

31st 遠哲科學

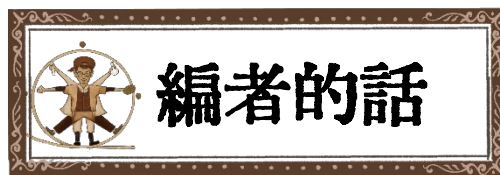
趣味競賽



分區競賽實施手冊

目 錄

 編者的話	1
 活動前言	2
 活動實施辦法	3
 競賽規章	7
 六等第計分法	10
 給參賽者的叮嚀	11
 科趣創意競賽 - 新代科技贊助	12
 彈珠樂園 2.0	14
 達文西飛擺鐘	20
 快轉旋風-線圈轉子	30



編者的話

歡迎參加「遠哲科學趣味競賽」！

遠哲科學教育基金會長期推動科學普及教育，秉持讓科學走入生活、讓孩子愛上學習的初衷，致力於在孩子的心中播下好奇與探索的種子，讓科學教育不僅停留在課室中，也成為生活中解決問題與理解世界的工具；讓科學成為一種思維方式、一種態度，讓孩子們學會提問、觀察、實驗與思辨，進而成為能面對未來挑戰的學習者與實踐者。

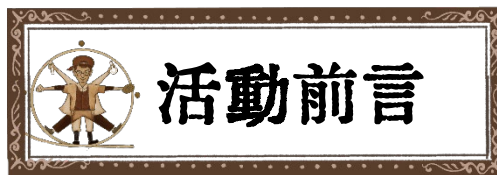
今年是遠哲科學教育基金會創辦的第32年，也是科學趣味競賽持續舉辦的第31個年頭。一個競賽能夠持續超過三十年，絕非偶然，這是無數教育工作者、志工、家長與孩子們共同努力與真心投入的過程，這段旅程不僅凝聚了熱情與創意，更承載著一份延續至今的信念與使命——讓日常生活成為最好的科學教室，讓學習成為孩子主動參與、快樂發現的歷程。

本手冊的編撰，旨在協助師生了解活動內容、流程與評比重點，並在競賽過程中，發揮創意、跨域思考、團隊合作、透過動手實作來進行科學探究。我們衷心期盼透過這場競賽，孩子們不僅能培養對科學的熱情，也能在趣味與挑戰中，感受到學習的樂趣與成就感，並在合作與思考中提升科學素養與問題解決的能力。競賽的過程中，孩子們或許會遇到挫折與瓶頸，但正是這些經驗，成就了學習最真實、最有價值的部分。

感謝所有支持遠哲理念的老師、家長與志工朋友們，感謝每一位懷抱熱情參與這場科學盛會的學生。讓我們一同延續這份超過三十年的教育初心，陪伴孩子們在科學中思考，在遊戲中學習，在生活中實踐，攜手迎接這場充滿驚喜與知識的冒險旅程，邁向下一個更精彩的未來！

祝 競賽順利、收穫豐碩！

遠哲科學教育基金會 科趣活動團隊 敬上



辦理目的

為回應國內青年學子在自然科學學習上普遍缺乏動手實作與創意思考的機會，遠哲科學教育基金會自民國84年開始辦理遠哲科學趣味競賽。本競賽以活潑生動的方式設計各項活動，將高中基本科學知識融入競賽項目中，透過實作與挑戰，引導學生靈活運用所學，激發創意思維，並期盼學生對科學的理解更為廣泛，進而提升對學習科學的熱忱與興趣。

每年競賽分為「校內初賽」、「分區競賽」及「全國總錦標」三級，參與學校涵蓋公私立高中與高職，南北各地皆踴躍參與。歷年來的得獎隊伍類型多元，充分展現出本競賽不分學制、不分地區，深受全國高中職師生喜愛與支持。

歷經30年發展，「遠哲科學趣味競賽」累積豐富題庫，其各項競賽題目、科學原理、活動設計、計分方式、進行時間與所需器材等，皆完整公開於遠哲科學教育基金會官網（<http://www.ytlee.org.tw/ScienceContestFiles.aspx>），歡迎各界下載運用、重複實施，推廣至更多學習場域，擴大科學教育的影響力。

108課綱實施後，為強化探究與實作的教學精神，「遠哲科學趣味競賽」在題型設計上更加結合課程內容與生活常識，並選用容易取得的材料，採用小隊合作競賽模式，鼓勵學生主動參與與實際操作，進一步引發對科學的親近感與學習動機。藉由競賽的推動，培養學生的科學精神、科學態度與科學思維，將科學真正落實於日常生活之中。

活動特色

- ✧透過競賽形式，鼓勵學生在團隊合作中解決問題，並結合跨領域合作展現創意成果，提升學生對科學的興趣與自信。
- ✧以趣味競賽為引子，激發學生參與動手實作與科學探究的動機。
- ✧經由實作活動，引導學生主動思考並提出科學問題。
- ✧透過「基本知識 → 進階挑戰 → 創意應用」三階段設計，循序引導學生展現解決問題的創新能力。
- ✧藉由競賽過程的紀錄與反思，引領學生經歷真實而有意義的科學探究歷程。



活動實施辦法

指導單位：教育部

主辦單位：財團法人遠哲科學教育基金會

協辦單位：國立臺灣師範大學 數學教育中心
中華民國物理教育學會
臺北市國民教育地方輔導團

承辦單位：國立臺灣師範大學 化學系系學會
國立彰化師範大學 理學院
國立東華大學 物理系
國立高雄大學 科學教育中心
高雄醫學大學 醫藥暨應用化學系

贊助單位：財團法人旺宏教育基金會
新代科技股份有限公司
宏碁股份有限公司
永豐餘投資控股股份有限公司



對象：全國高中、高職和專科 1~3 年級的學生

報名日期 / 錄取通知 / 錄取隊伍數：

報名日期	錄 取 通 知	各分區隊伍數
9/15(一) 10/6(一)	➤ 學校代表隊： 報名即錄取，每校代表隊保障名額至多 3 隊（欲報第 2 隊以上需辦理校內初賽）。 學校代表隊欲報名超過 3 隊（如第 4 隊、第 5 隊等）。可於報名期間同時報名（第四隊、第五隊等），待報名截止後，扣除學校代表隊保障名額後，與自行或跨校組隊隊伍依報名時間順序錄取。 ➤ 自行或跨校組隊： 扣除學校代表隊保障名額後，與超額學校代表隊依照報名時間順序錄取。	北中南區 60 隊 東區 30 隊
10/10 (五) 公告錄取名單 *請自行至基金會官網活動報名頁面查詢		
★學校推派之學校代表隊報名即錄取，額滿為止（保障錄取至多三隊）。		

競賽日程：

競賽日期	地 區	競 賽 地 點
10 月 26 日	北區	國立臺灣師範大學 公館校區-中正堂
11 月 9 日	中區	國立彰化師範大學附屬高級工業職業學校
11 月 9 日	東區	花蓮縣私立海星高級中學
11 月 16 日	南區	高雄市立三民國民中學
12 月 21 日	總錦標賽	國立臺灣師範大學 公館校區-中正堂
★備註：活動日期及場地如有異動，將公佈於活動網站，不另行各別通知。		

競賽項目說明：

競賽階段		競賽項目		備註
分區賽	彈珠樂園 2.0 活動一、活動二		依各區實際報到隊伍數決定最終晉級總錦標賽名額。	
	達文西飛擺鐘 活動一			
	活動二：打勾勾飛擺鐘 不列入競賽			
	快轉旋風-線圈轉子活動一、活動二			
	新代科趣創意競賽			
競賽階段	競賽項目	項目占比	備註	
總錦標賽	彈珠樂園 2.0	35%	採六等第計分法，再乘以佔比。	
	快轉旋風-線圈轉子	35%		
	科學探究	30%	就指定項目準備，並記錄探究過程的反思與學習歷程。11/29繳交6頁PPT+3分鐘短影片:內涵設計原理說明/探究歷程及重點發展，影片呈現方式不拘)	
	指定項目: 達文西飛擺鐘			

★科學探究：總決賽報名繳交作品指定項目達文西飛擺鐘：繳交 6 頁 PPT+3 分鐘短影片，內涵設計原理說明 / 探究歷程及重點發展，影片呈現方式不拘，書面與影片資料審查佔分 15%，口試佔分 15%。

總錦標賽影片及 PPT 規範：

1. PPT 簡報第 1 頁為自我介紹（不可寫出或露出校名），其他頁面內涵設計原理說明 / 探究歷程及重點發展（不可使用動畫或插入影片）。每隊要準備一支介紹研究主題的影片，時間要在 3 分鐘內。影片內容要用畫面呈現，不可以只是放旁白。請注意，影片裡不能出現學校名字。
2. 書面資料與影片評比項目：探究設計與變因控制(30%)、實驗操作與資料分析(30%)、推論與反思歷程(20%)、敘述設計與表達(20%)
3. 口試評比項目包含內容與探究深度(50%)、創意與亮點、態度與表達)---等(50%)，詳細評比標準與配比請見總錦標賽手冊。

總錦標賽競賽方式：

六組窗口，每窗口 10 隊，每隊問答 5 分鐘，每窗口 2 位主考官。(報到時抽籤決定口試窗口)

組隊方式：

分為下述兩種：

- 一、「學校代表隊」：經學校推派學生三名組成一隊。若要增額推派第 2 隊~3 隊參賽，須自行辦理校內賽並繳交佐證資料（每校可報 1 隊，若欲推派 2 隊，則需辦理校內初賽，隊伍達 20 隊以上；欲推派 3 隊，校內初賽須達 40 隊以上）。每校最多保障錄取名額三隊。
- 二、「自行組隊及跨校組隊」：由任意三名學生組成一隊。

錄取方式：

- 一、報名期間，各校可推派所有學校代表隊隊伍報名，但僅保障 3 隊報名即錄取直到額滿為止(需辦理校賽初賽)，若超額推派第 4 隊以上隊伍參賽，將待報名截止時，依各分區錄取總額扣除學校代表隊名額後，與自行或跨校組隊隊伍按報名時間順序錄取。
- 二、自行組隊或跨校組隊：各分區錄取總額扣除學校代表隊名額後照報名時間順序錄取。(例如北區學校代表隊有 42 隊，則有 38 個名額給予自行組隊與超額的學校代表隊)。
- 三、禁止跨區參賽，需依校址所在區域報名，唯跨校之個人組隊不受此限，可跨區參賽。
- 四、每場分區賽晉級總錦標賽隊伍數：總錦標賽隊伍數預計 60 隊。各區晉級全國賽隊伍數，依照各區賽實際報到隊伍數，依比例分配各區晉級名額。
- 五、可報名地區分嶺（以校址來界定可報名地區）
北區：基隆市、臺北市、新北市、桃園市、新竹市、新竹縣、宜蘭縣。
中區：苗栗縣、臺中市、彰化縣、南投縣、雲林縣。
南區：嘉義市、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東市。
東部：宜蘭縣、花蓮縣、臺東縣。
其它：澎湖縣、金門縣、連江縣，海外僑校(包括大陸地區)可自選上述任一區參賽。

報名費：本活動免收報名費。(僅收保證金 500 元，參賽日當天全額退回)

報名方式：

- 一、報名方式：一律採網站線上方式報名，其他方式恕不受理。請至遠哲科學教育基金會網站（<http://www.ytlee.org.tw/>）首頁查詢相關訊息。
- 二、參賽學生不得重複報名，違者取消該隊參賽資格。

獎勵：

- 一、競賽獎品：大會頒發之獎狀、禮卷。
- 二、參賽證書：全隊全程參與大會全部競賽活動者並繳交創意競賽作品，每人頒發參賽證書乙張（含領隊老師或指導老師）。
- 三、晉級全國總錦標賽隊伍即可獲得第 31 屆紀念 T 恤。(全國賽當天報到時發放)

競賽規則與關卡說明：(參考 P7~P37)

