

理

第 2 日
理 科

(9 : 0 0 ~ 9 : 5 0)

注 意

- 1 検査開始のチャイムがなるまで開いてはいけません。
- 2 問題用紙の1ページから13ページに、問題が□1から□4まであります。
これとは別に解答用紙が1枚あります。
- 3 問題用紙と解答用紙に受検番号を書きなさい。
- 4 答えはすべて解答用紙に記入しなさい。

| | | |
|------|---|---|
| 受検番号 | 第 | 番 |
|------|---|---|

1 科学部の平野さんたちは、呼吸や心臓の拍動について話し合っています。次に示したものは、このときの会話です。あとの1～3に答えなさい。

平野：運動をしたときに呼吸数や心拍数が変化することについて、考えてみようよ。
 小島：それなら、まずは、①呼吸の仕組みと②血液循環の仕組みについてまとめてみよう。
 平野：そうだね。図を示してまとめると分かりやすいんじゃないかな。
 小島：それはいいね。それから、③実際に運動をしたときに呼吸数や心拍数がどのように変化するかを調べると、何か分かるんじゃないかな。
 平野：おもしろそうだね。やってみよう。

1 下線部①について、右の表1は、ヒトの呼吸における吸う息とはく息に含まれる気体の体積の割合についてまとめたものです。また、下の図1は、ヒトの肺の一部を、図2は、肺胞の断面を、それぞれ模式的に示したものです。あとの(1)・(2)に答えなさい。

表1

| | 吸う息 | はく息 |
|-----|--------|--------|
| 気体A | 20.79% | 15.25% |
| 気体B | 0.04% | 4.30% |
| 水蒸気 | 0.75% | 6.18% |
| 窒素 | 78.42% | 74.27% |

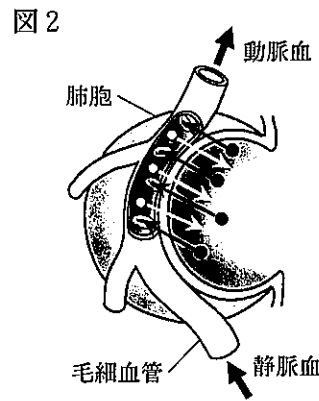
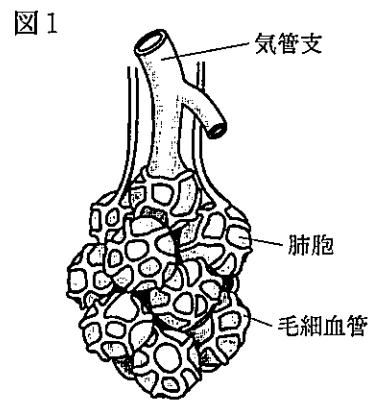


図2中の●は気体Xを、○は気体Yを示している。

(1) 表1中の気体Aと気体B、図2中の気体Xと気体Yにおいて、二酸化炭素を示しているのはそれぞれどちらですか。次のア～エの組み合わせの中から適切なものを選び、その記号を書きなさい。

- ア 気体Aと気体X イ 気体Aと気体Y
- ウ 気体Bと気体X エ 気体Bと気体Y

(2) 図1のように、ヒトの肺は、肺胞という小さな袋が多数集まってできています。このような肺のつくりになっていることにより、効率よく気体の交換を行うことができるのはなぜですか。その理由を簡潔に書きなさい。

2 下線部②について、次に示したものは、平野さんたちが、血液循環の仕組みについて調べたことをノートにまとめたものです。下の(1)・(2)に答えなさい。

次の図3は、正面から見たヒトの心臓の断面を模式的に示したものである。図3に示すように、ヒトの心臓は、ア～エの4つの部屋に分かれており、アとイは心房、ウとエは心室とよばれる。図4は、血液がこれらの部屋をどのように循環しているかを模式的に示したものである。

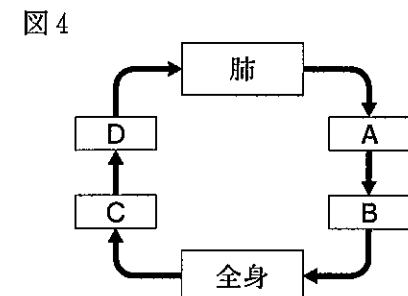
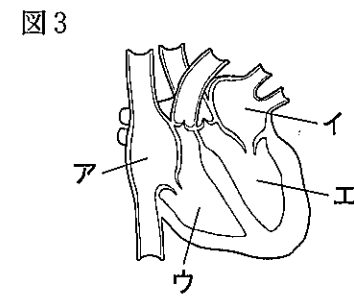


