

「獨立研究：科學精神與技巧」教師手冊

壹、給教師的話

本課程設計緣起，係用於八年級的校本資優方案，希冀數理資優生在未來能有自主學習、探究實作之能力，並從知識的學習者蛻變成知識的產出者。為了達成這樣的目標，我們設計了為期一年的獨立研究課程，旨在培養資優生對於自然領域中，實事求是、精益求精的精神，以及精進實驗技巧，並讓學生可以體會一個完整的獨立研究歷程。

課程內容將分為兩大部分：第一部分為進行獨立研究前，針對學生的探索課程與培養研究技巧所設計的前導課程(前 11 堂課，止於「任務回報」)；第二部分為學生自主進行獨立研究的課程(後 12 堂課，起於「獨立研究說明」)，在執行上可將第一部分設置於上學期，第二部分置於下學期。

第一部分的前導課程，我們採用刑事案件作為任務導向，目的是為了讓學生有興趣地進行探索與實驗技巧的培養，老師可以依據想要進行的課程內容，進行不同的課程包裝，以更增進學生探索時的興趣。第二部分課程，則以兩人為一組的方式進行獨立研究，老師得依據各組的學生差異性、題目異質性進行區分性教學，調整各組腳步，很有可能會出現各組進度不一致的情形，因此能有協同教學為佳。

貳、課程/教學單元描述（含教材分析與課程架構）

美國科學院(National Academy of Science)的國家研究會(National Research Council)在 2011 年 7 月公布了「下一代科學標準」的 K-12 科學教育架構，包括三個向度：實務(實驗、體驗)、核心概念、領域核心內容，透過此三向度回應到我國九年一貫課程綱要內，自然與生活科技領域中的第一項能力指標是「過程與技能」，內部又分為「觀察」、「比較與分析」、「組織與關聯」、「歸納、研判與推斷」、「傳達」五個向度；以及第五項能力指標「科學態度」強調求真求實的精神，期望能藉由課程設計，以培養學生對於「過程與技能」與「科學態度」，激發學生對於科學思維、實作興趣及實事求是的精神，供日後學生進行獨立研究的潛能。

為培養資優學生「過程與技能」與「科學態度」，以增進其科學探究、心智運作與邏輯思考等能力。參照 Renzulli 的三合充實模式，並配合九年一貫自然與生活科技領域能力指標，本課程目標以培養學生科學研究方法與技巧為主，從基礎但嚴謹的觀察與紀錄方法，到實作實驗課程學習科學實驗之技能，最後能根據實驗數據做出結論之推討與方法之修正，期望能藉由此課程奠定日後學生進行獨立研究之基礎能力。

參、課程計畫

一、基本資料與學習目標

課程名稱	獨立研究：科學精神與技巧		特殊需求	獨立研究
教學年級/ 班級/組別	八年級資優班		相關領域	☐ 語文 ☐ 數學 ☒ 自然 ☐ 社會 ☐ 健體 ☐ 藝文
實驗學校/ 日期	大安國中 105 年 9 月～106 年 6 月		重大議題	無
教學時間	共 46 節 2070 分鐘		教學者/ 設計者	張翔凱、陳信益 呂嘉瑋、宋威德
教材來源	自編		參考資料	1. 課本、課外讀本、網路資料 2. 陳振明：學校本位科學充實課程建構與成效之研究 3. 資優教育概論(潘裕豐著) 4. 實驗數據作圖原則 http://www.phys.nthu.edu.tw/~gplab/file/Figure%20and%20Tables%20(C).pdf
十二年國教 課綱 核心素養與 學習重點	核心素養	獨-J-A1 透過獨立研究，評估自我興趣傾向與優勢能力，擬定適切生涯發展方向與目標。 獨-J-A2 提出適切的探究問題，依據習得的知識，透過獨立思考與分析，提出可能的問題解決模式，並實際驗證及解析。 獨-J-A3 能有效整合資源，規劃、執行研究計畫，具備創新求變的思考模式，依據研究進度彈性調整研究內容。 獨-J-B1 能分析歸納、製作圖表，整理蒐集之資訊或數據，並運用複雜形式之口語、文字、影像、繪圖或實物，表達獨立研究之過程、發現或成果、價值和限制。 獨-J-B2 能善用科技、資訊與媒體，分辨資料蒐集可信程度，以獲得獨立研究過程中所需之資料。 獨-J-C2 透過獨立研究小組學習，發展與同儕溝通、共同參與、執行及討論的能力，能接納不同意見，具備與人和諧互動技巧。		
	學習表現	1a-IV-1 能從日常生活經驗、自然環境觀察、領域學習課程、新聞時事或社會重大議題等向度發現並提出自己感興趣的內容。 1b-IV-1 能理解同儕報告，提出合理且完整的疑問或意見，形成評價並提出合理的建議或改善方案。 1b-IV-2 能主動與同儕合作完成小組獨立研究活動內容並達成目標。 1c-IV-1 能從他人研究成果、良師典範學習中及自己研究歷程及成果中，養成研究動機及熱忱。 1c-IV-2 面對研究過程中之挑戰，能保持高昂的研究動機及毅力，依據訂		

		定之研究計畫目標及進度，持續進行獨立研究。 2a-IV-1 能選用適當的研究方法及程序，並運用於獨立研究中。 2b-IV-1 能將蒐集的數據或資料，加以分析、比較，提出關聯與差異。 2b-IV-2 能比較與判斷自己及他人對於蒐集資料的解釋，在方法及程序上合理性，並提出問題或批判，並用實證加以驗證之。 2b-IV-3 能知道自己及他人所觀察、記錄或收集資料所得的現象、實驗數據，並推論其中的關聯性。 2b-IV-4 能運用領域知識，提出自己的主張、理由及證據解釋自己的觀點。 2c-IV-1 能對問題尚未釐清的部分蒐集多元資訊。 2c-IV-2 能歸納不同解決問題的方式可能會產生的結果。 2c-IV-3 能預測問題解決構想在實行時可能產生的困難與解決方法。 2d-IV-2 能與教師共同討論、選擇評量的標準，並接受評量與回饋。 3a-IV-1 能從日常生活、課堂學習、自然環境、科技運用及社會議題中，進行有計畫的多方觀察後進而察覺問題。 3a-IV-2 能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考及討論等提出多個適合探究的問題或假說，而後分辨並界定最重要之問題或假說。 3b-IV-1 能依據教師指導，根據研究問題、資源、期望成果等，規劃最佳化研究計畫。 3b-IV-2 能了解研究計畫內容，並能適時彈性調整。 3c-IV-1 能運用圖書館、網路、線上資料庫、期刊等，依據研究主題，搜尋相關資料。 3c-IV-2 能將蒐集文獻資料，運用適當檢驗原則分辨資料的真偽。 3c-IV-3 能將蒐集文獻資料，運用適當資料分類方式進行整理並評析。 3d-IV-1 能依據研究主題，了解研究工具種類及用途，挑選適合研究工具。 3d-IV-2 能獨立或依據操作指引，正確安全操作研究物品、器材儀器、科技設備與資源。
	學習內容	✧ 一般探索：培養學生領域興趣；研究主題興趣之探索。 ✧ 研究方法訓練：研究方法介紹—量化、質性；獨立研究基本步驟；實驗器材、科技設備操作技能；資料蒐集與文獻探討。 ✧ 獨立研究實作：研究主題選擇；研究計畫撰擬與評鑑；研究資料整理與分析；研究成果展現；研究過程與成果評鑑。
獨立研究課程能力指標 (計畫研發)	1.1.1.1 1.1.1.2 1.2.1.2 1.1.2.1	1.1.1.1 能從日常生活、學習經驗或自然環境觀察等向度發現或提出自己感興趣的方向或內容。 1.1.1.2 能在教師的鼓勵與引導下，對感興趣的內容持續探索，並保有樂趣。 1.2.1.2 能對自己感興趣的內容持續探索，即使遇到挫折，仍能樂在其中。 1.1.2.1 能傾聽同儕的報告，進而提出相關的疑問或見解。

	1.1.2.2 在教師的引導下，能視需要與同儕合作完成獨立研究活動並達成目標。 1.1.2.3 能積極參與研究活動，並樂於討論分享，接受他人回饋。 1.2.2.2 能視需要與同儕合作，完成獨立研究活動，達成目標。 1.1.3.2 能克服研究的困難或低潮，努力堅持不放棄。 1.1.3.3 能有耐心地重複操作（觀察、紀錄、實驗等）至研究完成為止。 1.2.3.1 能培養或抱持探索專長領域知識及原理的興趣。 1.1.4.2 能清楚說明研究資料的來源與出處。 2.1.1.1 能了解可透過研究，發掘生活周遭環境發生的問題，進而嘗試分析、解決問題。 2.1.2.1 能認識常用的研究方法（EX：問卷調查、訪談法、實驗研究法等）。 2.1.2.2 在教師的引導與協助下，能選用適切的研究方法進行研究。 2.1.3.1 能認識及運用不同資料搜尋方式，如圖書、網路等。 2.1.3.2 能閱讀教師提供或自行蒐集的資料，並摘出與研究相關的內容。 2.1.3.4 在教師的引導下，能分辨所蒐集資料的真實性程度。 2.1.3.5 在教師的引導與協助下，能以簡單的圖表將所閱讀的資料加以整理呈現。 2.2.3.1 能認識及運用不同資料搜尋方式，如圖書、網路、文獻資料庫等。 2.2.3.2 能標示出與研究相關的資料內容，並摘錄其重點。 2.1.4.1 在教師的引導下，能依主題進行研究設計（實驗、調查）並實際操作。 2.1.4.2 在教師的引導下，能依研究需求，挑選或設計適合的研究工具或器材。 2.1.4.3 在教師的引導下，能依研究題目決定研究方法與步驟，並進行研究。 2.1.4.4 能撰寫研究日誌，記錄研究相關資訊，例如：實驗數據、觀察紀錄、討論及心得...等，整理分析提出想法。 2.2.4.1 能依據主題自行進行研究設計（實驗、調查），安排研究進度。 2.2.4.4 能撰寫研究日誌，並依紀錄加以整理分析，提出研究結果與發現。 2.1.5.1 能使用常見文書或統計軟體紀錄研究過程、呈現研究資料或結果 2.1.6.2 能在師長引導下完成研究報告撰寫。 2.1.6.3 能運用簡單形式之口語、文字、海報、簡報軟體或其他形式，展現研究過程與成果。 2.1.6.4 在教師的引導下，能以小組或個人的方式發表研究報告。 3.1.1.2 能從實驗（量化）或蒐集資料（質性）中整理分析出結果，並提出相關的結論。 3.1.2.2 能將研究資料以系統化方式整理、組織及分析。 3.1.3.1 面對問題能進行探索想像，持續追問，發散思考、推敲各種可能原因。 3.1.3.2 能在既有的構想或觀念上透過老師引導，延伸出新的想法及見解。 3.1.4.3 能在教師的協助下，針對研究主題設計適切的研究工具與方法（調查、實驗等）。 3.2.4.4 能自行或在教師的引導下提出策略，解決研究問題。
--	--

