

# 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 高中 ( 職 ) 組 成果報告表單

題目名稱：運動飲料怎麼選?用水晶寶寶比較滲透壓

### 一、摘要：

買運動飲料的時候，是根據什麼來選擇不同品牌的運動飲料的呢？大多數人應該都是看心情或是隨自己喜好來挑選吧。然而，手中的運動飲料到底夠對自己帶來多少助益呢？又或者說，哪一種能帶來最大的助益呢？為了得到答案，我們希望利用在教室就能做，既便宜又簡單的小實驗來求得。利用水晶寶寶模擬人體內的細胞，透過使其浸泡在各種不同的運動飲料以及大約是體內等滲透壓的食鹽水中大約一天的時間，並利用「游標尺直接測量其大小」、「排水測量法測量其體積」，以及「投影測量法測量其影子大小」這三種方法，與作為對照組的水晶寶寶來對比，選出最接近人體滲透壓者。

### 二、探究題目與動機

還記得一次生病拉肚子，去醫院看病時，醫師囑咐我要多補充運動飲料，而當時我就有這個疑問：拉肚子和運動飲料有什麼關係，而在日後又在電視上看到運動飲料常打著「與人體等滲透壓」來做行銷，所謂的等滲透壓到底是多少？而它又真的跟人體等滲透壓嗎？如今市售運動飲料琳瑯滿目，我們應該如何選擇呢？於是我和同學兩人便利用這次機會做「比較市售運動飲料和人體滲透壓」的實驗，而由於滲透壓的檢測往往需要專業儀器進行測試，所以我們希望透過這次實驗找出一種在教室就能操作，既簡單又低成本的滲透壓比較方法。

### 三、探究目的與假設

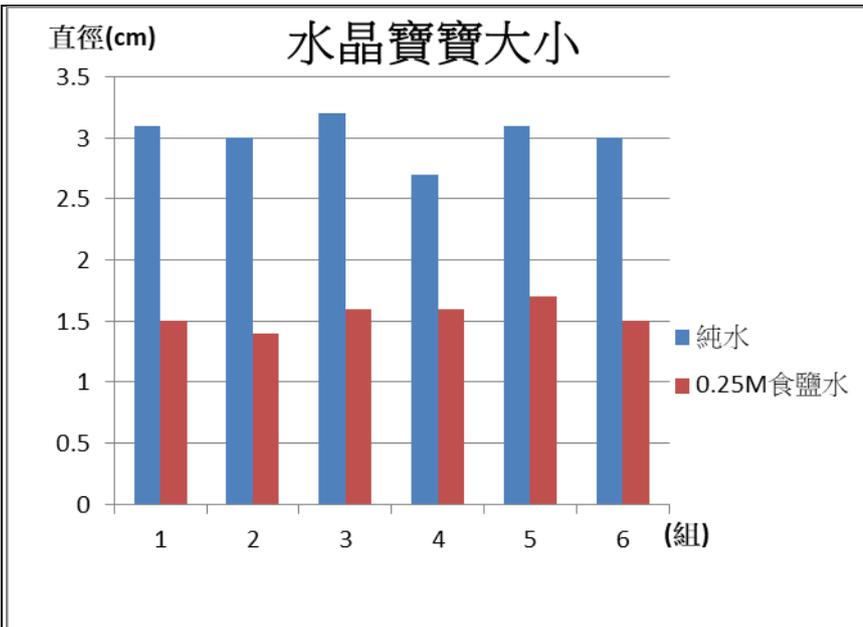
在尋找能夠較簡易進行比較滲透壓之替代品時，我們偶然想起了水晶寶寶。水晶寶寶屬於一種聚丙烯酸高分子聚合物，是吸水性極強的一種物質，相對於專業的滲透壓測量儀器更便宜也更容易取得，而它吸水後的大小也相對固定，若它吸水大小會隨著水溶液的濃度變化而有所差異，透過觀察它體積或直徑的變化量就可比較其滲透壓大小。

