

桃園縣第46屆中小學科學展覽會作品專輯

編號：A118

組別：國小組

科別：自然科

類別：物理

作品名稱：我擦我擦我擦擦擦---凡擦過必不留痕跡

作者：楊昀霖、楊智鈞、劉鳳朱、劉萃倫

指導老師：陳得意、施旭威

作者學校：桃園縣楊梅鎮楊心國民小學

壹、摘要

橡皮擦是小學生寫功課和素描時不可或缺的文具用品。現今的橡皮擦種類繁多，以切合不同需要。透過對接觸面粗細、乾濕、正向力的各種實驗，以及橡皮疏密度對摩擦力的影響，我們知道光滑的接觸面橡皮擦的摩擦力會減少，而當正向力升高時，摩擦力增大；而紙張種類不同也會有不同的擦拭效果。使用紙材和橡皮擦時，要同時考慮各類不同用紙和橡皮擦的正確搭配，才能發揮「工欲善其事，必先利其器」的最大效用。

貳、研究動機

那一天，是我們既期待又盼望的日子-----縣長要到本校接受記者採訪，校園內一片喜氣洋洋。可是，在此之前，我們得把教室上上下下洗刷一番，有的人刷地板，有的人擦玻璃，還有的人在刷牆壁呢。唉，好慘！牆壁是白色的，上面到處是手印和鞋印，真是「凡摸過、踩過必留下痕跡」啊！咦，怎麼牆壁上也有鉛筆的痕跡？不知道是誰這麼沒有公德心，真是太可惡了。我自告奮勇地用毛巾沾了稀釋的清潔劑，擠乾之後再拿來擦牆壁。比較髒的地方，我就用牙刷沾洗潔劑來刷，再把乾淨的濕毛巾擰乾之後，把洗潔劑拍擦掉，經過這樣兩三下除了鉛筆痕跡以外，都馬上清潔溜溜，污垢就變得不明顯囉！正當同學對我佩服得五體投地，我開始在苦思，剩下的鉛筆痕跡怎麼擦呢？嘻！嘻！嘻！用橡皮擦呀！果然不出所料，行呀！我又如法炮製地把橡皮擦拿去擦櫃子上和桌上的鉛筆痕跡，結果還是如出一轍。橡皮擦為何可以擦掉鉛筆字跡呢？我把問題提出來和同學討論，幾分鐘後，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，自然第一單元【腳踏車】，正好在探討由腳踏車談摩擦力，所以我們立刻著手進行以下的實驗。

