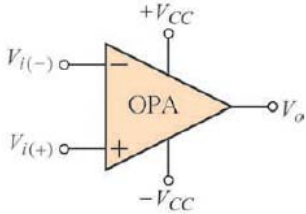
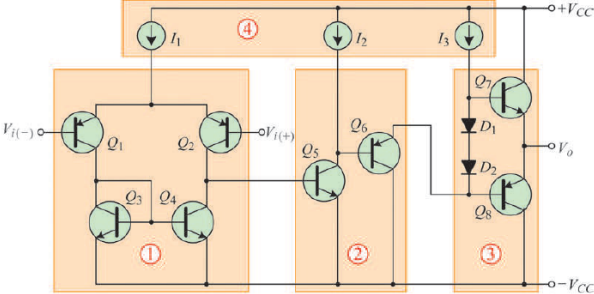
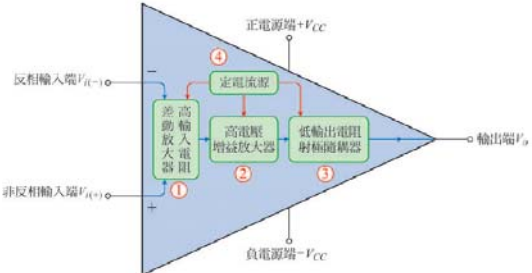


高職數位教材發展與推廣計畫－電子科單元教案設計表

單元編號	10-1-1	單元名稱	理想運算放大器簡介
對應之課綱	理想運算放大器簡介		預計本單元總教學時間 50 分鐘（約 30-50 分鐘）
教學 目 標	單元目標	<p>1.學習目標：</p> <p>(1)瞭解運算放大器的基本應用範疇。</p> <p>(2)認識運算放大器電路符號、結構方塊圖、內部組成電路圖。</p> <p>(3)瞭解「差模信號」與「共模信號」的內涵，並瞭解輸入信號如何以「差模信號」與「共模信號」表示。</p> <p>(4)瞭解運算放大器的訊號輸入模式。</p> <p>(5)瞭解理想運算放大器具備的理想特性參數以及實際 IC 接腳配置圖、電路符號、以及內部等效電路模型之間的對應關係。</p> <p>2.課程內容：</p> <p>(1)說明運算放大器的基本應用方式引起學生動機。</p> <p>(2)說明運算放大器電路符號、組成結構方塊圖、內部組成電路圖。</p> <p>(3)說明差模信號與共模信號的內涵，並說明 OPA 的輸入信號如何分解為以前述二者表示。</p> <p>(4)說明運算放大器「單端反相輸入」、「單端非反相輸入」、「雙端差模輸入」、「雙端共模輸入」的分別。</p> <p>(5)說明理想運算放大器的實際 IC 接腳配置圖、內部等效電路模型、輸入阻抗、輸入偏壓電流、輸出阻抗、差模增益、共模增益、開迴路電壓增益、共模拒斥比、頻寬等特性參數的意義。</p> <p>(6)透過拚圖遊戲讓同學能正確組合運算放大器的電路符號、結構方塊圖、內部組成電路圖、內部等效電路模型。</p> <p>(7)透過記憶翻牌遊戲讓同學回答常見的運算放大器 IC 編號、信號輸入模式及理想運算放大器各特性參數的意義。</p>	
	具體目標 (例如:能說出、能寫出、能列舉、能運用)	<p>1.能繪製運算放大器電路符號、結構方塊圖、等效電路模型及實際 IC 接腳配置圖。</p> <p>2.能說明差模輸入與共模輸入所代表的意義，並將輸入信號以「差模信號」與「共模信號」表示。</p> <p>3.能列舉並說明運算放大器各類輸入模式並繪製相對應的電路圖。</p> <p>4.能列舉至少 5 種理想運算放大器所具備的基本特性參數並說明其代表的意義。</p> <p>5.能正確完成電路符號與實體 IC 接腳之間的對映。</p>	

