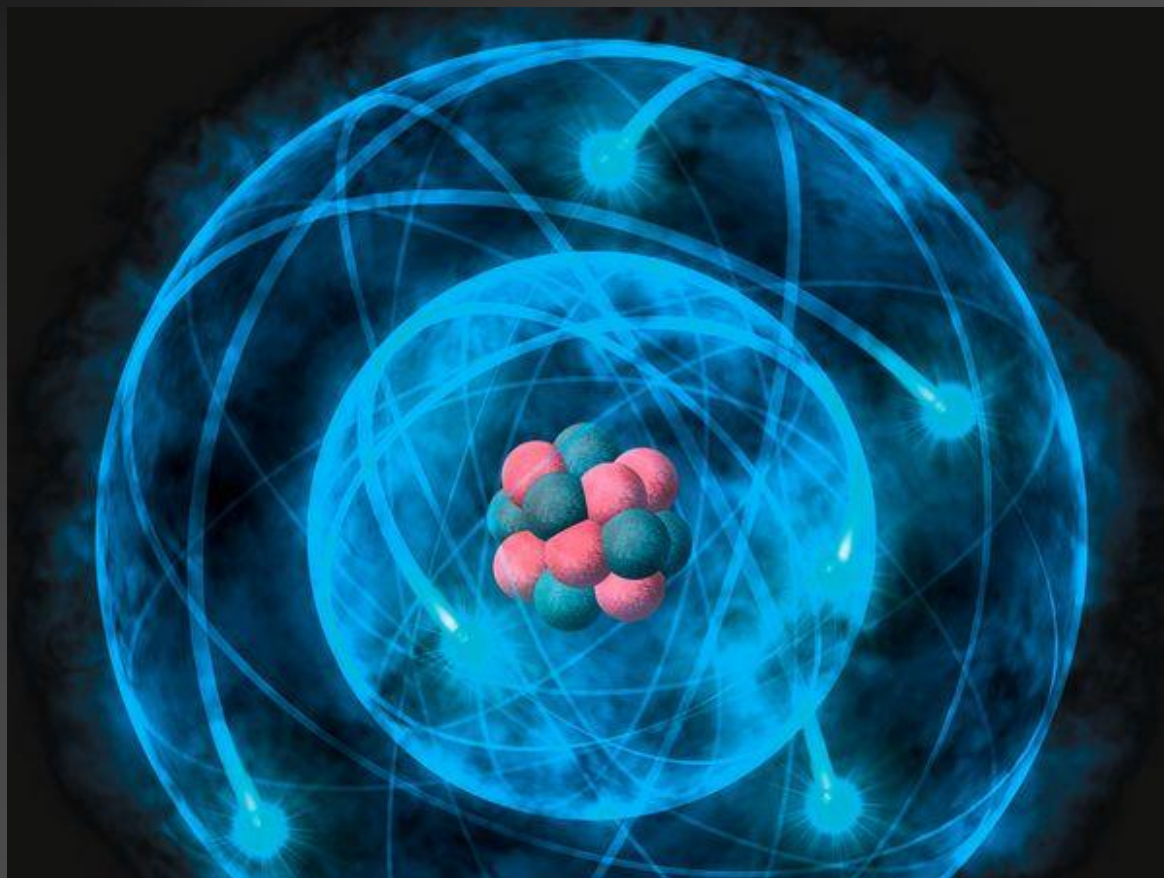




香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk



香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

- 設有理論及實務兩部份。
- 完成課程後，學員將可以認識到相關電子的工作原理及能掌握一些基本的實務操作。
- 成功完成課程者可獲香港汽車維修僱員總會頒發證書一張。
- 電子理論課內容包括：
 - 基本電子概念：原子結構、導體、半導體...；
 - 常用電子零件介紹：電阻、電容、線圈、晶體管...；
 - 各類線路的基礎：放大、廣播、邏輯、保安、數碼...；
- 維修實務知識及練習

