

花蓮縣國中小學網路小論文暨本土使命式行動研究競賽書面報告  
國小自然科學類

# 不變的心

# 地球引力真好玩

作者

林胤佑。慈濟大學附屬高級中學附設國民小學部。六年級  
榮以浩。慈濟大學附屬高級中學附設國民小學部。六年級  
張剴恩。慈濟大學附屬高級中學附設國民小學部。六年級  
林侑杰。慈濟大學附屬高級中學附設國民小學部。六年級

指導老師

何欣穎、莊春紅

日期:105 年 10 月 1 日

## 壹、前言

### 一、研究動機

在校園中，有許多遊樂器材是應用物體會受地球引力影響向下落的現象設計的，例如：溜滑梯、翹翹板、盪鞦韆……等，這些遊樂器材都是我們小學生的最愛，讓我們對地球引力產生了興趣。

暑假的主題研究，我們做了抗拒地球引力實驗，我們想進一步研究物品的形狀、重量、顏色、落下來的距離與物體受地球引力大小的關係。

我們希望透過實驗，控制物體的重量、體積、顏色、材質，來看看哪些因素會影響物品所受的地球引力。

### 二、研究目的

(一) 什麼是地球引力? 找出地球引力在哪裡?

(二) 地球引力的實驗

1. 物品的顏色會不會影響物品受地球引力的大小?
2. 物品的重量會不會影響物品受地球引力的大小?
3. 物品的形狀會不會影響物品受地球引力的大小?
4. 物品的底面積會不會影響物品受影響地球引力的大小?
5. 物品與地面地的距離會不會影響物品受地球引力的大小?

(三) 地球引力可以應用在哪裡? 有沒有好玩的遊戲?

### 三、研究架構



圖(一)研究架構圖



圖(二)研究構想

## 貳、正文

### 一、文獻探討

#### (一) 地球引力的定義

地球引力是因地球本身質量而具有的引力。我們能站在地上，不會飄浮在空中，是因為有地球引力的關係，有了地球引力，地球上所有密度比空氣高的東西，如果沒有東西托住，會從高處墜下。地球本身也受到下落物體等值的吸引力加速，也就是說地球會朝著下落物體的方向加速移動，但是地球質量遠大於下落物的質量，所以下落物對地球的加速度非常小。物件有重量是因為有地球引力的緣故。

地球表面的重力加速度被表示為符號  $g$ ，近似地等於每平方秒 9.8 米或每平方秒 32 英尺。這表示，當忽略空氣阻力時，物件在地球表面上自由下落的加速度為  $9.8 \text{ m/s}^2$ 。換言之，靜止物件下落一秒後的速度為  $9.8 \text{ m/s}$ ，兩秒後為  $19.6 \text{ m/s}$ ，如此類推。地球本身也受到下落物體等值的吸引力加速，也就是說地球會朝著下落物體的方向加速移動，但是地球質量遠大於下落物的質量，所以下落物對地球的加速度非常小。

地球引力是牛頓發現萬有引力而來，因為太陽系中，每個星球都有吸引力(如表一)，相互吸引，相互牽制，所以各個星球，包括地球都行駛在一定軌道上。地球引力是由於地球自轉造成的，地球自轉會產生一個叫地轉偏向力的力，在北半球它使物體在運動時方向向右偏；在南半球它使物體運動時方向向左偏，所以在北半球是逆時針，在南半球的話就是順時針。根據牛頓的萬有引力定律，任何有質量的兩種物質之間都有引力。地球本身有相當大的質量，所以也會對地球周圍的任何物體表現出引力。

地球引力又稱地心引力或地心吸力，但這是不正確的，物理學上沒有此說法。因為地球引力與地球質量有關，並非來自地心。地球引力是因地球本身質量而具有的引力。

#### (二) 牛頓重力定律：

蘋果對重力發現有重大貢獻。英國的物理學家牛頓(1642-1727)在他的花園中見到一個蘋果跌落地上，從而發現地球引力。"地心吸力"就是地球中心對一件物件施加的吸引力。月球環繞地球也是因為地心吸力的存在。牛頓後來提出地心吸力只是重力的一種，宇宙中的所有質量都會互相吸引，這便是牛頓重力定律的重點。

