

# 臺南市 110 年度國小學生獨立研究競賽作品

作品名稱：毛根蟲運動會

編號：

(由承辦單位統一填寫)

## 作品名稱：毛根蟲運動會

### 摘要

毛根蟲在橡皮筋上移動的情形，除了跟毛的因素有關以外，跟放置的跑道、振動的快慢也有關係。因此我們設計了「跑道的材質」、「橡皮筋長度」、「跑道寬度」、「振動的快慢」等實驗，試著找出影響毛根移動速度的因素。

研究結果發現，「具有彈性或會震動的材質可以讓毛根前進」、「不同種類橡皮筋拉長的長度會影響毛根移動的速度」、「跑道的寬度越寬毛根移動的速度越快」、「振動的速度越快，毛根移動的速度也越快」。



## 壹、研究動機及目的

### 一、研究動機

延續上次的毛根蟲實驗，上次我們有做「探討不同材質物品的移動情形」和用紙片構成的做的3個實驗「毛的方向」、「毛的數量」、「毛的傾斜角度」和探討摩擦物對毛根蟲移動的影響。我們認為除了毛的因素會影響毛根蟲的移動，跑道的材質、橡皮筋、振動的快慢可能也會影響毛根的前進速度，因此，我們做了進一步的研究。

### 二、研究目的

- (一) 探討不同跑道材質對毛根蟲移動速度的影響
- (二) 探討橡皮筋跑道長度對毛根蟲移動速度的影響
- (三) 探討橡皮筋跑道寬度對毛根蟲移動速度的影響
- (四) 探討振動的快慢對毛根蟲移動速度的影響

## 貳、文獻探討

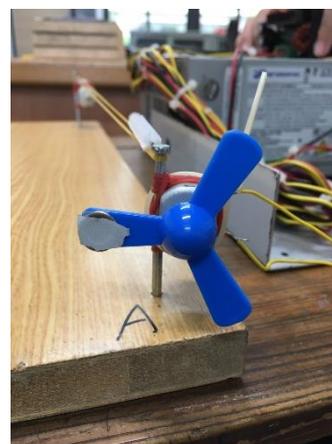
### 一、毛根的前進方式

毛根接觸橡皮筋，橡皮筋給予毛根作用力。當橡皮筋上下振動時，所產生的彈力，使毛根前進。另外，毛根上的毛傾斜的角度有助於毛根前進，只要毛根毛的傾斜方向朝著終點，毛根就能順利前進。

### 二、馬達振動

原始版的毛根運動是經由使鐵釘產生振動，帶動橡皮筋振動，進而使毛根前進，但摩擦鐵釘時的力道大小及快慢通常不穩定，因此改用馬達振動取代。

一般的四驅車小馬達轉動時雖然會產生振動，但是振動程度不夠劇烈，無法使毛根產生移動，因此在扇葉加上小墊片，利用轉軸轉動時不平衡，產生振動的效果。



### 三、振動快慢

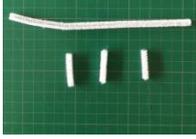
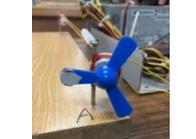
改變小馬達的電壓/電流，可以改變小馬達轉動的速度，因此，本實驗利用直流電源供應器調整電壓的大小，改變馬達的轉速，進而改變馬達振動頻率的快慢。



## 參、研究過程與方法

### 一、實驗器材與裝置製作

#### (一) 實驗器材

3CM的毛根	橡皮筋	木板	鐵釘	四驅車馬達
				
電源供應器	扇葉	墊片	膠帶/ 雙面膠	束帶
				
寶特瓶	30CM直尺	轉速計	碼表	尼龍繩
				
鐵線	鬆緊帶	粽子繩	塑膠繩	風箏線
				

#### (二) 裝置製作：

##### 1、釘板製作：

(1)先拿一塊長方形木板(甲)，在一個角釘上一根鐵釘(起點

A)

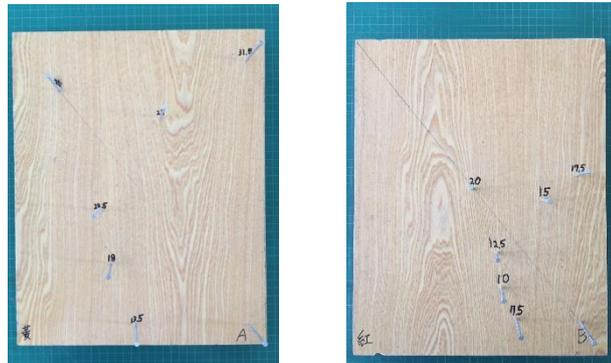
(2)在木板甲上距離起點 A 分別量出 13.5、18、22.5、27、

31.5、36cm 的距離，並釘上鐵釘，就是黃色橡皮筋的木

板

(3)先拿一塊長方形木板(乙)，在一個角釘上一根鐵釘(起點 B)