講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

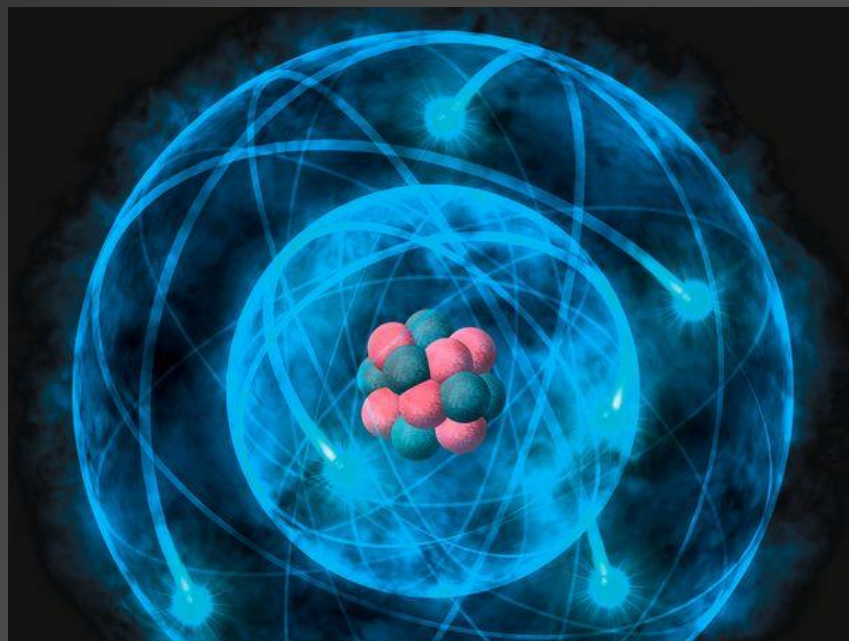


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

電子基本概念：原子

- 原子是構成物質的最基本單位；
- 不能獨立存在；
- 中心為原子核；
- 外圍是高速環繞飛行的電子層。



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk



香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

電子基本概念：原子

- 原子是構成物質的最基本單位；
- 不能獨立存在；
- 中心為原子核；
- 外圍是高速環繞飛行的電子層。



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk



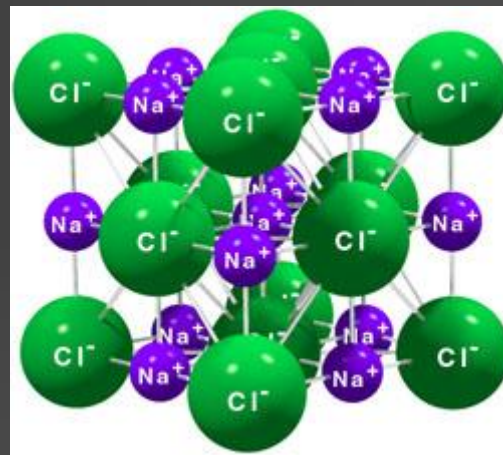
香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

電子基本概念：分子

- 分子由原子構成；
- 可以獨立存在；
- 保持純物質的化學特性的最小粒子；

食鹽的分子結構模型



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

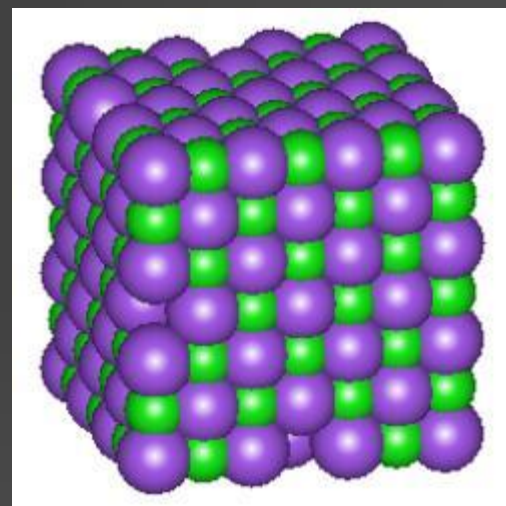


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

電子基本概念：物質

- 單一分子內眼難見；
- 無數各式各樣的分子組合成物質，例如：膠、銅、鐵...等。



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

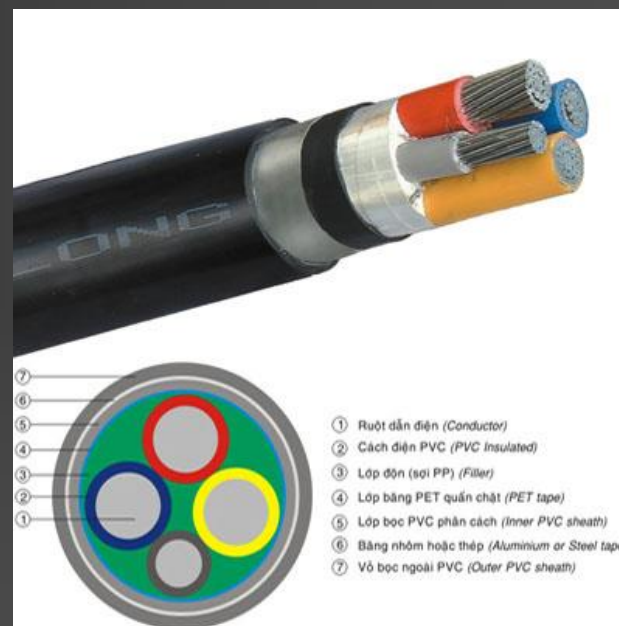


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

電子基本概念：材料

- 利用這些物質如：膠、銅、鐵...等。
- 這些物質就是構成各種各樣物件的材料。



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

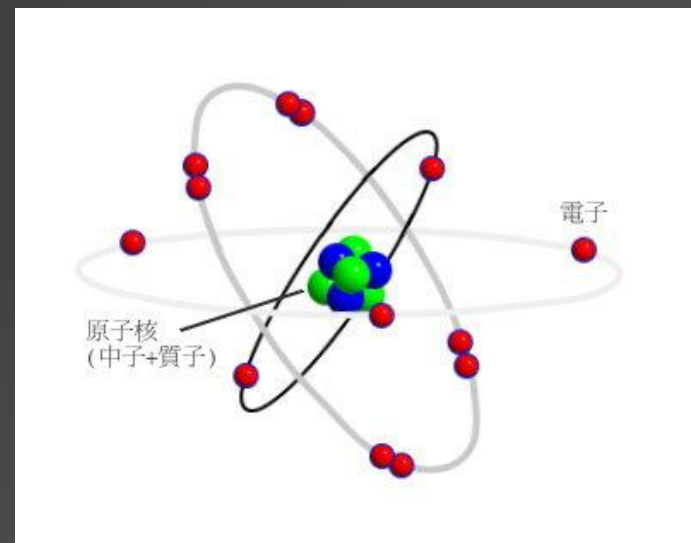


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

材料為何會導電：

- 電子按特定的層軌排列，每層軌都有特定的電子數量。
- 當最低層的電子填滿後才跳高一層；
- 最外層未填滿的電子數目稱為價電子；它受原子核吸力最小，可以逃脫到相鄰的原子去，產生導電能力。



