

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高中-應用科學科

科 別：生活與應用科學

組 別：高 中 組

作品名稱：探討如何自製便宜的耐強酸鹼實驗桌面

關 鍵 詞：

編 號：040809

學校名稱：

國立大里高級中學

作者姓名：

王啟榮、林政翰、蔡育明、林侑陞

指導老師：

林月霞



探討如何自製便宜的耐強酸鹼實驗桌面

國立大里高中

一. 研究動機

多數學生於實驗過程難免因不小心，而將試劑滴落於實驗桌面上，致造成桌面的損傷，尤其強酸、強鹼。目前大部分的學校為避免維修的困擾，通常選擇購買動輒超過十萬的耐強酸、鹼進口實驗桌面。這回本校即將購進的實驗桌桌面材料，廠商特別送來樣品，老師指導我們負責檢驗其抗酸鹼強度的效果，而引發我們想進一步探討如何自製經濟實用的耐強酸、鹼實驗桌面。

二. 研究目的

- (一) 探討比較三合板、美耐板、兩種不同材質的實驗桌面板及一般未經處理之木板，耐五種強酸強鹼溶液的極限濃度。
- (二) 偵測各種不同濃度的強酸、鹼溶液之 pH 值、電導度電位值，以探討確認合理的 (一) 項結果。
- (三) 試驗探討歸納出如何處理一般的木板桌面，將能獲得與頂級實驗桌面同等效果之耐強酸強鹼桌面。

三. 研究設備及器材

(一) 器材：

DURCON 的高級環氧樹脂合成板、普通的環氧樹脂合成板、三合板、美耐板、一般木板、烤箱、pH 計、量瓶、吸

量管、電動天平、樣品瓶、研磨機、離心機。

(二) 藥品：

鹽酸、硝酸、硫酸、氫氧化鈉、氫氧化鉀、氟碳樹脂 鐵氟龍、太白粉、碳黑、鋁粉、分散劑、甲苯、蜆殼、乙醇、乙醚。

四. 研究過程

(一) 分別配置體積莫耳濃度 1.0、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0、4.5、5.0、5.5、6.0、7.0、8.0、9.0、10.0、11.0、12.0M 的鹽酸、硝酸、氫氧化鈉、氫氧化鉀溶液。

(二) 分別配置體積莫耳濃度 1.0、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0、4.5、5.0、5.5、6.0、7.0、8.0、9.0、10.0、11.0、12.0、14.0、16.0、18.0M 的硫酸溶液。

(三) 分別各滴 0.50ml 之酸、鹼溶液予以貼標籤之五種不同材質板面上，並蓋上蓋子，二十四小時後，再掀蓋子以濕棉花小心吸除藥品，紀錄結果。

(四) 偵測各酸、鹼溶液的 pH 值及電導度的電位值。

(五) 將一般木板塗以鐵氟龍白色漆一層後，待自然乾後，再同(三)法測試成效。

(六) 同(五)但改為塗上兩層漆。

(七) 修正(六)法，木板上一層漆後以烤箱烤之令其烘乾後，漆滲入木板後，上第二層漆，並再次烤之烘乾，在同(三)法測試成效。

(八)同(七)法，但鐵氟龍白色漆改以黑色漆代之。

(九)利用蜆殼萃取幾丁質。

(十)於鐵氟龍黑色漆中加入適量的幾丁質作為底漆。

五. 研究結果

(表一) 三合板滴上不同濃度的酸 24 小時後之結果

	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl
18.0M	茶色		
16.0M	淡茶色		
14.0M	米白色 隨濃度降低 顏色變淡		
12.0M		呈白色 表面浮凸	面粗糙浮凸呈白色
11.0M			
10.0M			周圍輕微浮凸
9.0M			
8.0M			
7.0M	米白色 隨濃度降低 顏色變淡	有浮凸反應	
6.0M			
5.5M			
5.0M	米白色 隨濃度降低 顏色變淡		
4.5M			
4.0M			
3.5M			
3.0M			
2.5M			
2.0M			
1.0M			

(表一)三合板滴上不同濃度的鹼 24 小時後之結果

	NaOH	KOH
12.0M	白色粗糙	白色粗糙微浮凸
11.0M		白色粗糙
10.0M	白色 隨濃度減少 顏色變淡	白色 隨濃度降低 顏色慢慢變淡
9.0M		
8.0M		
7.5M		
7.0M		
6.5M		
6.0M		
5.5M		
5.0M		沒有反應
4.5M		
4.0M		
3.5M		
3.0M		
2.5M		
2.0M		
1.0M		

(表二)美耐板滴上不同濃度的酸 24 小時後之結果

	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl
18.0M	表層破壞成茶色		
16.0M	米黃色，表面粗糙		
14.0M	沒有反應		
12.0M		破壞表面並與木板作用	沒有反應
11.0M		且產生類似紙張纖維的 薄膜	
10.0M			
9.0M		淡黃色表面粗糙	
8.0M		有試劑作用的 痕跡	
7.0M			
6.0M			
5.0M			
4.0M			
3.0M			
2.0M			
1.0M			

(表二)美耐板滴上不同濃度的鹼 24 小時後之結果

	NaOH	KOH
12.0M	破壞表面並與木板作用產生類似紙張纖維的薄膜	淡黃色表面粗糙 隨濃度降低 顏色變淡
11.0M	米色表面粗糙 隨濃度降低 顏色變淡	
10.0M		
9.0M		
8.0M		
7.5M		
7.0M		
6.5M	淡黃色表面粗糙 隨濃度降低 顏色變淡	
6.0M	淺土黃色 有痕跡 隨濃度降低 顏色變淡	
5.0M		
4.0M		
3.5M		淡黃色有痕跡 隨濃度降低 顏色變淡
3.0M		
2.0M		
1.0M		

(表三)材質普通的環氧樹脂合成的實驗桌面滴上不同濃度的酸 24 小時後之結果

	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl
18.0M	表面微凸 粗糙米黃色 隨濃度降低 顏色變淡		
16.0M			
14.0M			
12.0M		表面凸起 粗糙白色 隨濃度降低 顏色變淡	微凸，有侵蝕的痕跡
11.0M			
10.0M			
9.0M			
8.0M		有侵蝕的痕跡	
7.0M			
6.0M			
5.5M		表面凸起粗糙，中 央起泡，白色痕跡 隨濃度降低顏色變 淡	微微凸起 有侵蝕的痕跡
5.0M			
4.5M			
4.0M		有浮凸的情形	浮凸 表面粗糙
3.5M			
3.0M	有侵蝕痕跡		
2.0M			
1.0M			

(表三)材質普通的環氧樹脂合成的實驗桌面滴上不同濃度的鹼 24 小時後之結果

	NaOH	KOH
12.0M	無反應	無反應
11.0M		
10.0M		
9.0M		
8.0M		
7.5M		
7.0M		
6.5M		
6.0M		
5.5M		
5.0M		
4.5M		
4.0M		
3.5M		
3.0M		
2.0M		
1.0M		

(表四) DURCON 的高級環氧樹脂合成實驗桌面滴上不同濃度的酸 24 小時後之結果

	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl	
18.0M	灰色斑點			
16.0M	沒有反應			
14.0M				
12.0M		有痕跡	沒有反應	
11.0M				
10.0M				
9.0M		沒有反應		
8.0M				
7.0M				
6.0M				
5.0M				
4.0M				
3.0M				
2.0M				
1.0M				

