

加強中小學操作自然科課本實驗計畫

(第四期 2021-01-01 至 2021-12-31)

壹、主旨

自然科學是教育中非常重要的一環，課程內容的面向非常廣泛，包括重要觀念、科學原理、實驗操作、科技新知以及實際運用……等。教師在教育現場上，除了要與時俱進的提高自身專業外，還要面對家長及學生的升學需求，結果造成在課程進度上的壓力與抉擇。由於在教學時間不足的侷限下，常造成於課堂上不停地趕課並且被迫將實驗操作課程變成流於形式上的講解(俗稱在黑板上操作實驗)或是進行影片教學而已。有時候，教師為了讓學子能真正了解課程知識與實驗的關聯性，往往亦只能挑選部分實驗讓學生進入實驗室親自操作，即使如此，學習結果仍然是不完整的。近年來實驗意外頻傳(如附件一)，原因除了可能是學生沒有遵守相關規定(如附件二)外，亦有可能是教師專業不足所導致。同時，教師因擔心或害怕發生意外事件會影響個人的工作與生活，以致於對學生親自操作實驗出現躊躇不前的現象。此外，隨著科技的進步與時代演變，自然科學的實驗內容與儀器確是一成不變。國中義務教育自民國 57 年(金門地區則為 55 年)至今已經超過 53 年，而各種實驗方式與儀器都已經有著非常大的進步，唯獨目前的國中、小甚至高中實驗課程卻改變不大，還在使用老舊且沒有效率的實驗儀器。舉例來說，最初的黑金鋼手機到現今的智慧型手機，了解其演進過程是需要的，卻少有人願意再去使用第一代的手機，原因就是效率與功能的限制。

為了改善上述自然科學的現況及配合 108 課綱中自然科之相關規劃，教育部國教署從 103 年至今，已開始實施與自然科學中的實驗操作相關的計畫。除了加強(弱勢)學生在操作科學實驗上的能力外，同時也結合英語教學來提升學生的科學英語能力。這個多年期的計畫名稱為”提升國中小學生自然科學實驗操作能力計畫”。此計畫在教育部國教署的自然科學領域的中央團、國立臺灣師範大學以及各縣市的中小學自然科教師們的共同努力下，目前在自然科學中的實驗操作方面，已有明顯的進步，並且成果豐碩(附件三:提升國中小學生自然科學實驗操作能力計畫 103-109 年的歷年成果)。

108 課綱已於 108 學年度開始實施。108 課綱中的自然科領域的基本規定之一是每周三節課的自然科學學習過程中，師生必須至少需有一節課進入實驗室操作課

本的實驗；同時，另一個特色是教師必須具有”探究與實作”的素養與能力來指導學生的學習。相信經由本計劃的推行後，預期將能夠真正幫助老師及學生在自然科學方面，特別是實驗操作方面的學習，並且順利的與 108 課綱接軌。此外，本計畫也會積極配合政府推動 2030 雙語的政策，讓教育端把英語當作是可以講、可以用，很重要的工具並且與世界接軌。團隊將於本計畫的研習中訓練教師的科學英語能力，並於返校後能將英語融入自然教學方面特別是在實驗教學方面。

目前除了團隊繼續加強學生在操作科學實驗方面的能力外，同時，我們也期望能夠給予教師在專業上充分的支持。希望經由師生的共同努力來提升自然科學的進步。所以特別實施以自然科學教師為對象的本計畫來改善及加強自然科學教師的實驗操作能力。本計畫的目的有三：(一)加強自然科學教師本身的專業與實驗技巧，期望教師能經由再次親自操作課本(康軒、翰林及南一版，附件四至附件十一)中的生物、物理及化學實驗，徹底掌握實驗技巧與知識；同時鼓勵教師在實驗教學方面進行共備及現場合作。(二)鼓勵自然科學教師利用寒暑假期間，共同指導學生在實驗室操作課本(康軒、翰林或南一版，附件四至附件十一)上所有的生物、物理及化學實驗；幫助學生掌握科學實驗與課本知識的精髓，達到知行合一的目的；同時更期望透過此計畫的執行，能使基礎實驗深化於課程中，讓更多的師生受惠。(三)更新與提升實驗器材與設備。在現行課程中，部分實驗所是使用的教材過於老舊或實驗室內的藥品已過期，潛伏著許多危險。期望經由此實驗課程能進行器材的改進與減少藥品的使用量，讓未來的實驗課程更安全也更有效率。(四)加強訓練自然科教師的科學英語能力，並於返校後能將英語融入自然教學方面，特別是在實驗教學方面。除了達成上述的要求外，另一個更有意義的任務是希望經由本計畫的實施，將有更多的自然科教師與學校參與本計畫之實施並且成為種子教師及示範學校。

12 年國教新課綱勾勒的願景是「成就每一個孩子——適性揚才、終身學習」，結合「自發、互動、共好」的核心理念，並延伸出「自主行動」、「溝通互動」、「社會參與」等三面九項的「核心素養」。為配合 108 課綱的開始實施，團隊將同時繼續和現場的教師共同合作，繼續針對 108 課綱中的生物、物理及化學科的實驗撰寫實驗教學的教案。

貳、計畫內容

本團隊為了落實中、小學的自然學科的實驗教育及加強基礎實驗操作能力，特別開始於106年度（2017-05-01至2018-04-30）執行第一期"落實中小學基礎實驗教育的計畫"。計畫期間一共辦理了十一場(原先計畫舉辦十場)的種子教師培訓研習營，合計訓練至少297位種子教師（請參考下列的統計表）。

106年度種子教師及學生執行成果統計表(第一期)

106年度種子教師培訓研習營執行成果統計表（2017.05.01~2018.04.30，已執行完畢）

106年度(2017.05.01~2018.04.30)基礎實驗教育計畫種子教師研習統計表					
辦理地點	日期	時數	場次	教師人數	備註
師範大學	106/7/15~7/16	16	一	12	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
師範大學	7/29、9/1	16	二	15	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
桃園市大崙國中	9/9~9/10	16	三	58	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
新竹縣東興國中	9/23~9/24	16	四	24	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
師範大學	10/21~10/22	16	五	28	支援新竹市辦理
台南鹽水國中	10/28~10/29	16	六	35	以服務南區縣市國中小自然科教師為主
宜蘭國中	11/18~11/19	16	七	29	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
宜蘭國中	12/9~12/10	16	八	23	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
新竹市培英國中	12/23~12/24	16	九	17	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
師範大學	107/3/24~25	16	十	26	以服務北區縣市國中小自然科教師為主並支援培訓2018年暑假夏日樂學種子教師
師範大學	4/1	16	十一	30	以服務北區縣市國中小自然科教師為主並支援培訓2018年暑假夏日樂學種子教師
合計				297	

執行計畫的過程中，團隊同時也邀請三所學校，分別為桃園市大崙國中、桃園市新明國中及台南市鹽水國中參加此計畫。上述三所學校除了在校內全心全力執行計畫外，同時更將部分經費轉撥至鄰近的多所學校，一起合作參加執行此計畫，造福了更多的師生。106 年度的研習成果，經分析統計參加種子培訓研習營的教師背景及各校數據後，發現至少有 100 所學校的 23931 人次的師生受惠於此計畫（請參考下列統計表）

106 年度受惠學生統計表(已執行完畢)

	辦理學校	時間	班級數	平均每班人數	上課節數	上課學生人次
試辦學校	桃園市大崙國中	106 暑假	2	33	16	1056
試辦學校	桃園市大崙國中	106 暑假	2	25	30	1500
試辦學校	桃園市大崙國中	107 寒假	11	24	4	1056
試辦學校	桃園市大崙國中	107 寒假	9	22	20	3960
試辦學校	桃園市新明國中	106 暑假	6	25	32	4800
試辦學校	桃園市新明國中	107 寒假	2	25	6	300
試辦學校	桃園市新明國中	107 寒假	5	25	25	3125
試辦學校	台南市鹽水國中	106 暑假	8	29	15	3480
試辦學校	台南市鹽水國中	107 寒假	12	17	6	1224
伙伴學校	桃園市大坡國中	106 暑假	1	15	16	240
伙伴學校	桃園市大坡國中	107 寒假	1	15	16	240
伙伴學校	桃園市大有國中	107 寒假	1	25	16	400
伙伴學校	桃園市中興國中	107 寒假	1	20	16	320
伙伴學校	桃園市八德國中	107 寒假	1	22	10	220
伙伴學校	桃園市八德國中	107 寒假	1	15	10	150
伙伴學校	桃園市慈文國中	107 寒假	1	21	12	252
伙伴學校	桃園市平鎮國中	107 寒假	1	21	12	252
伙伴學校	桃園市東興國中	107 寒假	1	7	12	84
伙伴學校	桃園市龍興國中	107 寒假	1	26	12	312
伙伴學校	桃園市仁和國中	107 寒假	2	40	12	960
合計						23931

107 年度(第二期)延續 106 年度計畫的成果及累積更多的寶貴經驗，辦理十場的種子教師培訓研習，總共有 487 位教師參與(請參考下列統計表)。

107 年度執行成果統計表(第二期)

106 年度種子教師培訓研習營執行成果統計表 (2018. 05. 01~2019. 04. 30，已執行完畢)

107 年度(2018. 05. 01~2019. 04. 30)基礎實驗教育計劃種子教師研習統計表					
辦理地點	日期	時數	場次	教師人數	備註
師範大學	5/20	8	一	34	以服務北區縣市國中小自然科教師為主並支援培訓 2018 年暑假夏日樂學種子教師
師範大學	107/8/10-8/11	16	二	10	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
師範大學	8/25-8/26	16	三	10	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
師範大學	9/8-9/9	16	四	40	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
師範大學	9/15-9/16	16	五	42	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
桃園市大崙國中	10/6-10/7	16	六	63	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
高雄五福國中	12/1-12/2	16	七	51	以服務南區縣市國中小自然科教師為主
屏東明正國中	107/2/16-2/17	16	八	35	以服務南區縣市國中小自然科教師為主
台南鹽水國中	3/9-3/10	16	九	51	以服務南區縣市國中小自然科教師為主
台中豐原國中	4/13-4/14	16	十	31	以服務中區縣市國中小自然科教師為主
台中豐原國中	4/20-4/21	16	十一	57	以服務中區縣市國中小自然科教師為主
師範大學	4/27-4/28	16	十二	63	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
合計				487	

108 及 109 年度（第三期，執行中），延續之前 106 年度（第一期）和 107 年度（第二期）計畫的成果及經驗，繼續辦理十八場的種子教師培訓研習，至目前為止，已經辦理十五場，至少已有 710 位教師參與。

108-109 年度第三期計畫（執行中）

108-109 年度執行成果統計表（第三期預計辦理 17 場，已辦理 15 場，仍執行中）

108-109 年度(2019.05.01~2020.12.31)基礎實驗教育計劃種子教師研習統計表					
辦理地點	日期	時數	場次	教師人數	備註
宜蘭國中	108/5/25-26	16	一	30	以服務北區的宜蘭縣國中小自然科教師為主
澎湖文光國小	8/17~18	16	二	13	以服務澎湖縣的國中小自然科教師為主，由澎湖縣的吉貝國中的黃賜榮校長協助辦理
師範大學	9/28-29	16	三	73	以服務北區的北市國中小自然科教師為主
桃園龍岡國中	10/19-20	16	四	68	以服務北區的桃園縣市的國中小自然科教師為主，由桃園市的龍岡國中的梁忠三校長協助辦理
師範大學	10/26-27	16	五	53	以服務北區的新北市國中小自然科教師，由新北市中正國中的楊明源校長協助辦理
雲林崇德國中	11/16-17	16	六	53	以服務中區的雲林縣的國中小自然科教師為主，由雲林縣的四湖國中的凌清德校長協助辦理
埔里普台高中	11/30-12/1	16	七	50	以服務中區的南投縣市國中小自然科教師為主，由南投縣的竹山國中的李志慶校長協助辦理
高雄五福國中	12/14-15	16	八	77	以服務南區的高雄縣市國中小自然科教師為主，由高雄市的五福國中的陳宗慶校長協助辦理
高雄五福國中	12/21-22	16	九	67	以服務南區的高雄縣市國中小自然科教師為主，由高雄市的五福國中的陳宗慶校長協助辦理。
苗栗大倫國中	3/14-15	16	十	42	以服務南區的嘉義縣市國中自然科教師為主，由苗栗縣的大倫國中的郭家豪校長協助辦理
師範大學	5/23-24	16	十一	74	以培順暑期營隊師資（師大學生）為主
師範大學	6/13-14	16	十二	69	以服務北區縣市國中小自然科教師為主
澎湖馬公高中	109/8/1~2	16	十三	11	以服務澎湖縣國中小自然科教師為主

金門金城國中	109/8/8-9	16	十四	10	以服務金門國中小自然科教師為主
連江介壽國中小	109/8/17-20	16	十五	20	以服務連江縣國中小自然科教師為主
師範大學	109/9/19-20	16	十六		以服務北區縣市國中小自然科教師為主
台南鹽水國中	109/10/17-18	16	十七		以服務南區縣市國中小自然科教師為主
合計預估				800	

為了延續 106 年度(第一期)、107 年度(第二期) 和 108 及 109 年度(第三期, 執行中)計畫的成果及經驗, 團隊規劃繼續於 110 年度(第四期)辦理十二場(場次級時間規畫如下)的種子教師培訓研習, 希望鼓勵更多的國中小的自然科教師參與本計畫。

110 年度第四期計畫 (即將執行)

110 年度預計執行統計表(第四期預計辦理 12 場)

110 年度(2021. 01. 01~2021. 12. 31)基礎實驗教育計劃種子教師研習統計表					
辦理地點	日期	時數	場次	教師人數	備註
台南	待定	16	一	45	以服務南區的國中小自然科教師為主。
台東	待定	16	二	45	以服務東部的國中小自然科教師為主。
花蓮	待定	16	三	45	以服務東部的國中小自然科教師為主。
師範大學	待定	16	四	45	以服務台北市及鄰近地區的國中小自然科教師為主。
嘉義	待定	16	五	45	以服務嘉義縣市的國中小自然科教師為主。
彰化	待定	16	六	45	以服務中部縣市的國中小自然科教師為主。
師範大學	待定	16	七	70	訓練至偏鄉擔任暑期科學研習營之種子教師
澎湖	待定	16	八	45	以服務澎湖縣國中小自然科教師為主。
金門	待定	16	九	45	以服務金門國中小自然科教師為主。
師範大學	待定	16	十	45	以服務新北市及鄰近地區的國中小自然科教師為主。
桃園龍岡國中	待定	16	十一	45	以服務桃園市及鄰近地區的國中小自然科教師為主。
高雄	待定	16	十二	45	以服務高雄市及鄰近地區的國中小自然科教師為主。
合計				565	

108 課綱已於 108 年度開始實施，為了配合 108 課綱中有關自然科之相關規劃。例如強調”探究與實作”的基本要求與素養與未來每週三節課的自然科教學過程中，至少需有一節課進入實驗室操作自然科課本中之實驗的規定；另外，為了配合”推動 2030 雙語的國家政策，將英語融入各級教育的教學領域，甚至有部分科目要用英語來教，譬如用英語教自然、用全英文上英語課，「讓教育端把英語當作是可以講、可以用，很重要」。雙語政策，主要的目的在帶動台灣能夠和國際接軌，在產業面、文化面，讓台灣本身擁有的文化資產，能做更大發揚。尤其在全球競爭的時代，很多工作如果有英語實力會更好”（2018-12-06 聯合報、中國時報）的政策，團隊同時費心規劃著科學英語的相關課程及訓練。

英語屬於國際通行的語言，大部分的國際會議中，均是使用英語來演講、發表論文和交流。除了在不同場合普遍使用英語做為溝通工具外，平常閱讀英文版的科學知識、課本及相關文章和參考資料，均是屬於基本要求。所以在自然科學領域中使用英文來表達及撰寫成果，對於自然科教師而言，已是基本的要求，特別在科學知識爆炸性的年代。

自 103 年迄今，本團隊同時也負責另一項國教署委辦之「提升國中小學生自然科學實驗操作能力計畫」（103 年-109 年）。目的除了加強（弱勢）學生在操作科學實驗上的能力外，的同時也聘請了由國立臺灣師範大學英語系的陳秋蘭教授（兼文學院院長）率領的國教署英語領域的中央團團隊來教學，將自然科學實驗教學和英語教學相結合，來提升學生的科學英語能力。歷年來計畫的精神簡述如下：教育部國民及學前教育署（以下簡稱國教署）為落實科學教育向下紮根，提升弱勢學生實驗操作能力、配合政府鼓勵女性同學積極參與科學活動，以培養女性科學家的政策和推動 2030 年成為雙語的國家政策（將英語融入自然等課程中，讓教育端把英語當作是可以講、可以用的工具）。特於 2020 年暑假期間辦理國民中、小學生自然科學實驗操作夏令營活動，冀透過親手操作實驗及部分課程在使用英語的環境下，增加學生之學習興趣，提升學生之學習成就（附件三 103-109 年度的成果報告）。

為了延續 106 年度及 107 年度的第一、二期計畫（106-05-01 至 108-4-30）的研習成果及繼續推展此特別有意義的研習，所以團隊希望能於 108 年 5 月份開始實施包含 108 年度及 109 年度的跨年度第三期的新計畫（108-05-01 至 109-12-31）。第三期計畫的主要內容及除了延續前兩期的（已明顯）提升及加強自然科教師操作國中自然科課本的實驗內容及能力外，並繼續聘請一位外籍化學博

士後研究員協助本計畫，預期建立全英語科學教育環境，增進教師科學英語的能力，希望自然科教師能經由訓練後更熟悉科學英語，更期望自然科教師們返校後可以將英語應用在自然科教學課程中，特別是在實驗室的實驗教學上。

本計畫所聘請的外籍博士後研究員為化學博士，將協助主持人貫徹本計畫的部分內容。除了將部分的自然科課本的實驗翻譯成英文版外，同時也會在教師參加操作自然科課本的實驗研習過程中，訓練國中自然科教師使用常用的科學英語來描述、說明實驗的內容，並鼓勵教師在各校實驗課程中，使用淺顯的科學英語和學生互動。

首先，博士後研究人員將和計畫主持人、協同主持人共同討論，並針對國中自然科課本的生物、物理、化學科各至少挑選一個代表性的實驗進行翻譯。過程中除了熟悉實驗內容外，同時也會參考文獻資料和研讀相同或相近的英文實驗教材後，撰寫成英文版的實驗說明及實驗操作步驟，以供研習中使用。之後，計畫主持人、博士後研究員及授課的老師們將共同準備如何在國中自然科教師參加研習時，於每個科目至少花 1-2 小時，訓練自然科老師們開始熟悉將英文適度的應用在國中的自然科實驗中。

此外，團隊將鼓勵完成研習訓練後的種子教師返校後嘗試將英語應用在部分的實驗課程中。建議步驟如下：自然科老師們首先使用國語對特定的實驗的進行實驗操作及教學，接著再使用英語為主(必要時配合國語)的方式，再次操作相同的實驗。過程中，學生除了可接觸英語教學的實驗環境外，同時也鼓勵教師和學生彼此用英語來表達、描述實驗的內容及成果。上述加強科學英語的訓練，除了預期可協助自然科教師熟悉英語教學外，同時更預期可以幫助國中學生們盡早開始熟悉及習慣使用英文在自然科的學習。

下列表格是針對 106 年度(第一期)及 107 年度(第二期)的 ” 已執行完畢的計畫成果” 和 108-109 年度(第三期) ” 正執行中的短期計畫成果” 的 ” 預期的計畫成果” 以及即將實施的 110 年度(第四期)做比較及說明，希望能簡單、扼要的闡明各計畫的特色。

106 年度(第一期)、107 年度(第二期)、108-109 年度(第三期)及 110 年度(第四期)計畫特色				
項目	106 年度 (第一期, 已執行完畢)	107 年度 (第二期, 已執行完畢)	108-109 年度 (第三期, 執行中)	110 年度 (第四期, 將執行)
執行日期	2017. 05. 01~2018. 04. 30	2018. 05. 01~2019. 04. 30	2019. 05. 01~2020. 12. 31	2021. 01. 01~2021. 12. 31
計畫名稱	落實中小學基礎實驗教育(第一期)	加強中小學操作自然科課本實驗(第二期)	加強中小學操作自然科課本實驗(第三期)	加強中小學操作自然科課本實驗(第四期)
種子教師研習場次	原先計畫舉辦十場, 最終為十一場(物理、化學)。	原先計畫舉辦十場(生物、物理、化學)。觀察目前進展, 最終可能為十一場。	18 場(生物、物理、化學)	12 場(生物、物理、化學)
種子教師研習人次	原先計畫舉辦十場。每場估計 20 位教師, 估計 200 位教師。最終實際為十一場, 實際人數為 297 人。	每場估計 30 位教師, 估計 300 位教師人次。目前已參閱研習的人數為 250 位。	每場估計 30 位教師, 估計至少 540 位教師人次。 培訓撰寫 108 課綱素養導向實驗課程的教學設計。	每場估計 45 位教師, 估計至少 565 位教師人次。 培訓撰寫 108 課綱素養導向實驗課程的教學設計。
實驗標	3 所試辦學校。	22 縣市召集人學校及 3 所夥伴學校共 25 所。	所有國中均可提出計畫來申請。計畫經審查委員們審查通	

作 課 程 學 校			過後開始實施。	
實 驗 操 作 課 程 學 生 人 次	3所試辦學校及伙伴學校共計 23931 人次受惠。	1. 總共為 1800 節課，每節課預計至少 20 人。 2. 預計 $25 \times 72 \times 20 = 36000$ 人次受惠。	108 年度：總共為 3000 節課，平均每節課至少 20 人次，合計至少 60000 人次受惠。 109 年度：轉由國立台中教育大學辦理。	
特 色	加強訓練參加研習的自然科教師的實驗操作能力，並鼓勵教師於返校後積極引導學生進入實驗室，操作自然科課本中的實驗。	除了加強訓練參加研習的自然科教師的實驗操作能力，並鼓勵教師於返校後積極引導學生進入實驗室，操作自然科課本中的實驗；同時開始加強訓練參加研習的自然科教師的科學英語能力，並鼓勵教師於返校後開始使用英語在特定的實驗操作課程中。	除了加強訓練參加研習的自然科教師的實驗操作能力，並鼓勵教師於返校後積極引導學生進入實驗室，操作自然科課本中的實驗；同時開始加強訓練參加研習的自然科教師的科學英語能力，並鼓勵教師於返校後開始使用英語在特定的實驗操作課程中。	108 課綱已於 109 年度開始實施，至今已經超過一年。過去三年的計畫執行，有了明顯的成果，足以讓教師具有能力帶領學生進入實驗室操作實驗，以及進行探究與實作的訓練。因此，本計畫繼續加強訓練參加研習的自然科教師的實驗操作能力，並鼓勵教師於返校後積極引導學生進入實驗室，操作自然科課本

				<p>中的實驗；同時開始加強訓練參加研習的自然科教師的科學英語能力，並鼓勵教師於返校後開始使用英語在特定的實驗操作課程中。</p>
--	--	--	--	---

綜合上述，為了持續加強自然科的教育，特別是在實驗教學方面，團隊希望未來能繼續實施這個”延續過去的精彩成果、努力把握現在以及期望燦爛的未來”的優良計畫。希望經由 110110 年度(第四期)計畫實施的同時，不但可以繼續協助自然科教師成為具有”探究與實作”及”實作與探究”素養及能力的傑出教師，更可以配合的國家雙語政策，迅速將英語融入自然科的教學中。

參、辦理單位

一、主辦單位：教育部國民及學前教育署

二、承辦單位：國立臺灣師範大學

三、協辦單位：教育部國教署自然科學輔導團、國立臺灣師範大學化學系、
台北市立建國高級中學、桃園市立龍岡國民中學、桃園市立新明國民中學

四、計畫主持人：國立臺灣師範大學化學系姚清發教授

五、協同計畫主持人：國立臺灣師範大學化學系陳美玲老師
國立臺灣師範大學化學系林文偉教授
台北市立建國高級中學曹淇峰老師
桃園市立大龍岡國民中學梁忠三校長
桃園市立新明國民中學劉之聖主任

肆、辦理方式及流程

一、加強及培訓自然科種子教師的實驗專業課程規畫(110.1~110.12)

規劃要點：

1. 成立課程規畫小組透過共備及探討，統整並深化基礎實驗課程內容。
2. 於計劃期間辦理至少 12 場共備的師資培訓課程，規劃並改良自然科課本內之實驗。目的除了培訓種子教師親自操作實驗課程外，更期望能幫助教師活化現場教學。
3. 預計每場三科合計受訓教師至少 45 人，訓練科目包含生物、物理及化學。
4. 培訓內容為種子教師親自操作該校所使用的自然科課本中之實驗（附件四至附件十一）。內容包括生物實驗（康軒 23 組實驗、翰林 24 組實驗、南一 22 組實驗）、理化實驗（康軒 36 組實驗、翰林 31 組實驗、南一 46 組實驗）。
5. 比較目前實驗課程中的老式或過時的實驗器材與現今器材的差異，並提出建議以提升實驗課程的品質，同時增進實驗課程的效率及其安全性。
6. 完成研習後的種子教師，於返校後開始嘗試將英語應用在部分的實驗課程中。其步驟如下：首先使用國語進行特定實驗的教學，接著再使用英語為主的方式來操作相同的實驗。過程中，學生除了可接觸英語教學的實驗環境外，同時也鼓勵教師和學生用英語來表達實驗的內容及成果。

實施對象：

各縣市的現職自然科教師優先，包括正式、代理、代課教師及實習教師。教師(大學或研究所)專長為物理科及相關課目者，建議優先操作化學實驗；專長為化學科及相關科目者，建議優先操作物理實驗；專長為生物科及相關科目者，建議優先操作生物實驗；若專長非屬於上述三者時，則自行選擇。

基礎實驗共備與師資培訓課程進度表(每場三科合計至少 45 位教師)

日期	節次	時間	內容	上課地點	備註
星期六	第一節	8:30~	化學專長組-物理實驗 1~12	實驗室 1	
	第二節	10:00	物理專長組-化學實驗 1~12 生物專長組-生物實驗 1~12	實驗室 2 實驗室 3	
	第三節	10:05~	化學專長組-物理實驗 1~12	實驗室 1	
	第四節	11:35	物理專長組-化學實驗 1~12 生物專長組-生物實驗 1~12	實驗室 2 實驗室 3	
	第五節	11:40~ 12:25	化學專長組-物理實驗 1~12 物理專長組-化學實驗 1~12 生物專長組-生物實驗 1~12	實驗室 1 實驗室 2 實驗室 3	
	午餐	12:20~ 13:30	午餐	休息室	
	第六節	13:30~	化學專長組-物理實驗 1~12	實驗室 1	
	第七節	15:00	物理專長組-化學實驗 1~12 生物專長組-生物實驗 1~12	實驗室 2 實驗室 3	
	第八節	15:05~	化學專長組-物理實驗 1~12	實驗室 1	
	第九節	16:35	物理專長組-化學實驗 1~12 生物專長組-生物實驗 1~12	實驗室 2 實驗室 3	
	第十節	16:40~ 17:25	化學專長組-物理實驗 1~12 物理專長組-化學實驗 1~12 生物專長組-生物實驗 1~12	實驗室 1 實驗室 2 實驗室 3	
日期	節次	時間	內容	上課地點	備註
星期日	第十一節	9:00~	化學專長組-物理實驗 13~20	實驗室 1	
	第十二節	10:30	物理專長組-化學實驗 13~20 生物專長組-生物實驗 13~20	實驗室 2 實驗室 3	
	第十三節	10:35~	化學專長組-物理實驗 13~20	實驗室 1	
	第十四節	12:05	物理專長組-化學實驗 13~20 生物專長組-生物實驗 13~20	實驗室 2 實驗室 3	
	午餐	12:05~ 13:15	午餐	休息室	
	第十五節	13:15~	化學專長組-物理實驗 13~20	實驗室 1	
	第十六節	14:45	物理專長組-化學實驗 13~20 生物專長組-生物實驗 13~20	實驗室 2 實驗室 3	
		14:45	成果分享探討		

實驗規畫	生物實驗	複式顯微鏡的使用、解剖顯微鏡的使用、水滴中的生命世界、動、植物細胞的觀察、食物中醣類的測定、酵素的作用、光合作用的探討、植物體內水分的運輸與蒸散作用、探測人體的心音與脈搏、觀察血液的流動、反應時間的測定、人體的感覺作用、呼吸作用的探討、觀察植物的營養器官繁殖、蛋的觀察、花、果實和種子的觀察、我們像不像、美人尖的遺傳、天擇的探討、做一個簡易分類檢索表、蕨類植物的觀察、族群個體數目的估算、校園生態的觀察			
	物理實驗	探討質量和體積的關機、簡易的物質分離、聲音的變化、透鏡的成像、光的顏色、溫度計的測量原理、物質受熱後的溫度變化、熱的傳播方式、力的測量、摩擦力的性質、物體在液體中所受的浮力、單擺的特性、速度的變化、影響加速度的因素、物體間力的交互作用、木尺的轉動、靜電現象、電壓的測量、電流的測量、電能的轉換、鋅銅電池、磁鐵周圍空間的磁場、載流直導線周圍的磁場、載流螺線管的磁效應、電流與磁場的交互作用、螺線管內電流的產生。			
	化學實驗	硝酸鉀的融解、氧氣的製備與性質、熱的化學變化、化學性質相似的元素與分類、化學反應前後的質量關係、金屬的氧化、非金屬的氧化、碳與氧化銅的反應、哪些水溶液可以導電、酸與鹼的性質、酸與鹼的反應、濃度與接觸面積對反應速率的影響、溫度對反應速率的影響、竹筷隔絕空氣受熱情形、乙酸和乙醇的反應、肥皂的製備、水的電解、硫酸銅溶液的電解、電鍍 - 銅片上鍍鋅。			

