

2021年度 入学試験問題

理 科

第 2 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15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 I. 園子さんは、雨上がりに虹を見つけました。虹は、上側から赤、橙、黄、緑、青、藍、紫とグラデーションになっています。この仕組みを調べてみました。

太陽の光や懐中電灯の光には、実はさまざまな色の光が混ざっています。色によって、光が空気から水滴に進んだ時の屈折の仕方が違うため、太陽の光が水滴にあたると、色によって異なる進み方をします。

図1は赤い光と紫の光が園子さんの目に届くまでの経路をそれぞれ表したものです。赤は虹の上側に見えるので、図1の経路 A で進んでいると考えられます。図2は赤い光と紫の光が水滴で屈折・反射する様子を拡大したものです。赤い光は図2の経路 B で進んでいると考えられます。

図3のように太陽の光を厚みのある三角形のガラスに向けて入れると、色によって進み方が異なるため、スクリーン上に虹のようなグラデーションが見えます。赤い光が現れるのは、スクリーンの C 側になります。

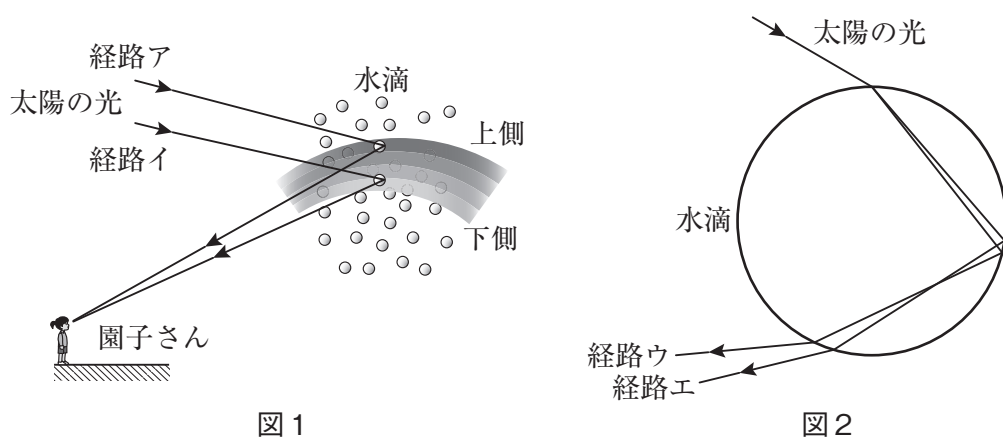


図1

図2

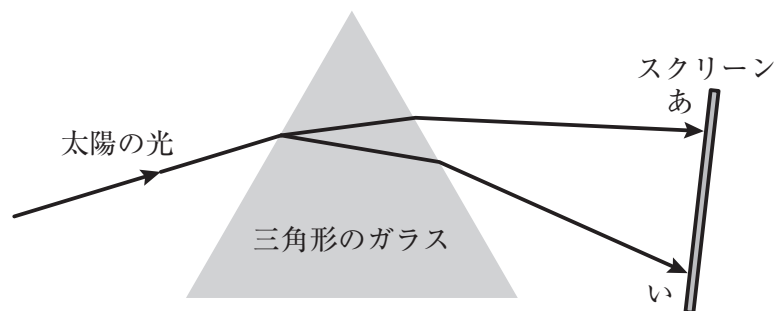


図3

- (1) 空らん A にあてはまる経路を、図1より選び、記号で答えなさい。
- (2) 空らん B にあてはまる経路を、図2より選び、記号で答えなさい。
- (3) 空らん C にあてはまる記号を、図3より選び、答えなさい。

- (4) 図4のように、平行な光を凸^{とつ}レンズに当て、スクリーンを動かして光が1点に集まるところを見つけました。あとの問いに答えなさい。

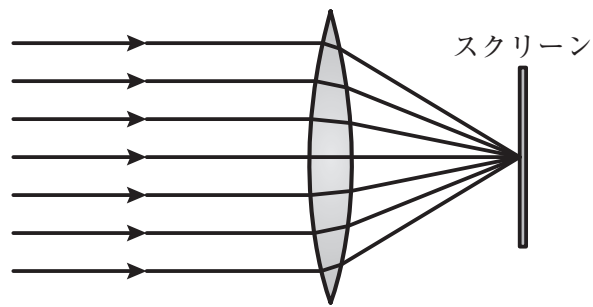
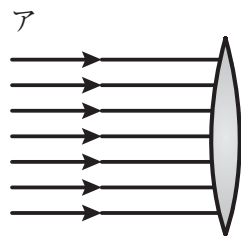
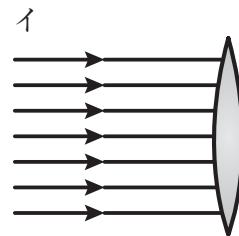


