

問1. 以下に挙げる別の単位系で表した物理量を、SI基本単位で表わせ。

1) 標準状態の空気の密度: $1.3 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$

$$\begin{aligned} 10^3 \text{ g} &= 1\text{kg} \quad \Rightarrow \quad 1\text{g} = 10^{-3} \text{ kg} \\ 10^2 \text{ cm} &= 1\text{m} \quad \Rightarrow \quad 1\text{cm} = 10^{-2} \text{ m} \text{を使う} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &1.3 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3 \\ &= 1.3 \times 10^{-3} \times (10^{-3} \text{ kg} / (10^{-2} \text{ m})^3) \\ &= 1.3 \times 10^{-3} \times (10^{-3} \text{ kg} / (10^{-6} \text{ m}^3)) \\ &= 1.3 \times 10^{-3} \times 10^3 \text{ kg} / \text{m}^3 \\ &= 1.3 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

2) 速さ: 72km/h

$$\begin{aligned} & 72 \times (10^3 \text{ m} / (3.6 \times 10^3 \text{ s})) \\ &= 72 \times (10^3 / (3.6 \times 10^3)) \text{ m/s} \\ &= 72 / 3.6 \text{ m/s} \\ &= 2.0 \times 10 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$$

$$1 \text{ h} = 60 \times 60 \text{ s} = 3.6 \times 10^3 \text{ s}$$

20 m/s でもよい

3) トルク(力のモーメント) 100 N · cm

$$\begin{aligned} & 100 \times (1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \times 10^{-2} \text{ m}) \\ &= 100 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 \\ &= 1.00 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 \end{aligned}$$

$$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

NはSI組立単位

問2. 物差しを使ってある物体の長さを読み取ったところ、縦が4.0cm、横が22.0cm、高さが3.5cmであった。

1) この物体の体積はどの範囲にあるか？

読み取り誤差は
0.1cm

縦が4.0cmということは、3.9cmから4.1cmの範囲、
同様に 横は21.9cmから22.1cmの範囲、
高さは3.4cmから3.6cmの範囲にある

したがって、
290.394 cm³と326.196 cm³
の範囲にある

ここで計算: $3.9 \times 21.9 \times 3.4 = 290.394$

4.1 × 22.1 × 3.6 = 326.196

別な考え方:

3.95*21.95*3.45 から4.05*22.05*3.55の範囲にある⇒299.1236 cm³と317.0239 cm³の間

2) この物体の体積は何m³と表したらよいだろうか？

単純に計算すると $4.0 \times 22.0 \times 3.5 = 308 \text{ cm}^3 = 308 \times (10^{-2} \text{ m})^3$
 $= 308 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 3.08 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

有効数字の桁数を考慮すると 2桁、3桁、2桁の数の積なので
 $= 3.1 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

このように誤差が大きくなることに注意!

問 3. 海面を伝わる波の速さ v が、深さ h と重力加速度の大きさ g だけで決まるとき、 v を h と g の関数として表せ。

波の速さ v の次元は、長さ / 時間 なので、 $[L T^{-1}]$

海の深さ h の次元は、長さ なので $[L]$

重力加速度 g の次元は、長さ / 時間² なので $[L T^{-2}]$

速さ v が h と g から決まるということは

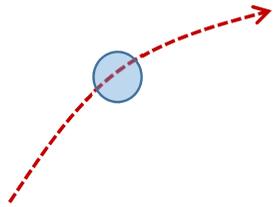
$$v = h^a g^b \quad \text{と書ける、ということ。}$$

$$\text{つまり } [L T^{-1}] = [L^a (L T^{-2})^b] = [L^{a+b} T^{-2b}]$$

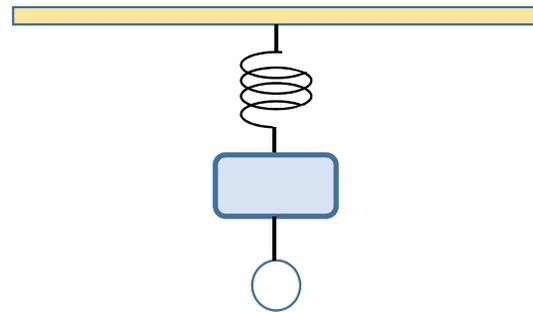
$$\text{これより } a+b=1 \quad \text{かつ} \quad -2b = -1 \quad \therefore a = b = \frac{1}{2}$$

