

臺南市 109 年度國小學生獨立研究競賽作品

作品名稱： 非牛頓流體的應用

編號： (由承辦單位統一填寫)

摘要

四年級的暑假，我們在家中進行實驗，其中一項便是將太白粉加水製作出非牛頓流體，當我們製作出來的時候，那樣黏黏滑滑的東西好有趣，而且我還發現當我用力將它抓起時，他竟然會變成像是固體狀的東西，但是，當我的手一放鬆的時候，它竟然就變成液體流下去了。這種神奇的特性，促使我在五年級獨立研究課程中想要研究它！

同時，我們發現當東西掉進非牛頓流體裡時，較不會破碎，我們猜想，非牛頓流體可能可以確切的吸收外來的衝撞力。

為了驗證這一個想法，我們上網查了許多資料並閱讀了一些相關的書籍，發現大部分的物質當中，以非牛頓流體的保護效果為最好。因此，我們開始設計並進行非牛頓流體的相關實驗，其中包括：(1) 找出非牛頓流體最佳比例的實驗、(2) 吸震效果實驗與(3) 門檔實驗。

經過多次的實驗，我們得出以下結果：實驗一，質量比 5:3 防撞效果佳，較適合使用在衝擊力較大的地方；實驗二，太白粉質量比 5:3 踩下去最硬，太白粉體積比 2:1 的非牛頓流體的吸震效果最好；實驗三，玉米粉質量比裝置方式直對直、非牛頓流體 40ml 的 90 度和 30ml 的 45 度分貝數值最小，非牛頓流體 20ml 的 90 度和 45 度分貝數值最大。

壹、研究動機及目的

一、研究動機：

四年級的暑假，我們在家中進行實驗，其中一項便是將太白粉加水製作出非牛頓流體，當我們製作出來的時候，那樣黏黏滑滑的東西好有趣，而且我還發現當我用力將它抓起時，他竟然會變成像是固體狀的東西，但是，當我的手一放鬆的時候，它竟然就變成液體流下去了。這種神奇的特性，促使我在五年級獨立研究課程中想要研究它！

同時，我們發現當東西掉進非牛頓流體裡時，較不會破碎，我們猜想，非牛頓流體可能可以確切的吸收外來的衝撞力。

為了驗證這一個想法，我們上網查了許多資料並閱讀了一些相關的書籍，發現大部分的物質當中，以非牛頓流體的保護效果為最好。因此，我們開始設計並進行非牛頓流體的相關實驗，其中包括：(1) 找出非牛頓流體最佳比例的實驗、(2) 吸震效果實驗與(3) 門檔實驗。藉此，我們希望透過此次的研究將非牛頓流體應用在生活當中。

二、研究目的

- (一)知道把雞蛋丟下不同比例的非牛頓流體，是否會碎裂。
- (二)知道非牛頓流體讓我們走、跑、跳過後，腳是否會有吸收衝撞力的感覺。
- (三)測量非牛頓流體灌在氣球中並放在門邊時，關門分貝數。

三、實驗器材

			
分貝機	臉盆	玉米粉	太白粉
			
夾鏈袋	測量器	氣球	保鮮膜
			
白板筆	量角器	杯子	漏斗
			
雞蛋	膠帶	電子秤	攪拌用具

貳、文獻探討

一、非牛頓流體

牛頓流體就像水一樣，用力攪動時黏性不會改變，但是，非牛頓流體用力攪動時會變得更黏或不黏，就像是麵線羹與水泥。當我們將非牛頓流體快速擠壓時，非牛頓流體的分子會因為擠壓而排列整齊，一般的液體則不會如此。對非牛頓流體慢慢施力時，分子會有時間往外擴散。

