

2021 年度

理 科
(1 期)

(答はすべて解答用紙に記入すること)

(時 間 45分)

番 号		氏 名	
--------	--	--------	--

1 地震が発生すると、震源（地震が起きた場所）で速さのちがう2つの波「P波」と「S波」が同時に発生し、まわりにこの2つの波が伝わって地面をゆらします。

図1は、震源からの距離が120 kmの地点Aで観測した地震計（図2のような地震を記録する装置）の記録、図3は、地震発生後にこの地震のP波とS波が届くまでの時間と、震源からの距離の関係を表したグラフです。

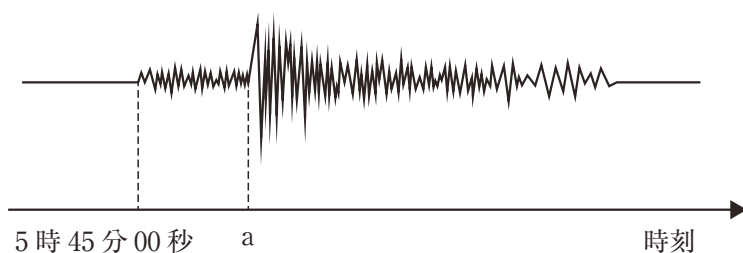


図1 地点Aでの地震計の記録

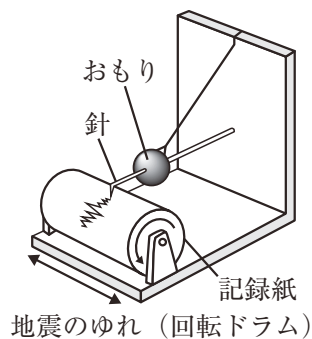


図2 地震計

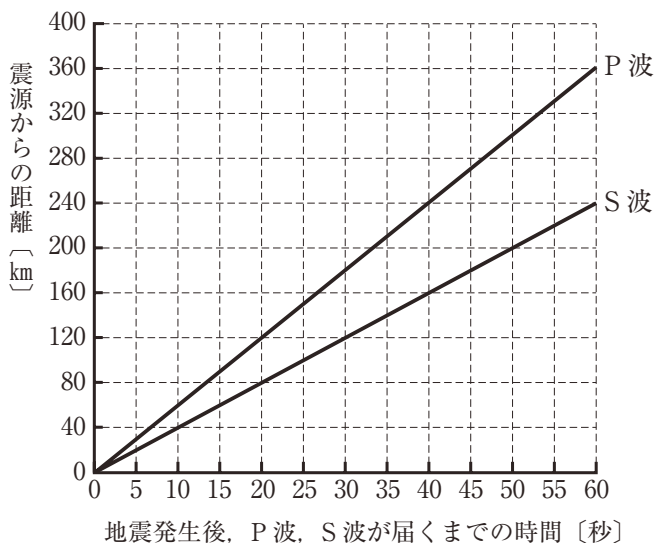


図3

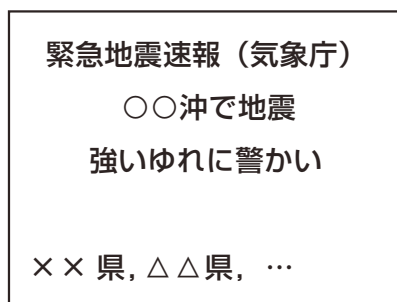


図4 緊急地震速報

- (1) 次の文の (①) ～ (⑥) に、あてはまる数値やことばを答えなさい。
ただし、(①), (②) は、P または S と答えなさい。

図 1 は、地点 A が 5 時 45 分 00 秒のとき (①) 波が伝わって小さくゆれはじめ、a の時刻のとき (②) 波が伝わって大きくゆれたことを表しています。

図 3 のグラフより、震源からの距離が 120 km のところでは、地震が発生してから P 波が伝わるまでの時間は (③) 秒、地震が発生してから S 波が伝わるまでの時間は (④) 秒です。これらより、この地震が発生した時刻は (⑤), 図 1 の a の時刻は (⑥) とわかります。