$$\text{ゆえに、} C \text{ を定数とおくと } v = C \sqrt{hg}$$

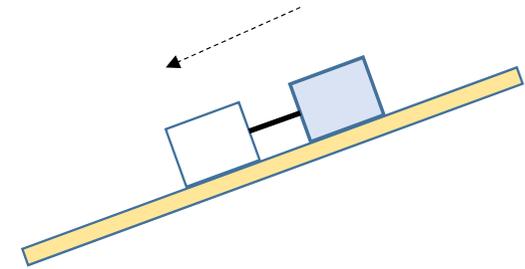
(1) 空中を飛ぶボール



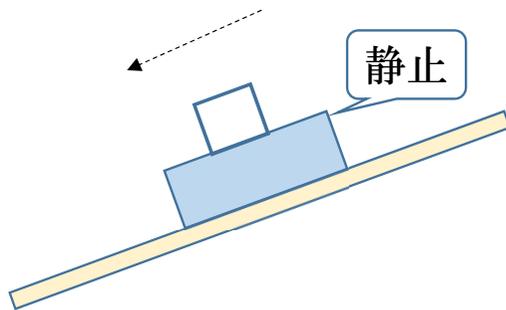
(2) ばねでつり下げられた物体
糸で別な物体が吊り下げられている



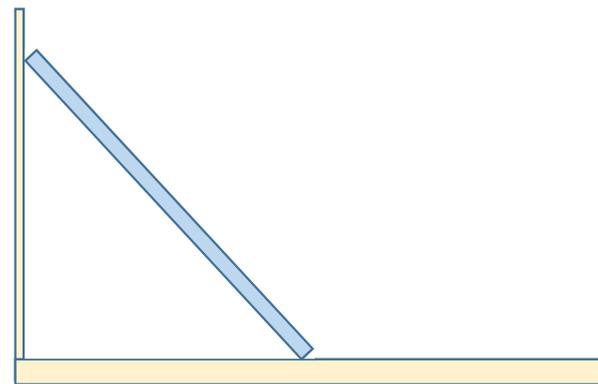
(3) 粗い斜면을滑り下りている物体
糸で繋がれ滑り降りる物体
物体間の糸はピンと張っているとする



(4) 粗い斜面に静止している物体
その上面は粗く、別な物体が滑り降りる



(5) なめらかな壁にたてかけられた棒
床は粗く、静止している



力とは

ニュートンの運動方程式

$$F = m a$$

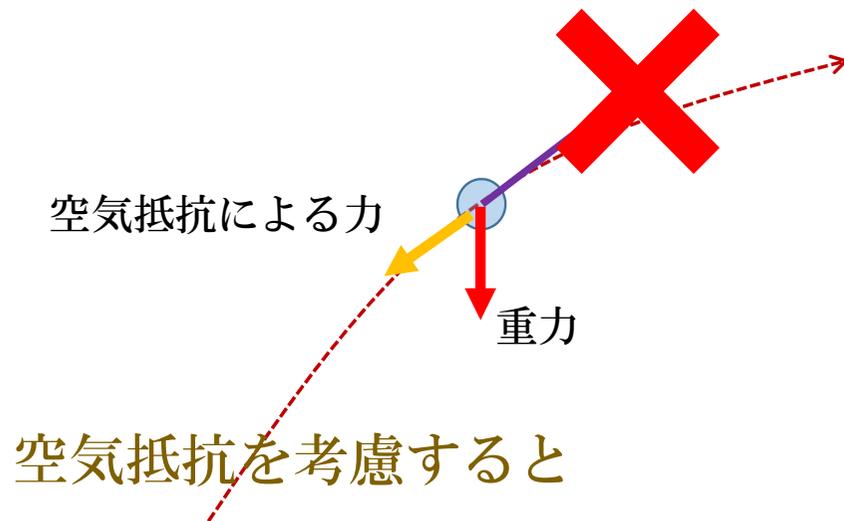
力 質量×加速度

つまり、物体に加速度を与えるもの(速度ではない)

