

科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

科普活動：看動漫學科學

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 104-2515-S-040-001-
執行期間：104年10月01日至105年04月30日
執行單位：中山醫學大學醫學應用化學系(含碩士班)

計畫主持人：蔡惠燕
共同主持人：周金城
計畫參與人員：大專生-兼任助理人員：吳羅賢

處理方式：

1. 公開資訊：本計畫可公開查詢
2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否
3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：否

中華民國 105 年 05 月 19 日

中文摘要：本計畫屬創意科普活動設計與推廣，開發創新且具趣味性的科普活動與學校教育結合的創意教學，J. Borphy在他的著作 motivating students to learn 提及教師說故事(storytelling)，角色扮演(role-play)，視覺刺激如相片、圖畫或影片，或透過分組腦力激盪(brainstorming)都有助於提升學生的學習動機與學習效果。名偵探柯南 是部偵探動漫，內容提供邏輯推理、因果關係等教育性讓兒童思考，且有些故事內容涉及科學原理。有鑑於大部分的小朋友都很喜歡看卡通，本計畫第一部分將利用卡通劇情訓練同學的觀察能力，藉由生動活潑的教材呈現，引起學習者的學習動機與興趣，透過劇情及講習讓同學認識甲醛的用途與危害之預防。第二部分則設計簡易的實驗操作，檢測甲醛的存在與否。避免一般民眾聞化色變，對化學無謂的排斥，釐清觀念與加深印象，並延伸到日常生活中的應用，以提高學生學習科學的興趣，並培養學生推理能力以及問題解決的能力。

透過小班教學動手做實驗方式進行，共有 192位小學五、六級學生，82國中二年級及314位高中同學，合計約588位學生參與此次活動。活動結束後亦辦理參與推廣活動的老師座談會，透過老師的座談了解執行面的優缺點，作為日後推廣活動之改善。整體而言學生滿意度高，且學生對透過動漫學習的興趣遠比聽老師講課高。學習成效評估顯示本計畫達到讓參與同學了解生活中的甲醛、其危害與防護的目的。

中文關鍵詞：看動漫學科學、甲醛、席夫試劑

英文摘要：This project is to promote and develop creative teaching activities for having fun with learning sciences in school. J. Borphy mentioned that storytelling, role-play, visual stimuli such as photos or videos or through group brainstorming will improve motivation and efficiency of student learning. Detective Conan is an animation drama which provides inference and causal relationship. It can inspire students to think. Some stories of Detective Conan involve scientific concepts. Most of the children like to watch cartoons; therefore, we plan to combine different learning activities, such as watching cartoons, hand-on experiments and group brainstorming to improve motivation and efficiency of student learning. We wish to increase the logical abilities of students via finding out evidences of crimes in the cartoon drama and inspire them to learn the scientific principles. The hand-on experiments let students understand the scientific principles in the realm of nature.

Chemical is every bit in modern life, but little knowledge is a dangerous thing. Public should be educated the pros and cons of the chemicals. This project is to educate students at the different grades with the chemical knowledge of formaldehyde used in daily lives. The students can learn the chemicals and how to protect themselves from

chemical hazardous and bring the message back to their family. There were 192 elementary school students, 82 junior high school students, and 314 senior high school students attending these activities. An experience sharing workshop of all participating teachers was carried out to assess the advantages and improvements for the activities in the future. Overall satisfaction of students was higher than 4.0 (full score is 5.0). All students like animation drama more than the teacher' s lecture. The purpose of this project was achieved that all participating students understood hazards of formaldehyde and how to protection themselves from formaldehyde.

英文關鍵詞：leaning science by animation drama, formaldehyde, schiff reagent

科普活動:看動漫學科學

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：MOST 104 - 2515-S-040-001-

執行期間：104 年 10 月 1 日至 105 年 4 月 30 日

執行機構及系所：中山醫學大學醫學應用化學系

計畫主持人：蔡惠燕

共同主持人：周金城

計畫參與人員：吳羅賢

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 ____ 份：

移地研究心得報告

出席國際學術會議心得報告

國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

中 華 民 國 105 年 5 月 19 日

附件 2

科技部科教國合司科普活動計畫總表
(104 年度計畫)

計畫名稱：看動漫學科學	主持人姓名：蔡惠燕
執行機構：中山醫學大學應用化學系	執行期限：104/10~105/4
科技領域（活動內容主要涉及的科技領域，例如：數學、物理、化學、生態、地質、資訊、奈米、生物技術、醫學、食品科技...）：物理與化學	
活動規模： <input type="checkbox"/> 針對特定學校或機構之成員 <input type="checkbox"/> 開放給全國性（某類）民眾（例如：全國之國中生） <input checked="" type="checkbox"/> 開放給區域性（縣、市）（某類）民眾（例如：桃、竹、苗之國中生） <input type="checkbox"/> 國際性活動	
活動歷史： <input checked="" type="checkbox"/> 初次辦理 <input type="checkbox"/> 已辦理__年，初次申請科技部/國科會補助 <input type="checkbox"/> 已辦理__年，申請科技部/國科會補助__次	
計畫主題（計畫主要目的，可複選但至多勾選3項）： <input checked="" type="checkbox"/> 1. 透過實驗認識科學 <input type="checkbox"/> 7. 女學生參與科學 <input type="checkbox"/> 2. 科普素材研發 <input type="checkbox"/> 8. 與企業、科教社群合作，配合款達 40% <input type="checkbox"/> 3. 科普人才培育 <input type="checkbox"/> 9. 全民科學週 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 創意科普活動設計與推廣 <input type="checkbox"/> 10. 科學之藝術影像 <input type="checkbox"/> 5. 科學新聞科普活動設計 <input type="checkbox"/> 11. 其他，（請說明：_____） <input type="checkbox"/> 6. 科學學習落差	
活動對象： <input type="checkbox"/> 學齡前兒童 <input type="checkbox"/> 大專以上學生 <input checked="" type="checkbox"/> 國小學生 <input type="checkbox"/> 社會人士 <input checked="" type="checkbox"/> 國中學生 <input type="checkbox"/> 其他特殊族群，（請說明：_____） <input checked="" type="checkbox"/> 高中（職）學生	
活動辦理方式： <input checked="" type="checkbox"/> 研習會或研習營 <input checked="" type="checkbox"/> 動手做活動 <input type="checkbox"/> 工作坊 <input type="checkbox"/> 科普書籍出版或導讀 <input type="checkbox"/> 大型競賽（註：參賽者跨 2 縣市以上） <input type="checkbox"/> 科普網站導覽 <input type="checkbox"/> 展示 <input type="checkbox"/> 可供「科技大觀園」網站使用之數位化內容 <input type="checkbox"/> 表演 <input type="checkbox"/> 其他，（請說明：_____）	
活動辦理地區（請填縣市名，例如：台中市豐原區）： <u>中彰投地區</u> <input checked="" type="checkbox"/> 室內 <input type="checkbox"/> 戶外	活動辦理時間：104/12~105/2
活動辦理次數： 小學 4 場 中學 3 場 高中 7 場	實際參加人數： 國小 192 國中 82 高中 314 總計活動參加人數: 588 人

計畫中文摘要。(五百字以內)

本計畫屬創意科普活動設計與推廣，開發創新且具趣味性的科普活動與學校教育結合的創意教學，J. Borphy 在他的著作「motivating students to learn」提及教師說故事(storytelling)，角色扮演(role-play)，視覺刺激如相片、圖畫或影片，或透過分組腦力激盪(brainstorming)都有助於提升學生的學習動機與學習效果。「名偵探柯南」是部偵探動漫，內容提供邏輯推理、因果關係等教育性讓兒童思考，且有些故事內容涉及科學原理。有鑑於大部分的小朋友都很喜歡看卡通，本計畫第一部分將利用卡通劇情訓練同學的觀察能力，藉由生動活潑的教材呈現，引起學習者的學習動機與興趣，透過劇情及講習讓同學認識甲醛的用途與危害之預防。第二部分則設計簡易的實驗操作，檢測甲醛的存在與否。避免一般民眾聞“化”色變，對化學無謂的排斥，釐清觀念與加深印象，並延伸到日常生活中的應用，以提高學生學習科學的興趣，並培養學生推理能力以及問題解決的能力。

透過小班教學動手做實驗方式進行，共有 192 位小學五、六級學生，82 國中二年級及 314 位高中同學，合計約 588 位學生參與此次活動。活動結束後亦辦理參與推廣活動的老師座談會，透過老師的座談了解執行面的優缺點，作為日後推廣活動之改善。整體而言學生滿意度高，且學生對透過動漫學習的興趣遠比聽老師講課高。學習成效評估顯示本計畫達到讓參與同學了解生活中的甲醛、其危害與防護的目的。

計畫英文摘要。(五百字以內)

This project is to promote and develop creative teaching activities for having fun with learning sciences in school. J. Borphy mentioned that storytelling, role-play, visual stimuli such as photos or videos or through group brainstorming will improve motivation and efficiency of student learning. 「Detective Conan」 is an animation drama which provides inference and causal relationship. It can inspire students to think. Some stories of「Detective Conan」involve scientific concepts. Most of the children like to watch cartoons; therefore, we plan to combine different learning activities, such as watching cartoons, hand-on experiments and group brainstorming to improve motivation and efficiency of student learning. We wish to increase the logical abilities of students via finding out evidences of crimes in the cartoon drama and inspire them to learn the scientific principles. The hand-on experiments let students understand the scientific principles in the realm of nature.

Chemical is every bit in modern life, but little knowledge is a dangerous thing. Public should be educated the pros and cons of the chemicals. This project is to educate students at the different grades with the chemical knowledge of formaldehyde used in daily lives. The students can learn the chemicals and how to protect themselves from chemical hazardous and bring the message back to their family. There were 192 elementary school students, 82 junior high school students, and 314 senior high school students attending these activities. An experience sharing workshop of all participating teachers was carried out to assess the advantages and improvements for the activities in the future. Overall satisfaction of students was higher than 4.0 (full score is 5.0). All students like animation drama more than the teacher's lecture. The purpose of this project was achieved that all participating students understood hazards of formaldehyde and how to protection themselves from formaldehyde.

計畫產生原因

這幾年食品非法添加三聚氰胺、塑化劑、銅葉綠素、或工業用化學品等問題，讓民眾聞”化”色變，因此，提升公民化學知識素養是刻不容緩的工作。甲醛的使用在工業上是不可避免的，用作護牆板、天花板等裝飾材料的各類醛樹脂人造板，比如合板、細木板、纖維板和刨花板等，均有可能散發甲醛。甲醛目前已被世界衛生組織公告為一級致癌物，因此本計畫希望透過科普活動讓學生瞭解甲醛的用途、危害、檢驗及防患之道。水能載舟亦能覆舟，希望讓同學了解化學品的用途及使用安全，不要一味排斥化學，也不要當無知的受害者。

本活動屬科普計劃主題(四)創意科普活動設計與推廣—開發創新且具趣味性的科普活動或與學校教育結合的創意實驗，使學生能提高學習科學的興趣，並培養學生推理能力以及問題解決的能力。J. Borphy 在他的著作「motivating students to learn」^[1] 提及教師說故事(storytelling)，角色扮演(role-play)，視覺刺激如相片、圖畫或影片，或透過分組腦力激盪(brainstorming)都有助於提升學生的學習動機與學習效果。「名偵探柯南」是部偵探動漫，曾於 102 年國家通訊傳播委員會委託台灣媒體觀察教育基金會執行「適齡兒童電視節目標章」評選作業，被評為適合 10-12 歲兒童觀賞的優質節目^[2]，日本一家網站也曾針對其讀者做了一項有關“令你百看不厭的動畫”的調查。在調查對象中，有 75.8% 的人表示有這樣一部作品讓自己無論看多少遍都不會厭倦，「名偵探柯南」名列第三^[3]。「名偵探柯南」陪著很多同學成長甚至成人也還在看，它提供邏輯推理、因果關係等教育性內容讓同學思考，有些故事內容還涉及科學原理，本計畫經過精心挑選第 196 集「看不見的兇器」，該集內容與利用揮發性有毒氣體當殺兇器並提當心加裝潢材料所造成的“病態建築”，用有來引發同學學習「居家潛藏危機---甲醛的危害與預防」，透過影片觀賞訓練同學的觀察能力，透過影片劇情內容讓同學了解生活環境中哪些地方會有甲醛的存在，甲醛對健康的影響，並介紹如何避免這些物質對健康造成影響，及甲醛測試方法，讓同學可以將化學與生活結合。

