

研究題目：強力彈彈球



學校名稱：培道中學小學部

研究員名稱：徐潔芸、何沛思、梁欣桐、林家俊

指導老師姓名：黃秋莉

報告完成日期：2018年 7月 5日

目錄

摘要.....	P. 3
第一章 緒論	
一、研究動機.....	P. 4
二、研究目的.....	P. 4
三、待答問題.....	P. 4
四、名詞界定.....	P. 4
五、研究方法和步驟.....	P. 4
六、研究進程.....	P. 5
七、文獻探討.....	P. 5
第二章 研究過程及結果	
一、研究設計.....	P. 5
二、實驗過程.....	P. 6
三、研究結果.....	P. 13
第三章 研究總結與建議	
一、研究總結.....	P. 13
二、研究建議.....	P. 17
三、感想.....	P. 17
參考文獻及網頁.....	P. 17

摘要

這次我們研究的題目是——強力彈彈球。

為甚麼研究？因為最近發現，同學們都在玩鬼口水(史萊姆)，我們發現只要改一下配方，就可以成為好玩的彈彈球了。我們想研究出哪種配方可以令彈彈球跳得最高和有甚麼方法令它彈得更加高，有沒有其他材料也能做成彈彈球。我們研究的目的是，做出最好的配方，以這個配方為基礎，嘗試哪種大小的彈彈球的彈性最佳，嘗試不同材料做出的彈彈球效果。過程中，我們用不同分量的硼沙、水和膠水的比例，經多次測試，配出最好的配方。我們用這個最佳的配方做出不同大小的彈彈球，並測試哪種大小的彈彈球的彈性最佳，當找到彈性最好的大小，我們就以大小相等為前提，嘗試不同的物料，測試哪種物料做出的彈彈球彈性最佳。

第一章 緒論

一、 研究動機

最近同學們都在玩鬼口水，我們發現，只要改一改配方，鬼口水便可以變成彈彈球，我們想研究出那種配方的彈彈球跳得最高，有甚麼方法令它跳更高，有沒有其他材料也能做成彈彈球。

二、 研究目的

1. 研究出最佳的配方。
2. 以最佳配方為基礎，研究哪種大小的彈彈球的彈性最佳。
3. 研究不同材料做出的彈彈球彈性最佳。

三、 待答問題

1. 哪種配方彈性最佳？
2. 哪種大小的彈彈球的彈性最佳？
3. 哪種材料做出的彈彈球彈性最佳？

四、 名詞界定

1. 硼砂：舊亦作鵬砂，或稱四硼酸鈉，分子式 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ，是非常重要的含硼礦物及硼化合物。通常為含有無色晶體的白色粉末，易溶於水。硼砂有廣泛的用途，可用作清潔劑、化妝品、殺蟲劑，也可用於配置緩衝溶液、製作玩具鬼口水及製取其他硼化合物等。
2. 鬼口水：俗稱史萊姆，是一種近年頗受歡迎的娛樂用品，可以自製，且可在 YouTube 上瀏覽其製作方式。最簡易製造方法是將洗髮精加入其他材料，例如牙膏、洗髮露、護髮素、洗面膏、洗手液甚至剃鬚膏。鬼口水成份中含有硼砂，一旦兒童誤食，可能中毒甚至死亡，所以有很多家長擔心這類玩具的危險性。但只要不進食鬼口水或不添加硼砂等有害物質，就不會發生任何危險。

五、 研究方法和步驟

1. 研究方法：
 - (1) 以不同分量的硼砂、水和膠水比例配出彈性最好配方。
 - (2) 以最佳配方為基礎，測試哪種大小的彈彈球的彈性最佳。
 - (3) 以大小相等為前提，嘗試不同的物料，測試出哪種材料做出的彈彈球彈性最佳。

