

# 哎喲！橡皮筋又斷了！爲什麼

## 高小組化學科第三名

花蓮縣志學國民小學

作者：黃榆驊、陳佳純、周要中、邱湘惠

指導教師：林寶蕊、黃敏徹

### 一、研究動機

彈橡皮筋一直是我最喜歡的遊戲，玩的方法多，攜帶又方便，可是玩過一陣子後，橡皮筋會變得很容易斷裂或橡皮表面像被風乾的裂痕，尤其寒冬酷夏這情形更明顯。於是在好奇心驅使下我請教了自然科學老師，並在老師指導下，我們進行了下列的實驗。

### 二、研究目的

- (一)溫度的高低對橡皮筋的影響。
- (二)陽光裡的紫外線對橡皮筋的材質有何影響。
- (三)空氣中的氧、二氧化碳以及機車廢氣與橡皮筋彈性的關係。
- (四)汽油、花生油或是水等溶劑對橡皮筋材質的關係。

### 三、研究器材（設備）

- (一)美力橡皮筋，橡皮油封，綁髮用橡皮筋（其一般橡皮筋之差異在表面較光滑。）
- (二)冰箱、烤箱、紫外燈。
- (三)自製測試釘板乙只、溫度計、錐形瓶、砝碼（每只 20 公克）、保溫瓶。
- (四)煤油、花生油、酒精、去光水、硝酸水溶液、氫氧化鈉水溶液。
- (五)乾冰、液態氮、塑膠袋與二行程機車（50 cc）

### 四、研究過程與實驗結果

實驗用橡皮筋的挑選方法：將橡皮圈一端固定在自製的測試釘板上（如照片一），另外一端掛上一定個數的砝碼，挑選拉出長度接近的橡皮筋若干條，其條件如下：

- (一)美力橡皮圈拉至長度約 10 公分所需要的力爲 180 公克。

(二)橡皮油封拉至長約 6.5 公分所需要的力為 420 公克。

(三)綁髮用橡皮圈拉至長度約 4 公分所需要的力為 200 公克。

### 1. 溫度變化與橡皮圈之間的關係

我們用挑選過的美力橡皮圈二條（編號 1、2）橡皮油封（編號 3）及綁髮橡皮圈一條（編號 4）等為一組，取六組分別置入裝有液態氮（ $-196^{\circ}\text{C}$ ）、乾冰（ $-78^{\circ}\text{C}$ ）的保溫瓶（杜耳瓶）、冰箱冷凍室（ $-20^{\circ}\text{C}$ ）、烤箱（ $67^{\circ}\text{C}$ ）、（ $104^{\circ}\text{C}$ ）、（ $154^{\circ}\text{C}$ ）六個小時，結果如表一：

表一

變因↓	編號 →	1	2	3	4
液態氮 ( $-196^{\circ}\text{C}$ )	拉至長度所需要的克數	180	180	420	200
	觀察與說明	剛從液態氮拿出來時質地較硬，回到室溫後會回到原來的樣子	同左	同左	同左
乾 冰 ( $-78^{\circ}\text{C}$ )	拉至長度所需要的克數	180	180	420	200
	觀察與說明	外觀無明顯變化	同左	外觀無明顯變化	外觀無明顯變化
冰 箱 ( $-20^{\circ}\text{C}$ )	拉至長度所需要的克數	180	180	420	200
	觀察與說明	外觀無明顯變化	同左	外觀無明顯變化	外觀無明顯變化
烤 箱 ( $67^{\circ}\text{C}$ )	拉至長度所需要的克數	180	180	420	200
	觀察與說明	外觀無明顯變化	同左	外觀無明顯變化	外觀無明顯變化
烤 箱 ( $104^{\circ}\text{C}$ )	拉至長度所需要的克數	160	160	420	160
	觀察與說明	橡皮筋顏色變深，且看起來鬆弛。	同左	外觀無明顯變化	橡皮筋顏色變深，且看起來鬆弛。
烤 箱 ( $154^{\circ}\text{C}$ )	拉至長度所需要的克數	—	—	420	—
	觀察與說明	橡皮圈變硬，看起來似乎完全變質了。加上了九個砝碼後就斷了。	同左	外觀無明顯變化	橡皮圈變硬，看起來完全變質了，加上了 7 個砝碼突然拉長至 7 公分。