図4中の矢印は、血液の流れを示している。

心房と心室の間や心室と血管の間には弁がある。また、Eのところどころにも弁があり、これらの弁があることによって、血液がFようになっている。

(1) 図4中のA～Dには、図3中のア～エのいずれかの部屋が当てはまります。A～Dには、それぞれの部屋が当てはまりますか。図3中のア～エの中から適切なものをそれぞれ選び、その記号を書きなさい。

(2) 文章中のEに当てはまる適切な語を、次のア・イから選び、その記号を書きなさい。また、Fに当てはまる内容を簡潔に書きなさい。

- ア 動脈 イ 静脈

3 下線部③について、平野さんたちは、運動したときの呼吸数や 図5

心拍数の変化について、右の図5のように、医療用の装置を使って調べました。この装置では、心拍数とともに、酸素飽和度が計測されます。酸素飽和度は、動脈血中のヘモグロビンのうち酸素



と結び付いているものの割合が計測され、およそ96～99%の範囲であれば、酸素が十分足りているとされています。次の【ノート】は、平野さんが調べたことをノートにまとめたものであり、あとの【会話】は、調べたことについて平野さんたちが先生と話し合ったときのものです。

【会話】中の に当てはまる語を書きなさい。また、 ・ に当てはまる内容をそれぞれ簡潔に書きなさい。

【ノート】

〔方法〕

安静時と運動時の①酸素飽和度、②心拍数（1分間当たりの拍動の数）、③呼吸数（1分間当たりの呼吸の数）の測定を行う。まず、安静時の測定は座って行い、次に、運動時の測定は5分間のランニング直後に立ち止まって行う。これらの測定を3回行う。

〔結果〕

| | 1回目 | | | 2回目 | | | 3回目 | | |
|-----|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|
| | 酸素飽和度 [%] | 心拍数 [回] | 呼吸数 [回] | 酸素飽和度 [%] | 心拍数 [回] | 呼吸数 [回] | 酸素飽和度 [%] | 心拍数 [回] | 呼吸数 [回] |
| 安静時 | 99 | 70 | 16 | 98 | 68 | 15 | 98 | 72 | 17 |
| 運動時 | 98 | 192 | 34 | 97 | 190 | 32 | 98 | 194 | 33 |

【会話】

平野：先生。運動すると、酸素飽和度の値はもっと下がると予想していましたが、ほぼ一定に保たれることが分かりました。

先生：なぜ、酸素飽和度の値はもっと下がると予想していたのですか。

平野：運動時、筋肉の細胞では、栄養分からより多くの を取り出す必要があるので、より多くの酸素が必要だと思ったからです。でも、酸素飽和度が一定に保たれているということは、必要な酸素が供給されているということですね。

小島：そうだね。必要な酸素量が増えても ことで、細胞に酸素を多く供給することができ、そのことによって、 を多く取り出すことができるのですね。

先生：そうですね。ヒトの場合、今回のような激しい運動時は、1分間に心室から送り出される血液の量は安静時の約5倍にもなるようです。また、安静時に1回の拍動で心室から送り出される血液の量は、ヒトの場合、平均約70 mLです。1分間に心室から送り出される血液の量は、1回の拍動で心室から送り出される血液の量と心拍数の積だとして、今回の運動について考えてみましょう。

小島：今回の安静時では、心拍数を平均の70回とすると、1分間で約4.9 Lの血液が心室から送り出されることとなります。これを5倍にすると、1分間に心室から送り出される血液の量は約24.5 Lになるはずですよ。

平野：今回の運動時では、心拍数の平均値は192回だね。あれ？1回の拍動で心室から送り出される血液の量を70 mLとして運動時の場合を計算すると、24.5 Lには全然足りません。

