

【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：小汽車會轉彎之慢速攝影

一、摘要：

利用綁繩小汽車，較容易感受到圓周運動的向心力，輔以慢速攝影，能清楚觀察小汽車的圓周運動；再搭配①貼於小汽車上的箭頭，更清楚指出小汽車運動方向。②慢速攝影影片播放/格放時，可於一透明片上輕鬆畫出小汽車的運動軌跡，可清楚畫出失去向心力後，小汽車離去的方向是該點的切線方向，即為小汽車原本的運動方向。

慢速攝影容易操作，不僅能清楚觀察綁繩小汽車圓周運動，還能應用在其他物體運動狀態的觀察，如：自由落體。

二、探究題目與動機

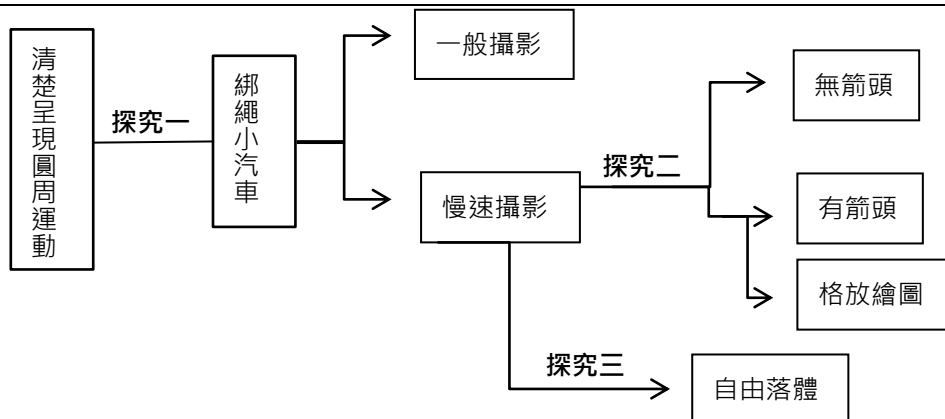
同學對於圓周運動並不陌生，大都可以回答因為有向心力的作用而使物體作圓周運動，當失去向心力時物體則沿著切線方向離去。常見操作圓周運動實驗有二：一是我們可透過轉動綁重物的繩子，感受到向心力而使物體作圓周運動，但放手時，物體是否真由切線方向離去，實難觀察，有時又可能會因人的手施力關係，讓物體或許不是由切線方向離去。二是在桌上灑白粉，透過轉動圓柱內玻璃彈珠，移開圓柱時（向心力消失），彈珠滾動白粉的痕跡即為切線方向，但手握著圓柱轉圈圈，我們較難感覺到「向心力」。不管上述哪種方式，我們始終難以連結失去向心力，物體沿切線離去的方向即為物體原本的運動方向。

我們希望透過綁繩小汽車及慢速攝影觀察物體圓周運動的情形。及探究慢速攝影在其它運動體的應用。

三、探究目的與假設

- 1.透過慢速攝影，是否能清楚觀察綁繩小汽車的圓周運動？
- 2.是否還有其它方法可搭配慢速攝影，讓我們可更清楚觀察小汽車的運動方向？
- 3.慢速攝影能否應用在其它運動體的觀察？

四、探究方法與驗證步驟

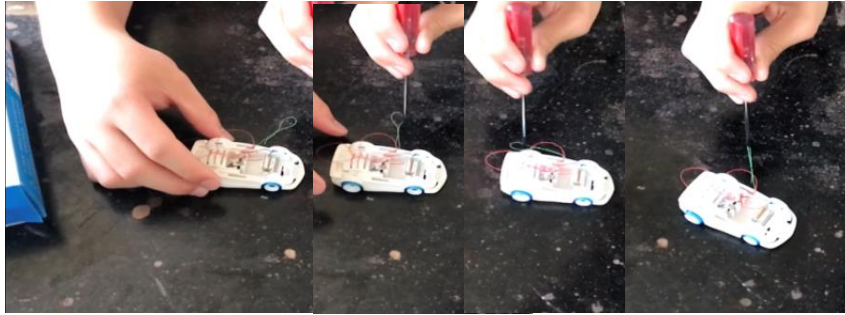


探究一：透過慢速攝影，是否能清楚觀察綁繩小汽車的圓周運動？

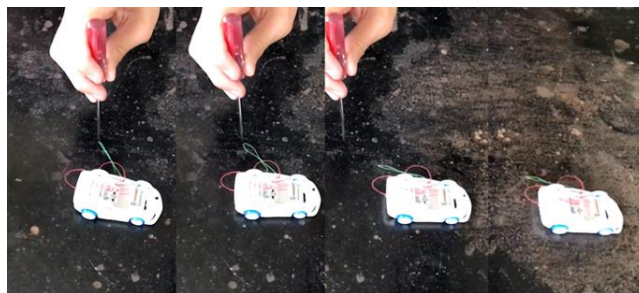
步驟一：鹽水小汽車因馬達驅動的關係，原為直線前進，我們在小汽車側邊綁上一條棉線，在小汽車前行一段距離後，使用工具拉住棉線後，觀察小汽車的運動為何？

