

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 物理科

最佳(鄉土)教材獎

040120

鳳仙花果實的物理機制

國立嘉義女子高級中學

作者姓名：

高二 黃春靜

指導老師：

莊立山

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：物理科

組 別：高中組

作品名稱：鳳仙花果實的物理機制

關 鍵 詞：鳳仙花、自力傳播

編 號：

鳳仙花果實的物理機制

摘要

鳳仙花的果實，平常維持一類似橢球狀之形狀生長，但若加以些微擾動，即爆破開來。討論鳳仙花的果實是以何種機制維持此困難之平衡，提出三項假設：雙面尺模型、果實皮束之力平衡、及果實內氣壓不等於外壓。雙面尺模型證明非主要原因；果實皮束之靜力平衡為維持平衡之主因；果實之內外並無壓力差。

鳳仙花果實的物理機制

壹、研究動機

在上生物課的「繁衍」時，討論到植物散播種子的機制，風力、昆蟲為媒介、水為媒介等方法都很好理解；但課本上說鳳仙花是「自力彈開」，引起我的興趣。什麼是「自力彈開」？物理上的模型如何解釋這個「自力」？這就是我研究的動機了。

貳、研究目的

有些物理老師或許從來不知道有鳳仙花這種東西，我猜想如果他們知道應該會十分感興趣。而生物老師或許個個都知道鳳仙花的特色「自力彈開」，但卻很少有人去質疑這「自力」究竟如何達成。我參考了相關文獻，發現在大學裡生物方面的研究或有關於鳳仙花的，但都在探討鳳仙花與環境的交互作用、鳳仙花的族群等問題，沒有人提到鳳仙花的物理。或許身為一個高中生才會想到去探討這個生物的物理之謎！

參、研究設備及器材

鳳仙花果實、解剖刀、塑膠盤、雙面尺、墊板、橡皮筋、剪刀、小刀、打火機、快乾、金屬剪、量筒、酒精、鋼片、熱塑性塑膠條、錐形瓶、玻璃管、鐵絲、有刻度玻璃管、保麗龍片、木塊、漆包線、皮球、油性筆、玻璃毛細管、水銀、彈簧秤、量角器

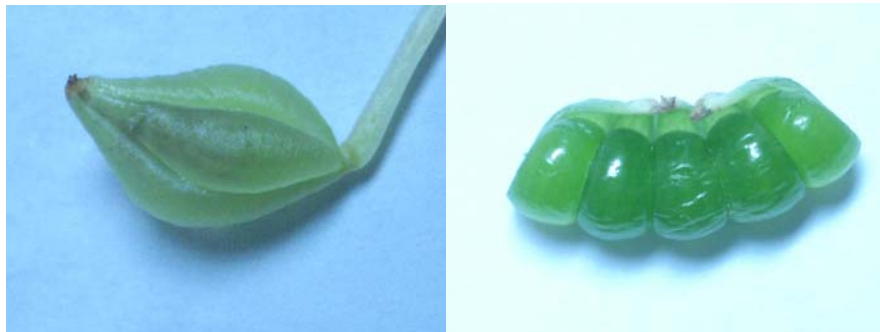
肆、研究過程及方法

觀察→假設→實驗方法→研究結果→討論

一、第一階段

(一)、觀察

- 果實爆開前如〈圖一〉，但彈開後變成如〈圖二〉



〈圖一〉

〈圖二〉

- 果實怕火，用打火機烘之則乾掉而失去其彈力；放太久亦如是
- 果實放在水或油中於短時間內即爆開，甚至未成熟之果實亦如是
- 果實皮束，如〈圖四〉，中間以薄膜連接；此薄膜之生長與果實皮束垂直且從柄上長出，多條薄膜環繞果實皮束之柄生長
- 果實內種子生於一柄如〈圖三〉，為果實生長柄之延續，而果實彈開時此柄被切斷；此柄短於果實之長



<圖三>



<圖四>

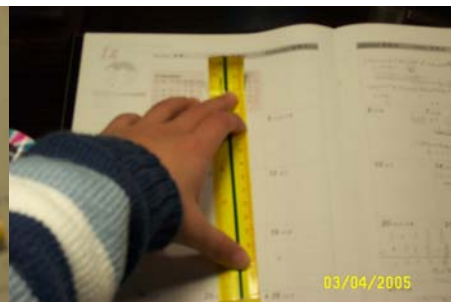
- 果實上彎肚凸，但剛開始生長時兩側形狀皆同
- 果實皮束若分成單束其內捲情況益發嚴重
- 果實皮束邊緣向內微彎，中間微凹
- 果實靠柄部分相較於另一端較容易彈開

