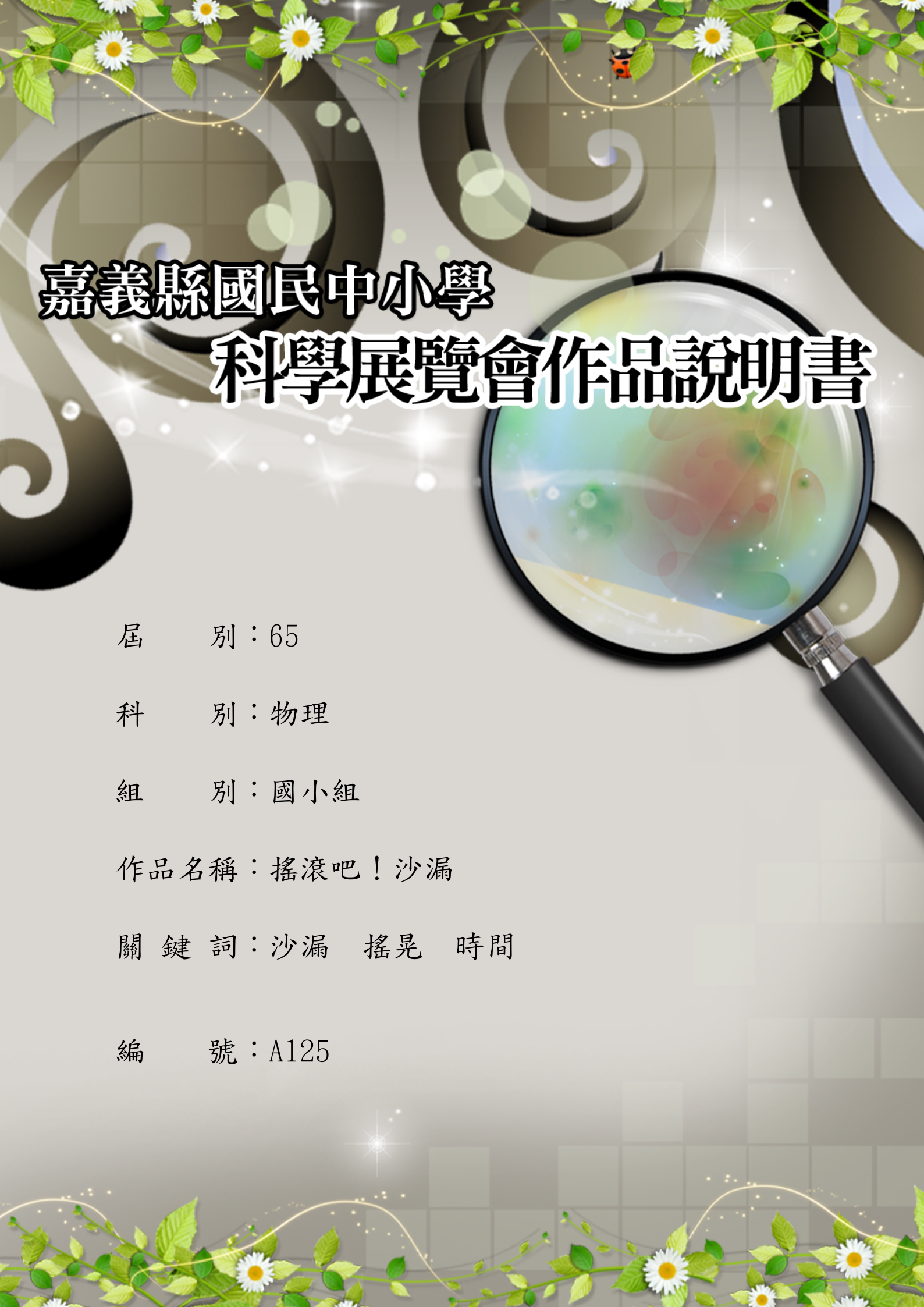




嘉義縣國民中小學 科學展覽會作品說明書

屆 別：65

科 別：物理

組 別：國小組

作品名稱：搖滾吧！沙漏

關 鍵 詞：沙漏 搖晃 時間

編 號：A125

作品名稱：搖搖沙漏，可以嗎？

摘要

沙漏是一種計時的工具，無論是在課堂上或是外出，總是有機會看到師長或大人拿出沙漏計時。我們不禁好奇：搖晃沙漏的計時，會比較快嗎？

本研究發現：沙漏在正常使用時，會有計時誤差，但誤差值介於1-5秒。其次，上下搖晃沙漏在本次實驗中並未發現能加速沙漏落完。另外，左右搖晃沙漏在本次實驗中發現，寬度5公分且速度快能加速沙漏落完。最後，擺放傾斜角度對沙漏計時有影響，傾斜角度越大，沙漏越提早落完。