註明 1：生物組及物理組的授課教師各為 2 位，化學組（危險性較高）的授課教師為 3 位，三組合計 7 位。

註明 2：教師(大學或研究所)專長為物理科及相關課目者，建議優先操作化學實驗；專長為化學科及相關科目者，建議優先操作物理實驗；專長為生物科及相關科目者，建議優先操作生物實驗；若專長非屬於上述三者時，則科目自行選擇。

註明 3：培訓內容為種子教師親自操作該校所使用的課程版本之生物實驗(康軒 23 組實驗、翰林 24 組實驗、南一 22 組實驗)、理化實驗(康軒 36 組實驗、翰林 31 組實驗、南一 46 組實驗)。

註明 4：實驗內容分為國中基礎生物、基礎物理及化學實驗三大組。每大組包括

至少 20 個項目的實驗，參加研習的種子教師以分組跑臺方式進行。

二、培訓自然科種子教師具備「素養導向實驗課程教學設計」的能力：

1. 成立課程規畫小組透過共備及實作，確認實驗課程內容。
2. 於計劃期間每場次利用二小時進行實驗課程教學設計，除了培訓種子教師親自操作實驗課程外，更期望提升教師教學設計能力與活化現場教學。
3. 透過共備與實作分享，教師能將課程設計「連結實際的情境脈絡，讓學習產生意義」。
4. 課程的設計強調「學生參與和主動學習」。
5. 針對不同核心素養項目，有不同設計重點。
6. 依 12 國教新課綱，培訓內容 108 年度為生物科，109 年度再增加理化科。
7. 素養導向教學設計如下範例：

素養導向教案設計（一）

領域/科目	自然與生活科技領域/生物科		設計者	陳俊亨
實施年級	七年級		總節數	共 7 節
單元名稱	七上生物-顯微鏡的使用 觀察口腔黏膜細胞 觀察葉的下表皮 觀察水蘊草葉片 觀察水中小生物 觀察蕨類 觀察植物的花			
設計依據				
學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 pe-IV-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備與資源。能進行客觀的質性觀測或數值量測並詳實紀錄。	領域素養	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A3 具備從日常生活經驗中找出問題，並能根據問題特性、資源等因素，用生活週遭的物品、器材儀器、科技設備與資源，規劃自然科學探究活動。 自-J-B2

		ai-IV-3 透過所學到的科學知識和科學探索的各種方法，解釋自然現象發生的原因，建立科學學習的自信心。	能操作適合學習階段的科技設備與資源，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，分辨資訊之可信度及進行各種有計畫的觀察，以獲得有助於探究和問題解決的資訊。 自-J-C2 透過合作學習，發展與同儕溝通、共同參與、共同執行及共同發掘科學相關知識的能力。
	學習內容	Da-IV-1 使用適當的儀器可觀察到細胞的形態及細胞膜、細胞質、細胞核、細胞壁等基本構造。	
設計理念			
<ul style="list-style-type: none"> ● 學生兩人一組依檢核表說明相互檢核操作顯微鏡的流程。 ● 完成學習單上的問題，使學生理解顯微鏡的特性。 			
議題融入	實質內涵	除了實驗活動中的顯微鏡，生活中鐘表師傅使用的鐘錶顯微鏡、醫學檢驗用的顯微鏡其原理與使用方式均有相關。	
	所融入之學習重點	Ka-IV-7 光線經過面鏡和透鏡，探討光的反射與折射規律。 Ka-IV-8 生活中有許多運用光學原理的實例或儀器，例如：透鏡、面鏡、眼睛、眼鏡及顯微鏡等。	
與其他領域/科目的連結		<ul style="list-style-type: none"> ● 融入理化成像的原理。 ● 融入生活科技課程，自製手機顯微鏡。 	
教材來源		南一七年級自然與生活科技-生物篇	
教學設備/資源		<ul style="list-style-type: none"> ● 複式顯微鏡 ● 解剖顯微鏡 ● 待觀察的生物活體 	
學習目標			
<ul style="list-style-type: none"> ● 學生具備基本科學知識，能於實際生活中解決問題。 ● 學生將操作… <ul style="list-style-type: none"> …複式顯微鏡與解剖顯微鏡觀察標本，並紀錄觀察結果。 …各類玻片標本製作與正確使用染劑染色。 …改變複式顯微鏡與解剖顯微鏡觀察倍率並追蹤目標物。 ● 學生將理解… <ul style="list-style-type: none"> …複式顯微鏡與解剖顯微鏡的構造與視野影像差異。 …目鏡、物鏡長短與放大倍率的關係。 …不同觀察倍率對物體大小、視野廣窄與視野明暗的關係。 …視野中生物與氣泡之差異。 			

…使用染劑有助於細胞核清楚呈現。

- 學生將展現同儕學習與互助合作的態度。

評量問題

- 複式顯微鏡與解剖顯微鏡結構與成像有何不同？
- 複式顯微鏡目鏡與物鏡的鏡頭長度與放大倍率的關係有何不同？
- 用複式顯微鏡觀察草履蟲，發現視野中目標草履蟲不斷往右上方離開，該如何處理方能讓草履蟲回到視野正中央？
- 如何區別視野中保衛細胞與表皮細胞？想觀察保衛細胞應取用葉片的上表皮還是下表皮？
- 用亞甲藍染色後什麼細胞構造將變得更明顯？

教學活動設計

教學活動內容及實施方式	時間	備註
<p>壹、第一節課，含六項教學活動</p> <p>一、介紹複式顯微鏡與解剖顯微鏡的構造和操作方式。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 目鏡與物鏡長度對放大倍率的關係。 ● 粗、細調節輪的使用方式。 ● 眼焦調整器與眼距調整器的使用方式。 ● 調整視野明暗的方法。 ● 觀察與影像紀錄的方法。 <p>二、介紹玻片標本製作方法。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 蓋玻片與載玻片的使用方法。 ● 解釋玻片標本須加水的原因。 ● 使用 45 度角蓋上蓋玻片減少氣泡產生。 <p>三、操作複式顯微鏡與解剖顯微鏡觀察頭髮玻片標本與百元鈔票。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 自行製作玻片標本並嘗試用不同倍率觀察。 ● 日常可見的百元鈔票上藏著許多意想不到的細節，有效引起學習動機。 ● 學生兩兩一組，利用附錄一「複式顯微鏡操作檢核表」，相互檢核操作流程是否正確。 ● 搜尋目標物與改變放大倍率的技巧是學生容易遇到的問題。 <p>四、操作複式顯微鏡觀察範例玻片，並完成附錄二的學習單內容，學生須學會的技巧如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 學生應發現複式顯微鏡視野中英文字母呈現上下顛倒左右相反。 ● 學生應發現若將玻片往上移，視野中的影像會往下移動。 	<p>12min</p> <p>3 min</p> <p>12min</p> <p>12min</p>	<p>書商提供的顯微鏡介紹影片是不錯的教學媒材。</p> <p>實驗教學最擔心教師疲於奔命解決學生此起彼落的問題。檢核表讓學生操作上有依歸，能先自行排解問題。</p> <p>學習單設計在於訓練學生利用工具解決問題的能力。鼓勵學生討論觀察結果，以加深學習效果。</p>

<ul style="list-style-type: none"> ● 學生應完成改變放大倍率，並轉動細調節輪使影像清晰。 ● 學生應歸納低倍率與高倍率，視野中目標物大小、數量與視野明暗之間的關係。 		
<p>五、介紹手機顯微鏡，並讓學生操作體驗。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 可觀察實驗室中現成的玻片標本。 ● 比較複式顯微鏡與手機顯微鏡之間的差異。 	3min	FB「科學 MAKER」社團能查詢手機顯微鏡的相關訊息
<p>六、課後評量，採用口語問答的方式檢測學習成效。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 複式顯微鏡與解剖顯微鏡結構與成像有何不同？ ● 複式顯微鏡目鏡與物鏡的鏡頭長度與放大倍率的關係有何不同？ ● 複式顯微鏡在不同放大倍率之下視野有何不同？ 	3min	
<p>貳、第二節課，含四項教學活動</p> <p>一、觀察口腔皮膜細胞。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 用牙籤輕刮下嘴唇內側，即可沾黏游離的皮膜細胞。提醒學生勿需用力刮取，避免受傷。 ● 滴一滴亞甲藍(或碘液)於載玻片上，將牙籤上細胞塗抹均勻，蓋上蓋玻片。 ● 以複式顯微鏡觀察口腔皮膜細胞並將影像紀錄於活動紀錄簿上。 ● 教師提問：如何辨別氣泡與細胞？口腔皮膜細胞外觀如何？細胞內顏色較深的構造是什麼？亞甲藍(或碘液)的功能是什麼？ 	15min	人類的皮膜細胞定期會更新，老舊細胞則會脫落。此過程並非真的刮下一層細胞，比較像用沾黏的方式獲得皮膜細胞。
<p>二、觀察葉的下表皮。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 介紹待觀察的植物葉片，並說明觀察下表皮的目的是。 ● 示範折撕法，並請學生練習。 ● 製作下表皮玻片標本，觀察後將影像紀錄於活動紀錄簿上。 ● 教師提問：如何辨別表皮細胞與保衛細胞？氣孔的位於何處？細胞內綠色的顆粒是什麼構造？ 	15min	紫背鴨跖草、鋪地錦竹草、紫背萬年青均是校園中易取得的材料。
<p>三、觀察葉的下表皮。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 將活動二玻片標本之蓋玻片一側放濾紙，另一側滴亞甲藍(或碘液)利用毛細現象將標本染 	12min	

<p>色。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 觀察後將影像紀錄於活動紀錄簿上。 ● 教師提問：表皮細胞與保衛細胞在染色前後有什麼差異？因染色而變得明顯是什麼構造？ ● 印膜法：取適量指甲油塗抹葉片下表皮，乾燥後將透明薄膜撕下製作成玻片標本觀察。 ● 觀察折撕法與印膜法影像之間的差異。 	3min	
<p>四、課後評量，採用口語問答的方式檢測學習成效。</p>		
<p>參、第三節課，</p>	10min	
<p>一、觀察水蘊草葉片。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 教師準備兩杯燒杯，分別倒入清水與濃食鹽水並將水蘊草放入燒杯中靜置一節課備用。 ● 觀察清水中的水蘊草葉片，將影像紀錄於活動紀錄簿上。 ● 提醒學生注意葉綠體在細胞內是否緩緩流動（原生質流）。 ● 教師提問：細胞內綠色顆粒是什麼構造？ ● 觀察濃食鹽水中的水蘊草葉片與清水中的水蘊草葉片有什麼不同的現象？(膜壁分離)其原因為何？ 	10min	
<p>二、觀察水中小生物。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 教師可利用乾稻草浸液培養草履蟲供學生觀察，或收集稻田、水溝、生態池中的水樣，均可以觀察到水中小生物。 ● 提醒學生參照活動紀錄簿中的附錄，查詢所觀察到的生物。 ● 教師提問：若水中小生物往視野的右上方移動，該如何讓它回到視野的正中央？ 	10min	學生對於會動的水中小生物特別有興趣。
<p>三、觀察蕨類。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 準備不同種類的蕨類，讓學生分別以肉眼、複式顯微鏡與解剖顯微鏡觀察蕨類。 ● 將觀察到的影像紀錄於活動紀錄簿上。 ● 學生要能區別孢子囊堆、孢子囊與孢子的不同。 ● 教師提問：不同蕨類的孢子囊堆排列方式是否相同？ 	10min	
<p>四、觀察植物的花。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 準備不同種類的花(兩性花較佳)，讓學生分別 		

<p>以肉眼、複式顯微鏡與解剖顯微鏡觀察花朵。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 用刀片切開雌蕊的子房，以解剖顯微鏡觀察子房內的胚珠。 ● 以牙籤刮取雄蕊上的花粉製作玻片標本，以複式顯微鏡觀察花粉粒。 ● 教師提問：不同種類的花朵其胚珠排列與花粉粒的外觀是否相同？ <p>五、課後評量，採用口語問答的方式檢測學習成效。</p>	5min	<p>或用膠帶黏貼花粉，直接將黏貼在載玻片上。</p>
<p>參考資料：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 南一版七年級自然與生活科技-生物篇 ● 萬華國中王美玲老師顯微鏡操作檢核表 		

附件一：近年來學校發生實驗意外的報導

日期	學校	發生內容
2013/ 05/09	彰師大 化學系	彰師大發生學生做實驗遭硫酸灼傷意外，7名化學系一年級學生，在結束實驗前收拾器具時，竟然將濃度高的硫酸和鹽酸，同時倒入水槽，引起劇烈的放熱反應，導致實驗室煙霧瀰漫、溶劑噴濺。其中7名學生走避不及，造成林姓學生臉部遭嚴重灼傷，甚至右眼角膜出現被腐蝕的現象。
2014/ 05/28	台北市 內湖國 中	台北市內湖國中鄭姓導師21日上理化實驗課時，不慎把濃硫酸當作是醋酸，並發放給學生準備操作實驗，其中一名學生意外被濺出的硫酸潑灑到左臉與手部，造成化學灼傷，目前仍在醫院治療中。內湖國中表示，事發後鄭姓導師相當自責，每天都去醫院探視，校方也會盡速開會檢討並追究老師責任。內湖國中教務主任施順忠指出，鄭姓老師當天是指導八年級的理化實驗課「酯化反應」單元，該單元是理化課必做的實驗，通常都是由學生領取實驗所需的酒精、醋酸，再由老師親自到各桌去發放濃硫酸，但由於醋酸與濃硫酸的外瓶包裝類似，當天鄭姓老師誤把2瓶搞混，而發放了濃硫酸給學生，沒想到學生在領回濃硫酸後，返回實驗桌前又不慎有肢體碰撞，造成容器內的濃硫酸噴濺到男同學，造成其左臉及手部點狀、條狀的灼傷，其中臉部的點狀灼傷面積約半個手掌大。
2015/ 05/29	台中市 大業國 中	學生上實驗課傳意外，台中南屯區大業國中二年級男生上理化課，進行製作乙酸乙酯合成實驗，過程中醋酸跟酒精本應該隔水加熱，但該生直接在火上加熱，導致遭化學物質飛濺到眼睛，校方立即用大量清水清洗並報警，警消到場發現受傷男學生意識清楚，送台中榮總治療，並報教育局及警察局協助處理。
2016/ 06/04	苗栗縣 大湖國 中	進行酯化實驗時，胡姓男學生（14歲）疑操作不慎，醜酸自試管噴濺，造成他右臉、右上臂和右胸點狀灼傷，送往苗栗市大千醫院檢查，臉部胸部雙手1-2度燒燙傷，手臂5公分3度燒燙傷，體表面積5-6%。 指導的理化老師古權華說，上課前提醒保持距離、試管口朝外，共分5組操作，胡是該組第1人，在試管內放入有機酸、醇類和濃醜酸，在燒杯內隔水加熱，懷疑胡加過量，瓶口又朝自己才發生意外。但古後來又跟媒體改口是加「醋酸」，並非強酸。但古的說法遭國立竹南高中化工科楊姓老師打臉。楊說，醋酸沒有催化的作用，此項實驗中，多用濃醜酸作為催化劑，研判意外的發生，跟倒入的溶液、尤其是醇類量放太多，會加速化學反應，而且經過加熱速度太快、燒杯內的水太少，會形成「突沸現象」造成高溫液體噴濺。
2016/ 06/08	台中市 潭秀國 中	李姓男學生好奇，搓塗有紅磷、氯酸鉀的粉筆，粉筆受熱後起化學反應起火，李生頭髮燒焦，臉部、左手及胸前約6%的二級灼傷。 校方表示，實驗課程是進行氯化鉀加紅磷吸附在粉筆的實驗，先將粉筆放置晾乾，當天老師已告知學生不可自行碰觸或移動，不然會引起化學反應造成危險，預計隔天進行「氧化還原」實驗。 李姓學生疑未聽從老師勸告，好奇碰觸粉筆，手指摩擦造成磷燃燒，並噴濺在

		臉上，頓時臉部、頭髮都燒焦，臉和左手、胸前二度灼傷，師生發現立即滅火，並報警將學生送醫。
2017/ 01/24	台南市 新營高 中	操場進行液態氧的助燃性研究，實驗過程包括將線香插入液態氧中、線香會劇烈燃燒，將熄滅的火柴加入液態氧中會重新燃起，將鐵屑放在花盆中倒入液態氧後點火，鐵屑燃燒會產生高溫和耀眼的白光。 莊立山說，上周因活動，鐵絲、鐵屑用完，改用鋁罐剪成碎片，因無法順利點燃鋁片，為助燃才倒入半罐過期的沙拉油，沒想到空氣中油氣濃度越來越高，點燃後，空氣中的油氣瞬間反應，花盆破碎噴出的碎片造成學生受傷，「這是我個人的疏失」。
2017/ 09/28	高雄市 中山國 中	高市小港區中山國中接近中午 1 點時，老師與幾名學生正在整理實驗室櫃子化學物品時，發現一罐大小約 500 克的黑色瓶子，打開瓶罐時，發現瓶罐變熱，拿到水槽加水時，突爆炸起火，火焰高度約 2 公尺，天花板燻黑，水槽水管受損波及，發現起火後，老師隨即用乾粉滅火器撲滅。待消防人員到場後，火勢已經撲滅，所幸該意外事件無人傷亡，學校也處置得宜。
2017/ 11/15	陽明大 學	國立陽明大學某實驗室於下午發生氨水打翻的意外事件。校方於第一時間緊急疏散現場約 27 名師生，而台北市消防局於 3 時 46 分接獲通報後，立即趕往現場處理。因弱鹼性的氨水具有強烈的刺激氣味，一般人聞到後會感覺噁鼻且不舒服，倘濃度過高時更會引發呼吸道問題。
2017/ 11/4	台南市 某補習 班	台南市安平區一所沒有申請執照的文理補習班，不但違規從事安親及課後輔導行為，更招收國中小學生進行實驗操作課程。這個月 4 日居然發生教師操作化學反應實驗不當，造成酒精潑灑至學生身上且被引燃。不幸的是，室內配備的滅火器竟然失效，以致無法迅速撲滅酒精火苗，導致兩名學生燒燙傷，其中一人頸部以下、腰部以上三度灼傷，而另一名學生甚至於加護病房接受治療。
2018/ 11/30	高雄市 楠梓區 國昌國 中	校方指出，今天（23 日）上午 9 點 40 分許，1 年 15 班學生於 5 樓生物教室進行「光合作用實驗」，疑似操作酒精燈破裂造成學生受傷，由消防隊及 2 名教官協助送往國軍高雄總醫院左營分院（海總）及高雄榮總（高榮）就醫。 據了解，師生添加酒精時，疑因燈芯過熱引發蔓延燃燒，酒精燈破裂潑灑到學生。
2019/ 07/02	新北市 中和區 某國中	新北市中和區某國中 2 名一年級學生今（2 日）上午 10 時許，在校內進行化學課實驗時，因同學不慎踢到桌腳，桌上的氫氧化鈉液體傾倒，導致 2 人各約 8% 至 10% 一度灼傷，所幸送醫後無礙，並無生命危險。 據悉，1 名學生傷勢位於右臉、手臂及大腿，另 1 名學生則是左臉、手臂及大腿。校方緊急將學生送醫，並通知家屬到醫院了解。
2020/ 2/28	成功大 學化學 系	成功大學化學系 22 歲林姓男學生 28 日傍晚 5 時 35 分在理化大樓實驗室做實驗，意外遭稀硝酸水潑灑到眼睛與腹部，左眼視力模糊，但意識清楚，目前送成大醫院急救，醫護不斷沖水清洗救治中。 林男 28 日下午到實驗室做實驗，裝有稀硝酸水的瓶子突然爆開，溶劑噴到他

		的臉部與身體，林男的左眼、腹部都被溶液侵蝕到，他第一時間按照實驗室規則，到洗手台大量沖洗眼睛，並打電話叫救護車到場
--	--	---

I. 進實驗室之前應注意事項：

1. 進入實驗室前，應事先勘查逃生出口、緊急沖淋（洗眼）器、滅火器、滅火砂、滅火毯及急救箱的位置，並熟悉其使用方法。
2. 進入實驗室一律穿著棉質實驗衣，著長褲，包鞋（以衣物不貼身，不外露皮膚為原則）。留長髮者，應將頭髮束好；瀏海過長者，請用髮夾夾好。
3. 實驗課必須佩戴安全眼鏡保護眼睛。
4. 非上課班級同學未經教師允許，禁止進入實驗室。
5. 書包及個人物品放在實驗桌下櫃子內或教師指定地方，勿放置實驗桌上、走道、腳邊或椅子上。
6. 實驗時務必細察各種變化，將所得結果照實記錄。記載必需用裝釘完整的筆記本或規定的實驗報告紙，先填寫實驗的年月日，再依順序記入結果，絕對禁止隨意拿取紙片零亂紀錄。紀錄時，請用原子筆寫，如有錯誤不可用修正液（帶）塗改，一律用打×方式更正。

II. 實驗進行中應注意事項：

1. 實驗室內禁止飲食、飲水、吸菸、嚼食口香糖、睡覺、講手機。勿大聲喧嘩、嬉鬧及從事與實驗無關之活動。
2. 實驗前應充分了解所做實驗內容的藥品之藥性、原理、步驟、裝置及注意事項；若不清楚內容，則不得開始進行實驗。未經任課教師許可之實驗，切勿擅自操作，以免發生意外危險。
3. 使用任何化學藥品時：
 - (1) 請先看清瓶上標示。依指定濃度配製，不得任意更改。
 - (2) 請於指定地點排隊取用藥品，不可擅自移動或將試劑瓶攜回自己的實驗桌。
 - (3) 秤取固體藥品時，應用刮勺挖取，不可直接用手拿取。
 - (4) 需由試劑瓶倒出液體藥品時，應將標籤部份朝上再進行傾倒，以免溢流藥液損毀標籤紙。
 - (5) 請依照實驗內容用量取藥，避免浪費，增加汙染。不慎拿取過多時，不可再倒回瓶內。
 - (6) 藥品用畢歸位時，記住將試劑瓶蓋蓋上，以免藥品遭受汙染。
 - (7) 切勿把臉貼近反應容器，去嗅聞任何氣體或液體的氣味。熱的液體，雖非正在加熱，有時仍會突然濺溢，因此欲嗅聞容器內所盛物質的氣味，必須將容器放在離臉部70公分以外之處，用手揮引其氣體嗅之。
 - (8) 實驗中若打翻任何藥品試劑時，要隨時清理。

- A. 揮發性的溶劑：務必在通風櫥中量取、配製。
- B. 有毒、致癌藥劑：請戴手套取用，並在通風櫥中量取、配製。
- C. 藥品廢液切不可往水槽隨意傾倒，需依規定分類集中處理。
- 請依照實驗規定，確實架設實驗裝置，避免實驗過程發生意外。
 - 實驗所用的器皿應預先洗淨，實驗完畢後亦須洗淨，並放回原處。
 - 使用儀器前先詳細閱讀操作說明或使用步驟，若有不懂之處，請立即詢問任課教師，切勿自行任意操作，以免造成意外或損壞儀器。
 - 任何玻璃器皿放置應有適當之支撐，不可任意放置，以免造成滑落產生意外。已經破損之玻璃器皿切勿使用，以免受傷，並告知任課教師更換新器材。
 - 量筒、量杯、定量瓶切勿加熱（因會影響容積準確度及破裂的危險）。
 - 試管盛有液體時，應在液面下的部位加熱，不可在液面上的部位加熱，更不要把液體潑到熱的玻璃器皿上，以免破裂。加熱試管時，試管口切勿對人，以免試管過熱濺及自己或其他同學。並以畫圓方式加熱試管，不宜單點加熱，以避免局部過熱，並防止蒸汽泡突沸。
 - 加熱容器時，先將容器外部擦乾，再行加熱。並戴隔熱手套移取加熱過的容器，避免燙傷。加熱過的玻璃容器，勿直接放在冰冷的桌上，以免因溫差，導致玻璃膨脹不均而破裂。
 - 不可將溫度計當攪拌棒使用，避免溫度計破損。
 - 將軟木塞或橡皮塞插入玻璃管、溫度計或漏斗時，宜先用水濕潤塞子及玻璃管，然後用手巾包裹玻璃管，握住其末端，慢慢來回旋轉玻璃管，插入塞子洞內，以免玻璃管中途折斷，割傷手掌。
 - 稀釋濃硫酸時須特別小心，應慢慢將濃硫酸加入水中，並隨時攪拌，避免溫度突然升高。切勿加水於酸中，以免因稀釋時產生大量的熱，使硫酸因沸騰而濺出。濃酸、濃鹼廢液，拋棄時須先用水稀釋，再倒入水槽，否則會腐蝕排水的鉛管或鐵管。
 - 有毒或是低極性氣體實驗，必須在通風櫥（Hood）內操作。例如 NO_2 、 C_6H_6 、甲苯（Toluene）、丙酮（Acetone）、氯仿、汞等氣體或蒸氣都是有毒的，均應避免吸入。
 - 使用不熟悉的化學藥品試劑時，必須先查明其性質，避免混合時產生危險。
 - 不可用書本等紙張擋風，或墊高加熱裝置，以避免著火。
 - 不可自行調整烘箱溫度。
 - 切勿拿取他組桌上的藥品及他組的儀器。
 - 任何不溶性的物品不可棄置在水槽內，並隨時保持水槽之乾淨與整潔。排水管應避免紙屑、玻璃碎片等流入，以免填塞排水管。
 - 實驗桌面及地面要保持乾爽清潔，濕的實驗桌面及地面應立刻抹乾。
 - 實驗中遇有意外事件發生，應迅速、鎮靜地處理，並立即報告老師。

16. 揮發性溶劑如酒精、丙酮、二乙醚、苯、二硫化碳、石油醚等，因沸點低極易燃燒，切勿靠近火源。不溶於水之有機溶劑著火時，切勿用水滅火，以免更助長火勢蔓延。

III. 實驗結束後應注意事項：

1. 實驗結束後，所使用之藥品及產生之物質，須以實驗廢棄物處理方式。
2. 未經實驗室管理人許可，不可將任何儀器設備及藥品從實驗室攜出。
3. 實驗完畢後各組應將所有使用過之器材、桌面、水槽、抹布清洗乾淨，歸還定位，並檢視各儀器電源、氣體及水龍頭等各種開關是否關閉。
4. 離開前將圓凳放置實驗桌下面（勿留在走道），並檢查桌上、櫃子內是否遺留物品，最後找老師檢查簽退離開。離開實驗室前請記得洗手。

IV. 實驗安全暨意外發生時之處理方式：

1. 揮發性的溶劑，如酒精、丙酮、乙醚、冰醋酸、石油醚、甲苯及二甲苯等，均極易燃燒，故切勿靠近火焰。不溶於水的有機溶媒發火時，切勿用水滅火，以免更助長火勢蔓延。酒精、丙酮及冰醋酸均可溶於水，故可用水滅火。
2. 遇電線走火時，先關掉電源總開關，再以乾粉滅火器進行滅火。
3. 廢紙及餘渣，切勿亂擲，務必投入特備的桶內；火柴殘燼，需待確實熄滅後，放置於特定場所。普通用於滅火的器材，有滅火器、砂、濕布、石棉布等，其中以砂最為確實有效。
4. 化學藥品傷害急救：
 - (1) 有酸或鹼濺出時，必須採取下述之方法中和之：
 - (a) 不慎遭酸鹼液濺浸皮膚或衣服，應立即用大量清水沖洗，若觸及面積較大（包含頭部），迅速使用緊急沖洗設備（淋浴），用大量清水沖洗。若酸、鹼或腐蝕性藥品濺入眼中，迅速使用洗眼器，以大量清水沖洗至少 20 分鐘，情形嚴重者，經急救後須立即送醫急救。
 - (b) 桌面與地板上的酸或鹼，用大量的水沖洗之。
 - (c) 腐蝕性的液體濺到皮膚上時，應迅即用大量的水沖洗之。
 - (2) 誤食強酸強鹼時，應立刻送醫，切勿直接催吐，以避免造成食道二次傷害。
 - (3) 進行實驗時，若因中毒而昏倒，則先將該生移至板凳上坐好，使頭向下俯，用濕毛巾擦拭，若仍無效，立即取氨水至鼻處刺激之，當可甦醒。情形嚴重者，經急救後須立即送醫。
 - (4) 濺到眼睛：立即以清水沖洗 15 至 20 分鐘。沖洗時應張開眼皮以水沖洗眼球及眼皮各處，但水壓不可太大，以免傷及眼球。

