

2 近年のアウトドア人気の高まりから、登山をする人が増えています。自然と親しむことは大切ですが、正しい知識がないと思わぬ事故に巻き込まれることがあります。火口から噴出する①硫化水素は、(A)ため谷間やくぼ地にたまりやすく、無色で卵のくさったような悪臭を放つ毒性の強い気体です。そのため多量に吸いこまないように注意が必要です。火口から噴出するガスにはその他に②二酸化炭素や③二酸化硫黄などがあります。2500 m 以上の高い山の場合は④空気が⑤地上と比べてうすいため、酸欠状態になりやすく、高山病にかかることがあります。加えて直射日光も強く、平地よりも⑥紫外線が強いため日焼けにも注意が必要です。決して無理な登山計画は立てず、登りきることも周りの自然に目を向けてみましょう。

問1 文中の(A)に当てはまる下線部①の気体の性質を答えなさい。

問2 下線部②の気体に関する以下の文について、正しいものには○、まちがっているものには×を答えなさい。

- ア 水に溶かしたものは飲むことができる。
- イ 固体はアイスクリームなどの保冷剤として使用される。
- ウ 水に溶けるとアルカリ性を示す。
- エ 工場から出され、雨水に溶けると酸性雨となる。
- オ 発泡入浴剤から出てくる泡である。
- カ 地球温暖化の原因と考えられている。

問3 下線部③の気体は工場からの排気ガスに含まれ、酸性雨の原因となる物質の1つともいわれます。そのため工場では排気ガスに、石灰水を霧のように吹きかけて、外に出る二酸化硫黄の量を減らす装置を使っています。この方法と同じ原理のものを次のア～オからすべて選び、記号で答えなさい。

- ア シャツのよごれを落とすためにあらかじめお湯につけておく。
- イ ペットボトルに3分の1ほど水を入れ、二酸化炭素を入れてふるとペットボトルがへこむ。
- ウ 胃液が出過ぎてお腹が痛いので、アルカリ性の薬品を含む胃薬を飲む。
- エ せきが出るので水でうがいをする。
- オ 石灰水の入ったビーカーに二酸化炭素を吹きこむと白くにごる。

問4 下線部④について、空気の重さに関する次の問いに答えなさい。

スプレー缶から、窒素、酸素をそれぞれ5秒間ふき出して、体積をはかれる計測容器に同じ体積の気体を水上置換によって集めました。始めのスプレー缶と、ふき出した後のスプレー缶の重さをはかると以下の通りになりました。また、1秒間あたりにふき出す気体の体積および重さは、気体それぞれで常に一定であるとします。

	窒素	酸素
始めのスプレー缶	111.35 g	107.02 g
ふき出した後のスプレー缶	108.55 g	103.82 g

上と同じ方法でスプレー缶から酸素を3秒間ふき出して計測容器に集めました。この中に窒素を数秒間入れて、空気(酸素と窒素が体積比1:4で混ざった混合気体)と同じ気体を作りました。この計測容器の中に入っている気体は何gになりますか。この実験で使用した計測容器は十分大きく、ふきこぼれはありませんでした。また気体が水に溶ける量は無視できるものとします。

問5 下線部⑤について、ポテトチップスの袋を山頂に持っていくと、袋の様子が変化します。どのように変化するか答えなさい。

問6 下線部⑥について、近年降り注ぐ量が多くなっている原因としてオゾン層の破壊があります。オゾン層はオゾン分子からできていて、オゾン分子は酸素原子と呼ばれる小さな粒が3つ集まってできています。一方、空気中に存在している酸素は酸素分子からできていて、酸素分子は酸素原子が2つ集まってできています。上空では、以下に示す4つの変化がバランス良く起こることによって、オゾン分子の量は保たれています。ここで矢印の左側は変化する前の物質、右側は変化した後の物質を示しています。

- (1) 酸素分子 → 酸素原子と酸素原子
- (2) 酸素原子と酸素分子 → (B)
- (3) オゾン分子 → 酸素原子と酸素分子
- (4) (C)とオゾン分子 → (D)と酸素分子