六、 研究進程

1. 12月進行實驗前準備。
2. 1-2月學生考試及假期只能進行試驗性配方實驗。
3. 3月進行最佳配方實驗。
4. 4月進行撰寫報告及測試哪種大小的彈彈球的彈性最佳實驗。
5. 5-7月進行測試不同材料做出的彈彈球。
6. 7月撰寫報告。

七、 文獻探討

為什麼膠水加了硼砂水，不但沒有變得愈來愈稠，甚至能做成一顆超彈力丸子呢？其實這個實驗的原理跟太白粉水很類似，當不同的物質加在一起，會因為結構、連結方式的不同，產生不同的特性。原本倒進燒杯中的普通膠水，雖然有點黏稠，但還是具有很高的流動性，就好像兩根平行的桿子，可以自由地上下移動；為了避免硼砂直接加在膠水裡，會結成一塊無法攪拌開來，所以必須先將硼砂溶解在水裡，製作好硼砂水，一旦膠水燒杯中加入硼砂水，膠水就像在桿子中間加入橫槓固定，讓膠水的流動性下降，黏滯性大增，就能成搓成圓球狀固定，而不像之前那樣移動了。而且，這個橫槓還是有彈性的，所以當我們加入越多的硼砂水，膠水丸子就越多有彈力喔！

硼砂是一種含水化合物，可以在化工行、藥行、甚至有時在食物雜貨行也可以買得到。早期很多食物裡都會添加硼砂來增加口感，像是肉丸和鹼粽。小朋友們也可以試做兩個米團，一個直接用飯粒揉成一團，另一個則加上少許硼砂均勻地揉成一團，兩個拿起來丟會發現，有加硼砂的比較有彈性，能彈得比較高，所以硼砂確實可為食物增加彈性。但後來發現，人體吃下硼砂之後並不易排出，會在體內累積形成毒性，所以現在也很少在使用了。因此，不管是膠水丸子或是米團，在玩完遊戲以後，都要記得洗手喔！

第二章 研究過程及結果

一、研究設計：

1. 研究材料：硼砂、膠水、水、膠杯、膠碗、筷子、裝硼砂的袋、馬克筆、電子稱、名子貼、紙、量杯、軟尺、間尺、水彩、廣告彩、氣球、膠紙、泡沫膠、魚膠粉、鹽、洗衣液、蘇打粉、啫喱炒、輕黏土等等。



2. 研究步驟：

- (1) 以不同分量的硼砂、水和膠水比例配出彈性最好配方。
- (2) 以最佳配方為基礎，測試哪種大小的彈彈球的彈性最佳。
- (3) 以大小相等為前提，嘗試不同的物料，測試出哪種材料做出的彈彈球彈性最佳。

二、 實驗過程：

實驗前準備：1. 分別稱大量 1-5 克的硼砂入袋備用。

2. 分配各人將要做的不同比例的水及膠水，以完成表格。

(以 50ml 為單位，分別做硼砂(克)：水(ml)：膠水(ml)為

1 : 1 : 1
 1 : 1 : 2
 1 : 1 : 3
 1 : 2 : 1
 1 : 2 : 2
 1 : 2 : 3
 1 : 3 : 1
 1 : 3 : 2
 1 : 3 : 3

再逐一更改硼砂為 2-5 克，分別完成以上的比例。)

表格如下：

水：_____ (ml) 膠水：_____ (ml)

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1							
	2							
2g	1							
	2							
3g	1							
	2							
4g	1							
	2							
5g	1							
	2							

3. 在各個膠杯膠碗上貼上各人的名字，及相應的不同比例的水及膠的份量。

4. 用量杯量度出 50ml、100ml 和 150ml 水的份量，然後在杯子上標示出相應的不同比例的膠水和水的克度。



1.1 實驗一：以不同分量的硼砂、水和膠水比例配出彈性最好配方。

1.1 實驗過程：

- (a) 首先，先在第一個膠杯中倒入相應克度的膠水。
- (b) 然後，在第二個膠杯中加入相應克度的水和相應克數的硼砂。
- (c) 攪拌溶解成硼砂水，若有剩下未溶解的顆粒也沒關係。
- (d) 將膠水例入碗中(因膠杯容量不足)。
- (e) 添加硼砂水至膠水碗中。
- (f) 當步驟 e 的膠水快形成固體且無法攪拌時，便搓成圓球狀。
- (g) 以一米的高度為標準，不施加力，只作自由落體，測試彈球第一彈的高度，填表記錄。