- (2) 図 3 のグラフより、P 波の伝わる速さは毎秒何 km かを求めなさい。ただし、式や考え方も書きなさい。

- (3) 日本は地震の多い国で、地震の被害を少しでも小さくするために『緊急地震速報』(図 4) などのさまざまな対策が考えられています。

この地震では、震源から 42 km はなれた地震計で P 波が観測され、その 10 秒後に震源から 240 km はなれた地点 B で緊急地震速報を受信しました。次の文の (①) ～ (③) にあてはまる数値を答えなさい。

震源から 42 km はなれた地震計に P 波が伝わったのは、地震発生 (①) 秒後で、地点 B が緊急地震速報を受信したのは、その 10 秒後です。一方、震源から 240 km の地点 B に S 波が伝わるのは、地震発生 (②) 秒後です。したがって、地点 B で緊急地震速報を受信してから S 波が伝わるまで (③) 秒間あり、この間に地震の大きなゆれにそなえることが可能になるのです。

2 清子さんと泉さんは、ろうそくを使って次のような実験を行いました。

【実験1】

図1のようなガラスのつつA～Iを用意し、それぞれ図2のように火のついたろうそくにかぶせ、火が消えるまでの時間をはかった。

図1

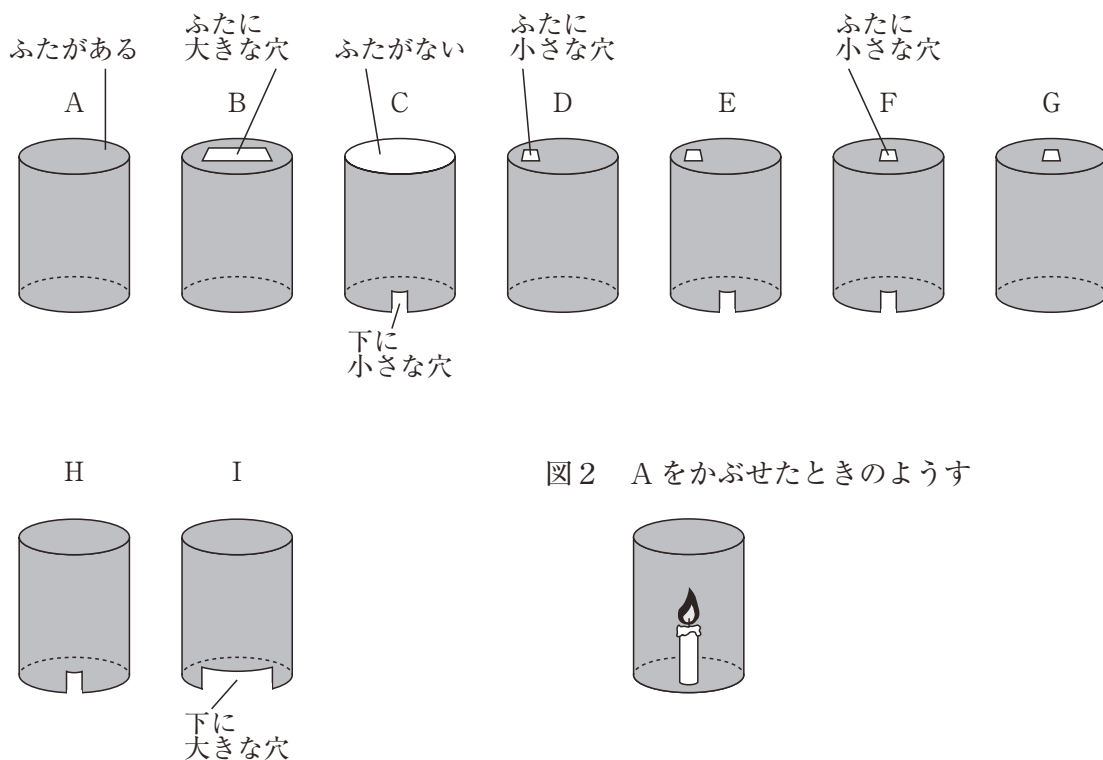


図2 Aをかぶせたときのようす



※ BとIの大きな穴は同じ大きさです。またC～Hの小さな穴もすべて同じ大きさです。

- (1) 次の会話文を読み、文中の (X) にあてはまることばを入れなさい。また、この会話文の (ア) ～ (ケ) にあてはまるつつは、図1のA～Iのどのつつであるかを考え、A～Iの記号で答えなさい。

