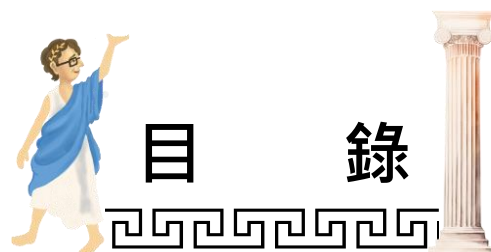


30th
遠哲科學
趣味競賽

校內初賽實施手冊



● 編者的話.....	1
● 活動實施辦法.....	2
● 競賽規章.....	6
● 六等第計分法.....	9
● 給參賽者的叮嚀.....	10
● 門多西諾馬達.....	11
● 六軸拉張整體裝置.....	19

編者的話



遠哲科學教育基金會長期積極推動科學教育，而今年遠哲科學趣味競賽將邁入第三十屆。每一屆的競賽內容，都是由熱心科學教育的教授及教師們努力研發出來的智慧財產，期待讀者在這一個科學的樂園中，能得取知識及歡樂。當然，若您需使用這些科學趣味競賽項目，請以非營利性的教育目的來使用，並請註明設計者的大名、內容出處及遠哲科學教育基金會。如果有活動手冊或是相關報導，請提供二份資料給遠哲科學教育基金會，一份供本會存檔，另一份會轉交給設計老師參考。衷心期盼能與大家分享活動中的趣味以及啟發創意。最後希望這些活動對教師的教學及學生的學習有所幫助。



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

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
國立中山大學氣膠科學研究中心

協辦單位：中華民國物理教育學會
國立高雄大學科學教育中心

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

活動目的：

- 一、鼓勵青少年「動手做」
- 二、激發青少年的創意巧思
- 三、提供青少年趣味生動科玩的機會
- 四、培養青少年合作解決問題的精神與方法



對象：全國高中、高職和五專 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
9/25 (三) 10/13 (日)	➤ 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。	每區 60 隊
10/16 (三) 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)。		

30th

遠哲科學趣味競賽



競賽時間 / 地點：

競賽日期	地 區	競 賽 地 點	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。
11月3日	北區	國立臺灣師範大學 公館校區-中正堂	
11月17日	中區	國立彰化師範大學-羽球館	
12月8日	南區	國立中山大學-體育館	
12月22日	總決賽	國立臺灣師範大學 公館校區-中正堂	

★本屆取消東區賽，宜蘭縣、花蓮縣、臺東縣學校可自選北、中、南區報名參賽，並可向大會申請來回交通補助，每隊至多補助4人次（1位領隊老師及3位參賽學生），詳情請參考「東區隊伍交通補助辦法」。

競賽項目說明：

競賽階段	競賽項目	備註	
分區賽	門多西諾馬達 活動一：門多西諾轉轉轉	依各區報名錄取隊伍數，按比例分配最終晉級總決賽名額。	
	門多西諾馬達 活動二：門多西諾高效轉		
	六軸拉張整體裝置 活動一：跌倒了不怕，站起來就好～		
	六軸拉張整體裝置 活動二：我要扛起全世界		
競賽階段	競賽項目	項目占比	備註
總決賽	門多西諾馬達	40%	採六等第計分法，再乘以佔比。
	六軸拉張整體裝置	40%	
	◆科學探究能力（筆試）	20%	就兩項目準備的探究過程中反思學習。
★加賽	科學探究素養表現	另頒發科學探究精神獎	

註：活動日期及場地如有異動，將公佈於基金會官網活動專區，不另行各別通知。

★科學探究素養表現：每隊10分鐘（5分鐘介紹探究過程、5分鐘評審提問）

- 1.由筆試成績前10名隊伍進行。
- 2.從「門多西諾馬達」和「六軸拉張整體裝置」兩競賽項目中擇一進行問答探究。
- 3.計時方式：進入口試場域後，從告知自己的隊伍名稱開始計時。
- 4.同校發表以兩隊為限，按成績高低取前兩隊，參與加賽。

5. 評分標準則依科學探究的內涵：科學性 5 分、提問力 5 分、推理力 5 分、表達力 5 分，總分 20 分。

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 18 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，惟跨校之個人組隊不受此限，可跨區參賽。
- 四、每場分區賽晉級決賽隊伍數：總決賽隊伍數預計 60 隊。各區晉級全國賽隊伍數，依照各區賽**報名錄取隊伍數**，按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。
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。
其它：宜蘭縣、花蓮縣、臺東縣、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、禮券。
- 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、 晉級全國決賽隊伍即可獲得第 30 屆紀念 T 恤。（全國賽當天報到時發放）

★東區隊伍交通補助辦法：

- 一、 東區定義：校址位於宜蘭縣、花蓮縣、臺東縣三縣。
- 二、 補助對象：每隊 1 位領隊老師、3 位參賽學生，共計 4 人次。
- 三、 補助項目：僅臺鐵或客運兩項交通工具，且需提供「票根」。
- 四、 注意事項：購票證明或信用卡刷卡證明恕無法申請補助、自行開車前往亦恕無法補助。



