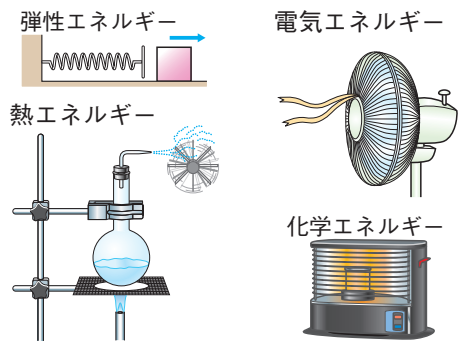


16 エネルギーの保存と利用の効率

1 エネルギーとその移り変わり

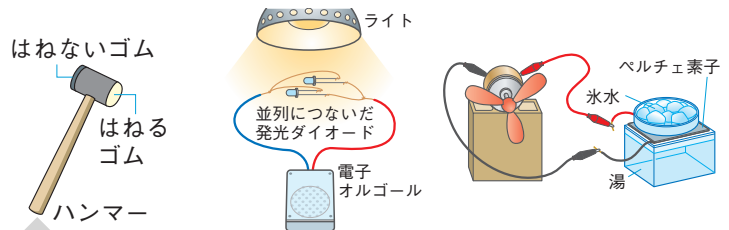
- (1) **いろいろなエネルギー** 変形したゴムやばねがもつ**弾性エネルギー**、電気がもつ**電気エネルギー**、熱がもつ**熱エネルギー**、光がもつ**光エネルギー**、音の波がもつ**音エネルギー**、物質がもっている**化学エネルギー**、原子核から発生する**核エネルギー**などがある。
- (2) **エネルギーの大きさ** 単位は**ジュール**(記号**J**)を用いて表す。



実験 いろいろなエネルギーの移り変わり

実験 p.87

- 方法**
- ハンマーで床を数十回たたき、たたく前後のゴムの温度変化を調べる。
 - 発光ダイオードに光を当てる。
 - ペルチェ素子の両面に温度差をつくり、モーターにつなぐ。



- 結果**
- 運動エネルギーが熱エネルギーに変わり、ゴムの温度が上がる。
 - 光エネルギーが電気エネルギーに変わり、電子オルゴールが鳴る。
 - 熱エネルギーが電気エネルギーに変わり、モーターが回る。

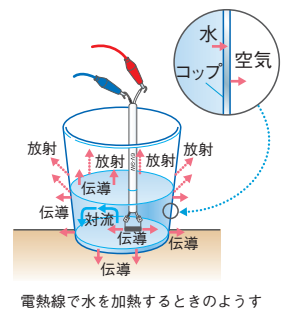
(3) **エネルギーの移り変わり** エネルギーは、互いに他のエネルギーに移り変わる。

例 運動→電気(手回し発電機)、光→電気(光電池)、運動→熱(火起こし器)、熱→電気(ペルチェ素子)

2 エネルギーの保存と利用の効率

- (1) **エネルギー変換効率** 消費したエネルギーに対して、**利用できるエネルギーの割合**。
- LED電球は、消費した電気エネルギーが光エネルギーに変わる割合が白熱電球よりも大きいので、白熱電球よりもエネルギー変換効率が良い。
- (2) **エネルギーの保存** エネルギーは移り変わる前後で、その**総量は常に一定に保たれる**。
- ジェットコースターの運動では、**摩擦力**や**空気**の抵抗などのため、**力学的エネルギーの一部が熱や音などのエネルギーに変わり力学的エネルギーは保存されない**。しかし、この場合でも、**熱や音などのすべてのエネルギーへの移り変わりを考えると、エネルギーの総量は一定である**。
- (3) **エネルギーの利用** 変換するとき**に生じる目的以外のエネルギーを少なくすることが重要である**。
- (4) **熱エネルギーとその利用** 熱には、次の3つの伝わり方がある。

- 伝導(熱伝導)** 熱が温度の高い方から低い方へ移動して伝わる現象。金属のように**熱伝導率**が高いものと、空気のように**熱伝導率**が低いものがある。
- 対流** 液体や気体の移動により熱が伝わる現象。加熱された水は膨張して密度が小さくなって上部へ移動し、上部の冷たい水と入れかわる。
- 放射(熱放射)** 物体の熱が赤外線などの光として放出される現象。熱したアイロンから離れたところにある物体が温まる現象など。



電熱線で水を加熱するときの様子

確認問題

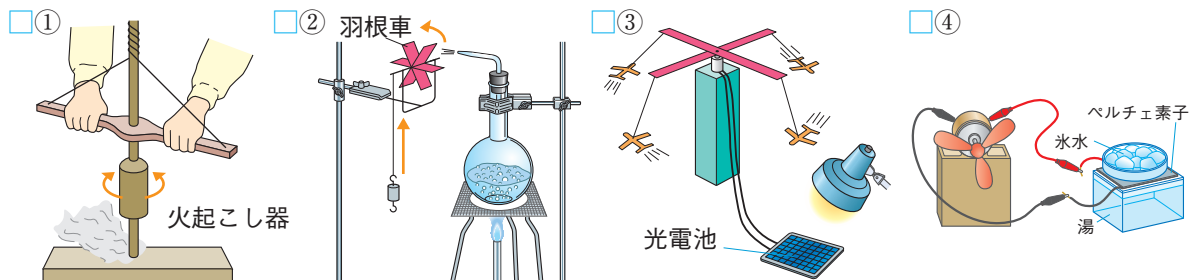
学習日

月

日

1 エネルギーとその移り変わり

□(1) 次の①～④の装置で、エネルギーは何エネルギーが最終的に何エネルギーに移り変わるか。



{ } { } { } { }
 →{ } →{ } →{ } →{ }

□(2) 次の文の空欄に当てはまる語句や数を記入しなさい。

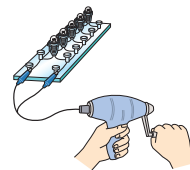
エネルギーの大きさは{ } (J)で表す。1 Jのエネルギーとは、高さ{ } mにある約{ } gの物体のもつ{ } エネルギーの大きさに等しい。

2 エネルギーの保存と利用の効率

□(1) 次の文の空欄に当てはまる語句を記入しなさい。

- ① 消費したエネルギーに対して、利用できるエネルギーの割合を{ } という。
- ② 白熱電球は、消費した電気エネルギーに対して、わずかな分しか{ } エネルギーに変換されず、残りは{ } エネルギーになってしまうので、LED電球よりもエネルギー変換効率がよくない。
- ③ エネルギーは互いに移り変わっても、その前後でエネルギーの総量は変化せず、常に一定に保たれる。これを{ } という。
- ④ 熱が温度が高い方から低い方へ移動して伝わる現象を{ } という。
- ⑤ 場所により温度が異なる液体や気体が循環して熱が伝わる現象を{ } という。
- ⑥ 熱が、赤外線などの光として放出される現象を{ } という。

□(2) 図のようにして、手回し発電機を回転させて豆電球を点灯させた。豆電球を増やしていき、同じ明るさで点灯させるとき、手回し発電機を回転させる手ごたえはどうなっていくか。 { }



