

2022 第五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2022年為第五屆，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—素養測驗」、「複賽—實作測驗」、「決賽」及「壁報競賽」等四項。「自然科素養測驗」內容主要配合大考素養、探究實作題型進行命題與施測，為符合大考命題趨勢此次答題為混合題型；「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，報名原則為「自然科素養測驗」前70%學生3-5人組隊參賽；後續依「實作測驗」成績各題遴選4隊進入「決賽」，決賽採物理辯論模式進行，最後規劃於8月物理教育聯合會議辦理「壁報競賽」，學子透過臨場口說提升答辯等技巧。綜觀第五屆競賽，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、國立高雄大學

二、主辦單位：中華民國物理教育學會、國立高雄大學科學教育中心

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、臺灣物理學會、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、國立嘉義高級工業職業學校、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

五、活動官網：<https://nuksci.org/2022phys/>

活動官網 QR code：



六、競賽活動 Line 社群：<https://reurl.cc/NpGqK6>

活動 Line 社群 QR code



七、報名時間：即日起至 111 年 3 月 26 日止。

八、各高級中等學校競賽承辦人，請參看本競賽官網公告。

九、競賽時間及地點：

(一) 初賽—「自然科素養測驗」：民國 111 年 4 月 10 日(日) (各高中大學辦理)
10:00~11:40。

(二) 複賽—「實作測驗」：民國 111 年 5 月 29 日(日) (各高中大學辦理)
09:00~17:30。

(三) 決賽：民國 111 年 7 月 23 日(六)至 7 月 24 日(日) (臺中國立自然科學博物館辦理) 09:00~17:00。

(四) 壁報競賽：民國 111 年 8 月 18 日(四)至 8 月 20 日(六) (逢甲大學辦理) 8 月 20 日 13:00~16:00 評審評分。

備註：如因疫情上述各項賽程將改採疫情備案(詳本競賽辦法陸及官網公告)。

一〇、 繳費標準：

(一) 初賽—自然科素養測驗：400 元/人，低收入戶學生 200 元/人。

(二) 複賽—實作測驗：600 元/人，低收入戶學生 300 元/人。

(三) 決賽：2000 元/隊，低收入戶學生減免 300 元/人。

(四) 壁報競賽：免費。

註：於施測時發放報名繳費收據以為憑據。

參、競賽細節

一、初賽—自然科素養測驗

(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。

(二) 報名方式與報名時間：

1. 即日起至 111 年 3 月 26 日止。

2. 報名網頁：<https://reurl.cc/5G1gqV>

報名網頁 QR code:



3. 報名費退費方式：

(1) 3 月 26 日前因故退出者，扣除 100 元行政作業費用後，餘款退回。

(2) 3 月 27 日至 4 月 1 日，因故退出者，扣除 200 元行政作業費用後，餘款退回。

(3) 4 月 2 日後因故退出者，不予退費。

(三) 報名費繳交方式：個人自行繳費

- ✓ 戶名：中華民國物理教育學會余進忠
 - ✓ 郵局代號 700（楠梓藍田郵局），帳號 0041353 0212294（共 14 碼）。
 - ✓ 繳費後請填寫繳費帳號末五碼及上傳繳費證明聯(手機拍照後上傳圖檔)於報名網頁中。
- (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) 「自然科素養測驗」採個人筆試，計有 10 個題組，約 30 小題，答題仿大考施測，採混合題型作答，範例題參見附件一，答案卷範例詳附件八。出題方向以概念和規律本質的理解和應用能力的自然科核心素養為主軸，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%，題型內容亦包含探究實作類型。
- (六) 本學會僅辦理 4 月 10 日「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。

二、複賽—實作測驗

- (一) 參加對象為參與「初賽—自然科素養測驗」成績於前 70%的學生(全國或考區前 70%)，經由 3-5 人組隊報名參加，組隊參賽同學將由主辦單位安排前往指定大學或高中試場應試。
- (二) 報名方式與報名時間：
1. 「初賽—自然科素養測驗」成績公告後至 111 年 5 月 9 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）。
 3. 可跨年級跨校組隊。
 4. 報名後於 5/9(一)前可更換隊員，之後不得更換。
 5. 報名網頁：於競賽官網 <https://nuksci.org/2022phys> 由隊長勾選隊員並上傳繳費證明報名。
 6. 報名費退費方式：
 - (1) 5 月 9 日前因故退出者，扣除 200 元/人行政作業費用後，餘款退回。
 - (2) 5 月 10 日至 5 月 16 日，因故退出者，扣除 400 元/人行政作業費用後，餘款退回。
 - (3) 5 月 17 日後因故退出者，不予退費。
- (三) 報名費由一位同學(或隊長)計算全隊費用後(600 元/人)，統一繳交至以下郵局帳號：
- ✓ 戶名：中華民國物理教育學會余進忠
 - ✓ 郵局代號 700（楠梓藍田郵局），帳號 0041353 0212294（共 14 碼）。

