

問5 公園で遊んでいる中学生たち（カイさん、ハルさん、アンさん）の気づきや観察に関する次の(7)～(8)の問い合わせに答えなさい。

(7) カイさんは、シーソーに乗る二人の体重が違っていても、乗る場所によってはシーソーが水平になつたりあうことに気づいた。そして、このことを利用して物体の質量を調べることができるのではないかと考えた。カイさんは図1のように、同じ質量のおもりを棒の中心から同じ長さの位置に糸でつるすと水平になる天秤を自作し、おもりをつるす位置を変えて実験をおこなった。カイさんの実験ノートの一部を参考にして、あとの問い合わせに答えなさい。

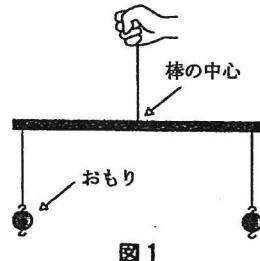


図1

カイさんの実験ノートの一部

[実験1]

同じ質量のおもりを何個か用いて天秤が水平になる位置を調べたところ、図2のように、棒の中心からおもりをつるす位置までの長さの比は、つるしたおもりの重さの比と逆になることがわかった。

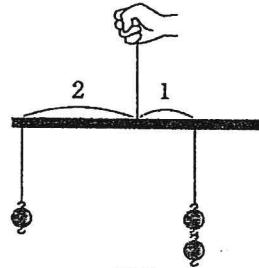


図2

[実験2]

- 実験1の結果を利用して、質量と体積がわかっている物体A（質量 20 g, 体積 2.0 cm³）を用いて、質量と体積がわからない物体Bの密度を求める方法があることに気づいた。
- 図3と図4はそれぞれ、物体Aと物体Bを空气中で天秤が水平になるようにつるした結果と、水中で天秤が水平になるようにつるした結果である。

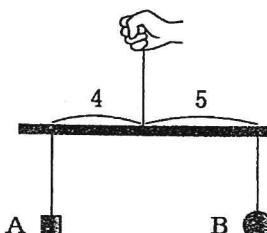


図3

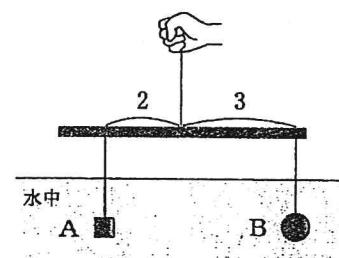


図4

※図中の数字は、棒の中心から物体をつるす位置までの長さの比をあらわす。

物体Bの密度は物体Aの密度の何倍かを書きなさい。ただし、「水中にある物体が受ける浮力の大きさは物体が押しのけた水の重さに等しい」ものとし、水の密度は 1.0 g/cm³、100 g の物体にはたらく重力の大きさは 1.0 N とする。また、糸の質量と体積はおもりに比べて十分に小さいため無視できるものとする。

- (4) ハルさんは、ブランコに座って揺れているときと立って揺れているときで、1往復する時間に違いがあるのかが気になった。そこで、ブランコの揺れ方を振り子の運動におきかえて実験をおこなった。ハルさんが調べた振り子の運動の特徴及びハルさんの実験ノートの一部を参考にして、あととの問い合わせに答えなさい。

振り子の運動の特徴

- ・振れ角が小さいときの振り子の周期（振り子が1往復する時間）は、振り子の長さによって決まる。このとき、振り子の周期は、振れている物体の質量や振れ角によらず、同じとみなすことができる。これを「振り子の等時性」という。
- ・振れ角が大きいときは、「振り子の等時性」は成り立たない。しかし、振り子の長さが同じであれば、同じ振れ角のときは振れている物体の質量によらず、同じ周期になる。



ハルさんの実験ノートの一部

- ・質量を簡単に変えられるように、ペットボトルに砂を入れたおもりを使って振り子を作成した。
- ・振り子の糸はペットボトルのふたの中央に固定した。
- ・ペットボトルの底に穴を開け、振れ角を小さくして振り子の運動を観察した。このとき、砂がペットボトルの底からこぼれ落ちながら運動が続き（図5）、振り子の周期は最初に比べてだんだん長くなった。