(表四)DURCON 的高級環氧樹脂合成實驗桌面滴上不同濃度的鹼 24 小時後之結果

	NaOH	KOH
12.0M	有試劑的痕跡	有試劑的痕跡
11.0M		
10.0M		
9.0M		
8.0M		
7.5M		
7.0M		
6.5M		
6.0M		
5.0M		
4.0M		
3.5M		
3.0M		
2.5M		
2.0M	沒有反應	沒有反應
1.0M		

(表五)一般木板滴上不同濃度的酸 24 小時後之結果

	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl
18.0M	木板脫水 成焦黑碳		
16.0M			
14.0M			
12.0M			
11.0M			
10.0M	少量的木板 被脫水成碳		
9.0M			
8.0M			
7.0M			
6.0M	木板對硫酸 的吸收力好 使得硫酸在木板上 嚴重 擴散造成一大片的 淡灰色狀	黃色	褐色
5.5M		隨濃度降低	隨濃度降低
5.0M		顏色變淡	顏色變淡
4.5M			
4.0M			
3.0M			
2.0M			
1.0M			

(表五)一般木板滴上不同濃度的鹼 24 小時後之結果

	NaOH	KOH
12.0M	表面粗糙綠褐色 隨濃度 降低 顏色變淡	表面粗糙米白色 隨濃度 降低 顏色變淡
11.0M		
10.0M		
9.0M		
8.0M		
7.0M		
6.0M		
5.5M		
5.0M		
4.5M		
4.0M		
3.5M		
3.0M		
2.5M		
2.0M		
1.0M		

(表六)材質普通的環氧樹脂合成的實驗桌面塗鐵氟龍白色
漆料滴上不同濃度的酸 24 小時後之結果

	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl		
18.0M	侵蝕掉鐵氟龍 露出板面				
16.0M					
14.0M					
12.0M		有痕跡	有痕跡	有痕跡	
11.0M					
10.0M					
9.0M					
8.0M					
7.0M					
6.0M					
5.5M					
5.0M					
4.0M					
3.0M					
2.0M	沒有反應				
1.0M					

(表六)材質普通的環氧樹脂合成的實驗桌面塗鐵氟龍
白色漆料滴上不同濃度的鹼 24 小時後之結果

	NaOH	KOH
12.0M	沒有反應	沒有反應
11.0M		
10.0M		
9.0M		
8.0M		
7.0M		
6.0M		
5.5M		
5.0M		
4.5M		
4.0M		
3.5M		
3.0M		
2.0M		
1.0M		

(表七)一般木板塗烤鐵氟龍白色漆料滴上不同濃度的酸 24 小時後之結果

	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl
18.0M	灰色		
16.0M	米白色隨濃度 降低顏色變淡		
14.0M			
12.0M			
11.0M	沒有反應	黃色隨濃度降 低 顏色變淡	淺茶色 隨濃度降低 顏色變淡 有痕跡
10.0M			
9.0M			
8.0M			
7.0M			
6.0M			
5.5M			
5.0M			
4.0M			
3.5M			
3.0M		沒有反應	
2.0M			
1.0M			

(表七)一般木板塗烤鐵氟龍白色漆料滴上不同濃度的鹼
24 小時後之結果

	NaOH	KOH
12.0M	沒有反應	沒有反應
11.0M		
10.0M		
9.0M		
8.0M		
7.0M		
6.0M		
5.5M		
5.0M		
4.5M		
4.0M		
3.5M		
3.0M		
2.5M		
2.0M		
1.0M		

(表八)一般木板塗烤鐵氟龍黑色漆料滴上不同濃度的酸
24 小時後之結果

	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl
18.0M	沒有反應	沒有反應	沒有反應
16.0M			
14.0M			
12.0M			
11.0M			
10.0M			
9.0M			
8.0M			
7.0M			
6.0M			
5.5M			
5.0M			
4.5M			
4.0M			
3.0M			
2.0M			
1.0M			

(表八)一般木板塗烤鐵氟龍黑色漆料滴上不同濃度的鹼 24 小時後之結果

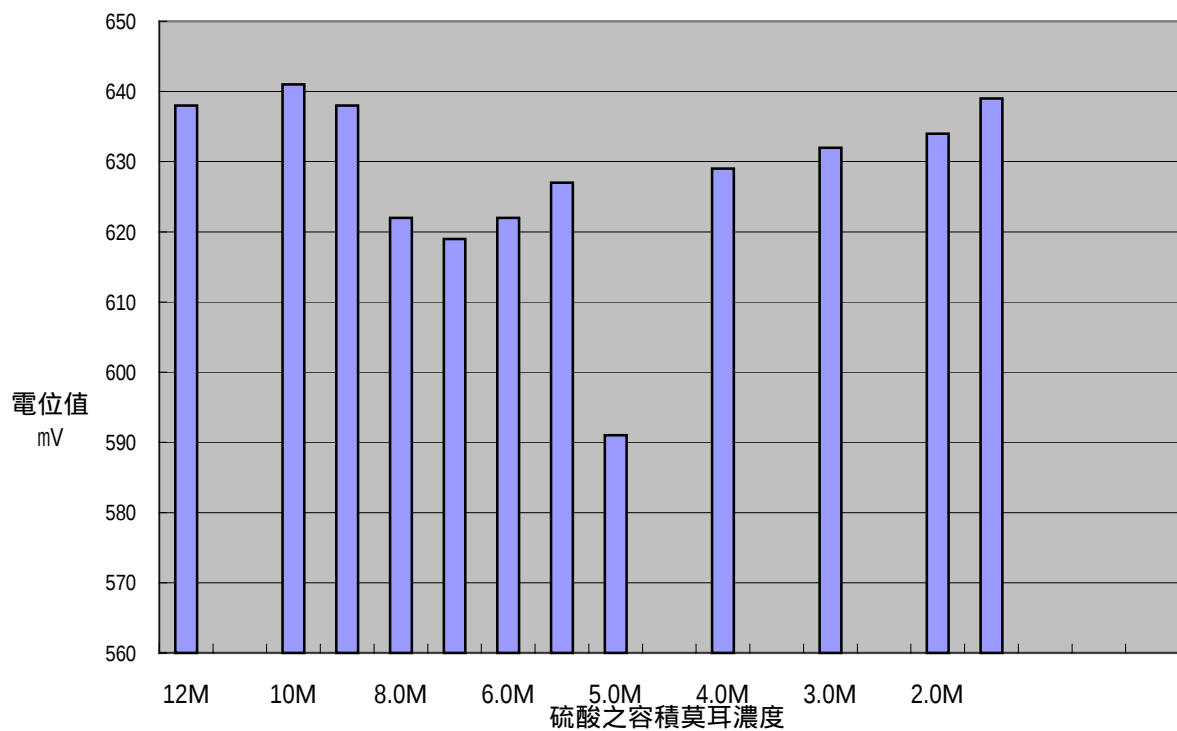
	NaOH	KOH
12.0M	沒有反應	沒有反應
11.0M		
10.0M		
9.0M		
8.0M		
7.0M		
6.0M		
5.5M		
5.0M		
4.5M		
4.0M		
3.5M		
3.0M		
2.5M		
2.0M		
1.0M		