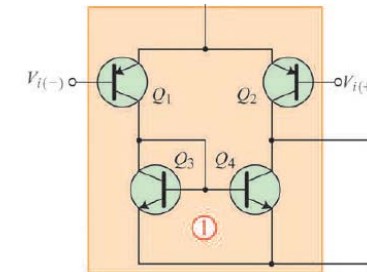
教學活動		教學時間	元件			元件內容說明 (請填入 8-9 個元件)
			編號	類型	時間	
準備活動	<input type="checkbox"/> 引起動機 以動畫方式向學生闡述運算放大器的基本應用功能。	3 分鐘	1.10-1-1-1 運算放大器 基本應用電 路介紹	動畫	1 分鐘	<input type="checkbox"/> 請製作一動畫 動畫內容主要表現下列意涵： <input type="checkbox"/> 請製作下列簡報 (以下文字可由老師搭配當下講解逐字浮現) 運算放大器(Operational Amplifier, OP AMP)： 簡稱 OPA，它是一種多功能直接耦合之積體電路，藉由不同的元件以及接線方式可組成不同功能特性的電路，例如反相放大、非反相放大、加法、減法、積分、微分及比較等功能的電路。 上述文字解釋完後，請於畫面中逐項浮現 OPA 應用電路的示意圖，於各個示意圖中動態顯示輸入與輸出波形，說明 OPA 可組成的應用電路以及各應用電路的特色。

<p>發展活動</p>	<p>▣介紹運算放大器符號、結構、 電路圖</p> <p>由簡報內容配合圖說文字 講解運算放大器電路符號、結構 方塊圖、內部組成電路圖。</p>	<p>7 分鐘</p>	<p>1.10-1-1-2 運算放大器 電路符號、 結構、電路 圖</p>	<p>簡報+圖 說 (2D 動 畫)</p>	<p>1 分鐘</p>	<p>請製作下列簡報</p> <p>一、</p>  <p>(運算放大器標準電路符號)</p> <p>上圖中各端點名稱先不要顯示，可由老師點選 各端點後再逐字浮現，接著再由老師透過點選方式 消除電源端點符號說明 OPA 在電路中常見的簡易畫 法</p> <p>二、</p>  
-------------	--	-------------	---	------------------------------------	-------------	---

(運算放大器結構方塊圖)

老師可點選上圖中 4 個功能方塊此時實際電路圖將同時出現對應方框以說明兩者對應關係，此外再搭配蹦現的圖片以及圖說文字 1、2、3、4 補充說明各功能方塊的實際組成電路及重點。

圖說文字 1：



(高輸入電阻差動放大器電路圖)

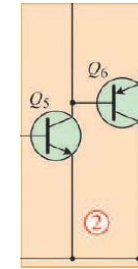
具有兩個輸入信號端的高輸入阻抗差動放大電路：

本電路功能是提供兩輸入信號的差值放大，而高輸入阻抗特性可使本電路不造成前級電路的「負載效應」(負載效應四字可再連結至一說明畫面 1)。

說明畫面 1.

利用圖說方式說明「高」、「低」輸入電阻對前級電路所造成的影響。

圖說文字 2：

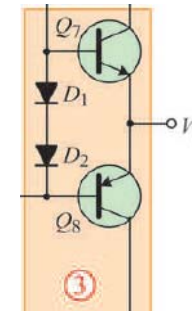


(顯示高電壓增益放大器組成電路圖)

高電壓增益放大電路：

主要提供高電壓增益值，亦即將輸入的訊號電壓做高倍數的放大呈現在輸出端。

圖說文字 3：



(顯示具有低輸出阻抗的射極隨耦器組成電路圖)

具有低輸出電阻的射極隨耦器：

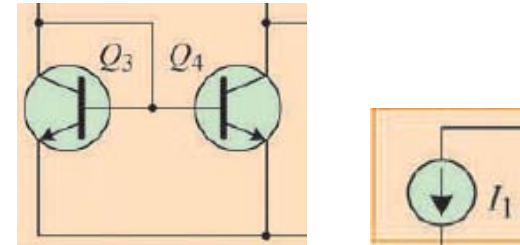
射極隨耦器的功用主要為提供一低輸出電阻，使得運算放大器的輸出端不要對下級電路或負載造成「負載效應」。(負載效應四字可再連結至一說明畫面 2)。

說明畫面 2.

