



落實綠色化學— 推動環保綠色化學種子深根發芽

108 年 12 月 17 日

簡報大綱



緣起



化學課綱



替代研究



綠色化學、創意競賽



結語

緣起(1/2)

307校/418校
!!!!!!

高級中等以下學校
為什麼需要使用這麼多種類的毒化物？

100年度

各級學校	核可文件(張)	毒化物種類(種)	結餘量(公噸)	學校(校)
國小	3	3	0.003	1
國中	373	24	2.787	105
高中	971	58	6.719	163
高職	327	65	1.981	38
專科	12	10	0.047	4
學院	180	80	0.520	14
科大	898	179	7.641	36
大學	2,695	232	30.702	57
總計	5,459	236	50.40	418

緣起(2/2)

- 本部從101年起，開始推動綠色化學環境保護理念，由**課綱安排**、**課程研發**、**教材編撰**、**師資培育**及**創意競賽**五大層面進行推廣
- 透過**夏令營**、**競賽活動**等系列規劃，激發創意將安全、環保、永續之綠色化學觀念應用於實驗中
- 同時**加強「綠色化學」之理念扎根**於教育中，並盡可能降低其化學反應後廢棄物之產生，以達到環境保護的目標

化學課綱

- 100年度**九年一貫自然與生活科技化學實驗**內容約有**23個**實驗活動，課程大綱中**未使用**列管的毒性化學物質；使用酒精、硝酸鉀、雙氧水、鹽酸、鈉、鉀、氫氧化鈉、硫酸等危害物質。
- 100年度**高中化學實驗**內容約有**21個**實驗活動，課程大綱中**使用到3種**列管毒性化學物質：**鉻酸鉀、二鉻酸鉀與甲醛**等。此外，也使用**鹽酸、氫氧化鈉、硝酸鉀、硫酸、甲苯、乙醇、乙醚、丙酮、乙酸、硫酸銅、硝酸銀、硝酸鉀、二氧化氮、過錳酸鉀、甲苯、石灰、甲醇、丙醛、丁酮、硝酸銀、濃氨水、鈉、氯化鐵、正己烷**等30餘種危害物質。

真的需要這麼多嗎(種類、數量)？

化學課綱

- 102年度高中化學實驗課綱微調

已導入列管毒化物
替代、選用概念~

高中選修化學實驗				
	實驗名稱	說明	技能	試藥
9	醇、醛、酮的性質	醇、醛、酮在水中溶解度的比較 醇、醛、酮與斐林試液的反應 - 以銀鏡反應區別一級醇和二級醇	定性有機分析技術	甲醇、 <u>甲醛(25%以下)</u> 、丙醛、丙酮、1-丙醇、2-丙醇、丁酮、硝酸銀溶液、過錳酸鉀溶液、斐林試液、硫酸、濃氨水、 <u>二鎳酸鉀(選用)</u> 、鈉
10	化學合成	- 以乙酸與乙醇反應製備<u>阿司匹靈</u> - 耐倫的製備	簡單合成技術、產物鑑定與產率	丙酮、 <u>乙酸</u> 、 <u>乙醇</u> 、濃硫酸、飽和碳酸氫鈉溶液、濾紙、濃鹽酸、酒精、 <u>氯化鐵</u> 溶液、 <u>己二胺的氫氯化鈉</u> 溶液、 <u>己二酸</u> 的 <u>正己烷</u> 溶液
補充說明：環保署列管毒性化學物質，需遵循學術機構運作毒性化學物質管理辦法，必要時得以演示實驗或播放影片教學。				

替代研究(1/3)