參、研究目的

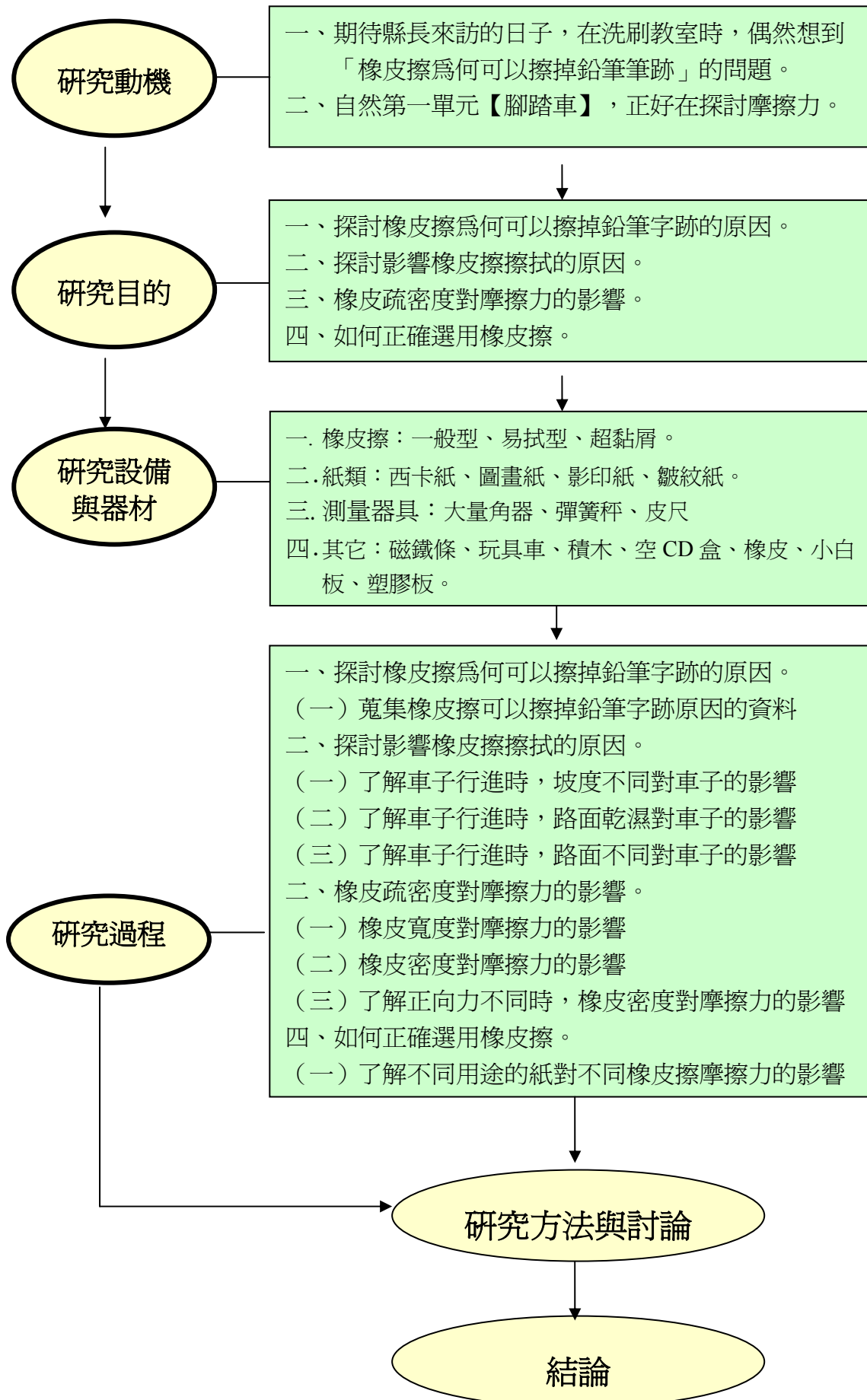
- 一、探討橡皮擦為何可以擦掉鉛筆字跡的原因。
- 二、探討影響橡皮擦擦拭的原因。
- 三、橡皮疏密度對摩擦力的影響。
- 四、如何正確選用橡皮擦。

肆、研究設備與器材

- 一、橡皮擦：一般型、易拭型、超黏屑。
- 二、紙類：西卡紙、圖畫紙、影印紙、皺紋紙。
- 三、測量器具：大量角器、彈簧秤、皮尺
- 四、其它：磁鐵條、玩具車、積木、空 CD 盒、橡皮、小白板。

