

九十八學年度高級中學數理及資訊學科能力競賽

物理科決賽

成果報告

主辦單位：教育部

承辦單位：國立臺灣師範大學物理系

競賽日期：中華民國九十八年十二月十七日至十九日

撰稿日期：中華民國九十八年二月二十八日

撰稿人：高 賢 忠

目

次

壹、前言.....	1
貳、實施計劃.....	2
參、指導委員名單.....	3
肆、評審委員名單.....	4
伍、助理評審名單.....	5
陸、競賽程序表(含口試試場分配).....	6
柒、競賽規則.....	8
捌、參賽學生及指導教師名單.....	9
玖、決賽試題和參考答案.....	11
一、筆試一.....	12
二、筆試二.....	25
三、實驗試題.....	39
拾、決賽成績統計表.....	47
拾壹、獲獎名單.....	51
拾貳、活動照片.....	52
拾參、參賽心得.....	63
拾肆、總結.....	98

壹、前言

教育部為加強輔導公私立高級中學物理科學教育，提高學生對物理問題的研究興趣，激發學生思考能力，藉以鼓勵學生之間與校際之間的互相觀摩，提升物理教育品質，特年年舉辦高級中學物理學科能力競賽。先由各學校自行辦理初賽，並評選優勝學生代表參加各地區之複賽。複賽由教育部中部辦公室、臺北市及高雄市政府教育局分別辦理，除臺北市及高雄市兩區外，臺灣省分成八區，其中國立金門高中及國立馬祖高中得評選一名優勝學生參加臺北市之複賽。複賽之評審係由三所師大物理系教授依輔導區組成評審團評審，其中實驗三小時佔 40%，筆試二小時佔 60%，以總分高低決定優勝名次。臺灣省各區共選出優勝學生 35 人，台北市 10 人及高雄市 5 人，參加全國決賽。

98 學年度高級中學物理科能力競賽之決賽由國立臺灣師範大學物理系承辦，各區複賽優勝之學生計有 50 人可參加決賽，實際報到參賽人數為 47 人，決賽於九十八年十二月十七日至十二月十九日舉行，已圓滿結束。茲將實施計劃、競賽程序、競賽規則、指導委員、評審委員與助理評審、參賽學生及指導教師名單、決賽試題、參考解答、決賽成績統計、獲獎名單、活動照片及參賽心得等分別介紹，最後則為本決賽之總結。

貳、九十八學年度高級中學數理及資訊學科能力競賽物理科決賽實施計劃

一、依據：教育部台中〈一〉字第 0980156174 號函辦理

二、宗旨：加強輔導公私立高級中學物理科教育，提高學生對物理問題研究的興趣，激發其思考與創作能力，藉以鼓勵學生間與校際間的互相觀摩，提升物理教育品質。

三、參加對象：全國公私立高級中學各年級學生，經參加省、市教育廳局舉辦之複賽，獲選為優勝者。〈名額如下：臺灣省 35 人，臺北市 10 人，高雄市 5 人。〉

四、主辦單位：教育部

五、承辦單位：國立臺灣師範大學物理系

六、競賽日期：民國 98 年 12 月 17 日〈星期四〉至 12 月 19 日〈星期六〉

七、競賽地點：臺北市文山區汀州路四段八十八號師大公館校區物理系

八、競賽方式及內容：

(一)競賽方式

筆試：共二場，每場二小時。

實驗操作：共一場，每場三小時。

口試：共一場，方式與時間由評審教授協調決定。

(二)競賽命題範圍：以高一基礎物理、高二物質科學之物理篇(上)(下)及高中物理(上)現行課程教材範圍為原則，並包含部分相關基礎科學理論題目，以評測參加者潛能。

九、評審：

(一)評審委員：由主辦單位聘請專家學者組成命題及評審委員會(見第十二款評審委員名單)。

(二)競賽評分方式：實驗設計一場一百五十分為滿分，口試一百分為滿分，筆試每場一百五十分為滿分二場共三百分，總計四場成績，滿分為五百五十分。競賽名次按四場成績高低排序。

十、獎勵：

(一)優勝者由教育部發給獎狀及獎學金。

(二)獲得數理科三等獎學生之指導教師由主管教育行政機關酌予獎勵。

(三)優勝者得由主辦單位推薦參加國際物理奧林匹亞研習營、亞洲物理奧林匹亞研習營。

九十八學年度高級中物理科競賽決賽績優學生獎學金給獎標準

獎 別	人 數	獎 金 數 額	備 註
一等獎	三名	壹萬伍仟元	一、本項獎學金發給以個人為單位 二、在不超過獎學金總額前提下，得由評審委員視競賽成績酌予調整〈或從缺〉。
二等獎	七名	壹萬元	
三等獎	十名	柒仟伍佰元	

參、指導委員名單

姓 名	職 稱
陳益興	教育部常務次長
郭義雄	國立臺灣師範大學校長
張明文	教育部中教司司長
胡志偉	國科會科教處處長
郭忠勝	國立臺灣師範大學理學院院長

肆、評審委員名單

姓 名	職 稱
高賢忠	臺灣師範大學物理系教授兼系主任
曾文哲	淡江大學物理系教授
吳俊輝	臺灣大學物理系教授
洪連輝	彰化師範大學物理系教授
柯宜謀	彰化師範大學物理系教授
吳仲卿	彰化師範大學物理系教授
陳俊霖	彰化師範大學物理系教授
林財庫	高雄師範大學物理系教授兼系主任
林明瑞	臺灣師範大學物理系教授
陸健榮	臺灣師範大學物理系教授
賈至達	臺灣師範大學物理系教授
張明哲	臺灣師範大學物理系教授
陳啟明	臺灣師範大學物理系教授

伍、助理評審名單

姓 名	職 稱
劉惠芬	國立臺灣師範大學物理系助教
林淡宜	國立臺灣師範大學物理系助教
高有愛	國立臺灣師範大學物理系助教
李明芳	國立臺灣師範大學物理系助教
徐源宏	國立臺灣師範大學物理系助教
謝鈞萍	國立臺灣師範大學物理系助教
陳藝丰	國立臺灣師範大學物理系助教
陳俊明	國立臺灣師範大學物理系助教
張淑真	國立臺灣師範大學物理系助教
黃琬資	國立臺灣師範大學物理系助教
蕭好真	國立臺灣師範大學物理系助教

陸、競賽程序表：

時 間 \ 日 期		12 月 17 日 〈星期四〉		12 月 18 日 〈星期五〉	12 月 19 日 〈星期六〉	
上午	07：20~07：50			早 餐	早 餐	
	08：00~09：00			實驗競試 D101 D113 D114	口 試 系辦會議室 普物實驗室 電磁實驗室	
	09：00~10：00					
	10：00~11：00	試題 審 查 F104	報 到			
	11：00~12：00			物理活動 F105	專題 演講 陳秋民 教授 S102	評審 會議 F104
	12：00~13：00	午 餐		午 餐	午 餐	
下午	13：00~14：00	開 幕 式		筆 試 二 S701		
	14：00~15：00	專題演講 周建和教授 S101				閉 幕 式 頒 獎 S102
	15：00~16：00	筆 試 一 S701		實驗講解 S101	賦 歸	
	16：00~17：00					
晚上	18：00~19：00	晚 餐		晚 餐		
	19：00~21：00	筆試一講解 S101		筆試二講解 S101		
	21：00~	休 息		休 息		

口試分組及試場分配

	口試委員	地點	學生編號	待考室	休息區
第一組	高賢忠	F103	9801、9802、9804、 9808、9810、9812、 9814、9815、9819、 9821、9823、9829、 9844	F104	F105
	吳仲卿	F107			
	林財庫	F108			
第二組	賈至達	普一	9807、9813、9816、 9817、9822、9824、 9826、9827、9831 9833、9840、9845、 9847	電子 實驗室	F105
	吳俊輝	普一			
	洪連輝	普一			
第三組	陳啟明	普二	9809、9811、9820、 9825、9828、9830、 9837、9839、9841、 9843、9846	電子 實驗室	F105
	曾文哲	普二			
	柯宜謀	普二			
第四組	林明瑞	電磁	9803、9805、9806、 9818、9832、9834、 9835、9836、9838、 9842	電子 實驗室	F105
	張明哲	電磁			
	陳俊霖	電磁			

口試時間為 12/19(六)上午八時三十分至十一時三十分

柒、競賽規則

1. 參加競賽學生分別編給報名號碼(詳如競賽手冊),報到時抽籤決定競賽號碼,所有試卷和答案卷上不得書寫姓名、校名等。
2. 參加競賽學生應著無標識之服裝,不得穿著制服。
3. 競賽場所除參加學生、評審委員及配有競賽工作人員之識別證者外,一律不准進入。
4. 參加競賽學生必須佩帶識別證,並攜帶就讀學校學生證、國民身分證或健保卡,經查證無誤後,始准參加競賽。
5. 各項活動開始前十分鐘入場,開始後遲到十分鐘以上或筆試開始後四十分鐘內離開試場者,視作棄權論。
6. 除無程式電子計算機、繪圖工具及必要文具用品外,不得攜帶其他物品進場。
7. 實驗前應先按照清單所列儀器、材料之名稱、數量一一清點,如有缺損應立即向助理評審人員報告,請求更換補足。
8. 競賽學生必須於準備鈴響後,才能進入實驗室,並按競賽編號入座,競賽鈴響後,才可開始進行實驗,聽到停止鐘聲後,應立即停筆並停止實驗動作。
9. 競賽學生不得在場內大聲喧嘩或隨意走動,更不得與他組學生交談或竊視他組實驗報告及操作。
10. 除試題文字印刷不清楚外,一律不作說明或解答。
11. 學生進場後,未經許可不得擅自離開競賽場所,否則取消競賽資格。如有突發事件,必須暫時離開競賽場所,需由評審人員陪同處理,且耗費時間列入比賽時間內,不另外增加。
12. 各項活動時,如遇偶發事件,應立即向評審人員報告,會同處理。
13. 競賽學生對競賽場所設備必須妥善使用,如器材損壞,無法進行可補充。但如有故意損壞或應注意而未注意以致損毀者,應負賠償責任。
14. 實驗報告應於停止鈴響後,隨即繳交評審人員,否則不予評分。
15. 競賽完畢後,需將實驗器材歸位,如有破損應向評審人員報告。
16. 本規則若有未盡事宜,由大會主持人修正或補充之。

捌、參賽學生及指導教師名單

報名序號	姓名	性別	學校	指導老師	房號
980101	陳奕廷	男	建國高中	戴敏章	401
980102	賴顥安	男	建國高中	劉怡君	401
980103	趙翎雅	女	北一女中	張清俊	801
980104	郭曉嵐	男	建國高中	朱正明	401
980105	黃柏源	男	延平高中	蘇立芳	402
980106	洪翊軒	男	師大附中	陳忠城	403
980107	林沅毅	男	建國高中	黃靜瑩	402
980108	陳建甫	男	薇閣高中	陳信良	402
980109	伍庭曄	男	師大附中	陳忠城	403
980110	楊 傑	男	師大附中	陳忠城	403
980201	詹凱勳	男	花蓮高中	莊文治	404
980202	傅學聖	男	花蓮高中	莊文治	404
980203	呂宗政	男	花蓮高中	莊文治	404
980204	余奕尚	男	竹林高中	童尚智	405
980205	楊鈞禹	男	二信高中	蔡進子	406
980206	梁偉軒	男	格致高中	邱哲男	405
980207	許凱程	男	格致高中	邱哲男	405
980208	江庭緯	男	南山高中	車吉平	407
980209	吳孟宸	男	武陵高中	萬昌鑫	406
980210	葉子樵	男	實驗高中	陳金楓	407
980211	薛世卿	男	實驗高中	陳元彰	407
980212	呂學諳	男	武陵高中	高華清	406
980214	蕭博文	男	臺中一中	林宗徽	408
980215	楊勝方	男	臺中一中	吳錫玠	408
980217	李昕穎	男	臺中一中	黃詩淵	408

報名序號	姓名	性別	學校	指導老師	房號
980218	許宏銘	男	臺中一中	徐建倫	409
980219	林建豪	男	臺中一中	凌美瓊	409
980220	顏宗義	男	斗六高中	陳慧娟	409
980221	黃堅泰	男	嘉義高中	李文堂	427
980222	柯品瑄	女	彰化女中	陳炯勳	801
980223	謝佳銘	男	彰化高中	賴文哲	410
980224	張祐誠	男	彰化高中	姜志忠	410
980225	李藍暄	男	彰化高中	姜志忠	410
980226	林岳縉	男	臺南一中	廖大淵	806
980227	郭家宏	男	臺南一中	黃木全	806
980228	姜良叡	男	臺南一中	何俊昌	806
980229	鄭乃勻	女	臺南女中	鄭素敏	801
980230	蕭維翰	男	臺南一中	何俊昌	807
980231	李冠郁	男	臺南一中	何俊昌	807
980232	何忠祐	男	黎明高中	錢玉坤	807
980233	洪培軒	男	正義高中	楊佳德	427
980234	郭仲順	男	鳳新高中	林新民	427
980301	方怡琳	女	高雄女中	蔡宗賢	802
980302	賴晉達	男	高雄高中	許程迪	428
980303	郭思妤	女	高雄女中	蔡宗賢	802
980304	徐 祥	男	高雄高中	林松鶴	428
980305	陳芷安	女	高雄女中	黃繹蓁	802
980213	羅元璟	男	新竹高中	陳嘉立	放棄
980216	鍾昀庭	女	臺中女中	林新財	放棄
980235	陳龍玄	男	鳳山高中	呂坤陞	放棄

玖、決賽試題參考解答

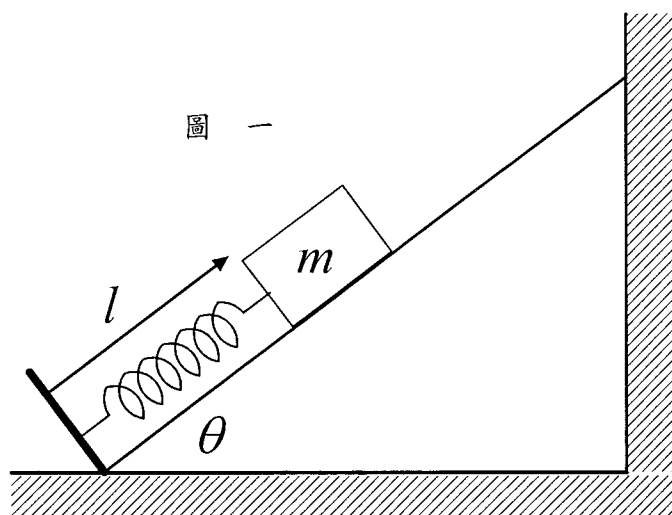
一、筆試一 12~24

二、筆試二 25~38

三、實驗試題 39~46

一、如圖一，考慮在與水平面夾角為 θ 的斜坡

上與彈簧連接之物體的運動。物體的質量為 m ，斜坡與物體接觸面的靜摩擦係數與動摩擦係數分別為 μ_s 與 μ_k ，假設此彈簧遵循虎克定律，其彈力常數為 k ，長度為 l ，自然長度為 l_0 ，彈簧的質量可以忽略，重力加速度為 g 。



圖一

(a) 不考慮摩擦力（即假設斜坡是光滑的），

在物體靜止的狀態下，彈簧的壓縮量 x_0 （此時 $l = l_0 - x_0$ ）為何？（5 分）

(b) 考慮摩擦力後，即使將物體再往下（左下）壓令彈簧更被壓縮，放手後物體仍可能保持不動。請問在讓物體保持不動的條件下，所容許的彈簧最大壓縮量 x_1 （此時 $l = l_0 - x_1$ ）為何？（5 分）

(c) 將物體更進一步往下壓使得彈簧的壓縮量為 x_2 （此時 $l = l_0 - x_2$ ，其中 $x_2 > x_1$ ），然後鬆手（此時物體瞬時速度為零），彈簧的回復力將把物體往上（右上）推，請問物體被推到最高點時，彈簧的伸長量 x_3 （此時 $l = l_0 + x_3$ ）為多少（與 x_2 相關）？（9 分）

(d) 當物體被推到最高點時其瞬時速度為零，若欲讓物體此時即保持不動，那麼鬆手前彈簧壓縮量 x_2 的最大容許值為多少？（6 分）

【參考解答】

(a) 不考慮摩擦力的情形下，物體所受重力沿斜坡的分力必須以彈簧的推力來抵銷，

$$\text{所以 } kx_0 = mg \sin \theta, \text{ 即 } x_0 = \frac{mg \sin \theta}{k}$$

(b) 再往下壓，彈簧的推力超過重力沿斜坡的分力。欲讓物體保持不動，彈簧的推力不能夠超過重力沿斜坡的分力與最大靜摩擦力的和。所以最大的極限是

$$kx_1 = mg \sin \theta + mg \mu_s \cos \theta$$

$$\text{即 } x_1 = \frac{mg}{k} (\sin \theta + \mu_s \cos \theta)$$

九十八學年度高級中學數理及資訊學科能力競賽物理科決賽筆試一

- (c) 物體移動時此系統裡唯一的非保守力是摩擦力，所以過程中力學能的減少完全歸因於摩擦力所作的功。當物體被推到最高點時其瞬時速度為零，所以力學能只剩下彈力位能與重力位能。依力學能的考量，可得關係式

$$\underbrace{\frac{1}{2}kx_2^2 - mgx_2 \sin \theta}_{\text{鬆手時總力學能}} - \underbrace{mg\mu_k \cos \theta (x_2 + x_3)}_{\text{過程中摩擦力作功}} = \underbrace{\frac{1}{2}kx_3^2 + mgx_3 \sin \theta}_{\text{達最高點時總力學能}}$$

鬆手時總力學能 過程中摩擦力作功 達最高點時總力學能

$$\frac{1}{2}k(x_2 + x_3)(x_2 - x_3) - mg(x_2 + x_3)\sin \theta - mg\mu_k \cos \theta (x_2 + x_3) = 0$$

$\Rightarrow x_3 = -x_2$ 手剛鬆開時的狀態

$$\text{或 } x_3 = x_2 - \frac{2mg}{k}(\sin \theta + \mu_k \cos \theta)$$

- (d) 欲讓物體保持不動，靜摩擦力必須足以抵銷沿斜坡的重力分力與彈簧縮回的力量之和。最大的極限發生在斜坡已提供了最大靜摩擦力，即

$$kx_3 + mg \sin \theta = mg\mu_s \cos \theta$$

根據(c)題的解答，可得 $x_2 = \frac{mg}{k}[\sin \theta + (\mu_s + 2\mu_k) \cos \theta]$

二、若欲把一個邊長為 A 的立方體放在一個半徑為 R 之圓球(固定於桌面上)的球面上(如圖二)，若立方體處於“穩定平衡”的狀態，則 A 與 R 的關係應為何？(25 分)

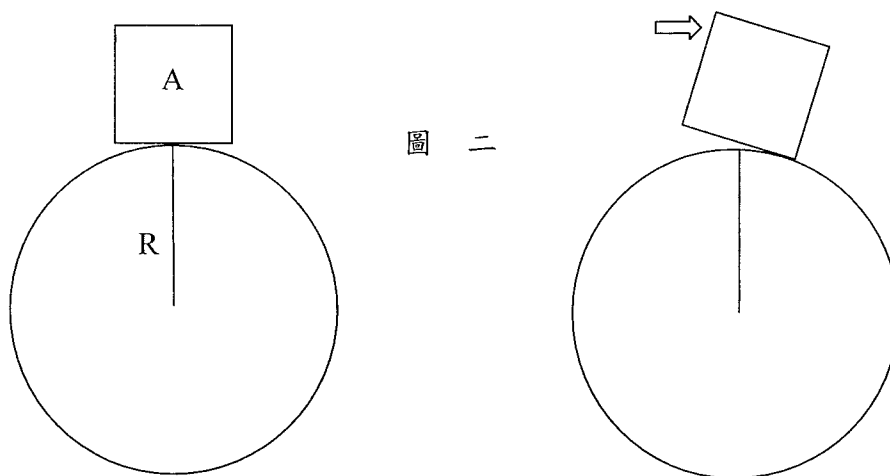


圖 二

【參考解答】

法一：

剛體的穩定性可由其失衡後重心垂線是否落在支撐面上來判斷，若失衡後剛體的重心垂線落在支撐面內則此剛體是處於“穩定平衡”狀態(即受到擾動失衡後會回復到原有的平衡態)。(5 分)

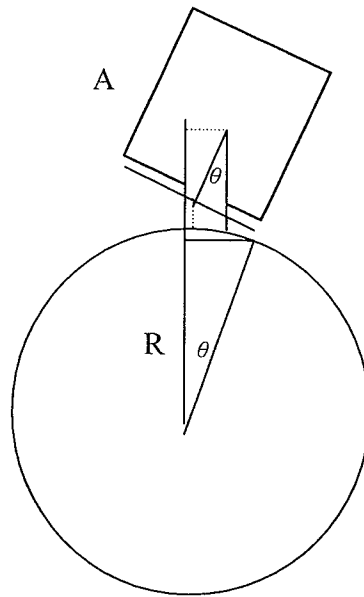
由下圖知，當立方體受擾動後偏離平衡位置 θ 角，則立方體與球之接觸點的水平位置為 $R \sin \theta$ (支撐面的估量)；

立方體之重心垂線的水平位置為 $(R \sin \theta - R \theta \cos \theta) + \frac{A}{2} \sin \theta$ (15 分)

當 θ 角足夠小時，則 $\sin \theta \cong \theta$ ， $\cos \theta \cong 1 - \theta^2/2$ 。兩者之差為

$$R \theta \cos \theta - \frac{A}{2} \sin \theta \cong R \theta (1 - \frac{1}{2} \theta^2) - \frac{A}{2} \theta = \theta (R - \frac{A}{2}) - \frac{R}{2} \theta^3 \cong \theta (R - \frac{A}{2}) \quad (5 \text{ 分})$$

若此差值大於 0 就表示重心垂線落在支撐面內，所以使立方體 A 處於穩定平衡狀態的條件是 $R > A/2$ 。



法二：

剛體的穩定性也可由其失衡後重心是否升高來判斷。因為平衡是剛體重力位勢相對極小的位置。因此若失衡後剛體的重心升高則擾動去除後剛體將回到此平衡位置，故此平衡為穩定平衡。(5 分)

由圖知原重心在 $(R+A/2)$ 處，擾動後（即偏離平衡位置 θ 角後）重心的高度變成 $R \cos \theta + R \theta \sin \theta + \frac{A}{2} \cos \theta$ (15 分)

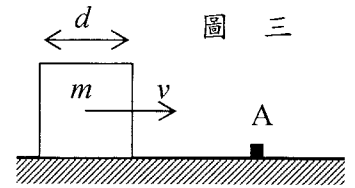
若 θ 角足夠小，則 $\sin \theta \doteq \theta$ ， $\cos \theta \doteq 1 - \theta^2/2$ 。所以失衡前後剛體之重心的高度差為 $R(1 - \frac{\theta^2}{2}) + R\theta^2 + \frac{A}{2}(1 - \frac{\theta^2}{2}) - (R + \frac{A}{2}) = (\frac{R}{2}\theta^2 - \frac{A}{4}\theta^2) = \frac{1}{2}\theta^2(R - \frac{A}{2})$ (5 分)

今若欲使原有的平衡為穩定平衡，則重心必須升高，因此上式必需大於 0，

所以 $R > A/2$ 。

三、水平光滑面上有一邊長為 d 的均質立方形木塊，質量為 m ，

自左向右以速率 v 滑行，平面右端有一固定不動的凸起障礙物 A，其高度遠小於 d ，如圖三。當木塊滑行至 A 時與其發生完全非彈性碰撞，碰撞過程時間極短，之後木塊的質心並因而向上升起。設空氣阻力不計，重力加速度為 g ，木塊繞通過質心且垂直紙面之旋轉軸的轉動慣量為 $\frac{md^2}{6}$ 。



(a) 碰撞後所失去的力學能占碰撞前原動能的百分之多少？(10 分)

(b) 若要讓木塊在碰撞之後始終與光滑平面保持接觸，則 v 的最大值為多少？(5 分)

(c) 在碰撞前，若木塊以(b)小題中的最大 v 值向右前進，求在碰撞後質心到達最高點時的質心速率。(10 分)

【參考解答】

(a) 碰撞前後，若選取撞擊點（即 A）為支點，則角動量守恆，也就是（如圖 1）

$$L = \frac{d}{2}mv = I\omega_0$$

其中轉動慣量依平行軸定理可得為

$$I = \frac{md^2}{6} + m\left(\frac{d}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{2md^2}{3}$$

故可求得轉動的初始角速率為

$$\omega_0 = \frac{dmv}{2I} = \frac{3v}{4d}$$

此時的力學能為

$$E_k = \frac{1}{2}I\omega_0^2 = \frac{1}{2} \frac{2md^2}{3} \left(\frac{3v}{4d}\right)^2 = \frac{3}{16}mv^2$$

故所失去之力學能占原動能的比例為

$$\frac{E_{k0} - E_k}{E_{k0}} = \frac{\frac{1}{2}mv^2 - \frac{3}{16}mv^2}{\frac{1}{2}mv^2} = \frac{5}{8} = 62.5\%$$

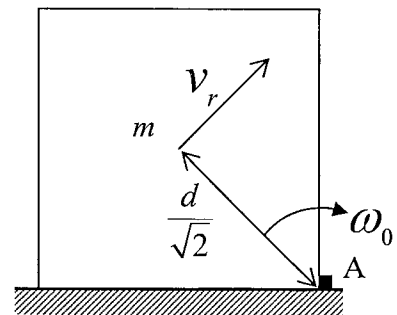


圖 1

(b) 碰撞後木塊會以 A 為支點開始依順時針方向旋轉，旋轉所需的向心力來自重力在質心至支點連心線方向上的分力 $g \cos(\frac{\pi}{4} - \theta)$ (如

圖 2)，質心越高時，該分力越大，而質心速率會由於重力在另一方向上的分量

$g \sin(\frac{\pi}{4} - \theta)$ 與其反向而減小，以致所需的向心力會越小，因此只要在 $\theta = 0$ 時 $g \cos(\frac{\pi}{4} - \theta)$ 大

於所需之向心力，即可讓木塊始終與光滑平面接觸，即 $g \cos(\frac{\pi}{4}) \geq \omega^2 \frac{d}{\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{g}{\sqrt{2}} \geq \left(\frac{3v}{4d}\right)^2 \frac{d}{\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{4\sqrt{gd}}{3} \geq v$

因此 v 的最大值為 $v_{\max} = \frac{4\sqrt{gd}}{3}$

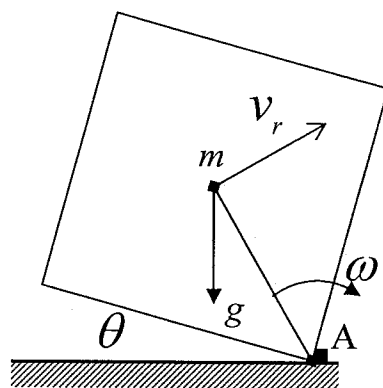


圖 2

(c) 從碰撞後一直到質心到達最高點前，僅有重力作

功，故力學能守恆，初始時質心高度為 $\frac{d}{2}$ ，質心到

達最高點時其高度為 $\frac{d}{\sqrt{2}}$ (即木塊側視時對角線長的一

半)，故

$$\frac{1}{2} I \omega_0^2 + mg \frac{d}{2} = \frac{1}{2} I \omega_1^2 + mg \frac{d}{\sqrt{2}}$$

代入於(a)(b)中所求得的 I 、 ω_0 及 $v_{\max}$ ，可得

$$\frac{3}{16} m \left(\frac{4\sqrt{gd}}{3} \right)^2 + mg \frac{d}{2} = \frac{1}{2} \frac{2md^2}{3} \omega_1^2 + mg \frac{d}{\sqrt{2}}$$

再化簡求得終了時的角速率為 $\omega_1 = \left[\frac{g}{d} \left(\frac{5}{2} - \frac{3}{\sqrt{2}} \right) \right]^{1/2}$

因此質心在最高點的運動速率為 $v_1 = \omega_1 \frac{d}{\sqrt{2}} = \left[\left(\frac{5-3\sqrt{2}}{4} \right) gd \right]^{1/2}$

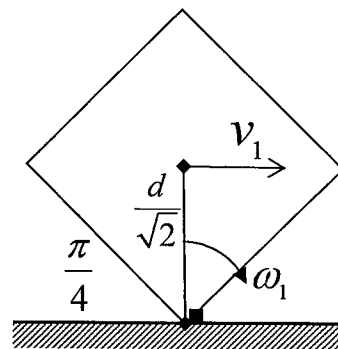


圖 3

四、考慮如圖四的 A、B 兩個扭擺。它們的不同

僅在於 B 比 A 多了兩個固定的圓柱體。圓盤與每個圓柱體的質量均為 M ，但圓盤半徑(R)為圓柱半徑的 4 倍。假設繩子的質量可忽略，試求：

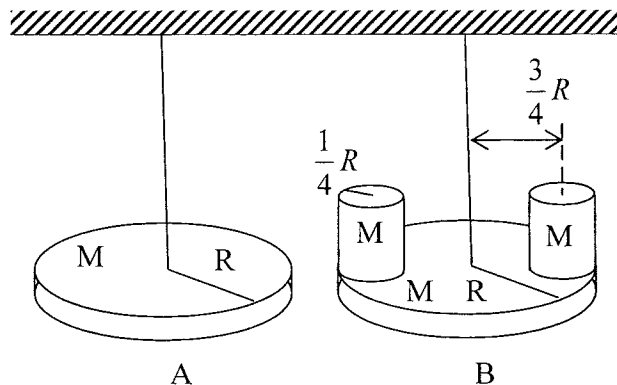


圖 四

(a) A、B 兩扭擺的轉動慣量。(15 分)

