

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 化學科

030203

臺北縣立義學國民中學

指導老師姓名

徐燕華

作者姓名

沈敬堯

李威進

吳韋德

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別： 化學科

組 別： 國中組

作品名稱： 纖纖玉手

關鍵詞： 清潔劑 細胞膜 pH 值

編 號：

## 壹、摘要

爲了了解清潔劑如何破壞細胞，並設法降低他的破壞性，因此我們做了此實驗。

第一個實驗用雞血浸至清潔劑中，來測量清潔劑對細胞所破壞的的百分比，來發現哪種清潔劑破壞細胞最嚴重。

由實驗可知我們哪種清潔劑使得細胞膜破裂最嚴重。

我們發現中性清潔劑對細胞的侵蝕作用最嚴重，再來是鹼性，而弱酸性的清潔劑破壞情形最小。

第二個實驗爲滲透壓實驗，因爲清潔劑可能因爲滲透壓而破壞細胞。

這次實驗和細胞置入蒸餾水中而破裂的情況不同，不完全因爲滲透作用而產生破裂，還有其他原因。

希望能更深入了解清潔劑破壞細胞的因素，甚至克服這些因素，做出不傷身體細胞並且環保的清潔劑。

關鍵詞： 清潔劑 細胞膜 pH 值

## 貳、研究動機

電視上，許多關於洗潔劑的廣告，都標榜著保護雙手，對身體的肌膚不刺激、不傷害，那真的有效嗎？那在多久時間之後，清潔劑會對身體的細胞發生侵蝕作用，使的細胞膜破裂？

## 參、研究目的

觀察不同清潔劑，對細胞所造成的傷害程度。  
了解清潔劑對細胞造成破壞的原因。

## 肆、研究設備器材

顯微鏡	品牌：Parkson 規格 XSB-01 實驗倍數 15x10 15x40		
載玻片	x 7	試管架	x1
蓋玻片	x 7	試管刷	x 2
滴管	x 7	玻璃瓶	x 7
試管	x 14	雞血	100c.c
pH 儀	品牌 KENIS	鑷子	x 9
豬皮	各 10g 共 90g	氫氧化鈉	8g 調配成 1M 的水溶液 200g
剪刀	x 1	刮杓	x 1
電子天秤	x 1	燒杯	x 9
上皿天秤	x 1	攪拌棒	x 1
秤紙	x 10	游標尺	品牌 KAWAI
砝碼	1 盒		
清潔劑	1.南僑水晶皂絲（肥皂） 3.一匙靈洗衣粉（洗衣粉） 5.白人牙膏（牙膏） 7.白博士廚房清潔劑（廚房清潔劑）	2.沙拉脫（洗碗精） 4.海倫仙度絲三合一洗髮乳（洗髮乳） 6.禮蘭蛋蜜乳洗面乳（洗面乳）	
水	每種清潔劑都各需要 490c.c 清潔 pH 儀 500c.c		
數位相機	品牌 SONYO 規格 VPC-MZ2		
相機與顯微鏡的鏡頭	品牌 Nikon COOLPIX		
離心機	規格 DSC154T		
抗凝血劑	藥廠 ASPEN PHARMACARE INTERNATIONAL (Pty) LTD 名稱 Pharmacare Heparin Sodium Injection		

## 伍、研究過程與方式

### 實驗步驟

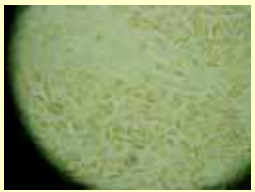











- 一：取出新鮮的雞血，馬上加入抗凝血劑，以防雞血會凝固。
- 二：將新鮮的雞血置入試管中，並放入離心機，離心一段時間分離出血漿和血球。
- 三：將 10 毫升的清潔劑加入水，調配成 500 毫升的水溶液成爲體積百分濃度 2% 的水溶液
- 四：將 血液：清潔劑=1：1（體積比）的比例加入已稀釋後的清潔劑，並均勻混和後，置於試管架上，每隔一個小時觀察一次，並記錄與拍照下來，每個樣品共觀察四個小時
- 五：將照片中破裂的細胞各數，除以細胞總數，來算破裂的百分比。
- 六：pH 儀校正：將 pH 儀先至入 7.01 meter 中校正至 pH7.01，再至入 4.01meter 校正 pH4.01
- 七：之後用洗滌瓶清洗 pH 儀，後至入不同的清潔劑之中，在測量每一次的清潔劑之中都至入 meter 中校正一次，並清洗每種清潔劑都測量三次並算平均。
- 八：先將雞蛋在氣室一邊的殼敲破，並撥去第一層膜，並在另一頭敲洞插入吸管，並在吸管和蛋殼中用蠟油封住，浸置在清潔劑中，經過兩個小時後紀錄吸管中蛋液的上升高度。
- 九：將豬皮各秤 10g，剪成小塊（爲了加快實驗反應），浸置再不同的清潔劑、水和 1M 的氫氧化鈉水溶液中，經過一天，觀察豬皮的角質蛋白的厚度並記錄下來。