二、分貝

(一)分貝的定義

分貝 (decibel) 是量度兩個相同單位之數量比例的單位，常用 dB 表示。「分」(deci-) 指十分之一，個位是「貝」或「貝爾」

(二)分貝計

分貝計是一種能測量環境聲音大小(單位：分貝)的機器。使用方法如下：

- (1) 把分貝計放在一個定點。
- (2) 不要發出聲音。
- (3) 按下開關，開始測量。

三、運動定律

運動的定律

牛頓第一運動定律：靜者恆靜

一個靜止不動的物體，除非有外力的作用，否則會靜止不動

一旦物體開始運動，就不會停下來除非有有外力施加在上面

牛頓第二運動定律：力的定義

如果想要改變物體的速度，所需作用力的大小取決於物體的質量

也就是：作用力 = 質量 * 加速度

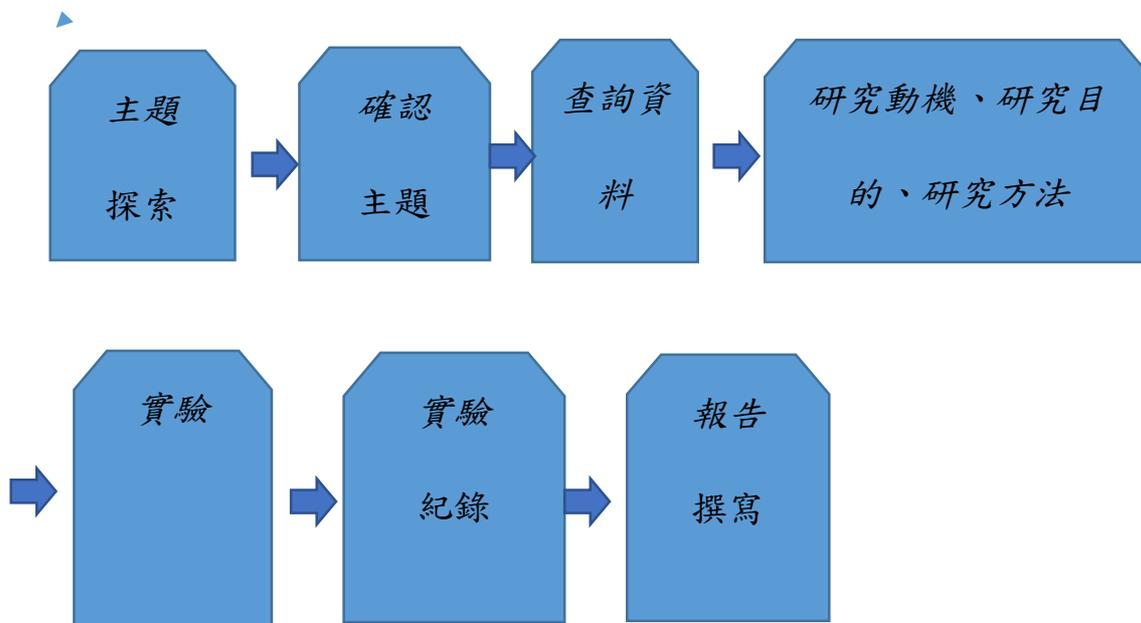
牛頓第三運動定律：作用力與反作用力

只要有作用力從某個方向施加在物體上，就會有另一個大小相等，方向相反的

作用力（凱特·戴維斯，觀念物理小學堂，2019）

參、研究過程與方法

一、研究架構