利用圖說方式說明「高」、「低」輸出電阻

對後級電路所造成影響。

圖說文字 4：

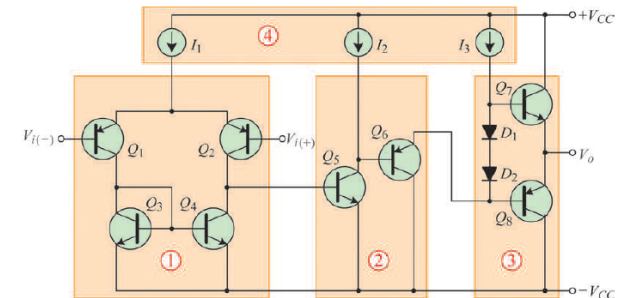


(顯示定電流源組成電路圖及示意圖)

定電流源電路：

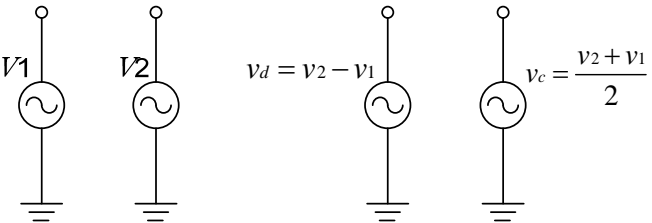
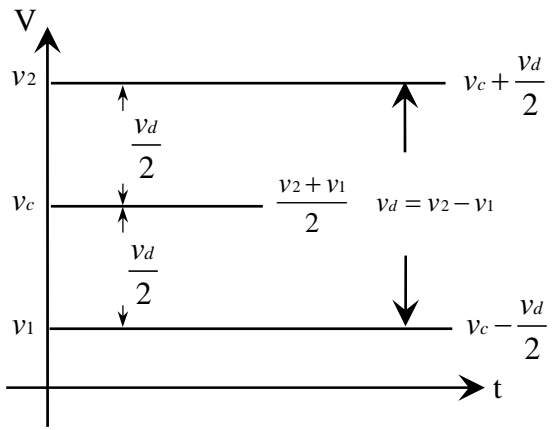
本部份主要功用為提供一穩定的直流電源給上述各部份區塊電路以完成上述各部份的功能及維持各部份的穩定性。

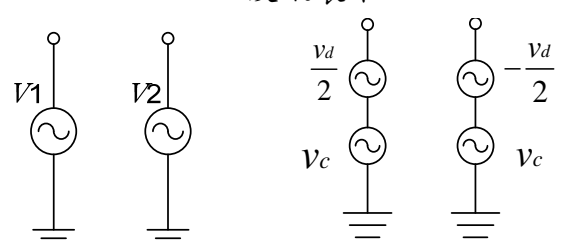
三、總結：

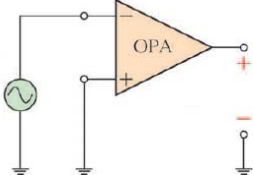
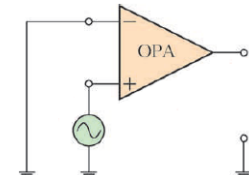


(顯示運算放大器 IC 的內部組成電路圖)

