

令和5年度

S 特選コース

第2回 入学試験問題 (2月2日 午後)

# 理 科

## 注 意

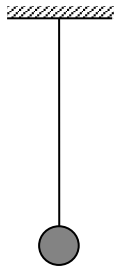
- 1 この問題用紙は試験開始の合図で開くこと。
- 2 解答用紙に氏名・受験番号を記入し受験番号をマークすること。
- 3 答えはすべて解答用紙の枠内に記入すること。
- 4 答えに単位が必要なものは、単位をつけて答えること。
- 5 印刷が不鮮明な場合は申し出ること。
- 6 試験終了の合図でやめること。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

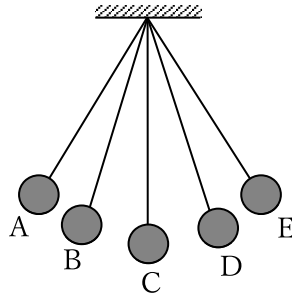
東京都市大学等々力中学校

1 次の文章を読み、あとの問いに答えなさい。

誠也さんと友達の翔吾くん、龍馬くんの3人は、【図1】のように、軽くてじょうぶな糸とおもりを使って作った振り子を天井からつるし、振り子の動きを観察する実験をしています。糸は「25cmの糸」「50cmの糸」「100cmの糸」の3種類、おもりは「金属球」「ガラス球」「木球」の3種類を用意し、9通りすべての組み合わせの振り子を作りました。なお、おもりは「金属球」が最も重く、「木球」が最も軽いものとし、大きさはどのおもりも同じものとします。



【図1】



【図2】

誠也くんは、「50cmの糸」と「ガラス球」で振り子を作りました。【図2】のように、ガラス球をAの位置まで引いて静かにはなしたところ、ガラス球はA→B→C→D→Eと移動し、Aと同じ高さのEでいったん静止し、その後、E→D→C→B→A→B→C→D→E→D→...と動きました。振り子が10往復した時間をストップウォッチで5回測ったときの結果は「表1」のようになりました。

翔吾くんは、誠也くんとは別の組み合わせで振り子を作り、おもりをある高さまで引いて静かにはなしました。振り子が10往復した時間をストップウォッチで5回測ったときの結果は「表2」のようになりました。

龍馬くんは、ある長さのひもに3種類のおもりを付けて、おもりをAの位置まで引いて静かにはなし、振り子が10往復した時間をストップウォッチで5回測ったときの結果は「表3」のようになりました。

「表1」 誠也くんの測定結果

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
10往復した時間	14.1秒	14.1秒	13.9秒	14.1秒	13.8秒

「表2」 翔吾くんの測定結果

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
10往復した時間	13.9秒	14.1秒	13.9秒	14.2秒	13.9秒

