

我知道，你是誰！

初小組物理科第一名

台北市西門國民小學

作 者：黃佳傑、謝明書

指導老師：陳存生

一、研究動機

玩具汽車壞了，我好奇地把它拆下來，發現車殼、車輪、齒輪及電池、馬達等其他一些零件，都用鐵、銅和幾種不知名的金屬所製成的。另外還發現各種金屬除了顏色光澤上有差別之外，軟硬也不盡相同；車子各部份所用的金屬種類都不一樣，如車身部份用鐵製成，電池、電線則用銅線或銅塊。是不是因為每種金屬都有它特有的性質，使得用途也就不同？因此，引起我和幾位同學研究金屬的興趣，於是請教老師，在老師指導之下，開始進行研究。

二、文獻摘要

我們為了解有關金屬的特性，到圖書館查閱有關書籍，獲知金銀銅鐵鋁鉛鋅鎳合金及常見金屬發展史與用途等資料，篇幅所限從略。

三、研究目的

- (一)調查家庭、學校常見的金屬有哪些？有什麼用途？
- (二)搜集幾種常見的金屬，經觀察、實驗，以探討其特性及應用情形。

四、研究設備器材

- (一)各種常見金屬棒、金屬片、砂紙、馬蹄形磁鐵、滑石、石膏、

方解石、童軍刀、銼刀、石英、酒精燈、三角架、石棉心網、木板、臘燭、鉗子、溫度計、玻棒、銅釘、鋁釘、鐵釘、碼錶、試管夾、試管架、印泥、尺、放大鏡、電流計、金屬線、天平、量筒、濃塩酸、氫氧化鈉、醋酸、塩、膠泥、廣口瓶、橡皮塞、玻璃吸管、燒杯、硫粉。

(二)電動砂輪、高速磨牙機(KAVO)、鑽針、生物顯微鏡(光學)、照相機、金屬顯微鏡(光學)、游標尺。

(三)自製的延展性、硬度、可塑性實驗器一台及自製隔熱實驗器。

五、研究過程

(一)先着手調查家庭、學校中常見的器具所用金屬種類及其用途。

(二)搜集有關金屬的文獻資料，加以研讀並擬出要研究的問題後，着手設計各項實驗、準備器材、討論變因，進行實驗。

1.問題一：各種金屬的顏色光澤是怎麼樣？

(1)方法：用砂紙(80號～1200號)由粗到細分別磨擦銅鐵鉛鋅鎳片表面，(金、銀、錫未磨)，用放大鏡觀察其顏色和光澤，加以記錄於表一。向台大材料工程研究所借用金屬顯微鏡觀察。

(2)結果：表一 各種金屬色澤比較

金屬項目		銅	鐵	鉛	鋁	鋅	鎳	錫	K金	銀
磨擦前	顏色	棕綠	棕	灰黑	白色	灰黑	黃白	銀白	黃金	銀白
	光澤	暗	暗	極暗	亮	暗	極亮	亮	亮	亮
	顏色	黃紅	銀	銀白	白亮	銀白	黃白			
	光澤	不太亮	不太亮	極亮	亮	不太亮	極亮			

2.問題二：各種金屬的磁性反應是怎麼樣？

(1)方法：將銅、鐵、鋁、鉛、鋅、鎳片用砂紙磨光，(金、銀、錫不磨)，再用馬蹄型磁鐵吸引加以記錄於表二。

(2)結果：表二 磁性反應

金屬	銅	鐵	鉛	鋁	鋅	鎳	錫	K金	銀
磁性反應	×	○	×	×	×	○	×	×	×

註：○—表可吸
×—不可吸

3. 問題三：各種金屬的硬度是怎麼樣？

(1) 方法：

勾在沒有任何工具之下，先用金屬互刮方式，比較各種金屬的相對硬度，並記錄於表三、1。

叉利用莫氏硬度表的代表礦物及器物，來進一步辨認其硬度大小，並加以記錄於表三、2。

口再用自製硬度實驗器，以凹痕深淺排列其硬度大小，記錄於表三、3。

(2) 結果：

編號 金屬	編號								
	1 鋅	2 鎳	3 銅	4 鐵	5 鋁	6 鉛	7 K金	8 銀	9 錫
1 鋅		2>1	1>3	4>11>5	1>6	1>7	1>8	1>9	
2 鎳			2>3	4>22>5	2>6	2>7	2>8	2>9	
3 銅				4>33>5	3>6	3>7	3>8	3>9	
4 鐵					4>5	4>6	4>7	4>8	4>9
5 鋁						5>6	7>5	8>5	5>9
6 鉛							7>6	8>6	6>9
7 K金								8>7	7>9
8 銀									8>9
9 錫									

