

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 物理科

080113

有「球」必應的泥菩薩

學校名稱：臺中市潭子區頭家國民小學

作者：	指導老師：
小六 翁語蕎	施政宏
小五 劉品妍	陳佳青
小六 詹昀儒	
小五 徐銘蔚	
小五 黃楷鈞	
小五 李柏彥	

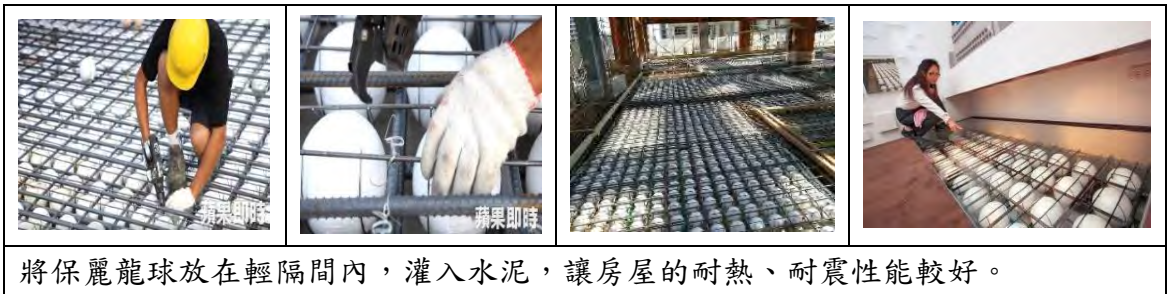
關鍵詞：輕水泥、輕隔間、中空樓地板

摘要

為了減輕水泥塊的重量，我們找了六種輕隔間（又稱中空樓板），**傳導實驗**中，保麗龍球 25 的傳導效果最佳。**物體大小的影響**比較中，保麗龍球 12 的各種效果比保麗龍球 25 好。在**不同體積測試**，保麗龍球 25 的體積最大，無添加的體積最小。**隔音實驗**乒乓球 12 的效果最佳。**熱輻射實驗**以市售的效果最佳。**耐震度實驗**乒乓球 12 的效果最佳。**多層方格測試**果實 25 的各種效果比果實 30 好。**耐熱測試**保麗龍球 12 的效果最佳。**回溫測試**果實 30 的回溫效果最佳。**乾燥實驗**保麗龍球 12 的乾燥效果最佳。**升溫實驗**，無添加的效果最佳。**碎裂實驗**，乒乓球 12 最不容易碎裂。**反潮實驗**，果實 25 反潮效果最佳。從實驗中可知，6 種水泥輕隔間有好也有壞，無添加的缺點仍然很多，期待今後的研究。

壹、研究動機

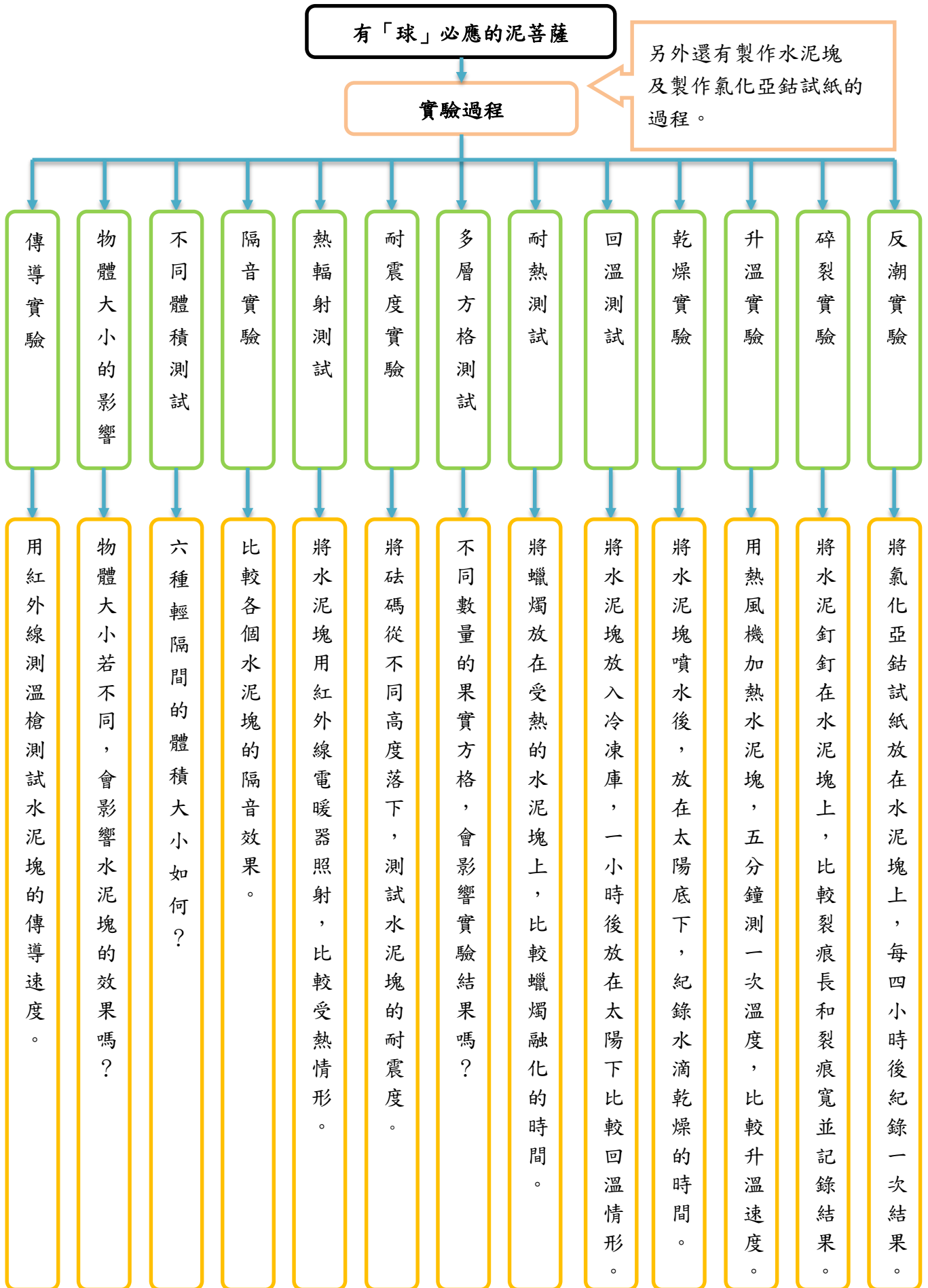
不止日本，輕隔間樓地板已被廣泛使用。而先前看到日本的輕隔間技術，是利用保麗龍球放進鐵架裡並用鐵絲網綁起來，這樣不但能減輕水泥塊的重量，更能令施工更快速，還能達到抗震效果強，隔音效果佳等效果。於是我們想效仿日本輕隔間，並與其它輕隔間做比較。我們將瓊崖海棠果實、保麗龍球及乒乓球做為水泥塊的輕隔間，以此比對各種輕隔間的效果。



貳、研究目的

- 一、**傳導實驗**：用紅外線測溫槍測試水泥塊的傳導速度。
- 二、**物體大小的影響**：輕隔間的大小不同，會影響水泥塊的效果嗎？
- 三、**不同體積測試**：六種輕隔間的體積如何？
- 四、**隔音實驗**：將分貝計放在水泥塊的上方，比較各個水泥塊的隔音效果。
- 五、**熱輻射實驗**：將水泥塊用紅外線電暖器照射，比較水泥塊受熱後的溫度變化。
- 六、**耐震度實驗**：將砝碼從不同高度落下，測試水泥塊的耐震度。
- 七、**多層方格測試**：不同格數的竹篾方格，會影響水泥塊的效果嗎？
- 八、**耐熱測試**：將蠟燭放在加熱後的水泥塊上，比較融化時間。
- 九、**回溫測試**：將水泥塊放入冷凍庫，一小時後，5 分鐘測一次溫，比較回溫情形。
- 十、**乾燥實驗**：在水泥塊上噴水，然後記錄水滴乾燥的時間。
- 十一、**升溫實驗**：用熱風機加熱水泥塊，每五分鐘測一次溫，比較受熱後的溫度變化。
- 十二、**碎裂實驗**：將水泥釘釘在水泥塊上，比較碎裂情形。
- 十三、**反潮實驗**：將氯化亞鈷試紙放在水泥塊上，四小時後觀察試紙的變色情形。

參、實驗流程圖



肆、實驗器材

實驗名稱	實驗器材
製作水泥材料	冷水、水泥粉 2 公斤、250ml*2 塑膠量筒、乒乓球、保麗龍球（大、小）、乾燥的瓊崖海棠果實、盒子、竹筷、橡皮筋、黑筆、黃色粉筆。
製作氯化亞鈷試紙	冷水、100ml 量筒、試紙、籃子（底部有孔）、鑷子、量匙、電子秤、小盒子、大鐵盤、氯化亞鈷。
傳導實驗	水泥塊*6、紅外線測溫槍、冰塊*6、手機計時器、盒子*6、三角鐵架。
物體大小的影響	水泥塊*2、保麗龍球（大、小）、盒子、竹筷、橡皮筋。
不同體積測試	大盒子、竹筷、橡皮筋、各種輕隔間、大盤子、塑膠量筒、鐵棒。
隔音實驗	水泥塊*6、手機*2、盒子、手機分貝計。
熱輻射實驗	水泥塊*6、紅外線電暖器、計時器、尺、紅外線測溫槍、三角鐵架。
耐震度實驗	水泥塊*6、砝碼 500g、尺、數學用積木*10、奇異筆。
多層方格測試	水泥塊*2、盒子、竹筷、橡皮筋、果實*55 顆。
耐熱實驗	水泥塊*6、三角鐵架、陶瓷纖維網、蠟燭、計時器、酒精燈、打火機。
回溫實驗	水泥塊*6、紅外線測溫槍、冷凍庫、計時器。
乾燥實驗	水泥塊*6、噴水器、手機計時器。
升溫實驗	水泥塊*6、紅外線測溫槍、計時器、熱風機、尺、三角鐵架。
碎裂實驗	水泥塊*6、水泥釘、槌子、奇異筆。
反潮實驗	水泥塊*6、3*1 平方公分氯化亞鈷試紙、盒子、膠帶、平方公分版。

伍、課程參考圖

國小自然南一版自然課

科目	學期	單元	單元名稱	相關實驗
自然	3 下	第二單元	奇妙的水	乾燥實驗
自然	3 下	第四單元	認識天氣	反潮實驗
自然	5 上	第一單元	太陽	回溫、熱輻射實驗
自然	5 上	第三單元	空氣與燃燒	耐熱實驗
自然	5 上	第四單元	聲音的探討	隔音實驗
自然	5 下	第四單元	力與運動	碎裂實驗
自然	6 上	第一單元	天氣的變化	反潮實驗
自然	6 上	第二單元	熱和我們的生活	熱輻射、傳導、回溫、耐熱實驗
自然	6 上	第三單元	變動的大地	耐震度實驗
自然	6 下	第一單元	巧妙的施力工具	碎裂實驗
自然	6 下	第二單元	防鏽與防腐	乾燥、反潮實驗

陸、器材製作

※製作水泥過程：

注意事項：

準備用具：

冷水、水泥粉、250ml*2 量筒、乒乓球、保麗龍球（大、小）、瓊崖海棠果實、盒子、竹筷、橡皮筋。

1. 不同大小的輕隔間綁的格數不相同。
2. 加入 1 包 1 公斤水泥粉*2、水也要加 2 倍，是 440ml。

步驟：

一、準備三種不同材質的輕隔間。（其中包括無添加的）

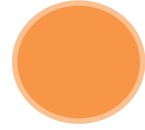
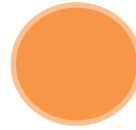
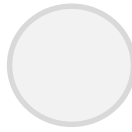
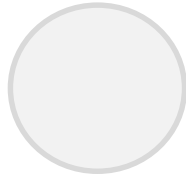
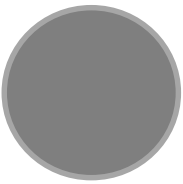
乒乓球 12
直徑 4 公分

保麗龍球 12 (大)
4 公分

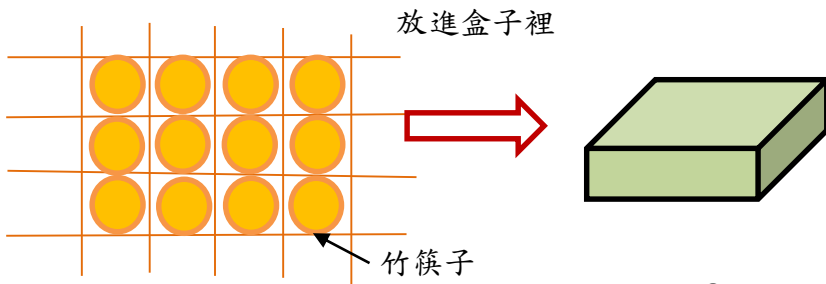
保麗龍球 (小)
2.5 公分

果實 25
2.5 公分

果實 30
2.5 公分



二、將它們綁好竹筷（如下圖）並放進盒子裡（無添加則需放入竹筷方格）。



*說明：

果實 25=竹筷方格加 25 顆果實

果實 30=竹筷方格加 30 顆果實

保麗龍球 12=竹筷方格加保麗龍球
(大) 12 顆

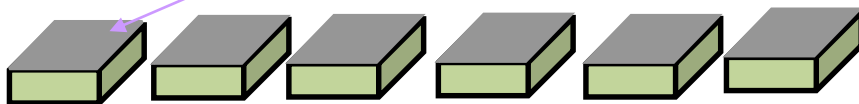
保麗龍球 25=竹筷方格加保麗龍球
(小) 25 顆

乒乓球 12=竹筷方格加乒乓球 12 顆

無添加 (市售) =25 格竹筷方格

三、倒入以冷水攪拌均勻的水泥漿，並等待凝固。

每一塊水泥塊使用 2 包水泥粉+440ml 的水



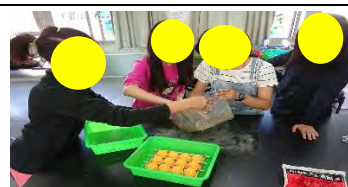
四、待凝固之後，在水泥塊正面用黃色粉筆畫上對角線和交叉點。



圖中用黑筆標記水泥塊厚度，並放入果實。



圖中在倒水泥粉、加上冷水 440 毫升並攪拌均勻。



圖中攪拌水泥的過程，並在 15 分鐘內完成。



圖中將水泥鋪在乒乓球 12 上面，並均勻分佈。

※製作氯化亞鈷試紙過程

準備用具：

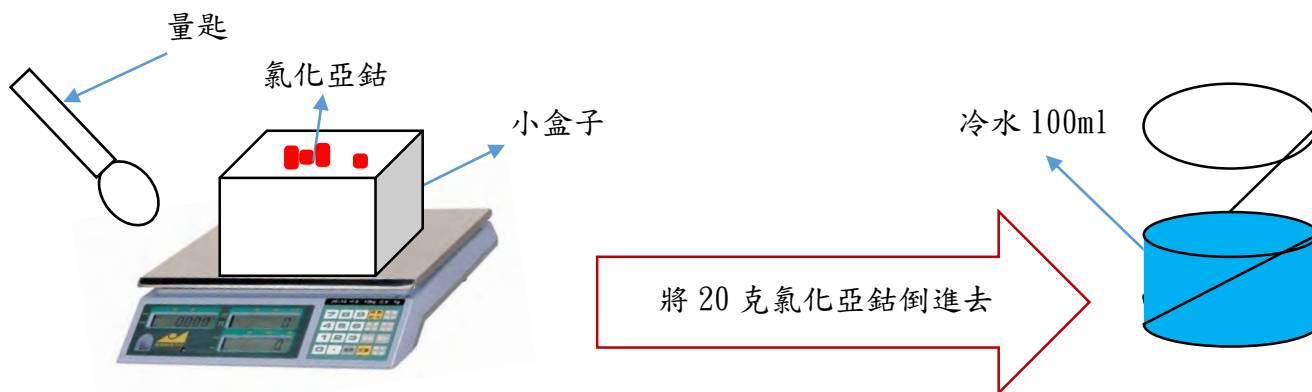
100ml 量筒、試紙、籃子（底部有孔）、
鑷子、量匙、電子秤、小盒子、大鐵
盤、氯化亞鈷。

注意事項：

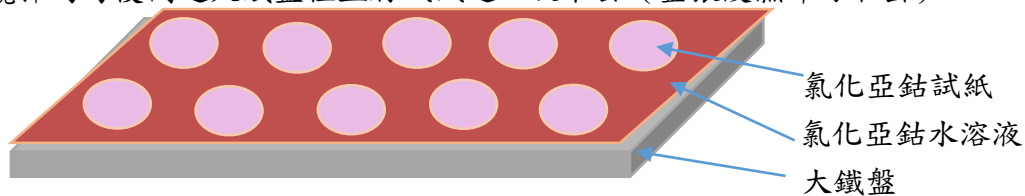
原本是用 2.38 克的氯化亞鈷加入 100ml
的冷水，後來發現此配方的濃度不夠，
經過製作而決定用 20 克的氯化亞鈷。

步驟：

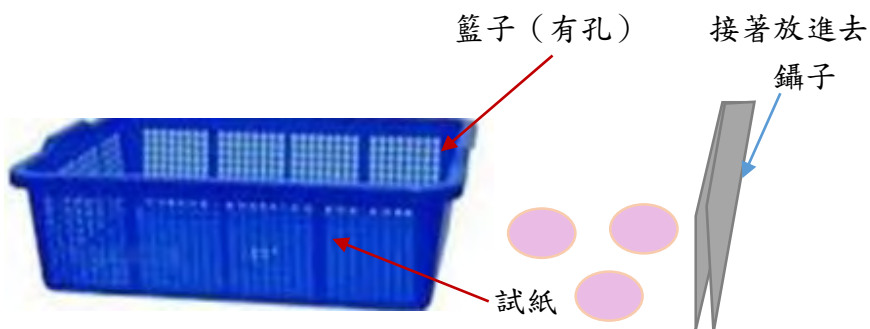
一、先用量匙勺出 20 克的氯化亞鈷並用電子秤（用小盒子盛裝）稱重，然後倒進 100ml 的冷水裡。