<圖 3.1 研究架構圖>

(一)主題探索:上網和透過書籍決定主題。

(二)確認主題:看到網路上有關非牛頓流體，覺得非牛頓流體非常有趣，所以我們決定要做有關於非牛頓流體實驗。

(三)查詢資料: 確認主題後上網查詢有關非牛頓流體。

(四) 研究動機、研究目的、研究方法

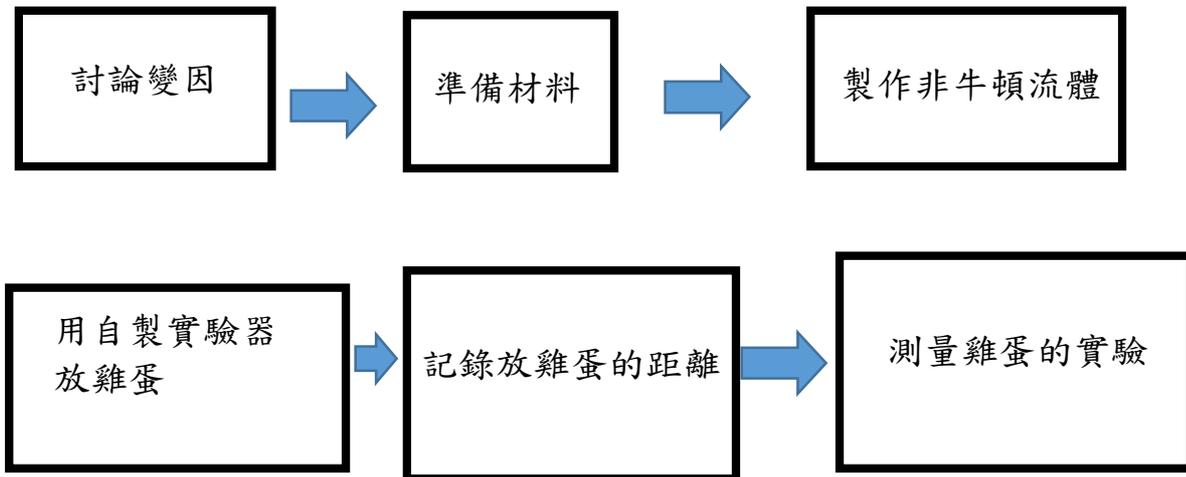
(五) 實驗:我們利用玉米粉體積比 2:1 和質量比 5:3，太白粉體積 2:1 和質量比 5:3，來讓雞蛋在不同高度

(六) 實驗紀錄: 我們先把記錄記在紙上，最後在打到電腦上。

(七) 報告撰寫

二、實驗流程圖

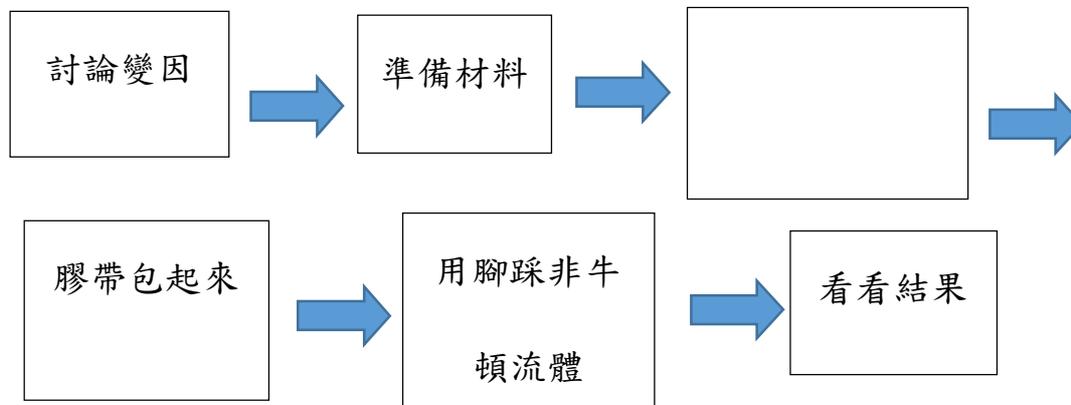
實驗(一)



<圖 3.2 實驗(一)實驗流程圖>

- (一) 討論變因:討論實驗中的變因
- (二) 準備材料:我們依實驗所需準備材料
- (三) 製作非牛頓流體
- (四) 用自製實驗器放雞蛋:製作可以放雞蛋的機器
- (五) 記錄放雞蛋的距離
- (六) 測量放雞蛋的實驗