由老師帶領同學看著上圖並詢問同學運算放大器結構方塊圖的功能方塊有哪些？並由同學回答的答案點選上圖，上圖經由老師點選的位置即可顯示該功能區塊的名稱

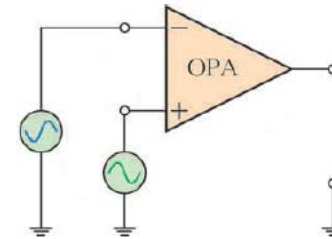
<p>發展活動</p>	<p>▣講解差模、共模信號 由簡報內容配合動畫及圖說文字講解如何將兩輸入訊號轉換為以「差模訊號」、「共模訊號」表示</p>	<p>8 分鐘</p>	<p>1.10-1-1-3 差模、共模信號圖說</p>	<p>簡報+動畫+圖說文字 (2D 動畫)</p>	<p>3 分鐘</p>	<p>📄請製作一簡報 有兩輸入訊號源 V_1 及 V_2，將「差模訊號(V_d)」定義為 $V_d = V_2 - V_1$，「共模訊號(V_c)」定義為 $V_c = \frac{V_2 + V_1}{2}$，而此時 V_2 可表示為 $V_2 = V_c + \frac{V_d}{2}$，$V_1$ 可表示為 $V_1 = V_c - \frac{V_d}{2}$，如動畫說明：</p> <p>🎞請製作一動畫 動畫內容主要表現下列意涵：</p>   <p>上圖中的輸入訊號 V_1 及 V_2 可由使用者利用滑鼠</p>
-------------	---	-------------	---------------------------------	-------------------------------	-------------	--

					<p>拖曳隨意改變大小、而共模訊號 V_c 及差模訊號 V_d 可依 V_1 及 V_2 的數值動態調整位置及顯示數值，藉以說明兩輸入訊號源如何以差模訊號及共模訊號表示。</p> <p>📁圖說文字： 點選 V_d 及 V_c 可利用蹦現圖說文字顯示以下內容 差模訊號(V_d)：指兩輸入信號電壓的差值，常用來表示為 OPA 所需放大的訊號源。 共模訊號(V_c)：指兩輸入信號電壓的平均值，可視為兩輸入信號同時擁有的部份，可來表示 OPA 輸入訊號的為雜訊部份。</p> <p>📁圖說文字： 點選 V_1 及 V_2 可蹦現圖片及圖說文字顯示以下內容 圖片內容即為 V_1 及 V_2 訊號源圖形如何改畫為以 V_d 及 V_c 表示。</p> 	
發展活動	<p>▣講解運算放大器增益型式 由動畫內容說明運算放大器內部兩種增益型式。以及輸出電壓與輸入信號之間的關係。</p>	5 分鐘	1. 10-1-1-4 運算放大器增益與輸入、輸出信號之間的關係	簡報	1 分鐘	<p>📄簡報 請以動態方式逐步顯示以下文字： 運算放大器輸出端與輸入端的關係可描述為：</p> $V_o = A_d \times V_d + A_c \times V_c$ <p>差模增益(A_d)：運算放大器對差值信號放大的能力。</p>

						<p>共模增益(A_c): 運算放大器對共模信號放大的能力。理想運算放大器將差模增益視為極大，而共模增益近似為 0，故理想運算放大器輸入與輸出之間的關係可描述為：</p> $v_o = A_d \times v_d = A_{vo} \times v_d$ <p>請在簡報右下角製做「運算放大器輸入模式」按鈕，點選按鈕後將出現由畫面上方飄入以下 4 個標題。「OPA 單端訊號輸入模式」、「OPA 差模訊號輸入模式」、「OPA 共模訊號輸入模式」、「OPA “差模”與“共模”訊號同時輸入模式」，當點選其中一個標題時，即連結至：10-1-1-5 動畫。</p>
發展活動	<p>▣講解運算放大器增益型式</p> <p>由動畫講解理想運算放大器說明運算放大器「訊號輸入」模式。</p>	7 分鐘	1. 10-1-1-5 運算放大器輸入訊號模式	動畫	3 分鐘	<p>🎥請製作一動畫</p> <p>開始情境為畫面上方顯示「OPA 單端訊號輸入模式」、「OPA 差模訊號輸入模式」、「OPA 共模訊號輸入模式」、「OPA “差模”與“共模”訊號同時輸入模式」四大標題，當點選其中一個標題時，即以動畫呈現下列情境及說明文字：</p> <p>①OPA 單端訊號輸入模式</p> <p>動畫內容主要表現下列意涵：</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>(單端反相輸入模式動畫)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(單端非反相輸入模式動畫)</p> </div> </div> <p>分別由 OPA 反相輸入端與非反相輸入端送入動態正</p>