1.2 實驗結果：

水:50 ml 膠水:50 ml

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		10	24	20	20	20	18.8
	2		15	20	18	15	20	17.6
2g	1		23	24	18	×	×	×
	2		22	18	20	24	22	21.2
3g	1		26	22	14	×	×	×
	2		20	21	20	20	19	20
4g	1		22	×	×	×	×	×
	2		10	×	×	×	×	×
5g	1		25	26	30	28	23	26.4
	2		16	×	×	×	×	×

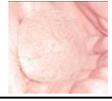
水:50 ml 膠水:100 ml

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		19	20	16	20	22	19.4
	2		25	28	29	32	34	23.8
2g	1		18	19	13	10	X	X
	2		24	27	25	26	X	X
3g	1		13	8	4	12	16	16.6
	2		21	20	18	15	X	X
4g	1		X	X	X	X	X	X
	2		30	30	X	X	X	X
5g	1		26	32	31	33	30	30.4
	2		28	32	31	29	25	29

水: 50ml 膠水:150ml

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		10	7	4	5	8	6.8
	2		3	4	6	2	4	3.8
2g	1		25	26	30	30	28	27.8
	2		22	30	30	23	22	25.4
3g	1		23	x	x	x	x	x
	2		20	19	18	20	18	19
4g	1		20	28	x	x	x	x
	2		30	32	24	28	23	27.4
5g	1		32	28	28	22	26	27.1
	2		20	17	15	16	20	17.6

水:100 ml 膠水:50 ml

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		20	16	18	12	17	16.6
	2		17	20	21	22	22	20.4
2g	1		8	10	8	6	6	8.4
	2		24	18	26	20	22	22
3g	1		20	15	20	20	20	19
	2		13	10	20	15	16	14.8
4g	1		29	30	35	36	31	32.2
	2		40	38	x	x	x	x

5g	1		31	30	31	36	40	33.6
	2		18	20	16	17	22	18.6

水:100ml 膠水:100ml

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		19	10	14	20	17	19
	2		x	x	x	x	x	x
2g	1		17	23	26	28	17	22.2
	2		29	27	28	29	33	29.2
3g	1		21	23	19	x	x	x
	2		29	33	19	x	x	x
4g	1		20	22	x	x	x	x
	2		26	30	26	x	x	x
5g	1		18	24	24	29	30	25
	2		17	22	25	29	36	25.8

水:100ml 膠水:150ml

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		x	x	x	x	x	x
	2		x	x	x	x	x	x
2g	1		25	30	30	32	33	30.8
	2		28	29	30	31	29	29.4
3g	1		19	22	23	28	25	22.2
	2		21	28	x	x	x	x
4g	1		27	18	20	19	20	20.5
	2		17	23	22	23	28	22.6
5g	1		31	28	26	20	30	27
	2		20	19	24	15	20	19.6

水:150 ml 膠水:50 ml

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		12	6	7	6	6	7.4
	2		17	23	20	20	22	20.4
2g	1		19	20	10	10	6	13
	2		20	30	29	28	26	26.6
3g	1		32	28	29	24	22	27
	2		16	8	7	12	6	9.8

4g	1		30	29	25	x	x	x
	2		29	27	x	x	x	x
5g	1		36	34	36	x	x	x
	2		20	21	x	x	x	x

水:150ml 膠水:100ml

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		20	20	20	20	20	20
	2		14	11	13	5	13	12.4
2g	1		x	x	x	x	x	x
	2		18	16	x	x	x	x
3g	1		29	35	28	x	x	x
	2		22	20	21	20	20	20.6
4g	1		19	20	22	x	x	x
	2		23	27	30	30	27	27.4
5g	1		30	28	22	12	9	20.2
	2		16	9	9	10	15	11.8

