

高分子物理課程之創新教學

陳俊太*

摘要

此課程是國立交通大學105年度第1學期的研究所選修課程，共有69名學生修課，含博士班學生2名，碩士班學生58名，與大學部學生9名（含2名大陸交換生）。在此課程中，除了基本的講述教學與相關影片介紹之外，也增加了「學生臨場總結」、「期中線上解謎」、「魔術引發興趣」、「瘋狂科學成語」與「互動科學討論」等部份，以增加學生對課程內容的興趣與學習動機。課程的過程中與結束後，均獲得學生非常正面的回響。

關鍵詞：高分子、物理、化學

投稿日期：2016年3月31日，2016年7月31日修改完畢，2016年8月31日通過採用

*陳俊太，國立交通大學應用化學系教授，Email：jtchen@mail.nctu.edu.tw

壹、課程簡介與教學理念

一、課程簡介

本課程「高分子物理」為國立交通大學105年度第1學期的研究所選修課程，目的在使學生了解高分子物理的相關基礎知識及理論，並能將所學應用於研究與生活上。共有69名學生修課，含博士班學生2名，碩士班學生58名，與大學部學生9名（含2名大陸交換生），上課地點在國立交通大學的科學三館。

表1 高分子物理（Polymer Physics）課程綱要

學分數：3	開課單位：應化碩	必/選修：選修
先修科目或先備能力：普通物理，普通化學。		

1. 課程概述：

高分子以結構來看，就是一條條的長分子鏈，因此這些分子鏈彼此的作用關係就影響了高分子材料的物理特性。本課程將介紹高分子在不同環境下的物理特性，如稀溶液中、濃縮溶液中、本體狀態中的情形。也將介紹高分子在表面與介面上特殊的物理現象。

2. 課程目標：

本課程在使學生了解高分子物理的相關基礎知識及理論，並能將所學應用於研究與生活上。

教科書 1. "Introduction to Physical Polymer Science", 4th ed., L.H.Sperling, John Wiley & Sons, Inc., 2006

2. 教科書的部份內容老師將重新整理後編為講義，供學生上課時使用。

教學要點概述：

1. 學期作業、考試、評量

期中考試、期末考試、口頭報告、出席率。

2. 教學方法及教學相關配合事項（如助教、網站或圖書及資料庫等）

以投影片及板書教學，也將播放與課程相關的影片。課程將多以「問答教學法」的方式來進行，讓學生在回答問題的過程中，能夠思考高分子鏈在不同環境中的物理行為。

（續下頁）

師生晤談時間	連絡方式
星期四早上11:00-12:00。	實驗室網頁: http://www.jtchen.com
其他的時間請同學可以 寫信給老師約定晤談的 時間。	臉書: https://www.facebook.com/jiuntaichen

每週進度表		
週次	上課日期	課程進度、內容、主題
1	2015.09.15	Overview (簡介課程方向與評分方式)
2	2015.09.22	Introducton (導論)
3	2015.09.29	Chain Structure and Configuration (鏈結構與組態)
4	2015.10.06	Polymer Chains (高分子鏈)
5	2015.10.13	Dilute Solutions (稀溶液)
6	2015.10.20	Concentrated Solutions (濃縮溶液)
7	2015.10.27	The Amorphous State (無定形狀態)
8	2015.11.03	The Crystalline State (結晶狀態)
9	2015.11.10	Mid-Term Exam (期中考)
10	2015.11.17	Glass Transition Temperatures (玻璃轉移溫度)
11	2015.11.24	Crosslinked Polymers (交聯性高分子)
12	2015.12.01	Viscoelasticity and Rheology (黏彈性與流變學)
13	2015.12.08	Mechanical Behavior (機械性質)
14	2015.12.15	Polymer Surfaces and Interfaces (高分子表面 與介面) — 水能載舟，亦能煮粥。
15	2015.12.22	Multicomponent Polymers (多成份高分子) — 問世間情為何物？一物剋一物！
17	2015.12.29	Special Topics (特別主題)：介紹高分子物 理最新的研究發展
18	2016.01.05	Oral Presentations (口頭報告)
19	2016.01.12	Final Exam (期末考)