(表九) 各種濃度酸鹼溶液之 pH 值

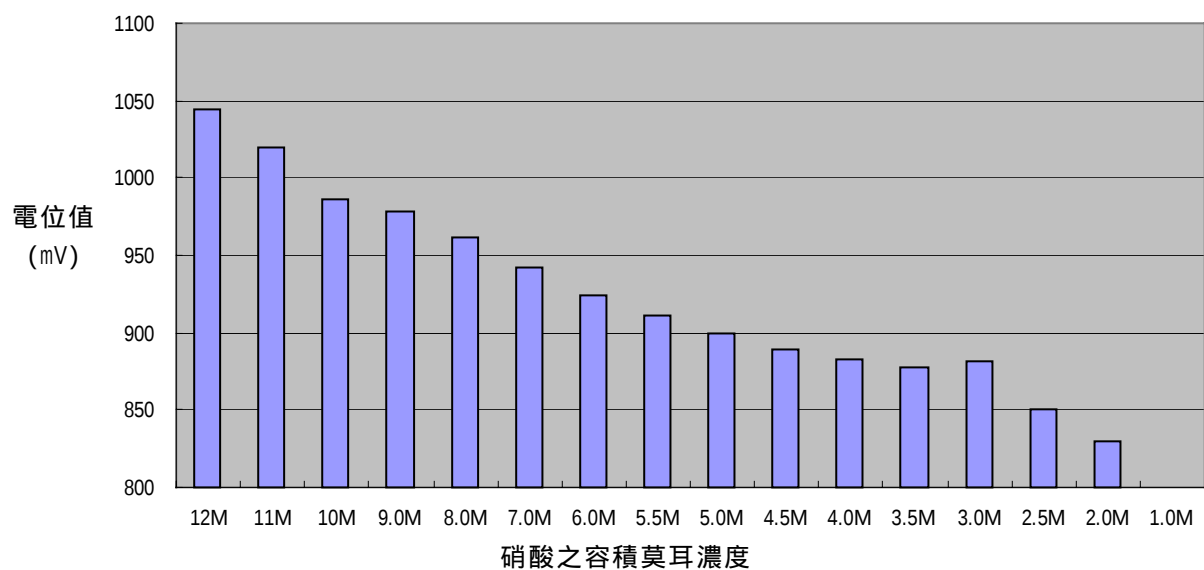
試劑 濃度(M) \ PH	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl	NaOH	KOH
18M	-3.07				
16M	-2.92				
14M	-2.64				
12M	-2.04	-1.95	-1.92	14.01	15.61
11M		-1.77	-1.81	13.94	15.44
10M	-1.04	-1.58	-1.63	13.97	15.31
9.0M	-0.96	-1.45	-1.43	13.84	15.12
8.0M	-0.91	-1.37	-1.28	13.84	15.01
7.5M	-0.93				
7.0M	-0.82	-1.20	-1.11	13.81	14.64
6.5M	-0.79				
6.0M	-0.84	-1.13	-0.98	13.78	14.74
5.5M	-0.96	-1.02	-0.87	13.90	14.41
5.0M	-0.90	-0.93	-0.76	13.88	14.52
4.5M		-0.85	-0.67	13.81	14.40
4.0M	-0.64	-0.81	-0.58	13.79	14.41
3.5M		-0.70	-0.49	13.71	14.32
3.0M	-0.44	-0.58	-0.34	13.69	14.27
2.5M		-0.50	-0.25	13.65	14.16
2.0M	-0.22	-0.42	-0.13	13.59	14.02
1.0M	0.06	-0.13	0.12	13.42	13.75

(表十) 各種濃度酸鹼溶液之電位值 mV

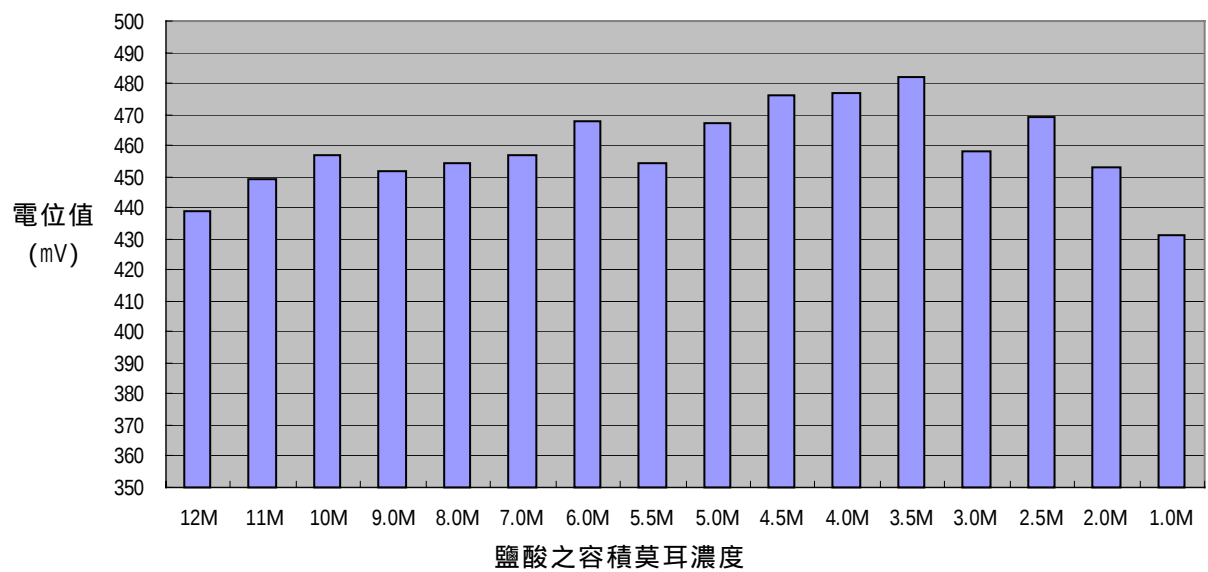
試劑 濃度(M) 電位值	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl	NaOH	KOH
18M	589				
16M	555				
14M	565				
12M	638	1044	439	-211	-205
11M		1020	449	-200	-193
10M	641	986	457	-174	-191
9.0M	638	979	452	-175	-174
8.0M	622	962	454	-175	-170
7.5M	622				
7.0M	619	942	457	-174	-156
6.5M	628	924	468	-164	-159
6.0M	622				
5.5M	627	911	454	-156	-169
5.0M	591	900	467	-152	-149
4.5M		889	476	-149	-138
4.0M	629	883	477	-146	-139
3.5M		877	482	-144	-136
3.0M	632	882	458	-142	-133
2.5M		850	469	-139	-128
2.0M	634	830	453	-133	-120
1.0M	639	798	431	-121	-111