競賽規章



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

- 1.參賽者建議穿著一致 (如校服或體育服、隊服)，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；**更不可以到場外進行指導**，違反而情節重大者，一律取消參賽者該項之比賽資格。
- 4.二項競賽項目，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、活動二與活動三 (即創意競賽部分)。
- 6.活動一與活動二，在現場進行時，分為製作階段及評審階段，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，尤其是活動三的創意競賽，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) 創意競賽

- ★1.分區賽各隊應從該區二項活動中，至少任挑選一個競賽項目製作其創意作品參與創意競賽，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 (<https://www.ytlee.org.tw/>) 各個競賽項目，每隊僅限參與一件作品。
- 5.依各單項評審後，成績優異隊伍，該隊可獲得「**創意競賽獎**」-禮券 6000 元。凡入圍創意競賽決賽但最終未得獎之隊伍，亦可獲得「**入圍獎**」-禮券 500 元。

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，列入大會總成績計算，而活動三的創意競

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。
- 4.二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.若二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「門多西諾馬達」活動一，若同分再比活動二。以此類推），得分較優者排名優先。

四、全國總決賽代表權辦法

- 1.全國總決賽名額預計 60 隊。
- 2.各分區晉級全國賽隊伍數，將依照各區**報名錄取**隊伍數，按比例分配各區晉級名額。（小數點四捨五入）
- 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決賽。
- 4.若晉級決賽的隊伍中，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，參與總決賽。
- 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）獎狀書寫有誤時，更正方式

請將錯誤的獎狀或證書連同一份身份證影本正面，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。

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



六等第計分法是為了遠哲科學教育基金會所舉辦的「遠哲科學趣味競賽」而設計的。(自 1994 年) 延用至 2022 年。2023 年起秉持原計分方法精神之外，將各等第隊數改為依照**競賽當天實際報到參賽隊數**比例分配，以及微調各等第得分，以避免相加後同分隊伍太多：

- 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：

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 60 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 40 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

六等第計分法 (以 20 隊為例)



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，違者裁判將口頭警告1次，若還是繼續違規，該項成績之六等第分數扣5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或進行比賽。
- 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 30th 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。



30th

遠哲科學趣味競賽



門多西諾馬達

設計者：葛士瑋 老師、吳原旭 老師

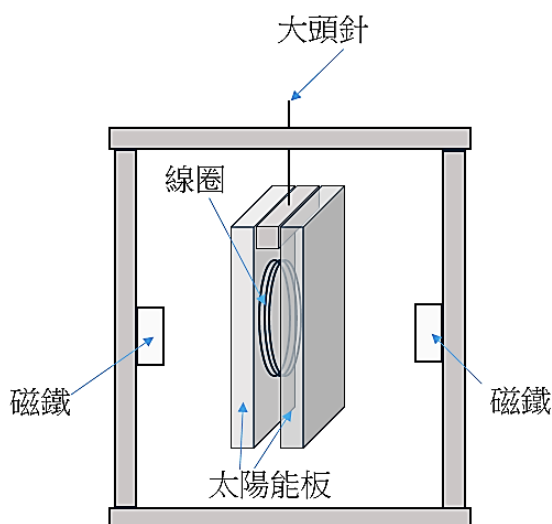


一、目的

透過設計製作門多西諾馬達，使用光電綠能運轉機械進行比賽，探討太陽能光電板發電、電流磁效應、電動機原理、轉動力學等科學原理，學習相關科學技術，並培養提升能源效率、促進地球永續發展概念。

二、裝置說明

1. 門多西諾馬達是應用光能轉換成動能的裝置，簡易的門多西諾馬達構造如圖一所示。



圖一：常見的門多西諾馬達構造圖

2. 門多西諾馬達以太陽能板和線圈製成轉子，置於磁場中。太陽能板照光後產生電壓，使線圈通入電流並產生磁場，利用磁場與磁場間的交互作用力推動轉子轉動。本競賽活動希望參賽者能探究相關原理及變因，自行設計並製作線圈、轉子及支架結構，以獲得控制轉速的方法，以及高效率的能源轉換。