二、教學理念

教學理念可分為以下四點來加以描述（圖1），包含「奠定基礎」、「激發熱情」、「獨立思考」、與「培養創意」等四個方面：



圖1 教學理念

1. 「奠定基礎」是最基本的部份，這堂「高分子物理」課程，是屬於研究所程度的課程，但是許多來修課的學生之前的高分子材料的基本知識並不多。因此希望來上這門課的學生都能夠擁有紮實的基礎知識。因此我會從最基本的高分子基本定義講起，使學生了解最基本的高分子知識，之後再漸漸地引導到比較深入的高分子物理知識。
2. 在「激發熱情」方面主要是能夠激發學生的學習動機，讓學生從比較被動的角色，養成比較主動積極的態度。以專業的化學或物理課程來說，除了以較生動的方式來介紹之外，介紹同學關於所學知識在最新領域的應用也是一個很好的方式。我在「高分子化學」的課程授課時，曾經介紹這兩年非常熱門的「3D列印」技術，並播放一些影片使同學更了解。但是要更加深同學們的印象

與激發學生的熱情，我會在課堂中把3D印表機帶到課堂作實際的展示，讓同學在認識原理的同時，也能夠同時看到儀器的操作。還能夠用自己用手觸摸到3D列印出來的成品（圖2），效果相當的不錯，可以看到學生對相關的知識有更高的興趣與熱情，在下課後都會興奮的問一些儀器相關的操作問題。



圖2 同學列印之3D作品

另外一個用來激發同學熱情的方式，就是設法讓每個同學與自己有興趣的東西作連結，以「高分子奈米材料」課程為例，在學期末都會請同學作關於市面上奈米產品的介紹，因此會鼓勵學生，可以想想自己對什麼東西最有興趣，然後與報告作結合。例如，某位同學是系上桌球隊的一員，對桌球很有興趣。他後來就介紹了桌球拍如何結合奈米技術作出更好的球拍。由於該同學原來對桌球的興趣，所以在準備上也花了很

多的功夫，在報告時每個同學也因此感受到他對桌球的熱情，也間接提升了每個同學聽講的效果。

3. 在「獨立思考」的部份，就是希望避免都只是老師單向的灌輸知識給學生，使學生都能夠思考之後，再將所學的知識消化吸收。從操作面而言，則是利用在上課期間以大量問題的方式來引導學生的思考。

在上課開始時，我會先問同學一個問題，例如是A材料的機械性質較好？還是B材料的機械性質較好？通常是一些直覺上比較容易搞混的問題。等到同學都想過之後，請大家在上課的過程中一邊聽課一邊想這個問題，上課快結束的時候，再回頭回應這個問題，同學就會發現因為有先想過這個問題，所以上課的專心程度就會比較高，而且在聽課過程中，會因為學到的知識增加，答案其實就可以自然浮現。

以個人的經驗來說，同學的答案在上課之前與上課之後有很大的不同，讓他們更了解到認真聽課的差別，而且答案都是自己想出來的。利用適當的問題，比直接告訴同學們答案，更能夠訓練同學獨立思考的能力。有些時候，我也會故意問一些帶點陷阱的題目，可以由同學們不同的回答中，使同學們可以作更深入的思考。主要的概念是，以「問題引導思考」，再由此訓練學生們「批判」、「創意」、與「突破」的綜合思維能力（圖3）。

