

趣味化學實驗融入網路教學之創意教學網站設計

翁榮源*、陳定威**

靜宜大學應用化學系教授*

靜宜大學應用化學系博士生**

壹、前言

長久以來，在制式的教育制度下，多數學校爲了升學率的考量或學生安全、人力、物力等經費因素，縮減了中學課程中原有的實驗活動，而且鮮少有讓學生動手做的機會，縱然少數學校有讓學生親自動手操作，但往往只依照實驗課本一個步驟一個動作，實驗完成後，學生仍然無法深刻了解實驗的目的及生活上的應用。因此，導致許多學生誤以爲學習化學的方法與學習文科沒有兩樣，讓原本應該多彩多姿的學科竟流於片斷科學事實的背誦，造成「化學」對很多中等學校的學生來說，是一科沉悶、無趣、抽象、痛苦的科目，而這個印象很大的原因是因爲在枯燥定理、公式與繁雜計算的課程內容及教學方式下，磨盡了學生對化學的興趣與好奇，因而喪失了珍貴的創造力與自信心（周麗玉，1997）。再者，過去的教學方法，偏重於教師本位的教學，過於強調標準答案的獲得，較少顧及學生心理需求和思考模式。因此，在化學教學中如何培養學生的興趣和能力，是當前改革教學、探討教學規律及提高教學質量的一個重要問題。

在教育鬆綁、課程自主的教改聲中，教師們擁有課程計劃與設計的空間，但該如何教學生才會得到帶著走的能力呢？近年來，國內外教育學者紛紛開始重視科學實驗的重要性，因爲科學實驗活動不但是科學的特色也是科學教學的核心，不但能發展科學實驗過程技能，更可以培育科學態度，理解科學本質，發展更高的認知能力，且能建立課程相關的概念（許榮富、趙金祁，1987）。因此，學生的學習不應僅限於教科書上能力的培養，能夠學以致用才是教育的主流，知識的應用與創新顯得十分重要（張玉成，1990）。而自八十六年起國科會也積極推動「中小學科學創造力培養研究」整合型研究計畫，希望藉由一系列的研究與活動，開創國內適合的教學與學習環境，以增進學生之科學創造力，進而充實國民科學素養與培育科技人才，提昇國家競爭力。另外，近幾年來，教育部對國小的自然課程與國中自然與生活科技課程的編輯，傾向於使學習與日常生活連結，在

課程實驗方面，更強調藉由簡易有趣的生活化實驗教學，引起學生的學習興趣並培養學生對科學實驗的正確態度與熟練度。例如：國立台灣師範大學教授蕭次融自民國七十七年起即著手設計一系列有趣、簡易的化學演示實驗提供教師教學上的參考。由以上的討論，我們可以發現實驗活動確實在中學生學習科學的過程中扮演非常重要的角色。因此激發我們由日常生活中尋找相關的題材，將化學實驗以趣味化、生活化、簡易化的方式呈現，並透過有趣的故事作為實驗的引導，藉由思考推理的過程，讓學生能利用自己已經學過的知識來同化或適應新的知識，讓新舊知識產生自然的連結，慢慢誘導學生進入化學的世界，所以無論是作為實驗活動或輔助教學的教材都相當符合當前教育改革的理念。

貳、設計網路輔助教材目的

面對資訊科技迅速發展、社會多元化的競爭世代，每個人所面臨到的問題，已經不再是一些基本常識所能夠應付，導致如何運用資訊科技主動學習與創新思考的能力，已成為未來面臨新挑戰的致勝關鍵。而過去的研究指出，老師適當的使用資訊教學系統比起傳統講述教學更能提升學習成效（Chang, 2001），有助於提升學生高層次思考（左台益，2002；江蕙茹、劉旨峰、林珊如，2002），所以近來學者越來越重視學習管道的多元化，期望教師成為「創新學習」的實踐者和帶領者。但教師如何推動創新教學，來培養學生獨立思考的能力，隨著資訊科技的變化，教學的方式也產生很大的改變。而在教育部2001年提出的中小學資訊教育總藍圖中（教育部，2001），其整體願景包含了引導學生發揮創造力：「資訊隨手得，主動學習樂；合作創新意，知識伴終生」，亦期望教師能採用資訊科技，進行教學創新，以新的教學方法與概念去引導學生學習，把教學與學習歷程的品質都提升到更高的境界，促使學生能利用網路的多媒體資訊，發生主動學習、激發創意的功效。其短期目標主要應用電腦科技建置多元化教材及學習環境來實施資訊應用科技，長期目標則是要將電腦輔助教學融入各科，結合網路資源以落實多元化與個別化的學習（王曉璿，1998）。再者，在自然與生活科技學習領域課程綱要之實施要點（教育部，2000）中強調，學生的學習應培養其探究和實作的能力，教學活動的設計應以解決問題策略的方式進行，因為教學活動主要在促成學習者獲得學習，故教學應以學習者的活動為中心。因此未來教師的教學無論是在教學精神、課程設計、教材教法及教學評量都需要時時創新，並與資訊科技的

應用相結合來創新教學，進而增進學生創造思考及創新能力的開發。而化學是物質科學中一門探究物質奧秘的實驗科學，透過實驗教學可幫助學生形成化學概念，理解後鞏固化學知識，所以若以有趣的化學實驗進行教學活動，教師除了可以在操作的過程中驗證化學的基本概念和原理外，還可以在學生操作的過程中，培養仔細觀察，從做中學，實踐手腦並用，解決問題的訓練，藉由親身的經驗逐漸養成正確的科學態度，培養獨立思考的能力，進而創新構想，達到寓教於樂的效果，可說是一舉數得（楊忠樵，2001）。

然而，許多教師以現有課業內容與時間的安排為考量，認為每學期課程進度都已經非常緊湊，運用資訊科技於各學科教學上有實質上的困難。但為因應未來資訊社會的教育趨勢，提供學生可供參考的學習資訊及建立資訊科技與各科教學相結合的教學模式，實為當今推展資訊教育刻不容緩的工作，面對這些困難，網際網路的特性或許可以解決上述的困境。而Insung et al. (2002) 的研究也指出網路教學系統允許學習者與他人、教學者及多媒體教學資源互動，其特色在於擴大互動效果，這在克服傳統教學的缺點－缺乏人與人之間的互動是相當重要的。因此利用全球資訊網來規劃輔助學生學習的數位教材，不僅能依學習者的能力、經驗與興趣適時地提供適當的教材，教學者更可依學生的學習狀況彈性地調整授課，而且非同步的網路學習環境將使學習不再受時空的限制，可以延長學習時間，學習的環境也不再侷限於教室內，在網路教學的環境中，教師的角色也轉變成資訊的提供者與學習的輔導者，教師可以在網路上準備線上學習課程與學習資源，提供學生學習另一種途徑，同時也彌補學校教學的不足（林奇賢，1997）。不過雖然大部份的教師都肯定電腦網路創新教學的本質，明瞭資訊科技融入教學可以有效提昇教學品質，亦有學習的意願與動機（王文裕，2003、廖志書，2004），不過泛覽搜尋網路上關於「趣味化學」實驗課程的多媒體教材，似乎在質與量上都不及其他學科，且大部分都沒有任何創新的教學構想融入其中，同時教材內容無法有效地與整個社會文化及日常生活內容做結合，所以此種數位教材在輔助教學上的成效必定有限，且無法引起學習者的學習動機。而林奇賢（1997）也指出，想要建構網際網路成爲一個理想的學習環境，不可只將學習資源放置在網站上而已，必須根據學習理論進行規劃與設計。因此運用教學媒體創新教學環境時，應結合學習理論教學策略等理論基礎，以提昇較高層次的思考獲得較高的學習成效（周文忠，1999）。

有鑒於此，我們設計出這個「動手玩化學」的創意教學網站，盼能提供教師進行創新教學設計的參考，以在教學上展現創意的教學活動，提昇教學品質與效果；而在學習者方面，希望藉由提供生動有趣的內容，讓學生了解學習目的，並激發學生的學習熱情，使學生產生強大而穩定的學習動力，持之以恆地學習和探索問題。不過所謂的教學創新並不是要捨去舊有的教學方法，也不是要無中生有，乃是教師在教學過程中，採用多元化活潑的教學方式和多樣化豐富的教學內容，以激發學生內在的學習興趣，培養學生主動學習的態度和提昇學生學習能力（吳清山，2002）。亦即是教師構思、設計並運用新奇的教學取向、方法或活動以適應學生的心智發展，引起學習動機，並幫助學生有意義地學習，更有效達成教育目標（林偉文，2002）。因此，整個網站架構的規劃是由十個富有推理劇情的小故事引出所要教授的化學主題，而且故事中問題的呈現大都取自學生熟悉的生活經驗，教學的策略是要學生面對問題情境時，刺激學生去反覆思考，鼓勵學生自發性的試探和建構知識，讓學生能提出自己的見解，期望為缺乏學習動機的學生帶來學習的新樂趣。再者，並嘗試帶領學習者從另一角度，重新欣賞從前覺得毫無趣味的化學原理及冷冰冰的化學實驗，目的在藉由這些現象明顯而易操作的趣味化學實驗，加強化學概念之理解。因此，本網站設計的每一個化學實驗都好像是一場「化學魔術」秀，但每一個有趣的實驗背後都蘊含著豐富的化學知識，設計者在網頁中除了用真實拍攝的影片來演示外，也盡量使用簡單易懂的文字敘述、生動的圖片及有趣的互動動畫來解說化學原理，並運用新聞時事、科技新知，增加實驗活動的應用性，以協助學生連接、理解科學知識，建立正確的科學概念，最終的教育目標，不單要激發學生學習化學的動機，更重要的是，讓學生明白到化學是與我們日常生活息息相關的，也希望將來學習者能掌握這些化學知識及技能，有效地解決現代生活中所遭遇到的問題。