(4)在木板乙上距離起點 B 分別量出 7.5、10.5、12.5、15、17.5、20cm 的距離，並釘上鐵釘，就是紅色橡皮筋的木板



## 2、橡皮筋篩選

(1)將外觀不平整或顏色較淡的橡皮筋淘汰

(2)先將一個 S 型鉤子鉤在門把，再拿一條合格的橡皮筋掛在鉤在門把的 S 型掛鉤上，橡皮筋下面再掛另一個 S 型掛鉤

(3)將裝有 100g 的水的寶特瓶掛在最下面的掛勾，並靜置 5 秒

(4)5 秒之後換另一條橡皮筋，以此類推

(5)若橡皮筋拿下來，恢復為原本的長度就是符合實驗要求的橡皮筋

### 3、實驗裝置

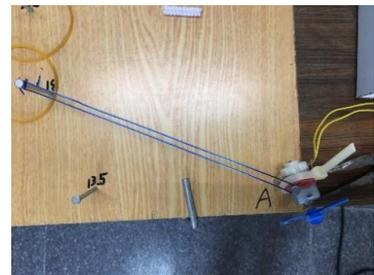
- (1)在扇葉上用雙面膠帶黏上墊片，將扇葉裝在馬達上
- (2)將裝好扇葉的馬達以束帶、橡皮筋固定在木板上的起點鐵釘(A/B)
- (3)將挑選好的橡皮筋套在起點鐵釘跟終點鐵釘上
- (4)在橡皮筋跑道上放上毛根
- (5)馬達接上電源供應器



## 二、實驗過程

### (一)實驗一：探討不同跑道材質對毛根蟲移動速度的影響

- 1、準備五種不同材質的跑道：鐵線、粽子繩(棉質)、塑膠繩、鬆緊帶、黃色橡皮筋、紅色橡皮筋
- 2、將鐵線拉緊並固定在相距18公分的鐵釘之間
- 3、將3公分毛根放在鐵線上
- 4、打開電源供應器，並開始計時，計算毛根蟲跑到終點的秒數。
- 5、每一個跑道測試七次，依序完成5種跑道
- 6、觀察結果並記錄



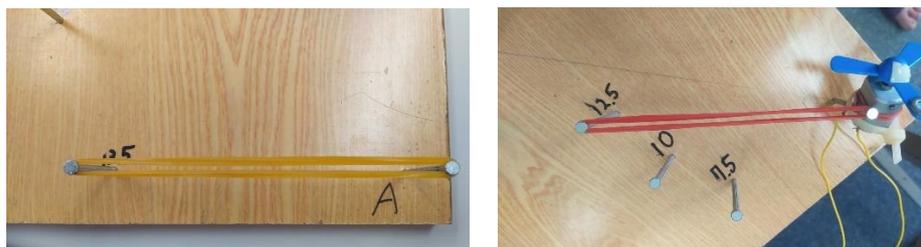
## (二)實驗二：探討橡皮筋跑道長度對毛根蟲移動速度的影響

- 1、將選好的黃色橡皮筋放在 13.5 公分的跑道。
- 2、將毛根放在橡皮筋之間
- 3、打開電源供應器，並開始計時，紀錄毛根蟲跑到終點的秒數。
- 4、每一個跑道測試 7 次。
- 5、做完13.5公分後做18公分以此類推
- 6、觀察結果並記錄
- 7、紅色橡皮筋實驗步驟如同黃色橡皮筋。

## (三)實驗三：探討橡皮筋跑道寬度對毛根蟲移動速度的影響

- 1、把篩選過的黃色橡皮筋拿出來。
- 2、將一條橡皮筋套在釘板(甲)上，起點 A 距離終點鐵釘 31.5 公分。
- 3、將電源供應器打開，確認馬達會轉動。
- 4、將毛根放在橡皮筋之間的縫隙上，其中一邊靠在起點 A 的鐵釘上。
- 5、將電源供應器的開關打開，並連同碼表一起開始計時，毛根移動後，觀察它移動的情形。
- 6、毛根蟲移動到終點後，停止計時，並且記錄毛根蟲所跑的秒數。
- 7、重覆步驟 1~5 共七次。
- 8、將第二、三、四條新的橡皮筋依照順序套在前一條橡皮筋的外圍，使跑道寬度增加，並且重覆實驗步驟 6。
- 9、重覆步驟1~7共十組，並記錄實驗數據。

