

中華民國第五十屆中小學科學展覽會

作品說明書

類 別：

科 別：

組 別：

作品名稱：PVA 性質測試

關 鍵 詞：PVA膠水 碰撞運動 撞擊緩衝

編 號：

PVA 性質測試

摘要

我在一本書上看到，將膠水與硼砂混合，可以得到一種類似膠狀的混合物，因為好奇所以在家嘗試，發現混合之後會變成一種有彈性的物質，在手上把完之後發現似乎可以減輕碰撞過程的衝擊力道，查閱相關資料發現膠水是由一種稱為 PVA（聚乙烯醇）的物質組成，所以決定以 PVA 為研究的重點觀察對減輕衝擊的影響。

壹、 研究動機

查閱資料之後發現，PVA 與硼砂混合會形成另一種形式的聚合物，硼砂會在聚乙烯醇之間形成連結的組織，所以以不同的方式混合也會形成不同的聚合物，因此我們想要知道哪一種組成方式可以得到較佳的緩衝效果。

貳、 研究目的

- 一、混合不同比例的膠水與硼砂，測試基本性質。
- 二、嘗試以聚乙烯醇來製作彈力球。
- 三、使用蛋來做碰撞測試。
- 四、利用沙坑來測試如何減輕衝擊力。

參、 研究設備及器材

膠水（聚乙烯醇 12%） 硼砂 盤子 盒子 溫度計 酒精燈組 蛋
氫氧化鈉 檸檬酸 沙子 塑膠容器 鐵架 長型軌道 桌墊

肆、 研究過程及方法

- 一、 實驗一：將膠水與水按照不同的比例，與飽和硼砂水溶液混合，測試聚合物的比重、熔點、導電性，以及與酸鹼的反應。
- 二、 實驗二：以實驗一的聚合物，放入淺盤中，將生雞蛋於不同的高度放下，記錄生雞蛋不會破掉的最高高度。
- 三、 實驗三：將大理石球從相同高度的斜面放下，撞擊實驗一的聚合物，觀察緊靠聚合物之後的小球滾動的距離。

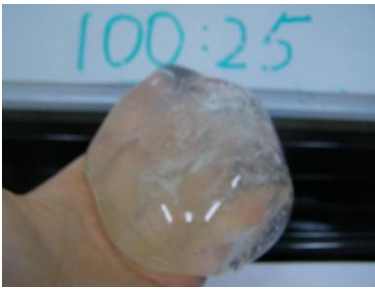
伍、研究結果：

一、實驗一：

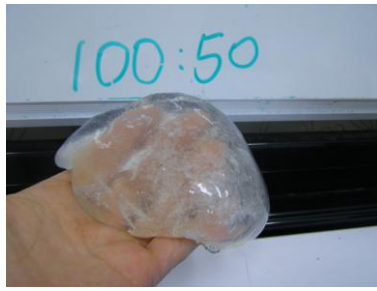
編號	1	2	3	4	5	6	7
膠水體積	100 cc	100 cc	100 cc	100 cc	100 cc	100 cc	100 cc
水的體積	25 cc	50 cc	75 cc	100 cc	125 cc	150 cc	175 cc
硼砂溶液	9 cc	15 cc	30 cc	30 cc	30 cc	30 cc	30 cc
說明	加入硼砂水溶液體積，以膠水混合物全部聚合成一團，沒有液態的溶液時停止，若水量超過 200 cc，加入硼砂則均為膠狀的液態，不會成團。						
比重測試							
質量	115.0g	157.0g	208.0g	213.2g	239.5g	242.0g	268.2g
體積	118.0 cc	147.0 cc	212.0 cc	221.0 cc	236.0 cc	243.0 cc	262.0 cc
比重	0.97	1.07	0.98	0.96	1.01	0.99	1.02
熔點測試：取出部份聚合物，放入燒杯中隔水加熱，插入溫度計紀錄開始熔化的溫度。							
熔點	32°C	42°C	42°C	40°C	41°C	41°C	32°C
加酸加鹼反應							
加氫氧化鈉	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應
加小蘇打	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應
加石灰水	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應
加醋酸	溶解	溶解	溶解	溶解	溶解	溶解	溶解
加檸檬酸	溶解	溶解	溶解	溶解	溶解	溶解	溶解
加鹽酸	溶解	溶解	溶解	溶解	溶解	溶解	溶解
說明	以廣用試紙測試，氫氧化鈉 PH 值 13，小蘇打 PH 值 10，石灰水 PH 值 8 醋酸 PH 值 3，檸檬酸 PH 值 3，鹽酸 PH 值 0						