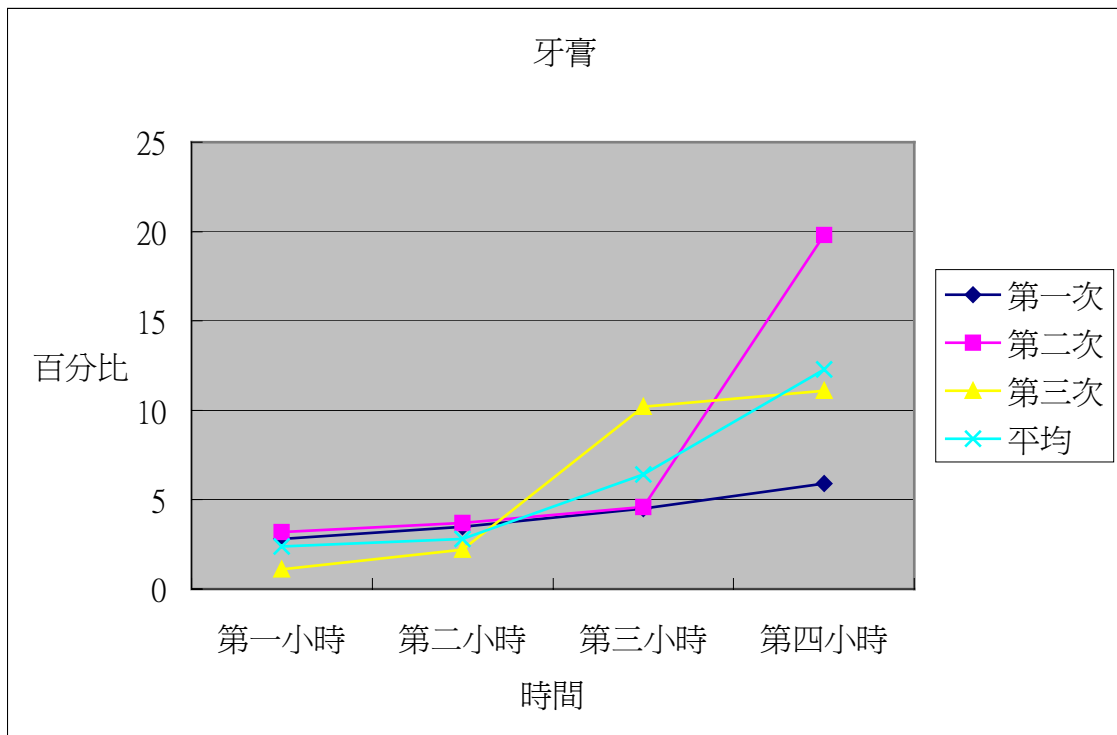


## 陸、研究結果

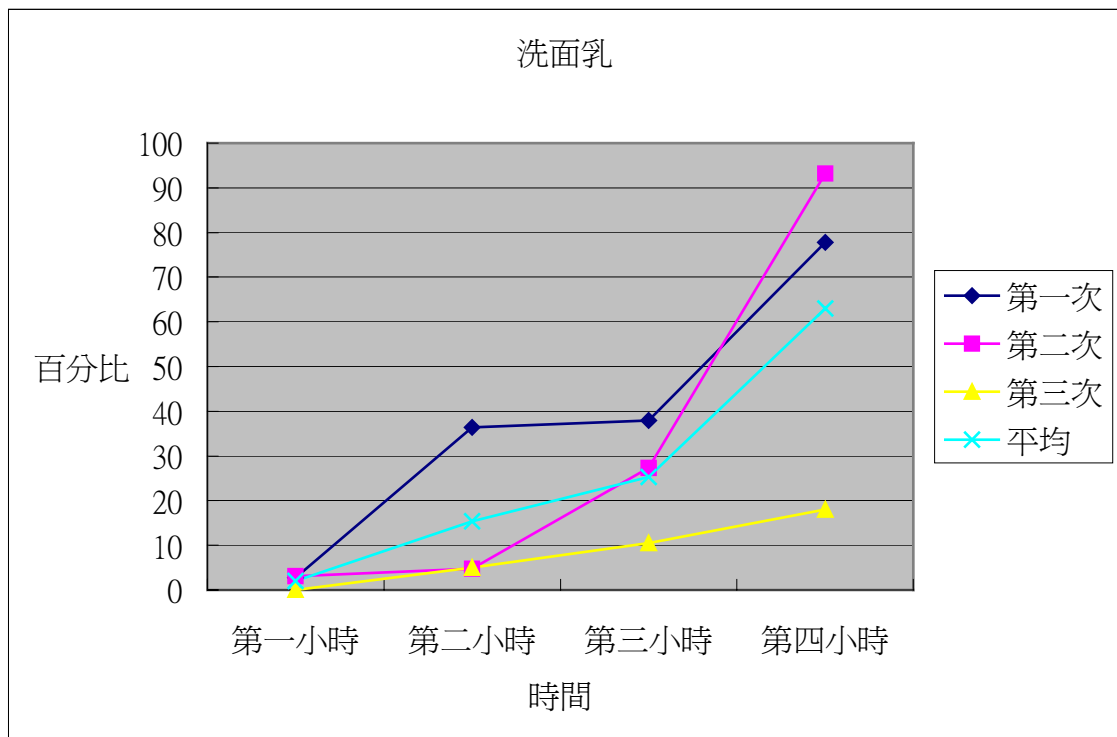
	牙膏	洗面乳	洗髮乳	洗碗精	肥皂	洗衣粉	廚房清潔劑
<b>pH 值</b>	5.78	6.89	6.77	7.42	10.55	10.74	11.47