10、紅色橡皮筋實驗步驟如同黃色橡皮筋。



#### (四) 實驗四：探討振動的快慢對毛根蟲移動速度的影響

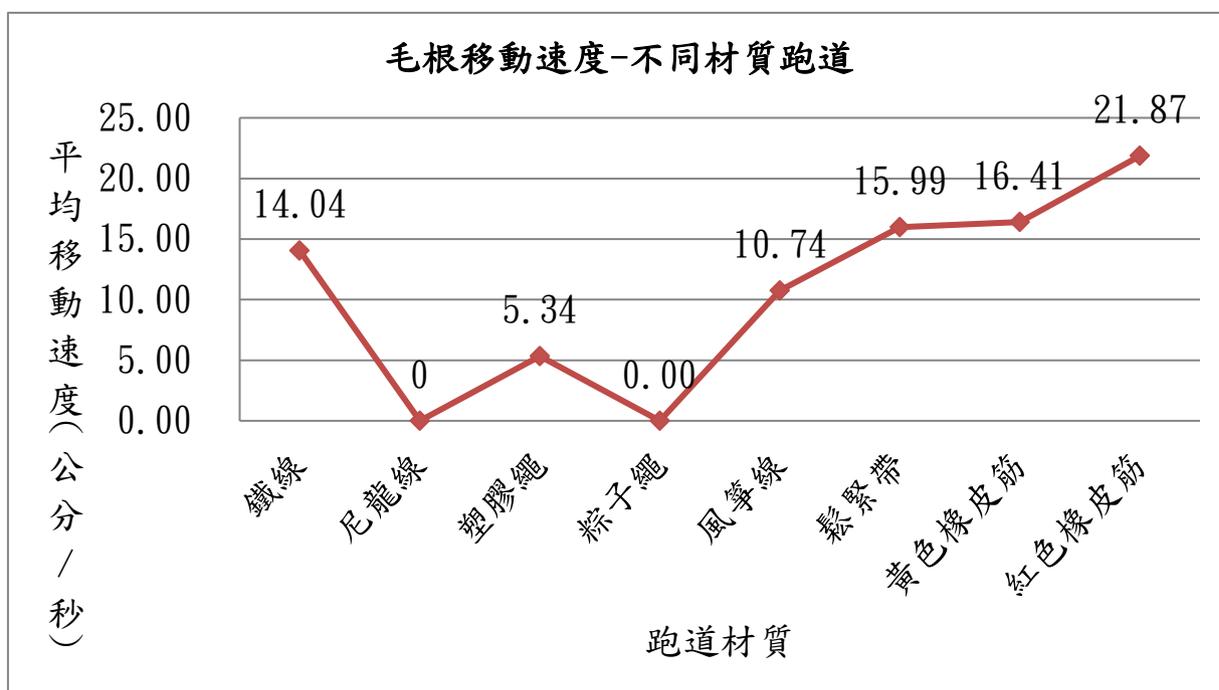
- 1、將選好的黃色橡皮筋放在13.5公分的跑道。
- 2、將毛根放在橡皮筋之間
- 3、將電源供應器的電壓調整為1V、電流為4.1A，開啟電源，並開始計時，紀錄毛根蟲跑到終點的秒數。
- 4、每一種電壓測試7次。
- 5、依序完成1V、1.5V、2V、2.5V、3V
- 6、觀察結果並記錄

### 肆、結果與討論

#### 一、實驗一：探討不同跑道材質對毛根蟲移動速度的影響

##### (一)不同材質

	鐵線	尼龍線	塑膠繩	粽子繩	風箏線	鬆緊帶	黃色橡皮筋	紅色橡皮筋
平均速度 (公分/秒)	14.04	毛根不動	5.34	毛根不動	10.74	15.99	16.41	21.87



(三)實驗結果：

1、21.89 > 16.41 > 15.99 > 14.04 > 10.74 > 5.34 > 0

紅色橡皮筋 > 黃色橡皮筋 > 鬆緊帶 > 鐵線 > 塑膠繩 > 粽子繩

2、具有彈性的材料，適合當作跑道

(四)實驗討論：

- 1、鐵線雖然不具彈性，但也有產生振動的效果，毛根在鐵線上前進的速度很穩定，不會亂跳
- 2、尼龍繩太細，與毛根的接觸面積太小，毛根放上去的時候，無法站立在尼龍繩上，尼龍繩卡在毛與毛之間，以至於毛根無法前進。
- 3、粽子繩表面較為粗糙、有許多凹凸不平，而且材質較軟，振動的效果不好，毛根也無法前進。
- 4、塑膠繩材質較軟，振動的效果不好，毛根也無法前進。

## 二、實驗二：探討橡皮筋跑道長度對毛根蟲移動速度的影響

### (一) 黃色橡皮筋

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
第 1 條	2.75	2.16	2.51	2.13	2.30	2.37
第 2 條	2.55	2.50	2.53	3.03	2.45	2.61
第 3 條	2.41	2.02	1.95	1.96	1.98	2.06
第 4 條	3.01	2.96	2.50	3.16	2.53	2.83
第 5 條	2.45	2.32	2.15	2.73	2.33	2.40
第 6 條	2.03	2.04	2.09	2.01	1.98	2.03
第 7 條	1.90	1.93	2.12	1.95	1.89	1.96
第 8 條	1.68	1.96	2.13	1.49	1.47	1.75
平均時間(秒)	2.25					
黃色 13.5 公分						