三、原理：

光伏效應：利用半導體的光電效應，當太陽輻射或強光照射至半導體材料時，可將光能直接轉變為電能而輸出直流電。

電流磁效應：載有電流的導線周圍會產生磁場，所形成的磁場強度與方向，會受到電流大小與線圈外型的影響。

電動機原理：基於電流的磁效應，當電流進入線圈會產生磁場，讓線圈磁場與固定的磁鐵相互吸引與排斥，形成連續轉動的裝置，即可將電能轉換成動能。

力矩、轉動與轉動慣量：造成物體轉動狀態改變的因素有「力矩」及「轉動慣量」，角加速度與力矩成正比，與轉動慣量成反比。

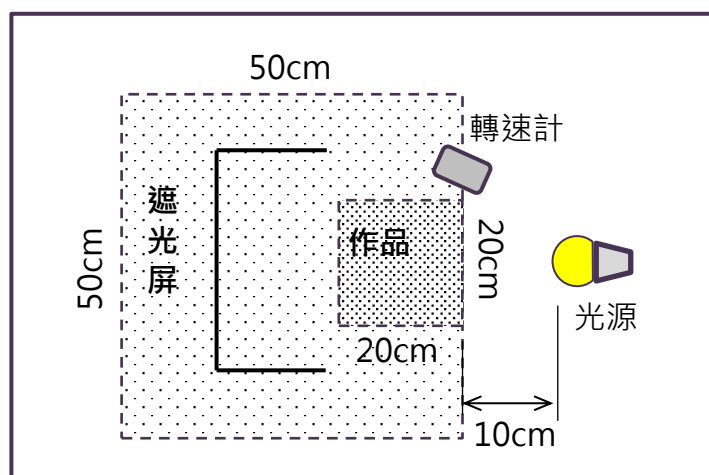
能源效率：能源利用中，發揮作用的與實際消耗的能源量之比。改善能源效率一般是通過採用更有效的技術或生產過程或通過應用程式的普遍接受的方法來減少能源損失。

四、活動設計：

活動一名稱：門多西諾轉轉轉

A. 場地說明：

使用一張會議桌，將製作好的門多西諾馬達至於中央作品區域內(20cm×20cm)，請注意太陽能板邊緣與作品框架不得超出作品區域範圍，距離作品區一側10cm之外放置LED光源 (3W、5V、USB接口，學校提供)，在作品區另一側30cm距離內、50cm寬範圍內可擺放遮光屏 (學校提供)，如圖二所示。距離作品適當位置處放置轉速計 (學校提供)。



圖二：門多西諾馬達測試區域分布圖

B. 使用材料：

1. 學校提供：太陽能板2片、小磁鐵2個 (場磁鐵)、厚度3mm A4規格PP板 (製作支架) 1片、大頭針2隻、紅黑單芯絕緣導線各10cm。

2. 參賽者自備的材料及工具：

(1) 必要材料：

事先製作完成的手工自繞線圈1個（漆包線線徑不拘）、裁切PP板之美工刀、剪刀、直尺、切割墊等文具（製作支架用）、黏著材料（結合作品與PP板支架使用）、剝線鉗（尖嘴鉗或斜口鉗）、計時碼表1個、錄影用手機1個、手執光源1個。

(2) 選用材料：

針、釘或軸承（可自備，做為軸心之用）、結構或軸心支撐用磁鐵（可自備，例如：吸住固定軸心之用）、轉子底部墊片、連接線圈與兩片太陽能板電極所使用的材料，如：導電膠帶、導線、鋁箔或以電熱式電烙鐵（充電式或行動電源供電）及焊錫。

(3) 不得使用市售線圈。

C. 競賽說明：

1. 作品製作流程說明

學校提供的太陽能板2片、PP板1片（活動一、二共用）、磁鐵2個、導線（可選用）、大頭針1或2支（可以自備軸心代替）。於比賽製作時間內，利用在家完成的手工自繞線圈1個，與學校提供材料，可使用自備磁鐵吸住軸心大頭針或以其他方式設計轉子轉動的軸心，製作一個可正常運作之門多西諾馬達，成品底面範圍長、寬均不得大於20cm，且需能直立於作品放置區內。

2. 作品評比操作說明

組員合作將門多西諾馬達置於作品區域內，將遮光屏置於指定範圍內。在每位參賽者評分前的測試調整時間60秒鐘內，可打開LED光源進行調整並自行選定轉速計位置、計時器位置及手機錄影位置，轉速計可以黏土固定角度及擺放位置，必需要能以錄影裝置明確穩定記錄轉速計數值。在裁判宣布調整時間60秒截止前必須使馬達停止（可以手抓住）。

(1) 第一位比快速轉：

使用大會提供的LED光源，在測試調整時間60秒鐘內，調整作品與太陽能板到預備位置。開始評分計時5秒內，可以手鬆開或輕輕撥動門多西諾馬達，開始評分後紀錄錄影時間共40秒鐘，取35秒後紀錄到的前5個轉速計數值，刪除高低極端值後的平均數值為該次轉速，**轉速愈高成績愈高。**

(2) 第二位比慢速轉：

將第一位選手測得之平均轉速頻率乘以0.2倍（慢速）即為目標轉速，使用大會提供的LED光源與自備手執光源，在測試調整時間60秒鐘內，調整作品與太陽能板到預備位置。開始評分計時5秒內，可以手鬆開或輕輕撥動門多西諾馬達，開始評分後紀錄錄影時間共40秒鐘，取35秒後紀錄到的前5個轉速計數值，刪除高低極端值後的平均數

值為該次轉速，愈接近目標轉速成績愈高。

(3) 第三位比中速轉：

將第一位選手測得之平均轉速頻率乘以0.5倍(中速)即為目標轉速，使用大會提供的LED光源與自備手執光源，在測試調整時間60秒鐘內，調整作品與太陽能板到預備位置。開始評分計時5秒內，可以手鬆開或輕輕撥動門多西諾馬達，開始評分後紀錄錄影時間共40秒鐘，取35秒後紀錄到的前5個轉速計數值，刪除高低極端值後的平均數值為該次轉速，愈接近目標轉速成績愈高。