清子 「ものが燃えるためには、(X) と燃えるものと熱の3つが必要だそうよ。」

泉 「図1の (ア) は穴があいていないので、つつのなかの (X) を使い切ってしまったから7秒で火が消えてしまったのね。それ以外の結果をまとめると次のようになるわ。」

結果	つつの種類
7秒くらいで消えた	(イ), (ウ), (エ)
15秒くらいで消えた	(オ)
2分以上燃え続けた	(カ), (キ), (ク), (ケ)

清子 「(イ) と (ウ) は下だけに、(エ) は上だけに穴があいているけれど、どうして7秒で消えてしまったのかしら？」

泉 「穴があいていればよいのではなく、空気の流れができないと新しい (X) が入ってこないため、火は消えてしまうと習ったわ。それができなかったのでは？」

清子 「(オ) は (イ), (エ) と穴の大きさは同じだけど、15秒くらい燃え続けたわ。小さくてもふたの真ん中に穴があいていると、空気の流れができるのね。」

泉 「(カ) は (ウ) と穴の大きさが同じだけど、2分以上燃え続けたわ。下でなくふたの真ん中に穴があいていると、どうして燃え続けるのかしら？」

清子 「ろうそくの火によって温められた空気は上に行くからよ。穴が下や上のはじにあるときは、空気の出入りがうまくできないのかもね。」

泉 「(キ) はふたがなく下の方にも穴があいているし、(ク) と (ケ) はふたと下の両方に穴があいているから、空気の流れはばっちりね。」

清子 「そうね。7秒で火が消えてしまった (エ) も、下に小さな穴をあけると (ク) と同じになるから、2分以上燃え続けることができるようになるわ。」

- (2) キャンプファイヤーを行う際、一番よく燃えるようにするには、木をどのように積み上げればよいと思いますか。下の a～d から選び、記号で答えなさい。

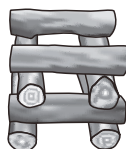
a



b



c



d



次に、清子さんと泉さんは、温められた空気はなぜ上に行くのか調べてみました。本には「温められた空気はふくらんで軽くなるから、上に上がって行く。同じ大きさなら温かい空気は軽く、冷たい空気は重い。この性質を利用しているのが熱気球である。」と書いてありました。

- (3) 熱気球に関する次の問いに答えなさい。ただし、式や考え方も書きなさい。割り切れない場合は、小数第1位を四捨五入し、整数で求めなさい。

① 体積が 2200 m^3 の熱気球があります。気温 20°C で気球の内部の空気をバーナーで熱しはじめ、内部の空気の温度が 80°C になったときに気球がうき上がりました。うき上がったときの気球内部の空気の重さは、熱する前よりも何 kg 軽くなったのでしょうか。ただし、 20°C のとき空気 1 m^3 あたりの重さは 1.2 kg 、 80°C のとき空気 1 m^3 あたりの重さは 0.9 kg です。