註：右表 $2 > 1$ 表示鎳比鋅硬，餘依此類推

表三、2

金屬	金	銀	銅	鐵	鋁	鉛	錫	鋅	鎳
硬 度	2-3	2-3	2-3	4-5	2-3	2-3	2-3	4-5	4-5

表三、3

金屬	鋁	鐵	鉛
凹痕	++	+	+++
硬 度	2	1	3

註：右表由硬到軟依序排列 “+” 號，愈多表示凹痕愈深。

4. 問題四：各種金屬的延展性是怎麼樣？

(1)方法：

用高速磨牙機切割各種金屬呈 1 cm^2 大小。再用自製延展性實驗器鎚打二十下，測量延展後金屬片面積大小，減去原來面積，比較延展性的大小，加以記錄於表四。

(2)結果： 表四

每小格的面積等於 1 mm^2 大小，延展性由大而小依序排列。

組別 面 積 金 屬	厚片(0.95 mm)			薄 片 (0.28 mm)				
	鐵	鋁	鉛	鋅	鎳	銅	K金	銀
延展前(小格)	90	101	111	100	90	100	100	106
延展後(小格)	114	130	269	121	101	127	108	155
實 物		略				略		
延展性	擴大	24	29	158	21	11	27	8
	比較	3	2	1	3	4	2	1

5. 問題五：各種金屬的傳熱速度是怎麼樣？

(1)方法：將相同大小的鐵、銅、鎳、鋁片各等分十格，並在表面均勻塗上一層蠟，直立於石棉心網上，分別加熱二分鐘後，觀察其表面的蠟熔化格數並加記錄於表五。

(2)結果：表五

傳熱程度 金 屬	鐵	銅	鎳	鋁
熔 化 格 數	3.5	3	5.5	1
快 慢 比 較	3	3	1	4

6. 問題六：各種金屬的吸熱程度是怎麼樣？

(1)方法：取同質量的銅釘、鋁釘、鐵釘，裝入試管分別置方煮沸的水中加熱至約100度，迅速倒入已量取水溫同質量為水中，加上隔熱裝置，慢慢攪拌金屬釘，量取升高的水溫並記錄於表六。

(2) 結果：

項目 \ 金屬	銅	鐵	鋁
質量 (g)	20	20	20
原來水溫 (°C)	19	19	19
升高後水溫 °C	23.5	24.6	28.4
增高水溫 (°C)	4.5	5.6	9.4
吸熱程度	3	2	1

7. 問題七：各種金屬的膨脹程度是怎麼樣？

(1) 方法：

勺取體積相似的銅、鐵、鋁金屬棒，先用印出其圓周，量取長度於方格眼上，置於酒精燈焰上均勻加熱一分鐘後，再印，量取受熱後的圓周和長度，並加以記錄於表七。

(2) 結果： 表七

項目 \ 金屬棒		銅	鋼鐵	鋁
長度 (cm)	加熱前	10.0	10.2	10.0
	加熱後	10.1	10.3	10.1
圓周 (小格)	加熱前	47.5	48	49
	加熱後	47.5	55.5	50

由左表知，線膨脹比面膨脹明顯，這也就是鐵軌、鐵橋、輸油管，都必須預留空隙，以防金屬受熱變形的原因。

8. 問題八：各重金屬的導電狀況是怎麼樣？

(1) 方法：取直徑相似的金屬絲（鐵絲、銅絲、鎳鉻絲），分別裁成30.cm，60.cm，90.cm三種長度，用mA電流計測其導電狀況（加以記錄於表八：1。並求出其電阻記於表八．2。（該表由老師協助完成）。

表八。1

金屬 m A	長度 cm				60 cm				90 cm			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
鐵 絲 (0.25 mm)	前	370	370	370	370	375	370	365	370	370	370	370
(0.25 mm)	後	345	345	345	345	320	315	317	317	320	300	300
	前	365	365	365	365	362	365	360	362	370	368	370
(0.25 mm)	後	360	360	360	360	365	360	355	356	360	355	356
鎳 鉻 絲 (0.3 mm)	前	365	370	370	368	375	370	375	373	375	370	371
(0.3 mm)	後	240	240	240	240	155	157	155	155	100	102	105
												102