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

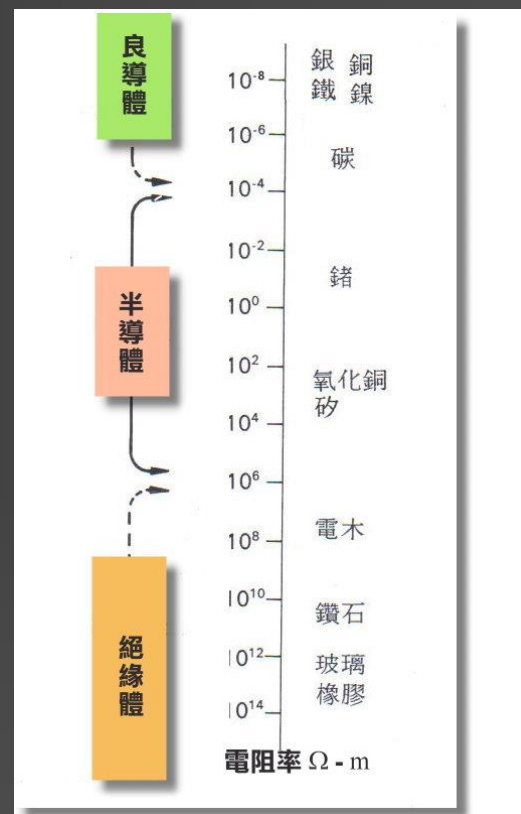


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

材料的導電性：

- 所有材料都有程度不同的導電性(電阻率)
- 導電性強(電阻率低)的叫良導體或導體
- 導電性能弱(電阻率高)的稱為不良導體或絕緣體
- 介乎中間的就是半導體



講者：黎志華

電郵：info@Vrunion.hk

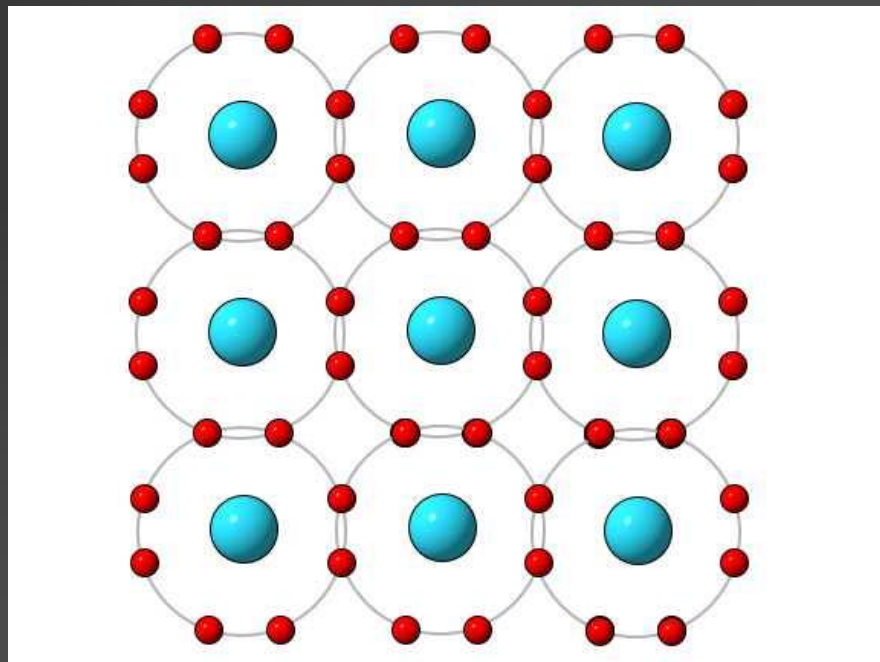


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

不良導體 (絕緣體)