図4

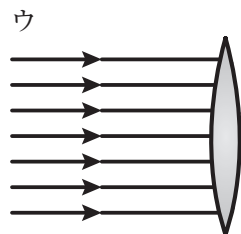
- ① 光が1点に集まるところを何^{めいしょう}というか、名称を答えなさい。
- ② この実験を赤、黄、緑、青のそれぞれの色の光で行いました。それぞれの色の光が1点に集まる位置を模式的に表した図として、もっとも適当なものを次より1つ選び、記号で答えなさい。



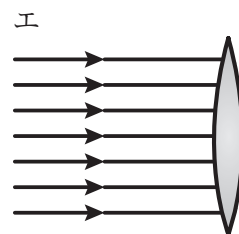
赤黄緑青
● ● ● ●



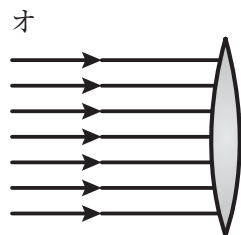
青緑黄赤
● ● ● ●



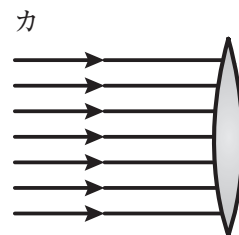
赤緑黄青
● ● ● ●



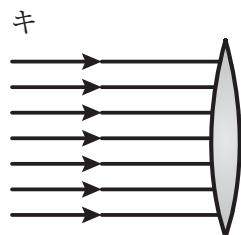
青黄緑赤
● ● ● ●



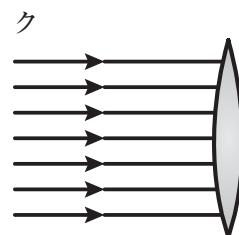
●赤
●黄
●緑
●青



●青
●緑
●黄
●赤

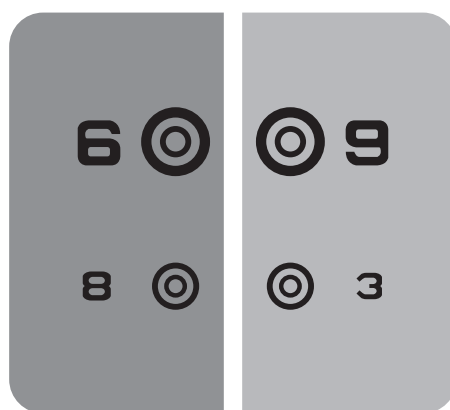


●赤
●緑
●黄
●青



●青
●黄
●緑
●赤

- (5) 視力検査の一つに、図5のような赤と緑を背景として書かれている黒い文字や模様を見て、どちらがはっきりと見えるか調べる検査があります。人は、黄色の光が網膜上で正しく像ができるよう水晶^{すいしょう}体を調節していますが、近視の人は網膜の手前に、遠視の人は網膜の奥に像ができてしまいます。緑を背景とした文字や模様のほうが赤の背景よりよく見える人は、以下のうちどちらですか。適当なものを次より1つ選び、記号で答えなさい。また、そう考えた理由を「黄色の光は」に続く形で書きなさい。



赤の背景に
黒の文字

緑の背景に
黒の文字

図5

ア. 近視

イ. 遠視

- II. 空が青く見えることにも、太陽の光にさまざまな色の光が混ざっていることが関係しています。光は、地上まで進む間に空気中の小さい粒^{つぶ}にぶつかって進む方向が変化します。この変化の仕方が色によって違うため、空が青く見えたり、夕日が赤く見えたりします。このことを考えるために、次のような実験をしました。

[操作1] ペットボトルにせっけん水を入れ、ふたをしめる。

[操作2] ペットボトルの底から、懐中電灯の光をあてる。

[操作3] ペットボトルの上側や側面から観察する。

(6) あとの問いに答えなさい。

① ペットボトルの側面から、光を当てた付近を観察すると、青く見えました。それはなぜですか。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. 青い光はせっけんの粒にぶつかると進む方向が大きく変化するから。
- イ. 青い光はせっけんの粒にぶつかっても進む方向があまり変化しないから。
- ウ. 赤い光はせっけんの粒にぶつかると進む方向が大きく変化するから。
- エ. すべての色の光はせっけんの粒にぶつかると進む方向が大きく変化するから。

② 空気のない月面上で太陽が出ているとき、頭上に広がる空間は何色に見えますか。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. 日中の空のように青い
- イ. 夕焼けのように赤い
- ウ. 太陽以外は夜のように黒い