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
第 1 條	2.83	3.09	3.16	3.11	3.33	3.10
第 2 條	3.53	3.76	3.79	3.25	3.03	3.47
第 3 條	3.06	2.98	3.22	3.23	2.96	3.09
第 4 條	3.38	2.98	2.98	3.12	2.55	3.00
第 5 條	5.01	4.24	4.77	4.17	4.87	4.61
第 6 條	2.83	3.46	2.67	3.01	3.32	3.06
第 7 條	2.16	2.30	2.04	2.43	2.16	2.22
第 8 條	2.44	2.38	2.30	2.19	2.26	2.31
平均時間(秒)	3.11					
黃色 18 公分						

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
第 1 條	4.63	3.98	4.16	3.77	2.98	3.90
第 2 條	3.73	4.16	3.10	3.15	4.19	3.67
第 3 條	4.68	4.80	5.00	5.55	4.72	4.95
第 4 條	3.98	4.02	3.88	3.92	3.70	3.90
第 5 條	4.17	4.97	3.21	3.38	3.34	3.81
第 6 條	3.34	3.41	3.38	2.78	2.76	3.13
第 7 條	3.70	4.11	4.41	4.70	4.55	4.29
第 8 條	3.79	3.70	3.61	3.90	4.12	3.82
平均時間(秒)	3.94					
黃色 22.5 公分						

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
第 1 條	7.38	7.68	9.35	8.39	8.25	8.21
第 2 條	6.25	4.82	5.90	5.33	5.56	5.57
第 3 條	7.40	7.83	7.78	7.75	6.50	7.45
第 4 條	4.95	5.23	5.15	5.05	4.85	5.05
第 5 條	7.01	6.93	6.77	6.77	5.03	6.50
第 6 條	8.31	6.91	5.36	6.46	6.36	6.68
第 7 條	4.34	4.66	4.88	4.40	4.31	4.52
第 8 條	3.11	2.90	3.05	3.05	3.12	3.05
平均(秒)	5.88					
黃色 27 公分						

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
第 1 條	4.32	3.80	3.58	3.95	3.08	3.75
第 2 條	4.12	4.88	4.43	4.82	4.59	4.57
第 3 條	3.61	3.63	3.93	3.73	3.60	3.70
第 4 條	4.39	4.19	4.31	4.34	4.58	4.36
第 5 條	3.52	4.30	3.91	3.65	4.06	3.89
第 6 條	5.55	5.90	5.47	4.78	4.35	5.21
第 7 條	4.50	4.65	4.79	4.17	4.35	4.49
第 8 條	4.40	3.11	3.96	3.18	3.62	3.65
平均時間(秒)	4.20					
黃色 31.5 公分						

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
第 1 條	7.13	5.49	6.08	6.27	5.98	6.19
第 2 條	4.92	5.26	5.92	7.52	7.36	6.20
第 3 條	5.69	5.43	5.23	5.15	5.75	5.45
第 4 條	7.56	8.02	7.55	7.73	6.85	7.54
第 5 條	5.45	5.42	5.44	5.02	5.42	5.35
第 6 條	3.77	3.94	4.02	3.56	4.06	3.87
第 7 條	5.13	5.97	5.65	5.52	5.65	5.58
第 8 條	4.45	4.58	4.69	4.62	5.04	4.68
平均時間(秒)	5.61					
黃色 36 公分						

	13.5cm	18 cm	22.5 cm	27 cm	31.5 cm	36 cm
平均時間 (秒)	2.25	3.11	3.94	5.88	4.20	5.61
平均速率 (公分/秒)	4.66	4.83	4.95	4.08	6.78	5.89
不同跑道長度-黃色橡皮筋速率						

(二)、紅色橡皮筋

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
第 1 條	2.23	2.09	2.09	1.83	1.55	1.96
第 2 條	1.10	1.45	1.21	1.17	1.13	1.21
第 3 條	1.57	1.79	1.89	1.92	3.24	2.08
第 4 條	1.65	1.84	1.70	1.30	1.58	1.61
第 5 條	2.34	2.15	2.14	2.05	1.90	2.12
第 6 條	1.91	2.99	3.57	1.98	2.32	2.55
第 7 條	0.99	1.49	0.90	1.70	1.97	1.41
第 8 條	0.55	0.90	0.88	0.60	0.85	0.76
平均時間(秒)	1.71					
紅色 7.5 公分						

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
第 1 條	2.75	1.85	2.51	1.62	1.76	2.10
第 2 條	1.63	3.12	2.92	3.14	3.24	2.81
第 3 條	4.09	3.91	2.51	2.40	1.84	2.95
第 4 條	5.24	5.05	4.54	4.32	5.34	4.90
第 5 條	6.22	7.60	5.77	7.42	6.99	6.80
第 6 條	4.65	5.19	4.94	2.86	2.42	4.01
第 7 條	2.69	2.96	2.15	2.48	4.25	2.91
第 8 條	1.98	1.95	1.51	1.86	1.86	1.83
平均時間(秒)	3.54					
紅色 10 公分						