各類清潔劑在四小時內細胞破裂情形

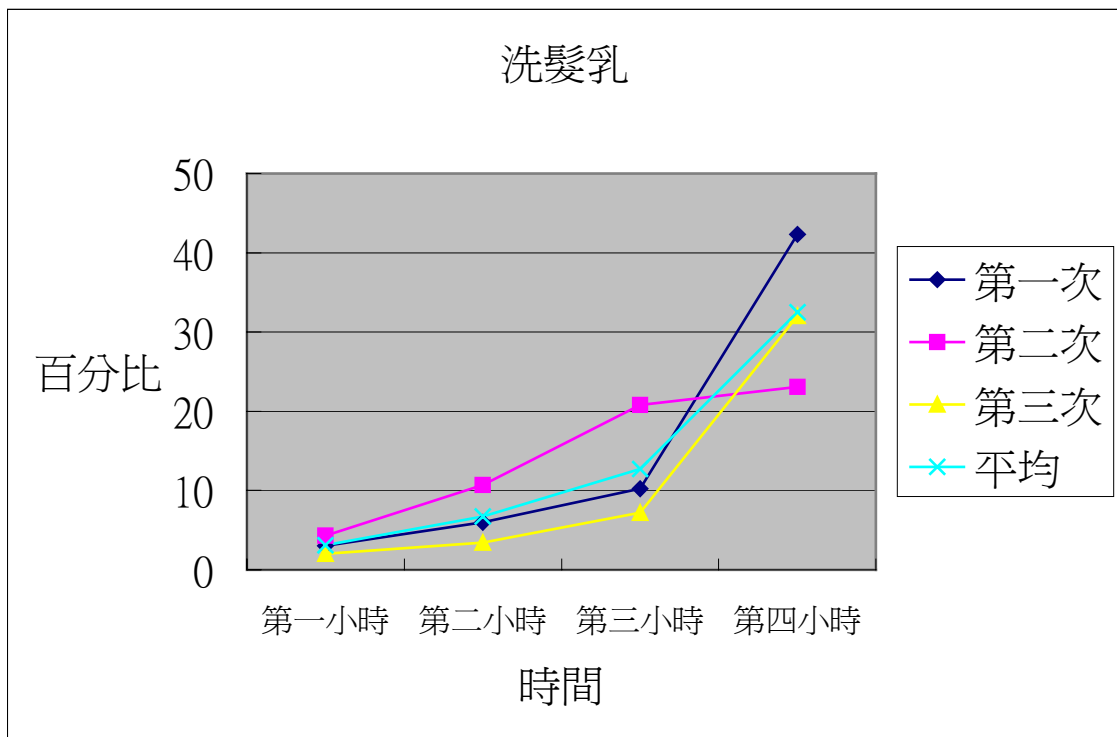
牙膏	第一小時	第二小時	第三小時	第四小時
第一次	2.8%	3.5%	4.5%	5.9%
				
	3.2%	3.7%	4.6%	19.8%
				
	1.1%	2.2%	10.2%	11.1%
				
平均	2.4%	2.8%	6.4%	12.3%



洗面乳	第一小時	第二小時	第三小時	第四小時
第一次	2.8%	36.4%	38%	77.8%
第二次	3.1%	4.8%	27.3%	93.2%
第三次	0%	5%	10.5%	18%
平均	2%	15.4%	25.3%	63%

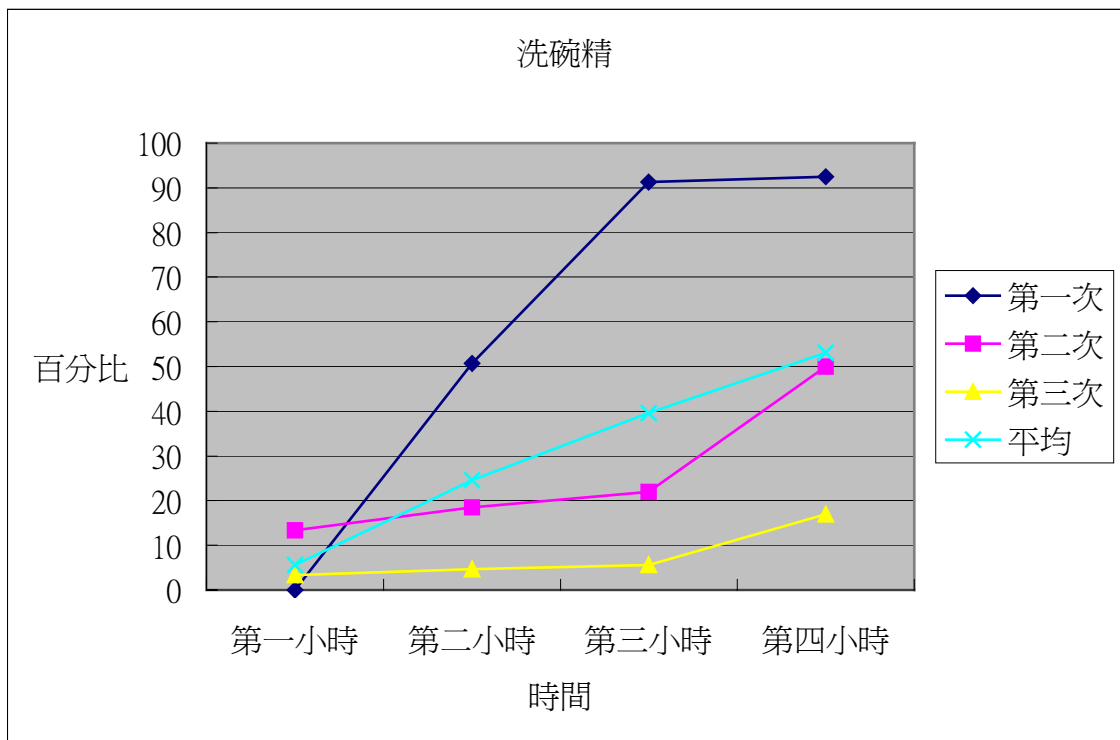


洗髮乳	第一小時	第二小時	第三小時	第四小時
第一次	3%	6%	10.2%	64.3%
第二次	4.3%	10.7%	20.8%	42.5%
第三次	2%	3.4%	7.2%	32%
平均	3.1%	6.7%	12.7%	46.3%