壹、前言

一、研究動機

某一天上自然課，操作實驗有使用沙漏計時，當時很好奇，三分鐘的沙漏真的準嗎？於是拿起班上的計時器計時，只測一次，真的就是3分鐘結束。後來，下課時間同組的同學在玩沙漏，我們想試試瘋狂搖晃是否可以讓沙漏更快漏完，比三分鐘更快漏完。別桌的同學說，他可以幫忙測秒數，於是，我們拿了三個沙漏，一個倒立後放置原地不做任何搖晃，一個準備上下搖晃、一個是準備左右搖晃。實測之後，原地不動的依然是三分鐘剛剛好漏完，左右搖晃的是第二名，最後漏完的是上下搖晃。其實，組員在小學二年級時就曾經因為無聊而玩過試過，搖晃不一定能加速漏完，可能是搖晃時造成沙子無法順利從洞口流出。

為了驗證這些猜測，我們決定研究沙漏搖晃這個主題，進行了本次沙漏的種種實驗。

二、目的

本次實驗的研究目的有四個，依序是：

- (一)沙漏正常計時誤差關係的探討。
- (二)上下搖晃對沙漏計時影響。
- (三)左右搖晃對沙漏計時影響。
- (四)擺放傾斜角度對計時影響。

三、文獻回顧

(一)過去科展研究參考

在中華民國第四十四屆中小學科學展覽會國小組物理科080118桃園縣大園鄉潮音國民小學的沙漏的秘密研究中發現：

1. 擺放位置的傾斜角會影響計時時間的長短，傾斜角不宜小於70度，否則會無法完全落完；最好每次均固定以90度為佳。
2. 使用沙漏，每次測量時間會有若干誤差；該團隊實驗所選擇的沙漏而言，誤差範圍大部份落在正負3秒內，這表示沙漏用在測量分鐘是足夠，但要精準到秒鐘仍是不行。

另外，中華民國第四十七屆中小學科學展覽會國小組自然科081510桃園縣龜山鄉大崗國民小學的天地一沙間，雖然研究報告中有提及沙漏，但整份研究主要是希望能了解每座沙堆形成的斜坡是否都固定同樣的角度，與沙漏並無直接關係，因此沒有使用參考該份文獻。

(二)網路資訊

透過搜尋關鍵字「搖晃 沙漏」，查到了一篇文章「不停的搖晃沙漏，會使沙漏下落速度變快嗎？」文中指出：

1. 沙漏有AB兩端，A端朝下和B端朝下時間會不一樣。
2. 用手左右搖晃沙漏，秒數增加27秒。
3. 用手上下搖晃沙漏，秒數增加更多，比27秒更多。
4. 最後放到了電動足底按摩器上，比原定時間快流完，似乎可以證明快速地上下搖晃沙漏可以有效減少沙漏時間。

(三)研究問題探討

因為參考了以上兩份文獻，我們決定聚焦我們的好奇與實驗：

1. 沙漏計時的誤差值為何？
2. 上下搖晃以及左右搖晃，哪個對沙漏計時造成影響？搖晃要多快？
3. 擺放傾斜角度是否對計時造成影響？

貳、研究設備及器材

一、一分鐘沙漏、碼表

二、學生用綠色桌墊(取3公分、5公分)、自然教室內長形硬盒(內部短邊18公分)、自然教室內正方體透明盒(內部長10公分)、傾斜角度(10度、15度、20度、25度)、手機(需要下載節拍器APP)