- ✓ 繳費後請填寫繳費帳號末五碼及上傳繳費證明聯(手機拍照後上傳圖檔)於報名網頁中。

- (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) 「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相關資料**，違者經查證屬實由監視人員制止後登錄，並經由競賽委員決議後酌予扣分，情節嚴重者以零分處理，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。因疫情如改採寄送實驗材料包及上傳實驗記錄方式辦理，則各隊賽題將由主辦單位依各校隊伍數均分賽題，以抽籤或亂數方式抽取後寄出。
- (六) 「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間試人員。
- (七) 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。
- (八) 「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。
- (九) 「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) 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。

三、決賽

(一) 錄取方式：

1. 由「複賽—實作測驗」之實驗記錄本經由評審評閱後，依各賽題取正取 4 隊及備取 4 隊。
2. 如有同分時則以「實作測驗」評分表中，依評分項目「實驗結果與分析」、「科學原理」、「實驗設計與規劃」等細項分數依序比較，有出現高分者列為優勝。
3. 同題目隊伍作為同一競賽組別。
4. 錄取隊伍由本會統一於競賽官網公告，邀請參加決賽。
5. 各賽題如有正取隊伍棄賽，則依序由備取隊伍遞補。
6. 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（組隊隊員必須與複賽—實作測驗相同，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）
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. 決賽報名網頁：於競賽官網 <https://nuksci.org/2022phys> 由隊長確認隊員、上傳繳費證明，並填入指導教師姓名。
4. 報名費由隊長統一繳交至以下郵局帳號：
 - ✓ 戶名：中華民國物理教育學會余進忠
 - ✓ 郵局代號 700（楠梓藍田郵局），帳號 0041353 0212294（共 14 碼）。
 - ✓ 繳費後請填寫繳費帳號末五碼及上傳繳費證明聯（手機拍照後上傳圖檔）於報名網頁中。
5. 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. 決賽報告內容應以實驗數據為基礎，如搭配模擬不應全部以模擬取代實驗。
3. 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。
4. 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 3，名次 2 vs. 名次 4。
名次 1 vs. 名次 2，名次 3 vs. 名次 4。
名次 1 vs. 名次 4，名次 2 vs. 名次 3。
(每次上場的報告者、提問者、評論者需不同)
5. 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。
6. 競賽評分以現場評審舉牌給分為準，其中評分最高分及最低分取平均後算一份成績，再與其他評審分數取平均，為該場次得分。

舉例：

評審	給分	最高最低分取平均	得分
1	8	8	6.925
2	8.4	6.2	
3	4		
4	7	7	
5	6.5	6.5	

7. 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。
8. 決賽辯論流程、時間分配及評分標準詳參附件五及附件六。
9. 簡報內容如有引述他人著作應加以說明，如引用且未提出任何出處說明者，評審團或主辦單位得依實際情形收回核發之獎項。

(四) 決賽獲獎隊伍將邀請至「物理教育聯合會議」中口說發表、壁報參展及頒獎合影。

四、壁報競賽

- (一) 報名人員：未參與決賽之隊伍(排除參與決賽之隊伍)皆可報名參與壁報競賽(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)。
- (二) 報名日期與方式：依「物理教育聯合會議」相關規定辦理，將於競賽官網公告。
- (三) 可由教師指導壁報競賽內容。
- (四) 競賽時間：8月18日(四)-8月20日(六)，評審時間8月19日下午時段(確切時間於8月上旬官網公告)。
- (五) 競賽地點：逢甲大學，詳細壁報張貼位置於8月上旬官網公告。
- (六) 報名費用：免費
- (七) 海報尺寸：高 x 寬為 120 公分 x 80 公分(相關細節最終依「物理教育聯合會議」相關規定辦理)
- (八) 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(相關細節最終依「物理教育聯合會議」相關規定辦理)。
- (九) 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。