獎勵配比：

總錦標賽	獎項
	金獎 3 隊 9 人
	銀獎 6 隊 18 人
	銅獎 12 隊 36 人
	科普獎(學校)
	宏碁卓越獎(領隊)
分區賽 (北中南東) 依六等第取名次隊伍	獎項
	第一名
	第二名
	第三名
	新代創新獎

六等第計分法 (以 60 隊為例)

等第	一	二	三
隊數	1	2	5
得分	30	22	16

★★★ 31st 遠哲科學趣味競賽微幅轉型，希望更強化 STEAM 領域的結合與關聯。總錦標賽階段轉換筆試與口試為影片&口頭報告環節，期望活動能更扣合學生的學習歷程，並於總錦標賽調整金銀銅獎項的比例，藉此降低競爭性、提升學生專注於學習知能的動機，同時鼓勵通過各區重重關卡晉級的總錦標參與者，透過增加獎項以茲肯定。



一、大會總則

- 1.遠哲科學趣味競賽為促進科學普及教育，增進學生學習科學之興趣而舉辦；參賽者及相關人員宜保持快樂心情、秉持運動家之精神，並抱持相互交流觀摩的態度參賽。
- 2.安全第一。任何作品、行為或操作方式，在安全上若有顧慮，評審或大會可要求改善或不准參加該項競賽。
- 3.活動前對競賽規定，若有任何不清楚之處，應事前與本會聯絡。
- 4.活動中如有任何疑問應當場提出，事後不再受理。
- 5.應遵守大會之各項時間安排進行活動。
- 6.應遵守本活動之各項規定及工作人員的指示，違反而情節重大者，一律取消該項參賽資格。

二、競賽規定

(一) 活動進行

- 1.參賽者務必穿著一致（建議校服或體育服、隊服），以便辨識報到後配戴大會發放的名牌統一掛於胸前明顯處，才可進入競賽場。
- 2.活動進行中，手機的使用**僅可以飛航模式**拍照使用。
- 3.活動進行時，競賽場上僅有工作人員、參賽者、貴賓可以進入，領隊教師及觀眾請勿入內；**更不可以在場外進行指導**，違反而情節重大者，一律取消參賽者該項之比賽資格。
- 4.三項競賽項目，以輪站方式同時進行。每隊進行各項活動的順序，由大會統一安排，不得異議。
- 5.各項競賽活動內容，分為活動一、活動二、活動三及創意競賽。
- 6.活動一、二、三，在現場進行時，分為製作階段及競賽評審階段，各活動項目製作與評審時間，應詳閱競賽手冊內各活動之規定。
- 7.各競賽活動開始五分鐘後，無正當理由仍未入場者，即取消該項目的競賽資格。
- 8.大會不提供電力使用。

(二) 製作之各項規定

- 1.各項競賽項目，均禁止使用市售成品或半成品參賽另有規定者除外，尤其是創意競賽，違者不計該項競賽成績。
- 2.各項競賽活動需自備器材的部分，大會不另外提供，參賽者於參賽前應詳

細閱讀「競賽手冊」有關器材之規定，並務必自行準備。

- 3.領到大會所發的材料應先檢查，有疑問請提出，事後恕不受理。
- 4.材料不得刻意毀損，若不慎毀損，則自行由大會已提供的材料中替換，大會不另補發。
- 5.製作時間結束時，應停止任何的製作行為，並聽從大會安排至比賽區進行競賽，違者該項成績以零分計。

(三) 評分之各項規定

- 1.各隊應於大會指定的時間內接受評審，在通知後仍未出賽者，事後不予評分。
- 2.賽程中若有爭議，或違反規定情事者，由評審委員召開評審會議仲裁。
- 3.競賽結果的登錄凡經參賽隊長認同並簽名者，之後不得另有異議。
- 4.競賽現場之書面海報所公佈的成績，如有疑問應立刻向大會或評審提出，如未在現場提出，即表示同意大會公佈之成績，競賽當日活動結束後，不再受理。
- 5.其他評分要求，請參見「競賽手冊」各項活動之規定。

(四) 新代科趣創意競賽

請詳閱 P.12

三、大會成績

- 1.大會以「六等第計分法」，計算各競賽項目各隊的排名得分與大會總成績。
- 2.各競賽項目中的活動一與活動二、活動三，列入大會總成績計算，而創意競賽則為單獨評比不列入大會總分計算。
- 3.各單項成績依各競賽項目評分規定計算後，再依「六等第計分法」計算方式，得各單項該隊的總得分。
- 4.三項競賽項目總得分相加後，即為該隊於該分區的總分與排名。
- 5.若三項競賽項目的總成績有兩隊以上同分而超額時，則依手冊排列之競賽項目之次序參酌(優先比彈珠樂園 2.0 活動一"原始成績"，若同分再比活動二"原始成績"。以此類推)，得分較優者排名優先。

四、全國總錦標賽代表權辦法

- 1.全國總錦標賽名額預計 60 隊。
- 2.各分區晉級全國賽隊伍數，將依照各區賽**實際報到**隊伍數，按比例分配各區晉級名額。
- 3.每校參加其所屬區域之分區賽，至多獲得三個代表權，依成績排序晉級全國總錦標賽。
- 4.若晉級總錦標賽的隊伍中，遇有「學校代表隊」與「同校組隊」都來自同一所學校，則按成績高低取前三隊，參與總錦標賽。
- 5.於分區賽獲得前五名之隊伍，獎狀將與得獎公文於賽後寄至各校。

五、頒發證書與獎狀

(一)符合下列資格者，頒發參賽證書

- 1.全隊三名隊員共同出席並完成所有三項競賽項目。
- 2.參賽隊員需與報名表所列姓名完全相同者。
- 3.依規定完成每一競賽項目的事前與現場製作。
- 4.依創意競賽規定，參與並完成者。

(二)獎狀有誤時，更正方式

若報名時將參賽者名字報錯，請將錯誤的獎狀或證書連同一份學生證影本正面，郵寄至本會：10644台北市大安區和平東路一段238號4樓 / 遠哲科學教育基金會「科趣小組」收，並註明聯絡方式及回函的郵寄地址，本會更正後將以掛號方式回郵，免費更改次數1次為限，爾後若要補發將收工本費100元(含郵)。

六、其他

如有未盡事宜，以競賽當天大會公佈為準。



六等第計分法

「六等第計分法」為遠哲科學教育基金會自競賽初期，專為「遠哲科學趣味競賽」所設計並沿用至 2022 年。自 2023 年起，在延續原有計分制度精神的基礎上，進行兩項調整：

一是各等第隊數改為依據當日實際報到的參賽隊數比例進行分配；二是微幅調整各等第所對應的得分，以減少多組隊伍總分相同的情形，提升評分結果的辨別度與競賽公平性。

- 一、參與競賽隊數約一半隊伍不計名次，但都要給於某一定的分數，以資鼓勵每一隊伍均會有興趣參與全程的競賽，以及給於在其他項目表現良好者有機會反敗為勝，以提高競賽興趣與士氣。
- 二、特別鼓勵與重視每一競賽項目的第一名，因此訂定第一名排名百分位為 1%，而且得分要與第二名得分的差距要大。
- 三、分數為帶狀，可以降低分分必爭的惡性競爭，但要鼓勵學生努力「做好一件事」，因此表現愈好者，得分差距愈大，例如第一名與第二名相差 8 分；第二名與第三名相差 6 分；其他相差 3 或 4 分。
- 四、六等第計分將依各場實際參賽隊伍數，照比例分配，推算之隊數若非整數，無條件進一，並保障每一等第至少有一隊。
- 五、六等第計分依照一定比例計算，舉例如下：

六等第計分法（以 60 隊為例）

等第	一	二	三	四	五	六
隊數	1	2	5	7	12	33
得分	30	22	16	13	9	6

六等第計分法（以 40 隊為例）

等第	一	二	三	四	五	六
隊數	1	1	3	5	8	22
得分	30	22	16	13	9	6

六等第計分法（以 20 隊為例）

等第	一	二	三	四	五	六
隊數	1	1	1	2	4	11
得分	30	22	16	13	9	6



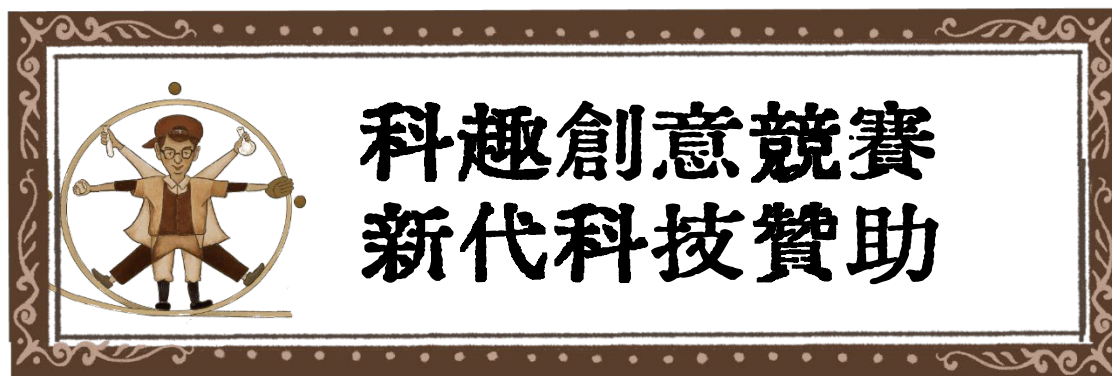
給參賽者的叮嚀

- 1.請遵守本活動之各項規定，以及評審和工作人員的指示。
- 2.各項競賽項目，均禁止使用市售成品或半成品參賽另有規定者除外，違者不計該項競賽成績。
- 3.所有活動安全第一，一定要注意自己及他人的安全。
- 4.任何作品、行為或操作方式在安全上若有顧慮，評審或承辦單位可要求改善或不准參加該項競賽。
- 5.各組請自備：直尺、筆及各項競賽規定需要自備的器材，主辦單位不會提供。使用時，就該項競賽規定能自備的器材，才能拿出使用。
- 6.限以承辦單位所提供之材料與規定自備的器材，於規定時間內做好成品，並在時限內進行各項競賽活動。
- 7.材料不得刻意毀損，若不慎毀損，則自行由承辦單位提供的材料中更換，不另補發。
- 8.製作時間終了，各隊應停止繼續製作，聽從評審或承辦單位安排至競賽區，進行競賽，違者該項成績以零分計算。在通知後仍未出賽者不予評分，各隊應在承辦單位所安排的時間接受評審。
- 9.製作及評分時，領隊教師及非該隊隊員，不得協助參賽者製作成進行比賽。
- 10.多動動腦，利用手邊現有或容易取得的材料，達成各項競賽的目標。多尋找幾種不同規格的材料，試著找出其中的差異性，以便競賽時就主辦單位所提供的器材中，以最好的策略，做出最好的成果。
- 11.盡量應用所學過的各種知識、原理，以達成競賽的要求。多多和同學父母、兄弟姐妹討論，你會發現原來他們可以提供你很多想法。就近請教學有專精的師長或專家，或多收集參考資料。
- 12.在競賽條件的限制內，儘可能發揮各自的想像力或創造力，設計各種不同的組合方式，進行測試及探討，從中尋求最好的結果。
- 13.活動前，對競賽規定內容，若有任何不清楚之處，請事前與主辦單位聯絡。活動中如有任何問題，請當場提出，事後不再受理。
- 14.如有未盡事宜，以各校規定為準。

【活動洽詢電話：(02) 2363-3118 分機 12 31th 科趣活動承辦小組】

Science Fun Competition

主辦單位保留、修改、終止，變更活動內容細節之權利，如有異動，則以官網公告為準，不另行各別通知，欲知更多訊息請至官網查詢。



31 屆分區科趣創意競賽冠名新代科技，感謝新代科技的贊助支援。

在遠哲科學趣味競賽的舞台上，知識不只停留在課本裡，而是被動手做出來、創意玩出來！科趣創意競賽更是以「學用合一」為核心，鼓勵學生從生活中發現問題、運用所學知識提出解方，透過模型製作、裝置設計或創新實驗，實踐科學的應用價值。