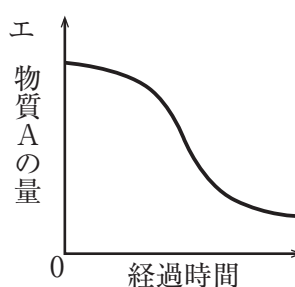
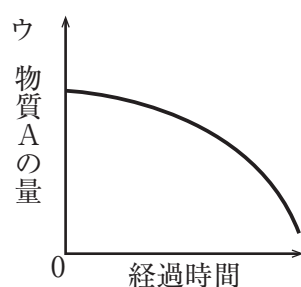
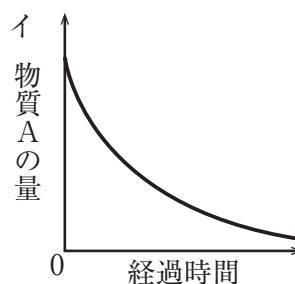
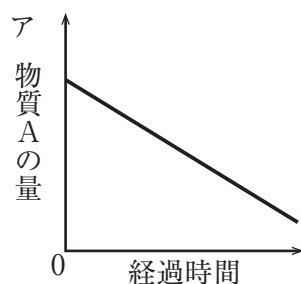
2

次の文章を読んであとの問いに答えなさい。なお、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。

- I. 化石が発見されると、その化石がいつの年代のものか、地層から判断することができます。その他にも放射性物質を用いた方法から、どれくらい前のものかを調べることができます。

地球上の生物が活着している間には、体内に常に同じ割合で物質A（放射性物質）が含まれています。生物が死ぬと、物質Aは一定のルールに従って他の物質に変化し、徐々に減っていきます。物質が半分の量に減るまでの時間を半減期といいます。初めの量に関わらず、半分の量に減少するまでには同じ時間が必要です。つまり、物質Aの量を測定すると、何年前に生物が死んだかわかります。物質Aの半減期は5730年です。

- (1) 化石中に物質Aが現在20 gあります。10 gになるのは何年後ですか。
- (2) 化石中に物質Aが現在3 gあります。17190年後には何gになりますか。
- (3) 経過時間と化石中の物質Aの量の関係を表しているグラフとして、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。



- II. Iの文章のように物質が減少していく反応は他にもみられます。例えば、過酸化水素の分解でも同じような減少の仕方がみられます。図1のような装置を使って、二酸化マンガんに3.4%の過酸化水素水10 gを入れ、メスシリンダー内の酸素の体積を60秒ごとに測定したところ、表1のようになりました。1時間後まで実験を続けたところ、酸素の発生がなくなり、全ての過酸化水素が分解したと考えられました。

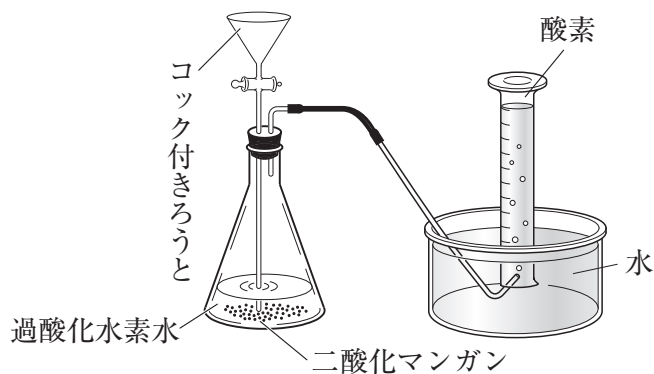
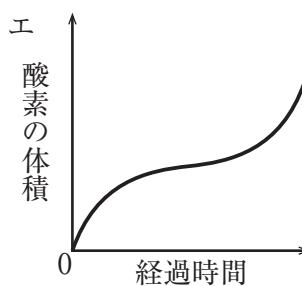
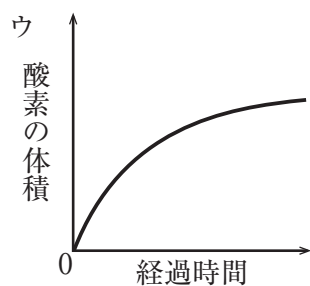
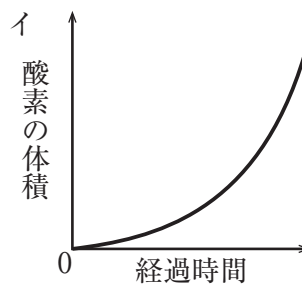
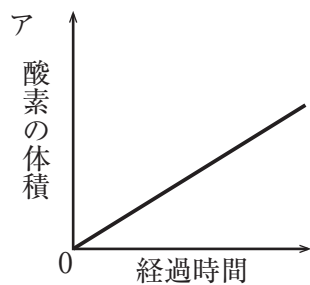


図1

表1

経過時間 [秒]	0	60	120	180	240	300	360	1時間
酸素の体積 [mL]	0	23.1	41.4	56.0	67.6	76.7	A	112.0

