

新竹市第四十二屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學科(三) (含化學工程/環境科學)

組 別：國小組

作品名稱：「衣」「衣」不捨 「磚」美於前-以舊衣製作地磚
之探討

關 鍵 詞：舊衣回收、環保地磚、無毒地磚

編 號：



目錄

摘要.....	2
壹、前言	
研究動機.....	2
實驗目的.....	2
文獻回顧.....	3
貳、實驗設備及器材	4
參、實驗流程圖	5
肆、製作自製地磚流程	6
伍、實驗過程與結果	
一、耐久度實驗.....	7
二、耐摔實驗.....	8
三、摩擦力實驗.....	9
四、掩埋實驗.....	10
五、生物分解實驗.....	11
六、食用實驗.....	12
七、燃燒實驗.....	12
八、熄滅實驗.....	13
九、發霉實驗.....	14
十、酸鹼實驗.....	15
十一、耐低溫實驗.....	16
十二、泡水實驗.....	17
十三、毒性實驗.....	18
十四、耐磨實驗.....	19
十五、穿刺實驗.....	20
十六、隔熱實驗.....	21
十七、黏貼實驗.....	22
十八、熱漲冷縮實驗.....	24
十九、觀察實驗.....	26
二十、隔音實驗.....	27
陸、討論	28
柒、結論	30
捌、參考文獻	30

摘要

我們將漿糊、舊衣碎屑與水用不同比例混合後塑型做成正常版和多膠版的地磚，而史萊姆版的地磚則是使用自製史萊姆和舊衣碎屑製作而成。我們之所以想利用舊衣製作地磚是因為市售巧拼是由 EVA 發泡材質製作，雖然耐用，卻含有大量化學物質，部分還有塑化劑，既會影響小孩發育，又不環保，所以我們決定自行製作環保地磚。我們從各項實驗中發現，自製地磚的不論是耐久度、摩擦力、穿刺、黏貼與隔音實驗都出比市售地磚表現更好。特別在燃燒實驗中，市售地磚用酒精燈燃燒 30 秒後就會融化，並且產生異味，自製地磚則是不融化。

壹、前言

研究動機

生活中有很多空間都是需要用到地磚，家裡的裝潢布置也有各式各樣的地磚選材，我們發現目前的市售地磚需要的製作材料，大多數都是耗材且價格高，也不環保；所以我們想到每個人家裡都會有老舊衣物要淘汰，我們可以利用這些棉布把地磚改良，變成實用又環保的自製碎布地磚，這些碎布地磚因為是由不同顏色的布料混合而成，不僅獨一無二還可以成為家中的獨特美感，增添視覺活潑。製作過程是由廢棄的棉布加上糨糊混合而成，不僅可以減少製作地磚的昂貴費用，也能夠讓布料再次發揮功能，透過環保再利用降低對環境的汙染。而且自製碎布地磚與市售地磚一樣有良好的耐用性與耐磨性，並且可以使用的時間也不比市售地磚差。整體而言，碎布地磚是一種環保且實用的地板裝飾材料。

實驗目的

實驗名稱	實驗設備及器材
一、耐久度實驗	了解各式地磚是否能承受 6 公斤啞鈴重壓。
二、耐摔實驗	了解各式地磚從高空墜落是否能保護玻璃。
三、摩擦力實驗	了解迴力車在各式地磚上何者摩擦力較高。
四、掩埋實驗	了解各式地磚經過 8 週的掩埋是否能被分解。
五、生物分解實驗	了解麵包蟲經過 8 週是否可分解各式地磚。
六、食用實驗	了解麵包蟲食用各式地磚 4 週後是否死亡。
七、燃燒實驗	了解各式地磚被火燃燒後是否會變化。
八、熄滅實驗	了解各式地磚點燃後需多久熄滅。
九、發霉實驗	了解各式地磚經過 2 週後是否會發霉。
十、酸鹼實驗	了解各式地磚浸泡在酸鹼水溶液 4 週後是否會有變化。

十一、耐低溫實驗	了解各式地磚經過 4 週的冷凍是否能正常使用。
十二、泡水實驗	了解各式地磚經過泡水後是否會變化。
十三、毒性實驗	了解各式地磚經過加熱後的銅線塗抹並燃燒後是否產生綠光。
十四、耐磨實驗	了解各式地磚被砂紙研磨 300 下後會掉落多少粉末。
十五、穿刺實驗	了解各式地磚是否能被刺針穿刺。
十六、隔熱實驗	了解在各式地磚放上 100 度的熱水後，測量地板溫度的變化。
十七、黏貼實驗	了解各式地磚貼上泡棉膠是否能承受重 500g 的水瓶。
十八、熱脹冷縮實驗	了解地磚變熱與冷縮時，體積是否會改變。
十九、隔音實驗	了解各式地磚是否隔音。
二十、觀察實驗	透過顯微鏡了解地磚表面的樣貌。

文獻回顧

來源	作品名稱	相關概念及研究
https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-082908.pdf?902	「翻轉番麥」探討玉米植株再利用—玉米密集板的製作	利用玉米植株打碎使用白膠黏著製作玉米密集板。並探討硬度、衝擊耐久度、韌度、防水性、荷重的影響。
https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/62/pdf/NPHSF2022-030108.pdf?0.5407135352812542	聲死一瞬間-密集板 x 防疫口罩再利用 x 校園樹種抗噪大作戰	使用口罩內層作成隔音板，並用不同孔洞大小、深度、孔距，比較吸音效果。
https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race1/58/pdf/NPHSF2018-082923.pdf	機「布」可「濕」—探討機能性吸濕排汗布料的秘密與應用	利用不同布料的纖維結構與特性來做出吸水力、脫水性、排水性都好的吸水磚。
https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-082925.pdf	「磚」牛「腳」尖	使用花生殼製作地磚，並用模具型。另外，使用酸性物質測試地磚耐性。

貳、實驗設備及器材

實驗名稱	實驗設備及器材
一、耐久度實驗	9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、啞鈴、計時器、游標尺。
二、耐摔實驗	9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、塑膠袋、小燒杯。
三、摩擦力實驗	9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、迴力車、尺。
四、掩埋實驗	3cm*3cm 自製地磚、3cm*3cm 市售巧拼、土、花盆、鏟子。
五、生物分解實驗	自製地磚、市售巧拼、麵包蟲、昆蟲箱、電子秤。
六、食用實驗	1.5cm*1.5cm 自製地磚、1.5cm*1.5cm 市售巧拼、麵包蟲、夾子、昆蟲箱。
七、燃燒實驗	1.5cm*1.5cm 自製地磚、1.5cm*1.5cm 市售巧拼、酒精燈、打火機、鐵盤、棉質手套、紅外線測溫槍。
八、熄滅實驗	1.5cm*1.5cm 自製地磚、1.5cm*1.5cm 市售巧拼、計時器、酒精燈、打火機、鐵盤、棉質手套、紅外線測溫槍。
九、發霉實驗	3cm*3cm 自製地磚、3cm*3cm 市售巧拼、塑膠杯、尺、黴菌。
十、酸鹼實驗	1.5cm*1.5cm 自製地磚、1.5cm*1.5cm 市售巧拼、塑膠杯、食用白醋、小蘇打粉、水、量杯。
十一、耐低溫實驗	3cm*3cm 自製地磚、3cm*3cm 市售巧拼、冰箱、淺盤、鏟子。
十二、泡水實驗	9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、水、盆子、計時器。
十三、毒性實驗	9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、酒精燈、銅線、計時器、打火機、鑷子、手套。
十四、耐磨實驗	9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、砂紙、電子秤、槌子。
十五、穿刺實驗	9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售地磚、釘子、錘子。
十六、隔熱實驗	9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、燒杯、計時器、紅外線測溫槍。
十七、黏貼實驗	9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、繩子、水、水瓶、竹筷、泡棉膠。
十八、熱脹冷縮實驗	9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售地磚、游標尺、電磁爐、紅外線測溫槍。
十九、隔音實驗	9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、手機、手錶。
二十、觀察實驗	9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、顯微鏡、手機。