先生：そうですね。今回のような激しい運動時に、1分間に心室から送り出される血液の量が安静時の約5倍にもなることは、心拍数の変化だけでは説明ができません。

小島：運動時には安静時と比べて、心拍数の他にも何か変化が生じているのかな。

先生：そのとおりです。それでは、ここまでの考察から、何がどのように変化していると考えられますか。

平野：そうか。 と考えられます。

先生：そうですね。そのようにして生命活動を維持しているのですね。

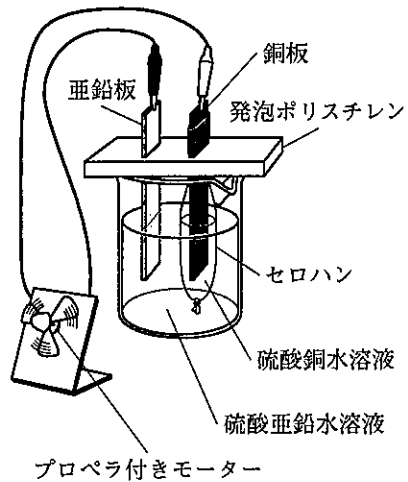
2 ある学級の理科の授業で、田中さんたちは、金属と電解質の水溶液を用いてつくったダニエル電池で、電流を取り出せるかどうかを調べる実験をして、レポートにまとめました。次に示したものは、田中さんのレポートの一部です。あとの1～4に答えなさい。

〔方法〕

次のⅠ～Ⅳの手順で、右の図1のような、ダニエル電池にプロペラ付きモーターをつないだ回路をつくり、電流を取り出せるかどうかを調べる。

- Ⅰ ビーカーに①硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板を入れる。
- Ⅱ セロハンを袋状にし、その中に硫酸銅水溶液と銅板を入れる。
- Ⅲ 硫酸銅水溶液と銅板を入れた袋状のセロハンを、ビーカーの中の硫酸亜鉛水溶液に入れる。
- Ⅳ 亜鉛板と銅板をプロペラ付きモーターにつなぐ。

図1



〔結果〕

モーターが回った。実験後、亜鉛板と銅板を取り出し、表面の様子を確認したところ、次の表1のようになっていた。

表1

| | |
|-----|--------------------------------|
| 亜鉛板 | 硫酸亜鉛水溶液に入っていた部分の表面がざらついていた。 |
| 銅板 | 硫酸銅水溶液に入っていた部分の表面に赤い固体が付着していた。 |

〔考察〕

モーターが回ったことから、②電池として電流を取り出せたことが分かる。

〔疑問〕

亜鉛板と銅板の表面が変化したのはなぜだろうか。

1 下線部①について、硫酸亜鉛のような電解質は水に溶けて電離します。次の文は、電離について述べたものです。文中の [A] ・ [B] に当てはまる語をそれぞれ書きなさい。

電解質が水に溶けて、 [A] と [B] に分かれることを電離という。

2 下線部②について、次の文は、ダニエル電池によるエネルギーの変換について述べたものです。文中の [C] ・ [D] に当てはまる語として適切なものを、下のア～オの中からそれぞれ選び、その記号を書きなさい。

ダニエル電池では、 [C] が [D] に変換される。

- ア 熱エネルギー イ 力学的エネルギー ウ 化学エネルギー
- エ 核エネルギー オ 電気エネルギー

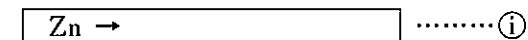
3 〔疑問〕について、次に示したものは、田中さんたちが、ダニエル電池において、亜鉛板と銅板の表面が変化したことを、電流が流れる仕組みと関連付けてまとめたものです。〔考察〕中の [E] に当てはまる内容を、「電子」、「イオン」、「原子」の語を用いて簡潔に書きなさい。また、①、②の [] 内の化学反応式を、イオンの化学式や電子1個を表す記号 e^- を用いて、それぞれ完成しなさい。

〔考察〕

右の図2において、モーターが回っているとき、亜鉛板の表面では、亜鉛原子が電子を失って亜鉛イオンになって溶け出す。このとき亜鉛板に残された電子は、導線を通して銅板に向かって移動する。そして、銅板の表面では、 [E] 。

