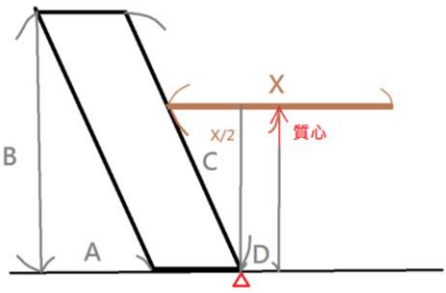


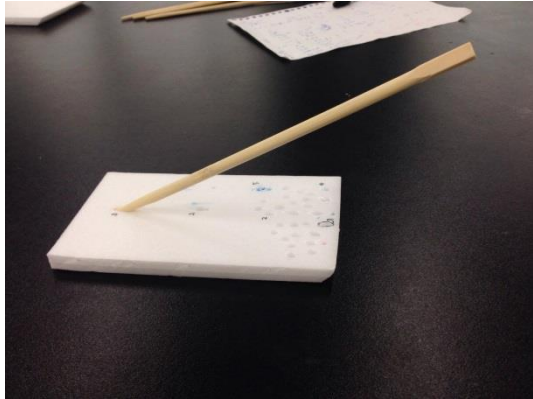
# 【2016 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 國中組、高中職組 成果報告表單

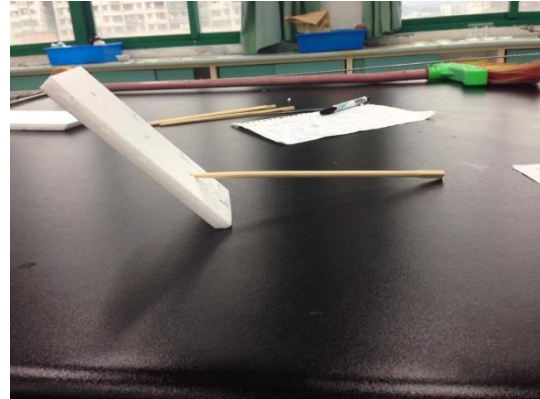
<b>主題名稱：槓桿原理</b>
<b>摘要</b> <p>上課時老師教到力矩平衡，主要再說利用合力矩為 0，可將物體穩定平衡，如開門、玩翹翹板、轉動方向盤甚至掃地。雖然老師講了許多例子但我還是太了解，因此想想有沒有其他可以證實力矩平衡的存在而設計了下面實驗。我們利用竹筷、截角珍珠板當作主要材料，利用竹筷插入珍珠板不同位置、不同角度看是否能將原本不穩定的缺角的珍珠板穩定站立，結果發現只要當珍珠板和竹筷或是其他物質，由各物質的重量和力臂的合力造成的合力矩為 0 時，則能達到困難的力矩平衡，甚至在最後我們利用重量差距超過百倍的物質達成平衡，如珍珠板和掃把的組合。</p>
<b>探究題目與動機</b> <p>在九上的課本中,有教到槓桿原理和力矩，課堂上老師教我們當物體的順時針力矩減逆時針力矩趨近於或等於 0 時，物體才能平衡。因為不太懂老師所說的內容因此下課後去詢問老師，老師告訴我們一些例子(Ex:尚未喝完的可樂瓶（鋁罐）,可以在手不扶助下斜著站立)和可以利用實驗來將力矩和槓桿原理變的具體而且簡單，因此帶我們去實驗室做實驗，並且將其數據化。最後我們因為動手做了實驗而比較理解了力矩和槓桿原理。</p>
<b>探究目的與假設</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1.探討如何插筆或竹筷在珍珠板上,使珍珠板站立。</li><li>2.探討為何珍珠板會站立。</li><li>3.探討是否因順時針力矩約等於逆時針力矩使珍珠板平衡。</li><li>4.探討若將較大型的物體插入珍珠板是否也能平衡</li></ol>
<b>探究方法與驗證步驟</b> <p>實驗一:嘗試如何將一片切腳珍珠板利用小面積穩定站立</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 裁下一塊珍珠板並切一角，並秤量它的重量。</li><li>2. 接著將竹筷標記號碼，秤量它的重量和找出重心畫上記號。</li><li>3. 插入珍珠板，量測質心到支點的距離，發現珍珠板無法站立(圖二)。</li><li>4. 接著一直重複測試，直到珍珠板能站立於桌上(圖三)。</li></ol> <p>方程式: <math>L_{\text{珍}} - L_{\text{筷}} = \text{合力矩}</math> <math>\rightarrow F_{\text{珍}} \times d_{\text{珍}} - F_{\text{筷}} - d_{\text{筷}} = \text{合力矩}</math> <math>\rightarrow W_{\text{珍}} \times L_{\text{珍}}/2 - W_{\text{筷}} - L_{\text{筷}}/2 = \text{合力矩}</math></p>  <p>(圖一)此圖所表示代號配合表一、二、三、四</p>

