

科學班甄選目標：

希望做有別於一般學習成效驗收的測驗，可以對科學能力及新事物學習能力作一般性的檢驗。為呼應此目標，以下對甄選題目的設計理念做簡單說明。

物理科

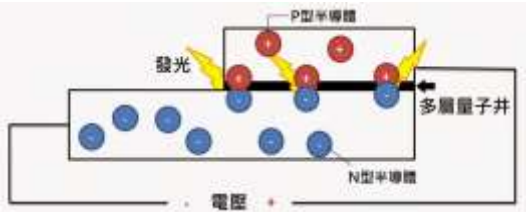
1. 要有快速閱讀消化文章的能力
2. 對單位須有一定程度的了解
3. 由圖形及表格能解讀出所需要的資訊
4. 基本的數學計算能力
5. 對未學習過的內容不能有排斥及畏懼

試題範例：

Micro LED 顯示器

要了解 Micro LED 顯示器，可由 Micro LED 單體的定義來切入，Micro LED 技術將一般毫米（ 10^{-3} m）等級之傳統 LED 尺寸微縮至 100 微米（ 10^{-6} m）以下，透過巨量轉移技術，將成長於磊晶基板之微米等級 RGB 三色 Micro LED 搬運至顯示基板上，矩陣排列 RGB 像素經由定址控制其暗亮程度而達成全彩化，以形成 Micro LED 顯示器，也就是所說是 LED 顯示屏的縮小版。

LED 是一種可以將電能轉化為光能的半導體零件，具備二極體的特性，同時也有點光源與固態光源的特性。發光半導體材料因材料缺陷對光子的逃逸會有不利的影響，故通常利用磊晶法（epitaxy growth）在某些特定的基材（substrate）上，製造低缺陷密度的單晶材料，再將其製作成 LED 的晶粒。最簡單的 LED 結構具有一 P 型半導體層、一 N 型半導體層及一主動層（active layer）或又稱載子複合區，載子複合區通常被製作成多層量子井結構。我們在 N 型半導體的一端施以電子，P 型半導體的一端施以電洞，當電流通過 LED 內部時，電子與電洞會在載子複合區相結合，當電子從高能階的傳導掉落至低能階的價帶時，能量便以光的形式釋放出來，這就是 LED 固態照明的基礎發光原理。而且已知能量越大的光，發光波長越短；能量越小的光，發光波長越長。因此要發出不同顏色的光需要有不同的能隙的化合物半導體，一般而言，不同元素組成的化合物或者是組成元素的比例不同，會使得半導體的能隙改變。因此採用不同的材料組合就可以產生不同色光。



磊晶法	LED基板	發光層	顏色	波長(nm)	光度(mcd)
LPE	GaP	GaP	紅光	700	40
			黃綠光	570	250
			綠光	565	200
LPE(SH)	GaAs	AlGaAs	紅光	660	50
LPE(DH)	AlGaAs	AlGaAs	紅光	660	5000
VPE	SiC	SiC	藍光	470	30
VPE+擴散	GaP	GaAsP	紅光	650	100
			橙光	630	300
	GaAs	GaAsP	黃光	590	200
			紅光	660	20
MBE	GaAs	ZnCdSe	綠光	512	4000
MOVPE	GaAs	AlGaInP	紅光	635-644	6000
			紅橙光	612-615	7000
			黃光	590	8000
			黃綠光	570	8000
	Sapphire	GaP	綠光	525	9000
	Sapphire	GaN	藍綠光	505	8000
	Sapphire	GaN	藍光	470	8000
	SiC	GaN	藍綠光	505	6000
	SiC	GaN	藍光	470	6000
	GaAs	ZnCdSe	藍綠光	500	2000