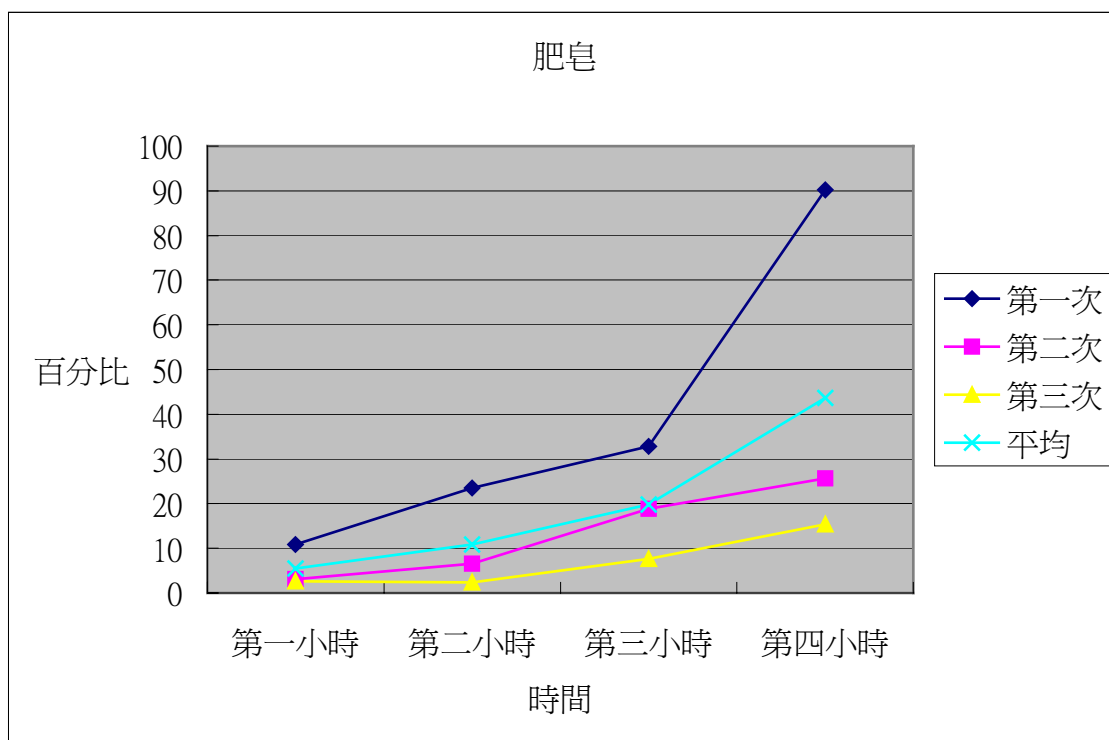




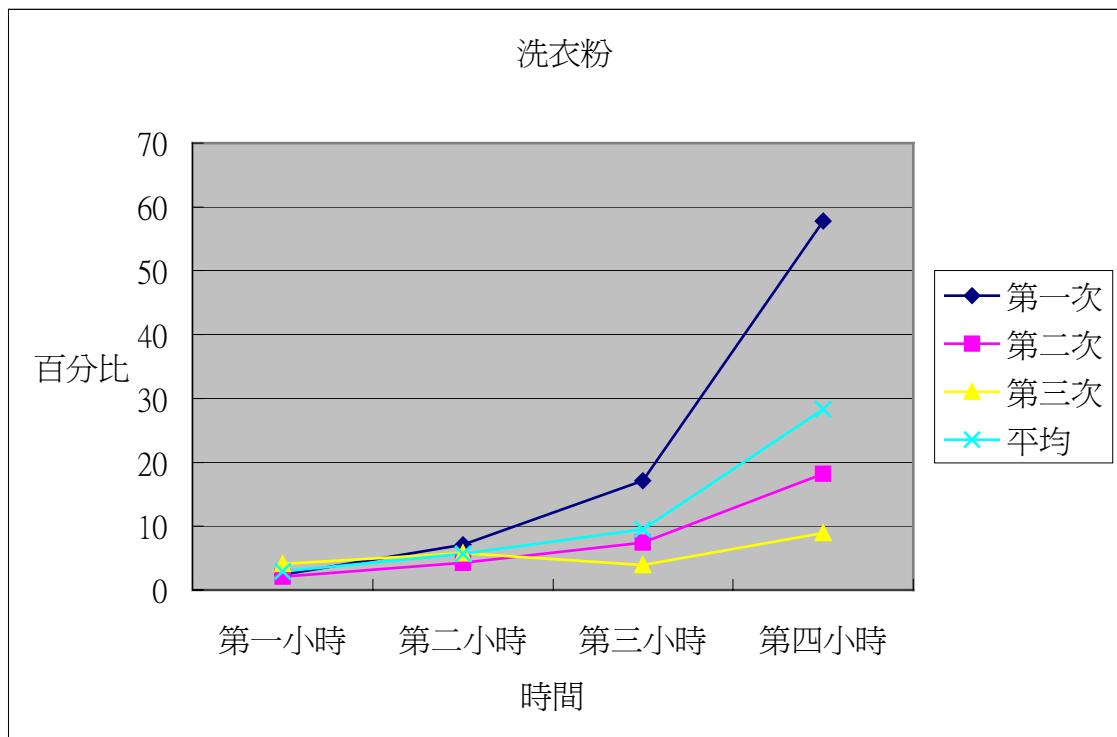
洗碗精	第一小時	第二小時	第三小時	第四小時
第一次	0%	50.7%	91.3%	92.5%
第二次	13.4%	18.5%	22%	50%
第三次	3.4%	4.7%	5.6%	16.9%
平均	5.6%	24.6%	39.6%	53.1%