- 絕緣體的價電子已經全部填滿；
- 原子核內質子的數量和電子相若，故此吸力很強；
- 電子所受束縛很大，在很大的電壓下仍不能游離；



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

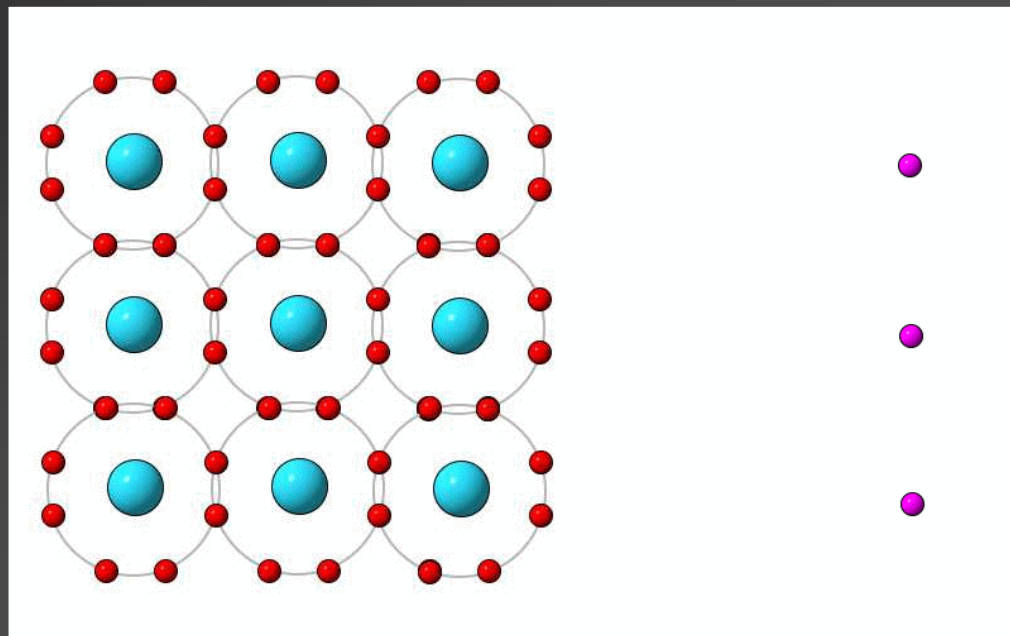


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

不良導體 (絕緣體)