#### (三) 比薩斜塔的自由落體實驗

古希臘的科學家亞里斯多德提出：物體下落的快慢是由物體本身的重量決定的，物體越重，下落得越快；反之，則下落得越慢。

1590年，出生在比薩城的義大利物理學家伽利略，曾在比薩斜塔上做自由落體實驗，將兩個重量不同的球體從相同的高度同時扔下，結果兩個鉛球同時落地，由此發現了自由落體定律，推翻了此前亞里士多德認為的重物會先到達地面，落體的速度同它的質量成正比的觀點。

事實上，根據現代流體力學的理論，即便不考慮塔頂常年的大風，由於空氣阻力和湍流的影響，兩球也是無法同時到達地面的。

#### (四) 地球引力的應用

地心引力的應用很多：利用水往下流(地心引力)的特性來做水力發電；溜滑梯、翹翹板、盪鞦韆等遊樂設施；飛機是運用機械動力對抗地球引力才能起飛，順應地球引力而下降。

#### (五) 每個星球是否都有引力？

牛頓發現的萬有引力不只是地球有引力，每個星球也都有，因為太陽系中，地球和每個星球都有吸引力，相互吸引，相互牽制，才能使各個星球，包括地球都行駛在一定軌道上。我們查得各個星球引力如下表一：

(表一)以地球作為引力標準，各太陽系行星的引力比例

星球	倍數
太陽	27.9
水星	0.37
金星	0.98
地球	1.00 ( 定義為標準 )
月球	0.16
火星	0.38
木星	2.64
土星	1.15
天王星	0.93
海王星	1.22

## 二、地球引力的實驗

(一)研究設備:

- 1.碼錶一個。
- 2.電子小磅秤一個。
- 3.不同顏色、但重量一樣的球四個。
- 4.不同重量、但形狀顏色一樣的物品兩個。
- 5.重量一樣、形狀不同的物品五個。
- 6.捲尺一個。
- 7.黏土一大個，捏成底面不同的四個小黏土。

(二)實驗過程與方法及觀察記錄:

根據以上查到的資料，我們發現測量地球引力對各種物品的大小關係，就是將物品從與地表一定距離的高度落下所測的的重力加速度，若一定距離之下，物品下降的秒數愈少則受到的地球引力愈大。

所以我們將操作變因分別設定為「顏色」、「重量」、「形狀」、「距離」將物品分別從高處自由落體落下，求得各物品下降至地面所需秒數。

1、 物品的顏色會不會影響物品受地球引力的大小？

操作變因：顏色

控制變因：物品落下高度 250 公分、物品重量皆為 8 公克、物品外形

實驗操作：將不同顏色的塑膠球分別從 250 公分高處落下，紀錄各顏色的塑膠球下降至地面所需時間(單位秒，以 s 代表)



圖(三)不同顏色同重量的塑膠球

(表二)不同顏色的物品從 250 公分高處落下所需時間

顏色	紅色	藍色	綠色	黃色
第一次實驗	0.62s	0.67s	0.76s	0.76s

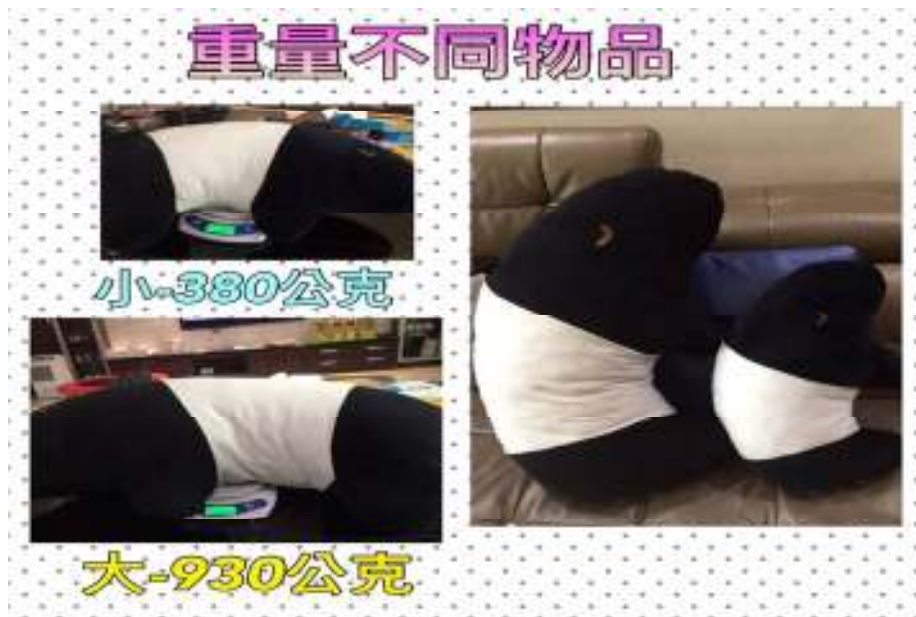
第二次實驗	0.69s	0.61s	0.60s	0.68s
第三次實驗	0.66s	0.63s	0.57s	0.68s
平均值(四捨五入法)	0.66s	0.64s	0.64s	0.71s