	3.1.5.1 能依教師指導或自我安排的研究計畫進行研究。 3.1.5.2 能了解研究的執行情形，並在教師的協助下，適時尋求專家協助。
單元目標	1. 了解獨立研究的意義目的與研究方法 2. 了解酸鹼溶液濃度並能加以檢測 3. 了解反應速率並實際進行觀察實驗 4. 能將實驗數據加以整理成圖表並整理分析 5. 了解六大養分並記錄、進行檢測實驗 6. 了解 DNA 的結構與粗萃取原理並設計實驗 7. 了解顯微鏡與滲透壓的原理並能實際製作玻片標本 8. 了解酵母菌細胞呼吸的探究方式併進行實驗操作 9. 能發想出研究主題及其研究動機、目的 10. 能依研究主題設計與進行實驗
學習目標*	認知目標 1-1-1 學生能理解研究方法與獨立研究。 1-1-2 學生能對應物理量與測量工具的關係。 1-1-3 學生能理解單位的使用與物理意義。 1-1-4 學生能將實驗數據繪製成圖。 1-1-5 學生能有效的蒐集資料。 2-1-1 學生能理解實驗器材的使用方法。 2-1-2 學生能判讀藥品外的基本資料。 2-1-3 學生能理解藥品的危險性與存放方法。 3-1-1 學生能理解文獻之脈絡。 3-1-2 學生能針對文章提出批判思考。 4-1-1 學生能瞭解溶液酸鹼性的性質差異。 4-1-2 學生能理解 pH 值與酸鹼性的關係。 4-1-3 學生能知道酸鹼指示劑的使用情形。 4-1-4 學生能理解酸鹼中和發生的化學反應。 5-1-1 學生能瞭解控制變因實驗法。 5-1-2 學生能瞭解硫代硫酸鈉與鹽酸的反應。 5-1-3 學生能知道影響反應速率的因素。 6-1-1 學生能理解滴定曲線的概念 6-1-2 學生能從數據圖表中分析影響反應速率的因素 6-1-3 學生能針對實驗過程提出其他可行的實驗方法 7-1-1 學生能瞭解生物所需的養分。 7-1-2 學生能瞭解實驗原理。 7-1-3 學生能記錄養分檢測實驗的過程與結果 8-1-1 學生能瞭解 DNA 的結構與特性。 8-1-2 學生能學會粗萃取的原理。

	8-1-3 學生能依據實驗目的設計實驗。 9-1-1 學生能瞭解顯微鏡的發展與種類。 9-1-2 學生能理解顯微鏡的原理。 9-1-3 學生能知道細胞與胞器的型態與功能。 9-1-4 學生能了解滲透壓對於細胞的影響。 10-1-1 學生能了解酵母菌細胞呼吸的探究方式及原理。 10-1-2 學生能認識酵母菌細胞呼吸的方式。 11-1-1 學生能回顧並理解先前所上的課程內容，增進實驗技巧。 11-1-2 學生能利用每堂課所觀察到的現象，推論案件的兇手與過程。 11-1-3 學生能將想研究的主題，有邏輯的轉化成 PPT 呈現。 12-1-1 學生能回顧先前課程內容，確認學習到的能力。 12-1-2 學生能依據期末報告，選定自己喜歡的領域。 13-1-1 學生能針對想研究的領域，閱讀相關文獻。 13-1-2 學生能針對蒐集的文獻進行分類。 13-1-3 學生能發揮創造力，結合生活中的問題，產生研究主題。 14-1-1 學生能確立研究主題中的研究目的與動機。 14-1-2 學生能思考欲解決的問題，並將知識理論與問題結合。 15-1-1 學生能針對研究問題進行實驗規劃，包括操縱、控制、應變變因。 15-1-2 學生能針對每個實驗規劃設計詳實的實驗步驟。 15-1-3 學生能針對每個實驗規劃陳述假說 16-1-1 學生能針對先前規劃好的實驗步驟，進行實驗探究。 16-1-2 學生能依據每個小實驗，進行小結論。 16-1-3 學生能依據不符合假說的實驗進行實驗規劃之修正及再驗證。 17-1-1 學生能依據上週所做出的調整，進行實驗探究。 18-1-1 學生能將實驗數據利用電腦進行處理、作圖，對比實驗觀察之現象。 18-1-2 學生能從實驗數據、作圖中得到小結論，並進行綜合分析獲得最終結論。 19-1-1 學生能依據這幾週所完成的實驗日誌，參考科展格式轉換成實驗報告。 20-1-1 學生能將研究結果，有邏輯的以 PPT、口頭報告的方式呈現。 情意目標 1-2-1 學生能參與討論。 1-2-2 學生能和同學互助、合作。1-2-3 學生能分享想法。 技能目標 1-3-1 學生會善用網路。 1-3-2 學生會實驗作圖。 2-3-1 學生會正確使用器材，並配置藥品。 3-3-1 學生會進行口語發表，並清楚、有邏輯的陳述脈絡。 4-3-1 學生會正確使用實驗器材、藥品並注意安全。 4-3-2 學生會操作酸鹼滴定實驗。
--	--

	5-3-1 學生會操作反應速率實驗。 5-3-2 學生會使用控制變因實驗法。 6-3-1 學生會將閱讀的資料轉化成簡易圖表。 7-3-1 學生能操作養分檢測的探究實驗。 8-3-1 學生會操作粗萃取實驗。 9-3-1 學生會操作顯微鏡。 9-3-2 學生會製作玻片標本。 9-3-3 學生會繪製生物繪圖。 10-3-1 學生能操作酵母菌細胞呼吸的探究實驗。 11-3-1 學生能根據研究主題蒐集相關資料。 11-3-2 學生能根據蒐集到的資料，進行口頭發表。 13-3-1 學生能將分類好的文獻建立成資料庫。 14-3-1 學生能有條理的寫出研究目的與動機。 15-3-1 學生能依據操縱變因、應變變因、控制變因，寫下詳實的實驗步驟。 15-3-2 學生能針對實驗步驟開出詳實的實驗清單。 16-3-1 學生能運用實驗技巧，依據先前規劃的實驗步驟進行實驗。 16-3-2 學生能詳實的記錄實驗數據。 19-3-1 學生能依據科展格式撰寫實驗報告。
教學資源	針對獨立研究的歷程中會用到的能力，進行自編教材授課，其中包括鑑識科學的精神、測量工具、單位及其應用、數據作圖、資料的蒐集與查詢五個單元。透過本次課程的流程，希望讓孩子們可以初步對獨立研究的歷程有所認識，並學習相對應的知識技能。
教學方法/ 教學型態	分組合作學習、引導式的探究教學法 問題本位導向教學法
教學環境/ 地點	電腦教室、實驗室

註：在學習目標方面，可視學生能力及誠度分為高能力組(H)、中能力組(M)與較弱能力組(L)擬定不同層次目標，並在各學習目標後面註明該目標適用的對象。例如：三組皆須達到的標準(H, M, L)或高組要達到的標準(H)。

二、區分性教學設計

學生組別	高能力組	中能力組
學習優弱勢分析	➤ 優勢：學生能熟稔國小階段與現階段課程內容，對未來課程有想法或一定認識。有較高的自我類化與批判思考能力。 ➤ 弱勢：學生注重自主學習能力，可能有較差的合作能力或溝通表達能力。	➤ 優勢：學生熟稔國小階段與現階段課程內容。能透過引導或協助進行類化與批判思考的活動。 ➤ 弱勢：學生對於實驗研究較為被動，需要較多的引導跟指示才能進行實驗或活動。
起點行為 (研究能力)	➤ 熟悉過去與現階段的課程內容，並對未來的課程有一定的認識。 ➤ 習慣進行類化與批判思考，展現對科學的好奇心。	➤ 熟悉過去與現階段的課程，並願意學習未來會遇到的科學內容。 ➤ 能接受別人的引導或透過適當的合作方式，進行合作學習。
教學策略	➤ 使用分組合作學習的方式，透過與組員討論與分享，增進溝通、傾聽與表達的能力	➤ 使用分組合作學習的方式，透過與高能力組成員的合作，刺激想法進行類化的活動。老師也可從旁協助進行討論。
評量方式/ 評量標準	➤ 觀察評量 ➤ 實作評量(學習單與分組討論) ➤ 實驗報告	➤ 觀察評量 ➤ 實作評量(學習單與分組討論) ➤ 實驗報告

三、教學計畫與進度(可自行增列)

單元名稱	學習目標	教學規劃/活動/內容	時間	教學評量
鑑識科學教戰守則	1-1-1~1-1-5 1-2-1~1-2-3 1-3-1~1-3-2	鑑識科學教戰守則—鑑識科學概論、實驗室安全守則、實驗記錄與查詢資料方法、成果發表說明 1. 學習如何使用紀錄工具:方格紙與電腦。(利用密度作為範例) 2. 了解 excel 製圖種類、方法及其適合應用。 3. 學習如何利用搜尋引擎、wiki 百科查詢資料，並獲得有效資料。 4. 課程簡介與說明，了解何謂鑑識科學與精神，並為期末報告與獨立研究做鋪成。	2 節	觀察評量 實作評量
精確的測量師	2-1-1~2-1-3 1-2-2 2-3-1	精確的測量師—實驗器材的使用方法與配藥 1. 認識實驗室常用器材及其使用方法。 2. 觀察實驗器材之最小刻度，並了解在不同系統中應該選用正確的器材。 3. 理解藥品外的物質標籤，了解其基本資料與危險性。 4. 利用藥品與器材，學習正確配藥之方法。	2 節	觀察評量 實作評量 實驗報告
後勤總部的大腦	3-1-1~3-1-2 1-2-1~1-2-3 3-3-1	後勤總部的大腦—文獻閱讀與表達能力 1. 閱讀可靠的網路科普文章，提問與文章脈絡有關的問題，供學生討論，並寫下討論的重點，最後進行小組發表。 2. 另提供三到四篇文章給學生閱讀，學生以兩人為一組的方式進行，每篇文章至少有兩組閱讀，小組進行文章閱讀分析，討論並記錄內容，最後進行小組分享，同篇文章的小組可給予論辯；不同篇文章的小組給予兩組回饋。	2 節	觀察評量 實作評量
色變的花朵	4-1-1~4-1-4 1-2-1~1-2-3 4-3-1~4-3-2	色變的花朵—酸鹼溶液濃度檢測 1. 酸與鹼的基本性質，以及滴定的原理。 2. 利用標定後的鹼，滴定生活常見的酸。例如:市售鹽酸、可樂、維他命。 3. 學習不同的指示劑其變色範圍，並正確的使用指示劑。	2 節	觀察評量 實作評量 實驗報告
倒數計時的陷阱	5-1-1~5-1-3 1-2-1~1-2-3 4-3-1 5-3-1~5-3-2	倒數計時的陷阱—反應速率的觀察 1. 反應速率的概念，及反應過程中可觀察到的反應速率性質。 2. 進行影響反應速率的四個子實驗:濃度、表面積、溫度、催化劑。 3. 探討不同尺度對反應速率的影響。(奈米鐵的燃燒實	2 節	觀察評量 實作評量 實驗報告