□(3) 熱の伝わり方には、次のA～Cの3つがある、あとの①～⑥のことがらは、それぞれA～Cのうちどれと関係が深いか。

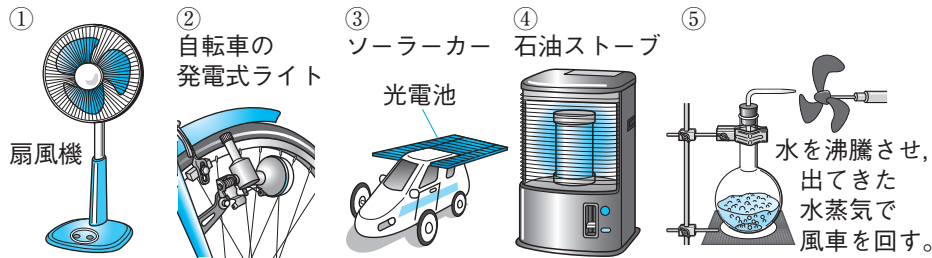
A 対流 B 放射(熱放射) C 伝導(熱伝導)

- ① まほう瓶の内部は銀メッキがしてある。 { }
- ② まほう瓶の中はびんが二重になっていて、その間は真空の層になっている。 { }
- ③ 試験管に入れた水の水面付近を加熱すると、底の方はあたたまらない。 { }
- ④ なべが熱くなっているけど、とっ手はそれほど熱くない。 { }
- ⑤ 日光に当たるとあたたかくなる。 { }
- ⑥ 寒い部屋にストーブをつけて時間がたつと、ストーブの前になくてもあたたかくなる。 { }

基本問題

学習日 月 日

① 【いろいろなエネルギー】 次の①～⑤は、いろいろなエネルギーを利用している装置を表している。



□(1) ①～⑤の装置は、それぞれ何エネルギーを利用しているか。次からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ア 熱エネルギー イ 光エネルギー ウ 位置エネルギー
エ 運動エネルギー オ 化学エネルギー カ 電気エネルギー

□(2) いろいろなエネルギーの大きさを表す単位を、記号で書きなさい。

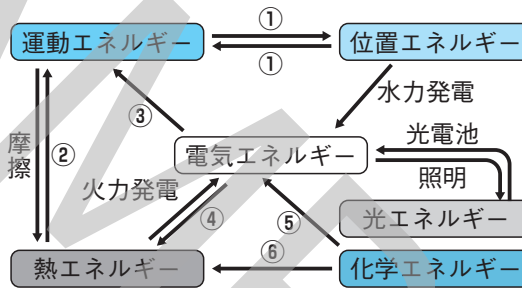
② 【エネルギーの移り変わり】

図は、エネルギーの移り変わりを表している。

□(1) 図の①～⑥に当てはまるものを、次からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ア 電熱器 イ モーター ウ アルコールランプ
エ 振り子 オ 電池 カ ガソリンエンジン

□(2) 照明器具として、白熱電球やLED(発光ダイオード)電球などが使われている。11 WのLED電球は、60 Wの白熱電球とほぼ同じ明るさで、また、白熱電球の表面は160℃ぐらいになるが、LED電球の表面は40℃ぐらいである。光エネルギーへの変換効率がよいのは、白熱電球とLED電球のどちらか。

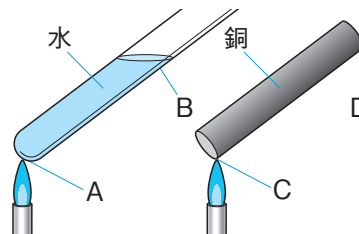


③ 【熱の伝わり方】 試験管に入れた水、円柱形の銅を加熱し、あたたまり方を調べた。

□(1) ①炎をAに当てて水を加熱したとき、②炎をBに当てて水を加熱したとき、③炎をCに当てて銅を加熱したとき、④炎をDに当てて銅を加熱したとき、どのようにあたたまるか。次からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ア 下から上へあたたまる。 イ 上から下へあたたまる。
ウ どこも均一にあたたまる。 エ 全体があたたまらない。

□(2) ①水のような熱の伝わり方、②銅のような熱の伝わり方を何というか。



①

(1)①

②

③

④

⑤

(2)

②

(1)①

②

③

④

⑤

⑥

(2)

③

(1)①

②

③

④

(2)①

②

標準問題

学習日 月 日

1 図1は、エネルギーの移り変わりについて図示したものである。

□(1) ①～④に当てはまるエネルギーの名前を書きなさい。

①() ②()
③() ④()

□(2) エネルギーは移り変わっても、その総量は変化せず、常に一定に保たれる。このことを何というか。

()

図1

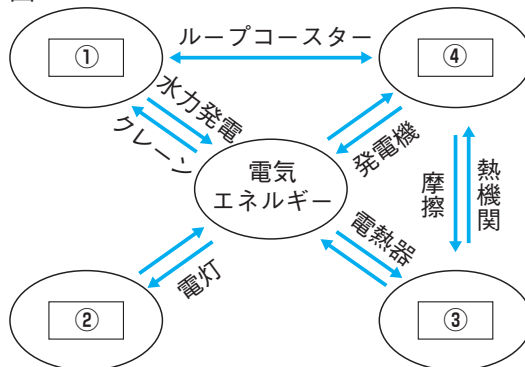
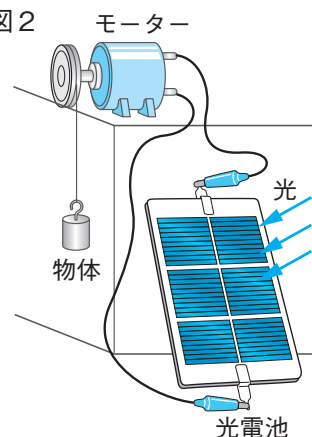


図2



□(3) ループコースターの運動は、力学的エネルギーの保存

により永遠に運動を続けるはずだが、実際にはだんだんに速度が減少し、やがて止まってしまう。この理由をエネルギーに着目して簡潔に書きなさい。

()

□(4) 図2のように、光電池にモーターをつないで光を当て、モーターで車をまわして、その軸に巻きつけたひもの先につけた物体を引き上げた。

①～③に当てはまるエネルギーの名前を書き、このときのエネルギーの変換をまとめなさい。

①() ②() ③()

① → (光電池) → ② → (モーター) → ③ → 位置エネルギー

□(5) 図2で高い位置に引き上げられた物体は、位置エネルギーをもっている。高い位置にある物体が位置エネルギーをもっていることを確かめるには、どのような実験をすればよいか、2つ書きなさい。

()
()

2 図1のように同じ手回し発電機をつなぎ、aのハンドルを手で回すことによって、bのハンドルを回す実験をした。aのハンドルを10回回したとき、bのハンドルは8回回った。

□(1) 図2は、このときのエネルギーの変換をまとめようとしたものである。A～Dに当てはまる語句を書きなさい。

A() B()
C() D()

□(2) 消費したエネルギーの大きさに対する、変換の目的である利用可能なエネルギーの割合を、エネルギー変換効率という。この場合のエネルギー変換効率は何か。

()