- (5) 沾及皮膚：立即脫掉被污染的衣物，以清水沖洗被污染部份。若是大量藥劑附著，可能被皮膚吸收引起全身症狀，應先採取中毒急救措施，再儘速送醫。
- (6) 氣體/蒸氣中毒：救護人員應配戴必要之防護具，將傷者迅速移至空氣新鮮處，再儘速送醫。
- (7) 誤食中毒：重覆漱口後，飲入大量的水或牛奶。若傷者呈現昏迷、不省人事、衰竭、抽筋等現象時，不可催吐，儘速送醫。
- (8) 化學灼傷急救：先去除熱源，再沖冷水 15 至 30 分鐘、不可以浸泡冷水（因為腐蝕性的化學藥物會擴散到水中造成組織的二度傷害），並儘速送醫。
- (9) 水銀溫度計斷裂時的處理方法：先收集大顆汞粒於燒杯或培養皿中，加水降低其蒸汽壓，且以重物覆蓋於表面，避免再次流散。殘留的散粒汞珠迅速加硫粉覆蓋，使生成 HgS，數小時後，可掃除之。

※實驗廢棄物處理方式：

1. 垃圾分類：紙類、塑膠、玻璃。

破損玻璃或塑膠瓶須事先洗滌乾淨、去除標籤後，再丟置指定箱子中。

2. 廢液分類：廢液回收桶上需記錄：日期、廢液內容、廢液概估量及姓名。
3. 實驗手套、塑膠滴管、塑膠針筒、針頭請丟入指定位置，針頭需蓋上塑膠蓋，不可直接丟入一般垃圾桶中。

學校實驗室廢液暫行分類標準

有機廢液類	A-1	油脂類	例如燈油、輕油、松節油、油漆、重油、雜酚油、錠子油、絕緣油（脂）（不含多氯聯苯）、潤滑油、切削油、冷卻油及動植物油（脂）等。
	A-2	含鹵素類有機溶劑類	溶劑含有脂肪族鹵素類化合物，如氯仿、氯代甲烷、二氯甲烷、四氯化碳、甲基碘；或含芳香族鹵素化合物，如氯苯、苯甲氯等。
	A-3	不含鹵素類有機溶劑類	溶劑不含脂肪族鹵素類化合物或芳香族鹵素化合物。
無機廢液類	B-1	含重金屬廢液	廢液含有任一類之重金屬。（如鐵、鈷、銅、錳、鎳、鉛、鎘、鈦、銻、錫、鋁、鎂、銻、鋅、鉍等）
	B-2	含氟廢液	該廢液含有游離氟廢液（需保存在 pH 10.5 以上）者或含有氟化合物或氟錯合物。
	B-3	含汞廢液	該廢液含有汞。
	B-4	含氟廢液	該廢液含有氟酸或氟化合物者。
	B-5	酸性廢液	該廢液含有酸。
	B-6	鹼性廢液	該廢液含有鹼。
	B-7	含六價鉻廢液	含有六價鉻化合物。



實施目的

教育部國民及學前教育署為落實科學教育向下紮根，提昇弱勢學生實驗操作能力，自民國103年起每年於暑假期間辦理國中小學生自然科學實驗操作夏令營活動，冀透過親手操作實驗，引發學生之學習興趣，提昇學生之學習成就。



109 學年度(新增原住民項目)

招收對象為國小生、國中生。

➤ 弱勢學生優先報名：

- ✓ 需檢附證明且至少佔總數之1/2。
(必要時得招收鄰近學校之弱勢學生)
- ✓ 倘報名截止尚有餘額時，則開放一般學生報名。

➤ 弱勢學生錄取順序：

- 1) 具有低收入、中低收入證明之學生
- 2) 未持有低收入或中低收入證明之清寒學生
- 3) 自然與生活科技科目學習成績弱勢之學生
- 4) 學校位處外島、偏鄉地區及自然科教學資源不足之學生



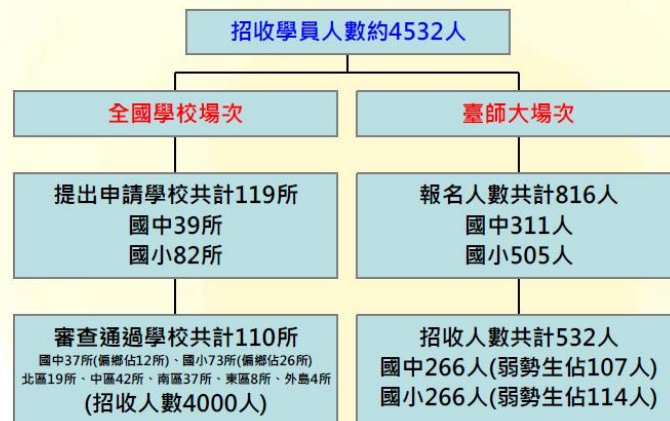


109 學年度規劃要點

- 以自然科學相關課程為主軸，規劃每場次辦理堂數至少30堂(可連續或分開辦理)之實驗課程。
- 計畫內容屬於操作自然科課本中的實驗(請註明版本及章節)時，優先考量。
- 每一場次招收人數至少40人(偏鄉學校特殊考量)，若申請場次眾多時，基於公平考量原則暫以弱勢學生人數較多者為優先。
- 偏鄉學校若有需求，可申請師大化學系所培訓之種子教師，協助授課。

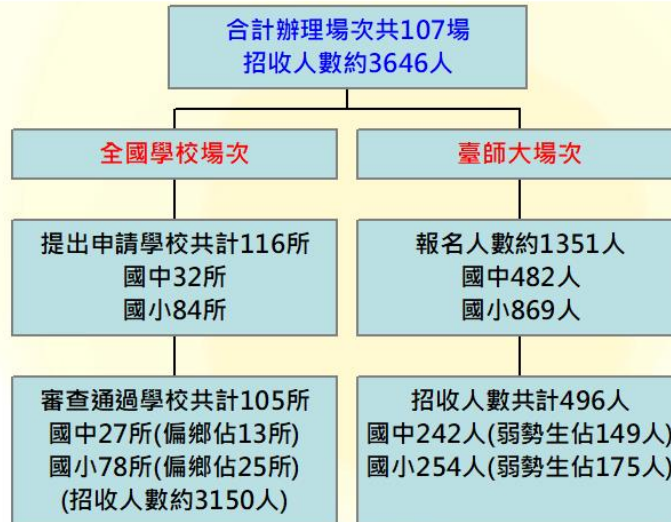


107年-辦理情況

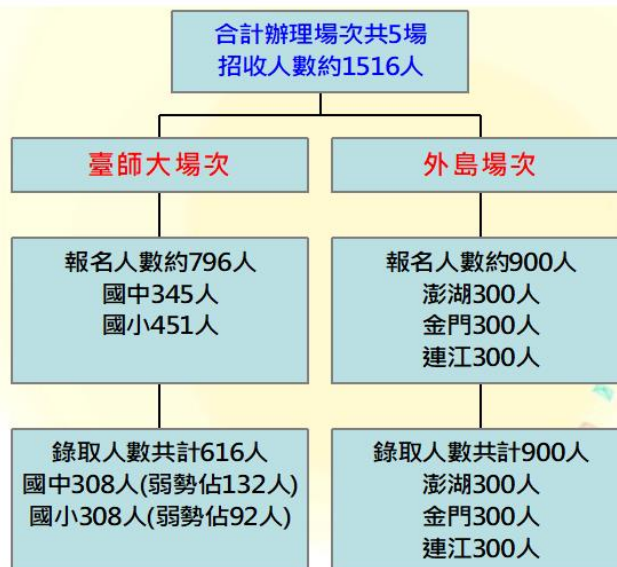




108年-辦理情況



109年-辦理情況





歷年數據一覽

	全國場次		師大場次	
	承辦場次	參與人數	承辦場次	參與人數
103年	17場	893人	2場	127人
104年	75場	2803人	2場	240人
105年	77場	2718人	2場	348人
106年	107場	3498人	2場	487人
107年	110場	4000人	2場	532人
108年	107場	3646人	2場	496人
109年	3場(外島)	約900人	2場	616人



附件四：109 學年度康理化軒課本實驗統整表(共 36 組實驗)

	實驗名稱	目的	器材
第三冊	密度的測定	經由實際操作，學習質量和體積的測量方法，並計算物體的密度	1 50 mL 量筒 1 個 2 相同材質、大小不同的螺栓 5 個 (亦可用其他金屬製品代替) 3 上皿天平 1 組
	混合物的分離	利用純物質間性質的差異，將食鹽和木炭粉的混合物分離，並學習過濾的操作技巧。	1 秤量紙 1 張 2 蒸發皿 1 個 3 玻璃棒 1 支 4 量筒 (50 mL) 1 個 5 濾紙 2 張 6 滴管 1 支 7 三腳架及陶瓷纖維網 1 組 8 錶玻璃 1 個
	溫度對固體溶解度的影響	觀察硝酸鉀在定量水中的溶解情形，以及溫度對硝酸鉀溶解度的影響。	1 硝酸鉀 8 g 2 水適量 3 上皿天平 1 組 4 燒杯 (500 mL) 2 個 5 單孔橡皮塞 1 個 6 三腳架及陶瓷纖維網 1 組 7 量筒 (25 mL) 1 個 8 酒精燈 1 個 9 溫度計 (-10~110°C) 1 支 10 刮勺 1 支 11 秤量紙 2 張 12 試管(長 15 cm、管徑 2 cm) 1 支 13 麻布手套 1 雙
	氧氣的裝備與性質	以排水集氣法收集氧氣，並檢驗其性質。	1 燃燒匙 2 支 2 滴管 2 支 3 水槽 (約與廣口瓶等高) 1 個

		4 廣口瓶 2 個 5 刮勺 1 支 6 木炭粉適量 7 雙氧水 (10%) 約 50 mL 8 二氧化錳約 0.5~0.8 g 9 吸濾瓶 (250 mL) 1 個 10 酒精燈 1 個 11 單孔橡皮塞 1 個 12 薊頭漏斗 1 個 13 玻璃片 2 片 14 橡皮管 1 條 15 橡膠手套 1 雙 16 鐵架(含廣用夾) 1 組
彈簧波的傳播	藉由彈簧的振動，觀察波的傳播情形	1 彈簧 (長約 15 cm) 1 條 2 絲帶 (長 10 cm) 1 條 3 馬錶 2 個
響度、頻率與共振	1 了解響度與振動體振幅的關係。 2 了解共鳴箱的作用及頻率與共振的關係。	1 附共鳴箱的音叉(其中一組與其他兩組振動頻率不同) 3 組 2 小槌 1 支
透鏡的成像觀察	藉由改變透鏡種類、移動透鏡和蠟燭間的距離，探討透鏡成像的性質。	1 凸透鏡 1 面 2 蠟燭 1 支 3 凹透鏡 1 面 4 白紙屏 1 組 5 直尺 1 支
色光與顏色的關係	探討色光對物體顏色的影響。	1 暗箱 1 個 2 檯燈 1 盞 3 紅色紙 1 張 4 綠色紙 1 張 5 藍色紙 1 張 6 白色紙 1 張 7 黑色紙 1 張 8 紅玻璃紙 1 張 9 綠玻璃紙 1 張 10 藍玻璃紙 1 張
溫度計的原理	藉由水膨脹和收縮的現象來了解溫度計的原理。	1 紅墨水適量 2 冰塊適量

			3 滴管 1 支 4 細玻璃管 (長 20 cm, 內徑 2 mm) 1 支 5 三腳架及陶瓷纖維網 1 組 6 錐形瓶 (125 mL) 1 個 7 酒精燈 1 個 8 單孔橡皮塞 1 個 9 燒杯 (500 mL) 2 個 10 淺色卡紙 (5 cm × 15 cm) 1 張 11 透明膠帶適量
	熱量與物質溫度變化的關係	1. 探討加熱時間 (熱量多寡)、水量與溫度變化三者之間的關係。 2. 利用相同質量的水與甘油, 了解在加熱一定時間後, 物質種類與溫度變化的關係。	1 水 300 g 2 甘油 100 g 3 燒杯 (250 mL) 2 個 4 計時器 (馬錶) 1 個 5 鐵架 (附鐵夾、鐵環) 1 組 溫度計 (-10~110°C) 1 支 6 陶瓷纖維網 1 片 7 酒精燈 1 個 8 量筒 (50 mL) 1 個 9 上皿天平與砝碼 1 組 10 攪拌器 1 支 11 細線適量
	認識元素	測試元素的性質, 以了解金屬元素與非金屬元素的分類依據。	1 鐵片 1 片 2 石墨棒 (碳棒) 1 支 3 鋁片 1 片 4 硫棒 1 支 5 鋅片 1 片 6 1.5 V 電池組 1 組 7 附小燈泡的燈座 1 組 8 鱷魚夾電線 3 條 9 砂紙 1 張 10 鐵鎚 1 把
第四冊	化學反應前、後的質量	探討反應物質與生成物質在化學反應前、後的質量關係。	1 氯化鈣 4 g 2 碎大理石 (碳酸鈣) 5 g 3 玻璃棒 1 支 4 燒杯 (100 mL) 1 個

		5 試管 2 支 6 上皿天平 1 組 7 秤量紙 2 張 8 碳酸鈉水溶液(10%)10 mL 9 鹽酸(18%) 10 mL 10 寶特瓶(600 mL) 2 個 11 量筒(50 mL) 1 個 12 鑷子 1 支 13 橡膠手套 1 雙
金屬對氧的活性	根據金屬燃燒的難易程度,探討金屬對氧的活性大小。	1 鎂帶 1 小段(約 1~2 cm) 2 鋅粉半刮勺 3 銅粉半刮勺 4 酒精燈 1 個 5 針 1 支 6 燃燒匙 3 支 7 護目鏡 1 個
哪些物質的水溶液可以導電?	觀察哪些物質的水溶液可以導電,哪些不能導電。	1 鹽酸 20 mL 2 氫氧化鈉水溶液 20 mL 3 醋酸水溶液 20 mL 4 氯化鈉(食鹽)水溶液 20 mL 5 蒸餾水適量 6 糖水、酒精等常見的水溶液各 20 mL 7 碳棒 2 支 8 紅、藍石蕊試紙適量 9 洗滌瓶 1 個 10 玻璃棒 1 支 11 量筒(20 mL) 1 個 12 燒杯(100 mL) 數個 13 燈泡 1 個 14 燈座 1 個 15 1.5 V 電池 4 個 16 導線(附鱷魚夾) 3 條 17 保麗龍 1 片 18 導線 2 條 19 玻璃片 1 片 20 電池座 1 個

酸與鹼的性質	認識酸與鹼的性質，並了解物質的酸鹼性。	1 試管 5 支 2 標籤紙 5 張 3 廣用試紙 1 盒 4 鎂帶（約 1~2 cm）5 段 5 火柴 1 盒 6 滴管 3 支 7 橡膠手套 1 雙 8 玻璃片 1 片
酸與鹼的中和反應	認識酸與鹼反應為放熱反應，且會產生鹽類，並了解鹽酸與氫氧化鈉的化學反應會改變溶液的 pH 值。	1 鹽酸（1 M）15 mL 2 氫氧化鈉水溶液（1 M）20 mL 3 量筒（20 mL）1 個 4 漏斗 1 個 5 溫度計 1 支 6 試管與試管夾各 1 支 7 燒杯（50 mL）1 個 8 滴管 1 支 9 錐形瓶（125 mL）1 個 10 鐵氟龍滴定管 1 支 11 酚酞指示劑少許 12 滴定管架或鐵架（含滴定管夾）1 個 13 三腳架及陶瓷纖維網 1 組 14 酒精燈 1 個 15 蒸發皿 1 個 16 錶玻璃 1 個 17 橡膠手套 1 雙 18 玻璃棒 1 支
溫度與反應速率	藉由改變硫代硫酸鈉溶液的溫度，觀察溫度對反應速率的影響。	1 錐形瓶（125 mL）4 個 2 量筒（25 mL、50 mL）各 1 個 3 馬錶 1 個 4 橡膠手套 1 雙 5 酒精燈 1 個 6 溫度計 1 支 7 三腳架與陶瓷纖維網 1 組 8 鹽酸（1 M）20 mL 9 硫代硫酸鈉溶液（0.1 M）

		200 mL 10 白紙 1 張
竹筷的乾餾	學習如何乾餾，並利用乾餾竹筷，驗證有機化合物含有碳元素。	1 竹筷 3 支 2 鋁箔紙適量 3 火柴適量 4 酒精燈 1 個 5 坩鍋夾 1 支 6 紅、藍色石蕊試紙各 1 張 7 玻璃棒 1 支
製造肥皂	學習製造肥皂的方法，並觀察肥皂的去汙作用。	1 椰子油或棉籽油 10 mL 2 飽和食鹽水 100 mL 3 沙拉油 1 mL 4 氫氧化鈉水溶液(6 M)10 mL 乙醇 10 mL 5 蒸餾水 25 mL 6 燒杯 (250 mL) 2 個 7 試管及橡皮塞 1 組 8 刮勺 1 支 9 三腳架及陶瓷纖維網 1 組 10 玻璃棒 1 支 11 酒精燈 1 個 12 量筒 (10mL、50 mL) 各 1 個 13 試管架 1 個 14 濾紙 1 張 15 橡膠手套 1 雙 16 紅、藍石蕊試紙各 1 張 17 鑷子 1 支
力的測量	利用彈簧長度的變化來測量力的大小。	1 彈簧 1 條 2 鐵架 (附鐵夾) 1 個 3 30 cm 直尺 1 支 4 10 g 砝碼 (含掛鉤) 6 個 5 可再貼標籤紙 2 張 6 待測物品 (<60 g) 1 個
力的平衡與合力	藉由觀察多個力之間達成平衡的情形，了解力的合成。	1 彈簧秤 4 個 2 金屬環 1 個

			3 木塊 (附掛鉤) 1 個 4 細線 1 條
	摩擦力	探討影響摩擦力的各項因素。	1 彈簧秤 1 個 2 500 g 砝碼 1 個 3 木塊 (附掛鉤) 1 個 4 砂紙 (面積大於木塊最大面) 1 張
	液體壓力的特性	1. 了解相同深度下, 不同方向的液體壓力大小。 2. 了解液體壓力作用的方向與影響其大小的因素。 3. 了解向上液體壓力與向下液體壓力的作用。	1 寶特瓶 (600 mL, 附瓶蓋) 3 個 2 透明水箱 1 個 3 保鮮膜適量 4 膠帶適量 5 安全圖釘 4 個 6 燒杯 (1000 mL) 1 個 7 水適量 8 紅墨水適量 9 滴管 1 支 10 玻璃棒 1 支 11 中空透明塑膠管 (長約 15 cm) 1 支 12 燒杯 (100 mL) 1 個 13 圓形塑膠板 1 片
	阿基米德原理	探討阿基米德原理, 了解物體所受浮力等於其所排開的液體重量。	1 彈簧秤 1 個 2 金屬圓柱 1 個 3 透明塑膠圓筒 1 個 4 鐵架 (附廣用夾) 1 個 5 燒杯 (1000 mL) 1 個 6 燒杯 (100 mL) 1 個 7 滴管 1 支 8 水適量
第五冊	單擺擺動的週期	測量擺錘來回擺動一次所需的時間, 並藉由變因的控制找出影響擺動週期的因素。	1 馬錶 1 個 2 量角器 1 個 3 膠帶 1 卷 4 支架 1 座 5 20 g 砝碼 (附掛勾) 1 個 6 30 cm 直尺一把 7 細線 (>100 cm) 一條

		8 40 g 砝碼 (附掛勾) 1 個
認識速度	打點計時器常用來測量物體的速度,測量時將紙帶連接到欲測量速度的物體上,當物體開始運動時,會在紙帶上留下打點痕跡,因為每個打點痕跡之間的時間皆相同,所以可藉由打點痕跡之間的時間,推測出物體當時的運動狀況。	1 打點計時器 1 臺 2 電池座 1 組 3 紙帶 1 捲 4 導線 2 條 5 單面複寫紙 1 張 6 尺 1 把
槓桿原理	利用各種方式使槓桿維持平衡,以了解槓桿原理。	1 槓桿 (含支架) 一組 2 含掛鈎 20 g 砝碼數個 3 直尺一把
滑輪的工作原 理	驗證定滑輪可改變施力方向及動滑輪可省力的現象。	1 動滑輪一個 2 100 g 含掛鈎砝碼一個 3 定滑輪一個 4 彈簧秤一個 5 30 cm 直尺一把 6 鐵架一座 7 約 100 cm 棉線一條
電流的測量	練習使用毫安培計來測量電流。	1 小燈泡 2 個 2 燈座 2 個 3 毫安培計 3 個 4 1.5 V 電池 2 個 5 開關 1 個 6 導線 (附鱷魚夾) 8 條
電壓的測量	練習使用伏特計來測量電壓,並探討串聯、並聯電路中的電壓關係。	1 1.5 V 電池 2 個 2 開關 1 個 3 毫安培計 1 臺 4 伏特計 3 臺 5 燈座 2 個 6 小燈泡 2 個 7 導線 (附鱷魚夾) 17 條
歐姆定律	經由測量流經導體的電流和電壓,驗證歐姆定律。	1 1.5 V 電池 4 個 2 開關 1 個 3 伏特計 1 臺 4 毫安培計 1 臺 5 導線 (附鱷魚夾) 6 條 6 電阻器 2 個
鋅銅電池	製造鋅銅電池,並認識伏打電池的原理。	1 銅片一片

第六冊			2 硝酸鉀溶液 (1 M) 60 mL 3 硫酸鋅溶液 (0.1 M) 60 mL 4 檢流計 1 臺 5 導線 (附鱷魚夾) 2 條 6 標籤紙 2 張 7 鋅片一片 8 硫酸銅溶液 (0.1 M) 60 mL 9 燒杯 (100 mL) 2 個 10 脫脂棉花少許 11 U 形管 1 個 12 橡膠手套 1 雙
	電解水及硫酸銅溶液	1. 利用電流的化學效應，將水分解成氫和氧，以驗證水的組成元素。 2. 了解電解硫酸銅溶液時，在電極的化學反應是如何發生的。	1 硫酸銅溶液 (0.1 M) 250ml 2 燒杯 (250 mL、500 mL) 各 1 個 3 導線 (30 cm) 2 條 4 試管橡皮塞 2 個 5 迴紋針 (不鏽鋼) 2 支 6 試管 2 支 7 碳棒 2 支 8 刮勺 1 支 9 氫氧化鈉少許 10 銅片 1 片 11 直尺 1 把 12 絕緣膠帶 1 捲 13 單刀開關 1 個 14 火柴 1 盒 15 線香 1 支 16 洗滌瓶 1 個 17 蒸餾水 350ml 18 玻璃棒 1 支 19 保麗龍 1 片 20 鱷魚夾電線 2 條 21 橡膠手套 1 雙 22 滴管 1 支 23 1.5 V 電池 4 個
	磁場	利用鐵粉與羅盤顯示磁鐵周圍磁場的分布情形。	1 羅盤 1 個 2 U 形磁鐵 1 個

			3 棒形磁鐵 2 支 4 透明壓克力板 1 塊 5 鐵粉少許 6 橡皮塞 4 個
	電流的磁效應	觀察通有電流的長直導線周圍磁場的分布情形。	1 導線（附鱷魚夾）2 條 2 單芯銅線 1 條 3 小燈泡（附燈座）1 個 4 1.5 V 電池 4 個 5 羅盤 1 個 6 開關 1 個 7 量角器 1 個
	感應電流	觀察封閉線圈內的磁場發生變化時，產生電流的現象。	1 檢流計一臺 2 棒形磁鐵 1 支 3 導線（附鱷魚夾）2 條 4 漆包線繞成的螺旋形線圈（不同圈數）各一個

附件五：109 學年度翰林理化課本實驗統整表(共 31 組實驗)

	實驗名稱	目的	器材
第三冊	質量、體積與密度的關係	由質量與體積的關係，尋找物質的特性－密度。	1 不同形狀的鋁塊三個 2 不同形狀的銅塊三個 3 上皿天平一組 4 100ml 量筒一個
	水的密度測量	測量水的密度，並了解密度為物質的特性之一。	1 50ml 量筒一個 2 上皿天平一組
	混合物的分離	透過分離食鹽與細沙，了解混合物分離的方法與原理。	1 食鹽適量 2 細沙適量 3 100ml 燒杯兩個 4 玻璃棒一隻 5 濾紙一張 6 漏斗一個 7 蒸發皿一個 8 酒精燈一個 9 鐵架一組 10 三腳架一個 11 陶瓷纖維網一片
	硝酸鉀的融解	藉由硝酸鉀溶於水的過程，探討溫度對最大溶解量的影響。	1 硝酸鉀 10g 2 試管一隻 3 10ml 量筒一個 4 500ml 燒杯一個 5 玻璃棒一隻 6 酒精燈一個 7 溫度計一隻 8 鐵架一組 9 陶瓷纖維網一片 10 秤量紙一包
	氧氣的製備與性質	藉由氧氣的製造、收集和檢驗，認識氧氣的性質。	1 35%的雙氧水約 50ml 2 二氧化錳約半匙 3 鎂帶約兩公分 4 硫粉約 1/4 匙 5 線香一根 6 薊頭漏斗一個 7 吸濾瓶一個 8 橡皮導管一條

		9 玻璃片三片 10 滴管一隻 11 燃燒匙兩隻 12 廣口瓶三個 13 水槽一個
振動發聲	藉由觀察橡皮筋與音叉發出聲音的過程，了解產生聲音的條件。	1 橡皮筋一條 2 橡皮槌一個 3 音叉一個 4 水槽一個
反射定律	藉由觀察物體在鏡中的成像位置，驗證光的反射定律。	1 平面鏡一個 2 量角器一個 3 A4 白紙一張 4 直尺一把 5 不透明紙兩張 6 簽字筆一隻
凸透鏡的成像觀察	了解凸透鏡的特色與成像性質。	1 光學儀器一組 2 直尺一把 3 凸透鏡一隻 4 白紙一張 5 蠟燭一隻 6 白色屏幕一個
物體受熱後溫度上升的比較	加熱相同質量的水和甘油，比較其溫度上升的差異，了解物質種類與其溫度變化的關係。	1 鐵架一組 2 陶瓷纖維網一片 3 250ml 燒杯兩個 4 溫度計一隻 5 酒精燈一個 6 100 公克的水 7 100 公克的甘油
熱的傳播	觀察與了解熱量如何傳送。	1 燒杯一個 2 玻璃棒一隻 3 銅棒一隻 4 熱水(約 80°C)一杯 5 薄白布一塊 6 錢幣一個 7 線香一根 8 試管夾兩隻
金屬與非金屬	了解金屬與非金屬元素的性質，並歸納其通	1 鋁棒一隻

	元素的性質	性。	2 銅棒一隻 3 鉛棒一隻 4 石墨棒一隻 5 硫塊一個 6 1.5V 電池兩個 7 導線兩條 8 燈泡一個 9 砂紙五張 10 鐵鏈一個 11 白色紙片(10cmx10cm) 五張
第四冊	化學反應前後的質量變化	藉由碳酸鈣與氯化鈣的水溶液作用，探討化學反應前後物質質量的變化關係。	1 1M 碳酸鈉水溶液 10ml 2 氯化鈣 3 公克 3 蒸餾水 30ml 4 橡皮塞一個 5 250ml 錐形瓶一個 6 上皿天平一組 7 小試管一隻 8 秤量紙一包 9 10ml 量筒一隻
	金屬的氧化	根據金屬燃燒的難易程度，探討金屬對氧的活性大小，及其氧化物溶於水的酸鹼性。	1 鈉粒一小塊 2 鎂帶一小段(約 2cm) 3 鋁箔一小片(約 1cm ²) 4 1M 硫酸 50ml 5 蒸餾水 50ml 6 酒精燈一個 7 50ml 燒杯三個 8 燃燒匙三隻 9 玻璃棒一隻 10 刮勺一隻 11 砂紙一張 12 250ml 洗滌瓶兩個 13 紅色及藍色石蕊試紙各一盒
	電解質與非電解質的區分	觀察哪些物質水溶液可以導電，哪些不可以導電。	1 蒸餾水 300ml 2 0.5M 鹽酸 30ml 3 0.5M 醋酸 30ml

		<p>4 0.5M 小蘇打水 30ml</p> <p>5 0.5M 氫氧化鈉 30ml</p> <p>6 0.5M 食鹽水 30ml</p> <p>7 0.5M 糖水 30ml</p> <p>8 0.5M 酒精 30ml</p> <p>9 50ml 燒杯八個</p> <p>10 紅色及藍色石蕊試紙各一盒</p> <p>11 碳棒兩隻</p> <p>12 2.5V 燈泡一個</p> <p>13 玻璃棒一隻</p> <p>14 250ml 洗滌瓶一個</p> <p>15 導線四條</p> <p>16 1.5V 電池四組</p>
酸和鹼的性質	認識實驗室中常用的酸和鹼的性質	<p>1 18M 濃硫酸 2ml</p> <p>2 12M 濃鹽酸 2ml</p> <p>3 17.4M 濃醋酸 2ml</p> <p>4 氫氧化鈉 1 公克</p> <p>5 氫氧化鈣 1 公克</p> <p>6 15M 濃氨水 2ml</p> <p>7 蒸餾水 180ml</p> <p>8 碳酸鈣粉末 10 公克</p> <p>9 10ml 量筒一隻</p> <p>10 沙拉油 10ml</p> <p>11 試管三隻</p> <p>12 50ml 燒杯一個</p> <p>13 玻璃棒一隻</p> <p>14 試管架一座</p> <p>15 火柴一盒</p> <p>16 溫度計一隻</p> <p>17 紅色和藍色石蕊試紙各一盒</p> <p>18 廣用試紙一盒</p> <p>19 鎂帶一小段(約 2cm)六片</p>
酸鹼中和的化學反應	由鹽酸和氫氧化鈉的化學反應，認識酸鹼中和。	<p>1 1M 氫氧化鈉水溶液 30ml</p> <p>2 1M 鹽酸 50ml</p>