- (十) 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 8 月初公告於官網，請再自行下載範例檔製作海報。
- (十一) 海報內容如有引述他人著作應加以說明，如引用且未提出任何出處說明者，評審團或主辦單位得依實際情形收回核發之獎項。
- (十二) 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。
- (十三) 評審標準詳參附件七。

肆、證明書及敘獎

一、初賽—「自然科素養測驗」頒發

- (一) 個人全國組距證明書、個人考區組距證明書。
- (二) 全國前 10%頒發「一等獎」，全國前 11-20%頒發「二等獎」。
- (三) 各考區前 10%頒發「考區一等獎」，前 11-20%頒發「考區二等獎」。

二、複賽—「實作測驗」依各實作賽題頒發

- (一) 全國團體組距證明書。
- (二) 全國前 10%頒發「一等獎」，全國前 11-20%頒發「二等獎」。

三、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），並給予獎金如下：金獎 3000 元、銀獎 2000 元、銅獎 1000 元（如競賽有獲相關獎金補助則將酌予調高金額）。
- (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。

四、壁報競賽：

- (一) 依評審成績頒給「第一名」、「第二名」、「第三名」、「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 20 日）閉幕時頒獎，地點：逢甲大學。

五、相關證明書及獎狀將寄至各校以為敘獎。

六、組距證明書說明：

- (一) 區分傑出（PR $\geq$ 97）、特優（PR $\geq$ 90）、優等（PR $\geq$ 75）、優良（PR $\geq$ 50）、參賽證明（PR $<$ 50）等五個等級。
- (二) 如需英文組距證明書，請於競賽後(8 月 25 日至 9 月 25 日間)向主辦單位提出申請，並將酌收工本費 100 元/份。

(三) 凡參賽學生皆頒發「組距證明書」，不另外發給參賽證明。

七、指導教師及承辦人敘獎：

(一) 教師指導隊伍參與「決賽」、「壁報競賽」將頒予感謝狀，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) 各校承辦人員將頒予感謝狀，並建請校方敘獎。

(四) 感謝狀及獲獎公函將寄至各校以為敘獎。

伍、校外多元學習參採

一、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、獲獎名單將於本競賽官網公告週知，作為大學參採依據。

陸、疫情備案

如因疫情升級，原規劃試場無法提供相關試務需求時，施測方式將改採疫情備案，相關頒獎規劃將改以線上頒獎取代，疫情備案細節將於官網公告週知。

針對「初賽—自然科素養測驗」及「複賽—實作測驗」的整體施測的樣態可能為：

(一) 全體參與競賽之學生皆採線上施測。

(二) 針對原規劃於大學試場應試之學生，因大學不開放校外人士入校時，改採線上施測，而原規劃於高中試場之學生則採實體施測。

上述施測樣態將視政府防疫規劃與實際狀況決定，凡參與本競賽之學生不得異議。

一、初賽—自然科素養測驗：

因疫情高中無法提供 20 人/間之試場或大學無法提供試場時，將改採線上施測，此時考生需登入指定網頁進行線上限時作答，作答前監試人員將經由網路影像驗證考生身份，考生應依主辦單位指定規格提供應試環境的即時影像。

線上施測時考生必須備有以下設施或進行以下作為以便進行線上施測：

(一) 暢通之網路環境。

(二) 安裝有網頁瀏覽器且可連上 internet 網路之個人電腦或筆電。

(三) 以手機登入線上視訊系統，並穩定置於考生左側(或右側)(可使用手機架以便穩定支撐手機)，可明確看到施測環境(桌面、螢幕等)，以供監試人員監考。

(四) 有相片之身份證或健保卡供監試人員查驗。

(五) 因試題採混合題型，部分為手寫答題，需照相後上傳雲端，因此請預備可連接電腦之照相器材(手機或相機等)，供照相後上傳應試網頁。

二、複賽—實作測驗：

因疫情高中無法提供 20 人/間之試場或大學無法提供試場時，將改採寄送實驗材料包，並透過網路遞送實驗記錄供評審評分。

(一) 實驗材料包將寄至各隊所填指定地址或 i 郵箱，實驗記錄透過網路於指定時間內上傳至雲端。

(二) 視實際情況，學生需於指定時間內至郵局或 i 郵箱領取實驗材料包。

(三) 實驗時間視實際狀況延長。

三、決賽：

採線上視訊方式辦理，競賽流程大致不變，頒獎合影改為影像合成照片。

四、壁報競賽：

採上傳海報至指定雲端，參賽學生於線上進行口說簡報，經評審團線上評審後，於官網公告得獎名單。

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. 提供開發展自然科素養題型
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

