

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-物理科

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：搖滾風火輪

關鍵詞：晃動、震動

編 號：080114

學校名稱：

臺中縣大安鄉海墘國民小學

作者姓名：

郭瑞原、林佳俊

指導老師：

蔡宜修、郭玲伶



搖滾風火輪

壹、 摘要

公車，是現代人不可或缺的交通工具。當公車左右轉時，車內的乘客也跟著左右晃動；當公車行駛在凹凸路面時，車內的乘客也跟著上下晃動。透過對車重、坡度、路面的凹凸程度、前後輪距、車身長短、車輪多寡的各種實驗，我們得知在彎路時，坐在靠近後輪的地方較舒適；上下震動時，坐在車子的中間位置較佳。

貳、 研究動機

自從老師宣布學校將舉辦春季旅行，地點是在雲林斗六的劍湖山世界後，全班的小朋友都籠罩在歡樂、愉悅、又帶點興奮的氣氛中。尤其在分配座位時，大家更像隻隻雀躍的小鳥，心情 high 到最高點。

這時，只見坐在角落的大金剛悶悶不樂，原來他是一個容易暈車的人，對他來說，坐車是一件非常痛苦的事，假若車子又行駛在坑坑洞洞的路上，隨時來個「九彎十八拐」，他可能會「翻腹倒胃」，非常不舒服。但同學們發揮了同情心，七嘴八舌的提供意見，有人覺得坐車子的前座較舒適，有人認為坐車子中間最好，更有人認為坐後座也不錯，不過卻引來同學一陣陣取笑聲，害的這個熱心提供意見的小朋友臉，剎時像猴子的屁股一樣紅。這時，仗義直言的同學認為他也許說的沒錯，經過幾分鐘熱烈的討論，還是沒有結論。

這引起了我們的好奇，因此就和老師共同討論，而這學期的自然第一單元【力是什麼】3-1 節中，正好在探討物體的運動與速度的改變，所以我們立刻著手進行以下的實驗。

參、 研究目的

- 一、 探討車子行進時引起人們不舒服的原因。
- 二、 車子行進時，車內不同位置左右晃動程度之探討。
- 三、 車子行進時，車內不同位置上下晃動程度之探討。
- 四、 了解車子行進時，車重不同對上下晃動程度之影響。
- 五、 了解車子行進時，坡度不同對上下晃動程度之影響。
- 六、 了解車子行進時，路面凹凸不同對上下晃動程度之影響。
- 七、 了解車子行進時，前後輪距對上下晃動程度之影響。
- 八、 了解車子行進時，車身長短對左右晃動程度之影響。
- 九、 探討車輪多寡與晃動程度之關係
- 十、 如何減低晃動程度之探討。

肆、 研究設備及器材

- 一、 傻瓜相機、底片。
- 二、 台車、遙控汽車。
- 三、 粉筆、鉛筆、記錄簿。
- 四、 油墨（紅、綠、黑、藍四色）
- 五、 衛生紙、氣泡墊、保麗龍、海綿。

- 六、 剪刀、訂書機、尺。
- 七、 膠帶、雙面膠、塑膠試管。
- 八、 磅秤、磁鐵條、磁鐵。
- 九、 瓦楞紙、墨汁、壁報紙

伍、 研究過程、方法與結果

實驗一：蒐集車子行進時引起人們不舒服的資料

(一) 結果發現

1. 其實引起暈車、暈船、暈機的原理都是一樣的，它是人類身處搭載工具中時，對晃動所產生的一種反應。
2. 當我們坐車或坐船時，內耳中傳入的是身體在晃動的訊號，但是眼睛所傳入車內或船艙中的影像就像是一種靜止的狀態，這兩種訊號就不相配了。
3. 像地震時的上下震動或左右搖晃也會引起人不舒服。
4. 台灣的馬路時常挖挖補補，加上直行車常為閃避叉路來的車，所以車子就時而上下，時而左右晃動，猶如在馬路上跳曼波一樣。