(二)、假設：雙面尺模型

小時後玩過一種尺，雙面都可以捲起來（有點類似捲尺，但較短，見圖）。這種尺由兩面的彈簧構成；一面是縱向、一面為橫向如圖七。若此模型是正確的則植物不需很大的立即可維持平衡。原因是在越接近臨界之處所需改變平衡之力越小（尺會有想往任一面捲的傾向）。



<圖五>



<圖六>



<圖七>



<圖八>

(三)、實驗方法：實驗一—果實皮束切片

- 實驗目的：證明雙面尺模型
- 實驗原理：若以兩塊墊板為材料，在其中一塊繫上橫向的橡皮筋束，另一塊繫上縱向的橡皮筋束，再將兩塊墊板合併，則可得類似雙面尺的模型。此時若將兩塊墊板分開，則兩塊會往不同方向捲去。猜測果

實皮束亦如是，故欲將其切成兩半，若上半會往橫向捲則證明之



<圖九>



<圖十>

- 實驗做法：取解剖刀一、果實皮束一，以解剖刀小心切其表皮

(四)、實驗結果

表皮無預測之性質，即果實皮束反面在切下後並不見往後橫向捲去



<圖十一>



<圖十二>

(五)、討論

果皮無預測之性質，即為雙面尺模型非完全正確（靜力平衡模型會討論到，果實側面亦須有強度，只是不強到讓表皮能倒彎回去）

二、第二階段

(一)、觀察

• 果實皮束在前端其內捲傾向較後端小，若折之使與後端分離則幾乎不捲，而後端則捲得十分厲害

- 果實皮束側面間張力甚強

(二)、假設：靜力平衡模型

五片果實皮束後端有內捲的力，而其前端抵在一起互相撐住，以膜（側面張力）為其作最後支撐。一旦膜被破壞則平衡破壞而使皮束內捲。

(三)、實驗方法

1、實驗二之一—模型製作

- 實驗目的：證明模型二
- 實驗原理：若模型有相同性質，即可確定力平衡為可能原因
- 實驗做法：取皮球一，將其剪開成多束如<圖十四>，但底端先預留不剪；在每束底端以快乾黏上有彈性鋼片如<圖十一>，前端黏貼鐵片以固定



<圖十三>



<圖十四>

2、實驗二之二—模型製作

- 實驗目的：證明模型二；並改良實驗二之一
- 實驗原理：選用具彈性物質（熱塑性塑膠條如<圖十五>），易剪裁，且其內捲之力較小而不至於影響側面強度甚鉅



<圖十五>



<圖十六>

- 實驗做法：使用與實驗二之一相同之做法，但在底端黏貼之物改為可塑性塑膠條（用熱水調到想要的曲度）

3、實驗二之三—模型製作

- 實驗目的：證明模型二，並改良實驗二之二
- 實驗原理：以事實而言彈開後果實相連部位非前兩個實驗所做的底端部分，而是中間靠尾端。又上一個實驗中果實靠尾端之曲度不足，改良之
- 實驗做法：取皮球一，以量角器輔助將其分割為六束並剪開。切割長度足夠之熱塑性塑膠條，捲成想要的曲度，放進熱水中使維持改變之形狀如<圖十七>。將熱塑性塑膠條貼在皮球內側，最後取一完全平直之熱塑性塑膠條，將皮束黏於其上如<圖十八>



<圖十七>



<圖十八>

4、實驗二之四—測量果實側面張力

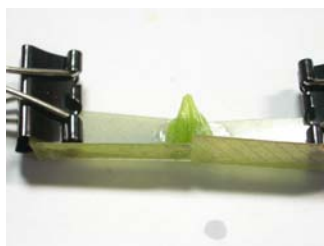
- 實驗目的：證明果實的側面間確實有強大的張力
 - 實驗原理：夾住果實的兩塊皮束，固定其一端，以彈簧秤鉤住其另一端，以測量果實皮束側面破裂時所需的力
 - 實驗做法：取爆開後的果實、衣夾兩只、彈簧秤一只
- 1、用衣夾分別夾住兩塊果實皮束，固定其中一個衣夾
 - 2、以彈簧秤鉤住另一個衣夾
 - 3、拉彈簧秤，直至兩塊果實皮束分離
 - 4、讀取分離瞬間彈簧秤上所顯示的刻度