- (4) 過酸化水素の分解で二酸化マンガンを使用します。二酸化マンガンは、自分自身は変化せず、反応を助けるものとして知られています。このようなはたらきをするものを何というか答えなさい。
- (5) 経過時間とメスシリンダー内の酸素の体積の関係を表しているグラフとして、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。



- (6) 表1から過酸化水素水中の過酸化水素の量が半分になるまでの時間は何秒ですか。
- (7) 表1のAに入る値を答えなさい。
- (8) 表1から予測して、経過時間が420秒の時、過酸化水素水中の過酸化水素は何gになっていると考えられますか。

3 園子さんは、肺が筋肉を持たないにもかかわらず、大きさが変わることを不思議に思い、家にあるもので模型を作りました。

[用意したもの]

2 L ペットボトル・ストロー・セロハンテープ・風船・ゴム膜^{まく}・カッター・輪ゴム

[作り方]

- ① 2 L ペットボトルのキャップを取り外し、カッターでペットボトルの下半分を切り落とし、上部だけにしました。
- ② ストローの片側にセロハンテープで小さい風船をとりつけ、空気がもれないようにしました。図1のように、ストローとペットボトルの入り口部分をセロハンテープでとりつけました。図2はペットボトルの口を上から見た様子です。
- ③ 2 L ペットボトルの空いている底部に、ゴム膜をかぶせて、輪ゴムで止めて、空気がもれないようにしました。

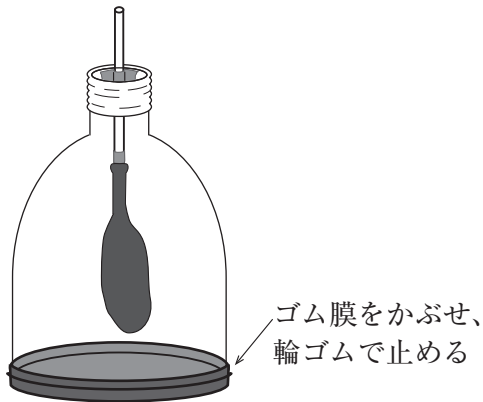


図1

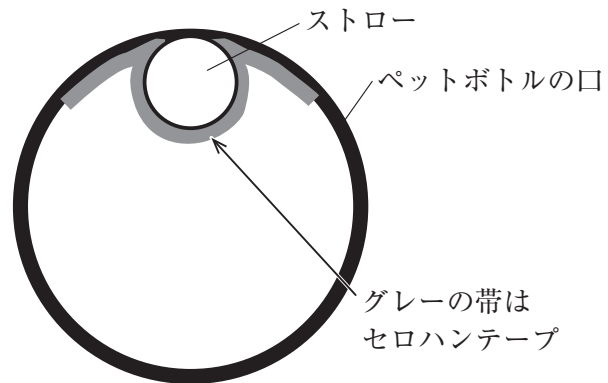


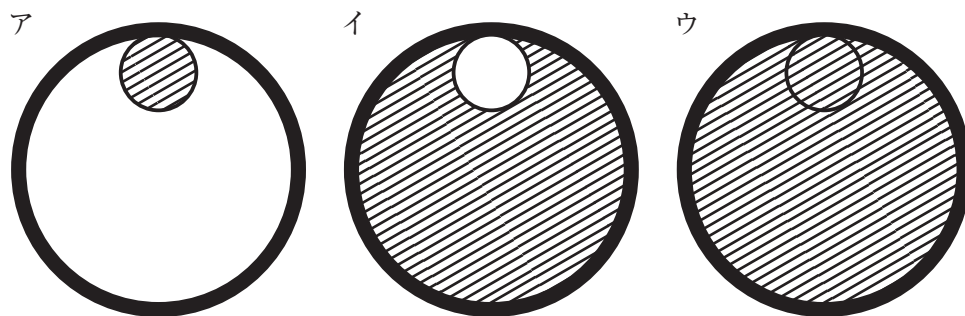
図2 (ペットボトルの口を上から見た)

園子さんはゴム膜を下に引っ張ることで、風船は膨らむだろうと考えました。しかし、膨らみませんでした。よく考えた結果、ある部分の空気の流れを粘土で遮断^{ねんど}_{しやだん}することで、風船は膨らんだりしぼんだりするようになりました。あとの問いに答えなさい。