實驗二：車內不同位置左右晃動程度之探討

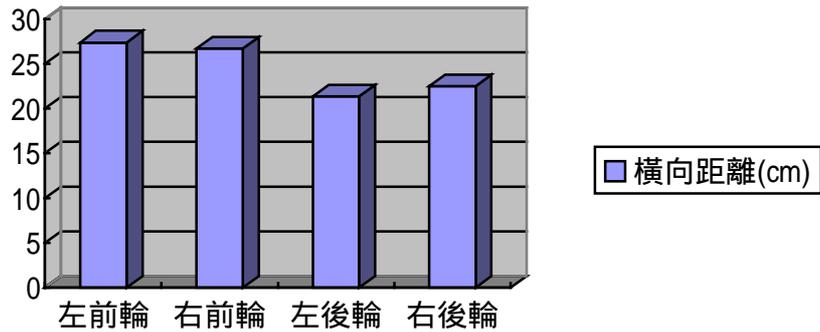
(一) 實驗方法

1. 遙控車四輪分別塗上紅、藍、綠、黑油墨
2. 將車置於壁報紙上，車以 S 型路線前進
3. 觀察並測量各輪的最大橫向移動距離



(二) 實驗結果

位置 距離cm	左前輪 藍色	右前輪 紅色	左後輪 綠色	右後輪 黑色
橫向 移動距離	27.4	26.7	21.35	22.5



車內不同位置左右晃動關係圖

1. 車子前輪橫向移動距離較大，左右搖晃程度較大
2. 車子後輪橫向移動距離較小，左右搖晃程度較小

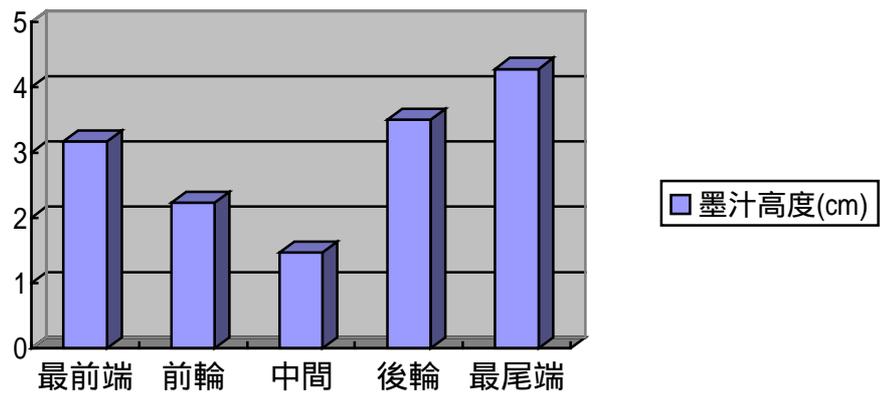
實驗三：車內不同位置上下晃動程度之探討。

(一) 實驗方法

1. 坡度 40° ，長 200 cm 之斜坡道。
2. 坡道上每 50 cm 處放置一排長 10 cm、寬 5 cm、高 0.5 cm 之瓦楞紙，成凹凸路面。
3. 分別在台車上方各位置貼上塑膠量筒，裡邊裝上墨汁，標上高度記號。
4. 利用磁鐵條固定軌道為直線，台車自然向下滑動
5. 以尺測量各量筒內墨汁的高度差

(二) 實驗結果

位置 cm 高度差	左		右		中間	右		左	
	最前端	最前端	前輪上	前輪上		後輪上	後輪上	最尾端	最尾端
墨汁高度差	3.1	3.2	2.3	2.1	1.5	3.4	3.6	4.3	4.2
	3.3	3.2	2.3	2.3	1.3	3.3	3.5	4.4	4.1
	3.1	3.15	2.2	2.2	1.6	3.6	3.6	4.35	4.4
平均	3.167	3.183	2.267	2.2	1.467	3.433	3.57	4.35	4.2333



車內不同位置上下晃動關係圖

1. 台車的最前面和最後面墨汁高度差較大，上下搖晃程度較大
2. 台車中間量筒內墨汁高度差較小，上下搖晃程度較小

實驗四：車子重量不同和上下晃動是否有影響。

(一) 實驗方法

1. 坡度 40°，長 200 cm 之凹凸斜坡道。
2. 台車原重 300g，利用磁鐵增加台車重量，分別為 400g，500g、600g
3. 在台車上方各位置貼上塑膠量筒，裡邊裝上墨汁，標上高度記號。
4. 利用磁鐵條固定軌道為直線，台車自然向下滑動
5. 以尺測量各量筒內墨汁的高度差