5、實驗二之五—測量果實側面張力

- 實驗目的：證明果實的側面確實有強大的張力
 - 實驗原理：同實驗二之四
 - 實驗做法：取爆開後的果實、鑷子、小型夾資料用夾子一只、另外的夾子一只、彈簧秤一只
- 1、用鑷子鑷住小型夾資料用夾子尾端，使保持一定程度張開
 - 2、以另外的夾子夾住鑷子靠小型夾資料用夾子端，以維持鑷子的位置；如此移動另外的夾子即可調整鑷子的張合度，進而改變小型夾資料用夾子的開口大小
 - 3、將一塊仍然與其他塊連著的果實皮束塞入小型夾資料用夾子之開口（因皮束有彈性，故可塞入），用手固定住露出的其他塊皮束
 - 4、以彈簧秤鉤住鑷子尾端，拉彈簧秤
 - 5、讀取兩塊果實皮束分離瞬間彈簧秤上刻度

6、實驗二之六—測量果實側面張力

- 實驗目的：證明果實的側面確實有強大的張力
 - 實驗原理：以墊片黏住果實、再以夾子夾住墊片並同上處理
 - 實驗做法：取墊板一大塊、爆開的果實皮束、快乾、彈簧秤
- 1、剪四塊與果實寬度大略同寬（0.5mm）的墊片
 - 2、用快乾小心將果實皮束（兩束）黏於墊片上（圖十九），分成兩邊黏，但左邊的墊片不可以黏到右邊的皮束上
 - 3、用小型夾資料用夾子夾住兩端墊片
 - 4、固定一邊的夾子，用彈簧秤鉤住另一邊夾子的尾端
 - 5、拉彈簧秤，讀取果實皮束分離瞬間刻度



7、實驗二之七—測量果實皮束之 k 值

- 實驗目的：求出果實皮數彈力之 k 值
- 實驗原理： $\tau = k\theta$ ，求出拉開皮束之力矩 τ 與當時與法線所偏折之角度 θ ，即可求知 k

• 實驗做法：取爆開的果實皮束、快乾、360°量角器、彈簧秤、小型夾資料用夾子、鑷子

- 1、取一條爆開的果實皮束，以墊片粘住兩端
- 2、將 360°量角器固定於桌緣，並在桌子下方固定住鑷子，鑷子尖端對準 360°量角器之軸心
- 3、將果實皮束懸掛於鑷子上
- 4、用小型夾資料用夾子夾住其中一邊的墊片，以彈簧秤拉之
- 5、讀取彈簧秤在各個讀數時果實皮數偏轉角度對應到 360°量角器之 θ

(四)、研究結果

1、實驗二之一—模型製作

由於鋼片力道太強，使側面的力顯得相當弱而不符事實

2、實驗二之二—模型製作

曲成一球狀如〈圖十六〉

3、實驗二之三—模型製作

可保持一球形，且能彈開如〈圖十九〉



〈圖十九〉

4、實驗二之四—測量果實側面張力

以左邊衣夾夾住兩塊皮束、右邊衣夾夾住另外兩塊皮束，破裂時彈簧秤顯示讀數 100g；但破裂時由左邊衣夾中第一塊皮束與第二塊皮束間斷裂，非由兩衣夾中間的皮束接縫斷裂

5、實驗二之五—測量果實側面張力

由於小型夾資料用夾子之開口無法任意給予大程度的改變，故在果實皮束之間破裂前，果實皮束即由小型夾資料用夾子中滑出而無法順利讀取到刻度

6、實驗二之六—測量果實側面張力

測得五組數據如下表：

組別	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組
所需之力	110g	60g	85g	60g	45g

7、實驗二之七一測量果實皮束之 k 值

測得五組數據如下表：

組別	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組
彈簧稱讀數(g)	5g	7.5g	12.5g	25g	35g
偏轉之角度 θ	25°	30°	35°	40°	50°

(五)、討論

1、實驗二之一—模型製作

鋼片之力道太強，使實驗難以進行，故需改良實驗方法

2、實驗二之二—模型製作

球狀模型底端部分曲度不足，又上端無法完全密合，故需改良實驗方法

3、實驗二之三—模型製作

因熱塑性塑膠條易變形，凡施外力於其上即難保持原本形狀，故無法非常像鳳仙花

4、實驗二之四—測量果實側面張力

因衣夾的夾力太大，常使果實皮束在實驗完成前即破裂，而影響連接兩塊果實皮束之膜而使實驗可信度降低；又皮束太小，以衣夾難以只夾住一塊皮束，而斷裂之皮束接縫非於衣夾中間，此或造成誤差，故需改良實驗方法