表一:一根竹筷插入珍珠板之數據

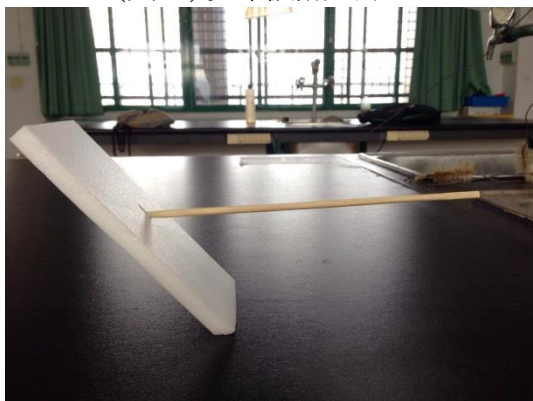
	A (cm)	B (cm)	C (cm)	1/2A (cm)	W 珍 (g)	L 珍 (g)	X (g)	2/X (g)	D	W 筷 (g)	L 筷 (cm)	合力矩 (gw-cm)	結果
一	10.00	11.85	15.75	5.00	5.13	25.65	11.50	5.75	6.50	3.89	25.28	0.37 順	站立
二	10.00	11.85	15.75	5.00	5.13	25.65	11.50	5.75	3.00	3.89	11.67	13.98 順	倒
三	10.00	11.85	15.75	5.00	5.13	25.65	11.50	5.75	9.20	3.89	35.78	10.13 逆	倒



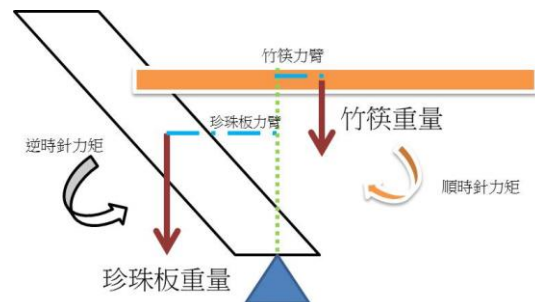
(圖二)珍珠板無法站立



(圖三) 珍珠無法站立



(圖四) 珍珠板站立



(圖五)力的分析示意圖

從以上實驗得知，以我們方向觀察，珍珠板與桌面為支點，珍珠板為均勻質量，其重心在珍珠板的中間，重量為向下作用力，與重力垂直方向至珍珠板的距離為該力臂，兩者乘積為重量所造成之逆時針力矩；而竹筷利用手的食指為支點，找出能使竹筷平衡的位置設為竹筷重心，做上記號後，竹筷重心至珍珠板與桌面支點的水平距離為竹筷力臂，利用重量與竹筷力臂的乘積為順時針力矩；將順時針力矩減逆時針力矩發現，當兩數值差值(合力矩)接近 0 時(0.37 gw-cm)，可成功將斜面珍珠板站立。

#### 實驗二:嘗試多支竹筷使切角珍珠板站立

1. 裁下一塊珍珠板並切一角，並秤量它的重量。
2. 接著將兩支竹筷標記號碼，秤量它的重量和找出重心畫上記號。
3. 將兩支竹筷插入珍珠板，量測質心到支點的水平距離，發現珍珠板無法站立。
4. 接著一直重複測試，直到珍珠板能站立於桌上(圖六)。
5. 裁下第二塊珍珠板並切一角，並秤量它的重量。
6. 接著將四支竹筷標記號碼，秤量它的重量和找出重心畫上記號。

