

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組生活與應用科學科

040805

臺北縣立三重高級中學

指導老師姓名

謝進生

鄭重慶

作者姓名

陳彥如

黃昭盛

# 第四十四屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：生活與應用科學科

組 別：高中組

作品名稱：光碟之死—資料不見了

關 鍵 詞： 光碟測試、儲存媒體

編 號：

# 光碟之死—資料不見了

## 壹、摘要

基於市場對光碟片耐用程度的比較付之闕如的情況下，使用九種對光碟片可能受損的實驗，針對二十三種不同品牌的光碟片進行測試，結果發現一般光碟片對 0~100°C 的溫度改變、強光的短暫照射、微波的環境干擾等均不會毀損光碟片，導致資料的流失。但對於摩擦、高溫、紫外線及有機溶劑的侵蝕均會造成致命的損傷。依據耐損害的程度大小我們發現太陽誘電、三菱、精碟、銖德及 imation 等品牌保存資料的性能較好。根據實驗結果也提供使用者，當光碟片無法讀取時，一些可行的解決辦法。另外，光碟片標籤層的脆弱性遠高於基版層，和一般的認知顯然不同。

## 貳、研究動機：

從四年前開始買的第一台燒錄機開始，就開始燒錄家中的資料，影片與音樂，但是經過這些年來，卻發現有些資料已經讀不到了，有些音樂聽起來就像跳針、或者是卡在一個磁區。但從很多的雜誌廣告都說光碟可以保存一百年，怎麼不到五年就壞掉了，那以前的資料、喜歡的音樂都不見了。因此，我們想自己來試試看，到底光碟片在什麼情況下才能“天長地久”。

從各種資料蒐集結果發現，有相當多的光碟測試文獻，不過大都可以分成兩類，一類是使用昂貴的儀器（如工研院，各光碟大廠測試報告）來測試光碟用料與製作的品質，另一類則是使用軟體來測試光碟片性能（如燒錄速度、轉速、超燒容量、讀取與寫入速度）。對於各廠牌光碟耐用程度的比較付之闕如，而一般人去買光碟片時，面臨四、五十種光碟片，心中大概也是一片茫然。因此我們希望能透過現有的物理、化學、生活科技觀念、設計相關的實驗，研究光碟可能損壞的各種原因。

## 參、研究目的

- 一、研究磨擦、光線、溫度、微波、擦拭等對光碟片的影響。
- 二、研究相關溶液對光碟片的影響。
- 三、探討一般光碟片跟可重複讀寫式光碟片耐用程度的不同。
- 四、針對現今賣場上琳瑯滿目的光碟片，使用者在採購時應把握的原則。
- 五、當光碟資料無法讀取時，可行的解決之道。

## 肆、研究設備及器材

- |                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| 一. 光碟貼紙黏貼器(貼上 80 號砂紙)         | 二. 砝碼(100g, 50g, 20g, 10g) |
| 三. 燒杯與量筒 (100ml)              | 四. 香蕉油 (一罐)                |
| 五. 石英鹵素探照燈(philips, 300W, 三組) | 六. 拭鏡紙, 光碟擦拭巾              |
| 七. 微波爐(國際牌, NN5462 型)         | 八. 冰箱                      |
| 九. 烤箱, 瓦斯爐                    | 十. 紫外線燈管                   |

十.電腦硬體：CPU：AMD K7-1.2G，光碟機，燒錄機。

十一.電腦軟體：WIN XP SP1、PhotoImpact 8、Nero 6.0、office xp、Media Player9、winzip、cdc-check3.1、k' s cd/dvd probe。

十二. 光碟片:規格如下，依照編號排列

廠牌	編號	燒錄速度	光碟內環碼	價錢
精碟	A	52X	prodisc	7
三菱	B	48X	Mitsubishi	11
BenQ	C	48X	Acer	6
Melody	D	24X	CMC Magenetics	6
Jungo	E	52X	Multi media master	5
Maxmax(綠)	F	48X	Gigastorge	4
Maxmax(咖啡)	G	48X	Unknown	5
飛利浦	H	52X	Philips	7
iomega	I	48X	Cmc	6
太陽誘電	J	52X	Taiyo yuden	12
銖德	K	48X	Ritek	8
南亞	L	48X	Nanya	7
e-sonic	M	52X	Cmc	4
BLUESky	N	48X	Unknown	5
PONY	O	48X	Cmc	6
利碟	P	48X	Lead data	7
imation	Q	52X	Cmc magement	8
三菱(cd-rw)	R	12x	Mitsubishi	35
中環(cd-rw)	X	12x	Cmc magement	20
訊碟(cd-rw)	T	16x	infodisc	25
宏碁(cd-rw)	U	16x	acer	26
飛利浦(cd-rw)	V	12x	philips	22
銖德(cd-rw)	W	16x	ritek	27

