

7

輔助存貯器



目標

在完成這章後，你將能夠

- ◆ 知道多種輔助存貯器
- ◆ 了解下列各項存貯設備的功能和特性：軟磁碟、硬碟、磁帶、光碟和記憶卡
- ◆ 描述主記憶體和輔助存貯器之間的不同
- ◆ 比較不同類型的存貯媒體

輔助存貯器 (Secondary storage)，亦稱**儲存器**或**備份存貯**，用於保存備用的數據。**存貯媒體 (Storage medium)** 包括軟磁碟、硬碟、光碟、磁帶和記憶卡等。



圖 1 輔助存貯器

7.1 輔助存貯器的需要

重點

中央處理器不能夠直接從輔助存貯器存取數據。

主記憶體很比較快速，但是它是易失性的、昂貴及在容量方面有限制。

輔助存貯器屬於非易失性，在電腦關機後，數據仍可保留。

輔助存貯器上所有的數據都必須包含在檔案內。由於中央處理器只能從主記憶體存取數據，檔案的數據必須首先載入到主記憶體上，才可交由中央處理器處理，更新後的數據亦必須在輔助存貯器上存檔。

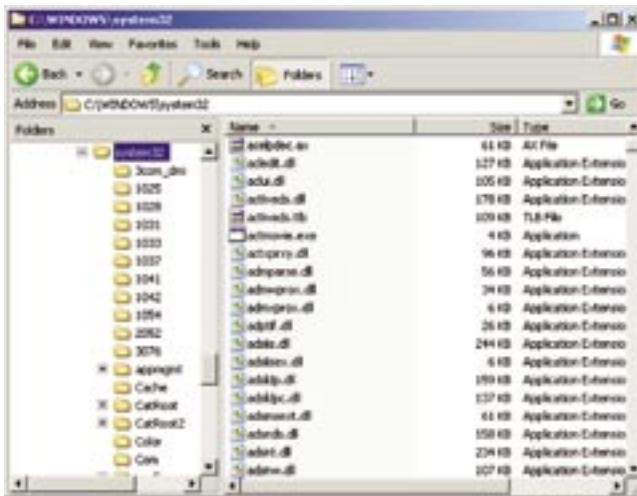


圖 2 輔助存貯器的數據存貯在檔案中



圖 3 存取輔助存貯器的數據

電腦系統除主記憶體外，還需要輔助存貯器，理由如下：

1. RAM 屬於易失性。關機後，在主記憶體 RAM 上的數據將會消失殆盡；
2. 主記憶體容量有限制。主記憶體不可能保存所有數據，例如有些檔案甚至比主記憶體的容量還大；
3. 主記憶體較為昂貴。

重點

存貯器是媒體，而存貯驅動器是媒體存取必需的硬件。

常見的輔助存貯器媒體可分為：**磁性**、**光學**和**半導體**。注意，**存貯器**是一種媒體，而**存貯驅動器**則是存取媒體必需的硬件。

7.2 輔助存貯器的類型

A. 磁性媒體

重點

軟磁碟用於存貯及傳送細小的檔案。

優點：

便宜、可攜式

缺點：

存貯容量太少、易受損害、數據傳輸速度慢

磁性媒體 (Magnetic medium) 以磁微粒分佈的圖案形式存貯數據。例子是**軟磁碟、硬碟和磁帶**。

1. 軟磁碟

軟磁碟 (Floppy disk) 是相對便宜的存貯媒體，包括一片佈滿磁微粒薄身的塑膠碟。在存取軟磁碟上的數據時，需要一部附有讀寫磁頭的**軟磁碟機 (Floppy disk drive)**。



圖 4 (a) 軟磁碟和磁碟表面 (b) 軟磁碟機

提示

該如何保護軟磁碟的數據？

1. 打開在塑膠外殼一角的「寫入保護」凹口，避免偶然地把資料抹掉。
2. 不要將磁碟暴露於高溫、潮濕、磁場、灰塵、煙或含鹽的空氣中。
3. 當不使用時，將磁碟保存在儲物盒內。