(B)～(D)に当てはまる語句を、【酸素原子】【酸素分子】【オゾン分子】の中から選び答えなさい。

- 3 ^{こん}昆虫には、完全変態で成長する仲間と不完全変態で成長する仲間がいます。また、昆虫のからだは、頭、胸、腹から構成されており、頭には触角が2本あります。胸や腹には気門とよばれる、空気の出入りを行う小さな穴があります。気門は体中にはりめぐらされた気管とよばれる細い管につながっており、気門からとりこまれた空気は全身に運ばれます。

問1 下線部に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 完全変態とはどういうことか説明しなさい。
 (2) 完全変態をする昆虫を次の①～⑥の中からすべて選び、番号で答えなさい。
 ① アキアカネ ② アブラゼミ ③ アゲハ ④ クモ ⑤ ダンゴムシ ⑥ カブトムシ

問2 昆虫に関する以下の文について、正しいものを次の①～⑥の中から2つ選び、番号で答えなさい。

- ① 昆虫のあしは、胸および腹から6本出ている。 ② 陸生昆虫は肺呼吸、水生昆虫はえら呼吸を行っている。
 ③ 幼虫から成虫になることをふ化という。 ④ 昆虫は脱皮をくり返すことで、からだを成長させている。
 ⑤ アゲハの幼虫は最初から緑色である。 ⑥ カイコガの成虫は何も食べない。

昆虫の触角は、ものにふれたり、においを感じたりするところです。カイコガのオスの触角は、メスから放出されるフェロモンとよばれる化学物質を感知する器官としてよく知られています。そこで、カイコガの生殖行動について、以下の実験を行いました。

<実験1> メスのカイコガをペトリ皿に入れ、ふたをしてビニルテープで密封した。それをオスに近づけてオスの行動を観察したところ、特別な反応は示さなかった。次に、ふたを開けたメスのペトリ皿を、オスに近づけてオスの行動を観察したところ、はねを激しくはばたかせた。

<実験2> あらかじめ、メスの口部におし当てたる紙片、腹部末端に押し当てたる紙片を用意した。次に、メスがいないところで、口部に押し当てたる紙片だけを、オスに近づけてオスの行動を観察したところ、特別な反応は示さなかった。また、腹部末端に押し当てたる紙片だけをオスに近づけてオスの行動を観察したところ、はねを激しくはばたかせた。

<実験3> 実験1と同じように、メス1個体をペトリ皿に入れ、次に、オス3個体を用意して、3個体のうち、1個体は左右両方の触角を根元から切断して取り除いておき、もう1個体は片方の触角のみを根元から切断して取り除いておく。残りの1個体の触角はそのまましておく。続いて、それぞれのオスをメスのペトリ皿から15cmほどはなれた場所に置き、ペトリ皿のふたを静かに開けてオスの行動を観察した。その結果、触角をそのままにしたオスは、はばたきながらメスの方へ移動した。片方の触角を取り除いたオスは、はばたきながら触角の残っている方に回転するだけだった。左右両方の触角を取り除いたオスは特別な反応を示さなかった。

問3 実験1～実験3の結果からわかることの説明として正しいものには○、まちがっているものには×を答えなさい。

- ① メスのフェロモンは、ペトリ皿のふたを開けると、ペトリ皿の外まで広がっていく。
 ② オスの生殖行動は、視覚的な刺激とフェロモンの両方が必要である。
 ③ オスは、メスの全身から分泌されるフェロモンに反応する。
 ④ オスは片方の触角だけでもメスのいる方向がわかる。

多くの昆虫は、はねを4枚もっていますが、ハエやカのように、はねが2枚の昆虫もいます。ハエの仲間のショウジョウバエは生命科学の研究によく用いられる生物です。ショウジョウバエの幼虫は「うじ」とよばれ、図1のような形をしています。花子さんは、この幼虫のどこが頭なのか疑問に思い、先生に聞いてみました。先生は、図1の左が頭で、ハエの卵の中に含まれる、ある物質の濃度のちがいによってどこが頭、胸、腹になるか決まるということを教えてくれました。

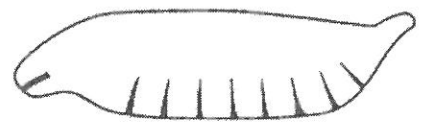


図1

図2のように、ハエの卵の中にある物質Aは前方から後方にかけて濃度が低くなり、物質Bは後方から前方にかけて濃度が低くなります。物質Aの濃度が高いところから順に頭、胸、腹になることがわかっています。