「表3」 龍馬くんの測定結果

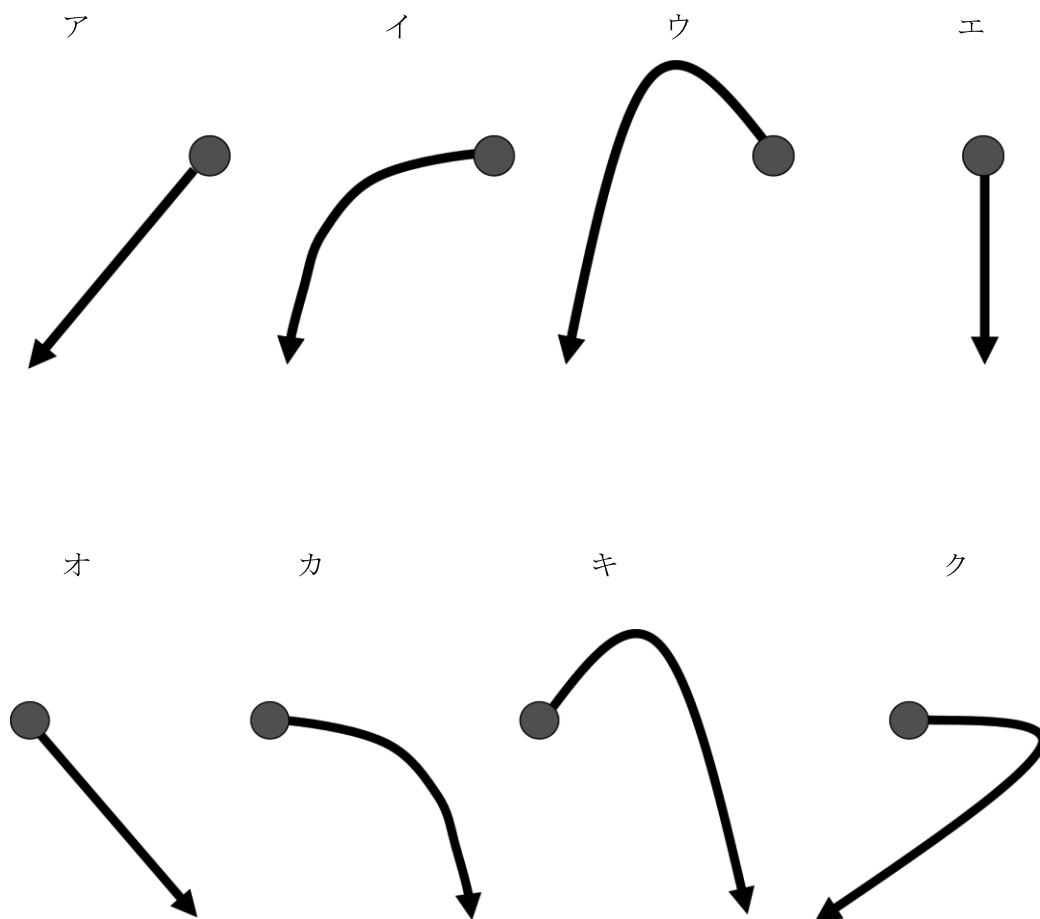
おもりの種類	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
木球	20.2秒	19.9秒	19.8秒	20.0秒	19.9秒
ガラス球	20.3秒	20.0秒	19.9秒	20.1秒	19.8秒
鉄球	20.1秒	18.0秒	20.3秒	20.2秒	20.1秒

問1 解答欄にある糸とおもりの組み合わせのうち、翔吾くんが作った可能性のある糸とおもりの組み合わせとして考えられるものすべてに○をつけなさい。

問2 誠也くんと翔吾くんが行った実験において、おもりが振り子の最下点（天井に糸を固定した位置の真下）を通り過ぎる様子を比べると、翔吾くんが作った振り子は、誠也くんが作った振り子よりも速く通り過ぎました。その理由はなぜだと考えられますか。実験条件や操作のちがいをから説明しなさい。

問3 龍馬くんの実験結果《表3》をよく見ると、測定を失敗したと考えられる測定結果が1か所あります。それは、どのおもりの何回目の測定結果ですか。また、測定の失敗の原因として考えられることを簡単に説明しなさい。

問4 誠也くんが【図2】のAの位置でガラス球を静かにはなした後、ガラス球が「最下点Cの位置に初めて到達したとき」, 「Eの位置に初めて到達したとき」に突然、糸が切れたとします。このとき、糸が切れた直後から床に落ちるまでのガラス球の動きとして最も適当なものを、次のア～クのうちから1つずつ選びなさい。

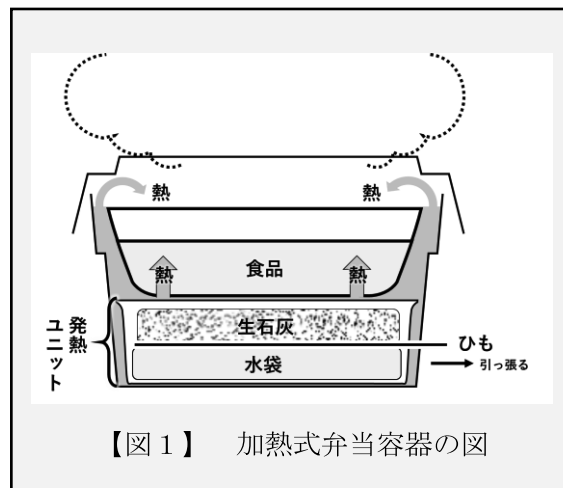


2 等々力くんは夏休みに帰省することになりました。駅で、新幹線車内で食べるお弁当を見ていると、電子レンジがなくても温められるお弁当が売られていることに興味を持ちました。お弁当を1つ買って新幹線車内で食べ、夏休みの自由研究で加熱式弁当容器を自作してみることにしました。