### 2. 陽光裡紫外線對橡皮筋的影響

我們利用選出五條美力橡皮筋分別編上 1、2、3、4、5 號再將這五條橡皮筋置於太陽光下曝曬十天（於有陽光的日子每天約曬八小時），每天計錄下其變化，結果如表二：

表二

拉至 10 公分 所要克數		編 號					說 明
		1	2	3	4	5	
日          數	第一天	180	180	180	180	180	外觀無明顯變化
	第二天	180	160	160	160	160	外觀無明顯變化
	第三天	160	160	160	160	160	外觀無明顯變化
	第四天	160	140	160	140	160	外觀無明顯變化
	第五天	160	140	160	140	140	外觀無明顯變化
	第六天	140	120	140	120	140	外觀無明顯變化
	第七天	140	120	140	140	120	3,5 號出現微小裂紋
	第八天	120	100	140	120	120	3,5 號出現微小裂紋
	第九天	120	100	120	120	120	2,3,5 號出現微小裂紋
	第十天	120	100	120	120	120	2,3,5 號出現微小裂紋

我們知道陽光中的紫外線會導致皮膚癌，爲了了解造成橡皮筋的彈性變化是否也是由於太陽中的紫外線，我們在東華大學共同科實驗室借到了紫外光燈，挑選出二條美力橡皮筋（編號 1、2），橡皮油封（編號 3）與綁髮用橡皮圈（編號 4），讓其照射六個小時，得到以下結果如表三：

表三

紫外燈照射下 拉至固定長度 需要的克數→	編 號			
		2	3	4
	140	140	420	120
說 明	外觀無明顯變化			

※由此可知太陽中的紫外線可能是影響橡皮筋彈性的主要因素之一

### 3. 空氣中的氧氣、二氧化碳或是汽機車排放出的廢氣對橡皮筋的影響

#### (1) 氧氣與橡皮筋的關係：

我們利用五年級時所學的知識，以二氧化錳＋雙氧水反應，收集生成的氧氣，將挑選出的五條橡皮筋分別編號 1、2、3、4、5 號置入氧氣中，每天重覆製造氧氣與觀察橡皮圈的變化，其結果如表四。

表四

拉至 10 公分 所要克數↘		編 號					說 明
		1	2	3	4	5	
天    數	第一天	160	180	180	180	160	外觀無明顯變化
	第二天	160	160	160	160	160	外觀無明顯變化
	第三天	140	160	160	160	140	表面出現乳白色
	第四天	120	140	120	140	120	表面出現乳白色
	第五天	100	120	100	120	100	乳白色加深

## (2) 二氧化碳與橡皮筋的關係

我們利用五年級時自然課本裏的知識以小蘇打+醋酸反應，收集生成的二氧化碳，將挑選出的五條橡皮筋分別編號 1、2、3、4、5 號置入二氧化碳氣體中，每天重覆製造二氧化碳與觀察橡皮圈之變化，其結果如表五。

表五

拉至 10 公分 所要克數↘		編 號					說 明
		1	2	3	4	5	
天    數	第一天	180	180	180	180	180	外觀無明顯變化
	第二天	180	180	180	180	180	外觀無明顯變化
	第三天	180	180	180	180	180	外觀無明顯變化
	第四天	180	180	180	180	180	外觀無明顯變化
	第五天	180	180	180	180	180	外觀無明顯變化

