

1 - 2 力の性質と運動

		張力 (糸、バネ)
	接触力	抗力 (接触面)
物体に働く力	摩擦力	空気抵抗、接触面の摩擦力
	場の力	万有引力、クーロン力、ローレンツ力 etc.

・張力

糸 (バネ) の両端に生じる

同じ大きさ・反対向きのペア

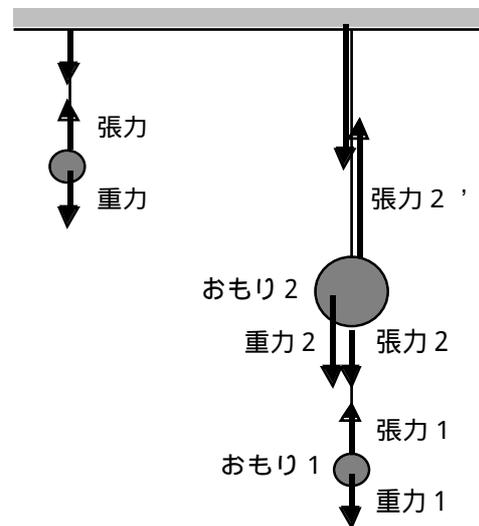
例) 糸でつり下げられた錘のつり合い

おもり 1

$$\text{重力 1} + \text{張力 1} = 0$$

おもり 2

$$\text{重力 2} + \text{張力 2} + \text{張力 2}' = 0$$



・抗力

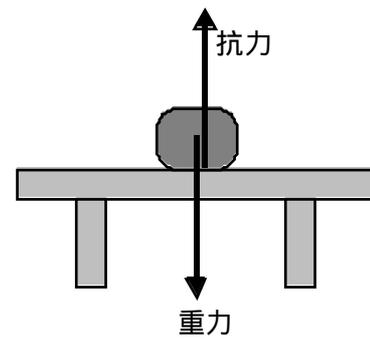
物体との接触面に生じる

物体が接触面を押し出す力の ” 反作用 ”

注) 抗力が大きい => 面に強く押さえつけられている

例) 卓上に置いた物体

$$\text{重力} + \text{抗力} = 0$$



・ 摩擦力

a) 空気抵抗：物体が空気中を運動する時に受ける抵抗

運動の方向と逆向き

速さ（速度ベクトルの大きさ）が大きいほど、大きな抵抗力になる

物体の速度が小さいとき

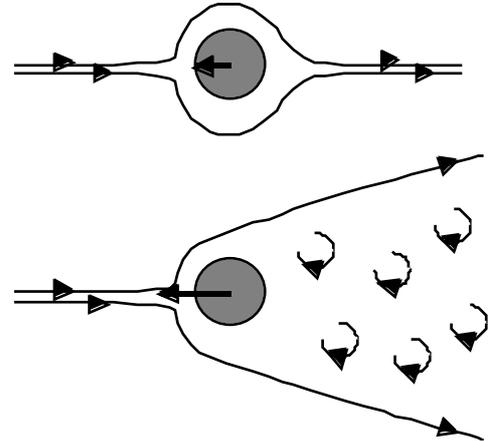
$$\text{空気抵抗力} = C v$$

C ：抵抗係数、物体の形状によって異なる

v ：速さ

物体の速度が大きいとき

$$\text{空気抵抗力} = C v^2$$



例) 自由落下における空気抵抗の影響

物体に働く力

$$\text{重力} : m g$$

$$\text{空気抵抗力} : C v$$

運動方程式

$$m a = m g - C v$$

解説)