		驗)		
陷入膠著的案情	6-1-1~6-1-3 1-2-1~1-2-3 1-3-1 1-3-2 6-3-1	陷入膠著的案情－實驗結果分析及討論 1. 整理前兩周的實驗數據，並將其繪製成圖。 2. 針對圖表做分析並整理出實驗結果。 3. 依據實驗結果討論其成因，並將推導出理論。 4. 針對前兩周的實驗，進行實驗步驟的分析，討論每一步的概念以及如何提升、精進實驗方法。 5. PPT 的簡易製作。	2 節	觀察評量 實作評量
臃腫的奧運選手	7-1-1~7-1-3 1-2-2 4-3-1 7-3-1	臃腫的奧運選手－醣類、脂質和蛋白質的檢測 1. 認識醣類、脂質與蛋白質的結構、功能及分類。 2. 了解某些化學試劑能使生物組織中的特定物質產生相對應之顏色反應。 3. 應用化學試劑檢測生物組織中醣類、脂質與蛋白質的存在	2 節	觀察評量 實作評量 實驗報告
關鍵的髮絲	8-1-1~8-1-3 1-2-1~1-2-3 4-3-1 8-3-1	關鍵的髮絲－DNA 粗萃取與酵素反應 1. 認識核酸的結構、功能及分類。 2. 了解化學試劑與酵素對於生物化學領域的應用與原理。 3. 應用化學試劑與酵素做 DNA 粗萃取。	2 節	觀察評量 實作評量 實驗報告
看不見的鐵證	9-1-1~ 9-1-4 1-2-1~ 1-2-3 9-3-1~9-3-3	看不見的鐵證－菌物培養與顯微鏡觀察 1. 認識菌物培養的材料、方法及實際操作。 2. 了解菌物觀察方法，包含染色技術與顯微鏡使用。 3. 應用菌落觀察與染色技術判別菌物的種類和表觀型態。	2 節	觀察評量 實作評量 實驗報告
密室窒息案件	10-1-1~10-1-2 1-2-1~1-2-3 2-3-1 4-3-1 10-3-1	密室窒息案件－探究酵母菌細胞呼吸的方式 1. 認識酵母菌的結構、細胞呼吸方式(有氧呼吸、無氧呼吸)及兩種細胞呼吸方式所獲得的產物。 2. 了解並操作酵母菌細胞呼吸的應用，釀製葡萄酒。 3. 運用化學方法檢測酵母菌呼吸作用的生成物，並藉以判斷酵母菌所使用的細胞呼吸方式。	2 節	觀察評量 實作評量 實驗報告
任務回報	11-1-1~11-1-3 1-2-1~1-2-3 11-3-1~11-3-2	任務回報－專題報告 1. 針對鑑識科學範疇或此系列課程內容，學生發想有興趣的相關主題，作為專題報告的內容及獨立研究的前導。 2. 以該主題做事先的資料搜集，撰寫專題報告，並製作簡報，上台簡述專題內容。 3. 針對專題報告提出研究的動機、目的與預期成效。	2 節	觀察評量 實作評量

獨立研究說明	12-1-1~12-1-2 1-2-1 1-2-3	獨立研究說明（說明與發想） 1. 說明獨立研究進行之方式與目的，並回溯上學期學習的重點。 2. 根據上學期的專題報告，討論並選定獨立研究的方向。	2 節	觀察評量 實作評量
主題確定	13-1-1~13-1-3 1-2-1 1-2-3 13-3-1	資料搜集與研究主題確定 1. 選擇欲研究的領域，並研讀前幾屆的科展、獨立研究等得獎作品。 2. 從生活中找尋欲解決的問題，並描述其現象，最後訂定研究主題。 3. 利用上學期教過查詢資料的技巧，查詢相關領域、知識和發展。	2 節	觀察評量 實作評量 學習單
研究計畫擬定	14-1-1~14-1-2 1-2-1 1-2-3 14-3-1	研究計畫擬定 1. 針對研究主題思考其研究目的，並希望研究出來的結果可以用來改善或理解生活的問題。 2. 針對研究問題進行創意思考與發想，為其訂定假說。	2 節	觀察評量 實作評量 學習單
研究設計	15-1-1~15-1-3 1-2-1~1-2-3 15-3-1	研究進度擬定與研究設計 1. 針對假說訂定驗證的實驗流程、時程，並思考所需的實驗器材。 2. 確認實驗時的操縱變因、控制變因及應變變因。 3. 設計每一個實驗步驟及其原理，並針對可能觀察到的數據、現象設計實驗記錄表格。	2 節	觀察評量 實作評量 學習單
實驗操作	16-1-1~16-1-3 1-2-1~1-2-3 16-3-1 16-3-2	進行研究或實驗操作 1. 根據上週訂定的變因進行實驗的操作。 2. 紀錄實驗觀察到的現象與數據。 3. 觀察現象與數據，如不符合則修正實驗步驟與假說。	6 節	觀察評量 實作評量
研究補正	17-1-1 16-2-2 16-2-3 1-2-1~1-2-3 16-3-1 16-3-2	研究補正與補述實驗操作 1. 將未完成的實驗進行完畢，並詳實的記錄實驗數據。 2. 分析上週與本週的實驗結果，是否驗證其假說，若與假說仍不符，再修正假說並補做實驗。 3. 針對每個小實驗進行小結論。	4 節	觀察評量 實作評量
數據分析	18-1-1~18-1-2 1-2-1~1-2-3 1-3-2	實驗數據的統整、分析與討論 1. 整理實驗數據，利用上學期所教的繪圖方法將數據整理成圖表。 2. 利用圖表分析，獲得實驗的最終結論。	2 節	觀察評量 實作評量

撰寫 研究 報告	19-1-1 1-2-1~1-2-3 19-3-1	1. 按照實驗目的、實驗原理、實驗器材、實驗步驟、實驗數據、數據圖表與結論，參考研究格式完成報告。 2. 進行創意發想，思考研究出來的結論可再發展出哪些可以研究的問題，或者可以解決哪些生活上會遇到的問題。	2 節	觀察評量 實作評量
成果 發表	20-1-1 1-2-1~1-2-3 3-3-1	1. 整理先前的實驗數據、報告、簡報，使之成為合理的實驗計畫。 2. 上台發表研究報告。 3. 教師與同儕互相評選內容完整、架構扎實的前三名作品，並提供獎品予以鼓勵。	2 節	觀察評量 實作評量

四、應用與建議

延伸應用	部分單元課程可搭配自然領域課本的相關單元進行（如第二單元可搭配八年級下學期第三章酸、鹼、鹽單元），稍做修改後，普通班的實驗課也能如此運作。另外，也可以只抽取示範實驗的部分作介紹。
對超前或落後學生的建議	1. 部分課程在進行實驗操作前，先安排有講述課程。但可縮短講述時間，以供學生有較多時間進行實驗操作。 2. 能力分組，讓高能力者帶著中能力者一起學習。 3. 教師提出問題時，需確認學生均明白要討論的核心問題。 4. 學生討論的同時，教師需巡視學生討論情形，甚至可以參與討論。 5. 實驗過程中，要時時注意學生的安全。

五、其他注意事項

1. 學生進行第二部分課程的獨立研究時，應注意學生開的實驗器材清單請構的流程與時程，建議開完實驗清單後，能有一週的時間可以申請。
2. 學生在進行獨立研究實驗與補述實驗的課程，可以與家長協調利用周末的時間，讓學生有完整的時間進行實驗，避免浪費時間重複配藥、準備器材...等。因此事前與家長的溝通非常重要！
3. 實驗與補述實驗可以間隔一週，除方便請購流程與時程外，也可以在此期間進行實驗的修正，以及小組進度報告與討論。
4. 為確實了解學生的實驗進度，故從研究計畫擬定開始，可以每天午休或早自習安排一至兩組的學生進行進度報告，讓學生針對目前的實驗狀況、數據呈現進行口頭報告，也同時可以訓練學生對於自己實驗的口語表達能力。
5. 實驗數據分析與實驗結論務必要求嚴謹，有幾分數據說幾分話，避免過度膨脹解釋，以利追求實事求是之精神。(特別感謝敦化國中—劉睿荷老師對該項的指點！)

《鑑識科學教戰守則》

1、實驗方法

2、進行獨立研究

3、實驗方法 V.S 獨立研究

4、研究類型

- ✧ 定性分析: 分析研究物的性質，包含物理性質、化學性質、組成物質等。
- ✧ 定量分析: 分析研究物的實際物理量具有多少，例如: 各成分濃度、純度、組成物質比例等。

5、測量工具

- ✧ 可測得物理量的即稱為測量工具。(長度--尺；質量--天平)
- ✧ 測量工具非常重要，選對、好的工具可以較精確的測量，避免大量的誤差產生。

6、如果選錯工具來側量會變成怎樣呢？

<https://www.youtube.com/watch?v=Tv7zgz83YsE>

7、常見測量工具

- ✧ 長度
- ✧ 質量
- ✧ 時間
- ✧ 溫度
- ✧ 力
- ✧ 重量
- ✧ 體積

8、單位

- ✧ 將某個物理量的數目，經過人的定義後，成為單位。

例如：12 顆羽球稱為一打；1 公尺=100 公分

- ✧ 經過多個物理量的組合，可以形成組合單位。

例如：長度*長度=面積單位 ($m * m = m^2$)

- ✧ 單位的功能：測量、比較、共享、計算、規格化、換算

9、常見單位

- ✧ 長度：公里(km)、公尺(m)、公分(cm)、毫米(mm)、奈米(nm)
- ✧ 質量：公克(g)、公斤(kg)、毫克(mg)
- ✧ 時間：小時(hr)、分鐘(min)、秒(s)
- ✧ 溫度：攝氏溫標(oC)、華氏溫標(oF)、絕對溫標(K)

- ✧ 力：牛頓(N)
- ✧ 重量：公斤重(kgw)、公克重(gw)
- ✧ 體積：公升(L)、毫升(mL)、立方公分(cm³)、立方公尺(m³)