▲ LED 結構

▲不同顏色發光二極體和對應的半導體材料及成長方式

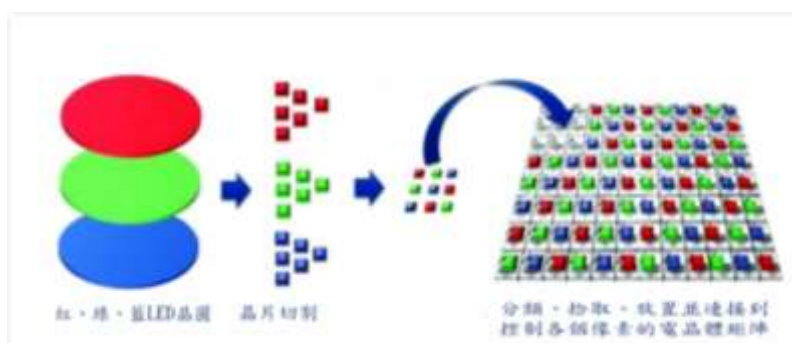
「單晶(Single crystal)」是指原子排列很整齊，單晶薄膜稱為「磊晶(Epitaxy)」，必須在非常嚴格的條件下才能成長出來。目前商業上是先成長晶棒，切割成晶圓，再使用「有機金屬化學氣相沉積(MOCVD：Metal Organic Chemical Vapor Deposition)」成長不同材料的磊晶（單晶薄膜），磊晶厚度通常在 10 微米（ μm ）以下，並且在磊晶上製作發光二極體元件結構，最後再切割成一顆顆的「晶粒(Die)」，由於薄膜厚度太薄本

身沒有機械強度，因此必須成長在有機械強度的基板表面才行，晶圓就是用來支撐薄膜的基板，其中銻化鋁（AlSb）、磷化鋁（AlP）使用砷化鎵晶圓，氮化鎵（GaN）使用藍寶石晶圓，由於發光二極體元件結構是製作在磊晶（單晶薄膜）上，單晶的原子排列很整齊，因此材料的導電性高、耗電量低、發光效率佳，這也是其他新型顯示器比不上的。

Micro LED 相較於 LCD 與 OLED 具有優越的特性，可以先從結構來說明，LCD 由於本身非自發光，需要背光模組作為光源，且液晶分子需要偏光片與彩色濾光片的搭配，以作為光偏振控制明亮程度與彩色化之手段，故具有較複雜且厚重之構造；OLED 具有像素自發光特性，可以省去 TFT LCD 的背光模組，然而其有機發光材料對於濕氣敏感，故需要上下基板形成彌封結構以增強其對環境之耐候性；Micro LED 以無機 LED 作為像素，並無 OLED 的封裝問題，相較之下，Micro LED 的組成最簡單，可以做出最輕薄的結構；而傳統 LED 在 TFT LCD 顯示器中作為背光源的角色，當演進至 Micro LED 顯示器，Micro LED 則直接作為發光像素。

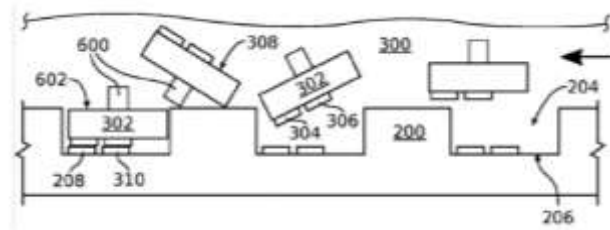
Micro LED 優點表現的很明顯，它繼承了無機 LED 的高效率、高亮度、高可靠度及反應時間快等特點，除此之外，Micro LED 還有一大特性就是解析度超高。因為超微小，表現的解析度特別高；而相比 OLED，其色彩更容易準確的調試，有更長的發光壽命和更高的亮度以及具有較佳的材料穩定性、壽命長、無影像烙印等優點。故為 OLED 之後另一具輕薄及省電優勢的顯示技術，其與 OLED 共通性在於亦需以 TFT 背板驅動，所以 TFT 技術等級為 IGZO、LTPS、Oxide。

但要製作成 Micro LED 需要考量材料的晶格匹配與基板尺寸的差異，在磊晶製程完成後，必須要進行 Micro LED 薄膜轉移製程，將數以百萬計微米等級的 Micro LED 轉移至顯示基板，如下圖，稱為巨量移轉技術；若轉移製程無法有效地在合理時間完成，則無法量產，而在拾取與放置所要求的單次轉移數量與高精密度，並未見於現行的量產技術，因此在開發 Micro LED 顯示器所面臨的第一個關鍵挑戰就是巨量轉移，目標是希望能在合理的時間內將數百萬至數千萬顆微米等級的 Micro LED 由磊晶基板精確無誤地轉移至顯示基板。