表八。2

長 度 cm	金屬 $\Omega \cdot m$	鐵 絲	銅 絲	鎳 鉻 絲
30	6.12×10^{-5}	1.04×10^{-5}	4.56×10^{-4}	
60	12.2×10^{-5}	2.08×10^{-5}	9.13×10^{-4}	
90	18.4×10^{-5}	3.12×10^{-5}	13.7×10^{-4}	

由表八。1～2 知金屬絲的電阻和長度成正比；電阻愈大生熱愈多，導電狀況愈不良。

9. 問題九：各種金屬的密度是怎麼樣？

(1)方法：用天秤分別量取各種金屬的質量後，放入裝水的量筒中量出其體積，以質量除以體積，求出其密度，並記錄於表九。

(2)結果： 表九

項目 金屬	金	銀	銅	鐵	鋁	鉛	鋅	鎳
質量 (g)	18.7	35.9	43.1	109.6	13.7	57.7	33.6	46.6
鐵積 (cm^3)	3.05	3.52	4.9	14.0	5.0	5.1	4.8	6.38
實測密度	6.13	10.19	8.80	7.83	2.74	11.31	7.0	7.30
文獻密度	19.32	10.50	8.96	7.87	2.7	11.35	7.13	8.902

10. 問題十：各種金屬對水溶液反應是怎麼樣？

(1)方法：配製濃度相同（一莫耳）的水溶液（稀塩酸、氫氧化鈉、鹽水），分別放入各種金屬片，每天觀察其變化

並記錄於實驗簿，整理成表十。1~2。

(2)結果：表十。1

水溶液 項目	一		二		三	
	稀 塩 酸	氫氧化鈉	鹽 水			
剛開始二小時的變化	1 銅	顏色變深紅	生銅綠	生銅綠		
	2 鐵	邊緣生鏽	生鏽	生鏽		
	3 鋁	水白濁	水白濁	不變		
	4 鉛	不變	不變	變更黑		
	5 鋅	被腐蝕	被腐蝕	不變		
	6 錫	不變	不變	不變		
	7 鎳	表面附氣泡	表面附氣泡	不變		

註：左表“+”愈多表示冒泡愈盛，“-”表示沒有冒泡。

表十。2

水溶液 項目	稀 塩 酸		氫 氧 化 鈉		鹽 水	
	1	2	3	4	5	6
五天後的變化	1 銅	變黑	變黑	生鏽		
	2 鐵	變黑	生鏽	生鏽		
	3 鋁	變薄	腐蝕完	附白色棉花狀物		
	4 鉛	變黑	變黑	變黑		
	5 鋅	變薄、軟	腐蝕完	附白色棉花狀物		
	6 錫	變薄	變薄	附白色棉花狀物		
	7 鎳	有灰鏽	不變	附白色棉花狀物		

由表十。1 得知，同種金屬置於三種性質不同的水溶液中以在鹽水中反應較慢。鋅鋁在稀鹽酸溶液和氫氧化鈉溶液中反應劇烈，冒泡多又快。鐵在鹽水中反應比其他金屬快。由表十。2 可知，七種金屬以置於氫氧化鈉溶液和稀鹽酸中變化較大。稀鹽酸溶液以鋁鋅銅鐵較有變化。氫氧化鈉以鋅鋁銅較有變化，而鹽水中以銅鐵鋅鋁較有變化。此知每種金屬的酸鹼性質不同，在水溶液中的反應也就不同。

11.問題十一：各種金屬對溫度的反應是怎麼樣？

(1)方法：因為研究金屬的溫度變化，需有特殊設備和技術，非我們能力所及，故採用查考文獻方式，找出金屬的熔點和沸點，整理如表十一。

(2)結果： 表十一

金屬	金	銀	銅	鐵	錫	鉛	鋁	鋅	鎳
熔點°C	1063	9608	1083	1555	23189	3275	2597	419	1453
沸點°C	2966	2212	2595	3000	2270	1744	2409	907	2732

