

イントロダクション

- ◆ **速さ** → 瞬間の速さと平均の速さがあるよ。速さの計算はできるようにしよう。
- ◆ **力と運動** → 力と運動の関係をおさえよう。

速 さ

算数や数学で速さの計算をしてきたよね。では、速さの計算の復習です。
「120kmの道のりを4時間で走る自動車の速さを求めなさい。」



速さ=道のり÷時間だから、
120km÷4時間=時速30kmとなります。

そうだね。でも、実際は120kmの移動中にずっと時速30kmで走っているわけではないよね。例えば、カーブや交差点では減速するし、赤信号になれば速さは0になる。だから、時速30kmというのは、ずっと同じ速さで走ったと仮定したときの速さなんだ。このような速さを**平均の速さ**というんだ。それに対して、ある瞬間での速さを**瞬間の速さ**というんだ。

瞬間の速さ……スピードメーターや速度計に示された速さ。

ごく短い時間に移動した距離から求める。

平均の速さ……一定の速さで移動したとして求める。



【速さを求める式】

$$\text{速さ} = \frac{\text{移動距離}}{\text{かかった時間}}$$

【速さの単位】

cm/s(センチメートル毎秒)
m/s(メートル毎秒)
km/h(キロメートル毎時) など



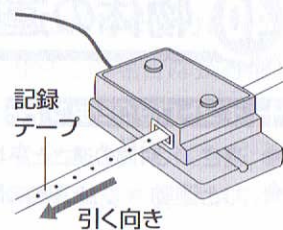
cm/sやkm/hに使われているsやhは、「秒」を表す英単語のsecond、「時間」を表す英単語hourの略だよ。

図のように、斜面上に小球があるとき、小球には重力がはたらいているよね。重力を分解すると、**斜面に垂直な分力**と**斜面に平行な分力**に分けられるんだ。ちょうど重力を対角線とする平行四辺形(この場合は長方形)がかけるよね。そうすると、その2辺が分力になるんだよ。

左と右では、斜面の角度が違うよね。**斜面の角度を大きくしていくと斜面に平行な分力が大きくなっていく**。反対に斜面に垂直な分力は小さくなっていくんだ。そして、斜面の角度が90°になると、重力のすべてが斜面に平行な力になるんだ。

【記録タイマー】

物体の運動の様子を調べるときに使用するものに記録タイマーがある。記録タイマーは、1秒間に50打点(東日本)または60打点(西日本)する装置で、記録したテープの打点間隔から、移動距離とかかった時間がわかるため、速さを計算することができるんだ。



右下の図は、物体の運動の様子を記録した記録テープだ。打点間隔と運動の様子は次のような関係になっているよ。

A：打点間隔が等しい

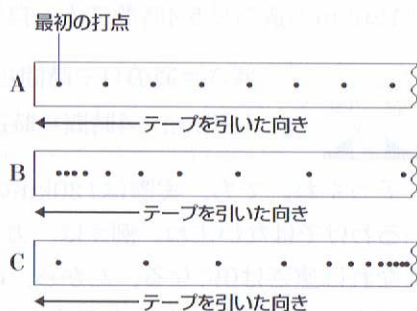
→速さが一定の運動

B：打点間隔が広がる

→だんだん速くなる運動

C：打点間隔が狭くなる

→だんだん遅くなる運動



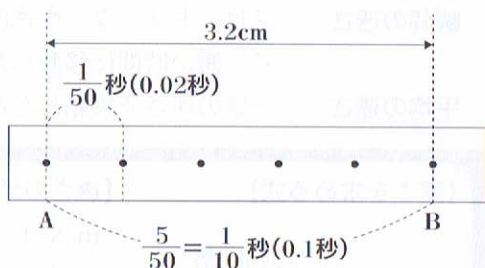
【速さの計算】

1秒間に50打点(60打点)する記録タイマーを用いたときの記録テープから速さを求めよう。記録テープを5打点(6打点)ごとに切ると、そのテープ1本分の長さは0.1秒間での移動距離を表しているんだ。