物体が「静止している」と「等速度運動している」は同じ状況
その物体にはたらく力がつりあっている
=力の総和が0に等しい

多かった間違い

(1) 空中を飛ぶボール



コメント:

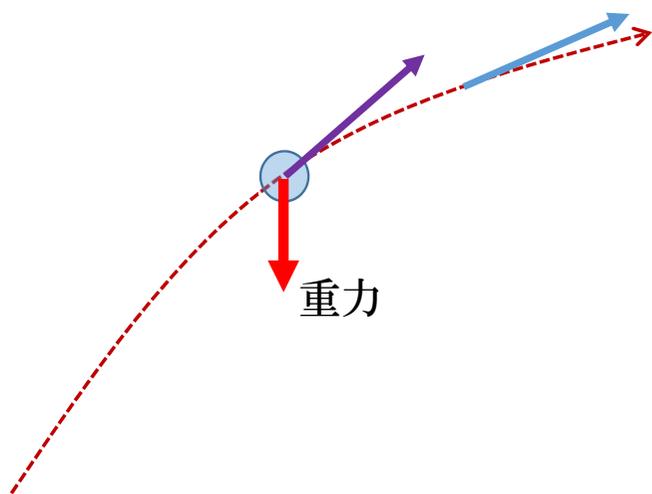
このボールに働く力は『重力』だけである

ボールを投げあげた時（過去）には斜め上向きのがはたらいたかもしれない。

しかし、飛んでいる時は、このような力がはたらいていない(ので、ボールは時間とともに落下する)

(1) 空中を飛ぶボール

加速度 = 速度の変化を考える



速度の変化

水平方向は変化なし

鉛直方向は減少（後で下向きになる）



鉛直方向にだけ、**加速度**がある

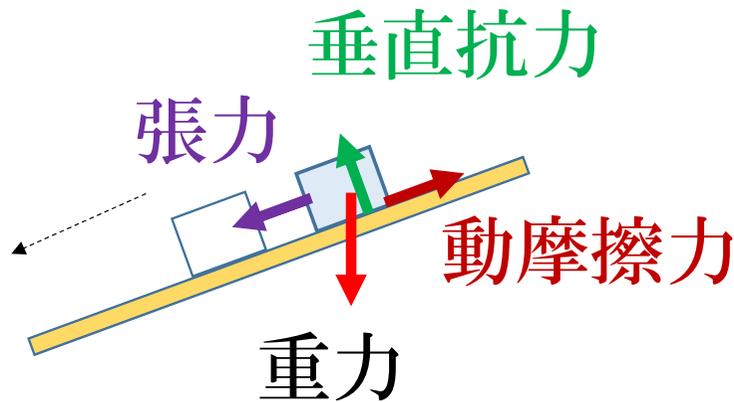
← これが「重力」のはたらき

(他の力によって打ち消されない限り)

力とは、**物体**に**加速度**を与えるもの

$$F = m a$$

(3) あらい斜面をすべり下りている2つの物体
物体間の糸はピンと張っているとする



コメント:

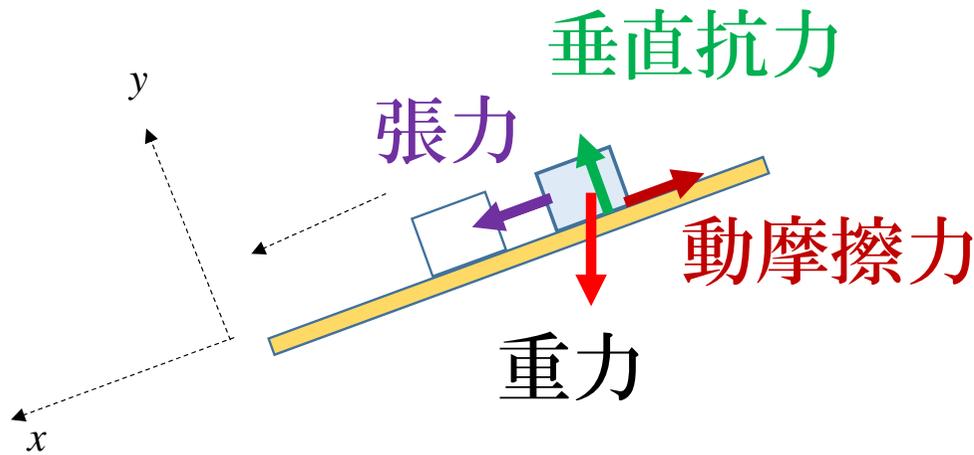
張力と垂直抗力を書き忘れていている人が多い

張力がないとすれば、後の物体は前の物体に接近するはず

糸がピンと張っている状態になっているということは、前の物体が後の物体を引っ張っている=張力がはたらいっている、ことを意味

また垂直抗力がはたらかないと、この物体は斜面の中に沈んでしまう!

(3) あらい斜面をすべり下りている2つの物体
物体間の糸はピンと張っているとす



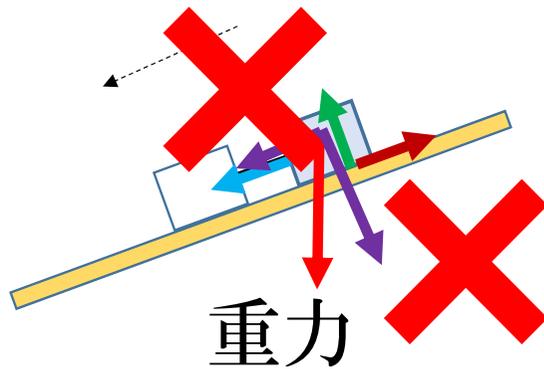
力のつり合い
斜面に水平にx軸、垂直にy軸をとる

この物体はx軸方向には運動している
(加速度をもつ)
しかし y軸方向には静止している



y軸方向にはたらく力がつり合っている!
⇒ 重力と垂直抗力のつりあい

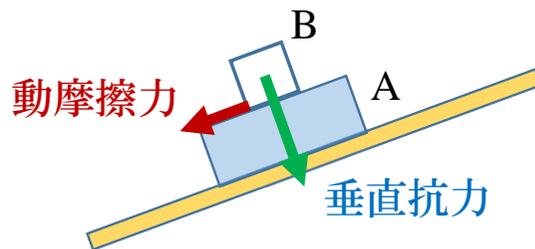
(3) あらい斜面をすべり下りている2つの物体



コメント:

確かに斜面に沿ってすべるので、
このような力がはたらいている
--- しかし、これは「重力の分力」
つまり、重力が、この2つの力に
分けられているのである。

(4) あらい斜面に静止している物体Aと、その上面をすべり下りる別な物体B



コメント:

Bの垂直抗力を書き忘れている人が多い

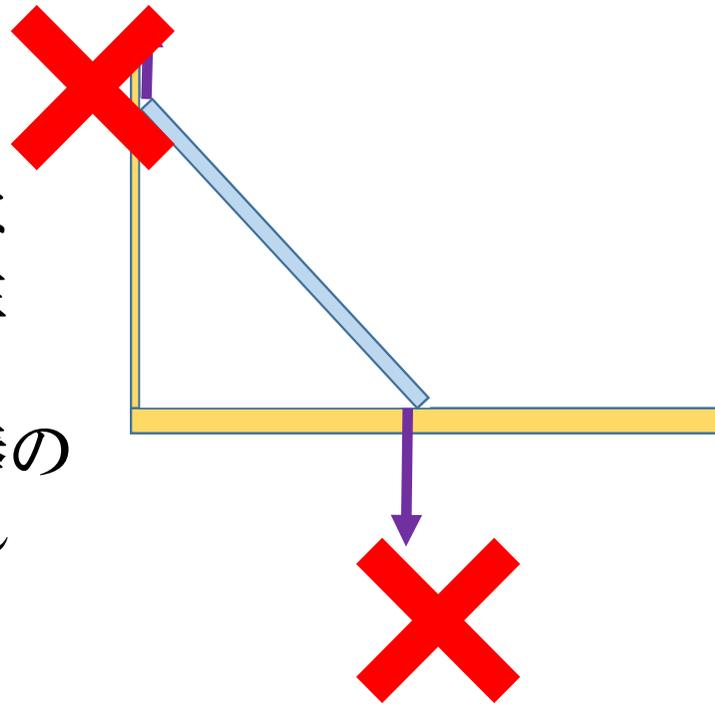
BがAに乗っているのだから、その重さをAは支えている---Bから見れば、Aから垂直抗力を受ける。「Bの垂直抗力」はその反作用ともいえる

Bからの動摩擦力を反対向きに書く人が多い。

AとBの間に動摩擦力がはたらき、それはBからみると、Bの運動を妨げる方向 \rightarrow にはたらく---Aからみると、Bからその反作用として動摩擦力 \leftarrow がはたらく

(5) なめらかな壁にたてかけられたあらい床に置かれた棒

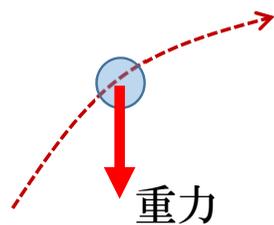
このような力のはたらく可能性
がある
ただし、壁と棒の
間に摩擦があれば！



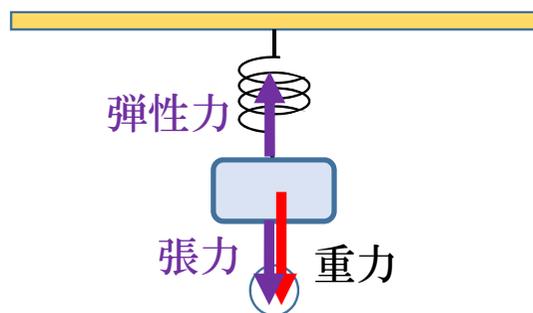
コメント:

確かにこのような力
ははたらいている---
しかし、これは棒の
「重力の分力」(そ
もそも棒にはたらく
力ではない)

(1) 空中を飛ぶボール

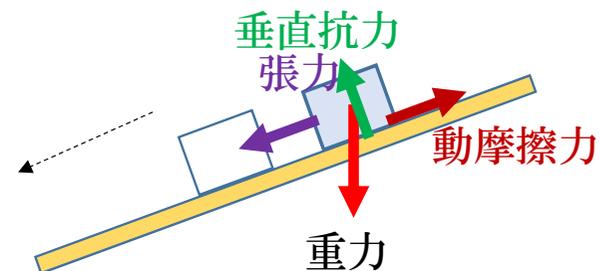


(2) バネで吊り下げられた
2つの物体

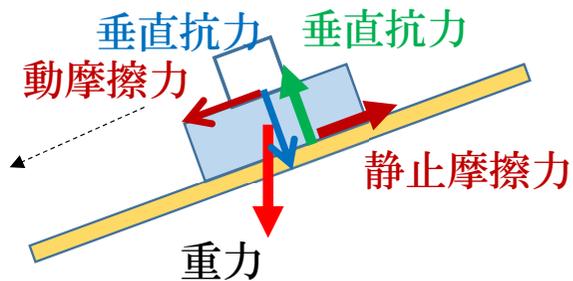


(3) あらい斜面をすべり下りて
いる2つの物体

物体間の糸はピンと張っているとする



(4) あらい斜面に静止している
物体と、その上面をすべり
下りる別な物体



(5) なめらかな壁にたてかけられた
あらい床に置かれた棒