二、攪拌均勻後倒進大鐵盤裡並將試紙逐一放下去（整張浸濕即可取出）。



三、取出後用鑷子將試紙放進籃子（有孔）裡然後曬乾即可開始實驗。



<p>圖中正在用電子秤， 秤出 20 公克的氯化亞 鈷。</p>	<p>圖中正在將氯化亞鈷 與 100 毫升的冷水混 合。</p>	<p>圖中正在泡氯化亞鈷 試紙並用鑷子取出。</p>	<p>圖中正在曬乾完成的 氯化亞鈷試紙。</p>

柒、實驗過程

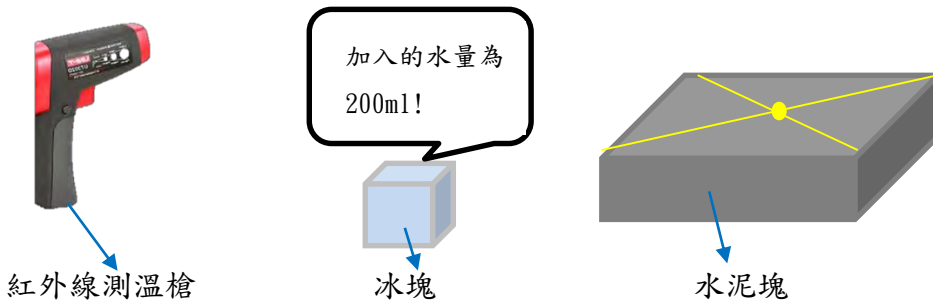
實驗一、傳導實驗

問題：六種水泥塊的傳導速度為何？

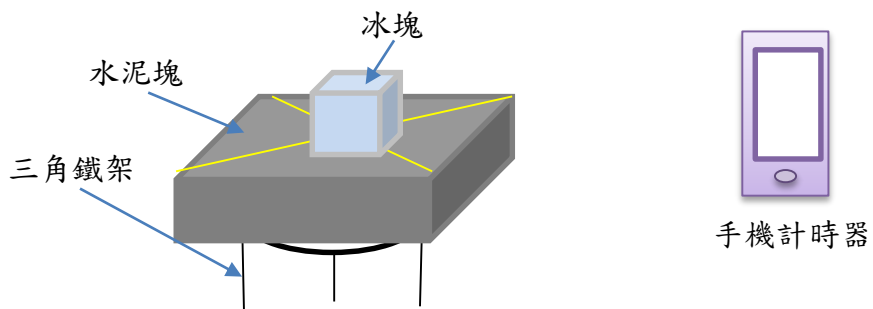
材料：各種水泥塊*6、紅外線測溫槍、冰塊*6、手機計時器、三角鐵架、盒子。

步驟：

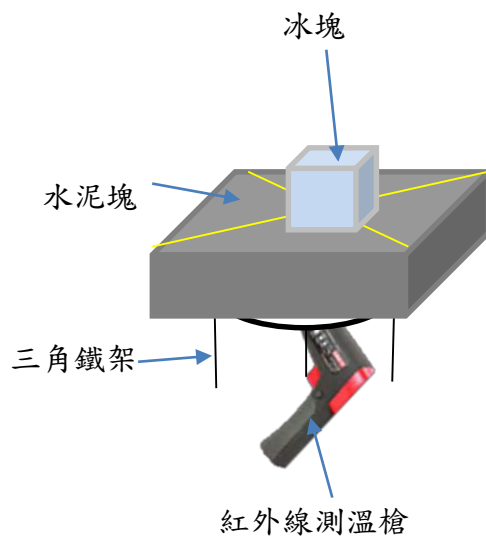
一、準備好材料。



二、將冰塊放在水泥塊上。



三、每十分鐘一到就用紅外線測溫槍測量底部中心點的溫度。

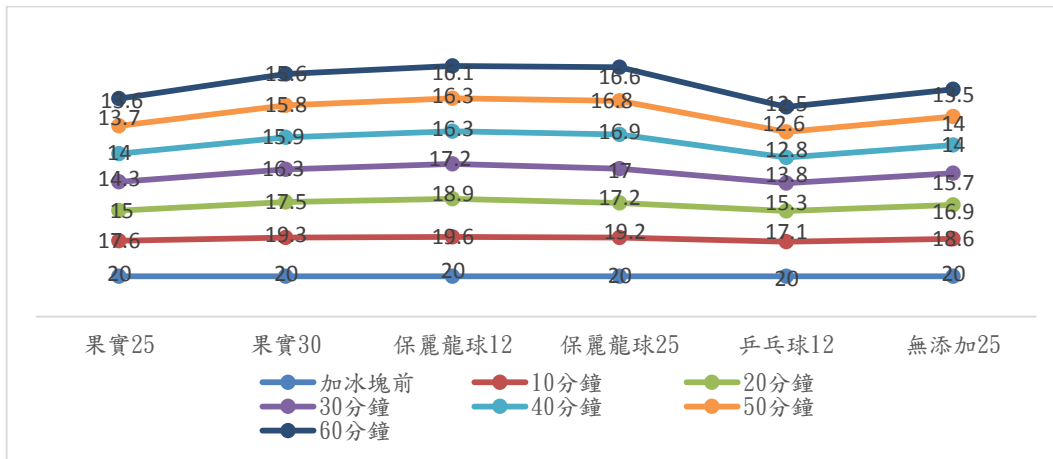


四、結果紀錄於下表當中。

第一次

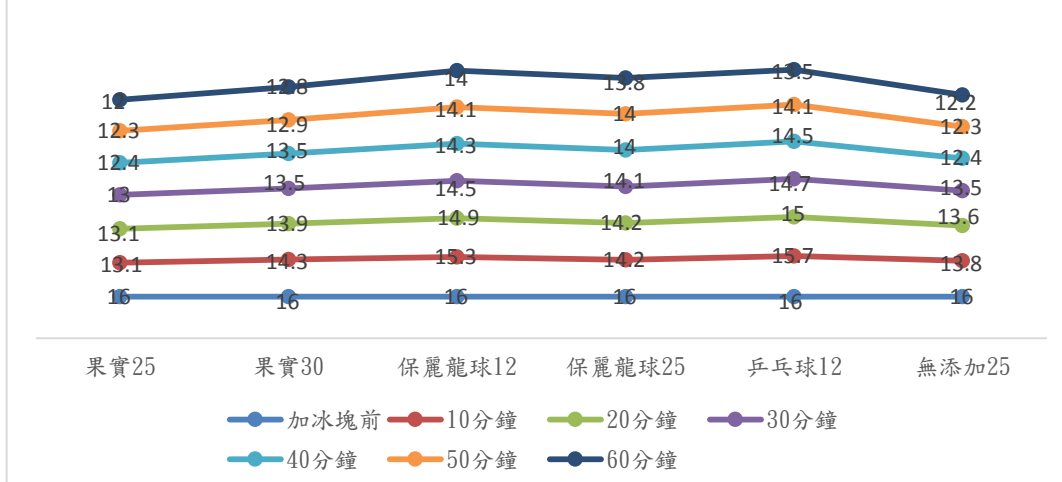
(單位：°C)

項目	加冰塊前	10	20	30	40	50	60	溫差
果實 25	20	17.6	15.0	14.3	14.0	13.7	13.6	6.4
果實 30	20	19.3	17.5	16.3	15.9	15.8	15.6	4.4
保麗龍球 12	20	19.6	18.9	17.2	16.3	16.3	16.1	3.9
保麗龍球 25	20	19.2	17.2	17.0	16.9	16.8	16.6	3.4
乒乓球 12	20	17.1	15.3	13.8	12.8	12.6	12.5	7.5
無添加 25	20	18.6	16.9	15.7	14.0	14.0	13.5	6.5



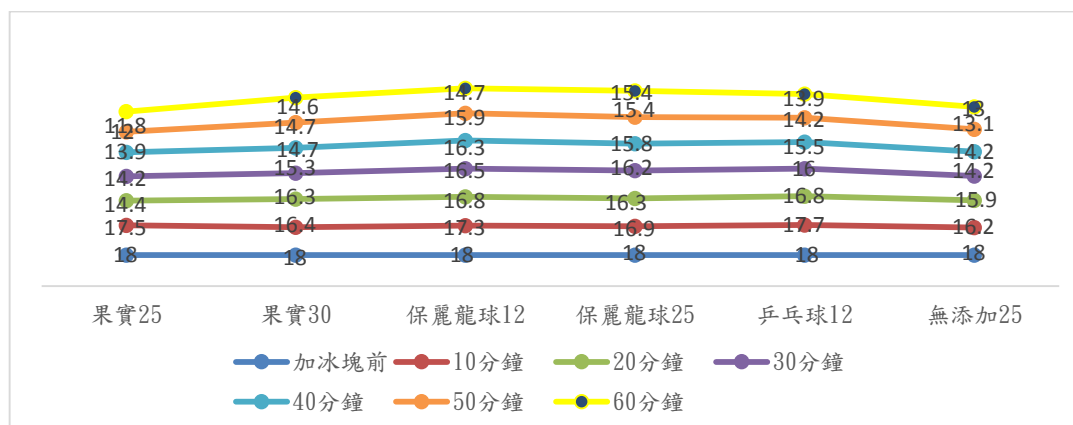
第二次

項目	加冰塊前	10	20	30	40	50	60	溫差
果實 25	16	13.1	13.1	13.0	12.4	12.3	12.0	4.0
果實 30	16	14.3	13.9	13.5	13.5	12.9	12.8	3.2
保麗龍球 12	16	15.3	14.9	14.5	14.3	14.1	14.0	2.0
保麗龍球 25	16	14.2	14.2	14.1	14.0	14.0	13.8	2.2
乒乓球 12	16	15.7	15.0	14.7	14.5	14.1	13.5	2.5
無添加 25	16	13.8	13.6	13.7	12.4	12.3	12.2	3.8



第三次

項目	加冰塊前	10	20	30	40	50	60	溫差
果實 25	18	17.5	14.4	14.2	13.9	12.0	11.8	6.2
果實 30	18	16.4	16.3	15.3	14.7	14.7	14.6	3.4
保麗龍球 12	18	17.3	16.8	16.5	16.3	15.9	14.7	3.3
保麗龍球 25	18	16.9	16.3	16.2	15.8	15.4	15.4	2.6
乒乓球 12	18	17.7	16.8	16.0	15.5	14.2	13.9	4.1
無添加 25	18	16.2	15.9	14.2	14.2	13.1	13.0	5.0



項目	第一次溫差	第二次溫差	第三次溫差	溫差平均
果實 25	6.4	4.0	6.2	5.5
果實 30	4.4	3.2	3.4	3.6
保麗龍球 12	3.9	2.0	3.3	3.0
保麗龍球 25	3.4	2.2	2.6	2.7
乒乓球 12	7.5	2.5	4.1	4.7
無添加 25	6.5	3.8	5.0	5.1

結論：經過實驗發現，果實 25 的傳導效果最快，而保麗龍球 25 的傳導效果最慢。

<p>圖中正在製作冰塊，冷水要加至 200 毫升。</p>	<p>圖中是邊做傳導實驗邊做紀錄表格。</p>	<p>圖中紀錄完成後，反覆進行三次實驗。</p>

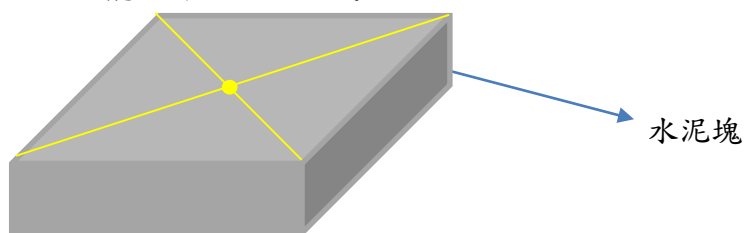
實驗二、物體大小的影響

問題：輕隔間的大小若不同，會影響水泥塊的效果嗎？

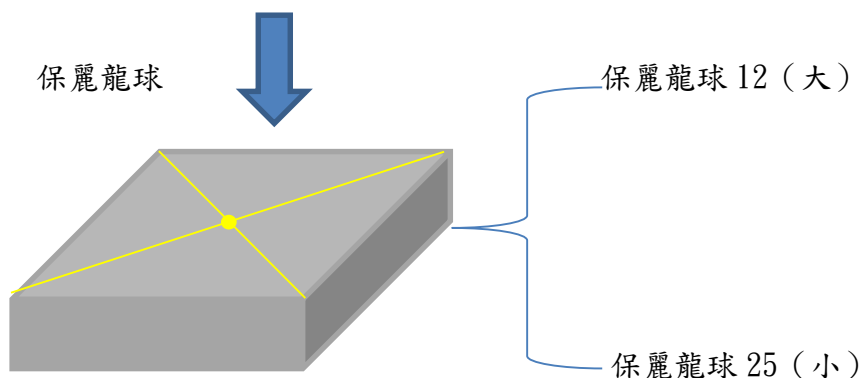
材料：兩種水泥塊、保麗龍球 12、保麗龍球 25、盒子*2、竹筷、橡皮筋。

步驟：

一、把保麗龍球依大小分成兩類。



二、格數可分成（如下圖）。



三、將兩種比較紀錄於下表。

O=較好 X=較差

項目	傳導	不同體積	隔音	熱輻射	耐震	耐熱	回溫	乾燥	升溫	碎裂	反潮
保麗龍球 12	X	X	X	X	X	O	X	O	O	O	O
保麗龍球 25	O	O	O	O	O	X	O	X	X	X	X

結論：經過實驗發現，保麗龍球 25 的各種效果比保麗龍球 12 有較多好的結果。

圖中正在用橡皮筋捆綁兩根竹筷子的交接處。	圖中正在確認竹筷子的水平及垂直程度，並調整。	圖中是 12 格的大小完成品。左右兩邊的長度要留一樣長。	圖中正在塞保麗龍球 12 格（大）。取球體的最大直徑。

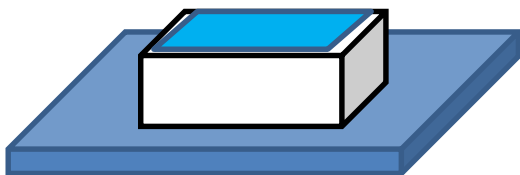
實驗三、不同體積測試

問題：六種輕隔間的體積如何？

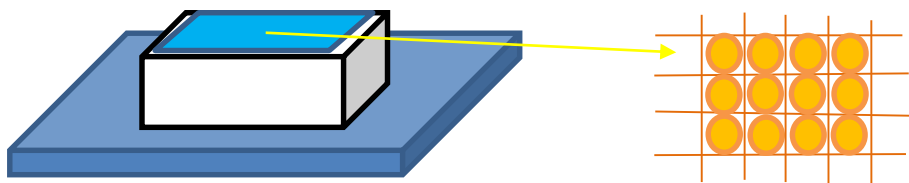
材料：大盒子、大籃子、塑膠量筒、六種輕隔間。

步驟：

一、將大盒子注滿水，並放在大盤子裡面。



二、將輕隔間水平放進去，並用大盤子接溢出來的水。






三、運用阿基米德原理用量筒測量輕隔間的體積。

四、結果紀錄餘下表。 單位：(立方公分)

項目	體積
保麗龍球 12	152
保麗龍球 25	227
果實 25	127
果實 30	150
乒乓球 12	160
無添加 25	95

結論：經過實驗發現，保麗龍球 25 的體積最大，而無添加 25 的體積最小。

		
圖中正在將盒子裡的水注滿。	圖中正在用鐵棒將輕隔間壓下去。	圖中正在用塑膠量筒測量溢出的水量來計算體積。

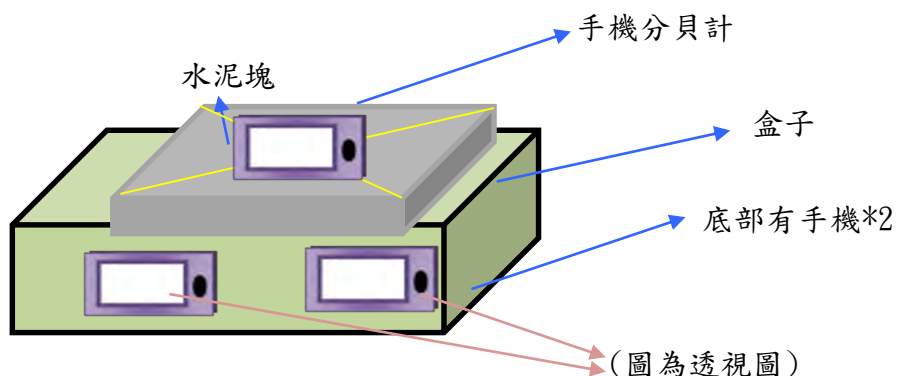
實驗四：隔音實驗

問題：六種水泥塊的隔音效果會有什麼差別？

材料：各種水泥塊*6、手機*2、盒子、手機分貝計。

步驟：

一、將已計時的兩部手機放進盒子底部，盒子上方放有手機分貝計的水泥塊。

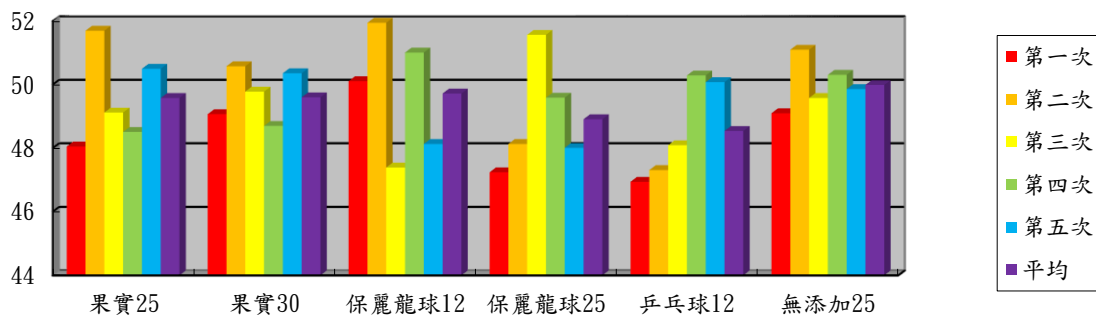


二、待 2 台手機響後比較各種水泥塊的分貝差異。

三、結果紀錄於下表。

(單位：分貝)

