

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 物理科

第三名

最佳創意獎

040111

神奇的水珠

學校名稱：國立嘉義女子高級中學

作者：	指導老師：
高二 陳宜君	莊立帆
高二 陳俞紋	莊立山

關鍵詞：水珠 靜電 點滴

神奇的水珠

找尋使水珠浮於水面上的力

壹、摘要

長期以來，我經常在醫院裡看到點滴瓶中的點滴液落下時，有時會未立即溶入水中，而是一顆一顆的浮於液面之上。



因為水分子間有很強的氫鍵，所以當兩個水珠靠近時，應該會合成一個大水珠，除非水珠的表面有灰塵，但是照理說，點滴瓶內應該是十分乾淨，沒有灰塵才是，那什麼才是使水珠可以和水面分離，不相容的原因呢？我們希望可以設計實驗來找尋使水珠浮起的力。

由於力的種類不多，課本上說，所有的力只有強作用力、弱作用力、電磁力和重力四大類，很明顯的，使水珠浮起的力不會是強作用力、弱作用力和重力，因此，我們猜測使水珠浮起的力應該是靜電力，而靜電力的來源是因為水和管壁摩擦所造成。

貳、研究動機

是否有人曾在打點滴時注意過點滴滴下的狀況？試著想一想，點滴內的藥劑從藥瓶罐中滴入到點滴管的情形。許多人都會猜想從點滴罐中落下水珠會立即溶入水中，並無特殊之處。但我們所觀察到的現象並非如此。我們發現，當水珠滴入液面時，並不一定會立即溶入水中，而是一顆一顆的浮於液面之上。這是一個很奇怪的現象，因為水是極性分子，彼此間具有氫鍵，照理來說，水珠一方面受重力向下，另一方面，水珠和水面之間會有吸引力而結合在一起，因此，水珠不應該浮於液面上才是，這和我們一般看到兩顆水珠在桌面上滾來滾去，碰撞後不會黏成一顆的現象並不相同，因為水珠在桌面時，表面會有一層灰塵，因此兩顆水珠受到灰塵的阻隔，可能無法溶成一顆，包裝完整的點滴管中應處於無塵狀態，在無塵的點滴管內，滴到水面的水珠，應立即溶入同屬於極性分子的水中，但我們卻可以清楚的看到水珠浮在水面上，這個奇異的現象勾引起我們研究的興趣，我們希望能找出使水珠浮於水面上的力。

參、研究目的

- 一、觀察水珠出現的情形與各相關變量之間的關係。
- 二、觀察其他液體是否可以產生相同的現象。
- 三、找出使水珠浮於液面的力。

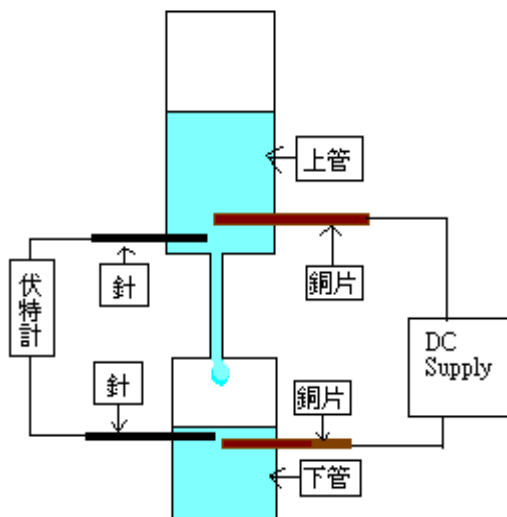
肆、研究設備與器材

一、主要器材：

輸液管 1drop=0.017mL	數組
輸液管 1drop=0.074mL	數組
點滴架	一架
水桶	一個
DC Supply	一部
伏特計	一台
微安培計	一台
電阻箱	一個
麵包板	一片
電線	數條
電容	數個
電阻	數個
碼表	一個

二、次要器材：

銅片	數片
針	數支
快乾	一瓶
熱熔膠槍	一把
生理食鹽水500mL	數瓶
沙拉油	少許
酒精	少許
甘油	少許
數位相機	一部
尺	一把
方格紙	數張
砂紙	數張
小刀	一把



輸液管示意圖



輸液管實照

伍、實驗過程與方法

一、分區科展前所進行的實驗內容：

- (一)在實驗室將醫院所見「水珠浮於水面上現象」重現。
- (二)研究「水珠滴落高度」與「水珠浮於水面上現象」的關係。
- (三)研究「水珠的大小」與「水珠浮於水面上現象」的關係。
- (四)外加電壓，強迫水珠和液面帶異性電，消除「水珠浮於水面上現象」。

二、全國科展前預計進行的實驗內容：

- (一)觀察其他液體在輸液管中滴落時的現象和生理食鹽水滴落時有無不同。
- (二)利用電容的充放電，量測水珠滴落前後，電位有無變化。
- (三)直接讓水珠與水面預帶同性靜電，觀察現象可否即時發生。