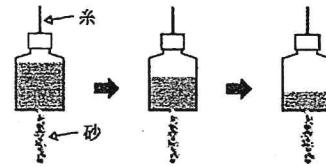


図5 砂の変化のようす

図6のように、同じ長さのブランコに、座って揺れているAさんと立って揺れているBさんがいる。二人がブランコをこがずに1往復する時間について説明した次の文中の空欄 [あ] , [い] にあてはまる語句として最も適する組み合わせを、あの1~6の中から一つ選び、その番号を答えなさい。ただし、Aさんの体重のほうがBさんの体重より軽いものとする。また、AさんとBさんにはたらく空気の抵抗は考えないものとする。



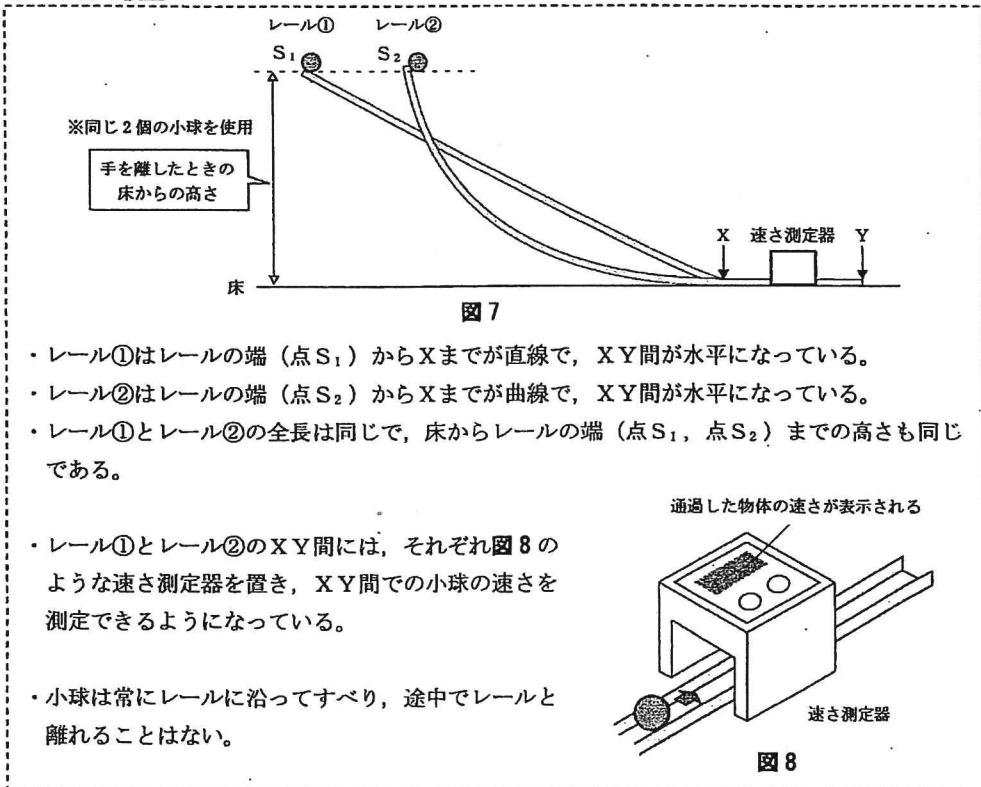
図6

二人のブランコが同じ振れ角で揺れているとき、[あ] ので、1往復する時間は [い] 。

	[あ]	[い]
1	Aさんの体重のほうがBさんの体重より軽い	AさんのほうがBさんより長くなる
2	Aさんの体重のほうがBさんの体重より軽い	AさんのほうがBさんより短くなる
3	AさんとBさんの体重は振り子の周期に関係ない	AさんもBさんも同じになる
4	AさんとBさんが乗っているブランコの長さが等しい	AさんもBさんも同じになる
5	AさんのほうがBさんより、ブランコの支点から遠い位置に身体の中心がある	AさんのほうがBさんより長くなる
6	AさんのほうがBさんより、ブランコの支点から遠い位置に身体の中心がある	AさんのほうがBさんより短くなる

