

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：旋轉的奧秘

一、摘要

本研究擷取自阿特午機之原理實驗，由單擺出發，主分旋轉端及下垂端操縱變因為改變單擺旋轉端之旋轉端與下垂端重量配置差及旋轉端釋放角度。藉此探討單擺旋轉圈數之差異性，經過實驗及討論後我們發現旋轉端重量需大於下垂端重量，且不可太過相近。角度部分在實驗中，可發現越大的角度可以轉越多圈。因為角度越大，所提供的能量越多，能量越多所轉換的速率也較多，致使較容易轉圈。

二、探究題目與動機

在一次上網搜尋資料時，電腦螢幕忽然浮現了一部推薦影片，外觀生動引人注目，便點進去，內容介紹的是物理單擺，但影片中只有實驗而無說明結果，上網尋資料後發現這是一種物理單擺，發現者：阿特午德機（George Atwood，1745-1807）為英格蘭數學家、西洋棋棋手。他在 1784 年發表的《關於物體的直線運動和轉動》全文中提出一種用於測量加速度及驗證運動定律的機械，後世稱之為阿特午機公式，我們對此深感好奇，產生了許多問題，促使我們做出一連串的實驗。

三、探究目的與假設

根據阿特午機的理論，我們做了許多關於其算式的歸納，並針對阿特午機滑輪做了一些改變，比起阿特午機的滑輪(如圖二)，我們將原本單純垂下的一端拉起並使其旋轉，也具有類似的原理使實驗結果更加明顯且更容易比較，我們將原本的定滑輪改成摩擦力較大的鐵棍(如圖一)，所以，當一端滑輪下垂時需要更大的力道才能下垂，造就另一端的旋轉。

除了改變上述兩點與阿特午機滑輪之鄉一處，還有更重要的一點，就是阿特午機之滑輪為兩端單純上下挪移的滑輪，而我們所做的滑輪並非只有單純垂直上下移動或是正常如鐘擺般左右單擺，而是其中一端有以鐵棍為中心向上繞行並旋轉，所以旋轉端旋轉半徑應垂直於平行鐵棍。

我們所探討釋放角度及重量配置差二項因素對物理單擺圈數的影響。

研究目的之一、重量配置差的多寡對物理單擺圈數之影響

研究目的二、旋轉端不同的釋放角度對物理單擺圈數之影響

四、探究方法與驗證步驟

我們所做的阿特午機之單擺變形，是將棉線兩端連接螺帽，並將該棉線掛於平行鐵棍上，如圖二所示，並捉去其中一端棉線微微拉起(稱為旋轉端，代號 a)，並自然放下，此時 a 將向拉起之反方向向下垂落，並繞行鐵架旋轉，而此時未被拉起的另一端(稱為下垂端，代號 b)，向下掉落，如圖三所示，直到 a 旋轉 1 至 2 圈後卡住，使 b 無法繼續向下掉落(如圖三所示)。

圖六(a 端)：利用吸管減少螺帽空間之示意圖
用途為減少螺帽空間，並使螺帽排列整齊吸管

實驗一：重量配置差的多寡對物理單擺圈數之影響

固定螺帽於棉線，將棉線兩端分別綁上 1、2 顆(a)及 4、5、6 顆(b)的螺帽，並使棉線長度扣除打結部分後留下 60 公分，將棉線連接兩端螺帽的中間部分(棉線)掛上鐵棍，使棉線繞行鐵棍。

實驗二：不同角度對物理單擺圈數之影響

固定相同螺帽於棉線，將棉線連接兩端螺帽的中間部分(棉線)掛上鐵棍，拉起其中一端(a)，並使其與(b)之夾角成不同的釋放角度(60、75、90、105、120)，落下後將因位能不同因此產生不同的圈數。

一、固定螺帽於棉線:將棉線兩端分別綁上 1、2 顆(a)及 4、5、6 顆(b)的螺帽，並使棉線長度扣除打結部分後留下 60 公分。

一、固定螺帽於棉線:將棉線兩端分別綁上 1、2 顆(a)及 4、5、6 顆(b)的螺帽，並使棉線長度扣除打結部分後留下 60 公分。

實驗流程：

二、鐵架組裝:再將鐵棍兩端用交直夾分別固定於鐵架台等高處，使鐵棍與地面成平行。

三、將棉線掛上鐵架:將棉線連接兩端螺帽的中間部分(棉線)掛上鐵棍。

四、使棉線繞行鐵棍:將 a 垂直於 b 的並以不同的釋放角度(60、75、90、105、120)向下放，b 將向下掉落，a 將繞鐵棍旋轉，以繞過鐵棍正上方稱為一圈，繩子繞行圈數作為紀錄，總共有 $2 \times 5 \times 6 = 60$ 個結果，並以各操縱變因分組比較。

五、結論與生活應用

我們利用所做的實驗，得知了:有關於釋放角度所供給的能量多寡，及重量配置差多少。

1.釋放角度越大，所產生給予他轉圈的能量也越多

2.a-b 的重量差小時，導致 a 端旋轉時加速度無法到達旋轉最低標準，反之，a-b 較大時較可以達到其標準。

參考資料

一、林司牧 阿特午機 *Atwood's machine* 科學 Online (2013/10/29)

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=47986>

二、細吸管 <https://reurl.cc/V3YgeA>