## (3) 機車排放出的廢氣對橡皮筋的影響

我們將挑選出的五條分別編號 1、2、3、4、5 的橡皮筋入塑膠袋中，將塑膠袋套在機車排煙管上收集廢氣，每天重覆收集廢氣並觀察橡皮圈之變化，其結果如表六。

表六

拉至 10 公分 所要克數↘		編 號					說 明
		1	2	3	4	5	
天    數	第一天	180	180	180	180	180	外觀無明顯變化
	第二天	180	180	180	180	160	外觀無明顯變化
	第三天	160	160	160	160	160	外觀無明顯變化
	第四天	160	160	160	160	160	外觀無明顯變化
	第五天	160	140	160	160	160	外觀無明顯變化
	第六天	140	140	140	140	140	稍微脹大
	第七天	140	140	140	140	140	脹大

#### 4. 煤油、花生油或是水等溶劑對橡皮筋的影響

這次我們以挑選過的美力橡皮圈五條（編號 1、2、3、4、5）、橡皮油封（編號 6）及綁髮用橡皮圈二條（編號 7、8）等為一組，取七組分別置入 200 毫升花生油、煤油、水、酒精、去光水、酸液及鹼液，觀察八天每天計錄下變化，其結果如下列。

(1) 稀硝酸水溶液（70 % 濃硝酸稀釋 16 倍）。

表七

拉至固定長度 所需要克數		編					號		
		1	2	3	4	5	6	7	8
天數	第一日 說明	160	160	160	160	180	420	—	—
		不變	不變	不變	不變	不變	不變	掛上砝碼就斷了	同左
	第二日 說明	160	160	140	160	160	420	—	—
		不變	不變	不變	不變	不變	不變	—	—
	第三日 說明	160	140	140	140	160	420	—	—
		不變	不變	不變	不變	不變	不變	—	—
	第四日 說明	160	140	120	140	160	420	—	—
		不變	不變	不變	不變	不變	不變	—	—
	第五日 說明	160	140	120	140	160	420	—	—
		不變	不變	不變	不變	不變	不變	—	—
	第六日 說明	140	120	120	140	140	420	—	—
		不變	不變	不變	不變	不變	不變	—	—
	第七日 說明	140	120	120	140	140	420	—	—
		不變	不變	不變	不變	不變	不變	—	—
	第八日 說明	120	120	110	140	140	420	—	—
		不變	不變	不變	不變	不變	不變	—	—

## (2) 氫氧化鈉水溶液 ( 8 克氫氧化鈉溶於 200 毫升水中 )

表八

拉至固定長度 所需要克數↘		編 號							
		1	2	3	4	5	6	7	8
天          數	第一日 說明	180	180	180	180	180	420	200	200
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變
	第二日 說明	180	180	180	180	180	420	200	200
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變
	第三日 說明	180	180	180	180	180	420	200	200
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變
	第四日 說明	180	180	180	180	180	420	200	200
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變
	第五日 說明	180	180	180	180	180	420	200	200
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變
	第六日 說明	180	180	180	180	180	420	200	200
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變
	第七日 說明	180	180	180	180	180	420	200	200
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變
	第八日 說明	180	180	180	180	180	420	200	200
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變

## (3) 酒精 ( 公賣局藥用酒精 )

表九

拉至固定長度 所需要克數↘		編 號							
		1	2	3	4	5	6	7	8
天          數	第一日 說明	180	160	160	180	160	420	200	200
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變
	第二日 說明	180	160	160	180	160	420	180	180
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	變 長	變 長
	第三日 說明	180	160	160	180	160	420	140	140
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	變 長	變 長
	第四日 說明	180	160	160	180	160	420	120	120
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	變 長	變 長
	第五日 說明	180	160	160	180	160	420	120	120
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	變 長	變 長
	第六日 說明	180	160	160	180	160	420	120	120
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	變 長	變 長
	第七日 說明	180	160	160	180	160	420	120	120
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	變 長	變 長
	第八日 說明	180	160	160	180	160	420	120	120
		不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	不 變	變 長	變 長