參、設計趣味化學實驗之理論基礎

一、「動手做」的相關理論：

Bruner（1966）認為學習要有動機，學生必須先得喜歡學習、願意學習，而後教學始有效果。然而如何引發學生內在、主動的學習動機呢？透過遊戲玩耍也許是可能的路徑之一。國外學者Brooke和Solomon的研究更指出玩耍會產生發現，尤其是當學生專注於某一現象，對該現象產生高度的興趣或好奇，然

後擬一有目的的計畫並付諸行動時，玩耍就會變成探索現象的因果關係 (Brooke & Solomon, 1998; Solomon, 1980)。而皮亞傑 (Piaget) 也認為實驗的過程對具體操作期的中學生尤其重要，唯有經過實驗歷程，學習者方能獲得形式運思中思考所需之技能，更重要的是實驗通常可使人產生新的想法 (吳幸宜, 1994)。目前我國中小學課程受到杜威教育思想正面的啓發與影響，認為知識是人類應付環境謀求生存的工具，因此需適度提供日常生活實用的教材，以幫助適應環境和解決問題，所以主張課程應以活動為中心，讓學生透過實際參與活動來學習 (吳宗立, 1999)。由此可見，這些教育學者主張的教育方法特別強調「做中學」(Learning By Doing)的教育理念。因此，我們相信透過動手做趣味化學實驗的過程，學生不但能在輕鬆、無壓力的氣氛下學習，而且能真正讓學生體驗科學建構與驗證的過程，並能培養科學興趣、態度及學習科學的方法，並提供知識建構的機會，幫助學生進行有意義的學習。

二、情境學習理論的相關研究：

情境學習理論認為，學習者在知識形成的過程中，是主動的、積極的，學習者並非只是被動的接受外在的刺激，他們要透過參與生活情境中的活動，學習者才能真正掌握知識，並能有效的運用知識，如果所學的知識不能用到實際情境中，則所學知識的益處不多 (張敬宜, 2001)。在情境中經由主動探索所得到的知識，不僅可用於解決所面臨的問題情境，更可遷移解決其他類似的問題情境上。換句話說，情境學習的目的即在提供一種較真實的學習情境，以便學習者能夠從學習的歷程中建構自己一套問題解決的策略，達到「學習如何學習 (learning how to learn)」的最高目標 (高熏芳, 1996)。再者，目前情境教學已被積極地應用到各教學領域，特別是在結合電腦科技來進行電腦輔助學習與教學軟體的設計上 (邱貴發, 1996; 邱貴發與鍾邦友, 1993; 徐新逸, 1996、1998; 陳品華, 1997; 楊家興, 1995; 鄭晉昌, 1993; 鍾邦友, 1994)。基於上述理念，利用網路教學環境編製學習教材時，可以運用故事來模擬現實情境，以提昇學習者學習興趣與激發學習者學習動機，藉由提供模擬現實情境的機會以達成學習的目的。因此本網站內每一實驗單元的設計，在化學知識的選擇及故事問題的呈現，大都取自學生熟悉的生活經驗，而實驗活動的設計，也儘可能地活潑、有趣且必須是現象明顯而易操作的，透過網頁中真實影片的示範，教導學生主動探索與操作的態度，協助學生在活動的過程中不斷地與情境互

動，從中搜尋意義及建構知識，而從活動中學習到的知識概念，將會是他們將來用來解決現實生活問題的工具。

肆、「動手玩化學」網站之設計構思

實驗活動一：保麗龍之溶屍奇案

實驗目的：藉由一則擬人化的保麗龍謀殺奇案，讓學生透過觀察、討論來了解保麗龍的基本成分和用途，並藉由影片中丙酮可「吃掉」大量保麗龍的奇特現象，介紹丙酮的化學性質及為何可破壞保麗龍的化學原理，最後探討保麗龍雖然帶給人們便利的生活，但如果使用不當對人體還是有潛藏的危險性，並引出大量使用保麗龍所產生的環境污染問題，讓學生來共同討論及激發學生去思考如何藉由所學的知識去解決環保上的問題。

一、藉由故事引起動機：

	
--	---

二、原理說明：

	
---	--

三、所需器材及影片示範：



動手玩化學

器材：

- 細辛值解
- 藥品器材
- 動手操作
- 安全應用

 塊狀保麗龍
 丙酮
 大燒杯



動手玩化學




- 細辛值解
- 藥品器材
- 動手操作
- 安全應用

四、生活上的應用：



動手玩化學



保麗龍確實替人們帶來了非常便利的生活，但在生活上，安全通常不能直接和方便畫上等號。保麗龍是一種高分子聚合物，人體沒有辦法直接吸收，不過在製造過程中，若聚合反應未達99.8%，易殘留苯乙烯單體。而保麗龍的耐熱程度通常只有75至95℃，若溫度太高則會釋出苯乙烯單體。值得注意的是，目前市面上仍有泡麵使用保麗龍碗，如高溫沸水沖泡，則有吸入苯乙烯單體的危險。另外，根據研究保麗龍也不適合用來盛裝柳橙汁或可樂等酸性飲料。

苯乙烯單體具有**毒性**，它會抑制中樞神經系統而導致心律不整，甚至損害肝臟及腎臟。若以白老鼠做實驗，苯乙烯的口服毒性LD₅₀（半數致死劑量）為0.66公克/公斤，即是若有100隻健康的白老鼠，當攝食的苯乙烯量與牠們的體重比到達0.66公克/公斤時，將有50隻的白老鼠將魂歸西天。

C=Cc1ccccc1

苯乙烯化學結構

- 細辛值解
- 藥品器材
- 動手操作
- 安全應用

實驗活動二：賣方糖的小女孩

實驗目的：藉由“賣火柴的小女孩”想要見到媽媽感人小故事的改編，刺激學生去思考為何方糖是碳水化合物卻無法燃燒的原因，並讓學生討論日常生活中哪些物品是可燃物與不可燃物及燃燒所需具備的要素，同時透過影片中沾了麵粉就可燃燒的方糖，讓學生明瞭催化劑在化學反應中所扮演的角色，並鼓勵學生進一步討論生物體中催化劑所扮演的功能。最後在生活應用上，則延伸介紹整人玩具中「吹不熄蠟燭」的原理。

一、藉由故事引起動機：

動手玩化學

賣方糖的小女孩

故事背景 小英本來有個美滿的家庭，但是自從媽媽過世，爸爸娶了繼母之後，小英就常常被壞心的繼母叫去賣方糖給鄰居家用。

藥品器材 這天，外面下著大雨，小英帶著繼母給的幾顆方糖，向數十家雜貨店兜售，但因為大家都使用糖精而被拒。小英很害怕，這樣回去一定又會被繼母打，於是她好想急媽媽囉！

動手操作 突然靈機一動！或許她帶著賣火炭的小女孩，燒掉方糖，就可以從火堆中看見她的媽媽。於是小英拿了一顆方糖，將它點燃，可是方糖怎樣就是燒不起來！



動手玩化學

賣方糖的小女孩

故事背景 忽然間，小英想起以前唸書時，化學課上所做過的實驗。對了，只要有“那個”，方糖就可以燃燒了。於是，她走到雜貨店裡，偷偷將“那個”弄到手，她拿著“加工過”的方糖，打火機一點，方糖就燃燒了起來，她從火堆中看著對媽媽慈祥的對他微笑。



到底小英從雜貨店裡取走了什麼加入方糖中呢？

二、原理說明：

動手玩化學

賣方糖的小女孩

故事背景 原來小英從雜貨店中取走了一些香灰，那香灰中到底有什麼特殊成分可使方糖起大火燃燒呢？

藥品器材 首先我們必須瞭解燃燒的三大要素：
可燃物(燃料)：所謂可燃物是指能與氧化合引起發熱反應之物質。不過，有些物質雖可和氧化合，但如果不能產生發熱者，仍屬非可燃物。燃料之主要成分一般為碳、氫、硫三種元素中的一種或數種。
熱能(溫度)：可燃物與氧起化合作用必須有熱能，且必須達一定溫度，因為熱能可以分解燃料，產生可燃性氣體或蒸氣，而與空氣中的氧發生化學作用。
氧氣(助燃物質)：燃燒是可燃物與氧之化合作用，因此燃燒之際非但不能缺少氧，且氧濃度當在一定比例以上。若濃度低於15%以下就無法燃燒。一般空氣中氧濃度在21%。