5、實驗二之五—測量果實側面張力

因無法任意的調整小型夾資料用夾子的開口大小，難以維持一剛好的力以將果實皮束夾住但不夾壞，故無法順利量得兩塊果實皮束分離瞬間的力，需改良實驗方法

6、實驗二之六—測量果實側面張力

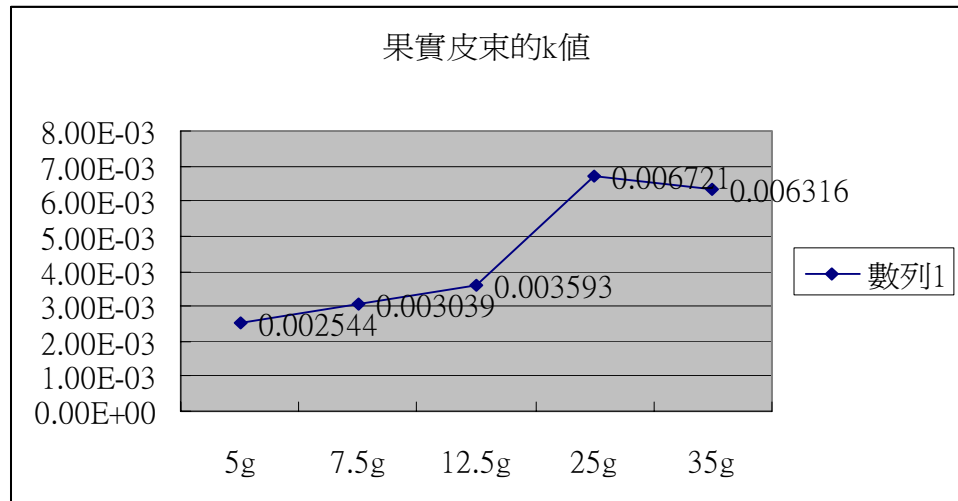
測得鳳仙花本身葉子的表面張力（取一條，寬 0.5mm，約與果實皮束之寬度相同）約 70g，故果實皮束之側面張力並非異常於本身其他組織

7、實驗二之七一測量果實皮束之 k 值

由測得數據求 $\tau = k\theta$ 之 k 值：

組別	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組
$k(\text{Nt} \cdot \text{m})$	$2.544 \cdot 10^{-3}$	$3.039 \cdot 10^{-3}$	$3.593 \cdot 10^{-3}$	$6.721 \cdot 10^{-3}$	$6.316 \cdot 10^{-3}$

試繪圖：



討論此五組數據：5g、25g、35g 組最先測量，因果實皮束隨時間之過去其彈性漸減，故越先測量者越為準確。又 25g 組與 35g 組相差極為接近，有可能是誤差造成之緣故。

又由 $\frac{1}{2}k\theta^2$ 知每片果實皮束所貯藏之能量約為 $1.638 \times 10^{-3} \text{ J}$ 。若一顆

果實為 0.35g，則由 $\frac{1}{2}k\theta^2 = \frac{1}{2}mV^2$ ，得果實爆開時速率約為 20.52 m/s。

由於實驗將果實皮束以快乾固定，亦有可能改變其本身性質，而造成低估。實驗中數據高者有意義，故概算時取之。又施以 40g 以上之力時果實皮束斷裂而無法繼續實驗，故若欲求果實皮束伸開至 90° 以上之力時，以 k 值推之。

三、第三階段

(一)、觀察

- 做模型過程中發現單靠力平衡十分難維持固定形狀

(二)、假設

果實內之氣壓與外界氣壓不同

(三)、實驗方法

1、實驗三之一—測定果實內氣壓

- 實驗目的：證明果實內外（大氣壓）壓不同
- 實驗原理：若果實內外壓不同，則會使空氣柱之體積改變
- 實驗做法：將果實裝於一裝有水之量筒內，將其倒插入一水面，而使果實浮於量筒內之水面（此水面高於所插入之水面）；此時將果實戳破，若水面下降，即為內壓大於外壓；反之則為內壓小於外壓