陸、研究結果

一、分區科展前所進行的實驗：

(一)在實驗室將醫院所見「水珠浮於水面上現象」重現。

我們使用 1 drop = 0.017mL 的輸液管，將在醫院看到的現象在實驗室中重現，經過一段時間的觀察，我們得到一些定性的觀測結果，發現「醞釀期」的存在：

- 1.使用生理食鹽水及自來水均可以產生「水滴浮於液面現象」，此現象並非使用特殊藥品才會發生。
- 2.在水滴開始滴落的前幾十秒，甚至是前幾分鐘，並不會產生「水珠浮於液面現象」，必須經過一段時間，一段「醞釀期」後，才會漸漸開始有水珠會浮於液面，此時水珠落下後，浮於水面的比率較低，接下來，水珠浮於液面的比率會漸漸提升，經一段時間後，「水珠浮於液面現象」會達到一穩定狀態。此時，阻斷點滴液往下滴落幾秒鐘後，再使點滴液滴落，可以立即產生「水珠浮於液面現象」，不需再經過「醞釀期」，但若置放一段長時間後（隔幾節課或隔天），則開啟輸液管後就必須要經過一段「醞釀期」，「水滴浮於液面現象」才會產生。
- 3.欲使「醞釀期」減短，可以將點滴流量加大，使點滴液不再以一顆顆水珠的方式滴落，而是以水流的方式往下流，如此一來，「醞釀期」會減短，只需數秒至十數秒，便可進入「水珠浮於液面現象」的穩定狀態。
- 4.在「水珠浮於液面現象」產生後，劇烈搖晃輸液管數秒放手，經幾秒後，液面恢復平靜，「水珠浮於液面現象」會立即發生，不需要再等待，不需要再重新進入「醞釀期」。

(二)研究「水珠滴落高度」與「水珠浮於水面上現象」的關係。

我們使用 1 drop = 0.017mL 的輸液管，內裝生理食鹽水，觀察輸液管「水珠浮於液面現象」出現情形與高度關係，紀錄如下表所示：

管口距水面高度	「水珠浮於液面現象」出現情形
0.9 cm 到 1.2 cm	水珠到水面即溶，無特殊情形，即使經過一節課的時間還是沒有「水珠浮於液面現象」產生。
0.8 cm	水珠滴落約 2 分鐘後，開始出現「水珠浮於水面現象」，但狀況不穩定，僅有少數比例的水珠浮於水面。
0.6 cm	水珠滴落約 2 分鐘後，開始出現「水珠浮於水面現象」，達穩定狀態時平均每30 顆水珠約有24 顆浮於水面。
0.5 cm	水珠滴落約 1 分鐘後，開始出現「水珠浮於水面現象」

	，達穩定狀態時平均每30顆水珠約有25顆浮於水面。
0.4 cm	水珠滴落幾秒後，開始出現「水珠浮於水面現象」，達穩定狀態時平均每30顆水珠約有28顆浮於水面。
0.3 cm以下	水珠落下高度距水面過近，不易觀察

在點滴管口距離水面 0.3cm 0.9cm 之間為水珠出現的範圍，管口距離液面的高度會影響「水珠浮於液面現象」發生時的「醞釀期」長短，以及達穩定狀態時，浮於液面的水珠比例。從實驗結果可清楚的看出，管口距離液面越高，越不易產生「水珠浮於液面現象」，不僅醞釀期會變長，產生浮於液面的水珠比率也較低。

(三)研究「水珠的大小」與「水珠浮於水面上現象」的關係。

我們改使用 1 drop = 0.074mL 的輸液管，內裝生理食鹽水，觀察輸液管「水珠浮於液面現象」出現情形與高度關係，紀錄如下表所示：

管口距水面高度	「水珠浮於液面現象」出現情形
0.9 cm 到 1.2 cm	水珠到水面即溶，無特殊情形，即使經過一節課的時間還是沒有「水珠浮於液面現象」產生。
0.8 cm	水珠開始滴落數秒後，即開始出現「水珠浮於水面現象」，達穩定狀態時平均每30顆水珠約有22顆浮於水面。
0.7 cm	水珠開始滴落數秒後，即開始出現「水珠浮於水面現象」，達穩定狀態時平均每30顆水珠約有24顆浮於水面。
0.6 cm以下	水珠落下高度距水面過近，不易觀察

我們發現當水珠較大顆時，「醞釀期」時間會變短，不過達穩定狀態時，水珠浮於水面的比例較小水珠時為低：

(四)外加電壓，強迫水珠帶異性電，消除「水珠浮於水面上現象」。

我們使用 1 drop = 0.017mL 的輸液管，內裝生理食鹽水，將管口到液面的距離固定於 0.3cm，在上下管中插入銅片，並接上 DC supply，試圖讓上下管產生帶異性電。當「水珠浮於液面現象」達穩定態之後，觀察輸液管「水珠浮於液面現象」出現情形與外加電壓的關係。紀錄如下表所示：

DC supply 輸出電壓(V)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
每落下30顆水珠，出現浮於水面水珠的顆數	27.0	27.0	28.0	24.5	13.3	9.0	6.5	0	0
伏特計電壓(V)	0.00	3.50	8.25	13.35	18.00	24.00	27.00	34.00	36.00

