

最難関中コース

理科 標準

問題

34. 振り子、衝突、

運動 B

中受ゼミ G

次の文章(A), (B)を読み, 下の各問に答えなさい。

- (A) 図1のように, 全長40mのなめらかなレールがあります。レールの区間 A_1B_1 と区間 D_1E_1 とはそれぞれ水平で, 同じ高さになっています。また, 区間 B_1D_1 は区間 A_1B_1 と区間 D_1E_1 よりも低くなっており, 一番低い位置を点 C_1 とします。

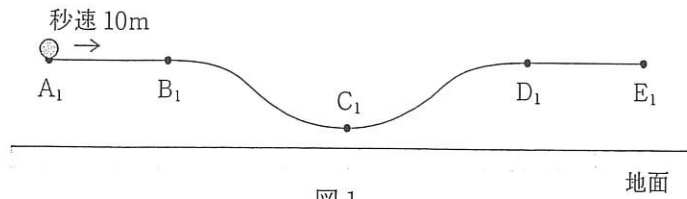


図1

- 問1 ボールを点 A_1 から秒速10mで発射すると, ボールは $A_1 \rightarrow B_1 \rightarrow C_1 \rightarrow D_1 \rightarrow E_1$ とレールから離れることなくすべりました。ボールが点 E_1 に着いたときの速さについて, 次のア~ウのうちから適するものを1つ選び, 記号で答えなさい。ただし, 区間 B_1C_1 ではボールの速さは大きくなり, 大きくなった分だけ区間 C_1D_1 では速さが小さくなります。

- ア 秒速10mより大きくなる。 イ 秒速10mより小さくなる。 ウ 秒速10mとなる。

次に, 図2のように全長40mのなめらかなレールで3通りのコースを作り, 各コースでボールの運動を観測しました。各コースの点 A_1 , 点 A_2 , 点 A_3 からそれぞれボールを秒速10mで発射すると, ボールはレールから離れることなくそれぞれ点 E_1 , 点 E_2 , 点 E_3 に着きました。各コースのレールの形状は, 次のようになっています。

コース1: 図1のレールの形状と同じになっている。

コース2: 水平でまっすぐになっている。

コース3: 図1のレールの形状と上下逆になっている。

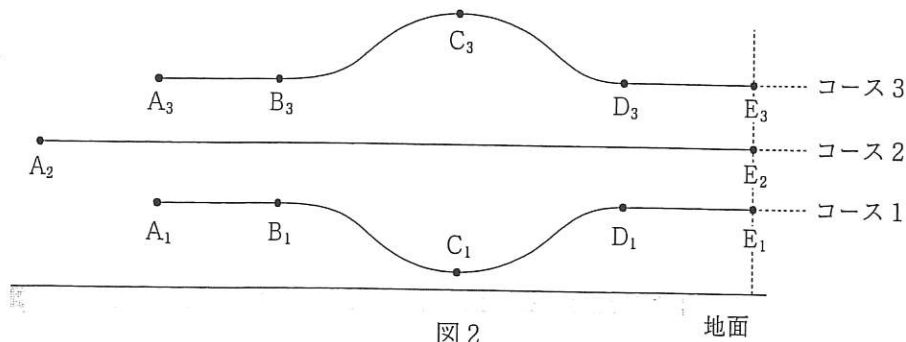


図2

- 問2 各コースでボールがそれぞれ点 E_1 , 点 E_2 , 点 E_3 に着いたときの速さについて, 次のア~エのうちから適するものを1つ選び, 記号で答えなさい。

- ア コース1が最も大きい。 イ コース2が最も大きい。
ウ コース3が最も大きい。 エ 3コースとも同じ大きさである。

問3 各コースでボールが発射されてから、それぞれ点E₁、点E₂、点E₃に着くまでの時間について、次のア～オのうちから適するものを1つ選び、記号で答えなさい。

- ア コース1, コース2, コース3の順に長くなる。
- イ コース1, コース3, コース2の順に長くなる。
- ウ コース2, コース1, コース3の順に長くなる。
- エ コース3, コース2, コース1の順に長くなる。
- オ 3コースとも同じとなる。