		3 酚酞指示劑 5ml 4 125ml 錐形瓶一個 5 50ml 燒杯一個 6 25ml 量筒一個 7 滴管一個 8 溫度計一支 9 漏斗一個 10 滴定管一隻 11 鐵架一座 12 蒸發皿一個 13 三腳架一個 14 陶瓷纖維網一片 15 酒精燈一個
接觸面積、濃度與反應速率	研究反應物的接觸面積、濃度對反應快慢的影響。	1 3 公克塊狀大理石 5 個 2 1M 鹽酸 82ml 3 蒸餾水 18ml 4 50ml 燒杯 5 個 5 25ml 量筒一個 6 10ml 量筒一個 7 玻璃棒一支 8 鐵鎚一支 9 秤量紙一包 10 研鉢及杵一組
溫度與反應速率	探討溫度對反應快慢的影響	1 0.1M 硫代硫酸鈉水溶液 20ml 2 0.1M 鹽酸水溶液 40ml 3 50ml 燒杯四個 4 10ml 量筒兩個 5 試管八支 6 500ml 燒杯一個 7 酒精燈一個 8 溫度計一支 9 鐵架一座 10 陶瓷纖維網一個 12 麥克筆一支 13 馬錶一個 14 白紙一張

竹筷的乾餾	藉由竹筷隔絕空氣加熱的過程，來分析組成竹筷的物質。	1 竹筷一雙 2 鋁箔一張 3 坩堝鉗一支 4 酒精燈一個 5 火柴一盒 6 滴管一支 7 紅色和藍色石蕊試紙各一盒
皂化反應	藉由油脂加鹼的反應來製造肥皂，並了解其清潔的原理。	1 椰子油 10ml 2 酒精 10ml 3 10M 氫氧化鈉水溶 10ml 4 蒸餾水 30ml 5 飽和食鹽水 100ml 6 沙拉油 1ml 7 蒸發皿兩個 8 250ml 燒杯一個 9 50ml 量筒一個 10 10ml 量筒一個 11 試管一支 12 玻璃棒一支 13 三腳架一座 14 陶瓷纖維網一片 15 酒精燈一個 16 刮勺一支
力的測量	利用彈簧的長度變化來測量力的大小	1 彈簧一條 2 附刻度尺的鐵架一組 3 10 公克附鉤砝碼數個
摩擦力的存在與影響因素	發現摩擦力的存在與影響因素	1 彈簧秤一個 2 玻璃片一片 3 砂紙一張 4 報紙一張 8 附掛鉤的 150 公克木塊 3 個
浮力與阿基米德原理	了解物體在水中的浮力大小等於物體在水中所減輕的重量，也等於物體排開的水重。	1 鐵架一座 2 彈簧秤一個 3 紅墨水少許 4 木塊一個

			5 鋁塊一塊 6 200ml 量筒一個 7 250ml 燒杯一個 8 500ml 燒杯一個
第五冊	位移與速度的變化	由相同的時間間隔,觀察物體所在的位置及所對應的位移,以了解等速度運動與加速度運動。	1 打點計時器一臺 2 複寫紙一張 3 紙袋一捲 4 電池一組 5 電動玩具車一輛 6 導線兩條 7 一公尺長木板一塊 8 書數本 9 膠帶一捲 10 尺一把
	槓桿原理	尋找使桿槓不發生轉動的條件	1 槓桿 2 刻度尺 3 20 公克砝碼 20 個
	功與物體的運動狀態	了解外力對靜止物體作功後,功與物體之末速率及質量的關係。	1 砝碼 20 公克三個 2 打點計時器一台 3 紙帶一捲 4 複寫紙一張 5 電池一組 6 導線兩條 7 細繩一條 8 直尺一把 9 定滑輪一個 10 膠帶一捲 11 平面桌(約 2m)一臺
	歐姆定律	探討材料兩端電壓與通過電流的關係,以了解電阻的概念。	1 電池 4 個 2 伏特計一臺 3 安培計一臺 4 導線數條 5 鉛筆筆芯一支 6 鎳鉻絲一條
第六冊	鋅銅電池	了解伏打電池的原理並製造鋅銅電池。	1 檢流計一臺 2 導線兩條 3 鋅棒一根

			4 銅棒一根 5 棉花少許 6 U 型管一個 7 250ml 燒杯兩個 8 0.1M 硫酸鋅水溶液 200ml 9 1M 硝酸鉀水溶液 150ml 10 0.1M 硫酸銅水溶液 200ml
	電解硫酸銅水溶液	觀察電解硫酸銅水溶液時的化學變化。	1 電池或直流電流供應器一個 2 導線兩條 3 250ml 燒杯一個 4 U 型管一支 5 碳棒兩根 6 銅片兩片 7 橡皮手套一雙 8 0.2M 硫酸銅水溶液約 60ml
	載流導線產生磁場	電流可產生磁場，並決定所產生磁場的方向。	1 磁針五個 2 電池四顆 3 導線數條 4 30cm 長直導線一條 5 硬紙板(30cmx20cm) 6 書數本
	線圈內磁場變化產生電流	磁棒與線圈有相對運動時可產生電流，並決定所生電流的方向。	1 漆包線一綑 2 磁鐵棒一根 3 檢流計一臺 4 圓柱型膠水一罐 5 導線兩條

附件六：109 學年度南一版理化課本實驗統整表(共 46 組)

第三冊	探討質量和體積的關係	1 藉由測量不等體積鋁塊的質量，探討鋁塊質量和體積的關係。 2 藉由測量不等體積水的質量，探討水質量和體積的關係。	1 天平(附砝碼)1 組 2 量筒(10 毫升)1 個 3 燒杯(50 毫升)1 個 4 滴管 1 支 5 鋁塊(形狀、大小不同)5 個
-----	------------	--	--

簡易的物質分離	藉由分離食鹽和細砂的實驗，探討分離物質的基本原理和方法。	1 刮勺 1 支 2 濾紙 2 張 3 鐵架（附鐵環）1 座 4 手套 1 雙 5 酒精燈 1 盞 6 食鹽約 1 刮勺 7 漏斗、量筒各 1 個 8 燒杯（250 毫升）3 個 9 蒸發皿 1 個 10 陶瓷纖維網 11 1 個放大鏡 1 支 12 摻雜細砂的食鹽約 13 1 支刮勺 14 玻璃棒 1 支 15 三腳架 1 個 16 坩堝鉗 1 支
硝酸鉀的融解	1 探討定溫下，硝酸鉀在定量水中的最大溶解量。 2 探討定量水中，溫度對硝酸鉀最大溶解量的影響。	1 量筒（10 毫升）1 個 2 刮勺 1 支 3 三腳架 1 個 4 試管（2.4x15 cm，附單孔橡皮塞）1 支 5 滴管 1 支 6 稱量紙 1 張 7 燒杯（250 毫升）1 個 8 酒精燈 1 盞 9 天平（附砝碼）1 組 10 硝酸鉀 8 公克 11 陶瓷纖維網 1 個 12 溫度計 1 支
氧氣的製備與性質	1 製造並收集氧氣。 2 藉由線香的燃燒，比較氧氣和空氣的性質。	1 廣口瓶（附玻璃片）2 個 2 二氧化錳 1 公克 3 滴管 1 支 4 打火機 1 個 5 薊頭漏斗（附單孔橡皮塞）1 個 6 刮勺 1 支 7 雙氧水（30%）10 毫升

		8 玻璃棒 1 支 9 過濾瓶 (附橡皮管) 1 個 10 水槽 1 個 11 線香 2 支
聲音的變化	1 探討影響聲音高低的因素。 2 探討影響聲音產生共振的因素。	1 吉他 1 把 2 小硬紙間隔片數片 3 玻璃棒 1 支 4 硬紙盒 1 個或硬紙板 1 塊 5 砝碼 6 個 6 橡皮筋數條 7 量筒或試管 (材質與規格均相同) 5 支 8 附共鳴箱的音叉三組
透鏡的成像	探討透鏡成像的性質。	1 凸透鏡 1 個 2 凹透鏡 1 個 3 蠟燭 1 根 4 白紙 1 張 5 硬紙板 1 張 6 尺 1 把
光的顏色	探討不同色光下的物體顏色。	1 剪刀或美工刀一把 2 紅、綠、藍、白、黑的色紙各 1 張 3 膠水或漿糊 1 罐 4 紅、綠、藍透明壓克力板各 1 塊
溫度計的測量原理	從水與酒精的熱脹冷縮現象，了解溫度計的測量原理。	1 燒杯 (250ml) 2 個 2 油性簽字筆 1 支 3 鐵架 (附鐵夾、鐵環) 1 座 4 紅色酒精 100ml 5 酒精燈 1 盞 6 藍色墨水 1 瓶 7 細玻璃管 (約 50 公分) 2 支 8 陶瓷纖維網 1 個 9 橡皮塞 2 個 10 大試管 (1.2 x15 cm) 2

		支
物質受熱後的溫度變化	探討物質受熱後的溫度變化與加熱時間、物質質量及物質種類的關係。	1 天平 1 座 2 陶瓷纖維網 3 個 3 細線 30 cm 4 甘油 100mL 5 量筒 1 個 6 鐵架 (附廣用夾、鐵環) 1 座 7 燒杯 (250mL) 3 個 8 酒精燈 1 盞 9 溫度計 (110 °C) 3 支 10 馬錶 1 個
熱的傳播方式	觀察熱的傳播方式。	1 直尺 1 支 2 簽字筆 1 支 3 塑膠珠 (不同顏色) 2 顆 4 剪刀 1 支 5 酒精燈 1 盞 6 黑色的廣告顏料 1 罐 7 玻璃棒 1 支 8 乳瑪琳 1 罐 9 燒杯 (250mL) 1 個 10 陶瓷纖維網 1 個 11 木屑少量 12 白色的廣告顏料 1 罐 13 鋁棒 (截面積約與玻璃棒相同) 1 支 14 牙籤 1 支 15 鋁箔紙 1 盒 16 三腳架 1 個 17 溫度計 2 支 18 水彩筆 1 支
熱的化學變化	由加熱含水硫酸銅(藍色)與無水硫酸銅粉末(白色)加水的顏色變化，了解熱和化學變化的關係。	1 刮勺 1 支 2 錶玻璃 1 個 3 酒精燈 1 盞 4 溫度計 1 支 5 藍色含水硫酸銅 10g 6 陶瓷纖維網 1 個

			<p>7 藍色氯化亞鈷試紙 1 張</p> <p>8 蒸發皿 1 個</p> <p>9 三腳架 1 個</p> <p>10 燒杯 (100mL) 1 個</p>
	化學性質相似的元素與分類	以一些金屬元素與其化合物為例，根據化學變化後的結果，將化學性質相似的元素作適當的分類。	<p>1 燒杯(100ml)兩個</p> <p>2 試管五支</p> <p>3 鑷子一把</p> <p>4 酚酞指示劑一瓶</p> <p>5 小刀一把</p> <p>6 玻璃片兩片</p> <p>7 鈉一塊</p> <p>8 鉀一塊</p> <p>9 鋅片約 0.3g</p> <p>10 滴管兩支</p> <p>11 玻璃棒一隻</p> <p>12 試管架一座</p> <p>13 砂紙一張</p> <p>14 標籤紙五張</p> <p>15 碳酸鈉水溶液(1%)約 10ml</p> <p>16 氯化鎂水溶液(1%)約 2ml</p> <p>17 氯化鈣水溶液(1%)約 2ml</p> <p>18 氯化鋇水溶液(1%)約 2ml</p> <p>19 氯化鉀水溶液(1%)約 2ml</p>
第四冊	化學反應前後的質量關係	觀察化學反應的變化，並探討反應前後的質量關係。	<p>1 附蓋寶特瓶 2 個</p> <p>2 試管 2 支</p> <p>3 碳酸鈉溶液 (約 1 M) 20 mL</p> <p>4 氯化鈣溶液 (約 2 M) 5 mL</p> <p>5 天平 (附砝碼盒) 1 組</p> <p>6 鑷子 1 支</p> <p>7 燒杯 (100 mL) 1 個</p>

		8 稱量紙 1 張 9 碳酸鈣粉末 1 g 10 鹽酸溶液 (2 M) 10 mL 11 量筒 (50 mL) 1 個
金屬的氧化	觀察鎂、鋅和銅在空氣中燃燒的難易程度，以比較對氧的活性大小，並探討其氧化物水溶液的酸鹼性。	1 酒精燈 1 盞 2 鎂帶 1 小段 (約 5 公分長) 3 砂紙 1 片 4 銅粉、鋅粉各 1.0 g 5 燃燒匙 3 支 6 錶玻璃 3 個 7 刮勺 3 支 8 燒杯 (50 mL) 3 個 9 量筒 (10 mL) 1 個 10 蒸餾水 50 mL 11 玻璃棒 2 支 12 廣用試紙 3 張 13 稀鹽酸 (1 M) 少許 14 洗滌瓶 (250 mL) 2 個 15 探針 1 支 16 火柴 1 盒 (或打火機 1 只)
非金屬的氧化	觀察硫和碳在空氣中的燃燒情形，並探討其氧化物水溶液的酸鹼性。	1 酒精燈 1 盞 2 硫粉 0.5 g 3 碳粉 0.5 g 4 白紙 (或稱量紙) 3 張 5 燃燒匙 3 支 6 廣用試紙 3 張 7 刮勺 3 支 8 廣口瓶 3 個 9 玻璃棒 1 支 10 玻璃片 (或透明壓克力片) 3 片 11 量筒 (10 mL) 1 個 12 火柴 1 盒 (或打火機 1 只) 13 蒸餾水 30 mL

<p>碳與氧化銅的反應</p>	<p>從碳和氧化銅混合加熱後，觀察到銅被還原，同時了解氧化與還原必相伴發生。</p>	<p>1 氧化銅粉末 5.0 g 2 碳粉 1.0 g 3 橡皮導管（附夾子）1 段 4 酒精燈 1 盞 5 稱量紙 3 張 6 鐵架（附廣用夾）1 組 7 天平（附砝碼）1 組 8 刮勺 2 支 9 火柴 1 盒（或打火機 1 只） 10 燒杯（50 mL）1 個 11 硬試管 1 支 12 澄清石灰水 20 mL 13 橡皮塞</p>
<p>哪些水溶液可以導電</p>	<p>判別哪些物質的水溶液可以導電</p>	<p>1 電池組（1.5 V×4）1 組 2 電線（附鱷魚夾）3 條 3 碳棒 2 根 4 燒杯（50 mL）5 個 5 玻璃片 1 片 6 玻璃棒 1 根 7 小燈泡（4.5 V）（連燈泡座）1 個 8 石蕊試紙（藍、紅）各 5 張 9 蒸餾水（連洗滌瓶）200 mL 10 標籤紙 5 張 11 鹽酸、蔗糖、氫氧化鈉、硝酸鉀和酒精等水溶液（濃度各約 0.5 M）各 20 mL</p>
<p>酸與鹼的性質</p>	<p>認識酸和鹼及其性質。</p>	<p>1 試管刷 1 支 2 稀硫酸（1 M）5 mL 3 稀鹽酸（1 M）5 mL 4 稀醋酸（1 M）5 mL 5 鎂帶 3 小段（1 ~ 2 cm） 6 大理石顆粒 1 刮勺（約 2.0g） 7 氫氧化鈉（1 M）5 mL</p>

		8 氨水 (1 M) 5 mL 9 蒸餾水(連洗滌瓶)200 mL 10 試管 8 根 11 標籤紙 8 張 12 試管架 1 座 13 石蕊試紙 (藍) 5 張 14 石蕊試紙 (紅) 5 張 15 廣用試紙 5 張 16 玻璃棒 1 根 17 稱量紙 2 張 18 橡皮手套 1 副 19 火柴 1 盒 20 刮勺 1 支
酸與鹼的反應	觀察鹽酸與氫氧化鈉溶液的反應時的變化。	1 滴定管 (鐵氟龍活栓) 1 根 附滴定管夾之鐵架 1 座 2 錐形瓶 1 個 3 燒杯 (100 mL) 1 個 4 量筒 (10 mL) 1 個 5 漏斗 1 個 6 滴管 2 根 7 溫度計 1 支 8 試管 2 根 9 三腳架 1 個 10 陶瓷纖維網 1 個 11 酒精燈 1 盞 12 蒸發皿 1 個 13 玻璃棒 1 根 14 放大鏡 1 個 15 酚酞指示劑 1 小瓶 16 鹽酸 (1 M) 15 mL 17 氫氧化鈉溶液 (1 M) 25 mL 18 火柴 1 盒 (或打火機 1 個) 19 白紙 1 張
濃度與接觸面積對反應速率	探討反應物濃度及接觸面積對反應速率的影響。	1 試管 4 支 2 試管架 1 座

的影響		3 鹽酸 (1 M) 40 mL 4 蒸餾水 30 mL 5 天平 1 座 6 大小相同的鋅片 3 塊 7 試管刷 1 支 8 量筒 (50 mL) 1 個 9 滴管 1 支 10 鋅粉 1 瓶 11 標籤紙 4 張 12 鑷子 1 支
溫度對反應速率的影響	探討溫度對反應速率的影響。	1 燒杯 (50 mL) 4 個 2 量筒 (25 mL) 2 個 3 有秒針的表或馬表 1 只 4 白紙 1 張 5 鹽酸 (0.1 M) 40 mL 6 鐵架 1 座 7 酒精燈 1 盞 8 燒杯 (500 mL) 1 個 9 陶瓷纖維網 1 個 10 麥克筆 1 支 11 試管 8 支 12 標籤紙 12 張 13 橡皮塞 8 個 14 橡皮筋 1 條 15 硫代硫酸鈉溶液 (0.1 M) 16 溫度計 (-10°C ~ 100°C) 1 支 17 火柴 1 盒 (或打火機 1 只)
竹篾隔絕空氣受熱情形	將竹篾隔絕空氣加熱，以探討其組成元素。	1 鋁箔紙 (30×30 cm ²) 1 張 2 竹篾 2 根 3 酒精燈 1 盞 4 坩堝鉗 1 把 5 藍色石蕊試紙 1 張 6 打火機 1 個
乙酸和乙醇的反應	以乙酸和乙醇為原料，進行反應，以了解其生成物的特性。	1 乙醇 2 mL 2 冰醋酸 2 mL

		<p>3 濃硫酸 5 滴～ 6 滴</p> <p>4 試管架 1 座</p> <p>5 量筒 (10 mL) 1 個</p> <p>6 試管夾 1 支</p> <p>7 橡膠手套 1 雙</p> <p>8 燒杯 (250 mL) 1 個</p> <p>9 試管 2 支</p> <p>10 玻璃棒 1 支</p> <p>11 滴管 1 支</p> <p>12 鐵架 1 座</p> <p>13 酒精燈 1 盞</p> <p>14 陶瓷纖維網 1 個</p> <p>15 溫度計 1 支</p>
肥皂的製備	製造肥皂並檢驗肥皂的性質	<p>1 燒杯 (250 mL) 2 個</p> <p>2 蒸發皿 1 個</p> <p>3 陶瓷纖維網 1 個</p> <p>4 三腳架 1 個</p> <p>5 玻璃棒 2 支</p> <p>6 酒精燈 1 盞</p> <p>7 椰子油約 10 mL</p> <p>8 飽和食鹽水約 100 mL</p> <p>9 試管 2 支</p> <p>10 滴管 1 支</p> <p>11 蒸餾水約 100 mL</p> <p>12 濾網 1 個</p> <p>13 量筒 (10 mL) 1 個</p> <p>14 坩堝鉗 1 把</p> <p>15 沙拉油 (或植物油) 少許</p> <p>16 氫氧化鈉水溶液 (8 M) 約 10 mL</p> <p>17 酒精 (95 %) 約 5 mL</p> <p>18 石蕊試紙 (藍、紅) 各 1 張</p>
力的測量	利用彈簧的伸長量來測量力的大小。	<p>1 彈簧 (約 10 cm) 1 條</p> <p>2 鐵架 (含廣用夾) 1 座</p> <p>3 直尺 (30 cm) 1 把</p>

			4 附鈎砝碼 (10 g) 5 個
	摩擦力的性質	探討摩擦力的性質，以及影響摩擦力的因素。	1 彈簧秤 1 個 2 砂紙 1 張 3 玻璃板 1 塊 4 一邊附掛鈎的木塊 1 塊 550 gw、100 gw 砝碼各 1 個
	物體在液體中所受的浮力	探討物體在液體中所受的浮力與排開液體重量的關係。	1 彈簧秤 (200 gw) 1 個 2 燒杯 (500 mL) 2 個 3 飽和食鹽水 300 mL 4 量筒 (100 mL) 1 個 5 鐵架 1 座 6 塑膠圓筒 (1/2 處以油性筆標記) 1 個 7 金屬圓柱體 (120 gw) (1/2 處以油性筆標記) 1 個
第五冊	單擺的特性	由單擺的製作及週期的測量，探討影響擺動快慢的因素。	1 碼表 1 個 2 量角器 1 個 3 膠帶 1 卷 4 支架 1 座 5 附掛鈎 20 g 砝碼 1 個 6 30 cm 直尺一把 7 細線 (>100 cm) 一條 8 附掛鈎 40 g 砝碼 1 個
	速度的變化	由打點計時器在紙帶上留下點的分布，觀察物體運動的快慢，藉以了解速度變化的概念。	1 打點計時器一臺 2 複寫紙一張 3 紙袋一卷 4 電池一組 5 電動玩具車一輛 6 導線兩條 7 一公尺長木板一塊 8 膠帶 9 尺
	影響加速度的因素	探討作用力、質量與加速度之間的關係	1 打點計時器一臺 2 複寫紙一張 3 紙袋一卷

			4 電池一組 5 電動玩具車一輛 6 導線兩條 7 數個砝碼 8 尺
	物體間力的交互作用	探討當兩物體之間發生力的交互作用時，物體的運動狀態有何改變	1 繩子 2 氣球 3 橡皮筋 4 膠帶
	木尺的轉動	探討影響木尺轉動的因素	1 木尺 2 數個附掛鈎砝碼
	靜電現象	觀察氣球和毛皮摩擦後的靜電現象	1 衛生紙碎片 2 氣球 3 毛皮
	電壓的測量	探討電池串聯及並聯時電路中的電壓關係	1 電池 2 導線 3 燈泡 4 伏特計
	電流的測量	探討電池串聯及並聯時電路中電流的關係	1 電池 2 導線 3 燈泡 4 安培計
第六冊	電能的轉換	比較大小不同的兩電阻，在串聯和並聯時所產生的熱量大小	1 固態蠟 2 燒杯 3 酒精燈 4 陶瓷纖維網 5 三角架 6 電阻 7 導線
	鋅銅電池	以鋅與銅這兩種金屬製作簡易電池，並探討化學變化產生電流的原理。	1 銅片一片 2 硝酸鉀溶液(1 M) 60 mL 3 硫酸鋅溶液(0.1 M)60 mL 4 檢流計 1 臺 5 導線(附鱷魚夾) 2 條 6 標籤紙 2 張 7 鋅片一片 8 硫酸銅溶液(0.1 M)60 mL

		9 燒杯 (100 mL) 2 個 10 脫脂棉花少許 11 U 形管 1 個 12 橡膠手套 1 雙
水的電解	利用水的電解實驗來探討電流的化學效應，並了解水的組成。	1 兩根迴紋針(或碳棒) 2 導線 3 銅線 4 膠帶 5 氫氧化鈉水溶液 6 試管 7 電池 8 導線 9 線香
硫酸銅溶液的電解	探討以直流電及不同的電極進行硫酸銅溶液電解時的反應情形	1 兩根碳棒 2 導線數條 3 U 型管 4 硫酸銅水溶液 5 電池
電鍍 — 銅片上鍍鋅	探討電鍍的原理與方法。	1 銅片 2 鋅片 3 氫氧化鈉水溶液 4 鑷子 5 砂紙 6 蒸餾水 7 燒杯 8 電池 9 導線 10 丙酮
磁鐵周圍空間的磁場	觀察磁鐵周圍鐵粉的分布圖樣，以了解磁鐵周圍空間的磁力分布。	1 磁鐵(長條磁鐵、U 型磁鐵) 2 鐵粉 3 壓克力板 4 指北針
載流直導線周圍的磁場	觀察通有電流的直導線所產生磁場的分布情形	1 導線(附鱷魚夾) 2 條 2 單芯銅線 1 條 3 小燈泡(附燈座) 1 個 4 1.5 V 電池 4 個

		5 羅盤 1 個 6 開關 1 個 7 量角器 1 個
載流螺線管的磁效應	1 觀察載流螺線管周圍的磁場方向 2 觀察螺線管內部物質對載流螺線磁場的影響	1 檢流計一臺 2 棒形磁鐵 1 支 3 導線 (附鱷魚夾) 2 條 4 漆包線繞成的螺旋形線圈 (不同圈數) 各一個 5 磁針 6 迴紋針 7 鐵釘 8 竹筷 9 銅棒
電流與磁場的交互作用	觀察載流導線在磁場中的受力情形	1 圖釘 2 電池四顆 3 導線數條 4 單芯銅線 5 迴紋針 6 木塊一塊 7 U 型磁鐵
螺線管內電流的產生	由磁鐵與螺線管的相對運動，觀察產生電流的大小與方向	1 螺線管 2 檢流計 3 磁鐵

附件七：109 學年度康軒版課本生物實驗統整表(共 23 組實驗)

	實驗名稱	目的	器材
第一冊	複式顯微鏡的使用	了解複式顯微鏡的構造，並學習如何正確的使用。	1. 複式顯微鏡 1 臺 2. 載玻片 1 片 3. 細油性筆 1 支
	解剖顯微鏡的使用	熟悉解剖顯微鏡的使用方法。	1. 解剖顯微鏡 1 臺 2. 載玻片 1 片 3. 細油性筆 1 支
	水滴中的生命世界	學習玻片標本的製作，並利用複式顯微鏡觀察水中的小生物。	1. 複式顯微鏡 1 臺 2. 載玻片 1 片 3. 蓋玻片 1 片 4. 滴管 1 支 5. 燒杯 1 個 6. 鑷子 1 支 7. 池水適量 8. 吸水紙適量
	動、植物細胞的觀察	使用複式顯微鏡觀察一般動、植物細胞的形態。	1. 複式顯微鏡 1 臺 2. 載玻片 3 片 3. 蓋玻片 3 片 4. 單面刀片 1 片 5. 鑷子 1 支 6. 水蘊草適量 7. 新鮮鴨跖草葉片適量 8. 染劑（碘液或亞甲藍液）適量 9. 吸水紙適量 10. 咖啡攪拌棒（或牙籤）1 支
	食物中醣類的測定	醣類包含很多種類，本活動學習測定澱粉與葡萄糖的簡易方法，並進一步測定食物中是否含有澱粉與糖。	1. 燒杯（250 mL）1 個 2. 量筒（10 mL）1 個 3. 酒精燈 1 盞 4. 滴管 3 支 5. 三腳架及陶瓷纖維網 1 組 6. 研鉢及杵 1 組 7. 刮勺 2 支 8. 試管 2 支 9. 試管夾 1 支 10. 白紙 1 張

		<ul style="list-style-type: none"> 11. 載玻片 2 片 12. 碘液 適量 13. 本氏液 適量 14. 葡萄糖液 (1%) 適量 15. 澱粉液 (1%) 適量 16. 熟米飯 適量 17. 芭樂 適量
酵素的作⽤	藉由本氏液的顏色變化，了解唾液中澱粉酶的作⽤，並探討溫度對澱粉酶活性的影響。	<ul style="list-style-type: none"> 1. 燒杯 (250 mL) 1 個 2. 量筒 (10 mL) 1 個 3. 酒精燈 1 盞 4. 滴管 1 支 5. 三腳架及陶瓷纖維網 1 組 6. 試管 3 支 7. 試管夾 1 支 8. 試管架 1 個 9. 溫度計 1 支 10. 澱粉液 6 mL 11. 標籤紙 3 張 12. 唾液 適量 13. 本氏液 6 mL 14. 沸水 適量 15. 溫水 適量
光合作⽤的探討	證明植物進⾏光合作⽤產生的養分能以澱粉的形式儲存，⽽光照是光合作⽤的必要條件。	<ul style="list-style-type: none"> 1. 燒杯 (200 mL) 1 個 2. 燒杯 (500 mL) 1 個 3. 迴紋針 1~2 個 4. 酒精燈 1 盞 5. 鋁箔 1 張 6. 三腳架及陶瓷纖維網 1 組 7. 培養皿 1 個 8. 碘液 適量 9. 鑷子 1 支 10. 酒精 適量 11. 剪刀 1 把 12. 滴管 1 支
植物體內水分的運輸與蒸散作⽤	探討植物體內水分的散失與運輸情形。	<ul style="list-style-type: none"> 1. 芹菜 2 枝 2. 量筒 (10 mL) 2 個 3. 滴管 1 支

