

最難関中コース
理科 標準

問題

3 1. 光・音 C

中受ゼミ G

次の文中の(1)~(5)の〔 〕内にある記号の□の部分に0~9の数字が一つ(□が二つあれば数字が二つ)入ります。指定の数だけ数字を入れ、文を完成させなさい。なお、〔□.□〕の中の〔.〕は小数点であり、〔□□00〕のようにすでに数字0が入っているものもあります。

光は1秒間に30万km進みます。このことから考えると、月が地球にいちばん近づいた時は約36万kmなので、このとき地球から、アポロ号によって月面に置かれた反射板に向けて、レーザーと呼ばれる光を発射し反射させると、光はおよそ⁽¹⁾〔□.□〕秒で地球にかえってくることになります。

また、光の速さで赤道にそって地球をぐるぐる回ると、1秒間に7周半回転することになります。したがって、赤道にそっての地球の一回りはおよそ⁽²⁾〔□〕万kmであり、これより赤道あたりの地球の半径を計算すると、円周率を3.14とし、四捨五入することにより、およそ⁽³⁾〔□□00〕kmとなります。

次に、半径が20cmである地球模型を考えてみましょう。地球上でもっとも高い山であるエベレスト山は約8800mで、これを10kmとすると、この模型では四捨五入しておよそ⁽⁴⁾〔□.□〕mmの出っ張りとなります。また、もっとも深い海も10km程度ですから(4)と同じ大きさのへこみとなります。これから考えて地球はほとんどでこぼこのない球であると考えられます。

また、スペースシャトルはおよそ200km程度の上空を飛んでいますから、この模型では地表から四捨五入しておよそ⁽⁵⁾〔□.□〕mmの所を回っていることになります。

図1のように、真空ポンプと接続した容器の中にブザーをつるしました。真空ポンプを作動させて容器の中の空気を抜いていくと、次第にブザーの音が小さくなっていき、聞こえなくなりました。

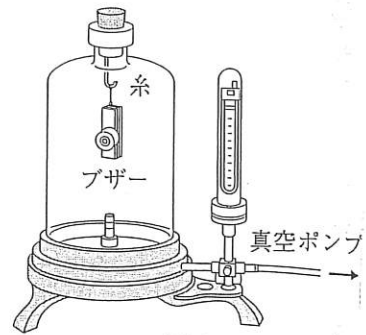


図1

問1. この実験から考えると、ブザーの音を耳まで伝えるものは何でしょうか。

図2(a)(b)のように、太鼓と一直線に並べた炎のついたろうそくを用意して、太鼓の左の面の中央をある大きさの力でたたき、ろうそくの炎の変化のようすを図2(b)の×印の位置にいる人が観察しました。実験中は無風状態で、ろうそくの炎は消えないものとして、以下の問いに答えなさい。

(太鼓を横から見た様子)

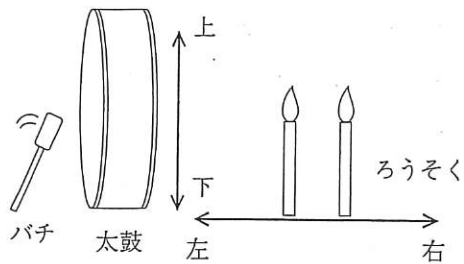


図2(a)

(太鼓を上から見た様子)

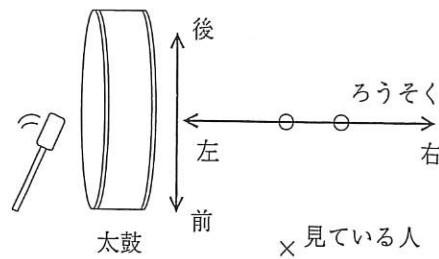


図2(b)

問2. この実験において、太鼓の方から数えて一本目のろうそくの炎はどのようになりますか。下の①~④の中から一つ選び、番号で答えなさい。

- ① 前後の方向に最も大きくゆれる
- ② 上下の方向に最も大きくゆれる
- ③ 左右の方向に最も大きくゆれる
- ④ ほとんどゆれない

問3. 図3(a)(b)のように、太鼓の方から数えて一本目と二本目のろうそくの間、鉄板を立てて固定したとすると、図3(b)の×印の位置にいる人が見て、鉄板によってさえぎられた二本目のろうそくの炎はどのようになりますか。最も適当なものを後の①~④の中から一つ選び、番号で答えなさい。