伍、研究過程

研究架構圖如下：



陸、研究過程、方法與討論

研究結果與討論記錄如下：

一. 探討橡皮擦為何可以擦掉鉛筆字跡的原因

◎ 實驗一：蒐集橡皮擦可以擦掉鉛筆字跡原因的資料

(一) 結果發現

1. 橡皮擦就像車子的煞車，原本行駛中的車子會減速停下來，都是摩擦力的作用。當橡皮擦在紙面上擦時，橡皮擦跟紙之間的摩擦力，把紙的最上層擦掉，鉛筆字也一起擦掉。
2. 鉛筆和炭筆一樣，都是因為紙張「粗粗的」(就是有「摩擦力」啦!)，當筆在紙上寫時，炭粉或鉛粉就被刮下來而停留在紙上，也就是我們看得到的筆畫；當我們用橡皮擦(以前的人常用白饅頭擦喔!)擦時，這些粉粒就會附著在稍有黏力的橡皮擦上，筆畫就被擦掉了！但是原子筆不同，不是顆粒，而是水性或油性的液體，直接「染」在紙的纖維上，無法被橡皮擦帶走！這就和：把沙子潑在衣服上，拍一拍可以拍下來；可是用染料染衣服卻拍不下來的道理有點類似。
3. 近來日本年輕一代吹起一股「橡皮擦」熱潮，不論男女幾乎人手一支，閒時便拿出來努力地擦。不過他們擦的可不是紙張，而是自己的臉！因為橡皮擦具有適度的黏著力，能黏住毛孔中的污垢，並將污垢包起來、乾淨清除。
4. 腳踏車在沙灘上難行；在下雨天濕漉的道路上容易滑倒，比較吃力，是因為摩擦力的原因。
5. 運動場上，賽跑選手穿釘鞋，是為了有足夠的摩擦力防止滑倒。
6. 生活中如果少了摩擦力，我們在光滑的路面將寸步難行。

二. 探究影響橡皮擦擦拭的原因

◎ 實驗二：了解車子行進時，坡度不同對車子的影響

(一) 實驗方法

1. 分別將坡度調為 20° 、 30° 、 40° 。
2. 利用磁鐵條固定軌道為直線，玩具車自然向下滑動。
3. 在斜坡底端放置一重 30g 積木在一光滑白板上。
4. 以皮尺測量玩具車推動積木距離。

(二) 實驗結果

坡度	20°	30°	40°
長度 cm	9	32	38
	11	28	44
	10	33	38
平均	10	31	40

(三) 討論

1. 坡度越陡，玩具車推動積木距離越遠。
2. 坡度越小，玩具車推動積木距離越近。
3. 坡度和玩具車推動積木距離成正相關。
4. 本實驗由積木移動的距離知道玩具車推動積木的力量大小，要使車子靜止，就需要大小不同的阻力，這阻力來自輪胎與路面產生的摩擦力。
5. 積木放置於斜坡底端，碰撞後在光滑白板上移動，可以減少接觸面對積木的影響。積木體傾斜或偏移直線，必須重新實驗，求得較準確實驗結果。

⊙ 實驗三：了解車子行進時，路面乾濕對車子的影響

(一) 實驗方法

1. 坡度 30°，長 60 cm 斜坡道
2. 路面分別為分別為乾、濕路面
3. 利用磁鐵條固定軌道為直線，玩具車自然向下滑動
4. 在斜坡底端放置一重 60g 積木
5. 以皮尺測量玩具車推動積木距離

(二) 實驗結果

路面乾濕	乾	濕
長度 cm	31	48
	29	45
	33	45
平均	31	46

(三) 討論

1. 坡面較乾，玩具車推動積木距離較近
2. 坡面較濕，玩具車推動積木距離較遠
3. 坡面濕度和玩具車推動積木距離成正相關

⊙ 實驗四：了解車子行進時，路面不同對車子的影響

(一) 實驗方法

1. 水平路面材質分別為光滑磁磚、水泥、PU 跑道
2. 將剪好的橡皮貼在長 15 cm，寬 14 cm 的 CD 盒上，每條橡皮距離 0.5 cm
3. 彈簧秤的一端繫在 CD 盒上，另一端手拉彈簧秤，保持水平緩慢向前拉動
4. 記錄刻度變化

(二) 實驗結果

路面材質	光滑磁磚	水泥	PU 跑道
拉力 gw	88	102	109
	89	101	111
	92	98	111
平均	90	100	110

(三) 討論

1. 路面越平滑，摩擦力越小。
2. 路面越粗糙，摩擦力越大。
3. 路面粗糙與否和摩擦力成正相關。
4. 當彈簧秤拉力不夠大時，物體仍然靜止不動。測量拉力時，操作時要很小心且緩慢，將誤差減到最小。