- 絕緣體的價電子已經全部填滿；
- 原子核內質子的數量和電子相若，故此吸力很強；
- 電子所受束縛很大，在很大的電壓下仍不能游離；



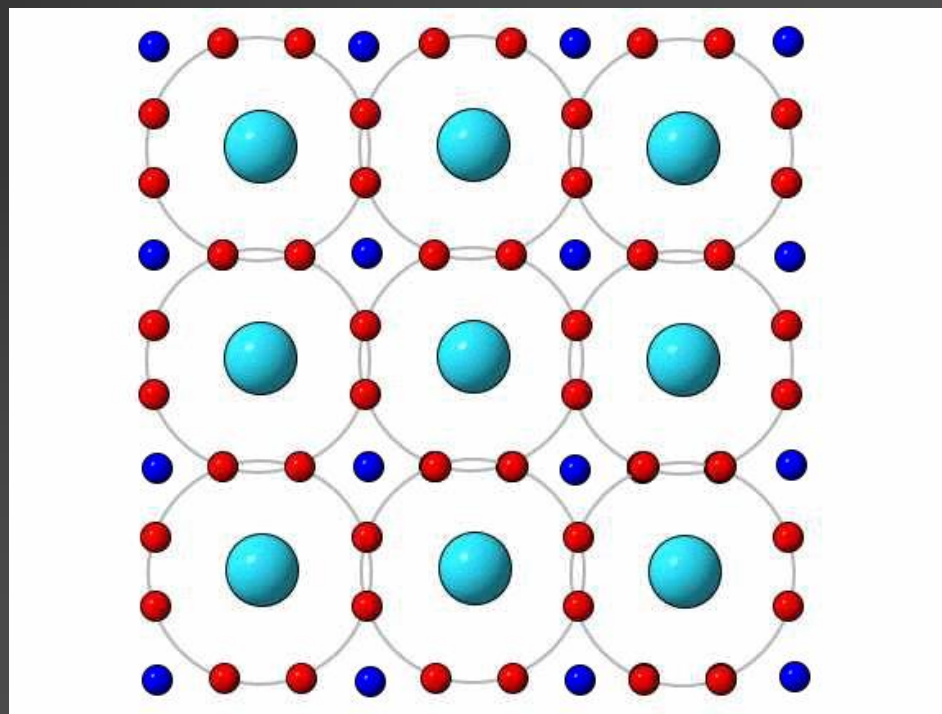


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

導電體：

- 導電原子有多餘的價電子不受束縛；
- 電子很不穩定，經常在游離狀態；
- 一旦有電壓時立即進入到隔鄰的原子去形成電流；



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

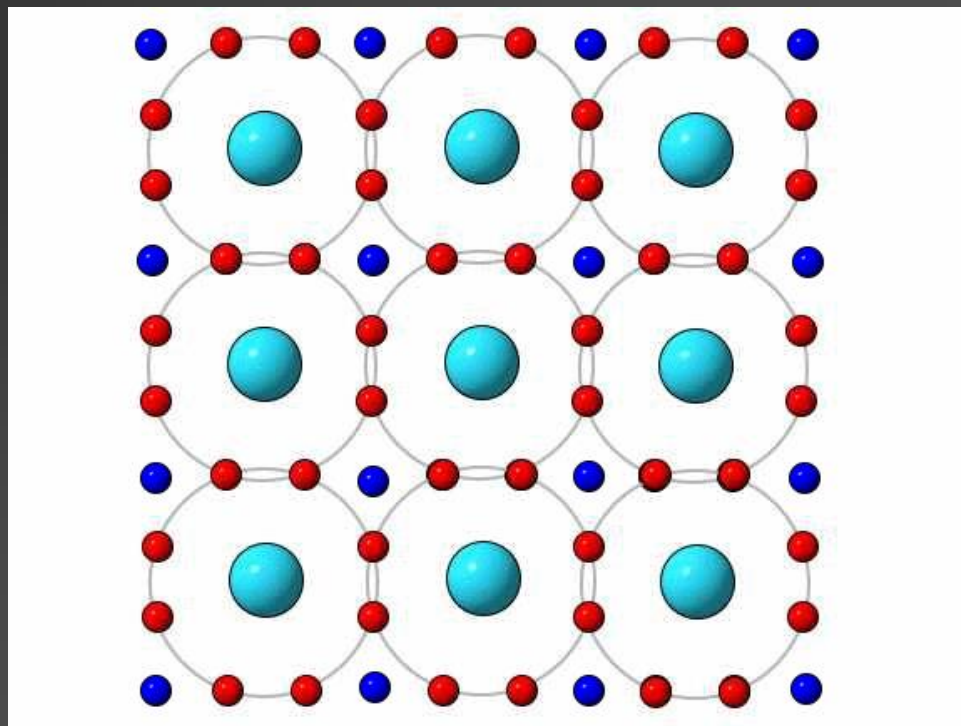


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

導電體：

- 導電原子有多餘的價電子不受束縛；
- 電子很不穩定，經常在游離狀態；
- 一旦有電壓時立即進入到隔隣的原子去形成電流；



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

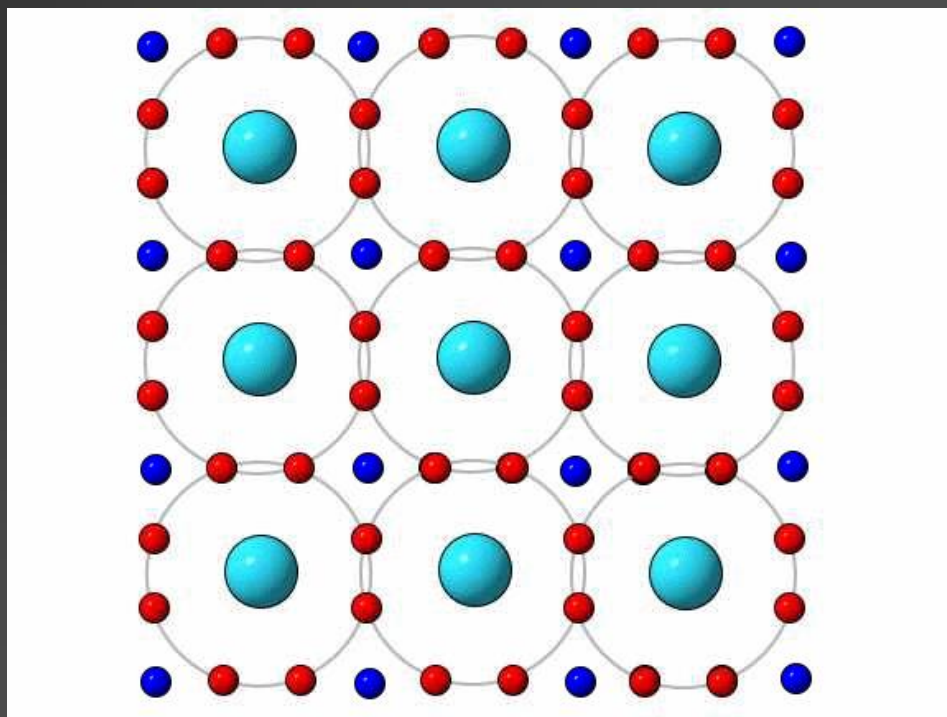


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

導體：

- 導電原子有多餘的價電子不受束縛；
- 電子很不穩定，經常在游離狀態；
- 一旦有電壓時立即進入到隔鄰的原子去形成電流；



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