2、物品的重量會不會影響物品受地球引力的大小？

操作變因：重量

控制變因：物品落下高度 250 公分、物品外形和顏色一樣

實驗操作：將不同重量的物品分別從 250 公分高處落下，求得各物品下降至地面所需時間(單位秒，以 s 代表)



圖(四)同形狀、顏色，但重量不同的物品

(表三)不同重量的物品從 250 公分高度落下所需時間

物品重量	大玩偶(930G)	小玩偶(380G)
第一次實驗	0.67s	0.51s
第二次實驗	0.57s	0.54s
第三次實驗	0.73s	0.54s
平均值(四捨五入法)	0.66s	0.53s

3、物品的形狀會不會影響物品受地球引力的大小？

操作變因：形狀

控制變因都從同一地點的 250 公分高度落下、物品重量都為 24 公克

將物品分別從 250 公分高處落下，求得各物品下降至地面所需秒數(單位 S) 為表四：

(表四) 不同形狀，重量都為 24 公克的物品從 250 公分高度落下所需時間

不同形狀	海綿刷	玩具熊	大頭筆	長方盒	燈泡罐
第一次實驗	0.91s	0.84s	0.81s	0.75s	0.77s
第二次實驗	0.84s	0.61s	0.83s	0.86s	0.75s
第三次實驗	0.52s	0.73s	0.74s	0.75s	0.82s
平均值(四捨五入法)	0.76s	0.73s	0.79s	0.79s	0.78s

4、物品的底面積會影響物品受地球引力的大小嗎？

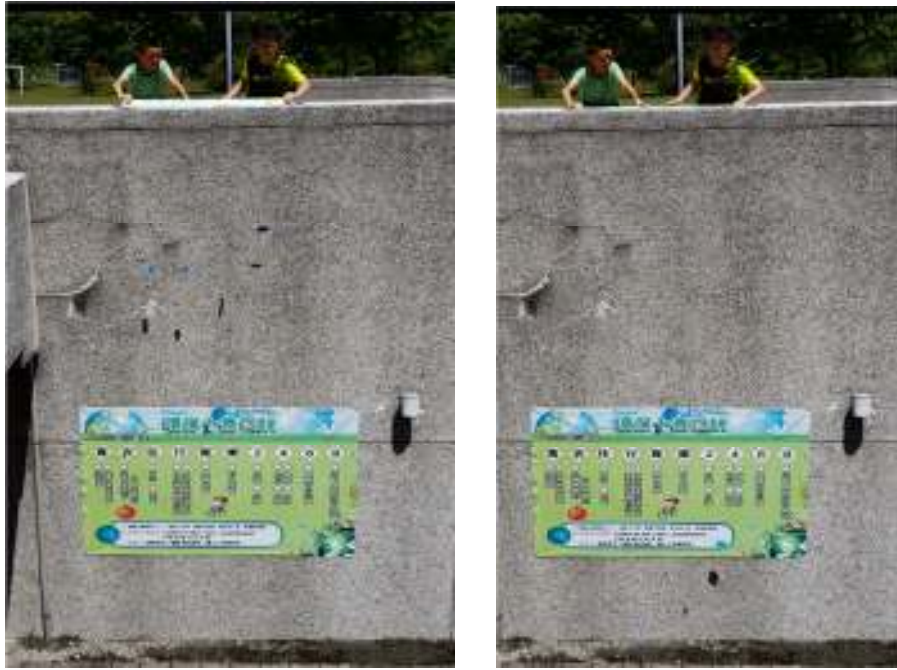
操作變因：底面積

控制變因：物品落下高度 380 公分、物品重量 24 公克

實驗操作：將同重量不同型種的物品分別從 380 公分高處落下，求得各物品下降至地面所需時間(單位秒，以 s 代表)

