

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組成果報告表單

題目名稱：牛頓起飛了
一、摘要 <p>此探究目的為找出適合做非牛頓流體的材料、溫度、比例和液體種類的搭配，以方便日後運用在生活上的土壤液化、減少受力後的衝擊...。此探究過程有五個實驗，分別找出以上適合製作非牛頓流體的方式，使日後運用時更可以做為參考。我們的研究發現：只有玉米粉及太白粉（又稱樹薯粉）可以在水溫 80°C 以下，以質量比 6：8（水：玉米粉）的比例，才可以形成非牛頓流體。</p>
二、探究題目與動機 <p>地震時，土壤由固體變類似液態，造成建築物傾斜、噴砂...等災害。雖土壤液化是因為土壤粒子的排列方式在地震搖晃中改變，擠壓到原本儲存地下水的空間，和非牛頓流體的成因不盡相同，但土壤不易做操縱變因、控制變因的討論，改用在 youtube 上經常可見之澱粉類，受到擾動後，形成類似液體的性質，來模擬土壤液化過程，因為兩者都是受力前後，粒子排列方式改變造成的。在瀏覽社群軟體時，我們發現到許多網紅都探討非牛頓流體，重擊或給予較大壓力時，性質像固體，攪動時，則類似液體，讓我們感到非常驚奇。畢竟是非牛頓流體，有一種反向操作的感覺。所以，我們就想要親自來實驗看看這個非牛頓流體的神祕之處，與它未來可以運用的方法。</p>
三、探究目的與假設 <p>目的： 上網查詢後發現大多的實驗都是採用玉米澱粉作為實驗的主要材料，這不禁使我們好奇，如果使用不同的澱粉材料或是蛋白質粉末，例如黑豆粉，以不同比例調配，產生的結果是否會不同？雖然像口香糖也會形成非牛頓流體，在重擊時，做成三角錐狀的口香糖甚至可以擊破西瓜，但成分過於複雜，不在本實驗研究的範圍。</p> <p>假設： 1. 將不同比例的水與同一種的澱粉調和，是否能形成非牛頓流體？ 2. 不同溫度的水對形成非牛頓流體是否會有影響？ 3. 其他澱粉和水調和，是否能形成非牛頓流體？ 4. 使用不同液體和玉米粉調和，是否都能形成非牛頓流體？ 5. 以不同比例的澱粉和玉米粉混合後加水，是否都能形成非牛頓流體？</p>
四、探究方法與驗證步驟

實驗流程及結果：

依照搜尋結果，選擇玉米粉做為本實驗研究的題材，過程中發現，定義非牛頓流體不是件容易的事，尤其在不是典型的情況下更是如此，對混合物施加壓力，會提高其黏滯性（濃稠度），因為輕輕拍非牛頓流體（又稱毆不裂，Oobleck）的表面，玉米澱粉粒子壓擠在一起，會覺得它很硬，像固體。輕輕攪拌，又像液體。

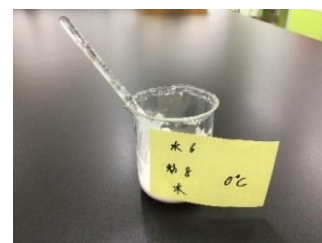
經常出現同一情況，判斷的結果不同，因此將組員中意見經常相左分在同一組，兩組組員意見相同，才下定論，否則重新判斷，如圖一。



圖一 兩人共同判斷是否形成非牛頓流體

一、水和玉米粉以不同比例調製：

1. 將水和玉米粉用電子秤量好質量，其中水可以直接量體積（水的密度是 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ）。
2. 依照要做的比例依序倒入燒杯。
3. 用玻璃棒攪拌，並分兩組共同確定是否能形成非牛頓流體，如圖二。
4. 攪拌好確認是否呈現出其非牛頓流體性質並記錄。
5. 重複以上步驟直到全部的比例完成。
6. 以表格列出實驗結果，如表一。



圖二 標示後判斷並拍攝

表一 不同比例的水與玉米粉是否能形成非牛頓流體

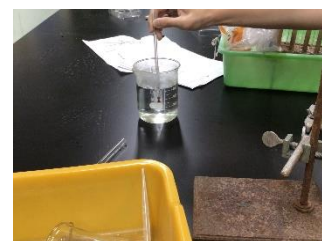
玉米粉比例(公克) 水：玉米粉	1:8	2:8	3:8	4:8	5:8	6:8	7:8	8:8	9:8	10:8	11:8
成敗	X	X	X	X	X	V	X	X	X	X	X