Ps: Unknown 表試用最新版 nero 6.3.16 仍然無法確認製造商

## 伍、研究過程或方法

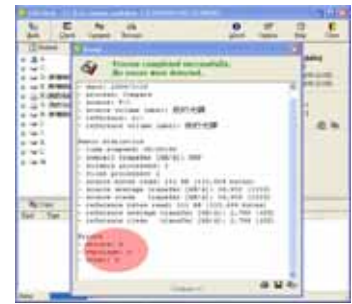
在測試環境上，首先建立以下軟硬體環境：

硬體環境：各光碟片先行各採購 12 片（共 276 片）加以分類編號，我們使用 1 to 7 對拷機（如圖一）將測試用母片資料一一燒錄至各廠牌光碟片中並加以編號，每燒錄一次休息五分鐘再行燒錄其它廠牌光碟片。



圖一 對拷機

軟體環境：使用 Windows XP 中文版且更新至 sp1，燒錄母片內容為一個執行檔 exe、一個壓縮檔(內含一個 word 檔跟一個 excel 檔)、一張圖檔 bmp、一個音樂檔 wav，在上述光碟片燒完後每一片皆使用 cdc-check 跟原始母片比對(如圖二)，如有錯誤則另行再燒一次，最後確定沒有任何燒錄失敗或讀取錯誤，然後再依以下實驗觀察：



圖二 cdc-check 檢查圖

一、烤箱高溫測試實驗：將各組光碟片分別放入烤箱內，以高溫加熱的方式燒烤光碟片直到資料有無法複製的現象產生，針對時間與溫度做紀錄。

1. 將烤箱開啓，溫度調至 160 度、時間設至 1 分鐘。
2. 使用將編號 A 光碟片放置烤箱內，溫度調至 160 度、時間設至 1 分鐘，時間到達時，將光碟取出待冷卻後放入光碟機裡讀取資料，檢查資料是否開始損壞，光碟取出光碟機後，將烤箱打開，利用電風扇對著烤箱的內爐吹 1 分鐘。
3. 其它光碟片以此類推，重複步驟二動作四次(如圖三)，將資料損壞的光碟作紀錄。
4. 翌日烤箱完全冷卻，調整溫度為 220 度、時間一分鐘，其餘步驟則與 160 度完全相同。



圖三 將光碟置入烤箱

二、摩擦的測試實驗：利用光碟貼紙黏貼器在上面貼上一張跟光碟一樣大小的砂紙，再於光碟上放置一邊 50g 重、另一邊 20g 重(註一)的砝碼，然後綁上一條線方便用手旋轉，並降低垂直施力誤差，使砂紙與光碟背面摩擦產生刮痕(如圖四)。

- 1、每一片光碟先旋轉 20 圈，放進光碟機測試並先檢查資料是否完好。
- 2、以每 5 圈為單位做旋轉，並記錄是否可以讀取資料。

註一：在模擬實驗時，發現兩邊重量不一樣可得到較快的效果，若兩邊重量一樣則需轉圈數更多，才能達成資料損壞，所以平常光碟表面應該不要貼上標籤，因為在光碟機中旋轉時重量是不平均的，反而容易磨損，模擬實驗資料如附錄一。



圖四 光碟摩擦測試

三、冰箱低溫測試實驗：將編號好的光碟片放入冰箱的上層內。

- 1、將冰箱的溫度調節調至強，接著放入光碟片(如圖五)。
- 2、以一天為作為觀察基準並記錄。
- 3、將其餘光碟片以此類推測試五天。



圖五 光碟冷凍庫測

四、光碟的水煮沸點實驗：將光碟片放入沸騰的熱水中，使其在高溫的熱水中持續加熱，觀察熱水是否可使光碟毀壞。

- 1、在鍋子中放入 700CC 的冷水，加熱使其沸騰。把光碟片放入，以 5 分鐘為一個單位，時間一到將光碟取出，放入光碟機測試是否損毀。
- 2、如果光碟完好，則再重複步驟(一)5 次或直至光碟資料毀壞(如圖六)。
- 3、若第 5 次還是可以正常讀取，則再放入熱水中持續加熱 30 分鐘，冷卻後觀察資料是否毀損。
- 4、進行上述步驟一實驗 5 分鐘。總共合計 60 分鐘(5\*5+30+5=60)。



