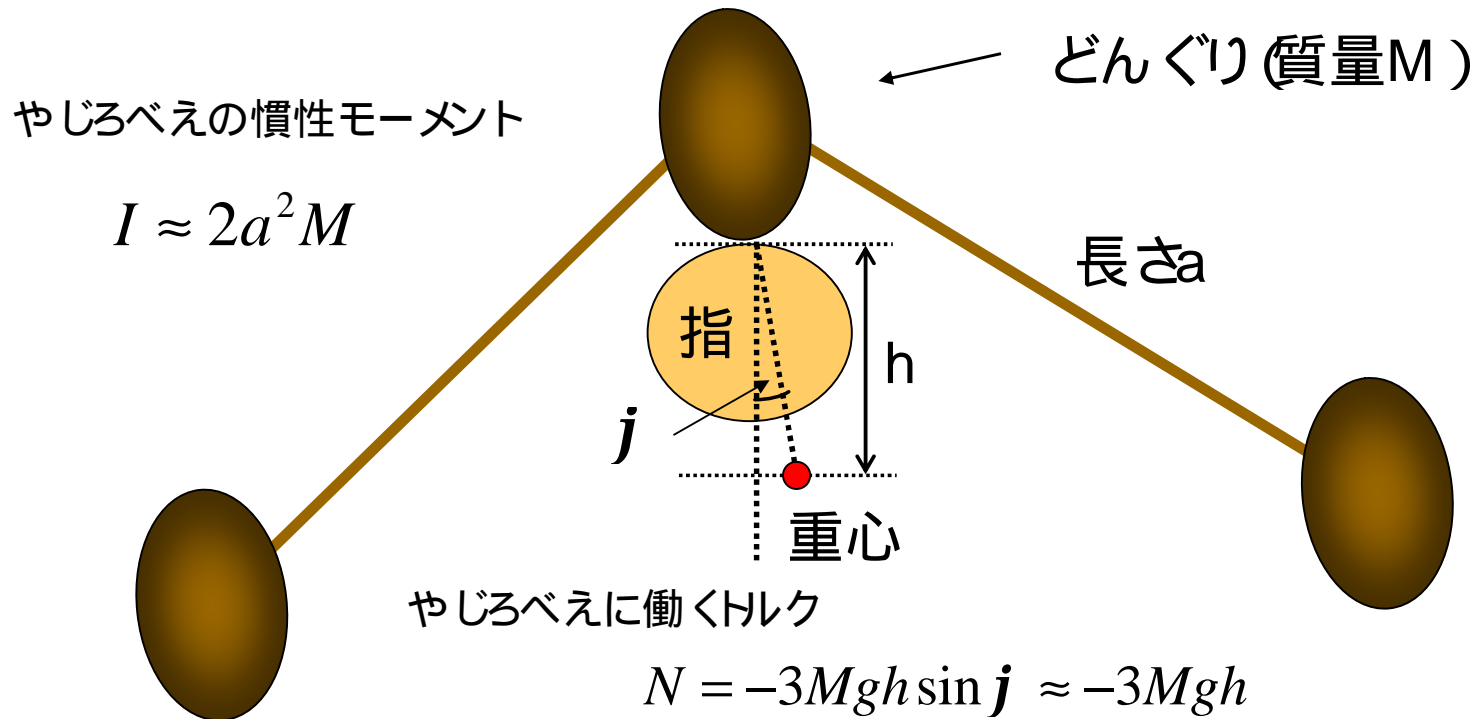


やじろべえ (実体振り子)

