

牛頓擺 & 高斯槍

Newton's Cradle & Gaussian Gun

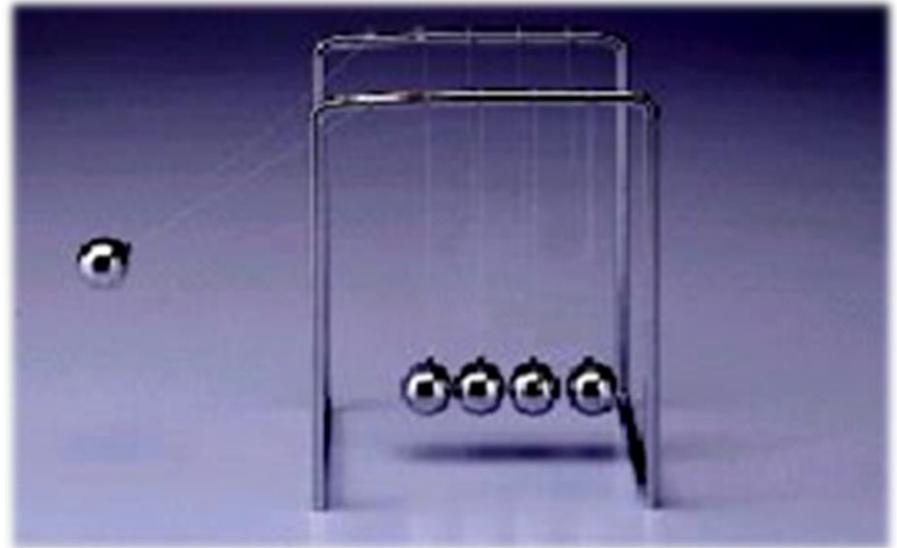
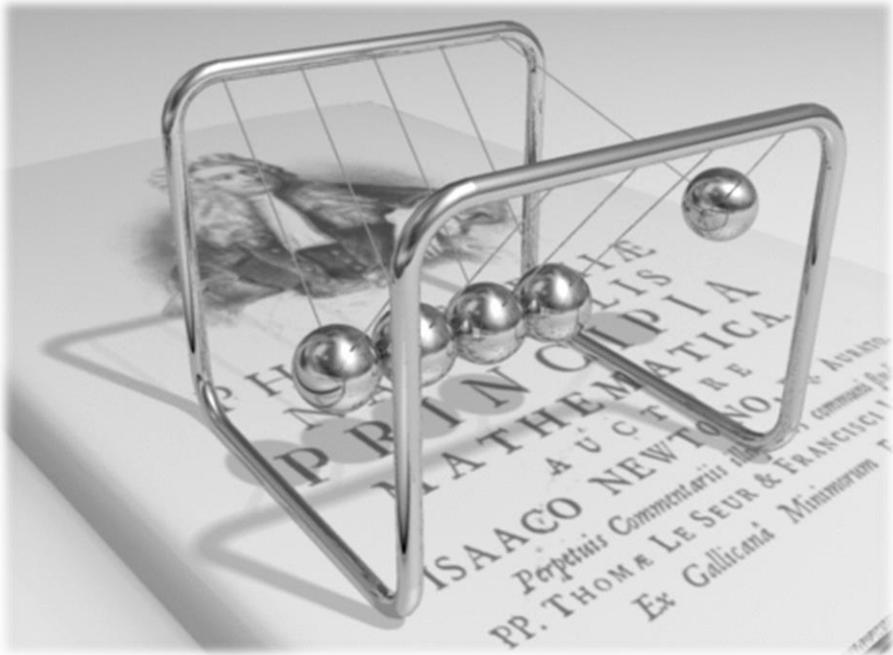
動量和能量守恆 & 位能與動能轉換

Conservation of Momentum and Energy,
Transformation between Kinetic and Potential
Energies



牛頓擺(Newton's Cradle)

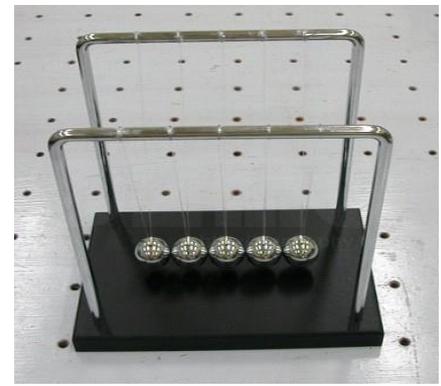
- 雖以伊薩克·牛頓(Sir Isaac Newton)命名
- 但卻是由法國物理學家伊丹·馬略特(Edme Mariotte)最早於1676年提出的裝置。
- 演示物體彈性碰撞時，遵守**能量守恆**定律及**動量守恆**定律。
- 亦可用以展示非彈性碰撞時的能量改變狀況。



資料來源：維琪百科網站

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%89%9B%E9%A1%BF%E6%91%86>

牛頓擺 (Newton's Cradle)



觀察：

1. 觀察彈性碰撞、非彈性碰撞的差異
2. 演示能量轉換及動量守恆。
3. 含有5顆鋼珠的牛頓擺，若將其中一顆鋼珠換成不同質量的鋼珠，或將其中一顆改成材質不同的珠子(大小相近，但材質不同)。
4. 觀察第一組牛頓擺珠子拉起放下後，位能動能的轉換以及動量守恆的情形。
5. 珠子可拉起一顆、兩顆、三顆或四顆後放下。
6. 接著觀察第2組及第3組牛頓擺，是否也有相同的狀況？若沒有，為什麼？