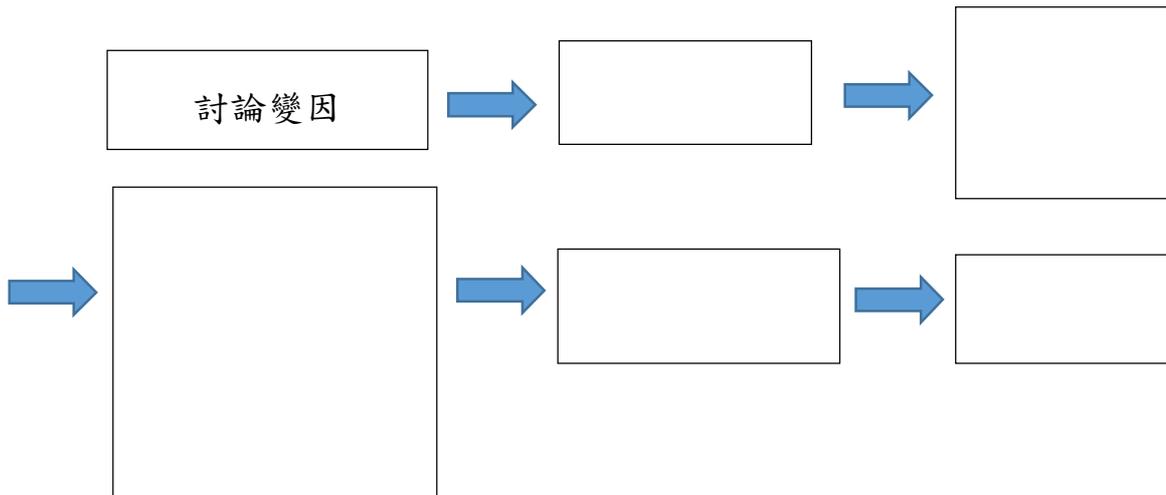
實驗二



<圖 3.3 實驗(二)實驗流程圖>

- (一) : 討論變因: 討論實驗中的變因
- (二) : 準備材料: 我們依實驗所需準備材料
- (三) : 把非牛頓流體裝入塑膠袋外
- (四) : 膠帶包起來
- (五) : 把有包裝的非牛頓流體放在地板上並用腳踩測量
- (六) : 看看結果

實驗(三)



<圖 3.4 實驗(三)實驗流程圖>

(一):討論變因: 討論實驗中的變因

(二):準備材料:我們依實驗所需準備材料

(三):把分貝機黏在牆壁上

(四):將不同比例的非牛頓流體灌入氣球中:把氣球的玉米粉和太白粉的質量、
體積比拿來實驗

(五):調整門的角度:門的角度分別是 90 度和 45 度

(六):開始實驗

肆、結果與討論

實驗一：非牛頓流體最佳比例

一、實驗假設：最佳比例 2:1

二、變因

(1) 操縱變因：比例

(2) 控制變因：粉類

(3) 應變變因：非牛頓流體比例會影響黏稠度

(四)、實驗器材與裝置圖示

1、蛋 10 顆 2、太白粉 3、玉米粉 4、紙杯 5、臉盆 4 個

6、免洗筷 7、湯匙 8、手機夾 9、竹竿 10、量尺

11、夾鏈袋 12、旗座

(五)實驗步驟：

(1)先加 4 杯粉(太白粉、玉米粉)和兩杯水

(2)加品質太白粉比水 5:3、10:7。

(3)均勻混合

(4)雞蛋從 40 公分丟下來

(5)觀察雞蛋的破裂變化

七、實驗結果

(1)在太白粉和玉米粉品質比(5:3)的情況下彈力比較好

(2)在太白粉和玉米粉體積比(玉米粉 10:7)(太白粉 2:1)雞蛋不易破

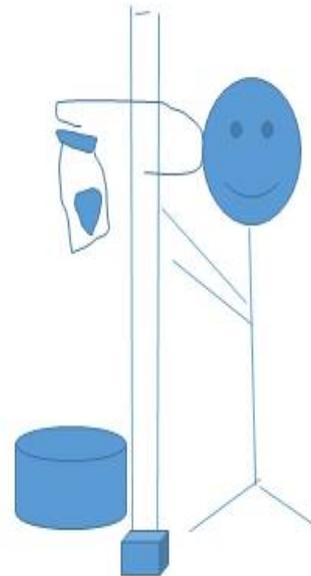
(3)在太白粉和玉米粉質量比(5:3)愈高的地方丟愈不會破蛋會彈出盒子。



<圖 1 使用測量器測量完高度後將雞蛋放下>



<圖 2 使用測量器測量完高度後將雞蛋放下>



實驗二：非牛頓流體包裝在保鮮膜和氣球中裡面，並且大力的踩跳後，吸震的效果。

一、實驗假設

太白粉體積比 2:1 的吸震效果可能比較好，因為在實驗(1)中太白粉體積比 2:1 雞蛋會像沼澤裡的動物一樣沉入，所以我們覺得它的吸震的效果比較好。

三、變因

<表 4.2.1 實驗二變因表>

(1) 操作變因	放在保鮮膜和氣球內的非牛頓流體種類 (玉米粉、太白粉)
(2) 控制變因	1 氣球種類 2 保鮮膜種類 3 同一個地面 4 踩跳的方式 5 踩跳的人 6 比例 (質量比 5:3、體積比 2:1)
(3) 應變變因	吸震的效果