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
第 1 條	2.64	2.83	2.74	2.72	2.93	2.77
第 2 條	4.13	4.32	3.79	4.16	4.91	4.26
第 3 條	1.97	2.92	2.03	2.75	2.61	2.46
第 4 條	5.08	4.37	3.95	3.27	3.31	4.00
第 5 條	2.53	3.53	5.66	2.73	4.64	3.82
第 6 條	4.10	4.04	3.62	2.83	4.44	3.81
第 7 條	2.84	2.48	3.81	3.24	2.79	3.03
第 8 條	2.06	2.79	2.31	2.10	2.62	2.38
平均時間(秒)	3.31					
紅色 12.5 公分						

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
第 1 條	4.31	3.47	4.04	3.86	3.07	3.75
第 2 條	4.11	3.62	3.83	5.42	10.46	5.49
第 3 條	3.83	3.80	3.52	3.70	3.51	3.67
第 4 條	10.27	9.90	10.18	8.98	5.18	8.90
第 5 條	1.37	3.14	2.33	2.55	3.32	2.54
第 6 條	4.63	1.59	4.14	4.09	4.75	3.84
第 7 條	4.71	4.69	2.64	4.13	3.92	4.02
第 8 條	5.70	7.05	8.13	5.56	5.56	6.40
平均時間(秒)	4.45					
紅色 15 公分						

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
第 1 條	6.25	5.50	5.37	5.46	5.03	5.52
第 2 條	7.11	11.07	7.76	9.68	9.19	8.96
第 3 條	4.23	4.77	5.33	6.45	4.34	5.02
第 4 條	5.86	4.88	4.37	5.42	4.42	4.99
第 5 條	1.95	1.90	1.93	2.05	2.27	2.02
第 6 條	9.02	8.13	7.77	8.18	0.51	6.72
第 7 條	44.98	6.92	6.64	6.82	4.89	14.05
第 8 條	7.08	5.04	10.67	5.71	6.05	6.91
平均時間(秒)	6.78					
紅色 17.5 公分						

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
第 1 條	5.43	4.67	4.66	5.89	4.49	5.03
第 2 條	12.35	11.53	11.74	11.39	9.02	11.21
第 3 條	12.39	11.05	6.58	8.30	6.94	9.05
第 4 條	11.34	9.87	9.01	9.36	11.08	10.13
第 5 條	10.70	13.32	10.68	13.76	4.15	10.52
第 6 條	21.24	18.50	21.44	17.24	29.14	21.51
第 7 條	12.29	10.05	12.16	8.70	8.05	10.25
第 8 條	16.38	13.35	11.01	11.04	12.71	12.90
平均時間(秒)	11.33					
紅色 20 公分						

	7.5cm	10cm	12.5cm	15cm	17.5cm	20cm
平均時間 (秒)	1.71	3.54	3.31	4.45	6.78	11.33
平均速率 (公分/秒)	2.63	1.98	2.87	2.70	2.14	1.50
不同跑道長度-紅色橡皮筋速率						