勺鐵熔點最高，依次是鎳、銅、金、銀、鋅、鉛、鋁、錫。

叉鐵沸點最高，依次是金、鎳、銅、鋁、錫、銀、鉛、鋅。

12.問題十二：各種金屬的可塑性是怎麼樣？

(1)方法：依金屬片厚度，把六種金屬片分為厚片組和薄片組。分別在金屬片邊緣印上印泥，置於自製的可塑性實驗器中，操作後量取印泥印於記錄板上的彎曲角度，記錄於表十二。

(2)結果： 表十二

項目 金屬	厚 片			薄 片		
	鐵	鋁	鉛	銅	鋅	鎳
彎曲角度	10°	20°	45°	30°	25°	54°
恢復角度	0°	0°	0°	0°	0°	40°
可塑性	3	2	1	1	2	3

註：上表可知，厚片組以鉛的可塑性最好；薄片組以銅的可塑性最佳。鎳的彈性較好。

13.問題十三：各種金屬的氧化反應是怎麼樣？

(1)方法：將各種等面積大小(15 cm^2)金屬片同時浸泡醋酸六分鐘，灑乾即置密封的廣口瓶內，倒立鐵架上，每天觀察變化並測量紅色水升降高度，記錄於表十三。

(2)結果： 表十三

金屬 觀察時間 (cm)	鋅	鎳	銅	鐵	鋁	鉛	錫
第一天	7	3.5	55	3.5	6	7.7	5
第二天	13	11	125	26	10.1	29.1	10
第三天	26	20	22	30	20	26	18
第四天	26	14	26	30	25.5	19	21.1
第五天	21	6	195	30	18	16	16
第六天	20	5	19	30	16.5	17	15

↑剛開始二小時內，鉛鋅的紅色水上升較高。第四天起鐵的紅色水上升開始溢出管外，第四天溢出 4.5cc，第五天溢出 15cc，第六天溢出 25cc。

↗最後一天，以鐵的紅色水上升最多，每種金屬片表面都生鏽，生鏽的顏色和程度都不相同。銅（綠），鐵鏽（棕色），鎳鏽（灰），鋅鋁錫鏽（白點），鉛鏽（黑）。鐵鏽得最厲害。

↗六天來，紅色水升升降降，表示氧化作用或產生氫氣作用不斷。

14.問題十四：各種金屬在急速磨擦後的變化是怎麼樣？

(1)方法：將各種金屬分別置於電動砂輪上，用力使其受砂輪急速磨擦，觀察其變化並記錄於表十四。

(2)結果： 表十四 . 1

項目 金屬	鐵	銅	鋁	鉛	鋅	鎳
火 花	+++	+	++	-	-	++
其他變化		有惡臭			惡臭熔融	熔融

(註：++愈多表示火花愈多，-表示沒有火花)

↑鐵的火花最多，鋅、鎳都有融熔現象。

↗急速磨擦過的面，會形成色澤明亮或彩色的斷面，而且變

得較硬。

15.問題十五：各種金屬對硫蒸氣的反應是怎麼樣？

(1)方法：將各種金屬切剖成 1 cm^2 小片，置於自製的硫蒸氣實驗器中，加熱杯底的硫粉產生硫蒸氣，加蓋，觀察其變化並記錄於表十五。

(2)結果： 表十五。1 (" -- " 表示不太變化)

金屬	銀	銅	鐵	鉛	錫	鎳	鋅	鋁
變化	2 " 變黑	20 " 變黑	部分黑	更黑	—	—	—	—
實物	略	略	略	略	略	略	略	略

由上表知：銀、銅、鐵、鉛都易與硫蒸氣作用變黑。

六、討 論

- (一) 1. 未磨擦過的金屬片，用放大鏡和顯微鏡可看出其最後加工後的樣子或表面的紋路、污物、並非本來的真面目。必須經過多次由粗到細的砂紙絨布精磨，再用酸腐蝕其表面才能在金屬顯微鏡下看出真面目。
2. 經磨擦過的金屬，置於空氣中，有的很快又鏽了。如鐵、銅、鋅、鉛，只得一磨好立刻裝入有封口的塑膠袋中，減少生鏽。
- (二) 在磁性實驗中，我們只用鐵鎳金屬來試驗，但文獻告訴我們另有一種具放射性的元素鈷也會被磁鐵所吸。
- (三) 用金屬互剖方式或利用莫氏硬度表比較金屬硬度，發現都不能細分其硬度大小。所以，我們動腦筋設計了硬度實驗器，結果較精準地分出金屬的硬度，但是又因厚度不同，因此選擇厚度相似的鐵、鋁、鉛來做，以凹痕深淺決定硬度大小。
- (四) 試驗金屬延展性時，起初有力量不均的困難，後來動手設計延展性實驗器，又因會反彈，線卡住或折斷，一再改良，加裝固定軌道，防震橡皮墊，終於完成第三代延展性實驗器。
- (五) 做金屬的氧化反應，第一次鋅的橡皮塞中途掉下來，為求實驗正確，重新裝置觀察記錄六天才結束這個實驗。（第一次看到紅色水在吸管中上上下下很有趣，很奇妙）。

