

2024年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：磁鐵也可以自製?! 從零自製磁鐵史萊姆

一、摘要

本研究以硫酸亞鐵和草酸水溶液混合過濾並烘乾製成磁鐵粉原料，其被加熱後會轉換成氧化鐵，實驗將氧化鐵應用於製作磁性史萊姆。

在合成方面，實驗發現用二價鐵來合成亞鐵化合物經加熱可以產生磁性較強的磁鐵粉，而三價鐵則不行。進一步使用彈簧虎克裝置來使粉體的等重磁力數據化，實驗發現：草酸亞鐵經過紙黏土隔絕氧氣加熱所得到的黑色粉末，磁性大於未隔絕氧氣直接加熱所得到的紅色粉末，實驗以方程式來進行數據解釋。

實用上，由於磁力是超距力，因此可以用於遠端控制，將自製磁鐵粉與清潔去塵的化學黏土結合，可以製成磁性史萊姆，透過調整製作的參數，所得到的史萊姆可以用來清潔手勾不到的區域並將其成功回收。

二、探究題目與動機

磁鐵幾乎隨處可見，它的用途十分廣泛，我們許多生活必需用品都需要磁鐵參與運作。

在學校裡我們也能夠看到很多種的磁鐵，例如教室佈告欄上包裹著塑膠片、磁力較微弱的磁鐵；實驗室中磁力非常強的磁鐵。我們想了解為什麼同樣是磁鐵，卻有磁力強與弱的差異？造成此差異的原因為何？因此就有了這次實驗。

三、探究目的與假設

(一)目的：

- 1.建立適當的磁性測量方式
- 2.探討是否隔氧燃燒所得的磁粉轉換率以及磁性的差別
- 3.探討鐵粉與史萊姆混合是否對磁性造成影響

(二)假設:


- 1.隔氧燃燒所得鐵粉磁性更大
- 2.越多鐵粉加入史萊姆使彈簧秤伸長長量越大
- 3.與史萊姆混合會減弱磁性

四、探究方法與驗證步驟

(一)準備工作

1.材料與工具:

製作氧化鐵粉所需材料與工具 (圖1-1-1)	草酸 硫酸亞鐵 燒杯 攪拌機 烘乾機 酒精燈 陶瓷皿 紙黏土 濾紙
製作史萊姆所需料與工具 (圖1-1-2)	膠水 澱粉 硼砂 氧化鐵粉 燒杯 滴管 攪拌器
測量磁力所需工具 (圖1-1-3)	強力磁鐵 鐵尺 200g彈簧秤 塑膠小罐

		
(圖1-1-1) 草酸 硫酸亞鐵 燒杯 攪拌機 烘乾機 酒精燈 陶瓷皿 紙黏 土 濾紙	(圖1-1-2) 膠水 澱粉 硼砂 氧化鐵粉 燒杯 滴管 攪拌器	(圖1-1-3) 強力磁鐵 鐵尺 200g彈簧秤 塑膠小罐





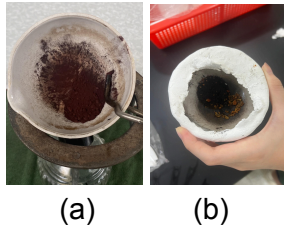
2.製作氧化鐵粉:

(1).步驟

步驟 1-2-1	取0.1莫耳的草酸與硫酸亞鐵鉍, 分別到入300毫升常溫水形成溶液
步驟 1-2-2	將硫酸亞鐵鉍水溶液倒入草酸水溶液,形成黃色草酸亞鐵鉍沉澱
步驟 1-2-3	用濾紙過濾出草酸亞鐵鉍沉澱

步驟1-2-4	將潮濕的草酸亞鐵鉍入烘乾機直至成為乾燥黃色粉末
步驟1-2-5	將黃色粉末分別以... (a)直接放入陶瓷皿加熱50分鐘 形成紅棕色氧化鐵粉 (b)放入陶瓷皿並且紙黏土把皿口密封加熱50分鐘 形成黑色氧化鐵粉

(2).圖示


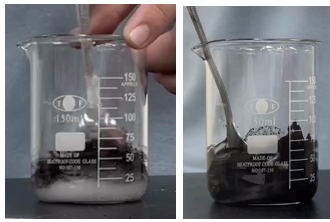
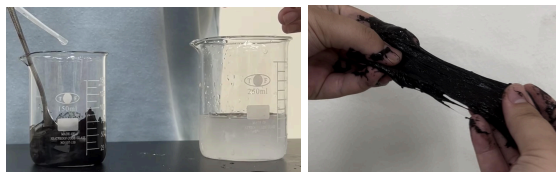
				
步驟1-2-1 0.1莫耳的草酸與 硫酸亞鐵鉍	步驟1-2-2 黃色草酸亞 鐵鉍沉澱	步驟1-2-3 用濾紙過濾 出草酸亞鐵 鉍沉澱	步驟1-2-4 入烘乾機直 至成為乾燥 黃色粉末	步驟1-2-5 (a)紅棕色氧化鐵粉 (b)黑色氧化鐵粉

