

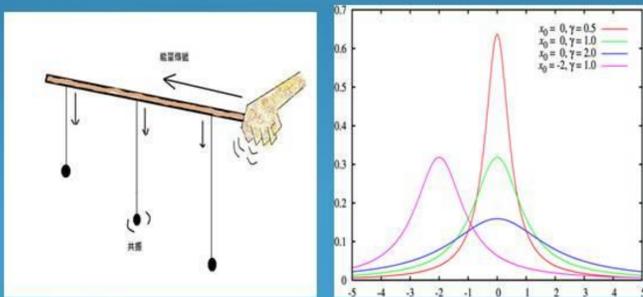
# 擺的物理

組員：宋偉齊 林毓琇  
李忠穎 洪智捷

## 念力許願擺

利用人體本身不自覺的輕微振動，如：肌肉的微顫、呼吸頻率不同所造成之振動...等等。藉由共振造成擺錘的運動，不論多微小的能量，只要振動頻率相同且持續加入，能量就會被累積，而形成更大的振幅。但感覺像是因施加念力產生擺因而造成旁觀者的錯覺。

振子通過有時間變化的外界刺激進行振動稱為受迫振動，振幅在共振的條件下達到最大值。擺的系統中也一樣，當身體施予擺的頻率與擺的擺動頻率相符便會產生共振。



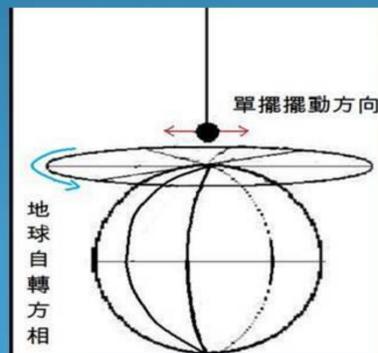
## 傅柯擺

解釋一：

將重的物體綁在一條很細長的線上，讓它開始擺動，過一段時間會發現單擺擺動的方向改變了。這是因為單擺是離開地面在擺動的，並不受地球的影響，但觀察者因位於與擺不同的坐標系，而產生擺在轉動的錯覺。其實是觀察者自己的運動產生與擺的相對運動。由此實驗人類第一次得知地球自轉的事實。

解釋二：

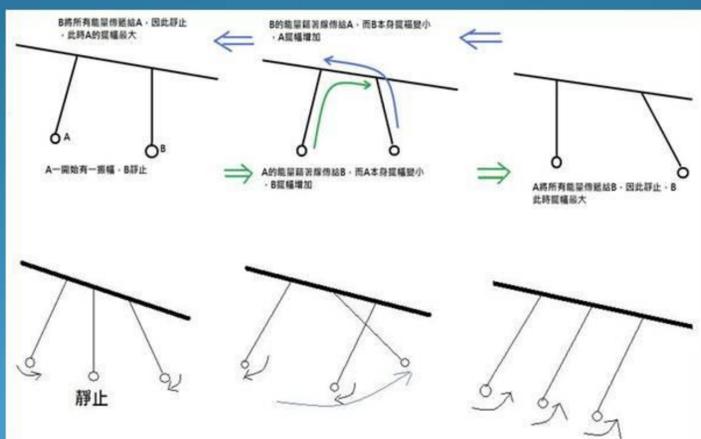
擺動可以看作一種往復的直線運動，在地球上的擺動會受到地球自轉影響。只要擺面方向與地球自轉的角速度方向存在一定的夾角，擺面就會受到科氏力的影響，而產生一個與地球自轉方向相反的扭矩，從而使得擺面發生轉動。



## 耦合擺

此現象為單擺間的共振而產生的耦合現象，因擺長相同的單擺其週相同，並藉能量的傳遞而產生耦合的現象。多擺的實驗中，如果擺長都相同，會因為擺動頻率一致而產生共振現象。再觀察其擺動的樣式後，會發現所有擺動模式皆能由幾種簡單的擺動所疊加而成，我們稱這幾種運動模式為穩定模態 (Normal mode)。

穩定模態的特徵為各擺長皆相同、運動方式週而復始以及為最簡單的擺動模式(無法由其他擺動方法疊加而成)。



## 混沌擺

此混沌特性的運動系統由一個磁擺所組成，由於這系統中磁鐵與磁鐵之間有所連結，運動會互相影響，所以整體的運動像為複雜、無法預測。其運動狀態由啟動時的初始條件所決定。

混沌現象例如六合彩，雖然每一次攪珠前數字球都是順序擺放的，但卻沒有人可以正確預測開彩的結果。這是因為攪珠受到很多初始條件的影響，例如數字球在管道中疊起來時總會有些傾側，它們的位置不可能每次都完全一樣，攪珠機每次的轉速也可能有微小的分別，空氣的濕度也可能影響球的黏性等。這些例子都告訴我們，混沌系統的演化與初始條件息息相關。