また、亜鉛板の表面と銅板の表面で起こる化学変化を化学反応式で表すと、それぞれ次のようになる。

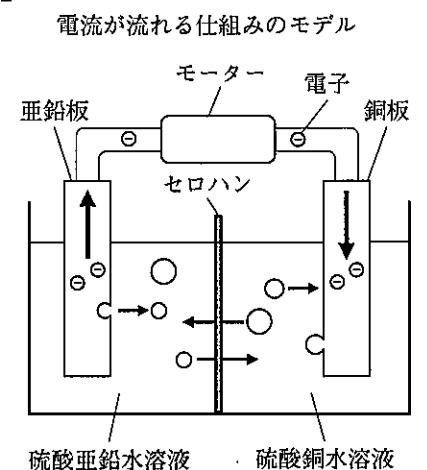
・亜鉛板の表面で起こる化学変化を表す化学反応式



・銅板の表面で起こる化学変化を表す化学反応式



図2



4 さらに、田中さんたちは、ダニエル電池の電圧を測定し、ダニエル電池の亜鉛板と硫酸亜鉛水溶液を、それぞれマグネシウム板と硫酸マグネシウム水溶液に変えた電池Ⅰの電圧について調べました。次の図3は、ダニエル電池の電圧を測定したときの様子を、図4は、電池Ⅰの電圧を測定したときの様子を、表2は、測定結果をそれぞれ示したものです。また、下に示したものは、そのときの田中さんたちの会話です。あとの(1)・(2)に答えなさい。

図3

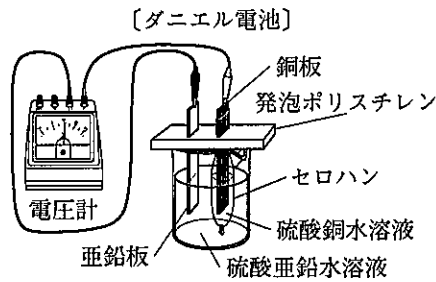


図4

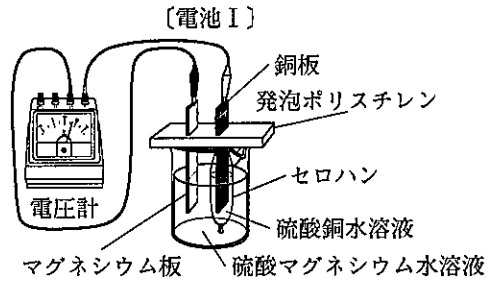


表2

| | 電圧 [V] |
|--------|--------|
| ダニエル電池 | 1.08 |
| 電池Ⅰ | 1.68 |

田中：先生。ダニエル電池では、亜鉛が電子を失って亜鉛イオンになって溶け出したとき、その電子が移動することによって電流が取り出せました。だから、電池の電圧の大きさは、電池に用いる金属の が関係していると思います。

先生：よい気付きです。電池の電圧の大きさは、正極と一極に、金属の の違いが大きい金属どうしを組み合わせると大きくなります。

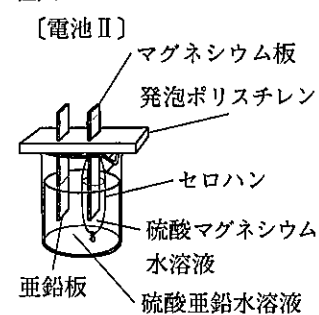
川口：だから、表2のように電池Ⅰの方がダニエル電池よりも電圧が大きかったのですね。

田中：ということは、亜鉛、銅、マグネシウムの の順番から考えると、右の図5のような、ダニエル電池の銅板をマグネシウム板に、硫酸銅水溶液を硫酸マグネシウム水溶液に変えた電池Ⅱの電圧は、電池Ⅰの電圧より なると思うよ。

川口：そうだね。また、電池Ⅱは亜鉛板が だね。

先生：そうですね。2人とも正しく理解できていますね。

図5



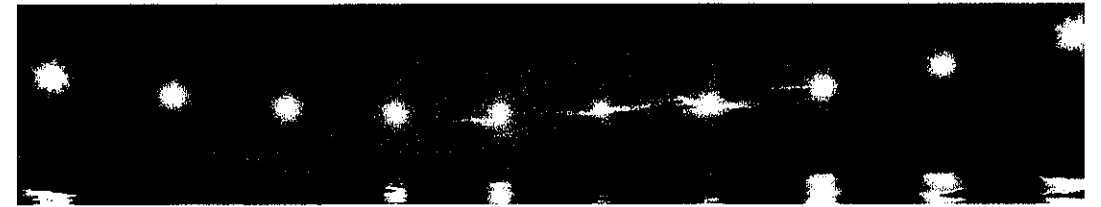
(1) 会話文中の に当てはまる内容を簡潔に書きなさい。

(2) 会話文中の ・ に当てはまる語はそれぞれ何ですか。次のア～エの組み合わせの中から適切なものを選び、その記号を書きなさい。

- ア : 大きく : 一極 イ : 大きく : 十極 ウ : 小さく : 一極 エ : 小さく : 十極

③ 木下さんは、次の写真1のように、太陽が地平線の近くを動いて、1日中沈まない現象が見られる地域が海外にあることに興味をもち、この現象が見られる都市Pについて調べました。次に示したものは、木下さんが調べたことをノートにまとめたものです。あとの1～4に答えなさい。