1) 初期段階： $t = 0$, $v = 0$

$$\text{重力} = m g , \text{空気抵抗力} = 0$$

= > 加速度 $a = g (> 0)$: 落下の速さは増加

落下の速さの増加 = > 空気抵抗力の増加

2) 中間段階

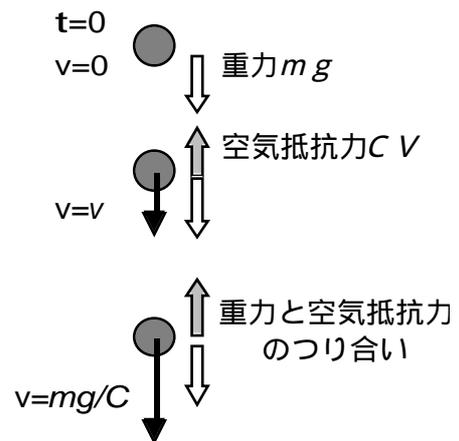
空気抵抗力が重力より小さい

$$a = (m g - C v) / m (> 0) : \text{落下の速さはまだまだ増加}$$

落下の速さの増加 = > 空気抵抗力の増加

3) 最終段階

重力と空気抵抗力のつり合い



$$0 = m g - C v$$

最終的な落下の速さ： $v = m g / C$ (一定速度で落下)

注) 空気抵抗がある場合、重いものほど速く落下する

考察) 隕石落下

地球に猛スピードで衝突する隕石の運動

大気に垂直に突入

解説)

1) 初期段階・中間段階

猛スピード(～数10km/s) => 空気抵抗力が重力よりも大きい

(加速度はマイナス：ブレーキがかかる) 質問

落下の速さ(減少) => 空気抵抗力の(減少)

2) 最終段階

重力と空気抵抗力のつり合い => 一定速度で落下

隕石の最終速度は、物質が同じなら重いものほど大きい

注)

大気との摩擦熱や衝撃波で燃えたり、破壊される

突入する角度が浅いと、大気にはじかれる

大気の上層から地面まで重力は変化する

b) 滑りの摩擦：物体を接触面上で滑らせる時に受ける抵抗

接触面に沿って加えた力が限界に達するとスリップする

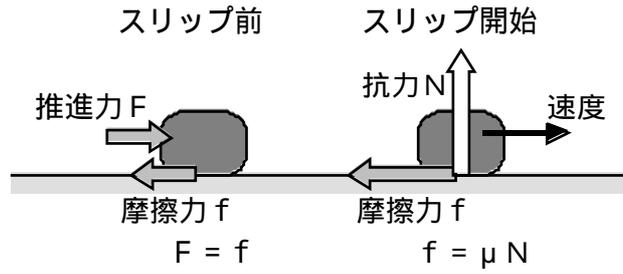
スリップしはじめる時の摩擦力の限界は抗力が大きいほど大きくなる

(接触面に強く押さえつけるほど、スリップする限界の摩擦力は大きい)

スリップし始めると接触面に沿った運動の方向と逆向きに働く

$$\text{限界の摩擦力} = \mu N$$

μ ：摩擦係数(接触している2つの材質によって決まる)



考察) しり相撲でヤセた人の不利を補うにはどうすればよいか？

ポイント1 : 床との摩擦力で飛び出さないように踏ん張っている。

ポイント2 : 摩擦力は床から受ける抗力の大ききさで決まる。

押し合うことにより互いに及ぼす力

= > 同じ大きさ、反対向き

水平に押し合った場合

= > 摩擦力は体重だけで決まる

相手を突き上げた場合

ヤセに働く力

重力 (下向き)

相手に押される力 (水平成分と下向き成分)

= > 抗力が大きくなる (床に強く押さえつけられる)

摩擦力の限界が大きくなる

相手に働く力

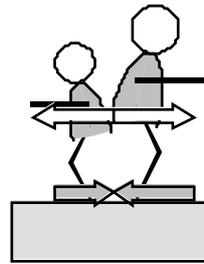
重力 (下向き)

ヤセが相手に加えた力 (水平成分と上向き成分)

= > 抗力が小さくなる (床に押さえつけられなくなる)

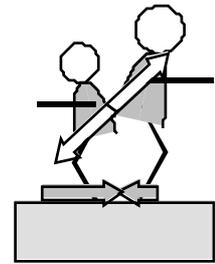
摩擦力の限界が減る

水平に押す



床との摩擦力
体重だけで決まる

突き上げる



床との摩擦力
体重と床に押さえつけられる力とで決まる