參、實驗流程圖

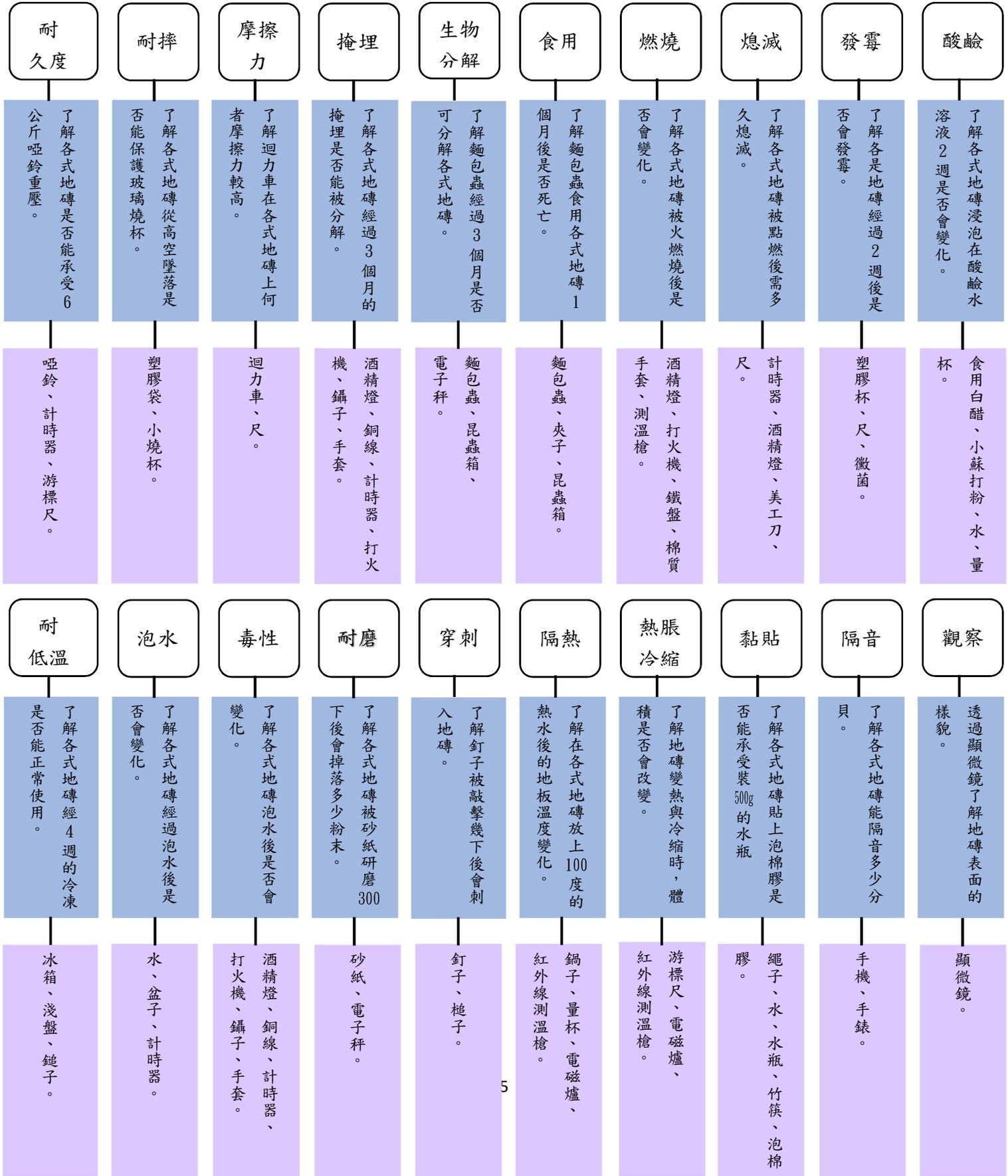
史萊姆版：

先調配好 10:1 的硼砂水。在杯中加入 100 公克的膠水，再加入 5 公克的硼砂水。攪拌成型後將 24 公克的衣服碎屑混入史萊姆中。在烘培紙上畫上 9*9 的正方形，並放未上史萊姆地磚，將未成型的地磚均勻鋪在烘培紙上。最後放在陽光底下曬乾。

正常/多膠版：

將糰糊和水攪拌均勻，加入衣服碎屑攪拌。在烘培紙上畫上 9*9 的正方形，並放上未成型的地磚，將未成型的地磚均勻鋪在烘培紙上。最後放在陽光底下曬乾。

以下實驗皆須要使用自製地磚和市售巧拼。



肆、製作自製地磚流程

正常版：

將 180g 的漿糊、20g 的水、30g 的衣服碎屑放入量杯攪拌均勻，再將攪拌好的混合物，放上烘培紙固定地磚大小長：9 公分、寬：9 公分、高：1.1 公分，並拿至戶外曝曬。

多膠版：

將 225g 的漿糊、25g 的水、30g 的衣服碎屑放入量杯攪拌均勻，再將攪拌好的混合物，放上烘培紙固定地磚大小長：9 公分、寬：9 公分、高：1.1 公分，並拿至戶外曝曬。

史萊姆版：

將 100g 的膠水和 5g 濃度 10% 的硼砂水倒入量杯攪拌均勻，再將攪拌好的混合物，放上烘培紙，加入 24g 的衣服碎屑，然後將混合物固定地磚大小長：9 公分、寬：9 公分、高：1.1 公分，並拿至戶外曝曬。



將衣服剪碎。



衣服碎屑。



將衣服碎屑、漿糊和水攪拌均勻。



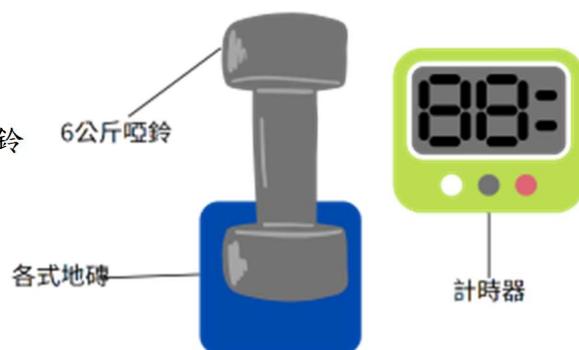
定型地磚。

伍、研究過程與方法

一、耐久度實驗

(一) 實驗目的：了解各式地磚是否能承受 6 公斤啞鈴重壓。

(二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、
9cm*9cm 市售巧拼、啞鈴、
計時器、游標尺。



(三) 實驗步驟：

1. 用 6 公斤的啞鈴壓在地磚的正中心 5 分鐘。
2. 觀察自製地磚、市售巧拼出現的高度的改變。

		
將啞鈴拿起。	將啞鈴放在地磚中間。	將啞鈴重壓地磚 5 分鐘。

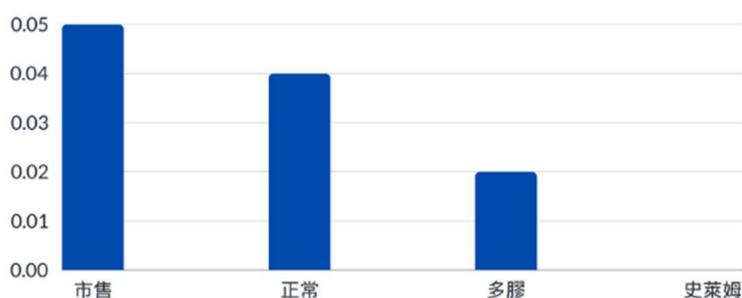
(四) 實驗表格：

單位：毫米

市售	減少高度	正常	減少高度
第一次	0.01	第一次	0.04
第二次	0.07	第二次	0.07
第三次	0.08	第三次	0.02
平均	0.05	平均	0.04
多膠	減少高度	史萊姆	減少高度
第一次	0.02	第一次	0.01
第二次	0.02	第二次	0.00
第三次	0.02	第三次	0.00
平均	0.02	平均	0.00

(五) 實驗結果：

市售最差，減少高度最多；而史萊姆地磚耐久度是最好，幾乎沒有減少任何高度。



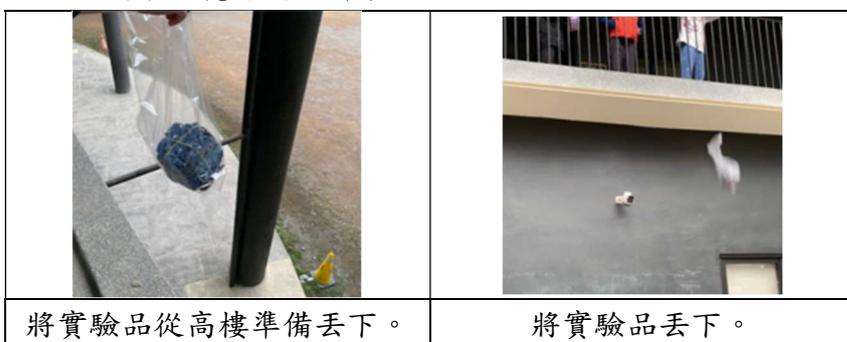
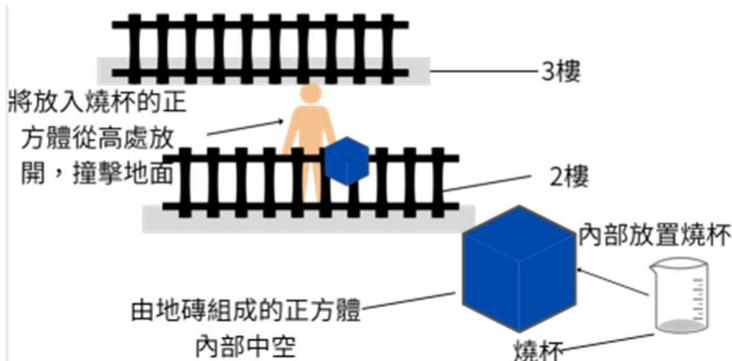
二、耐摔實驗

(一) 實驗目的：了解各式地磚從高空墜落是否能保護玻璃燒杯。

(二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、塑膠袋、小燒杯。

(三) 實驗步驟：

1. 將 6 片地磚包覆小燒杯。
2. 上下前後左右各綁 2 條橡皮筋固定。
3. 從 2、3 樓往下丟。
4. 並觀察小燒杯是否碎裂。



將實驗品從高樓準備丟下。

將實驗品丟下。

(四) 實驗表格：

市售	2樓	3樓	正常	2樓	3樓
第一次	未碎裂	未碎裂	第一次	未碎裂	未碎裂
第二次	未碎裂	未碎裂	第二次	未碎裂	碎裂
第三次	未碎裂	未碎裂	第三次	未碎裂	碎裂
多膠	2樓	3樓	史萊姆	2樓	3樓
第一次	未碎裂	未碎裂	第一次	未碎裂	未碎裂
第二次	未碎裂	未碎裂	第二次	未碎裂	未碎裂
第三次	未碎裂	未碎裂	第三次	未碎裂	未碎裂