四、實驗器材

<表 4.2.2 實驗二器材表>

玉米粉	太白粉	量杯	保鮮膜
氣球	水	電子秤	玻璃棒
漏斗	湯匙	小容器	膠帶

五、實驗步驟

(1) 調配非牛頓流體 (太白粉/玉米粉 質量比 5:3/體積比 2:1)

- (2) 倒入 (氣球/保鮮膜) 中
- (3) 把 (氣球綁緊/貼上膠帶)
- (4) 輕放在地上，開始實驗

六、實驗記錄

〈表 4.2.3 實驗二實驗紀錄表〉

	適用包裝	狀態	硬度	吸震力
玉米粉 體積比 2 : 1	氣球	液體	軟	普通
玉米粉 質量比 5 : 3	保鮮膜	以固體 較多	結塊	普通
太白粉 體積比 2 : 1	氣球	液體	軟	普通
太白粉 質量比 5 : 3	保鮮膜和氣 球	以液體 較多	未撞擊：流體 撞擊：變硬	較好



〈圖 3 合力攪拌非牛頓流體〉



〈圖 4 製作實驗二吸震氣球〉

七、實驗結果

- (1) 玉米粉體積比 2:1 氣球踩下去會吸收較大的衝撞力。
- (2) 氣球最多能裝 45ml。
- (3) 40ml 比 20ml 的吸收衝撞力較好。
- (4) 玉米粉體積比 2:1 裝 40ml 比裝 20ml 較容易外洩（爆掉）。
- (5) 非牛頓流體比其他流體的吸震效果還要好。

八、結論

- (1) 太白粉質量比 5:3 踩下去最硬。
- (2) 太白粉體積比 2:1 的非牛頓流體的吸震效果最好。
- (3) 玉米粉質量比 5:3 不容易裝入氣球內。
- (4) 兩種粉（太白粉、玉米粉）體積比 2:1 在不施力的情況下均為流體，質量比 5:3 不施力的情況下均為固體。
- (5) 質量比 5:3 的非牛頓流體較適合用氣球裝入，因為它的狀態是為固體。
- (6) 體積比 2:1 的非牛頓流體較適合用保鮮膜裝入，因為它的狀態是為液體。

實驗三：非牛頓流體的應用—門擋實驗

一、實驗假設：我們覺得太白粉體積比 2:1 吸震效果可能比較好，因為我們在做實驗(1)的時候太白粉體積比 2:1 可以把蛋吸進去，所以我們覺得它吸震效果可能比較好。

二、變因：

〈表 4.3.1 實驗三變因表〉

(1)操縱變因：	氣球灌的毫升數(20ml、25ml、30ml、35ml、40ml、45ml)
(2)控制變因：	非牛頓流體的比例、容器、黏在門上的位置、角度
(3)應變變因：	關起門的聲音大小(單位:dB(分貝))

三、實驗器材與裝置圖示：

〈表 4.3.2 實驗三器材表〉

氣球(圓球狀)	太白粉	量杯
雙面膠片	白板筆	膠帶
玉米粉	分貝計	湯匙
量角器	記錄紙	

四、實驗步驟：

- (1) 調配非牛頓流體(體積比 2:1，質量比 5:3)
- (2) 裝入氣球中(20ml、25 ml、30 ml、35 ml、40 ml、45 ml)並綁起來



(3) 灌一顆空氣的氣球  <圖 5 實驗三氣球裝置圖>

(4) 把灌了空氣的氣球黏在門的上方，裝了非牛頓流體的氣球黏在門的下方。本次裝置分為直→直與橫→直兩種方式。直→直：上和下面的氣球都是直立的，橫→直：上面的氣球貼橫的，下面的氣球貼成直立的。