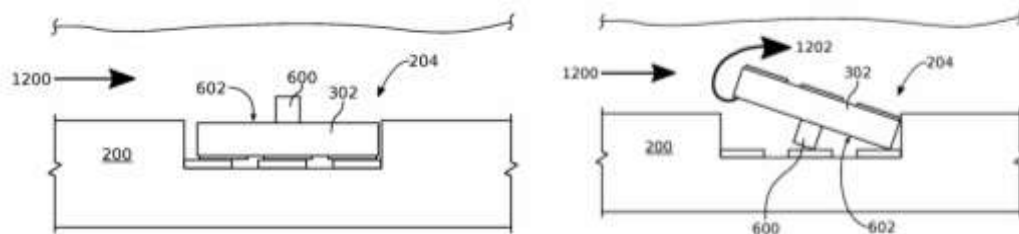
▲進行三色 RGB Micro LED 轉移示意圖

而其中一種巨量移轉技術為液體組裝，液體組裝的目標是以低成本、高產量方法將 Micro LED 精確定位於顯示基板上，申請 Micro LED 液體組裝相關專利主要申請人為夏普（SHARP）與 eLux，由下圖為例說明液體組裝，液體懸浮液 300 沿著箭頭所指方向流動，期望 Micro LED 302 能落入基板 200 上的孔洞 204，Micro LED 302 上的電接點 304、306 也要能正確的與孔中的電介面 208、310 形成電連接。



▲進行流體組裝之示意圖

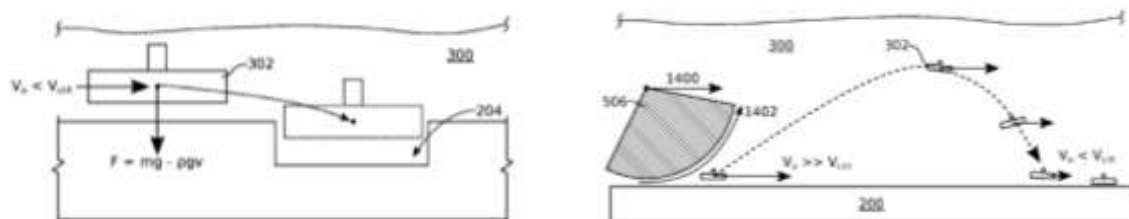
在流體組裝中之 Micro LED 302 必須以正確面向嵌入基板，如下圖所示，Micro LED 302 具有柱狀體 600，由流體 1200 所引起的拖曳力對於 Micro LED 302 有非對稱性的影響，下圖左方為捕獲狀態，已經被捕獲的 Micro LED，不會從孔洞中移開；而圖右方為錯位狀態，錯位的 Micro LED 則會從孔洞中移開，沿箭頭所示方向翻轉，並隨著流體流向下方的孔洞 204 以利於再次被捕獲。



▲Micro LED 於流體組裝中的兩種狀態—捕獲與錯位

Micro LED 初始速度 V_0 必須小於或等於臨界捕獲速度 V_{crit} ，以使 Micro LED 302 移動地夠慢以被捕獲於井 204 中。確定捕獲的關鍵是在井側壁和 Micro LED 之間是否提供阻止力。用於流體組裝分配 Micro LED 之輔助機構作用於懸浮液中的 Micro LED 或者是發射基板的頂表面，以刷子輔助機構為例，在平移時，旋轉刷子上推將迫使 Micro LED 穿過基板表面，並以明顯大於 V_{crit} 之 V_0 行進，經由懸浮液阻力的作用下，Micro LED 減速並且穩定小於 V_{crit} ，並且於再次沉降於基板表面前會離開刷子一段距離，而這種沉降有利於將 Micro LED 組裝到井中。

流體組裝雖然有極大的發展潛力，但仍有許多問題待解決，例如：在 Micro LED 與孔洞之間具有公差下，如何確保電連接，諸多製程中的控制參數與變因仍待釐清與整理；此外，在進行流體組裝時，雖然不似一般巨量轉移之拾取與放置製程需要較多的轉移時間與精密的機械介入，然而在進行流體組裝之前置階段，須進行多道製程將 Micro LED 形成具有柱狀體之碟型晶粒，且後續要進行替換與修補製程時，依然需要高精密設備的介入，方能有穩定的產出與良率。