右下の図は、1秒間に50打点する記録タイマーを用いたときの記録テープだよ。そうすると、このテープのAB間の平均の速さは次のように計算できるんだ。

●AB間の平均の速さ

$$3.2\text{cm} \div \frac{1}{10}\text{s} = 32\text{cm/s}$$



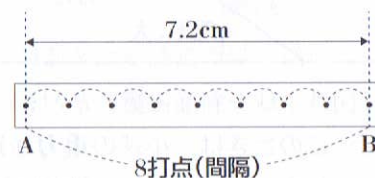
5打点以外の場合は、どのようにして速さを求めるんですか？

打点数から時間が求められるんだ。時間は次の式で求められるよ。

$$\text{時間(s)} = \frac{\text{打点数}}{\text{1秒間の打点数}} \text{ (s)}$$

分母は、1秒間に50打点の記録タイマーでは50、1秒間に60打点では60にすればいいよ。分子の打点数は、打点間隔を数えるんだ。そうすると、記録テープの長さや時間から速さが求められるよ。

例えば、1秒間に50打点する記録タイマーを用いたときの記録テープが右のようになったとする。そうするとAB間の時間は、 $\frac{8}{50}\text{s}$ となるんだ。



だから、このときの平均の速さは、 $7.2\text{cm} \div \frac{8}{50}\text{s} = 45\text{cm/s}$ となるんだ。

力と運動

力のはたらきを覚えているかな。力のはたらきに「物体の運動の様子を変える」というのがあったよね。ここでは、物体に力がはたらくときの運動の様子について学習していくよ。



運動の様子が変わるとは、どういうことですか？

運動の様子は、「向き」と「速さ」で表されるんだ。つまり、物体に力がはたらくと、物体の「向き」や「速さ」が変わるんだ。反対に物体に力がはたらかなければ、「向き」や「速さ」は変わらないよ。

【速さが変わる運動①】

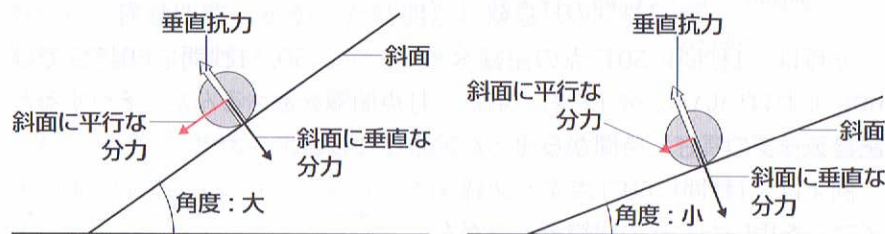
斜面を下るときの運動を考えよう。前提として、空気の抵抗や摩擦力はないものとするよ。斜面を下る運動では運動と同じ向きに一定の大きさ

の力が加わり続けるので、物体はだんだん速くなる運動をするんだ。



このときは、どんな力がはたらいているのでしょうか？

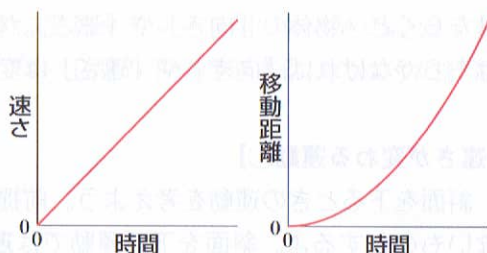
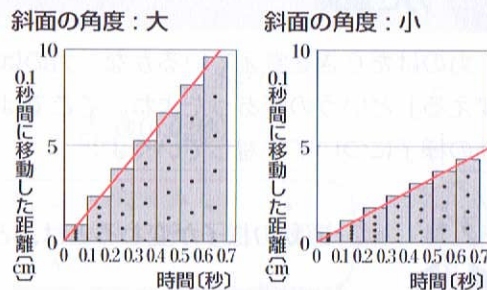
重力の分力が斜面下向きにはたらき続けているんだ。



図は小球を斜面に置いたときのものだよ。分力のところで学習したけれど、このときは、小球の重力が斜面下向きの分力と斜面に垂直な分力に分かれる。そうすると、斜面に垂直な分力と垂直抗力がつり合って、物体には斜面下向きの分力がはたらくので、小球はだんだん速くなる運動をするんだ。このとき、はたらく力は一定の大きさであることに注意しよう。斜面の角度が変わらなければ、重力の分力の大きさも変わらない。だから、一定の大きさの力がはたらき続けるんだ。

右の斜面を下る運動の様子を記録した記録テープのグラフを見ると、どちらもだんだん速くなっているけれど、角度が大きいときは速さの変化が大きく、角度が小さいときは速さの変化が小さいよね。このように、斜面の角度を大きくすると、速さの変化が大きくなるんだよ。

