

# 蟠龍飛柱

## —上爬追猴、下滑趕蟲—

蕭次融、李敏淑

本競賽的名稱為「蟠龍飛柱」係改自《三國演義》的第三十五回中的「到頭天命有所歸，泥中蟠龍向天飛」，以配合 2012 年為龍年，遠哲科學趣味競賽的四個項目名稱均掛上一個「龍」字，增加第十八屆遠哲科趣的趣味性。其實是比賽「上爬要追得快，下滑要趕得慢」的趣味競賽。

### 一、目的

用生活周邊的器材製作紙猴子，使其在垂直的米達尺上，向上爬，以及用金屬線製作彈簧毛毛蟲在金屬桿上，向下滑，用以比賽「上爬追猴」要追得快以及「下滑趕蟲」要趕得慢。

本活動的最主要目的在於運用科學方法，探討影響追得快與趕得慢的各項變因，設法操控變因，以找出最佳條件，並多加練習提高成績。

### 二、原理

輕輕夾在米達尺上的紙猴，因紙條與米達尺間的摩擦力會停留在尺上。若用手握住尺子的上端，在尺子的頂端捶打，則在捶打的瞬間因尺子向下滑落一小段，而紙猴因慣性會幾乎停在原位，形成宛如紙猴向上爬行的樣子。

至於活動二的下滑趕蟲，因在金屬桿上的彈簧毛毛蟲，由於其本身的重力會使套在桿上的彈簧圈圈傾斜，導致產生的摩擦力會使掛在桿上的圈圈不致於下滑。若用手指撥動毛毛蟲，使其上下振動，毛毛蟲則會跳躍下滑。這是因為毛毛蟲下滑時所減少的位能換取動能，使毛毛蟲振動，以振

動的動力克服摩擦力，使其下滑，而下滑所減少的位能又換取動能，如此循環，毛毛蟲會不停地跳躍下滑。因此只要動力夠大，足以克服摩擦力，毛毛蟲就不會停止振動與跳躍下滑。之外，毛毛蟲的長度也會影響毛毛蟲的跳躍下滑。毛毛蟲愈長，其重心就離桿子愈遠，振幅隨之增大，如同單擺，振動頻率就低，跳躍下滑就較慢，消耗的位能較少，但若導致所換取的動能所得的動力，不足以克服摩擦力，毛毛蟲就會停擺。另外，毛毛蟲在上下振動時，當振動到毛毛蟲的身軀在水平位置時，其在桿上的幾個圈圈的內側與桿子平行接觸時，兩者之間幾乎沒有摩擦力，最易使毛毛蟲下滑。

### 三、活動一、上爬追猴

#### (一)場地需求

每一人一個每邊一公尺長的正方形地面。

#### (二)使用器材

##### 1.大會(每隊三人)

米達尺 ( 40 cm , 塑膠製 ) 3 支、摺疊紙巾 ( 約 22x20cm ) 3 張、長尾夾 ( 19 mm ) 6 個、木槌 3 支、紙猴 3 組 ( 每組 2 隻成對 )、計時馬錶 1 個

##### 2.自備：剪刀、雙面膠帶、膠帶、簽字筆 ( 2 支，不同顏色 )

#### (三)製作

只使用大會發給的器材，每人製作一組上爬追猴的作品，如附件一的圖 1。

#### (四)競賽說明

- 1.製作好的上爬追猴作品中的兩隻紙猴，要分別塗不同的顏色，以利評審判定。
- 2.在米達尺上安置下位紙猴的手頂在 4 公分處，上位紙猴的腳末端在 10 公分處，然後一手抓住米達尺的上端，另一手拿木槌等候比賽。

3. 「開始」的口令一出，隊員三人要同時各自操作自己的作品，用木槌捶打米達尺的頂端，一直捶打到下位猴的手頂超過上位猴的腳下端為止。打的次數，愈少愈佳，但至少也要捶打三次。
4. 在米達尺上位的紙猴至少要上爬 6 cm ( 腳下端要超過 16 公分處 )，但至多不得上爬超過米達尺的 30 公分處( 均以足底為準 )，而紙猴以及其附屬的任一部分均不得碰觸手的任何部分，並且捶打的次數至少要三次以上 ( 含三次 ) 才算追猴成功，始得計績。此項限制旨在避免用力過大導致意外。
5. 比賽的時間每隊 90 秒，隊員三人同時操作但各別評判，操作次數雖不限，但最後每人要提出三次較佳的成績，以其三次的次數和作為個人成績。
6. 操作時，若時限 90 秒到而尚未追到時，視為追猴失敗，不得繼續捶打。
7. 若沒追到，每次均以 15 次計績，因此一位隊員，連一次也沒追到，其成績為 45 次。
8. 隊員三人的個人成績之和為該隊的成績。
9. 本項競賽的評分，以一位評審針對一位隊員為原則。
10. 獎勵追猴成功時，上位猴的足底在米達尺的 16 公分與 17 公分之間 ( 可觸線但不能過線 ) 時，其成績可減少兩次捶打數，而未超出 18 公分時，其成績可減少一次捶打數。