(五) 實驗結果：

市售巧拼地磚、多膠地磚與史萊姆地磚內的燒杯都未碎裂，但正常地磚內的燒杯從三樓丟下的第 2、3 次都碎裂。由此可知正常地磚的衝擊吸收力較差。

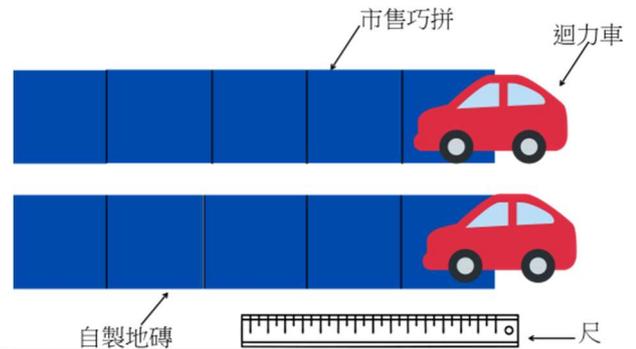
三、摩擦力實驗

(一) 實驗目的：了解迴力車在各式地磚上何者摩擦力較高。

(二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、
9cm*9cm 市售巧拼、迴力車、
尺。

(三) 實驗步驟：

1. 將迴力車在光滑的桌上拉 30 公分。
2. 迴力車在市售巧拼與自製地磚上行徑距離何者較長，較長者表示摩擦力愈小。



		
將 5 個地磚鋪在 桌面上。	將迴力車在桌上拉 30 公分。	將迴力車放在地磚 上，觀察行徑距離。

(四) 實驗表格：

市售	時間	正常	時間
第一次	1.01 秒(到終點)	第一次	第 5 格停下
第二次	1.61 秒(到終點)	第二次	第 4 格停下
第三次	1.20 秒(到終點)	第三次	第 4 格停下
平均	1.27 秒(到終點)	平均	第 4.3 格停下
多膠	時間	史萊姆	時間
第一次	第 4 格停下	第一次	第 2 格停下
第二次	第 5 格停下	第二次	第 2 格停下
第三次	第 5 格停下	第三次	第 2 格停下
平均	第 4.7 格停下	平均	第 2 格停下

(五) 實驗結果：

市售摩擦力較小，而自製地磚摩擦力較高，行走時較不容易滑倒。

四、掩埋實驗

(一) 實驗目的：了解各式地磚經過8週的掩埋是否能被分解。

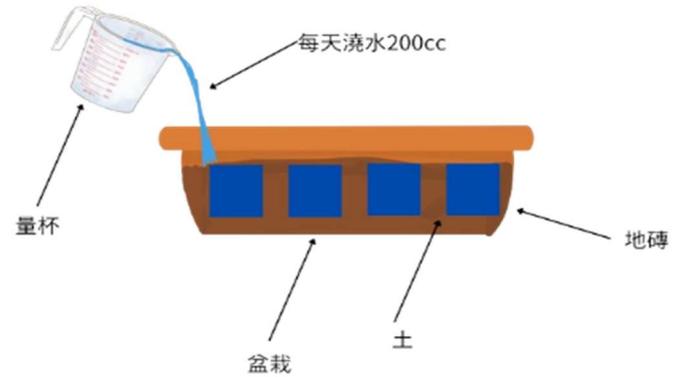
(二) 實驗材料：3cm*3cm 自製地磚、
3cm*3cm 市售巧拼、土、
盆栽、鏟子。

(三) 實驗步驟：

1. 在盆栽中加入5分之4的土。
2. 將各式地磚埋進公分的土壤裡。
3. 每周測量一次重量後進行觀察分解情形。

(四) 實驗表格：

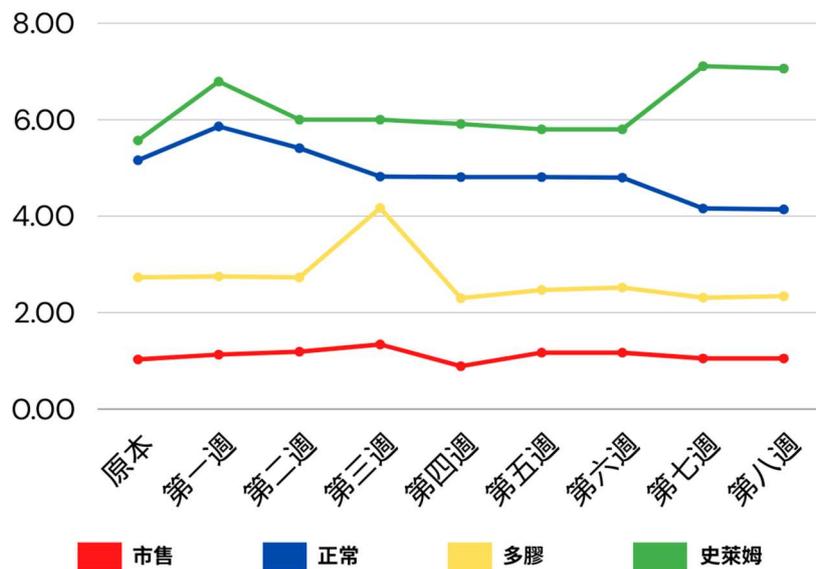
單位：公克



	原 本	第 1 周	第 2 周	第 3 周	第 4 周	第 5 周	第 6 周	第 7 周	第 8 周
市售	1.03	1.13	1.19	1.34	0.89	1.17	1.17	1.05	1.05
正常	5.16	5.86	5.41	4.82	4.81	4.81	4.80	4.16	4.14
多膠	2.73	2.75	2.73	4.17	2.30	2.47	2.52	2.31	2.34
史萊姆	5.57	6.79	6.00	6.00	5.91	5.80	5.80	7.11	7.06

(五) 實驗結果：

市售巧拼與史萊姆地磚重量反增不減，推測是因為吸收了土壤裡的水分；正常和多膠地磚重量都有減少，但正常地磚減少最多，有機會被土壤完全分解。



五、生物分解實驗

(一) 實驗目的：了解麵包蟲經過8週是否可分解各式地磚。

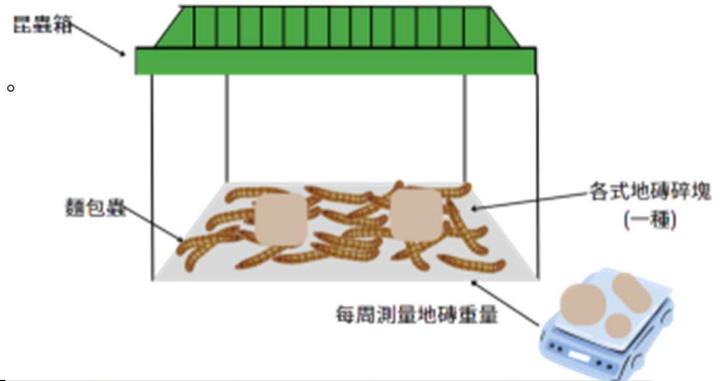
(二) 實驗材料：3cm*3cm 自製地磚、3cm*3cm 市售巧拼、麵包蟲、昆蟲箱、電子秤、美工刀。

(三) 實驗步驟：

1. 將各式地磚用美工刀切成共 7.5g 的碎塊。
2. 將各式地磚碎塊分別放入 4 個昆蟲箱。
3. 將麵包蟲平均放入 4 個昆蟲箱。
4. 每 7 天測量地磚 1 次重量，持續 8 週。

(四) 實驗表格：

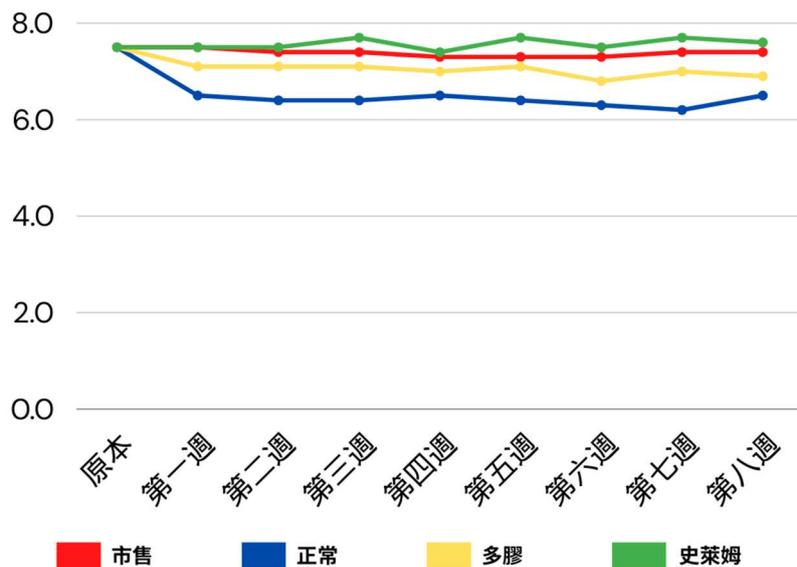
單位：公克



	原 本	第 1 週	第 2 週	第 3 週	第 4 週	第 5 週	第 6 週	第 7 週	第 8 週
市售	7.5	7.5	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3	7.4	7.4
正常	7.5	6.5	6.4	6.4	6.5	6.4	6.3	6.2	6.5
多膠	7.5	7.1	7.1	7.1	7.0	7.1	6.8	7.0	6.9
史萊姆	7.5	7.5	7.5	7.7	7.4	7.7	7.5	7.7	7.6

(五) 實驗結果：

史萊姆地磚重量變重，推測是因為麵包蟲的排泄物滲透到地磚中；市售巧拼重量減少最少，只減少 0.1 公克；多膠地磚則是減少 0.6 公克有機會被麵包蟲完全分解，但需要較長時間；正常地磚減少最多，有機會被麵包蟲完全分解。