人體拉肚子的主因是因為腸道內消化素分泌不足或失調，導致我們吃進去的東西堆積在腸道無法消化，形成大量非電解質的溶質，使得腸道內的滲透壓急遽上升，進而把原本在腸壁細胞和血漿內的水分吸出，而那些水分便和未消化完全的溶質一起排出，而在 24 小時內排出超過三次就稱為腹瀉。當人體腹瀉時，大量水份被吸出，連帶地把體內中的鈉離子等礦物質也一併排出。在這種情況下醫師通常會建議補充運動飲料等來補充人體所需電解質，而在長時間引用運動飲料的狀態裡，腸壁內可視為固定的滲透壓（即運動飲料的滲透壓），若是補充的運動飲料的滲透壓低於人體應有的滲透壓（約為 282mOsm / L），則會使過多的水分和鈉離子進入到人體，引發鈉中毒；若是高於則會使人體內的水分流失更多，造成反效果，而影響現今市場上運動飲料的滲透壓最主要的成分是糖，其次才是鈉離子等礦物質，因此當攝取運動飲料的濃度越濃，也就代表攝取的糖越多，對人體的健康有一定影響。綜上所述在腹瀉時攝取的運動飲料之滲透壓和人體正常情況下的滲透壓越接近越好。

而在發現水晶寶寶的吸水變化量會隨濃度改變的前提下，我們希望比較市售的三大運動飲料品牌：Fin、舒跑和寶礦力水得，透過比較這三種運動飲料的滲透壓和人體的滲透壓，我們便可得知哪一品牌的運動飲料對人體最為合適。

### 四、探究方法與驗證步驟

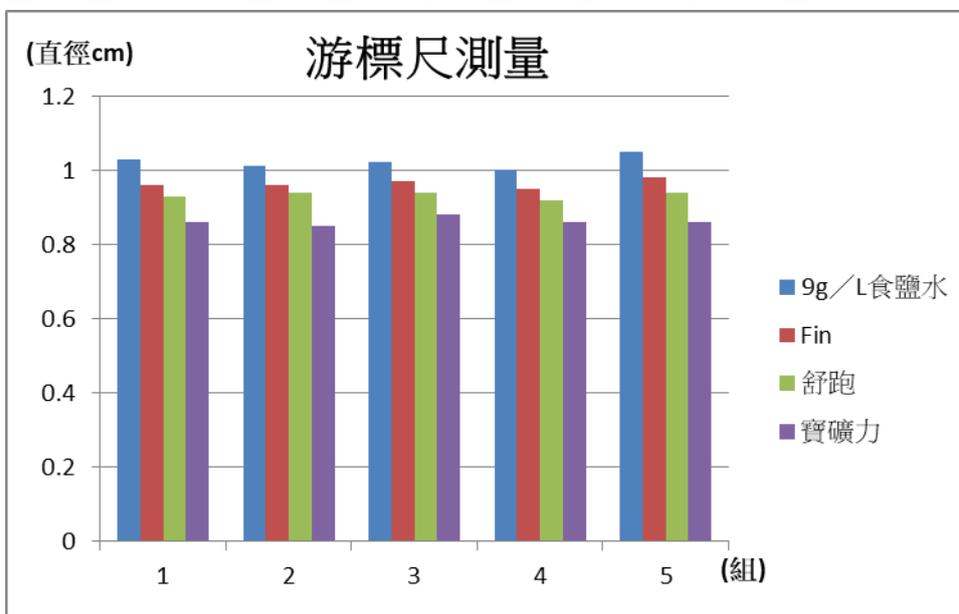
水晶寶寶為一種聚丙烯酸高分子聚合物，是吸水性極強的物質，而我們想透過它吸水性的差異來嘗試比較其滲透壓。為了確認它在不同濃度的環境下是否會產生差異，我們先設計出了一先導實驗：將同廠牌同型號之水晶寶寶分別放入 25°C 純水和 25°C 0.25MNaCl 水溶液中浸泡約 8 小時後，比較其膨脹程度。浸泡完全後我們採用游標尺測量，測量結果如下：



