

「2021 第四屆全國高中物理探究實作競賽」

一場以學習為主體的競賽活動

中華民國物理教育學會

余進忠 理事長 暨

競賽籌備委員會全體委員

競賽期程：110 年 3 月～110 年 8 月

本競賽辦法係依 2021/1/16 競賽籌備委員會議決議辦理

中華民國 110 年 2 月 8 日

2021 第四屆全國高中物理探究實作競賽辦法

壹、目的

中華民國物理教育學會（以下簡稱本會）本著教育初衷及理念，為培育高中學子科學素養及實作能力，結合本會、各大學、物理學科中心、探究實作推動中心等高中、大學教師能量，整合教育部國教署、科技部等計畫合作辦理「全國高中物理探究實作競賽」，協助高中學子學習探究實作的方法及藉以建構學習歷程，以達吸引學生主動學習科學、瞭解探究實作與科學表達方式並鼓勵青年學子投入科學研究的目的。

本競賽2021年為第四屆，參與學生以高級中等學校一、二年級學生為主，競賽區分為「初賽」、「決賽」、「線上實作報告評選」及「實作壁報競賽」等四項。初賽內容主要為「自然科素養測驗」及「實作測驗」兩種類型，「自然科素養測驗」主要配合大考素養題型進行命題與施測，「實作測驗」配合「國際物理辯論賽題目」進行實驗實作及實驗記錄評比，後續依初賽成績遴選隊伍進入「決賽」，決賽採物理辯論模式進行，針對未進入決賽隊伍，本會規劃「線上實作報告評選」讓所有學子能體驗並參與口說簡報評比，最後規劃於8月物理教育聯合會議辦理「實作壁報競賽」，學子透過臨場口說提升答辯等技巧。綜觀第四屆競賽，參賽學生將有助提升適應素養題型、動手實作及數據蒐集能力、團隊合作能力、簡報口說技巧，相當值得參與體驗並透過競賽獲得實質探究實作能力之提升。

貳、活動規劃

- 一、指導單位：教育部國民及學前教育署、科技部、國立高雄大學
- 二、主辦單位：中華民國物理教育學會
- 三、合辦單位：普通型高級中等學校課程物理學科中心、探究實作推動中心、臺灣物理學、中華民國探究與實作學會、國立臺灣師範大學、淡江大學、輔仁大學、國立海洋大學、國立中央大學、國立清華大學、國立交通大學、國立聯合大學、東海大學、國立中興大學、國立中正大學、國立嘉義大學、國立彰化師範大學、國立成功大學、陸軍軍官學校、國立高雄師範大學、國立屏東大學、國立臺東大學、國立宜蘭大學、國立東華大學、國立臺灣科學教育館、國立自然科學博物館、國立科學工藝博物館、國立海洋生物博物館、國立海洋科技博物館

四、協辦單位：全國各高級中等學校承辦試場學校、中等教育階段自然領域教學研究中心、國立高雄大學教學發展中心、國立高雄大學科學教育中心

五、活動官網：<https://sites.google.com/go.nuk.edu.tw/2021phys/>

活動官網 QR code：



六、競賽活動 Line 社群：<https://reurl.cc/NXRWlx>

活動 Line 社群 QR code



七、報名方式與報名時間：即日起至 110 年 3 月 26 日止。

八、競賽時間及地點：

(一) 初賽－「自然科素養測驗」：民國 110 年 4 月 11 日(日) (各高中辦理)
10:00~11:40。

(二) 初賽－「實作測驗」：民國 110 年 5 月 23 日(日) (各高中辦理)
09:00~17:30。

(三) 決賽：民國 110 年 7 月 24 日(六)至 7 月 25 日(日) (臺中國立自然科學博物館辦理) 09:00~17:00。

(四) 線上實作報告評選：民國 110 年 7 月 25 日(日) 23:59 截止上傳檔案。

(五) 實作壁報競賽：民國 110 年 8 月 19 日(四)至 8 月 21 日(六) (國立屏東大學辦理) 8 月 21 日 13:00~16:00 評審評分。

九、繳費標準：

- (一) 初賽：900 元/人。低收入戶學生 400 元/人。(於「自然科素養測驗」時，發放報名繳費收據以為憑據。)
- (二) 決賽：2000 元/隊。低收入戶學生減免 300 元/人。
- (三) 線上實作報告評選、實作壁報競賽：免費。

參、競賽細節

一、初賽

- (一) 參加對象為全國高級中等學校學生，各校報名人數需達 20 人，始得申請設立初賽考場，以減少各校行政負擔及參賽同學交通的負荷。未達 20 人之學校由主辦單位安排至鄰近大學或試場參加初賽考試，如因新冠疫情無法配合開設試場，將採全額退還報名費處理。
- (二) 報名方式與報名時間：
 1. 即日起至 110 年 3 月 26 日止。
 2. 參賽同學需自行以 3-5 人組隊報名（請給定隊名、隊長及相關聯繫方式。建議 5 人組隊，如後續有隊員退出競賽可通知競賽主辦單位減列該特定隊員，或於後續競賽報名表中減列該特定隊員即可），並聯繫各校承辦人進行學校團體報名及統一繳費（團報表請於官網下載）。
 3. 可跨年級組隊。因應疫情，原則上不鼓勵跨校組隊，但在雙方學校同意下仍可跨校組隊。
 4. 報名後於 4/7（三）前可更換隊員，4/7 後不得更換。
 5. 各高級中等學校競賽承辦人，請參看本競賽官網公告。
 6. 如學校無競賽承辦人，將於 2 月底開放個人組隊網路報名，報名網址：