(表五)同重量、不同底面積物品從 380 公分高處落下所需時間

底面大小	3*4cm	3*3cm	1*1cm	5*6cm
第一次實驗	0.978s	0.944s	0.978s	1.078s
第二次實驗	1.044s	1.011s	1.112s	1.112s
第三次實驗	0.909s	0.909s	1.044s	1.078s
第四次實驗	0.977s	0.977s	0.993s	1.044s
平均值	0.977s	0.96025s	1.03175s	1.078s



圖(五)不同底面積的物品從 380 公分高處落下

5、物品與地面地的距離會不會影響物品受地球引力的大小？

操作變因：距離

控制變因：同一物品(重量外形顏色一樣)、同一地點

實驗操作：將長方盒分別從距離地表 1 公尺、2 公尺、3 公尺的高處落下，求得長方盒下降至地面所需時間(單位秒，以 s 代表)

(表六)同一物品從不同高度落下所需時間

與地面距離	1m	2m	3m
第一次實驗	0.47s	0.89s	0.96s
第二次實驗	0.53s	0.78s	0.98s
第三次實驗	0.55s	0.81s	1.03s
平均值(四捨五入法)	0.52s	0.83s	0.99s



圖(六)長方盒外觀



### (三)實驗結果討論:

我們要了解實驗中可能會有誤差，因為我們不是在真空的環境，所以有風和空氣阻力會影響實驗的結果，而且我們做掉落實驗的時候，會有人為操作誤差，例如：碼錶按下開始與結束的時間差、物品丟下時的時間差…等，加上我們落下的距離不夠長（因為安全考量，無法選擇從高樓大廈處或室外來實驗），重量可能會差那一點點，所以些微的人為操作誤差就會影響實驗結果的秒數。

1、表二中不同顏色的四顆球，落下秒數的平均值約為 0.64 秒-0.71 秒，差距只有 0.07 秒，這可能是上述所說的人為操作誤差造成的。物品顏色的改變應和地球引力大小無關。

2、表三不同重量的物品落下秒數平均值分別為重量重的是 0.66 秒和重量輕的是 0.53 秒，差距為 0.13 秒，似乎重量輕的受到地球引力較大。但和我們印象中較重物品受地球引力較大結果相反。這應該是上述所說的非真空環境及人為操作誤差造成的。

3、因為根據表四，顏色不會影響地球引力的大小，所以表四尋找不同形狀重量一樣的物品，我們就不考慮物品顏色了，依據表四落下秒數的平均值約為 0.73 秒-0.79 秒，差距只有 0.06 秒，這可能亦是上述所說的人為操作誤差造成的。物品形狀的改變應和地球引力大小無關。

4、根據表五，底面的不同，讓底面和空氣接觸的範圍不同，所以落下的秒數有所落差，底面 3\*3cm 及 3\*4cm 的底面因差距不大，所以秒數幾乎一樣或接近，1\*1cm 的底面和空氣接觸最少，照理說應該受到的空氣阻力最小，-而 5\*6cm 的底面和空氣面積接觸最大，應該受到阻力大，所以秒數應該較久，然而，表六的實驗秒數結果，卻發現 1\*1cm 的秒數竟然多餘 3\*3cm 及 3\*4cm，也和 5\*6cm 的差距不大，這應該是我們實驗的底面差距不夠大，還有人為誤差所造成，可能黏土的材質有一定重量，所以同樣重量的底面差距不夠大，不然底面的大小應該和阻力會有關係。

5、表六是同一個物品從不同高度落下的實驗，一公尺落下的平均值為 0.52 秒，兩公尺落下的平均值為 0.83 秒，三公公尺落下的平均值為 0.99 秒。可見越高處落下，需要的時間越長。