透過結果得知水晶寶寶在不同滲透壓下的吸水膨脹程度是有可觀測的差異，越濃的水溶液則水晶寶寶的吸水膨脹程度越小，因此可當作簡易比較滲透壓的媒介。

人體正常情況下的滲透壓約為 282mOsm / L，因人體體液中含有多種溶質，較不易取得或複製。經過文獻資料得知，在人體體液的溶質中有大約五成是鈉離子，因此我們決定使用 NaCl 水溶液取代，換算後我們得出人體體液大約等於 9g / L 的 NaCl 水溶液。實驗的樣本則採用市售常見的三種運動飲料：Fin、舒跑及寶礦力。將其與 9g / L 氯化鈉水溶液這四種各取 250 毫升，分別放入各一顆與先導實驗相同品牌相同型號的水晶寶寶，於常溫下 ( 25°C ) 浸泡約八個小時，進行五次同樣實驗。考量到這四種之間的差異可能沒有先導實驗這麼明顯，我們採用了三種不同的測量方式：

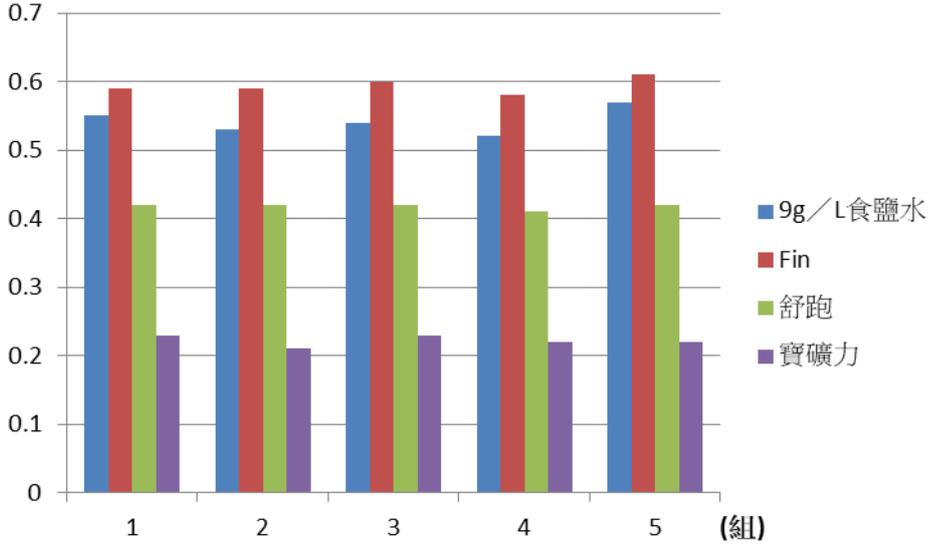
(一) 直接測量：以游標尺直接測量水晶寶寶的直徑，進行大小比較。測量結果如下：



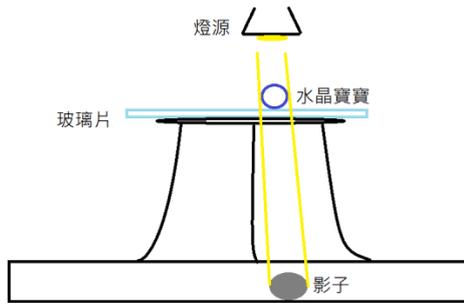
(二) 排水測量：將單個水晶寶寶放入裝有 10ml 蒸餾水之量筒內，以其水位上升量求得其體積並比較其大小。測量結果如下：

(體積ml)

