

13 物体に力がはたらかない運動

1 力がはたらいていない運動

実験 水平面を進む台車の運動

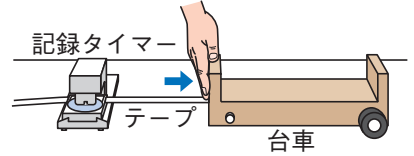
実験5 p.82

方法 ① 記録タイマーのスイッチを入れ、台車を手のひらでポンとたたき、運動を記録タイマーで記録する。

② テープ 0.1 秒(5 打点または 6 打点)ごとに、台車の進んだ距離を測り、表に記入する。

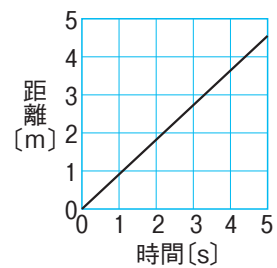
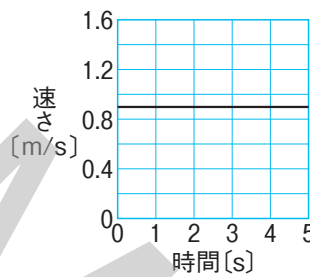
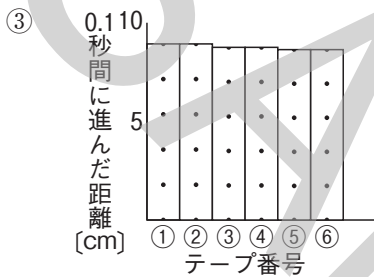
③ テープ 0.1 秒(5 打点または 6 打点)ずつ切って、台紙に並べて貼る。

④ 台車の速さと時間の関係をグラフにする。⑤ 台車の進んだ距離と時間の関係をグラフにする。



結果 ②

打点[打]	5	10	15	20	25	30
距離[cm]	9.1	18.2	27.2	36.2	45.1	54.0



(1) **等速直線運動** 速さが一定で、一直線上を進む運動。運動している物体に、その運動の向きに力がはたらいていないとき、物体は等速直線運動をする。

① 時間と速さの関係を表すグラフ 速さが一定なので、横軸(時間)に平行な直線になる。

② 時間と距離の関係を表すグラフ 原点を通る直線になり、進んだ距離はかかった時間に比例する。

(2) **力がつり合っているときの運動** 運動している物体に力がはたらいている場合でも、それらの力がつり合っているときは等速直線運動をする。

例 一定の速さで走行する自動車では、エンジンの力と摩擦力などがつり合っている。

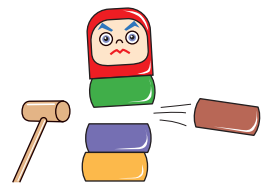
例 雨粒は、地上付近でははたらく重力と空気の抵抗がつり合うため等速で落下する。

2 慣性の法則

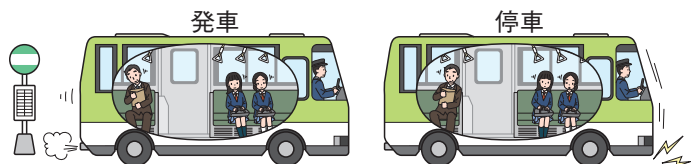
(1) **慣性** 物体がもつ、運動の状態を保とうとする性質。物体には、運動しているときは運動の状態を、静止しているときには静止の状態を保とうとする性質がある。

(2) **慣性の法則** 物体に力がはたらいていないときや、力がはたらいていても合力が0である(それらの力がつり合っている)ときは、静止している物体は静止し続け、動いている物体は等速直線運動を続ける。

例 だるま落とし 力を受けた部分だけが横に動き、他の部分は落下する。



例 バスの発車と停車 発車のとき、乗客は静止の状態を続けようとして、後ろに傾く。また、停車のとき、乗客は運動の状態を続けようとして、前に傾く。



確認問題

学習日

月

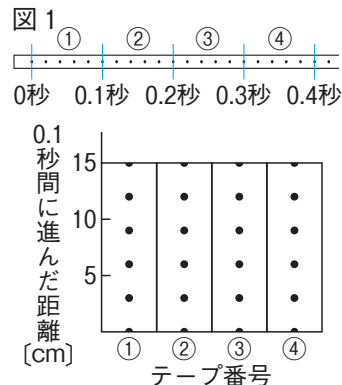
日

1 力がはたらいでない運動

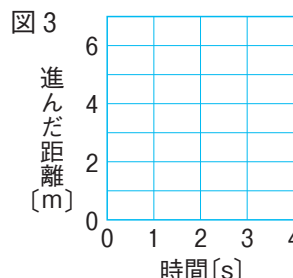
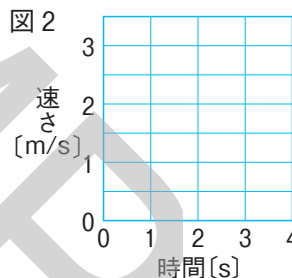
□(1) 次の文の空欄に当てはまる語句を記入しなさい。

- ① 一定の速さで一直線上を動く運動を〔 〕という。
- ② ①の運動では、物体の進む距離は時間に〔 〕する。これを式で表すと、
距離[m] = 〔 〕[m/s] × 〔 〕[s]となる。
- ③ 雨粒がほとんど一定の速さで落ちてくるのは、〔 〕と〔 〕の抵抗が
つり合っているからである。

□(2) 滑らかな水平面上で、台車を手のひらでポンとたたいて運動させ、
 $\frac{1}{50}$ 秒ごとに打点する記録タイマーで運動を記録した。記録したテープ
は図1のように、5打点ずつ切って、台紙に並べて貼った。



- ① この実験では、台車の運動する向きやその逆向きにはたらく力をど
のようにしてあるか。〔 〕
- ② 図1から、台車はどのような運動をしたといえるか。〔 〕
- ③ 台車の速さは、何 m/s か。〔 〕
- ④ この台車が4秒間に進む距離は何 m か。〔 〕



- ⑤ 時間と台車の速さ、時間と台車の進んだ距離
を表すグラフを、それぞれ図2、図3にかきな
さい。
- ⑥ 時間と台車の進んだ距離には、どんな関係が
あるか。〔 〕

2 慣性の法則

□(1) 次の文の空欄に当てはまる語句を記入しなさい。

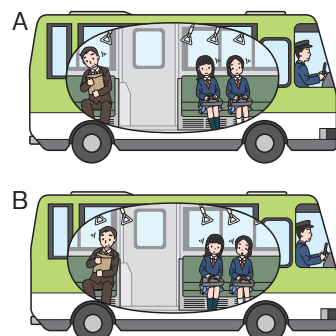
- ① 物体がもつ、運動の状態を保とうとする性質を〔 〕という。
- ② 他の物体から力がはたらかない場合、または、力がつり合っている場合に、静止している物体はいつ
までも〔 〕し、運動している物体はそのままの速さで〔 〕を続ける。
このことを〔 〕という。

□(2) 図のA, Bは、バスが発車したときと、停車したときのいずれかを表
している。

- ① バスの停車中と走行中、乗客にはたらいている力はあるか。ある場
合には、次からそれぞれすべて選び、記号で答えなさい。

停車中〔 〕 走行中〔 〕

- ア 地球の重力 イ 乗客が座席を押す力
- ウ 座席からの垂直抗力 エ 進行方向へ引かれる力

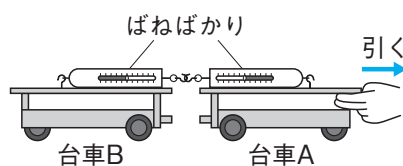


- ② Aのように乗客が後ろに傾くのは、バスが発車したときか、停車したときか。〔 〕
- ③ Bのように乗客が前に傾くのは、バスが発車したときか、停車したときか。〔 〕

基本問題

学習日 月 日

- ①【等速直線運動】 摩擦のない水平面で、台車Aと台車Bにばねばかりを取り付けて互いにつなぎ、台車Aを手で引くと、2台とも動き始めた。台車Aから手をはなすと、台車Aと台車Bは等速直線運動を続けた。



- (1) 台車Aを手で引いたとき、台車Aのばねばかりが示す値を a 、台車Bのばねばかりが示す値を b として、 a と b の関係を等号か不等号を使って表しなさい。
- (2) 下線部のとき、台車Aにはたらく①水平面に垂直方向の合力、②水平方向の合力は、どうなっているか。次から1つずつ選び、記号で答えなさい。
- ア 手が台車を引いていた力と同じ大きさの力
イ 台車にはたらく重力と同じ大きさの力
ウ 0

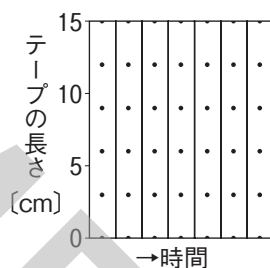
①

(1)

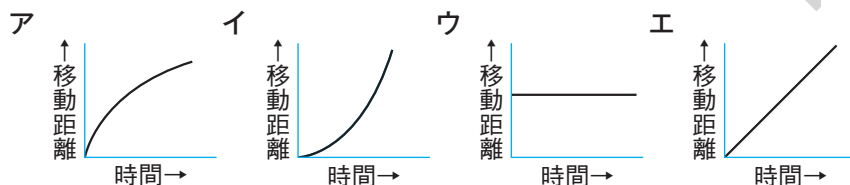
(2)①

②

- ②【摩擦のない水平面上の運動】 摩擦のない水平面上で台車をぼんと強く押して走らせ、1秒間に50回打点する記録タイマーで運動の様子を記録した。図は、記録テープのはじめの打点が重なっている部分を切り捨て、5打点ごとに切り取って左から順に下端をそろえて台紙に貼ったものである。