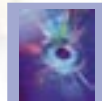
軟磁碟屬於便攜式，因此你可透過軟磁碟，將數據從一部電腦傳送到其他電腦。

流行的 3.5 吋 (直徑 3.5") 軟磁碟只有 1.44 MB 的容量，與其他輔助存貯器相較，這個容量顯得非常小。此外，軟磁碟機讀寫數據的速度也很慢，軟磁碟亦不耐用。

雖然市面上亦有其他容量較高的便攜式軟磁碟供應，例如 Zip[®] 磁碟和 SuperDisk[™]，但由於它們需要專用的磁碟機，所以這些磁碟並不像 3.5 吋軟磁碟般流行。



圖 5 (a) Zip 磁碟 (b) SuperDisks 和它們的磁碟機



重點

硬碟是所有電腦必需的，及需要經常備份。

優點：

快速、很大的存貯容量

缺點：

昂貴的、非可攜式

容量單位	描述	大約字節數量
KB	千字節	$10^3 = 1,000$
MB	百萬字節	$10^6 = 1,000,000$
GB	十億字節	$10^9 = 1,000,000,000$
TB	兆字節	$10^{12} = 1,000,000,000,000$
PB	千兆字節	$10^{15} = 1,000,000,000,000,000$

表 1 存貯器的容量單位

2. 硬碟

硬碟 (Hard disk) 提供很大的存貯容量。目前，個人電腦的硬碟提供的存貯量由 80 到 200 GB (十億字節) 不等 (見表 1)。

硬碟由多個佈滿磁微粒，稱為**圓盤 (Circular plate)** 的金屬製圓碟組成，並與**讀寫磁頭 (Read-write head)** 等部件一起封裝在金屬製的外殼內。一般硬碟是固定在電腦的系統組內，並非便攜式。

硬碟是快速的存貯器，原因是圓盤以高速旋轉，例如每分鐘 7,200 轉 (rpm)，然而，硬碟亦容易因讀寫磁頭與圓盤發生碰撞，而導致數據損失，甚至引致存貯器故障，因此為避免失去資料，應時常以磁帶、光碟等便攜式存貯媒體，為硬碟上的檔案進行備份。

硬碟的數據存取

硬碟的數據存取是由多個讀寫磁頭負責，每個讀寫磁頭負責存取一張碟面的數據，並由一隻磁臂控制它的位置。每張碟面由許多條稱為**磁道 (Track)** 的同軸軌道組成。若將所有相同半徑的磁道垂直排列，便形成一