動手玩化學

賣方糖的小女孩

故事背景 理論上方糖為含有碳、氫、氧的碳水化合物，所以應該可以燃燒，但因為它的結構緊密，受熱面積太小，所以不容易達到燃點。不過，當在方糖上灑一點香灰時，就很容易把方糖點燃。因為香灰中含有各種金屬碳酸鹽、硝酸鹽及氧化物，其中硝酸鉀可是傳統黑火藥裡的主要成分之一，受熱會釋出**氮氣助燃**，所以可與方糖中的碳原子與氧原子反應，生成二氧化碳及水。而被還原的金屬，在高溫下，很快又與氧反應，變回金屬氧化物，因此香灰在整個反應過程中扮演著「**催化劑**」的角色。

動手操作 同時在此實驗中，香灰也可用**麵粉**來替換亦可達到相同的效果，因為一般打火機的溫度太低無法達到其燃點，導致方糖無法燃燒，而沾滿麵粉的方糖點火會燃燒，是因為麵粉能夠聚熱，使溫度達到燃點，所以有沾麵粉的方糖便可以燃燒。



三、所需器材及影片示範：

動手玩化學

賣方糖的小女孩

器材：

方糖數顆

酒精燈或打火機


香灰或以麵粉代替

鑷子一支



動手玩化學

賣方糖的小女孩



四、生活上的應用：

 <h3>賣方糖的小妙訣</h3> <p>為何蠟燭一吹就熄而木炭卻會吹愈旺呢？</p> <p>科學原理 首先我們必須瞭解燃燒三大要素：可燃物（燃料）、熱能（溫度）、氧氣（助燃物質），缺一不可無法燃燒。一般蠟燭燃燒時，必須經過幾道程序，過程為固態蠟燭化成液態蠟，液態蠟聚集在燭蕊四周，並會隨著燭燭蕊往上升（虹吸現象），而熱會使它汽化成氣體蠟而開始燃燒，如此循環下去。而吹熄蠟燭的原理，主要就是移走可燃物（氣態蠟），沒有燃燒產生的熱能，液態蠟就沒有足夠的熱能來汽化，固態蠟也沒辦法融化，於是燃燒的循環就中止了。</p> <p>動手操作 假設今天不是吹蠟燭，而是吹木炭，你會發現木炭越吹越旺，那是因為木炭的可燃物是固態的，你的吹氣無法把固態的可燃物吹走，反而會帶給它更多的助燃物質（氧氣），因此它越吹越旺。這也可以說明吹氣並無法移走助燃物，也不是因為吹氣造成溫度下降才中斷燃燒過程的。</p> <p>購品器材 實驗應用</p> 	 <h3>賣方糖的小妙訣</h3> <p>整人玩具店買來的蠟燭為何吹不熄呢？</p> <p>「吹不熄蠟燭」與一般蠟燭最大的不同在於燭蕊，因為在製造吹不熄蠟燭的燭蕊過程中加入了一些矽、磷之類的低燃點物質，因為矽、磷的燃點較低，所以就算你一將蠟燭吹熄，但因為燭蕊還有殘餘熱度，而這個熱度比矽、磷的燃點還高，因此會產生復燃的效果。</p> <p>科學原理 購品器材 動手操作 實驗應用</p> 
---	---

實驗活動三：新鈔、舊鈔爭奪大戰

實驗目的：藉由兩張紙鈔同樣接受火的考驗，而舊鈔被火燒掉，但新鈔被火燒之後卻完好如初的有趣故事及影片，引出酒精與水的比例在其中所扮演的奧秘及介紹酒精的化學性質。最後在生活應用上讓學生討論為何純酒精不具有殺菌的功效，並藉由教導學生配置具有殺菌功效的酒精，讓學生了解化學中重量百分濃度的概念。

一、藉由故事引起動機：

 <h3>新鈔 舊鈔 爭奪大戰</h3> <p>千元新鈔跟千元舊鈔向來誓不兩立，但一山怎能容二虎，於是它們決定來場比賽，最強的人能夠成為台灣唯一的千元紙鈔。</p> <p>科學原理 舊鈔：「新來的，你跟我怎麼比？」 新鈔：「我們就來比，看誰比較耐得住火燒，贏的人就可以繼續跟央行合作。」</p> <p>動手操作 於是，第二天，就在央行總裁的見證下，新鈔跟舊鈔各自拿出法寶抹在身上，準備開始比賽。</p> <p>購品器材 實驗應用</p> 	 <h3>新鈔 舊鈔 爭奪大戰</h3> <p>火一點燃之後，只見舊鈔立刻就被燒掉一大半，癱倒在地打滾，不斷的哀嚎；而新鈔雖然身浴火中，卻從容的用扇子煽風，淡淡的說了句：「呼，好熱喔！」被人即時滅火的舊鈔，拖著燒剩的半張鈔面，用殘存的一口氣說：「你……唔……強……」然後便一命嗚呼了。</p> <p>央行總裁拿著合約歡迎向千元新鈔，握著它的手說：「恭喜你！你將成為台灣唯一的千元鈔票！只是……」央行總裁頓了一下，問道：「你究竟是怎麼辦到的??」</p> <p>科學原理 購品器材 動手操作 實驗應用</p> 
---	---

二、原理說明：



動手玩化學





為何新版鈔票沒有被火燒掉呢？

科學儲解

藥品器材

動手操作

生活應用

原來在燒鈔票之前，已先將鈔票浸於**乙醇和水各一半**的混合溶液中，因此鈔票上就含有酒精和水的成份，而當我們用打火機將鈔票點燃時，因為酒精是可燃燒的液體，而水是不可燃燒的液體，所以火將鈔票上的酒精燃燒後，就只剩下不可燃的水包附在鈔票上，因此大家看到的焦黑火焰其實是燃燒酒精而來，鈔票也因為含有水份的關係，所以不會燒到本身。

由於乙醇與水的混合溶液，燃燒鈔票時火焰為淡藍色，在視覺上不易觀察，為加強視覺效果可加入少量的氯化鈉 (NaCl) 來改變火焰的顏色，鈉離子可使火焰的顏色呈現**橙黃色**。



乙醇與水最佳的比則為1:1



三、所需器材及影片示範：



動手玩化學





器材：



藥用酒精
(95% ethanol)



酒精燈或打火機



燒杯



玩具鈔票數張



鑷子一支





動手玩化學







科學儲解


藥品器材

動手操作


生活應用




四、生活上的應用：



動手玩化學





為何純酒精不具有殺菌的功用？

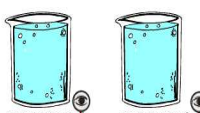
科學儲解

藥品器材


動手操作

生活應用

酒精的濃度是決定殺菌效果好壞的關鍵因素。一般來說，在醫院或學校裡所使用的消毒酒精，大約都含有**25%的水份**。殺菌的原理在於酒精具有強大的滲透能力，能夠滲透到細菌體內，使整個細菌體內的蛋白質迅速凝固起來，如此一來，細菌也就無法生存了。然而當你用純酒精消毒時，酒精的濃度很大，一下子就使細菌表面的蛋白質凝固了，結果形成一層**硬膜**。而這層硬膜對細菌有保護的作用，阻止酒精進一步滲入，所以酒精反而不能殺菌。因此，一般來說，以**70-75%濃度**的酒精，殺菌防疫效果最好。






75%酒精下的細菌 100%酒精下的細菌



實驗活動四：小哈利的魔法

實驗目的：藉由一副已經變形的眼鏡，在小哈利的巧手下卻能恢復原狀的神奇故事，引發學生對「記憶金屬」的好奇，進而介紹記憶金屬的材質及其能恢復原狀的原理，並透過影片的呈現讓學生親眼目睹變形的記憶金屬放入熱水後隨即恢復原狀的現象。最後在生活應用上，介紹目前常見具有記憶金屬的產品，如眼鏡、牙齒矯正線等，並讓學生發揮創意去討論記憶金屬的特殊性質在生活上還能製作出什麼樣有趣的產品。




一、藉由故事引起動機：

 <p>動手玩化學</p> <p>故事簡介 在小明的吵鬧下，媽媽買了一副新眼鏡給他，小明興高采烈的帶著新眼鏡到學校。小亮看到小明配了新眼鏡，非常不是滋味，怒氣衝衝，小明又被他欺負了，更不幸的是，他的新眼鏡也在這過程當中變形了。</p> <p>藥品器材 普通的！</p> <p>動手操作 把我的眼鏡恢復原狀吧！</p> <p>生活應用 小明哭著回家：「嗚哇~，小哈利，怎麼辦？我的新眼鏡被弄壞了，要是給媽媽知道了，我一定會被罵死的！小哈利，救救我吧！」</p>	 <p>動手玩化學</p> <p>故事簡介 小哈利：「唉~，真拿你沒辦法。好吧！」，於是從口袋裡拿出一個東西：「熱-水-壺！」。小哈利從熱水壺中倒出一點熱水，並將小明被壓到變形的眼鏡放入熱水中浸泡，過時間，眼鏡即恢復原來的形狀。 小明：「哇~，這真是太神奇了！小哈利，這到底是什麼鬼熱水壺啊？怎麼只要將變形的眼鏡泡一下熱水，就能恢復原來的樣子呢？」 小哈利：「沒有啊，這只是我剛剛從櫃下廚房拿上來的熱水壺而已啊！」 小明：「難道就是水裡面大有文章？」 小哈利：「也不是，這只是普通的水而已啊！」</p> <p>藥品器材 神奇的不是熱水壺，也不是熱水，那麼小哈利到底是如何將小明的眼鏡修好的呢？</p> 
---	---