熱に関する次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

〔調べたこと〕

加熱式の弁当容器には、右の【図1】のように上段に食品、下段に温めるための発熱ユニットが入っている。発熱ユニットの中には、水が入った袋と生石灰（酸化カルシウム）とよばれる物質が入っている。発熱ユニットにつながれているひもを引くことによって、水が入った袋に穴があき、水と酸化カルシウムによる化学反応が起こって熱が発生する。この熱によって発熱ユニットは、100℃くらいまで温度が上がる。



【図1】 加熱式弁当容器の図

問1 水と酸化カルシウムが反応すると水酸化カルシウム（消石灰）が生じます。この水酸化カルシウム（消石灰）の水よう液は、ある気体の確認に使われます。この気体の種類として最も適当なものを次の1～5から1つ選び、番号で答えなさい。

1. 水素      2. ちっ素      3. 酸素      4. 二酸化炭素      5. アンモニア

熱の発生に興味を持った等々力くんは化学反応によって熱が発生する発熱反応について調べてみました。その結果、加熱式弁当容器に使われている「水と酸化カルシウムの反応」と同じように、「水と水酸化ナトリウムの反応」でも発熱することが分かりました。この反応について理科室で実験を行いました。ここでは《実験》で発生した熱は容器の外にはにげず、すべてが水に伝わるものとします。1 cal（1カロリー）は、水1gの温度を1℃上げるために必要なエネルギー（熱量）とされています。

《実験》

- [1] 23℃の水 50gが入った容器と水酸化ナトリウムの粒を準備した。  
[2] 容器内の水に水酸化ナトリウムの粒をゆっくりと加えると化学反応が起こって、熱が発生した。  
[3] 容器のフタをして、水が飛び散らないようにていねいにかき混ぜながら、水よう液の温度を測った。しばらくすると温度が53℃に達し、そのあとは温度に変化が見られなかった。このとき、容器内の水よう液の体積変化はないものとします。

問2 23℃の水 50g が 53℃に達するまでに必要な熱量は何 cal か求めなさい。

問3 容器内の水を 150g にかえて、そのほかの条件はそのまま改めて《実験》を行ったときの温度の変化はどのようになると考えられますか。最も適当なものを次の 1～6 から 1 つ選び、番号で答えなさい。

1. 発生する熱量が 3 分の 1 倍になり、温度は 53℃まで達してから一定になる。
2. 発生する熱量は同じで、温度は 53℃まで達してから一定になる。
3. 発生する熱量が 3 倍になり、温度は 53℃まで達してから一定になる。
4. 発生する熱量が 3 分の 1 倍になり、温度は 33℃まで上昇してから一定になる。
5. 発生する熱量は同じで、温度は 33℃まで上昇してから一定になる。
6. 発生する熱量が 3 倍になり、温度は 33℃まで上昇してから一定になる。

問4 等々力くんは自分で加熱式弁当容器を作ってみることにしました。使う材料について、性質などを調べてみたところ、物質によって熱の伝わりやすさ（熱伝導性）は違うことがわかりました。熱の伝わりやすさを数値で表したものを熱伝導率といい、数値が大きいものほど熱を伝えやすいことを表しています（表1）。密度とは体積 1 cm<sup>3</sup>あたりの重さのことを表しています。

表1 一般的な材料の室温付近での熱伝導率

材料	熱伝導率	密度
銀	428	10.49
銅	403	8.96
金	319	19.32
アルミニウム	236	2.7
ステンレス鋼	16.7～20.9	7.7～7.9
水	0.561～0.673	1.0
木材	0.15～0.25	1.3～1.5
ポリスチレン	0.03	1.04～1.09

- (1) 加熱式弁当容器の下段に選ぶべき材料として最も適当なものを、表1の材料の中から1つ選びなさい。
- (2) 等々力くんは、上段の材料を選ぶ際に表1を参考にして「アルミニウム」を選びました。その理由を説明しなさい。