圖六 光碟沸點測試

五、有機溶液的測試：根據化學原理同類互溶原則，使用有機溶液加以稀釋並且塗在光碟的表面，觀察其所產生的變化並記錄資料是否遺失，本測試使用溶液為“香蕉油”(或稱香蕉水 — 學名：乙酸異戊酯 — 化學式： $C_7H_{14}O_2$ )

- 1、拿 5 個燒杯與滴管工具，分別調成不同濃度的香蕉水 (甲:20%、乙:40%、丙:60%、丁:80%、戊:100%) (如圖七)。
- 2、先用棉花棒吸取甲燒杯的溶液，均勻的塗抹在光碟表面上，等其揮發至乾燥。
- 3、如果光碟無毀損的話，則重複步驟共 4 次。
- 4、如果 20% 正常，則繼續測試 40% 溶液 4 次。
- 5、依步驟 4 更換燒杯，一直到光碟資料毀壞為止。



圖七 有機溶液測試

六、強光測試實驗：以石英鹵素探照燈三組架設如下圖八，各組探照燈功率皆達 300W，探照燈距離光碟片為 20 公分。

- 1、將光碟標籤層朝上，以天為單位記錄光碟資料是否毀損。
- 2、10 天之後更換另一組光碟片，並改為標籤面朝下，記錄光碟資料損毀情形。



圖八 強光測試實驗

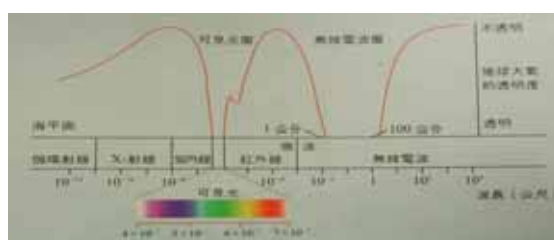
七、微波爐測試：微波是電磁波的一種，波長範圍在 1 mm 到 1 m 之間，其原理是微波能容易穿透絕緣物體，但遇到有水份的食物便會使水分子和它一起以相同的頻率振蕩，振蕩中分子與分子互相摩擦，從而產生熱量。根據原理我們設計以下實驗：



圖九 微波爐測試實驗

- 1、先把光碟片放進微波爐中，以分鐘為單位記錄三次。
- 2、將光碟放入淺盤中並加水，放入微波爐中，以分鐘為單位記錄三次。

八、紫外線測試：由地球科學課本中得知紫外線波長較短(如圖十)，根據物理課本在 1901 年Plank提出光可解釋成分離的或量子。光子的能量 (E) 與其波長 (λ) 呈反比，其與頻率的方程式為  $E = h\nu = hc/\lambda$ ，其中h(蒲朗克常數) =  $6.6 \times 10^{-34}$



圖十 不同射線波長範圍圖

因紫外線具備較高的能量，我們假設：光碟片在陽光下資料遺失有可能是紫外線所造成，因此我們設計如下圖的實驗情境，並將所有光碟片置於該環境下曝曬，每天觀察資料是否毀損。紫外線燈管拆用校內三台飲水機中殺菌用的紫外線燈管。



圖十一 紫外線測試環境



圖十二 測試環境的安全防護

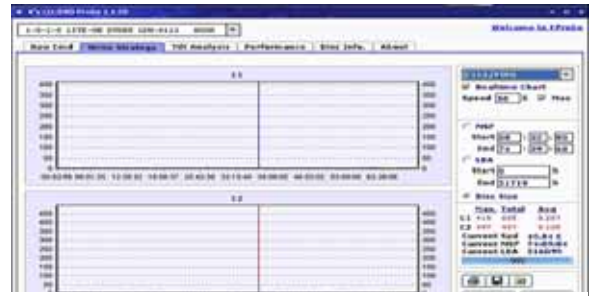
九、水平及垂直擦拭測試：部分網路文章顯示光碟在保養擦拭時應用垂直放射狀，而不是圓弧狀擦拭，否則會有資料消失的情況，為求驗證真實性我們設計以下實驗步驟(砝碼為 50g)：

- 1.以砝碼壓住用 800 號砂紙依選定方向擦拭 50 次。先造成表面磨損。
- 2.測量初始 c1/c2 值(原理見附錄三)



圖十三 水平方向及垂直方向擦拭圖

- 3.以珐碼壓住光碟擦拭巾，依選定方向再行擦拭 50 次。
- 4.測量 c1/c2 值變異情況。
- 5.以 50 圈為單位逐步測試，觀察多少單位後資料開始消失