發現：玉米澱粉或太白粉與水混和時，只有比例接近 6:8(水:玉米粉)，才可以形成非牛頓流體。

二、以水溫 0 至 90°C 的水和玉米粉調製非牛頓流體：

嘗試將玉米粉的溫度改變，使玉米粉和水溫度相同時，再攪拌，但實驗室中的設備不容易達成這樣的效果，決定以室溫的玉米粉和不同溫度的水為研究對象。

1. 將室溫的玉米粉 8 克倒在燒杯裡。
2. 因溫度變動相當快，且沒有恆溫的裝置，用量筒裝 6 毫升的水，裝在試管中，放入冰水或以隔水加熱方式，調整成不同溫度，如圖三。
3. 快速將不同溫度的水，倒入裝有 8 克的玉米粉燒杯後，攪拌，並觀察其結果。



圖三 隔水加熱或降溫

4. 紀錄於表格中，如表二。

表二 不同溫度的水與玉米粉調和，是否能形成非牛頓流體

水溫(攝氏)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
成敗	V	V	V	V	V	V	V	V	X	X

發現：所形成的非牛頓流體的質性描述：

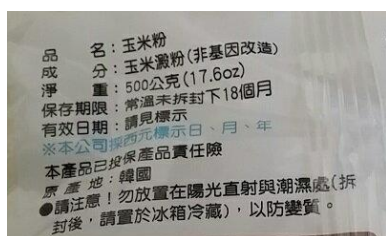
1. 在水溫 80°C以下才能形成非牛頓流體。
2. 80°C及 90°C會呈現部分半透明狀，無法形成非牛頓流體，會有一小部分外觀像煮熟的糕點或珍珠奶茶內的珍珠。
3. 攪動非牛頓流體時，加入的水溫較低，黏滯性較低，而溫度高時黏滯性較高，但都具有非牛頓流體的性質，重擊或給予較大壓力時，性質像固體，攪動時，則類似液體。

三、以不同比例的水和玉米澱粉、太白粉、澱粉、麵粉、黑豆粉調和，觀察是否形成非牛頓流體？

在超市及化工行尋找不同的澱粉及蛋白質粉末，為控制變因，所以未選擇片狀的麥片及含有其他調味，或調整成分的粉類，如阿華田、可可、奶粉....，而我們選擇的粉類僅黑豆粉的主要成分為蛋白質，其他是不同種類的澱粉。



圖四 黑豆粉無法形成非牛頓流體



圖五 市售各種粉類

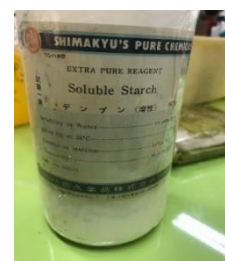
表三 不同溫度的水與玉米粉調和，是否能形成非牛頓流體

水:粉比例 (公克)	1:8	2:8	3:8	4:8	5:8	6:8	7:8	8:8	9:8	10:8	11:8
玉米澱粉	X	X	X	X	X	V	X	X	X	X	X
太白粉	X	X	X	X	X	V	X	X	X	X	X
澱粉	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
麵粉	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
黑豆粉	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

發現：只有玉米澱粉和太白粉在水和粉的比例為 6：8，才可以形成非牛頓流體。

四、以不同比例的澱粉和玉米粉加水調製選擇成分較單純的澱粉和玉米粉混合：

1. 先裝好 6 克的水。
2. 再用不同的比例的澱粉（如圖五）和玉米粉做混和。
3. 加入水攪拌，觀察其是否形成非牛頓流體。
4. 紀錄於表格中，如表四。



圖五 澱粉

表四 不同比例的澱粉與玉米粉調和，是否能形成非牛頓流體

玉米粉：澱粉：水	2:6:6	3:5:6	4:4:6	5:3:6	6:2:6
成敗	X	X	V	V	V

玉米粉和太白粉只有與水混和時，才可形成非牛頓流體，若以其他澱粉混合，玉米粉要超過一半，才能形成非牛頓流體。

五、以玉米粉和不同液體(水、酒精、油、和飽和糖水、飽和鹽水)：

1. 先準備好八克的玉米粉
2. 使用不同液體各六克作為搭配。
3. 混和攪拌並觀察其是否形成非牛頓流體。
4. 紀錄於表格中，如表五。



圖六 酒精和油

表五 不同液體與玉米粉調和，是否能形成非牛頓流體

液體種類	水	油	酒精	飽和糖水	飽和鹽水
成敗	V	X	X	?	?