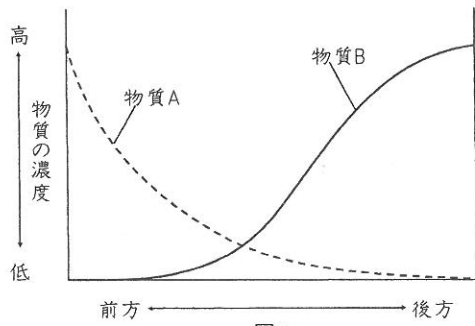


図2

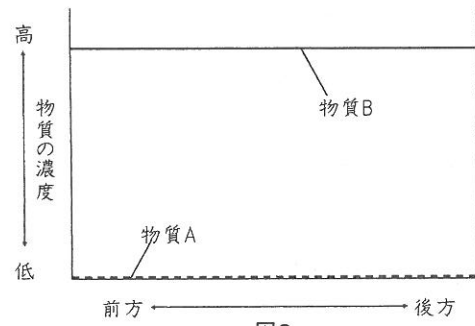


図3

問4 物質Aをつくらできない卵では、物質Bの濃度が図3のようになりました。物質Aのはたらきとして最も適するものを、次の①～④の中から1つ選び、番号で答えなさい。

- ① 前方において、物質Bの合成をすすめる。
- ② 前方において、物質Bの合成をおさえる。
- ③ 後方において、物質Bの合成をすすめる。
- ④ 後方において、物質Bの合成をおさえる。

問5 物質Aをつくらできない卵の中央に、物質Aのもとになる物質を注入したところ、物質Aの濃度は図4のようになりました。このとき、物質Bの濃度はどのようにになると考えられますか。解答用紙のグラフに記入しなさい。

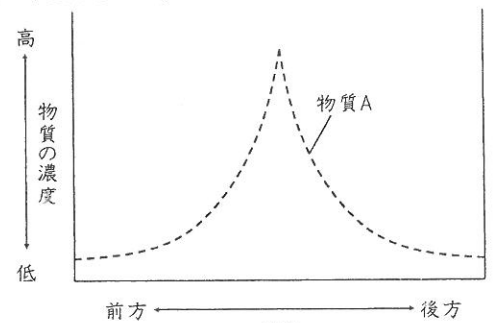


図4

4 虫メガネは近くのを拡大して見ることができますが、虫メガネをもった手をのばして遠くを見ると、遠くの景色が上下さかさまに見えます。これはどのようなしくみになっているのでしょうか。

光が虫メガネを通過するとき、進行方向が変わります。ある虫メガネAに、太陽の光を通すと、図1のように紙と虫メガネAの距離が12cmのときに光が1点に集まり、紙を焦がすことができました。このときの虫メガネと光が集まった点までの距離を焦点距離といいます。

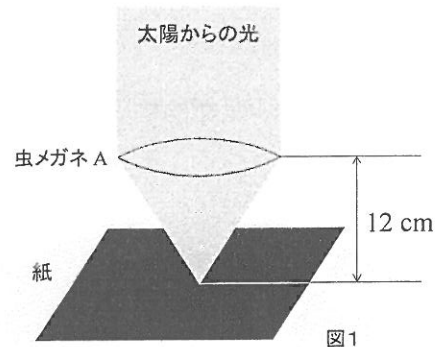


図1

問1 虫メガネAと焦点距離が同じで直径が大きい虫メガネBを使って太陽の光を集めると、どうなるでしょうか。

- (1) 紙からの距離を虫メガネA、Bともに12cmとすると、紙が焦げる際にはどのようなちがいがありますか。
- (2) 紙からの距離を虫メガネA、Bともに10cmとすると、Aが集めた光とBが集めた光とでは、紙の明るい部分の大きさはどうなりますか。次のア～ウの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア Aのほうが大きい
- イ Bのほうが大きい
- ウ AもBも同じ大きさ