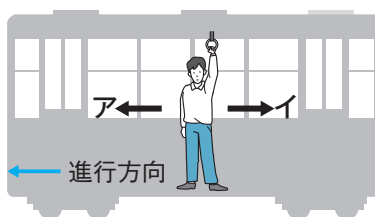


- (1) 図からわかることとして適当なものを次からすべて選び、記号で答えなさい。
- ア 時間に比例して、台車の移動距離が大きくなる。
イ 時間にかかわらず、台車の移動距離は一定である。
ウ 時間に比例して、台車の速さが大きくなる。
エ 時間にかかわらず、台車の速さは一定である。
- (2) 時間と台車の移動距離の関係を表すグラフを次から1つ選び、記号で答えなさい。



- (3) 台車が図のように運動を続けるとすると、2秒間で何cm進むか。

- ③【慣性】 図のように、矢印←の方向へ走っている電車が急停車すると、乗っている人が倒れそうになった。



- (1) 人が倒れそうになったのは、物体のもつ何という性質のためか。
- (2) 人が倒れそうになったのは、ア、イのどちらか、記号で答えなさい。

②

(1)

(2)

(3)

③

(1)

(2)

標準問題

学習日 月 日

- ① ストロボスコープの発光間隔を0.1秒にし、滑らかな水平面上を滑る物体を撮影した。図1は、そのときのストロボ写真をもとにかいたものである。ただし、摩擦力や空気の抵抗は無視できるものとする。

図1

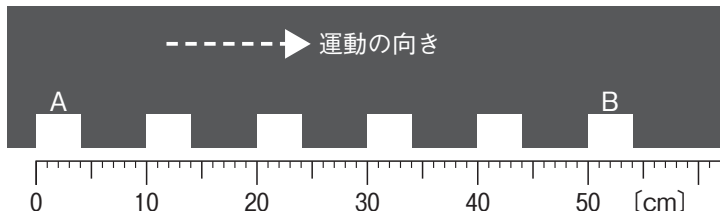
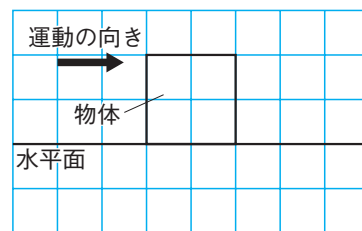


図2



- ✂ □(1) AからBまで動く間、物体にはたらいっている力を、図2にかきこみなさい。ただし、物体にはたらく重力は0.2Nで、方眼の1目盛りは0.1Nを表している。

図3

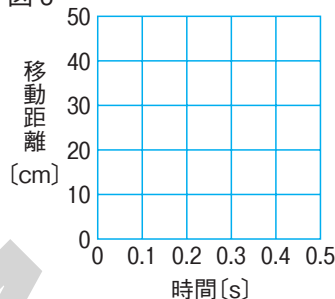
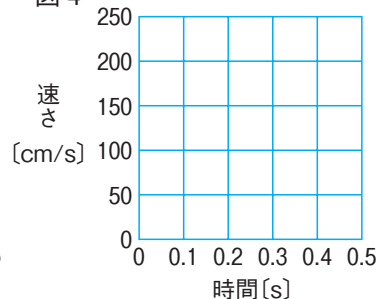


図4



- ✂ □(2) 物体がAからBまで動く間の、①時間と移動距離、②時間と速さの関係を表すグラフを、図3、図4にかきなさい。

- ✎ □(3) 図1のとき、物体にはたらいっている力はどのようになっていて、どのような運動をしているか、説明しなさい。

[]

- ② 図1は、電車のつり革の様子を表している。

- (1) 停車していた電車が急に動き出したとき、図1のようにつり革が動いたとすると、電車が動き出した方向はA、Bのどちらか、記号で答えなさい。

[]

- (2) 走っていた電車が急に止まったとき、図1のようにつり革が動いたとすると、電車の動いていた方向はA、Bのどちらか、記号で答えなさい。

[]

- (3) Aの方向に同じ速さで進行中の電車の中でつり革が切れたとすると、つり革はどこに落ちるか。図2のa~cから1つ選び、記号で答えなさい。

[]

- (4) つり革の動きのように、物体のもつ性質のために起こる現象を、次から1つ選び、記号で答えなさい。

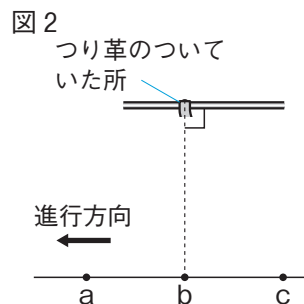
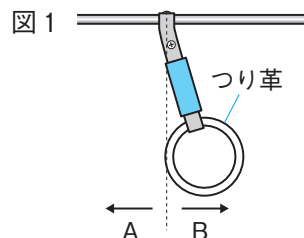
[]

ア ボールを坂道に置くと、転がり始めた。

イ ボールをけったら、ボールが飛んでいった。

ウ テーブルの上にテーブルクロスをしてコップを置き、テーブルクロスを素早く引くと、コップはテーブルの上に残った。

エ 発泡スチロールの箱を手で水中に押し込むと、押し返された。



トレーニング

学習日 月 日

□(1)【記録テープの読み方】 次の図は、直線上を運動する物体の運動の様子を、記録タイマーを使って調べたときのテープの打点を表している。それぞれのテープで、一番左の打点が記録されてから 0.1 秒間の平均の速さを求めなさい。ただし、打点の間に書かれた長さは打点間の長さ〔cm〕を表し、1 秒間に 50 打点するタイマーである場合と、1 秒間に 60 打点するタイマーである場合の両方の場合の速さを答えなさい。



50 打点〔 〕 60 打点〔 〕



50 打点〔 〕 60 打点〔 〕



50 打点〔 〕 60 打点〔 〕



50 打点〔 〕 60 打点〔 〕

□(2)【平均の速さ】 次の表は、自由落下する物体の、物体をはなしてからの時間と落下した距離との関係を示したものである。あとのときの物体の平均の速さを求めなさい。

時間〔秒〕	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
距離〔cm〕	4.9	19.6	44.1	78.4	122.5	176.4

□① 落ちはじめてから 0.1 秒間 () □② 落ちはじめてから 0.2 秒間 ()

□③ 落ちはじめてから 0.3 秒間 () □④ 落ちはじめてから 0.4 秒間 ()

□⑤ 落ちはじめてから 0.5 秒間 () □⑥ 落ちはじめてから 0.6 秒間 ()

□⑦ 落ちはじめて 0.2 秒後から 0.3 秒後 () □⑧ 落ちはじめて 0.3 秒後から 0.6 秒後 ()

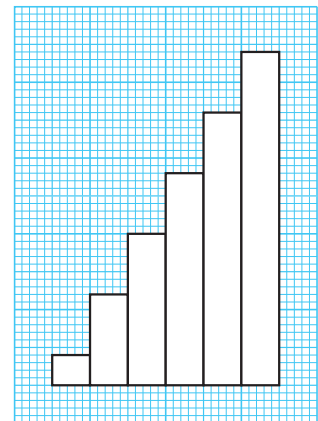
□(3)【平均の速さ】 次の図は、斜面を下る台車の運動を記録タイマーで記録し、運動開始から 0.1 秒ごとに区切って左端からの長さ〔cm〕を記入したものである。あとのときの台車の平均の速さを求めなさい。



□① 運動開始から 0.2 秒間 () □② 運動開始から 0.4 秒間 ()

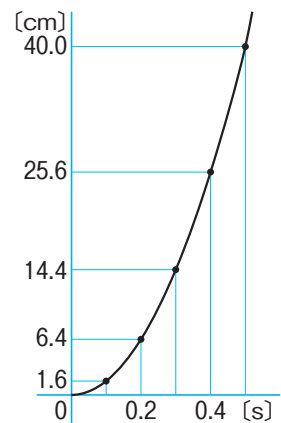
□③ 運動開始 0.1 秒後から 0.3 秒後 () □④ 運動開始 0.2 秒後から 0.5 秒後 ()

□(4)【記録テープの読み方】 図は、斜面を下る台車の運動を記録したテープを、運動開始から 0.1 秒ごとに切って、グラフ用紙(実寸)に貼ったものである。次の平均の速さを求めなさい。



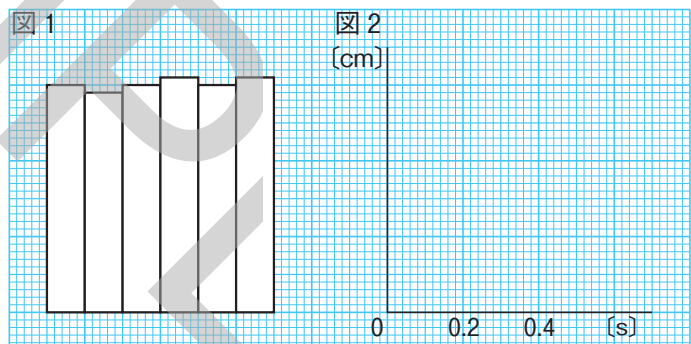
- ① 運動開始から 0.1 秒間 □② 運動開始 0.1 秒後から 0.2 秒後
{ } { }
- ③ 運動開始 0.3 秒後から 0.4 秒後 □④ 運動開始 0.4 秒後から 0.5 秒後
{ } { }
- ⑤ 運動開始 0.2 秒後から 0.4 秒後 □⑥ 運動開始 0.3 秒後から 0.6 秒後
{ } { }