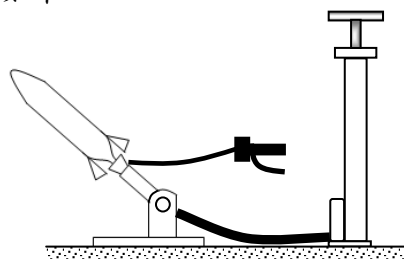
捌、備註

如因不可抗力因素，經競賽委員會議決議後得變更本競賽相關辦法及規則，並透過競賽官網及電子郵件公告週知，凡參與本競賽之學生不得異議。

附件一

2022 第五屆高中物理探究實作競賽 初賽—「自然科素養測驗」範例公告

小志利用寶特瓶自製空氣火箭(非水火箭)進行科學探究活動，其裝置如圖(一)所示並將實驗數據紀錄如下：



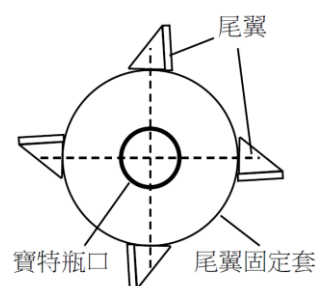
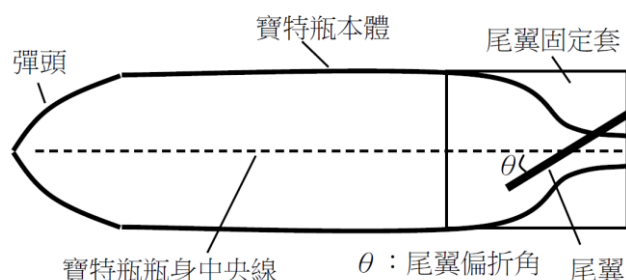
圖(一)

地點：某日早上的校園操場

風速：1.60m/s 氣溫：28.50°C 發射角度：43°

空氣火箭：寶特瓶身(光滑面，重量：117.00 gw)

尾翼為三角形pp板(邊長8cm、10cm、12cm)共四片



(以下每組數據皆為做20次的平均值、表中距離為發射點到落地點之間的直線距離)

打氣磅數 psi	尾翼偏折角度	0	5	10	15	20
10	距離(m)	3.25	3.00	3.78	3.95	3.15
打氣磅數 psi	尾翼偏折角度	0	5	10	15	20
20	距離(m)	7.88	7.55	8.56	8.98	7.70
打氣磅數 psi	尾翼偏折角度	0	5	10	15	20
30	距離(m)	11.85	11.60	12.37	13.54	11.66
打氣磅數 psi	尾翼偏折角度	0	5	10	15	20
40	距離(m)	19.90	19.90	22.05	24.05	19.85
打氣磅數 psi	尾翼偏折角度	0	5	10	15	20
50	距離(m)	22.05	23.20	24.95	27.89	23.45
打氣磅數 psi	尾翼偏折角度	0	5	10	15	20
60	距離(m)	27.20	27.00	27.95	28.90	26.15
打氣磅數 psi	尾翼偏折角度	0	5	10	15	20
70	距離(m)	32.58	33.22	36.85	39.90	33.15
打氣磅數 psi	尾翼偏折角度	0	5	10	15	20
80	距離(m)	37.65	37.58	39.87	43.77	37.55
打氣磅數 psi	尾翼偏折角度	0	5	10	15	20
90	距離(m)	45.10	44.61	47.82	50.93	44.55