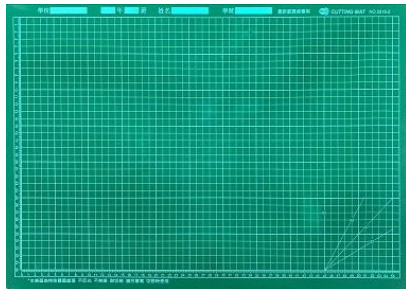
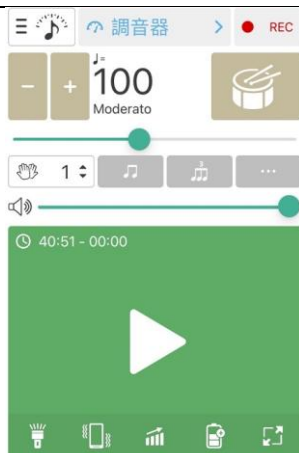
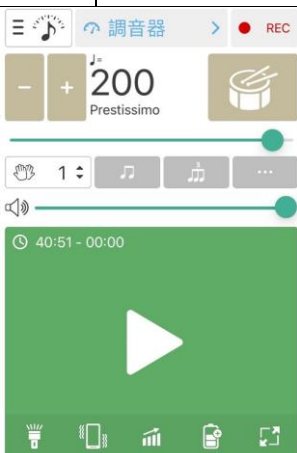
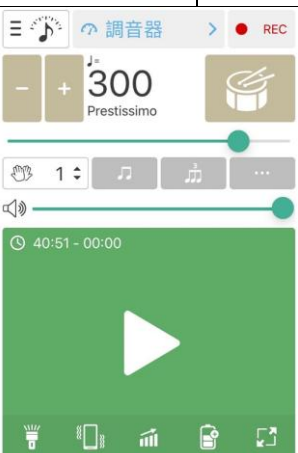
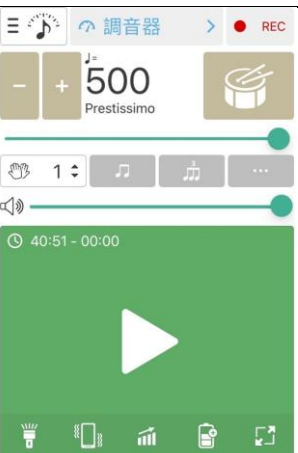
			
一分鐘沙漏	碼表	學生用綠色桌墊 (取3公分、5公分)	
			
自然教室內長形硬盒 (內部短邊18公分)	自然教室內正方體透明盒 (內部長10公分)	傾斜角度 (10度、15度、20度、25度)	
			
節拍器APP			

表1：研究設備及器材

參、研究過程或方法

實驗一：確認沙漏正常計時的準確性

一、實驗說明：

我們的自然教室裡有一批沙漏，是老師同一時間跟同一廠商購買同一品牌的一分鐘沙漏，我們各拿一個實測，想確認每一個沙漏完全落完是否為一分鐘，以及每個沙漏是否有時間誤差。

二、實驗步驟：三個學生各自拿沙漏與碼表計時六次。

實驗二：上下搖晃沙漏是否影響沙漏計時

一、實驗說明：

網路文章提到，上下搖晃秒數會增加，延長落完時間，但文章中沒有提及上下搖晃的擺動幅度有多大。後來又提及：快速地上下搖晃沙漏可以有效減少沙漏時間。為了控制大家的擺動幅度以及速度，我們使用自然教室現有硬盒的內部長寬為上下擺動幅度，並配合節拍器速度進行實驗。

二、實驗步驟：

(一)學生各自拿沙漏與碼表計時，誤差大的再施測一次，以達五次有效數值。

(二)上下擺動幅度：10公分高、18公分高。

(三)節拍器速度：100BPM、200BPM。

(四)將(二)與(三)數據進行：上下10公分/速度100BPM，上下10公分/速度200BPM，上下18公分/速度100BPM，上下18公分/速度200BPM。

實驗三：左右搖晃沙漏是否影響沙漏計時

一、實驗說明：

網路文章提到，左右搖晃秒數會增加，延長落完時間，但文章中沒有提及左右搖晃的擺動幅度有多大。為了控制大家的擺動幅度以及速度，我們使用現有桌墊的刻度為左右擺動幅度，並配合節拍器速度。

二、實驗步驟：

(一)學生各自拿沙漏與碼表計時，誤差大的再施測一次，以達五次有效數值。

(二)左右擺動幅度：3公分長、5公分長

(三)節拍器速度：100BPM、200BPM、300BPM。

(四)將(二)與(三)數據進行：左右3公分/速度100BPM，左右3公分/速度200BPM，左右5公分/速度100BPM，左右5公分/速度200BPM，左右5公分/速度300BPM。

實驗四：沙漏擺放在有傾斜角度的坡度上是否影響沙漏計時

一、實驗說明：

(一)在中華民國第四十四屆中小學科學展覽會國小組沙漏的秘密研究中發現：擺

放位置的傾斜角會影響計時時間的長短，傾斜角不宜小於70度，否則會無法完全落完；最好每次均固定以90度為佳。

(二)我們想驗證以上的研究結果，因此只做傾斜角度10度、15度、20度、25度。

(三)雖然本實驗參考了「沙漏的秘密」，但我們是直接使用市面上的沙漏，實驗方式並不相同。

二、實驗步驟：

(一)學生各自拿沙漏與碼表計時，誤差大的再施測一次，以達五次有效數值。

(二)使用自製珍珠板角度工具：傾斜角度10度、15度、20度、25度。

(三)角度工具的數量有限，大家做完5次後再輪流使用另一種角度。

肆、研究結果

實驗一：確認沙漏計時的準確性

正常	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	平均
A生	62	62	62	62	62	62	62
B生	62	61	62	64	61	64	62
C生	62	62	62	60	62	62	62
D生	61	61	60	62	60	60	61
E生	62	63	63	62	62	62	62
F生	62	62	63	62	63	62	62