(b) 兩扭擺作小角度簡諧振盪的周期比(T_A/T_B)。(10 分)

【參考解答】

$$(a) I_1 = \frac{1}{2}MR^2$$

$$I_2 = \frac{1}{2}MR^2 + 2\left[\frac{1}{2}M\left(\frac{1}{4}R\right)^2 + M\left(\frac{3}{4}R\right)^2\right] = \frac{27}{16}MR^2$$

$$(b) T \propto \sqrt{I}$$

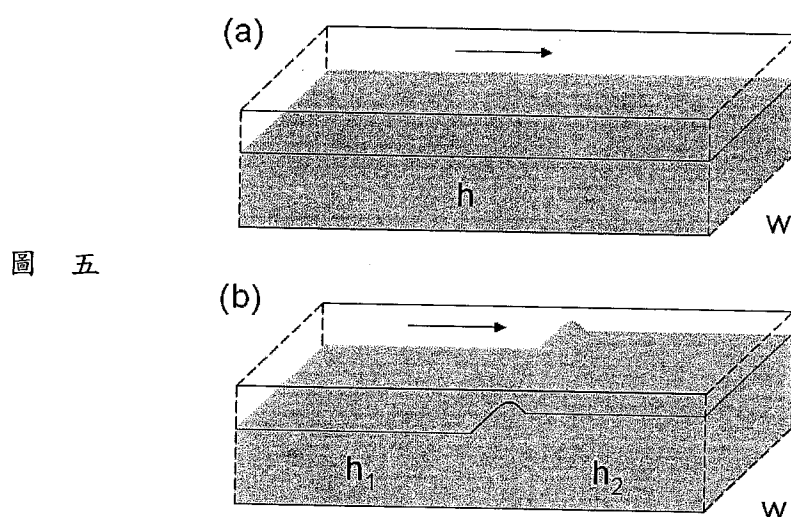
$$\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{I_A}{I_B}} = \sqrt{\frac{1}{2} \times \frac{16}{27}} = \sqrt{\frac{8}{27}}$$

五、一引水道的截面為長方形，寬為 w ，如圖五-a 所示。水流穩定的向右流，流速為 v ，水深為 h 。假設水的密度為 ρ ，重力加速度為 g ，大氣壓力為 P_0 。

(a) 求每單位時間通過任一(與流向垂直的)截面的水流質量。(5 分)

(b) 問題(a)裡的橫截面受到水的壓力。此壓力的來源有兩類：一類與流速無關，一類與流速有關。這會使得有一動量穩定地向右傳遞。求每單位時間通過橫截面的動量。(10 分)

(c) 水面原來的高度為 h_1 ，速度為 v_1 ；後來水面突然升高為 h_2 ，速度變為 v_2 ，如圖五-b 所示。假設水流行進時質量與動量均守恒，圖五-b 中間突起的區域可不必要細究，推算 v_1 (以及 v_2) 與 h_1 、 h_2 有何關係？(10 分)



【參考解答】

(a) 每單位時間通過截面的水流質量 $= \rho v w h$

(b) 水深 z 處壓力為 $P(z) = P_0 + \rho g z$

每單位時間通過截面的水流動量

= 截面所受的總力

$$= w \int_0^h dz P(z) + (\rho v w h) v$$

$$= P_0 w h + \frac{1}{2} \rho g w h^2 + \rho v^2 w h$$

(c) 質量守恆 $\rightarrow v_1 h_1 = v_2 h_2$

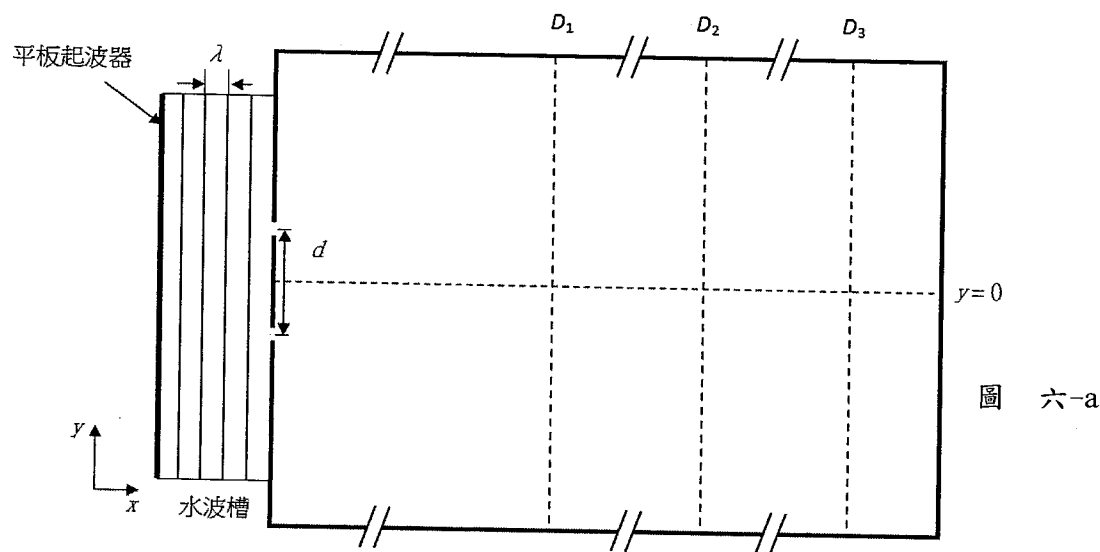
動量守恆 $\rightarrow \frac{1}{2} g h_1^2 + v_1^2 h_1 = \frac{1}{2} g h_2^2 + v_2^2 h_2$

$$v_1^2 = \frac{1}{2} \frac{h_2}{h_1} g (h_1 + h_2)$$

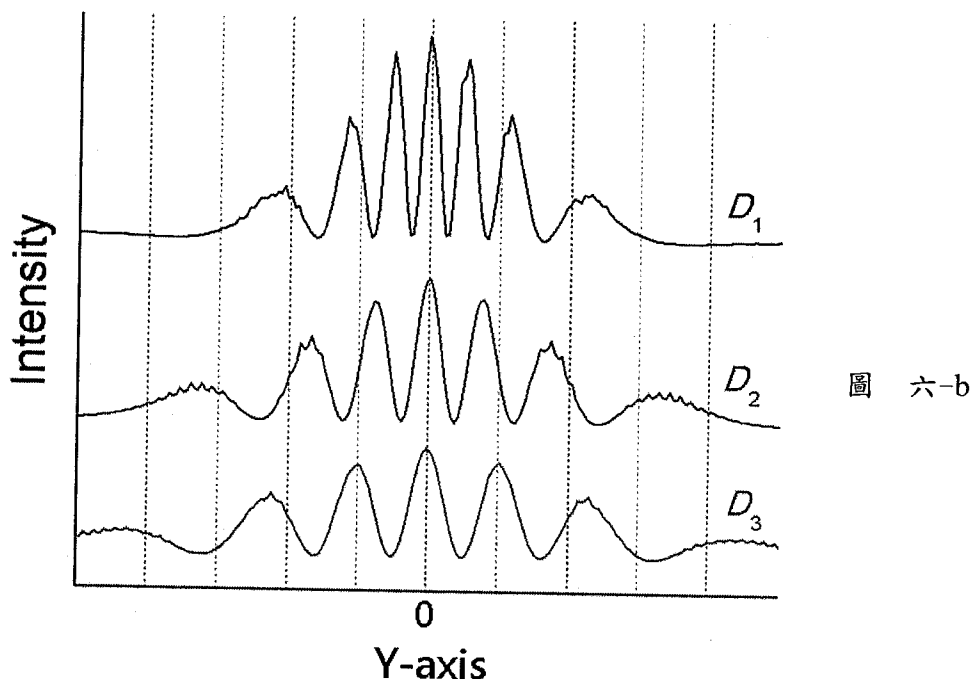
$\rightarrow$

$$v_2^2 = \frac{1}{2} \frac{h_1}{h_2} g (h_1 + h_2)$$

六、如圖六-a 所示為水波槽雙狹縫實驗之示意圖。在雙狹縫前以一平板起波器製造一道入射平面水波，水波波長 λ 為 5 cm，波速 v_0 為 80 cm/s，兩狹縫間距 d 為 20 cm，水波經過兩狹縫時可視為點波源，在水波槽水深均勻(水深 50 cm)的情況下，吾人在平行於狹縫面且距離狹縫分別為 D_1 (200 cm)， D_2 (250 cm)及 D_3 (300 cm)之觀測線處，測量水波強度，所測得水波強度之分布，如圖六-b 所示(水波強度等同於使用雷射光做楊氏雙狹縫實驗時，在屏幕上之雷射光強度)。



圖六(a)水波槽雙狹縫實驗之示意圖



圖六(b) 離狹縫不同距離之觀測線所得水波強度分佈圖

(a)當均勻水深使水波速度保持為 v_0 時，請畫出水波經過雙狹縫後水槽內之腹線及節線圖。(5 分)

(b)若水槽內之水深度變化為 x 的函數(x 軸由雙狹縫處為零點向右為正)，使得水波波速與 x 成正比增加，其關係式為 $v(x)=v_0+bx$ ，其中 $b=1\times 10^{-3}$ 。請分別畫出水槽內之腹線及節線圖；在 D_1 、 D_2 及 D_3 觀察線位置之水波強度分佈圖。(10 分)

(c)若水槽內之水深度變化為 x 的函數(x 軸由雙狹縫處為零點向右為正)，使得水波波速與 x 成正比減少，其關係式為 $v(x)=v_0-bx$ ，其中 $b=1\times 10^{-3}$ 。請分別畫出水槽內之腹線及節線圖；在 D_1 、 D_2 及 D_3 觀察線位置之水波強度分佈圖。(10 分)

提示：評分標準以腹線、節線及強度分佈的趨勢及相對位置為主。

【參考解答】

各參考解答中之藍色圖為模擬結果，僅做為參考，不做為評分依據。

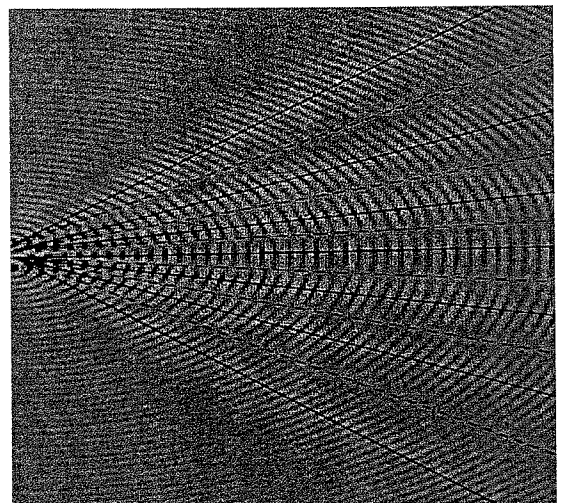
(a)由圖一(b)水波強度分佈圖在水深一定的水波槽，可得節線及腹線圖如下，實線為腹線位置，虛線為節線位置。另外，因 D_1 、 D_2 及 D_3 觀察線位置遠大於狹縫間距 d ，發生建設性干涉及破壞性干涉之理想條件如下：

$$\frac{y}{D} = n \frac{\lambda}{d}, \quad n=0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

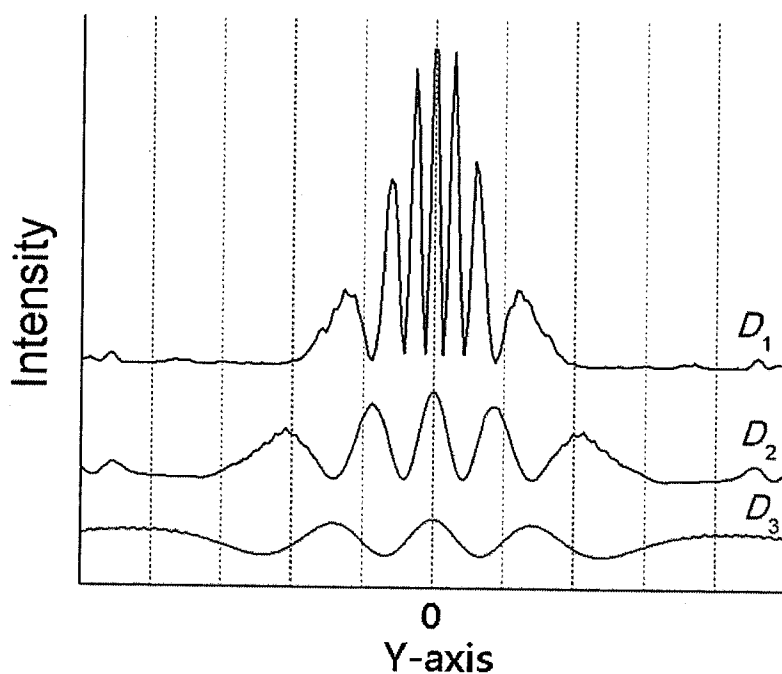
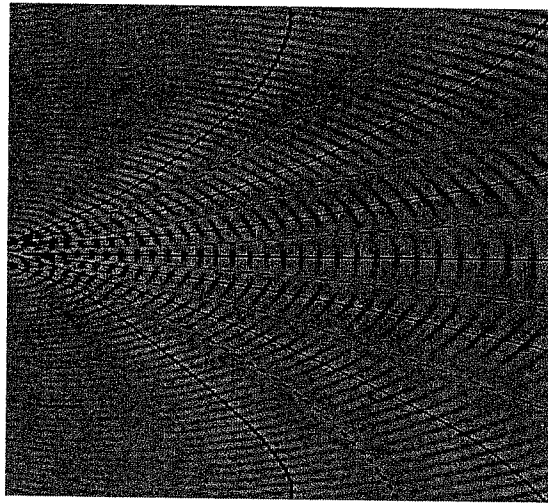
(建設性干涉條件， n 為整數)

$$\frac{y}{D} = (n + \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{d}, \quad n=0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

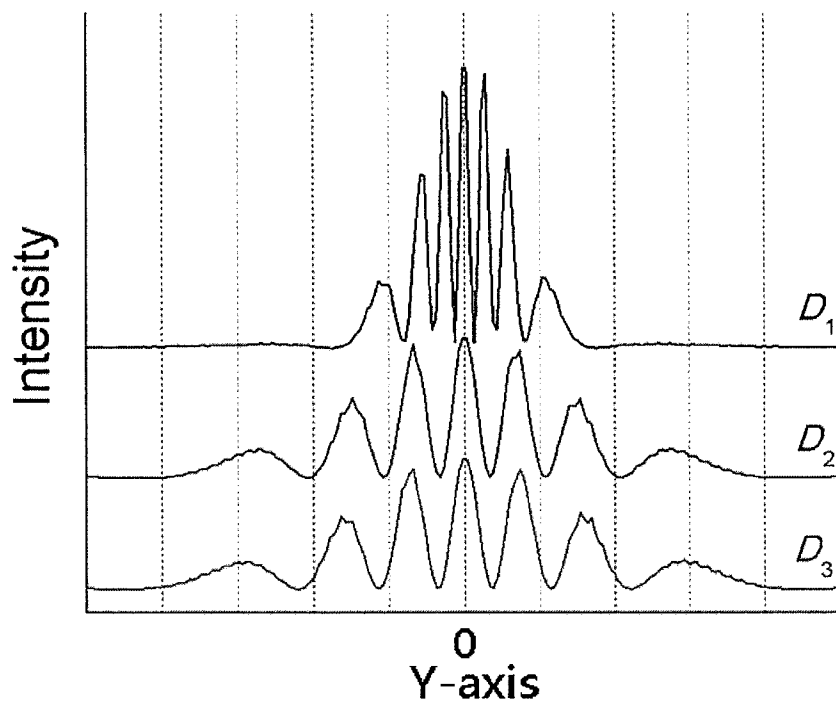
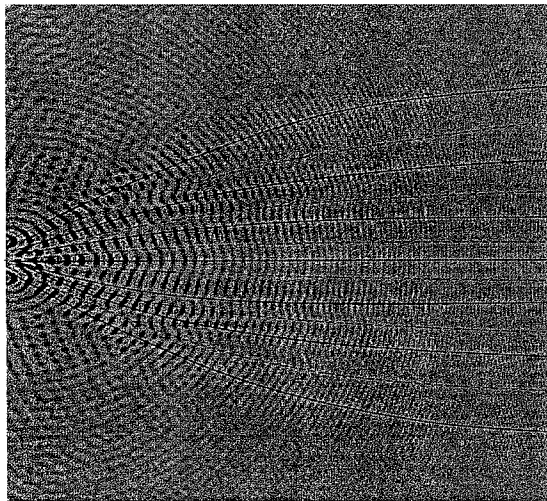
(破壞性干涉條件， n 為整數)



(b) 因為水深隨 x 變化，水波波速為 x 的函數關係， $v(x) = v_0 + bx$ ，其中 $b = 1 \times 10^{-3}$ 。因此，相對折射率為 $\frac{v_0}{v_0 + bx} \approx 1 - (\frac{b}{v_0})x$ ，表示相對折射率與 x 成正比減小。也就是由於水波速變快，水波傳播如同由密介質傳到疏介質。因此，干涉條紋會往兩側散開，可得腹線及節線圖如下，實線為腹線位置，虛線為節線位置。另外在 D_1 、 D_2 及 D_3 觀察線位置之強度分佈圖亦如下所示，在距離雙狹縫越遠時，因為高角度的前進水波發生全反射，所以干涉峰變少。



(c) 因為水深變化，水波波速為 x 的函數關係 $v(x) = v_0 - bx$ ，其中 $b = 1 \times 10^{-3}$ 。因此，相對折射率為 $\frac{v_0}{v_0 - bx} \approx 1 + (\frac{b}{v_0})x$ ，表示相對折射率與 x 成正比增大。也就是由於水波速變慢，水波傳播如同由疏介質傳到密介質，干涉條紋會往中央集中，可得腹線及節線圖如下，實線為腹線位置，虛線為節線位置。另外 D_1 、 D_2 及 D_3 位置之強度分佈圖亦如下所示，在距離雙狹縫越遠時，因為水波趨向高密介質的部分，則腹線及節線之間趨向平行。



一、一密閉容器，內部有一個可自由滑動無摩擦的隔板，兩邊

各裝氣體 1 及氣體 2，隔板能有效隔絕氣體使氣體不會跑

到隔板的另一邊。假設兩氣體滿足的氣體方程式分別為

$P_1(V_1 - b_1) = n_1 RT$ ，其中 P_1 、 V_1 、 n_1 和 b_1 為各自氣體的壓力、

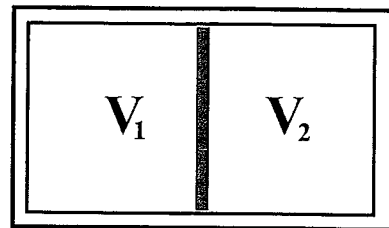


圖 一

體積、莫耳數和氣室內所有分子本身所佔的體積，且 $b_1 > b_2$ 。在溫度 T_1 、壓力 P 時，

兩邊體積恰好相等 $V_1 = V_2 = V$ ，此時隔板面積為 A 。假設容器為良好的導熱體，其體

膨脹係數為 γ ，則在溫度 T_2 ($T_2 > T_1$) 時，氣體體積會因非理想氣體而有所改變。試求

隔板會往哪邊移動？（須說明理由，10 分）移動多少單位長度？（15 分）

（假設隔板材質與容器相同，面膨脹係數為 $2\gamma/3$ 。）

【參考解答】

溫度改變量 $\Delta T = T_2 - T_1$ ，

體積改變量 $\Delta V = 2\gamma V \Delta T$ ，

平衡時壓力及溫度相同，則有 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{(V - b_1)}{(V - b_2)} = \frac{(V + \Delta V_1 - b_1)}{(V + \Delta V_2 - b_2)}$ 可得 $\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{(V - b_1)}{(V - b_2)}$

因此 $\Delta V_1 = \frac{(V - b_1)}{(2V - b_1 - b_2)} \Delta V$ ，

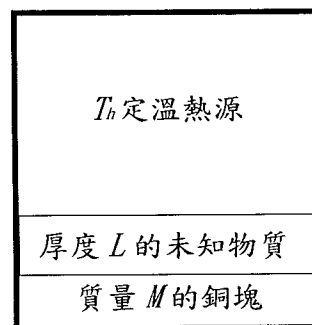
對於氣體 1 容器本身熱膨脹了 $\frac{\Delta V}{2} = \gamma V \Delta T$

因此隔板須改變 $\Delta V_1 - \frac{\Delta V}{2} = \frac{(b_2 - b_1)}{2(2V - b_1 - b_2)} \Delta V < 0$

所以隔板向左移，

移了 $\frac{(b_1 - b_2)}{2(2V - b_1 - b_2)} \frac{\Delta V}{A(1 + \frac{2}{3}\gamma\Delta T)} = \frac{(b_1 - b_2)}{2(2V - b_1 - b_2)} \frac{2\gamma V(T_2 - T_1)}{A[1 + \frac{2}{3}\gamma(T_2 - T_1)]}$ 單位長度。

二、(a) 測量未知物質之導熱率 κ 的實驗裝置如圖二所示；其中上層是一個溫度固定於 T_h 的熱源，中層是一厚度為 L 、低導熱率的未知物質，而最下層是一個質量為 M 、比熱為 c 的高導熱率銅塊，且此三者的接觸面積均為 A 。銅塊與一溫度計相連，並測知其初始溫度為 T_0 ，當實驗開始進行時，熱由高溫熱庫經過未知物質而傳至銅塊，因為銅塊的導熱率高，因此銅塊的溫度 T 可以視為均勻。因為熱源將熱經未知物質傳至銅塊，因此銅塊的溫度 T 會隨時間 t 逐漸增加。求銅塊溫度 T 與時間 t 的關係式。(10 分) (註：需要用到積分公式： $\int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x} = \ln \frac{x_2}{x_1}$)



圖二：實驗裝置示意圖

(b) 承 (a) 小題，若 $T_h = 100^\circ\text{C}$ ，且未知物質厚度 L 為 10^{-3}m ，而銅塊的質量為 0.5kg 、比熱為 $401\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ，接觸面積 10^{-4}m^2 。已知銅塊初始溫度為 25°C ，實驗過程紀錄了銅塊溫度 T 隨時間 t 的變化，如表一所示：

將表一的數據繪在答案卷中半對數的方格紙上，並利用此方格紙所繪製的數據圖求出未知物質的熱傳導係數。(注意：半對數的方格紙是以 10 為底的對數所繪製的，即 $\log_{10}$ 。又 $\log_{10} e = 0.4343$ ，附於第二題答案卷的背面。)(15 分)

表一：實驗數據表

時間(秒)	銅塊溫度(°C)	定溫熱源與銅塊的溫度差(°C)
0	25.0	75.0
20	28.8	71.2
45	33.3	66.7
65	36.7	63.3
90	40.6	59.4
120	45.1	54.9
150	49.2	50.8
200	55.4	44.6
270	62.8	37.2
350	69.8	30.2
450	76.7	23.3
600	84.2	15.8

【參考解答】

(a) 由能量守恆知： $McdT' = \kappa A(T_h - T')dt / L$

$$\text{推導出：} \frac{dT'}{(T_h - T')} = \frac{\kappa A}{McL} dt, \quad \text{故得} \quad -\int_{T_0}^T \frac{d(T_h - T')}{(T_h - T')} = \frac{\kappa A}{McL} t$$

$$-\ln \frac{(T_h - T)}{(T_h - T_0)} = \frac{\kappa A}{McL} t$$

$$\ln \frac{(T_h - T)}{(T_h - T_0)} = -\frac{\kappa A}{McL} t$$

$$\frac{(T_h - T)}{(T_h - T_0)} = \exp\left(-\frac{\kappa A}{McL} t\right)$$

$$\text{整理後得：} \quad T_h - T = (T_h - T_0) \exp\left(-\frac{\kappa A}{McL} t\right)$$

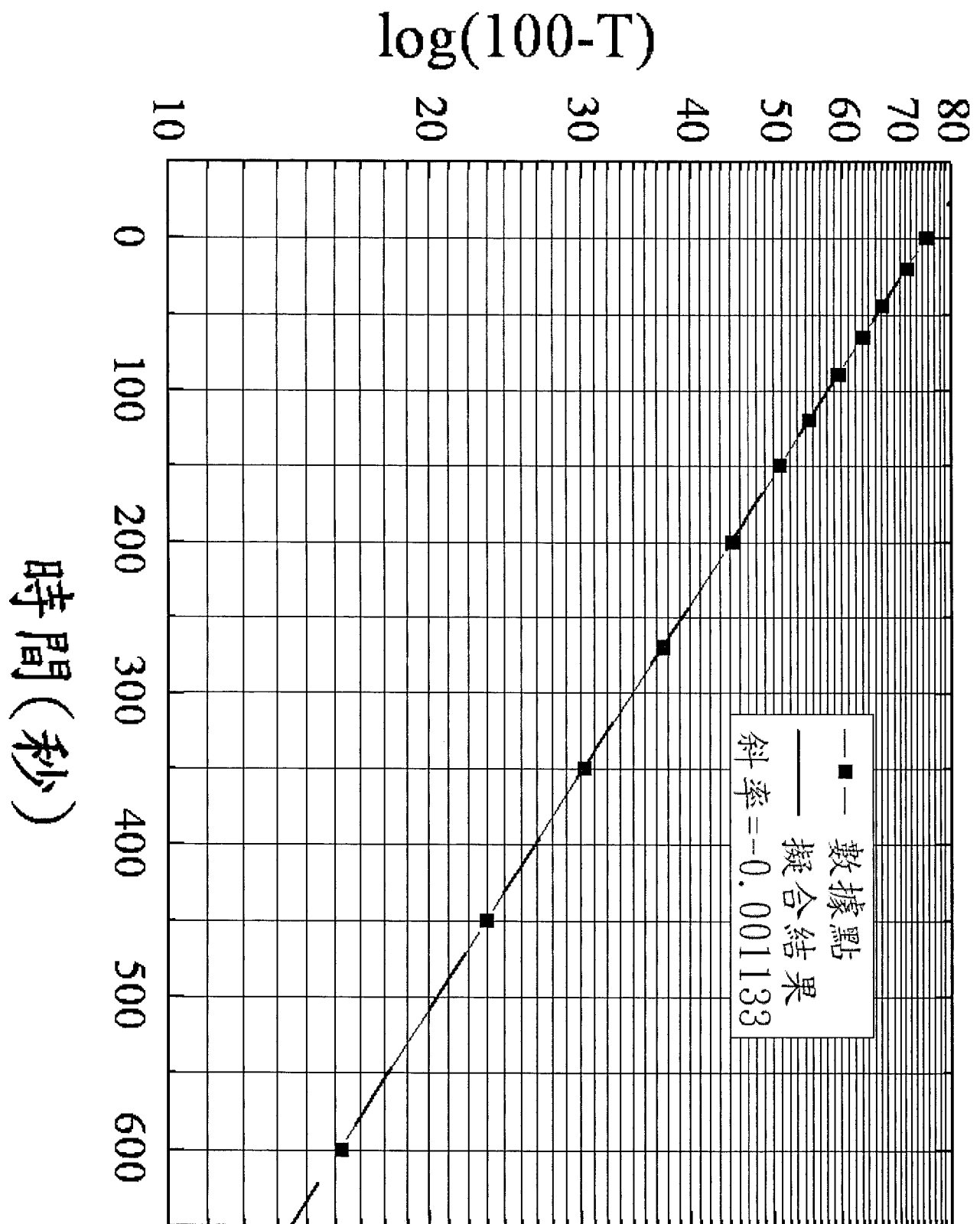
$$T = T_h - (T_h - T_0) \exp\left(-\frac{\kappa A}{McL} t\right)$$

(b) 因為 $\ln(T_h - T) = -\frac{\kappa A}{McL} t + \ln(T_h - T_0)$ ，改為以 10 為底的對數，則

$$\log_{10}(T_h - T) = -\log_{10} e \times \frac{\kappa A}{McL} t + \log_{10}(T_h - T_0)$$

$$\log_{10}(T_h - T) = -0.4343 \times \frac{\kappa \times 10^{-4}}{0.5 \times 401 \times 10^{-3}} t + 1.88$$

由半對數的圖形上得知斜率約為-0.00113，由上式得： $\kappa = 5.1 \text{ J/(m} \cdot \text{K)}$



九十八學年度高級中學數理及資訊學科能力競賽物理科決賽筆試二

三、考慮一體積為 3000 m^3 的熱氣球，假設氣溫為 27°C ，地面氣壓為 1 大氣壓，而由於安全的考量，熱氣球所能承受的最高溫度為 127°C ， $R = 8.3(\text{J/mol}\cdot^\circ\text{C})$

(a) 假設大氣組成 80% 為氮氣，20% 為氧氣，且熱氣球尼龍膜的的表面張力可以忽略，

求熱氣球內的空氣總質量。(9 分)

(b) 氣球本身重量約 400 kg ，求此熱氣球的最大載重量。(8 分)

(c) 已知每上升 1000 公尺氣壓會下降 3%，若欲載運 450 kg 的貨物，求此氣球可上昇的高度。(8 分)