三. 橡皮疏密度對摩擦力的影響

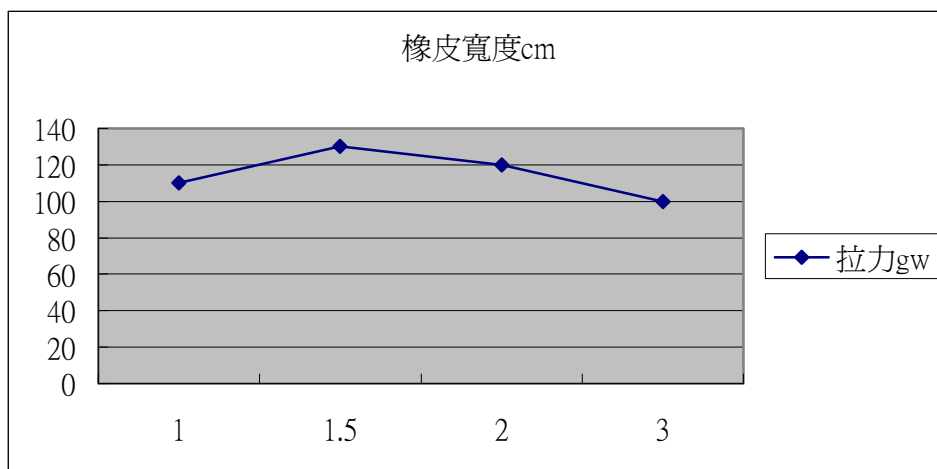
◎ 實驗五：橡皮寬度對摩擦力的影響

(一) 實驗方法

1. 橡皮剪成長為 12 cm，寬分別為 1 cm、1.5 cm、2 cm、3 cm 數條
2. 將剪好的橡皮貼在長 15 cm，寬 14 cm 的 CD 盒上，每條橡皮距離 0.5 cm
3. 彈簧秤的一端繫在 CD 盒上，另一端手拉彈簧秤，保持水平緩慢向前拉動
4. 記錄刻度變化

(二) 實驗結果

橡皮寬度	1	1.5	2	3
拉力 gw	109	133	119	103
	112	128	123	99
	109	129	118	98
平均	110	130	120	100



(三) 討論

1. 橡皮太窄或太寬都會減少摩擦力
2. 橡皮的寬度在 1.5 cm時摩擦力最大

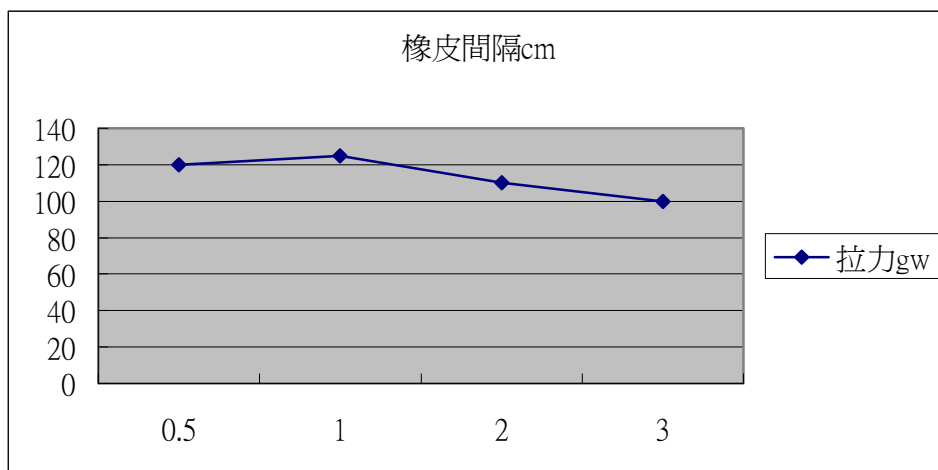
⊙ 實驗六：橡皮密度對摩擦力的影響

(一) 實驗方法

1. 將橡皮剪成長 12 cm，寬 2 cm數條
2. 在長 15 cm，寬 14 cm的 CD 盒上貼上橡皮，每條橡皮距離分別為 0.5 cm、1 cm、2 cm、3 cm
3. 彈簧秤的一端繫在 CD 盒上，另一端手拉彈簧秤，保持水平緩慢向前拉動
4. 記錄刻度變化