(一)活動辦理方式:

本計畫對象分為國小、國中、高中同學，戲劇的劇情將可加深他們學習的印象，對同學除了科學原理的傳達，我們主要目的在建立小朋友對科學探討的興趣；讓他們了解化學離不開生活，進而對生活中常接觸到的化學品有所認識。也希望透過不同年齡層的同學，了解此活動形式及課程內容在不同年齡層的接受程度，以作為日後活動設計之參考。

1. 計畫進行流程

工作項目	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
實驗設計	→									
召開說明會			104.10.29							
實驗改良、問卷設計、上課教材製作			→							
徵求種子教師與推廣活動執行					→					
問卷分析							→			
種子教師座談與成效檢討								105.3.24		
撰寫報告									→	

2. 說明

本計畫核定間為 104 年 10 月到 105 年 4 月(104/10~105/4)，但為了讓學生操作實驗能盡量完美，及提供給種子教師完整的訓練資練，我們從 104 年 8 月就開始相關實驗設計與條件探討，並整理相關資料。於 104 年 10 月 29 日辦理計畫說明會，與會中學老師有 40 多人，最後願意配合執行的有 6 位高中老師，一位國中老師，及敝校一位研究生。

活動辦理方式乃配合國小期末考後尚有到校的時間，計畫人員帶相關器材，協助器材與實驗操作，與種子教師到台中市永安國小進行教學與實驗操作，原本要在各班進行，因為各班時間安排的關係，後來改到大教室兩班合併上

課，共兩場4個班級。亦與萬和國中辦理的國小數理寒假營隊合作進行兩個場次。國中部分則由萬和國中莊創期老師對參與寒假課輔的同學逐班上課共3個場次82人。高中參與的有彰化高中科學研究社，長億高中，大明高中，葳格高中兩個場次，興大附中寒假科學營，彰化和美實驗學校等共7個場次314人參加。

高中部分由計畫執行單位提供器材及完整教材檔案，由該校老師自行依學生程度調整上課內容。計畫執行單位助理協助實驗操作。

(二)活動教材

提供給種子教師的投影片內容如下

1

居家潛藏危機——甲醛的危害

名偵探柯南：第211話 看不見的兇器

中山醫學大學醫學應用化學系
蔡惠燕

淨化室內空氣之植物應用及管理手冊，行政院環境保護署編印
甲醛帶給你的傷害! <http://greenkey.smilehome.asia/knowledge.php?kidd=18>

2

課程大綱

- 影片觀賞
- 影片內容有關甲醛的介紹
- 甲醛的用途與性質
- 甲醛的檢驗

3

影片內容討論

- 什麼是病態建築症候群
- 為何新房子內會有甲醛
- 吸入過多的甲醛，身體會有何症狀？
- 如何去除屋內的甲醛

4

病態建築症候群

- 一般人的觀念中，對室外空氣污染的關心程度遠勝於室內空氣污染，但根據估計，現代人每天約有80%~90%時間是在室內度過(Abbritti and Muzi, 1995)。
- 近年來報導指出，當置身於密閉性較高的建築物內，許多人會出現頭痛、眼、鼻或喉嚨的感染、易感冒、皮膚乾燥發癢、嗜睡、噁心、無法專注、易疲勞、對氣味敏感等種種生理不適症狀出現，稱之為「病態建築症候群」(Sick Building Syndrome, SBS) (Knoppel and Wolkoff, 1992)。

5

室內空氣污染源

- 主要來自於家具、地毯、影印機、窗簾帷幕、絕緣材料、油漆甚或建築材料等所釋放的揮發性有機物質(Volatile Organic Chemicals, VOCs)。
- 影印機、雷射印表機、電影放映燈等使用過程中產生臭氧，室內的臭氧污染甚至比戶外還嚴重，臭氧具強烈的刺激性，會對人體呼吸道造成損害，並影響中樞神經系統。

6

有機揮發物質(VOCs)

- 家庭或辦公室等環境中，散佈來自於建築材料、傢俱、裝飾物及除臭劑、清潔劑等產品所產生的化學物質(表4)。
- 人亦會有呼吸產生有機揮發物質，於室內甚至可偵測到超過300種揮發性有機化合物(Volatile Organic Chemicals, VOCs)。
- 合成的有機化合物在室溫下變成蒸氣或氣體，其中有許多是具有毒性的。甲醛是最常見的室內空氣污染毒物。

13 除甲醛植物/淨化空氣/室內植物
去甲醛十大植物高手

表 6 植物於密閉室內移除甲醛之能力(Wolverton and Wolverton, 1993)

排名	植物種類	移除速率($\mu\text{g/hr}$)
1	波斯顿蕨	1863
2	菊花	1454
3	羅比親工海棗 (椰子)	1385
4	竹蕉	1361
5	雪佛里椰子	1350
6	常春藤	1120
7	垂榕	940
8	白鶴芋	939
9	黃椰子	938
10	中斑香龍血樹	938



15 醛的檢驗:與檢驗試劑發生氧化還原反應-1

- 醛類在溫和的條件下即可氧化成羧
 - 酸性條件: $\text{RCHO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{RCOOH} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
 - 鹼性條件: $\text{RCHO} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{RCOO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$
- 多倫試液Tollens' reagent (銀鏡反應)

$$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + 2\text{NH}_3$$

$$2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{RCHO} + 3\text{OH}^- \rightarrow 2\text{Ag} + \text{RCOO}^- + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$

✓ 多倫試液與醛共熱，則二氨銀離子被還原成金屬銀析出於試管壁呈現銀鏡，稱為銀鏡反應。

16 醛的檢驗:與檢驗試劑發生氧化還原反應-2

- 斐林試液或本尼迪試液

$$2\text{Cu}^{2+}_{(\text{complex})} + \text{RCHO} + 5\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{RCOO}^- + 3\text{H}_2\text{O}$$

銅離子溶液藍色變淡，並生成暗紅色(dark red)氧化亞銅(Cu_2O)沉澱

- 多倫試液可與芳香醛反應，但斐林試液不能，故利用此特性可區分脂肪醛與芳香醛
- 斐林試液(Fehling's solution)成份：藍色硫酸銅水溶液，酒石酸鉀鈉混合的鹼性溶液
- 本尼迪試液(Benedict's solution, 斐林氏試液)成份：檸檬酸鈉銨合銅離子的鹼性溶液，反應與斐林類似，也可用來檢驗醛類化合物
- 酒石酸及檸檬酸根可以銅離子形成錯化合物(complex)，避免在鹼性條件下形成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉澱。

17 甲醛(HCHO)的性質

- 製備(1) 1°醇與溫和的氧化劑作用，可被氧化成醛

$$3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+ \rightarrow 3\text{HCHO} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$$
- (2) 1°醇被紅熱銅絲氧化，可生成醛

$$2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[230^\circ\text{C}]{\text{Cu}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$$
- 性質
 - 甲醛為無色有刺激性氣味的氣體，b.p.= -19.5°C ，m.p.= -92°C
 - 易溶於水及乙醇
 - 甲醛為極性分子，屬於 sp^2 之平面型鍵結
- 用途：市售的福馬林為約37%的甲醛水溶液，可作為防腐劑或消毒劑也可用於酚樹脂或樹脂原料

<http://en.wikipedia.org/wiki/Formaldehyde>

18 醛的檢驗:席夫試驗(Schiff test) -1

由德國化學家西奧·席夫(Hugo Schiff)發明的一種檢驗醛類的方法，與醛類反應會呈現紫紅色。

- 席夫試劑:
 - Pararosanilin(品紅 / fuchsin 或洋紅，又名玫瑰羧酸)是一個粉紅色的染料，它會與亞硫酸作用得到無色的 leucosulfonic acid (Schiff's reagent or fuchsin-sulphurous acid)

CAS No. 16097-08-8
pararosaniline leucosulfonic acid

席夫試劑應為無色或淡黃色

席夫試劑 Schiff reagent

亞磺胺氫鹽

aldehyde or ketone

Schiff's addition complex

$\text{H}-\text{C}-\text{OH}$
 $\text{HO}-\text{C}-\text{H}$
 $\text{H}-\text{C}-\text{OH}$
 $\text{H}-\text{C}-\text{OH}$
 CH_2OH
D-glucose

- 席夫試劑為親核基(nucleophile)與醛的C=O(carbonyl)進行反應。
- 人類皮膚含糖類，其末端亦含有醛基，所以可以用席夫試劑染色。
- 席夫試劑又稱為 leucofuchsin。字首 leuco 代表白色，即指 fuchsin 在溶液中失去顏色。

20 甲醛的檢驗:席夫試驗(Schiff test)-2

當加入醌類化合物時很容易反應脫去一分子亞磺酸並得到一紫紅色的 quinoid 顏料

21 甲醛氣體檢測試劑

• 準備 Schiff's reagent-1

0.05g 鮮玫瑰蘇丹 蘇丹紅 於 30mL 二次水 (-70°C)

0.5g 亞磺胺氫 於 5mL 二次水

鹽酸 0.5 mL

22 準備 Schiff's reagent-2

將蘇丹與亞磺胺氫混合

移至抽風櫃中，攪攪加入 0.5 mL 濃鹽酸

剛混合的溶液呈桃紅色，靜置一段時間後會得到無色的 leucosulfonic acid (不需過濾，於 40°C 可保存數週仍有活性)

23 準備飽和甲醛氣體

- 抽取約 1mL 37% 甲醛溶液，置入血清瓶中。
- 蓋上裝有砂膠管的瓶蓋，並將血清瓶包上錫箔紙避光。將血清瓶放置過夜，使瓶內的甲醛達到飽和狀態。
- 因為甲醛照光會分解，產生自由基，所以準備甲醛氣體的血清瓶應包上錫箔紙避光。

24 簡易的甲醛氣體檢測-1

- 將濾紙浸泡檢測試劑，然後置於封筒推桿上。
- 把推桿推到封筒內前端。

25 簡易的甲醛氣體檢測-2

- 將針筒接於裝甲醛的瓶子，
- 夾子夾住切膠管與針筒接合處
- 抽出氣體，利用甲醛易溶於水的特性，抽出的甲醛氣體溶於濕潤的濾紙上，並與濾紙上的試劑反應，而呈紫色

一手握住針筒
另一手慢按注射桿

26 甲醛量對變色之影響

0	2mL	3mL	4mL	5mL
0	9.3	13.95	18.6	23.25ug

Ex: 在氣溫32℃的情況下，45mL針筒抽取1mL甲醛氣體，針筒內試片的甲醛濃度為多少？
 在氣溫32℃的情況下，甲醛氣體的飽和蒸氣壓為 $3.87 \times 10^{-3} \text{ atm}$ ，將各條件代入公式中

$$C = \frac{3.87 \times 10^{-3}}{0.082 \times (273 + 32)} = 1.55 \times 10^{-4}$$
 由計算結果得知：試片的甲醛濃度為
 $1.55 \times 10^{-4} \text{ (mole/L)} = 1.55 \times 10^{-7} \text{ (mole/mL)} = 0.05 \text{ } \mu\text{g/mL}$
 抽出 2 mL 即抽出 0.3 ug

27 不同溫度條件下甲醛溶液的飽和蒸氣壓

溫度(T)	溫度(°C)	溫度(K)	飽和蒸氣壓 (P _{sat} (atm))	飽和蒸氣壓 (atm)	偏置數 (atm)
70	21.1	294.3	0.028	1.91E-03	7.89E-08
75	23.9	297.0	0.034	2.31E-03	9.49E-08
80	26.7	299.8	0.042	2.86E-03	1.16E-07
85	29.4	302.6	0.051	3.47E-03	1.40E-07
90	32.2	305.4	0.061	4.15E-03	1.66E-07
95	35.0	308.2	0.074	5.04E-03	1.99E-07
100	37.8	310.9	0.089	6.06E-03	2.37E-07
105	40.6	313.7	0.107	7.28E-03	2.83E-07

