

## 主題名稱：飛向二十二世紀的竹蜻蜓

### 摘要

小時候總是想有一個可以飛地又高又遠的竹蜻蜓，為了設計出這種夢想中的竹蜻蜓，我們從竹蜻蜓槳翼角度下手，利用 3D 列印機，製作出了槳翼角度為 15、30、45 度的竹蜻蜓，分別記錄了三種竹蜻蜓的飛行距離及高度。結果我們發現三種竹蜻蜓中，槳翼角度為 30 度的竹蜻蜓可飛行最高，槳翼角度為 15 度的竹蜻蜓則可飛行最遠。

### 探究題目與動機

最近時常在電視上看到哆拉 A 夢的動畫，其中，我們注意到幾乎在每一集都會出現的經典道具——竹蜻蜓。雖然無法製作出像動畫般神奇的竹蜻蜓飛行器，但在現實生活中，究竟如何讓竹蜻蜓飛得又高又遠呢？好奇心的驅使下，我們開啟了這次實驗的序幕。

### 探究目的

探究目的：

1. 探討槳翼角度不同的竹蜻蜓對飛行高度的影響
2. 探討槳翼角度不同的竹蜻蜓對飛行距離的影響

### 探究方法與驗證步驟

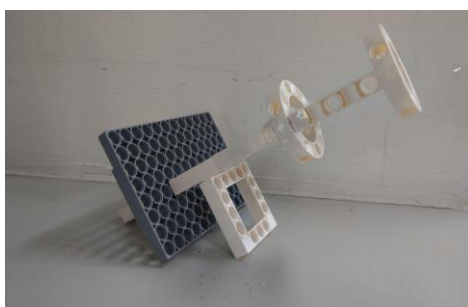
(一)研究設備與器材：

1. 竹蜻蜓發射器：

- (1) 設備與器材：智高積木、棉線（圖一）
- (2) 製作方式：組裝智高積木，如圖二所示



圖一：發射器之棉線



圖二：發設器組裝圖

## 2. 竹蜻蜓

(1) 設備與器材：聚乳酸 (PLA)、3D 列印機

(2) 製作方式：透過Tinkercad 建模，製作竹蜻蜓(圖三、圖四)，槳翼角度分別與平行面夾 15 度、30 度、45 度角，並使用 3D 列印機將竹蜻蜓印出。



圖三：45 度角槳翼之竹蜻蜓



圖四：30 度角槳翼之竹蜻蜓

(二)實驗設計：利用竹蜻蜓發射器分別測試槳翼角度為 15、30、45 度的竹蜻蜓，並記錄飛行高度與距離以及最高點。

### 1. 實驗一：

(1) 操縱變因：竹蜻蜓槳翼角度

(2) 控制變因：操作人員、棉線、竹蜻蜓發射器、竹蜻蜓材質、場地

(3) 應變變因：竹蜻蜓飛行最高點

### 2. 實驗二：

(1) 操縱變因：竹蜻蜓槳翼角度

(2) 控制變因：操作人員、棉線、竹蜻蜓發射器、竹蜻蜓材質、場地

(3) 應變變因：竹蜻蜓飛行距離

### (三)實驗步驟：

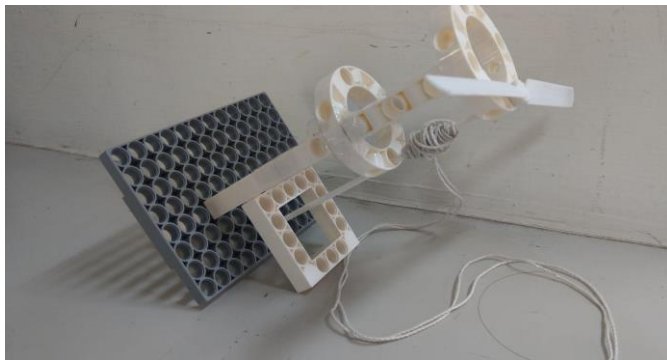
1. 將竹蜻蜓放入發射器中。

2. 棉線纏繞在竹蜻蜓上。(圖五)

3. 操作人員蹲下並將纏繞好的棉線往下拉。

4. 記錄飛行的最高點及距離。

5. 重複以上動作，分別測試葉片角度為 15、30、45 度的竹蜻蜓。



圖五：竹蜻蜓與發射器

## 結果與結論

### (一)結果

(最高點距離地面：達到最高點時，和地面的垂直距離)

(最高點距離發射器：達到最高點時，和發射器的平行距離)

(落地點距離發射器：落地時和發射器的平行距離)

#### 1. 槳翼角度：15 度角 (單位：公分)

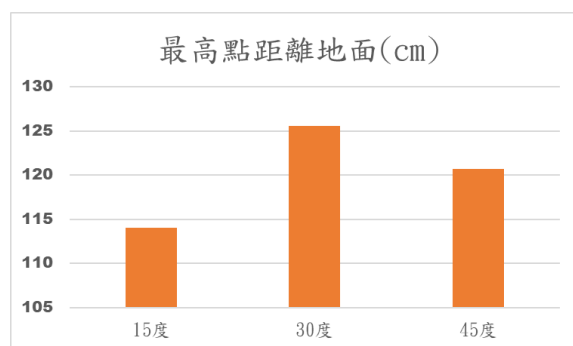
次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
高度	100	104	107	117	125	131	122	111	114	109	114
最高點距離	141	188	117.5	164.5	141	188	141	70.5	117.5	94	136.3
落地	399.5	423	423	423	423	470	470	352.5	423	329	413.6