圖十四 使用 k's CD/DVD probe 測 c1/c2 值

本實驗重點不在光碟比較，而是水平/垂直擦拭結果的比較，所以僅取 cd-r(四片)，cd-rw (三片)做測試。

上述 1~8 項光碟測試結果的判斷上，我們認為要滿足以下五項條件才算資料完整：

1. 能使用檔案總管將其複製到 c:槽。
2. 圖片檔必須可以使用 acdsee 打開。
3. 音樂檔必須可用 media player 播放且無顫抖音出現。
4. 壓縮檔能解開。
5. 執行檔能執行。

## 陸、研究結果

一、烤箱高溫測試實驗：本實驗過程紀錄表如下，並依其分佈情形分成三區評定等級為優(五分鐘以上)、中(三分鐘以上)、劣(一分鐘以上)作為最後統計資料：

度/分	160°C					220°C			等級
	1 分鐘	1 分鐘	1 分鐘	1 分鐘	1 分鐘	1 分鐘	1 分鐘	1 分鐘	
A	○	○	○	○	×				中
B	○	○	○	○	○	○	×		優
C	○	○	○	○	×				中
D	○	×							劣
E	○	○	○	○	×				中
F	○	×							劣
G	○	×							劣
H	○	○	○	○	○	×			優
I	○	○	○	×					中
J	○	○	○	○	○	○	○	×	優
K	○	○	○	○	○	×			優
L	○	○	○	○	○	×			優
M	○	○	○	○	○	×			優
N	○	○	×						劣



O	○	○	○	○	×							中
P	○	○	×									劣
Q	○	○	○	○	○	×						優
R	○	○	○	○	○	○	×					優
X	○	○	○	○	○	×						優
T	○	○	○	×								中
U	○	○	○	○	○	○	×					優
V	○	○	○	×								中
W	○	○	○	○	×							中

二、摩擦的測試：本實驗記錄如下，並分成三區作為統計資料，分別為優(40 圈以上)、中 (25 圈以上)、劣(15 圈以上)作為最後統計資料

圈數	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	160	等級
A	○	○	○	X								中
B	○	○	○	○	○	○	○	○	X			優
C	○	○	X									劣
D	○	○	○	○	○	○	X					優
E	○	○	○	○	○	X						中
F	○	X										劣
G	○	X										劣
H	○	○	○	X								中
I	○	○	X									劣
J	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X	優
K	○	○	○	X								中
L	○	○	○	○	○	○	○	○	X			優
M	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X		優
N	○	○	X									劣
O	○	X										劣
P	○	X										劣
Q	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X	優
R1	X											劣
R2	X											劣
X1	X											劣
X2	X											劣
T	○	X										劣
U	○	X										劣
V1	X											劣

V2	X												劣
W	O	X											劣

(R1,R2,X1,X2,V1,V2 為避免測試錯誤，使用預備光碟片再測一次)

三、冰箱低溫實驗：所有的光碟片放入冷凍庫 120 小時（五天），皆可以正常讀出資料。

四、光碟的水煮沸點實驗：所有光碟片在沸騰的開水中 60 分鐘後，皆可正常讀取。

五、有機溶液的測試：本實驗記錄如下，並分成三區作為統計資料，分別為優(80%以上)、中（40%以上）、劣(10%以上)作為最後統計資料

編號	20%	20%	20%	40%	40%	40%	60%	60%	60%	80%	80%	80%	等級
A	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X		優
B	O	O	O	X									中
C	O	O	O	X									中
D1	X												劣
D2	X												劣
E	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X		優
F	O	O	O	X									中
G	O	O	O	O	O	O	X						中
H	O	O	O	O	O	O	X						中
I	O	O	O	O	O	O	O	O	X				中
J	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X	優
K	O	O	O	O	O	X							中
L	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X		優
M1	X												劣
M2	O	X											劣
N	O	X											劣
O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X		優
P	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X		優
Q	O	O	O	X									中
R	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	優
X	O	O	X										劣
T	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	優
U	O	O	O	O	X								中
V	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	優
W	O	O	O	O	O	O	X						中

(D1,D2,M1,M2 為避免測試錯誤，使用預備光碟片再測一次)