図1

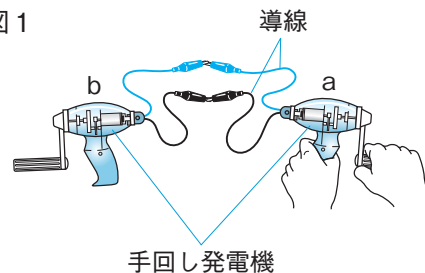
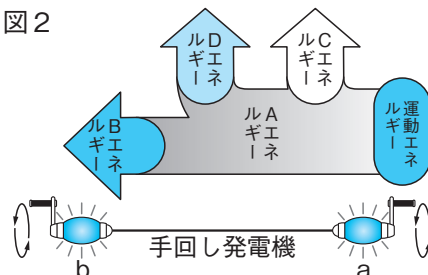


図2



基本のまとめ

学習日 月 日

● 重要図解整理 図の□に当てはまる語句や数値を入れて、基本事項を整理しよう。

14 仕事

◆仕事の原理(滑車)

●直接引き上げる → ●定滑車 → ●動滑車

引き上げる力の大きさは
① □

引き上げる距離は
② □

仕事の大きさは
③ □

引き上げる力の大きさは
④ □
になる。

引き上げる距離は
⑤ □
になる。

仕事の大きさは
⑥ □

15 力学的エネルギー

◆力学的エネルギーの保存(ジェットコースター)

① □ エネルギーが最大

スタート

速くなっていく

② □ エネルギーが最大

遅くなっていく

③ □

④ □ エネルギー

⑤ □ エネルギー

位置エネルギーが運動エネルギーに変わる。

運動エネルギーが位置エネルギーに変わる。

16 エネルギーの保存と利用の効率

◆エネルギーの移り変わり

① □

振り子

振り子

② □

モーター

水力発電

③ □

光電池

照明

⑤ □

電池

⑥ □

電熱器

石油ストーブ

④ □

摩擦

ガソリンエンジン

● 基本事項の確かめ

【仕事】

- ① 物体に加えた力の大きさと力の向きに動いた距離との積を何というか。 ① _____
- ② 1 Nの力で物体を1 m動かしたときの仕事はどれだけか。 ② _____
- ③ 一般に、動滑車や斜面を使うと物体に加える力の大きさはどうなるか。 ③ _____
- ④ 一般に、動滑車や斜面を使うと仕事の大きさはどうなるか。 ④ _____
- ⑤ 道具を使っても使わなくても仕事の大きさは変わらないことを何というか。 ⑤ _____
- ⑥ 1秒当たりの仕事の大きさを何というか。 ⑥ _____
- ⑦ 1 Jの仕事をして1秒間に行ったときの仕事率はどれだけか。 ⑦ _____

【力学的エネルギー】

- ① 仕事をする能力のことを何というか。 ① _____
- ② 高いところにある物体がもっているエネルギーのことを何というか。 ② _____
- ③ 位置エネルギーの大きさは、位置が高いほどどうなるか。 ③ _____
- ④ 運動している物体がもっているエネルギーのことを何というか。 ④ _____
- ⑤ 運動エネルギーの大きさは、物体の速さが大きいほどどうなるか。 ⑤ _____
- ⑥ ②と④の大きさは、物体の質量が大きいほどどうなるか。 ⑥ _____
- ⑦ 位置エネルギーと運動エネルギーの和を何というか。 ⑦ _____
- ⑧ 力学的エネルギーが一定に保たれることを何というか。 ⑧ _____

【エネルギーの保存と利用の効率】

- ① 変形したゴムやばねがもつエネルギーのことを何というか。 ① _____
- ② 物質がもっているエネルギーを何というか。 ② _____
- ③ エネルギーの大きさを表す単位は何か。 ③ _____
- ④ 熱が高温の部分から低温の部分へ移動して伝わる現象を何というか。 ④ _____
- ⑤ 液体や気体が移動して熱が伝わる現象を何というか。 ⑤ _____
- ⑥ 物体の熱が赤外線などの光として放出される現象を何というか。 ⑥ _____

● 記述の練習

【仕事】

- ① 物体に力を加えても物体が動かなかつたり、物体を手で持っているだけだったりするときは仕事をしたことにはならない。それはなぜか。15字以内で書きなさい。

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

【力学的エネルギー】

- ① 実際に運動する物体では、位置エネルギーと運動エネルギーの和が徐々に減少し、力学的エネルギーの保存が成り立たない。それはなぜか。簡潔に書きなさい。

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1 力の合成と分解

- (1) _____ 面上にある物体に、面から垂直にはたらく力。
- (2) _____ 物体の接触面で、運動を妨げる向きにはたらく力。
- (3) _____ 2つの力を、同じはたらきをする1つの力に合わせること。
- (4) _____ 力の合成によってできた力。
- (5) _____ 1つの力を同じはたらきをする2つの力に分けること。
- (6) _____ 力の分解によってできた力。

2 水中の物体に加わる力

- (1) _____ 水中の物体に加わる上向きの力。
- (2) _____ 水中の物体に加わる、水による圧力。

3 物体の運動

- (1) _____ 物体が単位時間(1秒, 1分, 1時間)に移動する距離。
- (2) _____ 速度が変化している物体が、一定の速さで進んだと考えたときの速さ。
- (3) _____ ごく短い時間に移動した距離から求めた速さ。
- (4) _____ 1秒間に50回または60回の点を記録テープに打つことができる装置。
- (5) _____ 一定の速さで一直線上を進む運動。
- (6) _____ 静止していた物体が重力だけを受け続けて真下に落下する運動。
- (7) _____ 物体のもつ、もとの運動の状態を続けようとする性質。
- (8) _____ 外から力を加えない限り、静止している物体はいつまでも静止し続け、運動している物体はいつまでも等速直線運動を続けること。
- (9) _____ ある物体に力を加えたとき、異なる物体間で対になってはたらく力。

4 仕事とエネルギー

- (1) _____ 物体を動かしたときの、加えた力の大きさと力の向きに動かした距離との積。
- (2) _____ 仕事の単位。エネルギーの単位でもある。
- (3) _____ 道具を使っても使わなくても仕事の大きさが変わらないこと。
- (4) _____ 1秒あたりの仕事の大きさ。
- (5) _____ 仕事率の単位。電力の単位でもある。
- (6) _____ 物体が他の物体に対して仕事をする能力。
- (7) _____ 高いところにある物体がもつエネルギー。
- (8) _____ 運動している物体のもつエネルギー。
- (9) _____ 位置エネルギーと運動エネルギーの和。
- (10) _____ 摩擦力や空気の抵抗などがなければ、力学的エネルギーが一定に保たれること。
- (11) _____ 変形した物体がもとに戻ろうとする力。
- (12) _____ 消費したエネルギーに対する利用できるエネルギーの割合。
- (13) _____ エネルギーの総量は、エネルギーの変換の前後で常に一定に保たれること。
- (14) _____ 熱が、高温部から低温部へ移動して伝わる現象。
- (15) _____ 液体や気体の移動によって、熱が伝わる現象。
- (16) _____ 熱が赤外線などの光として放出される現象。