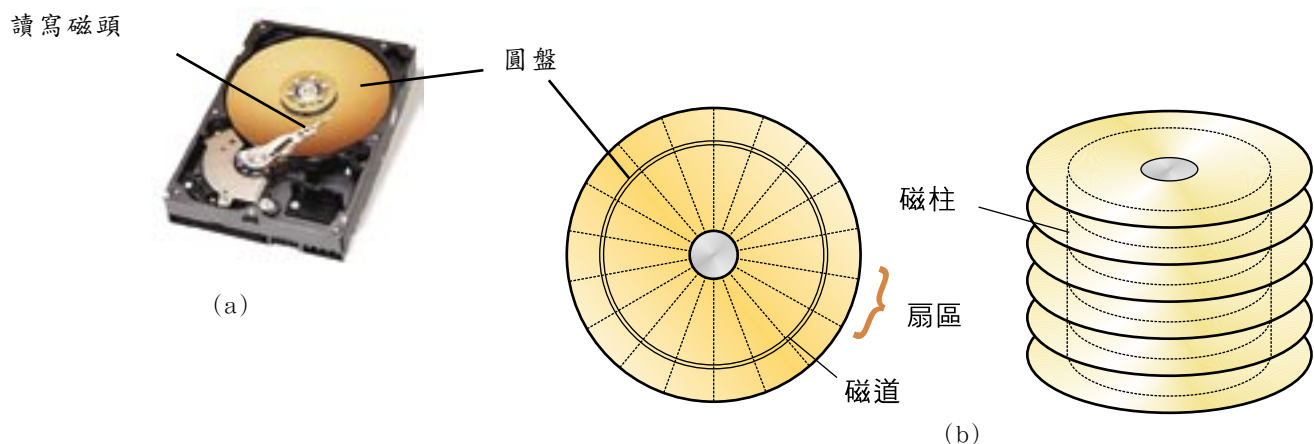


圖 6 硬碟的內在結構

提示

由於硬碟是非常快速的輔助存貯器並且有極大的容量，他們幾乎是桌上型電腦、工作站和伺服器的必需品。硬碟存貯一個最重要的軟件，稱為操作系統 (見第 10 章)。有時，它亦用於延伸主記憶體 (見第 9 章)。



個稱為**磁柱 (Cylinder)**的圓柱體，每條磁道再分為多個大小相同的區域，稱為**扇區 (Sector)**。磁碟位址便可由**碟面(磁頭)數**、**磁柱數**和**扇區數**定義。

例如，位址 "06:040:8" 代表第 6 張碟面，第 40 個磁柱和第 8 個扇區。存取這數據的步驟如下：磁臂移動讀寫磁頭到第 40 個磁柱，然後等候直到第 8 個扇區到來，最後，數據由第 6 個讀寫磁頭讀取。

重點

磁帶用於備份硬碟的數據。

優點：

便宜、很大的存貯容量、可攜式

缺點：

數據傳輸速度慢

直接地去到指定位址的能力稱為**直接存取 (Direct access)**。由於毋需由存貯媒體的開始逐一搜尋數據，所以直接存取是很快速的，但必須提供位址。

3. 磁帶

磁帶 (Magnetic tape) 是塗上磁性塗料的塑膠扁帶，以低廉價格存貯大量數據，主要以盒帶形式出現。**磁帶驅動器 (Tape drive)** 是讀取或寫上磁帶上的數據必需的硬件。

磁帶採用**順序存取 (Sequential access)**，意謂你只可從磁帶的某端開始，逐一搜尋所需的數據。由於順序存取的速度太慢，磁帶並不能配合日常電腦的運作，所以它幾乎是專為備份數據之用。



圖 7 (a) 磁帶盒 (b) 磁帶驅動器 (c) 磁帶上順序排列的記錄

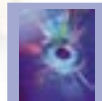
	速度	容量	每字節價格	便攜式	存取模式	應用
軟磁碟	中	低	中	是	直接	小檔案的備份
硬碟	高	高	高	不是	直接	執行工作
磁帶	低	中	低	是	順序	磁碟的備份

表 2 軟磁碟、硬碟和磁帶之間的比較

塑膠扁帶 plastic ribbon

盒帶 cartridge

備份數據 data backup



B. 光學媒體

光碟 (CD, Compact Disc) 是一張附有薄金屬塗層的塑膠碟。光碟的優點包括：價格低廉、存貯容量大、存取快捷及便於攜帶。

重點

光碟用於軟件發行和備份數據。

優點：

便宜、很大的存貯容量、可攜式、快速

缺點：

數據傳輸較硬碟慢

在光碟上，數據是以金屬塗層的微坑來存貯的。透過把激光照射到金屬塗層，然後偵測從微坑反射過來的光線，便可讀取在光碟上的數據。數據存貯在一條螺旋狀的軌道上，從光碟的中心伸延到邊緣。軌道平均地分成大小相同的扇區。

光碟有各種不同的類型，包括唯讀光碟 (CD-ROM)、可寫式光碟 (CD-R)、複寫式光碟 (CD-RW)、數碼視像光碟 (DVD-ROM) 和高密度複寫式光碟 (DVD-RW) 等。

1. 唯讀光碟 (CD-ROM)