六、強光測試實驗：本實驗所有光碟片在石英鹵素探照燈三組 10 天照射之後，正反兩面皆可正常讀取。

七、微波爐測試實驗：所有光碟片在微波爐測試中皆可正常讀取，即使加水也是一樣，原因應該是光碟因為層層封裝且為固態物質，裡面的分子感受不到微波，自然不會加熱受損。

八、紫外線測試：所有的光碟片在第六天才開始有資料不見的情況，部分 cd-rw 甚至有超過 20 天資料仍然還在的情況，一般而言 cd-rw 較之 cd-r 更為耐用，為求評比優劣狀況，我們取用 6~10 天為劣，11~15 天數為中，16 天以上則為優，來做最後的統計判斷。

編號	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	評比
A	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X			優
B	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X		優
C1	X															劣
C2	O	X														劣
D	O	X														劣
E	O	O	O	O	O	O	X									中
F	O	X														劣
G	O	O	X													劣
H	O	O	O	O	O	O	X									中
I	O	O	O	O	X											中
J	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X			優
K	O	O	O	O	O	O	O	O	X							中
L	O	O	X													劣
M	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X			優
N	O	O	X													劣
O	O	O	X													劣
P	O	X														劣
Q	O	X														劣
R	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	優
X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X			優
T	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	優
U	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X					優
V	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X				優
W	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X					優

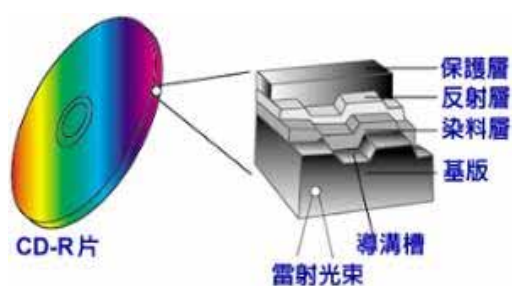
(C1,C2 為避免測試錯誤，使用預備光碟片再測一次)

九、水平及垂直擦拭測試：我們取七片光碟做測試，測量其 c1/c2 值，觀察 c2 修正值的變化，最後再予以摩擦，觀察哪種方式資料先遺失，當擦拭到 200 圈時即行停止。此外，因為不同光碟機對不同光碟片可能會有不同的修正情形（例如，較不挑片），所以本部分測試僅能觀察水平及垂直擦拭結果，並不能解釋何種光碟片優劣情形。

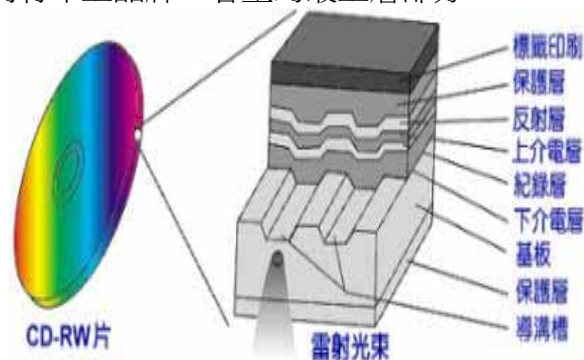
廠牌	原始值			測試值		變異值		結果	消失圈數
	c1	c2		c1	c2	c1	c2		
ritek	2.097	0.364	水平	3.019	0.698	0.922	0.334		50
			垂直	3.733	0.975	1.636	0.611	修正多	150
cmc	1.321	0.824	水平	1.332	0.675	0.011	-0.149		100
			垂直	1.845	1.112	0.524	0.288	修正多	200
imation	0.207	0.128	水平	0.419	0.137	0.212	0.009		100
			垂直	1.012	0.796	0.805	0.668	修正多	200
j-qtech	0.662	0.594	水平	0.652	0.6	-0.01	0.006		100
			垂直	4.001	3.565	3.339	2.971	修正多	100
mitsubishi	0.365	0.363	水平	0.635	0.644	0.27	0.281	修正多	200
			垂直	0.345	0.346	-0.02	-0.017		200
訊碟	1.038	0.422	水平	0.838	0.23	-0.2	-0.192		150
			垂直	1.104	0.235	0.066	-0.187	修正多	200
ritek	1.955	0.96	水平	1.167	0.292	-0.788	-0.668		100
			垂直	1.291	0.408	-0.664	-0.552	修正多	150

## 柒、討論：

一、從剖面構造圖來看由底往上，分別為基板、記錄層（染料層）、反射層、保護層及標籤印刷。標籤印刷就是我們平常看到有印上品牌、容量的最上層部分。



圖十五 cd-r 光碟剖面構造圖



圖十六 cd-rw 光碟剖面構造圖

由圖十五及圖十六可以發現，重要的記錄層（染料層）上，僅隔著兩層非常薄的薄膜及印刷層。由此可以證明，CD-R 及 CD-RW 最脆弱的部分反而是印刷表面。實驗者只需隨便找個已燒錄好的兩片 CD-R 試試，拿一支原子筆，以稍微重的力道，分別在一片的印刷面及另一片的基板上亂畫幾道線。將會發現，印刷面寫上