3年完成14項實驗之替代研究~

實驗名稱	具體成果
1.平衡常數與勒沙特列原理(高中)	• 列管毒化物替代：使用氯化亞鈷水溶液替代列管毒化物鉻酸鉀與二鉻酸鉀。
2.化學電池	• 減量減廢：所有試劑體積減少為原實驗的0.1倍，且此試劑可以保存重覆使用。
3.鋅銅電池	• 減量減廢：所有試劑體積減少為原實驗的0.1倍，且此試劑可以保存重覆使用。
4.氧化還原之滴定(高中)	• 列管毒化物替代：使用過錳酸鉀替代列管毒化物二鉻酸鉀。
5.含氯漂白水與鹽酸的不相容反應	• 實驗安全：以日常生活中市售商品操作實驗，學習認識含氯漂白水與鹽酸的不相容反應，並學習簡易消除毒性氯氣方法
6.醇、醛、酮性質之探討(高中)	• 列管毒化物替代：使用低於24%的甲醛替代列管毒化物37%的甲醛。 • 列管毒化物替代：使用過錳酸鉀替代列管毒化物二鉻酸鉀。
7.簡單電解實驗	• 減量減廢：原使用試管試驗，現改用點滴實驗，實驗結果明顯且大幅降低藥品用量及廢污產量。 • 列管毒化物替代：使用辛烷替代列管毒化物環己烷。 • 實驗安全：使用塑膠針筒取代U型玻璃管，操作上較安全。
8.定性分析(高中)	• 列管毒化物替代：使用碳酸鈉代替列管毒化物二鉻酸鉀。 • 實驗安全：使用濃度由2 M 降低至0.5 M。

實驗名稱	具體成果
9.硝基苯還原反應苯胺的製備(高職)	• 減量減廢：原使用12.3g硝基苯進行反應，改用2.4g。 • 列管毒化物替代：使用乙醚替代列管毒化物苯。 • 危害物品替代：原使用強鹼氫氧化鈉做為萃取液之乾燥劑，現改用無水硫酸鎂為乾燥劑。 • 實驗安全：原使用蒸氣蒸餾進行分離，現改用簡單蒸氣蒸餾，裝置簡化，安全性提高。
10.物質的溶解與結晶	• 減量減廢：測量溶解度實驗，一組實驗原需使用硝酸鉀約20g，經實驗設計一組實驗需使用氯化鉀約17g。 • 危害物品替代：原使用強氧化劑硝酸鉀，現改用氯化鉀。 • 實驗安全：測量溶解度實驗，隔水加熱需操作至約80°C，經藥品替換後，隔水加熱需操作至約60°C。
11.有機物質的一般物性	• 減量減廢：部分實驗操作須使用有機化合物1 mL，設計實驗觀察方法，可降低使用有機化合物以「滴數」操作。 • 實驗安全：建議選用低毒性有機化合物乙醇、丙酮、乙酸乙酯，省略使用丙醛、乙酸、甲苯藥品，且不影響學生實驗結果的觀察與歸納。
12.反應熱的測量	• 減量減廢：使用強酸強鹼濃度1 M、100 mL，降至使用強酸強鹼濃度0.5 M、10 mL。 • 危害物品替代：原使用強氧化劑硝酸鉀，現改用硝酸銨。 • 實驗安全：使用強酸強鹼濃度由1 M 降低至0.5 M。
13.鐵生鏽(高職)	• 列管毒化物替代：使用碘酸鉀或草酸鈉替代列管毒化物二鉻酸鉀。 • 實驗安全：使用濃度由0.1 M 降低至0.0001 M。
14.醛類氧化(高職)	• 列管毒化物替代：使用苯甲醛替代列管毒化物乙醛、使用過錳酸鉀替代列管毒化物二鉻酸鉀。 • 實驗安全：使用濃度由10% 降低至0.5 %。

替代研究(3/3)



教育部
替代實驗成果
(北一女、台灣大
學、松山工農)

綠色化學、創意競賽

類別	內容	101	102	103	104	105	106	107	108
教材研發	1.綠色化學實驗教材	●	●	●		●			●
	2.高級中等學校化學課程綱要		●		●				
	3.高級中等學校化學品風險評估					●			
教育訓練	1.綠色化學教學觀摩研習營			●	●		●		●
	2.綠色化學種子教師培訓				●	●			
	3.教育部校園毒性化學物質減量研習營				●				
	4.綠色化學大手牽小手、夏令營							●	●
推廣	1.替代實驗影片			●					
	2.Green Chemistry 12原則影片中英文字幕					●	●	●	
	3.實驗室安全衛生宣導影片					●			
	4.綠色化學推廣專屬網站/FB				●	●	●	●	●
	5.臺灣化學教育電子期刊專題				●				
其他	1.專家諮詢會	●	●	●	●	●	●	●	●
	2.綠色化學創意競賽			●		●		▼	▲
	3.廠商參訪							●	