<https://www.beclass.com/rid=244621a6018acf5ce264>

初賽個人組隊報名網頁 QR code:



7. 報名費退費方式：

- (1) 3 月 26 日前因故退出者，扣除 200 元行政作業費用後，餘款退回。

(2) 3月27日至4月4日，因故退出者，扣除400元行政作業費用後，餘款退回。

(3) 4月5日後因故退出者，不予退費。

(三) 報名費請劃撥至以下帳號：

戶名：中華民國物理教育學會-余進忠，劃撥帳號：07658752

如為ATM繳款：中華郵政代碼700，帳號700001007658752（共15碼）。

註：繳費後請聯繫本會 財務長 李宛真小姐 email: wzlee@nuk.edu.tw

(四) 申請設置考場承辦學校，將由本會支給試場人員工作費、場地費、郵寄費等。

(五) 初賽包含個人「自然科素養測驗」及團體「實作測驗」，報名學生需同時參與兩項測驗。

(六) 「自然科素養測驗」採個人筆試，計有10個題組，約30小題，以電腦卡劃記作答，範例題參見附件一。出題方向以概念和規律本質的理解和應用能力的物理核心素養為主軸，物理素養題型佔40%、化學素養題型佔20%、生物素養題型佔20%、地科素養題型佔20%

(七) 本學會僅辦理4/11「自然科素養測驗」一次，於今年度不再辦理其他「自然科素養測驗」，或以此測驗為名之問卷調查。

(八) 「實作測驗」採團體組隊競賽，以歷年國際物理辯論競賽題目為基礎，計有10個賽題，並可參見附件二，於測驗現場抽籤實作一個賽題後，再以本會提供之實作材料包進行實驗，需自行攜帶電腦或手機作為輔助實驗測量與分析使用，競賽開始需關閉網路，不得再連結網路由線上查詢資料，違者經查證屬實將取消競賽資格，並收回競賽材料包，實驗記錄與成果需依實驗報告紀錄紙格式(附件三)完成報告撰寫，不得使用列表工具進行數據或圖檔列印，一律以手寫方式紀錄與表達實驗報告。

(九) 「實作測驗」當天各參賽隊伍需於競賽時間內，藉由團隊合作完成題目之實作與探究後，將實驗報告繳交各試場面試人員。

(十) 實驗報告內容需包含：賽題研析、科學原理（建議應含物理模型）、實驗設計與規劃（應含實驗設計與變因控制等細節）、實驗結果與分析（應含數據與圖表呈現）、誤差分析、結論、實驗心得等內容。

(十一) 「實作測驗」作答時，作答文字圖表等必須書寫在記錄紙方格內，**作答完畢繳交記錄紙時須繳回所有記錄紙。**

(十二) 「實作測驗」所繳回實驗記錄之評分標準將依據「實作測驗評分表」內容與配分，由評審團逐項進行評分，詳如附件四。

(十三) 本競賽官網設有「線上學習」，提供免費科學軟體下載點及簡介、科學報告撰寫、實驗過程要項，「實作測驗」賽題簡介、及評分表單等，供參賽者參酌運用。

- (十四) 各校參與競賽學生數達 200 人以上，得向本會申請派員前往該校辦理競賽說明會。

二、決賽

(一) 錄取方式：

1. 採初賽「實作測驗」各賽題分組競賽，同題目隊伍作為同一競賽組別。
2. 成績計算方式以個人「自然科素養測驗」及團體「實作測驗」各賽題成績分別取 T 分數（至小數點以下二位），並將各隊伍所有隊員的自然科素養測驗 T 分數取平均後，與團體實作測驗 T 分數加總為總成績，各賽題依總成績排序，取 4 隊正取及若干備取。若超過前四名有同分時則以團體「實作測驗」高分者錄取。
3. 錄取隊伍由本會統一發文通知各校並於競賽官網公告，邀請參加決賽。
4. 各賽題如有正取隊伍棄賽，則依序由備取隊伍遞補。
5. 最終各賽題選取 4 隊進入決賽。

(二) 報名及繳費：

1. 各錄取隊伍透過以下報名網頁進行報名（組隊隊員必須與初賽相同，但如後續有隊員退出競賽，可於報名表中減列該特定隊員即可）

<https://www.beiclass.com/rid=24461d26014b9e7b10e3>

決賽報名網頁 QR code



2. 參加決賽隊伍需繳交 2000 元/隊（如有低收入戶學生減免 300 元/人），以支應餐費、場地費及評審費等。
3. 報名費請劃撥至以下帳號：
戶名：中華民國物理教育學會-余進忠，劃撥帳號：07658752
如為 ATM 繳款：中華郵政代碼 700，帳號 700001007658752（共 15 碼）。
4. 繳費後請至報名網頁上傳繳費證明及低收入戶證明等。

