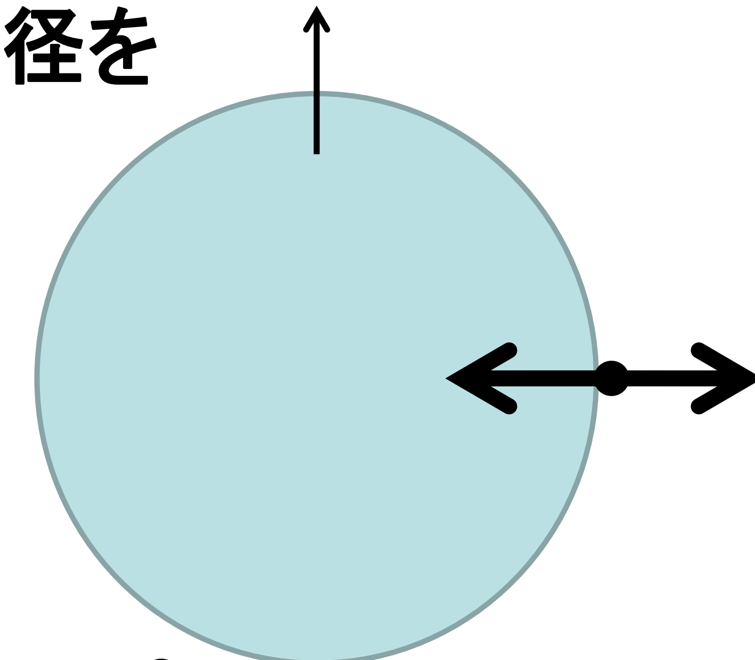
問題1：　赤道上で、見かけの重力加速度が0になるためには、１日の長さがどのように変わればよいか。地球の半径を6.37×10^6mとする。



・地球の中心に向かう力

重力$=mg$

・地球から離れようとする力

遠心力$=mv^2/R$

$=m(R\omega)^2/R= mR\omega^2$

これがバランスすると見かけの重力加速度が0になるので、

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{R}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}} = 2\times 3.14159 \times \sqrt{\frac{6.37\times 10^{6}}{9.8}}$$

$$\approx 5065.5\,s \approx 84.4\,\mathrm{min}$$

問題2:　衛星は地球の半径$R=6.37\times10^6$mに比べてそれほど高いところを回っているわけではない。そこでの人工衛星の周期を、地上を回っているものとして推測せよ。

・地球の中心に向かう力

重力$=mg$

・地球から離れようとする力

遠心力$=mv^2/R$

$=m(R\omega)^2/R=mR\omega^2$

これがバランスすると円運動をする

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{R}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}} = 2\times 3.14159 \times \sqrt{\frac{6.37\times 10^6}{9.8}}$$

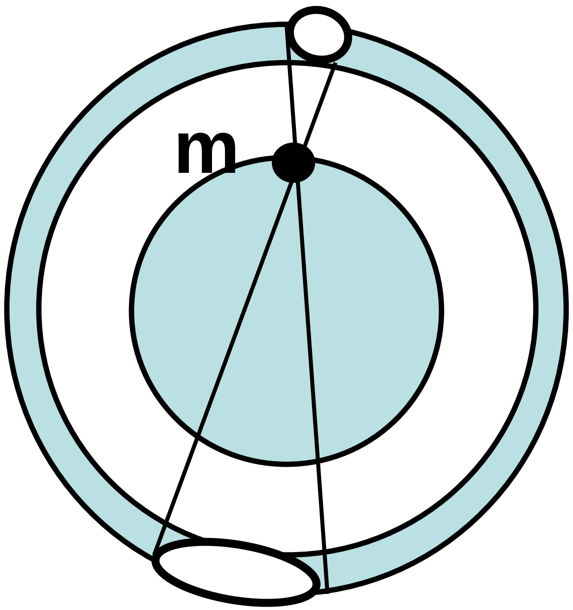
$$\approx 84.4\,\mathrm{min}$$

・宇宙ステーション“きぼう”が地球を1周するのが85分ぐらいにあたる

・約85分の周期って、以前出てきたこと、覚えていない?