項目 / 次數	1	2	3	4	5	平均
果實 25	48.05	51.70	49.12	48.51	50.50	49.58
果實 30	49.07	50.58	49.78	48.70	50.36	49.60
保麗龍球 12	50.11	51.95	47.39	51.01	48.13	49.72
保麗龍球 25	47.24	48.13	51.57	49.59	48.01	48.91
乒乓球 12	46.94	47.31	48.09	50.29	50.08	48.54
無添加 25	49.10	51.10	49.58	50.31	49.86	49.99



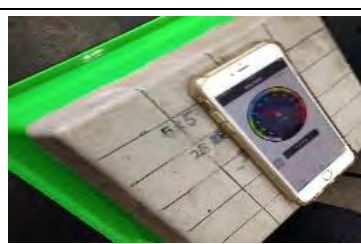
結論：經過實驗發現無添加 25 的隔音效果最差，而乒乓球 12 的隔音效果最佳。



圖中手機分貝計，待手機響後開始測分貝。



圖中手機計時響後情景，聲音為地震警報。



圖中正在用手機分貝計測量兩台手機製造的分貝。

實驗五：熱輻射實驗

問題：六種輕隔間傳導熱輻射的速度如何？

材料：各種水泥塊*6、紅外線測溫槍、紅外線電暖器、尺、手機計時器、三角鐵架。

步驟：

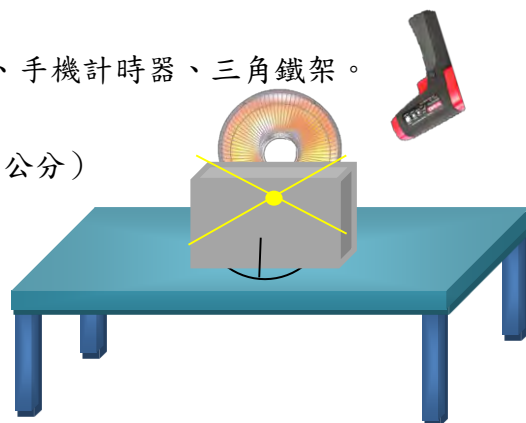
一、把水泥塊放置於紅外線電暖器直射的位置。(距離 10 公分)

二、每五分鐘測量一次溫度，直到 30 分鐘為止。

三、用紅外線測溫槍測量水泥塊的溫度。

四、比較受熱後的水泥塊溫度。

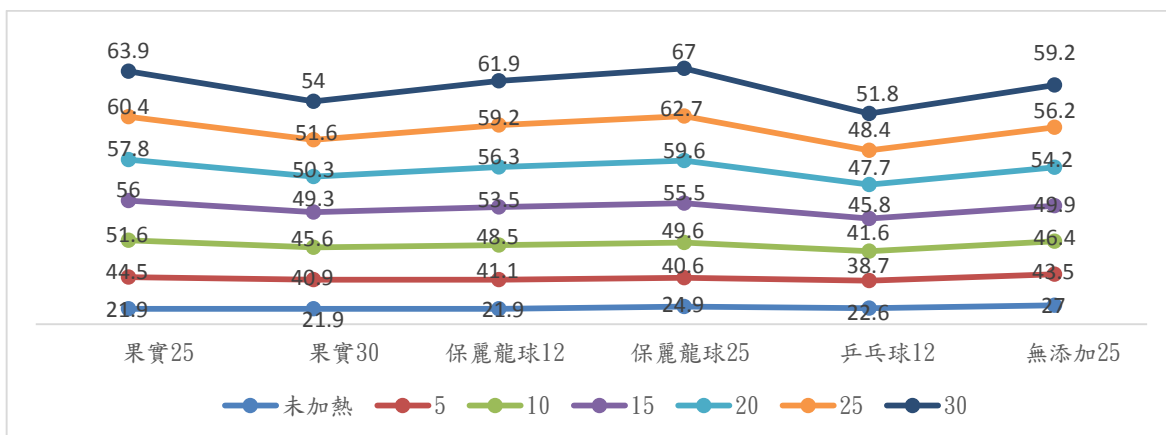
五、結果紀錄於下表中。



第一次

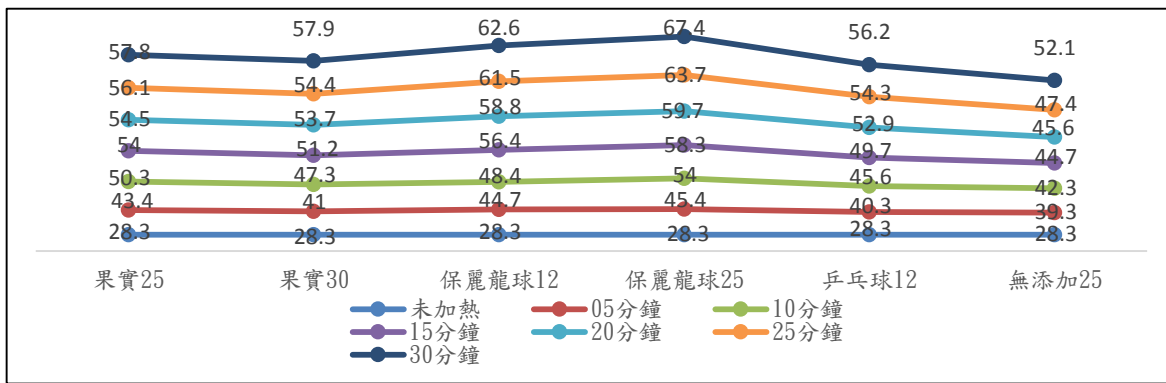
(單位：°C)

時間 / 溫度	未加熱	05	10	15	20	25	30	溫差
果實 25	21.9	44.5	51.6	56.0	57.8	60.4	63.9	42.0
果實 30	21.9	40.9	45.6	49.3	50.3	51.6	54.0	32.1
保麗龍球 12	21.9	41.1	48.5	53.5	56.3	59.2	61.9	40.0
保麗龍球 25	24.9	40.6	49.6	55.5	59.6	62.7	67.0	42.1
乒乓球 12	22.6	38.7	41.6	45.8	47.7	48.4	51.8	29.2
無添加 25	27.0	43.5	46.4	49.9	54.2	56.2	59.2	32.2



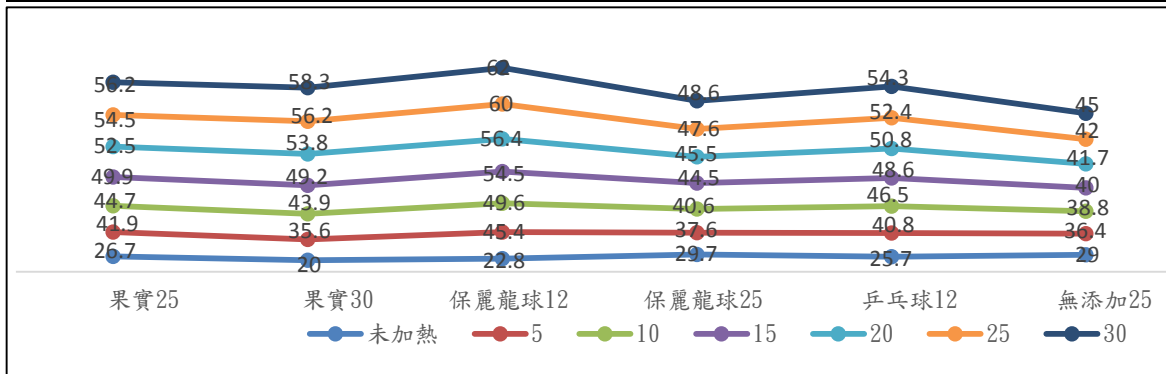
第二次

時間 / 溫度	未加熱	05	10	15	20	25	30	溫差
果實 25	28.3	43.4	50.3	54.0	54.5	56.1	57.8	29.5
果實 30	28.3	41.0	47.3	51.2	53.7	54.4	57.9	29.6
保麗龍球 12	28.3	44.7	48.4	56.4	58.8	61.5	62.6	34.3
保麗龍球 25	28.3	45.4	54.0	58.3	59.7	63.7	67.4	39.1
乒乓球 12	28.3	40.3	45.6	49.7	52.9	54.3	56.2	27.9
無添加 25	28.3	39.3	42.3	44.7	45.6	47.4	52.1	23.8



第三次

時間 / 溫度	未加熱	05	10	15	20	25	30	溫差
果實 25	26.7	41.9	44.7	49.9	52.5	54.5	56.2	29.5
果實 30	20.0	35.6	43.9	49.2	53.8	56.2	58.3	38.3
保麗龍球 12	22.8	45.4	49.6	54.5	56.4	60.0	62.0	39.2
保麗龍球 25	29.7	37.6	40.6	44.5	45.5	47.6	48.6	18.9
乒乓球 12	25.7	40.8	46.5	48.6	50.8	52.4	54.3	28.6
無添加 25	29.0	36.4	38.8	40.0	41.7	42.0	45.0	16.0



項目	第一次溫差	第二次溫差	第三次溫差	溫差平均
果實 25	42.0	29.5	29.5	33.6
果實 30	32.1	29.6	38.3	33.3
保麗龍球 12	40.0	34.3	39.2	37.8
保麗龍球 25	42.1	39.1	18.9	33.3
乒乓球 12	29.2	27.9	28.6	28.5
無添加 25	32.2	23.8	16.0	24.0

結論：經過實驗發現，保麗龍球 12 的熱輻射效果最佳，而無添加 25 的熱輻射效果最差。

<p>圖中正在用紅外線電暖器製造熱輻射以取代太陽。</p>	<p>圖中水泥塊，格子面對準紅外線電暖器的樣子。</p>	<p>圖中正在用紅外線測溫槍測量水泥塊的溫度。</p>

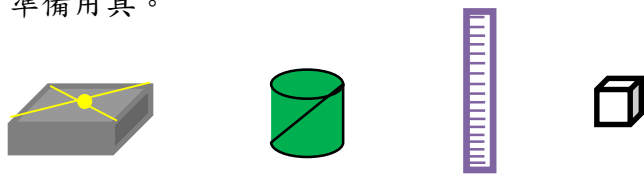
實驗六、耐震度測試

問題:六種水泥塊的耐震效果如何?

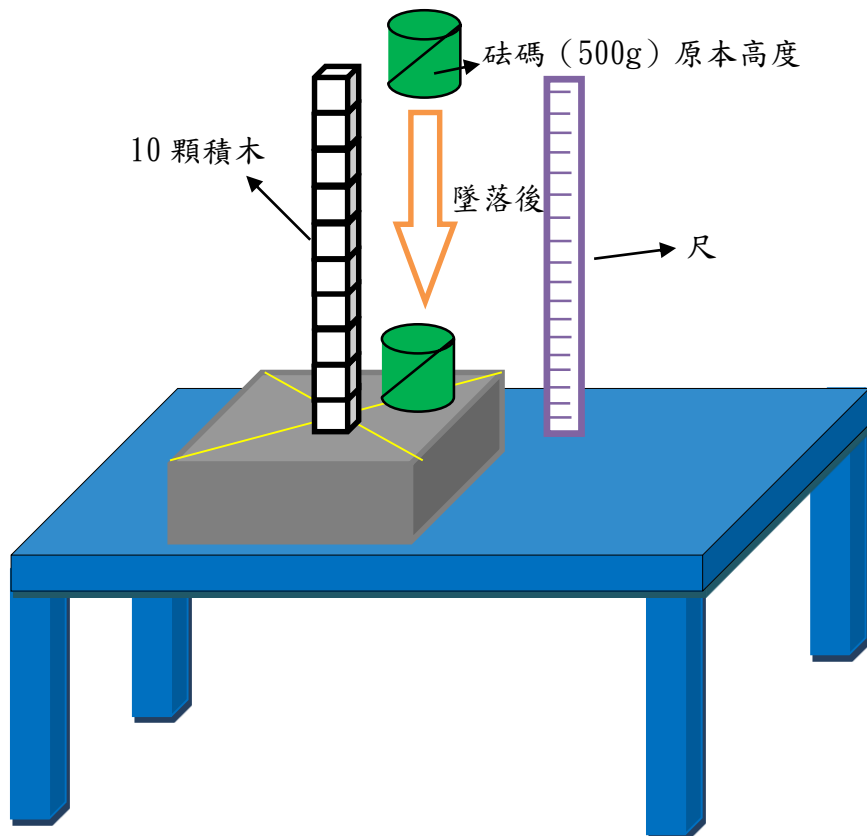
材料:各種水泥塊*6、砝碼 500g、尺、數學用積木*10、奇異筆。

步驟:

一、準備用具。



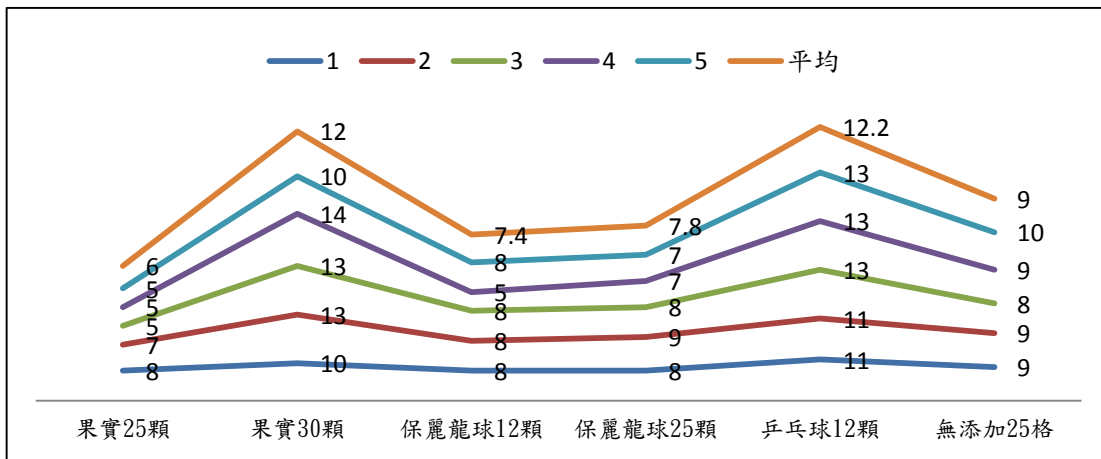
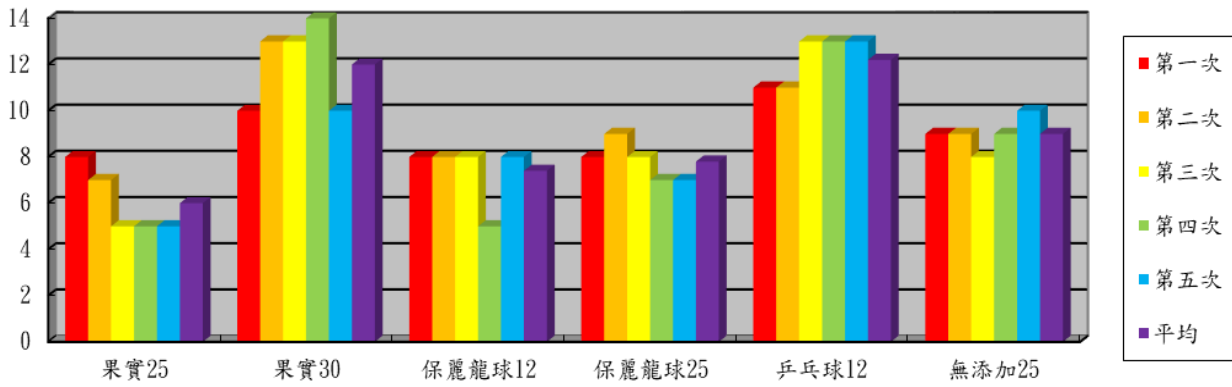
二、測試需要高幾公分，積木才會完全倒塌。



三、結果紀錄於下表。

(單位:公分)

項目	1	2	3	4	5	平均
果實 25	8	7	5	5	5	6
果實 30	10	13	13	14	10	12
保麗龍球 12	8	8	8	5	8	7.4
保麗龍球 25	8	9	8	7	7	7.8
乒乓球 12	11	11	13	13	13	12.2
無添加 25	9	9	8	9	10	9



結論：經過實驗發現，果實 25 的耐震效果最差，而乒乓球 12 的耐震效果最佳。

<p>圖中整個實驗的實驗設計圖。不過實際有所不同是測量幾公分高才能使積木倒塌。</p>	<p>圖中正在堆疊 10 顆數學用 1 立方公分積木在水泥塊的上方。</p>	<p>圖中正在測量幾公分高度，才能使 10 顆數學用積木倒塌。</p>	<p>圖中讓 500 克砝碼掉落後的情景。</p>

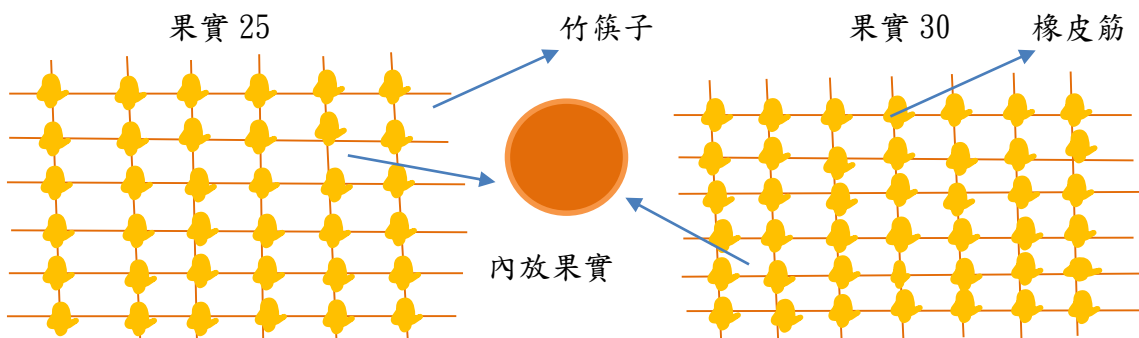
實驗七、多層方格實驗

問題：不同格數的果實方格，會影響水泥塊的效果嗎？

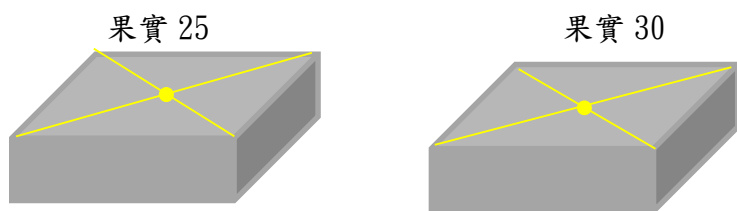
材料：水泥塊*2、盒子、竹筷子、橡皮筋、果實*55顆。

步驟：

一、將果實的兩種竹筷方格綁好。



二、塞好果實並做成水泥塊。(詳細製作方式於製作水泥過程)