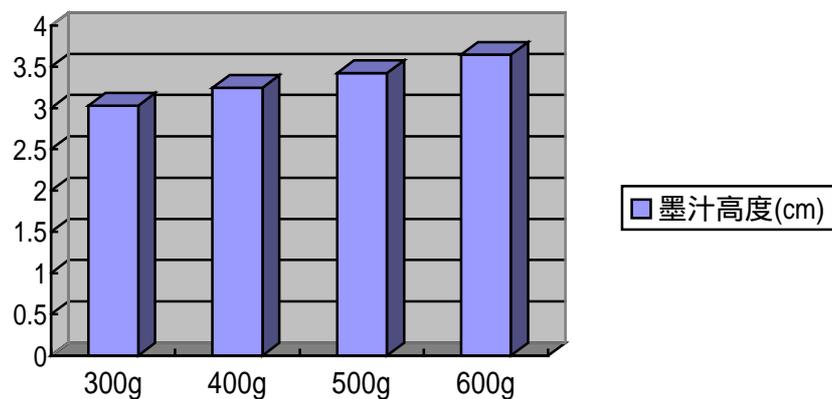
(二) 實驗結果

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
300g	3.1	2.3	1.5	3.4	4.5	
	3.2	2.2	1.4	3.5	4.6	
	3.4	2.5	1.7	3.7	4.4	
平均	3.233	2.333	1.533	3.53	4.5	3.027

位置 cm 高度差	位置					
	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
400g	3.5	2.4	1.6	3.8	4.75	
	3.3	2.5	1.7	3.9	4.8	
	3.5	2.7	1.7	3.7	4.8	
平均	3.433	2.533	1.667	3.8	4.783	3.243

位置 cm 高度差	位置					
	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
500g	3.4	2.6	1.9	3.9	4.8	
	3.6	2.7	2	4.1	4.8	
	3.8	2.7	1.7	4.2	5.1	
平均	3.6	2.667	1.867	4.07	4.9	3.42

位置 cm 高度差	位置					
	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
600g	3.5	2.8	2.1	4.1	4.9	
	3.9	2.6	1.9	4.4	5.3	
	4.1	2.9	2.3	4.5	5.4	
平均	3.833	2.767	2.1	4.33	5.2	3.647



車子重量不同和上下晃動關係圖

1. 車子越重，上下搖晃程度較大
2. 車子重量和上下晃動成正相關
3. 台車中間是上下晃動較小的位置

實驗五：坡度不同和上下晃動是否有影響。

(一) 實驗方法

1. 分別將坡度調高為 20° , 30° 、 40° , 60°
2. 分別在台車上方各位置貼上塑膠量筒，裡邊裝上墨汁，標上高度記號。
3. 利用磁鐵條固定軌道為直線，台車自然向下滑動
4. 以尺測量各量筒內墨汁的高度差

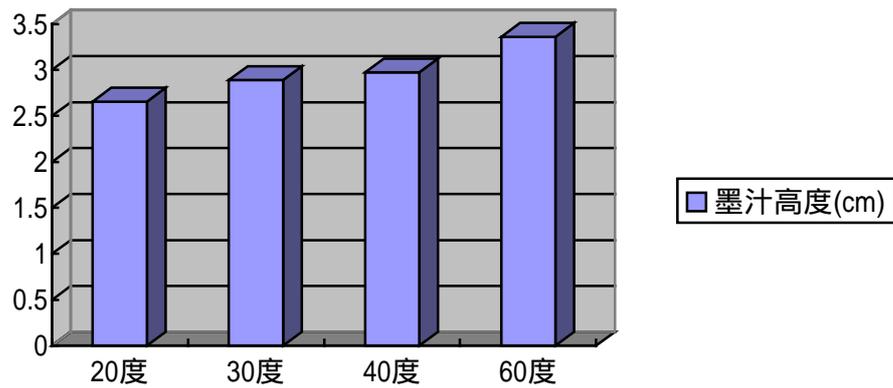
(二) 實驗結果

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
20°	2.9	1.9	1.2	3.1	3.9	
	2.8	2	1.4	3.1	3.8	
	3	2	1.4	3.2	4.1	
平均	2.9	1.967	1.333	3.133	3.933	2.653

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
30°	3.1	2.1	1.6	3.4	4.3	
	3	2.3	1.4	3.4	4.2	
	3.2	2	1.65	3.5	4.2	
平均	3.1	2.133	1.55	3.433	4.233	2.89