文化・教養

3_ブエノスアイレス



質量mの点を通って球殻に
二つの線を引く。
球表面の面積はこの点からの
距離の2乗に比例し、この部分
の質量も距離の2乗に比例する
一方、それぞれにはたらく万有
引力はこの点からの距離の2乗
に反比例する
2つの球表面部分からの力の
強さは同じで逆向きであるから、
力の和はゼロになる

質量mに働く重力はmより内側の質量である

2.　質点系と剛体

・第2章と第1章の違い：

・質点：　並進運動

・剛体：　並進運動と回転運動

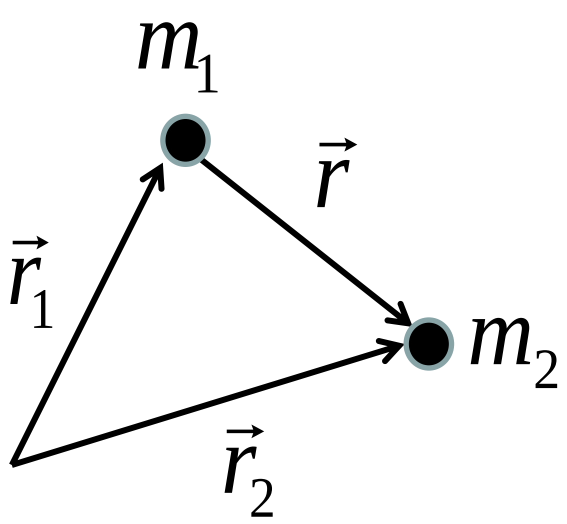
3_11_マイケル・ジャクソン

2.1　二体問題

・ニュートンの第3法則　作用反作用の法則

3.12 衝突する振り子

（インターネット　ニュートン力学　ウキペディア）



$$F_{12} = -F_{21}$$

$$\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

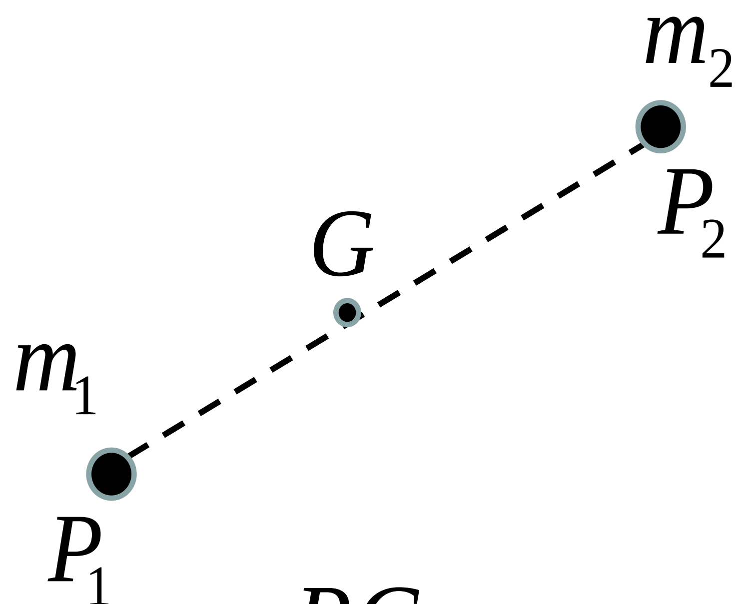
$$m_1 \frac{d^2 \vec{r}_1}{d t^2} = F_{21}$$

$$m_2 \frac{d^2 \vec{r}_2}{d t^2} = F_{12}$$

$$\frac{d^2}{d t^2}\left(m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2\right) = 0$$

$$M = m_1 + m_2$$

$$M \vec{R} = m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2$$



$$\frac{P_1 G}{P_2 G} = \frac{m_2}{m_1}$$

G: 重心

（質量中心）

$$M\frac{d^2\vec{R}}{dt^2}=\vec{0}$$

$$\mu=\frac{1}{\dfrac{1}{m_1}+\dfrac{1}{m_2}}=\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}$$ ：換算質量

2.2 重心とその運動

・**内力** F_{ij}

・**外力** $\vec{F}_i$

$$m_1 \frac{d^2 \vec{r}_1}{dt^2} = \vec{F}_1 + \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} + \ldots$$

$$m_2 \frac{d^2 \vec{r}_2}{dt^2} = \vec{F}_2 + \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32} + \ldots$$

$$m_1 \frac{d^2 \vec{r}_1}{dt^2} + m_2 \frac{d^2 \vec{r}_2}{dt^2} + \ldots = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots$$

$$M = m_1 + m_2 + \ldots, \; M\vec{R} = m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + \ldots$$

$$M \frac{d^2 \vec{R}}{dt^2} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots = \sum_i \vec{F}_i$$

