

2022年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中(職)組 成果報告表單

題目名稱：射射紙牌

一、摘要：

本實驗主要探討紙牌在發射時各種不同變因之下，對紙牌飛行軌跡與角速度之影響幅度。實驗探討的變因包含改變紙牌彈力位能發射角度、發射高度、紙牌形狀等。並且為了確切的控制除我們欲測量之操縱變因以外之控制變因，我們自製可單獨調整上述各項變因的發牌槍。紙牌發射過程利用攝影機紀錄，並以Tracker分析紙牌飛行的軌跡，利用實驗數據和理論找出紙牌在不同變因下對紙牌落點與角速度的影響。

二、探究題目與動機

之前在網路上看過相關的科展資料，覺得非常有趣，因此我們決定以此為根基將已有的資料與數據進行驗證並加深加廣，予以討論研究，期待能對此主題做出更為廣大的發展與延伸的可能性，並設法將其應用於實際生活之中。

三、探究目的與假設

- 1、探討不同彈力位能大小對於紙牌飛行軌跡與角速度的影響，我們認為紙牌會因彈力位能變大而角速度變大。
- 2、探討不同初始擺放方式對於其飛行軌跡與角速度的影響，我們認為不會影響角速度。
- 3、探討不同發射角度對於紙牌飛行軌跡與角速度的影響，我們認為不會影響角速度。
- 4、探討不同紙牌形狀對於紙牌飛行軌跡與角速度的影響，正方形因轉動慣量小導致角速度變大

四、探究方法與驗證步驟

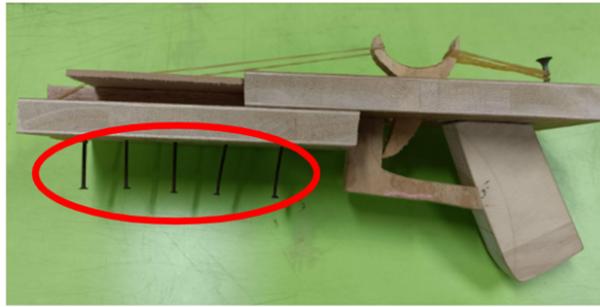
(一)探討不同彈力位能大小對於紙牌飛行軌跡與角速度的影響。

- 1.本研究之操縱變因：改變紙牌發射時所受之彈力位能
- 2.於紙牌槍之下半部分釘上釘子，以作為不同的橡皮筋拉伸之起點

於紙牌槍下方釘上釘子後，因拉伸之起點不同，拉伸距離變長，根據虎克定律，其所得之彈力位能便會增大。

3.實驗步驟：

- (1)將橡皮筋分別拉至槍下的五個釘子上(如圖一)。
- (2)發射並錄影。
- (3)將影片放置到Tracker上並分析。



圖(一)

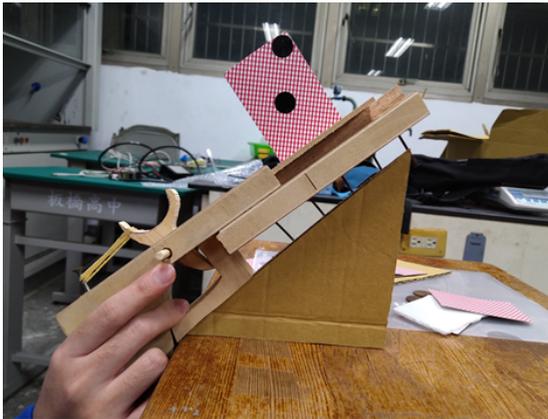
(二) 探討不同初始擺放方式對於其飛行軌跡與角速度的影響。

1. 本研究之操縱變因: 改變紙牌初始擺放方式
2. 將紙牌放置方式分為: 直放、前傾45度、後傾45度
3. 實驗步驟:

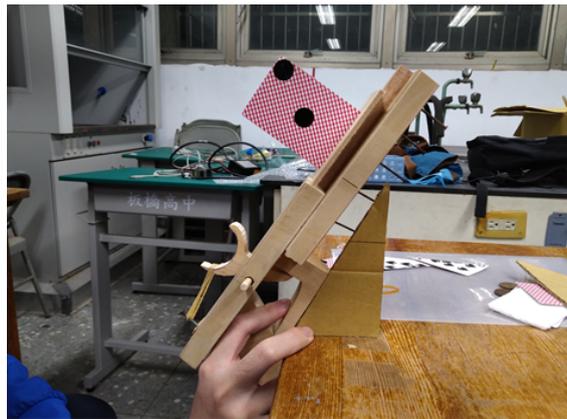
- (1) 將紙牌以上述方式放至槍上
- (2) 發射並錄影
- (3) 將影片放置到Tracker上並分析