(三) 決賽準備與進行方式：

1. 各組需以主辦單位發給之實作材料包為主體做為探究實驗器材，可運用其他工具以更嚴謹且有系統的完成實驗與分析，並將研究成果製作成簡報，以便進行口說簡報及辯論競賽。
2. 進入競賽場地後選手不得要求評審或其他教師給予主題相關內容指導，違反規定經舉證屬實者，該場得由評審團決議判為棄賽論。
3. 各隊伍辯論賽程，依各賽題總分名次進行辯論，次序如下：
名次 1 vs. 名次 4，名次 2 vs. 名次 3。
名次 1 vs. 名次 3，名次 2 vs. 名次 4。
名次 1 vs. 名次 2，名次 3 vs. 名次 4。
(每次上場的報告者、提問者、評論者需不同)
4. 辯論語言及簡報均需採中文，每一組需安排三位不同選手進行辯論賽，三位同學分別擔任報告者、提問者、評論者的角色，一旦選定過程中不得更換，辯論過程僅能以紙條傳遞信息告知各階段報告者，不得代替發言。
5. 競賽評分以現場評審舉牌給分為準，並以各評審給分之平均為該場次得分。
6. 各場次中若平手，依評分項目報告者、提問者、評論者分數逐一比較，有出現高分者列為優勝。
7. 決賽辯論流程、時間分配及評分標準詳參附件五及附件六。

三、線上實作報告評選

- (一) 報名日期與方式：參與初賽且未進入決賽之隊伍始得報名本線上評選（組隊隊員必須與初賽相同，但如後續有隊員退出競賽，可於報名表中減列該特定隊員即可）。於 6 月 12 日（六）開始網路報名，至 7 月 11 日（日）截止報名。報名網頁如下：

<https://www.beclass.com/rid=24461d26014d9823b317>

線上實作報告評選報名網頁 QR code



- (二) 報名費用：免費

- (三) 各參賽隊伍需以初賽「實作測驗」所抽中賽題之實作材料包為主體做為探究實驗器材，可運用其他工具以更嚴謹且有系統的完成實驗與分析，並將研究成果製作成簡報檔，以便進行錄製口說簡報及評審線上評選。
- (四) 評選檔案製作方式：參賽隊伍需製作橫式 12 頁 A4 簡報檔 (含封面頁)，並轉存成 pdf 格式 (檔案大小需小於 5MB)，並利用所提出的簡報檔錄製 mp4 格式簡報影片 (影片時間限 10 分鐘內，畫面寬高比為 720x540，影格率 24fps，檔案大小需小於 80MB)，並將簡報檔及簡報影片上傳至指定雲端。請於官網下載簡報檔及影片錄製範例。
- (五) 檔案命名格式：簡報檔：賽題名-隊名-校名.pdf。簡報影片：賽題名-隊名-校名.mp4。
- (六) 雲端上傳截止日期：110 年 7 月 25 日，23:59
- (七) 評選結果將於 110 年 8 月 10 日於官網公告。
- (八) 於簡報開始時應介紹校名、隊員及主講者 (可一人主講或多人輪替上場主講)。
- (九) 簡報內容建議應含：賽題研析、科學原理 (建議應含物理模型)、實驗設計與規劃 (應含實驗設計與變因控制等細節)、實驗結果與分析 (應含數據蒐集與圖表呈現)、誤差分析、結論等內容。
- (十) 本競賽官網設有「線上學習」，提供科學報告內容與簡報海報呈現注意，供參賽者參酌運用。
- (十一) 評選標準詳參附件七。

四、實作壁報競賽

- (一) 報名日期與方式：所有參與初賽隊伍皆可報名參與實作壁報競賽 (組隊隊員必須與初賽相同，但如後續有隊員退出競賽，可於報名表中減列該特定隊員即可)。於 7 月 11 日 (日) 開始網路報名，至 8 月 11 日 (三) 截止報名。報名網頁如下：

<https://www.beclass.com/rid=24461d26014dc44187ea>

實作壁報競賽報名網址 QR code



- (二) 競賽時間：8 月 19 日 (四) - 8 月 21 日 (六)，評審時間 8 月 20 日下午時段 (確切時間於 8 月上旬官網公告)。

- (三) 競賽地點：國立屏東大學，詳細壁報張貼位置於8月上旬官網公告。
- (四) 報名費用：免費
- (五) 海報尺寸：高 x 寬為 120 公分 x 80 公分
- (六) 競賽方式：各競賽隊伍擇一人為主講者，於壁報處給予口頭報告 3 分鐘，評審提問 2 分鐘。
- (七) 海報內容建議應運用要點、圖示等搭配 3 分鐘口頭說明，讓評審能快速擷取研究重點及結論。一份好的海報應注意整體版面分布，能吸引閱聽者駐足，透過條列要點及簡易圖示讓沒參與實驗的閱聽者也能理解研究結論。
- (八) 由於本競賽為單獨評分，參賽壁報請使用公告範例檔製作，範例檔將於7月初公告於官網，請再自行下載範例檔製作海報。
- (九) 本競賽官網設有「線上學習」，提供科學報告內容與簡報海報呈現注意，供參賽者參酌運用。
- (十) 評審標準詳參附件八。