		<ol style="list-style-type: none"> 4. 放大鏡 1 個 5. 單面刀片 1 片 6. 紅色溶液 20 mL 7. 培養皿 1 個 8. 玻璃片 2 片
探測人體的心音與脈搏	經由探測心搏和脈搏，體驗循環系統的運作。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 馬錶 1 個 2. 聽診器 1 個
觀察血液的流動	藉由觀察血球在血管中移動的現象，了解血液在血管內流動的情形。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 小魚（體長 3 cm 以下）1 隻 2. 培養皿 1 個 3. 小撈網 1 支 4. 棉花適量 5. 複式顯微鏡 1 臺 6. 滴管 1 支
反應時間的測定	藉由多次接尺的反應距離及推算出的反應時間，來了解接尺的動作是大腦意識還是反射動作。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 直尺（30~45 cm）1 支 2. 直尺滑落距離與反應時間對照表 1 張
人體的感覺作用	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以雙手碰觸不同水溫的活動，來實際體會溫覺疲勞的生理現象。 2. 體驗眼睛注視物體後所產生的後像。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水盆 3 個 2. 塑膠盆 3 個 3. 自來水適量 4. 熱水適量 5. 冰塊適量 6. 溫度計 1 支 7. 活動紀錄簿 1 本 8. 色筆（各式顏色）各 1 支
呼吸作用的探討	檢測人體呼出氣體中的水及二氧化碳。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 燒杯（250 mL）1 個 2. 橡皮塞 2 個 3. 鑷子 1 支 4. 氯化亞鈷試紙 1 張 5. 試管 2 支 6. 試管架 1 個 7. 錐形瓶（250 mL）2 個 8. 吸管 1 支 9. 玻璃管 2 支 10. 乾燥的綠豆適量 11. 橡皮管 1 條 12. 已萌芽的綠豆適量 13. 漏斗 2 個

			14. 澄清石灰水適量
第二冊	觀察植物的營養器官繁殖	藉由活動觀察並了解不同的植物是如何利用營養器官繁殖。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 黃金葛一小段 (約 15 cm) 2. 落地生根的葉 1 片 3. 燒杯 (200 mL) 1 個 4. 棉花 (或土壤) 少許 5. 培養皿 1 個 6. 滴管 1 支
	蛋的觀察	藉由觀察雞蛋，了解雞蛋各部位的構造。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雞蛋 1 個 2. 培養皿 1 個 3. 剪刀 1 把
	花、果實和種子的觀察	觀察花、果實和種子的構造，了解植物的生殖器官。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 花 (朱槿、百合或杜鵑) 1 朵 2. 牙籤 1 支 3. 滴管 1 支 4. 載玻片 1 片 5. 蓋玻片 1 片 6. 單面刀片 1 片 7. 鑷子 1 支 8. 甜豌豆莢 1 個 9. 番茄 1 個 10. 梅子 1 個 11. 鐵鎚 1 支 12. 複式顯微鏡 1 臺 13. 解剖顯微鏡 1 臺 14. 水果刀 1 支 15. 水適量
	我們像不像	藉由觀察人類常見的性狀，了解個體間性狀表現的差異。	鏡子 1 面
	美人尖的遺傳	透過情境模擬，了解等位基因如何隨染色體遺傳至子代，進而了解 <u>孟德爾</u> 的遺傳法則。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 黑色、白色圍棋子各 2 顆 2. 標籤紙適量 (或油性簽字筆 1 支)
	天擇的探討	透過調查資料的分析，了解環境因素對生物生存的影響，及生物演化與環境因素的關係。	
	做一個簡易分類檢索表	練習檢索表的使用與製作。	活動紀錄簿的 6 種動物圖片

	蕨類植物的觀察	藉由實際觀察，了解蕨類植物的外形、構造及孢子的形狀。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完整蕨類植物 1 株 2. 蓋玻片和載玻片各 1 片 3. 複式顯微鏡 1 臺 4. 解剖顯微鏡 1 臺 5. 鑷子 1 支 6. 滴管 1 支 7. 培養皿 1 個 8. 檯燈 1 座
	族群個體數目的估算	了解族群大小的意義，以及如何運用簡易的生態調查方式，模擬、估算生態系中生物族群的大小。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 標籤紙、有色膠帶適量或油性簽字筆 1 支 2. 圍棋子適量 3. 塑膠盒或紙盒 1 個
	校園生態的觀察	觀察校園中常見的動、植物，並了解生物間的交互作用及生態系的組成。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 望遠鏡 1 個 2. 放大鏡 1 個

附件八：109 學年度南一版課本生物實驗統整表(共 22 組實驗)

	實驗名稱	目的	器材
第一冊	顯微鏡的使用	了解複式顯微鏡與解剖顯微鏡的構造及功能，並學習如何使用顯微鏡。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 載玻片 2 片 2. 蓋玻片 1 片 3. 滴管 1 支 4. 頭髮 1~3 根 5. 培養皿 1 個 6. 燒杯 1 個 7. 解剖針或鑷子 1 8. 複式顯微鏡 1 臺 9. 植物的葉適量 10. 透明膠帶 1 捲 11. 解剖顯微鏡 1 臺 12. 油性簽字筆 1 支或印有英文字母的透明片 1 片
	動、植物細胞的觀察	取人體口腔皮膜細胞以及植物葉的下表皮，進行細胞構造的觀察，並比較所觀察之動物、植物細胞的異同。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 載玻片 2 片 2. 蓋玻片 2 片 3. 滴管 1 支 4. 解剖針或鑷子 1 支 5. 剪刀（或刀片）1 把 6. 燒杯 1 個 7. 濾紙或吸水紙適量 8. 複式顯微鏡 1 臺 9. 植物的葉適量 10. 亞甲藍液或碘液適量 11. 咖啡攪拌棒（或帶鈍端的牙籤）適量
	觀察水中小生物	採集校園中或生活周遭不同的水樣，利用複式顯微鏡進行觀察，並比較不同水域中的小生物分布與數量。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 燒杯 1 個 2. 蓋玻片 2 片 3. 各種水樣適量 4. 滴管 1 支 5. 載玻片 2 片 6. 複式顯微鏡 1 臺
	食物中澱粉與糖的測定	醣類包含很多種類，本活動學習測定澱粉與葡萄糖的簡易方法，並進一步測定食物中是否含有澱粉與糖。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 刮勺 2 支 2. 三腳架 1 個 3. 滴管 3 支 4. 酒精燈 1 盞

			<ol style="list-style-type: none"> 5. 試管 4 支 6. 陶瓷纖維網 1 個 7. 載玻片 2 片 8. 香蕉和蘋果適量 9. 培養皿 2 個 10. 澱粉液 (1 %) 適量 11. 研鉢及杵 1 組 12. 葡萄糖液 (1 %) 適量 13. 量筒 (10 mL) 1 個 14. 本氏液和碘液適量 15. 燒杯 (250 mL) 1 個
酵素的作⽤	藉由本氏液的顏色變化，了解唾液中澱粉酶的作⽤，並探討溫度對澱粉酶活性的影響。		<ol style="list-style-type: none"> 1. 試管 4 支 2. 陶瓷纖維網 1 個 3. 試管夾 1 支 4. 保麗龍盒 2 個 5. 度計 2 支 6. 燒杯 (500 mL) 1 個 7. 有刻度的滴管 2 支 8. 澱粉液 (2 %) 適量 9. 酒精燈 1 盞 10. 三腳架 1 個 11. 本氏液適量 12. 冰塊適量
探討日光對光合作⽤的影響	證明植物進行光合作用產生的養分能以澱粉的形式儲存，而光照是光合作⽤的必要條件。		<ol style="list-style-type: none"> 1. 燒杯 (100 mL) 1 個 2. 燒杯 (250 mL) 1 個 3. 培養皿 1 個 4. 鑷子 1 支 5. 滴管 1 支 6. 酒精 (95 %) 約 40 mL 7. 碘液適量 8. 酒精燈 1 盞 9. 陶瓷纖維網 1 個 10. 三腳架 1 個 11. 植物葉子 (在植株上) 1 片 12. 迴紋針 (使用鋁箔時才⽤) 2 支 13. 不透光數字貼紙 (或長條鋁

		箔) 1 張
植物體內水分如何運輸	探討植物體內水分的散失與運輸情形。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 膠帶 1 捲 2. 滴管 1 支 3. 芹菜 2 株 4. 容器 1 個 5. 量筒 (10 mL) 2 個 6. 稀釋紅墨水 20 mL (或食用色素染劑) 7. 小刀 (或美工刀) 1 把 8. 放大鏡 (或解剖顯微鏡) 1 支 (1 臺)
血液流動的觀察	藉由觀察血球在血管中移動的現象，了解血液在血管內流動的情形。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 小魚 1 尾 2. 小撈網 1 支 3. 培養皿 1 個 4. 複式顯微鏡 1 臺 5. 滴管 1 支 6. 棉花或化妝棉數張
探測心搏和脈搏	經由探測心搏和脈搏，體驗循環系統的運作。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 手表或馬表 (計時器) 1 只 2. 聽診器 1 個
人體的感覺與感覺疲勞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以雙手碰觸不同水溫的活動，來實際體會溫覺疲勞的生理現象。 2. 體驗眼睛注視物體後所產生的後像。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水盆 3 個 2. 白紙 1 張
反應時間的測定	藉由多次接尺的反應距離及推算出的反應時間，來了解接尺的動作是大腦意識還是反射動作。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 塑膠直尺 (30 公分或 45 公分)
探測人體呼出的氣體成分	檢測人體呼出氣體中的水及二氧化碳。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 錐形瓶 2 個 2. Y 形管 1 支 3. 吹風機 1 把 4. 氯化亞鈷試紙 1 張 5. 橡皮塞 2 個 6. 短玻璃管 2 支 7. 橡皮軟管 2 條 8. 鑷子 1 支 9. 長玻璃管 2 支 10. 澄清石灰水適量
探測植物種子呼	本活動以植物種子來探究呼吸作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 橡皮塞 2 個

	吸作用產生的氣體成分	用可產生何種氣體。	<ol style="list-style-type: none"> 橡皮軟管 2 條 錐形瓶 (250 mL) 2 個 試管與試管架 2 組 燒杯 (250 mL) 2 個 短玻璃管 2 支 短柄漏斗 2 個 乾燥的綠豆適量 萌芽 3 天的綠豆適量 澄清石灰水約 50 mL 膠帶 (備用) 1 卷
第二冊	植物營養器官的繁殖	利用植物的營養器官，培養並觀察無性生殖產出完整的新植株。	<ol style="list-style-type: none"> 燒杯(或透明罐)2 個 棉花少許 培養皿 2 個 植物數種
	蛋的構造觀察	觀察雞蛋外形及內部的相關構造	<ol style="list-style-type: none"> 燒杯 (或透明碗) 1 個 雞蛋 1 顆 剪刀 1 把 鑷子 1 支
	花花世界 — 探索花的構造	觀察洋桔梗、百合或劍蘭花朵的外在及內部構造。	<ol style="list-style-type: none"> 盛開的洋桔梗、百合或劍蘭花數朵 刀片 1 片 滴管 1 支 解剖顯微鏡 1 臺 複式顯微鏡 1 臺 載玻片 1 片 蓋玻片 1 片 牙籤 1 支 鑷子 1 支
	超級比一比	透過常見性狀的觀察比較，以了解同學間性狀的差異。	
	遺傳機率的模擬	透過情境模擬，了解等位基因如何隨著染色體遺傳給子代，並探討人類的性狀遺傳是否符合孟德爾的遺傳法則。	<ol style="list-style-type: none"> 白色及橘色乒乓球 (也可用保麗龍球) 各 2 個 不透明的袋子 2 個
	蛾體色的演化	本活動利用模擬的資料，藉以了解環境如何影響生物的演化。	
	檢索表的認識與	利用各種生物的特徵，製作出快速	<ol style="list-style-type: none"> 活動紀錄簿的甲蟲附件

	應用	方便的搜尋檢索表。	
	蕨類的觀察	了解蕨類植物的形態構造，以及生殖的方式等。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 蕨類植物數株 2. 鑷子 1 支 3. 載玻片 1 片 4. 蓋玻片 1 片 5. 解剖顯微鏡 1 臺 6. 複式顯微鏡 1 臺 7. 滴管 1 支
	族群大小的估算 演練	利用樣區法和捉放法來模擬如何估算族群的大小。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 燒杯 (1000 mL) 或小盆 1 個 2. 花豆 1/2 燒杯 (約 500 顆) 3. 油性黑色簽字筆 1 支 4. B4 厚紙板 5. 小皿子

附件九：109 學年度翰林版課本生物實驗統整表(共 24 組實驗)

	實驗名稱	目的	器材
第一冊	複式顯微鏡與解剖顯微鏡的使用	了解複式顯微鏡與解剖顯微鏡的構造，並學習如何使用。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 複式顯微鏡 1 臺 2. 細油性筆 1 支 3. 培養皿 1 個 4. 解剖顯微鏡 1 臺 5. 載玻片 1 片 6. 樹葉 1 片或小花 1 朵
	細胞的觀察	使用複式顯微鏡觀察動、植物的細胞，以了解並比較動物細胞與植物細胞的構造。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 洋蔥鱗葉數片 2. 載玻片 3 片 3. 滴管 2 支 4. 剪刀 1 支 5. 牙籤 1 支 6. 鑷子 1 支 7. 蓋玻片 3 片 8. 吸水紙數張 9. 複式顯微鏡 1 臺 10. 亞甲藍液（或碘液）適量 11. 風車草（或紫背萬年青、鴨跖草）1 株
	水中的小生物	在水池或水溝中，常有許多微小的生物，這些是眼睛不易看清楚的，我們可利用複式顯微鏡來觀察並認識這些水中小生物。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 池水適量 2. 滴管 1 支 3. 載玻片 1 片 4. 鑷子 1 支 5. 蓋玻片 1 片 6. 複式顯微鏡 1 臺 7. 吸水紙 1 張
	澱粉與葡萄糖的測定	食物中含有各種養分，本活動即在學習測定澱粉和葡萄糖的方法，並進一步測定食物中是否含有澱粉或糖分。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 載玻片 1 片 2. 白紙 1 張 3. 滴管 3 支 4. 250mL 燒杯 1 個 5. 陶瓷纖維網 1 個 6. 酒精燈 1 個 7. 三腳架 1 個 8. 白飯適量 9. 10mL 量筒 5 支 10. 試管 4 支

			<ol style="list-style-type: none"> 11. 試管架 1 個 12. 培養皿 2 個 13. 刀片 1 支 14. 紗布 2 張 15. 50mL 燒杯 2 個 16. 研鉢及杵 1 組 17. 水適量 18. 1%澱粉液適量 19. 5%葡萄糖液 2mL 20. 本氏液 8mL 21. 碘液適量 22. 當季水果（如奇異果、蘋果或葡萄）
酵素的分解作用	藉由觀察本氏液的顏色變化，了解唾液中酵素對澱粉的作用與溫度對酵素活性的影響。		<ol style="list-style-type: none"> 1. 50mL 燒杯 1 個 2. 250mL 燒杯 2 個 3. 20mL 試管 3 支 4. 10mL 量筒 4 支 5. 溫度計 2 支 6. 試管架 1 個 7. 保麗龍盒 1 個 8. 酒精燈 1 個 9. 三腳架 1 個 10. 陶瓷纖維網 1 個 11. 唾液適量 12. 水 2mL 13. 1%澱粉液 6mL 14. 本氏液 6mL 15. 冰塊與冰水適量
光與光合作用	透過對澱粉的檢驗，以了解光照對光合作用的重要性。		<ol style="list-style-type: none"> 1. 植物 1 盆 2. 剪刀 1 把 3. 500mL 燒杯 1 個 4. 培養皿 1 個 5. 鑷子 1 支 6. 三腳架 1 個 7. 備用溼抹布 1 條 8. 碘液少許 9. 250mL 燒杯 1 個

		<ol style="list-style-type: none"> 10. 滴管 1 支 11. 酒精燈 1 個 12. 陶瓷纖維網 1 個 13. 藥用酒精適量 14. 鋁箔(亦可使用黑紙或膠布) 1 張
植物體內水分的運輸	藉由觀察植物體內水分運輸的情形，了解植物運輸水分的構造，進而了解植物葉片與水分散失的關係。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 芹菜 2 枝 2. 刀片 1 把 3. 25mL 量筒 2 支 4. 滴管 1 支 5. 放大鏡 1 支 6. 紅色溶液適量 7. 膠帶適量
探測心音與脈搏	經由學習探測心音與脈搏，以了解運動前、後心搏的變化情形。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 手錶 1 只 2. 聽診器 1 副
血液流動的觀察	藉由觀察魚尾鰭中血液移動的現象，了解血液在血管內流動的情形。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 小魚 1 條 2. 複式顯微鏡 1 臺 3. 滴管 1 支 4. 培養皿 1 組 5. 小撈網 1 支 6. 棉花適量
感覺疲勞	透過食用不同甜度的食物、浸泡不同溫度的水，以及觀察後像圖片的方式，體會味覺疲勞、皮膚對冷熱的感覺疲勞與視覺疲勞的現象。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 蜂蜜(或果糖) 50 公克 2. 水果(如芭樂和番茄等甜度較低的種類) 1 個 3. 塑膠盆 3 個 4. 冰塊適量 5. 自來水適量 6. 熱水適量 7. 溫度計 1 支
反應時間的測定	利用接尺並對照活動紀錄簿中的參考表，測定同學們的反應時間。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 30cm 或 45cm 的塑膠直尺 1 支
動植物的呼吸作用	藉由觀察澄清石灰水以及氯化亞鈷試紙的變化，以探討種子萌發時所釋出的氣體與人體呼出的氣體含有哪些成分。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 乾燥綠豆適量 2. 萌芽綠豆適量 3. 錐形瓶 2 個 4. 鑽孔橡皮塞 2 個 5. 漏斗 2 支 6. 玻璃管 2 支

			<ol style="list-style-type: none"> 7. 橡皮管 2 條 8. 25mL 量筒 2 支 9. 100mL 燒杯 1 個 10. 氯化亞鈷試紙 1 張 11. 鑷子 1 支 12. 試管 2 支 13. 試管架 1 個 14. 澄清石灰水約 60mL 15. 吸管 1 支 16. 打氣筒 1 個 17. 透明塑膠袋 (半斤袋) 2 個 18. 橡皮筋 2 條
	呼吸模型的製作與使用	利用簡易材料製作呼吸模型，以了解氣體進出肺部的原理。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 600mL 寶特瓶 1 個 2. 氣球 2 個 3. 美工刀 1 把 4. 剪刀 1 把 5. 膠帶適當長度
第二冊	植物營養器官的繁殖	利用植物的營養器官來進行繁殖，以了解植物的無性生殖。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 甘薯 1 個 2. 棉花適量 3. 蒜頭或紅蔥頭 1 瓣 4. 培養皿 2 個 5. 落地生根或風車草葉片 1 片 6. 牙籤 3 根
	蛋的觀察	藉由觀察雞蛋，了解卵細胞與其他相關構造。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雞蛋 1 個 2. 鑷子 1 支 3. 剪刀 1 支 4. 250mL 燒杯 1 個
	花的觀察	了解植物花朵的外形與雄蕊、雌蕊等構造。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 花 (洋桔梗、朱槿、百合或康乃馨) 1 朵 2. 滴管 1 支 3. 牙籤 1 支 4. 載玻片 1 片 5. 蓋玻片 1 片 6. 複式顯微鏡 1 臺 (或解剖顯微鏡 1 臺) 7. 刀片 1 把 8. 放大鏡 1 把

性狀表現大不同	藉由全班同學七種性狀的比對，以了解個體間性狀表現的差異。	1. 鏡子 1 面
人類性別與性聯遺傳	利用卡片代表父親和母親的性染色體，藉此了解人類性別的遺傳和性聯遺傳的機率。	1. 紅色卡片 3 張 2. 藍色卡片 1 張 3. 簽字筆
天擇的探討	藉由計算松樹林和樺樹林中深色蛾和淺色蛾的數量及比例，了解天擇對生物演化的影響。	
檢索表的認識與應用	了解二分叉檢索表的製作，能應用簡易的檢索表來鑑定生物，並學習製作二分叉檢索表。	
蕨類植物的觀察	觀察蕨類植物的外部形態、孢子囊堆的排列方式，及孢子囊與孢子的構造	1. 蕨類植物 2 棵 2. 滴管 1 支 3. 複式顯微鏡 1 臺 4. 載玻片 1 片 5. 蓋玻片 1 片 6. 鑷子 1 支
族群個體數的調查	利用直接計數法、樣區法與捉放法估計黑棋的數目，進而了解估算族群個體數的方法。	1. 圍棋一副 2. 紙籤 12 張 3. 有蓋的塑膠杯（約 700mL）1 個 4. 方形盒蓋或淺盤（約 A3 大小）1 個
食物網的製作	藉此活動了解食物網中生物間能量流動的關係。	
居家環境大檢驗	經由汙染調查活動，了解學校或住家附近環境汙染的情形。	

活動 2·1-1

複式顯微鏡的使用



活動流程

1 認識複式顯微鏡的構造。

旋轉盤

可旋轉以更換物鏡。

物鏡

為靠近玻片樣本的鏡頭，放大倍率有 4 倍、10 倍和 40 倍等，鏡頭越長，放大倍率越大。



玻片夾

用以固定載玻片。

載物臺

為放置載玻片的平臺，中央有一個供光線通過的圓孔。

光圈

位於載物臺下方，可控制通過的光量。

反光鏡

一面為平面鏡，一面為凹面鏡，可反射或聚集光線使光線通過圓孔。

目鏡

眼睛由此觀察。放大倍率通常有 10 倍和 15 倍等，鏡頭越長，放大倍率越小。

小 ← 目鏡倍率 → 大

10X 15X

鏡筒

目鏡和物鏡間的筒狀構造，其內可放置目鏡。

粗調節輪

用以調整物鏡至載物臺的距離，使影像清晰。

細調節輪

微調距離使影像更清晰。

鏡臂

可支持鏡筒、物鏡及載物臺，也是拿取顯微鏡時手握的部位。

⚠ 拿顯微鏡時，應一手握住鏡臂，另一手托住鏡座，使顯微鏡保持直立。

鏡座

固定、支持顯微鏡。



2 轉動旋轉盤，使低倍物鏡對準載物臺上的圓孔。



3 以細油性筆在載玻片寫上「ap」，字母寬約 0.3 公分。再用玻片夾固定玻片樣本，使目標物對準載物臺上的圓孔。



4 轉動粗調節輪，使低倍物鏡與載玻片之間的距離至最近為止。



5 調整反光鏡角度（或光源）及光圈，可控制進光量使視野下的亮度適中。



調整反光鏡



調整光圈

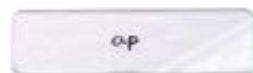
6 張開雙眼從目鏡觀察，轉動粗調節輪直到能看清楚目標物為止；再轉動細調節輪使視野更清楚。



7 如果放大倍率不夠，可將目標物調到視野正中央，並轉動旋轉盤，依序切換至高倍物鏡，再轉動細調節輪，直到看清楚為止。

⚠️ 放大倍率 = 目鏡倍率 × 物鏡倍率

8 比較載玻片上實際的字母和視野下所看到的字母有何不同。👉 2



載玻片上

9 顯微鏡使用完畢後，將低倍物鏡旋回對準載物臺上的圓孔，將載玻片取下洗淨。

⚠️ 鏡頭如有油污，需以拭鏡紙輕拭鏡頭。



活動目的

了解複式顯微鏡的構造，並學習如何正確的使用。

活動紀錄

1.請寫出複式顯微鏡的構造。



2.請畫出在複式顯微鏡下所看到的字母



問題與討論

1.使用複式顯微鏡所看到的物像和實物有哪些差異？

影像放大，且上下顛倒、左右相反。

2.若觀察時想要提高視野的亮度，可藉由哪些方法達成此目的？

可藉由調整反光鏡的角度（或調亮光源），以及調大光圈，都可以達到提高視野亮度的目的。

3.高倍和低倍物鏡所看到的物像有什麼差異？

高倍鏡所看到的物像視野範圍較為窄小、亮度較暗、看到的細胞較大、數目較少；低倍鏡則反之。

活動 2·1-2

解剖顯微鏡的使用

配合課本第32~34頁

活動流程

1 認識解剖顯微鏡的構造。

眼焦調整器

可調整左右兩眼視差，使兩眼均能清楚觀察。

眼距調整器

調整兩眼目鏡間的距離，使兩眼所觀察的視野合而為一。

倍率調整輪

旋轉以調整倍率大小。

物鏡

觀察樣本的鏡頭，放大倍率多為 2~4 倍。

燈源

供應光源。

固定夾

固定樣本。

載物板

可放置樣本，通常有黑色、白色或透明三種。

鏡座

固定、支持顯微鏡。

目鏡

眼睛觀察處，放大倍率多為 10 倍。

目鏡接罩

隔絕自周圍射入的光線。

鏡臂

支持目鏡、物鏡及載物臺，是拿顯微鏡的部位。

調節輪

調整物鏡與載物板間的距離，使影像清晰。

燈源開關

打開或關閉燈源。

⚠️ 燈源開關可選用 I (反射光源) 或 T (底部穿透光源)。樣本不透光時選用 I；樣本透光時則選用 T。





2 以細油性筆在載玻片寫上「ap」，字母寬約0.3公分。再將玻片樣本放置在載物板上以固定夾固定。



3 用雙眼自目鏡觀察，調整眼距調整器使雙眼視野合一，可同時由目鏡看到載物板。



4 先閉上左眼，用右眼觀察，轉動調節輪直到看清楚樣本為止。



5 閉上右眼，換用左眼觀察，調整眼焦調整器，直到看清楚樣本為止。

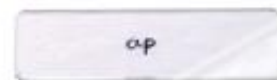


⚠ 若眼焦調整器位於右側目鏡上，則流程4、5中兩眼觀察、閉合的順序應相反。

6 如需提高放大倍率，可轉動物鏡的倍率調整輪更換成較大倍數的物鏡，再轉動調節輪至看清楚樣本為止。



7 比較解剖顯微鏡視野下所看到的字母和載玻片上實際的字母。👉2



載玻片上

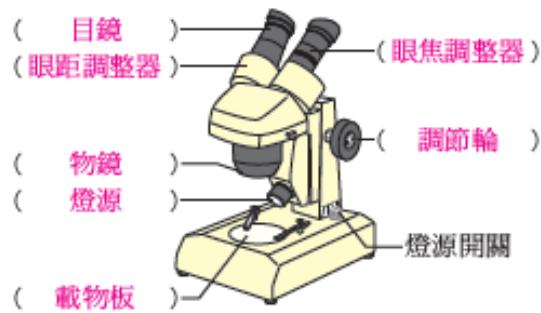
活動目的

熟悉解剖顯微鏡的使用方法。

活動紀錄

1. 請寫出解剖顯微鏡的構造。

2. 請畫出在解剖顯微鏡下所看到的字母「ap」。



問題與討論

1. 將使用解剖顯微鏡所看到的物像和實物相比較，有哪些異同之處？

影像放大，方向相同。

活動 2·1-3 水滴中的生命世界

配合課本第35頁

活動流程

1

池水

輕輕放上蓋玻片

以吸水紙吸去多餘水分

2 將標本放在顯微鏡下觀察，調整顯微鏡，直到看清楚為止。在活動紀錄表格中勾選觀察到的小生物。👉 1

3 如果目標物離開視野，移動載玻片使其重回到視野中央。

4 與同學對照，看看同學們是否觀察到不同的生物，將這些生物記錄在活動紀錄表格中。👉 1

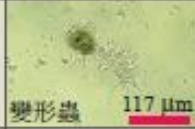



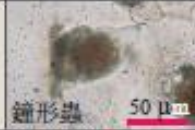


活動目的




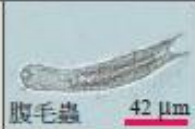
學習玻片標本的製作，並利用複式顯微鏡觀察水中的小生物。

活動紀錄


1. 下表所列的水中生物，你觀察到幾種？請勾選出所觀察到的水中生物，並與同學的觀察結果作比較。 (以學生觀察到的為主)



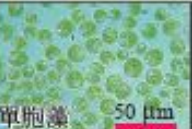

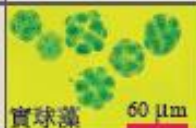
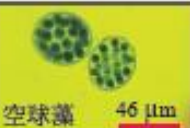

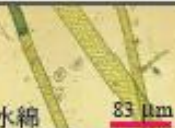


藍綠菌 (藍綠藻)			
種類	藍鼓藻 5 μm	鞘藻 27 μm	葛仙米藻 42 μm
自己			
同學			

單細胞生物				
種類	 變形蟲 117 μm	 草履蟲 108 μm	 線鞭蟲 42 μm	 眼蟲 33 μm
自己				
同學				
種類	 鐘形蟲 50 μm	 扁眼蟲 83 μm	 喇叭蟲 100 μm	
自己				
同學				

多細胞生物				
種類	 輪蟲 142 μm	 水蚤 158 μm	 線蟲 154 μm	 孑孓 167 μm
自己				
同學				
種類	 腹毛蟲 42 μm			
自己				
同學				