【參考解答】

$$(a) \text{ 由理想氣體方程式： } PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{1.01 \times 10^5 \times 3 \times 10^3}{8.3 \times 400} \approx 9.13 \times 10^4 (\text{mol})$$

$$\text{大氣的平均分子量： } 28 \times 0.8 + 32 \times 0.2 = 28.8 (\text{g})$$

$$\text{故熱氣球內的空氣總質量： } M = 28.8 \times 10^{-3} \times 9.13 \times 10^4 \approx 2629 (\text{kg})$$

$$(b) \text{ 同體積 } 27^\circ\text{C} \text{ 的大氣莫耳數： } n' = \frac{1 \times 10^5 \times 10^3}{8.3 \times 300} \approx 1.22 \times 10^5 (\text{mol})$$

此空氣的總質量：

$$M' = 28.8 \times 10^{-3} \times 1.22 \times 10^5 \approx 3505 (\text{kg}) \quad M' = 28.8 \times 10^{-3} \times 1.22 \times 10^5 \approx 3505 (\text{kg})$$

故此熱氣球的最大載重量為 $3505 - 2629 - 400 \approx 476 (\text{kg})$ 。

$$(c) 876P = 400 + 450 \Rightarrow P \approx 0.9703 (\text{atm})$$

$$1000(1 - 0.9703) / 0.03 \approx 989 (\text{m})$$

四、如圖三所示，一焦距為 12.0 cm 的凹面鏡平放在

水平桌面上，在鏡面上注入少許的水。由於水量

很少，因此水的深度，相較於鏡面的焦距，可以

忽略不計。已知水的折射率 $n = \frac{4}{3}$ ，回答下列問題：

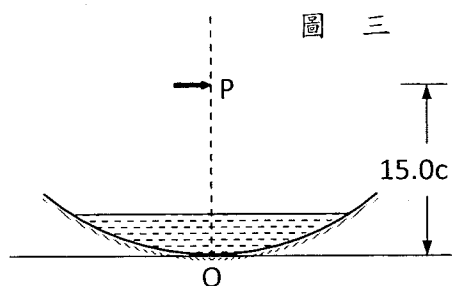


圖 三

- (a) 將一長 1.0 cm 短光棒的尖端放置在鏡面主軸上的 P 點，距鏡頂 O 點 15.0 cm，光棒本身和水面平行。求該光棒經水面折射和鏡面反射後的最後成像位置、像的性質（實像或虛像，尖端向左或向右）、和像的長度各為何？（9 分）
- (b) 欲使光棒尖端的成像位置剛好和其本身疊合，則應將光棒的尖端置於何處？（8 分）
- (c) 承(b)小題，至少畫出兩條從光棒尖端發出的光線，以作圖法標示光棒尖端的成像情形，需要畫出在水面下的折射光線和鏡面的反射光線路徑，以及光棒的最後成像位置和形狀。（8 分）

【參考解答】

- (a) 由光棒尖端發出的光線，首先經由水面折射，設第一次折射後的尖端成像位置，和鏡頂 O 點之間的距離為 q_1 ，則相對於水面而

言，光棒尖端的物距為

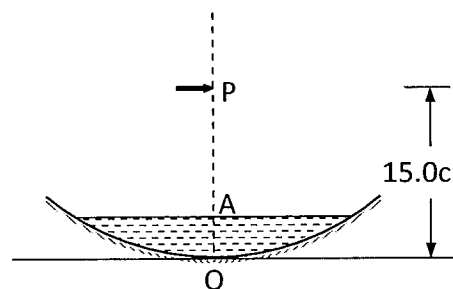
$$p_1 = \overline{PA} \approx \overline{PO} = 15.0 \text{ cm}$$

利用球面的折射成像公式， $\frac{n_1}{s_1} + \frac{n_2}{s_2} = \frac{n_2 - n_1}{r}$ ，可得

$$\frac{1}{p_1} + \frac{n}{q_1} = \frac{n-1}{\infty} \Rightarrow q_1 = -np_1 = -\frac{4}{3} \times 15.0 = -20.0 \text{ cm}$$

上值也可直接利用視深公式求出。

第一次折射後的尖端成像位置，位在水面的上方鏡面主軸上，距水面 20.0cm 處，



九十八學年度高級中學數理及資訊學科能力競賽物理科決賽筆試二
為一虛像，尖端向右，光棒像長和原長相同。

進入水面下的折射光線，經凹面鏡反射後的成像位置計算如下：

$$\begin{aligned} p_2 &\approx -q_1 = 20.0 \text{ cm} \\ f_2 &= 12.0 \text{ cm} \\ \Rightarrow \frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} &= \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{20.0} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{12.0} \Rightarrow q_2 = 30.0 \text{ cm} \end{aligned}$$

鏡面反射後的成像位置，位在水面的上方鏡面主軸上，距水面 30.0cm 處，為一實像，尖端向左，光棒像長 $= \frac{q_2}{p_2} \times \ell = \frac{30.0}{20.0} \times 1.0 = 1.5 \text{ cm}$ 。

由鏡面反射後的光線，再經由水面折射回水面的上方，最後的成像位置計算如下：

$$\begin{aligned} p_3 &= -q_2 = -30.0 \text{ cm} \\ \Rightarrow \frac{n}{p_3} + \frac{1}{q_3} &= \frac{1-n}{\infty} \Rightarrow q_3 = -\frac{p_3}{n} = -\frac{3}{4} \times (-30.0) = 22.5 \text{ cm} \end{aligned}$$

最後的尖端成像位置，位在水面的上方鏡面主軸上，距水面 22.5cm 處，為一實像，尖端向左，光棒像長為 1.5cm。

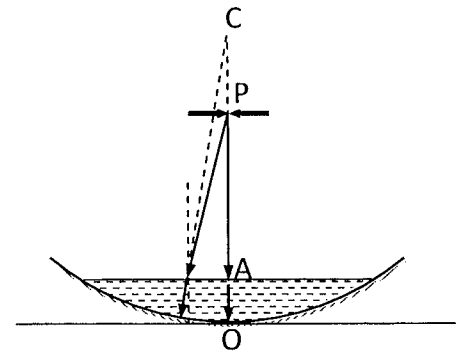
(b)從光棒尖端 P'點發出的入射光線，經水面第一次

折射後，若折射光線沿垂直於凹面鏡面的方向，

入射鏡面，則從鏡面反射的光線將循原先入射光

線的路徑返回至 P'點，如右圖所示，即光棒尖端

的最後成像位置剛好和其本身疊合。若將兩條從



凹面鏡面反射的光線延伸，則將交會於凹面鏡的球心 C 點，亦即由凹面鏡面反射

後的成像位置位於球心。設光棒尖端 P'點相對於水面的物距為 p'_1 ，依據(a)小題的

計算，經水面第一次折射後所生的虛像，位在水面的上方，其像距為 $q'_1 = -np'_1$ 。此

虛像對鏡面而言，為一實物，其物距為 $p'_2 \approx -q'_1 = np'_1$ 。若欲使經鏡面反射後的成像

位置位在球心，即 $q'_2 = r = 2f = 2 \times 12.0 = 24.0 \text{ cm}$ ，則須 $p'_2 = q'_2 = r$ ，故得

五、電容式電壓計是利用空心的平行板電容器，

如圖四。電容器一邊的電極板固定不動，

另一邊電極板繫住一條彈簧的端點，彈性係數 k ，每一金屬電極板的面積為 A ，質量 m ，當不帶電時，兩電極板的平衡距離 d_0 。

兩電極板間可產生一均勻電場，且兩電極

板只能在水平方向上運動。

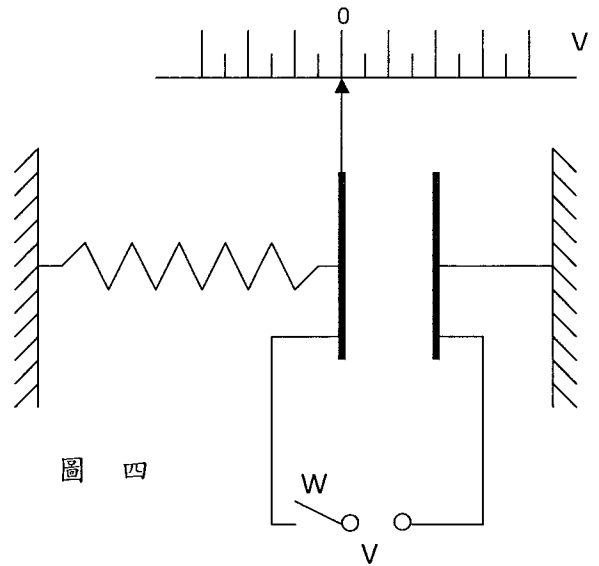


圖 四

- (a) 若將開關 W 接通讓平行板充電，分別帶有 $+Q$ 和 $-Q$ 的電荷後斷電，求兩電極板的平衡距離 d (以已知量表示之)。(5 分)
- (b) 續(a)，將左邊電極板推開一小段距離 (遠小於 d_0) 後釋放，求其振動頻率。(5 分)
- (c) 再將開關接通，使電極板維持一定小電位差 V (電極板移動一小段距離，遠小於 d_0)，求兩電極板的平衡距離 d 。(5 分)
- (d) 在維持電位差 V 情況下，推開一小段距離後釋放，求其振動頻率。(5 分)
- (e) 此儀器可測量的最大電壓為何。(5 分)

【參考解答】

$$(a) U = \frac{Q^2}{2C} \text{ where } C = \frac{\epsilon_0 A}{x}, \text{ thus } U = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 A} x$$

$$F = -\frac{dU}{dx} = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 A} \text{ (attractive)}$$

$$F = k\Delta d = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 A}$$

$$d = d_0 - \Delta d = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 Ak}$$

$$(b) F = \frac{Q^2}{2\varepsilon_0 A} - k\Delta d - kx = m\ddot{x}$$

$$m\ddot{x} + kx = 0$$

$$\text{振動頻率為 } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$(c) Q = CV = \frac{\varepsilon_0 A}{d_0 - \Delta d} V$$

$$F = \frac{Q^2}{2\varepsilon_0 A} = \frac{\varepsilon_0 A V^2}{2(d_0 - \Delta d)^2} = k\Delta d$$

$$\because d = d_0 - \Delta d$$

$$\therefore d^2(d_0 - d) = \frac{\varepsilon_0 A V^2}{2k} \quad \text{可解此方程式求 } d$$

$$\text{若 } d_0 \gg \Delta d$$

$$\frac{\varepsilon_0 A V^2}{2d_0^2} = k\Delta d$$

$$d = d_0 - \Delta d = d_0 - \frac{\varepsilon_0 A V^2}{2kd_0^2}$$

(d) 當平行板移至平衡點右方 x 位置，此時兩平行板間的距離為 $d_0 - \Delta d - x$ ，平行板

所受的淨力為

$$F = \frac{\varepsilon_0 A V^2}{2(d_0 - \Delta d - x)^2} - k\Delta d - kx$$

因 $x \ll d$

$$\frac{\varepsilon_0 A V^2}{2(d_0 - \Delta d - x)^2} = \frac{\varepsilon_0 A V^2}{2(d_0 - \Delta d)^2} \left(1 - \frac{x}{(d_0 - \Delta d)}\right)^{-2} \approx \frac{\varepsilon_0 A V^2}{2(d_0 - \Delta d)^2} \left(1 + \frac{2x}{(d_0 - \Delta d)}\right)$$

$$F \approx \frac{\varepsilon_0 A V^2}{2(d_0 - \Delta d)^2} \left(1 + \frac{2x}{(d_0 - \Delta d)}\right) - k\Delta d - kx$$

代入(c)結果

$$F \approx \frac{\varepsilon_0 A V^2}{(d_0 - \Delta d)^3} x - kx = \left(\frac{\varepsilon_0 A V^2}{(d_0 - \Delta d)^3} - k \right) x \approx m\ddot{x}$$

$$m\ddot{x} + \left(k - \frac{\varepsilon_0 A V^2}{(d_0 - \Delta d)^3} \right) x = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} \left(1 - \frac{\varepsilon_o A V^2}{k(d_o - \Delta d)^3} \right) x = 0$$

當 $\frac{\varepsilon_o A V^2}{k(d_o - \Delta d)^3} < 1$ 才會做簡諧振盪，振動頻率為

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{\varepsilon_o A V^2}{m(d_o - \Delta d)^3}} \quad \text{代入(c)中 } d \text{ 即可得 } \omega。$$

$$\begin{aligned} \text{(e)} \because \frac{\varepsilon_o A V^2}{2(d_o - \Delta d)^2} &= k \Delta d \\ \therefore V^2 &= \frac{2k \Delta d (d_o - \Delta d)^2}{\varepsilon_o A} \end{aligned}$$

當 $d = 0$ 時， V 有極小值，在 $d = \frac{d_o}{3}$ 有極大值

$$\therefore V_{\max}^2 = \frac{8k d_o^3}{27 \varepsilon_o A}$$

$$\therefore V_{\max} = \sqrt{\frac{8k d_o^3}{27 \varepsilon_o A}}$$

六、如圖五所示，考慮兩個質量相等(質量皆為 m)的帶

電粒子(帶電量為分別 $+Q$ 與 $-Q$)在 xy 平面上運

動，假設這兩個粒子的初始位置分別為 $(-a, b)$ 與

$(a, -b)$ 並且各以 v_0 的初速平行於 x 軸互相接近，而

且這兩個粒子無法各自互相遠離至彼此之間的距

離為無窮遠(亦即這兩個粒子形成束縛態)，

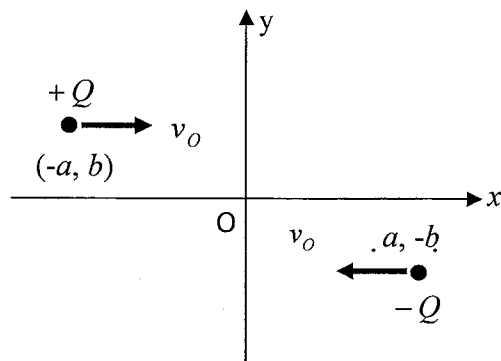


圖 五

(a) 若請問初速 v_0 有何限制？(5 分)

(b) 請問它們之間最短距離與最遠距離各為何？(10 分)

(c) 請問它們之間達到最短距離與最遠距離時的速度各為何？(10 分)

【參考解答】

(a) 當這兩個粒子形成束縛態時，此系統的總能量 E 為負值

$$E = \frac{1}{2}mv_0^2 \times 2 - \frac{kQ^2}{\sqrt{(2a)^2 + (2b)^2}} < 0$$

$$\Rightarrow v_0 < \left(\frac{kQ^2}{2m\sqrt{a^2 + b^2}} \right)^{1/2}$$

(b) 令兩個粒子之間達到最短(遠)之距離為 $2r_m$ ，此時它們的速度皆為 v_m ，則根據

角動量守恆得知

$$L = 2mv_0b = 2mv_mr_m \Rightarrow v_m = L/2mr_m \quad (1)$$

根據能量守恆得知

$$E = \frac{1}{2}mv_0^2 \times 2 - \frac{kQ^2}{\sqrt{(2a)^2 + (2b)^2}} = \frac{1}{2}mv_m^2 \times 2 - \frac{kQ^2}{2r_m} \Rightarrow \frac{kQ^2}{r_m} - 2mv_m^2 = 2|E| \quad (2)$$

將(1)帶入(2)得

$$|E|r_m^2 - \frac{kQ^2 r_m}{2} + \frac{L^2}{4m} = 0 \quad \Rightarrow r_m = \frac{kQ^2 \pm \sqrt{k^2 Q^4 - 4|E|L^2/m}}{4|E|}$$

因此最短距離 $2r_{\min} = \frac{kQ^2 - \sqrt{k^2 Q^4 - 4|E|L^2/m}}{2|E|}$;

最遠距離 $2r_{\max} = \frac{kQ^2 + \sqrt{k^2 Q^4 - 4|E|L^2/m}}{2|E|}$

其中 $|E| = \frac{kQ^2}{\sqrt{(2a)^2 + (2b)^2}} - mv_0^2 > 0$ 以及 $L = 2mv_0 b$ 。

(c) 由角動量守恆得知 $v_m = v_0 b / r_m = \frac{L}{2mr_m}$,

所以兩個粒子之間達到最短距離時的速度為

$$v_{\max} = v_0 b / r_{\min} = \frac{L}{2mr_{\min}} = \frac{kQ^2 + \sqrt{k^2 Q^4 - 4|E|L^2/m}}{2L}$$

達到最遠距離時的速度為

$$v_{\min} = v_0 b / r_{\max} = \frac{L}{2mr_{\max}} = \frac{kQ^2 - \sqrt{k^2 Q^4 - 4|E|L^2/m}}{2L}$$

九十八學年度高級中學數理及資訊學科能力競賽物理科決賽實驗試題

****注意事項：測量或分析的方法、過程、數據、分析與結果，應填入答案卷內，對應的位置之中，否則不予計分。

器材：

器 材	數量	附 註	器 材	數量	附註
光源組件	1	圖 1 (已串接保護電阻)	屏幕	1	
光源固定座	1	圖 2	1M Ω 可變電阻	1	圖 4
捲尺	1		三用電表	1	圖 5
游標尺	1		鱷魚夾接線	4	
5V 電源	1	圖 3	探針	2	
膠帶	1		磁鐵	2	
A4 白紙	1				

注意：1. 不可以直視光源，或將光源照到他人。

2. 不可以使鏡頭組件與光源分離，不可以將任何物體插入光源或鏡頭組件。

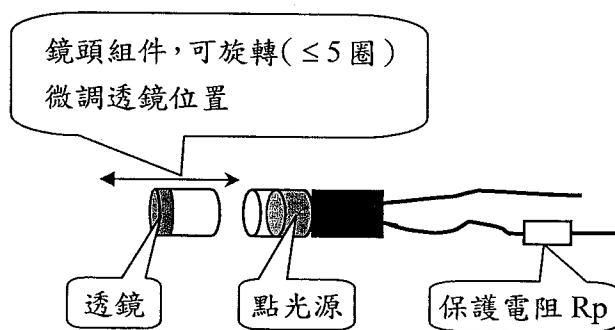


圖 1 光源組件

(透鏡 + 點光源 + 保護電阻)

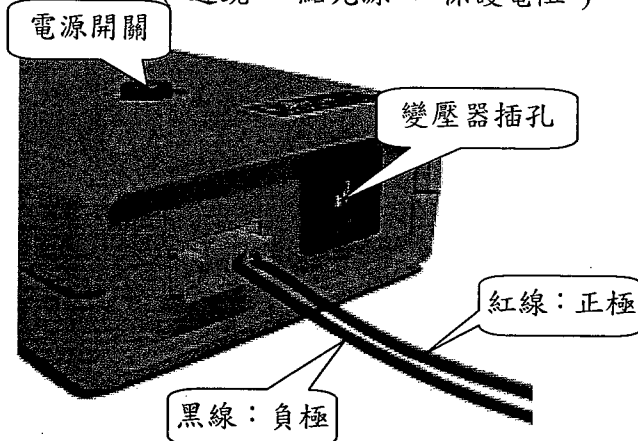


圖 3 電源盒 (5 V)

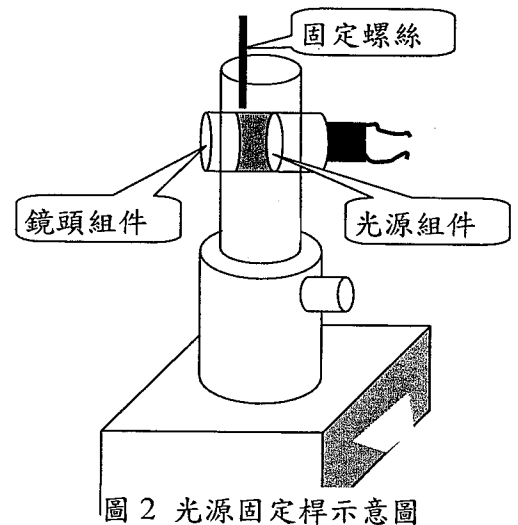


圖 2 光源固定桿示意圖

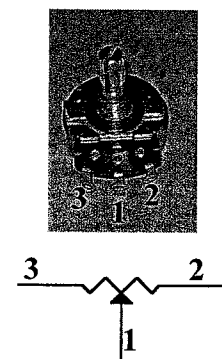
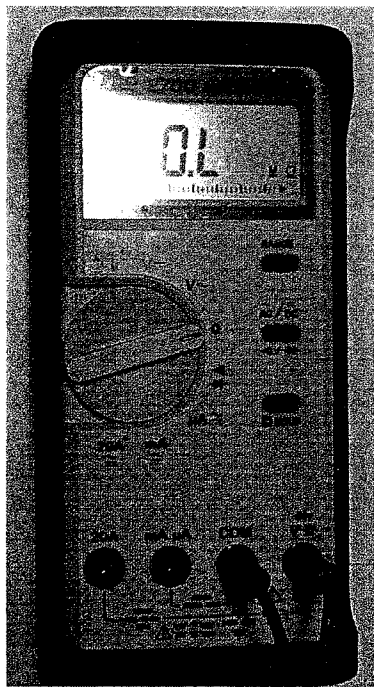
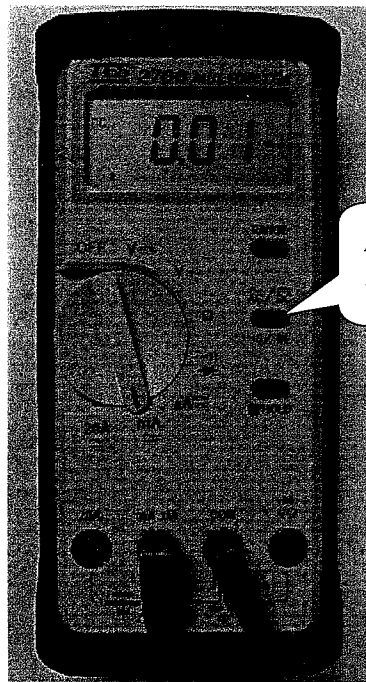


圖 4 可變電阻(上)與示意圖(下)

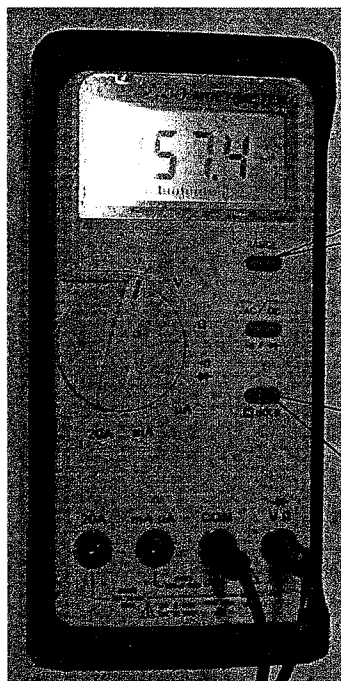


測電阻



測電流

AC/DC
切換鈕



測電壓

手動/自動 選檔切換鈕：螢幕顯示
“MANU”時，表手動選檔模式。按 2
秒鐘不放，則改為自動選檔模式。

讀值鎖定按鈕：
開啟此功能時，
螢幕會顯示“H”
符號

圖 5

三用電表使用時的旋鈕設定與接頭插法。
閒置時，旋鈕設定應置於 OFF。

實驗內容：

(一)基本測量：

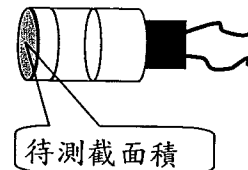
注意：1. 這部分不可以接通電源

2. 不可以使鏡頭組件與光源分離，不可以將任何物體插入光源或鏡頭組件。

1. 鏡頭組件截面積

(a) 儘可能精確地測量並紀錄，估算鏡頭組件的截面積所需的各個長度量。

(b) 計算截面積。



2. 鏡頭組件調整螺距

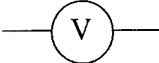
(a) 儘可能精確地測量並紀錄，估算鏡頭組件的調整螺距所需的各個長度量。

(b) 計算螺距。

(二) 光源的 電壓－電流 曲線

三用電表具有伏特計、歐姆計與電流計功能。利用所給器材設計實驗，測量並記錄通過光源的電流 I 隨著電壓 V 的變化。

物理量符號與元件圖示規定如下表：

元件	光源	5 V 電源	保護電阻	電流計	電壓計
圖示					
量值符號			R_p	I	V

元件	可變電阻
圖示	
量值符號	R_{23} 、 R_{21} 、 R_{13}

- 繪出電路圖，說明實驗方法與應測物理量。
- 記錄數據於答案卷表格之中。
- 描繪 $I-V$ 關係曲線於作圖紙上。
- $I-V$ 關係曲線有一段線性區，將其外延與電壓軸($I=0$)之交點稱為臨界電壓 V_{th} 。求出 V_{th} 並將方法與結果記錄於答案卷之中。

(三) 鏡頭組件的焦距

利用所給器材設計實驗，估算鏡頭組件的焦距。

物理量符號規定如下：

物理量	物距	像距	焦距
量值符號	P	Q	F

- 繪元件與光路圖，並說明實驗方法與標示應測物理量。
- 紀錄數據於答案卷表格之中。
- 於答案卷之中，計算並紀錄鏡頭的焦距。

(一)基本測量：

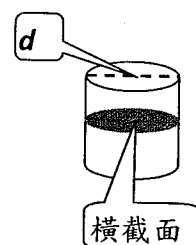
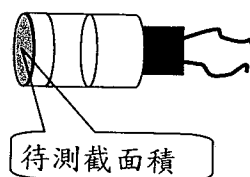
1. 鏡頭組件截面積

(a) 儘可能精確地測量並紀錄，

估算鏡頭組件的截面積所需的各個長度量。

(b) 計算截面積。

$$d_{avg} = 0.635 \text{ cm}, A = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 = 0.317 \text{ cm}^2$$

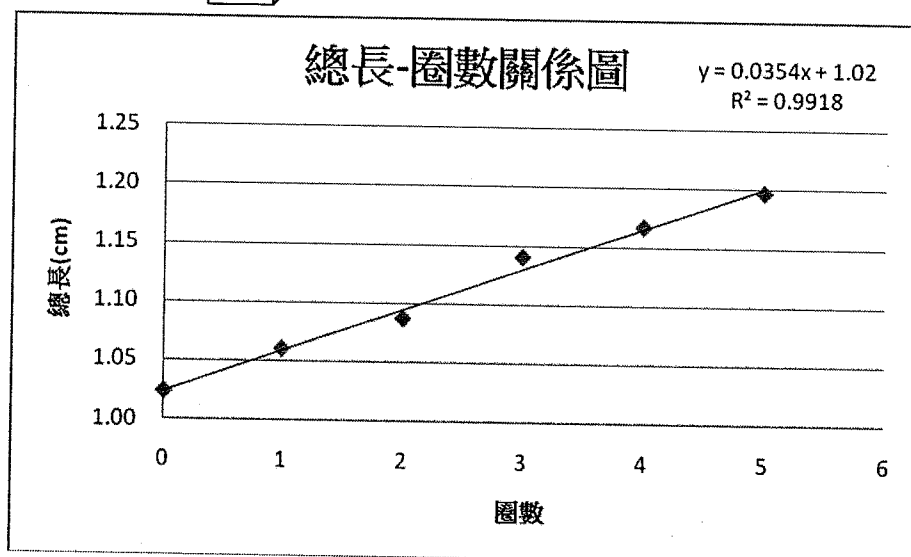
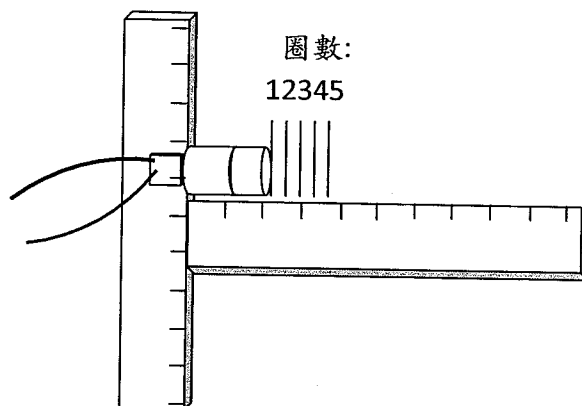


2. 鏡頭組件調整螺距

(a) 儘可能精確地測量並紀錄，估算鏡頭組件的調整螺距所需的各個長度量。

(b) 計算螺距。

• 圈數與微調位移

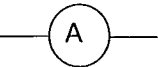


由斜率可求出一圈螺距為 0.035 公分

(二)光源的 電壓－電流 曲線

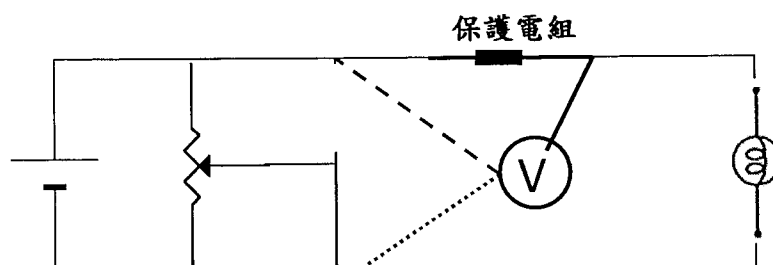
三用電表具有伏特計、歐姆計與電流計功能。利用所給器材設計實驗，測量並記錄通過光源的電流 I 隨著電壓 V 的變化。