(1) 園子さんが作った模型の各部分は、ヒトのどの構造をモデル化したものですか。もっとも適当な組み合わせを次より1つ選び、記号で答えなさい。

	ストロー	ペットボトル内の空間	風船
ア.	食道	胸腔 ^{きょうくう}	肺
イ.	食道	肺	筋肉
ウ.	気管	胸腔	肺
エ.	気管	肺	筋肉

- (2) 底部のゴム膜はヒトのどの筋肉をモデル化したものですか。名称を答えなさい。
- (3) 肺の内部は直径0.2mm程度の小さな袋が多数集まった構造になっています。この小さな袋の名称を答えなさい。
- (4) (3)のように小さな袋が集まっている構造にすることで、酸素・二酸化炭素の交換効率がよくなります。これはなぜですか。
- (5) 下線部に関して、図2のどの部分を粘土で埋めることで、風船を膨らませたりしぼませたりすることができますか。次より1つ選び、記号で答えなさい。なお、斜線部分を粘土で埋めたとします。



- (6) ゴム膜を下に引っ張ると風船が膨らむ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. ペットボトル内の空間が広がることで内部の温度が上がり、内部の風船が温められるから。
- イ. ペットボトル内の空間が広がることで内部の温度が下がり、内部の風船が冷やされるから。
- ウ. ペットボトル内の空間が広がることで風船の周りの気圧が下がり、風船が周りから押される力が弱まるから。
- エ. ペットボトル内の空間が広がることで風船の周りの気圧が上がり、風船が周りから押される力が弱まるから。

園子さんは、肺で行われる酸素・二酸化炭素の交換について調べ、分かったことをまとめました。

[学習メモ]

- ・血液は全身に酸素を届け、不要となった二酸化炭素を回収している。
- ・酸素の運搬には赤血球中のヘモグロビンという物質が大きな役割を果たしている。
- ・ヘモグロビンは酸素とくっついたり離れたりする性質があり、酸素とくっつきか離れるかは、その血液の酸素の濃度および二酸化炭素の濃度によって変わる。
- ・ヘモグロビンと酸素は、酸素の濃度が高いほどくっつきやすく、低いほど離れやすい。
- ・ヘモグロビンと酸素は、二酸化炭素の濃度が低いほどくっつきやすく、高いほど離れやすい。

さらに園子さんが調べていくと、以下のような実験があることを知りました。

【実験】 空気中の酸素濃度を増やすことで、血液中に徐々に酸素を加えていき、酸素と結合しているヘモグロビンの割合を調べました。

図3は血液中のヘモグロビンのうち酸素と結合しているヘモグロビンの割合と、その時の空気中の酸素分圧 [mmHg] の関係を表しているグラフです。酸素分圧とは空気中にどれだけの酸素があるかを表しており、酸素分圧が大きいほどその空気と接している血液中の酸素濃度が高いと考えることができます。例えば、酸素分圧が100mmHgの時、酸素と結合しているヘモグロビンはグラフから98%と読み取れます。これは、血液中にヘモグロビンが100個あったとすると、その内の98個が酸素と結合していることを意味します。

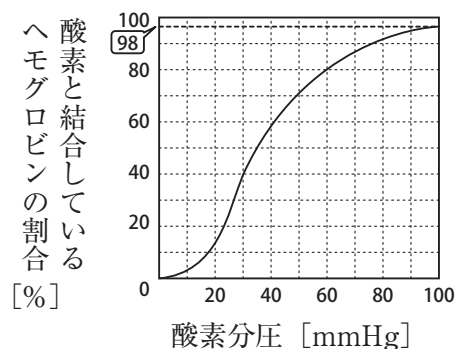
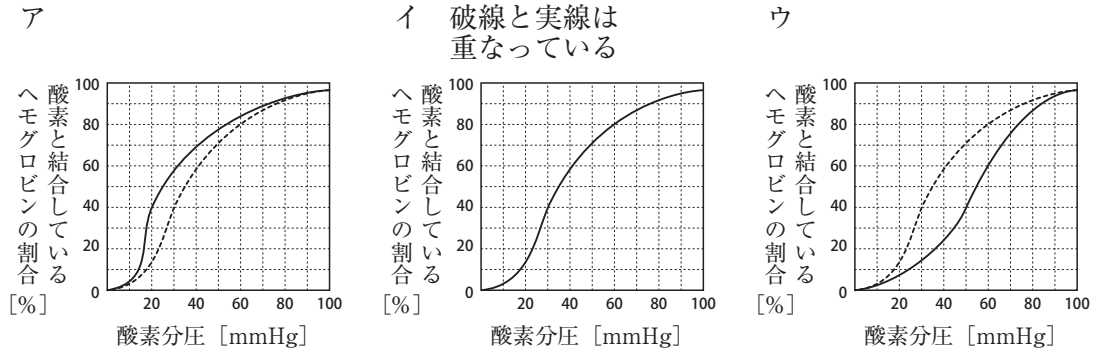


図3

(7) ある血液に接している空気中の酸素分圧が、100mmHgから30mmHgへと減少した時、血液中の全てのヘモグロビンのうちの何%のヘモグロビンが酸素と離れましたか。なお、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。