競賽融合 STEAM 精神，強調跨域思維與實作能力的培養，讓學生在動手實作中培養邏輯、創意與溝通力；更進一步，挑戰感測、能源、環境或科技裝置等主題，鼓勵學生提升對現代科技的理解與應用層次。

一、競賽目的

■ 強調知識應用力

創意競賽鼓勵學生將自然、物理、化學、數學等學科知識實際應用在生活情境中，從問題出發、找尋原理、發展創意解法。

■ 動手實作真本事

透過創意競賽實作操作、模型建構、裝置設計等方式，讓學生「親自做、做中學」，建立解決問題的能力與自信。

■ 激發跨域創新思維

創意競賽希望融合 STEAM 精神，引導學生跨出學科邊界，結合科學（Science）、技術（Technology）、工程（Engineering）、藝術（Arts）與數學（Mathematics），發展具創意與邏輯的科學專題。

■ 深化科技應用層次

不僅鼓勵「做得出來」，更重視「想得更遠」：創意競賽參賽作品應思考如何活用現代科技，如感測裝置、能源設計、簡易程式、環境永續理念等，展現科技與社會的連結。

二、競賽說明

- ★1.分區賽各隊應從該區三項活動中，至少任挑選一個競賽項目製作其創意競賽作品參與科技創意競賽，並繳交一份創意說明書。未參加創意競賽者該隊全隊隊員均不能領取參賽證書。
- ★2.創意競賽作品務必事先做好，報到時連同創意說明書一併繳交給大會展示。
- 3.創意競賽說明書，應說明創意作品的名稱及創作理念或創作過程經驗分享，字數約 300 字。
- 4.創意競賽說明書請於遠哲科學趣味競賽之專屬網站下載 (www.ytlee.org.tw) 各個競賽項目，每隊僅限參與一件作品。

三、競賽獎勵

依各單項評審後，成績優異隊伍依比例取入圍者，入圍者口頭報告成績優勝者，該隊可獲得「新代科技創意競賽獎」-禮券 9000 元。凡入圍創意競賽決賽但未得獎之隊伍，亦可獲得禮券 1500 元

四、評比方式

科技創意獎，競賽作品，給分比例依序如下表：

★若作品分數未達 70 分，獎項可從缺

評分表如下：

評分面向	說明（對應競賽理念）	滿分
知識應用與創意解決	問題定義清楚，運用科學知識發展創新構想（對應：強調知識應用）	30
實作與模型完成度	動手操作、結構穩定、功能實用，展現良好的實作技巧（對應：動手實作）	30
跨域整合與創新思維	有效整合 STEAM 領域知識，展現跨領域創意（對應：跨域創新）	20
科技應用與社會關聯	是否結合現代科技（感測、能源、永續等），並思考社會或環境應用（對應：科技與社會連結）	20
總分		100



一、目的

藉由材料組合，設計出一個穩定的圓形軌道及滑車裝置。並藉由各種能量轉換來將木彈珠(以下簡稱：彈珠)精準的射進指定的目標區，來學習相關的物理觀念。

二、原理

分為兩部分，其中，活動一：當橡皮筋發生形變時，可儲存彈性能。發射器的彈性能釋放後撞擊彈珠，轉換為動能，彈珠在軌道上經歷了力學能變化與摩擦力做功，最後在軌道末端水平射出。並藉由水平拋射的原理，我們可以依照預計射進的得分區位置，反推發射時須用多大的能量。

活動二：在活動一的基礎上，將軌道放在載具上，使用重物來拉動載具及載具上的彈珠。當載具受到桌緣擋板阻擋而停止時，車上的彈珠會因為慣性而向前移動，進而繞行軌道後，發射進入得分區。本活動希望讓學生藉由操作來了解鉛直圓周運動。幫助同學更深入的理解物理意義。

三、活動一：雲霄飛車轉圈圈

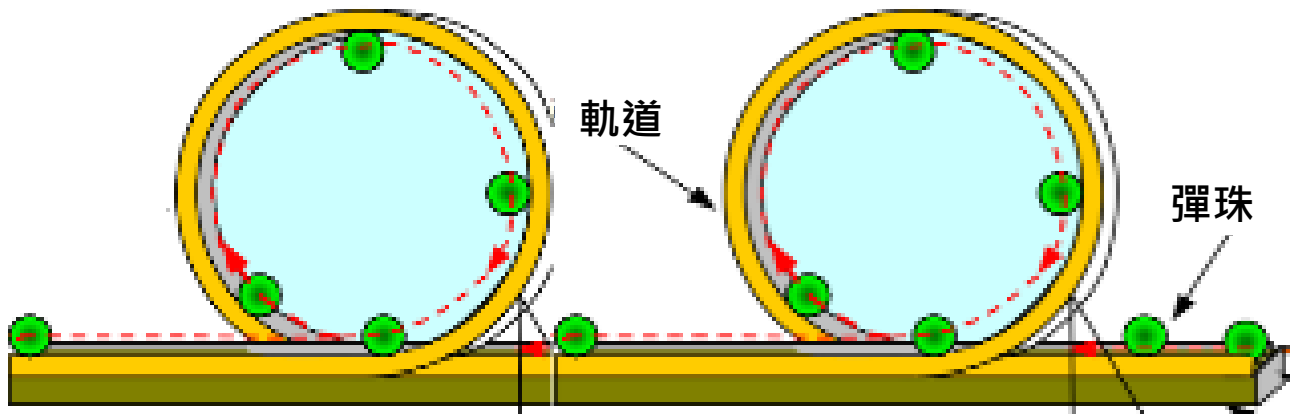
(一) 場地：長條桌一張+圖 2。(各校競賽時規格統一即可)

(二) 使用材料：請詳閱 八 材料總表

(三) 競賽說明

1. 操作說明

- (1) 每隊僅能依照材料總表的規範，現場製作每隊一個以上的雲霄飛車軌道(以下簡稱：軌道)。軌道需包含兩個連續的圓形軌道，軌道內側直徑最短處需不小於 25cm。兩個軌道的擺放方式不限，但須頭尾相接。彈珠發射前須放置在軌道最低點的任意處，經發射器發射後，彈珠需自行完整繞行兩個軌道後，射向得分區。



彈珠軌道示意圖

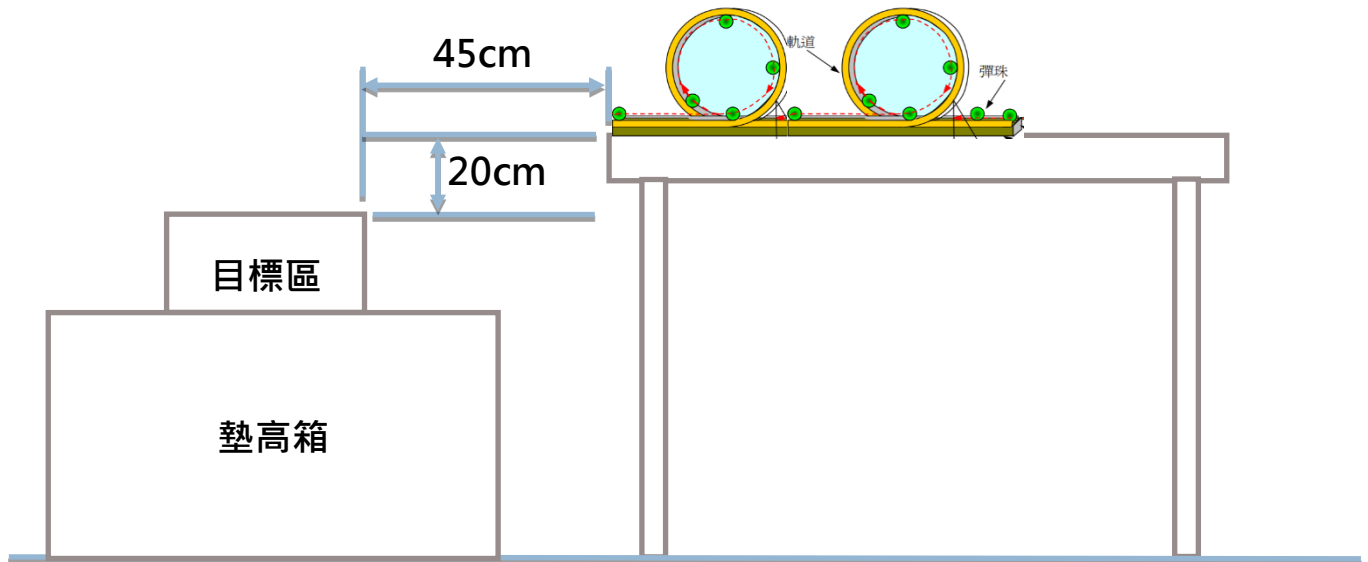
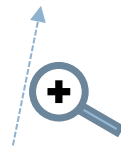


圖 1：評分裝置示意圖

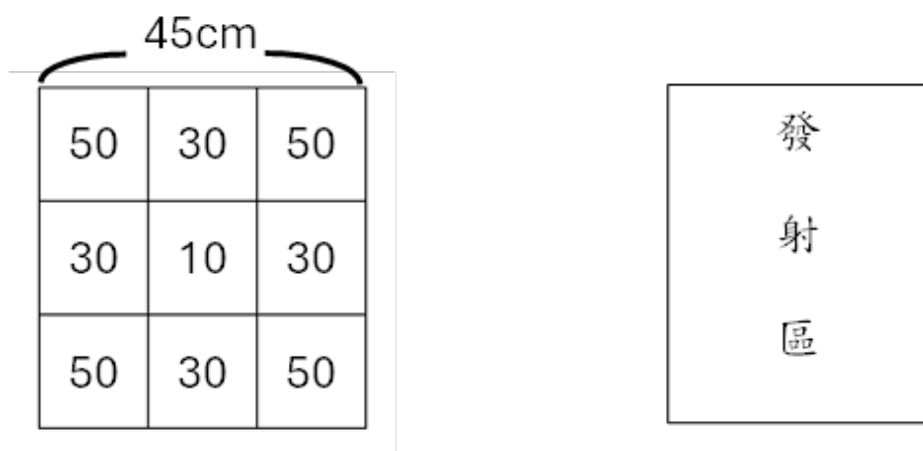


圖 2：目標區分數分布

- (2) 參賽同學可使用材料總表的規範，製作彈珠發射器。彈珠繞行軌道過程中，不可有任何人為的外力影響彈珠運行，違者該次挑戰成績不予紀錄。
- (3) 競賽前，每隊參賽者拿著自製的軌道接受規格檢查。通過檢查後，每隊將軌道放置於發射區，並向裁判高喊「完成挑戰預備」之口號，接著等待裁判喊出「開始」之口令並按下碼表後，即開始進行該組的挑戰。競賽隊伍若有製作違規問題，皆需使用該隊挑戰時間進行修改。
- (4) 本活動挑戰時，每位參賽者 60 秒的挑戰時間，在時間內每人至多有 9 次的挑戰機會。評分時間到，尚在挑戰的隊伍，可完成當次挑戰。

2. 計分方式

- (1) 競賽時，每隊可以依照自己的規劃，調整隊員的挑戰順序，每位隊員需完整挑戰完後，才可換下一位隊員。若兩次挑戰間，若軌道受傷了，可以先治療再挑戰，治療時間仍計算在每隊競賽時間內。
- (2) 活動一的得分計算規則如下：

$$R_i = (G_{p_1} + G_{p_2} + \dots + G_{p_9} + 31) * B$$

其中 i ：挑戰者序號。 $i=1\sim3$ 。

G_{p_j} ：第 j 次挑戰時，彈珠射進的目標區得分， $j=1\sim9$ 。

若彈珠完成兩圈軌道繞圈，但沒射進任一目標區，該次 $G_{p_j} = 2$ 。

若彈珠完成一圈軌道繞圈，但沒射進任一目標區，該次 $G_{p_j} = 1$ 。

若彈珠沒有完成兩圈軌道繞圈，但射進任一目標區，該次 $G_{p_j} = 1$ 。

B ：連線紅利， $B=2n+1$ ， n =木珠射進目標區的連線數目。若某位挑戰者 9 次挑戰皆射進不同目標區， $n=8$ ， $B=17$ 。

- (3) 活動一總分計算方式為：每位挑戰者的分數總和即為該隊活動一總分 G_1 。將各隊活動一所得總分 G_1 按高低順序排列後，依六等第計分法（見表 1）計分，得該隊活動一之成績 X 。