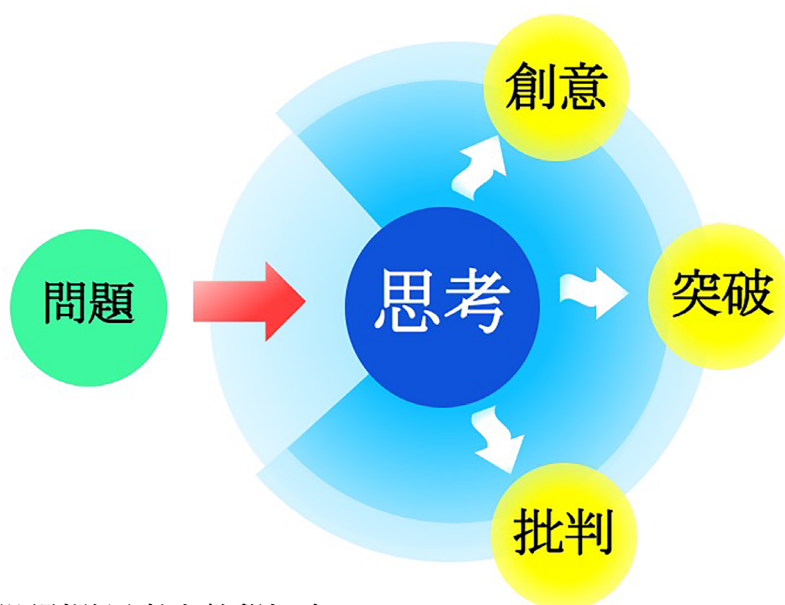


圖3 以問題引導思考之教學概念

在產出問題的方面，我最近也試了一個新的方式，就是有些特殊的問題，可以要求每個同學都把眼睛閉起來，想像自己是一根高分子之類的方式，然後再問問題請學生們舉手。這樣會避免請學生舉手回覆答案的時候，想要參考別人的答案。除此之外，這個方式可以增加不少回答問題過程中的刺激性與趣味性。

4. 在「培養創意」的方面，主要是利用一些特殊作業的設計來鼓勵同學們發揮自己的創意。其中一個作業是受了一個手機app的啟發，例如螢幕上有九隻牛跟兩隻老虎，答案就是九牛二虎。因為學生非常熱衷玩這個遊戲，所以我認為應該可以應用在課堂上來培養學生的創意，所以設計大學生與研究生的「瘋狂科學猜成語」作業，希望同學們就上課學到的專業科學知識，去設計有關的猜成語題目。圖4是一位蘇同學所出的題目，看圖來猜出其中四個字的成語。

Polyester Condensation Reaction

$$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$$

↓



勾	高	去	離	推	逐
分	石	步	愛	掉	結
流	連	粉	水	巨	合
栓	出	純	岩	縮	落

圖4 修課同學，結合高分子化學專業知識，與中文成語，利用巧思設計之題目

最右邊的一些文字是可能答案的提示，以這個題目來說，主要需要的是高分子化學的知識，以及發揮創意的巧思。圖4是一個高分子合成的反應式，如果有上過高分子化學的課程同學，就會了解到裡面的合成反應會產生水，而下面又有一顆石頭，所以最後的答案就是「水落石出」。

以這樣的作業來說，學生在之後會告訴我，他們常常因此把講義翻很多遍，就是為了想要設計出一個很有創意的題目。因此，以這樣的作業方式，不但讓同學在不自覺的情況下，可以復習上課的內容，使他們對專業知識融會貫通之外，也能夠發揮與訓練學生的想像力與創造力。

貳、教學實務設計與實施

一、基本教學

授課方式主要是採用投影片與板書教學，參考原文課本與文獻製作自編教材。課前請學生事先印出投影片（一頁四張投影片），上課時要求學生在空白處抄筆記。

投影片製作採用了四個基本原則1. 字型均大於20點，避免後方同學看不清楚；2. 避免完全都是字的投影片，適當搭配容易說明授課內容的圖或表格；3. 以不同顏色或粗體字來強調比較重要的地方；4. 搭配簡單動畫，使投影片內容以不同的層次顯現。

除了課本與講義的知識之外，也適時補充一些在生活上的應用以及一些高科技的最新發展；主要是藉由播放相關的影片來增進學生學習的興趣。

除了以上的基本教學，同時也搭配了「學生臨場總結」、「期中線上解謎」、「魔術引發興趣」、「瘋狂科學成語」、與「互動科學討論」等教學方式在此課程中。

二、學生臨場總結法

這門課也利用自己新發展的「臨場總結法」提升學生上課的效果，總共三個小時的課，第一節開始時就會先點一位或多位的同學，請他／她（們）在整個三節課結束後上台作總結，告訴大家這3個小時課程重點，而且這個方法在試驗的過程中，發現可以有很大的變化性與樂趣。

