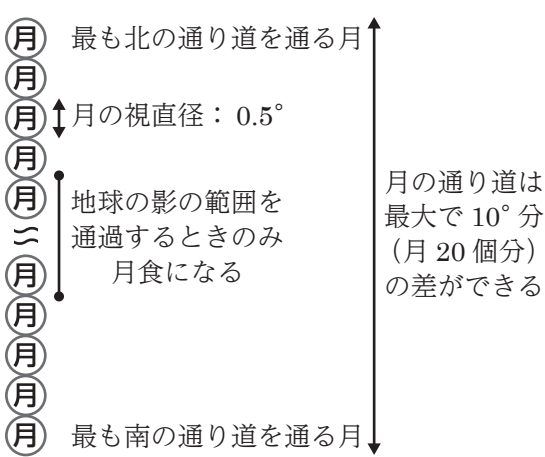


図3

- (1) 地球に対する月のように、惑星の周囲を公転する天体のことを何といいますか。
- (2) 月食と、月の満ち欠けについて、地球から見たときに満月はそれぞれどちら側から欠けていきますか。次のうちから正しい組み合わせを1つ選び、記号で答えなさい。ただし、観測者は日本にいて、地面に直立しているものとします。

	ア	イ	ウ	エ
月食	右側から	右側から	左側から	左側から
月の満ち欠け	右側から	左側から	右側から	左側から

- (3) 下線部について、月の満ち欠けの周期は何日か答えなさい。ただし、地球の公転周期を365日、月の公転周期を27.3日とし、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えなさい。
- (4) （ あ ）に適する語句として次のうちから正しいものを1つ選び、記号で答えなさい。
ア. AとB イ. AとC ウ. AとD エ. BとC オ. BとD カ. CとD
- (5) 図1で、昨日と同じ時間に見た月が昨日よりも高い高度に見えるのは次のうちどの期間ですか。正しいものを1つ選び、記号で答えなさい。
ア. AからCまで イ. BからDまで ウ. CからAまで エ. DからBまで
- (6) 1年の中で、満月が最も高く見える季節は春夏秋冬のどれですか。正しいものを1つ答えなさい。
- (7) 次のうち、正しい文には○を、まちがいを含む文には×を答えなさい。
(a) 皆既月食が起きているとき、月から太陽を見た場合は、皆既日食が見える。
(b) 皆既月食のように、地球の影に火星が入りこむ、皆既火星食も起きることがある。
- (8) （ い ）に適する数値として最も適するものを1つ選び、記号で答えなさい。
ア. 8700 イ. 9300 ウ. 9900 エ. 10500 オ. 11100
- (9) （ う ）に適する数値を答えなさい。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。