肆、證明書及敘獎

一、初賽：

- (一) 「自然科素養測驗」頒發
 1. 個人全國組距證明書、個人考區組距證明書。
 2. 全國前 10%頒發「一等獎」，全國前 11-20%頒發「二等獎」。
 3. 各考區前 10%頒發「考區一等獎」，前 11-20%頒發「考區二等獎」。
- (二) 「實作測驗」依各實作賽題頒發
 1. 全國團體組距證明書。
 2. 全國前 10%頒發「一等獎」，全國前 11-20%頒發「二等獎」。
- (三) 相關證明書及獎狀將寄至各校以為敘獎。

二、決賽：

- (一) 各實作競賽題目頒給「金獎」、「銀獎」、「銅獎」、「佳作獎」等（必要時經評審團決議後得從缺）。
- (二) 單場競賽成績平均達 9 分以上者，三位報告者均可獲頒「最佳辯士獎」。
- (三) 於競賽現場頒獎並合影。相關獎狀將寄至各校以為敘獎。

三、線上實作報告評選：

- (一) 依評選成績頒給「特優」、「優等」、「佳作」等各若干名（必要時經評審團決議後得從缺）。

(二) 於物理教育聯合會議第三天(8月21日)閉幕時頒獎，地點：國立屏東大學。

(三) 相關獎狀將寄至各校以為敘獎。

四、實作壁報競賽：

(一) 依評審成績頒給「特優」、「優等」、「佳作」等各若干名(必要時經評審團決議後得從缺)，於物理教育聯合會議第三天頒獎。

(二) 於物理教育聯合會議第三天(8月21日)閉幕時頒獎，地點：國立屏東大學。

(三) 相關獎狀將寄至各校以為敘獎。

五、組距證明書說明：

(一) 區分傑出獎($PR \geq 97$)、特優獎($PR \geq 90$)、優等獎($PR \geq 75$)、優良獎($PR \geq 50$)、參賽證明($PR < 50$)等五個等級。

(二) 證明書為中英文併陳，可供日後申請國內外學校入學使用。

六、指導教師敘獎：

(一) 教師指導隊伍參與「決賽」、「線上實作評選」、「實作壁報競賽」頒予感謝狀，並建請校方敘獎。

(二) 如學生獲獎，教師感謝狀將敘明學生獲獎事蹟，並建請校方敘獎。

(三) 感謝狀及獲獎公函將寄至各校以為敘獎。

七、獎金：視報名狀況，於報名截止後於官網公告。

伍、校外多元學習參採

一、本競賽結束後，將發函全國各大學及相關理工學系，給予此次競賽準則、評選細則及獲獎名單，並建請各大學參採為入學評分標準。

二、相關競賽成果將於本競賽官網公告，作為大學參採依據。

陸、疫情備案

以下狀況視衛福部或各縣市政府依疫情狀況之決定，改採他地施測、線上施測、上傳雲端或取消現場頒獎等方式進行，相關細節將於官網公告周知。

一、初賽自然科素養測驗：(以下方案視情況擇一辦理)

1. 委託鄰近縣市高級中等學校、大學或公共場地辦理測驗。

2. 改為線上施測，並亂數選取施測題目，考生經登入電腦後進行線上限時答題。

二、初賽實作測驗：(以下方案視情況擇一辦理)

1. 委託鄰近縣市高級中等學校、大學或公共場地辦理測驗。

2. 將預先於5月22日上午抽出各隊伍題號，各隊伍自行攜回競賽材料包，5月22日-5月23日於家中進行實驗並撰寫實驗報告後，5月24日上午繳交實驗報告予各校承辦人，各校承辦人於5月24日中午寄回主辦單位。

- 三、決賽：改採線上視訊競賽方式實施，於官網公告得獎名單。
- 四、線上實作評選：競賽方式不變，於官網公告得獎名單，僅物理教育聯合會議現場頒獎取消。
- 五、實作壁報競賽：改採上傳海報至指定雲端，經評審團線上評審，於官網公告得獎名單，僅物理教育聯合會議現場頒獎取消。

柒、預期效益

一、學生端效益：

1. 引導學生建立核心素養能力，並熟悉素養導向評量題型
2. 提升探究與實作的能力
3. 提升運用科學軟體及手機 APP 的數據蒐集能力
4. 強化運用電腦製作與呈現科學圖表能力
5. 強化團隊合作能力
6. 深化簡報編輯能力的運用
7. 提升簡報口說技巧
8. 提供應對進退的練習環境

二、教師及學校端效益：

1. 提供開發自然科素養題型
2. 提供發展探究與實作課程範例
3. 強化指導學生團隊進行科學競賽與成果展示
4. 提升使用新式無線微型科學擷取設備
5. 強化大學與高中校際交流
6. 有效運用校內空間及相關設備