□(5)【グラフの読み取り】 図は、斜面を下る台車の、運動開始からの時間[s]と斜面上の出発点からの移動距離[cm]との関係をグラフにしたものである。次の平均の速さを求めなさい。

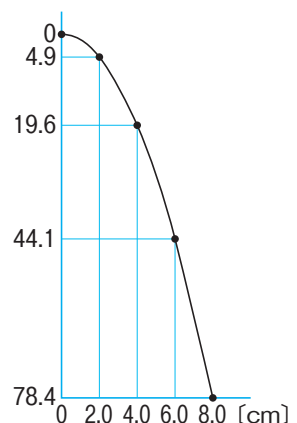


- ① 運動開始から 0.1 秒間 □② 運動開始から 0.4 秒間
{ } { }
- ③ 運動開始 0.1 秒後から 0.2 秒後 □④ 運動開始 0.3 秒後から 0.4 秒後
{ } { }
- ⑤ 運動開始 0.1 秒後から 0.3 秒後 □⑥ 運動開始 0.2 秒後から 0.5 秒後
{ } { }

□(6)【グラフの作成】 図1は、平面上を運動する台車の運動を記録したテープを、ある地点Aから 0.1 秒ごとに切って、グラフ用紙(実寸)に貼ったものである。台車がある地点Aから運動した時間[s]とある地点Aからの移動距離[cm]の関係を図2にグラフで表しなさい。ただし、縦軸には適切な目盛りを入れなさい。



□(7)【グラフの読み取り】 図は、台の上から水平に打ち出した小球の運動の様子を、0.1 秒ごとに発光するストロボスコープで撮影し、垂直方向に落下した距離と、水平方向に移動した距離とをまとめたものである。小球の運動の様子を、垂直方向と水平方向とに分けて考える。



- ① 小球の垂直方向の運動について、運動開始から 0.1 秒ごとの小球の平均の速さを求めなさい。
0~0.1 秒 { } 0.1~0.2 秒 { }
0.2~0.3 秒 { } 0.3~0.4 秒 { }
- ② 小球の水平方向の速さについて、簡単に説明しなさい。
{ }

基本のまとめ

学習日 月 日

● 重要図解整理 図の□に当てはまる語句を入れて、基本事項を整理しよう。

12 物体に力がはたらく運動①	◆斜面の傾きと物体にはたらく力	
	斜面の傾き	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>小さい</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>大きい</p> </div> </div>
	重力の斜面に平行な分力	① □
	重力の斜面に垂直な分力	③ □
速さの増え方	⑤ □	⑥ □

12 物体に力がはたらく運動②	◆力がはたらく運動
	<p>速さは ① □ の割合で ② □ する。</p>

13 物体に力がはたらかない運動	◆等速直線運動
	<p>時間と速さとの関係は ① □</p> <p>時間と移動距離との関係は ④ □</p>

● 基本事項の確かめ

【物体に力がはたらく運動】

- ① 摩擦のない斜面上を運動する物体にはたらく力は、重力と何か。① _____
- ② 物体の運動の向きに力がはたらくと、物体の速さはどうなるか。② _____
- ③ 物体の運動の向きと反対向きに力がはたらくと、物体の速さはどうなるか。③ _____
- ④ 物体にはたらく力が大きくなると、速さの変化する割合はどうなるか。④ _____
- ⑤ 手で持った物体をはなしたとき、物体は何という運動をするか。⑤ _____
- ⑥ 斜面上を下る物体の速さが大きくなっていくのは、物体にはたらく重力のどのような分力の大きさによるか。⑥ _____
- ⑦ 自由落下する物体の速さが大きくなっていくのは、何という力のためか。⑦ _____
- ⑧ 物体を机の上で滑らせるとやがて止まるのは、何という力がはたらくからか。⑧ _____

【物体に力がはたらかない運動】

- ① 一定の速さで一直線上を動く運動を何というか。① _____
- ② 等速直線運動において、時間と移動距離との間にはどのような関係があるか。② _____
- ③ 雨粒が地表付近で等速直線運動をするのは、重力と何が釣り合うためか。③ _____
- ④ 物体にはたらく力が釣り合っているとき、それらの力の合力はいくらか。④ _____
- ⑤ 物体にはたらく力の合力が0のときの運動についてまとめた法則を何というか。⑤ _____
- ⑥ 物体がもつ、運動の状態を保とうする性質を何というか。⑥ _____

● 記述の練習

【物体に力がはたらく運動】

- ① 滑らかな斜面を台車が下るとき、斜面の傾きが大きくなると、速さの増加の割合が大きくなるのは、なぜか。台車にはたらく力に着目して書きなさい。

- ② 物体を水平面上で滑らせたところ、物体の速さが次第に小さくなり、やがて止まった。このことから、どのようなことがいえるか。簡潔に書きなさい。

【物体に力がはたらかない運動】

- ① 等速直線運動では、経過した時間と速さ、及び移動距離との間にはどのような関係があるか。簡潔に書きなさい。

- ② 電車が急ブレーキをかけたとき、電車内の乗客はどのようになるか。その理由を含めて簡潔に書きなさい。

1 水圧と浮力

- (1) _____ 面積 1m^2 あたりにはたらく力の大きさ。単位：Pa
- (2) _____ 水中の物体に、水の重さによって生じる圧力。
- (3) _____ 水中の物体にはたらく上向きの力。

2 力の法則

- (1) _____ 2力と同じはたらきをする1つの力を求めること。
- (2) _____ 2力を合成した力。
- (3) _____ 1つの力を、これと同じはたらきをする2力に分けること。
- (4) _____ 1つの力を分解して求めた2つの力のそれぞれ。
- (5) _____ 角度をもってはたらく2力の合力は、2力を2辺とする平行四辺形の対角線で表されること。

3 運動と力

- (1) _____ 物体がある時間の間、同じ速さで運動し続けたと考えたときの速さ。
- (2) _____ 平均の速さにおいて、時間間隔をごく短くとしたときの速さ。
- (3) _____ 一定の時間間隔で発光する装置。
- (4) _____ 一定の時間間隔で、テープに打点を記録する装置。
- (5) _____ 対になってはたらく力のうち、注目している方の力。
- (6) _____ 対になってはたらく力のうち、作用ではない方の力。
- (7) _____ 物体に力を加えると、その物体から反対向きに同じ大きさの力を受けること。
- (8) _____ 面上で物体にはたらく、物体の運動を妨げる向きの力。
- (9) _____ 物体を落下させたときの運動。
- (10) _____ 一直線上を一定の速さで動く運動。
- (11) _____ 物体のもつ、運動の状態を保とうとする性質。
- (12) _____ 物体に力がはたらいていない、もしくははたらいていてもつり合っているとき、静止している物体は静止を続け、動いている物体は等速直線運動を続けること。

4 仕事とエネルギー

- (1) _____ 加えた力[N]と力を加えた向きに動いた距離[m]の積。単位：J
- (2) _____ 同じ仕事をするのに、道具を使っても使わなくても仕事の量は変わらないこと。
- (3) _____ 単位時間(1秒間)にする仕事。単位：W。
- (4) _____ 仕事をする能力。
- (5) _____ 高いところにある物体がもつエネルギー。
- (6) _____ 運動している物体のもつエネルギー。
- (7) _____ 位置エネルギーと運動エネルギーの和。
- (8) _____ 位置エネルギーと運動エネルギーの和である力学的エネルギーは一定に保たれること。

1 水圧と浮力

- (1) 圧力
- (2) 水圧
- (3) 浮力

2 力の法則

- (1) 力の合成
- (2) 合力
- (3) 力の分解
- (4) 分力
- (5) 力の平行四辺形の法則

3 運動と力

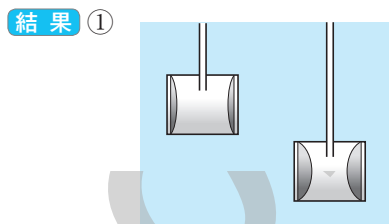
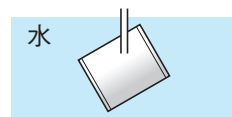
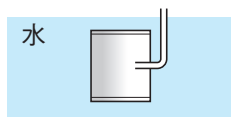
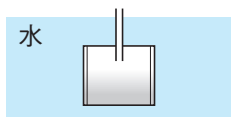
- (1) 平均の速さ
- (2) 瞬間の速さ
- (3) ストロボスコープ
- (4) 記録タイマー
- (5) 作用
- (6) 反作用
- (7) 作用反作用の法則
- (8) 摩擦力
- (9) 自由落下
- (10) 等速直線運動
- (11) 慣性
- (12) 慣性の法則

4 仕事とエネルギー

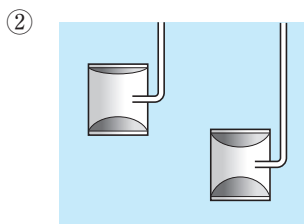
- (1) 仕事
- (2) 仕事の原理
- (3) 仕事率
- (4) エネルギー
- (5) 位置エネルギー
- (6) 運動エネルギー
- (7) 力学的エネルギー
- (8) 力学的エネルギーの保存

実験1 ゴム膜にはたらく水圧

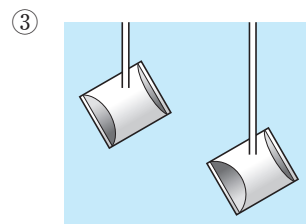
- 方法** ① 2つのゴム膜が同じ深さになるようにして、装置を水に入れ、深さを変えてゴム膜の変化を観察する。
- ② 2つのゴム膜が上下になるようにして、装置を水に入れ、深さを変えてゴム膜の変化を観察する。
- ③ 2つのゴム膜が斜めになるようにして、装置を水に入れ、深さを変えてゴム膜の変化を観察する。