原理思考：

1. 什麼原因使第2, 3組牛頓擺擺動時間縮短？質量的影響為何？材質的影響為何？
2. 彈性或非彈性碰撞與觀察到的現象有何關係？你可用學到的碰撞公式解釋觀察的結果嗎？

討論：

1. 假設，其中有一顆高度略低於其他四顆，這樣能量會守恆嗎？動量呢？為什麼？
2. 如果5顆都換成滑鼠的滾珠，如第三組被置換的球一般，碰撞的情形是否與第一組一樣？為什麼？



牛頓擺(Newton's Cradle)

動量守恆

(Conservation of momentum)

A和B物體碰撞時，若沒有外力作用在參與碰撞的物體上，它們在碰撞前的總動量相等於碰撞後的總動量

$$m_A u_A + m_B u_B = m_A v_A + m_B v_B$$

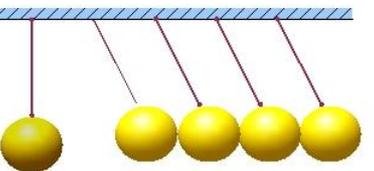
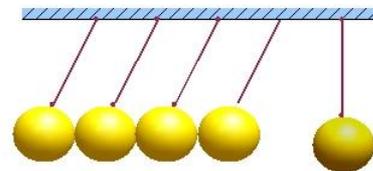
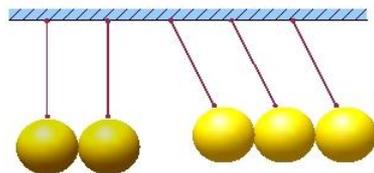
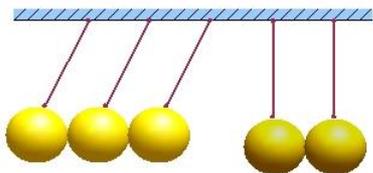
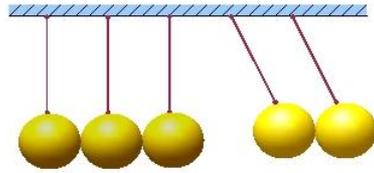
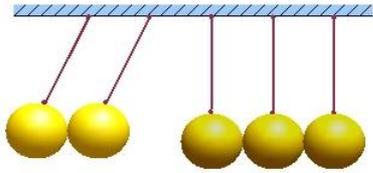
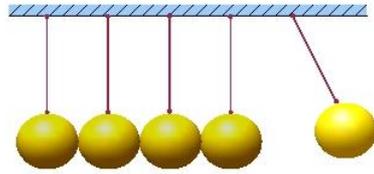
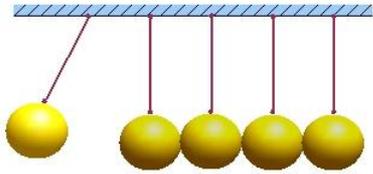
•在沒有外力的作用下，彈性碰撞、非彈性碰撞和爆發性發散中的動量也是守恆的。

•在爆發性發散中，碎片的動量互相抵消。

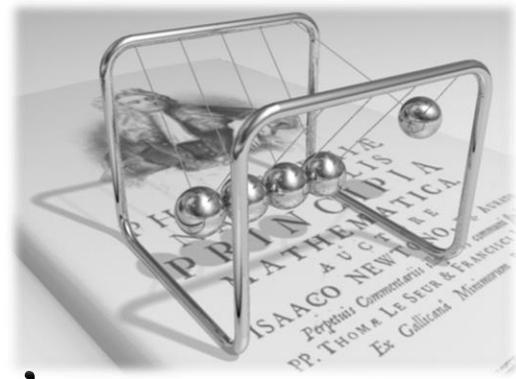


Vor dem Stoß

Nach dem Stoß



原理：五個剛體球的碰撞變化



1. 圖中最左邊的球得到動量
 2. 並通過碰撞傳遞到右側併排懸掛的球上，
 3. 動量在四個球中向右傳遞。
 4. 當最右面的球無法將動量繼續傳遞的時候，被彈出。
- ⇒這是一系列彈性碰撞，其中並包含非彈性碰撞和動量。
- 因在碰撞中沒其它外力的影響，
 1. 左側質量 m 速度 v_l 的 l 球動量必須傳遞給右側靜止的球。
 2. 右側質量 m 的 r 球被碰撞後，具有相同的動量。
 3. 被碰撞的球都具有向右的速度 v_r ，並有向右移動的趨勢，稱作動量守恆。

製作完美理想之牛頓擺的五大條件

1. 每一擺體(錘)必須是剛體
2. 每一擺體質量都要相等
3. 每一擺體的重心必須位在同一水平的連線上
4. 每一擺體靜止不動時的間距剛好彼此間沒有受力地緊鄰著。
5. 擺體間的撞擊點需剛好在重心的連線上。

⇒ 綜合上述條件，建議**球體**為最理想的擺體

⇒ 以**V-型擺線**繫掛擺體為宜，且擺線的張力要相等。