四、活動二：我在車上繞圈圈

(一) 場地：長條桌一張+圖 3(各校競賽時規格統一即可)。

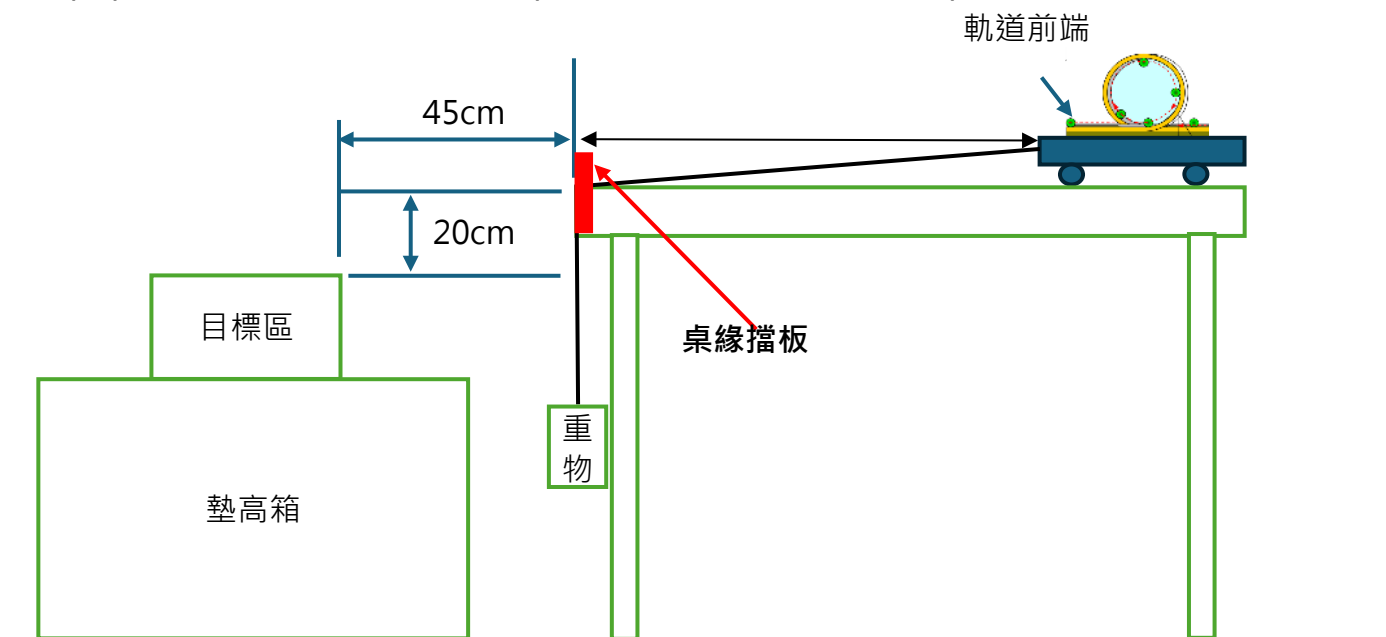


圖 3：裝置示意圖

(二) 使用材料：請詳閱 八 材料總表

(三) 競賽說明

1. 操作說明

- (1) 每隊僅能依照材料總表的規範，現場製作**每隊一個以上**的雲霄飛車軌道及滑車載具(以下簡稱：載具)。載具採用圖 3 的重物受重力下拉的驅動方式移動載具。
- (2) 競賽時，每隊參賽者拿著自製的雲霄飛車軌道及載具接受規格檢查，載具沒有製作限制，惟只能用材料總表規範的材料現場製作。完成檢查後，向裁判高喊「完成挑戰預備」之口號，接著等待裁判喊出「開始」之口令並按下碼表後，即開始進行該組的挑戰。競賽隊伍若有製作違規問題，或者是完成檢查後又修改軌道高度的行為，皆需使用該隊挑戰時間進行修改。
- (3) 以圖 3 為例。挑戰的方式為。開始計時後，參賽者用該隊自備的檔板及夾具，將檔板固定在桌緣。接著，參賽者將載具向右拉至適當位置，並將彈珠固定在軌道的右端起始點，接著放開載具。軌道及載具會因為重物下降的拉力作用向左移動。當載具移動至桌緣被擋板擋住時，原本固定在軌道起始點的彈珠會因為慣性作用而向左移動，進而繞行軌道一圈後，水平拋射進入目標區。
- (4) 若參賽者的軌道高度沒有改變，則僅需檢查一次；反之，若每次軌道高度有明顯變化或更換軌道，則每次挑戰前皆須使用該隊挑戰時間來測量軌道高度並記錄。
- (5) 挑戰前，桌緣檔板的任一部份皆不可超過桌緣(夾具不算)。當載具受桌邊擋板擋住而停止在桌緣時，軌道及載具的任一部分(載具掛重物的

細繩及重物不限)，皆不可以超過桌緣。違者，該次挑戰計為失敗一次。在該次彈珠射入目標區停止前，若有任何屬於參賽隊伍的東西掉落，該次挑戰亦計為失敗一次。

- (6) 本活動挑戰時，載具及軌道與桌緣的距離不限，惟載具停止在桌緣時，重物不可著地。載具一經發射後，參賽者雙手皆需離開載具。每人有 60 秒挑戰時間，在時間內每人至多有 9 次的挑戰機會。評分時間到，尚在挑戰的隊伍，可完成當次挑戰。

2. 計分方式

- (1) 競賽時，每隊可以依照自己的規劃，調整隊員的挑戰順序，每位隊員完整挑戰完後，才可換下一位隊員。若兩次挑戰間，若軌道或載具受傷了，可以先治療再挑戰，治療時間仍計算在每隊競賽時間內。

- (2) 活動二的得分計算規則如下：

$$Q_i = [31 + T_{p1} * H_1 + T_{p2} * H_2 + \dots + T_{p9} * H_9] * B$$

其中 Q_i 為第 i 位挑戰者總分； i ：挑戰者序號， $i=1\sim3$ 。

T_p ：彈珠射進的目標區得分。

若彈珠完成軌道繞圈，但沒射進任一目標區，當次 $T_{p_i} * H_i = 1$ 。

H_i ：第 i 次軌道最高點與最低點的距離。（ H_i 值以無條件捨去法取到 cm）

B ：連線紅利： $B = 2n + 1$ ， n = 連線數目，連線計算方式同活動一。

- (3) 活動二總分計算：三位挑戰者得分總和為該隊活動二總分 G_2 。將各隊活動二所得總分 G_2 按高低順序排列後，依六等第計分法（見表 1）計分，得該隊活動二之成績 Y 。

五、寫給挑戰者與評分者的話

- (1) 每隊檢查完裝置後，請先告知評審該隊兩個活動的挑戰順序，並記錄下來。同隊需同時挑戰完同一個活動後，才可挑戰另一個活動。
- (2) 活動一、活動二，每人各有一次的申訴機會。申訴時，需用挑戰時由隊友紀錄挑戰過程的影片，向該組裁判提出申訴，若無影片，則不受理申訴。若申訴成功，此參賽者該活動的挑戰資格保留。若申訴失敗，接下來此位參賽者該活動無申訴機會。活動一、二的檢查過程、參賽者申訴過程，紀錄挑戰時間的大表暫停時間。
- (3) 每隊可以帶總面積一張 A3 大小以內的參考資料、模板、及實驗記錄數據。比賽前桌邊裁判會檢查各隊自備材料，紙質材料須為不淋膜紙品並符合市售規格(A0~A4,B0~B4)，不可有事先裁切加工、黏貼及標記的狀況。若有違規事項，該材料不可使用。
- (4) 彈珠屬於天然材質，製作後受到環境狀態影響難免有誤差。若對品質有疑問，請於分發材料後十分鐘內，向桌邊裁判提出更換要求(彈珠直徑 24mm~26mm 及重量 4g~6g 不在更換的範圍內)。超過時間後，恕不受理更換。

六、 競賽時間

(一) 本活動的製作與測試時間 (含說明及領取材料) 共 25 分鐘。每隊競賽時間為 9 分鐘，各隊可自行決定活動一、二的挑戰順序。

七、 評等

(一) 活動一之成績六等第後得活動一成績 X ，活動二之成績六等第後得活動二成績 Y ， X 、 Y 相加，即得此項活動總成績 Z 。

八、 材料總表

	品名	規格	數量	備註
活動一、二 共用	紙	市售規格不淋膜 (A0~A4,B0~B4)	不限	製作軌道及載具，自備 不可有事先裁切加工
	黏貼材料	不限	不限	製作軌道及載具，自備
	訂書針	NO.3 或 NO.10	不限	僅可用於將軌道固定在 底板上或載具上，自備
	荷木彈珠	直徑 2.5cm，正負 1mm	10 顆/隊	發射用，大會提供。
活動一	紙	市售規格不淋膜 (A0~A4,B0~B4)	不限	製作發射器，自備 不可有事先裁切加工
	橡皮筋	不限	不限	載具驅動用，自備
活動二	棉繩	不限	不限	載具驅動用，自備
	桌緣擋板	不限	不限	阻擋載具用，自備
	擋板夾具	不限	不限	固定擋板用，自備
	重物	不限	不限	載具驅動用，自備
競賽用	目標區	邊長 45cm，高度 10cm 紙製九宮格。	1 個	競賽用，大會提供。

出題設計老師

黃仲豪 甫生科技技術總監
李仲庭 矽創電子股份有限公司工程師



達文西飛擺鐘

設計者：陳冠宏 老師、葛士瑋 老師

一、目的：

透過設計製作達文西飛擺鐘，使用重力拉動機械結構進行比賽，探討力學能轉換、飛擺機制、不規則擺動、擒縱系統等科學原理，學習相關科學技術，並培養機械結構運用、促進跨領域知識的運用。