(5) 在門打開 90 度和 45 度的地方用白板筆作記號

(6) 將分貝計貼在門的旁邊，並開始測量

六、實驗記錄：

<表 4.3.3 玉米粉體積比裝置方式直對直紀錄表>

類別	空氣→非牛頓 2:1															
裝置方式	直→直															
非牛頓流體毫升數	0		3		20		25		30		35		40		45	
門的角度	90	45	90	45	90	45	90	45	90	45	90	45	90	45	90	45
第一次測量	63.6	56.2	116.3	62.4	80.0	73.1	76.3	74.6	72.3	60.4	90.0	76.5	86.6	58.5	76.3	70.2
第二次測量	63.7	59.3	74.7	74.9	71.5	74	90.1	61.3	75.9	76.3	72.6	70.0	75.6	53.8	78.7	64.9
第三次測量	57.3	50.5	73.8	73.0	71.4	76.6	79.2	91.1	91.3	59.9	75.1	85.5	77.7	88.8	70.8	91.4
第四次測量	57.5	57.8	78.6	87.4	74.6	78.4	71.2	58.2	77	84.3	75.2	79.3	79.6	77.8	70.7	78.1
第五次測量	55.7	55.9	85.2	75.4	76.7	74.4	75.1	75.8	79.0	60.3	72.6	80.9	77.1	78.5	78.2	64.4
平均分貝數	54.56	55.94	85.72	74.62	74.84	75.34	78.38	72.2	79.1	68.24	77.1	78.44	79.32	72.92	74.94	73.8

<表 4.3.4 玉米粉體積比裝置方式橫對直紀錄表>

類別	空氣→非牛頓 2:1															
裝置方式	橫→直															
非牛頓流體毫升數	0		3		20		25		30		35		40		45	
門的角度	90	45	90	45	90	45	90	45	90	45	90	45	90	45	90	45
第一次測量	59.0	55.9	81.0	77.5	75.0	77.0	74.2	76.5	75.4	79.9	74.1	77.4	75.3	79.4	77.3	64.0
第二次測量	59.5	63.5	104.1	75.3	75.2	73.1	79.9	87.5	113.9	96.4	78.2	77.9	79.2	68.2	91.3	58.7
第三次測量	60.3	56.9	74.5	76.1	77.9	76.6	73.8	69.6	74.3	73.7	71.8	78.1	75.8	84.5	77.5	58.2
第四次測量	64.6	59.3	78.7	77.0	78.3	75.0	77.8	86.0	78.7	62.3	82.5	75.2	77.8	69.5	74.2	61.1
第五次測量	67.9	54.3	78.5	72	72.1	72.6	73.4	82.3	78.8	79.1	93.3	76.9	108.8	83.7	94.1	60.9
平均分貝數	62.3	58.0	83.4	75.6	75.7	74.9	75.8	80.4	75.2	78.3	80.0	77.1	83.4	77.1	82.9	60.6

<表 4.3.5 玉米粉體積比裝置在不同角度下分貝數最大最小值統整表>

	空氣→非牛頓 2:1 直→直	空氣→非牛頓 2:1 橫→直
90 度最小	54.56	62.3
45 度最小	55.94	58.0
90 度最大	85.72	83.4
45 度最大	78.44	80.4

<表 4.3.6 玉米粉質量比裝置方式直對直紀錄表>

類別	空氣→非牛頓 5:3											
裝置方式	直→直											
非牛頓流體毫升數	20		25		30		35		40		45	
門的角度	90	45	90	45	90	45	90	45	90	45	90	45
第一次測量	110.3	78.3	70.2	70.9	73.1	75.8	71.7	78.8	72.4	84.3	73.7	77.3
第二次測量	78.6	86.5	74.1	70.7	71.1	74.8	70.8	71.1	71.5	72.2	73.6	81.7
第三次測量	86.1	77.5	72.7	76.8	76.6	72.3	78.2	77.1	70.2	70.2	78.7	75.5
第四次測量	76.6	71.7	73.9	78.8	79.7	74.4	74.5	79.2	74.8	83.4	77.1	76.4
第五次測量	72.7	76.6	75.0	74.0	67.6	72.6	75.8	72.2	73.2	75.1	75.8	75.9
平均分貝數	84.9	78.12	73.18	74.24	73.62	73.98	74.2	75.68	72.42	77.04	75.78	77.36

