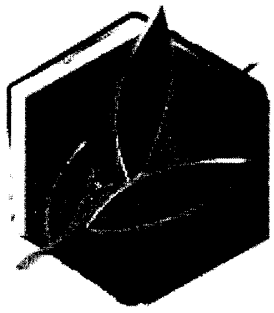
教育部
二〇〇三年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫

總報告



第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽
希臘　雅典
二〇〇三年七月五~十四日

計 畫 主 持 人：王副校長文科
執 行 秘 書：李 成 康 教 授
主 辦 ：　教 育 部 中 教 司
承辦：國立彰化師範大學化學系

中華民國 九十二 年 十 月

I5/c0930034/

系統識別號:C09300341

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 456　含附件: 否

報告名稱:

參加2003年國際化學奧林匹亞競賽

主辦機關:

教育部

聯絡人／電話:

馬淑珍／23565907

出國人員:

林淑貞　教育部　中教司　副司長
李成康　國立彰化師範大學　化學系　副教授
王文科　國立彰化師範大學　副校長
洪政雄　國立彰化師範大學　化學系　助理教授
方泰山　國立臺灣師範大學　化學系　教授
李衍彰　國立彰化師範大學　化學系　副教授
楊慶成　國立高雄師範大學　化學系　副教授
馮松林　國立竹山高中　教師
呂易璁　教育部　學生
張凱博　教育部　學生
李俊毅　教育部　學生
陳喬凱　教育部　學生

出國類別: 其他

出國地區: 希臘　義大利

出國期間: 民國 92 年 07 月 04 日 -民國 92 年 07 月 17 日

報告日期: 民國 92 年 10 月 日

分類號/目: I5／化學與環境科學　I5／化學與環境科學

關鍵詞:　國際化學奧林匹亞競賽

內容摘要: 第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽由希臘主辦，於2003年7月4日至7月17日在雅典舉行，共有五十九個國家參賽。我國四位參賽學生獲得一金二銀一銅成績，國際排名第十名。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

目　錄

教育部委辦計畫與契約書…… 1
參賽計畫書與經費明細表…… 15

選訓營筆試初選報名名册…… 37
選訓營筆試初選試題…… 49
選訓營筆試初選成績…… 58
國科會及教育部項下甄選報名名單…… 67
九十一年度全國化學能力競賽一、二等獎名單…… 68
選訓營錄取名單…… 69

選訓營學員名單…… 73
選訓營課程規劃…… 74
選訓營學員問卷與結果…… 87
選訓營國手選拔考試抽籤編號與成績…… 93
選訓營國手選拔賽試題…… 96

國手個別輔導營規劃…… 117

大會邀請函…… 121
競賽行程…… 123
競賽報名表…… 127

競賽課程大綱…… 135
競賽準備試題…… 147
競賽準備試題解答…… 188
競賽準備試題中文翻譯…… 217

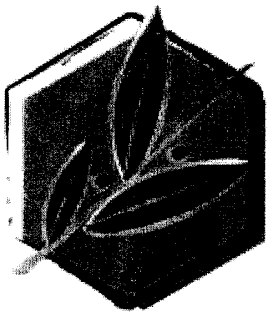
代表團名單…… 263
團員日誌與心得…… 294
競賽英文試題…… 297
競賽試題中文翻譯…… 341
各國選手競賽成績…… 384
競賽試題分析…… 397

重要文件暨信函…… 401

工作小組會議紀錄…… 449

第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽

契約書
暨
計畫書



教育部委託辦理二００三年國際數理及資訊奧林匹亞競賽參賽計畫（共五案）

一、委辦計畫目的：

為加強發掘、培育數理及資訊之資優公、私立高級中等學校各年級學生，並激發其潛能，以提昇我國科學教育水準，並促進國際間數理及資訊教育經驗交流，拓展我國中等學校學生之視野及世界觀。

二、委辦計畫項目：

	競賽項目	主辦國	預估經費	出國人數
第一案	亞太及國際數學奧林匹亞競賽	亞太：加拿大 國際：日本	4,950,000 元	1. 亞太競賽毋需出國 2. 國際競賽-日本：11人
第二案	亞洲及國際物理奧林匹亞競賽	亞洲：泰國 國際：中華民國	4,900,000 元	1.亞洲競賽-泰國：10人 2.國際競賽我國主辦
第三案	國際化學奧林匹亞競賽	希臘	4,300,000 元	12 人
第四案	國際生物奧林匹亞競賽	白俄羅斯	4,200,000 元	10 人
第五案	國際資訊奧林匹亞競賽	美國	4,200,000 元	10 人

二、承辦單位所需資格條件：

（一） 國內公、私立大學校院相關學系或學術研究機構，主持人為任教於上開單位且具博士學位之專任教授或研究員。

（二） 曾培訓學生代表我國參加國際競賽，且成績優良者。

（三） 具備執行國際數理奧林匹亞競賽學生代表遴選、培訓及出國比賽等相關行政及培訓工作之能力者。

四、執行期間：九十一年十月一日至九十二年九月三十日

五、工作項目：

1. 負責我國與主辦國之聯繫工作。
2. 規劃並執行我國參加國際奧林匹亞競賽相關事宜。
3. 研發競賽試題及試務相關工作。
4. 辦理學生代表遴選工作，遴選程序為：初選、複選、選訓營、決選（選出學生代表）。
5. 辦理學生代表培訓相關工作。
6. 辦理我國代表團赴主辦國參賽及競賽期間各項工作。

7. 參賽成果檢討相關事項。

六、經費預算：

（一）項目：

1. 人事費：執行本項計畫所需之各項人事費用
2. 業務費：執行本項計畫所需之各項業務費用，包含出國團員之制服費。
3. 旅運費：含國內差旅費及赴主辦國參賽之來回機票，因尚未確定主辦國之主辦城市，故未將出國人員生活費用納入。
4. 註冊費：向主辦國繳納之參賽註冊費用
5. 行政管理費
6. 雜支

（二）注意事項：

1. 上開人事費、業務費、國內旅運費、雜支及行政管理費應依「教育部委託研究計畫經費編列標準」編列，如人事費及業務費所需經費項目為上開標準未明列者，需敘明其編列標準之依據。
2. 旅運費之出國來回機票應依「政府採購法」規定辦理採購。
3. 註冊費應依各團實際需求核實編列。

七、申請注意事項：

1. 得標單位應於簽約後二週內研提實施計畫（含經費預算表）報部審查。
2. 實施計畫包含學生代表遴選流程、試務工作之辦理、培訓方式及工作進度表等項目，並應研提工作小組名單。
3. 得標單位執行本案時，應遵守本部訂定之各項相關規範。

八、決標方式：

由報價最低價者為決標對象。

教育部　函

受文者：國立彰化師範大學

地　址：500彰化市白沙山莊進德路1號
速別：
密等及解密條件：
發文日期：中華民國九十一年九月十三日
發文字號：台（九十一）中（一）字第九一一三八九八七號
附件：

主旨：檢送「二００三年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫」契約書乙份（如附件），並請於文到二週內研提實施計畫及經費預算表到部，請　查照辦理。

正本：國立彰化師範大學（含附件乙份）
副本：國立彰化師範大學王副校長文科（含附件乙份）、中教司

部長黃榮村

依分層負責規定
授權單位主管決行

機關地址：台北市中山南路五號
傳　真：０二－二三九七六九一九
承辦人：鍾華菁小姐
聯絡電話：０二－二三五六五六五七

91.9.17 彰化師大化字第5441號

招　標　投　標　及　契　約　文　件

本文件為中華民國 代表機關：教育部(以下簡稱機關)依政府採購法(以下簡稱本法)招標、廠商投標及機關決標後簽訂契約三用文件。招標時由機關使用招標欄位並備齊招標文件後依規定招標；投標時由廠商使用投標欄位並備齊投標文件後依規定投標；決標後由機關使用決標欄位並附具必要之招標、投標及決標文件依規定簽名或蓋章後即完成與得標廠商之簽約手續，不必再經得標廠商簽名或蓋章，並以決標日之日期為簽約日期。

招標機關招標如下：

一.案號及契約號：91109360

二.招標機關名稱：中華民國 代表機關：教育部。

三.招標機關地址：台北市中山南路5號。

四.招標機關單位及聯絡人：中教司鍾華菁小姐電話：23565657

五.招標標的名稱及數量摘要：2003年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫

日期：民國91年 8 月 23 日

投標機關（廠商）投標如下：(由投標機關填寫並簽署後投標)

一.投標機關名稱：國立彰化師範大學

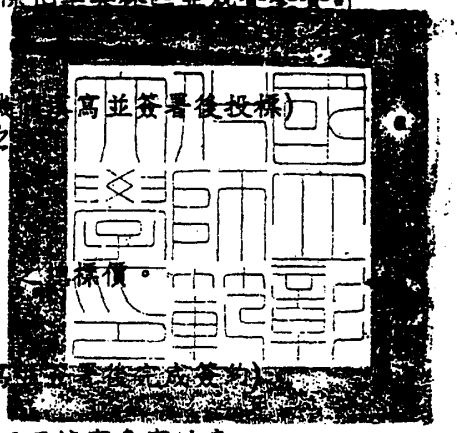
二.投標機關地址：彰化市進德路1号

三.投標機關負責人：康自立

四.投標機關統一編號：5881502

五.投標總標價：詳如「投標標價清單」之總標價。

投標廠商章及負責人章：(蓋章)



招標機關決標簽約如下(由招標機關填寫並簽署後完成簽約)

一、 案號及契約號：91109360

二、決標標的名稱：2003年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫

三、履約期限：依招標文件所附契約條款之規定

四.契約金額：新台幣[illegible]仟叁佰叁拾元整。

五.其他事項：詳如本招標文件所附之附件、投標文件及開標(決)紀錄

六.代表人：部　長　黃　榮　村

七.代理人：中等教育司司長　[illegible]清　香

招標機關：中華民國 代表機關：教育部

日期：中華民國 91 年 8 月 23 日

註：本(投標投標及契約文件)單計1式4份(決標後簽約用)，每一張投標廠商均蓋章。

教育部委託辦理「二〇〇三年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫」契約書

招標機關(以下簡稱機關)及得標廠商(以下簡稱廠商)雙方同意依政府採購法(以下簡稱採購法)及其主管機關訂定之規定訂定本契約，共同遵守，其條款如下：

第一條　契約文件及效力

一、契約包括下列文件：

(一)、招標文件及其變更或補充。

(二)、投標文件及其變更或補充。

(三)、決標文件及其變更或補充。

(四)、契約附件及其變更或補充。

(五)、依契約所提出之履約文件或資料。

二、契約文件，包括以書面、錄音、錄影、照相、微縮、電子數位資料或樣品等方式呈現之原件或複製品。

三、契約所含各種文件之內容如有不一致之處，除另有規定外，依下列原則處理：

(一)、契約條款優於招標文件內之其他文件所附記之條款。但附記之條款有特別聲明者，不在此限。

(二)、招標文件之內容優於投標文件之內容。但投標文件之內容經機關審定優於招標文件之內容者，不在此限。

(三)、招標文件如允許廠商於投標文件內特別聲明，並經機關於審標時接受者，以投標文件之內容為準。

(四)、文件經機關審定之日期較新者優於審定日期較舊者。

(五)、大比例尺圖者優於小比例尺圖者。

(六)、決標紀錄之內容優於開標或議價紀錄之內容。

四、契約文件之一切規定得互為補充，如仍有不明確之處，以機關解釋為準。如有爭議，依採購法之規定處理。

五、契約所使用之度量衡單位，以公制為原則。

六、除另有規定外，契約自機關決標之日起生效，並以機關簽約之日為簽約日。

七、契約所定事項如有違反法令或無法執行之部分，該部分無效。但除去該部分，契約亦可成立者，不影響其他部分之有效性。

八、前款無效之部分，機關及廠商必要時得依契約原定目的更正之。

九、契約正本二份，機關及廠商各執一份，副本二份，由機關、廠商及相關機關、單位分別執用。副本如有誤繕，以正本為準。正本並由雙方各依規定貼用印花稅票。

第二條　履約標的

一、廠商應給付之標的及工作事項詳如計畫書。

二、機關欲瞭解本專案之執行時，廠商應盡力協助，詳予說明，並提供參考資料；廠商於專案執行過程中需要機關提供行政支援時，機關應盡力協助。廠商利用本專案經費所蒐集之國內外相關資料，應依據機關之要求，提供第三者參閱。

第三條　契約價金之給付

契約價金結算方式採總包價法。

第四條　契約價金之調整

一、廠商應按計畫之規定核實動支經費，不得移作他用，如因實際需要必須調整時，須提出經費調整對照表並敘明理由，徵得機關書面同意後為之。

二、契約價金，除另有規定外，含廠商及其人員依中華民國法令應繳納之稅捐、規費及強制性保險之保險費。

三、中華民國以外其他國家或地區之稅捐、規費或關稅，由廠商負擔。

四、廠商履約遇有下列政府行為之一，致履約費用增加或減少者，契約價金得予調整：

（一）、政府法令之新增或變更。

（二）、稅捐或規費之新增或變更。

（三）、政府管制費率之變更。

前款情形，屬中華民國政府所為，致履約成本增加者，其所增加之必要費用，由機關負擔；致履約成本減少者，其所減少之部分，得自契約價金中扣除。

第五條　契約價金之給付條件

一、　本案經費共計新台幣肆佰萬元整，由機關於完成簽約後，分二期撥款，第一期款計新台幣貳佰捌拾萬元整，於九十二年一月由廠商備文檢據向機關請款，第二期款計新台幣壹佰貳拾萬元整，於九十二年四月由廠商備文檢據向機關請款。廠商領款時應填具分批付款表及自行收納款項統一收據。

二、本案經費收支以校務基金方式處理。廠商須於九十二年十月三十一日（計畫結案一個月內）以前將原始支出憑證單據（包括有關證明）分類整理裝訂成冊，並編製收支報告結算表二份，其中乙份併同憑證帳冊向廠商會計單位辦理核銷，廠商會計單位應妥慎保管憑證帳冊，留供審計單位查核；另乙份送繳機關，並辦理結案。

三、契約價金總額曾經減價而確定，其所組成之各單項價格得依約定方式調整；未約定調整方式者，視同就各單項價格依同一減價比率調整。投標文件中報價之分項價格合計數額與總價不同者，亦同。

四、廠商計價領款之印鑑，除另有規定外，以廠商於投標文件所蓋之章為準。

五、得標廠商其於國內員工總人數逾一百人，應於履約期間僱用身心殘障者及原住民人數，人數各均不得低於總人數百分之一。

六、得標廠商未依規定僱足身心殘障者及原住民人數者，應依僱用人數不足情形，分別向所在地之直轄市或縣(市)勞工主管機關設立之身心障礙者就業基金專戶，及原住民族綜合發展基金專戶(專戶為：行政院原住民委員會設於台灣銀行【總行代號 004 分行代號 0037】之帳號 00300425818 7)繳納代金。

七、契約價金總額，除契約另有規定外，為完成契約所需全部材料、人工、機具、設備及履約所必須之費用。

八、廠商請領契約價金時應提出之其他文件為：成本或概算表，應有出具人之簽名或蓋章。但慣例無需簽名或蓋章者，不在此限。

九、廠商履約有逾期違約金、損害賠償、採購標的損壞或短缺、不實行為、未完全履約、不符契約規定、溢領價金或減少履約事項等情形時，機關得自應付價金中扣抵；其有不足者，得通知廠商給付或自保證金扣抵。

第六條　試卷、成績及成果報告

一、廠商執行本項委託計畫期間，有關學生代表遴選過程中各階段考試之學生成績應製作成光碟片，並印出成績紀錄紙本由受託閱卷單位加蓋騎逢章，並彌封蓋印封袋，妥慎保存二年以上；原始答案卡亦應彌封蓋印封箱，妥慎保存一年。

二、廠商執行本項委託計畫所完成之成果報告應包括遴選相關資料、會議紀錄及出國競賽有關資料。

三、廠商執行本項計畫所完成之成果報告等著作，其著作財產權於著作完成之同時，全部讓與機關，廠商同意不對機關行著作人格權。又該等著作如有第三人完成之部分者，機關同意授予廠商代理權在該第三人著作完成之同時，廠商應完成與該第三人簽訂著作財產權讓與機關，且其完成著作所需之一切費用均由廠商負擔，並使其承諾不對機關行使著作

人格權，及遵守本契約第六條之四及七之約定事項。

四、廠商之著作不得有抄襲、改作或其他侵害他人著作權之情事。如涉及使用著作權之糾紛時，悉由廠商自負法律責任。

五、廠商應九十二年九月三十日前提出成果報告一式十份，其內容、格式及印製，應依左列規定辦理：

1、封面、封底由廠商自行印製。

2、封面應標示「委辦計畫名稱」、「委託機關」、「辦理單位」、「委辦計畫主持人」、「印製日期」等項目。

3、目次、圖次、表次。

4、學生代表遴選相關資料、各項會議紀錄、參賽有關資料、法規及文件等重要資料均應列為成果報告附錄。

5、成果報告應採橫式書寫，採A4規格（即二九．六公分乘二０．九公分）雙面印製，裝訂成冊。

六、廠商若逾期一個月仍未能提出完整報告，即視為不能履行契約，廠商應於收到機關書面通知之次日起十日內，將已支領之委辦經費全數交還機關日後機關之計畫，均不再委託廠商進行。

七、本案委託執行中及完成後，未經機關同意，廠商不得將成果報告對第三人發表。亦不得將成果報告作為學位論文、擅自出版或向機關以外之單位申請經費補助。廠商如未能依以上之規定辦理，視為未能履行契約，機關得視情節輕重，要求廠商退還全部或部分委辦經費。

第七條　機關、廠商之責任

（一）機關應負責督導廠商工作，確認廠商之工作成果。

（二）廠商辦理本計畫所需蒐集之有關機關資料，機關認為必要時，應協助廠商聯繫有關機關提供之。

（三）廠商應依據計畫內容及計畫期限，完成各項工作。

（四）廠商應負責辦理其工作員工之保險，廠商員工之意外事故、疾病與事故之善後，均由廠商自行負責處理，與機關無涉。

第八條　履約期限

一、履約期限：自中華民國九十一年十月一日起至中華民國九十二年九月三十日止。本計畫執行期間如因情勢變更，致任一方認為屬重大計畫變更或有延長期間之需要時，應於符合本計畫原訂目標之原則下，於計畫結束前三十日內，提出具體理由徵得他方書面同意後變更或延長之，因計畫變更而增加之費用，由雙方另議定之。

二、契約期限如因故展延，亦應於期限內相互徵得對方之同意。

三、除天災、人禍等不可抗力外，廠商不得以任何理由要求延長履約期限。但非可歸責於廠商之事由，經機關認可者，不在此限。其事由未達半日者，以半日計；逾半日未達一日者以一日計。

四、契約如需辦理變更，其履約標的項目或數量有增減時，履約期限得由雙方視實際需要議定增減之。

五、契約履約期間，有下列情形之一，確非可歸責於廠商，而需展延履約期限者，廠商應於事故發生或消失後，儘速以書面向機關申請展延履約期限，不計算逾期違約金。

（一）、發生不可抗力之事故。

（二）、機關要求全部或部分暫停履約。

（三）、因辦理契約變更或增加履約標的數量。

（四）、機關應辦事項未及時辦妥。

（六）、由機關自辦或機關之其他廠商承包契約相關履約標的之延誤而影響契約進度者。

（七）、其他非可歸責於廠商之情形，經機關認定者。

前款事故之發生，致契約全部或部分必須停止履約時，廠商應於停止履約原因消滅後立即恢復履約。其停止履約及恢復履約，廠商應儘速向機關提出書面報告。

六、期日：

（一）、履約期間自指定之日起算者，應將當日算入。履約期間自指定之日後起算者，當日不計入。

（二）、履約標的須於一定期間內送達機關之場所者，履約期間之末日，以機關當日下班時間為期間末日之終止。當日為機關之辦公日，但機關因故停止辦公致未達原定截止時間者，以次一辦公日之同一截止時間代之。

第九條　履約管理

一、與契約履約標的有關之其他標的，經機關交由其他廠商承包時，廠商有與其他廠商互相協調配合之義務，以使該等工作得以順利進行。因工作不能協調配合，致生錯誤、延誤履約期限或意外事故，其可歸責於廠商者，由廠商負責並賠償。受損之一方應於事故發生後儘速書面通知機關，由機關邀集雙方協調解決。其經協調仍無法達成協議者，由相關廠商依民事程序解決。

二、契約所需履約標的材料、機具、設備、工作場地設備等，除契約另有規定外，概由廠商自備。

三、廠商接受機關或機關委託之機構之人員指示辦理與履約有關之事項前，應先確認該人員係有權代表人，且所指示辦理之事項未逾越或未違反契約規定。廠商接受無權代表人之指示或逾越或違反契約規定之指示，不得用以拘束機關或減少、變更廠商應負之契約責任，機關亦不對此等指示之後果負任何責任。

四、機關及廠商之一方未請求他方依契約履約者，不得視為或構成一方放棄請求他方依契約履約之權利。

五、契約內容有須保密者，廠商未經機關同意，不得將契約內容洩漏予與履約無關之第三人。

六、廠商履約期間所知悉之機關機密或任何不公開之文書、圖畫、消息、物品或其他資訊，均應保密，不得洩漏。

七、廠商及分包廠商履約，不得有下列情形：僱用無工作權之人員、供應不法來源之履約標的、使用非法工具、提供不實證明、非法棄置廢棄物或其他不法或不當行為。

八、廠商應對其履約場所作業及履約方法之適當性、可靠性及安全性負完全責任。

九、廠商之履約場所作業有發生意外事件之虞時，廠商應立即採取防範措施。發生意外時，應立即採取搶救、復原、重建及對機關與第三人之賠償等措施。

十、機關於廠商履約中，若可預見其履約瑕疵，或其有其他違反契約之情事者，得通知廠商限期改善。

十一、廠商不於前款期限內，依照改善或履行者，機關得採行下列措施：

（一）使第三人改善或繼續其工作，其危險及費用，均由廠商負擔。

（二）終止或解除契約，並得請求損害賠償。

（三）通知廠商暫停履約。

十二、履約所需臨時場所，除另有規定外，由廠商自理。

十三、廠商履約人員對於所應履約之工作有不適任之情形者，機關得要求更換，廠商不得拒絕。

第十條　履約標的品管

一、廠商在履約中，應對履約品質依照契約有關規範，嚴予控制，並辦理自主檢查。

二、機關對於履約標的之審查、查驗，不解除廠商依契約應負之責任。

三、機關於廠商履約期間如發現廠商履約品質不符合契約規定，得通知廠商限期改善或改正。廠商逾期未辦妥時，機關得要求廠商部分或全部停止履約，至廠商辦妥並經機關認可後方可恢復履約。廠商不得為此要求展延履約期限或補償。

第十一條　遲延履約

一、逾期違約金，以日為單位，廠商如未依照契約規定期限完工，應按逾期日數，每日依契約價金總額千分之一計算逾期違約金。但未完成履約之部分不影響其他已完成部分之使用者，得按未完成履約部分之契約價金，每日依其千分之一計算逾期違約金。

二、逾期違約金之總額(含逾期未改正之違約金)，以契約價金總額之百分之二十為上限。

三、機關及廠商因天災或事變等不可抗力或不可歸責於契約當事人之事由，致未能依時履約者，得展延履約期限；不能履約者，得免除契約責任。

四、不可抗力發生或結束後，其屬可繼續履約之情形者，應繼續履約，並採行必要措施以降低不可抗力所造成之不利影響。

五、廠商履約有遲延者，在遲延中，對於因不可抗力而生之損害，亦應負責。

六、廠商未遵守法令致生履約事故者，由廠商負責。因而遲延履約者，不得據以免責。

第十二條　權利及責任

一、廠商應擔保第三人就履約標的，對於機關不得主張任何權利。

二、廠商履約，其有侵害第三人合法權益時，應由廠商負責處理並承擔一切法律責任。

三、除另有規定外，廠商如在契約使用專利品，或專利性履約方法，或涉及著作權時，其有關之專利及著作權益，概由廠商依照有關法令規定處理，其費用亦由廠商負擔。

四、機關及廠商應採取必要之措施，以保障他方免於因契約之履行而遭第三人請求損害賠償。其有致第三人損害者，應由造成損害原因之一方負責賠償。

五、機關對於廠商、分包廠商及其人員因履約所致之人體傷亡或財物損失，不負賠償責任。對於人體傷亡或財物損失之風險，廠商應投保必要之保險。

六、廠商依契約規定應履行之責任，不因機關對於廠商履約事項之審查、認可或核准行為而減少或免除。

第十三條　契約變更及轉讓

一、機關於必要時得於契約所約定之範圍內通知廠商變更契約(含新增項目)，廠商於接獲通知後應向機關提出契約標的、價金、履約期限、付款期程或其他契約內容須變更之相關文件。契約價金之變更，其底價依採購法第四十六條第一項之規定。

二、廠商於機關接受其所提出須變更之相關文件前，不得自行變更契約。除機關另有請求者外，廠商不得因前款之通知而

遲延其履約責任。

三、機關於接受廠商所提出須變更之事項前即請求廠商先行施作或供應，其後未依原通知辦理契約變更或僅部分辦理者，應補償廠商所增加之必要費用。

四、契約之變更，非經機關及廠商雙方合意，作成書面紀錄，並簽名或蓋章者，無效。

第十四條　契約終止解除及暫停執行

一、廠商履約，有下列情形之一，機關得以書面通知廠商終止或解除契約，且不補償廠商因此所生之損失：

（一）、違反採購法第三十九條第二項或第三項規定之專案管理廠商。

（二）、有採購法第五十條第二項前段之情形者。

（三）、有採購法第五十九條得終止或解除契約之情形者。

（四）、違反不得轉包之規定者。

（五）、廠商或其人員犯採購法第八十七條至第九十二條之罪，經判決有罪確定者。

（六）、因可歸責於廠商之事由，致延誤履約期限，情節重大者。

（七）、偽造或變造契約或履約相關文件，經查明屬實者。

（八）、無正當理由而不履行契約者。

（九）、審查、查驗或驗收不合格，且未於通知期限內依規定辦理者。

（十）、廠商未依契約規定履約，自接獲機關書面通知日起十日內或書面通知所載較長期限內，仍未改善者。

（十二）、契約規定之其他情形。

終止契約，得為一部或全部。

二、機關未依第一款規定通知廠商終止或解除契約者，廠商仍應依契約規定繼續履約。

三、契約經依第一款規定終止或解除者，機關得依其所認定之適當方式，自行或洽其他廠商完成被終止或解除之契約；其所增加之費用，由廠商負擔。

四、契約因政策變更，廠商依契約繼續履行反而不符公共利益者，機關得報經上級機關核准，終止或解除部分或全部契約，並補償廠商因此所生之損失。

依前款規定終止契約者，廠商於接獲機關通知前已完成且可使用之履約標的，依契約價金給付；僅部分完成尚未能使

用之履約標的，機關得擇下列方式之一洽廠商為之：

（一）、繼續予以完成，依契約價金給付。

（二）、停止製造、供應或施作。但給付廠商已發生之製造、供應或施作費用及合理之利潤。

五、廠商未依契約規定履約者，機關得隨時通知廠商部分或全部暫停執行，至情況改善後方准恢復履約。有前款情形者，廠商不得就暫停執行請求延長履約期限或增加契約價金。

六、因非可歸責於廠商之情形，機關通知廠商部分或全部暫停執行，得補償廠商因此而增加之必要費用。但暫停執行期間累計逾六個月者，廠商得通知機關終止或解除部分或全部契約。

前款暫停執行，機關應視情形，酌予延長履約期限。

七、廠商不得對機關人員或受機關委託之廠商人員給予期約、賄賂、佣金、比例金、仲介費、後謝金、回扣、餽贈、招待或其他不正利益。分包廠商亦同。

八、本計畫之指導委員、工作小組成員、該項考試命題人員或與命題相關人員，其本人或其配偶、前配偶、四親等內之血親或三親等內之姻親或曾有此關係者為該次考試之考生時，應自行迴避。前述人員有自行迴避情形而不自行迴避，或有具體事實足認其執行職務有偏頗之虞者，利害關係人得申請迴避。

違反前款規定者，機關得終止或解除契約，或將溢價及利益自契約價款中扣除。

第十五條　爭議處理

一、機關與廠商因履約而生爭議者，應依法令及契約規定，考量公共利益及公平合理，本誠信和諧，盡力協調解決之。其未能達成協議者，得以下列方式處理之：

（一）、依採購法第八十五條之一規定向採購申訴審議委員會申請調解。

（二）、依採購法第六章或第一百零二條規定提出異議、申訴。

（三）、於徵得他方同意後，提付仲裁，依仲裁法以仲裁方式處理，並以機關指定之仲裁處所為其仲裁處所。

（四）、提起民事訴訟。

（五）、依其他法律申(聲)請調解。

（六）、依契約或雙方合意之其他方式處理。

二、履約爭議發生後，履約事項之處理原則如下：

（一）、與爭議無關或不受影響之部分應繼續履約。但經機關同意者不在此限。

（二）、廠商因爭議而暫停履約，其經爭議處理結果被認定無理由者，不得就暫停履約之部分要求延長履約期限或免除契約責任。

三、契約以中華民國法律為準據法，並以機關所在地之地方法院為第一審管轄法院。

第十六條　其他

一、乙方之工作計畫主持人於辦理本計畫期間，包括本計畫在內，同時接受行政院所屬各機關委託之計畫，最多以兩案為原則。

二、廠商對於履約所僱用之人員，不得有歧視婦女、原住民或弱勢團體人士之情事。

三、廠商履約時不得僱用或試圖僱用機關之人員或受機關委託辦理契約事項之機構之人員。

四、廠商授權之代表應通曉中文或機關同意之其他語文。未通曉者，廠商應備翻譯人員。

五、機關及廠商於履約期間應分別指定授權代表，為履約期間雙方協調與契約有關事項之代表人。

六、本契約未載明之事項，依政府採購相關法令。

2003 年國際化學奧林匹亞競賽選訓營及國手選拔

2003 年 4 月 21 日～5 月 7 日
國立彰化師範大學化學系

35th IChO(2003) 希臘雅典

37th IChO(2005) 中華民國台灣

- **選訓營名額**：共 32 名
- **報名管道**：
  1、91 學年度全國化學能力競賽第一、二等獎共 10 名（當然名額）。
  2、國科會「高中科學資優學生培育計畫」及教育部「基礎科學人才培育計畫」項下，甄選 2 名；須經大學指導教授推薦。
  3、全國筆試初選--分北、中、南三區，預計錄取 20 名；須經高中學校推薦。（錄取實際人數為總錄取人數 32 名減去前二項參加選訓營人數）
- **報名資格**：
  1、民國 71 年 7 月 5 日以後出生（20 歲以下）。
  2、已知獲得大學『推薦甄選入學』、『申請入學』或其他管道錄取之各公私立高級中學學生。
  3、學業表現優良、對化學具有潛力及濃厚興趣之各公私立高級中學學生。
- **報名日期及方式**：
  1、國科會及教育部項下：民國 92 年 3 月 3 日至 3 月 14 日（郵戳為憑）。需繳交：報名表、指導教授推薦函、高中在校全部成績單、在指導教授指導下從事實驗及學習活動的資料(必須經指導教授簽章)及其他有助審查資料。
  2、全國化學筆試初選：民國 92 年 4 月 1 日至 4 月 8 日（郵戳為憑）。
  3、將報名表(及資料)掛號郵寄至（500）彰化市進德路 1 號彰化師範大學化學系李成康教授收，或傳真（04）721-1190。（請參閱 http://163.23.211.32/icho）
- **選訓營競賽方式**：
  1、選訓營複選：仿照國際化學奧林匹亞競賽方式進行；實作：40% 理論：60%。
  2、前項測驗成績前百分之五十同學參加決選口試。
  3、決選總成績包括選訓營複選成績與口試成績。

歷屆 IChO 戰果

第 24 屆　一金一銀一銅
第 25 屆　二金二銀
第 26 屆　三銀一銅
第 27 屆　三銀一銅
第 28 屆　一金二銀一銅
第 29 屆　二金一銀一銅
第 30 屆　一金二銀一銅
第 31 屆　二金一銀一銅
第 32 屆　二金二銀
第 33 屆　四銀
第 34 屆　二金二銀
共 13 金 23 銀 7 銅

指導單位：中華民國參加 2003 年國際數理及資訊奧林匹亞競賽指導委員會
主辦單位：教育部中教司
執行單位：國立彰化師範大學 2003 國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫工作小組
聯絡電話：（04）721-1108 李成康教授
（04）721-1035 彰化師大化學系
（04）723-2105 分機 3546 廖小姐
傳　　真：（04）721-1190 彰師大化學系
電子郵件：李成康教授 chleeck@cc.ncue.edu.tw
廖小姐 zzwn@cc.ncue.edu.tw
網際網路：http://163.23.211.32/icho/

2003年國際化學奧林匹亞競賽(IChO-35)參賽計畫

重 要 日 期

項目	日期	備註
甄選報名--國科會「高中科學資優生培育計畫」及教育部「基礎科學人才培育計畫」項下	3月3日(四) ~3月14日(五)	錄取2名
甄選錄取放榜--國科會「高中科學資優生培育計畫」及教育部「基礎科學人才培育計畫」項下	3月29日(六)	
選訓營錄取同學之回覆(非筆試部份)	4月1日(二) ~4月8日(二)	包括化學能力競賽10名及國科會、教育部計畫項下2名錄取同學之回覆
初選筆試報名	4月1日(二) ~4月8日(二)	※大學榜示錄取名單並寄送甄選總成績單4月3日（四）
初選筆試	4月12日(六)	兩小時、分三區進行 錄取人數為總數32名減去非筆試參加選訓營人數
初選筆試錄取放榜	4月15日(二)	
選訓營學員報到	4月21日(一)	
選訓營	4月21日(一) ~5月7日(三)	包括期末理論與實作測驗
決選（口試）	5月7日(三)	筆試前50%參加口試決選
國手個別訓練營	5月12日(一) ~6月28日(六)	四名
國際化學奧林匹亞競賽	2003年7月5日(六)~14日(一)	希臘雅典

教育部委託專案實施計畫書

一、 專案計畫名稱：

「二００三年國際化學奧林匹亞競賽」參賽計畫

二、 專案主旨：

選拔優秀的高中化學資優生四名爲國家代表隊，並輔導以參加 2003 年第三十五屆在希臘雅典舉行的「國際化學奧林匹亞競賽」。

三、 背景分析：

國際化學奧林匹亞競賽爲全世界各國家高級中學化學資優生的國際活動。除了化學的競試觀摩外，此活動也能達到促進學術交流及增加相互間了解的目的。國際化學奧林匹亞競賽已舉辦了三十四屆，我國自 1991 年第二十三屆首度組團參加以來，十一年來未曾間斷，競賽成績相當優異。前十年選手選拔、集訓與組團等工作都由台灣師範大學化學系負責，本 2002 年選訓工作首次由彰化師範大學化學系負責，競賽成績爲二金二銀。2003 年第三十五屆競賽將在希臘的雅典舉行，彰化師大化學系繼續負責參賽選手的選訓工作，並組團前往參加此一化學盛事。

四、 實施步驟：

1. 在「2003 國際化學奧林匹亞委員會」督導下，進行本計畫及國家代表隊的選拔、集訓等事宜。
2. 成立選訓工作小組，實際執行代表隊的選拔、集訓等事宜。工作小組分爲有機化學、物理化學、無機化學、分析化學及實作化學等組。各組召集人與成員如下表：

組別	召集教授	選訓教授
有機化學	李衍彰* 教授(彰師)	林盛運 教授(彰師) 李瑜章* 教授(朝陽)
物理化學	胡景瀚* 教授(彰師)	陸維作* 教授(中興) 林彥佑* 教授(中興) 林秋勳 教授(彰師)
無機化學	廖文峰* 教授(清華)	黃瑞賢* 教授(彰師) 洪政雄* 教授(彰師)
分析化學	黃承文* 教授(東海)	鄭政峰* 教授(中興) 李茂榮* 教授(中興) 楊慶成 教授(高師)

實作化學	李成康* 教授 (彰師)	楊水平* 老師(彰師) 謝建國* 老師(彰師)

註：有*記號者爲 34 屆之工作小組

3. 舉辦全國「第三十五屆國際化學奧林匹亞國手選拔營」甄選測驗（三小時筆試），選取二十名同學參加選拔營。
4. 舉辦全國「第三十五屆國際化學奧林匹亞國手選拔營」，爲期十六天。集訓成員三十名，二十名來自筆試的選拔，十名來自該年度全國化學能力競賽的優勝者。期間予以化學理論與實作知能的加強，並仿照國際化學奧林匹亞競賽模式舉行理論與實作測驗，加上口試的成績選出四位國家代表隊選手。
5. 舉辦國家代表隊的個別輔導營，爲期七週，期間進一步增強化學理論與實作知能。
6. 將國家代表隊四位選手、教練、及其他團員資料寄往主辦單位。繳交註冊費，電腦系統及中文文書軟體。
7. 組團並安排前往希臘雅典參加第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽。

五、 實施進度：

工作進度 / 項目	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
化學奧林匹亞委員會召開指導會議		xxxx						xxxx				xxxx
工作小組籌畫工作計劃	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx			
化學奧林匹亞全國宣導	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx						
參賽聯繫與報名	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
筆試甄選				xxxx	xxxx	xxxx						
選拔營						xxxx	xxxx	xxxx				
輔導營							xxxx	xxxx	xxxx			
組團與出國準備						xxxx	xxxx	xxxx	xxxx			
參加競賽										xxxx		
檢討成果										xxxx	xxxx	xxxx
整理資料撰寫報告										xxxx	xxxx	xxxx

六、 預期成果：

1. 本計劃的選拔營將能選出優秀的高中化學資優生四名爲國家代表隊。
2. 本計劃的個別輔導營將能增強國家代表隊的化學知能，以期在競賽時能有優異表現。
3. 本計劃可提升化學教育層次，增加高中生對化學的興趣，並培育化學人才。
4. 本計劃中的出國參賽可增進國際交流，提昇我國際形象與地位。
5. 本計劃將能增加我國舉辦三十七屆（2005）國際化學奧林匹亞活動的經驗。

七、 相關參考資料：

八、 研究人員學經歷及分工（計畫主持人及協（共）同主持人需於備註欄說明現行參與政府委託研究計畫情形，如機關名、計畫名稱、期程等）

姓名	出生年月日	學歷	本計畫職級	性別	備　　註
王文科	37.04.06	台灣師大 博士	主持人	男	國科會：九十一年度高中數理資優學生生涯準備度之研究(91.8.1-92.7.31)
李成康	38.11.16	休士頓大學 博士	共同主持人	男	
助理		學士			待聘

教育部委託專案計畫經費概算表

計畫名稱	「二００三年國際化學奧林匹亞競賽」參賽計畫		91年度	
計畫監督機關	國立彰化師範大學	關防		
計畫主持人	王文科	簽章		
聯絡人	李成康	地址	500彰化市進德路一號	
		電話	04-721-1108 chleeck@cc.ncue.edu.tw	
研究期限	91年10月1日至92年9月30日			
項目	概　算		比（議）價後修正金額	
一、人事費	1,815,241		1,651,848	
二、業務費	1,194,100		1,094,610	
三、旅運費	553,66		580,228	
四、註冊報名費	408,000		387,600	
五、雜支	198,550		185,714	
五、行政管理費	130,000		100,000	
合　計	新台幣	4,299,55 元整	新台幣	4,000,000 元整

教育部國際化學奧林匹亞計畫專案補助經費明細表(2002.11.20)

計畫名稱：第三十五屆國際化學奧林匹亞參賽計畫　　編　　號：91109360

申請機關：國立彰化師範大學化學系　　主管機關：教育部中教司

第一頁　　經費需求：1,748,204 元

項目	單價		數量	總價	說明
總計畫					
一、人事費				654,294	
1.研究費					
(1)主持人	0			0	王文科教授，不支領主持研究費
(2)共同主持人兼執行秘書	10,000	元/月	12 月	120,000	李成康副教授兼（91.10～92.9）
(3)學士級專任助理1人	30,400	元/月	12月 +0.375月 年終獎金	389,294	外聘相關之大專畢業生處理文書、對內外聯絡、資料處理、會計。（91.10～92.9）（備註：比照國科會專任助理-學士第二年30,400元，及每個月健勞保費2,890元、每個月1,064公提離職儲金，外加10～12月年終獎金11,400元）
(4)兼任助理	8,000	元/月	4 月	32,000	處理選訓營化學專業業務
2.工作小組會出席費	1,000	元/人次	18人*4次	72,000	檢討上屆IChO，策劃諮詢本屆IChO。決策並指導工作小組之運作。
3.第35屆IChO準備提及解答翻譯費（約60大題）	350	元/題	60 題	21,000	規劃、宣導、甄選、研習、選訓、個別輔導、出國比賽指導營。 由大會提供英文版試題一本，邀請專家翻譯解析（每題翻譯150元+解析200元＝350元/題）
4.臨時工作人員（助教工友）	500	元/人次	40 人次	20,000	會場清潔、準備、公文遞送。
二、業務費				220,310	
1.宣傳海報印刷費				20,000	設計印製第35屆IChO資訊海報
2.印製準備題	100	元/本	200 本	20,000	
3.各項電腦軟體材料費				50,000	中文系統、文書軟體之購置及試用，以便攜往比賽會場使用。
4.計畫總報告打字印刷				30,710	含打字、印刷、影印、裝訂
5.團服費	8,300	元/人	12 人	99,600	
三、註冊費				387,600	
1.國家報名參賽費	1,200	美元		45,600	按34屆標準，匯率NT$38
2.國家代表團團員費	1,500	美元	6 人	342,000	按34屆標準，匯率NT$380
四、旅運費				486,000	
1.國內差旅費	30,000			30,000	工作小組開會，及專題演講差旅費檢據實報實銷。
2.出國參賽差旅費	38,000	元/人	12 人	456,000	台北-阿姆斯特丹-雅典 來回。依部頒參賽計畫規定未列入出國生活費
小計：台幣				1,748,204 元	
累計：台幣				1,748,204 元	

教育部國際化學奧林匹亞計畫專案補助經費明細表

計畫名稱：第三十五屆國際化學奧林匹亞參賽計畫　　編　　號：91109360

申請機關：國立彰化師範大學化學系　　主管機關：教育部中教司

第二頁　　經費需求：111,600 元

項目	單價	數量	總價	說明
子計畫(一) 全國甄選營(分三區)				
一、人事費			85,600	
1. 命題費	3,200 元/人	5領域*2人	32,000	5個領域（有機、無機、分析、物化及應化），每領域2人
2. 閱卷費	100 元/份	150 份	15,000	包括彌封、影印、裝訂。
3. 試卷製作費	20 元/份	150 份	3,000	北、中、南三區，每區2個試場
4. 監試費	900 元/人	6試場*2人	10,800	計3×6小時測驗
5. 考區主持費（北中南）	1,600 元/區	3 區	4,800	就近委任三所大學的化學系舉行
6. 出席費	1,000 元/人	10人*2次	20,000	協調命題、閱卷等事宜
二、業務費			6,000	
1. 場地租用費(北區、南區)	3,000 元	2 校	6,000	
三、旅運費	5,000 元/人	2區*2人	20,000	運送試卷，按出差規定辦理。
小計：台幣			111,600	
累計：台幣			1,859,804	

教育部國際化學奧林匹亞計畫專案補助經費明細表

計畫名稱：第三十五屆國際化學奧林匹亞參賽計畫　　編　　號：91109360
申請機關：國立彰化師範大學化學系　　主管機關：教育部中教司

第三頁　　經費需求：1,101,800 元

項目	單價		數量	總價	
子計畫(二) 第三十五屆奧林匹亞選拔賽及集訓營(2天選拔，14天集訓共16天)					
一、人事費				409,200	
1.演講費	1,600	元/時	2 小時	3,200	貴賓演講(一場)2小時。
2.講座鐘點費	1,200	元/人/節	8節*16天	153,600	依行政院講座鐘點費支給標準，核實報支
3.理論命題費(二套)並附上英文翻譯(增英文翻譯)	5,000	元/科	5科*2套	50,000	五大科物化、有機、無機、分析、應化(包括生化)中文供考用，英文(帶出國交換用)共二套。
4.實作命題2大站(二套)同時進行	4,000	元/站	2套*2站	16,000	包括反應、合成、分析。因三十位學生參加，必須分二站同時進行再交換。（中英文各一
5.實作預作及各項準備工作	5,000	元/站	2套*2站	20,000	試作、配藥，預作係考前由助教先進行實作，無誤後再提供集訓學生實作。
6.理論閱卷5科無法同時進行	80	元/人/科	30人*5科*2套	24,000	分科閱卷
7.實作閱卷2站	120	元/人/科	30人*2站*2套	14,400	分站閱卷
8.教學輔導員	500	元/天	5人*16天	40,000	由碩士班之研究生或碩士級各科專長之助教兼任。
9.生活輔導員	500	元/天	2人*16天	16,000	大學工讀生兼任。
10.出席費	1,000	元/人	18人*4次	72,000	協調排課，考試，閱卷，命題等事宜。
二、業務費				650,800	
1.印刷影印費				30,000	各種講義、表格、試卷、手冊及選訓營報告費用等之報告印刷。
2.實驗材料費	8,000	元/人	30 人	240,000	三套實作，四個實驗站之藥品，玻璃儀器，各種消耗品及相關文具材料。
3.伙食費	220	元/人天	40人*16天	140,800	早餐30元，午餐及晚餐各80元，點心30元，學生30人，教師及輔導員1人，共計40人，15天。
4.住宿費	500	元/人天	32人*15天	240,000	16天15夜，30位學生2位輔導員。
三、旅運費				41,800	
1.國內差旅費				25,000	上課及評審教授差旅費，實報實銷。(依「國內出差旅費規」辦理，並不得報支計程車費)。
2.保險費	35	元/人天	30人*16天	16,800	
小計：台幣				1,101,800	
累計：台幣				2,961,604	

教育部國際化學奧林匹亞計畫專案補助經費明細表

計畫名稱：第三十五屆國際化學奧林匹亞參賽計畫　　編　　號：91109360
申請機關：國立彰化師範大學化學系　　主管機關：教育部中教司

第三頁　　經費需求：1,101,800 元

項目	單價		數量	總價	
子計畫(二) 第三十五屆奧林匹亞選拔賽及集訓營(2天選拔，14天集訓共16天)					
一、人事費				409,200	
1.演講費	1,600	元/時	2 小時	3,200	貴賓演講(一場)2小時。
2.講座鐘點費	1,200	元/人/節	8節*16天	153,600	依行政院講座鐘點費支給標準，核實報支
3.理論命題費(二套)並附上英文翻譯(增英文翻譯)	5,000	元/科	5科*2套	50,000	五大科物化、有機、無機、分析、應化(包括生化)中文供考用，英文(帶出國交換用)共二套。
4.實作命題2大站(二套)同時進行	4,000	元/站	2套*2站	16,000	包括反應、合成、分析。因三十位學生參加，必須分二站同時進行再交換。(中英文各一
5.實作預作及各項準備工作	5,000	元/站	2套*2站	20,000	試作、配藥，預作係考前由助教先進行實作，無誤後再提供集訓學生實作。
6.理論閱卷5科無法同時進行	80	元/人/科	30人*5科*2套	24,000	分科閱卷
7.實作閱卷2站	120	元/人/科	30人*2站*2套	14,400	分站閱卷
8.教學輔導員	500	元/天	5人*16天	40,000	由碩士班之研究生或碩士級各科專長之助教兼任。
9.生活輔導員	500	元/天	2人*16天	16,000	大學工讀生兼任。
10.出席費	1,000	元/人	18人*4次	72,000	協調排課，考試，閱卷，命題等事宜。
二、業務費				650,800	
1.印刷影印費				30,000	各種講義、表格、試卷、手冊及選訓營報告費用等之報告印刷。
2.實驗材料費	8,000	元/人	30 人	240,000	三套實作，四個實驗站之藥品，玻璃儀器，各種消耗品及相關文具材料。
3.伙食費	220	元/人天	40人*16天	140,800	早餐30元，午餐及晚餐各80元，點心30元，學生30人，教師及輔導員1人，共計40人，15天。
4.住宿費	500	元/人天	32人*15天	240,000	16天15夜，30位學生2位輔導員。
三、旅運費				41,800	
1.國內差旅費				25,000	上課及評審教授差旅費，實報實銷。(依「國內出差旅費規」辦理，並不得報支計程車費)。
2.保險費	35	元/人天	30人*16天	16,800	
小計：台幣				1,101,800	
累計：台幣				2,961,604	

教育部　函

電子公文

機關地址：臺北市中山南路五號
傳真：（〇二）二三九七六九一九
聯絡人：張佩雯
聯絡電話：（〇二）二三五六五四〇一

受文者：國立彰化師範大學

速別：最速件
密等及解密條件：
發文日期：中華民國九十二年五月十五日
發文字號：台中（一）字第0920064714號
附件：

主旨：貴校所送「二〇〇三年國際化學奧林匹亞參賽競賽計畫」經費使用變更乙案，經查調整後經費未超過原預算額度，同意　貴校核實支用，請查照。

說明：復　貴校本（九十二）年四月二十九日化學字第0920002658號函。

正本：國立彰化師範大學
副本：中教司

第一頁，共

92年05
08時21

「二000三年國際化學奧林匹亞參賽計畫」調整經費申請

項目	A: 申請調整後金額(元)	B: 原計畫編列金額(元)	A - B
人事費	1,647,694	1,647,694	0
業務費	1,094,610	1,094,610	0
註冊費	387,600	387,600	0
旅運費	584,382	584,382	0
雜費	185,714	185,714	0
管理費	100,000	100,000	0
合計	4,000,000	4,000,000	0

申請經費調整對照表

項目	申請調整後金額	原計畫編列金額	說明
總計畫			
一、人事費			
3 學士級專任助理	333,294	389,294	助理實際 12 月起聘，餘額移至新增加之決選階段使用。
4 兼任助理	21,000	32,000	餘額移至新增加之決選階段使用。
四、旅運費			
1. 國內差旅費	18,000	30,000	餘額移至新增加之國外保險費
3.國外保險費	24,000	0	主辦國之要求
子計畫一			
一、人事費			
1. 命題費	48,000	32,000	5 個領域雙倍命題（有機、無機、分析、物化及實作），每領域 3-4 人。依照工作小組會議決議辦理
2. 閱卷費	36,000	15,000	報名人數預估為 150 人，實際為 360 人
3. 試卷製作費	7,200	3,000	報名人數預估為 150 人，實際為 360 人
4. 監試費	14,400	10,800	報名人數預估為 150 人，實際為 360 人
二、業務費			
1. 場地租用費	5,240	6,000	依實際狀況調整
三、旅運費	8,000	20,000	依實際狀況調整，餘額移至國外保險費(比賽主辦國要求)

子計畫二			
一、人事費			
6. 理論閱卷	28,000	24，000	選訓營人數由 30 人增加家為 35 人
7. 實作閱卷	14,000	14,400	依實際狀況調整
10. 出席費	18,000	72,000	依實際狀況調整，餘額移至口試鐘點費
11. 口試鐘點費	47,400	0	增加此一口試階段以符合部頒遴選作業注意事項規定，甄選必須有決選階段。
二、業務費			
2. 實驗材料費	332,500	240,000	選訓營人數由 30 人增加家為 35 人；實驗次數增加；比賽主辦國公佈的藥品器材較預估為昂貴。
3. 伙食費	158,400	140,800	選訓營人數由 30 人增加為 35 人
4. 住宿費	62,160	240,000	原預算編列的為至校外旅社住宿(學校宿舍原預計於 4 月份拆除)；但學校宿舍緩拆，為安全與方便計，仍使用學校宿舍。餘額移至伙食費與實驗材料費。
子計畫三			
一、人事費			
1. 講座鐘點費	277,200	252,000	上課時數由每週 30 小時增為 33 小時
二、業務費			
2. 實作材料費	138,700	80,000	增加夜間實驗課程，且比賽主辦國公佈的藥品器材較預估為昂貴。
4. 住宿費	58,800	49,000	改住宿至環境較佳的學校招待所

教育部委託專案實施計畫書

一、 專案計畫名稱：

「二００三年國際化學奧林匹亞競賽」參賽計畫

二、 專案主旨：

選拔優秀的高中化學資優生四名爲國家代表隊，並輔導以參加 2003 年第三十五屆在希臘雅典舉行的「國際化學奧林匹亞競賽」。

三、 背景分析：

國際化學奧林匹亞競賽爲全世界各國家高級中學化學資優生的國際活動。除了化學的競試觀摩外，此活動也能達到促進學術交流及增加相互間了解的目的。國際化學奧林匹亞競賽已舉辦了三十四屆，我國自 1991 年第二十三屆首度組團參加以來，十一年來未曾間斷，競賽成績相當優異。前十年選手選拔、集訓與組團等工作都由台灣師範大學化學系負責，本 2002 年選訓工作首次由彰化師範大學化學系負責，競賽成績爲二金二銀。2003 年第三十五屆競賽將在希臘的雅典舉行，彰化師大化學系繼續負責參賽選手的選訓工作，並組團前往參加此一化學盛事。

四、 實施步驟：

1. 在「2003 國際化學奧林匹亞委員會」督導下，進行本計畫及國家代表隊的選拔、集訓等事宜。
2. 成立選訓工作小組，實際執行代表隊的選拔、集訓等事宜。工作小組分爲有機化學、物理化學、無機化學、分析化學及實作化學等組。各組召集人與成員如下表：

組別	召集教授	選訓教授
有機化學	李衍彰* 教授(彰師)	林盛運 教授(彰師) 李瑜章* 教授(朝陽)
物理化學	胡景瀚* 教授(彰師)	陸維作* 教授(中興) 林彥佑* 教授(中興) 林秋勳 教授(彰師)
無機化學	廖文峰* 教授(清華)	黃瑞賢* 教授(彰師) 洪政雄* 教授(彰師)
分析化學	黃承文* 教授(東海)	鄭政峰* 教授(中興) 李茂榮* 教授(中興) 楊慶成 教授(高師)

實作化學	李成康* 教授 (彰師)	楊水平* 老師(彰師) 謝建國* 老師(彰師)

註：有*記號者爲 34 屆之工作小組

3. 舉辦全國「第三十五屆國際化學奧林匹亞國手選拔營」甄選測驗（三小時筆試），選取二十名同學參加選拔營。
4. 舉辦全國「第三十五屆國際化學奧林匹亞國手選拔營」，爲期十六天。集訓成員三十名，二十名來自筆試的選拔，十名來自該年度全國化學能力競賽的優勝者。期間予以化學理論與實作知能的加強，並仿照國際化學奧林匹亞競賽模式舉行理論與實作測驗，加上口試的成績選出四位國家代表隊選手。
5. 舉辦國家代表隊的個別輔導營，爲期七週，期間進一步增強化學理論與實作知能。
6. 將國家代表隊四位選手、教練、及其他團員資料寄往主辦單位。繳交註冊費，電腦系統及中文文書軟體。
7. 組團並安排前往希臘雅典參加第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽。

五、 實施進度：

工作進度 / 項目	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
化學奧林匹亞委員會召開指導會議		xxxx						xxxx				xxxx
工作小組籌畫工作計劃	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx			
化學奧林匹亞全國宣導	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx						
參賽聯繫與報名	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
筆試甄選				xxxx	xxxx	xxxx						
選拔營						xxxx	xxxx	xxxx				
輔導營							xxxx	xxxx	xxxx			
組團與出國準備						xxxx	xxxx	xxxx	xxxx			
參加競賽										xxxx		
檢討成果										xxxx	xxxx	xxxx
整理資料撰寫報告										xxxx	xxxx	xxxx

六、 預期成果：

1. 本計劃的選拔營將能選出優秀的高中化學資優生四名爲國家代表隊。
2. 本計劃的個別輔導營將能增強國家代表隊的化學知能，以期在競賽時能有優異表現。
3. 本計劃可提升化學教育層次，增加高中生對化學的興趣，並培育化學人才。
4. 本計劃中的出國參賽可增進國際交流，提昇我國際形象與地位。
5. 本計劃將能增加我國舉辦三十七屆（2005）國際化學奧林匹亞活動的經驗。

七、 相關參考資料：

八、 研究人員學經歷及分工（計畫主持人及協（共）同主持人需於備註欄說明現行參與政府委託研究計畫情形，如機關名、計畫名稱、期程等）

姓名	出生年月日	學歷	本計畫職級	性別	備　　註
王文科	37.04.06	台灣師大 博士	主持人	男	國科會：九十一年度高中數理資優學生生涯準備度之研究(91.8.1-92.7.31)
李成康	38.11.16	休士頓大學 博士	共同主持人	男	
助理		學士			待聘

教育部委託專案計畫經費概算表

計畫名稱	「二００三年國際化學奧林匹亞競賽」參賽計畫		91年度	
計畫監督機關	國立彰化師範大學	關防		
計畫主持人	王文科	簽章		
聯絡人	李成康	地址	500彰化市進德路一號	
		電話	04-721-1108 chleeck@cc.ncue.edu.tw	
研究期限	91年10月1日至92年9月30日			
項目	概　算		比（議）價後修正金額	
一、人事費	1,815,241		1,651,848	
二、業務費	1,194,100		1,094,610	
三、旅運費	553,66		580,228	
四、註冊報名費	408,000		387,600	
五、雜支	198,550		185,714	
五、行政管理費	130,000		100,000	
合　計	新台幣	4,299,55元整	新台幣	4,000,000元整

教育部國際化學奧林匹亞計畫專案補助經費明細表(2003.04.20)

計畫名稱：第三十五屆國際化學奧林匹亞參賽計畫　　編　　號：91109360

申請機關：國立彰化師範大學化學系　　主管機關：教育部中教司

第一頁　　經費需求：1,693,204 元

項目	單價		數量	總價	說明
總計畫					
一、人事費				587,294	
1.研究費					
(1)主持人	0	元/月		0	王文科教授，不支領主持研究費
(2)共同主持人兼執行秘書	10,000	元/月	12 月	120,000	李成康副教授兼（91.10～92.9）
(3)學士級專任助理1人	29,700	元/月	10 月	333,294	外聘相關之大專畢業生處理文書、對內外聯絡、資料處理、會計。（91.12～92.9）（備註：比照國科會專任助理-學士第一年29700元，年終獎金及每個月勞健保費）
(4)兼任助理	6,000	元/月	3.5 月	21,000	處理選訓營化學專業業務
2.工作小組會出席費	1,000	元/人次	18人*4次	72,000	檢討上屆IChO，策劃諮詢本屆IChO。決策並指導工作小組之運作。
3.第35屆IChO準備提及解答翻譯費（約60大題）	350	元/題	60 題	21,000	規劃、宣導、甄選、研習、選訓、個別輔導、出國比賽指導費。 由大會提供英文版試題一本，邀請專家翻譯解析（每題翻譯150元+解析200元=350元/題）
4.臨時工作人員（助教工友）	500	元/人=	40 人次	20,000	會場清潔、準備、公文遞送。
二、業務費				220,310	
1.宣傳海報印刷費				20,000	設計印製第35屆IChO資訊海報
2.印製準備題	100	元/本	200 本	20,000	
3.各項電腦軟體材料費				50,000	中文系統、文書軟體之購置及試用，以便攜往比賽會場使用。
4.計畫總報告打字印刷				30,710	含打字、印刷、影印、裝訂
5.團服費	8,300	元/人	12 人	99,600	
三、註冊費				387,600	
1.國家報名參賽費	1,200	美元		45,600	按34屆標準，匯率NT$38
2.國家代表團團員費	1,500	美元	6 人	342,000	按34屆標準，匯率NT$38
四、旅運費				498,000	
1.國內差旅費	18,000			18,000	工作小組開會，及專題演講差旅費檢據實報實銷。
2.出國參賽差旅費	38,000	元/人	12 人	456,000	台北-阿姆斯特丹-雅典 來回。依部頒參賽計畫規定未列入出國生活費
3.國外保險費	2,000	元/16	12人	24,000	
小計：台幣				1,693,204 元	
累計：台幣				1,693,204 元	

教育部國際化學奧林匹亞計畫專案補助經費明細表(2003.04.20)

計畫名稱：第三十五屆國際化學奧林匹亞參賽計畫　　編　　號：91109360

申請機關：國立彰化師範大學化學系　　主管機關：教育部中教司

第二頁　　經費需求：143,640 元

項目	單價	數量	總價	說明
子計畫(一) 全國甄選營(分三區)				
一、人事費			130,400	
1.命題費	3,000 元/人	16	48,000	5個領域雙倍命題（有機、無機、分析、物化及實作），每領域3-4人 依照工作小
2.閱卷費	100 元/份	360 份	36,000	包括彌封、影印、裝訂。
3.試卷製作費	20 元/份	360 份	7,200	北、中、南三區，每區2個試場
4.監試費	900 元/人	8試場*2人	14,400	以一試場45計，共需8試場
5.考區主持費（北中南）	1,600 元/區	3 區	4,800	就近委任三所大學的化學系舉行
6.出席費	1,000 元/人	10人*2次	20,000	協調命題、閱卷等事宜
二、業務費			5,240	
1.場地租用費	5,240 元		5,240	依實際狀況調配
三、旅運費	8,000 元/人		8,000	運送試卷，按出差規定辦理。
小計：台幣			143,640	
累計：台幣			1,836,844	

教育部國際化學奧林匹亞計畫專案補助經費明細表(2003.04.20)

計畫名稱：第三十五屆國際化學奧林匹亞參賽計畫　　編　　號：91109360
申請機關：國立彰化師範大學化學系　　主管機關：教育部中教司

第三頁　　經費需求：1,031,060 元

項目	單價		數量	總價	
子計畫(二) 第三十五屆奧林匹亞選拔賽及集訓營(2天選拔，14天集訓共16天)					
一、人事費				406,200	
1.演講費	1,600	元/時	2 小時	3,200	貴賓演講(一場)2小時。
2.講座鐘點費	1,200	元/人/節	8節*16天	153,600	依行政院講座鐘點費支給標準，核實報支(包含主持費)
3.理論命題費(二套)並附上英文翻譯(增英文翻譯)	5,000	元/科	5科*2套	50,000	五大科物化、有機、無機、分析、應化(包括生化)中文供考用，英文(帶出國交換用)共二套。
4.實作命題2大站(二套)同時進行	4,000	元/站	2套*2站	16,000	包括反應、合成、分析。因三十位學生參加，必須分二站同時進行再交換。(中英文各一
5.實作預作及各項準備工作	5,000	元/站	2套*2站	20,000	試作、配藥，預作係考前由助教先進行實作，無誤後再提供集訓學生實作。
6.理論閱卷5科無法同時進行	80	元/人/科	35人*5科*2套	28,000	分科閱卷
7.實作閱卷2站	100	元/人/科	35人*2站*2套	14,000	分站閱卷
8.教學輔導員	500	元/天	5人*16天	40,000	由大學部或碩士班之學生兼任
9.生活輔導員	500	元/天	2人*16天	16,000	由大學部或碩士班之學生兼任。
10.出席費	1,000	元/人	18人*1次	18,000	協調排課，考試，閱卷，命題等事宜。
11口試鐘點費	790	元/小時	15人*4小時	47,400	依照遴選作業注意事項須有四階段增加
二、業務費				583,060	
1.印刷影印費				30,000	各種講義、表格、試卷、手冊及選訓營報告費用等之報告印刷。
2.實驗材料費	9,500	元/人	35 人	332,500	三套實作，四個實驗站之藥品，玻璃儀器，各種消耗品及相關文具材料。
3.伙食費	220	元/人天	45人*16天	158,400	早餐30元，午餐及晚餐各80元，點心30元，學生35人，教師及輔導員，共計45人，15天。
4.住宿費	112	元/人天	37人*15天	62,160	16天15夜，35位學生2位輔導員。
三、旅運費				41,800	
1.國內差旅費				25,000	上課及評審教授差旅費，實報實銷。(依「國內出差旅費規」辦理，並不得報支計程車費)。
2.保險費	480	元/人	35人	16,800	
小計：台幣				1,031,060	
累計：台幣				2,867,904	

教育部國際化學奧林匹亞計畫專案補助經費明細表(2003.04.20)

計畫名稱：第三十五屆國際化學奧林匹亞參賽計畫　　編　　號：91109360

申請機關：國立彰化師範大學化學系　　主管機關：教育部中教司

第四頁　　經費需求：846,382 元

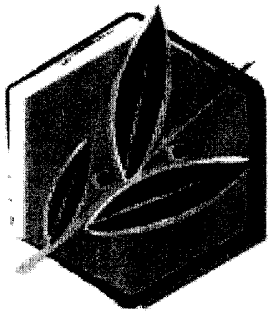
項目	單價	數量	總價	說明
子計畫(三) 個別輔導營及出國參賽(七週)				
一、人事費			523,800	
1.講座鐘點費	1,200 元/人節	33節/週*7週	277,200	包括生活禮儀，外國生活語言研習。依行政院講座鐘點費支給標準，核實報支。
3.實作指導（準備組）	1,200 元/小時	3小時/2次*7周	50,400	每次3小時，每周2次
4.理論及實作預作及閱卷	1,000 元/人次	32人次	32,000	工作費。(寫作題目須由助教先行預作，所須時間達二天)
5.教學輔導員	500 元/人次	2人*49天	49,000	輔導工作人員2人。
6.出國翻譯仲裁鐘點費	1,200 元/人節	6人*16節	115,200	每天8節，以2天計(理論及實作各1天)。鐘點費(翻譯、仲裁、出席各種會議)
二、業務費			286,000	
1.印刷費			15,000	講義、影印、試卷。
2.實作材料費	34,675 元/人	4人	138,700	實驗準備題，訓練4次。（可調）
3.伙食費	300 元/人天	5人*7週*7天	73,500	早餐50元，午、晚餐各100元，宵夜50元。學生4人，輔導工作人員1人。
4.住宿費	300 元/人天	4人*7週*7天	58,800	學生4人
三、旅運費			36,582	
1.國內差旅費			28,154	上課及評審教授差旅費，實報實銷。
2.國內保險費	43 元/人天	4人*7週*7天	8,428	選手訓練其間保險費
小　　計：台幣			846,382 元	
累　　計：台幣			3,714,286 元	
雜　　費：台幣		185,714元	包括郵電、場地佈置、歡迎會各種器材租用及出國紀念品等雜費其他費用。以累計金額百分之五計	
管 理 費：		100,000元	以(累計+雜費)金額百分之十計，依教育部規定最多以十萬元計。	
總 經 費：台幣			4,000,000 元	

備註：1.各項費用除人事費、行政管理費不得流用外，餘得相互流用15%。
2.已按月支領固定津貼者，不支領計畫執行出席費、監考費。
3.依部頒參賽計畫書不編列業出國生活費

第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽

選拔訓練營

學員甄選



「2003 年國際化學奧林匹亞競賽」選訓營筆試初選
台北考場考生名單
(台灣師大分部化學系)

編號	姓名	學校	考場	教室
1001	廖啓翔	板橋高中二年級	台北	C101
1002	許育誠	板橋高中二年級	台北	C101
1003	王偉豪	板橋高中二年級	台北	C101
1004	黃仲平	板橋高中二年級	台北	C101
1005	吳開偉	板橋高中二年級	台北	C101
1006	吳中玄	華江高中二年級	台北	C101
1007	黃嘉彥	建國中學三年級	台北	C101
1008	王宗揚	建國中學三年級	台北	C101
1009	陳敬軒	建國中學三年級	台北	C101
1010	郭欣瑜	新竹女中二年級	台北	C101
1011	程志賢	南山中學二年級	台北	C101
1012	張涵彥	南山中學二年級	台北	C101
1013	張瑋哲	大理高中三年級	台北	C101
1014	陳宜真	大理高中三年級	台北	C101
1015	高銘良	大理高中三年級	台北	C101
1016	鄭家祥	大理高中三年級	台北	C101
1017	陳思潔	大理高中三年級	台北	C101
1018	張軒誠	大理高中三年級	台北	C101
1019	張守嘉	大理高中三年級	台北	C101
1020	李睿豪	大理高中三年級	台北	C101
1021	鄭宇恬	大理高中三年級	台北	C101
1022	林如嶽	新竹實驗高中二年級	台北	C101
1023	許巧宜	大理高中三年級	台北	C101
1024	郭玹銘	建國中學二年級	台北	C101
1025	林皇羽	建國中學一年級	台北	C101
1026	郭建邦	南山高中三年級	台北	C101
1027	陳柏舟	南山高中三年級	台北	C101
1028	官暉舜	建國中學二年級	台北	C101
1029	侯景翰	建國中學二年級	台北	C101
1030	陳妤柔	景美女中一年級	台北	C101
1031	張庭瑞	建國中學三年級	台北	C101
1032	王緯貞	北一女中三年級	台北	C101
1033	石翔文	北一女中三年級	台北	C101
1034	游曛慈	北一女中三年級	台北	C101

1035	楊婷雅	北一女中三年級	台北	C101
1036	劉綠杭	北一女中三年級	台北	C101
1037	林宗翰	南山高中三年級	台北	C101
1038	蕭令彥	中道高中三年級	台北	C101
1039	吳潤節	中道高中三年級	台北	C101
1040	莊智翔	中道高中三年級	台北	C101
1041	陳文豪	師大附中二年級	台北	C102
1042	黃愛茹	北一女中二年級	台北	C102
1043	林玉娘	中山女高三年級	台北	C102
1044	詹凱超	忠明高中三年級	台北	C102
1045	蔡佳佑	建國高中三年級	台北	C102
1046	賴昭宇	建國高中三年級	台北	C102
1047	黃祖偉	建國高中三年級	台北	C102
1048	王俞鈞	武陵高中一年級	台北	C102
1049	朱育瑩	北一女中二年級	台北	C102
1050	余坤興	建國中學二年級	台北	C102
1051	陳泰霖	南華高中三年級	台北	C102
1052	何奕瑢	新竹女中三年級	台北	C102
1053	羅弘焜	建國中學二年級	台北	C102
1054	張宜婷	新竹女中三年級	台北	C102
1055	余相甫	建國中學二年級	台北	C102
1056	王仁佐	建國中學三年級	台北	C102
1057	陳家寬	建國中學三年級	台北	C102
1058	陳境妤	板橋高中三年級	台北	C102
1059	簡均羽	板橋高中三年級	台北	C102
1060	李佳融	北一女中二年級	台北	C102
1061	羅弘益	建國中學三年級	台北	C102
1062	周禹廷	建國中學三年級	台北	C102
1063	崔紘彰	建國中學三年級	台北	C102
1064	李泓希	武陵高中二年級	台北	C102
1065	葉聿修	武陵高中二年級	台北	C102
1066	江雅婷	武陵高中二年級	台北	C102
1067	林士勛	武陵高中二年級	台北	C102
1068	劉乃瑄	武陵高中二年級	台北	C102
1069	溫恪瑩	武陵高中二年級	台北	C102
1070	簡柏銓	武陵高中二年級	台北	C102
1071	蔡希鈞	武陵高中二年級	台北	C102
1072	陳嫩岱	武陵高中二年級	台北	C102
1073	謝青雲	武陵高中二年級	台北	C102

1074	邱均洪	武陵高中二年級	台北	C102
1075	丁致良	武陵高中三年級	台北	C102
1076	莊子由	武陵高中三年級	台北	C102
1077	李日馳	武陵高中三年級	台北	C102
1078	邱柏儒	武陵高中三年級	台北	C102
1079	吳柏權	武陵高中三年級	台北	C102
1080	邱炳燁	武陵高中三年級	台北	C102
1081	賴湍彬	武陵高中三年級	台北	C103
1082	吳弘毅	武陵高中三年級	台北	C103
1083	余昆武	武陵高中三年級	台北	C103
1084	賴君婷	武陵高中三年級	台北	C103
1085	徐文祥	武陵高中三年級	台北	C103
1086	王之賢	武陵高中三年級	台北	C103
1087	陳建甫	建國中學一年級	台北	C103
1088	楊翔宇	建國中學一年級	台北	C103
1089	許皓淳	建國中學三年級	台北	C103
1090	辛俊賢	建國中學三年級	台北	C103
1091	林健華	建國中學一年級	台北	C103
1092	林哲安	建國中學三年級	台北	C103
1093	劉哲良	建國中學三年級	台北	C103
1094	劉昌杰	建國中學三年級	台北	C103
1095	江宏禮	建國中學三年級	台北	C103
1096	林業鈞	建國中學三年級	台北	C103
1097	王偉任	建國中學一年級	台北	C103
1098	周詩泉	建國中學三年級	台北	C103
1099	陳以儒	建國中學一年級	台北	C103
1100	周俊丞	建國中學二年級	台北	C103
1101	蔣承毅	建國中學二年級	台北	C103
1102	黃千睿	建國中學二年級	台北	C103
1103	張哲愷	建國中學二年級	台北	C103
1104	許庭碩	建國中學二年級	台北	C103
1105	李浚豪	建國中學二年級	台北	C103
1106	陳信安	建國中學二年級	台北	C103
1107	陳彥良	建國中學二年級	台北	C103
1108	楊允中	建國中學二年級	台北	C103
1109	陳學毅	建國中學二年級	台北	C103
1110	謝綸	建國中學二年級	台北	C103
1111	董牧沙	建國中學二年級	台北	C103
1112	蔣得明	建國中學二年級	台北	C103

1113	王季豪	麗山高中三年級	台北	C103
1114	郭韋廷	麗山高中三年級	台北	C103
1115	林唯中	麗山高中三年級	台北	C103
1116	廖哲慶	麗山高中三年級	台北	C103
1117	許展誠	建國中學三年級	台北	C103
1118	許書餘	麗山高中三年級	台北	C103
1119	王正	麗山高中三年級	台北	C103
1120	白修瑋	麗山高中三年級	台北	C103
1121	郭庭瑄	北一女中二年級	台北	C104
1122	雷丰銓	南港高中一年級	台北	C104
1123	陳威丞	南港高中一年級	台北	C104
1124	汪昌泰	南港高中一年級	台北	C104
1125	曾紹威	花蓮高中二年級	台北	C104
1126	林子慶	花蓮高中二年級	台北	C104
1127	陳昭賢	花蓮高中二年級	台北	C104
1128	白正偉	花蓮高中二年級	台北	C104
1129	黃志強	花蓮高中二年級	台北	C104
1130	蘇柏駿	花蓮高中二年級	台北	C104
1131	梁如澤	花蓮高中二年級	台北	C104
1132	張晉榮	花蓮高中二年級	台北	C104
1133	張捷怡	師大附中三年級	台北	C104
1134	林哲仁	師大附中三年級	台北	C104
1135	張家峰	師大附中三年級	台北	C104
1136	許泰榕	師大附中三年級	台北	C104
1137	王以齊	師大附中三年級	台北	C104
1138	李振言	師大附中三年級	台北	C104
1139	張皓晴	師大附中三年級	台北	C104
1140	張慕傑	師大附中三年級	台北	C104
1141	孟昭宏	師大附中三年級	台北	C104
1142	黃振洋	師大附中三年級	台北	C104
1143	董盈秀	師大附中三年級	台北	C104
1144	段佳宏	師大附中二年級	台北	C104
1145	蕭逸凡	師大附中二年級	台北	C104
1146	孫傳祚	師大附中二年級	台北	C104
1147	陳泓宇	師大附中二年級	台北	C104
1148	薛文輔	師大附中二年級	台北	C104
1149	鐘祐良	師大附中二年級	台北	C104
1150	王楚鈞	師大附中二年級	台北	C104
1151	田凱仁	師大附中二年級	台北	C104

1152	張穎文	師大附中二年級	台北	C104
1153	吳秋憓	師大附中二年級	台北	C104
1154	周聖倫	師大附中二年級	台北	C104
1155	張益誠	師大附中二年級	台北	C104
1156	張琦偉	師大附中二年級	台北	C104
1157	莊格瑋	師大附中二年級	台北	C104
1158	鍾永信	師大附中二年級	台北	C104
1159	李伊璿	師大附中二年級	台北	C104
1160	劉士瑋	師大附中二年級	台北	C104
1161	李研儀	師大附中一年級	台北	C105
1162	高嘉	師大附中一年級	台北	C105
1163	程志明	師大附中一年級	台北	C105
1164	鍾瑋杰	師大附中一年級	台北	C105
1165	蕭文鈺	師大附中一年級	台北	C105
1166	薛穎超	師大附中一年級	台北	C105
1167	王英達	建國中學三年級	台北	C105
1168	陳鈺霖	建國中學三年級	台北	C105
1169	林孟勳	建國中學三年級	台北	C105
1170	羅弘益	建國中學三年級	台北	C105

「2003 年國際化學奧林匹亞競賽」選訓營筆試初選

彰化考場考生名單

(彰化師大)

編號	姓名	學校	考場	教室
2001	蘇崇豪	彰化高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2002	李彥龍	彰化高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2003	陳柏溶	彰化高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2004	洪承宗	彰化高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2005	方劭宇	彰化高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2006	顏珉玄	彰化高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2007	陳弘斌	彰化高中一年級	彰化	生物系 1012 教室
2008	黃暉哲	彰化高中一年級	彰化	生物系 1012 教室
2009	江政夫	彰化高中三年級	彰化	生物系 1012 教室
2010	許文澍	彰化高中三年級	彰化	生物系 1012 教室
2011	黃崇堯	彰化高中三年級	彰化	生物系 1012 教室
2012	高伯誠	彰化高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2013	黃師軒	彰化高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2014	黃煒軒	彰化高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2015	方毓賢	彰化高中一年級	彰化	生物系 1012 教室
2016	劉伯元	彰化高中一年級	彰化	生物系 1012 教室
2017	陳奕宏	彰化高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2018	吳明旭	彰化高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2019	張舜凱	彰化高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2020	吳岱洋	彰化高中一年級	彰化	生物系 1012 教室
2021	陳信安	彰化高中三年級	彰化	生物系 1012 教室
2022	吳信儒	彰化高中一年級	彰化	生物系 1012 教室
2023	洪偉倫	崇先中學高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2024	莊富升	崇先中學高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2025	巫唐孟	崇先中學高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2026	歐于德	崇先中學高中三年級	彰化	生物系 1012 教室
2027	羅于堯	崇先中學高中三年級	彰化	生物系 1012 教室
2028	林庭宇	嘉義高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2029	黃彥書	明道中學二年級	彰化	生物系 1012 教室
2030	侯雅雯	彰化女中一年級	彰化	生物系 1012 教室
2031	陳嘉霖	明道中學二年級	彰化	生物系 1012 教室

2032	廖年晨	衛道中學二年級	彰化	生物系 1012 教室
2033	袁章祖	嘉義高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2034	鐘方吟	彰化女中一年級	彰化	生物系 1012 教室
2035	謝佩珊	西苑高中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2036	李昕翰	明道中學二年級	彰化	生物系 1012 教室
2037	薛學文	台中一中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2038	李俊昇	明道中學二年級	彰化	生物系 1012 教室
2039	鄭丞劭	正心中學二年級	彰化	生物系 1012 教室
2040	蔡宜蒨	正心中學二年級	彰化	生物系 1012 教室
2041	吳坤益	忠明高中三年級	彰化	生物系 1012 教室
2042	黃育展	忠明高中三年級	彰化	生物系 1012 教室
2043	林詩容	忠明高中三年級	彰化	生物系 1012 教室
2044	陳育偉	溪湖高中三年級	彰化	生物系 1012 教室
2045	葉展宏	溪湖高中三年級	彰化	生物系 1012 教室
2046	高舶棋	員林高中三年級	彰化	生物系 1012 教室
2047	李哲宇	明道中學三年級	彰化	生物系 1012 教室
2048	劉宜芬	台中女中一年級	彰化	生物系 1012 教室
2049	郭映揆	台中一中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2050	張凱博	台中一中二年級	彰化	生物系 1012 教室
2051	楊世鈞	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2052	鄭元韶	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2053	謝向傑	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2054	林邑軒	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2055	廖偉成	台中一中一年級	彰化	藝薈館化學系教室
2056	林冠宇	台中一中一年級	彰化	藝薈館化學系教室
2057	林卓逸	台中一中一年級	彰化	藝薈館化學系教室
2058	盧則豫	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2059	鄭伯亮	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2060	林彥豪	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2061	陳文豪	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2062	陳冠霖	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2063	洪國華	台中一中一年級	彰化	藝薈館化學系教室
2064	洪聖祐	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2065	劉俊廷	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2066	簡維邑	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2067	吳泓儒	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2068	郭翰昇	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室

2069	田正宗	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2070	何汶璁	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2071	黃喬煜	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2072	郭力元	台中一中三年級	彰化	藝薈館化學系教室
2073	郭彥志	台中一中三年級	彰化	藝薈館化學系教室
2074	施博夫	正心中學二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2075	梁均瑜	台中女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2076	陳逸軒	台中女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2077	姚舒之	台中女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2078	廖相如	台中女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2079	李映潔	台中女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2080	楊依倩	台中女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2081	洪碧涵	台中女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2082	郭學徽	台中女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2083	林昀萱	台中女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2084	劉軒如	彰化女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2085	馬梅君	彰化女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2086	張郡芳	彰化女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2087	賴曉琪	彰化女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2088	林綉媚	彰化女中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2089	廖家慶	弘文高中二年級	彰化	藝薈館化學系教室
2090	陳冠文	弘文高中一年級	彰化	藝薈館化學系教室
2091	楊祐任	弘文高中一年級	彰化	藝薈館化學系教室
2092	劉信呈	台中一中二年級	彰化	藝薈館化學系教室

「2003 年國際化學奧林匹亞競賽」選訓營筆試初選
高雄考場考生名單
(高雄師大)

編號	姓名	學校	考場
3001	楊紹銓	高雄中學二年級	4405 教室
3002	黃文珊	北門高中三年級	4405 教室
3003	陳廷箴	陸興中學二年級	4405 教室
3004	高君豪	道明中學一年級	4405 教室
3005	李俊毅	台南一中三年級	4405 教室
3006	黃俊儒	陸興中學二年級	4405 教室
3007	林茂森	陸興中學二年級	4405 教室
3008	李其昀	陸興中學二年級	4405 教室
3009	王顗棣	台南女中三年級	4405 教室
3010	林芳嫻	高雄女中三年級	4405 教室
3011	蕭大漢	屏東高中三年級	4405 教室
3012	徐菁寧	高雄女中三年級	4405 教室
3013	吳偉榤	同濟中學二年級	4405 教室
3014	蔡耀宗	同濟中學二年級	4405 教室
3015	鄧明凱	同濟中學二年級	4405 教室
3016	吳昱德	高雄中學三年級	4405 教室
3017	姚啓元	高雄中學三年級	4405 教室
3018	李君右	高雄中學三年級	4405 教室
3019	賴威廷	高雄中學三年級	4405 教室
3020	廖昶筌	高雄中學三年級	4405 教室
3021	陳喬凱	高雄中學二年級	4405 教室
3022	黃政穎	鳳山高中三年級	4405 教室
3023	李浩任	鳳山高中三年級	4405 教室
3024	林寶濱	立志中學三年級	4405 教室
3025	莊國偉	立志中學三年級	4405 教室
3026	吳韋霖	屏東高中三年級	4405 教室
3027	史昇民	高雄中學三年級	4405 教室
3028	徐立玲	聖功女中三年級	4405 教室
3029	宋雪莉	聖功女中三年級	4405 教室
3030	鄭百珊	聖功女中三年級	4405 教室
3031	朱姵菁	聖功女中三年級	4405 教室
3032	王于綺	聖功女中三年級	4405 教室
3033	孫慧倫	聖功女中三年級	4405 教室
3034	謝依婷	聖功女中三年級	4405 教室

3035	王姿勻	聖功女中三年級	4405 教室
3036	黃資雅	聖功女中三年級	4405 教室
3037	林雨潔	聖功女中三年級	4405 教室
3038	陳郁玲	聖功女中三年級	4405 教室
3039	魏鈐穎	聖功女中三年級	4405 教室
3040	陳姿樺	聖功女中三年級	4405 教室
3041	劉庭軒	台南一中一年級	4408 階梯教室
3042	王昭欽	台南一中一年級	4408 階梯教室
3043	陳政偉	台南一中一年級	4408 階梯教室
3044	盧弘毅	台南一中一年級	4408 階梯教室
3045	蔡孟修	台南一中一年級	4408 階梯教室
3046	鄒沛剛	台南一中二年級	4408 階梯教室
3047	郭宗翰	台南一中二年級	4408 階梯教室
3048	郭書斌	台南一中二年級	4408 階梯教室
3049	倪承賦	台南一中二年級	4408 階梯教室
3050	張淸淞	台南一中二年級	4408 階梯教室
3051	張育興	台南一中二年級	4408 階梯教室
3052	洪國棟	台南一中二年級	4408 階梯教室
3053	吳鑫鴻	台南一中二年級	4408 階梯教室
3054	薛硯中	台南一中二年級	4408 階梯教室
3055	陳奕成	台南一中二年級	4408 階梯教室
3056	陳明成	台南一中二年級	4408 階梯教室
3057	蔡牧宏	台南一中二年級	4408 階梯教室
3058	周佑聰	台南一中二年級	4408 階梯教室
3059	柯呈諭	台南一中二年級	4408 階梯教室
3060	廖唯誠	台南一中二年級	4408 階梯教室
3061	藍恭傑	台南一中二年級	4408 階梯教室
3062	邱俊瑋	台南一中二年級	4408 階梯教室
3063	王崇丞	台南一中二年級	4408 階梯教室
3064	許博凱	台南一中二年級	4408 階梯教室
3065	蔡明憲	台南一中二年級	4408 階梯教室
3066	梁家豪	台南一中二年級	4408 階梯教室
3067	吳峙磐	台南一中二年級	4408 階梯教室
3068	劉怡慶	台南一中三年級	4408 階梯教室
3069	沈上博	台南一中三年級	4408 階梯教室
3070	黃振銘	台南一中三年級	4408 階梯教室
3071	蘇泓源	台南一中三年級	4408 階梯教室
3072	沈上淵	台南一中三年級	4408 階梯教室
3073	劉宇凱	台南一中三年級	4408 階梯教室

3074	張哲瑜	台南一中三年級	4408 階梯教室
3075	張逸謙	台南一中三年級	4408 階梯教室
3076	黃韻誠	台南一中三年級	4408 階梯教室
3077	劉芝吟	台南女中三年級	4408 階梯教室
3078	翁涵育	興國中學一年級	4408 階梯教室
3079	曾文歆	興國中學一年級	4408 階梯教室
3080	蔡聖恩	興國中學一年級	4408 階梯教室
3081	侯沛羽	興國中學一年級	4408 階梯教室
3082	顏韻珊	興國中學一年級	4408 階梯教室
3083	葉宗翰	興國中學一年級	4408 階梯教室
3084	張琮浩	興國中學一年級	4408 階梯教室
3085	李宗翰	興國中學一年級	4408 階梯教室
3086	趙書漢	興國中學一年級	4408 階梯教室
3087	郭峻瑋	興國中學一年級	4408 階梯教室
3088	王智毅	興國中學一年級	4408 階梯教室
3089	陳耕	興國中學一年級	4408 階梯教室
3090	王翊倫	興國中學一年級	4408 階梯教室
3091	蔡明叡	興國中學一年級	4408 階梯教室
3092	潘欣平	興國中學一年級	4408 階梯教室
3093	鄭育修	興國中學二年級	4408 階梯教室
3094	沈宗岳	興國中學二年級	4408 階梯教室
3095	余依靜	興國中學二年級	4408 階梯教室
3096	蔡豐駿	興國中學二年級	4408 階梯教室
3097	施凱文	興國中學二年級	4408 階梯教室

「2003 年國際化學奧林匹亞競賽」選訓營筆試初選

考生注意事項

1. 考生應按規定之考試開始時間入場，遲到逾二十分鐘者，不得入場；已入場應試者，考試開始六十分鐘內不得離場；強行入場或離場者，取消其考試資格。
2. 考生應將選擇題及非選擇題作答於答案卷，否則不予計分。(不額外供給答案卷或答案紙)
3. 考生在考試進行中，發現試題本印刷不清時，得舉手請監試人員處理，但不得要求解釋題意。
4. 考生在考試進行中，如未攜帶計算機不得向其他考生或監考人員借用。
5. 考生須遵循監試人員的指示，配合核對准考證與考生名冊，並於考試時在考生名冊上以中文正楷親筆簽名。
6. 考生在開始作答前，應遵照監試人員的指示將姓名及其就讀學校名稱以中文正楷按規定書寫於答案卷封面上以方便事後密封。
7. 考生姓名未在考生名冊中者，准其應考但應補辦報名手續，同時也應完成前項之簽名。
8. 考生選擇題作答方式以橫向書寫，每列以 10 小題爲原則，以節省答案卷空間。

敬請張貼

2003 年國際化學奧林匹亞競賽初選筆試試題

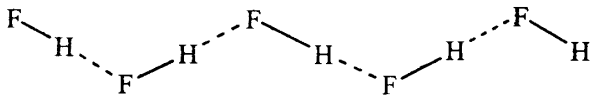
說明：本試題分選擇題及非選擇題二大部份，總分共計 120 分。

一、選擇題：每題 2 分，共計 40 分

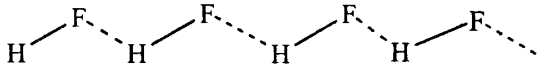
(b)1. 液態之 HF(liquid hydrogen fluoride)分子結構為？

(a) H——F---H——F----H——F-----

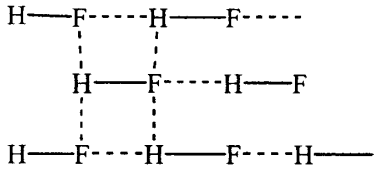
(b)



(c)



(d)



(e)2. 下列何者化學反應式是不存在的？

(a) $SnCl_{4(s)} + 2Cl^-_{(aq)} \rightarrow SnCl_6^{2-}{}_{(aq)}$

(b) $Al(OH_2)_6^{3+}{}_{(aq)} \rightleftarrows [Al(OH)(OH_2)_5]^{2+}{}_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

(c) $Ca_{(s)} + H_{2(g)} \rightarrow CaH_{2(s)}$

(d) $LiH_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_{2(g)} + Li^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

(e) $CH_{4(g)} + C_{(s)} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$

(c)3. 下列 DNA 片段，何者與 5'ATGGCCT 3'可形成互補鏈？

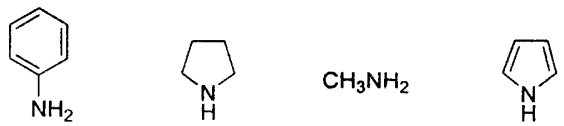
(a) 3'ATGGCCT 5'　(b) 3'UACCGGA 5'　(c) 3'TACCGGA 5'　(d) 5'TACCGGA 3'

(b)4. 下列何者非 RNA 特性？

(a) 可負責蛋白質合成　(b) 均為雙股螺旋結構

(c) 可攜帶氨基酸供蛋白質合成用　(d) 可催化反應進行

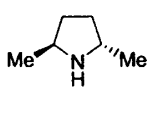
(b)5. 請排列下列化合物之鹼性之強弱(由強而弱)



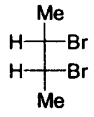
A　B　C　D

(a) A > C > B > D　(b) B > C > A > D　(c) A > B > D > C　(d) D > B > A > C

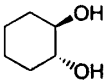
(c)6. 請指出下列諸化合物何者無光學活性



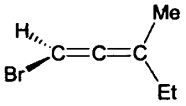
A



B



C



D

(a) A 與 C　　(b) B 與 D　　(c) B　　(d) D

(b)7. 下列何者為反應(3)的平衡常數？

(1) $C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftarrows 2\,CO_{(g)}$　　$K_1 = 1.0 \times 10^{14}$

(2) $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftarrows COCl_{2(g)}$　　$K_2 = 2.0 \times 10^{-3}$

(3) $C_{(s)} + CO_{2(g)} + 2\,Cl_{2(g)} \rightleftarrows 2\,COCl_{2\,(g)}$　　$K_3 = ?$

(a) 4.0×10^{5}　　(b) 4.0×10^{8}　　(c) 2.0×10^{11}　　(d) 5.0×10^{16}

(d)8. 已知 $H_2O_{(g)}$的莫耳生成熱為 - 242 kJ/mole，下列何者為 $H_2O_{(l)}$在相同條件下的莫耳生成熱(kJ/mole)？

(a) - 182　　(b) - 206　　(c) - 242　　(d) - 282

(d)9. 請問在下列中，何者在水中是最強酸?

(a) HCl　　(b) HNO_3　　(c) H_2SO_4　　(d) H_3O^+

(a)10. 下表列示四種一級醇於攝氏 20 度時在每 100 克水中的溶解度(克)。

一級醇	溶解度(克)
(a) 1-丙醇	∞
(b) 1-丁醇	7.9
(c) 1-戊醇	2.7
(d) 1-己醇	0.6

請問在此四種醇中，何者會是溴化鉀的最好溶劑？

11. 下列原子或離子何者之游離能最大？

(a) F　　(b) F^-　　(c) H　　(d) He

12. 相同重量之下列分子何者在燃燒後釋放出最多的熱量？

(a)環己烷　　(b)苯　　(c)乙烯　　(d)丁烯

(a)13. ***a*** L 的 ***b*** mol/L 硫酸溶液與 ***c*** L 的 ***d*** mol/L 氨水反應後溶液的 pH 值等於 7，則 c 與 d 的乘積必為：

(a) >2ab　　(b) =ab　　(c) <ab　　(d) >ab

(d)14. 丙胺酸（$H_2NC(CH_3)HCOOH$）是一種胺基酸，其分子結構中-COOH 的 $pK_a = 2.35$，$-NH_2$ 的 $pK_b = 4.13$。今有 100 毫升 0.01 M 丙胺酸溶液，其 pH 值應為

(a) 2.35　　(b) 3.24　　(c) 4.13　　(d) 6.11

(c)15. 將 2 克純的 NaOH 固體， 分別加入下列 100 毫升的溶液中，則溶液的導電能力有強烈變化的是：(原子量：Na=23　O=16　H=1)

(a) 0.5 M 鹽酸　　(b) 0.25 M 硫酸　　(c) 0.5 M 醋酸　　(d) 0.25 M 硫酸銅

(b)16. 有一含鹼性物質經酸鹼滴定分析結果被認為含有 20%的 NaOH，後來發現樣品所含的為氫氧化鉀，試問氫氧化鉀在該樣品所佔的百分比為多少？(原子量：鈉為 23、 鉀為 39)

(a) 40 (b) 28 (c) 56 (d) 14

(c)17. HCl、 $AgNO_3$ 、 NaOH 、 I_3^- 、 $KMnO_4$ 、EDTA 六種水溶液中，有幾種不適合以橡皮頭滴定管裝填 ？

(a) 2 種 (b) 3 種 (c) 4 種 (d) 5 種

(a)18. 實驗室常用的酸鹼試劑其原始濃度(有效數字至個位數)為 HCl 10M 、H_2SO_4 18M、HNO_3 15M 、 NH_3 15M 、CH_3COOH 16M 。 以上敘述正確的有幾個 ？

(a) 2 個 (b) 3 個 (c) 4 個 (d) 5 個

(c)19. 以 $AgNO_3$ 溶液來滴定 NaCl 溶液，若以 K_2CrO_4 為指示劑，則到達滴定終點時溶液的性質最好為：

(a) 酸性 (b) 鹼性或中性 (c) 中性 (d) 酸性或中性

(a)20. 下列哪一相敘述是正確的？

(a) 25℃時氯化銀在 0.01M KNO_3 溶液中的的溶解度比其在純水中大

(b) 25℃時 0.1M KCl 溶液之 pH 值為 7.00

(c) 25℃時 $Fe(OH)_3$（$Ksp = 3x10^{-38}$）的溶解度為 s，則 $Ksp = s(3s)^3$

(d) Li^+ 的水合離的半徑子比 K^+的水合離的半徑小

二、非選擇題：配分見各題，共計 80 分

1. 大部份第一列過渡金屬(first-row transition metals)已知為人類身體所需之元素，尤其是"鐵"，含鐵酵素(iron-containing enzyme)為一配位化合物，此鐵酵素可以與配位基(ligands)結合，釋放此第六配位基，同時可以產生氧化還原之反應，這此特性造成含鐵酵素為一良好之"氧"儲存與傳遞之酵素。需血紅素(hemoglobin)扮演著傳送 O_2 之角色，血紅素與氧之反應可以下列反應式表示：

$$H_b + 4O_2 \rightleftharpoons H_b(O_2)_4$$

(血紅素) (含氧血紅素)

試回答下列問題： (10%)

(1) 在哺乳類動物，負責氧儲存功能之組織(tissues)之名稱為何？

(2) 為何在動脈血管中之血液為鮮紅色？而靜脈血管中之血液為深藍色？請用配位基理論(ligand-field theory)及其結構之改變來解釋。

(3) 一般生長於平地之人爬上高山，常出現所謂高山症(high-altitude sickness)造成人之疲勞，此時可以增加氧氣供應來解決此症狀，但為何常住於高山之人卻作息正常，不需用氧氣筒來增加供氧量。請用化學原理來解釋此一現象？

(4) 引用化學反應原理解釋為何有一氧化碳中毒？

(5) 為何 CN^- 配位基被稱為呼吸系統之抑制劑(inhibitor)？

Ans:

(1) 肌紅素(myoglobin)

(2) 因 oxyhemoglobin 係 O_2 鍵結到 Fe^{2+} 上，O_2 爲 strong field ligand，因此使此 oxyhemoglobin 之 Fe^{2+} 爲 d^6 diamagnetic 之電子結構(electron configuration)，因此爲鮮紅色，當 O_2 釋放後，其配位位置被 H_2O 所取代，因 H_2O 爲 weak-fiedld ligand，因此使此 H_2O 配位之 hemoglobin 爲一 paramagnetic complex，所以爲藍色。

(3)

$$H_b + 4O_2 \rightleftharpoons H_b(O_2)_4$$

當身體血液中增加血紅色(H_b)之濃度時，依 Le chatelier's principle 上述反應向右進行，因而 $H_b(O_2)_4$(oxyhemoglobin)增加了。

(4) CO 與 hemoglobin 中心金屬 Fe^{2+} 之結合力爲 O_2 與 Fe^{2+} 之結合力的 200 倍。

(5) CN^- 會配位鍵結至人體中之 cytochrome oxidase (含鐵之酵素)，而抑制了 cytochrome enzyme 之電子傳送(electron-transfer processes)而造成人之死亡

2. N_2O_4 在 25℃及 1 大氣壓下有一部分解成 NO_2，其混合氣體密度為 3.176 g/L，求 N_2O_4 的分解率及其平衡常數 Kc and K_p 值？(R=0.082 atm-L/mol · K) (6%)

Ans:

$N_2O_4 = 2NO_2$

1 0

$1-\alpha$ 2α $N_2O_4 = 28+64=92$

pM=dRT

$$M=\frac{dRT}{p}=\frac{3.176\times0.082\times298}{1}=77.6$$

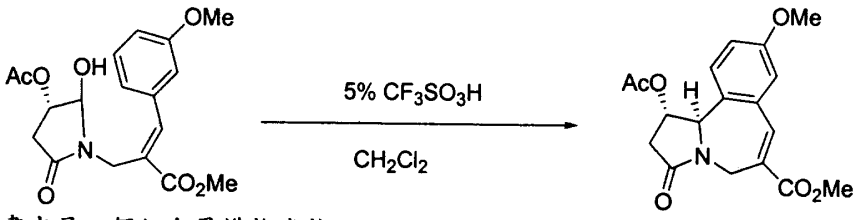
$$77.6=\frac{92}{1+\alpha} \qquad \alpha=0.186$$

$$Kp=\frac{(\frac{2\alpha}{1+\alpha})^2 p^2}{(\frac{1-\alpha}{1+\alpha})p}=\frac{4\alpha^2 p}{1-\alpha^2}=\frac{4(0.186)^2\times1}{1-(0.186)^2}=0.143atm$$

Kc=Kp(1/RT)^Δn $= 0.143/ [(0.082x298)]^1 = 5.85x10^{-3}$ mole/Liter

3. 結構式的推論與導證： (8%)

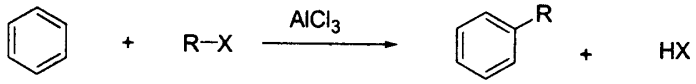
2003 年英國作者 Marson 利用不對稱合成了 phorbol 的中心結構---ABC 環的系統，其中最重要的反應如下列方程式所示(這是一般的有機反應稱為 Friedel-Crafts 烷基化反應)



(1) 畫出另一個位向異構物產物。

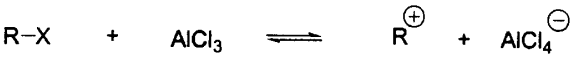
(2) 能否利用 Friedel-Crafts 的反應機構推出上述的反應機構？

提示：Friedel-Crafts 烷基化反應：

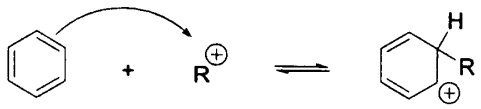


反應機構：

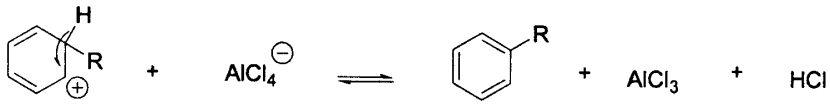
Step1：



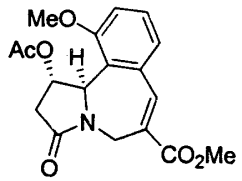
Step 2 ：

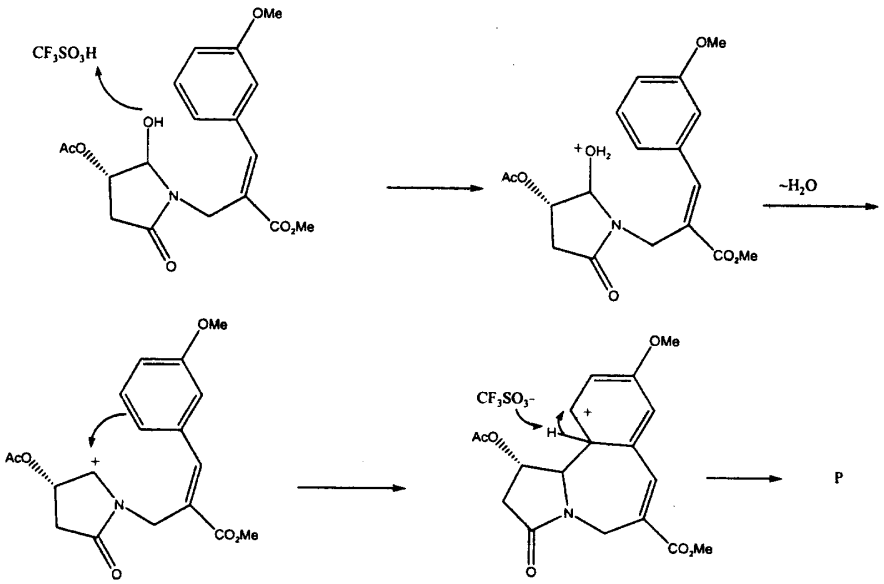


Step 3：

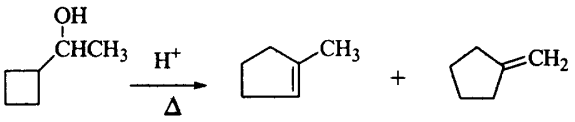


Ans:



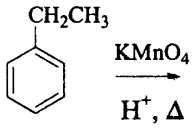


4. 醇類在酸的催化下加熱易脫水生成烯類，試推定下列反應之步驟 (反應機構)。 (4%)

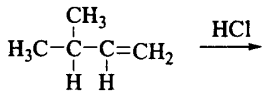


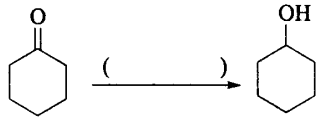
Ans:

5. 試完成下列之反應。 (8%)

(a) 

(b) $CH_3CHO \xrightarrow{\text{稀 } OH^-}$

(c) 

(d) 

Ans:

6. 試以圖形繪出 H 至 Ne 原子之游離能變化；縱軸為游離能、橫軸為原子序，並說明游離能如此變化之原因。 (4%)

7. 生成熱應用：下表為物質在標準條件下的莫耳生成熱(kJ/mole)。 (4%)

物質	$CO_{(g)}$	$CO_{2(g)}$	$NO_{2(g)}$	$N_2O_{4(g)}$
生成熱	- 111	- 394	+ 34	+ 9

(1) 計算 $CO_{(g)}$的莫耳燃燒熱。

(2) 比較下列反應在 25.0 °C 及 50 °C 的平衡常數大小，並說明理由。

$$N_2O_{4(g)} \rightleftarrows 2\,NO_{2(g)}$$

Ans:

- 394 - (- 111) = - 283 kJ/mole

$\Delta H > 0$， 增溫 $\Rightarrow$ 平衡右移。 K(50) > K(25)

8. 化學實驗課中，老師要小胖以 0.01M KIO_3 溶液來滴定燒杯裡的 100 毫升 0.01 M TlCl 溶液。假設 TlCl 與 KIO_3 溶液均是配製於 1.0 M 鹽酸中，且還原半反應（尚未平衡）。$IO_3^- \rightarrow ICl_2^-$ 的 $E^o = 1.24$ V；$Tl^{3+} \rightarrow Tl^+$的 $E^o = 0.77$ V。請計算滴定達當量點時溶液的電位（相對於標準氫電極）應為多少伏特。 (6%)

Ans:

$IO_3^- + 2Tl^+ + 2Cl^- + 6H^+ \rightarrow ICl_2^- + 2Tl^{3+} + 3H_2O$

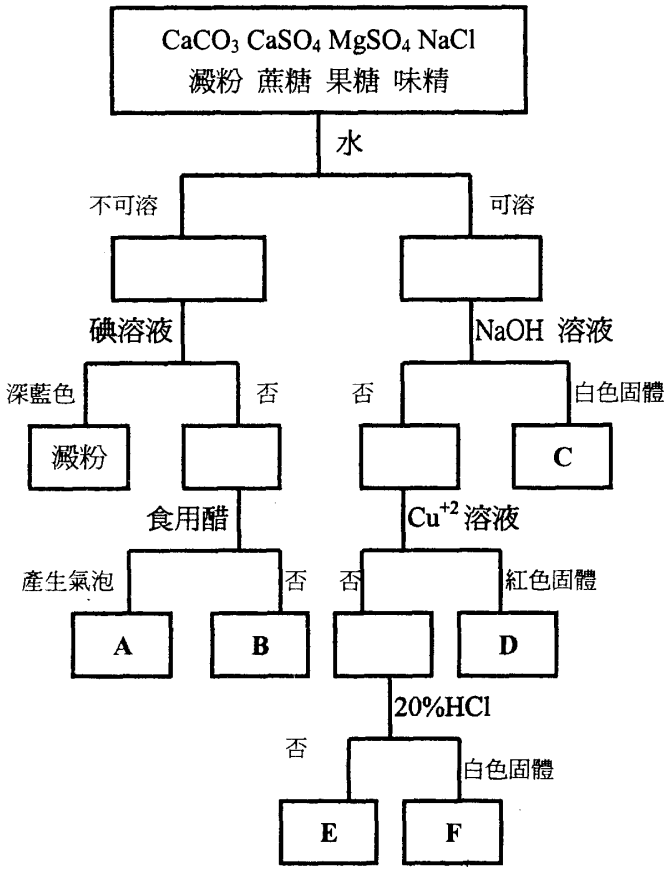
ans $E_{eq} = 1.08$ V ($\because 3E_{eq} = 1.24x2 + 0.77 = 3.25$ V)

9. 測定血液中 Ca^{2+}(原子量為 40.0)的方法和結果是：取 10 mL 血液樣品，加入$(NH_4)_2C_2O_4$，得到 CaC_2O_4 沉澱。沉澱經洗滌後溶於強酸得到 $H_2C_2O_4$。 $H_2C_2O_4$ 溶液以 0.0200 M 的 $KMnO_4$ 溶液滴定(生成 CO_2)，用了 6.00 mL。試計算血液中 Ca^{2+} 的濃度為多少 g/L。 (4%)

Ans: $2MnO4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$

$2/5 = 0.02*6/x$ $x = 0.3$ mmoles $0.3*10^{-3}*40g/0.01L = 1.2$ g/L

10. 有一混合物含有七種家庭中常用的化合物，經過不同步驟處理後可將其分離。試將下列 ABCDEF 各所代表的物質標列出來。 (3%)



Ans:

$CaCO_3$ $CaSO_4$ $MgSO_4$ 蔗糖 (果糖、NaCl) 味精

11. 題組：下列為區別甲醇(methanol)與乙醇(ethanol)的一個微量試驗。

步驟

(1) 加 10 滴甲醇到檢驗盤(如下圖所示)的 A1 格中。

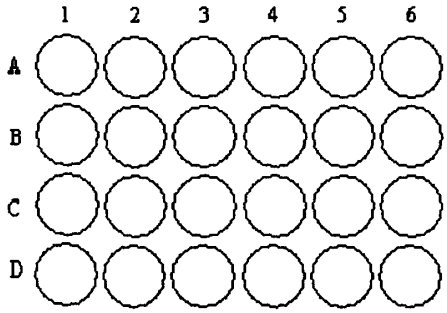
(2) 加 10 滴乙醇到 A2 格中。

(3) 分別地加 25 滴 0.05 M 碘溶液到各醇的檢驗格中。

(4) 再分別地加 10 滴 1 M 氫氧化鈉溶液到各醇的檢驗格中。

(5) 緩慢地旋轉檢驗盤數次促使均勻地混合，觀察碘的顏色變化。

(6) 在仔細地觀察兩分鐘之後，你能注意兩種醇有何區別嗎？你能說明此區別嗎？



問題

(1) 依照步驟反應物和試劑使用的量，碘為限量試劑或過量試劑？為什麼？(2 %)

(2) 在步驟 5 中，緩慢地旋轉檢驗盤數次，碘的顏色變化為何？(1 %)

(3) 在步驟 6 中，在觀察兩分鐘之後，發生什麼現象能夠區別兩種醇？(2 %)

(4) 分別地寫出甲醇與乙醇的在檢驗過程中的一連串的反應式，並且說明它們在步驟 6 中所發生現象的理由。(3 %)

Ans:

1. 碘爲限量試劑。假設甲醇和乙醇的比重均約爲 1 而且 1 mL 有 20 滴，那麼 10 滴甲醇和乙醇的重量約爲 0.5 g。因此甲醇和乙醇的莫耳數約分別爲 0.016 mol (0.5/32)和 0.011 mol (0.5/46) 。假設碘溶液 1 mL 有 20 滴，那麼 25 滴 0.05 M 碘溶液的莫耳數有 0.000063 mol (25/20*0.001*0.05)。因此碘的莫耳數較甲醇和乙醇低數百倍。

2. 在旋轉檢驗盤數次後，在兩種醇的檢驗格中碘的紅棕色均開始褪色。

3.在數分鐘之後，在乙醇的檢驗格中出現雲霧狀及有消毒的味道，然而在甲醇的檢驗格中仍然澄清。

4. $CH_3OH + I_2 \rightarrow HCHO + I^-$。

$HCHO + I_2 + OH^- \rightarrow HCOO^- + I^-$。

$CH_3CH_2OH + I_2 \rightarrow CH_3CHO + I^-$。

$CH_3CHO + I_2 + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + CHI_3\ (s) + H_2O$。

在步驟 6 中所發生現象是因爲在鹼性中乙醇與碘反應產生碘仿(CHI_3)的沈澱，因而出現雲霧狀及有消毒的味道，但是甲醇與碘反應不產生碘仿。

12. 試解釋下述之現象

(1) 檸檬汁冰過後，其酸度略感降低？ (2%)

(2) 在以強鹼水溶液滴定弱酸時，當滴定至一半附近時，溶液中的pH值變化很小？(2%)

Ans:

(1)酸的解離度隨著溫度的降低而降低

(2)以強鹼滴定弱酸時，會有弱酸與其共軛鹼之緩衝溶液系統現象，在滴定至一半時，弱酸與其共軛鹼含量比爲 1，有最大的緩衝包容力(buffer capacity)。

13. 若要將水溶液中的沉澱物分離，有時需先將其浸煮 1~2 小時再行過濾分離。浸煮有何目的 ?並敘述其原理! (4%)

Ans:

使沉澱物更緊密、更具可過濾性、更純。

沉澱物中結合力較弱的水分子得到密度較大的動能而較易離開。溶解與再結晶的速率增加可以使純度更佳、顆粒更大。

14. 一水溶液中含有某一金屬離子 M^{n+}，試問如何以一有機溶劑將其萃取？水溶液的 pH 值與萃取率有何相關？ (3%)

Ans:

$HL(aq) \leftrightarrows H^+ + L^-$ ； $HL(aq) \leftrightarrows HL(org)$ ； $M^{n+} + L^- \leftrightarrows MLn(aq)$ ；

$MLn(aq) \leftrightarrows MLn(org)$

pH 值大 → L^-濃度較大 → MLn(aq)濃度較大 → MLn(org) 濃度較大→

萃取能力好，但需考慮是否 M(OH)n 沉澱影響

15. ^{14}C 是一種具有 β 放射性的碳同位素，其半生期為 $t_{1/2} = 5730$ 年。它可存在於自然界中，並且在大氣中經由氮原子與宇宙射線所產生的中子進行核反應而不斷的生成。碳可以和氧形成二氧化碳，並經由光合作用進入所有的生物系統中。目前未死亡植物的 ^{14}C 放射量為每克碳每分鐘有 15.3 次蛻變。而從一塊據稱為「耶穌的裹屍布」中取得樣本中，^{14}C 放射量為每克碳每分鐘有 14.1 次蛻變。此「耶穌的裹屍布」真的為耶穌所使用過的嗎？若否，它是何時被仿冒的？ (4%)

Ans:

$\ln No/Nt = kt$ $\ln 2 = k\, t_{1/2}$ $k = 0.693/5730$ $t = (2.303/k) \log(No/Nt)$

$t = 2.303*5730/0.693* LOG(15.3/14.1) = 675$ yrs

2003-675 = 西元 1328

2003年國際化學奧林匹亞參賽競賽筆試北中南名單

編號	姓名	學校	選	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	總分	排名
2072	郭力元	台中一中三	26	10	4	3	0.5	4	4	2	2	4	3	3	4	2	1		72.5	1
2073	郭彥志	台中一中三	24	4	3	3	0	4	4	4	2	4	2	4	4	0	1	4	67	2
3005	李俊毅	台南一中三年	24	6	5	0	0	4	4	3	0	4	3	0	4	1	3	4	65	3
1082	吳弘毅	武陵高中三	24	6	6	3.5	0	4	4	4	2	4	3	1	2				63.5	4
2050	張凱博	台中一中二	22	7	3	0	3	8	2	3	2	4	2.5	0	4	1	2		63.5	5
3098	王士綸	高雄中學三	24	6	4	4	0	4	4	4	0	4	2	0	3	0	0	4	63	6
1139	張皓晴	師大附中三	32	6	3	0	2	6	4	3	2	2	2.5						62.5	7
3027	史昇民	高雄中學三年	28	6	6	0	1	4	4	4	2	4	3						62	8
3021	陳喬凱	高雄中學三年	26	7	2	0	0	6	4	2	2	4	3	0	4	1			61	9
2028	林庭宇	嘉義高中二	26	4	6	0	0	4	4	4	0	4	2.5	0	3	2			59.5	10
1094	劉昌杰	建國中學三	28	6	0	0	0	4	4	4	0	4	2.5	2	4				58.5	11
1098	周詩泉	建國中學三	24	4	4	4	0	4	4	4	0	4	2.5	0	4				58.5	12
1102	黃千睿	建國中學二	28	8	1	4	1.5	4	4	4	0	2	2						58.5	13
3017	姚啓元	高雄中學三年	28	4	6	0	0	4	4	4	0	4	1.5	0	2	1			58.5	14
3074	張哲瑜	台南一中三年	24	2	2	8	0	4	3	3	0	4	2.5	0	4	1			57.5	15
1069	溫恪瑩	武陵高中二	26	4	2	4	0	4	4	4	0	4	1.5	0	2				55.5	16
3097	施凱文	興國中學二	22	7	1	0	3	4	4	4	0	2	1.5	0	4	1	0	2	55.5	17
1007	黃嘉彥	建國中學三	24	6	4	4	0	4	4	4	0	4	1						55	18
1090	辛俊賢	建國中學三	20	6	2	0	0	5	4	4	2	4	3	0	4	1			55	19
3020	廖昶筌	高雄中學三年	24	7	3	0	1	4	2	4	0	4	2	0	4				55	20
3068	劉怡慶	台南一中三年	22	6	3	0	0	4	4	4	2	4	3	1	2				55	21
1140	張慕傑	師大附中三	18	4	6	0	0	4	4	4	0	4	2	0	4	1	0	3	54	22
2074	施博夫	正心中學二	22	5	3	0	0	4	4	4	0	0	2	2	4	0	0	4	54	23
3018	李君右	高雄中學三年	28	4	2	0	0	4	4	3	0	4	3	0	2				54	24
3039	魏鈐穎	聖功女中三年	22	5	4	0	0	4	3	4	0	4	2	0	4	1	1	0	54	25
2029	黃彥書	明道中學二	24	6	3	0	0	4	4	4	0	0	0.5	1	4	0	3		53.5	26
1024	郭玹銘	建國中學二	26	7	0	0	0	4	0	4	0	4	3	5					53	27
1028	官暉舜	建國中學二	22	6	1	4	3	4	4	4	0	4	1						53	28
1061	羅弘益	建國中學三	20	6	6	0	0	4	4	4	0	2	2	0	4	0	0	1	53	29
2053	謝向傑	台中一中二	24	7	1	0	0	2	4	4	0	4	3	0	4				53	30
1063	崔紘彰	建國中學三	22	5	3	0	0	2	4	4	0	4	2.5	1	4	0	0	1	52.5	31
2037	薛學文	台中一中二	26	6	2	0	0	4	4	2	2	0	2.5	0	4				52.5	32
2032	廖年晨	衛道中學二	24	6	2	0	0	4	2	4	0	4	1	1	4				52	33
2009	江政夫	彰化高中三	20	4	4	0	0	4	4	4	0	4	0.5	4	2	0	0	1	51.5	34
2033	袁章祖	嘉義高中二	24	4	6	0	0	2	4	4	2	4	1.5						51.5	35
1095	江宏禮	建國中學三	18	8	2	0	0	4	4	4	0	2	3	2	3	0	0	1	51	36
1143	董盈秀	師大附中三	22	6	2	0	0	4	4	4	0	4	2	0	3				51	37
2010	許文澍	彰化高中三	18	4	5	0	0	4	4	4	0	4	2	0	4	0	0	2	51	38

3073	劉宇凱	台南一中三年	24	6	0	2	2	2	4	4	0	2	0	1	4				51	39
1008	王宗揚	建國中學三	16	5	6	4	0	4	4	4	0	4	1.5	0	2				50.5	40
1137	王以齊	師大附中三	22	5	2	0	0	4	4	4	0	4	2.5	1	2				50.5	41
2071	黃喬煜	台中一中二	20	6	0	0	0	4	3	4	2	3	3	2	2	0	0	1	50	42
1043	林玉娘	中山女高三	22	6	4	0	0	2	4	4	0	0	2.5	1	4				49.5	43
1041	陳文豪	師大附中二	26	5	1	0	0	4	2	4	0	2	3	0	2				49	44
1089	許皓淳	建國中學三	16	0	6	0	4	4	4	4	0	4	3	0	4				49	45
2011	黃崇堯	彰化高中三	22	5	0	0	0	4	4	3	2	4	0	0	4	1			49	46
2069	田正宗	台中一中二	22	6	2	0	0	4	4	4	0	4	3						49	47
3038	陳郁伶	聖功女中三年	20	10	2	0	0	2	3	2	0	4	1	1	2	0	0	2	49	48
3069	沈上博	台南一中三年	18	4	6	0	0	4	4	4	0	2	2	0	4	1			49	49
3075	張逸謙	台南一中三年	20	2	5	0	0	4	4	4	0	4	3	0	2	0	0	1	49	50
1100	周俊丞	建國中學二	22	4	2	0	0	4	3	4	0	4	1.5	0	4				48.5	51
1035	楊婷雅	北一女中三	20	6	0	0	1	4	3	4	0	4	1	1	4				48	52
1036	劉綠杭	北一女中三	26	6	2	0	1	2	1	4	0	4	2						48	53
1075	丁致良	武陵高中三	24	0	2	0	0	4	4	3	0	2	3	0	2	0	0	4	48	54
1080	邱炳燁	武陵高中三	20	6	1	0	0	4	4	4	2	4	3						48	55
2083	林昀萱	台中女中二年	22	2	4	0	0	4	4	4	0	0	3	2	2	1			48	56
3023	李浩任	鳳山中學三年	18	5	6	0	1	4	4	3	0	2	2	0	3				48	57
1141	孟昭宏	師大附中三	20	3	6	0	0	4	4	4	0	4	1.5	1					47.5	58
1046	賴昭宇	建國高中三	22	4	5	0	0	2	4	2	0	1	3	0	4				47	59
1086	王之賢	武陵高中三	20	2	1	0	0	4	4	4	2	4	2	1	3				47	60
2064	洪聖祐	台中一中二	22	5	2	0	0	4	4	4	0	0	2	0	4				47	61
3072	沈上淵	台南一中三年	18	4	6	0	0	4	4	3	0	4	1.5	0	2				46.5	62
1084	賴君婷	武陵高中三	22	5	2	0	0	2	4	4	0	1	3	0	2	1			46	63
1092	林哲安	建國中學三	20	4	1	0	0	4	2	4	0	4	2	0	4	1			46	64
1142	黃振洋	師大附中三	16	0	3	4	0	4	4	4	2	4	2	0	2	0	0	1	46	65
2047	李哲宇	明道中學三	18	4	2	0	0	4	4	4	0	4	3	0	3				46	66
2077	姚舒之	台中女中二年	20	4	5	0	0	4	4	2	0	4	2	1					46	67
3095	余依靜	興國中學二	22	3	6	0	0	2	4	0	0	4	3	1	0	1			46	68
2065	劉俊廷	台中一中二	24	2	4	4	0.5	2	1	3	0	2	1	0	2				45.5	69
3012	徐菁寧	高雄女中三年	22	4	3	0	0	2	4	4	0	4	0.5	0	2				45.5	70
3036	黃資雅	聖功女中三年	20	6	2	0	0	2	3	4	0	2	1.5	2	3				45.5	71
1031	張庭瑞	建國中學三	22	4	3	0	0	2	4	4	0	0	2	0	4				45	72
1096	林業鈞	建國中學三	22	6	0	0	0	4	4	4	0	0	3	0	2				45	73
2052	鄭元韶	台中一中二	26	3	0	0	0	4	2	2	0	3	3	0	2				45	74
3054	薛硯中	台南一中二年	20	4	3	0	0	4	2	2	0	4	2	0	4				45	75
1062	周禹廷	建國中學三	22	2	2	0	0	4	4	4	0	2	1.5	0	3				44.5	76
1105	李浚豪	建國中學二	24	4	0	0	0	0	2	4	0	4	1.5	0	3	2			44.5	77
2049	郭映揆	台中一中二	22	0	3	0	0	2	2	4	0	4	1.5	1	2	0	0	3	44.5	78
3032	王于綺	聖功女中三年	26	4	0	0	0	4	0	4	0	3	1.5	0	2				44.5	79