### (三)實驗結果

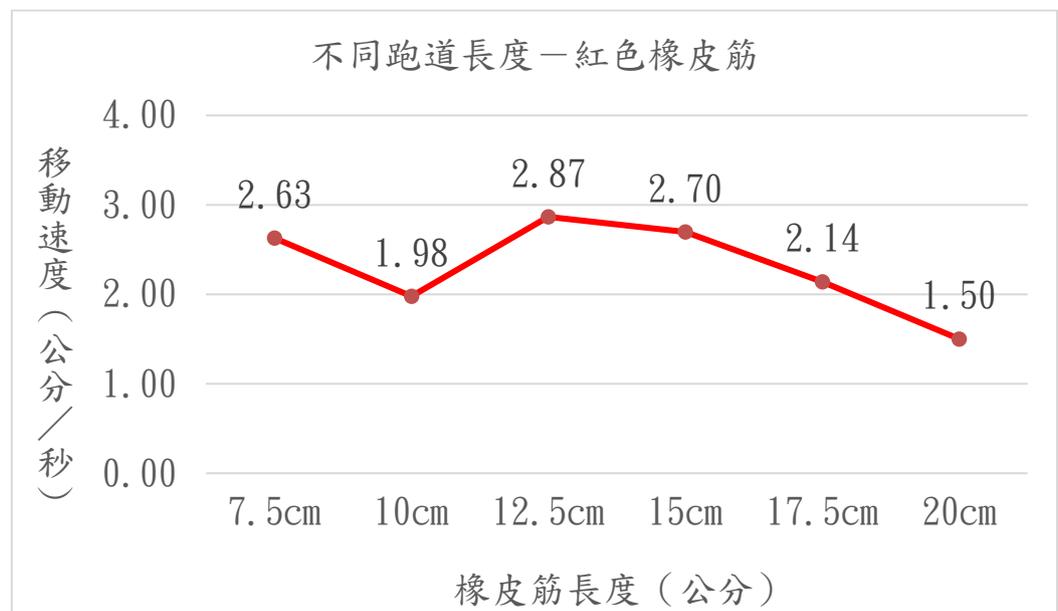
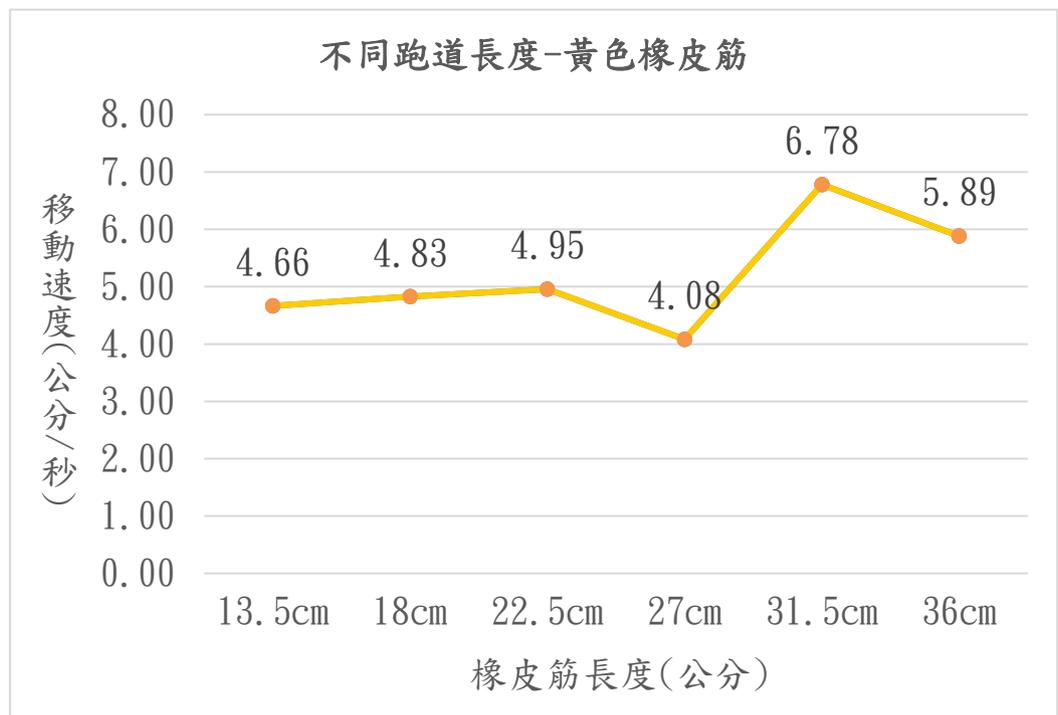
#### 1、毛根移動速度：

##### (1)黃色橡皮筋

31.5cm > 36 cm > 22.5 cm > 18 cm > 13.5 cm > 27 cm

##### (2)紅色橡皮筋

12.5cm > 15cm > 7.5 cm > 17.5 cm > 10 cm > 20 cm



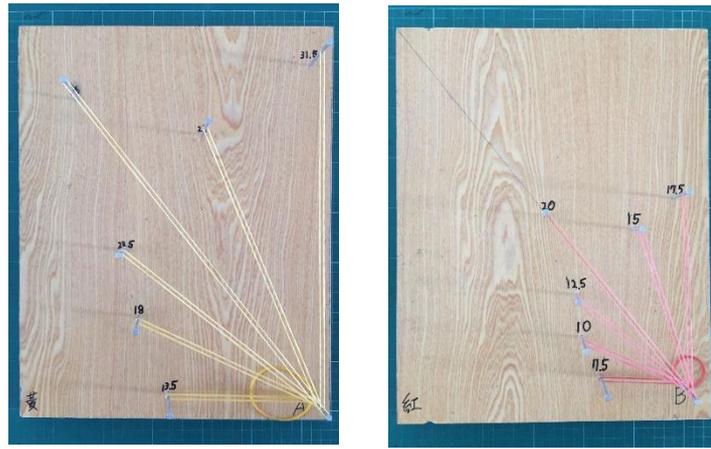
2、橡皮筋並不是拉越緊越好，以紅色橡皮筋來說，拉越緊反而毛根移動速度越慢；而黃色橡皮筋反而要拉得較緊，毛根移動速度較快