弦波訊號，並在輸出端出現相對應的動態正弦波訊號，藉以說明輸出訊號與輸入訊號間的關係。

②OPA 差模訊號輸入模式

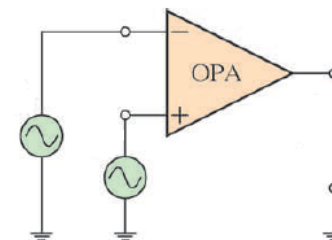


(差模輸入模式動畫)

動畫內容主要表現下列意涵：

將單端輸入模式電路透過動畫特效切換至以差模輸入模式電路表示。藉此說明運算放大器兩輸入端訊號如何轉換為差模訊號表示。且因理想運算放大器的差模增益(A_d)極大，故輸出端應呈現輸入端差值訊號的極高倍數放大後之波形。

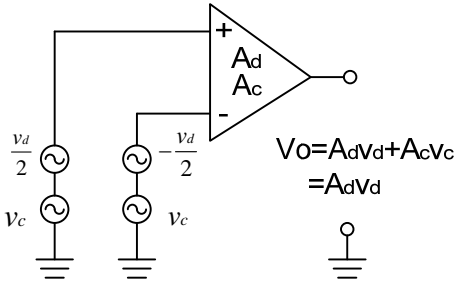
③OPA 共模訊號輸入模式

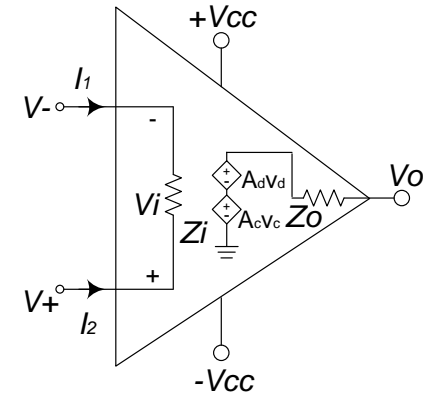


(共模輸入模式動畫)

動畫內容主要表現下列意涵：

將單端輸入模式電路透過動畫切換至以共模輸入模

						<p>式電路表示。藉此說明運算放大器兩輸入端訊號如何轉換為共模訊號表示。且因理想運算放大器的共模增益(A_c)為 0，故此時輸出端應呈現無訊號輸出。</p> <p>④OPA「差模」與「共模」訊號同時輸入模式</p>  <p>(差模及共模訊號同時輸入動畫)</p> <p>動畫內容主要表現下列意涵：</p> <p>將理想運算放大器的輸入端與輸出端的訊號利用重疊定理輔以動畫方式說明差模增益(A_d)與共模增益(A_c)如何放大「差模」訊號與「共模」訊號後呈現在輸出端。</p>
發展活動	<p>▣講解運算放大器增益型式</p> <p>由簡報內容配合動畫講解理想運算放大器的內部等效電路模型、輸入電阻、輸入偏壓電流、輸出電阻、差模增益、共模增益、開迴路電壓增益、共模拒斥比、頻寬等特性參數的意義。並說明實際運算放大器 IC 接腳與電路符號、等效電路模型之間的對映關係。</p>	10 分鐘	1. 10-1-1-6 OPA 理想特性參數介紹	簡報+圖說 (2D 動畫)	2 分鐘	<p>▣簡報</p> <p>簡報內容主要表現下列意涵：</p>