CD-ROM 的數據存貯容量正常可達 650 MB，而內容只能讀取但不能更改或重寫。

CD-ROM 普遍用於發行軟件。讀取 CD-ROM 的數據需要一部光碟機 (CD-ROM drive) 或稱光碟驅動器。

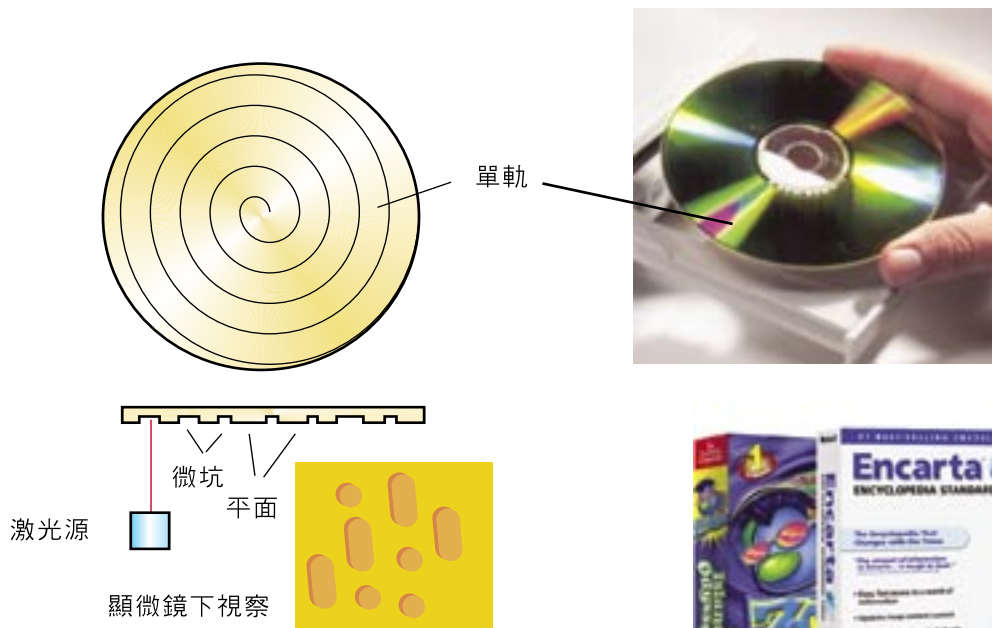


圖 8 光碟表面上的微坑



圖 9 光碟用於發行軟件



表 3

不同光碟的特性

縮寫	全名	最大存貯量	特性
CD-ROM	唯讀光碟	650 MB	只能讀取
CD-R	可寫式光碟	650 MB	單寫多讀
CD-RW	複寫式光碟	650 MB	多寫多讀
DVD-ROM	數碼影像光碟	4.7 GB - 17 GB	只能讀取
DVD-RW	高密度複寫式光碟	4.7 GB	多寫多讀

重點

所有的數碼視像光碟驅動器 (DVD drive) 能讀取 CD-ROM 或 CD-R，但是，相反不是正確的。



圖 10 數碼視像光碟驅動器 (DVD drive)

2. 可寫式光碟 (CD-R)

CD-R 是讓用戶記錄數據的光碟。將數據記錄在 CD-R 上需要一部光碟燒錄器 (CD-R writer)。燒錄後的 CD-R 內容可由普通光碟驅動器多次讀取。然而，CD-R 上每個區域只可寫一次，新的內容只可記錄在從沒有寫過的區域中。

3. 複寫式光碟 (CD-RW)

CD-RW 是類似硬碟可進行多次重寫的光碟。複寫式光碟燒錄器 (CD-RW writer) 將數據記錄在 CD-RW 上。你可以利用 CD-RW 輕易地為硬碟較大的檔案進行備份。

CD-R 和 CD-RW 的內容都可由普通的光碟機來讀取。

4. 數碼視像光碟 (DVD-ROM)

DVD-ROM 與 CD-ROM 類似，分別只是它有非常高的存貯容量。讀取 DVD-ROM 的數據需要一部數碼視像光碟機 (DVD drive)。

5. 高密度複寫式光碟 (DVD-RW)