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
40°	3.2	2.3	1.7	3.5	4.4	
	3.3	2.3	1.3	3.6	4.3	
	3.4	2.2	1.5	3.4	4.2	
平均	3.3	2.267	1.5	3.5	4.3	2.973

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
	60°	3.6	2.4	1.7	3.9	4.5
	3.7	2.7	1.6	3.8	4.9	
	3.9	2.6	1.9	4.1	5.1	
平均	3.73333	2.567	1.733	3.933	4.833	3.36



坡度不同和上下晃動關係圖

1. 坡度越大，台車速度越快，上下搖晃程度越大
2. 坡度大小和上下晃動成正相關。
3. 台車中間是上下晃動較小的位置

實驗六：路面凹凸不同和上下晃動是否有影響。

(一) 實驗方法

1. 坡度 40°，長 200m 之斜坡道。
2. 路面分別放置 2 個、4 個、6 個、8 個長 10 cm、寬 5 cm、高 0.5 cm 的瓦楞紙
3. 分別在台車上方各位置貼上塑膠量筒，裡邊裝上墨汁，標上高度記號。
4. 利用磁鐵條固定軌道為直線，台車自然向下滑動
5. 以尺測量各量筒內墨汁的高度差

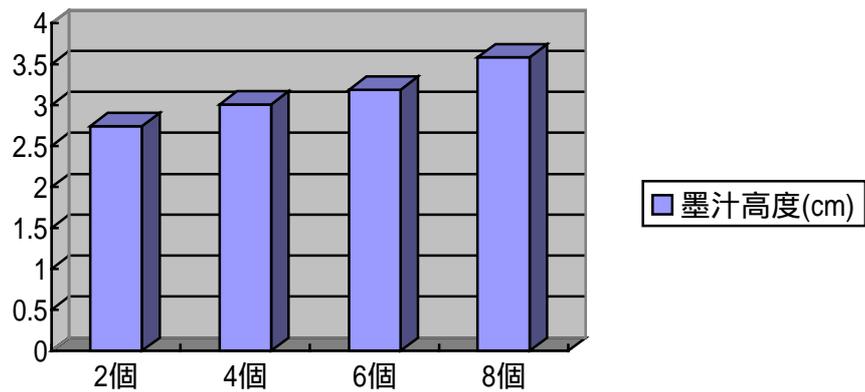
(二) 實驗結果

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
2 個	3.1	2	1.4	3.5	3.9	
	3.2	2.1	1.2	3.4	3.6	
	3.3	2	1.3	3.4	3.7	
平均	3.2	2.033	1.3	3.433	3.733	2.74

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
4 個	3.3	2.3	1.7	3.7	4.3	
	3.3	2.1	1.4	3.9	4.4	
	3.2	2.3	1.5	3.6	4.1	
平均	3.26667	2.233	1.5333	3.733	4.267	3.007

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
6 個	3.6	2.7	1.6	3.7	4.4	
	3.5	2.4	1.7	3.9	4.3	
	3.7	2.5	1.7	3.7	4.4	
平均	3.6	2.533	1.6667	3.767	4.367	3.187

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
8 個	3.7	2.9	1.9	4.1	4.7	
	3.8	3	2.1	4.3	4.9	
	3.9	2.8	2.2	4.4	5	
平均	3.8	2.9	2.0667	4.267	4.867	3.58



路面凹凸不同和上下晃動關係圖

1. 路面越平坦，台車墨汁高度差越少，上下搖晃程度越小
2. 路面越不平，台車墨汁高度差越多，上下搖晃程度越大
3. 台車的中間位置較其他位置上下晃動程度較小
4. 路面坑洞多寡和上下晃動成正相關

實驗七：車子前後輪距不同和上下晃動是否有影響

(一) 實驗方法

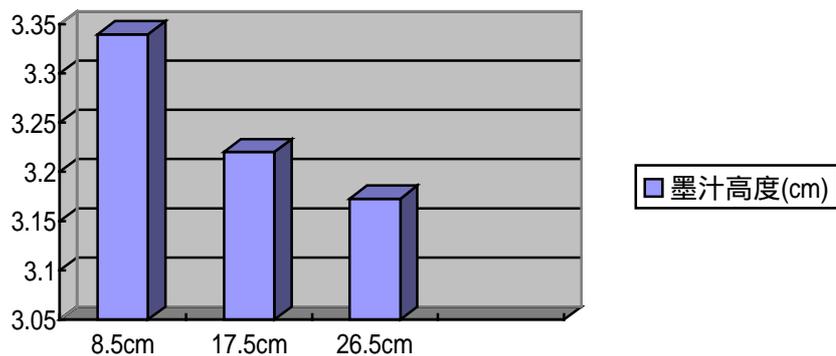
1. 坡度 40°，長 200m 之凹凸斜坡道。
2. 台車前後輪距分別調為 8.5 cm、17.5 cm、26.5 cm
3. 分別在台車上方各位置貼上塑膠量筒，裡邊裝上墨汁，標上高度記號。
4. 利用磁鐵條固定軌道為直線，台車自然向下滑動
5. 以尺測量各量筒內墨汁的高度差