表2：沙漏正常計時秒數

實驗二：上下搖晃沙漏是否影響沙漏計時之研究結果

高度 10 公分 一拍 100 下	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	66	61	63	63	64		63.4
B 生	58	62	59	60	60		59.8
C 生	64	61	61	62	61		61.8
D 生	69	62	63	63	62		63.8
E 生	71	66	65	65	65		66.4
F 生	69	64	64	64	63		64.8

表3：上下搖晃高度10公分/速度100BPM(為每分鐘演奏100個四分音符，1拍0.6秒)

高度 10 公分 一拍 200 下	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	65	67	65	66	61		64.8
B 生	68	68	68	67	62		66.6
C 生	64	64	60	60	62		62
D 生	66	65	63	106 (未採計)	65	64	64.6
E 生	65	66	68	67	65		66.2
F 生	66	66	67	67	63		65.8

表4：上下搖晃10高度公分/速度200BPM(為每分鐘演奏200個四分音符，1拍0.3秒)

高度 18 公分 一拍 100 下	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	64	64	64	63	65		64
B 生	67	69	67	66	66		67
C 生	60	60	60	60	61		60.2
D 生	67	66	63	58 (無採計)	65	63	64.8
E 生	68	67	66	68	65		66.8
F 生	65	64	67	66	66		65.6

表5：上下搖晃高度18公分/速度100BPM(為每分鐘演奏100個四分音符，1拍0.6秒)

高度 18 公分 一拍 200 下	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	65	65	66	66	70		66.4
B 生	72	71	69	72	62		69.2
C 生	65	62	63	62	62		62.8
D 生	70	71	65	68	65		67.8
E 生	70	72	69	68	70		69.8
F 生	72	70	67	69	61		67.8

表6：上下搖晃高度18公分/速度200BPM(為每分鐘演奏200個四分音符，1拍0.3秒)

實驗三：左右搖晃沙漏是否影響沙漏計時之研究結果

寬度 3 公分 一拍 100 下	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	60	63	60	60	62		61
B 生	63	63	60	61	63		62
C 生	62	61	62	61	63		61.8
D 生	69	62	62	62	61		63.2
E 生	62	62	63	62	62		62.2
F 生	63	62	61	62	63		62.2

表7：左右搖晃寬度3公分/速度100BPM(為每分鐘演奏100個四分音符，1拍0.6秒)

寬度 3 公分 一拍 200 下	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	59	58	60	62	61		60
B 生	60	62	60	61	63		61.2
C 生	59	61	59	61	59		59.8
D 生	68	60	60	61	55		60.8
E 生	60	60	60	59	62		60.2
F 生	62	58	60	61	62		60.6

表8：左右搖晃寬度3公分/速度200BPM(為每分鐘演奏200個四分音符，1拍0.3秒)

寬度 5 公分 一拍 100 下	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	59	59	60	59	60		59.4
B 生	61	63	60	60	61		61
C 生	61	60	60	60	62		60.6
D 生	61	61	61	61	61		61
E 生	61	60	60	60	61		60.4
F 生	61	61	61	61	61		61

表9：左右搖晃寬度5公分/速度100BPM(為每分鐘演奏100個四分音符，1拍0.6秒)

寬度 5 公分 一拍 200 下	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	58	57	57	58	58		58.7
B 生	60	60	59	59	61		58
C 生	55	57	56	56	57		57.2
D 生	57	60	58	58	58		58.8
E 生	60	59	60	59	59		59.5
F 生	57	61	60	60	60		59.6

表10：左右搖晃寬度5公分/速度200BPM(為每分鐘演奏200個四分音符，1拍0.3秒)

寬度 5 公分 一拍 300 下	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	54	54	54	54	54		54
B 生	58	57	57	55	56		56.6
C 生	49	50	49	49	49		49.2
D 生	56	57	56	57	58		56.8
E 生	58	56	57	58	60		57.8
F 生	58	56	58	57	58		57.4

表11：左右搖晃寬度5公分/速度300BPM(為每分鐘演奏300個四分音符，1拍0.2秒)

實驗四：沙漏擺放在有傾斜角度的坡度上是否影響沙漏計時之研究結果

傾斜 10 度	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	59	58	57	59	58		58.2
B 生	62	62	61	61	62		61.6
C 生	56	58	59	58	57		57.6
D 生	60	60	61	61	60		60.4
E 生	62	61	62	60	62		61.4
F 生	62	61	62	60	62		61.4