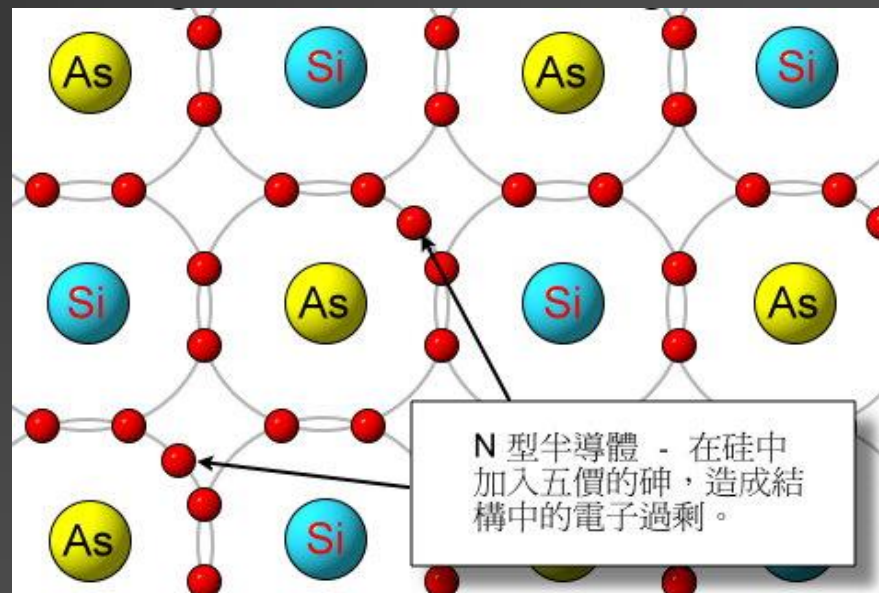


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

半導體：P 型 / N 型

- 在原來不大導電的物質加進雜質改變其導電性能；
- N 型半導體在四價的硅加入五價的砷，有過剩的電子，導電機制與導體類似。



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

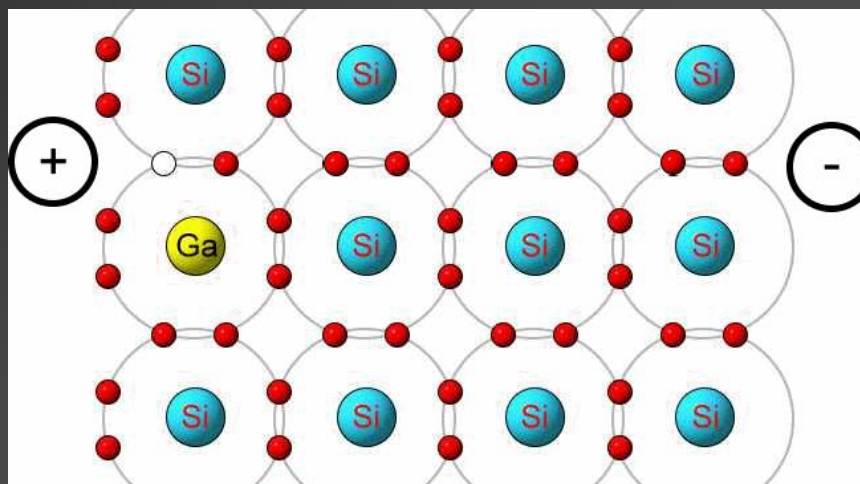


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

半導體：P 型 / N 型

- P 型半導在四價的硅加入三價的鍺，電子不足形成空穴；
- 空穴流動方向電子流相反。



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

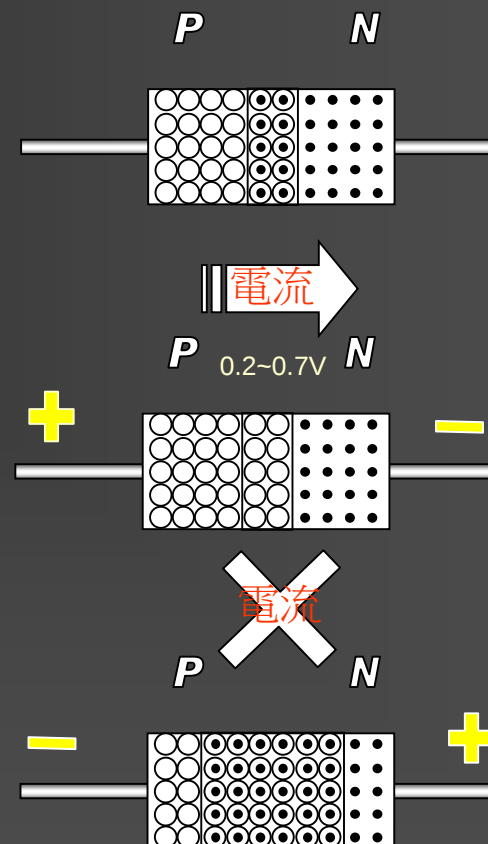


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

整流(二極管)：

- PN 物質的接點會形成耗完層；
- 正向只需很低偏壓即可克服耗完層通電
- 反向偏壓令耗完層擴展不能通電



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

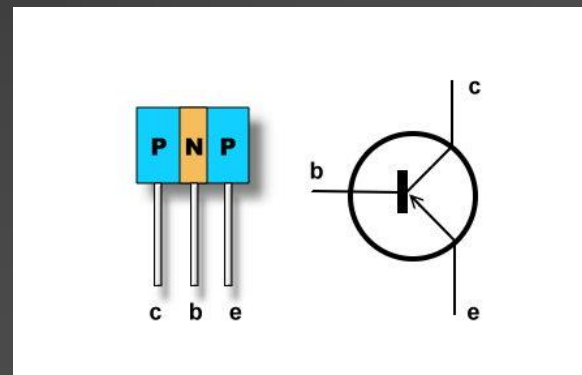
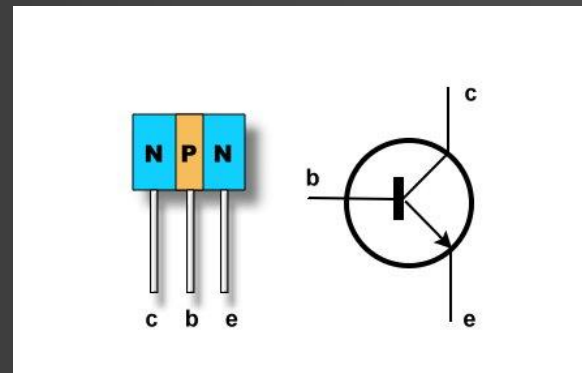