7. 將四支竹筷插入珍珠板，量測質心到支點的水平距離，發現珍珠板無法站立。
8. 接著一直重複測試，直到珍珠板能站立於桌上(圖七)。

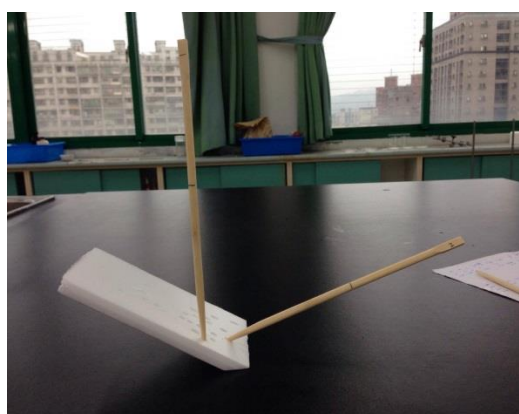
利用 2 支竹筷、4 支竹筷等多隻竹筷實驗，然後再經過多次實驗，紀錄成功站立與不成功站立的珍珠板重量、珍珠板力臂、竹筷重量、竹筷力臂，並進行合力矩分析。數據呈現如表格二、表格三，發現要成功立起截角珍珠板，需要利用多支竹筷和珍珠板所造成的合力矩為 0，才能成功使珍珠板站立。即是不論各物質所造成的力矩，以支點為中心，物質產生的順時針力矩和減去物質產生的力矩和為 0。

表格二:兩根竹筷插入珍珠板之數據

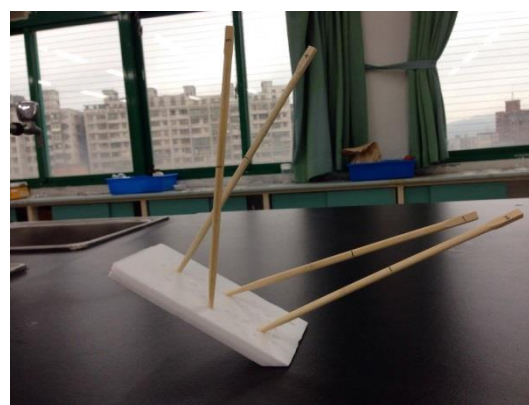
	A (cm)	B (cm)	C (cm)	1/2A (cm)	W 珍 (g)	L 珍 (g)	X (g)	X/2 (g)	D	W 筷 (g)	L 筷 (cm)	合力矩 (gw-cm)	結果
筷 1	-	-	-	-	-	-	23.10	11.55	1.21	3.46	4.18	-	逆
筷 2	-	-	-	-	-	-	23.00	11.50	7.50	3.52	26.40	-	順
珍	13.00	7.10	15.50	6.50	3.46	22.49	-	-	-	-	-	-	逆
結果	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.23	站立

表格三:四根竹筷插入珍珠板之數據

	A (cm)	B (cm)	C (cm)	1/2A (cm)	W 珍 (g)	L 珍 (g)	X (g)	X/2 (g)	D	W 筷 (g)	L 筷 (cm)	合力矩 (gw-cm)	結果
筷 1	-	-	-	-	-	-	23.10	11.55	4.80	3.46	16.61	-	順
筷 2	-	-	-	-	-	-	23.00	11.50	9.35	3.52	32.91	-	順
筷 3	-	-	-	-	-	-	23.05	11.53	4.50	3.85	17.33	-	逆
筷 4	-	-	-	-	-	-	23.10	11.55	0.30	3.92	1.18	-	逆
珍	12.00	7.10	15.50	6.00	5.02	30.12	-	-	-	-	-	-	逆
結果	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	站立



(圖六)用兩支竹筷



(圖七)用四支竹筷

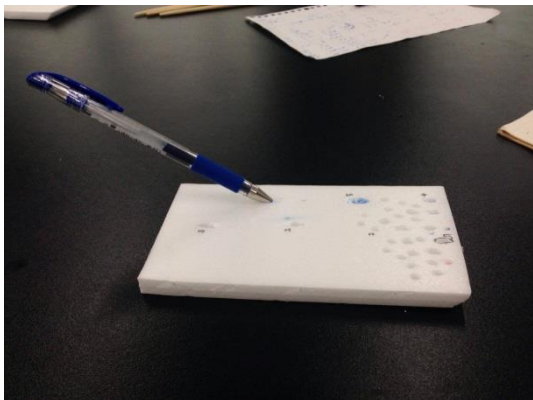
### 實驗三:改用原子筆使截角珍珠板站立

如上所述，我們利用將合力矩趨近於 0 或合力矩為 0 的方法，我們將改用筆插入珍珠板看是否發現相同結果。

1. 裁下一塊珍珠板並切一角，並秤量它的重量。
2. 接著將 1 支原子筆秤量它的重量和找出重心畫上記號。
3. 將原子筆插入珍珠板，量測質心到支點的水平距離，發現珍珠板無法站立。
4. 接著一直重複測試，直到珍珠板能站立於桌上(圖六)。