二、原理說明：

 <p>動手玩化學</p> <p>故事簡介 原來媽媽買給小明的眼鏡是一副特殊合金材質的眼鏡，是由鎳和鈦所製成的合金，叫做鎳鈦(Nitinol)，其製作方法是將鎳、鈦各一半混合的合金，在攝氏四百度高溫下保溫的鍛造十分鐘，即可永久保持此一形狀，因此具有記憶的功能。什麼?! 金屬也有記憶功能? 這到底是怎麼回事呢?</p> <p>藥品器材 形狀記憶合金是一種金屬材料，它們最特別之處是它們變形後，只要將它加熱至「形體改變溫度」(transformation temperature)以上，它們會恢復未變形的形狀，就好像它們是有「記憶」一樣。不過，鎳鈦這種合金只能在變形百分之十後回復原狀，若是超過百分之十以上，它會進行塑性形變並且不能回復原狀。而目前最新的形狀記憶合金是由鈷和錳加上其他金屬例如鉛所製造的合金。</p>  <p>記憶合金製成眼鏡</p>	 <p>動手玩化學</p> <p>故事簡介 為什麼形狀記憶合金會那麼神奇呢？ 原來在記憶合金裏，原子按一定的方式排列。當受到外力作用時，這些原子離開自己原來的位置，合金材料就發生形變。而將這些合金材料知道，由於獲得了能量，合金的原子又回到原來的位置。這就是記憶合金加熱到一定溫度恢復原狀的原因。 深入了解其中的奧妙，記憶合金的晶體結構，在低溫時，合金是處於「馬氏體相」，這種合金內的晶體結構是比較柔軟的長斜方晶系形態，原子間的距離在受力時可作改變，故我們可以扭曲合金的外型。當我們將合金加熱到高於一個臨界溫度時，合金則處於「奧斯汀相」，這種合金內的晶體排列為堅固的體心立方結構，原子間的距離回復到受力前的樣子，合金便變回原狀。</p>  <p>馬氏體相 奧斯汀相</p>
---	--

三、所需器材及影片示範：

 <p>動手玩化學</p> <p>材料：</p> <p>細窄鐵條</p> <p>藥品器材</p> <p>動手操作</p> <p>安全應用</p> <p>記憶合金 (銀鈦各一半混合之合金)</p> <p>熱水</p> <p>00</p>	 <p>動手玩化學</p> <p>細窄鐵條</p> <p>藥品器材</p> <p>動手操作</p> <p>安全應用</p>  <p>00</p>
--	---

四、生活上的應用：

 <p>動手玩化學</p> <p>細窄鐵條</p> <p>藥品器材</p> <p>動手操作</p> <p>安全應用</p> <p>記憶合金一經發現，便得到了廣泛的應用，其中最著名的是“阿波羅”11號帶到月球上的天線。</p> <p>科學家利用極薄的形狀記憶合金，先在正常情況下按預定要求做成一個巨大的拋物面天線，然後降溫把它縮成小小的包裹裡，裝進登陸艙，送往太空。當包裹打開後在陽光的照射下，天線在溫暖的陽光中恢復成巨大的半球形，利用這天線將阿波羅探測器與“名言”對一個人來說，這僅僅是一小步，但對整個人類來說，這是跨了一大步……”返回地面，令全世界歡欣鼓舞的人們激動不已。</p>  <p>00</p>	 <p>動手玩化學</p> <p>細窄鐵條</p> <p>藥品器材</p> <p>動手操作</p> <p>安全應用</p> <p>由於記憶合金在扭曲後仍能回復原狀，所以在生活中也有多種應用。而目前應用最廣的是由銀鈦與鐵混合而成的鐵鈦鈦，因為它不易有金屬疲勞，耐疲勞，能承受拉力和壓力，在通電時能產生顯發相變的熱力，所以除用作眼鏡框外，它更可以是起動器、感應器、發熱器三合一的材料。</p> <p>而在生物醫學領域裡，牙齒矯正線則是目前鐵鈦鈦在口腔門上的主要應用。鐵鈦鈦由於具備相當優良的生物相容性、抗腐蝕性與形狀記憶機能，因此在矯正線的使用上逐漸成為主流。除了在齒科的應用上，具有類似於彈性體的形狀記憶合金，在骨折部位的固定與解決心血管堵塞的問題上，都具有相當良好的效果。而目前市面上見到的魔術腳蹼，也是利用形狀記憶合金作成骨節。當因任何外力作用使其變形後，只要穿在身上，由於人體溫度的作用，它的形狀又會在很短的時間內恢復原狀。</p>  <p>00</p>
--	--

實驗活動五：50+50≠100

實驗目的：藉由 50 毫升的酒精與 50 毫升的水，混合在一起竟然只有 98 毫升的奇怪現象，引發學生對於那消失兩毫升液體的好奇心。雖然此實驗的操作與器材都相當簡單，但卻能讓學生感受到化學中抽象的「分子」概念，並讓學生了解原來水分子與酒精分子間具有看不見的「氫鍵」存在彼此之間的化學概念。最後在生活應用上，引申介紹目前新聞上相當熱門的替代能源－生質酒精、生質柴油，包括其製造的原料、製作的過程及對於環保的貢獻。

一、藉由故事引起動機：



動手玩化學





科學謎解 小蘭是個非常“蠢”真的小孩，因此常常遭到其他小朋友的欺負，尤其以小王欺負他最兇。這天，校內的自然老師為了上課需要，請小王幫他買水和酒精各50毫升，懶惰的小王便指使小蘭去買。

購品器材 小王：「喂！小蠢蛋，老師叫你去幫他買水和酒精各50毫升，記住！共100毫升，一點也不能少囉!!」小王腦中忽然靈光一閃說：「現在環保很重要，你就叫老闆幫你裝一起，才不會增加碳排放，OK?」

動手操作 

實驗應用 





動手玩化學





科學謎解 回到校內後，小蘭跟小王一起拿著混合的液體，到教室去交給老師。小王：「報告老師，我麻煩小蘭買水和酒精各50毫升，他不但將二種都混在一起，而且還少了2毫升，只有98毫升，我千交待萬囑咐，一點都不能少的!」


購品器材 小蘭急著說：「不是的，老師!是小王說為了環保，叫我把它們裝在一起的!」小蘭拿出發票：「可是...，我真的親眼看見老闆用量筒量50毫升的水和酒精互倒在一起，我真的不知道為什麼會少?」

動手操作 

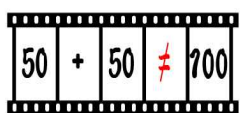
實驗應用  為何會少2毫升呢?




二、原理說明：




動手玩化學






50毫升的酒精加入50毫升的水中，結果竟然只有98毫升?!


科學謎解 原來水和酒精在我們眼裡，都是既透明又清澈的液體，完全沒有想過液體裡面存在任何縫隙。但事實上，水和酒精都是由許多小分子所組成的，分子和分子之間，存在著許多**看不到的縫隙**。所以當把水與酒精混合時，水和酒精的分子會跑到彼此的空隙，造成總體積減少。若深入以化學角度來看，因為水和酒精除了自己本身有**氫鍵**的存在外，水與酒精之間亦可形成**氫鍵**，而且兩者相互之間結合的力量更強，所以縮短了水分子與酒精分子彼此之間的距離，因此總體積變成98毫升。也就是說水分子與酒精分子本來彼此之間有大大小小不等的距離存在，但一旦有**氫鍵**存在時，會把他們用更小的距離連接著，所以整體的體積就變小了。