2.3　運動量と角運動量

・ **力のモーメント**

$$\vec{N} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$= \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ x & y & z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix} = \begin{pmatrix} yF_z - zF_y \\ zF_x - xF_z \\ xF_y - yF_x \end{pmatrix}$$

$$N = F\,l = F\,r\sin\theta$$

・運動量　　$\vec{p} = m\vec{v}$

$$\vec{F} = \frac{d\,\vec{p}}{d\,t}$$

・角運動量　$\vec{l} = \vec{r} \times \vec{p}$

$$\frac{d\,\vec{l}}{d\,t} = \vec{N}$$

・l_z=一定　は　面積速度一定　と同義

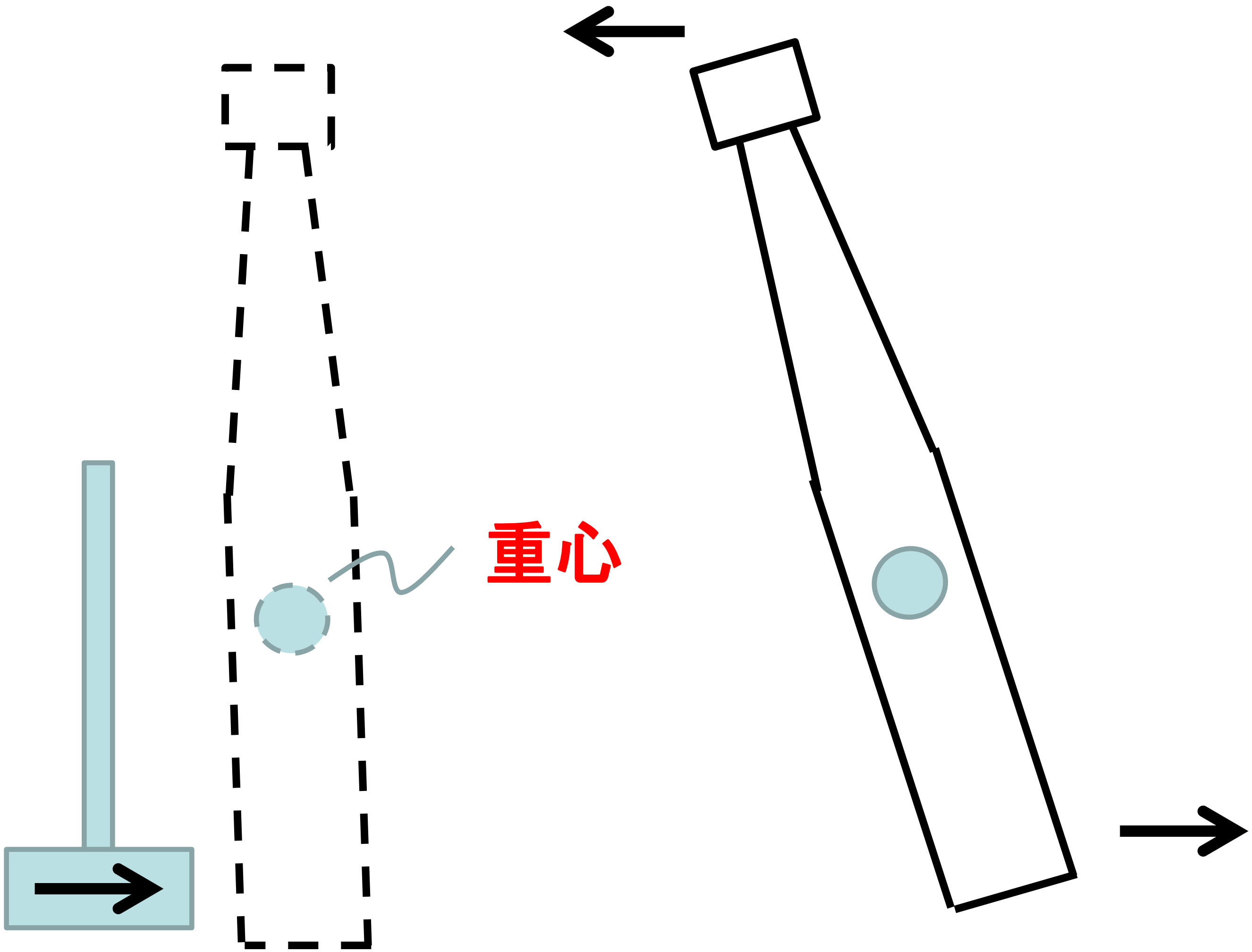
スイート・スポット

・野球・ゴルフ・テニスなど、打具を用いる球技は非常にポピュラーである。
その魅力の一つに、最高の当たりの感触がないことにある。
打具とボールの幸せな衝突は、握った手に衝撃を与えない。これを「スイート・スポット」という。物理学では「衝撃中心」と呼ぶ