3 次の文章を読み、あとの問いに答えなさい。

春休み、太郎君は道を歩いていて、八重桜の花が落ちているのを見つけました【図1】。ふつう、植物の花は外側から(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)という構造になっていて、この八重桜は(ア)の構造はほかのサクラの花と同じですが、(ウ)が見られず、(イ)が通常の桜より多くなっています。また、(エ)は根もとがギザギザになっていて、(ア)のような形に変形していました【図2】。太郎君は八重桜の構造に興味を持ち、家に帰って調べてみることにしました。

インターネットで調べてみたところ、八重桜の花には「ホメオティック突然変異」という突然変異が起こっていることがわかりました。ホメオティック突然変異とは、xからだをつくる構造が他の構造に置きかわってしまう突然変異で、八重桜はこの突然変異が起こったために、(イ)が多くなったことがわかりました。さらに調べると、植物の花の構造は「ABCモデル」と呼ばれる法則に従って作られていることがわかりました。これは、次のような【法則】に従っています。



【図1】八重桜



【図2】花の中心のようす

【法則】

- ・ 花は、A 遺伝子、B 遺伝子、C 遺伝子の 3 つの遺伝子のはたらくことで作られる。
- ・ A 遺伝子は花弁とがくがつくられる場所ではたらく。
- ・ B 遺伝子はおしべと花弁の作られる場所ではたらく。
- ・ C 遺伝子はめしべとおしべのつくられる場所ではたらく。
- ・ yA、B、C の遺伝子は組み合わせによってそれぞれの花の構造をつくっている。例えば、B 遺伝子と C 遺伝子が両方のはたらく場所では、おしべがつくられる。
- ・ A 遺伝子のはたらく場所と花弁がつくられる場所で C 遺伝子のはたらかないようにしていて、逆に C 遺伝子はおしべとめしべがつくられる場所で A 遺伝子のはたらかないようにしている。
- ・ A 遺伝子のはたらく場所が小さくなると、そのぶん C 遺伝子のはたらく場所が広がり、逆に C 遺伝子のはたらく場所が小さくなると、そのぶん A 遺伝子のはたらく場所が広がる。
- ・ A 遺伝子がまったくはたらかない突然変異では、A 遺伝子のはたらいていた場所で C 遺伝子のはたらき、逆に C 遺伝子がまったくはたらかない突然変異では、C 遺伝子のはたらいていた場所で A 遺伝子のはたらく。

つまり、A 遺伝子、B 遺伝子、C 遺伝子のどれかがはたらく領域の大きさが変化したり、はたらかなくなったりする突然変異が起こると、その場所で本来とは別の構造が作られるということです。これによって、花には「ホメオティック突然変異」が起こるのです。

問1 植物の花のつくりを示す名称に関し、文中の(ア)～(エ)にあてはまる用語を次の語群から選び、それぞれ答えなさい。

【語群】							
葉	がく	めしべ	おしべ	花弁	茎	根	芽

問2 下線部 X に関して、八重桜の花では何が何に置きかわっているといえるのでしょうか。解答用紙の空らんにあてはまる言葉を、問1の語群の中から選び、それぞれ答えなさい。

問3 下線部 Y について、ABCモデルの【法則】から推測される、それぞれの遺伝子が単独、もしくは組み合わせではたらいだ結果できる構造について説明した文として適当なものを、次の1～6のうちからすべて選び、番号で答えなさい。

1. A 遺伝子が単独ではたらく場所では、花弁がつくられる。
2. B 遺伝子が単独ではたらく場所では、がくがつくられる。
3. C 遺伝子が単独ではたらく場所では、めしべがつくられる。
4. A 遺伝子と B 遺伝子が両方ではたらく場所では、花弁がつくられる。
5. A 遺伝子と C 遺伝子が両方ではたらく場所では、がくがつくられる。
6. A 遺伝子と B 遺伝子と C 遺伝子がすべてではたらく場所では、めしべがつくられる。

問4 太郎君が見つけた【図1】の八重桜は、A～Cの遺伝子が突然変異を起こしていると考えられます。どのような突然変異が起こったと考えられるのでしょうか。次の1～6の中から当てはまるものを1つ選び、番号で答えなさい。

1. A 遺伝子のはたらかなくなっている。
2. B 遺伝子のはたらかなくなっている。
3. C 遺伝子のはたらかなくなっている。
4. A 遺伝子のはたらく領域がとても小さくなっている。
5. B 遺伝子のはたらく領域がとても小さくなっている。
6. C 遺伝子のはたらく領域がとても小さくなっている。