表2 學生臨場總結法實施要領與效益概述

	學期剛開始的時候會找遲到或是坐教室最後方的同學，實行幾次之後，就可以發現學生會變得很準時上課與避免坐最後面。
學期初 起始	如果指定一開始看起來並不是很專心的同學，之後三個小時，可以看到該位同學（們）因此變得非常的專心，認真抄筆記，在下課的時候還會很緊張的來確定一些他（她）沒聽懂的上課內容。
進階要求	幾次之後，開始要求要作總結的同學要用英文、台語等。
實施效益	對於其他的上課同學而言，也可因此達到複習的作用，而且效果比老師幫大家在下課前總結的效果還好，同學都很興奮地看著自己的同學是如何作總結。
	這個方式可因此訓練同學們專心聽講、整理歸納、口頭報告、與語言能力的綜合性素質。

此方法變化的彈性非常大，如果是點大陸的交換學生總結，還可以要求他們以大陸當地的方言來進行，也是效（笑）果十足。以下的照片，是在這次的高分子物理課程中，有一次請要總結的同學，以在黑板上以兩分鐘畫圖的方式來總結，這位同學畫的成果，巧妙的將上課的內容與範例都結合起來，連我看了都覺得很厲害，學生可以在這麼短的時間內，有這樣臨場總結的能力（圖5）。



圖5 修課同學以兩分鐘時間，將三個小時上課內容整理畫出一張關係圖

三、以魔術引發學習興趣

備課過程中經常思考，過去傳統的課堂講述法的缺點：往往是在沒有引發同學們的好奇心之前，就已經先把答案告訴同學了，所以沒有讓同學們有那鼓「我好想知道答案啊！！求求老師您快教教我吧！！」的刺激。但是有一種職業很特別，就是他展示一個很特別的現象，雖然不告訴你答案，可以引起看的人很大的好奇心，當大家在看的時候好專心、好專注啊!! 甚至還會特地去花錢去看，而且卻沒有辦法知道答案。即使如此，看的人對背後的答案還是有著非常衝動的渴望。而這個職業，就是「魔術師」。所以，我就在想：「有沒有可能向魔術師學習，把上課內容結合，引發同學們的強烈好奇心？」。而與魔術師不同的是，我要把同學的好奇心激發了之後，會把含有專業知識的內容教導給同學。

以下是在講解高分子分子量的時候所用的方法，所謂的高分子就是長度很長的分子，所以就像是長長的繩子一樣，但是他們的長度（分子量）其實會有長有短，從科學的角度而言，如何控制高分子有一樣長度（分子量）是「高分子」課程與研究中非常重要的關鍵。

課程中，拿三條繩子代表三條高分子，跟同學一邊講高分子的分子量長短概念後，長度（分子量）有長有短。再問同學如何將高分子的分子量長短都弄成一樣？同學都覺得不可能，之後再用魔術手法（見證奇蹟的時刻）（圖6），將三條不同長短的繩子（高分子）都變成一樣長。這時候，同學就會很興奮的要求再變一次，順利的將同學們的好奇心引發後，就會看到一雙雙發亮的眼神，這時候，再講解關於合成單一分子量高分子的專業知識。同學在上過課後都表示印象深刻，不但是魔術的展示內容，連帶所學到的專業知識，也都連結起來，而能夠牢記在心。



圖6 變之前，三條繩子長度有長有短；變之後，三條繩子長度相同

四、期中考線上解謎

現在的學生都很喜歡用手機上網玩遊戲，因此，在這門課期中考的時候（2015年11月10日），考試卷最後出了一個兩分的加分題（圖7），題目卷最後面有個特殊的QR Code，利用上面的線索，同學們在寫完考卷後有3個小時的時間進行線上解謎，只要順利解出答案寄給助教，就可以得到珍貴的兩分。

Polymer Physics Mid-Term Exam

11.10.2015

Name: []. recycle # []

* You can answer in either English or Chinese. Cell phone is not allowed during the written exam.