(六) 實驗線膨脹，因效果不佳，於是動手製作線膨脹實驗器，但是效果更差，只好仍用原來方法。

七、結論

(一) 顏色光澤：是辨認金屬的初步鑑定方法。我們日常所見的金屬大多不是原來的色澤，必須先磨擦去銹或鍍金才能觀察正確。一般而言金、銀、鎳、錫、鋁、鉛色澤較亮，色澤較暗為鋅、鐵、銅。

(二) 磁性反應：鐵、鎳可被磁鐵吸住。

(三) 硬度：九種金屬由大而小排列，鐵>鎳>鋅>銅>銀>K金>鋁>鉛>錫。

(四) 延展性：八種金屬由大而小排列，厚片組（鉛>鋁>鐵）；薄片組（銀>銅>鋅>鎳>K金）。

(五) 傳熱速度：以鎳最快。依次（鎳>鐵>銅>鋁）。

(六) 吸熱程度：三種金屬釘，由大到小排列，鋁釘>鐵釘>銅釘。

(七) 膨脹程度：金屬受熱都會膨脹。線膨脹較面膨脹易觀察，三種金屬棒，鐵棒面膨脹最多，鋁、銅棒幾乎沒有變化。

(八) 導電狀況：由良到不良排列，銅絲>鐵絲>鎳鉻絲。導電多少與長度成反比。

(九) 密度：金除外，由大到小排列，鉛>銀>銅>鐵>鎳>鋅>鋁。

(十) 水溶液反應：一般而言，金屬片在中性溶液中變化最慢。鋁鋅在酸、鹼性溶液中均有劇烈反應，冒泡很盛。

(十一) 溫度：九種金屬中，鐵的熔點、沸點都最高；錫的熔點最低，鋅的沸點最低。

(十二) 可塑性：厚片組（鉛>鋁>鐵）；薄片組（銅>鋅>鎳）。

(十三) 氧化反應：金屬片與醋酸作用會產生銹，各種金屬銹顏色不同。也會產生氫氣使紅色水下降。

(十四) 急速磨擦的變化：鐵的火花最多。急速磨擦面會形成明亮的刻面。而且變得較硬。

(十五) 硫蒸氣反應：銀、銅、鐵、鉛會和硫蒸氣作用變黑，到溫泉地方要特別留意防範這類金屬變色。

(十一)延展性較大的金屬，通常硬度較小，可塑性則較大。

(十二)依據搜集的文獻，知道各種金屬是日常生活上不可或缺的材料，同時與生物生長息息相關。就植物生理言，一些金屬如鋅錳銅等是植物生長不可缺少的微量元素；就動物生理而言，鈣促進骨骼生長，鐵為造血成分之一。其他如鉀鈉等為調節體液電解質平衡不可缺少的金屬，一些進行新陳代謝的生化反應，必須依賴一些特定金屬元素，如鎂、錳等的催化才得以進行。甚至醫學上利用具有放射性的金屬元素如鈷等來治療癌症。

八、參考資料

- (一)大英百科全書五、十、十一、十二、十四冊光復圖書公司出版。
- (二)彩色百科全書科學本。
- (三)科學圖書館第卅五冊新材料，圖文出版社出版。
- (四)金屬的故事，科學圖書社出版。
- (五)金屬材料，文京圖書公司出版。
- (六)生物化學指引，南山堂出版社。
- (七)土壤學，中國圖書公司。

評 語

- 1.能針對問題設計儀器測試頗富於創造性。實驗技術正確。
- 2.實驗程序週詳，變因控制清楚，數據處理完善。
- 3.實驗過程又能注意到安全性。
- 4.善於利用社會資源，例如到台大材料系請教疑難，找牙科醫師製造薄片。
- 5.整體實驗相當完美，甚有意義。