表12：傾斜角度10度計時

傾斜 15 度	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	54	56	54	52	54		54
B 生	61	61	59	60	59		60
C 生	50	51	51	53	52		51.4
D 生	60	58	58	58	58		58.4
E 生	59	59	59	58	59		58.8
F 生	59	59	59	58	59		58.8

表13：傾斜角度15度計時

傾斜 20 度	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	48	48	51	50	51		49.6
B 生	58	58	59	58	57		58
C 生	48	47	47	48	48		47.6
D 生	57	57	58	57	55		56.8
E 生	56	59	57	58	56		57.2
F 生	56	59	57	58	56		57.2

表14：傾斜角度20度計時

傾斜 25 度	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	平均
A 生	52	49	52	49	48		50
B 生	59	57	59	57	57		57.8
C 生	45	47	45	47	46		46
D 生	74	52	54	53	55	56	54
E 生	57	56	58	55	56		56.4
F 生	55	56	57	56	55		55.8

表15：傾斜角度25度計時

伍、討論

一、沙漏正常計時誤差關係的探討

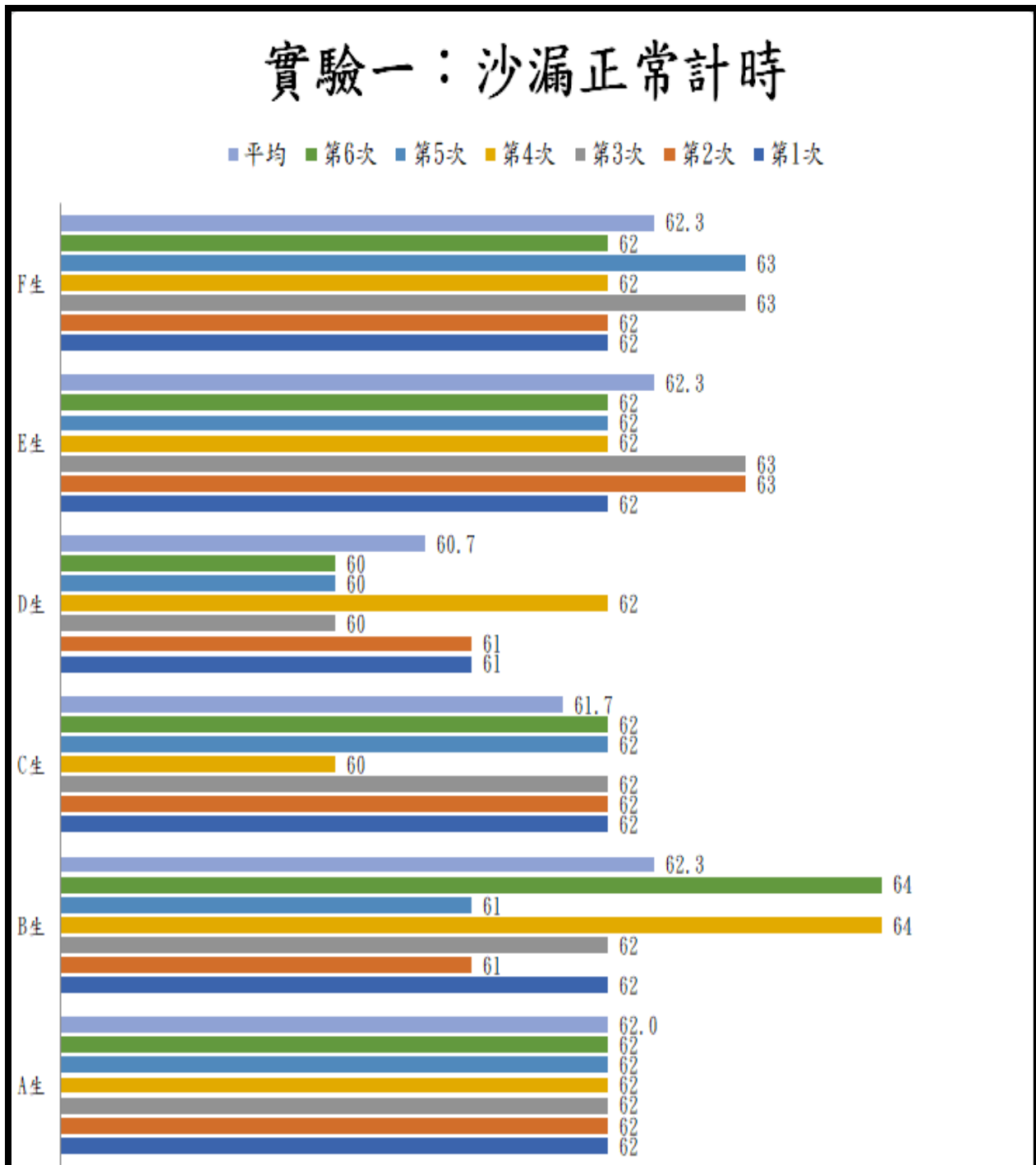


圖1：沙漏正常計時(單位：秒)