▲Micro LED 初始速度與臨界捕獲速度之關係 ▲利用刷子上推與懸浮液阻力創造有利於組裝之沉降

問題：

1. 透過文章描述 Micro LED 與傳統 LED 的體積比例約為？

- (A) 10%
- (B) 1%
- (C) 0.1%
- (D) 0.01%
- (E) 0.001%

2. 若要製作 LED 顯示器，可利用紅、綠、藍三種 LED 混合成白光，一般是紅綠藍三基色按亮度比例混合而成，當光線中綠色的亮度為 69%，紅色的亮度為 21%，藍色的亮度為 10% 時，混色後人眼感覺到的是純白色，依據文章何種 LED 組合是最接近白色？

以下 LED 材料組合為：基板-發光層(磊晶法)

- (A) Sapphir- GaN(MOVPE)、GaP-GaP(LPE)、GaAs- AlGaAs(LPE(SH))
- (B) SiC-GaN(MOVPE)、GaAs-ZnCdSe(MBE)、GaAs- AlGaAs(LPE(SH))
- (C) SiC-GaN(MOVPE)、Sapphir-GaP(MOVPE)、AlGaAs- AlGaAs(LPE(DH))
- (D) GaAs-ZnCdSe(MOVPE)、SiC-GaN(MOVPE)、GaAs- AlGaInP(MOVPE)
- (E) GaAs-ZnCdSe(MOVPE)、Sapphir-GaP(MOVPE)、AlGaAs- AlGaAs(LPE(DH))

3. 依據文章分析顯示器 LCD、OLED、Micro LED 效能整理成下表，請問下列效能指標錯誤？(其中○：較佳、△：中等、X：較差)(應選兩項)

顯示器	LCD	OLED	Micro LED
亮度	X	△	○
能耗	X	△	○
解析度	X	○	○
反應速度	△	△	○
使用壽命	X	○	○

4. 有關巨量移轉技術為技流體組裝相關描述，下列何者敘述正確？(應選三項)

- (A) 流體自組裝可以簡單、價格低廉的設備完成奈米等級定位。
- (B) 流體自組裝可以回收元件再次組裝。
- (C) 為使 Micro LED 可以在懸浮液中流動，元件形狀最好設計流線型。
- (D) 懸浮液中的 Micro LED 透過旋轉刷子作用，並在重力的作用下減速並小於 V_{crit} 達成元件組裝。
- (E) 流體組裝技術，則能加速轉移速度，但良率仍有待加強，因為晶片可能在過程中遭到損壞。

5. 螢幕解析度 1024×768 個像素，代表「螢幕橫向（X 軸）解析度為：1024 個像素 / 螢幕長，螢幕直向（Y 軸）解析度為：768 像素 / 螢幕寬」。根據 eLux 公開的資料顯示，流體組裝方面，目前其技術約可達到每秒完成 500 顆以上的 Micro LED 組裝，以 Apple Watch 4 的顯示面板推估，最大的錶面尺寸為 1.8 吋左右，解析度為 384×480，則每組裝一個 Apple Watch 4 顯示面板最多需要多少分鐘？

- (A) 2
- (B) 4
- (C) 6
- (D) 8
- (E) 10

化學科

題目的主體結構是連結國中基本化學能力，再提供相關參考資料讓學生閱讀，學生要有閱讀分析理解及應用的高層次能力，才能在短時間內找到解題方式，很多解題線索都在題幹中可以找到引導。

此外可能還有相關的延伸概念，例如：化學反應速率在國中只有定性的探討，若要做定量計算，學生必須從題幹中相關資料理解化學反應速率的計算方式，並延伸應用去計算反應速率的問題。

綜合來說先備知識上只要具有國中基本能力即可，更重要的是分析應用的能力。

試題範例：

一般水質檢測，其中有一項可以利用水中的溶氧量(DO 值)，來檢測其水質的優劣，室溫下一般標準如下表：

水質/項目	未(稍)受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
溶氧量(DO)mg/L	$DO \geq 6.5$	$6.5 > DO \geq 4.6$	$4.5 \geq DO \geq 2.0$	$DO < 2.0$