購品器材 

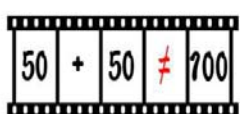
動手操作 顯示成中虛線的部分為水分子和酒精分子之間形成的氫鍵


實驗應用 

三、所需器材及影片示範：




動手玩化學







器材：




酒精



水




量筒

科學謎解 

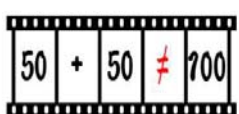
購品器材


動手操作


實驗應用




動手玩化學





科學謎解 

購品器材 

動手操作

實驗應用

四、生活上的應用：

<p>動手玩化學</p> <p>$50 + 50 \neq 700$</p> <p>科學儲解 最近新聞報導一些民生食品漲價了，因為「車與人爭食」，運輸工具也要分一杯羹！這是怎麼回事呢？原來，國際油價不斷創新高，國內各種燃料價格跟著漲不停，尋找替代能源的研究再度成為重要工作。已知的能源作物有薯蓣、藻類、油料、澱粉類與糖料四大類，台灣薯蓣在後兩項的研究，目前已建造出第一座生質柴油示範廠，用向日葵、大豆、油菜榨出的油，製造生質柴油。今年則開始利用甘蔗的澱粉和甘蔗的蔗糖，生產可和汽油混合使用的生質燃料。不過，兩者障礙程度最大的困難在於價格。但國際能源協會統計指出，生質能源是僅次於石油、煤、天然氣的第四大能源，將可解決農產、工業等廢棄物的環保問題，並減緩溫室效應，一舉數得。</p> <p>購品器材 生質柴油原料 如薯蓣、大豆</p> <p>動手操作 生質燃料原料 甘蔗、甘蔗</p> <p>生活應用</p>	<p>動手玩化學</p> <p>$50 + 50 \neq 700$</p> <p>究竟生質酒精是什麼呢？所謂生質酒精(Bioethanol)，亦即由全糖量的作物，如玉米、甘蔗提煉而成的酒精。一般來說，只要含有可發酵性糖如蔗糖、葡萄糖、麥芽糖、果糖等，或是擁有可轉變為發酵性糖的原料如澱粉和纖維素等，都是可以用來製造生質酒精的好原料。</p> <p>購品器材 動物或植物油可用來製造生質柴油</p> <p>動手操作 食用油主成分是三酸甘油酯，不過分子量太大，不適合作為燃料，但只要加入甲醇和適當觸媒，把此大分子切為脂肪醇和甘油，再萃取酒精，就是生質柴油。生質柴油特性跟柴油相近，燃燒產生的熱量也相當，可用任何比例和柴油混合，不必改變車輛引擎，且生質柴油閃火點比柴油高，沒有安全問題。</p> <p>生活應用</p>
<p>動手玩化學</p> <p>$50 + 50 \neq 700$</p> <p>科學儲解 至於農業廢棄物，如稻稈、稻殼、玉米稈、麥稈、蔗渣、廢木塊、林木廢棄物、樹葉等，由於富含纖維素原料，因此也可以作為製取生質酒精的原料來源。纖維素原料的主要成分為纖維素、半纖維素、木質素(或木纖維)，由於這些纖維素和澱粉一樣，都是葡萄糖的聚合物。因此，只要能找到特定的纖維素酵素將纖維素糖化，就可以廢物利用，將農業廢棄物變成汽車燃料了！</p> <p>購品器材</p> <p>動手操作</p> <p>生活應用</p>	<p>動手玩化學</p> <p>$50 + 50 \neq 700$</p> <p>燃燒柴油、汽油會產生二氧化碳，而燃燒生質柴油、生質酒精一樣會產生二氧化碳，但為何後者會比前者環保呢？因為生質柴油或生質酒精是來自農作物，農作物在生長過程中，進行光合作用，吸收二氧化碳，燃燒時放出二氧化碳，但沒有增加二氧化碳的總排放量。</p> <p>此外，燃燒煤、汽油，會製造有毒的氮氧化物和硫化物，但生質柴油、酒精，只產生二氧化碳和一氧化碳，幾乎沒有氮氧化物和硫化物，若在汽油中混用生質酒精，一氧化碳排放量也可減少一到兩成。</p> <p>購品器材</p> <p>動手操作</p> <p>生活應用 生質酒精的副產品為中油，目前應用於化妝品、醫藥用品、牙膏、止咳糖漿等產品。</p>

實驗活動六：被惡整的可樂

實驗目的：此活動最主要是以化學的角度帶領學生來驗證，前陣子網路及新聞上相當熱門的一段影片 - 「曼陀珠加可樂」，是否會產生噴泉的效果。藉由活動中“可樂噴泉”驚人的效果，讓學生深刻體會到原來生活中許多有趣的現象，都包含著化學的原理在其中，原來化學也可以和日常生活如此貼近。

一、藉由故事引起動機：

動手玩化學

被惡整的可樂

趣學值解 茶裡王跟向來在飲料界爭奪「一哥」寶座，不過這次比賽，茶裡王對於可樂比它紅這事件一直耿耿於懷。為了惡搞可樂，茶裡王偷偷去找麥當勞叔叔，意圖從他口中套出可樂的弱點。

購品器材 茶裡王：「麥叔叔，我想送你一點禮物，你可以告訴我，他最喜歡吃什麼，最討厭吃什麼嗎??」

動手操作 麥叔叔：「嘿！可樂它最喜歡吃M&M's巧克力，最討厭的食物就是曼陀珠了!」

生活應用

動手玩化學

被惡整的可樂

趣學值解 茶裡王聽了，立刻去買了一堆曼陀珠，並在曼陀珠上面噴上m的字樣。隔天，茶裡王將做的M&M's巧克力送給可樂。

購品器材 茶裡王：「可樂啊！以前都是我對，我知道你喜歡吃M&M's巧克力了，為了表示我的歉意，這些M&M's巧克力送給你!」

動手操作 可樂：「哇！你真是太客氣了!只是...這些M&M's好像有比較大顆...」

生活應用 茶裡王：「沒有啦!這是二十週年紀念版，我特地買來給你的。」

可樂一聽則是二十週年紀念版，高興地往嘴裡一送，瞬間可樂傾桌而出。茶裡王哈哈大笑，樂不可支。

可樂：「你這個小人!害我吃得滿身...。」

為什麼可樂那麼討厭曼陀珠呢?這又跟它傾桌而出有什麼關係呢?

二、原理說明：

動手玩化學

被惡整的可樂

趣學值解 相信大家在網路或電視媒體上，都已見過將曼陀珠放到大瓶寶特瓶可樂當中，可樂會像噴泉一樣噴得半天高的影片，像套氣嗎?不少民眾對於網路上的這段影片印象深刻，但心裏不免懷疑，真的有那么誇張嗎?經實地操作發現，如此做，的確會使可樂噴出大約20公分高，且不一定是可樂，只要是碳酸飲料都會造成這樣的現象，愈大瓶，氣愈飽，噴出的效果就會明顯，那它的原理到底是什麼呢?

購品器材 一般來說，可樂等碳酸飲料，是以高壓將大量的二氧化碳溶進冷水中，所以剛開瓶的可樂，溶液中的二氧化碳變得蠢蠢欲動，處於不穩定的狀態，隨時準備逃出，因此這時候如果投入曼陀珠，破壞了它原有的平衡，會加速釋放二氧化碳，但二氧化碳因瞬間產生太多，窄小的瓶口無法即時釋放，故可樂被氣體擠壓出去，就形成了可樂噴泉的現象。

動手操作

生活應用

動手玩化學

被惡整的可樂

趣學值解 不過，關於可樂噴泉的原因，網路上也流傳另一種說法，說是曼陀珠中的阿拉伯膠降低了水分子的表面張力，使水更容易形成氣泡，但因為曼陀珠對可樂的溶解量很有限，因此阿拉伯膠不可能瞬間減低水的表面張力，讓可樂噴出。再者，根據 Discovery (遠東信託者) 第57集做的實驗，其實曼陀珠並不是最好的材料，可以用鹽代替，尤其是粗鹽，節目中曾創下10公尺的紀錄。其主要原因為「成核作用」，簡單說就是原本溶在水中的二氧化碳會先在成核位置形成氣泡，然後隨液面上升，在上升的過程中與其他成核結合隨後逐漸變大，而曼陀珠與粗鹽表面有無數的細孔，能增加更多表面積，促使二氧化碳找到可以附著的地方，形成氣泡，並往外冒，而造成噴泉。因此，就目前的資料來看，阿拉伯膠並非是使可樂產生噴泉效果的主要物質，但可樂中的人工甜味、苯甲酸钠、咖啡因能讓噴泉更高。所以可樂噴泉的原因，偏向因為異物擾動而加速二氧化碳逃出的說法較有力。

購品器材

動手操作

生活應用

三、所需器材及影片示範：

動手玩化學

被惡整的可樂

趣學值解

購品器材

動手操作

生活應用

器材：

2公升可樂一瓶 (選擇瓶頸可樂窄後較好清理)

曼陀珠 (不限口味)

試管或將玻璃瓶裝成圓筒狀 (為了加快曼陀珠落入瓶內的進度)

動手玩化學

被惡整的可樂

趣學值解

購品器材

動手操作

生活應用

四、生活上的應用：



動手玩化學



被惡整的可樂



科學原理 了解可樂噴發的原理，相信大家應該很想知道，到底兩者能不能同時吃進肚子裡吧？

藥品器材 針對這點，專家指出當可樂進入胃裡時，氣泡早就冒光了，所以是碳酸與可樂作用時，所產生的二氧化碳氣體量，將遠不及影片中可樂所顯示的噴發效應。因此要在人體內產生相同的效果，首先必須將兩公升的可樂以很快的速度喝下，接著在第一個噴發打出來之前，迅速將一整顆曼陀珠吞下，就可以成功！.....不可能的任務吧！