*來源參考：http://replan.net/chriskap/#M3.pdf

28 甲醛檢測量計算

- 將理想氣體方程式 $PV=nRT$ 移項換算

$$\frac{n}{V} = \frac{P}{RT} = C$$

T=溫度(K)
 P=溫度T時，甲醛飽和蒸氣壓(atm)
 n=甲醛莫耳數
 V=容器體積(L)
 R=理想氣體常數
 C=氣體濃度(mole/L)

由於檢測之甲醛氣體濃度非常稀薄，忽略非理想氣體行為

33 甲醛檢測體驗

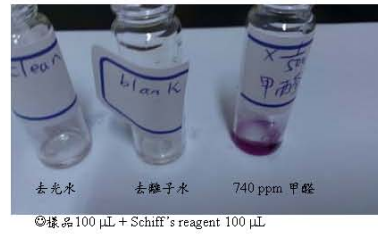
34 其他與居家安全相關

- 只要香氣不要毒氣

35 生活中常會接觸到的化學溶劑

- 民視 (59臺) 2014年03月22日 (周六) 08:00【科學再發現】全集播出
原節目：看不見的殺手 (東玉環境科技有限公司)
- 單元學術名稱：工程技術 > 化學工程
- 標籤：芳香劑、鄰苯二甲酸酯、乙酸乙酯、甲醛、不孕、畸胎、癌症

甲醛測試



速乾黏著劑



液態芳香劑



液態芳香劑 vs. 甲醛氣體



加入100μL 0.076%之甲醛溶液，與高分子分別置於瓶底兩端(不直接接觸)，全部揮發對於 1L 空間，含 76 μg 甲醛(完全揮發=76ppm 甲醛氣體)。此芳香劑揮發出的醛類高於此濃度。

42 指甲油



4小時之後

43 指甲油

空白對照組



44 去光水



45 變色一定是甲醛嗎?

- Schiff's reagent 可與醛類反應，甲醛、乙醛...均可
- 要確認是何種醛類須利用 GC/MS (氣相層析質譜儀)進一步驗證



X1/5 X1/5 Blank control

47

乙醇

• 乙醇為燃，是常用的**燃料**、**溶劑**和**消毒劑**，也用於**有機合成**。工業酒精含有少量有毒性的**甲醇**。

• 醫用酒精主要為**體積濃度**為75%左右（或**質量濃度**為70%）的乙醇，也包含醫學上使用廣泛的其他濃度酒精。

• 高濃度的乙醇會刺激皮膚和眼球，若食用過量則導致嘔吐及噁心，長期食用則會損害肝臟。

熔點	-114.3 °C (158.8 K)
沸點	78.4 °C (351.6 K)
溶解性 (水)	混溶
Vapor pressure	0.0587 atm (at 20 °C)

主要代謝產物: 乙醛 [acetaldehyde](#)



臺灣經濟公司陸田酒廠製造的95度食用酒精

48

工業製備

• 乙醇: 工業上一般用**澱粉發酵法**或**乙烯的水化法**製取乙醇。在一定條件下，乙烯通過**固體酸催化劑**直接與水反應生成乙醇：

$$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$$

• 乙醛: 主要的生產方法為**Wacker Oxidation**，即通過**氧化乙烯**製備：

$$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 \xrightarrow[\text{CuCl}_2 (\text{cat}), \text{O}_2, \text{H}_2\text{O}]{\text{PdCl}_2 (\text{cat})} \text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$$

49

發酵酒

• 在製酒的發酵過程中或酒精釀成時，部分的醇能氧化成醛類。酒中的醛類，有低沸點的如**甲醛**、**乙醛**等，有高沸點的如**糠醛**、**丁醛**、**戊醛**、**己醛**等。

醛類	沸點 (°C)
甲醛	-19.5
乙醛	21
丁醛	76 (與乙醇接近)

CAS# 123-72-8. Draize test, rabbit, eye: 20 mg/24h Moderate. Inhalation, mouse: LC50 = 44610 mg/m³-2h. Inhalation, mouse: LC50 = 36000 mg/m³-2h. Inhalation, rat: LC50 = 6490 ppm-4h. Oral, rat: LD50 = 2490 mg/kg. Oral, rat: LD50 = 5890 mg/kg. Skin, rabbit: LD50 = 3560 mL/kg. **丁醛MSDS**

Other: Butyraldehyde - Not listed as a carcinogen by ACGIH, IARC, NTP, or CA. Carcinogenicity: Prop. 65.

50

乙醛

• 又稱**醋醛**，屬**醛類**。

• 乙醛可存在於**咖啡**、**麵包**，成熟的水果中，它還可以通过植物作為**代謝產物**而生成。

• 乙醛還可通过**乙醇**的氧化獲得並認為是**宿醉**的成因。

• 乙醛常溫下為**液態**，無色、可燃，有刺鼻的氣味。

• 其**熔點**為-123.5 °C，**沸點**為20.2 °C。

• 可以被還原為**乙醇**，也可以被氧化成**乙酸**。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/乙醛>



51

Quantitative Determination of Acetaldehyde in Foods Using Automated Digestion with Simulated Gastric Fluid Followed by Headspace Gas Chromatography

Michael Uebelacker and Dirk W. Lachenmeier

Journal of Automated Methods and Management in Chemistry Volume 2011 (2011), Article ID 907317, 13 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2011/907317>



Buttermilk + Schiff reagent

Buttermilk + Schiff reagent + stimulated gastric fluid

Quantitative Determination of Acetaldehyde in Foods Using Automated Digestion with Simulated

52

常見的醛類

分子量愈大水的溶解度愈小

醛類	沸點 (°C)	工業
甲醛 HCHO	-19.5	
乙醛 CH ₃ CHO	21	合成香料
苯甲醛 C ₆ H ₅ CHO	176	香味添加劑，合成其他化合物，如香水、染料
香茅醛	81-83	一種廣泛使用的可食用香料
肉桂醛	285	肉桂、檸檬的樹皮均含有桂皮醛，使之具有防腐功效，肉桂樹皮中所含有的揮發油中90%都是桂皮醛



53

Summary

- 乙醇中含有乙醛或丁醛是不可避免的。
- 生活中常見的食物也會含有微量的醛類。
- 是否要因噎廢食？或是杯弓蛇影？

54

其他相關資料 供授課老師參考

55 <http://www.sciencelab.com/>

物質安全資料MSDS

- Formaldehyde 37% solution**
 - Toxicological Data on Ingredients: Formaldehyde: ORAL (LD50): Acute: **100 mg/kg [Rat], 42 mg/kg [Mouse], 260 mg/kg**
 - CARCINOGENIC EFFECTS: Classified A2 (Suspected for human.)
 - Vapor Pressure: >1 atm (20°C) Vapor Density: 1.03 (Air = 1)
 - Volatility: 100% (w/w).
- Acetaldehyde 100%**
 - Toxicological Data on Ingredients: Acetaldehyde: ORAL (LD50): Acute: **661 mg/kg [Rat], 900 mg/kg [Mouse]**
 - CARCINOGENIC EFFECTS: Classified 2B (Possible for human)
 - Vapor Pressure: 0.9997 atm (@ 20°C) Vapor Density: 1.52 (Air = 1)
 - Volatility: Not available.

56

丙醛 Propionaldehyde

- 室溫下為無色液體，略微帶有刺激性的水果氣味。
- 沸點 46 to 50 °C
- Vapor Pressure: 0.309 atm (@ 20°C)
- 丙醛主要通過金屬催化劑存在下，混合合成氣和乙烯，發生加氫甲基化反應製得：

$$\text{CO} + \text{H}_2 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$$
- Special Remarks on Toxicity to Animals: **Not available.**
- Special Remarks on Chronic Effects on Humans: **Not available.**

57


Other aldehydes




- Benzaldehyde**
 - Potential Chronic Health Effects:
 - CARCINOGENIC EFFECTS: Not available.
 - MUTAGENIC EFFECTS: Not available.
 - TERATOGENIC EFFECTS: Not available.
 - DEVELOPMENTAL TOXICITY: Not available.
 - The substance is toxic to lungs, the nervous system, mucous membranes. Repeated or prolonged exposure to the substance can produce target organs damage 該物質對肺、神經系統、黏膜等器官是有毒的。重複或長時間接觸該物質可導致器官損害。

58

Vanillin

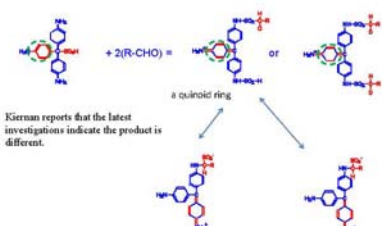


- Toxicity to Animals: Acute oral toxicity (LD50): 1400 mg/kg [Guinea pig] Acute dermal toxicity (LD50): >5010 mg/kg [Rabbit] Chronic Effects on Humans: Not available.
- Other Toxic Effects on Humans: Hazardous in case of ingestion, of inhalation. Slightly hazardous in case of skin contact (irritant, permeator).
- Special Remarks on Toxicity to Animals: Not available.
- Special Remarks on Chronic Effects on Humans: May affect genetic material (mutagenic). May cause adverse reproductive effects based on animal test data 可能影響遺傳物質（致突變）。根據動物實驗數據可能會引起生殖不良的影響。

50 **糠醛 (呋喃甲醛, furfural)** 

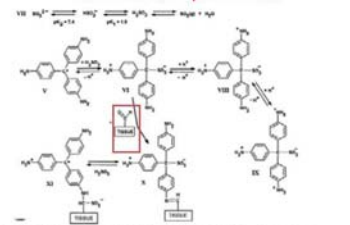
- 一種工業用化學製品，可由各種農副產品中萃取，包括玉米糖軸、燕麥與小麥的麥麩和蠟木屑。
- furfural* 這個字取自於拉丁字的 *furfur*，意思是麥麩，因為這是糠醛取得的來源。
- 糠醛是一種芳香族的醛，其化學式為 $C_5H_4O_2$ ，沸點 161.7°C
- 純糠醛是有杏仁味的無色的油狀液體，暴露於空氣中會快速變成黃色。
- 如果食用或吸入糠醛，會產生中毒現象，包括興奮、煩躁、頭暈、噁心，最後失去意識並因為呼吸衰竭而死亡。
- 長期的皮膚接觸會導致皮膚過敏，和特有的敏感性濕疹。在毒害研究中，糠醛會讓動物產生腫瘤、突變、肝臟與腎臟損壞。

51 **席夫試驗(Schiff test)-3**



Kierman reports that the latest investigations indicate the product is different.

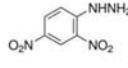
52 **Schiff test—pH effect**



http://www.dabo.com/0066_12may10_webic_bayster19.pdf Chapter 191 On Chemical Reactions and Staining Mechanisms

53 **環保署公告的方法**

- 目前環保署公告的方法，是以固定流量之採氣泵抽取空氣至含 2,4-二硝基代苯肼 (2,4-Dinitrophenylhydrazine, DNPH) 之吸收液，將甲醛與 DNPH 反應生成甲脎-DNPH 之衍生物後再進行分析，因為吸收液之高揮發性並其穩定性，採樣程序皆須於冰浴 4°C 中完成。

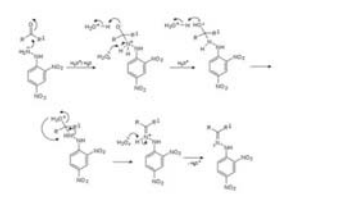


ALS Environmental provides personal sampling monitors to monitor exposure to airborne formaldehyde and provides its chemical analysis by EPA Method TO-11A. Formaldehyde and other aldehydes, such as acetaldehyde and glutaraldehyde, can be analyzed in hair care products (such as those containing keratin) and other cosmetic product samples using a modified EPA Method 8312 in which the formaldehyde is derivatized using 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNPH) followed by high performance liquid chromatography (HPLC) analysis.