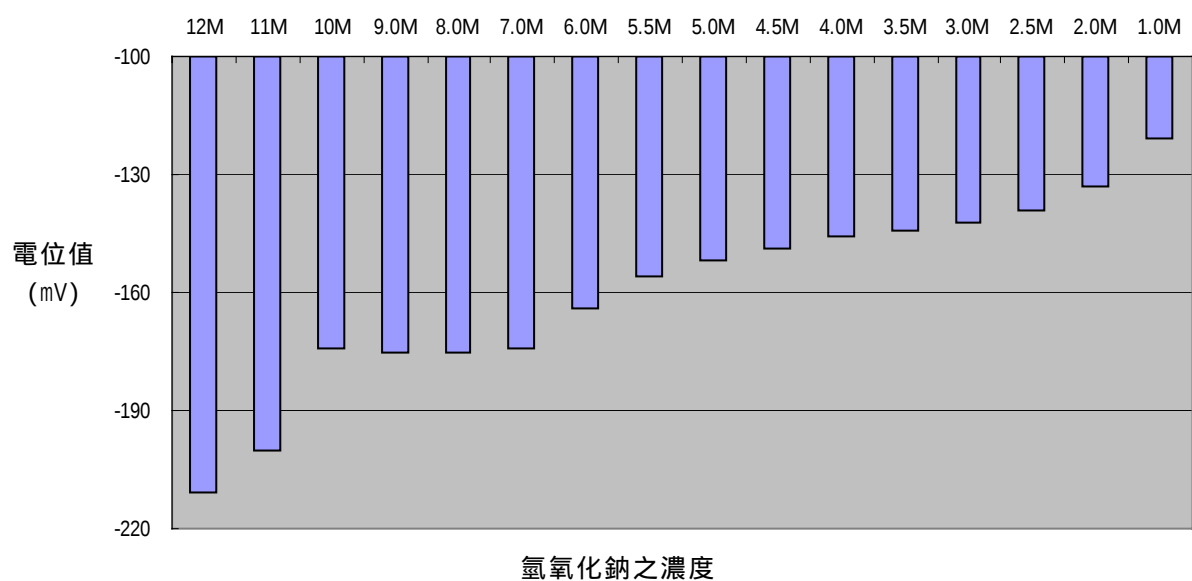
不同濃度之硫酸對應的電位值



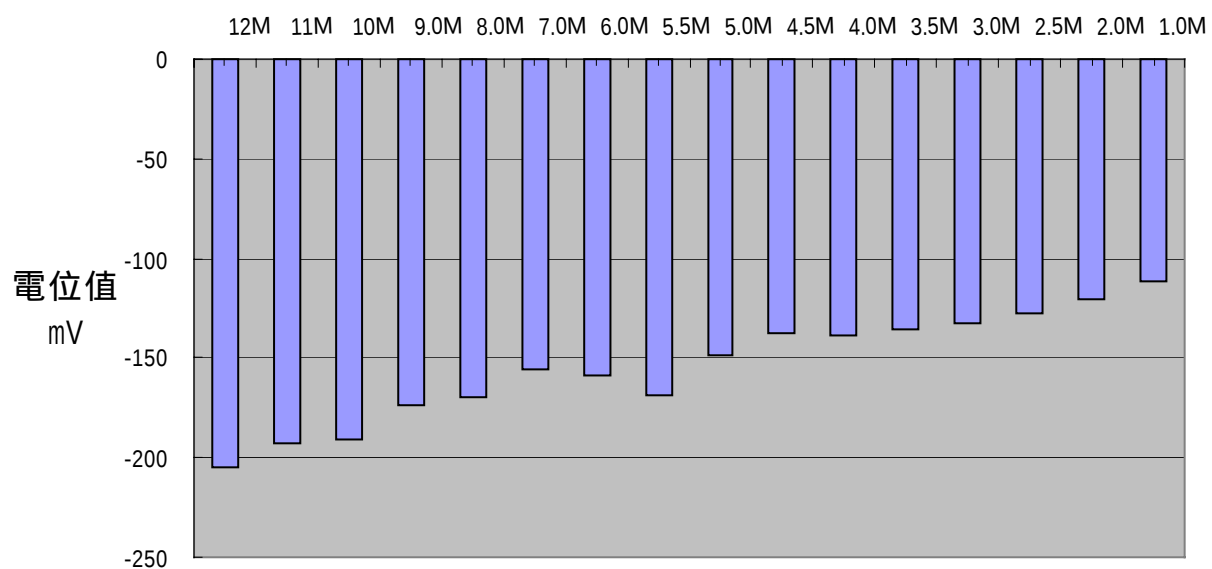
不同濃度之硝酸對應的電位值



不同濃度之鹽酸對應的電位值

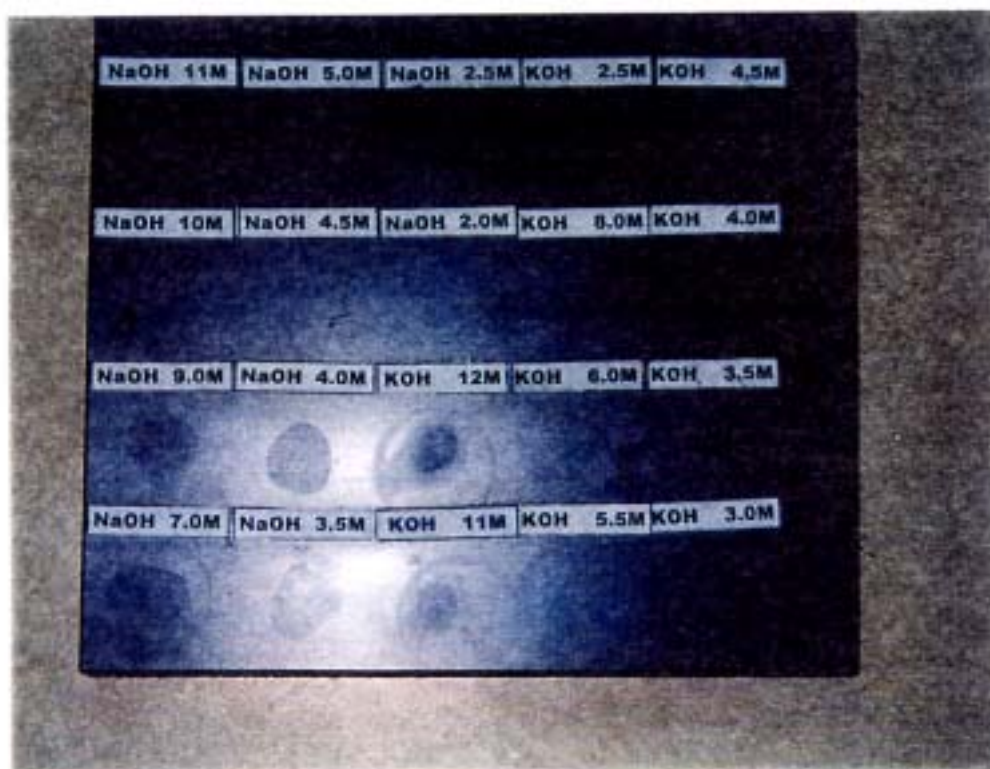
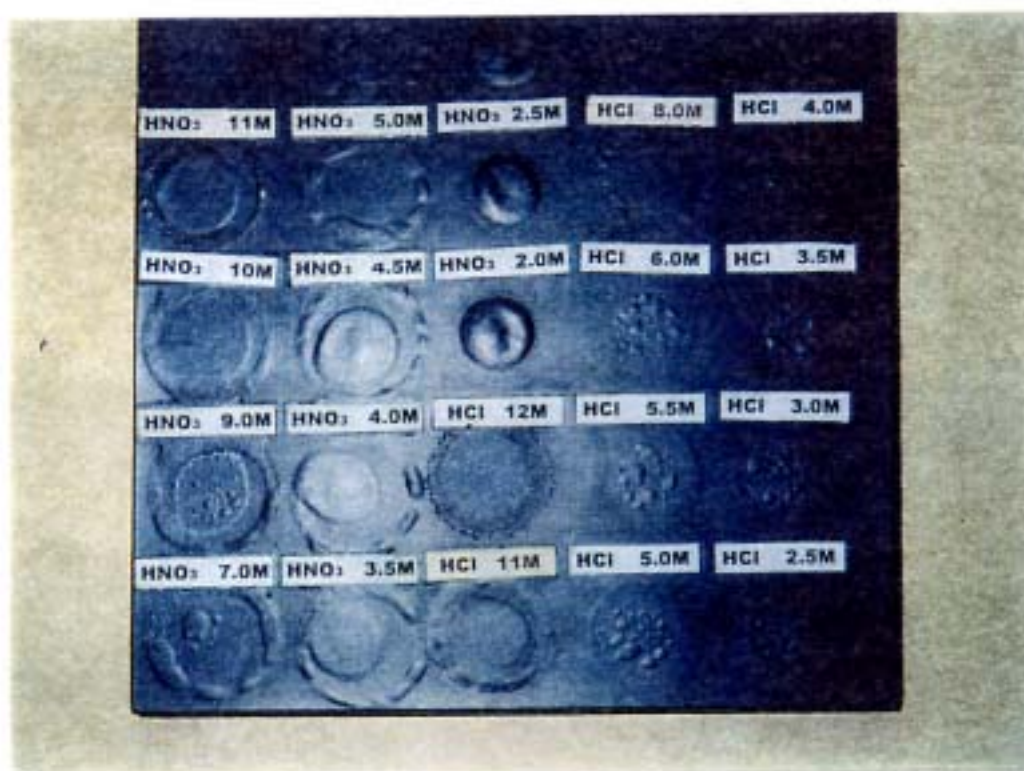