金黃藻類				
種類	 矽藻(甲) 29 μm	 矽藻(乙) 16 μm	 矽藻(丙) 8 μm	
自己				
同學				

綠藻類				
種類	 新月藻 83 μm	 星盤藻 40 μm	 單胞藻 50 μm	 團藻 150 μm
自己				
同學				
種類	 實球藻 60 μm	 空球藻 46 μm	 剛毛藻 300 μm	 水綿 83 μm
自己				
同學				
種類	 四聯原藻 19 μm	 間生藻 100 μm		
自己				
同學				

問題與討論

1. 如何判斷觀察到的物體是生物還是非生物？

一般而言，生物的形狀較完整，輪廓較規律。如果目標物為動物，應可見其在鏡頭下活動；若是植物，常能看到分布於細胞質中的葉綠體。非生物（例如纖維、雜質等）的構造較不規則，也不會活動。如果是氣泡，則具有較黑的輪廓，且內部缺少生物體所具有的特殊構造。

2. 參考活動紀錄簿第11~13頁附圖，判斷觀察到的水中小生物，哪些是單細胞生物？哪些是多細胞生物？

（參考前頁附圖，依學生的觀察結果作答）。

單細胞生物：變形蟲、草履蟲、線鞭蟲、眼蟲、鐘形蟲、扁眼蟲、喇叭蟲。

多細胞生物：輪蟲、水蚤、線蟲、孑孓、腹毛蟲。

3. 視野中的小生物向右上方離開時，應將載玻片往哪個方向移動，才能讓小生物再回到視野中央？

在視野中小生物向右上方離開，表示實際上小生物正在往左下角移動，因此應將載玻片往右上方移動。



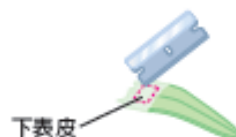
活動流程

1. 鴨跖草葉片細胞的觀察

1 將鴨跖草的背面朝下折斷，輕輕撕拉出薄而無色的薄層（下表皮）。



2 用單面刀片切下一小塊下表皮。



3 在載玻片上加一滴水，再用鑷子將切下的下表皮放在水滴中央。蓋上蓋玻片，並以吸水紙吸去多餘的水分。



將表皮製成玻片標本

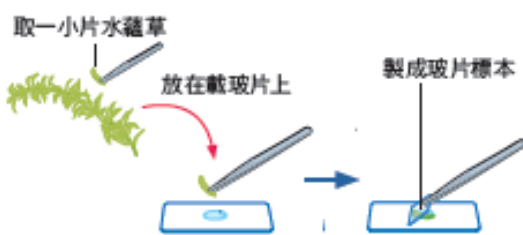
4 用顯微鏡觀察視野下所見的細胞形態。描繪所看到的細胞外形，並標示相關構造。🏆1



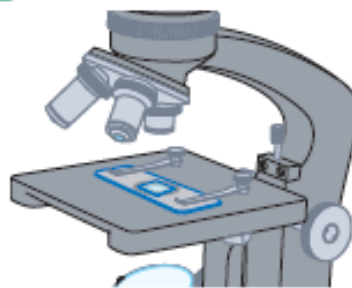
⚠️ 所見細胞應不只一種，可移動玻片標本尋找。

2. 水蘊草葉片細胞的觀察

1 於載玻片上滴水，將水蘊草平放，再蓋上蓋玻片。



2 畫出水蘊草葉片細胞。🏆2



3. 口腔皮膜細胞的觀察

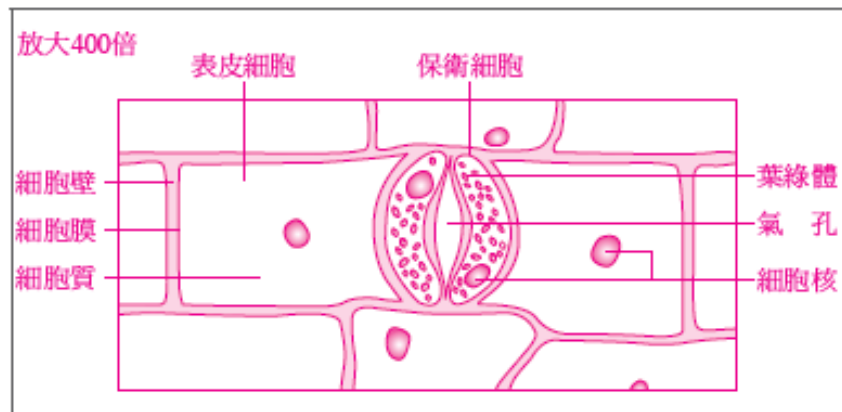


活動目的

使用複式顯微鏡觀察一般動、植物細胞的形態。

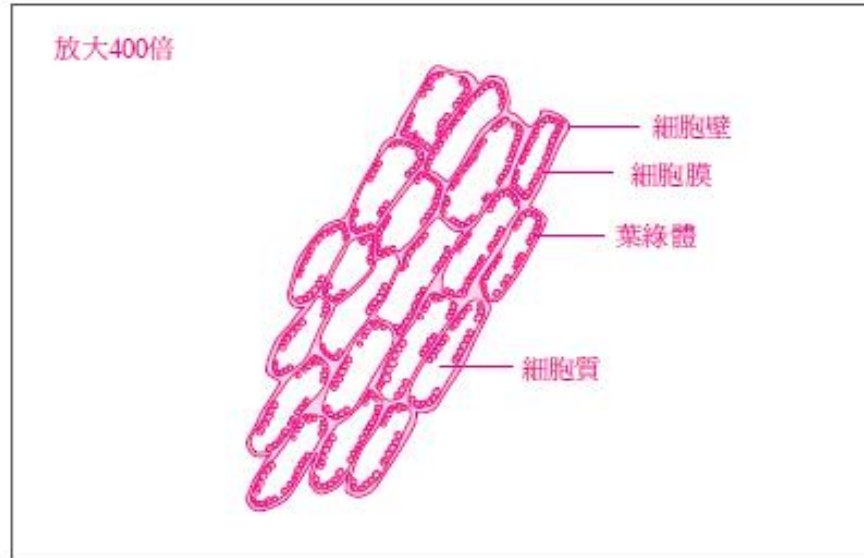
活動紀錄

1. 請畫出數個你所看到的鴨跖草細胞，並標示出細胞內部構造的名稱。

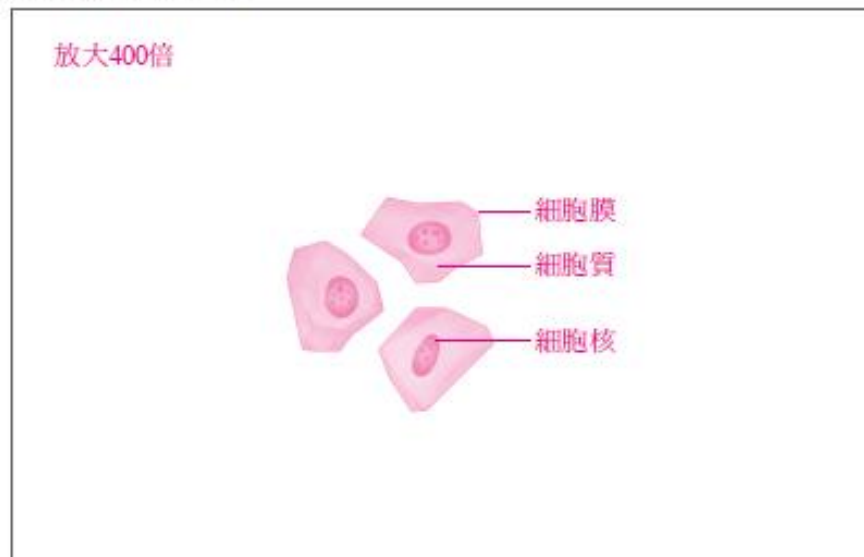




2.請畫出數個你所看到的水蘊草葉片細胞，並標示出細胞內部構造的名稱以及顯微鏡的放大倍率。



3.請畫出數個你所看到的口腔皮膜細胞，並標示出細胞內部構造的名稱，以及顯微鏡的放大倍率。



問題與討論

1. 鴨跖草葉片的下表皮中有哪些不同形態的細胞？試比較這些細胞的差異。

顯微鏡下可觀察到兩種形態的細胞，一種是形狀規則，排列緊密，且無葉綠體，是為表皮細胞；另一種是成對的半月形，具有葉綠體，是為保衛細胞。

2. 鴨跖草表皮細胞與水蘊草葉片細胞中，是否都能看到綠色的顆粒？若有，分布在細胞中的哪些地方？是否會移動？推測這些綠色顆粒是什麼？

水蘊草細胞中有綠色顆粒，鴨跖草表皮細胞沒有，但保衛細胞有。綠色顆粒分布於細胞質中。在水蘊草細胞中，這些顆粒會順著同一方向移動，推測應為葉綠體。

3. 口腔皮膜細胞和水蘊草葉片細胞有何異同？試列表比較兩者之間的差異。

細胞 構造	口腔皮膜細胞	水蘊草葉片細胞
細胞膜	有	有
細胞質	有	有
細胞核	有	有
細胞壁	無	有
葉綠體	無	有

4. 利用亞甲藍液或碘液可以清楚觀察細胞內的何種構造？

細胞質中的構造不易分辨，需使用特殊染劑來染色才能夠觀察到，因此染色前僅能觀察到細胞的輪廓；染色後細胞核清晰可見。

活動 3·1

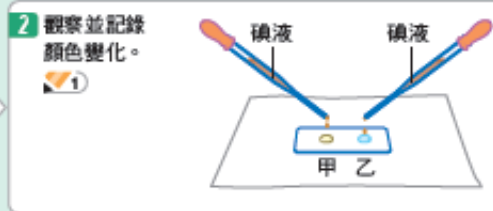
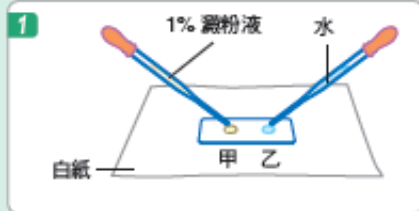
食物中醣類的測定

配合課本第53~55頁

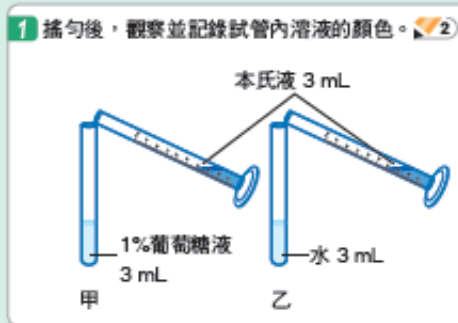


活動流程

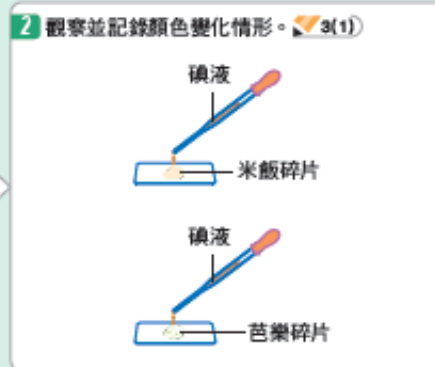
1. 澱粉的測定



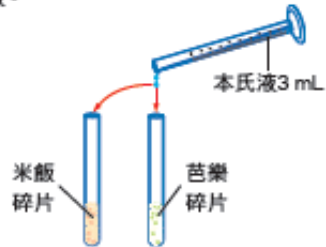
2. 糖分的測定（此處使用葡萄糖）



3. 食物中所含醣類種類的測定



3 再取一些食物碎片放入兩試管中，並加入本氏液。



4 將兩試管放入燒杯中隔水加熱。

3(2)



活動目的

藉由碘液和本氏液的顏色變化來測定醣類的種類，並嘗試利用此方法來推知食物中所含的醣類種類。

活動紀錄

1. 澱粉的測定

混合前後 結果	碘液的顏色	混合後的顏色	
		甲（澱粉液）	乙（水）
顏色變化	黃褐色	藍黑色	黃褐色

2. 糖分的測定（此處使用葡萄糖）

加熱前後 結果	加熱前的顏色	加熱後的顏色	
		甲（葡萄糖液）	乙（水）
顏色變化	淡藍色	黃色 （橙色或紅色）	淡藍色



3.食物中所含醣類種類的測定

*活動中食物所含養分種類的測定，是以食物中含量最豐富的養分為主，因此表格中的答案僅供參考。教師在評量時，可著重於學生是否能夠操作活動，並且解釋結果。

(1)碘液與食物碎片混合後

食物種類	熟米飯+碘液	芭樂+碘液
結果		
顏色變化	藍黑色	黃褐色

(2)本氏液與食物碎片混合再隔水加熱後

食物種類	熟米飯+本氏液	芭樂+本氏液
結果		
顏色變化	淡藍色	黃色 (橙色或紅色)

問題與討論

1.食物中如果含有澱粉，加入碘液後，顏色會如何變化？

如果食物中含有澱粉，則加入碘液後，會變成藍黑色。

2.食物中如果含有葡萄糖，加入本氏液再隔水加熱後，顏色會如何變化？

如果食物中含有葡萄糖，則加入本氏液再加熱之後，會依照所含糖濃度的多寡，呈現紅、橙、黃或綠等顏色。

3.依照活動結果推測，你所檢測的食物中含有哪些養分？

請學生根據活動的結果回答。如果檢測不出某一種養分，並不表示食物中不含此種養分。可能是其含量太少，活動的檢測方法測不出來。

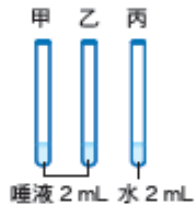
活動 3·2

酵素的作用

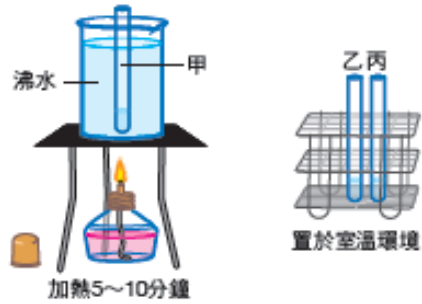
配合課本第58、59頁

活動流程

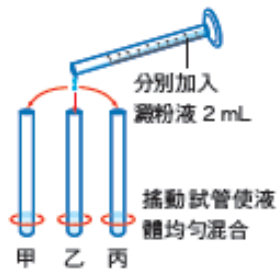
1



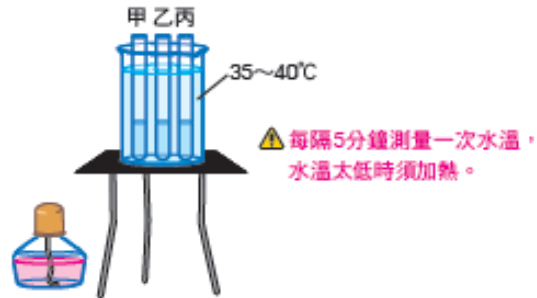
2



3



4 將3支試管放入溫水中，作用15~20分鐘。



5 記錄混合液的顏色。✔️①



6 觀察並記錄顏色變化。✔️①





活動目的

藉由本氏液的顏色變化，了解唾液中澱粉酶的作用及受溫度影響的情形。

活動紀錄

1. 試管內液體顏色的變化

試管裝置 條件	甲試管	乙試管	丙試管
	2 mL 煮沸過的唾液 + 2 mL 的澱粉液	2 mL 的唾液 + 2 mL 的澱粉液	2 mL 的水 + 2 mL 的澱粉液
剛加入本氏液的顏色	淡藍色	淡藍色	淡藍色
放入沸水中加熱後的顏色	淡藍色	橙紅色	淡藍色

問題與討論

1. 在流程4中，為什麼要將加入澱粉液後的甲、乙、丙3支試管放進溫水中？

唾液中含有酵素，酵素在溫水中的活性較佳。

2. 在流程6中，3支試管隔水加熱反應後，本氏液的顏色是否有變化？請對照課本第53頁圖3-5的本氏液顏色變化，說明其代表的意義？

僅乙有變化，這表示唾液中的酵素將澱粉分解成較小的分子（麥芽糖），並與本氏液作用而變色，顏色越偏紅色，表示糖的濃度越高。

3. 比較最後甲、乙兩試管溶液的顏色變化過程，推論流程2中將甲試管中的唾液加熱，對唾液中的酵素會造成什麼影響？

甲試管維持淡藍色不變，乙試管可能變成綠色、黃色、橙色或紅色。甲試管中的唾液經加熱後，唾液中所含酵素的活性會被破壞掉。

4. 在活動中為什麼要有丙試管？

丙試管作為顏色變化的對照組。

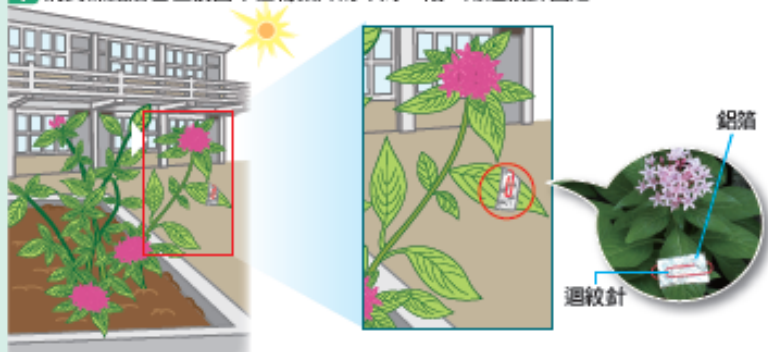
活動 3·3

光合作用的探討

配合課本第64、65頁

活動流程

1 將長條鋁箔包住校園中植物葉片的中間一段，用迴紋針固定。



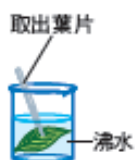
2 5~7天後摘下葉片，取下鋁箔。



3



4



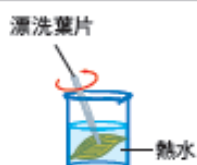
5 將葉片浸入裝有酒精的燒杯中，隔水加熱數分鐘。

● 觀察酒精和葉片的顏色變化。

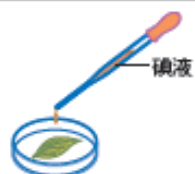
⚠ 酒精為易燃物，必須隔水加熱，不可以直接放在火上加熱，燒杯亦不可加蓋，以免發生危險。



6



7 觀察並記錄葉片的顏色變化。①





活動目的

經由澱粉的檢測，了解光合作用需要光。

活動紀錄

1. 碘液顏色的變化

活動前後 結果	活動前碘液顏色	活動後碘液顏色	
		夾鋁箔處	未夾鋁箔處
顏色變化	黃褐色	黃褐色	藍黑色

問題與討論

1. 為什麼要用鋁箔遮住植物葉片的一部分？

因鋁箔不透光，有鋁箔遮住的部分便照不到光線，使葉子上面部分面積無法照光，部分面積可照光，以有、無照光作為操作的變因，實驗光對光合作用的影響。

2. 把葉片放入酒精中加熱後，酒精變成什麼顏色？根據此結果推論，為什麼要將葉片放在酒精中加熱？

酒精會變成綠色。

因為酒精可溶解出葉子中的葉綠素，以方便觀察葉子的顏色變化。

3. 葉片上遮光與不遮光的部位，加碘液後顏色變化有什麼不同？為什麼？

遮光的部位碘液維持黃褐色，表示沒有澱粉存在；而沒有遮光的部位變成藍黑色，表示有澱粉存在。光合作用需要在有光的環境下才能製造養分並儲存，沒有光的時候會消耗葉片內的養分。

活動 4·2

植物體內水分的運輸與蒸散作用

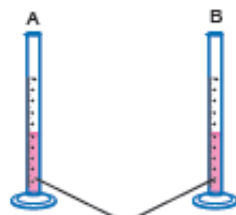
配合課本第82頁



活動流程

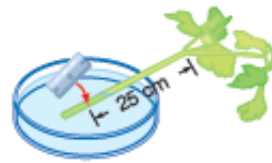
1 取兩個相同的量筒A、B，分別加入5 mL的紅色溶液。

⚠ 可使用膠帶將量筒固定於桌面，以免打翻。

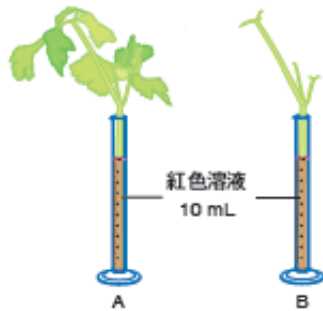


紅色溶液 5 mL

2 在水中切取2枝直徑大小相當的芹菜葉柄（含葉片）。



3 將葉柄分別插入量筒A、B中，並加入紅色溶液至10 mL；並將B量筒內的芹菜葉片全部摘除。



紅色溶液
10 mL

4 30分鐘後，觀察並記錄兩量筒內紅色溶液體積的變化，以及紅色溶液在葉柄和葉片上的分布情形。

5 用單面刀片橫切和縱切葉柄。



橫切葉柄



縱切葉柄

6 以放大鏡觀察切面，記錄紅色溶液在芹菜葉柄切面的分布情形。

活動目的

觀察植物水分運輸的構造，並探討植物體內水分運輸的原理。

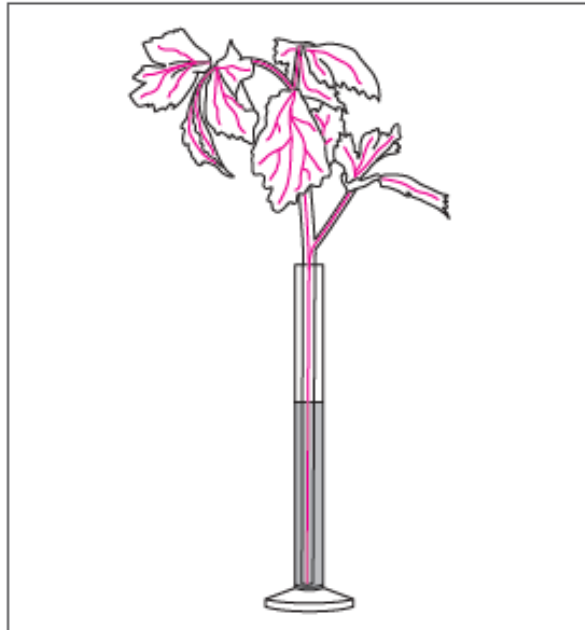
活動紀錄

(學生自行作答)

1. 隔30分鐘後，觀察A、B量筒內紅色溶液體積的變化，將結果記錄在下表。

量筒 體積 (mL)	A (有葉)	B (無葉)
活動開始時		
30分鐘後		
體積的變化量		

2. 仔細觀察紅色溶液在芹菜表面分布的情形，並描繪在右框的芹菜圖中，將呈現紅色的部分用色筆畫出。





- 3.將芹菜葉柄作橫切和縱切，以放大鏡觀察橫切面和縱切面，注意哪些地方會呈現紅色，將觀察結果描繪下來，並將呈現紅色的部分用不同顏色的筆標示於圖中。



問題與討論

1. 哪一個量筒內的紅色溶液液面下降較多？為什麼？

A量筒的紅色溶液體積下降較多。因為A量筒芹菜有葉片，蒸散作用較快；

B量筒的芹菜只有葉柄，蒸散作用較不明顯。

2. 除了葉片的有無以外，還有哪些因素可能會影響植物蒸散作用的速率？

蒸散作用受植物本身及環境因素的影響。植物本身因素如葉片大小、氣孔分布等；環境因素如光照、溫度、土壤含水量、空氣溼度和風等。

3. 在橫切面和縱切面上呈現紅色的部分屬於何種組織？為何只有此部分呈紅色？

芹菜葉柄的切面上，呈現紅色部分的是維管束中的木質部，屬於輸導組織。

木質部的功能為運輸水分，吸收紅色溶液後，溶液會由木質部運輸至葉片，因此木質部呈現紅色。

活動 4·3-1

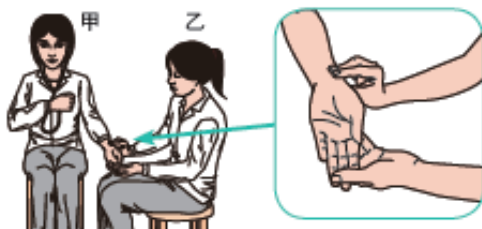
探測人體的心音與脈搏

配合課本第94頁



活動流程

- 1 兩人一組，甲用聽診器探聽自己的心音，乙則探測到甲左手腕的脈搏後，甲靜坐五分鐘。



- 2 計數1分鐘內甲心搏和脈搏的次數。✔①

- 3 甲原地跑步3分鐘後，重複步驟2。✔①

- 4 甲、乙互換，重複以上步驟。

- 5 計算全班同學每分鐘的心搏與脈搏平均值。✔①

活動目的

藉由探測人體的心音和脈搏，了解心臟搏動的情形。

活動紀錄

(學生自行作答)

- 1.請記錄「運動前」、「運動後」每分鐘的心搏和脈搏次數。

運動前後 探測部位	運動前			運動後		
	甲	乙	全班平均	甲	乙	全班平均
心搏 (次/分鐘)						
脈搏 (次/分鐘)						

問題與討論

1.同一個人，同時測量的心搏和脈搏次數相同嗎？為什麼？

相同。

脈搏是動脈管壁隨心搏而形成的搏動，所以應與心搏次數相同；如果不同，可能為測量上的誤差。

2.活動中，「運動前」和「運動後」每分鐘的心搏和脈搏次數一樣嗎？為什麼？

不一樣。

運動時，心搏加快，脈搏也隨著加快。劇烈運動時，心搏加快，可以促使血液循環加快，加速氧氣、養分的運送和二氧化碳、廢物的排除。

3.自己每分鐘所測量到的心搏和脈搏次數和全班平均值相近嗎？如果相差很大，可能是哪些原因造成的？

算出全班同學心搏和脈搏次數的平均值後，和自己的心搏和脈搏次數比較，如果相差很大，可能的原因有：同學間性別和生理狀況的差異，測試者計時、計數的誤差或受測者運動程度的差異。

活動 4·3-2

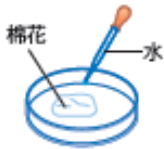
觀察血液的流動



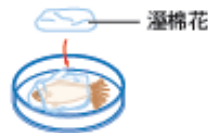
配合課本第95頁

活動流程

1 將棉花放在培養皿中，加水使其潮濕。



2 將小魚放在培養皿內的棉花上，再輕輕蓋上濕棉花，並讓尾鰭露在棉花外。



3 記錄尾鰭內的血管，以及血管中小顆粒流動的情形。🏆 1

⚠️ 活動進行時，定時以滴管滴水在棉花上，保持魚體表面的濕潤，並避免物鏡接觸魚體或被濺濕而污染物鏡。

⚠️ 請善待活體材料。活動結束後，請盡速將小魚放回水族箱中。

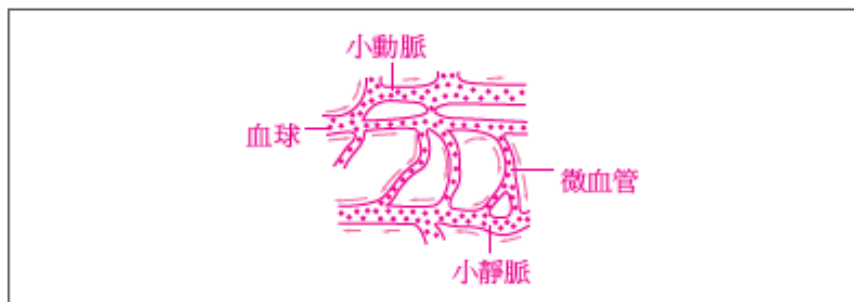


活動目的

觀察小魚尾鰭內的血液流動，了解血液在血管中流動的情形，並區分管道的種類。

活動紀錄

1. 請將觀察到的結果以繪圖表示，標示構造名稱，並以箭頭標明血液流動的方向。



活動 4·3-2 觀察血液的流動

45

 **問題與討論**

1. 血管內流動的小顆粒是什麼？

在血管內流動的顆粒為血球，主要是紅血球。

2. 血液在不同粗細的血管中流動的速度是否相同？

在較粗的血管中，血液流動較快；血管越細，血液流動越慢。

3. 該如何區分魚尾鰭的小動脈、小靜脈及微血管？

可藉由血液流動的方向來區分小動脈、小靜脈及微血管。血液由小動脈流入微血管，再由微血管流入小靜脈。

實驗 1.2

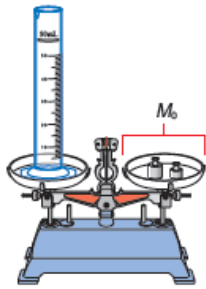
密度的測定

配合課本第20、21頁

實驗步驟

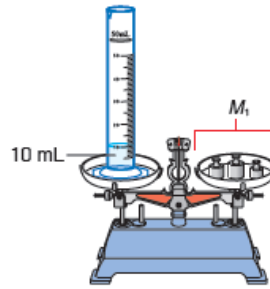
甲. 水的密度測定

1 記錄空量筒的質量 M_0 。✔️①



2 在量筒中注入10毫升水，測量量筒與水的質量 M_1 。✔️①

⚠️ 讀取刻度時，視線需和液面中央處等高。



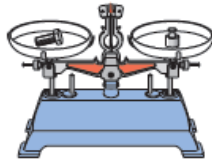
3 每次在量筒中增加10毫升的水，重複步驟2四次。✔️①

4 以水的質量為縱坐標、體積為橫坐標作圖，並把各點相連。✔️②

5 利用步驟4的圖形，計算水的密度。✔️①

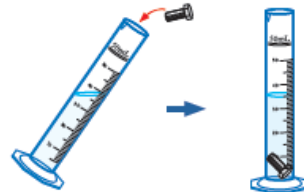
乙. 金屬的密度測定

1 測量並記錄螺絲的質量。✔️③



2 利用排水法測量螺絲的體積並記錄。✔️③

⚠️ 將螺絲放入量筒時，應將量筒傾斜，緩緩放入螺絲，以免損壞量筒。



3 重複上述步驟，測量並記錄5個相同材質，大小不同螺絲的質量和體積。✔️③

4 以螺絲質量為縱坐標、體積為橫坐標作圖，並把各點相連。✔️④

5 利用步驟4的圖形，計算螺絲的密度。✔️③

實驗目的

經由實際操作，學習質量和體積的測量方法，並計算物體的密度。

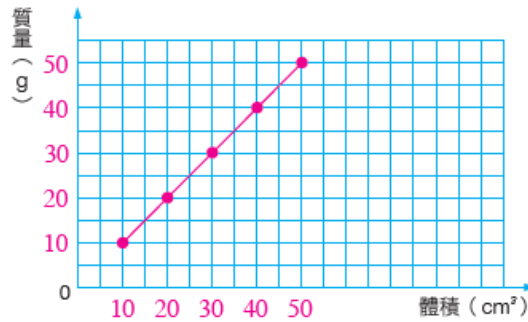
實驗紀錄

1. 水的密度測量紀錄表

量筒的質量 M_0 (g) : 40 (答案僅供參考)