写真1



〔調べたこと〕

都市Pでは、夏のある期間、太陽が1日中沈まずに地平線の近くを動く日が続く。

〔日本との共通点や相違点〕

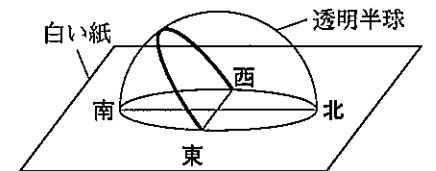
- ・都市Pでも、太陽が昇ったり沈んだりする期間では、日本と同じように、①太陽が東の空から昇り、南の空を通過して西の空に沈む。また、②季節によって太陽の通り道が変化したり、気温が変化したりするのも共通している。
- ・都市Pと日本では、緯度の違いがあるため、同じ日の太陽の通り道や太陽の南中高度は異なる。

1 下線部①について、次の文章は、太陽の1日の見かけの動きについて述べたものです。文章中の に当てはまる語を書きなさい。

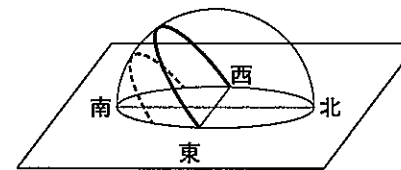
地球が1日1回、西から東へ自転することによって、太陽が東から西へ動いていくように見える。このような太陽の1日の見かけの動きを、太陽の という。

2 下線部②について、右の図1は、日本のある地点における秋分の日(秋分の日)の太陽の通り道を、透明半球上に実線——で示したものです。次のア～エの中で、同じ地点における冬至の日(冬至の日)の太陽の通り道を、この透明半球上に破線-----で示したものと最も適切なものはどれですか。その記号を書きなさい。