(二) 實驗結果

橡皮間隔	0.5	1	2	3
拉力	121	127	107	101
gw	119	125	110	98
	120	123	113	101
平均	120	125	110	100



(三) 討論

1. 條紋越疏，摩擦力越小。
2. 條紋越密，摩擦力越大。
3. 條紋距離在 1 cm時摩擦力最大，1cm 以下摩擦力又變小。
4. 在適合的橡皮疏密程度之下，會有一個最佳的摩擦效果。

⊙ 實驗七：了解正向力不同時，橡皮密度對摩擦力的影響

(一) 實驗方法

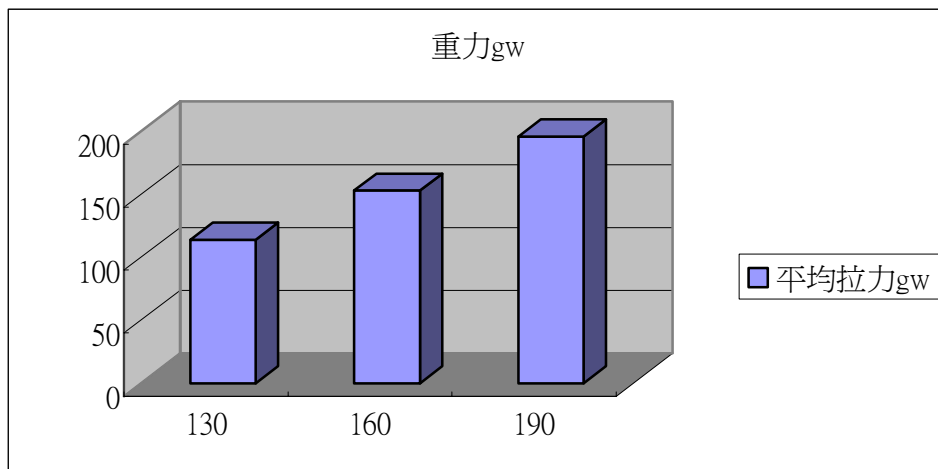
1. 分別將條紋板重量調為 130 g、160 g、190 g。
2. 彈簧秤的一端繫在 CD 盒上，另一端手拉彈簧秤，保持水平緩慢向前拉動。
3. 記錄刻度變化。

(二) 實驗結果

拉力gw \ 橡皮間隔	0.5	1	2	3	平均
130 g	121	127	107	101	
	119	125	110	98	
	120	123	113	101	
平均	120	125	110	100	114

拉力gw \ 橡皮間隔	0.5	1	2	3	平均
160 g	159	173	144	136	
	162	171	147	135	
	159	166	144	134	
平均	160	170	145	135	153

拉力gw \ 橡皮間隔	0.5	1	2	3	平均
190 g	238	197	181	166	
	239	194	179	172	
	243	194	180	172	
平均	240	195	180	170	196



(三) 討論

1. 車子重量越重，摩擦力越大
2. 車子重量越輕，摩擦力越小
3. 車子重量和摩擦力成正相關
4. 兩個接觸面壓的越緊，阻止其移動的力越大；車子的重量越大，摩擦力越大。