教師研習營
學生夏令營

已辦理3屆
(103、105、
107-跨年度)

103年度-綠色化學教學觀摩研習營及替代實驗影片拍攝



學校綠色化學 (減毒減量) 案例分享

- 【替代化學實驗影片】
- 【替代化學實驗研究範例】
- 【高中職/大專校院綠色化學
(減毒減量) 創意競賽得獎作品】



104年度-教育部校園毒性化學物質減量研習營

課程內容	5月23日、5月25日、6月01日	
時間	主題名稱	主講人
13:00-13:30	報 到	
13:30-13:40	政 詞	
13:40-14:10	綠色化學發展現況	趙奕妤秘書長 中國化學會
14:10-14:40	綠色化學創意競賽心得分享	姚月雲老師(台北場) 國立政治大學附屬高級中學
		蔡政錦老師(台中場) 明道中學
		洪鼎惟老師(高雄場) 高雄市立高雄高級工業職業學校
14:40-15:40	實作課程：綠色法拉第 廢電池的第二春	陳孟男老師 廖心妍同學 林群曜同學 國立大甲高級中學
15:40-16:10	校園推動化學實驗安全及 消防須知的課程設計	周芳妃老師 張永信老師 詹莉芬老師 臺北市立第一女子高級中學
16:10-16:30	綜合討論	教育部 工研院



104、105年度-綠色化學種子師資培訓

104年綠色化學教育種子教師培訓課程研習營

主辦單位 教育部
承辦單位 工業技術研究院
協辦單位 中國化學會、臺灣師範大學、北一女中、化工群科中心
上課地點 中科管理局工商服務大樓四樓402會議室(台中市大雅區中科路6號4樓)

9月17日(第一天)		
時間	內容	主持人/主講人
9:00-09:30	報到	
09:30-09:40	開幕致詞	教育部資訊及科技教育司 邱仁杰專門委員
09:40-12:00	環境倫理與永續發展	國立臺灣師範大學 張子超教授
12:00-13:00	午餐	
13:00-15:00	綠色化學發展歷程與挑戰	中國化學會 趙奕珍秘書長
15:00-15:20	休息20分鐘	
15:20-16:30	大家來找碴 綠色化學十二項原則介紹	中國化學會/北一女中/工研院 趙奕珍秘書長/周芳妃老師/廖慧娟研究員
16:30	散會	

9月24日(第二天)		
時間	內容	主持人/主講人
09:30-10:30	實驗室常見的意外事故與安全衛生注意事項	中山醫學大學 劉宏信教授
10:30-10:40	休息10分鐘	
10:40-11:40	實驗室廢棄物處理及分類	國立成功大學環境中心 吳重霖廠長
11:40-12:00	課綱實驗與綠色化學	國立臺灣師範大學 葉名會教授
12:00-13:00	午餐	
13:00-14:30	硫酸鎂水合物(實作)	
14:30-14:50	以家庭用品演示(實作)	
14:50-16:20	Q&A	
16:20-16:30		

105年綠色化學教育種子教師培訓課程研習營

主辦單位 教育部
承辦單位 財團法人工業技術研究院
協辦單位 中國化學會、臺北市立第一女子高級中學、化工群科中心(國立沙鹿高工)
上課地點 台中翔園航空太研習園區(台中市沙鹿區忠貞路20巷176號)

第一天(4月21日)		
時間	內容	主持人/主講人
09:10-09:40	報到	
09:40-10:00	開幕致詞	教育部資訊及科技教育司 邱仁杰專門委員 國立沙鹿高工 許耀文校長
10:00-12:00	綠色化學原則與願景	中國化學會 趙奕珍秘書長
12:00-13:00	午餐	
13:00-15:00	綠色化學—探究與實作 I 彩虹珠玩實驗	北一女中 周芳妃老師 張永信老師
15:00-15:30	休息20分鐘	
15:30-17:30	綠色化學—探究與實作 II 小綠晶體與藍印術	北一女中 周芳妃老師 陳祖望老師
17:30-18:00	辦理住宿事宜	
18:00-19:00	晚餐	
19:00-21:00	立足土地上的探索— 談農業怎樣無毒	花蓮有機生態農場 廖美菊老師
21:00	就寢	