### 三、地球引力的應用與遊戲

在地球上，地球引力無所不在，如何脫離地心引力? 例如該飛機助跑時，當空速超過 120 km/h, 此時拉起機頭，氣流在機翼的產生浮力，就可以大於引力，而

讓飛機離地。距離地球多遠才不受地球引力的影響，應該是離開了大氣層，就完全不會受到地球引力的影響了。

最簡單和古老的反地心引力裝置就是動物的腿，動物利用肌肉可以抵抗地球引力的作用，讓生物到處行走。而人類目前使用的方式就是利用引擎、火箭、汽球、滑翔翼等等來抵抗地心引力的作用，而在空中飛行，或者脫離大氣層。

跳傘，可以抗拒地球引力，也可以製作成遊戲，秋千、溜滑梯、單槓等很多遊樂器材也可以抗拒地球引力。在作遙控飛行時發現，遙控飛機飛行到一定高度就無法往上爬升了，一直很納悶為什麼爬不上去？後來研究發現是地心引力的關係。

當我們玩遊樂器材時，了解到不是體重越重，就會越快掉下來。所以玩溜滑梯時，不是越重，就會越快滑下來，因為要考慮摩擦力…等的作用，地球引力也容易受到其他力量影響而改變或減少，像這次實驗中地球引力容易被風力與空氣阻力影響其真實力量，以此類推，就會發現也有許多抗地球引力的遊戲，例如：彈跳床、盪鞦韆…等，這是因為彈跳力、推力…等，都可以對抗地球引力或相互配合而發展的遊戲，還有飛機的機械動力，也是因為對抗地球引力才能起飛，順應地球引力而下降。



參、結論：

- 一、地球上的每樣物品都受到地球引力的作用
- 二、物品的顏色不會影響物品所受到的地球引力大小
- 三、物品受到地球引力的大小不同，但不是越重，落到地面的速度就就會越快，還要考慮物體的底面積或形狀。
- 四、相同重量的物品，底面積大小會引響物品落到地面的速度，是因為空氣阻力的關係。
- 五、地球引力會受到其他力量影響而改變物體落地的時間，像這次實驗中地球引力會被空氣阻力影響其真實力量。
- 六、我們曾觀察到有些物品如氣球、天燈會向天空飄，是什麼力量讓這些物品能「對抗」地球引力，是我們未來想繼續探討的。
- 七、這次的研究讓我們獲得許多知識，希望下次還有更多類似的研究可以參與，或許從中可以發現新的和地球引力或是反地球引力有關的運動或遊戲。

#### 肆、引註資料

盧卡.諾維利(2011)。牛頓和萬有引力。臺北市:臉譜。

卡佳坦.波斯基特(2009)。牛頓和他的地心引力蘋果。臺北市:知書房

休伊特(2001)。觀念物理 I。臺北市:天下遠見

休伊特(2001)。觀念物理 II。臺北市:天下遠見

#### 百度百科

<http://baike.baidu.com/view/834931.htm>

<http://zhidao.baidu.com/question/5427842.html>

#### 維基百科

<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/阻力>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%89%BE%E8%90%A8%E5%85%8B%C2%B7%E7%89%9B%E9%A1%BF>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BC%95%E5%8A%9B>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%89%9B%E9%A1%BF%E4%B8%87%E6%9C%89%E5%BC%95%E5%8A%9B%E5%AE%9A%E5%BE%8B>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%87%AA%E7%94%B1%E8%90%BD%E9%AB%94>

#### 科學名人堂

[http://www.bud.org.tw/museum/s\\_star01.htm](http://www.bud.org.tw/museum/s_star01.htm) ↵

#### 微博部落客

<http://twblog.org/essay-67253-1-1.html>

#### 大紀元

<http://www.epochtimes.com.tw/n119569/影片保齡球和羽毛誰先落地-書上的實驗出現在世界最大的真空室!.html>

#### 親子觀星會-- 脫離地球的速度是什麼意思？

[http://familystar.org.tw/component/option,com\\_smf/Itemid,45/topic,12152.0](http://familystar.org.tw/component/option,com_smf/Itemid,45/topic,12152.0)