(4) 調整時間截止時，門多西諾馬達轉子為靜止狀態，只能於開始評分計時5秒內，以手撥動門多西諾馬達轉子，之後便不得再碰觸。如果馬達停止或組件掉落便停止評分。該人便以已經測得之連續5個轉速計數值，刪除高低極端值後的平均數值為該次轉速，若參賽者無法提出可供評分之影片紀錄或轉速數值，則不予計分。

(5) 轉速計記錄太陽能板反射光源之頻率(每轉一圈反射2次)，且開始評分計時後便不得碰觸轉速計及黏土。

3. 計分方式：

同隊第一人評分紀錄之轉數(以太陽能板反光頻率計)為 f ，第二人目標轉速 $f_2 = 0.2 \times f$ ，級分 N_2 。第三人目標轉速 $f_3 = 0.5 \times f$ ，級分 N_3 。

評分記錄之轉速與級分關係如下表：(第二人紀錄之轉速為 F_2 、第三人紀錄之轉速為 F_3 ，轉速計算至個位數，小數第一位算四捨五入)

轉速	N_2	轉速	N_3
$F_2 < 0.5f_2$	0.1	$F_3 < 0.5f_3$	0.1
$0.5f_2 \leq F_2 < 0.6f_2$	0.2	$0.5f_3 \leq F_3 < 0.6f_3$	0.2
$0.6f_2 \leq F_2 < 0.7f_2$	0.4	$0.6f_3 \leq F_3 < 0.7f_3$	0.4
$0.7f_2 \leq F_2 < 0.8f_2$	0.6	$0.7f_3 \leq F_3 < 0.8f_3$	0.6
$0.8f_2 \leq F_2 < 0.9f_2$	0.8	$0.8f_3 \leq F_3 < 0.9f_3$	0.8
$0.9f_2 \leq F_2 \leq 1.1f_2$	1	$0.9f_3 \leq F_3 \leq 1.1f_3$	1
$1.1f_2 < F_2 \leq 1.2f_2$	0.8	$1.1f_3 < F_3 \leq 1.2f_3$	0.8
$1.2f_2 < F_2 \leq 1.3f_2$	0.6	$1.2f_3 < F_3 \leq 1.3f_3$	0.6
$1.3f_2 < F_2 \leq 1.4f_2$	0.4	$1.3f_3 < F_3 \leq 1.4f_3$	0.4
$1.4f_2 < F_2 \leq 1.5f_2$	0.2	$1.4f_3 < F_3 \leq 1.5f_3$	0.2
$1.5f_2 < F_2$	0.1	$1.5f_3 < F_3$	0.1

該隊活動一之成績為 $f \times (N_2 + N_3)$ 。

再將上述成績計算結果以六等第計分法，並與活動二成績合算後為本項競賽成績。

活動二：門多西諾高效轉

A. 場地說明：同活動一。

B. 使用材料說明

1. 學校提供：太陽能板2片、小磁鐵2個（場磁鐵）、厚度3mm A4規格PP板（製作支架）1片、大頭針2隻、紅黑單芯絕緣導線各10cm、黏土30gw（取適量作為重物）。

2. 參賽者自備的材料及工具

(1) 必要材料：

事先製作完成的手工自繞線圈1個（漆包線線徑不拘）、裁切PP板之美工刀、剪刀、直尺、切割墊等文具（製作支架用）、黏著材料（結合作品與PP板支架使用）、剝線鉗（尖嘴鉗或斜口鉗）、計時用碼表1個、錄影用手機1個。

(2) 選用材料：

針、釘或軸承（可自備，做為軸心之用）、結構或軸心支撐用磁鐵（可自備，例如：吸住固定軸心之用）、轉子底部墊片、連接線圈與兩片太陽能板電極所使用的材料，如：導電膠帶、導線、鋁箔或以電熱式電烙鐵（充電式或行動電源供電）及焊錫。

(3) 不得使用市售線圈。

C. 競賽說明：

1. 作品製作流程說明

學校提供的太陽能板2片、PP板1片（活動一、二共用）、磁鐵2個、導線（可選用）、大頭針1或2支（可以自備軸心代替）。於比賽製作時間內，利用在家完成的手工自繞線圈1個，與學校提供材料，製作一個可正常運作之門多西諾馬達，其中軸心需穿出支架的上方，並固定一片載重PP板（厚度為3mm、矩形最短邊大於2cm），並於載重PP板上附加黏土後，調整至最佳轉動效果。成品底面範圍長、寬均不得大於20cm，需能直立於作品放置區內。

2. 作品評比操作說明

組員合作將門多西諾馬達置於作品區域內，將遮光屏置於指定範圍內。在每位參賽者評分前的測試調整時間60秒鐘內，可打開LED光源進行調整並自行選定轉速計位置、計時器位置及手機錄影位置，轉速計可以黏土固定角度及擺放位置，必需要能以錄影裝置明確穩定記錄轉速計數值。注意，此調整期間就必須確定載重PP板上附加黏土重量及位置，之後便不得更改，在裁判宣布調整時間60秒截止前必須使馬達停止（可以手抓住）。