4 次の会話文を読み、あとの問いに答えなさい。

ソラ君 : お父さん！今日学校で「メートル」という単位を勉強したんだけど、これはどうやって定義されたのか、教えて！

お父さん : いい質問だね。「メートル」という単位は18世紀末に制定されたんだ。地球の北極から赤道までの最短距離の1000万分の1を1mと定義したのだよ。

ソラ君 : そうなんだ！たしか地球の大きさはエラトステネスという人が測定したんだよね。どうやって地球の大きさを求めたの？

お父さん : まずエラトステネスは今のエジプトにある2つの町、アレキサンドリアとシエネ【図1】の距離を測定したのだよ。その距離が5000スタジアだったね。

ソラ君 : そのスタジアって単位は何？

お父さん : スタジアは昔の単位で、10スタジアが1900mだね。ということは、5000スタジアは何kmだ？

ソラ君 :  km！

お父さん : 正解！そしてエラトステネスは夏至の日に、シエネにあるとても深い井戸の底に影<sup>かげ</sup>ができないことを発見したのだよ。影ができないということは、太陽の南中高度は°だね。また、同じ日のシエネより北にあるアレキサンドリアの南中高度は82.8°だった。ということは、2つの町の南中高度の差はいくつ？

ソラ君 : アレキサンドリアが82.8°で、シエネが°だから・・・差は°だ！！

お父さん : またまた正解！じゃあ、地球を球体と考えると、地球1周の長さがでるよね？

ソラ君 : わかった！！2つの町の南北の距離が kmだから、地球の1周は kmだ！

お父さん : その通り！じゃあ北極から赤道までの最短距離が kmだから、を1000万分の1にして、キロメートルをメートルに直すと・・・？

ソラ君 : およそ1になった！！これで「メートル」の長さを決めたんだね！スッキリしたよ！

お父さん : うんうん。でもテストになると、メートルやらキロメートルやら単位が混ざりやすいから気を付けてね！

問1 空欄の～に当てはまる数字を答えなさい。ただし、割り切れない場合は小数第2位を四捨五入して、小数第1位まで答えなさい。

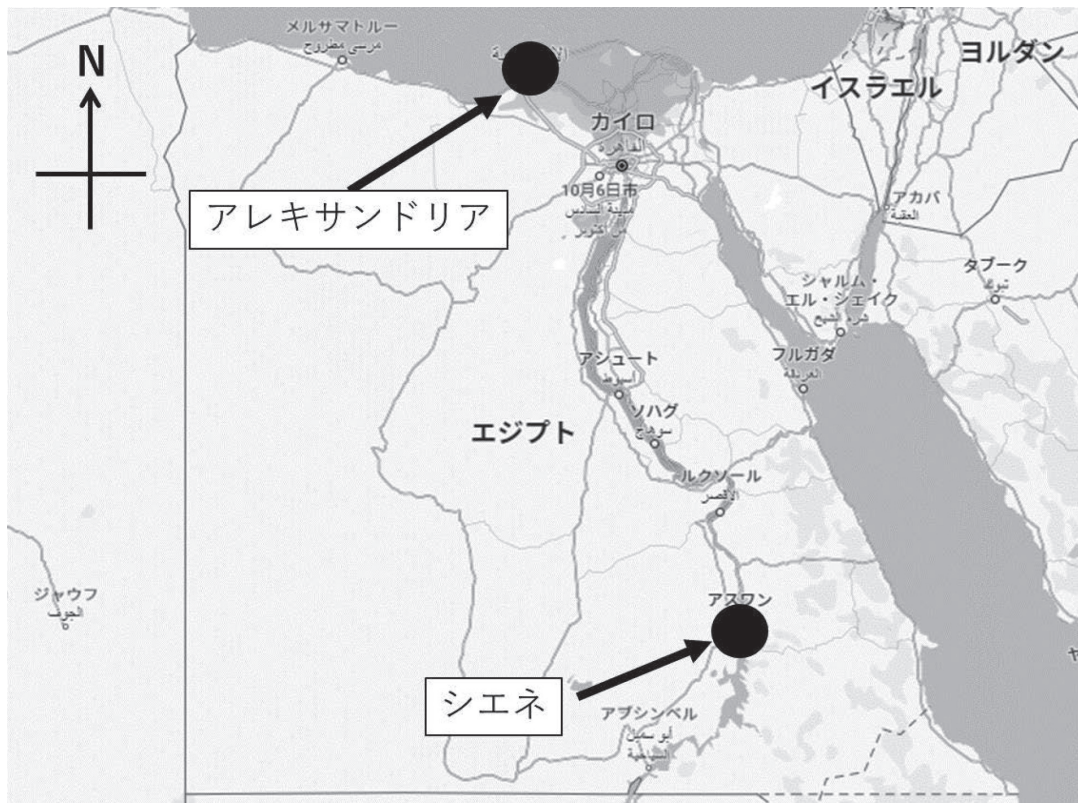
問2 実際の地球の1周の長さは約40000kmであり、エラトステネスが測定した値と誤差がありました。なぜ誤差が生じたのか、考えられる理由として以下の空欄(カ)、(キ)に入る最も適切な言葉を、あとの語群から探して答えなさい。