此藥品目前臺灣外管 仍藥品無法出口到台灣

http://www.nisaa.gov.tw/windows/news/029_居家甲醛無孔不入_室內甲醛檢測與預防.pdf

54 **The mechanism for the reaction between 2,4-dinitrophenylhydrazine and an aldehyde or ketone**



<https://en.wikipedia.org/wiki/2,4-Dinitrophenylhydrazine>

55 **Standard reduction potentials**

Reduction Reaction	Potential, V
$\text{Cu}^+ + e^- \rightarrow \text{Cu}$	0.52
$\text{Cu}^{2+} + e^- \rightarrow \text{Cu}^+$	0.16
$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}_0$	0.340
$\text{gluconic acid} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{glucose} + \text{H}_2\text{O}$	0.050
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + e^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	0.436
$\text{H}_2\text{O} + e^- \rightarrow 1/2 \text{H}_2 + \text{OH}^-$	-0.415
$\text{HCOOH} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O} (\text{pH}=0)$	0.056
$\text{HCOO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{HCHO} + 3\text{OH}^- (\text{pH}=14)$	-1.070

Nernst equation $E = E^\ominus - \frac{RT}{nF} \log \frac{[\text{Red}]}{[\text{Ox}]}$

(三)活動的科學概念或原理之說明

1..由動漫故事情境動引發學習動機

除了國外學者的研究已在教科書中指出說故事(storytelling)，角色扮演(role-play)，視覺刺激如相片、圖畫或影片，或透過分組腦力激盪(brainstorming)都有助於提升學生的學習動機與學習效果^[1]，國內也有學者研究得到類似結論，如許正忠教授的研究^[4]從學習成效的分析結果表示上，利用多媒體動畫型式電子書輔助教學的學生其成績顯著地優於傳統教學的學生。根據花蓮縣明恥國小廖品蘭老師“戲劇教學對國小二年級兒童故事理解、回憶與學習動機影響之實驗研究”^[5]結果顯示戲劇教學對兒童故事理解仍具有正向的影響，其效果大多顯現在推論與判斷理解上，且其對低語文成就兒童的故事理解較有助益。在故事回憶部分，戲劇教學對增進兒童故事回憶能力有顯著的效果。實作教學提升學童的認知、情意與技能的發展。國立彰化師範大學物理系吳仲卿老師指導的研究生莊惠君，在探究式實驗教學對國二學生物理概念學習成效之研究^[6]的結果，發現「利用小組實驗與討論的方式，可以有效降低學生程度的差別，進而加強學生在實驗及分析統整上的能力，也同時提升學生學習主題概念的速度。因此，研究者認為探究式實驗教學在理化教學上確實具有相當的參考價值，可讓同領域的教師接受並採用，也可以讓學生達到預定的學習效果」。各方研究結果均顯示多元學習的成效會比傳統式的「老師講學生聽」好。科技教育除了在各級學校的正式上課外，尚有許多非制式科技學習的場域，本計畫規劃結合戲劇劇情與實驗教學，讓科學的學習更貼近生活，除了培養小學同學對科學的興趣，也提供同學充實公民科技素養的機會。

透過卡通對學生進行教學或概念學習，有一些研究指出確實具有成效。如 Yule^[7](1996)研究指出電腦互動卡通動畫能吸引學習者目光，對於在家自學英語為第二外國語者，有其實際的成效。Kleeman^[8](2006)在地理教學上，利用卡通為主的教學策略，有助於教師與學生之間的解釋與溝通。Sim, McEvoy, Wain, 和 Khong^[9](2014)研究指出利用卡通設計的方式進行教學，明顯有助於醫療衛生專

業人員對 B 型肝炎的了解。在商業廣告上，Kelly, Hattersley, King, 和 Flood^[10] (2008)研究實際的非健康食品的卡通廣告與兒童肥胖之間的關聯分析，發現澳洲商業電視 2006-2007 間的 20201 則廣告中，有 25.5%是食品廣告，且多是在兒童收視高峰的時段播出。由以上文獻資料，可以知道卡通是能吸引學生注意觀看，進一步可以達到訊息接收的具體成效。

2. 檢測甲醛實驗方法

檢測甲醛的方法大致上分檢測溶液內含甲醛的方法及檢測空氣內含甲醛的方法，本活動使用改良設計之席夫試劑。席夫試驗 (Schiff test)，由德國化學家雨果·席夫 (Hugo Schiff) 發明的一種檢驗醛類的方法，與醛類反應會呈現紫紅色希夫試劑，Schiff 試劑由鹼性品紅(**fuchsine**)與亞硫酸氫鈉兩種主要的化合物組成。無色的鹼性品紅-亞硫酸加成物再與醛作用後，起初亦生成無色化合物，但接著失去與碳結合的磺酸基分子而成醌型結構的化合物，呈現出紫紅色。此紫色產物加硫酸後褪色，但甲醛與希夫試劑生成的紫紅色產物加硫酸後顏色不消失。此方法須用到濃硫酸，要在教室中讓中小學生動手做有風險存在。本實驗將試劑沾濕在試紙上，利用針筒抽氣，檢測氣體中是否含醛類，詳細原理在教材投影片中。

(四) 活動對象

國小五六年級、 國中 二年級、 高中 一二三年學生

1. 活動辦理的場次及人數、活動照片(含文字說明)

日期	參與學校	班級	組別	人數
104/12/30	彰化高中	高一	自科社	23
104/12/30	彰化高中	高二	自科社	22
105/1/14	長億高中	高二 506 班	自然組	40
105/1/20	和美實驗學校	201 班	社會組	22
105/1/20	和美實驗學校	202 班	社會組	29
105/1/20	和美實驗學校	203 班	自然組	43
105/1/26	蕨格高中	二乙	自然組	37
105/1/26	蕨格高中	二甲	自然組	39
105/1/26	興大附中	高一	寒假科學營	23
105/1/26	興大附中	高二	寒假科學營	13
105/1/25	大明高中	高三	社會組	10
105/1/25	大明高中	高三	自然組	13
		高中	小計	314
105/1/25	萬和國中	211		29
105/1/26	萬和國中	綜合		28
105/1/26	萬和國中	綜合		25
105/1/18	永安國小	511		27
105/1/18	永安國小	503		27
105/1/19	永安國小	504		24
105/1/19	永安國小	505		26
105/1/27	萬和國中主辦國小數理寒令營			88
		國中國小	小計	274
			總計	588

2. 活動相片
彰化高中



計畫主持人說明計畫推廣緣起與活動內容介紹



南影片
同學們觀看名偵探柯



彰化高中劉曉倩老師進行影片內容討論與課程講解



同學回答問題



同學進行甲醛氣體檢測



彰化高中參與同學大合照



台中市長億高中

長億高中同學與種子教師互動



影片內容問答



同學進行甲醛氣體檢測



長億高中參與同學大合照



彰化和美實驗學校

同學專心觀看影片



內容討論互動



甲醛氣體檢測操作



和美實驗學校參與同學大合照



台中市大明高中

主持人介紹活動內容與意義



大明高中劉崇百老師介紹居家甲
醒的問題



同學進行甲醛氣體檢測



大明高中參與同學大合照



台中市葳格高中

同學觀看影片



葳格高中駱立揚老師與同學互動討論影片中甲醛相關問題



問題討論及同學操做檢測實驗



二年甲班大合照



二年乙班課程進行



二年乙班實驗操作



二年乙班大合照



國立中興大學附屬高中

興大附中莊釗賢老師授課



莊老師示範利用銀鏡反應檢測葡萄糖



同學進行甲醛氣體檢測



興大附中參與同學大合照



萬和國中寒假營國中部分三個場次

莊創期老師協同教學



同學觀看影片



影片內容討論、同學回答問題



同學檢測甲醛氣體



第二場

莊老師介紹計畫緣起與內容



同學檢測甲醛氣體



檢測甲醛氣體



同學做學習成效測驗及課程問卷回饋



第二場次參與同學大合照



第三場

學習前基本概念測試



莊老師授課



同學檢測甲醛氣體



檢測甲醛氣體



第三場次參與同學大合照



萬和國中辦理國小數理研習營兩個場次

莊老師授課





同學認真觀看影片

莊老師授課



同學愉快的操作實驗



甲醛氣體檢測



第二場次

莊老師授課



同學動手做實驗時專注力比上課佳



永安國小 兩場次共 4 個班級參加

計畫主持人跟同學說明課程目的與內容



種子教師張涵淳授課



同學觀看影片



影片內容討論互動



永安國小林榮煌老師協助安排



助理協助裝填器材



同學依序操作甲醛氣體檢驗



第一場同學大合照



第二場同學大合照



(六)活動結果(須含與學校正規教育的連結：科學認知、技能與態度的效益報告)

本活動可與高一基礎化學之化學反應、高二有機化合物、反應速率與化學平衡、高三氧化還原反應、有機化學等主題連結。國中部分則可以和八年級的化學反應、酸鹼鹽與氧化還原反應、有機化合物等單元結合。為評估同學的學習成效，在活動前進行了學習前測驗，活動結束時做了學習成效測驗。問卷分兩種第一部分為對甲醛的一些基本認識，如甲醛的用途、為何居家中會有甲醛、甲醛對健康的危害及防患，此為此推廣活動的核心目標，問卷題目如表一。第二部分為學習成效評估，問卷題目如表二。

表一、學生對甲醛的認知，學習前/後認知差異

	非常同意 (5)	同意 (4)	普通 (3)	不同意(2)	非常不同意(1)
A. 我了解生活中甲醛會出現在那些地方。					
B. 我知道如何減少甲醛對健康的傷害。					
C. 我知道如何檢驗甲醛。					
D. 我知道生活中物品添加甲醛的目的。					
E. 我聞過甲醛的刺鼻味道。					
F. 我知道吸入甲醛時所呈現的不適反應。					
G. 我不了解生活中甲醛會出現在那些地方。					
H. 我在學校課程中有學習過“甲醛”。					

- 加權平均換算=Σ(選項分數 x 份數)/ 總份數
- 選項分數: 非常同意 5 分，同意 4 分，普通 3 分，不同意 2 分，非常不同意 1 分
- A and G 為反向問題，答案需相反，若答案同為 (非常)同意 或 (非常)不同意則視為無效問卷不列入統計。

問卷回收結果如下

學校	班級	組別	總份數	無效	有效	無效比率
長億高中	高二 506	自然組	40	15	25	38%
和美實驗學校	201	社會組	22	2	20	9%
和美實驗學校	202	社會組	29	4	25	14%
和美實驗學校	203	自然組	43	8	35	19%
葳格高中	二乙	自然組	37	18	19	49%
葳格高中	二甲	自然組	39	12	27	31%
彰化高中	高一	自科社	23	2	21	9%
彰化高中	高二	自科社	22	4	18	18%
興大附中	高一	寒假科學營	23	4	19	17%
興大附中	高二	寒假科學營	13	1	12	8%
大明高中	高三	社會組	10	3	7	30%
大明高中	高三	自然組	13	2	11	15%
高中總和			314	75	239	24%
萬和國中	211		29	5	24	17%
萬和國中	綜合		28	9	19	32%
萬和國中	綜合		25	5	20	20%
永安國小	511		27	13	14	48%
永安國小	503		27	9	18	33%
永安國小	504		24	11	13	46%
永安國小	505		26	13	13	50%
國小數理寒令營			88	35	53	40%
國中、小學總和			274	100	174	36%
總計			588			