不同濃度之氫氧化鈉對應的電位值



氫氧化鉀的容積莫耳濃度

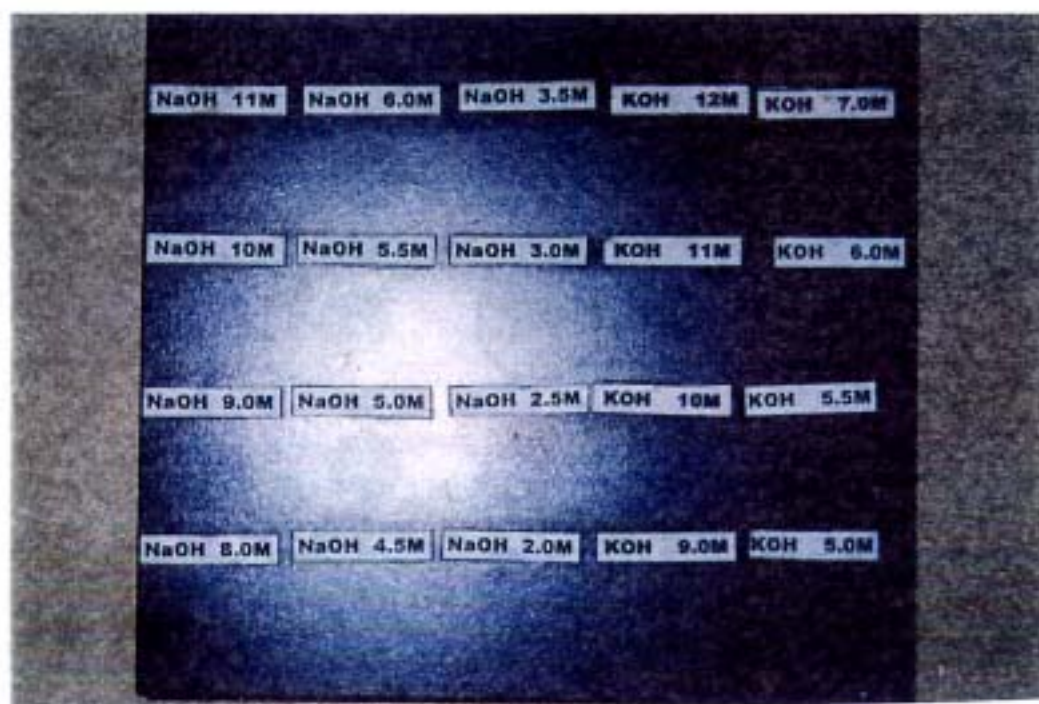
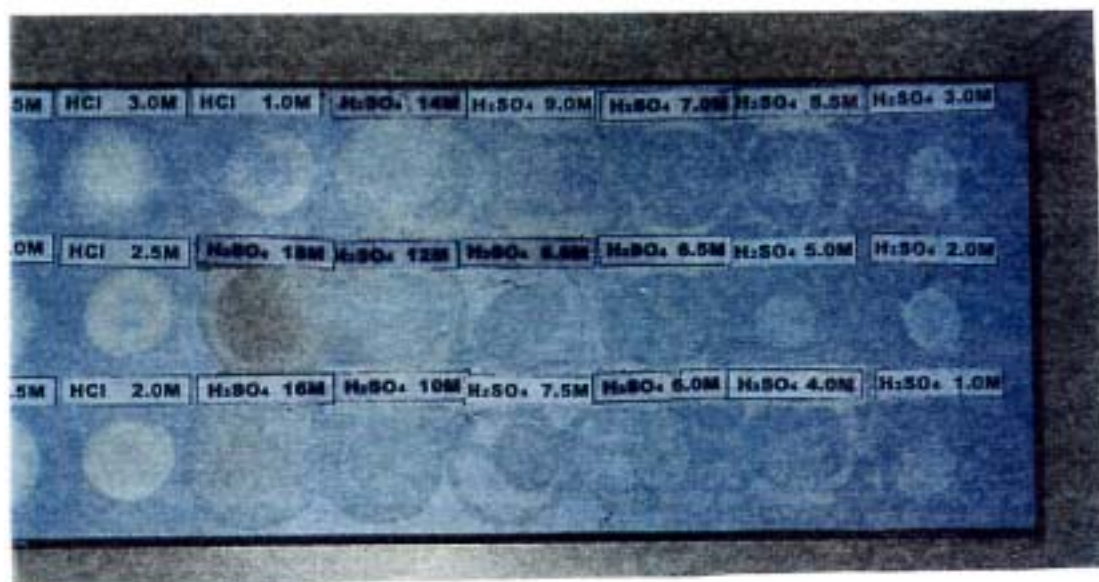
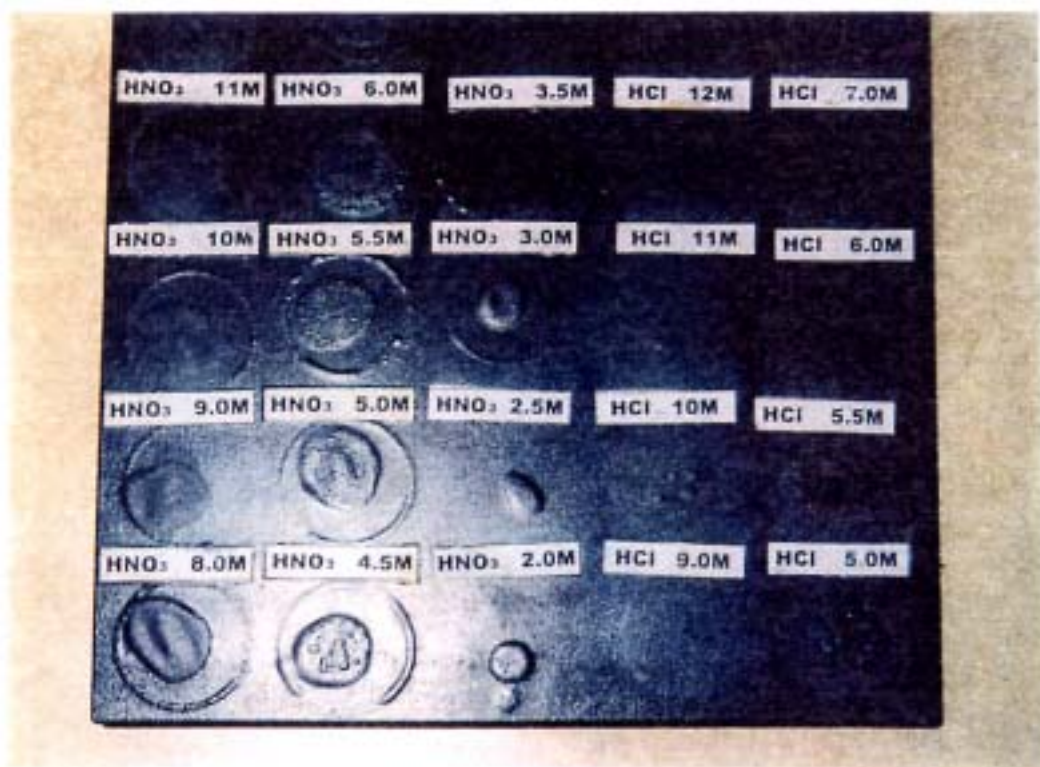
不同濃度之氫氧化鉀對應的電位值