二、原理：

1. 力學能轉換：

利用重物的重力位能來驅動飛擺鐘的中心轉軸，當重物下落過程帶動中心轉軸轉動，為飛擺鐘整體裝置的能量來源。

2. 飛擺機制：

飛擺鐘的單擺並非固定在中心，而是透過一條線繩懸掛，擺動時會繞行固定點，使其運動呈現不規則的飛躍狀態，其中線繩的長度與固定位置會影響飛擺的運動。

3. 不規則擺動：

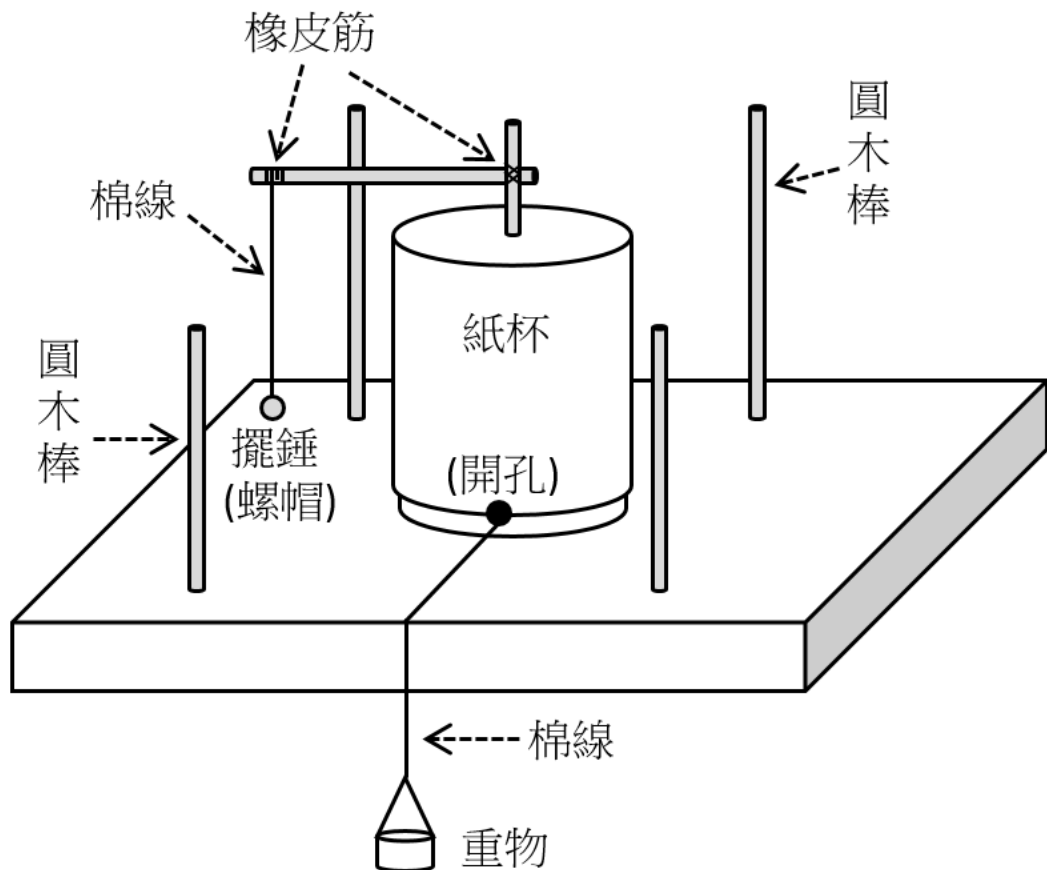
由於飛擺鐘的設計，它不像傳統鐘擺那樣穩定擺動，而是每次擺動都會繞過一個周圍的柱狀障礙物，然後再反方向彈回，使得擺動更具動態變化，其中柱狀障礙物的數量與位置，對於飛擺鐘的計時週期會有很大的影響。

4. 擒縱系統：

擒縱系統是透過構造控制擺錘的運動，並將能量傳遞給擺錘，利用不斷的能量轉換，使飛擺鐘能因為單擺的擺動而持續旋轉。

三、裝置說明：

1. 達文西飛擺鐘是應用位能轉換成動能的裝置，並藉由簡易的單擺與設計的阻礙物，達到簡易計時的作用，達文西飛擺鐘構造示意如圖一。



圖一 達文西飛擺鐘構造參考圖

2. 運作說明：

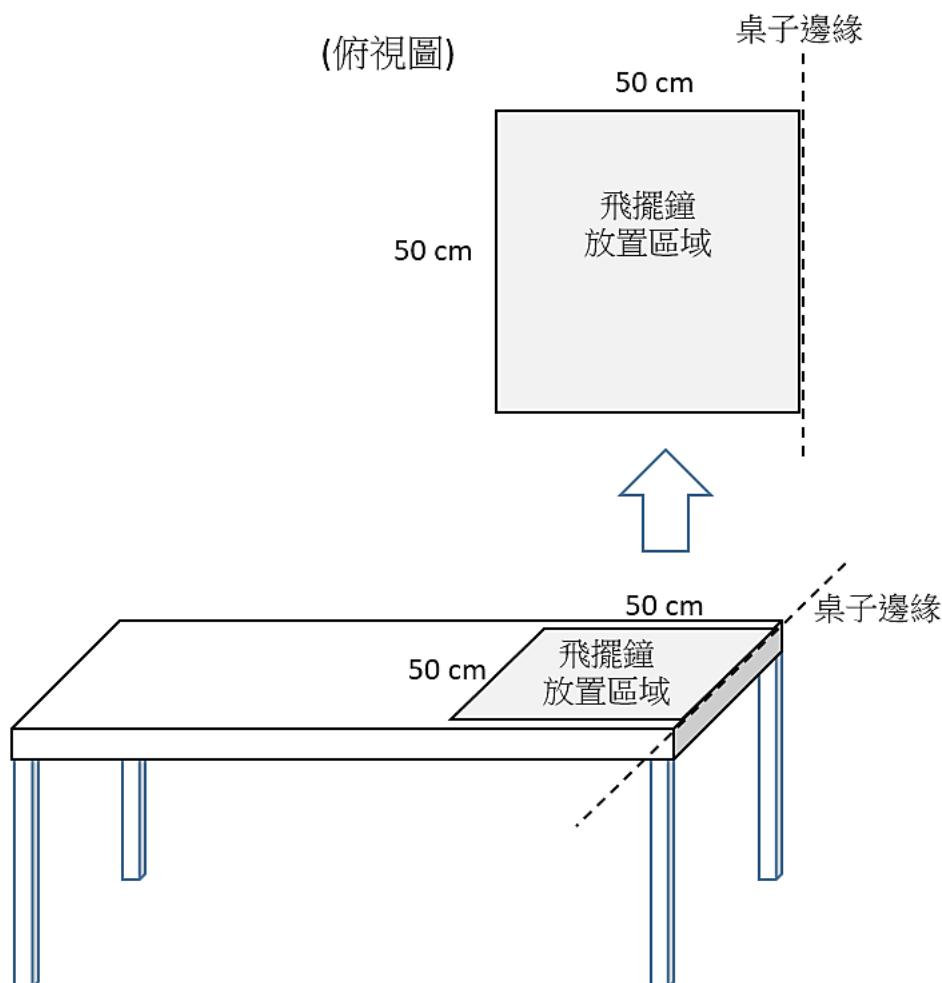
達文西飛擺鐘以重物拉動中心轉軸旋轉，帶動懸臂上的單擺，當單擺甩動時，單擺的懸線會纏繞周圍的柱狀障礙物，而暫時停止中心轉軸的轉動，隨著單擺的懸線鬆開後，中心轉軸會繼續轉動。利用單擺纏繞周圍的柱狀障礙物與鬆開的反覆過程達成擒縱系統作用，不僅延長重物落地時間，也達到週期計時的目的。本競賽活動希望參賽者能探究相關原理及變因，自行設計並製作出飛擺鐘結構，使用相同的吊掛物來驅動飛擺鐘，並獲得穩定的計時效果。

四、活動設計： **PS: 達文西飛擺鐘 活動二不列入競賽**

活動一名稱：準時性飛擺鐘

A. 場地說明：

使用一張會議桌，將飛擺鐘至於測試區域(50cm×50cm)，作品整體不得超出範圍，只有懸吊重物的細繩可超出測試區桌子邊緣(如圖二)，重物下落距離為60 cm，即為重物吊掛的底端向下掉落之距離(不一定接觸地板之高度，以現場標示距離區間為準)。



圖二 測試區會議桌示意圖

B.使用材料說明：

1、大會提供材料

(1)各組器材：

圓木棒8支、紙杯1個、瓦楞紙板1張(三層A浪，厚度約0.5公分，A3尺寸)、A4尺寸PP板2片(厚度0.3公分，活動一、二共用)、橡皮筋6條(僅用於圓木棒製作的懸轉吊臂)、棉線1.5公尺、M10(薄壁)螺母2個(使用數量不限，作為單擺的擺錘)。

(2)評分用器材：懸掛之重物(掛勾、掛盤與砝碼)、計時器、直尺

2、參賽者自備的材料及工具

(1) 必要材料：

墊高底座：事先製作的瓦楞紙板墊高物數個(高度不超過 7 公分，僅可用於墊高製作達文西飛擺鐘的瓦楞紙底板)

黏著材料：膠帶、雙面膠、泡棉膠、快乾膠、黏土

(不可用於圓木棒製作轉軸或轉動懸臂，僅可用於支柱與瓦楞紙底板之固定)

切割工具：美工刀、剪刀、直尺、切割墊等文具

(不可用於削、切圓木棒)

穿孔工具：手鑽、電鑽、尖嘴鉗或斜口鉗等手工具

(不可用於削、切圓木棒，製作現場無提供電源)

(2) 選用材料：

大會準備之 A4 規格 PP 板(厚度 0.3 公分，活動一、二共用)。

C. 競賽說明：

1、作品製作流程說明

- (1) 大會提供的圓木棒8支、紙杯1個、A3尺寸瓦楞紙板1張(三層A浪，厚度約0.5公分)、A4尺寸PP板2片(厚度0.3公分，活動一、二共用)、橡皮筋6條(僅用於圓木棒製作的懸轉吊臂、棉線與圓木棒，懸轉吊臂整體構造不可使用自行攜帶的黏著劑或膠帶等橡皮筋以外的材料固定)、棉線1.5公尺、M10(薄壁)螺母4個(使用數量可以自選，活動一、二共用，評分後交由裁判回收)；
- (2) 準時性達文西飛擺鐘的瓦楞紙底板可以自備合乎規格之墊高物墊高(不超過7公分)，瓦楞紙底板配合大會提供之圓木棒作出支柱的柱狀障礙物(活動一數量為4支)，圓木棒底部可用PP板、自備的膠帶與黏著劑加以固定，成品(含底座)範圍長、寬均不得大於超過測試區(50cm×50cm)，需能直立於作品放置區內。
- (3) 製作過程中，所有圓木棒都不能有任何削切的加工破壞，其中作為轉軸與懸臂的圓木棒，僅能以橡皮筋固定，不可有其他黏著劑或附加物；連接懸掛重物與轉軸圓木棒的棉線長度需大於1公尺，除了兩端可以打結、綑綁或以大會提供之橡皮筋固定，其餘部分須保持原始狀態，不可塗抹任何黏著劑之類的外加物質。

2、作品評比操作說明

- (1) 組員可在60秒鐘內，合作架設準時性飛擺鐘，作品須放置於指定範圍內。架設完成後可進行調整並掛上大會統一提供之懸吊重物(掛勾與砝碼，砝碼數量可自選)，測試重物下落與準時性飛擺鐘運作狀況，並進行微調(評分過程所需的各種工具需一同置於作品放置區內，不可返回製作區拿取)。調整時間截止前必須讓裝置靜止，並將重物懸線纏繞於中心轉軸，重物可放置於桌面預備競賽評分。
- (2) 評分過程，測量範圍以重物下落60公分(自釋放起點所移動之距離)的時間為準。(重物不一定接觸地板，以現場標示距離區間為準)
- (3) 第一人評分90秒鐘，前10秒內以手調整飛擺鐘單擺懸臂與重物懸吊於預備位置，開始計時後將手鬆開，紀錄重物下落60公分距離所需



時間。

- (4) 第二人於調整30秒內讓裝置就預備位置(包含改變重物砝碼數量、吊掛重物懸線纏繞於中心轉軸)，進行評分90秒鐘，開始計時後將手鬆開，紀錄重物下落60公分距離所需時間。
- (5) 第三人的步驟同第二人。
- (6) 手只能在90秒評分計時開始前碰觸飛擺鐘裝置，90秒評分計時開始後之後便不得再碰觸。如果飛擺鐘裝置在重物下落60公分距離內停止運作，例如：單擺的擺線纏繞支柱、懸臂結構歪斜等造成靜止、任何部分或懸吊重物脫落導致裝置靜止，則該次測量不予計分。
- (7) 全組成員皆測量完畢後，須經裁判檢查圓木棒與棉線是否符合前述各項規定，若經發現確認違反前述限制使用條件，則將活動一所得的競賽六等第計分法計算之成績除以二計算。

3、計分方式：

- (1) 同隊每人評分紀錄之秒數為T，每人測量時間減去60秒的差值取絕對值為X，即

$$X = |T - 60|。$$
- (2) 以公式計算每人測量的分數P，即
$$P = \left(\frac{10000}{7+X} \right)$$
- (3) 將三位組員的分數加總，即為該隊活動一之總分數。總分數再以六等第計分法計算成績與活動二成績合算後為達文西飛擺鐘項目競賽之總成績。