(1) 第一人挑戰：

使用學校提供的LED光源，在測試調整時間60秒鐘內，調整作品與太陽能板到預備位置。開始評分計時5秒內，可以手鬆開或輕輕撥動門多西諾馬達，開始評分後紀錄錄影時間共40秒鐘，取35秒後紀錄到的前5個轉速計數值，刪除高低極端值後的平均數值為該次轉速，轉速愈高成績愈高。

(2) 第二人挑戰：

在調整時間60秒鐘內，可調整承載重物在載重PP板上的位置分布，但不得改變承載重物（黏土）的重量。測試調整時間60秒截止後，使馬達轉子靜止，在開始評分計時5秒內，可以手鬆開或輕輕撥動門多西諾馬達，開始評分後紀錄錄影時間共40秒鐘，取35秒後紀錄到的前5個轉速計數值，刪除高低極端值後的平均數值為該次轉速，轉速愈高成績愈高。

(3) 第三人挑戰同第二人。

(4) 三人都完成評分後，即可取下載重PP板上方黏土秤重，作為評分依據。

(5) 評分開始前門多西諾馬達轉子為靜止狀態，手只能於開始評分計時5秒內，以手鬆開或輕輕撥動馬達，之後便不得碰觸。如果馬達停止或組件掉落便停止評分。該人便以已經測得之連續5個轉速計數值，刪除高低極端值後的平均數值為該次轉速，若參賽者無法提出可供評分之影片紀錄或轉速數值，則不予計分。

(6) 轉速計記錄太陽能板反射光源之頻率（每轉一圈反射2次），且開始評分計時後便不得碰觸轉速計及黏土。

3. 計分方式：

同隊三人評比紀錄之轉速（以太陽能板反光頻率計）相加，再乘以電子秤測得載重PP板上方黏土的重量，即為該隊活動二之成績。再以六等第計分法與活動一成績合算後為本項競賽成績。

同隊三人評分測得轉速分別為 f_1 、 f_2 、 f_3 ，載重 W ，則得分為 $W \times (f_1 + f_2 + f_3)$ 。

五、競賽時間：

1. 製作與測試時間（含說明及領取材料）共30分鐘（活動1+活動2）。
2. 每組評審時間：活動一5分鐘，活動二5分鐘。

六、評等：

活動一、活動二分別以六等第計分法計分之後相加，再以六等第計分即為本項目得分。如有隊伍發生同分情況，以活動一原始得分優先排序。

七、給評分者的建議：

1. 檢查事項：
 - (1) 評審於製作期間檢查參賽者自製的線圈是否為手工製作，並於評分之前再檢查確認。
 - (2) 檢查作品材料是否都符合規定。
2. 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門多西諾馬達可各使用一個，也可混著使用。
3. 製作轉子的太陽能板只能使用大會提供的，且每一個轉子最多使用2個。可以PP板或自備的材料為結合板，結合太陽能板、軸心、線圈等。完成後的轉子側邊(非太陽能板面)若成為「反光面」，必須於製作時間內以油性黑筆塗黑，以免影響轉速計測轉速。
4. 活動一、二使用的支架必須以學校發的一片A4 PP板製作，每一個支架固定學校提供的磁鐵最多2個做為場磁鐵。
5. 轉子的軸心使用大會提供的大頭針，也可使用自備的針、釘、軸承...等材料。每一轉子可以有一支軸心或二支軸心。軸心與支架的結合可以自備磁鐵吸附，也可以黏貼片狀物於支架上支撐，也可穿透支架。
6. 競賽場地的LED光源座必須置於規定位置，參賽者可於計分之前的調整時間調整LED光源高度與角度。
7. 參賽者於調整時間內，自行將作品放置於作品區內，將遮光屏置於遮光屏區內，將轉速計放在轉子附近能明確測到轉速的位置，並以黏土固定，開始評分後則不可再更動。
8. 活動二，載重PP板(含黏土)於第一人開始計分起便不得再改變質量，第二、三人只可於調整時間內加強固定、調整位置角度及黏土分布，但不得改變質量。三人都完成測轉速之後，由參賽者自行取下載重PP板上方黏土，交給評審秤重。

八、學生操作：

1. 除了依照競賽辦法規定事項之外，請再參考六、給評分者建議。
2. 請注意各階段時間規定，以免違規而無法參賽。
3. 競賽現場不提供電源，連接太陽能板與線圈可使用自備的充電式電烙鐵或導電膠帶，或鋁箔(參考網路「秋雲的科學遊戲-門多西諾馬達二版(免焊接)」)。

九、材料及工具總表：

(一) 學校提供

品名		規格	數量
活動一 & 活動二 共用	滴膠太陽能板	53mm*18mm	4片 (活動一、二各2片)
	強力磁鐵	直徑10mm、厚5mm	4個 (活動一、二各2個)
	A4 PP板	3mm厚	1片 (製作支架及載重板)
	導線 (選用)	單芯絕緣10cm	紅色、黑色各 2 條
	大頭針 (選用)	一般	4 支
活動二	載重PP板	厚3mm、矩形、最短邊大於20mm	1片
活動二	黏土	30g	1塊

