

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: $1.3 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$

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

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

2) 速さ: 72km/h

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

$$\begin{aligned} 1 \text{ km} &= 10^3 \text{ m} \\ 1 \text{ h} &= 60 \times 60 \text{ s} = 3.6 \times 10^3 \text{ s} \end{aligned}$$

20 m/s でもよい

3) トルク(力のモーメント) 100 N・cm

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

$$\begin{aligned} 1 \text{ cm} &= 10^{-2} \text{ m} \\ 1 \text{ N} &= 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \end{aligned}$$

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？

縦が4.0 cm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

読み取り誤差は
0.1cm

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

別な考え方: $4.1 \times 22.1 \times 3.6 = 326.196$

したがって、
 290.394 cm^3 と 326.196 cm^3
の範囲にある

$3.95 \times 21.95 \times 3.45$ から $4.05 \times 22.05 \times 3.55$ の範囲にある $\Rightarrow 299.1236 \text{ cm}^3$ と 317.0239 cm^3 の間

2) この物体の体積は何 m^3 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 $[L T^{-2}]$

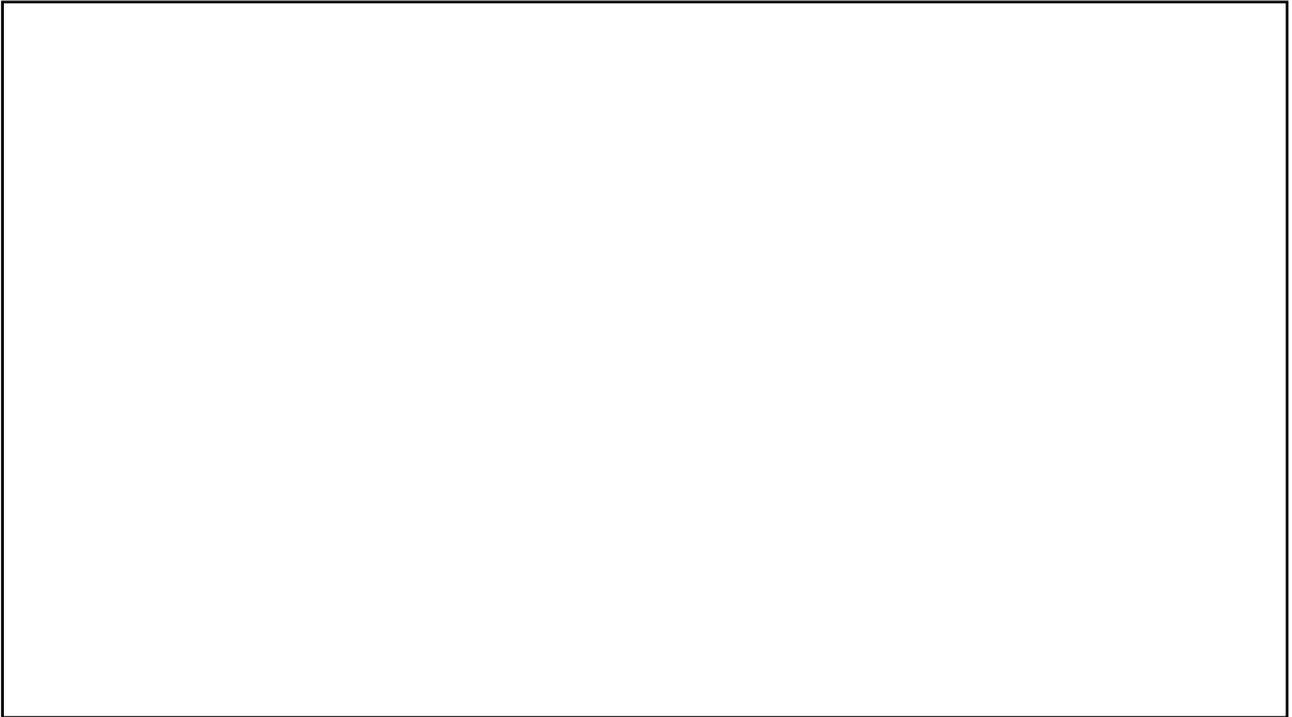
速さ v が h と g から決まるということは

$v = h^a g^b$ と書ける、ということ。

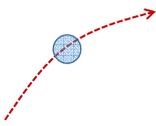
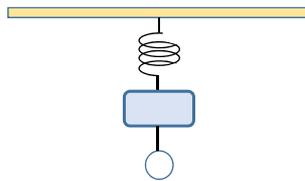
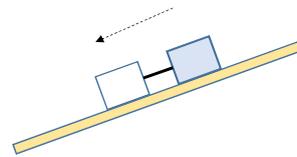
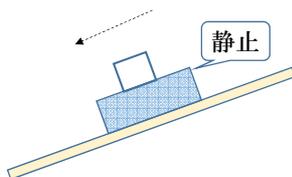
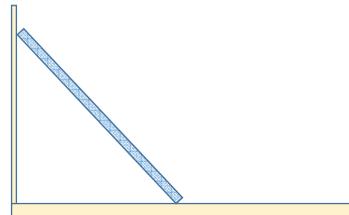
つまり $[L T^{-1}] = [L^a (L T^{-2})^b] = [L^{a+b} T^{-2b}]$