六、食用實驗

(一) 實驗目的：了解麵包蟲食用各式地磚 4 週後是否死亡。

(二) 實驗材料：自製地磚、市售巧拼、麵包蟲、鑷子、昆蟲箱。

(三) 實驗步驟：

1. 將 50 隻麵包蟲放入昆蟲箱。
2. 分別在每箱放入 5 塊地磚（每箱一種）。
3. 每週將以死亡、變成蛹、成蟲夾出，並補上相同數量的麵包蟲。

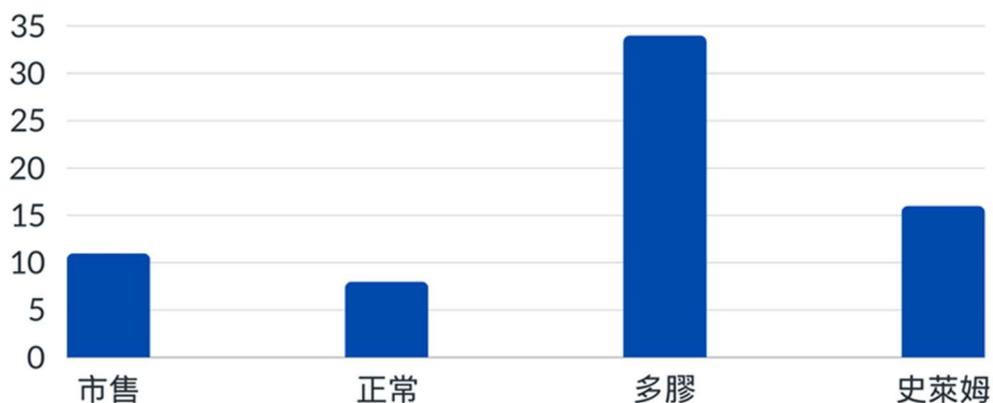
(四) 實驗表格：

單位：隻

	第 1 週	第 2 週	第 3 週	第 4 週	總共
市售	2	5	3	1	11
正常	1	5	1	1	8
多膠	6	8	6	14	34
史萊姆	10	3	2	1	16

(五) 實驗結果：

多膠地磚的死亡數最多，推測是因為漿糊中添加防腐劑；史萊姆地磚的死亡數量是第二多，推測是因為史萊姆中加入的硼砂有毒；市售巧拼死亡數大於 10 隻；而正常地磚因添加較少漿糊，所以死亡數量最少。



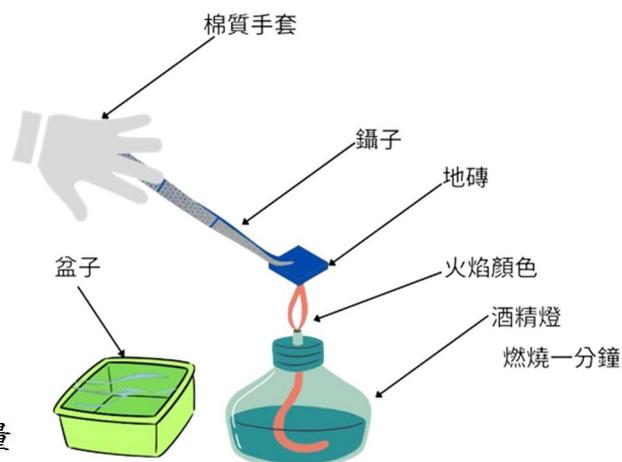
七、燃燒實驗

(一) 實驗目的：了解各式地磚被火燃燒後是否會變化。

(二) 實驗材料：1.5cm*1.5cm 自製地磚、
1.5cm*1.5cm 市售巧拼、
酒精燈、打火機、鐵盤、盆子、
棉質手套、紅外線測溫槍。

(三) 實驗步驟：

1. 使用酒精燈燃燒地磚 1 分鐘。
2. 觀察地磚燃燒時的火焰顏色、有無異味。
3. 觀察地磚燃燒後的顏色、使用紅外線測溫槍測量地磚溫度。



(四) 實驗表格：

市售	火焰顏色	火焰最高溫 (攝氏度)	有無異味	燃燒後 地磚顏色	是否會 融化
第一次	橘	136.2	有	黑	會
第二次	橘	136.4	有	黑	會
第三次	橘	126.3	有	黑	會
正常	火焰顏色	火焰最高溫 (攝氏度)	有無異味	燃燒後 地磚顏色	是否會 融化
第一次	橘	122.3	有	部分焦黑	不會
第二次	橘	125.0	有	焦黑	不會
第三次	橘	126.5	有	焦黑	不會
多膠	火焰顏色	火焰最高溫 (攝氏度)	有無異味	燃燒後 地磚顏色	是否會 融化
第一次	橘	118.0	有	焦黑	不會
第二次	橘	116.8	有	焦黑	不會
第三次	橘	102.3	有	焦黑	不會
史萊姆	火焰顏色	火焰最高溫 (攝氏度)	有無異味	燃燒後 地磚顏色	是否會 融化
第一次	橘	114.5	有	部分焦黑	不會
第二次	橘	109.3	有	焦黑	不會
第三次	橘	117	有	部分焦黑	不會

(五) 實驗結果：

市售巧拼很快就融化，且燃燒時火焰溫度較高較不安全；而自製地磚都是呈現焦黑，且自製地磚燃燒時火焰溫度也較高。

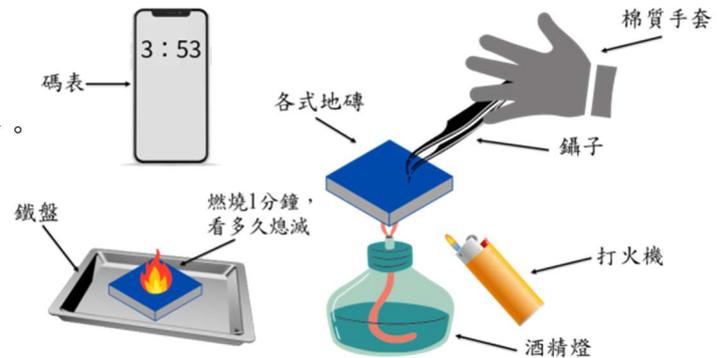
八、熄滅實驗

(一) 實驗目的：了解各式地磚點燃後需多久熄滅。

(二) 實驗材料：1.5cm*1.5cm 自製地磚、
1.5cm*1.5cm 市售巧拼、
計時器、酒精燈、
打火機、鐵盤、
棉質手套、紅外線測溫槍。

(三) 實驗步驟：

1. 使用酒精燈燃燒地磚 1 分鐘。
2. 觀察要多久地磚上的火焰才會熄滅。



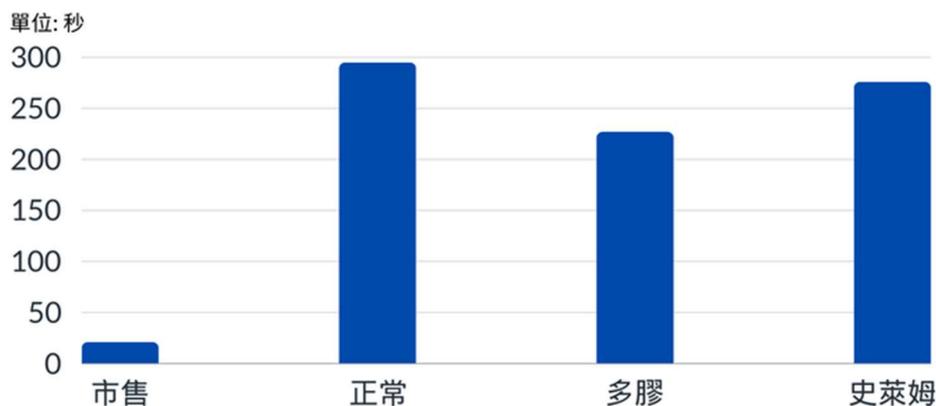
(四) 實驗表格：

單位：分：秒

市售	熄滅時間	正常	熄滅時間
第一次	00:21 融化	第一次	4:56
第二次	00:24 融化	第二次	4:56
第三次	00:17 融化	第三次	4:54
平均	00:21 融化	平均	4:55
多膠	熄滅時間	史萊姆	熄滅時間
第一次	3:53	第一次	4:33
第二次	3:37	第二次	4:38
第三次	3:52	第三次	4:30
平均	3:47	平均	4:36

(五) 實驗結果：

市售巧拼不到 1 分鐘就會融化，容易產生危險；自製地磚約 5 分鐘內就能完全熄滅。



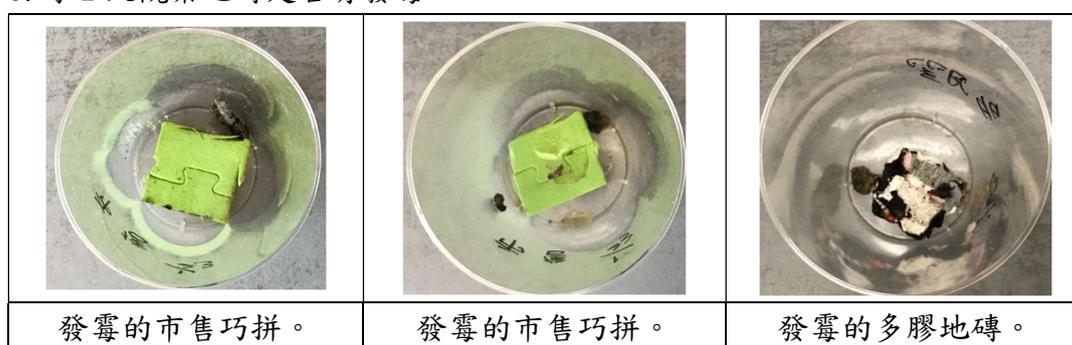
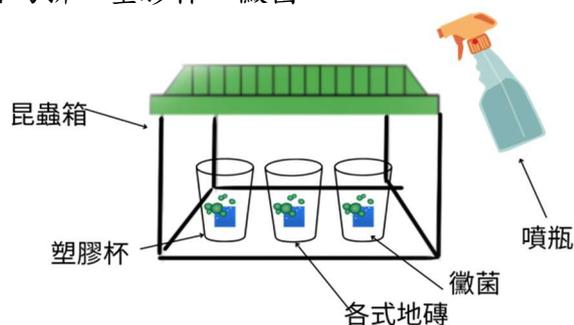
九、發霉實驗