同じ深さでは、左右のへこみ方は[同じ]。



深くなるほど、へこみ方が [大きい]。

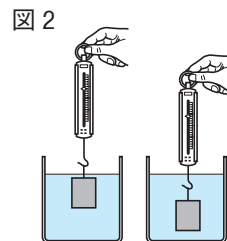
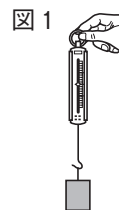


[どの]向きでもへこむ。

考察 実験結果から、水圧は[あらゆる]向きからはたらき、水の深さが深いほど[大きく]なることがわかる。

実験2 浮力

- 方法** ① 図1のように、物体をばねばかりにつるし、その値を読んで、物体にはたらく重力の大きさを調べる。
- ② 図2のように、つるした物体を水中に浅く入れたときと、深く入れたときのばねばかりの値をそれぞれ読む。
- ③ 物体の材質や体積を変えて、①、②の操作を行う。



結果 アルミニウムの物体

物体の体積		30cm ³	60cm ³
物体にはたらく重力[N]		0.81	1.62
ばねばかりの値[N]	浅く入れる	0.51	1.02
	深く入れる	0.51	1.02

ポリ塩化ビニルの物体

物体の体積		30cm ³	60cm ³
物体にはたらく重力[N]		0.42	0.84
ばねばかりの値[N]	浅く入れる	0.12	0.24
	深く入れる	0.12	0.24

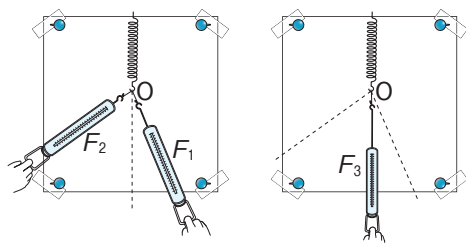
考察 物体を水中に入れたときのばねばかりの値は、物体にはたらく重力の大きさよりも[小さく]なった。このことから、水中にある物体にはたらく浮力は[上向き]であることがわかる。

物体を水中に入れたときのばねばかりの値は、深さを変えても[変わらない]。このことから、水中にある物体にはたらく浮力の大きさは、[深さに関係しない]ことがわかる。

体積の大きい物体ほど、物体にはたらく重力の大きさとばねばかりの値との差が[大きく]なった。このことから、物体にはたらく浮力の大きさは、[水中の物体の体積が大きいほど大きい]ことがわかる。浮力は、物体にはたらく重力から、水中に入れたときのばねばかりの値を引くと求められ、実験の結果から、物体の材質によらず、水中の30cm³の物体にはたらく浮力は[30N]、60cm³の物体にはたらく浮力は[60N]であることがわかる。

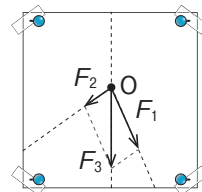
実験3 合力もとの2力の関係

- 方法**
- ばねに糸とばねばかりをとりつけ、点Oの位置を決めて、印をつける。
 - 2本のばねばかりで力を加え、ばねをO点までのばし、2つの力の大きさ F_1 、 F_2 と、力の向きを記録する。
 - 1本のばねばかりでばねに力を加えて、点Oまで引きのばし、力の大きさ F_3 と力の向きを記録する。
 - ばねばかりの引く角度を変えて、①～③をくり返す。



結果 力を矢印で表すと、図のようになった。

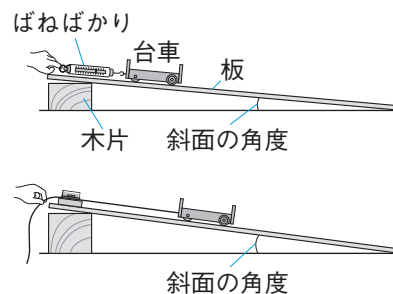
- 考察**
- 力 F_1 、 F_2 、 F_3 の先、点Oの4点を結ぶと平行四辺形ができた。
 - 力 F_3 は、力 F_1 と F_2 の2力でばねを引きのばした力と同じはたらきをしているといえる。



- まとめ**
- 力 F_3 を、2力 F_1 、 F_2 の[合力]といい、 F_1 、 F_2 から F_3 を求めることを[力の合成]という。角度をもってはたらく2力の合力は、その2力を表す矢印を隣り合う2辺とする[平行四辺形]の[対角線]で表される。これを[力の平行四辺形法則]という。
 - 力 F_3 とつり合う力 F_4 は、 F_3 と[同じ大きさで逆向きの力]であり、 F_3 は F_1 と F_2 の合力であるから、3力 F_1 、 F_2 、 F_4 は[つり合う]。

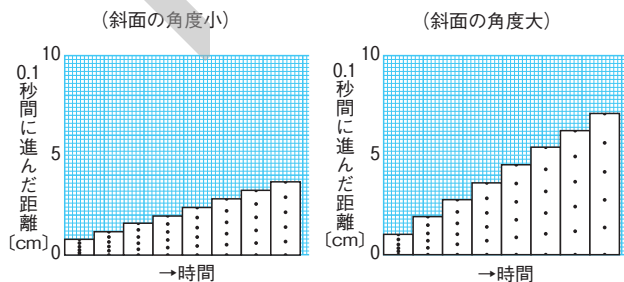
実験4 斜面を下る台車の運動

- 方法**
- 斜面をつくり、斜面の傾きの角度を測った後、斜面上に台車を置き、斜面に平行な力の大きさを3か所で測る。記録タイマーを斜面の上部に固定し、斜面の長さより少し長めに切った記録テープを記録タイマーに通し、一端を台車に貼る。
 - 台車を斜面の上部に置き、記録タイマーのスイッチを入れると同時に台車から手をはなし、台車を運動させる。
 - 記録テープの端がテープガイドを通り過ぎたら、記録タイマーのスイッチを切り、台車を止める。
 - 斜面の傾きの角度を大きくし、①～③を行う。

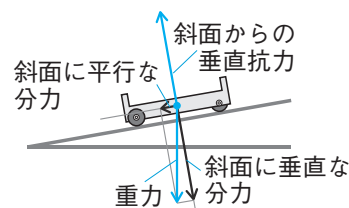


結果 記録テープを0.1秒ごとに切り、グラフ用紙にはると、図のようになった。

- 考察**
- 斜面上の台車には、[一定の力]がはたらき、[速さが次第に大きくなる]運動をする。
 - 斜面が急になると、台車にはたらく



- まとめ** 斜面上にある台車にはたらく重力は、[斜面に平行な分力]と、[斜面に垂直な分力]に分解される。斜面上を運動する台車には、斜面に平行な分力が[一定の大きさではたらき続ける]ため、[速さが次第に大きくなる]。斜面の傾きが大きくなると、[斜面に平行な分力が大きくなる]ため、[速さの増え方が大きくなる]。



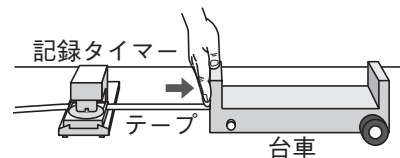
物体の自由落下は、斜面の角度が 90° になった場合ととらえることができる。

実験5 水平面を進む台車の運動

方法 ① 記録タイマーのスイッチを入れ、台車を手のひらでポンとたたき、運動を記録タイマーで記録する。

② テープ0.1秒(5打点または6打点)ごとの台車の進んだ距離を測り、表に記入する。

③ テープ0.1秒(5打点または6打点)ずつ切って、台紙に並べて貼る。



結果 図1のように、0.1秒ごと切ったテープの長さは、どれもほぼ同じであった。

考察 台車が動いているとき、台車の運動の方向には力ははたらいっていない。0.1秒間に移動した距離がほぼ等しいということは、台車が[一定の速さ]で運動したことを表すので、

台車の速さと時間の関係のグラフは図2のようになる。

図2のグラフから、台車の進んだ距離と時間の関係のグラフをかくと図3のようになるので、[距離は時間に比例する]ことがわかる。

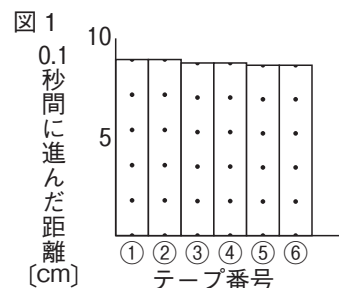


図2

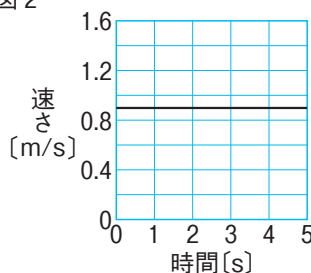
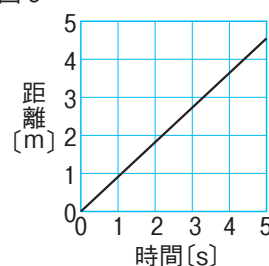