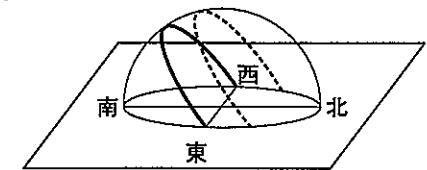
図1



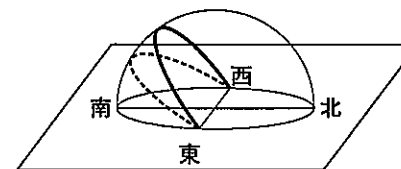
ア



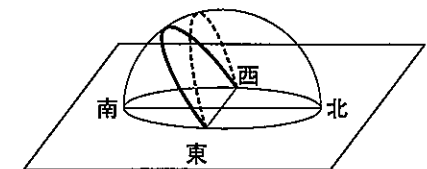
イ



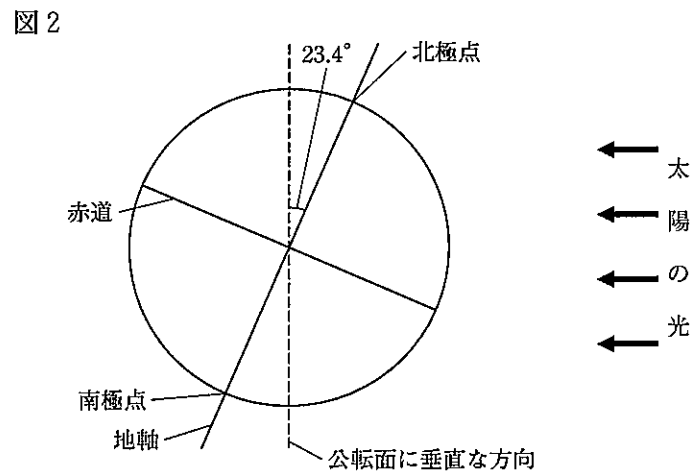
ウ



エ



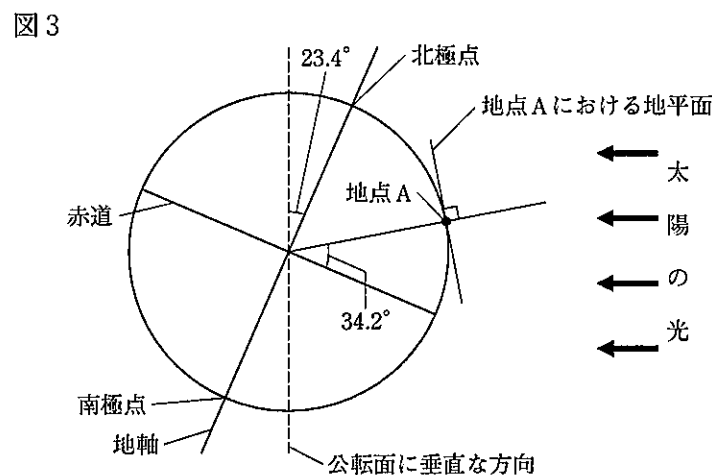
3 右の図2は、地球が公転軌道上の夏至の日の位置にあるときの太陽の光の当たり方を模式的に示したものです。次の(1)・(2)に答えなさい。ただし、地軸は地球の公転面に垂直な方向に対して23.4度傾いているものとします。



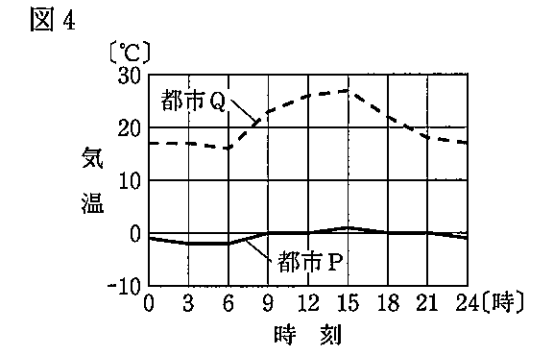
(1) 次の文章は、木下さんが、図2を基に、地球上のどの地域であれば、太陽が1日中沈まない現象を見ることができるかについてまとめたものです。文章中の **A** に当てはまる値を書きなさい。また、**B** に当てはまる内容を簡潔に書きなさい。

夏至の日に、太陽が1日中沈まない現象を見ることができる地域と見ることができない地域の境目は、北緯 **A** 度であり、この北緯 **A** 度以北の地域でこの現象を見ることができる。一方で、同じ日の南極点では太陽が **B** と考えられる。

(2) 右の図3は、木下さんが住んでいる日本の北緯34.2度の位置にある地点Aの、夏至の日における太陽の南中高度を調べるために、木下さんが、地点Aと地点Aにおける地平面を図2にかき加えたものです。夏至の日における、地点Aの太陽の南中高度は何度ですか。



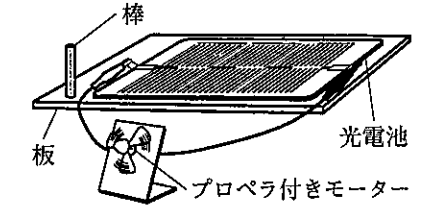
4 木下さんは、都市Pで太陽が1日中沈まない現象が見られたある晴れた日の、都市Pと日本のある都市Qの気温を調べて、図4を作成しました。次に示したものは、木下さんが図4を見て、都市Pでは、太陽が1日中沈まないのに、気温があまり上がらないことに疑問をもち、実験をしてまとめたレポートの一部です。下の(1)・(2)に答えなさい。



〔方法〕

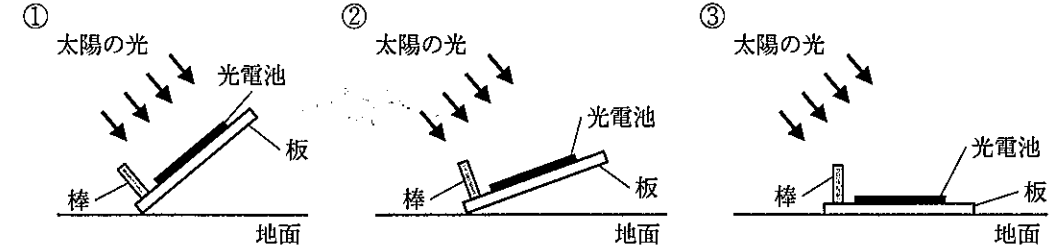
性能が同じ光電池とプロペラ付きモーターをつないだものを3つ用意し、右の図5のように、光電池を板に取り付け、取り付けた板の面に円柱の棒を垂直に固定した装置を3つ作る。晴れた日の午後、下の図6の①のように、1つは光電池を、太陽の光が垂直に当たるように設置し、残り2つは②、③のように光電池の傾きを変えて設置し、モーターの回る様子を3つ同時に観察する。