(三) 探討不同發射角度對於紙牌飛行軌跡與角速度的影響。

1. 本研究之操縱變因: 改變紙牌初始發射角度
2. 提前製作可調整角度之斜坡但在評估後, 我們決定使用簡易版的斜坡, 我們以紙板製作, 以尺規作圖分別做出一45-90-45度及一30-60-90度之三角形斜坡(如下二圖)。



圖(二)



圖(三)

3. 實驗步驟:

- (1) 將紙牌槍分別置於上述之不同斜坡及平地上

(2)發射並錄影

(3)將影片放置到Tracker上並分析

(四)探討不同紙牌形狀對於紙牌飛行軌跡與角速度的影響。

1.本研究之操縱變因:改變紙牌之形狀

2.將一張紙牌切成正方形,將切下之部分黏至正方形紙牌之中心位置,以保持重量相同

3.實驗步驟:

(1)將設計過之紙牌放置至槍上

(2)發射並錄影

(3)將影片放置到Tracker上並分析

五、結論與生活應用

一、數據分析方法—紙牌飛行軌跡探討:

依研究過程與方法中所述,改變不同紙牌發射初始變因,並將實驗影片於Tracker軟體分析時,追蹤紙牌質心與邊緣兩個點隨時間變化的水平位置(x座標)與鉛直位置(y座標),分析後取平均值,九次分析數據平均值紀錄於表格。其中初始中心點座標(X_0, Y_0)定為(0,0),令x向右為正、y向上為正。