表格四:筆插入珍珠板之數據

	A (cm)	B (cm)	C (cm)	1/2 A (cm)	W 珍 (g)	L 珍 (cm)	X (cm)	X/2 (cm)	d (cm)	W 筆 (g)	L 筆 (cm)	合力矩 (gw-cm)	結果
八	10.00	11.85	15.75	5.00	5.13	25.65	5.00	2.50	2.32	11.34	26.30	0.65 順	站立
九	10.00	11.85	15.75	5.00	5.13	25.65	5.00	2.50	1.40	11.34	26.30	41.52 逆	倒
十	10.00	11.85	15.75	5.00	5.13	25.65	5.00	2.50	7.80	11.34	26.30	114.10 逆	倒



(圖八)利用筆來試，結果倒下



(圖九)利用筆，結果有站立

發現雖然原子筆重量較重，但最後還是能夠平衡，如圖九當原子筆重量乘力臂(重心到支點水平距離)，此為順時針力矩，減去珍珠板重量乘力臂的逆時針力矩，趨近於或等於 0 時，珍珠板將會站立。結果和竹筷相同。

### 實驗四

根據實驗一、二、三，我們發現當順時針力矩減逆時針力矩等於或趨近於 0 時物體將可以平衡站立，因此我們想嘗試利用質量更重、物體更大的物體來嘗試，因此我們嘗試利用掃把。

1. 裁下一塊珍珠板並切一角，並秤量它的重量。
2. 接著將 1 支掃把秤量它的重量和找出重心畫上記號。
3. 將掃把插入珍珠板，量測質心到支點的水平距離，發現珍珠板無法站立。
4. 重複實驗後失敗。嘗試將掃把插過珍珠板後成功(圖十)。

表格五:掃把插入珍珠板之數據

A (cm)	B (cm)	C (cm)	1/2A (cm)	W 珍 (g)	L 珍 (cm)	X (cm)	X/2 (cm)	d (cm)	W 掃 (g)	L 掃 (cm)	合力矩 (gw-cm)	結果
20.80	20.00	27.85	10.40	12.74	132.50	-	-	0.42	314.78	132.20	0.30	站立

結果掃把也平衡站立，因此發現只要合力矩趨近或等於 0 時，物體再大或再重也能被舉起，結果就相似阿基米德所說：「給我一個支點，我能撐起整個地球。」，只要給我們 1 克珍珠板我們能撐起百克掃把(圖十)。



(圖十)利用掃把，結果有站立

### 結論與生活應用

發現當順時針力矩減逆時針力矩趨近或等於 0 時，物體因合力矩為 0 不轉動所以會平衡站立於桌上;課本上雖然說要等於 0，但我們的實驗結果沒有做出等於 0，頂多是 $<1$ ，我們認為這是我們決定支點時所造成的誤差，在課本或是考卷上支點都是一個點，但在實際操作過程中發現，支點可以為一個小平面，因此在決定支點時會有一些誤差產生。

根據實驗結果，我們可利用質量差距百倍以上的兩物體支撐達平衡，如掃把插針珠板或許有朝一日真能像阿基米德所說：「給我一個支點，我能撐起一顆地球。」經過實作過程更能明顯體會出如何使力矩達到平衡。

生活應用:掃把、剪刀、翹翹板、裁紙刀、釘書機、指甲剪、開瓶器。

### 參考資料

- 1.維基百科 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9D%A0%E6%9D%86>
- 2.百度百科 <http://baike.baidu.com/subview/85069/16805377.htm>
- 3.康軒文教事業 國中自然與生活科技課本
- 4.科技大觀園 看得見的自然課-「自然」不只在課本裡  
<https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/Feature/C/15/15/10/1/2173.htm>
- 5.科技大觀園 槓桿划槳物理小學堂  
<https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/Events/C/2/10/1/1225.htm>
- 6.科技大觀園 攻城掠地  
<https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/PopularScience/C/1/10/1/184.htm>
- 7.科技大觀園 大武山部落的科學智慧  
<https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/Articles/C/1/1/10/1/2209.htm>
- 8.科技大觀園 「街頭物理」上山去－周建和教授  
<https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/Feature/C/18/18/10/1/1548.htm>