## (4)水

表十

拉至固定長度 所需要克數↘		編 號							
		1	2	3	4	5	6	7	8
天          數	第一日 說明	160	140	160	160	140	420	200	200
		顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	不變	不變	不變
	第二日 說明	140	140	160	160	140	420	200	200
		顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	不變	不變	不變
	第三日 說明	140	140	160	160	140	420	200	200
		顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	不變	不變	不變
	第四日 說明	140	140	160	160	140	420	200	200
		顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	不變	不變	不變
	第五日 說明	140	140	160	160	140	420	200	200
		顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	不變	不變	不變
	第六日 說明	140	140	140	160	140	420	200	200
		顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	不變	不變	不變
	第七日 說明	140	140	160	160	140	420	200	200
		顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	不變	不變	不變
	第八日 說明	140	140	160	160	140	420	200	200
		顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	顏色變淡	不變	不變	不變

## (5)去光水

表十一

拉至固定長度 所需要克數↘		編 號							
		1	2	3	4	5	6	7	8
天          數	第一日 說明	180	180	180	180	180	420	100	100
		褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	不變	變長	變長
	第二日 說明	120	120	120	120	120	420	60	60
		褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	不變	變長	變長
	第三日 說明	120	120	120	120	120	420	40	40
		褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	不變	變長	變長
	第四日 說明	120	120	120	120	120	420	40	40
		褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	不變	變長	變長
	第五日 說明	120	120	120	120	120	420	40	40
		褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	不變	變長	變長
	第六日 說明	100	100	100	100	100	420	40	40
		褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	不變	不變	不變
	第七日 說明	100	100	100	100	100	420	40	40
		褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	不變	不變	不變
	第八日 說明	80	80	80	80	80	420	40	40
		褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	褪色, 稍膨脹	不變	不變	不變

## (6)煤油

表十二

拉至固定長度 所需要克數↘		編					號		
		1	2	3	4	5	6	7	8
天	第一日 說明	—	—	—	—	—	420	200	200
		顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	不變	不變	不變
	第二日 說明	—	—	—	—	—	420	200	200
		顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	不變	不變	不變
	第三日 說明	—	—	—	—	—	420	200	200
		顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	不變	不變	不變
	第四日 說明	—	—	—	—	—	420	200	200
		顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	不變	不變	不變
	第五日 說明	—	—	—	—	—	420	200	200
		顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	不變	不變	不變
	第六日 說明	—	—	—	—	—	420	200	200
		顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	不變	不變	不變
	第七日 說明	—	—	—	—	—	420	200	200
		顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	不變	不變	不變
	第八日 說明	—	—	—	—	—	420	200	200
		顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	顏色變淡且 明顯脹大	不變	不變	不變

## (7)調合花生油溶液

表十三

拉至固定長度 所需要克數↘		編					號		
		1	2	3	4	5	6	7	8
天	第一日 說明	60	60	100	80	120	420	200	200
		褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	不變	不變	不變
	第二日 說明	60	60	100	80	120	420	200	200
		褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	不變	不變	不變
	第三日 說明	40	60	60	80	100	420	200	200
		褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	不變	不變	不變
	第四日 說明	40	60	60	80	80	420	160	180
		褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	不變	不變	不變
	第五日 說明	40	60	60	80	80	420	160	160
		褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	不變	不變	不變
	第六日 說明	40	60	60	80	80	420	160	160
		褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	不變	不變	不變
	第七日 說明	40	60	60	80	80	420	160	160
		褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	褪色、膨脹	不變	不變	不變

