

演示二

一、陀螺儀



(一) 原理

是一種基於角動量守恆理論，用來感測與維持方向的裝置。陀螺儀一旦開始旋轉，由於輪子的角動量，陀螺儀有抗拒方向改變的趨向。它的兩個基本特性：一為定軸性（inertia or rigidity），另一是逆動性（precession），這兩種特性都是建立在角動量守恆的原則下。

定軸性：

多質點的轉動慣量為 $I = \sum_{i=1}^N m_i * r_i^2$

1. 轉子質量越大，轉動慣量越大，定軸性越強。
2. 轉子其半徑越大，定軸性也越強。

支點上其摩擦力極小，且軸可以自由轉動，不受角度限制，因此外力難以產生有效之力矩

3. 在高速旋轉下，其軸指向一個固定方向。

逆動性：

在運轉中的陀螺儀，如果外界施一作用或力矩在轉子旋轉軸上，則旋轉軸並不沿施力方向運動，而是順著轉子旋轉向前 90 度垂直施力方向運動，此現象即是逆動性。影響逆動性之三因素

1. 外界作用力愈大，其逆動性也愈大。
2. 轉子的轉動慣量愈大，逆動性愈小。
3. 轉子的角速度愈大，逆動性愈小。

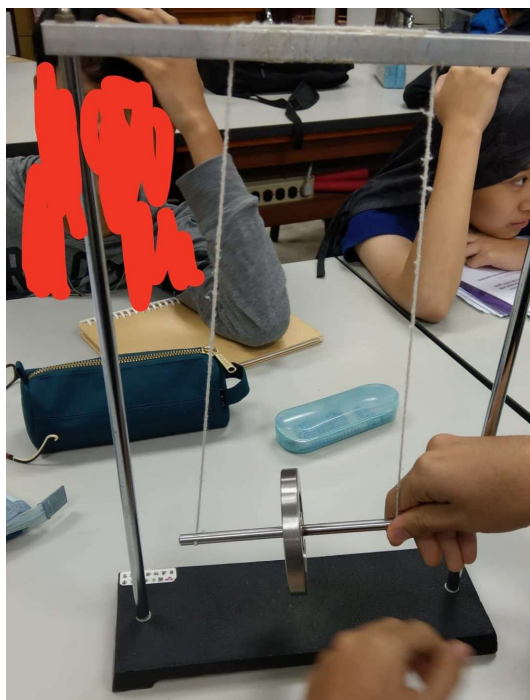
(二) 實驗操作

分別在轉子轉動、不轉動兩種情況，對其轉軸施以外力，觀察其差異。並觀察不同轉速下其逆動性與訂軸性的情況。

(三) 心得

之前對陀螺儀沒什麼概念，只知道它與感測方向有關，藉由這次實驗才進一步了解，也才知道定軸性、逆動性這兩個名詞。

二、馬克斯威爾輪



(一) 原理

質量 m 、轉動慣量 I 的馬克斯威爾輪 (Maxwell disk)，在時間 $t=0s$ 時，從最高點靜止狀態落下。馬克斯威爾輪在落下過程所具有的總能量 $E=U+K$ ， U 是由位能、 K 為動能。動能還可再細分為質心移動動能 K_T 及繞質心之轉動動能 K_R 兩大類， $K=K_T+K_R$ 。落下過程馬克斯威爾輪總能 E 為：

$$E = U + K = U + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

在最高點時，移動動能、轉動動能轉換成位能，使得速度 v 、角速度 ω 皆為 0，因此，在最高點時它會往與原轉動方向相反方向轉回去(舉例：原逆時針，後順時針)。在最低點時，位能轉為移動動能、轉動動能，因此此時速度 v 、角速度 ω 為最大，因此他會以原方向轉動並且上升(舉例：原逆時針，後順時針)。

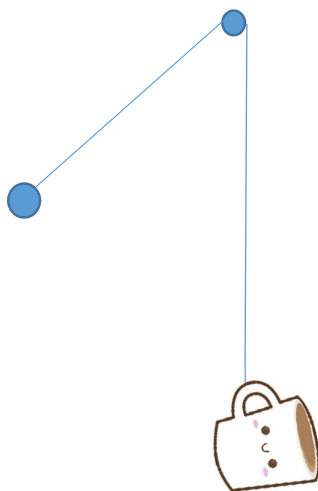
(二) 實驗操作

觀察不同高度下釋放輪軸，或額外施以力矩給予初轉速，觀察其在最高點靜止釋放時有何差異。

(三) 心得

實驗操作時，繩線須互相平行，且綁繩方向須一致，不然可能導致實驗中轉輪歪斜。藉由這個實驗，了解了溜溜球的部分原理。

三、不落地的杯子



(一) 原理

原先有一擺體、杯子以繩子連接，在杯子掉落時，擺體的旋轉半徑變小，然而為了維持擺體角動量守恆(忽略少部分轉動動能轉為動能)，當其半徑越小，其角速度越大，因此會快速繞著橫棍旋轉，繩線與橫棍之間的漸增的摩擦力會與杯子重力達平衡，最後使杯子靜止，使其不會再掉落。

(二) 實驗操作

觀察不同角度釋放擺體，是否都能使杯子不落地。

(三) 心得

一開始這個實驗室最吸睛的，如果是玻璃杯那掉落過程就更令人膽戰心驚，讓人想了解其背後原理，理解後才發現簡單原理竟能產生大大興趣。