物理量符號與元件圖示規定如下表：

元件	光源	5 V 電源	保護電阻	電流計
圖示				
量值符號			R_p	I

元件	電壓計	可變電阻
圖示		
量值符號	V	R_{23} 、 R_{21} 、 R_{13}

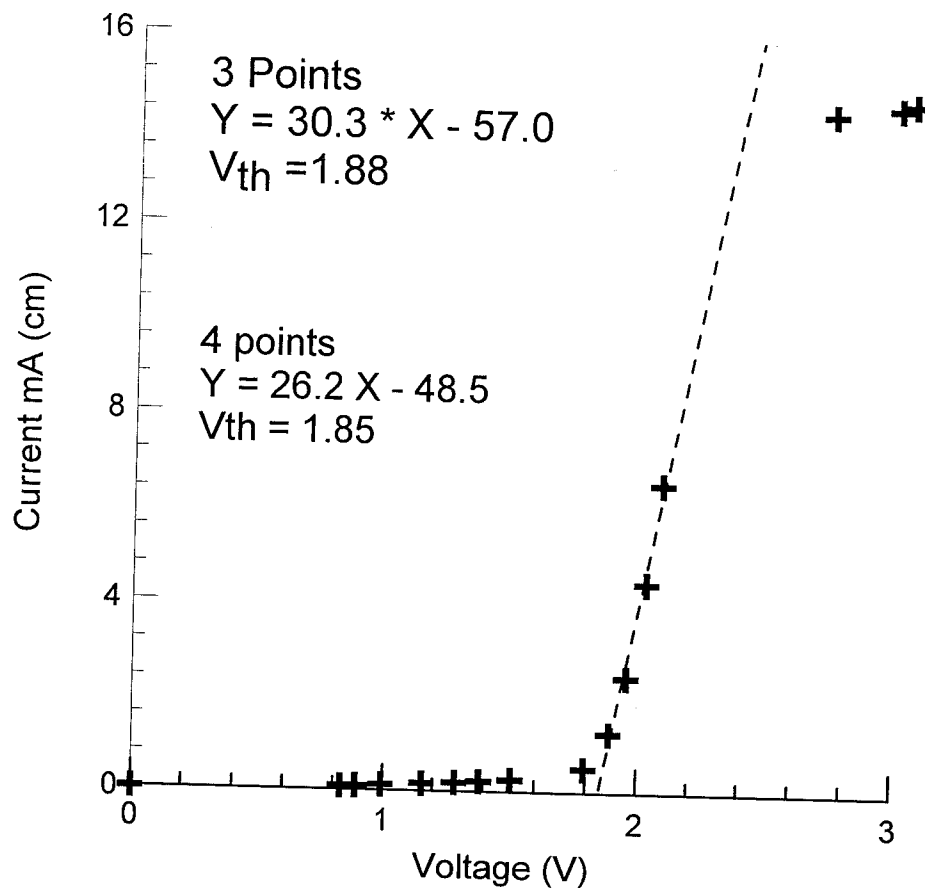
1. 繪出電路圖，說明實驗方法與應測物理量。



2. 記錄數據於答案卷表格之中。略

3. 描繪 $I-V$ 關係曲線於作圖紙上。

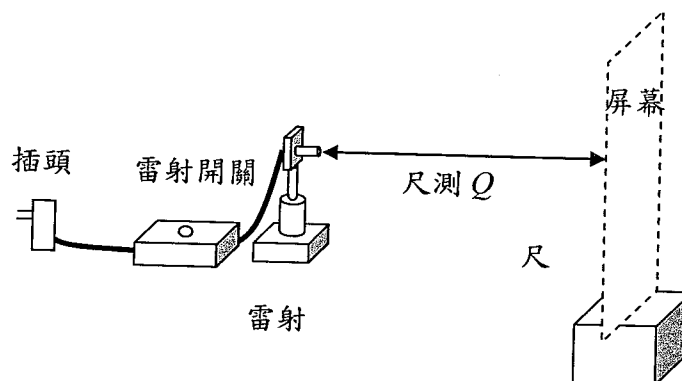
$I-V$ 關係曲線有一段線性區，將其外延與電壓軸之交點稱為臨界電壓 V_{th} 。求出 V_{th} 並將方法與結果記錄於答案卷之中。



(三) 鏡頭組件的焦距

利用所給器材設計實驗，估算鏡頭組件的焦距。

1. 繪元件與光路圖，並說明實驗方法與標示應測物理量。

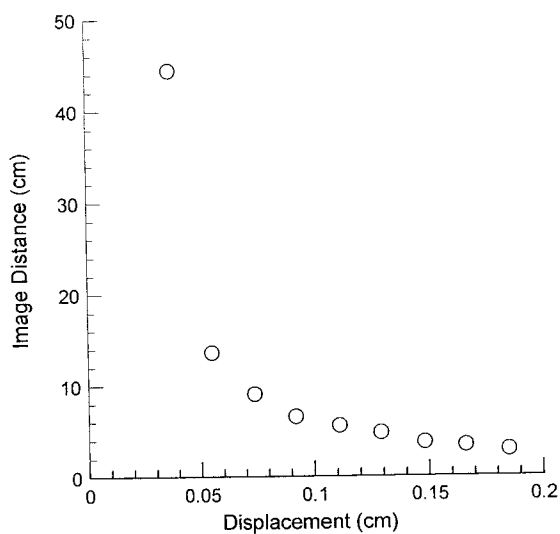


2. 紀錄數據於答案卷表格之中。
3. 於答案卷之中，計算並紀錄鏡頭的焦距。

微調透鏡位置，改變物距 $P=P_0+d$ ，測量像距 Q

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{Q} = \frac{1}{F}$$

距離 d 和像距 Q 關係



可列出多個聯立方程式，得到以下平均結果：

初始像距 0.55 cm

透鏡焦距 0.59 cm

拾、物理科決賽成績統計表

一、成績統計表.....	48
二、筆試一得分統計表.....	49
三、筆試二得分統計表.....	50

一、成績統計表(筆試一、二及實驗滿分：150分；口試滿分：100分)

筆試一	筆試二	實驗	口試	總分	獎項
115	86	130	85	416	一等獎
109	96	115	82	402	一等獎
105	82	110	87	384	一等獎
81	81	110	83	355	二等獎
81	85	105	80	351	二等獎
56	93	115	85	349	二等獎
80	60	120	83	343	二等獎
120	75	65	80	340	二等獎
83	46	125	83	337	二等獎
94	73	80	82	329	二等獎
91	69	85	82	327	三等獎
87	67	85	82	321	三等獎
68	64	110	75	317	三等獎
79	73	75	78	305	三等獎
59	67	100	78	304	三等獎
64	40	125	74	303	三等獎
68	47	110	76	301	三等獎
74	49	95	81	299	三等獎
99	57	60	77	293	三等獎
81	46	95	71	293	三等獎
74	58	80	78	290	參加証
96	47	65	82	290	參加証
89	40	90	70	289	參加証
100	70	40	78	288	參加証
68	51	95	72	286	參加証
76	51	75	75	277	參加証
64	34	110	68	276	參加証
67	47	72	83	269	參加証
48	42	85	88	263	參加証
81	53	50	77	261	參加証
65	65	50	75	255	參加証
71	62	45	73	251	參加証
68	22	80	78	248	參加証
74	39	60	75	248	參加証
41	28	85	78	232	參加証
31	35	80	78	224	參加証
49	55	35	78	217	參加証
53	38	45	80	216	參加証
36	37	60	82	215	參加証
50	38	45	80	213	參加証
43	42	50	72	207	參加証
46	34	47	77	204	參加証
71	34	10	72	187	參加証
38	28	45	75	186	參加証
33	16	60	77	186	參加証
38	11	45	77	171	參加証
47	21	0	77	145	參加証

二、筆試一得分統計表(滿分：150分；每題25分)

第一題	第二題	第三題	第四題	第五題	第六題	合計
23	25	15	25	13	19	120
25	25	25	10	23	7	115
25	25	16	25	13	5	109
20	25	14	25	14	7	105
25	10	10	25	13	17	100
25	5	24	25	15	5	99
25	20	6	25	13	7	96
17	25	7	25	13	7	94
19	10	7	25	25	5	91
25	0	10	25	25	4	89
19	25	0	25	13	5	87
25	5	3	25	17	8	83
18	5	5	25	21	7	81
18	10	10	25	13	5	81
20	5	13	25	13	5	81
21	5	0	25	25	5	81
25	0	7	25	21	2	80
19	5	16	25	14	0	79
13	5	13	25	13	7	76
19	5	10	20	15	5	74
25	0	2	25	15	7	74
19	5	3	25	13	9	74
17	0	5	25	17	7	71
20	5	8	25	13	0	71
25	5	14	5	17	2	68
18	5	0	25	15	5	68
16	0	10	20	15	7	68
17	0	4	25	13	9	68
25	15	0	5	17	5	67
18	0	15	12	15	5	65
14	0	7	25	13	5	64
25	0	0	25	14	0	64
21	5	5	10	13	5	59
23	0	12	5	11	5	56
10	0	18	7	13	5	53
20	0	0	5	13	12	50
22	5	0	2	15	5	49
10	0	6	10	13	9	48
5	5	3	25	9	0	47
14	0	0	10	15	7	46
14	5	0	10	9	5	43
13	0	3	25	0	0	41
19	5	0	5	9	0	38
13	0	0	5	13	7	38
17	5	0	2	7	5	36
10	5	0	5	13	0	33
8	5	0	0	13	5	31

總得分數	884	315	326	848	675	263	3311
得分率	75.23%	26.81%	27.74%	72.17%	57.45%	22.38%	46.96%
滿分	25	25	25	25	25	25	150
試題內容	質點	剛體	剛體	剛體	流體	波動	

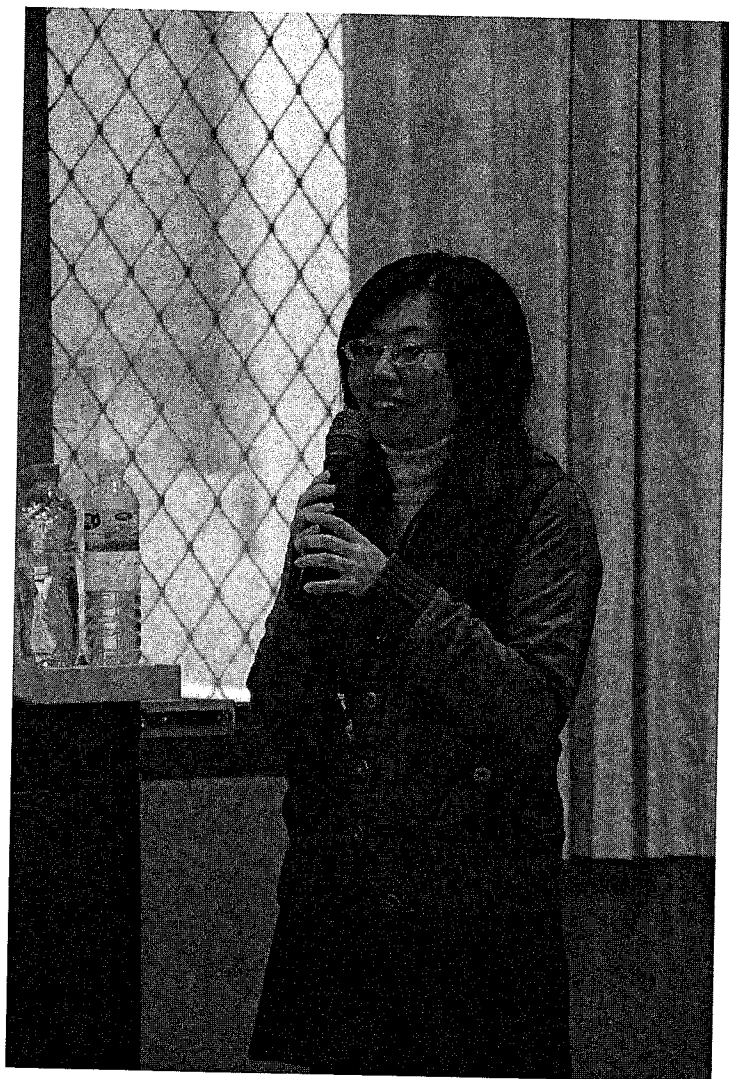
三、筆試二得分統計表(滿分：150分；每題25分)

第一題	第二題	第三題	第四題	第五題	第六題	合計
10	24	23	21	18	0	96
25	24	25	9	10	0	93
10	24	19	8	20	5	86
25	25	9	21	5	0	85
0	20	25	3	10	24	82
18	12	15	15	16	5	81
20	25	11	0	14	5	75
10	25	3	25	5	5	73
18	25	25	0	5	0	73
25	25	11	2	7	0	70
10	25	3	0	10	21	69
18	15	17	0	12	5	67
23	10	19	0	10	5	67
25	20	3	0	13	4	65
15	25	9	10	5	0	64
15	0	17	25	0	5	62
18	24	3	0	10	5	60
18	24	6	0	5	5	58
0	10	23	0	9	15	57
15	0	19	21	0	0	55
15	14	11	8	5	0	53
10	17	3	12	5	4	51
10	3	23	2	8	5	51
20	7	17	0	0	5	49
10	7	19	6	0	5	47
0	25	11	8	3	0	47
0	18	19	0	5	5	47
10	0	19	2	15	0	46
10	0	3	25	3	5	46
15	0	25	2	0	0	42
10	0	19	8	0	5	42
18	0	17	0	5	0	40
0	21	19	0	0	0	40
10	0	17	2	5	5	39
15	5	13	0	0	5	38
10	0	11	12	0	5	38
18	0	19	0	0	0	37
0	0	25	0	5	5	35
0	7	17	0	5	5	34
3	15	3	0	8	5	34
10	0	11	5	3	5	34
25	0	0	0	3	0	28
0	0	25	0	3	0	28
10	3	6	0	3	0	22
0	0	3	13	0	5	21
0	0	11	0	0	5	16
0	0	6	0	0	5	11

總得分數	547	524	657	265	268	193	2454
得分率	46.55%	44.60%	55.91%	22.55%	22.81%	16.43%	34.81%
滿分	25	25	25	25	25	25	150
試題內容	熱學	熱學	熱學	光學	電學	電學	

拾壹、獲獎名單

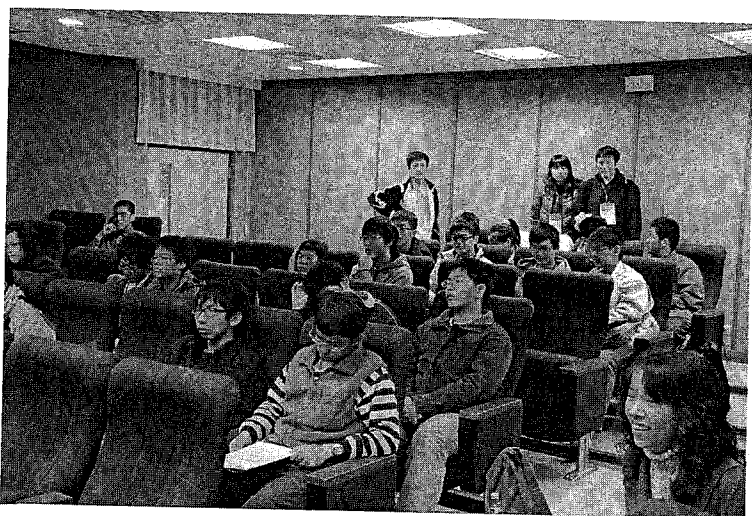
姓名	性別	就讀學校	年級	指導老師	獎項
趙翎雅	女	臺北市立第一女子高級中學	二	張清俊	一等獎
李冠郁	男	國立臺南第一高級中學	三	何俊昌	一等獎
薛世卿	男	國立科學工業園區實驗高級中學	二	陳元彰	一等獎
陳奕廷	男	臺北市立建國高級中學	三	戴敏章	二等獎
林沅毅	男	臺北市立建國高級中學	三	黃滄瑩	二等獎
林建豪	男	國立臺中第一高級中學	三	凌美璦	二等獎
蕭維翰	男	國立臺南第一高級中學	三	何俊昌	二等獎
吳孟宸	男	國立武陵高級中學	二	萬昌鑫	二等獎
姜良敦	男	國立臺南第一高級中學	三	何俊昌	二等獎
伍庭曄	男	國立臺灣師範大學附屬高級中學	三	陳忠城	二等獎
林岳鎔	男	國立臺南第一高級中學	三	廖大淵	三等獎
郭曉嵐	男	臺北市立建國高級中學	一	朱正明	三等獎
李昕穎	男	國立臺中第一高級中學	三	黃詩淵	三等獎
顏宗義	男	國立斗六高級中學	三	陳慧娟	三等獎
徐 祥	男	高雄市立高雄高級中學	三	林松鶴	三等獎
余奕尚	男	臺北縣私立竹林高級中學	三	童尚智	三等獎
楊 傑	男	國立臺灣師範大學附屬高級中學	三	陳忠城	三等獎
謝佳銘	男	國立彰化高級中學	二	賴文哲	三等獎
傅學聖	男	國立花蓮高級中學	三	莊文治	三等獎
江庭緯	男	臺北縣私立南山高級中學	三	車吉平	三等獎



