

1. ニュートンの法則 (p41, 42)

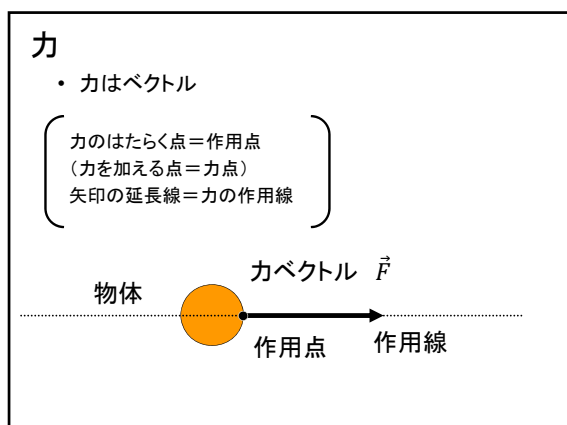
第1法則: 慣性の法則
「物体に外部から作用する力の和がゼロのとき、物体の速度は変わらない」

第2法則: 運動の法則
「物体に外部から作用する力の和がゼロでないとき、物体は力の方向に加速度を生じる(運動方程式)」

第3法則: 作用反作用の法則
「物体Aから物体Bに力が及ぼされると、BからAにも同じ大きさで逆向きの力が及ぼされる」

2. 万有引力の法則 (p58)

あらゆる物体の間には引力がはたらき、その大きさは各々の質量積に比例し、距離の2乗に半比例する



慣性の法則 (テキスト p41)

慣性の法則

物体に作用する力の和がゼロのとき、物体の速度は変化しない。

(静止している物体は静止し続け、動いている物体は等速直線運動をする → 慣性)

慣性の法則 (テキスト p43)

慣性の法則

物体に作用する力の和がゼロのとき、物体の速度は変化しない。

(静止している物体は静止し続け、動いている物体は等速直線運動をする → 慣性)

質量(慣性質量): 慣性の強さを特徴づける物質質量

質量が大きい ↔ 慣性は強い

質量の単位: [kg]

運動の法則 (テキスト p42)

運動の法則

質量 m [kg]の物体に力 F [N]がはたらくとき、物体は F の向きに加速度 a [m/s²]を生じる。この加速度の大きさは、力 F に比例し、質量 m に反比例する

$m\vec{a} = \vec{F}$ (運動方程式)

$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

力の単位
1[N](ニュートン) →
質量 1[kg]の物体に、1[m/s²]の加速度を与えるに必要な力。
[N]=[kg・m/s²]

運動の法則 $m\vec{a} = \vec{F}$

例えば
質量3.0kgの物体に2.0m/s²の加速度を与えるのに必要な力は？

$$F = ma = 3.0 \times 2.0 = 6.0$$

よって6.0Nの力が必要

第1法則と第2法則の関係

第1法則：(慣性)
「物体は力がはたらかないとき、静止し続けるか、等速直線運動をする」

第2法則：(運動方程式)
「物体に外部から力が加わると、速度が変わる」

$F=0$ で
第2法則 $m\vec{a} = \vec{F}$ → $m\vec{a} = 0$ $\vec{a} = 0$ ($\vec{v} = \text{一定}$)
これは第1法則

第2法則から第1法則が導かれる？

第2法則から第1法則が導かれるのではなく、“第1法則を満たすように座標系を設定すれば、第2法則が成立する。”と読む。(慣性系)

力の作用反作用 (テキスト p42)

(作用反作用の法則)

物体Aから物体Bに力が及ぼされると、物体Bから物体Aにも、同じ大きさで逆向きの力が及ぼされる

力の作用反作用 (テキスト p42)

(作用反作用の法則)

物体Aから物体Bに力が及ぼされると、物体Bから物体Aにも、同じ大きさで逆向きの力が及ぼされる

万有引力

4・16

- 質量間に必ずはたらく
- 常に引力で、間にある物でさえぎられない

質量 M 質量 m

等価原理
重力質量 = 慣性質量

重力質量

距離 r

距離 r [m] を隔てた質量 M [kg] と m [kg] の物体間にはたらく力の大きさ F [N] は

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

万有引力定数:
 $G = 6.67 \times 10^{-11}$ [$\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$]

万有引力

例えば
質量50kgの人が50cm離れているときの引力

$$F = G \frac{Mm}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2 \frac{50\text{kg} \cdot 50\text{kg}}{(0.5\text{m})^2}$$

$$= 6.67 \times 10^{-7} \text{N}$$

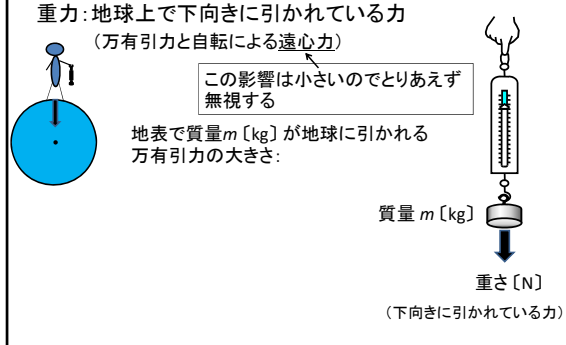
引力 = $6.7 \times 10^{-7} \text{N}$
(0.07mgの物体の重力)

重力(重さ)