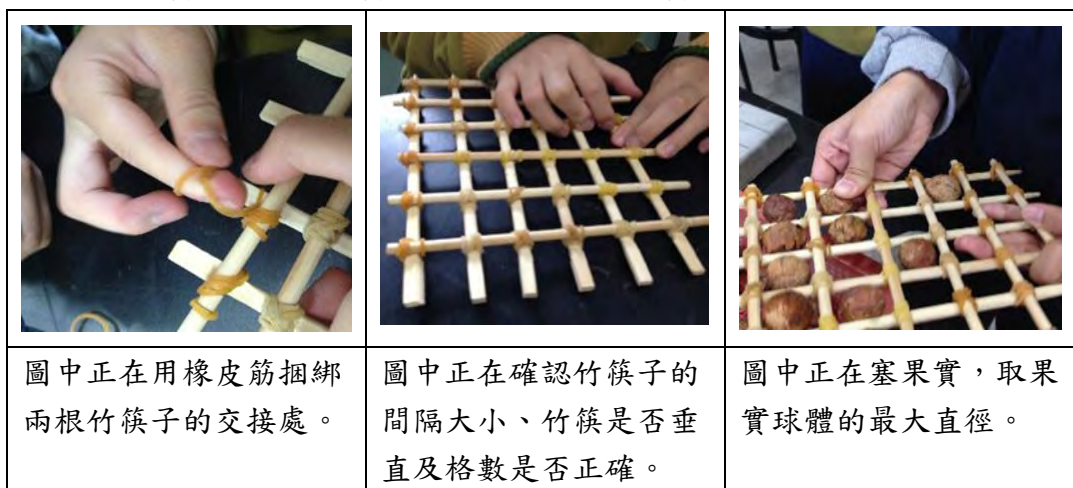


三、紀錄兩種的比較結果。

0=較佳 X=較差

項目	傳導	不同體積	隔音	熱輻射	耐震	耐熱	回溫	乾燥	升溫	碎裂	反潮
果實 25	X	X	0	0	X	X	0	0	X	0	0
果實 30	0	0	X	X	0	0	X	X	0	X	X

結論：經過實驗發現，果實 25 的各種效果比果實 30 的各種效果更好。



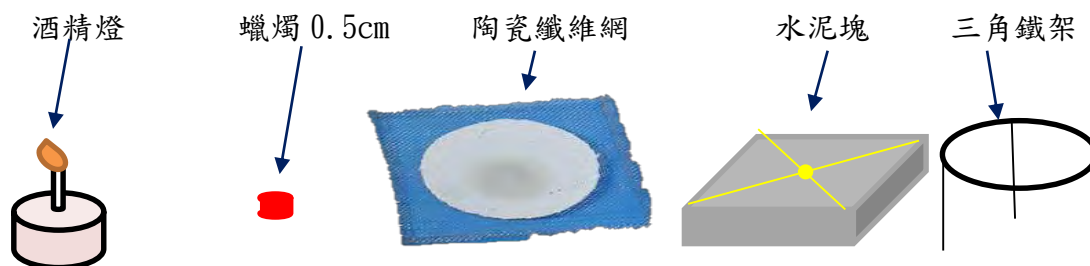
實驗八、耐熱測試

問題：這六種輕隔間能耐熱嗎？

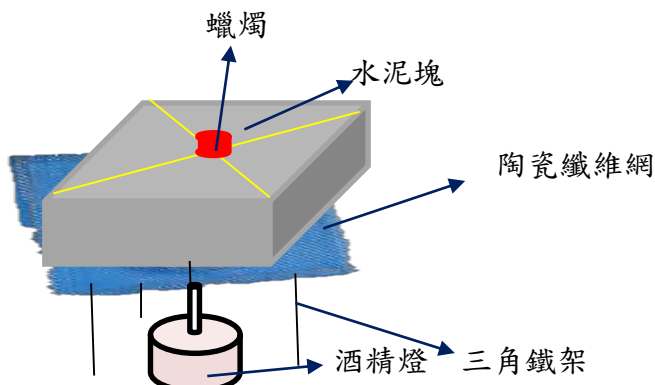
材料：各種水泥塊*6、三角鐵架、陶瓷纖維網、蠟燭、計時器、酒精燈、打火機。

步驟：

一、準備好材料。



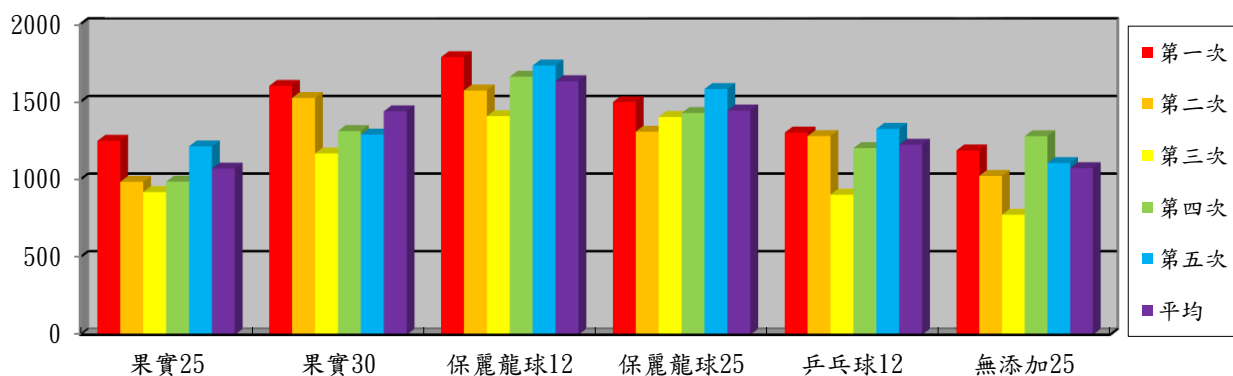
二、分別將六種水泥塊放在鋪有陶瓷纖維網的三角鐵架上，並將蠟燭放在水泥塊的中心點。

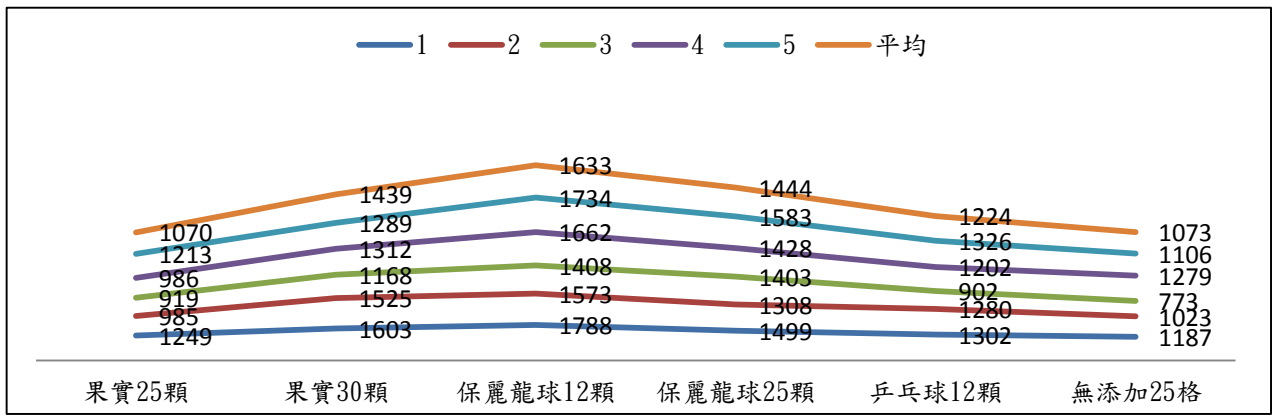


三、將水泥塊放置在蠟燭和三角鐵架中間，並將酒精燈點火放在三角鐵架下方等待，蠟燭完全融化為止。

四、計時蠟燭融化所需時間並記錄結果。（單位：秒）

次數 / 時間	1	2	3	4	5	平均
果實 25	1249	985	919	986	1213	1070
果實 30	1603	1525	1168	1312	1289	1439
保麗龍球 12	1788	1573	1408	1662	1734	1633
保麗龍球 25	1499	1308	1403	1428	1583	1444
乒乓球 12	1302	1280	902	1202	1326	1224
無添加 25	1187	1023	773	1279	1106	1073





結論：經過實驗發現，果實 25 的耐熱效果最差，而保麗龍球 12 的耐熱效果最佳。

<p>圖中正在切割 0.5cm 的蠟燭，頭尾有棉線的部分不適合使用。</p>	<p>圖中在用酒精燈加溫水泥塊，而同時計時器也正在計時。</p>	<p>圖中顯示燒完後會有蠟燭燒完的蠟痕殘留在水泥塊上。</p>	<p>圖中顯示 0.5cm 的蠟燭要放在畫好格子水泥塊的中心點。</p>

實驗九、回溫實驗

問題：分別將水泥塊放入冷凍庫並取出後，比較水泥塊的回溫情形。

材料：各種水泥塊*6、紅外線測溫槍、冷凍庫、計時器。

步驟：

- 一、先將六種水泥塊冰進冷凍庫裡。
- 二、計時一小時後用紅外線測溫槍測量中心點的溫度。
- 三、放在太陽底下測試它的回溫速度。

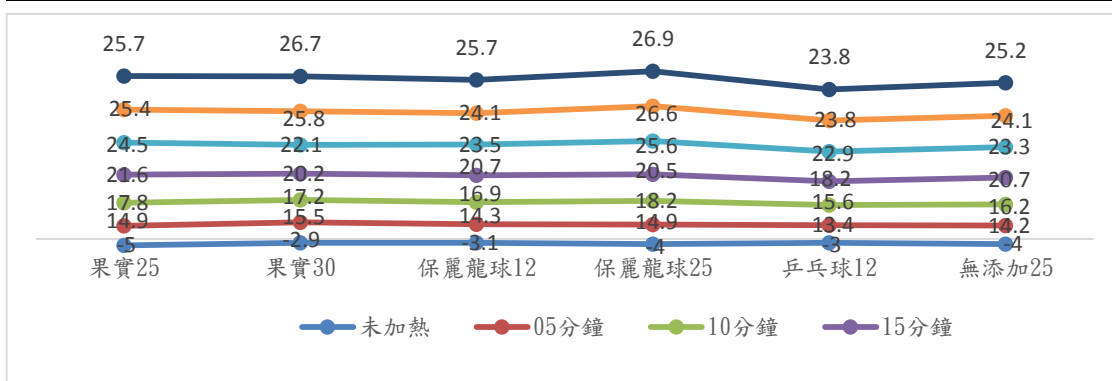
(每五分鐘測量一次，共測量到半小時為止。)

四、結果紀錄於下表。

第一次

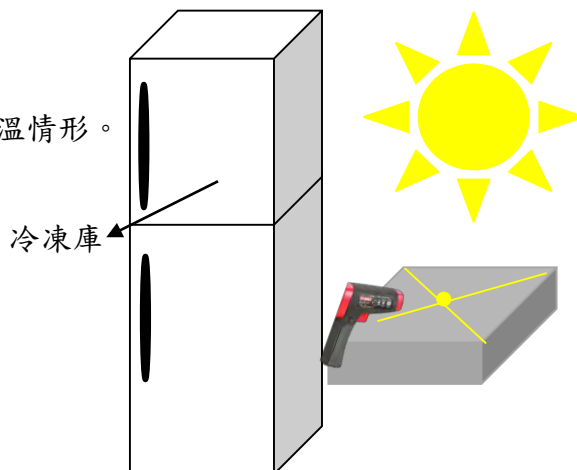
(單位：°C)

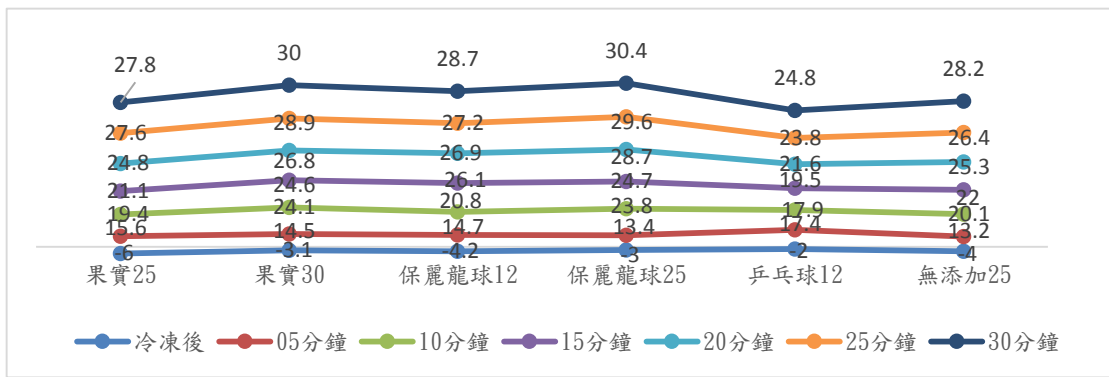
項目	冷凍後	05	10	15	20	25	30	溫差
果實 25	-5	14.9	17.8	21.6	24.5	25.4	25.7	30.7
果實 30	-2.9	15.5	17.2	20.2	22.1	25.8	26.7	29.6
保麗龍球 12	-3.1	14.3	16.9	20.7	23.5	24.1	25.7	28.8
保麗龍球 25	-4	14.9	18.2	20.5	25.6	26.6	26.9	30.9
乒乓球 12	-3	13.4	15.6	18.2	22.9	23.8	23.8	26.8
無添加 25	-4	14.2	16.2	20.7	23.3	24.1	25.2	29.2



第二次

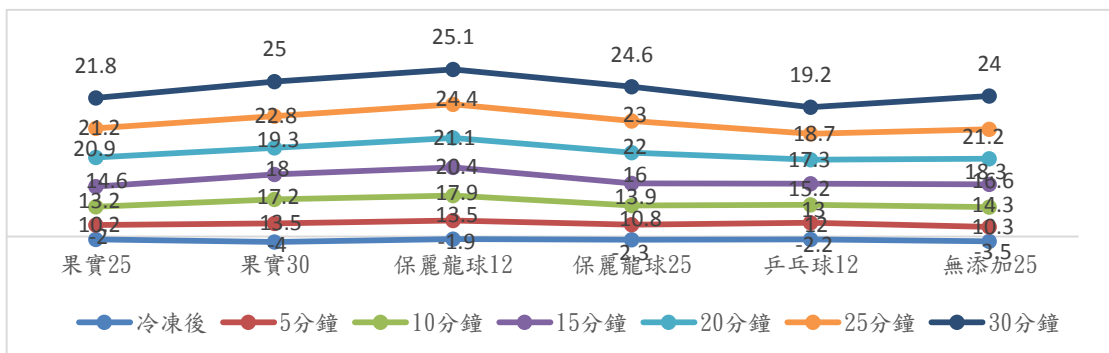
項目	冷凍後	05	10	15	20	25	30	溫差
果實 25	-6.0	15.6	19.4	21.1	24.8	27.8	27.6	33.6
果實 30	-3.1	14.5	24.1	24.6	26.8	28.9	30.0	33.1
保麗龍球 12	-4.2	14.7	20.8	26.1	26.9	27.2	28.7	32.9
保麗龍球 25	-3.0	13.4	23.8	24.7	28.7	29.6	30.4	33.4
乒乓球 12	-2.0	17.4	17.9	19.5	21.6	23.8	24.8	26.8
無添加 25	-4.0	13.2	20.1	22.0	25.3	26.4	28.2	32.2





第三次

項目	冷凍後	05	10	15	20	25	30	溫差
果實 25	-2.0	10.2	13.2	14.6	20.9	21.2	21.8	23.8
果實 30	-4.0	13.5	17.2	18.0	19.3	22.8	25.0	29.0
保麗龍球 12	-1.9	13.5	17.9	20.4	21.1	24.4	25.1	27.0
保麗龍球 25	-2.3	10.8	13.9	16.0	22.0	23.0	24.6	26.9
乒乓球 12	-2.2	12.0	13.0	15.2	17.3	18.7	19.2	21.4
無添加 25	-3.5	10.3	14.3	16.6	18.3	21.2	24.0	27.5



項目	第一次溫差	第二次溫差	第三次溫差	溫差平均
果實 25	30.7	33.6	23.8	29.3
果實 30	29.6	33.1	29.0	30.5
保麗龍球 12	28.8	32.9	27.0	29.5
保麗龍球 25	30.9	33.4	26.9	30.4
乒乓球 12	26.8	26.8	21.4	25.0
無添加 25	29.2	32.2	27.5	29.6