図3



まとめ ① 速さが一定で一直線上を進む運動を、[等速直線運動]という。

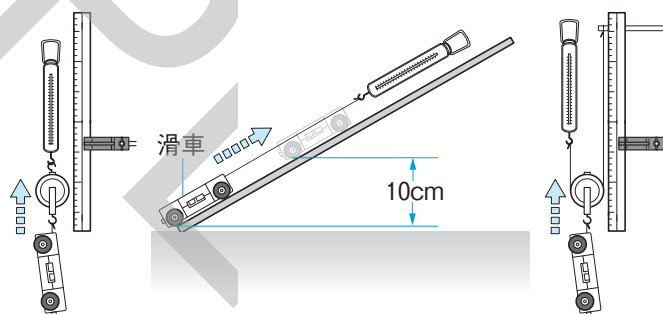
② 物体が、その運動の状態を保とうとする性質を[慣性]という。物体に力がはたらいっていないときや、力がはたらいているも[つり合っている]ときは、静止している物体は静止し続け、動いている物体は等速直線運動を続ける。これを[慣性の性質]という。

実験6 道具を使った仕事

方法 ① 力学台車と滑車を真上にゆっくりと10cm引き上げながら、力の大きさをはかる。

② 滑車をのせた台車を、斜面上に沿って高さ10cmまでゆっくりと引き上げて、力の大きさと糸を引く距離を測る。

③ 滑車を動滑車として使い、台車を真上に10cm引き上げて、力の大きさと糸を引く距離を測る。



	力の大きさ[N]	引く距離[m]	仕事の量[J]
直接	10.4	0.10	1.04
斜面	5.2	0.20	1.04
動滑車	5.2	0.20	1.04

結果 それぞれの測定結果と仕事の量は、表のようになった。

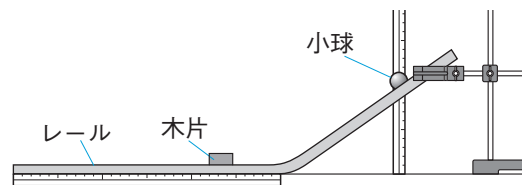
考察 道具を使わなくても、道具を使っても、[仕事の量は変わらない]。

まとめ 同じ仕事をするのに、道具を使っても使わなくても仕事の量が変わらないことを[仕事の原理]という。

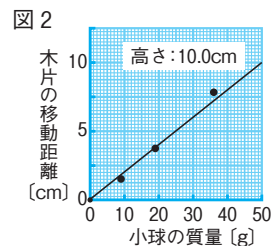
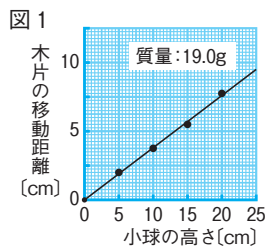
仕事の量は、道具を使っても使わなくても変わらないが、道具を使うと、短い時間で仕事が終わることがある。単位時間(1秒間)あたりの仕事の量を[仕事率](単位[W])といい、仕事の能率を表す。

実験7 位置エネルギーと高さや質量の関係

- 方法** ① 基準面からの高さを変えて、小球を斜面の上から転がして木片に当て、木片の移動距離を調べる。
 ② 質量が異なる小球に変えて、①と同様にして調べる。



- 結果** ① 小球の質量が同じ場合に、木片の移動距離と高さの関係をグラフに表すと、図1のようになった。
 ② 小球の高さが同じ場合に、木片の移動距離と質量の関係をグラフに表すと、図2のようになった。



- 考察** 小球の質量が同じとき、木片の移動距離は[**高さに比例する**]。また、小球の高さが同じとき、木片の移動距離は[**質量に比例する**]。

小球が木片に対して行った仕事の量は、小球が木片にぶつかる前にもっていたエネルギーを表すから、次のことがいえる。

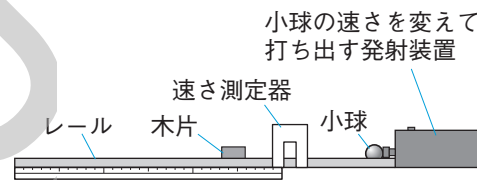
木片に衝突する直前に小球がもつエネルギーは、[**小球の高さに比例し、小球の質量に比例する**]。

- まとめ** 高いところにある物体がもっているエネルギーを[**位置エネルギー**]という。

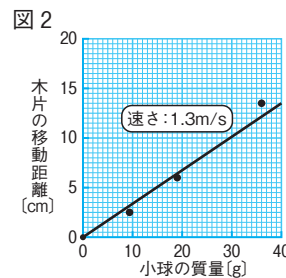
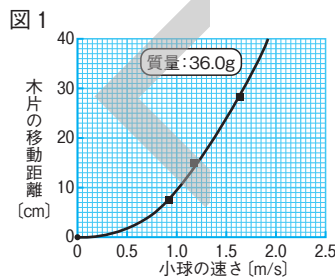
- ① 位置エネルギーの大きさは、基準面からの[**高さが高いほど大きい**]。(高さに比例する。)
 ② 位置エネルギーの大きさは、[**物体の質量が大きいほど大きい**]。(物体の質量に比例する。)

実験8 運動エネルギーと速さや質量の関係

- 方法** ① 小球の速さを変えて、木片に小球を当て、小球の速さと木片の移動距離を調べる。
 ② 質量が異なる小球を、同じ速さになるようにして木片に当て、木片の移動距離を調べる。



- 結果** ① 小球の質量が同じときの木片の移動距離と速さの関係をグラフに表すと、図1のようになった。
 ② 小球の速さが同じときの木片の移動距離と質量の関係をグラフに表すと、図2のようになった。



- 考察** 木片の移動距離は小球のもつエネルギーを表しているので、小球のもつエネルギーは、小球の質量が同じとき、[**速さが速いほど大きく**]、小球の速さが同じとき、[**質量が大きいほど大きい**]。

- まとめ** 運動している物体がもつエネルギーを[**運動エネルギー**]という。

- ① 運動エネルギーの大きさは、[**物体の速さが大きいほど大きい**]。
 ② 運動エネルギーの大きさは、[**物体の質量が大きいほど大きい**]。(物体の質量に比例する。)

斜面を転がる運動では、高いところにある小球が斜面を下るにしたがって、速さが大きくなる。すなわち、[**位置エネルギーが小さくなるにしたがって、運動エネルギーが大きくなる**]。

位置エネルギーと運動エネルギーの和を[**力学的エネルギー**]という。

摩擦や空気の抵抗がなければ、[**力学的エネルギーは一定に保たれる**]。これを[**力学的エネルギーの保存**]、[**力学的エネルギー保存の法則**]という。

まとめの問題 A

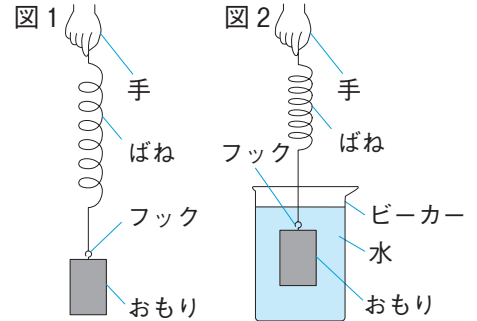
学習日 月 日

【水中の物体にはたらく力】

① 水中ではたらく圧力について調べるために、次の実験を行った。ただし、質量 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とし、おもりのフックの質量と体積は無視できるものとする。

〔実験 1〕 図 1 のように、フックをつけた質量 240g の円筒形のおもりをばねにつるしたところ、ばねは 8.0cm 伸びた。

〔実験 2〕 図 2 のように、実験 1 で使用したばねとおもりを、ビーカーに触れないようにして水中に入れたところ、ばねは 5.0cm 伸びた。



□(1) 実験 1 について、おもりがばねを引く力の大きさは何 N か、求めなさい。 []

□(2) 実験 2 について、次の各問いに答えなさい。

□① 水中にあるおもりに浮力がはたらくのはなぜか。その理由を、「おもりの下面」、「水圧」という語句を用いて、簡潔に書きなさい。 []

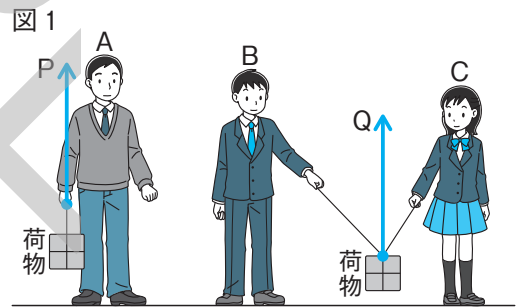
□② おもりにはたらく浮力の大きさは何 N か、求めなさい。 []

□③ 水中のおもりは 3 つのものから力を受けている。その 3 つのものの組み合わせとして最も適当なものを、次から 1 つ選び、記号で答えなさい。 []

- | | | |
|-------------|---------------|---------------|
| ア 手, 水, 地球 | イ 手, ばね, 水 | ウ 手, ばね, 地球 |
| エ ばね, 水, 地球 | オ ばね, 水, ビーカー | カ 水, ビーカー, 地球 |

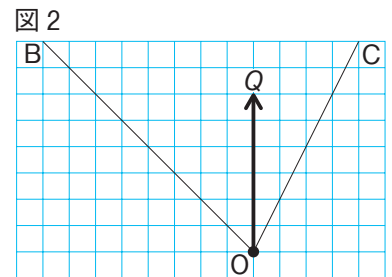
【力の合成と分解】

② 図 1 のように、重さ 30N の同じ荷物を A は 1 人で、また、B と C は 2 人で支えた。P, Q は、それぞれが荷物を支える力を表している。ひもの重さは考えなくてよい。



□(1) 力 Q の大きさは何 N か。 []

□(2) 図 2 は、B, C のそれぞれがひもを引く方向と力 Q の関係を表したものである。B, C がひもを引く力を、図 2 の点 O からの矢印で表しなさい。