實驗發現：

- 1.將膠水與硼砂混合後，形成的物質會成團狀，略呈透明內部含有部份氣泡，放在桌上或是杯子中會逐漸改變形狀，但不同編號的物質變形的速度不同，編號越大的物質越容易變形。
- 2.不同聚合物摸起來有涼涼軟軟的感覺，有些摸起來有些黏或是滑膩的感覺，往牆壁丟會有彈性，拿起來當成球來做傳接實驗時，聚合物接起來感覺好像有兩次碰撞，像是有另一種尾勁的感覺。
- 3.拿在兩手間用拳頭擊打與直接用拳頭擊打比較時，被擊打的手心幾乎沒有感覺。
- 4.如果將聚合物靜置多天，每天持續作搓揉的動作，發現聚合物會越來越硬也越來越小，丟起來更有彈性，更像商店賣的彈力球，靜置在桌上還是會變形但比較慢。
- 5.將聚合物拉開，斷裂面非常整齊，將斷裂的兩團再揉在一齊，很快就又揉成一團。



圖一之 1：編號 1



圖一之 2：編號 2



圖一之 3：編號 3



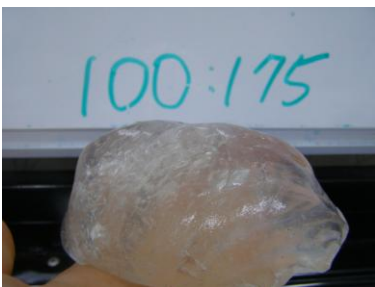
圖一之 4：編號 4



圖一之 5：編號 5



圖一之 6：編號 6



圖一之 7：編號 7



圖一之 8：酸鹼測試

二、實驗二：生雞蛋碰撞實驗

編號	1	2	3	4	5	6	7	0
生雞蛋不破的最高高度	145 cm	165 cm	215 cm	185 cm	110 cm	100 cm	100 cm	20 cm
說明	1.雞蛋於聚合物正上方垂直落下，聚合物放入淺盤後高度約為 3.0 cm。 2.編號 0 代表完全不放聚合物，雞蛋在 20 cm 高垂直落下就會破掉。							

實驗發現：

- 1.膠水比水體積比為 100：75 時，對於蛋落下所造成的衝擊而產生的緩衝效果最好，比不放任何物質時的高度（20 cm）還高出 190 cm，代表可以有效減緩約 185 cm 高，60 公克的生雞蛋所造成的衝擊。
- 2.在實驗過程中，破掉很多雞蛋，有些是掉不準，無法落在盤子中間，有些掉在旁邊，有些則是因為碰撞到聚合物後彈起來掉到盤子外部而破裂，可見聚合物可以減緩自由落體過程中所產生的能量，但是在碰撞過程中，雞蛋碰撞後是自聚合物表面略為彈起，但高度不高，不到 5 cm。



圖二：雞蛋碰撞

三、實驗三：碰撞滾動實驗

	1	2	3	4	5	6	7
高度 5 cm	158 cm	144 cm	144 cm	138 cm	142 cm	142 cm	110 cm
高度 10 cm	221 cm	153 cm	146 cm	160 cm	155 cm	151 cm	138 cm
高度 15 cm	257 cm	162 cm	150 cm	147 cm	158 cm	183 cm	163 cm
高度 20 cm	351 cm	169 cm	176 cm	161 cm	169 cm	179 cm	198 cm
說明	1.利用金屬軌道的一端向上拉高 5 cm 成爲斜面。 2.聚合物用夾鏈袋包覆，並且調整聚合物厚度爲 3 cm。 3.小球滑行跑道爲綠色止滑桌墊。						

實驗發現：

- 1.大理石球從軌道滑下，因爲從相同高度滑下，所以撞到聚合物時的速度視爲相同。
- 2.編號越大的聚合物（含水最多），對於大理石滑下的能量產生的緩衝效果最好。
- 3.如果不放任何聚合物，在 5 cm 的高度放下大理石球，小球滑行的距離爲 267 cm。