3、毛根的移動速度與橡皮筋拉長的長度沒有直接相關性。

#### (四)實驗討論

1、在拉長的過程中，紅色橡皮筋感覺比較緊，不容易拉長，黃色橡皮筋感覺比較鬆，較容易拉長。

2、橡皮筋拉長時，顏色會變淡，寬度也會變得比較細。



### 三、實驗三：探討橡皮筋跑道寬度對毛根蟲移動速度的影響

#### (一)黃色橡皮筋

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均時間 (秒)	平均速度 (公分/秒)
1 條	1.02	1.00	0.96	1.19	1.01	1.04	10.14
2 條	1.01	1.02	0.98	0.96	1.04	1.00	10.50
3 條	0.94	0.93	0.93	0.88	0.87	0.91	11.52
4 條	0.99	1.08	0.86	0.88	0.86	0.94	11.20
不同跑道寬度-黃色橡皮筋							

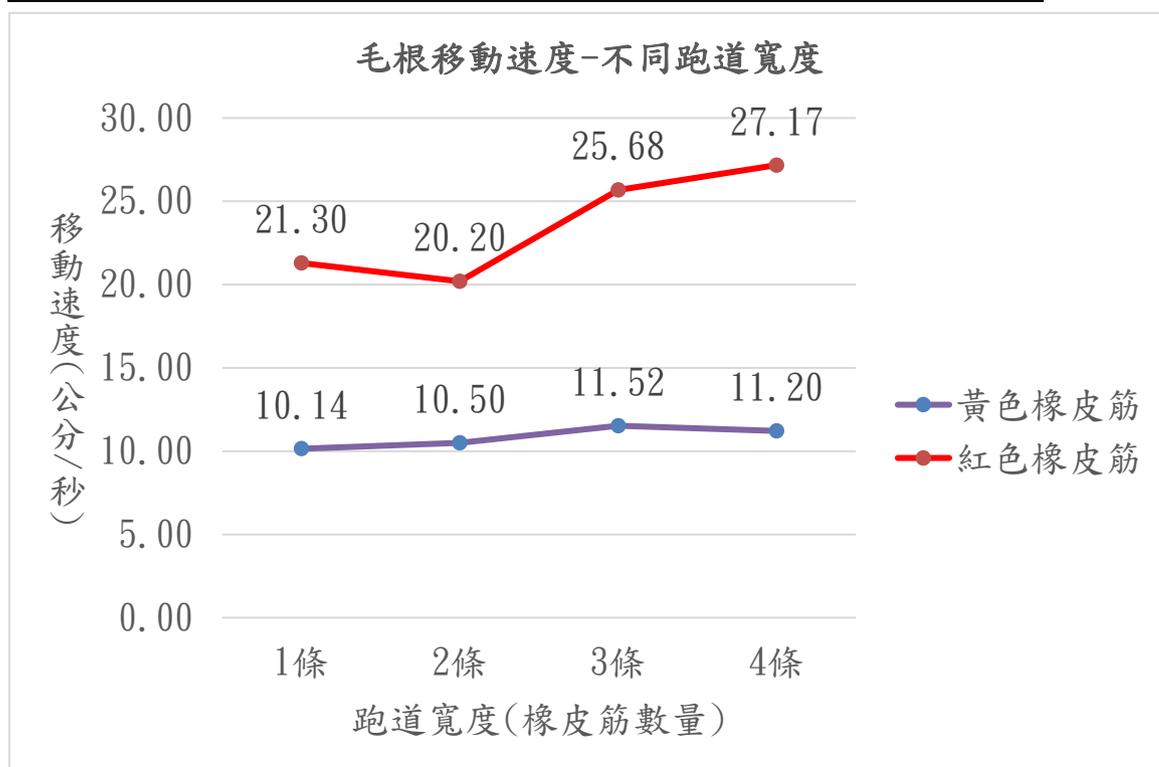
#### (二)紅色橡皮筋

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均時間 (秒)	平均速度 (公分/秒)
1 條	0.43	0.43	0.49	0.45	0.43	0.45	21.30
2 條	0.50	0.44	0.46	0.48	0.47	0.47	20.20
3 條	0.39	0.39	0.37	0.37	0.33	0.37	25.68
4 條	0.35	0.36	0.37	0.34	0.33	0.35	27.17
不同跑道寬度-紅色橡皮筋							

### (三)實驗結果

	1 條	2 條	3 條	4 條
黃色橡皮筋	10.14	10.50	11.52	11.20
紅色橡皮筋	21.30	20.20	25.68	27.17

毛根移動速度-不同跑道寬度 (單位：公分/秒)