* Please return the answer book along with this question sheet

1. What are (1) Random copolymers, (2) Alternating Copolymers, (3) Diblock copolymers, and (4) Interpenetrating Polymer Networks? [10 points]
2. What are (1) Trans-Gauche Conformation and (2) Cis-Trans Isomerism? [10 points]
3. A polymer sample consisting of 3 moles having molecular weight 40,000 and 4 moles having molecular weight 95,000. What are the number-average molecular weight (M_n), weight-average molecular weight (M_w), and polydispersity index (PDI)? [10 points]

4. There are two major mechanisms by which two components of a mutual solution can phase separate. (1) What are the two mechanisms? (2) Please compare the difference of these two mechanisms. (10 points)

5. The following are the solubility parameters for different solvents and polymers. (10 points)
- (1) Please find a good solvent for *poly(methyl methacrylate)* according to the tables and explain your reason.
- (2) Please explain why *methanol* does not dissolve *polyethylene* according to the tables.

Solvent	δ		Polymer	δ	
	(cal/cm ³) ^{1/2}	MPa ^{1/2}		(cal/cm ³) ^{1/2}	δ (MPa ^{1/2})
Acetone	9.9	20.3	Polybutadiene	8.4	17.2
Benzene	9.2	18.8	Polyethylene	7.9	16.2
<i>n</i> -Butyl acetate	8.5	17.4	Poly(methyl methacrylate)	9.0	19.5
Carbon tetrachloride	9.1	19.2	Polytetrafluoroethylene	6.2	12.7
Cyclohexane	8.2	16.8	Polyisobutylene	7.85	16.5
<i>n</i> -Decane	6.6	13.5	Polystyrene	9.10	18.6
Dibutyl ether	8.1	16.6	Cellulose triacetate	—	—
Dichlorodimethyl ether	5.5	11.3	(56% ac groups)	13.6	27.8
Diethyl ether	7.9	16.2	Cellulose butyrate	—	—
Low acid mineral spirits	6.9	14.1	Polyamide 66	13.6	22.9
Methanol	14.5	29.7	Poly(ethylene oxide)	9.0	20.0
Xylene	8.9	19.2	Poly(vinyl alcohol)	12.6	25.8
Turpentine	8.1	16.6	Poly(vinyl chloride)	9.6	19.8
Water	23.4	47.9			

6. What is light scattering? What information can we get from light scattering experiment of polymer solutions? How these information are obtained by light scattering? For a polymer solution in the theta condition, can you expect any result from the light scattering experiment? Please describe in detail. (plot, equations...) (10 points)

7. What is solubility parameter? How solubility parameters can be determined experimentally (for linear polymer and for crosslinked polymer)? (10 points)

8. Please calculate the solubility parameter of poly(vinyl bromide) according to the table of the Group Molar Attraction Constants. The density of poly(vinyl bromide) is 1.52 g/cm³. The mer molecular weight of poly(vinyl chloride) is 107 g/mol. (10 points)

Group	G^a	Group	G	Group	G^b		
-CH ₃	214	Ring	5-membered	105-115	Br	single	540
-CH ₂ -	133	Ring	6-membered	95-105	Br	single	475
-CH ₂ -	138	Conjugation		20-30	CF ₃	<i>n</i> -thiocarbons only	254
>C=C<	93	H	(variable)	80-100	CF ₃		425
>C=C<	110	O	ethers	70	S	sulfides	225
-CH=	199	O	ketones	275	SH	thiols	315
-CH=	199	CO	esters	100	ON	oxides	225
-CH=C<	225	CN	nitriles	140	NH	aliphatic nitro-compounds	440
-C≡C- -C≡C-	222	C	(mets)	260	PO ₃	(organic phosphates)	-500

9. What are excimer and exciplex? For polystyrene, what determines the stability of the excimer formation? How is the stability of excimer for poly(p-t-butylstyrene) compared to that for unsubstituted polystyrene? (10 points)

10. (1) $[-\text{stop}]_2$ 猜一藝人(1 point)
(2) What type of polymer is this (1 point): 七嘴八舌 唧唧噥噥 嘖嘖 舌舌舌舌舌舌舌舌

11. (1) Please suggest new ways and possible persons for "summarizing" a class.
(2) Any comment or suggestion to this class? (You get 10 points whatever you write).