1 力の合成と分解

- (1) 垂直抗力
- (2) 摩擦力
- (3) 力の合成
- (4) 合力
- (5) 力の分解
- (6) 分力

2 水中の物体に加わる力

- (1) 浮力
- (2) 水圧

3 物体の運動

- (1) 速さ
- (2) 平均の速さ
- (3) 瞬間の速さ
- (4) 記録タイマー
- (5) 等速直線運動
- (6) 自由落下運動
- (7) 慣性
- (8) 慣性の法則

- (9) 作用・反作用

4 仕事とエネルギー

- (1) 仕事
- (2) ジュール[J]
- (3) 仕事の原理
- (4) 仕事率
- (5) ワット[W]
- (6) エネルギー
- (7) 位置エネルギー
- (8) 運動エネルギー
- (9) 力学的エネルギー
- (10) 力学的エネルギーの保存
- (11) 弾性力
- (12) エネルギー変換効率
- (13) エネルギーの保存
- (14) 伝導[熱伝導]
- (15) 対流
- (16) 放射[熱放射]

実験1 力の合成

教科書 p.12

- 方法** ① 30°ごとに基準線を引いた画用紙に、輪ゴムの端を固定し、図1のように、輪ゴムにつけた輪に2つのばねばかりA, Bを掛け、角度を60°にして輪の中心がO点にくるまで引く。このときのばねばかりの値を読む。
- ② 図2のように、輪にばねばかりFを1つ掛け、輪がO点にきたときのばねばかりの値を読む。
- ③ 図3のように、輪にばねばかりを2つ掛け、角度を120°, 90°に変えて、1と同じようにばねばかりA, Bの値を読む。

図1

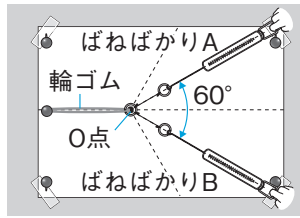


図2

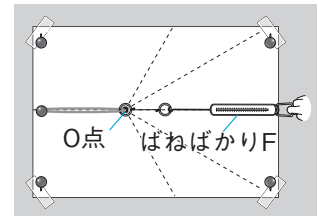


図3

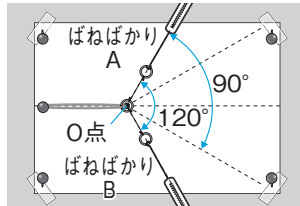
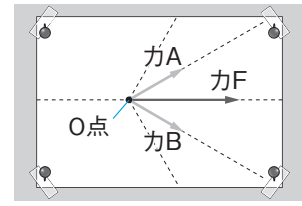


図4



結果 ばねばかりA, B, Fの値をもとに、図4のようにO点から力A, B, Fの矢印をかいた。

- 考察**
- ・輪ゴムの伸びが同じ長さなので、力Aと力Bの合力は、力Fに等しい。
 - ・力Fの大きさは、力AとBの和よりも小さくなる。
 - ・力Fの向きは、力AとBの間の向きとなる。

- まとめ** ① 力Fを、2つの力Aと力Bの[合力]といい、2つの力を合わせて合力を求めることを[力の合成]という。角度をもってはたらく2つの力の合力は、その2つの力を表す矢印を2辺とする[平行四辺形の対角線]で表される。
- ② 力Fの大きさが変わらないとき、力Aと力Bの角度を大きくすると、力A, 力Bの大きさは[大きく]なる。

実験2 運動の記録

教科書 p.32

- 方法** ① 1秒間に50回打点する記録タイマーにテープを通し、テープの端を持って次のように引き、運動を記録し、図1のように記録した。
- A 一定の速さで引く。
- B だんだん速く引く。
- C 引く速さを自由に変えて引く。
- ② ・各テープの長さから、運動の速さを計算する。
- ・各テープを一定の打点ごとに切って、台紙に並べる。

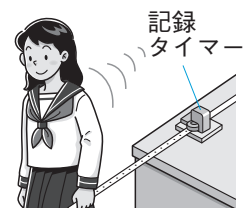
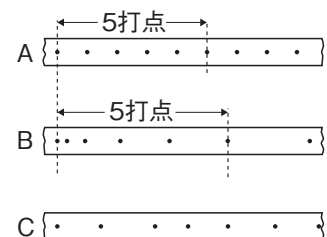


図1



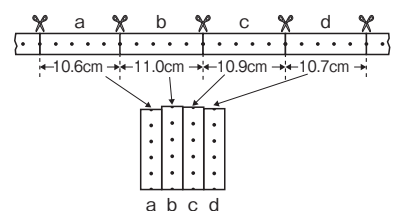
結果 図2でa~dの速さは、

$$a \frac{10.6\text{cm}}{0.1\text{s}} = 106\text{cm/s} \quad b \frac{11.0\text{cm}}{0.1\text{s}} = 110\text{cm/s}$$

$$c \frac{10.9\text{cm}}{0.1\text{s}} = 109\text{cm/s} \quad d \frac{10.7\text{cm}}{0.1\text{s}} = 107\text{cm/s}$$

- 考察** テープに記録される打点間隔は、運動が[遅いほど狭く], [速いほど広がり], 速さが[一定のときには、一定になる]。

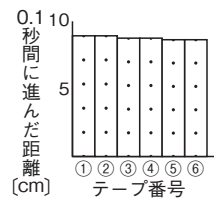
図2



方法 水平な机の上に置いた台車に、記録タイマーに通したテープを貼りつけ、台車を軽く押して進ませ、タイマーのスイッチを入れて運動を記録する。

結果 テープを0.1秒ごとに切って方眼紙に並べて貼ると、図1のようになった。

図1



考察 台車が動いているとき、運動の方向に力ははたっていない。このとき、台車は一定の速さで運動した。台車の速さと時間の関係のグラフは図2、台車の進んだ距離と時間の関係のグラフは図3のようになり、[距離が時間に比例する]ことがわかる。

図2

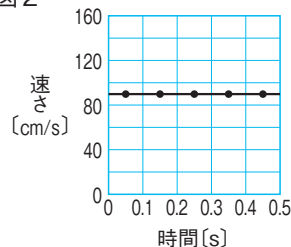
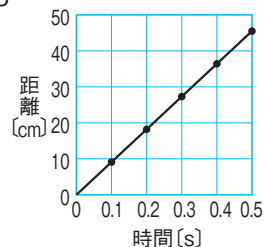


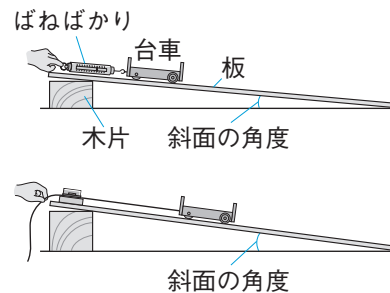
図3



まとめ 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。

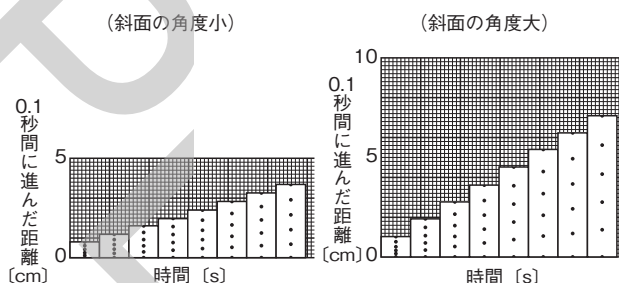
実験4 斜面を下る物体の運動

- 方法**
- ① 斜面をつくり、斜面の傾きの角度をはかった後、斜面上に台車を置き、斜面に平行な力の大きさを3か所ではかる。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。
 - ② 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離し、台車を運動させる。
 - ③ 記録テープの端がテープガイドを通りすぎたら、記録タイマーのスイッチを切り、台車を止める。
 - ④ 斜面の傾きの角度を大きくし、1～3を行う。