DVD-RW 與 CD-RW 類似，分別在於 DVD-RW 有更高的存貯容量。高密度複寫式光碟燒錄器 (DVD-RW writer) 將數據記錄在 DVD-RW 上。

提示

DVD+R, DVD+RW, DVD-R, DVD-RW, DV RAM

DVD的格式標準有兩大陣形，即DVD Alliance 和DVD Forum。前提倡者 DVD+R 和 DVD+RW 的格式，而後者鼓吹DVD-R, DVD-RW 和DVD RAM。結果，在DVD 市場中至少 5個 DVD 讀寫格式。他們的 DVD 光碟驅動器互不是相容的，而且 DVD 光碟燒錄器亦只可使用特定的的空格光碟。雖然製造業者已經生產相容的 DVD 驅動器/燒錄器，但是到目前為止，這兩個陣形似乎沒有妥協的跡像。

重點

記憶卡是數碼相機常見的存貯媒體。

優點：

可攜式、數據傳輸快速

缺點：

昂貴、存貯容量不大、不普及、沒有標準

C. 半導體媒體 (記憶卡)

記憶卡 (Flash card) 亦稱快閃記憶卡，使用晶片(半導體)記錄數據，並沒有任何機械部件，因此數據能以高速來傳送。由於體型小巧，記憶卡是最便於攜帶的存貯媒體。

記憶卡常用於數碼相機，但由於沒有標準化的尺寸和形狀，讀取不同的記憶卡，便需要使用不同的閱讀器。

隨著記憶卡的容量持續地增加，而價格則不斷地下降，記憶卡將會成為未來最普及的輔助存貯器之一。



圖 11 (由左至右) Compact flash, Smart medium, Picture card, Memory stick, MicroVault

7.3 存貯器的比較

下圖是一般輔助存貯器和主記憶體之間的比較：

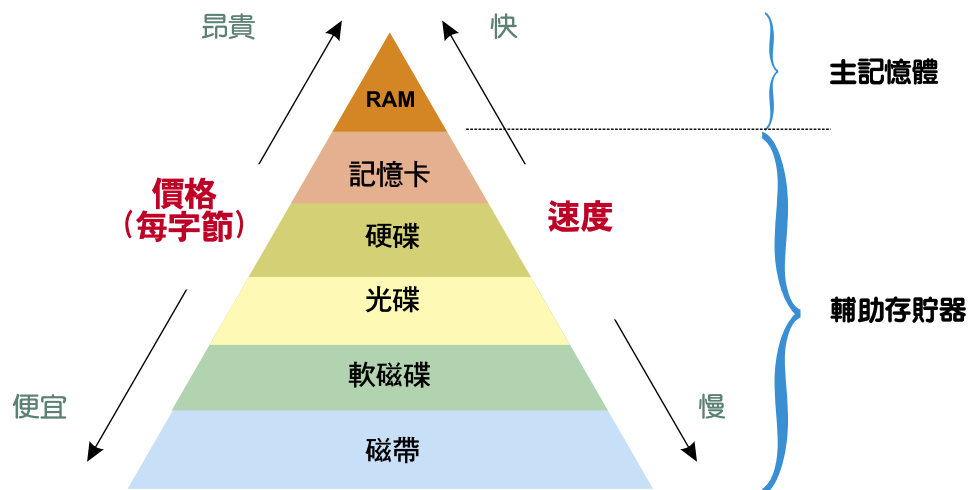


圖 12 比較不同類型的存貯媒體之間價格和速度的金字塔

活動

1. 每天都會出現有關存貯設備和媒體的新技術的資訊，而價格亦通常會很快地下降。在就近的電腦商場做一個調查，搜集有關資料，挑戰圖 12 中金字塔的確實性。根據媒體存取的速度和每字節的價格，比較這些設備。
2. 在互聯網上找出有關聯機（線上）存貯的概念，並寫出這種存貯方式的優點和缺點。
3. 探究 Microdrive 的操作。究竟它應分類為可攜式的硬碟還是記憶卡？
4. 使用軟件能否增加存貯媒體的容量？若是，所用的軟件名字是什麼？試從互聯網上尋找答案。