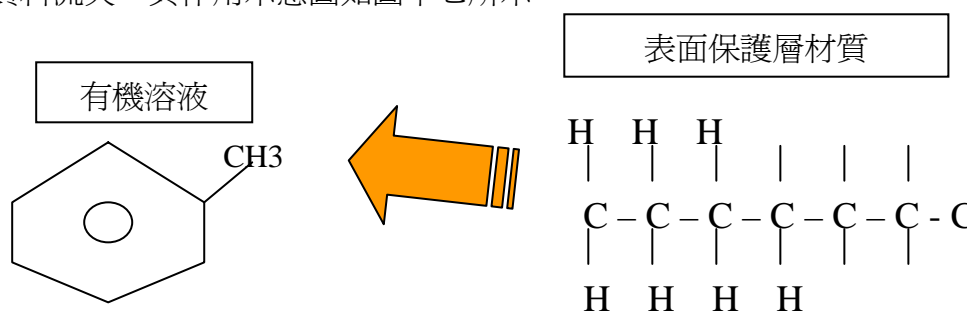
字的 CD-R 將不能讀了，基板上亂畫的 CD-R 卻安然無恙。所以過去認為泛著金色、藍色或綠色光的基板底層，是最脆弱的部分，這是不對的。

二、本實驗中將光碟片放入冰點、沸點環境的測試、照射強光測試及微波的測試，各光碟片均表現良好，在實驗結束後皆能保持完整的資料讀取，對照上面光碟剖面圖可知：現今光碟片的基版以及上方的保護層材質皆已相當成熟，必須用更強的外力或其它化學反應才能破壞其結構。

三、由於光碟片材質大多為塑膠化合物，而塑膠的熔點約為 250~300 度，所以當烤箱溫度從 160 度逐步上升後，資料就有讀不出來的情況，這應該是（1）反射層的塑膠已經開始熔解，使雷射光無法反射而讀取（2）染料層因受熱熔解或變形，原來的孔洞或凹溝已經消失，導致資料不見。

四、根據討論一的結果來解釋摩擦測試實驗的結果，用砂紙磨標籤層主要是模擬現實生活中光碟片與光碟盒中的不織布或棉紙摩擦，或光碟機中與磁頭摩擦，這些輕微的摩擦積少成多，就會對光碟上下保護層造成損傷。而從 cd-rw 的測試結果而言，其標籤層應該是比 cd-r 更為脆弱，所以在使用上需更加小心。

五、由於光碟印刷層的塑膠皆為碳氫聚合物，根據化學同類互溶原則，其它相關有機溶液如甲苯、松香水、氯仿、酒精、去光水(丙酮)都有可能跟光碟表面起互溶作用，本實驗採用松香水作為測試，所有的光碟片皆在不同濃度時發生互溶作用，導致資料流失，其作用示意圖如圖十七所示。



圖十七：表面材質被有機溶液互溶掉，若侵蝕到反射層，則資料自然不見了。

六、在紫外線的測試中，我們可以得到兩個結論：（1）一般網路上所言光碟片在太陽光下一個月資料就不見了，這部分應該是紫外線所造成的。（2）大部分的 cd-rw 皆有較佳的天數表現。依此結果而言，一般光碟片放在日光燈，檯燈下應該是沒有任何關係的，但是如果放在紫外線烘碗機，紫外線殺菌的飲水機旁，長時間就有可能資料不見。

- 七、由 c1/c2 的測試中，我們或得以下結論：（1）cd-rw 能做多次修正後 c2 變異值還是負的，也就是在擦拭後，更能減少 c2 錯誤修正值。（2）以修正值而言垂直（放射狀）擦拭所需的修正更多，但還不至於破壞掉光碟片。（3）當我們繼續擦拭到 200 圈時，部分水平（圓弧）擦拭的資料已經消失，可知水平（圓弧）擦拭可能導致某個光碟軌道一連串資料數據讀不出來，相反而言，垂直放射狀的擦拭會影響到每個軌道中的幾個字串，但是很容易透過 c1/c2 校正調校回來。
- 八、不同廠商代工問題：在實驗過程中計算容量時發現，有些廠商應該不是做光碟片的，卻在有些光碟片中出現自己的商標，例如標示 BENQ 的光碟片其實是由 ACER 所代工，如圖十八、圖十九所示。