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

ゆえに、 C 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) 粗い斜面を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(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

$$F = m a$$

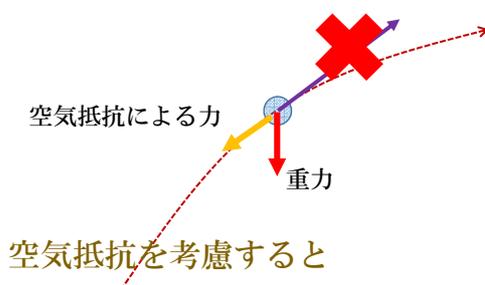
力 質量×加速度

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:

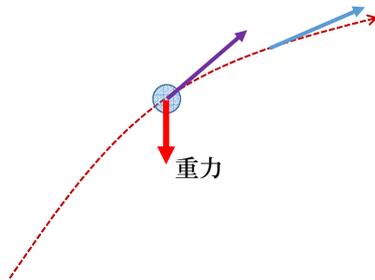
このボールに働く力は『重力』だけである

ボールを投げあげた時(過去)には斜め上向き力がはたらいたかもしれない。

しかし、飛んでいる時は、このような力ははたらいていない(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

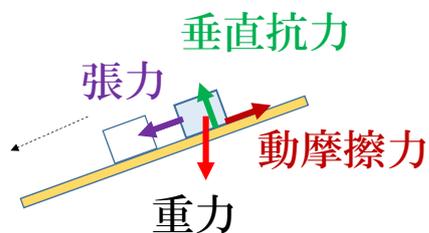
(他の力によって打ち消されない限り)

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

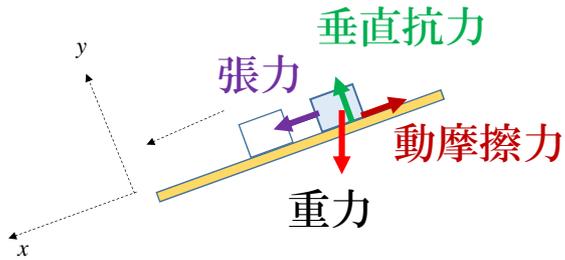
張力がないとすれば、後の物体は前の物体に接近するはず

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る



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

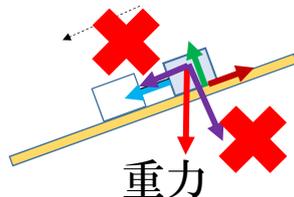


y軸方向にはたらく力がつり合っている！
⇒ 重力と垂直抗力のつりあい

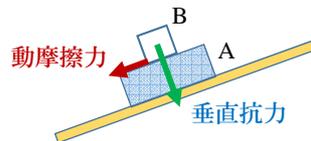
(3) あらい斜面をすべり下りている2つの物体

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) あらい斜面上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

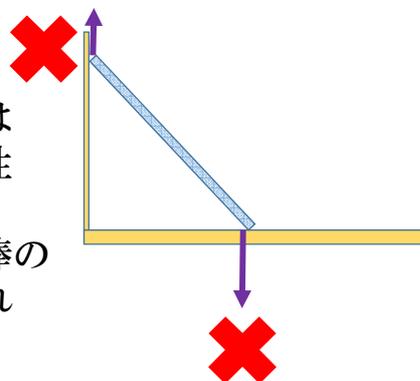
BがAに乗っているのだから、その重さをAは支えている---Bから見れば、Aから垂直抗力を受ける。「Bの垂直抗力」はその反作用ともいえる

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

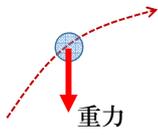
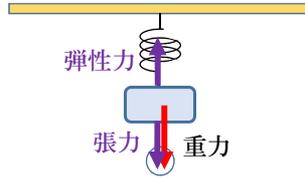
このような力は
はたらく可能性
がある
ただし、壁と棒の
間に摩擦があれば！



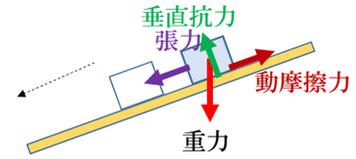
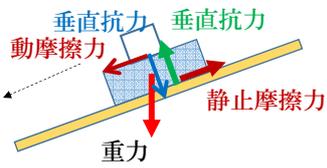
コメント:

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