動手操作 為何當鹽加入沙士中也會產生氣泡呢？

生活應用 因為鹽是氯化鈉分子，氯離子與鈉離子與水結合的能力都比二氧化碳強，一旦把鹽放進沙士中，氯離子與鈉離子與二氧化碳競爭水分子，使得原本與水結合的二氧化碳失去水分子，只好以氣體的形式逸散出去，這種效應稱為鹽析效應 (salting-out effect)。



實驗活動七：第二屆龜兔賽跑

實驗目的：藉由一則童話故事－龜兔賽跑的改編，引出一種吸水能力超強的高分子聚合物－聚丙烯酸鈉，除了介紹它的化學特性及用途外，並說明其能大量吸水的原理。同時，讓學生發揮創意去討論這樣超吸水高分子，在日常生活上除了尿布的應用外，是否還有新的用途。最後在生活應用上，則介紹前陣子新聞報導中，在中小學相當流行的「水晶寶寶」，讓學生了解原來水晶寶寶會“長大”及“生小寶寶”，是利用這種高分子聚合物吸水性特別強及飽和後會漲破分裂的特性，並介紹目前市售含用聚丙烯酸鈉的新產品。

一、藉由故事引起動機：



動手玩化學



第二屆龜兔賽跑



上次兔兔賽跑小白兔輸給烏龜之後，成為大家的笑柄，為了清刷恥辱，小白兔又舉辦了第二屆兔兔賽跑，意圖挽回自己的顏面，眼看比賽在即，小白兔擔心自己又輸掉，於是拜訪了森林裡最有名的巫婆。

科學原理 拜訪神農氏比賽勝利的特效藥

藥品器材 可以，不過有個條件：如果你輸了比賽，你就得成為我的個人一員。

動手操作 巫婆給了小白兔一包粉末，並告訴小白兔記得將粉末倒入烏龜的礦泉水裡。比賽當天，小白兔心想：為什麼勝利的特效藥是給烏龜喝，而不是給我喝？會不會是巫婆家裡缺錢，故意要讓烏龜獲勝，然後讓我當他家的傭人?!不行，我不能讓他的詭計得逞!於是便將粉末倒入自己的礦泉水裡。





動手玩化學



第二屆龜兔賽跑



比賽開始，烏龜和小白兔各自攜帶了自己的礦泉水上路。小白兔一下就往開和烏龜之間的距離，覺得有些安心了，突然覺得自己口渴渴，於是打開礦泉水準備喝，可是，水卻怎麼都倒不出來，小白兔想：這不是比賽勝利的特效藥嗎？怎麼會這樣！怎麼水都倒不出來？

好一段時間過後，烏龜終於趕了上來，看到了這副脫水昏倒的小白兔，以為他又在睡覺，便哈哈大笑道：「哇塞，上次都輸了這次還睡，還真帶種。」烏龜把下脫水的小白兔，許久之後，終於抵達了終點，第二屆兔兔賽跑又是烏龜贏了。而小白兔也“順利”的成為巫婆家的傭工一個月。

科學原理 勝利的特效藥-那包神奇的粉末，到底是發生何種作用，使水倒不出來呢？



二、原理說明：

動手玩化學

第二屆龍兔賽跑

領事儲解 原來在染給小白兔的勝利特設獎為一種吸水能力超強的高分子聚合物 - **聚丙烯酸鈉(Sodium Polyacrylate)**

藥品器材 在自然界中有許多物質能吸收大量水分，例如棉。但是這樣的吸水物質，也只不過能吸收最多自身重量幾十倍的水量。而**聚丙烯酸鈉**這種高吸水性的高分子材料，是由**丙烯酸(acrylic acid)**及**丙烯酸鈉(sodium acrylate)**聚合而成，保水性強，其吸水量可達其自身重量的800倍(每公克聚丙烯酸鈉可吸收825ml的水)，因此倒入水後，瓶中之水會呈現凝膠狀且膨脹起來，進而卡住瓶底，使水無法順利流出。

動手操作

實驗應用

聚丙烯酸鈉化學結構

$$\begin{array}{ccccccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ | & | & | & | & | & | & | \\ \text{---C---} & \text{---C---} & \text{---C---} & \text{---C---} & \text{---C---} & \text{---C---} & \text{---C---} \\ | & | & | & | & | & | & | \\ \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} \end{array}$$

含有聚丙烯酸鈉粉末
影片取自http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/java/

動手玩化學

第二屆龍兔賽跑

領事儲解 聚丙烯酸鈉高分子本身是一個半透膜，化學家利用半透膜只容許水分通過的特性，先將聚丙烯酸鈉製成一個小圓球，同時在小圓球的球殼內部包入鹽巴，因此關鍵就在於聚合物結構裡的高鈉含量，當聚丙烯酸鈉高分子接觸到水時，由於小圓球內外溶液的濃度相差懸殊，因此大量的水由小圓球外面的稀薄溶液**滲透**進入小圓球內部的鹽溶液，以便使內外的濃度相等。但這樣一來，卻使水分滲入了聚合物結構裡出不來，呈現凝膠狀。不過，如果把鹽灑在凝膠上，水就會從凝膠流出。

藥品器材

動手操作

實驗應用

註解：滲透是指以半透膜隔開兩種不同濃度的溶液，其中溶質不能透過半透膜，則濃度較低的一方水分子會透過半透膜到達濃度較高的另一方，直到兩側的濃度相等為止。

滲透現象
聚丙烯酸鈉高分子吸水原理

三、所需器材及影片示範：

動手玩化學

第二屆龍兔賽跑

領事儲解 材料：

藥品器材 尿布數片 (內含聚丙烯酸鈉粉末)

動手操作 紙杯與透明杯

實驗應用

動手玩化學

第二屆龍兔賽跑

領事儲解

藥品器材

動手操作

實驗應用

四、生活上的應用：

動手玩化學

第二屆龍兔賽跑

領事儲解 本演示實驗所用的「**聚丙烯酸鈉**」是一種吸水能力超強的高分子聚合物，其用途極廣，老年人及嬰兒用的紙尿布，或婦女使用的衛生棉等都需要用這種吸水能力超強的聚合物來發揮其超強吸水能力。不過，利用這樣的原理，高分子聚合物所能吸收的水分也取決於它吸收什麼樣的水例如：
蒸餾水 - 本身重量的800倍。
自來水 - 本身重量的300倍(因為自來水中含有許多離子)。
0.9%的食鹽水溶液(大約相當於人類尿液的濃度) - 本身重量的60倍。

藥品器材

動手操作

實驗應用

動手玩化學

第二屆龍兔賽跑

領事儲解 除了應用在尿布外，特別的丙烯酸聚合物可用來製造各種海盜電燈的防漏膠帶，也有人把它混在橡膠裡，做成與水接觸後會膨脹的灰泥塗料，以提供更好的防水效果。此外，汽車的油水過濾器，也使用聚丙烯酸鈉，把汽油裡的水分吸收掉。


藥品器材

動手操作

實驗應用

近年來，也有人成功的把聚丙烯酸鈉粉末，變成利黏膏般的膠狀物質，可以裝入軟管。火災時，把它塗在想保護的東西上，形成防護膜，可使這件東西不會燒毀。

火災時，膠狀的聚丙烯酸鈉可用來保護家具




第二屆龍兔賽跑

科學儲解
前陣子，中南部小學校園，流行飼養一種名為「水晶寶寶」的新寵物，因為只要將它放在容器裡加水，水晶寶寶就會膨脹長大，還會分裂生出其它的水晶寶寶，所以讓小朋友愛不釋手。

藥品器材
到底「水晶寶寶」是什麼東西？會如此神奇呢！其實水晶寶寶是一種**丙烯酰胺高分子聚合物**，最大的特性就是**吸水性特別強**，可以在短時間內吸收大量的水，吸了水會膨脹好幾倍，就像是長大了一樣，並在飽和後繼續分裂成多個水晶寶寶，而且在水溫高的狀況下，吸收力會更好。

動手操作
由於球型水晶寶寶吸水性強且膨脹速度快，凝膠強度大，保水性能好，又可反覆使用，因此適合用於**水耕植物生長**。再者，目前市面上也已有相關產品的應用，如加入香料作為**空氣清新劑**！

生活應用



第二屆龍兔賽跑

科學儲解
其實那是因為**丙烯酰胺高分子聚合物**在製造過程中，有的分子不是很均勻，吸了水之後，裡面比較小的顆粒受到擠壓，加上吸了水而脹大，於是從原本的水晶寶寶脫離出來，讓小朋友以為是細胞分裂，或生出小寶寶。另外，如果在水晶寶寶中加入鹽巴，也能讓水晶寶寶裡面的水分排出，水晶寶寶就會變小。

藥品器材
五顏六色的水晶寶寶雖然很有趣，不過值得注意的，它**潛藏著安全的疑慮**，因為在聚合處理過程中，如果沒有把殘留的**丙烯酰胺單體**去除乾淨，這些殘留單體是有毒性的。再者，經濟部標準檢驗局經過試驗，發現水晶寶寶所使用的染色劑為**非食用性色素**，誤食或長期接觸，有可能造成中毒。