### (五)計分方式

各隊的成績依捶打次數的少至多排序後，按表 1 的六等第計分法計分，得 x 分。

表 1 六等第計分法

名次	一	二	三	四	五	六
隊數	1	3	6	10	15	其他
得分	30	21	15	12	9	6

## 四、活動二、下滑趕蟲

### (一)場地需求

同活動一

### (二)使用器材

#### 1.大會

計時馬錶 4 個

#### 2.自備

桿子約 30 cm ( 每人 1 支 ) 或塑膠軟管約 60 cm ( 每人 1 條 ) , 均要在相隔 25 cm 距離作記號 , 材質不限 )。

彈簧毛毛蟲 2 隻( 每人 2 隻一組 , 材質與大小均不限 , 但必須彈簧狀 )

### (三)製作

事先參考附件二 , 每人製作一組「下滑趕蟲」作品帶至大會等候比賽。

### (四)競賽說明

- 1.本活動比賽兩隻彈簧毛毛蟲 , 在桿上或在塑膠軟管上追趕的時間。追趕所需時間愈長愈佳 , 因此要各自找出最佳條件 , 例如安置兩隻毛毛蟲的相隔距離 , 要配合兩隻毛毛蟲各自跳躍下滑的速率等等。
- 2.比賽時用一手抓住桿子的頂端 , 另一手撥動毛毛蟲 , 兩隻毛毛蟲都動了 , 才可開始計時。兩隻毛毛蟲 ( 在桿子上的圈圈 , 或蟲身 ) 相碰就停止計時 , 時間計至秒 , 秒以下的時間四捨五入。
- 3.若使用塑膠軟管替代桿子 , 則可用兩手 , 如附件二的圖 4 , 而兩手抖一下 , 或兩手向外拉一下 ( 軟管伸長 ) 使兩隻毛毛蟲均振動 , 就開始計時。
- 4 操作期間 , 只要任一隻毛毛蟲停止振動 , 就算失敗 , 必須重新開始。

- 5.比賽時只能用單手抓住桿子，桿子要懸空，得傾斜但不得左右擺動或上下振動，而且計時一開始，未持桿的另一手就不得再碰觸毛毛蟲或桿子，若碰了就算失敗；若使用塑膠軟管，則用兩手拉軟管，但計時一開始就不可再振動（惟可緩緩改變兩手的拉力或軟管與水平的夾角）。
- 6.每人的操作次數不限，但時間只有 100 秒，只登記最佳的兩次成績為個人成績。
- 7.時限 100 秒到時，還在追趕的，視為未能完成，成績為 0 秒。
- 8.隊員三人的個人成績之和為該隊的成績。

#### (五)計分方式

各隊的成績依追趕時間的多至少排序後，按表 1 的六等第計分法計分，得  $y$  分。

### 五、競賽時間

- (一)製作：活動一的製作與調整作品的時間共 20 分鐘；活動二的下滑趕蟲作品要事先製作帶至會場。
- (二)評審：活動一與活動二，可同時分組進行，時間共 40 分鐘。
- (三)注意：本項活動必須在 70 分鐘內完成。

### 六、總成績

- (一)每一隊的總成績： $z = x + y$
- (二)依  $z$  高低排序後，再以六等第計分法計分並決定名次。若  $z$  同分而超額時，參酌活動二的成績，亦即  $y$  高者優先；若  $y$  也同分時，以隊員三人共六次的成績中，任一最優者為優先。

### 七、活動三、創意競賽

類似上爬追猴或下滑趕蟲作品中的任一項操作方式即可。製作的造型與其器材均不限，只要能捶打使造型物上爬或藉由下滑能使造型物振動，而跳躍下滑就可以。活動三單獨評等，不計入 z 評分。

(一)評審標準：依整體的創意 50%、功能 30%、美觀 20%評分，成績最高者頒發創意獎。

(二)說明書：要包括創作的動機、構想、創意、發展，要呈現在 A4 紙至多兩頁（含圖示）。

## 八、器材總表

### (一)大會提供

項目	名稱	規格	數量	備註
活動一	米達尺	40 cm，塑膠製	3 支	比賽結束，大會回收
	木槌	槌柄短於 30 cm	3 支	
	長尾夾	19 mm	6 個	
	計時馬錶		1 個	
	摺疊紙巾	約 22x20 cm	3 張	賽後學生保留
	紙猴	成對	3 組	