- (8) 酸素分圧が同じであっても、その血液中の二酸化炭素濃度が高いと、酸素と結合しているヘモグロビンの割合は低くなります。二酸化炭素濃度が高い場合のグラフはどのようになりますか。次より1つ選び、記号で答えなさい。なお、破線(-----)は図3のグラフ、実線は二酸化炭素濃度が高い場合のグラフを示したものです。



- (9) 新型コロナウイルス感染症の症状を軽減するために世界中で人工呼吸器が用いられています。酸素分圧の高い空気を肺に流し込むことで、はたらいっている部分が少なくなってしまった肺でも必要な酸素を血液中に取り込むことができます。それでも、血液中の酸素濃度が低くなってしまった場合は、ECMOとよばれる医療機器を用います。血液の一部を一旦体外に出して、ECMOにある人工的な肺に通過させて酸素・二酸化炭素の交換を行い、肺を休ませます。図4は酸素・二酸化炭素の交換を行っている部分の模式図です。血液を流している大きい管の内部に、酸素分圧の高い空気を流す細い管があります。この空気を流す管の材質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。

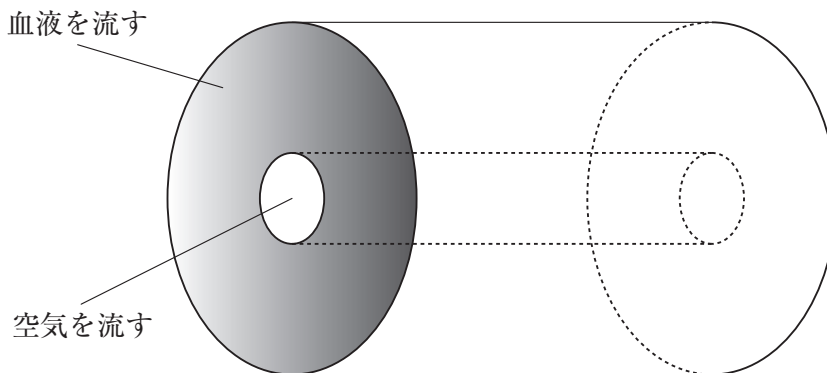


図4

- ア. 気体は通すが液体は通さない材質
- イ. 液体は通すが気体は通さない材質
- ウ. 気体も液体も通さない材質
- エ. 気体も液体も通す材質

4

園子さんは「北の空に見える星は北極星を中心に回っているように見えるけど、実は中心ではない。」という学校の先生の言葉に興味を持ち、家に帰ってお姉さんに聞いてみました。

園子さん：星座は北極星を中心に回っているのではないの？

お姉さん：厳密には違うわ。北の空を見ると、一日の間に星座が回って見えるでしょ。その回転の中心のことを天の北極というの。北極星は天の北極の近くにあるのよ。

園子さん：北極星も、天の北極から少しずれているのなら、一晩の間で天の北極を中心に動いているの？

お姉さん：そうよ。その現象は『子の星と女房』という昔話にあるわよ。障子にあげた穴に北極星が見えるように座り、一晩中観察して動いていることを証明するのよ。

園子さん：楽しそう。障子はないけど、やってみよう！

園子さんはカメラと星座早見盤を用いて以下の観察を行いました。

【観察】 良く晴れた夜、窓越しに北極星が見える部屋にカメラを置き、カメラからのぞいて北極星の位置にあたる窓ガラスに小さなシールで印を付けました。2時間おきに印をつけたところ、北極星の動きをわずかに観察することができました。