(太鼓を横から見た様子)

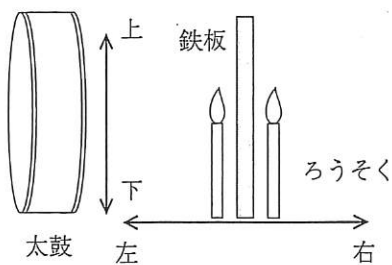


図3(a)

(太鼓を上から見た様子)

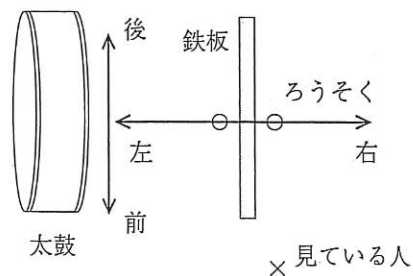


図3(b)

- ① 前後の方向に最も大きくゆれる ② 上下の方向に最も大きくゆれる
 ③ 左右の方向に最も大きくゆれる ④ ほとんどゆれない

図4のように、同じ種類の太鼓 a, b とろうそくを置きました。

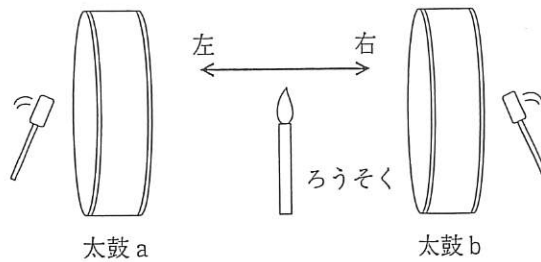


図4

問4. 太鼓 a は左から、太鼓 b は右から、二つの太鼓を同時に同じ大きさの力でたたくと、二つの太鼓の間に置かれているろうそくの炎はどのようになるでしょうか。最も適当なものを下の①～③の中から一つ選び、番号で答えなさい。

- ① 大きくゆれる ② 大きくゆれたり小さくゆれたりする ③ ほとんどゆれない

問5. 図4の状態から、太鼓 b をろうそくから少し遠ざけて、問4と同じように二つの太鼓を同時に同じ大きさの力で一回だけたたくと、ろうそくの炎はどのようにゆれ出すと考えられますか。最も適当なものを下の①～③の中から一つ選び、番号で答えなさい。

- ① 右にゆれてから左にゆれる ② 左にゆれてから右にゆれる ③ ほとんどゆれない

図5のように、一直線上を左右に移動できる音の出る装置（以下、音源とする）が、それぞれ点 S, T に固定されています。音源 d は、音源 c からの音がとどいた瞬間にのみ音を出すものとします。なお、音源の音は1秒間に350メートルの速さで伝わるものとして、以下の問いに答えなさい。

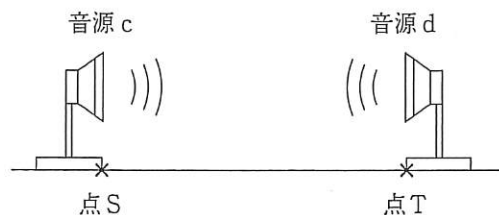


図5

問6. 音源 c が音を出してから 1.4 秒後に、音源 d からの音が音源 c にとどきました。点 S と点 T の間隔は何メートルですか。

ここで、点 S にある音源 c の固定をはずし、動けるようにしました。

問7. 点 S にある音源 c を音源 d の向きに一定の速さで移動させました。動き出すと同時に音源 c が音を出すと、1.38 秒後に音源 d からの音が音源 c にとどきました。このときの音源 c の移動する速さは1秒間に何メートルですか。ただし、答えは小数第一位を四捨五入して整数で答えなさい。