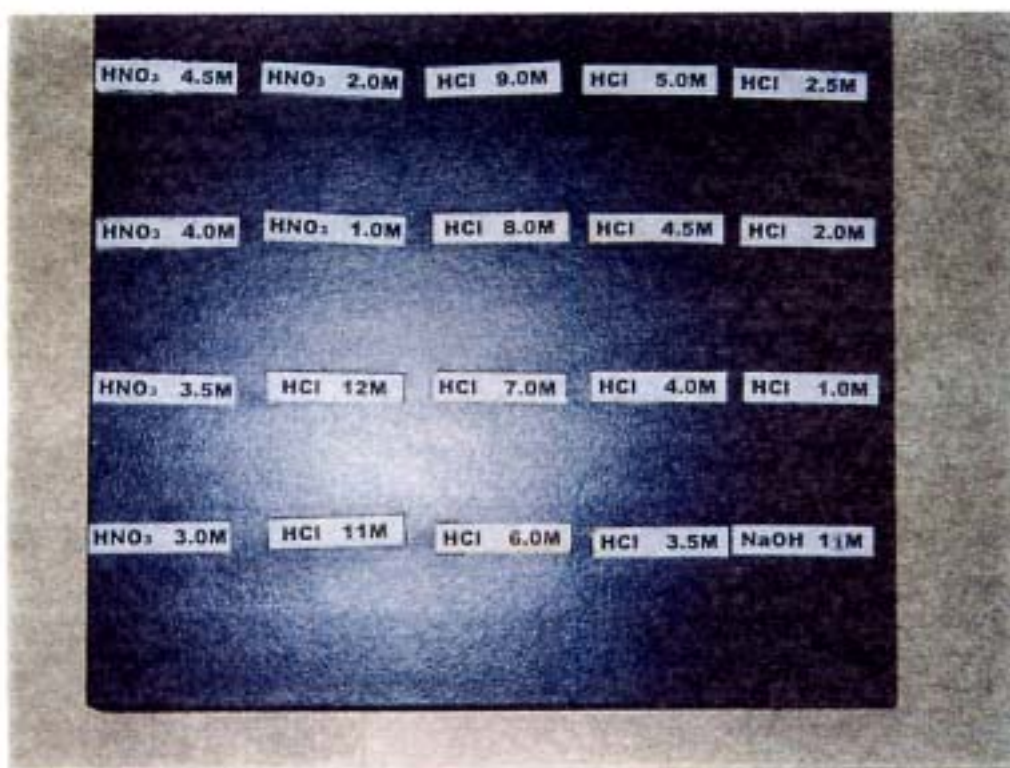
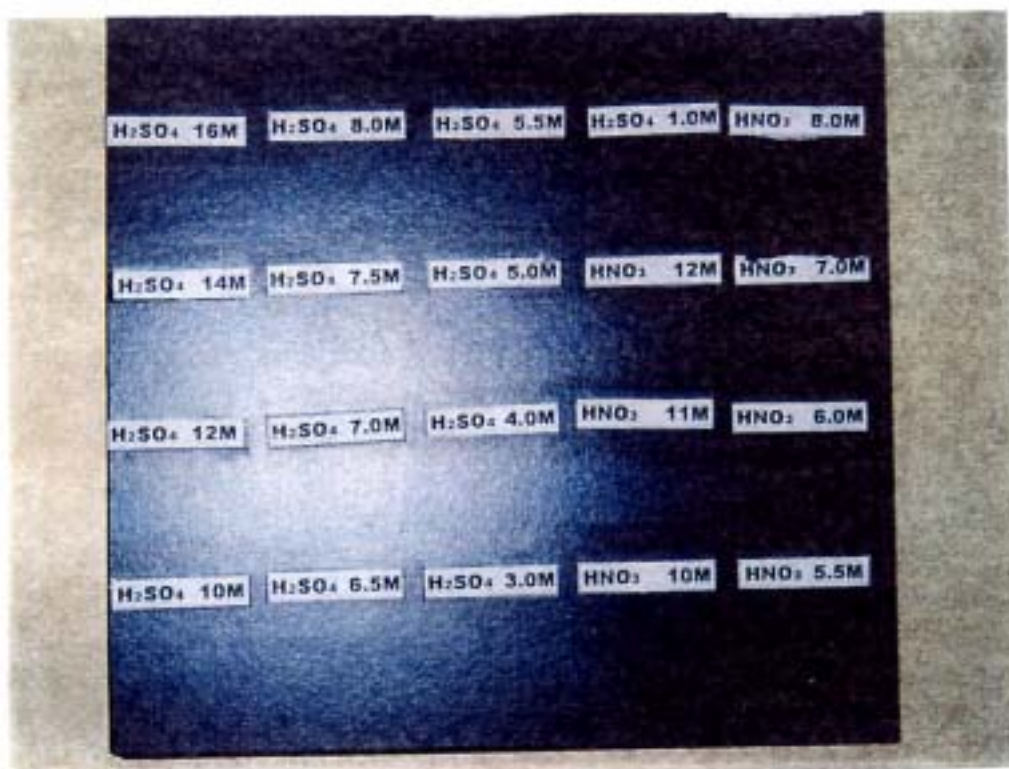
照片一：材質為三合板的實驗桌面滴上不同濃度的酸鹼結果



