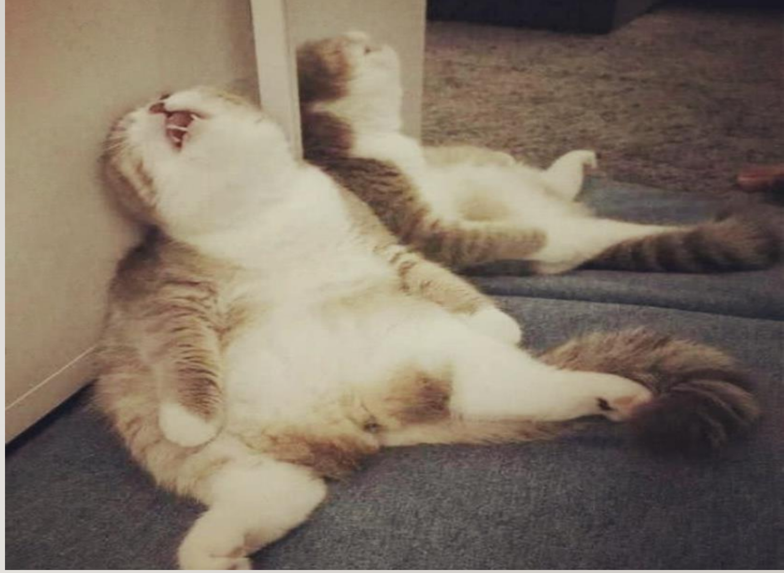


DOMINO EFFECT

作者： 吳昶勳B10901018

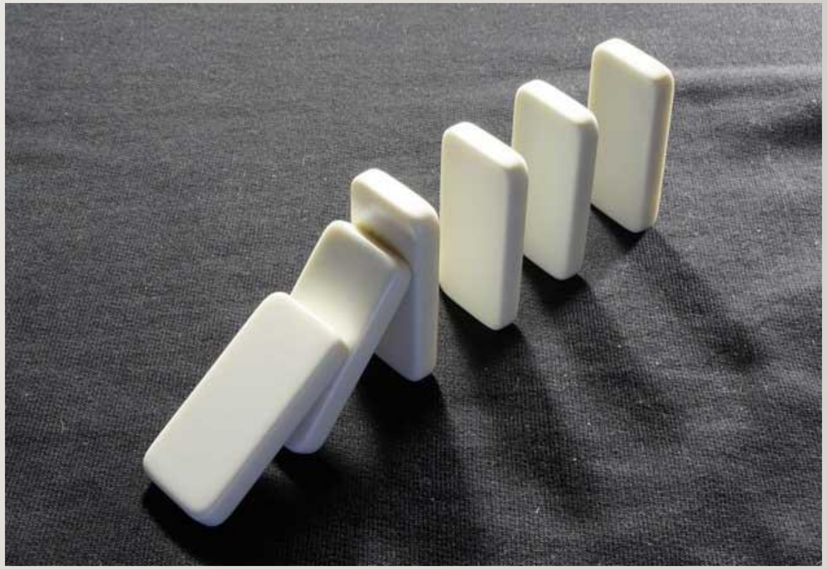
傅皓群B10901168

劉栩晨B10901175

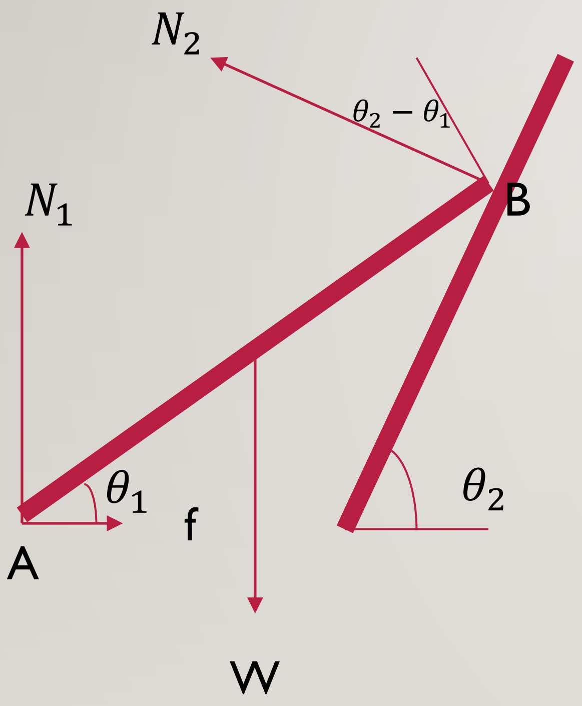
日常生活中常見的骨牌

我們在這裡有幾點假設：

1. 骨牌與骨牌之間的摩擦力忽略
2. 地板的摩擦力足夠大
   使骨牌不會在地板滑動
3. 骨牌在碰到另一個骨牌之後合力矩
   為零，進行等角速度運動(語音解釋)