3.製作磁性史萊姆：

(1).步驟

步驟1-3-1	澱粉加入膠水並攪拌均勻
步驟1-3-2	加入氧化鐵粉2克並攪拌均勻
步驟1-3-3	重複地使用滴管加入硼砂水直至成型不黏手

(2).圖示

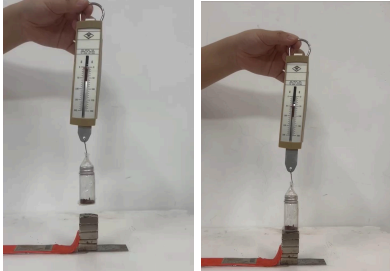
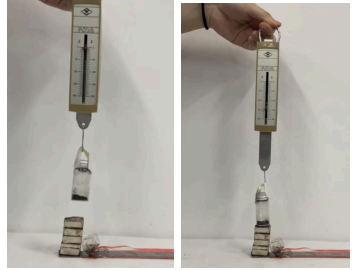
		
步驟1-3-1 澱粉加入膠水 並攪拌均勻	步驟1-3-2 加入氧化鐵粉 2克並攪拌均 勻	步驟1-3-3 重複地使用滴 管加入硼砂水 直至成型不黏 手

(二) 探討如何建立適當的磁性測量方式

1. 步驟

步驟2-1-1	將氧化鐵粉裝入塑膠小罐並蓋上蓋子防止漏出
步驟2-1-2	塑膠小罐頂端用膠帶連接彈簧秤, 底端接觸磁鐵
步驟2-1-3	將彈簧秤往上拉, 當塑膠罐脫離磁鐵瞬間的彈簧秤讀數 扣除塑膠小罐及氧化鐵粉重量即是氧化鐵粉磁力

2. 圖示

	
步驟2-1-3 無隔氧加熱所得氧化鐵粉	步驟2-1-3 隔氧加熱所得氧化鐵粉

3. 解釋

利用手拉彈簧秤的拉力拉動裝有氧化鐵粉塑膠小罐, 當塑膠小罐脫離磁鐵的瞬間就代表[拉力=氧化鐵粉磁力], 而彈簧秤顯示讀數為[拉力+塑膠小罐與氧化鐵粉重], 所以[彈簧秤讀數-塑膠小罐與氧化鐵粉重=拉力=氧化鐵粉磁力]

(三) 探討是否隔氧加熱對於氧化鐵粉的轉換率及磁性影響

1. 兩種加熱方式所得氧化鐵粉的轉換率

(1) 結果

	加熱前重量(g)	加熱後重量(g)	轉換率
直接加熱	2	0.9	0.45
隔氧加熱	2	0.82	0.41

(2)解釋

為了能更精準的製作指定的黑磁粉和紅磁粉，本實驗先測定了兩者之轉換率。

2.利用 四(二) 所得結果測量兩者的磁力差異

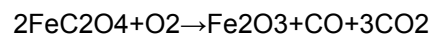
(1)結果

	氧化鐵粉重(g)	氧化鐵粉磁力(gw)
直接加熱	0.41	50
隔氧加熱	0.41	185

(2)解釋

(a) 經過多次試驗，我們發現0.41克的黑色氧化鐵粉磁力接近200克重，若是超過磁力超過200克重，也就是說超過了彈簧秤的上限重量，那麼測量結果將會失去意義

(b)已知: $3\text{FeC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} + 2\text{CO}_2$



碳會以氣態的CO,CO₂飄散,所以產物不會出現碳黑 ;且Fe₃O₄具磁性,Fe₂O₃則無

(c)推論:

Fe₃O₄平均與4/3個O結合,Fe₂O₃平均與3/2個O結合,

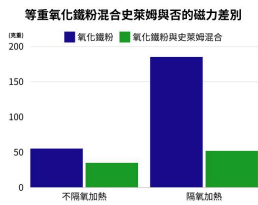
由此推得: ■ 氧氣充足的情況下加熱會促使Fe₂O₃增加;讓粉末磁性減弱

■ 氧氣稀少的情況下加熱會促使Fe₃O₄增加; 讓粉末磁性加強

(d)結論:隔氧加熱能提升產物磁性

(四)探討氧化鐵粉與史萊姆混合對磁力的影響

1.結果



2.解釋:

因史萊姆中鐵粉的顆粒大小較鐵粉的小, 因此磁力較弱

(五) .遇到的困難

這次實驗遇到的困難就是製作隔氧的過程, 我們本來是用紙黏土當蓋子, 但是因為加熱的過程中, 只紙黏土內外受熱不均, 導致外色龜裂, 氧氣因而進入乾鍋與草酸亞鐵反應。

這次實驗遇到的困難有調製磁性史萊姆的硼砂, 因為調製適合的硼砂時, 操縱變因過多, 要考慮的因素也很多, 例如: 硼砂水的重量百分濃度、加入膠水中的體積等……, 導致調製適合的硼砂劑量變得很困難。

五、結論與生活應用

(一) 結論

- 1.使用彈簧秤最能夠明確的測量出磁力
- 2.轉換率較高, 隔氧製作出的磁粉較未隔氧製作出的磁粉磁力強
- 3.同重量的磁粉按比例製作的史萊姆磁力並沒有強於磁粉本身的磁力

(二)生活應用

史萊姆本身可以用來吸附灰塵, 加上磁力效果, 能用磁鐵吸引史萊姆至清潔死角

參考資料

郭秉勳、李欣妮、李奕辰, 單鐵源合成磁性氧化鐵之探討, 摘自

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-050204.pdf?674>