3064	許博凱	台南一中二年	14	6	3	0	0	4	2	4	0	4	2.5	1	2	0	0	2	44.5	80
1097	王偉任	建國中學一	30	2	0	0	0	2	3	4	0	0	1	1	1				44	81
2031	陳嘉霖	明道中學二	26					4	4	3	0	3	0	0	4				44	82
2056	林冠宇	台中一中一	20	2	6	0	0	2	4	4	0	1	3	0	2				44	83
3063	王崇丞	台南一中二年	20	4	3	0	0	4	2	4	0	3	2	1	0	1			44	84
1158	鍾永信	師大附中二	26	0	1	0	0	2	2	2	0	4	0.5	3	2	1			43.5	85
2080	楊依倩	台中女中二年	18	2	2	0	0.5	2	4	4	0	4	1	2	4				43.5	86
1032	王緯貞	北一女中三	20	3	4	0	0	2	4	4	0	0	1	1	4				43	87
1052	何奕瑢	新竹女中三	22	0	2	0	0	4	4	4	0	0	3	0	4				43	88
2082	郭學徽	台中女中二年	20	4	6	0	1	4	4	0	0	0	0	0	2	2			43	89
3031	朱姵菁	聖功女中三年	22	2	1	0	0	4	4	2	0	4	1	1	2				43	90
1011	程志賢	南山中學二	22	4	0	0		2	0	4	2	2	2.5	0	4				42.5	91
1059	簡均羽	板橋高中三	16	4	1	0	0	2	3	4	0	4	1.5	3	4				42.5	92
3010	林芳嫻	高雄女中三年	20	6	3	0	0	2	0	4	0	4	2.5	0	0	1			42.5	93
1009	陳敬軒	建國中學三	22	0	0	0	0	4	4	2	0	0	3	2	3	0	0	2	42	94
2006	顏珉玄	彰化高中二	16	5	2	0	0	4	4	3	2	4	1					1	42	95
3016	吳昱德	高雄中學三年	16	4	3	0	0	4	3	4	0	4	2	1	1				42	96
3019	賴威廷	高雄中學三年	18	3	3	0	0	4	3	4	0	2	0	1	4				42	97
3058	周佑聰	台南一中二年	26	4	3	0	0	2	0	4	0	0	0	0	2	1			42	98
1045	蔡佳佑	建國高中三	18	4	1	0	0	4	4	2	2	0	1.5	1	4				41.5	99
1106	陳信安	建國中學二	12	5	5	0	0	2	2	4	1	4	1.5	1	4				41.5	100
1109	陳學毅	建國中學二	22	2	2	0	0	0	2	4	0	4	0.5	2	3				41.5	101
2023	洪偉倫	崇先中學二	22	4	0	0	0	3	2	4	0	4	0.5	0	2				41.5	102
2026	歐于德	崇先高中三	18	4	6	0	0	4	4	2	0	0	1.5	0	2				41.5	103
1051	陳泰霖	南華高中三	26	2	0	0	0	4	4	3	0	0	2						41	104
1110	謝綸	建國中學二	20	6	0	0	0	2	3	4	0	2	1	0	3				41	105
2039	鄭丞劭	正心中學二	22	4	2	0	0	2	0	2	2	4	1	0	2				41	106
3033	孫慧倫	聖功女中三年	24	2	0	0	0	4	3	4	0	0	2	0	2				41	107
3086	趙書漢	興國中學一	28	4						4	0	2	1	0	2				41	108
2051	楊世鈞	台中一中二	22	4	3	0	0	2	2	4	0	0	1.5	1	1				40.5	109
2076	陳逸軒	台中女中二年	20	2	0	0	0	2	4	4	0	3	1.5	0	4				40.5	110
3053	吳鑫鴻	台南一中二年	22	5	0	0	0	4	2	4	0	0	1.5	0	1	0	1		40.5	111
3056	陳明成	台南一中二年	18	2	6	0	0	4	0	3	0	4	1.5	0	2				40.5	112
1033	石翔文	北一女中三	20	2	5	0	0	0	4	2	0	2	1	0	4				40	113
1071	蔡希鈞	武陵高中二	24	4	0	0	0	0	4	2	0	1	1	2	2				40	114
1150	王楚鈞	師大附中二	20	4	1	0	0	2	2	2	0	4	1	1	1	1	1		40	115
2038	李俊昇	明道中學二	18	8	2	0	0	2	4	2	0	0	1	0	2	0	1		40	116
3070	黃振銘	台南一中三年	14	6	0	0	0	4	3	4	0	4	2	1	1	1			40	117
2062	陳冠霖	台中一中二	16	4	2	0	0	4	2	4	0	3	1.5	1	1	1			39.5	118
3030	鄭百珊	聖功女中三年	20	2	4	0	0	2	0	4	0	2	0.5	2	0	1	0	2	39.5	119
1015	高銘良	大理高中三	18	4	1	0	0	0	4	4	0	4	2	0	2				39	120

1042	黃愛茹	北一女中二	20	5	0	0	2	2	3	4	0	0	0	0	2	1			39	121
1108	楊允中	建國中學二	20	6	0	0	0	0	1	2	0	4	2	2	2				39	122
1135	張家峰	師大附中三	16	4	0	0	1	4	4	3	0	1	3	0	2	1			39	123
1167	王英達	建國中學三	18	2	2	0	0	4	4	2	0	4	1	0	2				39	124
2046	高舶棋	員林高中三	22					4	4	4	0	0	1	0	4				39	125
3002	黃文珊	北門高中三年	16	6	3	0	0	4	4	2	0	4							39	126
3035	王姿勻	聖功女中三年	16	4	1	0	0	4	4	4	0	1	3	1	1				39	127
1037	林宗翰	南山高中三	12	0	5	0	0	4	4	4	0	4	0.5	1	4				38.5	128
1134	林哲仁	師大附中三	20	2	1	0	0	4	4	2	0	4	0.5	0	1				38.5	129
2020	吳岱洋	彰化高中一	26	2					2	4			1.5		3				38.5	130
2070	何汶璁	台中一中二	18	2	2	0	0	4	3	4	0	0	2.5	1	2				38.5	131
3076	黃韻誠	台南一中三年	20	4	2	0	0	4	0	2	0	4	0.5	0	2				38.5	132
1048	王俞鈞	武陵高中一	20	0	2	0	0	2	3	4	0	0	3	1	3				38	133
1120	白修瑋	麗山高中三	16	4	1	0	0	4	4	4	0	0	1	0	4				38	134
2061	陳文豪	台中一中二	16	4	2	0	0	4	2	2	0	4	2	0	2				38	135
2075	梁均瑜	台中女中二年	16	2	6	0	0	4	1	4	0	2	3						38	136
3037	林雨潔	聖功女中三年	16	6	0	0	0	2	0	2	0	4	2	1	3	0	2		38	137
3092	潘欣平	興國中學一	20	6	4	0	0	0	0	2	0	0	2	2	2				38	138
1038	蕭令彥	中道高中三	22	2	2	0	0	2	3	4	0	2	0.5						37.5	139
1112	蔣得明	建國中學二	14	2	2	0	0	0	2	4	0	3	1.5	1	4	0	0	4	37.5	140
1115	林唯中	麗山高中三	18	0	6	0	0	2	2	3	0	0	0.5	0	2	0	0	4	37.5	141
2021	陳信安	彰化高中三	22	0	1	0	0	2	4	2	0	3	1.5	0	2				37.5	142
3055	陳奕成	台南一中二年	16	4	6	0	0	2	0	4	0	0	0.5	1	2	0	0	2	37.5	143
1039	吳潤節	中道高中三	20	2	1	0	0	2	2	1	0	0	2	3	4				37	144
1050	余坤興	建國中學二	14	6	2	0	0	2	0	4	0	4	1	0	3	0	0	1	37	145
1085	徐文祥	武陵高中三	14	2	2	0	0	2	4	4	0	4	2	1	2				37	146
2063	洪國華	台中一中一	18	2	0	0	0	4	2	2	0	4	2	0	2	0	0	1	37	147
3011	蕭大漢	屏東高中三年	20	4	2					2	0	4	1	0	4				37	148
3071	蘇泓源	台南一中三年	18	0	2	0	0	4	4	3	0	0	2	2	2				37	149
1060	李佳融	北一女中二	20	4	1	0	0	2	2	4	0	0	1.5	0	2				36.5	150
1138	李振言	師大附中三	16	2	3	0	0	4	4	4	0	0	0.5	1	2				36.5	151
1053	羅弘焜	建國中學二	18	2	0	0	0	0	2	4	0	4	1	0	4	1			36	152
2014	黃煒軒	彰化高中二	18	4	1	0	0	4	0	4	0	0	1	0	4				36	153
1067	林士勛	武陵高中二	20	0	0	3	0	4	3	2	0	2	1.5						35.5	154
1168	陳鈺霖	建國中學三	16	4	3	0	0	2	4	4	0	1	1.5						35.5	155
2078	廖相如	台中女中二年	18	0	4	0	0	2	3	4	0	1	1.5	0	2				35.5	156
3028	徐立玲	聖功女中三年	22	2	0	0	0	2	4	3	0	0	0.5	0	2				35.5	157
1056	王仁佐	建國中學三	20	0	2	0	0.5	0	4	4	0	0	2.5	0	2				35	158
1163	程志明	師大附中一	14	4	2	0	0	2	1	0	0	4	2	0	2	0	0	4	35	159
2013	黃師軒	彰化高中二	14	4	1	0	0	2	3	4	0	4	3						35	160
2045	葉展宏	溪湖高中三	22	0			1	2	4	2			1	2	1				35	161

2057	林卓逸	台中一中一	18	0	2	4	0	2	3	2	0	0	3	1	0				35	162
2081	洪碧涵	台中女中二年	20	2	0	0	0	2	4	4	0	0	1	0	2				35	163
3067	吳峙磐	台南一中二年	20	2	0	0	0	0	2	2	0	0	2	1	2	0	0	4	35	164
3096	蔡豐駿	興國中學二	16	2	1	0	0	2	0	4	0	4	1	0	4	1			35	165
1157	莊格瑋	師大附中二	14	3	4	0	0	2	2	4	0	4	0.5	0	1				34.5	166
2024	莊富升	崇先高中二	16	6				2	0	4	0	4	2.5						34.5	167
3026	吳韋霖	屏東高中三年	16	3	0	2	0	4	3	2	0	0	2.5	0	2				34.5	168
1040	莊智翔	中道高中三	18	2	2	0	0	2	2	3	0	0	0	0	4	1			34	169
1103	張哲愷	建國中學二	18	4	0	0	0	0	2	4	0	4	1	1					34	170
1027	陳柏舟	南山高中三	16	2	0	0	0	0	3	4	0	3	1.5	0	4				33.5	171
3040	陳姿樺	聖功女中三年	14	3	2	0	0	4	0	4	0	4	0.5	0	2				33.5	172
3061	藍恭傑	台南一中二年	14	4	2	0	1	2	0	4	0	0	0.5	2	2	2			33.5	173
1021	鄭宇恬	大理高中三	16	2	1	0	0	4	4	2	0	2	0	1	0	1			33	174
1101	蔣承毅	建國中學二	18	2	2	0	0	0	0	4	0	4	1	0	1	0	0	1	33	175
1116	廖哲慶	麗山高中三	12	2	1	0	0	4	4	2	0	4	2	2	0				33	176
2067	吳泓儒	台中一中二	22	2	0	0	0	4	2	0	0	0	1	0	2				33	177
2079	李映潔	台中女中二年	16	2	0	4	0	0	3	2	0	2	2	2					33	178
3001	楊紹銓	高雄中學二	12	4	2	0	0	4	3	2	0	0	1	1	0	0	0	4	33	179
1156	張琦偉	師大附中二	22	0	1	0	0	2	2	0	0	2	1.5	0	2				32.5	180
3065	蔡明憲	台南一中二年	14	0	5	1	0	2	0	4	0	2	2.5	0	2				32.5	181
1014	陳宜真	大理高中三	18	4	2	0	0	2	4	2									32	182
1066	江雅婷	武陵高中二	16	2	0	0	0	4	4	3	0	0	1	0	2				32	183
3051	張育興	台南一中二年	16	2	6	0	0	0	0	4	0	0	1	2	1				32	184
1010	郭欣瑜	新竹女中二	20	2	1	0	0	4	1	2	0	0	1.5						31.5	185
1022	林如嶽	新竹實中二	18	4	0	0	1	2	1	1	0	4	0.5						31.5	186
1029	侯景翰	建國中學二	16	7	2	0	0	0	2	2	0	0	0.5	1	1				31.5	187
1044	詹凱超	忠明高中三	18	4					3	3	0	0	0.5	0	3				31.5	188
2055	廖偉成	台中一中一	12	2	0	0	0	2	4	2	0	2	1.5	2	2	2			31.5	189
3062	邱俊瑋	台南一中二年	10	6	1	0	0.5	4	2	4	0	0	2	0	2				31.5	190
1020	李睿豪	大理高中三	12	6	2	0	0	4	2	2	0	0	2	1	0				31	191
1148	薛文輔	師大附中二	22	4	0	0	0	2	1	2	0								31	192
2001	蘇崇豪	彰化高中二	20	0	4	0	0	2	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	31	193
2003	陳柏溶	彰化高中二	12	4	0	0	0	4	4	4	0	0	2	0	1	0	0	0	31	194
2040	蔡宜蒨	正心中學二	16	4	1	0	1	0	0	3	0	1	2	1	2				31	195
3034	謝依婷	聖功女中三年	12	4	2	1	0	2	4	2	0	0	0	0	2	0	0	2	31	196
1058	陳境妤	板橋高中三	16	2	1	0	0	0	3	2	0	0	1	2	2	1			30	197
2027	羅于堯	崇先高中三	20	4					4				2						30	198
3077	劉芝吟	台南女中三年	18	2	1	0	0	0	0	4	0	0	2	1	2				30	199
3090	王翊倫	興國中學一	18	5	2	0	0	0	1	2	0	0	2						30	200
1104	許庭碩	建國中學二	18	4						2	2	0	1.5	1	1				29.5	201
2022	吳信儒	彰化高中一	18	3	0				2	2	0	0	1.5	1	2				29.5	202

2036	李昕翰	明道中學二	16	2				2	4	4	0	0	1.5						29.5	203
1019	張守嘉	大理高中三	18	4						4			1	1	1				29	204
1099	陳以儒	建國中學一	16	2	1	0	0	2	0	4	2	0	2						29	205
1107	陳彥良	建國中學二	24						1	2					2				29	206
3057	蔡牧宏	台南一中二年	10	4	2	0	0	4	2	3	0	0	2	0	1	0	0	1	29	207
1047	黃祖偉	建國高中三	14	2	0	0	0	2	4	3	0	0	0.5	1	2				28.5	208
2002	李彥龍	彰化高中二	16	2	0	0	0	4	0	2	2	0	1.5	1	0	0	0	0	28.5	209
3046	鄒沛剛	台南一中一年	16	4	0	0	0	4					1.5	1	2				28.5	210
3049	倪承賦	台南一中二年	16	4	2	0	0	2	0	3	0	0	1.5						28.5	211
3080	蔡聖恩	興國中學一	22	2	1	0	0	0	0	2	0	0	1.5						28.5	212
1013	張瑋哲	大理高中三	16	4	1	0	1	0	1	2	0	0	1	2					28	213
1026	郭建邦	南山高中三	14	2	1	0	0	0	4	4	0	3							28	214
1065	葉聿修	武陵高中二	16	6	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2				28	215
1068	劉乃瑄	武陵高中二	20	3	1	0	0	0	1	3	0								28	216
1136	許泰榕	師大附中三	12	2	2	0	0	2	3	0	0	4	1	0	2				28	217
3044	盧弘毅	台南一中一年	16	2	1	0	0	0	2	0	0	0	3	1	3				28	218
3091	蔡明叡	興國中學一	16	3	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	2	1			28	219
1087	陳建甫	建國中學一	20	0	2	0	0	0	3	2	0	0	0.5						27.5	220
2044	陳育偉	溪湖高中三	12	0	2				4	4	0	4	1.5						27.5	221
3052	洪國棟	台南一中二年	14	6	2	0	0	0	0	4	0	1	0.5						27.5	222
1005	吳開偉	板橋高中二	18	4								4	0	1					27	223
1064	李泓希	武陵高中二	14						3	4	2	3	1						27	224
1152	張穎文	師大附中二	16	4	0	0	0	2	2	1	0	0	1					1	27	225
3024	林寶濱	立志中學三年	16	4	2	0	0	2						1	2				27	226
3043	陳政偉	台南一中一年	14	4	1					4	0	2	2						27	227
3050	張清淞	台南一中二年	18	4						3			1	0	1				27	228
3066	梁家豪	台南一中二年	18	0	1	0	0	0	0	4	0	0	2	2	0				27	229
1018	張軒誠	大理高中三	16	4	1	0	0.5	2	2	1									26.5	230
1088	楊翔宇	建國中學一	16	4	2	0	0	0	2	2	0	0	0.5						26.5	231
1128	白正偉	花蓮高中二	16	2	0	0	0	0	4	4	0	0	0.5						26.5	232
2012	高伯誠	彰化高中二	16	4	1	0	0	2	0	2	0	0	0.5	1					26.5	233
2058	盧則豫	台中一中二	16					2	0	2	0	0	1.5	1	3	1			26.5	234
1114	郭韋廷	麗山高中三	8	2	1	0	0	4	4	4	0	0	1	0	2				26	235
1146	孫傳祚	師大附中二	16	2	2	0	0	0	2	2	0	0	2						26	236
1147	陳泓宇	師大附中二	14	0	1	0	0	4	2	2	0	1	0	0	2				26	237
3059	柯呈諭	台南一中二年	10	2	6	0	0	2	0	4	0	0	0	0	2				26	238
3078	翁涵育	興國中學一	20	2	1								2	1					26	239
3081	侯沛羽	興國中學一	20	2						2	0	0	2						26	240
1074	邱均洪	武陵高中二	16	2	2	0	0	2					0.5	0	2	1			25.5	241
1145	蕭逸凡	師大附中二	16	4	0	0	0	0	1	1	0	1	0.5	0	0	2			25.5	242
2092	劉信呈	台中一中二	20	2						2	0	0	0.5	1					25.5	243

3094	沈宗岳	興國中學二	14	1	1	0	0	2	0	0	2	2	1.5	0	2				25.5	244
1165	蕭文鈺	師大附中一	16	0	2	0	0	0	0	4	0	0	1					2	25	245
3048	郭書斌	台南一中二年	10	2	0	0	0	4	0	3	0	0	2	1	3				25	246
1025	林皇羽	建國中學一	14	2	2	0	1	2	0	1	0	0	1	0	1				24	247
2018	吳明旭	彰化高中二	14	4						4					2				24	248
3014	蔡耀宗	同濟中學二年	12	4					4	2	0	0	2						24	249
3015	鄧明凱	同濟中學二年	14					4	4	2									24	250
1003	王偉豪	板橋高中二	14	2						2	0	3	1.5	0	1				23.5	251
1055	余相甫	建國中學二	14	2	0	0	0	0	0	2	0	2	0.5	0	2	1			23.5	252
1155	張益誠	師大附中二	18	2	0	0	0	0	2									1	23	253
2066	簡維邑	台中一中二	16	4									1	2					23	254
3025	莊國偉	立志中學三年	12	5						3			2	1					23	255
1121	郭庭瑄	麗山高中三	12	0	0	2	0	2	0	3	0	1	0.5	0	2				22.5	256
1166	薛穎超	師大附中一	20	0	1								1.5						22.5	257
2042	黃育展	忠明高中三	16	2					2				2.5						22.5	258
2043	林詩容	忠明高中三	16	4						1			1.5						22.5	259
3008	李其昀	陸興中學二年	16	2									0.5	1	2	1			22.5	260
3088	王智毅	興國中學一	18	2									1.5	1					22.5	261
1049	朱育瑩	北一女中二	10	2	0	0	0	2	1	4	0	0	1	0	2				22	262
1151	田凱仁	師大附中二	8	4	1	0	0.5	2	2	1	0	2	1.5						22	263
1164	鍾瑋杰	師大附中一	14	3	0	0	1	0	3	0	0	0	1						22	264
1127	陳昭賢	花蓮高中二	10	2	0	0	0	0	1	2	0	4	2.5						21.5	265
1004	黃仲平	板橋高中二	18	2									1						21	266
2004	洪承宗	彰化高中二	8	4	0	0	0	4	0	2	0	0	1	0	2				21	267
2005	方劭宇	彰化高中二	14	2	0	0	0	2	0	2	0	0	1						21	268
3047	郭宗翰	台南一中二年	14	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1				21	269
3093	鄭育修	興國中學二	16							3	0	2							21	270
1162	高嘉	師大附中一	16	4									0.5						20.5	271
2060	林彥豪	台中一中二	10	5								3	0.5	0	2				20.5	272
1091	林健華	建國中學一	10	4	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	1			20	273
3041	劉庭軒	台南一中一年	14	2								1	3						20	274
3084	張琮浩	興國中學一	16	2									2						20	275
1129	黃志強	花蓮高中二	14	2									0.5	1	2				19.5	276
3083	葉宗翰	興國中學一	14		2					2			1.5						19.5	277
1070	簡柏銓	武陵高中二	12	6	0	0	0	0	1										19	278
1130	蘇柏駿	花蓮高中二	10	0	0	0	0	2	0	0	0	1	2	2	2				19	279
2059	鄭伯亮	台中一中二	12	4									0.5	0	2				18.5	280
3042	王昭欽	台南一中一年	14						1	1	0	0	1.5					1	18.5	281
1006	吳中玄	華江高中二	12					2		2			2						18	282
2085	馬梅君	彰化女中二	12	4										2					18	283
3013	吳傑樑	同濟中學二年	12						3	3									18	284

3060	廖唯誠	台南一中二年	12	2						4									18	285
1030	陳妤柔	景美女中一	16										1.5						17.5	286
1012	張涵彥	南山中學二	12	2	0	0	0	2	0	0	1								17	287
1072	陳嫩岱	武陵高中二	10					2	3	2									17	288
2030	侯雅雯	彰化女中一	16										1						17	289
3045	蔡孟修	台南一中一年	12						1				1	0	2	1			17	290
2084	劉軒如	彰化女中二	8	4						2	0	2	0.5						16.5	291
2090	陳冠文	弘文高中一	12	2									2.5						16.5	292
2091	楊祐任	弘文高中一	16										0.5						16.5	293
1016	鄭家祥	大理高中三	10	2	0	0	0	2	1					1					16	294
3006	黃俊儒	陸興中學二年	12	2				2											16	295
3085	李宗翰	興國中學一	12	2									2						16	296
2015	方毓賢	彰化高中一	12	2									1.5						15.5	297
1023	許巧宜	大理高中三	12						1	2									15	298
2048	劉宜芬	台中女中一	12	3															15	299
3007	林茂森	陸興中學二年	10	2				2						1					15	300
1131	梁如澤	花蓮高中二	8	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1					14	301
2007	陳弘斌	彰化高中一	10	2									1	1					14	302
2008	黃暉哲	彰化高中一	10	3										1					14	303
2035	謝佩珊	西苑高中二	10				1			1			1	1					14	304
2041	吳坤益	忠明高中三	14																14	305
3089	陳耕	興國中學一	12							2									14	306
1126	林子慶	花蓮高中二	6	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	2				13	307
3004	高君豪	道明中學一年	10	2									1						13	308
2019	張舜凱	彰化高中二	10	2									0.5						12.5	309
2088	林綉媚	彰化女中二	10	1	0								0.5					1	12.5	310
1073	謝青雲	武陵高中二	10					2											12	311
1124	汪昌泰	南港高中一	12																12	312
1132	張晉榮	花蓮高中二	8	2	0	0	0	2											12	313
1161	李研儀	師大附中一	8										1	1	0	0	0	2	12	314
2016	劉伯元	彰化高中一	8	2									1.5						11.5	315
1149	鐘祐良	師大附中二	8	0	1								0.5	1					10.5	316
1123	陳威丞	南港高中一	10																10	317
2089	廖家慶	弘文高中二	6	2									1			1			10	318
3087	郭峻瑋	興國中學一	6	2									1.5						9.5	319
3079	曾文歆	興國中學一	6											1					7	320
1122	雷丰銓	南港高中一	6																6	321
3003	陳廷箴	陸興中學二年	2					2					0.5	1					5.5	322
1160	劉士瑋	師大附中二	4										0.5						4.5	323
1001	廖啓翔	板橋高中二	缺考																0	324
1002	許育誠	板橋高中二	缺考																0	325

1017	陳思潔	大理高中三	缺考															0	326
1034	游曛慈	北一女中三	缺考															0	327
1054	張宜婷	新竹女中三	缺考															0	328
1057	陳家寬	建國中學三	缺考															0	329
1076	莊子由	武陵高中三	缺考															0	330
1077	李日馳	武陵高中三	缺考															0	331
1078	邱柏儒	武陵高中三	缺考															0	332
1079	吳柏權	武陵高中三	缺考															0	333
1081	賴湍彬	武陵高中三	缺考															0	334
1083	余昆武	武陵高中三	缺考															0	335
1093	劉哲良	建國中學三	缺考															0	336
1111	董牧沙	建國中學二	缺考															0	337
1113	王季豪	麗山高中三	缺考															0	338
1117	許展誠	麗山高中三	缺考															0	339
1118	許書餘	麗山高中三	缺考															0	340
1119	王正	麗山高中三	缺考															0	341
1125	曾紹威	花蓮高中二	缺考															0	342
1133	張捷怡	師大附中三	缺考															0	343
1144	段佳宏	師大附中二	缺考															0	344
1153	吳秋憓	師大附中二	缺考															0	345
1154	周聖倫	師大附中二	缺考															0	346
1159	李伊璿	師大附中二	缺考															0	347
1169	林孟勳	建國中學三	缺考															0	348
1170	羅弘益	建國中學三	缺考															0	349
2017	陳奕宏	彰化高中二	缺考															0	350
2025	巫唐孟	崇先高中二	缺考															0	351
2034	鐘方吟	彰化女中一	缺考															0	352
2054	林邑軒	台中一中二	缺考															0	353
2068	郭翰昇	台中一中二	缺考															0	354
2086	張郡芳	彰化女中二	缺考															0	355
2087	賴曉琪	彰化女中二	缺考															0	356
3009	王顗棣	台南女中三年	缺考															0	357
3022	黃政穎	鳳山中學三年	缺考															0	358
3029	宋雪莉	聖功女中三年	缺考															0	359
3082	顏韻珊	興國中學一	缺考															0	360

國科會「高中科學資優生培育計畫」及
教育部「基礎科學人才培育計畫」項下甄選名單
(錄取二名參加選訓營)

姓名	學校
蔡羽軒	南山中學二年級
李宏毅	高雄中學二年級
盧怡蓓	高雄女中二年級
溫恪瑩	武陵高中二年級
王承龍	師大附中二年級
陳學毅	建國高中二年級

九十一學年度全國高級中學化學科能力競賽
一、二等獎名單(具有參加選訓營資格)

獎項	學校	姓名
第一等獎	嘉義中學	林宜皇
第一等獎	建國中學	田豐銘
第二等獎	園區實中	施怡之
第二等獎	建國中學	周宏杰
第二等獎	明道高中	林偉楷
第二等獎	台南一中	姜昌明
第二等獎	園區實中	鄭仁博
第二等獎	高雄中學	陳冠州
第二等獎	台中一中	呂易璁
第二等獎	師大附中	黃柏懿

2003年國際化學奧林匹亞選訓營錄取名單

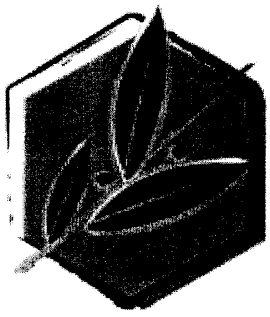
編號	姓名	學校	備註
1	蔡羽軒	南山中學	甄選
2	李宏毅	高雄中學	甄選
3	林宜皇	嘉義高中	化學競賽優勝
4	施怡之	園區實中	化學競賽優勝
5	周宏杰	建國中學	化學競賽優勝
6	林偉楷	明道中學	化學競賽優勝
7	姜昌明	台南一中	化學競賽優勝
8	陳冠州	高雄中學	化學競賽優勝
9	呂易璁	台中一中	化學競賽優勝
10	黃柏懿	師大附中	化學競賽優勝
11	黃嘉彥	建國中學	筆試錄取
12	溫恪瑩	武陵高中	筆試錄取
13	吳弘毅	武陵高中	筆試錄取
14	辛俊賢	建國中學	筆試錄取
15	劉昌杰	建國中學	筆試錄取
16	周詩泉	建國中學	筆試錄取

17	黃千睿	建國中學	筆試錄取
18	張皓晴	師大附中	筆試錄取
19	張慕傑	師大附中	筆試錄取
20	林庭宇	嘉義高中	筆試錄取
21	張凱博	台中一中	筆試錄取
22	郭力元	台中一中	筆試錄取
23	郭彥志	台中一中	筆試錄取
24	施博夫	正心中學	筆試錄取
25	李俊毅	台南一中	筆試錄取
26	姚啓元	高雄中學	筆試錄取
27	李君右	高雄中學	筆試錄取
28	廖昶筌	高雄中學	筆試錄取
29	陳喬凱	高雄中學	筆試錄取
30	史昇民	高雄中學	筆試錄取
31	魏鈐穎	聖功女中	筆試錄取
32	劉怡慶	台南一中	筆試錄取
33	張哲瑜	台南一中	筆試錄取
34	施凱文	興國中學	筆試錄取

35	王士綸	高雄中學	筆試錄取

第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽

選拔訓練營
暨
國手選拔



第 35 屆國際化學奧林匹亞選訓營

學員名單

編號	姓名	學校	姓別	錄取學校
1	蔡羽軒	南山中學二年級	男	
2	李宏毅	高雄中學三年級	男	
3	林宜皇	嘉義高中三年級	男	
4	施怡之	園區實中三年級	女	
5	周宏杰	建國中學三年級	男	台灣大學化學系
6	林偉楷	明道中學三年級	男	台灣大學化學系
7	姜昌明	台南一中三年級	男	台灣大學化學系
8	陳冠州	高雄中學三年級	男	台灣大學醫學系
9	呂易璁	台中一中三年級	男	台灣大學醫學系
10	黃柏懿	師大附中三年級	男	
11	黃嘉彥	建國中學三年級	男	台灣大學材料系
12	溫恪瑩	武陵高中二年級	男	
14	辛俊賢	建國中學三年級	男	
15	劉昌杰	建國中學三年級	男	台灣大學醫學系
16	周詩泉	建國中學三年級	男	
17	黃千睿	建國中學二年級	男	
18	張皓晴	師大附中三年級	男	台灣師範大學化學系
19	張慕傑	師大附中三年級	男	
20	林庭宇	嘉義高中二年級	男	
21	張凱博	台中一中二年級	男	
22	郭力元	台中一中三年級	男	
23	郭彥志	台中一中三年級	男	台灣大學醫學系
24	施博夫	正心中學二年級	男	
25	李俊毅	台南一中三年級	男	
26	姚啓元	高雄中學三年級	男	陽明大學醫學系
27	李君右	高雄中學三年級	男	成功大學醫學系
28	廖昶筌	高雄中學三年級	男	高雄醫學大學醫學系
29	陳喬凱	高雄中學二年級	男	
30	史昇民	高雄中學三年級	男	清華大學物理系
31	魏鈴穎	聖功女中三年級	女	
32	劉怡慶	台南一中三年級	男	成功大學醫學系
33	張哲瑜	台南一中三年級	男	台灣大學電機系
34	施凱文	興國中學二年級	男	
35	王士綸	高雄中學三年級	男	台灣大學物理系

「二００三年國際化學奧林匹亞競賽」參賽計畫

選拔訓練營規劃

（九十二年四月二十一日至九十二年五月七日）

營務	計畫主持人：王副校長文科 執行秘書：　李成康教授 生活輔導負責人：化學系研究生等人
各組召集人	【物理化學】胡景瀚教授　　【有機化學】李衍彰教授 【無機化學】廖文峰教授　　【實作組】李成康教授 【分析化學】黃承文教授

課程規劃

科目	時數	講師
專題演講	2 小時	葉玉堂主任
物理化學	16 小時	胡景瀚教授（2）林彥佑教授（8）陸維作教授（6）
有機化學	16 小時	李衍彰教授（4）林盛運教授（6）李瑜章教授（6）
無機化學	22 小時	廖文峰教授（6）洪政雄教授（8）黃瑞賢教授（8）
分析化學	12 小時	鄭政峰教授（4）李茂榮教授（2） 黃承文教授（2）楊慶成教授（4）
化學實作	20 小時	楊水平老師（10）謝建國老師（10）
理論測驗	5 小時	李成康教授
實作測驗	5 小時	李成康教授
口試	4 小時	各相關教授

中華民國第三十五屆國際化學奧林匹亞選訓營

課程表(一)

<table>
<tr><td>日期</td><td>4/21</td><td>4/22</td><td>4/23</td><td>4/24</td><td>4/25</td><td>4/26</td><td>4/27</td></tr>
<tr><td>星期</td><td>星期一</td><td>星期二</td><td>星期三</td><td>星期四</td><td>星期五</td><td>星期六</td><td>星期日</td></tr>
<tr><td>08：10
09：00</td><td rowspan="4"></td><td rowspan="2">休息</td><td rowspan="3">林彥佑
教授
(物化 8/8)</td><td rowspan="3">陸維作
教授
(物化 4/6)</td><td>陸維作
教授
(物化 6/6)</td><td>楊水平
教授
(實作 6/10)</td><td rowspan="3">楊水平
教授
(實作 10/10)</td></tr>
<tr><td>09：10
10：00</td></tr>
<tr><td>10：10
11：00</td><td>開幕典禮
(10：00-10：30)</td><td rowspan="2">林盛運
教授
(有機 2/6)</td><td rowspan="2">謝建國
教授
(實作 2/10)</td></tr>
<tr><td>11：10
12：00</td><td>專題演講
葉主任玉堂
(10：30-12：00)</td></tr>
<tr><td>12-13</td><td></td><td>午餐</td><td>午餐</td><td>午餐</td><td>午餐</td><td>午餐</td><td>午餐</td></tr>
<tr><td>13：30
15：20</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">林彥佑
教授
(物化 4/8)</td><td rowspan="3">鄭政峰
教授
(分析 4/4)</td><td>黃承文
教授
(分析 2/2)</td><td rowspan="3">楊水平
教授
(實作 4/10)</td><td rowspan="3">謝建國
教授
(實作 6/10)</td><td rowspan="3">戶外活動</td></tr>
<tr><td>15：30
16：20</td><td>報到
格致館
圓環教室</td><td rowspan="2">李茂榮
教授
(分析 2/2)</td></tr>
<tr><td>16：30
17：20</td><td>營務介紹
李成康
教授</td></tr>
<tr><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td></tr>
<tr><td>19：00
21：00</td><td>ICHO
之夜</td><td>課業輔導</td><td>課業輔導</td><td>課業輔導</td><td>課業輔導</td><td>課業輔導</td><td>課業輔導</td></tr>
</table>

中華民國第三十五屆國際化學奧林匹亞選訓營

課程表(二)

<table>
<tr><td>日期</td><td>4/28</td><td>4/29</td><td>4/30</td><td>5/01</td><td>5/02</td><td>5/03</td><td>5/04</td></tr>
<tr><td>星期</td><td>星期一</td><td>星期二</td><td>星期三</td><td>星期四</td><td>星期五</td><td>星期六</td><td>星期日</td></tr>
<tr><td>08：10
10：00</td><td rowspan="2">李瑜章
教授
(有機 4/6)</td><td rowspan="2">黃瑞賢
教授
(無機 4/8)</td><td rowspan="2">楊慶成
教授
(分析 4/4)</td><td rowspan="2">李衍彰
教授
(有機 4/4)</td><td rowspan="2">黃瑞賢
教授
(無機 8/8)</td><td rowspan="2">廖文峰
教授
(無機 4/6)</td><td rowspan="3">實作測驗
至
13：00</td></tr>
<tr><td>10：10
12：00</td></tr>
<tr><td>午餐</td><td>午餐</td><td>午餐</td><td>午餐</td><td>午餐</td><td>午餐</td><td>午餐</td></tr>
<tr><td>13：30
15：20</td><td>李瑜章
教授
(有機 6/6)</td><td rowspan="2">謝建國
教授
(實作 10/10)</td><td rowspan="2">洪政雄
教授
(無機 4/8)</td><td rowspan="2">洪政雄
教授
(無機 8/8)</td><td rowspan="2">林盛運
教授
(有機 6/6)</td><td>廖文峰
教授
(無機 6/6)</td><td rowspan="2">午餐
及
自由活動</td></tr>
<tr><td>15：30
17：20</td><td>胡景瀚
教授
(物化 2/2)</td><td>戶外活動</td></tr>
<tr><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td></tr>
<tr><td>19：00
21：00</td><td>課業輔導</td><td>課業輔導</td><td>課業輔導</td><td>課業輔導</td><td>課業輔導</td><td>課業輔導</td><td>測驗講解
18:00-21:00</td></tr>
</table>

中華民國第三十五屆國際化學奧林匹亞選訓營

課程表(三)

<table>
<tr><td>日期</td><td>5/05</td><td>5/06</td><td>5/07</td></tr>
<tr><td>星期</td><td>星期一</td><td>星期二</td><td>星期三</td></tr>
<tr><td>08：10
10：00</td><td rowspan="3">理論測驗

至

13：00</td><td rowspan="2">測驗講解</td><td rowspan="2">9：00~12：10
口試</td></tr>
<tr><td>10：10
12：00</td></tr>
<tr><td>午餐</td><td>午餐</td><td>午餐</td></tr>
<tr><td>13：30

15：20</td><td>午餐
與
休息</td><td rowspan="3">測驗講解</td><td rowspan="4">12:10~13:30
評審會議

14:30~15:00
閉幕典禮

15:00 賦歸</td></tr>
<tr><td>15：30
17：20</td><td>測驗講解
15:00-17:00</td></tr>
<tr><td>晚餐</td><td>晚餐</td><td>晚餐</td></tr>
<tr><td>19：00
21：00</td><td>測驗講解
18:00-21:00</td><td>惜別之夜</td></tr>
</table>

實驗題安全規則

這些規則已經由國際化學奧林匹亞委員會認可。所有學生於參加奧林匹亞競賽前應先熟悉這些規則。考試當天將會有簡要的教導。

1. 注意相關的安全指示並小心的的遵守。以有條理的態度做好心理準備!認識滅火器、淋浴裝置、洗眼洗臉器的位置，並且學會正確操作。對於步驟、設備、藥品若有任何疑問，務必請教監考教師。
2. 所有會產生有害或噁心煙氣的實驗，務必在抽氣櫃中進行，並且儘可能縮短它們的反應時間。
3. 在實驗室從頭到尾都得戴上安全眼鏡（符合遮邊標準的）。隱形眼鏡配戴者也要配戴安全眼鏡來保護眼睛四周。聚碳酸酯的處方眼鏡只要含有遮邊也可以佩帶。請務必避免眼睛受到傷害。獲准進入比賽實驗室前，監考教師會仔細檢查參賽者的安全裝備，直到滿意為止。我們已要求各隊攜帶自己的安全眼鏡，但是我們仍將準備一些。
4. 必須穿著長袖及膝的實驗衣和封閉型的鞋子。禁止穿著帶狀鞋、涼鞋或其它開放型的鞋子。長髮超過衣領則必須包束起來。請確認攜帶了實驗衣、平底止滑鞋及合適的髮夾。
5. 嚴禁在實驗室吃、喝、吸煙或嚼口香糖。
6. 所有意外發生，一定要報告。任一化學實驗室都存在著危險，如：藥品的意外傾倒、破玻璃、火焰等都足以造成意外。你平日的化學實驗訓練的部分功能，是讓自己學習具到一些步驟而能安全地操作。一些必須特別留意的安全事項，也將在個別的實驗工作中闡述。
7. 必須重視藥品的處理，有些具腐蝕性，有些可能具毒性，有很多則具可燃性，尤其是有機試劑。如果該藥品，你是初次使用，你得仔細閱讀實驗工作資料中的安全要點。
8. 嚴禁用嘴嚐藥品，或用口吸移液管來吸移試劑。應使用安全吸球來吸移。
9. 萬不得已，絕不要碰觸藥品。若不小心濺及皮膚，立刻以水龍頭或淋浴設備的冷水沖洗至少十分鐘，並尋求急救或送醫處理。有些有機藥劑易由皮膚滲入；遇到這種情況，須先沖水、再以肥皂清洗、再沖水、再以酒精沖洗、再洗一次肥皂，最後以清水沖洗乾淨。以手輕拍弄乾。衣物若遭污染，則儘快脫去並徹底洗淨。
10. 眼睛若遭受試劑污染，要迅速開啟噴泉洗眼器以大量清水沖洗，並尋求急救或送醫處理。
11. 許多藥品具可燃性，使用它們時，不容許有開放性的火焰。確知離你最近的滅火器、滅火氈及安全淋浴器位置所在。萬一有人衣服著火，讓他（她）躺地並打滾以悶熄火焰。能夠的話，已滅火氈或實驗大衣來悶熄火焰。別讓著火的人跑著或站著，甚至在使用淋浴設備也儘可能躺下，如此可防止火苗竄升燒傷頭部。不要對人體使用化學藥劑式的滅火器。
12. 若實驗室若發生火災，趕快大喊“火災”以警告隔鄰及監考老師。試管內的小火災，通常可用錶玻璃蓋熄。火災使用滅火器、消防砂、水也無法熄滅，則待引導撤

離。

13. 撤離火場時要遵循一定的步驟，保持鎮靜，關熄火源，關掉電源。關閉你近身門窗。快走離去（不要急跑）。由最近的出口逃離建築物。最後記得向有關人員登記名字，以免別人疑慮你身陷火場，造成救災困擾。
14. 小心操作玻璃器材。玻璃質地硬碎，施壓或拉折時極易破碎。不小心割傷或刺傷時，最基本是先徹底取出傷口內的玻璃碎片。所有的割傷必須經過監考老師檢視。打破玻璃器材必須報告，並清除所有破碎物。你可以向監考老師請求補充器材。
15. 清除化學廢棄物。不要將試劑倒入排水系統中。反應後的殘餘廢棄物必須格外小心處理。重要說明將會列於注意事項中，我們也會提供列有標籤的廢液瓶。
16. 每位學生要看顧好自己的工作檯範圍。若有試劑或水濺出來，必須立刻清除。濺灑出來的濃酸，先以碳酸鈉中和，接著再以大量水沖洗。從頭到尾，你工作的範圍都要保持潔淨。地板上濺灑的試劑或玻璃碎片都要立刻洗除或掃除乾淨。
17. 離開實驗室前，檢查所有水源、氣體、加熱器及瓦斯並確定都已關閉。

三十五屆國際化學奧林匹亞參賽競賽準備題綱要

理論題

問題 1　質子—反質子原子
問題 2　Annulene
問題 3　化學鍵：O_2^{2+}分子陽離子
問題 4　電化學鎳鎘電池
問題 5　熱水爐
問題 6　硝酸氨
問題 7　二氧化碳
問題 8　鐵結晶
問題 9　環糊精
問題 10　紅外光譜
問題 11　放射性及化學反應性
問題 12　碳—14 年代測定法
問題 13　鈾
問題 14　碘化鉛
問題 15　八面體化合物
問題 16　無機化學中的異構物
問題 17　四面體和平面四方錯化合物
問題 18　銅酵素
問題 19　鈀奈米團簇（Palladium nanocluster）
問題 20　藥物動力學
問題 21　溴與甲烷的反應機制
問題 22　緩衝溶液
問題 23　弱酸的滴定
問題 24　萃取分離
問題 25　質譜
問題 26　毒芹鹼（Coniine）的化學及立體化學結構
問題 27　類黃銅的化學及鑑定
問題 28　縮氨酸的合成
問題 29　Oleuropein 的水解
問題 30　Fischer 投影圖法和光學活性
問題 31　炔類的鑑定
問題 32　Lipases （酯解酵素）
問題 33　聚合物

實作題

問題 34　2,5-二甲基-1-苯基吡咯（2,5-Dimethyl-Phenylpyrrole）的製備
問題 35　驅蟲劑 DEET 之合成
問題 36　固相胜肽（Peptide）合成
問題 37　相圖和蒸發焓
問題 38　一些碘的化學
問題 39　$Cu(NH_3)_4SO_4 \cdot H_2O$ 錯鹽的製備
問題 40　在水樣本中，鎂和鈣的 EDTA 滴定

選訓營學員名冊

序號	姓名	性別	就讀學校	宿舍房號
01	蔡羽軒	男	南山中學	221
02	李宏毅	男	高雄中學	221
03	林宜皇	男	嘉義高中	221
04	施怡之	女	園區實中	230
05	周宏杰	男	建國中學	221
06	林偉楷	男	明道中學	222
07	姜昌明	男	台南一中	222
08	陳冠州	男	高雄中學	222
09	呂易璁	男	台中一中	222
10	黃柏懿	男	師大附中	223
11	黃嘉彥	男	建國中學	223
12	溫恪瑩	女	武陵高中	230
14	辛俊賢	男	建國中學	223
15	劉昌杰	男	建國中學	224
16	周詩泉	男	建國中學	224
17	黃千睿	男	建國中學	224
18	張皓晴	男	師大附中	224
19	張慕傑	男	師大附中	225
20	林庭宇	男	嘉義高中	225
21	張凱博	男	台中一中	225
22	郭力元	男	台中一中	225
23	郭彥志	男	台中一中	226
24	施博夫	男	正心中學	226
25	李俊毅	男	台南一中	226
26	姚啟元	男	高雄中學	226
27	李君右	男	高雄中學	227
28	廖昶筌	男	高雄中學	227
29	陳喬凱	男	高雄中學	227
30	史昇民	男	高雄中學	227
31	魏鈐穎	女	聖功女中	230
32	劉怡慶	男	台南一中	228
33	張哲瑜	男	台南一中	228
34	施凱文	男	興國中學	228
35	王士綸	男	高雄中學	228

輔導員：219 號房

生活須知

一、膳食

1. 早、午、晚餐及宵夜：請皆到學生餐廳用餐
2. 方式：將發餐券使用，採吃到飽自助式，請以不浪費為原則。
3. 學生餐廳旁的百貨部早上 7：00 開放，晚上 10：30 關閉。

二、門禁

1. 進出宿舍請務必佩帶學員證
2. 宿舍大門早上 6：00 開放，晚上 11：00 關閉。
3. 會客在一樓會客室，禁止帶往房間。

三、房間

1. 每一間房間只有一把鑰匙，請推派一人負責保管使用，結訓時請務必繳回。
2. 每一把鑰匙已先代墊 500 元押金，若不慎遺失請自行負責。
3. 每天早上請自行將房間的垃圾拿到外面的大垃圾桶。

四、洗曬衣物

1. 宿舍提供脫水機，一、二樓皆有曬衣服的地方。
2. 不要將洗好的衣服曝曬在房間裡。

五、郵電

1. 宿舍電話：04-7211123 轉 61 加房間號碼；如要打 221 房即轉接 61221。
2. 各房間互打：撥 61 再加想打的房間號碼；如要打 221 房即直撥 61221。
3. 宿舍電話不可撥外線，若撥校內其他分機，請直撥分機號碼。
4. 宿舍大門外有公用電話。
5. 請假規定：除病假外，請假天數不得超過二天，超過視同退訓。

六、身體不適或有任何突發事件，務必盡速與生活輔導員聯絡（輔導員 219 號房）。

七、緊急連絡電話

專案助理林鳳宜小姐: 校內分機 3546（上班時間）

化學系：04-721-1035 或 校內分機 5861（上班時間）

警衛室聯絡電話：04-723-2105 轉 校內分機 5861

執行秘書：李成康 0932-540-655

第三十五屆化學奧林匹亞選訓營學員問卷表

1.你覺得本次選訓營初選筆試(4/12)的難易程度如何?

□ 很難 □ 稍難 □ 適中 □ 稍易 □ 很容易

2.你同意本次選訓營初選筆試(4/12)可以測出化學實力?

□ 很同意 □ 同意 □ 無意見 □ 不同意 □ 很不同意

3.你覺得本次選訓營期末測驗的難易程度如何?

	很難	稍難	適中	稍易	很容易
有機化學：	□	□	□	□	□
無機與生化：	□	□	□	□	□
物理化學：	□	□	□	□	□
分析化學：	□	□	□	□	□
分析實作:	□	□	□	□	□
有機實作：	□	□	□	□	□

4.你同意本次選訓營期末測驗可以測出化學實力?

	非常同意	很同意	同意	不同意	非常不同意
有機化學：	□	□	□	□	□
無機與生化：	□	□	□	□	□
物理化學：	□	□	□	□	□
分析化學：	□	□	□	□	□
分析實作:	□	□	□	□	□
有機實作：	□	□	□	□	□

	非常滿意	很滿意	普通	不滿意	非常不滿意
5.你對本次選訓營活動整體的感覺爲何？	□	□	□	□	□

意見：

	非常滿意	很滿意	普通	不滿意	非常不滿意
6.你覺得本次選訓營活動的住宿方面如何?	□	□	□	□	□
意見：					
7.你覺得本次選訓營活動的餐飲方面如何?	□	□	□	□	□
意見：					

	非常喜歡	喜歡	普通	不喜歡	非常不喜歡
8.你覺得本次選訓營活動的課程方面如何?					
有機化學：	□	□	□	□	□
無機與生化：	□	□	□	□	□
物理化學：	□	□	□	□	□
分析化學：	□	□	□	□	□
分析實作:	□	□	□	□	□
有機實作:	□	□	□	□	□
9.你喜歡化學嗎?	□	□	□	□	□
意見：					
10.你喜歡做化學實驗嗎?	□	□	□	□	□
意見：					

11.你覺得以往做過最困難的實驗是什麼?

12.你覺得最困難的實驗操作技巧是什麼?

13.你覺得本次選訓營活動哪些方面可以改進的?

14.你爲什麼來參加化學奧林匹亞選訓營？

第三十五屆化學奧林匹亞選訓營學員問卷表調查結果

1. 你覺得本次選訓營初選筆試(4/12)的難易程度如何?

	很難	稍難	適中	稍易	很容易
人數 34/34	7	13	7	3	4
選前兩者原因			1.有機		

2.你同意本次選訓營初選筆試(4/12)可以測出化學實力?

	很同意	同意	無竟見	不同意	很不同意
人數	5	13	9	6	1
選後兩者原因					

3.你覺得本次選訓營期末測驗的難易程度如何?

A：有機化學部分

	很難	稍難	適中	稍易	很容易
人數	14	8	10	0	2
選前兩者原因			1.太難		

B：無機與生化部分

	很難	稍難	適中	稍易	很容易
人數	2	12	15	3	2
選前兩者原因			1.太難		

C：物理化學部分

	很難	稍難	適中	稍易	很容易
人數	2	8	13	8	3
選前兩者原因			1.太難		

D：分析化學部分

	很難	稍難	適中	稍易	很容易
人數	4	8	14	6	2
選前兩者原因			1.太難		

E：分析實作部分

	很難	稍難	適中	稍易	很容易
人數	10	12	10	0	2
選前兩者原因			1.太難		

F：有機實作部分

	很難	稍難	適中	稍易	很容易
人數	4	8	17	2	3
選前兩者原因			1.太難		

4.你同意本次選訓營期末測驗可以測出化學實力?

A：有機化學部分

	很同意	同意	無竟見	不同意	很不同意
人數	7	6	12	6	3
選後兩者原因			1.太難所以分不出好壞		

B：無機與生化部分

	很同意	同意	無竟見	不同意	很不同意
人數	5	7	17	2	3
選後兩者原因			1.太難所以分不出好壞		

C：物理化學部分

	很同意	同意	無竟見	不同意	很不同意
人數	4	8	12	7	3
選後兩者原因			1.太難所以分不出好壞		

D：分析化學部分

	很同意	同意	無竟見	不同意	很不同意
人數	4	6	20	2	2
選後兩者原因			1.太難所以分不出好壞		

E：分析實作部分

	很同意	同意	無竟見	不同意	很不同意
人數	6	9	12	3	4
選後兩者原因			1.太難所以分不出好壞		

F：有機實作部分

	很同意	同意	無意見	不同意	很不同意
人數	4	5	12	10	3
選後兩者原因			1.太難所以分不出好壞		

5.你對本次選訓營活動整體的感覺爲何？

	非常滿意	很滿意	普通	不太滿意	不滿意
人數	6	14	10	3	1
選後兩者原因			1.實作課程可以多一點 2.宿舍太老舊		

6.你覺得本次選訓營活動的住宿方面如何?

	非常滿意	很滿意	普通	不太滿意	不滿意
人數	0	3	16	8	7
選後兩者原因			1.NTNU 比較好 2.蚊子 3.破舊 4.缺少冷氣 5.廁所髒 6.至少也要住飯店 7.太熱		

7.你覺得本次選訓營活動的餐飲方面如何?

	非常滿意	很滿意	普通	不太滿意	不滿意
人數	5	10	15	4	0
選後兩者原因			1.較油膩 2.有時侯太慢去吃不到 4.不喜歡吃菜都是冷的		

8.你覺得本次選訓營活動的課程方面如何?

A:有機化學部分

	非常喜歡	喜歡	普通	不喜歡	非常不喜歡
人數	5	13	10	6	0
選後兩者原因					

B:無機與生化部份

	非常喜歡	喜歡	普通	不喜歡	非常不喜歡
人數	4	11	14	5	0
選後兩者原因			無		

C:物理化學部分

	非常喜歡	喜歡	普通	不喜歡	非常不喜歡
人數	6	11	11	5	1
選後兩者原因					

D:分析化學部分

	非常喜歡	喜歡	普通	不喜歡	非常不喜歡
人數	4	10	16	4	0
選後兩者原因			無		

E:分析實作部分

	非常喜歡	喜歡	普通	不喜歡	非常不喜歡
人數	10	15	9	0	0
選後兩者原因			無		

F:有機實作部分

	非常喜歡	喜歡	普通	不喜歡	非常不喜歡
人數	11	11	11	1	0
選後兩者原因			無		

9.你喜歡化學嗎?

	非常喜歡	喜歡	普通	不喜歡	非常不喜歡
人數	9	15	10	0	0
選後兩者原因			1.化學太注重記憶性知識		

10.你喜歡做化學實驗嗎?

	非常喜歡	喜歡	普通	不喜歡	非常不喜歡
人數	14	13	4	3	0
選後兩者原因			1.每次都作不出來 2.很危險		

11.你覺得以往做過最困難的實驗是什麼?

a.辨別鹽類
b.測定溶液中未知離子
c.還好，只是有些都不知道原理
d.用吸管做三角架找出三角架重心
e.香草醛合成香草醇
f.電解法測亞弗加厥常數一直做不準
g.Titration of EDTA
h.酸化溶液
i. 有機物合成
j.做阿斯匹靈
k.質量守恆定律
l.微量分析
m.有機實驗

12.你覺得最困難的實驗操作技巧是什麼?

a..各式有機合成的再結晶
b.酸化
c.滴定
d.想出解分析的步驟
e.用砂紙磨彈掉的毛細管(TLC 用)磨不平
f.都有相程度的難度
g.合成
h.有機物的萃取
i.再結晶
j.稱重
k.把產物從試管取出來(有機實驗)
l.有機實驗

13.你覺得本次選訓營活動哪些方面可以改進的?

a. 住宿
b. 課程安排
c. 課程部分可以加深一些
d. 初選的試題鑑別度不足，把我這種化學程度的人選進來
e. 上有機完全聽不懂
f. 宿舍的床
g. 白板不清楚
h. 飲食
i. 宿舍太老舊
j. ICHO 之夜、惜別之夜
k. 休閒時間太少
l. 實驗時間太少
m. 沒有調劑身心的活動，例如打球...，放鬆心情
n. 希望把天數加長，課程不要這麼緊湊，每天可以有運動時間
o. 生化課程可以再更有趣些
p. 整天坐在教室對身體不太好

14.你爲什麼來參加化學奧林匹亞選訓營？

a. 興趣
b. 曾經是夢想的事
c. 主任叫我來的
d. 咦！我怎麼會在這裡
e. to learn more
f. 申請上學校了
g. 挑戰極限、多做一些實驗
h. 學習化學
i. 對化學有興趣，想多多學習
j. 因爲我想當國手

k. 挑戰自己
l. 志在參加，不在得獎，人的一生有幾次這種機會呢?
m. 沒事做
n. 一言難盡
o. 學習並殺時間
p. 希望提升化學的眼界
q. 上天的安排
r. 想知道怎麼踏進更深的領域，認識更多有趣的高手
s. 聽說數學選訓營很好玩，但是考不上，就跑來化學選訓營
t. 一個目標

第三十五屆國際化學奧林匹亞
選拔訓練營測驗抽籤編號

編號	姓名	姓別	就讀學校
1	張凱博	男	台中一中二年級
2	周詩泉	男	建國中學三年級
3	劉昌杰	男	建國中學三年級
4	林庭宇	男	嘉義高中二年級
5	張哲瑜	男	台南一中三年級
6	張皓晴	男	師大附中三年級
7	郭力元	男	台中一中三年級
8	姜昌明	男	台南一中三年級
9	溫恪瑩	男	武陵高中二年級
10	陳冠州	男	高雄中學三年級
11	陳喬凱	男	高雄中學二年級
12	林偉楷	男	明道中學三年級
13	魏鈴穎	女	聖功女中三年級
14	黃嘉彥	男	建國中學三年級
15	黃柏懿	男	師大附中三年級
16	施怡之	女	園區實中三年級
17	郭彥志	男	台中一中三年級
18	施博夫	男	正心中學二年級
19	林宜皇	男	嘉義高中三年級
20	黃千睿	男	建國中學二年級
21	張慕傑	男	師大附中三年級
22	李俊毅	男	台南一中三年級
23	史昇民	男	高雄中學三年級
24	李君右	男	高雄中學三年級
25	周宏杰	男	建國中學三年級
26	施凱文	男	興國中學二年級
27	呂易璁	男	台中一中三年級
28	廖昶筌	男	高雄中學三年級
29	蔡羽軒	男	南山中學二年級
30	王士綸	男	高雄中學三年級
31	辛俊賢	男	建國中學三年級
32	劉怡慶	男	台南一中三年級
33	姚啓元	男	高雄中學三年級
34	李宏毅	男	高雄中學三年級

2003年國際化學奧林匹亞參賽競賽選拔營成績

編號	姓名	lab/anal	lab/org	Anal	Inorg	org	phy	選訓營	口試	總成績	名次
27	呂易璁	62	68	88	84	78	80	75.5	87.3	76.68	1
1	張凱博	77	61	76	73	79	48	69	83.6	70.46	2
22	李俊毅	88	57	78	66	28	77	66.35	86.2	68.335	3
11	陳喬凱	48	55	75	66	72	91	66.2	85.7	68.15	4
8	姜昌明	43	55	77	73	64	78	63.4	85.8	65.64	5
25	周宏杰	43	57	82	79	49	74	62.6	85.2	64.86	6
15	黃柏懿	31	56	62	72	80	81	61.65	85.7	64.055	7
20	黃千睿	50	48	69	78	65	65	61.15	83.8	63.415	8
16	施怡之	25	83	73	67	33	84	60.15	82.6	62.395	9
19	林宜皇	61	57	73	60	42	63	59.3	83.4	61.71	10
7	郭力元	37	57	60	75	62	71	59	85.1	61.61	11
10	陳冠州	26	67	81	62	45	81	58.95	83	61.355	12
14	黃嘉彥	39	43	79	69	64	63	57.65	85.1	60.395	13
2	周詩泉	35	62	55	52	59	81	56.45	83.9	59.195	14
9	溫恪瑩	35	48	86	58	46	69	55.45	83.1	58.215	15
26	施凱文	33	57	72	78	32	63	54.75	84.6	57.735	16
17	郭彥志	27	56	46	72	63	70	54.25	83.9	57.215	17
29	蔡羽軒	20	78	72	57	35	62	53.5			
33	姚啓元	34	81	54	49	37	57	52.55			
3	劉昌杰	27	65	64	53	37	64	51.1			
34	李宏毅	41	44	60	70	48	48	50.9			
23	史昇民	36	79	53	41	35	47	49.4			
12	林偉楷	24	33	69	69	47	56	47.55			
4	林庭宇	40	34	59	50	40	50	44.65			
6	張皓晴	17	41	47	67	44	61	44.45			
30	王士綸	16	31	57	57	32	76	42.7			
21	張慕傑	25	64	41	49	23	49	42.1			
32	劉怡慶	21	61	56	52	26	36	41.9			
24	李君右	26	54	57	55	17	40	41.35			
18	施博夫	20	38	64	43	30	42	38.45			
31	辛俊賢	12	56	50	55	12	45	37.9			
28	廖昶筌	15	50	62	42	11	27	34.3			
13	魏鈴穎	20	40	38	55	17	34	33.6			
5	張哲瑜	3	14	32	39	23	30	22			

2003年國際化學奧林匹亞參賽競賽選拔營口試成績

編號	姓名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
1	張凱博	81	85	85	87	84	82	82	80	82	88	83.6
2	周詩泉	82	85	85	87	84	82	80	77	87	90	83.9
7	郭力元	82	85	90	87	84	83	88	79	85	88	85.1
8	姜昌明	82	85	90	87	85	85	85	81	88	90	85.8
9	溫恪瑩	81	85	85	87	84	82	80	76	84	87	83.1
10	陳冠州	81	85	80	87	85	82	78	76	86	90	83
11	陳喬凱	82	87	90	88	86	83	82	83	86	90	85.7
14	黃嘉彥	80	85	90	87	87	84	85	77	86	90	85.1
15	黃柏懿	81	85	90	86	90	88	82	80	86	89	85.7
16	施怡之	81	85	85	86	84	82	78	75	82	88	82.6
17	郭彥志	83	90	90	86	84	82	80	74	80	90	83.9
19	林宜皇	82	85	85	87	84	82	80	75	84	90	83.4
20	黃千睿	82	85	80	86	84	84	82	81	85	89	83.8
22	李俊毅	83	90	90	88	84	84	85	85	84	89	86.2
25	周宏杰	83	87	90	86	86	82	85	78	85	90	85.2
26	施凱文	84	87	85	87	85	82	90	82	84	80	84.6
27	呂易璁	83	90	90	87	89	86	88	84	86	90	87.3

中華民國參加 2003 年第 35 屆國際化學奧林匹亞選訓營選拔試題

實作測驗部分 (甲站)

國立彰化師範大學化學系　有機化學實驗室(三樓)　2002/05/04 (Sunday)

Group A: 08:10-10:30 [2'20"]　**Group B**: 10:40-13:00 [2'20"]

壹、 注意和說明

- 在實驗室裏，你必須全程都戴上安全眼鏡。若取下安全眼鏡或犯嚴重錯誤，監考人員將會給你嚴重的警告。如果第二次再犯錯的話，將被強制停止實驗，且被驅離實驗室，整個實驗將以零分計算。
- 如果對實驗上的安全問題有任何質疑的話，請勿猶豫，立刻問監試人員。
- 請仔細閱讀每個實驗內容與熟悉答案的回答格式，才開始進行實驗步驟。
- 將你的組別及貼在你的實驗上的個人代碼，寫在每一張的左上角落。
- 當監考人員喊：**開始**時，才可以動手開始。
- 你有 4 小時 40 分鐘的時間進行兩個實驗及作答，本站(甲站)有 2 小時 20 分鐘的使用時間將記錄你的實驗結果和回答問題。當監考人員喊**結束**時，馬上停止，並交回本試題及答案紙。若超過 3 分鐘才交卷，本實驗題以零分計算。
- 答案須寫在指定的位置上，否則不予計分。絕對禁止在答案紙背面書寫。若你需要額外的紙張書寫，可向監試人員索取。
- 還沒告知可離開試場時，不可離開試場。
- 除了冷卻及清洗的用途以外，一律使用蒸餾水。
- 個人的藥品和器材已經放在塑膠盆上，不可額外要求或從實驗室的其他地方自行取得藥品和器材。
- 注意各藥品的取用限量，若超過取用限量，請告知監試人員。
- 含有機濾液和有機洗液，必須置於貼有「液體非鹵素有機化合物」的容器。
- 打破的玻璃必須置於貼有「玻璃廢棄物」的箱子中。
- 實驗畢，請清潔器材和整理實驗桌面，以便下一個循環的參賽者使用。
- 本實作測驗含試題紙和答案卷共有 7 頁。

貳、 實驗試題及實驗報告

一、 題目：從乙醯苯胺(acetanilide)製備對-溴乙醯苯胺(p-bromoacetanilide)

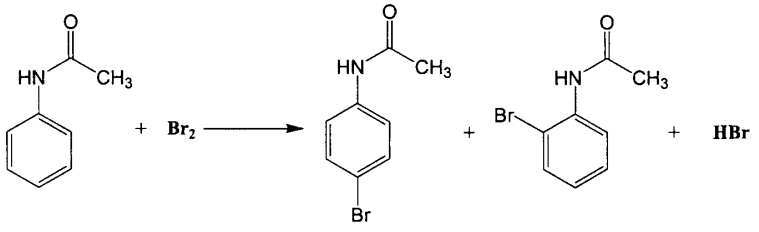
二、 簡介

親電子芳香族取代反應(electrophilic aromatic substitution reactions)涉及一個芳香族環與一個正電或部分正電的親電子基之間的反應，環芳香族環提供電子的來源，通常在酸性催化劑的存在下反應。芳香族化合物傾向以逐步形式地反應。若

起始物存在一個非活化間位的基，則第二個取代反應通常將需要強反應條件。只有反應條件非常嚴苛，第三個取代反應才會發生。若起始物存在一個活化鄰位或對位的基，則第二個甚至三個取代反應通常容易發生而且它可能需要嚴密的控制反應條件去抑制多取代反應。

鹵素與芳香族碳氫化合物反應通常能夠進行取代反應和加成反應。取代反應的速率隨參與的鹵素而異。氟取代反應的激烈而使得反應難以控制，以其他方法來製造氟苯化合物。碘取代反應非常慢而且很困難地直接藉由苯的碘取代來製造碘苯化合物。如此只剩下氟和溴當作鹵素來取代苯分子的氫在一個尚好的速率。當氟和溴芳香族化合物的取代反應很慢時一個催化劑通常被使用，例如氯化鋁或溴化鐵。

本次實驗爲從乙醯苯胺(acetanilide)製備對-溴乙醯苯胺(p-bromoacetanilide)，在治療學上，乙醯苯胺和對-溴乙醯苯胺都被當作退熱劑和止痛劑，其反應式如下所示：



Acetanilide
乙醯苯胺

M.W 135.16

p-bromoacetanilide
對-溴乙醯苯胺
（主要）

o-bromoacetanilide
鄰-溴乙醯苯胺
（次要）

M.W 214.06

芳香族化合物的溴化反應所使用的溴通常直接取自液態溴，乙醯苯胺的溴取代反應亦然。然而液態溴揮發性高以致不易保存，儲存它的櫃子或冰箱常被腐蝕嚴重，而且氣態溴具有令人窒息的味道。本實驗企圖在反應平中製造溴並且在同一個容器中進行乙醯苯胺的溴取代反應，以避免如上所述的缺點。製造溴的方法是藉由混合溴酸鉀和溴化鉀在酸性下而得，其反應式如下所示：

$$KBrO_3(aq) + 5\ KBr\ (aq) + 6\ HCl(aq) \rightarrow 3\ Br_2\ (l) + 3\ H_2O(l)$$

三、 藥品的相關資料

- 乙醯苯胺(acetanilide)：C_8H_9NO；分子量 135.17。正菱形的薄片；熔點 113-115℃；沸點 304-305℃。微燒味覺。在 95℃時明顯地揮發，在 15℃時的比重 1.219。1 g 溶解在 185 mL 的水中，在 20 mL 的沸騰水中，在 3.4 mL 的乙醇中，在 3 mL 的甲醇中，在 0.6 mL 的沸騰乙醇中，在 4 mL 的丙酮中，在 5 mL 的甘油中。

- 醋酸(acetic acid)：$C_2H_4O_2$；CH_3COOH；分子量 60.05。液體；辛辣的味覺。接觸皮膚產生灼傷。在 16.6℃時的比重 1.035，在 25℃時的比重 1.049，熔點 16.7℃，沸點 118℃。小心：易燃的。對很多有機化合物是一個很好的溶劑；與水、乙醇、甘油、乙醚、四氯化碳互溶；不溶解在二硫化碳中。在水中很弱地解離：pKa = 4.74，1.0 M 水溶液 pH = 2.4。

- 鹽酸(hydrochloric acid)：HCl 的水溶液。含微量的鐵離子或氯離子或有機分子呈淡黃色；試劑級的濃鹽酸含 38.0% HCl，在空氣中會冒煙。

◆ 溴化鉀(potassium bromide)：KBr；分子量 119.00。無色晶體或白色粒狀或粉末。比重 2.75。熔點 730℃。1 g 溶解在 1.5 mL 的水中，在 1 mL 的沸騰水中，在 250 mL 的乙醇中，在 4.5 mL 的甘油中。水溶液爲中性。

◆ 溴酸鉀(potassium bromate)：$KBrO_3$；分子量 167.00。白色晶體或粒狀。比重 3.27。熔點約 350℃。約 370℃分解而逸出氧氣。溶解在 12.5 倍的水中，在 2 倍的沸騰水中，幾乎不溶解在乙醇中。

◆ 溴(bromine)：Br，原子量 79.904；元素狀態：Br_2，分子量 159.808。深紅色-棕色揮發性雙原子液體。令人窒息的味道；在室溫中快速揮發；熔點 -7.25℃；沸點 59.47℃。25℃的比重 3.1023。25℃在水中的總溶解度爲 0.2141 moles/l 含有 0.00115 moles/l 的 HOBr 之生成；與乙醇、乙醚、氯仿、四氯化碳、二硫化碳、濃硫酸和溴化物水溶液互溶。比氯的反應性爲低。與鹼氫氧化物、砷酸鹽、亞鐵鹽、汞鹽、次磷酸鹽和其他氧化物爲配伍禁忌。瓶蓋保持緊閉。使用溴時與氨水保持距離。

◆ 乙醚(diethyl ether)：$C_4H_{10}O$；$C_2H_5OC_2H_5$；分子量 74.12。易揮發易燃的液體，蒸氣的比重比空氣大，特殊的甜甜的辛辣的味覺，燒燙的味覺。在空氣和光線下傾向形成爆炸的過氧化物，特別在蒸餾到乾時。在 20℃時的比重 0.7134，蒸氣的密度 2.55 (空氣 = 1)。熔點 -116℃；沸點 34.6℃。溶解在水中藉由鹽酸而增加，溶解在濃鹽酸中，與低脂肪族的醇類、苯、石油醚、其他脂溶劑、很多油互溶。

◆ 硫氫化鈉(sodium bisulfite)：$NaHSO_3$；分子量 104.06。白色結晶粉末；有 SO_2 的味道；不愉快的聞道。暴露在空氣中失去一些 SO_2 而且逐漸氧化成硫酸根。比重 1.48。溶解在 3.5 倍的冷水中，在 2 倍的沸騰水中，在約 70 倍的乙醇中。水溶液爲酸性。瓶蓋保持緊閉，儲藏在冷處。

◆ 乙醇(ethanol)：C_2H_6O；分子量 46.07。透明無色，易揮發易燃的液體，辛辣的味覺，燒燙的味覺。從空氣中快速吸收水份。沸點 78.5℃；熔點 -114.1℃。20℃的比重 0.789。與水和很多有機液體互溶。瓶蓋保持緊閉，遠離火源。藥用酒精(95% ethanol)和乙醇(ethanol)係關連到具有一個 95.57%乙醇(by wt)和沸點 78.15℃的蒸餾組成。

四、 器材和藥品

（一） 個人部分

◆樣品瓶內含 135 mg 的乙醯苯胺(acetanilide)，放在個人的塑膠盆內。此樣品瓶也將用於裝入你的產物。

1. 樣品瓶(含 135 mg 的乙醯苯胺)--1 個
2. 量筒(10 mL)--1 支
3. 試管(長 10 cm)--4 支
4. 試管夾--1 支
5. 燒杯(250 mL)--1 個
6. 燒杯(100 mL)-- 2 個
7. 錐形瓶(25 mL)--1 個
8. 錐形瓶(125 mL)--1 個
9. PE 滴管(有刻度，3 mL)--5 支
10. 微量金屬刮勺--1 支
11. Büchner 漏斗(4-5 cm)--1 支
12. 金屬或塑膠鑷子--1 支
13. 展開槽--1 個
14. TLC 片(矽膠 60 F254)--3 片
15. 直尺(10 cm)--1 支
16. 溫度計(100℃)--1 支
17. 玻棒--1 支
18. 電磁加熱攪拌器--1 台

19.安全眼鏡--1 副　　20.乳膠手套--1 雙
21.清潔劑及清潔工具--1 組　　22.塑膠盆(裝器材用)--1 個

（二）　公用部分

◆電子天平、器材和藥品放在兩邊水泥台上。
◆薄層色層分析的儀器和器材放在前面的示範桌上。
◆熔點測定儀和測熔點用毛細管放在前面的實驗桌上。
◆各種溶液和溶劑放在藥品櫃的前面實驗桌上和在抽風櫃中。
◆熱水和碎冰以及其他的公用器材放在後面的實驗桌上。
◆水流抽氣機及抽氣裝置放在後面的實驗桌上。
◆打 [ ] 符號者表示個人取用限量。若需要過量使用，請告知監視人員。

1. 電子天平(精秤至 0.001 g)--2 台　　2. 稱量紙
3. 微量金屬刮勺--2 支　　4. 醋酸(acetic acid)--0.5 mL
5. 3 M HCl(hydrochloric acid)--[3 mL]　　6. 2.5 M KBr(potassium bromide)--[3 mL]
7. 0.5 M $KBrO_3$(potassium bromate)--[3 mL]　　8. 乙醚(diethyl ether)--[10 mL]
9. 紫外光燈(254 nm)--2 個　　10.細砂紙--[1 小片]
11.鉛筆--2 支　　12.毛細管(TLC 專用)
13.剪刀--2 支　　14.乙醯苯胺(acetanilide)溶液
15.對-溴乙醯苯胺(p-bromoacetanilide)溶液　　16.飽和的 $NaHSO_3$(sodium bisulfite)--[3 mL]
13.熔點測定儀--2 台　　14.毛細管(測熔點專用)
15.玻璃管(長 45 cm)　　16.濾紙
17.水流抽氣機及抽氣裝置—6 套　　18.碎冰(在塑膠盤中)
19.熱水(在熱水浴槽中)　　20.藥用酒精--[1 mL]
21.標籤紙　　22.透明膠布--1 捲
23.蒸餾水　　24.衛生紙

五、　實驗步驟

◆實驗前，以試管取回在步驟 2 和 5 中使用的各溶液，而且必須依照取用的限量。實驗後，未使用完畢的各溶液回收於貼有標籤的各容器中。

1. 在一個 25 mL 錐形瓶中，置入 135 mg 的乙醯苯胺(acetanilide)(裝在樣品瓶中)，再加入 0.5 mL 的醋酸(acetic acid)【問題 1】(問題 1-6 的敘述在下面的問題之中)並且搖晃此瓶促使固體溶解。

2. 對此錐形瓶，每次一滴分別地滴入 3 M HCl(hydrochloric acid)、2.5 M KBr(potassium bromide)和 0.5 M $KBrO_3$(potassium bromate)並且搖晃之，直到反應的混合液呈現黃色爲止【問題 2】。反應的溫度應該維持在 20-30℃。

3. 藉由薄層色層分析(TLC)(矽膠 60 F254)，用乙醚(diethyl ether)當作展開溶劑，以及提供的起始物(acetanilide)和產物(*p*-bromoacetanilide)的乙酸乙酯溶液，來判定反應是否完全以及檢查產物和副產物。用透明膠布貼 TLC 板在實驗報告的指定方塊內，以及計算起始物、產物和副產物的 Rf 值【問題 3】。

4. 逐滴地加飽和的 $NaHSO_3$(sodium bisulfite)到混合液中並且搖晃之，直到呈現白色爲止【問題 4】，紀錄溶劑對的使用量。

5. 用 Büchner 漏斗(每人一支)抽氣過濾收集晶體，以少量冰冷的蒸餾水轉移在此錐形瓶中的晶體，再用各約 1 mL 的冰冷蒸餾水洗滌晶體兩次【問題 5】，盡可能地抽氣乾燥。取出濾紙對折包住此晶體，再用一張衛生紙包住並且盡可能地壓乾，得到粗產物。

6. 使用藥用酒精(95% ethanol)和水當作溶劑對再結晶此粗產物 (提示：使用約 0.5 mL 熱的藥用酒精溶解產物，再慢慢地滴加蒸餾水直到混濁)【問題 6】，紀錄溶劑對的使用量。用一支微量藥匙取下晶體並且平均分攤於稱量紙上空氣乾燥，得到純產物。

7. 在純產物乾燥後，填充此產物於二支毛細管中，第一支到指定的熔點測定儀測定熔點，測定後用標籤紙寫出你的編號和測定值(如 20-1st，109.0-110.5℃)。第二支用標籤紙寫出你的編號(如 20-2nd)，此支將作爲確認之用。標籤紙貼緊於毛細管的管口附近，此二支必須繳交給監考人員。

8. 稱重純產物並且裝入樣品瓶中，貼上標籤紙並且寫上編號及此產物的重量(如第 20 號，158 mg)，繳交給監考人員以便確認之用。

六、 實驗報告 *[70 points]*

（一）反應物使用量和產物的理論重量的計算 **[6 points]**

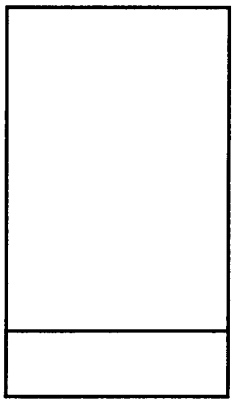
1. 乙醯苯胺的使用量：___135___ mg，_____ mmol。[2 points]
2. 產物的理論毫莫耳：_____ mmol，理論重量：_____ mg。[4 points]
   (寫出產物的理論重量計算過程)

（二）其他藥品的使用量 **[4 points]**

1. 飽和 $NaHSO_3$ 溶液的使用量：_____ mL。[2 points]
2. 藥用酒精的使用量：_____ mL 和水的使用量：_____ mL。[2 points]

（三）薄層色層分析(TLC)方面 **[14 points]**

1. 用透明膠布貼 TLC 板在右方的方塊內，TLC 板必須圈出起始物、產物和副產物的展開點以及畫出溶劑前的位置。在其原點線必須標示代號，S 表示起始物，P 表示產物，R 表示反應後的產物。[3+1+4 points]



2. 計算起始物、產物和副產物的 Rf 值，含計算過程。
   A. 起始物的 Rf 值：[2 points]
   B. 產物的 Rf 值：[2 points]
   C. 副產物的 Rf 值：[2 points]

（四）產物方面 **[46 points]**

1. 你的粗產物的外觀和顏色：_____，[2 points]
   你的純產物的外觀和顏色：_____。[2 points]

2. 你的純產物的重量(w)：_____ mg。[2 points]
你的純產物的產率(%)：_____ %。[2 points]
監試人員稱重你的純產物重量(w')：_____ mg。(由閱卷人員填寫)
兩者重量之差(△w=w-w')：_____ mg。(由閱卷人員填寫) [4 points]
你的純產物的重量(w')與理論重量之差：_____ mg。(由閱卷人員填寫) [14 points]

3. 你的純產物的熔點(mp)：_____ ℃。[2 points]
監試人員測定你的純產物熔點(mp')：_____ ℃。(由閱卷人員填寫)
兩者熔點之差(△mp=mp-mp')：_____ ℃。(由閱卷人員填寫) [4 points]
你的純產物最高熔點(mp')與文獻值最高值之差：_____ ℃。(由閱卷人員填寫) [14 points]

七、 回答問題 *[30 points]*

【問 1】在步驟 1 中，①是否可以使用 0.5 mL 的藥用酒精替代 0.5 mL 的醋酸？爲什麼？②若醋酸的使用體積改爲 5 mL，則對實驗結果有何影響？[3+2 points]

答：①

②

【問 2】在步驟 2 中，①反應的混合液呈現黃色代表的意義爲何？②若未加到黃色出現，則對實驗結果有何影響？[3+2 points]

答：①

②

【問 3】在步驟 3 中，以你的 TLC 板的結果爲依據，起始物(acetanilide)、產物(*p*-bromoacetanilide)和副產物(*o*-bromoacetanilide)對展開溶劑乙醚的親和力大小排序爲何？[5 points]

答：

【問 4】在步驟 4 中，①加飽和的 $NaHSO_3$ 到混合液中的目的爲何？②寫出其反應式。[3+2 points]

答：①

②

【問 5】在步驟 5 中，①用冰冷的蒸餾水洗滌晶體的目的爲何，②用常溫的蒸餾水洗滌晶體對實驗結果有何影響？[3+2 points]

答：①

②

【問 6】在步驟 6 中，寫出再結晶粗產物之詳細過程 (逐條式的列出)。[5 points]

答：

中華民國參加 2003 年第 35 屆國際化學奧林匹亞選訓營選拔試題

實作測驗部分(乙站)

國立彰化師範大學化學系　分析化學實驗室(四樓)

2003/05/04 (Sunday)　08:10-10:30[2'20"] (Group B)　10:40-13:00[2'20"] (Group A)

[題目] : Mg 鹽化學式的判定及其純度的測定。

[說明] 1. 未知物爲一常見鎂鹽， 請藉由實驗，預測其化學式並測定其純度 。
(以重量百分率表示其純度)
鎂鹽化學式爲下列之一 ：
$Mg(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$ 、 $MgSO_4$ 、 $MgCl_2$
$MgCO_3$ 、 MgO 、 $MgSO_3 \cdot 6H_2O$ 、 $Mg(OH)_2$

2. 提供的鎂鹽，含有某比率的雜質，視爲惰性物質，不影響實驗 。
3. 鎂鹽提供一包，約 5 公克，用完不再提供。 **EDTA** 標準液，每人總使用量限 **200mL**
(裝成一瓶)用完不再提供。
5. 器材藥品以所提供者爲限。
6. 實驗限在規定時間內操作完畢，並完成實驗報告，務必充分利用時間。
7. 結束時，將本試題紙和實驗報告紙註明組別後一併繳回。
8. 原子量　C=12 . 01　N=14. 01　O=16 . 00　H=1. 008　Cl=35. 45　S=32 . 07　Mg=24 . 31
9. 酸鹼具腐蝕性小心使用， 鎂鹽粉末避免吸入。
10. 步驟提示: 取適量鎂離子樣品溶液，加入適量 **pH=10** 緩衝液(每 **50mL** 近中性樣品溶液約加入 **1~2mL** 緩衝液) ，再加入約 **4** 滴羊毛鉻黑 **T** 指示劑，然後以 **EDTA** 標準液滴定至變色，即爲滴定終點。
11. **EDTA** 又叫乙二胺四醋酸，化學式爲 $(CH_2COOH)_2NCH_2CH_2N(CH_2COOH)$

[器材] 公用部份： 羊毛鉻黑 **T** 指示劑、 **HCl(約 0.2M)** 、 **NaOH(約 0.2M)**
洗衣粉 、 電子天平、 蒸餾水、 **pH=10** 緩衝液、 稱量紙
量筒 **10mL** 、酚　、石蕊試紙紅藍 一些

個人部份：

待測物　1 包	滴定管　2 支	滴定管刷　1 支
量筒（100ml）1 支	錐形瓶（250 ml）5 個	燒杯(250 mL)　5 個
玻棒　2 支	刮勺　1 支	錶玻璃 1 個
塞子(血清塞)　**1** 個	塑膠滴管 5 支	量瓶 1000 **mL 1** 支
計算機（自備）	漏斗　2 支	**EDTA** 標準液**(0.03121M)**
乳膠手套	安全眼鏡	衛生紙
洗滌瓶 1 個	標籤紙	

中華民國參加 2003 年第 35 屆國際化學奧林匹亞選訓營選拔試題

實作測驗部分(乙站)　實驗報告紙

[題目] : Mg 鹽化學式的判定及其純度的測定。

一、 實驗步驟：(說明使用器材、用量、技巧等) 20%

二、實驗數據及處理 10%

三、 計算：(以其中第一次實驗數據為例，列出你的計算過程) 10%

四、 實驗結果：鎂鹽的化學式: _____ 10%

說明你的判斷依據:

提供的分析物中鎂鹽所佔的重量百分率為_____% 24%

五、 觀察與解釋 16%

1. 羊毛鉻黑 T 指示劑在酸中呈_____色 2%
2. 樣品溶液加入羊毛鉻黑 T 指示劑後呈_____色 2%
3. 解釋上題的原因: 2%
4. 滴定終點呈_____色 2%
5. 解釋上題的原因: 2%
6. EDTA 分子爲幾芽團配位基? 答:_____ 2%
7. 一個 EDTA 分子可和_____個 Mg^{2+} 螯化 2%
8. 實驗中爲何要使用緩衝液? 2%

六、 討論 10%

2003 年國際化學奧林匹亞競賽選訓營理論題測驗－物理化學

1. (6 %) 自然界存在的輻射活性元素，其蛻變的速率通常依循一級反應速率定律來進行。(a)請寫出一級反應的積分性速率定律, (b)已知輻射活性元素 ^{235}U 的輻射活性半生期爲 $7.04x10^8$ 年，請問其蛻變成原來含量八分之一時需多少時間？

2. (10%)下列爲反應機構:

$$N_2O_5 \overset{K_1}{\leftrightarrows} NO_2 + NO_3 \qquad (1)\ (快速平衡)$$

$$NO_2 + NO_3 \overset{k_2}{\rightarrow} NO + O_2 + NO_2 \qquad (2)\ (緩慢步驟)$$

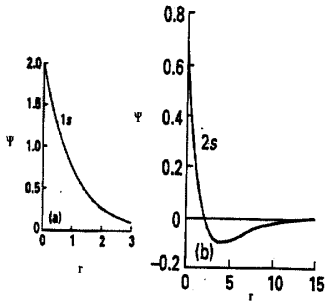
$$NO + NO_3 \overset{k_3}{\rightarrow} 2\ NO_2 \qquad (3)\ (快速)$$

(a) 寫出全反應式, (b)導出反應速率方程式。

3. (12 %) 第一個諾貝爾化學獎於 1901 年頒給荷蘭化學家 J.H. van't Hoff 教授，以表彰他在化學動力學相關定律以及溶液中滲透壓相關定律之發現的不尋常價值。在 1884 年，van't Hoff 教授首先推導出現今所稱謂 Arrhenius 方程式。
(a) 請寫出 Arrhenius 方程式， (b)依照 Arrhenius 方程式，我們可藉繪製_____對_____的_____圖來求得活化能_____以及指數前因子_____，此圖的斜率是爲_____，(c)已知一牛奶樣品在攝氏 25 度時的酸化速率是其在攝氏 4 度時的 20 倍，估計此酸化過程的活化能，(d)估計此牛奶樣品在攝氏 40 度時是其在攝氏 4 度時的幾倍。

4. (10 %) 試以類氫原子(只有一個電子的原子)之薛丁格方程式解，其中包含 n, l, m 等量子數之關聯，加上 Pauli 不相容原理及構築原理說明週期表。

5. (12 %) 類氫原子之 $1s$ 和 $2s$ 軌域波函數如下圖，請盡可能繪出並描述 $1s$ 和 $2s$ 軌域，包括描繪波函數值在空間中變化的"點描法"以及邊界表面法，並說明你的圖形與電子的關係。



6. (8 %) 試分別舉出中心原子混成爲 sp^3, sp^2, sp, 及 dsp^2 之分子。

7. (8 %) 1.0 莫耳的單原子理想氣體(莫耳熱容量 C_{vm}= 3R/2)在恆溫可逆條件下，由 300K，100 atm 膨脹至 10atm，計算下列函數的量。(a) W, (b) q, (c) U, (d) H。

8. (8 %) 1.0 莫耳的單原子理想氣體(莫耳熱容量 C_{vm}= 3R/2)在絕熱可逆條件下，由 300K，100 atm 膨脹至 10atm，計算下列函數的量。(a) W, (b) q, (c) U, (d) H。

9. (6 %) 預測下列反應在 450K 的反應焓變化值 $2\ NO_2\ (g) \rightarrow\ N_2O_4\ (g)$。(25 ℃的數據列於題目後)

10. (8 %) 計算 N_2 氣體在 300K 的(a)平均移動動能，(b)方均根速率。

11. (4 %) 銅的恒溫壓縮係數(k_T)爲 $7.35\times10^{-7}\ atm^{-1}$，估算壓縮銅體積 0.05%所需要的壓力 。

12. (8 %)一非揮發性溶質 X 溶解在苯溶劑中，此溶液的重量百分比溶度爲 1.25%，而沸點爲 80.25℃。 在 80℃時溶液的蒸氣壓爲 100285 N/m^2，而一大氣壓下苯的沸點爲 80.00。試計算 X 的分子量。(苯的分子量爲 78)

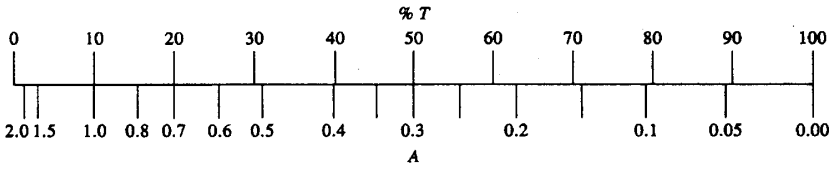
Note : R = 0.08206 atm $l\ k^{-1}mol^{-1}$, R = 8.314 $Jk^{-1}mol^{-1}$, 1 bar = $10^5\ N/m^2$, 1 atm = 101325 N/m^2,

$H_f°(NO_2)$ = 33.18 $kJmol^{-1}$, $C_{pm}°(NO_2)$ = 37.2 $Jk^{-1}mol^{-1}$, $H_f°(N_2O_4)$= 9.16 $kJmol^{-1}$, $C_{pm}°(N_2O_4$ = 77.3 $Jk^{-1}mol^{-1}$, $M(N_2)$ = 28$gmol^{-1}$

2003 年國際化學奧林匹亞競賽選訓營理論題測驗－分析化學

一、 非選擇題：共計 100 分，配分見各題

1. 試計算含有 0.01 莫爾的醋酸及銨鹽水溶液之 pH 值？(12%)
   (Ka (CH_3COOH) = 1.75 x 10^{-5}；$Ka(NH_4^+)$ = 5.60 x 10^{-10}。
2. 市面上銷售之鮮豔漂白水使衣服不致褪色，其主要漂白成份爲雙氧水，爲測定其成份，取1.20克樣品，在過量的碘化鉀酸性溶液中，以0.10 N之硫代硫酸鈉水溶液滴定所生成之碘分子，耗用21.0 ml滴定至終點，試問此滴定選用何指示劑？樣品中雙氧水之含量有多少%？(10 %)
3. 試解釋爲什麼在測定水中鈣鎂硬度時必須以緩衝溶液調整 pH 值？又在 EDTA 滴定之前，有時加入數滴 KCN 溶液，有何作用？(5%)
4. 溶質 A 對苯和水間的分配常數爲 3 (在苯中的量是水中的 3 倍)。假設 100 毫升 0.01 M 的 A 水溶液用 500 毫升的苯萃取，留在水相中溶質 A 的分率爲何？若改爲每次以 100 毫升的苯，連續 5 次來萃取 A 水溶液，則留在水相中的分率爲何？從上述的計算你能推導出什麼結論？(12%)
5. 一個 4.14x10^{-3} M 的 X 溶液，以 2.00 cm 樣品槽測量，測得穿透度爲 0.126。利用下列的尺標估計以 1.00 cm 樣品槽測量，測得穿透度是原來穿透度的 3 倍的濃度爲何？(4%)



6. 解釋爲何物質分離比混合物質困難。(5%)
7. 已知下列各半反應電位

   $I_2(s) + 2e^- \Leftrightarrow 2I^-$ $\quad E^\circ = 0.535$ V

   $I_2(aq) + 2e^- \Leftrightarrow 2I^-$ $\quad E^\circ = 0.620$ V

   $I_3^- + 2e^- \Leftrightarrow 3I^-$ $\quad E^\circ = 0.535$ V

   （a） 計算 $I_2(s) + I^- \Leftrightarrow I_3^-$ 的反應平衡常數（25 °C）。(6%)

   （b） 計算 $I_2(s)$在水中的溶解度（以克/升表示）。（$I_2(s)$分子量=253.8）(6%)
8. 一水溶液含飽和 $PbF_2(s)$與 $SrF_2(s)$。

   （a）計算此溶液中$[Pb^{2+}]/[Sr^{2+}]$比率。(4%)

   (b) 計算溶液中的$[Pb^{2+}]$，$[Sr^{2+}]$，與$[F^-]$。(12%)

   （PbF_2的 K_{sp} = 3.6x10^{-8}; SrF_2的 K_{sp} = 2.9x10^{-9}）
9. 於質譜分析法中，請問電子撞擊游離法(EI)與化學游離法(CI)之優缺點？(10%)
10. 一個未知化合物包含一個硫原子，其質譜圖中，主要離子(m/z)如下:138 (100%) ($M^{+\cdot}$)；123 (65%)；110 (66%)；109 (24%)；65 (21%)；51 (23%)；45 (32%). 硫原子存在於下列離子 138、123、110、109 和 45，請推論出該化合物可能爲下列哪個結構？(a)$C_6H_5CH_2SCH_3$；(b)4-$CH_3C_6H_4SCH_3$；(c)4-$CH_3CH_2C_6H_4SH$；(d)$C_6H_5SCH_2CH_3$.。(10%)
11. 物質的濃度過大時對 Beer 定律產成了什麼限制？爲什麼？(4%)

2003 年國際化學奧林匹亞競賽選訓營理論題測驗－無機與生物化學

一、 **選擇題：每題 3 分，共計 15 分**

( )1. 下列那些元素於人體中，對於人之新陳代謝及肌肉功能之正常運作扮演重要角色？
(a) Li (b) Mg (c) Ca (d) Be

( )2. 下列那一種金屬具有最大溫度範圍；以液體狀態存在？
(a) Na (b) B (c) Ga (d) Al

( )3. 工業上最便宜且最容易可供利用作爲金屬氧化物之還原劑爲？
(a) H_2 (b) C (c) N (d) F

( )4. 工業上最常用來作爲彩繪釉於陶磁製品之化合物爲？
(a) PbO (b) SnF_4 (c) $(C_2H_5)_4Pb$ (d) Pb_3O_4

( )5. 化學反應 $2NO_2+F_2 \rightarrow 2NO_2F$ 之反應機構爲
$NO_2+F_2 \rightarrow NO_2F + F$ 慢
$F + NO_2 \rightarrow NO_2F$ 快
其反應級數爲
(a) 1 級 (b) 2 級 (c) 3 級 (d) 零級

二、 **非選擇題：配分見各題，共計 85 分**

1. 於哈柏製氨法中，其反應爲放熱反應

$$\frac{1}{2}N_2 + \frac{3}{2}H_2 \rightarrow NH_{3(s)} \qquad \Delta H^\circ = -46KJ/mole$$

因此高溫是不利於 $NH_{3(g)}$之生成，爲增加 $NH_{3(g)}$之生產量該如何？ (5%)

2. 試解釋爲何 O 原子以 O_2 型式存在，而 S 原子是以 S_8 型式存在而不以 S_2 型式穩定存在。 (5%)

3. 用化學反應式描述 Na 分別與 H_2O 及 O_2 反應之產物。 (5%)

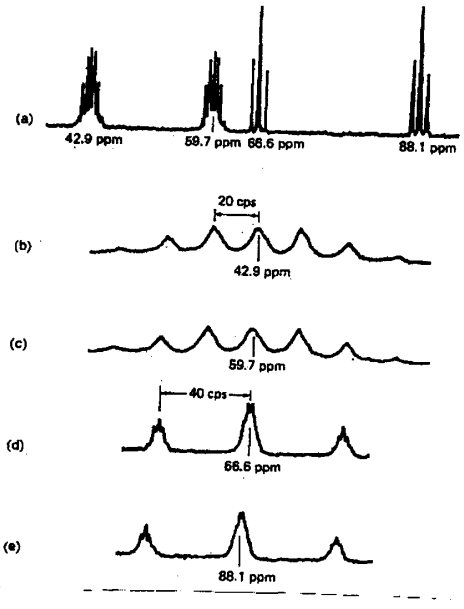
4. 劃出 PCl_3Br_2 最有可能的結構並解釋之。 (5%)

5. 劃出下列分子的形狀及其路易士點結構。 (12%)
(1) N_3^- (2) TeF_4^{2-} (3) SOF_4 (4) ClO_2^-

6. 解釋爲何 PCl_5 爲一穩定分子而 NCl_5 則否？ (5%)

7. BF_3 的導電性會因加入 AgF 或 SnF_4 而升高。請寫出其化學反應式並解釋此現象。 (5%)

8. $PF_3(NH_2)_2$ 的 ^{19}F NMR 光譜如下圖(a)所示。而其各別的放大光譜則顯示於 b-e。請劃出 $PF_3(NH_2)_2$ 的結構並以光譜解釋之。 (10%)



9. (i) 金屬蛋白含鐵血基質中心紫質結構如下圖所示

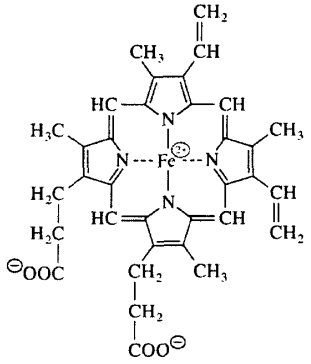
(1) 試問其是否爲芳香族大環(aromatic compound)？其共振環中共有多少個 π 電子？ (3%)

(2) 試解釋爲何苯環的吸收光譜位於紫外光區因而爲無色而紫質則在可見光區有極強吸收？ (3%)

(ii) 鐵在環內可以四配位的方式與紫質配位，若在有水環境中血基質可形成五配位，高自旋三價鐵錯合物

(1) 試畫出在配位場影響下 d 軌道的分裂及電子組態 (3%)

(2) 請問此金屬中心具順磁性或反磁性？可以何種儀器測知？ (3%)



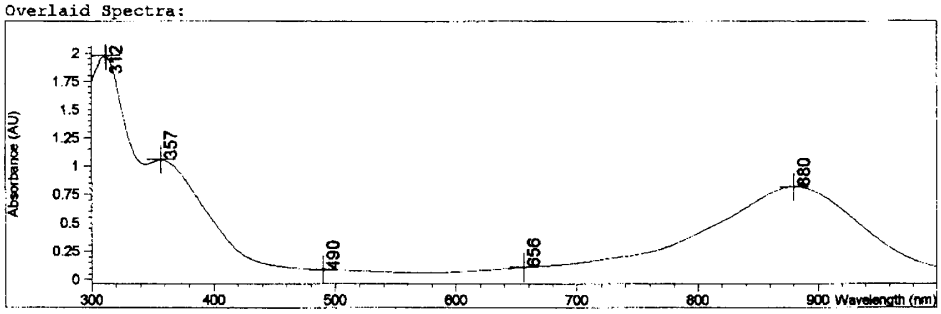
10. 電子吸收光譜因吸收能量位於紫外光區及可見光區因而又稱 UV-vis 光譜。其來源乃電子吸收能量躍遷至較高能階所得。特定的吸光系數(ϵ 值)可用以瞭解電子所在軌道及躍遷到達軌道的能階差及性質。今有如下一光譜乃將 0.005 g 化合物(分子量 650)溶於 25 mL CH_2Cl_2 中取出後置於一公分的 UV-vis Cell 中測得。試計算每一最高吸收波長的 ϵ

值。 (7%)

Spectrum/Peak Report Date 4/28/2003 Time 18:45:53 Page 1 of 1

Method file : <untitled>
Information : Default Method
Data File : C:\HPCHEM\1\DATA\CHIEN\NIS2S1.SD Created : 11/8/01 16:37:28

Overlaid Spectra:



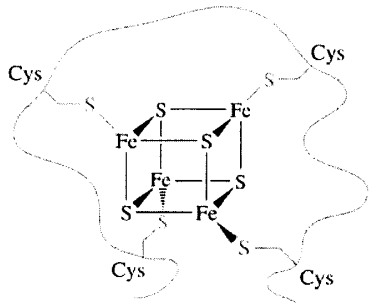
#	Name	Peaks(nm)	Abs(AU)
1		312.0	1.97810
1		357.0	1.05520
1		880.0	0.81587
1		656.0	0.10824
1		490.0	8.7081E-2

Report generated by : operator Signature: .....

*** End Spectrum/Peak Report ***

11. 四鐵四硫的鐵氧還蛋白中心結構如下圖所示。其功能乃在電子傳遞鏈中傳遞電子。每個鐵可以 Fe^{2+}/Fe^{3+}改變，傳遞或接受電子。理論上金屬最高氧化態時鐵硫中心包含 Cys 的價數爲電中性。在金屬最低氧化態時其中心價數包含 Cys 爲 -4。試寫出其金屬中心 Fe 價數可能的不同組合。在真正的電子傳遞鏈中此蛋白僅進行一個電子的轉移。且鐵硫中心包含 Cys 的價數爲 $2- \underset{-e^-}{\overset{+e^-}{\rightleftharpoons}} 3-$ 。試寫出此二個狀態下 Fe 中心的價數組合。

組別：_____



[4Fe-4S]

12. 解釋下列名詞： (8%)

(1) 密碼子(codons)

(2) 輔酶(coenzyme)

(3) 變性作用(denaturation)

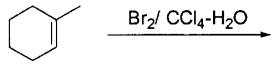
(4) 插入序列(intron)

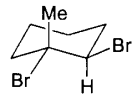
2003 年國際化學奧林匹亞競賽選訓營理論題測驗－有機化學

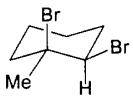
一、 單選題：每題 2 分，共計 16 分

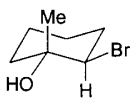
請完成以下之反應與問題

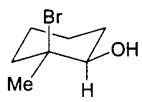
( )1.



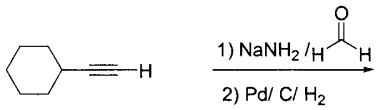
a) 

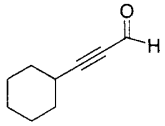
b) 

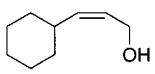
c) 

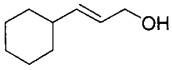
d) 

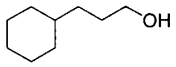
( )2.



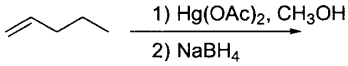
a) 

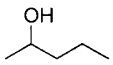
b) 

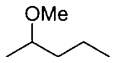
c) 

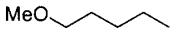
d) 

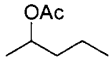
( )3.



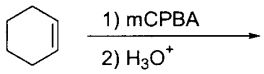
a) 

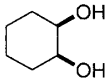
b) 

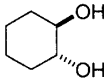
c) 

d) 

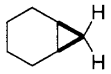
( )4.



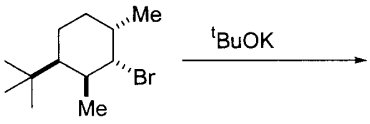
a) 

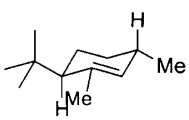
b) 

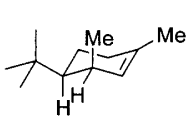
c)

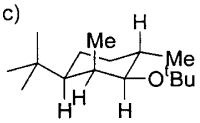
d) 

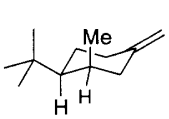
( )5.



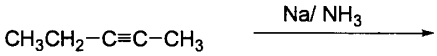
a) 

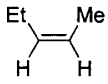
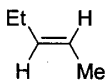
b) 

c) 

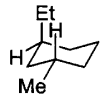
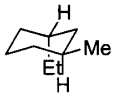
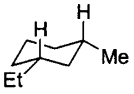
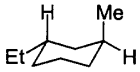
d) 

(　　)6.



a) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$　b)  　c)  　d) $CH_3CH_2CH_2-C\equiv C-H$

(　　)7. 請指出反式 1-乙基-3-甲基環戊烷最穩定之分子組態

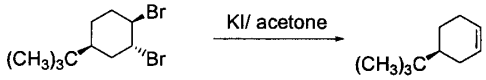
a)  　b)  　c)  　d) 

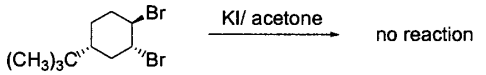
(　　)8. 請指出以下哪個分子符合 Bredt 定律

a) 　b) 　c) 　d)

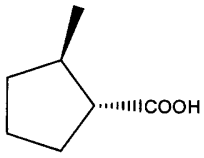
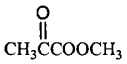
二、　非選擇題：共計 84 分，配分見各題

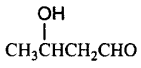
1. 以下兩反應具有不同之脫溴速率, 一個反應快另一則幾乎不反應, 請解釋爲何反應速率不同? 8%



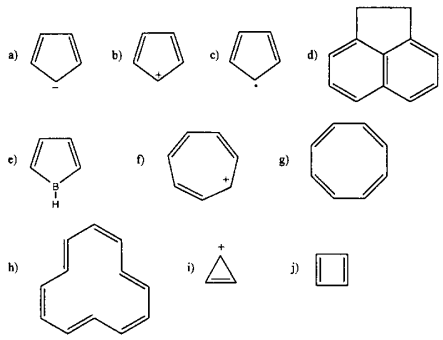


2. 請寫出下列化合物的名稱或是畫出結構。 5%

a)  　b)  　c) styrene

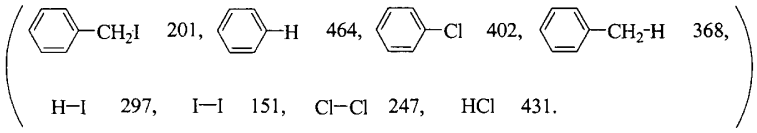
d) hydroquinone　f) 

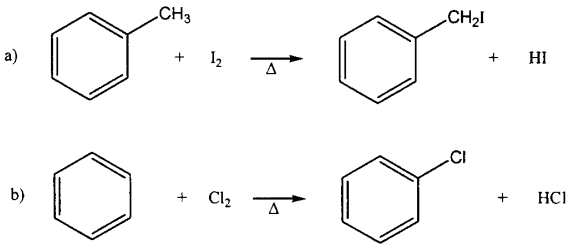
3. 請問下列的分子或離子中，哪些屬於芳香族？　而不屬於芳香族，且爲平面的分子或離子有哪些？ 10%



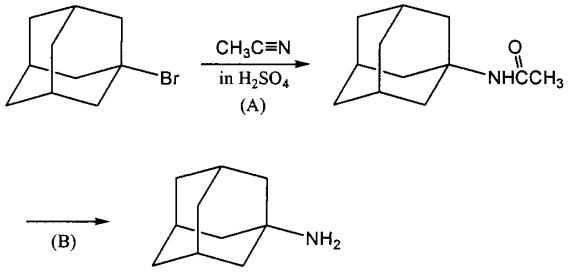
4. 請解釋爲何下列的反應不會發生。 10%

已知的游離能 (kJ/mole):



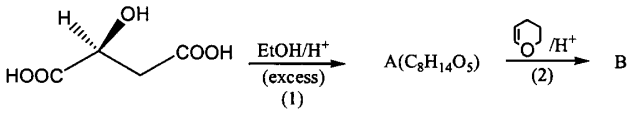


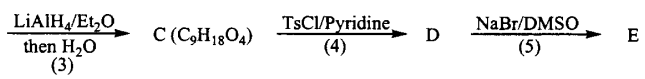
5. Amantadine 是一種有用的抗病毒試劑。它的合成步驟如下。以 1-bromoadamantane 爲起始物在硫酸的存在下與 acetonitrile 進行反應可以得到 N-adamantylacetamide，而由 N-adamantylacetamide 即可轉化成 Amantadine。

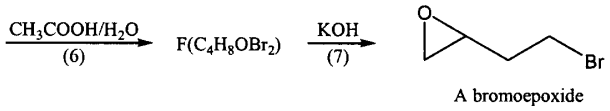


提出步驟 A 的反應機構。 4%

6. (s)-malic acid 是存在於蘋果中的一種化合物，以(s)-malic acid 爲起始物可合成 bromoepoxide，其步驟如下。





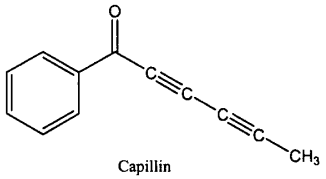


A bromoepoxide

甲、請畫出中間物 A 到 F 的結構。 12%

乙、化合物 bromoepoxide 的立體中心，其立體組態爲何? 2%

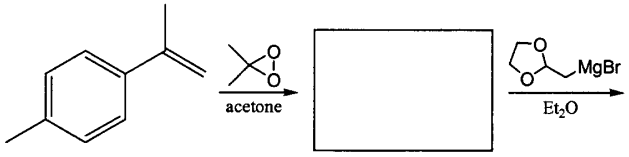
7. Capillin 是一個以知的化合物，它有 alkynyl latone 的結構特徵(如下圖所示)，而且具有對抗皮膚病菌的活性。

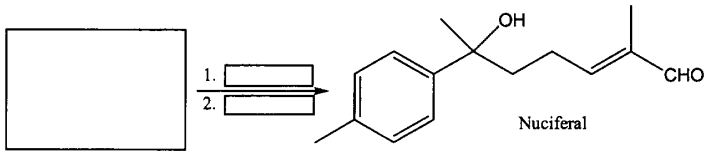


Capillin

請提出適當的合成策略來合成 Capillin。 10%

8. 天然物 Nuciferal 的合成路徑如下。

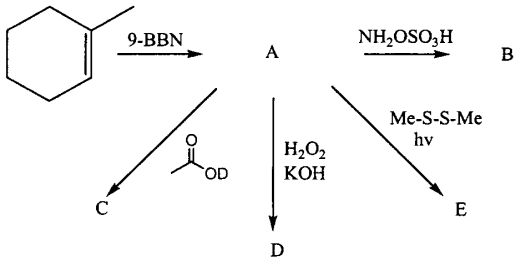




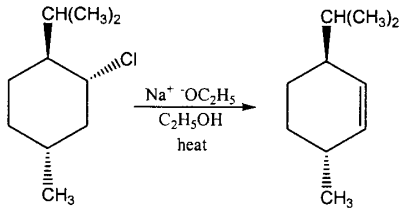
Nuciferal

請畫出合成過程中所有中間物的結構，並寫出所有的反應試劑。 8%

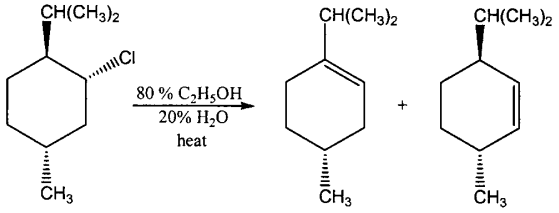
9. 畫出化合物 A，B，C，D，和 E 的結構來完成下列的合成策略。 10%



10. Menthyl chloride 進行脫去反應後的產物視反應條件而有所不同，已知的實驗結果如下所示。 請寫出下列脫去反應的反應機構，並解釋其實驗結果。 5%

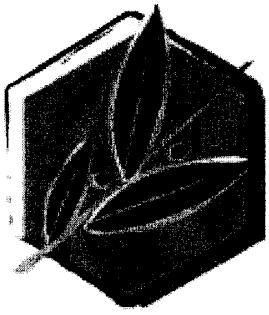


Menthyl chloride



第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽

國手個別輔導營



「二００三年國際化學奧林匹亞競賽」參賽計畫

個別集訓營規劃

（九十二年五月十二日至九十二年六月二十八日）

營務	計畫主持人：王副校長文科 執行秘書：　李成康教授 生活輔導負責人：化學系研究生等人
各組召集人	【物理化學】胡景瀚教授　　【有機化學】李衍彰教授 【無機化學】廖文峰教授　　【實作組】李成康教授 【分析化學】黃承文教授

課程規劃

科目	時數	講師
物理化學	27 小時	胡景瀚 6　陸維作 6　林彥佑 15
有機化學	51 小時	李衍彰 21　林盛運 15　李瑜章 15
分析化學	24 小時	鄭政峰 8　黃承文 4　李茂榮 4　楊慶成 8
無機化學	51 小時	廖文峰 6　黃瑞賢 18 洪政雄 9 李漢文 18
實作	112 小時	李成康 29 楊水平 65 謝建國 18
英語課程	8 小時	梁彩玲 8

第 35 屆國際化學奧林匹亞國家選手個別輔導日程表

2003 年 5 月 12 至 6 月 28 日

日期	5/12	5/13	5/14	5/15	5/16	5/17
星期	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六
900-1200	林彥佑(物化)	陸維作(物化)	謝建國(實作)	李衍彰(有機)	謝建國(實作)	廖文峰(無機)
午餐						
14-00-1700	李茂榮(分析) 13:30-17:30	黃瑞賢(無機)	鄭政峰(分析) 13:30-17:30	胡景瀚(物化)	楊水平(實作)	廖文峰(無機)
晚餐						
1830-2130	李成康(實作)	李成康(實作)		楊水平(實作)		

日期	5/19	5/20	5/21	5/22	5/23	5/24
星期	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六
900-1200	李衍彰(有機)	鄭政峰(分析) 8:30-12:30	林彥佑(物化)	楊水平(實作)	黃瑞賢(無機)	李成康(實作)
午餐						
14-00-1700	李瑜章(有機)	黃承文(分析) 13:30-17:30	洪政雄(無機)	胡景瀚(物化)	梁彩玲(英文) 13:30-17:30	
晚餐						
1830-2130	李成康(實作)			楊水平(實作)		

日期	5/26	5/27	5/28	5/29	5/30	5/31
星期	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六
900-1200	林盛運(有機)	林彥佑(物化)	楊慶成(分析) 8:30-12:30	楊水平(實作)	黃瑞賢(無機)	實作練習 謝建國
午餐						
14-00-1700	李瑜章(有機)	謝建國(實作)	陸維作(物化)	李瑜章(有機)	梁彩玲(英文) 13:30-17:30	實作練習 楊水平
晚餐						
1830-2130	李成康(實作)			楊水平(實作)		

日期	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6	6/7
星期	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六
900-1200	李衍彰(有機)	林彥佑(物化)	端午節	楊水平(實作)	謝建國(實作)	
午餐						
14-00-1700	李瑜章(有機)	李漢文(無機)		林盛運(有機)	楊水平(實作)	
晚餐						
1830-2130	李成康(實作)			楊水平(實作)	楊水平(實作)	

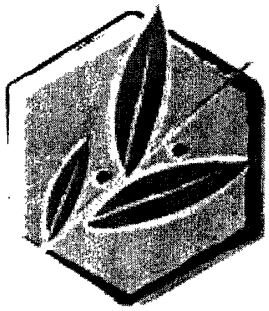
日期	6/9	6/10	6/11	6/12	6/13	6/14
星期	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六
900-1200	林彥佑(物化)	謝建國(實作)	楊慶成(分析) 8:30-12:30	畢業典禮	李成康(實作)	李衍彰(有機)
午餐						
14-00-1700	李瑜章(有機)	畢業典禮	洪政雄(無機)	畢業典禮	楊水平(實作)	實作練習 楊水平
晚餐						
1830-2130	李成康(實作)				楊水平(實作)	

日期	6/16	6/17	6/18	6/19	6/20	6/21
星期	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六
900-1200	林盛運(有機)	李漢文(無機)	洪政雄(無機)	楊水平(實作)	楊水平(實作)	黃瑞賢(無機)
午餐						
14-00-1700	李漢文(無機)	李漢文(無機)	李衍彰(有機)	黃瑞賢(無機)	林盛運(有機)	實作練習 楊水平
晚餐						
1830-2130	楊水平(實作)			楊水平(實作)	楊水平(實作)	

日期	6/23	6/24	6/25	6/30	7/1	7/2
星期	星期一	星期二	星期三	星期一	星期二	星期三
900-1200	林盛運(有機)	李漢文(無機)	李衍彰(有機)		理論測驗	
午餐						
14-00-1700	李漢文(無機)	黃瑞賢(無機)	李衍彰(有機)	實作模擬考試 13:00-18:00 楊水平	理論測驗 9:00-14:00 李成康	楊水平 無機合成
晚餐						
1830-2130						

第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽

邀請函
暨
報名表



35TH INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD
ATHENS-HELLAS

Prof. Tai- Shan Fang
Department of Chemistry
National Taiwan Normal University
No.88 , Sec. 4 , Ding-Chou Rd, Taipei

28 January 2003

Dear Colleague,

We are very pleased to invite the delegation from Taiwan to participate in the 35th International Chemistry Olympiad which will be held in Athens, Greece from July 5 till July 14 2003.

A delegation consists of a maximum of four competitors and two mentors. The competitors must not be enrolled in a University or be students of secondary schools which are specializing in Chemistry. If they have already graduated before May 1st of the year of the competition the organizer must be informed about the month and year of their graduation. Moreover, they must be under the age of 20 on the 1st of July 2003. One Scientific Observer may be added as part of the official delegation. Observing countries are entitled to send one Scientific Observer. A country must send observers to two consecutive Olympiads before its team can participate in the IChO. Guests accompanying the delegation will of course be welcome in Athens. Passports of all members of a delegation will be checked for confirmation of identity and age at registration.

The Organizer will act as host for your delegation from the 5th until the 14th of July 2003. We will provide transportation, lodging and food for your team during that period, including transportation from and to Athens International Airport, E. Venizelos. A copy of this letter of invitation will serve as a reference if you need to obtain a visa to travel to Greece.

During the Olympiad participants will be covered by third party liability insurance. We will also have insurance coverage of accidents. To be admissible to the Olympiad you must have a valid health insurance. You must be able to demonstrate that you have such insurance at registration.

The agreed participation fee for each country has been set at US$ 100· N. N is the smaller of the following: the number of years the country has sent a participating team to the IChO's, or the number of years elapsed since the country hosted an IChO. The registration fee for a guest or a Scientific Observer has been set at US$ 1500.

In a letter that will soon follow this one we will be sending you a hard copy of the Preparatory Problems and the necessary registration forms. You can check web site at www.35icho.uoa.gr for other information. Kindly acknowledge the receipt of this letter of invitation by e-mail at 35icho@uoa.gr

We look forward to welcoming your delegation at the 35th IChO in Athens.

Kindest regards,

Andreas Tsatsas
President 35th IChO

Spyros Koinis
Organization chair 35th IChO

35TH INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD
ATHENS-HELLAS

TAIWAN

Dear Colleague,

The purpose of this communication is to advise you that passport holders from your country require a visa to enter Greece.

Please consult with the appropriate embassy or consulate in your country using the official letter of invitation, as required.