(B) 図3のように、十分に長いベルトコンベアがあり、ベルトコンベアの上のせられた小さな箱は秒速50cmで右に運ばれます。このベルトコンベアで運ばれた箱は、設置されているセンサーの真下の点Aを通過すると、センサーが反応してブザーが鳴ります。いま、ある位置に固定したロボットが、0.25秒の一定の時間^{かんかく}間隔で箱をベルトコンベアの上に静かにのせる作業をくり返しています。ベルトコンベアの上を移動している箱は、転がったり、すべったりしないものとします。

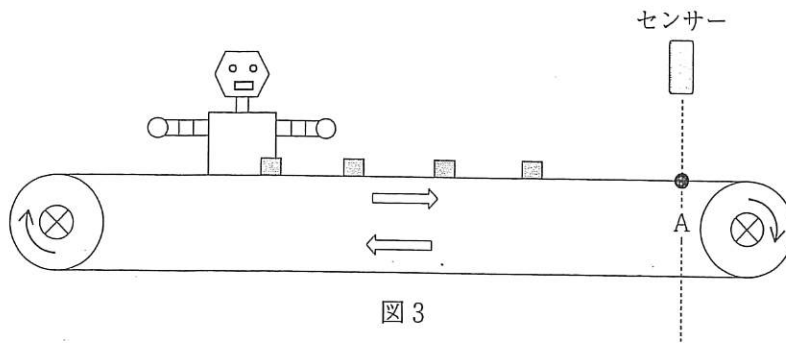


図3

問1 ロボットの位置から点Aまで箱が運ばれるのにかかる時間は何秒ですか。ただし、ロボットの位置と点Aとの間の距離^{きょり}を1200cmとします。

問2 ベルトコンベアの上のせられたとなり合う箱と箱との間隔は何cmですか。

問3 最初にブザーが鳴ってから、1.1秒間で鳴るブザーの回数は何回ですか。ただし、最初に鳴ったブザーは^{ひく}含めません。

次に、ロボットが秒速10cmで点Aに向かって移動しながら、0.25秒の一定の時間間隔で箱をベルトコンベアの上に静かにのせる作業をくり返しました。

問4 ベルトコンベアの上のせられたとなり合う箱と箱との間隔は何cmですか。

問5 最初にブザーが鳴ってから、1.1秒間で鳴るブザーの回数は何回ですか。ただし、最初に鳴ったブザーは含めません。

次の各問に答えなさい。

問1 次の文章中の () に当てはまる数または式を答えなさい。

秒速 10cm の物体が、この速さで5秒間に進む距離は (ア) cm です。また、秒速 v [cm] の物体が、この速さで運動を続けるとき、 t 秒間に進む距離は (イ) [cm] です。この物体の運動の様子を、たて軸に速さを、横軸に時間をとったグラフで表すと、図1のようになります。図の斜線部分の面積 (イ) は、 t 秒間に物体が進んだ距離を表していることがわかります。

図2は、ある物体の速さが時間とともにどのように変化したかを表しています。この物体が動き始めてから止まるまでに進んだ距離は (ウ) cm です。

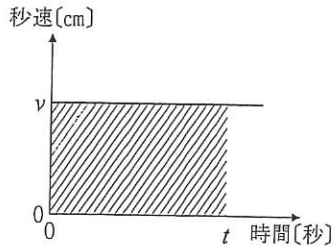


図1

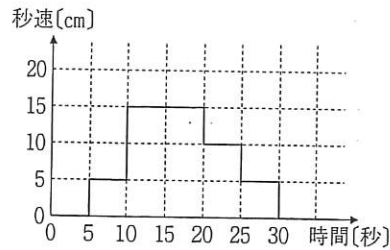


図2

問2 図3のように、斜面の上に物体Aを置き静かに手を放すと、物体Aは斜面上をすべり始めます。図4は物体Aが斜面上をすべり始めてからの時間と速さの関係を表しています。