1.卡牌中心點之X座標探討

其x-t圖近似於一條斜直線,由此可知在紙牌飛行之期間,其質心之水平移動速度基本保持不變,加速度幾乎為0,因其在飛行過程中未受外力影響,故符合慣性定律。

2.卡牌中心點之Y座標探討

其Y座標之x-t圖近似於一條拋物線,因此由此圖可知,卡牌質心於飛行過程中在Y方向做等加速度運動,因其重量保持恆定,故在飛行過程中,其加速度亦保持固定。

3.卡牌角落之X座標探討

因卡牌在不斷地前進及轉動,此項數據近似於1.之結果。

4.卡牌角落之Y座標探討

由其x-t圖可知,因其在不停旋轉,每兩次Y值之高峰即為其旋轉一圈,故由此圖可算出卡牌於飛行過程中所旋轉的圈數,再除以時間即可得出卡牌於旋轉過程中之角速度。

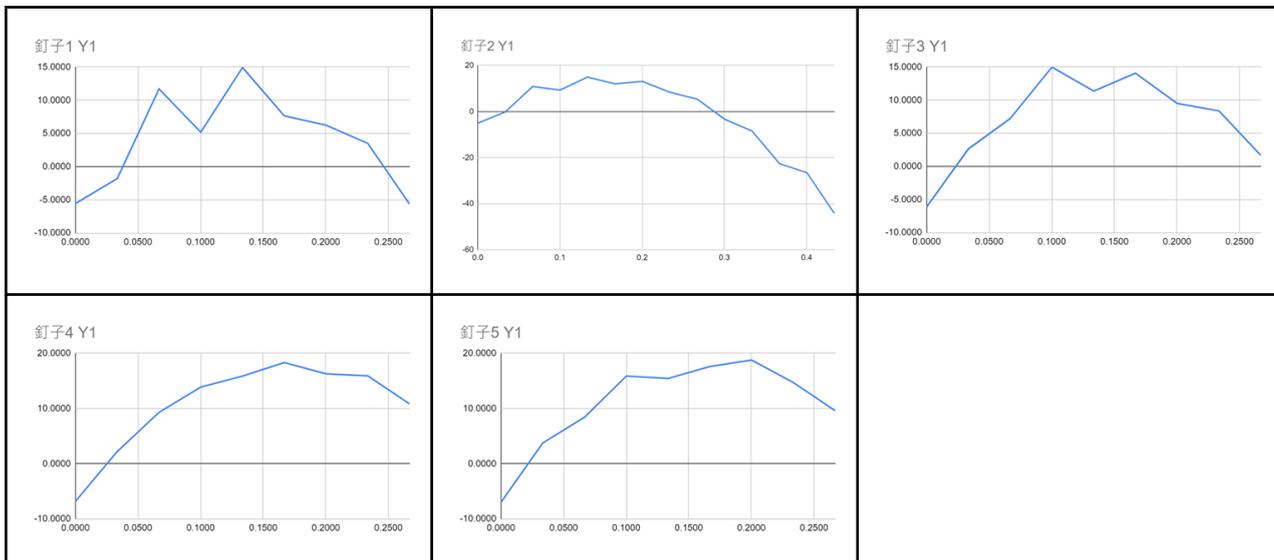
因其每兩次高峰間之t值皆幾近相等,故顯然於其飛行過程中角速度接近不變。

二、研究一：探討不同彈力位能大小對於紙牌飛行軌跡與角速度的影響。

根據研究過程所述，藉由改變橡皮筋拉伸之長度以改變彈力位能，紀錄紙牌邊緣點之平均座標並製成圖，如表(一)所示：

1.紙牌飛行過程邊緣點鉛直軌跡變化圖

(單位：X軸：秒；Y軸：公分)



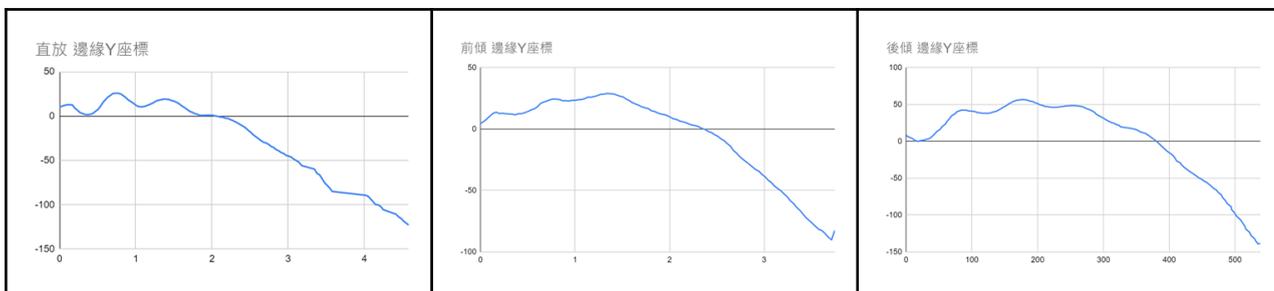
表(一)

根據上圖，我們對其進行分析後，求得卡牌中心點及邊緣點之座標速度值，可知隨著彈力位能愈大，紙牌轉動動能愈大，紙牌之角速度愈大。

三、研究二：探討不同擺放方式對於紙牌飛行軌跡與角速度的影響。

將紙牌以直放、前傾、以及後傾等方式擺放，其餘參數皆與研究一之釘子1相同，來改變角速度，紀錄紙牌邊緣點之平均座標並製成圖，如表(二)所示：

(單位：X軸：秒；Y軸：公分)



表(二)