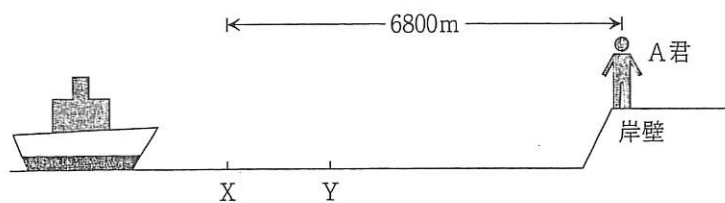
問8. 音源 c を点 S に戻し、1秒間に3メートルの速さで音源 d とは逆向きに移動させました。音源 c が動き出してから1秒後に音を出したとすると、音源 d からの音が音源 c にとどいたときの、音源 c の0秒のときからの移動した距離はいくらですか。ただし、音源 c が動き出す時間を0秒とし、答えは小数第一位を四捨五入して整数で答えなさい。

次の文を読んで、以下の問いに答えなさい。答えが割り切れないときは、小数第3位を四捨五入し、小数第2位まで求めなさい。

音は1秒間におおよそ340mの速さで進むことがわかっています。例えば、^{かみなり}雷が光るのが見えてから5秒後にゴロゴロと音が聞こえたならば、雷はおおよそ $340 \times 5 = 1700\text{m}$ はなれた所で鳴っていることがわかります。

さて、救急車が近づいてくるときと、遠ざかっていくときとで聞こえる音が異なっていることを体験したことはありませんか。この現象をドップラー効果といい、音を出す物体（これを音源といいます）が動いているとき、観測者に聞こえる音は、音源の出す音とは異なって聞こえるという現象です。これは、救急車が音を出している時間と、音を聞き取る観測者がその音を聞いている時間が異なることにより説明されます。

ドップラー効果を確認するため、図のように岸壁に立っているA君が船から聞こえる汽笛^{てき}の音を聞く実験を行いました。音の伝わる速さは船の速さに関係なく1秒間に340mとします。



毎秒10mの速さで岸壁に向かって進む船があります。この船が岸壁から6800mはなれた点Xに着いた瞬間^{しゅんかん}から点Yに着くまでの10秒間だけ汽笛を鳴らしました。

- 問1 A君に汽笛が聞こえだすのは、船が汽笛を鳴らし始めてから何秒後ですか。
- 問2 点Yは岸壁から何mはなれていますか。
- 問3 点Yで鳴らした汽笛がA君に聞こえるまでに何秒かかりますか。
- 問4 A君は何秒間汽笛を聞いたことになりましたか。

次に、船が岸壁から上の問いと同じ速さで遠ざかっていくものとします。点Yに着いた瞬間から点Xに着くまで、船は10秒間だけ汽笛を鳴らしました。

- 問5 このとき、A君は何秒間汽笛を聞いたことになりましたか。

以上の問いのように、船が汽笛を鳴らしている時間と、A君が汽笛を聞いている時間が異なり、ドップラー効果が確認できたことがわかります。

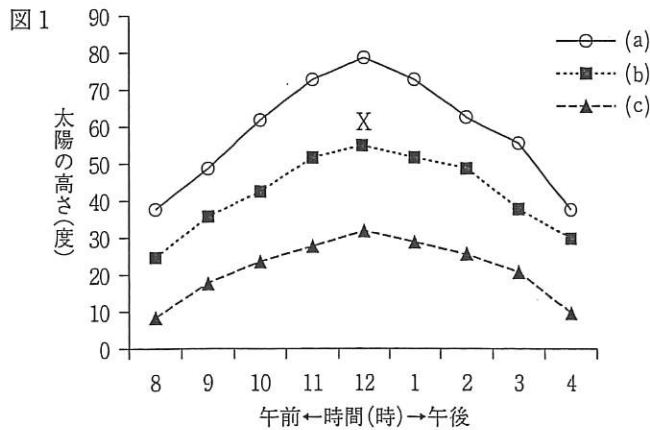
次の文を読んで、以下の問いに答えなさい。

石油は、昔に生きていた生物の死がい^{しがい}が特定の場所に閉じ込められた結果できたものといわれています。石油はとてもきちょうな資源^{しげん}です。しかし、20世紀初めごろから人類は石油を大量に使い続けてきたため、近い将来には石油が利用できなくなるといわれています。