圖 13 Microdrive (左) 內部 (右) 外貌

挑戰

硬碟真的是所有電腦必需的嗎？

你有否看見過沒有硬碟的電腦？若是，那些電腦如何存貯操作系統？試從互聯網上尋找答案。

摘要

1. 輔助存貯器是非易失性，意謂在電腦關機後，數據仍然存在。
2. 存貯驅動器是電腦從存貯媒體存取數據的硬件。
3. 軟磁碟用於存貯及傳送細小的檔案。
4. 硬碟是最快速的輔助存貯器，因為它存貯使用者需要的操作系統和其他必需數據，所以它對桌上型電腦、工作站或伺服器是必需的。
5. 磁帶用於備份硬碟的數據。
6. 光碟用於軟件發行和備份數據。
7. 記憶卡是數碼相機和掌上型電腦常見的存貯媒體。
8. 當關機時，在主記憶體 RAM 中的數據將會消失，原因是 RAM 屬於易失性的。記憶體容量有限制。檔案大小可能比主記憶體總容量還要大，所以主記憶體不可能同時保存所有數據的。
9. 價格和存取數據速度是比較各種不同存貯媒體的主要因素。



練習

多項選擇題

- 輔助存貯器是
 - 易失性
 - 主要使用磁性媒體
 - 較主記憶體便宜
 - 只有 (1)
 - 只有 (3)
 - 只有 (1) 和 (2)
 - 只有 (2) 和 (3)
- 下列哪種情況會導致硬碟發生故障？
 - 硬碟已滿
 - 電腦資源用罄
 - 讀寫磁頭碰觸磁碟表面
 - 有病毒傳染
- 輔助存貯器依照數據傳輸速度，由低至高的排序是
 - 硬碟、磁帶、光碟、軟磁碟
 - 磁帶、軟磁碟、光碟、硬碟
 - 軟磁碟、磁帶、硬碟、光碟
 - 光碟、磁帶、軟磁碟、硬碟
- 下列哪項會影響檔案從硬碟傳送到記憶體所需的時間？
 - 磁碟的轉速
 - 硬碟上的檔案是否破碎
 - 檔案的大小
 - 只有 (1)
 - 只有 (3)
 - 只有 (1) 和 (2)
 - (1), (2) 和 (3)
- 硬碟有
 - 讀寫磁頭
 - 激光源
 - 帶磁性的塑膠盤
 - 只有 (1)
 - 只有 (3)
 - 只有 (1) 和 (2)
 - 只有 (2) 和 (3)



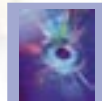
6. 軟件通常以什麼存貯媒體發行？
 - A. CD-R
 - B. CD-ROM
 - C. CD-RW
 - D. 硬碟

7. 下列哪項設備屬於便攜式？
 - A. 記憶卡
 - B. RAM
 - C. ROM
 - D. 硬碟

8. DVD 驅動器能讀取
 - (1) CD-ROM
 - (2) CD-RW
 - (3) 軟磁碟
 - A. 只有 (1)
 - B. 只有 (3)
 - C. 只有 (1) 和 (2)
 - D. 只有 (2) 和 (3)

9. 下列哪項是可寫式光碟 (CD-R) 的特性？
 - (1) 數據能寫到 CD-R 上。
 - (2) 存貯在 CD-R 上的數據可以被抹掉。
 - (3) 存貯在 CD-R 上的數據可由 CD-ROM 驅動器讀取。
 - A. 只有 (1)
 - B. 只有 (1) 和 (3)
 - C. 只有 (1) 和 (2)
 - D. 只有 (2) 和 (3)

10. 下列哪項能藉著使用激光來存貯數據？
 - (1) CD-ROM
 - (2) CD-R
 - (3) CD-RW
 - A. 只有 (1)
 - B. 只有 (3)
 - C. 只有 (1) 和 (2)
 - D. 只有 (2) 和 (3)