實驗次別	水的體積 (cm ³)	量筒+水的質量 M_1 (g)	水的質量 $M = M_1 - M_0$ (g)	水的密度 (g/cm ³)
1	10.0	50	10	1.0
2	20.0	60	20	1.0
3	30.0	70	30	1.0
4	40.0	80	40	1.0
5	50.0	90	50	1.0

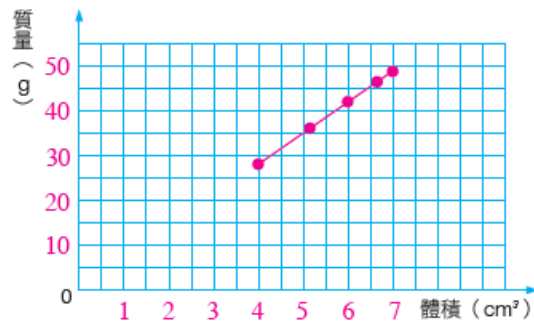
2. 水的質量與體積的關係圖。



3. 相同材質金屬的密度測量紀錄表 (答案僅供參考)

實驗次別	質量 (g)	體積 (cm ³)	密度 (g/cm ³)
螺栓一	28.0	4.0	7.0
螺栓二	36.4	5.2	7.0
螺栓三	42.0	6.0	7.0
螺栓四	46.2	6.6	7.0
螺栓五	49.0	7.0	7.0

4.相同材質金屬的質量與體積關係圖



問題與討論

1.使用天平之前，必須先做什麼調整？要如何進行？

使用天平之前必須先將天平歸零，即當天平左右均為空盤時，調整天平的校準螺絲，直到指針在中央零刻度的位置。

2.在實驗甲的步驟4中，所繪製的圖形有什麼特徵？

為一條通過原點的斜直線，即水的質量與水的體積成正比的關係。

3.在實驗甲的步驟4中，若將縱坐標改為「量筒和水的總質量」，則繪製出的圖形會和原本的圖形有何不同？

為一條不通過原點的斜直線，其與縱坐標的交點即代表量筒的質量。

4.在實驗乙中，材質相同、大小不同的螺絲所測得的密度有何關係？

材質相同、大小不同的螺絲，所測得的密度皆相等。

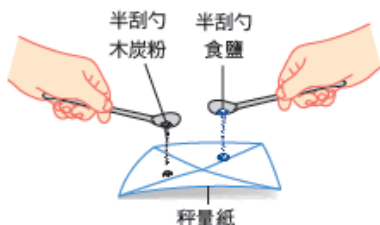
實驗 2·1

混合物的分離

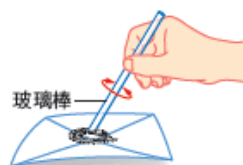
配合課本第34、35頁

實驗步驟

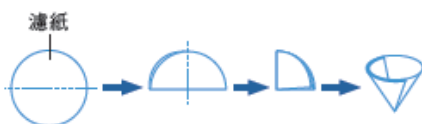
1 分別取半刮勺的食鹽與木炭粉，倒在秤量紙上。



2 以玻璃棒混合並觀察。✔1



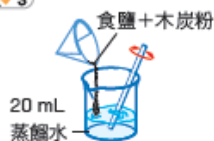
3 取1張濾紙摺疊成錐狀。



4 食鹽和木炭粉的混合物倒入。觀察食鹽與木炭粉能否通過濾紙。✔2



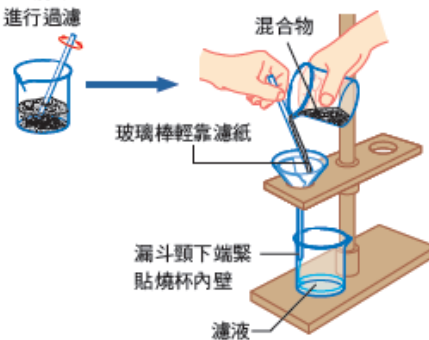
5 將混合物倒入裝有20毫升蒸餾水的燒杯中，以玻璃棒攪拌後，靜置觀察。✔3



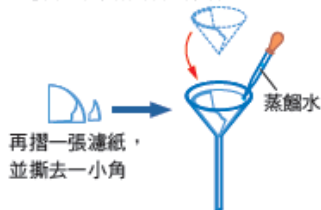
7 裝置時將漏斗頭下端緊貼燒杯內壁，以免過濾中濾液濺起。以玻璃棒再次攪拌燒杯中的混合物後，再沿著玻璃棒緩緩倒入濾紙內過濾。

⚠ 過濾時，漏斗中的液面高度不可超過濾紙。

再次攪拌以進行過濾



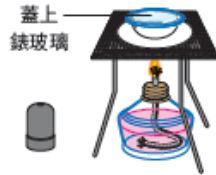
6 再摺一張濾紙並撕去一小角後置於漏斗內，以滴管滴數滴蒸餾水潤溼濾紙，使其附著於漏斗內壁。



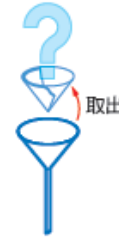
8 沿著玻璃棒將 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ 濾液倒入蒸發皿中。



9 蓋上錶玻璃，緩緩加熱至濾液蒸乾，觀察蒸發皿內有什麼物質。
 ⚠️ 食鹽開始結晶時，有些晶體會彈跳出來，故蒸乾前不可將錶玻璃移開。



10 將濾紙取出，觀察濾紙內有何物質。
 ⚠️ 取出



實驗目的

利用純物質間性質的差異，將食鹽和木炭粉的混合物分離，並學習過濾的操作技巧。

實驗紀錄

實驗操作	記錄觀察到的情形
1 觀察混合後的食鹽與木炭粉。	會看見黑色木炭粉與半透明的食鹽顆粒。
2 觀察食鹽與木炭粉能否通過濾紙。	兩者都無法通過濾紙。
3 將混合的木炭粉與食鹽倒入蒸餾水中攪拌，靜置一段時間後觀察。	仍看得見黑色木炭粉，但看不見食鹽顆粒。
4 蒸乾濾液，觀察蒸發皿內的物質。	蒸乾後會有白色的晶體。
5 觀察濾紙內的物質。	濾紙上殘留的是無法通過濾紙的木炭粉。

問題與討論

1.食鹽與木炭粉混合後直接倒在摺疊好的濾紙上，可分離食鹽和木炭粉嗎？
為什麼？

無法分離，因為食鹽和木炭粉的顆粒均大於濾紙的孔隙，兩者都無法通過濾紙。

2.為什麼先溶解再過濾可以分離食鹽與木炭粉？

木炭粉不溶於水、顆粒大；食鹽可溶於水，且會形成微小粒子，均勻的分布在水中。因此可利用過濾法，讓水與食鹽微小粒子一起通過濾紙的孔隙，而顆粒大的木炭粉留置在濾紙上，因而分離食鹽與木炭粉。

3.為什麼加熱食鹽水可以得到食鹽晶體？

因為水的沸點較低，會先蒸發到空氣中；而此時沸點高的食鹽不會蒸發，會留置在蒸發皿內，最後結晶析出。

4.在你的生活經驗中，有哪些分離物質的實例？請說出其應用的原理。

(1)廚房流理臺的水槽濾網，可過濾食物殘渣，以免水管堵塞。其原理是利用顆粒大的食物殘渣無法通過濾網來分離。

(2)漁網捕魚，只捕大魚不捕小魚。其原理是大魚無法通過漁網的孔洞而被抓，小魚則能通過網孔而不被抓。

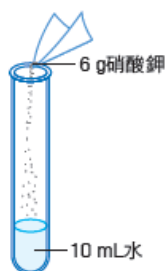
實驗 2·2

溫度對固體溶解度的影響

配合課本第45頁

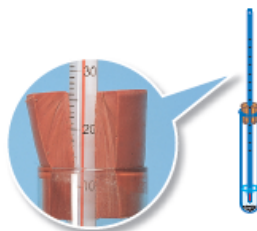
實驗步驟

- 1** 取6公克硝酸鉀與10毫升的水倒入試管中。



- 2** 將單孔橡皮塞切掉 $\frac{1}{4}$ ，插入溫度計後，塞住試管口，測量水溫。

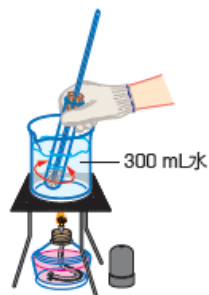
- 觀察溶液溫度。
- ⚠ 溫度計的液囊須浸入水中，但不接觸試管底。



- 3** 搖動試管。
● 觀察試管中的硝酸鉀能否完全溶解。



- 4** 將試管隔水加熱，同時輕輕搖動試管。觀察硝酸鉀的溶解情形，並記錄完全溶解的溫度。✔️ 2
- ⚠ 搖晃試管時應小心，以免撞擊燒杯導致破裂。



- 5** 將試管移至冷水中冷卻。
● 觀察硝酸鉀溶液的變化。



- 6** 當水溫冷卻至室溫時，再加2公克的硝酸鉀至原試管中，重複上述步驟2~4。✔️ 2



實驗目的

觀察硝酸鉀在定量水中的溶解情形，以及溫度對硝酸鉀溶解度的影響。

實驗紀錄

1. 請寫出本實驗的各項變因

變因 \ 實驗	溫度對硝酸鉀溶解度的影響	變因選項
操縱的變因	A	(A)溶液的溫度 (B)試管內的水量 (C)燒杯中冷水水量 (D)冷水的溫度 (E)硝酸鉀溶解度
控制的變因	BCD	
應變的變因	E	

2. 硝酸鉀溶解與結晶時的溫度 (答案僅供參考)

加入的硝酸鉀量 (g)	完全溶解時的溫度
6	39
8	48

問題與討論

1. 此實驗為何採隔水加熱的方式加熱試管？

利用隔水加熱可讓試管受熱均勻，且可延長觀察硝酸鉀溶解情形的時間。

2.若步驟③經充分搖動試管後，仍有硝酸鉀未溶解，則試管內的溶液是飽和溶液還是未飽和溶液？

試管中仍有未溶解的硝酸鉀晶體，所以試管內的硝酸鉀溶液是飽和溶液。

3.步驟④的加熱過程中，溶液所能溶解硝酸鉀的質量有何變化？硝酸鉀溶液的濃度會如何變化？

加熱過程中，試管內沉澱的硝酸鉀晶體將逐漸溶解，隨著溫度上升，溶解的質量漸增，所以試管內硝酸鉀溶液的濃度會逐漸增大。換言之，在定量的水中要溶解更多的硝酸鉀，則水溫須更高。

4.步驟⑤的冷卻過程中，硝酸鉀溶液有何變化？溶液的濃度又會如何變化？

冷卻過程中，硝酸鉀溶液逐漸析出硝酸鉀晶體，所以試管內硝酸鉀溶液的濃度會逐漸變小。

A-3 彈簧波的傳播

實驗 3·1

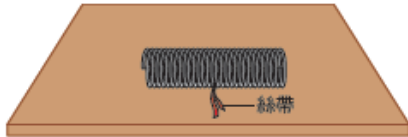
彈簧波的傳播

配合課本第61頁

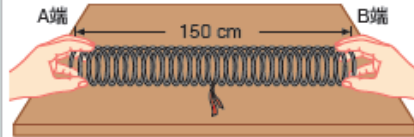
實驗步驟

1 將彈簧平放在光滑桌面上，並在彈簧中間綁上絲帶。

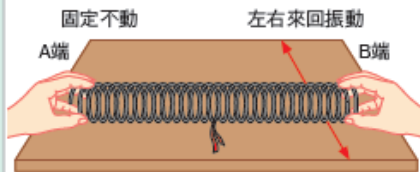
⚠️ 操作前可進行小組分工。



2 由兩位同學分持彈簧的A、B兩端，並拉長至約150公分。



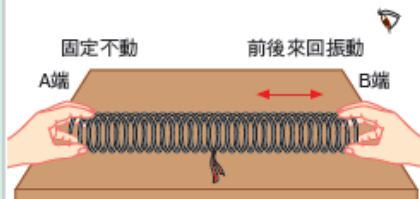
3 彈簧A端固定不動，彈簧B端在桌面左右來回振動一次。✔️ 1、3



4 持續在桌面做連續而規律的左右振動。✔️ 2

5 同步驟3，重複振動五次。✔️ 3

6 彈簧A端固定不動，彈簧B端在桌面分別前後來回振動一次。✔️ 3



7 持續在桌面做連續且規律的前後振動。✔️ 4

8 同步驟6，重複振動五次。✔️ 3

實驗目的

藉由彈簧的振動，觀察波的傳播情形。

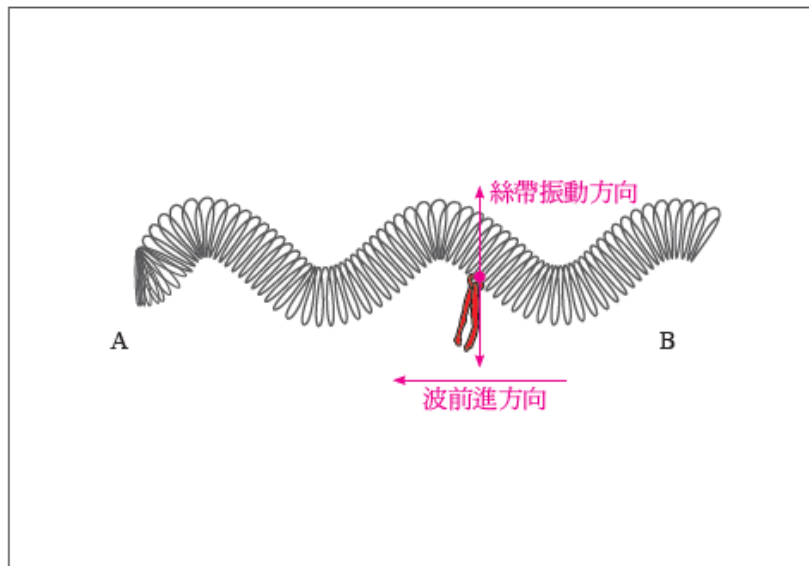
實驗紀錄

1. 彈簧B端左右振動一次時，綁絲帶處的彈簧振動方向與波前進的方向各為何？

綁絲帶處的彈簧左右振動一次，而波從B端前進到A端。

2. 說明彈簧B端連續左右振動時，綁絲帶處的彈簧振動情形與波的前進方向。並於下方圖中標示絲帶振動方向與波前進方向。

綁絲帶處的彈簧連續左右振動，而波從B端前進到A端，兩者的行進方向垂直。



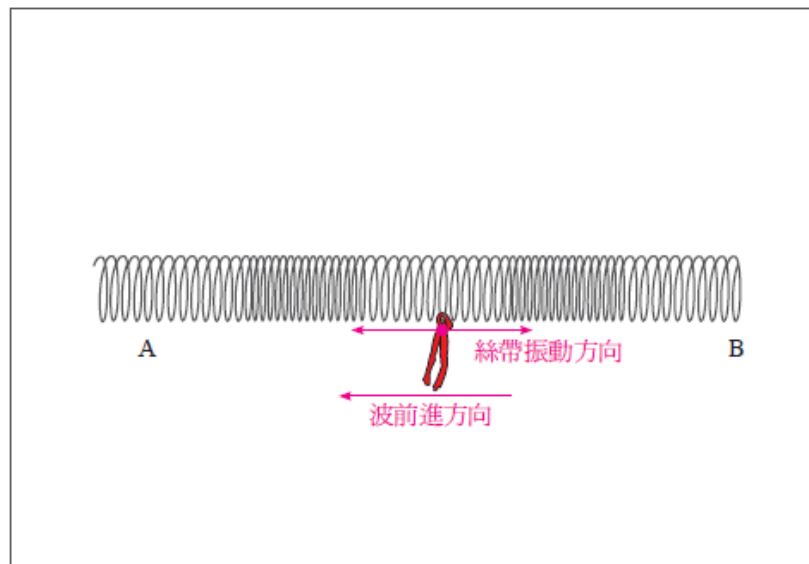
3.分別測量手拉彈簧與絲帶振動的時間（秒），並比較兩者是否相同。

振動時間 振動方式	振動一次的時間		振動五次的時間	
	手拉彈簧	絲帶振動	手拉彈簧	絲帶振動
左右振動	1	1	6	6
前後振動	2	2	8	8

（答案僅供參考）

4.說明彈簧連續前、後振動時，綁絲帶處的彈簧振動情形與波的前進方向。並於下方圖中標示絲帶振動方向與波前進方向。

綁絲帶處的彈簧連續前、後振動，而波從B端前進到A端，兩者的行進方向平行。



問題與討論

1. 步驟3與6中，當波通過彈簧上綁絲帶處時，絲帶的運動情形分別為何？

絲帶會分別以垂直和平行於波前進的方向振動，但都不隨波前進，也就是傳送波動的介質並不隨著波前進。

2. 根據實驗結果，手拉彈簧來回振動所需的時間，與絲帶來回振動所需的時間，有什麼關係？

手拉彈簧來回振動所需的時間，與絲帶來回振動所需的時間相同（也就是振源振動的時間與介質振動的時間相同）。

3. 實驗中，在彈簧上綁絲帶的目的是什麼？

綁上絲帶的目的是為了能較清楚觀察彈簧中某一處（綁絲帶處）的振動情形。

4. 想想看，手拉住彈簧一端振動，手並沒有接觸到綁絲帶處的彈簧，為什麼當波通過時，該處彈簧也會隨著振動？

彈簧波（屬於力學波）藉著介質（彈簧）可以將能量傳播出去，所以雖然手並沒有接觸到綁絲帶處的彈簧，但只要當波傳過時，綁絲帶處的彈簧也會隨著振動，這個現象證明波會傳送能量。

實驗 4·5

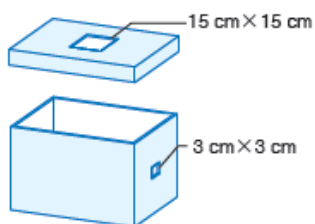
色光與顏色的關係

配合課本第126頁

實驗步驟

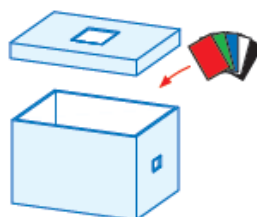
1 製作暗箱。

⚠ 若內部不是白色，則須黏貼白紙。



2 在紙箱中放置各種顏色的色紙，蓋上紙箱蓋。

👁 觀察色紙原本的顏色及位置。



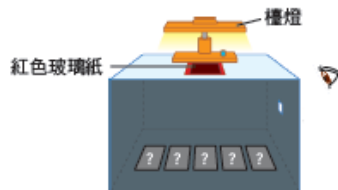
3 遮住暗箱上的洞口，使外界光源無法進入，從側面的洞口觀察暗箱中色紙顏色及位置。

👁 觀察色紙的顏色變化。



4 以紅色玻璃紙遮住整個洞口，使燈光透過紅色玻璃紙產生紅光。

⚠ 可將玻璃紙裁成相同大小的2~3張，重疊後護貝使用。

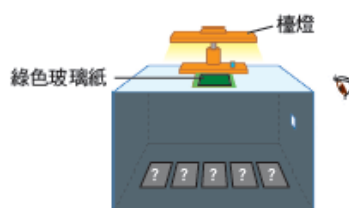


5 從側面洞口觀察暗箱中色紙的顏色變化。

👁 1

6 更換不同顏色的玻璃紙，重複步驟**4**、**5**。

👁 1



實驗目的

探討色光對物體顏色的影響。

實驗紀錄

1. 觀察到色紙的顏色

色紙原本的顏色 \ 玻璃紙的顏色	紅	藍	綠
白	紅	藍	綠
紅	紅	黑	黑
藍	黑	藍	黑
綠	黑	黑	綠
黑	黑	黑	黑

問題與討論

1. 在沒有光源時，能分辨暗箱中色紙的顏色嗎？為什麼？

不能。在沒有光源的暗箱中，物體無法反射任何光線進入眼睛，所以無法看見物體的顏色。

2. 紅色的色紙在何種光源照射下，依然保持原來的顏色？

紅色的色紙在白光或紅光光源照射下，依然呈現紅色。

實驗 5.1

溫度計的原理

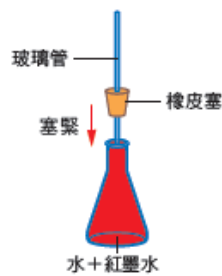
配合課本第135頁

實驗步驟

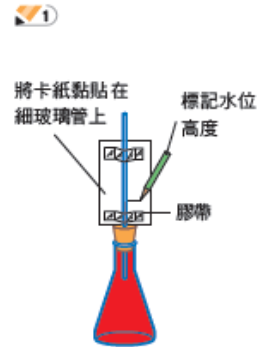
1 將錐形瓶裝水至8分滿，並滴入數滴紅墨水，搖盪使顏色均勻後，再加水至全滿。



2 將裝有細玻璃管的橡皮塞緊緊塞住錐形瓶，使水位上升至玻璃管中。

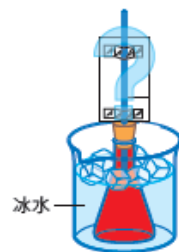


3 用膠帶將卡紙黏貼在細玻璃管上，在卡紙上畫出水位高度。



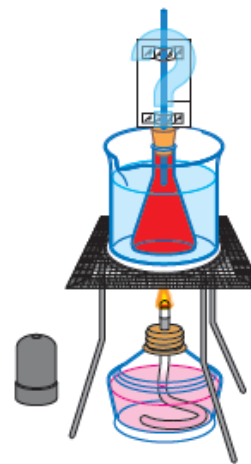
4 將錐形瓶浸入裝有冰水的燒杯中，等到水位不再變化時，用筆在卡紙上畫出水位高度。

● 觀察剛放入冰水時，玻璃管中的水位變化。



5 改將錐形瓶浸入裝水的燒杯中，並以酒精燈隔水加熱約5分鐘，在卡紙上畫出最高水位高度。

● 觀察剛開始加熱時，玻璃管中的水位變化。



實驗目的

藉由水膨脹和收縮的現象來了解溫度計的原理。

實驗紀錄

1.請根據實驗結果，填入各階段的液柱高度。 (答案僅供參考)

記錄時間點	裝置完成	放入冰水中	加熱5分鐘後
水位高度 (cm)	4	2.6	7.5

問題與討論

1.為何不直接觀察錐形瓶的水位變化，而要觀察細玻璃管中的水位變化呢？

因為玻璃管管徑越小，水位的變化越大，越容易觀察。

2.在步驟4中，一開始將錐形瓶放入冰水時，細玻璃管中的水位有何變化？

先升後降。錐形瓶剛放入冰水中時，由於錐形瓶先冷卻收縮，使體積變小，所以水柱反而是先升高；之後，由於水收縮程度比玻璃大，所以水柱會下降。

3.在步驟5中，剛放入溫水時，細玻璃管中的水位有何變化？

先降後升。錐形瓶剛放入溫水中時，由於錐形瓶先受熱膨脹，使體積變大，所以水柱反而是先下降；之後，由於水膨脹程度比玻璃大，所以水柱會上升。

4.細玻璃管中水面高度的變化和錐形瓶內水溫的高低有什麼關係？

水溫高則液面高，水溫低則液面低。

實驗 4·2

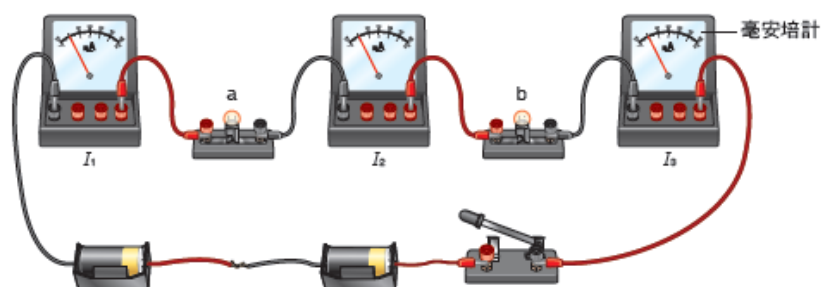
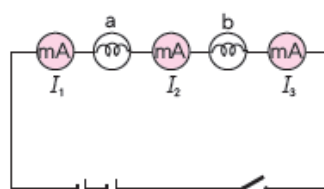
電流的測量

配合課本第136頁

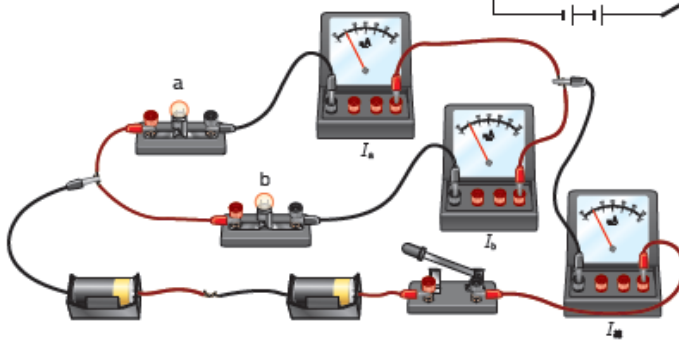
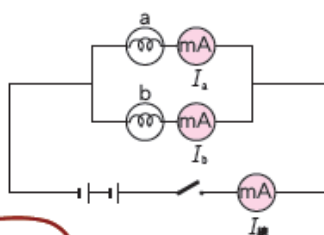
實驗步驟

- 1 將小燈泡a、小燈泡b以及三個毫安培計連接成如圖中的電路。按下開關，分別讀出毫安培計上電流的讀數 I_1 、 I_2 、 I_3 。

⚠ 使用前應先將毫安培計歸零。



- 2 將小燈泡a、小燈泡b以及三個毫安培計連接成如圖中的電路。按下開關，分別讀出毫安培計上電流的讀數 I_a 、 I_b 以及 $I_{\text{總}}$ 。



實驗目的

練習使用毫安培計來測量電流。

實驗紀錄

1. 電流的測量

(答案僅供參考)

串聯電路	$I_1 = 0.3 \text{ A}$	$I_2 = 0.3 \text{ A}$	$I_3 = 0.3 \text{ A}$
並聯電路	$I_{\text{總}} = 1.2 \text{ A}$	$I_a = 0.6 \text{ A}$	$I_b = 0.6 \text{ A}$

問題與討論

1. 步驟1中燈泡串聯時，電路中各處電流 I_1 、 I_2 、 I_3 有何關係？

當燈泡串聯時，整條電路上的電流大小都是一樣的，即 $I_1 = I_2 = I_3$ 。

2. 步驟2中燈泡並聯時，總電流 $I_{\text{總}}$ 與分支電流 I_a 、 I_b 有何關係？

當燈泡並聯時，電路中的總電流等於各分支電流的總和，即 $I_{\text{總}} = I_a + I_b$ 。

實驗 4·3 電壓的測量

配合課本第 141~143 頁

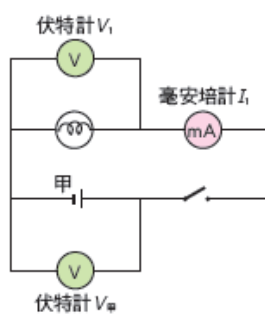
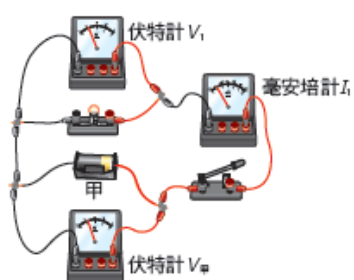
實驗步驟

