

壹、前言

利用自己纏繞的線圈中間放入軟鐵棒，當線圈通電後就成為電磁鐵。若把鐵墊圈放在磁極上磁化，可因磁的吸引力將鐵墊圈當作積木堆積成各種造型。由這些操作中，可學習到電磁鐵原理、磁感應現象及一些磁鐵的性質，此外疊放鐵墊圈時也可學到工程上非常重要的靜力平衡原理。

貳、實驗原理

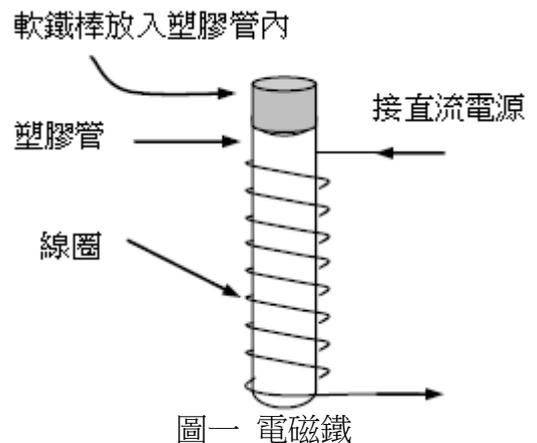
一、將導線繞成線圈通以電流後成為電磁鐵，若線圈內插入軟鐵棒其磁性可增強。

這樣的電磁鐵可用電流的開關來控制其磁性的產生與消失，如圖一。

二、改變通入線圈的電流及其單位長度內所纏繞的圈數，可改變電磁鐵的磁場強度。

三、鐵墊圈只受重力作用時，上層鐵墊圈之共同重心的鉛垂線不能超過襯底鐵墊圈的外側邊緣，否則將因為重力的力矩作用而崩塌。

四、鐵墊圈若同時受重力與磁力的作用，則兩力的合力矩才是決定堆積時是否崩塌的原因。



參、競賽活動

一、活動一：墊圈塔

(一)場地

大會提供一張桌子，桌上放兩組刻度版，以及一顆蓄電池及電線。

(二)使用器材

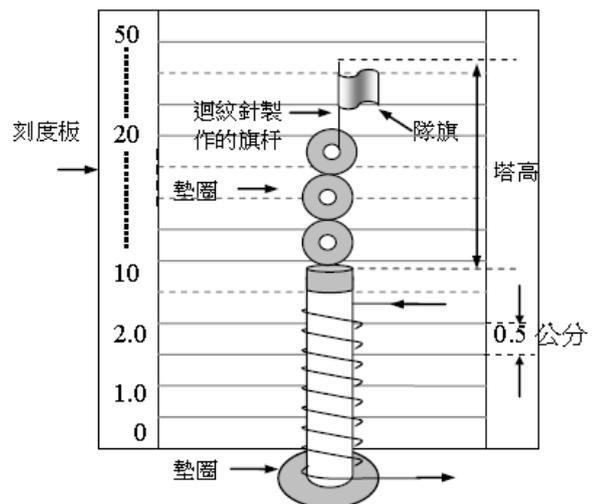
大會提供			
品名	規格	數量	備註
透明膠帶	細的	一小捲	1. 製作電磁鐵用。 2. 兩支電磁鐵共用於活動一與活動二
塑膠管	口徑約15mm、長度10cm	2支	
螺絲	長度10cm、直徑1cm	2支	
砂紙	400Cw	一張	
大迴紋針	長度約50mm	一支	包塑膠皮，製作隊旗用

學生自備			
品名	規格	數量	備註
自製紙隊旗	平面長方形	1	限用「紙」的材質製作，且黏貼後不可高於旗桿，高於旗桿則該隊不予計分。
裁切工具			
漆包線	直徑0.4mm，長度不限		

評分器材			
品名	規格	數量	備註
鐵墊圈	4"、外直徑約1.9 cm	10個	賽後大會回收 僅於競賽評分用，不提供參賽者測試。
	8"、外直徑約2.2 cm	10個	
	16"、外直徑約2.5 cm	10個	
棉手套	一般棉質的工作手套	4雙	
導線			
鉛酸蓄電池	6V 4AH	1個	
刻度版		2個	
桌子		1張	

(三)製作方式

1. 除隊旗及漆包線以外均應利用大會所提供的材料製作（不一定全用到，但不得使用其他材料），設計如圖二之墊圈高塔。
2. 刻度版由大會提供，用於計分。
3. 電磁鐵：自備漆包線纏繞於大會提供的塑膠管上做成線圈，在線圈內部置入長度10cm的螺絲，即製作完成一個電磁鐵。