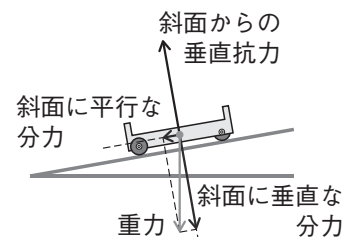
結果 斜面に平行な力の大きさは3か所とも変わらない。

記録テープを0.1秒ごとに切り、グラフ用紙に貼ると、図のようになった。



- 考察**
- ① 斜面上の台車には、[一定の力]がはたらき、[速さがしだいに大きくなる]運動をする。
 - ② 斜面が急になると、台車にはたらく[一定の力が大きくなり]、[速さの増え方が大きくなる]。

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し続ける]ため、[速さがしだいに大きくなる]。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、[速さの変化の割合が大きくなる]。



物体の自由落下運動は、斜面の角度が90°になった場合ととらえることができる。自由落下運動では、物体は重力だけを受けて運動し、速さが一定の割合で変化し、速さの変化の割合は[最大]になる。

- 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、力の大きさと糸を引く距離をはかる。
 ② 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はかる。

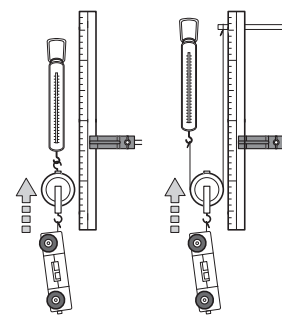
結果 それぞれの測定結果と仕事の大きさは、表のようになった。

	力の大きさ[N]	引く距離[m]	仕事[J]
直接	0.52	0.10	0.052
動滑車	0.26	0.20	0.052

- ・直接引き上げるより、動滑車を使った方が力は小さかった。
- ・糸を引く距離は、動滑車を使った方が長くなった。

考察 直接引き上げたときと動滑車を使って引き上げたときとで、仕事の大きさが変わらなかったことから、道具を使わなくても、道具を使っても、[**仕事の大きさは変わらない**]。

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。



実験6 位置エネルギーの大きさと高さや質量の関係

- 方法** ① エネルギー実験機の基準の線からおもりまでの高さをはかる。
 ② おもりを落下させてくいに当てる。くいの移動距離をはかる。
 ③ おもりの高さを変えて、①と②の操作を繰り返す。
 ④ おもりの質量を変えて、①と②の操作を繰り返す。

結果

おもり A	高さ[cm]	10	20	30
	くいの移動距離[cm]	0.3	0.7	0.9
おもり B	高さ[cm]	10	20	30
	くいの移動距離[cm]	0.6	1.1	1.8

おもりを落とす高さとかくいの移動距離の関係は、図のような原点を通る直線のグラフとなった。

考察 おもりの質量が同じとき、くいの移動距離は[**高さに比例する**]。
 おもりの高さが同じとき、くいの移動距離は[**質量に比例する**]。
 このとき、次の式が成り立つ。

$$\text{おもりがくいに対して行った仕事} = \text{くいの移動方向に加えた力} \times \text{くいの移動距離}$$

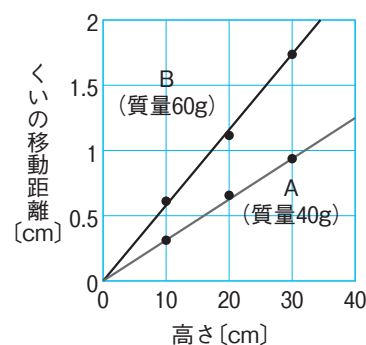
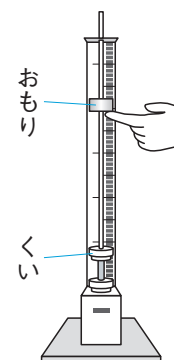
おもりがくいに対して行った仕事の大きさは、おもりがくいにぶつかる前にもっていたエネルギーを表すから、次のことがいえる。

高い位置にあるおもりがもつエネルギーは、[**おもりの質量に比例し、おもりの高さに比例する**]。

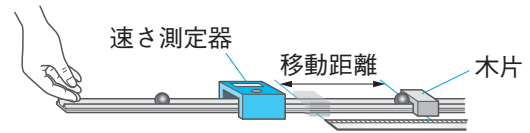
まとめ 高いところにある物体がもっているエネルギーを[**位置エネルギー**]という。

- 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。)
- エネルギーの大きさは、物体がされた仕事の量で表すことができ、仕事の量は次の式で表される。

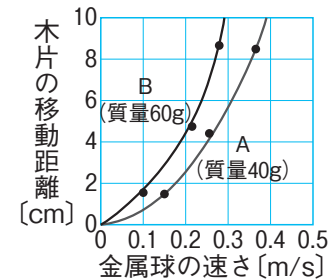
$$[\text{物体のされた仕事[J]} = \text{物体に加わる重力[N]} \times \text{基準面からの高さ[m]}]$$



- 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木片に当て、木片の移動距離を調べる。



結果 小球の質量が同じときの木片の移動距離と速さの関係は、図のようなグラフになった。



考察 木片の移動距離、すなわち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、[質量が大きいのほど大きい(質量に比例する)]。

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、[運動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、[位置エネルギーと運動エネルギーの和は一定に保たれる]。これを[力学的エネルギーの保存]という。

- 方法** ① 発光ダイオードをつないだ発電用モーターにプロペラをつけ、風を当てる。
- ② ゴムのついたハンマーで床をたたく。
- ③ 火起こし器を動かす。
- ④ 並列につないだ発光ダイオードに、電子オルゴールをつないで光を当てる。
- ⑤ ペルチェ素子の両面に氷水と湯で温度差をつくり、プロペラつきモーターにつなぐ。

- 結果** ① 発電用モーターが風で回転し、発光ダイオードが光った。
- ② ゴムの温度が上昇した。
- ③ 木に火がついた。
- ④ 電子オルゴールが鳴った。
- ⑤ モーターが回転し、プロペラが回った。

- 考察** ① 風の[運動]エネルギーが[電気]エネルギーに変換され、[光]エネルギーに変換された。
- ② [運動]エネルギーが[熱]エネルギーに変換された。
- ③ [運動]エネルギーが[熱]エネルギーに変換された。
- ④ [光]エネルギーが[電気]エネルギーに変換された。
- ⑤ [熱]エネルギーが[電気]エネルギーに変換された。

まとめ エネルギーは、さまざまな装置によって、互いに変換できる。エネルギーの変換では、すべてが目的のエネルギーに変換されず、熱エネルギーなどで一部が発散してしまうが、これらのエネルギーを含めると、[エネルギーの総量は一定である]。これを[エネルギーの保存]という。