甲. 電池串聯、並聯的電壓測量

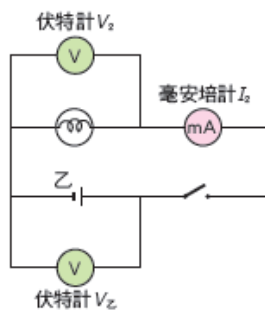
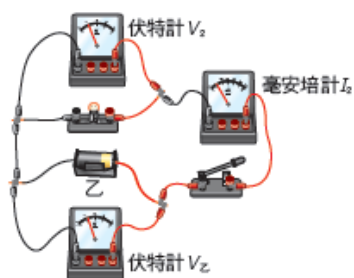
1 將電池甲、小燈泡、開關、伏特計及毫安培計連接成如圖中的電路，按下開關後觀察燈泡亮度。



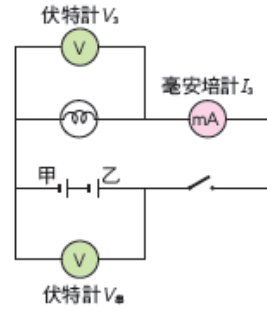
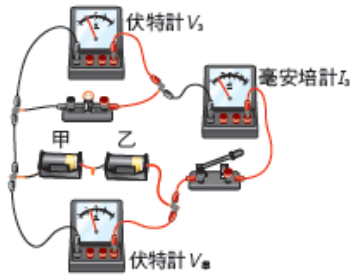
⚠ 使用前應先將伏特計與毫安培計歸零。



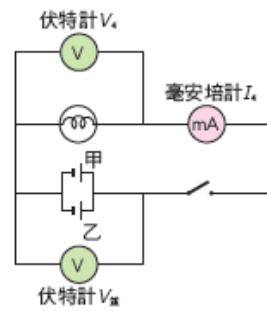
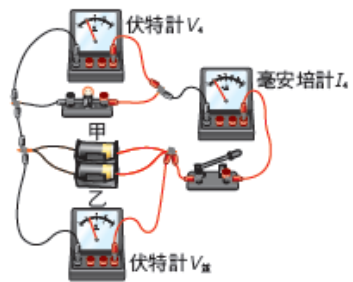
2 拉起開關，取下電池甲，裝上電池乙後按下開關，觀察燈泡的亮度。



3 拉起開關，將電池甲、乙串聯成電路，按下開關後觀察燈泡的亮度。🔌

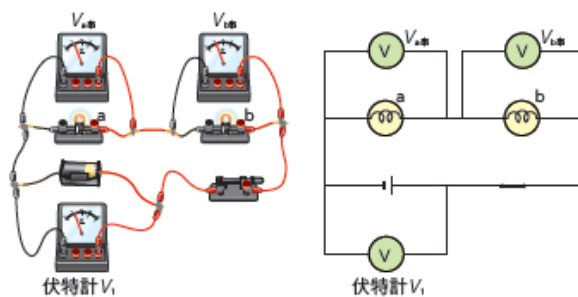


4 拉起開關，將電池甲、乙並聯成電路，按下開關後觀察燈泡的亮度。🔌

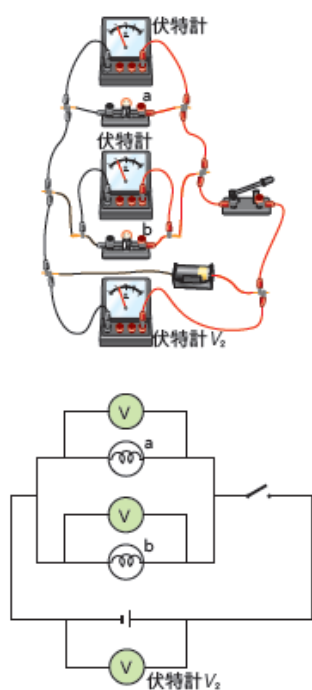


乙. 燈泡串聯、並聯的電壓測量

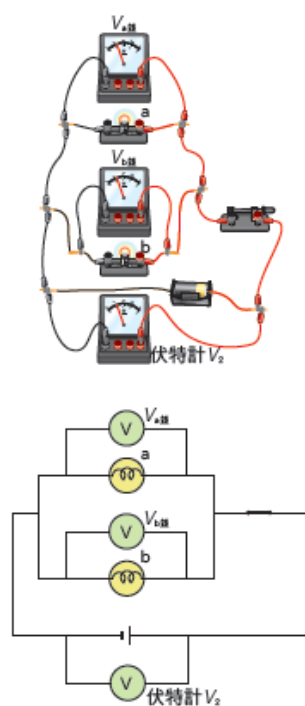
1 將a、b兩燈泡串聯後，再與電池、開關、伏特計連接成如圖中的電路，按下開關後觀察燈泡的亮度。☑️2



2 將a、b兩燈泡並聯後，再與電池、開關、伏特計連接成如圖中的電路。☑️2



3 按下開關後觀察燈泡的亮度。☑️2



實驗目的

練習使用伏特計來測量電壓，並探討串聯、並聯電路中的電壓關係。

實驗紀錄

1. 實驗甲：電池串聯、並聯的電壓測量 (答案僅供參考)

測量項目 連接方式	電池電壓	燈泡兩端電壓	流經燈泡電流
① 只接電池甲	$V_{甲} = 1.5 \text{ V}$	$V_1 = 1.5 \text{ V}$	$I_1 = 350 \text{ mA}$
② 只接電池乙	$V_{乙} = 1.5 \text{ V}$	$V_2 = 1.5 \text{ V}$	$I_2 = 350 \text{ mA}$
③ 電池甲、乙串聯	$V_{串} = 3 \text{ V}$	$V_3 = 3 \text{ V}$	$I_3 = 700 \text{ mA}$
④ 電池甲、乙並聯	$V_{並} = 1.5 \text{ V}$	$V_4 = 1.5 \text{ V}$	$I_4 = 350 \text{ mA}$

2. 實驗乙：燈泡串聯、並聯的電壓測量 (答案僅供參考)

測量項目 連接方式	電池電壓	按下開關後燈泡兩端的電壓	
		燈泡a	燈泡b
① 燈泡串聯	$V_1 = 1.5 \text{ V}$	$V_{a串} = 0.75 \text{ V}$	$V_{b串} = 0.75 \text{ V}$
②、③ 燈泡並聯	$V_2 = 1.5 \text{ V}$	$V_{a並} = 1.5 \text{ V}$	$V_{b並} = 1.5 \text{ V}$

問題與討論

1. 在實驗甲步驟③中，串聯電池組的電壓 $V_{串}$ 與電池甲、乙的電壓 $V_{甲}$ 、 $V_{乙}$ 有何關係？

串聯電池組的總電壓等於各個電池電壓的總和，即 $V_{串} = V_{甲} + V_{乙}$ 。

2.在實驗甲步驟**4**中，並聯電池組的電壓 $V_{\text{並}}$ 與電池甲、乙的電壓 $V_{\text{甲}}$ 、 $V_{\text{乙}}$ 有何關係？

並聯電池組的電壓與各個電池的電壓相等，即 $V_{\text{並}} = V_{\text{甲}} = V_{\text{乙}}$ 。

3.比較實驗甲步驟**1**和步驟**3**中燈泡的亮度，哪一個比較亮？為什麼？

步驟**3**中的燈泡較亮。因為電池串聯時總電壓變大，使流經電路的電流變大，而增加電路中燈泡的亮度。

4.比較實驗甲步驟**1**和步驟**4**中燈泡的亮度，哪一個比較亮？為什麼？

一樣亮。因為電池並聯時總電壓與各個電池的電壓皆相等，流經電路的電流幾乎不會改變，因此電路中燈泡的亮度也不會改變。

5.在實驗乙步驟**1**中，電池的電壓 V_1 與a、b燈泡的電壓 $V_{\text{a串}}$ 、 $V_{\text{b串}}$ 有何關係？

當燈泡串聯時，電池的電壓大約等於各燈泡電壓的總和，即 $V_1 = V_{\text{a串}} + V_{\text{b串}}$ 。

6.在實驗乙步驟**3**中，電池的電壓 V_2 與a、b燈泡的電壓 $V_{\text{a並}}$ 、 $V_{\text{b並}}$ 有何關係？

當燈泡並聯時，電池的電壓大約等於各燈泡的電壓，即 $V_2 = V_{\text{a並}} = V_{\text{b並}}$ 。

7.比較實驗乙步驟**1**、**3**中燈泡的亮度，哪一個比較亮？為什麼？

步驟**3**中的燈泡較亮，因為並聯時各燈泡的電壓大於串聯時各燈泡的電壓，所以並聯時燈泡亮度大於串聯時的亮度。

實驗 2·3

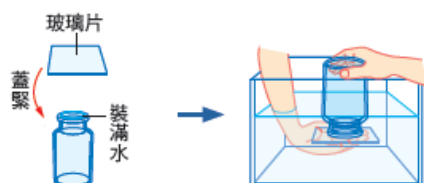
氧氣的製備及性質

配合課本第51、52頁

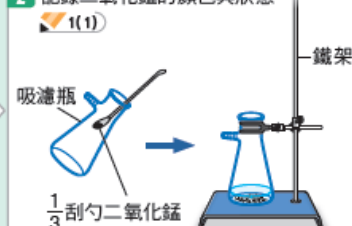
實驗步驟

甲 氧氣的製備與收集

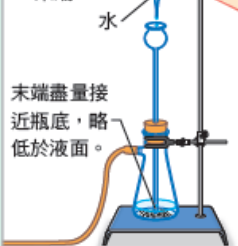
- 1 水槽裝水約 $\frac{2}{3}$ 滿，再將廣口瓶裝滿水，以玻璃片蓋緊瓶口後，倒立放入水槽中。



- 2 記錄二氧化錳的顏色與狀態。



- 3 將薊頭漏斗穿過單孔橡皮塞後，塞緊吸濾瓶，使漏斗末端盡量接近吸濾瓶底，再從上方加入少許水，使液面略高於漏斗末端。



- 4 以滴管由薊頭漏斗上方緩慢加入雙氧水。記錄雙氧水的顏色與狀態，及吸濾瓶和廣口瓶內的現象。

⚠ 若氣泡的生成速率過快，會使雙氧水從薊頭漏斗長管中上升而溢出，此時應將水槽中的橡皮管拉出水面。

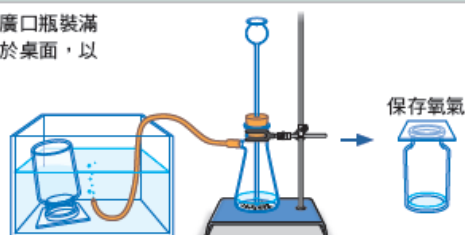
⚠ 取用雙氧水應戴上手套，以免雙氧水傷害皮膚。



排水集氣法

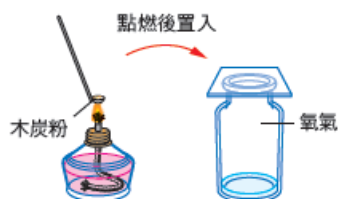
- 5 最初收集到的第一瓶氣體不要保留，將廣口瓶裝滿水，再收集一次，完成後，瓶口向上置於桌面，以保存氧氣。

⚠ 廣口瓶底應留些許水，避免進行氧氣性質檢驗時，過高的溫度使廣口瓶破裂。

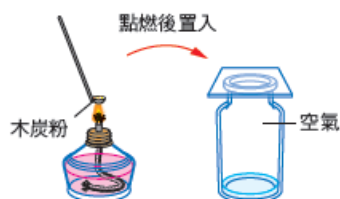


乙. 檢驗氧氣的性質

1 取一燃燒匙的木炭粉，以酒精燈點燃後，迅速放入氧氣瓶中觀察燃燒情形。 3



2 另取一瓶底留少許水、內部裝滿空氣的廣口瓶作為對照組，重複步驟1。 3



實驗目的

以排水集氣法收集氧氣，並檢驗其性質。

實驗紀錄

1 藥品的外觀

(1) 觀察到二氧化錳的顏色與顆粒大小：黑色粉末。

(2) 雙氧水的顏色與狀態：無色液體。

2 步驟4中，以滴管由薊頭漏斗上方慢慢加入雙氧水，觀察吸濾瓶內和廣口瓶中有何現象發生？

當雙氧水經由薊頭漏斗加入吸濾瓶內時，瓶內的溶液開始產生大量氣泡；利用排水集氣法將橡皮管口冒出的氣泡收集在廣口瓶內，故廣口瓶內的水會漸漸減少。

3. 檢驗氧氣的性質：記錄木炭粉置入氧氣瓶及空氣瓶中的燃燒情形。

變化 種類	在氧氣瓶的燃燒情形 (實驗組)	在空氣瓶的燃燒情形 (對照組)
木炭粉	燃燒劇烈，產生火花。	燃燒不劇烈，呈現紅熱狀態。



問題與討論

1. 在實驗甲中，為何不保留收集到的第一瓶氣體？

最初收集到的氣體含有吸濾瓶內原有的空氣，不是純氧，所以須重新收集。

2. 以排水集氣法收集氧氣，是利用氧氣的何種性質？

氧氣難溶於水，故可利用排水集氣法收集。但並非所有氣體都適用這種方式，易溶於水的氣體，例如氨氣便不適用此種方法。

3. 在實驗乙中，木炭粉在氧氣瓶和空氣瓶中的燃燒狀況有何不同？其原因為何？

木炭粉在氧氣瓶中燃燒會比在空氣瓶中更旺盛，這是因為氧氣具有助燃性的緣故。

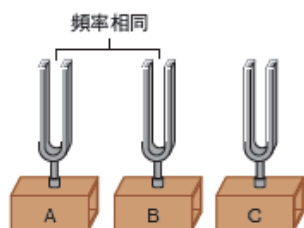
實驗 3.5

響度、頻率與共振

配合課本第79、80頁

實驗步驟

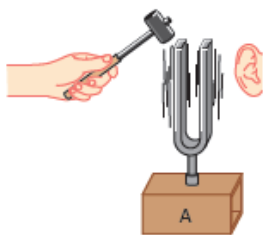
1 將振動頻率相同的音叉標示為A、B，振動頻率不同的音叉標示為C。



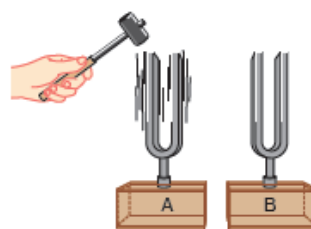
2 將A音叉共鳴箱拆下後，分別輕敲與用力敲擊A音叉，聆聽A音叉發出的聲音，並用手輕觸A音叉。☑️①



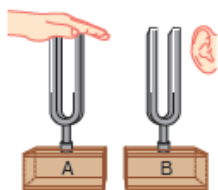
3 分別敲擊有裝共鳴箱和沒裝共鳴箱的A音叉，聆聽發出聲音有何不同。☑️②



4 將A、B音叉的共鳴箱口相對放置於桌上，敲擊A音叉又使其發出聲音。



5 用手按住A音叉，聆聽B音叉是否發出聲音。☑️③



6 用手輕觸B音叉，感受B音叉是否在振動。☑️③



7 將B音叉換成C音叉，重複步驟4~6。☑️③

實驗目的

- 1.了解響度與振動體振幅的關係。
- 2.了解共鳴箱的作用及頻率與共振的關係。

實驗紀錄

1.比較敲擊力量的大小

敲擊力量 \ A音叉	發出聲音	振動幅度
輕輕敲擊	較小聲	較小
用力敲擊	較大聲	較大

2.比較音叉有無共鳴箱的聲音

共鳴箱	發出聲音
無	較小聲
有	較大聲

3.比較頻率與共振的關係

另一側裝 共鳴箱的音叉 \ 敲擊A音叉時	另一音叉狀況	
	是否發聲	是否震動
同頻率的B音叉	是	是
不同頻率的C音叉	否	否

 **問題與討論**

1. 步驟**2**中，輕敲與用力敲擊A音叉後，A音叉所發出的聲音有何不同？分別用手輕觸音叉時，感覺有何不同？

輕敲後的音叉聲音較弱、振動幅度較小；而用力敲擊後的音叉聲音較強、振動幅度較大。

2. 步驟**3**中，敲擊沒有共鳴箱和附有共鳴箱的A音叉，發出的聲音有何不同？

沒有共鳴箱的A音叉，振動時需要靠近耳朵才聽得見聲音；有共鳴箱的A音叉，振動時在一段距離外仍可聽見聲音。

3. 步驟**5**~**7**中，哪一支音叉會在敲擊A音叉後，產生發聲及振動的現象？該音叉與A音叉有何關連？

B音叉。兩者振動頻率相同。

實驗 4·3

透鏡的成像觀察

配合課本第112、113頁

實驗步驟

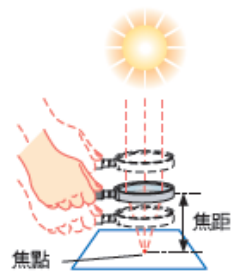
1 在陽光下使鏡面與紙面保持平行。

⚠ 亦可用手電筒取代陽光，測量時手電筒應盡量遠離鏡面，使入射光線更趨近平行。

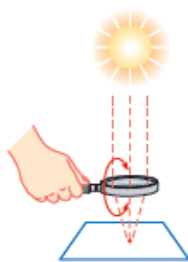


2 上下移動透鏡，使陽光形成最小、最亮的點，量取焦距。

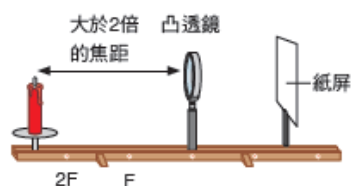
⚠ 不可注視亮點太久，以免傷害眼睛。



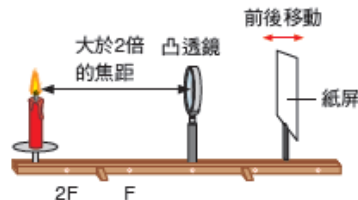
3 將透鏡前後反轉，再量取焦距。



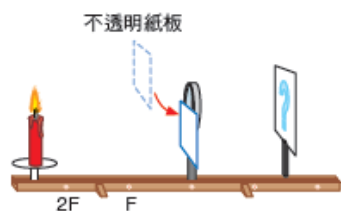
4 將蠟燭、凸透鏡與紙屏排成一列，使蠟燭與鏡面之間的距離大於透鏡的2倍焦距。



5 點燃蠟燭，慢慢移動紙屏，直到紙屏上的燭火成像最清晰。



6 以不透明紙板靠近並遮住一半透鏡。觀察成像的變化。



7 使蠟燭位於透鏡2倍焦距及焦點間，重複步驟5。

8 使蠟燭位於焦點及鏡面間，重複步驟5，若無法在紙屏成像，則由紙屏處透過透鏡觀察。

9 換成已知焦距的凹透鏡，重複步驟4、5、7、8。

實驗目的

藉由改變透鏡種類、移動透鏡和蠟燭間的距離，探討透鏡成像的性質。

實驗紀錄

1. 凸透鏡成像的性質

透鏡焦距	蠟燭位置	能否在紙屏上成像	成像性質 (與實物相比，像的大小與正反)
_____公分	兩倍焦距外	能 (實像)	倒立、縮小
	兩倍焦距與焦點之間	能 (實像)	倒立、放大
	焦點與鏡面之間	否 (虛像)	正立、放大

2. 凹透鏡成像的性質

透鏡焦距	蠟燭位置	能否在紙屏上成像	成像性質 (與實物相比，像的大小與正反)
_____公分	兩倍焦距外	否 (虛像)	正立、縮小
	兩倍焦距與焦點之間	否 (虛像)	正立、縮小
	焦點與鏡面之間	否 (虛像)	正立、縮小

問題與討論

1. 為什麼選用太陽發出的光線來測定凸透鏡的焦距？

太陽距離地球很遠，所發出的光傳至地球時幾近於平行光，因此太陽光通過透鏡的會聚點，即為凸透鏡的焦點，可用來測量凸透鏡的焦距。

2.在步驟2和步驟3中，測得凸透鏡兩側的焦距是否相等？

凸透鏡兩側的焦距相等。

3.綜合上述實驗結果，試描述物體經凸透鏡折射後的成像性質。

物體經由凸透鏡折射後的成像和物體與凸透鏡間的距離有關；物體從焦距外越靠近焦距時，成像為倒立實像，並且逐漸變大；但當物體移動至焦點與凸透鏡之間時，成像為放大、正立的虛像。

4.根據上述實驗結果，試推論凸透鏡是否會產生倒立且與物體大小相等的實像？為什麼？

會。因為物體在2倍焦距外時，形成倒立縮小的實像；在2倍焦距與焦點之間，形成倒立放大的實像，所以成像由倒立縮小實像與倒立放大實像之間，必有形成倒立且大小相等實像的位置，此位置即在2倍焦距上。

5.在步驟6中，以不透明紙板遮住一半透鏡時，紙屏上燭火的成像有什麼變化？為什麼？

燭火成像的位置、大小都不會改變，且成像依然為倒立像，但燭火的成像會變得較暗，因為透鏡被紙板擋住一半，所以經過透鏡折射成像的光線也減半。

6.綜合實驗結果，試描述物體經凹透鏡折射後的成像性質。

物體經由凹透鏡折射後，僅能形成縮小的正立虛像。

實驗 5·2

熱量與物質溫度變化的關係

配合課本第140、141頁

實驗步驟

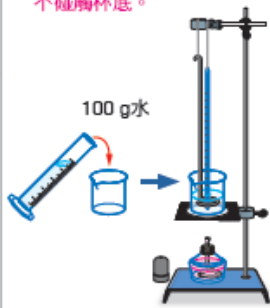
1 將酒精燈置於鐵架上後，裝上鐵環並調整適當高度，然後放置陶瓷纖維網。再將溫度計與攪拌器懸吊於鐵夾上，並把溫度計套入攪拌器中，調整適當的高度。

⚠️ 溫度計液囊不要碰觸到杯底；鐵環位置和酒精燈燈芯長短不可再更動。



2 取一個250毫升的燒杯，倒入100公克的水，將盛有水的燒杯置於陶瓷纖維網上，用溫度計測量水的初溫。

⚠️ 溫度計液囊須沒入水中，且不碰觸杯底。



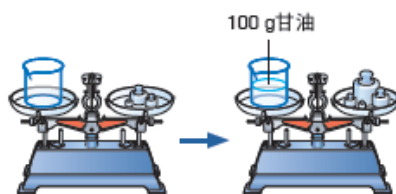
3 點燃酒精燈後開始計時，同時上下移動攪拌器，使杯內的水均勻受熱。每隔1分鐘測量溫度一次，連續記錄五次。



4 另取200公克的水，重複步驟**2**、**3**。

⚠️

5 再取另一個250毫升的燒杯，以天平先秤量空燒杯質量後，再用燒杯秤取100公克的甘油。



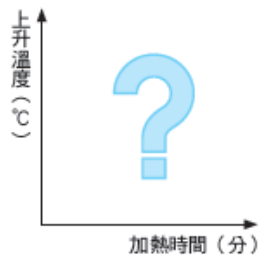
6 以秤量好的100公克甘油，重複步驟**2**、**3**，記錄甘油初溫與加熱測量的溫度。

⚠️ 實驗結束應立即熄滅酒精燈，以免溫度過高，發生危險。

⚠️ 待甘油降溫後，可統一回收，進行下次實驗。

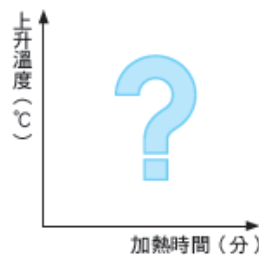
7 繪製100公克水與200公克水的加熱時間與上升溫度的關係圖。

⚠️



8 繪製100公克水與100公克甘油的加熱時間與上升溫度的關係圖。

⚠️



實驗目的

1. 探討加熱時間（熱量多寡）、水量與溫度變化三者之間的關係。
2. 利用相同質量的水與甘油，了解在加熱一定時間後，物質種類與溫度變化的關係。

實驗紀錄

1. 請寫出本實驗的各項變因

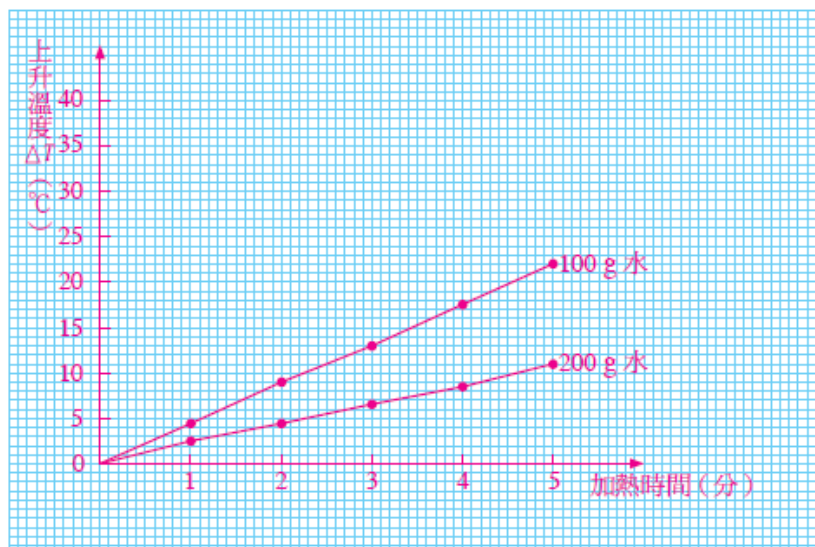
實驗變因	熱量與溫度變化的關係	物質質量與溫度變化的關係	物質種類與溫度變化的關係	變因選項
操縱的變因	D	A	B	(A)物質的質量 (B)物質的種類 (C)物質的溫度 (D)加熱時間 (E)酒精燈燈芯長度 (F)鐵環位置(高度)
控制的變因	ABEF	BDEF	ADEF	
應變的變因	C	C	C	

2. 溫度變化紀錄表（單位：℃）

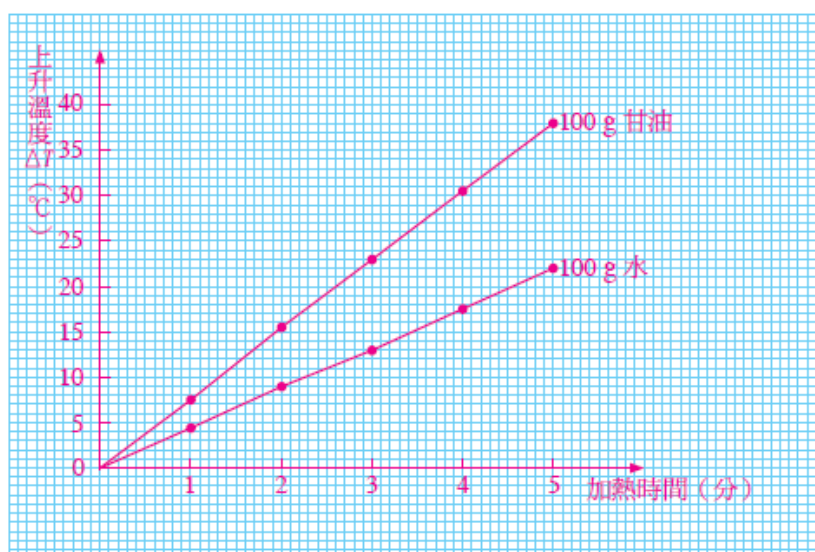
水的初溫： 27 ；甘油的初溫： 27 。 （答案僅供參考）

物質種類		加熱時間（分）					
		0	1	2	3	4	5
100公克水	加熱後溫度		31.5	36	40	44.5	49
	上升溫度	0	4.5	9	13	17.5	22
200公克水	加熱後溫度		29.5	31.5	33.5	35.5	38
	上升溫度	0	2.5	4.5	6.5	8.5	11
100公克甘油	加熱後溫度		34.5	42.5	50	57.5	65
	上升溫度	0	7.5	15.5	23	30.5	38

3. 以上升溫度為縱坐標、加熱時間為橫坐標，繪製100公克水與200公克水的加熱時間與上升溫度的關係圖：
 (答案僅供參考)



4. 以上升溫度為縱坐標、加熱時間為橫坐標，繪製100公克水與100公克甘油的加熱時間與上升溫度的關係圖：
 (答案僅供參考)



問題與討論

1. 實驗裝置架設完成後，為什麼鐵環的位置和酒精燈的燈芯長度就不可再改變？

固定鐵環的位置與酒精燈的燈芯長度，單位時間所提供的熱量才能固定。

2. 裝置儀器與測量時，溫度計液囊為何不可碰觸到燒杯杯底？

因溫度計是要測量水或甘油的溫度，而不是測量燒杯的溫度，若液囊碰到杯底，將使溫度測量不準確。

3. 根據實驗結果，加熱的時間和上升的溫度有什麼關係？

加熱時間與上升溫度成正比。

4. 根據步驟7所繪製的關係圖，比較100公克的水和200公克的水，加熱相同的時間，每分鐘溫度上升的度數和水的質量有什麼關係？

加熱相同的時間，每分鐘100公克水上升溫度約為200公克水的2倍，即每分鐘的上升溫度與質量成反比。

5. 根據步驟8所繪製的關係圖，加熱相同的時間，100公克的水和100公克的甘油兩者溫度上升的度數是否相等？若不相等，何者上升較多？

上升溫度不同，甘油上升的溫度較多。