第二天(4月22日)		
時間	內容	主持人/主講人
08:00-09:00	早餐、退房	
09:00-09:50	高中綠色化學教育起飛	北一女中 周芳妃老師 詹莉芬老師
09:50-10:00	休息	
10:00-10:50	實驗室常見的意外事故與安全衛生注意事項	中山醫學大學 劉宏信教授
10:50-11:00	休息	



106、108年度-綠色化學教師研習營

106年度

教育部「綠色化學創意競賽」分享研習營

主辦單位 教育部

承辦單位 財團法人工業技術研究院

協辦單位 臺北市立第一女子高級中學、國立大甲高級中學、高雄市立高雄高級中學

上課地點 工研院(台北學習中心)(台北市館前路65號7樓702教室)
國立大甲高級中學(台中市大甲區中山路一段720號)
高雄市立高雄高級中學(高雄市三民區建國三路50號)

課程內容			5月23日、5月25日、6月01日
時間	主題名稱	主講人	
13:00-13:30	報 到		
13:30-13:40	致 詞		
13:40-14:10	綠色化學發展現況	趙奕珍秘書長 中國化學會	
14:10-14:40	綠色化學創意競賽心得分享	姚月雲老師(台北場) 國立政治大學附屬高級中學	
		蔡政錦老師(台中場) 明道中學	
		洪鼎惟老師(高雄場) 高雄市立高雄高級工業職業學校	
14:40-15:40	實作課程：綠色法拉第廢電池的第二春	陳孟男老師 廖心妍同學 林群曜同學 國立大甲高級中學	
15:40-16:10	校園推動化學實驗安全及消防須知的課程設計	周芳妃老師 張永信老師 詹莉芬老師 臺北市立第一女子高級中學	
16:10-16:30	綜合討論	教育部 工研院	

108年度



- 前1年綠色化學創意競賽成果心得分享
- 108年更安排至獲第1屆綠色化學應用及創新獎團體組-永光化學工業(股)公司、中國石油化學工業開發(股)公司大社廠參觀，分享綠色化學應用實績

108年度-綠色化學夏令營

中部場		
時間	行程	講師
09:00-09:30	報到(台鐵臺中車站新站集合)	
09:30-10:30	➤ 台鐵台中站-大甲高中	(遊覽車)
10:30-12:00	➤ 綠色化學創意競賽作品分享	梁文傑教授 國立臺灣大學化學系
12:00-13:00	午餐	
13:00-15:40	➤ 綠色化學創意實作教學	廖旭茂老師 臺中市立大甲高級中等學校
15:40-16:00	➤ 綜合座談	教育部 工研院
16:00-16:30	➤ 大甲高中-台鐵台中站	(遊覽車)



對象：
高級中等
學校

已辦理3屆
(103、105、
107)



綠色化學
創意競賽
頒獎典禮
花絮



結語(1/2)

高級中等以下學校
已由100年度之307校，降至54校!!!

54校/139校
!!!!!!

108年第三季

各級學校	核可文件(張)	毒化物種類(種)	結餘量(公噸)	學校(校)
國小	0	0	0	0
國中	7	6	0.036	3
高中	182	34	0.340	43
高職	41	18	0.071	8
大專校院	4,136	257	42.575	85
總計(108年)	4,366	257	43.021	139
總計(100年)	5,459	236	50.40	418

結語(2/2)

- 維運與精進本部綠色化學推廣網站
- 透過**師資培訓**，推動環保綠色化學**種子深根發芽**，融入學習中，激發學生探索能力
- 研發高級中學化學科微型實驗課程
- 與行政院環境保護署**共同辦理綠色化學創意競賽**，強化高級中等學校、大專校院學生對綠色化學之興趣，培養靈活思考、多元學習的精神