結論：經過實驗發現，乒乓球 12 的回溫效果最差，而果實 30 的回溫效果最佳。



圖中正在外面操作回溫實驗，並記錄。

圖中用測溫槍測量回溫溫度。

圖中實驗進行中暫時的紀錄表格。

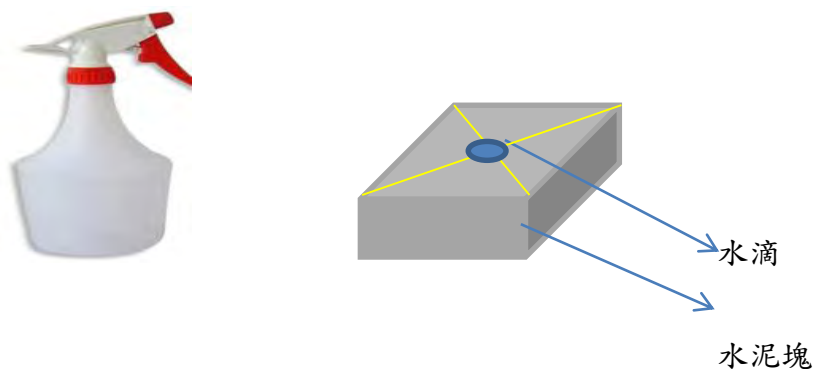
實驗十、乾燥實驗

問題：六種水泥塊的乾燥情形為何？

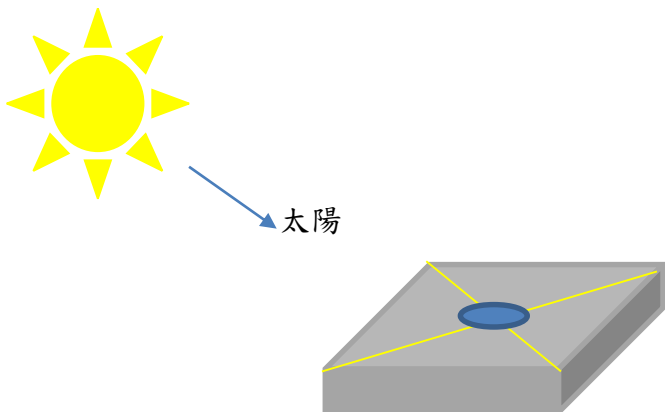
材料：各種水泥塊*6、噴水器、手機計時器。

步驟：

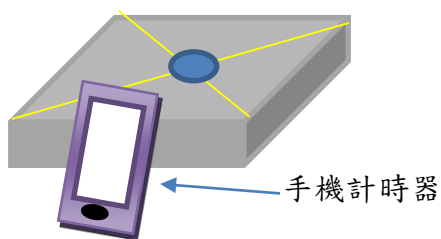
一、先分別用噴水器在水泥塊上噴水。(噴 10 下)



二、將水泥塊曝曬於陽光底下。

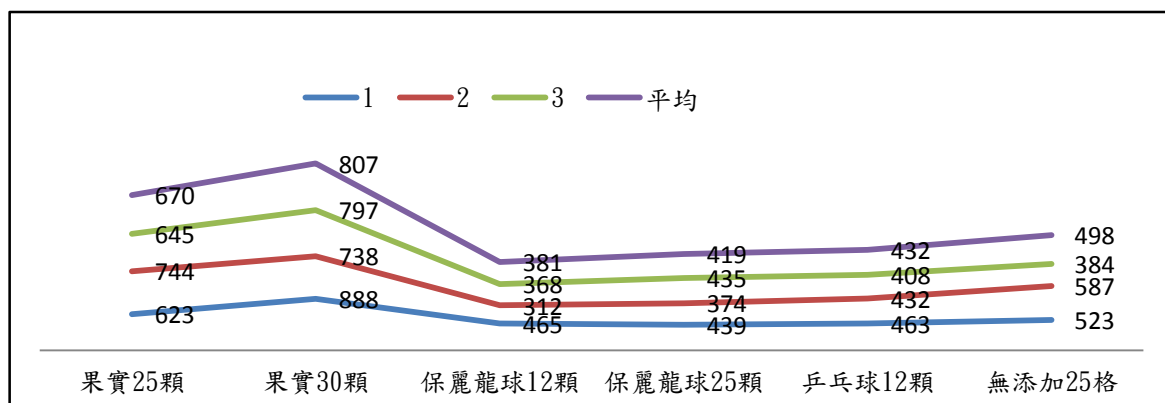
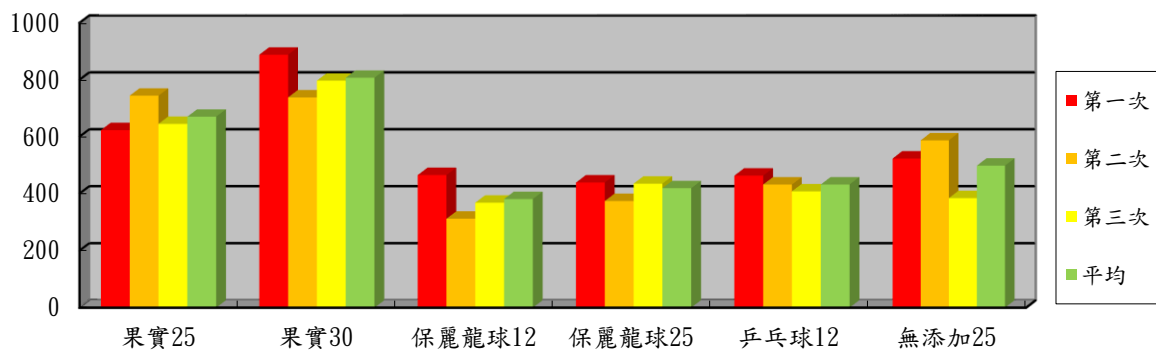


三、用手機計時器計時，直到水分蒸發掉為止。

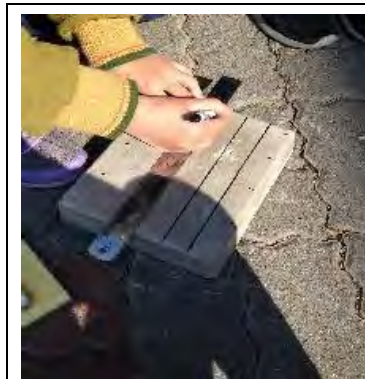


四、比較各種水泥塊乾燥所需要的速度。(單位:秒)

項目 / 次數	1	2	3	平均
果實 25	623	744	645	670
果實 30	888	738	797	807
保麗龍球 12	465	312	368	381
保麗龍球 25	439	374	435	419
乒乓球 12	463	432	408	432
無添加 25	523	587	384	498



結論：經過實驗結果發現，果實 30 的乾燥效果最差，而保麗龍球 12 的乾燥效果最佳。



圖中正在用尺和奇異筆在水泥塊上畫格子。



圖中用噴水器分別在水泥塊正中央噴水 10 滴。



圖中用手機計時器測試水滴乾燥所需的時間。

實驗十一、升溫實驗

問題：六種水泥塊，哪一種升溫速度較慢？

材料：各種水泥塊*6、三角鐵架、熱風機、紅外線測溫槍、手機計時器、尺。

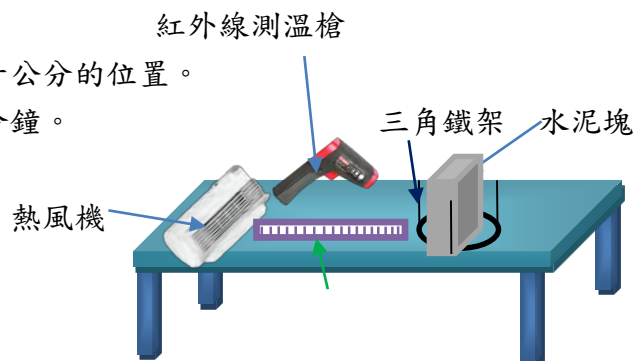
步驟：

一、把水泥塊架在圓架上。

二、用紅外線測溫槍測量水泥塊中心點的溫度。

三、將三角鐵架(已架上水泥塊)放置於距離熱風機十公分的位置。

四、把熱風機開啟。每五分鐘測量一次，測量三十分鐘。

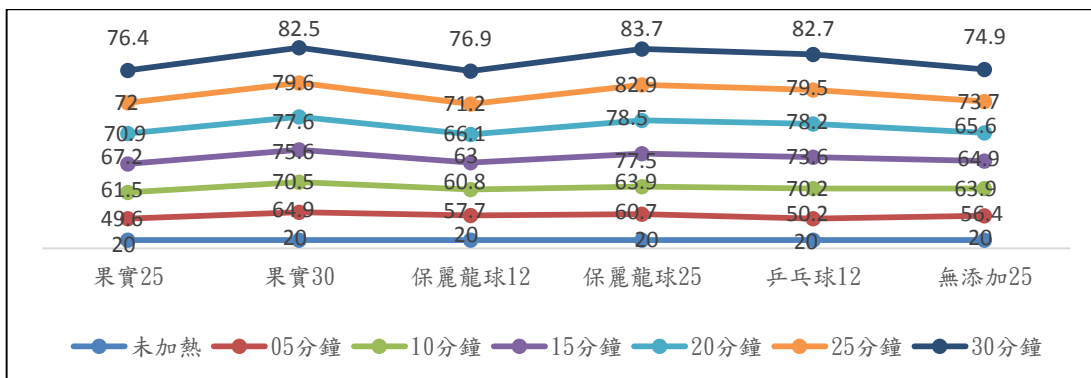


五、結果紀錄於下表。

第一次

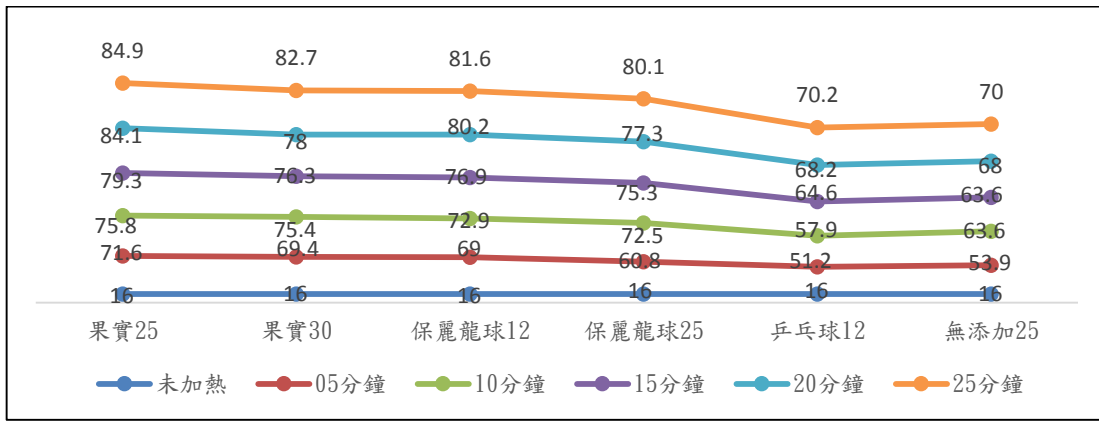
距離 10 公分
(單位：°C)

項目	未加熱	05	10	15	20	25	30	溫差
果實 25	20.0	49.6	61.5	67.2	70.9	72.0	76.4	56.4
果實 30	20.0	64.9	70.5	75.6	77.6	79.6	82.5	62.5
保麗龍球 12	20.0	57.7	60.8	63.0	66.1	71.2	76.9	56.9
保麗龍球 25	20.0	60.7	63.9	77.5	78.5	82.9	83.7	63.7
乒乓球 12	20.0	50.2	70.2	73.6	78.2	79.5	82.7	62.7
無添加 25	20.0	56.4	63.9	64.9	65.6	73.7	74.9	54.9



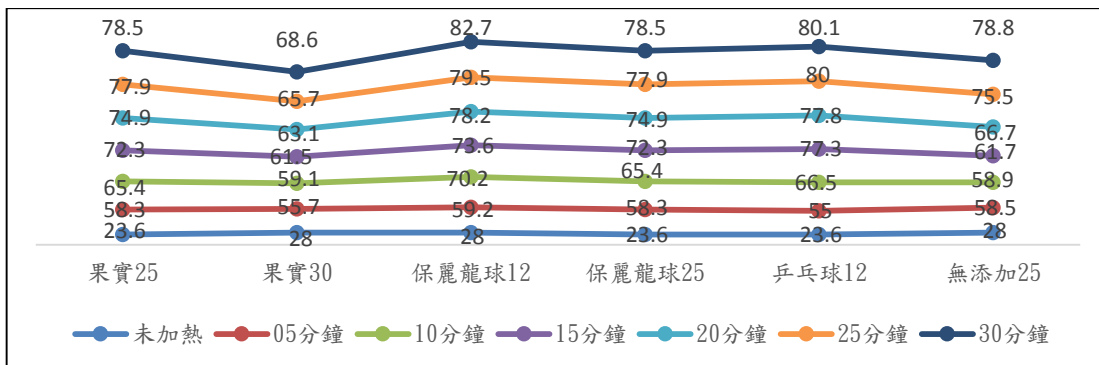
第二次

項目	未加熱	05	10	15	20	25	30	溫差
果實 25	16.0	71.6	75.8	79.3	84.1	84.9	87.8	71.8
果實 30	16.0	69.4	75.4	76.3	78.0	82.7	82.9	66.9
保麗龍球 12	16.0	69.0	72.9	76.9	80.2	81.6	86.8	70.8
保麗龍球 25	16.0	60.8	72.5	75.3	77.3	80.1	81.4	65.4
乒乓球 12	16.0	51.2	57.9	64.6	68.2	70.2	72.5	56.5
無添加 25	16.0	53.9	63.6	63.6	68.0	70.0	71.0	55.0






第三次

項目	未加熱	05	10	15	20	25	30	溫差
果實 25	23.6	58.3	65.4	72.3	74.9	77.9	78.5	54.9
果實 30	28.0	55.7	59.1	61.5	63.1	65.7	68.6	40.6
保麗龍球 12	28.0	59.2	70.2	73.6	78.2	79.5	82.7	54.7
保麗龍球 25	23.6	58.3	65.4	72.3	74.9	77.9	78.5	54.9
乒乓球 12	23.6	55.0	66.5	77.3	77.8	80.0	80.1	56.5
無添加 25	28.0	58.5	58.9	61.7	66.7	75.5	78.8	50.8



項目	第一次溫差	第二次溫差	第三次溫差	溫差平均
果實 25	56.4	71.8	54.9	61.0
果實 30	62.5	66.9	40.6	56.6
保麗龍球 12	56.9	70.8	54.7	60.8
保麗龍球 25	63.7	65.4	54.9	61.3
乒乓球 12	62.7	56.5	56.5	58.5
無添加 25	54.9	55.0	50.8	53.5

結論：經過實驗發現，保麗龍球 25 的升溫效果最快，而無添加 25 的升溫效果最快。

		
圖中正在用一般的熱風機加溫中。	圖中正在用測溫槍測量水泥塊受熱的溫度。	圖中試驗進行中的暫時紀錄表格。

實驗十二、碎裂實驗

問題：六種水泥塊的碎裂情形為何？

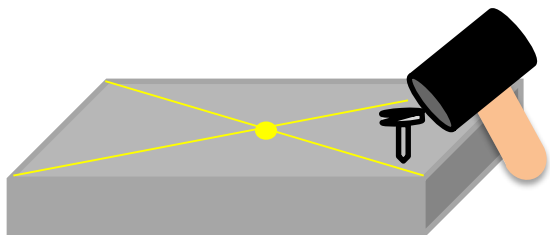
材料：各種水泥塊*6、4.5cm 水泥釘、奇異筆、槌子。

步驟：

一、用奇異筆標出水泥釘從尖端算來 2cm 的位置。



二、把水泥釘用槌子釘入水泥塊直到 2cm 的位置。



三、待完整敲進後，紀錄碎裂情形。

(單位:公分)

項目	碎裂情形	裂痕長	裂痕寬
果實 25	稍有裂痕，不過不明確，整體而言還算不錯，是第二佳的，如果釘上家具，還是不易碎的。	7.5	>0.1
果實 30	裂痕稍長，粗細也較寬，整體來說較不適合拿來釘家具等物品，在本實驗的效果也是屬於較不佳的。	10	0.7
保麗龍球 12	裂痕稍長，粗細也稍寬，和前面比較起來，較不適合拿來釘家具等物品，是第四佳的。	10	0.5
保麗龍球 25	裂痕過度的長，粗細偏細，屬於細而長的裂痕，若是釘家具，可能有不適合之處。	12	0.3
乒乓球 12	完全沒有裂痕，稍有凹痕，不過不明顯，實驗證明完全無毀損，明顯的表示出水泥塊有足夠的穩固性。	無	無
無添加 25	裂痕是最長的，粗細也過粗，和其他五種水泥塊的效果比較起來，是最不適合使用的。	12.5	0.7

結論：經過實驗發現，無添加 25 最容易碎裂，而乒乓球 12 最不容易碎裂。



圖中正在用槌子將水泥釘釘進去。

圖中正在調整釘歪或沒釘好的水泥釘。

圖中正在觀察水泥塊的碎裂情形。

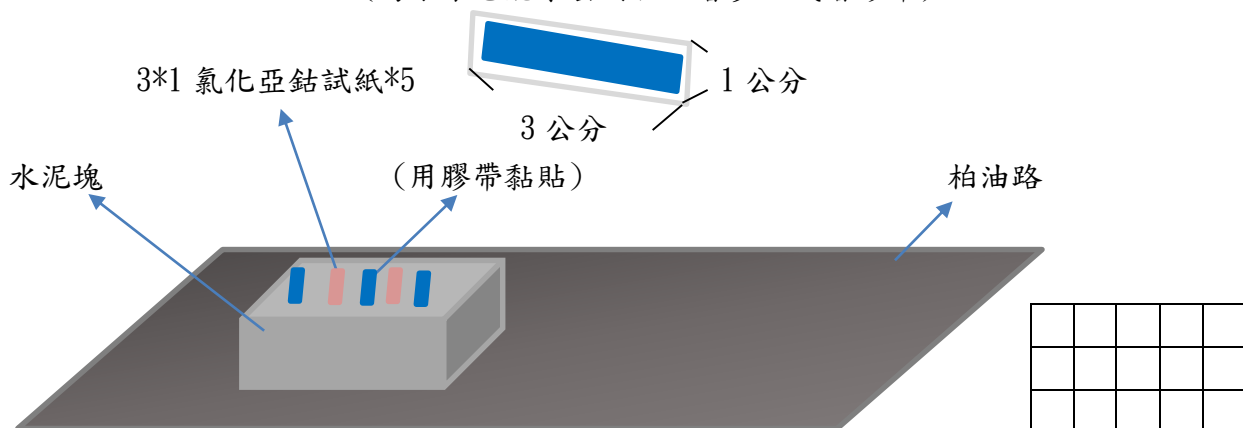
實驗十三、反潮實驗

問題：內含哪一種輕隔間的水泥塊比較不容易反潮？

材料：各種水泥塊*6、盒子*6、3*1 平方公分氯化亞鈷試紙、膠帶、平方公分版。

步驟：

- 一、把氯化亞鈷試紙放進盒子裡。
- 二、將水泥塊放進盒子裡(已經放進五張 3*1 平方公分的氯化亞鈷試紙)並用膠帶封住。
- 三、把盒子(水泥塊)放置於柏油路上約 4 小時。
(為了讓它能緊密封住，會多貼幾層膠帶)



四、早上觀察一次，中午觀察一次氯化亞鈷試紙的變色情形。 平方公分版 ➡

五、比較六種水泥塊反潮的程度。(單位：cm²)