右のグラフは、斜面を下る運動の「時間と速さ」「時間と移動距離」の関係を表



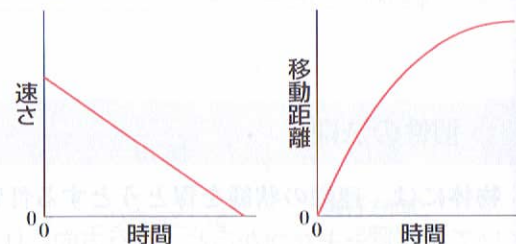
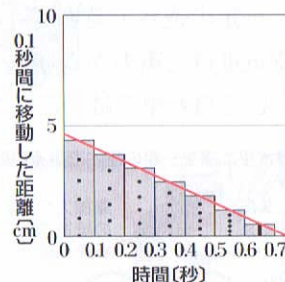
したものだよ。この運動では、速さは時間に比例し、移動距離は時間の2乗に比例するんだ。このグラフの形はしっかり覚えておこう。

【速さが変わる運動②】

次は、だんだん遅くなる運動について見ていこう。

物体の進行方向と反対向きに力がはたらいているときは、物体の速さはだんだん遅くなるんだ。例えば、物体と床との間に摩擦力がはたらいている場合や空気抵抗がある場合は、だんだん遅くなる。また、物体が斜面を上る運動では、進行方向と反対向きに力がはたらくので、遅くなっていくんだよ。

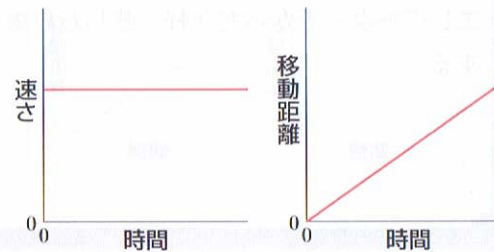
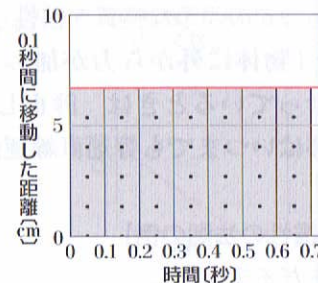
右のグラフは、だんだん遅くなる運動の「時間と速さ」「時間と移動距離」の関係を表したものだよ。このグラフも頭に入れておこう。



【速が変わらない運動】

速が変わらない運動を学習していこう。力がはたらいていない場合やはたらいなくてもつり合っている場合は、物体は等速直線運動をするんだ。等速直線運動は、物体が一定の速さで、向きを変えず一直線上をまっすぐ進んでいく運動のことをいうよ。つまり、向きも速さも変わらない運動のことだ。

等速直線運動のときの「時間と速さ」「時間と移動距離」の関係は右のようになるよ。速さは一定で、移動距離は時間に比例するんだ。





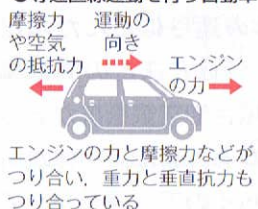
力が釣り合っていて等速直線運動をするのは、どのようなときですか？

一定の速さで落ちてくる雨滴などがあるよ。雨滴は、ある速さになると空気抵抗と重力が釣り合っていて、等速直線運動をするんだ。一定の速さで走っている自転車では、こぐ力と摩擦力や空気抵抗が釣り合っているんだよ。

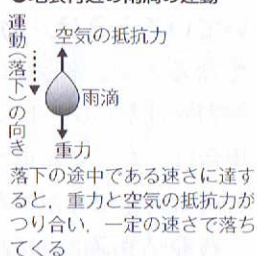
●水平な道を一定の速さで走る自転車



●等速直線運動を行う自動車



●地表付近の雨滴の運動



慣性の法則

物体には、運動の状態を保とうとする性質がある。例えば、車に乗っていて急ブレーキがかかると、進行方向に体が動く。これは、進行方向に動いている状態を保とうとして体が前に進んだということなんだ。物体のもつこのような性質を**慣性**という。