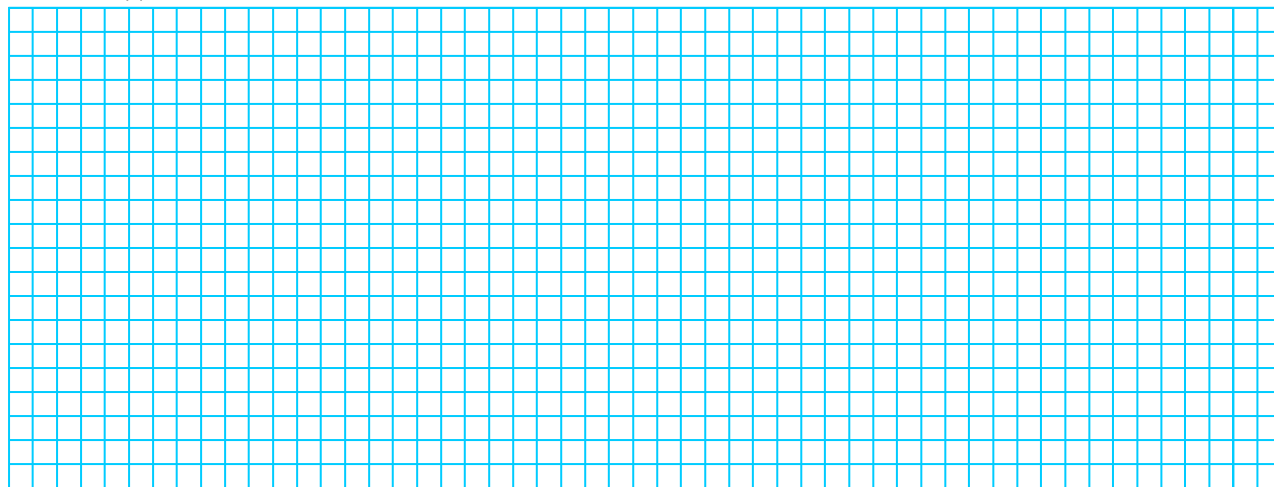
(1). 下列哪些為小欣探究的實驗控制變因？(多選)

(A)寶特瓶重量 (B)打氣磅數 (C)尾翼數量及形狀 (D)空氣火箭發射仰角 (E)飛行距離

(2). 請寫出小欣探究的實驗目的為何？

--

(3)利用上表的數據在答題卷上相應的方格區作空氣火箭尾翼不偏折(0度)且其餘條件均不變下，寶特瓶內打氣磅數與空氣火箭飛行距離關係曲線。



(4)利用 (3)小題所得的曲線，推估空氣火箭尾翼不偏折且其餘條件均不變下，寶特瓶內打氣磅數為48 psi時，空氣火箭飛行的距離。

--

(5)阿達同學依據實驗數據推得一個結論：「相同打氣磅數下，尾翼偏折角度越大，則飛行距離越遠。」試問這樣推論是否合適？

推 論 合 適	理 由
☐ 是	
☐ 否	

- (6)請預測尾翼偏向角度愈大，空氣火箭除了落地距離(位置)不同之外，在空中飛行時的狀態有什麼不一樣？
- (A)瓶身發生繞著寶特瓶中央線旋轉的現象，偏向角度愈大旋轉愈快，彈道就愈不易受側風影響
 - (B)瓶身發生繞著寶特瓶中央線旋轉的現象，偏向角度愈大旋轉愈慢，彈道就愈易受側風影響
 - (C)瓶身發生不規則旋轉的現象，偏向角度愈大旋轉愈不規則，但是彈道就愈不易受側風影響
 - (D)瓶身發生不規則旋轉的現象，偏向角度愈大瓶身愈趨向繞著寶特瓶中央線旋轉，彈道就愈不受側風影響

附件二

2022 第五屆高中物理探究實作競賽

複賽—「實作測驗」賽題公告

本賽題請參考 IYPT 2022 problem <https://www.iypt.org/problems/problems-for-the-35th-iypt-2022/>