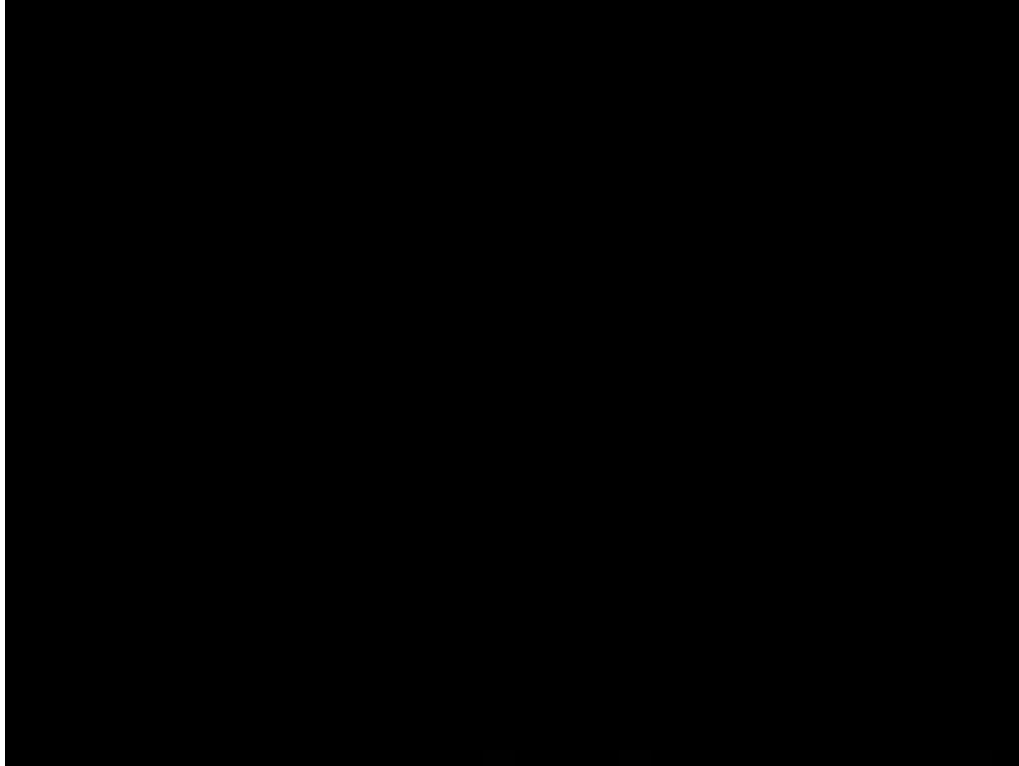


$$\frac{dL}{dt} = N, L = I\omega = 2a^2 M \dot{j} \quad \text{よ} \ddot{\text{r}}{\text{u}} \text{、}$$

$$2a^2 M \frac{d\dot{j}}{dt} = -3Mgh \rightarrow \boxed{\ddot{j} = -\omega^2 j} \quad \left(\omega = \sqrt{\frac{3hg}{2a^2}} \right)$$

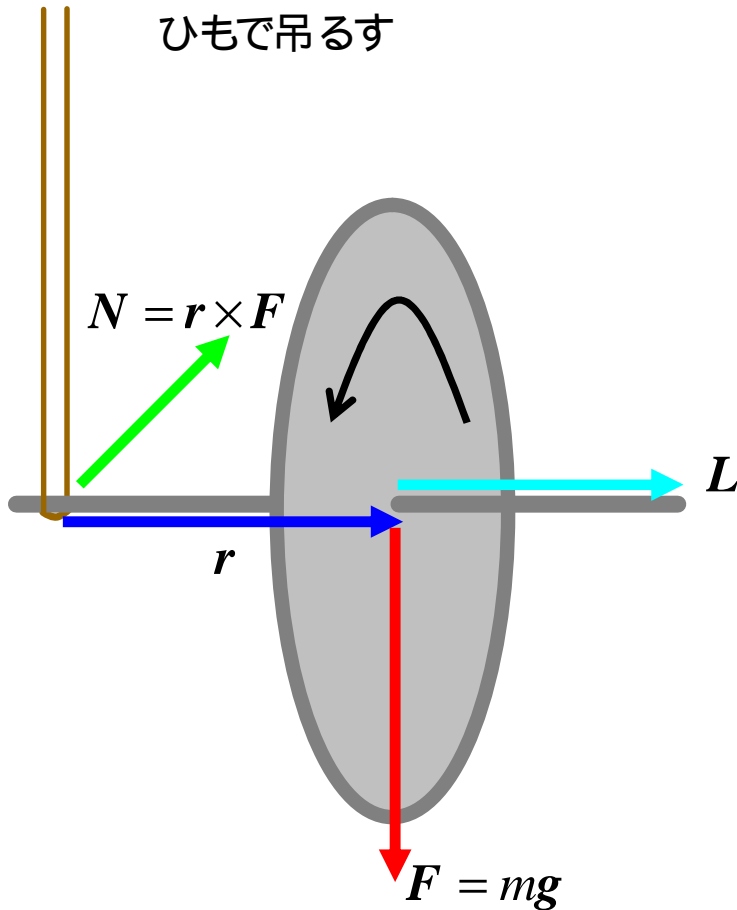
単振動

地球コマ (gyroscope)