図5



なお、光電池に太陽の光が垂直に当たっていることは、光電池を取り付けた板の面に垂直に固定した棒の **C** ことによって確認できる。

図6



〔結果〕

モーターは、①が最も速く回り、次に②が速く回り、③はあまり回らなかった。

〔考察〕

〔結果〕から、太陽の光の当たる角度が垂直に近いほど、光電池が発電する電力が大きかったといえる。これは、太陽の光が当たる光電池の面積は同じであっても、太陽の光の当たる角度が垂直に近いほど、光電池が太陽から得るエネルギーは大きくなるためである。このことを基に考えると、都市Pで太陽が1日中沈まないのに、都市Qと比べて1日の気温があまり上がらないのは、都市Pは都市Qよりも、**D** ために、地面があたたまりにくいからだと考えられる。

(1) 〔方法〕中の **C** に当てはまる内容を簡潔に書きなさい。

(2) 〔考察〕中の **D** に当てはまる内容を、「南中高度」、「面積」の語を用いて簡潔に書きなさい。

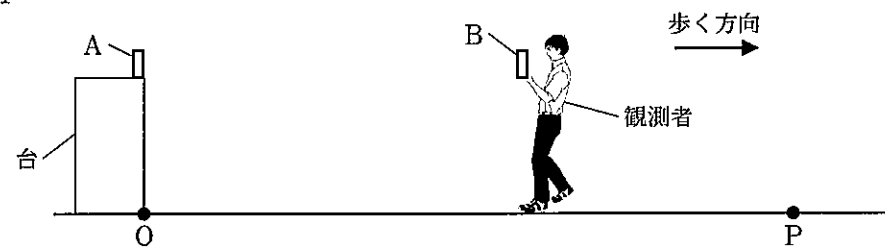
4 科学部の山田さんは、音の伝わり方や光の進み方について興味をもち、実験をして調べました。あとの1～3に答えなさい。

1 次に示したものは、山田さんが音の伝わる速さを測定する実験を行い、ノートにまとめたものです。下の(1)・(2)に答えなさい。

〔方法〕

- I 同じ種類の2台の電子メトロノームAとBを、ともに0.25秒ごとに音が出るように設定し、同時に音を出し始め、AとBから出た音が同時に聞こえることを確認する。
- II 下の図1のように、点Oで固定した台の上にAを置き、Bを持った観測者が点Oから遠ざかる。
- III 観測者が点Oから遠ざかるにつれて、AとBから出た音は、ずれて聞こえるようになるが、再び同時に聞こえる地点まで遠ざかり、そこで止まる。そのときのBの真下の位置を点Pとする。
- IV 点Oから点Pまでの直線距離を測定する。

図1



〔結果〕

点Oから点Pまでの直線距離は、86 mであった。

〔考察〕

音が空気を伝わる時、空気の が次々と伝わっている。

この実験では、観測者が点Oから遠ざかるにつれて、Bから観測者までの距離は変わらないのに対して、Aから観測者までの距離は長くなる。AとBから出た音は空気中を で進むので、観測者が点Oから遠ざかるにつれて、Aから出た音が観測者に届くまでの時間が、Bから出た音が観測者に届くまでの時間より長くなる。そのため、AとBから出た音がずれて聞こえるようになる。

また、点Pは、AとBから出た音が再び同時に聞こえた最初の位置である。このことから、音の伝わる速さは m/s である。

(1) 〔考察〕中の に当てはまる語を書きなさい。また、 に当てはまる語句を書きなさい。

(2) 〔考察〕中の に当てはまる値を書きなさい。

2 次の写真1は、1匹の金魚がいる水を入れた水槽を正面から見たときの様子を撮影したもので、写真2は、写真1と同時に、この水槽を別の位置から見たときの様子を撮影したものです。写真2において、水槽の水面と側面からそれぞれ1匹ずつ見えている金魚は、金魚が実際にいる位置とは違う位置にそれぞれ見えています。