水:150 ml 膠水:150 ml

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		3	2	6	1	3	3
	2		x	x	x	x	x	x
2g	1		15	12	15	16	12	12.2
	2		13	14	12	13	13	13
3g	1		30	20	30	30	20	26
	2		25	20	23	22	22	22.4
4g	1		22	20	23	26	29	24
	2		27	30	30	30	32	29.8
5g	1		29	24	26	29	22	28.3
	2		33	34	30	28	28	30.6

結果：經過測試 45 種不同的配方後，發現硼砂太少，膠水太多，會完全成不了形狀；硼砂太多，水太少或太多，膠水太少，則會一丟就易碎；最終以硼砂(克)：水(ml)：膠水(ml)為 2：2：3(即硼砂：2g；水：100ml；膠：150ml)的配方做出的彈彈球的彈性為最佳。

2. 實驗二：測試哪種大小的彈彈球的彈性最佳。

2.1 實驗過程：以礮砂(克)：水(ml)：膠水(ml)為 2：2：3(即礮砂：2g；水：100ml；膠：150ml)的配方為基礎，測試哪種大小的彈彈球的彈性最佳。

(1) 以礮砂(克)：水(ml)：膠水(ml)為 2：2：3 的配方做出彈彈球。

(2) 把彈彈球分成 10 個大小不同，直徑分別大約為 0.5CM、1CM、1.5CM、2CM、2.5CM、3CM、3.5CM、4CM、4.5CM、5CM。

(3) 以一米的高度為標準，不施加力，只作自由落體，測試彈彈球第一彈的高度，填表記錄。

2.2 實驗結果：

礮沙：2g 水：100ml 膠：150ml

直徑 cm	照片	高度 cm					平均
		1	2	3	4	5	
0.5		30	20	20	20	35	25
1		30	39	30	31	31	32.2
1.5		40	38	39	35	34	37.2
2		30	30	30	31	34	31
2.5		40	40	38	38	40	39.2
3		40	40	40	40	40	40
3.5		30	31	32	35	30	31.6
4		30	30	30	30	30	30
4.5		35	35	36	40	40	37.2
5		23	31	30	30	36	30

結果：經過測試後，發現以礮砂(克)：水(ml)：膠水(ml)為 2：2：3(即礮砂：2g；水：100ml；膠：150ml)的配方，直徑大約為 3CM 的彈彈球彈性最佳，彈性平均可達 40CM。

3. 實驗三：以大小相等為前提，嘗試加入不同的物料，測試出哪種材料做出的彈球彈性最佳。

3.1 實驗過程：分別用鹽，泡沫膠，氣球，魚膠粉，蘇打粉，啫喱粉，輕黏土，洗衣液來代替硼砂進行實驗。



- (1) 根據不同材料，分別逐少加入膠水，直到材料可形成球狀。
- (2) 把球做成約 3CM 大小的彈球。
- (3) 以一米的高度為標準，不施加力，只作自由落體，測試彈球第一彈的高度，填表記錄。

3.2 實驗結果：

材料	照片	高度 cm					平均
		1	2	3	4	5	
泡沫膠		1	1	1	1	1	1
氣球		6	10	13	12	10	10.2
魚膠粉		20	20	21	20	18	19.8
洗衣液		X	X	X	X	X	X
蘇打粉		1	1	1	1	1	1
鹽		23	23	22	25	22	23
啫喱粉		X	X	X	X	X	X
輕黏土		50	54	55	59	59	55.4

結果：經過測試後，以鹽、泡沫膠、氣球、魚膠粉、蘇打粉及輕黏土都可以代替硼砂做成約 3CM 大小彈球，可惜除了輕黏土外，其他的彈性都不及硼砂好。加入少量膠水的輕黏土做出的彈球，彈性平均可達 55.4CM，彈性為最佳。