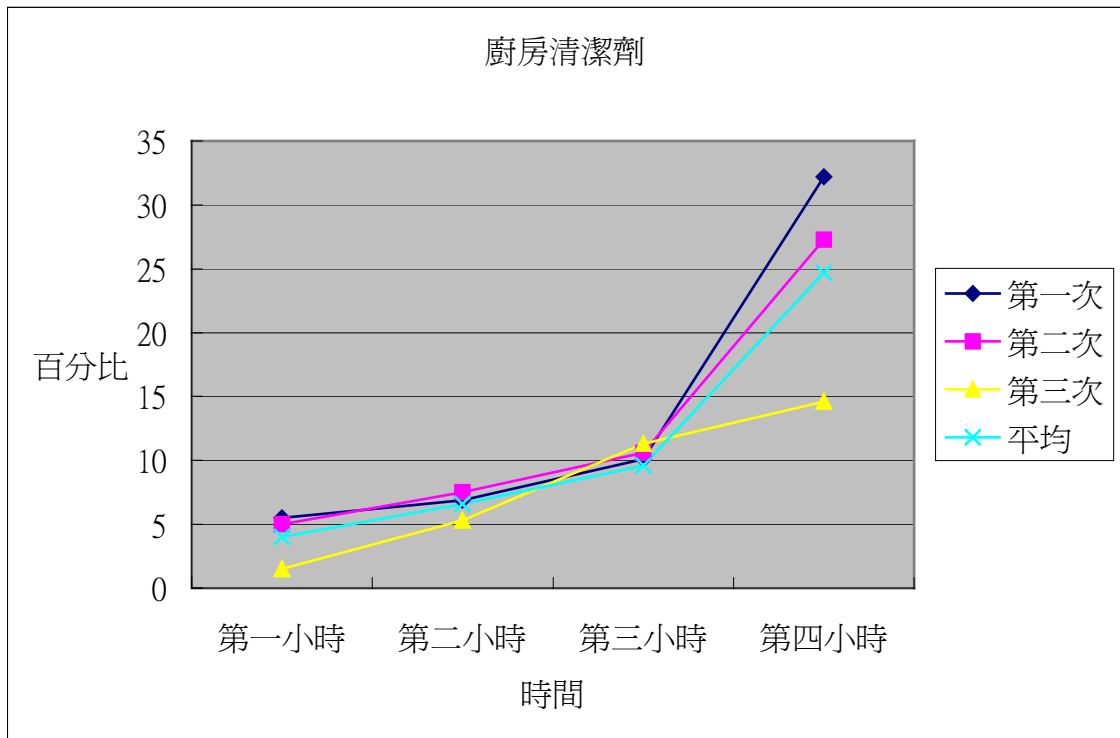
肥皂	第一小時	第二小時	第三小時	第四小時
第一次	10.8%	23.5%	32.8%	90.2%
第二次	3.1%	6.6%	18.9%	25.6%
第三次	2.6%	2.4%	7.6%	15.4%
平均	5.5%	10.8%	19.8%	43.7%



洗衣粉	第一小時	第二小時	第三小時	第四小時
第一次	2.4%	7.1%	17.1%	57.8%
第二次	2.1%	4.3%	7.4%	18.2%
第三次	4.1%	5.8%	3.9%	8.9%
平均	2.9%	5.7%	9.5%	28.3%

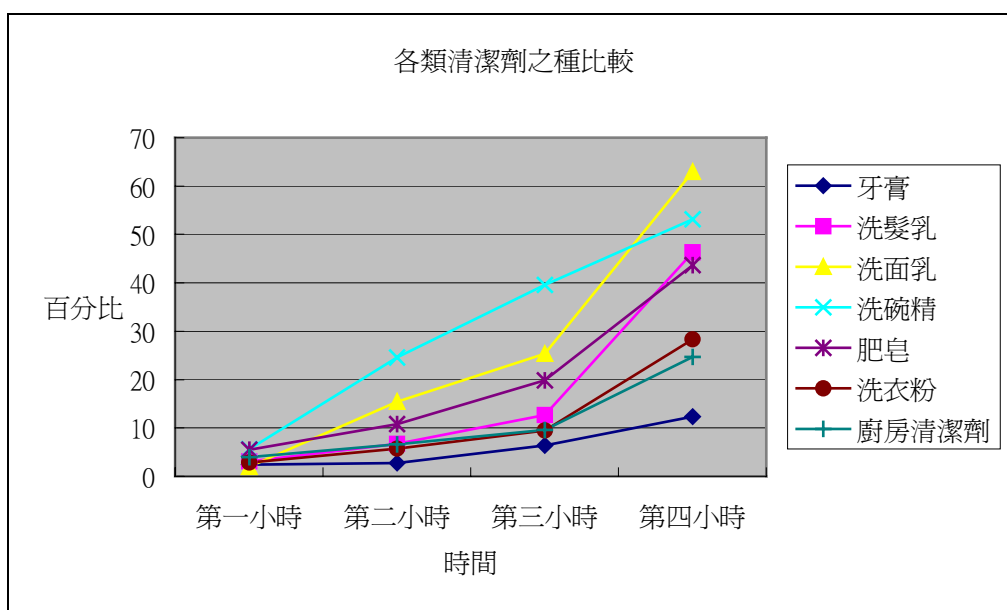


廚房清潔劑	第一小時	第二小時	第三小時	第四小時
第一次	5.5%	6.9%	10.1%	32.2%
第二次	5%	7.5%	10.6%	27.3%
第三次	1.5%	5.3%	11.3%	14.6%
平均	4%	6.6%	9.6%	24.7%



### 各類清潔劑之種比較

	第一小時	第二小時	第三小時	第四小時
牙膏	2.4%	2.8%	6.4%	12.3%
洗髮乳	3.1%	6.7%	12.7%	46.3%
洗面乳	2%	15.4%	25.3%	63%
洗碗精	5.6%	24.6%	39.6%	53.1%
肥皂	5.5%	10.8%	19.8%	43.7%
洗衣粉	2.9%	5.7%	9.5%	28.3%
廚房清潔劑	4%	6.6%	9.6%	24.7%