附件一

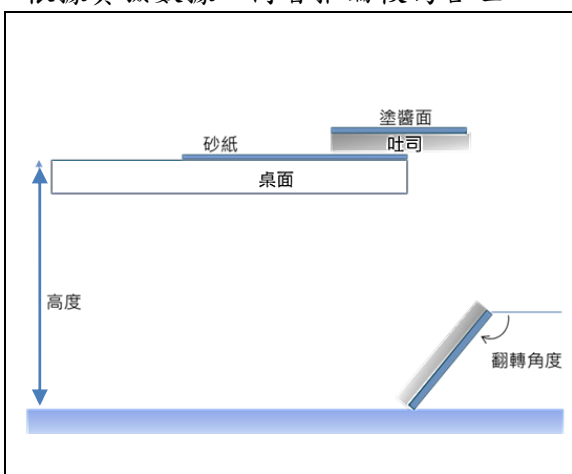
2021 第四屆高中物理探究實作競賽

初賽—「自然科素養測驗」範例公告

註：自然科素養測驗計 10 題組，約 30 小題。

美好的早晨，來一片香噴噴的烤土司是阿中假日的小確幸，這天幫自己烤了一片吐司，並塗上滿滿的巧克力醬，但卻一個不小心，原先平放在桌上的吐司翻落了下來，塗醬面就這樣無情著地。阿中心想這真的是運氣問題嗎？還是其中有科學原理呢？因此，阿中想針對吐司翻落問題好好研究一番！

- 根據上述內容，何者較適合阿中作為吐司的科學探究題目？
 - 不同口味的果醬對吐司掉落時間的影響。
 - 不同的烘烤時間對吐司香氣的影響。
 - 吐司和桌面的摩擦力大小對吐司翻轉角度的影響。
 - 用多少溫度可以烤出口感最佳的吐司。
- 阿中在觀察許多次吐司掉落後，試著提出影響吐司著地因素，下列分析何者較符合科學概念？
 - 烤較久的吐司因水分散失較多，重量變輕，會影響其掉落速度。
 - 吐司若去邊後，其質量中心會大幅移向邊緣，進而影響其翻轉速度。
 - 相同重量的吐司，面積越大，與桌面摩擦力越大，會影響吐司離開桌面的初始角度。
 - 若不考慮其他阻力，不同重量的吐司，所受加速度一樣，故不影響其掉落地面的時間。
- 阿中決定進行一連串吐司實驗，他使用同一片吐司，並讓接觸面性質保持固定，利用高速攝影機記錄並測量 20 次吐司由不同高度掉落時的相關數據，實驗裝置圖與紀錄如下，請問根據實驗數據，何者推論較為合理？



高度(cm)	平均落地時間(s)	平均翻轉角度	塗醬面著地機率
60	0.35	211°	20/20
75	0.39	232°	20/20
90	0.43	253°	19/20
105	0.46	269°	9/20
120	0.49	285°	1/20
135	0.51	295°	0/20
150	0.53	305°	0/20

註：翻轉角度定義為吐司塗醬面由水平桌面翻落至恰著地時所翻轉過的角度。

- 由實驗結果可推論吐司塗醬面著地機率與桌高有關，但與吐司厚度無關。
- 由實驗數據得知，桌子高度與吐司掉落的時間呈正相關，時間越長，翻轉角度會越大。
- 由數據可以推論桌面高度越高，塗醬面著地機率必越低。

(D) 桌面高度與吐司落地的時間呈線性增加關係。

4. 阿中整理完實驗結論後，很興奮地想與同學分享，請問下列關於探究過程或成果的陳述較為適合？

(A) 由實驗數據可推論，吐司落地時間與翻轉角度呈正相關，進而影響塗醬面著地的機率，但仍無法得到翻轉角度越大，塗醬面著地機率越低的結論，需再收集更多數據才能確認其關係。

(B) 在此實驗中發現，吐司翻轉的角度是影響塗醬面著地的重要因素，故吐司翻轉角度為此實驗的操作變因，而吐司塗醬面著地機率則為應變變因。

(C) 實驗中已盡力將控制變因(如桌面摩擦力等)控制好，在建立理論模型時，即不需將這些初始條件納入計算。

(D) 此實驗證明，影響塗醬面著地機率最大關鍵即為桌高。

附件二

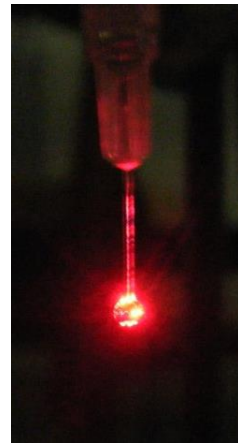
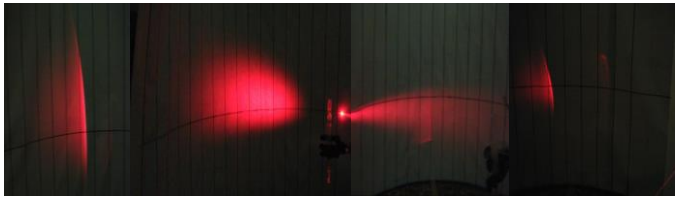
2021 第四屆高中物理探究實作競賽

初賽－「實作測驗」賽題公告

➤ 賽題一 光輝的圖案 (Brilliant pattern)

Suspend a water drop at the lower end of a vertical pipe. Illuminate the drop using a laser pointer and observe the pattern created on a screen.