2、實驗三之二—測定果實內氣壓

- 實驗目的：欲證明果實內外壓不同，並改良實驗三之一
- 實驗原理：選用毛細作用較小之液體，及管徑較粗之量筒



<圖二十>



<圖二十一>

- 實驗做法：取粗管徑量筒、果實、酒精

- 1、使用與實驗三之一相同之裝置，但量筒內液體改為酒精，量筒改為以 0.2ml 為一格、總體積 25ml 之量筒（實驗三之一之量筒一格為 0.1ml、總體積 10ml），其管徑粗。
- 2、又由於直接讓果實浮在水面並戳破，果實的體積亦易造成誤差，故使果實完全沉入水面並將其戳破，再分開測量果實之體積

3、實驗三之三—測定果實內氣壓

- 實驗目的：欲證明果實內外壓不同，並改良實驗三之二
- 實驗原理：液體改回水，但依舊選用管徑粗之量筒，並使果實完全離開水面再讀取刻度以減少果實本身體積所造成誤差

- 實驗做法：取粗管徑量筒、果實、鐵絲

- 1、在粗管徑量筒（以 0.2ml 為一格，總體積 25ml）中裝水，倒插入一水面，讀取刻度 I。
- 2、將果實從量筒開口端放入，即浮至量筒內水面，再將固定有保麗龍片在其上之鐵絲插入量筒開口端，讀取刻度 II。
- 3、攪動鐵絲使果實爆破，讀取刻度 III。
- 4、將果實之皮取出，讀取刻度 IV。
- 5、再取果實與鐵絲共同放入，讀取刻度 V。
- 6、使果實爆破，讀取刻度 VI。
- 7、將果實之皮取出，讀取刻度 VII。

4、實驗三之四—測定果實內氣壓

- 實驗目的：欲證明果實內外壓不同，並改良實驗三之三
- 實驗原理：同時達成一置放果實之大空間及精細之刻度
- 實驗做法：取果實一顆、鐵絲、錐形瓶、有刻度玻璃管

- 1、取果實一顆，先測其體積（一）。
- 2、將果實置於錐形瓶中，錐形瓶瓶塞插入一有刻度之玻璃管，其總體積為 3ml，最小刻度 0.05ml。以一鐵絲穿過玻璃管，將鐵絲頂端折成易於戳破果實之形狀。將玻璃管整支置於水中，快速將錐形瓶與插毛細管之塞子結合而使毛細管內液面高於水面，讀取刻度（二）。攪動鐵絲使果實破

裂，讀取刻度（三）。

3、取出果實之皮，測其體積（四）。



<圖二十二>



<圖二十三>

5、實驗三之五—測定果實內氣壓

• 實驗目的：欲證明果實內外壓不同，並改良實驗三之四

• 實驗原理：不以將鐵絲伸入錐形瓶之方式弄破果實，以此降低水沿鐵絲之毛細作用而減少誤差；錐形瓶改為正立，故可確實放入多顆果實而不容易爆破；玻璃管改為玻璃毛細管，使現象明顯。

又水銀若上移則果實內壓大於外壓，下降為內壓小於外壓

• 實驗做法：取一錐形瓶與錐形瓶塞、玻璃毛細管、果實十數顆、水銀少許

1、將錐形瓶塞鑽洞，使與毛細管契合（圖二十四）

2、將毛細管插入錐形瓶塞，以毛細管取水銀一滴，此滴水銀將因上下毛細作用抵銷而滯留於毛細管中（圖二十五）

3、在錐形瓶內置入多顆果實（約十顆）

4、將錐形瓶塞塞住錐形瓶（圖二十六）

5、搖晃錐形瓶使果實破裂

6、觀察水銀之移動



<圖二十四>



<圖二十五>



<圖二十六>

6、實驗三之六一測定果實內氣壓

- 實驗目的：欲證明果實內外壓不同，並改良實驗三之五
- 實驗原理：改善漏氣
- 實驗做法：取一錐形瓶與錐形瓶塞、玻璃毛細管、果實十數顆、水銀少許、凡士林少許

- 1、架設裝置如實驗三之五
- 2、測試是否漏氣（見附錄一）
- 3、觀察水銀之移動

7、實驗三之七一測定果實內氣壓

- 實驗目的：欲證明果實內外壓不同，並改良實驗三之六
- 實驗原理：先做空白實驗（見附錄二）發現若上下搖晃錐形瓶，水銀亦有可能上下移動；若左右移動錐形瓶則水銀會保持在原處。故採左右搖晃代替上下搖晃，以避免因搖晃造成水銀移動