(二) 評分檢查使用

品名		規格	數量
活動一 & 活動二 共用	LED燈板	5V、3W、USB	1片
	遮光板	高45cm、寬50cm、深25cm (堅挺、可站立、能遮擋光線、 不會造成強烈反光)	1片
	轉速計		
活動二	計時器		
活動二	電子秤	可記錄至0.1gw	

(三) 自備材料

品名	規格	數量
漆包線圈	不拘 (限以手工將漆包線繞在圓柱上製作)	2個 (活動一、二各1個)
接著劑、膠	不拘 (雙面膠、泡棉膠、快乾膠等，結合作品使用)	若干
連接電路器材	不拘 (電烙鐵或導電膠帶等)	
裁切文具	不拘 (含切割墊)	
手機碼表或計時裝置	不拘 (自行拍錄評分過程用)	
手機錄影	不拘 (自行拍錄評分過程用)	1台
結合板或材料	不拘 (結合太陽能板、線圈與轉軸，形成轉子)	
軸心材料	不拘	
其他用品	砂紙、尖嘴鉗或斜口鉗或剝線鉗等	
手執光源	手電筒或各隊可取得之光源 (但不可用雷射光源)	1 個

30th

遠哲科學趣味競賽



六軸拉張整體裝置

設計者：李仲庭 老師、黃仲豪 老師



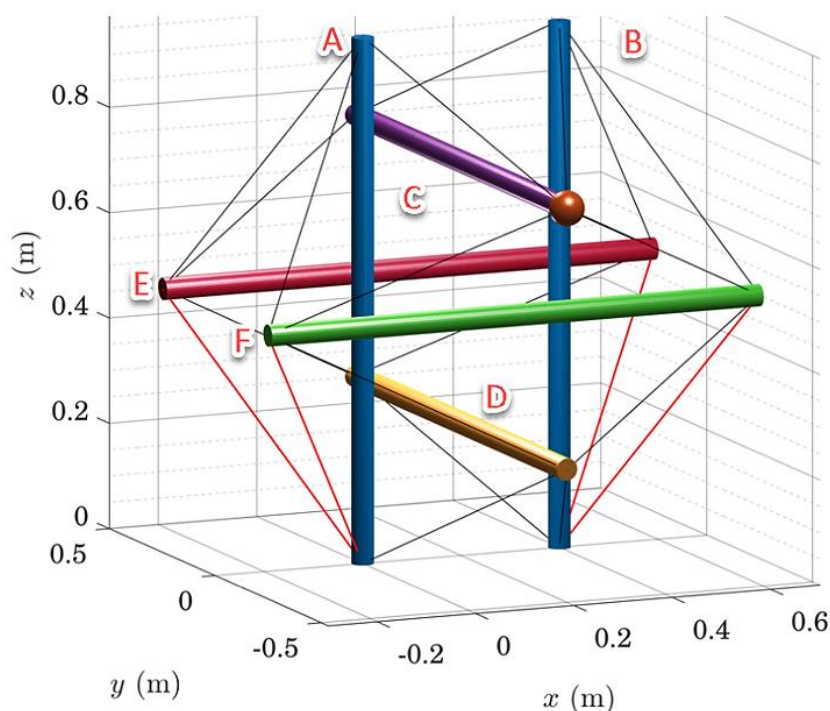
一、目的

藉由材料組合，設計出一個穩定的拉張整體裝置。藉由拉張整體裝置的構造設計，來學習相關的物理觀念。

二、原理

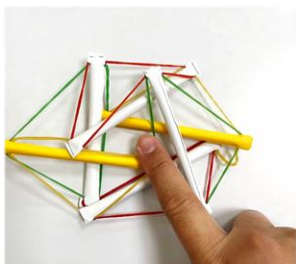
「張拉整體」^[1]。一般認為是肯尼斯·斯內爾森（Kenneth Snelson）受到當年的代課老師美國建築師富勒 Richard Buckminster Fuller（July 12, 1895 – July 1, 1983）的幾何形式講座啟發，在 1948 年創作出了名為“早期 X 件”的實驗。主要用於描述「由繩索、電纜等剛性構件組合而成的結構系統，該系統具有張力與拉力」。張拉整體這種技術被用在建築上，可以做成斜張橋、桌子、椅子等。

東京工業大學去年（2023 年）在 IEEE 發表了一篇論文，將拉張整體應用在仿生學上。藉由拉張整體單體模組為出發，做出了模擬人類肌肉的人造肌肉機構，目前已已經可達到開啟寶特瓶蓋以及鎖螺絲的精細動作^[2]。比起常見的三軸稜形拉張整體，六軸的模組可以做出更多的動作，且更耐重又更穩定。



圖一：拉張整體^[3]

三、活動一：跌倒了不怕，站起來就好～

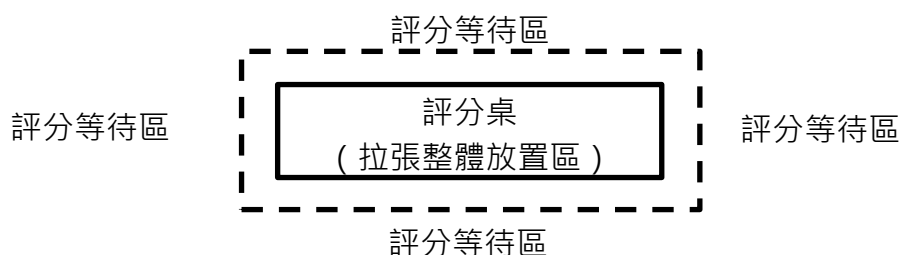


圖二：站立的拉張整體

圖三：壓扁狀態

圖四：復原後

(一) 場地說明：每一組場地，長條桌一張。(各校競賽時規格統一即可)