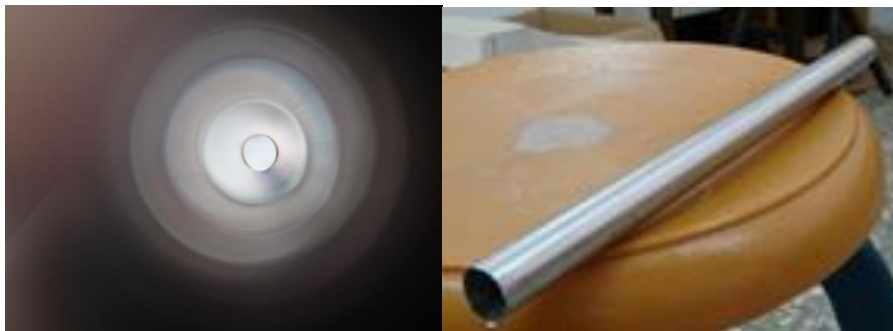
將水滴懸掛在垂直管子的下端(如磨平的注射針頭)。使用雷射筆照亮水滴，並觀察在後方屏幕上形成的光線分布圖案。研究並解釋這些現象。



➤ 賽題二 光學管 (Optical tube)

Look down a cylindrical metal tube which is shiny on the inside. You will notice dark and light bands. Investigate the phenomenon.

由一個裡面有光澤的圓柱形金屬管一端看管子內側。您會注意到會有暗帶和亮帶。研究並解釋現象。



➤ **賽題三 紙橋梁**

It is more difficult to bend a paper sheet, if it is folded “accordion style” or rolled into a tube. Using a single A4 sheet and a small amount of glue, if required, construct a bridge spanning a gap of 280 mm. Introduce parameters to describe the strength of your bridge, and optimize some or all of them.

如果將紙張折疊成“手風琴樣式”或捲成管，則彎曲紙張會更加強硬有支撐力。如果需要，使用一張 A4 紙和少量膠水，搭建一個跨度為 280 mm 的橋。探討各變因如何改變橋樑的強度，並優化其中的一些或全部，使一張 A4 紙製成的紙橋樑的支撐強度達到最佳。

PS.需有兩張桌子當支撐物



➤ **賽題四 手刻全像圖 (Hologram)**

It is argued that a hologram can be hand made by scratching a piece of plastic. Produce such a ‘hologram’ with the letters ‘IYPT’ and Investigate how it works.

有一個說法，可以通過刮擦塑料片來手工製作全像圖。產生帶有字母“ IYPT”的“全像圖”樣，製作並研究探討造成這個現象的原理。



➤ **賽題五 同步蠟燭 (Synchronized Candles)**

Oscillatory flames can be observed when several candles burn next to each other. Two such oscillators can couple with each other, resulting in in-phase or anti-phase synchronization (depending on the distance between the sets of candles). Explain and investigate this phenomenon.

當幾支彼此鄰近的蠟燭燃燒時，可以觀察到振盪火焰。這樣的振盪可以相互耦合，導致同相位同步或反相位同步等兩種振盪火焰（取決於蠟燭之間的距離）。解釋並探究這種現象。

➤ **賽題六 不可逆的浮沉子 (Irreversible Cartesian Diver)**

A simple Cartesian diver (e.g. an inverted test tube partially filled with water) is placed in a long vertical tube filled with water. Increasing the pressure in the tube forces the Cartesian diver to sink. When it reaches a certain depth, it never returns to the surface even if the pressure is changed back to its initial value. Investigate this phenomenon and how it depends on relevant parameters.

將一個簡單的浮沉子(例如將小試管部分填水倒置放在水裏)放入垂直且填水的管子(密閉容器)中。增加管內壓力迫使浮沉子下沉。當加壓使浮沉子下沉到某個深度之後，即使回復原壓力它也不會浮上來。研究此現象，以及相關參數的影響。

➤ **賽題七 光鬚 (Light Whiskers)**

When a laser beam enters a soap film at a small angle, a rapidly changing pattern of thin, branching light tracks may appear inside the film. Explain and investigate this phenomenon.

當一束雷射光以小角度照射肥皂膜，在薄膜內部可能出現細且分岔的光軌跡構成的快速變化的圖案。解釋並探究此現象。

器材(以材料包內容為準):

➤ **賽題八 韋氏擺 (Wilber force Pendulum)**

A Wilberforce pendulum consists of a mass hanging from a vertically oriented helical spring. The mass can both move up and down on the spring and rotate about its vertical axis. Investigate the behaviour of such a pendulum and how it depends on relevant parameters.