(一)由圖1可知，雖然1分鐘沙漏為同一品牌，但不同支的沙漏與不同的學生操作，誤差是存在的，要準確測到60秒並不容易。

(二)雖然沙漏落完有誤差，但誤差秒數為1-5秒。

二、上下搖晃對沙漏計時影響

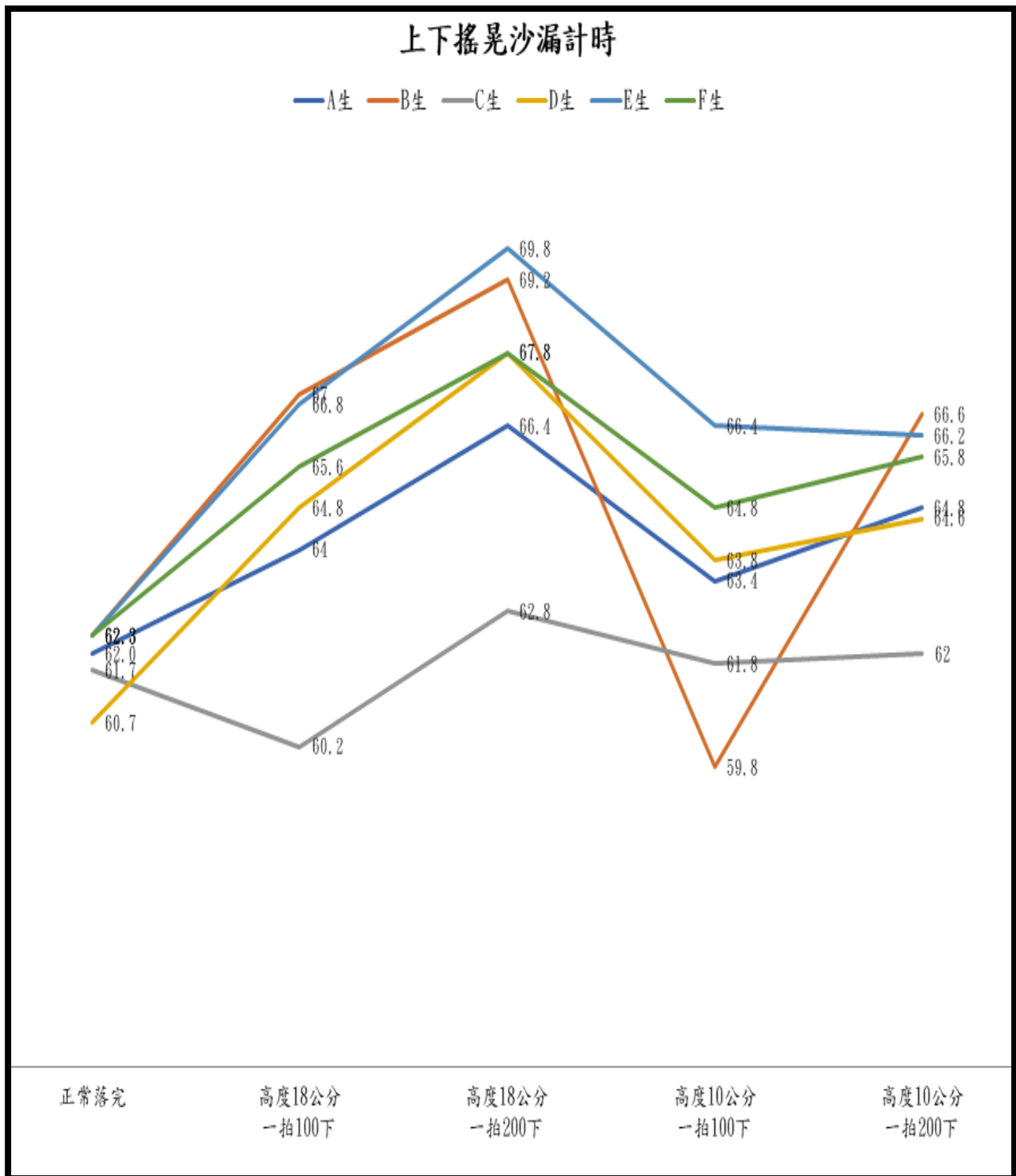


圖2：上下搖晃沙漏計時(單位：秒)