圖三之 1：撞擊



圖三之二：軌道

陸、討論

一、實驗一：

- 1.不同的膠水與水的比例，所需的硼砂溶液體積也不同，總體積愈大，所需硼砂愈多。
 - 2.水量愈大，聚合物觸感愈柔軟。
 - 3.聚合物比重大約與水相等，因聚合物不易直接測量體積，我們採用間接測量，在容器內劃上刻度，再測量體積。
 - 4.聚合物熔點約為 40°C
 - 5.聚合物對鹼無反應，會溶解在酸性溶液中。
 - 6.將膠水與硼砂混合後，形成的物質會成團狀，略呈透明內部含有部份氣泡，放在桌上或是杯子中會逐漸改變形狀，但不同編號的物質變形的速度不同，編號越大的物質越容易變形。
 - 7.不同聚合物摸起來有涼涼軟軟的感覺，有些摸起來有些黏或是滑膩的感覺，往牆壁丟會有彈性，拿起來當成球來做傳接實驗時，聚合物接起來感覺好像有兩次碰撞，像是有另一種尾勁的感覺。
 - 8.拿在兩手間用拳頭擊打與直接用拳頭擊打比較時，被擊打的手心幾乎沒有感覺。
 - 9.如果將聚合物靜置多天，每天持續作搓揉的動作，發現聚合物會越來越硬也越來越小，丟起來更有彈性，更像商店賣的彈力球，靜置在桌上還是會變形但比較慢。
- 5.將聚合物拉開，斷裂面非常整齊，將斷裂的兩團再揉在一齊，很快就又揉成一團。

二、實驗二：

- 1.雞蛋由低至高對同一聚合物測試，起始高度為 20 cm，高度逐次向上調整 10 cm，直到雞蛋垂直掉落在聚合物上破掉為止。
- 2.高度高於 40 cm 之後，雞蛋無法準確掉落在聚合物上，因此以螺帽綁在棉線上當成鉛垂線來協助校正生雞蛋掉落的軌道
- 3.膠水比水體積比為 100：75 時，對於蛋落下所造成的衝擊而產生的緩衝效果最好，比不放任何物質時的高度（20 cm）還高出 190 cm，代表可以有效減緩約 185 cm 高，60 公克的生雞蛋所造成的衝擊。
- 4.在實驗過程中，破掉很多雞蛋，有些是掉不準，無法落在盤子中間，有些掉在旁邊，有些則是因為碰撞到聚合物後彈起來掉到盤子外部而破裂，可見聚合物可以減緩自由落體過程中所產生的能量，但是在碰撞過程中，雞蛋碰撞後是自聚合物表面略為彈起，但高度不高，不到 5 cm。

三、實驗三：

- 1.大理石球從軌道滑下，因為從相同高度滑下，所以撞到聚合物時的速度視為相同。
- 2.編號越大的聚合物（含水最多），對於大理石滑下的能量產生的緩衝效果最好。
- 3.如果不放任何聚合物，在 5 cm 的高度放下大理石球，小球滑行的距離為 267 cm。

柒、結論

- 1.不同的膠水與水的比例，所需的硼砂溶液體積也不同，總體積愈大，所需硼砂愈多。
- 2.水量愈大，聚合物觸感愈柔軟，不同聚合物摸起來有涼涼軟軟的感覺，有些摸起來有些黏或是滑膩的感覺，往牆壁丟會有彈性，拿起來當成球來做傳接實驗時，聚合物接起來感覺好像有兩次碰撞，像是有另一種尾勁的感覺。
- 3.聚合物比重大約與水相等。
- 4.聚合物熔點約為 40°C
- 5.聚合物對鹼無反應，會溶解在酸性溶液中。
- 6.拿在兩手間用拳頭擊打與直接用拳頭擊打比較時，被擊打的手心幾乎沒有感覺。
- 7.膠水比水體積比為 100：75 時，對於蛋落下所造成的衝擊而產生的緩衝效果最好，比不放任何物質時的高度（20 cm）還高出 190 cm，代表可以有效減緩約 185 cm高，60 公克的生雞蛋所造成的衝擊。
- 8.編號越大的聚合物（含水最多），對於大理石滑下的能量產生的緩衝效果最好。
- 9.如果不放任何聚合物，在 5 cm 的高度放下大理石球，小球滑行的距離為 267 cm。
- 10.在實驗的過程中，我們發現膠水（PVA）加水所製成的聚合物可以有效的減輕碰撞過程中所產生的撞擊能量，在生活中我們覺得可以應用在類似鞋墊，坐墊或是其他會產生撞擊的生活用品上。

捌、參考資料

1. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1005020601975>
2. <http://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E8%81%9A%E4%B9%99%E7%83%AF%E9%86%87>
3. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1005040207901>
4. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1609030506002>
5. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1507100606274>