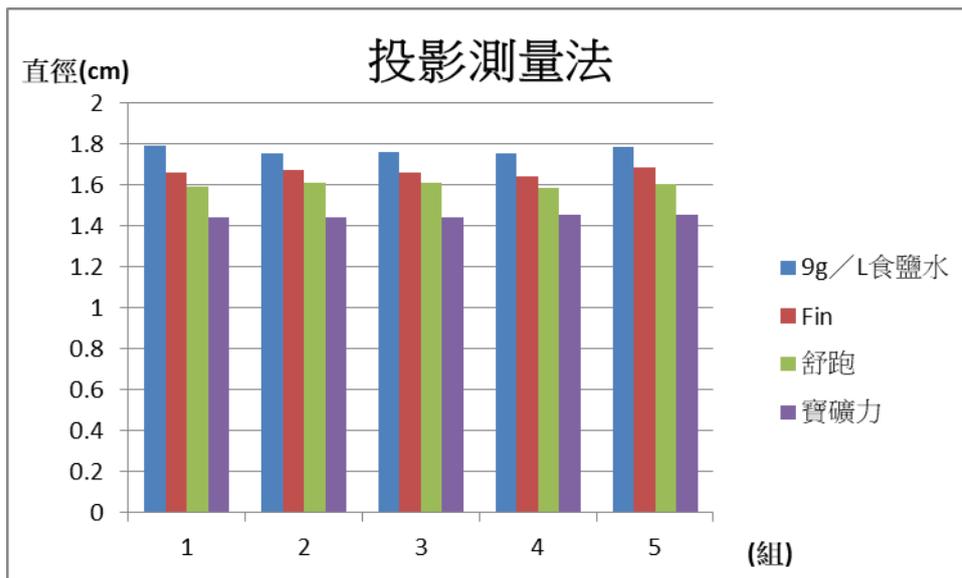
## 排水法測量



(三) 投影測量法：將單個水晶寶寶固定在離桌面保持一定高度的玻璃片上，再由固定光源垂直照射，並在玻璃片下方放置一張白紙，水晶寶寶的影子就會經由玻璃片印到白紙上，其中由於影子會透過玻璃的折射而有些許放大，這時可以測量其影子直徑並比較其大小，缺點是在影子的邊界會因為環境光源而產生誤差。示意圖如下：



測量數據如下：



## 五、結論與生活應用

經過上述數據比對，在先導實驗中，水晶寶寶的吸水膨脹程度會隨著不同濃度環境而有所改變，因其便宜、易取得且容易操作的特性，可以將其作為簡易版滲透壓的比較工具，但目前只能作為滲透壓大小的定性比較，但水晶寶寶的體積變化是否和滲透壓有定量，進而求得該未知溶液的滲透壓，這點還有待商榷，就目前結果，水晶寶寶確實可做為一個讓孩童在玩樂中，能輕鬆學習到簡單的科學知識，並引發孩童興趣的良好教材。在後續的實驗中，我們發現 Fin 在三種實驗中水晶寶寶的大小跟食鹽水溶液都較其他兩者接近，因此我們可以得知，Fin 的滲透壓跟正常情況下的人體是最接近的，也代表是最適合人體的。將來希望能夠比較更多品牌的運動飲料，或是運動飲料稀釋後的效果，配置成真正「與人體等滲透壓」的運動飲料。

## 參考資料

1. Guyton, A. C. & Hall, J. E.(2004)。蓋桶生理學-生理及疾病機轉。台灣。華杏出版股份有限公司。  
William F. Ganong(1996)。乾隆醫用生理學。台灣。藝軒圖書出版社。
2. 運動及運動飲料(屏東教大體育第 11 期)。檢自  
<http://140.127.82.166/bitstream/987654321/1757/1/261.pdf>
3. 百科知識。滲透壓。檢自 <https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E6%BB%B2%E9%80%8F%E5%A3%93>
4. 百科知識。滲透性腹瀉。檢自  
<https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E6%BB%B2%E9%80%8F%E6%80%A7%E8%85%B9%E7%80%89>
5. 台中榮民總醫院。腹瀉(2018.9.19)。檢自  
<https://www.vghtc.gov.tw/UnitPage/UnitContentView?WebMenuID=8871b17f-b0cc-4981-a897-f5a12db94ffb&UnitID=18272b34-99f2-4b3a-9139-3959ac05f5a0&UnitDefaultTemplate=1>
6. 百科知識。容積滲克分子溶液。檢自  
<https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E5%AE%B9%E7%A9%8D%E6%BB%B2%E5%85%8B%E5%88%86%E5%AD%90%E6%BA%B6%E6%B6%B2>