次に、虫メガネAを使って紙に書かれた長さ1cmの矢印Xを拡大して見ました。このとき、光の道筋は図2の実線(——)のようになっています。矢印の先(点P)からの光のうち虫メガネを通る光は、虫メガネを通過するときに折れ曲がりますが、人の目には、あたかもその延長線(点線-----)上の点P'の1点からきているかのように見えます。同様に点Qからの光は点Q'からきているかのように見えるので、大きな点線で書かれた矢印Yがあるように見えます。目は、もの自体を感知しているのではなく、そこからきた光を感知しているので、実際にそこにもものがなくても、光が目届けば、そこにもものを「見る」ことになります。つまり、目に届いた光の延長線上にもものが見えるのです。図2において虫メガネより右の色のぬられた場所からであれば点Pからの光が届くので、その光の延長線上に点P'を「見る」ことができます。

虫メガネを前後させると矢印の見える大きさが変わります。虫メガネから矢印Xが書かれた紙までの距離、虫メガネから矢印Yまでの距離、矢印Yの長さの関係を調べてみると表1のようになりました。

表1

虫メガネから矢印Xまでの距離[cm]	2	4	6	8
虫メガネから矢印Yまでの距離[cm]	2.4	6	12	24
矢印Yの長さ[cm]	1.2	1.5	2	3

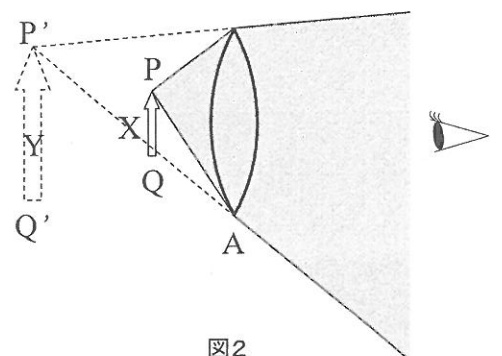


図2

問2 虫メガネから矢印 X の距離が 3 cm のとき、虫メガネから矢印 Y までの距離は 4 cm でした。見える矢印 Y の長さは何 cm ですか。割り切れない場合は小数第 3 位を四捨五入して答えなさい。

虫メガネ A と紙の距離が 12 cm を超えると、ぼやけてよく見えなくなりました。虫メガネの位置を変えずに、虫メガネからはなれていき、紙の矢印をもう一度見ると、今度は矢印が上下さかさまになって見えました。このときの光の道筋は図 3 のようになっています。点 P からきた光は、点 P' に一度集まってから広がるので、②から虫メガネを見る人にはあたかも点 P' から光がきたように感じられます。同様に、点 Q からきた光は、点 Q' からの光に感じられ、矢印 Y を見ることになります。虫メガネから矢印 X までの距離、虫メガネから矢印 Y までの距離、矢印 Y の長さの関係は表 2 のようになりました。