照片二：材質為美耐板的實驗桌面滴上不同濃度的酸鹼結果



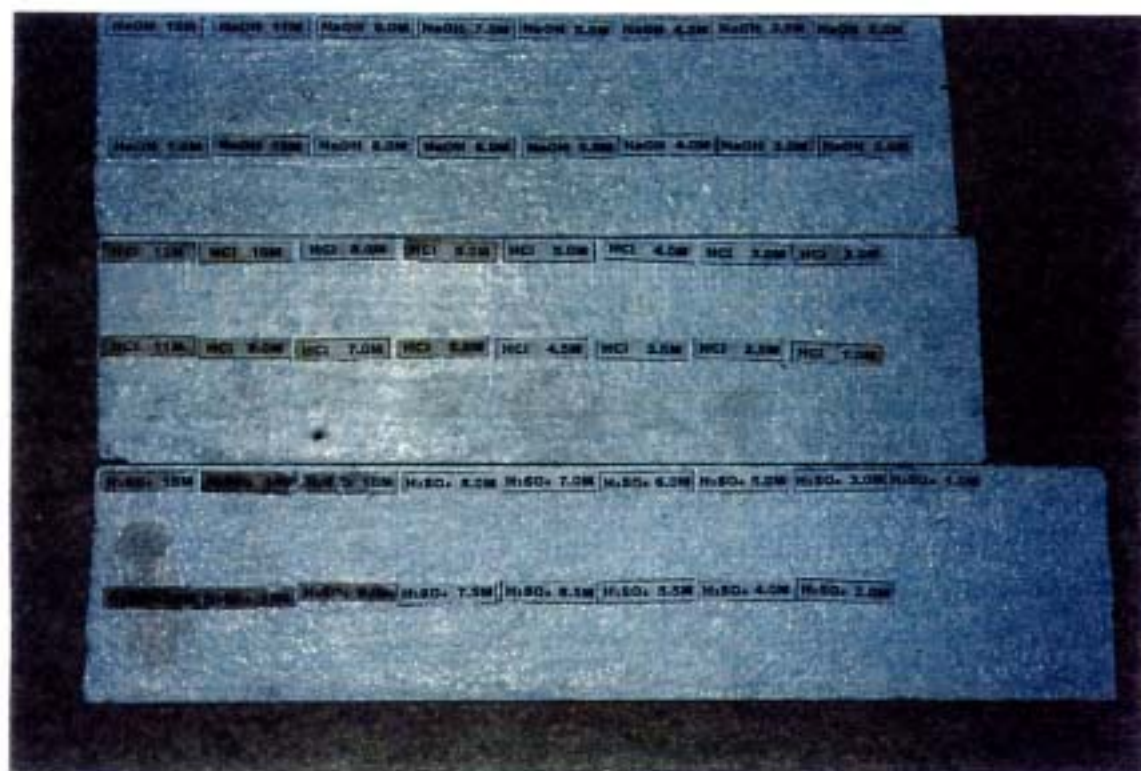
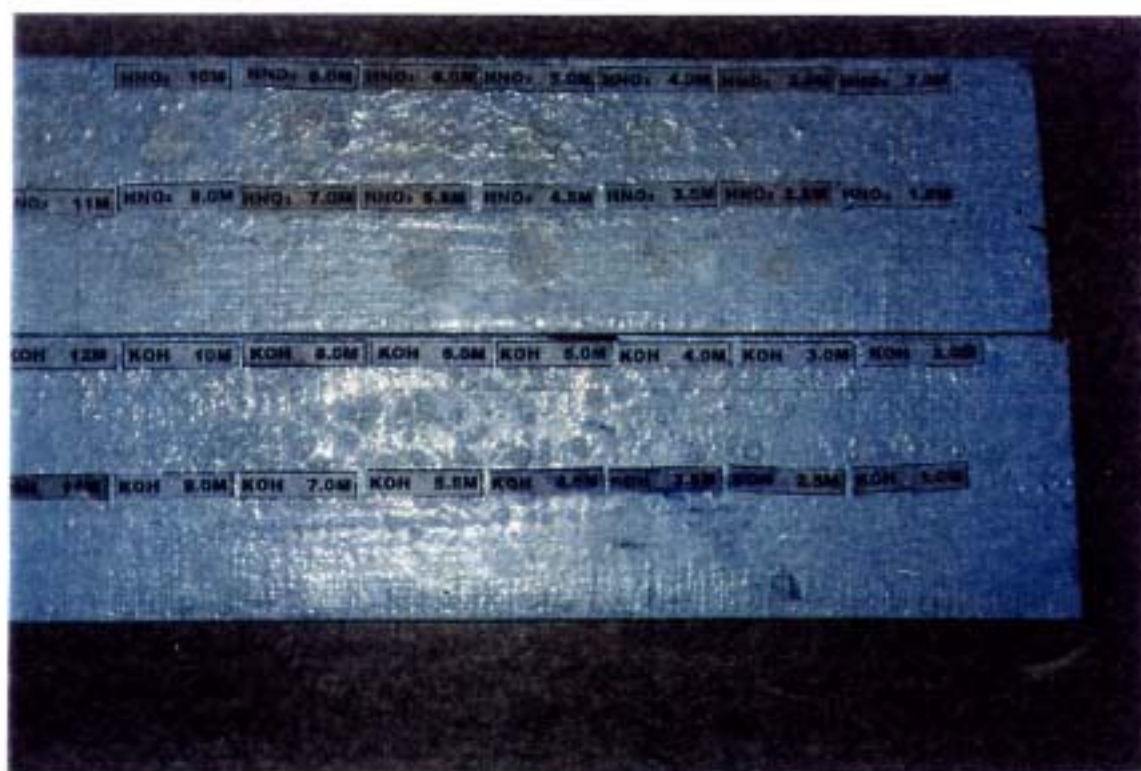
照片三：材質普通的環氧樹脂合成的實驗桌面滴上不同濃度的酸鹼結果