Dr. A. T. Tsatsas,
President 35th IChO

Program* – Students Loutraki Sport Camp

5/7 Sat.		Arrivals Registration Welcome Dinner Overnight at President hotel
6/7 Sun.	7.30-9.30 10.00 11.00-13.00 13.00-15.00 15.00-16.00 20.00	Breakfast at Hotel Departure for Opening Ceremony Opening Ceremony Buffet Transportation to SC Dinner at SC
7/7 Mon.	8.00-9.00 9.30-14.00 14.00-20.00 20.00	Breakfast at SC Morning excursion to Ancient Corinth [lunch package] Rest & Study at SC Dinner at SC
8/7 Tue.	8.00-9.00 9.30 12.00-17.00 18.00-19.30 20.00	Breakfast at SC Transportation of Students to uoa [lunch package] Practical Examination Return trip to SC Dinner at SC
9/7 Wed.		All day at SC
10/7 Thur.	8.00-9.00 9.00-14.00 15.00 20.00 21.00	Breakfast at SC Theoretical Examination at SC ? [lunch during the Exam – buffet] Afternoon excursion to Epidavros and Nafplion Dinner at SC
11/7 Fri.	7.30-8.30 9.00-20.00 20.00	Breakfast at SC All day excursion to Aluminium factory and Delphi Dinner at SC
12/7 Sat.	8.00-9.00 9.00-.... 10.30-12.30 13.00-14.00 14.00-20.00 20.00-21.00	Breakfast at SC Return to Athens – President Hotel Visit to Acropolis Lunch at Hotel Free afternoon Dinner at Hotel
13/7 Sun.	8.00-9.00 9.00-13.00 13.00-14.00 19.00-21.00 21.00-....	Breakfast at Hotel Free time for Shopping at Plaka and the Flea Market Lunch at the Hotel Closing Ceremony at Zappion Party
14/7	8.00-9.00	Breakfast at Hotel

*** Indicative Program**

Top

Program* – Mentors

5/7 Sat.		Arrivals Registration Welcome Dinner
6/7 Sun.	7.30-9.30 10.00 15.00-16.30 20.00 21.00-24.00	Breakfast at Hotel Departure for Opening Ceremony Laboratory Inspection Head mentors are given the proposed practical exam Dinner at Hotel 1st Jury Meeting Beginning of translations
7/7 Mon.	8.00-9.00 9.00-13.00 13.00-14.00 14.00-20.00 20.00-24.00	Breakfast at Hotel Translation of Practical Exam Lunch Translations completed and copied Dinner at Hotel
8/7 Tue.	8.00-9.00 10.00- 16.00 16.00-18.00 19.00-20.00 20.00-24.00	Breakfast at Hotel Excursion to Mykenes-Epidavros-Nafplion During the return trip head mentors are given the proposed Theoretical Exam. Meeting with the authors of tasks Dinner at Hotel 2nd Jury Meeting Beginning of translations
9/7 Wed.	8.00-9.00 9.00-13.00 13.00-14.00 14.00-21.00 21.00	Breakfast at Hotel Translation of Theoretical Exam Lunch Translations completed and copied [Swimming at Vouliagmeni beach *or* Free afternoon] Dinner at Hotel
10/7 Thur.	8.00-9.00 9.00-.... 21.00	Breakfast at Hotel All day excursion Delphi *or* Hydra/Spetses boat trip Dinner at Hotel – free evening
11/7 Fri.	8.00-9.00 9.00-13.00 13.00-14.00 15.00-20.00 20.00-21.00	Breakfast at Hotel Free Morning *or* Swimming at Vouliagmeni beach Lunch Special Anniversary Meeting Dinner at Hotel – Free evening
12/7 Sat.	8.00-9.00 9.00-13.00	Breakfast at Hotel Arbitration & Acropolis visit in groups

	13.00-14.00	Lunch
	14.00-20.00	Free afternoon Shopping or Museum visit. *or* Visit to Sounion
	20.00-21.00	Dinner
	21.00-23.00	3rd Jury Meeting: Allocation of medals
13/7 Sun	8.00-9.00	Breakfast at Hotel
	9.00-13.00	Free time for shopping at Plaka or the Flea market
	13.00-14.00	Lunch
	19.00- 21.00	Closing Ceremony at Zappion
	21.00-....	Party
14/7 Mon.	8.00-9.00	Breakfast at Hotel

*** Indicative Program**

Top

35TH INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD
ATHENS-HELLAS

RETURN BEFORE: March 15th 2003
FAX: +30 210 7274782

COUNTRY REGISTRATION FORM

COUNTRY: TAIWAN

Contact Person:

Name: Chen-Kang Lee

Address: Dept. of Chemistry, National Changhua University

City: Changhua

Postal zip code: 500

Phone[1]: 886-4-721-1108 Fax: 886-4-721-1190

E-mail: chleeck@cc.ncue.edu.tw

Delegation	Number		Required fee
Number of mentors (max 2)	2		
Number of students (max 4)	4		
Number of scientific observers (max 1)	1	*$1500 =	$ 1500 (A)
Number of guests (no max)	5	*$1500 =	$ 7500 (B)
Year of first participation or Year of being host	1991		
Registration fee: N =	12	N* $100 =	$ 1200 (C)
Total conference fee:		SUM(A+B+C)=	$ 10,200
Please indicate if your own software installation is required	YES ☐ NO ☐	Software must be sent to us by April 1, 2003	
Examination language	(Indicates the language in which your students will be writing their exams)		Chinese(Traditional)

N.B. Payment of the fees should be made by the 31st of March 2003. If this is not possible you must contact the conference registration.

[1] Country code, area code, number

35TH INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD
ATHENS-HELLAS

RETURN BEFORE: March 31st 2003
FAX: +30 210 7274782

PAYMENT FORM

COUNTRY: TAIWAN

Delegation	Number		Required fee
Number of mentors (max 2)	2		
Number of students (max 4)	4		
Number of scientific observers (max 1)	1	*$1500 =	$ 1500 (A)
Number of guests (no max)	5	*$1500 =	$ 7500 (B)
Year of first participation or Year of being host	1991		
Registration fee: N =	12	N * $100 =	$ 1200 (C)
Total conference fee:		SUM(A+B+C)=	$ 10,200

The payment must be made in one of the following ways:

1. **Transfer your fee to:**
   NATIONAL BANK OF GREECE
   KANINGOS BRANCH (129)
   Account Holders: G. N. ARVANITIS and I. A. GAGLIAS
   Account Number: 129/592045-09
   Account's IBAN: GR8201101290000012959204509

And fax a photocopy of the receipt to the fax number **+30 210 7274782**

2. **Make a bank draft payable to the above account and send it to:**
   35th IChO Secretariat
   c/o Association of Greek Chemists
   27 Kaningos str
   106 82 Athens
   Greece

35TH INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD
ATHENS-HELLAS

RETURN BEFORE: March 31st 2003
FAX: +30 210 7274782

MENTOR / SCIENTIFIC OBSERVER FORM

COUNTRY:

TAIWAN

Details	Head Mentor	Mentor	Scientific Observer
Family name	Lee	Hung	Feng
First male	Chen-Kang	Cheng-Hsiung	Sung-Lin
Gender (Male or Female)	Male	Male	Male
Date of Birth	1949/11/16	1964/03/27	1963/1/24
Passport number	133508441	133503124	M16486835
Home address Street	No1, Jin Der Rd.	5th Fl. No. 116, Tai-Her Central St.	No.12, Lane1148, Sec3, Jishan Rd, Jushan Jen
Postal zip code	500	500	557
City	Changhua	Changhua	Nantou
Home telephone[1]	+886-4-723-1930	+886-4-721-1190	+886-49-265-6925
Day phone	+886-4-721-1108	+886-4-723-3192	+886-49-265-6925
Emergency contact number	+886-911-762-432	+886-49-235-4829	+886-49-265-6925
Fax number	+886-4-721-1190	+886-4-721-1190	
SPECIAL DIETARY NEEDS			
Other special needs (e.g. physical disabilities)			

N.B. Payment of the fees should be made by the 31st of March 2003. If this is not possible you must contact the conference registration.
Scientific observers will have to pay $1500 for participating in the 35th IChO, which covers accommodation, meals and guest program.

[1] Country code, area code, number

35TH INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD
ATHENS-HELLAS

RETURN BEFORE: April 15th 2003
FAX: +30 210 7274782

GUEST REGISTRATION FORM

COUNTRY: Taiwan

Details	Guest 1	Guest 2	Guest 3
Family name	Shu-Jen	Wen-Ke	Tai-Shan
First male	Lin	Wang	Fang
Gender (Male or Female)	Female	Male	Male
Date of Birth	1953/7/30	1948/4/6	1946/12/12
Passport number	133356500	200588817	130101529
Home address Street		No. 13, Lane 20, Wenshinnan 6th Rd.,	
Postal zip code	104	408	116
City	Taipei	Taichung	Taipei
Home telephone[1]	02-2553-9240	04-24725867	02-29352761
Day phone	02-23565656	04-7211199	02-29309074
Emergency contact number	02-23565656	04-7211199	02-29309074
Fax number	02-23976919	04-7211111	
SPECIAL DIETARY NEEDS			
Other special needs (e.g. physical disabilities)			

Guests will have to pay $1500 for participating in the 35th IChO, which covers accommodation, meals and guest program.

[1] Country code, area code, number

35TH INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD
ATHENS-HELLAS

RETURN BEFORE: April 15th 2003
FAX: +30 210 7274782

GUEST REGISTRATION FORM

COUNTRY: Taiwan

Details	Guest 4	Guest 5	Guest 6
Family name	Yean-Jang	Ching-Cherng	
First male	Lee	Yang	
Gender (Male or Female)	Male	Male	
Date of Birth	1959/10/18	1952/01/18	
Passport number	133043855	M15794914	
Home address Street	4Fl.-10, No. 107, Jiangung Rd.,	10Fl.-1, No. 9, Jengshing Rd.,	
Postal zip code	408	807	
City	Taichung	Kaohsiung	
Home telephone[1]	0921-723487	07-3831765	
Day phone	04-23834903	07-6051021	
Emergency contact number	0921-723487	07-3831765	
Fax number	04-7211190	07-7713297	
SPECIAL DIETARY NEEDS			
Other special needs (e.g. physical disabilities)			

Guests will have to pay $1500 for participating in the 35th IChO, which covers accommodation, meals and guest program.

[1] Country code, area code, number

35TH INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD
ATHENS-HELLAS

RETURN BEFORE: June 1st 2003
FAX: +30 210 7274782

TRAVEL INFORMATION FORM

COUNTRY: TAIWAN

	Head Mentor	Mentor	Students 1,2,3,4	Scientific Observer	Guest 1	Guest 2	Guest 3
Arrival date	5//7	5//7	5//7	5//7	5//7	5//7	5//7
By car[1]							
By train[1]							
By plain	X	X	X	X	X	X	X
Flight Number	TG-946Q	TG-946Q	TG-946Q	TG-946Q	TG-946Q	TG-946Q	TG-946Q
Arrival time	07:05	07:05	07:05	07:05	07:05	07:05	07:05
Departure date	14/7	14/7	14/7	14/7	14/7	14/7	14/7
By car[1]							
By train							
By plain	X	X	X	X	X	X	X
Flight Number		TG-947Q					
Departure time		16:15					

There is a possibility of taking tours before and after the Olympiad. Information to follow.

If you need hotel accommodation before or after the Olympiad please indicate this on the extra sheet provided with this form.

You will have to pay for this extra accommodation yourself. We will host you from Saturday the 5th of July 12.00 a.m. until Monday the 14th of July 12.00 a.m.

[1] If applicable please indicate (approximate) time of arrival/departure.

35TH INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD
ATHENS-HELLAS

RETURN BEFORE: June 1st 2003
FAX: +30 210 7274782

TRAVEL INFORMATION FORM

COUNTRY: TAIWAN

	Guest 4	Guest 5					
Arrival date	5//7	5//7					
By car[1]							
By train[1]							
By plain	X	X					
Flight Number	TG-946	TG-946					
Arrival time	07:05	07:05					
Departure date	14/7	14/7					
By car[1]							
By train							
By plain	X	X					
Flight Number	TG-947	TG-947					
Departure time	16:15	16:15					

There is a possibility of taking tours before and after the Olympiad. Information to follow.

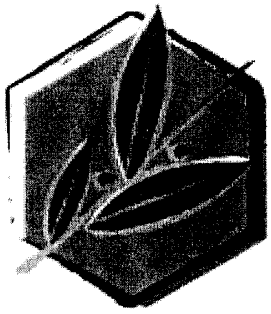
If you need hotel accommodation before or after the Olympiad please indicate this on the extra sheet provided with this form.

You will have to pay for this extra accommodation yourself. We will host you from Saturday the 5th of July 12.00 a.m. until Monday the 14th of July 12.00 a.m.

[1] If applicable please indicate (approximate) time of arrival/departure.

第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽

課程大綱
準備題
暨
中文翻譯



Syllabus

Last revision: July 2002

1. The atom

1.1. Introduction

1.1.1. Counting of nucleons	1
1.1.2. Isotopes	1

1.2. The hydrogen atom

1.2.1. Concept of energy levels	1
1.2.2. Shape of *s*-orbitals	1
1.2.3. (7.5) Shape and orientation of *p*-orbitals	1
1.2.4. (7.6) Shape and orientation of *d*-orbitals	3
1.2.5. (7.3) Understanding the simplest Schrödinger equation	3
1.2.6. (7.2) Square of the wave function and probability	3
1.2.7. (7.4) Quantum numbers (n, l, m_l)	3

1.3. Radioactivity

1.3.1. Types of radioactivity	1
1.3.2. Radioactive decay	1
1.3.3. Nuclear reactions	2

2. Chemical bonding

2.1. VSEPR - Simple molecular structures with

2.1.1. no more than four electron pairs about central atom	1
2.1.2. with central atom exceeding the "octet rule"	3

2.2. Delocalization and resonance	3
2.3. Hybrid orbital theory	3

2.4. Molecular orbital theory

2.4.1. (7.7) molecular orbital diagram (H_2 molecule)	3
2.4.2. (7.8) molecular orbital diagram (N_2 and O_2 molecules)	3
2.4.3. (7.9) bond orders in O_2, O_2^-, O_2^+	3
2.4.4. (7.10) unpaired electrons and paramagnetism	3

3. Chemical calculations

3.1.1. (1.6.1) Balancing equations	1
3.1.2. (1.6.2) Stoichiometric calculations	1
3.1.3. (1.6.3) Mass and volume relations (including density)	1
3.1.4. (1.6.4) Empirical fomula	1
3.1.5. (1.6.5) Avogadro's number	1
3.1.6. (1.6.6) Concentration calculations	1

4. Periodic trends

4.1. Electron configuration

4.1.1. (1.1.4) Pauli exclusion principle	1
4.1.2. (1.1.5) Hund's Rule	1

4.1.3. (1.1.1) Main group elements 1
4.1.4. (1.1.2) Transition metal elements 1
4.1.5. (1.1.3) Lanthanide and actinide metals 3

4.2. (1.2.1) **Electronegativity** 1

4.3. (1.2.2) **Electron affinity** 2

4.4. (1.2.3) **First ionization energy** 1

4.5. (1.2.4) **Atomic size** 1

4.6. (1.2.5) **Ion size** 1

4.7. (1.2.6) **Highest oxidation number** 1

5. Inorganic Chemistry

5.1. Introduction

5.1.1. Trends in physical properties of elements (Main groups)

5.1.1.1. (1.3.1) melting point 1
5.1.1.2. (1.3.2) boiling point 1
5.1.1.3. (1.3.3) metal character 1
5.1.1.4. (1.3.4) magnetic properties 3
5.1.1.5. (1.3.7) electrical conductivity 2

5.1.2. (1.5.1) Oxidation number 1

5.1.3. Nomenclature 1

5.1.3.1. (1.5.2) main group compounds 1
5.1.3.2. (1.5.3) transition metal compounds 1
5.1.3.3. (1.5.4) simple metal complexes 3

5.2. Groups 1 and 2

5.2.1. (1.9.2) Trend in reactivity of (heavy elements more reactive) 1

5.2.2. Products of reaction with

5.2.2.1. (1.9.1.1) water 1
5.2.2.2. halogens 1
5.2.2.3. (1.9.9.3) oxygen 2

5.2.3. Basicity of oxides 1

5.2.4. (1.10.2) Properties of hydrides 3

5.2.5. Other compounds, properties and oxidation states 3

5.3. Groups 13 - 18 and Hydrogen

5.3.1. Binary molecular compounds of hydrogen

5.3.1.1. (1.10.1) Formulae 1
5.3.1.2. (1.10.3) Acid-base properties of CH_4, NH_3, H_2O, H_2S 1
5.3.1.3. Other properties 3

5.3.2. Group 13

5.3.2.1. (1.10.14) The oxidation state of boron and aluminium in their oxides and chlorides is +3 1

states of chlorine

5.3.6.5. Mononuclear oxoanions of chlorine 2

5.3.6.6. (1.10.18) Reactions of halogens with water 3

5.3.6.7. (1.10.14) Reaction of Cl_2O and Cl_2O_7 with water 3

5.3.6.8. Other compounds, properties and oxidation states 3

5.3.7. (1.12.3) Group 18 3

5.4. Transition elements

5.4.1. (1.11.1) Common oxidation states of common transition metals 1

Cr(+2), Cr(+3) Mn(+2), Mn(+4), Mn(+7) Ag(+1)

Fe(+2), Fe(+3) Co(+2) Zn(+2)

Hg(+1), Hg(+2) Cu(+1), Cu(+2) Ni(+2)

5.4.2. (1.11.2) Colours of ions listed above in aqueous solution 2

5.4.3. (1.11.4) Insolubility of Ag, Hg and Cu don't in HCl 2

5.4.4. (1.11.5) M^{2+} arising by dissolution of the other metals in HCl 2

5.4.5. (1.11.7) $Cr(OH)_3$ and $Zn(OH)_2$ are amphoteric and the other +2 oxides/hydroxides of the metals listed above are basic 2

5.4.6. (1.11.8) MnO_4^- and $Cr_2O_7^{2-}$ are strong oxidants in acid solution 1

5.4.7. (1.11.9) pH dependence of products of MnO_4^- acting as oxidant 2

5.4.8. (1.11.10??) Interconversion between CrO_4^{2-} and $Cr_2O_7^{2-}$ 3

5.4.9. Other compounds, properties and oxidation states 3

5.5. (1.12.2) Lanthanides and actinides 3

5.6. Coordination chemistry including stereochemistry

5.6.1. (6.2) Definition of coordination number 1

5.6.2. (6.1) Writing equations for complexation reactions given all formulae 1

5.6.3. Formulae of common complex ions

5.6.3.1. $Ag(NH_3)^{2+}$ 1

5.6.3.2. $Ag(S_2O_3)_2^{2-}$ 3

5.6.3.3. $FeSCN^{2+}$ 3

5.6.3.4. $Cu(NH_3)_4^{2+}$ 1

5.6.3.5. Other complex ions 3

5.6.4. (6.5) Ligand field theory (e_g and t_{2g} terms, high and low spin) 3

5.6.5. Stereochemistry

5.6.5.1. (6.7) *cis* and *trans* 3

5.6.5.2. enantiomers 3

	5.3.2.2.	The acid-base properties of aluminium oxide/hydroxide	2
	5.3.2.3.	Reaction of boron(III) oxide with water	3
	5.3.2.4.	Reaction of boron(III) chloride with water	3
	5.3.2.5.	Other compounds, properties and oxidation states	3
5.3.3.	Group 14		
	5.3.3.1.	(1.10.14) The oxidation state of Si in its chloride and oxide is +4	1
	5.3.3.2.	(1.10.16) The +2 and +4 oxidation states of carbon tin and lead, the acid-base and redox properties of the oxides and chlorides	2
	5.3.3.3.	Other compounds, properties and oxidation states	3
5.3.4.	Group 15		
	5.3.4.1.	(1.10.17) Phosphorus(+5) oxide and chloride, and their reaction with water	2
	5.3.4.2.	Phosphorus(+3) oxide and chloride, and their reaction with water	2
	5.3.4.3.	Oxides of nitrogen	
		a (1.10.4) Reaction of NO to form NO_2	1
		b (1.10.5) Dimerization of NO_2	1
		c (1.10.6) Reaction of NO_2 with water	1
	5.3.4.4.	Redox properties of	
		a (1.10.8) HNO_3 and nitrates	1
		b (1.10.9 and 7) HNO_2 and NH_2NH_2	3
	5.3.4.5.	(1.10.16) Bi(+5) and Bi(+3)	3
	5.3.4.6.	Other compounds, properties and oxidation states	3
5.3.5.	Group 16		
	5.3.5.1.	(1.10.14) The +4 and +6 oxidation states of sulfur, reaction of their oxides with water, properties of their acids	1
	5.3.5.2.	(1.10.12) Reaction of thiosulfate anion with I_2	3
	5.3.5.3.	Other compounds, properties and oxidation states	3
5.3.6.	Group 17 (Halogens)		
	5.3.6.1.	(1.10.19) Reactivity and oxidant strength decreases from F_2 to I_2	1
	5.3.6.2.	Acid-base properties of the hydrogen halides	1
	5.3.6.3.	(1.10.14) The oxidation state of fluorine in its compounds is -1	1
	5.3.6.4.	(1.10.14) The -1, +1, +3, +5, +7 oxidation	1

5.7. Selected industrial processes

5.7.1.	(1.12.1) Preparation of H_2SO_4	1
5.7.2.	(1.12.1) Preparation of NH_3	1
5.7.3.	(1.12.1) Preparation of Na_2CO_3	2
5.7.4.	(1.12.1) Preparation of Cl_2 and NaOH	2
5.7.5.	Preparation of HNO_3	2

6. Physical chemistry

6.1. Gases

6.1.1.	(2.7.1) Ideal gas law	1
6.1.2.	(2.7.2) van der Waal's gas law	3
6.1.3.	(2.7.3) definition of partial pressure	2
6.1.4.	Dalton's Law	3

6.2. Thermodynamics

6.2.1.	First Law		
	6.2.1.1.	(2.5.1) Concept of system and surroundings	2
	6.2.1.2.	(2.5.2) Energy, heat and work	2
6.2.2.	Enthalpy		
	6.2.2.1.	(2.5.3) Relationship between internal energy and enthalpy	3
	6.2.2.2.	(2.5.4) Definition of heat capacity	2
	6.2.2.3.	(2.5.5) Difference between C_p and C_v (ideal gas only)	3
	6.2.2.4.	(2.5.6) That enthalpy is a state property (Hess's Law)	2
	6.2.2.5.	(2.5.7) Born-Haber cycle for ionic compounds	3
	6.2.2.6.	(2.5.9) Use of standard formation enthalpies	2
	6.2.2.7.	(2.5.10) Enthalpies of solution and solvation	3
	6.2.2.8.	(2.5.11) Bond enthalpies (definition and use)	2
6.2.3.	Second Law (Entropy and Free Energy)		
	6.2.3.1.	(2.6.1) Entropy definition (dq/T)	3
	6.2.3.2.	(2.6.2) Entropy and disorder	2
	6.2.3.3.	(2.6.3) Entropy definition ($S = k \ln W$)	3
	6.2.3.4.	(2.6.4) Free energy definition ($\Delta G = \Delta H - T\Delta S$)	3
	6.2.3.5.	(2.6.5) Using ΔG to predict direction of natural change	3
	6.2.3.6.	(2.1.5) Relationship of ΔG^0 and equilibrium constant K	3

6.3. Equilibrium

6.3.1.	Acid-base		
	6.3.1.1.	(2.2.1) Arrhenius definitions of acids and bases	1
	6.3.1.2.	(2.2.2) Brønsted-Lowry definitions,	1
	6.3.1.3.	(2.2.2) conjugate acids and bases	1

	6.3.1.4.	(2.2.3) pH definition	1
	6.3.1.5.	(2.2.4) K_w definition	1
	6.3.1.6.	(2.2.5) K_a as a measure of acid and base strength	1
	6.3.1.7.	(2.2.6) Acidity or basicity of ions	1
	6.3.1.8.	(2.2.9) Calculation of pH from pK_a(weak acid)	1
	6.3.1.9.	(5.4) Calculation of pH of a simple buffer solution	2
6.3.2.	Gas phase		
	6.3.2.1.	(2.1.4) Equilibrium constant in partial pressures	3
	6.3.2.2.	(2.1.3) Relating K_p and K_c	3
6.3.3.	Solubility		
	6.3.3.1.	(2.2.7) Solubility constant (product) definition (K_s)	2
	6.3.3.2.	(2.2.8) Calculation of solubility in water from K_s	2
6.3.4.	Complexim etric		
	6.3.4.1.	(6.4) Complex formation constant (definition)	3
	6.3.4.2.	Problems involving complexim etric equilibria	3
	6.3.4.3.	(7.12) Lewis acids and bases	3
	6.3.4.4.	(7.13) Hard and soft Lewis acids and bases	3
6.3.5.	Phase		
	6.3.5.1.	(2.7.4) Temperature dependence of vapour pressure	3
	6.3.5.2.	(2.7.5) Clausius-Clapeyron equation	3
	6.3.5.3.	Single component phase diagrams	
		a (2.7.6) triple point	3
		b (2.7.7) critical point)	3
	6.3.5.4.	liquid-vapour system	
		a (2.7.9) ideal and nonideal systems	3
		b (2.7.8) diagram	3
		c (2.7.9) use in fractional distillation	3
	6.3.5.5.	(2.7.11) Henry's Law	3
	6.3.5.6.	(2.7.12) Raoult's Law	3
	6.3.5.7.	(2.7.13) Deviation from Raoult's Law	3
	6.3.5.8.	(2.7.14) Boiling point elevation	3
	6.3.5.9.	(2.7.15) Freezing point depression	3
	6.3.5.10.	(2.7.16) Osmotic pressure	3
	6.3.5.11.	(2.7.17) Partition coefficient	3
	6.3.5.12.	(2.7.18) Solvent extraction	3
6.3.6.	Multiple		
	6.3.6.1.	(2.2.11) Calculation of pH for multiprotic acids	3
	6.3.6.2.	(2.2.12) Calculation of pH for weak acid	3

mixtures

6.4. Electrochemistry

6.4.1. (2.3.1) Electromotive force (definition) 1
6.4.2. (2.3.2) First kind electrodes 1
6.4.3. (2.3.3) Standard electrode potential 1
6.4.4. (2.3.4) Nernst equation 3
6.4.5. (2.3.5) Second kind electrodes 3
6.4.6. (2.3.6) Relationship between D*G* and electromotive force 3

7. Chemical kinetics (Homogeneous reactions)

7.1. Introduction

7.1.1. (2.4.1) Factors affecting reaction rate 1
7.1.2. (2.4.15) Reaction coordinates and the basic idea of a transition state 1

7.2. Rate law

7.2.1. (2.4.2) Differential rate law 2
7.2.2. (2.4.4) Concept of reaction order 2
7.2.3. (2.4.3) Rate constant definition 2
7.2.4. First order reactions
7.2.4.1. (2.4.5) Dependence of concentration on time 3
7.2.4.2. (2.4.6) Concept of half life 3
7.2.4.3. (2.4.7) Relationship between half life and rate constant 3
7.2.4.4. (2.4.11) Calculation of first order rate constant from
a Differential rate law 3
b Integrated rate law 3
7.2.4.5. (2.4.12) Rate constant for second and third order reactions 3

7.3. Reaction mechanisms

7.3.1. (2.4.9) Concept of molecularity 3
7.3.2. (2.4.8) Rate-determining step 3
7.3.3. (2.4.14) Basic concepts of collision theory 3
7.3.4. (2.4.16) Opposing parallel and consecutive reactions 3
7.3.5. Arrhenius's law
7.3.5.1. (2.4.10) Definition of activation energy 3
7.3.5.2. (2.4.13) Calculation of activation energy 3

8. Spectroscopy

8.1. UV/visible

8.1.1. (8.1.1) Identification of aromatic compound 3
8.1.2. (8.1.2) Identification of chromophore 3
8.1.3. (3.11.10) Dyes: colour *vs* structure 3
8.1.4. (5.9) Beer's Law 3

8.2. Infrared

8.2.1. (8.3.1) Interpretation using a table of frequencies 3

8.2.2. (8.3.2) Recognition of hydrogen bonds 3

8.3. x-Ray

8.3.1. (8.5.1) Bragg's Law 3

8.3.2. Concept of

8.3.2.1. (8.5.3) coordination number 3

8.3.2.2. (8.5.1) unit cell 3

8.3.3. Solid structures

8.3.3.1. (8.5.5) NaCl 3

8.3.3.2. (8.5.6) CsCl 3

8.3.3.3. (8.5.7) metals 3

8.4. NMR

8.4.1. General Concepts

8.4.1.1. (8.4.2.) chemical shift 3

8.4.1.2. (8.4.2) spin-spin coupling and coupling constants 3

8.4.1.3. integration 3

8.4.2. (8.4.1) Interpretation of a simple ^{1}H spectrum (like ethanol) 3

8.4.3. (8.4.4) Identification of *o*- and *p*-disubstituted benzene 3

8.4.4. (8.4.5 +) Interpretation of simple spectra of ^{13}C (proton decoupled) and other spin ½ nuclei 3

8.5. Mass spectrometry

8.5.1.1. (8.1.1) Recognition of molecular ion 3

8.5.1.2. (8.1.2) Recognition of fragments with the help of a table 3

8.5.1.3. (8.2.3) Recognition of typical isotope distribution 3

9. Organic Chemistry

9.1. Introduction

9.1.1. (3.1.1) Alkane naming (IUPAC) 1

9.1.2. Trends in boiling points of

9.1.2.1. (3.1.3) alkanes with structure 1

9.1.2.2. (3.7.1) alcohols *vs* ethers due to hydrogen-bonding 1

9.1.3. (3.3.1, 3.4.1) Geometry at singly, doubly, and triply bonded carbon 1

9.1.4. Identification of common functional groups 1

9.1.5. Isomerism of alkenes

9.1.5.1. (3.3.2) *cis-trans* 1

9.1.5.2. (3.3.2) *E/Z* 3

9.1.6. Enantiomers

9.1.6.1. (3.10.3.14) Optical activity 2

9.1.6.2. (3.10.3.14) *R/S* nomenclature 3

9.2. Reactivity

9.2.1. Alkanes

9.2.1.1. reaction with halogens

a (3.1.4.1) products 1

b (3.1.4.2) free radical mechanism (initiation, termination) 2

9.2.1.2. Cycloalkanes

a (3.2.1) names 2

b (3.2.2) Strain in small rings 3

c (3.2.3) chair/boat conformations of cyclohexane 3

9.2.2. Alkenes

9.2.2.1. (3.3.3.1) Products from Br_2, HBr and H_2O/H^+ 1

9.2.2.2. (3.3.3.2) Markownikoff's rule 2

9.2.2.3. (3.3.3.3) Mechanism involving carbocation intermediates 3

9.2.2.4. (3.3.3.4) Relative stability of carbocations 3

9.2.2.5. (3.3.3.5) 1,4 addition to dienes 3

9.2.3. Alkynes

9.2.3.1. (3.4.2) Acidity relative to alkenes 3

9.2.3.2. (3.4.3) Differences in chemical properties from alkenes

9.2.4. Benzene

9.2.4.1. (3.5.1) formula 1

9.2.4.2. (3.5.2 and 3) stabilization by resonance 1

9.2.4.3. electrophilic substitution (nitration, halogenation)

a (3.5.9) directing effect of first substituent 3

b (3.5.8) effect of first substituent on reactivity 3

c (3.5.10) explanation of substituent effects 3

9.2.5. Halogen compounds

9.2.5.1. Nomenclature of monofunctional 1

9.2.5.2. (3.6.1) Substitution reactions

a giving alcohols 3

b (3.6.2) in which halogen is exchanged 3

c (3.6.3) reactivity

i primary *vs* secondary *vs* tertiary 3

ii (3.6.6) aliphatic *vs* aromatic 3

d (3.6.4) S_N1 and S_N2 mechanisms 3

	9.2.5.3.	Elimination reactions	2
	9.2.5.4.	(3.6.5) Competition of elimination and substitution	2
9.2.6.	Alcohols		
	9.2.6.1.	Nomenclature of monofunctional	1
	9.2.6.2.	(3.7.1) Comparison of acidity of alcohols and phenols	2
	9.2.6.3.	(3.7.2) Dehydration to alkenes	1
	9.2.6.4.	Esters with inorganic acid	2
	9.2.6.5.	Oxidation reactions	1
9.2.7.	Adehydes and ketones		
	9.2.7.1.	Nomenclature of monofunctional	1
	9.2.7.2.	Oxidation of aldehydes	1
	9.2.7.3.	Reduction to alcohols ($LiAlH_4$, $NaBH_4$)	3
	9.2.7.4.	Keto/enol tautomerism	3
	9.2.7.5.	Nucleophilic addition reactions with	
		a HCN	3
		b RNH_2 (R = alkyl, HO, NH_2)	3
		c enolate anions (aldol condensation)	3
		d alcohols to form acetals/ketals	3
		e Grignard reagents	3
9.2.8.	Carboxylic acids and their derivatives		
	9.2.8.1.	Nomenclature of carboxylic acids and their derivatives (esters, acid halides, amides)	2
	9.2.8.2.	Acidity strength related to inductive effects	3
	9.2.8.3.	Preparation of carboxylic acids by hydrolysis of	
		a esters (including soaps)	1
		b amides	2
		c nitriles	3
	9.2.8.4.	Reaction of carboxylic acids	
		a with alcohols to form esters	1
		b to form acid chlorides	3
		c to form anhydrides	3
	9.2.8.5.	Reaction of acid chlorides to form amides	3
	9.2.8.6.	Mechanism of esterification	3
	9.2.8.7.	Multifunctional acids (hydroxyacids, ketoacids)	3
	9.2.8.8.	Polycarboxylic acids	3
9.2.9.	Amines		
	9.2.9.1.	Nomenclature	
		a simple amines	1
		b recognition of primary, secondary, tertiary	1

9.2.9.2. Basicity
- a As a property of an amine 1
- b Comparison of basicity of aliphatic and aromatic 3
- c Comparison of basicity of amines and amides 3
- d Preparation of amines
  - i from halides 3
  - ii from aromatic nitro compounds 3
  - iii from amides (by hydrolysis) 3

9.2.9.3. Diazotization
- a of aliphatic amines 3
- b of aromatic amines 3

10. Polymers

10.1. Synthetic

10.1.1. Addition polymers
- 10.1.1.1. polystyrene 2
- 10.1.1.2. polyethene 1
- 10.1.1.3. chain mechanism of formation 2

10.1.2. Condensation polymers
- 10.1.2.1. polyesters 2
- 10.1.2.2. polyamides 2

10.1.3. Silicones 3

10.1.4. Concept of cross-linking and its affect on properties 3

10.2. Natural

10.2.1. Silicates 3

10.2.2. Rubber 3

11. Biochemistry

11.1. Carbohydrates

11.1.1. Glucose and fructose
- 11.1.1.1. chain formulae 1
- 11.1.1.2. Fischer projections 2
- 11.1.1.3. Haworth formulae 3

11.1.2. Difference between starch and cellulose 2

11.1.3. Difference between a- and b- D glucose 2

11.2. Fats

11.2.1. Structure of fats in relationship to properties 2

11.2.2. Formula of glycerol 1

11.3. Nitrogen-containing Compounds of Biological Importance

11.3.1. Amino acids
- 11.3.1.1. Ionic structure 1
- 11.3.1.2. Isoelectric point 3

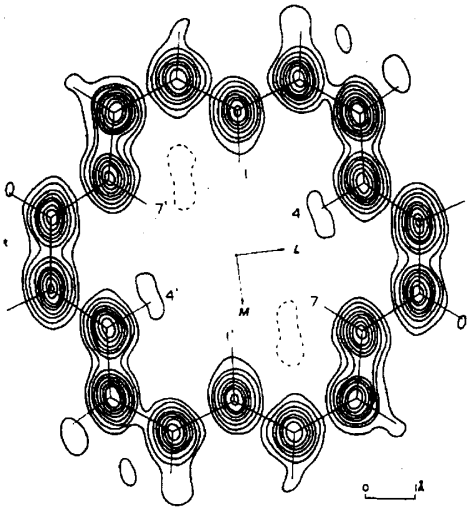
11.3.1.3.	20 amino acids (classification with structures provided)	2
11.3.1.4.	Separation by electrophoresis	3
11.3.1.5.	The peptide linkage	1
11.3.2. Proteins		
11.3.2.1.	Primary structure	1
11.3.2.2.	-S-S- bridges	3
11.3.2.3.	Sequence analysis	3
11.3.2.4.	Secondary structure	3
11.3.2.5.	Details of a helix structure	3
11.3.2.6.	Tertiary structure	3
11.3.2.7.	Denaturation (change in pH, temperature, metals, ethanol)	2
11.3.3. Nuclei Acids and Protein Synthesis		
11.3.3.1.	Pyrimidine and purine	3
11.3.3.2.	Nucleosides and nucleotides	3
11.3.3.3.	Formulae of pyrimidine and purine bases	3
11.3.3.4.	Difference between ribose and 2-deoxyribose	3
11.3.3.5.	Base combination CG and AT (hydrogen-bonding)	3
11.3.3.6.	Difference between DNA and RNA	3
11.3.3.7.	Difference between mRNA and tRNA	3
11.4. Enzymes		
11.4.1.1.	General properties, active centers	3
11.4.1.2.	Nomenclature, kinetics, coenzymes, function of ATP	3
12. Analytical chemistry		
12.1. Titrations		
12.1.1. acid-base		
12.1.1.1.	(5.2) Titration curve; pH (strong and weak acid)	2
12.1.1.2.	(5.1) Choice of indicators for acidimetry	2
12.1.2. (5.3) Redox titration		3
12.2. Qualitative analysis		
12.2.1. Ions (Inorganic)		
12.2.1.1.	(5.5) Identification of Ag^+, Ba^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}	2
12.2.1.2.	Identification of other anions and cations	3
12.2.2. Organic functional groups		
12.2.2.1.	(3.7.7) Lucas reagent (1°, 2°, 3° alcohols)	3
12.2.2.2.	(3.7.6) Iodoform reaction	3
12.2.2.3.	(3.11.4) Identification of primary, secondary, tertiary, quarternary amines in the laboratory	3
12.3. (2.7.19) Chromatographic methods of separation		3

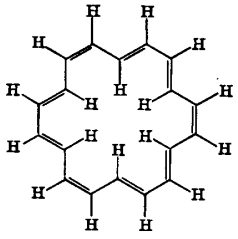
Problem 1: Proton – antiproton atom

Experimental and theoretical work has shown that for each of the fundamental particles such as protons (p) and electrons (e) there exist antiparticles which differ from their counterparts usually in one property only, but have the same mass. Antielectrons (or positrons) are positively charged, whereas antiprotons ($\bar{p}$) are negatively charged. Antimatter composed of antiparticles had not been observed until very recently. Antihydrogen consisting of positrons attached to antiprotons was created in laboratories in 2002 (*Nature* **419**, 456 (2002)). An even more exotic form of an atom would consist of a combination of a proton and an antiproton ($p\bar{p}$). Assuming that the $p\bar{p}$ atom is hydrogen-like, (a) what is its ionization energy and its Bohr radius? (b) What is the wavelength of the transition from the ground electronic state to the first excited state?

Problem 2: Annulene

The crystallographic structure of [18] annulene ($C_{18}H_{18}$) has been determined with x-ray crystallography (*Acta Cryst.* **19**, 227 (1965)). The following figure shows the electron density in the mean molecular plane; the contours are shown at intervals of 1 e.Å^{-3}. The absorption spectrum of this molecule has been studied too. The location of





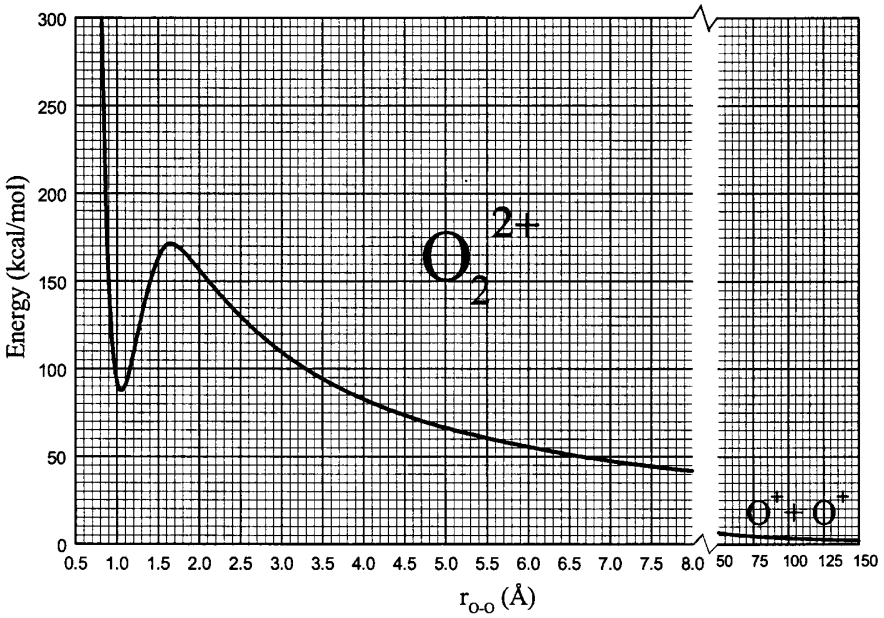
the absorption maximum can be estimated using the model of "the particle on a ring". The energy of a particle moving on a circular well is given by $E_n = \frac{h^2 N^2}{2m_e L^2}$, where h is Planck's constant, m_e the mass of the electron, L the full path of the electron and N its quantum number. N takes the integer values 0, ±1, ±2, ±3, ..., therefore each level has a two-fold degeneracy except for the zero level which is nondegenerate.
Assuming a mean bond length between carbon atoms equal to 1.40 Å, determine the wavelength of the lowest electronic transition.

Problem 3: Chemical bonding: The molecular cation O_2^{2+}

O_2^{2+} is a strange molecule because its existence is unexpected. Indeed, one would expect that two approaching O^+ cations should repel each other so that the energy of

the system rises and formation of O_2^{2+} is impossible. However, the molecular cation O_2^{2+} was first observed experimentally in the early sixties. This means that although coulombic repulsion is important at short distances, covalent bonding must be very strong and, indeed, takes over stabilizing the system. A triple bond is formed by the coupling of the three unpaired p electrons on each O^+ yielding $[O \equiv O]^{2+}$.

The potential energy curve of this molecule is shown in the graph below, and because of its particular shape, it is often called "volcano-type potential".



Questions

1. What should be the minimum kinetic energy of two colliding O^+ cations in order for them to form O_2^{2+}?
2. Is O_2^{2+} thermodynamically stable? Yes ☐ No ☐
3. Is O_2^{2+} kinetically stable (metastable)? Yes ☐ No ☐
4. How much energy is needed to cause dissociation of O_2^{2+}?
5. It is claimed that O_2^{2+} could be used for storing energy. If true, give the energy that could be stored per molecule of O_2^{2+}.
6. What is the $O^+ - O^+$ bond length?
7. What is the minimum approach distance between two O^+ cations in order to form O_2^{2+}?

Problem 4: Electrochemistry: Nicad batteries

Sealed type Ni – Cd batteries ("Nicad") are widely used in portable devices such as cordless power tools, cellular telephones, camcorders, portable computers, etc. Ni – Cd batteries are cost-effective and have high cycle lives and excellent low or high-temperature performance. They require no maintenance and can be recharged up to 2000 times. A typical sealed type Ni – Cd cell consists of the following two half-cells:

$Cd(OH)_2\ (s) + 2e^- \rightleftharpoons Cd\ (s) + 2OH^-$ $\quad E_1^0 = -0.809$ V

$2NiO(OH)\ (s) + 2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons 2Ni(OH)_2\ (s) + 2OH^-$ $\quad E_2^0 = -0.490$ V

where E_1^0, E_2^0 are standard reduction potentials at 25°C.

Questions:

1. Which reaction occurs at the cathode? Give the corresponding Nernst equation for the potential.
2. Which reaction occurs at the anode? Give the corresponding Nernst equation for the potential.
3. Write a balanced equation that shows the reaction that occurs spontaneously as the cell discharges.
4. Calculate the electromotive force E of the cell at 25°C.
5. What is the mass of Cd contained in a cellular telephone Ni – Cd battery of a nominal capacity of 700 mAh?

Problem 5: Boiler

A medium size apartment house is equipped with a heating furnace (boiler) for generating hot water during the cold months. The nominal heating power of the furnace is 116 kW. The building has an oil tank with a storage capacity of 4 m^3 of heating oil. The enthalpy of combustion of the oil, which consists mostly of heavy liquid saturated hydrocarbons, is 43000 kJ/kg and its density is about 0.73 g/cm^3.

1. Indicate how long the heater can operate continuously before it becomes necessary to refill the tank.

A. 5h B. 2.2 days C. 12 days D. 3.3 weeks E. 2.1 months.

2. What is the approximate amount of CO_2 generated and released into the atmosphere per hour when the furnace is operating?

A. 300 g B. 1 kg C. 5 kg D. 10 kg E. 30 kg

Problem 6: Ammonium nitrate

One elementary laboratory demonstration in introductory Chemistry is the mixing of NH_4NO_3 with water in a thermally isolated container. In this problem, 80 g NH_4NO_3 are mixed with 1 kg H_2O which are both initially at 0 °C. Determine the final state of the system.

Given are: heat capacity of liquid water 76 J mol^{-1} K^{-1}, enthalpy of fusion for water 6.01 kJ mol^{-1}, enthalpy of solution of NH_4NO_3 in water 25.69 kJ mol^{-1}, cryoscopic constant for water 1.86 K kg mol^{-1},

The final temperature is equal to A. 1.86 K, B. 3.72 K, C. 3.72 °C, D. 1.86 °C, E. -3.72 °C, F. –3.72 K, G. 1.86 K, H. –1.86 °C, I. -3.83 °C.

The final state of the system consists of A. 1 liquid and 1 solid phase, B. 1 liquid and 2 solid phases, C. 1 liquid phase, D. 1 solid phase, E. 2 liquid phases, F. 2 solid phases, G. 2 liquid and 1 solid phase.

The mixing process can be described as (check all that apply)

induced, spontaneous, reversible, irreversible, one where separation of components is impossible by any means, adiabatic, non-adiabatic, isobaric, isothermal, isochoric, isenthalpic, isoenergetic.

The change in entropy (ΔS) of the system is A. > 0, B. = 0, C. < 0, D. indeterminate.

Problem 7: Carbon dioxide

CO_2 fire extinguishers are metal canisters containing CO_2 under pressure higher than 1 atm. Given are [NIST Webbook of Chemistry, CRC]: Critical point P_c = 73.75 bar,

T_c = 304.14 K; Triple point P_3 = 5.1850 bar, T_3 = 216.58 K. Assume room temperature is 25°C.

1. What is the required pressure in the fire extinguisher for the coexistence of solid and liquid CO_2?

A. 2 bar B. 5.185 bar C. 20 bar D. 73.8 bar E. not possible under any pressure

2. What is the required pressure in the fire extinguisher for the coexistence of liquid and gaseous CO_2?

A. about 2 bar, B. 5.1850 bar, C. about 20 bar, D. about 63 bar, E. 73.8 bar, F. about 100 bar, G. not possible under any pressure

Problem 8: Iron crystal

The crystalline form of iron, known as α-Fe, has a *body centered cubic* (bcc) unit cell with an edge length of 2.87 Å. Its density at 25 °C is 7.86 g/cm^3. Another - higher temperature - crystalline form, known as γ-Fe, has a *face centered cubic* (fcc) unit cell with an edge length of 3.59 Å.

(a) Calculate the atomic radius of iron in α-Fe and use the above facts to estimate Avogadro's number, assuming that the atoms in α-Fe touch each other *along the body diagonal.*

(b) Calculate the atomic radius of iron in γ-Fe as well as the density of γ-Fe, assuming that the atoms touch each other *along the face diagonal.*

(c) Assume that an interstitial atom (other than Fe) fits perfectly *at the center of α-Fe cube face* [i.e., a position with fractional coordinates (½, 0, ½)], hence it just touches the surface of an iron atom at the center of the unit cell. What is the radius of the interstitial atom?

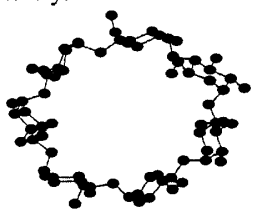
(d) In a similar manner as in (c), calculate the radius of a perfectly fitted interstitial atom *at the center of the γ-Fe unit cell.*

(e) How much oversize is a carbon atom, having a radius of 0.077 nm, as compared with the interstitial atoms in questions (c) and (d)?

(f) The (200) lattice planes of a cubic structure coincide with the faces of the unit cell as well as those planes that cut the axis at half of the cell edge (see figure). Suppose that a monochromatic X-ray beam, incident on a α-Fe crystal, is diffracted on these planes at an angle of 32.6°. Calculate the wavelength of the X-ray beam.

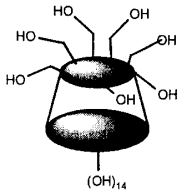
Problem 9: Cyclodextrine

Cyclodextrins are cyclic sugars commonly composed of 6,7,or 8 glucose units called α, β, γ-cyclodextrins respectively.

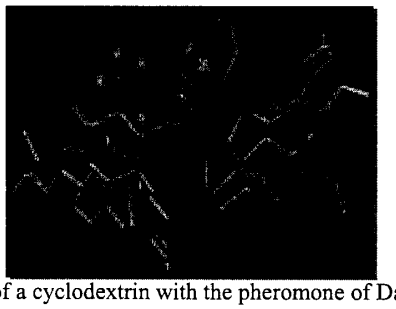


β-cyclodextrin (O atoms are shown in red and C atoms in black)

Their shape resembles a truncated cone with a hydrophobic cavity and a hydrophilic exterior lined with hydroxyl groups.



A plethora of hydrophobic molecules can be encapsulated in the cavity forming inclusion complexes



Structure of a cyclodextrin with the pheromone of Dacus Oleae

This property in combination with the fact that they are natural, water soluble compounds makes them suitable candidates for many applications, especially as carriers for pharmaceutical compounds.

Cyclodextrin inclusion complexes form crystals the molecular structure of which can be determined by X-ray crystallography. Consider a crystal of such an inclusion complex of β-cyclodextrin with the empirical formula $C_{42}H_{70}O_{35} \bullet C_{12}H_{12}N_2 \bullet 12H_2O$. It crystallizes in space group $P2_1$. Its unit cell dimensions (with uncertainties) are a = 15.394(7) Å, b = 31.995(12) Å, c =15.621(7) Å, β= 103.738(15)°, ($\alpha = \gamma = 90°$).

In this unit cell there are four molecules of the inclusion complex (2 molecules in the asymmetric unit). What is the molecular volume in $Å^3$ of the inclusion complex and what is the density of the crystal.

Problem 10: Infrared spectroscopy

1. How many vibrational modes does a CO, a H_2O, a benzene, or a C_{60} molecule undergo? Pick the most appropriate answer for each molecule.

A. 1, B. 2, C. 3, D. 4, E. about 30, F. 54, G. 120, H. 174, I. 720, J. not possible to determine based on information provided

2. Two unknown diatomic molecules show a single peak of vibrational absorption in the infrared region of the electromagnetic spectrum. Molecule XY absorbs at a higher frequency than molecule WZ. Which of the following statements are correct?

1. XY and WZ are heteronuclear
2. XY has a stronger bond than WZ
3. XY has a larger mass than WZ
4. The vibrational eigen frequency of XY is higher than that of WZ

A. 1 B. 2 C. 3 D. 4 E. 1 and 2 F. 1 and 3 G. 1 and 4 H. 2 and 3 I. 2 and 4 J. 3 and 4 K. 1, 2 and 3 L. 1, 2 and 4 M. 1, 3 and 4 N. 2, 3 and 4 O. 1, 2, 3 and 4 P. all are incorrect

Problem 11: Radioactivity and chemical reactivity

Give a "yes" or "no" answer to the following questions:

1. Is the γ-radiation of radioactive objects electromagnetic in nature?
2. Do any non-radioactive exist with atomic number greater than 83?
3. Do any radioactive isotopes exist with atomic number less than 82?
4. Do noble gases form compounds with other elements?

5. Is Cs the most easily ionizable non-radioactive element?

Problem 12: Carbon dating

^{14}C is a β radioactive isotope of carbon with a half-life $t_{½}$ = 5700 y. It exists in nature because it is formed continuously in the atmosphere as a product of nuclear reactions between nitrogen atoms and neutrons generated by cosmic rays.
We assume that the rate of formation has remained constant for thousands of years and is equal to the rate of decay, hence the amount of ^{14}C in the atmosphere has reached steady state. As a result ^{14}C accompanies the stable isotopes ^{12}C and ^{13}C in the atmosphere and participates indistinguishably in all carbon chemical reactions. It forms CO_2 with oxygen and enters all living systems through photosynthesis under constant C_{14}/C_{12} isotopic ratio, labeling the organic molecules.
This fact is used for dating samples of biological origin (e. g., silk, hair, etc.) which have been isolated by some way after the death of the organism (e.g., in an ancient grave). The C_{14}/C_{12} ratio in these samples does not remain constant, but decreases with time because the ^{14}C present is disintegrating continuously.
The specific radioactivity of ^{14}C in living systems is 0.277 bequerel per gram of total carbon [1 Bq = 1dps (disintegration per second)]

a) Calculate the age of an isolated sample with a $^{14}C/^{12}C$ ratio which is 0.25 that of a contemporary sample.
b) What happens to a ^{14}C atom when it disintegrates?
c) What do you expect will happen to a ^{14}C containing organic molecule (e.g., DNA, protein, etc.) of a living organism when this ^{14}C atom disintegrates.
d) Calculate the radioactivity of a 75 kg human body due to ^{14}C and the number of ^{14}C atoms in the body, given that the amount of total carbon is about 18.5 %.

Problem 13: Uranium

Uranium (U, Z=92) is a naturally occurring radioactive element which occurs as a mixture of ^{238}U (99.3%, $t_{½}$ = 4.47x10^9 y) and ^{235}U (0.7%, $t_{1/2}$ = 7.04x10^8 y). Both radioisotopes are alpha emitters and were created at the time of nucleosynthesis. Their decay is followed by a different sequence of alpha ($^4He^{2+}$) and beta (β^-) disintegration's, which lead through successive transmutations of intermediate radioactive products to stable lead isotopes, ^{206}Pb and ^{207}Pb, respectively (Pb, Z=82). These sequences form two (out of a total of three) so-called radioactive series. Gamma radiation, which appears in various disintegrations, does not affect the transmutations.
^{235}U is less stable than ^{238}U and reacts more easily with thermal neutrons to undergo fission, a fact which makes ^{235}U a suitable fuel for nuclear reactors. The fission reaction is as follow:

$$^{235}U + n \rightarrow U^* \rightarrow \text{fission products} + 2\text{-}3n + 200\ \text{MeV/nucleus}\ ^{235}U$$

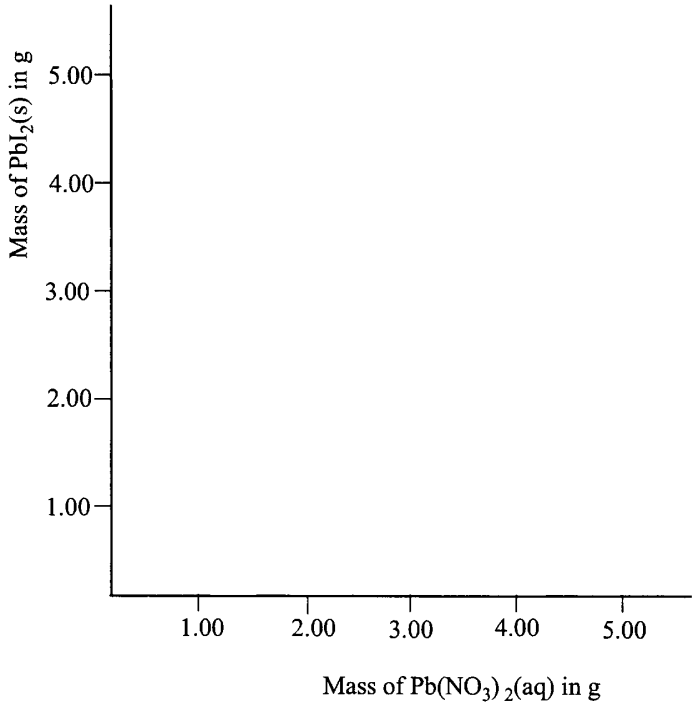
a) Calculate the total number of alpha and beta particles emitted in each of the two complete natural radioactive series ($^{238}U \rightarrow ^{206}Pb$ and $^{235}U \rightarrow ^{207}Pb$).
b) Explain why in both radioactive series some chemical elements appear more than once.
c) Assuming that the initial isotopic abundance (i.e., at the time of nucleosynthesis) was equal for the two uranium isotopes (^{235}U : ^{238}U = 1:1), calculate the age of the Earth (i.e., the time that has elapsed since nucleosynthesis).
d) Calculate the amount (in g) of carbon required to release energy equal to the energy released by the complete fission with neutrons of 1g ^{235}U, using to the following oxidation reaction:

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 + 393.5\ \text{kJ/mol (or 4.1eV/molecule)}$$

Problem 14: Lead iodide

Lead nitrate ($Pb(NO3)_2$) and potassium iodide (KI) react in aqueous solution to form a yellow precipitate of lead iodide (PbI_2). In one series of experiments the masses of the two reactants were varied, but the *total* mass of the two was held constant at 5.000 g. The lead iodide formed was filtered from solution, washed and dried. Data for a series of reactions are given below, together with a blank graph.

Experiment	Mass of lead nitrate (g)	Mass of lead iodide (g)
1	0.500	0.692
2	1.000	1.388
3	1.500	2.093
4	3.000	2.778
5	4.000	1.391



1. Complete the graph; that is, plot the data and draw the approximate curve(s) connecting the data points. Determine graphically what the maximum mass of precipitate is that can be obtained?

2. Write the balanced equation for the reaction and use it to calculate the maximum mass of PbI_2 and the corresponding amount of $Pb(NO_3)_2$.

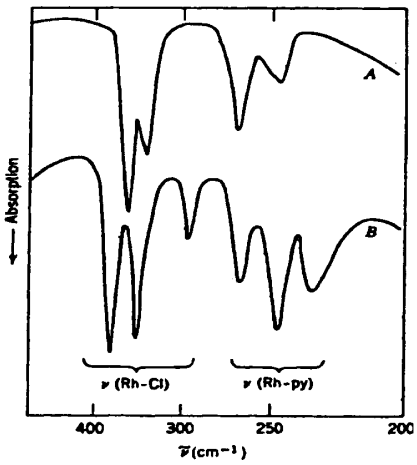
Problem 15: Octahedral complexes

The doubly charged metal ions of the first row transition elements with the configuration d^1, d^2, ... d^9 form mainly octahedral complexes of the general formula ML_6^{2+} (L = neutral monodentate ligand). From the magnetic behavior point of view these complexes are of two types. Those with the same number of unpaired electrons with the $M_{(g)}^{2+}$, the so called "high spin" complexes, and those in which this number is smaller or even zero, the "low spin" ones. If the separation between the energy levels t_{2g} and e_g is Δ and the pairing energy (the energy necessary for two electrons to

be coupled into a singlet) is P, predict the ground state electron configuration for these complexes. Hint: The Aufbau principle and the Pauli exclusion principle must be obeyed.

Problem 16: Isomerism in Inorganic Chemistry

Isomerism is traditionally introduced in Organic chemistry courses. However, Inorganic Chemistry also offers many different types of isomerism, especially structural. The modern study of coordination compounds began with Alfred Werner[1] and Sophus Mads Jorgensen, more than one hundred years ago. It was their experiments that established the octahedron as the premier structural entity for coordination number six (6) rather than the planar hexagon or the trigonal prism, for example in the complex ion $Co(NH_3)_6^{3+}$. Thus, there are two isomers corresponding to the chemical formula $CoCl_3 \cdot 4NH_3$, the *praseo* and *violeo* complexes. There are also two structural isomers for the complex $Rh(py)_3Cl_3$ (py: pyridine – only its N-atom need be considered). The far infrared spectra in the 450–200 cm^{-1} region of these two complexes are shown in the figure below.



Rotation of plane polarized light is not limited to organic molecules with a chiral carbon atom. The general condition for optical activity is that the molecule or ion should not possess an improper axis of rotation, and because $S_2 \equiv i$ and $S_1 \equiv \sigma$ the molecule may not possess a center or plane of symmetry. Thus, although there is only one *cis*–$[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$ complex, there are two *cis*–$[Co(en)_2Cl_2]Cl$ complexes (en: ethylene diamine or 1,2 diamino ethane, a symmetric bidentate ligand) which are enantiomers.

[1] Nobel prize in Chemistry 1913

Questions:

1. What is the electronic configuration of Co in $Co(NH_3)_6^{3+}$?
2. What is the type of bonding of NH_3 in $Co(NH_3)_6^{3+}$, which is a low spin complex, and of fluoride ion in CoF_6^{3-}, which is a high spin complex? Place electrons from the ligands in appropriate metal orbitals according to Valence Bond Theory.
3. Write the stereochemical formulae and structures for the *praseo* and *violeo* complexes.
4. Write the stereochemical formulae and structures for the two $Rh(py)_3Cl_3$ complexes. Assign the spectra to each of the two complexes.
5. How many isomers does the complex with the formula $[Co(en)_3]I_3$ exibit ?

Problem 17: Tetrahedral and square complexes

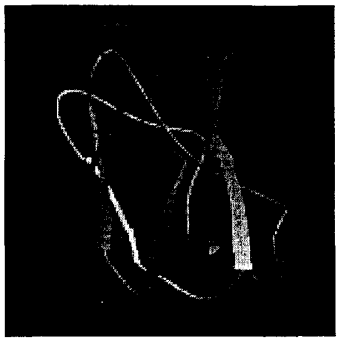
Four coordination is much less common than six coordination in first row d-block elements, mainly due to energy stabilization by the ligands. The most symmetric spatial location of ligands about a central ion is the tetrahedron, but square planar complexes are also well known. In tetrahedral geometry only one MA_2B_2 complex is possible, whereas two isomers are possible in square planar geometry. The hybridization of metal atomic orbitals for tetrahedral geometry is $\mathbf{sp^3}$ or $\mathbf{sd^3}$ and for square planar geometry $\mathbf{dsp^2}$.

Ni^{2+} is $[Ar]3d^8$. With chloride ion a paramagnetic $NiCl_4^{2-}$ complex ion is formed, whereas with cyanide (CN^-) ion a diamagnetic $Ni(CN)_4^{2-}$ complex ion is formed.

Show the distribution of metal ion valence electrons and ligand electrons in the 3d, 4s and 4p subshells for both complexes.

Problem 18: Copper enzyme

Life on our planet is based on the conversion of solar to chemical energy during photosynthesis. Plastocyanin (PC), is a Cu-containing protein that mediates electron transfer in the photosynthetic electron transfer chain. The active site of PC consists of a Cu ion coordinated by the N atoms of the side chains of two histidines and the sulfur atoms of one cysteine and one methionine residue. Electron transfer by PC involves interconversion of the Cu ion between the Cu(I) and Cu(II) oxidation states. The three-dimensional structure of PC can be found at http://www.rcsb.org/, Protein Data Bank file for poplar PC: 1PNC.



1. What is the full electron configuration of Cu, Cu(I), Cu(II) ?
2. Which oxidation state of PC is EPR active ?
3. Based on the amino-acid sequence of PC (the "primary structure" of the protein), the molar mass of PC is 10500. An aqueous solution of oxidized PC has an intense blue color (PC belongs to the family of "Blue Copper Proteins"), since it absorbs strongly at 597 nm (molar absorption coefficient 4500 $mol^{-1}dm^3\ cm^{-1}$). A sample of oxidized PC in a 1cm UV-Vis cell has an absorption of 0,700. Calculate the amount (mg) of PC and the number of Cu(II) ions that are present in 5 cm^3 of this PC solution.
4. The Cu ions of certain Blue Copper proteins can be removed to give the corresponding metal-free proteins, known as apo-proteins. These forms can bind various metal ions such as Co(II), Ni(II), Zn(II) and Cd(II), and the metal sites adopt similar structures with the "native" Cu protein. Which reconstituted Blue Copper Proteins are expected to be redox inactive?

Problem 19: Palladium nanoclusters

Nanoclusters -near monodispersed metal particles that are generally less than 10 nm (100Å) in diameter- have attracted intense interest over the past decade. One reason for this is the belief that nanoclusters will have unique properties, derived in part from the fact that these particles and their properties lie somewhere between those of the bulk and single-particle species. These strange "morsels of matter" have fascinating potential uses; nanoclusters have significant potential especially for catalysis as new types of higher activity and selectivity catalysts.

There are four general synthetic methods for transition metal nanoclusters. These four methods are: (i) transition metal salts reduction (ii) thermal decomposition and photochemical methods (iii) ligand reduction and displacement from organometallics, and (iv) metal vapor synthesis. Furthermore, nanoclusters must be stabilized against aggregation into larger particles. Stabilization can be achieved by electrostatic (charge

or "inorganic") stabilization, steric ("organic") stabilization or a combination of both. Electrostatic stabilization occurs by the adsorption of ions to the often electrophilic metal surface. This adsorption creates an electrical double (real multi-) layer, which results in a Coulombic repulsion force between individual particles (Fig. 1a). Steric stabilization is achieved by surrounding the metal center by layers of material that are sterically bulky, such as polymers or surfactants. These large adsorbates provide a steric barrier, which prevents close contact of the metal particles centers (Fig. 1b).

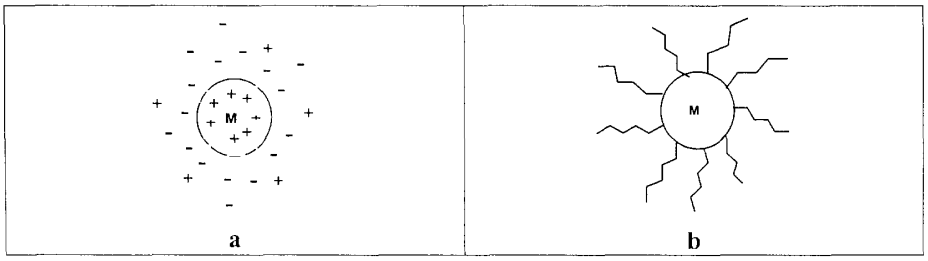


Figure 1. *A schematic illustration for (a) an electrostatically stabilized metal (M) particle and (b) a sterically stabilized metal particle.*

Metal clusters are constructed by successively packing layers- or shells- of metal atoms around a single metal atom. Metal clusters that have a complete, regular outer geometry are designated full-shell or "magic number" clusters. The total number of metal atoms, y, per nth shell is given by the equation $y = 10n^2+2$ (n = 1, 2, 3, ...) (Fig. 2.)

Full-Shell or "Magic Number" Clusters					
Number of Shells	1	2	3	4	5

Figure 2. *Idealized representation of hexagonal close-packed full-shell "magic number" clusters. Each metal atom has the maximum number of nearest neighbors, which impart some degree of extra stability to full-shell clusters.*

The most widely used technique for characterizing nanoclusters is transmission electron microscopy (TEM) or high resolution TEM (HR-TEM), techniques which provide direct visual information on the size, shape, dispersity, structure and morphology of nanoclusters.

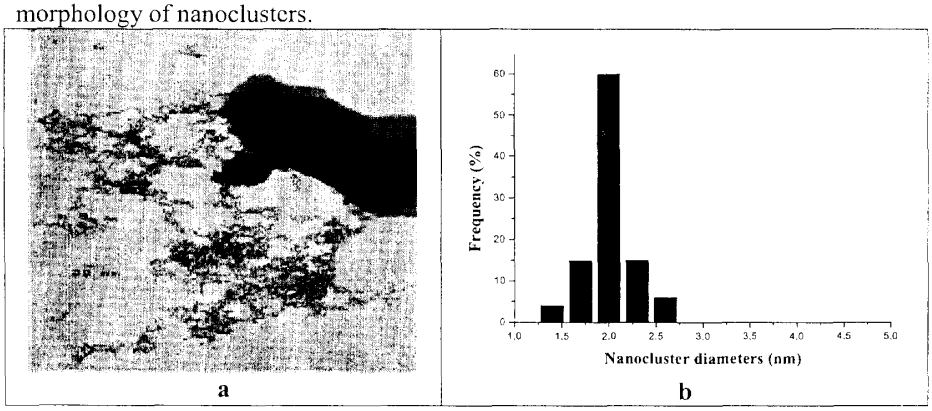


Figure 3. ***(a)*** *Transmission electron microscopy image of Pd(0) nanoclusters stabilized by a polymer.* ***(b)*** *Histogram of the Pd(0) nanocluster diameters.*

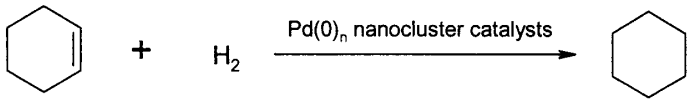
1 By direct reaction of Pd(II)-polymer complex (1 mM in water solution) with gas H_2, Pd(0) nanoclusters are prepared, as following:

$$nPd(II) + nH_2 \rightarrow Pd(0)_n + 2nH^+$$

A transmission electron micrograph of the isolated $Pd(0)_n$ nanoclusters shows spherical Pd(0) nanoclusters, protected by the polymer, with an average diameter of 2.05 nm.

Calculate the number (***N***) of Pd atoms per cluster. Are these nanoclusters full-shell nanoclusters? Calculate the number of shells (***n***) in the above Pd(0) nanoclusters. Density of Pd, $\rho = 12.02$ g/cm^3.

2 The catalytic activity of the polymer stabilized $Pd(0)_n$ nanoclusters is detected by a catalytic olefin hydrogenation reaction, such as the cyclohexene plus H_2 reaction:



In a 400 cm^{-3} high pressure reactor, an amount of the above polymer-protected $Pd(0)_n$ nanoclusters containing a total of 50 μmol of Pd(0) was dissolved in 50 cm^{-3} of acetone, followed by the addition of 5 cm^{-3} of cyclohexene. The reactor was then sealed, purged several times with prepurified H_2 (dry and O_2 free) and the H_2 pressure was set to the desired value, approximately 4 atm. The solution was stirred continuously during the reaction and the temperature was kept constant at 30°C. H_2 pressure vs. time until the end of the reaction is presented in Fig. 4.

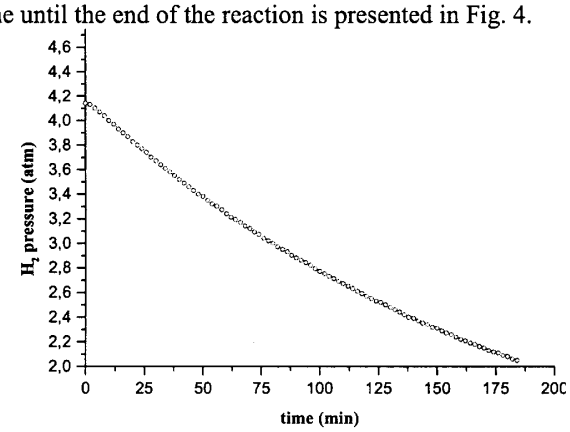
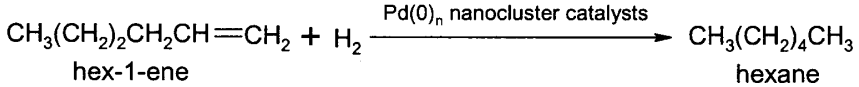


Figure 4. *Hydrogen uptake curve. Temperature 30°C, 0.5 μmol of Pd(0), 5 cm^{-3} of cyclohexene.*

(i) Calculate the % conversion of the cyclohexene.

(ii) Taking under consideration that only the surface Pd(0) atoms of the nanoclusters are catalytically active, calculate the turnover number, TON, where *TON = moles H_2 consumed / moles of catalytically active Pd(0)* and the turnover frequency, TOF, where *TOF = moles H_2 consumed / moles of catalytically active Pd(0)/ time (min) of the consumption.* Density of cyclohexene, $\rho = 0.81$ g cm^{-3}.

3 The polymer-protected $Pd(0)_n$ nanocluster catalyst are also used for the catalytic hydrogenation of hex-1-ene by H_2. The experiment was performed under the conditions cited above, exept that the solvent was chloroform. It was found that $Pd(0)_n$ nanoclusters are an efficient catalyst for the hydrogenation of hex-1-ene.



The ^{1}H-NMR spectra of the hex-1-ene and the reaction mixture after 30 min of reaction and after the removal of the catalyst are shown in the Fig. 5.

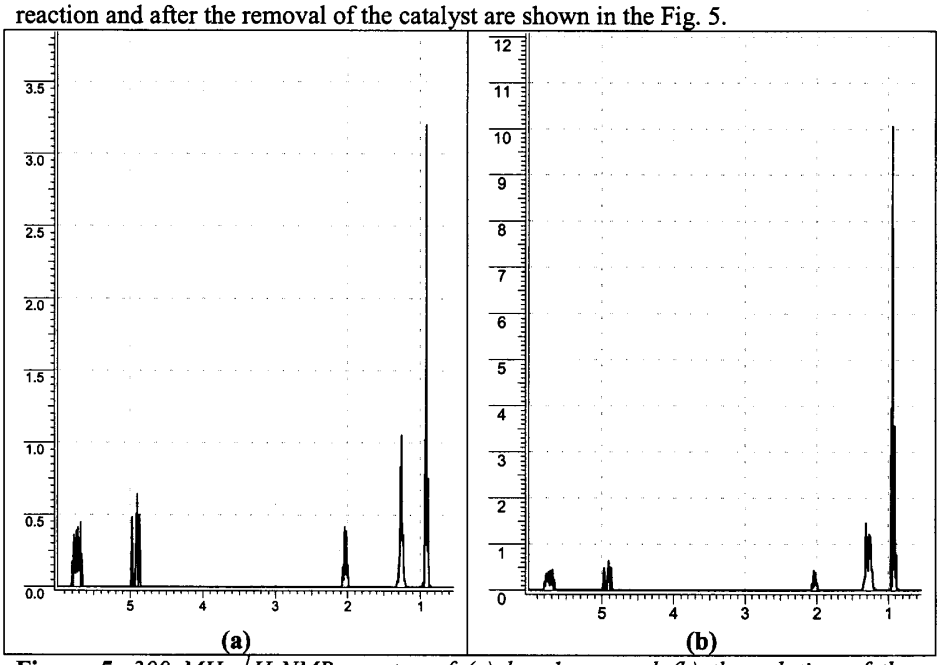


Figure 5. *300 MHz ^{1}H-NMR spectra of (a) hex-1-ene and (b) the solution of the reaction after 30 min of reaction and after the elimination of the catalyst and the solvent.*

The relative integrals of the ^{1}H-NMR spectra are given in the table below:

	δ / ppm	relative integral
Hex-1-ene (Fig. 5a)	0.88-0.96	3
	1.15-1.32	4
	1.99-2.08	2
	4.85-4.98	2
	5.65-5.79	1
Solution of the reaction (Fig. 5b)	0,88-0.96	9
	1.12-1.37	12
	1.99-2.08	2
	4.85-4.98	2
	5.65-5.79	1

Calculate the % conversion of hex-1-ene to hexane after 30 min.

Problem 20: Drug kinetics

The absorption of a drug by an organism often follows simple kinetics though the mechanism is very complicated. Consider a drug delivered orally in a common capsule. Let $[A]_s$ be its concentration in the stomach and assume that the rate of its introduction into the blood stream is first order with respect to this $[A]_s$. Also assume that the rate by which the drug is metabolized or removed from the blood stream is proportional to its concentration in the blood, $[A]_b$. Give the plot of $[A]_s$ as a function of time and write the equation representing $d[A]_b/dt$. After one hour 75% of $[A]_s$ have been removed from the stomach. What percentage of the initial $[A]_s$ will remain in the stomach two hours after taking the drug?

Problem 21: $Br_2 + CH_4$ reaction mechanism

The reaction of bromine with methane is represented by the following chemical equation:

$$Br_2 + CH_4 \rightarrow CH_3Br + HBr$$

The proposed mechanism for this reaction is as follows:

$Br_2 + M \xrightarrow{k_1} 2Br + M$	(1) initiation
$Br + CH_4 \xrightarrow{k_2} CH_3 + HBr$	(2) propagation
$Br_2 + CH_3 \xrightarrow{k_3} CH_3Br + Br$	(3) propagation
$HBr + CH_3 \xrightarrow{k_4} CH_4 + Br$	(4) propagation
$2Br + M \xrightarrow{k_5} Br_2$	(5) termination

M stands for some molecular species. k_3 and k_4 are of the same order of magnitude.

1. In the proposed mechanism of this reaction some very unstable species are involved, such as the radicals CH_3 and Br. These very active species react as soon as they are formed, so their concentrations are very small compared to the other species. Shortly after the beginning of the reaction their concentrations remain approximately constant, so: $\frac{d[CH_3]}{dt} = 0$ and $\frac{d[Br]}{dt} = 0$. This is called the "steady state" condition or approximation for the CH_3 and Br radicals. Find the expression for the rate of formation of CH_3Br as a function of the concentration of the stable species that are involved in the reaction and the reaction rate constants, k_1, k_2, k_3, k_4, and k_5.

2. The rate law you found may be simplified when we consider the reaction progress. The three expressions below refer to the form of the rate law at the start, the steady state condition of the CH_3 and Br radicals and near the end of the reaction:

$v = \frac{k_1^{1/2}k_2}{k_5^{1/2}} \cdot \frac{[Br_2]^{1/2}[CH_4]}{\frac{k_4[HBr]}{k_3[Br_2]} + 1}$	**(I)**
$v' = \frac{k_1^{1/2}k_2}{k_5^{1/2}} \cdot [Br_2]^{1/2}[CH_4]$	**(II)**
$v'' = \frac{k_1^{1/2}k_2k_3}{k_5^{1/2}k_4} \cdot \frac{[Br_2]^{3/2}[CH_4]}{[HBr]}$	**(III)**

Enter a numeral (I, II, III) next to each stage of the reaction to indicate which expression corresponds to which stage.

Start of the reaction	☐
Steady state condition	☐
Near the end of the reaction	☐

3. State the assumptions you need to make at each stage in order to simplify the rate law.

Problem 22: Buffer solutions

Buffer solutions are solutions which resist to changes in pH. Usually, buffer solutions consist of a weak acid and its conjugate base (for example CH_3COOH/CH_3COO^-) or a weak base and its conjugate acid (for example NH_3/NH_4^+). A buffer solution is formed by partial neutralization of a weak acid with a strong base or of a weak base with a strong acid. Alternatively, buffer solutions can be prepared by mixing the precalculated concentrations of each of the constituents.
The pH of a buffer solution, which is composed of a weak acid HA and its conjugate base A^- is calculated by the Henderson-Hasselbalch equation:

$$pH = pK_a + \log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

where K_a is the acid dissociation constant of the weak acid HA and [HA] and $[A^-]$ are the concentrations of HA and A^- in the buffer solution, respectively.

Questions

1. Calculate the pH of a buffer solution, which contains 0.200 M formic acid ($K_a = 2.1\times10^{-4}$) and 0.150 M sodium formate.
2. Calculate the change in pH of the buffer solution in Question 1 when 0.01000 M of sodium hydroxide is added to the solution.
3. Calculate the volume of 0.200 M of sodium hydroxide which must be added to 100.0 cm^3 of 0.150 M of acetic acid (CH_3COOH, $K_a = 1.8\times10^{-5}$) in order to prepare a buffer solution with pH = 5.00.
4. The pH of a buffer solution containing 0.0100 M benzoic acid (C_6H_5COOH, $K_a = 6.6\times10^{-5}$) and 0.0100 M sodium benzoate is: a. 5.00, b. 4.18, c. 9.82, d. 9.00

In the problems below equal volumes of the following solutions A and B are mixed:

5. A: 0.100 M CH_3COOH ($K_a = 1.8\times10^{-5}$), B: 0.0500 M NaOH
(i) The final solution: a. contains a weak acid, b. contains a strong base, c. is a buffer solution, d. none of the above
(ii) The pH of the final solution is: a. 3.02, b. 4.74, c. 3.17, d. 7.00

6 A: 0.100 M CH_3COOH ($K_a = 1.8\times10^{-5}$), B: 0.150 M NaOH
(i) The final solution: a. contains a weak acid, b. contains a strong base, c. is a buffer solution, d. none of the above
(ii) The pH of the final solution is: a. 12.00, b. 12.70, c. 13.18, d. 12.40

7. A: 0.150 M CH_3COOH, B: 0.100 M NaOH
(i) The final solution: a. contains a weak acid, b. contains a strong base, c. is a buffer solution, d. none of the above
(ii) The pH of the final solution is: a. 3.17, b. 7.00, c. 5.05, d. 13.00

8. A: 0.100 M CH_3COOH, B: 0.100 M NaOH
(i) The final solution: a. contains a weak acid, b. contains a strong base, c. is a buffer solution, d. none of the above
(ii) The pH of the final solution is:
a. 7.00, b. 13.00, c. 8.72, d. 3.02

Problem 23: Titration of weak acids

Weak acids are titrated with solutions of strong bases of known concentration (standard solutions). The solution of weak acid (**analyte**) is transferred into a 250-cm^3 conical flask and the solution of strong base (**titrant**) is delivered from a burette. The equivalence point of the titration is reached when the amount of added titrant is

chemically equivalent to the amount of analyte titrated. The graph, which shows the change of pH as a function of volume of titrant added, is called **titration curve**.
The **equivalence point** of a titration is the theoretical point, which cannot be determined experimentally. It can only be estimated by observing some physical change associated with the process of the titration. In acid-base titrations, the **end point** is detected by using acid/base indicators.

Questions

1. Construct the titration curve by calculating a few characteristic points and select indicator for the titration of 50.00 cm^3 of 0.1000 M of acetic acid (CH_3COOH, K_a = 1.8×10^{-5}) with 0.1000 M of sodium hydroxide; you may consult Table 1.

Table 1: Some common acid/base indicators

Common name	Transition range, pH	Color change
Methyl orange	3.2 - 4.4	red-orange
Methyl red	4.2 - 6.2	red-yellow
Bromothymol blue	6.0 - 7.6	yellow-blue
Phenol red	6.8 - 8.2	yellow-red
Phenolphthalein	8.0 - 9.8	colorless-red
Thymolphthalein	9.3 - 10.5	colorless-blue

2. Ascorbic acid (vitamin C, $C_6H_8O_6$) is a weak acid and undergoes the following dissociation steps:

$C_6H_8O_6 \rightleftharpoons C_6H_7O_6^- + H^+$ $\quad K_{a1} = 6.8\times10^{-5}$

$C_6H_7O_6^- \rightleftharpoons C_6H_6O_6^{2-} + H^+$ $\quad K_{a2} = 2.7\times10^{-12}$

Hence, ascorbic acid can be titrated with sodium hydroxide according to the first acid dissociation constant.
50.00 cm^3 of 0.1000 M of ascorbic acid are titrated with 0.2000 M of sodium hydroxide. In the following calculations you can ignore the second dissociation step.
(i) The initial pH of the solution is:
a. 7.00, b. 2.58, c. 4.17, d. 1.00
(ii) The volume of titrant required for the equivalence point is:
a. 50.00 cm^3, b. 35.00 cm^3, c. 25.00 cm^3, d. 20.00 cm^3
(iii) The pH of the solution after the addition of 12.5 cm^3 of titrant is equal to:
a. 4.17, b. 2.58, c. 7.00, d. 4.58
(iv). The pH at the equivalence point is:
a. 7.00, b. 8.50, c. 8.43, d. 8.58
(v) The indicator, which must be chosen for the titration is: The appropriate indicator for the titration is (refer to Table 1):
a. bromothymol blue, b. phenol red, c. phenolphthalein, d. thymolphthalein
(vi) The pH of the solution after the addition of 26.00 cm^3 of titrant is:
a. 13.30, b. 11.30, c. 11.00, d. 11.42

Problem 24: Separation by Extraction

Extraction is one the most common separation methods and it is based on the distribution equilibria of a substance between two immiscible liquids whose densities differ appreciably so that they are separated easily after mixing.
The more usual case is the extraction of an aqueous solution with an organic solvent, whereupon the inorganic ions and the polar organic compounds are found mainly in the aqueous phase and the polar organic compounds distribute in the organic phase. Inorganic ions may be reacted with an appropriate reagent to yield a non-polar compound that distributes in the organic phase

When a species S (solute) is distributed between two solvents 1 and, then we have the following equilibrium

$$(S)_1 \overset{K_D}{\rightleftharpoons} (S)_2$$

where K_D is the ***distribution coefficient*** given by

$$K_D = \frac{(a_s)_2}{(a_s)_1} \tag{1}$$

where $(a_S)_1$ and $(a_S)_2$ are the activities of S in phases 1 and 2. For a given system of solvents and species S, K_D depends practically solely on temperature.

Separations by extraction are commonly performed with a ***separatory funnel*** (Fig. 1), a common and easy to use glass apparatus found in any chemical laboratory.

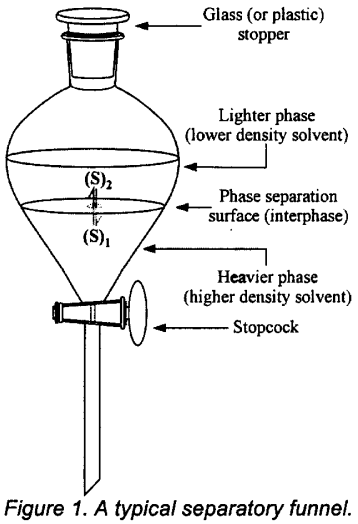


Figure 1. A typical separatory funnel.

Equation 1.1 is valid only if the solute S is present in both phases in the same form. Otherwise, if any dissociation, dimerization, complexation of the solute takes place, the ***distribution ratio***, D, is used instead, which is given by

$$D = (C_S)_2 / (C_S)_1 \qquad (1.2)$$

where $(C_S)_1$ and $(C_S)_2$ are the analytical concentrations of S in phases 1 and 2 (rather than equilibrium concentrations of given species).

By convention, when one of the two solvents is water, Equation 1.2 is written with the aqueous concentration in the denominator and the organic solvent concentration in the numerator.

D is a conditional constant dependent on a variety of experimental parameters like the concentration of S and of any other species involved in any equilibria with S in either phase and most likely on the pH of the aqueous phase (e.g. if S participates in any acid-base type equilibrium).

If W_0 g of S is initially present in V_1 mL of solvent 1 and S is extracted successively with equal fractions of V_2 mL of solvent 2, the quantity W_n of S that remains in phase 1 after n such extractions is given by

$$W_n = \left(\frac{V_1}{DV_2 + V_1}\right)^n W_0 \tag{3}$$

or

$$f_n = \frac{W_n}{W_0} = \left(\frac{V_1}{DV_2 + V_1}\right)^n \tag{4}$$

where f_n is the fraction of S that remains in solvent 1 after n extractions.

One can derive from Equations 1.3 and 1.4 that for a given volume of extractant, successive extractions with smaller individual volumes of extractant are more efficient than with all the volume of the extractant.

1 Prove Equation (3).

2 Substance S is distributed between chloroform and water with a distribution ratio D = 3.2. If 50 cm^3 of an aqueous solution of S is extracted with (a) one

100-cm^3, and (b) four 25-cm^3 portions of chloroform, calculated the percentage of S which is finally extracted in each case.

3 What is the minimum number of extractions required for the removal of at least 99% of substance X from 100 cm^3 of an aqueous solution containing 0.500 g of X, if each extraction is carried out with 25.0 cm^3 of hexane and the distribution coefficient is 9.5?

4 The weak organic acid HA with dissociation constant K_a (in water) is distributed between an organic solvent and water. If the only extractable species is the undissociated species HA with a distribution coefficient K_D and this is the only existing form of the acid in the organic phase, derive an expression showing the dependence of the distribution ratio D on $[H^+]$ of the aqueous phase and draw conclusions from the expression.

5 Benzoic acid and phenol are weak monoprotic organic acids with dissociation consntants 6.6×10^{-5} and 1×10^{-10}, respectively. Only the undissociated form of both compounds can be extracted from an aqueous solution with diethylether. (a) Draw a plot showing how the ratio D/K_D depends on pH for each compound, and (b) based on these plots propose a method for the separation of a mixture of these two compounds.

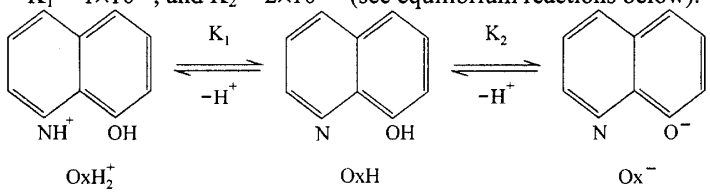
6 8-Hydroxyquinoline, $C_9H_6(OH)N$ (symbolized as: OxH), known also as "oxine", forms in acidic solutions the cation $C_9H_6(OH)NH^+$ (OxH_2^+) and in alkaline solutions the anion $C_9H_6(O^-)N$ (Ox^-). If chloroform extracts only the neutral molecule of oxine with a distribution coefficient $K_D = 720$,

(a) derive an expression showing the dependence of the distribution ratio, D, of 8-hydroxyquinoline on $[H^+]$ of the aqueous phase,

(b) draw a plot showing the dependence of D on pH of the aqueous phase, and

(c) calculate the pH at which D is maximized.

The consecutive dissociation constants of the cationic acid $C_9H_6(OH)NH^+$ are: $K_1 = 1\times10^{-5}$, and $K_2 = 2\times10^{-10}$ (see equilibrium reactions below).



Problem 25: Mass Spectroscopy

Mass spectrometry is based on the formation of a beam of ionic fragments by bombardment of test molecules usually with energetic electrons. The generated fragments are then separated by application of electrostatic or magnetic fields or by a combination of both. This separation depends on the *mass-to-charge ratio* (m/z) of each ionic fragment. In most cases fragments are singly charged (z=1), therefore the separation depends on the mass of each ion.

The capability of a mass spectrometer to differentiate between masses is usually expressed in terms of its *resolution*, which is defined as $R = m/\Delta m$, where Δm is the mass difference between two adjacent peaks that are just resolved and m is the nominal mass of the first peak. For example, in order to discriminate the ionic species $C_2H_4^+$ and CH_2N^+, which have the same *nominal mass* (m = 28), but different *exact masses* (28.0313 and 28.0187, respectively), an instrument with a resolution of at least $R = 28/(28.0313-28.0187) \approx 2200$ is required. Less expensive low resolution mass

spectrometers (R ≈ 300-1000) can readily differentiate simple ions (of relatively low relative mass) of different nominal masses.

Isotope peaks in Mass Spectrometry

Even with the low resolution mass spectrometers, the same ionic fragment can generate multiple adjacent peaks of different nominal mass attributable to ions having the same chemical formula but different isotopic compositions. For example, the ion CH_3^+ consists of fragments of nominal mass ranging from 15 (fragment $^{12}C^1H_3^+$) up to 19 (fragment $^{13}C^2H_3^+$).

The relative intensity of isotope peaks depends on the natural isotopic composition of each element. For C the per cent natural *isotopic abundance* is 98.90% ^{12}C and 1.10% ^{13}C, and for H 99.985% ^1H and 0.015% ^2H. Therefore, the more intense peak (M=15) is attributed to the more abundant $^{12}C^1H_3^+$, the next in intensity but much smaller than peak M (M+1=16) is attributed to both $^{13}C^1H_3^+$ and $^{12}C^1H_2{}^2H^+$, whereas peak M+4, attributed to $^{13}C^2H_3^+$, has practically zero intensity due to the extremely low probability of occurrence.

Below is shown how the relative intensities of mass peaks for the ionic fragment CH_2Cl^+ can be exactly (without approximations) calculated, taking into consideration the isotopic abundance for C, H and Cl (75.77% ^{35}Cl and 24.23% ^{37}Cl).

Fragment M = 49	$^{12}C\,^1H_2\,^{35}Cl$:	$0.989\times(0.99985)^2\times0.7577$ =	0.7491
Fragments M+1 = 50	$^{13}C\,^1H_2\,^{35}Cl$:	$0.011\times(0.99985)^2\times0.7577$ =	0.00833
	$^{12}C\,^2H\,^1H\,^{35}Cl$:	$0.989\times0.00015\times0.99985\times0.7577$ =	0.00011
	$^{12}C\,^1H\,^2H\,^{35}Cl$:	$0.989\times0.99985\times0.00015\times0.7577$ =	0.00011
			0.00855
Fragments M+2 = 51	$^{13}C\,^2H\,^1H\,^{35}Cl$:	$0.011\times0.00015\times0.99985\times0.7577$ =	1.25×10^{-6}
	$^{13}C\,^1H\,^2H\,^{35}Cl$:	$0.011\times0.99985\times0.00015\times0.7577$ =	1.25×10^{-6}
	$^{12}C\,^1H_2\,^{37}Cl$:	$0.989\times(0.99985)^2\times0.2423$ =	0.240
			0.240
Fragments M+3 = 52	$^{13}C\,^2H_2\,^{35}Cl$:	$0.011\times(0.00015)^2\times0.7577$ =	1.9×10^{-10}
	$^{13}C\,^1H_2\,^{37}Cl$:	$0.011\times(0.99985)^2\times0.2423$ =	0.00266
	$^{12}C\,^1H\,^2H\,^{37}Cl$:	$0.989\times0.99985\times0.00015\times0.2423$ =	3.59×10^{-5}
	$^{12}C\,^2H\,^1H\,^{37}Cl$:	$0.989\times0.00015\times0.99985\times0.2423$ =	3.59×10^{-5}
			0.0027
Fragments M+4 = 53	$^{13}C\,^2H\,^1H\,^{37}Cl$:	$0.011\times0.00015\times0.99985\times0.2423$ =	4.0×10^{-7}
	$^{13}C\,^1H\,^2H\,^{37}Cl$:	$0.011\times0.99985\times0.00015\times0.2423$ =	4.0×10^{-7}
	$^{12}C\,^2H_2\,^{37}Cl$:	$0.989\times(0.00015)^2\times0.2423$ =	5.4×10^{-9}
			8.1×10^{-7}
Fragment M+5 = 54	$^{13}C\,^2H_2\,^{37}Cl$:	$0.011\times(0.00015)^2\times0.2423$ =	6×10^{-11}

The intensity of each peak (from M to M+5) is proportional to the relative population of each fragment and the calculation of the probability is based on the summation of the probabilities of occurrence of all combinations resulting into the same nominal mass. The most intense peak is called *base peak* and the *relative intensities* of the other peaks are commonly reported as % of base peak.

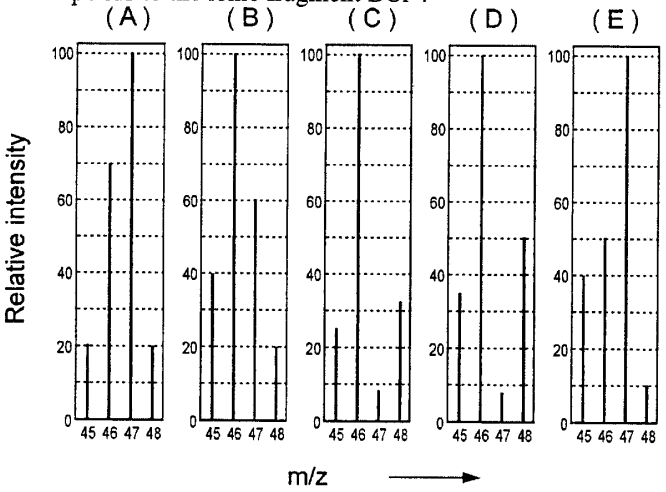
Obviously, for the example above (ionic fragment CH_2Cl^+), the fragment M = 49 constitutes the base peak (relative intensity 100%). The relative intensities of the other fragments can be easily calculated, and we have:

Relative intensity for M	= 49:		100%
Relative intensity for M+1	= 50:	(0.00855/0.7491)×100	= 1.14%

Relative intensity for M+2 = 51: (0.240/0.7491)×100 = 31.98%
Relative intensity for M+3 = 52: (0.0027/0.7491)×100 = 0.36%
Relative intensity for M+4 = 53: $(8.1\times10^{-7}/0.7491)\times100$ = 1×10^{-4}%
Relative intensity for M+5 = 54: $(6\times10^{-11}/0.7491)\times100$ = 8×10^{-9}%
[A Java applet demonstrating the isotopic peaks encountered in mass spectrometry principles can be found at the Internet site
http://www.chem.uoa.gr/applets/appletMS/appl_MS2.html.]

1. Natural silicon consists of the following 3 stable isotopes: ^{28}Si, ^{29}Si, ^{30}Si, whereas natural chlorine consists of the following 2 stable isotopes: ^{35}Cl, ^{37}Cl. How many isotopic lines are expected for the ionic fragment $SiCl_2^+$?

2. The isotopic abundance for boron is: ^{10}B 19.9%, ^{11}B 80.1%, and for chlorine is: ^{35}Cl 75.77%, ^{37}Cl 24.23%. Which one of the following mass spectra patterns (A-E) corresponds to the ionic fragment BCl^+?



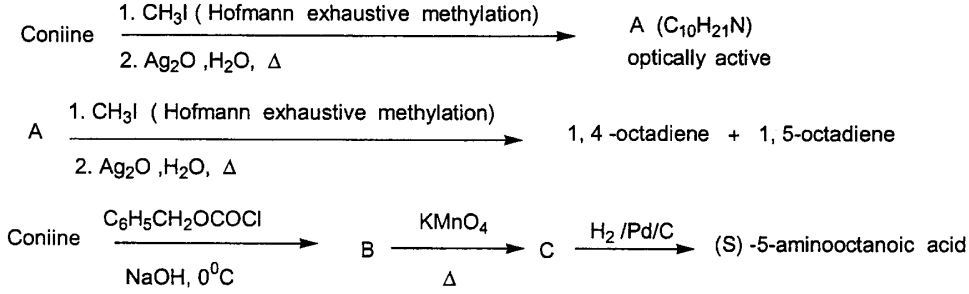
3. All the following ionic fragments: (a) N_2^+, (b) CO^+, (c) CH_2N^+, (d) $C_2H_4^+$ have nominal mass M = 28 and they cannot be resolved with a low resolution mass spectrometer. However, based on the relative intensity of the M+1 peak, identification still can be achieved. Identify the ionic fragment whose the relative intensity of the M+1 peak is 1.15. The following isotopic abundances are given:

H:	^1H: 99.985%	^2H: 0.015%	
C:	^{12}C: 98.9%	^{13}C: 1.1%	
N:	^{14}N: 99.634%	^{15}N: 0.366%	
O:	^{16}O: 99.762%	^{17}O: 0.038%	^{18}O: 0.20%

Problem 26: Chemical Structure and Absolute Stereochemistry of Coniine

Coniine is a toxic compound found in the plant hemlock (*conium maculatum*), with which the ancient Greek philosopher Socrates was poisoned. Coniine is a nitrogenous compound belonging to the alkaloid family.

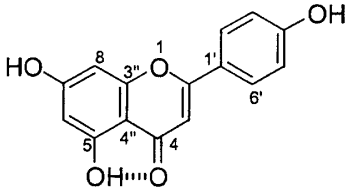
Find the chemical structure and absolute stereochemistry of coniine by completing the following series of reactions. Also, draw the structures of the intermediates A, B, and C.



Problem 27: The Chemistry and Identification of Flavonoids

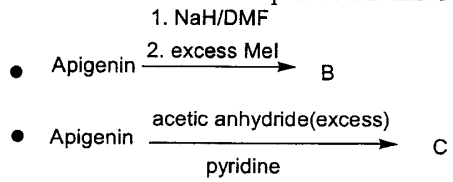
Cistus L is an aromatic, erect branched shrub and is a significant element of Greek flora. It can be found in stony slopes and hills and it can also be found in pinewoods. In folk medicine the flower branches of *cistus monospeliensis* have been used for asthma, while the leaves may replace tea. Flavonoids are widely distributed in plants as glycosides or as free aglycons. They are known to exhibit a broad spectrum of pharmacological properties including antimicrobial, antitumor, antiviral, as well as enzyme inhibition and central vascular system activity.

Apigenin is a very widely distributed flavonoid. Its structure is shown below:



Apigenin

1. In the following reactions draw the structures of products B and C.



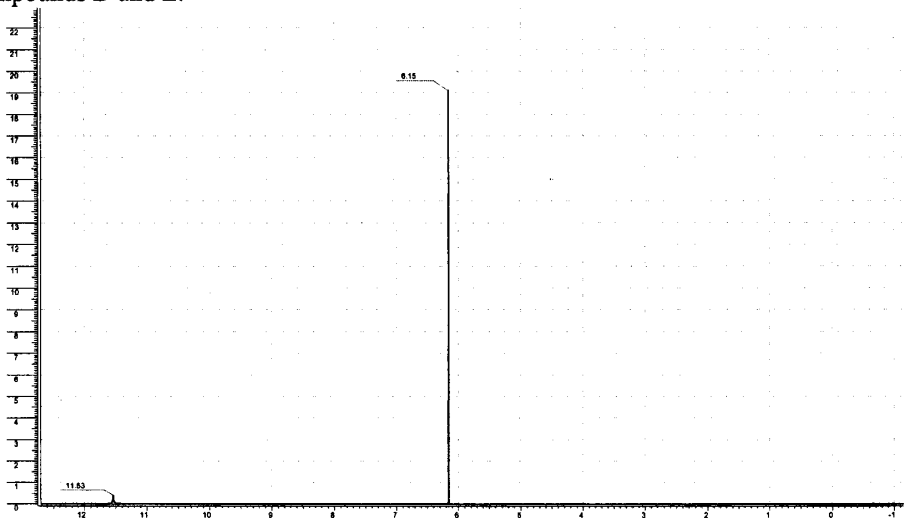
2. Apigenin can form a hydrogen bond between the phenolic hydroxyl group attached to C-5 and the carbonyl group at C-4. The ^{1}H-NMR resonance of the phenolic proton at C-5 will be shifted relative to the phenolic protons at C-7 and C-4':

a) down field, b) up field, c) not shifted

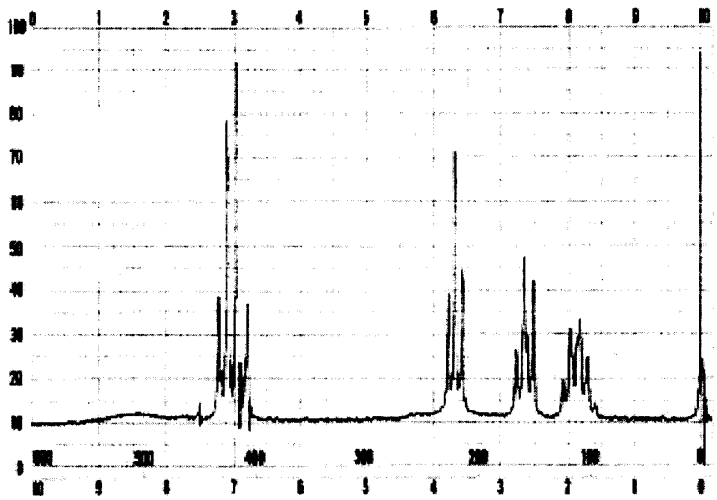
3. When treated with 2 M aqueous NaOH, **apigenin** gives among others products D and E

Apigenin $\xrightarrow{\text{NaOH 2M}}$ D+E

Compound D ($C_6H_6O_3$) gives a positive test with $FeCl_3$ and its ^1H NMR spectrum consists of only one aromatic singlet peak (spectrum I). Compound E ($C_9H_{12}O_2$) also gives a positive test with $FeCl_3$. In the ^1H-NMR spectrum the aliphatic region shows one multiplet and two triplet peaks, while the aromatic region consists of two doublets (spectrum II). Draw the structure of compounds D and E.



Spectrum I, Compound D ($C_6H_6O_3$)



Spectrum II, Compound E ($C_9H_{12}O_2$)

4. Indicate with arrows the three carbon atoms in structure C that will give rise to characteristic peaks in ^{13}C-NMR which distinguish structure C from B.

Problem 28: Synthesis of peptides

Peptides are linear polyamides formed by end to end linkage of α-aminoacids most frequently of the L- (or S) configuration.

1. Which dipeptides could result from condensing L- alanine and L-phenylalanine? Use stereo representations in your answer.

2. The stepwise elongation of the peptide chain almost invariably starts from the C terminal aminoacid of the desired sequence (employed in the form of ester) to which each successive aminoacid unit (employed in the form of *N*-protected aminoacid derivative) is linked, followed by removal of the *N*-substituent (protecting group) before the next unit is added. The substituent most often employed is an alkoxycarbonyl group ROCO- and the derivatives are then called carbamates.
Why does the presence of such a substituent on the amine nitrogen impede that amine from forming an amide linkage with a carboxyl group?

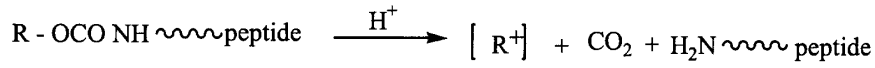
1- Because the nitrogen has only one H
2- Because the group lowers the electron density on nitrogen
3- Because the group hinders the approach of the carboxyl
4- Because of electrostatic repulsion
5- Because it is already an amide

3. Draw the resonance structures for an amide moiety. Use stereo representations and curved arrows to show the flow of electron density.

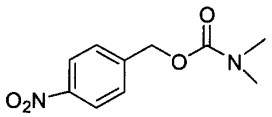
4. Which of the following reagents would you use to prepare the benzyl carbamate of an amine (Bergmann-Zervas protecting group)? Write the reaction

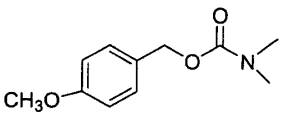
1. $C_6H_5CH_2OCONH_2$, 2. $C_6H_5CH_2OCO_2CH_3$, 3. $C_6H_5CH_2OCO_2C(CH_3)_3$,
4. $C_6H_5CH_2OCOCl$, 5. C_6H_5OCOCl

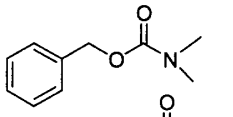
5. The removal of an alkoxycarbonyl protecting group is often accomplished by the action of acid that triggers a fragmentation represented schematically below:

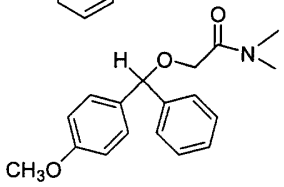


Rank the following carbamates according to increasing lability under acidic conditions:

A.


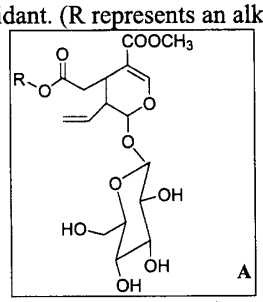
B.


C.


D.


Problem 29: Oleuropein hydrolysis

One of the geographical areas where nutritional habits have drawn attention as a prototype of nutrition is the island of Crete in Greece. In a five countries study, Cretan diet has been associated with low rates of coronary heart disease (CHD). The mortality rate from CHD was 7 in 10000 subjects, while it was 566, 424, 317 and 200 in Finland, USA, the Netherlands and Italy, respectively. This has been attributed to the high olive oil consumption, which is rich in oleuropein (**A**), a powerful antioxidant. (R represents an alkylpolyphenolic group)

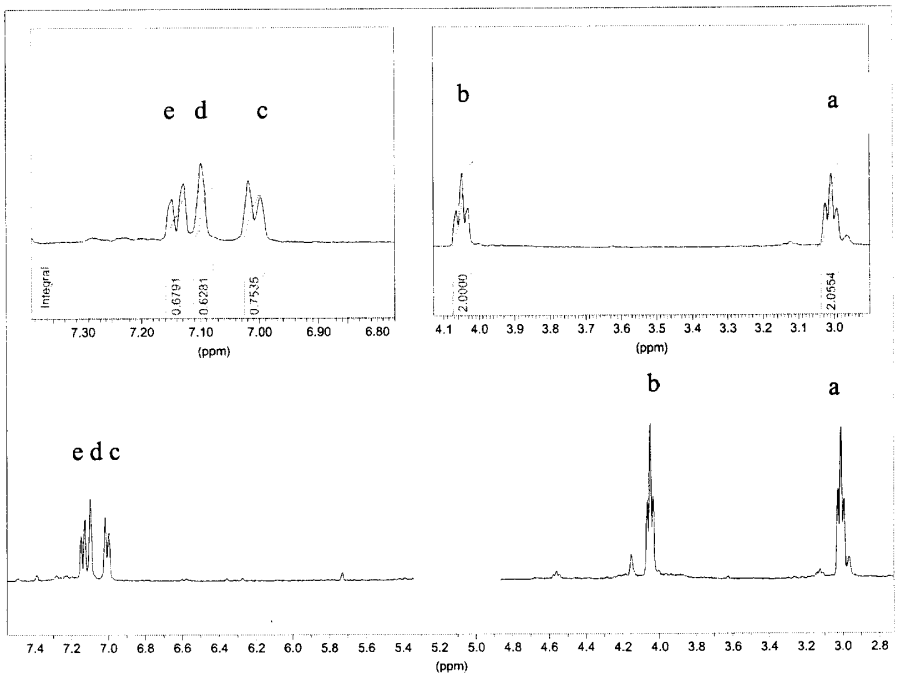


1. The acid-catalyzed hydrolysis of oleuropein gives apart from glucose, two other compounds, one alkylpolyphenolic (A1) and one monoterpenoid (A2).
Indicate with an arrow in the formula of oleuropein:

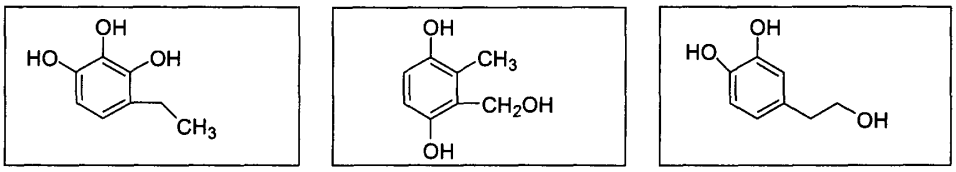
(a) The oxygen atom that will be protonated in the acid hydrolysis leading to polyphenolic compound A1.

(b) The most likely carbon-oxygen bond to be cleaved in order to form glucose.

2. In the mass spectrum of A1, the peak corresponding to the molecular ion is situated at 154 mass units. The 400 MHz ^{1}H-NMR spectrum of compound A1 in DMSO/D_2O is shown below. The hydroxylic protons are exchangeable and therefore do not appear in the spectrum:



Choose the correct structure of A1 that can be deduced on the basis of the ^{1}H-NMR and mass spectrum information given.

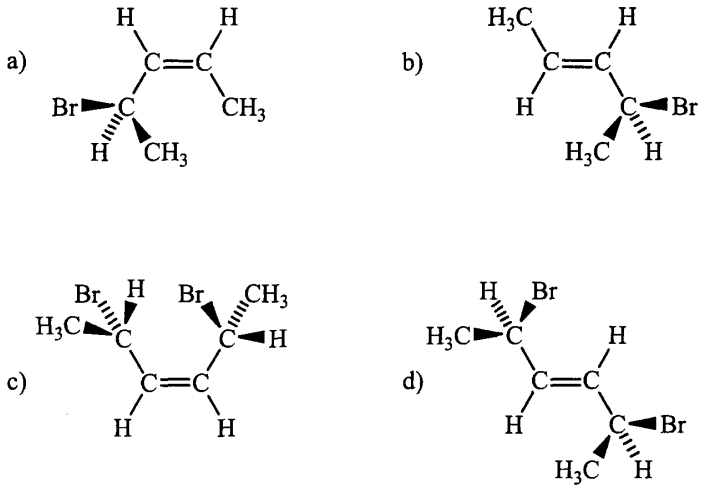


A B C

3. Draw the structure of A1 and use the letters a, b, c, d and e to designate the protons that correspond to the respective peaks in the ^{1}H-NMR spectrum.

Problem 30: Stereochemistry of the Addition Reactions to Alkenes

It is known that the addition of bromine to a double bond occurs with anti stereochemistry. Write the products of bromination for the following alkenes, using Fischer projections. Indicate if the products are optically active.



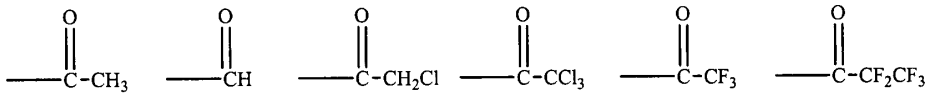
Problem 31: Identification of Organic Compounds

An optically active alkyne A contains 89.52 % C and 10.48 % H. After hydrogenation over a Pd/C catalyst it is converted to 1-methyl-4-propyl cyclohexane. When compound A reacts with CH_3MgBr no gas is liberated. Hydrogenation of A over a Lindlar catalyst, followed by ozonolysis and reaction with $KMnO_4$ gives product B whose ^{13}C NMR spectrum shows a peak at 207 ppm. Product B reacts with I_2/NaOH and gives a yellow precipitate, which is filtered off. Acidification of the filtrate gives an optically active product C, whose ^{13}C NMR spectrum does not have any peak over 175 ppm.
Give the structures of A, B and C and account for all observations.

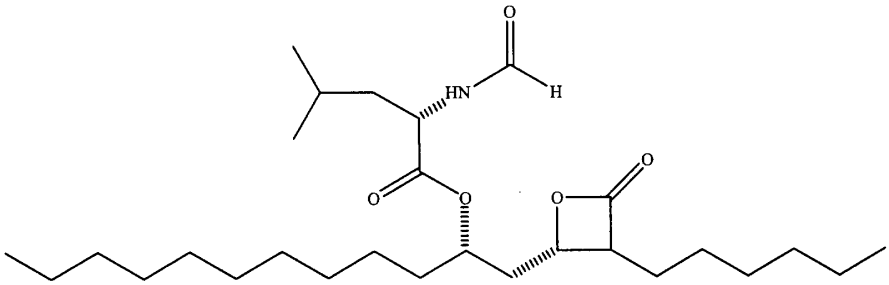
Problem 32: Lipases

Lipases are enzymes that hydrolyze the ester bonds of triacylglycerols, while proteases hydrolyze the amide bonds in proteins and peptides. Compounds that inhibit the hydrolysis of triacylglycerols and peptides may be useful for the treatment of various diseases.
The mechanism of action of the above enzymes starts with the attack of the hydroxyl group of serine to the ester or amide bond.
One approach for the development of serine protease inhibitors involves the replacement of the scissile amide bond by an activated carbonyl group. Thus, the hydroxyl of the active site serine reacts with the activated carbonyl forming a stable acyl enzyme adduct, which is not further hydrolyzed.

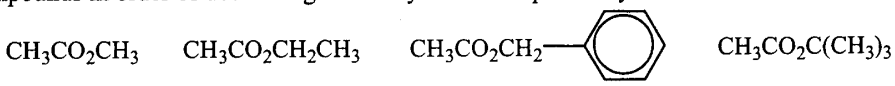
1. Rank the following carbonyl groups in order of decreasing reactivity against the hydroxyl group of serine:



2. Tetrahydrolipstatin is a potent inhibitor of digestive lipases (in clinical use for the treatment of obesity). Indicate with an arrow the carbonyl group of tetrahydrolipstatin that is attacked by the active site serine of lipases.



3. Esters and amides can be hydrolyzed under acidic or basic conditions. Rank the following compounds in order of decreasing reactivity towards aqueous hydroxide anion.



Problem 33: Polymers

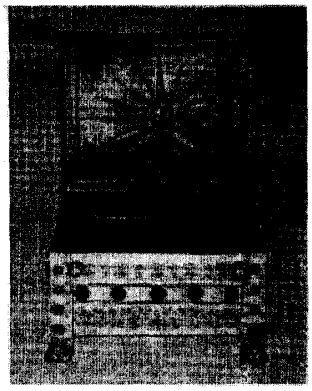


Figure 1. The Golden Larnax from the Tomb of the Greek king Philippos of Macedonia, discovered by the late Prof. M. Andronikos of the University of Thessaloniki, in Vergina, a place in Northern Greece close to Thessaloniki. Its cover depicts the 16-rayed star, emblem of the Macedonian Dynasty (Thessaloniki Archeological Museum)

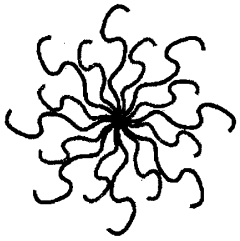
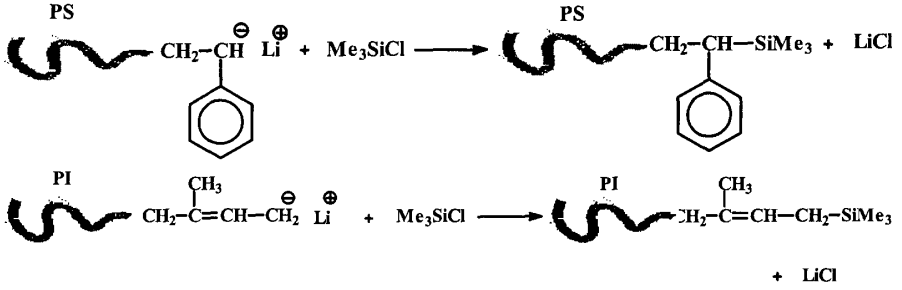


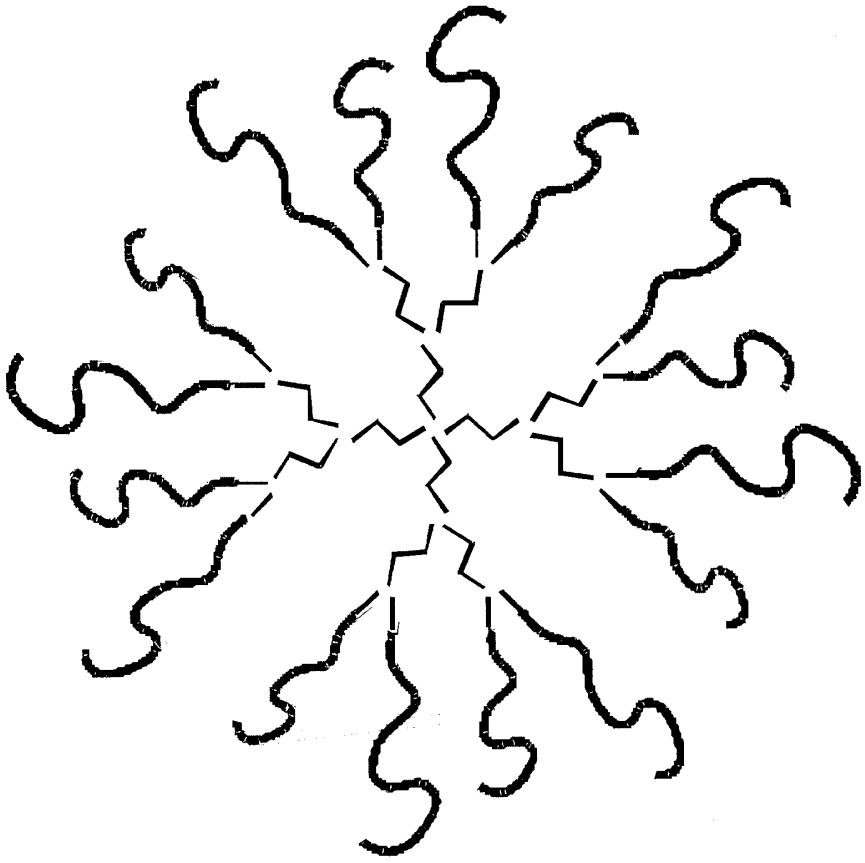
Figure 2. Vergina Star Copolymer: The similarity to the 16-rayed star emblem of the Macedonian Dynasty is obvious

1. The dimensions of the Larnax are 40.9 x 34.1 x 17.0 cm, and the molecular mass of the Vergina star copolymer is 1.0×10^6. If the copolymer density is 0.98 g cm^{-3}, how many Vergina star copolymer molecules are needed in order to fill the Larnax?

2. By using the reactions and the chemical structure of the Vergina star copolymer given below, propose a reaction scheme for the synthesis of the star:



where PS is polystyrene and PI is polyisoprene.



Problem 34: Preparation of 2,5-Dimethyl-1-Phenylpyrrole

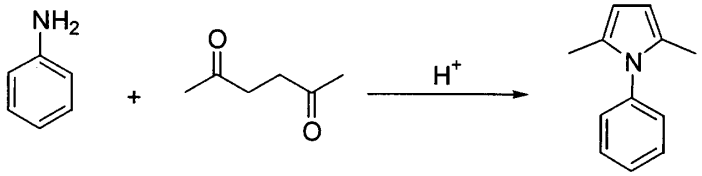
A. INTRODUCTION

There are many different cyclization reactions that produce nitrogen heterocycles, with the **Paal-Knorr** synthesis being one of the most general. In this reaction, a 1,4-dicarbonyl compound is heated with ammonia or a primary amine to produce a pyrrole.

As an example, the condensation of aniline with 2,5-hexanedione leads to 2,5-dimethyl-1-phenylpyrrole (**1**) (a N-substituted pyrrole) that can be easily carried out in a 3h-undergraduate organic laboratory.

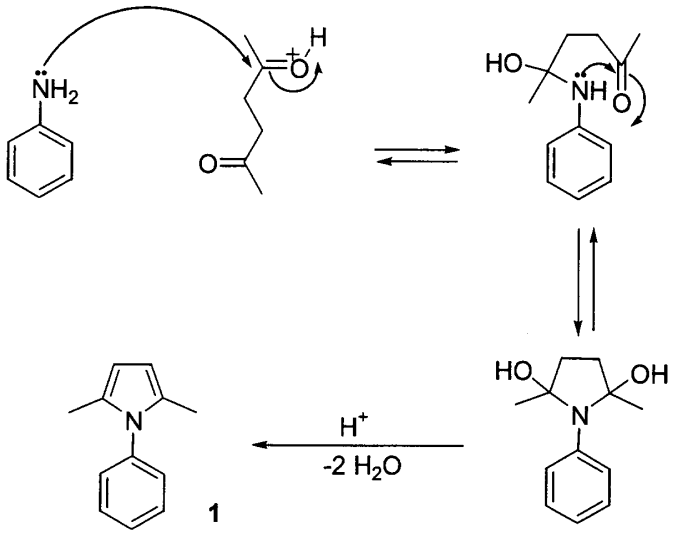
B. REACTION AND MECHANISM

The reaction, which takes place, is the following:



1

In the first step, the amino-group of aniline attacks one of the protonated carbonyl groups of the 2,5-hexanedione. Afterwards, a second intramolecular nucleophilic attack takes place, resulting in cyclization. Finally, the cyclic compound undergoes two successive dehydrations under acidic treatment to form the final product. The driving force for the two dehydration reactions is the formation of an aromatic system. The proposed mechanism is shown in Scheme 1.



1

Scheme 1: The proposed mechanism of the 2,5-dimethyl-1-phenyl pyrrole synthesis.