※一張試紙的面積 3 平方公分、5 張共 15 平方公分 (藍色=較乾燥，紅色=較潮濕)

項目	第一次 2/23	第二次 2/23	第三次 2/25	第四次 2/26	第五次 2/26
果實 25	11.5/15	12/15	13/15	15/15	15/15
果實 30	6.5/15	8/15	9/15	12/15	12/15
保麗龍球 12	6.5/15	7/15	7/15	12/15	10/15
保麗龍球 25	3/5	4/15	6.5/15	10/15	11/15
乒乓球 12	3/15	無	1/15	4/15	3/15
無添加 25	2.5/15	3/15	5.5/15	7/15	9/15

結論：經過實驗後發現，乒乓球 12 的反潮效果最差，而果實 25 的反潮效果最佳。

圖中正在切割氯化亞鈷試紙。(3*1cm ²)	圖中在確認反潮實驗的結果。	圖中正在用平方公分版去測量藍色面積。	圖中在測量藍色面積。

捌、討論

1. **傳導實驗：**實驗發現，果實 25 的傳導效果最快，而保麗龍球 25 的傳導效果最慢，因此因為保麗龍球 25 傳導效果最慢，所以如果住在較寒冷地帶的人，可選擇以保麗龍球 25 為建材的樓地板，較溫暖。
2. **物體大小的影響：**實驗發現，保麗龍球 25 的各種效果都比保麗龍球 12 的好，在十一次的實驗中，保麗龍球 25 有 6 次比保麗龍球 12 好。
3. **不同體積測試：**實驗發現，保麗龍球 25 的體積最大，所以重量也會比較輕，而無添加 25 的體積最小，重量會比較重。
4. **隔音實驗：**實驗發現，無添加 25 的隔音效果最差，而乒乓球 12 的隔音效果最佳，因此位於吵雜市區或道路兩旁的房子，如果選用以乒乓球 12 為建材的樓地板會較安靜。
5. **熱輻射實驗：**實驗發現，保麗龍球 12 的熱輻射效果最差，而無添加 25 的熱輻射效果最佳。
6. **耐震度實驗：**實驗發現，果實 25 的耐震效果最差，而乒乓球 12 的耐震效果最佳，較容易發生地震的地帶，可選擇以乒乓球 12 為建材的樓地板較佳。
7. **多層方格測試：**實驗發現，果實 25 的各種效果比果實 30 的各種效果更好。在十一次實驗中，果實 25 以 7 次比 4 次之差贏果實 30。
8. **耐熱測試：**實驗發現，果實 25 的耐熱效果最差，經過不到 20 分鐘就讓蠟燭融化了。而保麗龍球 12 的耐熱效果最佳，承受的時間更長一些。
9. **回溫測試：**實驗發現，乒乓球 12 的回溫效果最差，而果實 30 的回溫效果最佳。在寒冷的氣候裡，讓原本冰冷的樓地板回溫，以致屋內的住戶能夠稍微暖活一點，果實 30 能達到最好的效果。
10. **乾燥實驗：**實驗結果發現，果實 30 的乾燥效果最差，而保麗龍球 12 的乾燥效果最佳，如果住在潮濕地區，應選擇以保麗龍球 12 為建材的樓地板較佳，它下雨過後的水氣曬到太陽，較容易乾燥。
11. **升溫實驗：**實驗發現，保麗龍球 25 的升溫效果最差，而無添加 25 的升溫效果最佳。
12. **碎裂實驗：**實驗發現，無添加 25 最容易碎裂，而乒乓球 12 最不容易碎裂，較容易發生地震的地帶，可以選擇乒乓球 12 為建材的樓地板較不易倒塌，且裝潢、釘家具也沒問題。
13. **反潮實驗：**實驗發現，乒乓球 12 的反潮效果不佳，這樣當比較潮濕的時候，地板上容易有水滴，果實 25 比較好，切割成 5 張 3*1 的試紙裡，只有 2-3 格是變色的，明顯較好。

玖、結 論

- 一、傳導實驗中，保麗龍球 25 傳導效果最慢且最好的。而無添加 25 的三次溫差卻分別是 6.5、2.5 及 5.0 度。所以如果是在氣候較為寒冷的地區，使用保麗龍球 25 的水泥塊較溫暖。
- 二、物體大小的影響中，保麗龍球 25 在 11 次的實驗中，有 6 次的數據比保麗龍球 12 還要好，因此物體的大小越小，實驗的結果更好。
- 三、隔音方面，乒乓球 12 的平均分貝是 48.54，而無添加 25 卻是 49.99 分貝。所以如果使用乒乓 12 的樓地板，且家中附近有住戶太吵或擔心自己的音量過大會影響鄰居就不必太過擔心。
- 四、不同體積方面，保麗龍球 25 的體積最大，所需的水泥，量越少，會較輕，而無添加 25 的體積最小，所以會最重。
- 五、有關熱輻射實驗，無添加 25 的三次溫差分別是 32.2、23.8、16.0，這部份是我們要改進的。
- 六、耐震方面，乒乓球 12 可以耐從 12.2 公分摔下的 500 克砝碼所製造的震度，無添加 25 只能耐 9 公分。尤其像台灣位於地震帶上，使用乒乓球 12 製成的樓地板，能較安心居住。
- 七、多層方格實驗中，果實 25 在 11 次實驗中有 7 次比果實 30 好，因此竹篾格數越少實驗的結果會比較好。
- 八、耐熱實驗中，保麗龍球 12 能耐 1633 秒而無添加 25 卻只能耐 1073 秒。所以萬一火災來臨時，災民會沒有足夠的時間逃出家門，社會上有很多新聞也是許多人因為屋內太熱而被燒死。
- 九、回溫實驗中，保麗龍球 25 比無添加 25 還要好。在寒冷的氣候裡讓原本冰冷的樓地板回溫，這些能令居民溫暖的好效果只有使用保麗龍球 25 製成的樓地板，能達到最佳效果。
- 十、乾燥實驗中，保麗龍球 12 平均需 381 秒，然而無添加 25 的平均卻需要 498 秒才能完全乾燥。因此在雨天或較潮溼的地區，保麗龍球 12 的乾燥效果比其他五種水泥塊的效果都好。很適合拿來使用。
- 十一、升溫實驗中，無添加 25 三次溫差分別是 54.9、55.0、50.8，比其他的都好，這點值得之後好好研究。
- 十二、碎裂實驗中，乒乓球 12 完全沒有裂痕，稍有痕跡，不過不明顯，實驗證明完全無毀損，明顯的表示出水泥塊有足夠的穩固性，而無添加 25 的裂痕是最長的，粗細也過粗，和其它五種水泥塊的效果比較起來，是最不適合使用的。
- 十三、反潮實驗中，果實 25 最好，在切割成 5 張 3*1 平方公分的試紙裡，只有 2-3 格是紅色的，明顯較好。然而無添加 25 的雖然不是最差的，但有變色的格數仍然比果實 25 的格數多，所以無添加 25 的效果比較不好。

拾、參考文獻

1. 抗震宅地基深度加倍 鋼骨高強度水泥吸震
<http://www.hakkatv.org.tw/news/164782>
2. 隔音窗 擋風擋雨 降噪抗風壓
<http://i-dothing.com.tw/bbs/forum.php?mod=viewthread&tid=957>
3. 防巨災損傷 專家：圓頂或為未來建築趨勢
<http://www.epochtimes.com/b5/14/1/3/n4050073.htm>
4. 何謂反潮現象?該如何解決?
<https://tw.answers.yahoo.com/question/index?qid=20110914000015KK04051>
5. 氯化亞鈷試紙 水氣濕度試紙
<https://www.hi-sun.com.tw/product-detail-1406671.html>
6. 隔音? 抗震? 中空樓板大解密
https://extra.rakuya.com.tw/house_news/%5B%E8%98%8B%E6%9E%9C%E6%97%A5%E5%A0%B1%5D
7. MIHO 博宇德(中空樓板. 制音墊)
<https://www.youtube.com/watch?v=viFO4ppK98s>
8. 明明沒直接曬到太陽, 屋內為什麼會熱?
<https://blog.xuite.net/eco.friendly57/twblog/132620023-2-2>
9. 房子的柱子為何有分圓形和正方形?
<https://tw.answers.yahoo.com/question/index?qid=20050927000013KK15765&p>
10. 人人有屋住! 肯亞瘋建冬暖夏涼「保麗龍屋」
<https://tw.news.yahoo.com/081944602.html>
11. 絕不是偷工減料! 「保麗龍球蜂巢」抗噪音
<http://home.appledaily.com.tw/article/realtimenews/20180905/1423955/rtn/>
12. 中空樓板簡介
<https://www.huaku.com.tw/upload/files/service/%E4%B8%AD%E7%A9%BA%E6%A8%93%E6%9D%BF%E7%B0%A1%E4%BB%8B.pdf>
13. 【建材教室】白磚 輕隔間的新寵兒
<http://home.appledaily.com.tw/article/realtimenews/20181202/1473589/rtn/>
14. 牆壁灌漿「保麗龍」 改良式輕隔間
<https://news.tvbs.com.tw/money/313650>
15. "輕隔間" 是否隔音會比較差呢
<https://www.mobile01.com/topicdetail.php?f=360&t=1013346>
16. 03 25cm 中空樓板
<https://www.youtube.com/watch?v=yjqPHOU75k>
17. 偷料? 網友爆台中豪宅「施工塞滿保麗龍」 結局大逆轉
<https://www.ettoday.net/news/20170816/990169.htm>
18. 中空樓板
<http://www.ierryjustice.org/439812117>
19. 樓上吵死人 樓地板愈厚難保隔音愈好
<http://www.chung-cheng.com.tw/index.php?view=custom1&d=19>
20. 中空樓板 隔噪音有影?
<https://www.youtube.com/watch?v=jyeTKa46Xfw>
21. 新材料、新技術及新工法驗證資料摘要表
<http://www.cabc.org.tw/DocSys/document/DataFile/TABC>

【評語】 080113

1. 大樓地板利用保麗龍球放進鐵架裡並用鐵絲網綁起來，這樣不但能減輕水泥塊的重量，更能令施工更快速，還能達到抗震效果，隔音效果佳。探討輕隔間保麗龍球及乒乓球水泥塊的輕隔間，比對各種輕隔間的效果。科學的探究方法，探究與實作，加上一些物理原理機制的探討。
2. 針對不同需求，設計相關實驗進行探究。實驗精心設計製作，內容豐富，作品具日常生活應用性。

摘要

為了減輕水泥的重量。我們找了六種輕隔間，分別是果實25、果實30、保麗龍球12、保麗龍球25、乒乓球12和市售（無添加）。傳導實驗中，保麗龍球25的傳導效果最佳。物體大小的影響比較中，保麗龍球12的各種效果比保麗龍球25好。在不同重量測試，重量45克的保麗龍球12最輕。隔音實驗乒乓球12的效果最佳。熱輻射實驗以市售的效果最佳。耐震度實驗乒乓球12的效果最佳。多層方格測試果實25的各種效果比果實30好。耐熱測試保麗龍球12的效果最佳。回溫測試果實30的回溫效果最佳。乾燥實驗保麗龍球12的乾燥效果最佳。升溫實驗，市售的效果最佳。碎裂實驗，乒乓球12最不容易碎裂。反潮實驗，果實25反潮效果最佳。從實驗中可知，6種水泥輕隔間各有千秋，有好也有壞，市售的缺點仍然很多，期待今後繼續研究。

研究動機

我們現在所住的房子主要材料是由石灰岩製成的水泥粉，正好科展有一位組員，和我們分享她的經驗，有一次去叔叔的工地時，看到工人要搬運水泥還要灌水泥，工人們都搬得很吃力，為了減輕工人們的負擔，令他們能輕鬆一點，於是激起了我們對水泥的研究。我們想減輕水泥的重量。我們將瓊崖海棠果實、保麗龍球及乒乓球做為水泥塊的輕隔間，模擬日本輕隔間成為我們主要的目的。



將保麗龍球放在輕隔間內，灌入水泥，讓房屋的耐熱、耐震性能較好。

研究目的

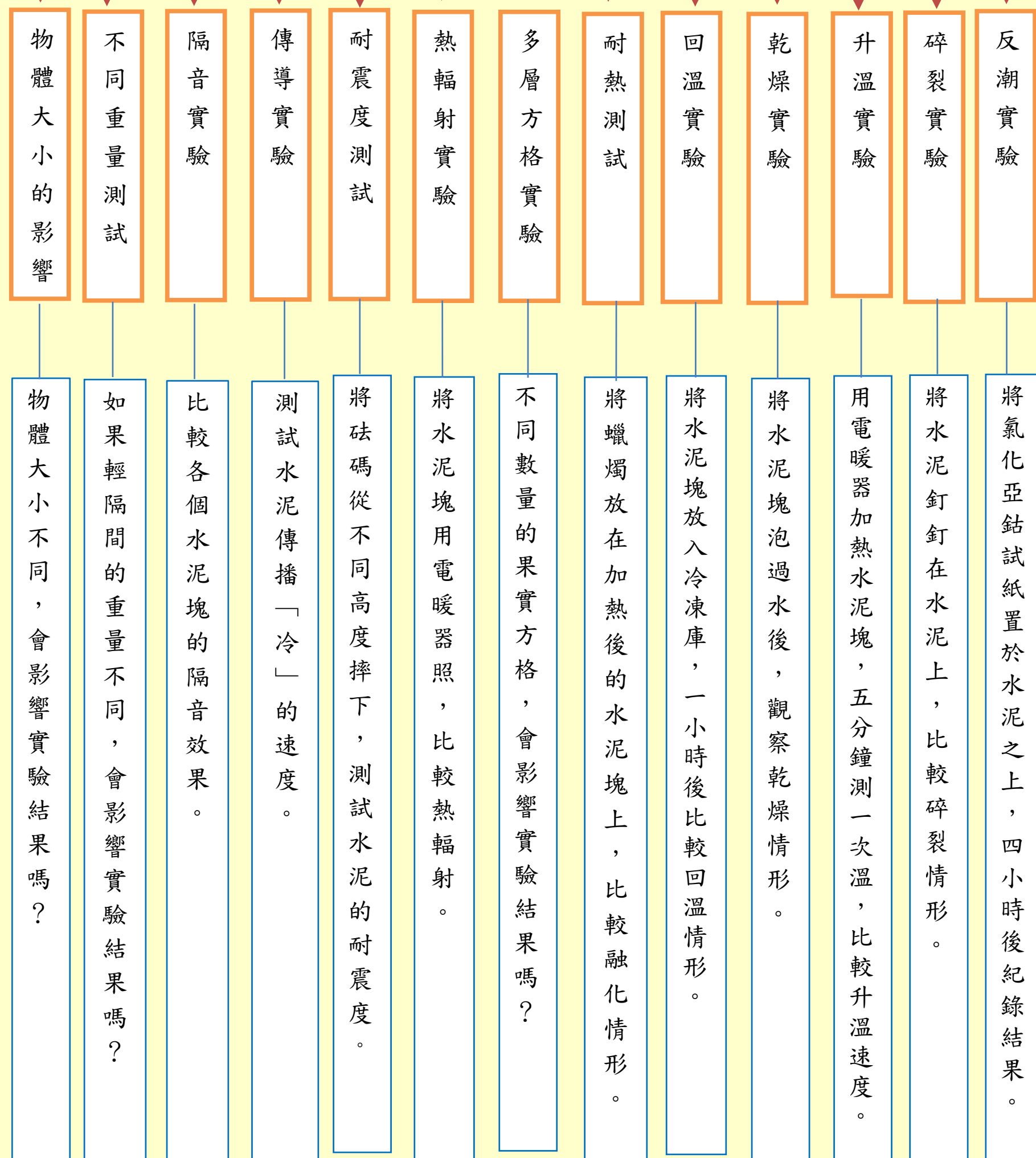
- 一、傳導實驗：測試水泥傳播「冷」的速度。
- 二、不同重量測試：如果內容物的重量不同，會影響實驗結果嗎？
- 三、物體大小的影響：物體大小不同，會影響實驗結果嗎？
- 四、隔音實驗：比較各個水泥的隔音效果。
- 五、熱輻射實驗：將水泥塊用電暖爐照，比較水泥塊受熱輻射後的溫度高低。
- 六、耐震度測試：將砝碼從不同高度摔下，測試水泥的耐震度。
- 七、多層方格實驗：不同數量果實方格，會影響實驗比較結果嗎？
- 八、耐熱實驗：將蠟燭放在加熱後的水泥塊上，比較融化情形。
- 九、回溫實驗：將水泥塊放入冷凍後，半小時測一次溫，比較回溫情形。
- 十、乾燥實驗：在水泥塊上噴水過後，觀察乾燥情形。
- 十一、升溫實驗：用熱風機加熱，每隔五分鐘測溫，比較受熱後的溫度高低。
- 十二、碎裂實驗：將水泥釘釘在水泥上，比較碎裂情形。
- 十三、反潮實驗：將氯化亞鈷試紙置於水泥之上，4小時後測量反潮的程度。

研究流程

有「球」必應的泥菩薩

實驗過程

其他還有製作水泥過程及製作氯化亞鈷試紙的過程。



實驗器材

實驗名稱	實驗器材
製作水泥材料	水泥粉、冷水、250ml*2量筒、乒乓球、保麗龍球（大、小）、乾燥的瓊崖海棠果實、盒子、竹筷、橡皮筋。
製作氯化亞鈷試紙	冷水、100ml量筒、試紙、盒子（底部有孔）、鏟子、量匙、電子秤、小盒子、大鐵盤。
傳導實驗	水泥塊*6、紅外線測溫槍、冰塊*6、計時器、圓架。
物體大小的影響	水泥塊*2、保麗龍球（大、小）、盒子、竹筷、橡皮筋。
不同重量測試	電子秤、盒子、竹筷、橡皮筋、各種輕隔間。
隔音實驗	水泥塊*6、手機*2、盒子、手機分貝計。
熱輻射實驗	水泥塊*6、紅外線電暖器、計時器、尺、紅外線測溫槍。
耐震度實驗	水泥塊*6、砝碼 500g、尺、數學用積木*10。
多層方格測試	水泥塊*2、盒子、竹筷、橡皮筋、果實*55顆。
耐熱實驗	水泥塊*6、圓架、陶瓷纖維網、蠟燭、計時器、酒精燈、打火機。
回溫實驗	水泥塊*6、紅外線測溫槍、冷凍庫、計時器。
乾燥實驗	水泥塊*6、噴水器、計時器。
升溫實驗	水泥塊*6、紅外線測溫槍、計時器、熱風機、尺。
碎裂實驗	水泥塊*6、水泥釘、槌子。
反潮實驗	水泥塊*6、3*1 氯化亞鈷試紙、盒子*6、膠帶、平方公分版。