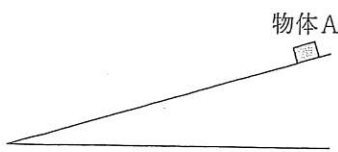


図3

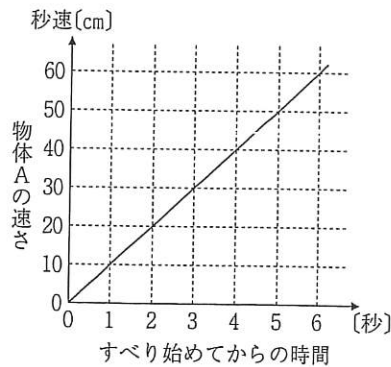


図4

- (1) 物体Aが斜面上をすべり始めてから4.0秒後の速さは、秒速何cmですか。
- (2) 物体Aが4.0秒間に斜面上をすべった距離は何cmですか。

次に物体Bを斜面の上に置いて、手で押さえておいて、図5のように、物体Aをある高さのところにおきました。物体AはBに向かってすべり始め、AがBに衝突する直前にBから手を外したところ、AはBに衝突し、その後からBは秒速10cmの一定の速さで斜面上をすべり出しました。また、Aは衝突した直後は静止しましたが、すぐに斜面上をすべり出しました。

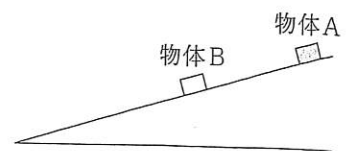


図5

問3 斜面の上にAを置いてからBに衝突するまでの時間は2.0秒でした。

- (1) 物体Aは秒速何cmで物体Bに衝突しましたか。
- (2) 斜面の上に置いた直後の物体AとBの距離は何cmでしたか。

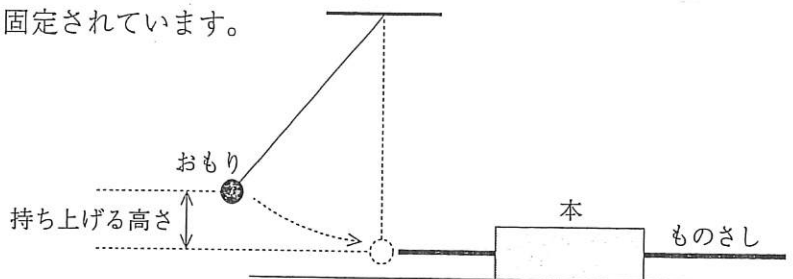
問4 AがBに衝突してから再び衝突するまでの時間は何秒ですか。

問5 2度目の衝突をした地点と1度目の衝突をした地点の距離は何cmですか。

おもりのはたらきについて、後の各問に答えなさい。

下の図のように、ひもの先におもりを取り付け、もう一方のはしを固定してふりこをつくり、おもりが最も低い位置にきたときに、本の間にはさんだものさしに当たるようにしました。

次に、糸がたるまないように、おもりを持ち上げて静かにはなし、ものさしに当てて、ものさしの動くきよりと、おもりの重さや、持ち上げる高さとの間にどのような関係があるか調べました。おもりには 10g、20g、40g の 3 種類を使い、持ち上げる高さを 5cm、10cm、15cm に変えて実験し、ものさしが動いたきよりを測定しました。後の表は、その結果をまとめたものです。ただし、本は動かないように固定されています。



おもりの重さ [g]	持ち上げる高さ [cm]	ものさしの動いたきより [mm]
10	5	4
	10	8
	15	12
20	5	8
	10	16
	15	24
40	5	16
	10	32
	15	48

問1 実験の結果から、ものさしの動くきよりは、おもりの重さや持ち上げる高さとのような関係があると考えられますか。下のア～エのうちから適するものを選び、記号で答えなさい。