學習成效分析如圖 1 ~ 圖 3，結果顯示各年級學習後對甲醛的認知均有顯著的進步 (paired-t test $p < 0.001$)。

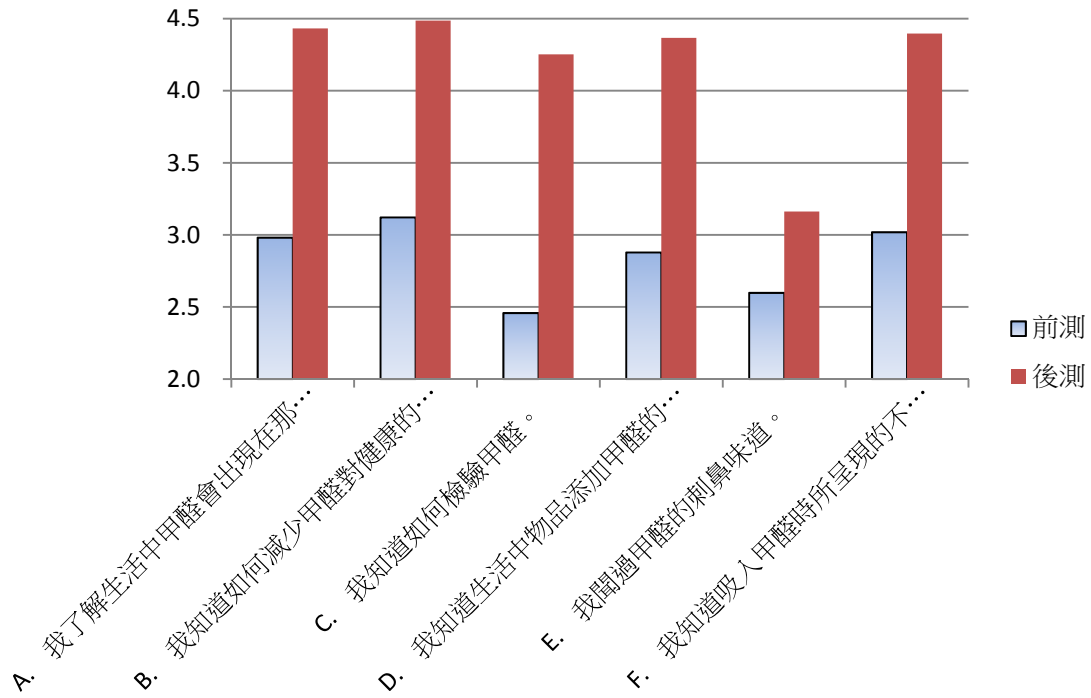


圖 1: 國小學生學習前及學習後對甲醛的相關知識

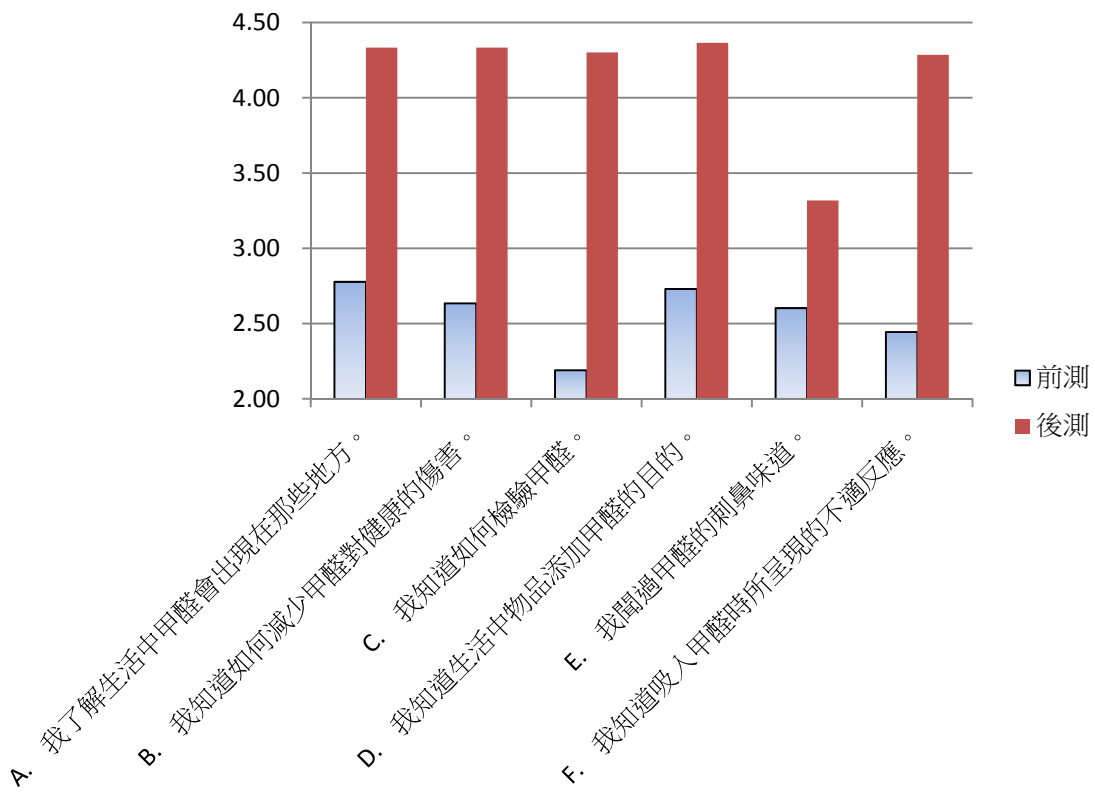


圖 2: 國中學生學習前及學習後對甲醛的相關知識

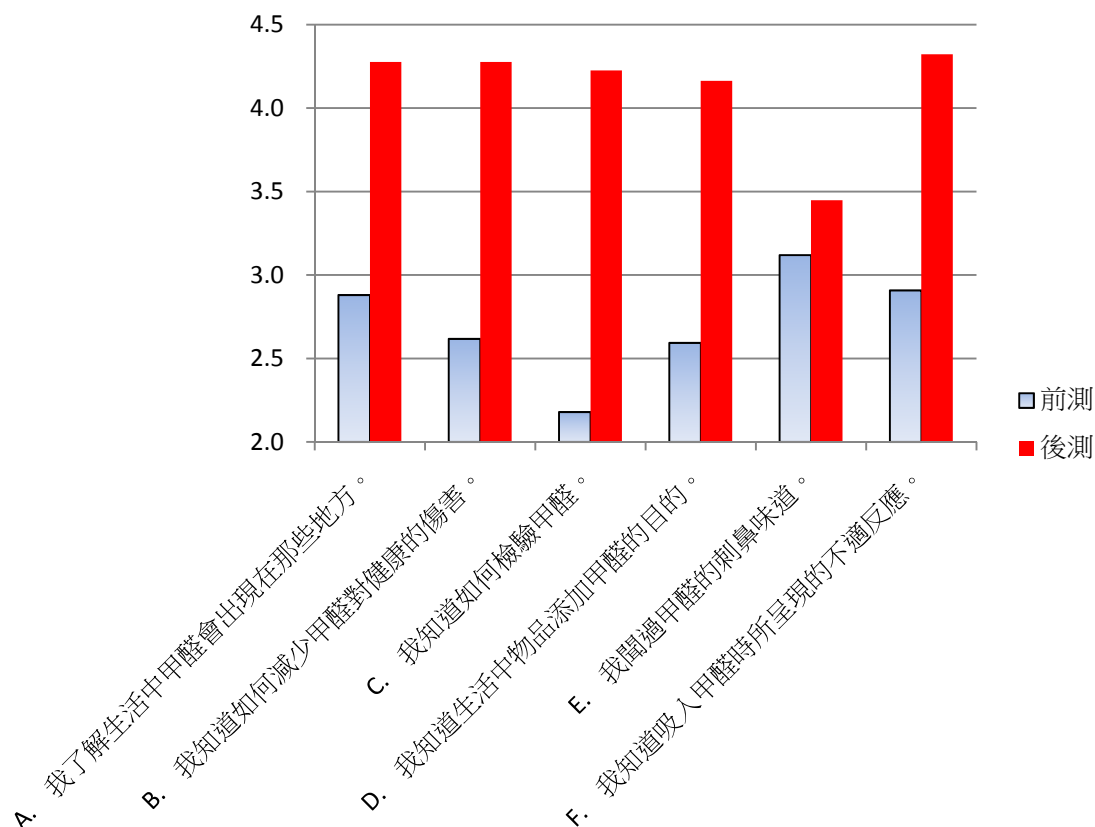


圖 3: 高中學生學習前及學習後對甲醛的相關知識

學習成效: 國中及國小重點在認識環境中的甲醛及其危害, 高中則增加甲醛的檢測原理與操作。雖提供給各校老師完整教材, 但各校老師會依參與學生年級組別等差異, 自行調整上課內容。設計題目只針對共同有上到的內容。

表二 學習成效評量

代號 題目 (國中及國小只做 1~5 題)

1	生活中甲醛會出現在那些地方? A. 三合板木製家具 B. 防皺衣物 C. 芳香劑 D. 以上均可能
2	當屋內甲醛濃度太高, 可能會有那些現象 A. 刺鼻味道 B. 使人體產生流淚及眼睛異常敏感的症狀 C. 長期接觸可能會致癌 D. 以上均可能
3	避免居家環境中甲醛的危害, 下列措施何者不正確? A. 不用理它, 日久習慣就好 B. 可以放一些有利分解甲醛的植物, 如腎蕨、菊花、竹蕉等 C. 可以利用含活性碳的空氣循環裝置 D. 盡量保持室內空氣流通。
4	生活中的物品添加甲醛的目的 A. 用乙二醛樹脂定型衣褲或全棉襯衫可防皺、防縮、免燙 B. 食物中添加甲醛, 常為了漂白、蛋白質凝固、及保鮮防腐上的作用, 但此做法是違法的 C. 傢俱、化纖地毯和泡沫塑料等製造時會用甲醛當溶劑 D. 以上皆是。

5	以下作法何者 <u>不正確</u> ? (A) 買東西應該看清標示，避免買來路不明的產品。(B) “化學品”如同水可以載舟，也可以覆舟，我們應該對化學多一些認識，可以善用它並避免它對我們的危害。(C) “化學品”都不是好東西，我”恨化學”。(D) 盡量少吃加工食品。
6	有關醛類的性質，下列何者 <u>不正確</u> ? (A) 醛類可以還原成酸 (B) 利用多倫試液檢測醛類，多倫試液之銀離子被還原而呈現銀鏡。(C) 本次試驗是利用席夫試劑與甲醛的親核反應。(D) 多倫試液不適合做甲醛的檢測，因為加熱反應，甲醛會揮發掉。
7	本實驗模擬檢測空氣中的甲醛，下列何者 <u>不正確</u> ? (A) 配製席夫試劑用到濃鹽酸時，應該在抽風廚(hood)中操作，避免吸入鹽酸氣體以保安全。(B) 甲醛沸點很低，容易揮發，事先把甲醛溶液置入密閉玻璃瓶中，用針筒抽瓶中氣體，就可抽出甲醛氣體。(C) 抽出的甲醛與針筒中濾紙上的席夫試劑反應呈現粉紅至紫色，甲醛愈多，試紙紫色愈深。(D) 做完實驗，相關器材可以隨便丟棄於垃圾桶。