(一) 實驗目的：了解各是地磚經過 2 週後是否會發霉。

(二) 實驗材料：3cm*3cm 自製地磚、3cm*3cm 市售巧拼、塑膠杯、黴菌。

(三) 實驗步驟：

1. 把自製地磚、市售巧拼放入昆蟲箱中，以塑膠杯隔開。
2. 重複上述步驟 3 次。
3. 在塑膠杯中放入黴菌。
4. 每天在塑膠杯中噴水。
5. 每 2 天觀察地磚是否有發霉。



(四) 實驗表格：

市售	第 2 天	第 4 天	第 6 天	第 8 天	第 10 天	第 12 天	第 14 天
第一塊	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	部分發霉	部分發霉	部分發霉
第二塊	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉
第三塊	未發霉	未發霉	未發霉	部分發霉	部分發霉	部分發霉	部分發霉
正常	第 2 天	第 4 天	第 6 天	第 8 天	第 10 天	第 12 天	第 14 天
第一塊	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉
第二塊	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉
第三塊	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉
多膠	第 2 天	第 4 天	第 6 天	第 8 天	第 10 天	第 12 天	第 14 天
第一塊	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	少部分發霉	少部分發霉	少部分發霉
第二塊	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉
第三塊	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉
史萊姆	第 2 天	第 4 天	第 6 天	第 8 天	第 10 天	第 12 天	第 14 天
第一塊	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉
第二塊	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉
第三塊	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉	未發霉

(五) 實驗結果：

市售巧拼是發霉最多而多膠地磚只有一塊發霉，另外兩塊多膠地磚都未發霉。

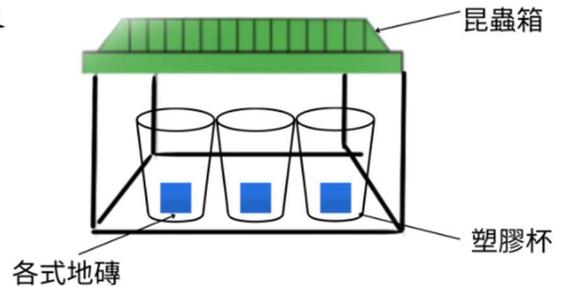
十、酸鹼實驗

(一) 實驗目的：了解各式地磚浸泡在酸鹼水溶 4 週後是否會有變化。

(二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、
9cm*9cm 市售巧拼、塑膠杯、
食用白醋、量杯、小蘇打粉、水

(三) 實驗步驟：

1. 將小蘇打粉和水調製成 10% 的鹼性水溶液。
2. 分別在塑膠杯中加入 100 毫升水溶液。
3. 在每杯水溶液中，加入三塊地磚。
4. 每兩天觀察一次地磚變化。



(四) 實驗表格：

市售	是否有變化	正常	是否有變化
酸性一	未分解	酸性一	未分解
酸性二	未分解	酸性二	未分解
酸性三	未分解	酸性三	未分解
鹼性一	未分解	鹼性一	少部分分解
鹼性二	未分解	鹼性二	少部分分解
鹼性三	未分解	鹼性三	少部分分解
多膠	是否有變化	史萊姆	是否有變化
酸性一	未分解	酸性一	已分解
酸性二	未分解	酸性二	已分解
酸性三	未分解	酸性三	已分解
鹼性一	未分解	鹼性一	已分解
鹼性二	未分解	鹼性二	少部分分解
鹼性三	未分解	鹼性三	少部分分解

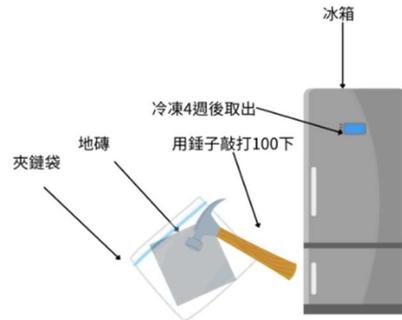
(五) 實驗結果：

市售巧拼未分解而史萊姆地磚被醋酸性和小蘇打水分解，其他兩種的自製地磚都未分解。

十一、耐低溫實驗

- (一) 實驗目的：了解各式地磚經過 4 週的冷凍是否能正常使用。
 (二) 實驗材料：3cm*3cm 自製地磚、3cm*3cm 市售巧拼、冰箱、淺盤、槌子。
 (三) 實驗步驟：

1. 將各式地磚放入冰箱冷凍。
2. 地磚冷凍 4 週後取出。
3. 用錘子敲打地磚 100 下。
4. 觀察地磚是否會碎裂。



- (四) 實驗表格：

市售	是否會碎裂	正常	是否會碎裂
第一塊	未碎裂	第一塊	未碎裂
第二塊	未碎裂	第二塊	未碎裂
第三塊	未碎裂	第三塊	未碎裂
多膠	是否會碎裂	史萊姆	是否會碎裂
第一塊	未碎裂	第一塊	未碎裂
第二塊	未碎裂	第二塊	未碎裂
第三塊	未碎裂	第三塊	未碎裂

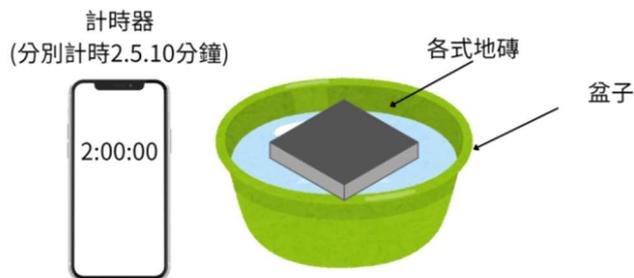
- (五) 實驗結果：

各式地磚用錘子敲打 100 下後都未碎裂，表示都很堅硬不易碎裂、冷凍後也能正常使用。

十二、泡水實驗

- (一) 實驗目的：了解各式地磚經過泡水後是否會變化。
 (二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、水、盆子、計時器。
 (三) 實驗步驟：

1. 將盆子裡裝滿水 600ml。
2. 將自製地磚放入水盆。
3. 分別泡水 2、5、10 分鐘。
4. 觀察泡水後的現象。



(四) 實驗表格：

市售	2 分鐘	5 分鐘	10 分鐘
第一次	無變化	無變化	無變化
第二次	無變化	無變化	無變化
第三次	無變化	無變化	無變化
正常	2 分鐘	5 分鐘	10 分鐘
第一次	微軟	小部分碎裂	容易碎裂
第二次	無變化	微軟	變軟、 可輕易凹折
第三次	邊角可凹折	可輕易凹折	容易碎裂
多膠	2 分鐘	5 分鐘	10 分鐘
第一塊	無變化	無變化	無變化
第二塊	邊角可凹折	變軟	可輕易凹折
第三塊	邊角可凹折	邊角易碎	整塊易碎
史萊姆	2 分鐘	5 分鐘	10 分鐘
第一塊	變軟	變軟、 可輕易擠出水分	完全變軟、 可輕易拉扯
第二塊	拿起來會滴水	變軟、 可輕易凹折	可擠出大量分、 輕易凹折
第三塊	表面濕滑	可輕易凹折	表面有膠

(五) 實驗結果：

市售巧拼泡水後並無變化，自製地磚的史萊姆變得更加軟，而另外兩塊自製地磚的 10 分鐘幾乎是整塊碎裂。

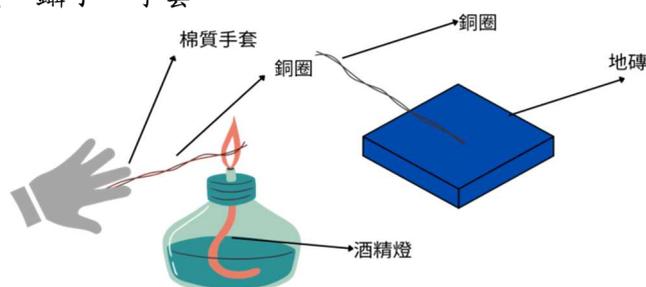
十三、毒性實驗

(一) 實驗目的：了解各式地磚經過加熱後的銅線塗抹並燃燒後是否產生綠光

(二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、酒精燈、銅線、計時器、打火機、鑷子、手套。

(三) 實驗步驟：

1. 先將銅圈對半折。
2. 並用前端加熱 20 秒。
3. 用前端塗抹各式地磚。
4. 將銅圈再次加熱。
5. 觀察火焰中是否有綠光。





(四) 實驗表格：

市售	有無綠光	正常	有無綠光
第一次	無綠光	第一次	無綠光
第二次	無綠光	第二次	無綠光
第三次	無綠光	第三次	無綠光
多膠	有無綠光	史萊姆	有無綠光
第一次	無綠光	第一次	無綠光
第二次	無綠光	第二次	無綠光
第三次	無綠光	第三次	無綠光