近年、かわりの資源として太陽光エネルギーに注目が集まり、太陽光による発電の研究がすすめられています。

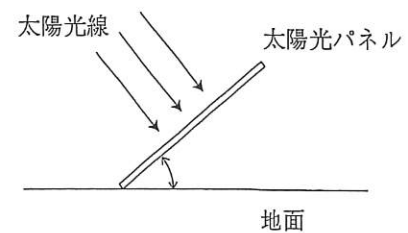
ここで、日本において、すべてのエネルギーを太陽光から得^えることを考えてみます。なお、快晴の日、地表において、 1m^2 の太陽光パネル（以下、パネル）から生成される1日あたりの電気エネルギーの量は、石油 0.12kg を燃やしたときに出るエネルギーの量と等しいものとします。また、快晴の日以外の発電は考えなくてよろしい。

問1. 図1のグラフは、日本のあるところで、冬至、春分、夏至の各日にはかった太陽の高さの変化を示しています。夏至の日をあらわしたグラフは(a), (b), (c)のどれですか。



問2. 図1におけるグラフ(b)のX点は、この日の正午の太陽の高さが55度であることを示しています。このとき、太陽光線はパネルに直角にあたっていました。パネルは地面に対して何度かたむいていますか。図2を参考に答えなさい。

図2



問3. 日本人1人が1日に使うエネルギーの量は、石油 12kg を燃やしたときに出るエネルギーの量とほぼ等しいことがわかっています。このエネルギーを1日ですべて太陽光から得るためには、1人あたり何 m^2 のパネルが必要ですか。

問4. 35万人の高槻市民全員が、1年間に必要なエネルギーをすべて太陽光から得るとすれば、それに必要なパネルの総面積は、高槻市の面積 105km^2 の何%をしめることになりますか。小数第1位を四捨五入し、整数で答えなさい。

なお、1年を360日とし、そのうち140日が快晴で、1日に使うエネルギーの量は1年中変化しないものとします。

以下の文を読み、あとの問1～問6に答えなさい。

救急車のサイレンの音は、救急車が止まっているときと、走っているときで、ちがって聞こえます。音を出す物体が近づいたり、遠ざかったりする場合、止まっている場合とはちがう高さの音が聞こえます。このような現象をドップラー効果といい、音を出す物体が近づくときは、止まっているときよりも高い音が聞こえ、音を出す物体が遠ざかるときは、止まっているときよりも低い音が聞こえます。

図1は、救急車がA地点からB地点を曲がって、D地点までを、サイレンを鳴らしながら走ったときの地図を示しています。なお、救急車のサイレンは、A地点で鳴らし始め、D地点で鳴らし終わったものとします。また救急車は常に同じ速さで走っているものとし、地図中に建物はなく、音はあらゆる方向に同じ速さで伝わるものとします。

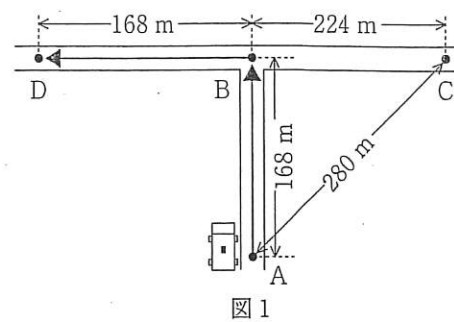


図1

問1 救急車がA地点からB地点まで走るのに、12秒かかりました。救急車は1秒あたり何m進むか求めなさい。

問2 図のC地点では、救急車がA地点を通過してからサイレンが聞こえるまでに0.8秒かかりました。音は1秒あたり何m伝わるか求めなさい。

問3 次の文は、図のB地点でのサイレンの聞こえ方を説明したものです。(ア)に入る数字を求めなさい。答えは小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで求めなさい。また、(イ)と(ウ)に入る言葉を、「高い」、「低い」から選んで答えなさい。

サイレンが聞こえ始めてから(ア)秒間は、救急車が止まってサイレンを鳴らしているときよりも(イ)音に聞こえ、その後は救急車が止まってサイレンを鳴らしているときよりも(ウ)音に聞こえる。

問4 図のC地点で、救急車が止まってサイレンを鳴らしているときよりも高い音に聞こえる時間は何秒間か求めなさい。答えは小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで求めなさい。