圖十八：BENQ 的光碟片其實是由 Acer 代工



圖十九：太陽誘電的光碟片標示 Taiyo Yuden

而測試結果發現，從光碟片內環碼可得知是由哪一家所代工，或是使用 CD-DVD SPEED 等軟體都可以看出製造廠商，採購時除了確定原廠光碟片之外，這些經銷商託人代工的水準也不差，大都在中間水準，所以可以推估因為大部分經銷商會自行先做檢驗，應當有一定品質才願意打上自己的標籤。至於來路不明的光碟片，那是最好敬而遠之。

九、將上述的各項結果作一整理，可得下表：各分組成績分成三段，分為優中劣三個等級，並予以 3，2，1 分數，原本想將價錢因素一併加入估計，但是因為現今價格皆已經非常便宜，且不同地方也有價差，故不予列入。

編號	烤箱		摩擦力		有機溶液		紫外線		總分	參考 價錢
	等級	區間分數	等級	區間分數	等級	區間分數	等級	區間分數		
A	中	2	中	2	優	3	優	3	10	7
B	優	3	優	3	中	2	優	3	11	11
C	中	2	劣	1	中	2	劣	1	6	6
D	劣	1	優	3	劣	1	劣	1	6	6
E	中	2	中	2	優	3	中	2	9	5
F	劣	1	劣	1	中	2	劣	1	5	4
G	劣	1	劣	1	中	2	劣	1	5	5
H	優	3	中	2	中	2	中	2	9	7
I	中	2	劣	1	中	2	中	2	7	6
J	優	3	優	3	優	3	優	3	12	12
K	優	3	中	2	中	2	中	2	9	8
L	優	3	優	3	優	3	劣	1	10	7
M	優	3	優	3	劣	1	優	3	10	4
N	劣	1	劣	1	劣	1	劣	1	4	5
O	中	2	劣	1	優	3	劣	1	7	6
P	劣	1	劣	1	優	3	劣	1	6	7
Q	優	3	優	3	中	2	劣	1	9	8
R	優	3	劣	1	優	3	優	3	10	35
X	優	3	劣	1	劣	1	優	3	8	20
T	中	2	劣	1	優	3	優	3	9	25
U	優	3	劣	1	中	2	優	3	9	26
V	中	2	劣	1	優	3	優	3	9	22
W	中	2	劣	1	中	2	優	3	8	27

根據上表，並與光碟內環碼比較對照，表現良好的（七分含以上）如太陽誘電、三菱、精碟、銖德、以及 imation 都是較大的廠牌，但售價也是較高的一群。而 5~6 分的有 BenQ、melody、iomega、pony 等應該都有代工的情況（例如從內環看有三組是由 CMC 代工），也有一定的品質。而在四分以下的光碟片，有些查不出其是由何廠製造，這種光碟片雖然便宜，但是品質我們可歸納在劣等區，而 cd-rw 在各項品質表現上則較為平均（中間區），品質較為穩定。將其金額分區計算後如下表：

	優等區 (10,11,12 分)	中間區(7,8,9 分)	劣等區(4,5,6 分)	cd-rw
平均金額	8.2	6.67	5.5	25.83

## 捌、結論：

我們結合各科老師在課堂中提及的觀念，設計九種實驗方式來判斷光碟片品質的好壞，雖然比不上專業昂貴的測試儀器，但是從實驗設計到結果分析各方面數據來看，應該足以滿足日常生活中的各種情況，根據以上實驗結果與討論，我們獲得以下結論：

一、在採購方面：爲了重要資料能夠保存天長地久，謹慎挑選廠牌是非常重要的，優質的光碟片如太陽誘電、三菱、精碟、鍊德等價位在 8 元左右，其他廠牌或代工片應該在 6~7 元左右。至於 5 元以下的片子，最好不要貪小便宜購買，並依循下列原則採購：

- 1、可以先購買三、四片回家測試，從光碟內環碼或軟體來確定是自己所要的廠牌，並實地燒錄音樂或資料，確定可以正常讀取後，再行大量購買。
- 2、如果是備份一些可有可無的資料，那就可以挑便宜一點的片子如 BenQ、melody、iomega 等，以避免金錢的浪費。
- 3、一般人應該至少要有兩種不同廠牌的光碟，達到節省金錢與物盡其用的效果。
- 4、若要備份的資料具有常常更新的性質，例如遊戲、免費軟體..等，可用 CD-RW 備份，以免浪費。