(4) アンさんは、すべり台の形によって地面に到着するまでの時間や到着時の速さに違いがあるのかが気になった。そこで、図7のように2本のレールを並べたすべり台の模型を自作し、2本のレール上の同じ高さからそれぞれ同じ小球をすべらせる実験をおこなった。あの問い合わせに答えなさい。

すべり台の模型



アンさんは小球をレール①の端（点S₁）、レール②の端（点S₂）に置いて同時に静かに手を離した。このときの小球の運動を説明した次のa~dのうち、正しいものはどれか。それを過不足なく示したものと、あとの1~8の中から一つ選び、その番号を答えなさい。ただし、摩擦や空気の抵抗などの影響は考えず、小球の力学的エネルギーは保存されるものとする。

- レール①の上を運動した場合もレール②の上を運動した場合も、XY間での速さは同じになる。
- レール①の上を運動した場合よりもレール②の上を運動した場合のほうが、XY間での速さが大きくなる。
- レール①の上を運動した場合もレール②の上を運動した場合も、手を離してからXの位置を通過するまでの時間は同じになる。
- レール①の上を運動した場合よりもレール②の上を運動した場合のほうが、手を離してからXの位置を通過するまでの時間が短くなる。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1. aのみ | 2. bのみ | 3. cのみ | 4. dのみ |
| 5. aとc | 6. aとd | 7. bとc | 8. bとd |

(i) 公園の近くの建物の角を左折する自動車を見たカイさんは、2個の直方体の積み木をそれぞれ自動車と建物に見立て、自動車の左折について考察した。図9は自動車と建物の積み木を真上から見た図であり、それぞれ長方形A B C D、長方形E F G Hとした。さらに、点Iは線分ABと直線EHの交点である。次の条件のもとで、自動車の積み木が建物の積み木に触れることなく左折するためには、AIの長さは何cmより大きければよいか。その最小値を書きなさい。

条件

- ① 左折を始める段階では辺ABと辺HGは平行であり、 $H I = 1\text{ cm}$ である。
- ② AIの長さが0cmより大きい状態から左折を始める。左折するとき、自動車の積み木は図10のように直線BC上の点Oを中心として円弧をえがく。
- ③ OD=15cm, BC=3.5cm, CD=9cmである。

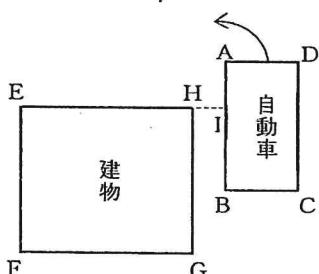


図9

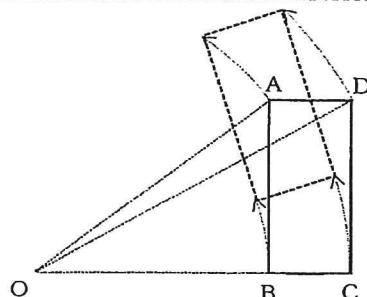


図10

(ii) 公園で石を拾い集めたカイさんとアンさんは、次のルールにしたがって、石を使った遊びをしている。あの(i), (ii)の問い合わせに答えなさい。ただし、石の大きさはすべて同じものとする。

ルール

- ① 正六角形の形になるように石を並べる。
- ② 一邊の石の個数は7個以上とし、どの辺も石の個数は等しくする。
- ③ 作った正六角形の一つの辺だけを残し、その一边に沿って残りの石を一邊と同じ個数ずつ列に並べかえ、最後の列の石の個数を数える。

たとえば、図11と図12は一邊を7個とした場合であり、最後の列の石の個数は1個となる。

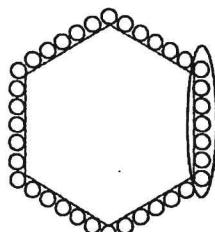


図11 正六角形の形に並べたもの

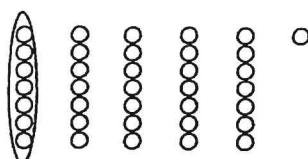


図12 石の並べかえ

- (i) 最後の列の石の個数が4個であるとき、使った石の総数は何個であるかを書きなさい。
- (ii) 最後の列の石の個数をn個とするとき、使った石の総数は何個であるかを、nを用いて書きなさい。