写真1

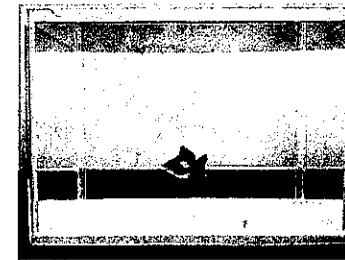
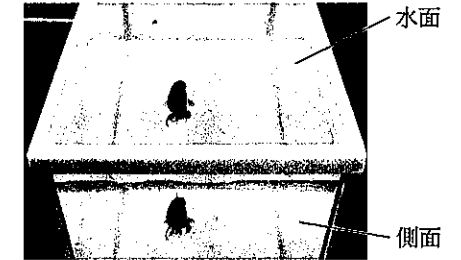
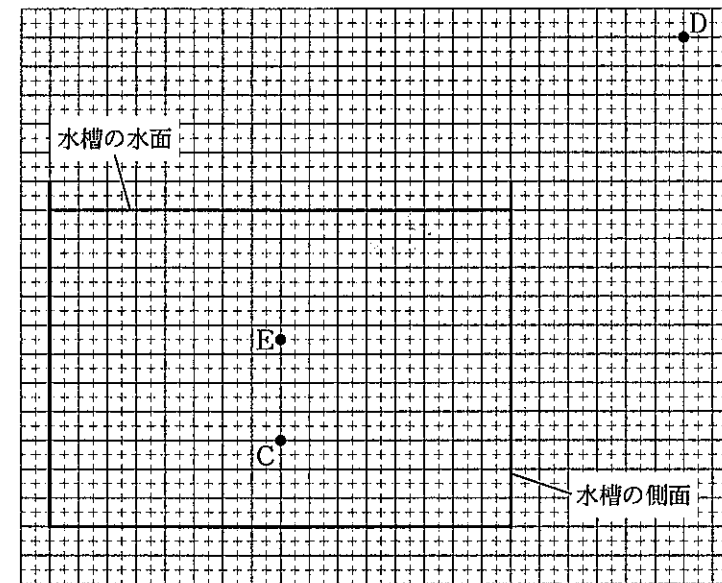


写真2



山田さんは、写真2の水槽の水面から見えている金魚について、金魚が実際にいる位置を点C、見る人の目の位置を点D、水面から金魚が見える位置を点Eとして、これらの点の位置関係を図2のように方眼紙上に模式的に示しました。点Cからの光が、水面を通過して点Dまで進む道すじを、実線 でかきなさい。

図2



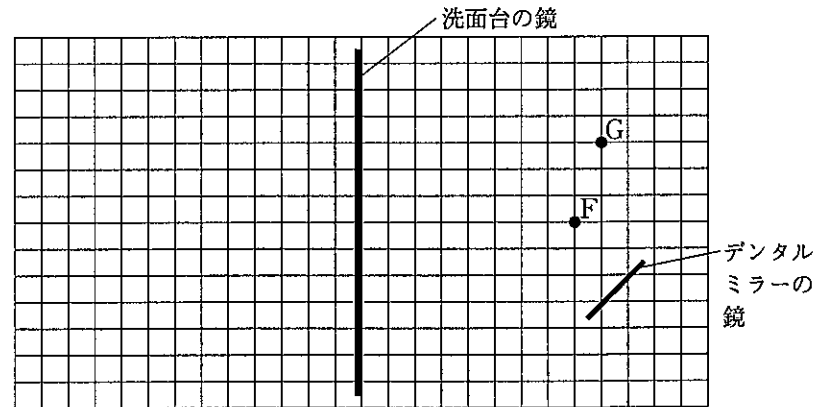
3 次の図3は、歯の裏側を見るために使われるデンタルミラーを模式的に示しており、デンタルミラーには、円形部分に鏡が付いています。山田さんは、図4のように、デンタルミラーと洗面台の鏡を使って、歯の裏側を観察しており、図5は、そのときの歯の裏側を口の内側から見た様子と、デンタルミラーで映した範囲を示したものです。下の(1)・(2)に答えなさい。



(1) 山田さんは、図4でデンタルミラーに映っている歯の裏側の実際の位置を点F、山田さんの目の位置を点Gとして、図6のように、点F、点G、デンタルミラーの鏡、洗面台の鏡の位置関係を、方眼紙上に模式的に示しました。このとき、点Fからの光がデンタルミラーの鏡と洗面台の鏡で反射して点Gに届くまでの光の道すじを、実線——でかきなさい。また、デンタルミラーの鏡に映って見える歯の裏側の見かけの位置は、デンタルミラーの鏡の奥にあります。この見かけの位置に●印をかきなさい。



図6



(2) 図5でデンタルミラーに映っている歯の裏側の様子は、図4で山田さんが見ている洗面台の鏡にはどのように映っていますか。次のア～エの中から最も適切なものを選び、その記号を書きなさい。