-----加分題，交卷後，請沿此線撕下，其餘題目卷部份繳回給助教，請勿在考場外逗留討論，回辦公室後以手機掃描-----



圖7 含有線上解迷加分題QR Code的考卷

同學們利用手機點入QR Code之後，會連到期中考線上解謎網址。

首先會先點到一個線上交大地圖，循著很多題示（大多是有上課才會知道的梗或是專業知識），就可以連到第二層網頁，找到圖8裡面的答案會跟高分子物理作結合，最後的答案是一個中文字。

解答過程：



我是埃及的神Maat，代表真實與正義，頭上戴的羽毛是「feather of truth」。古老的埃及石壁上有下面所列的古老文字與圖案？結合東方、西方、埃及文明、與現代高分子科技，最後的答案將暗示了一個特殊的中文字。



Polymers in bulk $\xrightarrow{?}$ $A_2 = 0$

<http://discoveringegypt.com/egyptian-hieroglyphic-writing/hieroglyphic-typewriter/>

圖8 結合解謎與高分子物理知識之題目

解答過程：

1. 學生會先解出一串英文字 “Hog look hown on people”，但是看不懂其意義。
2. 中間有個高分子物理的題示，跟中子散射（neutron scattering）有關，最主要的概念就是把氫（H）換成同位素氘（D）。
*這個部份，一定是要在上課時認真上課才會懂的！
3. 所以利用上面的暗示，如果把那一串英文字“Hog look hown on people”，裡面的兩個H都換成D, 那這串英文字就會變成 “Dog look down on people”。
4. 這一句英文換成中文就是 “狗眼看人低”。
5. 但是最後的答案是要一個中文字，所以努力聯想的話可以想到狗就是 “犬”，右上方那一點就是狗的眼睛。
6. 所以 “狗眼看人低” 就是 “太” 字”。
7. 把這個 “太” 字在時間內寄給助教，就可以得到珍貴的2分。

雖然這個加分題（期中考線上解謎）只有2分，但是可以看到每個學生為了這個2分都非常的興奮，最後約有1/4的同學在期限內答對，而答對的同學後來都表示，他們不是為了分數而作答的，而是因為這個題目實在是太有趣了，而且充滿挑戰性。

五、互動科學討論

除了傳統講述教學之外，本課程我也嘗試了創新的互動科學分組討論。利用專業的科學文章，同儕之間互相討論可以達到相當好的教學效果，很多的知識是同組的同學互相學習，而不是完全從老師的口述而獲得。

1. 以課前問卷達到最佳分組效果

研究生很多是外校剛考進來的新生，所以分組討論也是一個讓他們認識其他同學的好機會。在課前問卷的設計利用google document 學期初就請每個學生填寫資料，分組的時候可以將背景、就讀年級，或是所在的實驗室有類似背景的同學都儘量分開，如此分組討論的時候會得到相當好的學習效果。

2. 實際實施

本課程共實施了兩次，第一次是跟課堂章節有關的文章，文章出自2009年的Science 期刊，第二次是跟課堂內容有關的「科技新聞」。課前事先把文章印出來，公佈閱讀文章時所要思考的問題，在自學的時候比較容易掌握目標。

- (1) 課堂自學：每個人課堂上自學20-25分鐘（老師提醒時間），藉此訓練學生的英文閱讀能力。
- (2) 分組討論：每組約4-5人，35-40分鐘討論。
學生自行找場所，也可以去交大小木屋鬆餅邊吃邊討論
- (3) 抽點上台報告，可以抽個人或是團體上台。

3. 各組的角色扮演

由於閱讀的內容是討論專業的科學期刊，發表學習成果時仿照電腦遊戲與桌遊的「角色扮演」概念，每一組由「Author（作者）」、「Editor（期刊編輯）」、「Positive Reviewer（正面審稿人）」、「Negative Reviewer（負面審稿人）」及「Arbitrator（仲裁人）」構成。

不同的角色會用不同的觀點來研究、回答、批判同一篇論文，這樣也可以有效訓練學生多方面思考。

表3 互動科學討論學生扮演角色與思考問題

Editor（期刊編輯）：	What is the importance or breakthrough?
Positive（+）Reviewer（正面審稿人）：	Why this paper should be accepted by Science?
Negative（-）Reviewer（負面審稿人）：	Why this paper should be rejected by Science?
Author（作者）：	Next idea from this paper?
Arbitrator（仲裁人）：	Arguments between Reviewers and Authors.