※ 四小時後清潔劑對細胞破壞程度

洗面乳>洗碗精>洗髮乳>肥皂>洗衣粉>廚房清潔劑>牙膏

### pH 值測驗實驗結果

pH 值	第一次	第二次	第三次	平均
牙膏	5.68	5.95	5.72	5.78
洗髮乳	6.34	6.87	7.1	6.77
洗面乳	6.43	7.11	7.13	6.89
洗碗精	7.5	7.33	7.43	7.42
肥皂	10.97	10.25	10.42	10.55
洗衣粉	10.85	10.74	10.62	10.74
廚房清潔劑	11.9	11.31	11.2	11.47

※ 洗髮乳、洗碗精、洗面乳為接近中性的清潔劑

※ 洗衣粉、廚房清潔劑、肥皂為鹼性清潔劑

※ 牙膏為弱酸性清潔劑

## 雞蛋實驗的實驗結果

不同清潔劑對雞蛋的滲透作用

溶液成分	水	牙膏	洗髮精	洗面乳	洗碗精	肥皂	洗衣粉	廚房清潔劑
上升高度	7.5cm	1.4cm	3.6cm	5.2cm	0.2cm	7.3cm	0.9cm	2.9cm

※ 低張溶液的滲透速度（快至慢）

水>肥皂>洗面乳>洗髮精>廚房清潔劑>牙膏>洗衣粉>洗碗精

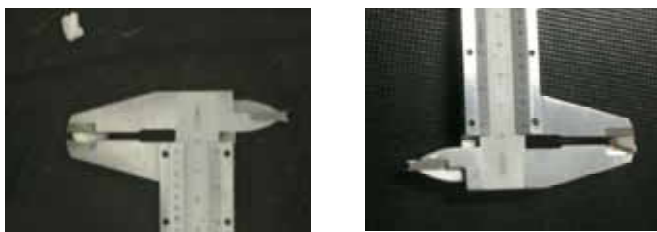


## 豬皮實驗的實驗結果

溶液	無	水	牙膏	洗髮精	洗面乳
厚度 (cm)	0.30	0.32	0.31	0.30	0.31

溶液	洗碗精	肥皂	洗衣粉	廚房清潔劑	氫氧化鈉
厚度 (cm)	0.32	0.34	0.28	0.30	0

※ 豬皮實驗可以發現清潔劑對角質層厚度沒有太大改變，而氫氧化鈉將角質層完全水解，所以是零。



## 柒、結果與討論

### 一、細胞死亡的定義

細胞膜與細胞核核膜的構造為相同物質，細胞膜一破裂，清潔劑就會滲透進去，因而再侵蝕細胞核核膜，造成核膜破裂，DNA 遺傳物質外流，細胞徹底死亡，而且細胞膜破裂較容易觀察，因此我們以細胞膜破裂，來代表細胞瓦解死亡。

### 二、細胞膜主要的構造

細胞膜的主要成分為磷脂質蛋白質和少許的醣類，磷脂質是一種兩性化的分子，同時具有親水性和疏水性，細胞膜為雙層磷脂質，這樣的雙層構造是一道很穩定的界限，磷脂質將親水頭暴露在水中而疏水尾屏蔽在內側，磷脂質雙層是細胞膜的主要構造。

### 三、清潔劑的成分

清潔劑名稱	成分	界面活性劑之種類
南僑水晶皂絲	皂脂改良劑 (LSDA) 水質改善及高效率溶解劑 強效油污去除劑	陰離子界面活性劑 脂肪酸 (弱酸) 加上強鹼 鹽而形成的
沙拉脫	非離子系界面活性劑 直鏈式 (軟性) 烷基苯磺酸	非離子界面活性劑
白人牙膏	天然鈣 磷酸鈣 單氟 氟化鈣 黏和劑 甘油 潔牙劑 天然薄荷香料	無法了解確切成分
海倫仙度絲三合一洗髮乳	Zinc Pyrithione Ammonium Laureth Sulfate Ammonium Lauryl Ammonium Xylenesulfonate Glycol Distearate Dimethicone 三甲矽氧基三甲基矽 Cetyl Alcohol 十六醇 Cocamide MEA Fragrance 芳香 Sodium Chloride 亞氯酸鈉 Sodium Citrate 檸檬酸鈉 Sodium Benzoate 苯甲酸鈉 Benzyl Alcohol 苯甲醇 Citric Acid 檸檬酸 Guar Hydroxypropyltrimonium Chloride Hydrogenated polydecene Polyquaterinium-10 PEG 7M 聚乙二醇 Trimethylolpropane Tricaprylate Trimethylolpropane Tricaprate Methylchloroisothiazolone Methylisothiazolone EXT D & C Violet # 2 FD & C Blue 1	陰離子界面活性劑 Sulfate Sulfonate 字尾 的清潔劑屬於陰離子界面 活性劑 Ammonium Laureth Sulfate , Ammonium Xylenesulfonate 的成分, 為此結尾的清潔劑, 所以 屬於陰離子界面活性劑。

一匙靈濃縮洗衣粉	直鏈式烷基苯磺酸鈉 (LAS) 天然非離子界面活性 (NONION) 劑脂肪酸鈉 污垢再附著防止劑 沸石 (ZEOLITE) 衣領污垢分解酵素 (PROTEASE) 纖維酵素 (BIO-LITE)	陰離子及非離子界面活性劑 洗衣粉中的 (LAS) 等於 alkyl sulfonate, linear, 是線性烷基磺酸化物, 漸接收循為十二基苯磺酸鈉 (C12H25C6H14SO3Na)
禮蘭蛋蜜乳洗面乳	Lecithin 蛋黃素 P.E.G. AvocadoOil Glyceryl-Monostearate 單硬酯酸甘油酯 Honey 蜂蜜 Glycerin Disodium EDTA Stearic Acid Methylparaben Propylparaben Fragrance DMD Mhydantion	非離子界面活性劑 洗面乳成分中的 Glyceryl-Monostearate 為單硬酯酸甘油酯, 為聚氧乙烯脂肪酸酯的一種, 是非離子界面活性劑
白博士廚房清潔劑	陰離子及非離子界面活性劑 丙二醇 磷酸酯 殺菌劑 香精 水	陰離子及非離子界面活性劑