問5 図のC地点で、サイレンの音が聞こえたのは、何秒間か求めなさい。答えは小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで求めなさい。

問6 救急車に乗っている人のサイレンの聞こえ方で、正しいものはどれですか。次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 救急車が止まってサイレンを鳴らしているときと同じ高さの音に聞こえる。

イ 救急車が止まってサイレンを鳴らしているときよりも高い音に聞こえる。

ウ 救急車が止まってサイレンを鳴らしているときよりも低い音に聞こえる。

エ 救急車がA地点からB地点まで走る間は、救急車が止まってサイレンを鳴らしているときよりも高い音に聞こえ、B地点からD地点まで走る間は、救急車が止まってサイレンを鳴らしているときよりも低い音に聞こえる。

オ 救急車がA地点からB地点まで走る間は、救急車が止まってサイレンを鳴らしているときよりも低い音に聞こえ、B地点からD地点まで走る間は、救急車が止まってサイレンを鳴らしているときよりも高い音に聞こえる。

次の文章を読んで、後の問1～7に答えなさい。ただし、答えが割り切れない場合は、小数第2位を四捨五入して答えなさい。

ある夏の日、夕立がありました。自宅からながめていると、^{かみなりくも}雷雲が発生して、2.89km先の建物に雷が落ちたのですが、この雷の音と^{いなずま}稲妻の光は8.5秒ずれて自宅に届きました。夕立も止んで、空には^{にじ}虹が見えました。夜には、海の近くで花火大会が行われましたが、花火大会を自宅からながめると、花火の音と光が6.5秒ずれて届きました。

問1 雷の音と稲妻の光について述べた文のうち正しいものを、次のア～コから2つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 雷の音と稲妻の光は同じ場所・同じ時刻に発生する。
- イ. 雷の音と稲妻の光は同じ場所で発生するが、雷の音より稲妻の光の方が先に発生する。
- ウ. 雷の音と稲妻の光は同じ場所で発生するが、稲妻の光より雷の音の方が先に発生する。
- エ. 雷の音と稲妻の光は同じ時刻に発生するが、稲妻の光より雷の音の発生場所の方が自宅に近い。
- オ. 雷の音と稲妻の光は同じ時刻に発生するが、雷の音より稲妻の光の発生場所の方が自宅に近い。
- カ. 音の速さに比べて光の速さは非常に速い。
- キ. 音の速さに比べて光の速さは2倍程度である。
- ク. 音と光は、同じ速さである。
- ケ. 光の速さに比べて音の速さは2倍程度である。
- コ. 光の速さに比べて音の速さは非常に速い。

問2 雷が近づいてくるのは、雷の音と稲妻の光がどのような変化をしたときですか。次のア～エから最も適当なものを選び、記号で答えなさい。

- ア. 雷の音が大きくなったとき。
- イ. 稲妻の光が明るくなったとき。
- ウ. 雷の音と稲妻の光が届く時刻のずれが小さくなったとき。
- エ. 雷の音と稲妻の光が届く時刻のずれが大きくなったとき。

問3 この日、空気中を伝わってきた音の速さは1秒間に何 m ですか。

問4 この日、虹が見えたのはどちらの空をながめたときですか。次のア～カから最も適当なものを選び、記号で答えなさい。

ア. 北の空 イ. 東の空 ウ. 南の空 エ. 西の空 オ. 真上の空

カ. 見える方向は決まっていない

問5 自分で虹を作るときに用意すればよいものを、次のア～カから2つ選び、記号で答えなさい。

ア. カーブミラーとレーザーポインター イ. あみ戸と窓ガラス ウ. 虫めがねと黒い紙

エ. きり吹きと水 オ. 色紙とけい光とう カ. ストローと石けん水

問6 自宅から花火の会場まで何 m 離れていますか。なお、音の速さは問3で求めた値を使いなさい。

問7 一度花火の音が聞こえてから、もう一度同じ花火の音が後ろから聞こえました。山から花火の音のはね返ったようです。花火の会場・自宅・山と一直線上に並んでいたとすると、花火の光とはね返った花火の音とは何秒ずれて届きましたか。なお、自宅から山までの距離は 1.53km とし、音の速さは問3で求めた値を使いなさい。