2. 槳翼角度：30 度角（單位：公分）

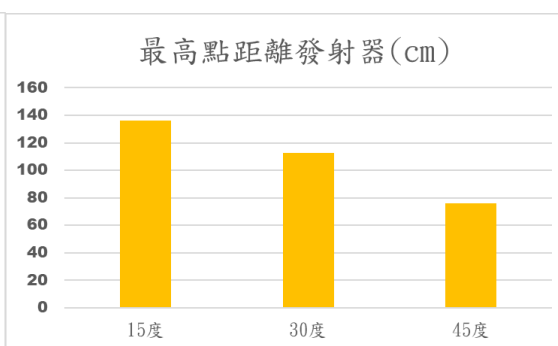
次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
高度	109	123	118	125	133	115	121	128	143	141	125.6
最高點距離	94	164.5	70.5	117.5	94	94	141	94	141	117.5	112.8
落地	282	329	266.3	347.8	329	282	329	329	399.5	391.7	328.5

3. 槳翼角度：45 度角（單位：公分）

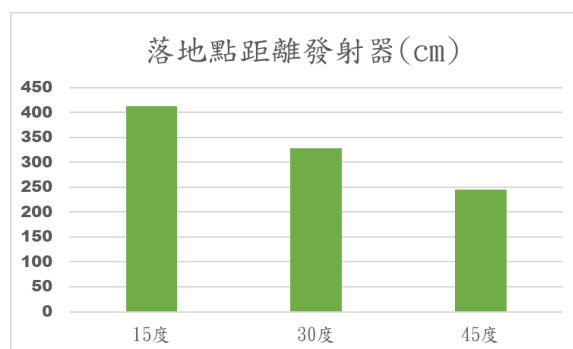
次數	1	2	3	4	5	6	7	平均
高度	119	126	117	119	122	114	128	120.7
最高點距離	65.8	47	65.8	78.3	78.3	78.3	117.5	75.8
落地	211.5	216.2	188	310.2	272.6	223.3	297.7	245.6



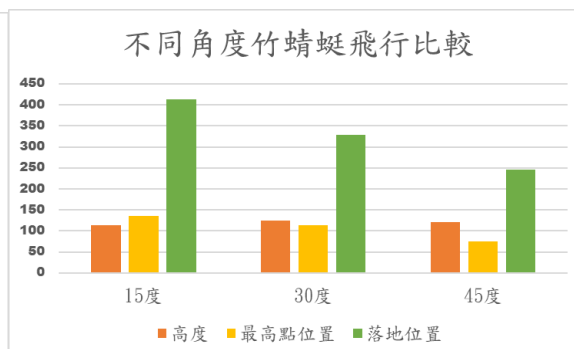
圖六：不同角度之飛行高度



圖七：最高點距離原點之水平距離



圖八：不同角度之飛行距離



圖九：不同角度竹蜻蜓之飛行結果比較

(二)結論:

1. 由圖六可知：槳翼角度為 30 度的竹蜻蜓可飛行最高。
2. 由圖七可知：竹蜻蜓槳翼的角度越小，達到最高點時離發射器的平行距離越遠。
3. 由圖八可知：竹蜻蜓槳翼的角度越小，落地時離發射器的平行距離越遠。

一般來說，把物件向空中拋出，當拋射角度是 45 度時，其射程最遠。以上理論是指當把物體由地面向空中發射，落回地面才成立。而我們的實驗則是讓竹蜻蜓從固定高度的桌子起飛，根據搜尋到的資料，考慮到升力和阻力，最大距離的最佳角度下降到 35 度或更小。

搜索資料也顯示，物件拋出角度越大，高度越高，距離越近；物件拋出角度越小，高度越低，距離越遠。雖然我們的實驗結果中的飛行距離符合以上論點，但飛行的最高點卻是 30 度最高，未來可以加以探討這方面的理論。

### 參考資料

竹蜻蜓發射器 1

<https://www.youtube.com/watch?v=LglyHMXXnbQ>

竹蜻蜓發射器 2 (綁在軸上段)

[https://www.youtube.com/watch?v=nmRK7m\\_Kx3M](https://www.youtube.com/watch?v=nmRK7m_Kx3M)

角度與飛行距離及高度及高度

<https://physics.narkive.tw/5XvP9Xhx/45>

[https://www.phyworld.idv.tw/BA\\_PHY\\_2B/S2\\_2B\\_1/2-3\\_projection\\_01.htm](https://www.phyworld.idv.tw/BA_PHY_2B/S2_2B_1/2-3_projection_01.htm)

[http://kiwiphysics.blogspot.com/2014/05/blog-post\\_5.html](http://kiwiphysics.blogspot.com/2014/05/blog-post_5.html)

<http://ngsir.netfirms.com/Q/ME/MQ2.pdf>