評分桌桌緣實線與等待區邊緣虛線的兩平行線距離 50cm。評分桌尺寸依照各校準備的桌子而定。

(二) 使用材料：影印紙、雙面膠、橡皮筋、捲紙工具、裁切工具。(規格請詳閱「七、材料及工具總表」)

(三) 競賽說明

1. 製作說明

- (1) 每組僅能使用材料總表的材料，現場製作兩個以上的六軸拉張整體(以下簡稱：拉張整體)。拉張整體的六軸需按照圖一方式寫上 A~F 的編號，且六軸在任意時刻均不可相互接觸(除壓扁時)。競賽時拉張整體須以三軸接觸桌面的方式，放置於桌上。以記號端與桌面距離的最大值為本競賽的 H 及 H' (如圖二、圖四所示)。
- (2) 拉張整體的每一軸須符合以下規範：
 - A. 軸的長度與徑向最大值的比值需大於 10。
 - B. 每隻軸需能通過直徑約 1.2cm 的大珍奶吸管。
- (3) 競賽時，每組參賽者拿著自製的拉張整體接受檢查，並測量拉張整體體重，體重取到克的小數第二位。量完體重的拉張整體就不要再做修改。檢查完成後，挑戰開始時向裁判高喊「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。
- (4) 每位參賽者每次挑戰時，需先擲骰子決定該次挑戰要用哪一個面與桌面接觸。執完骰子後，就不可對拉張整體做任何的修改。每位參賽者最多有三次挑戰機會，取最高的兩次成績。評分時間到，若尚在挑戰的隊伍，可完成當人該次挑戰。

- (5) 挑戰時，評審將在參賽者壓扁拉張整體後放手的瞬間按下碼表計時。參賽者放手後須在 1 秒內，退到桌子外的等待區。在等待過程，參賽者及該隊成員不可碰觸到評分桌，違者該次成績不予計算。若放手後，拉張整體因為彈力翻轉，造成與桌面接觸的平面不是擲骰子所決定的平面，則該次挑戰不算在三次挑戰機會中，可重新挑戰。

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。每位隊員三次挑戰皆須使用同一個拉張整體，且同隊比賽中兩個拉張整體都需上場。三次挑戰間，若拉張整體受傷了，可先治療再進行下一次挑戰，治療時間仍計算在每隊 8 分鐘的競賽時間內。但請注意，每次挑戰擲完骰子後，就不可再以受傷為理由調整即將上場的拉張整體。
- (2) 競賽時由參賽者自行擲骰子來決定哪一個面接觸桌面，詳細如下（表一）：

骰子號碼	接觸面編號	骰子號碼	接觸面編號
1	ACE	5	ADE
2	ACF	6	ADF
3	BCE	7	BDE
4	BCF	8	BDF

- (3) 活動一的得分計算規則如下：

$$R_{ij} = 30 * \frac{(H')^2}{H} * T_B * W$$

其中 i：挑戰者順序，i=1~3；j：挑戰順序，j=1~5；W：拉張整體重量參數。

H：原本高度（單位：cm）；H'=壓縮復原後高度（單位：cm）；

T_B：時間紅利參數。

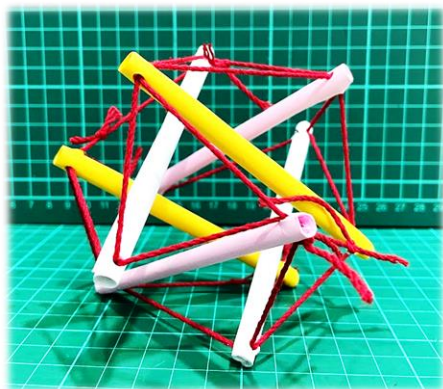
時間區間（秒）	時間紅利（T _B ）	重量區間（g）	重量紅利（W）
5 ≤ T _B < 6	9	W < 25	30
6 ≤ T _B < 7	12	25 ≤ W < 30	28
7 ≤ T _B < 8	15	30 ≤ W < 35	26
8 ≤ T _B < 9	21	35 ≤ W < 40	23
9 ≤ T _B < 11	30	40 ≤ W < 45	20
11 ≤ T _B < 12	21	45 ≤ W < 50	17
12 ≤ T _B < 13	15	50 ≤ W < 55	14
13 ≤ T _B < 14	12	55 ≤ W < 60	12
14 ≤ T _B < 15	9	60 ≤ W	10

[備註]：A.完成挑戰的時間在上表所列時間區間以外者，時間紅利皆為 3。

B.若 $H' > H$ ，不論實際時間為何，時間紅利皆為 0.25。

- (4) 活動一總分計算方式為：每位挑戰者取自己最高的兩次分數總和為個人得分，三人得分總和，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 2）計分，得該隊活動一之成績 X 。