10、單位的理解與應用

- ✧ 若能善用單位，可以運用邏輯與換算，比較多種狀況、物體之間的差異，甚至是否合理存在。
- ✧ 如何用單位的應用來證明聖誕老人的不存在？

<https://www.youtube.com/watch?v=0JPez1vKxsl>

11、單位 V.S 測量工具

- ✧ 單位代表的是某種物理量，而測量工具是為了將物理量精確的測量出來。
- ✧ 組合單位：遇到下列單位時，你會想用什麼樣的工具測量呢？

密度(g/cm³)：

壓力(N/m²)：

速度(m/s)：

體積對溫度改變量(cm³/o^C)：

溫度散失速率(o^C/min)：

流速(L/s)：

功(N*s)：

12、整理數據--作圖

- ✧ 實驗完畢後，獲得了兩種物理量的多組數據，將這些數據繪製成圖，比較這兩種物理量的關係。
- ✧ 為了能比較精確的推算兩種物理量的關係，實驗數據最少要有五組以上。
- ✧ 若發現有數據與他組關係差異甚大，則該組數據應忽略不計。

13、整理數據--作圖

- ✧ 用密度舉例：

■ 步驟一：選定 X、Y 軸

將兩個物理量分別放在 X 軸和 Y 軸上(記得加上單位)

■ 步驟二：標上適當間隔點

選擇適當的間隔並標上其對應數字。

■ 步驟三：標上實驗數據

將實驗所得的數據，對應到正確位置後標記出小圓點

■ 步驟四：找出線性關係

標上實驗數據後，先判斷是否有不合理的數據，不合理的數據就剔除

■ 步驟五：劃出線性關係線

將合理的數據連成一條斜直線，斜直線的斜率即為兩物理量的關係。

14、搜尋資料的重要項目

- ✧ 關鍵字的選用 (用字要精確，太長太短都不好)
- ✧ 來源是否可靠？(誰研究的？還是流傳的道聽塗說？)
- ✧ 繳交報告或者對外說明時應附上來源出處 (著作權很重要歐!)
- ✧ 試著搜尋下列問題的解答：
 - 七大基本物理量有哪些？
 - 原子量的定義？
 - 莫耳數的定義？
 - 濃度的概念與定義？
 - 原子量與分子量

《鑑識科學教戰守則》學習單

一、實驗方法

1. 實驗方法的五個步驟: _____、_____、_____、_____、_____。
2. 進行獨立研究的步驟: 訂定研究主題、提出研究計畫、蒐集資料、進行研究、撰寫報告、呈現最新報告、評鑑成果
3. 思考: 實驗方法五步驟與獨立研究七步驟有什麼關聯?

二、測量工具

1. _____: 尺、游標尺、捲尺
2. _____: 上皿天平、電子天平
3. _____: 碼表、沙漏
4. _____: 酒精溫度計、水銀溫度計、電子溫度計
5. _____: 彈簧秤
6. _____: 磅秤
7. _____: 滴定管、燒杯、量筒

三、常見的單位

1. _____: 公里(km)、公尺(m)、公分(cm)、毫米(mm)、奈米(nm)
2. _____: 公克(g)、公斤(kg)、毫克(mg)
3. _____: 小時(hr)、分鐘(min)、秒(s)
4. _____: 攝氏溫標($^{\circ}\text{C}$)、華氏溫標($^{\circ}\text{F}$)、絕對溫標(K)
5. _____: 牛頓(N)
6. _____: 公斤重(kgw)、公克重(gw)
7. _____: 公升(L)、毫升(mL)、立方公分(cm^3)、立方公尺(m^3)

四、組合單位 VS 測量工具

1. 密度(g/cm^3):
2. 壓力(N/m^2):
3. 速度(m/s):
4. 體積對溫度改變量($\text{cm}^3/^{\circ}\text{C}$):
5. 溫度散失速率($^{\circ}\text{C}/\text{min}$):
6. 流速(L/s):
7. 功($\text{N} \times \text{s}$):

五、原子量與分子量

1. 定_____的原子量=_____為標準，再比較出其他元素的原子量
2. 分子是由多個_____所組成的，所以分子量即是將組成原子的原子量，_____所得便是分子量。
3. NaOH (Na=23、O=16、H=1) 分子量應該=_____？

六、莫耳數

1. 亞佛加厥發現，當碳原子約有_____個的時候，剛好等於_____克，因此將 6×10^{23} 定義為一莫耳。
2. 亞佛加厥是一個_____的單位。
3. 那麼 40 克的 NaOH 又有幾莫耳呢？
4. 36.5 克的鹽酸 HCl 又有多少莫耳的分子呢？(H=1、Cl=35.5)

七、濃度

1. 溶質：被溶解的
2. 溶劑：把別人溶解的
3. 溶液：溶劑將溶質溶解後，並且_____。(溶質+溶劑)
4. 重量百分濃度：
5. 體積百分濃度：
6. 體積莫耳濃度：
7. 40 克的 NaOH 溶於 1000 克的水，假設水的密度為 1，則重量百分濃度與體積莫耳濃度各為多少？

《色變的花朵－酸鹼溶液濃度檢測》學習單

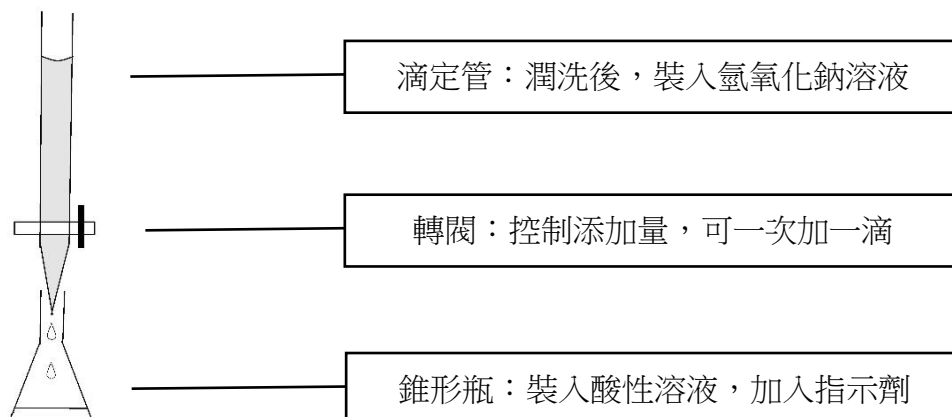
一、實驗目的：

了解標定鹼性溶液與滴定未知濃度的酸的方法，並從中學習滴定的技巧、觀察指示劑顏色的變化。

二、實驗原理：

重要名詞	解釋
莫耳數	計算分子數目的單位，1 莫耳是 6×10^{23} 個。
體積莫耳濃度	每一公升溶液中含溶質的莫耳數，單位 M， $C_M = n/V$ 。
酸性溶液	含有氫離子 H^+ 的溶液。
鹼性溶液	含有氫氧根離子 OH^- 的溶液。
pH 值	與氫離子的濃度相關， $pH=7$ 為中性， $pH<7$ 為酸性， $pH>7$ 為鹼性。
酸鹼指示劑	在不同氫離子濃度的環境中，顏色不同。 例如：酚酞、溴瑞香草藍、含有花青素的植物...等等。
酸鹼中和	酸性溶液與鹼性溶液混合發生反應 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ 氫離子與氫氧根離子反應產生水 此時， H^+ 的莫耳數 = OH^- 的莫耳數

酸鹼滴定：



三、藥品與器材：

全班共用：

■ 氫氧化鈉：0.1 M 2 L

■ 鹽酸：0.1 M 1 L, 0.05 M(未知) 1 L

每組一份：

器材 / 規格	數量	器材 / 規格	數量
250 mL 燒杯	1 個	50 mL 滴定管與滴定管架	1 支
125 mL 錐形瓶	2 個	漏斗	1 個
25 mL 量筒	1 個	塑膠滴管	2 支
3 M 鹽酸(滴瓶)	1 瓶	3 M NaOH(滴瓶)	1 瓶
酚酞指示劑(滴瓶)	1 瓶	溴瑞香草藍(滴瓶)	1 瓶

四、實驗步驟：

第一部分：標定氫氧化鈉溶液

1. 用 250 mL 燒杯取未知濃度氫氧化鈉溶液約 120 mL，用漏斗裝入已潤洗的滴定管中。
2. 取 0.1 M 的鹽酸溶液 25 mL 倒入錐形瓶中，加入一滴酚酞指示劑，搖晃均勻。
3. 將錐形瓶至於滴定管下方，開始滴定。
4. 滴到指示劑變色為止，記錄顏色變化與氫氧化鈉溶液使用的體積。
5. 重複步驟 2~4，兩次體積差不可超過 0.5 mL，否則再重複一次，求氫氧化鈉溶液濃度。
6. 將指示劑更換為三滴溴瑞香草藍，重複步驟 2~4，滴定兩次體積差不可超過 0.5 mL，否則再重複一次，求氫氧化鈉溶液濃度。

第二部分：滴定未知濃度的酸性溶液

1. 取未知濃度酸性溶液 25 mL 於錐形瓶中，加入一滴酚酞指示劑。
2. 將錐形瓶至於滴定管下方，開始滴定。
3. 滴到指示劑變色為止，記錄顏色變化與氫氧化鈉溶液使用的體積。
4. 重複步驟 1~3，兩次體積差不可超過 0.5 mL，否則再重複一次，求未知溶液濃度。
5. 將指示劑更換為三滴溴瑞香草藍，重複步驟 1~3，滴定兩次體積差不可超過 0.5 mL，否則再重複一次，求未知溶液濃度。

第三部分：多「彩」多「汁」的紫色高麗菜

1. 取 20 mL 紫色高麗菜汁加入錐形瓶中，用滴瓶加入 3 M 鹽酸，一次加一滴，搖晃均勻，記錄顏色變化與鹽酸用量。
2. 取 20 mL 紫色高麗菜汁加入另一錐形瓶中，用滴瓶加入 3 M 氫氧化鈉，一次加一滴，搖晃均勻，記錄顏色變化與鹽酸用量。

五、實驗紀錄

第一部分：標定氫氧化鈉溶液

氫氧化鈉用量(mL)	第一次	第二次	顏色變化
酚酞			
溴瑞香草藍			

氫氧化鈉溶液濃度：_____M

第二部分：滴定未知濃度的酸性溶液

氫氧化鈉用量(mL)	第一次	第二次	顏色變化
酚酞			
溴瑞香草藍			

酸性溶液濃度：_____M

第三部分：多「彩」多「汁」的紫色高麗菜

酸性：

用量	1 滴	2 滴	3 滴	4 滴	滴	滴	滴	滴
顏色								
用量	滴	滴	滴	滴	滴	滴	滴	滴
顏色								

鹼性：

用量	1 滴	2 滴	3 滴	4 滴	滴	滴	滴	滴
顏色								
用量	滴	滴	滴	滴	滴	滴	滴	滴
顏色								

六、問題與討論：

1. 在標定氫氧化鈉溶液時，為什麼要用鹼滴定酸？可以用酸滴定鹼嗎？
2. 為什麼要用兩種指示劑(酚酞、溴瑞香草藍)分別滴定？有什麼差別嗎？
3. 請畫出紫色高麗菜汁的酸鹼色譜，並標出酸性、中性與鹼性的位置。
4. 練習查詢藥品資料。