② ①で気球が浮き上がったとき、 80°C のもとで考えると何 m^3 の空気が気球の外に出ていったのでしょうか。

3 次の文は、学校の校庭を1周走った後の清子さんと泉さんの会話です。

清子 「校庭を走ったら、とても疲れるわね。歩いているときは息がきれることはないのに、走った後は息がきれるのはなぜかしら？」

泉 「それは体が多く酸素を必要としているからよ。それと同時に体内から二酸化炭素を出すためと言われているわ。」

清子 「酸素を体の中に取り入れて、二酸化炭素を出すはたらきを（ ）というのよね。でも、口や鼻から入った酸素はどうやって体内に入るのかしら。」

泉 「口や鼻から入った酸素は肺から血液中に入って、体内をめぐっていくのよ。そして、血液は心臓が動くことで体内をめぐくのよ。」

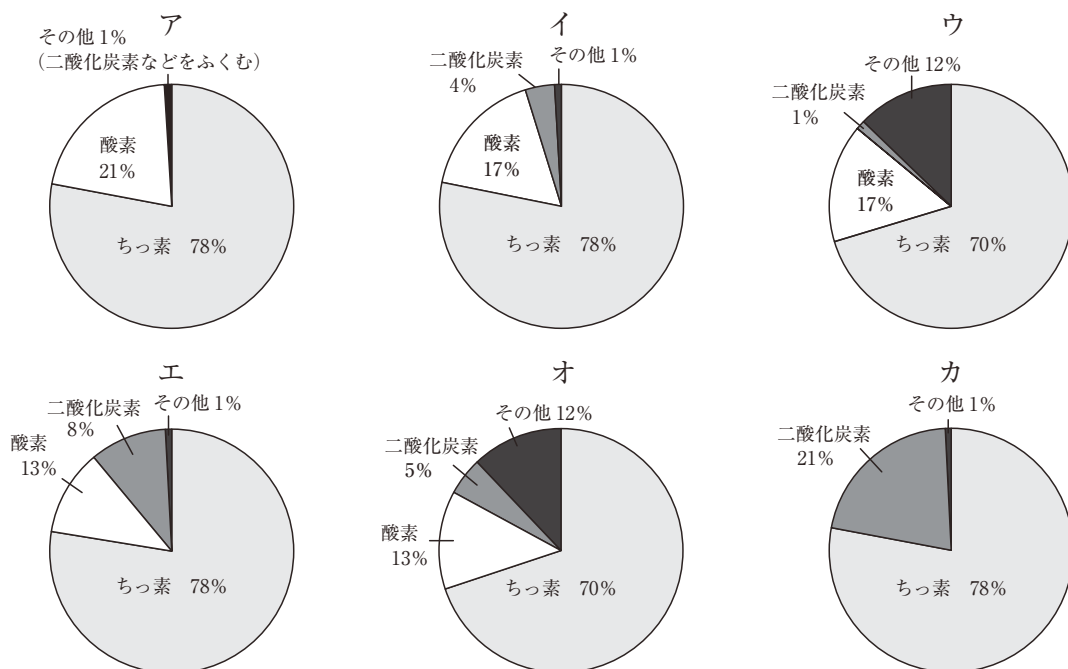
清子 「なるほど！ 走った後に心臓のはく動が速くなるのは、血液をたくさん送るからなのね。」

泉 「そうね。血液は体中に栄養分を運んだり、不要物を運んだりする役割もあるのよ。」

清子 「私たちの体は興味深いわね。もっと調べてみたくなったわ！ 次は図書館に行きましょう!!」

(1) 清子さんと泉さんの会話文中の（ ）にあてはまることばを答えなさい。

(2) 息を吸ったときと、息をはいたときの空気中にふくまれる気体の割合を表したグラフを、次のア～カからそれぞれ選び、記号で答えなさい。ただし、息を吸ったときとはいたときとでは、空気中にふくまれる酸素の割合は4%異なります。



(3) 清子さんと泉さんは図書館で肺のつくりについて調べました。下の図1は、ヒトの肺とその一部を拡大したものです。

本には「図1の肺胞^{はいほう}は直径0.14 mmの小さなふくろで、その周りに毛細血管という細い血管が表面にはりめぐらされている。肺胞では、空気中の酸素が血液に入り、血液で運ばれてきた不要な二酸化炭素と交かんされる。左右の肺を合わせると約6億個の肺胞がある。」と書いてありました。