活動二：打勾勾飛擺鐘 **達文西飛擺鐘 活動二不列入競賽**

A. 場地說明：

同活動一。

B. 使用材料說明：

1、大會提供材料

(1)各組器材：

圓木棒12支，紙杯1個、瓦楞紙板1張(三層A浪，厚度約0.5公分，A3尺寸)、A4尺寸PP板2片(厚度0.3公分，活動一、二共用)、橡皮筋6條(僅用於圓木棒製作的懸轉吊臂)、棉線1.5公尺、M10(薄壁)螺母4個(使用數量可以自選，活動一、二共用，評分後交由裁判回收)。

- (2) 評分用器材：懸掛之重物(掛勾、掛盤與砝碼)、計時器、直尺、錄影手機

2、參賽者自備的材料及工具

(1) 必要材料：

墊高底座：事先製作的瓦楞紙板墊高物數個(高度不超過7公分，僅可用於墊高製作達文西飛擺鐘的瓦楞紙底板)

黏著材料：膠帶、雙面膠、泡棉膠、快乾膠、黏土
(不可用於圓木棒製作轉軸或轉動懸臂，僅可用於支柱與瓦楞紙底板之固定)

切割工具：美工刀、剪刀、直尺、切割墊等文具
(不可用於削、切圓木棒)

穿孔工具：手鑽、電鑽、尖嘴鉗或斜口鉗等手工具
(不可用於削、切圓木棒，製作現場無提供電源)

(2) 選用材料：

大會準備之A4規格PP板(厚度0.3公分，活動一、二共用)。

C. 競賽說明：

1、作品製作流程說明

(1) 大會提供的圓木棒 12 支、紙杯 1 個、A3 尺寸瓦楞紙板 1 張(三層 A 浪，厚度約 0.5 公分)、A4 尺寸 PP 板 2 片(厚度 0.3 公分，活動一、二共用)、橡皮筋 6 條(僅用於圓木棒製作的懸轉吊臂、棉線與圓木棒，懸轉吊臂整體構造不可使用自行攜帶的黏著劑或膠帶等橡皮筋以外的材料固定)、棉線 1.5 公尺、M10(薄壁)螺母 4 個(使用數量可以自選，活動一、二共用，評分後交由裁判回收)；

(2) 打勾勾達文西飛擺鐘的瓦楞紙底板可以自備合乎規格之墊高物墊高(不超過 7 公分)，瓦楞紙底板配合大會提供之圓木棒作出支柱的柱狀障礙物(活動二數量需超過 4 支)，圓木棒底部可用 PP 板、自備的膠帶與黏著劑加以固定，成品(含底座)範圍長、寬均不得大於超過測試區(50cm×50cm)，需能直立於作品放置區內。活動一、二可共用同一個飛擺鐘作品，但是進行評分時必須符合活動一、二個別要求的支柱數量條件，各組若由活動一的瓦楞紙底板進行修改，需在評分總時間內，於評分現場進行調整，使用的工具或材料須提前至於作品完成區內，不得返回製作區取拿取。

(3) 製作過程中，所有圓木棒都不能有任何加工破壞，其中作為轉軸與懸臂的圓木棒，僅能以橡皮筋固定，不可有其他黏著劑或附加物；連接懸掛重物與轉軸圓木棒的棉線長度需大於 1 公尺，除了兩端可以打結、綑綁或以大會提供之橡皮筋固定，其餘部分須保持原始狀態，不可塗抹任何黏著劑之類的外加物質。



2、作品評比操作說明

- (1) 活動二每隊評分時間總共為 10 分鐘(包含準備時間、作品調整時間，以裁判碼表為準)，在時限內最多可以每人評分一次，在評分總時間 10 分鐘截止後，即使有組員還沒評分也不可再評分，並以評分總時間內，該組評分測量所得到最長的飛擺鐘下落時間作為該組計算成績之依據。
- (2) 隊伍在評分總時間內，尚未進行吊掛重物下落評分測試前，組員可以合作架設打勾勾飛擺鐘，作品須放置於指定範圍內。架設完成後可進行調整並掛上大會統一提供之懸吊重物(掛勾與砝碼，砝碼數量可自選)，測試重物下落與打勾勾飛擺鐘運作狀況，並進行微調(評分過程所需的各種工具需一同置於作品放置區內，不可返回製作區拿取)。調整時間截止前必須讓裝置靜止，並將重物懸線纏繞於中心轉軸，重物可放置於桌面預備競賽評分。
- (3) 重物下落評分過程，測量範圍以重物下落 60 公分(自釋放起點所移動之距離)的時間為準。(重物不一定接觸地板，以現場標示距離區間為準)
- (4) 第一人評分時，開始計時的前 10 秒內以手調整飛擺鐘單擺懸臂與重物懸吊於預備位置，開始計時後將手鬆開，紀錄重物下落指定距離所需時間，在飛擺鐘轉動過程中，由裁判報數紀錄擺錘「有效打勾勾」的次數，過程可以使用手機錄影，其中「有效打勾勾」的定義為單擺擺錘之懸線有明顯頓點(停頓)，若擺線僅是擦過支柱而無停頓效果，則不列入計數。
- (5) 若隊伍對於「有效打勾勾」的次數有疑慮，則可要求現場回放錄影的影片重新確認「有效打勾勾」次數，但是每隊僅能要求一次。
- (6) 第二人、第三人於開始計時的前，可調整裝置就預備位置(包含固定周圍支柱、改變重物砝碼數量、懸線纏繞於中心轉軸)，確認完成後即可進行評分，開始計時後將手鬆開，紀錄重物下落 60 公分距離所需時間，在飛擺鐘轉動過程中，請同組另一位同學大聲報數紀錄擺錘「纏繞支柱」的次數，過程可以使用手機錄影，其中「纏繞支柱」的定義為單擺擺錘之懸線有圍繞支柱 1 圈以上，若只有碰到、勾到周圍支柱而沒有圍繞 1 圈則不列入計數。
- (7) 手只能於開始評分計時的前碰觸裝置，評分計時開始後之後便不得碰觸。如果裝置在指定的 60 公分重物下落區間內停止運作，例如：單擺的擺線纏繞支柱、懸臂結構歪斜等造成靜止、任何部分或懸吊重物脫落導致裝置靜止，則該次測量不予計分。

- (8) 每隊總評分時間為 10 分鐘(包含調整與修改)，當總評分時間截止時，若裝置已進入評分計時階段，則可以讓該次評分裝置運作至結束後並記錄時間。但若還尚在調整或預備階段，則須停止評分。
- (9) 每隊總評分時間結束後，須經裁判檢查圓木棒與棉線是否符合前述各項規定，若經發現確認違反前述限制使用條件，則將活動二所得的競賽六等第計分法計算之成績除以二計算。

3、計分方式：

- (1) 取每隊自選的最佳評分測量結果作為評分紀錄之秒數 T ，重物下落過程所纏繞支柱的次數為 N ，打勾勾飛擺鐘的支柱數量為 K 。
- (2) 以公式計算之分數 P ，即 $P = (T + 1) \times 10K \times (N + 1)$ 。
- (3) 分數加成比例與每隊測試次數有關，當該隊第一次測量後即進行活動二分數計算，則分數加成20%，所得分數為 $P \times 120\%$ ；當該隊在兩次測量後才計算活動二分數，則分數加成10%，所得分數為 $P \times 110\%$ ；當該隊在三次測量後才計算活動二分數，其分數不加成，所得分數為 P 。此處所提的評分測量次數須包含不成功的評分次數。
- (4) 活動二計算後的分數，再以六等第計分法計算成績與活動一成績合算後為達文西飛擺鐘項目競賽之總成績

五、競賽時間：

1. 製作與測試時間（含說明及領取材料）共20分鐘
2. 每組評審時間：活動一 7分鐘

評等：

活動一以六等第計分法計算之成績相加即為本項目得分。

六、給評分者的建議：

1.檢查事項：

- (1) 競賽過程中，所使用的圓木棒與棉線皆須符合使用規定，不可有任何不被大會允許的加工或破壞，若經發現確認違反前述各項限制條件，則將該項活動一、活動二所得的競賽六等第計分法計算之成績除以二計算
- (2) 除了固定支柱的柱狀障礙物、PP 板與瓦楞紙底座的部分，可使用膠帶、黏著劑、黏土等，在轉動懸臂、中心轉軸部分圓木棒僅能與 PP 板、瓦楞紙板接觸，軸心旋轉處亦不得增加任何附加物、油質或黏著劑，如：培林、吸管、潤滑油、黏土...等。

2. 評分事項：

- (1) 每隊必須使用現場自行製作的作品參賽，於活動一及活動二評分的飛擺鐘軸心機構與底座部分可各使用一組，也可活動一、活動二共用或沿用其中部分結構，但是活動二若要調整柱狀障礙物數量、整體結構或懸吊重物砝碼數量，仍需在總測量時限完成調整與評分，當總測量時間截止即使未進行活動二評分，也不可再測量。
- (2) 活動一使用的懸吊重物砝碼數量或單擺的螺母數量，可於每一位組員評分計時前的調整時間內進行調整，但必須在調整時間內完成，調整時間結束則不可再繼續調整，必須進入評分時間。

3. 製作事項：

- (1) 製作飛擺鐘的圓木棒、紙杯、橡皮筋、棉繩、擺錘、瓦楞紙板、PP 板，都只能使用大會提供的材料。
- (2) 組裝懸轉吊臂的圓木棒，僅能使用大會提供的橡皮筋，不可使用自行攜帶的黏著劑或膠帶等固定。

七、學生操作：

1. 除了依照競賽辦法規定事項之外，請再參考七、給評分者建議。
2. 請注意各階段時間規定，以免超時違規而無法參賽。
3. 競賽現場不提供電源，相關切割或鑽孔工具請使用充電式設備或自備電源。

八、材料及工具總表：

		品名	規格	數量	備註
大會提供	各隊必要	圓木棒	長度約 20 cm 直徑約 0.6 cm	10 支	活動一 8 支 (圓木棒不一定要全部使用)，比賽過程中使用的圓木棒不可有任何破壞，如：削、切...等
		紙杯(大)	大杯 400ml(杯口直徑約 9 cm，高約 11 cm)	2 個	活動一
		瓦楞紙板	A3 尺寸，三層 A 浪，厚度約 0.5 公分	1 片	活動一
		A4 PP 板	3mm 厚	2 片	活動一
		棉繩	1.5 公尺、1mm 線寬	1 條	活動一

	評分檢查使用	橡皮筋	直徑約 5 cm	6 條	活動一 6 條
		螺母	M10(薄壁)螺母	4 個	活動一
		計時器	數位式	1 具	活動一
		掛勾與掛盤	50 gw	1 片	活動一
		砝碼	每片 50gw	數片	活動一
		長尺	100 cm	1 支	活動一
自備	各隊必要	瓦楞紙底板墊高物	高度不超過 7cm，長度不可超過測試區範圍	數個	活動一
		裁切文具	不拘		包含保護桌面的切割墊
		固定材料	膠帶、雙面膠、泡棉膠、快乾膠、黏土	若干	僅可用於固定支柱的柱狀障礙物或瓦楞紙板底座加工使用，不可用於圓木棒製作的轉動懸臂或軸心
		鑽孔工具	手鑽、電鑽、尖嘴鉗...不拘	若干	用於加工瓦楞紙板、PP 板或紙杯的開孔