- 實驗做法：取一錐形瓶與錐形瓶塞、玻璃毛細管、果實十數顆、水銀少許、凡士林少許

- 4、架設裝置如實驗三之五
- 5、測試是否漏氣（見附錄一）
- 6、觀察水銀之移動

(四)、研究結果

1、實驗三之一—測定果實內氣壓

看不出明顯結果

2、實驗三之二—測定果實內氣壓

於酒精測得果實之體積為 1.0ml；將果實在酒精液面下弄破而氣泡往上冒造成的體積改變為 0.8ml

3、實驗三之三—測定果實內氣壓

I (原刻度) - 9.4ml ; II (放入果實及保麗龍片) - 11ml ;
 III (果實爆破後) - 11ml ; IV (取出果實皮及保麗龍片) - 9.6ml ;
 V (再放入果實及保麗龍片) - 11.2ml ; VI (果實爆破後) -
 11.2ml ; VII (取出果實皮及保麗龍片) - 9.8ml

依實驗之假設所欲觀察之變化值應發生於2~3及5~6間但未見變化

4、實驗三之四 - 測定果實內氣壓

見果實爆破後玻璃管內之水面上升，即內壓小於外壓之意

5、實驗三之五 - 測定果實內氣壓

未見水銀移動



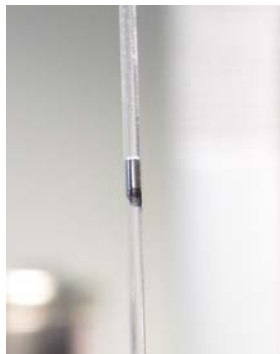
實驗前



實驗後

6、實驗三之六 - 測定果實內氣壓

見水銀移動 2.7cm



實驗前



實驗後



水銀原本位置 (黑點處，右) 與
 果實破裂後之位置 (左)



實驗前後水銀移動之距離

7、實驗三之七—測定果實內氣壓

未見水銀移動



實驗前



實驗後

(五)、討論

1、實驗三之一—測定果實內氣壓

由於量筒管徑太小，水的毛細作用強，且果實易沾黏於量筒避而使刻度不易讀取，故需改良實驗方法。

2、實驗三之二—測定果實內氣壓

在酒精中將果實弄破時果實內之氣泡上升十分緩慢，且實驗進行一段時間後發現酒精開始混濁。猜測酒精會與果實反應而造成誤差，故需改良實驗方法。

3、實驗三之三—測定果實內氣壓

又果實的體積僅約 0.4ml，推測變化量在 0.1ml 之內，而量筒之刻度一格即為 0.2ml；故若有體積變化亦會極不明顯，故需改良實驗方法。

4、實驗三之四—測定果實內氣壓

玻璃管之管徑甚細，往往與外界所造成之水面差為毛細作用而非壓力所造成，又沿著插於玻璃管內之鐵絲（用於攪破果實）有毛細作用而使水面升降，故誤差大而無法確定所見之現象是否證明內壓小於（或大於）外壓，故需改良實驗方法。