《倒數計時的陷阱—反應速率的觀察》學習單

一、實驗目的：

用控制變因法判斷溫度與濃度如何影響反應速率，以及學習觀察反應速率的方法。

二、實驗原理：

硫代硫酸鈉溶液加入鹽酸，產生硫沉澱，反應式如下：



影響反應速率的因素有：物質本性、濃度、溫度、表面積及催化劑。

控制變因法：控制變因、操縱變因、應變變因。

此實驗的變因有：硫代硫酸鈉濃度、鹽酸濃度、反應溫度、硫的生成時間及反應速率。

	第一部分—改變溫度	第二部分—改變鹽酸濃度
控制變因	硫代硫酸鈉濃度、鹽酸濃度	反應溫度、硫代硫酸鈉濃度
操縱變因	反應溫度	鹽酸濃度
應變變因	硫的生成時間、反應速率	硫的生成時間、反應速率

三、藥品與器材：

全班共用：

- 硫代硫酸鈉：0.2 M 1 L
- 鹽酸：0.2 M 500 mL, 0.5 M 200 mL

每組一份：

器材 / 規格	數量	器材 / 規格	數量
100 mL 燒杯	2 個	250 mL 燒杯	2 個
125 mL 錐形瓶	2 個	試管	4 支
10 mL 量筒	2 個	塑膠滴管	2 支
碼錶	1 個	溫度計	1 支
白紙	數張		

四、實驗步驟：

第一部分：探討溫度對反應速率的影響

1. 用 100 mL 燒杯分別取 0.2 M 硫代硫酸鈉溶液及 0.2 M 鹽酸各 50 mL。
2. 取兩支試管，分別加入 10 mL 的硫代硫酸鈉及鹽酸溶液。以 250 mL 的燒杯盛裝溫水做為水浴鍋，將試管浸泡於水浴鍋內，待恆溫後，測量並記錄水溫至小數點下第一位。
3. 在白紙上畫一個叉叉，將錐形瓶至於白紙上方，蓋住叉叉。
4. 取出兩支試管，立即倒入錐形瓶中，搖晃均勻，靜置於白紙上，開始計時，至沉澱物完全覆蓋叉叉，停止計時並記錄時間。
5. 重複步驟 2~4，改變水浴鍋溫度(不超過 50 度)至少四次，求反應速率。

第二部分：探討濃度對反應速率的影響

1. 用 100 mL 燒杯取 0.2 M 硫代硫酸鈉溶液 60 mL 及 0.5 M 鹽酸 40 mL。
2. 用量筒取鹽酸溶液 2 mL 再加水稀釋至 10 mL，倒入試管中混合均勻。
3. 取 10 mL 的硫代硫酸鈉溶液，與鹽酸溶液同時倒入錐形瓶中，搖晃均勻，靜置於白紙上，開始計時，至沉澱物完全覆蓋叉叉，停止計時並記錄時間。
4. 重複步驟 2~3，依講義改變鹽酸濃度至少五次，求反應速率。

五、實驗紀錄

第一部分：探討溫度對反應速率的影響

溫度(°C)	硫代硫酸鈉(M)	鹽酸(M)	時間(s)	反應速率(1/s)

第二部分：探討濃度對反應速率的影響

溫度(°C)*	硫代硫酸鈉(M)	鹽酸(M)	時間(s)	反應速率(1/s)
		0.5		
		0.4		
		0.3		
		0.25		
		0.1		

*記錄室溫下的水溫。

六、數據分析：

1. 請畫出溫度對反應速率影響的圖。

2. 請畫出濃度對反應速率影響的圖。

七、問題與討論：

1. 請問溫度對反應速率的影響為何？
2. 請問鹽酸濃度對反應速率的影響為何？
3. 除了觀察沉澱產生的速率之外，還有其他觀察反應速率的方法嗎？

《陷入膠著的案情—實驗數據與討論》

壹、色變的花朵--問題與討論

1、濃度的計算

✧ 莫耳濃度(M) = mol/L (莫耳數/公升)

✧ 氫離子濃度可以換算成 pH 值，氫離子濃度越高，溶液越酸，pH 值越小。

2、酸鹼中和

✧ 濃度的計算

各組利用滴定的實驗數據，推算濃度各是多少？

✧ 提示一：中和的意思就是 H^+ 莫耳數 = OH^- 莫耳數

✧ 提示二： $M = \frac{\text{溶質莫耳數 (mole)}}{\text{溶液體積 (L)}}$

✧ 提示三： $M_{\text{酸}} \times V_{\text{酸體積}} = M_{\text{鹼}} \times V_{\text{鹼體積}}$

3、問題與討論 1

✧ 在標定氫氧化鈉溶液時，為什麼要用鹼滴定酸？可以用酸滴定鹼嗎？

4、問題與討論 2

✧ 為什麼要用兩種指示劑(酚酞、溴瑞香草藍)分別滴定？有什麼差別嗎？

5、問題與討論 3

✧ 請畫出紫色高麗菜汁的酸鹼色譜，並標出酸性、中性與鹼性的位置。

6、問題與討論 4

✧ 練習查詢藥品資料。

貳、倒數計時的陷阱--問題與討論

1、 利用 Excel 作圖

用 Excel 將實驗數據轉換成圖表

✧ 溫度對 $1/\text{時間}$ 作圖

✧ 濃度對 $1/\text{時間}$ 作圖

✧ 操縱變因置於 X 軸；應變變因置於 Y 軸

2、 問題與討論 1

請問溫度對反應速率的影響為何？

3、 問題與討論 2

請問鹽酸濃度對反應速率的影響為何？

4、 問題與討論 3

除了觀察沉澱產生的速率之外，還有其他觀察反應速率的方法嗎？

✧ 有色物的生成或消失

✧ 氣體體積

《臃腫的奧運選手》教師指引

- 來認識一下醣類
- 我們剛剛說的「圈圈」可以分成兩類喔~
- 所以，六碳醣和五碳醣差在哪裡？
- 介紹多醣的兩個主要功能
- 為什麼醣可以支撐起那麼龐大的結構？
- 脂質
- 蛋白質

某些化學試劑能夠使生物組織中的有關有機化合物產生特定的顏色反應。

- 糖類中的單糖（如葡萄糖、果糖），與斐林試劑發生作用，可以生成磚紅色沉澱。

- ①向試管內注入 2 mL 葡萄糖溶液。
- ②向試管內注入 1 mL 斐林試劑（甲乙液等量混合均勻後再注入）。
- ③將試管放入盛有 50~65 °C 溫水的大燒杯中加熱約 4 min。
- ④觀察實驗現象。觀察並記錄下溶液的顏色變化或沉澱狀況。

- 脂肪可以被蘇丹Ⅲ染液染成橘黃色（或被蘇丹Ⅳ染液染成紅色）。
- 向食用油中滴加 3 滴蘇丹染液，觀察並記錄下被染色的情況。
- 我們用的是蘇丹Ⅲ還是蘇丹Ⅳ??
- 蛋白質與雙縮脲試劑發生作用，可以產生紫色反應。

- ①向試管內注入豆漿 2 mL。
- ②向試管內注入雙縮脲試劑 A 液 1 mL,搖勻；
再注入雙縮脲試劑 B 液 4 滴,搖勻。

- ③觀察實驗現象。如果待測組織樣液中蛋白質含量較高，可以觀察到待測組織樣液變成紫色。

- ④觀察並記錄下顏色改變的情況。

- 澱粉遇碘變藍色。

- ①向試管內注入 2 mL 澱粉溶液。
- ②向試管內滴加 2 滴碘液，觀察並記錄下顏色變化。

- 來分享一下你們剛剛的觀察
- 檢測一下以下這些食材的營養成分
- 蘋果
- 馬鈴薯
- 肝
- 雞蛋

《臃腫的奧運選手》學習單

班級：

姓名：

壹、溫故知新區

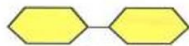
1. 六大類養分是哪六大類?又可以分成哪兩大群?

2. 連連看



多醣

能源、合成的原料



雙醣

營養儲備、細胞結構



單醣

甜度高、儲存、運輸

3. 多醣的主要功能是什麼?他們會以什麼形式來表現這些功能呢?結構多醣為什麼可以支撐起龐大的植物結構呢?

4. 五碳醣跟六碳醣差在哪裡?哪些你知道的糖歸屬於五碳醣?哪些是六碳醣?

5. 動物性脂質跟植物性脂質有哪些差別？

6. 蛋白質對動物來說有哪些重要的結構與生理功能？

貳、偵查破案區

1. 為什麼某些化學試劑能讓有機化合物產生顏色反應？

2. 請記錄下實驗操作的結果：

化合物	化學試劑	實驗現象
2 mL 葡萄糖溶液	1 mL 斐林試劑，加熱	
2 mL 食用油	3 滴蘇丹染液	
2 mL 豆漿	1 mL 雙縮脲試劑 A 液，搖勻 4 滴雙縮脲試劑 B 液，搖勻	

2 mL 澱粉溶液	2 滴碘液	

3. 請記錄你們對食材營養成分的檢測結果：

食材(記錄狀態)	檢測方式(營養成分)	檢測結果	是否有此營養成分

4. 請利用對食材營養成分的檢測結果，再加上前面四個禮拜所得到的線索，猜猜看，這個案件是怎麼發生的，把你想到的故事寫下來。

5. 請寫下你們今日實驗的心得。

《關鍵的髮絲—DNA 粗萃取》教師指引

一、 前情提要

1. 引導思考：基因<DNA<核小體<染色體
2. DNA
 - (1) 形狀？ 雙股螺旋
 - (2) 左旋？右旋？ 右旋
 - (3) 幾個鹼基對轉一圈？ 十個
 - (4) 每對鹼基對差幾度？ 36°
 - (5) 觀察 DNA 分子有哪些重要的結構？

二、 DNA 粗萃取

1. 複習與延伸思考：對於動物與植物細胞來說，如果要取出 DNA，需要突破哪些結構？
 2. (Part 1) 植物 DNA 粗萃取
 - (1) 實驗器材與材料：
 - 奇異果果汁（果泥）—50 ml
 - 清潔劑—2.5 ml
 - 5 M 食鹽水—5 ml
 - 新鮮鳳梨汁（濾液）—5 ml
 - 95%冰酒精—30 ml
 - 70%酒精—15 ml
 - 紗布—2 片
 - 玻棒—1 支
 - 燒杯(50 ml、100ml)—數個
 - 玻璃瓶—1 瓶
 - (2) 實驗步驟：
 - 破壞果肉細胞：取奇異果汁約 50 ml 倒入燒杯中，加 2.5 ml 清潔劑，用玻棒攪拌 5 分鐘使其混合均勻。
- 目的：破壞細胞壁與膜狀構造（細胞膜與核膜）
- 溶解染色體：上述混合液加 5 M 食鹽水 5 ml，用玻棒攪拌 5 分鐘。
- 目的：溶解 DNA
- 原理？
- 純化 DNA：上述混合液加 5 ml 新鮮鳳梨果汁，持續攪拌至少五分鐘。
- 目的：分解蛋白質，純化 DNA
- 原理？
- 收集 DNA：雙層紗布過濾混合液至 100 ml 燒杯中。