ア おもりの重さに比例し、おもりを持ち上げる高さに反比例する。

イ おもりの重さに反比例し、おもりを持ち上げる高さに比例する。

ウ おもりの重さに比例し、おもりを持ち上げる高さに比例する。

エ おもりの重さに反比例し、おもりを持ち上げる高さに反比例する。

問2 40gのおもりを20cmの高さまで持ち上げて静かにはなすと、ものさしの動くきよりは何mmになりますか。

問3 30gのおもりを取り付けた場合、このおもりを15cmの高さまで持ち上げて静かにはなすと、ものさしの動くきよりは何mmになりますか。

問4 30gのおもりを取り付けた場合、このおもりを20cmの高さまで持ち上げて静かにはなすと、ものさしの動くきよりは何mmになりますか。

問5 ある重さのおもりを取り付け、7.5cmの高さまで持ち上げて静かにはなすと、ものさしの動くきよりは15mmになりました。このおもりの重さは何gですか。

ふりこの実験について、下の各問に答えなさい。

図1のような装置を用いて、ふりこの運動を観察しました。ふりこの「ふれはば」や「おもりの重さ」は変えないで、「ふりこの長さ d [cm]」を変えて、「ふりこが1往復する時間 T [秒]」を測定しました。さらに、その測定結果から、 $T \times T$ [秒 \times 秒]を計算して、下の表を作りました。この表から、 $T \times T$ [秒 \times 秒]を縦軸に、 d [cm]を横軸にしてグラフを描くと、図2のような直線のグラフが得られました。

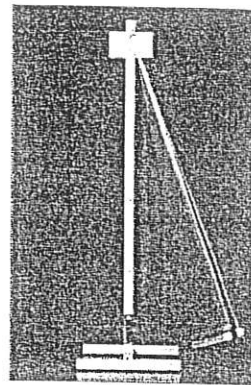


図1

d [cm]	T [秒]	$T \times T$ [秒 \times 秒]
20.0	0.90	0.81
40.0	1.27	1.61
60.0	1.55	2.40
80.0	1.80	3.24

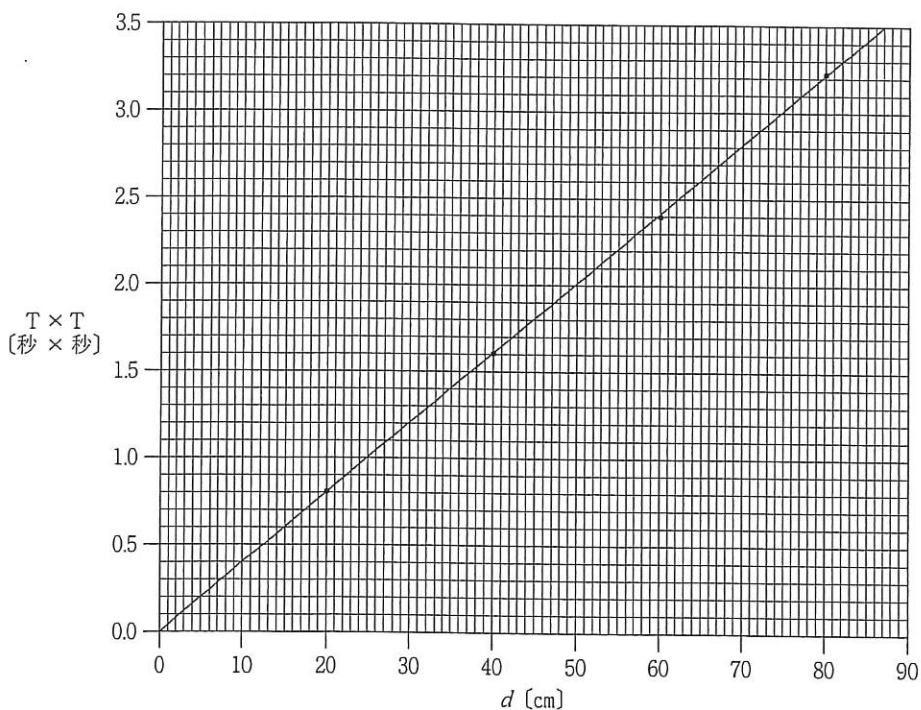


図2

問1 図2のグラフから、 d [cm]と $T \times T$ [秒 \times 秒]の間には、どのような関係が成り立っていると考えられますか。下のア～エのうちから適するものを1つ選び、記号で答えなさい。