骨牌的力學分析

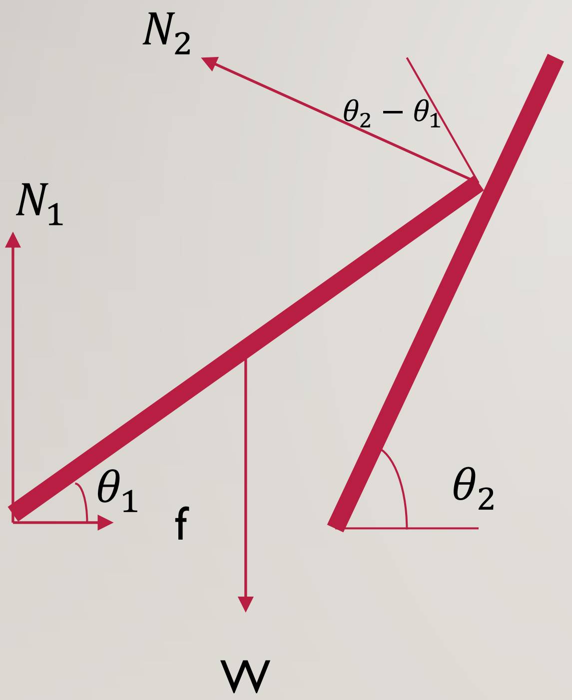


對第一個骨牌來說(以A點當作支點)：

$$W cos(\theta_1) \times \frac{L}{2} = N_2 cos(\theta_2 - \theta_1) \times L$$

$$N_2 = \frac{2}{W}(cos(\theta_2) + \tan(\theta_1) \times \sin(\theta_2))$$

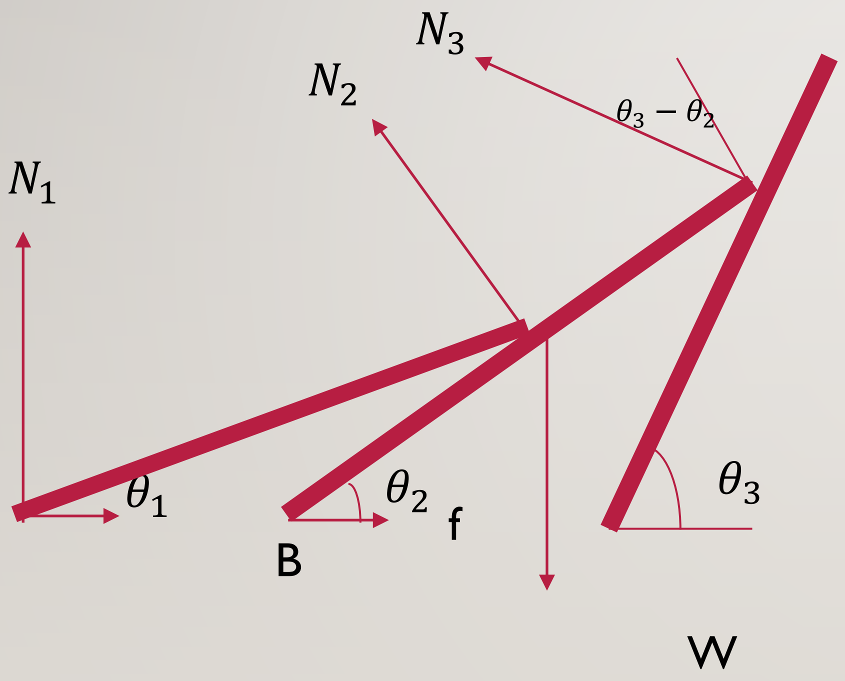
骨牌的力學分析



而第二個骨牌所受到的力矩即為：

$$\tau = N_2 \times \frac{L\sin(\theta_1)}{\sin(\theta_2)} + W \times \cos(\theta_2) \times \frac{L}{2}$$