□(3) B のもつひもと力 Q がなす角の大きさを b° 、C のもつひもと力 Q がなす角の大きさを c° とする。

□① B がひもを引く力の大きさと、C がひもを引く力の大きさが等しくなるとき、 b と c の大小関係はどのようなものであるか。等号や不等号を用いて表しなさい。 []

□② B がひもを引く力の大きさの方が、C がひもを引く力の大きさよりも大きくするには、 b と c の大小関係をどのようにすればよいか。等号や不等号を用いて表しなさい。 []

□③ B, C がひもを引く力の大きさをできるだけ小さくするには、どのようにすればよいか。簡潔に書きなさい。 []

【物体の運動と速さ】

3 図1は、ある物体の運動を1秒間に60打点する記録タイマーで記録し、そのテープを6打点ごとに順に切り離して、順に貼り付けたものである。

- (1) 物体が動き始めてから0.5秒間に、物体が動いた距離は何cmか。

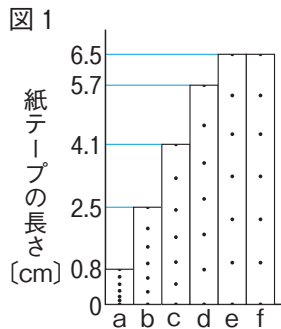
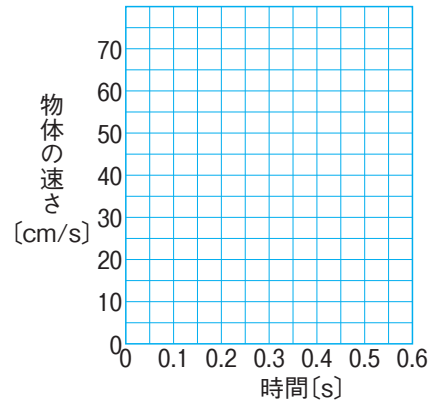


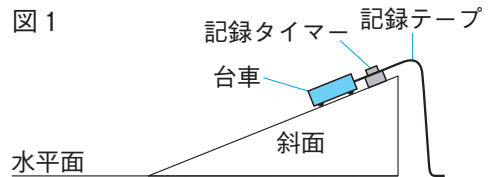
図2



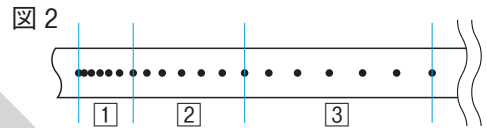
- ✂ □(2) 物体が動き始めてから0.6秒間の時間と物体の速さの関係を表すグラフを図2にかきなさい。

【物体に力がはたらく運動】

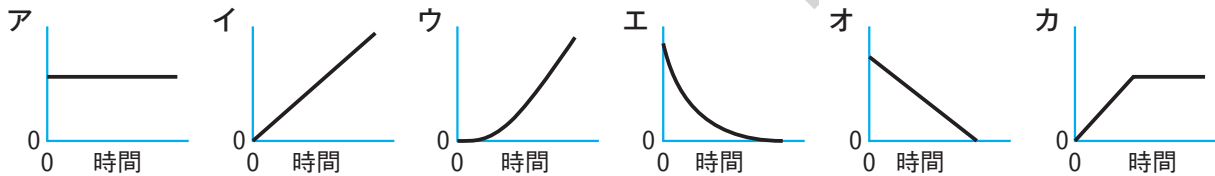
4 図1のようにして、斜面上に置いた台車が静かに滑り始めたときの運動を1秒間に60打点する記録タイマーで調べた。このときの記録テープを図2のようにスタート地点から6打点ごとに区切って、番号①~⑩をつけ、それぞれの長さを測定した。表はその結果である。



	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
長さ [cm]	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6	5.6	5.6	5.6



- (1) 斜面を下るときの運動を説明した次の文の①, ②に当てはまる適当な語句を、あとから1つずつ選び、記号で答えなさい。 ①() ②()
- 進行方向にはたらく力の大きさは □①□ なるので、台車の速さは □②□ なる。
- ア だんだん小さく イ 常に一定に ウ だんだん大きく
- (2) 台車が動き始めてから0.4秒から0.5秒の間の平均の速さは何cm/sか。 ()
- (3) ①~⑩の台車の運動について、①時間と速さ、②時間と移動距離の関係を表すグラフとして適当なものはそれぞれどれか。次からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。 ①() ②()

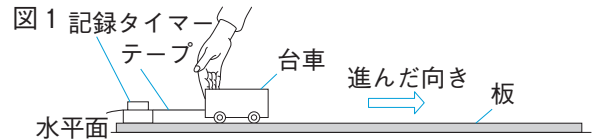


- (4) この実験で、次の①~③のように操作を誤ったが、そのまま結果をまとめた。その結果、表の④の速さは、表の④の長さから求めた速さと比較してどうなるか。あとからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。
- ① スタート時に台車を手で押してしまった。 ①()
- ② 記録タイマーにテープが引っかかった。 ②()
- ③ 記録テープを5打点ごとに切った。 ③()
- ア 小さくなる。 イ 変化しない。 ウ 大きくなる。

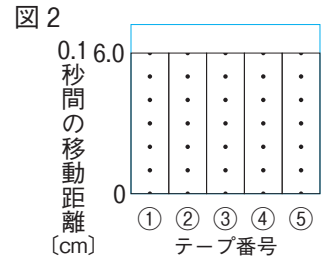
【物体に力がはたらかない運動】

5 物体の運動を調べるために、板の上に1秒間に60打点する記録テープを固定し、その板の上で台車を使って次の実験を行った。ただし、空気の抵抗、台車と板との間の摩擦、テープと記録タイマーとの間の摩擦は考えないものとする。

〔実験〕 図1のように、板を水平面上に置き、テープをつけた台車を手でたたくように軽く押し、台車の運動を記録タイマーでテープに記録した。

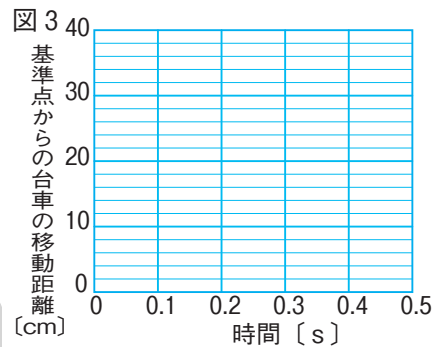


この結果得られたテープの打点の間隔が等しくなったのは最初の打点を基準点とし、基準点から6打点ごとに切り取った。図2は、この切り取ったテープを時間経過順にテープ①～⑤とし、貼り付けたものである。



□(1) 図2のテープ①の区間における台車の平均の速さは何cm/sか、求めなさい。 ()

✂ □(2) 図2をもとに、基準点となる打点が記録されてからの時間と、基準点からの台車の移動距離を表すグラフを図3にかきなさい。



✎ □(3) 実験において、①図2を記録した区間で台車が行った運動を何というか。また、②この区間で運動している台車にはたらいっている力について簡潔に説明しなさい。 ①()

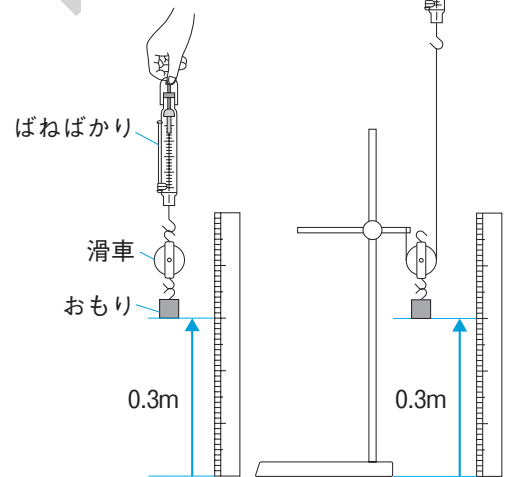
②()

【仕事とエネルギー】

6 滑車とおもりを、図1、図2の2通りの方法で、おもりが高さ0.3mになるまで一定の速さで持ち上げた。図1のとき、ばねばかりの値は4Nであった。ただし、糸の質量や糸と滑車の間の摩擦は考えないものとする。

図1

図2



□(1) 図1について、おもりと滑車を0.3m持ち上げるときに、おもりと滑車を持ち上げる力がする仕事は何Jか、求めなさい。 ()

□(2) 図1について、(1)の仕事をするのに8秒かかったときの仕事率は何Wか、求めなさい。 ()

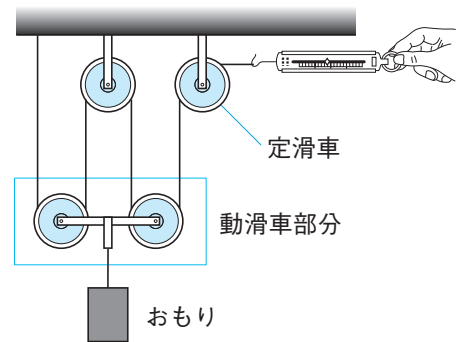
□(3) 次の文は、図2について述べたものである。文中の ①, ③ に当てはまる数値、および、② に当てはまる語句をそれぞれ答えなさい。

①() ②() ③()

図2のとき、おもりと滑車を持ち上げるのに必要な力は、

図1のときの ① になる。また、② によれば、仕事の大きさは図1のときと変わらない。これに基づいて考えると、ばねばかりを持ち上げる距離は、おもりが持ち上がる距離の ③ 倍となる。