結果如下:縱軸(Y軸)為該題之答對率，橫軸(X軸)為不同年級或組別

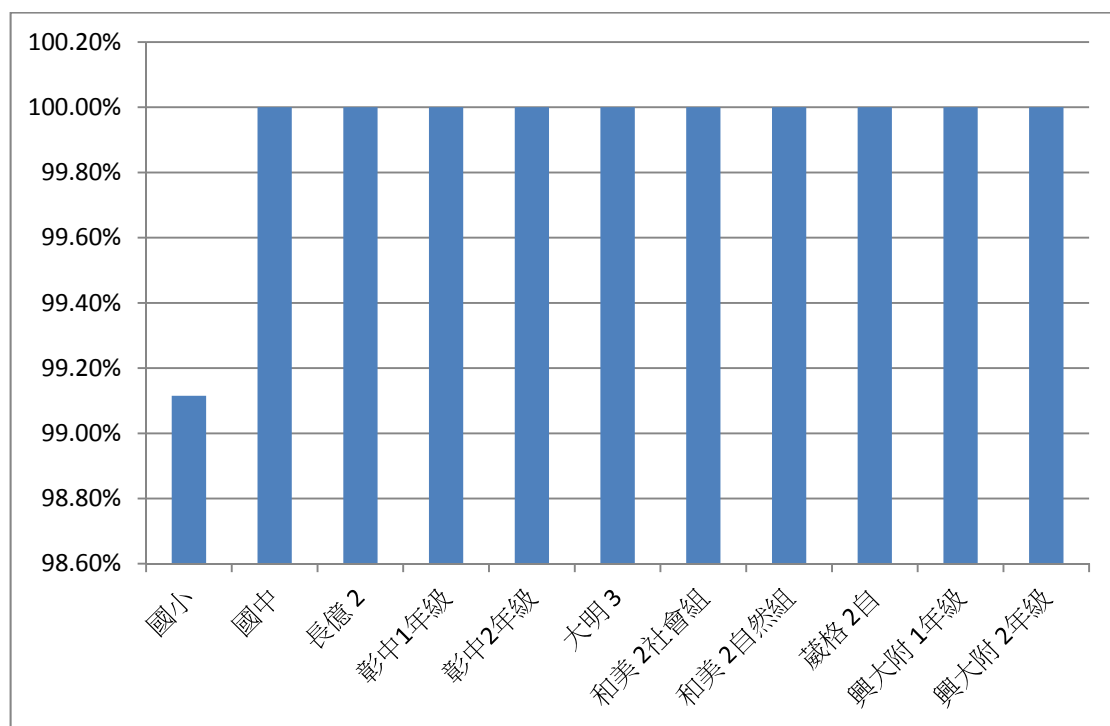


圖4 學習成效-1: 生活中甲醛會出現在那些地方? A. 三合板木製家具 B. 防皺衣物 C. 芳香劑 D. 以上均可能

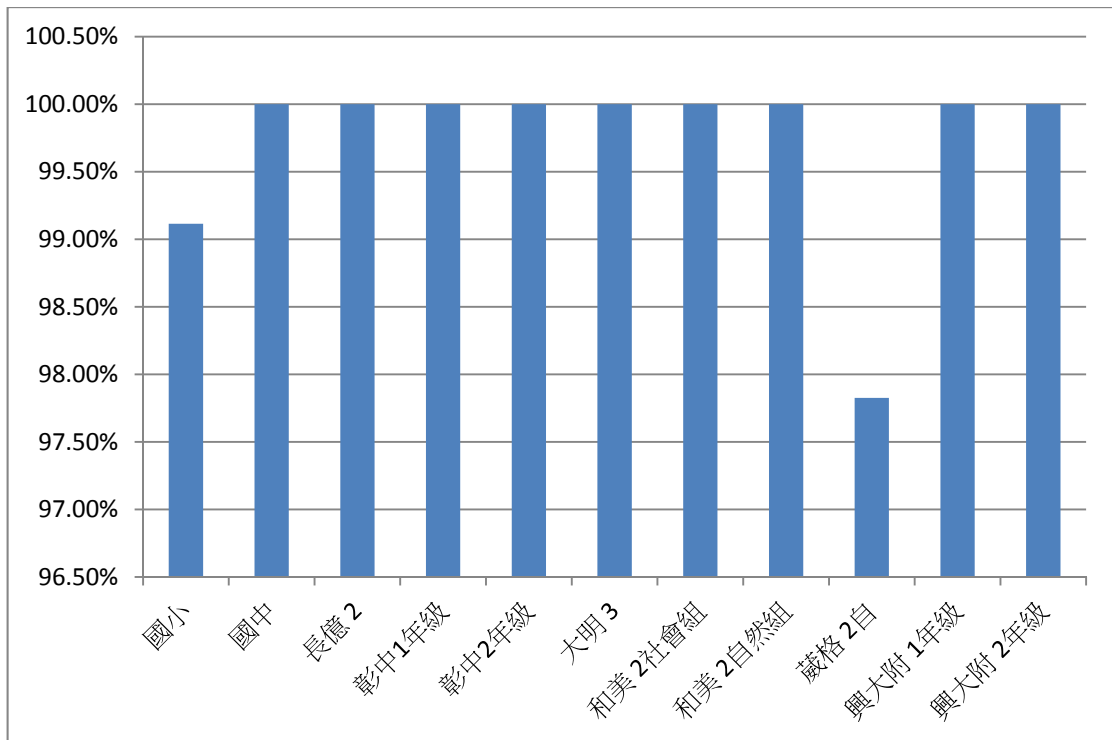


圖 5 學習成效-2:當屋內甲醛濃度太高,可能會有那些現象 A. 刺鼻味道 B. 使人體產生流淚及眼睛異常敏感的症狀 C. 長期接觸可能會致癌 D. 以上均可

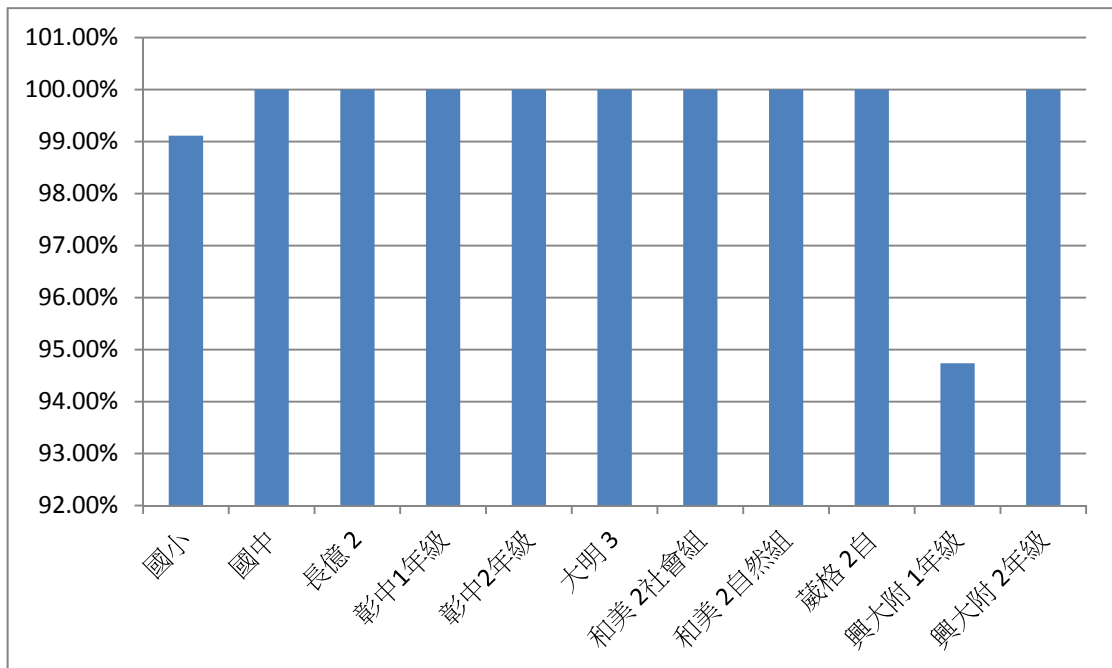


圖 6 學習成效-3: 避免居家環境中甲醛的危害, 下列措施何者不正確? A. 不用理它, 日久習慣就好 B. 可以放一些有利分解甲醛的植物, 如腎蕨、菊花、竹蕉等 C. 可以利用含活性碳的空氣循環裝置 D. 盡量保持室內空氣流通。

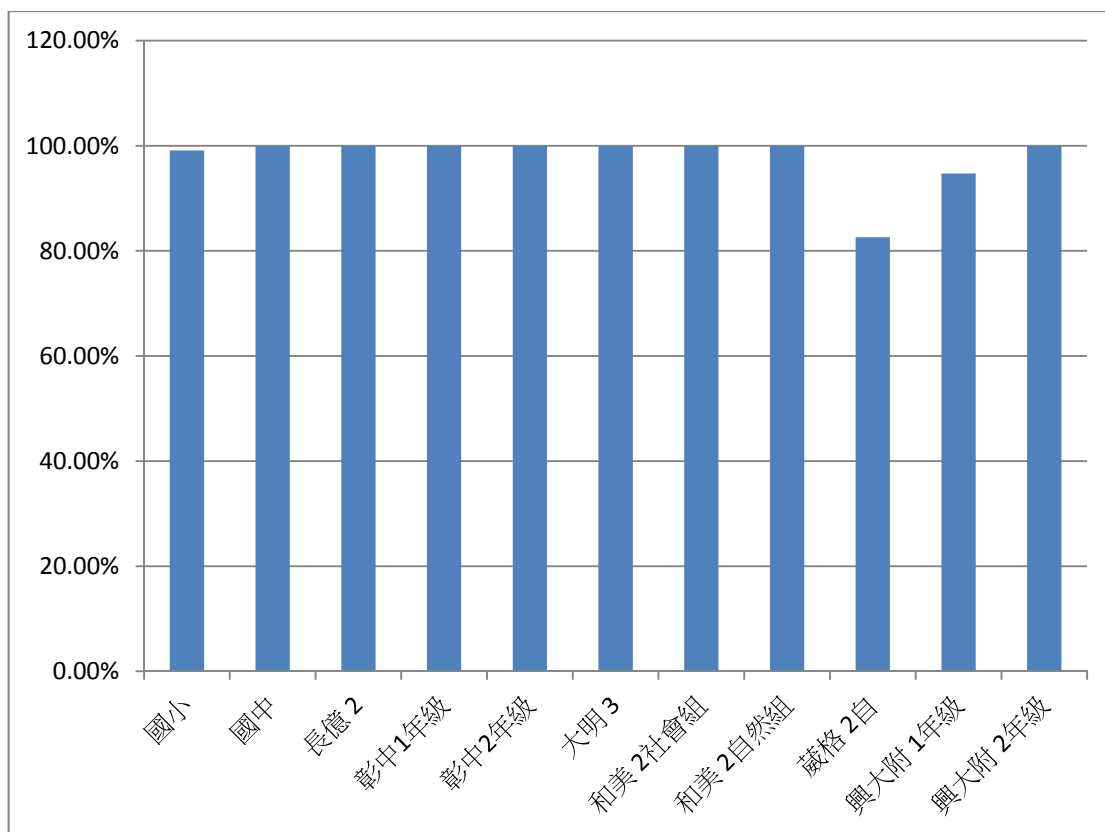


圖 7 學習成效-4:生活中的物品添加甲醛的目的 A. 用乙二醛樹脂定型衣褲或全棉襯衫可防皺、防縮、免燙 B. 食物中添加甲醛，常為了漂白、蛋白質凝固、及保鮮防腐上的作用，但此做法是違法的 C.傢俱、化纖地毯和泡沫塑料等製造時會用甲醛當溶劑 D. 以上皆是。

