



學習歷程

物理探究-圓周運動的實驗與探索

國立新竹女子高級中學
二年十五班 19 號 張綺嫻

研究動機

本次的物理探究課程，老師給了我們一個機會去探討自己感興趣的物理現象。因此我們在網路上搜尋相關題材，發現了星體圓周運動，覺得十分感興趣，因此我們希望結合科技的力量，利用 tracker app 去追蹤球體運動，以便分析。

研究心得

探究的過程中出現過許多問題，像是一開始在訂定探究主題方面就遇到許多困難，例如原本我們是想以一個類似鍋子的凹面模擬類似星球的運動，但理想很美好現實很骨感，這樣的設定變量太多，如何固定速度、半徑等等都是問題，加上以我們現在的能力是很難去計算球體如何在凹面上運動，畢竟凹面的斜率這些都很難測量，經過討論後我們逐步地把問題簡化，才變成如今報告中以一個球在斜面上的圓周運動作為主題。

在使用 tracker 追蹤的時候，我們也發現一開始使用的彈珠太透明導致難以追蹤，才又再做了一次實驗。過程中我們不斷的滾動式調整進度，以達到最終的成品，在最後彼此分享報告的過程中，我發現別組中有些想法是我們沒有想到，或是沒有考慮進去的，在我們的報告中還有許多不足，例如有一組寫到了滾動，我覺得這很值得參考，在我們的實驗中都是以球體平移作為假設，但是卻沒有考慮到在現實生活中有摩擦力存在，所以球體實際是以滾動的形式運動的，這些都是我希望在未來的實驗中再加以探討的。

tracker 透過影像定位追蹤球體運動，讓那些原本無法被肉眼看見的速率與

半徑等等的關係，具象化以數據的方式呈現在我們眼前，以利我們加以分析。

科技的力量讓那些知識不再只是侷限於書上。

以下為繳交的報告

物理探究-探討彈珠在不同半徑下的加速度



班級：215

姓名：李昀蓁、林瑜亭、張綺嫻、陳宥慈、湯新綸、鍾靜瑩

實驗日期：5/20

一、 實驗目的(Research Purpose)

測量彈珠在不同半徑的軌道和測量的速度，得到的加速度是否符合理論值？

二、 假說(Hypothesis)

假設實驗測得的彈珠速度平方除以轉動軌道半徑皆為定值。

三、 背景知識(Background Information)

1.圓周運動:

是指運動軌跡為圓或圓的一部分的一種運動。一個質點在圓周運動的切線加速度會改變質點沿軌道運動的線速度的大小。而向心加速度則改變質點速度的方向，不改變大小。

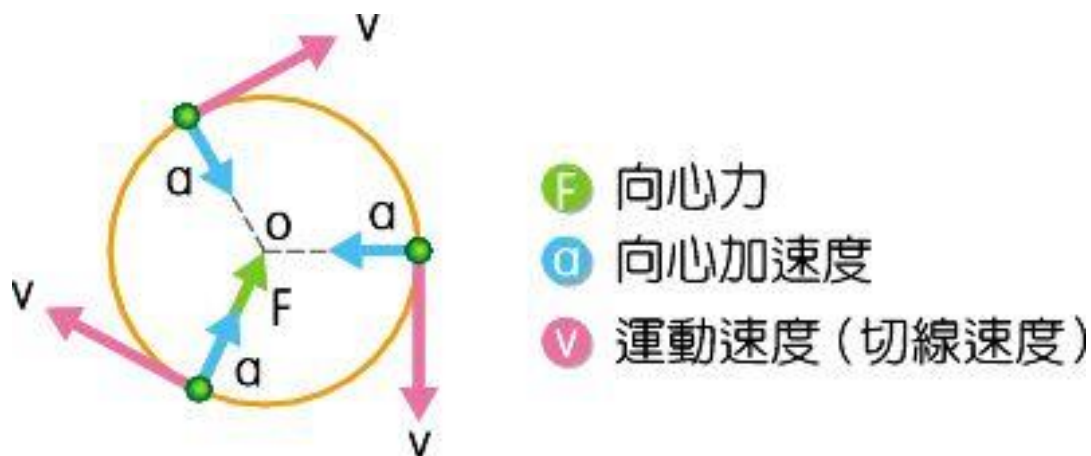


圖 1.1 圓周運動示意圖

2.向心加速度:

用來描述一個圓周運動的物體能繞圓形軌道旋轉且不脫離圓周運動的加速度。

向心加速度的大小一般由向心力決定，但有時會因角加速度(角速度隨時間的變化率)而有所不同。另外向心加速度不只存在於圓周運動，只要該加速度可使曲線物體運動維持當前曲線並持續運動，就可稱為向心加速度，就如簡諧運動。

3.斜面上的圓周運動:

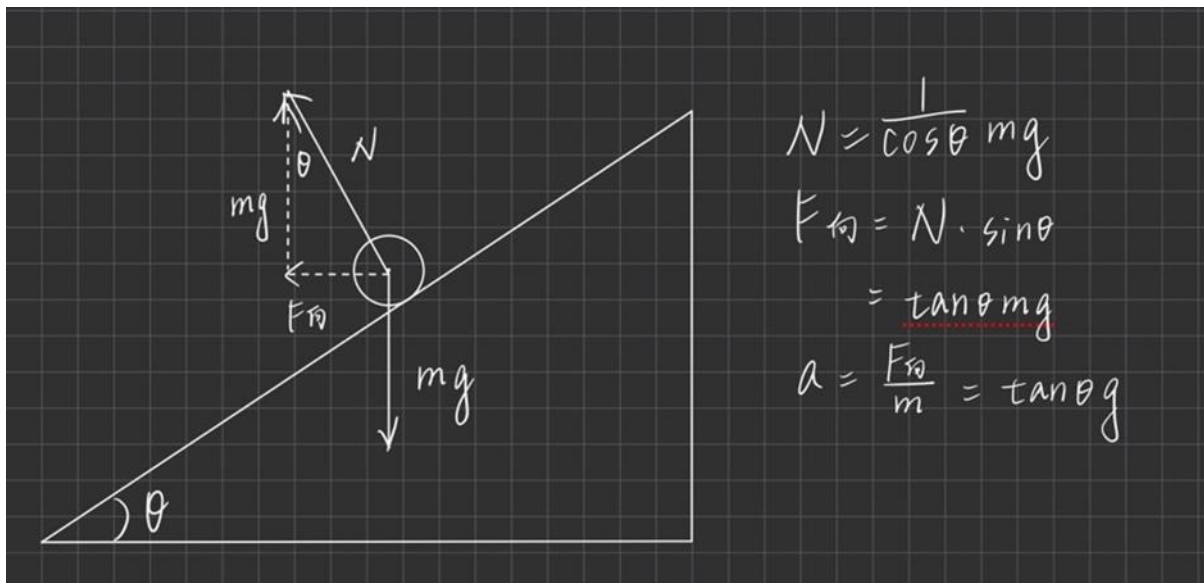


圖 1.2 圓周運動示意圖

在理想狀態下物體在斜面上只受斜面給的正向立及重力，而物體能夠利用正向力的分力提供圓周運動時所需的向心力，經過力分析如上圖，可知理論上的向心加速度為斜面夾角的正切值乘重力加速度。

四、 實驗設備及器材(Materials and Methods)

表一 實驗設備及器材表

彈珠 20.9 g*1

彈珠 20.9 g*1

五、 研究過程與方法(Procedures)

控制變因:彈珠的質量、漏斗的材質、漏斗的半徑

操縱變因:彈珠的速度和切線半徑

應變變因:彈珠的向心加速度

實驗方法:

1.將彈珠彈射進漏斗中依軌道旋轉

2.錄影紀錄

3.使用 tracker app 分析測量影片並記錄其轉動到不同半徑時的轉動速率

4.分析數據。

六、 研究結果(Results)

表二 實驗數據紀錄表	
r	v*v
7.49E-04	0.00E+00
8.51E-03	5.42E-02
1.53E-02	4.24E-02
2.08E-02	5.08E-02
2.63E-02	5.75E-02
2.95E-02	4.90E-02
3.02E-02	5.00E-02
2.99E-02	5.11E-02
2.70E-02	0.00E+00
1.61E-02	0.00E+00
8.97E-03	4.12E-02
3.84E-03	0.00E+00
2.00E-02	0.00E+00
2.55E-02	4.31E-02
2.91E-02	4.09E-02
3.09E-02	0.00E+00
1.50E-02	0.00E+00
8.31E-03	3.28E-02
4.15E-03	0.00E+00
1.43E-02	0.00E+00

2.00E-02	3.29E-02
2.51E-02	3.10E-02
2.82E-02	3.30E-02
3.09E-02	0.00E+00
3.05E-02	0.00E+00
2.79E-02	3.53E-02
2.40E-02	3.33E-02
1.88E-02	3.03E-02
1.34E-02	3.00E-02
7.26E-03	3.17E-02
4.29E-03	3.04E-02
8.48E-03	3.04E-02
1.44E-02	3.03E-02
2.01E-02	3.09E-02
2.48E-02	2.94E-02
2.85E-02	3.36E-02
3.12E-02	3.63E-02
3.21E-02	3.21E-02
3.12E-02	3.54E-02
2.91E-02	3.29E-02
2.58E-02	3.00E-02
2.15E-02	2.81E-02
1.64E-02	2.75E-02
1.08E-02	2.74E-02
5.57E-03	2.79E-02
5.28E-03	2.86E-02
9.53E-03	2.59E-02
1.53E-02	2.73E-02