(二) 實驗結果

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
8.5 cm	3.4	3.4	2.2	3.8	4.1	
	3.6	3.5	2	3.7	3.9	
	3.5	3.2	2	3.9	3.9	
平均	3.5	3.3667	2.06667	3.8	3.967	3.34

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
	17.5 cm	3.4	3.4	1.5	3.5	4.3
3.5		3.3	1.6	3.8	4.1	
3.2		3.2	1.7	3.7	4.1	
平均	3.367	3.3	1.6	3.667	4.167	3.22

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
	26.5 cm	3.4	3.45	1.35	3.8	4.1
3.4		3.2	1.4	3.6	4.3	
3.3		3.3	1.2	3.8	4	
平均	3.367	3.3167	1.31667	3.733	4.133	3.173



車子前後輪距和上下晃動關係圖

1. 前後輪距越小，台車上下搖晃程度較大
2. 前後輪距越大，台車上下搖晃程度較小

實驗八：車子長度不同和左右晃動是否有影響

(一) 實驗方法

1. 車子長分別為 16 cm、24 cm、32 cm、40 cm
2. 車子四輪分別塗上紅、藍、綠、黑油墨
3. 將車置於壁報紙上，車以 S 型路線前進
4. 觀察並測量各輪的最大橫向移動距離