### (二)自備

剪刀、雙面膠帶、膠帶、簽字筆（2 支，不同顏色）

項目	名稱	規格	數量	備註
活動二	完全自備，事先製作下滑趕蟲作品			器材不限
活動三	完全自備、自行設計			器材不限

## 附件一

# 上爬追猴

蕭次融

## 目的

用生活周邊的器材，製作兩隻紙猴子在米達尺上追跑的作品，以體驗摩擦力與慣性等物理現象。

## 器材

米達尺（40 公分，塑膠製）、摺疊紙巾、長尾夾（19 mm）、紙板、雙面膠帶、木槌

## 製作

- 1.在紙板上，如圖 1 繪製兩隻猴子，並彩繪後剪下。
- 2.將摺疊紙巾摺成約 2 公分寬的長條，並將其圍繞在米達尺上後，用長尾夾將其夾在米達尺上。在位在米達尺中央位置的紙條上，用雙面膠帶貼牢紙猴，如圖 2。
- 3.調整兩隻紙猴在米達尺上的位置，要上位猴的足底與下位猴的手頂至少

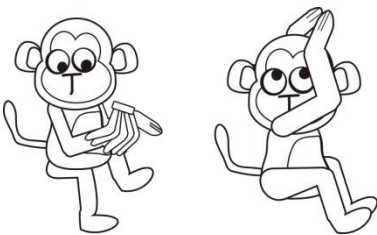


圖 1 紙猴模型

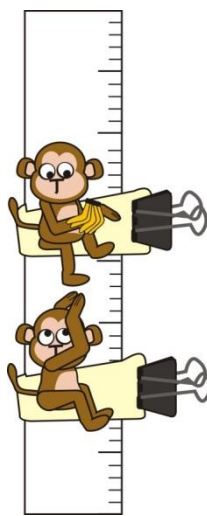


圖 2 夾在米達尺上的一對紙猴

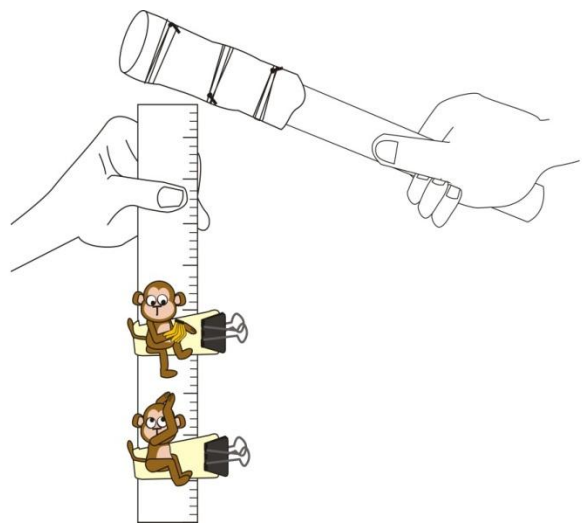


圖 3 以木槌捶打米達尺的頂端

相隔 6 公分。

### 操作

- 1.用一手握住米達尺的上端，另一手拿木槌，捶打米達尺的頂端，則見紙猴往上爬。
- 2.繼續捶打，使下位紙猴的手頂超過上位紙猴的足底，就可視為追猴成功。
- 3.若追猴不成功，就調整兩隻猴子的相隔距離，但上位的猴子不能夾得太緊不動，被追到時，上位的紙猴至少要上爬 6 公分。

### 注意：

- 1.上位紙猴的腳底，超過米達尺的 30 公分處時，就不能再捶打米達尺，而下位猴子尚未追到上位猴子的，就判定追猴失敗。
- 2.本活動可以作為比賽，捶打的次數愈少愈佳。

### 教師手冊

#### 1.為什麼紙猴會上爬？

夾在米達尺上的紙猴，因摺疊紙與米達尺間的摩擦力而不會下滑。以手指輕握米達尺的上端後，捶打米達尺頂端的瞬間，米達尺會下滑，但紙猴因慣性會停在原位置（不過因摺疊紙與米達尺間的摩擦力，米達尺會帶動摺疊紙下滑一點點），如此相對就形成宛如紙猴向上爬的樣子。

#### 2.如何控制紙猴上爬的速率？

上爬的速率與捶打的力量有關之外，最主要可以用調整摺疊紙與米達尺之間的摩擦力來控制，因此可以用長尾夾，以其在摺疊紙條上所夾的位

- 置，束緊摺疊紙條的方式來調整捶打時的摩擦力。
3. 類似本活動所設計的紙猴上爬的道具，在許多趣味科學書上有所介紹，甚至在市面也有這種玩具販售，但本設計的特點在於(1)使用學校容易得到的用品為材料；(2)可以作為比賽用具，而以比捶打的次數代替上爬時間，如此可避免因急打發生意外；(3)兩隻紙猴追跑的比賽，尚未見於文獻，難度相當高，可以培養學生細心觀察、探討變因、耐心調整變因的科學精神；(4)木槌可以用另一支較厚的米達尺替代。
  4. 在紙板繪猴子後，剪下來使用，可培養學生的創意。若要用此活動作為比賽項目，則為了比賽的公平性，教師可以先繪一組兩隻猴子(如圖 1)，影印發給學生彩繪後剪下使用。
  5. 木槌可用擀麵棍替代，但為了安全，擀麵棍必須包以毛巾。為了毛巾不易脫掉，要先以泡棉雙面膠帶包住擀麵棍，再包以毛巾，最後還要用繩子網緊，如圖 4。