今天我們可以利用市售試劑，其中一共有 1、2、3、4 號四瓶試劑，利用氧化還原滴定的原理，做水中的溶氧量檢測：

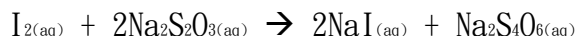
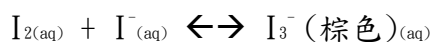
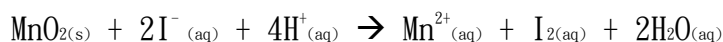


檢測步驟大致如下：

1. 用提供的樣品瓶取水樣 10~15mL。依序加入 1、2 號試劑各加 5 滴於水樣中，會有淡褐色沉澱產生。
2. 再輕輕追加水樣至剛好滿杯，蓋好杯蓋防止水樣再接觸空氣(氧氣)。
3. 靜置使沉澱物下降，約 10 分鐘後打開杯蓋，以滴管吸取上層溶液(勿吸取沉澱)，使總體積剩下約 10~15mL。
4. 再加入 3 號試劑 5 滴，搖晃使沉澱物完全溶解，變成棕色溶液。
5. 慢慢滴加 4 號試劑，直到水由棕色變成無色時，停止添加並記下總共滴數。
最後 4 號試劑每消耗一滴相當於溶氧 0.5ppm 之濃度，例如 4 號試劑滴加共 14 滴，則溶氧量為： $0.5 \times 14 = 7\text{ppm}$ 。

根據上述的檢測步驟請回答下列問題

1. 有關溶氧測試劑的相關方程式



在實驗操作過程中，加入第 3 瓶試劑，滴入後淡褐色沉澱反應成棕色溶液，則推測其中所含的化學藥品為何？

- (1) MnSO_4 (2) $\text{NaOH} + \text{KI}$ (3) I_2 (4) H_2SO_4 (5) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

答案：24

2. 利用上列方程式推出 O_2 及 $Na_2S_2O_3$ 的莫耳數比為若干? ②⑤:②⑥

3. 某生利用此試劑檢測了兩種水樣，得到結果如下表:

	4 號試劑 (滴)	DO 值(ppm)	水質優劣
自來水	16		
校園池塘水	10		

有關這兩種水樣的敘述，哪一項正確?

- (1)自來水的溶氧量為 16ppm
- (2)校園池塘水的溶氧量為 5ppm
- (3)自來水的水質溶氧量屬於輕度汙染
- (4) 校園池塘水的水質溶氧量屬於未(稍)受污染
- (5)兩個水樣的水質溶氧量屬於中度污染

答案: ②⑦

試題解析

- 1. 提供圖表資訊跟實驗內容過程，考核學生從實驗資料及數據去做分析的能力
- 2. 化學反應計量是化的基礎，此題利用簡單的化學方程式讓學生做簡單的推理及計算
- 3. 考驗學生從化學反應式中的顏色變化來分析反應試劑的能力
- 4. 最後一小題的問答為延伸應用，延伸前兩小題的結論結合題幹資訊來做邏輯推理判斷

數學科

數學科能力檢定，其目的不僅是檢驗同學的國中數學精熟程度，更在於預測同學未來的學習潛力。

一份好的題目，類型通常涵蓋幾何、代數、數論、數列級數、…等等國中所學的領域外，難易度也同時要達到容易與困難的題目兼俱，並且避開超修的知識，以測出同學的潛力及未來學習成就為主要目的。

試題範例：

以 109 學年度的填充 E 為例：

E. 在坐標平面上， O 為原點。對任意點 $P(a, b)$ ，將新的 x 坐標定為 $a-b$ ，新的 y 坐標定為 $a+b$ ，得到新的點 $P'(a-b, a+b)$ ，稱為「將點 P 經變換 T 映射到 P' 」。例如點 $P(2, 1)$ 經變換 T 會映射到點 $P'(1, 3)$ 。設點 P_0 坐標為 $(1, 0)$ ，若將點 P_{k-1} 經變換 T 映射到 P_k ，對所有正整數 k 恆成立，試求

$$\overline{OP_0} + \overline{OP_2} + \overline{OP_4} + \overline{OP_6} + \overline{OP_8} + \overline{OP_{10}} = \text{之值為 } \underline{\textcircled{13}\textcircled{14}}。$$