圖二 墊圈塔

4. 旗桿：必需用迴紋針製作，形式不拘、可自行設計。

5. 旗幟：限用「紙」的材質製作，形狀以「平面長方形」為限，且黏貼後不可高於旗桿，高於旗桿則該隊不予計分。
6. 底座：電磁鐵下方可用以磁力固定的鐵墊圈為底座（或不用墊圈）。
7. 堆疊鐵墊圈時，鐵墊圈需鉛直豎立，不可平放，在電磁鐵以上平放之墊圈以上皆不列入計分。且計分是紀錄旗桿的頂點，不計旗面高度。

(四) 競賽方式

1. 操作方式

- (1) 全隊四人分成兩組，3分鐘內分別在大會規定之桌上堆積各一組墊圈塔，如圖二所示，逾時部分不計分。
- (2) 各隊被點名叫號後，全部隊員先戴上棉手套再手扶著電磁鐵，將其鉛直豎立放於桌面的鐵墊圈底座（或不用鐵墊圈底座）上。
- (3) 參賽者依裁判指令，在裁判指導下接通電源線後手離電磁鐵，計時開始並進行堆積高塔的競賽。
- (4) 堆疊完成或宣佈放棄或時間到，應立即通知裁判，若作品可維持3秒不搖晃且不倒，裁判隨即進行測量及記錄墊圈塔的總高度 H 。塔高 H 的最高測量點，是旗桿的頂點，不計旗面高度，在刻度間一律以高分計；其精確度亦以0.5公分為準。若沒有隊旗，視為未完成此競賽活動，得分為0分。
- (5) 電磁鐵上堆積高塔的每個鐵墊圈必須為鉛直豎立形式，不得平放。在電磁鐵以上平放之墊圈以上皆不列入計分。此外插旗用的迴紋針下端不得低於電磁鐵頂端，否則不予計分。
- (6) 堆積期間不得徒手扶或觸碰電磁鐵，須全程戴棉手套，否則不予計分，並立即停止該隊競賽的動作。
- (7) 堆積期間倒塌可從頭再來或宣佈放棄，但計時不停止，繼續累積。

(五) 注意事項

1. 各隊時間：3 分鐘（不含裁判評分）
2. 電磁鐵及鐵墊圈的擺放方式為鐵墊圈平放桌上，上方鉛直豎立電磁鐵，如圖三所示，或不用墊圈底座。

(六) 評分標準

1. 各組高度記錄 H。
2. 各隊活動一最後的計點成績為兩組堆高記錄 H1 和 H2 的總和，即總點數為 $H1 + H2$ 。



二、活動二：墊圈拱橋

(一) 場地

大會提供一張桌子，桌上放刻度版，以及一顆蓄電池及電線。

(二) 使用器材

大會提供			
品名	規格	數量	備註
透明膠帶	細的	一小捲	1. 製作電磁鐵用。 2. 兩支電磁鐵共用於活動一與活動二
塑膠管	口徑約15mm、長度10cm	2支	
螺絲	長度10cm、直徑1cm	2支	
砂紙	400Cw	一張	
大迴紋針	長度約50mm	一支	包塑膠皮，製作隊旗用

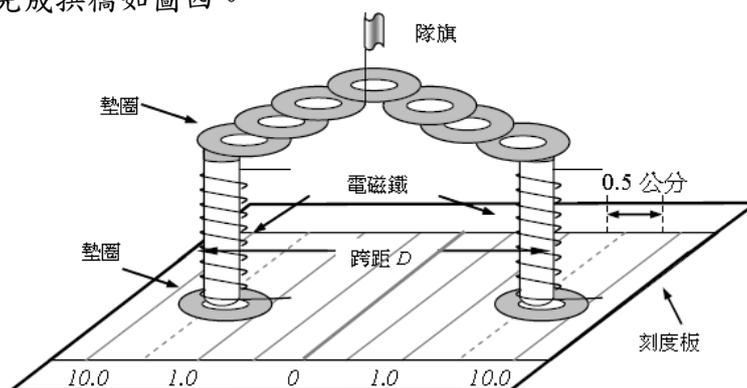
學生自備			
品名	規格	數量	備註
自製紙隊旗	平面長方形	1	限用「紙」的材質製作，且黏貼後不可高於旗桿，高於旗桿則該隊不予計分。
裁切工具			
漆包線	直徑0.4mm，長度不限		