發現所形成的非牛頓流體的質性描述：

大豆油和酒精無法形成非牛頓流體，飽和糖水和食鹽水，在多數情況下可以形成非牛頓流體，但不是典型的非牛頓流體，在受力重壓的情形，比較不像固體。未來可以繼續討論改變糖水、食鹽水濃度或不同溫度下，也許有可能形成的非牛頓流體。

五、結論與生活應用

從實驗結果可以得知，可以使用不同的方法製造非牛頓流體，只有玉米粉及太白粉(又稱樹薯粉)可以在水溫 80℃以下，以質量比 6：8(水：玉米粉)的比例，才可以形成非牛頓流體。

而這些非牛頓流體可以運用在生活中許多地方，像是減少土壤液化帶來的損害，或包裝的材料，避免易碎物受衝擊破裂，運用於戰爭上(如阻止對方行軍速度)，甚至還可



圖七 福島地震後的土壤液化

以在其中植入晶片做成機器人，方便穿梭各種障礙。

土壤在某些特殊條件下在地震搖撼的過程中會變得跟液體一樣，如圖八、圖九，也就是類似非牛頓流體，而在上面的建築物會像船沒入水，下沉、傾斜甚至傾倒。從實驗結果我們知道非牛頓流體只有在特殊條件下形成，因此我們可以考慮將土壤改造成不易形成非牛頓流體，減少因土壤液化所造成的災害。



圖八 九二一大地震之後土壤液化(柯金源)

圖九 土壤液化流出地面，布滿整個曬穀場

表六 未來應用於土壤液化對照表

	玉米粉或太白粉特性	土壤液化應用
1	不同澱粉僅玉米澱粉和太白粉會形成非牛頓	研究過去曾發生土壤液化應用的土壤,從它的礦物組成，找到潛在可能發生土壤液化應用的區域是否為高危險區域
2	只有在水和粉漿比接近 3:4 才會形成非牛頓流體	在可能發生土壤液化的土壤特性的歷史資料、地下水資料找到潛在可能發生土壤液化應用的區域是否為高危險區域
3	溫度低時此非牛頓流體黏滯性降低，溫度高時不易形成非牛頓流體	在可能發生土壤液化的土壤特性的歷史資料、地下氣溫,找到潛在可能發生土壤液化應用的區域是否為高危險區域
4	混和不同澱粉時,以不同液體混入土壤不會產生非牛頓流體	將不易形成土壤液化的廢土混入原來容易液化的土壤中

參考資料

1. 非牛頓流體 維基百科
2. 109 學年度基隆市科展國小組 製作環保安全帽—神奇非牛頓流體安全帽
https://jweb.kl.edu.tw/userfiles/1365/document/36302_150-%E7%94%9F%E7%A7%91%E4%BA%8C-%E6%B7%B1%E7%BE%8E%E5%B0%8F.pdf
3. 62 屆嘉義縣國中小學國小組物理科 吃軟不吃硬---非牛頓流體的倔強
4. 中華民國第 54 屆中小學科學展覽會國小組 物理科 「剛」「柔」並進、「硬」「軟」兼施~ 探討流體的「固化」與固體的「液化」現象 國立臺灣科學教育館圖書館館藏
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/54/pdf/080110.pdf>

5. 全國中小學科展第 58 屆物理科 不可思議！小小流體力量大-非牛頓流體與腳踏車減速帶之研究 國立臺灣科學教育館圖書館館藏 <https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=53&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=15338&print=1>
6. 是固體還是液體？都不是，它是「毆不裂」！ 科學人 <https://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?id=1830>
7. 科學家找到快速沉入「毆不裂」的方法 科學月刊 <https://www.scimonth.com.tw/archives/4036>
8. 九二一大地震之後土壤液化 柯金源 數位島嶼 <https://news.tvbs.com.tw/world/48798>
9. 迪士尼土液化！ 灌漿急救關園 10 天 <https://cyberisland.teldap.tw/g/qwhcsQpsgBAddibBImFSILQ>
10. 國立自然科學博物館/地震教育園區/土壤液化實驗 https://www.nmns.edu.tw/park_921/galleries/earthquake-engineering-hall/exhibition-building/
11. 地動驚魄九二一/集集大地震專題展示/特展網站/地震特報/地動驚魄 921 集集大地震/國立自然科學博物館 <http://web2.nmns.edu.tw/Exhibits/88/921show/10-10.htm>