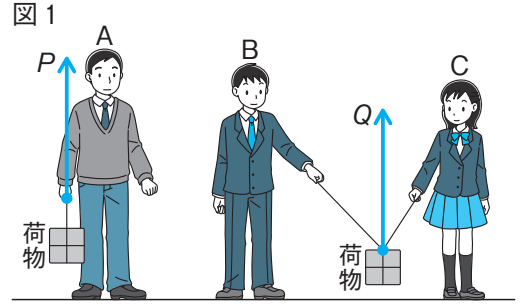
消費したエネルギーに対して、目的のエネルギーに変換された割合(利用できるエネルギーの割合)を[エネルギー変換効率]という。

まとめの問題 A

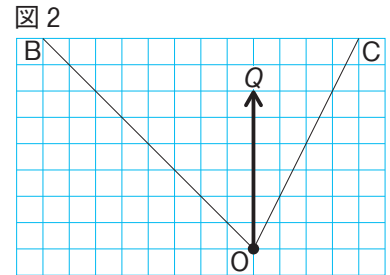
学習日 月 日

【力の合成と分解】

1 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になるか。等号や不等号を用いて表しなさい。 ()

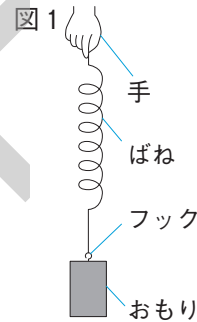
□② Bがひもを引く力の大きさの方を、Cがひもを引く力の大きさよりも大きくするには、 b と c の大小関係をどのようにすればよいか。等号や不等号を用いて表しなさい。 ()

✂ □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。 ()

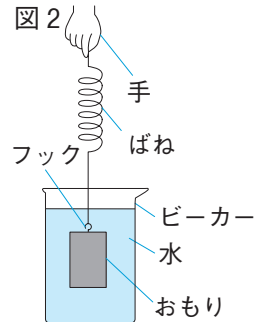
【水中の物体にはたらく力】

2 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の円柱形のおもりをばねにつるしたところ、ばねは8.0cmのびた。



〔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のびた。



□(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、「おもりの底面」、「水圧」という語句を用いて、簡潔に書きなさい。 ()

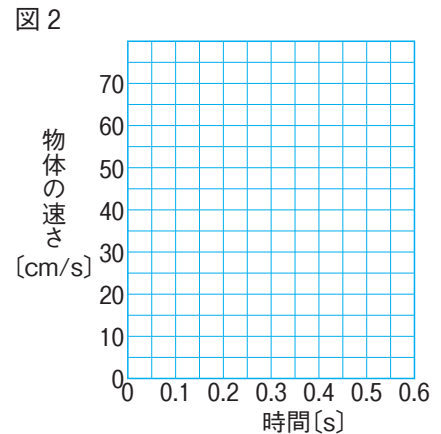
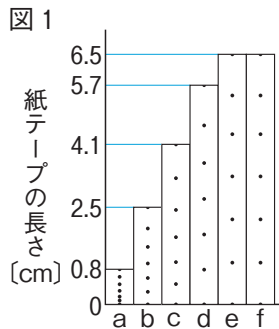
□② おもりにはたらく浮力の大きさは何Nか、求めなさい。 ()

□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

【運動の速さと向き】

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打点ごとに切り離して、順に貼りつけたものである。



□(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。

{ }

✂ □(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。

□(3) a～fのテープを記録する間における台車の平均の速さは何cm/sか。

{ }

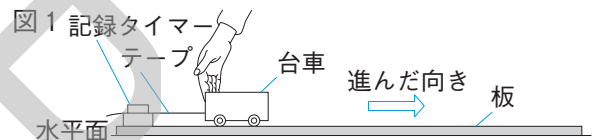
□(4) 運動を始めてから0.2秒後における瞬間の速さは何cm/sか。

{ }

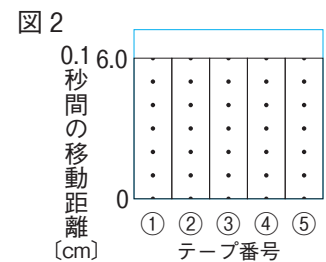
【力と運動・力と運動の関係】

4 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打点ごとに切りとった。図2は、この切りとったテープを時間経過順にテープ①～⑤とし、貼りつけたものである。



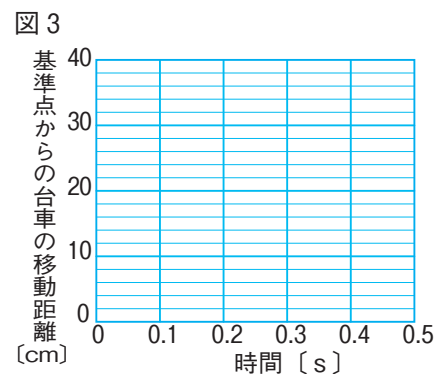
□(1) 図2のテープ①の区間における台車の平均の速さは何cm/sか、求めなさい。

{ }

□(2) この台車が4秒間で進む距離は何mか、求めなさい。

{ }

✂ □(3) 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。



✎ □(4) 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書きなさい。

① { }

② { }

□(5) この台車が、図2のような運動を行っているのは、台車のもつ何という性質によるか。

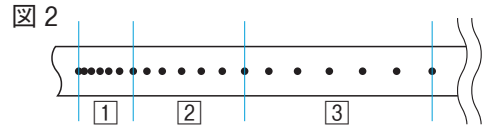
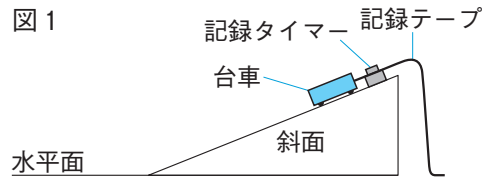
{ }

まとめの問題 A

学習日 月 日

5 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



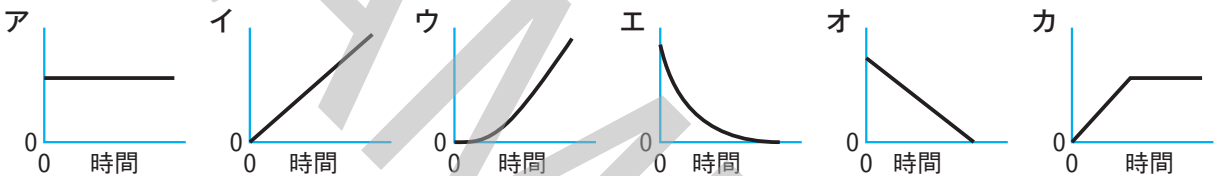
□(1) 斜面を下るときの運動を説明した次の文の①, ②に当てはまる適切な語句を, あとから1つずつ選び, 記号で答えなさい。 ①() ②()

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切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()



【仕事】

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。

□(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。 ()