一個威伯福斯擺是由一個垂直懸掛的螺旋狀彈簧加上末端的一個質量所構成。此質量可隨彈簧上下運動，或是以垂直線為轉軸轉動。探究相關參數如何影響這種擺的運動行為。

➤ **賽題九 海綿 (Sponge)**

A sponge will soak up water at a rate and in a quantity determined by various parameters. Investigate how effective a sponge is at drying a wet surface.

海綿能將水以某個速率吸走，且吸住的水量與吸水速率可由一些參數決定。研究海綿將濕的表面弄乾的效率。

➤ **賽題十 反彈膠囊 (Rebounding Capsule)**

A spherical ball dropped onto a hard surface will never rebound to the release height, even if it has an initial spin. A capsule-shaped object (i.e. Tic Tac mint) on the other hand may exceed the initial height. Investigate this phenomenon.

即使一開始有轉動的圓球掉落在堅硬表面上時，反彈永遠不會高於初次反彈的高度，但一個膠囊狀物體(例如 Tic Tac 薄荷糖)若有轉動落地時卻可能會反彈超過初次反彈高度。探究這個現象。

附件三

實驗紀錄紙範例

項目包含：賽題研析（應含問題說明、動機與目的）、科學原理（應含物理模型）、實驗設計與規劃（應含實驗設計與變因控制等細節）、實驗結果與分析（應含數據與圖表呈現）、誤差分析、結論、實驗心得等內容等合計 12 頁。

隊伍編號：_____ 賽題編號：_____ 競賽題目：_____ 頁次：1/12

賽題研析	(作答文字圖表等必須書寫在方格內，繳交時須交回所有記錄紙)
科學原理	

附件四

初賽－「實作測驗評分表」

隊伍編號：_____ 賽題編號：_____ 競賽題目：_____

評分向度 (總分)	評分細項	得分										權重	成績	
													得分 x 權重	
賽題研析(5)	分析題目訊息訂定探究議題	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
科學原理 (20)	描述賽題相關的科學概念、理論和原理	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1.0	
	依上述科學概念提出物理模型	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1.0	
實驗設計與 規劃(15)	提取競賽題目中的變因	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.7	
	依據變因提出研究問題與假設	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	針對研究假設計設計實驗	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.8	
	能確定實驗組與控制組	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	敘述器材的架設與測量	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
實驗結果與 分析(40)	能以適當方式呈現數據	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2.0	
	能以適當方式分析數據	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	依據數據歸納實驗結果	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2.0	
	實驗結果符合科學理論	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
誤差分析(5)	討論實驗誤差來源與改進方式	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
結論(10)	能明確提出實驗結論	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1.0	
	結果到結論的推理過程完備	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
實驗心得(5)	改進實驗設計之想法	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
	完成探究歷程的感想	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
總分(100分)														

評審簽名：_____

附件五

決賽辯論流程及時間分配

<p>競賽隊伍需於競賽前確認<u>報告者</u>、<u>提問者</u>及<u>評論者</u>，並於競賽場所公告。 經由猜拳等方式決定何者為 A 隊及何者為 B 隊。</p>		
A 隊 <u>報告者</u> 報告	10 分鐘	兩隊進行該賽題之研究報告。
B 隊 <u>報告者</u> 報告	10 分鐘	
準備時間	3 分鐘	兩隊隊員間討論時間。
B 隊 <u>提問者</u> 向 A 隊 <u>提問者</u> 提問	2 分鐘	針對報告中有不清楚的部分進行提問與釐清。問題需簡短，不涉及問題與歧異討論，可要求對方以簡短方式回答問題。
A 隊 <u>提問者</u> 向 B 隊 <u>提問者</u> 提問	2 分鐘	
準備相互討論詰問	3 分鐘	各隊伍成員間相互合作，準備兩隊報告中所呈現的實驗數據、理論、結論、歧異處，將想要與對方討論的問題都列舉出來，建議以 PPT 呈現以利後續的討論和釐清問題。
問題與歧異之討論	針對對方報告內容中實驗數據、理論、結論、歧異處等做相互討論詰問。	
	5 分鐘	B 隊 <u>提問者</u> 做問題提問，由 A 隊 <u>提問者</u> 負責回答。
	5 分鐘	A 隊 <u>提問者</u> 做問題提問，由 B 隊 <u>提問者</u> 負責回答。
準備進行總結與評論	3 分鐘	準備此場次討論內容的優缺點、總結與評論，建議以 PPT 呈現總結與評論。
B 隊 <u>評論者</u> 做總結與評論	4 分鐘	(1) 針對整場討論中有爭議的實驗、理論部分，給予對於綜合性、客觀性的總結。 (2) 讚揚有重要性、突破性的實驗或理論。 (3) 總結自己對該題目所報告之內容。
A 隊 <u>評論者</u> 做總結與評論	4 分鐘	
評審問題提問	3 分鐘	針對兩隊報告之研究內容的理論、實驗等進行詢問。
總時間	54 分鐘	