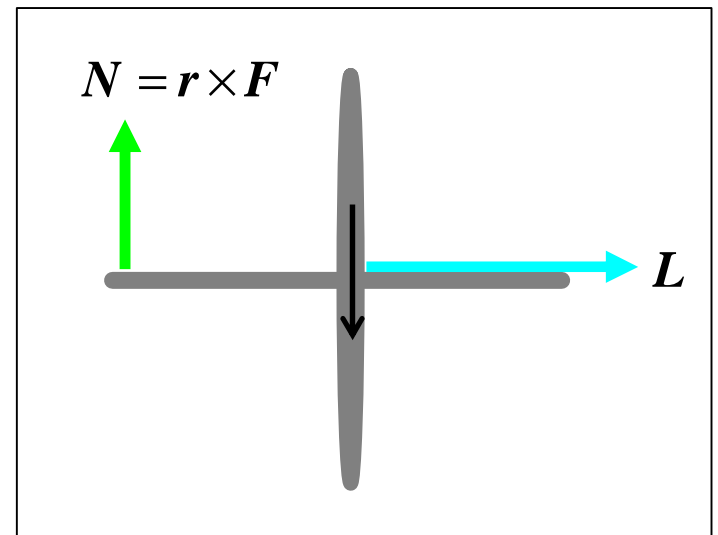
<http://www.youtube.com/watch?v=V4duz17JVvY>

回転する車輪の軸はどちらに回る？

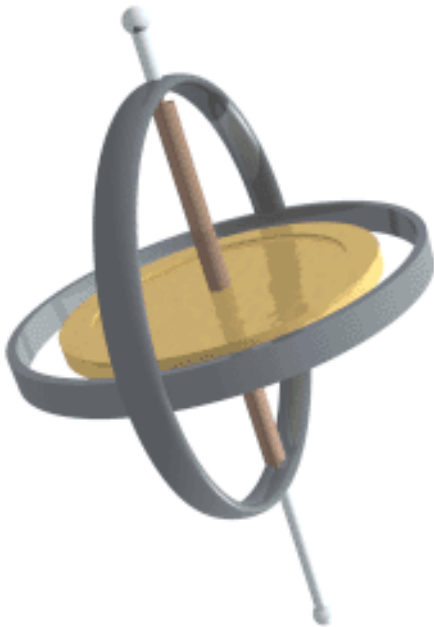


$$\frac{d\mathbf{L}}{dt} = \mathbf{N}$$

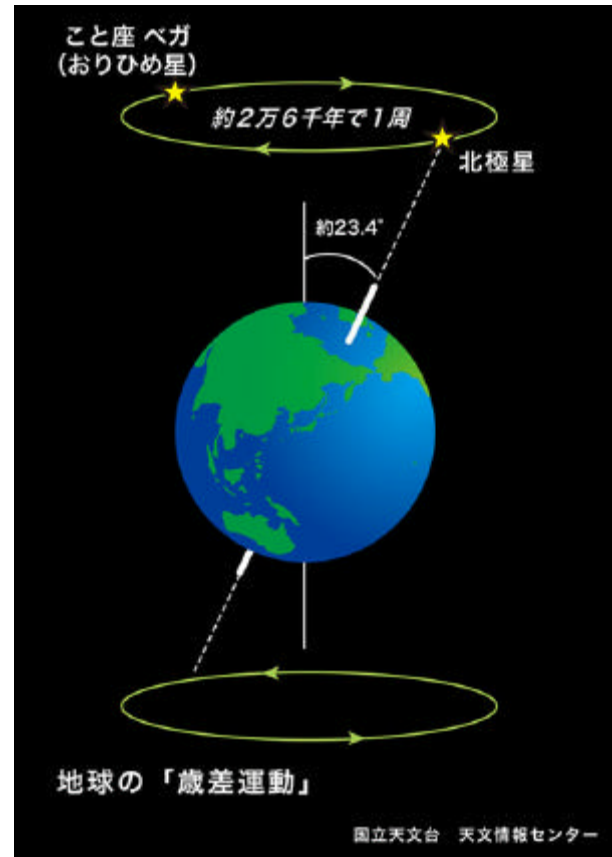
上から見た図



歳差運動 (precession)