(一)四次的上下搖晃沙漏數據，幾乎都是60秒以上才落完。

(二)一開始規劃先做高度18公分的上下搖晃，發現秒數沒有變少，因此改做上下搖晃高度10公分的。雖然落完的秒數有減少，但沙漏完全落完是超過60秒，與預期的差異甚大。

三、左右搖晃對沙漏計時影響

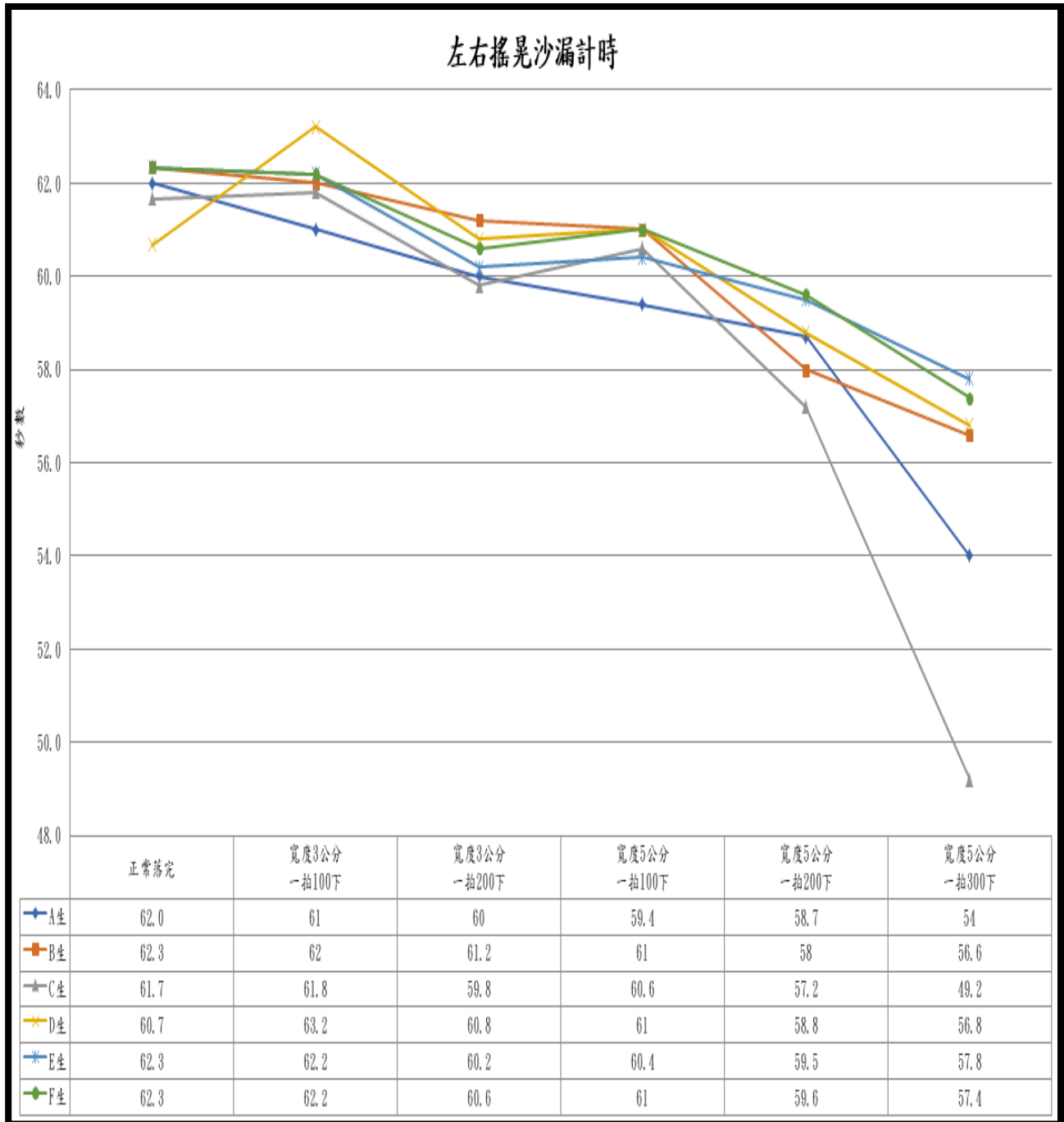


圖3：左右搖晃沙漏計時(單位：秒)