C. LIST OF CHEMICALS:

- Methanol
- Aniline
- 2,5-Hexanedione
- Concentrated HCl
- 0.5 M HCl

D. LIST OF EQUIPMENT FOR EACH STUDENT

1 25 cm^3-round-bottomed flask
1 condenser
3 micrograded syringes
1 10 cm^3 Erlenmeyer flask
1 5 cm^3 volumetric cylinder
5 Pasteur pipettes
1 conical sintered-glass funnel
1 metal spatula
10 capillary tubes
5 TLC plates
1 developing chamber
3 Eppendorf tubes
2 test tubes (diameter 1 cm, length ca. 10 cm)
1 100 cm^3-beaker sand bath on heating plates
ice
UV-lamp (254 nm)
eluent (Ethyl acetate-Hexane 1:3)
balance

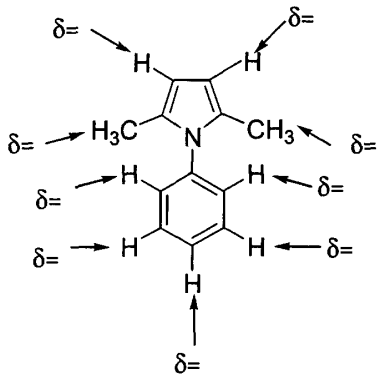
E. EXPERIMENTAL

Synthesis of 2,5-Dimethyl-1-phenylpyrrole:
To a 25 cm^3 round-bottomed flask equipped with a reflux condenser, add 186 mg (2.0 mmol) of aniline, 228 mg (2.0 mmol) of 2,5-hexanedione, 0.5 cm^3 of methanol, and 1 drop of concentrated HCl. Heat the mixture (sand bath) to reflux for 15 min, and then add the reaction mixture to 5.0 cm^3 of 0.5 M HCl, which is kept cool in an ice bath.
The crystals formed are collected by suction filtration and recrystallized from 1 cm^3 of 9:1 methanol/water. The isolated recrystallized product is washed twice with 1 cm^3 of the same mixture of methanol/water, and pressed dry on the filter. The solid is then transferred on a piece of filter paper in order to dry further. The dry product is placed in a tare-weighed Eppendorf. The sample tube is closed and weighed. A small amount (ca. 3-5 mg) of the product is placed in another Eppendorf and dissolved in a few drops (~5) of acetone. By means of a capillary tube place a drop of this solution on a TLC plate. A similarly prepared sample of the starting material (aniline) is applied next to the product, as a reference, and the TLC plate is developed with a 1:3 mixture of ethyl acetate-hexane. The plate is observed under UV light (254 nm) and the spots on the plate are drawn with a pencil. The sample tube with the rest of the product is labeled with the name of the product and is given to the supervisor.

PROBLEMS

a. Record the following data:
   I. The weight of your product:
   II. The calculated theoretical yield:
   III. The obtained yield as a percentage of the theoretical:
   IV. The melting point of the product:
b. Give a design of the thin layer chromatographic plate:
c. Estimate the R_f value of the product:
d. The ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) data of the product are:
   δ= 2.04 (s, 6H), 5.91 (s, 2H), 7.22 (m, 2H) and 7.44 (m, 3H)

Indicate on the structure below the appropriate δ values on the protons that are shown with arrows

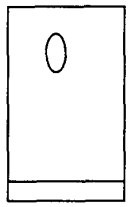


Report

a. Record the following data:

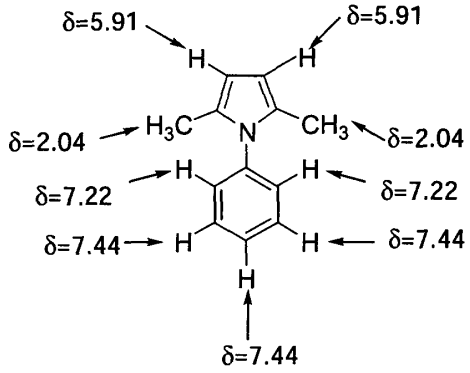
I. The weight of your product:	178 mg
II. The calculated theoretical yield:	342 mg
III. The obtained yield as a percentage of the theoretical:	52%
IV. The melting point of the product:	48°C (lit. 50-51°C)

b. Give a design of the thin layer chromatographic plate:



c. Estimate the R_f value of the product: 0.85

d. The ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) data of the product are:
δ= 2.04 (s, 6H), 5.91 (s, 2H), 7.22 (m, 2H) and 7.44 (m, 3H)



Problem 35: Synthesis of the Insect Repellent DEET

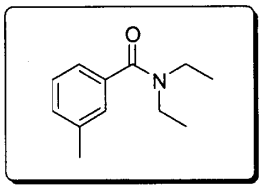
A. INTRODUCTION

DEET is the common name for N,N-diethyl-m-toluamide, a multipurpose insect repellent registered for direct application to human skin. DEET is a unique pesticide because it is applied directly to the human body for the purpose of repelling insects. Because DEET was recognised as one of the few products that are effective against mosquitoes and biting flies, it was registered for use by the general public in the USA in 1957. Approximately 230 products containing DEET are currently registered with the Environmental Protection Agency

manufactured by 70 different companies. Every year approximately one-third of the US population is expected to use DEET.

B. THE CHARACTERISTIC FEATURES OF DEET

- The chemical structure is shown below:



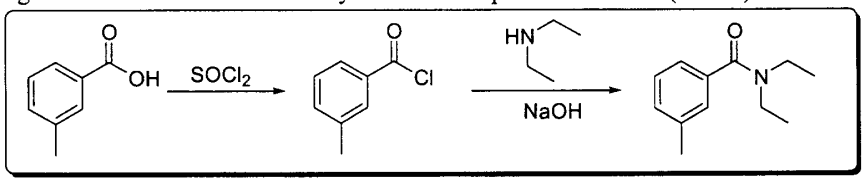
N,N-diethyl-m-toluamide

- Some physical properties are shown in the table below:

Density (25°C)	0.996
Solubility in water	practically insoluble
Solubility in other solvents	soluble in ethanol, ether, chloroform, benzene
Boiling point (at 1 torr)	111°C
Vapour pressure (160°C)	19 torr
Odour	odourless
Colour	colourless

C. SYNTHESIS OF DEET

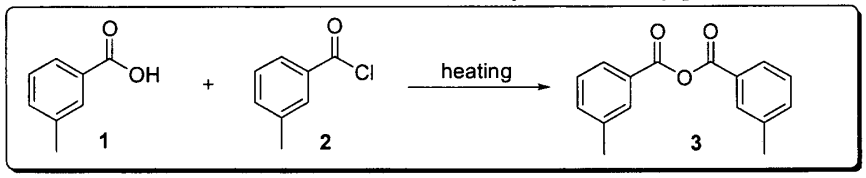
DEET can be prepared starting from m-methyl-benzoic acid (m-toluic acid). First, m-toluic acid is converted to the corresponding chloride. Next, the desired amide is prepared by reacting the active chloride with diethylamine in the presence of base (NaOH).



The activation step using thionyl chloride can be accomplished in two alternative ways:

a. By heating the m-toluic acid with thionyl chloride ($SOCl_2$) and
b. By reacting m-toluic acid at room temperature, with $SOCl_2$ in the presence of a catalytic amount of pyridine.

With regards to the yield and purity of the final product, procedure b is preferred over procedure a since the latter leads to the creation of anhydride **3** as a by-product.



D. EXPERIMENTAL

m-Toluic acid (0.5 g, 3.7 mmol), dry ether (0.2 cm^3), pyridine (2 drops), and 99.5% $SOCl_2$ (0.55 cm^3, 7.6 mmol) are stirred for 8 minutes at room temperature in loosely stoppered 5-cm^3 round-bottom flask. The reaction is performed in a fume hood; alternatively, the liberated HCl gas may be directed to an aspirator. The excess $SOCl_2$ is then removed at room temperature

under water-aspirator vacuum (25 mmHg) and the oil residue is pipetted into a mixture of diethylamine (1.3 cm^3, 12 mmol) in 10% NaOH (5 cm^3) at 0°C. After stirring for 1 minute, the solution is extracted twice with 15-cm^3 portions of ether. The ether fractions are dried over $MgSO_4$ (or Na_2SO_4) and filtered, and 1 cm^3 of toluene is added to azeotropically remove any traces of both water and pyridine. The solvents are removed under vacuum in a rotary evaporator until dryness. DEET remains as a clear oil in the round-bottom flask.

PROBLEMS

a. Record the following data:

I. The weight of your product:

II. The calculated theoretical yield:

III. The obtained yield as a percentage of the theoretical:

b. During the heating activation of m-toluic acid, the formation of anhydride **3** causes yield reduction because [check the statements that are correct]:

• The anhydride does not react with diethylamine:

• The anhydride reacts with diethylamine affording the desired product as well as some by-products:

• The anhydride reacts readily with diethylamine giving 50% of the desired product plus 50% of the starting m-toluic acid:

c. If we want to use infrared (IR) spectroscopy to identify the anhydride **3** formed during the heating activation step of m-toluic-acid, we should look for the characteristic IR-absorption of [check all that apply]:

I. The aromatic C-H stretch at ca. 3065 cm^{-1}:

II. The aliphatic C-H stretch at ca. 2987-2880 cm^{-1}:

III. The symmetrical and asymmetrical C=O stretch of conjugated anhydride at ca. 1763 cm^{-1} and 1720 cm^{-1}

Report

a. Record the following data:

I. The weight of your product: 0.68 g

II. The calculated theoretical yield: 0.70 g

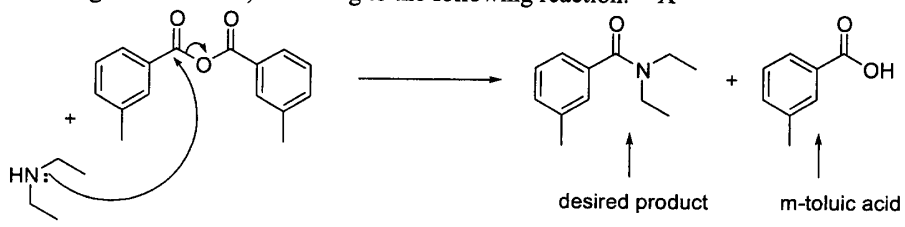
III. The obtained yield as a percentage of the theoretical: 97%

b. During the heating activation of m-toluic acid, the formation of anhydride **3** causes the yield reduction because:

• The anhydride does not react with diethylamine:

• The anhydride reacts with diethylamine affording the desired product as well as some by-products

• The anhydride reacts readily with diethylamine giving 50% of the desired product plus 50% of the starting m-toluic acid, according to the following reaction: X



c. The two strong IR bands at 1763 cm^{-1} and 1720 cm^{-1} are characteristic symmetrical and asymmetrical C=O stretches of conjugated anhydrides.

Problem 36: Solid phase peptide synthesis

A. INTRODUCTION

Solid phase peptide synthesis (SPPS) was introduced by R. B. Merrifield of Rockefeller University (Nobel Prize 1984). This method is based on sequential addition of α-amino and side-chain protected amino acid residues to an insoluble polymeric support. 2-Chlorotrityl chloride resin (Figure 1), whose use has been pioneered by K. Barlos, is an acid labile resin. The steric bulk and the mild acidic conditions required for cleavage make this resin useful in many applications. The base-labile Fmoc-group is used for N-α-protection of amino acids. After removal of this protecting group, the next protected amino-acid is added using either a coupling reagent or pre-activated protected amino-acid derivative. The resulting peptide is attached to the resin through its C-terminus and may be cleaved to yield a peptide acid or amide (depending on the linker used). Side-chain protecting groups are often chosen so as to be cleaved simultaneously with detachment of the peptide from the resin.

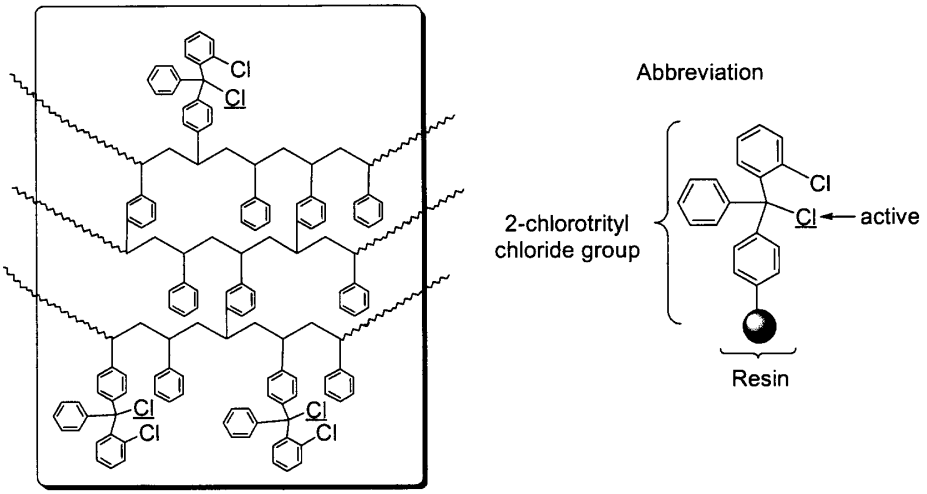


Figure 1: 2-Chlorotrityl chloride group attached to a polymeric support of 1% divinylbenzene cross-linked polystyrene.

B. SYNTHESIS OF THE DIPEPTIDE H_2N-SER-ALA-OH

The synthesis of the above dipeptide is accomplished by the Fmoc-strategy using 2-chlorotrityl chloride resin as the solid support. The reactions that take place are illustrated in Figure 2.

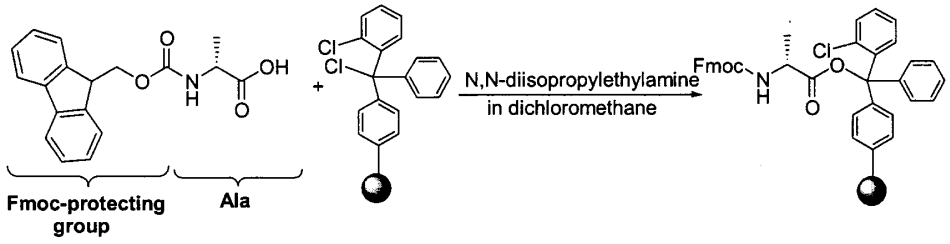


Figure 2a: Synthesis of H_2N-Ser-Ala-OH using the Fmoc strategy on 2-chlorotrityl chloride resin (Step 1).

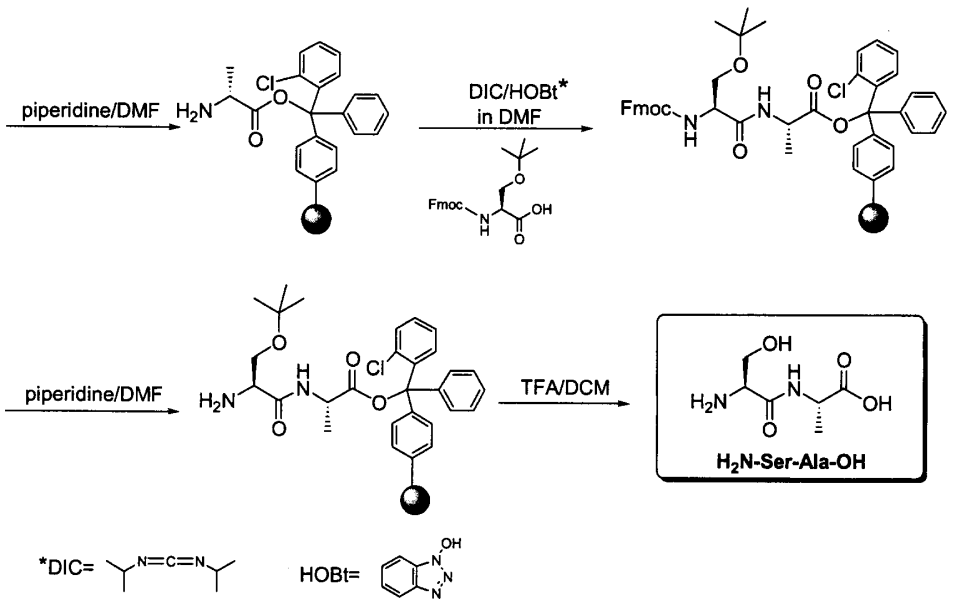


Figure 2b: Synthesis of H_2N-Ser-Ala-OH using the Fmoc strategy on 2-chlorotrityl chloride resin (Steps 2-5). Abbreviations: TFA = CF_3COOH, DCM = CH_2Cl_2, DMF = $HCON(CH_3)_2$

C. ESTIMATION OF LEVEL OF FIRST RESIDUE ATTACHMENT

This procedure takes place after the completion of Step 1.

1. Take a UV cell
2. Weigh 2 mg dry Fmoc-amino acid-resin into the UV cell. Dispense freshly prepared 20% solution piperidine/DMF (3 cm^3) into the cell.
3. Agitate the resin mixture using a Pasteur pipette for 2-3 minutes.
4. Place the cell in a spectrophotometer. Read the absorbance (A_{sample}) at 290 nm.
5. Using another UV cell, read the absorbance of 20% solution piperidine/DMF (3 cm^3) at the same wavelength (A_{blank})
6. Estimate the level of first residue attachment using the equation:

Fmoc loading$=\frac{n}{m}=\frac{A_{sample}-A_{blank}}{1.75m}$, where n is the amount of Fmoc-amino acid-resin (in mmol) and m the mass of resin (in g).

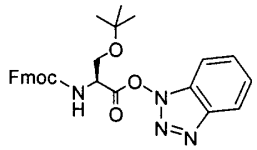
D. EXPERIMENTAL

Step 1: Dissolve Fmoc-Ala-OH (62 mg, 0.2 mmol) in dry CH_2Cl_2 (DCM, 2 cm^3) by adding DIPEA (N,N-diisopropylethylamine) (139 µL, 0.8 mmol). Add this solution to a fine sintered glass manual SPPS reaction vessel containing 2-chlorotrityl chloride resin (200 mg, 0.2 mmol; loading 1.0 eq Cl/g resin) in 1 cm^3 DCM, shake for 30 minutes and then filter. To end-cap any remaining reactive trityl groups, add HPLC* grade methanol (0.2 cm^3) and mix for 15 minutes. Filter the resin and wash it 3x2 cm^3 (DCM/MeOH/DIPEA=17/2/1), 3x2 cm^3 DCM and dry the resin in a dessicator over KOH.

Step 2: Estimate the level of first residue attachment as described before. Remove the Fmoc-protecting group using freshly prepared 20% solution piperidine/dimethyl formamide (DMF, 3 cm^3). Filter after 5 minutes and repeat with another 3 cm^3 of 20% solution piperidine/DMF. Wash the resin with DMF (3x2 cm^3) and DCM (3x2 cm^3).

* High Performance Liquid Chromatography

Step 3: Dissolve Fmoc-Ser(OBu^t)-OH (383 mg, 1 mmol) and HOBt (135 mg, 1 mmol) in a sample vial in the minimum volume of DMF. Then add dropwise DIC (156 μL, 1 mmol) and stir the mixture for 20 minutes. This results in the formation of the corresponding active ester, which has the structure shown below:



Add this solution to the resin, which has been swollen in 1 cm^3 DMF. Agitate gently for 1 hour and then filter, wash with DMF (3x2 cm^3) and DCM (3x2 cm^3). Then, perform a Kaiser test to ascertain the completeness of the reaction, as described below.

Kaiser test:

Prepare the following solutions:

1. Dissolve 5 g of ninhydrin in 100 cm^3 EtOH.
2. Dissolve 80 g of liquified phenol in 20 cm^3 of EtOH.
3. Add 2 cm^3 of a 0.001 M aqueous solution of potassium cyanide to 98 cm^3 pyridine.
4. Transfer a few resin beads to a small glass tube and add 2 drops of each of the solutions above.
5. Mix well and heat in boiling water for 5 minutes. A positive test indicated by blue resin beads means that the coupling step should be repeated until a negative Kaiser test is achieved.

Step 4: Removal of Fmoc-protecting group is accomplished using the same procedure described in Step 2.

Step 5: Wash resin with isopropanol and ether (3x2 cm^3) and air-dry it by application of vacuum for 10 minutes. Add to the dry resin the cleavage reagent (3 cm^3 0.5% TFA/DCM) and leave to stand at room temperature with occasional agitation for 1 $^1/_2$ hours. Collect the filtrate and wash the resin with the cleavage reagent (3x2 cm^3). Evaporate the combined filtrates until dryness. Add cold ether (5 cm^3) and agitate the solid precipitated with a spatula. Leave for 10 minutes, decant the supernatant liquid and repeat once more with 5 cm^3 of ether. The product H_2N-Ser-Ala-OH is obtained by filtration through a sintered glass funnel.

PROBLEMS - Report

a. Record the following data:

I. The weight of your product: 8 mg

II. The calculated theoretical yield: 12.3 mg (for level of first residue attachment 0.35)

III. The obtained yield as a percentage of the theoretical: 65%

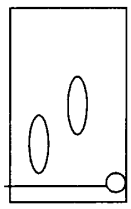
IV. The melting point of the product: 210-213°C

b. Give a design of the thin layer chromatographic plateof the following compounds using $CHCl_3$/MeOH=(9/1) as the eluent system:

i) Fmoc-Ala-OH

ii) Fmoc-Ser(OBu^t)-OH

iii) H_2N-Ser-Ala-OH



c. Estimate the R_f value of the above products: i) 0.25, ii) 0.40, iii) 0

d. Report the observed angle of rotation α and the specific rotation $[\alpha]_D^t$ of your product using a polarimeter and applying the following equation:

$[\alpha]_D^t = \frac{\alpha}{lc}$, where: t = temperature (25 °C), D refers to the sodium D line (589.0 nm), l = 1 dm, and c = 6 g/100 cm^3 in aq HCl. $\alpha = 1.91°$, $[\alpha]_D^t = -31.8° \, dm^{-1} \, g^{-1} \, cm^3$

Problem 37: Phase diagram and enthalpy of vaporization

Introduction

This experiment will allow you to construct a significant portion of the liquid – gas equilibrium curve in a phase diagram for water. The data will be used to determine an average value for the enthalpy of vaporization for the same compound making use of the Clausius – Clapeyron equation.

Theory

Every liquid can come to equilibrium with its vapor. The vapor pressure of a single-component liquid depends on the nature of the liquid and the temperature. At the temperature where the vapor pressure is equal to the total pressure applied to the liquid, the liquid boils. The normal boiling point is achieved when the pressure is 1 atm (= 1.013 bar = 101 325 Pa).

A phase diagram displays pressure versus temperature (or vice versa). For most compounds there are regions of the diagram where each phase (i.e., solid, liquid, gas) is shown and their boundaries are the two-phase equilibrium curves.

The Clapeyron equation is derived from basic Thermodynamics. It states that the slope of any equilibrium curve is equal to the ratio of the change in molar enthalpy upon phase change over the corresponding molar volume change and over the temperature, viz., $\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta h}{T\Delta V}$. If we are interested in the liquid-gas or solid-gas equilibrium, we may assume that the gas follows the ideal gas state equation and that the molar volume of the gas is much larger than that for the condensed phase. With these assumptions, the Clausius – Clapeyron equation is derived: $\frac{d\ln P}{d\left(1/T\right)} = -\frac{\Delta h}{R}$. The derivative on the left-hand side of the equation is the slope of the lnP versus T^{-1} diagram.

Method

By trapping water in a sealed container, heating the apparatus and monitoring the pressure and the temperature, we can record a section of the phase diagram.

Apparatus

A simple heater (100-200 W), a 0-200 °C thermometer, a 0-20 bar pressure gauge (Bourdon tube), insulating aluminium foil, a steal tube, H_2O.

Procedure

Assemble the apparatus: wrap tightly together water containing tube (copper tube 10 cm long, 6 mm dia., plugged on one end and fitted with pressure gauge) and thermometer with Al foil; insert assembly in core of heater coil; support properly. Apply power to heater. Monitor pressure and temperature and interrupt heating when either 16 bar or 180 °C are exceeded. Start recording pressure and temperature for every division on the pressure gauge, while the apparatus is cooling down until the temperature has reached below 80 °C. Enter your measurements in a table with 3 columns: point number, pressure (units), temperature (units).

Analysis – Presentation

Draw all recorded points on a P vs. θ graph (phase diagram). Spot out any irregularities, i.e., highly divergent measurements. Extend the above table to include columns for lnP, T, 1/T. Calculate lnP, T, 1/T. Draw diagram of lnP vs. 1/T. Draw a straight line through the points of the latter diagram. Determine the slope of the line and calculate the enthalpy of vaporization for water.

Results – Discussion – Additional questions

Summarize your results. Estimate the normal boiling point of water based on your measurements. Compare to the known value and comment on any divergence. Likewise calculate the cooking temperature in a pressure cooker equipped with a safety valve which weighs 3 N and has a piston diameter of 6 mm.

Problem 38: SOME CHEMISTRY OF IODINE

The following chart contains some of the known compounds of the halogens at various oxidation states. Note that the oxidation number ranges in general from –1 to +7, but fluorine differs significantly from the other halogens in that it has no stable oxyacids.

Oxidation State	*Fluorine*	*Chlorine*	*Bromine*	*Iodine*
+7		$HClO_4$, ClO_4^-		H_5IO_6, IO_4^-
+5		$HClO_3$, ClO_3^-	$HBrO_3$, BrO_3^-	HIO_3, IO_3^-
+3		$HClO_2$, ClO_2^-		
+1		HClO, ClO^-	HBrO, BrO^-	HIO, IO^-
0	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
-1	HF, F^-	HCl, Cl^-	HBr, Br^-	HI, I^-

A glance at the chart should convince you that oxidation-reduction reactions are a very important part of halogen chemistry.

Although iodine will show some chemistry unique to itself, many of its reactions are typical of other halogens. In this experiment we shall investigate some reactions of iodine and note the influence of hydrogen ion concentration on the equilibria.

PROCEDURE

Caution: Solid iodine and its vapor will cause burns and stains on skin or clothing. Its vapors are poisonous and even small quantities will irritate the mucous membranes, if inhaled. *Avoid unnecessary contact.*

Use 13x100 mm test tubes throughout this experiment except in Part IIb.

Preliminary Experiment-The Starch Iodine Test.

Prepare a dilute solution of iodine by adding one or two small iodine crystals to about 5 cm^3 of tap water. Warm slightly, add 3 or 4 drops of starch solution, and observe. This is a very sensitive test for molecular iodine.

Note: The color is due to a starch-iodine complex which is attributed to the ability of I_2 molecules to fit into the long, hollow spaces between the helical coils which constitute the starch molecule. The fit is close and the interaction strong enough to give the intense color even at very low iodine concentrations.

Part I. Some Reactions of Iodide Ion I^-.

a. To 2 cm^3 of 0.1 M potassium iodide (KI) add an equal volume of 0.1 silver nitrate ($AgNO_3$). Note the result.
b. To 2 cm^3 of 0.1 M potassium iodide (KI) and 5 cm^3 of starch solution add a drop or two of commercial bleach (5% NaOCl) solution. Note the result. Continue to add the bleaching solution until there is a second color change. How do you account for this?
c. To 2 cm^3 of 0.1 M potassium iodide (KI) and 5 cm^3 of starch solution add about 5 drops of 3% H_2O_2. Note the result.

Part II. Some Reactions of Iodate Ion IO_3^-.

a. Pour about 5 cm^3 of saturated solution of KIO_3 into each of two test tubes.

1. Add 3 cm^3 of 0.1 M KI and 2 cm^3 of 6 M H_2SO_4 to one of the test tubes. Decant the supernatant liquid from the solid produced. Filter, if necessary. Wash the solid with water. Do you recognize the solid? Run an identification test you have used previously to confirm your inference.
2. Add 3 cm^3 of 0.1 M KI and 2 cm^3 of 6 M KOH to the second test tube. What do you conclude about the role of hydrogen ion in the reaction between iodide and iodate ions?

3. Add 3 cm^3 of an acidified solution of 0.1 M sodium sulfite (Na_2SO_3), 2 cm^3 of 6 M H_2SO_4 and 3 or 4 drops of starch solution. What do you observe?

Part III. Reaction of I_2 in a Basic Solution.

a. To a few crystal (about 0.5 g) of solid iodine add from a dropper about 10 drops of 6 M potassium hydroxide, KOH. Shake the test tube gently until the solid iodine disappears and the solution is colorless. You may need to warm the solution gently and add a few more drops of 6 M KOH. You will identify the product of this reaction in Part d.

b. Cool the solution and make it acidic by adding sufficient (10 drops or slightly more) 6 M HNO_3 to neutralize the base added previously. Note the product of this reaction. What do you think it is?

c. Make the solution basic again by adding a few drops of 6 M KOH. Warm gently and add a few drops of 6 M KOH, if necessary, until a color change is observed. Discard the solution.

d. Repeat the procedure outlined in Part a. Cool under the cold water tap until a solid crystallizes from the solution. Decant the supernatant liquid and save it for part (2) below.

   1. Dry the white solid by heating the test tube gently. Allow it to cool. Dissolve the white solid in 5 cm^3 of water. Add 5 cm^3 of 1 M sodium sulfite (Na_2SO_3), 2 cm^3 of 6 M H_2SO_4 and 3 or 4 drops of starch solution. Note the result. Compare it with that obtained in Part IIb.
   2. To the decanted liquid add 5-10 drops of 0.1 M silver nitrate $AgNO_3$; shake the test tube and note the result. Compare the product with that obtained in Part Ia.

QUESTIONS

1. Write the equations for the reactions observed in Parts Ia, Ib, Ic.
2. a. How did the results in Part IIId(1) compare with those obtained in Part IIb?
   b. How did the test with 0.1 M silver nitrate in Part IIId(2) compare with the results of Part Ia?
   c. What do you conclude about the ionic species formed when I_2 reacts with 6 M KOH as in Part IIIa?
3. Write the equation for the self-oxidation-reduction reaction of iodine in a basic solution. Write the equation for the reverse reaction in an acid solution.
4. In which oxidation state do the halogens most commonly occur in nature? Explain your answer in terms of the electronic structure of this species for chlorine.
5. How would you prepare elemental fluorine, F_2? Consult an oxidation-reduction table to check the feasibility of your method.
6. Find the geometry, using the VSEPR model, for the following anions of the halogen oxoacids: ClO_2^-, ClO_4^-, BrO_3^-, IO_6^{5-}.

Answers

1. Ia : $I^-(aq) + Ag^+(aq) \rightleftharpoons AgI\downarrow$ (yellow precipitate)

Ib : $2I^-(aq) + OCl^-(aq) + 2H^+(aq) \rightleftharpoons I_2$ (comp.) $+ Cl^-(aq) + H_2O$

The solution was deep blue colored . The color is due to the starch-iodine complex.

I_2 (comp.) $+ OCl^-(aq) + H_2O \rightleftharpoons IO_3^-(aq) + 5Cl^-(aq) + H^+(aq)$

In excess of NaOCl the iodine was further oxidized to iodate.

Ic : $2I^-(aq) + H_2O_2 + 2H^+(aq) \rightleftharpoons I_2 + 2H_2O$

The solution was deep blue colored . The color is due to the starch-iodine complex.

2. a. In Part IIb the sulfite ions (SO_3^{2-}) was reacted with an excess of iodic ions (IO_3^-) (saturated solution of KIO_3) and in the presence of starch indicator the deep-blue starch-iodine color increased systematically as a result of the following of reactions:

$$IO_3^- + 3SO_3^{2-} \rightleftharpoons I^- + 3SO_4^{2-}$$
$$5I^- + IO_3^- + 6H^+ \rightleftharpoons 3I_2 + 3H_2O$$

In Part IIId the iodate ions (IO_3^-) are reacted with an excess of sulfite ions (SO_3^{2-}). With the excess of sulfite, free iodine periodically appears and disappears as a result of the following sequence of reactions:

$$IO_3^- + 3SO_3^{2-} \rightleftharpoons I^- + 3SO_4^{2-}$$
$$5I^- + IO_3^- + 6H^+ \rightleftharpoons 3I_2 + 3H_2O$$
$$3I_2 + 3SO_3^{2-} + 3H_2O \rightleftharpoons 6I^- + 6H^+ + 3SO_4^{2-}$$

The net reaction is the oxidation of iodates to iodides and the starch indicator oscillates between deep blue and almost colorless as the iodine concentration pulsates.

b. In Part IIId(2) the product is the same (yellow precipitate) with that obtained in Part Ia, following the reaction:

$$I^-(aq) + Ag^+(aq) \rightleftharpoons AgI\downarrow$$

c. The anionic species formed when I_2 reacts with 6 M KOH as in Part IIIa was the iodates (IO_3^-) and iodides (I^-) anions.

3. The equation for the self-oxidation-reduction reaction of iodine in a basic solution is:

$$3I_2 + 6OH^- \rightleftharpoons 5I^- + IO_3^- + H_2O$$

and the reverse of this reaction in an acid solution:

$$5I^- + IO_3^- + 6H^+ \rightleftharpoons 3I_2 + 3H_2O$$

4. As X^-, oxidation state (1-), as the result of their electronic configuration:.....$ns^2\ np^5$.

5. The only practicable method of preparing F_2 gas is based on the electrolysis of fluoride salts, i.e., potassium fluoride (KF) dissolved in anhydrous HF:

$$KF + HF \rightleftharpoons F_2 + H_2 \text{ (electrolysis)}$$

$$2F^- \rightleftharpoons F_2 + 2e^- \qquad E^o = -2.87\ V$$
$$2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \qquad E^o = 0.00\ V$$
$$2F^- + 2H^+ \rightleftharpoons F_2 + H_2 \qquad \Delta E = -2.87\ V$$

6. ClO_2^-: bent
   ClO_4^-: tetrahedral
   BrO_3^-: trigonal pyramidal
   IO_6^{5-}: octahedral

Problem 39: Preparation of the complex salt $Cu(NH_3)_4SO_4 \cdot H_2O$

Anhydrous copper sulphate, $CuSO_4$, is white. When it is dissolved in water, the resulting solution is sky blue because of the formation of the complex ion $Cu(H_2O)_6^{2+}$, or $Cu(H_2O)_4(H_2O)_2'^{2+}$ or $Cu^{2+}(aq)$. The six water molecules are not equivalent due to the Jahn-Teller effect.

The hydrated solid salt of copper sulfate, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ which may be written as $Cu(H_2O)_4 \cdot SO_4 \cdot H_2O'$ is also blue.

If a solution of NH_3 is added to a solution of $Cu^{2+}(aq)$, the colour becomes intensely blue because of the formation of a new complex:

$$Cu^{2+}(aq) + 4NH_3 \rightleftharpoons Cu(NH_3)_4^{2+} + water$$

In solutions containing 0.01 to 5 M NH_3 the complex $Cu(NH_3)_4^{2+}$ is mainly formed. In lower concentrations of NH_3 formation of complexes containing fewer NH_3 molecules is favored, that is $Cu(NH_3)_3(H_2O)^{2+}$, $Cu(NH_3)_2(H_2O)_2^{2+}$ and $Cu(NH_3)(H_2O)_3^{2+}$. In concentrations of NH_3 higher than 5 M, $Cu(NH_3)_5(H_2O)^{2+}$ is also formed. Under these conditions the predominant complex is $Cu(NH_3)_4^{2+}$.

$$K_{form} = \frac{[Cu(NH_3)_4^{2+}]}{[Cu_{aq}^{2+}][NH_3]^4}$$

K_{form} has a large value, that is the equilibrium is shifted to the right, while K_{inst}, which is defined as $1/K_{form}$, is small, hence the complex $Cu(NH_3)_4^{2+}$ is <u>stable</u>.

The equilibrium is established quickly, that is, complex $Cu(NH_3)_4^{2+}$ is <u>labile</u>.

Complexes in which the corresponding equilibrium is established slowly are called <u>inert</u>.

Due to the lability of the complex $Cu(NH_3)_4^{2+}$ the NH_3 molecules that are bound to the central ion Cu^{2+} are quickly and continuously exchanged with non-complexed NH_3 molecules, which are present in the solution as well as with molecules of the solvent (water).

Experiment

1. 6.25 g of hydrated copper sulfate $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ are dissolved in a mixture of 10 cm^3 of concentrated NH_3 solution and 6 cm^3 of distilled water. The intensely blue solutions of the complex $Cu(NH_3)_4^{2+}$ will be formed according to the previous equilibrium.
2. The complex salt $Cu(NH_3)_4SO_4 \cdot H_2O$ is less soluble in a mixture of ethanol–water than in water. (Explain why). By adding 10 cm^3 of ethanol to the aqueous solution and cooling, a precipitate is formed. Is the dissolution in a mixture of ethanol – water endothermic or exothermic?
3. The precipitated salt is filtered under vacuum and washed sequentially by (a) a mixture of equal volumes of ethanol and concentrated solution of NH_3, (b) pure ethanol and (c) finally ether.
4. The so obtained crystals are placed in a desiccator. If a drying compound is used that can react with NH_3, e.g. $CaCl_2$, gas phase NH_3 will be bound and the complex will decompose in order to maintain the solid-gas equilibrium. A compound not reacting with NH_3 must be used, like CaO.
5. The binding of Cu(II) with NH_3 can be shown qualitatively as follows:

0.3 g of the starting material $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ are dissolved in 10 cm^3 water, a few drops of Na_2CO_3 2 M solution are added and then a blue precipitate of $CuCO_3$ is formed. A similar solution of $Cu(NH_3)_4SO_4 \cdot H_2O$ does not give the previous reaction since Cu(II) is in the form of $Cu(NH_3)_4^{2+}$.

Under which conditions formation of $CuCO_3$ would be possible from the solution of the complex salt $Cu(NH_3)_4SO_4 \cdot H_2O$?

$$Cu(NH_3)_4^{2+} \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + 4NH_3$$

Removal of NH_3 would shift the equilibrium to the right:

(a) by heating
(b) by addition of $CaCl_2$
(c) by addition of HCl.

Why is the complex salt more soluble in water than in ether?

Problem 40: EDTA titration of magensium and calcium in water samples

The term "hardness" of water refers to salts, mainly of Ca^{2+} and Mg^{2+} with the ions Cl^-, SO_4^{2-} and HCO_3^-.
By boiling water, the soluble salts of HCO_3^- are transformed to insoluble salts of CO_3^{2-}:

$$2HCO_3^- \iff H_2O + CO_2\,(g) + CO_3^{2-}$$

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-}: \iff CaCO_3\,(\text{insoluble})$$

The hardness that is due to such salts disappears by boiling the water, hence the term non-permanent hardness.
The hardness which is due to Cl^- and SO_4^{2-} is permanent because it does not disappear by boiling the water.
Total hardness is the sum of permanent and non-permanent hardness.
The hardness of water is expressed in mg CaO / 100 cm^3 H_2O (Deutch degrees, D°), in mg $CaCO_3$ / 100 cm^3 H_2O (French degrees, F°) and in mg $CaCO_3$ / 1000 cm^3 H_2O (American way of expressing hardness).

Procedure:
Determination of the total hardness of water. Titration with EDTA.
1. 50 cm^3 of H_2O are measured accurately. Instead of "hard water" a solution containing a quantity of Mg^{2+} and Ca^{2+} ions may be used.
2-3 cm^3 of buffer solution $NH_3 - NH_4Cl$ having pH=10 are added and 3-4 drops of a solution (in alcohol) of melan eriochrome T, 0.5% (indicator). The solution turns red-violet because of the formation of a complex between Mg^{2+} and the indicator.
2. A solution of the dissodium salt of EDTA of known concentration 0.01 F which is equivalent to 1mg $CaCO_3$ / cm^3 EDTA (question 1) is added with stirring.
The ions Ca^{2+} and Mg^{2+} form 1:1 complexes with EDTA. EDTA will form complexes with all the free Ca^{2+} and Mg^{2+} ions and finally it will also bind with the ions Mg^{2+} which are to the indicator, replacing it. At this point, which is the titration end point, the colour of the solution turns from red to blue because of the liberation of the indicator. At pH=10, the colour change is clear and the determination of the equivalence point more accurate.
If V is the volume of the EDTA solution consumed and C its concentration in mg $CaCO_3$ equivalent to 1 cm^3 of EDTA solution and the volume of the water sample used is 50 cm^3, the hardness of water in mg $CaCO_3$ / 100 cm^3 H_2O is given by: $F^o=2VC$.
If C=0.01F ~ 1mg $CaCO_3$ / 1 cm^3 EDTA then $F^o=2V$.

Questions

1. Prove that an EDTA concentration of 0.01F is equivalent to 1mg $CaCO_3$ per 1 cm^3 EDTA.
2. If the volume of water sample is 25 cm^3, how will the hardness in F^o be calculated?
3. Express the experimentally determined hardness in D^o and in mg $CaCO_3$ / dm^3 H_2O.
4. If the water contains Ca^{2+} but no Mg^{2+}, is it possible to use the above method for the determination of the concentration of Ca^{2+} ? Which modification of the method is necessary?
5. Fluoride ions are added to the water supply of many cities for the protection of teeth. If the water non-permanent hardness is $1.0x10^{-3}$ M, is it possible for the fluoride concentration to reach the desired value of one part per million before it starts to form insoluble CaF_2? For the solubility product of CaF_2 use the value $1.7x10^{-10}$.

Problem 1: Proton – antiproton atom

We can use the expression for hydrogen-like atoms to calculate the energy levels.

$E_n = -\frac{2\pi Z^2 e^4 \mu}{(4\pi\varepsilon_0)^2 h^2 n^2}$ where Z is the total number of charges in the nucleus (= 1), e is the electron charge (= 1.6022 x 10^{-19} C), μ is the reduced mass of the system with $\mu = (m_1^{-1} + m_2^{-1})^{-1}$ and $m_1 = m_2 = m_p$ = 1.6726 x 10^{-27} kg, thus μ = ½ m_p, ε_0 is the permittivity of vacuum (= 8.8542 x 10^{-12} C^2 J^{-1} m^{-1}) [note: $(4\pi\varepsilon_0)^{-1}$ is Coulomb's constant], h is the Planck constant (= 6.626076 x 10^{-34} J s) and n is the principal quantum number of the system taking values 1, 2, ...

For n = 1, $E_1 = -m_p\left(\frac{e^2}{4h\varepsilon_0}\right)^2 = -2.00129\text{x}10^{-15}\,\text{J}$ and for n = 2, $E_2 = \frac{E_1}{4}$, hence

$$\Delta E \equiv E_2 - E_1 = \frac{3}{4}E_1 = 1.50097\text{x}10^{-15}\,\text{J}$$

$$\Delta E = h\nu \text{, hence } \nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{1.50097\text{x}10^{-15}\,\text{J}}{6.626076\text{x}10^{-34}\,\text{J s}} = 2.2652\,\text{s}^{-1}.$$

$$c = \lambda\nu, \text{ hence } \lambda = c/\nu = \lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{2.997925\text{x}10^{8}\,\text{m s}^{-1}}{2.2652\,\text{s}^{-1}} = 1.3234\text{x}10^{-10}\,\text{m} = 1.3234\,\text{Å}.$$

The Bohr radius is given by

$\alpha = \frac{h^2(4\pi\varepsilon_0)}{4\pi^2\mu e^2} = \frac{2h^2\varepsilon_0}{\pi m_p e^2} = 5.76397\text{x}10^{-14}\,\text{m}$ which is 1836/2 times smaller than the hydrogen radius due to the difference in reduced mass of the "atom".

Problem 2: Annulene

The number of π electrons is 18. Two electrons can occupy each state due to the Pauli exclusion principle. Each state above the lowest is two-fold degenerate. Based on these pieces of information, we can fill this table:

N	max number of e^- per state	total e^- up to this state
0	2	2
1	4	6
2	4	10
3	4	14
4	4	18

States up to N = 4 are fully occupied with 18 electrons. The lowest possible transition is from state N = 4 to state N = 5. The path forming a circular well is L = 18 x 1.4 Å. Hence

$$\Delta E = E_5 - E_4 = (5^2 - 4^2)\frac{(6.6260755\text{x}10^{-34}\,\text{J s})^2}{2\text{x}(18\text{x}1.4\,\text{Å})^2\,\text{x}\,9.109389\text{x}10^{-31}\,\text{kg}} = 3.415\text{x}10^{-19}\,\text{J}$$

The transition frequency is $\nu = \Delta E/h$ = 5.1544 x 10^{14} s^{-1} and the corresponding wavelength is $\lambda = c/\nu$ = 581.6 nm.

Problem 3: Chemical bonding: The molecular ion O_2^{2+}

1. 171.9 kcal/mol
2. No

3. Yes
4. 85.6 kcal/mol
5. (171.9 – 85.6) kcal/mol = 86.3 kcal/mol or ($86.3/N_A$) kcal/molecule = 1.43×10^{-23} kcal/molecule.
6. ~1.1 Å
7. ~1.6 Å

Problem 4: Electrochemistry: Nicad batteries

$2NiO(OH)\,(s) + 2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons 2Ni(OH)_2\,(s) + 2OH^-$ $\qquad E_c^0 = -0.490$ V

$$E_c = E_c^0 - \frac{RT}{2F}\ln\left[OH^-\right]^2$$

$Cd\,(s) + 2OH^- \rightleftharpoons Cd(OH)_2\,(s) + 2e^-$ $\qquad E_a^0 = +0.809$ V

$$E_a = E_a^0 - \frac{RT}{2F}\ln\frac{1}{\left[OH^-\right]^2}$$

$Cd\,(s) + 2NiO(OH)\,(s) + 2H_2O \underset{\text{charge}}{\overset{\text{discharge}}{\rightleftharpoons}} 2Ni(OH)_2\,(s) + Cd(OH)_2\,(s)$

$E = E_a - E_c = E_a^0 - E_c^0 = 0.809$ V – (-0.490 V) = 1.299 V.

700 mAh = 0.700 A x 3600 s = 2520.0 C

2520.0 C $\rightarrow \frac{2520.0}{2 \cdot 96485}$ moles of Cd = 0.013 moles of Cd $\rightarrow$ 0.013x112.4 = 1.47 g of Cd.

Problem 5: Boiler

Tank capacity: $m = V\rho = 4\ m^3 \times 0.73\ g\ cm^{-3} = 2920$ kg
Heating power P = 116 kW

Consumption rate $\frac{m}{t} = \frac{P}{\Delta h/m} = \frac{116\ kJ\ s^{-1}}{4.3x10^7\ J\ kg^{-1}} = 2.70 \times 10^{-3}\ kg\ s^{-1} \left(= 9.73\ kg\ h^{-1}\right)$

Operation duration $t = \frac{m}{m/t} = \frac{2920\ kg}{2.70 \times 10^{-3}\ kg\ s^{-1}} = 1.08 \times 10^8\ s = 300\ h = 12.5\ days$

$C_nH_{2n+2} + \frac{1}{2}(3n+1)\,O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$

$\frac{m_{CO_2}}{m_{C_nH_{2n+2}}} = \frac{44n}{14n+2} = \frac{22}{7+\frac{1}{n}}$ This ratio does not depend heavily on n; for a representative value of n = 10, the ratio takes the value of 3.1.

Since $\frac{m_{C_nH_{2n+2}}}{t} = 9.73\ kg\ h^{-1}$,

$m_{CO_2} = \frac{m_{C_nH_{2n+2}}}{t}\frac{m_{CO_2}}{m_{C_nH_{2n+2}}} = 9.73\ kg\ h^{-1} \times 3.1 = 30.2\ kg\ h^{-1}$

Problem 6: Ammonium nitrate

Mixing is endothermic and the process is adiabatic, thus heat has to be provided by the solution itself. Since water is at its freezing point, it will tend to freeze, but the solution created will experience a depression of freezing point due to the presence of

dissolved ions. The large amount of heat required for solvation will necessitate some freezing of water.
A Hess cycle of 3 steps will be considered.
A. mixing at 0 °C with $\Delta H_1 > 0$
B. lowering of the temperature of the mixture to its final temperature with $\Delta H_2 < 0$
C. freezing of some water m_s with $\Delta H_3 < 0$

The final temperature is given by $\theta_2 = -K_f 2\frac{n}{m-m_s}$ where K_f is the cryoscopy constant, 2 is the number of particles per formula weight for NH_4NO_3, n the number of moles of NH_4NO_3 $n = \frac{80\,g}{80\,g\,mol^{-1}} = 1\,mol$, m = 1000 g.

$\Delta H_1 = \Delta h_s\, n = -25.69\ kJ\ mol^{-1} \times 1\ mol = -25.69\ kJ$

$\Delta H_2 = c_P \frac{m}{M}\theta_2$ where c_P is the molar heat capacity of water and M its molecular mass (18 g mol^{-1}).

$\Delta H_3 = -\Delta h_f \frac{m_s}{M}$ where Δh_f is the molar enthalpy of fusion.

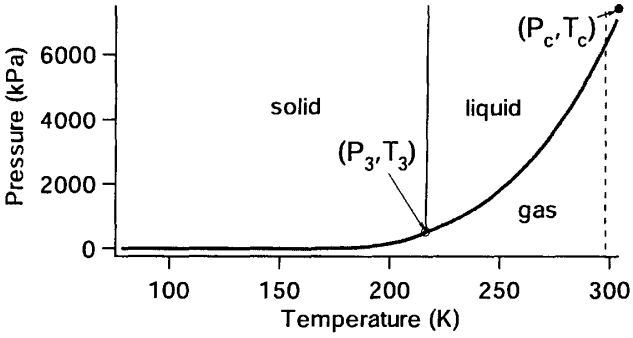
$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_{total} = 0$ because no heat is allowed to be exchanged between the system and its surroundings.
Substituting for θ_2 and solving for m_s yields the following expression

$$m_s = \frac{m}{2} + \frac{\Delta h_s}{\Delta h_f}\frac{nM}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{m}{2} - \frac{\Delta h_s}{\Delta h_f}\frac{nM}{2}\right)^2 + \frac{2nK_f c_P m}{\Delta h_f}}$$

We discount the solution derived from the + sign as unphysical ($m_s > m$) and arrive at the result m_s = 28.52 g ice.
Hence θ_2 = -3.83 °C.
If we made the simplification that we expect $m_s << m$, then θ_2 is immediately calculated as –3.72 °C, which yields a value for m_s = 29.9g. If this result is used to improve the θ_2 value using the exact expression, we get θ_2 = -3.83 °C. Then, m_s can be further improved to 28.5 g.
The process is spontaneous, irreversible, one where separation of components is possible, adiabatic, isobaric, isenthalpic, nearly isoenergetic.
The equation $\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$ can be used here because T varies less than 2%. $\Delta G < 0$ because the process is spontaneous and $\Delta H = 0$, hence $\Delta S > 0$. This is also to be expected from stability criteria under the constraint $\Delta H = 0$.

Problem 7: Carbon dioxide

A rather accurate phase diagram for CO_2 is shown here using data from Landolt-Börnstein New Series IV/20B, p. 22 which has been based on Dykyi, J. Repas, M.: Saturated Vapor Pressure of Organic Compounds, Bratislava, Czech.: Slovakian Academy of Science, 1979.

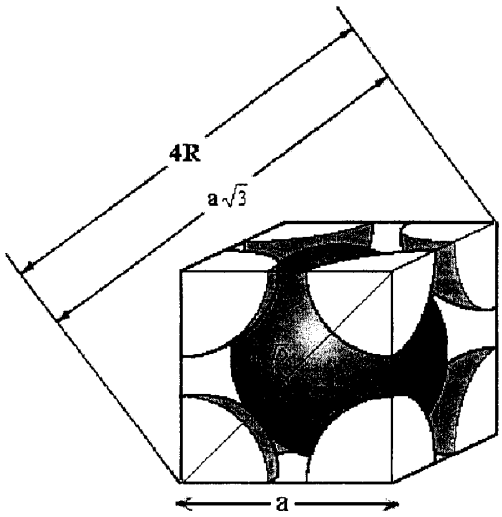


A qualitative one can be drawn based on the triple and the critical points. Since the room temperature is well above the triple point, there is no way there can be any solid CO_2 in the fire extinguisher. At 298 K, the CO_2 vapor pressure is 63.1 bar. This value can be estimated by drawing a straight line between the triple and the critical points. It can be calculated also based on the empirical Antoine equation, viz., $\log\frac{P}{kPa} = A - \frac{B}{C + T/K}$ with A = 6.46212, B = 748.28 and C = -16.9.

Problem 8: Iron crystal

(a) Let **R** be the atomic radius of iron and **a** =2.87 Å the length of the unit cell edge. Then, as atoms touch each other along the body diagonal and from a Pythagorean theorem in the cube:

$a\sqrt{3} = 4R \Rightarrow R = (a\sqrt{3})/4 \Rightarrow R = 1.24$ Å



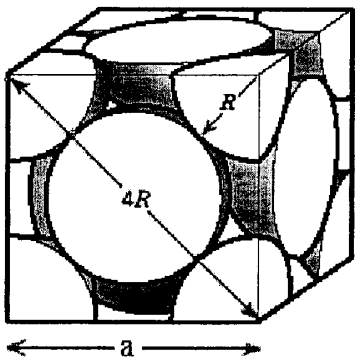
The Avogadro number (N_A) can be calculated from the density (ρ) formula. The latter is obtained by finding the number of atoms per unit cell, multiplying this number by the mass of each atom $\left(\frac{\text{mole of atoms (g/mol)}}{N_A\text{ (atoms/mol)}}\right)$ and, eventually, dividing the result by the volume of the unit cell (a^3). Note that each bcc unit cell contains two whole spheres, that is 2 Fe atoms.

$$\rho(g/cm^3) = \frac{2\times(55.847/N_A)\,g}{a^3\,(cm^3)} \Rightarrow$$

$$N_A = \frac{2\times 55.847\,g}{7.86\times(2.87\times10^{-8})^3\,\frac{g}{cm^3}\,cm^3} \Rightarrow N_A \approx 6.01\times10^{23}$$

(b) By applying the Pythagorean theorem in the cube, one finds:

$a^2 + a^2 = (4R)^2 \Rightarrow a = 2R\sqrt{2} \Rightarrow R = \frac{a\sqrt{2}}{4} \Rightarrow R = 1.27$ Å (slightly different from the value found above for bcc structure, because of the different packing, having an influence on the atomic radius or at least its estimation).



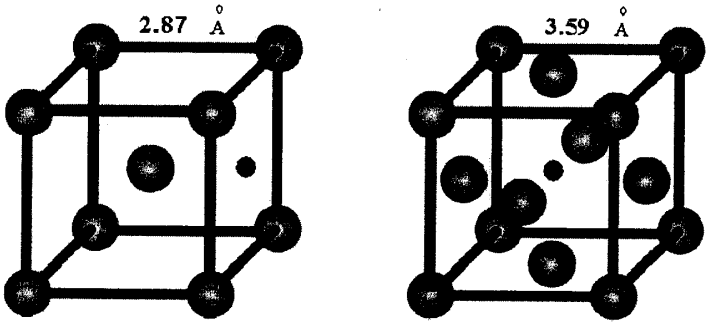
As for the density, recalling that each fcc unit cell contains four whole spheres, that is 4 Fe atoms, once again one has:

$$\rho(g/cm^3) = \frac{4\times(55.847/N_A)\,g}{a^3\,(cm^3)} =$$

$$\frac{4\times 55.847\,g}{6.023\times 10^{23}\times(3.59\times 10^{-8})^3\,cm^3} = 8.02\ g/cm^3$$

The higher value of γ-Fe density, as compared with α-Fe, points at the fact that the fcc structure is denser than bcc. fcc represents the, so called, *cubic close packed* structure which, together with the *hexagonal close packed*, are the most efficient ways of packing together equal sized spheres in three dimensions.

(c) and (d) The unit cells below are illustrated by using reduced size spheres. Note that, in hard spheres packing model the represented atoms must be in contact one to each other.



α-Fe **γ-Fe**

According to the left figure, a perfectly fitted interstitial atom centered at (½, 0, ½) in an α-Fe cell, would have a radius of:

$R_{interstitial} = ½\ a - R_{Fe}$, where $a = 2.87\,Å$ and $R_{Fe} = 1.24$ Å [(see question (a)].
Therefore: $R_{interstitial}$ (α-Fe) ≈ 0.20 Å

Similarly, according to the figure in right, a perfectly fitted interstitial atom centered at (½, ½, ½) in an γ-Fe cell, would have a radius of:

$R_{interstitial} = ½\ a - R_{Fe}$, where $a = 3.59\,Å$ and $R_{Fe} = 1.27\,Å$ [(see question (b)].
Therefore: $R_{interstitial}$ (γ-Fe) ≈ 0.53 Å

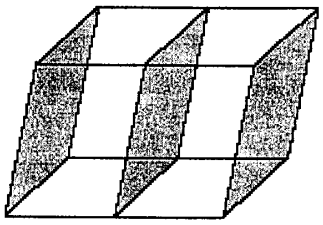
(e) 1 nm = 10 Å. Thus:

For α-Fe: $\frac{R_{carbon}}{R_{interstitial}} = \frac{0.77\,Å}{0.20\,Å} = 3.85$

For γ-Fe: $\frac{R_{carbon}}{R_{interstitial}} = \frac{0.77\,Å}{0.53\,Å} = 1.45$

Therefore, the carbon atom is roughly four times too large to fit next to the nearest iron atoms in α-Fe without strain, while it is only 1.5 times oversize to fit in the γ-Fe structure. The above estimations explain well the low solubility of carbon in α-Fe (< 0.1 %).

(f) The wavelength (λ) of the X-rays will be calculated from Bragg's law, assuming first order diffraction: $2d \sin\theta = \lambda$, where θ is the angle of diffraction equal to 32.6° and d is the interplanar spacing of the (200) set of parallel lattice planes, that is, the perpendicular distance between any pair of adjacent planes in the set. The (200) planes are shown



shaded in the figure.
Let a be the length of the cubic unit cell edge. Then, from previous data for α-Fe: a = 2.87 Å, so the distance between adjacent (200) planes is: $d = \frac{a}{2} = 1.44$ Å Therefore, from Bragg's law: $\lambda = 2d \sin\theta = 2\times1.44\times\sin(32.6^\circ) \Rightarrow \lambda \approx 1.55$ Å
This value corresponds to the $K_{\alpha 1}$ transition of iron.

Problem 9: Cyclodextrine

a) $V = a \times c \cdot b = a\ b\ c \sin(\beta) = 7474$ Å^3, $V_m = 7474$ Å^3 /4 = 1868 Å^3
b) FW = 1535.4 g mol^{-1}, ρ = FW 4/(V N_A), hence $\rho = 1.3646$ g cm^{-3}

Problem 10: Infrared spectroscopy

1. The number of vibrational modes is given by 3N-6 for non-linear and 3N-5 for linear molecules, where N is the number of atoms in the molecule. Hence
CO: 1, H_2O: 3, C_6H_6: 30, C_{60}: 174
2. The fact that the molecules have a vibrational infra red absorption implies that the molecules have a permanent dipole moment, hence these diatomic molecules must be heteronuclear.
For a simple harmonic oscillator-type diatomic molecule, the eigen frequency is given by the equation $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{\mu}}$, where k is the force constant and μ the reduced mass of the molecule. In the absence of any further information, nothing can be said about the reduce masses or the force constants (though bond strength is not related to k, but more likely to bond dissociation energy). The eigen frequency is equal to the frequency of the absorbed photons because the vibrational energy is given by $E_v = (v+½)\ h\nu$ and the energy for the resonance transition is $\Delta E = E_{v=1} - E_{v=0} = h\nu$.

Problem 11: Radioactivity and chemical reactivity

1. γ-rays are a form of high energy electromagnetic radiation.
2. There are no stable (non-radioactive) isotopes beyond Bi.
3. There are numerous light isotopes that are radioactive.
4. Xe compounds such as XeF_2 are commercially available.
5. Cs is the element with the lowest ionization potential (3.89 eV).

Problem 12: Carbon dating

a) Let N_0 be the $^{14}C/^{12}C$ ratio in living systems and N the same ratio found in a sample coming from a system that died t years ago. Then, the following relation between them is true: $N = N_0 e^{-\lambda t}$, where λ (= ln 2 / $t_{½}$) the disintegration constant for ^{14}C. The above equation becomes

$$t = \frac{-\ln\frac{N}{N_0}}{\lambda} = -\frac{t_{½}}{\ln 2}\ln\frac{N}{N_0} = -5700\text{y}\frac{\ln 0.25}{\ln 2} = 11400\text{y}$$

b) The β decay scheme is based on the nuclear reaction $n \rightarrow p + \beta + \bar{\nu}_e$, where p is a proton and $\bar{\nu}_e$ an electron antineutrino. In the case of ^{14}C we have

$$^{14}C \rightarrow {}^{14}N + \beta^- + \bar{\nu}$$

hence C becomes a (common) ^{14}N atom.
c) If an organic molecule contains ^{14}C, the consequence of its disintegration can be grave for the structure of the molecule, causing great damage to the molecule in

the vicinity of the ^{14}C atom. At least the chemical bond is raptured since ^{14}N is a chemically different atom than ^{14}C. Free radicals may also be created.

d) The total carbon inside a human body of 75 Kg is 75 kg x 0.185 = 13.9 kg. The total radioactivity (R) is R = 0.277 Bq / g x13.9 kg = 3850 Bq

The amount of ^{14}C present is estimated from the total radioactivity as follow:

$$R \equiv -\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

Then

$$N = \frac{A}{\lambda} = A\frac{t_{½}}{\ln 2} = 3850 s^{-1}\,\frac{5700\ y}{0.693}\,\frac{60x60x24x365.25\ s}{y} = 1.00x10^{15}\ atoms = 1.66\ nmol$$

Problem 13: Uranium

a) alpha decay: $X(A,Z) \rightarrow X(A-4, Z-2) + {}^4He^{2+}(2p+2n)$ $(\Delta A = -4, \Delta Z = -2)$

beta decay: $X(A,Z) \rightarrow X(A, Z+1) + \beta + \bar{\nu}_e$ $(\Delta A = 0, \Delta Z = +1)$

Since changes in the mass number (ΔA) are due to the emission of alpha particles only, in each series we have:

total alpha particles emitted = $\Delta A_{total}/4$

Alpha emission also changes the atomic number (Z) (ΔZ = -2), so the total decrease in Z due to the total alpha particles emitted would be twice their total number. But Z of the final (stable) element of the radioactive series is higher than the expected Z based on alpha emission. This difference in Z is due to the number of beta particle emitted. Thus

$^{238}U \rightarrow {}^{206}Pb$, $\alpha = \Delta A/4 = (238-206)/4 = 32/4 = 8$, $\beta = 2\alpha - \Delta Z = 18 - (92-82) = 6$

$^{235}U \rightarrow {}^{207}Pb$, $\alpha = \Delta A/4 = (235-207)/4 = 28/4 = 7$, $\beta = 2\alpha - \Delta Z = 14-(92-82) = 4$

b) This occurs when an alpha decay (ΔZ = -2) is followed by two successive beta decays (ΔZ = +2).

c) For each radioisotope of uranium we can write

$^{235}N = {}^{235}N_0 \exp(-\lambda_{235} t)$ and $^{238}N = {}^{238}N_0 \exp(-\lambda_{238} t)$

where N the number of nuclei at time t, N_0 at time t = 0 and $\lambda = \ln 2 / t_{½} = 0.693 / t_{½}$ the disintegration constant.

At t = 0, $^{235}N_0 = {}^{238}N_0$, then

$$\frac{\exp(-\lambda_{238} t)}{\exp(-\lambda_{235} t)} = \frac{{}^{238}N}{{}^{235}N} = \frac{99.3}{0.7} = 142$$

Thus

$\lambda_{235} t - \lambda_{238} t = \ln 142 = 4.95$

$\lambda_{238} = 0.693/t_{½} = 0.693/4.5x10^9 = 1.54x10^{-10}\ y^{-1}$

$\lambda_{235} = 0.693/t_{½} = 0.693/7.1x10^8 = 9.76x10^{-10}\ y^{-1}$

$$t = \frac{4.95}{(9.76-1.54)x10^{-10}\ y^{-1}} = \frac{4.95x10^{10}\ y}{8.22} = 6.0x10^9\ y$$

d) The energy released by the complete fission of 1g ^{235}U is

E = (1/235) x 6.022 x 10^{23} x 200 MeV = 5.13 x10^{23} MeV

and the energy released upon combustion of 1 g C is

E = (1/12) x 6.022 x 10^{23} x 4.1 eV = 2.06 x 10^{23} eV = 2.06x10^{17} MeV

Hence the amount of carbon that would release the same amount of energy as the fission of 1 g ^{235}U is

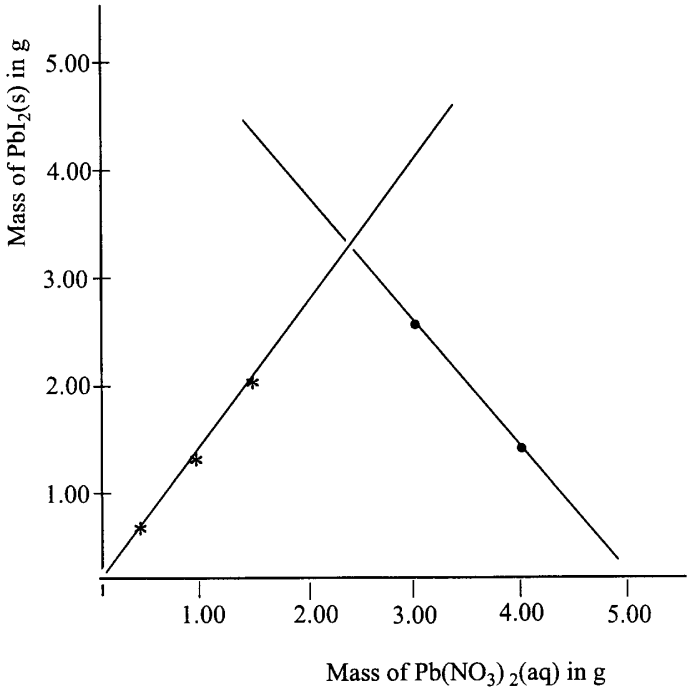
m = (5.13x10^{23})/(2.06x10^{17}) = 2.49 x 10^3 kg C

Problem 14: Lead iodide

1. The graph obtained is one of two straight lines, meeting at a peak of about 2.50 g $Pb(NO_3)_2$.

Data according to the reaction
$2\ KI(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow 2\ KNO_3(aq) + PbI_2(s)$

Mass of $Pb(NO)_3$ (g)	Mass of PbI_2 (g)
0.500	0,696
1.000	1.392
1.500	2.088
4.000 (1.000 g KI)	1.389
3.000 (2.000 g KI)	2,778



2. The total quantity of reactant is limited to 5.000 g. If either reactant is in excess, the amount in excess will be "wasted", because it cannot be used to form product. Thus, we obtain the maximum amount of product when neither reactant is in excess; there is a stoichiometric amount of each.

The balanced chemical equation for this reaction,

$$2\ KI(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow 2\ KNO_3(aq) + PbI_2(s)$$

shows that stoichiometric quantities are two moles of KI (166.00 g/mol) for each mole of $Pb(NO_3)_2$ (331.21 g/mol). If we have 5.000 g total, we can let the mass of KI equal x g, so that the mass of $Pb(NO_3)_2 = (5.000 - x)$ g. Then we have

$$\text{amount KI} = x\text{ g KI} \times \frac{1\text{ mol KI}}{166.00\text{ g KI}} = \frac{x}{166.00}$$

$$\text{amount } Pb(NO_3)_2 = (5.000 - x)\text{ g } Pb(NO_3)_2 \times \frac{1\text{ mol } Pb(NO_3)_2}{331.21\text{ g } Pb(NO_3)_2} = \frac{5.000 - x}{331.21}$$

At the point of stoichiometric balance, amount KI = 2 × amount $Pb(NO_3)_2$

$$\frac{x}{166.00} = 2 \times \frac{5.000 - x}{331.21} \quad \text{or} \quad 331.21x = 10.00 \times 166.00 - 332.00x$$

$$x = \frac{1660.0}{331.21 + 332.00} = 2{,}503\text{ g KI} \times \frac{1\text{ mol KI}}{166.00\text{ g KI}} = 0.01508\text{ mol KI}$$

$$5.000 - x = 2.497\text{ g } Pb(NO_3)_2 \times \frac{1\text{ mol } Pb(NO_3)_2}{331.21\text{ g } Pb(NO_3)_2} = 0.007539\text{ mol } Pb(NO_3)_2$$

To determine the proportions precisely, we use the balanced chemical equation.

$$\text{maximum } PbI_2 \text{ mass} = 2.503 \text{ g KI} \times \frac{1 \text{ mol KI}}{166.00 \text{ g KI}} \times \frac{1 \text{ mol } PbI_2}{2 \text{ mol KI}} \times \frac{461.0 \text{ g } PbI_2}{1 \text{ mol } PbI_2} =$$

3.476 g PbI_2

Problem 15: Octahedral complexes

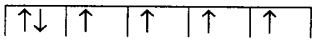
$d^1 : t_g^1 e_g^0$
$d^2 : t_g^2 e_g^0$
$d^3 : t_g^3 e_g^0$
$d^4 : t_g^4 e_g^0$ ($\Delta > P$) or $t_g^3 e_g^1$ ($\Delta < P$)
$d^5 : t_g^5 e_g^0$ ($\Delta > P$) or $t_g^3 e_g^2$ ($\Delta < P$)
$d^6 : t_g^6 e_g^0$ ($\Delta > P$) or $t_g^4 e_g^2$ ($\Delta < P$)
$d^7 : t_g^6 e_g^1$ ($\Delta > P$) or $t_g^5 e_g^2$ ($\Delta < P$)
$d^8 : t_g^6 e_g^2$
$d^9 : t_g^6 e_g^3$

Problem 16: Isomerism in Inorganic Chemistry

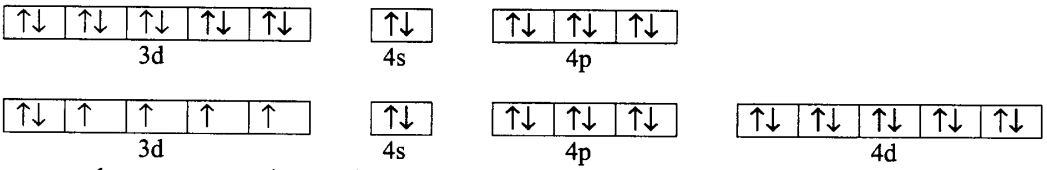
1. $_{27}Co\ [1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6]\ 3d^7 4s^2$

   Ar

   $Co^{3+}\ [Ar] 3d^6$

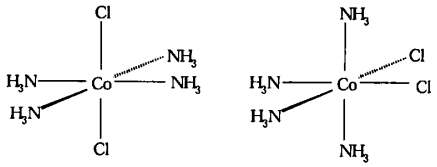


2. dative covalent by the ligand into an empty metal orbital. d^2sp^3 hybridization

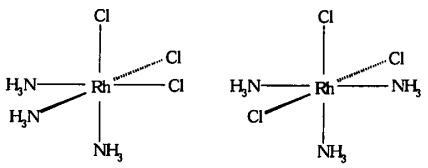


outer sphere paramagnetic complex

3. *trans* *cis*

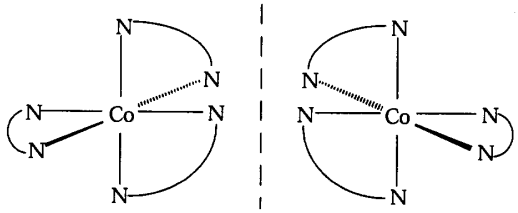


4. *fac* *mer*

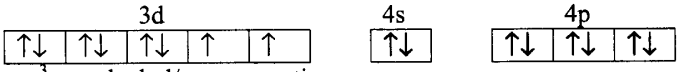


A *B*

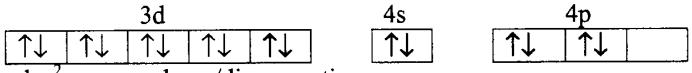
5. 2 enantiomers $\pm Co(en)_3^{3+}$



Problem 17: Tetrahedral and square complexes



sp^3: tetrahedral/paramagnetic



dsp^2: square planar/diamagnetic

Problem 18: Copper enzyme

1. Cu: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}4s^1$, Cu(I): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$,
   a. Cu(II): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^9$
2. Oxidised PC
3. $A=\varepsilon.c.l \Rightarrow c = 0.700 / (4500 \times 1) = 1.56 \times 10^{-4}$ mol dm^{-3}. 5 cm^3 of the solution contain $1.56 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-3} \times 10500 \times 1000 = 8.2$ mg PC. #Cu atoms = $1.56 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-3} \times 6.0221 \times 10^{23} = 4.7 \times 10^{17}$
4. Electronic configurations :
   Zn(II): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$, Cd(II): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}$, Co(II): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^7$, Ni(II): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^8$. Redox inactive are the Zn(II) and Cd(II) reconstituted Blue Copper Proteins.

Problem 19: Palladium nanoclusters

1. $N = \dfrac{N_o \cdot \rho \cdot V}{AtomicWeight} = 307$ Pd(0) atoms per nanocluster

V = the volume of a nanocluster = $\dfrac{4}{3}\pi\left(\dfrac{D}{2}\right)^3$

According to the equation $y=10n^2+2$, the number of Pd(0) atoms in a 4 full-shells nanocluster is $N = 1+12+42+92+162 = 309$, hence it is a full shell cluster.

2. From Fig. 4 the H_2 uptake is $\Delta P_{H_2} = 4.15 - 2.05 = 2.10$ atm in 184 min.

$\Delta P_{H_2} V = \Delta n_{H_2} RT$, hence $\Delta n_{H_2} = 0.029$ mol where V = 400-55=345 cm^3

Initially $n_{C_6H_{12}} = \dfrac{V\rho}{M} = \dfrac{5\ cm^3 \times 0.81\ g\ cm^{-3}}{(6\times12.0107+12\times1.00794)\ g\ mol^{-1}} = 0.048$ mol

(i) Conversion = $\dfrac{\text{reacted moles}}{\text{initial moles}} = \dfrac{0.029}{0.048} = 0.60 = 60\%$

(ii) The catalytically active Pd(0) atoms are $\dfrac{162}{309} = 0.524 = 52.4\%$ of the total Pd(0) amount. So: $TON = \dfrac{n_{H_2}}{n_{Pd}} = \dfrac{0.029mol}{0.524\times50\times10^{-6}\ mol} = 1106$ and

$TOF = \dfrac{TOF}{t} = \dfrac{1106}{184\ min} = 6.0\ min^{-1}$

3. The spectral regions (δ / ppm) and the respective relative integrals in the ^{1}H-NMR spectrum of hex-1-ene (Fig. 5a and Table) are assigned as follows:

1 2 3 4 5 $CH_3(CH_2)_2CH_2CH{=}CH_2$	1	2	3	4	5
	0.88-0.96 (3)	1.15-1.32 (4)	1.99-2.08 (2)	5.65-5.79 (1)	4.85-4.98 (2)

The integral ratios of the second ^{1}H-NMR spectrum (Fig. 5b and Table) suggest that both hex-1-ene and hexane are present. The differences in the integral values of the spectral regions 0.88-0.96 ppm and 1.12-1.37 ppm must be due to the presence of hexane. The relative integrals of second spectrum are converted as shown in the table below:

	δ / ppm	relative integral
Solution of the reaction (Fig. 5b)	0.88-0.96	3+6
	1.12-1.37	4+8
	1.99-2.08	2
	4.85-4.98	2
	5.65-5.79	1

So, the spectral regions (δ / ppm) and the respective relative integrals in the ^{1}H-NMR spectrum corresponding to hexane are assigned as follows:

1' 2' 1'	1'	2'
$CH_3(CH_2)_4CH_3$	0.88-0.96 (6)	1.15-1.32 (8)

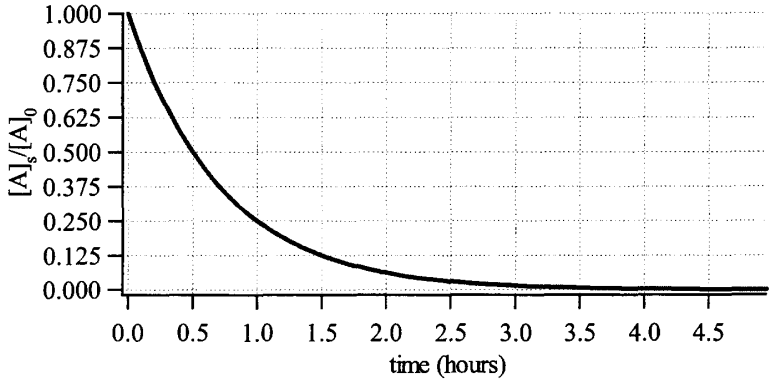
Finally, comparing the integral values per proton for the hex-1-ene and hexane the % conversion of hex-1-ene to hexane, after 30 min is 50%

Problem 20: Drug kinetics

$$A_s \xrightarrow{k_1} A_b \longrightarrow \text{products} \qquad (1)$$

$$-\frac{d[A]_s}{dt} = k_1[A]_s \qquad (2)$$

Integration of Eq. 2 gives $[A]_s = [A]_o \exp(-k_1 t)$, where $[A]_o$ the concentration of the drug in the stomach at zero time.



$\frac{[A]_0 - [A]_s}{[A]_0} = 0.75 \Rightarrow \frac{[A]_s}{[A]_0} = 0.25 = \left(\frac{1}{2}\right)^2$ Since ¼ of the initial amount remains after one hour, $(¼)^2 = 1/16 = 0.625$ will remain after 2 hours, which corresponds to 4 half lives. That is 6.25% of $[A]_s$ is left.

Problem 21: $Br_2 + CH_4$ reaction mechanism

1 The rate of formation of CH_3Br is given by the equation:

$$v = +\frac{d[CH_3Br]}{dt} = k_3[CH_3][Br_2] \quad (1)$$

The "steady state" approximations for CH_3 and Br are given by the equations:

$$\frac{d[CH_3]}{dt} = k_2[Br][CH_4] - [CH_3](k_3[Br_2] + k_4[HBr]) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{d[Br]}{dt} = 2k_1[Br_2][M] - k_2[Br][CH_4] + [CH_3](k_3[Br_2] + k_4[HBr]) - 2k_5[Br]^2[M] = 0 \quad (3)$$

From equation (**2**):

$$[CH_3]_{st} = \frac{k_2[Br][CH_4]}{k_3[Br_2] + k_4[HBr]} \quad (4)$$

From equations (**3**) and (**4**):

$$[Br]_{st} = \left(\frac{k_1}{k_5}[Br_2]\right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

By combining equations (**1**), (**4**) and (**5**) the expression for the rate of formation of CH_3Br as a function of the concentrations of the stable species that are involved in the reaction is given by equation (**6**):

$$v = \left(\frac{k_1}{k_5}\right)^{\frac{1}{2}} k_2 \cdot \frac{[Br_2]^{\frac{1}{2}}[CH_4]}{\frac{k_4[HBr]}{k_3[Br_2]} + 1} \quad (6)$$

2

Start of the reaction	**II**
Steady state condition	**I**
Near to the end of the reaction	**III**

3

Start of the reaction	$[Br_2] >> [HBr]$ and since $k_3 \approx k_4$: $k_3[Br_2] >> k_4[HBr]$, so $k_4[HBr] / k_3[Br_2] << 1$
Steady state condition	-
Near to the end of the reaction	$[Br_2] << [HBr]$ and since $k_3 \approx k_4$: $k_3[Br_2] << k_4[HBr]$, so $k_4[HBr] / k_3[Br_2] >> 1$

Problem 22: Buffer solutions

1. The equilibrium, which governs the concentration of H^+ within the solution is
$HCOOH \rightleftharpoons HCOO^- + H^+$

Hence $K_a = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]} = 2.1\times10^{-4}$

and since [HCOOH] ≈ 0.200 M and [$HCOO^-$] ≈ 0.150 M

$[H^+] = 2.1\times10^{-4} \times \frac{0.200}{0.150} = 2.8\times10^{-4}$ M

and **pH = 3.55**.

2. Since sodium hydroxide reacts with formic acid:
$HCOOH + OH^- \rightarrow HCOO^- + H_2O$
the concentration of formic acid in the solution is reduced to
[HCOOH] = 0.200 M – 0.0100 M = 0.190 M
and the concentration of formate is increased to
[$HCOO^-$] = 0.150 M + 0.0100 M = 0.160 M

Therefore: $[H^+] = 2.1\times10^{-4} \times \frac{0.190}{0.160} = 2.5\times10^{-4}$ M

and **pH = 3.60**

Note that the addition of sodium hydroxide, which is a strong base, causes a very small increase of the pH of the solution.

3. Let V the volume of the solution of sodium hydroxide. Therefore, the final volume of the solution will be (100.0 + V) mL and the number of mmol of CH_3COOH and OH^- which are mixed are 100.0 mL × 0.150 mmol/mL = 15.00 mmol and V mL × 0.200 mmol/mL = 0.200×V mmol, respectively. From the reaction:
$CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$
it is obvious that the amount of acetate produced is 0.200×V mmol and the amount of acetic acid which remains unreacted is (15.00 – 0.200×V) mmol. Hence, the concentration of each constituent in the buffer solution is:

$[CH_3COOH] = \frac{(15.00 - 0.200\times V)}{100.0 + V}$ M

and $[CH_3COO^-] = \frac{0.200\times V}{100.0 + V}$ M

From the acid dissociation constant expression of acetic acid

$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = 1.8\times10^{-5}$

it can be derived $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{K_a}{[H^+]}$

and $\frac{\frac{0.200\times V}{100.0 + V}\text{ M}}{\frac{(15.00 - 0.200\times V)}{100.0 + V}\text{ M}} = \frac{1.8\times10^{-5}}{1.0\times10^{-5}}$

from which **V = 48.21 cm^{-3}**.

4. a

5. (i) c, (ii) b

6. (i) b, (ii) d

7. (i) c, (ii) c

8. (i) b, (ii) c

Problem 23: Titrations of weak acids

The titration reaction is

$CH_3COOH + OH^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_2O$

a) Initial pH

The pH of the solution before the titration begins, is calculated by the acid dissociation constant and the initial concentration of CH_3COOH:

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

From the acid dissociation constant expression:

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = 1.8\times10^{-5}$$

the concentration of H^+ can be calculated:

$$[H^+] = \sqrt{1.8\times10^{-5}\times0.1000} = 1.34\times10^{-3}\,M \text{ and pH} = 2.87$$

b) pH after the addition of 10.00 cm^3 of titrant

The solution contains acetic acid and sodium acetate. Therefore it is a buffer solution. The concentration of each constituent is calculated:

$$[CH_3COOH] = \frac{(50.00\,cm^3\times0.1000\,M) - (10.00\,cm^3\times0.1000\,M)}{60.00\,cm^3} = 0.0667\,M$$

$$[CH_3COO^-] = \frac{10.00\,cm^3\times0.1000\,M}{60.00\,cm^3} = 0.01667\,M$$

These concentrations are then substituted into the dissociation constant expression of acetic acid for calculating the concentration of $[H^+]$:

$$[H^+] = 1.8\times10^{-5}\times\frac{0.0667}{0.01667} = 7.20\times10^{-5}\,M \text{ and pH} = 4.14$$

c) pH at the equivalence point

At the equivalence point, all acetic acid has been converted to sodium acetate and the pH is calculated from the hydrolysis of acetate ions:

$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

The volume of titrant required for the equivalence point (V_{ep}) is calculated:

$$V_{ep} = \frac{50.00\,cm^3\times0.1000\,M}{0.1000\,M} = 50.00\,cm^3$$

and the total volume of solution is 100.0 cm^3. Therefore, at this point of the titration $[CH_3COOH] = [OH^-]$ and

$$[CH_3COO^-] = \frac{50.00\,cm^3\times0.1000\,M}{100.0\,cm^3} - [OH^-] \approx 0.0500\,M$$

$$\frac{[OH^-]^2}{0.0500\,M} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.00\times10^{-14}}{1.8\times10^{-5}} = 5.56\times10^{-10}$$

$$[OH^-] = \sqrt{0.0500\times5.56\times10^{-10}} = 5.27\times10^{-6}\,M$$

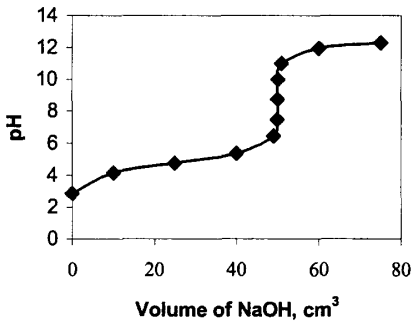
pOH = 5.28 and thus pH = 14-5.28 = 8.72

d) pH after the addition of 50.10 cm^3 of titrant

At this stage, all acetic acid has been converted to sodium acetate and the pH of the solution is calculated by the excess of sodium hydroxide, which has been added:

$$[OH^-] = \frac{(50.10\,cm^3\times0.1000\,M) - (50.00\,cm^3\times0.1000\,M)}{100.1\,cm^3} = 1.0\times10^{-4}\,M$$

Therefore pOH = 4.00 and pH = 10.00



Titration curve of 0.1000 M acetic acid with 0.1000 M NaOH

e) Selection of indicator

Since the pH at the equivalence point is 8.72, the appropriate acid base indicator is phenolphthalein.

2. (i) b, (ii) c, (iii) a, (iv) b, (v) c, (vi) d

Problem 24: Separation by extraction

1 Starting with an amount W_0 of S in phase 1, after the extraction this amount is distributed between the two phases as follows:

$$W_0 = (C_S)_1V_1 + (C_S)_2V_2$$

Since $D = (C_S)_2 / (C_S)_1$, we have

$$W_0 = (C_S)_1V_1 + D(C_S)_1V_2 = (DV_2 + V_1)(C_S)_1$$

Therefore, after removing phase 2, the remaining amount of S in phase 1 is:

$$W_1 = (C_S)_1V_1 = W_0 \frac{V_1}{DV_2 + V_1}$$

By repeating extraction with a fresh portion of volume V_2 of phase 2, the amount W_1 of S is similarly distributed. After removing phase 2, the remaining amount of S in phase 1 is:

$$W_2 = (C_S)_1V_1 = W_1 \frac{V_1}{DV_2 + V_1} = W_0 \left(\frac{V_1}{DV_2 + V_1}\right)^2$$

and so on. Therefore after n extractions with a fresh portion of volume V_2 of phase 2, the remaining amount of S in phase 1 will be:

$$W_n = W_0 \left(\frac{V_1}{DV_2 + V_1}\right)^n$$

2. (a) The remaining fraction of S after 1 extraction with 100 mL of chloroform is calculated using Equation 1.4:

$$f_1 = \frac{W_1}{W_0} = \left(\frac{50}{3.2\times100+50}\right)^1 = 0.135,$$

therefore the percentage of S extracted is $100 - 13.5 =$ **86.5%**

(b) The remaining fraction of S after 4 extractions with 25 mL of chloroform each time is similarly calculated:

$$f_4 = \frac{W_4}{W_0} = \left(\frac{50}{3.2\times25+50}\right)^4 = 0.022,$$

therefore the percentage of S extracted is 100 –2.2 = **97.8%**. The result is indicative of the fact that successive extractions with smaller individual volumes of extractant are more efficient than a single extraction with all the volume of the extractant.

3. Using Equation 1-4 we have:

$$0.01 = \left(\frac{100.0}{9.5\times 25.0+100.0}\right)^n \quad \text{or} \quad 0.01 = 0.2963^n \text{ hence } n = \log(0.01)/\log(0.2963) =$$

3.78, therefore at least **4** extractions are required.

4. The equilibria involved are represented schematically as follows:

HA

organic phase

aqueous phase

$$HA \underset{}{\overset{K_A}{\rightleftharpoons}} H^+ + A^-$$

We have (subscripts w and o denote concentrations in aqueous and organic phase, respectively)

$$D = \frac{(C_{HA})_o}{(C_{HA})_w} = \frac{[HA]_o}{[HA]_w + [A^-]_w}$$

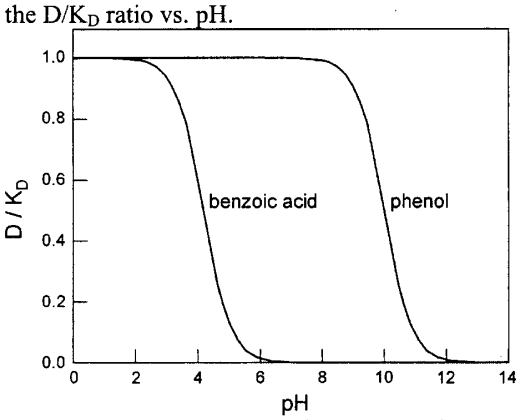
$K_D = [HA]_o / [HA]_w$ and $K_a = [H^+]_w [A^-]_w / [HA]_w$

Combining all three equations we finally obtain:

$$D = \frac{K_D [H^+]_w}{[H^+]_w + K_a} \qquad (1.5)$$

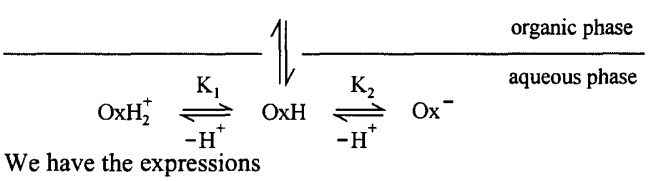
Last equation predicts that if $[H^+]_w >> K_a$ (strongly acidic aqueous phase), then $D \approx K_D$ (i.e. D acquires the maximum possible value) and the acid is extracted (or prefers to stay) in the organic phase. On the other hand, if $[H^+]_w << K_a$ (strongly alkaline aqueous phase), we have $D \approx K_D[H^+]_w / K_a$, and because of the small value of D the acid is then extracted (or prefers to stay) in the aqueous phase. In this way, by regulating the pH of the aqueous phase, the course of extraction is shifted towards the desired direction.

5. (a) By using the previously derived Equation 1.5, we obtain the following plots of the D/K_D ratio vs. pH.



(b) From these plots it is clear that at the pH region 7-8 the distribution ratio for benzoic acid will be practically 0, whereas that of phenol will acquire the maximum possible value. Therefore, phenol can be efficiently separated from an aqueous solution of both compounds by extraction with diethylether, provided that the pH of this solution has been adjusted in the range 7 to 8 (e.g. by the presence of excess of $NaHCO_3$).

6. (a) The equilibria involved are represented schematically as follows:



We have the expressions

$$D = \frac{(C_{OxH})_o}{(C_{OxH})_w} = \frac{[OxH]_o}{[OxH_2^+]_w + [OxH]_w + [Ox^-]_w}$$

$$K_D = [OxH]_o / [OxH]_w = 720$$

$$K_1 = \frac{[OxH]_w [H^+]_w}{[OxH_2^+]_w} = 1\times10^{-5}$$

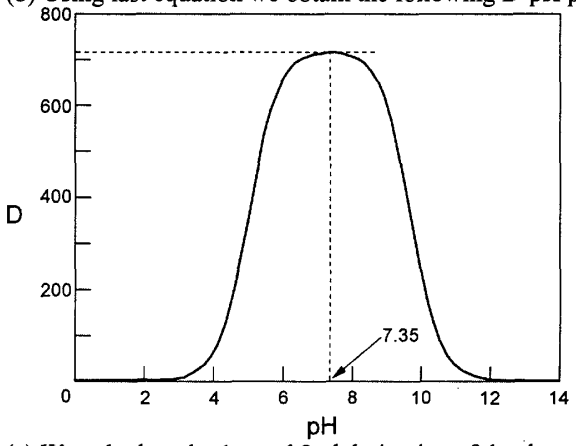
$$K_2 = \frac{[Ox^-]_w [H^+]_w}{[OxH]_w} = 2\times10^{-10}$$

Combining all four equations, we have the sought-for expression

$$D = \frac{[OxH]_o}{\frac{[OxH^+]_w [H^+]_w}{K_1} + [OxH]_w + \frac{K_2 [OxH]_w}{[H^+]_w}}$$

$$= \frac{[OxH]_o}{[OxH]_w} \cdot \frac{1}{\frac{[H^+]_w}{K_1} + 1 + \frac{K_2}{[H^+]_w}} = \frac{K_D}{\frac{[H^+]_w}{K_1} + 1 + \frac{K_2}{[H^+]_w}}$$

(b) Using last equation we obtain the following D-pH plot:



(c) We calculate the 1st and 2nd derivative of the denominator, i.e.,

$$F([H^+]_w) = \frac{[H^+]_w}{K_1} + 1 + \frac{K_2}{[H^+]_w}$$

whereupon we have the 1st derivative $F'([H^+]_w) = \frac{1}{K_1} - \frac{K_2}{[H^+]_w^2}$

and for the 2nd derivative $F''([H^+]_w) = \frac{2K_2}{[H^+]_w^3}$

Since always $F''([H^+]_w) > 0$, then when $F'([H^+]_w) = 0$, $F([H^+]_w)$ is minimum under these conditions. Consequently, the distribution ratio is maximum when

$$\frac{1}{K_1} - \frac{K_2}{[H^+]^2} = 0 \text{ or } [H+]_w = \sqrt{K_1 K_2} = \sqrt{(1\times10^{-5})(2\times10^{-10})} = 4.5\times10^{-8} \text{ M}$$

or pH = **7.35**

Problem 25: Mass spectroscopy

1 The ionic fragment $SiCl_2^+$ will be represented by the following peaks:

M = 98	$^{28}Si\,^{35}Cl_2^+$
M+1 = 99	$^{29}Si\,^{35}Cl_2^+$
M+2 = 100	$^{28}Si\,^{35}Cl\,^{37}Cl^+ + {}^{30}Si\,^{35}Cl_2^+$
M+3 = 101	$^{29}Si\,^{35}Cl\,^{37}Cl^+$
M+4 = 102	$^{30}Si\,^{35}Cl_2^+ + {}^{28}Si\,^{35}Cl\,^{37}Cl^+$
M+5 = 103	$^{29}Si\,^{37}Cl_2^+$
M+6 = 104	$^{30}Si\,^{37}Cl_2^+$

Therefore, the correct answer is **7**.

2 The expected peaks and the corresponding probabilities are:

m/z = 45	$^{10}B\,^{35}Cl$:	0.199×0.7577 = 0.151
m/z = 46	$^{11}B\,^{35}Cl$:	0.801×0.7577 = 0.607
m/z = 47	$^{10}B\,^{37}Cl$:	0.199×0.2423 = 0.048
m/z = 48	$^{11}B\,^{37}Cl$:	0.801×0.2423 = 0.194

Hence, the base peak has nominal mass M = 46 and the relative intensities are:

M−1 = 45	(0.151/0.607)×100	= 24.9%
M = 46		= 100%
M+1 = 47	(0.048/0.607)×100	= 7.9%
M+2 = 48	(0.194/0.607)×100	= 32.0%

Therefore, the correct answer is **C**.

3 For the ion N_2^+ we have:

M: $^{14}N\,^{14}N = (0.99634)^2 = 0.9927$

M+1: $^{14}N\,^{15}N + {}^{15}N\,^{14}N = 2\times(0.99634\times0.00366) = 0.007293$

hence, (M+1)/M = 0.007293/0.9927 = 0.00735 or 0.735%

For the ion CO^+ we have:

M: $^{12}C\,^{16}O = 0.989\times0.99762 = 0.9866$

M+1: $^{12}C\,^{17}O + {}^{13}C\,^{16}O = (0.989\times0.00038) + (0.011\times0.99762) = 0.01135$

hence, (M+1)/M = 0.01135/0.9866 = 0.0115 or 1.15%

For the ion CH_2N^+ we have:

M: $^{12}C\,^{1}H_2\,^{14}N = 0.989\times(0.99985)^2\times0.99634 = 0.9851$

M+1: $^{13}C\,^{1}H_2\,^{14}N + {}^{12}C\,^{1}H\,^{2}H\,^{14}N + {}^{12}C\,^{2}H\,^{1}H\,^{14}N + {}^{12}C\,^{1}H_2\,^{15}N =$

$0.011\times(0.99985)^2\times0.99634+2\times0.989\times0.99985\times0.00015\times0.99634+$

$+0.989\times(0.99985)^2\times0.00366 = 0.01487$

hence, (M+1)/M = 0.01487/0.9851 = 0.0151 or 1.51%

For the ion $C_2H_4^+$ we have:

M: $^{12}C_2\,^{1}H_4 = (0.989)^2\times(0.99985)^4 = 0.9775$

M+1: $^{13}C\,^{12}C\,^{1}H_4 + {}^{12}C\,^{13}C\,^{1}H_4 + {}^{12}C_2\,^{2}H\,^{1}H_3 + {}^{12}C_2\,^{1}H\,^{2}H\,^{1}H_2 +$

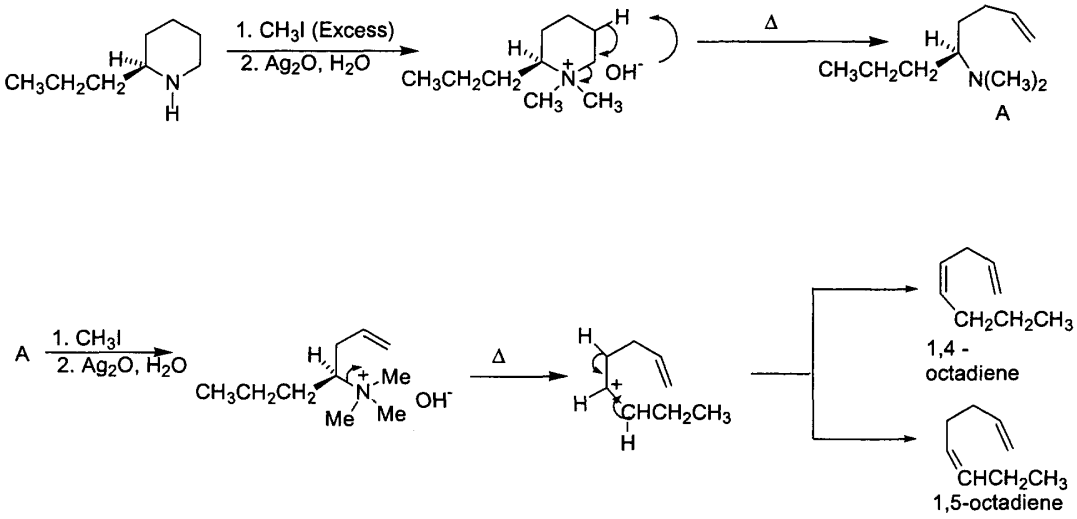
$+ {}^{12}C_2\,^{1}H_2\,^{2}H\,^{1}H + {}^{12}C_2\,^{1}H_3\,^{2}H = 2\times0.011\times0.989\times(0.99985)^4 +$

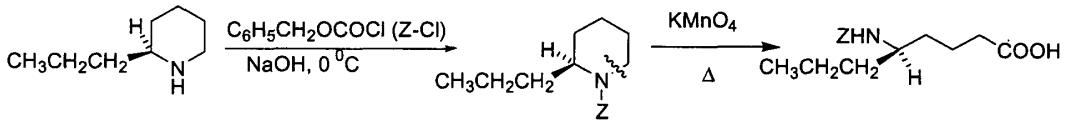
$+ 4\times0.989\times0.00015\times(0.99985)^3 = 0.02234$

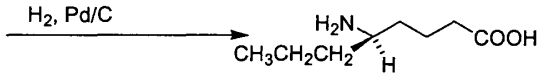
hence, (M+1)/M = 0.02234/0.9775 = 0.0229 or 2,29%

Therefore the correct answer is (b) $\mathbf{CO^+}$

Problem 26 Chemical Structure and Absolute Stereochemistry of Coniine





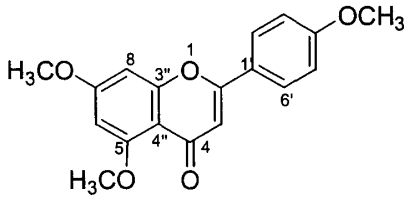


(S)- 5-aminooctanoic acid

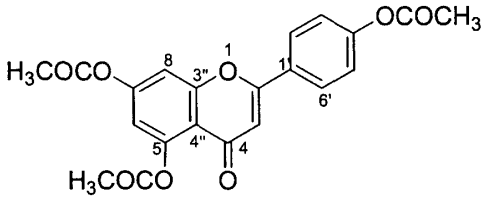
The $KMnO_4$ oxidation reaction step is based on A. M. Castano, J.M. Cuerva, A. M. Echavarren, *Tetrahedron Letters,* 35, 7435-7438 (1994)

Problem 27: The chemistry and identification of flavonoids

1.



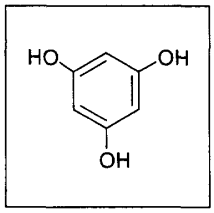
B



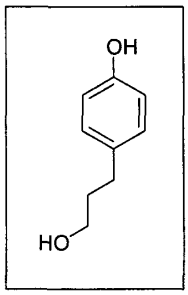
C

2. a) down field. The ^{1}H-NMR resonance of phenolic proton involvement in hydrogen bonding will be observed at very low magnetic field (~ 12ppm).

3.

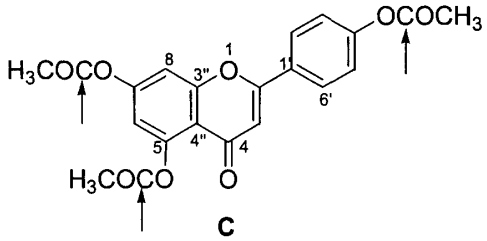


D



E

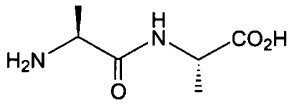
4. ^{13}C-NMR would be expected to show three characteristic peaks of the three different carbonyl groups.



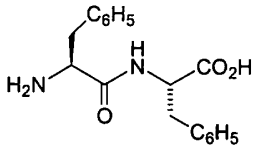
C

Problem 28: Synthesis of peptides

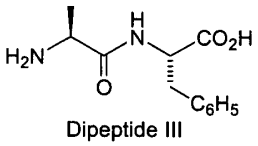
1



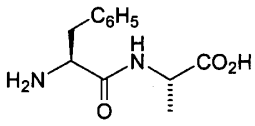
Dipeptide I



Dipeptide II

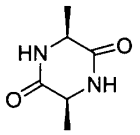


Dipeptide III

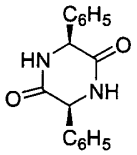


Dipeptide IV

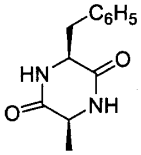
The cyclic dipeptides (diketo piperazines) must also be considered:



DP-I



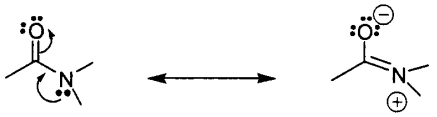
DP-II



DP-III

2. Best answers are 5 and 2.

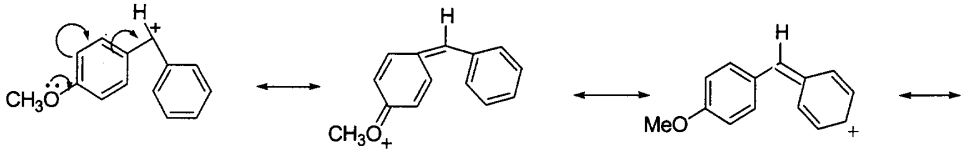
3.



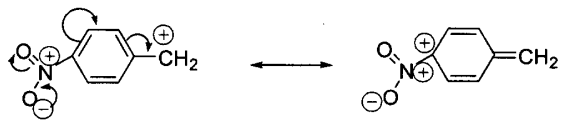
4. Benzyl chloroformate, reagent N° 4, would react easily with an amine in the following way:

$$C_6H_5CH_2OCOCl + H_2NR \xrightarrow{\text{base}} C_6H_5CH_2OCONHR + HCl$$

5. If we assume the intermediate formation of a carbonium ion, the ease of formation of such ion would parallel its stability. Electron delocalization is most extensive in case D:



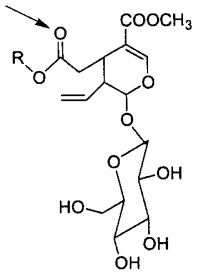
And least effective in case A:



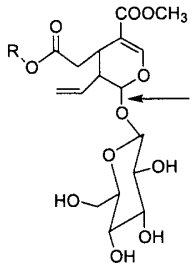
In the same way the cation from B is better stabilized than the cation from C. Therefore, the order of increasing lability is: A<C<B<D.

Problem 29: Oleuropein hydrolysis

1.

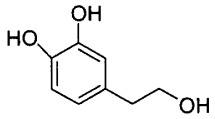


(a)

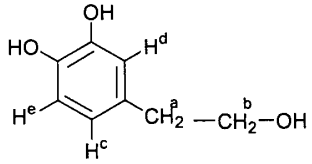


(b)

2.



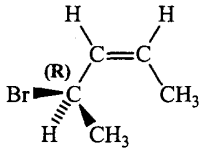
3.

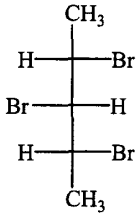


The correct structure is C

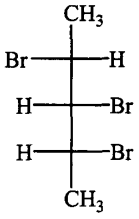
Problem 30: Stereochemistry of the Addition Reactions to Alkenes

a)



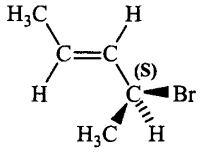


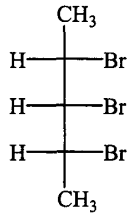
No



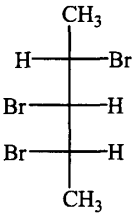
Yes

b)



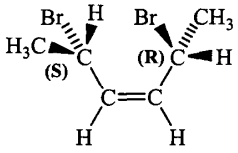


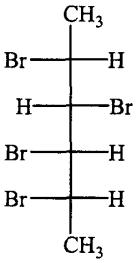
No



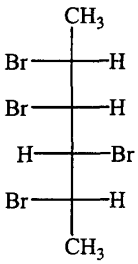
Yes

c)



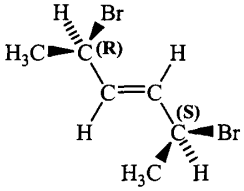


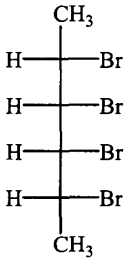
Yes



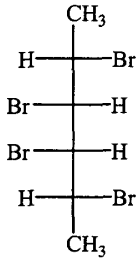
Yes

d)



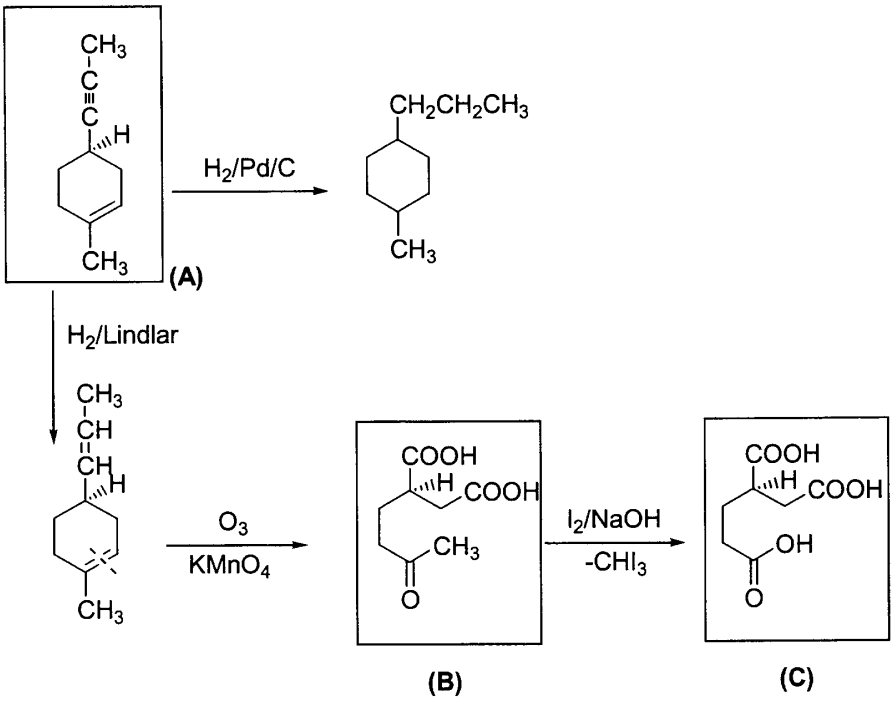


No



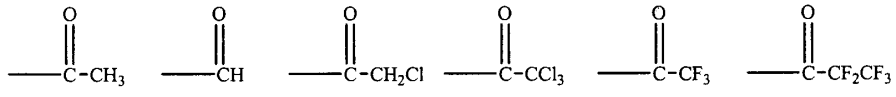
No

Problem 31: Identification of Organic Compounds

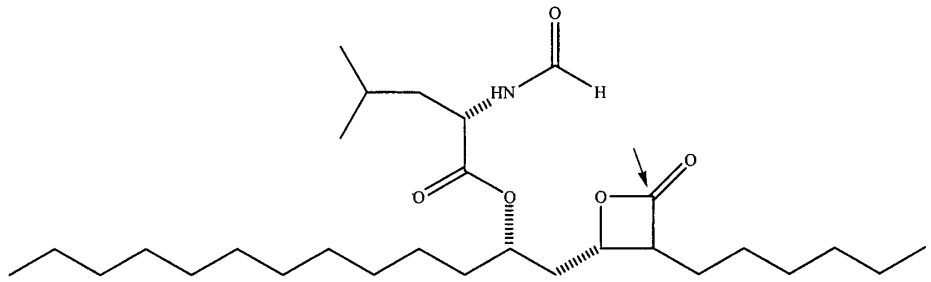


Problem 32: Lipases

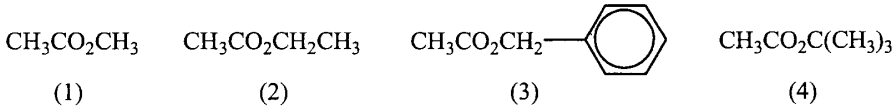
a)



b)

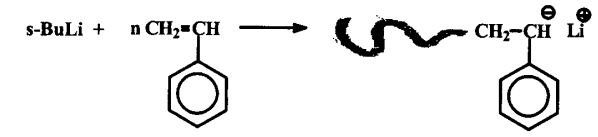


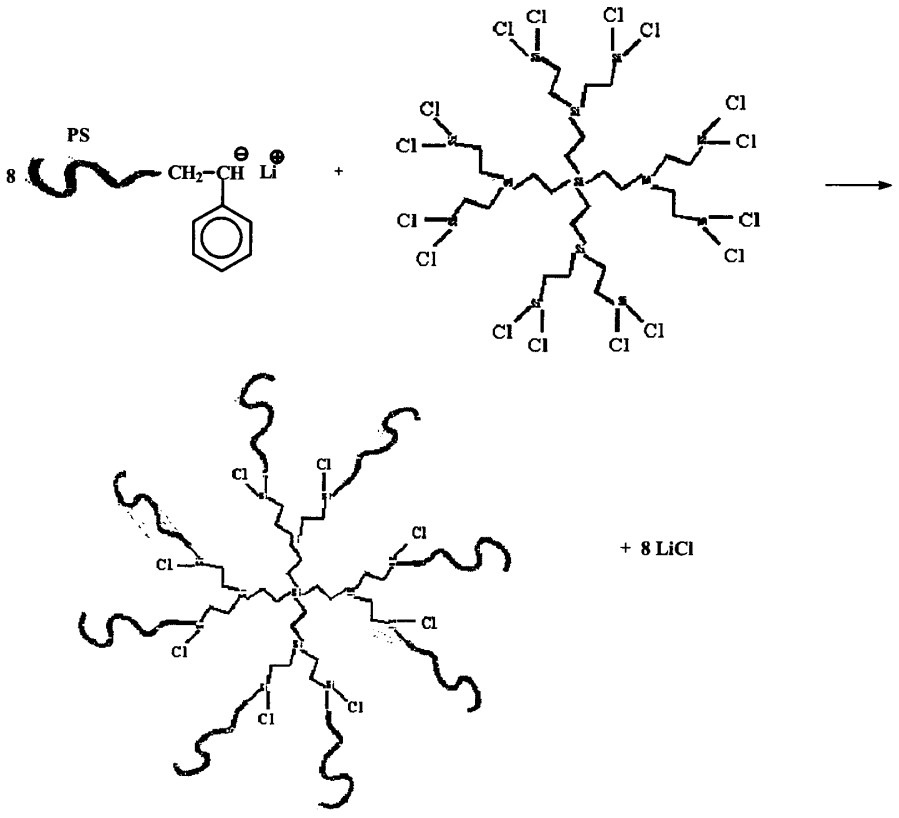
c)



Problem 33: Polymers

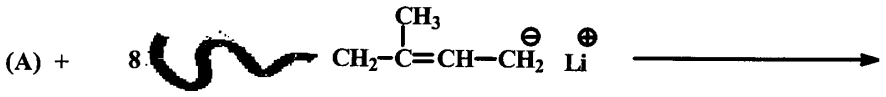
1. The volume of the Larnax is 40.9 cm x 34.1 cm x 17.0 cm = 23.7 dm^3. Consequently, the Larnax will be filled with m=V d = 23.2 kg
This quantity corresponds to (23200/10^6) x N_A Vergina Star Copolymers, or 0.0232 x N_A Vergina Star Copolymers, where N_A is the Avogadro number.
2. The following reaction scheme should be followed in order to synthesize the Vergina Star Copolymer:

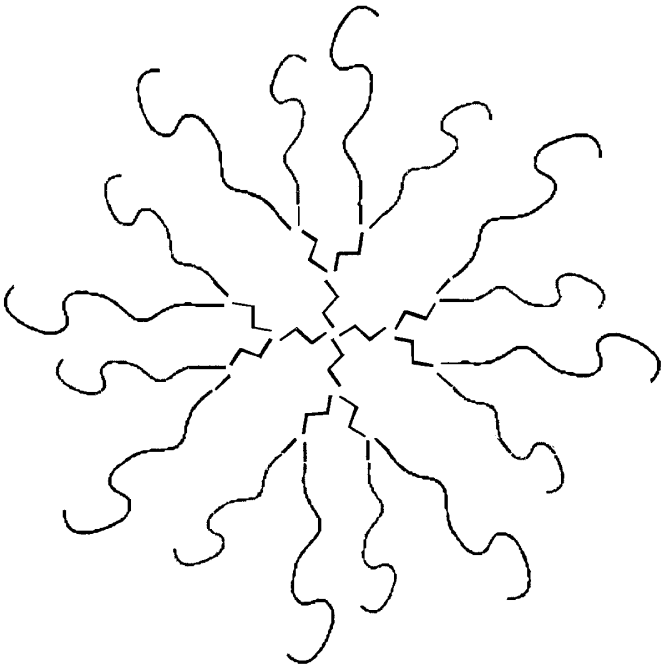




(A)

Due to the steric hindrance of the styrillithium anion, only one polymeric chain can react with each $-SiCl_2$ group.





Due to the lower steric hindrance of the polyisoprenyllithium living ends, the reaction goes to completion.

Fundamental constants

Quantity	Symbol	Value	Unit
Speed of light	c	299 792 458	$m\ s^{-1}$
Permeability of vacuum	μ_0	$4\pi \times 10^{-7} =$ $12.566\ 370\ 614...\times 10^{-7}$	$N\ A^{-2}$
Permittivity of vacuum	ε_0	$1/\mu_0 c^2 =$ $8.854\ 187\ 817 \times 10^{-12}$	$C^2\ m^{-2}\ N^{-1}$ or $F\ m^{-1}$
Planck constant	h	$6.626\ 068\ 76 \times 10^{-34}$	J s
Electron charge	e	$1.602\ 176\ 462 \times 10^{-19}$	C
Electron mass	m_e	$9.109\ 381\ 88 \times 10^{-31}$	kg
Proton mass	m_p	$1.672\ 621\ 58 \times 10^{-27}$	kg
Avogadro constant	N_A	$6.022\ 141\ 99 \times 10^{23}$	mol^{-1}
Faraday constant	F	96 485.3415	$C\ mol^{-1}$
Boltzmann constant	k	$1.380\ 650\ 3 \times 10^{-23}$	$J\ K^{-1}$
molar gas constant	R	8.314 472	$J\ K^{-1}\ mol^{-1}$
atomic mass unit	u	$1.660\ 538\ 73 \times 10^{-27}$	kg

Source: *Physics Today* **55** BG6 (2002)

The unit 1 M is commonly used as an abbreviation for 1 mol dm^{-3}.
1 cal = 4.184 J

The constants listed on this page and the periodic table will be available to students during the 35th IChO.

Periodic Table of the Elements

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1.00794 259.34 252.87																	2 He 4.002602 -268.93
2	3 Li	4 Be 9.012182 1287 2471											5 B 10.811 2075 4000	6 C 12.0107 4440	7 N 14.00674 -210.00 -195.79	8 O 15.9994 -218.79 -182.95	9 F 18.998403 -219.66 -188.12	10 Ne 20.1797 -248.59 -246.08
3	11 Na	12 Mg 24.3050 650 1090											13 Al 26.981538 660.32 2519	14 Si 28.0855 1414 3265	15 P 30.973761 44.15 280.5	16 S 32.066 115.21 444.60	17 Cl 35.4527 -101.5 -34.04	18 Ar 39.948 -189.35 -185.85
4	19 K	20 Ca 40.078 842 1484	21 Sc 44.955910 1541 2836	22 Ti 47.867 1668 3287	23 V 50.9415 1910 3407	24 Cr 51.9961 1907 2671	25 Mn 54.938049 1246 2061	26 Fe 55.845 1538 2861	27 Co 58.933200 1495 2927	28 Ni 58.6934 1455 2913	29 Cu 63.456 1084.62 2562	30 Zn 65.39 419.53 907	31 Ga 69.723 29.76 2204	32 Ge 72.61 938.25 2833	33 As 74.92160 614	34 Se 78.96 221 685	35 Br 79.904 -7.2 58.8	36 Kr 83.80 -157.36 -153.22
5	37 Rb	38 Sr 87.62 777 1382	39 Y 88.90585 1522 3345	40 Zr 91.224 1855 4409	41 Nb 92.90638 2477 4744	42 Mo 95.94 2623 4639	43 Tc (98) 2157 4265	44 Ru 101.07 2334 4150	45 Rh 102.90550 1964 3695	46 Pd 106.42 1554.9 2963	47 Ag 107.8682 961.78 2162	48 Cd 112.411 321.07 767	49 In 114.818 156.60 2072	50 Sn 118.710 231.93 2602	51 Sb 121.760 630.63 1587	52 Te 127.60 449.51 988	53 I 126.90447 113.7 184.4	54 Xe 131.29 -111.75 -108.04
6	55 Cs	56 Ba 137.327 727 1897	57 La 138.9055 918 3464	72 Hf 178.49 2233 4603	73 Ta 180.9479 3017 5458	74 W 183.84 3422 5555	75 Re 186.207 3186 5596	76 Os 190.23 3033 5012	77 Ir 192.217 2446 4428	78 Pt 195.078 1768.4 3825	79 Au 196.96655 1064.18 2856	80 Hg 200.59 -38.83 356.73	81 Tl 204.3833 302 1473	82 Pb 207.2 327.46 1749	83 Bi 208.98038 271.40 1564	84 Po (209) 254 962	85 At (210) 302	86 Rn (222) -71 -61.7
7	87 Fr	88 Ra (226) 7000	89 Ac (227) 1051 3198	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Uun (269)	111 Uuu (272)	112 Uub (277)	113	114				

Atomic number, Symbol
Mean atomic mass (u)
Melting point (°C)
Boiling point (°C)

Lanthanide series	58 Ce 140.116 798 3443	59 Pr 140.90765 931 3520	60 Nd 144.24 1021 3074	61 Pm (145) 1042 3000	62 Sm 150.36 1074 1794	63 Eu 151.964 822 1529	64 Gd 157.25 1313 3273	65 Tb 158.92534 1356 3230	66 Dy 162.50 1412 2567	67 Ho 164.93032 1474 2700	68 Er 167.26 1529 2868	69 Tm 168.93421 1545 1950	70 Yb 173.04 819 1196	71 Lu 174.967 1663 3402
Actinide series	90 Th 232.0381 1750 4788	91 Pa 231.03588 1572	92 U 238.0289 1135 4131	93 Np (237) 644	94 Pu (244) 640 3228	95 Am (243) 1176 2011	96 Cm (247) 1345 3100	97 Bk (247) 1050	98 Cf (251) 900	99 Es (252) 860	100 Fm (257) 1527	101 Md (258) 827	102 No (259) 827	103 Lr (262) 1627

Additions and corrections to the preparatory problems

Problem 24: (p. 17)
6. In the structures of OxH_2^+, OxH and Ox^-, N is part of the ring, not of an attached group.

Problem 25: (p.19)
3 ... change "peak is 1.15" to "peak 1.15% of the base peak".

Problem 27: (p. 20-21)
3 When treated with 2 M NaOH (under reducing conditions)

(top of p. 21) Apigenin → NaOH 2M (above arrow), Na-Hg amalgam (below arrow)

Spectrum I, Compound D ($C_6H_6O_3$). 200 MHz ^{1}H-NMR (simulated spectrum (ACD-data bases). Note that phenolic H atoms do not appear due to rapid exchange.

Spectrum II, Compound E ($C_9H_{12}O_2$): 60 MHz ^{1}H-NMR spectrum in DMSO-d_6 + $CDCl_3$.

Problem 36: (p. 34)
C. 6. Fmoc loading: mmol/g resin=(A_{sample}-A_{blanc})/1.75 x mg of resin, or, equivalently, Fmoc loading=$\frac{n}{m} = \frac{A_{sample} - A_{blank}}{1750\,m}$, where n is the amount of Fmoc-amino acid attached to resin (in mmol) and m the mass of resin (in g).

Solution to problem 1: (p. 42)
In the 1st equation π should be π^2.

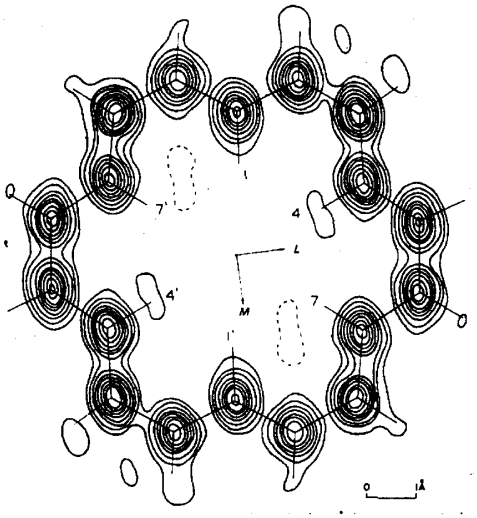
Solution to problem 6: (p. 44)
The answer to the second question is A (as implied by the solution for the first question).