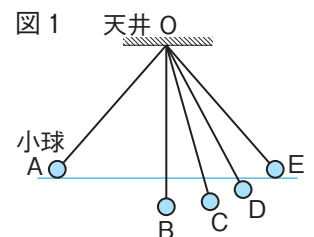
7 図のように、糸と定滑車と動滑車を組み合わせた装置を使って、質量 750gのおもりを一定の速さでゆっくり引き上げた。おもりが 20cm 引き上げられている 6 秒の間、ばねばかりは一定の値 2.4N を示した。ただし、質量 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とし、滑車の摩擦や空気の抵抗、糸の質量は無視できるものとする。



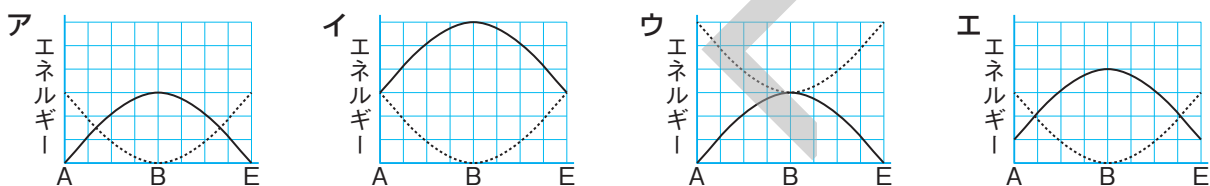
- (1) おもりが 20cm 引き上げられたとき、おもりがされた仕事は何 J か。 ()
- (2) おもりを 20cm 引き上げたとき、ばねばかりを何 cm 引いたか。 ()
- (3) (3) のとき、ばねばかりがした仕事は何 J か。また、そのときの仕事率は何 W か。
仕事() 仕事率()
- (4) 図に示した動滑車部分の質量は何 g か。 ()

【力学的エネルギー】

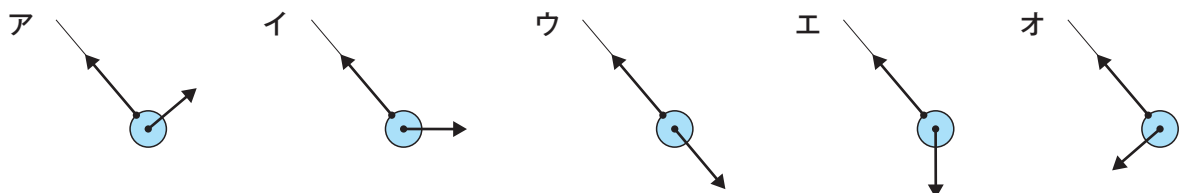
8 図 1 のように、小球に伸び縮みしない糸をつけて天井の点 O からつるし、振り子をつくった。振り子の最下点 B から糸がたるまないようにして点 A まで小球を持ち上げ静止させた。静かに手を離したところ小球は最下点 B を通過し、点 A と同じ高さの点 E に達した。摩擦や空気の抵抗は無視できるものとする。



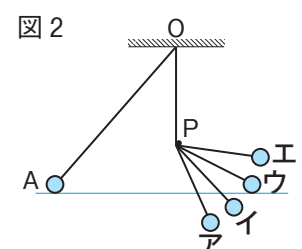
- (1) 位置エネルギーが最大になる点として、最も適当なものを図 1 の点 B ~ E から 1 つ選び、記号で答えなさい。 ()
- (2) 点 A から点 E に達するまでの運動エネルギーと位置エネルギーについて、その変化の様子を表しているものとして、最も適当なものを次から 1 つ選び、記号で答えなさい。ただし、図中の実線は運動エネルギーを、点線は位置エネルギーを、おもりが点 B にあるときを基準面として表している。 ()



- (3) 小球には常に 2 つの力がはたらいている。図 1 の点 E に来たとき、小球にはたらく力を表したものとして、最も適当なものを次から 1 つ選び、記号で答えなさい。 ()



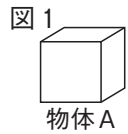
- (4) 図 2 のように、点 O の真下の点 P にくぎを打ち、糸がたるまないようにして点 A まで持ち上げ、静かに手を離した。小球はどの位置まで上がるか。最も適当なものを図 2 のア ~ エ から 1 つ選び、記号で答えなさい。 ()



まとめの問題 B

学習日 月 日

1 図1のような底面が正方形で、高さが3cmの直方体の物体Aと、水を入れた水そうX、食塩水を入れた水そうYを用意し、次の実験を行った。ただし、実験において、細い糸の体積や重さは無視できるものとする。

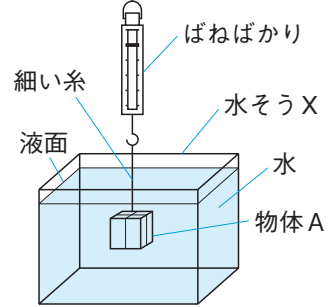


〔実験1〕① 空気中で物体Aをばねばかりにつるしたところ、ばねばかりは0.8Nを示した。

② Aをばねばかりからはずし、水そうXに入れると、Aは沈んでいき、水そうの底で静止した。次に、Aを水そうYに入れると、Xに入れたときと同様に、水そうの底で静止した。

③ 空気中でAをばねばかりにつるし、図2のようにAをXにゆっくりと沈めていき、液面からAの下の面までの距離とばねばかりの示す値を調べた。次に、AをYに沈めていき、Xに沈めたときと同様に調べた。表は、実験結果についてまとめたものである。

図2



液面から物体Aの下の面までの距離[cm]		0	1	2	3	4
ばねばかりの示す値[N]	水そうX	0.80	0.70	0.60	0.50	0.50
	水そうY	0.80	0.68	0.56	0.44	0.44

〔実験2〕 図3のように、物体Aを横に並べてつないだ高さ3cmの直方体を物体B、縦に並べてつないだ高さ6cmの直方体を物体Cとし、図4のように空気中でB、Cをそれぞればねばかりにつるし、水そうXに実験1と同様にゆっくりと沈め、液面から物体の下の面までの距離とばねばかりの示す値をそれぞれ調べた。

図3

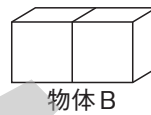
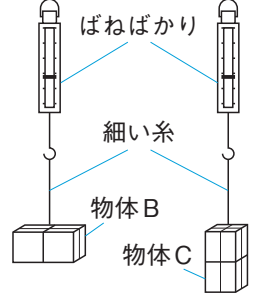


図4



□(1) 実験1について、次の各問いに答えなさい。

□① 次の文の□(a)、□(b)に当てはまる数値を、それぞれ答えなさい。 a() b()

水そうXの底で静止している物体Aにはたらく重力の大きさは□(a)Nである。Aを水そうYに沈めていき、液面からAの下の面までの距離が2cmとなったとき、Aにはたらく浮力の大きさは□(b)Nである。

□② 水1cm³の質量と食塩水1cm³の質量の比を、最も簡単な整数の比で求めなさい。 ()

□③ 次の文の□(a)、□(b)に当てはまる数値をそれぞれ答えなさい。 a() b()

物体Aを2つのばねばかりを用いて空気中でつるした。図5のように、Aをつるしている糸を延長した線とそれぞれのばねばかりにつないでいる糸がつくる角の大きさがそれぞれ60°となったとき、2つのばねばかりの示す値の合計は□(a)Nである。次に、この角度を保ちながら、Aを水そうXにゆっくりと沈めた。液面からAの下の面までの距離が6cmとなったとき、2つのばねばかりの示す数値の合計は、□(b)Nである。ただし、Aは水そうの底に達していないものとする。

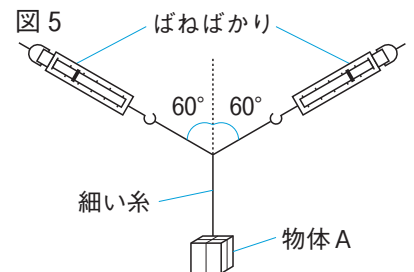
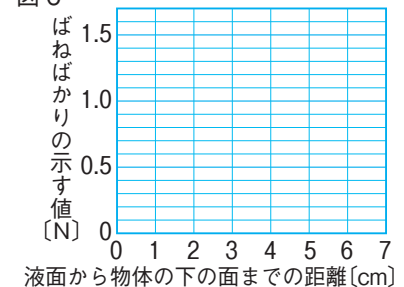
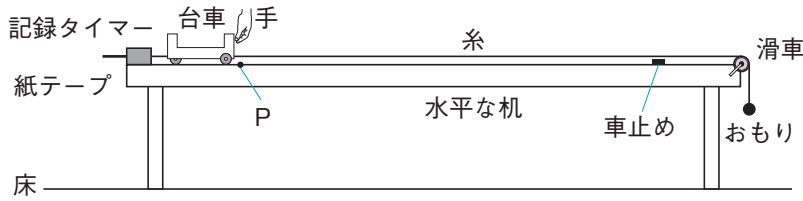


図6



✂ □(2) 実験2において、液面から物体B、Cそれぞれの下の面までの距離とばねばかりの示す値の関係を表すグラフを、図6にかきなさい。ただし、図に、どちらがB、Cかを示しなさい。

- 2 図のように、水平な机の上で台車におもりのついた糸をつけ、その糸を滑車にかけた。台車には記録タイマーに通した紙テープをつけ、台車を支えていた手を静かにはなし、台車の運動を記録した。表は、紙テープの最初の打点から 0.1 秒ごとの長さを測って a, b, c, …としてまとめたもので、おもりは手をはなしてから 0.6 秒後に床についた。



テープ	長さ[cm]
a	1.5
b	4.5
c	7.5
d	10.5
e	13.5
f	16.5
g	18.0
h	18.0
i	18.0
j	18.0

- (1) 図のように、手で台車を支えて台車とおもりを静止させているとき、おもりにどのような力がはたらいているか。おもりにはたらいている力とその向きや大きさについて、簡単に説明しなさい。また、このとき、台車にはたらいている力についても、同じように簡単に説明しなさい。