(五) 實驗結果：

用加熱後的銅線塗抹各式地磚，再次加熱後都沒有產生綠光，表示自製地磚與市售巧拼都沒有毒性。

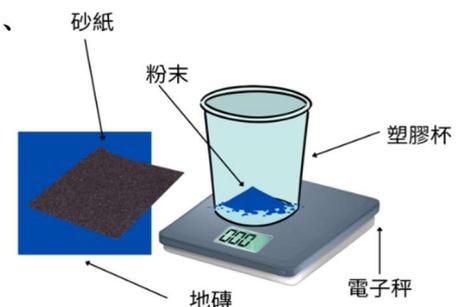
十四、耐磨實驗

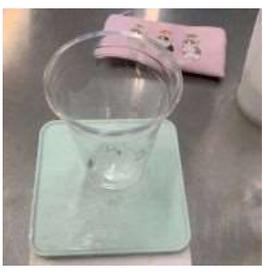
(一) 實驗目的：了解各式地磚被砂紙研磨 300 下後會掉落多少粉末。

(二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售售巧拼、砂紙、電子秤。

(三) 實驗步驟：

1. 將砂紙裁剪成適合的大小。
2. 用砂紙研磨地磚 300 下。
3. 測量地磚掉落粉末。



		
用砂紙磨擦地磚。	將地磚掉落粉末裝入塑膠杯。	測量粉末掉落量。

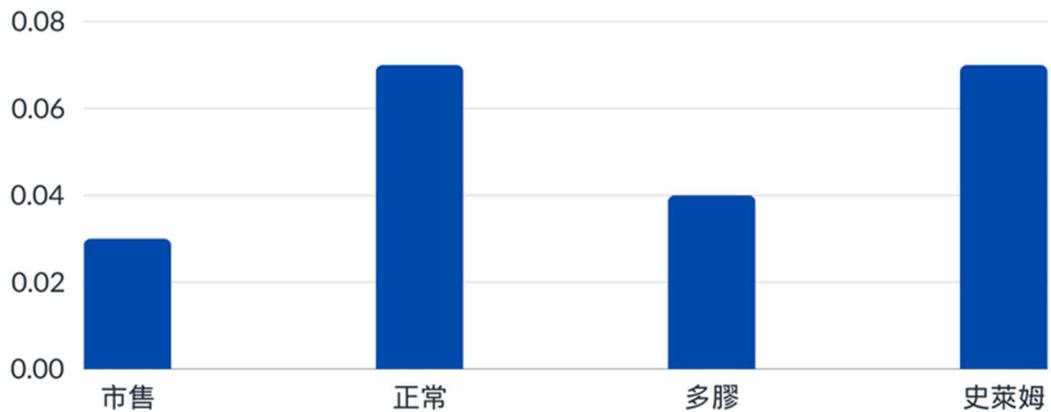
(四) 實驗表格：

單位：公克

市售	掉落粉末量	正常	掉落粉末量
第一次	不到 0.01	第一次	0.08
第二次	0.04	第二次	0.05
第三次	0.04	第三次	0.08
平均	0.03	平均	0.07
多膠	掉落粉末量	史萊姆	掉落粉末量
第一次	0.06	第一次	0.07
第二次	不到 0.01	第二次	0.08
第三次	0.04	第三次	0.06
平均	0.04	平均	0.07

(五) 實驗結果：

市售巧拼掉落的粉末量最少而自製地磚的正常與史萊姆掉落粉末量最多。



十五、穿刺實驗

(一) 實驗目的：了解各式地磚被槌子敲幾下被刺針穿刺。

(二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售地磚、釘子、槌子。

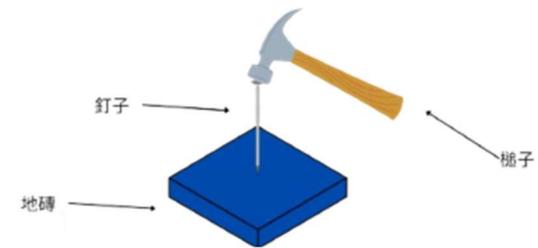
(三) 實驗步驟：

1. 將釘子 1 固定在地磚上。
2. 用槌子敲打釘子。
3. 計算地磚被敲打幾下後被釘子穿刺。



將釘子固定在地磚上方。

用錘子敲打釘子。



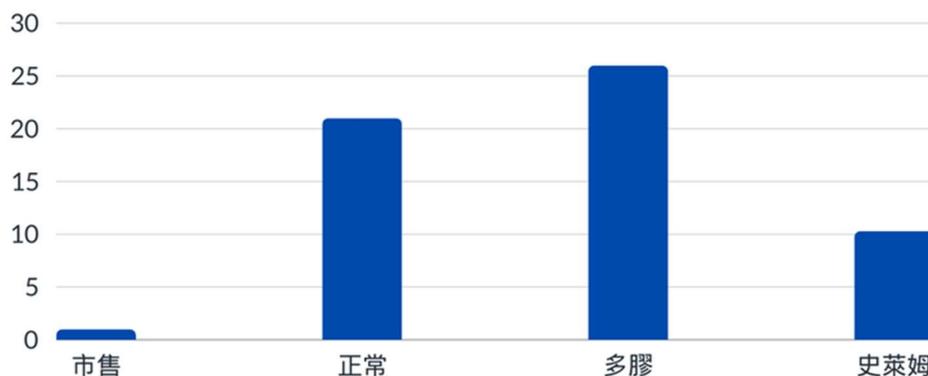
(四) 實驗表格：

單位：敲打次數

市售	釘子幾下穿刺地磚	正常	釘子幾下穿刺地磚
第一次	1	第一次	22
第二次	1	第二次	18
第三次	1	第三次	23
平均	1	平均	21
多膠	釘子幾下穿刺地磚	史萊姆	釘子幾下穿刺地磚
第一次	28	第一次	13
第二次	24	第二次	8
第三次	26	第三次	10
平均	26	平均	10.3

(五) 實驗結果：

市售巧拼是各式地磚裡最脆弱的地磚敲打 1 下就可穿刺市售巧拼，自製地磚的最堅硬的是多膠地磚，第二是正常地磚，史萊姆地磚是第三。



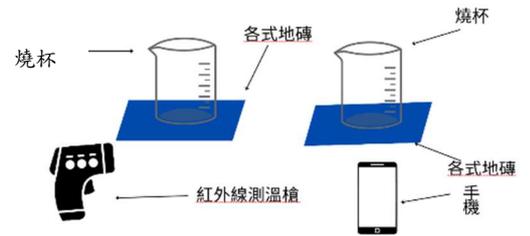
十六、隔熱實驗

(一) 實驗目的：了解在各式地磚放上 100 度的熱水後，測量地板溫度的變化。

(二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、燒杯、紅外線測溫槍。

(三) 實驗步驟：

1. 將量杯裡裝滿溫度 100 度，300cc 的水將量杯放置各式地磚上。
2. 在地磚分別放置 5、10、15、20 分鐘。
3. 測量地板的溫度。



		
測量地板溫度。	將 100 度熱水放上地磚。	指定時間到後，再次測量地板溫度。

(四) 實驗表格：

單位：攝氏度

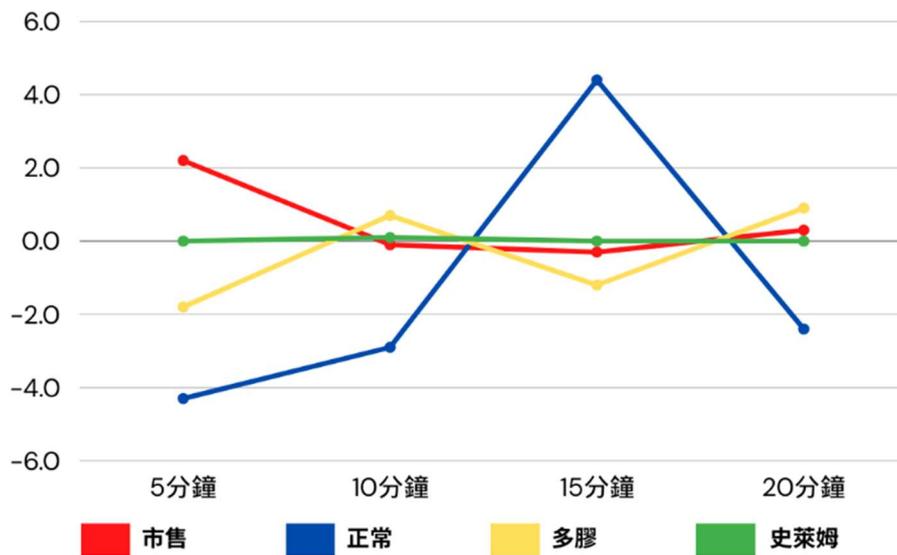
說明：除了原本溫度外，每個數字表示與前一個時刻溫度的差。

市售	原本	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘	20 分鐘
第一次	18.7	1.6	0.6	減少 1.1	0.4
第二次	18.6	1.4	1.1	減少 1.2	0.4
第三次	19.5	3.6	減少 1.8	1.3	0.1
平均	18.9	2.2	減少 0.1	減少 .03	0.3
正常	原本	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘	20 分鐘
第一次	34.0	減少 6	減少 2.2	6.5	減少 4
第二次	34.0	減少 6	減少 1.9	6.9	減少 4.7
第三次	29.7	減少 1.2	1.2	減少 0.1	1.4
平均	32.6	減少 4.3	減少 2.9	4.4	減少 2.4
多膠	原本	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘	20 分鐘
第一次	29.7	減少 1.2	0.9	減少 2.5	1.2
第二次	20.5	減少 0.2	0.2	減少 0.6	0.9
第三次	20.5	減少 0.4	0.9	減少 0.5	0.6

平均	32.6	減少 1.8	0.7	減少 1.2	0.9
史萊姆	原本	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘	20 分鐘
第一次	18.5	減少 0.2	0	0	0
第二次	18.3	0.2	減少 0.1	0.1	減少 0.3
第三次	20.2	減少 0.1	0.4	減少 0.1	0.3
平均	19.0	0.0	0.1	0.0	0.0