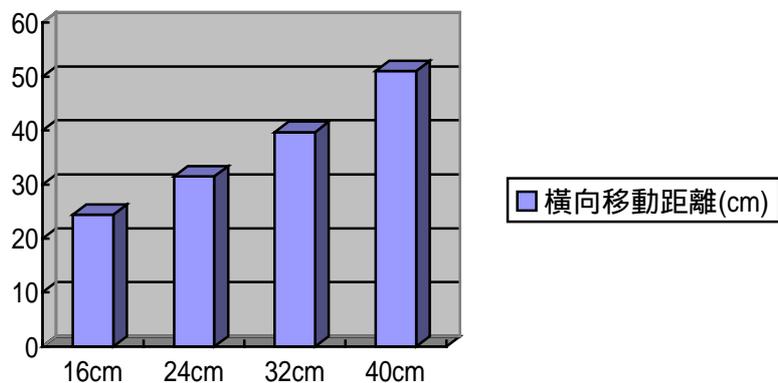
(二) 實驗結果

位置 cm 橫向 移動距離	左前輪	右前輪	左後輪	右後輪	平均
16 cm	27.4	26.7	21.3	22.5	24.48

位置 cm 橫向 移動距離	左前輪	右前輪	左後輪	右後輪	平均
24 cm	34.7	36.8	26.6	27.9	31.5

位置 cm 橫向 移動距離	左前輪	右前輪	左後輪	右後輪	平均
32 cm	44.9	47.5	32.4	34.2	39.75

位置 cm 橫向 移動距離	左前輪	右前輪	左後輪	右後輪	平均
40 cm	57.7	59.6	42.1	44.6	51



車子長度不同和左右晃動關係圖

1. 車子越長，台車橫向移動距離越大，左右搖晃程度越大
2. 車子越短，台車橫向移動距離越小，左右搖晃程度越小
3. 車子長度和左右晃動成正相關

實驗九：探討四輪車和八輪車晃動程度的差異

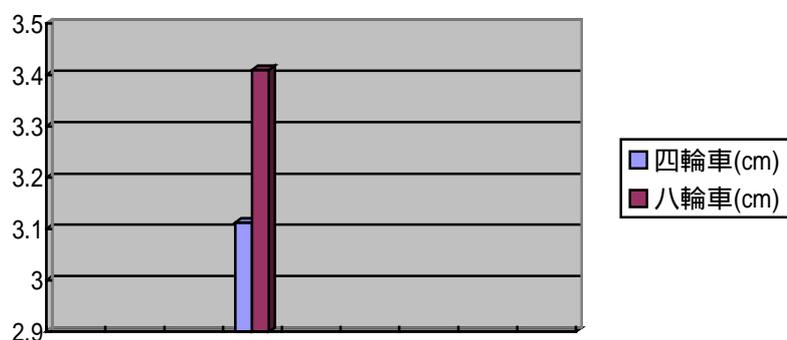
(一) 實驗方法

1. 坡度 40° ，長 200 cm 之凹凸斜坡道。
2. 兩台車長度相同
3. 分別在台車上方各位置貼上塑膠量筒，裡邊裝上墨汁，標上記號。
4. 利用木條固定軌道為直線，台車自然向下滑動
5. 以尺測量各量筒內墨汁的高度差

(二) 實驗結果

位置 cm 高度差	位置					平均
	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	
四輪車	3.3	2.6	1.6	3.6	4.6	
	3.2	2.4	1.6	3.7	4.7	
	3.4	2.3	1.5	3.4	4.8	
平均	3.3	2.433	1.567	3.57	4.7	3.113

位置 cm 高度差	位置							平均
	最前端	前 1 輪	前 2 輪	中間	後 1 輪	後 2 輪	最後端	
八輪車	3.6	3.2	3.1	1.9	3.7	3.6	4.3	
	3.8	3.3	3.2	2.1	3.5	3.8	4.5	
	3.7	3.4	3.3	1.8	3.4	3.9	4.5	
平均	3.7	3.3	3.2	1.93	3.533	3.767	4.43	3.41



四輪車和八輪車晃動程度長條圖

1. 四輪車台車墨汁高度差越小，上下搖晃程度越小
2. 八輪車台車墨汁高度差越大，上下搖晃程度越大
3. 四輪車和八輪車的中間位置上下搖晃程度較小

實驗十：如何減低車子晃動的程度

(一) 實驗方法

1. 坡度 40° ，長 200 cm 之凹凸斜坡道。
2. 台車上方分別鋪上長 4 cm、寬 4 cm、高 4 cm 之衛生紙、保麗龍、泡棉、氣泡墊
3. 各位置分別貼上四種材料，並在材料上貼上塑膠量筒，裡邊裝上墨汁，標上高度記號。
4. 利用磁鐵條固定軌道為直線，台車自然向下滑動
5. 以尺測量各量筒內墨汁的高度差

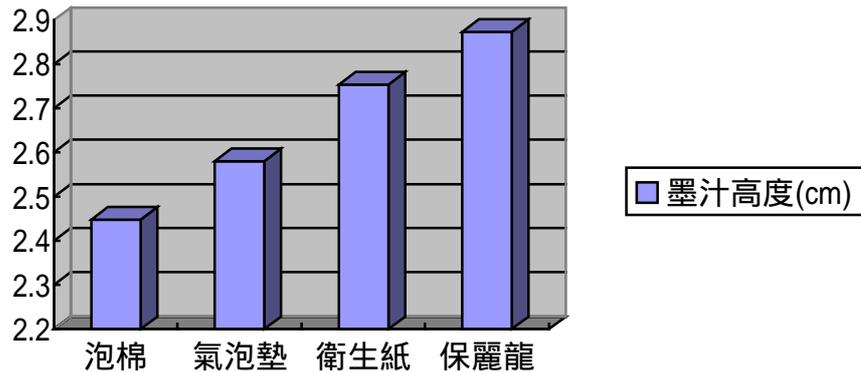
(二) 實驗結果

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
泡棉	2.6	1.9	0.7	3.1	4.2	
	2.4	1.9	0.7	2.9	4	
	2.6	1.8	0.8	3.2	3.9	
平均	2.533	1.866667	0.733	3.0667	4.033	2.447

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
氣泡墊	2.7	2	0.9	3.3	4.3	
	2.6	1.9	1.1	3.1	4.1	
	2.8	1.9	0.8	3.1	4.1	
平均	2.7	1.933333	0.933	3.1667	4.167	2.58

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
衛生紙	3	2.1	1	3.3	4.4	
	3.1	2.2	1	3.2	4.2	
	3.2	2.1	1.2	3.2	4.1	
平均	3.1	2.133333	1.067	3.2333	4.233	2.753