4. 小結:

- (1)經過測試 45 種不同的配方後，發現硼砂太少，膠水太多，會完全成不了形狀；硼砂太多，水太少或太多，膠水太少，則會一丟就易碎；最終以硼砂(克)：水(ml)：膠水(ml)為 2：2：3(即硼砂：2g；水：100ml；膠：150ml)的配方做出的彈彈球的彈性為最佳。



(不成型)



(易碎)



(彈性最佳)

- (2)經過測試後，發現以硼砂(克)：水(ml)：膠水(ml)為 2：2：3(即硼砂：2g；水：100ml；膠：150ml)的配方，直徑大約為 3CM 的彈彈球彈性最佳，彈性平均可達 40CM。



- (3)經過測試後，以鹽、泡沫膠、氣球、魚膠粉、蘇打粉及輕黏土都可以代替硼砂做成約 3CM 大小彈彈球，可惜除了輕黏土外，其他的彈性都不及硼砂好。加入少量膠水的輕黏土做出的彈彈球，彈性平均可達 55.4CM，彈性為最佳。



5. 研究總結與建議

一、 研究總結

1. 經過測試 45 種不同的配方後，發現硼砂太少，膠水太多，會完全成不了形狀；硼砂太多，水太少或太多，膠水太少，則會一丟就易碎；最終以硼砂(克)：水(ml)：膠水(ml)為 2：2：3(即硼砂：2g；水：100ml；膠：150ml)的配方做出的彈彈球的彈性為最佳。



(不成型)



(易碎)



(彈性最佳)

水:100ml 膠水:150ml

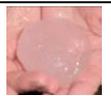
硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		x	x	x	x	x	x
	2		x	x	x	x	x	x
2g	1		25	30	30	32	33	30.8
	2		28	29	30	31	29	29.4
3g	1		19	22	23	28	25	22.2
	2		21	28	x	x	x	x
4g	1		27	18	20	19	20	20.5
	2		17	23	22	23	28	22.6
5g	1		31	28	26	20	30	27
	2		20	19	24	15	20	19.6

結果：硼砂太少，膠水太多，會完全成不了形狀。

水:50 ml 膠水:50 ml

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		10	24	20	20	20	18.8
	2		15	20	18	15	20	17.6
2g	1		23	24	18	x	x	x
	2		22	18	20	24	22	21.2
3g	1		26	22	14	x	x	x
	2		20	21	20	20	19	20
4g	1		22	x	x	x	x	x
	2		10	x	x	x	x	x
5g	1		25	26	30	28	23	26.4
	2		16	x	x	x	x	x

水:150 ml 膠水:50 ml

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		12	6	7	6	6	7.4
	2		17	23	20	20	22	20.4
2g	1		19	20	10	10	6	13
	2		20	30	29	28	26	26.6
3g	1		32	28	29	24	22	27
	2		16	8	7	12	6	9.8
4g	1		30	29	25	x	x	x

	2		29	27	x	x	x	x
5g	1		36	34	36	x	x	x
	2		20	21	x	x	x	x

結果：硼砂太多，水太少或太多，膠水太少，則會一丟就易碎。

水:100ml 膠水:150ml

硼砂	次數	照片	高度 cm					平均
			1	2	3	4	5	
1g	1		x	x	x	x	x	x
	2		x	x	x	x	x	x
2g	1		25	30	30	32	33	30.8
	2		28	29	30	31	29	29.4
3g	1		19	22	23	28	25	22.2
	2		21	28	x	x	x	x
4g	1		27	18	20	19	20	20.5
	2		17	23	22	23	28	22.6
5g	1		31	28	26	20	30	27
	2		20	19	24	15	20	19.6