水泥板製作流程

製作水泥過程

注意事項：

準備用具：

水泥粉、冷水、250ml*2量筒、乒乓球、保麗龍球（大、小）、瓊崖海棠果實、盒子、竹筷、橡皮筋

1. 不同大小的球狀物品綁的隔數不相同
2. 加入 2 包 2 公斤水泥、水也要加 2 倍、是 440ml

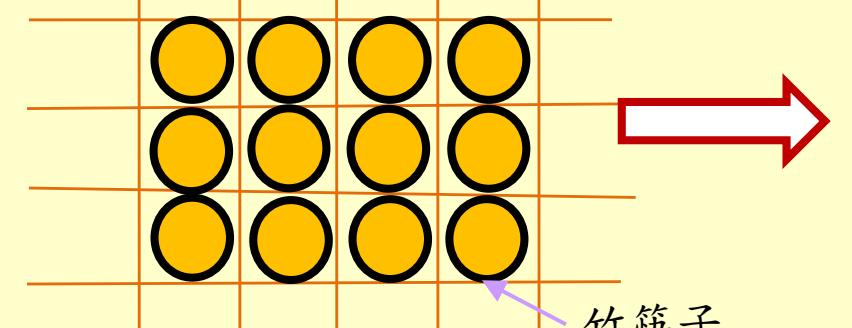
步驟：

- 一、準備三種不同圓形物品。（其中有無添加的）
 - 乒乓球 (12) 直徑 4 公分
 - 保麗龍球 (大) (12) 4 公分
 - 保麗龍球 (小) 2.5 公分
 - 果實 25 (25) 2.5 公分
 - 果實 30 (30) 2.5 公分



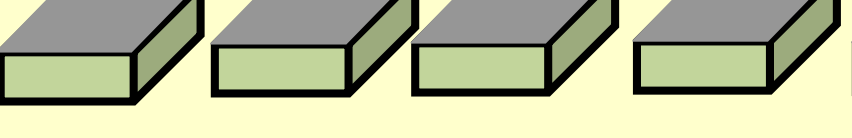
- 二、將它們綁好竹筷（如下圖）並放進盒子裡（無添加則需放入竹筷子）。

放進盒子裡

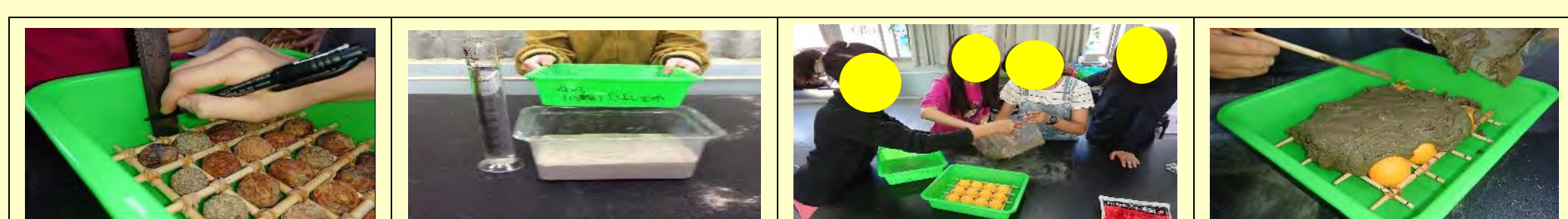


- 三、倒入水泥、冷水攪拌均勻並等待凝固。

一塊水泥塊用 2 包水泥+440ml 的水



果實 25=竹筷方格加 25 顆果實
 果實 30=竹筷方格加 30 顆果實
 保麗龍球 12=竹筷方格加保麗龍球 (大) 12 顆
 保麗龍球 25=竹筷方格加保麗龍球 (小) 25 顆
 乒乓球 12=竹筷方格加乒乓球 12 顆
 無添加 (市售)=25 格竹筷方格



圖為用黑筆標記水泥塊厚度，並放果實。
 圖為倒水泥、加上冷水 440 毫升並攪拌均勻。
 圖為攪拌水泥的過程，並在 10 分鐘內完成。
 圖為將水泥鋪在乒乓球 12 上面，要均勻。

測試材料製作流程

製作氯化亞鈷試紙過程

注意事項：

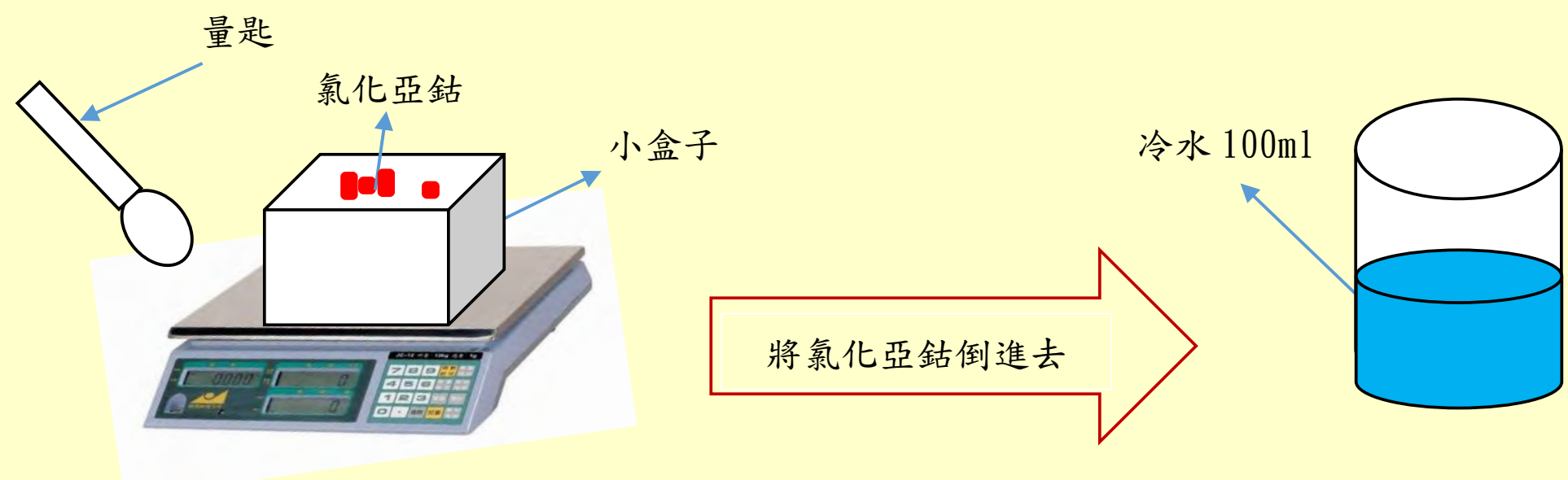
準備用具：

冷水、100ml 量筒、試紙、盒子（底部有孔）、鏟子、量匙、電子秤、小盒子、大鐵盤。

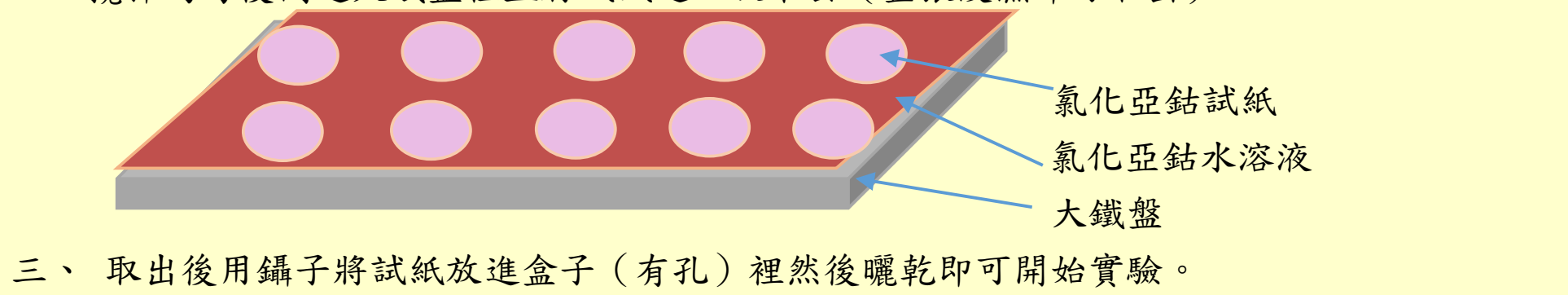
原本是用 2.38 克的氯化亞鈷加入 100ml 的冷水，後來發現此配方的濃度不夠，經過製作而決定用 20 克的氯化亞鈷。

步驟：

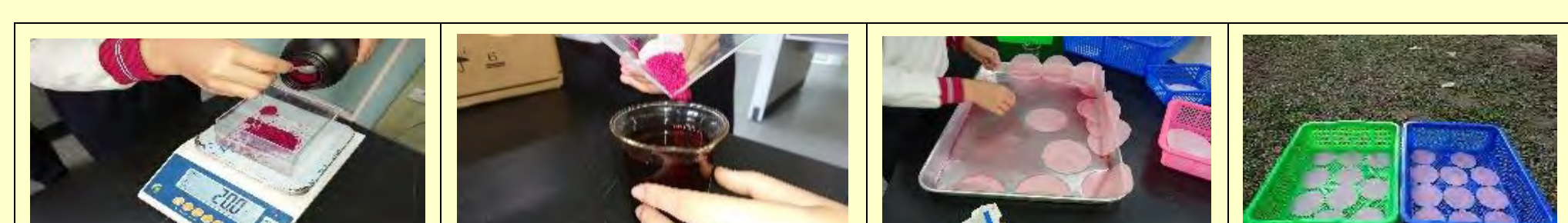
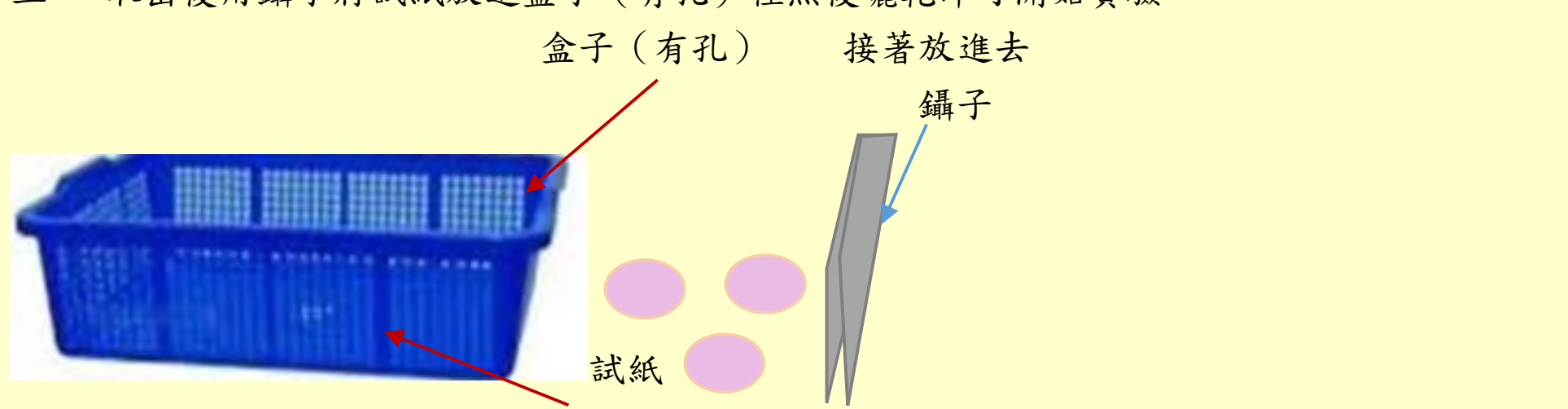
- 一、先用量匙勺出 20 克的氯化亞鈷並用電子秤（用小盒子盛裝）並倒進 100ml 的冷水裡。



- 二、攪拌均勻後倒進大鐵盤裡並將試紙逐一放下去（整張浸濕即可取出）。



- 三、取出後用鏟子將試紙放進盒子（有孔）裡然後曬乾即可開始實驗。



圖中正在用電子秤秤出 20 公克的氯化亞鈷。
 圖中正在將氯化亞鈷與 100 毫升的水混合。
 圖中正在泡氯化亞鈷試紙並用鏟子取出。
 圖中正在曬乾完成的氯化亞鈷試紙。

實驗一、傳導實驗

問題：六種水泥塊的傳導速度為何？
材料：各種水泥塊、測溫槍、冰塊、計時器、圓圈。

步驟：
一、準備好材料。

Diagram showing the experimental setup for thermal conduction. A red laser thermometer is used to measure the temperature of a concrete block. A mobile phone timer is placed on top of the block. Ice is placed on the top surface. The setup is on a circular base. A graph shows temperature changes over time for different materials: 果實25, 果實30, 保麗龍球12, 保麗龍球25, 乒乓球12, 無添加25. Legend: 加冰塊前, 10分鐘, 20分鐘, 30分鐘, 40分鐘, 50分鐘, 60分鐘.

Graph showing temperature changes over time for different materials. Below the graph is a table of temperature differences.

項目	第一次溫差	第二次溫差	第三次溫差	溫差平均
果實 25	6.4	4.0	6.2	5.5
果實 30	4.4	3.2	3.4	3.6
保麗龍球 12	3.9	2.0	3.3	3.0
保麗龍球 25	3.4	2.2	2.6	2.7
乒乓球 12	7.5	2.5	4.1	4.7
無添加 25	6.5	3.8	5.0	5.1

圖為正在製作冰塊。圖為邊做傳導實驗邊做記錄表格。圖為紀錄完成後，反覆進行三次重複實驗。

實驗二、物體大小的影響

問題：保麗龍球的大小若不同，會影響實驗結果嗎？
材料：兩種水泥塊、保麗龍球(大)、保麗龍球(小)、盒子、竹筷、橡皮筋。

步驟：
一、把輕隔開依大小分成幾類。

Diagram showing the experimental setup for object size influence. A concrete block is placed on a grid. A mobile phone timer is used. A graph shows temperature changes over time for different materials: 果實25, 果實30, 保麗龍球12, 保麗龍球25, 乒乓球12, 無添加25. Legend: 加冰塊前, 10分鐘, 20分鐘, 30分鐘, 40分鐘, 50分鐘, 60分鐘.

實驗三、不同重量測試

問題：如果內容物重量不同，會影響結果嗎？
材料：電子秤、盒子、保麗龍球。

步驟：
一、準備好電子秤。

Diagram showing the experimental setup for weight testing. A digital scale is used to weigh a box containing bamboo sticks and a concrete block. A graph shows weight measurements for different materials: 果實25, 果實30, 保麗龍球12, 保麗龍球25, 乒乓球12, 無添加25.

實驗四：隔音實驗

問題：六種水泥塊的效果會有什麼差別？
材料：各種水泥塊、手機、計時器、盒子、手機分貝計。

步驟：
一、將已定時的兩部手機放進盒子底部，盒子上方放有手機分貝計的水泥塊。

Diagram showing the experimental setup for sound insulation. A mobile phone decibel meter is placed on top of a concrete block, which is placed on a box containing two mobile phones. A graph shows decibel levels for different materials: 果實25, 果實30, 保麗龍球12, 保麗龍球25, 乒乓球12, 無添加25. Legend: 第一次, 第二次, 第三次, 第四次, 第五次, 平均.

實驗五：熱輻射實驗

問題：水泥塊比較不容易吸收熱輻射嗎？
材料：各種水泥塊、紅外線測溫槍、紅外線電暖器、尺。

步驟：
一、把水泥塊放置於電暖器直射的位置。(距離10公分)

Diagram showing the experimental setup for heat radiation. A red laser thermometer is used to measure the temperature of a concrete block placed near a heat lamp. A graph shows temperature changes over time for different materials: 果實25, 果實30, 保麗龍球12, 保麗龍球25, 乒乓球12, 無添加25. Legend: 未加熱, 05, 10, 15, 20, 25, 30, 溫差.

第三次

Graph showing temperature changes over time for different materials. Below the graph is a table of temperature differences.

項目	第一次溫差	第二次溫差	第三次溫差	溫差平均
果實 25	42.0	29.5	29.5	33.6
果實 30	32.1	29.6	38.3	33.3
保麗龍球 12	40.0	34.3	39.2	37.8
保麗龍球 25	42.1	39.1	18.9	33.3
乒乓球 12	29.2	27.9	28.6	28.5
無添加 25	32.2	23.8	16.0	24.0

圖為正在用紅外線電暖器製造熱輻射以取代太陽並加熱。圖為水泥塊正反面不可放反，格子面對準紅外線電暖器。圖為正在用測溫槍測量水泥塊溫度。

實驗六、耐震度測試

問題：六種水泥塊的耐震效果如何？
材料：各種水泥塊、砝碼500g、尺、數學用積木。

步驟：
一、準備用具。

Diagram showing the experimental setup for seismic resistance. A concrete block is placed on a table with a stack of wooden blocks and a 500g weight. A graph shows the number of wooden blocks for different materials: 果實25, 果實30, 保麗龍球12, 保麗龍球25, 乒乓球12, 無添加25. Legend: 1, 2, 3, 4, 5, 平均.

實驗七、多層方格實驗

問題：不同數量果實方格，會影響結果嗎？
材料：各種水泥塊、盒子、竹筷、橡皮筋、果實*55顆。

步驟：
一、將果實的兩種數量方格綁好。

Diagram showing the experimental setup for multi-layer grid experiment. A concrete block is placed on a grid made of bamboo sticks and rubber bands. A graph shows temperature changes over time for different materials: 果實25, 果實30, 保麗龍球12, 保麗龍球25, 乒乓球12, 無添加25. Legend: 未加熱, 05, 10, 15, 20, 25, 30, 溫差.