ア 積が一定 イ 商が一定 ウ 和が一定 エ 差が一定

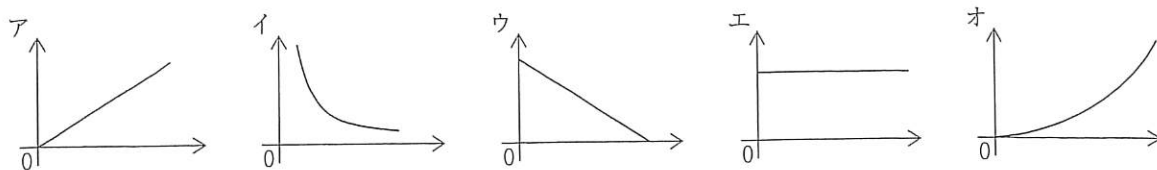
問2 図2のグラフから、「ふりこの長さ」が25.0cmのときの「ふりこが1往復する時間」を求めることができます。下のア～エのうちから適するものを1つ選び、記号で答えなさい。

ア 0.90秒 イ 1.00秒 ウ 1.10秒 エ 1.20秒

問3 「ふりこの長さ」が100.0cmときの「ふりこが1往復する時間」として、最も適するものを、下のア～エのうちから選び、記号で答えなさい。

ア 1.80秒 イ 1.90秒 ウ 2.00秒 エ 2.10秒

問4 「ふれはば」や「ふりこの長さ」は変えないで、「おもりの重さ」だけを変えて実験を行ったとき、「おもりの重さ」と「ふりが1往復する時間」の関係を表すグラフはどのようになりますか。下のア～オのうちから最も適するものを1つ選び、記号で答えなさい。ただし、「おもりの重さ」を横軸に、「ふりが1往復する時間」を縦軸にします。

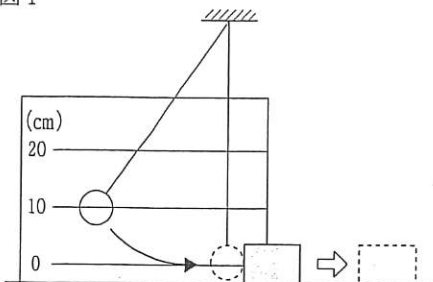


問5 「おもりの重さ」や「ふりこの長さ」は変えないで、「ふれはば」だけを変えて実験を行ったとき、「ふれはば」と「ふりが1往復する時間」の関係を表すグラフはどのようになりますか。問4のア～オのうちから最も適するものを1つ選び、記号で答えなさい。ただし、「ふれはば」を横軸に、「ふりが1往復する時間」を縦軸にします。

次の文章 A, B を読んで以下の問いに答えなさい。

A. 図1のようなそう置をつくり、振り子のおもりをいろいろな高さから放して物体に当たるとき、物体の動き方がどのように変わるかを調べました。表1はその結果を示しています。このとき使ったおもりの重さ、および糸の長さはいつも同じとし、おもりは最も低い位置にきた瞬間に物体に当たるものとします。下の問いに答えなさい。

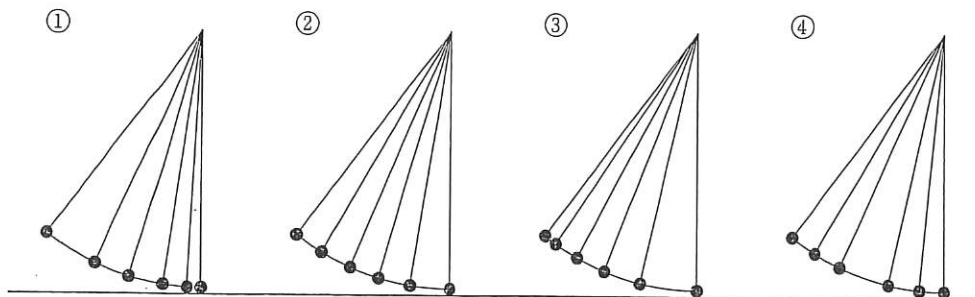
図1



おもりを放す高さ	物体が動いた距離
5 cm	7.9cm
10cm	15.5cm
15cm	23.5cm
20cm	32.0cm

問1 下の図は、ある高さでおもりを放した瞬間から、物体に当たる瞬間までの運動を、短い時間間隔ごと（この場合は0.1秒ごと）に示したものです。運動のようすを正しく示しているものはどれですか。また、この結果から、この振り子を床に物体を置かない状態で振らせた場合、一往復する時間（初めの高さから、同じ高さにもどってくるまでの時間）は何秒とするのが適当ですか。それぞれ番号で選びなさい。