動手操作

生活應用

實驗活動八：公主的手機號碼

實驗目的：藉由國王想要為公主挑選一位聰明王子而設下科學謎題的故事，刺激學生去思考，國王到底使用什麼方法讓字隱形，而這位聰明的王子又是用什麼方法，使白紙顯現公主的手機號碼，藉由討論的過程讓學生發現酸鹼指示劑在不同酸鹼值中會有顏色的變化，並了解其中變色的原理。最後在生活應用上，藉由前陣子相當流行的隱形筆（作弊筆），來介紹螢光分子在紫外燈照射下會發出螢光的原理。

一、藉由故事引起動機：



公主的號碼

科學儲解
某個王國裡，住著一位公主，由於公主實在太漂亮了，吸引各國王子的追求，令國王跟皇后覺得非常頭疼，於是國王決定從各國王子中，選出最聰明的一位，當公主的男朋友。

藥品器材
國王：「請國王子們，由於追求公主的人數過多，所以本王想出了一個辦法，凡是透過本試驗的人，就有機會跟公主做進一步的接觸。」

動手操作
國王發給王子們每人一張白紙道：「這張白紙就是這次的謎題，白紙上寫著公主的手機號碼，唯有解開謎題的人，才能跟公主交談。」

生活應用



公主的號碼

科學儲解
拿到白紙的王子們，一頭霧水的拿著紙題回去，公主覺得國王出的謎題太難，很擔心沒有人打電話來。幾天之後，公主的手機終於響了，公主很高興的接起手機……

藥品器材

動手操作

生活應用

二、原理說明：



公主的號碼

科學儲解
原來整個故事的關鍵在於酚酞指示劑的使用，原理非常簡單，僅僅是利用酚酞指示劑在鹼性或酸性溶液中的顏色變化而已。國王為了尋找出天資聰穎的王子，是在白紙上動了手腳，首先拿毛筆沾上酚酞指示劑溶液在白紙上寫字，由於酚酞溶於水中是透明的，所以單向紙線乾燥，此時所寫的文字是看不見的。而王子因為瞭解酚酞指示劑在鹼性環境下是無色的，而在酸性環境則呈現粉紅色的特性，所以將氫氧化鈉水溶液噴在白紙時，公主的手機號碼就漸漸地以粉紅色的顏色浮現出來。

酚酞為白色或微帶黃色的細小晶體，難溶於水而易溶於酒精。因此通常把酚酞配製成酒精溶液使用。當酚酞試劑滴入水或中性、酸性的水溶液時，會出現白色渾濁物，這是由於酒精易溶於水，使試劑中難溶於水的酚酞析出的緣故。酚酞在水中為一弱酸，當被測溶液pH值小於8.5時，指示劑會呈現無色的酸性反應；而當pH值大於9時，指示劑會呈紅色的鹼性反應，因此在鹼酸滴定實驗中作為滴定終點判斷之用。

科學儲解
酚酞指示劑在不同鹼值會有顏色的變化，是因為其分子在不同鹼值時結構不同(請參考下圖)。若水溶液呈鹼性時，水中的氫氧根離子(OH⁻)會與酚酞反應而產生不同的結構，而結構不同會讓光線射入分子結構中產生不同程度的反射量以及不同波長和角度，所以反射(也許有部分是折射)到我們眼睛的光會是不一樣的颜色。



酸性下的酚酞(無色) 鹼性下的酚酞(粉紅色)

三、所需器材及影片示範：



公主的號碼

科學儲解
器材：

藥品器材
氫氧化鈉 酚酞 白紙與毛筆

動手操作
噴霧器 燒杯





公主的號碼

科學儲解

藥品器材

動手操作

實驗應用



四、生活上的應用：



公主的號碼

科學儲解
最近台灣市場上出現了一種隱形筆，隱形筆的筆芯採用特殊螢光劑和油墨製成，用這種隱形筆寫字，在正常的光線下顯示為完全隱形，但是透過筆尾的螢光燈照射後，則能清楚地顯示出字跡來，這種隱形筆一出現，就受到一些學生的青睞，成為考試作弊的利器。

藥品器材
隱形筆的原理，就是筆的墨水內，含有近似無色的螢光分子，只有在紫外線照射下，分子才能感光，所發螢光，就是波長比較短的光，照在螢光物質上，會被吸收，然後該螢光物質再放出波長比較長的光。舉例而言，日光燈中有水銀蒸氣，當透過玻璃管產生紫外線，然後紫外線撞擊到燈管上的白色螢光物質，就發出可見光。





公主的號碼

科學儲解
為何螢光分子在紫外線照射下會發出螢光呢？

藥品器材
所有物質都是由原子構成，原子的中心為原子核，帶著負電的電子則繞著原子核運轉。有趣的是，電子在原子中的能量並不是任意的，這些電子會處於一些固定的能階，不同的能階對應於不同的電子能量，如圖所示，我們可以把這些能階想像成一些繞著原子核的軌道，距離原子核越遠的軌道能量越高。

動手操作
所以當螢光分子受到紫外線(波長較短的光其頻率高，所以光子的能量較大)照射時，電子會吸收其能量而躍到較高能階之軌道，但此高能階之軌道並不穩定，電子會躍回正常能階之軌道，並釋放出多餘的能量，此種能量可轉換為各種不同顏色之可見光。不過有些分子的電子須要一些時間才能回到正常能階之軌道，因此紫外線離開後，螢光仍會持續一段時間，這種現象稱為「磷光」。



53

動手玩化學

吃U的異形

表乙達維反應過程之進一步圖解：

領事儲解
購品器材
動手操作
實施應用

PEG 的異形，會透過這些水分子，形成緊密的三維空間網絡結構，因此達維，它與含有水分子的液體也不是固體。

動手玩化學

吃U的異形

那為何這異形可以吞掉磁鐵呢？

原來這異形，是介於固體和液體之間的物質，它兼具固體具有一定形狀的性質，以及液體可以變成任何形狀的性質。因此當在異形的製作過程中，加入**磁粉**，不僅會讓異形呈現黑色固狀物，而且當加**磁鐵**（目前市場磁鐵中，吸力最強的）靠近異形時，異形中所包含的**四氧化三鐵**，會被這強力磁鐵所吸引而長出角來，甚至在吞下磁鐵的感覺。

領事儲解
購品器材
動手操作
實施應用

三、所需器材及影片示範：

動手玩化學

吃U的異形

器材：

領事儲解
購品器材
動手操作
實施應用

磁粉 (強力磁鐵)
白膠
磁粉
磁粉 (Fe₃O₄)
燒杯 (內裝熱水)
攪拌棒

動手玩化學

吃U的異形

領事儲解
購品器材
動手操作
實施應用

異形製作過程

四、生活上的應用：

動手玩化學

吃U的異形

硼砂在日常生活中有什麼用途呢？

硼砂 (Borax) 為**四硼酸鈉** (sodium borate) 的俗稱，臺灣話叫西魯，在水中呈弱鹼性。硼砂的功能為可增加食品的**韌性**、**脆度**及改善保水性、保存性，並防止濕粉團時發生的過度黏著。以往常被用來添加於年糕、油麵、粽子、油條、貢丸等，不過因為毒性較高，目前已被禁用。亦可用來防止蠟燭變黑，以保持其色澤美觀，但硼砂的防腐力很弱，所以蠟燭使用硼砂完全是為了抑制酪胺酸酶 (tyrosinase) 的作用，以防止酪胺酸 (tyrosine) 經酶作用及氧化作用而變成黑色素 (melanine) 使蠟燭變黑。實質上對細菌的整埽並無太多抑制的功效。硼砂食入體內後經胃酸的作用會形成**硼酸**，硼酸於體內具有積存性，且會妨礙消化酶的作用，其中毒症狀為嘔吐、瀉瀉、紅斑、休克、昏迷。

領事儲解
購品器材
動手操作
實施應用

動手玩化學

吃U的異形

聚乙稀醇 (polyvinyl alcohol, PVA) 在日常生活中有什麼用途呢？

可溶於水中的**塑膠**，係由95%澱粉及5%聚乙稀醇製造而成。聚乙稀醇是把聚乙烯 (PE) 中的一個氯原子置換成羥基 (-OH)，所以聚乙稀醇並不是由乙稀醇的單體所聚合而成。事實上乙稀醇根本不存在，化學家曾嘗試著去製備乙稀醇，但是並沒有辦法成功，因為它很快就會變成別的化合物。

$$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{---C---} & \text{---C---} \\ | & | \\ \text{H} & \text{O---C---CH}_3 \\ & | \\ & \text{O} \end{array} + \text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{---C---} & \text{---C---} \\ | & | \\ \text{H} & \text{O---C---CH}_3 \\ & | \\ & \text{OH} \end{array}$$

聚乙稀醇
通常利用水解法製成聚乙稀醇 (polyvinyl alcohol, PVA)，可生成聚乙稀醇。

領事儲解
購品器材
動手操作
實施應用

什麼樣或什麼樣的多呢！

實驗活動十：瞬間變色的神水

實驗目的：藉由故事或影片中七個杯子加水後可產生七彩顏色變化的現象，引發學生的好奇心而想去了解變色的奧秘，而在解答的過程中，讓學生認識三種常見

的酸鹼指示劑及其在酸鹼中的顏色差異。最後在生活應用上，讓學生去思考欲得知溶液的酸鹼性，可利用酸鹼指示劑，但如果是日常生活中的食物，如何判斷其酸鹼性呢？

一、藉由故事引起動機：

動手玩化學

故事值解 宋七粒自從被法院裁定無罪釋放之後，又開始打著「台灣真神」的名號，在民間廣招信徒。既然用照片顯像分身這招已經無效，宋七粒想出了另一個法子，向信徒宣揚自己的神威。

藥品器材 法會當日...