→ 問題：DNA 現在在哪裡？濾液 or 果肉殘渣

- 析出 DNA：

- I. 取 15 ml 濾液置入 50 ml 乾淨燒杯中

- II. 將 95%冰酒精緩緩加入混合液中

- III. 容液分層且酒精與水的交界處出現白色雲霧狀，即為析出之 DNA

- IV. 以滴管吸起，並保存於 70%酒精的玻璃瓶中

→ 問題：怎麼緩緩加入冰酒精？

→ 目的：析出 DNA

→ 原理？

3. (Part 2) 動物 DNA 粗萃取與各酵素的效果

(1) 實驗器材與材料：

- 漱口水—10 ml
- 清潔劑—5 ml
- 蒸餾水—50 ml
- 5 M 食鹽水—5 ml
- 新鮮鳳梨汁、新鮮木瓜汁、新鮮奇異果汁（濾液）—5 ml
- 95%冰酒精—30 ml
- 70%酒精—15 ml
- 玻棒—1 支
- 燒杯(50 ml、100ml)—數個
- 玻璃瓶—1 瓶

(2) 實驗步驟：

- 準備唾液：用 10 ml 清水漱口 1 分鐘，吐在 50 ml 燒杯（其中含有許多 口腔皮膜細胞）
- 製備緩衝液：在 100 ml 燒杯中，加入 50 ml 蒸餾水、5 ml 清潔劑、5 ml 的 5 M 食鹽水及 5 ml 新鮮果汁（鳳梨、木瓜、奇異果），用玻棒攪拌 1 分鐘
- 純化 DNA：用 50 ml 量筒取 20 ml 緩衝液加入漱口水中，以玻棒攪拌 2 分鐘
- 析出 DNA：將 95%冰酒精緩緩加入混合液中，並將酒精與水交界處的白色雲狀物（DNA）吸起，然後保存在 70%酒精的玻璃瓶中

4. (Part 3) 動物 DNA 粗萃取與影響酵素因子

(1) 實驗器材與材料：

- 漱口水—10 ml
- 清潔劑—5 ml
- 蒸餾水—50 ml
- 5 M 食鹽水—5 ml
- 新鮮鳳梨汁（濾液）—10 ml
- 95%冰酒精—30 ml
- 70%酒精—15 ml

- 玻棒—1 支
- 燒杯(50 ml、100ml)—數個
- 玻璃瓶—1 瓶

→ 如何設計實驗：溫度對於酵素的影響？

(2) 實驗步驟：

- 準備唾液：用 10 ml 清水漱口 1 分鐘，吐在 50 ml 燒杯（其中含有許多 口腔皮膚細胞）
- 製備緩衝液：在 100 ml 燒杯中，加入 50 ml 蒸餾水、5 ml 清潔劑、5 ml 的 5 M 食鹽水及 5 ml 新鮮果汁（冰鎮、常溫、加熱），用玻棒攪拌 1 分鐘
- 純化 DNA：用 50 ml 量筒取 20 ml 緩衝液加入漱口水中，以玻棒攪拌 2 分鐘
- 析出 DNA：將 95%冰酒精緩緩加入混合液中，並將酒精與水交界處的白色雲狀物（DNA）吸起，然後保存在 70%酒精的玻璃瓶中

《關鍵的髮絲-DNA 粗萃取》實驗說明與學習單

相關章節：第 1 章 新生命的誕生、第 2 章 遺傳

一、實驗目的

了解 DNA 粗萃取的技巧與概念，並且以科學方法設計實驗方式。

二、實驗步驟

《Part 1 植物 DNA 粗萃取》

1. 破壞果肉細胞：取奇異果汁約 50 ml 倒入燒杯中，加 2.5 ml 清潔劑，用玻棒攪拌 5 分鐘使其混合均勻。
2. 溶解染色體：上述混合液加 5 M 食鹽水 5 ml，用玻棒攪拌 5 分鐘。
3. 純化 DNA：上述混合液加 5 ml 新鮮鳳梨果汁，持續攪拌至少五分鐘。
4. 收集 DNA：雙層紗布過濾混合液至 100 ml 燒杯中。
5. 析出 DNA：
 - A. 取 15 ml 濾液置入 50 ml 乾淨燒杯中。
 - B. 將 95%冰酒精緩緩加入混合液中。
 - C. 容液分層且酒精與水的交界處出現白色雲霧狀，即為析出之 DNA。
 - D. 以滴管吸起，並保存於 70%酒精的玻璃瓶中。

《Part 2 動物 DNA 粗萃取與各酵素的效果》

1. 準備唾液：用 10 ml 清水漱口 1 分鐘，吐在 50 ml 燒杯（其中含有許多_____細胞）。
2. 製備緩衝液：在 100 ml 燒杯中，加入 50 ml 蒸餾水、5 ml 清潔劑、5 ml 的 5 M 食鹽水及 5 ml 新鮮果汁（鳳梨、木瓜、奇異果），用玻棒攪拌 1 分鐘。
3. 純化 DNA：用 50 ml 量筒取 20 ml 緩衝液加入漱口水中，以玻棒攪拌 2 分鐘。
4. 析出 DNA：將 95%冰酒精緩緩加入混合液中，並將酒精與水交界處的白色雲狀物（DNA）吸起，然後保存在 70%酒精的玻璃瓶中。

《Part 3 動物 DNA 粗萃取與影響酵素因子》

1. 準備唾液：用 10 ml 清水漱口 1 分鐘，吐在 50 ml 燒杯（其中含有許多_____細胞）。
2. 製備緩衝液：在 100 ml 燒杯中，加入 50 ml 蒸餾水、5 ml 清潔劑、5 ml 的 5 M 食鹽水及 5 ml 新鮮果汁（_____、_____），用玻棒攪拌 1 分鐘。
3. 純化 DNA：用 50 ml 量筒取 20 ml 緩衝液加入漱口水中，以玻棒攪拌 2 分鐘。
4. 析出 DNA：將 95%冰酒精緩緩加入混合液中，並將酒精與水交界處的白色雲狀物（DNA）吸起，然後保存在 70%酒精的玻璃瓶中。

三、 實驗紀錄與討論

《Part 2 動物 DNA 粗萃取與各酵素的效果》

1. 試著繪製表格，並且記錄實驗結果。

《Part 3 動物 DNA 粗萃取與影響酵素因子》

1. 試說明如何設計實驗證明溫度對於酵素的影響。
2. 試著繪製表格，並記錄實驗結果。

四、 問題與檢討

1. 在 DNA 粗萃取中，動物細胞和植物細胞最大的差別為何？
2. 如何破壞細胞壁和膜狀構造？其原理為何？
3. 為何濃食鹽水可以溶解 DNA？
4. 為何加入新鮮鳳梨汁可以純化 DNA？
5. 為何要加入 95% 冰酒精？
6. 所析出的雲狀物是一條 DNA 分子嗎？為什麼？

《自我評分》

此次實驗課中，我給我自己_____分。

原因：

秘密信件：

《看不見的鐵證－顯微鏡觀察》教師指引

一、溫故知新

1. 複習與延伸思考：虎克使用顯微鏡觀察軟木栓薄片，看到許多蜂窩狀中空的小格子，虎克把這些小格子命名為細胞。
→ 請問虎克觀察到的「細胞」真的是現今描述的「細胞」嗎？
→ 虎克後來提出了細胞學說？
2. 光學顯微鏡比較
 - (1) 複式顯微鏡
 - (2) 解剖顯微鏡
3. 電子顯微鏡概論

二、顯微鏡的結構與原理

1. 學生討論與發表：複式顯微鏡的構造與功能；操作與使用注意事項
2. 顯微鏡的光學原理

三、技術指導與實作練習

1. 玻片製作
 - (1) 水埋玻片的製作
 - (2) 細胞染色的技巧
 - (3) 徒手切片的訣竅
 - (4) 折撕法
2. 實驗器材與材料
 - (1) 複式顯微鏡
 - (2) 載玻片、蓋玻片
 - (3) 刀片
 - (4) 牙籤
 - (5) 滴管
 - (6) 亞甲藍液、碘液、蘇丹四號
 - (7) 吸水紙
 - (8) A4 紙張
3. 實驗操作
 - (1) 口腔皮膜細胞
 - 取一滴人類生理食鹽水滴至載玻片上
 - 利用牙籤在口腔內刮取
 - 將牙籤在載玻片上水珠內攪動

- 以 45° 蓋上蓋玻片，並吸去多餘水分
- 在蓋玻片旁滴入亞甲藍，並從另一側吸去多餘的水後觀察

(2) 洋蔥表皮細胞

- 取一滴水滴在載玻片上
- 利用折撕法，撕下洋蔥表皮
- 以 45° 蓋上蓋玻片，並吸去多餘水分
- 在蓋玻片旁滴入亞甲藍，並從另一側吸去多餘的水後觀察

四、 胞器觀察的探究與實作

1. 細胞核－豬肝

- 以刀片切下一小片肝臟
- 在載玻片上滴入一滴生理食鹽水
- 將小塊肝臟在生理食鹽水中攪拌
- 以亞甲藍液染色 1 分鐘
- 蓋上蓋玻片，吸去多餘水份後觀察

2. 葉綠體－水蘊草

- 取一片水蘊草的葉片，做成水埋玻片後觀察。

3. 液胞－紫背萬年青下表皮

- 利用折撕法，撕下紫背萬年青的下表皮
- 做成水埋玻片觀察之

→ 試做：口腔皮膜細胞在不同濃度溶液的型態

4. 油滴－花生子葉切片

- 徒手切片，切下花生子葉薄片（**注意安全！！！！**）
- 滴入一滴蘇丹四號染劑（蘇丹四號染劑揮發快，注意不可讓樣本乾燥）
- 蓋上蓋玻片，吸去多餘染劑後觀察

5. 澱粉粒－馬鈴薯切片

- 徒手切片，切下馬鈴薯薄片（**注意安全！！！！**）
- 滴入一滴碘液，蓋上蓋玻片，吸去多餘碘液後觀察

五、 簡易顯微鏡介紹與操作

六、 生物繪圖教學與練習

《看不見的鐵證－顯微鏡觀察》實驗說明與學習單

相關章節：第 2 章 生物體的組成、第 2 章 遺傳

一、實驗目的

1. 了解顯微鏡的操作技巧與概念，並且比較各類簡易顯微鏡的構造。
2. 學習製作玻片的技巧

二、實驗步驟

《口腔黏膜細胞》

1. 取一滴人類生理食鹽水滴至載玻片上
2. 利用牙籤在口腔內刮取
3. 將牙籤在載玻片上水珠內攪動
4. 以 45° 蓋上蓋玻片，並吸去多餘水分
5. 在蓋玻片旁滴入亞甲藍，並從另一側吸去多餘的水後觀察