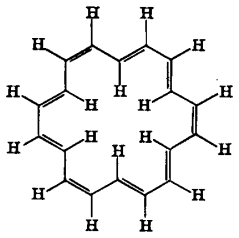
題目 1：質子-反質子原子

實驗與理論研究指出，對於像是質子（p）與電子（e）等基本粒子，必存在著其反粒子。反粒子通常只與其相應粒子有一項性質不同，但是其質量是相同的。反電子(或叫正電子)帶正電，而反質子（$\bar{p}$）帶負電，反粒子所構成的反物質直到最近才被發現，由正電子和反質子所構成的反氫原子於 2002 年在實驗室中被發現（*Nature* **419**, 456 (2002)）。一個更怪異的原子由質子和反質子（p $\bar{p}$）所構成。假設此 p p 原子爲類氫原子：(a) 游離能及其波耳半徑爲何？(b) 由其基態激發到第一激發態所需之光波長爲何？

題目 2：Annulene

[18]annulene ($C_{18}H_{18}$)之晶體結構已經被 X-光結晶光譜所決定(*Acta Cryst.* **19**, 227 (1965))。下圖顯示分子面上之電子密度，邊界表面間的差爲 1e $Å^{-3}$。此分子之吸收光譜亦已經過研究，光譜之吸收極大值可以用「環上粒子」模型來估算。在一環狀井中之粒子其能量可表示爲： $E_n = h^2N^2 / 2m_eL^2$ ，其中 h 爲普朗克常數，m_e 爲電子質量，L 爲電子繞環一週之路徑，N 爲量子數、N 取整數 0, ±1, ±2, ±3, … ，因此除了第 0 階爲單重態之外，每一能階之多重度爲 2。假設碳原子間之平均鍵長爲 1.40Å，計算最低能量轉移之波長。

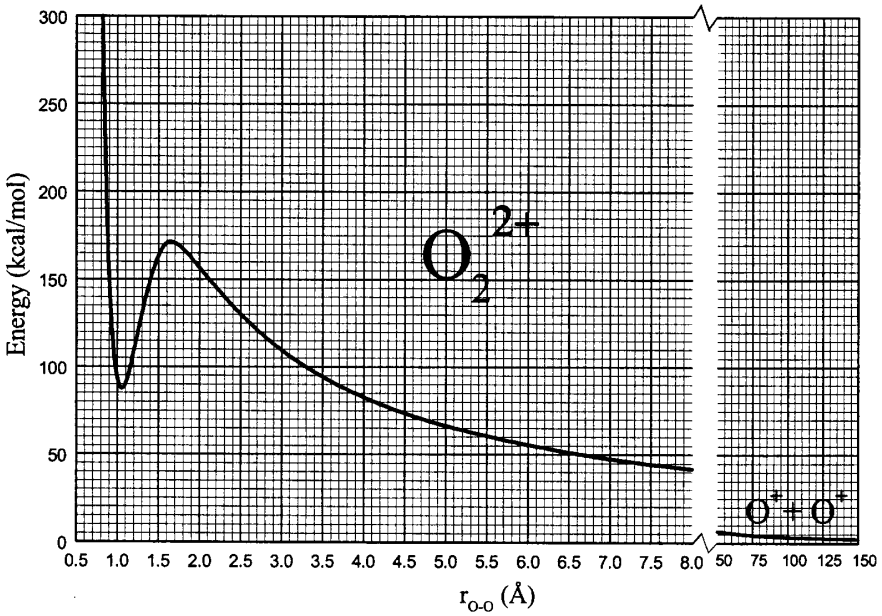




題目 3：化學鍵 ：O_2^{2+} 分子陽離子

O_2^{2+} 是一個奇怪的分子，因爲我們並不預期它會存在，事實上我們我們預期兩個靠近中的 O^+陽離子應該會排斥彼此，其能量會升高，因而 O_2^{2+}分子是不可能存在的。然而，O_2^{2+} 陽離子分子在 60 年代首次在實驗中被發現。這表示雖然在短距離時庫倫斥力相當重要，共價鍵也一定非常的強，以至於穩定了整個系統。每個 O^+上的 3 個未成對 p 電子結合而形成參鍵 $[O\equiv O]^{2+}$。

此分子之位能曲線如下圖所示，因爲曲線獨特的形狀，我們常稱之爲「火山狀位能」。



問題：

1. 兩個碰撞的 O^+ 陽離子之最小動能應爲若干方能形成 O_2^{2+} ？
2. O_2^{2+} 熱力學穩定嗎？ Yes □ No □
3. O_2^{2+} 動力學穩定(介穩定)嗎？ Yes □ No □
4. 需要多少能量才能分離 O_2^{2+} ？
5. O^+— O^+之鍵長爲何？
6. 形成 O_2^{2+} 時兩個 O^+之最短接近鍵長爲何？

題目 4：電化學鎳鎘電池

密閉型的鎳鎘電池廣泛的被用在攜帶式的裝備上，如：沒有電源線的電力工具、行動電話、錄影機、手提電腦等。鎳鎘電池是高經濟效益、高生命週期，而且能在高溫及低溫環境下使用。它們不需維護，能重複充電使用約二千次。典型的密閉型鎳鎘電池包括了下列二個半電池：

$Cd(OH)_2\ (s) + 2e \rightarrow Cd\ (s) + 2OH$ $\quad E_1^0 =$ 0.809 V

$2NiO(OH)\ (s) + 2H_2O + 2e \rightarrow 2Ni(OH)_2\ (s) + 2OH$ $\quad E_2^0 =$ 0.490 V

問題：

1. 那一個反應在陰極發生？寫出相關的涅斯特(Nerst)公式。
2. 那一個反應在陽極發生？寫出相關的涅斯特(Nerst)公式。
3. 寫出電池自然放電時的平衡反應。

4. 計算電池在 25℃時的電動勢。
5. 若行動電話的鎳鎘電池容量爲 700mA 時，其包含的鎘質量爲何？

題目 5：熱水爐

一間中型公寓中配備了熱水爐以供應冬天熱水之使用，熱水爐的功率爲 116 kW。建築中儲存 $4m^3$ 的油，油的成分大部分是重的飽和碳氫化合物，其燃燒熱爲 43000 kJ / kg，其密度約爲 $0.73g / cm^3$。

1. 熱水爐再重新加油之前可以運作多長的時間？
   (A) 5 小時；(B) 2.2 天；(C) 12 天；(D) 3.3 天；(E) 2.1 月。
2. 熱水爐運作時大約每小時有多少 CO_2 被釋放到大氣中？
   (A) 300 g；(B) 1 kg；(C) 5 kg；(D) 10 kg；(E) 30 kg。

題目 6：硝酸氨

在化學課中一項基本的示範實驗是在絕熱容器中將 NH_4NO_3 和水混合。在此問題中，於 0℃ 時將 80 g 的 NH_4NO_3 和 1 kg 的水混合。試決定溶液最後的狀態。已知：液態水的熱容是 76 $Jmol^{-1}K^{-1}$，水的熔解熱是 6.01 $kJmol^{-1}$，NH_4NO_3 在水中的溶解熱是 25.69 $kJmol^{-1}$，水的凝固點下降常數是 1.86 K $kgmol^{-1}$。

1. 最後的溫度是 (A) 1.86 K；(B) 3.72 K；(C) 3.72 ℃；(D) 1.86 ℃；(E) -3.72 ℃；(F) -3.72 K；(G) -1.86 K；(H) -1.86 ℃；(I) -3.83 ℃。
2. 系統的最後狀態是 (A) 一液相及一固相；(B) 一液相及二固相；(C) 一液相 (D) 一固相；(E) 二液相；(F) 二固相；(g) 二液相及一固相。
3. 此混合過程可以描述成（選出所有適用項）：誘發、自發、可逆、不可逆、成分不可能分離、絕熱、非絕熱、恆壓、恆溫、恆容、等焓、等能。
4. 系統的亂度變化 (ΔS) 爲 (A) > 0；(B) = 0；(C) < 0；(D) 無法決定。

題目7：二氧化碳

二氧化碳滅火器是一種含有壓力大於一大氣壓之CO_2的金屬罐。參數如下：臨界點P_c = 73.75 bar，T_c = 304.14 K；三相點 P_3 = 5.1850 bar，T_3 = 216.58 K。假設室溫爲25℃：

1. 在滅火器中，若固相與液相CO_2要共同存在時，需要多大的壓力？
   (A) 2 bar；(B) 5.185 bar；(C) 20 bar；(D) 73.8 bar；(E)在任何壓力下均不可能。
2. 在滅火器中，若液相與氣相CO_2要共同存在時，需要多大的壓力？
   (A) 約2 bar；(B) 5.1850 bar；(C) 約20 bar；(D) 約63 bar；(E) 73.8 bar；(F) 約100 bar；(G) 在任何壓力下均不可能。

題目8：鐵結晶

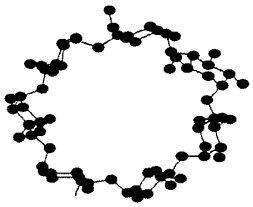
鐵的結晶形式，通稱爲α-Fe，具有體心立方(bcc)的單位晶格，且其邊長爲 2.87Å。其密度在25℃下爲$7.86g/cm^3$。另一在高溫下之鐵的結晶形式，通稱爲

γ-Fe，具有面心立方(fcc)的單位晶格且其邊長爲3.59Å。

1. 計算α-Fe中鐵的原子半徑並使用上面的資料去估算亞佛加厥常數。假設在α-Fe中，原子在立方體的對角線上是互相接觸。
2. 計算 γ-Fe中鐵的原子半徑並計算 γ-Fe的密度。假設原子在某一面的對角線上是互相接觸。
3. 假設一種空隙間原子(非Fe原子)剛好可以塞入α-Fe立方體中一個面的中心【亦即其分量座標爲 (½, 0, ½)】，因此，此空隙間原子只與單位晶格中心之鐵原子接觸。此空隙間原子的半徑爲何？
4. 與 3.相同的情形，試計算剛好可以塞入γ-Fe晶格單位中心之空隙間原子的半徑？
5. 碳原子的半徑爲 0.077nm，當其與問題(c)和(d)之空隙原子比較時大了多少？
6. 一立方晶體之(2 0 0)晶格面與單位晶格的面是一致的。並且與單位晶格邊軸之一半的切面也是一致的，(如圖)。假設一單頻 x-ray射線射入α-Fe的晶格中，在上述的表面上有一個32.6度的折射角，計算此 x-ray射線的波長。

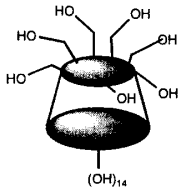
題目9：環糊精

環糊精爲一種環狀醣類，通常是具有6、7或8個葡萄醣單體，也分別稱爲α、β、γ－環湖精。



β環糊精(O原子以紅色表示，C原子以黑色表示)

環糊精的形狀類似截了角的角錐體，其具有疏水性的空穴及排列著氫氧基的親水性外表。



過多的紅血球爲一種疏水性分子，其可被環糊精的空穴所包覆而形成一種包覆式的錯合物，此種性質再加上其本身爲天然的，及其可溶於水中的性質，使得它們適合於多方面的應用，特別是可用於做爲藥物的載體。

環糊精與Dacus Oleae費洛蒙的結構

環糊精包覆式錯合物的晶體可以利用x-ray晶體光譜學鑑定其分子結構。假設有一種β環糊精包覆式錯合物的晶體，其實驗式爲 $C_{42}H_{70}O_{35} \cdot C_{12}H_{12}N_2 \cdot 12H_2O$。其結晶的空間群是$P2_1$，其單位晶格邊長(包含誤差值)爲：a =15.394(7) Å、b = 31.995(12) Å、 c =15.621(7) Å、 β= 103.738(15)°、 (α = γ = 90°)。
此單位晶格中含有4個包覆式錯合物的分子(每單位中有兩個分子不對稱)，此包覆式錯合物之分子的體積是多少Å？並計算此晶體的密度。

題目10：紅外光譜

1. CO、H_2O、苯、或C_{60}分子會有多少種振動模式？對於每一個分子選擇一個最適合的答案。
   (A) 1；(B) 2；(C) 3；(D) 4；(E)約30；(F) 54；(G) 120；(H) 174；(I) 720；(J) 由以上提供之資料無法決定。
2. 二種未知的雙原子分子在電磁光譜的紅外線區域僅顯示出一各單一的振動吸收。分子X Y比分子W Z有更高頻率的吸收光譜。下列敘述何者正確？
   1. X Y和W Z爲異核分子
   2. X Y比W Z有更強的鍵結
   3. X Y比W Z有更大的質量
   4. X Y的共振振動頻率比W Z更高

   (A) 1；(B) 2；(C) 3；(D) 4；(E) 1和2；(F) 1和 3；(G) 1和 4；(H) 2和3；(I) 2和4；(J) 3和4；(K)1, 2和3；(L) 1, 2和4；(M) 1, 3和4；(N) 2, 3和4；(O) 1, 2, 3和4；(P) 都不正確。

題目11：放射性及化學反應性

回答下列問題" 是" 或" 不是"

1. 具放射物質的γ－射線在性質上是一種電磁波
2. 有任何一種原子數比83還大的非放射性物質存在嗎？
3. 有任何具有放射性同位素其原子數比82還小的東西存在嗎？
4. 惰性氣體可以和其他元素形成化合物嗎？

5. Cs是否是最容易離子化的非放射性元素呢？

題目12：碳－14年代測定法

^{14}C是一種具有β放射性的碳同位素，其半生期爲 $t_{½}$ = 5700年。它可存在於自然界中，並且在大氣中經由氮原子與宇宙射線所產生的中子進行核反應而不斷的生成。我們假設^{14}C的生成速率在過去數千年來均保持一定，而生成速率也等於衰退速率，因此^{14}C在大氣中的含量也達到一穩定狀態。也因此在大氣中的^{14}C會與其它種同位素^{12}C和^{13}C共同存在並且毫無區分的參與各種的碳化學反應。碳可以和氧形成二氧化碳，並經由光合作用進入所有的生物系統中，而其中$^{14}C/^{12}C$的比例會一直保持一個定值，也同時標示這些有機分子，這種特性剛好可用於測量生物源樣品(如皮、毛等)的年代。此生物源樣品可從死去的有機體(如從古代墓穴中)中以某些方法分離出來。在這些樣品中，$^{14}C/^{12}C$的比例不會在保持一定，而會隨著時間的久遠而變弱，這是因爲其中所存在的^{14}C一直蛻變的結果。

生物系統中，每一克的碳中，其^{14}C的放射量爲0.277 Bequerel [1 Bq = 1dps (每秒蛻變速率)]

1. 一分離出的樣品，當它與現代之樣品比較時，其$^{14}C/^{12}C$的比例爲0.25，計算該分離出之樣品的年代。
2. 當^{14}C原子蛻變時，產生什麼變化？
3. 當一個生物體中一個含有^{14}C的有機分子(如DNA、蛋白質等)，其^{14}C開始產生蛻變時，你預測會有什麼情況會發生？
4. 計算：(1)一個75公斤的人由於^{14}C所引起的放射量。(2)人體中^{14}C原子的數目。假設所有的碳的數目佔所有重量的18.5%。

題目13：鈾

鈾(U，Z = 29)是一種自然形成之放射性元素，通常爲^{238}U(99.3%，$t_{½}$ = $4.47x10^{9}$年)與^{235}U(0.7%，$t_{½}$ = $7.04x10^{9}$年)的混合物。這兩種放射性同位素均爲 α 放射源，且是由核反應時所產生。它們在衰退時會經由 α($^{4}He^{2+}$)和β(β^{-})崩解的形式進行，而且會經由一連串的放射性中間物的產生而最後分別生成穩定的^{206}Pb和 ^{207}Pb(Pb、Z=82)。這些過程會生成兩種(總共會有三種形式)所謂的放射性系列。在各種蛻變中所出現之γ射線並不會影響一個元素變成另一元素的結果。

^{235}U比^{238}U不穩定且更易與熱中子反應，經由分裂而形成一種適合於核反應器燃料的^{235}U。此分裂反應如下：

$$^{235}U + n \rightarrow U^{*} \rightarrow (\text{核分裂產物}) + 2\text{-}3\ n + 200\ MeV/\ ^{235}U\text{核}$$

1. 計算兩個完整之天然放射反應中所分別放出之α和β粒子的總數。
   ($^{238}U \rightarrow ^{206}Pb$ 和 $^{235}U \rightarrow ^{207}Pb$).
2. 解釋此此兩種放射反應中，哪些化學元素出現超過一次。
3. 設一開始(核反應開始之前)之兩種鈾同位素的含量是相等的($^{235}U : ^{238}U$ =

1:1)，由此計算地球的年代。（i.e. 從開始有核反應之後的時間）。

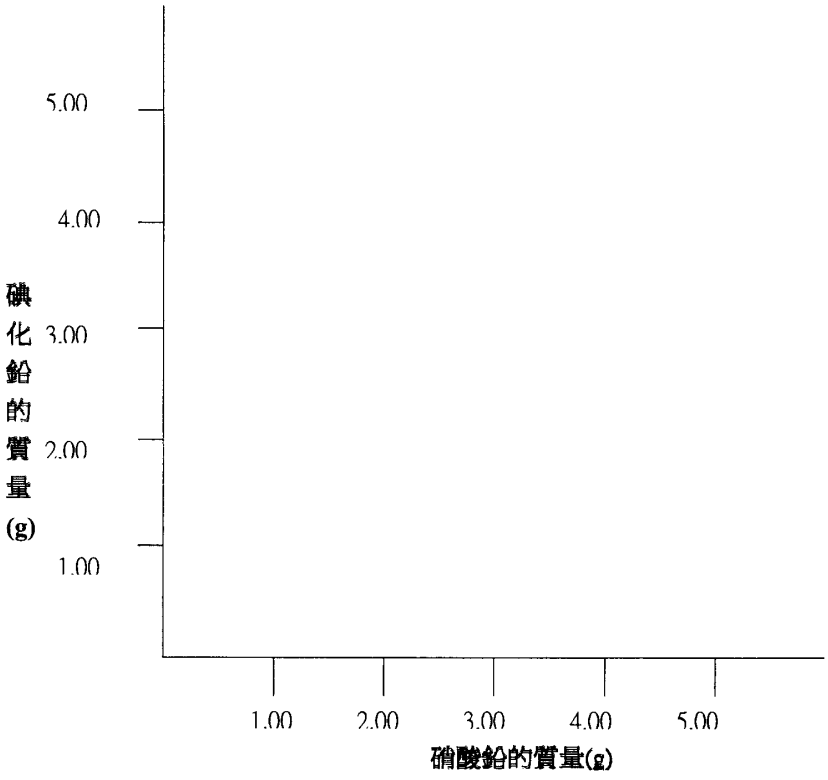
4. 使用下列之氧化反應去計算需要多少克的碳才能產生相當於一克之^{235}U 原子進行分裂時所產生的能量

$C + O_2 \rightarrow CO_2 + 393.5$ kJ/mol （或 4.1 eV/molecule）

題目 14：碘化鉛

硝酸鉛（$Pb(NO_3)_2$）和碘化鉀（KI）在水溶液中反應，形成黃色碘化鉛（PbI_2）沉澱。在一系列的實驗中，兩反應物的質量一直改變著，但兩者的總質量維持在定值 5.00 g 。形成的碘化鉛從溶液中過濾出來，再經洗滌、乾燥。一系列的反應數據及伴隨的空白座標圖被給如下：

實驗別	硝酸鉛的質量(g)	碘化鉛的質量(g)
1	0.500	0.692
2	1.000	1.388
3	1.500	2.093
4	3.000	2.778
5	4.000	1.391



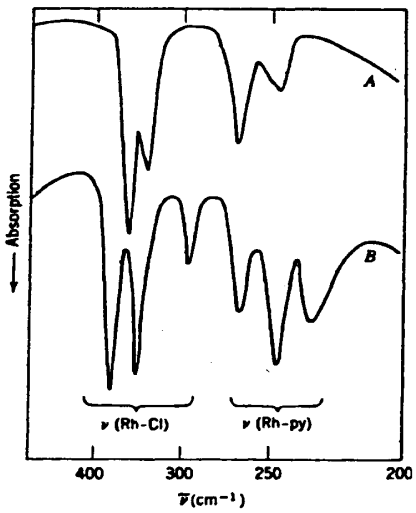
1. 完成作圖；亦即，將數據描點，連接各點並畫出最近似的曲線。並由圖中判斷出可獲得的最大沉澱質量。
2. 寫出此反應的平衡方程式，並利用它計算出碘化鉛的最大生成量，以及相對應硝酸鉛所需要的質量。

題目 15：八面體化合物

第一列過度元素中 d^1,d^2,...d^9 結構的二價金屬離子所形成的八面體化合物通式爲 ML_6^{2+}（L：中性單芽配位基）。從磁性的觀點來看，這些化合物可分爲兩種類型。其與 $M_{(g)}^{2+}$與有相同數目的未成對電子,稱爲高自旋化合物，未成對電子數目較少或爲零者稱爲低自旋（low spin）化合物。假設 t_{2g} 和 e_g 能階的分裂爲 Δ，配對能(兩電子偶合在同一軌道所需的能量)爲 P，預測這些化合物的基態電子組態。提示： 遵守 Pauli 不相容原理 Aufbau 原理。

題目 16：無機化學中的異構物

在傳統的有機化學中異構物常被介紹，然而無機化學也提供一些不同的類型的異構物，尤其是異構結構物。約在一百多年前，Alfred Werner[1] 與 Sophus Mads Jorgensen 開始現代配位化學的研究。他們實驗證明 $Co(NH_3)_6^{3+}$離子化合物，爲配位數 6 化合物的結構爲八面體，而不是平面六邊形或三角柱形。同理推出 $CoCl_3$•$4NH_3$ 有兩種異構物形式配位分別爲 *praseo* 和 *violeo* 化合物。$Rh(py)_3Cl_3$（py：pyridine－ 只需考慮 N 原子）也有兩種結構異構物，它們在 450-200cm^{-1} 的遠紅外線光譜圖如圖所示。



將平面偏極光旋轉（偏光）的現象不限於有對掌中心碳原子的有機分子。一般而言具備光學活性分子或離子的條件爲沒有旋轉對稱軸（improper axis of rotation），因爲 $S_2 \equiv i$， $S_1 \equiv \sigma$ 的分子亦應沒有對稱中心或對稱平面。因此，雖然 cis-$[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$ 只有一種化合物，cis-$[Co(en)_2Cl_2]Cl$ 卻有兩種且是一對對掌異構物。（en：ethylene diamine 或 1,2 diamino ethane， 爲對稱雙芽基配位基）。[1] 1913 年化學諾貝爾獎

問題:

1. $Co(NH_3)_6^{3+}$中 Co 的電子組態爲何？
2. 低自旋化合物 $Co(NH_3)_6^{3+}$中 NH_3 鍵結的形式爲何？高自旋化合物 CoF_6^{3-}中的氟離子鍵結的形式爲何？依據共價鍵理論，配位基的電子應置於金屬的哪(些)軌域之中。
3. 畫出 *praseo* 和 *violeo* 兩種 $CoCl_3$•$4NH_3$ 化合物的立體化學結構和化學式。

4. 畫出兩種 $Rh(py)_3Cl_3$ 化合物的立體化學結構和化學式。上圖 A 和 B 的光譜應爲兩種結構中哪一個？
5. 化合物$[Co(en)_3]I_3$有幾個異構物？

題目 17：四面體和平面四方錯化合物

在第一列 d-block 過渡金屬元素中，四配位遠比六配位少見，主要是因爲配位基的能量穩定度不同。配位基和中心離子在空間位向最對稱的是四面體，但是平面四方形也常見。在四面體幾何結構裡面 MA_2B_2 只有一種可能錯化合物結構，但平面四方體卻可能有兩種異購物。金屬離子混成軌域對四面體來說是 sp^3 或 sd^3 而對四面體來說是 dsp^2 混成。

Ni^{2+}是[Ar]$3d^8$。和氯離子配位形成一種順磁的錯化合物 $NiCl_4^{2-}$而和氰離子配位形成一種反磁錯化合物 $Ni(CN)_4^{2-}$。畫出這兩個錯化合物的中心金屬離子價電子和配位基電子在 3d、4s 和 4p 軌域的分佈情形。

題目 18：銅酵素

在地球的生命是根植於光合作用時將太陽能轉變爲化學能，Plastocyanin (PC)，是一種含有銅的蛋白質，他媒介光合作用電子傳遞鏈中的電子傳遞。PC 的活性中心含有一個銅離子由兩個組氨酸上的 N 原子配位和一個半胱胺酸（cysteine）和一個甲硫胺酸（methionine）的硫原子配位，利用 PC 的電子傳遞是藉由銅離子氧化態 Cu(I)和 Cu(II)之間的改變。PC 的 3D 結構可再下列網址找到 http://www.rcsb.org/，結構資料庫編號爲：1PNC。

1. Cu、Cu(I)、Cu(II)的完整電子組態爲何？
2. PC 的哪個氧化態是 EPR 可偵測？
3. 以 PC 的胺基酸序列爲基礎（蛋白質一級結構），PC 得莫耳分子量是 10500。氧化態 PC 水溶液有非常強烈的藍色（PC 屬於"藍銅蛋白質"家族），因爲它在 597nm 有強烈的吸收（莫耳吸收係數 $4500mol^{-1}dm^3cm^{-1}$）。有一個氧化態 PC 的 sample 用 1cm UV-Vis cell 得到 0.700 的吸收度，試算出此試劑 $5cm^3$ 中，PC 的重量（mg）和銅離子 Cu(II)的數目。

4. 主要藍銅蛋白質的銅離子可以被移去得到相對應的去金屬蛋白質，稱爲 apo-proteins。這種形式可以鍵結上不同的金屬離子如：Co(II)、Ni(II)、Zn(II) 和 Cd(II)，而且這些金屬採用和原來銅蛋白質相似的鍵結結構。哪一種改造銅蛋白質無氧化還原活性？

題目 19：鈀奈米團簇（Palladium nanocluster）

奈米團簇（nanocluster），一種直徑小於 10 nm 單一分佈的金屬粒子， 在過去的十年化學研究中獲得高度的重視。被重視的理由在於它獨一無二的性質， 它的粒子大小介於聚集粒子（bulky particle）和單一粒子（single particle）之間。 這種的奈米團簇可作爲具有高度選擇性的高效能催化劑。有四種方法可以用來合成過渡金屬奈米團簇：(i) 過渡金屬塩類還原法，(ii) 熱分解與光化學法，(iii) 有機金屬化合物配位基的還原及置換反應法，及(iv) 金屬蒸鍍合成法。 另外，奈米團簇必須使其穩定下來，以避免聚合成更大的顆粒。穩定的方法有：(i) 電荷或無機離子的靜電排斥法，(ii) 有機分子立體障礙穩定法， 或 (iii) 兩者合併使用。靜電排斥法的穩定作用是利用親電性金屬表面吸附離子而形成電雙層或多帶電層，而使這些粒子間因庫倫排斥力的存在，而防止了奈米團簇彼此間的靠近。（圖 1a）有機立體障礙穩定法是利用具立體障礙的取代基，例如：聚合物或界面活性劑因其吸附在個別的奈米團簇上，形成立體障礙來避免彼此間聚合（圖 1b）。

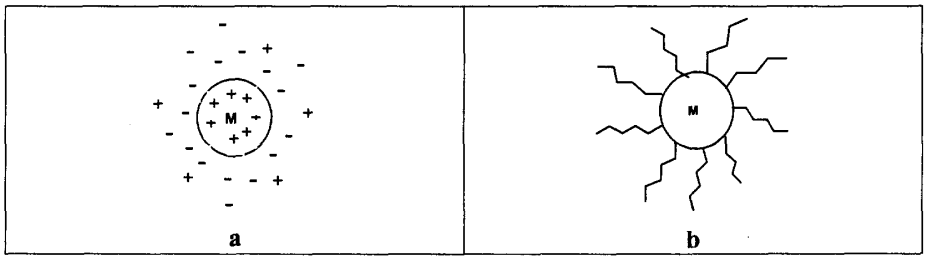


圖 1：金屬粒子（M）的穩定作用圖示，(a) 靜電排斥法， (b) 立體障礙法

金屬奈米團簇可藉著金屬層或殼層堆積環繞一金屬原子而形成。具有一個完整的和規則的外部立體幾何構形之奈米團簇則稱爲完整殼層（full-shell）或魔術數字團簇（magic number cluster）。每一個含 n 層殼層的金屬原子總數爲 y，而 $y = 10n^2 + 2$ (n=1, 2, 3...)。(圖 2)

完整殼層或 魔術數字團簇					
殼層數	1	2	3	4	5

圖 2：六面緊密堆積的魔術數字團簇圖示。

常用來鑑定奈米團簇的儀器爲穿透式電子顯微鏡(TEM)，或是高解析度的穿透式電子顯微鏡(HR-TEM)。這些儀器可以清楚的看出奈米團簇的大小、型狀、分佈、結構與外型。

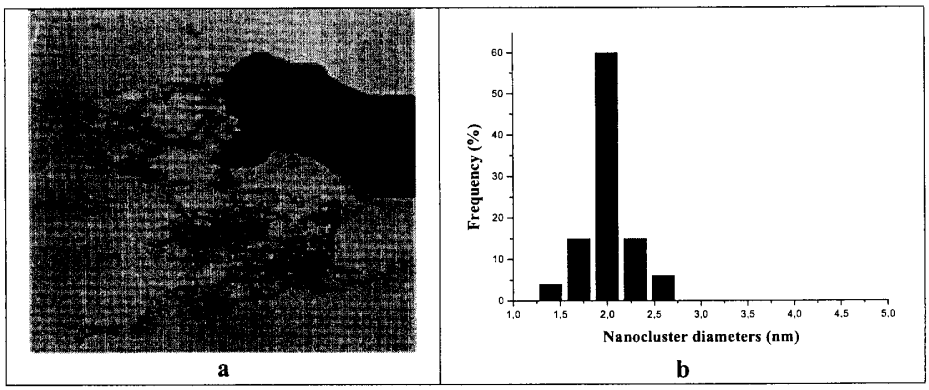


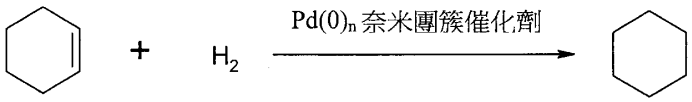
圖 3：(a) 穩定狀態下的鈀奈米團簇穿透式電子顯微鏡影像圖
(b) 鈀奈米團簇粒子大小分布圖

1. 將 1 mM 水溶液的 Pd(II)-聚合錯合物與 H_2 反應，Pd(0)奈米團簇可以依下式製備：

$$nPd(II) + n\ H_2 \rightarrow Pd(0)_n + 2nH^+$$

分離出的 $Pd(0)_n$ 奈米團簇的 TEM 譜圖顯示出球狀的 Pd(0)的奈米團簇是被聚合物所保護，它的平均直徑是 2.05nm。試計算每一個奈米團簇內 Pd 原子的個數。請問這些奈米團簇是完整殼層嗎？ 計算上述 Pd(0) 奈米團簇殼層的個數(n)，假設 Pd 的密度 $\rho = 12.02\ g / cm^3$。

2. 由聚合物穩定的 Pd(0) 奈米團簇的催化活性可以用烯類的氫化反應來偵測，例如：環己烯(cyclohexene)的氫化反應。



在一個 $400cm^{-3}$ 的高壓反應爐中將上述含有 50μmole 的 Pd(0) 奈米團簇溶於 $50cm^{-3}$ 的丙酮然後加入 $5cm^{-3}$ 的環己烯。將這一個反應爐密封除氧後通入純化過無水的氫氣，氫氣的壓力大約是 4 atm。讓它在恆溫 30℃持續攪拌反應。氫氣壓力對反應時間作圖如圖4所示：

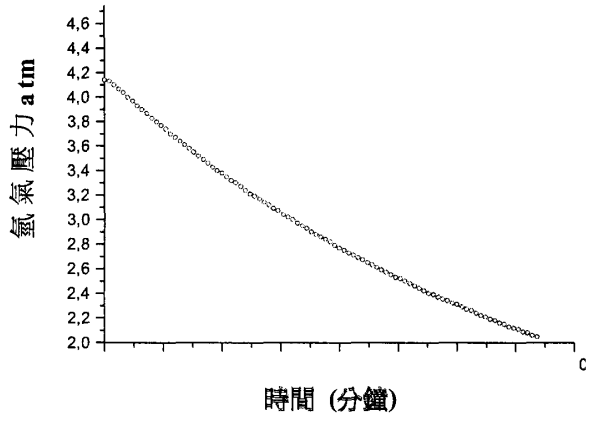


圖 4：氫氣消耗圖，30℃、pd(0) 0.5μmolec、環己烯 5 cm^{-3}

(i) 計算環己烯的轉化率。

(ii) 假設只有奈米團簇的表面鈀原子是具有催化活性，試計算此催化劑的反轉數（turnover number）與反轉頻率（turnover frequency）。假設環己烯的密度是 0.81 g / cm^3。反轉數（TON）定義爲： TON = （氫氣消耗莫耳數）/（具催化活性的 Pd(0) 的莫耳數）、反轉頻率（TOF）爲： TOF = （氫氣消耗莫耳數）/（具催化活性的 Pd(0)的莫耳數）/（反應時間(min)）。

3. 這一個由聚合物保護的 Pd(0) 奈米團簇被利用在 1-己烯的氫化反應，反應條件上述反應相同但以氯仿爲溶劑。發現到 Pd(0) 奈米聚合體對 1-己烯的氫化反應是有效率的催化劑。

$$CH_3(CH_2)_2CH_2CH{=}CH_2 + H_2 \xrightarrow{Pd(0)_n\text{奈米團簇催化劑}} CH_3(CH_2)_4CH_3$$

^1H 核磁共振儀測得的 1-己烯及反應 30 分鐘後清除催化劑及溶劑後所得核磁共振光譜如圖 5 所示：

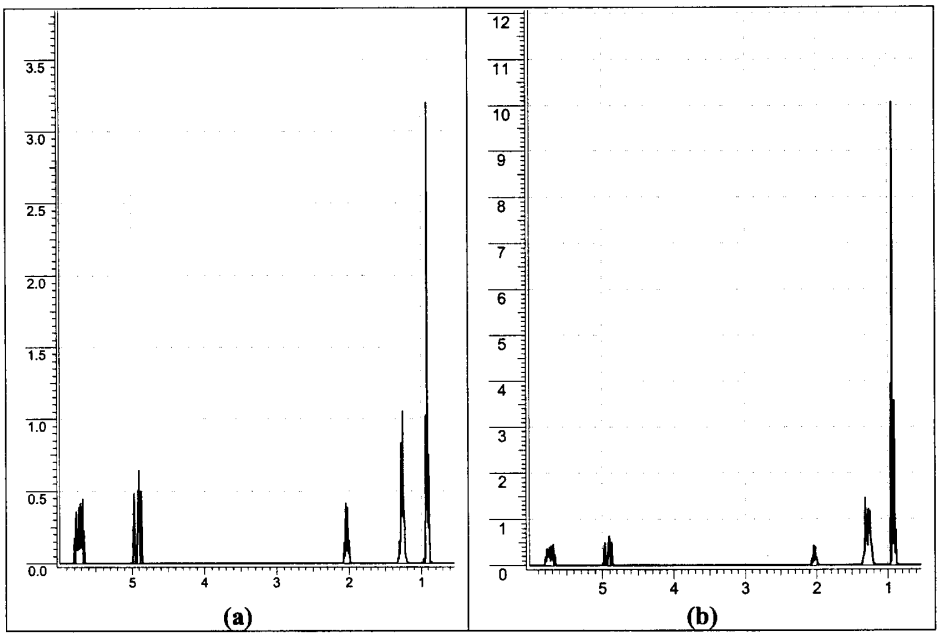


圖 5：300 MHz ^{1}H 核磁共振譜圖；，(a) 1-己烯，
(b) 反應 30 分鐘後，除去催化劑與溶劑

積分後所得吸收峰相對強度如表。

	δ / ppm	相對強度
1-己烯 (圖 5a)	0.88-0.96	3
	1.15-1.32	4
	1.99-2.08	2
	4.85-4.98	2
	5.65-5.79	1
反應溶液 (圖 5b)	0,88-0.96	9
	1.12-1.37	12
	1.99-2.08	2
	4.85-4.98	2
	5.65-5.79	1

計算在反應 30 分鐘後 1-己烯的轉化率。

題目 20：藥物動力學

儘管反應機構是非常的複雜，一個生命體對於藥物的吸收通常可以用簡單的動力學來闡述。若考慮藥物以膠囊的方式口服：令$[A]_s$爲此藥物在胃中的起始濃度，並且假設此藥物進入血管的速率以$[A]_s$而言爲一級反應。同時假設此藥物

被新陳代謝或從血管中被移除的反應速率與其在血液中的濃度$[A]_b$成正比。繪出$[A]_s$對時間的函數之圖形，並且寫出代表$d[A]_b/dt$的方程式。在一小時後，75%的$[A]_s$已經從胃中被移除。在服用此藥物二小時後，有多少百分比的起始$[A]_s$還餘留在胃中？

題目 21：溴與甲烷的反應機制

溴與甲烷的反應可以用下列化學方程式來表示：

$$Br_2 + CH_4 \rightarrow CH_3Br + HBr$$

其反應機制推導如下：

$Br_2 + M$	$\xrightarrow{k_1}$	$2Br + M$	(1)起始
$Br + CH_4$	$\xrightarrow{k_2}$	$CH_3 + HBr$	(2)繁殖
$Br_2 + CH_3$	$\xrightarrow{k_3}$	$CH_3Br + Br$	(3)繁殖
$HBr + CH_3$	$\xrightarrow{k_4}$	$CH_4 + Br$	(4)繁殖
$2Br + M$	$\xrightarrow{k_5}$	Br_2	(5)終止

M 代表某些分子物種，k_3 與 k_4 爲相同次方大小。

1. 在此假設的反應機制中包括一些不穩定的物種如 CH_3 與 Br。這些活性大的物種在其生成後會馬上反應掉，故其濃度與其他物種相較下非常小；反應一開始後其濃度大約維持爲一固定值；即爲 $d[CH_3]/dt = 0$、$d[Br]/dt = 0$。這稱爲 CH_3 與 Br 的穩定狀態或假設。
2. 我們可以將反應速率方程式簡化，將其分爲反應起始、CH_3 與 Br 的穩定狀態、與反應終止等三個步驟。

$v = \dfrac{k_1^{1/2}k_2}{k_5^{1/2}} \cdot \dfrac{[Br_2]^{1/2}[CH_4]}{\dfrac{k_4[HBr]}{k_3[Br_2]} + 1}$	**(I)**
$v' = \dfrac{k_1^{1/2}k_2}{k_5^{1/2}} \cdot [Br_2]^{1/2}[CH_4]$	**(II)**
$v'' = \dfrac{k_1^{1/2}k_2k_3}{k_5^{1/2}k_4} \cdot \dfrac{[Br_2]^{3/2}[CH_4]}{[HBr]}$	**(III)**

將上列反應步驟 I 、II 、III 符號填入下方對應的空格內。

反應起始	
穩定狀態	
反應終止	

3. 敘述將反應速率方程式每個步驟簡化時你所做的假設。

題目 22：緩衝溶液

緩衝溶液爲溶液能抗拒 pH 值的變化。緩衝溶液通常包含一弱酸與其共軛鹼（例如：CH_3COOH / CH3COO$^-$）或一弱鹼與其共軛酸（NH_3 / NH_4^+）。緩衝溶液爲弱酸與強鹼或爲弱鹼與強酸產生部分中和而形成。特定 pH 值的緩衝溶液可由經由計算而製備的酸鹼溶液混合而成。

若一緩衝溶液由若酸 HA 與其共軛鹼 A^-製成，其 pH 可由 Henderson-Hasselbalch 公式求得：

$$pH = pK_a + \log([A^-] / [HA]$$

K_a 微弱酸的解離常數，[HA]與 [A^-]分別爲緩衝溶液中 HA 與 A^-的濃度。

問題

1. 若緩衝溶液含有 0.200M 的甲酸(K_a= 2.1x10^{-4})與 0.150M 的甲酸鈉，試計算緩衝溶液的 pH 值。
2. 若將 0.0100 M 的氫氧化鈉加入問題 1，試計算緩衝溶液的 pH 變化值。
3. 100 mL 的 0.150 M 醋酸(CH3COOH、K_a= 1.8x10^{-5})溶液中，需要加入多少體積的 0.200 M 的氫氧化鈉才能製備出 pH=5.00 的緩衝溶液。
4. 若一緩衝溶液含有 0.0100 M 的苯甲酸(C_6H_5COOH、K_a=6.6x10^{-5})及的苯甲酸鈉，其 pH 值爲：(a) 5.00；(b) 4.18；(c) 9.82；(d) 9.00。
5. A 溶液：0.100 M 醋酸(CH3COOH、K_a= 1.8x10^{-5})；B 溶液： 0.0500 M 的氫氧化鈉
   (i) 混合後的溶液爲：(a) 弱酸；(b) 弱鹼；(c) 緩衝溶液；(d) 以上皆非。
   (ii) 混合後溶液的 pH 值：(a) 3.02；(b) 4.44； (c) 3.17； (d) 7.00。
6. A 溶液： 0.100 M 醋酸(CH3COOH、K_a= 1.8x10^{-5})；B 溶液： 0.150 M 的氫氧化鈉
   (i) 混合後的溶液爲：(a) 弱酸；(b) 弱鹼；(c) 緩衝溶液；(d) 以上皆非。
   (ii) 混合後溶液的 pH 值：(a) 12.00；(b) 12.70；(c) 13.18；(d) 12.40。
7. A 溶液： 0.150 M 醋酸(CH3COOH、K_a= 1.8x10^{-5})；B 溶液：0.100 M 的氫氧化鈉
   (i) 混合後的溶液爲：(a 弱酸；(b) 弱鹼；(c) 緩衝溶液；(d)以上皆非。
   (ii) 混合後溶液的 pH 值：(a) 3.17；(b) 3.02；(c) 2.78；(d)3.22。
8. A 溶液： 0.100 M 醋酸(CH3COOH、K_a= 1.8x10^{-5})；B 溶液： 0.100 M 的氫氧化鈉
   (i) 混合後的溶液爲：(a) 弱酸；(b) 弱鹼；(c) 緩衝溶液；(d) 以上皆非。
   (ii) 混合後溶液的 pH 值：(a) 7.00；(b) 13.00；(c) 2.87；(d) 3.02。

題目 23：弱酸的滴定

弱酸可藉由已知濃度的強鹼溶液(標準溶液)來滴定。滴定時先將弱酸溶液(分析物)置入錐形瓶中，而藉由滴定管將強鹼溶液(滴定劑)滴入錐形瓶中。當滴定至

滴定劑與分析物爲化學當量相等時，則稱爲達到當量點。pH 值將隨滴定劑體積多寡而變化，滴定曲線即爲表示此一變化圖形。

當量點爲一理論上的點，無法藉由實驗得知。但可藉由滴定過程中的一些物理變化來推測。在酸鹼滴定中、終點靠者酸鹼指示劑而測得。

問題

1. 以 0.1000 M 的氫氧化鈉溶液來滴定 50.00 cm3 的 0.100 M 醋酸(CH3COOH、K_a= 1.8x10^{-5})。請藉由一些特定點的計算來繪出滴定曲線；並由表一的資料選出適當得指式劑。

表一：常用指示劑

俗名	變色範圍 pH	顏色變化
甲基橙	3.2-4.4	紅-橙
甲基紅	4.2-6.2	紅-黃
溴瑞香草藍	6.0-7.6	黃-藍
酚紅	6.8-8.2	黃-紅
酚酞	8.0-9.8	無色-紅
瑞香草酚酞	9.3-10.5	無色-藍

2. 抗壞血酸(維他命 C、$C_6H_8O_6$)爲一弱酸，分解步驟如下：

$$C_6H_8O_6 \leftrightarrows C_6H_7O_6^- + H^+ \qquad K_1 = 6.8x10^{-5}$$

$$C_6H_7O_6^- \leftrightarrows C_6H_7O_6^{2-} + H^+ \qquad K_2 = 2.7x10^{-12}$$

因此根據地一解離常數，抗壞血酸能夠以氫氧化鈉來滴定。

以 0.2000 M 的氫氧化鈉溶液來滴定 50.00 cm^3 的 0.1000 M 抗壞血酸。

(i) 溶液的最初 pH 值爲：(a) 7.00；(b)2.58；(c)4.17；(d)1.00。

(ii) 滴定到達當量點的體積爲： (a) 50.00 cm^3；(b) 35.00 cm^3；(c) 25.00 cm^3；(d) 20.00 cm^3。

(iii) 加入 12.5 cm^3 滴定劑後，溶液的 pH 值爲：(a) 4.17；(b) 2.58；(c) 7.00；(d) 4.58。

(iv) 當量點的 pH 值爲：(a) 7.00；(b) 8.50；(c) 8.43；(d 8.58。

(v) 從表一中選出最適當的指示劑：(a) 溴瑞香草藍；(b) 酚紅；(c) 酚酞；(d) 瑞香草酚鈦。

(vi) 加入 26.00 cm^3 的滴定劑後，溶液的 pH 值爲： (a)13.30；(b)11.30；(c) 11.00；(d)11.42。

題目 **24**：萃取分離

萃取爲一常用的分離方法，根據物質在二個不互溶的液體中達到分佈平衡；而此二液體因密度不同，故混合後可輕易地分開。

較爲常用的狀況是以一有機溶劑來萃取水溶液，無機離子和極性有機化合物

主要分佈在水相中，(極性)有機化合物分佈在有機相中。無機離子可以和適當的試劑作用生成一非極性的有機化合物，因此而可以分佈在有機相中。

當一物種 S(溶質)分佈在二個溶劑 I 與 II 時，平衡關係如下：

$$(S)_1 \overset{K_D}{\leftrightarrows} (S)_2$$

K_D 爲分佈係數：

$$K_D = (a_s)_1 / (a_s)_2 \quad \text{Eq. 1}$$

$(a_s)_1$ 與$(a_s)_2$ 爲溶質 S 分別在相 1 及相 2 中的活性係數。在此系統中只有溫度會影響 K_D 的大小。

萃取分離通常在分液漏斗中進行(圖 1)，在化學實驗室中分液漏斗爲一常用的簡單裝置。

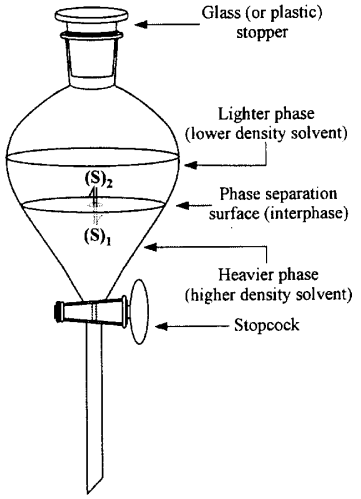


圖1: 分液漏斗

只有溶值在二相中的形式相同時，公式 1 才適用。當溶值有解離、雙體聚合及錯合等作用時，則必須使用分佈比率（D）：

$$D = (C_s)_2 / (C_s)_1 \quad \text{Eq. 1-2}$$

$(C_s)_1$ 及 $(C_s)_2$ 爲溶質 S 在 1 相及相 2 中的分析溶度。

若以水爲溶劑，公式 2 爲的分母爲物質在水中的濃度，分子爲物質在有機溶劑中的濃度。D 稱爲一有條件的常數，其大小將依實驗的變數而定，例如：S 的濃度、平衡時其他物種的介入，及最常見到的水溶液中 pH 的影響（S 參與了酸鹼平衡）。

若 V_1 mL 的溶劑 1 中含有 W_0 克的溶質 S，每次以相同的體積 V_2 mL 的溶劑 2 來進行多次（連續）萃取，經過 n 次萃取後餘留在相 1 中溶質的重量 W_n 爲：

$$W_n = \{V_1 / (DV_2 + V_1)\}^n W_0 \quad (3)$$

$$\text{或} \quad f_n = W_n / W_0 = \{V_1 / (DV_2 + V_1)\}^n \quad (4)$$

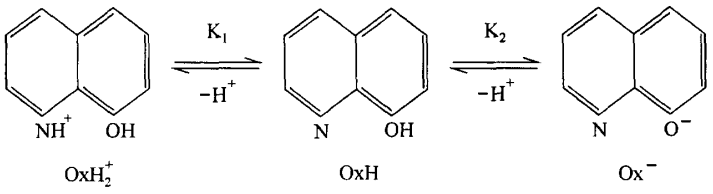
f_n 爲經過 n 次萃取後餘留在相 1 中溶質的分率。

我們可以從公式 (3)及 (4)中推導出：萃取劑總體積相同的條件下，以少量體積進多次萃取會比只進行一次萃取的效能來得好。

問題

1. 證明公式 (3)
2. 化合物 S 在水與氯仿中的分佈比率 D = 3.2。今有一 50 mL 含 S 的水溶液，計算若以 (a) 100 mL 一次；(b) 25 mL 4 次，來萃取，所能將 S 萃取掉的百分率。

3. 有一 100 mL 的水溶液含有 0.500 g 的化合物 X，若每次以 25 mL 的己烷來萃取，試計算最少需要幾次連續萃取才能將 99%的 X 移走？分佈係數爲 9.5。
4. 有一弱有機酸 HA（在水中的解離常數爲 Ka）分佈在有機溶劑與水中，分佈係數爲 K_D，溶解在有機層中唯一的物質爲未解離的 HA。試導出一公式，闡明分佈比率(D)與水溶液中[H+]的關係，並提出你的結論。
5. 苯甲酸與酚爲單質子有機酸，解離常數分別爲 6.65×10^{-5} 及 1×10^{-10}。水溶液中只有此二種化合物未解離的形態能被二乙基乙醚所萃取。(a)繪出此二化合物的(D/K_D)值隨 pH 變化的圖形。(b)根據這些圖形出可以從混合物中分離二化合物的方法。
6. 8-hydroxyquinoline[$C_9H_6(OH)N$]（以 OxH 來表示），在酸性溶液中形成 $C_9H_6(OH)NH^+$(以 OxH^+來表示)，在鹼性溶液中形成 $C_9H_6(O^-)NH$（以 Ox^-來表示）。氯仿只能萃取出中性的分子，分佈係數 $K_D = 720$。
   (a) 導出一公式以表示 8-hydroxyquinoline 的分佈比率 D 與水溶液的 pH 值的關係。
   (b) 繪出分佈比率 D 與水溶液 pH 值的關係圖形。
   (c) $C_9H_6(OH)NH^+$的連續解離常數分別爲 $K_1 = 1\times10^{-5}$ 及 $K_2 = 2\times10^{-10}$(平衡方程式如下)



題目 25：質譜

質譜儀是以強而有力的能量(通常是電能)將待測分子撞擊成離子碎片，這些離子碎片形成離子束通過儀器後可被偵測器鑑定出詳細組成。儀器的內部提供一個電場或是磁場(有可能兩者都有)，當離子碎片通過時，由於每一個離子碎片的荷質比(m/z)不同，受到儀器內的靜電場或磁場作用後運動路線有所不同，偵測器便能由這些區別鑑定離子碎片的組成，而通常大部分的離子碎片其電荷數爲 1 (z=1)，因此這些離子碎片的區別取決於質量。

質譜儀區分各種質量的能力叫做這台質譜儀的解析度(resolution 簡寫爲 R)，其定義是 $R = m/\Delta m$，其中Δm 是兩個鄰近分裂(儀器恰好能解析)的質量差，而 m 是指第一個分裂的 nominal mass。例如：兩個離子碎片 $C_2H_4^+$和 CH_2N^+，它們具有相同的 nominal mass (m = 28)但是卻有不同的精確分子量(exact mass 分別是 28.0313 及 28.0817)因此一台質譜儀如果要鑑定這兩個離子碎片，那這台儀器的解析度至少要 2200（$R = 28/(28.0313 - 28.0187) \approx 2200$）。而比較便宜、解析

度較低的質譜儀(R ≈ 300-1000)僅能區分一些不同 nominal mass 的離子。

質譜儀中的同位素吸收峰

在一些例子中，相同的離子碎片有可能產生許多個分裂，這種碎片具有相同的分子式但有不同的同位素組成，因此有不同的 nominal mass。例如：離子碎片 CH_3^+具有各種不同的同位素組成，其相對的 nominal mass 範圍在 15(碎片 $^{12}C^1H_3^+$)到 19(碎片 $^{13}C^2H_3^+$)之間。

同位素分裂的強度取決於各種原子其同位素在自然界中的相對含量。例如碳原子在自然界中的同位素含量(isotopic abundance)百分比分別爲 ^{12}C 的 98.90 % 以及 ^{13}C 的 1.10 %、H 原子則爲 ^1H的 99.985 %以及 ^2H 的 0.015 %。因此 CH_3^+ 的分裂中強度較強的(M=15)爲 $^{12}C^1H_3^+$，第二強的分裂爲 $^{13}C^1H_3^+$以及 $^{12}C^1H_2{}^2H^+$(M+1=16)，而其中 $^{13}C^2H_3^+$則因爲在自然界中出現的機率很低，所以相對強度趨近於零。

下列的例子是說明離子碎片 CH_2Cl^+可能出現的各種同位素組成以及相對的分裂，而分裂的強度都可被精確的計算。(C 原子與 H 原子的同位素含量已在上文中提及，而 Cl 原子則爲 ^{35}Cl 的 75.77%和 ^{37}Cl 的 24.23%)。

碎片 M=49	$^{12}C^1H_2{}^{35}Cl$	$0.989\times(0.99985)^2\times0.7577 =$	0.7491
碎片 M+1=50	$^{13}C^1H_2{}^{35}Cl$	$0.011\times(0.99985)^2\times0.7577 =$	0.00833
	$^{12}C^2H^1H^{35}Cl$	$0.989\times0.00015\times0.99985\times0.7577 =$	0.00011
	$^{12}C^1H^2H^{35}Cl$	$0.989\times0.99985\times0.00015\times0.7577 =$	0.00011
		合計	0.00855
碎片 M+2=51	$^{13}C^2H^1H^{35}Cl$	$0.011\times0.00015\times0.99985\times0.7577 =$	1.25×10^{-6}
	$^{13}C^1H^2H^{35}Cl$	$0.011\times0.99985\times0.00015\times0.7577 =$	1.25×10^{-6}
	$^{12}C^1H_2{}^{37}Cl$	$0.989\times(0.99985)^2\times0.2423 =$	0.240
		合計	0.240
碎片 M+3=52	$^{13}C^2H_2{}^{35}Cl$	$0.011\times(0.00015)^2\times0.7577 =$	1.9×10^{-10}
	$^{13}C^1H_2{}^{37}Cl$	$0.011\times(0.99985)^2\times0.2423 =$	0.00266
	$^{12}C^1H^2H^{37}Cl$	$0.989\times0.99985\times0.00015\times0.2423 =$	3.59×10^{-5}
	$^{12}C^2H^1H^{37}Cl$	$0.989\times0.00015\times0.99985\times0.2423 =$	3.59×10^{-5}
		合計	0.0027
碎片 M+4=53	$^{13}C^2H^1H^{37}Cl$	$0.011\times0.00015\times0.99985\times0.2423 =$	4.0×10^{-7}
	$^{13}C^1H^2H^{37}Cl$	$0.011\times0.99985\times0.00015\times0.2423 =$	4.0×10^{-7}
	$^{12}C^2H_2{}^{37}Cl$	$0.989\times(0.00015)^2\times0.2423 =$	5.4×10^{-9}
		合計	8.1×10^{-7}
碎片 M+5=54	$^{13}C^2H_2{}^{37}Cl$	$0.011\times(0.00015)^2\times0.2423 =$	6×10^{-11}

離子碎片 CH_2Cl^+的分裂 M 到 M+5 其強度都正比於最後的總合，也就是在根據自然界中同位素含量而計算出每一種組成出現的機率後，將具有相同

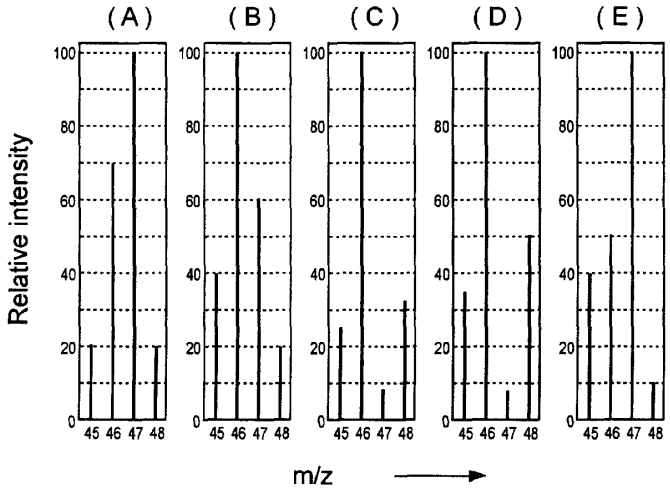
nominal mass 的同位素組成的結果相加，即爲此分裂的總出現機率。其中分裂的強度最強的叫做基準分裂(base peak)，以此分裂的強度當作 100%，其它分裂則按照相對強度(relative intensities)計算出相對百分比。計算的方式如下：

M= 49 的相對強度：			100	%
M+1=50 的相對強度：	(0.00855/0.7491)×100	=	1.14	%
M+2=51 的相對強度：	(0.240/0.7491)×100	=	31.98	%
M+3=52 的相對強度：	(0.0027/0.7491)×100	=	0.36	%
M+4=53 的相對強度：	$(8.1\times10^{-7}/0.7491)\times100$	=	1×10^{-4}	%
M+5=54 的相對強度：	$(6\times10^{-11}/0.7491)\times100$	=	8×10^{-9}	%

網路上可以找到關於質譜儀原理的一些資料或程式，以及同位素的相關資料都在 http://www.chem.uoa.gr/applets/appletMS/appl_MS2.html.

問題

1. 在自然界中矽原子有三種同位素，分別爲 ^{28}Si、^{29}Si 以及 ^{30}Si，而氯原子則有兩種同位素 ^{35}Cl 以及 ^{37}Cl。請問離子碎片 $SiCl_2^+$ 應該會有幾種同位素組成？
2. 已知硼原子的同位素含量爲：^{10}B 19.9 %，^{11}B 80.1 %，氯原子的同位素含量爲：^{35}Cl 75.77 %，^{37}Cl 24.23 %。請問下列 A-E 五種質譜儀的分裂圖樣，哪一個符合離子碎片 BCl^+ 的分裂情形。



3. 下列四種離子碎片 (a) N_2^+、(b) CO^+、(c) CH_2N^+、(d) C_2H^+ 其 nominal mass 都是 M=28，沒有辦法用低解析度的質譜儀辨別，然而由於這些碎片的 M+1 分裂的相對強度都有所不同，所以可以由此點來鑑別這些碎片。請問上述 (a)(b)(c)(d)，哪一個離子碎片其 M+1 分裂的相對強度爲 1.15。計算時請參考下列已知的同位素含量。

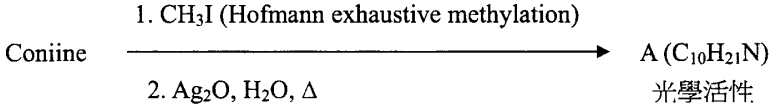
H：	^{1}H：	99.985 %	^{2}H：	0.015 %			
C：	^{12}C：	98.9 %	^{13}C：	1.1 %			
N：	^{14}N：	99.634 %	^{15}N：	0.366 %			
O：	^{16}O：	99.762 %	^{17}O：	0.038 %	^{18}O：	0.20 %	

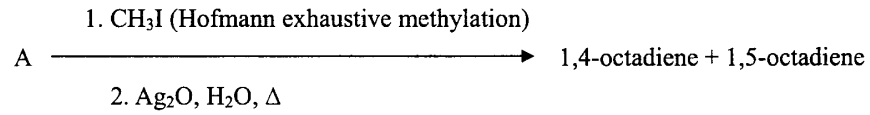
題目 26：毒芹鹼(Coniine)的化學及立體化學結構

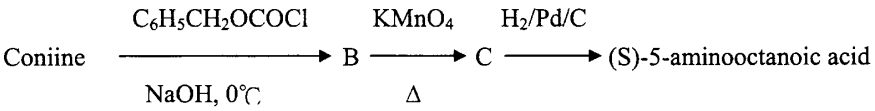
毒芹鹼是存在於一種名爲 conium maculatum 的毒芹屬植物中的毒性化合物，古希臘哲學家蘇格拉底就是被這種植物毒死的。而毒芹鹼是屬於植物鹼一類含有氮的化合物。

問題

試著藉由完成下列一連串的反應，寫出毒芹鹼的化學及立體化學結構並分別畫出中間物 A、B、C 的結構。



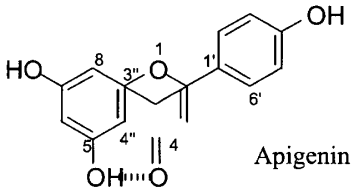




題目 27：類黃酮的化學及鑑定

岩薔薇 L（Cistus L）是具有直立旁枝的灌木，可當作芳香藥草。在希臘的植物群中是最顯著的一類植物，可以在松林中發現它，也可以在滿佈石頭的丘陵或斜坡上發現它。在民俗用藥中，Cistus monospeliensis 的花枝可用來治療氣喘，而葉子可取代茶葉。

類黃酮是以含醣或無醣的結構廣泛存在於各種植物中的天然物，它們展現出藥理學上的各種特性範圍，例如：抗菌、抗腫瘤、抗病毒、抑制酵素以及在心血管系統中的活性。而 **Apigenin** 是分佈很廣的一種類黃酮，其結構如下圖所示。



Apigenin

問題

1. 請根據下列的反應式，畫出產物 B 以及產物 C 的結構。

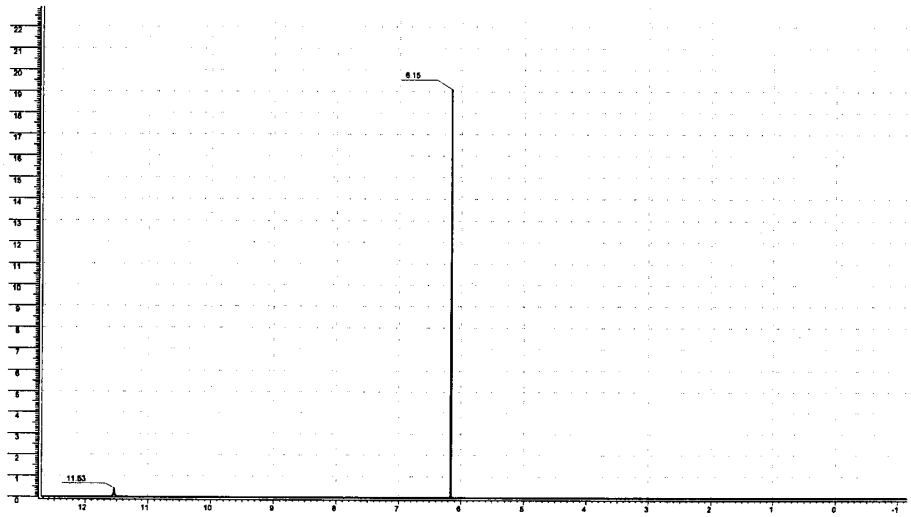
$$\text{Apigenin} \xrightarrow[\text{2.excess MeI}]{\text{1.NaH/DMF}} \text{B}$$

$$\text{Apigenin} \xrightarrow[\text{pyridine}]{\text{acetic anhydride(excess)}} \text{C}$$

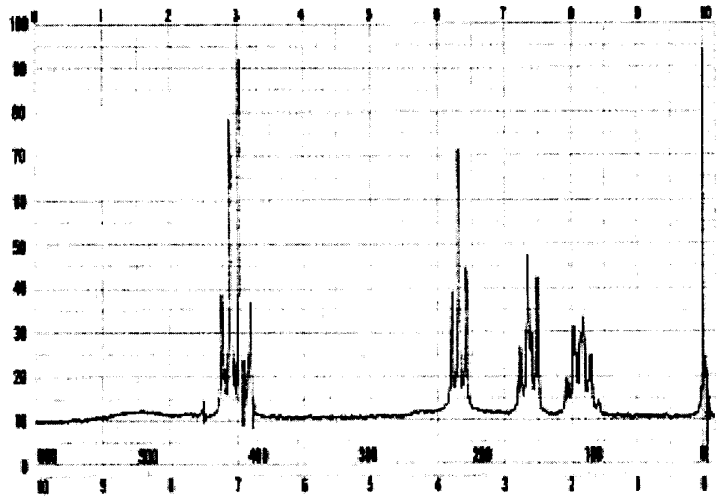
2. 在 **Apigenin** 中，酚的氫氧基(C-5 位置)會與羰基(C-4 位置)形成氫鍵。而已知在 ^{1}H-NMR 的譜圖中 C-5 位置上酚的氫會受氫鍵的影響偏移(shifted)，請問這個氫偏移的方向爲：(a) 下磁場（down field）：(b)上磁場（up field）：(c) 不偏移。

3. 在 2M NaOH 中，**Apigenin** 會轉變成另外兩個化合物 D 和 E（反應式如下）。化合物 D（$C_6H_6O_3$）經由 $FeCl_3$ 檢驗得到正的結果，而其 ^{1}H-NMR 的譜圖(如譜圖 I 所示)只在芳香族的吸收區有氫的吸收峰，而且爲單重峰。化合物 E（$C_9H_{12}O_2$）經由 $FeCl_3$ 檢驗同樣得到正的結果，而其 ^{1}H-NMR 的譜圖(如譜圖 II 所示)則在脂肪族的吸收區有兩組三重峰、一組多重峰以及在芳香族吸收區的兩組雙重峰。試著畫出化合物 D 及化合物 E 的結構。

$$\text{Apigenin} \xrightarrow{\text{NaOH 2M}} \text{D+E}$$



光譜圖 I: 化合物 D ($C_6H_6O_3$)



光譜圖 II: 化合物 E ($C_9H_{12}O_2$)

4. 由問題 1 中所畫出來的化合物 B 及化合物 C，判斷這兩個化合物在 ^{13}C-NMR 譜圖中的區別，並用箭頭指出在化合物 C 上與化合物 B 可區別的三個碳原子。

題目 28：縮氨酸的合成

縮氨酸是由 α-氨基酸以末端對末端的方式連接而成的直鍊式聚合醯胺，而 α-氨基酸通常有兩種立體化學上的異構物 L-組態或 S-組態。

問題

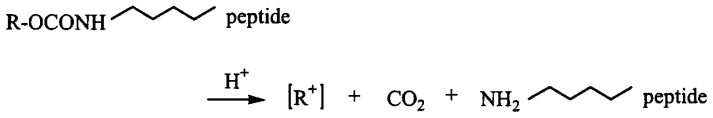
1. 請問 L-alanine 和 L-phenylalanine 縮合後會得到哪種雙縮胺酸。請用立體化學圖示作答。
2. 要一步一步的延長縮胺酸的鏈長，步驟通常都相同。由胺基酸的 C 端開始(利用酯類的衍生物)成功的連接到下一個氨基酸單體(N-氨基酸的衍生物)，接著將 N 上的取代基脫去，然後再連接下一個單體。而 N 上的取代基最常用的是 alkoxycarbonyl 取代基(ROCO-)，所以這個 N-氨基酸衍生物叫做氨基甲酸酯(carbamates)。

   請問爲什麼當 amine 的氮上有這些取代基時(保護基)，便能阻礙 amine 與羰基形成 amide？

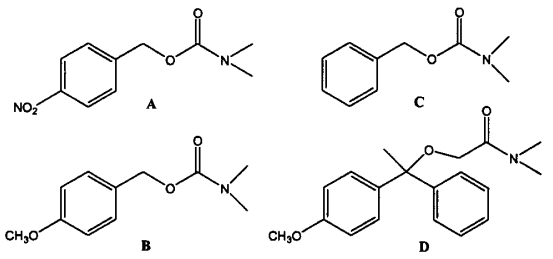
   (a) 氮上只有一個氫
   (b) 取代基降低了氮的電子密度
   (c) 取代基擋住了氮，讓羰基無法接近
   (d) 靜電上的排斥作用
   (e) 因爲它已經是 amide

3. 畫出 amide 的每一種共振結構。請用立體化學圖示作答，並用彎曲的箭頭指出電子密度轉移的路徑。
4. 若要製備氨類衍生物 benzyl carbamate(Bergmann-Zervas 保護基)你會選用下列哪一種試劑？請寫出反應方程式。
   (a) $C_6H_5CH_2OCOCNH_2$；(b)$C_6H_5CH_2OCO_2CH_3$；(c)$C_6H_5CH_2OCO_2C(CH_3)_3$；(d)$C_6H_5CH_2OCOCl$；(e) C_6H_5OCOCl

5. 脫去 alkoxycarbonyl 保護基的反應通常是在酸的作用下誘發 carbamates 斷裂，其反應式如下圖所示：

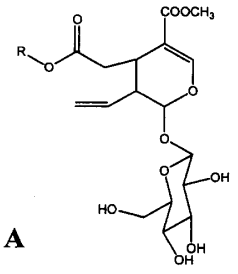


將 A、B、C 及 D 四種氨基甲酸酯(carbamates)衍生物依照其在酸中的分解性，由低排列到高。



題目 29：Oleuropein 的水解

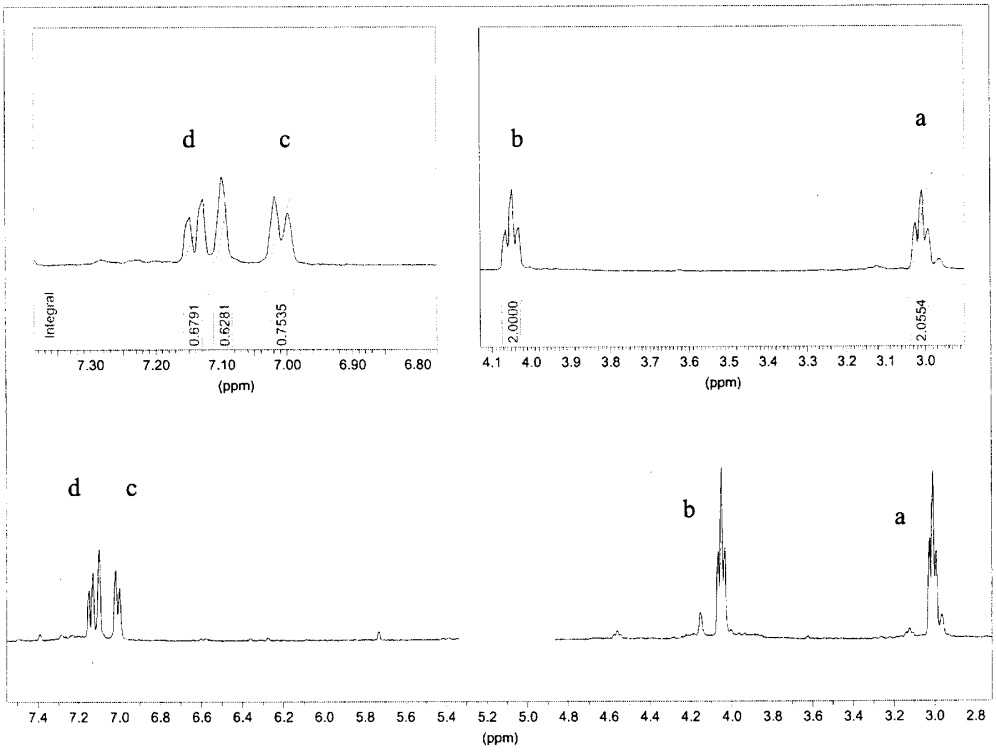
在地理學中有一個區域叫做克里特島，當地的飲食習慣曾經吸引許多的關注，而且被認爲是營養學上的典範。在一份對五個國家進行研究的報告中，其結果顯示，克里特島人的飲食習慣與心冠狀動脈疾病(CHD)的低死亡率有相當的關聯性，其死亡率在 10000 個受驗者中僅僅有七個死亡，而在其他國家中其死亡率則分別爲 566(芬蘭)、424(美國)、317(荷蘭)以及 200(義大利)。此結果主要是因爲當地人民對橄欖油的高消耗量，而橄欖油中含有豐富的 Oleuropein(**A**)(R 代表的是 alkylpolyphenolic 取代基)，是一種強而有力的抗氧化劑，因此能降低死亡率。

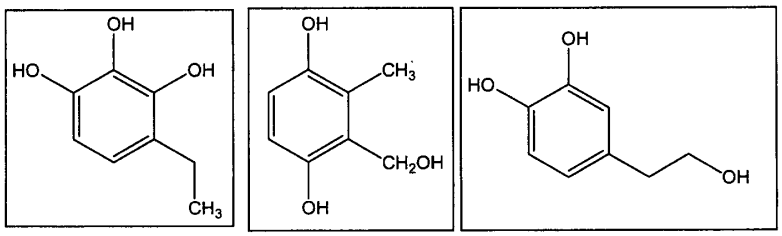


A

問題

1. 在酸的催化下水解 oleuropein 的反應，產生除了葡萄糖以外的另兩個化合物，其中一個化合物是 polyphenolic(A1)另一個則是 monoterpenoid(A2)。試回答下列問題並以箭號在 oleuropein 的分子上指出你的答案
   (a) 請標示出在酸性水解時哪一個氧原子會被質子化而進一步產生化合物 polyphenolic A1。
   (b) 哪一個碳氧間的鍵結會斷裂而形成葡萄糖。
2. 由化合物 A1 的質譜中得知，相對於整個分子的離子碎片其分裂位於 154，而化合物 A1 的 ^{1}H-NMR 譜圖則如下圖所示（其中氫氧基的氫是可交換的，因此沒有在譜圖中顯示出來）。請根據 ^{1}H-NMR 的譜圖以及質譜中的訊息推論出化合物 A1 的正確結構是下列三者中的哪一個。



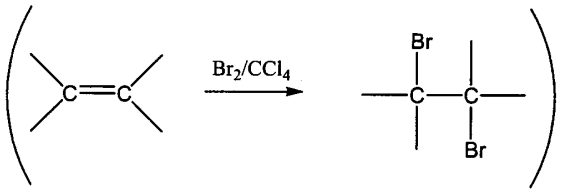


A B C

3. 畫出化合物 A1 的結構，用字母 a、b、c 和 d 標註在每個氫上，並將它們在 ^{1}H-NMR 譜圖中的相對吸收峰標示出來。

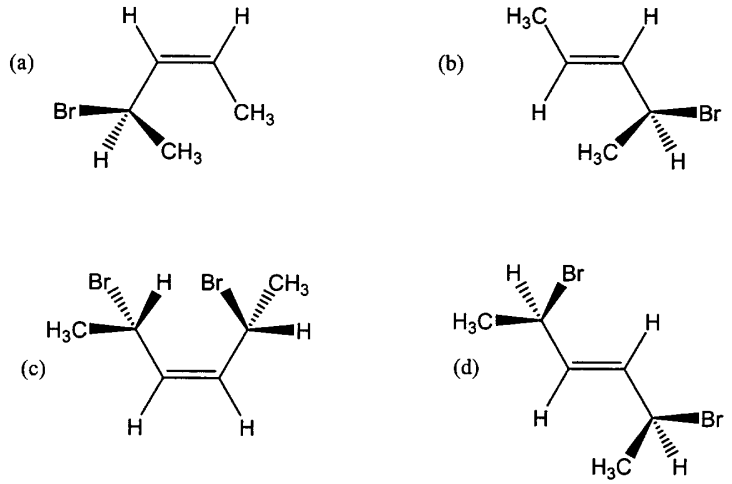
題目 30：Fischer 投影圖法和光學活性

已知溴與烯類進行加成反應可以得到反向的立體化學結構(如下圖所示)。



問題

寫出下列四種烯類進行溴化反應後的產物。請以 Fischer 投影圖法的結構作答，並判斷這些產物是否具有光學活性。



題目 31 炔類的鑑定

一個光學活性的炔類 A 包含 89.5%碳和 10.4%氫。在 Pd/C 催化劑上進行氫化作用後，它被轉變爲 1-甲基-4-丙基環已烷（1-methyl-4-propyl cyclohexane）。當化合物 A 和一個格林納試劑（CH3MgBr）反應時沒有氣體被釋放。化合物 A 在林得拉（Lindlar）催化劑上進行氫化作用，接著臭氧化並且與過錳酸鉀反應得到在碳-13 核磁共振光譜在 207 ppm 處有一吸收峯的產物 B。產物 B 和碘/氫氧化鈉反應後過濾得到一個黃色沉澱物。濾液酸化後得到一個光學活性的產物 C，它的碳-13 核磁共振光譜在超過 175 ppm 處沒有任何吸收峯。寫出 A、B 和 C 的結構。

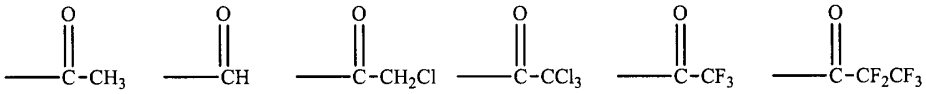
題目 32 ：Lipases（酯解酵素）

蛋白酶將蛋白質中胜肽鍵（peptides）中的醯胺鍵（amide bond）水解，Lipases 是一種可把三醯甘油（triacylglycerols）的酯鍵（ester bond）水解的酵素，抑制三醯甘油和胜肽水解的化合物對於多種疾病的治療有一定效用。

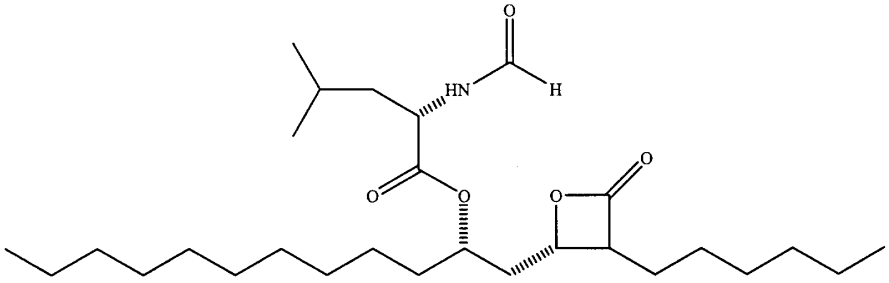
上述酵素作用的機制開始於攻擊酯鍵或醯胺鍵上 Serine 的氫氧基。對於 Serine proteases 抑制劑的研究，如果我們將易切割的醯胺鍵用一活化的羰基取代，導致 Serine 活性位置的氫氧基和活性的羰基會形成一個穩定醯基酵素化合物，致無法進一步地進行水解。

問題

1. 下列不同的羰基和 Serine 的氫氧基反應活性各有不同，請依照反應活性的遞減排序。



2. Tetrahydrolipstatin 是一種對消化性 lipases 有效的抑制劑(在臨床實驗中被用於肥胖的治療上)。劃箭頭說明 lipases 的活化中心上的 serine 會攻擊 tetrahydrolipstatin 的哪些羰基。



3. Esters 和 amides 在酸或鹼性條件下能夠進行水解，請依遞減速率排列各化合物和水溶液氫氧基的反應速率。

題目 33：聚合物

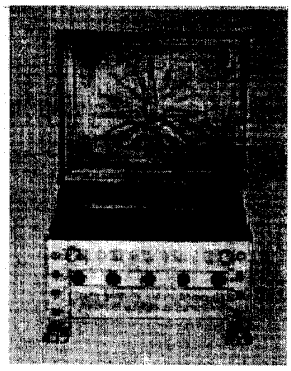


圖 1：Thessaloniki 大學教授 Androniko 在古希臘 Macedonia 王朝菲力浦國王的陵墓中所發現黃金打造的「骨罐」。蓋子上爲 Macedonia 王朝的「十六道光芒星」的標誌。（Thessaloniki 古物博物館）

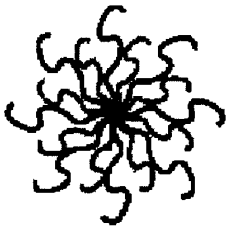
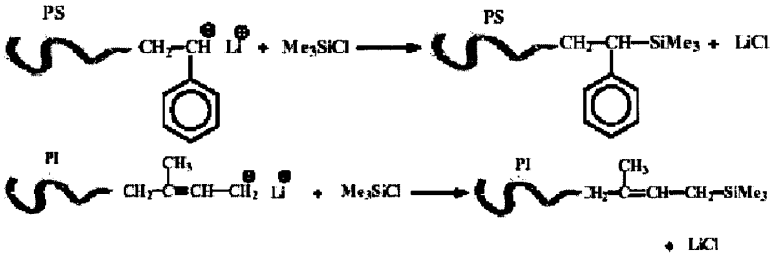


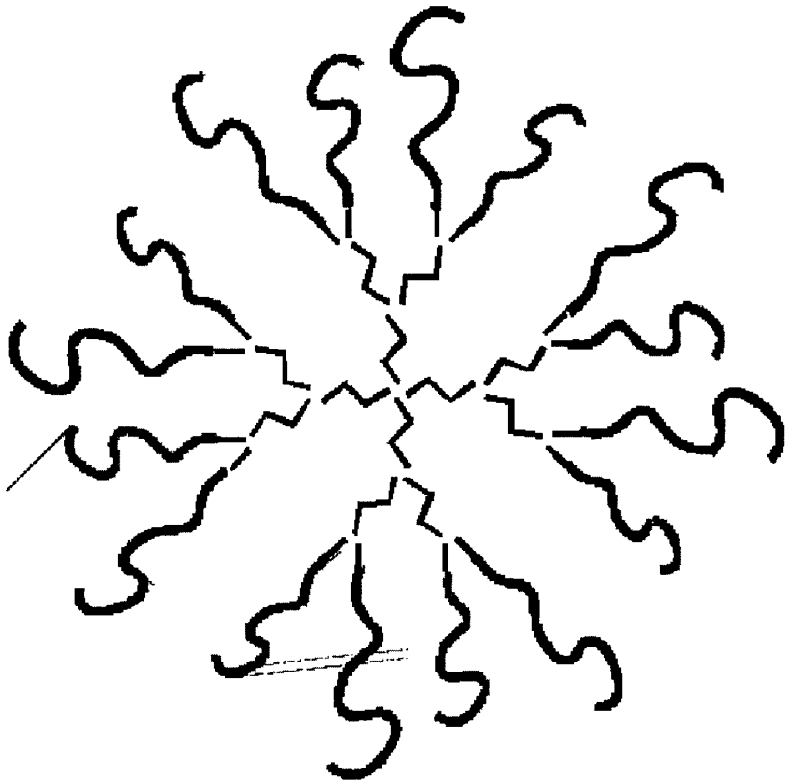
Fig 2：「**Vergina** 星狀聚合物」，和 Macedonia 王朝的「十六道光芒星」的標誌頗爲相似。

問題

1. 「骨罐」 的大小爲 40.9 x 34.1 x 17.0 公分，而「Vergina 星狀聚合物」的分子量爲 1.0×10^6。如果「骨罐」的密度爲 0.98g / cm^3，則需要多少的「Vergina 星狀聚合物」分子才能填滿「骨罐」？
2. 利用聚合物的化學結構與下列反應，提出 Vergina 星狀聚合物合成的反應步驟：



PS 爲聚苯乙烯、PI 爲聚異戊二烯。



Macedonia：【地】 古代一王國（Macedon; 在 Balkan 半島南部,橫跨今日的希臘,保加利亞和前南斯拉夫,鼎盛時期在西元前四世紀 Philip 二世及其子 Alexander 大帝統治 ）。

Vergina：【地】希臘北方城市，靠近 Thessalonik。

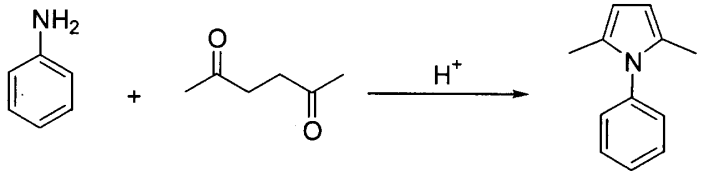
題目 34：2,5-二甲基-1-苯基吡咯(2,5-Dimethyl-Phenylpyrrole)的製備

A. 簡介

有許多不同的環化反應可以產生氮的雜環化合物，利用 Paal-Knorr 合成是最普遍的方法之一。在此反應中，一個 1,4-二羰基（1,4-dicarbonyl）化合物和氨水或一級氨加熱產生一個吡咯（pyrrole）。舉個例子，苯胺（aniline）和 2,5-己二酮 （2,5-hexanedione）縮合反應產生 2,5-二甲基-1-苯基吡咯(**1**)（一個被氮取代的吡咯），它能夠在 3 小時的大學部有機實驗室中容易地被進行。

B. 反應和機構

反應進行如下所示：



1

在第一步驟中，苯胺的氨基攻擊 2,5-己二酮的二個等量的羰基的其中一個。然後，分子內的第二個羰基發生親核作用而導致環化反應。最後，環式化合物在酸的處理下進行兩次連續的脫氫作用而形成最後的產物。兩次脫氫作用的支配力使得一個芳香族化合物的形成。推測的反應機構如圖 1 所示：

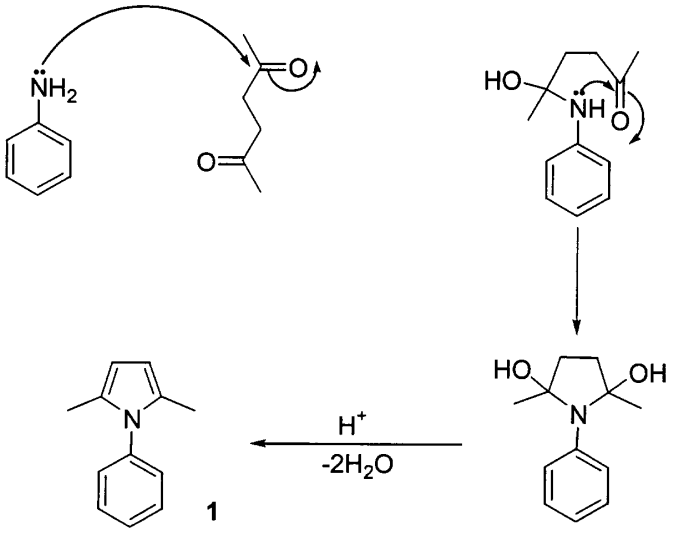


圖1：2,5-二甲基-1-苯基吡咯合成的推測反應機構

C. 藥品清單

- ✓ 甲醇（Methanol）
- ✓ 苯胺（Aniline）
- ✓ 2,5-己二酮（2,5-Hexanedione）
- ✓ 濃鹽酸
- ✓ 0.5 M HCl

D. 每位學生的器材清單

- ✓ 25 mL 圓底燒瓶 1個
- ✓ 冷凝管 1個
- ✓ 微量注射筒 3支
- ✓ 10 mL 錐形瓶 1個
- ✓ 5 mL 量筒 1個
- ✓ 巴斯德滴管 5支
- ✓ 圓錐形燒結玻璃漏斗 1個
- ✓ 金屬刮勺 1支
- ✓ 毛細管 10支
- ✓ 薄層色層分析板 10片
- ✓ 展開瓶 1個
- ✓ Eppendorf tube （一種小的離心管） 3支
- ✓ 試管（直徑1公分，長度約10公分） 2支
- ✓ 100 mL-燒杯的沙浴在加熱板上 1個
- ✓ 冰塊
- ✓ UV-燈（254 nm）
- ✓ 沖提液（乙酸乙酯-己烷1：3）
- ✓ 天平

E. 實驗步驟

2,5-二甲基-1-苯基吡咯的合成：

在一個含有迴流冷凝管的圓底燒瓶中加入186 mg （2.0 mmol）的苯胺、228 mg（2.0 mmol）的2,5-己二酮、0.5 mL的甲醇及1滴濃鹽酸。加熱此混合物（沙浴）而迴流15分鐘，然後加此混合物到一個保持低溫的5毫升0.5 M鹽酸之冰浴中。

形成的晶體以抽氣過濾加以收集並且以1 mL的 9：1甲醇/水的混合液再結晶。被分離的再結晶產物用相同的甲醇/水的混合液1 mL洗滌兩次，並且在過濾漏斗上壓乾。然後此固體被收集在一張濾紙上以便進一步乾燥。此乾的產物被放置於一支扣除毛重的 Eppendorf tube中。樣品試管被封口並且被秤重。

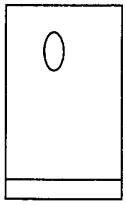
註：Eppendorf tube（一種小的離心管）

少量（約3-5 mg）的產物被放置在另一支Eppendorf tube中，並且以少許（約5滴）的丙酮加以溶解。利用一支毛細管沾一滴此溶液在薄層色層分析板上。以相同的方法配製起始物(苯胺)的溶液，沾一滴此溶液在產物的旁邊當作一個參考

物，而且以乙酸乙酯 / 己烷1：3的混合液進行沖提。在沖提後，薄層色層分析板置於UV-光（254 nm）下顯現，而且在這個板上的點以鉛筆描繪出來。裝有其餘產物的樣品管被標示產物的名稱並且交給指導老師。

問題

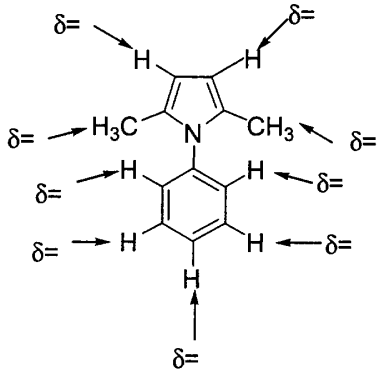
a. 記錄下列數據：
   I. 產物的重量：
   II. 計算理論的產量：
   III. 獲得的產率：
   IV. 產物的熔點：



b. 繪出薄層色層分析板的圖形：

c. 計算產物的R_f值：

d. 產物的 ^{1}H-NMR (CDCl3)數據爲：
   δ= 2.04 (s, 6H), 5.91 (s, 2H), 7.22 (m, 2H)和7.44 (m, 3H)
   指出在下列的結構上用箭頭所指示的質子之適當的δ值



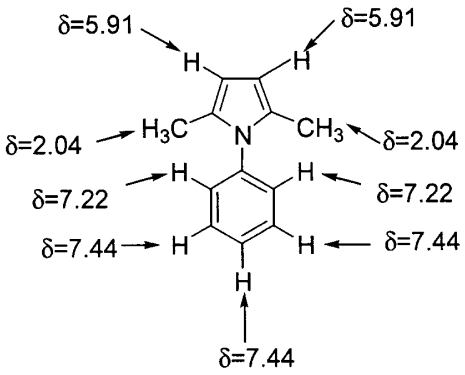
報告

a. 記錄下列數據：
   I. 產物的重量： 178 mg
   II. 計算理論的產量： 342 mg
   III. 獲得的產率： 52%
   IV. 產物的熔點： 48℃ (lit. 50-51℃)

b. 繪出薄層色層分析板的圖樣：

c. 計算產物的R_f值：0.85

d. 產物的^{1}H-NMR (CDCl3)數據爲：
   δ= 2.04 (s, 6H)， 5.91 (s, 2H)， 7.22 (m, 2H) and 7.44 (m, 3H)



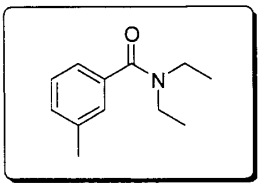
題目 34：驅蟲劑 DEET 之合成

A. 簡介

DEET 是 N,N-二乙基-間-甲苯醯氨(N,N-diethyl-m-toluamide)的俗名，它是一種已註冊過的可以直接使用在人類皮膚上多用途的驅蟲劑。DEET 是獨一無二的殺蟲劑，因爲它可以直接使用在人體上而達到驅蟲的目的。1957 年在美國，DEET 被登記可以使用於社會大眾，因爲 DEET 被承認當作有效地防治蚊子及咬人蒼蠅的少數產品之一。近來，約有 230 種含 DEET 的產品向環境保護機構 (Environmental Protection Agency)註冊，由 70 家不同的公司生產。每年大約有三分之一的美國民眾被期望使用 DEET。

B. DEET 的特性

化學結構如下所示：



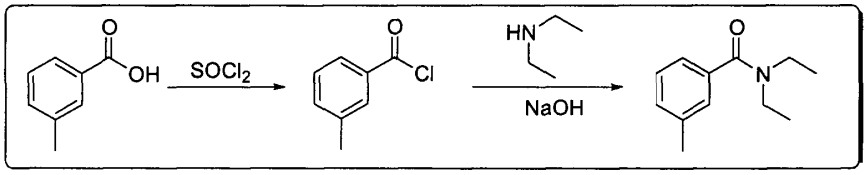
N,N-二乙基-間-甲苯醯氨

一些物理性質如下表所示：

密度(25℃)	0.996
溶解度(水中)	幾乎不溶
溶解度(其他溶劑)	可溶於乙醇、乙醚、氯仿、苯
沸點(1 torr)	111℃
蒸氣壓(160℃)	19 torr
氣味	無味
顏色	無色

C. DEET 的合成

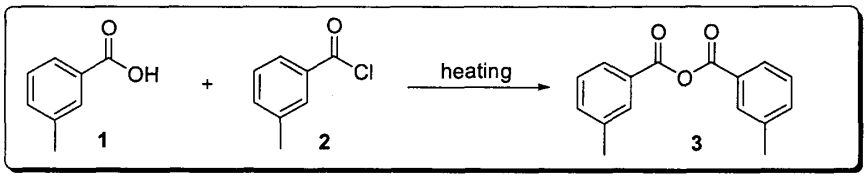
DEET 能夠從間-甲基-苯甲酸（m-methyl-benzoic acid 或 m-toluic acid）開始製備。首先，間-甲基苯甲酸轉變爲它的對應的氯化合物（the corresponding chloride）。接著，這個被期望製備的醯氨（amide）可以在鹼（NaOH）的存在下藉由活潑的醯氯與二乙基氨（diethylamine）反應而製得。



使用亞硫醯氯(thionyl chloride)進行活化的步驟可以藉由下列的兩個替代方法完成：

a. 藉由加熱間-甲基苯甲酸和亞硫醯氯（$SOCl_2$）而得到，以及
b. 在室溫下，以吡啶（pyridine）爲催化劑，藉由間-甲基苯甲酸與亞硫醯氯反應而得到。

利用吡啶催化劑進行間-甲基苯甲酸的活化與以加熱方式的活化相互比較，利用吡啶催化劑得到的最後產物之產率及純度較爲有利。加熱方式活化的步驟導致副產物的形成，如同被期望的產物經由無水中間產物(3)的形成一樣。



D. 實驗步驟

間-甲基苯甲酸(m-toluic acid)（0.5 g, 3.7 mmol）、無水的乙醚（0.2 mL）、吡啶(pyridine)（2 滴）、及 99.5%亞硫醯氯(thionyl chloride)（0.55 mL, 7.6 mmol）被放置於一個未緊塞塞子的 5 mL 圓底燒瓶中，並且在室溫下攪拌 8 分鐘。此反應必須在抽氣櫃中進行，或者被釋放的氯化氫氣體可以導到一個水流抽氣器。過量的亞硫醯氯可利用水流抽氣器（25 mmHg）在室溫下被移除。反應的溶液被轉移到一個 0℃的二乙基氨(diethylamine)（1.3 mL, 12 mmol）及 10%氫氧化鈉（5 mL）的混合液中。在攪拌 1 分鐘後，此溶液利用 15 mL 的乙醚萃取兩次。將此乙醚萃取液以硫酸鎂(或硫酸鈉)乾燥，過濾後再加入 1mL 的甲苯以便共沸地移除任何殘留的水和吡啶。此溶劑利用閃急蒸發器（flash evaporator）被移除直到乾爲止。澄清油狀的 DEET 殘留在圓底燒瓶內。

問題

a. 記錄下列的數據：

I. 產物的重量：

II. 計算理論的產量：

III. 獲得的產率：

b. 在加熱間-甲基苯甲酸的活化過程中，無水化合物 3 的形成而導致產率的減少，因爲：[在正確的敘述上打"**X**"記號]

✓ 這個無水化合物不和二乙基氨反應：

✓ 這個無水化合物和二乙基氨反應而提供期望的產物及一些副產物：

✓ 這個無水化合物容易地和二乙基氨反應，由於對稱性的緣故，因此產生50%的期望產物加上50%的起始物間-甲基苯甲酸：

c. 如果我們想要使用紅外光光譜儀來鑑定在加熱活化間-甲基苯甲酸的步驟過程中所生成的無水化合物 3 ，那麼我們應該尋找特殊的IR吸收光譜：[在正確的敘述上打"**X**"記號]

I. 芳香族的C-H伸縮吸收大約在3065 cm^{-1}：

II. 脂肪族的C-H伸縮吸收大約在2987-2880 cm^{-1}：

III. 共軛的無水化合物之對稱及非對稱的C=O伸縮吸收大約在1763 cm^{-1}和1720 cm^{-1}：

報告

a. 記錄下列的數據：

I. 產物的重量： 0.68 g

II. 計算理論的產量： 0.70 g

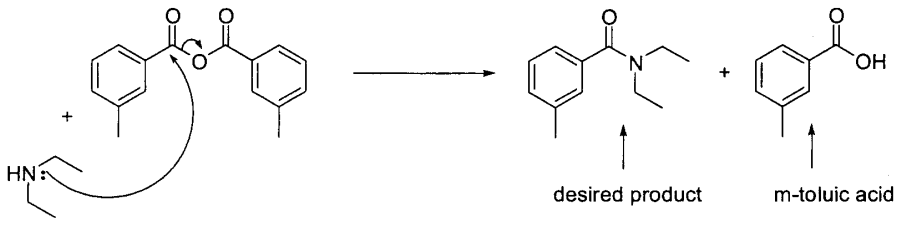
III. 獲得的產率： 97%

b. 在加熱間-甲基苯甲酸的活化過程中，無水化合物 3 的形成而導致產率減少，因爲：

✓ 這個無水化合物不和二乙基氨反應。

✓ 這個無水化合物和二乙基氨反應提供了期望產物及一些副產物。

✓ 這個無水化合物容易地和二乙基氨反應，產生50%的期望產物加上50%的起始物間-甲基苯甲酸，依照下列的反應： **X**



c. 在1763 cm^{-1}和1720 cm^{-1}兩個IR強烈吸收峯是共軛的無水化合物之特有的對稱及非對稱的C=O伸縮吸收。

題目 35：固相胜肽（**Peptide**）合成

A. 簡介

固相胜肽的合成（SPPS）爲 Rockefelle 大學的 R. B. Merrifield （諾貝爾獎 1984）所發展出來的。此方法是根據於 α-氨基和支鏈被保護的氨基酸殘基連續的加成到一個不可溶解的聚合物之支持物上。2-Chlorotrityl Chloride 樹脂（圖 1）由 K. Barlos 所開發，它是一種酸性不穩定的樹脂。這樹脂立體龐大，並且能在溫和的酸性條件下進行裂解，使它被廣泛的應用。鹼性不穩定的 Fmoc 基被使用於保護氨基酸的 N-α-保護（N-α-protection）。在移除此保護基後，使用偶合試劑或前活化保護氨基酸衍生物，下一個被保護的氨基酸才被加入。產生胜肽的氨基酸之 C-端被附著在此樹脂上，並且此胜肽可以斷裂而產生一個胜肽酸或醯氨 [視被使用的連結劑(linker)而定]。支鏈保護基時常被選擇以便胜肽從樹脂分離時，保護基也同時發生斷裂。

註：(Fmoc group: fluorenylmethyloxycarbonyl group)

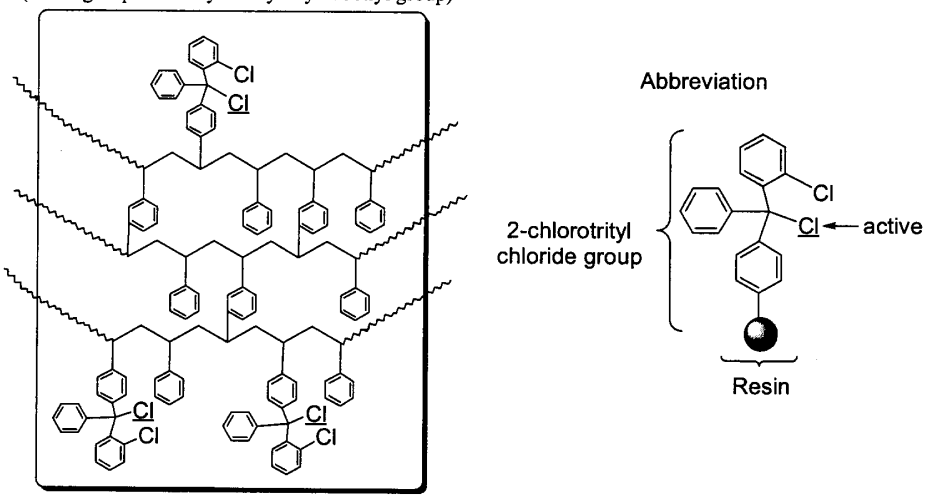


圖1：2-Chlorotrityl Chloride基被附著在含有1%二乙烯基苯交錯連結的聚苯乙烯聚合性之支持物上。

B. 二胜肽 **H_2N-Ser-Ala-OH** 的合成

上述的二胜肽（Dipeptide，H_2N-Ser-Ala-OH）藉由 Fmoc-策略使用 2-Chlorotrityl Chloride 樹脂當作固相支持物來合成。此反應的進行如圖 2a 和 2b 所示：

註：(H_2N-Ser-Ala-OH： H_2N-絲胺酸-丙胺酸-OH)

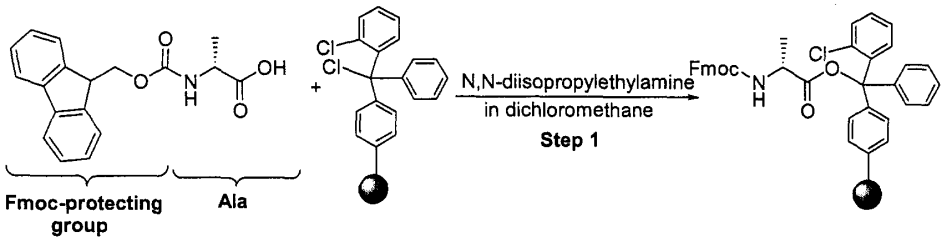


圖2a：使用Fmoc策略在2-Chlorotrityl Chloride樹脂上
合成H_2N-Ser-Ala-OH （步驟1）

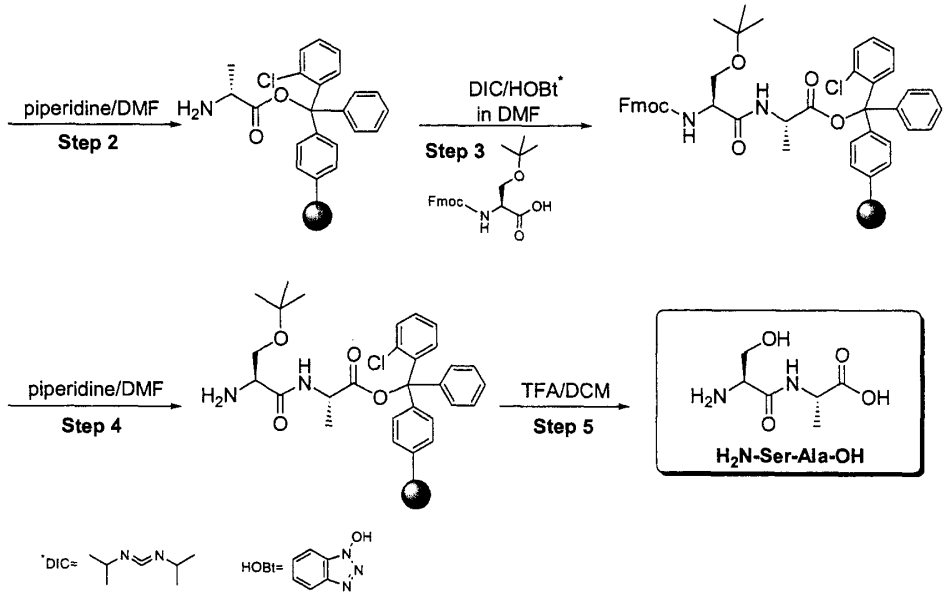


圖2b：使用 Fmoc策略在 2-Chlorotrityl Chloride樹脂上
合成 H_2N-Ser-Ala-OH（步驟2-5）

C. 第一個殘基附著程度的評估

在實驗步驟的步驟1完成後，進行此評估。

1. 取一個UV比色管（UV cell）。
2. 稱2 mg乾的Fmoc-氨基酸-樹脂放入UV比色管中。配製新鮮的20%六氫吡啶/二甲基甲醯胺（piperidine/DMF）的溶液（3 mL）放入此管內。
   註：（DMF：N,N- Dimethylformamide）
3. 利用一支巴斯德滴管攪動此樹脂混合物2-3分鐘。
4. 將此管放入一台光電比色儀的比色槽中，於290 nm讀取吸收度（A_{sample}）。
5. 使用另一個UV比色管，在相同波長下讀取在20% piperidine/DMF的溶液（3 mL）之吸收度（A_{blank}）。

6. 利用下面的方程式計算第一個氨基酸殘基附著的程度：

Fmoc loading = （n / m）= （Asample - Ablank）/ 1.75m

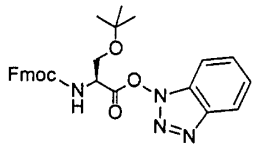
此處的n是Fmoc-氨基酸-樹脂的量(mmol)，m是樹脂的質量(g)

D. 實驗步驟

步驟1：溶解Fmoc-Ala-OH（62 mg, 0.2 mmol）於乾的二氯甲烷（2 mL）中，並且加入DIPEA （139 μL, 0.8 mmol）。加此溶液到一支好的燒結玻璃手工的SPPS反應瓶，此瓶包含2-Chlorotrityl Chloride樹脂（200 mg, 0.2 mmol；負載1.0 eq. Cl/g的樹脂）於1 mL的DCM之中，搖晃30分鐘並且過濾。對端蓋的（end-cap）任何留下有反應性的trityl基，加入HPLC級的甲醇（0.2 mL）並且混合15分鐘。過濾此樹脂並用3x2 mL（DCM/MeOH/DIPEA=17/2/1）洗滌，然後用3x2 mL DCM洗滌，並且乾燥此樹脂在乾燥器中的KOH上。
註：（DIPEA: N,N-diisopropylethylamine, N,N-二異丙基乙基氨）；（DCM：dichloromethane，二氯甲烷）；（HPLC： high performance liquid chromatography，高效液態色層分析）

步驟2：評估第一個殘基附著的程度如前所述。用新鮮的20%六氫吡啶/二甲基甲醯胺（piperidine/DMF）的溶液（3 mL）來移除Fmoc保護基。在五分鐘後過濾此溶液，並且用另外3 mL新鮮的20% piperidine/DMF的溶液洗滌一次。用DMF(3x2 mL)及DCM(3x2 mL)洗滌此樹脂。

步驟3：用最少量體積的DMF溶解Fmoc-Ser(OBu^t)-OH（383 mg, 1 mmol）及HOBt（135 mg, 1 mmol）於一支樣品瓶中。然後逐滴地加入DIC（156 μL, 1 mmol）並且攪拌20分鐘。如此導致對應的活化酯類的形成，如下面的結構所示：
註：（HOB^t：1-hydroxybenzotriazole）；（DIC：diisopropylcarbodiimide）



加此溶液到在1 mL 的DMF中已經膨脹的樹脂內。緩慢地攪拌1小時並且過濾，用DMF（3x2 mL）及DCM （3x2 mL）洗滌。然後進行Kaiser試驗確定反應是否完成，如下所述。

Kaiser 試驗：
製備下列溶液：

1. 溶解 5 g 寧海準（ninhydrin）於 100 mL的乙醇中。
2. 溶解 80 g 液態酚於 20 mL的乙醇中。
3. 加 2 mL的 0.001 M 氰酸鉀水溶液至 98 mL的吡啶中。
4. 轉移少量的樹脂液滴至一支小玻璃試管，並且加入上述的溶液各兩滴。
5. 混合均勻並且於沸水中加熱5分鐘。藍色的樹脂液滴指示爲陽性反應，此意謂著偶合的步驟應該重覆進行直到陰性反應的Kaiser試驗爲止。

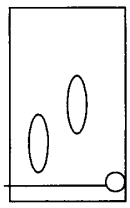
步驟4：重覆步驟2所描述的方法來完成 Fmoc保護基的移除。

步驟5：用異丙醇及乙醚（3x2 mL）清洗此樹脂，並且利用真空減壓風乾它10分鐘。加此乾的樹脂到斷裂試劑（3 mL的0.5%TFA/DCM）中，而且置於室溫下 1.5小時並且偶爾攪拌。收集濾液而且用斷裂試劑清洗此樹脂。蒸發合併的濾液直到乾燥。加冷的乙醚（5 mL）並用一支刮勺攪拌沉澱的固體。靜置十分鐘，傾析懸浮液並且以 5 mL的乙醚重覆再一次。利用一支燒結玻璃漏斗過濾而得到產物 H_2N-Ser-Ala-OH。
註：（TFA：trifluoroacetic acid）

問題-報告

a. 記錄下列數據：
   I. 產物的重量： 8 mg
   II. 計算理論的產量： 12.3 mg(第一個殘基附著量 0.35)
   III. 計算產率： 65%
   IV. 產物的熔點： 210-213℃

b. 繪出以 $CHCl_3$/MeOH=(9/1)當作沖提液的薄層色層分析板 的圖形：
   i) Fmoc-Ala-OH
   ii) Fmoc-Ser(OBu^t)-OH
   iii) H2N-Ser-Ala-OH



c. 上述產物的 R_f 值應爲： i) 0.25； ii) 0.40； iii) 0

d. 紀錄你的產物利用旋光計測量旋轉觀察的角度α以及利用下面的方程式計算比旋 $[\alpha]^t_D$：

$$[\alpha]^t_D = \alpha / l\, c$$

此處的 t爲溫度（25℃），D 代表鈉的 D line（589.0 nm），l = 1dm以及 c = 6 g/100 mL於鹽酸水溶液中。

$$\alpha = 1.91°,\ [\alpha]^t_D = -31.8°\ dm^{-1}\ g^{-1}\ cm^3$$

題目 36：相圖和蒸發焓

簡介

這實驗將讓你在水的相圖上，能描繪出一個液-汽平衡曲線的重要部份。利用 Clausius-Clapeyron 方程式，實驗數據將可以決定出，同一種化合物蒸發焓的平均值。

理論

每一種液體都可以和它的蒸氣達成平衡。一個單一成分的液體，其蒸氣壓決定於該液體的溫度和本性，當蒸氣壓大小等於液體所受總壓時，該溫度下，液體沸騰了。當壓力達到一大氣壓（=1.013 bar=101325 Pa），液體達到了正式沸點。一個相圖顯示了壓力對溫度的關係。就大多數化合物而言，相圖中某些區域顯示了各個相(即固相液相汽相) 。而且兩相間的平衡曲線即爲它們的臨界。

Clapeyron 方程式被導自基本的熱力學。它的精義是:任何平衡曲線的斜率，等於相變化之莫爾焓變量與伴隨體積變量及溫度乘積的比值。亦即 $dP/dT=\Delta h/T\Delta V$ 如果我們有興趣於液-汽或固-汽的平衡，我們可以假想氣體符合理想氣體狀態方程式。而且氣體莫爾體積遠大於凝結相，在此假想下 Clausius-Clapeyron 方程式被導出： $d\ln P/d(1/T) = -\Delta h/R$，方程式左邊的微分乃爲 lnP 對 T^{-1} 關係圖的斜率。

方法

將水引注入密封蓋的容器內，加熱裝置並監看溫度與壓力變化，我們能夠紀錄相圖的一個斷面。

設備

一部簡單形加熱器（100-200W）、－200 ^{0}C 溫度計一支 、 0～20 bar 壓力計一支（Bourdon tube）、 隔離鋁箔、steal tube 一支 、水。

步驟

組裝設備 ：將裝有水的管子（長 10 cm，直徑 6 mm 的銅管 ，一端固定上壓力計且封緊）和溫度計以鋁箔緊緊纏在一起，將整個組裝體插入加熱線圈的核心，適當的支持好，啓動電源開始加熱，監看壓力與溫度，當超過 16 bar 或 180 ^{0}C 時停止加熱，在溫度下降過程中，按壓力錶上的每個區間，紀錄所觀察到的溫度與壓力，直到溫度低於 80 ^{0}C 爲止，把你的測量值填入表內，此表包含三欄：點序，壓力(單位) ，溫度(單位) 。

分析-陳述

在 P 對 θ 圖上(相圖)描出全部紀錄點，刪除不整齊處，亦即較分散的測量值，將上表再擴充下列各欄，含 lnP、T、1/T 計算 lnP、T、1/T 值，畫出 lnP 對 1/T 關係圖，將此圖上各點連成一直線，定出此線斜率，然後算水的蒸發焓。

結果-討論-其他問題

總結你的結論，根據你的測量值預測水的正式沸點，和公認值做比較，若有任何差異，請加以解釋。同樣地，針對一個壓力鍋，它配備有 6 mm 直徑的活塞及 3N 重的安全閥，請你算出它的烹煮溫度。

題目 37：一些碘的化學

下面圖表內包含了各種氧化態的已知鹵素化合物，注意他們的氧化數一般都在 −1 到 +7 範圍內，但氟明顯的與人不同，因此它沒有穩定的含氧酸。

氧化態	氟	氯	溴	碘
+7		$HClO_4$, ClO_4^-		H_5IO_6 , IO_4^-
+5		$HClO_3$, ClO_3^-	$HBrO_3$, BrO_3^-	HIO_3 , IO_3^-
+3		$HClO_2$, ClO_2^-		
+1		HClO , ClO^-	HBrO , BrO^-	HIO , IO^-
0	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
-1	HF , F^-	HCl , Cl^-	HBr , Br^-	HI , I^-

溜覽過上表，將使你確信，氧化還原反應是鹵素化學的一個重要部份。

雖然，碘將顯現出一些它自己獨特的化學，但它的許多反應，依然爲其他鹵素的典型。實驗中，我們將研究碘的一些反應，並留意氫離子濃度對平衡的影響。

步驟

小心：固體碘和其蒸氣，將在皮膚或衣服上造成傷害及斑點，它的蒸氣有毒，即使吸入少量，也將刺激黏膜組織。*避免不必要的接觸*。

除了在 II b 部分外，實驗中一律使用 13 ×100 mm 的試管。

預備實驗—澱粉碘試驗

在 5 cm^3 水中加入一至兩小粒碘晶體，以備製稀釋的碘溶液。微微溫熱碘溶液，再加入 3 或 4 滴澱粉溶液，並觀察其變化。這個測試對碘分子是非常敏感。注意：產生顏色是因爲澱粉與碘產生錯化合物，此錯化合物是由於 I_2 分子能與長且中空的螺旋狀澱粉分子接合，這種接合很緊密且強到即使碘液的濃度非常低也可以產生強烈的顏色。

第一部分：I^- 離子的一些反應

a. 在 2 cm^3 0.1M 的碘化鉀(KI)中，加入同體積 0.1M 的硝酸銀。注意產生的結果。

b. 在 2 cm^3 0.1M 的碘化鉀和 5 cm^3 的澱粉溶液中，加入一或二滴商業用漂白劑（5%NaOCl）。注意其結果。繼續滴加漂白劑直到第二種顏色產生變化。請解釋這種變化？

c. 在 2 cm^3 0.1M 的碘化鉀和 5 cm^3 的澱粉溶液中，加入 5 滴 3% H_2O_2。注意其結果。

第二部分：IO_3^- 離子的一些反應

a. 在兩個試管中各加入大約 5 cm^3 的 KIO_3 飽和溶液

1. 在其中一根試管中加入 3 cm^3 的 0.1M KI 與 2 cm^3 的 6M H_2SO_4。會產生固體沉澱，緩緩倒出懸浮的液體。如果需要的話可以過濾一下。用水洗

沉澱。你可以辨認出這是什麼固體嗎？做一個之前做過的鑑定實驗，來確認你的推論。

2. 在另一根試管中加入 3 cm^3 的 0.1M KI 與 2 cm^3 的 6M H_2SO_4。你推測在 I^- 及 IO_3^- 的反應中，氫離子扮演什麼角色？
3. 加入 3 毫升 0.1M 酸化過的硫酸鈉，2 毫升 6M 的硫酸和 3 滴或 4 滴的澱粉溶液，你觀察到了什麼？

第三部分：碘在鹼性溶液中的反應

a. 使用滴管吸取大約 10 滴 6M 的氫氧化鉀，滴到大約 0.5 克的碘晶體上，慢慢的搖晃試管，直到碘晶體消失且溶液呈現無色，你可能須微微將溶液加熱，並且加入更多滴 6M KOH。反應產物的鑑定將於 d 部分進行。

b. 將溶液冷卻，加入足量（大約 10 滴或多一點）6M HNO_3 中和原先加入的鹼，使其酸化。將此反應的產物紀錄下來，你認爲這是什麼？

c. 加入幾滴 6M KOH 再次將溶液鹼化，緩慢的加熱，必要的話再加入幾滴 6M KOH，直到觀察到溶液變色爲止，即可將此溶液丟棄。

d. 重覆 a 部份的步驟，將此溶液在冷水龍頭下冷卻，直到有晶體從溶液中析出，傾出上層液體，並將其保存到下列第 2 部份中使用。

1. 緩慢加熱試管，將白色固體乾燥，再將其冷卻，並且溶解白色固體在 5 毫升水中，加入 5 毫升 1M Na_2SO_3，2 毫升 6M H_2SO_4，以及 3 至 4 滴澱粉溶液，將其結果記錄下來，並且與 Part Ⅱb 的結果做一個比較。
2. 加入 5 到 10 滴 0.1M $AgNO_3$ 到傾出的液體中，緩慢的搖晃試管，並且將其結果紀錄下來，與 Part Ⅰa 所獲得的產物做一個比較。

問題

1. 寫出在 Part Ⅰa、Ⅰb、Ⅰc 部分所觀察到的反應方程式。
2. a. Part Ⅲd（1）的結果和 Part Ⅱb 所獲得的結果所做的比較如何呢？
   b. Part Ⅲd（2）與 0.1M 硝酸銀的測試和 Part Ⅰa 的結果所做的比較如何呢？
   c.你對於離子物種，如同在 Part Ⅲa 中 I_2 與 6M KOH 的反應所生成的物種，有什麼結論？
3. 寫出碘在鹼性溶液中的自身氧化還原反應，並寫下在酸性溶液中的逆反應方程式。
4. 在自然狀態下，最常見的鹵素氧化態是什麼？並根據氯的電子組態解釋你的答案。
5. 你如何製備氟氣？查閱氧化還原表，來確定你的方法是否可行。
6. 使用 VSEPR 模型找出下列鹵素含氧酸陰離子的幾何圖形； ClO_2^-、ClO_4^-、BrO_3^-、IO_6^-。

答案

1. Ⅰa：$I^-_{(aq)} + Ag^+_{(aq)} \rightarrow AgI\downarrow$ （黃色沉澱）

   Ⅰb：$2I^-_{(aq)} + OCl^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow I_{2\ (comp)} + Cl^-_{(aq)} + H_2O$

   溶液的顏色是深藍色，這個顏色來自於碘澱粉錯合物。

$I_{2\,(comp)} + OCl^-_{(aq)} + H_2O \rightarrow IO_3^-_{(aq)} + 5Cl^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

在過量的 NaOCl 中，I_2 會進一步氧化成 IO_3^-

Ⅰc：$2I^-_{(aq)} + H_2O_2 + 2H^+_{(aq)} \rightarrow I_2 + 2H_2O$

溶液的顏色是深藍色，這個顏色來自於碘澱粉錯合物。

2. a. 在 Part Ⅱb 亞硫酸根離子和過量的碘酸根離子(KIO_3 飽和溶液)反應，在澱粉指示劑的存在下，由於下列的反應方程式，使得深藍色的澱粉-碘顏色逐漸變深：

$$IO_3^- + 3SO_3^{2-} \rightarrow I^- + 3SO_4^{2-}$$

$$5I^- + IO_3^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$$

在 Part Ⅲb 碘酸根離子和過量的亞硫酸根離子反應。有過量的亞硫酸根離子，所以自由的碘會因爲下列的連續反應，時而出現時而消失：

$$IO_3^- + 3SO_3^{2-} \rightarrow I^- + 3SO_4^{2-}$$

$$5I^- + IO_3^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$$

$$3I_2 + 3SO_3^{2-} + 3H_2O \rightarrow 6I^- + 6H^+ + 3SO_4^{2-}$$

這整個反應是將碘酸化合物氧化成碘化物，隨著碘濃度的改變，使得澱粉指示劑的顏色在深藍色和幾乎無色間擺動。

b. 根據下列的反應，在 Part Ⅲb（2）的產物(黃色沉澱)和 Part Ⅰa 所獲得的產物是相同的：

$$I^-_{(aq)} + Ag^+_{(aq)} \rightarrow AgI\downarrow$$

c. 當 I_2 和 6M 的 KOH 反應時產生的陰離子物種如同在 Part Ⅲa 中的 IO_3^- 和 I^-。

3. 此反應是碘在鹼性溶液中的自身氧化還原反應：

$$3\,I_2 + 6OH^- \rightarrow 5I^- + IO_3^- + H_2O$$

在酸性溶液中的逆反應：

$$5I^- + IO_3^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$$

4. 由於 X^- 的電子組態是 ns^2np^5，所以有(-1)氧化態的 X^-。

5. 製備氟氣的唯一適用方法是以電解氟化鹽爲基礎，例如 KF 溶解在無水的 HF 中：

$$KF + HF \rightarrow F_2 + H_2\ (電解)$$

$$2F^- \rightarrow F_2 + 2e^- \qquad E^0 = -2.87\,V$$

$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \qquad E^0 = 0.00V$$

$$2F^- + 2H^+ \rightarrow F_2 + H_2 \qquad \triangle E = -2.87V$$

6. ClO_2^-：彎曲

ClO_4^-：八面體

BrO_3^-：四面體

IO_6^-：雙三角錐 T-型

題目 38：$Cu(NH_3)_4SO_4 \cdot H_2O$ 錯鹽的製備

無水硫酸銅($CuSO_4$)是白色的，當它溶於水中，變成天藍色溶液，因爲形成了錯離子 $Cu(H_2O)_6^{2+}$或 $Cu(H_2O)_4(H_2O)_2^{2+}$ 或 $Cu^{2+}_{(aq)}$ 。由於 Jahn-Teller 效應，這六個水分子的化學環境是不相等的。

硫酸銅的水合鹽($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)也是藍色固體。它可被寫成 $Cu(H_2O)_4 \cdot SO_4 \cdot H_2O$ 。如果一個 NH_3 溶液加入 $Cu^{2+}_{(aq)}$ 溶液中，由於形成了新的錯離子，顏色將變成深藍色。