首先同學要有閱讀理解數學語言的能力，這邊介紹了一個新的名詞：變換。它的作用是將一個點經過某些運算移動到另一個位置，其實這樣的概念與函數相同。例如 $f(x) = 2x + 1$ ，其代入的值為一個實數，代入後會得到另一個實數，我們用 1 代入會得到 3，再用 3 代入會得到 5，…依此類推，在這裡的變換 T 代入與得到的都是點。

在知道了變換 T 的意義後，接下來要做的事情是觀察與找出規律，這是學習數學的第一步（第二步是用嚴謹的方式證明這樣的規律是正確的）。我們用 $P_0(1, 0)$ 去得到下面的點：

$$P_0(1, 0) \rightarrow P_1(1, 1) \rightarrow P_2(0, 2) \rightarrow P_3(-2, 2) \rightarrow P_4(-4, 0) \rightarrow P_5(-4, -4) \\ \rightarrow P_6(0, -8) \rightarrow P_7(8, -8) \rightarrow P_8(16, 0) \rightarrow P_9(16, 16) \rightarrow P_{10}(0, 32)$$

如此一來，將下標為偶數的點對原點取距離相加，就能得到 $1+2+4+8+\cdots+32=63$ 。

更進一步，如果我們將每個點畫在坐標平面上並且與原點 O 相連，就能發現更重要的規律：變換 T 以原點為中心將點逆時鐘旋轉 45 度後，再將此點與原點的距離拉開為原本的根號 2 倍（未來我們稱之為伸縮）。在這邊，我們不需要超修到高中的線性變換（即使同學超修了，如果不能融會貫通，也是無法查覺此題的規律），但是能由理解題目的數學語言，再發現規律，而高中會更進一步，去證實這些發現是正確或是存在例外的。

除了觀察力之外，數學也重視各種猜測是否正確。在國中的數學問題中，解題往往答案是單一性的，過程是直線性的。但現實往往是複雜的，有各種可能性要一一去設想檢視。

以 109 學年度的填充 I 為例：

I. 有一筆數值資料：「28, 20, 20, 23, 20, 22, x 」，計算此 7 個數字的算數平均數為 a ，中位數為 b ，眾數為 c 。若 a 、 b 、 c 三數經重新排列後可成為等差數列，試求所有可能的 x 值之總和為 21 22。

首先我們盡可能將數字排好順序：20, 20, 20, 22, 23, 28, x ，為方便起見，我們將所有數字減去 20，設 $y=x-20$ ，得到：0, 0, 0, 2, 3, 8, y 。很明顯眾數一定為 0，平均數為 $(13+y)/7$ ，而 y 所在的位置會影響中位數，我們列出 3 種可能：

(1) 當 $y \leq 0$ 時，依序為 $y, 0, 0, 0, \dots$ ，中位數為 0，而眾數為 0，故平均數必為 0，得到 $y=-13$ ，即 $x=7$ 。

(2) 當 $0 < y < 2$ 時，依序為 0, 0, 0, y, \dots ，中位數為 y ，而眾數為 0，平均數與中位數皆為正數，必有其一數為另一數之兩倍，我們將兩種可能都試試看，會得到只有 $y=1$ 是合理的，即 $x=21$ 。

(3) 當 $y \geq 2$ 時，依序為 0, 0, 0, 2, \dots ，中位數為 2，而眾數為 0，而平均數 $(13+y)/7$ 會大於 $15/7$ ，亦大於 2，故平均數必為 4， $y=15$ ，即 $x=35$ 。

綜合以上的討論，我們得到答案為 63。首先同學當然必須先從國中數學的內容學習到平均數、中位數、眾數、等差數列的概念，但這樣的問題更著眼在如何去考慮各種情況，以及每種情況是否合理。例如討論(2)，當 $y, 0, (13+y)/7$ 三數重新排列後成等差數列時，我們會有 6 種不同的順序，但是再由 $0 < y < 2$ 這個條件，會只有 6 個之中只有 0, $y, (13+y)/7$ 或 0, $(13+y)/7, y$ 是可能的，但不一定都是合理的。所以我們必須兩個都檢驗看看才能知道哪些是合理的，或是哪些是不合理的。