出題設計老師

葛士瑋 台北市立內湖高工教師

陳冠宏 台北市立木柵高工教師



快轉旋風-線圈轉子

設計者：游珮均 老師

協作教師：黃峻瑋 老師

一.目的：

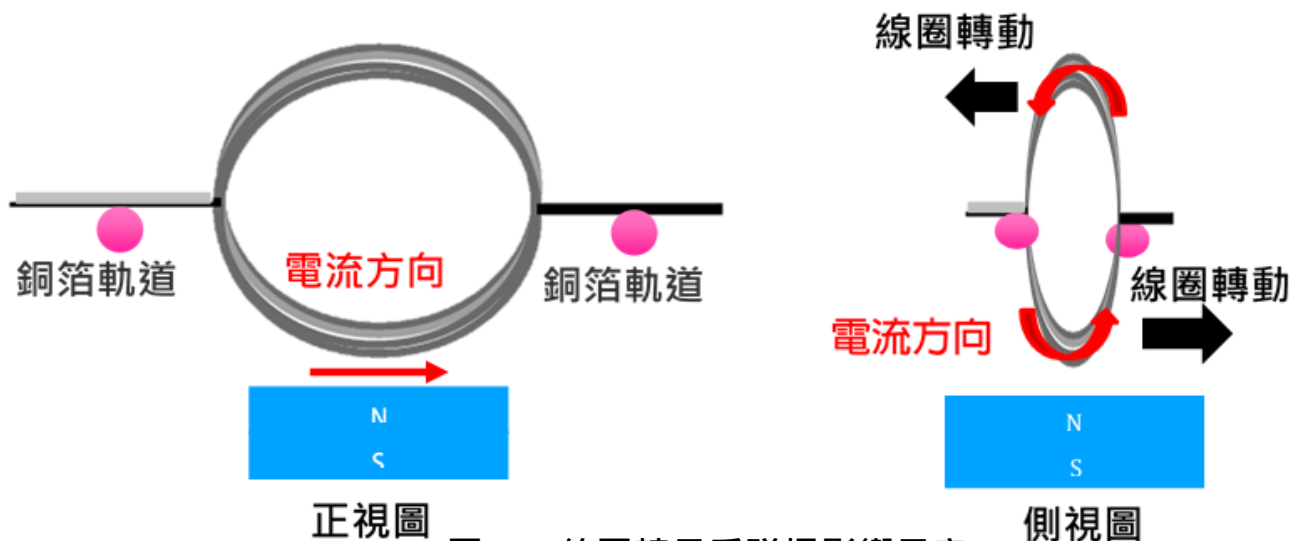
電生磁、磁生電在生活中有不同的應用，本活動使用漆包線線圈通電後，與磁鐵交互作用，透過活動設計，使得線圈滾動，其中影響因素有漆包線的圈數、重量等，製作不同滾動情況的線圈轉子，瞭解電與磁的科學原理。透過活動設計提供了一個兼具探究實作及趣味性的科學競賽，可讓參加活動的學子瞭解電與磁在生活中的應用。

二.原理：

厄斯特發現電流會在導線周圍產生磁場，安培則進一步歸納出電流與磁場方向的關係，即安培右手定則。這些發現為後來探索電流與磁場交互作用的裝置，例如單極馬達，提供了理論基礎。

本活動設計基於單極馬達的原理。單極馬達是一種最簡單的電動馬達裝置，其運作依賴於通電導體在磁場中所受的磁力作用（勞倫茲力）。當電源開始供電，電流經由導體（此處為線圈轉子）流入，並與底部永久磁鐵所產生的磁場形成交互作用，當電流通過垂直磁場的導體時，導體會受到一個垂直於磁場與電流方向的影响，並造成導體的運動。本活動線圈與磁場關係如圖一，電流由銅箔軌道進入線圈轉子，線圈轉子受到下方永久磁鐵的磁場影響，使轉子開始旋轉。當電流停止供應，導體不再受磁力作用，轉子即只靠慣性滾動。

快轉旋風線圈轉子是利用線圈通電後受到磁場的影響，改變線圈、磁鐵等條件，設計不同滾動速度及方向的線圈轉子，讓參賽學子能藉此觀察、分析、歸納出影響線圈運動的各種因素。



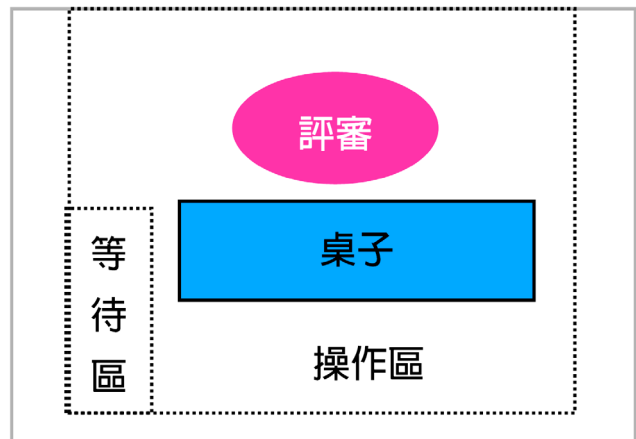
圖一、線圈轉子受磁場影響示意



三.活動一：快轉旋風-我最「快」

(一) 場地說明：

本活動場地大小約為長 180 公分、寬 150 公分，場地擺放一張 120cm 長、60cm 寬的桌子，如圖二所示。開始前準備時間，參賽隊伍於桌子擺放參賽作品預備比賽。開始比賽時，評審位在桌子一側計分，一位隊員在「操作區」操作，其他隊員在「等待區」等待輪流進行比賽。



圖二、競賽場地示意圖

(二) 使用材料：

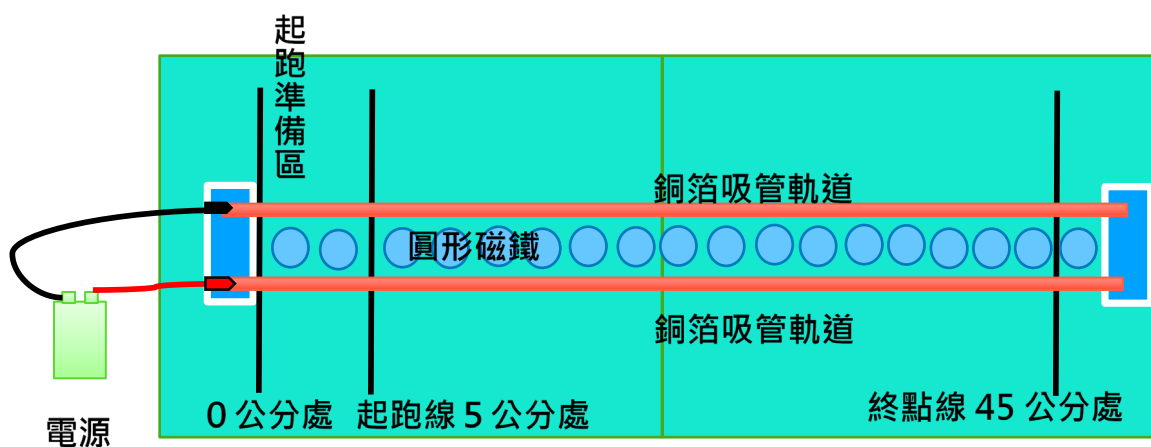
- 大會提供材料：漆包線 (活動一、二共用)、普通磁鐵 30 個 (磁鐵粉材質)、強力磁鐵 17 個 (釹鐵硼材質，活動一、二共用)、A4 PP 板 2 個 (厚度 3 mm)、變壓器(5V,1A)、銅箔膠帶 (5 mm寬，2 m 長)。
- 參賽者自備材料與工具：捲線器、吸管、鱷魚夾電線 2 條、底座絕緣材料 (如泡棉、紙板)、鉗子、砂紙、奇異筆、剪刀、筆、尺、膠帶、雙面膠。

(三) 競賽說明：

1.製作：

- (1) 賽道準備：取 2 張 A4 PP 板，以黑色奇異筆在 0 公分及 5 公分處標示起跑準備區、45 公分處畫記終點線，如圖三。

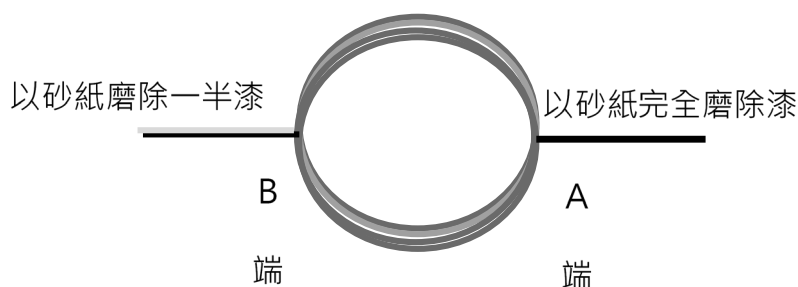
磁鐵使用的種類及數量可由各組參賽隊伍自行決定。



圖三、參賽作品賽道示意圖



- (2) 軌道製作：取數根吸管製作 2 條長型軌道，每條軌道長度至少 50 公分，在吸管上貼上銅箔膠帶。將軌道的兩端固定在 0 公分及 45 公分處的底座上，軌道下方可使用支撐架固定，兩條軌道間以雙面膠固定磁鐵如圖三，將兩條軌道的一側以鱷魚夾連接變壓器電源。
- (3) 製作線圈轉子：取漆包線一條，以捲線器由 A 端開始繞圈，分別在 A、B 兩端打結，並留下適當長度的漆包線，A 端漆包線以砂紙將漆完全磨除，B 端漆包線以砂紙磨除線段的一半，如圖四。



圖四、線圈轉子製作示意圖

- (4) 本活動需製作 3 個線圈轉子，每個線圈轉子的線圈部分的最長距離需大於 0.5 公分。

2. 競賽：

- (1) 準備時間：開始前準備，30 秒調整裝置、軌道及線圈轉子，並打開電源。第 1 位隊員將「第 1 個線圈轉子」放在軌道的「起跑準備區」。第 2、3 位隊員在後方各自拿第 2、3 個線圈轉子準備。
- (2) 操作時間：開始前，第 1 名隊員在操作區不得觸碰參賽作品及「第 1 個線圈轉子」，另 2 名隊員在等待區預備。等評審喊「開始」同時按下計時器，第 1 名隊員才可以撥動在「起跑準備區」的線圈轉子，線圈轉子開始在軌道以滾動的方式滾動前進，滾動至 5 公分處「起跑線」時，評審按下碼錶開始計時；當轉子滾動至 45 公分處「終點線」時，評審按下碼錶，即停止計時，評審記錄轉子滾動時間為 t_1 秒；若線圈轉子無法抵達終點，則記錄線圈轉子從起跑線算起的滾動距離 s_1 。第 1 名隊員退回等待區，即完成第 1 輪操作。
- (3) 接著由第 2 名隊員進入操作區，將「第 2 個線圈轉子」至「起跑準備區」，重複步驟(2)，轉子滾動時間為 t_2 ，即完成第 2 輪操作，第 2 名隊員退回等待區。最後，第 3 名隊員進入操作區，將「第 3 個線圈轉子」至「起跑準備區」，重複步驟(2)，轉子滾動時間為 t_3 ，即完成第 3 輪操作。每輪操作僅可一名隊員進入操作區操作，三名隊員需分

別完成一輪操作，全部操作時間需在 3 分鐘內完成，完成後需關閉電源。

3. 計分方式：

- (1) 個人成績 = $100 \times s_i / t_i$ ，跑完全程者 $s_i = 40$ ，未跑完全程者 $t_i = 80$ 、 $s_i = 0 \sim 40$ ，掉落後測量取計離終點最近的點，參賽者可決定停止計時，並記錄距離及時間，各隊成績為三人相加。名次依參賽隊伍分數由大到小排序，參賽隊伍分數最大者為第一名。
- (2) 開始前準備時間，參賽隊伍需確實將線圈轉子放置軌道上，比賽過程線圈轉子需以滾動的方式前進，參賽隊員若無法完賽，如：線圈轉子掉落、軌道或裝置損壞等，該名隊員可將線圈轉子放回「起跑準備區」位置，重新操作，或者，該名隊員當次操作分數只記錄距離 s_i 。每名隊員最多可操作 2 次，取 1 次最佳成績。
- (3) 每組參賽隊伍三名隊員輪流操作，比賽時間不停秒，全部操作時間需在 3 分鐘內完成，若超過時間，則該名隊員操作不計分。
- (4) 若在比賽過程中因參賽作品損壞或線圈轉子損壞導致無法繼續比賽，該隊伍即結束比賽，分數計到該名隊員為止。