※由於脹大後的橡皮筋皆超過 10 公分，以致無法測量比較。



## 五、討論

(一)橡皮油封——以上的各種變因對橡皮油封皆無法觀察出任何影響。

(二)美力橡皮筋

1. 低溫對橡皮筋幾乎沒有任何影響，但是高溫對橡皮筋的影響是非常大，溫度越高時影響越大，在 154 °C 時橡皮筋在外觀上有明顯的改變，已經沒有任何彈性了。
2. 陽光裡的紫外線會促進橡皮的老化
3. 氧氣與汽車的廢氣均會影響橡皮筋的彈性，二氧化碳則沒有顯著的影響，這與百科全書上提到，二氧化碳是較安定的氧氣，而氧氣或廢氣則較活潑。
4. 各種的溶液無法將橡皮筋溶解，對橡皮筋的溶解也不相同，可歸納成下列幾點：
  - (1) 煤油與花生油對橡皮筋的影響較大，這些油類會進入橡皮筋的空隙中產生交互用，造成橡皮筋膨脹的現象非常明顯而彈性也受到很大的影響，當我們把橡皮筋從油裡面拿出，放置一段時間之後，浸泡煤油的橡皮筋內部的液體都蒸發了所以橡皮筋又回復原狀，但是彈性比原來的差一點。至於浸泡花生油的橡皮筋因為花生油無法蒸發，所以無法回復原狀。
  - (2) 酒精不會使橡皮筋外觀有所改變，也不會影響其彈性。
  - (3) 去光水會使橡皮筋稍為漲大，彈性也有所改變，但是影響沒有像油類那麼嚴重。
  - (4) 稀酸性與鹼性溶液對橡皮筋的彈性與外觀影響較小，尤其稀鹼液幾乎沒有什麼影響。

(三)綁髮用橡皮筋

1. 在高溫之下橡皮筋變硬、變脆、不容易拉長，但是稍用力拉扯就很容易斷裂，至於低溫則無明顯變化。
2. 紫外光的照射，會使其產生明顯老化現象。
3. 各種溶劑對綁髮用橡皮筋的影響：
  - (1) 浸泡鹼液無明顯變化。
  - (2) 浸泡酸液導至其一經拉扯就斷裂。
  - (3) 煤油與水不會影響此種橡皮筋的彈性。
  - (4) 花生油對其彈性稍有影響。
  - (5) 去光水與酒精對此種橡皮筋的影響甚大。

以上溶劑的影響，除了(1)與一般橡皮筋的結果相同外，(2)~(5)與一般橡皮筋的結果完全相反。

## 六、結論

- (一)媽媽每次買菜回來順手將綁塑膠袋的橡皮筋套在花生油罐上，一陣子之後我拿下來玩總覺得特別容易斷，是由於油類進入橡皮筋的組織內交互作用的原因。
- (二)爸爸工廠裡機器使用的橡皮油封非常耐用，主要的原因是它的成份跟美力橡皮筋及綁髮橡皮圈不同，所以耐高熱及油脂的溶解。
- (三)綁髮用的橡皮筋由於材質經過特殊處理致使表面光滑不易與頭髮打結。
- (四)以上三種橡皮筋都是橡膠製品，在製作過程可能添加不同比率的硫或其他東西。
- (五)日常生活中的陽光、熱、汽機車廢氣容易使橡皮筋斷裂，水、酸鹼溶液雖不會溶解橡皮筋，但會縮短它的壽命。
- (六)研究之後我們建議製造橡皮筋的公司在包裝上宜加註保存方法。

## 七、參考資料

- (一)光復彩色百科大典五、六冊—林春輝發行、光復書局出版。
- (二)小牛頓科學百科（化學與工業）—高源清發行、牛頓出版有限公司。
- (三)少年知識文庫（化學）—時代生活叢書發行、出版。
- (四)科學萌芽第九冊—鄭李足發行，東方出版社出版。
- (五)中華兒童百科全書—台灣省教育廳出版。
- (六)新編十萬個為什麼？—柯琇雪發行、鐘文出版社出版。
- (七)科學教授（化學篇）—高源清發行，故鄉出版社出版。

## 評語

從日常遊戲裏橡皮筋斷裂之事實，思考了解幾種生活中影響因素如溫度、紫外線等對橡皮筋斷裂之難易而試以實驗求得解答。所做實驗的考慮週到，觀察細心，記載詳盡，甚合科學實驗的原則，大部分實驗亦合高小程度，唯在創意方面稍有欠缺，經評定給予第三名。