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Gyroscope_precession.gif



<http://www.nao.ac.jp/QA/image/img0907.jpg>

斜面上を転がる回転体

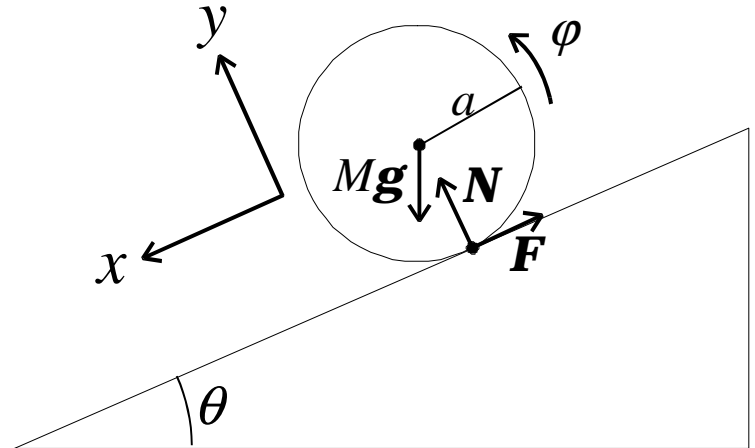
回転体の重心の運動

$$M \frac{d^2 \mathbf{r}_G}{dt^2} = M\mathbf{g} + \mathbf{N} + \mathbf{F}$$

垂直抗力 摩擦力

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} = Mg \sin \mathbf{q} - F$$

$$M \frac{d^2 y}{dt^2} = -Mg \cos \mathbf{q} + N$$



基礎物理学実験テキスト「剛体の力学」より

回転体の回転運動

$$I \frac{d\omega}{dt} = aF$$

$$x = a\mathbf{j}$$

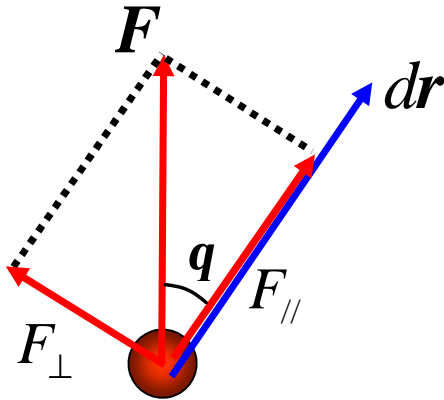
$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{1}{1 + (k/a)^2} g \sin \mathbf{q}$$

$$I = Mk^2 \quad k : \text{回転半径}$$

第7章

仕事とエネルギー

仕事 (work) の定義



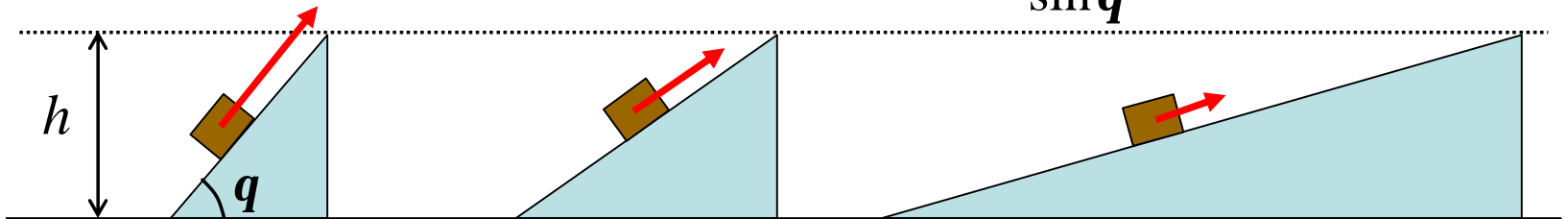
(仕事) = (力の移動方向成分) × (移動距離)

$$dW = F_{//} dr$$
$$= F \cdot dr$$

仕事の単位は $\text{N} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = \text{J}$ (ジュール)