四. 如何正確選用橡皮擦

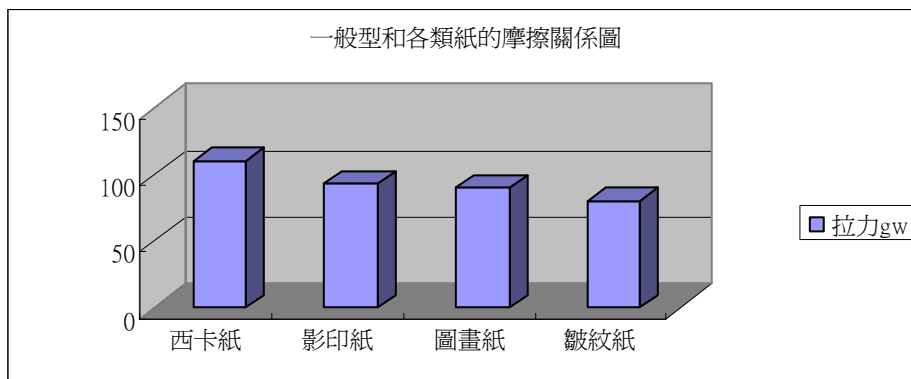
◎ 實驗八：了解不同用途的紙張對不同橡皮擦摩擦力的影響

(一) 實驗方法

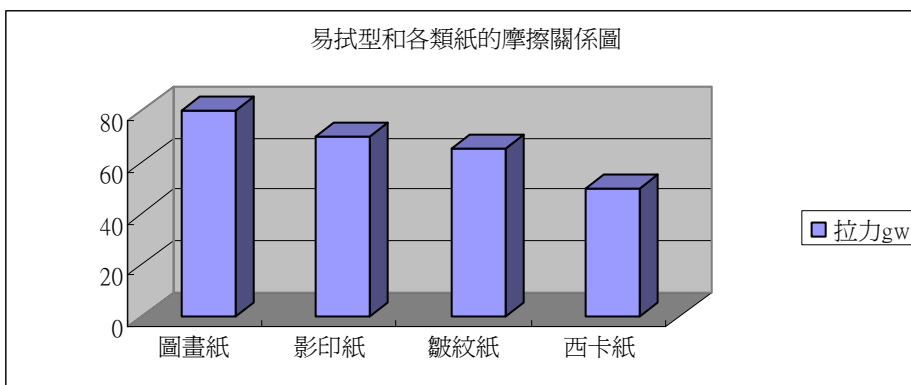
1. 固定 CD 盒重為 130 g，橡皮擦黏貼於盒下。
2. 分別做下列不同的橡皮擦：一般型、易拭型和超黏屑。
3. 彈簧秤的一端繫在 CD 盒上，另一端手拉彈簧秤，保持水平緩慢向前拉動。
4. 記錄刻度變化情形。

(二) 實驗結果

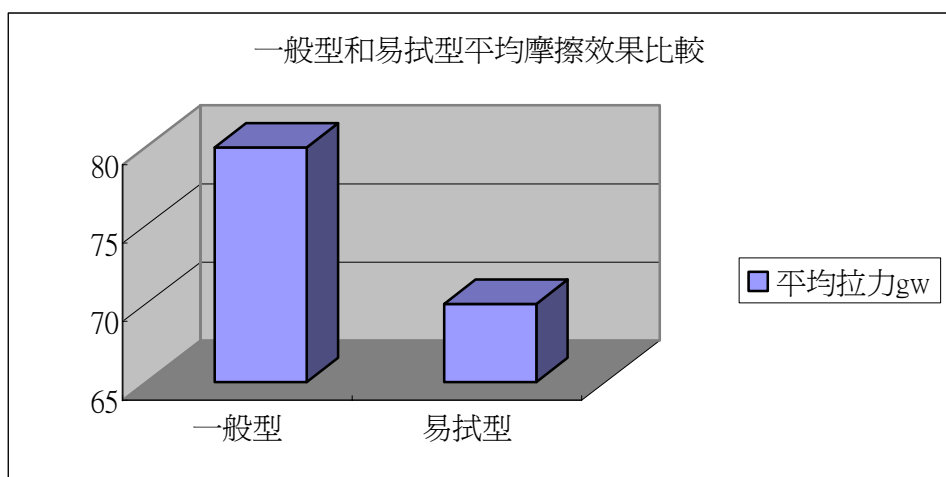
橡皮擦 \ 紙張種類	西卡紙	影印紙	圖畫紙	皺紋紙	平均
一般型	109	92	93	79	
	112	94	90	79	
	109	93	87	82	
平均 (gw)	110	93	90	80	93



