

2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

□國中組 ■普高組 □技高組 成果報告格式

題目名稱:非泥莫屬-一場與液體的愛恨情仇

一、摘要

世間總流傳沼澤會吞人，從前的迷信，如今已有科學根據。這是因為若人在泥漿狀的沼澤裡掙扎，摩擦力就會減少，然而此時重力依然向下，人自然是下沉的。我們想藉由沼澤中的非牛頓流體來探討其中的原理。

二、探究題目與動機

我們之前曾在國家地理頻道中看到介紹沼澤的影片，其中有個部分是「人會被沼澤吞沒」的說法，這讓我們心生好奇：人真的會整個被吸進去嗎？若陷入其中，又該如何自救？透過查資料，我們發現與沼澤濃稠度、摩擦力和浮力有關。因此我們設計了不同濃稠度的實驗來驗證流言是否正確。觀察用相同力量下拉出物體的不同時間，進而了解脫離流體的難易程度。希望藉此找出更有效的救援方法，也破除對沼澤的誤解。

三、探究目的與假設

- 1.假設一(外力):以兩種不同的力去拉此物體，觀察不同力量拉物體時，其脫離流體所需耗的時間。
- 2.假設二(水:太白粉):1:2, 1:3, 1:5定力下觀察流體不同比例對物體移動時間的影響。

四、探究方法與驗證步驟

- 研究思路:
- 第一次操縱變因:拉力的角度

- 做法:從不同角度拉物體, 觀察速率變化。
- 問題:沒有可以固定角度的工具。拉的方向無法控制, 最後都是90度。
- 第二次操縱變因:外力大小
 - 做法:以手拉作為定力來源, 觀察效果。
 - 問題:難以用手維持固定的拉力。
 - 解決方案:將外力單位固定為「一個杯墊=35克重」。
- 第三次操縱變因:速率觀察
 - 問題:沒有合適方法觀察速率變化。
 - 解決方案:改為觀察物體移動相同距離所需的時間。
- 第四次操縱變因:接觸流體的接觸面積
 - 做法:改變物體與流體接觸的面積, 觀察時間變化。
 - 問題:使用較大面積接觸流體時, 時間未如預期縮短。
- 第五次操縱變因:流體的比例
 - 作法:用不同比例的太白粉加水造。
- 最終操縱變因:外力大小&流體的比例

實驗準備:

太白粉(圖一), 滑輪, 鞋盒, 水, 電子秤, 量杯, 木塊, 繩子



(圖一)

實驗製作：物體製作



(圖二)



(圖三)

為了讓之後計算時數字比較美觀和增加實驗的趣味性，我們利用16個1立方公分積木（每個1克重）+一隻樂高鯊魚（一隻54克重）總共70克重的物體來做實驗。最後再用熱熔膠黏上拉動物體的繩子就完成了。(圖二)

(1): 流體製作(以下比例皆為水:太白粉)

從1:5開始製作, 加入180克水+900克太白粉, 再加入120形成1:3, 最後再加入150克水變成1:2(假設一的流體就是用這個比例)。

(2): 重物製作



(圖四)

利用一個紙盒放入一塊35克重的杯墊作為重物上方用黏著物體另一端的繩子綁住。分為5塊(175克重)、8塊(280克重)作為定力。(圖三)

(3): 滑輪製作

利用一個滑輪定在鞋盒上, 鞋盒的長寬高分別為: (36、26、6公分), 滑輪的兩邊分別用一個繩子穿過, 一邊綁著拉的物體, 另一邊綁重物測量。(圖四)

實驗分析:

根據實驗結果顯示，當沼澤模擬液體的濃稠度越高(即加入越多固體如太白粉)，物體被拉出所需的時間明顯增加。這是因為濃稠度提高時，液體的黏滯性也會隨之上升，造成物體在移動時需要克服更大的阻力與摩擦力，這種現象在物理學中稱為黏滯阻力。實驗中，我們以相同的拉力作用於不同濃度的液體中，觀察物體被拉出所需的時間變化，並歸納出以下幾點觀察結果：

1. 在低濃度(如水與少量太白粉混合)的情況下，液體仍然接近牛頓流體的特性，物體幾乎可以順利脫離，拉出所需的時間非常短，幾乎感受不到明顯的阻力。
2. 在中濃度的液體中，隨著太白粉濃度的增加，液體開始呈現非牛頓流體的行為，尤其是出現剪切增稠現象，也就是液體在受力時會變得更稠。這導致物體開始出現明顯的阻力，拉出的時間也因此變長。
3. 在高濃度的模擬沼澤中，液體的黏滯性顯著提高，物體不僅更難被拉出，甚至可能因施力不當而被拉得更深。這時的液體幾乎像固體一樣，會強烈反應外力，使得掙脫變得極其困難。這些觀察結果不僅有助於我們理解液體的物理特性，也提供了對自然現象(如流沙、沼澤)的實際應用。例如，當人在真實的流沙或沼澤中掙扎時，如果急於快速施力脫困，反而會因為非牛頓流體的剪切增稠效應，導致阻力迅速增加，使人陷得更深、更難逃脫。因此，瞭解這類流體的行為對於災害自救與安全教育具有相當的重要性。

總結而言，濃稠度、施力方式、液體類型與物體本身的性質，都是決定脫困效率的重要變因。

本實驗不僅讓我們更深入理解非牛頓流體的物理特性，也讓我們學會在面對困難環境時，應以更科學冷靜的方式應對，而非單純依賴本能反應。

五、結論與生活應用

結論：本實驗探討了非牛頓流體的濃稠度與物體脫離難易之間的關係。結果顯示：當對物體施加越大的力量，反而越難將其從非牛頓流體中取出。這是因為某些非牛頓流體（如太白粉與水的混合物）具有「剪切增稠」的特性，當受到快速或劇烈的施力時，流體的黏度會迅速上升，變得像固體一樣，使得物體更難移動。物體在稀的非牛頓流體中比在濃稠的流體中更容易脫離，這是因為濃稠度較高的流體擁有更大的內部摩擦與阻力，對物體形成更強的束縛力。

生活應用：

1. 防彈裝備：現代高科技防彈衣中常加入非牛頓流體作為填充材料。這些流體在正常狀況下是柔軟的，穿著舒適，但在子彈高速撞擊的瞬間會迅速變硬，吸收並分散撞擊力，達到有效的防護效果。
2. 減震系統：非牛頓流體也被應用於建築的減震裝置中，如阻尼器或避震墊。這些裝置會根據地震晃動的強度改變自身硬度，在震動小時保持柔軟、震動大時迅速變硬，有效吸收能量、降低建築損壞風險，提升建築物在天災中的穩定性與安全性。
3. 醫療方面：在義肢、創傷敷料或護具中，非牛頓材料能夠根據使用者動作的快慢自動調整硬度，提供良好的保護與彈性。

參考資料

1.《National Geographic》:〈Quicksand Science: Why It Traps, How to Escape〉

<https://www.nationalgeographic.com/science/article/quicksand-science-why-it-traps-how-to-escape>。

2.國立臺中教育大學科學遊戲實驗室(非牛頓流體互動實驗)

https://scigame.ntcu.edu.tw/water/water-011.html?utm_source=chatgpt.com

3.《Nature》期刊:〈Liquefaction of quicksand under stress〉

<https://www.nature.com/articles/437635a>