附件六

決賽辯論評分表

賽題編號：_____ 競賽題目：_____

A 隊名：_____ B 隊名：_____

A 隊報告者：_____ B 隊報告者：_____

評分向度 (總分)	評分細項	得分(請圈選)										權重	得分 x 權重		
													A 隊	B 隊	
賽題研析 (0.5)	分析題目訊息訂定探究議題	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.05		
科學原理 (1)	描述賽題相關的科學概念、 理論和原理，並提出物理模 型	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.1		
實驗設計 與規劃(1)	提取競賽題目中的變因												0.05		
	針對研究問題提出假設	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	針對研究假設設計實驗														
	能確定實驗組與控制組	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.05		
	敘述器材的架設與測量														
實驗結果 與分析(2)	能以適當方式呈現數據	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.1		
	能以適當方式分析數據												0.1		
	依據數據歸納實驗結果														
	實驗結果符合科學理論	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
誤差分析															
結論(0.5)	能明確提出實驗結論	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.05		
	結果到結論的推理過程完備														
總分(5分)															

A 隊提問者：_____ B 隊提問者：_____

評分向度	評分細項	得分(請圈選)										權重	得分 x 權重		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	A 隊	B 隊
理解內容 (1)	理解對方報告的概念	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.1		
	理解實驗架構和原理														
優劣分析 (1)	讓競賽者瞭解各自實驗技術的優點與缺點	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.1		
	讓競賽者瞭解各自理論解釋優點與缺點														
	讓競賽者瞭解各自實驗數據及分析之有效性														
問題釐清 (1)	問答間表達清晰有禮，且有助於釐清不同觀點	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.1		
	全隊協力合作，協助報告者釐清問題														
總分(3分)															

A 隊評論者：_____ B 隊評論者：_____

評分向度	評分細項	得分(請圈選)										權重	得分 x 權重		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	A 隊	B 隊
異中求同 (0.5)	針對整場的討論有爭議的實驗、理論、結論等，給予綜合且客觀的總結	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.05		
優缺評析 (0.5)	針對雙方優缺點給予評析，且能指出具重要性、突破性的實驗、理論、結論等	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.05		
自我評論 (1)	評論自己對該賽題所做的報告內容	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.1		
總分(2分)															

評審提問：加扣分不得高於 1 分，合計總分最多 1 分

評分向度	評分細項	得分(請圈選)											權重	得分 x 權重	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		A 隊	B 隊
理論(0.5)	研究內容的理論是否合宜	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.05		
實驗(0.5)	研究內容的實驗是否合宜	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.05		
總分(1 分)															

A 隊成績總表

報告者成績	提問者成績	評論者成績	評審提問	合計總分

B 隊成績總表

報告者成績	提問者成績	評論者成績	評審提問	合計總分

評審簽名：_____

附件七

線上實作報告評選評分表

隊伍編號：_____ 賽題編號：_____ 競賽題目：_____

評分向度 (總分)	評分細項	得分(請圈選)										權重	成績	
													得分 x 權重	
賽題研析(5)	分析題目訊息訂定探究議題	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
科學原理(10)	描述賽題相關的科學概念、理論和原理，並提出合理的物理模型	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1.0	
實驗設計與規劃(15)	能依據變因提出假設	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.8	
	能描述器材的架設與測量並設計實驗	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	能確定及規劃實驗變因、控制變因、操縱變因等	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.7	
實驗結果與分析(30)	於簡報檔中以適當方式呈現數據	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1.5	
	能以文字或口頭適當方式呈現及分析數據	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	依據數據歸納實驗結果	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1.5	
	實驗結果符合科學理論	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
誤差分析(5)	以文字或口頭討論實驗誤差來源與改進方式	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
結論(5)	扼要條列結論並輔以口說表達	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
簡報內容(10)	簡報各頁有明確的標題	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
	簡報設計、配色及美感	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
影片內容(20)	介紹校名、隊名、主講者及隊員	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
	口說清晰且速度合宜	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
	能善用簡報工具	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
	影片時間及錄製畫面合宜	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
總分(100分)														

評審簽名：_____

隊伍編號：_____ 賽題編號：_____ 競賽題目：_____

評分向度 (總分)	評分細項	得分(請圈選)										權重	成績	
													得分 x 權重	
摘要(5)	合宜的海報摘要	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
科學原理 (10)	描述賽題相關的科學概念、理論和原理，並提出合理的物理模型	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1.0	
實驗設計與 規劃(15)	能依據變因提出假設	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.8	
	能描述器材的架設與測量並設計實驗	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	能確定及規劃實驗變因、控制變因、操縱變因等	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.7	
實驗結果與 分析(30)	於海報中以適當方式呈現數據	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1.5	
	能以文字或口頭適當方式呈現及分析數據	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	依據數據歸納實驗結果	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1.5	
	實驗結果符合科學理論	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
誤差分析(5)	以文字或口頭討論實驗誤差來源與改進方式	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
結論(5)	扼要條列結論並輔以口說表達	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
海報內容(10)	海報字體、版面編排及整體配色	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
	能以卡通式圖像或其他合宜方式呈現實驗過程或結果	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
臨場表現(20)	介紹校名、隊名、主講者及隊員	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
	口說清晰且速度合宜	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
	於3分鐘內解說完畢	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
	其他臨場表現合宜	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.5	
總分(100分)														

評審簽名：_____