我們發現當外加電壓增加時，出現「浮於水面的水珠」顆數會減少，當外加電壓大於35伏特時，「水珠浮於水面現象」將消失。

二、全國科展前進行的實驗內容。

(一) 觀察其他液體在輸液管中滴落時的現象和生理食鹽水滴落時有無不同。

我們使用酒精、甘油、沙拉油取代水來進行實驗，由於酒精、甘油的分子間作用力較弱，因此我們預期「酒精珠浮於酒精液面現象」會較水珠更容易發生，實驗結果和預期相同，酒精、甘油比水更容易產生此現象，不僅「醞釀期」變得很短，幾乎不存在，管口和液面的距離亦可以加大。

此外，由於酒精、甘油的表面張力較小，因此無法將「酒精珠」如「水珠」般舉高，反而是有一大部分是陷在液面下。在視覺效果上沒有水珠突出。

而當管口的距離加高時，酒精珠落於酒精面上，溶入酒精液中的情形與水也不相同，水珠是在接觸液面時就和液面合而為一，而酒精則是會「衝進」液面下才和酒精液合而為一。

(二) 利用電容的充放電，量測水珠滴落前後，電位有無變化。

實驗進行中，尚未完成。

(三) 直接讓水滴與水面預帶靜電，觀察現象可否及時發生。

柒、討論

一、為什麼水珠浮於水面上不是因為水有表面張力？

許多同學看到我們的題目時，都告訴我們，水珠之所以會浮在水的表面是因為水有較大的表面張力，然而，這並不是我們想要討論的主題，我們知道水珠之所以不會陷入水中，而有大半高出水面，並在水面上滾來滾去，是因為水受到表面張力和浮力的作用，但我們所希望知道的是，「水珠和液面為什麼會分離？水珠表面的水分子和液面表面的水分子為什麼不會結合？」

二、為什麼水珠浮於水面的情形會隨著水珠落下的高度縮短而越明顯？

我們認為當水珠落下至液面時，由於水珠和液面分別帶有相同的靜電，兩者相斥，使水珠不因為本身所受的重力，以及水珠和水面間的吸引力而溶在一起，而水面不會塌陷的原因則是因為水有表面張力原因。

但水珠和液面間的靜電力大小有一定的範圍，當水珠墜落至液面的高度增大時，在墜落前一刻水珠的速度也會增大，那一瞬間，由於速度過快，使得水珠與液面間的距離縮到很小，使得兩個表面的水分子互相吸引在一起，因此水珠落下的速度過大時，便不容易產生「水珠浮於液面現象」

三、為什麼水珠浮於水面的情形會和水珠的大小有關？

當管口較大時，落下的水珠亦較大顆，但此時的變數太多，並不容易分析此現象。當管口大小改變時，水珠因摩擦帶的電量會改變，落至液面時的動量亦較大，而不同大小的水珠，撞擊水面的結果，水面的塌陷形狀、深度等均不同。種種的可能因素使得水珠的大小會改變「水珠浮於液面現象」的「醞釀期」、發生比率等等。

四、當管口距離液面 0.3cm 時，應是會出現水珠浮於液面的情形，但在夾上電線通電後，為何此現象會開始消失？

我們認為，本來水珠和液面各帶有同性電，因同性相斥而導致水珠浮於水面上，但在通電之後，由於輸液管上管略帶正電、下管略帶負電，使的水珠和液面間的排斥力減少，在水珠墜落至液面時，原本兩者是同性電相斥，現在的帶電量減少，甚至於變成異性電相吸，因此水珠自然不會繼續浮於水面，而是溶入水中。

五、有什麼現象可以說服他人，水珠和液面之間是因為靜電力相斥，才使得彼此不互溶？

我們目前所觀測的資料中，最可以用來支持我們靜電猜想的，是「醞釀期」的存在，因為在開始滴下至「水珠浮在水面現象」穩定發生需要一段時間，因此，我們斷言，而水珠開始滴下後，一定有一些性質在逐漸地改變，而這個性質，和「水珠浮於水面現象」有直接的關係。

在水珠落下其間，上下液面的高度均不會改變，水珠落下的頻率，水珠的大小等等均不變，因此我們認為水流過細管時因摩擦帶電，導致滴下的水珠會帶電，在一段時間後，滴下的水珠會使得下液面也帶有和水珠相同的靜電，使得水珠落下時，會和水面分離，無法結合在一起。

捌、結論

經過我們的實驗觀測，我們認為靜電會造成「水珠浮於水面現象」是合理的猜想，但是我們未能量出現象產生前後的電位差，使得我們的說服力不足，我們會在最後一個月加緊努力，看看靜電力到底是不是產生「水珠浮於水面現象」的主因。

玖、參考資料

高級中學 物理 第二冊、第三冊	吳大猷等	國立編譯館
-----------------	------	-------

【評 語】 040111 神奇的水珠

本作品由日常生活之現象取材，非常具有創意，值得稱許，唯實驗數據，仍有補強之空間，期許同學再接再勵，充份發揮此一有創意之題材。