根據上圖，我們對其進行分析後，可知以下研究結果：

- 1.直放與其餘擺放方式之中心座標之移動過程較為相似，故可推論擺放方式與紙牌之移

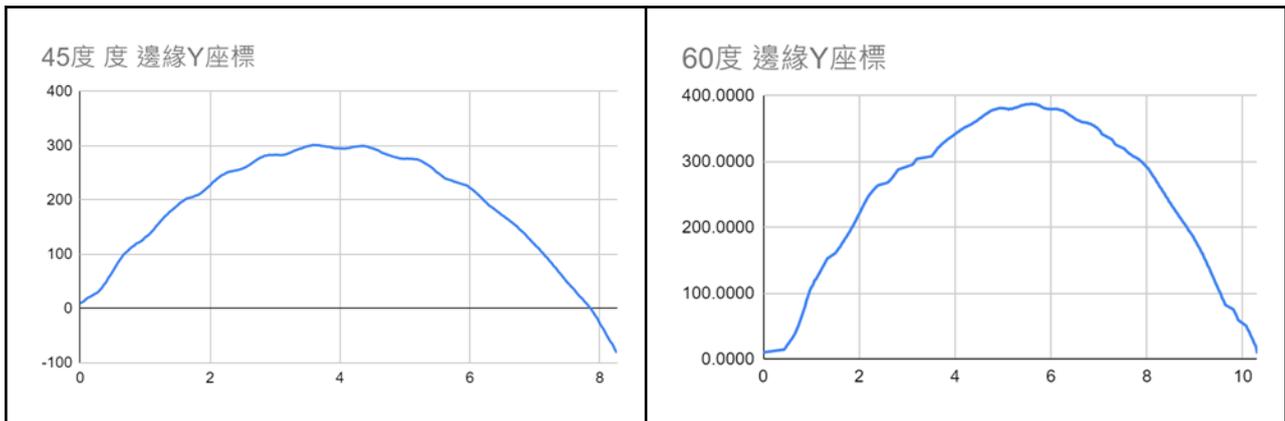
動速度無關。

2.直放之角速度為三者之中最大，接著為後傾，角速度最低者為前傾。

四、研究三：探討不同發射角度對於紙牌飛行軌跡與角速度的影響

將整個紙牌槍以仰角45度及60度傾斜，其餘參數皆與研究一之釘子1相同，紀錄紙牌邊緣點之平均座標並製成圖，如表(三)所示：

(單位：X軸：秒；Y軸：公分)



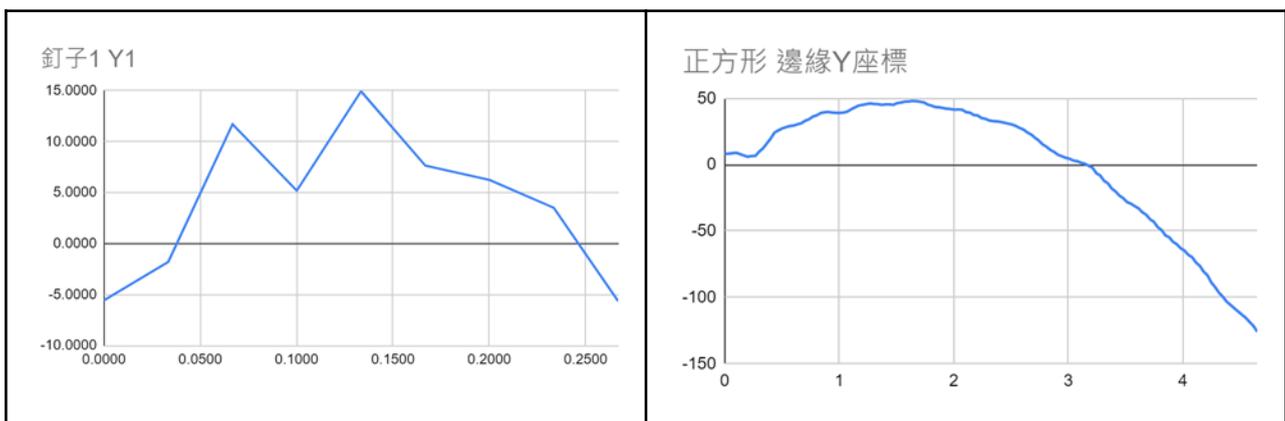
表(三)

根據上圖，我們對其進行分析後，可知以下研究結果：發射角度與紙牌之角速度呈低度相關，可由此推論改變紙牌發射角度只影響紙牌水平射程，對於紙牌角速度並無影響。

五、研究四：探討不同紙牌形狀對於紙牌飛行軌跡與角速度的影響

將紙牌切割成正方形，其餘參數皆與研究一之釘子1相同，紀錄紙牌邊緣點之平均座標並製成圖，如表(三)所示：

(單位：X軸：秒；Y軸：公分)



表(四)

根據上圖，我們對其進行分析後，可知以下研究結果：

1.正方形紙牌之角速度明顯較長方形紙牌快。

2.兩紙牌之飛行距離較為相近，可推論紙牌形狀應與水平距離無關。

六、生活應用

我們希望這項研究能應用在教學用途上，成為教具的一種。此外我們也想讓它成為一種童玩。

參考資料

一、尹霆揚等，中華民國第五十六屆中小學科學展覽會國小組物理科

《回來吧!我的飛牌》

二、張以侑等，中華民國第五十八屆中小學科學展覽會高中組物理科

《如何飛向他的心 - 撲克牌之飛行軌跡研究》