問答題

1. 根據下列各項，比較主記憶體和輔助存貯器：
 - (a) 價格
 - (b) 速度
 - (c) 存貯容量
 - (d) 數據的永久性
2. 試解釋電腦系統為什麼除主記憶體外，還需要輔助存貯器。
3.
 - (a) 舉出**三個**常用的存貯媒體。
 - (b) 根據下列各項比較上述的存貯媒體

數據存取的速度、每字節價格和存貯容量

4.
 - (a) 寫出**兩個**在硬碟的數據為什麼需要備份的理由。
 - (b) 試建議**兩種**為硬碟的檔案備份的媒體。
 - (c) 下列哪種檔案在正常情況下，將**不會**進行備份？

操作系統、系統軟件、應用程式和數據檔案

5.
 - (a) 硬碟雖然有極大的存貯容量，但其他存貯媒體仍然十分普遍，試解釋。
 - (b) 硬碟的那個特性讓它能夠延伸主記憶體？
 - (c) 寫出**三種**能在所有新電腦的硬碟上發現的檔案。
 - (d) 寫出**兩個**不同的方法，讓硬碟上的數據能傳輸到其他電腦。
6. 某字典有下列的銷售形式：
 - (a) 傳統形式的印刷品
 - (b) CD-ROM
 - (c) 袋裝電子儀器對用戶而言，比較上述每種銷售形式的**優點**和**缺點**。

7.
 - (a) 解釋軟磁碟為什麼不適用於存貯多媒體資訊。
 - (b) 某高存貯密度的磁碟有 750 MB 的存貯容量，需要多少片 3.5" 軟磁碟才等於這個容量？
 - (c) 解釋高存貯密度的軟磁碟為什麼不普遍地用於傳送數據。
8. 正常的 CD-R 大約有 600 MB 的容量。瑪麗亞有一片空白的 CD-R，兩星期前，她使用了那片 CD-R 存貯 10 個檔案，並總共用了 400 MB 的空間。她正要在那片 CD-R 上存貯一個 50 MB 的檔案。
 - (a) 那片 CD-R 上將會剩餘多少空間？
 - (b) 在一般電腦上，那片 CD-R 將會顯示多少個檔案？
9.
 - (a) 解釋磁帶的速度為什麼比硬碟慢許多。
 - (b) 寫出**兩個**磁帶為什麼用於備份的理由。
 - (c) 寫出**兩個** CD-R 為什麼比磁帶較不普遍用於備份的理由。
 - (d) 備份應該在電腦不被使用時才進行，試解釋。



10. 某圖形設計師打算保存在某計劃進行期間所建立的每個設計版本。最新的版本必須存貯在硬碟中，而之前的版本則存貯在其他便攜式存貯媒體中。
- 設計師應怎樣做才能把不同版本的檔案存貯在同一便攜式存貯媒體上？
 - 解釋在這個情況下，CD-R 為什麼不適用於作為便攜式存貯媒體。
 - 建議**兩個**適合該設計師的存貯媒體。
11. 下表顯示某型號桌上型電腦系統的硬件部件：

CPU	Pentium-4 5 GHz
RAM	128 MB
顯示設備	AGP 視像卡及 17" 液晶監視器
硬碟	100 GB (7,200轉/每分鐘)
軟磁碟機	3.5" 1.44 MB 軟磁碟機
DVD-ROM 驅動器	4倍速 DVD-ROM
聲音	內置音效卡
網路轉接器	100 Mbps 以太網路 LAN 卡
調解器	內置 56K V.90 調解器

- 列出在以上表格中所有的輔助存貯器。
- 依照存取速度，為上述所有的記憶體及存貯器容量由小至大排序。
- 雖然用於這個系統的中央處理器是當時最快速的，但是整個系統的表现並不令人滿意，尤其硬碟的數據存取非常頻繁。建議改善系統性能一個有效的方法。