參、教學回饋

一、學生評語與回饋

最近這幾年陸續嘗試了不少創新的教學方法與活動，發現可以達到很好的教學效果。尤其是一些畢業的學生回校，也會講到課程對他們的影響與感動。大部份在學同學也認同我的教學理念與教學風格，以下為部份修課學生的反饋意見。

表4 學生評語與建議

-
1. 老師很有創意~
 2. 老師好棒!!
 3. 老師風趣幽默，很喜歡上老師開的課
 4. 給老師100個讚
 5. 老師教的超好!!而且會和學生互動，找很多影片幫助課程了解
 6. 教的淺顯易懂，內容活潑多元
 7. 老師很棒又有活力
 8. 你真是我見過最有創意最有教學熱忱的老師!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
 9. 今年教了好多，其實研究生大部分的時間都花在做實驗上，所以一遇到期中期末考壓力就好大。而且期末考還跟「高分子定性與分析」同一天考，感覺腦容量很不足...
 10. 老師梗好多XDDDDD
 11. 感覺得到老師非常用心準備課程，這門課的上課方式創意多元，希望以後可以換成大教室上課！
-

二、意外驚喜

教學的過程中常常會有特別需要走到投影幕後面去拿粉筆的經驗，這時候就常常想說：「嗯，應該可以設計個不錯的驚喜給同學」。在「萬聖節」之前的課堂，剛好講到利用高分子乳膠來作面具的成份，因此我就假裝要去投影幕之後拿粉筆，結果當我出來的時候就戴上了事先藏好的乳膠面具，就聽到同學們瘋狂的笑聲與掌聲。

沒想到過了兩天，萬聖節當天的星期五早上課上到一半時就有幾個同學走出去，過了一會就突然以他們自己準備好的萬聖節裝扮從門口爬進來，自己的確有被嚇到，也算是個意外的驚喜，但跟學生有這樣互動的機會，內心覺得非常的開心。

肆、結論

化學系的老師在研究上都有不少的壓力，但是對我個人而言，教學是一件非常意義而且很有樂趣的事情，走進課堂總令我感到興奮與快樂，在每次的教學過程中，也能深深體會到「教學相長」的道理，有非常多次都被學生們所展現出來的創意所驚豔。目前還有在構想如「虛擬創業」、「競賽實作」、「科學辯論」、「交大好學生」等有趣與創新的上課方式，希望未來可以儘快嘗試看看。某一門課結合「闖關解謎&校園路跑」的期中考方式，很多同學在畢業後都還表示對那次期中考印象深刻，覺得刺激與好玩，而且還有應用到上課學到的東西。未來我也想改良更有趣的版本。希望能達到引發學生學習熱情，與培養學生自主學習能力的目標。

美國著名的的政治家與科學家班傑明·富蘭克林(Benjamin Franklin)曾說過:「Tell me and I forget, teach me and I may remember, involve me and I learn」，期待自己未來在教學上，能作到讓學生真正的參與(involve)，使他們達到學習的最佳效果。



圖9 課堂與學生合影

Innovative Teaching of Polymer Physics

Jiun-Tai Chen*

Abstract

This work summarizes my innovative teaching ideas and thinking in the course of Polymer Physics. It was an optional course taught in the first semester of academic year 2015 at National Chiao Tung University. There were 69 students taking this course, including 2 PhD students, 58 master students, and 9 undergraduate students. In addition to didactic instruction and showing related videos, I also design topics such as “Summarizing on the spot”, “Mid-term on-line games”, “Interest-induced magic tricks”, “Crazy science idioms”, and “Interactive scientific discussions”, which could effectively stimulate the interest of the students to the course contents. Positive feedbacks were received from the students during and after the course.

Keywords: Polymer, Physics, Chemistry

Received: March 31, 2016; Modified: July, 31, 2016; Accepted: August 31, 2016

* Jiun-Tai Chen, Professor, Department of Applied Chemistry, National Chiao Tung University,
Email: jtchen@mail.nctu.edu.tw