如在含有 Cu^{2+}離子的溶液中加入 NH_3 溶液，其溶液顏色會轉變成深藍色，因爲形成了一種新的錯化合物 $Cu(NH_3)_4^{2+}$，其反應式如下：

$$Cu^{2+} + 4NH_3 \leftrightarrow Cu(NH_3)_4^{2+} + \text{water}$$

錯化合物 $Cu(NH_3)_4^{2+}$在含有 0.01 到 5M NH_3 的溶液中爲主要產物；在含有較低濃度 NH_3 的溶液中，有助於形成含有較少 NH_3 分子鍵結的錯化合物，那就是 $Cu(NH_3)_3(H_2O)^{2+}$、$Cu(NH_3)_2(H_2O)_2^{2+}$，與 $Cu(NH_3)(H_2O)_3^{2+}$；而當溶液中的 NH_3 濃度高於 5M 時，也會形成一部分錯化合物 $Cu(NH_3)_5(H_2O)^{2+}$。在這些情形下，最佔優勢的錯化合物爲 $Cu(NH_3)_4^{2+}$。

$$K_{form} = [Cu(NH_3)_4^{2+}] / [Cu_{aq}^{2+}][NH_3]_4$$

當 K_{form} 值大時，即 K_{inst}（$1/K_{form}$）值小，化學平衡趨向右方，因此錯化合物 $Cu(NH_3)_4^{2+}$是安定的。

若反應平衡可迅速達成，即稱錯化合物 $Cu(NH_3)_4^{2+}$爲不安定的。

若反應平衡達成得很緩慢，則稱錯化合物 $Cu(NH_3)_4^{2+}$爲惰性。

由於錯化合物 $Cu(NH_3)_4^{2+}$的不穩定，其鍵結於中心離子 Cu^{2+}上的 NH_3 分子，會快速且持續地與存在於溶液中未鍵結的的 NH_3 分子交換著。

實驗

1. 將 6.25 公克水合硫酸銅晶體溶於 10 毫升濃 NH_3 溶液與 6 毫升蒸餾水混合液裡面，根據先前的平衡式，可知會產生含有 $Cu(NH_3)_4^{2+}$錯合物的深藍色溶液。
2. 此錯鹽 $Cu(NH_3)_4^{2+}$在乙醇與水的混合液中之溶解度比在水中之溶解度低?(請解釋原因)。藉由滴入 10 毫升的乙醇於溶液裡並且放置冷卻，將會產生一沉澱物。此沉澱物溶解於乙醇與水的混合液中會是吸熱反應還是放熱反應？
3. 此沉澱鹽類經過真空抽器過濾並先使用(a)等體積的乙醇與濃 NH_3 溶液之混合液清洗，而後用(b)純乙醇清洗，最後再用(c)乙醚清洗。
4. 將所得到的結晶體放入乾燥器中使之乾燥，爲了避免錯化合物在乾燥的過程中分解，我們必須使用不和 NH_3 反應的乾燥劑，例如：CaO。假如我們所使用的乾燥劑會和 NH_3 起反應，例如：$CaCl_2$，則氣相 NH_3 會和乾燥劑鍵結。爲了維持固汽相間的平衡，錯化合物將會分解。
5. Cu(Ⅱ)與 NH_3 的鍵結性質如下：

   將 0.3 公克的起始物 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 溶於 10 毫升的水裡，滴入少量的 2M Na_2CO_3 溶液，然後會產生藍色的 $CuCO_3$ 沉澱物。一個相似的 $Cu(NH_3)_4SO_4 \cdot H_2O$ 溶液無法提供上述的反應，是因爲 Cu(Ⅱ)已經先與 NH_3 形成 $Cu(NH_3)_4^{2+}$

的形式。

甚麼樣的條件下可以從 $Cu(NH_3)_4SO_4 \cdot H_2O$ 錯鹽溶液來形成 $CuCO_3$ 沉澱？

$$Cu(NH_3)_4^{2+} \leftrightarrow Cu^{2+}(aq) + 4NH_3$$

NH_3 的移除將使平衡向右移動:

(a) 藉由加熱

(b) 藉由加入 $CaCl_2$

(c) 藉由加入 HCl

爲什麼此錯鹽在水中的溶解度比在乙醚中的溶解度大？

題目 39：在水樣本中，鎂和鈣的 EDTA 滴定

水的硬度情況與所含鹽類有關，Ca^{2+} 、Mg^{2+}其主要伴隨離子爲 Cl^-、SO_4^{2-} 和 HCO_3^-。藉由水的煮沸，將可溶性的 HCO_3^-鹽類轉變爲不可溶性的 CO_3^{2-}鹽類：

$$2HCO_3^- \rightarrow H_2O + CO_{2(g)} + CO_3^{2-}$$

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3(\text{insoluble})$$

藉由煮沸可將鹽類去除的硬水，稱爲暫時硬水。

含有 Cl^-、SO_4^{2-} 的硬水，不能以加熱去除其鹽類，此種硬水稱作永久硬水。

總硬度是暫時硬水和永久硬水的硬度和。水的硬度有三種表示法：(i) 氧化鈣的毫克數 / 100 毫升的水（mg CaO/100cm^3 H_2O），又稱爲荷蘭度（Deutch degrees，D^0）：(ii) 碳酸鈣的毫克數 / 100 毫升的水（mg $CaCO_3$ /100cm^3 H_2O），又稱爲法國度（French degrees，F^0）：(iii) 碳酸鈣的毫克數 / 1000 毫升的水（mg $CaCO_3$/1000cm^3 H_2O，美式硬度法）。

步驟：

水的硬度測定以 EDTA 滴定法行之

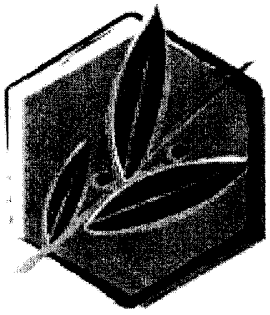
1. 精確的量取 50 毫升的水（一個含有某數量的鎂離子及鈣離子水，可以作爲硬水的替代品 ）。
   加入 2~3 毫升的緩衝液（NH_3/NH_4Cl，pH = 10）以及 3 ~ 4 滴 0.5%的指示劑（melan eriochrome T in alcohol）。由於鎂離子和指示劑形成錯合物，溶液變成了紫紅色。
2. 一個已知濃度爲 0.01 F 的EDTA 二鈉鹽溶液(相當於 1cm^3 EDTA 對 1mg $CaCO_3$) (問題 1)逐漸加入並加以攪拌。鈣離子及鎂離子與 EDTA 形成 1.：1 的錯合物，EDTA 將與所有游離於水中的鈣離子及鎂離子形成錯合物，最後也會將原本與指示劑結合的鎂離子取代出來。當到達滴定終點時，因爲指示劑的釋出，溶液的顏色從紅色轉變成藍色。在 PH = 10 時，顏色的變化非常明顯，當量點的判定也較精確。如果 V 是 EDTA 溶液所消耗的體積，C 是它的濃度（相當於 1 cm^3 EDTA 溶液所對應 $CaCO_3$ 毫克數），而水樣品使用 20 cm^3 ，那麼水的硬度（in mg $CaCO_3$/100cm^3 H_2O）可用下列式子表示 ：F^0=2VC。如果 C = 0.01F ~1mg $CaCO^3$/1cm^3 EDTA 那麼 F^0 = 2V 。

問題

1. 證明濃度 0.01F 的 EDTA，相當於每 1ml 的 EDTA 對應 1mg $CaCO_3$。
2. 如果使用 25 毫升的水樣本，則硬度 F^0 將如何計算？
3. 分別以 D^0 和 mg $CaCO_3/dm^3$ H_2O 來表示實驗測得的硬度。
4. 如果水中只含鈣離子，但是沒有鎂離子，是否可以以上列方法去決定鈣離子的濃度？此方法須有什麼修正？
5. 在許多城市，氟離子被加入自來水，用來保護牙齒。如果暫時硬水爲 1.0×10^{-3} M，則氟離子是否可達到期望的濃度(百萬分之一)，而又不會形成不可溶的 CaF_2？CaF_2 的溶解度積爲 1.7×10^{-10}。

第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽

競賽
暨
檢討



2003 年中華民國參加希臘雅典第 35 屆國際化學奧林匹亞競賽
代表團名單

職稱	姓名	英文姓名	性別	服務機關(就讀學校)及職稱	出生年月日	住址及電話	護照號碼	身份證字號
領隊	李成康	Chen-Kang Lee	男	彰師大化學系副教授兼建教中心主任	38.11.16	500 彰化市進德路一號 04-723-1930(H) 04-721-1035(O) chleeck@cc.ncue.edu.tw	133508441	D101081316
副領隊	王文科	Wen-ke Wang	男	彰化師大副校長	37.04.06	408 台中市南屯區豐樂里文心南六路 20 巷 13 號 04-2472-5867(H)04-721-1199(O) wkw@cc.ncue.edu.tw	200588817	S101658604
顧問	林淑貞	Shu-Jen Lin	女	教育部中等教育司副司長	42.7.30	台北市保安街 1-12 號 5 樓之 7 02-2553-9240(H)02-23565656(O) Jenn@mail.moe.gov.tw	133356500	A200252374
觀察員	洪政雄	Cheng-Hsiung Hung	男	彰師大化學系助理教授	53.3.27	500 彰化市建國北路 172 巷 14 弄 37 號 5 樓 04-721-1190(H) 04-723-3192(O) chhung@cc.ncue.edu.tw	133503124	M120406223
觀察員	方泰山	Tai-Shan Fang	男	台師大化學系教授兼科教中心主任	35.12.12	116 台北市羅斯福路 6 段 142 巷 20 弄 27 號 9 樓 http://www.chem.ntnu.edu.tw (02)29309074 chetsf@scc.ntnu.edu.tw; (02)29352761(H)	130101529	F102339242
觀察員	李衍彰	Yean-Jang Lee	男	彰師大化學系副教授	48.10.18	408 台中市建功路 107 號 4 樓之 10 04-23834903(O)0921-723487 leeyj@cc.ncue.edu.tw	133043855	U120467607
觀察員	楊慶成	Ching-Cherng Yang	男	高師大化學系副教授兼研發處處長	41.1.18	807 高雄市三民區寶龍里 23 鄰正興路 9 號 10 樓之 1 (07)6051021 (O) (07)3831765(H) 1410@nknucc.nknu.edu.tw	M15794914	A103216378
輔導員兼中文翻譯打字員	馮松林	Sung-lin Feng	男	國立竹山高中教師	52.1.24	557 南投縣竹山鎮集山路三段 1148 巷 12 號 049-265-6925(H) 049-264-3344 ext. 12(O) songlin1@ms42.hinet.net	M16486835	M120582157
隊員選手	呂易璁	Yi-Tsung Lu	男	台中市台中一中三年級	73.11.28	406 台中市文昌東五街二巷一號 04-223-32043；0958-743-001 allnovels@yahoo.com.tw	200657803	L123338767
隊員選手	張凱博	Kai-Po Chang	男	台中市台中一中二年級	75.4.23	406 台中市平德路 122 巷 15 號 04-22952855；0923-149-699 ast154251@yam.com	131956058	N125097001
隊員選手	李俊毅	Chun-I Lee	男	台中市台南一中三年級	74.3.21	710 台南縣永康市永正路 13 號 06-232-0123;0953-073877 buteo@pchome.com.tw	200607851	R123604501
隊員選手	陳喬凱	Chiao-Kai Chen	男	高雄市高雄中學二年級	76.1.24	800 高雄市民生一路 176 號 4 樓之 3 07-2260266;0955-808679 abc.joe@msa.hinet.net	200614145	E123752646

新聞稿

第三十五屆國際化學奧林匹亞決賽我國獲得一金二銀一銅

國立彰化師範大學化學系受教育部委託承辦「第三十五屆國際化學奧林匹亞參賽計畫」，選訓四名國手在排除重重阻礙下，於七月四日赴希臘雅典參賽，決賽日期爲二〇〇三年七月五日至七月十四日，我國共獲得一面金牌、二面銀牌及一面銅牌。

我國代表團係由教育部中等教育司林副長司淑貞擔任領隊、彰化師範大學王副校長文科擔任計畫主持人、化學系李成康教授擔任執行秘書、台灣師範大學方泰山教授、高雄師範大學楊慶成教授、彰化師範大學化學系李衍彰教授、洪政雄教授、竹山高中馮松林老師擔任輔導員；四名國手分別爲台中一中三年級呂易璁同學、台中一中二年級張凱博同學、台南一中三年級李俊毅同學及高雄中學二年級陳喬凱同學。

2003 年我國參加國際化學奧林匹亞競賽檢討報告

一、 參賽結果

2003 年我國參加國際化學奧林匹亞競賽四位選手均獲得獎牌：台中一中高三的呂易璁(台大醫科)獲金牌，總成績 89.27，排名 18；台南一中高三的李俊義(台大化學)，獲銀牌、成績 85.21、排名 50；高雄中學高二陳喬凱，獲銀牌、成績 81.56、排名 74；台中一中高二張凱博，獲銅牌、成績 77.67、排名 95 名，整個團隊在 59 國排名第 10。成績在歷年排名中較不理想。

二、 選訓過程

2003 年我國參加國際化學奧林匹亞競賽選訓過程分述如下：

1. 初選：成員來自：(1) 筆試初選 25 位，全國報名人數爲 300 位；(2) 全國化學能力競賽一、二等獎 8 位；(3) 國科會或教育部高中人才或資優生培育計畫 2 位；共 35 位。
2. 選訓營：一共 17 天，複賽採奧林匹亞模式，錄取 1/2 進行口試決賽，選出 4 位國手。
3. 個別輔導營：一共四十九天。

三、 有關 2003 年我國參加國際化學奧林匹亞競賽之檢討

1. 本團受 SARS 影響最深，五月初即與主辦單位連絡，歷經一個月多次的努力聯繫，駐外單位也幫忙，但是主辦單位根本不回覆。六月下旬，主辦單位一下詢問我國自動棄權之可能性，一下要我國至非 SAR 區隔離 10 天，等一、二天內將所有手續辦好，準備計畫啓程至曼谷隔離 10 天，主辦單位又來電謂自我居家隔離即可。幾番波折下來，影響甚鉅。
2. 初選過程大致良好，筆試人數降去年增加一倍。但從國科會或教育部高中人才或資優生培育計畫錄取者爲高二生 2 位，表現較不突出，此管道似可考慮取消。
3. 選拔營之國手選拔方式可能需要改變；實驗與筆試次數應增加，口試部份應參考其他表現，以期能錄取最優秀之選手。本次國際競賽與往年一樣，成績決定於實驗好壞，實驗差的一定與金牌絕緣，筆試再失敗就會落入銅牌。今年國手選拔似乎不盡理想。
4. 本次國際競賽題目內容難度不若往年、學生較不適應普通難度題目。似乎訓練的要求不夠確實。
5. 本次國際競賽之國手全來自於中南部學校，與往年大不相同。是否造成某些差異，值得探討。
6. 本次計畫執行單位累積去年的經驗，比去年更爲投入與用心，但去年總成績爲第三、今年爲第十，當記取經驗與心得，若再有機會舉辦將更能達成目標。

希臘化學奧林匹亞競賽日誌

李衍彰

7月4日

下午3時從五權西路上車，前往中正機場，上了北二高一路順暢，到了八德交流道前有塞車現象，原來發生交通事故，雖然我們的成員臉上有一些焦慮尤其是我內心十分不安[1]，但最後車子準時到達中正機場第一航站(我們搭泰航)，每個人的臉上才露出開懷的笑容(very important)。一般人總是沒有注意航空站的作業，只是等待和聊天，總算檢查完行李，可以踏上飛機了，這時我才有心情思考未來幾天的行程如何？對於未去過或是陌生的地方，內心充滿期待及計劃[2]，忽然間飛機到達曼谷機場，不幸的是登機門改變了，電腦上找不到資訊，機場的人員又不會講英文，當我們到達原機票上給的登機門，發現不對大家只能再往回走[3]，直到找到正確的登機門，心情才算抵定(已是過了12點了)。泰航的服務不佳可以襯托出華航的好(雖然我沒搭過，至少它是比不上西北，美國航空，Delta，日航等)，空服人員沒有專業的訓練，像上餐的速度慢，英文也不好，餐點不足時，只說抱歉，卻不主動詢問，乘客必須自己開口要求，才能吃到麵包，總之大家對泰航只有記得Sun-Wai-Di-Car(台語"三碗豬腳")。

7月5日

早上6:00[4]到了希臘，一個充滿神話的國度，機場當然沒有太多通關手續，比任何一個國家的海關都容易且方便許多[5]，等待接機人員是內心的期盼和渴望，因爲每一個人到陌生地，內心的恐懼或不安是難免的，人生就是如此，你擔心的偏偏發生(莫非定律尤其是不好的！)。沒有人到機場接機(可以想見，因爲別人也沒有義務爲你做任何事，但是Taiwan的駐外人員只是勤於接部長，總統或政要其他一概不理，既然如此爲何百姓要付這些稅給他們，不必等中共打壓，我們自己撤回就好了)。對希臘主辦單位，早上8:00終於有一位接機人員到來(我們可以諒解，因爲他們從未有準時的觀念，更何況我們是來競賽，無法做評斷！)。又搭了40分的車到了旅館，啊！國賓(Presidential Hotel！)，太早到沒有準備好房間，原訂早上9:00的註冊，沒有人出現，到了早上10:00還沒有吃早餐，此後我們都在等待，除了等待，還是等待。我心想也許是我們的行程表和其他國家不同，太早來了（大陸、韓國、泰國前一天到），還是我們的英文無法和希臘人溝通，終於有人說早餐有供應，此時有些人已經上樓，於是馮老師(竹山高中)便上樓去告訴大家，我和楊老師(高師化學系)先去佔座位，好像是工作人員要收工的時刻了，但我們幻想是要重新整理(臭美哇！)，有一件很重要的事，我一直未提就是到了希臘,大家才真正體會水的重要，因爲他們百分之70是石頭山，沒有腹地，沒有下雨，更沒有水庫可以儲水，可樂和飲料比水便宜(待續！)，很快我拿了一杯水和早點，到了座位，其他人下樓了，正要進來，工作人員卻拒絕他

們，幸好有一些人(未知！)和我們一樣在最後一刻喝到水。吃完早餐，回到註冊地方，行程已經改到晚上(或下午)，我的記性不佳也沒法想，長途的飛行，加上沒有水喝，誰在乎註冊的時間，因爲希臘和台灣有 5 小時的差距[6]。詢問旅館清潔人員，哪裡可以得到水或冰水，經過幾番的比手畫腳大家終於瞭解水很貴，一般台灣賣 10 元的礦泉水，在這裡要賣 0.55 歐元(即台幣 22 元，餐廳要 90 元)，在街上每人手中都帶有一瓶水，因爲這裡的太陽光很強，這時大家懷念台灣真是寶島，親身體驗才知道[7]，安置好行李，先到附近走走，以便熟悉環境，因爲不知希臘的作習時間，在街上沒看見商家開店，於是回到旅館，正巧已是中午時間，大家一同吃午餐，哇！16 歐元(約台幣 640 元)，以爲該會是很棒的一餐，結果是一道沙拉(沒醬料只有 oliver oil)[8]，接著上主菜(二片雞肉、泰國炒米、馬鈴薯)，水果，可以喝水(喝到飽)，原來這樣的餐還要吃 8 天(天啊！真難想像！)，不過至少不用去煩惱找地方吃飯。又是等待註冊，希臘人有一定的習性，分工也很細，所以一問三不知，只有希臘人或比他們更沒有效率的國家不會抱怨，可以看到很多人一直到詢問台問東問西，趁著空閒時刻爲陳喬凱同學複習有機化學，後來再出去走走，因爲早上沒人開店，下午該會有人開店吧！從下午 3:00 到 5:00，除了一家文具店，所有商店都不開，想必大家都是週休二日，因爲今天是星期六。回到旅館，李成康團長說有家樂福超商可以買水，於是又出去逛一下，的確所有物價比台灣高，於是買了一些飲料。回到旅館終於註冊看好行程，先是歡迎晚餐，和下午不同的是主菜雞肉片改成牛肉，其他不變。總之，要進食才有體力工作，沒有致詞，沒有禮儀，坐好了，服務生爲大家上菜，好像很吵鬧，但是很自由，對我而言，真是賓至如歸，不論如何要好好休息和爲明天的工作做準備，所以洗完澡便上床睡覺了(晚餐是下午 9:00，所以上床時已經下午 11:30)[4]。

7 月 6 日

已經不知日子是星期天，吃過早餐後，很快被送到雅典大學的哲學系，當然一定要有開幕式，那是在一個山丘上[9]，校園很大，似乎沒有其他系相鄰，從建築物的外觀，彷彿是沒經費粉刷牆壁一般，也許這是他們的特色，而我只想知道軟體如何，外觀並不是最重要，(才怪！)。圓形的座椅，和希臘早期的戲院很像，學生代表坐前面，教練團和來賓坐後面，終於找到學生的位置，因爲大家擔心名稱問題，名牌上用 Taiwan，大會的預告單是 Chinese Taipei，所以大家等待介紹選手時將會如何？因爲中共的大使也親自出席了開幕式，等待到了近中午司儀宣佈開始，希臘由教育部長親自主持演講，首先是鋼琴獨奏，接著女高音獨唱，再由合唱團演唱，從合唱團的服裝，可以看出希臘民族性是不拘於形式，有人穿牛仔褲，裙子，戴太陽眼鏡，服裝顏色不同，不過合聲很整齊、美妙，總之給人餘音繞樑，美好回味的感覺。隨後教育部長的演說上場，我印象最深的是他對自己的文化，有危機的感覺，因爲希臘文是否能延續下去，教育部長要負很大的責任，其他的演講文[10]都是歡迎、加油、預祝大家有好成果之類的話。雖然教育部長出席，可是雅典大學校長並沒有陪同出席，只有化學系的承辦教授(3 人)，或許這

就是他們的文化，最後當然是介紹各國選手名字，到了我們銀幕上是出現Taipei，那時你該如何？我們沒有參與政治(一般教授學者，真的嗎？)當然不知如何抗議，總之，它給我的感覺不舒服，我們的駐外人員在哪裡，只能心中暗想外交人員太忙了，或是我們的活動太不受人家的重視了，雖說政治歸政治，學術歸學術，好像也沒那麼簡單，很快的我也入境隨俗，希臘文化是做自己該做的事，一切不用太憂心(可悲啊！)。開幕式後是就地吃中餐，真好玩，大家站著吃，而且只有一盤，反正限量可以讓大家搶著吃而忘記好不好吃，比起成功嶺的大鍋菜還差，看來希臘人對吃的要求很低，據說他們要求教育部補助的經費只給五分之一，所以大家的結論是各方面必須精簡到五分之一。總之，我仍是把重點放在化學競賽上，一個古國真的事事好原始，他們的建築物很高，所以沒有冷氣，大家穿西裝在三十多度的大太陽天下，可以不感覺熱嗎？當然對水的渴望更強且多，前面說過水很貴，所以用餐時也是限量，很快的，大家都想要找水喝，吃過中餐，於是被載送到化學系，檢查實驗器材，當然又出現了抗議事情，TLC 片(化學專有名詞)不足，公用藥品不清楚。總之，他們不會生氣，很快的都說好要改進(天知道！因爲我們不是選手，所以無從對照！)。從這一二天的種種，可以體會出古人所謂人在別人屋簷下不得不低頭的道理，時間過得特別快，拿到考題，大家開始分工，翻譯，今年的實驗考題是二胜肽的合成，和滴定 ascorbic acid。因爲李主任去年的經驗，我們一邊翻一邊讓馮老師打字，當然有人必須出席教練會議，因爲希臘人做事的效率和大家的想法不同，所以教練會議一直開到很晚，中間讓大家吃晚餐，吃過晚餐，我們便分別進行所交付的工作。因爲教練會議沒結束，所以一直沒有拿到最後修訂本，晚上 11:00 只好讓大家回旅館，我們雖然已經把大略的文句打入電腦，但仍須校稿和最後修訂，這時已是午夜兩點，因爲早些做好，心中才會較安心，不知不覺就天亮了。

7 月 7 日

吃過一成不變的早餐，又被帶到化學系，繼續昨天的工作，到了吃中餐，最後的英文修訂本仍是未定案，按大會規定要在下午 5 點前把翻譯本給大會，分析表格一再修改，到了下午三點終於決定，我們在下午 4:00 交給了大會，搭上下午 5:30 的公車回到旅館，吃完晚餐(沒有感覺和變化，應該習慣吧！)很快休息(因爲明天要去參觀希臘的名勝)。

7 月 8 日

一早搭上遊覽車前往 Mycenae 和 Nafplion，大約花了 1.5 小時到 Mycenae，因爲導遊小姐解說時間太長，所以沒有太多時間親自觀賞，只能照幾張照片，這次出國，我已經有心理準備，就是把翻譯做好，輔助選手順利爭取到好成績，於是目標明確，這些都是次要的，也因爲沒有太多預期，所以收穫也相對的多，照了很多照片，中餐到一家道道地地的希臘餐廳，正如導遊小姐所說，當地最好的一家，吃的是烤羊肉和紅酒，因爲我一向不喜歡喝酒，所以請服務生給我可樂，

最後服務生向我收可樂的錢，大家對於希臘美食留下深刻印象(全程最好吃的一餐！)。從希臘的行程，可以看出辦活動很輕鬆，因爲很多是用外包，如旅遊讓旅行社辦，主辦的人沒看到有人隨隊，或許他們的旅行社聲譽較好吧！(我猜想的！)。又看了幾個殘餘[11]地方，不是石柱就是石洞等等，當然它有很多可歌可泣的故事，或許上帝沒有給他們太多物質，但是上帝給他們智慧，他們懂得利用天然資源或是知識，賺取遊客的錢，據說希臘唯一的工業是鍊鋁，但是它的農產品，如 oliver 就有相當多種類，除了民生必需，還能推廣到保健食品，防曬等等，這些都是他們能存續的理由！回到旅館，很快又前往化學系，準備理論試題的翻譯工作，可以預見它的行程一定是延擱，不出所料，大家在化學系吃晚餐，拿到考題已經晚上 8:00，因爲希臘夏天白天很長，晚上 9:00 才會暗下來，所以大家拿到考題仍以爲是原定時間，總之，我很快的去參加有機的教練會議，今年題目注重立體結構，一般反應和胺基酸的結構，很快的翻譯完，讓馮老師打入電腦，到了晚上 11 點，大家就收工回旅館，當把自己的部分校稿完，又是午夜 2 點了，只好回去休息。

7 月 9 日

和實驗題一樣，我們到了化學系，必須把自己的翻譯題整合到他們的電腦內，雖然我們已有一次經驗，可是這次的題目比較多，所以大家校訂也很耗時，最後趕在下午 5 點交給大會，搭下午 7:00 的車回旅館，同樣在晚餐前到家樂福買水和水果來補充營養和水分，因爲有些人已經有抽筋現象，我也感覺到鹽分的流失，當初開行前會議時，李俊毅同學還提到要帶幾箱泡麵，的確這時有些後悔，在中正機場等飛機時，有中小學生到泰國比賽手球我就看到他們帶泡麵，多一份準備當是有備無患，這次我們帶了五部手提電腦，雖然很重，但是對我們翻譯的工作就發揮了很大的作用，吃過晚餐，想再去家樂福卻已經關門，只好回到旅館多休息，也可以保留體力和避免鹽水份的流失。

7 月 10 日

大會安排我們到小島去等待選手考試，希臘和印尼一樣有上千個小島，所以很多人來這裡也一定要到小島觀光一番，的確，除了在本島上看遺跡外，就是享受地中海和愛琴海的悠閒美麗的憧憬，在渡輪上凝視青山綠水和藍天白雲美景宛如詩畫一般(有圖爲証！)，這也難怪乎！希臘神話描述的像人間天堂般，所有的遊客被吸引得流連忘返。從旅行社的角度一定是以做生意爲主，所以很快的我們被召喚去聽一天行程的簡報，在船上巧遇簡楊青教授(米里蘇達化學系系主任)，他正好到希臘開會，因爲它是研究聚合物，所以和我有機的專長較合，於是他提到台灣近幾年來在研究的投資和成果上都有很大的進步，這是可喜的事，當然我們不能滿足，要更上一層樓才對。下了島發現都是賣紀念品的商店，休息了 50 分鐘，船又往第二個島(hydrate 水合島)，這裡的海水很清澈，可以看到魚和水中岩石，很多遊客來這裡游泳，只恨旅行社爲何只停留一小時，再前往第三個島(最

大的最後的)，我們在船上享用午餐，雖然餐點是含在船票裡，但是不包括飲料，水，咖啡，更絕的是，如沒有點飲料，餐點會慢上來，因爲我們是最早入坐，沒有點飲料，等到所有點飲料的桌次上完所有餐，才輪到我們，正巧我們和大陸的教練們同桌，這是最不好的餐點，到了最大島，還要花 60 歐元搭車遊玩全島，想一想在台灣辦活動，我們招待來賓提供了最好的服務，或許這是歐美作風。今天是唯一沒有工作的一天，所以，讓大家有機會去購物，當然我們住的地方離市區仍要搭車，因爲明天要改考試卷，和裁判會議，所以我吃完晚餐，很快便入睡，讓自己有充分的體力，這一趟遠門的確是要有很好的體力。

7 月 11 日

原訂吃過早餐便可以拿到考卷，大會又一次黃牛了，他們宣佈下午才能拿到，要大家先去市區購物，正巧李主任要傳真行程給義大利，似乎旅館的服務人員不會操作，只好親自走一趟我們的代表處，因爲對地圖的遠近沒概念，所以三人一同走過去，到了代表處幫忙傳真後，三人便搭計程車回旅館，只好等待中餐，或許是昨晚著涼，我的頭有些痛，到了晚餐拿了考卷，很快大家核對學生的作答，發現有二位選手的實驗成績和另外二位相差 10 分，對於此二位選手要有好的成績似乎有些難。於是像國中基本學測般，大家互相猜且互相詢問各國的成績如何？這次希臘是先把考卷改好才影印給大家，這樣可以省去在裁判會議上的爭執，因爲選手全對的部分不需花太多時間，但是錯的部分也有成績和答案可以對照是否合理，這是唯一讓大家稱許的做法。晚上教練團開始檢討這次的疏失及成績的預測，當然這一切都是無濟於事，只能提供給下一次當參考，實驗的成績將會是選手決定勝負的關鍵，從高中化學教育可以得知高中生對有機化學實驗很缺乏，除了酯化反應沒有其他合成實驗，每當選拔出國手，我們仍必須對他們的有機合成多加強。總之，除了改進目前高中教材外，可能要延長有機實驗的訓練，有助於日後爭取到好成績，如果我們像美國，德國志在參與不在得獎，那就另當別論了。

7 月 12 日

過了一夜的猜測，仍是緊張，因爲大家很想知道成績，大會把裁判會議分成三組，我們正好在最後一組(下午 4:00)，依照國家名字(Taiwan)，早上和下午，大會安排到市區去逛街，因爲是周六，所以街上有很多活動，當然大會也給我們免費的午餐卷，是串燒肉和啤酒，這回雖有飲料招待，但是用完餐後，服務生自動向大家要小費(在希臘沒有給小費的習慣！才怪！)，當然每人給的小費比買飲料少很多，之前我們去了阿波羅和宙斯神殿，的確是值得一看的地方(仍是大理石柱和宮殿，至少比其他地方雄偉，壯麗)，在那裡正好遇上我們的選手，當地電視台正好訪問了李俊毅同學，後來我們回程也接受訪問。記者：你對神殿的感覺如何？答：很雄偉，印象很深刻，值得一遊。記者：你們知道李小龍或成龍嗎？答：當然，李小龍是偉大中國功夫的代表，我們也都很崇拜他。

吃完午餐，我們搭地鐵回旅館，因爲有林副司長領路，雖然不懂希臘文，我們沒有迷路，回到旅館下午 4 點，正好出席裁判會議。因爲張凱博同學的實驗題中 TLC 片的結果是對的，但是他可能緊張把化合物紀錄 R_f 值互相顛倒了，所以我們去向大會說明，最後又得了 2 分回來，不論這個分數對他的最後獎牌無關，但是對他的排名有關係，所以我們教練團有義務向大會爭取。總之，這也是我們工作之一。晚上是教練團會議要決定獎牌的數目，當然大會知到成績，所以大會最清楚在哪一個百分比是給金，或銀，或銅。這次大會主席很好，他盡量把獎給選手，會中有一位教練提出，如果實驗操作滿分，是否有獎？主席立刻接受，會給予考量。大會把調整後的成績要大家確認，並且簽名，這時紛紛傳出大陸 4 人 90 分以上，還有白俄羅斯，韓國也有 90 分以上，泰國對更是在臉上有笑容，從這次的教練會議，讓人感受他的重要性，因爲獎牌的決定和一些特別獎，當然也要有接受建議的大會，這是讓人難得的經驗。

7 月 13 日

最後頒獎和成績揭曉的日子終於到來。在等待的時刻，大會也安排大家自由的去購物(Flea Market)，當然我也不免俗的好好的採購，因爲一切只有聽天啦！盡力的事已做，不要太重視結果，我一向的人生態度，所有的事實必須接受和坦承，到了下午 5:30，大家被車接到國會館(Zappion)準備閉幕和頒獎，會場是一個圓形中庭，中間空盪，因爲希臘不太會下雨，所以不用擔心改地點，當然是沒有冷氣，閉幕由雅典大學校長致詞，接著交回大會主席，很快就是頒獎，首先大會給 2 個教練獎品，因爲他們在教練會議時踴躍發言，讓大會的熱烈討論成功，再者頒發佳作選手，銅獎，結果張凱博同學得了銅牌，好不容易是銀牌，因爲我們的選手出來愈快，金牌的希望愈小，當然如預期得到一金二銀一銅，雖是比去年差，但是選手成績進步了，相對別國進步更快，泰國露出笑容，因爲昨晚多領二面金牌全落在他們身上，他們得到三金一銀，僅次於大陸，大會好想讓每位參與的人都有獎，於是頒給參與這次活動的人參加獎牌，真是把一切畫下完美的句點，最後大家有晚宴和舞會，當然我們是比較拘束的民族，只能看，像越南，泰國，韓國，日本都有教練和選手下場飆舞，雖是賓主盡歡，但是我們隔天要回來，於是大家提早離席，搭公車回到旅館，因爲任務達成，我和另外二位老師便順原程回國，這次的活動不僅選手，相信教練團也有更深一層的體認，更感謝教育部的支持，我的日誌願讓大家分享！

參考和註解：

1. 因爲我們預計 6 時到達目的地，所以一向準時的人一定會有不安，人們開始想像和推理是誰的錯，例如 a.司機不該選擇北二高，因爲還有中山高爲何不選擇，我的抉擇永遠是最好且最想要的(才怪！80%)，b.旅行社不夠好，或不會安排行程(大部分人的反應)，c.團長的計劃不夠周全(沒有人會如此抱怨，因爲大部分的團長是高階長官或主管，所以只有 10%的人會內心想之)，d.最

後是個人因素，讓行程延擱(常是被忽略的)。

2. 查看資料，或機上的服務情形，到達時間，如何轉機，能否平安，各種各樣的面孔，有人是休閒、考試、考察、唸書、回家、路過、比賽、開會，因人而異。例如：我們是路過到雅典競賽。
3. 曼谷的登機們是長條形，要從前端走到末端大約 10 到 15 分鐘，這種轉機真是要命，如果有老人和婦孺。
4. 一般作習時間：早上 8:00-下午 2:30，下午 5:30-下午 8:30。所以大部分人只工作 8:00-12:00，下午 1 時用完午餐，休息到下午 5:30，才上下午班(才怪！已經晚上，當然是吃晚餐了下午 9:00，從家樂福下午 8:00 關門可見一般)。
5. 不論是代表團或個人，海關只是輸入電腦對照人或文件是否符合，沒有人會檢查你的行李，比美國，日本，韓國，泰國和台灣都容易太多且快了，所以不會養太多機場人員和佔用太多空間，更不用好多機場，只有一個就足足夠用，也不會等太久，損耗人民的錢，"時間便是金錢"，另類思考，正如希臘哲學家所留下的思維。
6. 我習用心算，而沒有把錶調整，因爲只有短暫的 10 天，回台灣又要調一次錶，所以我終是用加減法告知時間，以前我都是做私人的事，如出國唸書，開會，旅行，但這次不同是有任務，如何幫學生取得好成績(無法量化！)。
7. 台灣有山有水，在很多地方是不缺水。
8. 希臘的主要經濟作物。
9. 希臘百分之七十是山，所以大部分的建築物是在山丘上，雅典大學當然不例外。
10. 大會印發資料。
11. 希臘很多地震後的餘趾。

觀摩科學文明古國希臘
主辦 2003 年第 35 屆國際化學奧林匹亞競賽

方泰山
國立臺灣師範大學化學系

摘要（Abstract）

第 35 屆 2003 年國際化學奧林匹亞競賽在 59 個參賽國 132 位選手激烈競爭下，於月 5 日到 13 日在希臘雅典舉行。我國在中教司林副司長率領下，由彰師大王副校長領軍、化學系李成康副教授負責培訓選手的參賽隊，包括李衍彰副教授、洪政雄助教授與竹山高中馮松林老師，與負責組織 2005 年第 37 屆將在台北舉行的負責人台師大化學系方泰山教授，共 12 人本屆最大團隊。

結果，四位選手再度統統獲得獎牌：台中一中高三的呂易璁獲金牌，總成績 89.27，排名 18；台南一中高三的李俊義，獲銀牌、成績 85.21、排名 50；高雄中學高二陳喬凱，獲銀牌、成績 81.56、排名 74；台中一中高二張凱博，獲銅牌、成績 77.67、排名 95 名，整個團隊在 59 國排名第 10。累計我國 12 年參賽 47 名選手，共獲金牌 12 面、銀牌 27 面、銅牌 8 面。競賽題理論由普化至有機、無機、分析至物化漸難，單選題佔相當大的分量，實作以微量低溫合成之產率與度，與定量的滴定爲其最大特色。成績評定，主辦單位的主動、快速將成績曝光，爲其另一大特色。第一次國際化學奧林匹亞在奧林匹克運動會聞名古國希臘雅典舉行，以四兩撥千金方式，不管從政治、經濟或教育的觀點，領教了拉丁民族科學發展昇華的境界：皆大歡喜！

一、 SARS 侵襲的陰影與兩岸政治問題再度被炒作

九○年代冷戰結束後，十年來的蘊釀，終於在今年初同時爆發了兩個相當規模戰爭。在中東， 英美聯軍攻打兩河流域，巴比倫文明古國伊拉克的所謂波斯灣第二次物質科學大戰 ； 而在東方的中國廣東所謂的"SARS"("非典呼吸道症候")的生命科學大戰。前者離我們相當遠沒有多大的影響，後者則因藉著發達的航空交通，經由香港而傳染華人聚集自由地區，如新加坡、多倫多，當然近在咫尺的台北也終於在四月下旬中煞，各行各業嚴重受重創，當然我國今年參加各數理奧林匹亞競賽，都遇到了各種程度的阻礙。

先有五月廿五日，IChO 指導委員會丹麥籍主席 Prof. KurtBnietsen 應 35th IChO 主席希臘雅典大學 Andrea Tsatsas 教授的要求來函：道德勸說，染煞嚴重的新加坡、中國與臺灣三國能主動放棄參賽。在日本舉行的數學奧林匹亞競賽主辦單位，亦「暗示」我國自動放棄。僅白俄羅斯主辦的生物、和美國的資訊沒有受到直接的影響，物理在我國舉辦，因各國關切臺灣疫情，總會先決定比賽延後三個星期。

這些狀況迫使教育部在六月六日，在台師大科學教育中心召開緊急因應對策。當時一切仍充滿變數，各團已分別報告最壞打算因應對策。至六月十七日，臺灣自 WHO 旅遊警示區除名，可惜兩岸仍在 WHO "SARS"疫場上較勁。六月廿四日，大陸全部警示除名，只剩臺灣孤伶伶還在感染疫區名單上，也在此日又接到大會主席 Andreas 來函，要求臺灣代表團比賽前 10 天先到非疫區隔離，本人立即電主辦人李成康教授，因應洽妥七位必要團員，隔日（6 月 25 日）就備妥先到泰國溫書隔離之所有簽證機票緊急手續。就在出發前，Andreas 終於來函，疫情疫區國家隔離之問題，只要自家隔離即可，終於讓 12 位能完完全全照原定計畫，走完第一次移轉給彰師大獨立辦理的第 35 屆 IChO。爲留下這歷史的一刻，特將 35 屆大會主席 Prof. Andreas Tsatsa 之對話與澄清函引載如下：

From: kurt_b_nielsen

To: Wout Davids ; Wolfgang Bünder ; Tai-Shan Fang ; Sheila Woodgate ; Peter Wothers ; Jan Apotheker ; Gordon Bates ; Gábor Magyarfalvi ; Anton Sirota ; Andreas Tsatsas ; Hie-Joon Kim

Sent: Sunday, May 25, 2003 11:53 AM

Subject: SARS

Dear Friends

As stated in the letter from Andreas it is an emotional issue (and perhaps a problem with the Greek Ministry of Health) accepting the participation of the teams from China, Taiwan and Singapore in 2003 IChO in Athens.

Andreas and I therefore propose: that Andreas talk to the three countries and persuade them to abstain from participation in this years IChO.

This would deal with the emotional question as well as the any problems with the Greek Ministry of Health.

Andreas and I would very much like the have your opinion on this matter.

My best regards

Kurt

"From: Aliki Rontoyianni

To: Tai-Shan Fang

Sent: Tuesday, June 24, 2003 7:32 PM

Subject: SARS

Dear Colleagues,

Because of the SARS scare we ask you to adhere to the following recommendations that were adopted by the organizers of the Mathematical Olympiad in Tokyo and accepted by our Ministry of Health.

"Delegation members must stay in a non-Sars infected area for 10 days prior to entering Greece. During this time they should not exhibit any SARS symptoms, as verified by the delegation Head or an appropriate medical certificate."

Thanking you for your understanding,
Very Sincerely Yours, A. Tsatsas "

"**From:** Tai-Shan Fang
To: Aliki Rontoyianni ; tsatsas@chem.uoa.gr
Cc: 方泰山 ; "李成康"
Sent: Wednesday, June 25, 2003 9:41 AM
Subject: Re: SARS

Dear Prof. Tsatsas, Chair of 35th IChO c/o Prof. Rontoyianni:

Greeting! I apologize that I bother you at this your most busiest moment for great 35th IChO event!!

We regret to hear that you request "Delegation members must stay in a non-Sars infected area for 10 days prior to entering Greece. During this time they should not exhibit any SARS symptoms, as verified by the delegation Head or an appropriate medical certificate.".

It seems too late for us to response from our delegation to meet this requirement you noticed us just a moment ago. As you know, **"Taiwan" has been lifted from the warning of traveling (June 6) to this area and will be removed from the local transmission area** by this weekend **(June 26)** by WHO. Furthermore, we have already gone through all the red-tapes of traveling to Athens procedures. In case of need, could you let our delegation be isolated 10 days and approved by our delegation Head (Prof. Wang, vice president of the National Chung-Hwa Normal University) or our (Taiwan) CDC appropriate medical certificate? We hope that we can get your positive reply to this issue As Soon As Possible.

We are looking forward to seeing you in Athens. Thank you again for your kind help.

With my warm regards, and Have a successful 2003 35th IChO under your leadership.

Tai-Shan Fang, Organizer of 37th 2005 IChO
http://icho.chem.ntnu.edu.tw/

"**From:** Andreas Tsatsas
To: Tai-Shan Fang
Sent: Wednesday, June 25, 2003 9:26 PM
Subject: Re: SARS

Dear Prof. Fang,

You misunderstood the meaning of my message. To appease other concerned countries from irrational fears we have adopted the recommendations of the organizers of the Mathematical Olympiad, ie self quarantinization within your own country so that the head of the delegation can verify to the best of his knowledge that

no one exibits SARS symptoms and this is sufficient for the organizers. Absolute (!!) protection is impossible and we simpley want to demonstrate that we have given the problem the serious consideration that it deserves.

I am looking forward to welcoming your delegation,

Sincerely Yours, Andreas

除此, 兩岸政治問題再度被挑起. 先有主辦國在二月底上網的參加國,我國以 Taiwan (ROC)加中華民國國旗姿態出現;經中共抗議後,所有國家國旗消失與網站. 七月大會正式登場,團員的名牌是以 "Taiwan" 打印; 開幕典禮的 Slide Show 則爲"Taipei"加奧林匹克中華台北會旗,排在 "T"的位置,和中共 "C"遠離,但 Program of the Opening Ceremony 中的 Participating Countries 卻以"Taiwan"稱呼; 至於官方文件有些場合則以 "Chinese Taipei"爲之.可見希臘當局,做爲"科學"(science)與"民主"(demoncratic) 老大的用心! 摘錄最近六年各主辦國對我國名稱的作法.

1997 加拿大 29 (No official ceremony in Flag program)
1998 澳洲 30 (team flag, but shown in Bar Beque field with ROC flag)
1999 泰國 31 (No official ceremony in Flag program)
2000 丹麥 32 (with ROC flag in informal location)
2001 印度 33 (No official ceremony in Flag program.)
2002 荷蘭 34 (Opening Ceremony , parade with ROC flag in Church Auditorium)

二、 彰師大接棒經營的第 35 屆國際化學奧林匹亞競賽臺灣代表團

我國改造菁英教育於"天馬行空的第二代課程" 所自行發展出"S.T.S.平民化的 1984 年推出第三代課程"，開始補救，可能爲科學教育改革所帶來危機，而尋求加入數理各科國際化學奧林匹亞競賽。數理分別經過 6 年的奮鬥，終於在共產解體的次年參加兩大霸權政治中心的國際數理奧林匹亞競賽: 數學爲 1992 年莫斯科第 33 屆、化學爲華盛頓 DC 的第 24 屆 IChO，至今邁入第 12 年。新政府爲強力貫徹"教改"，加上生物奧林匹亞競賽去年爆發在選拔過程之司法案件，本年度一開始，就以全新姿態出現，將這兩個"保守"的原奧林匹亞主持人都摒除在國家的奧林匹亞委員會之外；突然間，已運行半年的委員會又來函，補聘數學與化學二位資深的老主持人！本人極感意外，以爲 11 年（如果再加上 5 年奮鬥入會，共 16 年）的苦勞應可以退居幕後解除；事實上，爲主辦 2005 年在台北的 37th IChO，去年已完完整整，悉數如數家珍將接力棒交給了將執行三年的彰師大化學系李成康教授。

今年彰師大在運作 35th IChO，一如往常，循著已實施 11 年的優良選拔與組團模式。 唯一不同的是，今年在大環境下，臺灣感染遭遇到史無前例"SARS"

疫情的"浸潤"。

就整個過程而言，不同之處仍有下列數點：

1.選拔管道：由台師大科學教育中心主導的中教司"數理資優升學"管道改爲由教育部顧問室主辦的"高級中學基礎科學人才培育計畫"。

2.選訓營：主要由中區的化學系教授參與，地緣限制，授課教授面不夠廣，且因自由民主意識高漲，教授入闈輔導意願不高，主事者無奈地只好三位教練清一色皆爲同一單位的彰師大化學系教授。

3.選拔出列的四位國手，二位中區、二位南區，一反過去最靠近中央政府的台北建中，年年都有入選的"刻板印象"！今年首次掛零！

4.今年參賽結果，連同過去 11 年，列如表一。今年成績，比去年確實滑落不少，國際排名由第 3 名降至第 10 名。但仍統統得到獎牌。

表一、我國參加第 23 至 35 屆 IChO 情形

屆別	公元	主辦國 (參加人數)	選手 (就讀高中)	獎牌 (名次)	領隊	觀察員 (服務機構)	計畫主持人	國際排名
23	1991	波蘭 (30 國 118 名)	---------	------	魏明通 (台師大)	方泰山(台師大)	魏明通 (台師大)	----
24	1992	美國 (33 國 131 名)	尤嘯華(台北建中) 林志宜(台北建中) 莊 平(台中女中)	金牌(11) 銀牌(38) 銅牌(64)	方泰山 (台師大) 彭旭明 (台大)	吳清基(教育部) 蕭次融(台師大) 陳昭錦(師大附中)	施正雄 (台師大)	6
25	1993	義大利 (38 國 148 名)	曾柏文(台中一中) 楊定學(台北建中) 薛景中(台北松中) 黃國維(台北建中)	金牌(1) 金牌(8) 銀牌(30) 銀牌(42)	蕭次融 (台師大) 林英智 (台大)	陳幹男(化學會) 施正雄(台師大) 吳瑞謀(教育部) 曾惠芬(台師大)	方泰山 (台師大)	1
26	1994	挪威 (41 國 156 名)	蘇文達(台北建中) 邱志鵬(羅東高中) 尹湘志(台北建中) 戴凱序(台北建中)	銀牌(31) 銀牌(45) 銀牌(49) 銅牌(57)	蕭次融 (台師大) 陸天堯 (台大)	邱紀良(清大) 翁春和(台師大) 林如章(台師大) 許泰益(教育部)	方泰山 (台師大)	8
27	1995	中國大陸 (42 國 163 名)	葉國良(新竹高中) 吳佳鴻(港明高中) 林志閩(台北建中) 林奇旺(科學高中)	銀牌(28) 銀牌(32) 銀牌(47) 銅牌(80)	蕭次融 (台師大) 黃良平 (台大)	張一知(台師大) 陸大榮(興大) 左如茜(台師大) 黃秀鳳(教育部)	方泰山 (台師大)	13
28	1996	俄羅斯 (45 國 175 名)	王宗興(台北建中) 林奇旺(科學高中) 戴桓青(台北建中) 蘇浩立(彰化高中)	金牌(16) 銀牌(32) 銀牌(48) 銅牌(108)	方泰山 (台師大) 林金全 (台大)	卓英豪(教育部) 張一知(台師大) 陸大榮(興大) 周美娟(台師大)	方泰山 (台師大)	7
29	1997	加拿大 (48 國 184 名)	盧宗揚(師大附中) 陳韋哲(台北建中) 王蕙茜(台南女中) 王璇璣(台南女中)	金牌(10) 金牌(15) 銀牌(26) 銅牌(63)	方泰山 (台師大) 牟中原 (台大)	周大紓(中研院) 曹淇峰(明倫高中)	方泰山 (台師大)	1
30	1998	澳大利亞 (47 國 184 名)	陳建宇(台北建中) 陳勁吉(台北建中) 劉偉光(台北建中) 李逸祺(台南一中)	金牌(7) 銀牌(29) 銀牌(53) 銅牌(75)	方泰山 (台師大) 方俊民 (台大)	張一知(台師大) 何鎮揚(北一女)	方泰山 (台師大)	8
31	1999	泰國曼谷 (51 國 196 名)	高承楷(高雄雄中) 盧子敏(台北建中) 彭昱璟(花蓮花中) 朱如瓏(武陵高中)	金牌 (19) 金牌(20) 銀牌(23) 銅牌(73)	方泰山 (台師大) 汪炳鈞 (清大)	劉如熹(台大) 何寶珠(基隆女) 陳彥潔(教育部)	方泰山 (台師大)	5

32	2000	丹麥 哥本哈根 預計（55 國 220 名）	馮光齊(新竹中學) 陳贊州(台北建中) 陳婉瑜(北一女中) 蕭世嘉(新竹中學)	金牌(5) 金牌(11) 銀牌(34) 銀牌(63)	翁春和 (台師大) 梁文傑 (台大)	團長 方泰山 林靄煌(台師大) 羅左財(永平中學)	方泰山 翁春和 (台師大)	3
33	2001	印度 孟買 (54 國 210 名)	劉佳儒(台北建中) 胡立志(台北建中) 蕭名彥(高雄雄中) 李祐慈(北一女中)	銀牌(54) 銀牌(36) 銀牌(24) 銀牌(43)	翁春和 (台師大) 張哲政 (台大)	團長方泰山 姚清發(台師大) 邱智宏(三重高中) 蘇德祥(教育部)	方泰山 (台師大)	9
34	2002	荷蘭 葛寧根 (57 國 225 名)	林健榮(台北建中) 林婕伃(北一女中) 王俞傑(武陵高中) 蔡其佑(台北建中)	金牌(7) 金牌(13) 銀牌(34) 銀牌(45)	李成康 黃瑞賢 (彰師大)	團長 方泰山 (台師大) 姚清發(台師大) 曾惠芬 (暨大) 馮松林 (竹山高中)	方泰山 (台師大)	3
35	2003	希臘 雅典 (59 國 232 名)	呂易璁(台中一中) 李俊義(台南一中) 陳喬凱(高雄中學) 張凱博(台中一中)	金牌(18) 銀牌(50)銀牌(74) 銅牌(95)	李成康、 李衍彰、 洪政雄 (彰師大)	王文科(彰師大) 林淑貞(教育部) 方泰山(台師大) 楊慶成(高師大) 馮松林 (竹山高中)	王文科 (彰師大)	10

總言之，影響一個代表隊成績的因素，相當複雜。今年在國際間的美伊戰爭、與"SARS"疫情的影響下，我國能有這樣成績，可圈可點，期待彰師大這二年的經驗，能順利且毫不保留地傳承給接棒運作 36th 及 37th 屆的高師大。

三、 35th IChO 面面觀

爲主辦 2005 年 37th IChO ，今明兩年教育部主管特別核定，多了二位觀察員參與代表團。今年林副司長淑員女士與筆者爲額外的二名。原有的十個人代表團，今年是由彰師大王文科副校長行政領軍，由該校李成康教授爲比賽隊長，李衍彰、洪政雄二位教授、竹山高中馮松林爲輔導教師；另外爲接棒籌組 2004 年及 2005 年第 36、37 屆也獲推薦入代表團成員之一（名單略）。

（一） 修訂大會規章：去年 12 月在希臘雅典 35th IChO 會前的 SC 會議所達成的修訂大會規章，提出大會全數通過，其修訂要點爲：

1. §4(b)總報告必須在主辦後六個月內記達參賽國，增加(i)主辦國需在前一年 12 月之前舉辦 SC 會議。。
2. §SC(c)原爲只有下屆的一個主辦國的 SC 當然成員，改成爲往後要主辦的連續二個國家爲 SC 當然成員

辦的連續二個國家爲 SC 當然成員

3. §SC(c)加(d)SC 在商得主辦國同意，可邀請非 SC 的 IChO 專家參加會議。
4. §10 (1)準備題寄送的原前一年的 12 月，改爲當年的元月。
5. §11 (5)改爲"當主辦國沒有提供電子計算器，個人所攜帶的只限於沒有程式計算器。"
6. §13 (4)改爲比賽用的理論或實驗題的總字數，必需不能超過 10,000 字，且必需用 SI 單位。

（二） 試題討論會議，翻譯與製作：每年參賽，最痛苦莫過於入闈製作比賽試題。今年還是承襲去年開始，將實作試卷過去只有一個晚上時間，增加了一天，已大大抒解了需要由英文翻譯成本國語言，幾乎亦做到比賽前的凌晨六點截稿時分! 所獲得最大改善!! 但其它很多問題，幾乎還是存在，迫使今年 SC 會議主辦國及教練們分別在(A)一般考量、(B)實作、(C)理論，提出建議如下：

A、 在一般考量方面：

1. 在評審團討論試題前，能有充分時間與命題者研究考題，與充分交換意見。
2. 每一代表團要簽署在競賽期間，不將題目及答案以各種形式傳播給比賽的學生。
3. 確實遵守會議各項投票議決之規定，如:75%席多數決，且能將結果清楚地昭告所有會員國。
4. 國際裁判團主席，可邀請裁判團或 SC 之一有經驗成員，協助各項會議之進行。

B、 實作部分：

1. 學生共用的試劑，需想辦法防止"交互"污染，共用消耗性器材盡量要避免。
2. 藥品之標籤，盡量以共通的化學式表示之。
3. 若有共用器皿，"行政"處理，盡量避免因排隊等時間而失去公平，能有一機制，固定學生之分配使用共用器皿時間。
4. 實作值，作爲評分依據，需有標準尺寸，即命題者根據實作經驗，預期得滿分與部分分數的範圍，可接受值上下限之外的沒有分數。換成有分數的線性尺度，可如下加以標示：

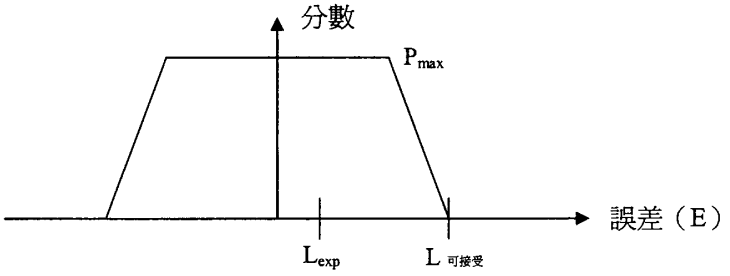
數值：

P_{max} 分數	若 $0 \leqq \lvert E \rvert \leqq L_{預期}$
0 分	若 $L_{可接受} \leqq \lvert E \rvert$

$$P_{max}\left[1-\frac{|E|-L_{實驗值1}}{L_{可接受}-L_{實驗值}}\right]$$

[其中 P_{max} ：最高分數，E：誤差，L：限值範圍]

圖形：



例如：在滴定實驗之一般數值：

$P_{expeted(預期)}$ ＝0.5%相對誤差（以體積計）

$P_{accepled}$ ＝3%相對誤差（以體積計）

5. 學生應允許多次多重做"平行"的測定實驗（如滴定，至少三次或以上），但只有學生所報告最後值（也許是平均值），應該加以評分。評分應根據實驗值，若有需要，命題者應有系統、整體性加以重新計算評估。
6. 由計算過程所導致的錯誤，應稍微扣分即可，其扣分應統一由命題者透過評審團決議實行之。
7. 根據評估實作之結果原則，發現嚴重錯誤（如多於二位有效數字之錯誤處理），應加以扣分處分，但扣多少，仍須透過評審團議決。
8. 同一試卷或同一題目，不應有"負"扣分，或"重複"扣分。
9. 學生因打破器材或污損藥品，或重複取用藥品，應加以扣分。
10. 理論試題中，若含在實驗題中，要忠於實驗的情境。

C、 理論部分：

1. 對於不完全正確的作答，應考慮部分給分。其給分方式，命題及批卷者，可由"經驗"法則，公平、系統性給所有應試者。評審團應只討論議決，重要的給分標準，例如：平衡一反應方程式，如所有參與的反應物—正確，只是平衡係數不對，應給予部分分數。
2. 學生作答時，要清楚陳述其解題之過程，這將可幫助閱卷者批分，但對於"答案正確"者，沒有解題過程，不應加以扣分（因爲不可能

作弊，除非監考不週！！)。因爲學生可能會省掉一些他們認爲很簡單的步驟或計算，如此應給全分，除非原命題，已要求詳細之部份分數之過程。

3. 學生若表現另種專家解題法，解一大會所給的題目與其解法完全正確，且前後一致，應給滿分。

（三） **評分仲裁與成績。**十二年來，本屆命題者與評分者，是首次先將自己對各小題評分結果，在發放學生作答影印本一起給各教練，節省了各教練"盲目"閱卷的時間，但也只有一個晚上時間爲之，第二天再分三個時段完成"仲裁"與"核分"之工作。 啊！原來各教練盼望的"學生考卷"，一延再延，終於瞭解了箇中蹊蹺，不過大會確要付出相當大的"自主"與時間壓力的代價，結果是皆大歡喜，這一招，我們可以在 2005 年 37th IChO 加以模仿。

我國這一次的新"仲裁"團隊，只有李隊長有一次的經驗，其餘三位都是新手，本人也在重要關鍵點與時刻，加入"談判"，協助爭取到一位選手在實作方面的總分二分。這二分是大會"錯誤"的評分，因爲該選手在計算時，把 B 與 C 化合物寫顛倒，但整個過程是正確的，引發了答案不對、大會雙重扣分，沒有遵守大會評分之規定。**評分之後能將成績列如表三，對**仲裁將有極大的助益。

2003 希臘雅典 35th IChO 成績一覽表 (59 國 232 名選手)

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
呂易璁	有機實驗	23.7	9	3	2	2	2	3.8	2																	
（金牌）	分析實驗	9.5	-1	7.5	0	1	1																			
18 名	普通化學	29.17	1	1	1	1	1	1	1.5	1	1	2.5	1	1	1	1	1	1	1.5	1	1	1	1	3	0.67	2
	物化(25-27)	19	3	5	1	1	3	1	1	1	1	2														
實驗:33.2	物化(28-30)	12	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	4														
理論:56.3	有機(31)	14	1	4	1	1	2	4	1																	
	有機(32-33)	18	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	0.5	0.5	1	1.5	1	2										
	無機(34-35)	25.2	2.5	2	3	4	3	1	1	1.2	2	2	2	1.5												
	總成績	**89.54**																								
張凱博	有機實驗	16.85	5.4	2.8	1	1	2	2.7	2																	
（銅牌）	分析實驗	8	-0	8	-1	1	0																			
95 名	普通化學	28.3	1	1	1	1	1	1	1.5	1	0	2.5	1	1	1	1	0.8	1	2.5	1	1	1	1	2	1	2
	物化(25-27)	18	3	5	1	1	3	1	1	0	1	2														
實驗:15.9	物化(28-30)	12	0.5	0.5	1	1	1	0	1	1	1	5														
理論:61.9	有機(31)	13.5	1	4	1	1	2	3.5	1																	
	有機(32-33)	17	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	0.5	0.5	2	0	1	2										
	無機(34-35)	21.5	2.5	2	2	1	4	0.5	1	2	2	2	1	1.5												
	總成績	**77.79**																								
李俊毅	有機實驗	25.11	9	3	2	2	2	5.1	2																	

（銀牌）	分析實驗	10	-0	8	0	1	1																		
50 名	普通化學	30.17	1	1	1	1	1	1	1.5	1	1	2.5	1	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	3	0.67	2
	物化(25-27)	18	3	5	1	1	2	1	1	1	1	2													
實驗:35.11	物化(28-30)	7	0.5	0.5	1	1	1	0	1	1	1	0													
理論:50.48	有機(31)	11.5	1	4	1	1	0	3.5	1																
	有機(32-33)	18	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.5	0.5	0.5	2	1.5	1	2									
	無機(34-35)	20.5	2.5	2	2	1	4	0.5	1	0	2	2	2	1.5											
	總成績	**85.59**																							
陳喬凱	有機實驗	15.38	4.4	3	2	2	2	0	2																
（銀牌）	分析實驗	10	0.3	8	0	1	1																		
74 名	普通化學	30.33	1	1	1	1	1	1	1.5	1	1	2.5	1	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	3	0.83	2
	物化(25-27)	19	3	5	1	1	3	1	1	1	1	2													
實驗:25.38	物化(28-30)	12	0.5	0.5	1	1	1	0	1	1	1	5													
理論:55.84	有機(31)	14	1	4	1	1	2	4	1																
	有機(32-33)	16.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	0.5	0.5	1	0	1	2									
	無機(34-35)	24.5	2.5	2	2.5	3.5	3	0	1	2	2	2	2	2											
	總成績	**81.22**																							

（四） **取決於開閉幕典禮的大會程序性按排。**大會這次爲考慮接送安全性與一致性，報到與離境，學生與老師同住在四顆星級的"總統"大飯店，開幕後到閉幕前，各分道揚鑣，學生前往"Sport Camp"(訓練中心)，老師仍住原飯店，稍微簡化於去年 34th IChO 主辦的荷蘭，管制學生於一學生渡假活動中心，而老師第一天與最後一天，住進城裡的四星級飯店，考試運作期間，住在荷蘭西北草原上的五星級渡假小木屋，以代表團爲單位。以目前我國的經濟狀況，可能的方案，是管制學生住"師大分部學生宿舍"，而老師則到四十分鐘車程的三峽"國立教育研究院"爲基地。不過爲國家顏面，頒獎前之中午，學生與老師移居"圓山大飯店"，如此，不管當天黃昏的頒獎閉幕典禮、歡送晚會及第二天的賦歸，都會有統一性與方便性的動線。

四、 明年德國基爾(Kiel)再相會.

原承諾主辦 2004 第 36 屆 IChO 的瑞士,由於內政與財政問題，由統一後的德國再次接辦。位於 IPN-Leibiz-Institute for Science Education at the University of Kiel. Olshausenstrabe 62. 24098 Kirl.

Telefon 0431/880-3122

http://www.ipn.uni-kiel.de

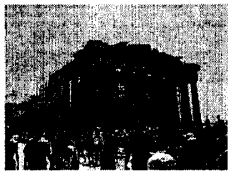
Director: Prof. Dr. Reinhard Demuth (demuth@ipn.uni-kiel.de) and Dr. wolfgang Bunder (buender@ipn.uni-kiel.de) (in charge of 36th 2004 IChO)

The Steering Committee meeting of 36th 2004 IChO is expected to be organized in this Campus in Dec.5-7, 2003 (the coming early Winter). We should dispach a representative to attend this meeting to report our preparation of 37th 2005 IChO. The other big thing is that we shall announce and receive the official logo (flag) of IChO for the organization of 37th IChO in Taipei, in the next year game in Kiel, July 18-27, 2004

五、 攜回的資料

1. Catalyzers No.1(July 2002)-No.2-9(July 6-14, 2003): http://www.35icho.uoa.gr/ichol_eng/chemistry_eng/catalyzer_eng.htm
2. 中英文競賽試題: 實作 1-14 頁; 理論 1-26 頁
3. 我國四位選手與 232 參賽選手成績一覽表
4. Proposals of the Steering Committee for the Business Meeting of the International Jury (35th IChO, Athens, July 5-14, 2003) prepared by IChO International Information Centre, Bratislava, Slovakia (Inventa)
5. Draft Proposal for suggestions to the IChO organizers and Intenational Jury members , prepared by the Steering Committee.
6. Poster and Information from 2004 36th IChO organizer: IPN, Kiel, Germany.
7. http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/icho/english/index_flash.html

六、 活動剪影（略）



第 35 屆化學奧林匹亞競賽在希臘

國立竹山高中　馮松林

今年的化學奧林匹亞比賽，選在文明古國希臘舉行，我國代表的選拔也早在四月就開始進行，在一個月的選訓活動中，經過物化、有機、分析、無機、和實驗等化學專業層層的考驗，最後選出台中一中的呂易璁、張凱博、南一中的李俊毅、雄中的陳喬凱四位同學代表我國參賽。這四位國家代表隊的同學，比賽前在彰化師大化學系接受為期四週的最後訓練，在彰師大化學系師長全力支援下，深入學習化學各領域的知識。

原訂於 7 月 4 日出發參賽的行程，因台灣 SARS 疫情不穩定，代表團要如何因應，到底是否能參加比賽，還是要先去第三國隔離，希臘主辦單位也一直未能明確指示我國是否能參賽，這一直是計劃主持人李成康教授最大的困擾。尤其在最後時刻，當代表團決定先至泰國隔離十天時，希臘才來電說明不要求至第三國國隔離，讓原本準備好行囊的教授和學生都鬆了一口氣，旅行社所安排的班機和泰國隔離的行程不得不臨時取消，在台灣從 SARS 疫區除名後，代表團確定可以在 7 月 4 日前往希臘。在安排參加今年化學奧林匹亞的過程中，因為疫情不明還要協調處理各種偶發的情況，真的忙壞了籌辦整個行程李成康主任，不知讓他添了多少白髮，在此要向他的辛勞表示最大的敬意。

今年的比賽很希臘

當飛機降落在雅典機場時，我們知道比賽正式開始了。

要先告訴你的是，或許希臘的天空很藍，也有可歌可泣的悠久歷史。可是，在這長達十天的比賽中，你會發現，來到這個充滿石頭和荒山的古國，住在不供應飲用水的飯店，要克服的不只是 35℃炎熱的天氣，天天不變的食物，還要忍受每天來往於雅典大學比賽場地的車馬勞頓，還有很難理解的希臘人處事風格等等，這種種與想像完全不相符的情況，代表團的每個成員所想的都只有為完成比賽任務所做的努力。

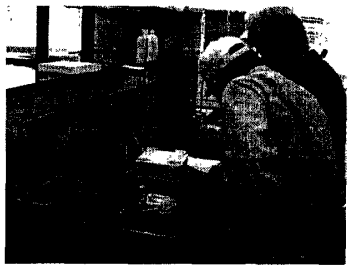
洪教授為學生做考前衝刺

今年我國代表團由彰師大李成康主任擔任團長，彰師大李衍彰教授、洪政雄教授和高師大楊慶城教授負責翻譯的工作，彰師大王副校長、中教司林副司長、師大方泰山教授並隨隊考察，筆者則擔任打字及輔導員工作。

經過十七小時的飛行後，就展開這十天緊湊的活動，其內容簡述如下：

時間	活動內容
7 月 5 日	至希臘雅典報到
7 月 6 日	在雅典大學舉行開幕典禮 各國教授檢核學生比賽用實驗器材 實作測驗賽前會議
7 月 7 日	翻譯實作試題
7 月 8 日	學生參加實作測驗 理論試題賽前會議
7 月 9 日	翻譯試題
7 月 10 日	學生參加理論試題測驗
7 月 11 日	自評學生測驗分數
7 月 12 日	大會仲裁學生得分
7 月 13 日	頒獎及閉幕
7 月 14 日	比賽結束

希臘的酷熱，讓參賽者汗水淋漓的參加開幕典禮，之後緊接著是檢核學生比賽用的實驗器材，這個過程是不能馬虎的，要是實驗器材有缺漏就要趕緊向大會人員提出，以免影響比賽成績，因此各國代表莫不聚精會神的檢查學生使用的器材。這次比賽總共 59 個國家 232 個學生參賽，大會安排每個學生都有一個個人實驗的空間，你可以想像雅典大學化學系系館到底有多大了，相信在台灣要找到可以容納這麼多學生做實驗的地方，恐怕不太容易。



李成康主任與李衍彰教授檢查
大會爲學生準備的實驗器材

這是台灣代表團的專屬電腦

化學奧林匹亞比賽題目是英文命題，因此非英語系國家就要將題目翻譯成各國語言讓學生作答之用，每年大會都會安排一個翻譯的空間提供電腦設備，安裝各國事先寄給大會的軟體。翻譯前，大會會召開各國評審會議，討論題目是否適當，今年因爲題目的爭議不斷，造成非英語系國家翻譯時不
少的困擾。翻譯對比賽是相當的重要，其關鍵在於如何寫成適切的用語，讓學生看得懂又容易作答，不過面對實作試題(14 頁)和理論試題(29 頁)這樣繁重的翻譯工作，又有時效的要求，但見諸位教授不眠不休的推敲中文的用字遣詞，其用心令人欽佩。

學生努力寫理論測驗的情形

依往例，教授與學生被分開安排住宿，教授

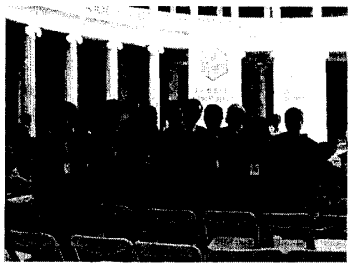
們住在市區的 President Hotel，學生被安排住在運動營裡，另外爲了讓師生無法連絡，學生的手機一律交由大會統一保管。由於今年希臘籌辦的經費不足，因此爲學生設計的參訪活動減少，學生大多在運動營中自由活動或研讀。學生們在此最重要的活動就是參加各長達 5 小時的實作測驗和理論測驗。這些各國頂尖的學生來到希臘，除了在比賽時要展現個人的學習成果外，也是學生擴展視野的好機會，面對來自不同文化、膚色、語言的參賽學生，如何去欣賞彼此的異同，其實與比賽的結果相比其實是同等重要的。

各國教授焦急的等著拿學生的答案

考完試大會改完學生的答案卷，第一件事就是將學生的答案卷影印發還各國，讓教授可針對學生作答情形做自評，如果學生的回答有疑異或評分不相同，可利用大會安排的仲裁時間向出題的教授提出更改評分的要求，通常化學奧林匹亞的比賽題目的答案都非常明確，學生的答案大概都是選答、數字或化學結構，以避免語言上的爭議。當天我代表團李主任和李衍彰、洪政雄等教授就仔細的核對學生的答案，努力的思索如何爲學生爭取更合理的評分，因此在仲裁階段爲我國選手爭回不少應得的分數。

最後的裁判會議討論獎牌頒發的數目

比賽最後，也是決定大家最關心的獎牌如何頒發的時候，每年大會都會將學生的成績分佈刻意簡略畫出，並提出頒發獎牌數的建議，今年在各國的同意下最後決定頒發比往年(10%)多的金牌--30 面，不料讓泰國一舉多了三面金牌，成了本屆比賽最大的贏家之一。



我國代表團在頒獎會場合影

最後一天的頒獎活動在著名的 Zappion 會場舉行，圓形的會議場曾是希臘加入歐盟的簽約場地，化學奧林匹亞的頒將典禮就在此隆重的展開，頒獎前相信每個教授和學生都非常緊張，學生們或相互祝福、或手握幸運物靜靜的等待，這十天的成果就將在一瞬間揭曉，不管是國家的或是個人的榮譽，都在司儀的宣佈聲中決定，不管是笑或淚，都在掌聲中得以釋懷。最後一天決定了一切，大家都相信辛苦是值得的。

今年，在參賽的 59 個國家中，我國得到一金二銀一銅，名列世界第十名，

成績相當輝煌，尤其二位選手才高二而已，就有如此不俗的成績，實令人刮目相看，他們是：

選手姓名	就讀學校	參賽成績	升學
呂易璁	台中一中高三	金牌	台大醫學系
李俊毅	台南一中高三	銀牌	台大化學系
陳喬凱	高雄中學高二	銀牌	-
張凱博	台中一中高二	銅牌	-

比賽試題

化學奧林匹亞比賽內容分成兩個部分，包含實驗的實作試題和紙筆作答的理論試題。每年題目的數目不一定相等，今年的實作部分題目比較少，只有兩個實驗題目，主要考學生萃取、TLC 和滴定三個主要的實驗技巧。理論部分則多達 35 個題目，但是今年理論試題題目較爲簡單，學生要得高分，在實驗的部分就要多下功夫，而且在理論的筆試上不能出錯；題目比往年簡單，平均成績提高許多，要得金牌就要能細心與有耐心。以下是試題大致的內容，詳細的題目可至奧林匹亞網站下載：

實作試題

有機化學實驗：二胜肽 *N*-acetyl-*L*-prolinyl-*L*-phenylalanine methyl ester(Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3)的合成

分析化學實驗：以碘酸鉀溶液滴定維他命 C

理論試題

理論部分共 35 題，分成四部分

Section	分類	問題	分數
A	普化	1 – 24	30.5
B	物化	25 – 30	33.0
C	有機	31– 33	34.0
D	無機	34 – 35	27.5
總合		35	125.0

德國再見

35 屆的化學奧林匹亞就在希臘的艷陽下結束了，賽場上拚命的你爭我奪，辛苦的汗水不知濕了多少衣衫，比賽期間的不方便都成了美好回憶的一部分，我們也知道對這四個優秀的學生而言，從台灣到雅典不只是 17 小時的距離，而是

一整年努力的時間。展望下一回合在德國的比賽，對於化學奧林匹亞有所期待的老師和學生，從現在開始又是你另一個努力的開始，加油吧！

化奧覺迷錄

呂易璁

之一 論劍・爭雄

昔人論劍，把酒而歌，仗劍而舞於華山之顛，爭的是武功天下第一之名，以及一部獨步武林的九陰真經。

今人論劍，不必然在山巔，以不必然用劍，爭的仍是天下第一的虛名，還有一個獨步武林的機會。

因此，我們會於彰化，要用自己的腳走出歷史，要用自己的手創造未來！

是的，我們論的是化學，我們爭的是國手，但是，在某種更深沉的意義之上，我們和古老的傳說有著相同的心境。

爭雄，大家都希望在這一場盛會之中脫穎而出，都希望能夠成爲四大高手，卻也一樣對彼此的能力惺惺相惜。兩種相反的情感在心理的混沌之中交織糾結，這就是集訓隊最美麗的矛盾。

讓化學順著教室昏暗的投影機燈光，由教授以低沉的語調助我們睡眠記憶，是去年集訓隊給我最完整的印象。當然，誰也不能奢望一群通宵打牌的學長專心上課。

悄悄的，我算了算桌上人頭的數目，一個、兩個、三個……原來不知不覺之中，竟有十數位學長的頭靜靜的擱在冰冷的、白色的長桌，怵目驚心。

當然，去年的我終究棋差一著，終究只能望著無法再落下一子的棋盤暗暗神傷。整整一年，我在五彩繽紛的化學課本中苦苦的追趕著四大高手的背影，直到他們終於走到我所無法迄及天邊。

我停下了腳步，拖著全身的疲憊，大聲的呼喊道：「我一定會再回來！」

之二 昔者丰采

「你的典範在哪裡？」

「至少不在今年的化學集訓隊。」

「你如果認爲今年少了你的典範，那你更要學著做別人的典範！」

再一次，我徘徊在生物和化學之間，導師這樣地對我說。

去年的集訓隊，除了讓我見識到化學的博大精深，最重要的是，我有幸能和許多足堪典範的學長相遇、深談，進而學習。

大概是在我從生物選訓隊鎩羽而歸，身心俱疲的時候開始的吧！我放棄了和學長打牌的機會，避開了同學焚膏繼晷的寢室，我熱中於和學長聊天，聊一些人生哲理，聊一些未來理想。

林彥佑學長，是生物金牌的得主，也是台大醫學系的高材生，他可愛的表情之下，掩不住的是過人的創造力。有時覺得他的想法有些不切實際，但他卻是最

清楚不過：什麼是真實，什麼是虛幻。他永遠都知道什麼是他想要的，他要出多少力量來追求，這是鮮少有人真正明白的。

張耕維學長，是少數在科展和競賽領域都有傑出表現的實驗高手，他分析實驗的精神準確度，已經超越的傑出，進入了傳奇。更傳奇的是，他放棄了自己在化學的付出，選擇申請台大物理系，據他說是「物理系比較有前途」。誰知道呢？這位無可救藥的樂天派，終於也離開了化學，走向他自己的未來。

國家辦化學奧林匹亞，總想爲化學界找尋明日之星，李久林學長，應該不副教授的期望吧！帶著些許國外學生的氣息，其實很有實力的他，卻沒有絲毫爭勝之心。只見他徘徊在牌桌以及課桌之間，永遠是大家諮詢的對象。最後未能入選國手，我想，我們這些以他爲師的小學弟，說不定比他自己還要驚訝。

提到 35thIChO，就不能不提林建榮。

那是集訓隊的第一天，第一眼見到林建榮學長，其實心中就有了個底。只是，再看到他，常常就只看到外套的背面，呼呼大睡，也不便打擾。他說：「教材一年比一年簡單了！」大概不需要什麼鬥志，他總是在上課中睡覺，以便晚上有體力教林倢予。

不知道今年學弟或是同學們怎麼看我？我大概不是典範型的人物，只希望不要有人學我凡事不甚積極的態度才好。

之三 技藝之間

「高手相爭，到最後一招的勝負，不是取決於技巧的些微差距，而是再於心理素質的差異，也就是『藝』的境界。」

想來，金庸筆下五大高手公認王重陽武功天下第一，大概只是文人的幻想吧！這世界上或許真的世界第一，或許真有鬼才，但是，這「公認第一」大概不是佳話，而是神話。

不熄滅的燈火，不是牌桌上的夜夜笙歌，而是書桌前的苦讀歲月。這是今年的奧匹生態，人人有希望，個個沒把握。多的是沒有大學可讀的指考生，少的是存心參加營隊的大學新鮮人，眼前只見國手的窄門，後退，誰擔得起指考前一個月的蹉跎？

不甚積極的我，也感受到了排山倒海而來的衝擊，受到一股不服輸的毅力支撐，將兩年來的教材唸過來，又翻回去…這大概是我複習最多次的講義。只是，時序進了選訓營的後段，氣氛開始扭曲而詭密。

依李宏毅學弟所見，選訓營中同學心態可以分成三大類：勢在必得型、維護尊嚴型、墮落享樂型。就算形成的原因不甚相同，但是相處時間日久，對於彼此實力的了解日深，自知不如的人不再存有奢望，打牌的桌數日漸增加；還有希望的人無不卯足全力，力求勝出。

最後的決戰，將在「藝」的涵養上一決勝負，在大家實力相當的時候，誰能夠保持平常心，誰就會是最後的贏家。

「你和我大概是壓力最大的兩個人吧？」我這樣對林宜皇說。

「嗯……」他是能力競賽的冠軍，也是這一屆實驗最厲害的人，怎麼可能不緊張。更何況，沒當上國手，聯考的試煉，馬上就要出現在眼前。

我也不好受。我已經受夠了成功沒有喜悅，失敗卻要承受壓力的眾目睽睽。

我知道，有時蓄意將我的苦惱宣洩在郭彥志的身上，是他默默承受了堵住我心口的大石。我曾向他坦承，他也沒抱怨過什麼，只是淡淡的爲我打氣。因爲他也知道，競爭激烈之中，心理狀態將決定一切。

最後的結果，當然有得意，也有失落。遠來爲我恭喜的同學、老師，擋住了我大部分的視線，但是，我還是瞥見了黃柏懿的懊惱，還有周宏杰的嘆息。最可怕的還是無言，林宜皇似乎就沒再說什麼了……

看到去年成績之後，我還是一直覺得納悶：既然郭力元、姜昌明去年都考得不錯，爲什麼今年這麼失常？

不過，我最難過的，還是不能和郭彥志一起去希臘。

之四 化學王現身

今年的化學奧林匹亞，我最感到自傲的一件事情，絕不是拿到金牌，而是親眼看到化學王現身。

「我用這張 EDTA 對你發動攻擊！」

是的，你沒聽錯。

我們確實將化學作成遊戲，將分子化作武器，以反應作爲招數，以理論和儀器作爲魔法，在奇特的實驗桌戰鬥場上彼此攻殺。只見幾個瘋子似的高中生，竟然用畫滿了奇怪分子式的卡片完的不亦樂乎。

化學的艱澀，在我們激烈的攻防之中似乎再也不是障礙。化學王追求寓教於樂，將化學推廣普及的精神，將再遊戲中得到實踐。

當我提出這個古怪的念頭，大家只是笑笑。不敢直接罵我異想天開，也會笑我時間多到沒地方用。不過，黃千睿和張凱博卻知道我是玩真的。

那是筆試結束的下午，宿舍就像平常一樣炎熱，不打球的同學紛紛躲在角落打牌。林偉楷和李宏毅的加入，催生了化學王的規則，在大家集思廣益之下，又史上第一付化學王戰鬥卡的牌組也從此誕生。

接下來的兩天，我們趁著檢討答案的空檔，繼續充實化學王的內涵。我們的最終目的，是要讓化學王成爲所有高中生，甚至是大學生學習化學的必備教具，使每個人都可以在遊戲中輕鬆學習化學。

還想將化學王推廣到全世界，只是，要翻譯成英文可能需要一點時間，在緊接而來的個別訓練之中，我沒有這麼多閒功夫。只要不急於今年的夏天，終有一天，我會把這個構想推廣出去。

說不定我創造化學王，純粹是爲了打發我等成績時的緊張。我只知道，每次實踐一個想法，都會讓我有一股很舒適的恬靜。好像在暴風雨吹拂之下的湖面上的一片浮萍，動中有靜，無論風雨再大也不會沉沒。

突然有了一個奇怪的想法：「去年的等待一點也不漫長，因爲我無求；今年

的等待一點也不漫長，因有化學王與我爲友。」

之五 往金牌的倒數計時

炎炎的夏日，在招待所的冷氣房中度過，是很愜意的。

只是，每日無窮無盡的化學填塞我們的歲月，雖然稱不上煎熬，總也不是什麼令人愉快的事。

有時總覺得，老師上的課和準備題沒什麼關係，其實，他們的教材大概和以前歷屆考題都不太一樣。聽說去年學長總專注於自己的進度，我大概也沒仔細看過出題範圍，渾渾噩噩的聽著一個個教授講授天書。

反正多學一點也不錯。

最可怕的是楊老師的實驗，似乎總有一股捨我其誰的氣魄，三個小時的實驗，大概沒有四個半小時以內結束的。再加上一點雨，楊老師的實驗就成了最辛辣的印度咖哩。

楊老師的人很好，也很嚴格，對時間更是一絲不苟。有一次，忽然而至的滂沱大雨阻礙了我從招待所出來的時刻。我匆匆的趕路，雨夾帶著風，撐著一把小傘的我，除了頭髮全身幾乎溼透了，原本十分鐘的路足足走了十五分鐘。

一點三十五分，我滿臉的羞愧踏進了實驗室的大門，才發現我匆匆換過的書包之中，並沒有要上課的講義。楊老師盯著我看了好久，才發現大家都沒有帶講義……

那一天，楊老師眼裡的寒意好像讓我著涼了，又是發冷，又是頭痛。還累得父母來帶我回家，半夜的沒有醫生，又不想掛急診，只得頭重腳輕的過了一夜，還好第二天就好多了。

說到生病，希臘乾燥的氣候，讓我流了五天不止的鼻血，讓我差點以爲得了什麼不治之症。還好，無論是實驗還是筆試的時候，都沒有流鼻血，也沒用到預備好的衛生紙。說不定，就是因爲希臘的衛生紙太粗了，才會讓我的傷口一直好不了，早也流、晚也流，險些貧血。

等到考試考完了，也該是生病的時候了，一直不太舒服的喉嚨，在頒獎的那一天終於正式和我翻臉。止痛藥的藥效，讓我在大使請客的場合幾乎食而無味，緊接著，商店街的一場血拼，讓我的血幾乎衝不上大腦，整個人進入神智不清的暈眩狀態，直到晚上頒獎的時候。

天旋地轉之間，一陣陣的掌聲將我心中的大石提起落下，我的心跳隨著一個個別人的名字而起伏，似乎和著全場的音響譜成往金牌的倒數計時，緩緩的，迎向最後審判的鐘聲。

之六 夢的盡頭

兩年來化奧的一百多個日子，有苦也有樂，印象最深的不是什麼國手，什麼金牌，而是能和大家一起度過的炎炎酷暑。

還記得當時，林建榮和林倢予一齊出現在眾學弟的眼前，讓裝作不在乎的心

裡又泛起陣陣漣漪。我並沒有主動打招呼，而是低下頭靜靜咀嚼苦澀不堪的回憶。是的，就算時序又經過了一年，我還是沒有追上學長的腳步。

還記得林建榮學長看著我爲去年的考古題苦苦思索，他只說了一句話：「好好加油！」

有些懊惱，有些不甘，這就是人生。

總算，我創造了化學王，真正爲學弟留下了代表我的存在的紀錄。

回國後，我迫不及待的將化學王的規則集結記錄，成立了化學王的家族，就算現在真正懂得化學王意義的人很有限，我相信明年黃千睿一定會在選訓營繼續推廣化學王，還有其他的學弟也一樣。一屆傳一屆，化學王的精神，永遠也不會喪失。

化學奧林匹亞，大概就是要讓高中生的菁英們努力追尋化學的奧妙而籌辦的吧！

那麼，今年教授爲化學界找到了新血，大概也算是達成了目標。

明年呢？

在高雄的烈日之下，想必學弟們仍會讓自己的心靈，恣意翩飛在化學五彩繽紛燦爛之中吧！

對於往後有志於此的所有人，我只有一句話共勉：「如果你已經有更遠大的志向，那麼眼前的險阻將不再艱辛。」

我的奧林匹亞之路已經走到了盡頭，就如同彰師大老舊的一舍終將拆建，以後，我也只能在自己片段的回憶之中拼湊－一百個日子的化奧迷夢。

國際奧林匹亞化學競賽心得報告

陳喬凱

十七天選訓營

經過第一階段的筆試，幸運地考進奧林匹亞初選選訓營。第一天晚上原本想打牌輕鬆一下，卻看到其他同學都在埋首苦讀，心裡一驚，怎麼第一天就那麼用功！聽說上次還有很多學長出校玩網咖，今年反而充滿一種肅殺的氣氛……

選訓營裡最讓我感到吃重的是有機化學，在高中課程中有機實在是很粗淺，只有告訴你反應式，卻沒有說明反應機構，完全只能靠死背強記。所以這十七天裡時間大多花在讀有機課本和老師的講義，才能提升到一定的水準。至於實驗課程我覺得都很有趣，老師選的題目很有激發思考力的作用，可惜時間不多。

結訓考試我因爲不熟悉有機實驗，成績不甚理想，不過我理論分數還算可以，不知道爲什麼物化的分數特別高，而有機題目或許是我這幾天來都在唸，感覺做起來滿順的，分析也不錯但無機就不是那麼好做了，總而言之又再次幸運地被選爲國手，感謝老師們的用心！

四十九天國手培訓期

回家沒幾天又要回來受訓，時間還真是緊湊。今年實驗、有機和無機的時間比例比較重，尤其是實驗大部分都是楊老師帶的有機實驗。我的有機實驗做起來都比起其他同學不是那麼的得新應手，產率都不高，但純度還可以，楊老師真的花了很多心思和時間把最好的技巧教給我們，做到最後大家都能自己照書上所寫的步驟操作得很好，這次比賽我未能在有機實驗拿高分，真得非常對不起楊老師這麼多天來的教導。分析實驗課多著重在滴定，我四人訓練的都不錯，誤差通常不超過 5%。有機實驗我個人覺得教得有點超出範圍了，看看歷屆的考題好像都沒有那麼難，且老師們似乎沒有協調好各自要教的範圍，會不小心教到其他老師本來要上的課程。NMR 的判讀是由黃瑞賢教授操刀，訓練到我們可以輕鬆用三張圖表判定化合物的結構，這次的考題就有一大題的 NMR 判讀，經過訓練這種題目簡直是輕而易舉。今年的物化考題比較多，分析則都像是普化的程度，難怪物化分析的時間一直縮減，我認爲今年培訓時教的分析和物化課程已經相當充足了。準備題裡有很多無機配位的題目，但比賽題目的無機部份卻一個配位的題目都沒有，反而像是普化裡的係數平衡和熱力學，真是出乎我們意料之外。無機課上的東西滿多的，雖然比賽沒考，但對以後化學的深造非常有幫助。

在希臘的比賽期間

懷著忐忑不安的心情踏上羅馬的國土，到旅館後就見識到希臘人辦事的效率，原本早上的登記居然拖到下午。開幕典禮結束後前往 SC 準備住個幾天，但是那邊的食物還真是糟糕，吃到最後一天都快吃不下去了，還好可以喝免費的飲

料。當教授們正焦頭爛額得翻譯實作題時，我們去參觀希臘古蹟 Corinth，希臘的太陽真是毒辣，晒到連遊玩的興致都沒有了，只想躲到樹蔭下。隔天舉辦實作測驗，我在搖盪分一漏斗時因 DCM 蒸氣壓過高不慎潑出部分產物，這是我最大的敗筆。考筆試那一天又有延誤的狀況，晚了一個半小時，考試題目比起前幾屆來說並不會太困難，只要小心的作答成績都會不錯，考完後呂易聰還說這是有史以來最簡單的筆試。希臘的古文明是非常神奇的，看著他們遺留的建築物，不禁讚嘆希臘人的建築才能，我們去 Acropolis 看的帕德嫩神廟就相當雄偉，看希臘的古蹟是很有趣，就是天氣太炎熱，也還好有乾燥的氣候，有風的時候還滿涼爽的。頒獎典禮時就受和我們都極爲緊張，我原本就只預期能拿到銀牌就很不錯了，好險這次金牌和銀牌錄取的人數比較多，要不然就只有銅牌了。這次的比賽主要是實驗栽了個筋斗，要不然大家都有機會拿金牌，不過大家也都盡力了，結果雖然不理想，至少我們有努力過。其實能得到銀牌需要感謝的人太多了，感謝教授們和老師爲了我們辛苦地翻譯試題；感謝李教授幫我們安排這麼多事情，讓我們專心應試，雖然因爲 SARS 風暴有個混亂的時期，但最後總算塵埃落定，這段時間裡受這麼多的照顧，真不知要如何回報，Thank you very much！

Student Name:	Student Code:

Text language: English

Translator countries (if more than one):

35th International Chemistry Olympiad

Athens, Greece

Practical Examination

Tuesday, 8 July 2003

Introductory Remarks

- At all times while you are in the laboratory you should wear safety spectacles or your own spectacles if they have been approved. Use only a pipette filler bulb for pipetting. Eating of any kind of food is strictly prohibited in the laboratory.
- Participants are expected to work safely, to behave socially and to keep equipment and work environment clean. Do not hesitate to ask a laboratory assistant if you have any questions concerning safety issues.
- When you enter the laboratory, check the place of the safety shower.
- Work may only begin when the start signal is given.
- You have **5** hours to complete all of the experimental tasks, and record your results on the answer sheets. There will be a pre-warning 15 minutes before the end of your time. You must stop your work immediately after the stop command is given. A delay in doing this by 5 minutes will lead to cancellation of the current task and will result in zero points for that task.
- **This practical examination comprises two experiments. In order to use the available time efficiently, you will start working on the organic chemistry experiment up to the point where you are instructed to work on the analytical chemistry experiment. Then you will finish the work on the organic chemistry experiment.**
- Write your name and personal identification code (posted at your work station) in the appropriate box of the answer sheets.
- All results must be written in the answer boxes on the answer sheets. Data written elsewhere will not be marked. Do not write anything in the back of your answer sheets. If you need more paper for working or a replacement answer sheet, request it from the laboratory assistant.
- When you have finished the examination, you must put all papers into the envelope provided. Only papers in the envelope will be marked.
- Do not leave the examination room until you have permission to do so.
- Use only the tools provided.
- The number of significant figures in numerical answers must conform to the rules of evaluation of experimental error. The inability to perform calculations correctly will result in penalty points, even if your experimental technique is flawless.
- The examination has 3 pages of answer sheets.
- An official English-language version is available only on request.

Disposal of waste chemicals, spills, and glassware

Organic filtrates and organic washings and any other waste should be placed in the waste beaker or bottle.

Use the appropriate waste containers for disposals of chemical and other waste materials.

Broken glass should be placed in the waste bucket. There is a one-point penalty for broken glassware or replaced samples.

Cleaning up

The lab bench should be wiped clean with a wet tissue.

Organic Chemistry Experiment

Synthesis of the dipeptide *N*-acetyl-*L*-prolinyl-*L*-phenylalanine methyl ester (Ac-*L*-pro-*L*-phe-OCH_3)

Glassware and equipment

Round-bottomed flask (50 mL)	1	
Septum	1	
Support stand	1	
Clamp holder	1	
Clamp	1	
Syringe polyethylene (5 mL) + needle	3	
Polypropylene powder funnel	1	
Glass funnel	1	
Separating funnel (50 mL)	1	
Erlenmeyer flask (50 mL)	3	
Spatula	1	
Pair of forcepts	1	
Measuring cylinder (50 mL)	1	
Weighing paper	1	(Located near the balances)
Fritted glass funnel	1	
Sample vial	1	
Screw cap bottle (large) for TLC	1	
Thin layer plate (3-7 cm)	1	Located at the end of the bench
Capillary tubes for TLC (in sample tube)	2	Located at the end of the bench
Thermometer	1	
Filter flask (100 mL)	1	
Filter rubber adaptor	1	
Eppendorf	1	
Stationery (pen, pencil)		
Beaker (250 mL)	1	

Chemicals

Dichloromethane	30 mL
N-Acetyl-*L*-proline (Ac-L-Pro)	1.50 g (in a vial)
L-Phenylalanine methylester hydrochloride (HCl.*L*-Phe-OMe)	2.15 g (in a vial)
Isobutyl chloroformate	1.5 mL (Located at the end of the bench)
N-Methylmorpholine	2.4 mL
Methanol	
Sodium hydrogen carbonate ($NaHCO_3$) 1%	40 mL
Hydrochloric acid (HCl) 0.2M	40 mL
Anhydrous sodium sulfate	2 g
Cotton wool	
Diethyl ether	30 mL provided by the laboratory assistant
Wash bottle with acetone (for rinsing)	500 mL
TLC eluant (chloroform-methanol-acetic acid (7:0.2:0.2)	15 mL provided by the laboratory assistant
Ice/sodium chloride cold bath [−20°C - −15°C]	Provided by the laboratory assistant
Compound **B**	In Eppendorf labelled **B**

Risk and Safety Information

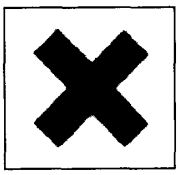
Acetone

Formula	C_3H_6O
Molecular weight	58.08
Melting point	–95 °C
Boiling point	56 °C
Density	0.79 g/cm^3

R11	Highly flammable
S9	Keep container in a well-ventilated place
S16	Keep away from sources of ignition
S23	Do not breathe vapour
S33	Take precautionary measures against static discharges

Hydrochloric acid

Formula	HCl
Molecular weight	36.46
Density	1.200 g/cm^3



R34	Causes burns
R37	Irritating to respiratory system
S26	In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advise
S36	Wear suitable protective clothing
S45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show the label where possible)

Methanol

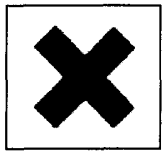
Formula	CH_4O
Molecular weight	32.04
Melting point	–98 °C
Boiling point	65 °C
Density	0.79 g/cm^3

R11	Highly flammable
R23-25	Toxic by inhalation, in contact with skin and if swallowed
R39/23/ 24/25	Toxic: danger of very serious irreversible effects through inhalation, in contact with skin and if swallowed
S7	Keep container tightly closed
S16	Keep away from sources of ignition-No smoking
S36/37	Wear suitable protective clothing and gloves
S45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show the label where possible)

Dichloromethane

Formula	CH_2Cl_2
Molecular weight	84.93
Melting point	–97 °C
Boiling point	40 °C
Density	1.325 g/cm^3

R40	Limited evidence of a carcinogenic effect
S23-24/25	Do not breathe fumes. Avoid contact with skin and eyes
S36/37	Wear suitable protective clothing and gloves



Isobutyl Chloroformate

Formula	$C_5H_9O_2Cl$
Molecular weight	136.58
Boiling point	128.8 °C
Density	1.053 g/cm^3

R10	Flammable
R23	Toxic by inhalation
R34	Causes burns
S26	In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice
S45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show label where possible)
S36/37/39	Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection

N-Methylmorpholine

Formula	$C_5H_{11}NO$
Molecular weight	101.15
Melting point	–66 °C
Boiling point	115-116 °C/750torr
Density	0.920g/cm^3

R11	Highly flammable
R34	Causes burns
R20/21/22	Harmful by inhalation, in contact with skin and if swallowed
S16	Keep away from sources of ignition-No smoking
S26	In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice
S45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show label where possible)
S36/37/39	Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face

***L*-Phenylalanine methyl ester hydrochloride**

Formula	$C_{10}H_{13}NO_2.HCl$
Molecular weight	215.68
Melting point	158-162 °C
Density	0.920g/cm^3

***N*-Acetyl-*L*-proline**

Formula	$C_7H_{11}NO_3$
Molecular weight	157.17

Diethyl ether (Ether)

Formula	$C_4H_{10}O$
Molecular weight	74.12
Melting point	-116 °C
Boiling point	34.6 °C
Density	0.706 g/cm^3

R12	Extremely flammable
R19	May form explosive peroxides
R22	Harmful if swallowed
R66	Repeated exposure may cause skin dryness or cracking
R67	Vapours may cause drowsiness and dizziness
S9	Keep container in a well-ventilated place
S16	Keep away from sources of ignition-No smoking
S29	Do not empty into drains
S33	Take precautionary measures against static discharges

Materials available for general use

Cleaning paper
Sponge
Waste container

Equipment for general use

Flash evaporator
Balance
UV lamp

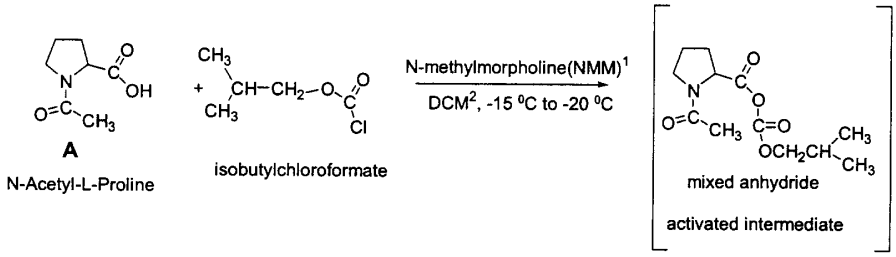
Synthesis of the dipeptide *N*-acetyl-*L*-prolinyl-*L*-phenylalanine methyl ester (Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3)

Introduction

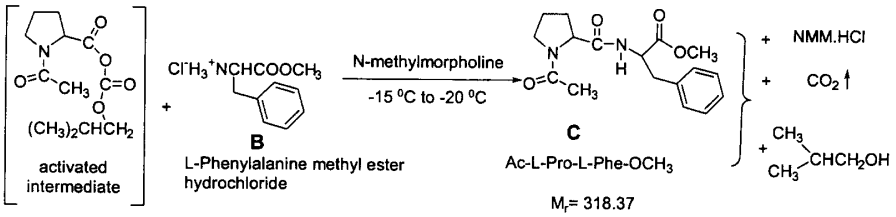
Peptide synthesis is now a well-refined art and many of their synthetic procedures can be readily adapted to the elementary laboratory. Interest in peptides, always high, has heightened even more with the recent discovery of the importance of the so-called "opiate" peptides as well as of other biological active peptides.
In this experiment the one-pot procedure for synthesizing the title dipeptide from its components, suitably protected amino acids, is described.

Reactions

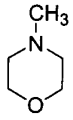
STEP 1



STEP 2



[1] *N*-methylmorpholine (NMM) =



[2] DCM = Dichloromethane

Procedure

STEP 1

Place the 1.50 g (0.0095 mol) sample of *N*-acetyl-*L*-proline (labelled **AcPro**), which you have been given, into a 50-cm^3 round-bottomed flask. Add 20 cm^3 dichloromethane (labelled **DCM**) in the graduated cylinder. Use some of the 20 cm^3 DCM to wash out the AcPro vial and add the remaining DCM also into the round-bottomed flask. Plug the flask with a septum, clamp it loosely to a support stand and cool it to –15 °C to –20 °C in the ice/sodium chloride cold bath provided by the supervisor. Allow approximately 5 minutes for cooling. Add 1.2 cm^3 (0.0109 mol) of *N*-methylmorpholine (labelled **NMM**) to the flask, by means of a syringe. Then, slowly add 1.5 cm^3 (0.0116 mol) isobutylchloroformate (labelled **IBCF**) to the flask by means of a second syringe. During the addition, swirl the reaction mixture gently by hand, and continue swirling for another 10 min. The temperature should remain in the range -20° to -15^oC.

STEP 2

Remove the septum and quickly add all the *L*-phenylalanine methyl ester hydrochloride (2.15 g, 0.0100 mol), (labelled **$HCl{\cdot}H_2NPheOCH_3$**) using the polypropylene powder funnel. Plug the flask again with the septum. Immediately add 1.2 cm^3 (0.0109 mol) of *N*-methylmorpholine (labelled **NMM**) using a third syringe, while the reaction mixture is swirled by hand. *ATTENTION: Leave the needle part of the syringe in the septum for the remainder of the reaction.* Allow the reaction to proceed for 60 min at –15 °C to –20 °C, swirling periodically by hand.

During this waiting period you are highly advised to start working on the Analytical Chemistry experiment.

After 60 min at -20^oC to -15^oC, remove the 50 cm^3 round-bottomed flask from the ice/sodium chloride bath and place the flask in the 250 cm^3 beaker and let it warm up to room temperature. Transfer the contents of the flask into the 50 cm^3 separating funnel by means of the glass funnel. Rinse the flask with a small amount of dichloromethane (3-5 cm^3), which is in a vial (labelled **DCM**). Wash the organic layer successively with two 20 cm^3 portions of 0.2 M aqueous HCl solution, two 20 cm^3 portions of 1% aqueous $NaHCO_3$ solution (read caution comment in next paragraph) and finally one 10 cm^3 portion of saturated solution of sodium chloride (labelled **brine**).

Important
After each washing allow the separating funnel to stand for enough time, so that the two phases separate completely. Also, take into consideration that the organic phase (DCM) is always the lower layer and contains the product. All the aqueous washings are collected in the same Erlenmeyer flask (empty if necessary). ***CAUTION: Keep in mind, also, that during washing with 1% $NaHCO_3$, the CO_2 liberated is exerting pressure on the separating funnel stopper, so be sure to let the gas out through the stopcock before and after each shaking, while holding the funnel upside down.***
Before continuing, wash the glass funnel, the 50 cm^3 cylinder and the 50 cm^3 round-bottomed flask with water and then dry them with acetone. Your supervisor will show you where to dispose of the water and the acetone.

Pour the organic layer into a clean 50 cm^3 Erlenmeyer flask. Add the anhydrous sodium sulfate, which is in a vial labelled **Na_2SO_4**, to the Erlenmeyer flask containing the organic layer. The organic phase should become clear. Filter it through the cleaned and dried funnel, whose stem you have previously stuffed with a small piece of cotton to trap any solids, into the cleaned and dried 50 cm^3 round-bottomed flask. Rinse the Erlenmeyer flask with a small amount of dichloromethane (3-5 cm^3). Removal of the organic solvent is done under reduced pressure, using a rotary evaporator apparatus. This will be done for you by a laboratory supervisor, who will add 20 cm^3 of diethylether to the residue in your flask, which will cause precipitation of your product. After cooling for 5 minutes in the ice bath, scrape the walls of the flask with a spatula, filter by suction the crystallized dipeptide through a fritted glass funnel. Wash twice with diethylether (5 cm^3 each time).
Leave the product on the filter under suction for at least 3 minutes. Then collect it on weighing paper, weigh it in the presence of a supervisor and then transfer it into a sample vial and label it with your student code. Write the mass of your product (**C**) on the label and on your answer sheet (on the next page).

TLC- Analysis
You have two Eppendorfs, one empty and one with a tiny amount of substance **B**. Put a small amount of **C** into the empty Eppendorf, and dissolve both **B** and **C** in a few drops of methanol. Use the supplied capillary tubes to apply small samples of these solutions to the TLC plate. Develop the TLC plate with a solution of chloroform-methanol-acetic acid (7:0.2:0.2) as eluant. The appropriate amount of eluant has been placed in the proper vial by the supervisor.
After the elution, analyze the TLC-plate using a UV-lamp. Clearly mark the starting line, solvent front and the UV-active spots.
Draw the diagram in the box on the answer sheet. Determine the R_f values.
Finally place the TLC-plate in a small plastic bag with a sealing strip and put it in an envelope provided by the supervisor. Write your student code on the envelope.
The examination committee will check the quality of the *N*-acetyl-*L*-prolinyl-*L*-phenylalanine methyl ester that you have prepared by determining its angle of optical rotation and consequently its specific rotation, $[a]^t_D$, using an accurate polarimeter apparatus.

Student Name:	Student Code:

Answer Sheet 1

Synthesis of *N*-Acetyl-*L*-prolinyl-*L*-phenylalanine methyl ester (Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3)

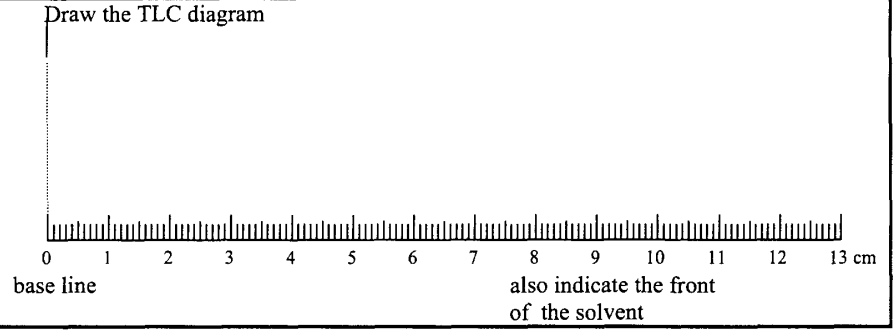
Box	1	2	3	4	5	6	7
Points	10	3	2	2	2	10	2

1 Mass of **Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3** obtained (product **C**): g

Calculate the yield of Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3 **C:**

Yield % =

2 Draw the TLC diagram



3 R_f value of ***L*-phenylalanine methyl ester hydrochloride** (material **B)**

4 R_f value of **Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3** (product **C)**

Student Name:	Student Code:

Answer Sheet 2

5 Conclusions from the TLC analysis:

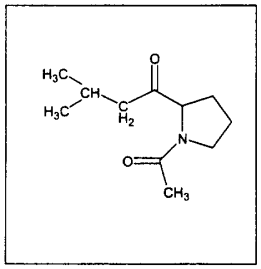
Compound **C:**

- ☐ Is pure
- ☐ Contains some **B**
- ☐ Contains several contaminants
- ☐ No conclusion

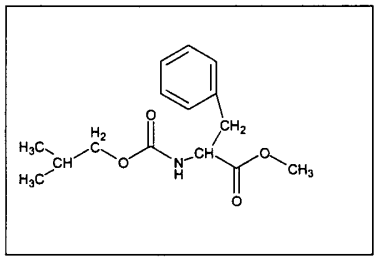
6 Specific rotation of the dipeptide Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3 C (to be measured later by the examination committee)

$$[a]_D^T =$$

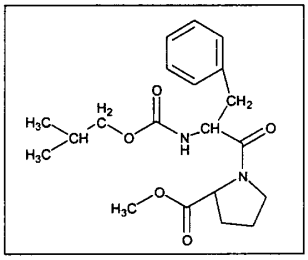
7 During the reaction between the phenylalanine methylester **B** and the activated mixed anhydride intermediate (step 2) the formation of the desired dipeptide product **C** is usually accompanied by a byproduct the correct structure of which is one of the three structures **I, II, III** given below. Circle the Roman numeral corresponding to the correct structure.



I



II



III

Analytical Chemistry Experiment
TITRATION OF ASCORBIC ACID WITH POTASSIUM IODATE

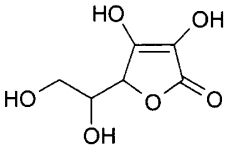
Introduction

Ascorbic acid (vitamin C, $C_6H_8O_6$, symbolized below as $AscH_2$) is a weak acid and undergoes the following dissociation steps:

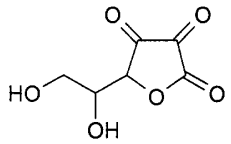
$$AscH_2 \rightleftharpoons AscH^- + H^+ \qquad K_{a1} = 6.8\times10^{-5}$$
$$AscH^- \rightleftharpoons Asc^{2-} + H^+ \qquad K_{a2} = 2.7\times10^{-12}$$

Ascorbic acid is readily oxidized to **dehydroascorbic acid** according to the half reaction:

$$C_6H_8O_6 \rightleftharpoons C_6H_6O_6 + 2H^+ + 2e^-$$



Ascorbic acid ($C_6H_8O_6$)



Dehydroascorbic acid ($C_6H_6O_6$)

A typical titrant used for the redox titration of ascorbic acid is potassium iodate, KIO_3. If the titration is carried out in 1 M HCl medium, then the reaction proceeds as follows:

$$3C_6H_8O_6 + IO_3^- \rightleftharpoons 3C_6H_6O_6 + I^- + 3H_2O$$

The end point is detected by the reaction of the first excess of iodate with iodide ions already present in the solution, producing I_2 which colours starch indicator blue:

$$IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \rightleftharpoons 3I_2 + 3H_2O$$

Principle of the method

Ascorbic acid will be titrated by using a solution of potassium iodate of known concentration. The titration will be carried out in 1 M HCl, while starch solution will be used as indicator to detect the end point.

Solutions

1. Solution of potassium iodate of known concentration.
   Make a note here of the concentration written on the bottle:

Molarity of KIO_3 =	M

2. Solution of 2 M HCl
3. Starch solution

Risk and Safety Information

Potassium iodate

Formula	KIO_3
Molecular weight	214.00
Melting point	560 °C
Density	3.930 g/cm^3

R8	Contact with combustible material may cause fire
R36/38	Irritating to eyes and skin
R42/43	May cause sensitisation by inhalation and skin contact

R61	May cause harm to the unborn child
S17	Keep away from combustible material
S22	Do not breathe dust
S45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show label where possible)
S36/37/39	Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection

Ascorbic acid

Formula	$C_6H_8O_6$
Molecular weight	176.13
Melting point	193°C (dec.)

Glassware

1. One 50 mL burette
2. One burette stand
3. One burette clamp
4. One 250-mL volumetric flask
5. Three 250-mL conical flasks
6. One graduated cylinder (25 or 50 mL)
7. One dropper
8. One 500-mL wash bottle (polyethylene, squeeze type) with deionized water
9. One 25.00-mL pipette
10. One pipette-filling bulb

Procedure

Preparation of burette

Rinse the burette with deionized water at least three times. Rinse twice with solution of potassium iodate and fill. Record the initial volume of titrant ($V_{initial}$).

Titration of unknown sample

Obtain the unknown solution in a clean 250-mL volumetric flask. Record batch number of solution given. Dilute to the mark with deionized water and shake well. Use a pipette to transfer 25.00 mL of this solution into a 250-mL conical flask. Use a graduated cylinder to transfer 25 mL of 2 M HCl into the same flask and shake well. Add 40 drops of starch solution and titrate the solution with potassium iodate up to a permanent blue colour. Record final volume of titrant (V_{final}) (titration 1). Repeat the procedure as many times as necessary. Calculate the concentration of ascorbic acid (mg $C_6H_8O_6$/mL of solution). Each time refill the burette with solution of potassium iodate.

Student Name:	Student Code:

Results (8 points)

Answer Sheet 3

Batch number of solution given

Titration No	$V_{initial}$ mL	V_{final} mL	V mL
Final volume			

mg $C_6H_8O_6$ / mL	

Questions

(2 points)

1. If the titration of ascorbic acid is carried out in 5 M HCl medium, then the reaction proceeds as follows:

$$C_6H_8O_6 + IO_3^- + H^+ + Cl^- \rightleftharpoons C_6H_6O_6 + ICl + H_2O$$

Balance the above reaction.

2. If V_1 and V_2 are the volumes of KIO_3 solution (titrant) required for the titration of 25.00 mL of the ascorbic acid solution given to you, in 1 and 5 M HCl, respectively, then the two volumes are related by the following relationship: (Circle the correct answer)

a. $V_2 = (3/2)\ V_1$
b. $V_2 = (2/3)\ V_1$
c. $V_2 = V_1$
d. none of the above

Student Name	Student Code:

Text language:

Translator countries (if more than one):

Please do not translate this part and provide the required information in English.

35th International Chemistry Olympiad

Athens, Greece

Theoretical Examination

Thursday, 10 July 2003

The exam paper consists of 29 numbered pages in addition to this cover page and two appendix pages containing Fundamental Constants, useful expressions and conversion factors, and the Periodic Table of the Elements. Furthermore, you are provided with 5 yellow sheets of scratch paper, a pen and a scientific calculator.

Write your name at the top of this page and your code on every sheet. You should enter your answers in the space provided next to each question. Show all relevant work (calculations, structures, etc.) in the space provided. Give results with appropriate units. Do not write on the back side of the exam sheets.

You may separate your sheets from the clip while working on the exam, but you should assemble them in the proper order before putting them back in the envelope provided. You have 5 hours to work on the exam.

The exam consists of 35 questions divided in four sections:

Section	Category	Questions	Points
A	General	1 – 24	30.5
B	Physical	25 – 30	33.0
C	Organic	31 – 33	34.0
D	Inorganic	34 – 35	27.5
Totals		35	125.0

Questions 1 – 24 receive between 1 and 3 points each, as indicated on each question. No points are given or taken for incorrect or missing answers in multiple choice questions. In most questions, mark with √ your answer (only one) or circle the letters Y or N for correct or incorrect choices, unless instructed otherwise.

Questions 25 – 35 receive between 4 and 17.5 points per question as indicated on each one of them.

Good luck.

Student Code:

SECTION A: General

QUESTION 1 (1 point)

The molar solubility s (mol/L) of $Th(IO_3)_4$ as a function of the solubility product K_{sp} of this sparingly soluble thorium salt is given by the equation:

(a) $s = (K_{sp}/ 128)^{1/4}$ ( )

(b) $s = (K_{sp}/ 256)^{1/5}$ ( )

(c) $s = 256\ K_{sp}^{1/4}$ ( )

(d) $s = (128\ K_{sp})^{1/4}$ ( )

(e) $s = (256\ K_{sp})^{1/5}$ ( )

(f) $s = (K_{sp}/128)^{1/5} / 2$ ( )

QUESTION 2 (1 point)

Which one of the following equations must be used for the exact calculation of $[H^+]$ of an aqueous HCl solution at any concentration c_{HCl}? ($K_w = 1\times10^{-14}\ M^2$).

(a) $[H^+] = c_{HCl}$ ( )

(b) $[H^+] = c_{HCl} + K_w/[H^+]$ ( )

(c) $[H^+] = c_{HCl} + K_w$ ( )

(d) $[H^+] = c_{HCl} - K_w/[H^+]$ ( )

QUESTION 3 (1 point)

The molar mass of glucose ($C_6H_{12}O_6$) is 180 g/mol and N_A is the Avogadro constant. Which <u>one</u> of the following statements <u>is not correct</u>?

(a) An aqueous 0.5 M solution of glucose is prepared by dissolving 90 g of glucose to give 1000 mL of solution. ( )

(b) 1.00 mmol amount of glucose has a mass of 180 mg. ( )

(c) A 0.0100 mole amount of glucose comprises of $0.0100\times24\times N_A$ atoms. ( )

(d) 90.0 g glucose contain $3\times N_A$ atoms of carbon. ( )

(e) 100 mL of a 0.10 M solution contain 18 g of glucose. ( )

QUESTION 4 (1 point)

If the density of a liquid compound B is ρ (in g/cm^3), M is the molar mass (in g/mol) of B and N_A is the Avogadro constant, then the number of molecules of B in 1 litre of this compound is:

(a) $(1000 \times \rho) / (M \times N_A)$ ( )

(b) $(1000 \times \rho \times N_A) / M$ ( )

(c) $(N_A \times \rho) / (M \times 1000)$ ( )

(d) $(N_A \times \rho \times M) / 1000$ ( )

Student Code:

QUESTION 5 (1 point)
The equilibrium constant of the reaction:

$$Ag_2CrO_4(s) + 2Cl(aq)^- \rightleftharpoons 2AgCl(s) + CrO_4^{2-}(aq)$$

is given by the equation:

(a) $K = K_{sp(Ag_2CrO_4)} / K_{sp(AgCl)}^2$ ( )

(b) $K = K_{sp(Ag_2CrO_4)} K_{sp(AgCl)}^2$ ( )

(c) $K = K_{sp(AgCl)} / K_{sp(Ag_2CrO_4)}$ ( )

(d) $K = K_{sp(AgCl)}^2 / K_{sp(Ag_2CrO_4)}$ ( )

(e) $K = K_{sp(Ag_2CrO_4)} / K_{sp(AgCl)}$ ( )

QUESTION 6 (1 point)
How many mL of 1.00 M NaOH must be added to 100.0 mL of 0.100 M H_3PO_4 solution to obtain a phosphate buffer solution with pH of about 7.2? (The pK values for H_3PO_4 are $pK_1 = 2.1$, $pK_2 = 7.2$, $pK_3 = 12.0$)

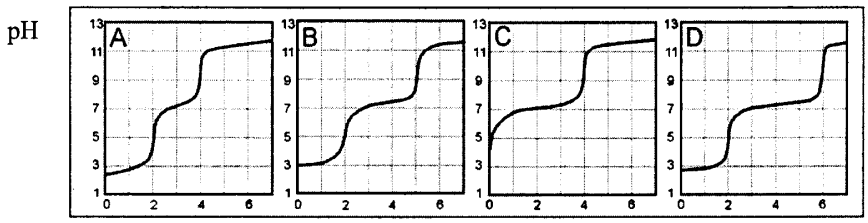
(a) 5.0 mL ( )

(b) 10.0 mL ( )

(c) 15.0 mL ( )

(d) 20.0 mL ( )

QUESTION 7 (1.5 point)
Solutions containing H_3PO_4 and/or NaH_2PO_4 are titrated with a strong base standard solution. Associate the contents of these solutions with the titration curves (pH vs. volume of titrant) shown in the figure. (for H_3PO_4: $pK_1 = 2.1$, $pK_2 = 7.2$, $pK_3 = 12.0$)



(case a) The sample contains H_3PO_4 only.
Curve A ( ), Curve B ( ), Curve C ( ), Curve D ( )

(case b) The sample contains both in a mole ratio H_3PO_4 : NaH_2PO_4 2:1.
Curve A ( ), Curve B ( ), Curve C ( ), Curve D ( )

(case c) The sample contains both in a mole ratio H_3PO_4 : NaH_2PO_4 1:1.
Curve A ( ), Curve B ( ), Curve C ( ), Curve D ( )

Student Code:

QUESTION 8 (1 point)
A fuel/oxidant system consisting of N,N-dimethylhydrazine $(CH_3)_2NNH_2$ and N_2O_4 (both liquids) is commonly used in space vehicle propulsion. Components are mixed stoichiometrically so that N_2, CO_2 and H_2O are the only products (all gases under the reaction conditions). How many moles of gases are produced from 1 mol of $(CH_3)_2NNH_2$?

(a) 8 ( )
(b) 9 ( )
(c) 10 ( )
(d) 11 ( )
(e) 12 ( )

QUESTION 9 (1 point)
The complete electrolysis of 1 mol of water requires the following amount of electric charge (F is the Faraday constant):

(a) F ( )
(b) (4/3) F ( )
(c) (3/2) F ( )
(d) 2 F ( )
(e) 3 F ( )

QUESTION 10 (2.5 points)
Identify particle X in each of the following nuclear reactions:

(case a) $^{68}_{30}Zn + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{65}_{28}Ni + X$ alpha ( ), beta ( ), gamma ( ), neutron ( )
(case b) $^{130}_{52}Te + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{131}_{53}I + X$ alpha ( ), beta ( ), gamma ( ), neutron ( )
(case c) $^{214}_{82}Pb \rightarrow ^{214}_{83}Bi + X$ alpha ( ), beta ( ), gamma ( ), neutron ( )
(case d) $^{23}_{11}Na + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{24}_{11}Na + X$ alpha ( ), beta ( ), gamma ( ), neutron ( )
(case e) $^{19}_{9}F + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{20}_{9}F + X$ alpha ( ), beta ( ), gamma ( ), neutron ( )

QUESTION 11 (1 point)
10.0 mL of 0.50 M HCl and 10.0 mL of 0.50 M NaOH solutions, both at the same temperature, are mixed in a calorimeter. A temperature increase of ΔT is recorded. Estimate the temperature increase if 5.0 mL of 0.50 M NaOH were used instead of 10.0 mL. Thermal losses are negligible and the specific heats of both solutions are taken as equal.