5、實驗三之五—測定果實內氣壓

毛細管極細，致使錐形瓶上之孔十分難鑽，推測在鑽孔的過程使孔非完全與毛細管契合，故可能漏氣；錐形瓶塞與錐形瓶的接合處亦可能漏氣而使實驗結果錯誤，故需改良實驗方法。

6、實驗三之六—測定果實內氣壓

查此實驗前後相異之原因可能為上下晃動導致水銀移動，故需改良實驗方式。

7、實驗三之七—測定果實內氣壓

水銀不移動，知鳳仙花果實之物理機制非由內外壓力差造成。

伍、討論及應用

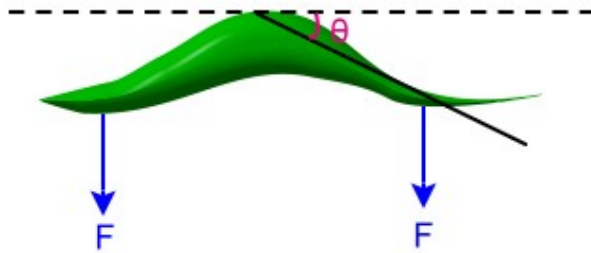
一、綜合討論

(一) 第一階段：

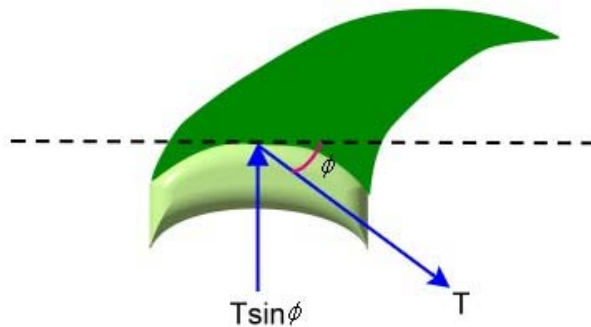
果實非完全由雙面尺模型構成。

(二) 第二階段：

果實共有五片皮束，故其圓心角為 72° ，而皮束的橫切面為一弧形，與弧形頂端作切線之夾角為 36° （下圖二十八之角 ϕ ）。上述實驗中知果實之側面張力 $T=100\text{g}$ ，其垂直於果實皮束表面之分力 $T \sin \phi$ 約為 58.78g 。果實皮束成熟時期偏折之（下圖二十七之角 θ 之二倍角之補角，即 $180^\circ - 2\theta$ ）角度約為 120° ，由上述實驗中求得之 k 值可推算維持此角度需 $F=57.46\text{g}$ 之力。又 57.46g 略小於 58.78g ，今若擠壓果實使 ϕ 角略為改變（變小），則側面張力於垂直果實皮束表面之分力稍微降低，使小於果實皮束維持偏折 120° 所需之力，而平衡被破壞則果實皮束捲起。



<圖二十七>



<圖二十八>

(三) 第三階段：

果實非藉內外壓力差達成其平衡。

二、未來研究方向

(一)、從鳳仙花果實機制之模型預測其散播種子能力

既已知鳳仙花果實機制之模型，可從此處擴展，推知鳳仙花果實如何將種子彈出，又彈出的範圍為何。並研究族群的生長環境及個體發育

情形與散播種子能力之關係。

(二)、討論造成鳳仙花果實物理機制的生物機能

根據筆者對鳳仙花果實最基本的觀察，此項生物機制似乎與水的膨脹有關，可舉兩例說明此猜測。一，鳳仙花果實置放約一天左右，其內水分蒸乾，果實萎軟、機制消失。二，以打火機烘乾之，果實之機制立即消失。筆者另在實驗期間發現一有趣之現象，紀錄於第一階段觀察的第三點，即將果實置入液體，過約兩小時果實爆開；猜測與其生物機能有關。此階段需找出鳳仙花以什麼樣的生物機能造成了此種可能性。

陸、結論

- 一、鳳仙花果實非完全由類似雙面尺性質構成
- 二、鳳仙花果實之平衡非以內外壓力差達成
- 三、鳳仙花果實之面與面間有強度，以抵抗底端向內捲之力，而完成其平衡
- 四、鳳仙花果實皮束之 k 值隨偏轉角度變大而增加
- 五、鳳仙花果實皮束所貯存能量可供彈開時達到 10m/s 以上之速度
- 六、鳳仙花果實之平衡乃由靜力平衡達成

柒、附錄

一、如何測知錐形瓶是否漏氣

做法：

- 1、架設好裝置（但可不必置入果實）
- 2、以手溫之，改變其內部空氣溫度
- 3、若水銀有上下移動之現象即知裝置並未漏氣

原理：

根據 $PV=nRT$ ，當壓力固定（容器內之壓力恆等於外壓）且莫耳數一定（容器內之氣體莫耳數不變）時，若溫度改變則體積改變，又毛細管體積遠小於錐形瓶，故水銀上下移動之情形應十分明顯

二、空白實驗

做法：

- 1、架設好裝置（不置入果實）
- 2、上下晃動錐形瓶，見水銀有可能隨之移動
- 3、左右晃動錐形瓶，見水銀不隨之移動

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

高中組 物理科

最佳(鄉土)教材獎

040120

鳳仙花果實的物理機制

國立嘉義女子高級中學

評語：

1. 本實驗將生物現象，以物理模式化分析探討其意義可佳。
2. 唯本實驗之實驗，於樣品採用應有客觀標準原則，使用統計以得到可信度數據，俾使後續探討有普適規則。
3. 可以設計精確施應力方式從事實驗，並使用高速照相，取得數位化資料進一步分析探討，並配合適當理論模型討論。