《洋蔥表皮細胞》

1. 取一滴水滴在載玻片上
 2. 利用折撕法，撕下洋蔥表皮
 3. 以 45° 蓋上蓋玻片，並吸去多餘水分
 4. 在蓋玻片旁滴入亞甲藍，並從另一側吸去多餘的水後觀察
-

《細胞核－豬肝》

1. 以刀片切下一小片肝臟
2. 在載玻片上滴入一滴生理食鹽水
3. 將小塊肝臟在生理食鹽水中攪拌
4. 以亞甲藍液染色 1 分鐘
5. 蓋上蓋玻片，吸去多餘水份後觀察

《葉綠體－水蘊草》

1. 取一片水蘊草的葉片，做成水埋玻片後觀察。

《液胞－紫背萬年青下表皮》

1. 以刀片切下一小片肝臟
2. 在載玻片上滴入一滴生理食鹽水
3. 將小塊肝臟在生理食鹽水中攪拌
4. 以亞甲藍液染色 1 分鐘
5. 蓋上蓋玻片，吸去多餘水份後觀察

《油滴—花生子葉切片》

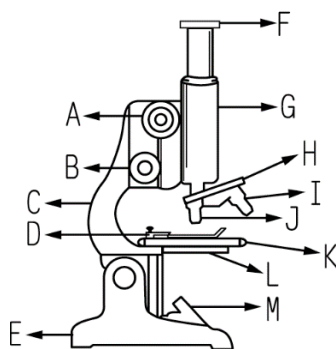
1. 徒手切片，切下花生子葉薄片（注意安全！！）
2. 滴入一滴蘇丹四號染劑（蘇丹四號染劑揮發快，注意不可讓樣本乾燥）
3. 蓋上蓋玻片，吸去多餘染劑後觀察

《澱粉粒—馬鈴薯切片》

1. 徒手切片，切下馬鈴薯薄片（注意安全！！）
2. 滴入一滴水/碘液，蓋上蓋玻片，吸去多餘水/碘液後觀察

三、實驗紀錄與討論

1. 請將下圖複式顯微鏡的構造填入：



- A：粗調節輪 H：旋轉盤
B：細調節輪 I：高倍物鏡
C：鏡臂 J：低倍物鏡
D：玻片夾 K：載物鏡
E：鏡座 L：光圈
F：目鏡 M：反光鏡
G：鏡筒

2. 請比較在使用複式顯微鏡的高倍物鏡與低倍物鏡時，會有哪些相異處？

區 分 種 類	視野		細胞		光線調節		鏡頭長度		調節輪
	範圍	亮度	大小	數目	光圈	反光鏡	物鏡	目鏡	調節方式
低倍鏡						__面鏡			
高倍鏡						__面鏡			

3. 請使用生物繪圖技巧，記錄顯微鏡觀察結果。（至少一張圖；3~5 顆細胞）

四、問題與檢討

1. 用複式顯微鏡觀察的英文字母 e、b、p 分別會變成怎樣？
2. 調節輪往前旋轉會造成哪一項構造的移動？如何移動？
3. 玻片往右移動時，視野的標本如何移動？
4. 此顯微鏡的最大放大倍率為何？
5. 豬肝細胞有幾個細胞核？為什麼？
6. 水蘊草葉片細胞中的葉綠體顆粒在細胞質中成何種狀態？
7. (1) 在不同濃度的溶液當中，口腔黏膜細胞與紫背萬年青下表皮細胞的變化為何？為什麼？
(2) 請問未知濃度的食鹽水是高張溶液、等張溶液，還是低張溶液？為什麼？

《自我評分》

此次實驗課中，我給我自己_____分。

原因：

秘密信件：

《密室窒息案件—酵母菌細胞呼吸》教師指引

- 分組
 - 今天四人一組，一組坐一個桌子~
 - 阿要記得穿實驗衣喔!!!
 - 檢查一下
 - 桌上有一組器材
 - 手上有講義、學習單
 - 待會要幹嘛?
 - 小組內閱讀跟討論，並完成實驗操作與過程、結果記錄。
 - 每組能有三個求救機會
1. 使用行動裝置進行資料查詢 5~7 分鐘。(一次)
 2. 閱讀與討論過程中，能針對不瞭解或卡住的地方，向老師發問、與老師討論。但這問題不能是廣泛性的問題。(一次，但不限問多少)
 3. 若組內分配所得的實驗材料用罄，可以向老師要求多拿實驗材料，但要事先寫好材料單(最多只能多拿原本分配給各組之實驗材料的一半額度)，實驗材料不限為器材或藥品。(一次)
 - 怎麼評分?
 - 學習單上面都有配分喔~
 - 請特別注意，小組合作也會納入評分項目喔~
 - 還有沒有問題??
 - 先來體會一下時間壓力的感覺吧~
 - 給自己小組命名
 - 畫一個能代表自己組的精神圖徽，小組名也要寫喔~~
 - 先來體會一下時間壓力的感覺吧~
 - 給自己小組命名
 - 畫一個能代表自己組的精神圖徽，小組名也要寫喔~~
 - 時間好趕喔！建議時間可以這樣分配
 - 18 分鐘 閱讀實驗原理跟步驟。
 - 27 分鐘 進行澄清石灰水實驗的操作與記錄。
 - 15 分鐘 進行溴麝香草酚藍實驗的操作與記錄。
 - 5 分鐘 進行酒精生成檢測實驗的操作與記錄。
 - 時間好趕喔！建議時間可以這樣分配
 - 18 分鐘 閱讀實驗原理跟步驟。
 - 27 分鐘 進行澄清石灰水實驗的操作與記錄。
 - 15 分鐘 進行溴麝香草酚藍實驗的操作與記錄。
 - 5 分鐘 進行酒精生成檢測實驗的操作與記錄。
 - 停止手邊工作，開始清理實驗桌

- 各組上來分享實驗結果吧
- 一組兩分鐘
- 下次上課
- 我們會來公布這個禮拜的名次+頒獎(所以下課前記得交回學習單)
- 要記得準備一份簡報來報告喔
- 下次上課
- 我們會來公布這個禮拜的名次+頒獎(所以下課前記得交回學習單)
- 要記得準備一份簡報來報告喔

《密室窒息案件—酵母菌細胞呼吸》背景資料

1. 相關知識

- (1) 活細胞都要進行細胞呼吸。細胞通過細胞呼吸獲得生命活動所需的能量和中間產物。細胞呼吸分成兩種類型，即有氧呼吸和無氧呼吸。
- (2) 酵母菌是一種單細胞真菌，在有氧和無氧條件下都能生存，屬於兼性厭氧菌。酵母菌取材方便，培養簡單，是做細胞呼吸研究的好材料。
- (3) 檢測酵母菌細胞呼吸產物的方法簡單易行。
- (4) 重鉻酸鉀可以檢測酒精的存在。這一原理可以用來檢測司機是否喝了酒。具體做法是：讓司機呼出的氣體直接接觸到載有用硫酸處理過的重鉻酸鉀或三氧化鉻的矽膠（二者均為橙色），如果呼出的氣體中含有酒精，重鉻酸鉀或三氧化鉻就會變成灰綠色的硫酸鉻。

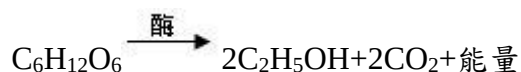
2. 實驗原理

- (1) 在有氧條件下，酵母菌進行有氧呼吸，可以將葡萄糖氧化分解形成二氧化碳和水，並釋放能量。在無氧條件下，酵母菌進行無氧呼吸，能將葡萄糖轉變成酒精和二氧化碳。

酵母菌有氧呼吸：

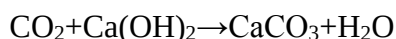


酵母菌無氧呼吸：



- (2) 檢驗酵母菌有氧呼吸和無氧呼吸產生的 CO_2 的量的多少

①將酵母菌兩種呼吸方式產生的氣體分別通入澄清的石灰水，根據產生的碳酸鈣沉澱的多少，即可判斷兩種方式產生的 CO_2 的量的多少，辨別酵母菌的呼吸類型。反應式如下：



②將酵母菌兩種呼吸方式產生的氣體分別通入溴麝香草酚藍溶液，根據溶液顏色的變化，判斷兩種方式產生的 CO_2 的量的多少。

溴麝香草酚藍溶液在 pH6.0~7.6 的環境中，其顏色隨著 pH 值的降低，將發生由藍→綠→黃綠→黃的顏色變化。

有氧呼吸釋放的 CO_2 多，生成的 H_2CO_3 多，使溴麝香草酚藍溶液由藍→綠→黃綠→黃的時間短；無氧呼吸釋放的 CO_2 相對較少，溴麝香草酚藍溶液由藍→綠→黃綠→黃的時間較

長。根據溴麝香草酚藍溶液顏色變化的時間長短，可以比較酵母菌兩種呼吸方式中 CO₂ 釋放量的多少。

(3) 檢驗酵母菌無氧呼吸產生酒精

酵母菌無氧呼吸產生的酒精，在酸性條件下很容易與重鉻酸鉀反應生成灰綠色的硫酸鉻。稀的重鉻酸鉀溶液為透明的橙色。化學反應式為：



《密室窒息案件—酵母菌細胞呼吸》實驗說明

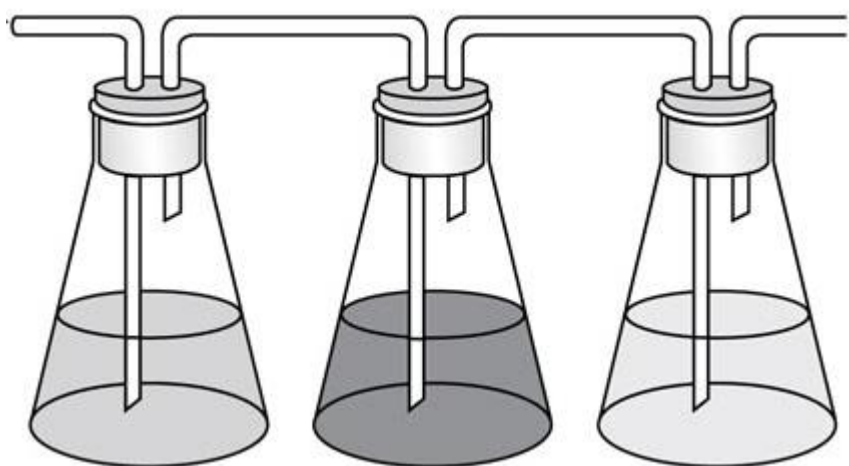
1. 操作流程

(1) 製備酵母液

取兩份新鮮酵母，每份 10 g，分別放入兩個編好號的 500 mL 廣口瓶或錐形瓶中，再向瓶中分別加入 200 mL 5% 的葡萄糖溶液，製成酵母發酵液，簡稱酵母液。