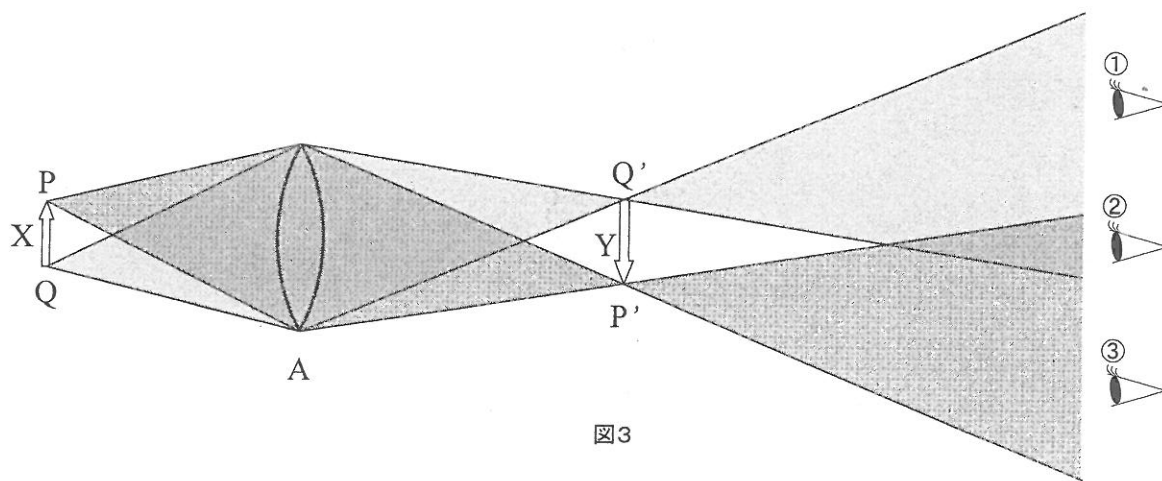
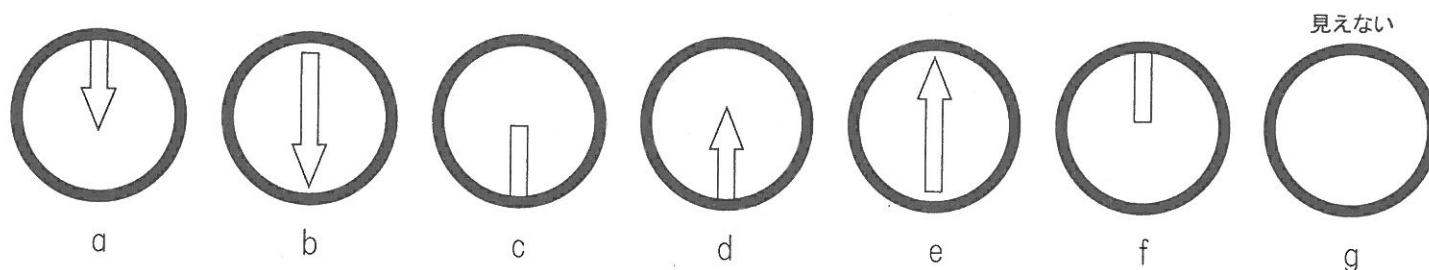


図3

表 2

虫メガネから矢印 X までの距離 [cm]	18	20	22	24
虫メガネから矢印 Y までの距離 [cm]	36	30	26.4	24
矢印 Y の長さ [cm]	2	1.5	1.2	1

問3 図 3 の①～③の場所からそれぞれ虫メガネを見ると、矢印はどのように見えますか。次の a～g の中から選び、それぞれ記号で答えなさい。



遠くのものを見る望遠鏡では虫メガネと同じものが 2 つ使われているものがあります。虫メガネ A と同じものを 23 cm の筒の前後にそれぞれつけ、望遠鏡を作りました。このとき図 4 のように光が進みます。虫メガネ A₁ によって、矢印 X をあたかも矢印 Y にあるように光を集め、矢印 Y を虫メガネ A₂ によって拡大して見ます。

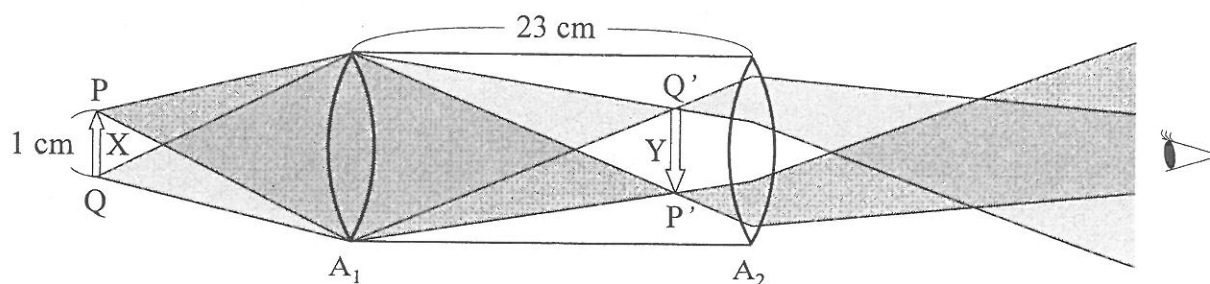


図4

問4 図 4 のように光が進んだとき、望遠鏡を通して見えた矢印は、どのように見えますか。解答用紙の図に作図して位置と形を示しなさい。作図に用いた線は消さないこと。

問5 この望遠鏡で、虫メガネ A₁ から 60 cm はなれた矢印 X を見ると、矢印 Y は虫メガネ A₁ から 15 cm のところにできます。見える矢印の長さを答えなさい。

