令和6年度特色検査　問5　解説

(ｱ) **図3'** のように、A と B の重さ(重力)の比は、5:4 → A が 20g だから、B は 16g

問題文より、浮力の大きさは物体が押しのけた水の重さに等しい(アルキメデスの原理)。

A は体積が 2cm³ なので、水中に入れると 2cm³ の水を押しのけ、0.02N(1.0[g/cm³]×2[cm³]で、2.0g)の浮力がはたらく。また、水中でも A には 0.2N の重力がはたらくので、**図4'** のように、糸が A をひく力は 0.18N となる。(A が糸をひく力も 0.18N)

A と B を水中にいれたとき、棒の中心からおもりをつるす位置までの比が 2:3 なので、A と B が糸をひく力の大きさの比は 3:2 となり、B が糸をひく力は 0.12N となる。

B にはたらく重力は 0.16N なので、B にはたらく浮力は 0.04N となる。0.04N の浮力がはたらくことから、B は 4cm³ の水を押しのけたことがわかる。よって、B の体積は 4 cm³ となる。

A の密度は 10g/cm³、B の密度は 4g/cm³ となるので、B の密度は A の密度の 0.4 倍となる。

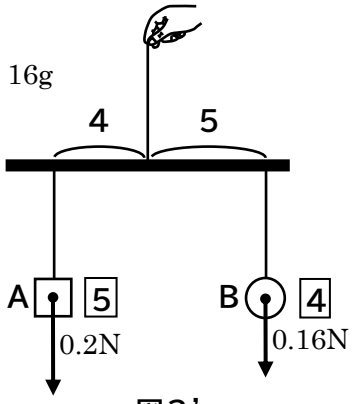


図3'

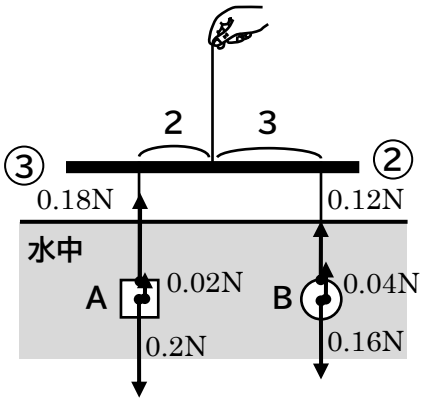


図4'

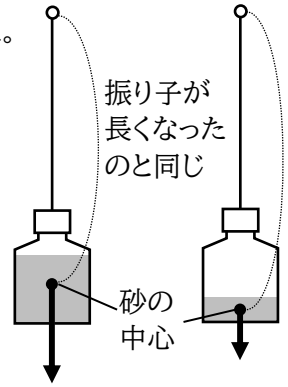
(ｲ) 「振り子の運動の特徴」「実験ノートの一部」を読み取ることで、A さんと B さんについて推測できること。

・振り子の振れ角と長さが同じであれば、物体の質量によらず同じ周期となる。

→A さんは B さんより軽いとあるが、ブランコの周期(1 往復する時間)には影響しない。

・砂が減ると、振り子全体の長さは変えていないのに振り子の周期は長くなった。

→振れ角が変わらないとき、振り子の周期の変化に影響を与えるのは物体の重さではなく、振り子の長さである。このことから、砂が減ることで周期が長くなった原因は、振り子の長さに関係があると考えられる。実際には振り子全体の長さは変化していないが、砂の中心が振り子の支点から遠ざかっていることで、振り子が長くなったのと同じ状態になった。



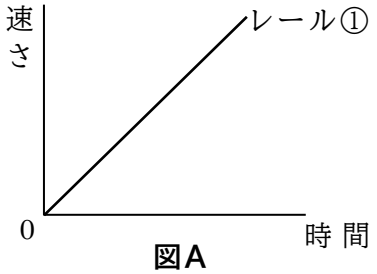
A さんと B さんの状態を見ると、A さんはブランコに座り、B さんはブランコに立っているので、A さんの方が B さんよりブランコの支点から遠い位置に身体の中心がある。上の図のように、砂が多い状態は B さんに、砂が少なくなった状態は A さんに相当するので、A さんの方が B さんより周期が長くなる。