(1) 北極星を探し出す際に、図1のような星座早見盤を用いました。図1中のAに当てはまる方位を、次より1つ選び、記号で答えなさい。

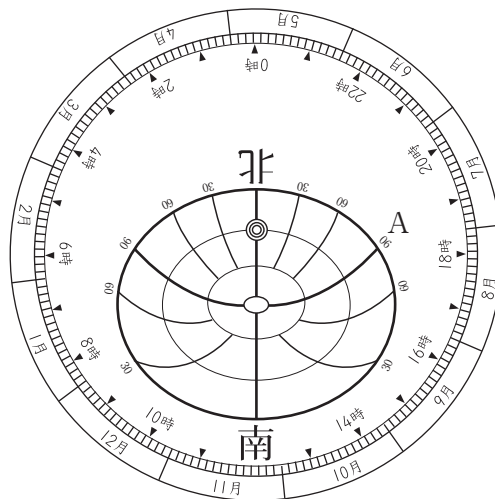


図1

ア. 東 イ. 西 ウ. 北東 エ. 北西

- (2) 園子さんは北斗七星を用いて北極星の位置を確定しました。北極星の位置としてもっとも適当なものを図2より1つ選び、記号で答えなさい。

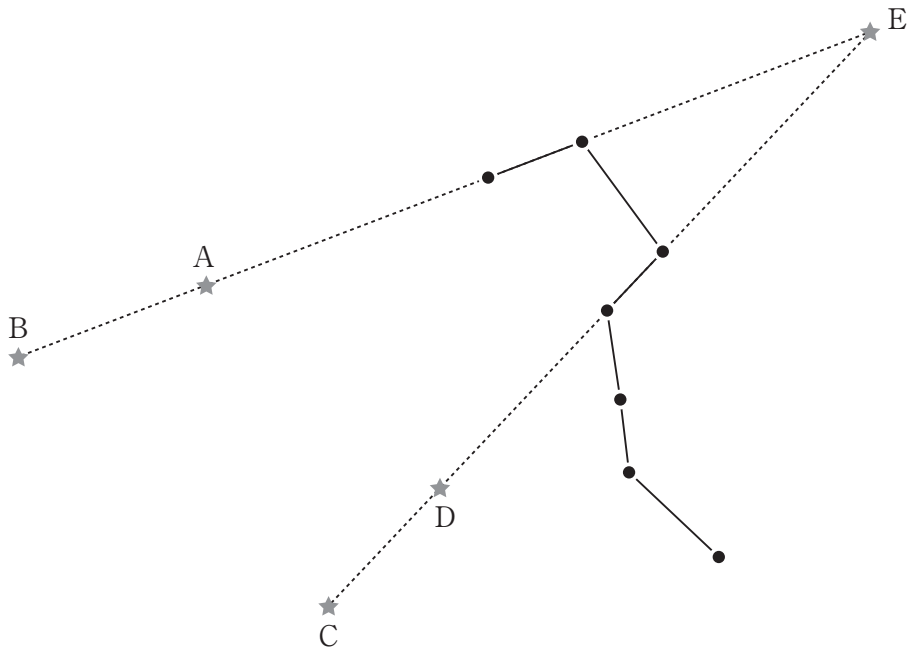


図2

- (3) 北の空の星はどのように動いてみえますか。次より1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 天の北極を中心に時計回りで、4時間で60度程度動く。
- イ. 天の北極を中心に時計回りで、4時間で120度程度動く。
- ウ. 天の北極を中心に反時計回りで、4時間で60度程度動く。
- エ. 天の北極を中心に反時計回りで、4時間で120度程度動く。

園子さんはほかの星座も観察しようと考え、オリオン座も同様に窓ガラスにシールで印を付けました。

お姉さん：窓ガラスにシールを付けると星が同じ平面上にあるように思えるけど、星座を構成する星どうしはかなり離れた距離にあるのよ。絵にかいてあげる(図3)。ちなみに、1光年は光が1年間で進む距離を表しているのよ。

園子さん：距離に違いがあるのなら、地球の公転運動で星の見える方向が変わって、星座の形が崩れて見えないのかしら？

お姉さん：実はちょっとだけ形が崩れているのよ。でも肉眼ではとても確認できないぐらいのずれなの。これを年周視差というのよ。正確に年周視差を測定できれば、三角形の拡大・縮小の関係を用いて、地球から星までの距離を求めることができるのよ。