肺が肺胞のような小さなふくろが集まってできている利点はどのような点でしょうか。考えて答えなさい。

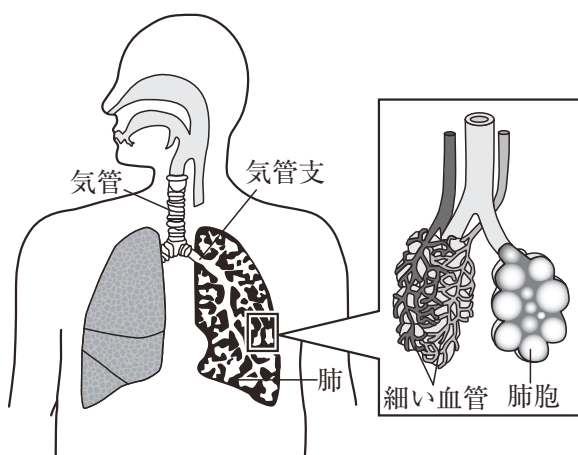


図1

清子さんと泉さんは、肺胞で血液に酸素がわたされた後、どのように体をめぐっているのかを調べました。

肺から出ていった酸素をふくんだ血液は、心臓から全身をめぐって体の組織に酸素をわたし、二酸化炭素を集めて再び心臓、そして肺へもどります。規則的な動きをすることで、心臓は血液を全身へ送るポンプとしてのはたらきをしていることがわかりました。

(4) 図2はヒトを正面から見たとき血液が全身をめぐるようすを表したもので、矢印は血液が流れる向きを表しています。図2のA～Cの臓器のなまえを、下の文を参考にしながら答えなさい。

食事をしてからしばらくした後、栄養分が一番多くふくまれているのは血管aです。また、血管bと血管cを比べると、血管bにふくまれている不要物は少ないことがわかりました。

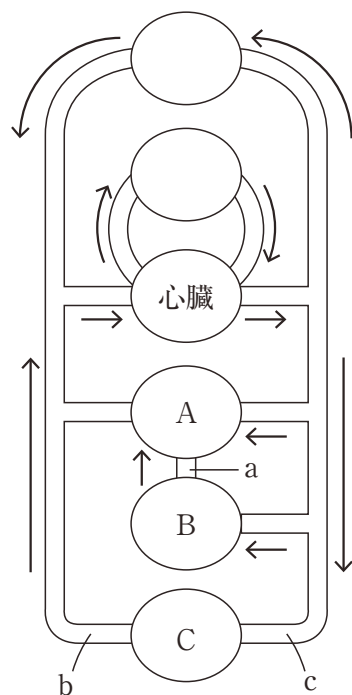


図2

(5) 心臓のつくりは、動物のグループによって異なることがわかりました。下の図3はトカゲなどは虫類、ヒトなどのほ乳類の心臓と血液が全身をめぐるようすを表した図です。2つを比べると、ほ乳類の心臓は真ん中に仕切りがあり、左右で分かれています。これにより、酸素と二酸化炭素の交かんにおいて、ほ乳類の方が優れているといえます。その理由を答えなさい。

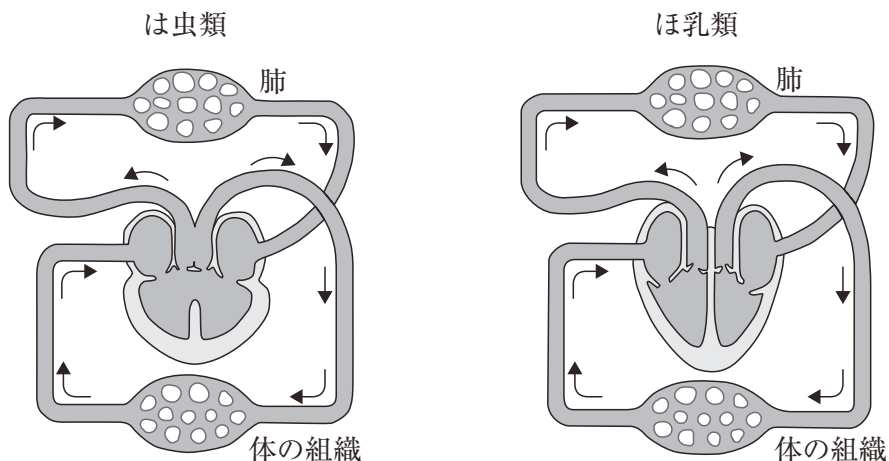


図3

4 次の問いに答えなさい。

- (1) 図1は、ある地点P、Qを上空から見た図を表しており、直線Xを境に上側がコンクリート、下側が砂場になっています。これから地点Pを出発し、もっともはやく地点Qに到着する経路（最速経路）を考えます。次の文の (①) ～ (④) にあてはまることばを、下のア～カから選び、記号で答えなさい。