(五) 實驗結果：

市售巧拼、正常、多膠和史萊姆隔熱效果皆良好，由次可知市售巧拼和自製地磚隔熱效果不分上下。



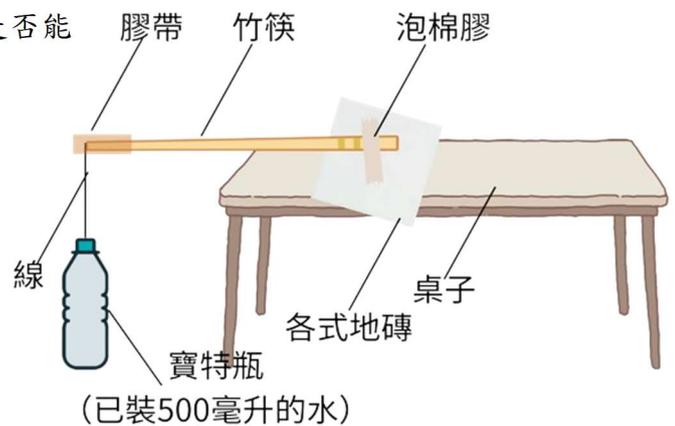
十七、黏貼實驗

(一) 實驗目的：了解各式地磚貼上泡棉膠是否能承受重 500g 的水瓶。

(二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、繩子、水、水瓶、竹筷、電子秤。

(三) 實驗步驟：

1. 將寶特瓶內裝 500g 的水
2. 將竹筷黏在繩子上。
3. 將繩子固定在水瓶上。
4. 用泡棉膠把竹筷貼在地磚上。
5. 觀察竹筷要多久脫落地磚。



		
將泡麵膠外層撕掉。	用泡棉膠固定竹筷和地磚。	將地磚壓在桌面上，觀察水瓶多久會落下。

(四) 實驗表格：

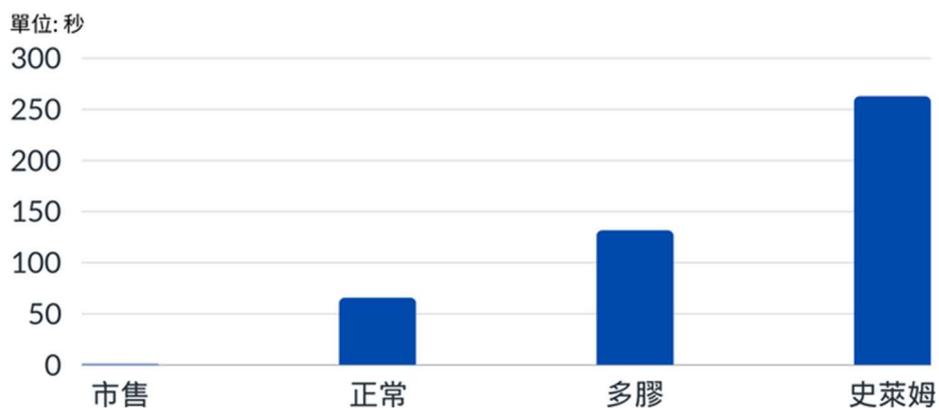
單位：分：秒

市售	掉落時間	正常	掉落時間
第一次	1	第一次	1:05
第二次	1	第二次	1:12
第三次	1	第三次	1:03
平均	1	平均	1:06.6
多膠	掉落時間	史萊姆	掉落時間
第一次	2:14	第一次	4:22
第二次	2:09	第二次	4:20
第三次	2:14	第三次	4:27
平均	2:12.3	平均	4:23

(五) 實驗結果：

市售巧拼黏貼能力

不佳，無法黏貼止滑墊等物品，自製地磚則是黏貼效果較佳，較適合黏貼止滑墊等物品。



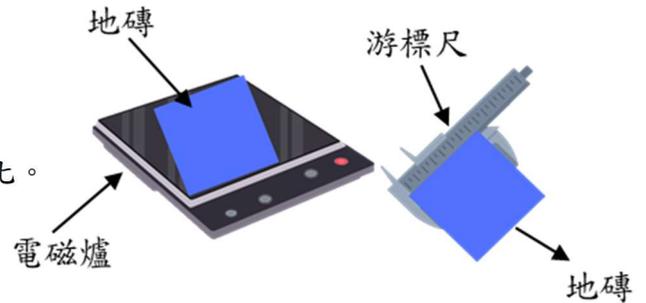
十八、熱脹冷縮實驗

(一) 實驗目的：了解各式地磚在不同溫度下，體積是否會改變。

(二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、游標尺、電磁爐、紅外線測溫槍。

(三) 實驗步驟：

1. 用游標尺測量地磚的大小。
2. 將電磁爐的溫度設為 150 度。
3. 把地磚放在電磁爐上加熱 2、4、6 分鐘的變化。
4. 用游標尺測量地磚大小的變化。
5. 靜置 2 分鐘。
6. 用游標尺測量地磚大小的變化。



	
將地磚放上電磁爐加熱。	指定時間到後，測量地磚厚度變化。

(四) 實驗表格：

單位：毫米

市售	2 分鐘	4 分鐘	6 分鐘
第一次熱脹	變大 0.1	變大 0.4	變大 0.3
第一次冷縮	變小 0.2	變小 0.5	變小 0.4
第二次熱脹	變大 0.2	變大 0.2	變大 0.2
第二次冷縮	變小 0.1	變小 0.6	變小 0.6
第三次熱脹	變大 0.2	變大 0.3	變大 0.2
第三次冷縮	變小 0.7	變小 0.8	變小 0.2
熱脹平均	變大 0.2	變大 0.3	變大 0.2
冷縮平均	變小 0.3	變小 0.6	變小 0.4

嚴重變形、縮小、變硬、中間顏色變深

正常	2 分鐘	4 分鐘	6 分鐘
第一次熱脹	變大 0.3	變大 0.3	變大 0.3
第一次冷縮	變小 0.1	變小 0.9	變小 0.4
第二次熱脹	變大 0.2	變大 0.1	變大 0.4
第二次冷縮	變小 0.8	變小 0.1	變小 0.1
第三次熱脹	變大 1.1	變大 0.2	變大 0.3
第三次冷縮	變小 0.2	變小 0.3	變小 0.2
熱脹平均	變大 0.5	變大 0.2	變大 0.3
冷縮平均	變小 0.4	變小 0.4	變小 0.2
多膠	2 分鐘	4 分鐘	6 分鐘
第一次熱脹	變大 0.2	變大 0.2	變大 0.2
第一次冷縮	變小 0.3	變小 0.3	變小 0.4
第二次熱脹	變大 0.2	變大 0.4	變大 0.4
第二次冷縮	變小 0.2	變小 0.3	變小 0.2
第三次熱脹	變大 0.1	變大 0.2	變大 0.6
第三次冷縮	變小 0.2	變小 0.4	變小 0.4
熱脹平均	變大 0.2	變大 0.3	變大 0.4
冷縮平均	變小 0.2	變小 0.3	變小 0.3
史萊姆	2 分鐘	4 分鐘	6 分鐘
第一次熱脹	變大 0.6	變大 0.8	變大 0.1
第一次冷縮	變小 1.2	變小 0.7	變小 1.1
第二次熱脹	變大 1.1	變大 0.2	變大 1.1
第二次冷縮	變小 0.3	變小 0.1	變小 0.4
第三次熱脹	變大 0.2	變大 0.3	變大 0.1
第三次冷縮	變小 1.2	變小 0.4	變小 2.2
熱脹平均	變大 0.6	變大 0.4	變大 0.4
冷縮平均	變小 0.9	變小 0.4	變小 1.2

表面燒焦，有異味

(五)實驗結果：

我們發現，史萊姆地磚高度變化最明顯，容易在換季時造成脫落現象；

多膠地磚高變化最不明顯，較可以適應不同季節的溫度變化。

十九、觀察實驗

(一) 實驗目的：透過顯微鏡了解地磚表面的樣貌。

(二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、
9cm*9cm 市售巧拼、
顯微鏡、手機。

(三) 實驗步驟：

1. 將各式地磚放入顯微鏡。
2. 觀察地磚表面的樣貌。

(四) 實驗表格：



市售	第一塊	第二塊	第三塊
實驗照片			
表面現象	凹凸不平	凹凸不平	凹凸不平
正常	第一塊	第二塊	第三塊
實驗照片			
表面現象	有明顯衣服纖維	有明顯衣服纖維	有明顯衣服纖維
多膠	第一塊	第二塊	第三塊
實驗照片			
表面現象	有明顯衣服纖維	有明顯衣服纖維	有明顯衣服纖維
史萊姆	第一塊	第二塊	第三塊
實驗照片			
表面現象	有明顯衣服纖維	表面有史萊姆的殘膠	有明顯衣服纖維

(五) 實驗結果：

市售巧拼表面凹凸不平；正常地磚和多膠地磚有明顯衣服纖維；而史萊姆地磚表面有史萊姆的殘膠。

二十、隔音實驗

(一) 實驗目的：了解各式地磚隔音效果如何。

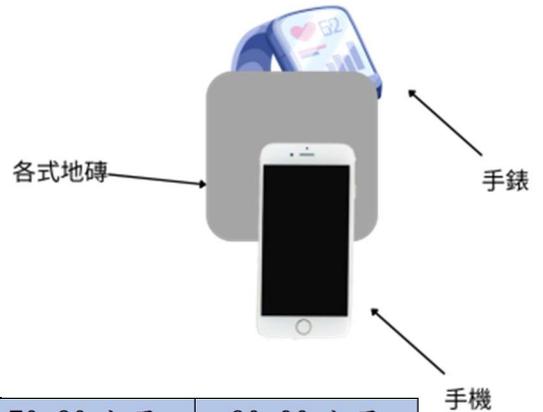
(二) 實驗材料：9cm*9cm 自製地磚、9cm*9cm 市售巧拼、
手機、手錶