(顯示運算放大器的電路符號暨等效電路模型)

開始畫面時，在上圖中各端點及各元件名稱不要顯示，而在畫面的頂端顯示本節即將介紹的理想運算放大器的基本特性參數。包含「輸入阻抗」、「輸入偏壓電流」、「輸出阻抗」、「差模增益」、「共模增益」、「開迴路電壓增益」、「共模拒斥比」、「頻寬」等標題。當點選上述標題文字時，即在上圖中對應的位置醒目標示，若點選醒目標示的元件即可以圖說的方式顯示該元件(參數)的說明文字、對應的公式或圖形，其中各參數的說明文字如下：

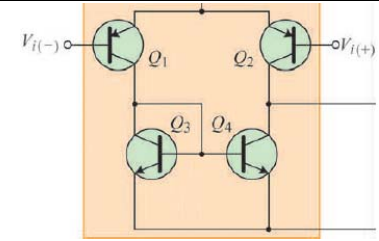
☞圖說文字：

①「輸入阻抗」圖說文字：

理想運算放大器的輸入電阻為無限大，可使理想運算放大器輸入級不會造成信號源或前一級電路的負載效應。

☞圖說文字：

②「輸入偏壓電流」圖說文字：



(輸入端差動放大器電路圖)

點選此一標題時，將在運算放大器電路符號的輸入端動態顯示輸入電流箭頭，並蹦現差動放大器電路圖可說明運算放大器輸入偏壓電流的意義，接著出現圖說文字說明理想運算放大器的輸入偏壓電流可視為 0。

☞圖說文字：

③「輸出阻抗」圖說文字：

理想運算放大器的輸出阻抗為 0，可使理想運算放大器輸出級不會造成負載或下一級電路的負載效應。

☞圖說文字：

④「差模增益」圖說文字：

運算放大器放大差值訊號的能力，當放大器為理想時，差模增益視為無限大。

☞圖說文字：

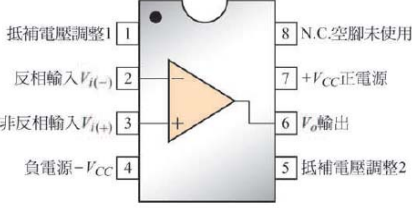
⑤「差模增益」圖說文字：

運算放大器放大共模訊號的能力，當放大器為理想時，共模增益視為 0。

☞圖說文字：

⑥「共模拒斥比」圖說文字：

					$CMRR = \frac{A_d}{A_c}$ <p>浮現上述共模拒斥比數學描述式，從字面意義即可說明本參數為差模放大能力與共模放大能力的比值，共模拒斥比愈大即代表運算放大器對差模訊號的放大能力愈好，對共模信號的排斥能力愈佳，亦即對雜訊的排斥能力愈強，故運算放大器為理想時，共模拒斥比為無限大。</p> <p>☞圖說文字：</p> <p>⑦「開迴路電壓增益」圖說文字：</p> <p>運算放大器的開迴路電壓增益包含了「差模增益」、「共模增益」兩者，當運算放大器為理想時，差模增益為無限大、共模增益為0，故理想運算放大器的開迴路電壓增益即是指差模增益。</p> <p>☞圖說文字：</p> <p>⑧「頻寬」圖說文字：</p> <p>指出運算放大器可正常操作的頻率範圍，當運算放大器為理想時，頻寬為無限大，亦即理想運算放大器輸入任何頻率的訊號都可正常操作。</p> <p>📄簡報</p> <p>簡報內容主要表現下列意涵：</p>
--	--	--	--	--	---