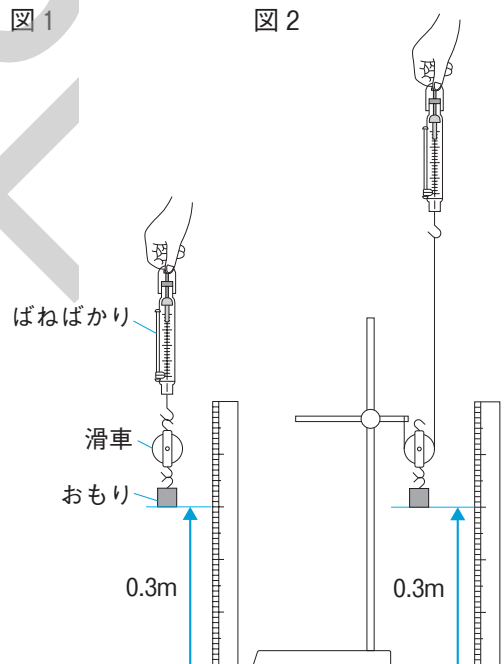
□(2) 図1について, (1)の仕事をするのに8秒かかったときの仕事率は何Wか, 求めなさい。 ()

□(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。

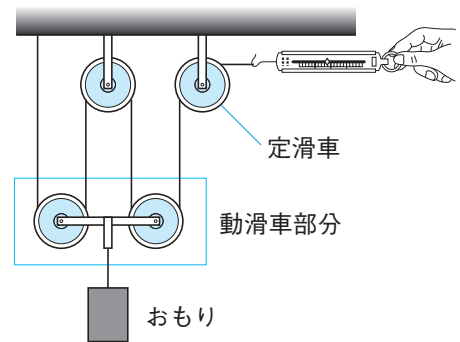
①() ②() ③()

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倍になる。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。



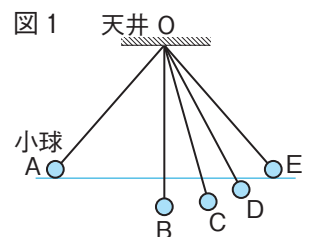
7 図のように、糸と定滑車と動滑車を組み合わせた装置を使って、質量 750gのおもりを一定の速さでゆっくり引き上げた。おもりが 20cm 引き上げられている 6 秒の間、ばねばかりは一定の値 2.4N を示した。ただし、質量 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とし、滑車の摩擦や空気の抵抗、糸の質量は無視できるものとする。



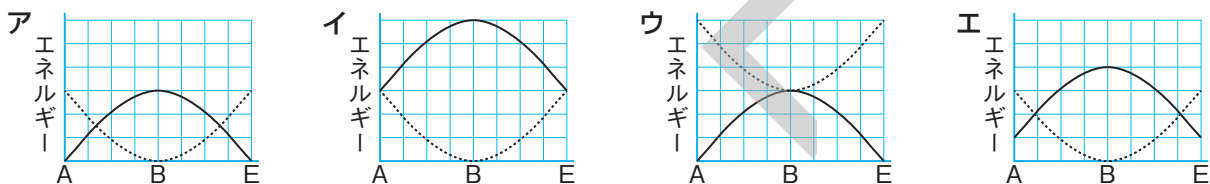
- (1) おもりが 20cm 引き上げられたとき、おもりがされた仕事は何 J か。 ()
- (2) おもりを 20cm 引き上げたとき、ばねばかりを何 cm 引いたか。 ()
- (3) (2) のとき、ばねばかりがした仕事は何 J か。また、そのときの仕事率は何 W か。
仕事() 仕事率()
- (4) 図に示した動滑車部分の質量は何 g か。 ()

【力学的エネルギー】

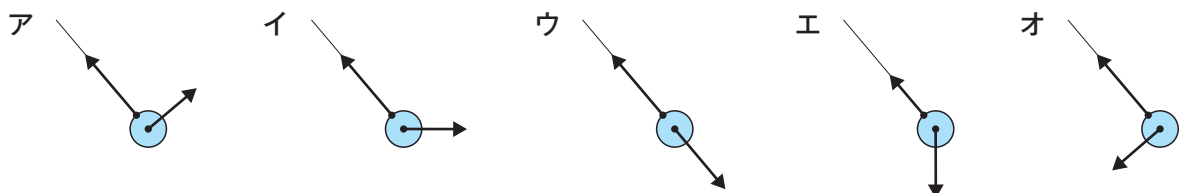
8 図 1 のように、小球にのび縮みしない糸をつけて天井の点 O からつるし、振り子をつくった。振り子の最下点 B から糸がたるまないようにして点 A まで小球を持ち上げ静止させた。静かに手を離したところ小球は最下点 B を通過し、点 A と同じ高さの点 E に達した。摩擦や空気の抵抗は無視できるものとする。



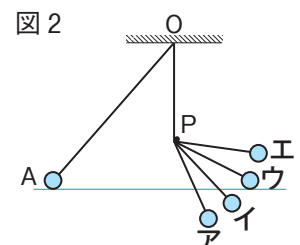
- (1) 位置エネルギーが最大になる点として、最も適当なものを図 1 の点 B ~ E から 1 つ選び、記号で答えなさい。 ()
- (2) 点 A から点 E に達するまでの運動エネルギーと位置エネルギーについて、その変化のようすを表しているものとして、最も適当なものを次から 1 つ選び、記号で答えなさい。ただし、図中の実線は運動エネルギーを、点線は位置エネルギーを、おもりが点 B にあるときを基準面として表している。 ()



- (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。 ()



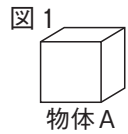
- (4) 図 2 のように、点 O の真下の点 P にくぎを打ち、糸がたるまないようにして点 A まで持ち上げ、静かに手を離した。小球はどの位置まで上がるか。最も適当なものを図 2 のア ~ エ から 1 つ選び、記号で答えなさい。 ()



まとめの問題 B

学習日 月 日

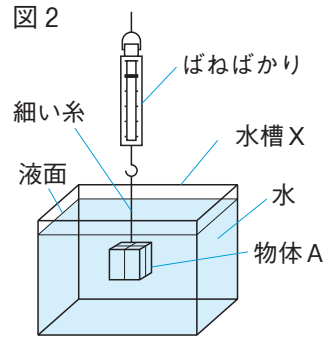
- 1 図1のような底面が正方形で、高さが3cmの直方体の物体Aと、水を入れた水槽X、食塩水を入れた水槽Yを用意し、次の実験を行った。ただし、実験において、細い糸の体積や重さは無視できるものとする。



〔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。

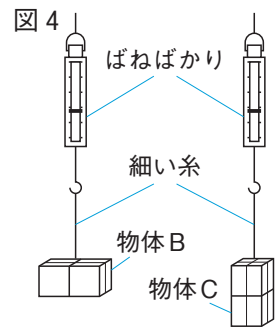
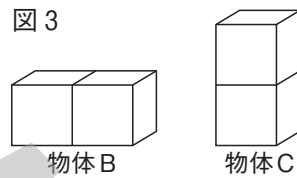
② Aをばねばかりからはずし、水槽Xに入れると、Aは沈んでいき、水槽の底で静止した。次に、Aを水槽Yに入れると、Xに入れたときと同様に、水槽の底で静止した。

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。



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]	水槽X	0.80	0.70	0.60	0.50	0.50
	水槽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、水槽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。