(三) 實驗步驟：

1. 把手機放在地磚的正上方，並撥放音樂。
2. 測量音樂有多少分貝。
3. 把手錶放在地磚的正下方，當分貝。
4. 測量地磚隔音了多少分貝。

(四) 實驗表格：

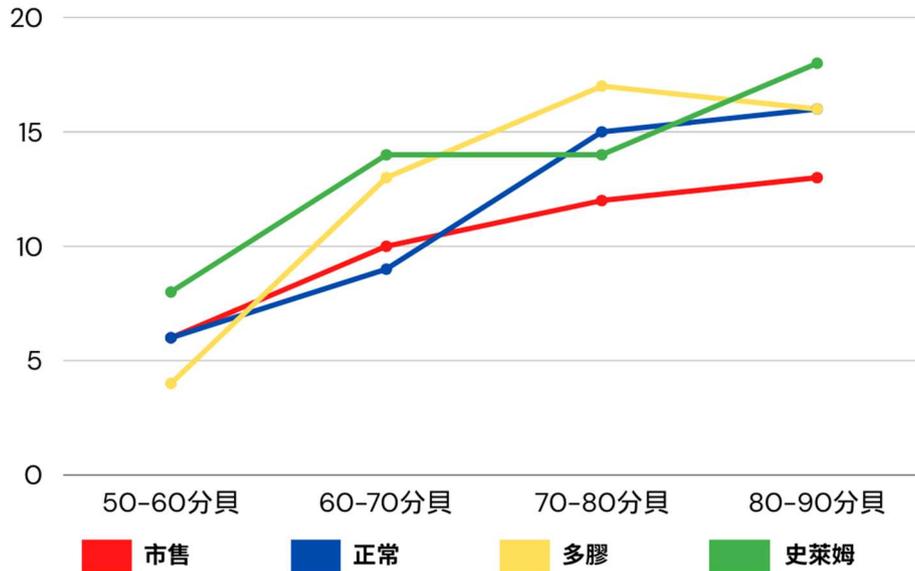
單位：分貝



市售	50 - 60 分貝	60-70 分貝	70-80 分貝	80-90 分貝
第一次	48/56=8	55/68=13	62/76=14	71/83=12
第二次	53/57=4	55/63=7	63/74=11	70/83=13
第三次	50/57=7	54/63=9	67/78=11	73/88=15
平均	6	10	12	13
正常	50 - 60 分貝	60-70 分貝	70-80 分貝	80-90 分貝
第一次	53/57=4	58/63=5	61/79=18	72/88=16
第二次	48/56=8	52/64=12	65/76=11	70/88=18
第三次	50/56=6	54/63=9	63/78=15	72/85=13
平均	6	9	15	16
多膠	50 - 60 分貝	60-70 分貝	70-80 分貝	80-90 分貝
第一次	50/55=5	54/67=13	58/75=17	71/86=17
第二次	52/55=3	53/67=14	61/76=15	70/83=13
第三次	52/57=5	54/66=12	61/77=18	67/85=18
平均	4	13	17	16
史萊姆	50 - 60 分貝	60-70 分貝	70-80 分貝	80-90 分貝
第一次	48/57=9	51/64=13	60/79=19	69/89=20
第二次	48/56=8	54/67=13	63/74=11	68/87=19
第三次	49/57=8	53/69=16	62/74=12	74/89=15
平均	8	14	14	18

(五) 實驗結果：

所有地磚都有良好隔音效果，但史萊姆地磚隔音效果最好；多膠地磚與正常地磚第二；市售巧拼隔音效果最不好。



陸、討論

實驗名稱	實驗結果
一、耐久度實驗	從實驗結果可知，市售巧拼變形跡象最明顯，不宜重壓。而史萊姆地磚的耐久度最好，因此較不容易變形。
二、耐摔實驗	從實驗結果可知，市售巧拼、多膠和史萊姆地磚的衝擊吸收力較好，腳踩上時較為舒適；而正常地磚衝擊吸收力較差。
三、摩擦力實驗	從實驗結果可知，市售巧拼摩擦力較小，而自製地磚摩擦力較高，較不容易在行走時滑倒。
四、掩埋實驗	從實驗結果可知，市售巧拼重量反增不減，推測是因為市售巧拼吸收了土壤裡的水分；史萊姆地磚的重量也反增不減，推測是因為史萊姆地磚吸收了土壤裡的水分以及殘膠沾黏到雜質，不易清除；正常和多膠地磚重量都有減少，但正常地磚減少最多，有機會被土壤完全分解。
五、生物分解實驗	從實驗結果可知，史萊姆地磚重量變重，推測是因為麵包蟲的排泄物滲透到地磚中，導致重量不減反增；市售巧拼重量減少最少，8週後只減少0.1公克；多膠地磚則是減少0.6公克有機會被麵包蟲完全分解，但需要較長時間；正常地磚減少最多，有機會被麵包蟲完全分解。
六、食用實驗	從實驗結果可知，史萊姆的死亡數量是第二多，推測是因為史萊姆中加入的硼砂有毒；多膠的死亡數最多，推測是因為漿糊中添加防腐劑；市售巧拼死亡數大於10隻；而正常地磚因添加較少漿糊，所以死亡數量最

	少。
七、燃燒實驗	從實驗結果可知，市售巧拼燃燒後溫度可高達 136.2 度，且會融化；正常和史萊姆地磚燃燒後只會有部分焦黑，燃燒時溫度也較低。
八、熄滅實驗	從實驗結果可知，市售巧拼會在短時間融化，而自製地磚只需不到 5 分鐘就能完全熄滅，較安全。
九、發霉實驗	從實驗結果可知，市售巧拼其中 2 塊在第十天就發霉了。多膠地磚則只有一塊在第十天發霉，而正常和史萊姆地磚都沒有發霉。
十、酸鹼實驗	從實驗結果可知，市售巧拼和多膠地磚都沒有被酸鹼水溶液分解；正常地磚只有在鹼性水溶液被少部分分解，並沒有被酸性水溶液分解；史萊姆地磚則被酸性和鹼性水溶液分解。
十一、耐低溫實驗	從實驗結果可知，所有地磚在冷凍 4 週後經過 100 次敲打後都不會碎裂。
十二、泡水實驗	從實驗結果可知，市售巧拼泡水後並無變化；正常地磚在 2、5 分鐘時只會有少部分變軟，10 分鐘時更容易碎裂；多膠地磚在 2、5 分鐘時只會有少部分變軟，10 分鐘時更容易變軟；史萊姆地磚泡水後變得更軟、可輕易凹折。
十三、毒性實驗	從實驗結果可知，所有地磚在遇到加熱的銅線時，都不會產生綠光，表示所有地磚都沒有毒。
十四、耐磨實驗	從實驗結果可知，市售巧拼在經過 300 下摩擦後較少掉落粉末；正常地磚經過 300 下耐磨會掉落 0.5 公克的粉末量；多膠地磚經過 300 下磨擦只會掉落較少粉末；史萊姆地磚掉下最多粉末。
十五、穿刺實驗	從實驗結果可知，只需 1 下就能用釘子刺穿市售巧拼，表示市售巧拼不夠堅硬；正常地磚堅硬度高，可堅持 23 下；多膠地磚堅硬度最高，可堅持 26 下；史萊姆地磚可堅持 13 下，才會被穿刺。
十六、隔熱實驗	從實驗結果可知，市售巧拼、正常、多膠和史萊姆隔熱效果皆良好，由次可知市售巧拼和自製地磚隔熱效果不分上下。
十七、黏貼實驗	從實驗結果可知，市售巧拼黏貼能力不佳，無法黏貼止滑墊等物品，自製地磚則是黏貼效果較佳，較適合黏貼止滑墊等物品。
十八、熱脹冷縮實驗	從實驗結果可知，史萊姆地磚在熱脹和冷縮時高度變化最明顯，容易在換季時造成脫落現象或地磚高度不一致等狀況；多膠地磚在冷縮時以及市售熱脹時高變化最不明顯，較可以適應不同季節的溫度變化。
十九、觀察實驗	從實驗結果可知，市售巧拼表面凹凸不平；正常和多膠地磚可以看見明顯衣服纖維；史萊姆則可以看到表面殘膠。
二十、隔音實驗	從實驗結果可知，市售巧拼在 70-80 分貝和 80-90 分貝吸音效果最差；正常地磚在 60-70 分貝吸音效果最差；多膠地磚是 50-60 吸音效果最差，70-80 分貝吸音效果最好；史萊姆地磚則是 50-60、60-70 和 80-90 分貝吸音效果最好。

柒、結論

我們統整以上實驗，將其實驗結果分類成 4 大類，如下：

類別	相關實驗	研究結果
實用性	耐久度實驗、耐摔實驗、摩擦力實驗、發霉實驗、耐磨實驗、穿刺實驗、黏貼實驗、觀察實驗、隔音實驗	從各項實驗可知，市售地磚硬度、隔音、防霉效果不佳；自製地磚在穿刺、黏貼、隔音實驗表現良好。
分解性	掩埋實驗、生物分解實驗、酸鹼實驗	從各項實驗可知，市售巧拼無法被土壤、麵包蟲、酸鹼水溶液分解；自製地磚可被土壤、麵包蟲、酸鹼水溶液分解。
安全性	食用實驗、燃燒實驗、熄滅實驗、毒性實驗	從各項實驗可知，所有地磚在實驗中都發現無毒；市售巧拼使用酒精燈 30 秒即融化；自製地磚能在 5 分鐘內自行熄滅。
天氣因素	耐低溫實驗、泡水實驗、隔熱實驗、熱漲冷縮實驗	從各項實驗可知，市售巧拼隔熱效果不佳，經電磁爐加熱 4 分鐘後形狀變形、有異味、融化；自製地磚隔熱效果良好。

捌、參考文獻

1. 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 國小組 生活應用科學（二）科 「翻轉番麥」探討玉米植株再利用—玉米密集板的製作 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-082908.pdf?902>
2. 中華民國第 62 屆中小學科學展覽會 國中組 物理科 聲死一瞬間-密集板 x 防疫口罩再利用 x 校園樹 種抗噪大作戰 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/62/pdf/NPHSF2022-030108.pdf?0.5407135352>
3. 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 國小組 生活應用科學（二）科 機「布」可「濕」—探討機能性吸濕排汗布料的秘密與應用 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race1/58/pdf/NPHSF2018-082923.pdf>
4. 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 國小組 生活應用科學（二）科 利用學校廢紙再製成多功能收納櫃 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/080833.pdf>
5. 中華民國第 63 屆中小學科學展覽會 國中組 物理科 「磚」牛「腳」尖~自製花生殼五腳隔熱磚之探究 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-082925.pdf>
6. 廢棄稻穀與舊報紙揉一揉，成環保建築隔熱材 <https://technews.tw/2023/12/04/rice-husk-newspaper-insulation-material/>