重力: 地球上で下向きに引かれている力
(万有引力と自転による遠心力)

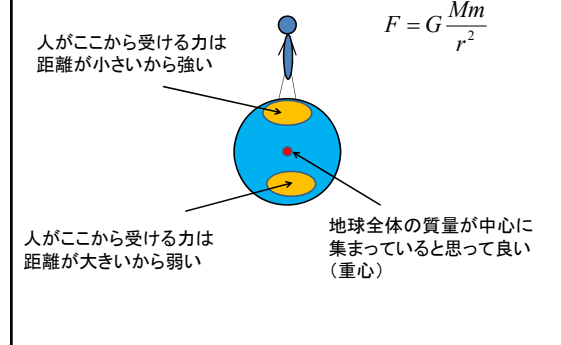
この影響は小さいのでとりあえず無視する

地表で質量 m [kg] が地球に引かれる万有引力の大きさ:



質量 m [kg]

重さ [N]
(下向きに引かれている力)

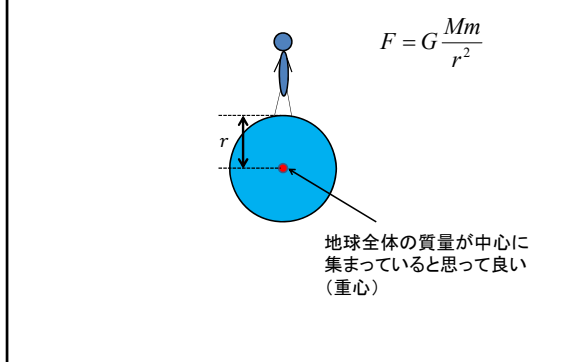


人がここから受ける力は距離が小さいから強い

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

人がここから受ける力は距離が大きいため弱い

地球全体の質量が中心に集まっていると思って良い(重心)



$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

地球全体の質量が中心に集まっていると思って良い(重心)

重力(重さ)

重力: 地球上で下向きに引かれている力
(万有引力と自転による遠心力)

この影響は小さいのでとりあえず無視する

地表で質量 m [kg] が地球に引かれる万有引力の大きさ:

地球質量 $M = 5.97 \times 10^{24}$ [kg]
地球半径 $r = 6.37 \times 10^6$ [m]
万有引力定数 $G = 6.67 \times 10^{-11}$ [N·m²/kg²]

質量 m [kg]

重さ [N]
(下向きに引かれている力)

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad \rightarrow \quad F = m \times 9.8 \text{ [N]}$$

重力(重さ)

重力: 地球上で下向きに引かれている力

第2法則より加速度を a とすると $F = ma$ なので

$$m \times 9.8 = ma \quad \rightarrow \quad a = 9.8 \text{ N/kg} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

地上付近での下向きの加速度を重力加速度といい g で表す

重力加速度: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

地球質量 $M = 5.97 \times 10^{24}$ [kg]
地球半径 $r = 6.37 \times 10^6$ [m]
万有引力定数 $G = 6.67 \times 10^{-11}$ [N·m²/kg²]

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad \rightarrow \quad F = m \times 9.8 \text{ [N]}$$

重力(重さ)

重力: 地球上で下向きに引かれている力

第2法則より加速度を a とすると $F = ma$ なので

$$m \times 9.8 = ma \quad \rightarrow \quad a = 9.8 \text{ N/kg} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

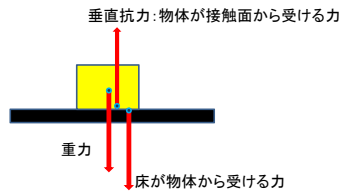
地上付近での下向きの加速度を重力加速度といい g で表す

重力加速度: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

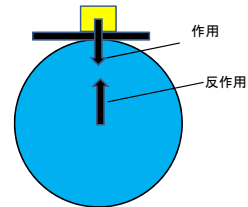
地表で質量 m [kg] が地球に引かれる万有引力の大きさ: mg [N]

※質量1.0kgの物体が地表で受ける力を1kgf=1kgwとする。
(=9.8N)

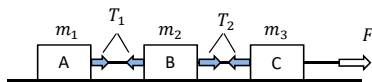
垂直抗力



物体が落下するのを支える



問6



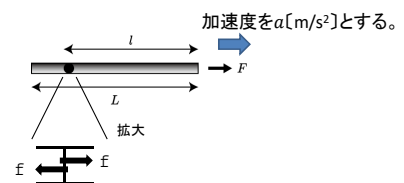
$m\vec{a} = \vec{F}$ 右方向を正とし、加速度を $a[m/s^2]$ として

$$\begin{cases} m_1 a = T_1 & \Rightarrow (m_1 + m_2 + m_3)a = F \\ m_2 a = T_2 - T_1 & \Rightarrow a = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} \\ m_3 a = F - T_2 \end{cases}$$

$$T_1 = m_1 a = \frac{m_1}{m_1 + m_2 + m_3} F$$

$$T_2 = F - m_3 a = \frac{m_1 + m_2}{m_1 + m_2 + m_3} F$$

問7



$m\vec{a} = \vec{F}$

$$\begin{cases} \frac{l}{L} M a = F - f \\ \frac{L-l}{L} M a = f \end{cases} \Rightarrow f = \frac{L-l}{L} F$$