(一)寬度5公分且速度200BPM(為每分鐘演奏200個四分音符，1拍0.3秒)的左右搖晃，每一位同學的平均值都低於60秒，表示成功減少落完秒數。

(二)因此，繼續實驗速度更快的搖晃：寬度5公分且速度300BPM(為每分鐘演奏300個四分音符，1拍0.2秒)。我們發現沙漏完全落完秒數又更低了，甚至出現完全落完只要平均49.2秒。

四、擺放傾斜角度對計時影響

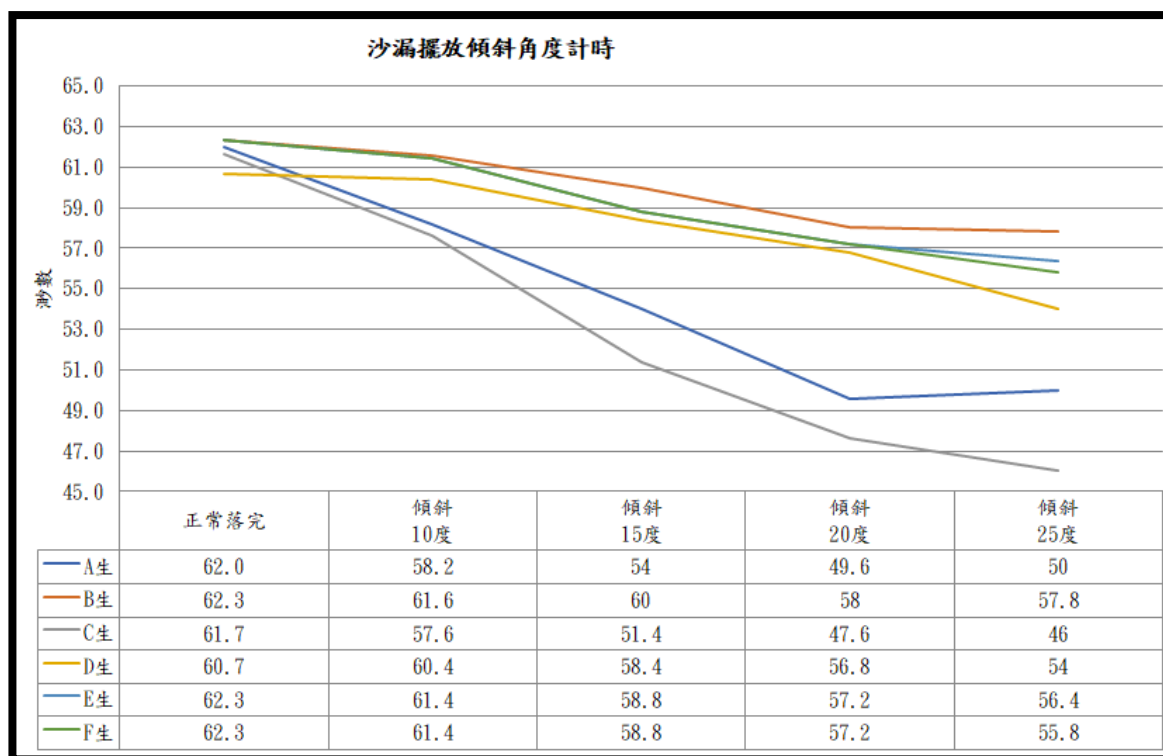


圖4：沙漏擺放傾斜角度計時(單位：秒)

(一)實驗發現，沙漏傾斜10度、15度、20度、25度，確實比1分鐘提早落完沙漏。

(二)傾斜角度越大，沙漏越提早落完。

(三)C生在傾斜20度的實驗發現，自己的實驗低於50度便提早落完，於是傾斜25度時繼續觀察亦然。為了證明沙漏是否故障，還特地再做一次正常版的流速，以及跟同學交換沙漏，發現該沙漏於傾斜時確實增加流速，但正常平放依然是60-62秒左右。

陸、結論

一、沙漏在正常使用時，會有計時誤差，但誤差值介於1-5秒。

二、上下搖晃沙漏在本次實驗中並未發現能加速沙漏落完。

三、左右搖晃沙漏在本次實驗中發現，寬度5公分且速度快能加速沙漏落完。

四、擺放傾斜角度對沙漏計時有影響，傾斜角度越大，沙漏越提早落完。

柒、參考文獻資料

一、九年一貫國小自然與生活科技第六冊第一單元時間的測量, 康軒版

二、第四十四屆中小學科學展覽會國小組物理科沙漏的秘密

三、不停的搖晃沙漏，會使沙漏下落速度變快嗎？<https://www.getit01.com/p20180225137451008/>