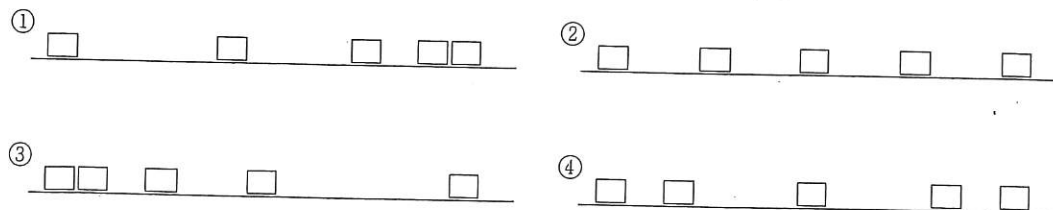
【運動のようす】



【振り子が一往復する時間】

- ① 0.5秒 ② 1.0秒 ③ 1.5秒 ④ 2.0秒

問2 下の図は、問1と同じように、おもりが物体に当たった瞬間から、物体が床をすべって止まるまでの運動のようすを0.1秒ごとに示したものです。運動のようすを正しく示しているものを番号で選びなさい。ただし物体は0.4秒後には止まります。



問3 下の各文章は、物体に当たった後のおもりの運動がどうなるか、上がる高さや時間について述べたものです。それぞれの場合について記号を選び正しい組み合わせをつくりなさい。ただし、おもりは物体に当たった後も、後方にははね返らず右向きに振れるものとします。

【上がる高さについて】

- ア. おもりは、放したところと同じ高さまで上がる。
- イ. おもりは、放したところより低いところまでしか上がらない。

【上がる高さまでの時間について】

- a. 物体に当たるまでの時間より短い。
- b. 物体に当たるまでの時間と等しい。
- c. 物体に当たるまでの時間より長くかかる。

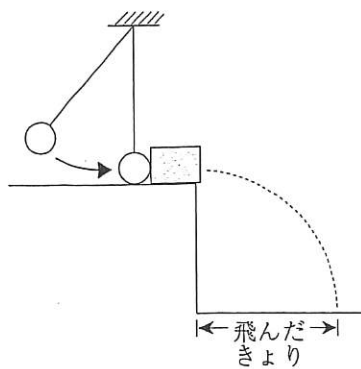
問4 太郎君は、表1の結果から、考えられることを下の文章のようにまとめました。□の中
に適切な語句や数字を入れて、文章を完成させなさい。

「この結果から、おもりを放す高さや、物体が動いた距離の間には、ほぼアの関係があることがわかる。したがって、この場合、おもりを放す高さが、12.5cm ならば物体が動く距離は約イ cm になるだろう。

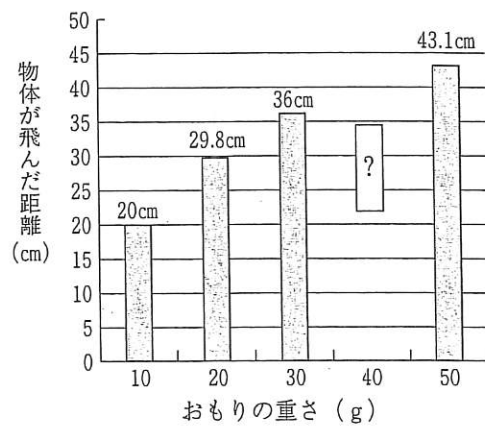
一方、おもりが最も低い位置にきたときの速さは、おもりを放す高さが高いほどウ くなるので、結局、物体が動く距離は、おもりの速さがウ いほど、大きくなることわかる。」

B. 次に、おもりの重さをいろいろ変えて物体に当てたときに、物体がどのように動くかを調べました。図2はその実験の仕方を示し、グラフはその結果を示しています。棒グラフの上の数字は飛んだ距離(cm)を示しています。これについて、下の問いに答えなさい。