図1

「コンクリートと砂場を移動する速さが同じときは、図2のようにP、Q間を結んだ直線（経路1）が最速経路になる。しかし、砂場を歩く速さがコンクリートの $\frac{4}{7}$ のときは、砂場を歩く速さがコンクリートを歩く速さよりも (①) ため、経路1よりも砂場を歩く距離を (②) して、折れ曲がって進んだ方がはやく着く。いろいろな経路について実験した結果、経路2が最速経路であることがわかった。

次に、図3のように最速経路と直線Xの間の角をそれぞれ『角度a』、『角度b』として角度に注目すると、歩く速さが速いところからおそいところに向かって進むとき、角度aは角度bよりも (③) ことがわかる。逆に、上側が砂場で下側がコンクリートの場合は、歩く速さがおそいところから速いところに向かって進むことになるため、角度aは角度bよりも (④) と考えられる。」

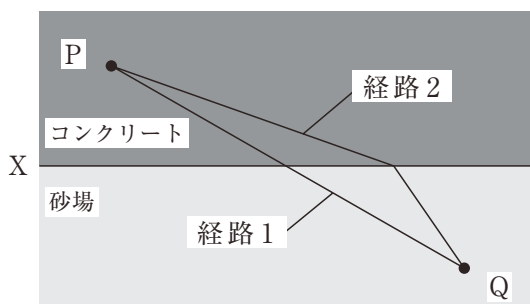


図2

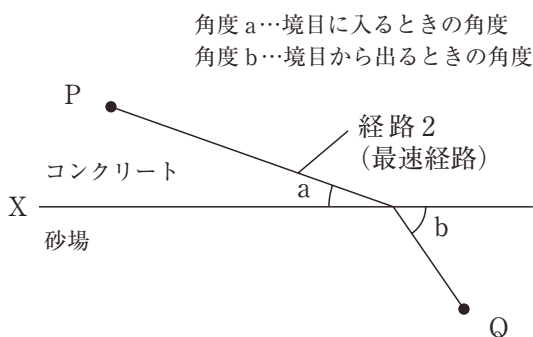


図3

ア. 速い イ. おそい ウ. 長く エ. 短く オ. 大きい カ. 小さい

(2) 今度は、直線Xの上側がコンクリートで、下側がグラウンドの場合の最速経路を考えます。グラウンドを歩く速さが、コンクリートの $\frac{6}{7}$ のとき、図4の経路3が最速経路でした。次の文の(①)～(⑦)にあてはまることばや文を下のア～クから選び、記号で答えなさい。

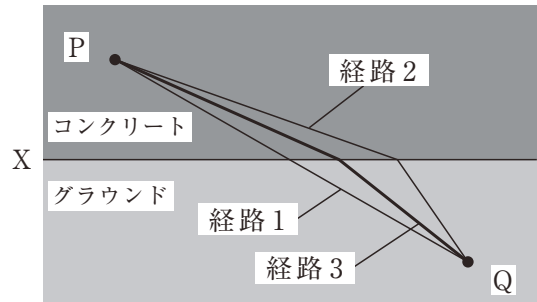


図4

「グラウンドを歩く速さがコンクリートを歩く速さよりも(①)ため、(1)のように、経路1ではなく折れ曲がって進む方がはやく着く。しかし、グラウンドを歩く速さは、砂場を歩く速さよりも(②)ので、経路2よりもコンクリートを歩く距離を(③)、折れ曲がってから歩く距離を(④)した方がはやく着く。

また、図3のように角度に注目すると、歩く速さが速いところからおそいところに進む場合、直線Xの上側を歩く速さが同じならば、下側を歩く速さが速くなるほど、角度aは(⑤)くなり、角度bは(⑥)くなるため、角度aと角度bの差が(⑦)。』