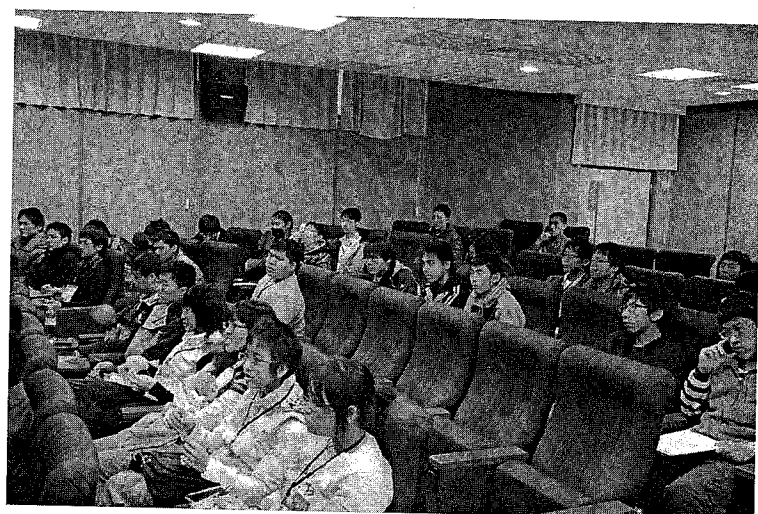
教育部中教王筱涵小姐



國立台灣師範大學物理系系主任 高賢忠教授



開幕式（一）



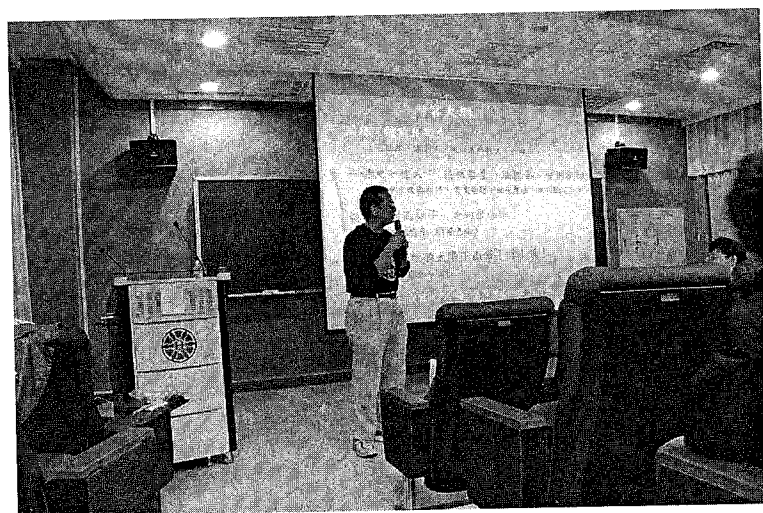
開幕式（二）



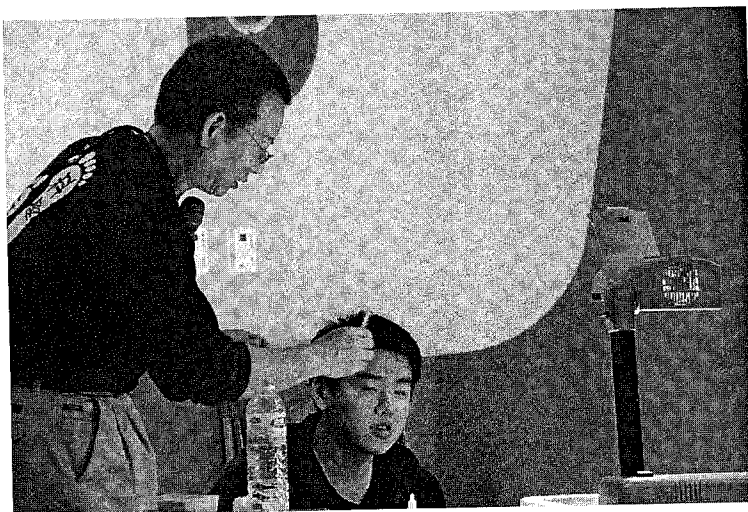
開幕式（三）



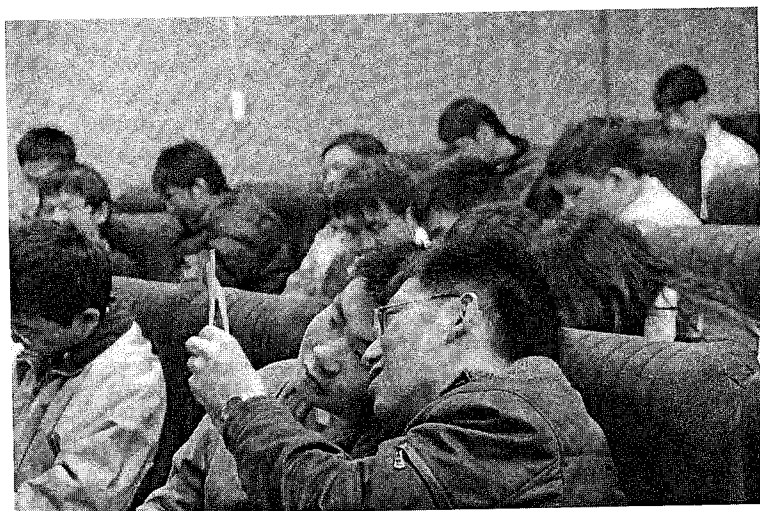
專題演講（一）高師大物理系周建和教授



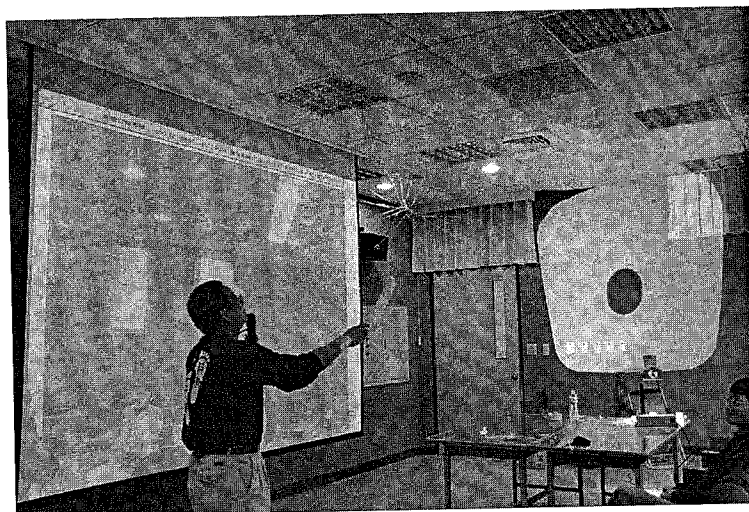
專題演講（二）



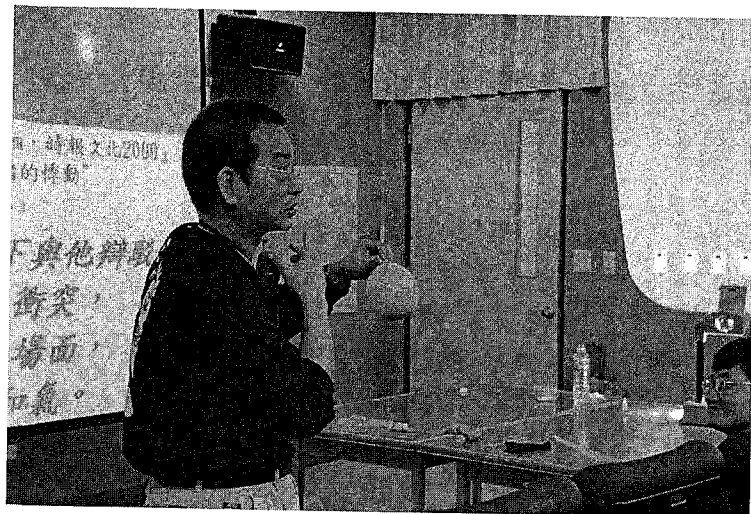
專題演講（三）



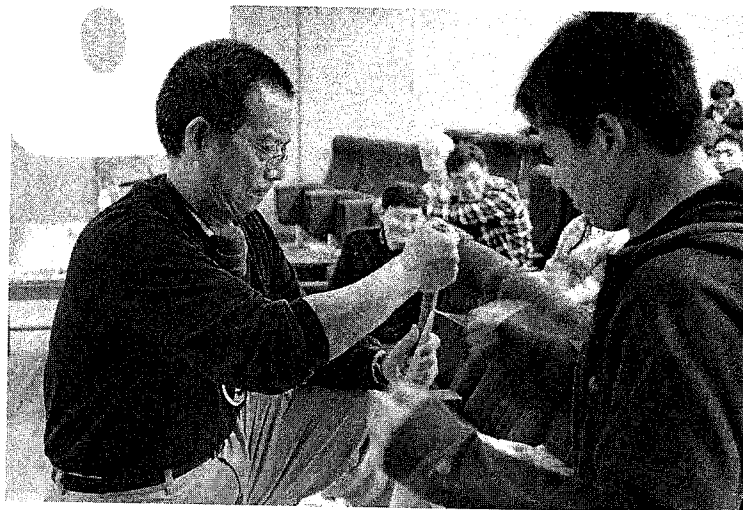
專題演講（四）



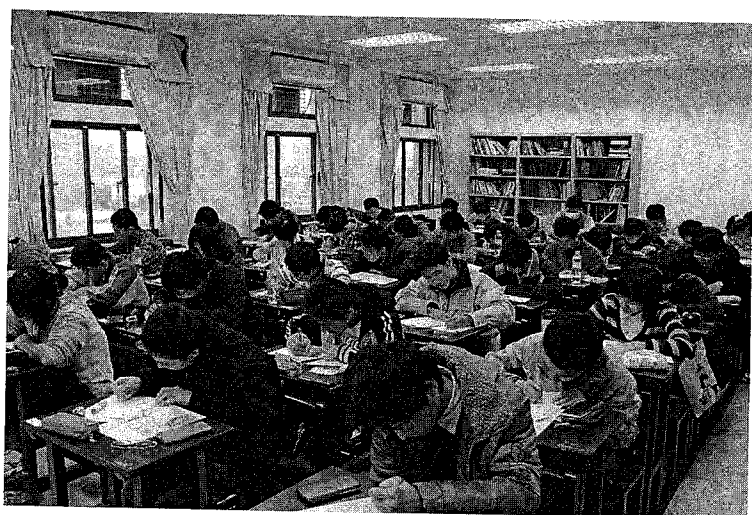
專題演講（五）



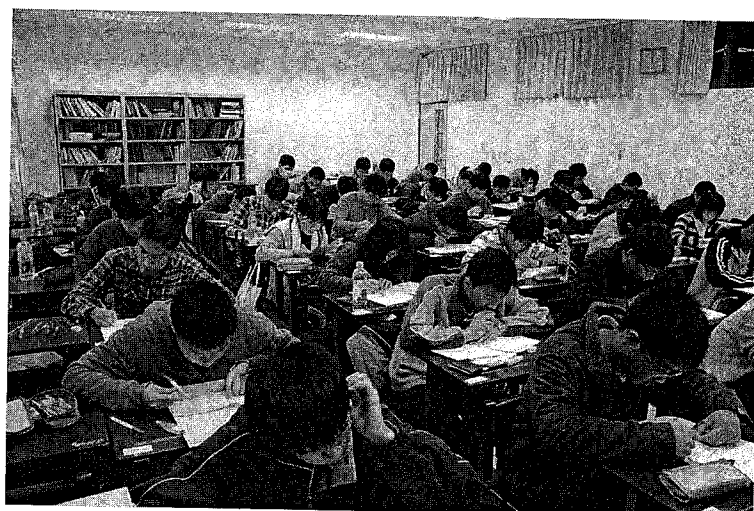
專題演講（六）



專題演講（七）



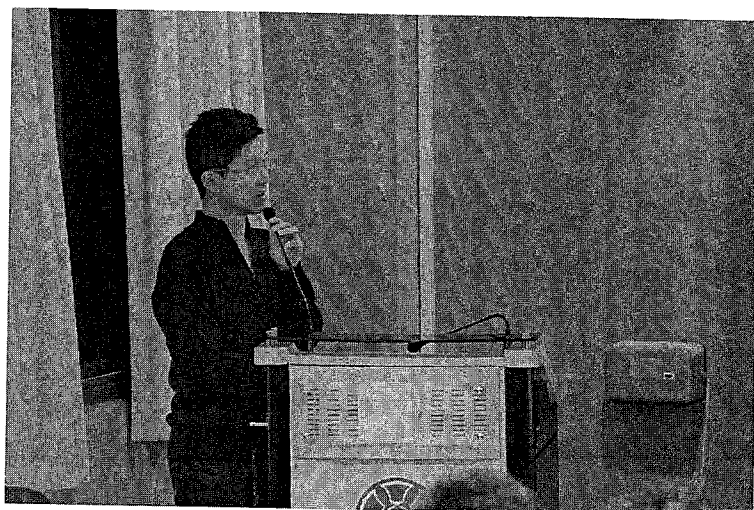
筆試（一）



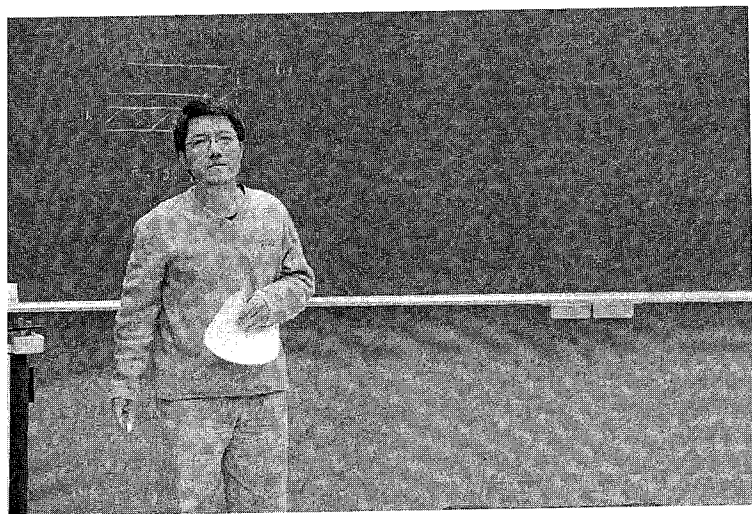
筆試（二）



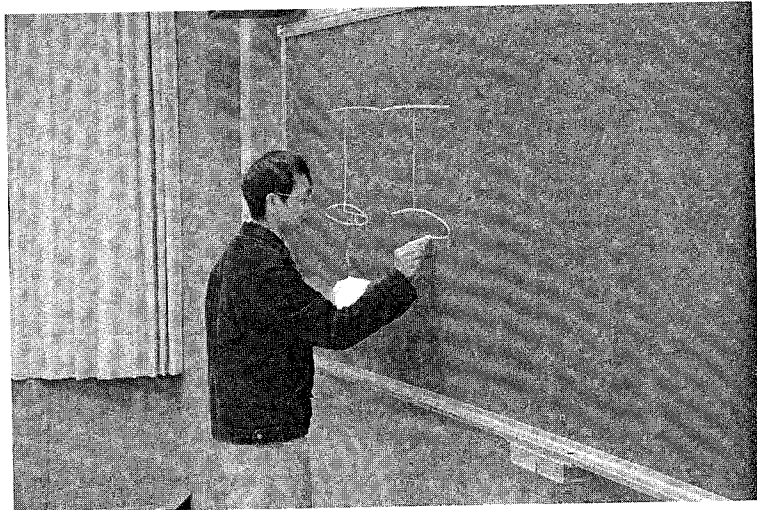
試題講解-曾玄哲教授



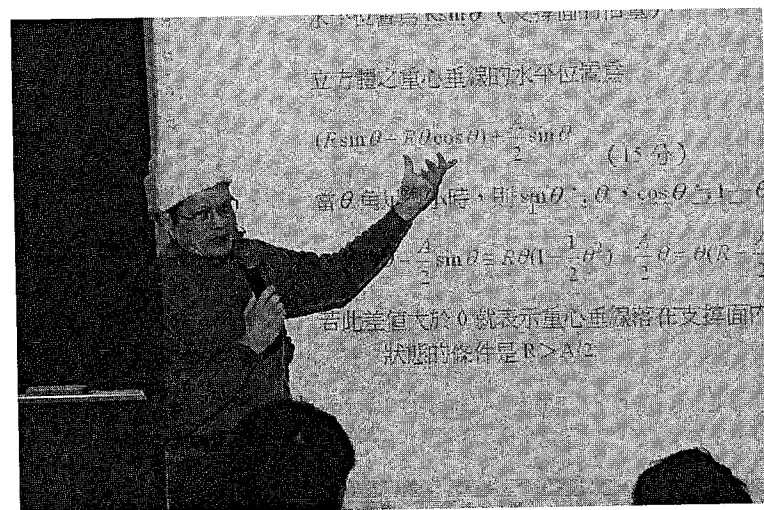
試題講解-吳俊輝教授



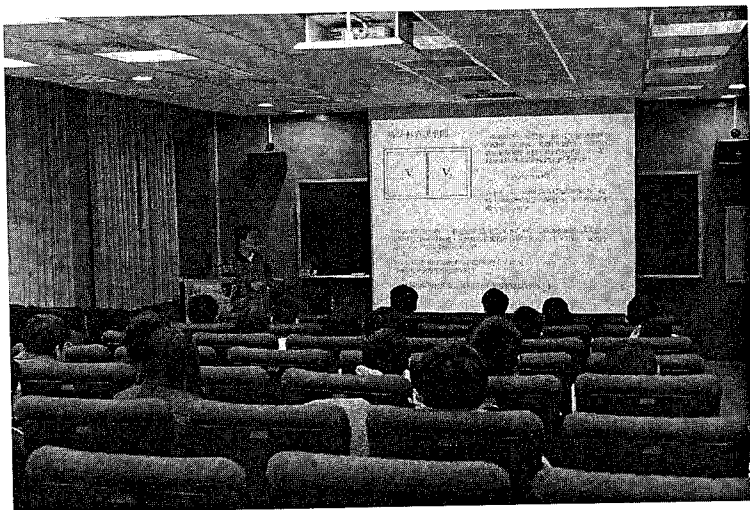
試題講解-張明哲教授



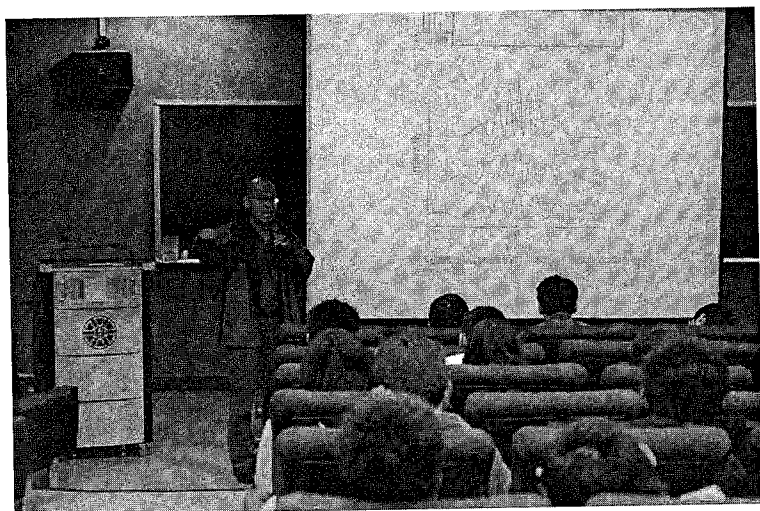
試題講解-陳啟明教授



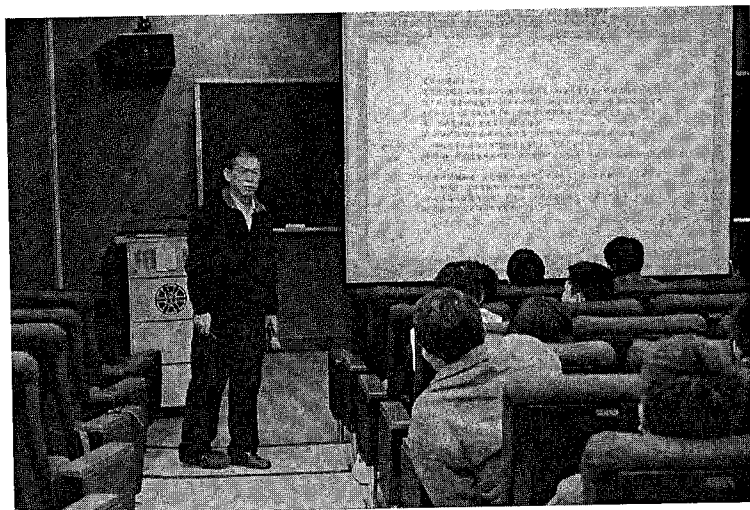
試題講解-林財庫教授



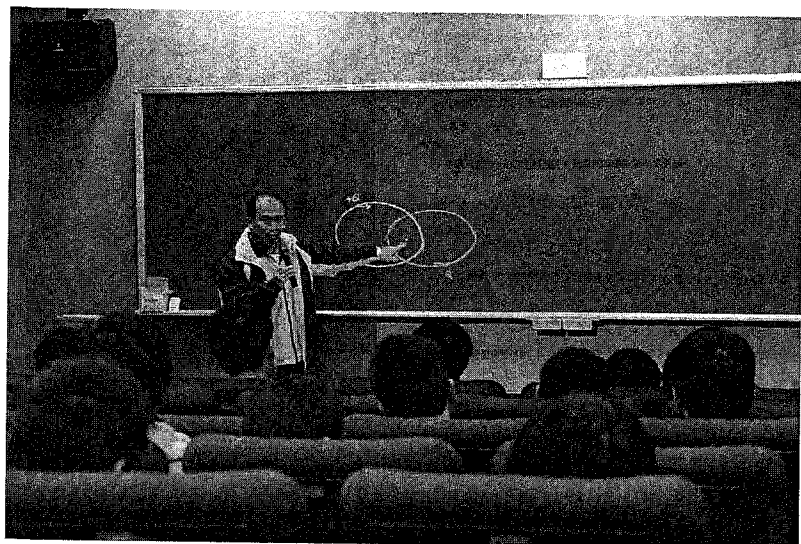
試題講解-柯宜謀教授



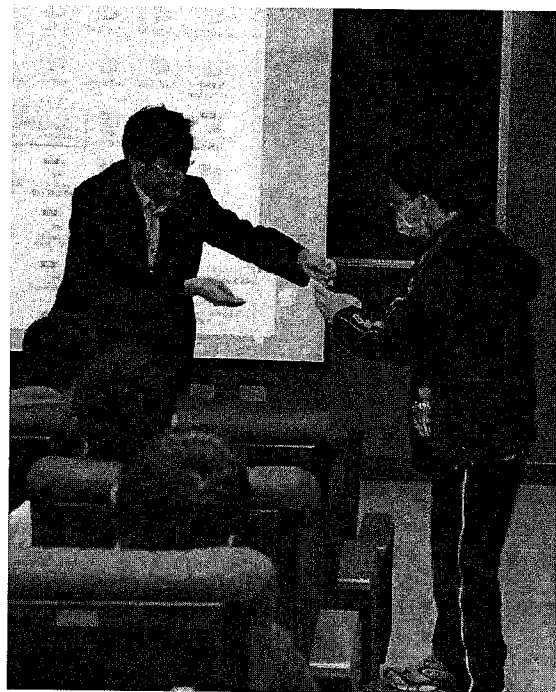
試題講解-吳仲卿教授



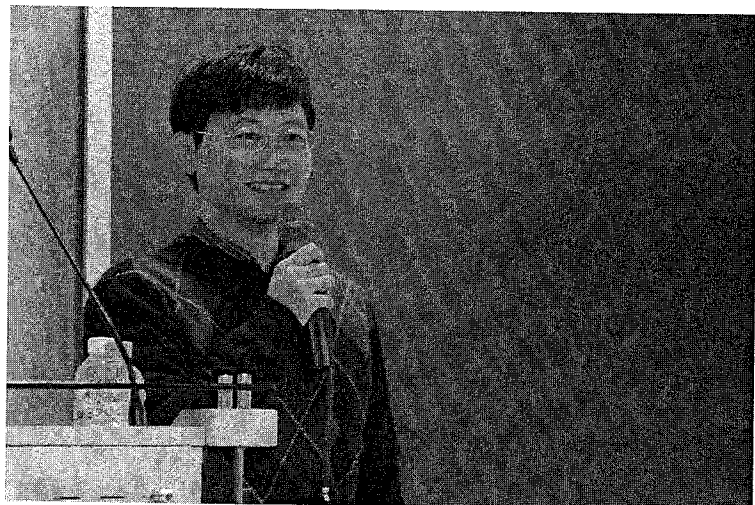
試題講解-洪連輝教授



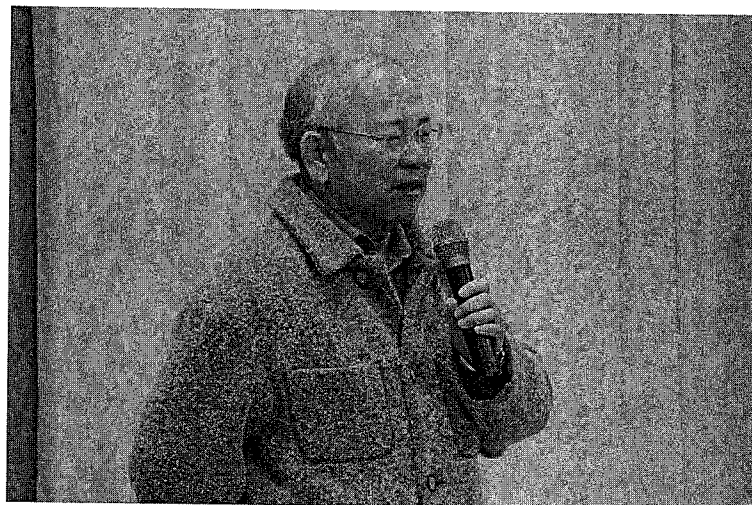
試題講解-陳俊霖教授



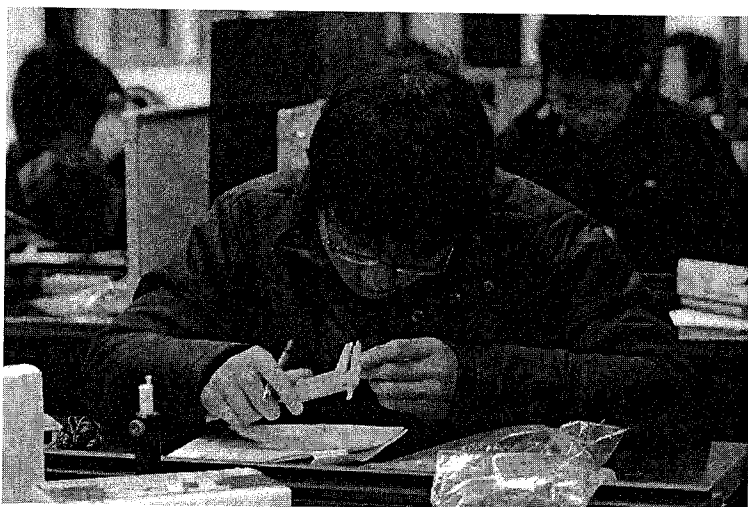
試題講解-賈至達教授



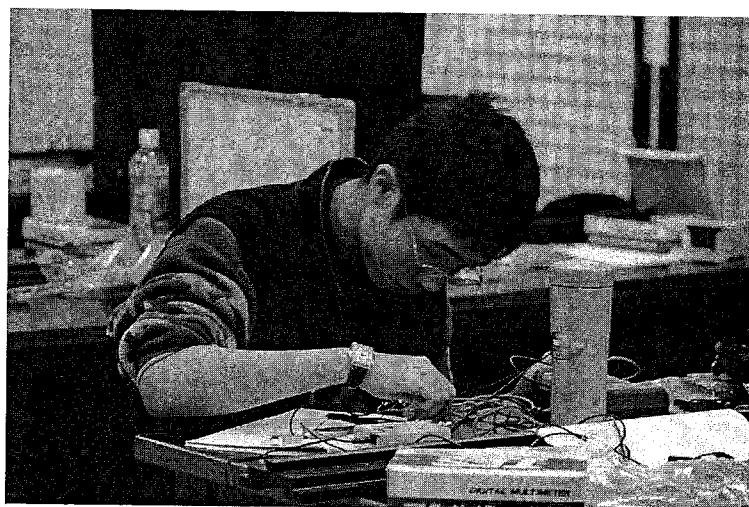
試題講解-高賢忠教授



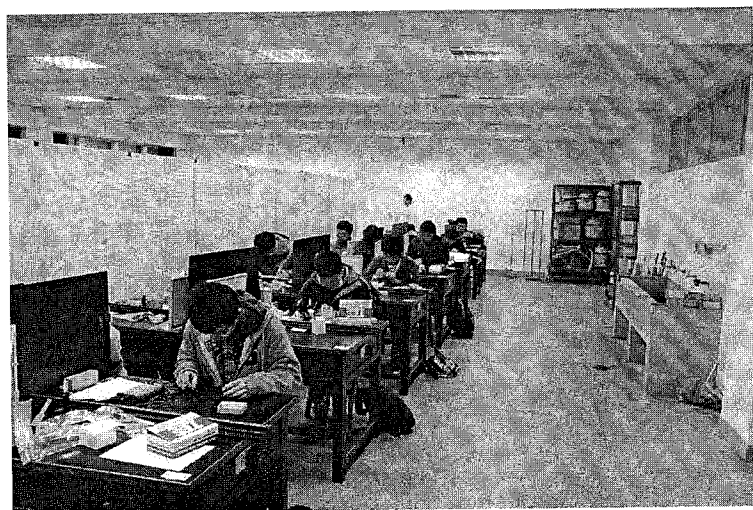
試題講解-林明瑞教授



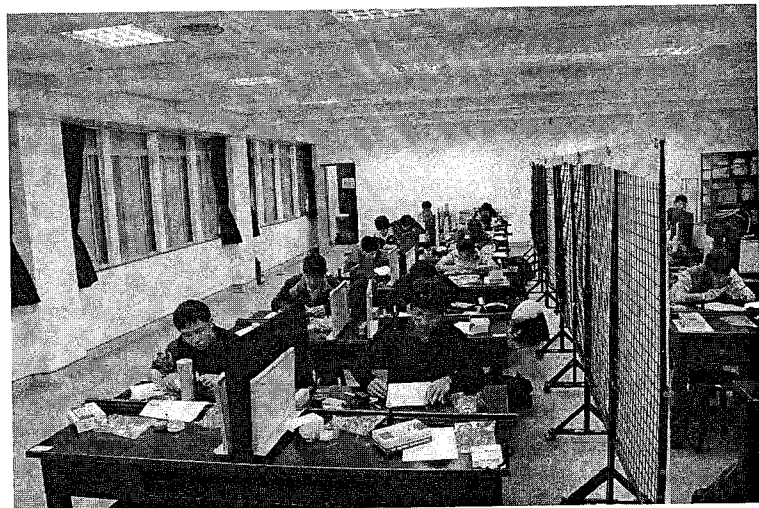
實驗競試(一)



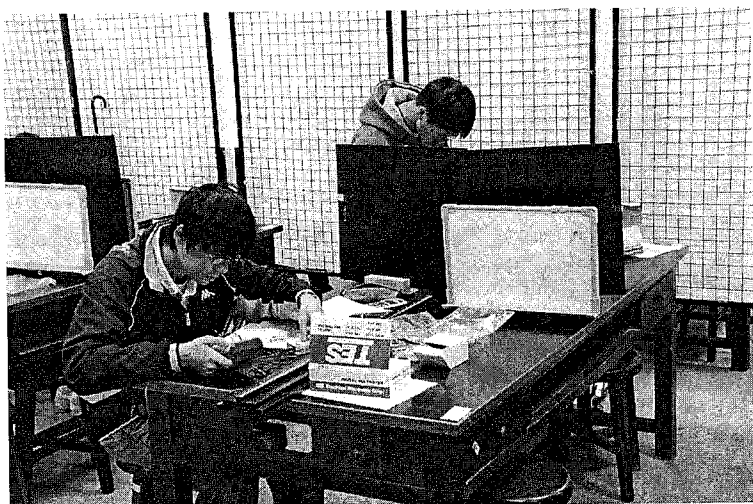
實驗競試(二)