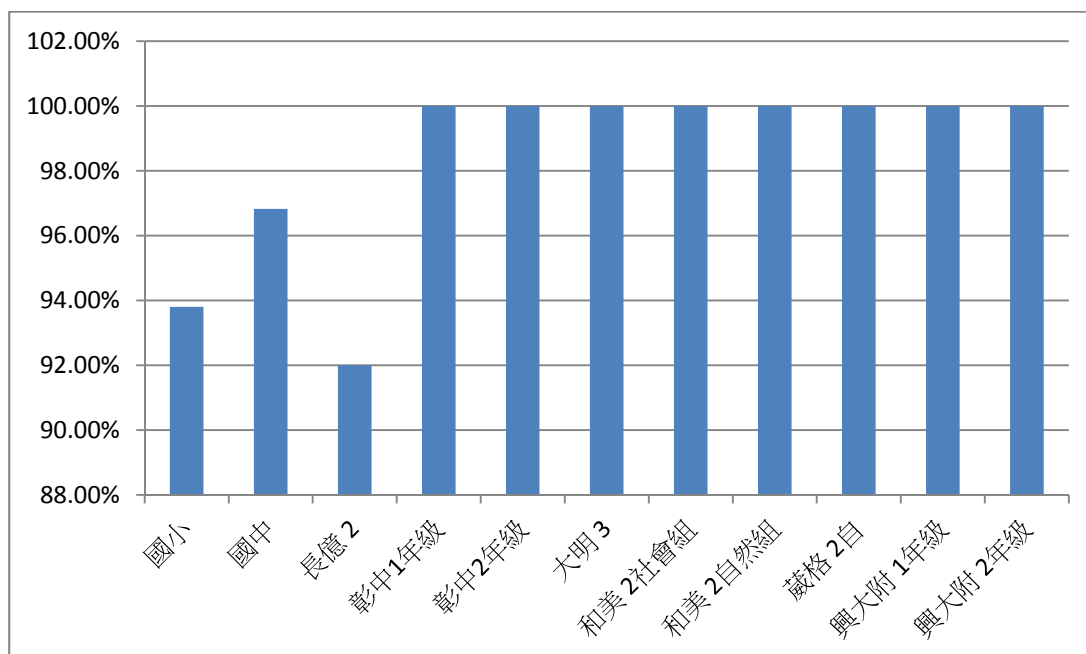


圖 8 學習成效-5: 以下作法何者不正確? (A) 買東西應該看清標示，避免買來路不明的產品。(B) “化學品”如同水可以載舟，也可以覆舟，我們應該對化學多

一些認識，可以善用它並避免它對我們的危害。(C) “化學品”都不是好東西，我”恨化學”。(D) 盡量少吃加工食品。

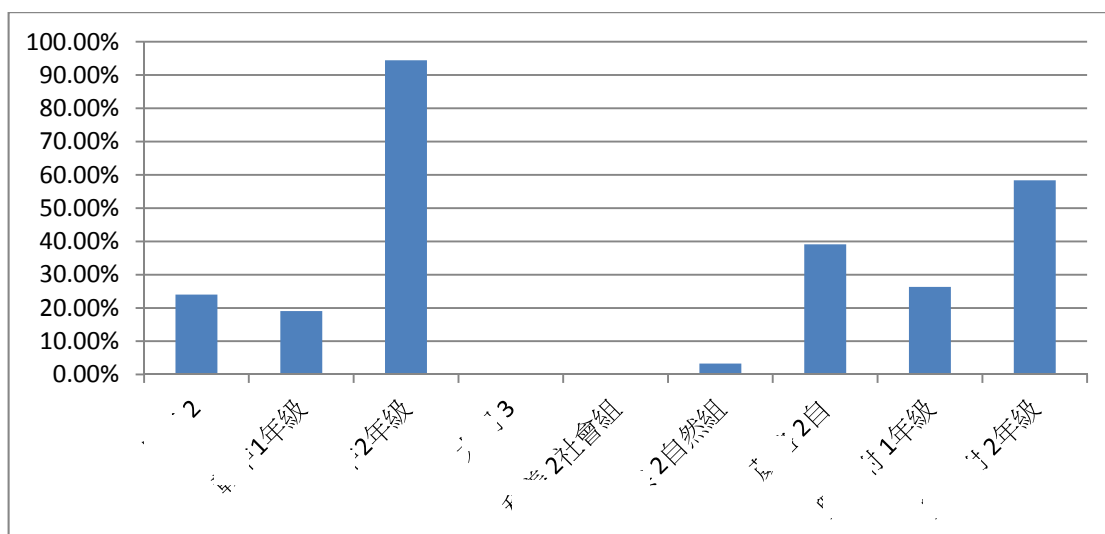


圖 9 學習成效-6:有關醛類的性質，下列何者不正確? (A) 醛類可以還原成酸 (B) 利用多倫試液檢測醛類，多倫試液之銀離子被還原而呈現銀鏡。(C) 本次試驗是利用席夫試劑與甲醛的親核反應。(D) 多倫試液不適合做甲醛的檢測，因為加熱反應，甲醛會揮發掉。

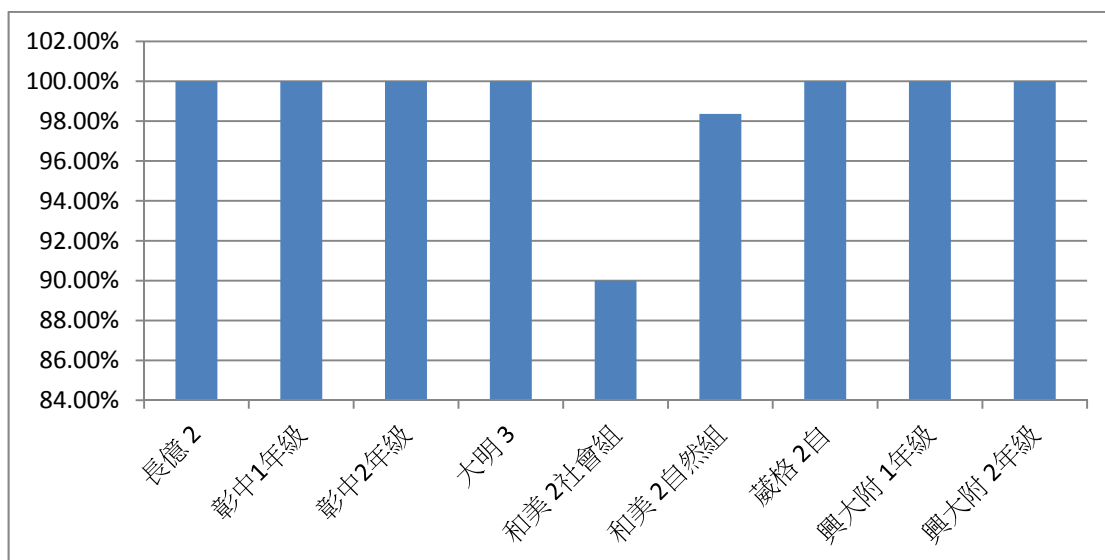


圖 10 學習成效-7:本實驗模擬檢測空氣中的甲醛，下列何者不正確? (A) 配製席夫試劑用到濃鹽酸時，應該在抽風廚(hood)中操作，避免吸入鹽酸氣體以保安全。(B) 甲醛沸點很低，容易揮發，事先把甲醛溶液置入密閉玻璃瓶中，用針筒抽瓶中氣體，就可抽出甲醛氣體。(C) 抽出的甲醛與針筒中濾紙上的席夫試劑反應呈現粉紅至紫色，甲醛愈多，試紙紫色愈深。(D) 做完實驗，相關器材可以隨便丟棄於垃圾桶。

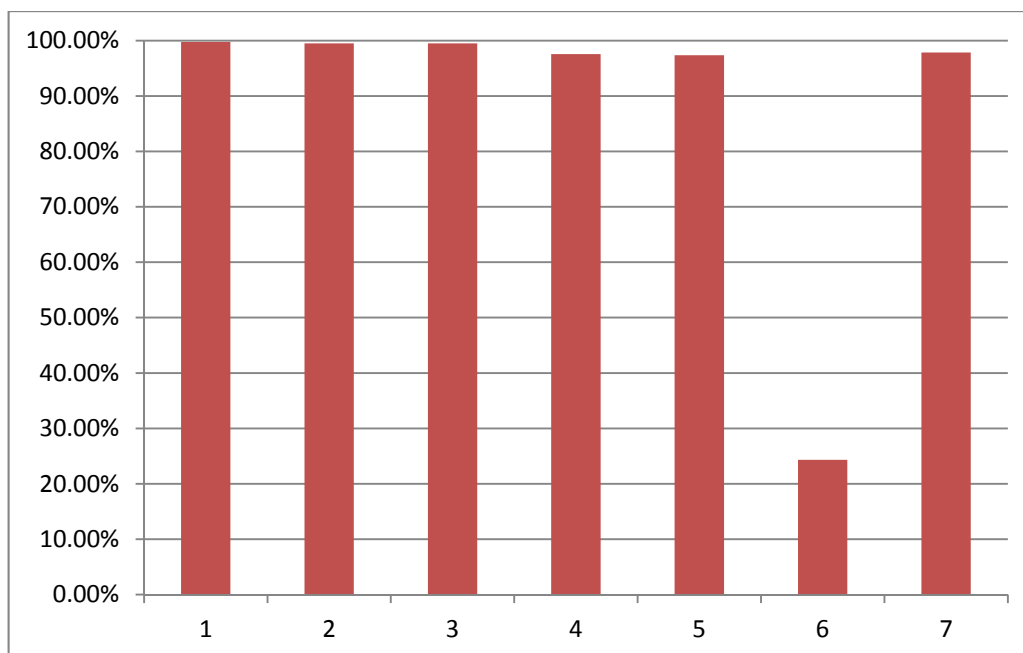


圖 11 學習成效—整體評估

整體而言，本活動

- 1.達到甲醛用途、危害、與防護，及實驗操作技巧與注意事項宣導
- 2.對甲醛特性與檢驗原理學習效果較差 (可能原因:
 - 學生在正規課程是否學過相關知識。
 - 部分老師覺得未教過相關理論，活動上沒特別強調。
 - 學生對活動的參與度!

(七)活動之意見調查分析報告

課程回饋意見回饋分析結果(圖 12) 顯示整體滿意度均高於 4.0。對透過卡通內容學習，國小同學滿意度最高，其次是高中，國中最低。

高中不同年級/組別之回饋比較(圖 13)顯示

- A. 從聽講認真程度來看:高年級或自然組同學對課程興趣程度較一年級及社會組同學高。
- B. 同學對卡通的喜愛程度遠大於老師課堂內容之講解

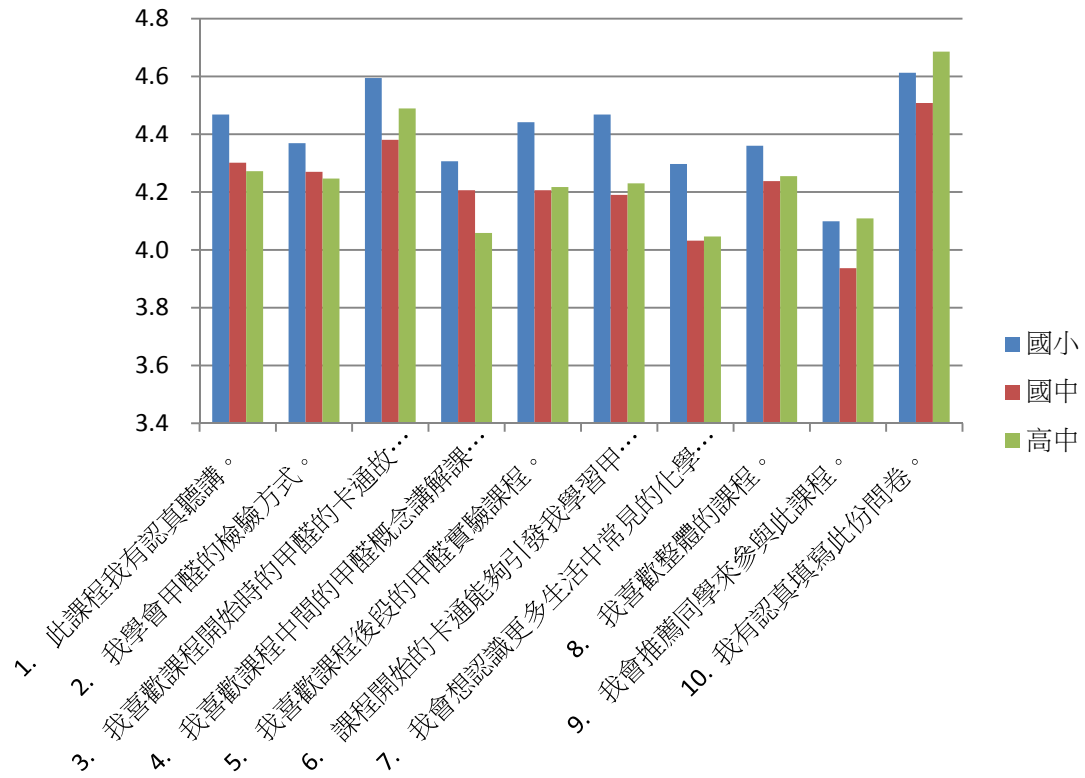


圖 12 課程意見回饋

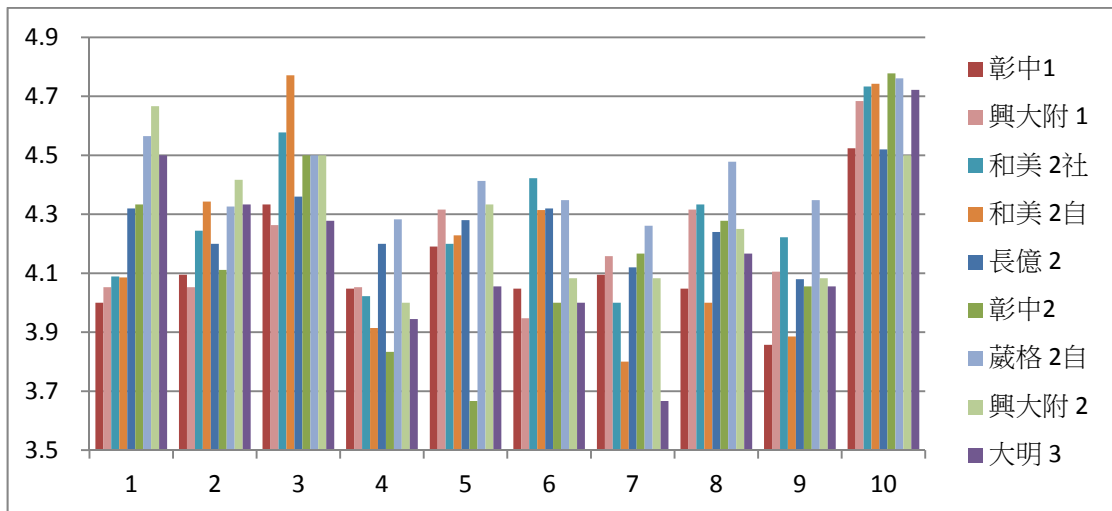


圖 13 高中不同年級/組別之回饋比較

本計畫亦辦理參與推廣活動種子教師座談會，聽取老師們的意見，以做為未來類似推廣活動執行改進。

「科普推廣活動執行檢討座談會」開會通知

日期: 105 年 3 月 24 日

地點: 中山醫學大學正心樓 0927 教室

議程:

時間	主題	分享者
12:00	報到/午餐	
1:00	計畫執行與成效 報告	蔡惠燕
1:20	活動執行建議暨 綜合討論	與會老師
2:30	賦歸	

說明:

感謝各位老師協助中山醫學大學醫學應用化學系舉辦之「科普推廣活動--看動漫學科學」學習居家潛藏危機---甲醛的用途、危害與預防、甲醛檢測，為讓未來活動能更臻完善，敬請撥冗參加，提供活動執行建議。

系主任 朱智謙

敬邀

計畫主持人 蔡惠燕



中華民國一百零五年三月七日



主持人報告相關問卷分析結果



聽取與會老師意見

104 學年度科技部 科普推廣活動執行檢討座談會 會議記錄

日期：105 年 3 月 24 日

地點：中山醫學大學正心樓 0927 教室

出席：永安國小張涵淳種子教師，萬和國中莊創期老師、張淑惠教務主任，彰化高中劉曉倩老師，長億高中黃品貴老師，和美實驗學校傅晨老師，大明高中劉崇百老師，葳格高中駱立揚老師，興大附中莊釗賢老師，中山醫學大學朱智謙主任、陳建宏老師。

紀錄：謝誌中

議程一：

計畫主持人蔡惠燕教授：

有鑑於社會大眾"聞化色變"，希望透過科學普及化，讓社會大眾對化學的利與弊有正確的認識，要達到此目的則需從小紮根。

學習成效說明：

- 介紹學習前後問卷之有效問卷篩選及統計分析方法，並說明問卷內容之適用範圍(國小生無效問卷居多)。
- 對於透過卡通內容學習：國小滿意度最高、高中次之、國中居於末段。
- 甲醛特性與檢測原理學習效果較差：學生學習程度或是學生自身學習心態問題。

執行過程面臨的問題：由於實驗有幾日天氣較為寒冷，甲醛氣體不易生成。改善方式：(1) 利用溫水浴 (2)由讓學生攜帶自己想檢驗之物品，增加學生學習興趣，並調整課程時間安排。(3)若時間充裕可以考慮將動漫之推理邏輯，與學生討論，促進學生獨立自主思考、理性批判能力。

議程二：心得與分享

- 彰化高中劉老師：學生反應想知道席夫試劑之反應機構過程，若下次有上這個課，可否做此介紹，且試劑為粉紅色不易判斷，且希望知道能否進行定量。

蔡老師：席夫試劑之原理提供的課程講義有，可能需要依學生程度進行調整。至於定量部分下年度可以加入自製簡易光度計與其應用。

- 長億高中黃老師：本校有其他老師希望可以參與推廣，因為課程時間為兩個小時較難安排，期望課程規劃可以將主題分開，並且若是以動畫學習的話，可以多做應用。

蔡老師：關於柯南動漫，尚有其他例子與化學有關，可以做為參考，若老師們有興趣可以提供給老師們參考，只是尚未有完整教材。

- 興大附中莊老師：學校寒假營隊針對高一高二之學生，有社會組與自然組之學生，由於學生程度不一，期望能有較多動手做的課程，並期望教授您能否授權我們能適當調整教授您的課程，讓這項科普計畫推廣可以更加普及，並讓學生接受的族群可以更加廣泛。

蔡老師：提供給老師們的教材，老師都能夠自由調整課程內容，以符合學生之程度，但計畫目的想宣導的概念希望要保留。

- 萬和國中莊老師：由於我們課程上課時，巧遇寒流來襲，使實驗效果不佳，但是由於助教之臨場反應佳趕快用溫水浴提高甲醛蒸汽量，實驗操

作結果良好。學生亦期望能將試劑帶回去家中測量。

蔡老師：由於試劑為強酸，顧慮安全沒讓學生帶回家。有在進行基材探討，希望未來可以有簡易試片。

- 大明高中劉老師：當天實驗情況與萬和國中相似，實作的內容能否增多？
- 威格高中駱老師：期望教育學生能夠於未來長大成人以後，將檢測甲醛之課程進行思考，能否在製造產品時，以此做為借鏡，改良產品進行綠色化學的推廣，以改善重於防範。

蔡老師：這是一個相當遠大的夢想，若是未來基礎與技術可行，當然期望能夠藉此推廣綠色化學。

中山醫大醫化系朱主任：其實已經有不少物質可以替代這些有害的產品添加劑，比如雙酚 A 已有替代用品推出，期望藉由知識之傳遞，使大眾對於這些有害物質之使用能夠減少

- 和美實驗高中傅老師：學生反應良好，尤其喜愛觀賞影片的部份，動手做部分之課程期望能夠增加，提高學生們之學習意願。
- 威格高中駱老師：市面上指甲油主要為丙酮為溶解物，但是有檢測到醛類反應

蔡老師：由於工業酒精製程問題，乙醛是不可避免的副產物，醱酵反應亦有醛類副產物；需經過高度純化才能去除，所以一般產品有用到乙醇者常會含微量乙醛。

- 威格高中駱老師：未來若是要再做實驗，能否將欲檢驗之樣品於秘密空間中先揮發，增快檢測速度
- 彰化高中劉老師：期望能否告訴學生一個檢驗標準，能讓學生檢測能夠有個安心

蔡老師：其實甲醛毒性很高，能避免就避免，沒有所謂的安全值。如芳香劑、指甲油等都是非必需品，就沒必要讓自己暴露在風險中，如果在家具中，則應讓其曝曬揮發後再搬到屋內，或利用空氣清淨機盡速除去殘留之甲醛。

- 長億高中黃老師：影片之內容與生活相關，會吸引學生對於課程的學習更有興趣，對於學生學習課程，能夠去做與生活實務做相關聯。

蔡老師：由於影片版權問題，可能造成相關推廣的困擾，會盡量整理相關資料等，提供給老師們參考

威格高中駱老師：若是將影片進行截錄，看能否避免觸犯法規，亦可節省影片過於冗長所浪費的時間。

萬和國中張主任：這項課程帶給國中的小朋友了解化學是可以更貼近生

活，並不止於考試筆墨上，期望能夠再合作推廣。

科普活動種子教師意見調查表與結果（括號中表票數）

1. 您認為「甲醛的用途、居家危害與預防、甲醛的檢驗」相關觀念值得對學生持續推廣嗎？	非常值得 (8)	值得 (2)	普通	不值得	非常不值得
2. 您會在您任教的學校中持續此課程之推廣嗎？	非常願意 (6)	願意 (4)		不願意	非常不願意
3. 如果科普計畫有類似活動，您願意繼續協助辦理嗎？	非常願意 (8)	願意 (2)		不願意	非常不願意
4. 您對此次活動主辦單位(中山醫學大學醫學應用化學系)相關說明及活動上的支援工作	非常滿意 (8)	滿意 (2)	普通	不滿意	非常滿意
5. 你是否希望未來能繼續辦理類似科普活動？ 你希望什麼樣的主題？	<input checked="" type="checkbox"/> 是 (10) <input type="checkbox"/> 否 希望主題： 鑑識科學、食物與化學、化妝品化學、酒精濃度檢測、綠色化學、水質檢測、生活中的化學、簡易油品檢測、順丁烯二酸在食品中添加量的簡易檢測				
其他建議					

(八) 商品化及推廣報告

目前無產品可商品化，將整理相關資料發表化學教育文章，提供有興趣的老師參考，及後續相關支援。

參考文獻

1. Jere Brophy, *Motivating students to learn*, Lawrence Erlbaum associates, Publishers, New Jersey, USA, 2nd edition, 2004, page 196.
2. http://tw.events.uschoolnet.com/2013a_mediawatch/index.html
3. <http://tripjp.com/forum.php?mod=viewthread&tid=7>
4. 許正忠, 正修科技大學資訊管理系副教授, 多媒體動畫融入電子書內容製作之動機設計與學習成效評估－以資料結構課程為例
<http://ir.csu.edu.tw/bitstream/987654321/2479/2/資管系-許正忠.pdf>
5. 廖品蘭, 花蓮縣明恥國小, 戲劇教學對國小二年級兒童故事理解、回憶與學習動機影響之實驗研究, 花蓮師院學報, 民 90, 12 期 107-132 頁.
6. 莊惠君, 探究式實驗教學對國二學生物理概念學習成效之研究, 國立彰化師範大學物理系 92 年度碩士論文, 指導教授吳仲卿。
7. Yule, V. (1996). Take-home video for adult literacy. *International Review of Education*, 42(1-3), 187-203.
8. Kleeman, G. (2006). Not just for fun: Using cartoons to investigate geographical issues. *New Zealand Geographer*, 62(2), 144-151.
9. Sim, M. G., McEvoy, A. C., Wain, T. D., & Khong, E. L. (2014). Improving health Professional's knowledge of hepatitis B using cartoon based learning tools: a retrospective analysis of pre and post tests. *Bmc Medical Education*, 14.
10. Kelly, B., Hattersley, L., King, L., & Flood, V. (2008). Persuasive food marketing to children: use of cartoons and competitions in Australian commercial television advertisements. *Health Promotion International*, 23(4), 337-344.
11. <http://zh.wikipedia.org/wiki/甲醛>

科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2016/05/19

科技部補助計畫	計畫名稱: 科普活動: 看動漫學科學
	計畫主持人: 蔡惠燕
	計畫編號: 104-2515-S-040-001- 學門領域: 科普活動
無研發成果推廣資料	

104年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：蔡惠燕		計畫編號：104-2515-S-040-001-					
計畫名稱：科普活動：看動漫學科學							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明： 如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	2	0	100%	人次	本校碩班學生2位，大學部學生2位，中學老師7位 熱心?與擔任種子教師，協助活動進行。
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
其他成果 （無法以量化表達之 成果如辦理學術活動	本計畫經過精心挑選第196集 ""看不見的兇器""，該集內容與利用揮發性有毒氣體當殺兇器並提當心加裝潢材料所造成的""病態建築""，用有來引發同學學習 ""居家潛藏危機——甲醛的危害與預防""，透過影片觀賞訓練同						

、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。) 學的觀察能力，透過影片劇情內容讓同學了解生活環境中哪些地方會有甲醛的存在，甲醛對健康的影響，並介紹如何避免這些物質對健康造成影響，及甲醛測試方法，讓同學可以將化學與生活結合。整體而言，本活動達到甲醛用途、危害、與防護，及實驗操作技巧與注意事項的宣導。參與活動學生達588人，參加說明會的老師也有40多人，超出計畫目標。在活動籌備的過程，參與的大學生也對甲醛、甲醛的檢驗有深入的了解，達到教學相長。

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	14	高中7場，國中3場，國小4場(實際有8個班級)
	研討會/工作坊	2	辦理計畫說明會及課程內容講習1場；執行檢討工作坊1場
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	588	

科技部補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以100字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以100字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以500字為限）

透過不同年齡層的學生學習，把信息帶回家，可使社會大眾了解常見的化學物質於生活中的利與弊，讓民眾免予對化學品的恐慌，而將所學的化學知識善用於生活中。