橡皮擦 \ 紙張種類	圖畫紙	影印紙	皺紋紙	西卡紙	平均
易拭型	81	73	64	48	
	78	71	65	51	
	78	66	66	51	
平均 (gw)	80	70	65	50	66



橡皮擦 \ 紙張種類	西卡紙	圖畫紙	皺紋紙	影印紙	平均
超黏屑	102	90	79	68	
	101	89	79	69	
	97	91	82	73	
平均 (gw)	100	90	80	70	85



(三) 討論

1. 一般型的橡皮擦質感細緻，易拭型較粗糙，而超黏屑就比較黏。
2. 一般型的橡皮擦對西卡紙有比較大的摩擦力，對皺紋紙比較小。依據在實驗六做過「橡皮密度對摩擦力的影響」的結論，可知在適合的疏密程度之下，橡皮擦摩擦效果越大。
3. 易拭型的橡皮擦對圖畫紙有比較大的摩擦力，對西卡紙反而比較小。
4. 超黏屑的橡皮擦對西卡紙有比較大的摩擦力，對影印紙比較小。因為超黏屑的橡皮擦有黏性，所以不能只有考慮摩擦力。
5. 一般型的平均摩擦效果，大於易拭型的摩擦效果。

柒、結論

在「我擦我擦我擦擦擦-----凡擦過必不留痕跡」的各項實驗中，我們從實驗結果，整理出下列各項結論：

- 一、橡皮材質越疏，摩擦力越小；橡皮越密，摩擦力越大。
- 二、接觸面的平滑和摩擦力大小有關，接觸面越平滑，摩擦力越小；接觸面越粗糙，摩擦力越大。
- 三、擦拭力大小會影響摩擦力大小：擦的力量越大，橡皮擦和接觸面的正向力作用越大，摩擦力也越大；擦的力量越輕，橡皮擦和接觸面的正向力作用越小，摩擦力也越小。
- 四、在濕的接觸面上，橡皮擦和接觸面的摩擦力因接觸面濕滑而減小了，所以擦拭效果不佳。
- 五、在選購及使用橡皮擦時的建議：一般型的橡皮擦對西卡紙有比較大的摩擦力，而易拭型的橡皮擦對圖畫紙有比較大的摩擦力，各有適合的配對。所以，不要只顧名思義，單憑名稱推測橡皮擦的好壞。

- 六、超黏屑的橡皮擦對西卡紙有比較大的摩擦力，是因為它除了有摩擦力，還有黏性的考慮。
- 七、超黏屑的橡皮擦含有類似藝術家常用的軟橡皮的成分，以「吸收」石墨的方法去掉筆跡。然而，它不能去除大面積的筆跡，而且如果過度受熱就會弄髒甚至黏住紙張。

捌、參考資料

1. 歷屆科展作品資料
2. http://www.bud.org.tw/question/Que_Life97.htm 生活科學
3. <http://www.skindoctor.com.tw/Article.asp?ArtID=498&Mno=1&Sno=1> 粉刺橡皮擦
4. Bob McDonald & Eric Grace，奇妙的科學探索，民 82，百麗文化事業出版社，P60~63
5. 國民小學六年級上學期自然與生活科技，腳踏車，由腳踏車談摩擦力，P16~19，南一出版社，民 93
6. <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A9%A1%E7%9A%AE%E6%93%A6> 各種橡皮擦