動手操作

生活應用

動手玩化學

故事值解 宋七粒：「各位觀眾，歡迎光臨！相信大家一定會對於本真神的法力感到質疑，讓下來的神蹟，會讓大家吃驚不已，千萬不要懷疑你看到的「神蹟！」接著，宋七粒拿出一瓶透明無色的水，說道：「這是剛剛在7-11買的礦泉水，這杯水經過我的加持之後，會產生不可思議的變化...」

藥品器材

動手操作 宋七粒噴哩噴哩哈一堆咒語後，把水往七個水杯內倒，原本透明無色的水，瞬間變成七彩繽紛的顏色—紅橙黃綠藍紫—好不神奇，眼前的信徒們無不驚訝！

生活應用 到底宋七粒又是用什麼方法將透明無色的水，瞬間變色呢？

二、原理說明：

動手玩化學

故事值解 原來宋七粒在表演前，已在預先準備好的器具中動了手脚，首先分別在七個杯子內加入三種不同比例的酸鹼指示劑，而寶特瓶中的水也並非礦泉水，而是由**氫氧化鈉**調製而成的鹼性溶液，所以當倒入杯中時，不同的酸鹼指示劑遇到鹼性溶液，因而產生不同的顏色變化。現在就讓我們來認識這三種酸鹼指示劑吧！

藥品器材

動手操作

生活應用

動手玩化學

故事值解 為什麼鹼性或酸性水溶液遇到酸鹼指示劑時會變色呢？因為酸鹼指示劑大部分為弱的有機酸或弱的有機鹼，在酸、鹼性環境下會有**不一樣的結構**，而每一種指示劑的變色範圍即結構改變之臨界酸鹼度，由於結構不同會讓光線射入分子結構中產生不同程度的反射量以及不同波長和角度，所以反射（也許有部分反射）到我們眼睛的光就會是**不一樣的顏色**。

指示劑	酸中的顏色	鹼中的顏色
酚酞	無	紅
甲基紅	紅	黃
溴瑞香草酚藍	黃	藍

藥品器材

動手操作

生活應用

三、所需器材及影片示範：

動手玩化學

故事值解

藥品器材 器材：
氫氧化鈉 (NaOH)
三種酸鹼指示劑：酚酞、甲基紅、溴香草酚藍

動手操作 透明杯七個、錐形瓶

生活應用

動手玩化學

故事值解

藥品器材

動手操作

生活應用

四、生活上的應用：



詳細的網站內容可參考：<http://demo.chemistry.pu.edu.tw/magic/opening.html>

伍、結論

如果教學有創意，學生的學習會更有趣，如果學生有興趣，教育的效果會更滿意（陳龍安，1998）。所以教師在教授化學知識的過程中，若能多運用各種資訊科技與趣味實驗融入教學活動中，讓課程能與日常生活相結合，使教材的呈現多樣化、多元化，讓教學更活潑生動，則學生將能體會到化學知識融入日常生活的樂趣及變化，有助提昇學生的學習興趣與效果。因此「動手玩化學」網站的建置不僅可做為教師建構自然科學教學網站的參考，也能激發教師研究發展創新的教學模式與教學媒體，並可以藉此分享彼此的教學經驗與成果，相互交流自製教學教案、工具，以減少教師運用資訊科技融入教學創新的探索時間，並能節省教師教學準備時間及減輕教師的教學負擔，而且藉此發展更好的課程與教學方法，以促進教師創新教學的風氣，也期望對「教師樂於教學，學生樂於學習」的願景有所助益。

參考文獻

- 王曉璿（1998）。資訊科技融入各科教學探究。台灣省中等學校教師研習會。
- 王文裕（2003）。新竹縣國民小學教師進行資訊科技融入教學的現況、意願及相關因素研究。國立新竹師範學院輔導學研究所碩士論文，未出版，新竹縣。
- 左台益（2002）。網路虛擬環境中國中生科學學習模式之研究—子計畫四：數學思維在科學整合學習歷程及環境中的影響及改變之研究。發表於行政院國家科

學委員會科學教育處主辦之「九十學年度資訊教育專題研究計畫成果報告」，台東：台東師範學院。

江蕙茹、劉旨峰、林珊如（2002）。**網路化同儕回饋與學生學習成就之初探性研究**。論文發表於大葉大學資訊管理學系主辦之「第三屆電子化企業經營管理理論暨實務研討會」，彰化。

吳幸宜（1994）。**學習理論與教學應用**。台北：心理出版社。

吳宗立（1999）。**學校教育的教學與輔導策略**。高雄：復文圖書出版社。

吳清山（2002）。創意教學的重要理念與實施策略。**臺灣教育**，614，2-8。

林奇賢（1997）。全球資訊網輔助學習系統網路與國小教育。**資訊與教育**，58，2-11。

林偉文（2002）。**國民中小學學校組織文化、教師創意教學潛能與創意教學之關係**。國立政治大學教育學系博士論文，台北市。

邱貴發和鍾邦友（1993）。情境學習理論與電腦輔助學習軟體設計。**臺灣教育**，510，23 - 29。

邱貴發（1996）。**情境學習理念與電腦輔助學習－學習社群理念探討**。台北市：師大書苑。

周麗玉（1997）。讓學生學懂比學得多重要－談國民中學理化新課程。**國立編譯館通訊**，10（2），17 - 22。

周文忠（1999）。Web 導向教學(Web-Based Instruction)應用之探討。**屏師科學教育**，9，42-49。

高熏芳（1996）。情境學習中教師角色之探討：共同調節師生關係模式之應用。**教學科技與媒體**，29，32 - 40。

徐新逸（1996）。情境學習在數學教育上之應用。**教學科技與媒體**，29，13 - 22。

徐新逸（1998）。情境學習對教學革新之回應。**研習資訊**，15(1)，16 - 24。

陳品華（1997）。從認知觀點談情境學習與教學。**教育資料與研究**，115，53 - 59。

陳龍安（1998）。**啓發孩子的創造力**。台北市：心理出版社。

許榮富和趙金祁（1987）。**科學實驗在科學教育中的本質之分析研究**。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（報告編號：NSC77-0111-S003-23）。

教育部（2001）。**中小學資訊教育總藍圖**。取自

<http://masterplan.educities.edu.tw/conference/total.shtml> .

- 教育部 (2000)。國民教育九年一貫「自然與生活科技」課程綱要。台北市：教育部。
- 張玉成 (1990)。思考技巧與教學。台北市：心理出版社。
- 張敬宜 (2001)。多元學習情境教學模組之研發—以「二氧化碳」主題為例。科學教育學刊，9(3)，235 - 252。
- 楊家興 (1995)。情境教學理論與超媒體學習環境。教學科技與媒體，22，40 - 48。
- 楊忠樵 (2001)。以「製作科學玩具」輔助國小兒童自然科學習之研究--以電磁單元為例。國立台中師範學院自然科學教育學系碩士論文，台中市。
- 廖志書 (2004)。新竹縣國小教師資訊科技融入健康與體育學習領域現況及需求調查研究。國立台北師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，新竹縣。
- 鄭晉昌 (1993)。自『情境學習』的認知觀點探討電腦輔助教學中教材內容的設計 - 從幾個學科教學系統談起。教學科技與媒體，12，3 - 14。
- 鍾邦友 (1994)。情境式電腦輔助數學學習軟體製作研究。國立台灣師範大學碩士論文，未出版，台北市。
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge : Harvard University Press.
- Brooke, H., & Solomon, J. (1998). From playing to investigating : research in an Interactive Science Centre for primary pupils. *International Journal of Science Education*, 20(8), 959-971.
- Chang, C. Y. (2001). Comparing the impacts of a problem-based computer-assisted instruction and the direct-interactive teaching method on student science achievement. *Journal of Science Education and Technology*, 10, 147-153.
- Insung Jung, Seonghee Choi, Cheolil Lim & Junghoon Leem. (2002). Effects of Different Types of Interaction on Learning Achievement, Satisfaction and Participation in Web-Based Instruction. *Innovations in Education and Teaching International, IETI 39, 2*, 153-162.
- Solomon, J. (1980). *Teaching children in the laboratory*. London : Croom Helm.