おもりに
台車

- (2) テープ a ~ f を記録しているとき、台車はどのような運動をしているか。簡単に説明しなさい。

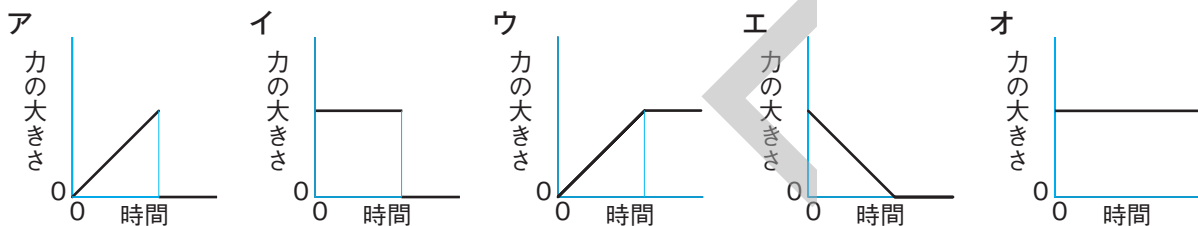
- (3) テープ g ~ j を記録しているときの台車の運動を何というか。

- (4) 手をはなしてから 0.2 秒までの台車の平均の速さを求めなさい。

- (5) 手をはなしてから 0.6 秒後から 0.8 秒後までの台車の平均の速さを求めなさい。

- (6) 手をはなしたとき、おもりは床から何 cm の高さにあったか。

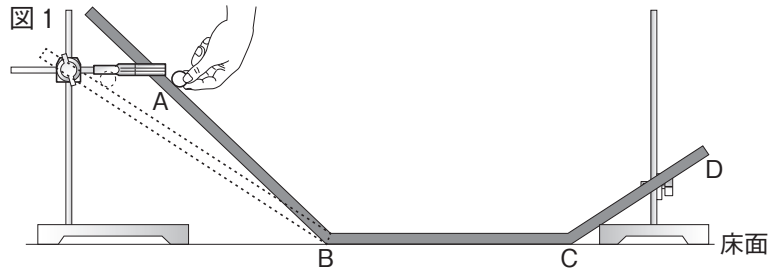
- (7) テープ a ~ j を記録している間、台車の運動の向きにはたらく力の大きさと時間の関係を表すグラフを、次から 1 つ選び、記号で答えなさい。



また、そのようになる理由を答えなさい。

- (8) 次に、机の右側だけを少し高くし、机の面を全体に少し傾けて同様の実験を行った。台車が動き始めてから車止めにぶつかる直前までの台車の運動のようすは、図のときの運動と比べてどのように変わったか。違いが生じた原因を含めて簡単に説明しなさい。

3 小球の運動を調べるため、レールを使って図1のようなコースを水平な床面上につくり、A点で静かに小球から手をはなしたところ、小球はB点、C点を通り、D点から飛び出した。ただし、空気の抵抗や摩擦は考えないものとし、小球はB点、C点を滑らかに通過するものとする。

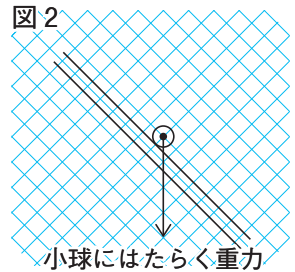


□(1) AB間を小球が運動している間に小球にはたらく重力の、斜面に平行な分力と、斜面に垂直な分力を表す矢印を図2にかき入れなさい。

□(2) (1)で、斜面の傾きを大きくすると、2つの分力の大きさはどのようになるか。それぞれ答えなさい。

斜面に平行な分力〔 〕

斜面に垂直な分力〔 〕



□(3) BC間では、小球は等速直線運動を行った。

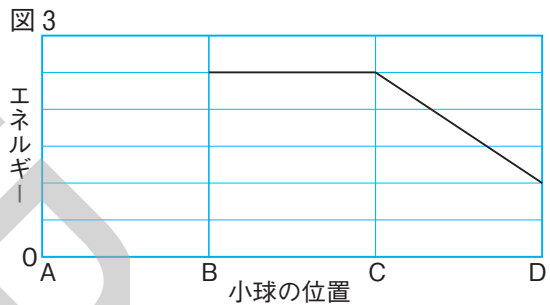
□① 小球が等速直線運動を続けようとするのは、小球のもつ何という性質によるものか。

〔 〕

□② BC間の midpoint で小球の速さを測定したところ、2.0m/sであった。小球がBC間を通過するのにかかる時間は何秒か。ただし、BC間の距離は30cmとする。

〔 〕

□(4) 図3は、BD間の小球の位置と小球の運動エネルギーの関係を表したグラフである。



□① AB間の小球の位置と小球の運動エネルギーの関係を表すグラフをかきたしなさい。

□② AD間の小球の位置と小球の位置エネルギーの関係を表すグラフをかきなさい。

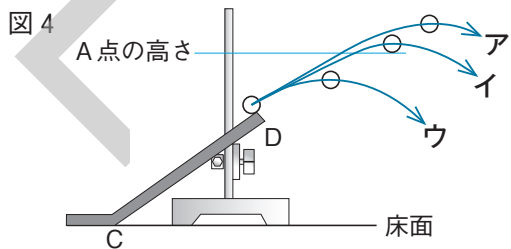
□③ A点における小球の位置エネルギーとD点における小球の位置エネルギーの大きさの比を求めなさい。

〔 〕

□(5) D点から飛び出した後の小球の運動の様子について、図4のア～ウから適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。また、そう判断した理由を、エネルギーの移り変わりに着目して、「速さ」という語句を用いて答えなさい。

記号〔 〕

理由〔 〕

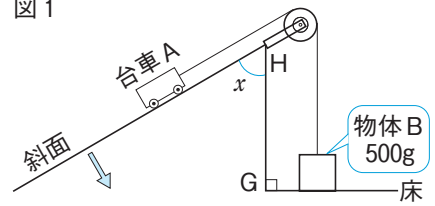


□(6) 同じ実験を、図1の破線で示したように、AB間のレールの傾きを小さくし、レール上のA点と同じ高さから小球を運動させるように行くと、小球がD点まで達するのにかかる時間と、D点から飛び出した後の小球の運動の様子はどのようになるか。理由もふくめて答えなさい。

〔 〕

4 図1, 図2の装置は, GHの長さが一定で地面に垂直であり, x の角度を変えることによって, 斜面の傾きを自由に変えることができる。この装置を使って, 次の実験を行った。ただし, 100gの物体にはたらく重力の大きさを1Nとし, ひもと滑車の間や台車と斜面の間の摩擦は考えないものとする。

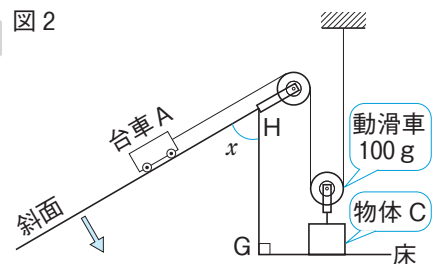
〔実験1〕 図1のように, Hに取りつけた滑車にひもを通し, ひも



の両端に台車Aと500gの物体Bをつないだところ, ①物体Bが床の上に静止した。次に斜面を矢印の方向に動かして, x の角度を小さくしていったところ, ② x の角度が 60° より小さくなったところで台車Aが動き出し, 物体Bが持ち上がった。そこで, ③ x の角度を 60° にもどすと, 台車Aと物体Bは一定の速さで運動した。

- (1) 下線部①で, 物体Bにはたらく重力とつり合っている力は, どのような力か。簡単に説明しなさい。
〔 〕
- (2) 下線部①で, 斜面上に静止した台車Aにはたらく重力とつり合っている力は, どのような力か。簡単に説明しなさい。
〔 〕
- (3) 下線部①の状態から台車Aを手で押して斜面上を下向きに50cm動かした。このとき, 物体Bがされた仕事の大きさは何Jか。
〔 〕
- (4) 下線部②のとき, ひもが物体Bを引く力と物体Bにはたらく重力とはどのような関係にあるか。簡単に答えなさい。
〔 〕
- (5) 下線部②のとき, 台車Aのもつ位置エネルギーと, 物体Bのもつ位置エネルギーはどのように変化したか。簡単に答えなさい。
〔 〕
- (6) 下線部②で, x の角度を 60° より小さいままにしておくと, 台車Aの速さはどうなるか。理由を含めて簡単に答えなさい。
〔 〕
- (7) 下線部③で, x の角度を 60° にしたとき, 台車Aが一定の速さで運動した理由を簡単に説明しなさい。
〔 〕

〔実験2〕 図2のように, 台車Aと反対側のひもの先を100gの動滑車に通してから天井につなぎ, 動滑車に質量のわからない物体Cをつないだところ, 台車Aと物体Cは静止した。次に斜面を矢印の方向に動かして, x の角度を小さくしていったところ, ④ x の角度が 60° より小さくなったところで台車Aが動き出し, 同時に物体Cが持ち上がった。



- (8) 下線部④で, 台車Aが斜面上を1m動くのに, 5秒かかった。
 - ① このとき, 物体Cは床から何m持ち上がるか。〔 〕
 - ② 物体Cの質量は何gか。〔 〕
 - ③ 物体Cがされた仕事は何Jか。〔 〕
 - ④ 物体Cがされた仕事の仕事率は何Wか。〔 〕