評分器材			
品名	規格	數量	備註
鐵墊圈	4"、外直徑約1.9 cm	10個	賽後大會回收 僅於競賽評分用，不 提供參賽者測試。
	8"、外直徑約2.2 cm	10個	
	16"、外直徑約2.5 cm	10個	
棉手套	一般，棉質的工作手套	4雙	
導線			
鉛酸蓄電池	6V 4AH	1個	
刻度版		1個	
桌子		1張	

(三) 競賽方式

1. 操作方式

- (1) 在平放於水平桌面的刻度板上，選兩個適當位置，其中一支需再 0 度線，鉛直豎立兩支電磁鐵做為拱橋柱。
- (2) 電磁鐵下方可用墊圈當底座（如圖三所示），亦可以不用墊圈底座。
- (3) 兩支電磁鐵分別接通到電池的電源線上。
- (4) 手扶兩根電磁鐵所做的基柱，依據電磁感應原理及靜力平衡原理，水平橫向連接鐵墊圈進行搭橋並適當調整間距，當手放開電磁鐵時，若它們能穩定不倒，則完成拱橋如圖四。



圖四 墊圈橋

2. 注意事項

競賽時間：3 分鐘（不含裁判評分）

3. 評分標準

- (1) 全隊四人，3 分鐘內在大會提供之桌上堆建一座拱橋，如圖四所示，逾時部分不計分。
- (2) 各隊叫號後，全隊先戴上棉質工作手套準備。
- (3) 各隊被叫號就位後，參賽者可在平放於水平桌面的刻度板上，選兩個適當位置，其中一支需再 0 度線上，鉛直豎立兩支電磁鐵做為拱橋柱並用手扶著，聽候裁判指令。當裁判指導下接通電磁鐵的電源線後，立即開始計時並進行搭橋競賽。
- (4) 參賽者搭好拱橋並調整好跨距後，必須把使用迴紋針為旗杆的隊旗，鉛直豎立在以墊圈懸空連接而成的拱橋上方，當競賽者向裁判宣佈完工並雙手離開電磁鐵起，若作品可維持 3 秒不搖晃且不倒，則裁判立即暫停計時並測量及記錄跨距 D。
- (5) 跨距 D 的量度為兩根電磁鐵外側的距離，並以 0.5 公分的精確度為準，在刻度間以高分計。
- (6) 拱橋必須是由墊圈連接懸空成形才算合格，此時裁判即可由桌面上刻度線讀出跨距 D (若有墊圈當底座，則以墊圈外部計算，請自行斟酌是否使用墊圈當底座)，作為成績記錄。
- (7) 計時開始後，參賽各組立即進行搭建墊圈拱橋，搭橋期間可以用手扶電磁鐵，但須全程戴棉手套，否則成績不予計分，並立即停止該隊競賽的動作。

肆、器材總表

大會提供			
品名	規格	數量	備註
透明膠帶	細的	一小捲	1. 製作電磁鐵用。 2. 兩支電磁鐵共用於活動一與活動二
塑膠管	口徑約15mm、長度10cm	2支	
螺絲	長度10cm、直徑1cm	2支	
砂紙	400Cw	一張	
大迴紋針	長度約50mm	一支	包塑膠皮，製作隊旗用
鐵墊圈	4"、外直徑約1.9 cm	10個	賽後大會回收，僅於競賽評分用，不提供參賽者測試。
	8"、外直徑約2.2 cm	10個	
	16"、外直徑約2.5 cm	10個	
手套	一般，棉質的工作手套	4雙	賽後大會回收
導線			僅於競賽評分用，不提供參賽者測試。
鉛酸蓄電池	6V 4AH		
桌子		1張	

學生自備			
品名	規格	數量	備註
自製紙隊旗	平面長方形	1	限用「紙」的材質製作，且黏貼後不可高於旗桿，高於旗桿則該隊不予計分。
裁切工具			
漆包線	直徑0.4mm，長度不限		

**非規定自備器材，一律不可使用。

一、器材圖示



螺絲



鐵墊圈（三種尺寸）



塑膠管



鉛酸蓄電池 6V 4AH(可使用鉛酸蓄電池充電器充電)

伍、總評分

- 一、時間製作時間（含領取材料）：30 分鐘
- 二、評審時間：每隊活動一與活動二各 3 分鐘。（不含評分時間）
- 三、總分：活動一所疊高度+活動二距離和，為此項競賽總分。
- 四、由成績高到低，排序一到最後一名，所得積分即為反過來的組數。EX: 有 40 組，第一名則得 40 分，最後一名為 1 分。
- 五、若兩組成績相同，則以同分計算。EX: 第一名 40 分，第一名：40 分，則無第二名，接續第三名：38 分。