步驟二：當拉住棉線一段時間後，再放開棉線（失去向心力），觀察小汽車的運動方向。

步驟三：因小汽車運動速率非常快，不易觀察，我們改採使用手機/平板的【慢速攝影】功能，較能仔細觀察小汽車的運動。（圖一、圖二）



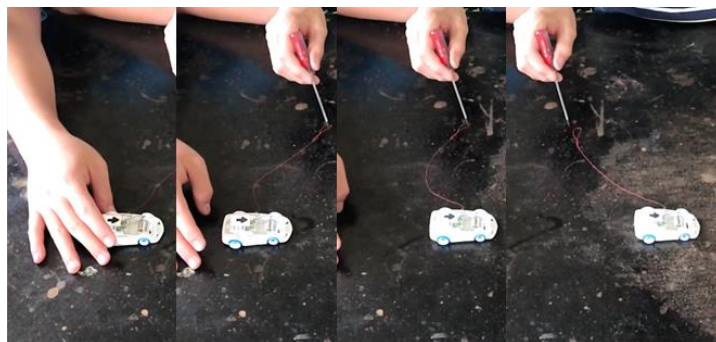
圖一：利用慢速攝影，觀察小汽車受向心力作用前的運動狀態



圖二：利用慢速攝影，觀察小汽車失去向心力後的運動狀態

探究二：是否還有其它方法可搭配慢速攝影，讓我們可更清楚觀察小汽車的運動方向？

步驟四：為了更清楚觀察，我們討論後在小汽車上方貼上【箭頭】標示它原本的運動方向，讓我們更輕易觀察，當小汽車失去向心力後，小汽車是否沿原本的運動方向離去。（圖三、圖四、圖五）



圖三：小汽車受向心力作用前，箭頭指向小汽車運動方向



圖四：小汽車受向心力作用時，箭頭指向小汽車在圓周上每一點的運動方向
(黃色箭頭為向心力方向)



圖五：小汽車失去向心力後，箭頭指向小汽車離去方向

步驟五：我們利用一透明塑膠片放在手機/平板上方，在播放慢速攝影影片時，同時劃出小汽車運動的軌跡【格放繪圖】，更能仔細觀察小汽車失去向心力後，離去方向是否為圓周運動的切線方向。(圖六)



圖六：播放慢速攝影影片時，利用透明片點出及畫出小汽車運動軌跡

探究三：慢速攝影能否應用在其它運動體的觀察？

步驟六：使用慢速攝影觀察自由落體運動：質量不同的 2 個物體在相同高度同時落下，觀察 2 物體的自由落體運動狀態。（圖七、圖八）



圖七：兩個質量不同的物體



圖八：利用慢速攝影觀察兩物體自由落體狀態

五、結論與生活應用

結論一：原本為直線運動的小汽車受一向心力作用，小汽車會開始作圓周運動。但在觀察小汽車運動的過程中發現小汽車運動非常快速，原想攝影完後再利用一些影片處理 app 轉成慢動作，但覺得每次都要再多一個手續去處理，實在有些不方便，突然看到手機/平板上有個【慢速攝影】的功能，拍攝完後即可直接以慢動作播放，就能立即觀察，真是太方便了！

結論二：慢速攝影搭配在小汽車上【貼一個箭頭】，箭頭的指標很清楚的告訴我們該小車的運動方向。未受向心力作用時，小車沿直線前進；當作圓周運動時，箭頭指標清楚指出，小汽車在圓上每一點的運動方向；當失去向心力後，小汽車會沿著原本的運動方向(箭頭指向)離去。在小汽車上方貼上一個箭頭搭配慢速攝影是可以清楚觀察小汽車的運動方向。

在手機/平板上放上一個透明片【格放繪圖】，在慢速影片播放或是格放的時候可以輕鬆畫出小汽車運動軌跡(可先畫點，再連成線)，透過軌跡圖可以清楚看到小汽車

失去向心力後離去的方向即為圓周運動的切線方向。

結論三：我們發現手機/平板上的慢速攝影很適合用來觀察物體的運動狀態，除了圓周運動，我們還發現也很適合用來觀察【自由落體運動】~不同質量的兩物體在同樣高度同時落下，兩物體會同時著地，而落下的過程中也可看見兩物體是同時一起落下的。從慢速攝影影片觀察落下過程，我們會發現在落下相同時間，落下距離越來越大，表示自由落體為一加速度運動。

參考資料

國中自然與生活科技 第五冊第 2 章 力與運動 109 學年版，康軒文教