- (4) 図3の星の中で、年周視差がもっとも大きいと考えられるのはどの星ですか。
 図3より1つ選び、記号で答えなさい。

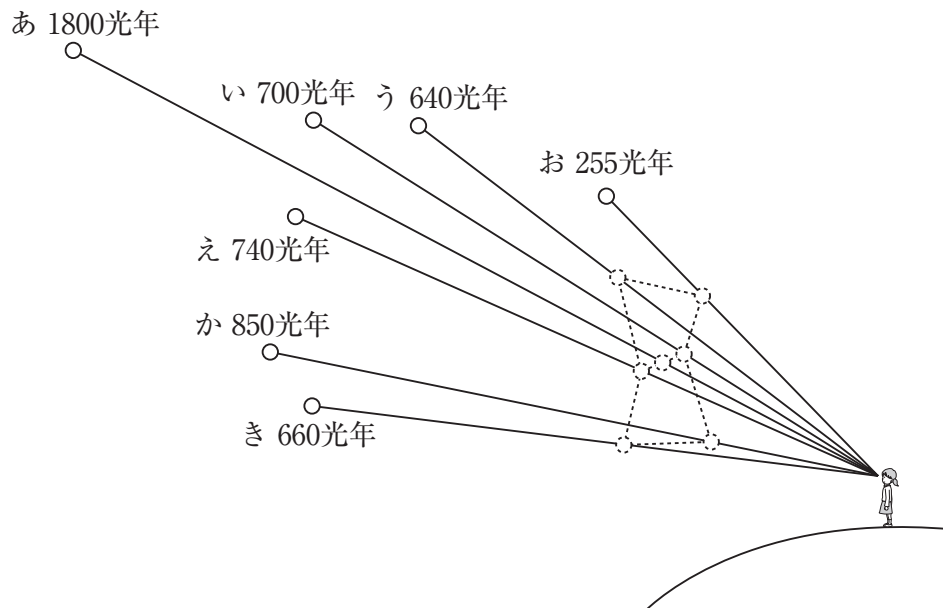


図3

園子さん：年周視差から、距離を求めるのってどうやるの？

お姉さん：地球は一年かけて太陽の周りを回っているのは知っているよね。

園子さん：ええ、公転でしょう。

お姉さん：そう、地球から太陽までの距離は1億5000万kmだから、最大で3億km異なる位置から星を観測することができるわね。それぞれの位置に地球がまわってきた時に、同じ星を観察して、角度がどれだけずれているかを計測するの（図4）。その角度を使って、直角三角形の辺の長さの比から求めることができるのよ（図5）。

園子さんは様々な角度を持つ直角三角形の辺の長さの比を示した表をインターネットで調べて、考えてみました。底辺の長さを常に1とし角度 z を変えた時の直角三角形の辺 $a \cdot b$ の長さを表1に示しました。

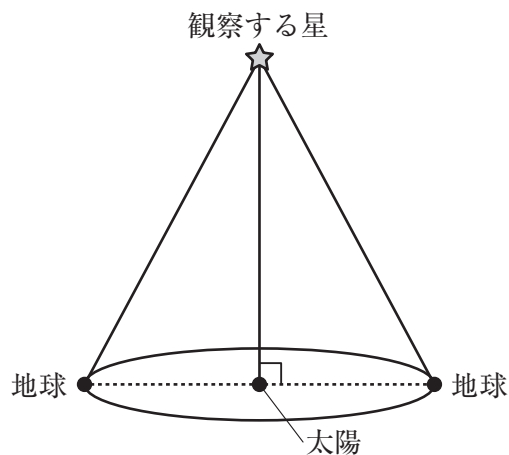


図4

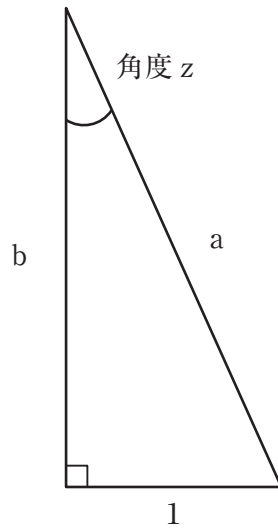
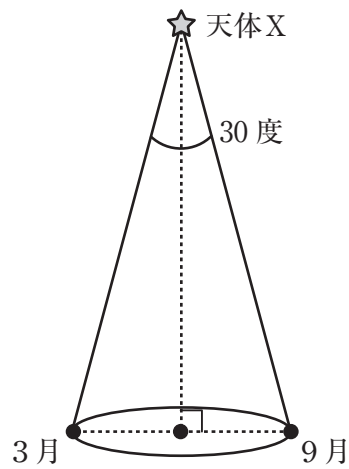


図5

表1

z [度]	斜辺 a	高さ b
15	3.86	3.73
20	2.92	2.75
25	2.37	2.14
30	2.00	1.73
35	1.74	1.43
40	1.56	1.19
45	1.41	1.00
50	1.31	0.84
55	1.22	0.70
60	1.15	0.58

- (5) 地球の公転面に対して、太陽から垂直方向に存在しとどまっている天体Xというものが仮にあるとします。地球から見て、3月と9月で計測した時に見える方向が30度ずれて見える場合、この天体Xは地球から何km離れていると考えられますか。表1をもとに計算しなさい。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。



園子さん：オリオン座のベテルギウスは、光が弱まった時期があり、超新星爆発が近いのではないかと考える研究者もいたわ。超新星爆発が起こると星はどうなるの？

お姉さん：超新星爆発とは星が寿命を迎えた際におきる爆発現象で、強い光を出すとされているわ。そのあと星の残骸がもやもやしたちりやガスとして確認できるの。かに星雲はもやもやとしたちりやガスが現在も広がっている様子が確認されているわ。爆発時の様子は藤原定家がつづった日記『明月記』に「天喜2年（西暦1054年）に客星出現 大きさ（明るさ）歳星（木星）のごとし」と記されていて、かに星雲がつくられる際の超新星爆発であったと考えられているのよ。

園子さん：かに星雲は地球からどれくらい離れている星なの？

お姉さん：約7000光年とされているわ。

園子さん：では、1054年に観察はされたけど、実際に爆発したのは現在から 年前ということね。

(6) 空欄に当てはまる数値として適当なものを次より1つ選び、記号で答えなさい。

ア. 約6000

イ. 約7000

ウ. 約8000

エ. 約9000