結果：根據數據，以硼砂(克)：水(ml)：膠水(ml)為 2：2：3(即硼砂：2g；水：100ml；膠：150ml)的配方做出的彈彈球的彈性為最佳。

2. 經過測試後，發現以硼砂(克)：水(ml)：膠水(ml)為 2：2：3(即硼砂：2g；水：100ml；膠：150ml)的配方，直徑大約為 3CM 的彈彈球彈性最佳，彈性平均可達 40CM。

硼沙：2g 水：100ml 膠：150ml

直徑 cm	照片	高度 cm					平均
		1	2	3	4	5	
0.5		30	20	20	20	35	25
1		30	39	30	31	31	32.2
1.5		40	38	39	35	34	37.2
2		30	30	30	31	34	31
2.5		40	40	38	38	40	39.2

3		40	40	40	40	40	40
3.5		30	31	32	35	30	31.6
4		30	30	30	30	30	30
4.5		35	35	36	40	40	37.2
5		23	31	30	30	36	30

結果：根據數據，直徑大約為 3CM 的彈彈球彈性最佳，彈性平均可達 40CM。

3. 經過測試後，以鹽、泡沫膠、氣球、魚膠粉、蘇打粉及輕黏土都可以代替硼砂做成約 3CM 大小彈彈球，可惜除了輕黏土外，其他的彈性都不及硼砂好。加入少量膠水的輕黏土做出的彈彈球，彈性平均可達 55.4CM，彈性為最佳。

材料	照片	高度 cm					平均
		1	2	3	4	5	
泡沫膠		1	1	1	1	1	1
氣球		6	10	13	12	10	10.2
魚膠粉		20	20	21	20	18	19.8
洗衣液		X	X	X	X	X	X
蘇打粉		1	1	1	1	1	1
鹽		23	23	22	25	22	23
啫喱粉		X	X	X	X	X	X
輕黏土		50	54	55	59	59	55.4

結果：根據數據，加入少量膠水的輕黏土做出的彈彈球，彈性平均可達 55.4CM，彈性是眾多材料中最佳的，所以輕黏土為最佳材料。

二、 研究建議

- 實驗注意事項：
1. 測試彈力時，眼睛需直視彈彈球跳起的高度。
 2. 倒硼砂水入膠水中時，要一次倒完。
 3. 要注意杯底殘留的硼砂，要再沖刷一次加入膠水中。
 4. 攪拌時，需同一方向攪拌。
 5. 搓成圓球狀時，用捏的方法能增加彈性。
 6. 硼砂配方做成的彈彈球，用保鮮紙包更易保存，但會影響彈性。
 7. 硼砂配方做成的彈彈球，玩後一定要記得洗手。
 8. 輕黏土做成的彈彈球，放置一段時間等乾後彈性更好。
 9. 製造輕黏土彈彈球時，加少量膠水會增加彈性，加大量膠水反而會減低其彈性。

材料：輕黏土 直徑：約 3CM （放置一段時間直到球乾燥後進行測試。）

加入的膠水份量	高度 cm					平均
	1	2	3	4	5	
沒有	30	31	34	36	37	33.6
少	65	67	65	70	71	67.6
多	30	20	31	29	27	27.4

三、 研究後感想



我們記憶最深刻的是我們第一次做的膠水和硼砂水混合一起的彈彈球，最深刻的印象是硼砂最少的配方做不成彈彈球，放上手感覺很奇怪。以及用鹽做的彈彈球，彈的時候有很多鹽飛出來。做了很多種彈彈球後，我們覺得還是用硼砂做的彈彈球最好看和最好玩，我們希望這種方法可以一直流傳下去，我們希望通過這一次做彈彈球的研究可以讓更多人更容易玩到自己做的彈彈球。

附錄：文獻參考

1. 張維庭：《科學美人的趣味實驗室》，台視文化出版社。
2. 硼砂：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A1%BC%E7%A0%82>
3. 鬼口水：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%AC%BC%E5%8F%A3%E6%B0%B4>