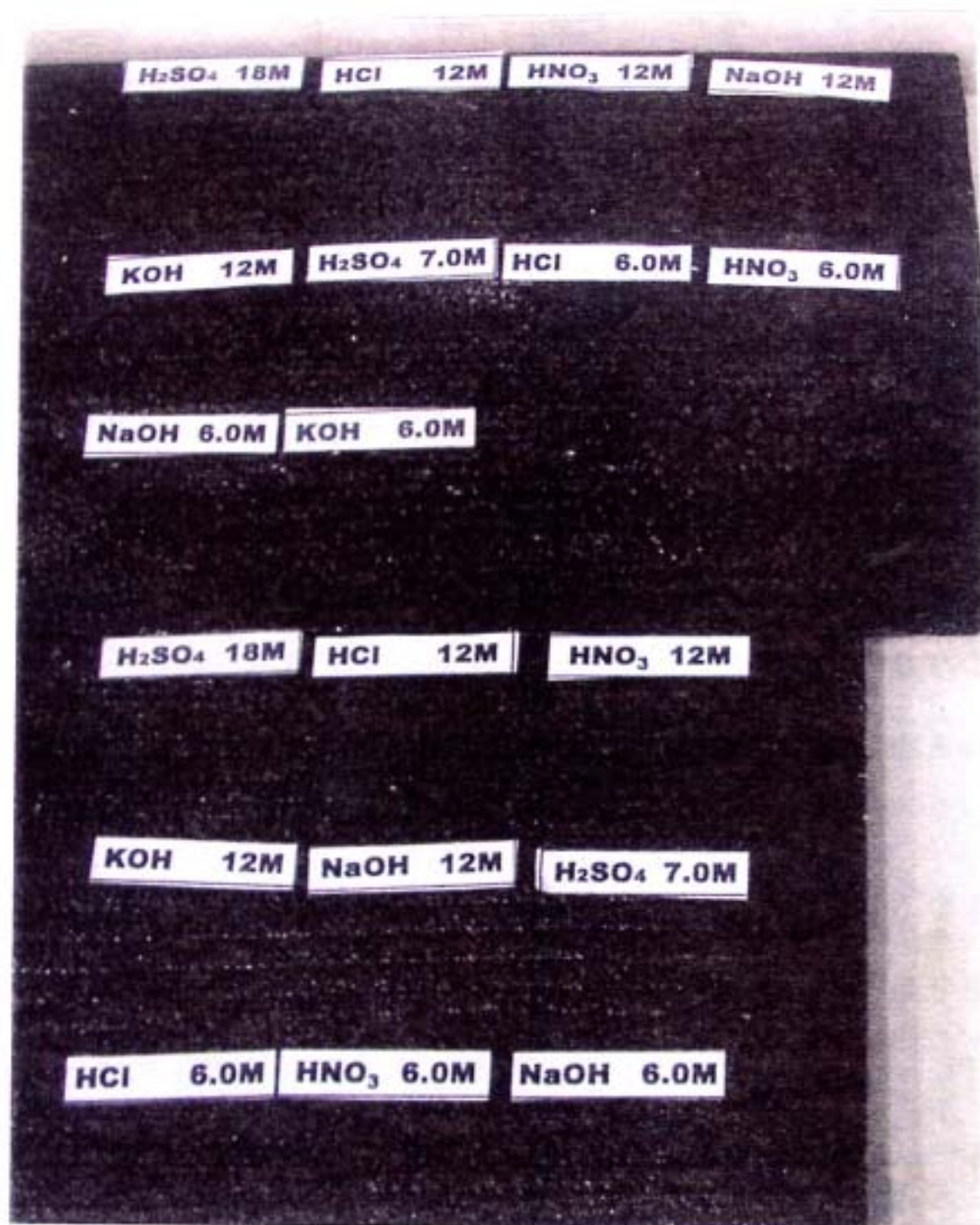
照片四：DURCON 高級環氧樹脂合成的實驗桌面
滴上不同濃度的酸鹼結果



照片五：一般木板滴上不同濃度的酸鹼結果



照片六：一般木板塗烤鐵氟龍白色漆滴上不同濃度的酸鹼結果



照片七：一般木板塗烤鐵氟龍黑色漆滴上不同濃度的酸鹼結果

六. 討論

- (一) 由表一之結果顯示三合板，只能耐 5.0M 以下的氫氧化鈉溶液，其餘強酸及氫氧化鉀則均使板面產生明顯變化。
- (二) 由表二可得美耐板不耐鹼及 2.0M 以上的硝酸，但可耐 12.0M 以下的硫酸和鹽酸。
- (三) 由實驗結果表三、表四顯示，只有品質較理想的頂級環氧樹脂實驗桌面，才具有強的抗強酸特性，強鹼則 2.5M 以上即略留痕跡。而普通的環氧樹脂桌面不耐體積莫耳濃度 1.0M 以上的強酸，強鹼也只能耐 8.0M 以下者。
- (四) 一般木板則不耐任何強酸鹼，但非常明顯的現象為木板遇氫氧化鈉呈米白近白色，遇氫氧化鉀則呈綠褐色。此可利用作為區別性質相近的氫氧化鈉與氫氧化鉀的簡便方法。
- (五) 將表六（普通材質的環氧樹脂桌面塗烤鐵氟龍白色漆）與表三（普通材質的環氧樹脂桌面未上漆）結果比較之，顯示鐵氟龍具改善耐強酸鹼性之效果。
- (六) 將表七（一般木板塗烤鐵氟龍白色漆）與表三、表五（一般木板未上漆）之結果再比較之，可以發現一般木板塗烤鐵氟龍白色漆的改善結果極為顯著，尤其強鹼也都不留痕跡。而將鐵氟龍白色漆塗烤於一般木板的效果之所以優於塗烤於普通材質的環氧樹脂桌面，乃因為前者為粗糙面，後者為光滑面，而粗面的滲透性約為滑面的 1.5 倍。
- (七) 一般木板塗烤鐵氟龍白色漆後遇濃硝酸板面均略呈米黃色，

乃因分解而出的二氧化氮吸附於其中，而一般實驗桌面均塗烤黑色，致遇此狀況，將不易顯現出來，因此我們又嘗試於木板上塗烤鐵氟龍黑色漆的效果，結果果然是看不出滴硝酸呈現米黃色痕跡的結果。（如表八）

（八）由表九及表十，我們發現各酸鹼即使濃度不相同，但於板面上的反應接近時，其溶液的 pH 值均極接近，因濃度大的溶液，其解離度並非呈正比增加，乃出現濃度稍大者離子濃度反而稍小，致濃度雖不等，桌面損害情形卻相同的結果。

（九）由於木材的水分含量多寡將影響鐵氟龍漆的附著性，而鐵氟龍為非極性且為聚合物，若木材含極性水分較多，將減弱其吸附滲透性。故先將木材表面以酒精擦拭後，再塗漆以增加其附著性，但效果不彰，因鐵氟龍為大分子，而乙醇為小分子。

（十）試驗很多種角度粉刷，結果顯示，塗漆時當漆的液滴與細胞內腔表面接觸角度小於 90 度時，液體較容易往木材中滲透，故我們選約 75 度角粉刷。

（十一）一般油漆烘烤溫度為 60 70 最適當，但鐵氟龍漆於此溫度卻不易乾燥，致漆的滲透性差，而影響其對酸鹼的抗蝕強度，所以改以 160 烘烤之效果較佳，但木材產生形變。

（十二）為提高鐵氟龍漆對木板的吸附及乾燥效率，於鐵氟龍漆中加入適量的幾丁質，不僅效果良好且因降低烘烤溫度為 100 ，致木板未產生形變。

- (十三)文獻上記載無色化學藥品如鹽酸可與木材中的單寧成分產生顏色變化，而本次實驗結果由表五，確實得到滴鹽酸者，木板面呈光滑淡褐色狀的保護面。
- (十四)木板塗布先塗一層待烘烤乾後五個小時，再進行第二次塗布可以增加其表面的密緻性。
- (十五)由於不同的酸鹼於不同的板面上均有不同的變化(凹凸)腐蝕性或呈色，我們應可藉此特性推測未知之酸、鹼為何種酸、鹼。
- (十六)木板可迅速吸收含幾丁質的鐵氟龍漆，乃因幾丁質含許多羥基(-OH)，可與木板的纖維素產生氫鍵。
- (十七)當 18M 的濃硫酸滴於塗有鐵氟龍白色漆的板面上時，板面呈灰色，乃因鐵氟龍白色漆含太白粉，遇濃硫酸將其脫水產生碳之故。

七. 結論

- (一) 依實驗結果顯示能耐高濃度強酸、鹼的實驗桌面外購時，的確得選用較高級的昂貴(每個板面三萬六)環氧樹脂合成桌面。因其它的如普通等級(每個板面二萬四)的環氧樹脂合成桌面、三合板或美耐板等其抗強酸、鹼性的性質均不佳，並不適合當化學實驗室的實驗桌面；而我們自製的實驗桌面只要二千元。
- (二) 一般木板塗布含適量幾丁質鐵氟龍黑色漆一層待乾燥後，再

塗第二層，耐酸鹼性強度即相當於高級的環氧樹脂桌面，因此，值得我們廣為運用。

(三) 木板塗布含適量幾丁質鐵氟龍黑色漆可降低烘烤溫度 60℃，故木板不致於因烘烤溫度太高而變形，為其優點。

(四) 塗布時須留意塗刷的角度得小於 90 度漆的吸附性將較佳，而且噴烤較塗烤外表美觀。

(五) 為避免碰到濃硝酸的呈色反應，建議選擇鐵氟龍黑色漆。

(六) 基於不同的酸、鹼於三合板、美耐板及一般木板上外觀均有不同的變化顯現，我們也可藉由此特徵判別未知酸、鹼的種類。

八. 參考資料

(一) 張上鎮，塗料與塗裝技術，1996，V44，P35。

(二) 盧崑宗，塗料與塗裝技術，1998，V68，P38。

(三) 盧崑宗，塗料與塗裝技術，1998，V70，P28。

(四) 王松永，林產工業，1998，V17，N1，P227。

(五) 李遠豐，生物產業，1998，V9，N1，P27。

(第一名)(最佳鄉土教材獎)

投入心力，解決問題，過程詳實，材料簡易、實用經濟、值得開發。挑戰性高，耐磨、耐酸鹼效果良好，唯其耐熱、耐衝擊，仍需加強，有關配方工程的相溶性，塗佈性待改善。參考資料收集廣泛正確，實驗配方多樣，研究結果與紀錄確實，是一件不可多得的作品，故值得推薦。