#### 四、實驗構想

原本是要用口腔表皮細胞來做本次實驗, 先將口腔表皮細胞取樣在玻片上, 並滴入亞甲藍液後, 每隔一小時觀察一次, 但生物老師說, 當細胞再滴入亞甲藍液後, 就固定死亡, 而就會影響實驗結果。之後我們改變做法, 不滴入亞甲藍液, 但問題是沒有亞甲藍液的口腔皮膚細胞, 是透明無色非常難鎖定觀察, 更別說要看細胞是否破裂了, 而後來我們想到用含有血紅素的血球細胞。一般市面上雞的血液是最容易取得的了, 但血液細胞有個缺點就是血液中含有血小板, 而血小板一遇到空氣就會馬上破裂, 而使得血液凝固這是一個很嚴重的問題, 所以我們加入抗凝血劑, 使得血液可防止凝固。

#### 五、清潔劑的酸鹼值

	牙膏	洗髮乳	洗面乳	洗碗精	肥皂	洗衣粉	廚房清潔劑
<b>pH 值</b>	5.78	6.77	6.89	7.42	10.55	10.74	11.47



(一) 洗髮乳、洗面乳和洗碗精為接近中性清潔劑，但在實驗中為破壞細胞最嚴重的清潔劑，細胞膜的主要成分為脂類，皮膚上的角質層為蛋白質結構，中性清潔劑可能是非離子介面活性劑與脂質產生反應，使得細胞膜破壞較強烈；而它們對皮膚角質層的破壞較小，因為皮膚角質層組成組織為蛋白質，所以中性清潔劑不易使蛋白質變性，但如果浸置中性清潔劑中一段時間後，角質層脫落，清潔劑進入體內破壞細胞，這樣中性清潔劑對皮膚細胞的破壞效果，就不比鹼性清潔劑的破壞效果差。

(二) 肥皂、廚房清潔劑和洗衣粉為鹼性清潔劑，在實驗中破壞細胞程度大多為中等，並不是最嚴重的，而鹼性清潔劑對脂質的破壞是因為磷脂質在鹼性環境下，會水解造成細胞膜的瓦解；還會使皮膚角質層的角質蛋白變性，在角質層的蛋白質破壞後，滲透進入皮膚細胞，破壞細胞，使細胞破裂死亡。

(三) 牙膏為弱酸性，對細胞的破壞最少、最低，不會有太大的破壞，弱酸性的牙膏破壞較弱，可能因為細胞膜在弱酸性的環境下不容易水解，使得牙膏不易侵蝕破壞細胞膜構造，而對細胞較弱。

## 六、生物細胞的破裂

### (一) 探討細胞是否因滲透作用而造成細胞膜破裂

對細胞質濃度來說，水溶液的濃度較高者稱為高張溶液，反之而濃度較低者稱為低張溶液，而濃度剛剛好相等則稱為等張溶液溶質，濃度較高的溶液中，水的溶度反而比較低，因此水即通過膜，由低張擴散至高張處水，通過選擇性通透膜的擴散作用，稱為滲透作用

高張溶液	細胞質和細胞質外的溶液的濃度比較，細胞質內濃度會較低水分較多，細胞質外的溶液濃度較高水分較少滲透至外的水分比滲透至內的水分來的多，使得細胞因此萎縮。
低張溶液	細胞外濃度會較細胞內濃度低，因此在低張溶液中，水分由細胞外滲透至細胞內比細胞內至外的水分來的多，因而使細胞水腫因而破裂。
等張溶液	細胞外和細胞內的濃度相同，水分由細胞內至外，和細胞外至內的量相同，所以不會變萎縮或膨脹破裂。

在蛋的實驗中，如果所浸泡的溶液為高張溶液，吸管中的蛋液，會因為雞蛋中水分往細胞外滲透而下降，相反的，在低張溶液中水分會滲透至蛋中，蛋液在吸管中會因為水分變多而上升。

我們知道雞蛋為雞的卵細胞，細胞內細胞質水分和血液細胞質濃度相近，因此我們選擇用雞蛋來作此實驗。

由蛋的滲透壓實驗我們可以得知，本次實驗所用的清潔劑溶液，雖然都屬於低張溶液，水分大多都滲透至細胞內而膨脹，但這次實驗和細胞至入水中所破裂的不同所以細胞破裂，所以不完全因為滲透作用而產生破裂還有原因。

### (二) 探討清潔劑去油污之原理對細胞膜所產生的破壞

油無法溶於水中，所以在試管中，油和水中間有明顯的界線，加入肥皂後試管會變的混濁，可能是肥皂分子將油包住並散入水中後的結果，肥皂分子是脂肪酸（棕櫚酸）和氫氧化鈉經縮和反應而成，具有親油性和親水性的兩端。長鏈狀氫碳部分可溶於油，但不溶於水，為親油性；帶電原子團的部分溶於水，但不溶於油，為親水性。親油性可吸附油污；親水性