實驗競試（三）



實驗競試（四）



實驗競試（五）



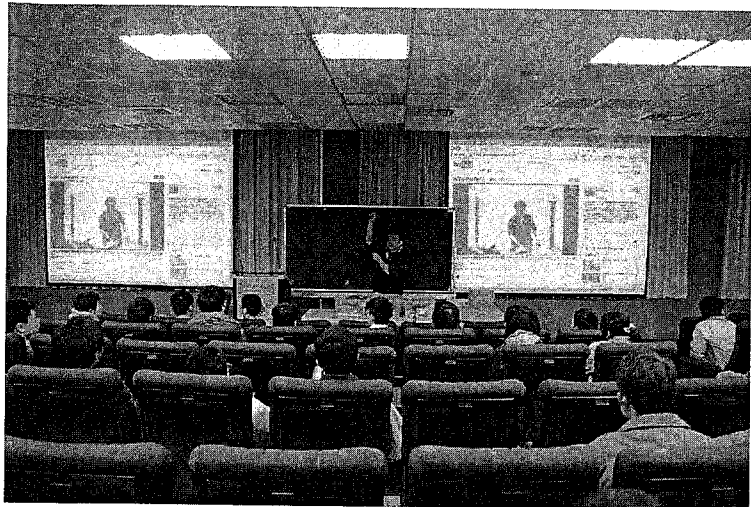
實驗競試（六）



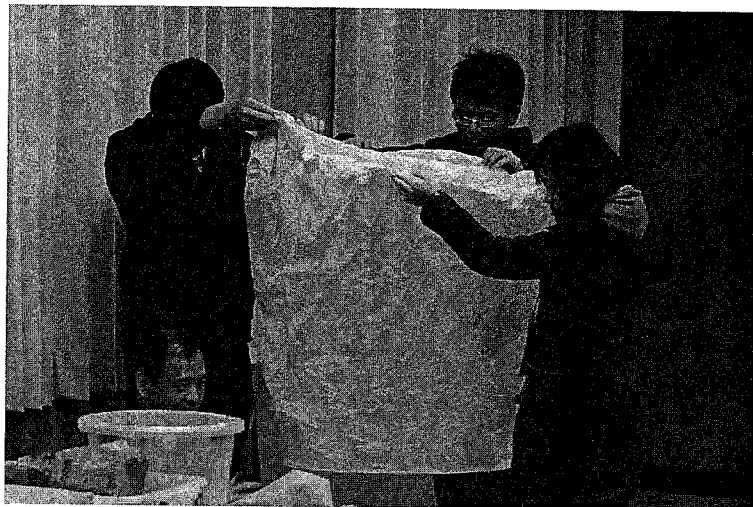
實驗競試（七）



實驗競試（八）



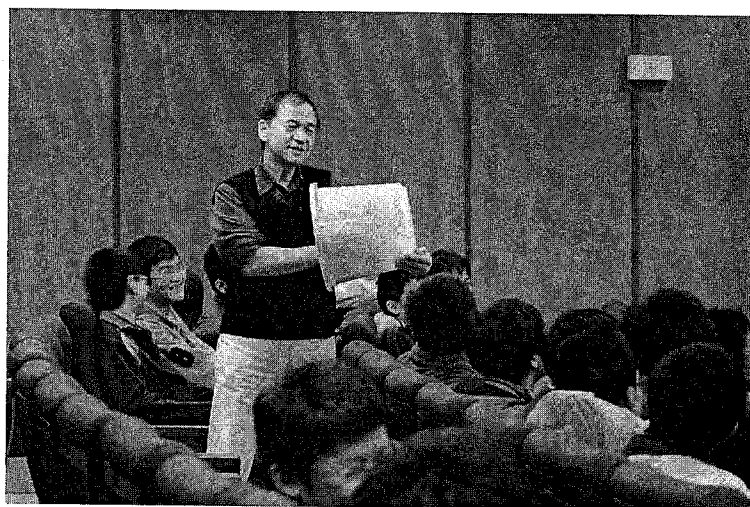
專題演講（一）東吳物理系陳秋民教授



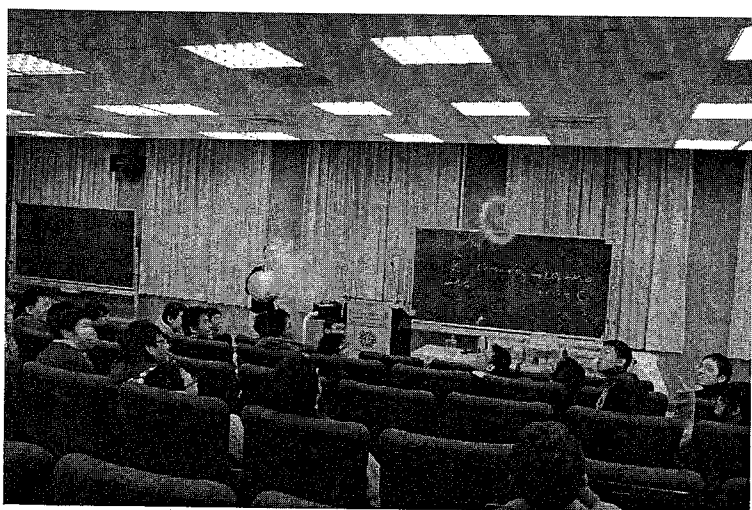
專題演講（二）



專題演講（三）



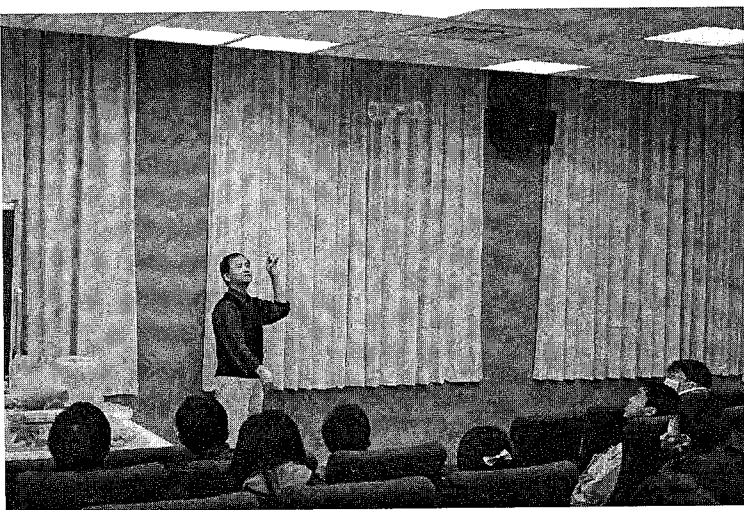
專題演講（四）



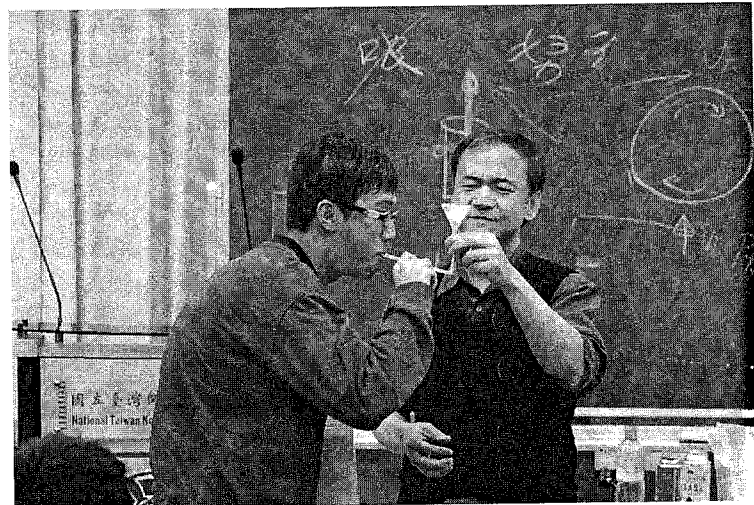
專題演講（五）



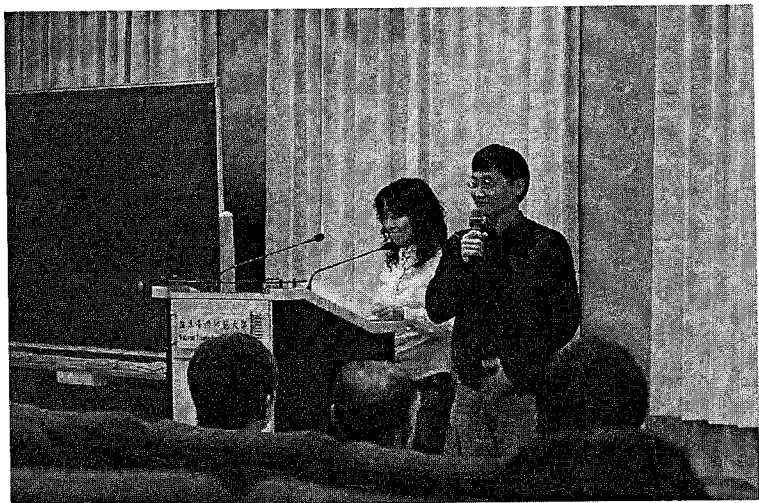
專題演講（六）



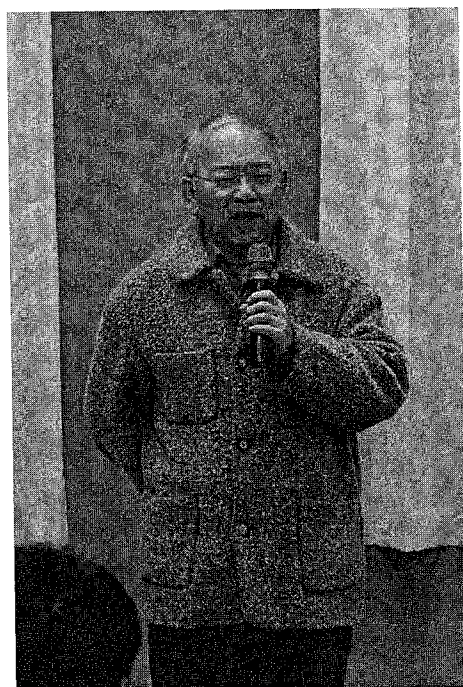
專題演講（七）



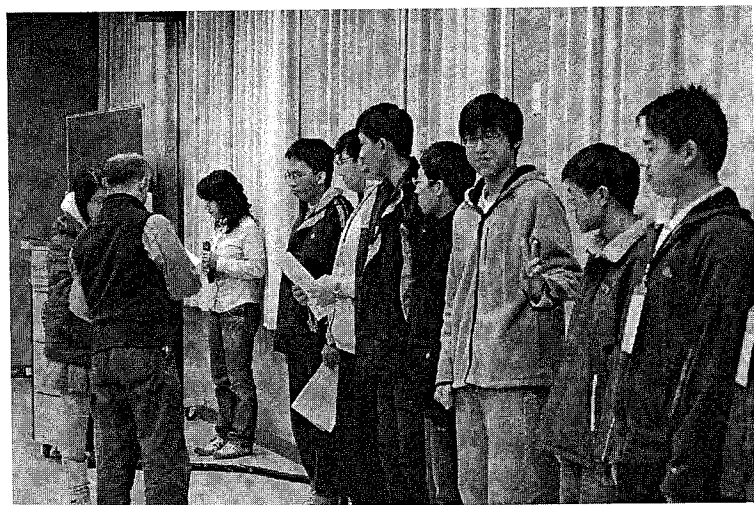
專題演講（八）



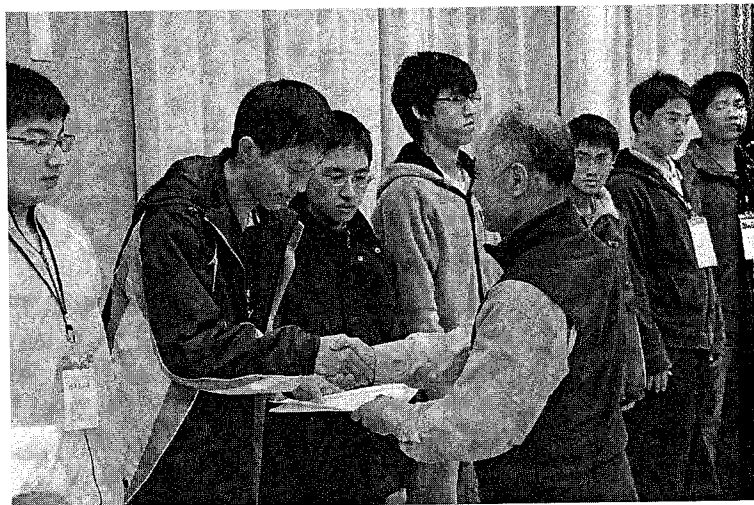
閉幕式（一）



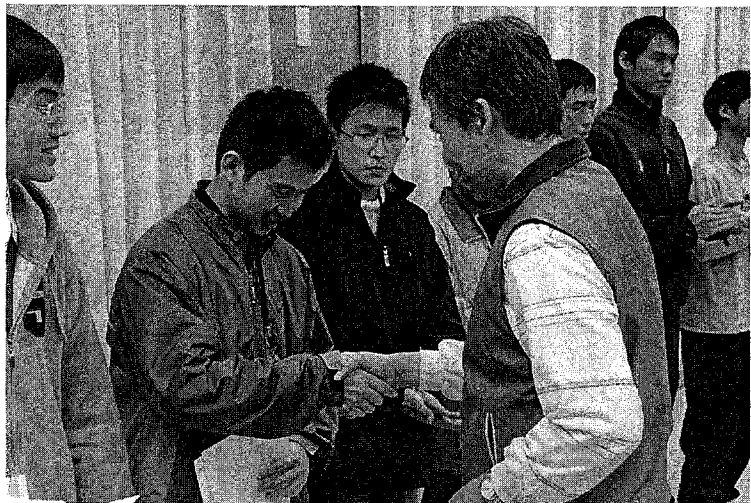
閉幕式（二）



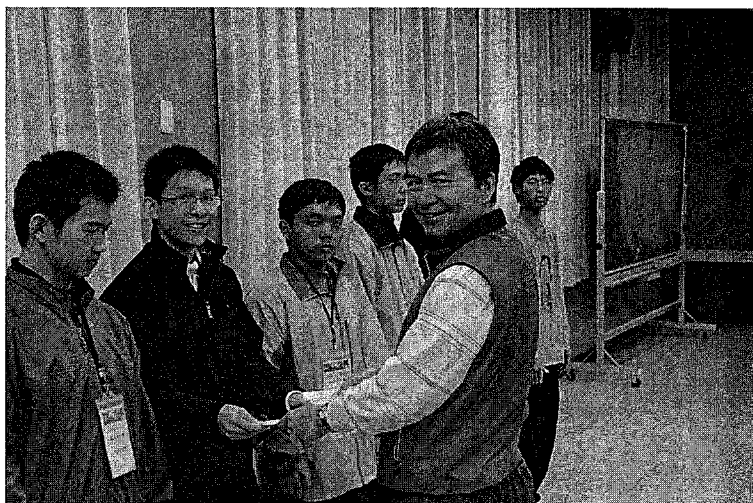
三等獎頒獎（一）



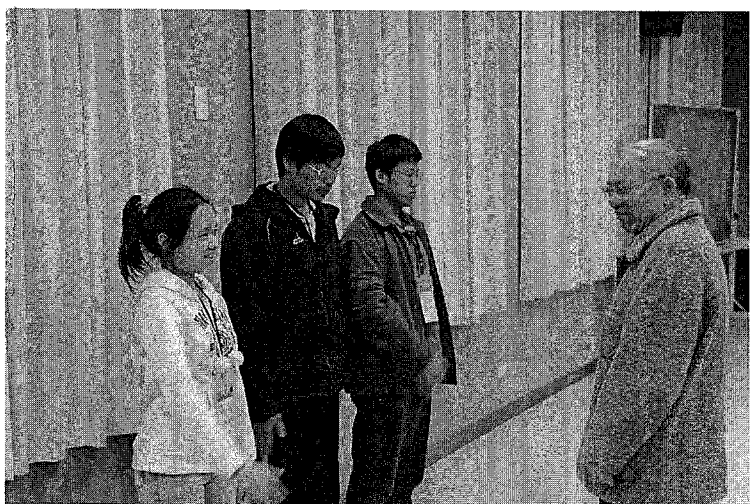
三等獎頒獎（二）



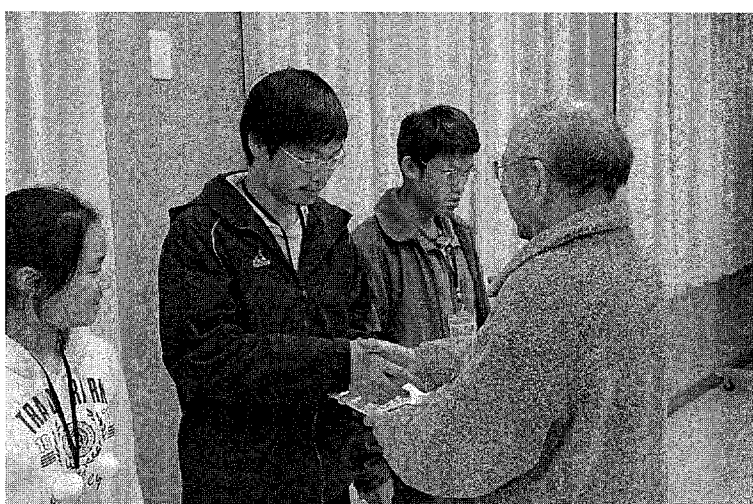
二等獎頒獎(一)



二等獎頒獎(二)



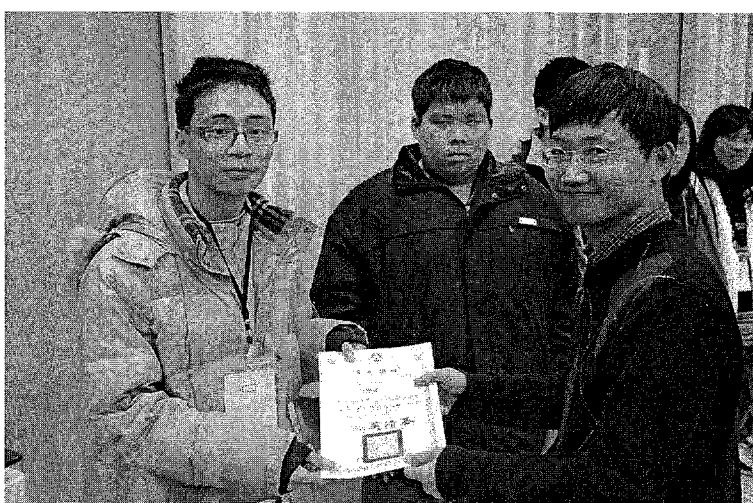
一等獎頒獎(一)



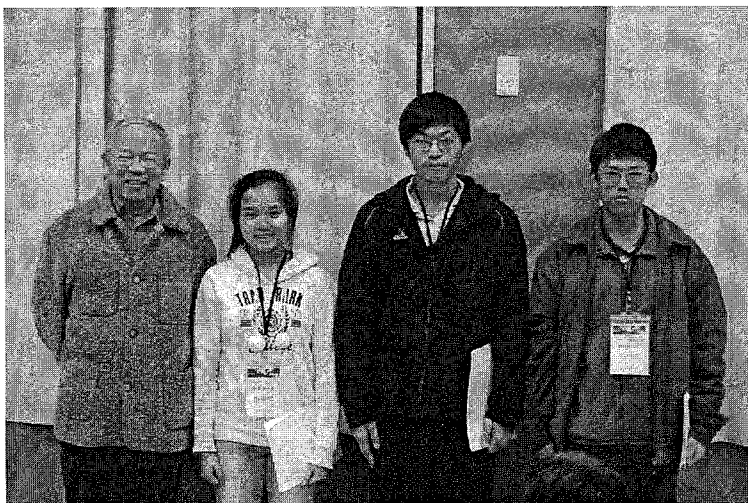
一等獎頒獎(二)



頒發參加證(一)



頒發參加證(二)



頒獎人與獲獎人合影--一等獎



頒獎人與獲獎人合影--二等獎



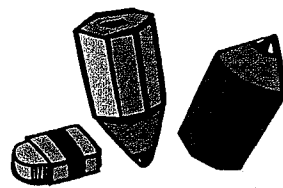
頒獎人與獲獎人合影--三等獎



頒獎人與獲獎人合影-參加證(一)

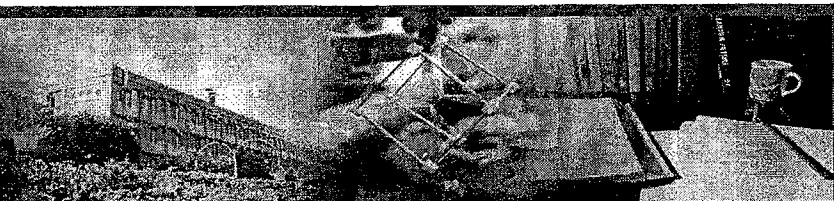


頒獎人與獲獎人合影-參加證(二)



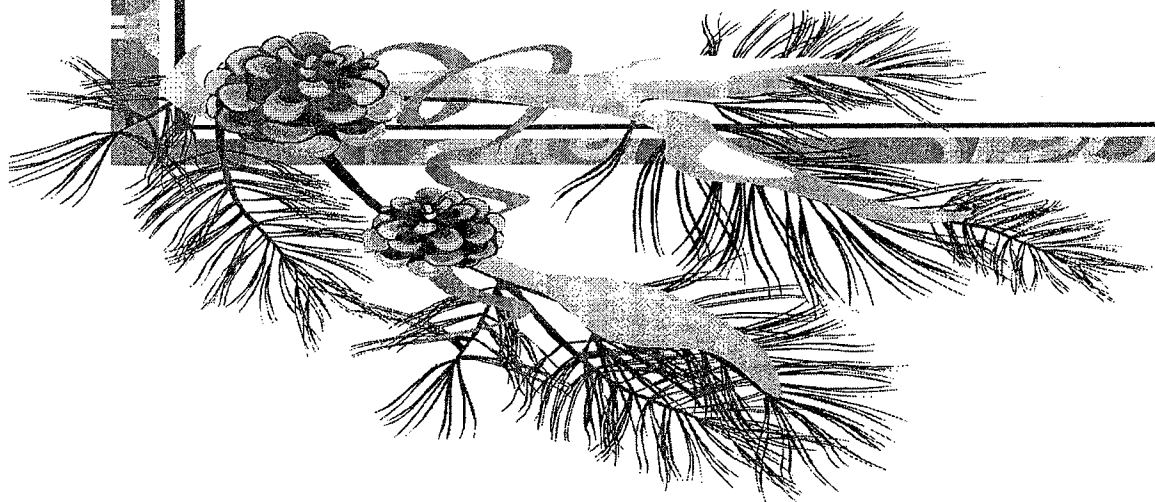
寫下隻字片語表達一下
這三天來的心情或感想

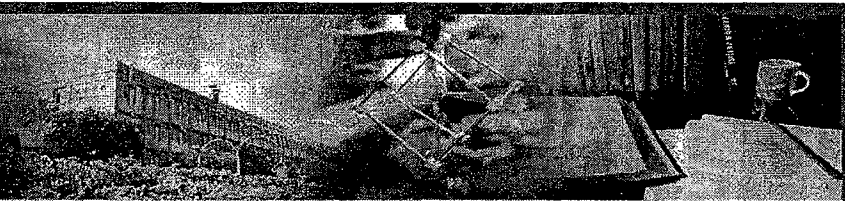




心得欄。 。 。 。

參加了這次的活動，不但在物理方面從教授身上學到了許多，也遇到了來自不同學校的高手，開了眼界。在餐飲、住宿方面，也非常周到，讓人不會感到環境改變的不適。小瑕疵則是緊湊的行程，讓人不敢離開預定地點，略有不便。整體來說仍是受益匪淺。





心得欄。 。 。 。

1. 台北好冷~

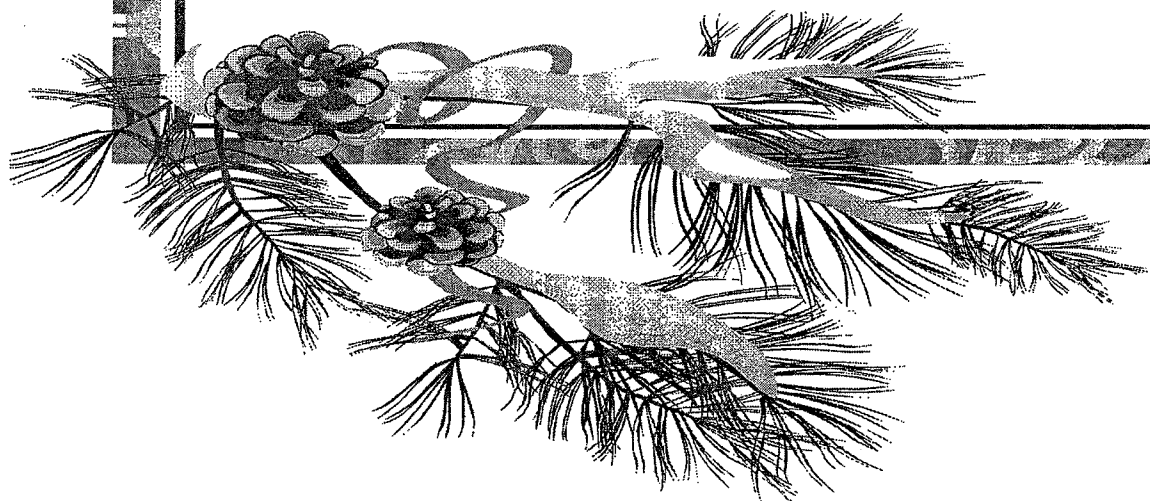
2. 好多人的物理已到達了出神入化的境界了呵~

3. 師大的公館校區好小

4. 以後來台北一定要帶兩傘和悠遊卡

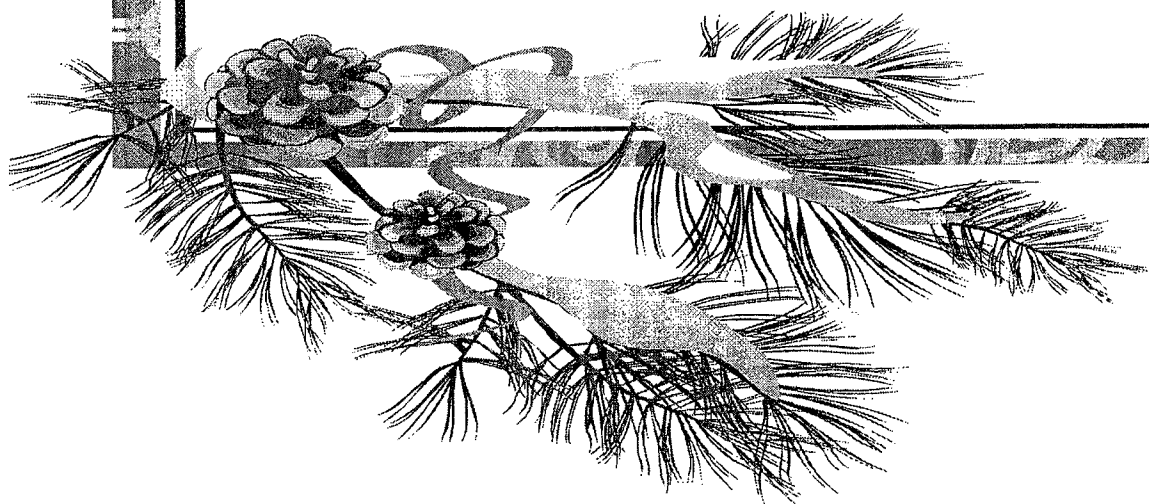
5. 回家後要乖乖算物理

6. 行李千萬不可以帶太多



心得欄。 。 。 。

真的很榮幸可以參加 2009 年的物理科能力競賽決賽，在這裡我遇見了許多不同的人，也從各個教授學習到許多新知。我難以想像若與這項競賽擦肩而過，我的人生中就有可能少了這些傑出的同儕，以及這些會跟隨我一輩子的物理知識，真的很感謝能力競賽的主辦單位，謝謝你！



心得欄。 。 。 。

考題由很多基本觀念延伸，加上一些技巧，

及分析方法，大部分與現實實驗結合，但

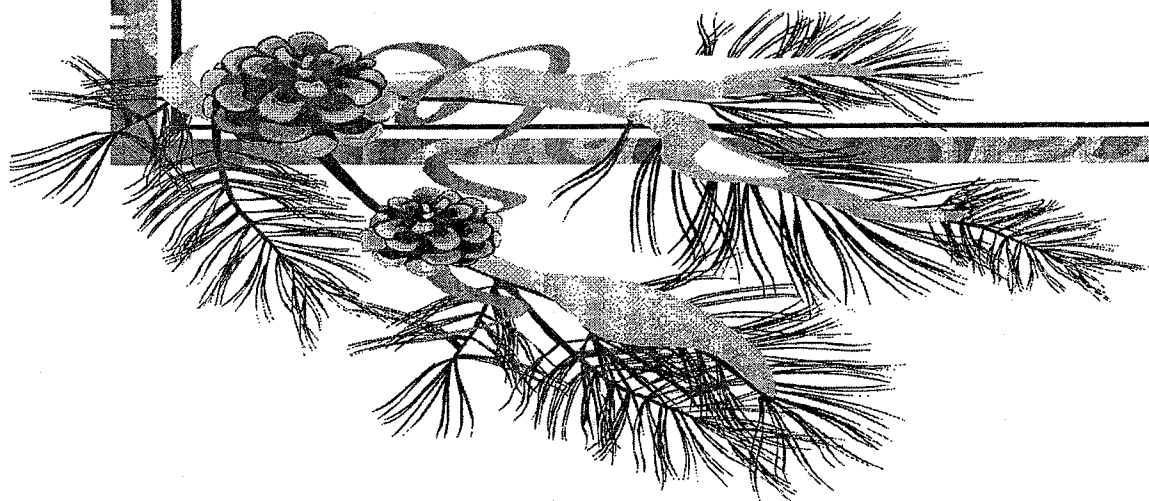
題目敘述有時會較誤導，加上考試時間稍

顯不足，造成當下無法完全了解題意，及至教

授講解時才恍然大悟。

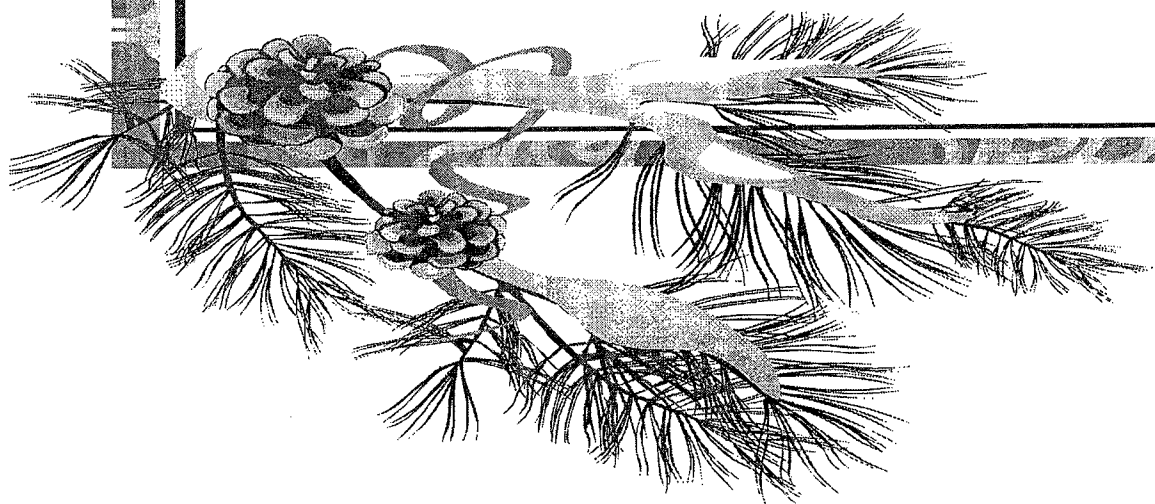
另希望全國賽獎勵力保送選訓營名額可擴

大至一、二等獎。



心得欄。 。 。 。

題目都長得跟高中考卷不大一樣，須要考慮很多因素，
還要熟悉各種公式。明明很簡潔的敘述，卻隱藏著很
多物理和邏輯。雖然都不太會寫，但很開心可以看到和
多選題、填充題不同的、更新穎的題型，讓人能真的對周
遭的現象產生興趣、並去探索它背後的真象。



心得欄。 。 。 。

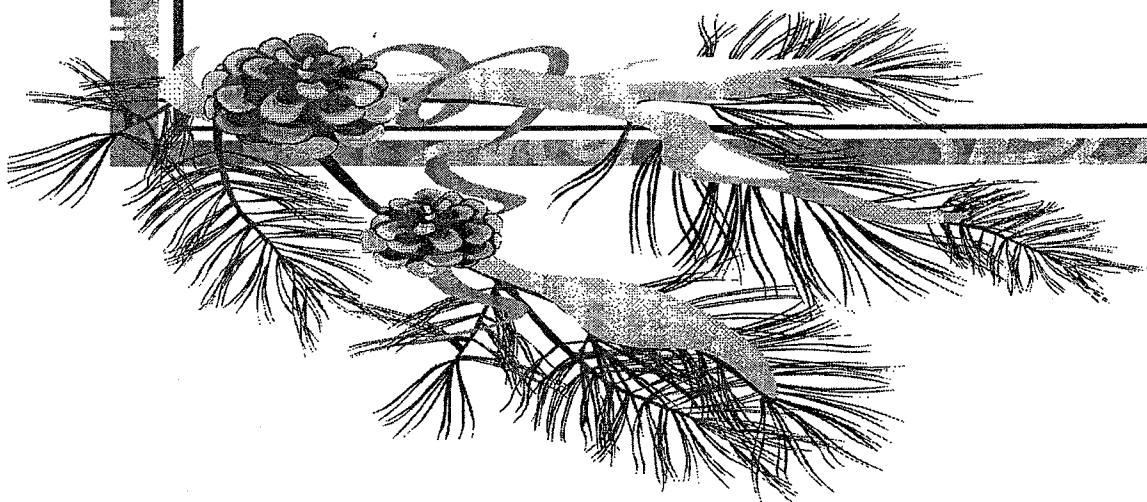
物理需要實力的累積，並非一蹴可幾。一如所有的事情，三分天註定，七分靠打拼，沒有努力，何來的成果。相信

在場的各位選手也有屬於自己的一片天空，在穹頂之下，有

藍天，有白雲，時而晴朗，時而陰雨，但一時的天氣並不能成就氣候，唯有時間，才能證明一切，也總有一天，有人會看見

你的成家，你的汗水。「工欲善其事，必先利其器」能力創造

機會，機會由自己掌握，走在人生路上，一次的勝敗不會影響未來，只有滴在土上的汗水，才能結出最飽滿的稻穗，



心得欄。 。 。 。

題目都很困難。很多題目是很簡單的敘述，卻需要考慮很多。

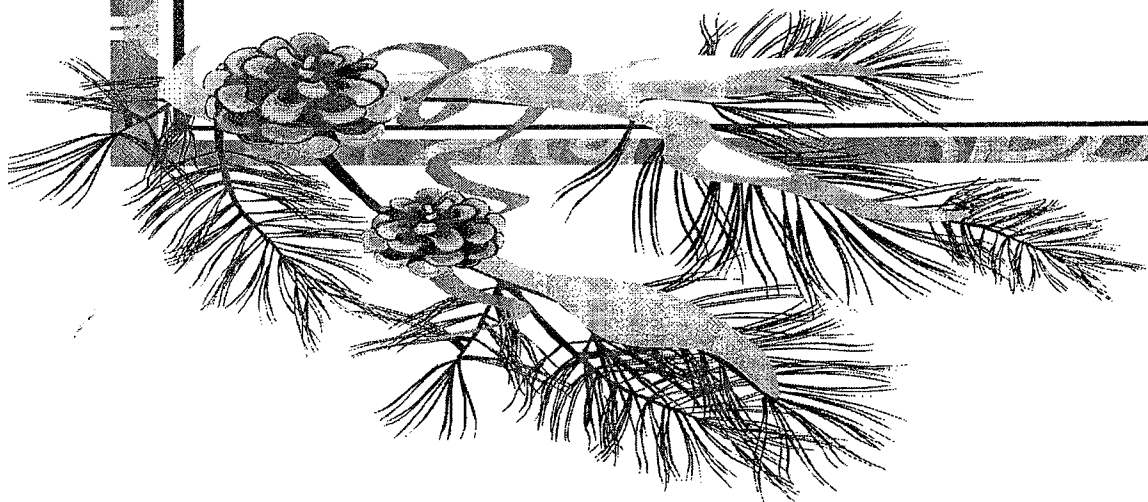
有些題目敘述很複雜，卻只要求一個直覺的答 案。

追蹤光線，那題頗為震撼。很多教授強調不要只有公式和計

算，這是最重要但最被忽略的。

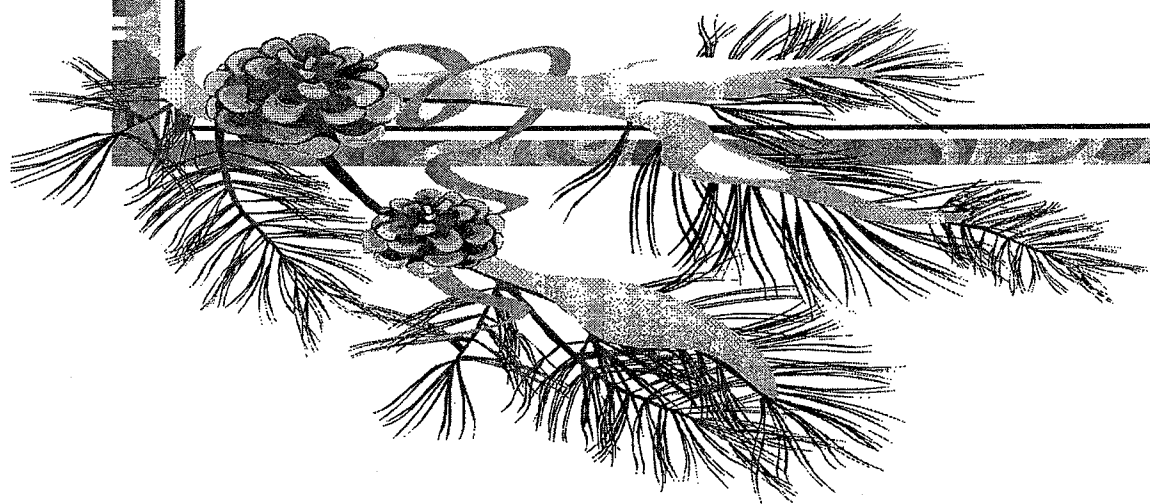
來這裏看到很多人，都能跳脫考試訓練的框框思考。得到了

很大的震撼教育。



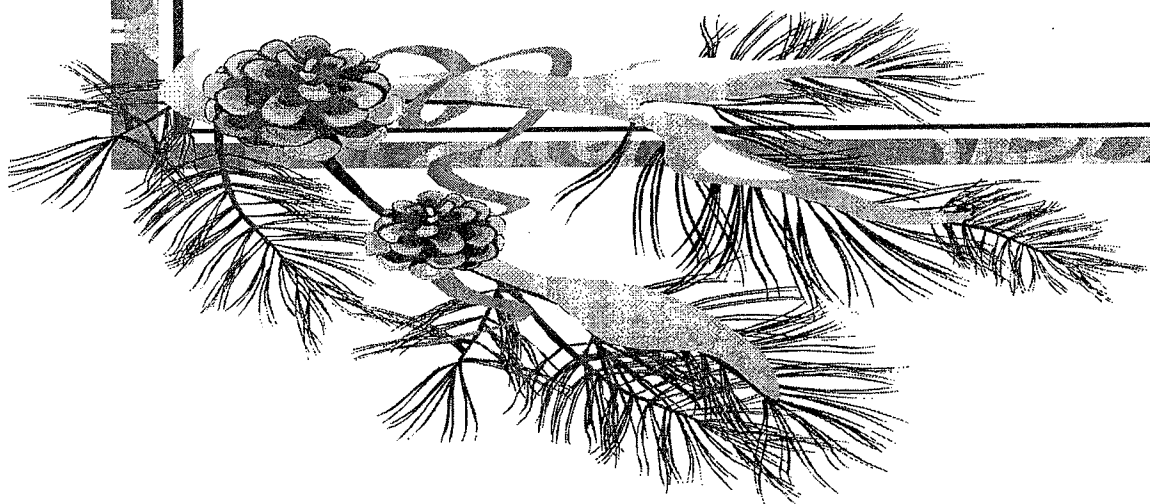
心得欄。 。 。 。

每題都是個別教授出題很用心，不過
太多積分、電磁學（學校還沒教），感覺
寫得有點吃力。很多題目很新穎，考試
時沒有想到，但在講解時都有豁然
開朗的感覺，雖然考得不太好，但真的
學到很多、見識很多，我會繼續
加油並堅持下去的！



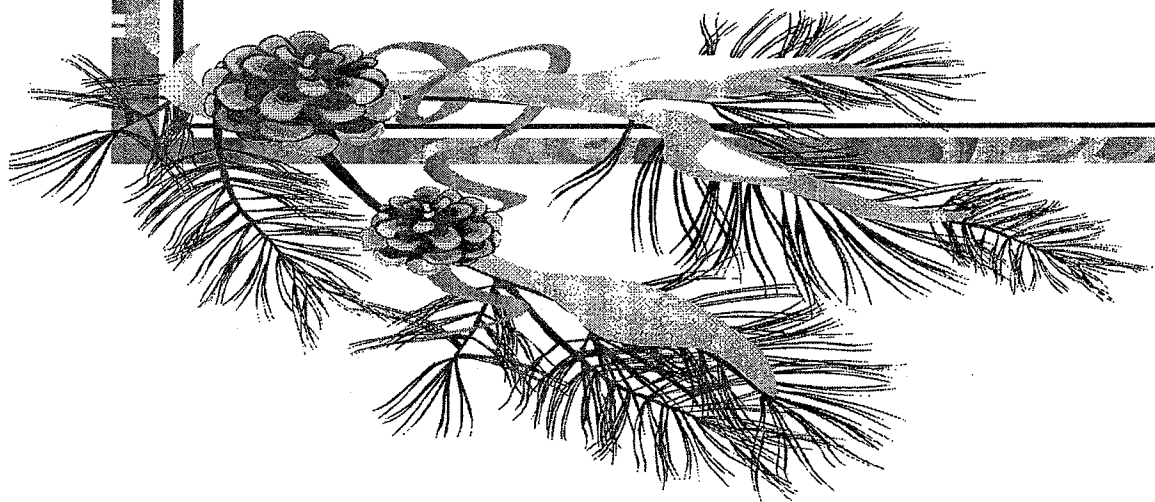
心得欄。 。 。 。

在雄中，我的物理能力是數一數二強的，一路由校內初賽、市賽到這裡，經過三天的比賽，才發現自己太單薄了。來自全國各地的物理精英使我大開眼界，沒想到真的同年紀和我相同的人有如此超齡的物理能力，感覺自己國中高中白讀了。筆試講解時，看到教授在台上任意帶出各個守恒律、各個約束式，才真的體會到讀物理就是要那樣讀的，而不是像高中教學一樣背題目，分析及思路過程比較重要。



心得欄。 。 。 。

難得有這次機會到台師大
參加全國能力競賽，擴大了我物理
的視野。然我認為下次能多增加
各校同學間的交流，以期能推
動更好的學習風氣。



心得欄。 。 。 。

~~我~~ 這次來參加決賽，本來就不抱得名的希望，但這三天

我真的有不少收穫，認識了許多怪胎，~~也有對岸的~~

ex.