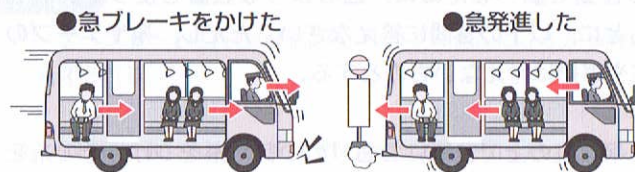
「物体に外から力が加わらないときや加わっていてもそれらが釣り合っているときは、静止している物体は静止し続け、運動している物体はいつまでも等速直線運動を続ける」ことを**慣性の法則**というよ。

【慣性の法則の例】

- だるま落とし
- エレベーターでからだの軽さを感じたり重さを感じたりする



急発進や急ブレーキで体が動く



ポイント整理

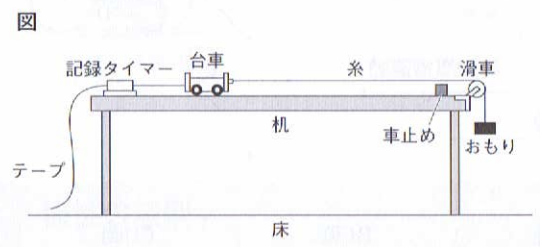
	AB間	BC間	CD間
はたらく力	進行方向と同じ向き	釣り合っている	進行方向と逆向き
力の大きさ	一定の大きさ	-	一定の大きさ
速さの変化	一定の割合でだんだん大きくなる	変化なし(等速)	一定の割合でだんだん小さくなる
グラフ (時間と速さ)			
グラフ (時間と距離)			

※摩擦や空気の抵抗はないものとする。

問題 物体の運動を調べるために、図のような装置を使って実験を行った。これをもとに、以下の各問に答えなさい。ただし、糸やテープの質量、空気の抵抗や摩擦は考えないものとする。

【実験】

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。台車を支えていた手を静かに離すと、おもりが台車を引きはじめ、台車はまっすぐ進む運動を行った。1秒間に60回打点する記録タイマーで、手を離してからの台車の運動をテープに記録し、それを6打点ごとに切り、それぞれのテープを順に a, b, c, …として長さをはかったところ、表のような結果が得られた。

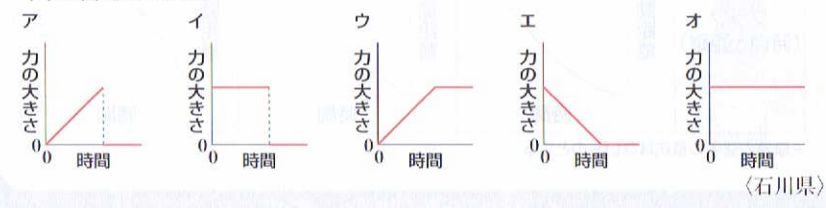


テープ	テープの長さ (cm)
a	1.5
b	4.5
c	7.5
d	10.5
e	13.5
f	16.5
g	18.0
h	18.0
i	18.0
j	18.0

- テープ g ~ j を記録している間の台車の運動を何というか。
- 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。
- 手を離したとき、おもりは床から何 cm の高さにあったか、次のア~オから最も適切なものを1つ選びなさい。

ア 1.5cm イ 18cm ウ 37.5cm エ 54cm オ 72cm

- テープ a ~ j を記録している間、台車にはたらいている力のうち運動の向きにはたらいている力の大きさと、時間の関係を表すグラフはどれか、次のア~オから1つ選びなさい。また、そのようなグラフになる理由を書きなさい。



解説

- テープ g ~ j は長さが同じで、まっすぐ進んだことから等速直線運動をしたと考えられる。
- 1秒間に60打点したテープを6打点ごとに切ったので、テープ1本分は0.1秒。よって、テープ a, b の2本分の平均の速さを求めればよい。

$$\frac{1.5\text{cm} + 4.5\text{cm}}{0.2\text{s}} = 30\text{cm/s}$$
- (3)(4) テープの長さが長くなっていく間は、速さが大きくなっているので運動の向きに力がはたらいている。テープの長さが変わらないときは、速さが一定になっているので運動の向きに力がはたらいていない。よって、テープ a ~ f ではおもりによって台車に力がはたらいているが、テープ g ~ j では力のはたらいていないと考える。

解答 (1) 等速直線運動 (2) 30cm/s

(3) エ (4) イ
 (理由) おもりが床につくまでは、おもりによって運動の向きに一定の大きさの力がはたらいているが、おもりが床についた後は、その力がはたらかなくなるから。