四、活動二：我要扛起全世界



圖六：拉張整體



圖七：扛起重物

- (一)場地：每一組場地：長條桌一張。(各區競賽時規格統一即可)
- (二)使用材料：影印紙、雙面膠、棉繩、重物、捲紙工具、裁切工具（規格請詳閱「七、材料及工具總表」）
- (三)競賽說明
- 1.製作說明
 - (1) 每組僅能使用材料及工具總表的材料及工具，現場製作兩個以上的拉張整體。且六軸在任意時刻均不可相互接觸。競賽時拉張整體須以三軸接觸桌面的方式，放置於桌上。
 - (2) 拉張整體的每一軸須符合以下規範：
 - A. 軸的長度與徑向最大值的比值需大於 10。
 - B. 每隻軸需輕鬆通過直徑約 1.2cm 的珍奶吸管。
 - (3) 參賽隊員競賽時，各組組員拿著自製的拉張整體接受檢查。檢查完成後。挑戰開始時向裁判高喊「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。
 - (4) 扛起的重物請放在拉張整體上，但重物不可以與量秤或桌面直接接觸。拉張整體與重物相連接處不可有任何有黏性的物質，違者該位拉張整體需修改後才能上場。
 - (5) 競賽時，每組參賽者拿著自製的拉張整體接受檢查，並測量拉張整體體重，體重取到克的小數第二位。量完體重的拉張整體就不可以再做修改。評分時間到，若尚在挑戰的隊伍，可完成當人該次挑戰。
 - (6) 本活動連接各軸的柔軟綿繩的單一剖面線徑需小於 2mm（可單股或



多股合成)。組裝過程亦不得改變繩子材質(例如浸泡快乾)。若裁判對細繩材質有疑慮，可在比賽完成後，要求參賽者拆下來做柔軟度測試。

- (7) 柔軟度測試：取 20cm 繩子做測試，如果可以放在相隔 19cm 的相鄰桌面不落下，則視為不夠柔軟。若該繩不夠柔軟，使用該為拉張整體的成績則不予紀錄。

2. 計分方式

- (1) 競賽時，挑戰者可以依照自己的判斷，將重物放置於拉張整體身上。待挑戰者放置完重物後，即可請求裁判開始計時。計時方式為，每隊須準備一台手機，設定倒數 3 秒。得到評審同意後，按下開始鈕，手機鈴聲響起，由評審紀錄重物重量 L_i 。
- (2) 重物僅能以『放置』方式與拉張整體接觸(不可採用吊掛、綑綁...等其他方式)，重物不可以與桌面直接接觸，違者該次成績不予紀錄。
- (3) 每次挑戰者紀錄完該次挑戰重量後，須將拉張整體重物取下。將拉張整體從桌上拿起，重新開始下一次挑戰。若競賽間拉張整體受傷了，可以先治療再挑戰，治療時間仍計算在每隊 8 分鐘的競賽時間內。
- (4) 每位隊員均需上場參賽，不得頂替，違規者成績以 0 分計算。
- (5) 活動二的得分計算規則如下：

$$Q_i = \frac{L_i}{W_i}$$

其中

i ：挑戰順序； L_i ：第 i 次挑戰的重物重量； W_i ：第 i 次挑戰的拉張整體重量。

活動二總分計算方式為：從 $Q_1 \sim Q_3$ 中，取最高的 2 次分數總和即為活動二總分 G_2 。

- (6) 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 2)計分，得該隊活動二之成績 Y 。

五、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 30 分鐘。
- (二) 每組競賽時間為 8 分鐘，各組可自行決定活動一、二的挑戰順序。
- (三) 本項競賽必須在 70 分鐘內完成，含準備、全部組別闖關、計分。

六、評等

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 。

七、材料及工具總表

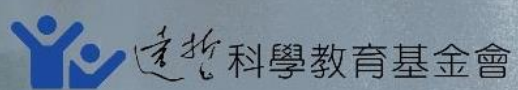
(一) 自備材料

品名		規格	數量	備註
活動一、二 共用	影印紙	A4	不限	
	雙面膠	不限	不限	
	捲紙輔助工具	不限	不限	
	裁切工具	不限	不限	
活動一	橡皮筋	不限	不限	
活動二	綿繩	線徑小於 2mm	不限	
	重物	不限	不限	

八、參考文獻

1. 張拉整體結構的發展史與其應用。取自：
<https://www.ntsec.edu.tw/liveSupply/detail.aspx?a=6829&cat=6844&p=1&lid=19217&print=1>
2. Soft Tensegrity Robot Arm with Twist Manipulation。取自：
<https://www.youtube.com/watch?v=PGnjrltO8Oo>
3. six-bar-tensegrity-structure。取自：
https://www.researchgate.net/figure/A-six-bar-tensegrity-structure-with-four-actuated-cables-not-directly-connected-to-the_fig2_348094768

[illegible]



地址：10644台北市大安區和平東路一段 238 號 4 樓

電話：02-2363-3118

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

Email：ytsorg@ytlee.org.tw