						 <p>(顯示運算放大器的 IC 接腳配置圖、電路符號、等效電路模型)</p> <p>開始畫面時，在畫面頂端顯示「IC 接腳配置圖」、「運算放大器的電路符號」、「等效電路模型」、「圖形結合」等標題。當點選上述文字時，即於畫面內顯對應圖形。</p> <p>顯示上述各圖時，各端點及各元件名稱先不要顯示，可搭配老師講解再逐一浮現，當點選「圖形結合」標題時，可藉由簡報特效於 IC 接腳配置圖中顯示運算放大器的電路符號暨等效電路模型，以說明各圖間的關聯性，若點選 IC 接腳配置圖的左上角可利用圖片及說明文字蹦現的方式顯示常用運算放大器 IC 編號及實體圖。</p>
綜合活動	<p>▣運算放大器符號、結構方塊、組成電路圖拚圖遊戲。</p> <p>透過『拚圖遊戲』讓同學能正確組合運算放大器的「電路符號」、「結構方塊圖」、「內部等效電路模型」、「反相單端輸入模式」、「非反相單端輸入模式」、「差模輸入模式」、「共模輸入模</p>	5 分鐘	1.10-1-1-7	動畫遊戲 (2D 動畫)	2 分鐘	<p>起始畫面，在畫面右上方顯示(運算放大器「電路符號」、「結構方塊圖」、「內部等效電路模型」、「反相單端輸入模式」、「非反相單端輸入模式」、「差模輸入模式」、「共模輸入模式」等標題)，當點選其中一標題時，先在畫面中顯示正確的圖形 3~5 秒，接著將圖形中的元件及元件名稱拆解散落在畫面中，使用者需將散落的元件及元件名稱組合為正確的圖形再點選「確認」鈕，即可得知作答是否正確。若</p>

	式」及對應的端點名稱。					使用者無法回答，可點選「正確答案」鈕檢視正確答案。當使用者答題正確時將出現如雷般的掌聲，若答題錯誤或無法回答點選「正確答案」鈕時將出現(唉~~唉~~)嘆息聲。 上述各圖將與多媒體設計者商討如何繪製並以互動式方式呈現。
綜合活動	<input type="checkbox"/> 運算放大器理想特性參數記憶遊戲。 透過記憶翻牌遊戲讓同學記憶本單元的重點。	5 分鐘	1.10-1-1-8	動畫遊戲 (2D 動畫)	2 分鐘	<p>起始畫面，在畫面上方顯示本遊戲提問的問題，問題將提示單選或複選，而在畫面中顯示 6~15 張牌，當中有 1~3 張牌為本題的正確答案。在遊戲提問後攤開 6~15 張牌面 3~5 秒，由同學記憶正確答案的位置，接下來 6~15 張牌面同時蓋牌，再由同學點選本題正確答案所在位置。本遊戲可設定難度，難度愈高，畫面顯示的牌張愈多，增加記憶的困難。以下為本題範例：</p> <p>問題：請說明理想運算放大器有哪些特性參數應為 0？(複選)</p> <p>牌 1：輸入阻抗 牌 2：差模增益 牌 3：輸出阻抗 牌 4：共模增益 牌 5：輸入偏壓電流 牌 6：共模拒斥比 牌 7：頻寬 牌 8：開迴路電壓增益</p>
合計：		50 分鐘		合計：	15 分鐘	8 個元件
可供設計參考資源列表 (請至少填入 2-3 項)						
參考資源(線上資源或參考書籍)		簡 述				
電子學 II 台科大出版		第 10 章 運算放大器		第 1 節理想運算放大器簡介		

徐慶堂等編著		
電子學 II 龍騰文化出版 陳清良編著	第 10 章 運算放大器	第 1 節理想運算放大器簡介
電子學(中) 鼎茂出版 林昀等編著	第 11 章 運算放大器	第 1 節運算放大器基本觀念簡介
電子學(含實習)奪分寶典 II 考用出版股份有限公司 陳俊、林瑜惠、陳以熙編著	第 10 章 運算放大器	重點整理 4 運算放大器的簡介與特性