- | | |
|-------------------------|--------|
| ア. 速い | イ. おそい |
| ウ. 長く | エ. 短く |
| オ. 大き | カ. 小さ |
| キ. 小さくなって経路は直線に近づく | |
| ク. 大きくなって経路はさらに大きく折れ曲がる | |

ここまで考えてきた最速経路のように、光にも『あるものから別のものに進むとき、その経路が最速経路になるように進む』というきまりがあります。(1), (2) の考え方を利用して、光の進み方を考えてみましょう。

- (3) とう明なものA, Bを接して置き、ものA側から境目に対して角度 c で光をあてたところ、光はものBに入ったところで、境目に対して角度 d で図5または図6のように折れ曲がりました。光がものAからものBに進むときの角度 c と角度 d の関係について、正しい文を次のア～カの中から2つ選び、記号で答えなさい。

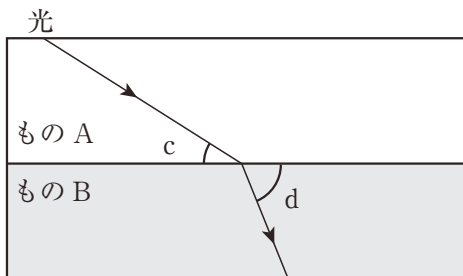


図5

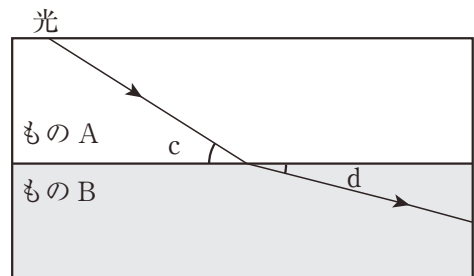


図6

- ア. ものAを進む光の速さがものBを進む光の速さよりも速いとき、角度 d は角度 c よりも大きくなる。
- イ. ものAを進む光の速さがものBを進む光の速さよりも速いとき、角度 d は角度 c よりも小さくなる。
- ウ. 角度 c は必ず角度 d よりも大きくなる。
- エ. 角度 c は必ず角度 d よりも小さくなる。
- オ. ものAを進む光の速さが同じとき、ものBの中を進む光の速さが速くなるほど、角度 d は大きくなる。
- カ. ものAを進む光の速さが同じとき、ものBの中を進む光の速さが速くなるほど、角度 d は小さくなる。

(4) 赤, 青, 緑の光が混ざった光を空気中からガラスにあてたところ, それぞれの光が折れ曲がりました。また, ガラスをダイヤモンドに変えて, 同じ光を同じ角度であてました。図7と図8はそのときのようすを, わかりやすく表したものです。

次の文の (①), (②) にあてはまることばを下のア～オから選び, 記号で答えなさい。

「図7の結果から, ガラスの中を進む光の色を速い順にならべると, (①) であると考えられる。また, 空気, ガラス, ダイヤモンドのうち, 光の進む速さがもっともおそいのは, 図7, 図8より (②) の中であることがわかる。」

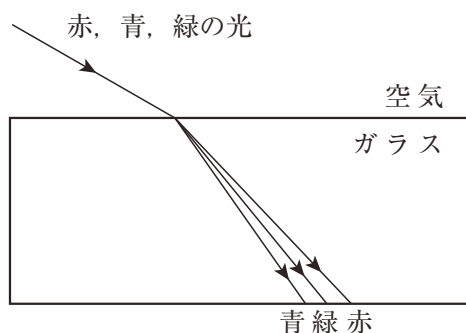


図7

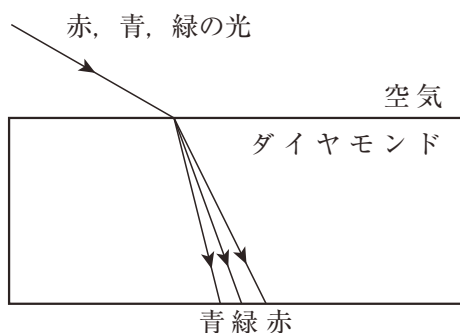


図8

ア. 赤→緑→青

イ. 青→緑→赤

ウ. 空気

エ. ガラス

オ. ダイヤモンド