位置 cm 高度差	最前端	前輪	中間	後輪	最後端	平均
保麗龍	3.2	2.3	1.3	3.4	4.3	
	3.1	2.2	1.2	3.2	4.5	
	3.3	2.2	1.3	3.1	4.5	
平均	3.2	2.233333	1.267	3.2333	4.433	2.873



1. 鋪上泡棉，台車墨汁高度差較小，上下搖晃程度較小
2. 鋪上保麗龍，台車墨汁高度差較大，上下搖晃程度較大

陸、 討論

- 一、本實驗是以實驗用台車模擬真實的汽車，實驗中以車輪軌跡橫向位移的距離當作左右搖晃程度，量筒水位之高度當作上下搖晃的程度。
- 二、一般人建議坐前座是為了讓眼睛看到彎路或是坑洞時，提早告訴自己要晃動了，讓內耳傳入晃動的訊號和眼睛傳入的訊號相等。而這個實驗在探討車子晃動的情形，不把心理因素考慮。
- 三、利用磁鐵固定軌道，而且軌道的寬度剛好是車子的寬度，避免軌道太寬使車子每次經過路線不同，或是太窄影響車子行進速度。
- 四、實驗（一）中，台車的前輪構造和車子不同，並不能轉彎，所以改用遙控車。只在車輪中間塗上色，是因為遙控車後輪大於前輪，取輪子最中間塗上四色，前後輪的左右距離相等。而為了明顯看出前後輪所經過之路徑不同，在轉彎時半徑越小越好，才能使旋轉的角度變大，結果會更明顯。
- 五、將台車放置於 40° 斜坡上方，雙手放鬆，使車子自然滑落，以維持剛開始的速度為 0，即初速度為零。置於斜坡是避免人出力不當推動車子造成實驗誤差。
- 六、原本墨汁無法附著於量筒上標示出高度，需先將量筒內外用沙拉脫洗淨，並且在墨汁中加入少許的沙拉脫。
- 七、每實驗一次，需將量筒內噴濺的墨汁擦拭乾淨，並且添加墨汁，使每個試管的墨汁高度維持一定。
- 八、车子在連接延長車身時，接合處要緊密且平穩，才能準確測量出墨汁高度差。

九、斜坡坡度越大，車子的行進速度也越快，斜坡坡度越小，車子行進速度也越慢。

柒、 結論

- 一、台車左右搖晃程度最大的是在車子前面；而台車左右搖晃程度最小的是車子後面。
說明：當車子走 S 型的彎路，方向盤打向左邊，前輪即向左彎，然後前輪向左邊畫弧線轉彎，可是後輪所畫的弧形和前輪不同，車體是以連接兩個後輪的軸中央為支點，朝水平方向做旋轉運動，所以後輪轉的弧線會較靠近內側，且轉的距離較短，所以後輪轉的弧度較小。
- 二、台車的上下晃動，是因為支點在前輪和後輪上，輪子行駛坑洞上而有往上的反作用力，所以台車上下晃動程度最大的是在車子的最前端和最尾端；震動幅度較小的地方是在前輪和後輪之間，所以台車上下晃動程度最小的是在車子的中間位置。
- 三、車子的重量會影響晃動的幅度，車子的重量越重，上下搖晃程度越大。
- 四、坡度越大時，台車下滑的速度也越快，上下搖晃的程度越大。
- 五、路面的平坦與否和搖晃程度相關，路面越不平，上下搖晃程度越大。
- 六、前後輪距越小，上下搖晃程度較大，前後輪距越大，上下搖晃程度較小。
- 七、車子越長，台車橫向移動距離越大，左右搖晃程度越大。
- 八、車子晃動程度和車子的重量、車子長度、路面的平坦與否、坡度的大小成正相關。
- 九、四輪車搖晃程度小於八輪車，車子越多輪子，搖晃程度越大。
- 十、台車鋪上泡棉後，對於上下震動的防震效果較佳。
- 十一、實驗結果參考：討厭左右搖晃，可以選擇車子最後面位子，討厭上下震動，可以選擇車子的中間位子

捌、 參考資料

1. 鄧美貴、吳榮邦。【自然科教材教法】。力是什麼。康軒出版社。
2. 暈車 <http://www.ntttc.edu.tw>
2. 徐世榮譯。【物理趣談 100 則】。牛頓出版社。P32-P34。

(第三名)

很好的日常生活-交通問題，探究可提供大家做參考。