可隨著水流帶而著油污離開，達到清潔效果。

就是因為這樣，中性非離子介面活性劑和鹼性清潔劑先將細胞膜上的磷脂質水解成一個個分子，肥皂或其他清潔劑就會將水解後的磷脂質吸附住並且隨水流帶走，而使得細胞膜破裂。

### 七、豬皮實驗觀察

清潔劑	變化效果
牙膏	肉眼看並無差別，但用手觸摸就會覺得變的較硬，但不會很明顯。
洗面乳、洗髮精、水	沒什麼變化，看起來和摸起來並沒太大差別，只是泡了一天，脂質部分看起來爛爛的。
洗髮乳	摸起來較軟，是因為洗髮乳中都有潤髮成分，可以滋潤我們的秀髮，頭髮的構造也是角質蛋白，所以泡在洗髮乳中豬皮摸起來會變軟。
洗衣粉、廚房清潔劑	摸起來有明顯變硬，肉眼看並無差別。
肥皂	洗衣粉中的豬皮變白，摸起來較硬。
氫氧化鈉水溶液	短時間內就可以看到豬皮由肉色變透明，一天後豬皮被水解的很嚴重，固體狀的角質蛋白變成一坨透明。

我們所找到的資料中，鹼會侵蝕組織，和其他有機物質，使蛋白質變性，造成組織鬆散，因而使鹼更容易侵入更深的組織，造成更嚴重的破壞。酸也會傷害組織，但只會使組織凝固而已。



### 八、加入清潔劑成爲凍狀

有些鹼性的清潔劑遇到血液，血液會凝固成爲凍狀，有些則不會，雖然有加入抗凝血劑，但一樣會如此。這些會凝固的組別（如：洗衣粉、洗髮精、肥皂）是否是某成分與抗凝血劑產生化學變化而改變使得抗凝血劑沒有發揮效果，也有可能是蛋白質遇到鹼性物質而產生變質的現象，是否會影響實驗我們不知道，原因我們尚未了解，須要再進一步探討研究。

## 捌、結論

一、對一般人而言，大多數的人都認爲，中性清潔劑對細胞的傷害最低，所以許多的清潔劑，都標榜著中性，對皮膚的角質層來說是對的，因爲手上細胞成分爲蛋白質，中性清潔劑，不易使蛋白質變性，而也不易傷害角質層，但在角質蛋白脫落後（如：泡澡時泡水太久、

受傷、或本身蛋白質較薄處)，就有可能傷至細胞。

- 二、由豬皮實驗我們可以證明中性清潔劑對角質蛋白破壞最低，再來是酸性清潔劑，而鹼性清潔劑破壞最嚴重。
- 三、由實驗可知我們發現清潔劑使得細胞膜破裂
  - 1.細胞因低張溶液滲水置細胞內而發生破裂，此清潔劑的滲透率與水比較來的低，所以此因素造成細胞完全破裂的機率較小
  - 2.鹼性清潔劑使磷脂質水解後磷脂質的 R 基被清潔劑的親油端抓住溶於水所以在顯微鏡下無法觀察到介面（細胞膜和水的介面消失）
  - 3.中性清潔劑造成細胞膜破裂的速率較快，可能是因為中性清潔劑是非離子介面活性劑與脂質產生反應，使得細胞膜破壞較強烈。
  - 4.牙膏為弱酸性，對細胞的破壞最少，弱酸性的牙膏破壞較弱，可能因為細胞膜在弱酸性的環境下不容易水解，使得牙膏不易侵蝕破壞細胞膜構造，而對細胞較弱。
- 四、牙膏為弱酸性，對細胞的傷害最小，可能是因為防止破壞到口腔細胞。口腔細胞的角質層較薄弱，所以將牙膏製為弱酸性，萬一清潔劑滲透至口腔細胞不會造成太大的傷害。
- 五、破壞細胞的其他因素，如：滲透壓、酸鹼值水解之類的問題，我們希望更了解這些問題，並平衡細胞的滲透壓，或平衡它的酸鹼值和人體皮膚的 pH5.5 值相同，來減低清潔劑對細胞破壞，來解決這些破壞因素，做出不破壞細胞又能強力清洗去除油污的有效清潔劑。

## 玖、參考資料或其他

- 一、.佚名（2004 年 2 月 14 日）。化學清潔劑對細胞的影響。千翔環保科技有限公司-環境淨美化科技網。上網日期：2004 年 4 月 25 日。World Wide Wed：  
<http://www.phoenix-biotech.com.tw/beautiful8all.htm>
- 二、 Neil A. Campbell（民國 88 年）。生物學（Campbell）（李家維等編）。台北市：偉明。
- 三、郭重吉（93）。國民中學自然與生活科技 第四冊。台南市：南一。
- 四、賴耿陽（民國 88 年）。界面活性劑 應用實務。台南市：復漢。
- 五、刈米孝夫（民國 82 年）。界面活性劑的原理與應用（王鳳應）。高立。
- 六、三雲次郎（民國 51 年）。肥皂與合成清潔劑（陳溫其）。台灣區肥皂工業同業公會。
- 七、趙承琛（民國 88 年）。界面科學基礎。復文。
- 八、黃榮茂等編（民國 78 年）。化學化工百科辭典。台北市：曉園。
- 九、曾信彰（民國 93）。介面活性劑之原理與應用。上網日期：民國 93 年 5 月 2 日。World Wide Wed：  
<http://www.nchu.edu.tw/~infochem/介面活性劑之原理與應用/介面活性劑之原理與應用.htm>
- 十、王正雄（民國 93 年 2 月 16 日）環境荷爾蒙-地球村二十一世紀之熱門課題。【第 29 期】上網日期：2004 年 4 月 28 日。World Wide Wed：  
<http://www.niea.gov.tw/analysis/publish/month/29/29th2-1.htm>
- 十一、佚名（民國 88 年 7 月 31 日）。常見的危險性化學物質。上網日期：民國 93 年 6 月 5 日。World Wide Wed：  
<http://www.scu.edu.tw/microbio/proj/cai/safe/s1b2.htm>

## 評語

030203 國中組化學科

纖纖玉手

敘述報導佳，望增加了解深度。