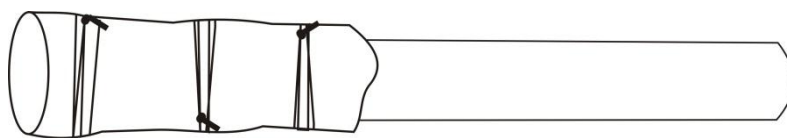


圖 4 擀麵棍包以毛巾

## 附件二

# 彈簧毛毛蟲

蕭次融

## 目的

- 用銅線製作(一)一個彈簧毛毛蟲，比賽在不銹鋼棒上跳躍下落的時間；  
(二)兩個彈簧毛毛蟲，比賽在塑膠軟管上第二隻毛毛蟲追趕到第一隻毛毛蟲的時間。

## 器材

不銹鋼棒 (直徑約 2 毫米，長約 30 公分) 1 支或穿珠用的塑膠軟管 (外徑約 2 毫米，長約 70 公分) 1 條，銅線 (直徑 0.5 毫米，長 35 公分) 2 條，馬錶每組 2 個。

## 製作

1. 用銅線繞在不銹鋼棒上，如圖 1，製作銅線彈簧。
2. 在不銹鋼棒上留 3~5 環後，將彈簧折 90 度，如圖 2，就成為彈簧毛毛蟲。

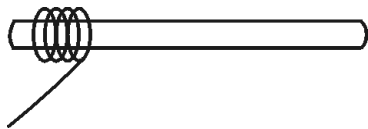


圖 1 銅線繞鐵棒製作彈簧



圖 2 彎 3~5 圈成直角

3. 調節彈簧在棒上的鬆緊度，使其緩慢跳躍下落，如圖 3。
4. 比賽彈簧毛毛蟲跳躍下落的時間。
5. 下落的速度愈慢愈佳，時間愈長愈佳。

- 若中途停下不動，可設法啟動，但每次啟動要扣時間 2 秒鐘（也可規定，停了不可再啟動，就算失敗）。
- 同步驟 2 與 3，再做兩個彈簧毛毛蟲後，先在不銹鋼棒試其跳躍下落情況。
- 用塑膠軟管穿過兩個彈簧毛毛蟲，兩手拉緊塑膠軟管的兩端，如(圖 4)並抖一下，就可使彈簧毛毛蟲跳躍往下落。

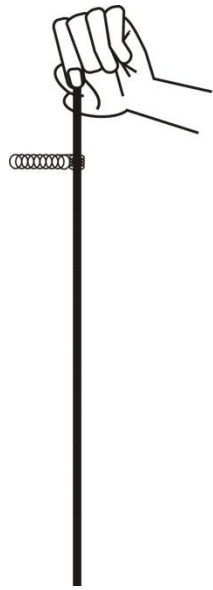


圖 3 單蟲在不銹鋼棒上跳躍下落

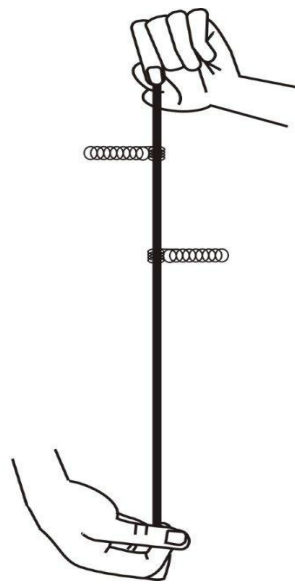


圖 4 雙蟲在軟塑膠細管上跳躍下落、追趕

- 拉塑膠軟管的鬆緊，可以控制彈簧毛毛蟲往下落的速率。
- 注意：用塑膠軟管穿兩個彈簧毛毛蟲時，兩隻毛毛蟲要相隔一段距離（要多試幾次，得最佳相隔距離），拉緊並抖一下塑膠軟管，兩隻彈簧毛毛蟲就開始往下落，比賽誰用較長的時間，使在上面的彈簧毛毛蟲追到下面的毛毛蟲，計時到追到的時間，若沒追到就算失敗。
- 比賽一開始（彈簧毛毛蟲動了之後），就不能再用手碰或抖任一隻彈簧毛毛蟲，比賽時任一隻彈簧毛毛蟲停了振動，就停止比賽，成績以零分計。