図2



グラフ



問5 このような実験をする場合、ある条件をととのえて実験する必要があります。この実験の場合、どのような条件をととのえる必要がありますか。下から最も適当なものを番号で選びなさい。

- ① おもりを放す高さを、いつも同じにする。
- ② おもりを放す高さを、重さごとに変える。
- ③ 振り子の糸の長さを、いつも同じにする。

問6 結果の値やグラフの傾向からみて、おもりの重さが40gのとき、物体は何cm飛んだと考えるのが適当ですか。下から番号で選びなさい。

- ① 36cmと43.1cmのほぼ平均の距離である、39.5cmくらい。
- ② ①の値より、やや大きい(遠い)40cmくらい。
- ③ ①の値より、やや小さい(近い)39cmくらい。

次の文を読んで、以下の問いに答えなさい。太郎君は夏休みの自由研究で“振り子の性質”について、実験をして調べました。

以下の文で“片道の時間”とは往復の時間の半分の時間のことです。また、片道の時間は100回分の時間（50回分の往復の時間）を調べることで測定し、どの測定値にも少しの誤差（正しい値からのずれ）があります。

実験1. 振り子の長さを一定にしておいて、おもりの重さと振り子の片道の時間の関係を調べたところ、片道の時間はおもりの重さと（1）であることがわかりました。

実験2. 振り子の長さとおもりの重さを一定にしておいて、片道の時間と振り子のふれ幅との関係を調べたところ、ふれ幅があまり大きくない範囲で、片道の時間はおもりのふれ幅と（2）であることがわかりました。

実験3. おもりの重さを一定にしておいて、振り子の長さ
片道の時間の関係を調べたところ、右の表のようになりました。

振り子の長さ(cm)	80	100	120
100回分の時間(秒)	90	100	110

太郎君は実験3の結果をみて、次のように考えました。

「この結果をみると、片道の時間が0.1秒増えるごとに長さが約（A）cm伸びているようにみえる。このことから、振り子の長さが80cmのときを基準にすると、振り子の長さは片道の時間から（B）を引いたものに（C）を掛け、80をたしたもの、つまり

$$\text{振り子の長さ} = \{\text{片道時間} - B\} \times C + 80$$

となるのではないかと。もしそうであれば、振り子の長さが200cmのときには片道の時間はおよそ（D）秒となるはずである。」

そこで、長さが200cmのときの、片道の時間の100回分を測定しました。結果は右のようなものです。

振り子の長さ(cm)	200
100回分の時間(秒)	142

この結果は、予想からかなり離れています。そこで、再び次のように考えました。

「片道の時間を2回掛けそれを100倍すれば長さに等しくなるのではないかと。つまり、

$$\text{振り子の長さ} = \text{片道の時間} \times \text{片道の時間} \times 100$$

この場合は、片道の時間が1.42秒（100回で142秒）のとき長さは（E）cmとなり、前の結果よりも測定結果に近い。」

以上、実験1, 2, 3の結果から、太郎君は次のように結論付けました。

結論……（ア）や（イ）と片道の時間とは（3）であるが、振り子の長さ（ウ）は（4）にある。

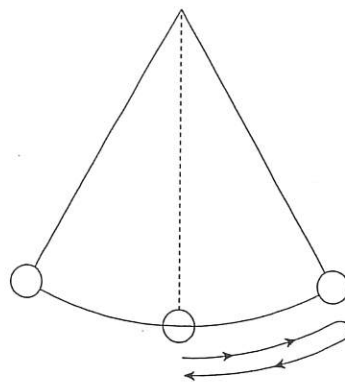


図 片道の時間（図の矢印で示されている道筋を動く時間）

問1 (1)~(4)に入れるべき適切なものを下から選び、番号で答えなさい。

- ① 比例の関係 ② 反比例の関係 ③ 無関係

問2 (A)~(E)に適切な数字を入れなさい。

問3 (ア)~(ウ)に入れるべき適切なものを下の中から選び、番号で答えなさい。ただし、同じ番号を選んではいけません。

- ① 振り子の長さ ② おもりの重さ ③ 振り子のふれ幅 ④ 片道の時間
⑤ 片道の時間を2度掛けたもの