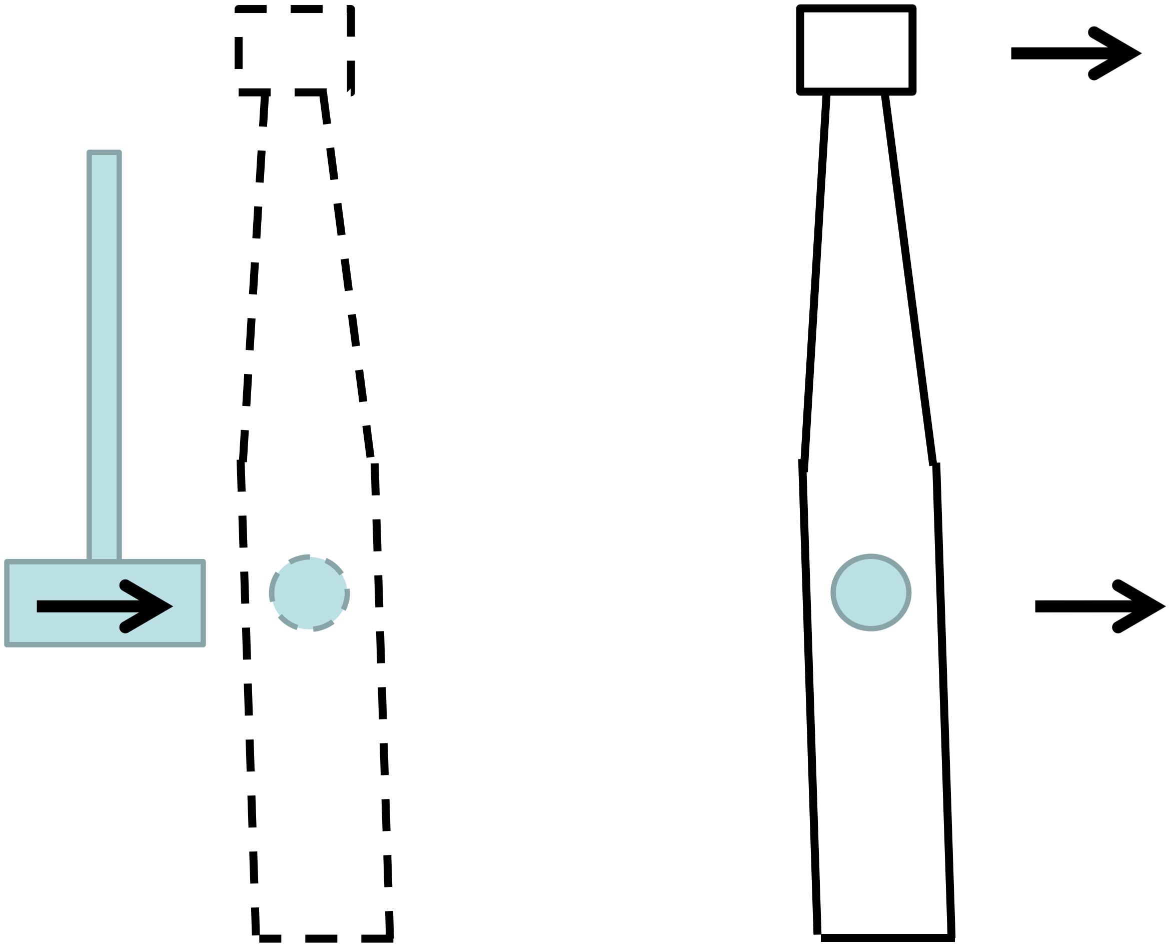
大人のための「物理・数学」再入門　吉田武（幻冬舎）

○　衝撃中心を探す　（＝手に最も衝撃がない点）

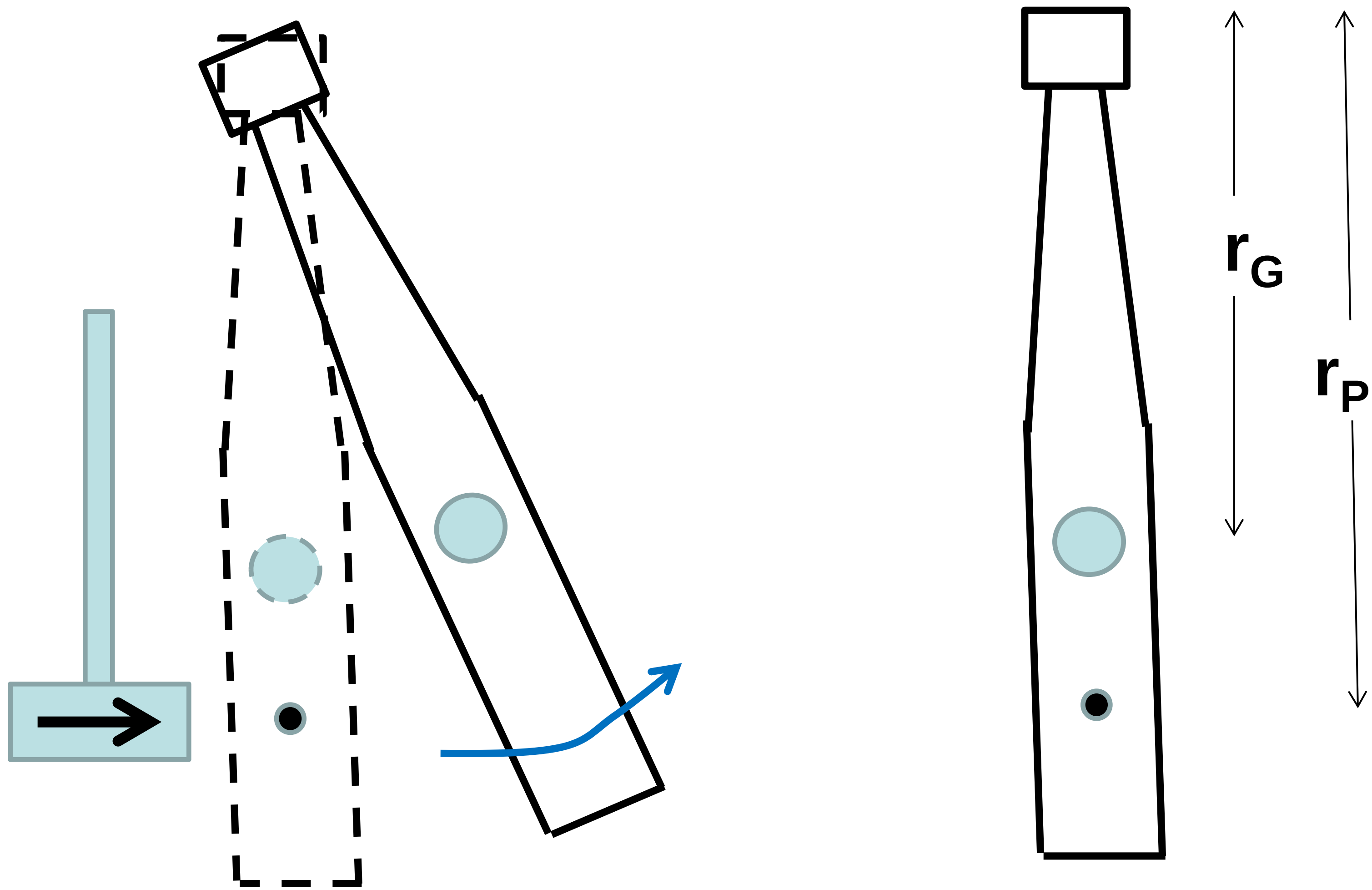
１．バットの先を木槌でたたく場合



２. バットの重心を木槌でたたく場合



手に衝撃が最も少ない点は、重心とバットの先の間にある



ここで、バットをグリップを中心とした振子と見立て、その周期T_Pを測る。その周期を実現する振子のひもの長さl が、r_Pに相当する。

$$T_P = 2\pi\sqrt{\frac{l_P}{g}}$$

$$l_P = \frac{g}{\pi^2}\left(\frac{T_P}{2}\right)^2 \quad \Rightarrow \quad l_P \approx \left(\frac{T_P}{2}\right)^2$$

たとえば、半周期が0.8秒あるバットの衝撃中心はグリップより0.64mのところにある。その位置でボールを捕えると、手に響かず気持ちよく打ち返すことができる。