(2) 實驗裝置

裝置 1：

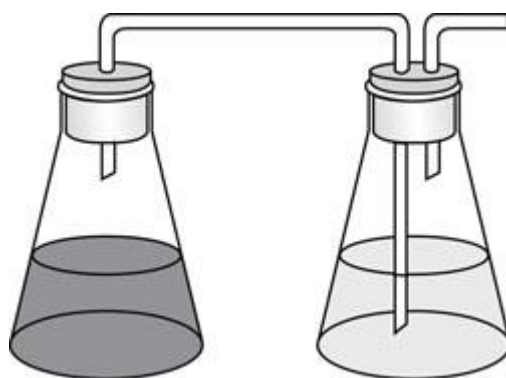


10% 的 NaOH 溶液

酵母液

石灰水(溴麝香草酚藍)

裝置 2：



酵母液

石灰水(溴麝香草酚藍)

(在裝置 2 的酵母液中加入一些沙拉油，以隔絕空氣)

裝置 3：同裝置 1 或裝置 2，但要將酵母液換成葡萄糖液。

(3) 檢測

①使用石灰水（或 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液）檢測 CO_2 的生成

②使用溴麝香草酚藍溶液檢測 CO_2 的生成

注意：仍使用裝置 1 和裝置 2，記得酵母液要重新配置與更換(所以小組合作很重要，當石灰水實驗還在進行時，就可以開始配下一個實驗需要用到的酵母液了)，但要將瓶中的石灰水換成溴麝香草酚藍溶液，按裝置圖將反應容器連接好，裝置 1 和裝置 2 要同時連通溴麝香草酚藍溶液。

③檢測酒精的生成

取 3 支試管，按裝置標號分別給試管標上 1、2、3 號。向 1、2、3 號試管中各加入 0.1 g 重鉻酸鉀晶體，然後分別向 3 支試管中小心地加入 0.5 mL 濃硫酸，充份攪拌試管使晶體溶解，待溶液冷卻後備用。將反應 15 分鐘以上之裝置 1 和裝置 2 中的酵母液和裝置 3 中的葡萄糖液取出，分別過濾，將濾液盛在 3 支乾淨的試管中。各取出 2 mL 濾液，分別加入 1、2、3 號試管中，攪拌試管。

2. 需要注意的幾個問題

(1) 各裝置的連通管儘量不漏氣。

(2) 檢測酒精生成時，配藥後要馬上檢測。

(3) 由於裝置簡單，不可能形成完全的有氧或無氧條件，因此不排除裝置 1 中有酒精生成。

(4) 注意對照裝置 3 的實驗結果。

《密室窒息案件—酵母菌細胞呼吸》學習單

小組名稱：(3%)

小組組員：

我們的精神圖徽：(7%)

1. 為什麼酵母菌是研究細胞呼吸的好材料？(3%)

2. 舉一個應用重鉻酸鉀檢測酒精存在的生活例子，並要做說明如何從顏色變化做判斷。(3%)

3. 請從 可觀察得的現象 及 化學反應式 兩個方向，說明石灰水檢測二氧化碳生成的原理。
(6%)

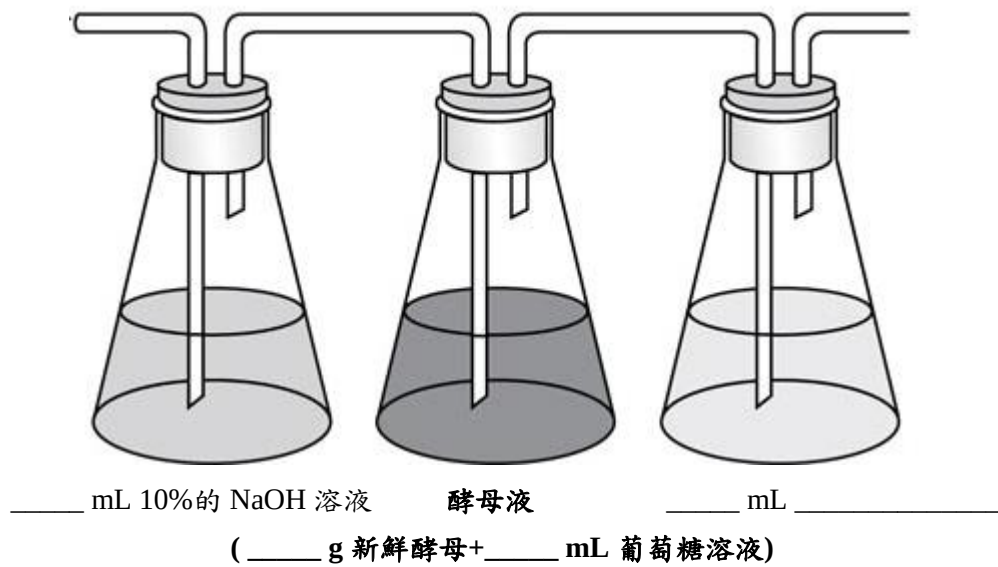
4. 請從 可觀察得的現象，說明溴麝香草酚藍檢測二氧化碳生成的原理。(3%)

5. 請分別列出有氧呼吸和無氧呼吸的化學式，並從化學式出發，比較兩者的不同。(5%)

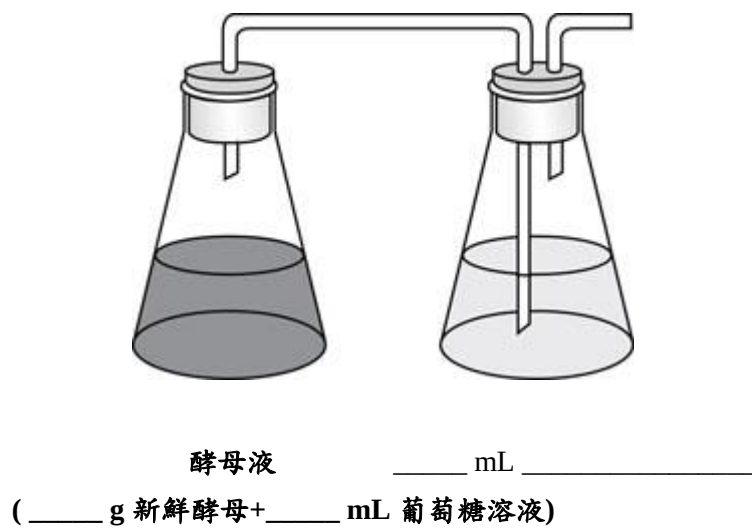
6. 石灰水檢測二氧化碳生成的實驗

(1) 實驗裝置

a. 裝置 1：(2%)



b. 裝置 2：(2%)



c. 裝置 3：請參考上面的圖，把實驗配置畫在下面(4%)

(2) 實驗記錄

a. 請依時間寫下各裝置中觀察到的現象，可以用你喜歡的敘述方式，或是參考以下的字詞提示。

(13%)

時間	5min	10min	15min	20min
裝置 1				
裝置 2				
裝置 3				

字詞提示：變混濁(寫下渾濁程度)、冒出氣泡、沉澱(寫下沉澱顏色、沉澱物多少)

b. 如果實驗過程中發生任何特別、出乎意料的事，也是要把它記錄下來(5%)

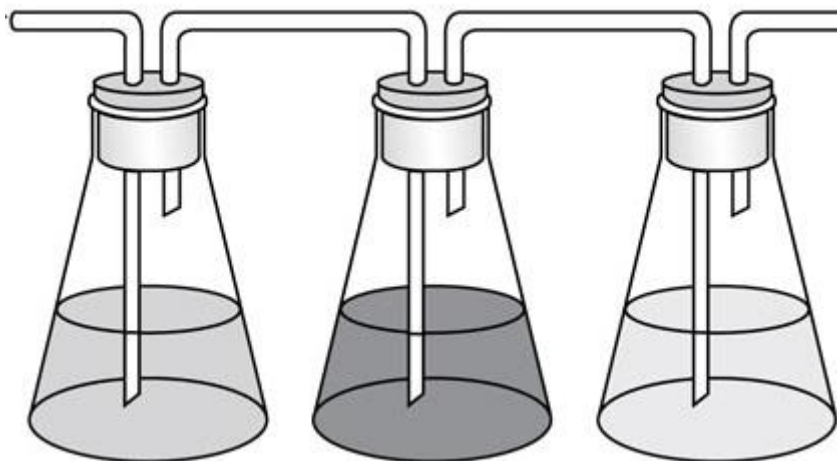
發生時間			
裝置 1			
裝置 2			
裝置 3			

c. 請依據上面的表格，比較各個時間時，三種裝置中石灰水混濁的程度。(3%)

7. 溴麝香草酚藍檢測二氧化碳生成的實驗

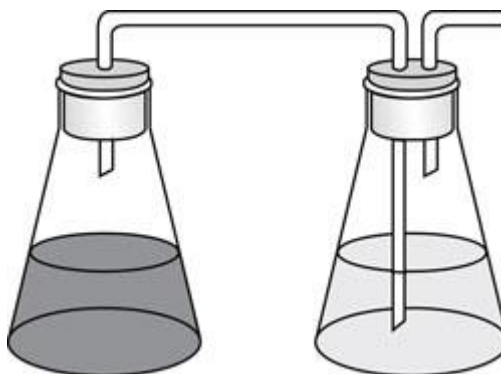
(1) 實驗裝置

a. 裝置 1：(2%)



_____ mL 10% 的 NaOH 溶液 酵母液 _____ mL _____
(_____ g 新鮮酵母 + _____ mL 葡萄糖溶液)

b. 裝置 2：(2%)



酵母液 _____ mL _____
(_____ g 新鮮酵母 + _____ mL 葡萄糖溶液)

c. 裝置 3：請參考上面的圖，把實驗配置畫在下面(4%)

(2) 實驗記錄

d. 請記錄下各裝置中顏色變化的現象及時間，可以用你喜歡的敘述方式，或是參考字詞提示。(7%)

時間	min	sec	min	sec	min	sec	min	sec
裝置 1								
裝置 2								
裝置 3								

字詞提示：由綠色變黃綠色……

e. 如果實驗過程中發生任何特別、出乎意料的事，也是要把它記錄下來(4%)

發生時間			
裝置 1			
裝置 2			
裝置 3			

8. 檢測酒精的生成 請記錄下加入的化學物或溶液數量及觀察到的現象(8%)

	1 號試管	2 號試管	3 號試管
重鉻酸鉀晶體	g	g	g
濃硫酸	mL	mL	mL
取自裝置 1 的濾液	mL	mL	mL
觀察到的現象 提示：顏色			
任何特別、出乎意料的事			

9. 簡單寫下小組心得，可以從分工合作、組員間的互動以及閱讀步驟、實驗操作的過程來寫。(4%)

老師從課堂觀察，評量小組的合作程度(組員不要寫喔)：(10%)_____