押す力 $F = mg \sin q$

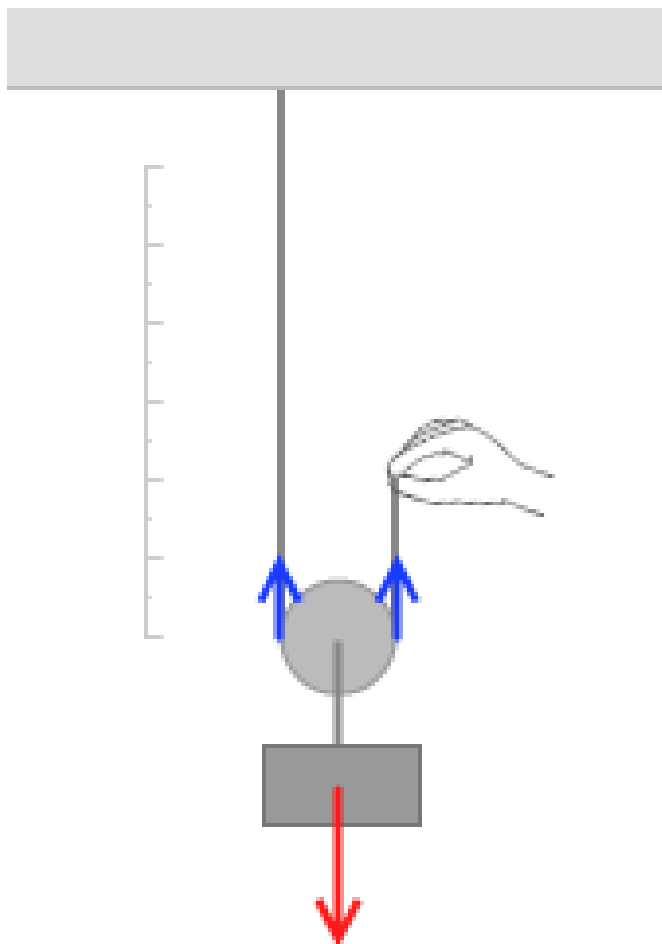
移動距離 $l = \frac{h}{\sin q}$



$$W = Fl = mgh$$

物体を高さだけ持ち上げる仕事は、斜面の角度に依存しない (中高で習う**仕事の原理**の一例)

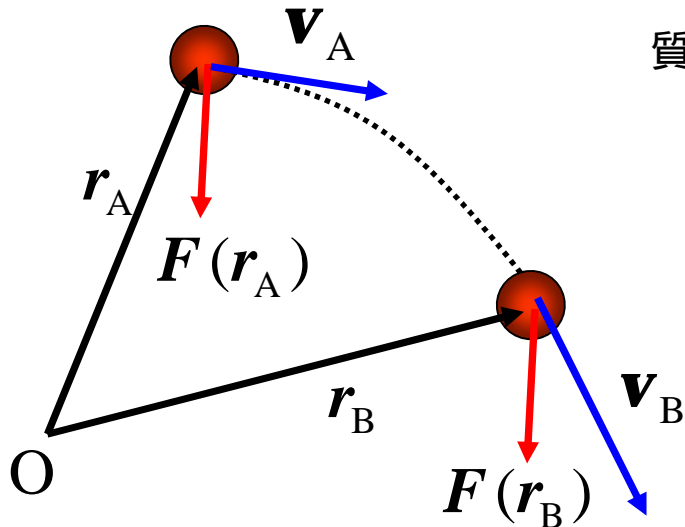
仕事の原理 滑車の例



<http://www.wakariyasui.sakura.ne.jp/4-1-0-0/4-1-1-2sigotonogenri.html>

仕事と運動エネルギー

質点が点Aから点Bへ移動する間に外力がする仕事



$$W_{AB} = \int_{r_A}^{r_B} F \cdot dr = \int_{r_A}^{r_B} m\ddot{r} \cdot dr$$

$$dr = \frac{dr}{dt} dt = \dot{r} dt, \quad \frac{d}{dt} (\dot{r} \cdot \dot{r}) = 2\dot{r} \cdot \ddot{r} \text{ より}$$

$$W_{AB} = \frac{1}{2} m \int_{v_A}^{v_B} d(v^2) = \frac{1}{2} m [v^2]_{v_A}^{v_B} = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$$

$$K \equiv \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{運動エネルギー (kinetic energy)}$$

$$W_{AB} = K_B - K_A$$

運動エネルギーの変化は受けた仕事に等しい