二、使用過程：從實驗結果中，我們可以確定

- 1、現今的光碟片可以承受 0~100°C 溫度、強光、微波等不同外在環境的干擾，資料不會毀損。
- 2、光碟片在摩擦、高溫、有機溶液中確有資料損毀情形，所以平常光碟片應該是要放在光碟盒或棉套中保存，不要隨便放置如信封或書本中。
- 3、光碟片短暫放在陽光、日光燈、檯燈下應該是沒有問題的，但應避免放在紫外線機具附近，例如烘碗機、紫外線殺菌的飲水機。
- 4、光碟的印刷層不要貼標籤，使用油性筆書寫即可，以免讀取時重量不均而磨損。

三、部分無法讀取：當光碟片有部分資料讀不出來或音樂抖動時，我們建議使用以下方法：

- 1、使用水洗清除污垢，不會損壞資料。
- 2、較嚴重時可用光碟擦拭巾擦拭，擦拭時應與圓心呈垂直方向，擦乾淨即可停止，切勿持續擦太久。

四、在後續研究上，我們提出一些建議：

- 1、本次實驗僅限於光碟片（CD-R 與 CD-RW）測試，共計 23 種共 276 片，未來可以做如 DVD 的相關測試。
- 2、當光碟資料毀損時，相關文章曾提及一些軟體如 CdCheck，Bad Copy Pro 可以救回部分資料，未來應可做實驗研究來探討。
- 3、礙於經費問題無法做到各實驗多做幾次，並取平均值來達到更爲精確的效果。本實驗中各廠僅能使用三片備用片，當最開始的燒錄有問題時，或是測試數值差距過大時，立刻予以更換。未來相關研究可以在經費充裕下，做更多次的探討。



## 玖、參考資料及其他

1. 施威銘研究室，光碟燒錄十全大補 2004，旗標出版社，民 92。
2. Pc man，光碟燒錄燒勁十足，松崗出版社，民 92。
3. CD-R光碟討論區，<http://go.to/rayteam/>。
4. 技術文章-光碟片與燒錄器的關係，[http://www.met.com.tw/article/cdr\\_compare.htm](http://www.met.com.tw/article/cdr_compare.htm)。
5. White Station [ Burning Information ]，<http://get.to/bareck/>。

### 附錄一：摩擦的測試實驗的模擬實驗數據

砒碼		光碟廠牌		判斷
砒碼 A	砒碼 B	e-sonic	精碟	
50	100	30	25	數字太少
50	50	65	50	圈數太近
50	20	60	30	可以
20	20	110	80	圈數太多
20	10	90	55	圈數太多

依據上述數據，我們決定採用 50，20 的組合來進行摩擦測試。

### 附錄二：C1/C2 的意義：

CDROM 的除錯分 2 階段進行，第一階段（C1 階段）中完成的糾正錯誤部分稱為出錯（基本上的出錯都在此時被糾正）。C1 出錯後糾正不了的錯誤會在第二階段（C2 階段）被糾正，此部分稱為 C2 出錯。在 C2 階段也糾正不了的部分就成為 CU 出錯(Uncorrectable Error)，如果是音樂 CD-R 就會出現噪音。發生 C2 出錯的原因，一般為 CD-R 燒錄品質不好，或者是光碟機讀取性能差。

一般 C1 值越低越好，需要看最大值（波動特性）和平均值（相對特性）。按照橘皮書的標準，C1 平均值應在 7 以下；如果平均值在 5 以下，燒錄 VCD 效果會不錯；平均值在 2 以下燒錄 CD 會有不錯的品質。而 C2 一般為零，超過 0，則不好。在沒有專業人員和百萬元設備的情況下，使用 C1/C2 的測試是一個折衷的辦法。（本說明感謝廣碟多媒體鄧老闆及精碟公司賴元章經理協助）。

## 評語

040805 高中組生活與應用科學科

光碟之死—資料怎麼不見了

光碟是非常大眾化的儲存媒體，大家都希望光碟能長久保存資料，但常常會忽略何種因素會導致光碟的資料遺失或損壞，本作品能針對各種外在因素是否會影響資料的保存加以研究，並找出光碟片標籤層遠較基版層脆弱值得肯定。

建議先研究光碟的結構、材質及資料的儲存方式，然後再決定可能會損壞光碟的外在因素，避免不必要的實驗或遺漏重要的因素。此外，光碟片的價格已經很便宜，但其所保存的資料卻遠較光碟片本身有價值，所以可以加強如何從損壞的光碟片中搶救資料。