骨牌的力學分析



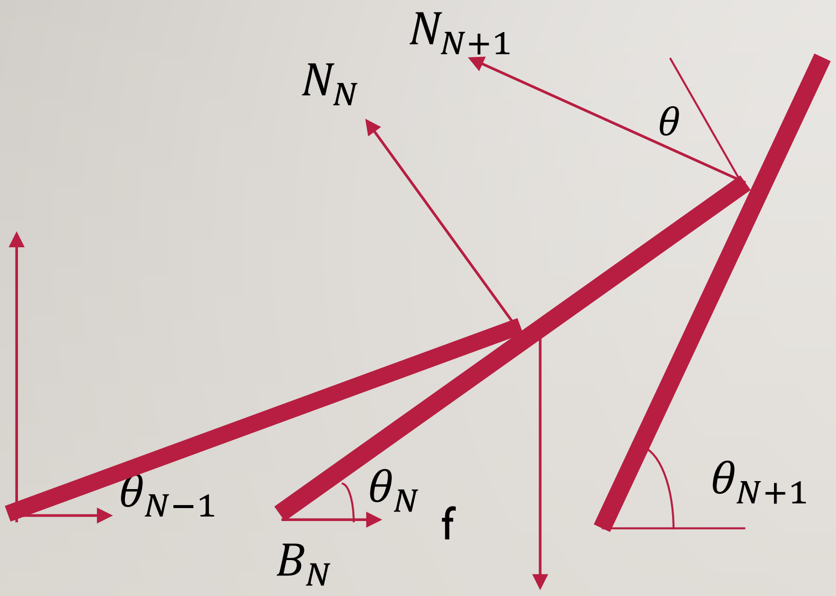
對第二個骨牌來說(以B點當作支點)：

$$N_2\times\frac{Lsin(\theta_1)}{\sin(\theta_2)}+W\times\cos(\theta_2)\times\frac{L}{2} = N_3cos(\theta_3-\theta_2)\times L$$

而第三個骨牌所受到的力矩即為：

$$\tau = N_3\times\frac{Lsin(\theta_2)}{\sin(\theta_3)}+W\times\cos(\theta_3)\times\frac{L}{2}$$

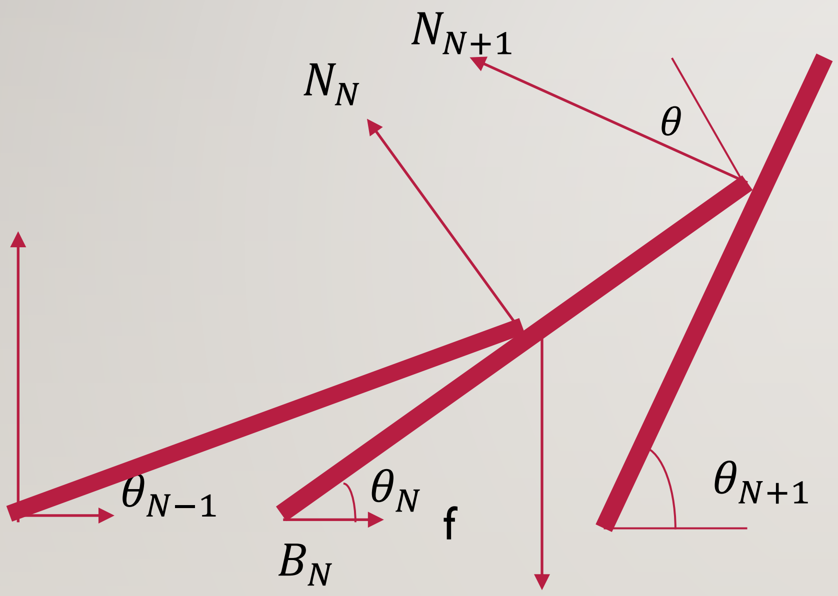
骨牌力學分析的推論



對第N個骨牌來說(以B_N點當作支點)：

$$\begin{cases} \theta = \theta_{N+1} - \theta_N \\ N_N \times \dfrac{L\sin(\theta_{N-1})}{\sin(\theta_N)} + W \times \cos(\theta_N) \times \dfrac{L}{2} = N_{N+1}\cos(\theta) \times L \end{cases}$$

骨牌力學分析的推論



第N+1骨牌力矩的遞迴關係式：

$$\tau = \ N_{N+1} \times \frac{L\sin(\theta_N)}{\sin(\theta_{N+1})} + W \times \cos(\theta_{N+1}) \times \frac{L}{2}$$