(a) $(1/2) \times \Delta T$ ( )
(b) $(2/3) \times \Delta T$ ( )
(c) $(3/4) \times \Delta T$ ( )
(d) ΔT ( )

Student Code:

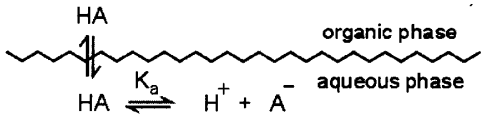
QUESTION 12 (1 point)
Natural antimony consists of the following 2 stable isotopes: ^{121}Sb, ^{123}Sb. Natural chlorine consists of the following 2 stable isotopes: ^{35}Cl, ^{37}Cl. Natural hydrogen consists of the following 2 stable isotopes: ^{1}H, ^{2}H. How many peaks are expected in a low resolution mass spectrum for the ionic fragment $SbHCl^{+}$?

(a) 4 ( )
(b) 5 ( )
(c) 6 ( )
(d) 7 ( )
(e) 8 ( )
(f) 9 ( )

QUESTION 13 (1 point)
The smallest diffraction angle of a monochromatic beam of X-rays in a certain experiment is 11.5°. Based on this we must expect a 2nd order diffraction from the same crystal at:

(a) 22.0 degrees ( )
(b) 22.5 degrees ( )
(c) 23.0 degrees ( )
(d) 23.5 degrees ( )
(e) 24.0 degrees ( )
(f) 24.5 degrees ( )

QUESTION 14 (1 point)
The undissociated form of a weak organic acid HA can be extracted from the aqueous phase by a water-immiscible organic solvent according to the scheme:



Regarding this extraction, are the following statements correct (Y) or not (N)?

(a) The distribution constant (K_D) of the acid HA depends on the pH of the aqueous phase. Y N
(b) HA can be efficiently extracted only from acidic aqueous solutions. Y N
(c) The distribution ratio (D) of the acid HA depends on the pH of the aqueous phase. Y N
(d) The distribution ratio (D) of the acid HA depends mainly on its concentration. Y N

Student Code:

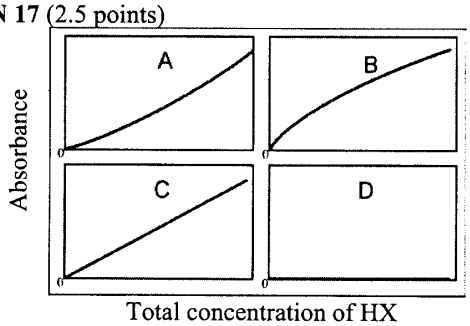
QUESTION 15 (1 point)
Regarding Beer's law, are the following statements correct (Y) or not (N)?

(a) The absorbance is proportional to the concentration of the absorbing compound. Y N
(b) The absorbance is linearly related to the wavelength of the incident light. Y N
(c) The logarithm of transmittance is proportional to the concentration of the absorbing compound. Y N
(d) The transmittance is inversely proportional to the logarithm of absorbance. Y N
(e) The transmittance is inversely proportional to the concentration of the absorbing compound. Y N

QUESTION 16 (1 point)
Calculate the corresponding wavelength in nanometers (nm) for monochromatic radiation with the following numerical characteristics

(case a) 3000 Å — 150 nm ( ), 300 nm ( ), 600 nm ( ), 5000 nm ( )
(case b) 5×10^{14} Hz — 150 nm ( ), 300 nm ( ), 600 nm ( ), 5000 nm ( )
(case c) 2000 cm^{-1} — 150 nm ( ), 300 nm ( ), 600 nm ( ), 5000 nm ( )
(case d) 2×10^{6} GHz — 150 nm ( ), 300 nm ( ), 600 nm ( ), 5000 nm ( )

QUESTION 17 (2.5 points)



The absorbance of solutions of the weak acid HX were obtained. Associate the expected form of the resulting working curve with those shown in figure, under the following conditions:
(case a) Pure aqueous solutions of HX were used. Only the undissociated species HX absorb. Curve A ( ), Curve B ( ), Curve C ( ), Curve D ( )
(case b) Pure aqueous solutions of HX were used. Only the anionic species X^- absorb. Curve A ( ), Curve B ( ), Curve C ( ), Curve D ( )
(case c) All solutions of HX contain an excess of a strong base. Only the undissociated HX species absorb. Curve A ( ), Curve B ( ), Curve C ( ), Curve D ( )
(case d) All solutions of HX contain an excess of a strong acid. Only the undissociated HX species absorb. Curve A ( ), Curve B ( ), Curve C ( ), Curve D ( )
(case e) Pure aqueous solutions of HX were used. Both HX and X^- absorb. Measurements were obtained at a wavelength where the molar absorptivities of X^- and HX are equal and different than zero.
Curve A ( ), Curve B ( ), Curve C ( ), Curve D ( )

Student Code:

QUESTION 18 (1 point)
Which of the following acids is the strongest?

(a) perchloric acid, $HClO_4$ ( )
(b) chloric acid, $HClO_3$ ( )
(c) chlorous acid, $HClO_2$ ( )
(d) hypochlorous, HClO ( )
(e) All of them are equally strong because they all contain chlorine ( )

QUESTION 19 (1 point)
Which structure describes best the crystal system of iron in which the coordination number is 8?

(a) simple cubic ( )
(b) body-centered cubic ( )
(c) cubic closest packed ( )
(d) hexagonal closest packed ( )
(e) none of the above ( )

QUESTION 20 (1 point)
Which of the following elements has the largest third ionization energy?

(a) B ( )
(b) C ( )
(c) N ( )
(d) Mg ( )
(e) Al ( )

QUESTION 21 (1 point)
Which second period (row) element has the first six ionization energies (IE in electron volts, eV) listed below?

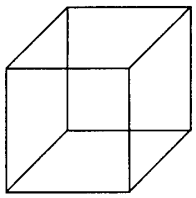
IE_1	IE_2	IE_3	IE_4	IE_5	IE_6
11	24	48	64	392	490

(a) B ( )
(b) C ( )
(c) N ( )
(d) O ( )
(e) F ( )

Student Code:

QUESTION 22 (3 points)
Silver metal exists as a face-centered cubic (fcc) packed solid.

(a) Draw an fcc unit cell.



(b) How many atoms are present in the fcc unit cell?

(c) The density of silver has been determined to be 10.5 g/cm^3 . What is the length of each edge of the unit cell?

(d) What is the atomic radius of the silver atoms in the crystal?

QUESTION 23 (1 point)
Are the following statements correct (Y) or not (N)?

(a) HF boils at a higher temperature than HCl. Y N

(b) HBr boils at a lower temperature than HI Y N

(c) Pure HI can be produced by reacting concentrated sulfuric acid with KI. Y N

(d) Ammonia solutions are buffer solutions because they contain the conjugate pair $NH_3 - NH_4^+$. Y N

(e) Pure water at 80°C is acidic. Y N

(f) During electrolysis of an aqueous KI solution with graphite electrodes, the pH near the cathode is below 7. Y N

Student Code:

QUESTION 24 (2 points)
Under certain conditions of concentration and temperature HNO_3 reacts with Zn and its reduction products are NO_2 and NO in a molar ratio 1:3. How many moles of HNO_3 are consumed by 1 mol of Zn?

(a) 2.2 ◯
(b) 2.4 ◯
(c) 2.6 ◯
(d) 2.8 ◯
(e) 3.0 ◯
(f) 3.2 ◯

Student Code:

SECTION B: PHYSICAL

QUESTION 25: Muon (8 points)

The muon (μ) is a subatomic particle of the lepton family which has same charge and magnetic behavior as the electron, but has a different mass and is unstable, i.e., it disintegrates into other particles within microseconds after its creation. Here you will attempt to determine the mass of the muon using two rather different approaches.

a) The most common spontaneous disintegration reaction for the muon is :

$$\mu \rightarrow e + \bar{\nu}_e + \nu_\mu,$$

where $\bar{\nu}_e$ is the electron antineutrino, and ν_μ the muon neutrino. In a given experiment using a stationary muon, $\bar{\nu}_e + \nu_\mu$, carried away a total energy of 2.000×10^{-12} J, while the electron was moving with a kinetic energy of 1.4846×10^{-11} J. Determine the mass of the muon.

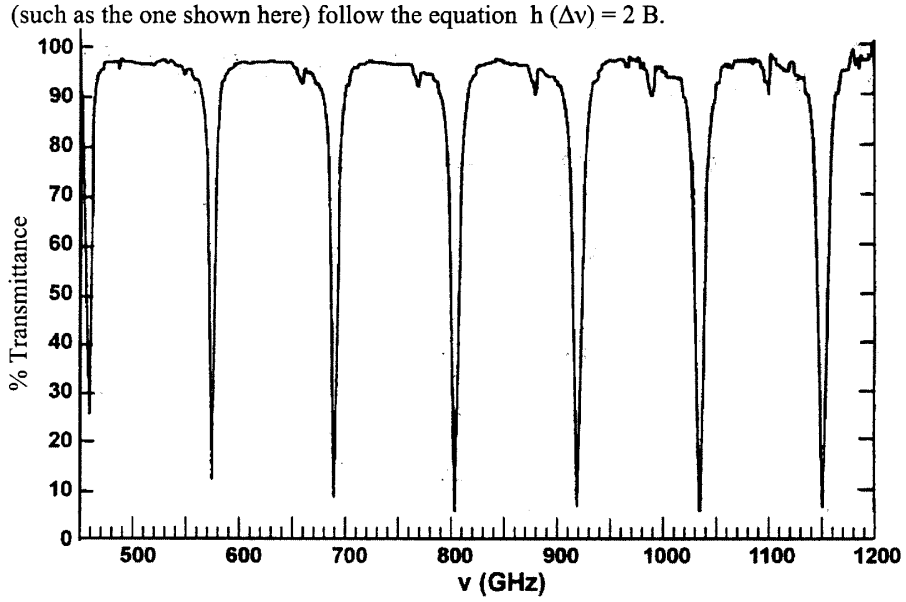
b) Many experiments have studied the spectroscopy of atoms that have captured a muon in place of an electron. These exotic atoms are formed in a variety of excited states. The transition from the third excited state to the first excited state of an atom consisting of a ^1H nucleus and a muon attached to it was observed at a wavelength of 2.615 nm. Determine the mass of the muon.

Student Code:

QUESTION 26: CO spectrum (5 points)

Rotational energy levels of diatomic molecules are well described by the formula $E_J = B\ J\ (J+1)$, where J is the rotational quantum number of the molecule and B its rotational constant. B is related to the reduced mass μ and the bond length R of the molecule through the equation $B = \frac{h^2}{8\pi^2 \mu R^2}$.

In general, spectroscopic transitions appear at photon energies which are equal to the energy difference between appropriate states of a molecule ($h\nu = \Delta E$). The observed rotational transitions occur between adjacent rotational levels, hence $\Delta E = E_{J+1} - E_J = 2\ B\ (J+1)$. Consequently, successive rotational transitions that appear on the spectrum (such as the one shown here) follow the equation $h(\Delta\nu) = 2\ B$.



By inspecting the spectrum provided, determine the following quantities for $^{12}C^{16}O$ with appropriate units:

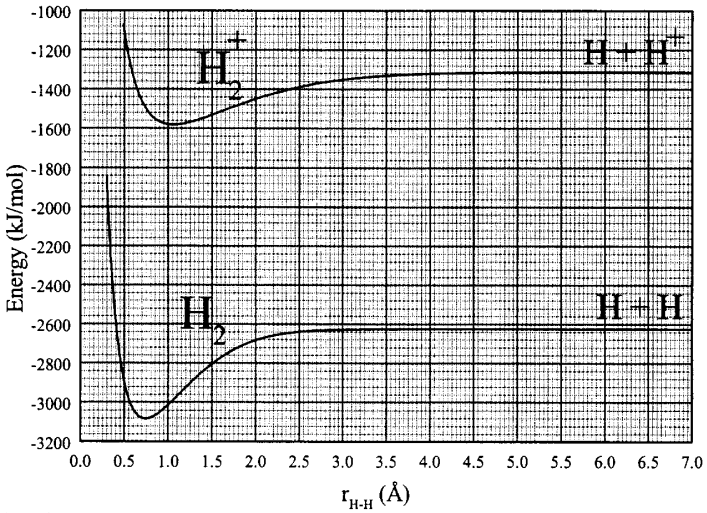
a) $\Delta\nu$

b) B

c) R

Student Code:

QUESTION 27: Hydrogen molecule (6 points)
In the following graph are presented potential energy curves of the H_2 molecule and its cation H_2^+.



Using the information provided on this graph, give numerical answers with appropriate units to the following questions:

1. What are the equilibrium bond lengths of H_2 and H_2^+?

2. What are the binding energies of H_2 and H_2^+?

3. What is the ionisation energy of the H_2 molecule?

4. What is the ionisation energy of the H atom?

5. If we use electromagnetic radiation of frequency $3.9 \cdot 10^{15}$ Hz in order to ionise H_2, what will be the velocity of the extracted electrons? (ignore molecular vibrational energy)

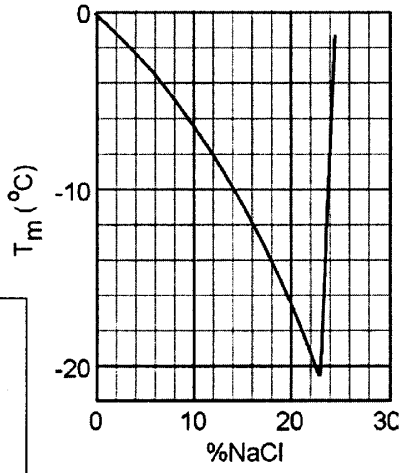
Student Code:

QUESTION 28: Cryoscopy (4 points)

Chemists often need a bath in which to carry out a process that has a temperature below the water freezing point (0 °C) and well above the CO_2 sublimation point (–78 °C). In this case they mix water ice prepared at its melting point and NaCl. Depending on the quantities used temperatures as low as –20 °C can be reached.

We prepare a cold bath mixing 1 kg of ice at 0 °C with 150 g of NaCl in a thermally insulated container. Circle the letters Y or N to indicate if the following statements are correct (Y) or not (N).

1. The mixing process is spontaneous Y N
2. The change of entropy during the mixing process is negative Y N
3. This diagram depicts the freezing point of aqueous solutions of NaCl as a function of the composition of the solution (per cent by weight). What is is the freezing point of the bath based on the diagram?



4. If an equal mass of $MgCl_2$ were used instead of NaCl, would the freezing point be higher? Y N

Student Code:

QUESTION 29: Pool (5 points)
A very large swimming pool filled with water of temperature equal to 20°C is heated by a resistor with a heating power of 500 W for 20 minutes. Assuming the water in the pool is not in any contact with anything besides the resistor, determine the following quantities:

a) The heat delivered to the water

b) Is the change of entropy of the resistor positive, negative, or zero?
(i) $\Delta S_{res} > 0$ ( )
(ii) $\Delta S_{res} = 0$ ( )
(iii) $\Delta S_{res} < 0$ ( )

c) Is the change of entropy of the water positive, negative, or zero?
(i) $\Delta S_{pool} > 0$ ( )
(ii) $\Delta S_{pool} = 0$ ( )
(iii) $\Delta S_{pool} < 0$ ( )

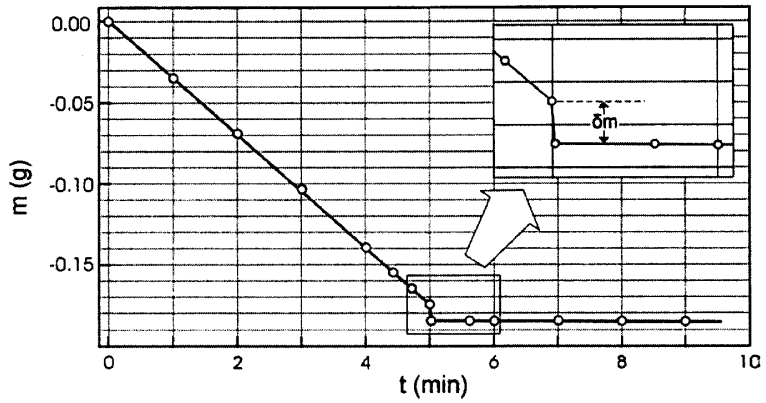
d) Is the change of entropy of the system positive, negative, or zero?
(i) $\Delta S_{total} > 0$ ( )
(ii) $\Delta S_{total} = 0$ ( )
(iii) $\Delta S_{total} < 0$ ( )

e) Is the process reversible? Y N

Student Code:

QUESTION 30: Gas velocity (5 points)

The experiment described here gives a simple way to determine the mean velocity u of the molecules in the gas phase of a volatile liquid. A wide shallow container (a Petri dish) half filled with ethanol is placed on an electronic balance with its lid next to it and the balance is zeroed at time t=0. Balance readings are recorded as shown on



the diagram. At t = 5 min the lid is placed over the dish. The liquid no longer evaporates, but the trapped molecules push against the lid, hence lowering the measurement of the balance by δm. Therefore, the force exerted on the lid is f = δm g. The force is also equal to the rate of change of the momentum of the evaporating molecules, i.e., f = ½ u dm/dt. Using the data provided determine the mean velocity of ethanol molecules at 290 K. Assume g = 9.8 m s^{-2}.

Student Code:

SECTION C: Organic

PROBLEM 31: Ester identification (14 points)

2.81 g of an optically active diester **A**, containing only C, H and O were saponified with 30.00 mL of a 1.00 M NaOH solution. Following the saponification, the solution required 6.00 mL of a 1.00 M HCl solution to titrate the unused NaOH, only. The saponification products were an optically inactive dicarboxylic acid **B**, MeOH and an optically active alcohol **C**. Alcohol **C** reacted with I_2/NaOH to give a yellow precipitate and C_6H_5COONa.

The diacid **B** reacted with Br_2 in CCl_4 to give a single, optically inactive product (compound **D**).

Ozonolysis of **B** gave only one product.

1. Determine the molecular mass of compound **A**.

M_A =

2. Give the structural formulas of **A**, **B**, and **C** without stereochemical information.

A	**B**	**C**

3. Give the possible stereochemical formulas (with bold and dashed bonds) for **C**.

Possible Stereochemical Formulas for C

Student Code:

4. Give the stereochemical formula for **D**, using a Fischer projection.

Stereochemical Formula for D

5. Give the stereochemical formula for **B**.

Stereochemical Formula for B

The diester **A** also reacted with Br_2 in CCl_4 and was converted to a mixture of two compounds (**E**, **F**) both optically active.

6. Give all the possible stereochemical formulas for **E** and **F**, using Fischer projections. Name all the stereogenic centers as either *R* or *S* on all the formulas.

Possible Stereochemical Formula(s) for E	**Possible Stereochemical Formula(s) for F**

Student Code:

If we use $Na^{18}OH$ for the saponification of compound **A**, would the oxygen isotope be incorporated in (either or both of) the products **B** and **C**?

7. Mark the correct answer:

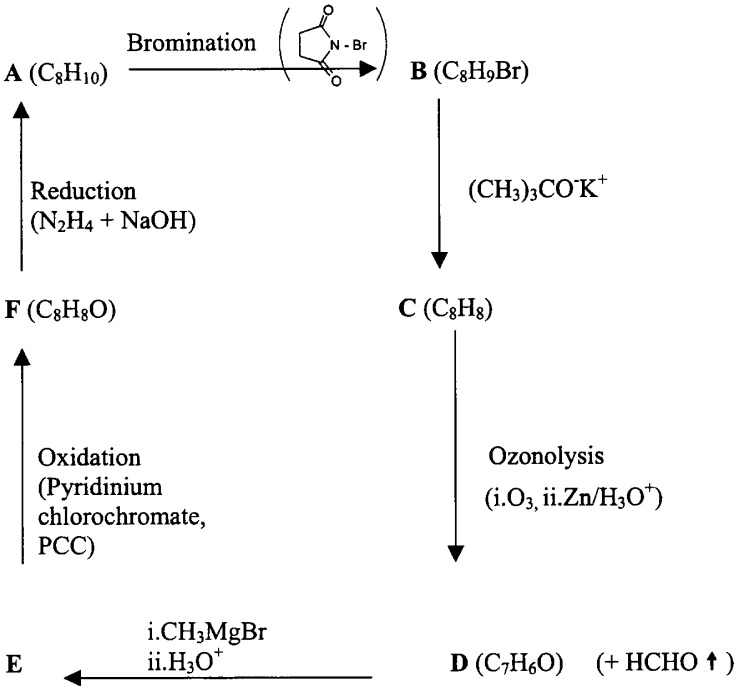
a. Only **B** ( )

b. Only **C** ( )

c. Both **B** and **C** ( )

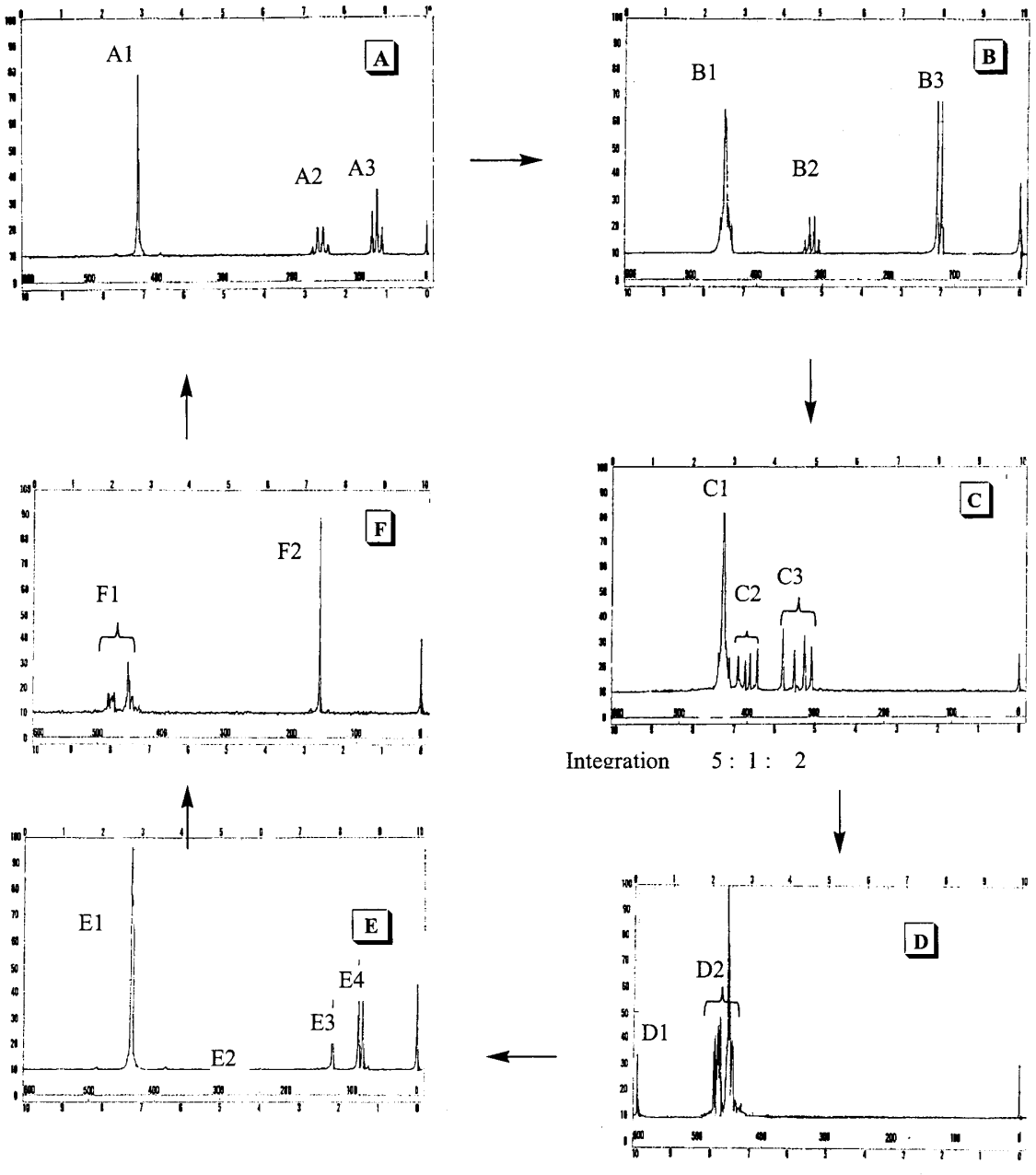
Student Code:

PROBLEM 32: NMR puzzle (9 points)
An organic compound **A** (C_8H_{10}) gives the following chain of reactions:



Based on the ^{1}H-NMR spectra given, draw the structures of compounds **A**, **B**, **C**, **D**, **E** and **F**, and match the groups of the hydrogen atoms of each compound to the corresponding ^{1}H-NMR peaks, as shown in the example.

Student Code:



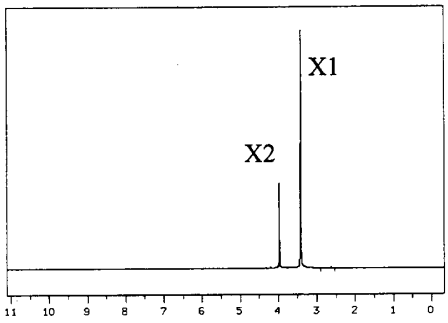
Integration 5 : 1 : 2

General remarks: NMR spectra were recorded in $CDCl_3$ on a 60 MHz Perkin Elmer Spectrometer. Under ordinary conditions (exposure to air, light and water vapour) acidic impurities may develop in $CDCl_3$ solutions and catalyse rapid exchange of some particular protons.

Student Code:

EXAMPLE

X1 X2
CH_3OH



A

B

C

D

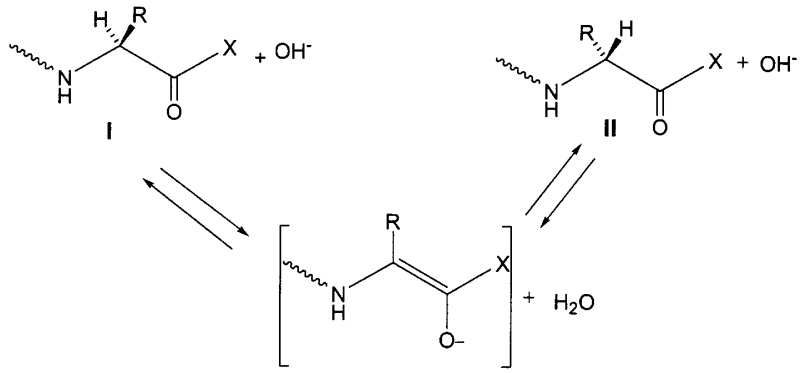
E

F

Student Code:

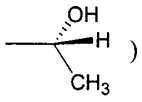
PROBLEM 33: Peptides (11 points)

Racemization of α-aminoacids and peptides can occur by an α-enolization mechanism and both heat and the presence of strong bases greatly accelerate the process:



1. Draw stereochemical formulas I and II (with bold and dashed bonds) for the aminoacid components of the mixture that has reached equilibrium through the α-enolization mechanism described above operating on each of the following hydroxyaminoacids A and B:

A: serine (R = $-CH_2OH$)

B: (2*S*,3*R*)-threonine (R = 

)

A

I	II

B

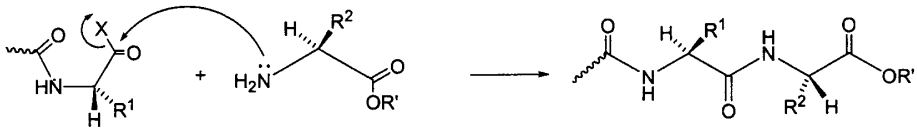
I	II

Student Code:

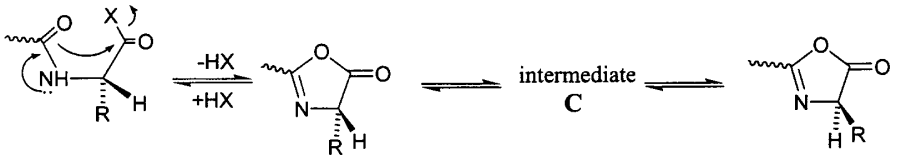
2. Mark the box that corresponds to the correct definition of the relationship between the structures you have drawn in each of the above cases A and B.

	enantiomeric	diastereomeric
$A_{I,II}$	☐	☐
$B_{I,II}$	☐	☐

During peptide synthesis, in order to form a new peptide bond the carboxyl group has to be activated, that is, it must bear a good leaving group, represented in a simplified scheme below:



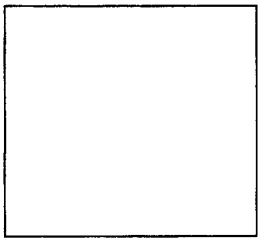
It is at this stage of the synthesis that a second racemization mechanism may occur; the amidic carbonyl oxygen is five atoms away from the activated carboxyl group and can intramolecularly attack the activated carboxyl forming a five membered cyclic intermediate (an azalactone) which quickly equilibrates its hydrogen at the stereogenic center, represented in a simplified scheme below:



azalactone azalactone

3. Write a structure for the intermediate **C** that interconverts the two azalactones and thus explains the scrambling of the stereochemistry at the stereogenic center:

Intermediate **C**



Azalactones are very reactive substances that can still react with the amino group of an aminoacid. Therefore, the coupling reaction can proceed to completion albeit affording racemized or epimerized products.

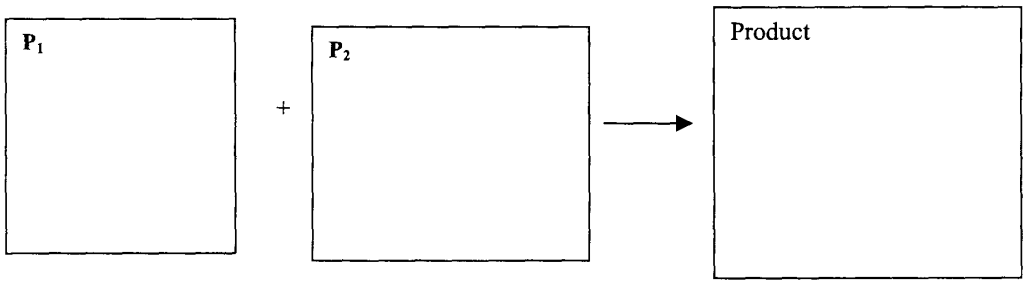
Student Code:

4. If *N*-benzoyl glycine, $C_9H_9NO_3$, is warmed to 40°C with acetic anhydride it is converted into a highly reactive substance, $C_9H_7NO_2$. (P_1)

A: Propose a structure for this substance.

P_1

B: Write the reaction product (s) of the substance you proposed above with *S*-alanine ethyl ester (P_2) (the side chain R of the aminoacid alanine is a methyl group) using stereochemical formulas (with bold and dashed bonds) for both reactants and product.



Student Code:

SECTION D: Inorganic

QUESTION 34: Aluminium (17.5 points)

One of the largest factories in Greece, located near the ancient city of Delphi, produces alumina (Al_2O_3) and aluminium metal using the mineral bauxite mined from the Parnassus mountain. Bauxite is a mixed aluminium oxide hydroxide – $AlO_x(OH)_{3-2x}$ where $0<x<1$.

Production of Al metal follows a two-stage process:

(i) Bayer process: Extraction, purification and dehydration of bauxite (typical compositions for industrially used bauxites are Al_2O_3 40-60%, H_2O 12-30%, SiO_2 free and combined 1-15%, Fe_2O_3 7-30%, TiO_2 3-4%, F, P_2O_5, V_2O_5, etc., 0.05-0.2%). This involves dissolution in aqueous NaOH, separation from insoluble impurities, partial precipitation of the aluminium hydroxide and heating at 1200°C. Complete and balance the following chemical reactions of stage (i)

$$Al_2O_3 + OH^- + \rightarrow [Al(OH)_4(H_2O)_2]^-$$

$$SiO_2 + OH^- \rightarrow SiO_2(OH)_2^{2-}$$

$$SiO_2(OH)_2^{2-} + \rightarrow CaSiO_3\downarrow +$$

$$[Al(OH)_4(H_2O)_2]^- \rightarrow \downarrow + OH^- + H_2O$$

$$Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 +$$

ii) Héroult-Hall process: Electrolysis of pure alumina dissolved in molten cryolite, Na_3AlF_6. Typical electrolyte composition ranges are Na_3AlF_6 (80-85%), CaF_2 (5-7%), AlF_3 (5-7%), Al_2O_3 (2-8% intermittently recharged). Electrolysis is carried out at 940°C, under constant pressure of 1 atm, in a carbon-lined steel cell (cathode) with carbon anodes. Balance the main reaction of the electrolysis:

$$Al_2O_3(l) + C(anode) \rightarrow Al(l) + CO_2(g)$$

Since cryolite is a rather rare mineral, it is prepared according to the following reaction. Complete and balance this reaction:

$$HF + Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow Na_3AlF_6 +$$

Student Code:

During the electrolysis process several parallel reactions take place that degrade the graphite (C) anodes or reduce the yield.

iii) By using the thermodynamic data given below, which are taken to be independent of temperature, determine the thermodynamic quantities ΔH, ΔS and ΔG at 940°C for the reaction:

$C(graphite) + CO_2(g) \rightarrow 2CO(g)$.

	Al(s)	$Al_2O_3(s)$	C (graphite)	CO(g)	$CO_2(g)$	$O_2(g)$
$\Delta_f H^\circ$ ($kJ.mol^{-1}$)	0	−1676	0	−111	−394	
S° ($J.K^{-1}.mol^{-1}$)	28	51	6	198	214	205
$\Delta_{fus}H$ ($kJ.mol^{-1}$)	11	109				

iv) At the same temperature and using the data from the table in part (iii) determine the quantities ΔH and ΔG for the reaction

$2Al(l) + 3CO_2(g) \rightarrow Al_2O_3(l) + 3CO(g)$

given that $\Delta S = -126\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$. (Show your calculations)

Student Code:

v) Pure aluminium is a silvery-white metal with a face-centered cubic (fcc) crystal structure. Aluminium is readily soluble in hot concentrated hydrochloric acid producing the cation $[Al(H_2O)_6]^{3+}$, as well as in strong bases at room temperature producing hydrated tetrahydroxyaluminate anion, $[Al(OH)_4]^-(aq)$. In both cases liberation of H_2 occurs. AlF_3 is made by treating Al_2O_3 with HF gas at 700°C, while the other trihalides, AlX_3, are made by the direct exothermic reaction of Al with the corresponding dihalogen. Write all 4 chemical reactions described above.

vi) The $AlCl_3$ is a crystalline solid having a layer lattice with 6-coordinate Al(III), but at the melting point (192.4°C) the structure changes to a 4-coordinate molecular dimer, Al_2Cl_6. The covalently bonded molecular dimer, in the gas phase and at high temperature, dissociates into trigonal planar $AlCl_3$ molecules.
For the molecular dimer Al_2Cl_6, in the gas phase, two different Al — Cl distances (206 and 221 pm) were measured. Draw the stereostructure of the dimer, and write down the corresponding Al — Cl distances.

vii) What is the hybridization of the Al atom(s) in Al_2Cl_6 and $AlCl_3$?

Student Code:

QUESTION 35: Kinetics (10 points)

The acid-catalyzed reaction $CH_3COCH_3 + I_2 \rightarrow CH_3COCH_2I + HI$ was found to be first order with respect to hydrogen ions. At constant hydrogen ion concentration the time needed for the concentration of iodine to be reduced by 0.010 mol L^{-1} was measured under various initial concentrations of the reactants.

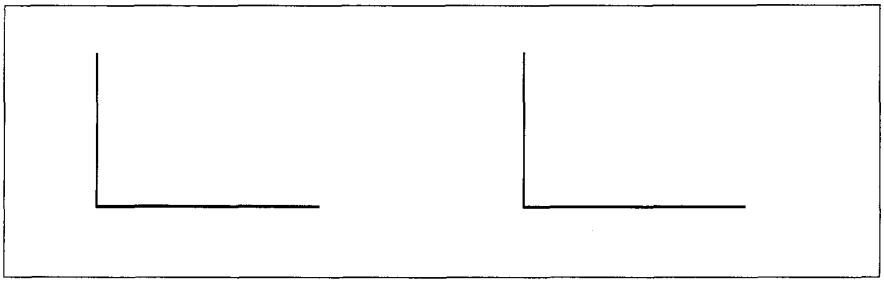
i) Based on the information provided in the table, fill in the blanks.

$[CH_3COCH_3]$ (mol L^{-1})	$[I_2]$ (mol L^{-1})	Time (min)
0.25	0.050	7.2
0.50	0.050	3.6
1.00	0.050	1.8
0.50	0.100	3.6
0.25	0.100	...
1.50	...	...
...	...	0.36

ii) Derive the rate law for the reaction and calculate the observed rate constant.

iii) Calculate the time needed for 75% of CH_3COCH_3 to react in excess I_2.

iv) Show graphically the dependence of the rate on $[CH_3COCH_3]$ and on $[I_2]$, for fixed initial concentration of the other reagents.



Student Code:

v) If the rate is doubled by raising the temperature by 10°C from 298 K, calculate the activation energy for this reaction.

Student Code:

Fundamental constants

Quantity	Symbol	Value	Unit
Speed of light	c	299 792 458	$m\ s^{-1}$
Permeability of vacuum	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$ = 12.566 370 614...x 10^{-7}	$N\ A^{-2}$
Permittivity of vacuum	ε_0	$1/\mu_0 c^2$ = 8.854 187 817 x 10^{-12}	$C^2\ m^{-2}\ N^{-1}$ or $F\ m^{-1}$
Planck constant	h	6.626 068 76 x 10^{-34}	J s
Electron charge	e	1.602 176 462 x 10^{-19}	C
Electron mass	m_e	9.109 381 88 x 10^{-31}	kg
Proton mass	m_p	1.672 621 58 x 10^{-27}	kg
Avogadro constant	N_A	6.022 141 99 x 10^{23}	mol^{-1}
Faraday constant	F	96 485.3415	$C\ mol^{-1}$
Boltzmann constant	k	1.380 650 3 x 10^{-23}	$J\ K^{-1}$
Molar gas constant	R	8.314 472	$J\ K^{-1}\ mol^{-1}$
Atomic mass unit	u	1.660 538 73 x 10^{-27}	kg

Source: *Physics Today* **55** BG6 (2002)

Common unit conversions

The unit 1 M is commonly used as an abbreviation for 1 mol dm^{-3}.

1 L = 1 dm^3 = 1000 cm^3

1 Å = 10^{-10} m

1 cal = 4.184 J

Useful formulas

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \qquad E_n = \frac{-Z^2 e^2}{(4\pi\varepsilon_0)2n^2\alpha} \text{ with } \alpha = \frac{\left(\frac{h}{2\pi}\right)^2 (4\pi\varepsilon_0)}{\mu e^2}$$

$$\text{Kinetic Energy} = \frac{1}{2}mv^2 \qquad E = m c^2$$

$$2\ d \sin\theta = n\lambda \qquad k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

學生姓名:	學生編號:

Text language: Traditional Chinese

Translator countries (if more than one):Taiwan

35 屆國際化學奧林匹亞

雅典，希臘

實作測驗

2003 年 7 月 8 日 星期二

考前必看重要注意事項

- 在實驗時你必須全程帶安全眼鏡或被認可的自己的眼鏡。當使用吸量管時，只能用安全吸球操作。在實驗室吃任何食物是絕對禁止的。
- 參賽者要注意安全，包括人與人間的規矩和保持器材及環境的清潔，如果你對於安全規定有任何問題，請向實驗室助理詢問。
- 進入實驗室時，請確認安全淋浴的位置。
- 當你得到開始實驗的訊號，才能開始實驗。
- 你有 **5 小時**的時間完成所有實驗工作，和在答案卷記錄你的結果，在結束工作前 15 分鐘將會預先警告，你必須在下達停止的指令之後，馬上停止你的工作，延遲停止工作 5 分鐘，將導致取消此項考試和在此考試得到 0 分。
- **這個實作考試含兩個實驗，爲了有效利用時間，你將先做有機化學實驗，直到題目指引你做分析化學實驗，然後再回來完成有機化學實驗。**
- 在答案紙上所指定的方格寫上你的姓名和學生編號(貼在你的實驗桌工作台上)。
- 切記所有的結果必須寫在答案紙上的回答方格內。數據寫在其他位置將不會被計分。在答案紙的背面不要寫任何東西，如果你需要更多的紙或更換答案紙，請向實驗室助理要。
- 完成測驗時，你必須將所有的紙放在提供的信封中，只有在信封中的紙才會被評分。
- 在未被獲准離開實驗室之前請勿離開。
- 只能使用大會所提供的器材。
- 數字的答案必須符合有效數字，以便於評估實驗誤差，即使你的實驗技巧是完美的，但不能執行正確的計算將被扣分。
- 測驗有 3 頁的答案紙. 。
- 可向實驗室助理要求提供正式的英文版試題。

廢棄化學品、濺出物、玻璃器材處理

有機濾液、有機洗液和任何其他廢液必須放在裝廢液的燒杯或瓶中。
用適當的廢棄物容器裝拋棄的化學品及廢棄物質。
打破的玻璃必須置於廢棄物桶，打破玻璃器材及更換樣品將被扣分 1 分 。

清理

實驗桌必須以濕紙巾清理乾淨

有機實驗

二胜肽 *N*-acetyl-*L*-prolinyl-*L*-phenylalanine methyl ester (Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3) 的合成

玻璃器材及設備

圓底反應瓶 Round-bottomed flask (50 mL)	1	
橡膠血清塞 Septum	1	
固定座 Support stand	1	
固定夾頭 Clamp holder	1	
固定夾 Clamp	1	
塑膠針筒及針頭 Syringe polyethylene (5mL)+ needle	3	
塑膠漏斗 Polypropylene powder funnel	1	
玻璃漏斗 Glass funnel	1	
分液漏斗 Separating funnel (50 mL)	1	
錐形瓶 Erlenmeyer flask (50 mL)	3	
刮勺 Spatula	1	
鑷子 Pair of forcepts	1	
量筒 Measuring cylinder (50 mL)	1	
秤量紙 Weighing paper	1	(位於天平旁)
白色多孔玻璃過濾器 Fritted glass funnel	1	
樣品瓶 Sample vial	1	
TLC 用含蓋玻璃瓶 Screw cap bottle (large) for TLC	1	
TLC 色層分析片 Thin layer plate (3-7 cm)	1	位於實驗桌靠走道樣品架上
點 TLC 用毛細管 Capillary tubes for TLC	2	位於實驗桌靠走道樣品架上
溫度計 Thermometer	1	
抽氣過濾瓶 Filter flask (100 mL)	1	
過濾瓶橡膠塞 Filter rubber adaptor	1	
黃蓋塑膠樣品瓶 Eppendorf	1	
文具(馬克筆,鉛筆)Stationery (pen, pencil)		
燒杯 Beaker (250 mL)	1	

化合物

二氯甲烷 Dichloromethane	30 mL
N-乙醯-*L* –脯氨酸 *N*-Acetyl-*L*-proline (Ac-L-Pro)	1.50 g (在樣品瓶中)
L-苯基甲氨甲酯氯化氫鹽 *L*-Phenylalanine methylester hydrochloride (HCl.*L*-Phe-OMe)	2.15 g (在樣品瓶中)
異丁基氯酸酯 Isobutyl chloroformate	1.5 mL (位於實驗桌靠走道樣品架上)
N-甲基嗎林 *N*-Methylmorpholine	2.4 mL
甲醇 Methanol	
1%碳酸氫鈉水溶液 Sodium hydrogen carbonate ($NaHCO_3$) 1%	40 mL
0.2 M 鹽酸水溶液 Hydrochloric acid (HCl) 0.2M	40 mL
無水硫酸鈉 Anhydrous sodium sulfate	2 g
棉花 Cotton wool	
乙醚 Diethyl ether	30 mL 由實驗室助理提供

裝丙酮洗滌瓶(清洗用)Wash bottle with acetone (for rinsing)	500 mL
TLC 展開液 (氯仿-甲醇-醋酸 7:0.2:0.2)	15 mL 由實驗室助理提供
冰鹽冷卻保麗龍盒[−20°C - −15°C] Ice/sodium chloride cold bath [−20°C - −15°C]	由實驗室助理提供
化合物 **B**	在黃色塑膠樣品瓶 **B** 中

Risk and Safety Information

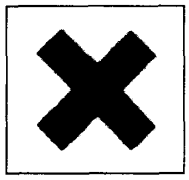
Acetone

Formula	C_3H_6O
Molecular weight	58.08
Melting point	−95 °C
Boiling point	56 °C
Density	0.79 g/cm^3

R11	Highly flammable
S9	Keep container in a well-ventilated place
S16	Keep away from sources of ignition
S23	Do not breathe vapour
S33	Take precautionary measures against static discharges

Hydrochloric acid

Formula	HCl
Molecular weight	36.46
Density	1.200 g/cm^3



R34	Causes burns
R37	Irritating to respiratory system
S26	In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advise
S36	Wear suitable protective clothing
S45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show the label where possible)

Methanol

Formula	CH_4O
Molecular weight	32.04
Melting point	−98 °C
Boiling point	65 °C
Density	0.79 g/cm^3

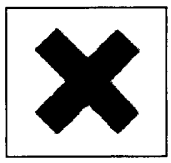
R11	Highly flammable
R23-25	Toxic by inhalation, in contact with skin and if swallowed
R39/23/24/25	Toxic: danger of very serious irreversible effects through inhalation, in contact with skin and if swallowed
S7	Keep container tightly closed
S16	Keep away from sources of ignition-No smoking

S36/37	Wear suitable protective clothing and gloves
S45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show the label where possible)

Dichloromethane

Formula	CH_2Cl_2
Molecular weight	84.93
Melting point	–97 °C
Boiling point	40 °C
Density	1.325 g/cm^3

R40	Limited evidence of a carcinogenic effect
S23-24/25	Do not breathe fumes. Avoid contact with skin and eyes
S36/37	Wear suitable protective clothing and gloves



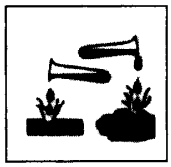
Isobutyl Chloroformate

Formula	$C_5H_9O_2Cl$
Molecular weight	136.58
Boiling point	128.8 °C
Density	1.053 g/cm^3

R10	Flammable
R23	Toxic by inhalation
R34	Causes burns
S26	In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice
S45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show label where possible)
S36/37/39	Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection

N-Methylmorpholine

Formula	$C_5H_{11}NO$
Molecular weight	101.15
Melting point	–66 °C
Boiling point	115-116 °C/750torr
Density	0.920g/cm^3



R11	Highly flammable
R34	Causes burns
R20/21/22	Harmful by inhalation, in contact with skin and if swallowed
S16	Keep away from sources of ignition-No smoking
S26	In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice
S45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show label where possible)
S36/37/39	Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face

***L*-Phenylalanine methyl ester hydrochloride**

Formula	$C_{10}H_{13}NO_2.HCl$
Molecular weight	215.68
Melting point	158-162 °C

***N*-Acetyl-*L*-proline**

Formula	$C_7H_{11}NO_3$
Molecular weight	157.17

Diethyl ether (Ether)

Formula	$C_4H_{10}O$
Molecular weight	74.12
Melting point	-116 °C
Boiling point	34.6 °C
Density	0.706 g/cm^3

R12	Extremely flammable
R19	May form explosive peroxides
R22	Harmful if swallowed
R66	Repeated exposure may cause skin dryness or cracking
R67	Vapours may cause drowsiness and dizziness
S9	Keep container in a well-ventilated place
S16	Keep away from sources of ignition-No smoking
S29	Do not empty into drains
S33	Take precautionary measures against static discharges

一般耗品(Materials available for general use)

紙巾(Cleaning paper)
海綿(Sponge)
廢液桶(Waste container)

公用器材(Equipment for general use)

減壓旋轉濃縮儀或快速濃縮儀(Flash evaporator)
天平
紫外燈(UV lamp)

二胜肽 *N*-acetyl-*L*-prolinyl-*L*-phenylalanine methyl ester (Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3)的合成

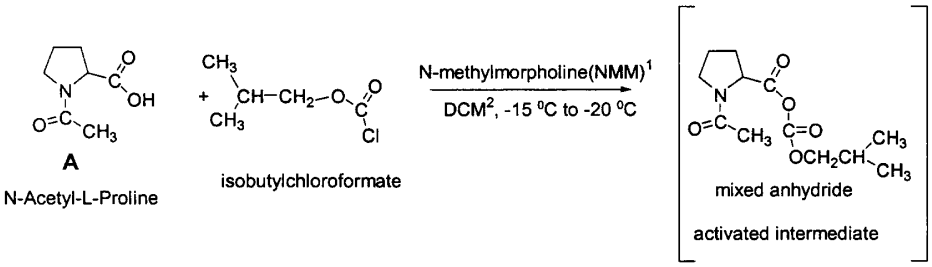
簡介

胜肽合成已經是相當純熟的技術，且很多合成步驟很容易在基礎的實驗室來進行。最近在胜肽研究上有很多重要的發現和重要的成果，例如安眠或麻醉(opiate)胜肽，和其他有生物活性的胜肽等等。

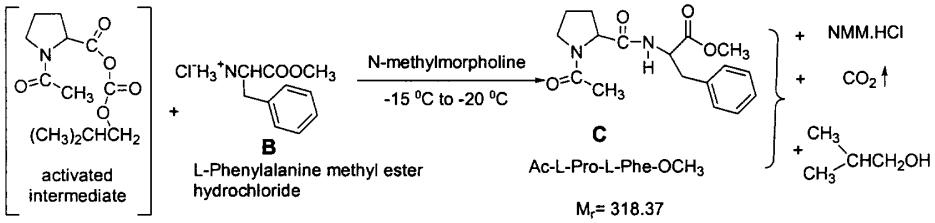
下面的實驗就是描述利用一瓶(one-pot)反應步驟的方法，把合適的保護基胺基酸組成份來合成二胜肽。

反應方程式

步驟 1

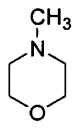


步驟 2



M_r= 318.37

[1] N-甲基嗎林 *N*-methylmorpholine (NMM) =



[2] DCM = 二氯甲烷(Dichloromethane)

實驗步驟

步驟 1

取放置在實驗桌上的 1.50 克(0.0095 莫耳)*N*-acetyl-*L*-proline (標示 **AcPro**) ，倒入 50 毫升的圓底反應瓶中。再取 20 毫升的溶劑二氯甲烷(標示 **DCM**) ，放在有刻度的量筒中，接著從量筒中取出一些二氯甲烷，倒入原先起始物 Ac-Pro 的樣品瓶中，用來清洗出剩餘的 Ac-Pro。再把剩餘的所有二氯甲烷倒入反應瓶。用橡膠血清塞(septum)把反應瓶蓋上，再用固定夾(clamp)夾反應瓶，必須鬆的可以用手搖盪但不會滑掉。由於整個反應過程都必須在低溫下進行，所以要從監考人員那裡得到冰和食鹽混合，放在保麗龍盆當作冷卻槽，大約 5 分鐘達到-20°C 到-15°C 後，利用 5 毫升的塑膠針筒(syringe)取 1.2cm^3(0.0109 莫耳)的 N-甲基嗎林(標示 **NMM**)，加到反應瓶內，然後再使用第二支塑膠針筒取 1.5cm^3(0.0116 莫耳)異丁基氯酸酯(標示 **IBCF**)，再慢慢滴加入反應瓶內。在滴加試劑的過程中，用手小心搖盪反應瓶。所有試劑加入後，再繼續搖盪 10 分鐘，反應中溫度一定要維持在-20°C 到 -15°C 的範圍內。

步驟 2

取下血清塞後，立刻很快的利用塑膠漏斗加入全部的 L-苯基甲氨甲酯氯化氫鹽(*L*-phenylalanine methyl ester hydrochloride) (2.15 克，0.0100 莫耳) (標示 **HCl·H$_2$NPheOCH$_3$**)到步驟 1 的反應混合物內，倒入 **HCl·H$_2$NPheOCH$_3$** 後立刻蓋上原血清塞，馬上使用第三支塑膠針筒取 1.2cm^3(0.0109 莫耳)的 N-甲基嗎林(標示 **NMM**)加入反應瓶，加入 NMM 同時必須用手搖盪反應瓶。 *注意: 讓塑膠針筒的針頭部份，留在血清塞上*。此反應時間必須進行 60 分鐘，且使溫度維持在-20°C 到-15°C，在反應過程中，每隔一段時間用手搖盪反應瓶。

在此等待時間中，除了必須每隔一段時間用手搖盪冷卻槽中的反應瓶外，你應開始做分析化學的實驗

在-20°C 到-15°C 冰鹽混合冷卻槽中冷卻 60 分鐘後，將圓底燒瓶從冷卻槽中移出，整個圓底反應瓶置在 250cm^3 燒杯中，使其回溫到室溫後，取出圓底反應瓶，在 50cm^3 的分液漏斗上放置玻璃漏斗，將圓底反應瓶中溶液倒入分液漏斗。用 3 至 5cm^3 的二氯甲烷溶液(標示 **DCM**)清洗圓底反應瓶，並將此潤洗後的二氯甲烷溶液併入分液漏斗中。以 20cm^3 的 0.2M HCl 水溶液清洗分液漏斗中二氯甲烷溶液二次，再以 20 cm^3 的 1% $NaHCO_3$ 水溶液清洗二次，最後用 10cm^3 飽和食鹽水(標示 **brine**)清洗一次。

重要事項

*在每次加入清洗液時，分液漏斗搖晃後應靜置足夠時間，使不同相完全分開。再者，一般溶有產物的有機二氯甲烷相(DCM)在下層。所有清洗後的水相洗液，須轉移到同一錐形瓶中。**尤其小心記住，用 1% NaHCO$_3$ 清洗時，會產生 CO$_2$，使得分液漏斗內產生壓力，每一次上下搖晃過後必須將分液漏斗倒置，轉鈕向上，旋開轉鈕釋放氣體後關閉。***

繼續下一步驟前，先用水清洗玻璃漏斗、 50cm^3 量筒和 50cm^3 圓底燒瓶後，再用丙酮清洗，乾燥後即可使用。監試人員會告訴你水及丙酮廢液應倒於何處。

將有機層倒入乾淨的 50cm^3 錐形瓶，並加入無水硫酸鈉 (標示 **Na_2SO_4** 的玻璃樣品瓶)，使錐形瓶中溶液變爲澄清。將棉花塞入乾淨且乾燥漏斗的細頸部。利用此漏斗過濾有機相液體，並以乾淨且乾燥 50cm^3 圓底燒瓶收集濾液。原錐形瓶再加入少量(3 至 5cm^3)的二氯甲烷(DCM)來清洗殘餘物，並用同一漏斗過濾到同一圓底燒瓶中。此燒瓶中溶液以減壓旋轉濃縮儀除去有機溶劑，實驗室助理將代爲操作減壓旋轉濃縮儀。助理在除去溶劑後，並會爲你加入 20cm^3 的乙醚到燒瓶中，此時會有沈澱物產生。將含乙醚的燒瓶，置於冰浴中冷卻 5 分鐘後，以刮勺刮取圓底燒瓶內壁上的產物，將此二胜肽結晶產物利用玻璃過濾器(漏斗上有一白色多孔過濾片者)以抽氣過濾。用乙醚沖洗二次，每次用量 5cm^3。

暫勿馬上將固體由過濾器上刮出，繼續抽氣至少三分鐘，接著將固體刮出收集於秤量紙上，在監考助教監視下稱重。稱重後小心將產物轉到樣品瓶中，並在樣品瓶上標上你的學生編號和產物(**C**)的重量，並將此結果另填於答案卷 1 上(在下一頁)。

TLC- Analysis

在你的桌上有兩個黃蓋塑膠樣品瓶，其中一個(瓶 **C**)爲空的，另一個(瓶 **B**)裝有少量標準化合物 **B**。將少量化合物 **C** 轉移到空的黃蓋塑膠樣品瓶內。將 **B** 及 **C** 兩樣品瓶，各加入數滴甲醇來溶解。分別取 B 和 C 瓶的液體點於同一 TLC 片上，置於氯仿-甲醇-醋酸(7:0.2:0.2)的展開液中，當溶液前緣展開到適當位置後，以 UV 燈照射分析 TLC 片。在 TLC 片上詳細描出起始點的線、展開液的前緣、及在 UV 燈下可看到的所有化合物的點。

將上述 TLC 片上的結果在答案卷中重畫出，並算出 R_f 值。

最後將 TLC 片置入一小封口塑膠袋中，再放於監試助教所提供的信封中，於信封上標清楚你的學生編號。

主辦單位於考試後，會以旋光儀測你的產物二胜肽 *N*-acetyl-*L*-prolinyl-*L*-phenylalanine methyl ester 的旋光角度，及比旋光值$[a]^t_D$ (specific rotation) 。

學生姓名:	學生編號:

答案卷 1

二胜肽 *N*-Acetyl-*L*-prolinyl-*L*-phenylalanine methyl ester (Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3)的合成

題目	1	2	3	4	5	6	7
配分	10	3	2	2	2	10	2

1 所得 **Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3** (產物 C)的重量: 克(g)

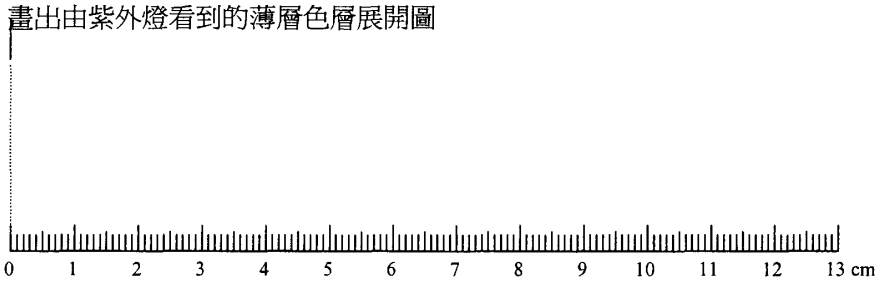
計算 **Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3** (產物 C)的產率:

產率 % =

2 畫出由紫外燈看到的薄層色層展開圖

B

C



基線(原點) 注意:也須標出溶劑的最前緣

3 L-苯基甲氨甲酯氯化氫鹽 ***L*-phenylalanine methyl ester hydrochloride** (化合物 **B**)在 TLC 上的 R_f值爲何

4 **Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3** (產物 **C**)的 R_f值爲何

學生姓名:	學生編號:

答案卷 2

5 分析 TLC 的結果:

化合物 **C:**

☐ 是純的

☐ 含有一些化合物 **B**

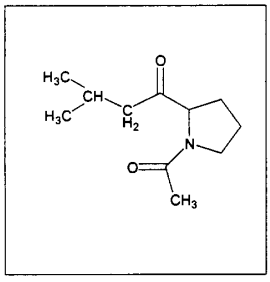
☐ 含有多個副產物(污染物)

☐ 沒有結論

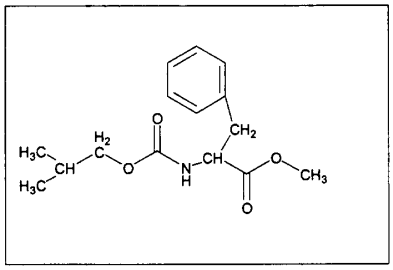
6 二胜肽(dipeptide) Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3(化合物 C)的比旋光度爲何？(比旋光度由主辦單位於試後測定填寫)

$$[a]_D^T =$$

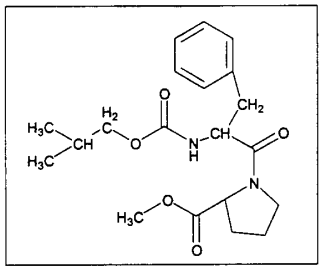
7 在苯甲胺酸甲酯(phenylalanine methylester)化合物 **B** 與未分離有活性的酸酐中間物反應中(亦即反應步驟 2)，其產物除了欲得的二胺基酸胜肽(化合物 **C**)外，常伴隨著另一副產物，其結構爲下列結構 **I, II, III** 其中的一種。圈出正確結構的羅馬字母。



I



II



III

分析化學實驗
以碘酸鉀溶液滴定維他命 C

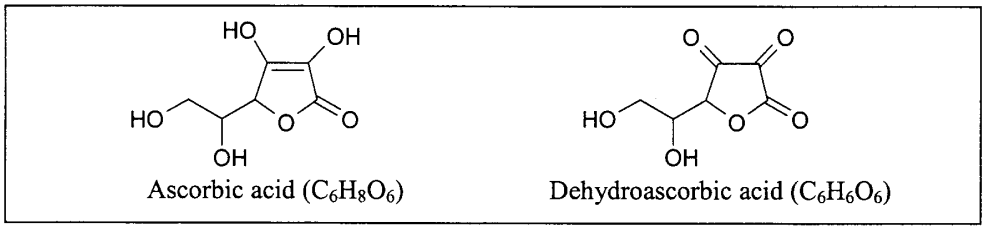
簡介

Ascorbic acid（維他命 C、$C_6H_8O_6$，以 $AscH_2$ 表示）爲一弱酸，此弱酸有下列二個解離步驟：

$$AscH_2 \rightleftharpoons AscH^- + H^+ \qquad K_{a1} = 6.8\times10^{-5}$$
$$AscH^- \rightleftharpoons Asc^{2-} + H^+ \qquad K_{a2} = 2.7\times10^{-12}$$

Ascorbic Acid 可被氧化成 dehydroascorbic Acid，其步驟可用下列半反應方程式表示：

$$C_6H_8O_6 \rightleftharpoons C_6H_6O_6 + 2H^+ + 2e^-$$



Ascorbic acid ($C_6H_8O_6$)　　Dehydroascorbic acid ($C_6H_6O_6$)

碘酸鉀（KIO_3）爲用來氧化還原滴定 Ascorbic Acid 之典型試劑。若在 1 M HCl 之環境下滴定，反應如下：

$$3C_6H_8O_6 + IO_3^- \rightleftharpoons 3C_6H_6O_6 + I^- + 3H_2O$$

當滴定稍微越過終點時，過量的碘酸根離子與溶液中已生成的碘離子作用，而生成碘分子。澱粉指示劑會與碘分子作用而使溶液顏色變藍。

$$IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \rightleftharpoons 3I_2 + 3H_2O$$

原理

以已知濃度的碘酸鉀溶液來滴定維他命 C。滴定若在 1 M HCl 環境下操作，澱粉指示劑可用來偵測滴定終點。

溶液

1. 已知濃度的碘酸鉀標準溶液。
   將瓶上標示的濃度寫在下面方格內：
   碘酸鉀溶液的摩耳濃度：Molarity of KIO_3 = _____ M
2. 2 M HCl 溶液
3. 澱粉溶液

安全及其它資訊：

碘酸鉀 (Potassium iodate)

分子式	KIO_3
分子量	214.00
熔點	560 °C
密度	3.930 g/cm^3

R8	Contact with combustible material may cause fire
R36/38	Irritating to eyes and skin
R42/43	May cause sensitisation by inhalation and skin contact
R61	May cause harm to the unborn child
S17	Keep away from combustible material
S22	Do not breathe dust
S45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show label where possible)
S36/37/39	Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection

維他命 C (Ascorbic acid)

分子式	$C_6H_8O_6$
分子量	176.13
熔點	193°C (dec.)

玻璃器材：

編號	器材	數量
1.	50 mL 滴定管	1
2.	滴定管架	1
3	滴定管夾	1
4	250 mL 量液瓶(裝有樣本)	1
5	250 mL 錐形瓶	3
6	25 mL 或 50mL 量筒	1
7.	滴瓶	1
8.	500 mL 洗瓶 (裝有去離子水)	1
9.	25 mL 移液管	1
10.	安全吸球	1

步驟

滴定管與滴定試劑之準備

以去離子水潤溼滴定管至少三次，再以碘酸鉀溶液潤溼滴定管二次。最後將碘酸鉀溶液填入滴定管中，記錄最初讀數（$V_{initial}$）。

未知樣本的滴定

取得未知樣本溶液，它是裝在 250 mL 的量液瓶中，記錄下此樣品的編號。加入去離子水使其達到量液瓶之刻度，並搖盪量液瓶使之混合均勻。取一移液管將量液瓶中 25.00mL 溶液移入 250 mL 錐形瓶中，再加入（以量筒量取）25 mL 的 2 M HCl 溶液，搖盪錐形瓶使溶液均勻混合。接者加入 40 滴的澱粉試劑，再以標準碘酸鉀溶液滴定至終點。滴定終點爲不褪去的藍色，記錄此滴定管之最終讀數（V_{final}）。如時間允許，可儘量重複上述實驗步驟，並記錄下數據。計算樣本中維他命 C 的含量（每毫升中之毫克數，即 mg $C_6H_8O_6$/mL of solution）。記得每次滴定前，滴定管要重新裝填碘酸鉀溶液。

學生姓名:	學生編號:

實驗結果 (配分 8 分)

答案卷 3

樣本溶液之編號：

滴定序號	最初體積 $V_{initial}$, mL	最終體積 V_{final}, mL	滴定體積 V, mL
最後平均滴定體積			

mg $C_6H_8O_6$ / mL	

問題

(配分 2 分)

1. 如果維他命 C 的滴定是在 5 M HCl 的環境下操作， 其反應將如下列式子所表示 ：

$$C_6H_8O_6 + IO_3^- + H^+ + Cl^- \rightleftharpoons C_6H_6O_6 + ICl + H_2O$$

平衡上述反應式，並將平衡後之方程式寫入下列方格內:

2. 如果 V_1 及 V_2 分別代表在 1 及 5 M HCl,的環境下，滴定 25.00mL 維他命 C 所需的碘酸鉀溶液之滴定體積。試將此二體積關係的正確答案**圈選**出來。

a. $V_2 = (3/2)\ V_1$
b. $V_2 = (2/3)\ V_1$
c. $V_2 = V_1$
d. 以上皆非

學生姓名:	學生編號:

Text language: Traditional Chinese

Translator countries (if more than one): Taiwan (TW)

Please do not translate this part and provide the required information in English.

第 35 屆國際化學奧林匹亞競賽

希臘, 雅典

理論測驗

2003 年 7 月 10 日星期四

本測驗除此封面頁外另有 28 頁測驗題，另有兩頁附錄，包含公式、參數及週期表。另外並提供五張黃色計算紙，一支筆及計算機。

將你的姓名及學生編號寫在本頁上緣的指定位置，並在每一頁上緣的指定位置均寫下你的學生編號。答案必須寫在每一題目下方的空格內。在空格範圍內寫出你的計算過程、結構式等。計算結果需要同時寫出適當單位。確記勿將答案寫於題目紙背面。

你有五個小時做答時間。做答時可將釘書針或夾子拔掉以方便做答。但做答完交卷時須按頁次順序排好，確定無誤後再放入提供的紙袋中。

本測驗共 35 題分成四部分

Section	分類	問題	分數
A	普化	1 – 24	30.5
B	物化	25 – 30	33.0
C	有機	31– 33	34.0
D	無機	34 – 35	27.5
總合		35	125.0

問題 1 – 24、每題 1 ~ 3 分，配分在各題中均有標示。選擇題答錯或未作答將無分數、但不倒扣。 除非有另有提示，選擇題(均爲單選)在正確的答案打勾 (√)。是非題則圈選 Y 或 N 選項。

問題 25 – 35 的配分標示在各題中，每題在 2 到 15 分 之間。

祝你做答順利

學生編號:

SECTION A: 普化

問題 1（1 分）

若 沉澱物 $Th(IO_3)_4$的溶度積爲 K_{sp}，溶解度爲 s（mol/L）。則溶解度 s 可表示爲：

(a) $s = (K_{sp}/ 128)^{1/4}$ ( )

(b) $s = (K_{sp}/ 256)^{1/5}$ (√)

(c) $s = 256\ K_{sp}^{1/4}$ ( )

(d) $s = (128\ K_{sp})^{1/4}$ ( )

(e) $s = (256\ K_{sp})^{1/5}$ ( )

(f) $s = (K_{sp}/128)^{1/5} / 2$ ( )

問題 2（1 分）

有一 HCl 溶液其濃度爲 c_{HCl}，則嚴謹的 $[H^+]$ 之表示法爲? ($K_w = 1\times10^{-14}\ M^2$)

(a) $[H^+] = c_{HCl}$ ( )

(b) $[H^+] = c_{HCl} + K_w/[H^+]$ (√)

(c) $[H^+] = c_{HCl} + K_w$ ( )

(d) $[H^+] = c_{HCl} - K_w/[H^+]$ ( )

問題 3（1 分）

葡萄糖($C_6H_{12}O_6$)之分子量爲 180g/mol，而 N_A 代表亞佛加厥常數。下列那一個敘述何者是<u>錯誤</u>的?

(a) 0.5 M 的葡萄糖溶液的製備，是將 90 克的葡萄糖溶解在水中，配成 1000 mL 的溶液 ( )

(b) 1.0 毫莫耳(mmol)的葡萄糖含有 180 mg 的質量 ( )

(c) 0.0100 莫耳的葡萄糖含有 $0.0100\times24\times N_A$ 個原子 ( )

(d) 90.0 克的葡萄糖含有 $3\times N_A$ 個碳原子 ( )

(e) 100 毫升的 0.10M 的溶液含有 18 克的葡萄糖 (√)

問題 4（1 分）

一液體化合物 B 其密度爲 ρ (單位爲 g/cm^3)，M(g/mol)爲 B 化合物的分子量，N_A 爲亞佛加厥常數，則 1 公升的 B 化合物含有的分子數爲：

(a) $(1000 \times \rho) / (M \times N_A)$ ( )

(b) $(1000 \times \rho \times N_A) / M$ (√)

(c) $(N_A \times \rho) / (M \times 1000)$ ( )

(d) $(N_A \times \rho \times M) / 1000$ ( )

學生編號:

問題 5（1 分）
下列方程式的平衡常數：

$$Ag_2CrO_4(s) + 2\ Cl(aq)^- \rightleftharpoons 2\ AgCl(s) + CrO_4^{2-}(aq)$$

可用那一個公式來表示：

(a) $K = K_{sp(Ag2CrO4)} / K_{sp(AgCl)}^{\ 2}$ (√)

(b) $K = K_{sp(Ag2CrO4)}\ K_{sp(AgCl)}^{\ 2}$ ( )

(c) $K = K_{sp(AgCl)} / K_{sp(Ag2CrO4)}$ ( )

(d) $K = K_{sp(AgCl)}^{\ 2} / K_{sp(Ag2CrO4)}$ ( )

(e) $K = K_{sp(Ag2CrO4)} / K_{sp(AgCl)}$ ( )

問題 6（1 分）
100 毫升的 0.100 M H_3PO_4的溶液中，需要加入多少毫升的 1.00M NaOH 溶液，以形成 pH 值爲 7.2 的緩衝溶液? (H_3PO_4 的 pK 值爲 $pK_1 = 2.1$, $pK_2 = 7.2$, $pK_3 = 12.0$)

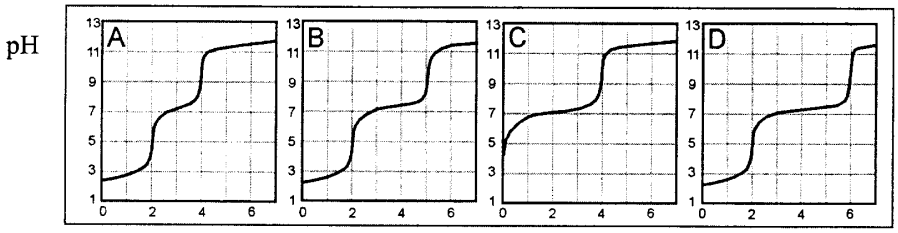
(a) 5.0 mL ( )

(b) 10.0 mL ( )

(c) 15.0 mL (√)

(d) 20.0 mL ( )

問題 7（1.5 分）
若以一強鹼的標準液來滴定樣品，樣品中所包含的物質分別在問題中敘述。勾選出各小題中樣品的滴定曲線圖形：(H_3PO_4: $pK_1 = 2.1$, $pK_2 = 7.2$, $pK_3 = 12.0$)



(小題 a) 樣品中只含有 H_3PO_4
Curve A (√), Curve B ( ), Curve C ( ), Curve D ( )

(小題 b) 樣品中含有 H_3PO_4 和 NaH_2PO_4，且莫耳數比爲 2：1
Curve A ( ), Curve B ( ), Curve C (√), Curve D ( )

(小題 c) 樣品中含有 H_3PO_4 和 NaH_2PO_4，且莫耳數比爲 1：1
Curve A ( ), Curve B (√), Curve C ( ), Curve D ( )

學生編號:

問題 8（1 分）
有一燃料/助燃劑系統中含有 N,N-dimethylhydrazine $(CH_3)_2NNH_2$ 與 N_2O_4 (二物質均爲液體)。此系統通常作爲太空船之推進劑，若將此二物質混合反應，其產物僅爲 N_2、 CO_2 及 H_2O (全部爲氣態)。試問燃燒 1 莫耳的$(CH_3)_2NNH_2$將產生多少莫耳的氣體：

(a) 8 ( )
(b) 9 (√)
(c) 10 ( )
(d) 11 ( )
(e) 12 ( )

問題 9（1 分）
電解 1 莫耳的水需要多少法拉第的電量(F 爲法拉第常數)：

(a) F ( )
(b) (4/3) F ( )
(c) (3/2) F ( )
(d) 2 F (√)
(e) 3 F ( )

問題 10（2.5 分）
下列核反應式中的 X 物質爲何：

(小題 a) $^{68}_{30}Zn + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{65}_{28}Ni + X$ alpha (√), beta ( ), gamma ( ), neutron ( )
(小題 b) $^{130}_{52}Te + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{131}_{53}I + X$ alpha ( ), beta ( ), gamma ( ), neutron (√)
(小題 c) $^{214}_{82}Pb \rightarrow ^{214}_{83}Bi + X$ alpha ( ), beta (√), gamma ( ), neutron ( )
(小題 d) $^{23}_{11}Na + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{24}_{11}Na + X$ alpha ( ), beta ( ), gamma (√), neutron ( )
(小題 e) $^{19}_{9}F + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{20}_{9}F + X$ alpha ( ), beta ( ), gamma (√), neutron ( )

問題 11（1 分）
將同溫度的 10.0 毫升的 0.50 M HCl 溶液與 10.0 毫升的 0.50 M NaOH 溶液，在熱卡計中混合。熱卡計的溫度上升了ΔT。若以 5 毫升的 0.50 M NaOH 與 10 毫升的 0.50 M HCl 溶液混合，則溫度上升了多少？(假設並無任何熱量的損失，而上述溶液的比熱均相同)

(a) (1/2) × ΔT ( )
(b) (2/3) × ΔT (√)
(c) (3/4) × ΔT ( )
(d) ΔT ( )

學生編號:

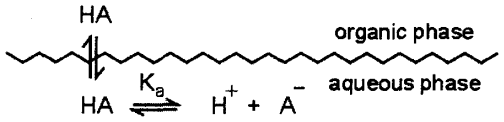
問題 12（1 分）
天然的銻含有二種穩定的同位素: ^{121}Sb、 ^{123}Sb。天然的氯含有兩種穩定的同位素: ^{35}Cl、 ^{37}Cl。天然的氫含有二種穩定同位素: ^{1}H、 ^{2}H。在一個低解析度的質譜儀中，$SbHCl^+$ 的碎片 (fragment)中含有多少個波峰 (peak)?

(a) 4 ( )
(b) 5 ( )
(c) 6 (√)
(d) 7 ( )
(e) 8 ( )
(f) 9 ( )

問題 13（1 分）
在一 X 光的實驗中，若某一波長的 X 光最小的繞射角度爲 11.5°。則此純晶體的二級繞射（2nd order diffraction），會發生在哪一個角度：

(a) 22.0 degrees ( )
(b) 22.5 degrees ( )
(c) 23.0 degrees ( )
(d) 23.5 degrees (√)
(e) 24.0 degrees ( )
(f) 24.5 degrees ( )

問題 14（1 分）
水中的有機弱酸 HA 可用有機溶劑來萃取，其萃取機制可由下列圖形來表示:



關於此萃取，下列敘述何者爲正確 (Y) 或何者爲錯誤(N)?

(a) HA 的分佈係數 (distribution constant，K_D)與水層的 pH 值有關 Y [N]
(b) 若水層爲酸性溶液，則 HA 可以較容易地從水層中萃取出來 [Y] N
(c) HA 的分佈比率(distribution ratio，D)與水層的 pH 有關 [Y] N
(d) HA 的分佈比率(distribution ratio D)主要取決於 HA 的濃度大小 Y [N]

學生編號:

問題 15（1 分）
下列有關 Beer 定律公式的敘述，何者爲正確 (Y) 或何者爲錯誤(N)?

(a) 吸光度(absorbance)與吸光物質的濃度成正比	[Y]	N
(b) 吸光度與入射光的波長成線性關係	Y	[N]
(c) 透光度(transmittance)之 log 值與吸光物質的濃度成正比	[Y]	N
(d) 透光度與吸光度的 log 值成反比	Y	[N]
(e) 透光度與吸光物質之濃度成反比	Y	[N]

問題 16（1 分）
將下列各小題中所對應的波長 (以 nanometer，nm 爲單位) 勾選出來：

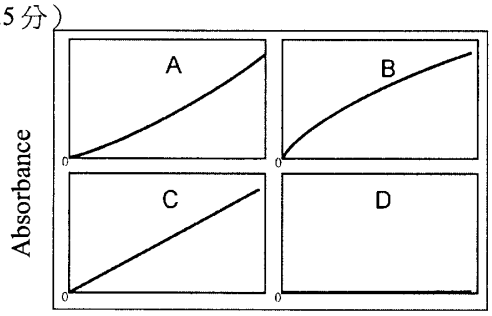
(小題 a) 3000 Å
[150 nm ( ), 300 nm (√), 600 nm ( ), 5000 nm ( )]

(小題 b) 5×10^{14} Hz
[150 nm ( ), 300 nm ( ), 600 nm (√), 5000 nm ( )]

(小題 c) 2000 cm^{-1}
[150 nm ( ), 300 nm ( ), 600 nm ( ), 5000 nm (√)]

(小題 d) 2×10^{6} GHz
[150 nm (√), 300 nm ( ), 600 nm ( ), 5000 nm ( )]

問題 17（2.5 分）



Total concentration of HX

弱酸 HX 的吸光度與濃度關係有上面不同的圖示。請於下列各小題中，勾選出其對應之圖形。

(小題 a) HX 溶液中，只有未解離的 HX 會吸光
[Curve A (√), Curve B ( ), Curve C ( ), Curve D ( )]

(小題 b) HX 溶液中，只有 X^- 會吸光
[Curve A ( ), Curve B (√), Curve C ( ), Curve D ( )]

(小題 c) HX 溶液中加入過量的強鹼，只有 HX 會吸光
[Curve A ( ), Curve B ( ), Curve C ( ), Curve D (√)]

(小題 d) HX 溶液中加入過量的強酸，只有 HX 會吸光
[Curve A ( ), Curve B ( ), Curve C (√), Curve D ( )]

(小題 e) HX 溶液中，HX 和 X^- 均會吸光，而 X^- 和 HX 的吸光係數值大小相同
[Curve A ( ), Curve B ( ), Curve C (√), Curve D ( )]

學生編號:

問題 18（1 分）
下列何者酸性最強?

(a) 過氯酸 ($HClO_4$) (√)
(b) 氯酸 ($HClO_3$) ( )
(c) 亞氯酸 ($HClO_2$) ( )
(d) 次氯酸 (HClO) ( )
(e) 上述所有酸均含有氯，故強度相同 ( )

問題 19（1 分）
鐵的配位數爲 8，下列那一個構造最適合用來描述鐵的晶體構造?

(a) 簡單立方(simple cubic) ( )
(b) 體心立方(body-centered cubic) (√)
(c) 立方最密堆積(cubic closest packed) ( )
(d) 六方最密堆積(hexagonal closest packed) ( )
(e) 以上皆非 ( )

問題 20（1 分）
下列那一個元素的第三游離能最大?

(a) B ( )
(b) C ( )
(c) N ( )
(d) Mg (√)
(e) Al ( )

問題 21（1 分）
下表爲第二週期中某元素的前六個游離能 (IE) 的數值 (單位爲 eV)，試問此元素爲何?

IE_1	IE_2	IE_3	IE_4	IE_5	IE_6
11	24	48	64	392	490

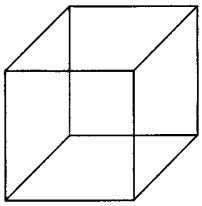
(a) B ( )
(b) C (√)
(c) N ( )
(d) O ( )
(e) F ( )

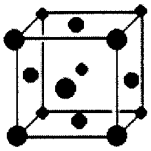
學生編號:

問題 22（3 分）

金屬銀固體爲面心立方堆積（faced-centered cubic packed）

(a) 在右圖上畫出此一面心立方堆積的單位晶格(unit cell)





(b) 面心立方堆積的單位晶格中有多少個原子?

4

(c) 若銀的密度爲 10.5 g/cm^3 ，則單位晶格的邊長爲何?

$$\rho = \frac{4M}{V N_A} \Rightarrow a^3 = \frac{4M}{\rho N_A} \Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{4\ \text{atoms cell}^{-1}\ \text{x}107.8682\text{g mol}^{-1}}{10.5\ \text{g cm}^{-3}\ 6.022142\text{x}10^{23}\ \text{atoms mol}^{-1}}} = 409\text{pm}$$

(d) 計算出晶體中銀原子的半徑。

$$r = \frac{a}{2\sqrt{2}} = \frac{409\ \text{pm}}{2\ \text{x}\ 1.4142} = 144\ \text{pm}$$

問題 23（1 分）

下列的敘述是正確 (Y)或錯誤 (N)?

(a) HF 之沸點大於 HCl.	[Y]	N
(b) HBr 之沸點比 HI 低	[Y]	N
(c) KI 與濃硫酸作用可生成 HI	[Y]	N
(d) 氨水爲一緩衝溶液，因其含有 NH_3 和 NH_4^+	Y	[N]
(e) 水在 80°C 時是酸性的	Y	[N]
(f) 以石墨爲電極，電解 KI 溶液時，陰極溶液的 pH 值小於 7	Y	[N]

學生編號:

問題 24（2 分）

在某一特定溫度條件下，Zn 與某濃度的 HNO_3 作用，產生了 NO_2 與 NO，且莫耳數比爲 1:3。若以 1 莫耳的 Zn 反應，則總共消耗掉多少莫耳的 HNO_3？

(a) 2.2 ( )
(b) 2.4 ( )
(c) 2.6 ( )
(d) 2.8 (√)
(e) 3.0 ( )
(f) 3.2 ( )

註:

$1\times(Zn + 4HNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O)$

$3\times(3Zn + 8HNO_3 \rightarrow 3Zn(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O)$

$2\times(5Zn + 14HNO_3 \rightarrow 5Zn(NO_3)_2 + NO_2 + 3NO + 7H_2O)$

Therefore x = 14/5 = 2.8

學生編號:

SECTION B: 物理化學

問題 25: Muon (總分 8 分)

Muon(μ)是 lepton 族的次原子粒子，與電子具有相同的電荷和磁性，但是質量不同且不穩定；也就是說，在它產生之後的微秒內，會分裂成其它粒子。在此，你將利用兩種不同的方法，試著決定 muon 的質量。

a) (3 分) 最常見的 muon 自發分裂反應是:

$$\mu \rightarrow e + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$$

其中 $\bar{\nu}_e$ 是 antineutrino，ν_μ 是 muon neutrino。

在一實驗中，stationary muon(等於 $\bar{\nu}_e + \nu_\mu$)帶走了 2.000×10^{-12} J 的能量，在此同時電子的動能爲 1.4846×10^{-11} J。試決定 muon 的質量。

$E_\mu = E_e + E_{\nu,\nu} \Rightarrow m_\mu c^2 = m_e c^2 + T_e + E_{\nu,\nu} \Rightarrow m_\mu = m_e + (T_e + E_{\nu,\nu})\, c^{-2} \Rightarrow$
$m_\mu = 9.109382 \times 10^{-31}\ \text{kg} + (1.4846 \times 10^{-11}\ \text{J} + 2.000 \times 10^{-12}\ \text{J}) \times (2.99792458\ \text{m s}^{-1})^{-2}$
$= 1.8835 \times 10^{-28}\ \text{kg}$

b) (5 分) 許多實驗是利用原子捕捉一個 muon 取代電子的原理，來探討 muon 的質量。這些特殊的原子具有不同的激發態。一個由 ^1H 原子核和 1 個 muon 結合而成的原子，由第三激發態回到第一激發態時，可測得 2.615nm 波長的光。試決定 muon 的質量。

$$E_n = -\frac{2\pi^2 Z^2 e^4 \mu}{(4\pi e_0)^2 h^2 n^2} \Rightarrow$$

$$\Delta E = E_4 - E_2 = \frac{-2\pi^2 Z^2 e^4 \mu}{(4\pi e_0)^2 h^2 4^2} - \frac{-2\pi^2 Z^2 e^4 \mu}{(4\pi e_0)^2 h^2 2^2} = \frac{-2\pi^2 Z^2 e^4 \mu}{(4\pi e_0)^2 h^2}\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{4}\right) \Rightarrow$$

$$\Delta E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} \Rightarrow \mu = \frac{hc}{\lambda}\frac{(4\pi e_0)^2 h^2}{2\pi^2 Z^2 e^4}\frac{16}{3} \Rightarrow$$

$$\mu = \frac{(6.626069\text{x}10^{-34}\ \text{Js})^3 \text{ x } 2.99792458\text{x}10^{8}\ \text{ms}^{-1}}{2.615\,\text{x}10^{-9}\ \text{m}}\ \frac{128}{3}\ \frac{(8.8541878\text{x}10^{-12}\ \text{C}^2\text{m}^{-2}\text{N}^{-1})^2}{1^2\,\text{x}(1.602176\text{x}10^{-19}\ \text{C})^4} \Rightarrow$$

$$\mu = 1.693\text{x}10^{-28}\ \text{kg}$$

$$\mu = \left(m_p^{-1} + m_\mu^{-1}\right)^{-1} \Rightarrow m_\mu = \left(\mu^{-1} - m_p^{-1}\right)^{-1} \Rightarrow m_\mu = \left(\left(1.693\text{x}10^{-28}\right)^{-1} - \left(1.672622\text{x}10^{-27}\ \text{kg}\right)^{-1}\right)^{-1} \Rightarrow$$

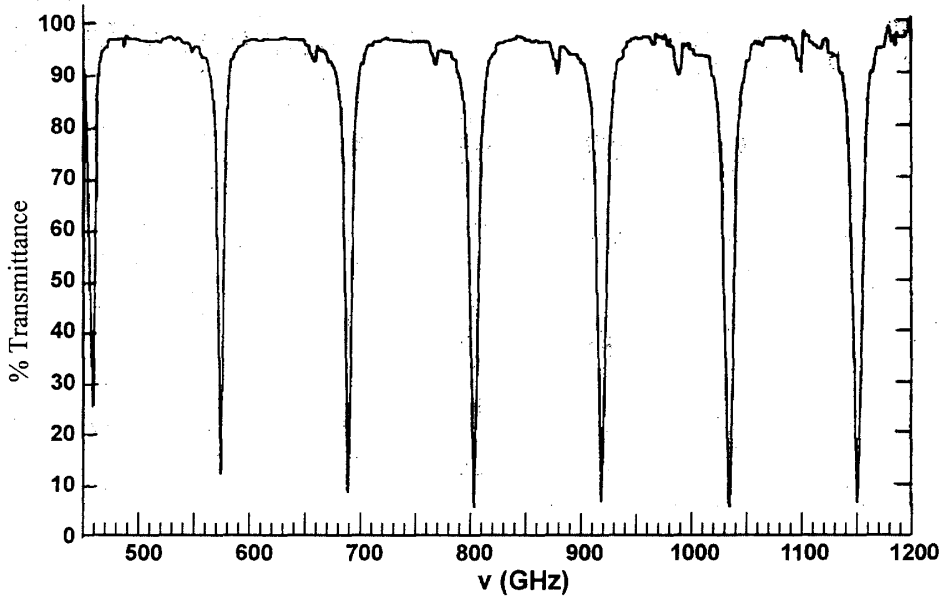
$$m_\mu = 1.8837\text{x}10^{-28}\ \text{kg}$$

學生編號:

問題 26: CO 的光譜 (5 分)

雙原子分子的轉動能階可用公式 $E_J = B\ J\ (J+1)$描述，其中 J 是分子的轉動量子數，B 是該分子的轉動常數。B 與分子的還原質量(reduced mass， μ)、鍵長 R 的關係爲 $B = \frac{h^2}{4\pi^2 \mu R^2}$.

光譜上不同的吸收峰，代表分子在不同能階間的能量差($h\nu = \Delta E$)。光譜上觀察到的吸收峰能量，等於相鄰轉動能階間的能量差$\Delta E = E_{J+1} - E_J = 2\ B\ (J+1)$。因此，一連串的轉動能階變遷光譜(如下面所示的光譜)，相鄰的波峰能量差遵循 $h(\Delta\nu) = 2B$ 的方程式。



檢視所提供的光譜圖，以適當的單位，計算以下 $^{12}C^{16}O$ 的各項數值：

a) $\Delta\nu$

$\Delta\nu = 115$ GHz

b) B

$B = ½\ 115\ \text{GHz}\ 6.626069\text{x}10^{-34}\ \text{J s} = 7.62\ \text{x}\ 10^{-23}\ \text{J}$

c) R

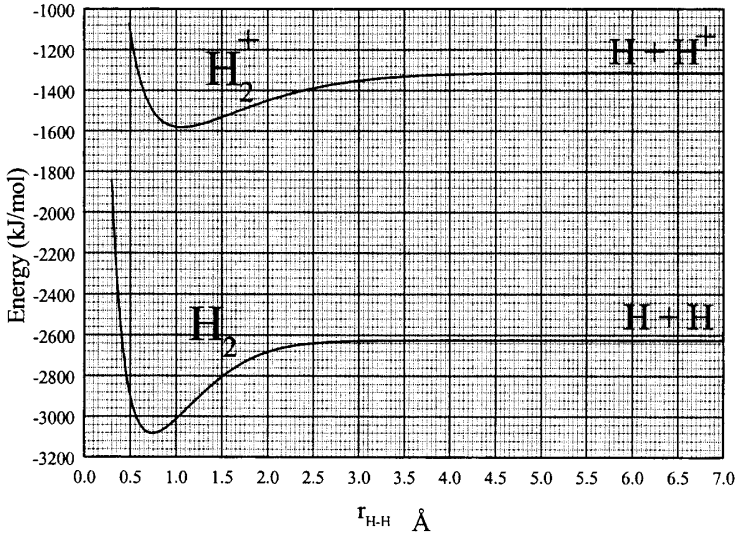
$$\mu = \frac{12\text{x}16}{12+16} \frac{\text{g mol}^{-1}}{6.022142\text{x}10^{23}\ \text{molecules mol}^{-1}} = 1.139\text{x}10^{-26}\ \text{kg molecule}^{-1},$$

$$R = \frac{h}{2\pi\sqrt{\mu B}} = \frac{6.626\text{x}10^{-34}\ \text{Js}}{2\pi\sqrt{1.139\text{x}10^{-26}\ \text{kg x}\ 7.62\text{x}10^{-23}\ \text{J}}} = 1.132\text{x}10^{-10}\ \text{m}$$

學生編號:

問題 27: 氫分子(Hydrogen molecule)(5 分)

下列是 H_2 分子和它的正離子(H_2^+)的位能曲線圖。



利用此圖的資料，以數值及適當的單位，回答下列問題:

1. H_2 和 H_2^+在平衡時的鍵長分別爲何?

H_2: 0.75 Å, H_2^+: 1.05 Å

2. H_2 和 H_2^+的鍵能分別爲何?

H_2: 450 kJ/mol, H_2^+: 270 kJ/mol

3. H_2 分子的游離能爲何?

$IE(H_2)$ = 1500 kJ/mol

4. H 原子的游離能爲何?

IE(H) = 1310 kJ/mol

5. 假如以頻率爲 3.9×10^{15} Hz 的電磁輻射來游離 H_2 的電子，所移出的電子的運動速率爲何? (分子振動能可忽略)

$$\frac{1}{2}m_e\upsilon^2 = h\cdot\nu - IE(H_2) \Rightarrow \upsilon = \sqrt{\frac{2\left(h\cdot\nu - IE(H_2)\right)}{m_e}}$$

$$h\cdot\nu = 6.62\cdot10^{-34}J\cdot s\cdot 3.9\cdot10^{15}s^{-1} = 2.5818\cdot10^{-18}J$$

$$IE(H_2) = 1500\,kJ/mol = \frac{1500\,kJ/mol}{6.022\cdot10^{23}mol^{-1}} = 2.4909\cdot10^{-18}J$$

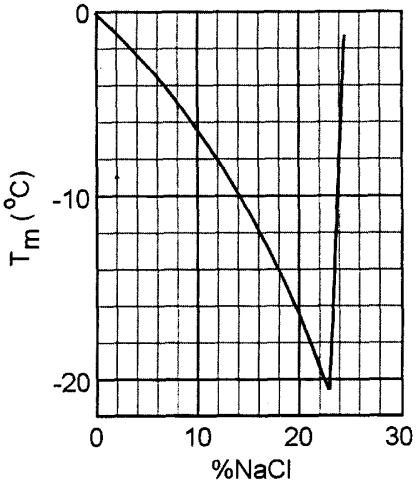
$$\upsilon = \sqrt{\frac{2\left(2.5818\cdot10^{-18} - 2.4909\cdot10^{-18}\right)J}{9.1\cdot10^{-31}kg}} \Rightarrow \upsilon = 447\,\frac{km}{s}$$

學生編號:

問題 28: 冷卻圖譜(Cryoscopy) (4 分)

化學家常需要以一個浴槽裝置來進行一個低於水的凝固點 (0 °C)和高於 CO_2 昇華點 (−78 °C)的實驗。此時，他們會將冰和 NaCl 混合，溫度可低至−20 °C。
將 1 公斤 0 °C 的冰和 150 克的 NaCl 混合放在一個隔熱的容器，當作冷卻槽。
圈選字母 Y 或 N 表示下列的陳述是正確(Y)或否(N)。

1. 混合程序是否爲自發性的(spontaneous)
   [Y] N
2. 混合程序的熵(entropy)改變是否爲負值
   Y [N]
3. 右圖表示 NaCl 溶液凝固點與溶液組成(重量百分濃度)的關係。依據此圖，找出冰浴的凝固點爲何?



%NaCl = 150 g/(150 + 1000) = 13%
T_{fr} = -9°C

4. 假如以相同重量的 $MgCl_2$ 取代 NaCl，凝固點是否會較高? [Y] N

C_{NaCl} = 150 g / 58.453 g mol^{-1} / 1 kg = 2.57 mol NaCl kg^{-1} → 5.13 mol particles kg^{-1}
C_{MgCl2} = 150 g / 95.21 g mol^{-1} / 1 kg = 1.58 mol $MgCl_2$ kg^{-1} → 4.73 mol particles kg^{-1}
$\Delta T = K_{fr}\, C \Rightarrow T_{fr}(NaCl) < T_{fr}(MgCl_2)$

學生編號:

問題 29: 游泳池(Pool) (5 分)

一個非常大的游泳池裝滿 20℃的水，以加熱能力 500W 的電阻器加熱 20 分鐘。假設池中的水除電阻器外，並沒有和其他東西接觸。回答下列問題：

a) 傳導至水的熱量是多少

$q = P\,t = 500\ W \times 20\ min \times 60\ s\ min^{-1} = 7.2 \times 10^5\ J.$

b) 電熱器的熵改變(change of entropy)是正值、負值或零?

(i) $\Delta S_{res} > 0$ ( )

(ii) $\Delta S_{res} = 0$ (√)

(iii) $\Delta S_{res} < 0$ ( )

c) 水的熵改變(change of entropy)是正值、負值或零?

(i) $\Delta S_{pool} > 0$ ( )

(ii) $\Delta S_{pool} = 0$ (√)

(iii) $\Delta S_{pool} < 0$ ( )

d) 系統的熵改變(change of entropy)是正值、負值或零?

(i) $\Delta S_{total} > 0$ (√)

(ii) $\Delta S_{total} = 0$ ( )

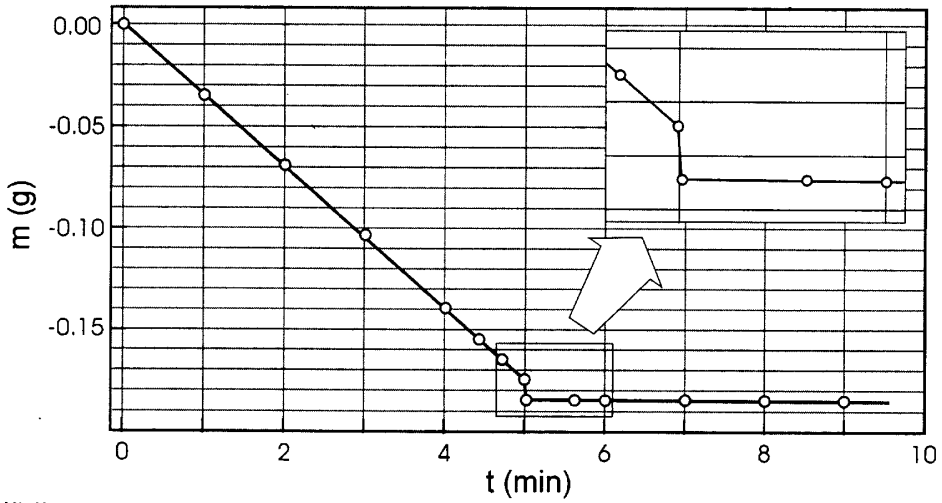
(iii) $\Delta S_{total} < 0$ ( )

e) 此程序的進行是可逆的嗎? Y N

學生編號:

問題 30: 氣體速率(Gas velocity) (5 分)

此實驗描述一個簡單的方法決定揮發性液體分子在氣相中運動的平均速率(u)。一個寬且淺的容器(a Petri dish)填充半滿的乙醇，將容器放在天平上。它的蓋子放在天平上，但是放在容器的旁邊。在時間 t=0，天平歸零。天平的讀數記錄如圖所示。在 t=5 時，將蓋子蓋在容器上。液體不再蒸發，但是在其中的分子會



推蓋子，因此天平的量度會下降δm。因此施於蓋子的力爲 f = δm g 。施於蓋子的力亦爲蒸發分子的動量改變率，也就是說 f = ½ u dm/dt 。利用所提供數值計算乙醇在 290K 的平均速率。假設 g= 9.8 m s^{-2} 。

$$\frac{dm}{dt} = \frac{0.135\,g}{4\,min}, \qquad \delta m = 0.01\,g$$

$$f = \delta m\, g = \frac{u}{2}\frac{dm}{dt} \Rightarrow u = \frac{2\delta m\, g}{\frac{dm}{dt}} = \frac{2 \times 0.01g \times 9.8 m\, s^{-2}}{\frac{0.135g}{4 \times 60s}} = 348\, m\, s^{-1} \approx 350\, m\, s^{-1}$$

學生編號:

SECTION C: 有機化學

問題 31: Ester identification (14 分)

2.81 克的光學活性雙酯化合物 A 和 30.00 毫升的 1.00M NaOH 溶液進行皂化反應。化合物 A 只含有碳、氫和氧元素。皂化反應後的溶液只需要用 6.00 毫升的 1.00M HCl 溶液來滴定未用完的過量 NaOH。皂化後的產物爲沒有光學活性的雙碳酸化合物(dicarboxylic acid)**B**、甲醇(MeOH)和一個有光學活性的醇類化合物 **C**。醇類化合物 **C** 再和 I_2/NaOH 反應，可以獲得黃色沈澱物和化合物 C_6H_5COONa 。

此雙酸化合物 **B** 和 Br_2 在 CCl_4 溶液中反應，得到一個沒有光學活性的產物(化合物 **D**)。

臭氧裂解 **B** 只得到一個產物。

1. 決定化合物 **A** 的分子

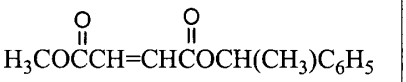
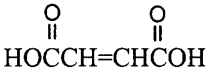
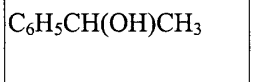
$M_A = 234$

$30.00\ ml \cdot 1.00\ mmol/ml - 6.00\ ml \cdot 1.00\ mmol/ml = 24\ mmol$

24.00 mmol NaOH 皂化 12 mmol 雙碳酸化合物 (2.81 g)

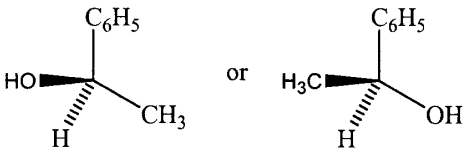
$M_A = 2.81/0.012 = 234.16 \approx 234.$

2. 寫出結構式 **A**、**B** 和 **C**(不必畫成立體結構)

A	B	C
		

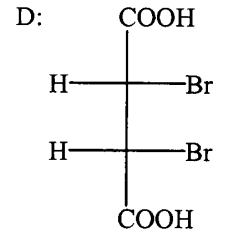
3. 畫出 **C** 可能的立體化學結構 (用粗體和虛線鍵表現)

C 可能的立體化學結構

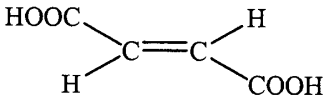


學生編號:

4. 用 Fischer 投影圖法畫出 D 的立體化學結構

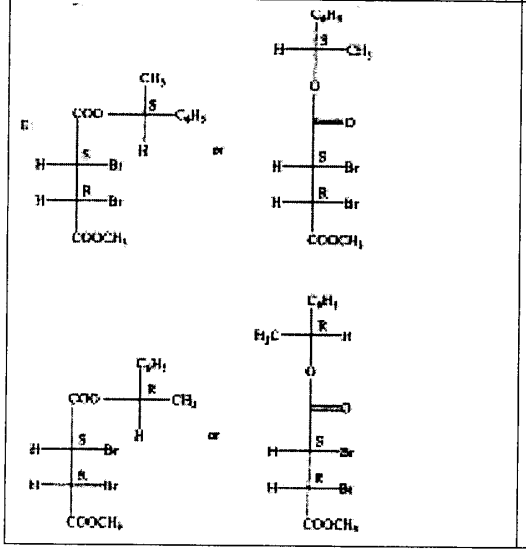
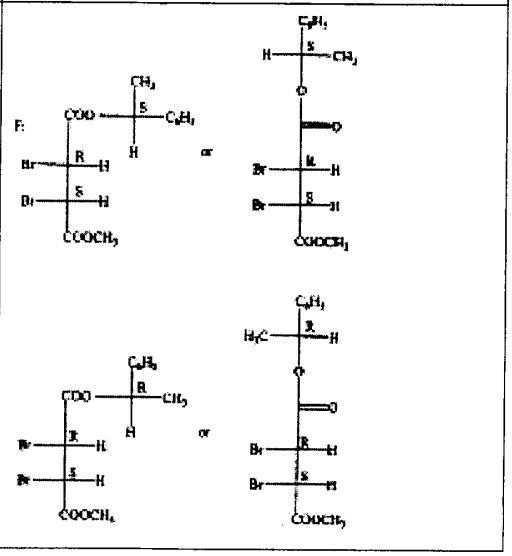
D 的立體化學結構


5. 畫出 **B** 的立體化學結構

B 的立體化學結構


此雙酯化合物 **A** 也能和 Br_2 在 CCl_4 溶液中反應，反應的產物爲兩個化合物(**E**、**F**)，**E** 和 **F** 都有光學活性。

6. 利用 Fischer 投影圖法畫出所有可能的 **E** 和 **F** 的立體化學結構，且用 *R* 或 *S* 的符號標示出所有立體化學結構的立體中心(stereogenic centers) 。

E 可能的立體化學結構	**F 可能的立體化學結構**
	

學生編號:

利用 $Na^{18}OH$ 來對化合物 **A** 進行皂化反應(saponification)，則同位素氧可能被併入在(任一或兩者)產物 **B** 和 **C** 中?

7. 正確答案是:

a. 僅 **B** [(√)]

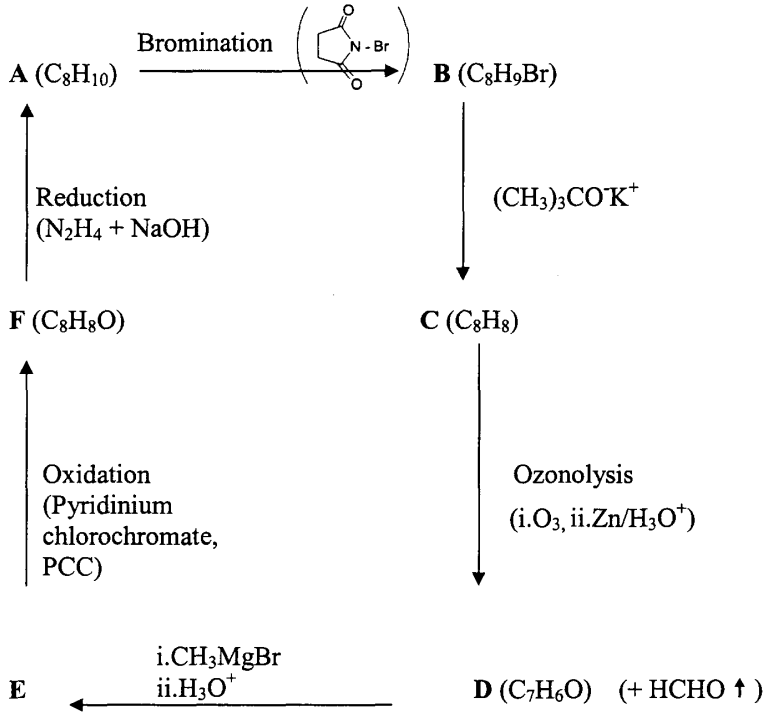
b. 僅 **C** [( )]

c. **B** 和 **C** 兩者 [( )]

學生編號:

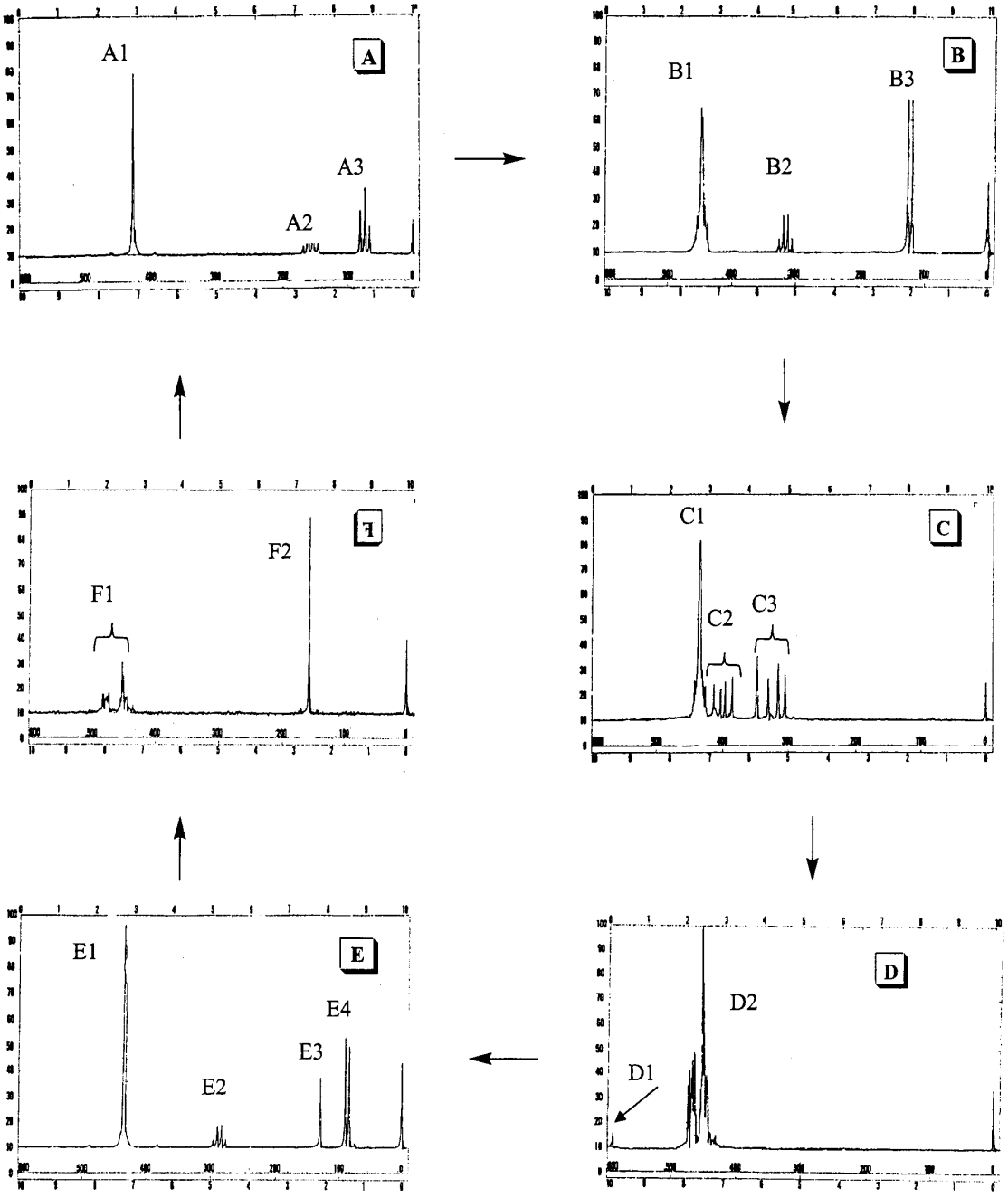
問題 32: NMR 謎題 (9 分)

有機化合物 **A** (C_8H_{10})可進行下列反應：



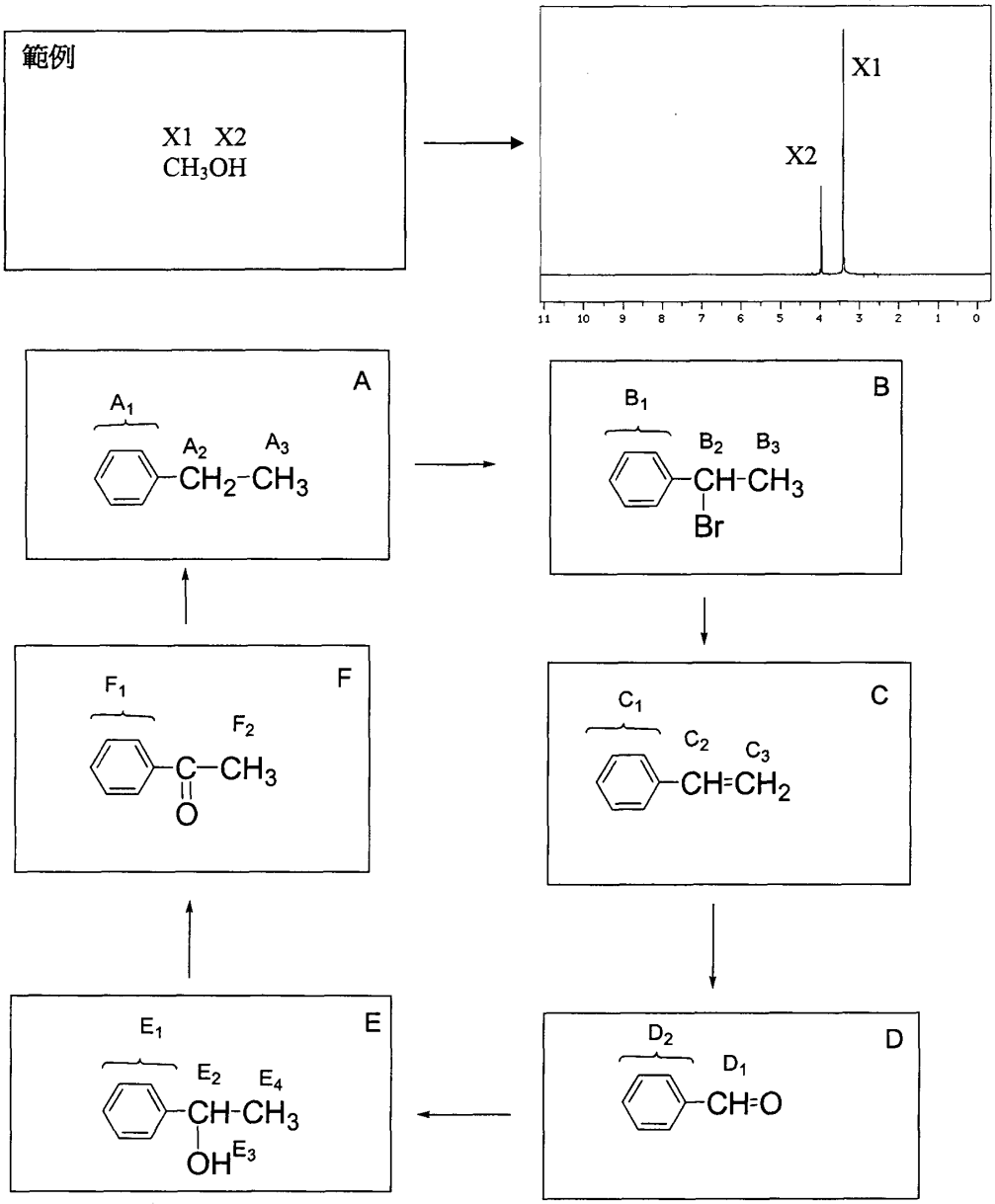
根據下面所給的 ^{1}H-NMR 光譜圖，畫出化合物 **A**、 **B**、 **C**、 **D**、 **E** 和 **F** 的結構。像第二十頁的範例一樣，指出適合每個化合物氫原子群(group)的 ^{1}H-NMR 吸收峰(peaks)(每個結構 1 分，完全正確指出吸收峰 0.5 分)

學生編號:



一般敘述: ^{1}H-NMR 光譜是在 $CDCl_3$ 溶劑中用 60 MHz Perkin Elmer 的光譜儀測定。在一般條件下(曝露在空氣、光和水氣中)，酸性不純物可能在 $CDCl_3$ 溶液中會很快地被催化，導致有些特別的質子互換。

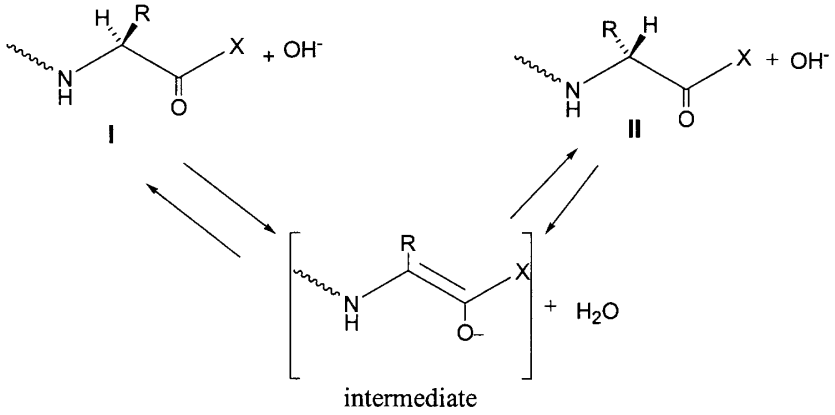
學生編號:


範例
X1 X2
CH3OH
X1
X2
11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
A
A1
A2
A3
CH2-CH3
B
B1
B2
B3
CH-CH3
Br
C
C1
C2
C3
CH=CH2
D
D2
D1
CH=O
E
E1
E2
E4
CH-CH3
OH
E3
F
F1
F2
C-CH3
O

學生編號:

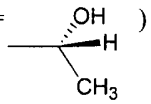
問題 33: 胜肽(Peptides) (11 分)

α-胺基酸和胜肽可以用α-enolization 反應機構來說明外消旋作用(Racemization)的產生，另外加熱和強鹼的存在下會加速這個過程。



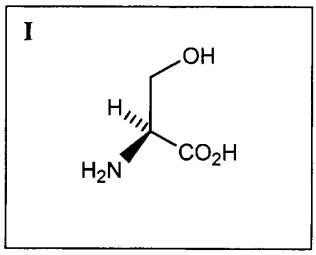
1. α-enolization 反應機構中的 R，分別爲取代基 A 和 B 時，畫出胺基酸 I 和 II 的立體化學結構(用粗體和虛線鍵表現)

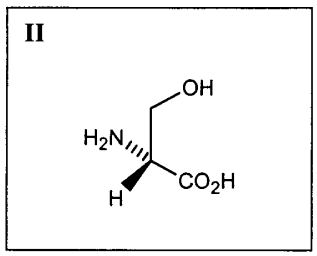
A: serine (R = $-CH_2OH$)

B: (2*S*,3*R*)-threonine (R= 

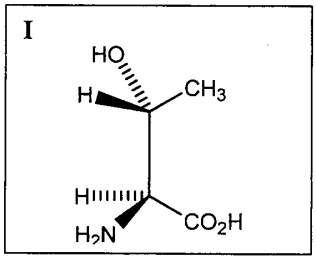
)

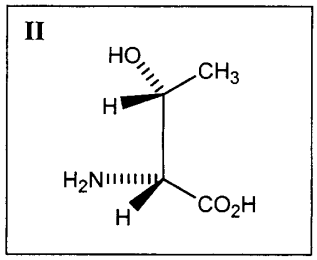
A





B



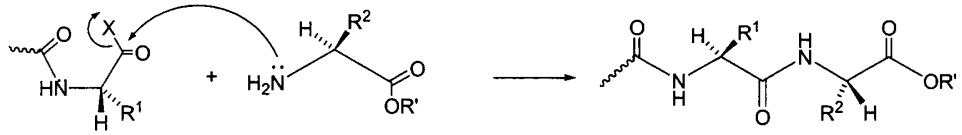


學生編號:

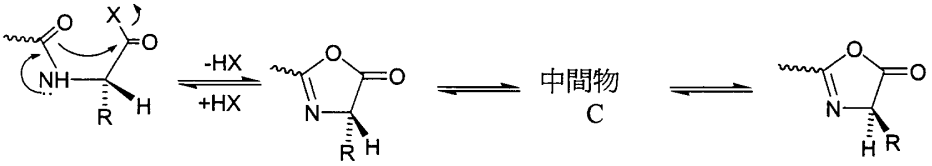
2. 從上面 A 和 B 的例子中的結構，標示出下面相對的正確定義關係：

	對掌異構物(enantiomeric)	非對映異構物(diastereomeric)
$A_{I,II}$	X	
$B_{I,II}$		X

在胜肽合成中，爲了形成一個新的胜肽鍵，必須活化胺基酸的酸基，即它必須存在一個好的離去基(leaving group)，如下列簡圖所描述:



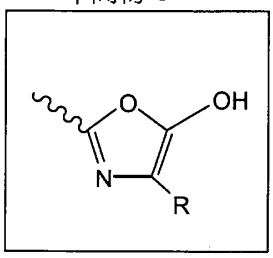
在這合成階段會發生第二個外消旋(racemization)反應機構，因爲醯胺上的氧原子和活化的酸基相距五個原子，很容易進行分子內反應，形成五圓環的中間物(胺內酯 azalactone)，最後很快會在立體中心(stereogenic center)上的氫達到平衡:



azalactone　　azalactone

3. 畫出兩個胺內酯(azalactones)互換後中間物 **C** 的結構，可以用來說明立體中心的雜混(scrambling)現象:

中間物 **C**



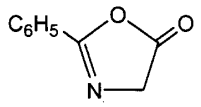
胺內酯(azalactones)是很容易反應的物質，能繼續和另一個胺基酸的胺基反應，雖然得到外消旋或異構化(epimerized)的產物，最後縮合反應(coupling)也能進行完全。

學生編號:

4. 假如用 *N*-benzoyl glycine, $C_9H_9NO_3$ 和醋酸酐(acetic anhydride)加熱到 40°C，它會轉變到一個非常容易反應的物質 $C_9H_7NO_2$ (P_1)

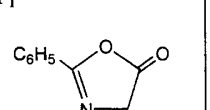
A: 畫出這個物質 P_1 的結構

P_1



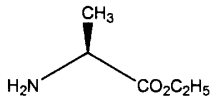
B: 使用立體化學結構(用粗體和虛線鍵表現)，寫出 *S*-alanine ethyl ester (P_2)和產物的結構(胺基酸 alanine 的支鏈 R 是一個甲基)。

P_1

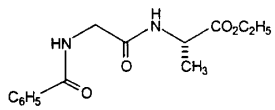


+

P_2



產物



學生編號:

SECTION D: 無機化學

問題 34: 鋁 (Aluminium) (總分: 17.5 分)

希臘最大工廠位於接近古城戴耳菲(Delphi)附近，此工廠從希臘中部巴那訓山(Parnassus mountain)採得的鋁礦砂(bauxite)中提煉氧化鋁(alumina, Al_2O_3)及鋁金屬。鋁礦砂(bauxite)是一種混合物，爲一含氧基及氫氧基的鋁化合物 (mixed aluminum oxide hydroxide)，化學式 $AlO_x(OH)_{3-2x}$，其中 $0<x<1$。

生產鋁金屬需經由下列兩步驟的製程：

i)貝爾(Bayer)製程：步驟爲將鋁礦砂萃取、純化及去水(dehydration)(一般工業用鋁礦砂組成份中可能含有：Al_2O_3 40-60%， H_2O 12-30%， 不含 SiO_2，其他物質比例總合 1-15%。其他物質中含 Fe_2O_3 7-30%, TiO_2 3-4%, F、 P_2O_5、 V_2O_5 等 0.05 到 0.2%)。貝爾製程包含了將鋁礦砂溶解在 NaOH 水溶液中，分離不溶的雜質，沈澱部分氫氧化鋁，最後加熱到 1200℃。完成並平衡下列製程(i)中的化學反應。

$$Al_2O_3 + \mathbf{2}OH^- + \mathbf{7H_2O} \rightarrow \mathbf{2}[Al(OH)_4(H_2O)_2]^-$$

$$SiO_2 + \mathbf{2}OH^- \rightarrow SiO_3^{2-} + \mathbf{H_2O}$$

$$SiO_3^{2-} + \mathbf{Ca^{2+}} \rightarrow CaSiO_3\downarrow$$

$$[Al(OH)_4(H_2O)_2]^- \rightarrow \mathbf{Al(OH)_3}\downarrow + OH^- + H_2O$$

$$2Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 + \mathbf{3H_2O}$$

ii) Héroult -Hall 製程：步驟爲將溶在熔融態冰晶石(cryolite，Na_3AlF_6)中的氧化鋁(Alumina，Al_2O_3) 電解。一般電解液的組成範圍爲 Na_3AlF_6 (80-85%), CaF_2 (5-7%), AlF_3 (5-7%), Al_2O_3 (2-8% 且隨時補充)。電解在 940℃、 1atm 下，在鋼槽內襯碳膜爲陰極 (cathode)，另以碳棒爲陽極(anode)。平衡下列電解的主反應：

$$\mathbf{2}\ Al_2O_3(l) + \mathbf{3}\ C(anode) \rightarrow \mathbf{4}\ Al(l) + \mathbf{3}\ CO_2(g)$$

由於冰晶石(cryolite，Na_3AlF_6)是一種少見的礦石，因而我們可另行以下列反應製備。完成並平衡下列反應：

$$\mathbf{6}\ HF + Al(OH)_3 + \mathbf{3}\ NaOH \rightarrow Na_3AlF_6 + \mathbf{6H_2O}$$

在電解過程中有許多的副反應會破壞陽極石墨電極，而使產率降低。

iii) 由下列與溫度無關的熱力學數據，計算反應在 940°C 下的 ΔH、 ΔS 及 ΔG:

C(石墨，graphite) + $CO_2(g) \rightarrow 2CO(g)$.