(四) 注意事項：

1. 比賽進行時，操作者只能在「起跑準備區」撥動線圈轉子，其他隊員不得碰觸比賽裝置。
2. 比賽進行時，每位參賽者在操作前，可重新調整線圈轉子，比賽時間不停秒，調整時間包含在比賽時間 3 分鐘內。
3. 線圈轉子只可以漆包線製作，表面不可塗布或黏貼物質，必要時可以奇異筆作記號，線圈轉子只能以滾動的方式前進，不得以其他方式前進。
4. 評審使用的工具活動一有 2 個計時器、45 公分以上塑膠長尺及 1 支手機，第一個計時器用來計時全部隊員操作時間在 3 分鐘內，第二個計時器用來計時每次操作線圈轉子前進的時間，長尺放於銅箔軌道旁，並以手機錄影線圈轉子滾動的情形，若線圈轉子無法到達終點線，以錄影方式確認滾動距離。
5. 軌道需呈水平，在比賽前評審得依狀況向參賽隊伍以尺量測銅箔軌道高度，前中後 3 個位置高度差需在 0.3 公分以內。

四. 活動二：快轉旋風—折返跑

(一) 場地說明：

本活動場地大小約為長 180 公分、寬 150 公分，場地擺放一張 120cm 長、60cm 寬的桌子，如圖三所示。開始前準備時間，參賽隊伍於桌子擺放參賽作品預備比賽。開始比賽時，評審位在桌子一側計分，一位隊員在「操作區」操作，其他隊員在「等待區」等待輪流進行比賽。



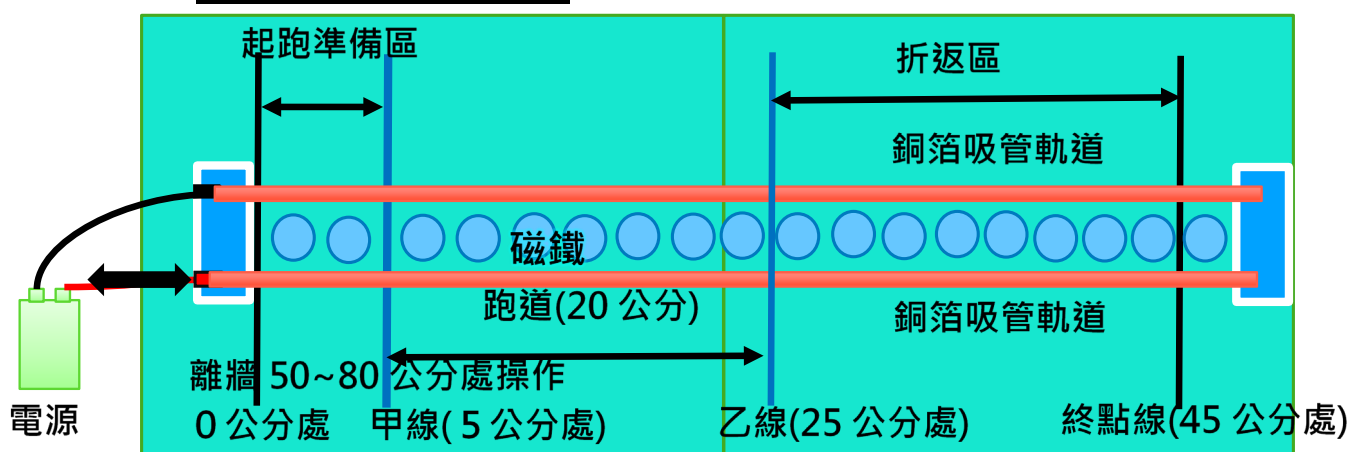
(二) 使用材料：

- 大會提供材料：漆包線 (活動一、二共用)、普通磁鐵 30 個 (磁鐵粉材質)、強力磁鐵 17 個 (釹鐵硼材質，活動一、二共用)、A4 PP 板 2 個 (厚度 3 mm)、變壓器(5V,1A)、銅箔膠帶 (5 mm 寬，2 m 長，活動一、二共用)、冰棒棍一枝。
- 參賽者自備材料與工具：吸管、鱷魚夾電線 2 條、底座絕緣材料 (如泡棉、紙板)、鉗子、砂紙、奇異筆、剪刀、筆、尺、膠帶、雙面膠。

(三) 競賽說明：

1. 製作：

- (1) 賽道準備：取 2 張 A4 PP 板，畫製如圖五，以黑色奇異筆在 0 公分及 5 公分處標示甲線、25 公分處畫記乙線。**磁鐵使用的種類及數量可由各組參賽隊伍自行決定。**



圖五、參賽作品賽道示意圖

- (2) 銅箔吸管軌道：與活動一共用，跑道區以雙面膠固定磁鐵如圖五，將兩條軌道的一側以鱷魚夾連接變壓器電源。
- (3) 製作磁力牽引棒：取一枝冰棒棍，在其中一端的黏貼強力磁鐵。
- (4) 製作線圈轉子：同活動一製作方式，本活動需至少 3 個線圈轉子，線圈部分的最長距離需大於 0.5 公分。

2. 競賽：

- (1) 準備時間：開始前準備，30 秒調整裝置、軌道、磁鐵及線圈轉子，並打開電源。第 1 位隊員將「第 1 個線圈轉子」放在軌道的「起跑準備區」。第 2、3 位隊員在後方等待區準備。
- (2) 操作時間：開始前，第 1 名隊員在操作區不得觸碰參賽作品及「第 1 個線圈轉子」，另 2 名隊員在等待區預備。等評審喊「開始」同時按下計時器，第 1 名隊員才可以撥動在「起跑準備區」的線圈轉子，線圈轉子開始在軌道以滾動的方式前進至 5 公分處「甲線」時，評審按下碼錶開

始計時；當轉子滾動超過「乙線」時，線圈轉子需在「折返區」折返往相反方向進行；當線圈轉子超過「甲線」時，評審按下碼錶，即停止計時，評審記錄轉子前進時間為 t_1 秒；若線圈轉子無法折返回甲線，則記錄線圈轉子在跑道區由甲線開始前進及乙線折返的距離和 s_1 。第 1 名隊員退回等待區，即完成第 1 輪操作。撥動後線圈轉子後，只能以磁力牽引棒來控制線圈轉子行進，不得接觸線圈轉子。

- (3) 接著由第 2 名隊員進入操作區，接過磁力牽引棒，重複步驟(2)，轉子前進時間為 t_2 ，即完成第 2 輪操作，第 2 名隊員退回等待區。最後，第 3 名隊員進入操作區，接過磁力牽引棒，重複步驟(2)，轉子前進時間為 t_3 ，即完成第 3 輪操作。每輪操作僅可一名隊員進入操作區操作，三名隊員需分別完成一輪操作，全部操作時間需在 3 分鐘內完成，完成後需關閉電源。

3. 計分方式：

- (1) 個人成績 = $100 \times s_i / t_i$ ， s_i = 前進距離(最遠測量到乙線) + 折返距離(由乙線測量起)， t_i = 完成往返時間。跑完全程者 $s_i = 40$ ，未跑完全程者 $t_i = 80$ 。參賽者可決定停止計時，並記錄距離及時間，各隊成績為三人相加。名次依參賽隊伍分數由大到小排序，參賽隊伍分數最大者為第一名。
- (2) 開始前準備時間，參賽隊伍需確實將線圈轉子放置軌道上，比賽過程線圈轉子需以滾動的方式前進，參賽隊員若無法完賽，如：線圈轉子掉落、軌道或裝置損壞等，該名隊員可將線圈轉子放回「起跑準備區」位置，重新操作，或者，該名隊員當次操作分數只記錄距離 s_i 。每名隊員最多可操作 2 次，取 1 次最佳成績。
- (3) 每組參賽隊伍三名隊員輪流操作，比賽時間不停秒，全部操作時間需在 3 分鐘內完成，若超過時間，則該名隊員操作不計分。
- (4) 若在比賽過程中因參賽作品損壞或線圈轉子損壞導致無法繼續比賽，該隊伍即結束比賽，分數計到該名隊員為止。

(四) 注意事項：

1. 比賽進行時，操作者只能在「起跑準備區」撥動線圈轉子，其他隊員不得碰觸比賽裝置。
2. 比賽進行時，每位參賽者在操作前，可重新調整線圈轉子，比賽時間不停秒，調整時間包含在比賽時間 3 分鐘內。
3. 線圈轉子只可以漆包線製作，表面不可塗布或黏貼物質，必要時可以奇異筆作記號，線圈轉子只能以滾動的方式前進，不得以其他方式前進。
4. 評審使用的工具活動一有 2 個計時器、45 公分以上塑膠長尺及 1 支手機，第一個計時器用來計時全部隊員操作時間在 3 分鐘內，第二個計時器用來計時每次操作線圈轉子前進的時間，長尺放於銅箔軌道旁，並以手機錄影



線圈轉子滾動的情形，若線圈轉子無法到達終點線，以錄影方式確認滾動距離。

- 5.軌道需呈水平，在比賽前評審得依狀況向參賽隊伍以尺量測銅箔軌道高度，軌道前中後任 3 個位置高度差需在 0.3 公分以內。

五.競賽時間：

- 1.製作時間:競賽製作與測試時間(含說明及領取材料)共 30 分鐘(活動一及活動二)

活動一、二的軌道上的奇異筆線請在製作時一同標記起來，並依手冊標記。

- 2.評審時間：全部隊伍比賽時間共 30 分鐘，可分批進行。每組活動一及活動二接續進行，活動一 3.5 分鐘，活動二 3.5 分鐘，合計每組最多 7 分鐘。
- 3.評等:如有隊伍發生同分情況，則以活動一原始成績高者獲勝。

六.給評分者的建議：

- 1、檢查事項:
 - (1) 檢查材料是否符合規定，參賽作品是否現場製作。檢查未通過者，在該隊分配的競賽時間內自行設法修正，否則取消該項目參賽資格。
 - (2) PP 板上的記號需正確畫記。
- 2、活動一與活動二在同一場地接續進行。
- 3、每個活動進行前，需確認線圈轉子的位置符合活動規範。
- 4、評審使用的工具為 1 支手機、2 個計時器與 45 公分以上塑膠長尺。

八.材料總表：

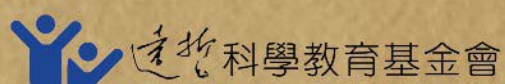
品名	規格	數量	備註	大會提供	參賽隊伍自備
漆包線	直徑 0.4mm、長度至少 1 m。	1 捲	活動一及活動二使用	✓	
普通磁鐵	氧化鐵材質，直徑 15mm、厚 3mm	30 個	活動一及活動二使用	✓	
強力磁鐵	鈹鐵硼材質，直徑 15mm、厚 1mm	17 個	活動一及活動二使用	✓	
PP 板	A4 (厚度 3 mm)	2 個	活動一及活動二使用	✓	
冰棒棍	15cm 長、1cm 寬	一枝	活動二使用	✓	
銅箔膠帶	5 mm寬、2 m長	1 段	活動一及活動二使用	✓	
5V 變壓器	輸出：5 V，1 A	適量	活動一及活動二使用	✓	
鱷魚夾電線	參賽者自行決定	2 條	活動一及活動二使用		✓
底座及支撐架	絕緣材料 (如泡棉、紙板)， 參賽者自行決定	適量	活動一及活動二使用		✓
奇異筆	(黑、紅各一枝)	2 枝	活動一及活動二使用		✓
吸管	製作銅箔軌道使用，塑膠材質，直徑至少 5 mm、長度範圍 20cm 以內	適量	活動一及活動二使用		✓
捲線器、鉗子、砂紙、剪刀、筆、尺、膠帶、雙面膠		適量	活動一及活動二使用		✓

出題設計老師

游珮均 桃園市立內壢高中教師

黃峻瑋 桃園市立內壢高中教師

[illegible]



遠哲科學教育基金會

地址：10644 台北市大安區和平東路一段 238 號 4 樓

電話：02-2363-3118 # 12

<https://www.ytlee.org.tw/>

Email: ytsorg@ytlee.org.tw