實驗八、耐熱測試

問題：這六種物質能耐熱嗎？
材料：各種水泥塊、圓圈、陶瓦纖維網、蠟燭、計時器、酒精燈、打火機。

步驟：
一、準備好材料。

Diagram showing the experimental setup for heat resistance. A concrete block is placed on a ceramic fiber mesh over a candle. A graph shows temperature changes over time for different materials: 果實25, 果實30, 保麗龍球12, 保麗龍球25, 乒乓球12, 無添加25. Legend: 1, 2, 3, 4, 5, 平均.

實驗九、回溫實驗

問題：分別將水泥塊放入冷凍庫後，水泥塊的回溫情形為何？
材料：各種水泥塊、紅外線測溫槍、冷凍庫、計時器。

步驟：
一、先將六種水泥塊放入冷凍庫裡。

Diagram showing the experimental setup for warming experiment. A concrete block is placed in a freezer. A graph shows temperature changes over time for different materials: 果實25, 果實30, 保麗龍球12, 保麗龍球25, 乒乓球12, 無添加25. Legend: 未加熱, 05, 10, 15, 20, 25, 30, 溫差.

Graph showing temperature changes over time for different materials. Below the graph is a table of temperature differences.

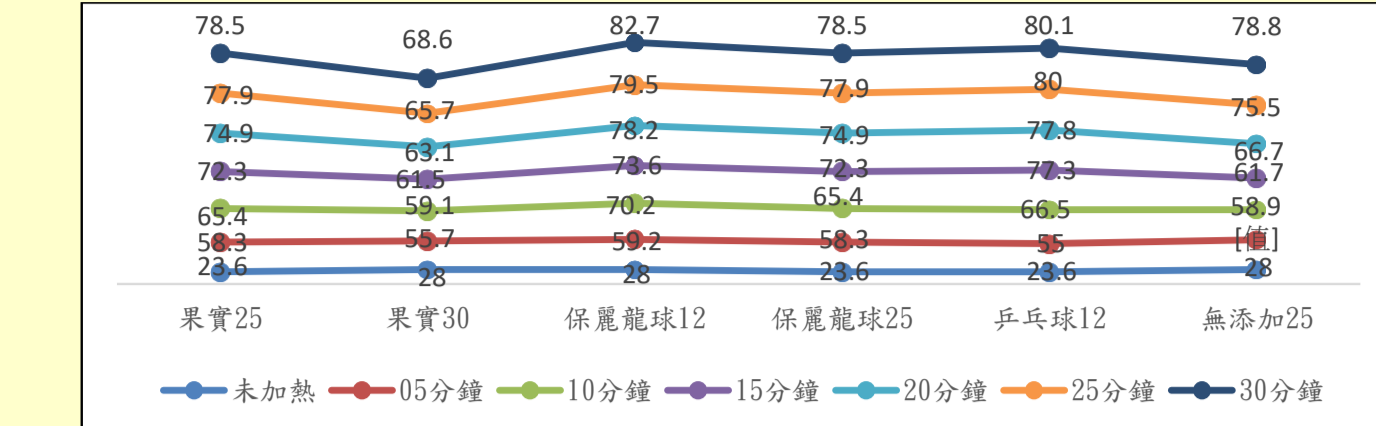
項目	第一次溫差	第二次溫差	第三次溫差	溫差平均
果實 25	30.7	33.6	23.8	29.3
果實 30	29.6	33.1	29.0	30.5
保麗龍球 12	28.8	32.9	27.0	29.5
保麗龍球 25	30.9	33.4	26.9	30.4
乒乓球 12	26.8	26.8	21.4	25.0
無添加 25	29.2	32.2	27.5	29.6

圖為正在外面操作回溫實驗，並記錄。圖為用測溫槍測量回溫溫度。圖為實驗進行中暫時的紀錄表格。

實驗十一、升溫實驗

問題：六種水泥塊，哪一種比較容易升溫？
材料：各種水泥塊、圓架、熱風機、紅外線測溫槍。
步驟：
一、把水泥塊架在圓架上。
二、用紅外線測溫槍測量水泥塊中心點的溫度。
三、將圓架(已架好水泥塊)放置於距離熱風機十公分的位置。
四、把熱風機開啟。每五分鐘測量一次，測量三十分鐘，共測量六次。

五、結果紀錄於下表。



結論：經過實驗發現，保麗龍球25的升溫效果最差，而無添加25的升溫效果最佳。

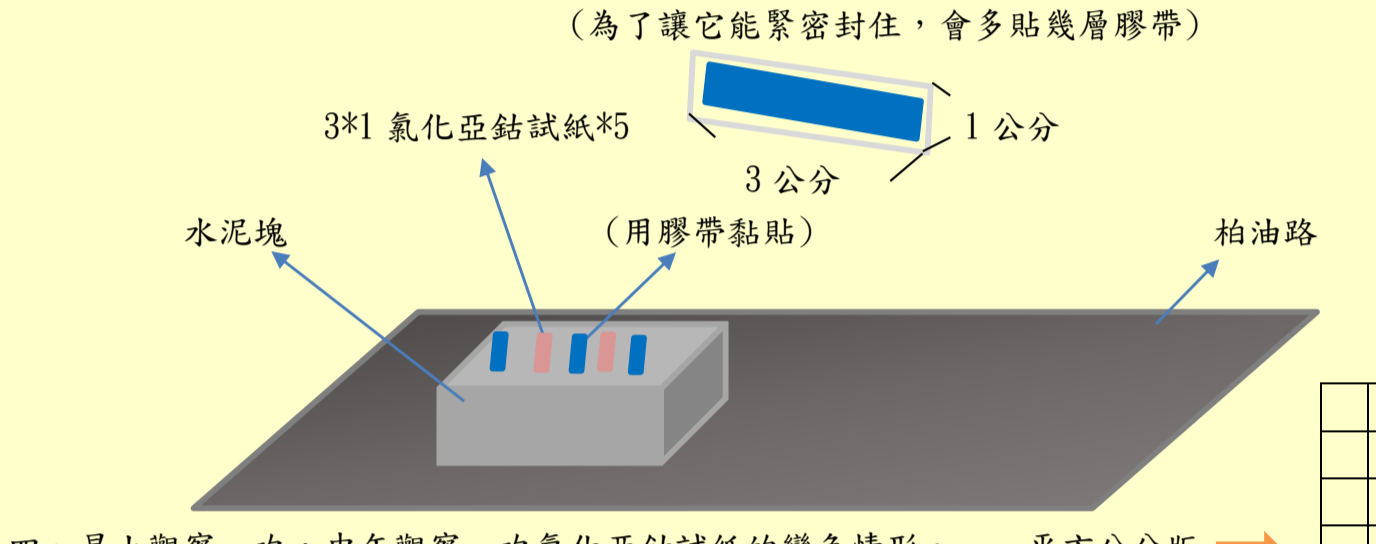


圖為正在用一般的熱風機加溫中。圖為正在用測溫槍測量水泥塊加熱後的溫度。圖為試驗進行中的暫時記錄表格。

實驗十三、反潮實驗

問題：內含哪一種材質的水泥塊比較不容易反潮？
材料：各種水泥塊、盒子、3*1平方公分氯化亞鈷試紙、膠帶、平方公分版。
步驟：
一、把氯化亞鈷試紙放進盒子裡。
二、將水泥塊放進盒子裡(已經放進五張3*1平方公分的氯化亞鈷試紙)並用膠帶封住。
三、把盒子(水泥塊)放置於柏油路上約4小時。

(為了讓它緊密封住，會多貼幾層膠帶)



四、早上觀察一次，中午觀察一次氯化亞鈷試紙的變色情形。平方公分版

五、比較六種水泥塊反潮的程度。(單位：cm²)
※一張試紙的面積3平方公分，5張共15平方公分(藍色=較乾燥，紅色=較潮濕)

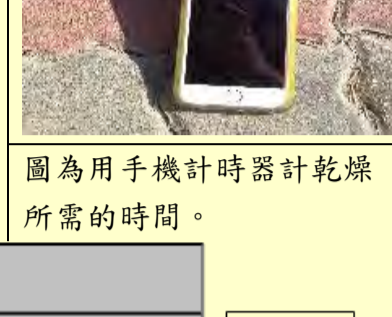
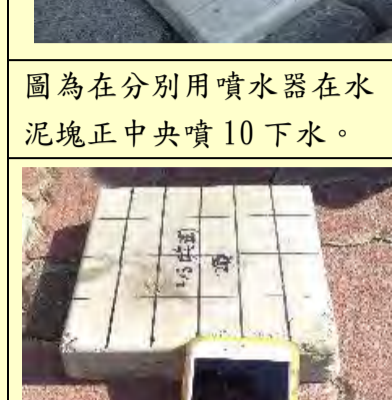
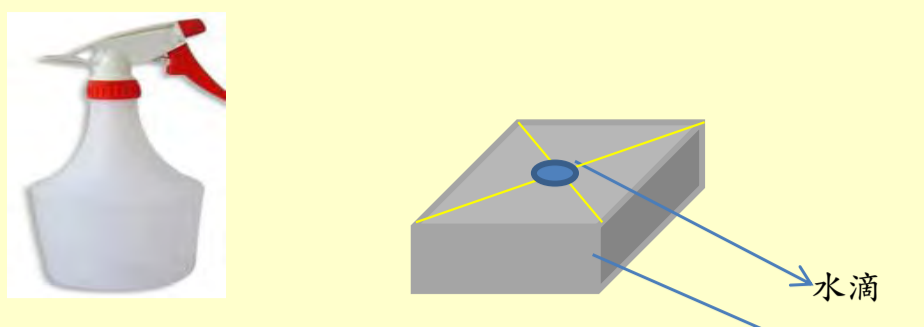
項目	第一次2/23	第二次2/23	第三次2/25	第四次2/26	第五次2/26
果實25	11.5/15	12/15	13/15	15/15	15/15
果實30	6.5/15	8/15	9/15	12/15	12/15
保麗龍球12	6.5/15	7/15	7/15	12/15	10/15
保麗龍球25	3/5	4/15	6.5/15	10/15	11/15
乒乓球12	3/15	無	1/15	4/15	3/15
無添加25	2.5/15	3/15	5.5/15	7/15	9/15



圖中正在切割氯化亞鈷試紙。(3*1大小) 圖中在確認反潮實驗結果。圖中正在用平方公分版去測量藍色面積。圖中在計算變色面積。

實驗十、乾燥實驗

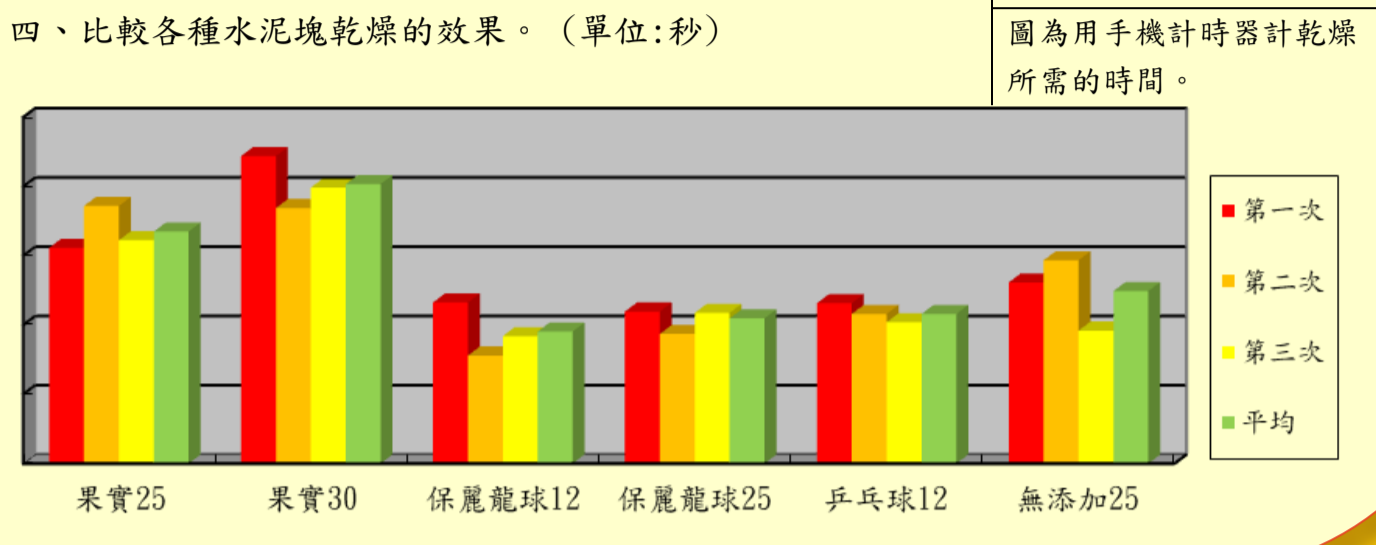
問題：六種水泥塊的乾燥情形為何？
材料：各種水泥塊、噴水器、計時器。
步驟：
一、先分別用噴水器在水泥塊上噴水。(噴10下)



二、將水泥塊曝曬於陽光底下。

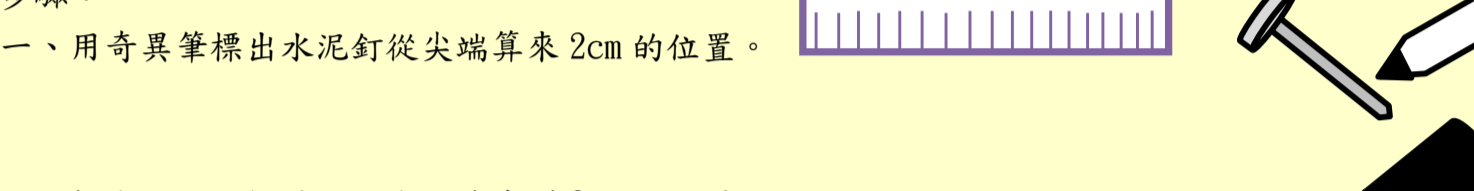
三、用手機計時器計時，直到水分蒸發掉為止。

四、比較各種水泥塊乾燥的效果。(單位：秒)



實驗十二、碎裂實驗

問題：六種水泥塊的碎裂情形為何？
材料：各種水泥塊、4.5cm水泥釘、奇異筆、錘子。
步驟：
一、用奇異筆標出水泥釘從尖端算來2cm的位置。



二、把水泥釘用錘子釘入水泥塊直到2cm的位置。

三、待完整敲進後，紀錄碎裂情形。

項目	碎裂情形	裂痕長	裂痕寬
果實25	稍有裂痕，不過不明顯，整體而言還算不錯，是第二佳的，如果釘上家具，還是不易碎的。	7.5	>0.1
果實30	裂痕稍長，粗細也較寬，整體來說較不適合拿來釘家具等物品，在本實驗的效果也是屬於較不佳的。	10	0.7
保麗龍球12	裂痕稍長，粗細也稍寬，和前面比較起來，較不適合拿來釘家具等物品，是第四佳的。	10	0.5
保麗龍球25	裂痕過度的長，粗細偏細，屬於細而長的裂痕，若是釘家具，可能有不適合之處。	12	0.3
乒乓球12	完全沒有裂痕，稍有凹痕，不過不明顯，實驗證明完全無毀損，明顯的表示出水泥塊有足夠的穩固性。	無	無
無添加25	裂痕是最長的，粗細也過粗，和其他五種水泥塊的效果比較起來，是最不適合使用的。	12.5	0.7

結論：經過實驗發現，無添加25最容易碎裂，而乒乓球12最不容易碎裂。



圖中正在為實驗做提前提準備。圖中正在用錘子將水泥釘釘進去。圖中正在調整釘歪或沒釘好的水泥釘。

結論

- 一、傳導實驗中**，保麗龍球25傳導效果最慢且最好的。而無添加25(市售)的三次溫差卻分別是6.5、2.5及5.0度。所以如果是在氣候較為寒冷的地區，使用保麗龍球25的水泥塊較溫暖。
- 二、物體大小的影響中**，保麗龍球12在11次的實驗中，有6次的數據比保麗龍球25還要好，因此物體的大小越大，實驗的結果更好。
- 三、隔音方面**，乒乓球12的平均分貝是48.54，而無添加25(市售)卻是最差的。所以如果使用乒乓12的話，若剛好家中附近有住戶太吵或擔心自己的音量過大會影響鄰居就不必太過擔心。
- 四、在不同重量測試裡**，重量45.0公克的保麗龍球12最輕，重量214.4公克的果實30重量最重。
- 五、有關熱輻射實驗**，無添加25(市售)的三次溫差分別是32.2、23.8、16.0，這部份是我們要改進的。
- 六、耐震方面**，乒乓球12可以耐從12.2公分摔下的500克砝碼所製造的震度，無添加25(市售)只能耐9公分。尤其像台灣位於地震帶上，使用乒乓球12製成的水泥塊，能較安心居住。
- 七、多層方格實驗中**，果實25在11次實驗中有7次比果實30好，因此竹篾格數越少實驗的結果會比較好。
- 八、耐熱實驗中**，保麗龍球12能耐1633秒而無添加25(市售)卻只能耐1073秒。所以萬一火災來臨時，災民會沒有足夠的時間逃出家門，社會上有很多新聞也是許多人因為屋內太熱而被燒死。
- 九、回溫實驗中**，保麗龍球25比無添加25(市售)還要好。在寒冷的氣候裡讓原本冰冷的樓地板回溫，這些能令居民溫暖的好效果只有使用保麗龍球25製成的樓地板，能達到最佳效果。
- 十、乾燥實驗中**，保麗龍球12平均需381秒，然而無添加25(市售)的平均卻需要498秒才能完全乾燥。因此在雨天或較潮溼的地區，保麗龍球12的乾燥效果比其他五種水泥塊的效果都好。很適合拿來使用。
- 十一、升溫實驗中**，無添加25(市售)3次溫差分別是54.9、55.0、50.8，比其他的都好，這點值得之後好好研究。
- 十二、碎裂實驗中**，乒乓球12完全沒有裂痕，稍有痕跡，不過不明顯，實驗證明完全無毀損，明顯的表示出水泥塊有足夠的穩固性，而無添加25(市售)的裂痕是最長的，粗細也過粗，和其他五種水泥塊的效果比較起來，是最不適合使用的。
- 十三、反潮實驗中**，果實25最好，在切割成5張3*1的試紙裡，只有2-3格是變色的，明顯較好。然而無添加25(市售)的雖然不是最差的，但有變色的隔數仍然比果實25的隔數多很多，所以市售的效果比較不利於潮濕的國家或是容易積雪的國家。