對大學教授有了初步認識。

這次活動應該可以打80分了，但還是有

一個小建議，行程應該排緊湊一點，這樣就

會有多一點休息時間

8. HOFM

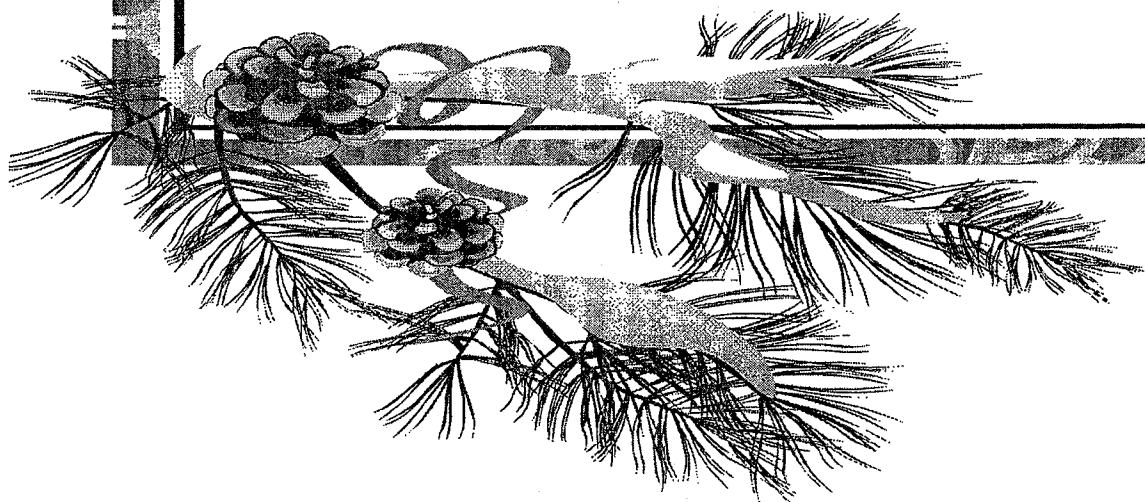
$$mg \sin \theta = mg \cos \theta \sin \theta$$

$$mg \sin \theta = mg \cos \theta \sin \theta + mg \sin \theta$$

心得欄。 。 。 。

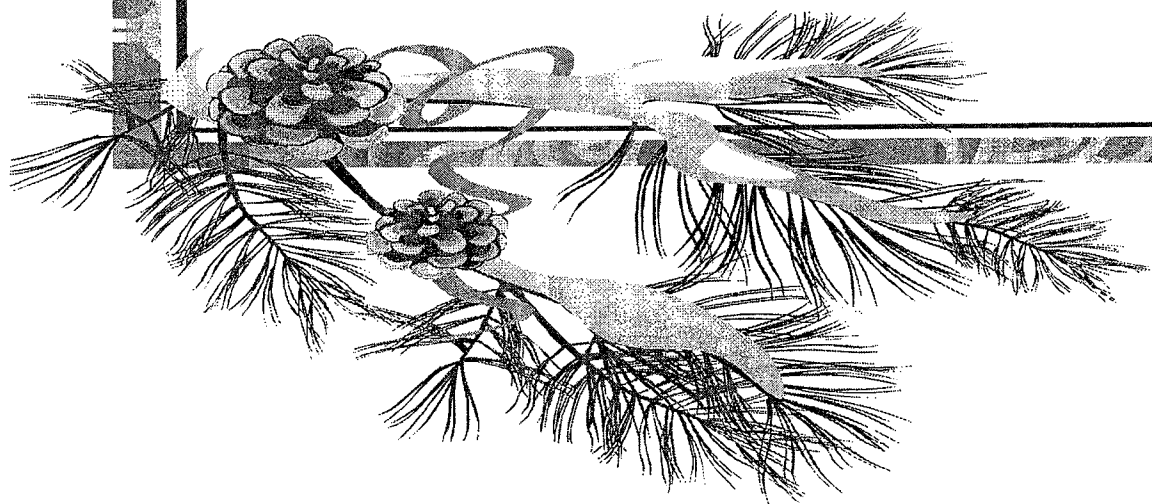
這次是我第一次也是最後一次參加學科能力競賽，雖然好像被電得很慘，但也學到了許多，也真正了解自己仍須學更多，不過也因為此機緣，能夠來師大兩方式為樣的讀者打聽，實乃難得之人生體驗。最後感謝師大暨協助物理學科能力競賽的所有人。

Shuler.



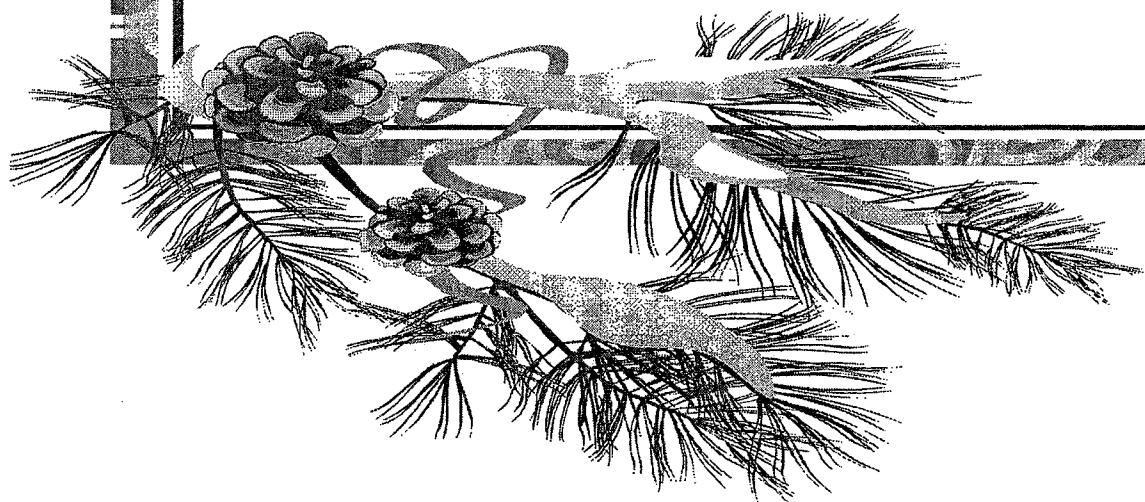
心得欄。 。 。 。

這三天的比賽讓我獲益良多，見到了各地
的高手，也讓我更深刻的了解到物理不只是紙
筆上的測驗，生活中小細節也有很多的學問，
雖然表現的不好，但也學了很多。



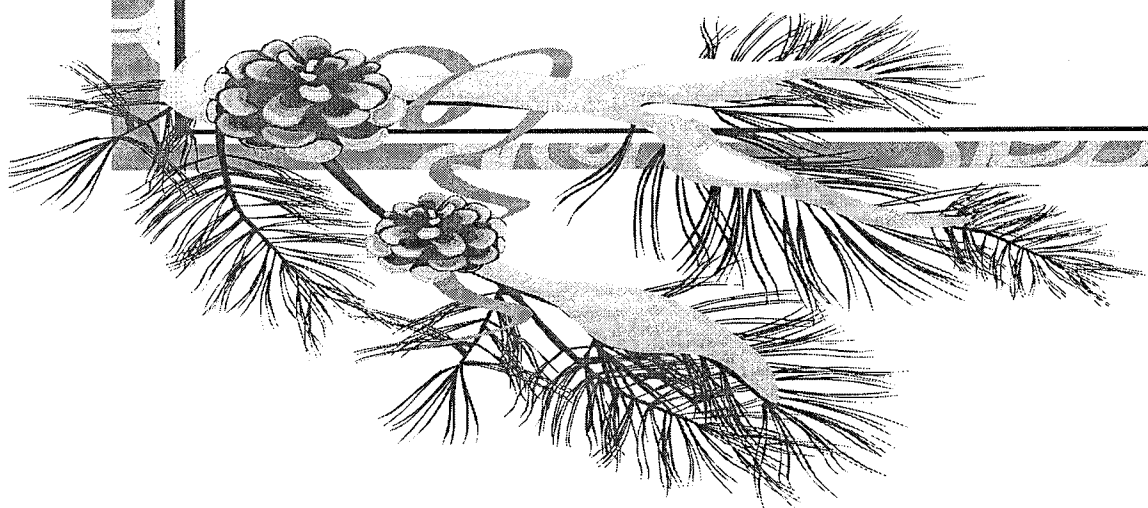
心得欄。 。 。 。

這次來比賽感覺還滿緊繃的，但是結束之後也覺得算是一種經驗，雖然刺激卻不失趣味！在演講、筆試、實作、口試中都有體會到物理探索的玩趣，這次比賽真挺值得。



心得欄。 。 。 。

參加本次活動讓我見識到全國高手的風範。
考試題目也讓我開了眼界。我相信不論
名次，能夠參加這項活動便能學到很多，有所
收穫，這是很有意義的。

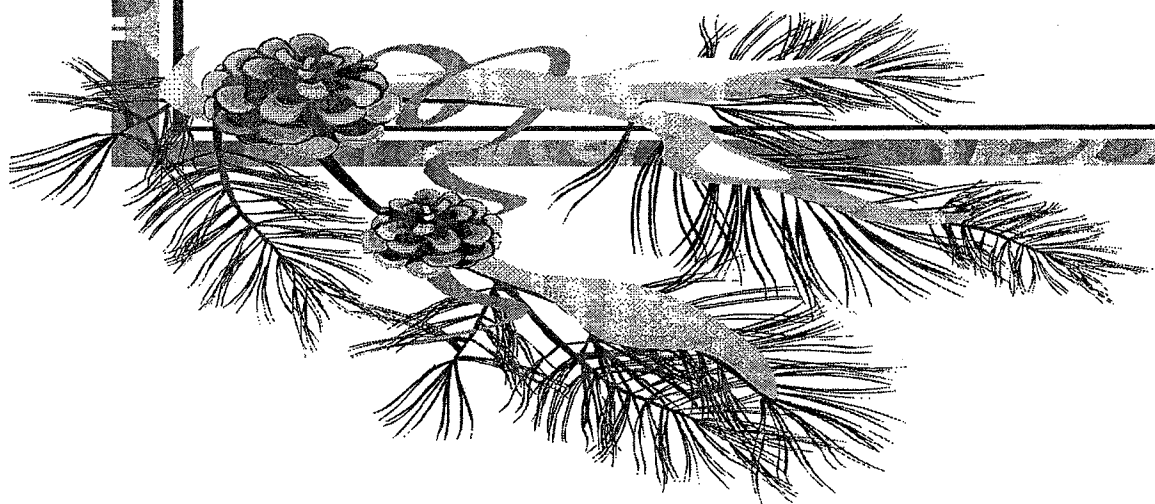


心得欄。 。 。 。

由於去年已經有參加過類似的活動，所以
對於週邊環境也較熟悉，雖然還是有
一些小瑕疵，但已臻完美。

瑕疵： 1. 天氣太冷 2. 客房服務太~~差~~糟 3. 沒有
輕鬆愉快的小活動，來增進彼此的友誼 4.
天數太少，競賽排程過於緊湊 5. 交通繁複
6. 食物可以再美味一點，或讓我們自己打理~~事務~~

優點： 1. 學長姊都很友善 2. 教授們很親切。



心得欄。 。 。 。

不錯的活動，讓我確實的明白自己的不足，~~也~~也給我機會

做了許多的思考，雖然表現不佳，但我告訴自己：「多年後，我可

能不會記得自己得過什麼獎，但我會記得自己曾受過的挫折。」

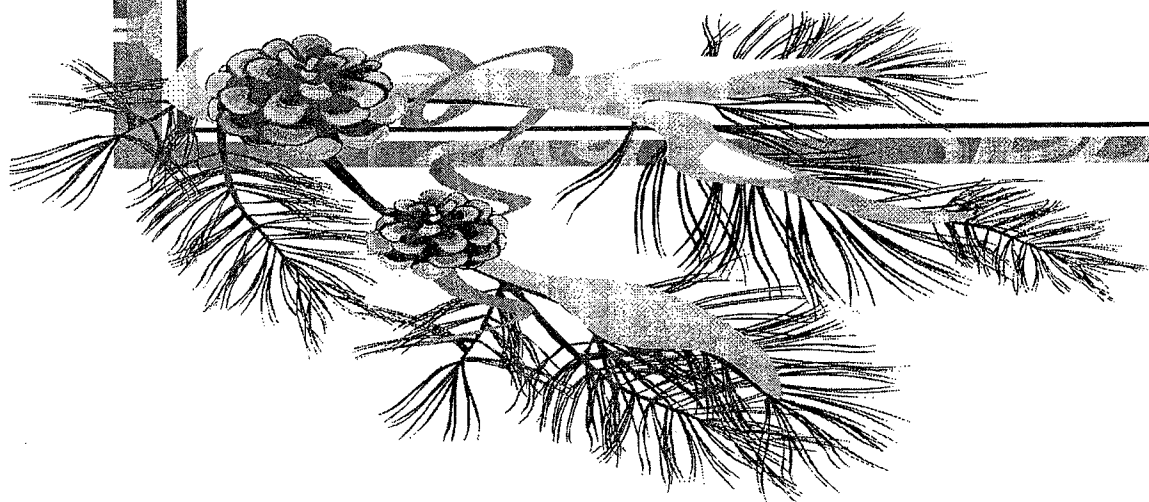
這次的比賽，確實值得緬回憶！

旅館比預期中的好，備詞都很不錯，食物也很好吃

講解上，其實可以直接發詳解，把多餘的時間空出來做別的事。

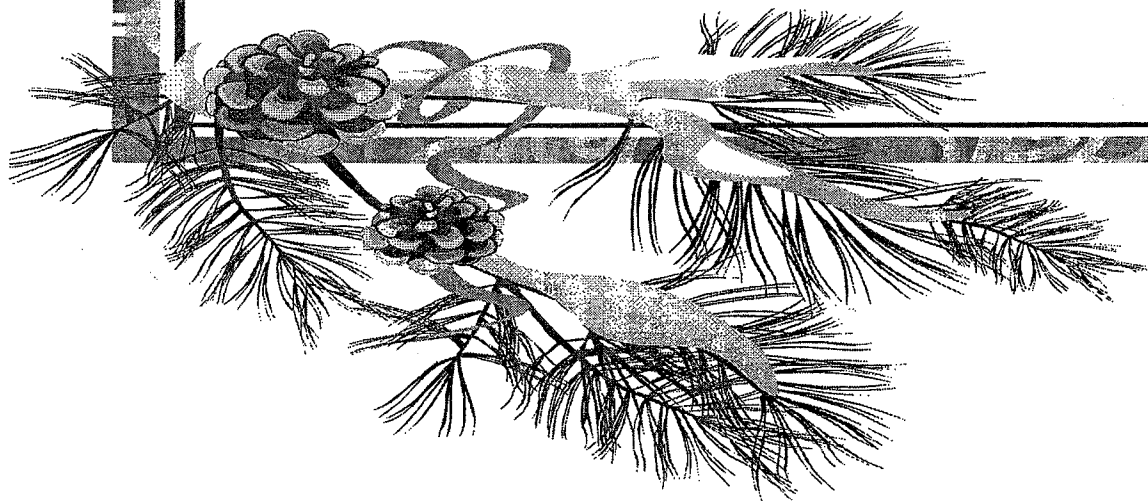
心情上也會比較放鬆，不用馬上面對自己的錯誤……

整體上還蠻不錯的，師大像個迷宮，下次發導覽吧……



心得欄。 。 。 。

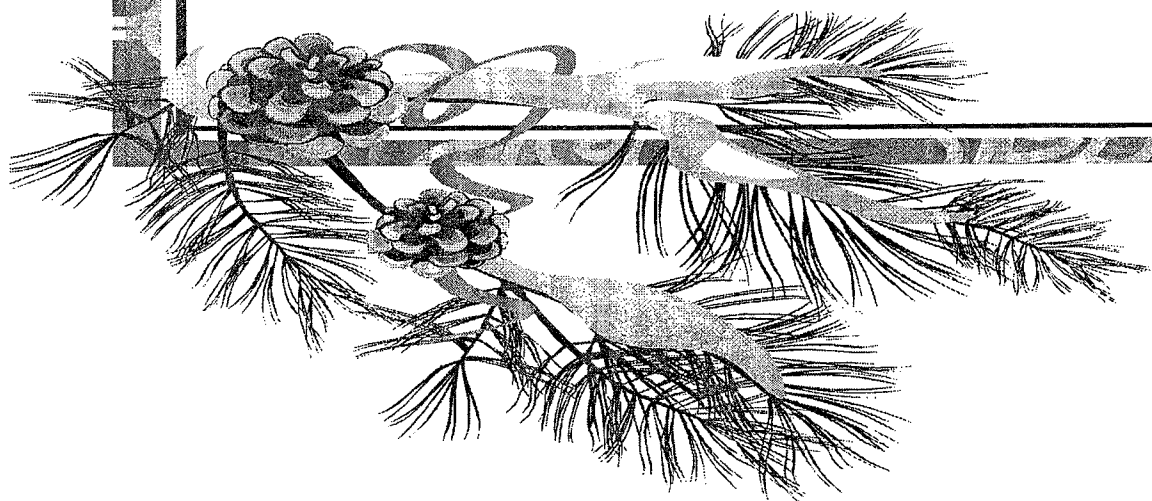
來到這裡比實學到了很多，尤其從來演講的兩位
教授身上學到了什麼叫“科學”，加上來這不但認識了
新朋友，也和老朋友見面，雖然沒得獎也很滿足。



心得欄。 。 。 。

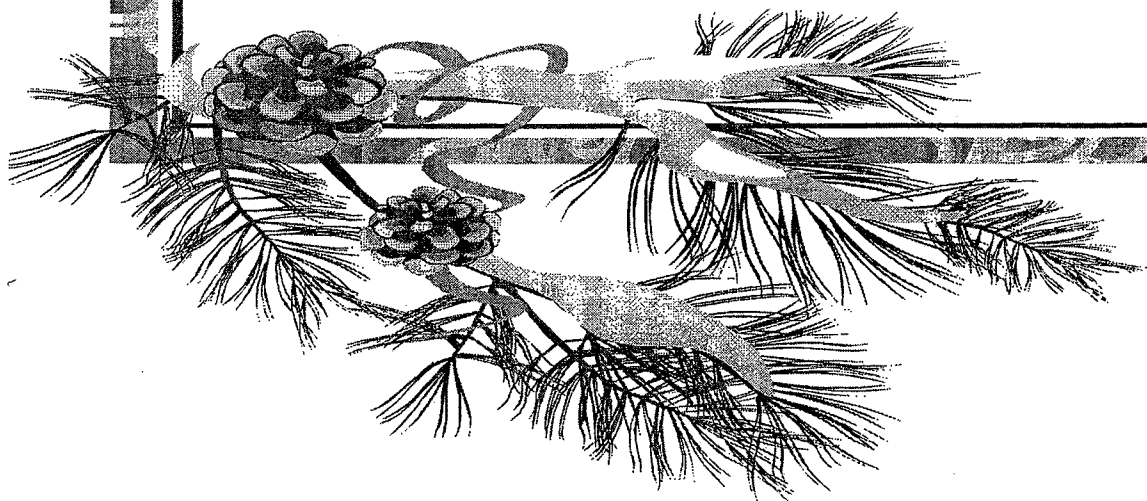
這次競賽最大的重點，就是讓我對物理了解的更深，經教授講解，我才能他理解們要我們使用的解題策略，進而推廣到其他所有問題，相信這些會明物奧被選有幫助。口試的觀念讓我發現自己其實很多原理不夠了解，也尚無法套用在日常生活中的現象，這方面是我需要加強的。

9845



心得欄。 。 。 。

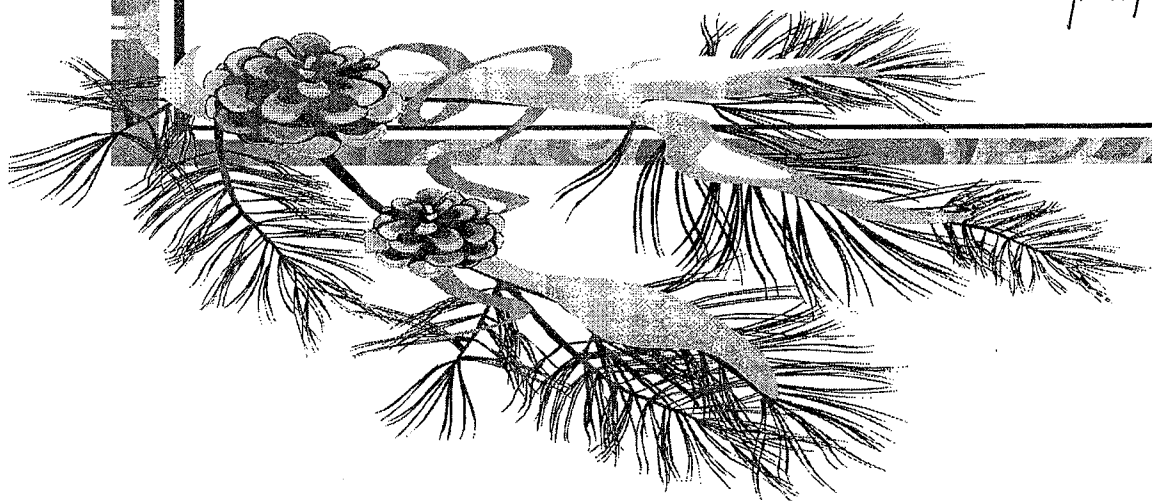
很高興能參加這次的九十八學
年度高中数理及資訊學科能力競賽物理
科決賽。這次為時3天的比賽，讓我有
機會能夠藉此機會鑒定自己的能力並和一
起比賽的同學交流。不過老實說，因為學測
的關係，並不能完全投入於此比賽的準備
所以我是來玩的XD。



心得欄。 。 。 。

這三天就在一堆考試，睡覺，檢討下很快地度過了，原本就想說當作一次大開眼界的機會（因為自己實在不強==），也沒有特別準備，所以心情特別輕鬆。周教授和陳教授的演講很新鮮，有趣，原來物理在生活上的應用很多，可以變得這麼好玩，比起我們只會課本上的知識，真是天差地別！最後要衷心感謝所有參與的同學，評審的教授，師大物理系，讓我有這次難得的經驗！還有最親切，可愛，熱心助人，負責，……的輔導員：智雄又斌，韋錫！謝謝你們的幫助，讓我們順利度過這三天！希望你們都能在未來物理的路上發光發熱！

Phy 9847
2009.12.19



心得欄。 。 。 。

這次學科能力競賽給我的感受是挺新奇的：包括教授的形象及試題的風格，印象是滿深刻的，值得回去再三思考。

以往對教授的形象與意識來自學校的專題與學長面試的經驗分享，而後者佔多數，獲得的資訊多是犀利尖銳的提問及「古怪莫測」的脾性；而這裡的教授皆笑容可掬的應對，令人在答問時心情緩和不少。