	Al(s)	$Al_2O_3(s)$	C (graphite)	CO(g)	$CO_2(g)$	$O_2(g)$
$\Delta_f H^\circ$ (kJ.mol^{-1})	0	−1676	0	−111	−394	
S° (J.K^{-1}.mol^{-1})	28	51	6	198	214	205
$\Delta_{fus}H$ (kJ.mol^{-1})	11	109				

$\Delta S = 2\times198 - 214 - 6 = 176$ J.K^{-1}
$\Delta H = 2\times(-111) - (-394) - 0 = 172$ kJ
$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$, $T = (940 + 273) = 1213$ K, $\Delta G = -41.5$ kJ

iv) 在相同溫度下，已知下列反應的 $\Delta S = -126$ J K^{-1} mol^{-1}，

$2Al(l) + 3CO_2(g) \rightarrow Al_2O_3(l) + 3CO(g)$

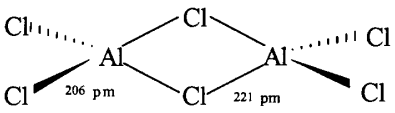
配合本大題第(iii)小題所附熱力學數據表，計算此反應的 ΔH 和 ΔG 。(須寫出計算式)

$\Delta H = \Delta H(Al_2O_3(l)) + 3\Delta H(CO) - 2\Delta H(Al(l)) - 3\Delta H(CO_2)$
$\Delta H(Al_2O_3(l)) = \Delta H_f(Al_2O_3) + \Delta H_{fus}(Al_2O_3) = (-1676 + 109)$ kJ mol^{-1} = -1567 kJ mol^{-1}
$\Delta H(CO) = -111$ kJ mol^{-1}
$\Delta H(CO_2) = -394$ kJ mol^{-1}
$\Delta H(Al(l)) = 11$ kJ mol^{-1}
⇨ $\Delta H = -1567 + 3(-111) - 2(11) - (-394)$ kJ mol^{-1} = −740 kJ mol^{-1}
$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S = -740$ kJ mol^{-1} − (940+273) K (−126 J K^{-1} mol^{-1}) = -738.7 kJ mol^{-1}

v) 純鋁是一銀白色金屬，具有面心立方(face-centered cubic，縮寫爲 fcc)晶體結構。鋁金屬(Aluminium)溶於熱濃鹽酸可得$[Al(H_2O)_6]^{3+}$陽離子。鋁金屬(Aluminium)在室溫下於強鹼溶液中可得四氫氧基鋁陰離子水溶液(hydrated tetrahydroxyaluminate anion, $[Al(OH)_4]^-(aq)$)。在以上酸及鹼的反應中均會釋放出氫氣。三氟化鋁(AlF_3)是由氧化鋁(Al_2O_3)與氫氟酸(HF)氣體在 700°C 下反應所得。其他三鹵化鋁(AlX_3)則直接由鋁金屬與鹵素分子(X_2)反應可得。寫出上述四個反應的平衡反應式

$$2Al + 6H^+ + 12H_2O \rightarrow 2[Al(H_2O)_6]^{3+} + 3H_2$$
$$2Al + 2OH^- + 6H_2O \rightarrow 2[Al(OH)_4]^- + 3H_2$$
$$Al_2O_3 + 6HF \rightarrow 2AlF_3 + 3H_2O$$
$$2Al + 3X_2 \rightarrow 2AlX_3$$

vi) 三氯化鋁($AlCl_3$)爲層狀晶格的結晶固體。其中 Al(III)在晶體中是 6 配位結構。在其熔點 (192.4°C) 時結構會變成 4 配位二聚體 Al_2Cl_6。此共價鍵二聚體分子在氣態及高溫下會分解成平面三角形結構的 $AlCl_3$ 分子。
在二聚體分子 Al_2Cl_6 中，有兩種不同的 Al — Cl 鍵長 (分別爲 206 和 221 pm)。畫出此二聚體的結構，並於結構中分別標出 206 和 221 pm 的 Al — Cl 鍵位置。



vii) 在 Al_2Cl_6 和 $AlCl_3$ 中，Al 原子的混成軌域分別爲何?

$AlCl_3$: sp^2, Al_2Cl_6: sp^3

學生編號:

問題 35: 動力學(Kinetics) (10 分)

在酸催化反應 $CH_3COCH_3 + I_2 \rightarrow CH_3COCH_2I + HI$ 中，其反應速率相對於氫離子濃度爲一級反應。在氫離子濃度固定下，測量在不同起始物濃度時，使 I_2 濃度下降 0.010 mol L^{-1} 所需的時間可得下表。

i) 由下表提供資料中，將下表中虛點格填滿

$[CH_3COCH_3]$ (mol L^{-1})	$[I_2]$ (mol L^{-1})	Time (min)
0.25	0.050	7.2
0.50	0.050	3.6
1.00	0.050	1.8
0.50	0.100	3.6
0.25	0.100	…**7.2**
1.50	…**X**	…**1.2**
…**5.0**	…**X**	0.36

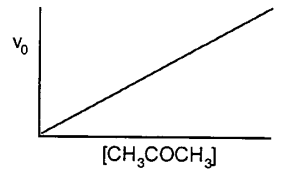
ii) 根據上表寫出反應速率定律式(rate law)，並算出速率常數(rate constant)

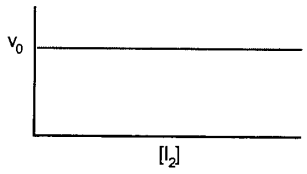
$v = k\,[CH_3COCH_3]$, $k = 9.26\times10^{-5}\ s^{-1} = 5.56\times10^{-3}\ min^{-1}$

iii) 計算在過量的 I_2 下，反應掉 75% CH_3COCH_3 所需要的時間

$t = 2\,t_{½} = 2\,\ln2/k = 2 \times 0.693 / 9.26\times10^{-5}\ s^{-1} = 14970\ s = 249.5\ min = 4.16\ h$

iv) 在其他反應物的起始濃度固定下，分別畫出速率隨 $[CH_3COCH_3]$及 $[I_2]$改變的二個關係圖





學生編號:

v) 如果從 298 K 提高 10°C，反應速率加倍，計算此反應的活化能

$$k = A\exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{\exp\left(-\frac{E_a}{RT_2}\right)}{\exp\left(-\frac{E_a}{RT_1}\right)} = \exp\left(-\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)\right) \Rightarrow$$

$$\ln\frac{v_2}{v_1} = -\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) \Rightarrow E_a = -R\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)^{-1} \ln\frac{v_2}{v_1} \Rightarrow$$

$$E_a = -8.314472\,\text{J K}^{-1}\text{mol}^{-1}\left(\frac{1}{308\text{K}} - \frac{1}{298\text{K}}\right)^{-1} \ln\frac{2}{1} = 52.9\,\text{kJ mol}^{-1}$$

學生編號:

基本常數

物理量	符號	數值	單位
光速(Speed of light)	c	299 792 458	$m\ s^{-1}$
真空穿透度(Permeability of vacuum)	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$ = 12.566 370 614...x 10^{-7}	$N\ A^{-2}$
真空介電常數(Permittivity of vacuum)	ϵ_0	$1/\mu_0 c^2$ = 8.854 187 817 x 10^{-12}	$C^2\ m^{-2}\ N^{-1}$ or $F\ m^{-1}$
普朗克常數	h	6.626 068 76 x 10^{-34}	J s
電荷(Electron charge)	e	1.602 176 462 x 10^{-19}	C
電子質量(Electron mass)	m_e	9.109 381 88 x 10^{-31}	kg
質子質量(Proton mass)	m_p	1.672 621 58 x 10^{-27}	kg
亞佛加厥常數	N_A	6.022 141 99 x 10^{23}	mol^{-1}
法拉第常數	F	96 485.3415	$C\ mol^{-1}$
波茲曼常數	k	1.380 650 3 x 10^{-23}	$J\ K^{-1}$
理想氣體常數	R	8.314 472	$J\ K^{-1}\ mol^{-1}$
原子質量單位	u	1.660 538 73 x 10^{-27}	kg

Source: *Physics Today* **55** BG6 (2002)

常用單位轉換

The unit 1 M is commonly used as an abbreviation for 1 mol dm^{-3}.

1 L = 1 dm^3 = 1000 cm^3

1 Å = 10^{-10} m

1 cal = 4.184 J

有用的公式

$\mu = \dfrac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$; $E=mc^2$

$$E_n = \frac{-Z^2 e^2}{(4\pi\varepsilon_0)2n^2\alpha},\ \alpha = \frac{\left(\dfrac{h}{2\pi}\right)^2 (4\pi\varepsilon_0)}{\mu e^2}$$

$2\ d \sin\theta = n\ \lambda$ Kinetic Energy $= \dfrac{1}{2}mv^2$ $k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$

RESULTS OF THE 35TH INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD(by aphabetic order of countries)

COUNTRY	FAMILY NAME	INITIALS	PERCENTAGE	RANK	MEDALS
ARGENTINA	Aberbuj	P.	65,63	148	B
ARGENTINA	Galetti	M.D.	49,50	208	
ARGENTINA	Guardia	C.M.A.	63,56	158	H
ARGENTINA	Rosaz	E.J.	76,43	101	B
AUSTRALIA	Chung	J.	82,48	69	S
AUSTRALIA	Falcke	T.	59,03	179	H
AUSTRALIA	Thorn-Seshold	O.	87,19	34	S
AUSTRALIA	Zhong	G.	87,96	28	G
AUSTRIA	Bell	F.	70,00	131	B
AUSTRIA	Ludl	P.	82,06	71	S
AUSTRIA	Mayer	C.M.A.	65,14	152	B
AUSTRIA	Thrlhammer	A.	88,41	25	G
AZERBAIJAN	Heybatov	E.	82,57	66	S
AZERBAIJAN	Veledov	A.	72,66	118	B
AZERBAIJAN	Eminov	S.	71,76	120	B
AZERBAIJAN	Hesenov	R.	69,19	137	B
BELARUS	Bernat	V.	87,31	33	S
BELARUS	Lushchynsky	A.	85,20	51	S
BELARUS	Zhdanko	A.	82,77	62	S
BELARUS	Putau	A.	96,43	1	G / BT
BELGIUM	Malherbe	C.	44,77	216	
BELGIUM	Bonjean	F.	61,23	170	
BELGIUM	D'Hoys	O.	57,79	188	H
BELGIUM	Vandewiele	N.	58,32	183	
BRAZIL	Ribeiro Filho	H.H.	69,72	132	B
BRAZIL	Studart Neto	A.	54,97	194	H
BRAZIL	Pereira	L.I.M.	55,54	193	
BRAZIL	Rodrigues Silva	L.	64,14	154	H
BULGARIA	Ivanov	D.	78,69	88	B
BULGARIA	Belezhanska	Y.	57,95	186	H
BULGARIA	Varbanov	H.	57,60	190	
BULGARIA	Gavrilov	V.	46,69	213	H
CANADA	Arnold	M.	81,24	77	S
CANADA	Bharioke	A.	81,89	72	S
CANADA	Winick	J.	78,15	91	B
CANADA	Zimanyi	E.	89,84	17	G
CHINA	Yan	Q.	93,75	5	G

CHINA	Zhou	Y.	94,03	3	G
CHINA	Hu	R.	92,50	9	G
CHINA	Ni	B.	93,66	6	G
CROATIA	Malis	M.	62,01	167	H
CROATIA	Jovic	O.	70,50	125	B
CROATIA	Saric	A.	64,02	155	H
CROATIA	Kosicek	M.	67,73	144	B
CUBA	Bravo Rodriguer	K.	86,48	42	S
CYPRUS	Kalogirou	A.	78,69	87	B
CYPRUS	Zambirinis	S.	54,02	196	
CYPRUS	Masouras	V.	33,11	224	H
CYPRUS	Argyrou	R.	63,34	160	H
CZECH REPUBLIC	Pluharova	E.	87,05	35	S
CZECH REPUBLIC	Mikvika	T.	74,32	112	B
CZECH REPUBLIC	Sedlaceil	O.	81,46	75	S
CZECH REPUBLIC	Sobota	M.	84,75	54	S
DENMARK	Christensen	M.A.	58,23	184	H
DENMARK	Dreier	J.	75,51	105	B
DENMARK	Hansen	J.L.	58,15	185	H
DENMARK	Kastberg	S.	65,14	151	B
EGYPT	Mohamed	A.M.A.	20,00	229	
EGYPT	Ismail	M.M.M.	25,18	226	
EGYPT	Deryas	M.S.M.	18,08	231	H
EGYPT	Zaghw	A.M.R.A.	34,49	222	
ESTONIA	Ivanistsev	V.	93,50	7	G
ESTONIA	Adamson	K.	80,89	78	S
ESTONIA	Tamjar	J.	70,72	124	B
ESTONIA	Kruve	A.	72,76	116	B
FINLAND	Lehto	A.	63,19	161	
FINLAND	Pystynen	J.	78,02	93	B
FINLAND	Salminen	T.	68,16	142	B
FINLAND	Vapaavuori	J.	58,82	182	H
FRANCE	Tejedor	V.	82,72	63	S
FRANCE	Lctailleur	A.	82,56	67	S
FRANCE	Odabachian	Y.	73,36	115	B
FRANCE	Boyer	F.	68,93	138	B
GERMANY	Bittig	H.	88,78	21	G
GERMANY	Dietterle	M.	73,77	113	B
GERMANY	Kulikov	V.	83,17	61	S
GERMANY	Wendler	R.	88,73	22	G

HELLAS	Kordonis	Y.	75,30	106	B
HELLAS	Dimitriadis	A.	54,67	195	H
HELLAS	Liakakos	N.	52,64	201	
HELLAS	Goulas	K.A.	65,74	147	B
HUNGARY	Kirs	P.	59,59	174	H
HUNGARY	Komaromy	D.	76,28	103	B
HUNGARY	Lakatos	S.	90,54	14	G
HUNGARY	Gogh	A.	88,42	24	G
ICELAND	Flosadottir	H.D.	61,42	169	H
ICELAND	Sighvatsson	H.	59,85	173	
ICELAND	Bragason	I.S.	50,45	206	H
ICELAND	Gunnarsdottir	B.	63,00	162	H
INDIA	Vijayaraghavan	A.	90,57	13	G
INDIA	Chikkadi	K.	80,28	81	S
INDIA	Balasubramanian	V.	81,30	76	S
INDIA	Kanoria	Y.	94,62	2	G
INDONESIA	Salim	T.	76,79	99	B
INDONESIA	Akbar	A.Y.	80,19	82	S
INDONESIA	Liusman	C.	73,69	114	B
INDONESIA	Kusuma	D.	77,86	94	B
IRAN	Sanikhani	H.	89,95	16	G
IRAN	Rashidian	M.	86,52	41	S
IRAN	Sadeghi-Esfahani	H.	91,66	11	G
IRAN	Gharaei	M.	88,02	27	G
IRELAND	Mc Cann	S.	62,62	163	H
IRELAND	Quigley	C.	60,95	171	
IRELAND	Rutherford	L.	65,38	150	B
IRELAND	Yucel-Finn	A.	45,43	214	
ITALY	Rosi	G.	83,56	60	S
ITALY	Balzan	R.	86,81	37	S
ITALY	Battisti	M.	58,86	180	H
ITALY	Livieri	A.	69,29	136	B
JAPAN	Akahane	M.	59,47	175	H
JAPAN	Ueno	K.	75,02	109	B
JAPAN	Satou	N.	70,32	128	B
JAPAN	Tanabe	I.	55,87	192	H
KAZAKHSTAN	Nurtazin	A.	86,94	36	S
KAZAKHSTAN	Dolzhnikov	D.	82,50	68	S
KAZAKHSTAN	Iskakov	A.	83,65	59	S
KAZAKHSTAN	Tyutenov	K.	68,90	139	B

KOREA	Kim	Y.J.	93,25	8	G
KOREA	Na	B.O.	90,52	15	G
KOREA	Lee	J.H.	83,97	58	S
KOREA	Jang	S.P.	86,55	40	S
KUWAIT	Alasfour	A.	20,68	228	
KUWAIT	Alhaqan	A.	25,91	225	
KUWAIT	Alnajar	Y.	8,73	232	
KUWAIT	Nijem	H.	18,61	230	
KYRGYZSTAN	Kaparov	K.	58,82	181	H
KYRGYZSTAN	Isabekov	A.	51,86	204	H
KYRGYZSTAN	Jumabaev	S.	69,37	133	B
KYRGYZSTAN	Estebesov	E.	42,65	218	
LATVIA	Prokofjevs	A.	85,72	48	S
LATVIA	Veldre	K.	68,35	141	B
LATVIA	Danne	R.	53,14	198	
LATVIA	Jecs	E.	40,72	219	H
LITHUANIA	Galvelis	R.	70,45	126	B
LITHUANIA	Racys	D.	68,41	140	B
LITHUANIA	Savaneviciute	V.	61,83	168	H
LITHUANIA	Tamosiunas	P.L.	82,10	70	S
MEXIKO	Diaz-Tinoco	M.	84,10	56	S
MEXIKO	Jimenez Hoyos	C.	63,41	159	H
MEXIKO	Yuen Zhou	J.	87,53	31	S
MEXIKO	Rogelio Antonio	H.L.	59,32	176	H
NETHERLANDS, THE	Linden, van der	M.	69,35	134	B
NETHERLANDS, THE	Meulenbroek	E.	82,63	65	S
NETHERLANDS, THE	Herbschleb	E.	66,20	146	B
NETHERLANDS, THE	Evelein	A.	59,25	177	
NEW ZEALAND	Huang	Y.	75,04	107	B
NEW ZEALAND	Mak	G.	35,66	221	H
NEW ZEALAND	Ray	A.	62,41	164	
NEW ZEALAND	Shew	W.	65,43	149	B
NORWAY	Ingraldsen	J.	62,41	166	H
NORWAY	Haga	J.M.	50,14	207	
NORWAY	Gundersen	A.	34,27	223	
NORWAY	Lervik	A.	65,13	153	B
POLAND	Jaremko	L.	86,56	39	S
POLAND	Sledz	P.	88,28	26	G
POLAND	Zawadzki	P.	79,03	84	B
POLAND	Jagiella	J.	78,09	92	B

PORTUGAL	Ramos	A.	52,32	203	
PORTUGAL	Carlos	O.	47,33	212	
PORTUGAL	Ana	V.	49,38	209	
PORTUGAL	Concalo	F.	22,68	227	
ROMANIA	Ene	A.R.	72,74	117	B
ROMANIA	Glavan	A.C.	85,94	44	S
ROMANIA	Neagu	D.	72,05	119	B
ROMANIA	Tofan	D.	91,40	12	G
RUSSIAN FEDERATION	Beletsky	E.	83,99	57	S
RUSSIAN FEDERATION	Belov	A.	93,92	4	G
RUSSIAN FEDERATION	Butkalyuk	P.	86,71	38	S
RUSSIAN FEDERATION	Menshenin	A.	85,30	49	S
SINGAPORE	Lau	C.	86,30	43	S
SINGAPORE	Ng	B.	84,68	55	S
SINGAPORE	Cheong	G.	77,10	96	B
SINGAPORE	Lam	Y.C.	89,07	19	G
SLOVAKIA	Kolivoska	V.	71,71	121	B
SLOVAKIA	Pavlik	J.	70,08	130	B
SLOVAKIA	Repko	A.	85,89	46	S
SLOVAKIA	Szabo	E.	84,79	53	S
SLOVENIA	Epsek	Z.	50,46	205	
SLOVENIA	Pucelj	J.	48,94	210	H
SLOVENIA	Rodman	J.	75,04	108	B
SLOVENIA	Stuhec	M.	44,15	217	
SPAIN	Roca Artola	X.	56,06	191	H
SPAIN	Sanchez Parcerisa	D.	69,34	135	B
SPAIN	Perez Gregorio	V.	62,41	165	H
SPAIN	Vasquez Martinez	S.	60,04	172	
SWEDEN	Cooray	C.	35,85	220	H
SWEDEN	Linderoth	M.	57,78	189	H
SWEDEN	Jansson	E.	48,73	211	H
SWEDEN	Rydhe	E.	71,26	123	B
SWITZERLAND	Devel	J.	63,87	156	H
SWITZERLAND	Haemmerle	A.	63,75	157	H
SWITZERLAND	Haener	J.	52,96	200	H
SWITZERLAND	Heer	S.	59,13	178	
TAIPEI	Lu	Y.-T.	89,27	18	G
TAIPEI	Chang	K.-P.	77,67	95	B
TAIPEI	Lee	C.	85,21	50	S
TAIPEI	Chen	C.-K.	81,56	74	S

THAILAND	Netirojjanakut	C.	87,83	30	G
THAILAND	Aphaiwong	A.	88,52	23	G
THAILAND	Prancenararat	T.	87,96	29	G
THAILAND	Goo	W.	87,46	32	S
TURKEY	Aksu	S.	68,07	143	B
TURKEY	Karaman	A.	77,06	97	B
TURKEY	Selcuk	S.	70,40	127	B
TURKEY	Gungordu	N.G.	82,70	64	S
TURKMENISTAN	Roziyew	P.	78,69	86	B
TURKMENISTAN	Tajibayew	G.	70,28	129	B
TURKMENISTAN	Mametseripow	S.	53,48	197	H
TURKMENISTAN	Yusupow	M.	45,20	215	
UKRAINE	Kovalov	S.	92,15	10	G
UKRAINE	Tukov	O.	78,30	90	B
UKRAINE	Barnych	B.	76,39	102	B
UKRAINE	Pavlenko	S.	85,86	47	S
UNITED KINGDOM	Cochrane	T.	80,76	79	S
UNITED KINGDOM	Shutter	A.	74,60	110	B
UNITED KINGDOM	Chan	T.H.	81,89	73	S
UNITED KINGDOM	Wang	W.	80,07	83	S
UNITED STATES OF AMERICA	Brown	E.	76,96	98	B
UNITED STATES OF AMERICA	Hocutt	F.	76,25	104	B
UNITED STATES OF AMERICA	Kaduk	B.	76,64	100	B
UNITED STATES OF AMERICA	Liu	W.-H.B.	80,33	80	S
URUGUAY	Prini	L.	57,91	187	H
URUGUAY	Rattaro	C.	53,05	199	H
URUGUAY	Neumann	E.	52,52	202	
VENEZUELA	Bacallado	S.	84,84	52	S
VENEZUELA	Modestino	M.	85,90	45	S
VENEZUELA	Larrazabal	G.	66,79	145	B
VENEZUELA	Urbina	C.	71,60	122	B / BP
VIETNAM	Cao Thi Phoong	A.	88,86	20	G
VIETNAM	Vu Viet	C.	78,47	89	B
VIETNAM	Neuyenthitho	H.	74,36	111	B
VIETNAM	Lethanh	T.	78,94	85	B

G = Gold Medal
S = Silver Medal
B = Bronze Medal

H = Honorary Mentions
BP = Best Practice
BT = Best Theory

RESULTS OF THE 35TH INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD(by aphabetic order of individual)

Prefix	Name	Position	PRACT	THEOR	TOTAL	RANKING
BY4	Putau	3105	36,51	59,92	96,43	1
IN4	Kanoria	3205	36,70	57,92	94,62	2
CN2	Zhou	1410	36,05	57,98	94,03	3
RU2	Belov	2118	34,94	58,98	93,92	4
CN1	Yan	1110	35,91	57,84	93,75	5
CN4	Ni	3110	36,60	57,06	93,66	6
EE1	Ivanistsev	1117	36,06	57,44	93,50	7
KR1	Kim	1213	36,79	56,46	93,25	8
CN3	Hu	2220	36,02	56,48	92,50	9
UA1	Kovalov	1313	33,91	58,24	92,15	10
IR3	Sadeghi-Esfahani	2311	33,19	58,48	91,66	11
RO4	Tofan	3305	36,92	54,48	91,40	12
IN1	Vijayaraghavan	1206	35,94	54,62	90,57	13
HU3	Lakatos	2307	37,69	52,85	90,54	14
KR2	Na	2106	37,48	53,04	90,52	15
IR1	Sanikhani	1208	37,61	52,34	89,95	16
CA4	Zimanyi	3109	38,04	51,80	89,84	17
TW1	Lu	1309	32,46	56,82	89,27	18
SG4	Lam	3307	37,55	51,52	89,07	19
VN1	Cao Thi Phoong	1318	32,73	56,13	88,86	20
DE1	Bittig	1202	35,66	53,12	88,78	21
DE4	Wendler	3201	35,21	53,52	88,73	22
TH2	Aphaiwong	2202	37,34	51,18	88,52	23
HU4	Gogh	3203	35,52	52,90	88,42	24
AT4	Thalhammer	3103	36,51	51,90	88,41	25
PO2	Sledz	2115	33,88	54,40	88,28	26
IR4	Gharaei	3207	34,69	53,33	88,02	27
AU4	Zhong	3102	34,59	53,38	87,96	28
TH3	Prancenararat	2412	35,77	52,19	87,96	29
TH1	Netirojjanakut	1310	34,09	53,74	87,83	30
MX3	Yuen Zhou	2321	37,19	50,34	87,53	31
TH4	Goo	3402	36,21	51,25	87,46	32
BY1	Bernat	1105	32,05	55,26	87,31	33
AU3	Thorn-Seshold	2212	33,07	54,11	87,19	34
CZ1	Pluharova	1114	32,97	54,08	87,05	35
KZ1	Nurtazin	1212	32,45	54,49	86,94	36
IT2	Balzan	2103	35,63	51,18	86,81	37
RU3	Butkalyuk	2404	30,24	56,46	86,71	38
PO1	Jaremko	1222	35,52	51,04	86,56	39
KR4	Jang	3212	35,21	51,34	86,55	40
IR2	Rashidian	2101	30,07	56,45	86,52	41
CU1	Bravo Rodriguer	1112	37,40	49,09	86,48	42
SG1	Lau	1303	31,10	55,20	86,30	43
RO2	Glavan	2117	36,18	49,76	85,94	44
VE2	Modestino	2209	36,86	49,04	85,90	45
SK3	Repko	2406	31,59	54,30	85,89	46

BE3	D'Hoys	2216	26,20	31,60	*57,79*	188
SE2	Linderoth	2123	32,99	24,79	*57,78*	189
BG3	Varbanov	2218	24,96	32,64	*57,60*	190
ES1	Roca Artola	1306	27,62	28,44	*56,06*	191
JP4	Tanabe	3210	28,08	27,79	*55,87*	192
BR3	Pereira	2217	35,29	20,25	*55,54*	193
BR2	Studart Neto	1407	10,61	44,37	*54,97*	194
GR2	Dimitriadis	1420	21,66	33,02	*54,67*	195
CY2	Zambirinis	1412	23,90	30,12	*54,02*	196
TM3	Mametseripow	2414	24,59	28,90	*53,48*	197
LV3	Danne	2319	28,19	24,95	*53,14*	198
UR2	Rattaro	2208	22,85	30,20	*53,05*	199
CH3	Haener	2410	28,39	24,57	*52,96*	200
GR3	Liakakos	2306	23,43	29,21	*52,64*	201
UR3	Neumann	2418	29,98	22,54	*52,52*	202
PT1	Ramos	1223	36,10	16,22	*52,32*	203
KG2	Isabekov	2108	26,45	25,41	*51,86*	204
SI1	Epsek	1305	26,13	24,34	*50,46*	205
IS3	Bragason	2308	31,69	18,76	*50,45*	206
NO2	Haga	2114	28,84	21,30	*50,14*	207
AR2	Galetti	1401	24,25	25,26	*49,50*	208
PT3	Ana	2402	31,41	17,97	*49,38*	209
SI2	Pucelj	2121	25,50	23,44	*48,94*	210
SE3	Jansson	2409	28,24	20,49	*48,73*	211
PT2	Carlos	2116	29,13	18,20	*47,33*	212
BG4	Gavrilov	3108	18,68	28,01	*46,69*	213
IE4	Yucel-Finn	3208	22,81	22,62	*45,43*	214
TM4	Yusupow	3404	21,68	23,52	*45,20*	215
BE1	Malherbe	1106	25,80	18,98	*44,77*	216
SI4	Stuhec	3309	24,62	19,53	*44,15*	217
KG4	Estebesov	3214	21,77	20,88	*42,65*	218
LV4	Jecs	3215	6,76	33,96	*40,72*	219
SE1	Cooray	1307	13,31	22,54	*35,85*	220
NZ2	Mak	2113	7,98	27,68	*35,66*	221
EG4	Zaghw	3115	24,84	9,65	*34,49*	222
NO3	Gundersen	2324	10,53	23,74	*34,27*	223
CY3	Masouras	2222	3,15	29,96	*33,11*	224
KW2	Alhaqan	2107	16,86	9,05	*25,91*	225
EG2	Ismail	1415	11,10	14,08	*25,18*	226
PT4	Concalo	3304	7,80	14,87	*22,68*	227
KW1	Alasfour	1214	9,67	11,01	*20,68*	228
EG1	Mohamed	1116	4,78	15,22	*20,00*	229
KW4	Nijem	3213	7,50	11,10	*18,61*	230
EG3	Deryas	2301	2,93	15,15	*18,08*	231
KW3	Alnajar	2317	0,00	8,73	*8,73*	232

UA4	Pavlenko	3405	33,22	52,64	*85,86*	47
LV1	Prokofjevs	1216	35,16	50,56	*85,72*	48
RU4	Menshenin	3306	28,36	56,94	*85,30*	49
TW3	Lee	2411	34,25	50,96	*85,21*	50
BY2	Lushchynsky	1405	33,80	51,39	*85,20*	51
VE1	Bacallado	1317	34,99	49,86	*84,84*	52
SK4	Szabo	3308	35,83	48,96	*84,79*	53
CZ4	Sobota	3113	37,23	47,52	*84,75*	54
SG2	Ng	2119	32,39	52,29	*84,68*	55
MX1	Diaz-Tinoco	1218	36,26	47,84	*84,10*	56
RU1	Beletsky	1302	27,32	56,67	*83,99*	57
KR3	Lee	2316	29,01	54,96	*83,97*	58
KZ3	Iskakov	2315	34,15	49,50	*83,65*	59
IT1	Rosi	1210	35,18	48,38	*83,56*	60
DE3	Kulikov	2305	30,08	53,10	*83,17*	61
BY3	Zhdanko	2215	29,37	53,40	*82,77*	62
FR1	Tejedor	1201	35,88	46,84	*82,72*	63
TR4	Gungordu	3403	34,73	47,97	*82,70*	64
NL2	Meulenbroek	2112	32,19	50,44	*82,63*	65
AZ1	Heybatov	1104	25,63	56,94	*82,57*	66
FR2	Lctailleur	1418	36,08	46,48	*82,56*	67
KZ2	Dolzhnikov	2105	31,68	50,82	*82,50*	68
AU1	Chung	1102	36,94	45,54	*82,48*	69
LT4	Tamosiunas	3216	32,10	50,00	*82,10*	70
AT2	Ludl	1403	32,65	49,41	*82,06*	71
CA2	Bharioke	1409	34,61	47,28	*81,89*	72
GB3	Chan	2416	33,47	48,42	*81,89*	73
TW4	Chen	3401	24,76	56,80	*81,56*	74
CZ3	Sedlaceil	2223	38,51	42,94	*81,46*	75
IN3	Balasubramanian	2309	27,32	53,99	*81,30*	76
CA1	Arnold	1109	33,88	47,36	*81,24*	77
EE2	Adamson	1416	34,92	45,97	*80,89*	78
GB1	Cochrane	1314	35,27	45,49	*80,76*	79
US4	Liu	3407	35,73	44,61	*80,33*	80
IN2	Chikkadi	1423	27,58	52,70	*80,28*	81
ID2	Akbar	1424	33,71	46,48	*80,19*	82
GB4	Wang	3406	35,09	44,98	*80,07*	83
PO3	Zawadzki	2401	30,01	49,02	*79,03*	84
VN4	Lethanh	3409	33,97	44,97	*78,94*	85
TM1	Roziyew	1312	32,15	46,54	*78,69*	86
CY1	Kalogirou	1113	30,89	47,80	*78,69*	87
BG1	Ivanov	1108	36,08	42,61	*78,69*	88
VN2	Vu Viet	2210	32,42	46,05	*78,47*	89
UA2	Tukov	2205	25,98	52,32	*78,30*	90
CA3	Winick	2219	36,30	41,86	*78,15*	91
PO4	Jagiella	3303	34,13	43,96	*78,09*	92
FI2	Pystynen	1417	31,16	46,86	*78,02*	93

35th International Chemistry Olympiad

Athens, Greece

Practical Examination

Tuesday, 8 July 2003

Compact points sheet

Organic Chemistry experiment: Synthesis of *N*-Acetyl-*L*-prolinyl-*L*-phenylalanine methyl ester (Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH_3)

1. 10 points
   (yield% -15%) x 0.2 points, for yield%< 65%,
   10 points for <65% yield% < 70%,
   9 points for yield% > 70%
   minus 1 point for miscalculation of yield%
2. 3 points
3. 2 points
4. 2 points
5. 2 points
6. 10 points
   $([\alpha]^T$-35) points
7. 2 points

Total: 31 points

Analytical Chemistry experiment: Titration of ascorbc acid with potassium iodate.

Results: 8 points
   8 – 3.2 x (|E%| - 0.5%) points for |E%| > 0.5%, where E% is the analysis error
   8 points for |E%| < 0.5%
   minus 1 point for miscalculation of concentration larger than 2%.

Question 1. 1 point
Question 2. 1 point
Total: 10 points

Total for Practical Examination: 41 points

35th International Chemistry Olympiad

Athens, Greece

Theoretical Examination

Thursday, 10 July 2003

Compact points sheet

Q1. 1							
Q2. 1							
Q3. 1							
Q4. 1							
Q5. 1							
Q6. 1							
Q7. 1.5	a 1	b 1	c 1				
Q8. 1							
Q9. 1							
Q10. 2.5	a 1	b 1	c 1	d 1	e 1		
Q11. 1							
Q12. 1							
Q13. 1							
Q14. 1	a 0.25	b 0.25	c 0.25	d 0.25			
Q15. 1	a 0.2	b 0.2	c 0.2	d 0.2			
Q16. 1	a 0.25	b 0.25	c 0.25	d 0.25			
Q17. 2.5	a 1	b 1	c 1	d 1	e 1		
Q18. 1							
Q19. 1							
Q20. 1							
Q21. 1							
Q22. 3	a 0.5	b 0.5	c 1	d 1			
Q23. 1	a 0.17	b 0.17	c 0.17	d 0.17	e 0.17	f 0.17	
Q24. 2							
Q25. 8	a 3	b 5					
Q26. 5	a 1	b 1	c 3				
Q27. 6	a 1	b 1	c 1	d 1	e 2		
Q28. 4	a 1	b 1	c 1	d 1			
Q29. 5	a 1	b 1	c 1	d 1	e 1		
Q30. 5							
Q31. 14	1. 1	2. 1.5+.0+2	3. 1	4. 1	5. 2	6. 2+2	7. 1
Q32. 9	A 1+0.5	B 1+0.5	C 1+0.5	D 1+0.5	E 1+0.5	F 1+0.5	
Q33. 11	1. 4	2. 1	3. 1.5	4.A 1.5	4.B 1+2		
Q34. 17.5	i 2.5	ii 2	iii 3	iv 4	v 4	vi 1	vii 1
Q35. 10	i 2	ii 2	iii 2	iv 2	v 2		

ID4	Kusuma	3206	35,32	42,54	*77,86*	94
TW2	Chang	2201	24,24	53,42	*77,67*	95
SG3	Cheong	2405	28,97	48,14	*77,10*	96
TR2	Karaman	2203	33,70	43,36	*77,06*	97
US1	Brown	1315	27,49	49,47	*76,96*	98
ID1	Salim	1207	35,29	41,50	*76,79*	99
US3	Kaduk	2417	33,06	43,58	*76,64*	100
AR4	Rosaz	3101	36,15	40,28	*76,43*	101
UA3	Barnych	2415	31,39	45,00	*76,39*	102
HU2	Komaromy	1421	29,43	46,85	*76,28*	103
US2	Hocutt	2207	35,80	40,45	*76,25*	104
DK2	Dreier	1414	35,31	40,20	*75,51*	105
GR1	Kordonis	1203	32,86	42,44	*75,30*	106
NZ1	Huang	1220	34,18	40,86	*75,04*	107
SI3	Rodman	2407	36,52	38,52	*75,04*	108
JP2	Ueno	2104	36,14	38,88	*75,02*	109
GB2	Shutter	2206	28,41	46,19	*74,60*	110
VN3	Neuyenthitho	2420	27,93	46,43	*74,36*	111
CZ2	Mikvika	1413	36,05	38,27	*74,32*	112
DE2	Dietterle	1419	32,68	41,09	*73,77*	113
ID3	Liusman	2310	34,86	38,83	*73,69*	114
FR3	Odabachian	2304	32,30	41,05	*73,36*	115
EE4	Kruve	3116	32,33	40,43	*72,76*	116
RO1	Ene	1301	36,22	36,51	*72,74*	117
AZ2	Veledov	1404	32,50	40,16	*72,66*	118
RO3	Neagu	2403	33,97	38,08	*72,05*	119
AZ3	Eminov	2214	27,95	43,81	*71,76*	120
SK1	Kolivoska	1304	28,13	43,58	*71,71*	121
VE4	Urbina	3408	39,09	32,51	*71,60*	122
SE4	Rydhe	3311	34,87	36,39	*71,26*	123
EE3	Tamjar	2302	28,65	42,06	*70,72*	124
CT2	Jovic	1411	30,40	40,10	*70,50*	125
LT1	Galvelis	1217	31,42	39,02	*70,45*	126
TR3	Selcuk	2413	34,66	35,74	*70,40*	127
JP3	Satou	2314	33,96	36,36	*70,32*	128
TM2	Tajibayew	2204	34,27	36,01	*70,28*	129
SK2	Pavlik	2120	28,10	41,98	*70,08*	130
AT1	Bell	1103	35,45	34,54	*70,00*	131
BR1	Ribeiro Filho	1107	33,04	36,68	*69,72*	132
KG3	Jumabaev	2318	30,42	38,94	*69,37*	133
NL1	Linden, van der	1219	27,99	41,36	*69,35*	134
ES2	Sanchez Parcerisa	2122	35,13	34,21	*69,34*	135
IT4	Livieri	3209	29,29	40,00	*69,29*	136
AZ4	Hesenov	3104	26,86	42,34	*69,19*	137
FR4	Boyer	3118	35,59	33,34	*68,93*	138
KZ4	Tyutenov	3211	27,08	41,82	*68,90*	139
LT2	Racys	2110	32,48	35,93	*68,41*	140

LV2	Veldre	2109	25,77	42,58	*68,35*	141
FI3	Salminen	2303	32,10	36,06	*68,16*	142
TR1	Aksu	1311	29,19	38,88	*68,07*	143
CT4	Kosicek	3111	36,53	31,21	*67,73*	144
VE3	Larrazabal	2419	34,45	32,34	*66,79*	145
NL3	Herbschleb	2322	25,40	40,80	*66,20*	146
GR4	Goulas	3202	31,55	34,19	*65,74*	147
AR1	Aberbuj	1101	33,39	32,25	*65,63*	148
NZ4	Shew	3301	30,94	34,50	*65,43*	149
IE3	Rutherford	2312	30,98	34,40	*65,38*	150
DK4	Kastberg	3114	35,14	30,00	*65,14*	151
AT3	Mayer	2213	30,10	35,04	*65,14*	152
NO4	Lervik	3302	34,50	30,63	*65,13*	153
BR4	Rodrigues Silva	3107	37,15	26,99	*64,14*	154
CT3	Saric	2221	32,39	31,63	*64,02*	155
CH1	Devel	1308	30,32	33,54	*63,87*	156
CH2	Haemmerle	2124	31,56	32,18	*63,75*	157
AR3	Guardia	2211	31,38	32,18	*63,56*	158
MX2	Jimenez Hoyos	2111	15,71	47,70	*63,41*	159
CY4	Argyrou	3112	33,56	29,78	*63,34*	160
FI1	Lehto	1118	37,16	26,02	*63,19*	161
IS4	Gunnarsdottir	3204	37,35	25,66	*63,00*	162
IE1	Mc Cann	1209	25,56	37,06	*62,62*	163
NZ3	Ray	2323	24,72	37,69	*62,41*	164
ES3	Perez Gregorio	2408	29,04	33,37	*62,41*	165
NO1	Ingraldsen	1221	36,33	26,08	*62,41*	166
CT1	Malis	1111	29,94	32,06	*62,01*	167
LT3	Savaneviciute	2320	29,43	32,39	*61,83*	168
IS1	Flosadottir	1205	31,61	29,81	*61,42*	169
BE2	Bonjean	1406	24,94	36,30	*61,23*	170
IE2	Quigley	2102	32,11	28,84	*60,95*	171
ES4	Vasquez Martinez	3310	32,41	27,63	*60,04*	172
IS2	Sighvatsson	1422	32,93	26,93	*59,85*	173
HU1	Kirs	1204	10,47	49,12	*59,59*	174
JP1	Akahane	1211	33,40	26,06	*59,47*	175
MX4	Rogelio Antonio	3217	33,38	25,94	*59,32*	176
NL4	Evelein	3218	34,06	25,19	*59,25*	177
CH4	Heer	3312	28,48	30,66	*59,13*	178
AU2	Falcke	1402	21,91	37,12	*59,03*	179
IT3	Battisti	2313	24,99	33,87	*58,86*	180
KG1	Kaparov	1215	26,09	32,74	*58,82*	181
FI4	Vapaavuori	3117	31,48	27,34	*58,82*	182
BE4	Vandewiele	3106	33,95	24,37	*58,32*	183
DK1	Christensen	1115	27,10	31,13	*58,23*	184
DK3	Hansen	2224	30,23	27,92	*58,15*	185
BG2	Belezhanska	1408	25,36	32,59	*57,95*	186
UR1	Prini	1316	35,32	22,59	*57,91*	187

2003 年第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽試題分析

李成康*[1]、李衍彰[1]、洪正雄[1]、楊慶成[2]、馮松林[3]

1）國立彰化師範大學化學系

2）國立高雄師範大學化學系

3）國立大里高級中學

2003 年第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽於七月五日至十四日於希臘雅典舉行。如往常一樣實作競賽先行舉行，休息一天後，再舉行理論競賽。在實作部份，有二道題目：一爲難度較高的二胜肽合成，另一爲相當簡單的維他命 C 滴定。相當有趣的，主辦單位在開幕大會後示範一些化學技巧，如：安全吸球、移液管的使用；並特別交代了血清塞(septum)如何地套上反應瓶。不可避免的，有機合成成爲實作部分的主軸，但與往年不同的是合成後產物純度的鑑定、評分，不靠熔點測定而是以產物的旋光度爲依據。合成實驗過程中較易導致結果較不理想的步驟爲分液漏斗之使用、及將反應瓶中溶液以減壓旋轉濃縮儀除去有機溶劑等二個部分。前者若未減壓驟然開啓瓶塞將使液體噴出，導致產率降低。減壓旋轉濃縮儀由實驗室助理代爲操作，但過多參賽者同時使用一台儀器，也可能會影到響實驗的品質。另外一個實驗是以碘酸鉀溶液滴定維他命 C，實驗報告中表格共列了九個滴定空格，鼓勵大家時間允許時應盡量重複操作，以求得較佳的實驗平均數據，這也許是西方人思考的模式吧。

理論筆試部分，今年分爲普通化學、物理化學、有機化學與無機化學四大部分，各部分配分大略相同。普通化學部分共有 24 題選擇，但約有三分之二以上爲分析化學有關（包括簡單的儀器分析）。物理化學部分包括熱力學、量子化學、光譜學及分子軌域能階等。試題附錄部分提供了相關的公式，降低了量子化學題目的難度。另外，有一半的題目須從題目提供的圖表中去尋找資料來解題。有機化學部分如同往年，包含化合物結構、立體構形及 NMR 譜圖。希臘最大的工業爲製鋁業，所以在無化學考題中有三分之一是與其製鋁有關的反應方程式，三分之一爲與上述相關之熱力學及分子結構部分，另外一題爲獨立的動力學主題。其實除無機化學部分外，普通化學部分也涵蓋了不少的物理化學主題，物理化學爲這此理論筆試的贏家。理論筆試總共配了 125 分，但其實際上佔總成績的百分之五十九，而實作部分佔之百分之四十一。總括而言，今年的題目較去年簡單，分數普遍提高，平均增加 5 分左右。理論上獎牌數是以參加選手之比例來決定，但主辦國以切割點分數相距太近不易切割開，而使本屆的金牌選手較規章多增加了數名。

下表分別爲實作與理論部分各題目之主題內容、配分與其評分標準，而試題(附答案）則列在最後面，以供參考。

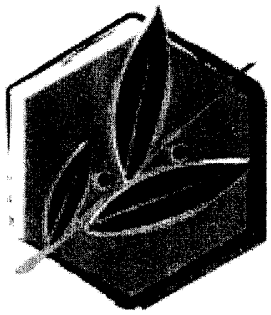
壹、 實作部份				
A. 有機合成：二胜肽的合成				
Synthesis of the dipeptide *N*-acetyl-*L*-prolinyl-*L*-phenylalanine methyl ester (Ac-*L*-Pro-*L*-Phe-OCH3)				
題目	內容	配分	評分標準	
1	產率	10	i. 產率小於 65%	
			得分=(產率-15%)x0.2	
			ii. 產率 在 65%至 70%間	
			得分=10	
			iii. 產率大於 70%	
			得分=9	
			iv.計算錯誤扣一分	
2	TLC 展開圖	2		
3	R_f值	2		
4	R_f值	2		
5	TLC 結果分析	2		
6	產物之旋光度	10	得分=$[\sigma]^T$- 35	
7	副產物之判斷	2		
合計		31		
B. 分析化學：氧化還原滴定				
以碘酸鉀溶液滴定維他命 C				
題目	內容	配分	評分標準	
	滴定結果	8	i. 百分誤差小於 5%	
			得分=8	
			ii. 百分誤差大於 5%	
			8-3.2x(百分誤差-0.5%)	
1	平衡方程式	1		
2	其他計算	1		
合計		10		
總計		41	佔總成績之 41%	

貳、 理論部份			
A. 普通化學			
題目	內容	配分	
Q1	沉澱物溶解度	1	
Q2	稀強酸之氫離子濃度	1	
Q3	濃度、重量、粒子數	1	
Q4	濃度、粒子數	1	
Q5	平衡常數	1	
Q6	三元酸滴定	1	
Q7	多元酸混合物滴定	1.5	
Q8	計量化學	1	
Q9	電解水之電量	1	
Q10	核反應：σ β γ 粒子	2.5	
Q11	熱化學卡計	1	
Q12	質譜圖同位素	1	
Q13	X 光繞射	1	
Q14	酸與萃取分佈	1	
Q15	比耳吸收定律(Beer'sLaw)	1	
Q16	波長與頻率	1	
Q17	酸與比耳吸收圖	2.5	
Q18	氯的含氧酸強度	1	
Q19	晶體堆積	1	
Q20	游離能	1	
Q21	游離能	1	
Q22	晶體堆積	3	
Q23	酸鹼	1	
Q24	化學計量	2	
	合計	30.5	
B. 物理化學			
Q25	量子化學-muon 次粒子質量計算	8	
Q26	一氧化碳光譜與量子化學	5	
Q27	氫分子與離子鍵長游離能游離電子速度	6	
Q28	冷卻圖譜與熱力學	5	
Q29	熱力學熱量與ΔS（以游泳池加熱爲例）	5	
Q30	液體蒸發之分子速率計算	4	
	合計	33	

C．有機化學			
Q31	酯類的合成及反應	14	
Q32	由 NMR 譜圖繪出反應產物結構	9	
Q33	胜肽、外消旋作用及立體化學	11	
	合計	34	
D. 無機化學			
Q34	鋁的制備--反應方程式平衡	17.5	
	熱力學△S △H 計算		
	分子立體結構鍵長混成軌域		
Q35	動力學：反應數率與活化能	10	
	合計	27..5	
	總計	125	佔總成績之 59%

第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽

重要文件
暨
信函



高級中等學校學生參加國際數理學科奧林匹亞競賽保送升學實施要點

中華民國九十一年十月十七 日

教育部台（九一）中（一）字第九一一四五二七七號令修正

一、 為鼓勵高級中等學校學生參加國際數理奧林匹亞競賽，爭取國家榮譽，並獎勵競賽優勝學生，特訂定本要點。

二、 本要點所稱國際數理學科奧林匹亞競賽，係指國際數學、物理、化學、生物、資訊奧林匹亞競賽及亞太數學、亞洲物理奧林匹亞競賽。

三、 高級中等學校學生代表我國參加國際數理學科奧林匹亞競賽，合於下列情形之一者，得申請保送大學就讀：

（一） 獲得國際數學、物理 化學、生物、資訊奧林匹亞競賽金牌獎、銀牌獎者，得依其志願申請保送大學各本科系或理、工、醫、農等相關學院各學系。

（二） 獲得國際數學、物理、化學、生物、資訊奧林匹亞競賽銅牌獎、榮譽獎或亞太數學奧林匹亞競賽金牌獎、銀牌獎、O’ Halloran 獎或亞洲物理奧林匹亞競賽金牌獎、銀牌獎者，得依其志願申請保送大學各本科系或理、工、農等相關學院各學系。

（三） 獲得國際數理奧林匹亞選訓決賽代表完成結訓者，或獲得亞太數學、亞洲物理奧林匹亞競賽銅牌獎、榮譽獎者，得申請保送各本科系。

四、 凡符合本要點之高級中等學校應屆畢業生，應於獲獎後一個月內填具申請表（如附表一）、並檢具畢業證（明）書、獲獎證明文件影本及歷年成績單，由就讀之高級中等學校逕送擬就讀大學申請保送入學。 非應屆畢業生得保留保送資格，並於其畢業當學年度，依各大學規定時問提出申請。各大學受理前二項學生申請保送之審查結果，應報請教育部備查。

五、 獎學生申請保送以二次為限，第一次申請保送未獲大學同意入學者，方得提出第二次申請。

六、 獲獎學生依本要點保送就讀大學之學系，經教育部審查認定為原參賽項目之本科別，且符合下列條件者，由教育部發給獎學金：

（一） 獲得國際數學、物理 化學、生物、資訊奧林匹亞競賽金牌獎者，第一學年發給獎學金新臺幣二十萬元，獲銀牌獎者發給獎學金新臺幣十萬元，獲銅牌獎、榮譽獎或亞太數學奧林匹亞競賽金牌獎、銀牌獎、O’ Halloran 獎或亞洲物理奧林匹亞競賽金牌獎、銀牌獎者，發給獎學金新臺幣五萬元。

（二） 前款學生自第二學年度起，每學年度名列該學系該年級前三名者，依序發給獎學金新臺幣，二十萬元、十萬元、五萬元，至大學畢業為止。但不包括延長修業年限。

依前項各款規定受領獎學金者，若轉學或轉系，自轉學（系）當學年度起，不再發給獎學金。申請人應於學年度開學後一個月內填妥申請表（如附表二），檢具獲獎證明文件影本、前一學年成績單，由就讀大學造具請領表（如附表三），彙報教育部辦理。

七、 高級中等學校學生申請保送升學事宜，本要點未規定者，適用其他相關規定。

高級中等學校學生參加國際數理及資訊奧林匹亞競賽遴選作業注意事項

中華民國九十一年十月一日
教育部台（九一）中（一）字第九一一三九四一八號函

一、 為使參加國際數理及資訊奧林匹亞競賽之高級中等學校學生遴選作業程序，符合公開、公平及公正原則，特訂定本注意事項。

二、 國際數理及資訊奧林匹亞競賽各類科學生代表之遴選，均應依初選、複選、選訓營、決選等四個階段辦理。
但基於各類科之差異性，有關初選及複選二個階段，承辦該類科選訓計畫之大學校院或機構得衡酌實際需要設計不同之遴選內容。

三、 參加競賽之學生應由就讀學校於規定時間內，向承辦該類科選訓計畫之大學校院或機構推薦報名。但參加行政院國家科學委員會「高中科學資優學生培育計畫」及教育部「基礎科學人才培育計畫」之學生，得由指導教授推薦報名。

四、 國際數理及資訊奧林匹亞競賽指導委員會之委員、各類科工作小組主持人及其成員等有關人員，遇有涉及自身、配偶或三親等內血親、姻親之關係者參加競賽時，應行迴避。

五、 前項人員有應迴避情形而不自行迴避，或有具體事實足認其執行職務有偏頗之虞者，利害關係人得申請迴避。

高級中等學校學生參加國際數理學科奧林匹亞競賽保送入學申請表

申請人姓名		獲獎年度	
申請人就讀學校年級		獲獎類別獎項	
監護人（簽名蓋章）		申請保送學年度	學年度
申請保送大學學系	大學　　系		
注意事項	一、申請人應檢附畢業證（明）書、獲獎有關證明文件影本及歷年成績單，由就讀之高級中等學校逕向擬就讀大學申請辦理。 二、第一次保送申請未獲大學同意入學者，方得提出第二次申請，一人以申請二次為限。		

校長：　　單位主管：　　辦理人：

申請日期：年　月　日

國際數理學科奧林匹亞競賽獲獎學生保送大學獎學金申請表

申請人姓名		獲獎類別獎項	入學年度
獲獎年度		申請獎學金額度	就讀大學學系年級
		新臺幣　　元（請以大寫書寫）	大學　　學系　　年級

注意事項

一、申請人應檢附獲獎有關證明文件影本及學年度成績單（一年級新生免附），由就讀之大學報教育部辦理。

二、各校應於學年度開學一個月內提出申請，逾期不受理。

申請日期：　　年　　月　　日

OO學年度國際數理學科奧林匹亞競賽獲獎學生保送OO大學獎學金請領表					
申請人姓名	就讀學校系年級	獎項、名次	申請獎學金額度	備註	填表說明
					1、一年級新生請填列所獲獎項。 2、二年級（含）以上學生，請填列申請人上一學年度於該學系該年級名次。 3、請檢附每一申請人之申請表、獲獎證明文件影本或前一學年成績單。 4、備註欄請填寫該學系該年級學生總人數。
合　　計					

校長：　　會計主任：　　單位主管：　　承辦人：

裝 訂 線

教育部　函

受文者：國立彰化師範大學(王副校長文科)

地　址：500彰化市白沙山莊進德路1號

速別：

密等及解密條件：

發文日期：中華民國九十一年九月十三日

發文字號：台(九一)中(一)字第九一一三八九八七號

附件：

主旨：檢送「二００三年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫」契約書乙份（如附件），並請於文到二週內研提實施計畫及經費預算表到部，請　查照辦理。

正本：國立彰化師範大學（含附件乙份）

副本：國立彰化師範大學王副校長文科（含附件乙份）、中教司

部長黃榮村

依分層負責規定
授權單位主管決行

機關地址：台北市中山南路五號
傳　真：０二-二三九七六九一九
承辦人：鍾華菁小姐
聯絡電話：０二-二三五六五六五七

裝 訂 線

教育部 書函

受文者：國立彰化師範大學（王副校長文科）

地　址：500彰化市白沙山莊進德路1號
速別：
密等及解密條件：
發文日期：中華民國九十一年九月二十三日
發文字號：台（九一）中（一）字第九一一四二六六九號
附件：

主旨：有關辦理亞太暨國際數學及國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫相關資料移交事宜，請依說明事項辦理，請　查照。

說明：

一、貴校歷年來承辦亞太暨國際數學及國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫，競賽成績優異，相關人員居功至偉，備極辛勞，敬申謝忱。

二、本部業依據「政府採購法」規定完成下（九十二）年度亞太暨國際數學及國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫委辦事宜，亞太暨國際數學奧林匹亞競賽參賽計畫主持人為中央研究院統計研究所傅研究員承德、國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫主持人為國立彰化師範大學王副校長文科。

三、為利辦理經驗之傳承，請惠予轉知貴校本（九十一）年度計畫主持人，依據合約書第五之（一）點，有關乙方執行參賽計畫所完成之成果報告等著作，其著作財產權完成之同時，全部讓與甲方，乙方同意不對甲方行使著作人格權之約定，將辦理選訓及參賽等有關資料，移交下（九十二）年度計畫主持人，俾利各項計畫順利執行。

正本：國立台灣師範大學
副本：國立台灣師範大學（數學系陳教授昭地）、國立台灣師範大學（化學系方教授泰山）、國立彰化師範大學（王副校長文科）、中央研究院（統計研究所傅研究員承德）、中教司

教育部

機關地址：台北市中山南路五號
傳　真：（02）二三九七六九一九
承辦人：鍾華菁小姐
聯絡電話：（02）二三五六五六五七

裝 訂 線

教育部 函

受文者：國立彰化師範大學

地址：500彰化市白沙山莊進德路1號
速別：最速件
密等及解密條件：普通
發文日期：中華民國九十二年二月十七日
發文字號：台中(一)字第0920019181號
附件：無附件

主旨：為加強控管我國參加國際數理及資訊奧林匹亞競賽學生代表遴選過程中各階段考試原始成績電子檔，希依說明事項辦理，請 查照。

說明：

一、依據監察院九十一年十二月十七日（九一）院台教字第0九一二四00四00三號函辦理。

二、請轉知 貴校（所）承辦二00三年國際數理及資訊奧林匹亞競賽參賽計畫之主持人，有關學生代表遴選過程中各階段考試成績除應依契約書第六條之一辦理外，並應妥慎保管各階段考試原始成績之電子檔，除有特殊情形經「國際數理及資訊奧林匹亞競賽指導委員會」決議，並依規定重新核算成績外，不得更動電子檔案內容；並應於完成核算成績後一週內，將原始成績之電子檔備份報部備查。

正本：國立彰化師範大學、國立台灣師範大學、國立中山大學、中央研究院統計研究所
副本：國立彰化師範大學王副校長文科（化學科）、國立台灣師範大學物理系林教授明瑞（物理科）、國立台灣師範大學資訊系何教授榮桂（資訊科）、國立中山大學生物科學系楊主任遠波（生物科）、中央研究院統計研究所傅研究員承德（數學科）、中教司

部長黃榮村

機關地址：臺北市中山南路五號
傳 真：(0二)二三九七六九一九
聯絡人：鍾華菁 聯絡電話：(0二)二三五六五六五七

裝 訂 線

教育部 書函

受文者：王副校長文科

地址：500彰化市進德路1號(彰化師大)
速別：最速件
密等及解密條件：普通
發文日期：中華民國九十二年四月三日
發文字號：台中（一）字第0920002745 2號
附件：如主旨

主旨：檢送「參加國際數理及資訊奧林匹亞競賽指導委員會設置要點」修正條文，請　查照。

說明：依本（九十二）年一月二十三日召開之「二00二國際數理及資訊奧林匹亞競賽指導委員會第二次會議」臨時動議決議，補聘國立台灣師範大學陳教授昭地及方教授泰山擔任本指導委員會委員，並配合修正「參加國際數理及資訊奧林匹亞競賽指導委員會設置要點」第五點。

正本：教育部吳次長鐵雄、教育部中教司李司長然堯、外交部非政府組織國際事務委員會呂副主任委員慶龍、行政院國科會科教處林處長福來、中央研究院數學研究所劉所長太平、國立台灣大學數學系李教授白飛、國立清華大學物理系齊主任正中、國立成功大學物理系傅主任永貴、中央研究院化學研究所陸所長天堯、國立台灣師範大學化學系葉主任倉名、中央研究院植物研究所蕭所長介夫、國立陽明大學生化所徐教授明達、中央研究院資訊科學研究所李所長德財、國立台灣大學資訊工程系陳主任信希、中華民國數學會鄭理事長國順、中華民國物理學會李理事長世昌、中國化學會彭理事長旭明、中國生物化學及分子生物學會王理事長惠鈞、中華民國電腦學會毛理事長治國、台北市立第一女子高級中學陳校長富貴、國立台中女子高級中學廖校長福榮、國立台南第一高級中學張校長逸群、國立宜蘭高商楊校長瑞明、國立台灣大學數學系陳教授昭地、國立台灣師範大學科學教育中心方主任泰山、中央研究院統計研究所傅承德研究員、國立台灣師範大學物理系林教授明瑞、國立彰化師範大學王副校長文科、國立台灣師範大學資訊教育系何教授榮桂、國立中山大學生物科學系楊教授遠波

副本：中教司

機關地址：100台北市中山南路五號
傳　真：（02）二三九七六九一九
聯絡人：張佩雯　聯絡電話：（02）二三五六五四0一

教育部

參加國際數理及資訊奧林匹亞競賽指導委員會設置要點

一、為辦理我國高級中等學校學生參加國際數理及資訊奧林匹亞競賽，特設國際數理及資訊奧林匹亞指導委員會（以下簡稱本委員會）。

二、本委員會設數學、物理、化學、生物及資訊五科組，並於各科組下設工作小組。

三、本委員會之任務如下：

（一）有關我國參加國際數理及資訊奧林匹亞競賽選訓計畫之審議事項。

（二）有關國家代表隊名單之審議事項。

（三）有關參賽成果檢討之審議事項。

（四）其他有關競賽學生遴選過程之監督事項。

四、各科組工作小組之任務如下：

（一）我國與主辦國之聯繫事項。

（二）各科試題之研發事項。

（三）遴選及試務工作之執行事項。

（四）學生之培訓事項。

五、本委員會共置委員二十五人，成員如下：召集人一人、相關行政機關代表三人、高級中等學校校長代表四人，各科組學者專家代表二人至三人及學會代表一人。

六、本委員會召集人由部長指派次長一人兼任之，並由召集人指派委員一人兼任執行秘書，各科組工作小組主持人應兼任聯絡人，聘期為一年，期滿得續聘。

七、工作小組置主持人一人，小組成員提經本委員會確認後由主持人所屬學校或機構聘任之。

八、本委員會應定期召開會議，必要時得召開臨時會議。

九、各科組工作小組應依選訓計畫定期召開工作會議，必要時得召開臨時會議，由工作小組主持人擔任主席。

十、本委員會開會時，得依規定支給出席費或交通費。

裝 訂 線

教育部 書函

受文者：國立彰化師範大學(王文科副校長)

地址：500彰化市白沙山莊進德路1號
速別：最速件
密等及解密條件：普通
發文日期：中華民國九十二年五月九日
發文字號：台中(一)字第0920069392號
附件：無附件

主旨：因嚴重急性呼吸道症候群疫情日益嚴重，恐對我國參加國際數理及資訊奧林匹亞競賽造成影響，請貴競賽計畫主持人與各主辦國密切聯繫，以瞭解各主辦國對亞洲疫區國家之參賽態度及有無相關規範措施等（如：是否先行隔離、隔離多久等），並請針對上開措施等研擬因應方案，於一週內復知本部，請 查照。

正本：中央研究院統計研究所傅承德研究員、國立彰化師範大學王文科副校長、國立台灣師範大學資訊教育系何榮桂教授、國立中山大學生物科學系楊遠波教授
副本：中教司

機關地址：臺北市中山南路五號
傳 真：(02)二三九七六九一九
聯絡人：張佩雯 聯絡電話：(02)二三五六五四0一

教育部

教育部　函

電子公文

機關地址：臺北市中山南路五號
傳真：（〇二）二三九七六九一九
聯絡人：張佩雯
聯絡電話：（〇二）二三五六五四〇一

受文者：國立彰化師範大學

速別：最速件
密等及解密條件：
發文日期：中華民國九十二年五月十五日
發文字號：台中（一）字第0920064714號
附件：

主旨：貴校所送「二〇〇三年國際化學奧林匹亞參賽競賽計畫」經費使用變更乙案，經查調整後經費未超過原預算額度，同意　貴校核實支用，請查照。

說明：復　貴校本（九十二）年四月二十九日化學字第0920002658號函。

正本：國立彰化師範大學
副本：中教司

第一頁，共

92年05
08時21

裝 訂 線

教育部 函

受文者：國立彰化師範大學(化學系)

地址：500彰化市白沙山莊進德路1號
速別：最速件
密等及解密條件：普通
發文日期：中華民國九十二年五月十六日
發文字號：台中（一）字第0920036363號
附件：如主旨
主旨：二〇〇三年國際生物、數學、化學、資訊奧林匹亞競賽，除資訊科不派員外，其他各團本部隨團觀察員名單如附件，請查照。
說明：依據國立中山大學本（九十二）年三月十二日中系生字第0920000804號函辦理。
正本：國立中山大學生物科學系、國立彰化師範大學化學系、國立台灣師範大學資訊教育學系、中央研究院統計所
副本：中教司

機關地址：臺北市中山南路五號
傳　真：（02）二三九七六九一九
聯絡人：張佩雯　聯絡電話：（02）二三五六五四〇一

部長黃榮村

依分層負責規定
授權單位主管決行

二〇〇三年國際奧林匹亞競賽各科參賽時程及地點一覽表

	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
競賽地點	日本（東京）	希臘（雅典）	白俄羅斯	美國（Wisconsin）
競賽日期	7/7-7/19	7/5-7/14	7/8-7/16	8/16-8/23
報名日期	5/1	6/1	5月初	5月份
正、副領隊	2	2	2	2
學　生	6	4	4	4
觀察員	3	6	4	4
核定人數	11人	12人	10人	10人
本部隨團觀察員	吳主秘聰能	中教司 林副司長淑貞	中教司 陳科員素艷	

裝 訂 線 2x

教育部　函

電子公文

機關地址：100台北市中山南路五號
傳真：（02）二三九七六九一九
聯絡人：張佩雯
聯絡電話：（02）二三五六五四01

受文者：國立彰化師範大學

速別：最速件
密等及解密條件：普通
發文日期：中華民國九十二年五月二十日
發文字號：台中（一）字第0920074001號
附件：

主旨：所送　貴校辦理「二00三年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫」工作小組口試評審會議紀錄，存部備查，請　查照。

說明：復　貴校本（九十二）年五月十四日化學字第0920003059號函。

正本：國立彰化師範大學
副本：中教司

國立彰化師範大學校長 自立(乙)

如擬

加會化學系

擬：隨閱後歸檔存查

林鳳宜

第一頁．共一頁

92年05月20
14時07分33

裝 訂 線 2x

教育部　書函

電子公文

機關地址：100台北市中山南路五號
傳真：02－二三九七六九一九
聯絡人：張佩雯
聯絡電話：02－二三五六五四0一

受文者：國立彰化師範大學

速別：最速件
密等及解密條件：普通
發文日期：中華民國九十二年五月二十二日
發文字號：台中（一）字第092007512 8號
附件：

主旨：貴校所送我國參加二00三年第三十五屆國際化學奧林匹亞參賽競賽國家代表隊四名國手及完成決選結訓，可申請保送大學本科系之學生名單，同意存部備查，另請依說明二辦理，請　查照。

說明：

一、復　貴校本（九十二）年五月十三日化學字第092000302 0號函。

二、依「高級中等學校學生參加國際數理學科奧林匹亞競賽保送升學實施要點」第四點略以：凡符合本要點之高級中等學校應屆畢業生，應於獲獎後一個月內檢具相關資料由就讀之高級中學逕送擬就讀大學申請保送入學。

正本：國立彰化師範大學
副本：臺北市政府教育局、高雄市政府教育局、國立臺中第一高級中學、國立臺南第一高級中學、高雄市立高雄高級中學、臺北市立建國高級中學、國立臺灣師範大學附屬高級中學、國立科學工業園區實驗高級中學、國立嘉義高級中學、國立武陵高級中學、臺南縣私立興國高級中學、臺北縣私立南山高級中學、臺中縣私立明道高級中學、雲林縣私立正心高級中學、臺南市私立聖功女子高級中學、本部中部辦公室、中教司

第一頁．共一

92年05月13時20分

裝 訂 線

教育部 書函

受文者：國立彰化師範大學(王副校長文科)

地址：500彰化市白沙山莊進德路1號
速別：最速件
密等及解密條件：
發文日期：中華民國九十二年六月十日
發文字號：台中(一)字第0920008678 88號
附件：會議記錄乙份

主旨：檢送「研商我國參加二〇〇三年國際數理及資訊奧林匹亞競賽因應SARS疫情事宜會議」紀錄乙份，請 查照。

正本：國立彰化師範大學王副校長文科、國立臺灣師範大學資訊教育學系何教授榮桂、科學教育中心方主任森山、數學系陳教授昭地、國立中山大學生物科學系楊教授遠波、中央研究院傅研究員承德、本部人事處、會計處、中教司李司長然堯、林副司長淑貞、李科長秀鳳、張佩雯小姐、
副本：中教司

機關地址：台北市中山南路五號
傳　真：(〇二)二三九七六九一九
聯絡人：張佩雯　聯絡電話：(〇二)二三五六五四〇一

教育部

裝 訂 線

教育部 書函

受文者：國立彰化師範大學（李成康教授）

地址：500彰化市白沙山莊進德路1號

速別：

密等及解密條件：普通

發文日期：中華民國九十二年六月十六日

發文字號：台文（一）字第0920089540號

附件：

主旨：請 貴部轉請駐與二００三年國際化學奧林匹亞競賽主辦單位，就我國代表隊參賽事，密切聯繫，並將最新情形賜告國立彰化師範大學李成康教授與本部中等教育司，俾利即時採行因應措施，請 查照。

說明：上開比賽係由希臘主辦，我國委託國立彰化師範大學辦理有關參賽事宜。因SARS疫情影響，主辦單位是否邀請我代表隊參賽仍存變數。該校自本（九十二）年五月中起，亦與主辦單位以電子郵件聯繫（詳如附件），均未獲主辦單位回應。因出發在即，請就近協助聯繫，以利我代表隊參賽。

正本：外交部

副本：駐希臘代表處、國立彰化師範大學（李成康教授）、本部中教司、國際文教處

機關地址：臺北市中山南路五號
傳 真：０二—二三九七六七七八
聯絡人：卓鳴鳳 聯絡電話：０二—二三五六五七七六

教育部

教育部　函

受文者：國立彰化師範大學

地址：500彰化市白沙山莊進德路1號
速別：最速件
密等及解密條件：普通
發文日期：中華民國九十二年六月三十日
發文字號：台中（一）字第0920095927號
附件：如文

主旨：本部委託　貴校（院）辦理中華民國參加二〇〇三年國際數理及資訊奧林匹亞競賽出國經費乙案，請依說明事項辦理，請　查照。

說明：

一、本案出國機票業包含於各委辦單位之委辦經費內，至各團行程中，因非必要因素而安排繞境他國參觀者，其機票差額請團員自行負擔。

二、各團出國生活費請於本（九十二）年六月三十日前先行備文檢據，報部核撥，並於回國後一個月內，依「國外出差旅費報支要點」填列「國外出差旅費報告表」送部核銷。至有關出國手續費、行政、禮品及雜費等，請於回國後檢據核實撥付。各項經費說明如下：

（一）生活費

1、數學團：領隊暨教授二人，競賽期間每人支領陸佰陸拾肆美元（以匯率壹美元兌換新台幣參拾伍元計算，共折合新台幣肆萬陸仟肆佰捌拾元），其他團員八名，競賽期間每人支領伍佰參拾柒美元，合計共肆仟貳佰玖拾陸美元（以匯率壹美元兌換新台幣參拾伍元計算，共折合新台幣拾伍萬零參佰陸拾元）；另因SARS隔離觀察十日生活費費用（含住宿費、膳食費、零用金），每人支領參仟壹佰陸拾美元，合計共參萬壹仟陸佰美元（以匯率壹美元兌換新台幣參拾伍元計算，共折合新台幣壹佰壹拾萬陸仟元），上開因SARS隔離觀察增加之住宿費、膳食費由參加成員於核定額度內撙節經費核實報支，回國後檢據核

機關地址：臺北市中山南路五號
傳　真：（〇二）二三九七六九一九
聯絡人：張佩雯　聯絡電話：（〇二）二三五六五四〇一

敬會：人事室　會計室　化學系

裝　訂　線

銷；零用金按上開核定額度百分之十支應，請依「國外出差旅費報支要點」回國後一個月內填列「國外出差旅費報告表」辦理核銷。以上共計新台幣壹佰壹拾萬陸仟元。

2、化學團：代表團計八人，競賽期間每人支領柒佰肆拾玖美元（以匯率壹美元兌換新台幣參拾伍元計算，共折合新台幣貳拾萬玖仟柒佰貳拾元）；另因SARS隔離觀察十日生活費費用（含住宿費、膳食費、零用金，以泰國曼谷之國外差旅日支數額核算），每人支領壹仟玖佰玖拾美元，合計共壹萬伍仟玖佰貳拾美元（以匯率壹美元兌換新台幣參拾伍元計算，共折合新台幣伍拾伍萬柒仟貳佰元），上開因SARS隔離觀察增加之住宿費、膳食費由參加成員於核定額度內撙節經費核實報支，回國後檢據核銷；零用金按上開核定額度百分之十支應，請依「國外出差旅費報支要點」回國後一個月內填列「國外出差旅費報告表」辦理核銷。以上共計新台幣柒拾陸萬陸仟玖佰貳拾元。

3、生物團：代表團計十人，每人支領柒佰肆拾伍美元，合計共柒仟肆佰伍拾美元（以匯率壹美元兌換新台幣參拾伍元計算，共折合新台幣貳拾陸萬零柒佰伍拾元）。

4、資訊團：代表團計十人，每人支領陸佰肆拾捌美元，合計共陸仟肆佰捌拾美元（以匯率壹美元兌換新台幣參拾伍元計算，共折合新台幣貳拾貳萬陸仟捌佰元）。

（二）5、以上各團生活費共計新台幣貳佰伍拾伍萬柒仟參佰壹拾元。

（三）出國手續費：含護照費及保險費，核實支領；至各團行程中，因非必要因素而安排繞境他國參觀者，其保險費用請團員自行負擔。

（四）行政、禮品、交際及雜費，計新台幣壹萬肆仟元，核實支領。

出差旅費以出國前一日（如逢假日往前順推）臺灣銀行賣出即期美元之參考匯價為依據辦理報支。

三、檢附「國外出差旅費報告表」乙份供參考。

正本：國立台灣師範大學、國立彰化師範大學、國立中山大學、中央研究院

副本：中教司

部長黃榮村

2003國際化學奧林匹亞競賽出國生活費明細表

			競賽期間	隔離期間	
競賽(隔離)地點			希臘 雅典	泰國 曼谷	計算方式
出國期間			6/27~7/19		競賽日期7/5-7/14
核定人數			8	8	
天數（出差日期）	競賽天數		10	0	
	路程天數		3	0	
	文教參訪		3	0	
	SARS隔離		0	10	
	出差天數		16	10	
生活費	零用費	每人每日	144	199	因SARS疫情將至泰國隔離(以曼谷標準計)
		競賽日(10%)	1,152	0	每人每日生活費x競賽天數x0.1x人數
		路程(40%)	1,382	0	每人每日生活費x路程天數x0.4x人數
		SARS隔離零用費(10%)	0	1,592	每人每日生活費x隔離天數10天x人數x0.1
		SARS隔離膳宿費(90%)	0	14,328	每人每日生活費x隔離天數10天x人數x0.9
		文教參訪(100%)	3,456	0	每人每日生活費x文教參訪天數x人數
		每人(單位：美元)	749	1,990	四捨五入
		合計(單位：美元)	5,992	15,920	每人生活費x該團人數
		合計(單位：台幣，匯率1：35)	[redacted]	[redacted]	
				合計	766,920

附件一

國外出差旅費報支要點

一、中央政府各機關公務人員，因公出差至國外各地區，其出差旅費之報支，除法令另有規定外，本要點之規定辦理。

二、本要點所稱出差，係指公務人員經機關首長核准出國執行下列任務之一：

㈠應外國政府、民間團體或國際組織之正式邀請出國訪問。

㈡應外交需要從事有關訪問。

㈢代表政府出席國際會議或談判。

㈣因業務需要出國考察或視察。

㈤其他公務。

三、出差人員應於出差前簽報機關首長核准其出差行程及日數；非經事先核准，不得延期返國。

四、出差旅費分為交通費、生活費及辦公費，其內容如下：

㈠交通費：出差人員乘坐飛機、船舶及長途大眾陸運工具所需費用。

㈡生活費：出差人員之住宿費、膳食費及零用費。

㈢辦公費：出差人員出國之手續費、保險費、行政費、禮品及交際費、雜費。

前項第二款所稱零用費，包括市區火車票費、市區公共汽車車票費、市區捷運車票費、洗費、小費及其他與生活有關之各項費用。

五、出差人員乘坐交通工具之等次，依下列規定辦理：

㈠飛機及船舶：

Yn 國外出差要點 0111.d

1、部會首長、大使、公使、特使及其他特任（派）人員，得乘坐頭等座（艙）位。

2、部會副首長、一級主管、簡任第十二職等以上及簡任第十職等、第十一職等人員於航程小時以上者，得乘坐商務或相當之座（艙）位。但部會副首長負有外交任務代表政府出或參加重要國際會議，得乘坐頭等座（艙）位。

3、簡任第十職等、第十一職等人員於航程未達四小時者及薦任級以下人員，乘坐經濟座（艙位。

4、第一目所列人員得指定隨行人員一人，乘坐相同等次之座（艙）位。

㈡長途大眾陸運工具：

按實際需要乘坐，不分等次。

六、出差人員交通費之報支，機票部分，應檢附機票票根或登機證存根及國際線航空機票購票證明或旅行業代收轉付收據；其餘交通費，應檢附原始單據或旅行業代收轉付收據。

七、中央政府各機關派赴國外各地區出差人員生活費日支數額表，由行政院另定之。

前項生活費日支數額之劃分，概以百分之六十為住宿費，百分之三十為膳食費，百分之十零用費。

八、代表政府出席國際會議或談判經主辦單位指定旅館，或奉派赴外交部認定之戰亂地區出差，住宿費超過該地區生活費日支數額百分之六十者，得檢據實報支。

九、出差由外國政府、國際組織或其他來源提供膳宿或現金津貼者，其生活費依下列規定報支：

㈠供膳宿，且無其他現金津貼或現金津貼未達該地區生活費日支數額百分之十者，得按日報支該地區生活費日支數額百分之十之零用費。

㈡供膳不供宿，且無其他現金津貼或現金津貼未達該地區生活費日支數額百分之十者，得按日報地區生活費日支數額百分之六十之住宿費，並得按日報支或補足該地區生活費日支數額百分之十之零用費

㈢供宿不供膳，且無其他現金津貼或現金津貼未達該地區生活費日支數額百分之十者，得按日報支地區生活費日支數額百分之三十之膳食費，並得按日報支或補足該地區生活費日支數額百分之十之零用費。住宿免費宿舍、過境旅館或在交通工具歇夜及返國當日，生活費按該地區生活費日支數額百分之四十報支。

十、調用駐外人員出差於駐在地區（城市）範圍內者，其生活費按該地區生活費日支數額百分之二十報支。如有必要住宿旅館者，除依第八點規定者外，其住宿費按該地區生活費日支數額百分之十報支。如出差於駐在地區（城市）範圍以外，當日不能往返而有留宿必要者，除交通費按實支外，其生活費按實際日數全額報支。但最後一日之生活費應按該地區生活費日支數額百分之十報支。

十一、出差人員在同一地點駐留超過一個月者，除代表政府出席國際會議或談判，或奉派赴外交部定之戰亂地區，或籌開使領館者外，其生活費之報支，應依下列規定辦理：

㈠在同一地點駐留超過一個月未逾三個月者，自第二個月起，按該地區生活費日支數額百分之八十支。

㈡在同一地點駐留超過三個月者，自第四個月起，按該地區生活費日支數額百分之七十報支。

十二、出差期間，因患病或意外事故阻滯致超出預定出差日數，經提出確實證明，並經機關首長核者，得按日報支生活費。

十三、出差手續費包括護照費、簽證費、黃皮書費、預防針費、結匯手續費及機場服務費，均應檢原始單據或旅行業代收轉付收據覈實報支。

十四、出差人員應辦理保險，並檢附保險費原始單據覈實報支；其保險之項目及保額，由行政院另定之。（目前120元/人）

十五、出差行政費包括在國外執行公務所必要之資料、報名、郵電、翻譯及運費等費用。出差人員

於出國前，將預計支用之行政費，簽報該機關首長核准後，據以檢附原始單據或旅行業代付收據報支。但在國外期間因應業務臨時需要，致超出原核定費用者，經核准後，得併同報支。

出差率團人員職務在司長級以上者，得按下列數額支給禮品及交際費，並得在其三八範圍內，以領據報支，餘應檢附原始單據報支：

㈠部長級人員：未達十五日者，以新臺幣十萬元為限；十五日以上者，以新臺幣十五萬元為限。

㈡次長級人員：未達十五日者，以新臺幣六萬元為限；十五日以上者，以新臺幣九萬元為限。

㈢司長級人員（含簡任第十二職等、第十三職等首長、副首長及主管）：未達十五日者，以新臺幣四萬元為限；十五日以上者，以新臺幣六萬元為限。

前項團員總人數超過六人者，禮品及交際費除按前項規定數額支給外，第七人以上得團人員按每人每日新臺幣六百元加計，檢據報支。

部會首長以上人員率團出差，執行第二點第一款至第三款之任務之一，且因連續訪問國家，或任務特別重要，經專案報行政院核准者，其禮品及交際費之支給，不受前二項規限制。

十六、出差人員非屬隨同前點司長級以上人員出差者，得按出差日數每人每日報支雜費（包括計程車市區租車費、禮品費、交際費等）新臺幣六百元，並免檢據。

十七、出差人員於出差期間受有期徒刑以上刑之宣告未准予易科罰金，或未同時諭知緩刑；或受撤職、停職、免職處分者，其服務機關應通知其於一週內返國；出差人員並仍得報支生交通費。

十八、出差人員應於銷差之日起十五日內依本要點所定各費，詳細分項逐日登載國外出差旅費（格式如附表），連同有關單據，報各該機關審核。

教育部　函

受文者：國立彰化師範大學

速別：最速件
密等及解密條件：普通
發文日期：中華民國九十二年七月四日
發文字號：台中（一）字第0920097160A號
附件：如文（掃描97160A.TIF，共一個電子檔案）

主旨：本部委託　貴校辦理中華民國參加二〇〇三年國際化學奧林匹亞競賽出國經費，因免除赴第三地隔離觀察，請依說明事項辦理，請　查照。

說明：

一、本案出國機票業包含於委辦經費內，行程中非必要因素而安排繞境他國參觀者，其機票差額請團員自行負擔。另有關三名團員因故不參加後續文教參訪，無法使用團體優惠致增加機票費用部分，請於委辦經費項下自行勻支。

二、出國生活費請於即行備文檢據，報部核撥，並於回國後一個月內，依「國外出差旅費報支要點」填列「國外出差旅費報告表」送部核銷。至有關出國手續費、行政、禮品及雜費等，請於回國後檢據核實撥付。各項經費說明如下：

（一）生活費：代表團計十二人（名單如附件），九人參加文教參訪，出國期間每人支領七四九美元，合計共六、七四一美元（以匯率壹美元兌換新台幣參拾伍元計算，共折合新台幣二三五、九三五元）；另三名團員因故不參加文教參訪，出國期間每人支領三一七美元，合計共九五一美元（以匯率壹美元兌換新台幣參拾伍元計算，共折合新台幣三三、二八五元。以上共計新台幣

電子公文
4930
92年07月04日11時42分37秒

機關地址：臺北市中山南路五號
傳真：（02）二三九七六九一九
聯絡人：張佩雯
聯絡電話：（02）二三五六五四0一

電子公文

二六九、二二〇元。

（二）出國手續費：含護照費及保險費，核實支領；行程中因非必要因素而安排繞境他國參觀者，其保險費用請團員自行負擔。

（三）行政、禮品、交際及雜費，計新台幣壹萬肆仟元，依「國外出差旅費報支要點」核實支領。

（四）出差旅費以出國前一日（如逢假日往前順推）臺灣銀行賣出即期美元之參考匯價為依據辦理報支。

三、檢附「國外出差旅費報告表」乙份供參考。

正本：國立彰化師範大學

副本：中教司

第二頁，共二頁
92年07月04日
11時42分37秒
-2=[57850E85B2789BC5]

二〇〇三國際化學奧林匹亞競賽我國代表團隨團教授（觀察員）資料

職務	姓名	英文姓名	性別	服務機關(就讀學校)及職稱	出生年月日	身分證字號	住址及電話	出國期間
領隊	李成康	Chen-Kang Lee	男	彰師大化學系副教授兼建教中心主任	38.11.16	D101081316	500 彰化市進德路一號 04-723-1930(H) 04-721-1035(O) mailto:chleeck@cc.ncue.edu.tw	7/4-7/19
副領隊	王文科	Wen-ke Wang	男	彰師大副校長	37.04.06	S101658604	408 台中市南屯區豐樂里文心南六路 20 巷 13 號 04-2472-5867(H)04-721-1199(O) mailto:wkw@cc.ncue.edu.tw	7/4-7/19
顧問	林淑貞	Shu-Jen Lin	女	教育部中等教育司副司長	42.7.30	A200252374	台北市保安街 1-12 號 5 樓之 7 02-2553-9240(H)02-23565656(O) mailto:Jenn@mail.moe.gov.tw	7/4-7/19
觀察員	方泰山	Tai-Shan Fang	男	台師大化學系教授兼科教中心主任	35.12.12	F102339242	116 台北市羅斯福路 6 段 142 巷 20 弄 27 號 9 樓 http://www.chem.ntnu.edu.tw (02)29309074 chetsf@scc.ntnu.edu.tw; (02)29352761(H)	7/4-7/19
觀察員	馮松林	Sung-lin Feng	男	國立竹山高中教師	52.1.24	M120582157	557 南投縣竹山鎮集山路三段 1148 巷 12 號 049-265-6925(H) 049-264-3344 ext. 12(O) mailto:songlin1@ms42.hinet.net	7/4-7/19

職務	姓名	英文姓名	性別	服務機關(就讀學校)及職稱	出生年月日	身分證字號	住址及電話	出國期間
隊員	呂易璁	Yi-Tsung Lu	男	台中市台中一中，三年級	73.11.28	L123338767	406 台中市文昌東五街二巷一號 04-223-32043--0958-743-001 E-mail:allnovels@yahoo.com.tw	7/4-7/19
隊員	張凱博	Kai-Po Chang	男	台中市台中一中，二年級	75.4.23	N125097001	406 台中市平德路 122 巷 15 號 04-22952855--0923-149-699 E-mail:ast154251@yam.com	7/4-7/19
隊員	李俊毅	Chun-I Lee	男	台南市台南一中，三年級	74.3.21	R123604501	710 台南縣永康市永正路 13 號 06-232-0123;0953-073877 E-mail:buteo@pchome.com.tw	7/4-7/19
隊員	陳喬凱	Chiao-Kai Chen	男	高雄市高雄中學，二年級	76.1.24	E123752646	800 高雄市民生一路 176 號 4 樓之 3 07-2260266;0955-808679 E-mail:abc.joe@msa.hinet.net	7/4-7/19

灰底標示者，因故不參加文教參訪。

2003國際化學與林匹亞競賽出國生活費明細表

			參加文教參訪	不參加文教參訪	
競賽地點			希臘	雅典	計算方式
出國期間			7/4~7/19		競賽日期7/5-7/14
核定人數			9	3	
天數（出差日期）	競賽天數		10	10	
	路程天數		3	3	
	文教參訪		3	0	
	出差天數		16	13	
			144	144	
生活費	費用	競賽日(10%)	1,296	432	每人每日生活費x競賽天數x0.1x人數
		路程(40%)	1,555	518	每人每日生活費x路程天數x0.4x人數
		文教參訪(100%)	3,888	0	每人每日生活費x文教參訪天數x人數
		每人(單位：美元)	749	317	
		合計(單位：美元)	6,741	951	四捨五入
		合計(單位：台幣，匯率1：	235,935	33,285	每人生活費x人數
				合計	269,220

30 10 6776708

駐 希 臘 代 表 處 電 報

中教司

專號：GRC-322　第 1 頁　流水號時間：

解密條件：☐公布時解密　☐ 年 月 日自動解密

☐工作完成或會議終了時解密　☐附件抽存後解密

日期：92/06/25　方式：E　F　本電：電文 2 頁，附件 1 頁，共 3 頁

批示：		擬辦：	

事由：我國高中生來希參加第卅五屆國際化學奧林匹亞競賽事。

外交部鈞鑒（C特急、國際化學奧林匹亞競賽案）：鈞部（NGO一）027號電暨所傳本案希主辦單位致我彰師大電子郵件函均奉悉。

一、關於我代表團來希參賽須否隔離觀察事，經連日電洽希方衛生檢疫主管單位衛生部傳染病管制中心（K.E.E.L.）與雅典機場均獲覆：希國並無任何要求入境強制隔離措施；目前我國人來希，仍依正常程序入境。

二、本（廿五）日經詢主辦單位雅典大學化學系Andreas Tsatsas及Spyros Koinis兩位教授獲覆：

（一）渠等明瞭希政府並未針對我國SARS疫情而採任何強制我國人接受隔離檢疫之作法，亦知我國已自WHO之旅遊警示區除名事；T教授昨夜發函我彰師大電子郵件（如附件）中所稱「需至非SARS感染區隔離十日，並取得醫院（生）或領隊出具之無染疫證明後方能入境希臘」乙節，係指：盼我團來希前在台以居家或集中方式『自行隔離』(self quarantine)，並非要求我團先至非SARS疫區之第三國進行隔離，希主

☐部長 ☐政次 ☐常次 ☐常次 ☐主秘 ☐秘書處 ☐亞太司
☐亞西司 ☐非洲司 ☐歐洲司 ☐北美司 ☐中南美司 ☐條法司 ☐國組司
☐新文司 ☐檔管司 ☐經貿司 ☐總務司 ☐檔資處 ☐電務處 ☐人事處
☐政風處 ☐會計處 ☐研設會 ☐NGO委員會 ☐法規會 ☐國聯組 ☐外購所
☐領務局 ☐亞協 ☐北協

貼 條 碼 處

駐 希 臘 代 表 處 電 報

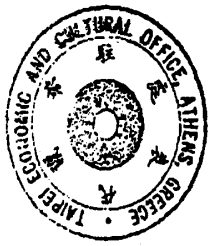
辦單位既不會亦無權要求我國在希臘或任何第三國接受強制隔離或進行體檢；屆時僅將於我國抵希後，形式上請我團領隊口頭保證全團人員均無感染SARS之虞即可。

（二）針對該郵件語意模稜不清之處，T教授解釋稱：此係因斯洛伐克與法國等多位其他參賽國代表團學生之家長頻向主辦單位表達關切亞洲SARS疫情之憂慮，故渠將該電子郵件寄予我團、加拿大、新加坡及中國大陸等來自SARS疫區國家代表團，並副知其他參賽國代表團；意盼「來自SARS疫區國家代表團作好自我防疫警惕，並安其他參賽國之心」。

三、本案主辦單位之說法雖如上述，惟本處仍建議我代表團宜於出發來希前，先向國內醫院或相關單位取得無染疫證明以備不時之需。

四、以上，謹請　鑒察。

駐希臘代表處（徐秘書蔚民）（已分電教育部、彰化師範大學，並已先將洽詢結果電話告知　鈞部承辦人及彰師大李成康教授）



裝 訂 線 2x

電子公文

機關地址：臺北市中山南路五號
傳真：（0二）二三九七六九一九
聯絡人：張佩雯
聯絡電話：（0二）二三五六五四0一

教育部　書函

受文者：國立彰化師範大學

速別：最速件
密等及解密條件：普通
發文日期：中華民國九十二年七月四日
發文字號：台中（一）字第092009716 0B號
附件：如文（掃描97160B．TIF，共一個電子檔案）

主旨：檢送我國參加二〇〇三年國際化學奧林匹亞競賽出國領隊、觀察員資料乙份（如附件），團員出國期間，請惠予公假登記，請　查照辦理。

說明：本（九十二）年度，化學團預定競賽日期及地點如下：七月五日至十四日於希臘雅典；預定七月十九日返國，部分團員因故不參加文教參訪，將於七月十五日返國。

正本：國立彰化師範大學、國立台灣師範大學、國立高雄師範大學、國立竹山高級中學、國立台中第一高級中學、國立台南第一高級中學、高雄市立高雄高級中學

副本：國立彰化師範大學（王副校長文科）、本部中教司林副司長淑貞、人事處、中教司（均含附件）

第一頁．共一頁

92年07月04日
11時42分51秒
1-1=[1465924F925B0197]

裝 訂 線

教育部 函

受文者：國立彰化師範大學（王文科副校長）

地址：500彰化市白沙山莊進德路1號
速別：最速件
密等及解密條件：普通
發文日期：中華民國九十二年七月七日
發文字號：台中（一）字第0920009880 9號
附件：如文

主旨：請惠予轉知　貴部駐外單位就近協助我國參加二〇〇三年國際化學奧林匹亞競賽代表團成員參賽後續參訪相關事宜，請　查照惠辦。

說明：

一、我國參加二〇〇三年國際化學奧林匹亞競賽將於本（九十二）年七月五日至十四日於希臘雅典舉行，我國組成代表團將赴上開地點參加競賽，各主辦國將於競賽期間負責膳宿及旅邸事宜；競賽活動後，我國代表團員將轉赴義大利羅馬參訪，預計七月十九日返國。

二、檢附我國代表團出國行程資料及代表團成員名單

部長 黃榮村

正本：外交部
副本：國立彰化師範大學（王文科副校長）、駐義大利代表處、中教司（以上均含附件）

機關地址：臺北市中山南路五號
傳　真：（02）二三九七六九一九
聯絡人：張佩雯　聯絡電話：（02）二三五六五四0一

中華民國參加二〇〇三年國際 化學 奧林匹亞競賽　出國行程表

競賽地點：希臘－雅典

競賽日期：民國 92 年 7 月 5 日～7 月 14 日

出國人數：12 人（92 年 7 月 4 日～7 月 19 日）5 人 7 月 15 日返台

預定行程：

日期	（出發地點）➡（抵達地點）	行程	飛機班次時間
7/4（台北） 7/4（曼谷） 7/5（曼谷） 7/5（雅典）	台北➡曼谷 曼谷➡雅典	搭機往競賽地點	1. 台北時間 7 月 4 日 20:10 搭 TG-635Q 班機，於當地時間 7 月 4 日 22:55 抵達。 2. 曼谷時間 7 月 5 日 00:35 搭 TG-946Q 班機，於當地時間 7 月 5 日 07:05 抵達。
7/5~7/14	競賽期間		
7/14（雅典） 7/15（曼谷） 7/15（曼谷） 7/15（台北）	雅典➡曼谷 曼谷➡台北	返國 （ 、返國）	雅典時間 7 月 14 日 16:15 搭 TG-947Q 班機，於曼谷時間 7 月 15 日 06:05 抵達 曼谷時間 7 月 15 日 07:00 搭 TG-634Q 班機，於台北時間 7 月 15 日 11:40 抵達
7/14-7/17		參訪	
7/18（羅馬） 7/19（曼谷） 7/19（曼谷） 7/19（台北）	羅馬➡曼谷 曼谷➡台北	返國 （ 人返國）	羅馬時間 7 月 18 日 15:40 搭 TG-945Q 班機，於曼谷時間 7 月 19 日 07:05 抵達 曼谷時間 7 月 19 日 08:25 搭 TG-632Q 班機，於台北時間 7 月 19 日 14:50 抵達

國立彰化師範大學　函

機關地址：500彰化市進德路一號
傳　真：(04)七二一一九0
承辦人及電話：廖雯雯(04)七二三二一0五轉三五四六

受文者：化學系

速別：最速件
密等及解密條件：
發文日期：中華民國九十二年一月三日
發文字號：化學字第0920000066號
附件：如主旨

主旨：檢陳　鈞部委託本校辦理「二00三年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫」第一期補助款項新台幣貳佰捌拾萬元整領據壹紙（校字第九二00000五號），請惠予核撥。

說明：依據　鈞部九十一年九月十三日台（九一）中（一）字第九一一三八九八七號函辦理。

正本：教育部
副本：本校副校長室、化學系

校長　康　自　立

裝 訂 線

國立彰化師範大學　函

機關地址：彰化市進德路一號
聯絡電話：林鳳宜：(〇四)七二三二一〇五轉三五四六
傳　真：(〇四)七二一一一九〇

受文者：李成康教授

速別：最速件
密等及解密條件：
發文日期：中華民國九十二年五月十三日
發文字號：化學字第0920003020號
附件：如文

主旨：檢送我國參加二〇〇三年第三十五屆國際化學奧林匹亞參賽競賽國家代表隊四名國手以及完成決選結訓，可獲申請保送大學本科系之學生名單，請　核備。

說明：

一、二〇〇三年國際化學奧林匹亞選拔訓練營已於五月七日辦理完畢。評審結果如左：

國際化學奧林匹亞競賽國家代表隊四名國手：

學生姓名	就讀學校	年級
呂易璁	台中一中	三
張凱博	台中一中	二
李俊毅	台南一中	三
陳喬凱	高雄中學	二

二、國家代表隊賽前個別集訓營將訂於五月十二日至六月二十八日期間，在國立彰化師範大學化學系舉行。七月五日將出國前往希臘參加二００三年第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽。

三、按「中等學校學生參加國際數理學科奧林匹亞競賽保送升學實施要點」第三條第三款之規定，化學科選訓決選完成結訓者，得申請保送大學各本科系。名單如下（成績先後排序）

學生姓名	就讀學校	年級
姜昌明	台南一中	三
周宏杰	建國中學	三
黃柏懿	師大附中	三
黃千睿	建國中學	二
施怡之	園區實中	三
林宜皇	嘉義高中	三
郭力元	台中一中	三
陳冠州	高雄中學	三
黃嘉彥	建國中學	三
周詩泉	建國中學	三
溫恪瑩	武陵高中	二
施凱文	興國中學	二
郭彥志	台中一中	三
蔡羽軒	南山中學	二
姚啟元	高雄中學	三
劉昌杰	建國中學	三
李宏毅	高雄中學	三
史昇民	高雄中學	三
林偉楷	明道中學	三
林庭宇	嘉義高中	二
張皓晴	師大附中	三
王士綸	高雄中學	三
張慕傑	師大附中	三
劉怡慶	台南一中	三
李君右	高雄中學	三
施博夫	正心中學	二
辛俊賢	建國中學	三
廖昶筌	高雄中學	三
魏鈴穎	聖功女中	三
張哲瑜	台南一中	三

校長 康自立

正本：教育部
副本：教育部中教司、教育部中部辦公室、台北市教育局二科、高雄市教育局一科、本校副校長室、化學系、李成康教授、國立台中一中、國立台南一中、高雄中學、台北市立建國中學、國立台灣師大附中、國立新竹科學園區實驗中學、國立嘉義高中、國立武陵高中、私立興國中學、私立南山中學、私立明道中學、私立正心中學、私立聖功女中

裝 訂 線

國立彰化師範大學　函

機關地址：彰化市進德路一號
聯絡電話：林鳳宜：(〇四)七二三二一〇五轉三五四六
傳　真：(〇四)七二一一一九〇

受文者：李成康教授

速別：最速件
密等及解密條件：
發文日期：中華民國九十二年六月二日
發文字號：化學字第0920000351 9號
附件：如主旨

主旨：檢陳　鈞部委託本校辦理「二〇〇三年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫」代表團名單，請鑒核。

正本：教育部
副本：教育部中教司、本校副校長室、化學系、李成康教授

校長　康　自　立

裝　訂　線

國立彰化師範大學　函

機關地址：彰化市進德路一號
聯絡電話：林鳳宜：(〇四)七二三二一〇五轉三五四六
傳　真：(〇四)七二一一一九〇

受文者：本校建教合作中心

速別：最速件
密等及解密條件：
發文日期：中華民國九十二年六月十九日
發文字號：化學字第0920003922號
附件：代表團名冊（含出國日期）

主旨：本校參加 2003 年國際化學奧林匹亞競賽代表團，因應 SARS 疫情及其他狀況，可能於參賽時必須依當時實際需要改變行程，並於事後補行核銷費用，請　備查。

說明：

一、國際化學奧林匹亞競賽舉行在即，但主辦單位一直未對我方詢問有關 SARS 疫情參賽事宜有所答覆，卻私下有要求疫區之參賽國自動棄權的表示。目前代表團將依原定計畫赴希臘參賽，若因 SARS 疫情，於抵達希臘時，或因 SARS 疫情無法參賽，代表團將改變計畫，離開希臘而繼續參訪行程，因應此不可預料的特殊情形，請准予回國後依當時實際需要之行程補行核銷必需支出之費用。

二、台灣雅典之來回機票已招標完成，但代表團成員高雄師大研發處研發長楊慶成教授（觀摩本屆比賽，為下屆作準備），因公務改變原定行程提早回國，此將與原招標內容不符（原回程計畫分二人與十人二組），且增加機票費用的支出。目前估計機票因未滿十人之團體優待之規定，機票費用將增加約三萬元，請准自　鈞部補助本計畫經費項下勻支。

三、國際化學奧林匹亞競賽期間為七月五日至七月十四日，代表團預計於七月四啟程，行程中加上待機與三天參訪時間，共計十六天，於七月十九日返抵台灣。

四、本次代表團招標之機票為台灣雅典來回，於比賽結束後之參訪行程，可能因希臘當地旅社不歡迎疫區之旅客，而須至其他國家參訪，導致回程時無法由雅典搭機返國。改變返國啟程之機場，導致之費用差額由團員自行負擔。

正本：教育部
副本：本校建教合作中心

校長 康 自 立

主 ID

寄件者: "Chen-Kang Lee" <chleeck@cc.ncue.edu.tw>
收件者: "Andreas Tsatsas" <tsatsas@chem.uoa.gr>
副本: "方泰山 教授" <chetsf@scc.ntnu.edu.tw>
傳送日期: 2003年5月13日 下午 04:26
主旨: Sars

Dear Dr. Tsatsas :

Due to recent local transmission of Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) in Taipei ,Taiwan, and other areas in Asia, it urge me to find out what are the policies of 35th ICHO for the delegation from the SARS infected areas. Can we still attend the 35th ICHO, or we need to be quarantined compulsorily for several days on arriving, or other else.
Please tell us the policies or regulations of the 35th ICHO about SARS, and we can make our plan as soon as possible.

Sincerely yours

Dr. Chen-Kang Lee
Head Mentor of Taiwan Delegation
Department of Chemistry
National Changhua University
Changhua, 500
TAIWAN

E-Mail: chleeck@cc.ncue.edu.tw
Phone: +0886-4-721-1108
Fax: + 886-4-721-1190

主ID

寄件者: "Chen-Kang Lee" <chleeck@cc.ncue.edu.tw>
收件者: "Spyros Konois" <35icho@uoa.gr>; "Andreas Tsatsas" <tsatsas@chem.uoa.gr>
傳送日期: 2003年5月20日 上午 11:55
主旨: 35th icho and sars

Dear Sir:

Due to recent local transmission of Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) in Taiwan, I had wrote a e-mail on 13th May to concern about the attendance of our delegation to the 35th ICHO on July. We hope the sars problem will be under control and the alert will be removed at that time .
Right now it urge me to know what are the policies of the 35th ICHO and your country for the delegation form the sars affected country(if the sars alert still exits), so we can make our plan in advance.
Please inform us the policies or regulations about SARS by mail or by fax as soon as possible.

Sincerely yours

Dr. Chen-Kang Lee
Head Mentor of Taiwan Delegation
Department of Chemistry
National Changhua University
Changhua, 500
TAIWAN

E-Mail: chleeck@cc.ncue.edu.tw
Phone: +0886-4-721-1108
Fax: + 886-4-721-1190

主ID

寄件者: "方泰山" <chetsf@scc.ntnu.edu.tw>
收件者: "楊慶成" <t1410@nknucc.nknu.edu.tw>; "許秘書maya(moe)" <maya@mail.moe.gov.tw>; "彭旭明院士" <smpeng@mail.ch.ntu.edu.tw>; "葉主任" <cheyeh@scc.ntnu.edu.tw>; "李秀鳳科長" <sofe@mail.moe.gov.tw>; "李成康" <chleeck@cc.ncue.edu.tw>; "李司長然堯" <jylee@mail.moe.gov.tw>
副本: "張佩雯" <chang318@mail.moe.gov.tw>
傳送日期: 2003年5月26日 上午 06:58
主旨: Fw: SARS

----- Original Message -----
From: kurt_b_nielsen
To: Tai-Shan Fang
Sent: Sunday, May 25, 2003 11:58 PM
Subject: Fw: SARS

----- Original Message -----
From: kurt_b_nielsen
To: Wout Davids ; Wolfgang Bünder ; Tai-Shan Fang ; Sheila Woodgate ; Peter Wothers ; Jan Apotheker ; Gordon Bates ; Gábor Magyarfalvi ; Anton Sirota ; Andreas Tsatsas ; Hie-Joon Kim
Sent: Sunday, May 25, 2003 11:53 AM
Subject: SARS

Dear Friends
As stated in the letter from Andreas it is an emotional issue (and perhaps a problem with the Greek Ministry of Health) accepting the participation of the teams from China, Taiwan and Singapore in 2003 IChO in Athens.
Andreas and I therefore propose: that Andreas talk to the three countries and persuade them to abstain from participation in this years IChO.
This would deal with the emotional question as well as the any problems with the Greek Ministry of Health.
Andreas and I would very much like the have your opinion on this matter.
My best regards
Kurt

主ID

寄件者: "方泰山" <chetsf@scc.ntnu.edu.tw>
收件者: "楊慶成" <tl410@nknucc.nknu.edu.tw>; "李然堯司長" <jylee@mail.moe.gov.tw>; "李成康" <chleeck@cc.ncue.edu.tw>; "李秀鳳科長" <sofe@mail.moe.gov.tw>
副本: "瑜兒" <yyfish@cc.ntnu.edu.tw>; "張佩雯" <chang318@mail.moe.gov.tw>
傳送日期: 2003年6月26日 上午 07:18
主旨: Fw: SARS

----- Original Message -----
From: Andreas Tsatsas
To: Tai-Shan Fang
Sent: Wednesday, June 25, 2003 9:26 PM
Subject: Re: SARS

Dear Prof. Fang,
You misunderstood the meaning of my message. To appease other concerned countries from irrational fears we have adopted the recommendations of the organizers of the Mathematical Olympiad, ie self quarantinization within your own country so that the head of the delegation can verify to the best of his knowledge that no one exibits SARS symptoms and this is sufficient for the organizers. Absolute (!!) protection is impossible and we simpley want to demonstrate that we have given the problem the serious consideration that it deserves.
I am looking forward to welcoming your delegation,
Sincerely Yours,
Andreas

----- Original Message -----
From: Tai-Shan Fang
To: Aliki Rontoyianni ; tsatsas@chem.uoa.gr
Cc: 方泰山 ; "李成康"
Sent: Wednesday, June 25, 2003 4:41 AM
Subject: Re: SARS

Dear Prof. Tsatsas, Chair of 35th IChO c/o Prof. Rontoyianni:

Greeting! I apologize that I bother you at this your most busiest moment for great 35th IChO event!!

We regret to hear that you request "Delegation members must stay in a non-Sars infected area for 10 days prior to entering Greece. During this time they should not exhibit any SARS symptoms, as verified by the delegation Head or an appropriate medical certificate.".

It seems too late for us to response from our delegation to meet this requirment you noticed us just a moment ago . As you know ,**"Taiwan" has been lifted from the warning of traveling (June 6) to this area and will be removed from the local transmission area** by this weekend **(June 26)** by WHO. Furthermore, we have already gone through all the red-tapes of traveling to Athens procedures. In case of need, could you let our delegation be isolated 10 days and approved by our delegation Head (Prof. Wang, vice president of the National Chung-Hwa Normal University) or our (Taiwan) CDC appropriate medical certificate? We hope that we can get your positive reply to this issue AsSoonAsPossible.

We are looking forward to seeing you in Athens. Thank you again for your kind help.
With my warm regards, and Have a successful 2003 35th IChO under your leadership.

Tai-Shan Fang, Organizer of 37th 2005 IChO
http://icho.chem.ntnu.edu.tw/

----- Original Message -----
From: Aliki Rontoyianni
To: Tai-Shan Fang
Sent: Tuesday, June 24, 2003 7:32 PM
Subject: SARS

Dear Colleagues,

Because of the SARS scare we ask you to adhere to the following recommendations that were adopted by the organizers of the Mathematical Olympiad in Tokyo and accepted by our Ministry of Health.

"Delegation members must stay in a non-Sars infected area for 10 days prior to entering Greece. During this time they should not exhibit any SARS symptoms, as verified by the delegation Head or an appropriate medical certificate."

Thanking you for your understanding,

Very Sincerely Yours,

A. Tsatsas

35TH INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD
ATHENS-HELLAS

Athens, April 7th 2003

To: Dr Chen-Kang Lee
Department of Chemistry
National Changhua University
Changhua
Taiwan

RECEIPT

The delegation of TAIWAN to the 35th International Chemistry Olympiad paid the amount of 10,200 US$, which correspond to:

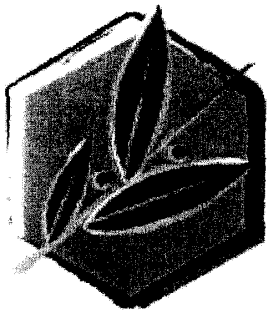
- $ 1,200 Country Registration Fee
- $ 1,500 Registration Fee for the Scientific Observer
  Mr. Feng Sung-Lin
- $ 7,500 Registration for 5 Guests

On behalf of the Organizing Committee
of the 35th International Chemistry Olympiad

Dr Andreas T. Tsatsas
President of the 35 IChO

第三十五屆國際化學奧林匹亞競賽

工作小組會議紀錄



2003年國際化學奧林匹亞競賽參賽計劃工作小組第一次會議會議記錄

一、時間：九十一年十二月二十日（星期五）中午十二時整

二、地點：彰化師大化學系五樓討論室

三、主持人：王副校長文科　　記錄：廖雯雯

四、出席人員：詳如簽到表

五、討論事項：

（一）、如何決定選訓營32名學生來源？請討論！

結論：1、91學年度全國化學能力競賽10名。

2、國科會「高中科學資優學生培育計畫」及教育部「基礎科學人才培育計畫」項下2名。

3、全國筆試初選－預計20名(錄取實際人數為總錄取人數32名減去前二項回覆參加選訓營者)。

（二）、選訓營報到後未額滿時是否予以遞補？原則為何？請討論！

結論：1、學員完成報到手續後，中途退訓不再補缺。

2、未準時報到者，逾時視同放棄。

3、未報到缺額，二天內遞補報到完畢。

（三）、選訓營受訓中是否准予請假參加其他科目之奧林匹亞活動？請討論！

結論：除病假外，請假天數不得超過二天，超過視同退訓。

（四）、2003年全國初選（筆試）命題委員如何組成？命題方式如何？請討論！

結論：1、由本次工作小組委員擔任命題委員。工作小組中各領域召集人

名單如下：

有機化學－李衍彰 教授

物理化學－胡景瀚 教授

無機化學－廖文峰 教授

分析化學－黃承文 教授

實作化學－李成康 教授

2、將送交近年試題各委員參考。

（五）、2003年國際化學奧林匹亞競賽參賽計劃行事曆（重要日期）之訂定是否得當？請討論！

結論：2003年國際化學奧林匹亞競賽參賽計劃重要日期修正後如附件。

六、散會

2003年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫工作小組第二次會議
會議紀錄

一、時間：九十二年二月二十一日(星期五)上午十時

二、地點：化學系五樓討論室

三、主持人：王副校長文科　　紀錄：陳秀英

四、出席人員：李委員成康、李委員衍彰、李委員瑜章、
林委員盛運、洪委員政雄、胡委員景瀚、
陸委員維作、黃委員承文、黃委員瑞賢、
楊委員水平、楊委員慶成、鄭委員政峰、
謝委員建國

五、討論事項：

議題一：初選筆試命題方式為何？請討論。

一、各組分開討論、分別命題、挑選題目？

二、各組一起討論、命題、挑選題目？

說明：

一、初選筆試日期為四月十二日上午十時分台北、彰化、高雄三區

二、考試時間二小時

三、總分120分

四、暫分為五組：分析、有機、無機與生化、物化及實作

五、兩倍命題

六、選擇題與非選擇題

決議：

一、各組分開討論、分別命題，提供兩倍的試題送委員會，再由各組召集人或推一名代表負責挑選題目。

二、命題方式分選擇題與非選擇題，選擇題為4或5選一，選擇題20題40分，非選擇題80分，總分120分。(其他請參閱上次寄給各委員的電子信函)

議題二：下次初選筆試命題會議日期、時間，請討論。

說明：3月28日星期五、十二點已排有一次工作小組會議，為選訓營甄選2名同學

決議：3月14日星期五上午10時各召集人開會決定試題，原訂3月28日之工作小組會議之確切時間將依各位委員所提課表整理後再作決定。

2003年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫工作小組第三次會議

會議紀錄

一、時間：九十二年三月十四日(星期五)上午十時

二、地點：化學系五樓討論室

三、主持人：王副校長文科　　紀錄：林鳳宜

四、出席人員：李委員成康、李委員衍彰、胡委員景瀚、
黃委員承文、黃委員瑞賢、

五、討論事項：

議題一：如何挑選筆試初選題目，請討論！

決議：

1. 各組召集委員現場選出該組二分一的試題，並經討論後通過作為本屆筆試初選
試題。
2. 討論決定後的試題授權執行秘書對文字及內容做必要修改。

議題二：選訓營課程如何安排，請討論！

決議：

1. 選訓營日期 92/4/21(一)~92/5/7(三)
2. 專題演講二小時、物理化學十六小時、有機化學十六小時、無機化學二十二小時、分析化學十二小時、化學實作二十小時、理論測驗五小時、實作測驗五小時、口試四小時

議題三：選訓營選拔賽命題如何安排，請討論！

決議：

1. 比照筆試初選方式，請委員準備兩倍命題量送交各組召集委員
2. 五月一日中午 12 時召開選題會議，屆時請各召集委員出席

議題四：下次工作小組會議日程，請討論！

決議：訂於 03/28 中午 12 時開會

臨時動議：無

六、散會

2003年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫工作小組第四次會議

會議紀錄

一、時間：九十二年三月二十八日(星期五)中午十二時

二、地點：化學系五樓討論室

三、主持人：王副校長文科　　記錄：林鳳宜

四、出席人員：李委員成康、李委員衍彰、李委員瑜章、李委員茂榮、林委員盛運、林委員彥佑、洪委員政雄、胡委員景瀚、陸委員維作、黃委員瑞賢、楊委員水平、楊委員慶成、鄭委員政峰、謝委員建國

五、報告事項：

1. 選訓營課程初稿已排，如附件
2. 選訓營教材講義請於四月十八日(五)前繳交
3. 各組招集人選題會議日程已排定為五月一日（四)中午十二時，請各位委員於四月二十九日前將選訓營期末試題(中、英文)各一份交給召集人以便重整。理論測驗五小時，分四大領域，每領域分配的時間為一小時十五分鐘，分數總分為100分，請加倍命題；並煩請各召集人依領域內委員人數分配命題。

六、討論事項：

議題一：甄選國科會「高中科學資優生培育計畫」及教育部「基礎科學人才培育計畫」項下選訓營名單二名，請討論！

說明：本次共有六位同學報名，已事先請委員初審

決議：委員初審與複審後，錄取蔡羽軒及李宏毅同學參加本屆選訓營。

議題二：選訓營選拔賽口試如何安排，請討論！

說明：

1. 口試日期五月七日(三)
2. 共十六~十八位評審教授
3. 分五個考場舉行
4. 每個考場三至四位評審教授

決議：1. 口試日期時間於五月七日(三)早上九點至中午十二點

2. 口試分數最高為九十分，最底為七十分，若有高於九十或低於七十分時，請加 註原因
3. 口試每組三十分鐘、五組共一百五十分鐘，加上休息時間，及評審會議共約三小時三十分鐘

議題三：個別輔導營課程如何安排，請討論！

說明：

1. 個別輔導營日期為5/12~6/28
2. 白天課程為216小時
3. 夜間實驗42小時
4. 其他夜間課程為18小時

決議：

1. 物理化學為三十小時、有機化學四十五小時、分析化學二十四小時、無機化學五十七小時、實作八十七小時、英語課程十二小時、希臘人文風情三小時、奧林匹亞競賽實錄三小時共 261 小時
2. 無機化學加一位授課講師彰化師大化學系李漢文教授

2003 年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫工作小組第五次會議

會議紀錄

一、時間：九十二年四月十五日(星期二)中午十二時

二、地點：化學系五樓討論室

三、主持人：王副校長文科　　記錄：林鳳宜

四、出席人員：　李委員成康、李委員衍彰、林委員盛運、洪委員政雄、胡委員景瀚、黃委員瑞賢、楊委員水平、謝委員建國

五、討論事項：

議題一：如何決定選訓營 32 名學生來源？請討論！

說明：

1. 依照工作小組九十一年十二月二十日第一次工作會議決定，選訓營來源為：(1)91 學年度全國化學能力競賽 10 名，(2)國科會「高中科學資優學生培育計畫」及教育部「基礎科學人才培育計畫」項下 2 名，(3)全國筆試初選 – 預計 20 名(錄取實際人數為總錄取人數 32 名減去前二項回覆參加選訓營者)。
2. 目前有意願參加選訓營的同學：(1) 91 學年度全國化學能力競賽有 8 位，(2)國科會高中科學資優學生培育及教育部基礎科學人才培育計畫計 2 位；筆試錄取人數應為 22 位，但成績排名第 22 名的有 4 位。

決議：

1. 因為筆試有 4 位同學同分，筆試錄取 25 名，比預計多出 3 名。

議題二：選訓報到後未額滿時是否予以遞補？原則為何？若因同分超額錄取時，選訓營總人數如何控管？請討論！

說明：

1、依照工作小組九十一年十二月二十日第一次工作會議決定：學員完成報到手續後，中途退訓不再補缺；未準時報到者，逾時視同放棄，未報到缺額，二天內遞補報到完畢。

決議：

1. 選訓營錄取人數 35 名已超出原先規劃，除非報到人數少於 32 名，否則不予替補。
2. 其他有關候補規定依照第一次工作小組會議決定辦理。

臨時動議：無

散會

2003 年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫工作小組口試評審會議

會議記錄

一、時間：九十二年五月七日(星期三)早上八時四十分

二、地點：化學系五樓討論室

三、主持人：王副校長文科　　記錄：林鳳宜

四、出席人員：　李委員成康、李委員衍彰、李委員瑜章、
李委員茂榮、林委員盛運、林委員彥佑、
洪委員政雄、胡委員景瀚、黃委員瑞賢、
楊委員慶成、葉主任名倉

五、報告事項：

1. 化學奧林匹亞競賽國手選拔總成績：選訓營成績 90%，口試成績 10%
2. 口試分數最高為九十分，最底為七十分，若有高於九十或低於七十分時，請加註原因

六、討論事項：

議題一：口試安排之行程是否妥當，請討論！

說明：　1. 口試安排請參閱附表
2. 參加口試同學為選訓營成績前二分之一者，共 17 名，分五組進行

決議：照案通過

議題二：口試評審委員之分組安排是否妥當，請討論！

說明：　1. 口試評審委員共十名分為五組，相同領域安排在同一組
2. 分組名單如附件請參閱

決議：照案通過

臨時動議：無

2003年國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫工作小組第七次會議

會議記錄

一、時間：九十二年五月七日(星期三)中午十二時

二、地點：化學系五樓討論室

三、主持人：王副校長文科　　記錄：林鳳宜

四、出席人員：　李委員成康、李委員衍彰、李委員瑜章、
李委員茂榮、林委員盛潾、林委員彥佑、
洪委員政雄、胡委員景瀚、黃委員瑞賢、
楊委員慶成、鄭委員政峰、葉主任名倉

五、報告事項：

1. 化學奧林匹亞競賽選訓營成績：分析實驗20%、有機實驗20%、分析理論15%、有機理論15%、物化理論15%、無機理論15%，取前排名二分之一同學參加口試

2. 化學奧林匹亞競賽國手選拔總成績：選訓營成績佔90%，口試佔成績10%

六、討論事項：

議題一：化學奧林匹亞競賽國手選拔依其總成績選出為呂易璁、張凱博、李俊毅、陳喬凱四名同學，請討論！

說明：　1. 化學奧林匹亞競賽國手選拔總成績如附件
2. 國手若有放棄者，依成績替補

決議：照案通過

議題二：化學奧林匹亞競賽國手選拔總成績已計算完成，是否予以認可？請討論！

說明：　化學奧林匹亞競賽國手選拔總成績如附件

決議：照案通過認可

臨時動議：無