超越光速的奇蹟骨牌與現實的落差

觀察現實→從實際推骨牌來看，推到後面骨牌倒下的速度從視覺上來說幾乎一樣。

違背現實→ 從我們的推論來看，

後一個骨牌會比前一個倒下的快，

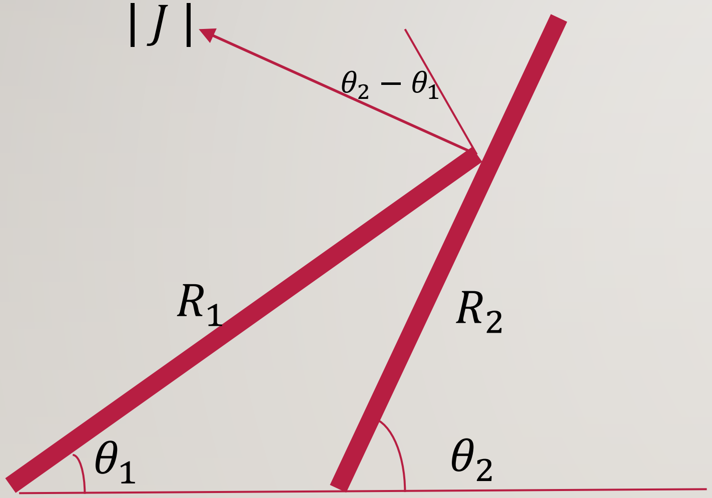
到最後骨牌倒下的速度會超過光速。

重新假設

- 基於觀察到的事實，我們假設
- 1. 骨牌與骨牌間無摩擦
- 2. 地面的摩擦力足夠大，

  使骨牌不會在地面滑動。
- 3. 骨牌之間會進行非彈性碰撞(恢復係數μ)

骨牌的力學分析



碰撞前後骨牌的角速度分別為$\omega_{1i}\ \omega_{2i}\ \omega_{1f}\ \omega_{2f}$

$$I_1\omega_{1i}-I_1\omega_{1f}=I_2\omega_{2f}-I_2\omega_{2i}$$

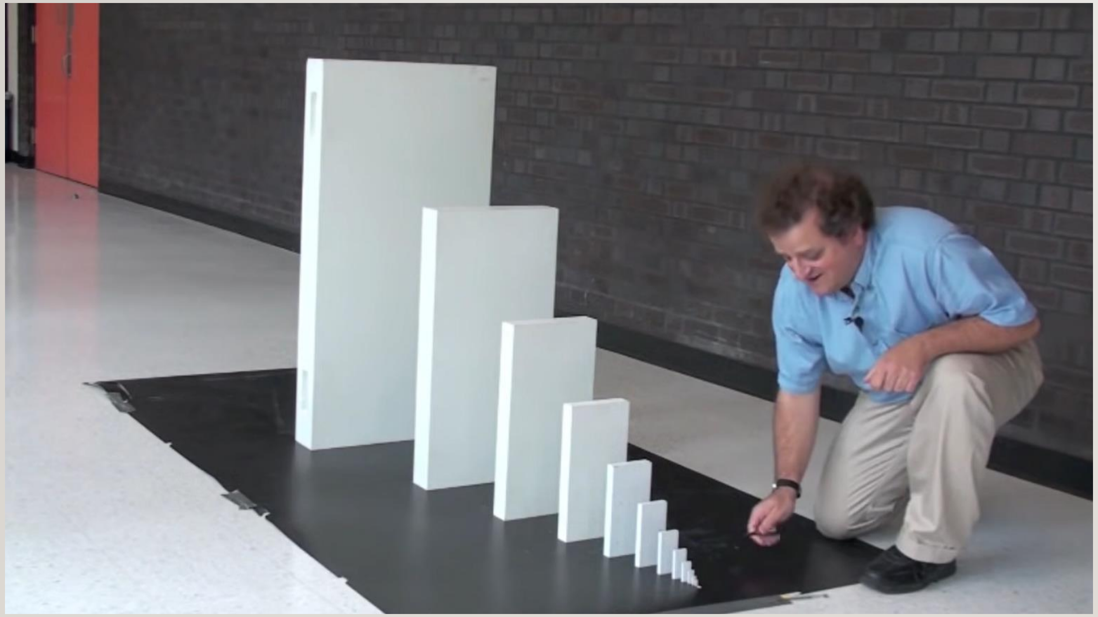
$$=R_1|\mathrm{J}|\cos(\theta_2-\theta_1)=R2\ |\mathrm{J}|$$

$$\Delta E=\mu\frac{|J|^2}{2M}$$

$$|J|=2\frac{I_1r_1\omega_1}{r_1{}^2+r_2{}^2+\mu\frac{I_1}{M_1}}+2\frac{I_2r_2\omega_2}{r_1{}^2+r_2{}^2+\mu\frac{I_2}{M_2}}$$

由小到大的骨牌

先來看一個domino effect的影片



由小到大的骨牌

先來看一個domino effect的影片

最後一個骨牌倒下時非常震撼，於是我們思考

若控制骨牌間的長寬高和間距以等比成長(1.5倍以下)

最後一個骨牌倒下時，最終的轉動動能

會是最初的骨牌的轉動動能的幾倍?