<表 4.3.7 玉米粉質量比裝置方式橫對直紀錄表>

類別	空氣→非牛頓 5:3											
裝置方式	橫→直											
非牛頓流體毫升數	20		25		30		35		40		45	
門的角度	90	45	90	45	90	45	90	45	90	45	90	45
第一次測量	76.1	78.7	75.4	74.6	78.4	71.3	78.7	70.5	79.6	87.4	76.2	87.7
第二次測量	69.8	82.4	73.6	73.2	71.1	74.8	79.1	74.0	73.9	72.0	79.2	75.7
第三次測量	76.2	78.0	75.3	60.0	74.4	76.9	76.8	74.8	74.6	75.6	79.9	74.7
第四次測量	76.2	74.6	79.7	60.9	71.1	71.5	74.8	70.2	68.0	78.4	71.6	78.6
第五次測量	74.8	76.7	80.0	63.3	76.8	73.3	72.3	72.5	75.8	73.1	75.2	72.5
平均分貝數	74.6	78.1	76.8	66.4	74.4	73.6	76.3	72.4	74.4	77.3	76.4	77.8

<表 4.3.8 玉米粉質量比裝置在不同角度下分貝數最大最小值統整表>

	空氣→非牛頓 5:3 直→直	空氣→非牛頓 5:3 橫→直
90 度最小	72.42	74.4
45 度最小	73.98	66.4
90 度最大	84.9	76.8

45 度最大	78.12	78.1
--------	-------	------

七、實驗結果：

- (1) 玉米粉體積比裝置方式直對直、空氣對空氣的 90 度和 45 度的分貝數值最小，非牛頓流體 3ml 的 90 度和 35ml 的 45 度分貝數值最大。
- (2) 玉米粉體積比裝置方式橫對直、空氣對空氣的 90 度和 45 度的分貝數值最小，非牛頓流體 3ml 和 40ml 的 90 度和 25ml 的 45 度分貝數值最大。
- (3) 玉米粉質量比裝置方式直對直、非牛頓流體 40ml 的 90 度和 30ml 的 45 度分貝數值最小，非牛頓流體 20ml 的 90 度和 45 度分貝數值最大。
- (4) 玉米粉質量比裝置方式橫對直、非牛頓流體 30ml 和 40ml 的 90 度和 25ml 的 45 度分貝數值最小，非牛頓流體 25ml 的 90 度和 20ml 的 45 度分貝數值最大。

八、結論

- (1) 空氣對空氣的效果是最好的。
- (2) 玉米粉體積比中的 3ml 的 90 度效果最差。
- (3) 玉米粉質量比中的 40ml 的 90 度效果最好。
- (4) 玉米粉質量比中的 20ml 的 45 度效果最差。
- (5) 玉米粉質量比裝置方式橫對直的 25ml 的 90 度的分貝數值是最大的，45 度卻是最小的。

伍、結論

我們總共做了三個實驗，分別是：

- 1、非牛頓流體最佳比例
- 2、非牛頓流體的應用—吸震效果
- 3、非牛頓流體的應用—門擋實驗

在實驗一中，質量比 5:3 防撞效果佳，較適合使用在衝擊力較大的地方。

在實驗二中，太白粉質量比 5:3 踩下去最硬，太白粉體積比 2:1 的非牛頓流體的吸震效果最好。在實驗三中，玉米粉質量比裝置方式直對直、非牛頓流體 40ml 的 90 度和 30ml 的 45 度分貝數值最小，非牛頓流體 20ml 的 90 度和 45 度分貝數值最大。

經過多次的實驗，我們發現許多知識，在實驗一中，我們知道用質量比的非牛頓流體效果比較好，在實驗二中，一開始用保鮮膜的效果不好，因為容易爆開，因此在後來的實驗中，我們使用氣球作為替代的包裝物，如此，就沒有非牛頓流體跑出來的問題，在實驗三中，除了感謝學校師長借我們辦公室的門做測量外，我們還發現了在質量比的情控下非牛頓流體比較難灌入氣球當中。

陸、參考文獻

陳乃綺 (2017)。Penny 老師教你創意玩科學 (初版)。臺北市：小麥田出版。

凱特·戴維斯 (2019)。觀念物理小學堂(第二版) (詹豐造譯)。臺北市：遠見天下文化。(原著出版年：2010 年)

維基百科 (2019 年 12 月 22 日)。分貝【部落格文字資料】。取自
<https://is.gd/IEGIUy>

NTCU 國立台中教育大學 科學遊戲實驗室 (無日期)。非牛頓流體【部落格文字資料】。取自 <http://scigame.ntcu.edu.tw/water/water-011.html>