よって、選択肢 5 が正解となる。

(ｳ) エネルギー保存の法則より、XY 間の速さは、小球を離す高さによって決まるので、レール①とレール②でも XY 間での速さは同じ。

→ a は正しく、b は誤っている。

レール①の上を運動した場合は、運動方向の分力（重力の斜面に平行な分力）は一定なので、**図A**のように、速さは時間に比例して増加する。



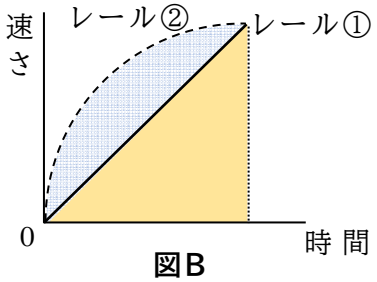
図A

レール②の上を運動した場合は、レール①と比べると

・前半は運動方向の分力が大きく、レール①より速さの変わり方が大きい。

・後半は運動方向の分力が小さくなり、速さの変わり方は小さい。

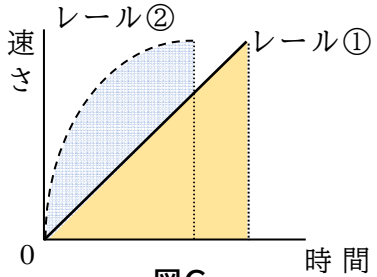
よって、**図A**にレール②での速さの変化をかき足すと**図B**のようになると予想しがちである。



図B

しかし、問題文には「レール①とレール②の全長は同じ」とある。横軸が時間、縦軸が速さのグラフでは面積が移動距離を示すため、**図B**のように X を通過するまでの時間が同じだとすると、レール①での三角形 の面積とレール②での扇形 の面積が異なり、矛盾が生じてしまう。

そこで、面積（＝移動距離）が同じになるように、レール②をかきなおすと**図C**となる。よって、レール②の上を運動した方が、X を通過するまでの時間が短くなると考えられる。



図C

→ c は誤っており、d は正しい。

以上のことから、選択肢 6 が正解となる。

(ｴ) 「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、自動車を表す長方形 ABCD を反時計回りに回転させた長方形 A'B'C'D'の頂点 B'が建物を表す長方形 EFGH の頂点 H に触れなければよい。

まず、**図 9** と**図 10** を重ねた図をかき、辺 GH と線分 OB との交点を K とおく。(**図 a**)

ここで、HK の長さは IB の長さと等しいので、AI の長さを求めるには、HK の長さが分かればよい。

△OCD は∠OCD＝90°、OD＝15cm、CD＝9cm より、3 辺の比が 3:4:5 の直角三角形だから、OC＝12cm

よって、OK＝12－3.5－1＝7.5(cm)

次に、直角三角形 OKH で三平方の定理を用いて、HK の長さを求める。

OH＝OB＝7.5＋1＝8.5(cm)だから、

$HK^2+OK^2=OH^2$

$HK^2+7.5^2=8.5^2$

HK＞0 より、HK＝4

よって、HK＝IB＝4cm だから、AI＝AB－IB＝5cm

以上より、AI の長さが 5cm より大きければ、自動車の積み木が建物の積み木に触れることなく左折できる。

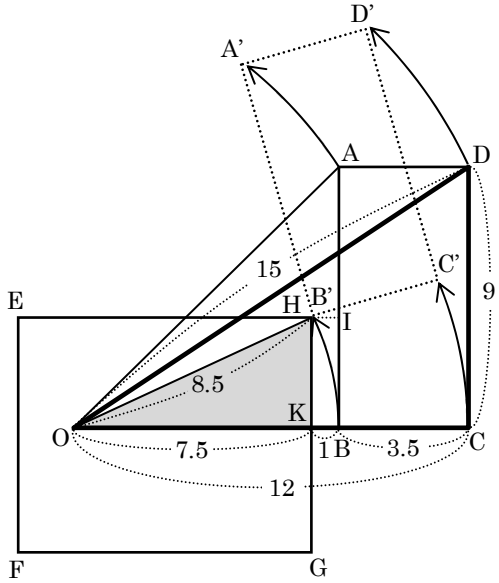


図 a

(ｵ)(i) 一辺の石の個数と石の総数について考える。正六角形は、6 つの辺があるので一辺の石の個数を 6 倍するが、6 個の石が重複して数えられているので、6 をひけばよい。

よって、石の総数＝(一辺の石の個数)×6－6 …$\boxed{1}$ で求めることができる。

ここで、一辺の石の個数が 7 個のときを考えると、石の総数は 7×6－6＝36(個)だから、最後の列の石の個数は 36÷7＝5 あまり 1 より、1 個となる。同様にして、一辺の石の個数と石の総数と最後の列の石の個数の関係を書き出すと、下の表のようになる。

一辺の石の個数(個)	7	8	9	10	・・・
石の総数(個)	36	42	48	54	・・・
最後の列の石の個数(個)	1	2	3	4	・・・

よって、最後の列の石の個数が 4 個になるのは、使った石の総数が 54 個のときである。

(ii) 上の表で、一辺の石の個数と最後の列の石の個数の関係を見ると、一辺の石の個数は最後の列の石の個数よりも 6 個多くなっているので、最後の列の石の個数が n 個のとき、一辺の石の個数は(n＋6)個と表すことができる。

よって、$\boxed{1}$より、使った石の総数は、(n＋6)×6－6＝6n＋30(個)