至於試題部分，有些需要想像出情境再行解題，有些則逐一分析獲取資訊，算是給予各種不同的刺激。儘管在考場中搔首踟躕，但也是種體會。

可惜在高中已經是
個老人，明年沒有機

會再與盛舉

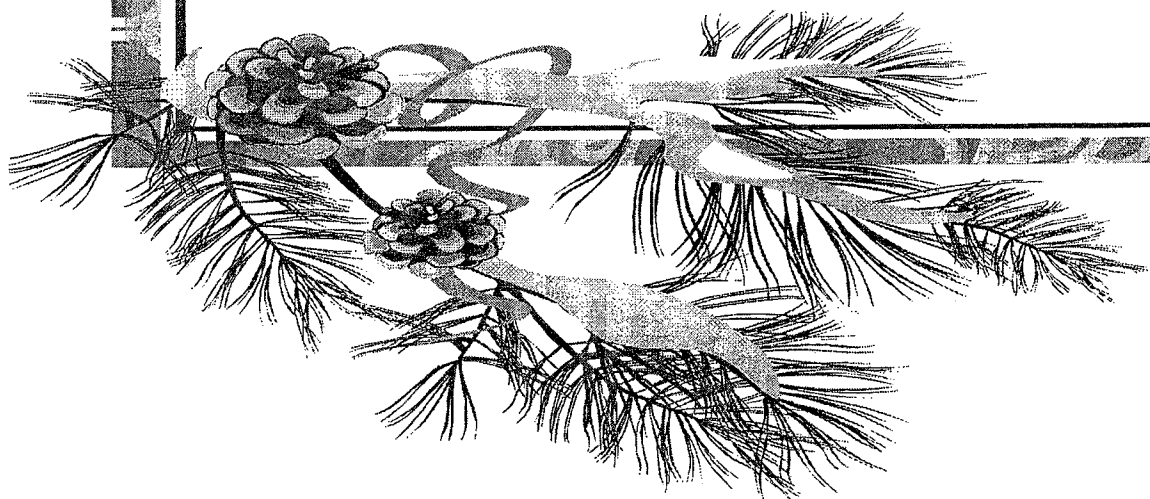
2009.12.19

心得欄。 。 。 。

1. 這幾天學到了很多，試題講時收穫很大。

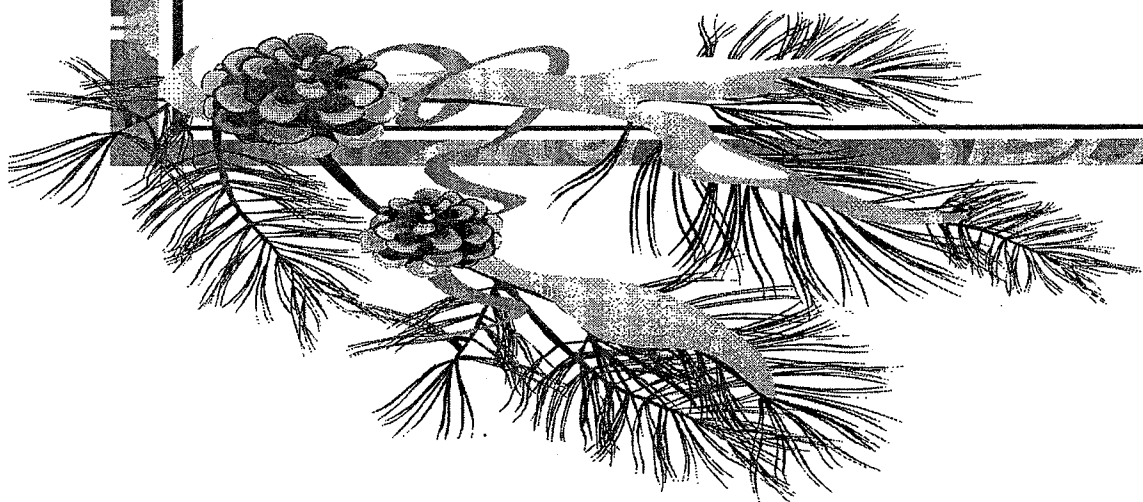
2. 認識了很多物理強者，才發現自己學得不够多，思考也够周全。

3. 好像對物理有了更進一步的認識，也更加被物理所吸引，期待未來能更深入了解物理。 =>



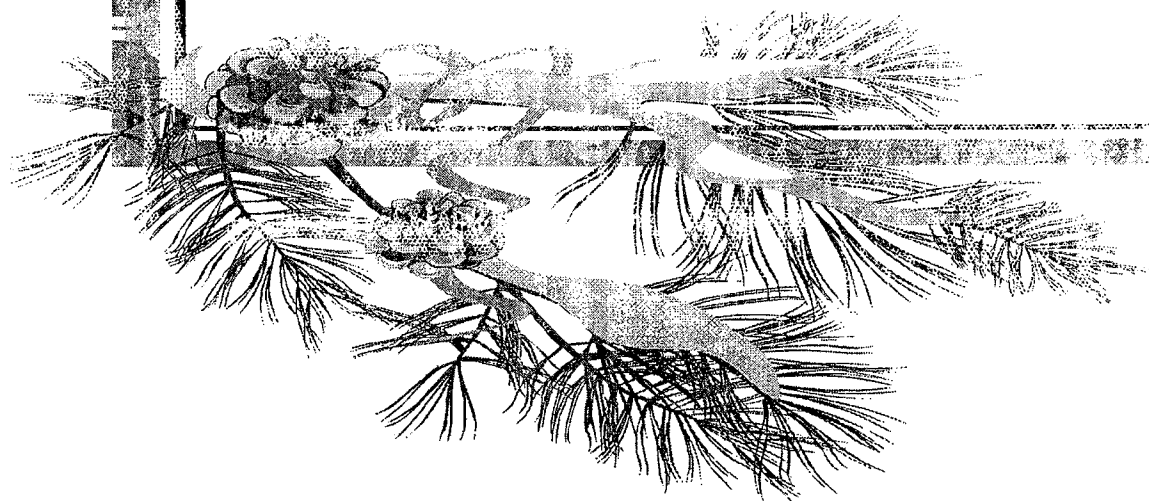
心得欄。 。 。 。

很高興有機會能來參加比賽，雖然大家都很強，我一直被「電」，但還是很高興能來見見世面，參考教授專業的解題方法。



心得欄。。。。

很高興能迎上98學年度高中數
理及資訊各科的競賽物理科決
賽，比了三天很精彩，結束就來
一下心得！



心得欄。 。 。 。

* 連續三天從溫暖的被窩裡起床，滿懷期待的迎接著豐富的行程……

困難的筆試，激盪出腦中奔騰的物理火花

緊張的實驗，勾勒出光學和電學緊密不方的連結

多元的口試，激發起天馬行空的解題思維

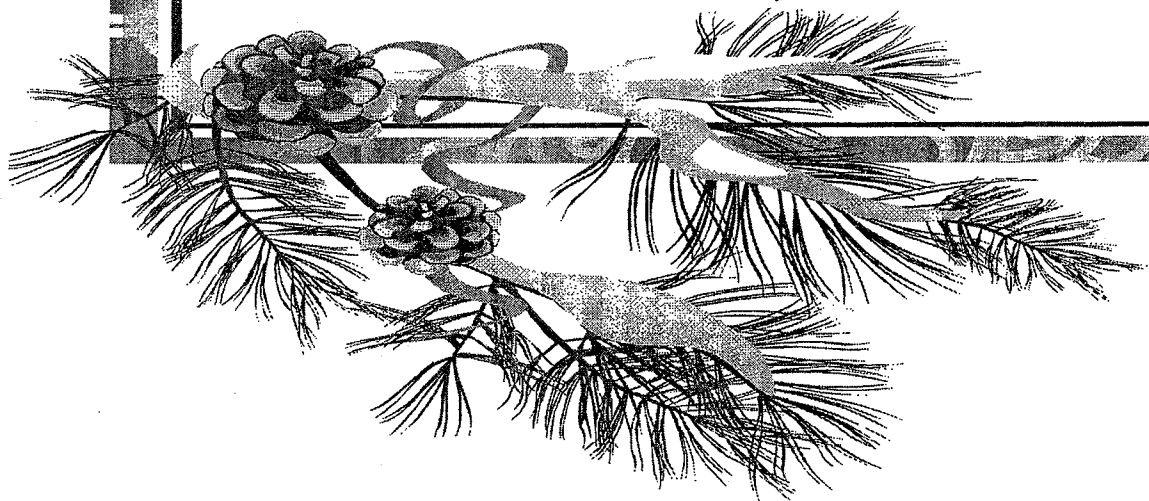
* 但更加值得細細品味的是生活中的點點滴滴……

親切的教授，用問題和討論引導我們探索物理樂趣

可愛的輔導員，用細心和關懷打理我們的起居

有趣的同學，用笑容和祝福化解賽前緊張的氣氛

謝謝你們，帶給我三天的精采！

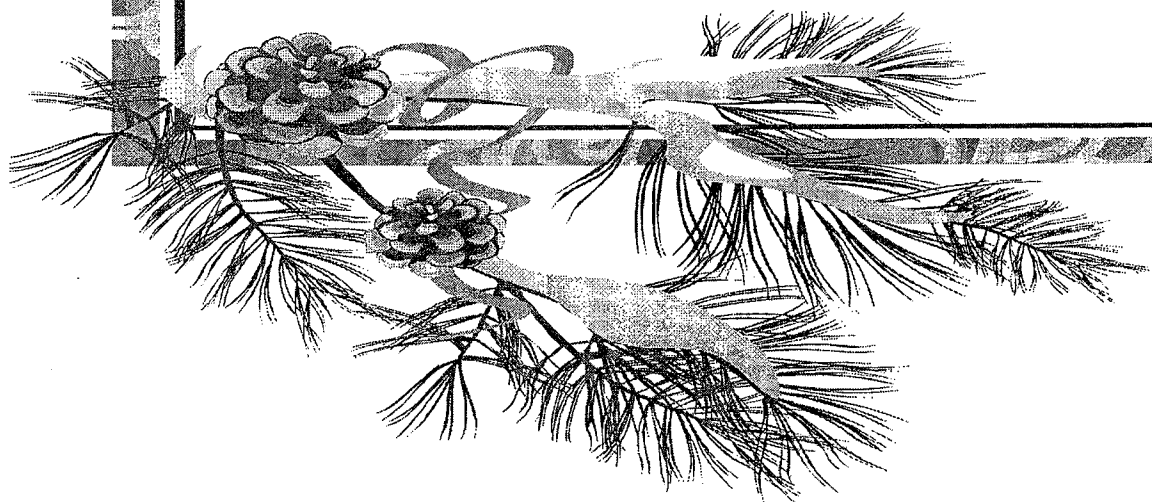


心得欄。 。 。 。

漫長的三天終於過了，覽閱 12 題的難題，不同以往的思維，使我學會更新的突破，雖然教授的講解，不能全部吸收，甚至有些不懂，但從中仍學到不少。

實驗中，對器材不熟悉，以致於整個實驗操作有所困難，足見自己的不足，且有無限進步的空間。

這次的物理之旅，使我重回一位^初學物理者，得到了最珍貴的經驗，最後，感謝辛勤的學長姐的照顧，及教授的指導，使我有一個「親視野」的美好回憶。



心得欄。 。 。 。

三天兩夜的賽程中，有演講，有考試，有檢討。

演講的主題很有趣，原來向其他人展示物理是

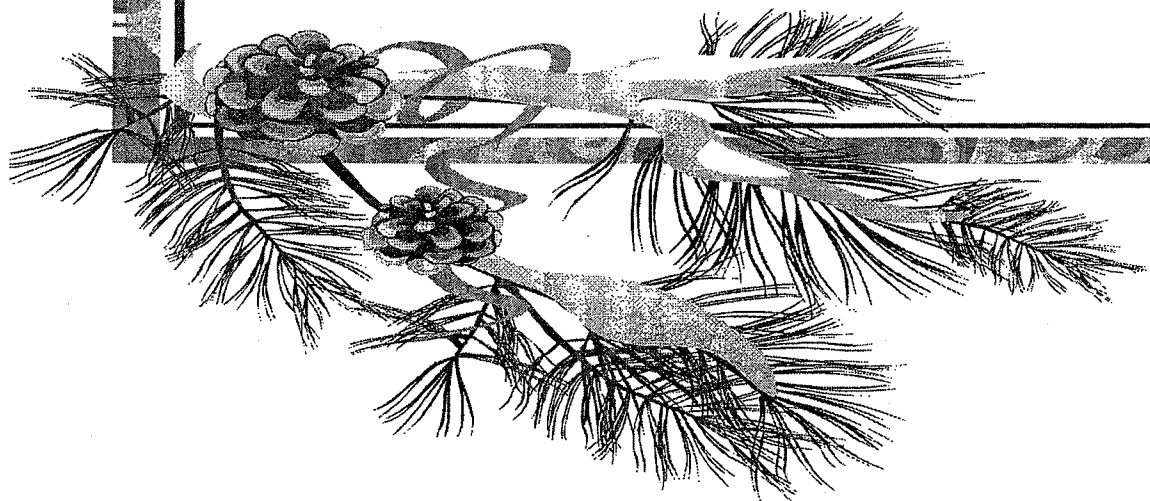
如此簡單。考試和檢討也學到很多，像「水

足跡」現象就是新學到的東西。光路分析原

來也是最基本處理光學的方法。認識了新朋友

也見到以前的同好是一件開心的事，但互動

的時間較少，是比較不足的地方。



心得欄。 。 。 。

上一次造訪師大物理系是今年八月參加
有聲室物理辯論，炎夏烈日令人印象深刻；這
次的來到卻是凜冽寒冬。相同的是每次
和物理的邂逅。比賽固然令人緊張，在每次的
檢討及和教授的口試中，尋找真理的路途上，都
有豁然開朗的清新感，這是我此行的主要
目的，師大物理系也幫助我達成了。

雖然未來並不是走物理系，相信藉由物理
所帶來的激盪，會讓我不去將這世界視為理
所當然，保存好奇心。

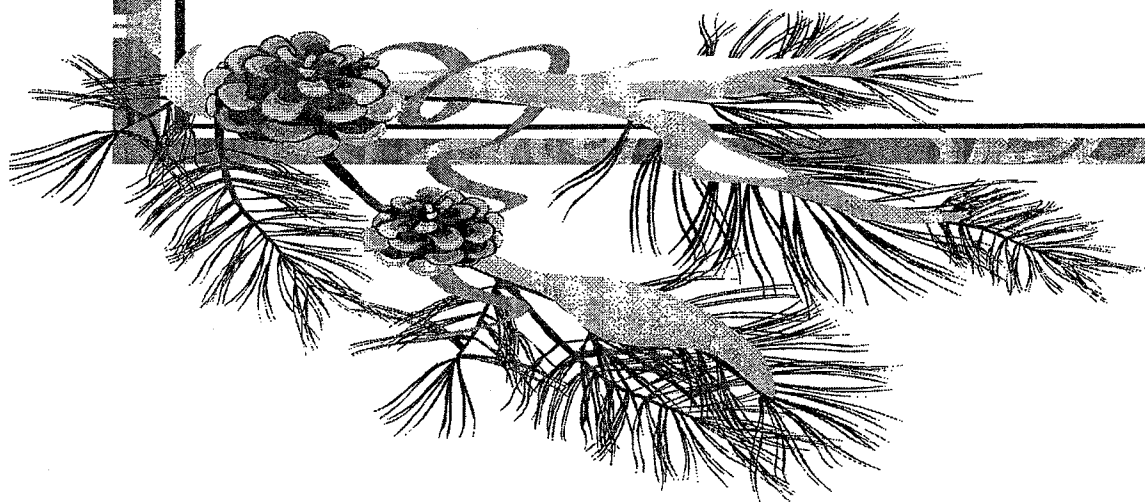


心得欄。 。 。 。

這次的考試雖然令人挫折，我從中卻獲益良多，

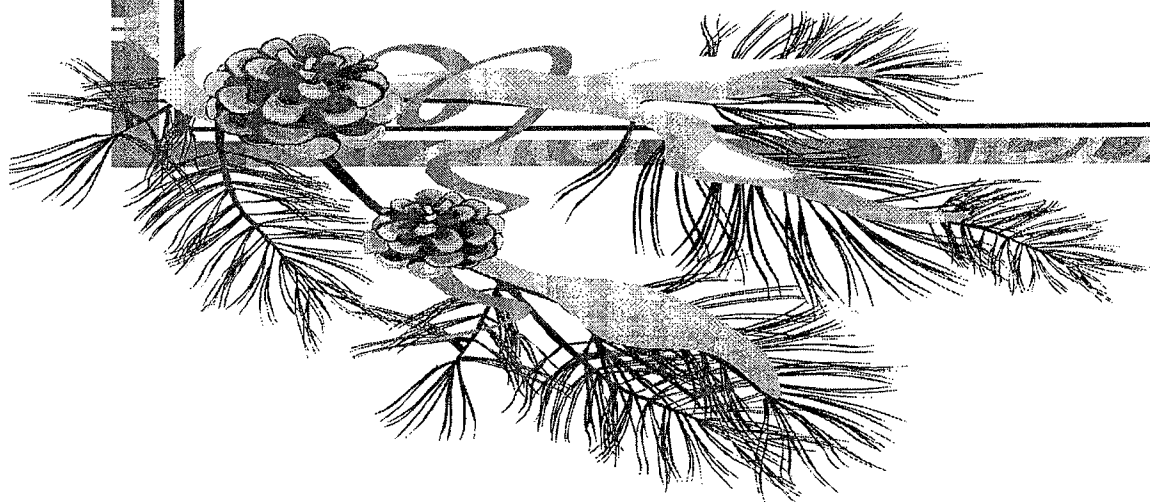
它讓^我看清自己解題的缺陷與思路的障礙。希

望這類經驗的累積能讓我更加進步。



心得欄。 。 。 。

在忙碌的高三生活中難得有三天不用去上課，雖然一樣得早起，但輕鬆多了，不過考試時就不輕鬆了，有些題目非常的……，但教授更厲害，用一些算式就迎刃而解，學到了一些小撇步，而這幾天最令人不悅的就是好友，其它就還好。



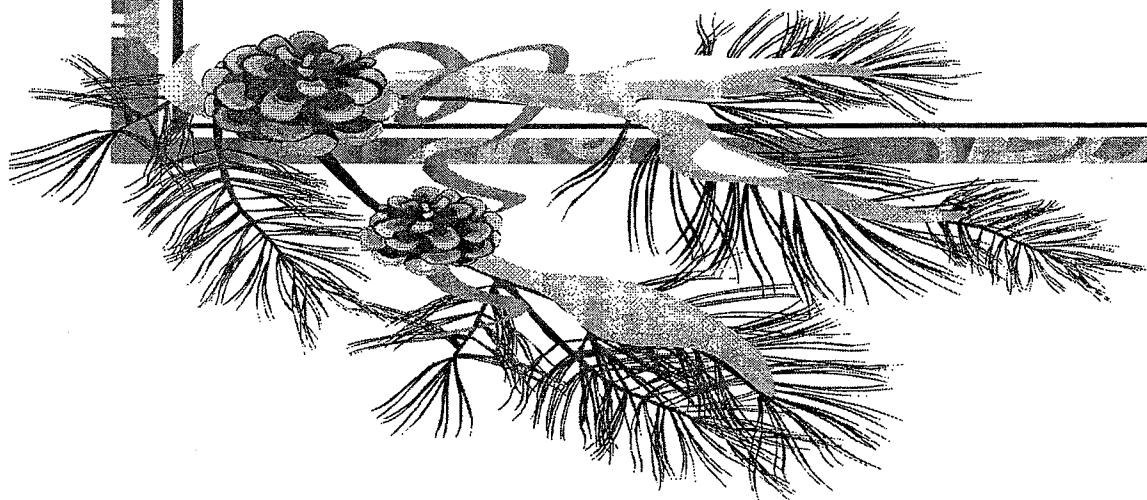
國立臺灣師範大學
物理學系

心得欄。 。 。 。

這次難得有機會來這裡參加物理決賽，已十分幸運！

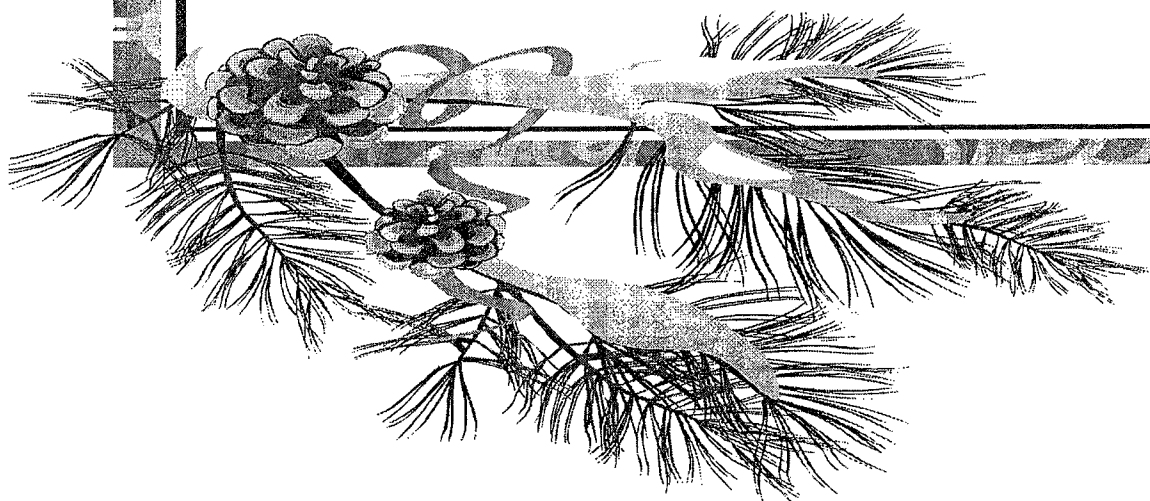
雖然這三天只有被電、備課挫折，但也是一種特別

的體驗！



心得欄。 。 。 。

這三天下來真的學到很多，看到大學教授
如何講課，大學生的夜間生活，大學的教室
和場地規劃，這都是從未體驗的。
雖然是來考試，但真正更有價值的是這
些東西。



國立臺灣師範大學
物理學系

心得欄 · · · ·

神人真多。

神人教授更多。

神人解法更是爆多！

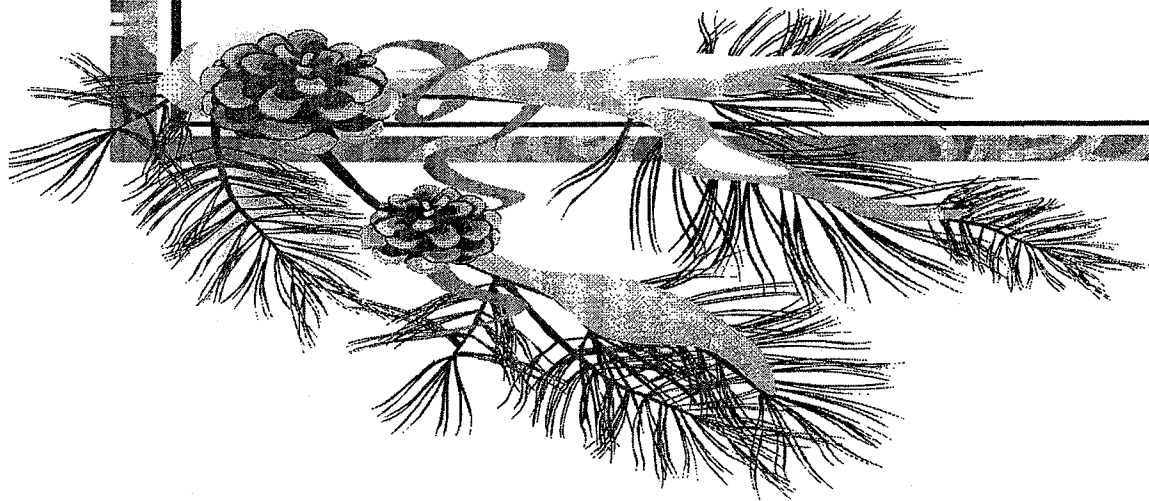
總之每一個路人都是敵人

每一個敵人亦是路人

三天內的記憶銘成年輪，

將漫天的雨晴，

化作一步步成長的歷史刻紋。



心得欄。 。 。 。

• 教授幽默風趣

• 同學實力強勁

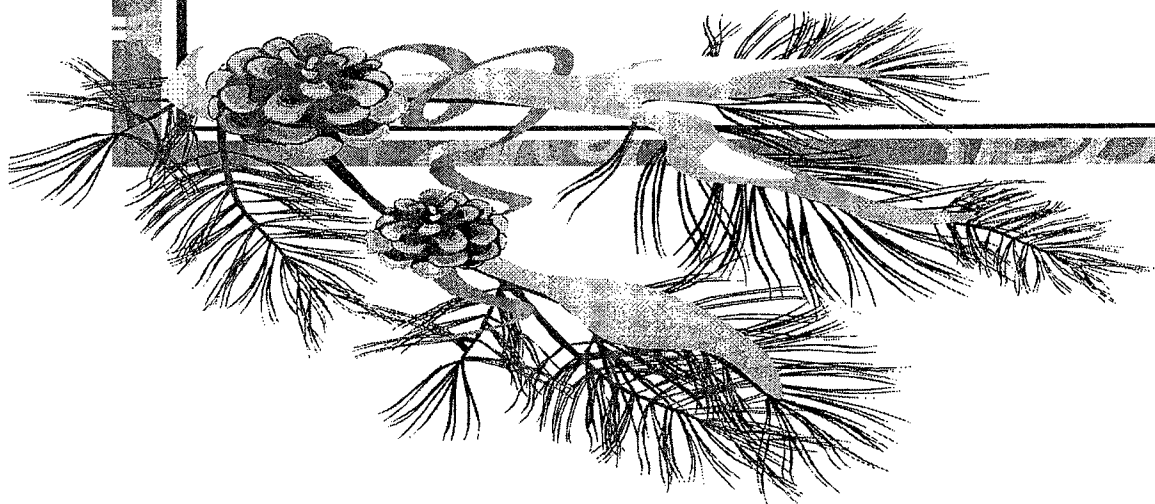
• 空氣冷峻、微濁

• 講解清晰，精闢

忐忑 ~ 忘 ~ 忘 ~ 忘 ~ 忘 ~ 忘 ~ 忘 ~ 忘 ~ 忘 ~

△我實驗競賽大爆炸，真是糟糕。過了複選，進培

訓營時要好好加強實驗技巧！ 12.19.2009



心得欄。 。 。 。

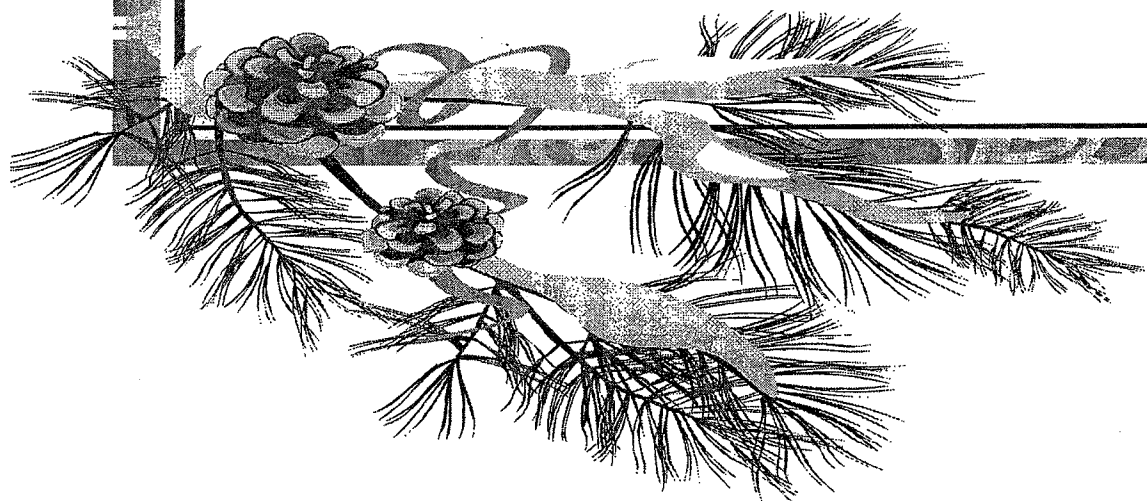
筆試題目皆具教育性，能使人於知曉解

答時能糾正自己先前不足之處；實驗方

面也兼顧多面向能力，十分有啟發性；

整體而言，撇開了人成績不談，是有

相當收穫的一程。



拾肆、總結

九十八學年度高級中學數理及資訊學科能力競賽物理科決賽，由教育部委託國立臺灣師範大學物理系承辦。由於台灣師範大學物理系已經連續四年承辦相關之業務，故同仁經驗豐富，並於九十八年十二月十七日至十九日的整個三天競賽期間，順利達成教育部委辦的工作，圓滿達成為物理教育選才的工作。

此次競賽全國分為台灣省、台北市和高雄市三區具報名資格人數共五十名，其中有三名學生放棄，而實際報名及參賽人數為四十七名。競賽為期為三天，學生要參加兩場筆試和一場實驗考試。第一場筆試的試題內容包含有：質點力學、剛體轉動、流體力學和波動等相關物理計算的題目，而第二場筆試試題內容包含有：電學、熱學及光學；兩場筆試平均的涵蓋了高中物理課程中重要的物理概念。實驗競賽同時動用本系二間普通物理實驗室，參賽每人使用一組的實驗器材，並以海報架區隔實驗桌，讓學生各自有較獨立的實驗空間。最後所有參賽學生再分為四組進行口試，每位學生輪流與三位教授面談，每位教授面談 10 分鐘左右。

本系為辦好此次決賽，動員系內全體助教與職工協助，從引導路標、開閉幕會場佈置、報到、試務、住宿、伙食安排與照顧等都力求

完善。晚間住宿安排入住師大會館，除請物理系粘教官特別照顧外，也安排三位輔導員陪同住宿，以便全程照顧。今年伙食安排大致比照去年，中餐以餐盒供餐，晚餐則是在本校學七舍餐廳用餐，另外每天晚上九點也供應西式點心與飲料。

試題的妥適與否關係到鑑別程度的高低，因此命題工作早在九十八年十月即已展開，評審委員除國立臺灣師範大學物理系六位教授外，另包含臺大、彰化師大、高雄師大及淡江大學的教授，共同研商並分學門命題，命題初稿完成後，全體評審委員再開會共同討論，逐題逐字斟酌，共同修訂、選題及組合成卷，全體評審委員的態度都是審慎從事，二份筆試和一份實驗題組的試題內容與參考解答請參見本報告第玖項(p.11~46)。

參賽學生於報到時即獲新編號，此一編號以隨機方式由學生自行抽籤取得，此編號即為競賽編號，此競賽編號與競賽手冊上之報名編號完全不同，同時規定參賽學生不得穿著制服，因此評審委員並不知學生的姓名及就讀學校，以維持評審的客觀性與公平性。競賽過程也著重其教育功能，筆試與實驗考試完成後的當晚，特別安排命題教授講解並回答學生提出之問題，另外也安排了高師大周建和教授及東吳大學陳秋民教授的演講，讓學生瞭解其實物理現象在日常生活中隨處可見。

十二月十九日上午十一時三十分召開評審會議，十三位評審委員全部出席，根據二次筆試成績、一次實驗競賽成績及口試平均成績(總分滿分為 550 分)，經評審委員熱烈討論，決定出一等獎三名、二等獎七名、三等獎十名的獲獎名單。恭禧臺北市立第一女子高級中學趙翎雅、國立臺南第一高級中學李冠郁及國立科學工業園區實驗高級中學薛世卿三位同學榮獲一等獎。

本次全國物理能力競賽決賽由國立臺灣師範大學承辦，能順利圓滿完成，首先要感謝教育部的經費支持，全體指導委員的指導，以及全體評審委員和臺灣師大物理系教職員工多日的辛勞與貢獻，最後也要感謝臺灣師大在行政方面的支援與配合。