理由：シエネとアレキサンドリアの(カ)が(キ)と考えたから。

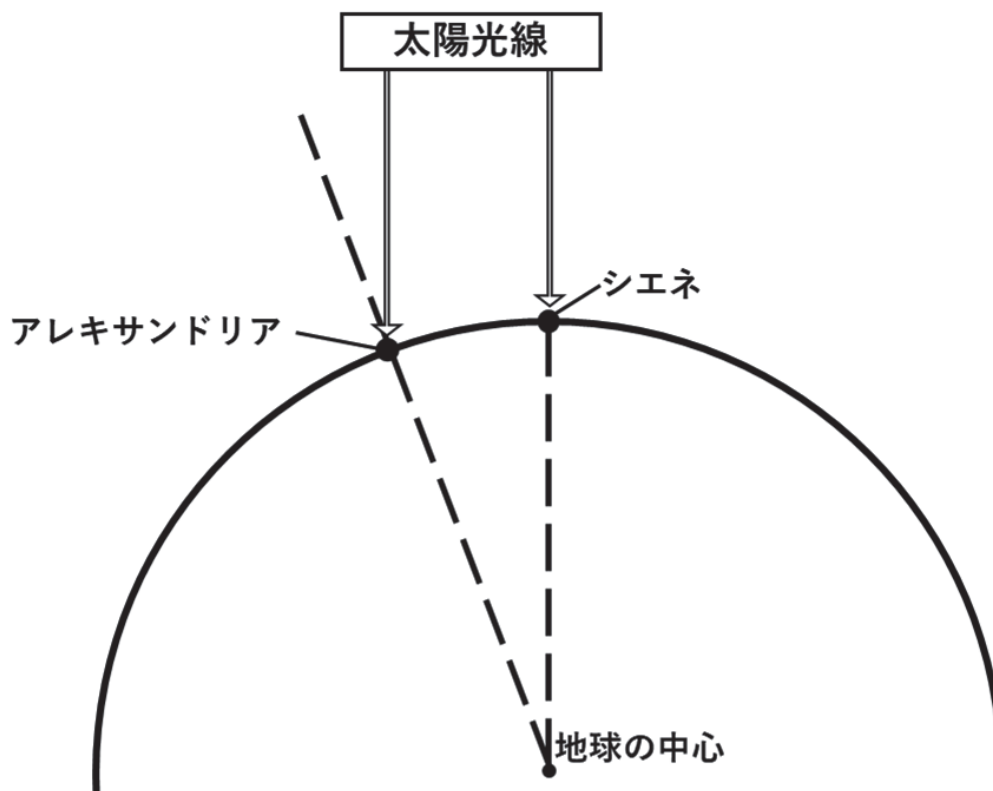
【語群】

アレキサンドリア 緯度 井戸 エラトステネス 大きさ 同じ 影 距離 経度 夏至 シエネ  
スタジア 赤道 太陽 近い 違う 中心 遠い 冬至 南中高度 南極 北極 深い メートル





【図1】 アレキサンドリアとシエネの地図



【図2】 太陽光がアレキサンドリアとシエネに当たる様子