2.03E-02	2.68E-02
2.48E-02	2.89E-02
2.82E-02	2.82E-02
3.02E-02	3.57E-02
3.21E-02	3.64E-02
3.06E-02	3.08E-02
3.06E-02	5.24E-02
2.32E-02	0.00E+00

縱軸： v^2 ，橫軸： r

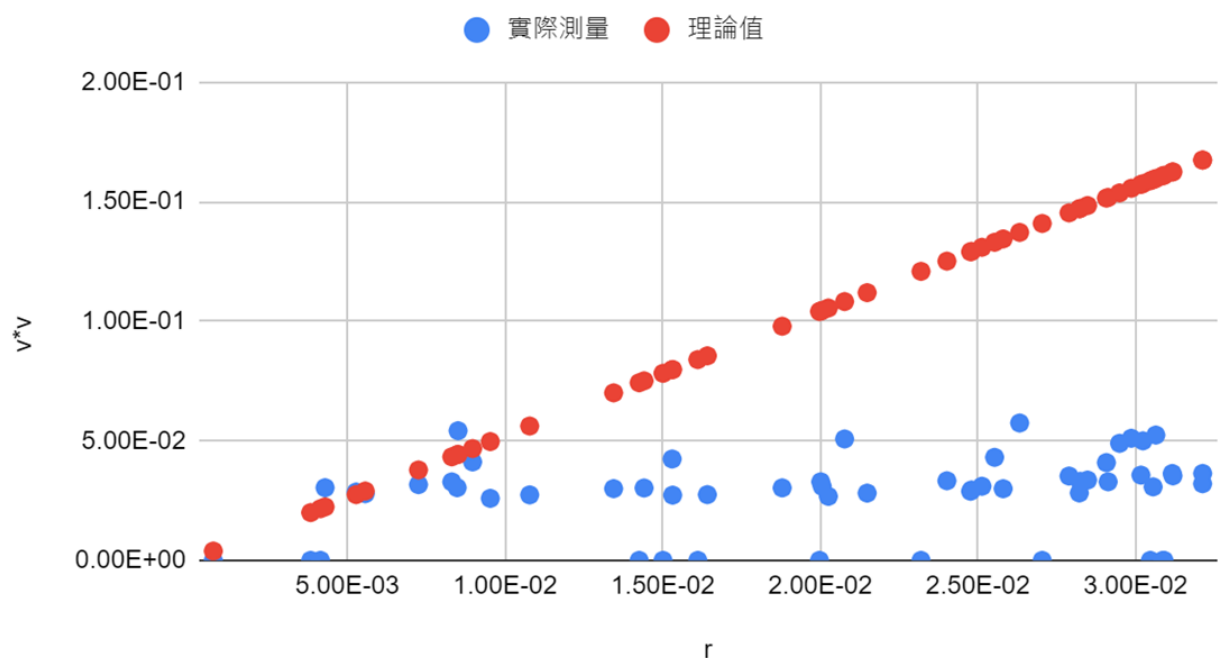


圖 1.3 半徑對應加速度與理論值圖

由上表可以觀察到理論值的速度平方應該與半徑成正比，可是實際測出的速率平方幾乎是一值維持在一定值。

七、 討論(Discussion)

由背景知識可知在圓周運動中，質量固定時，速度平方/半徑應該為定值。

根據上表可知我們用 tracker 算出來的數據接近定值是符合圓周運動的，但加速

度的值卻跟理論值差了 3 左右。

因為理論值是用力學分析出來的 $g \cdot \tan(28^\circ)$ ，即使角度可能沒有很準，但是 \tan 值在角度只有 1、2 度的情況下值並不會影響很多，如果要讓 $g \tan$ （角度）的值落在 2 左右，則角度必須是 16 度，以此推論理論值的誤差應該不大。

因此我們認為實驗的誤差應該在於做實驗時的阻力，如果彈珠能維持在固定半徑下作圓周運動，那代表完全沒有摩擦力，但我們實驗中，半徑會越來越小，所以代表彈珠受到了阻力讓速度變小也就轉得更小圈，也有可能是 tracker 分析出來還是會有一點誤差才導致實際值和理論值有誤差。

八、 結論(Conclusion)

由於實驗誤差造成數據不大準確，但仍可由理論值圖上看出在半徑逐漸改變縮小的情況下，加速度皆為定植。

九、 參考文獻(Reference)

翰林雲端學院。圓周運動。

<https://www.ehanlin.com.tw/app/keyword/%E5%9C%8B%E4%B8%AD/%E7%90%86%E5%8C%96/%E5%9C%93%E5%91%A8%E9%81%8B%E5%8B%95.html>

科學 Online(2009 年 08 月 28 日)。向心力。

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=756>

十、 延伸問題 (Extended Questions):