請注意以下僅為賽題公告，應依實際收到的實驗材料包內容規劃實驗設計並以主辦單位提供之材料產出實驗數據。

1. 棒上環 Ring on the Rod

套住垂直鋼棒的下滑墊圈可能會開始旋轉，而不是簡單地向下滑動。研究墊圈的運動並探究決定終端速度的因素。

2. 網球塔 Tennis Ball Tower

使用每層三顆網球和一個放在頂層的網球堆疊後來建造一座塔，研究這種塔的結構限制和穩定性，當每層使用三個以上的球而且頂層使用合適數量的球時，情況會如何變化？

3. 圓柱形骰子 Three-Sided Dice

一枚硬幣落下並以側邊立起，通常會讓人與罕見事件產生聯想。一圓柱形骰子的物理和幾何特徵應該是什麼，以便使它落在地面時，以側面立起的機率與頂面(或底面)相同？

4. 液滴爆炸 Droplet Explosion

當一滴水的混合物（例如水與乙醇）滴在疏水液體（例如植物油）的表面時，液滴有時會碎裂成更小的液滴，研究影響液滴破碎和最終液滴大小的參數。

5. 橡皮筋上的球 Balls on an Elastic Band

用鬆緊帶(或橡皮筋)連接兩個球，然後扭動鬆緊帶，將球放在桌子上。球將開始朝一個方向旋轉，然後再朝另一個方向旋轉，解釋這種現象並研究這種類似“鐘擺”的行為取決於哪些參數。

6. 奇怪的運動 Strange Motion

在碗中的水面撒上漂浮的小顆粒，將一塊強磁鐵置於水面附近，解釋所觀察到的粒子運動。

7. 蠟燭動力渦旋機 Candle Powered Turbine

將螺旋狀紙片懸掛在蠟燭上方使之旋轉。優化實驗設計使紙片獲得最大的力矩。

8. 膜上球 Ball on Membrane

當一金屬球落在伸張於塑膠杯口的橡膠膜上時，可以聽到聲音。解釋這種聲音的起因，並探究其特徵如何依賴於相關參數。

9. 抵制作用 Boycott Effect

如果顆粒懸浮在密度低於顆粒的液體上，則顆粒將沉降到容器底部。傾斜容納液體的容器會影響沉降速度。解釋此一現象並研究相關參數的影響。

10. 等位線 Equipotential Lines

將兩個電極放入水中，加一個安全電壓，然後使用電壓表(伏特計)測定不同位置的電位。研究測出的等位線與你在不同條件和液體情況下的期望值是如何產生偏差的。

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(約 21 頁)。

附件四

複賽—「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

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。		
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												0.05			
	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(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															
	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	0.1			
	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	
															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	
															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	
															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

壁報競賽評分表

(本表僅供參考，實際依物理教育聯合會議壁報評審委員會議規劃辦理)

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：_____

附件八 自然科素養測驗 答案卷卡範例
答案卷卡樣張正面

2022第五屆全國高中物理探究實作競賽									
年級	班級	座號	科系	姓名					
卡號					科目				
年級	0	1	2	3	4	5	6	7	8
班級	0	1	2	3	4	5	6	7	8
座號	0	1	2	3	4	5	6	7	8
條碼					確認後 考生簽名	請用五種筆寫			
請輸入區域標題文字									
1	A B C D								
2	根據表1，則汽車超速違規的罰款金額為_____元								
3	A B C D E								
4	A B C D								
5	試問某生要探究的是_____與_____的關係。								
6	是否可以安全食用		理由						
	勾 選	☐ 是 ☐ 否							
7	布幕上出現黑影原因		理由						
	勾 選	☐ 折射 ☐ 反射 ☐ 干涉 ☐ 繞射							

兩眼鏡片度數的比較關係		說明鏡片度數判斷的理由	
勾 選	☐ 左眼度數較深 ☐ 右眼度數較深 ☐ 兩眼度數相同		
【背面尚有作答區】			

答案卷卡樣張背面

10									
11	用上題所得的曲線，試推估度數為300度的鏡片，其焦距為_____cm								
12	A B C								
13	瓶口朝向方向		理由						
	勾 選	☐ 上 ☐ 下							
14	橡皮塞運動情形		理由						
	勾 選	☐ 固定不動 ☐ 往後退 ☐ 往前進							
15	乙生拿了體積為600 ml、裝滿水的寶特瓶來蒐集乙炔，若想要使瓶內乙炔完全反應，以達到發射的最佳效果，請問要輸入大約多少 ml 的乙炔？ (寫出計算過程，並說明計算過程的依據)								
16-1	選出其所依據的物理學論，並簡單說明意涵								
16-2	依據物理學理論		簡單說明其意涵						
	勾 選	☐ 愛因斯坦的光電效應理論 ☐ 愛因斯坦的光量子論 ☐ 馬克士威的電磁波理論 ☐ 德布羅意的物質波理論							
17	A B C D								
18	寫出可能造成視網膜病變的原因 原因：_____								
【作答結束】									