#### 1、毛根移動速度：

##### (1)黃色橡皮筋：

3條 > 4條 > 2條 > 1條

##### (2)紅色橡皮筋：

4條 > 3條 > 1條 > 2條

#### 2、橡皮筋數量越多，毛根移動速度越快

### (四)實驗討論

- 橡皮筋振動所產生的彈力，給予毛根前進所需要的分力，橡皮筋數量越多，跑道面積越大，毛根受到的接觸力也越大，移動

的速度也越快。

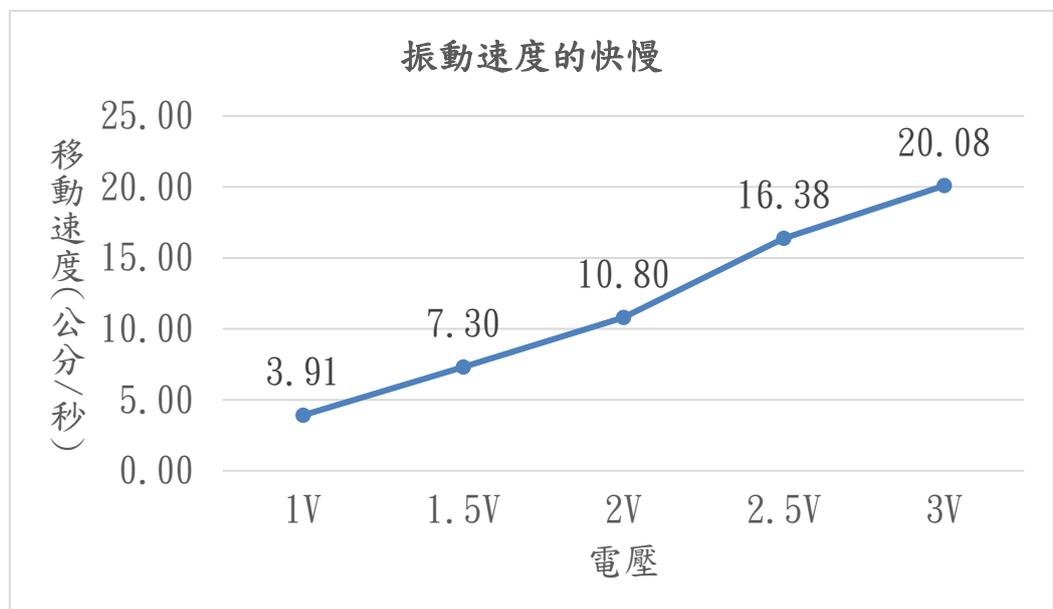
2、實驗進行中發現，橡皮筋重疊時，會互相影響橡皮筋振動的幅度。振動幅度太大時，毛根容易掉落。

3、跑道寬度增加，跑道的溝槽變小，毛根也容易掉落。

#### 四、實驗四：探討振動的快慢對毛根蟲移動速度的影響

##### (一)實驗結果

	1V	1.5V	2V	2.5V	3V
第一條	3.44	7.90	10.84	13.15	17.95
第二條	4.25	7.04	10.22	17.05	17.83
第三條	4.32	7.24	11.72	17.05	20.71
第四條	3.43	5.66	11.18	17.27	23.55
第五條	4.34	9.88	10.19	18.55	21.53
平均速度 (公分/秒)	3.91	7.30	10.80	16.38	20.08



20.08 > 16.38 > 10.80 > 7.30 > 3.91

3V > 2.5V > 2 V > 1.5V > 1V

**電壓越高，轉速越快，毛根移動速度越快**

## (二)實驗討論

- 1、電壓越高，馬達轉速越快，振動的頻率越高
- 2、為了製造馬達的振動，我們在小風扇的其中一片扇葉上加了墊片，使馬達在轉動過程中，因為失去平衡，及慣性作用，而產生振動
- 3、提高電壓，馬達的轉速也會增加。而相同電壓之下，加上墊片後馬達轉速會減少，我們利用轉速計測量如下：

	1V	1.5V	2V	2.5V	3V
不加墊片	4600	7400	9000	11000	15000
加墊片	2500	2800	4000	4300	5000
小馬達轉速-不同電壓					單位：BPM

## 伍、結論

- 一、具有彈性或會產生震動效果的材質的跑道，會讓毛根前進；太細或太軟的跑道，不容易讓毛根前進。
- 二、橡皮筋跑道長度會影響毛根蟲移動速度。自然長度較長的橡皮筋，拉得越長，毛根移動速度越快；自然長度較短的橡皮筋，拉得越長，毛根移動速度越慢。
- 三、橡皮筋跑道寬度越寬，毛根移動的速度越快。
- 四、振動的速度越快，毛根移動的速度越快

## 陸、參考文獻

一、Yumpu。震動馬達快樂學，取自

<https://www.yumpu.com/xx/document/view/55858047>

二、天下文化(2011年9月29日)。【未來少年·梅期光創意科學實驗室】毛根蟲的運動【部落格影音資料】。取自

<https://www.youtube.com/watch?v=9mPBE8J40qI&t=389s>

三、吳峰丞、王靖翔、劉洋劭、陳妍希(2020)。振動前進毛根蟲。台南市109年度獨立研究競賽得獎作品。

<http://serc.tn.edu.tw/109%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E7%8D%A8%E7%AB%8B%E7%A0%94%E7%A9%B6%E7%AB%B6%E8%B3%BD%E5%BE%97%E7%8D%8E%E4%BD%9C%E5%93%81/>