□(1) 実験1について、次の各問いに答えなさい。

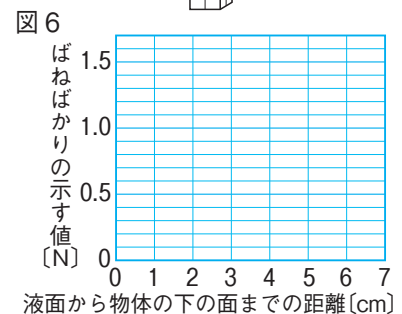
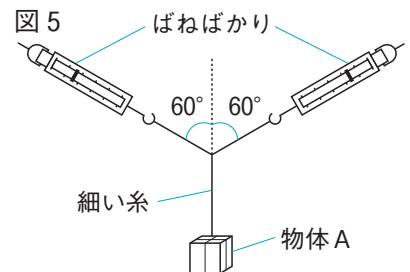
□① 次の文の□(a)、□(b)に当てはまる数値を、それぞれ答えなさい。 a() b()

水槽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を水槽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。 ()

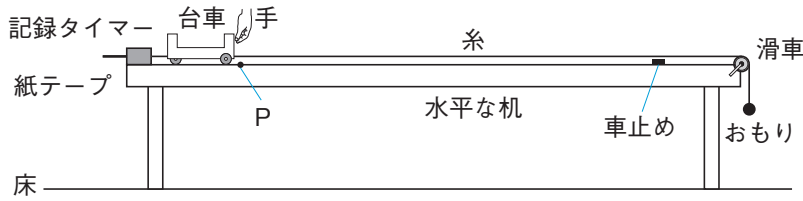
□③ 次の文の□(a)、□(b)に当てはまる数値をそれぞれ答えなさい。 a() b()

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を水槽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は水槽の底に達していないものとする。



- ✂ □(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、点Pで台車を支えていた手を静かに離し、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秒ごとの長さをはかってa, b, c, …としてまとめたもので、おもりは手を離してから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、簡潔に書きなさい。また、このとき、台車にはたらいている力についても、同じように簡潔に書きなさい。

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。簡潔に書きなさい。

- (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。

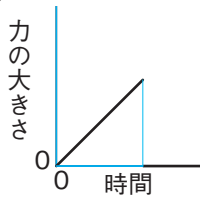
- (4) 手を離してから0.2秒までの台車の平均の速さを求めなさい。

- (5) 手を離してから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。

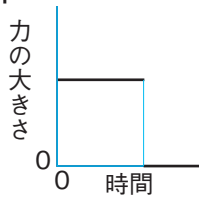
- (6) 手を離したとき、おもりは床から何cmの高さにあったか。

- (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。

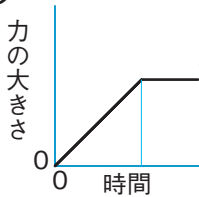
ア



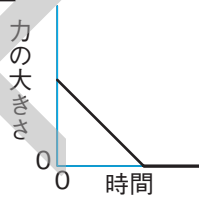
イ



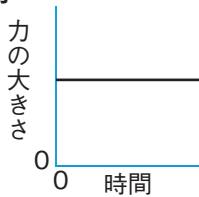
ウ



エ



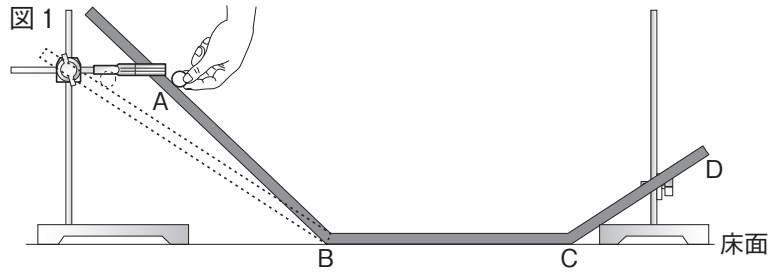
オ



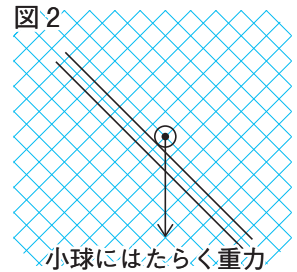
また、そのようになる理由を答えなさい。

- (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潔に書きなさい。

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離したところ、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、レールに平行な分力と、レール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、レール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変わるか。それぞれ答えなさい。 レールに平行な分力〔 〕

レールに垂直な分力〔 〕

□(3) BC間では、小球は等速直線運動を行った。

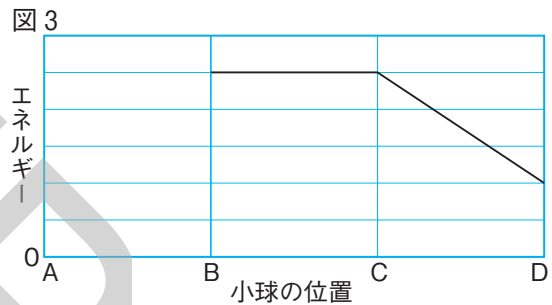
□① 小球が等速直線運動を続けようとするのは、小球のもつ何という性質によるものか。

〔 〕

□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。

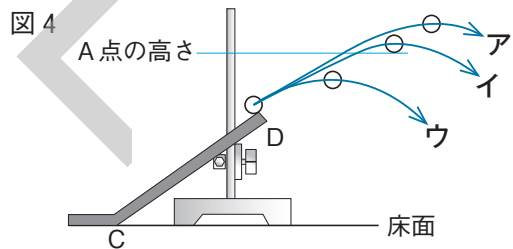
□③ A点における小球の位置エネルギーとD点における小球の位置エネルギーの大きさの比を求めなさい。

〔 〕

✂ □(5) D点から飛び出した後の小球の運動のようすについて、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書きなさい。

記号〔 〕

理由〔 〕

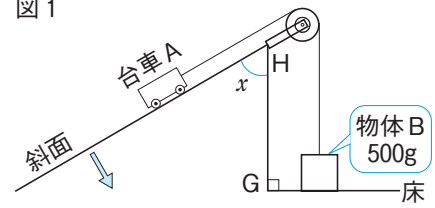


✂ □(6) 同じ実験を、図1の破線で示したように、AB間のレールの傾きを小さくし、レール上のA点と同じ高さから小球を運動させるように行くと、小球がD点まで達するのにかかる時間と、D点から飛び出した後の小球の運動のようすはどのように変わるか。理由も含めて書きなさい。

〔 〕

- 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, 質量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。

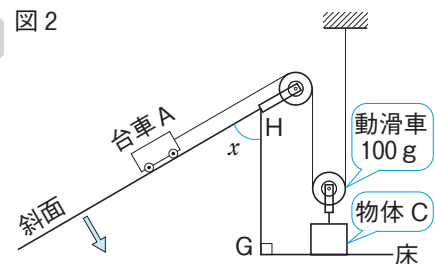
〔実験1〕 図1のように, Hに取りつけた滑車にひもを通し, ひも



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° に戻すと, 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。簡潔に書きなさい。
〔 〕
- (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。簡潔に書きなさい。
〔 〕
- (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。簡潔に書きなさい。
〔 〕
- (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。簡潔に書きなさい。
〔 〕
- (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。理由を含めて簡潔に書きなさい。
〔 〕
- (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潔に書きなさい。
〔 〕

〔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。〔 〕