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

晶體管：

- 在兩塊 N 型半導體之間插入一個 P 型半導體，就是 NPN 型的晶體管
- 晶體管中，每片半導體材料層即為一極，每一極各有一特定名稱，中間統稱為基極 B，兩側就是射極 E 和集極 C；這結構稱為 BJT (Bipolar Junction Transistor)
- 若兩側為 P 型而中間為 N，則是 PNP 型電晶體。



講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk

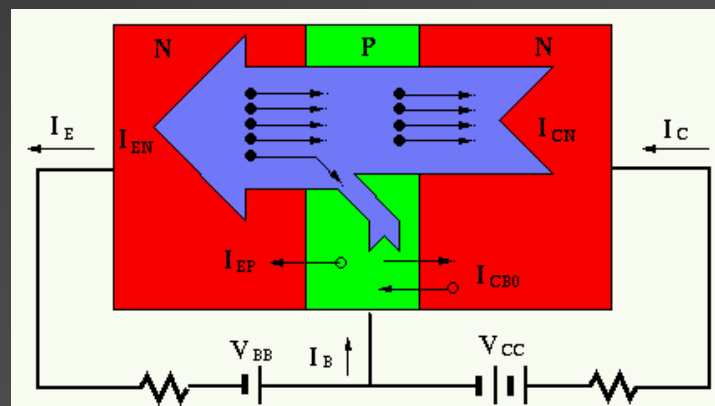
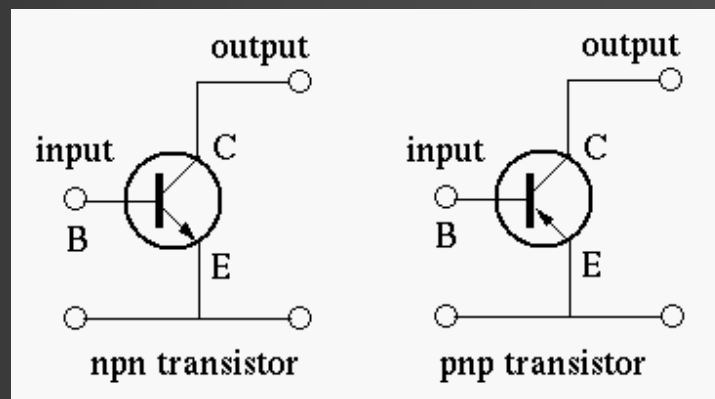


香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

晶體管的用途：

- 晶體管可通過基極電流來控制射極和集極之間的電流；
- 可作為電子開關和放大電流之用。放大倍數稱為 β ；
- 基極電流=0, 集/射極關閉;
- 基極電流 = i
集/射極電流 = $\beta \times i$



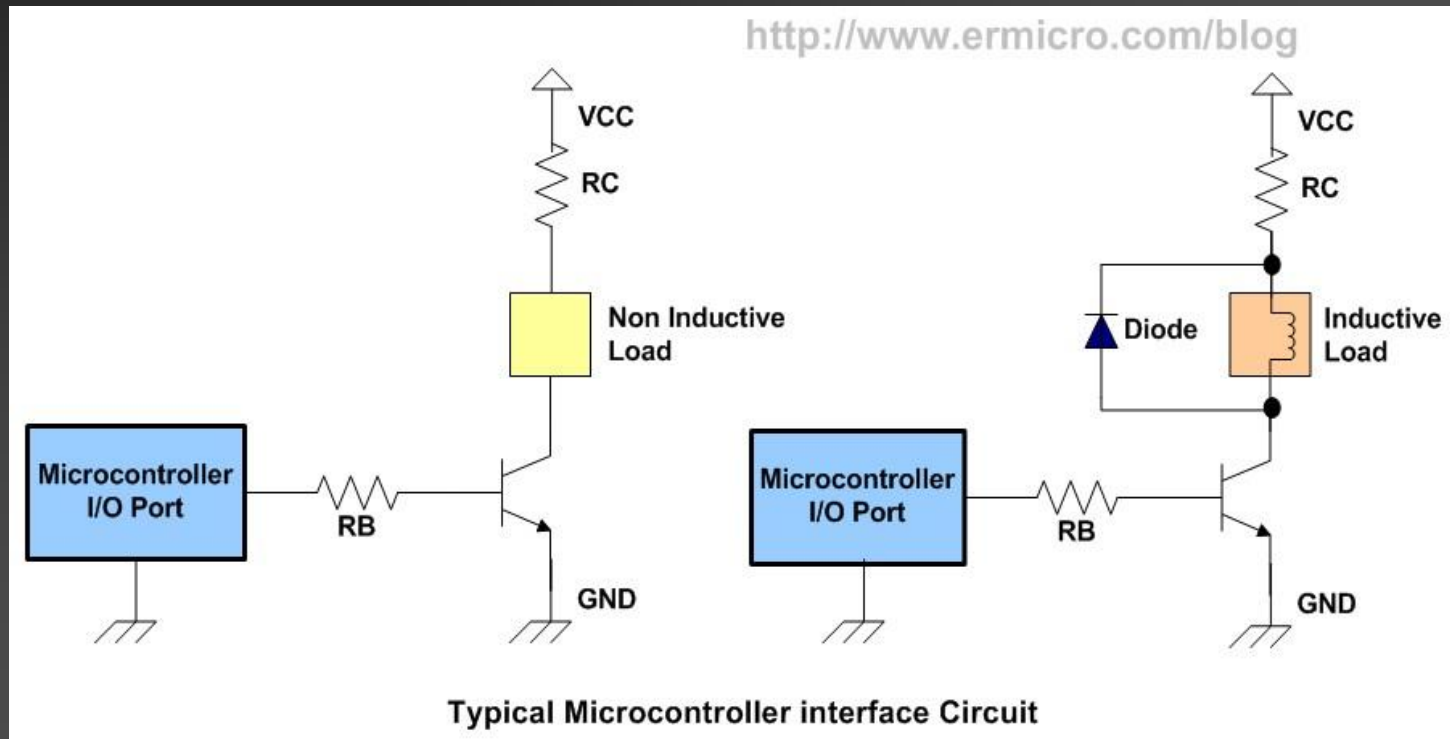
講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk



香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

NPN晶體管的接駁方法：



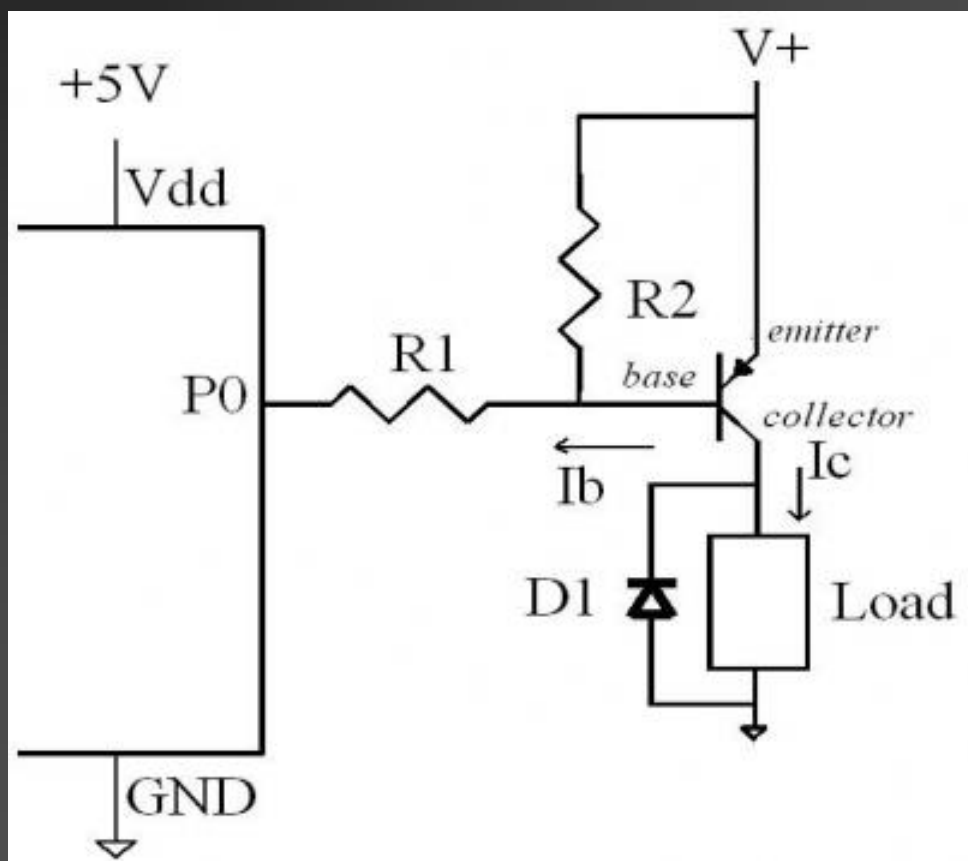
講者：黎志華
電郵：info@Vrunion.hk



香港汽車維修業僱員總會

實務電子技能訓練課程

PNP 晶體管的接駁方法：





- ```
k = 1,000;
m = 1 / 1,000;
 $\mu = 1 / 1,000,000$
```

直流電壓 - DCV  
交流電壓 - ACV  
電阻 -  $\Omega$   
二極管 -  $\Omega \times 1 \sim \times 1K$   
三極管 - hFE  
電芯 - BATT  
直流電流 DCmA





# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

### 晶體管的辨別方法

#### Step 1 - FINDING THE BASE and determining NPN or PNP

Get an **unknown transistor** and test it with a multimeter set to "x10"

Try the 6 combinations and when you have the black probe on a pin and the red probe touches the other pins and the meter swings nearly full scale, you have an **NPN transistor**. The black probe is **BASE**

If the red probe touches a pin and the black probe produces a swing on the other two pins, you have a **PNP transistor**. The red probe is **BASE**

**If the needle swings FULL SCALE or if it swings for more than 2 readings, the transistor is FAULTY.**





# 香港汽車維修業僱員總會

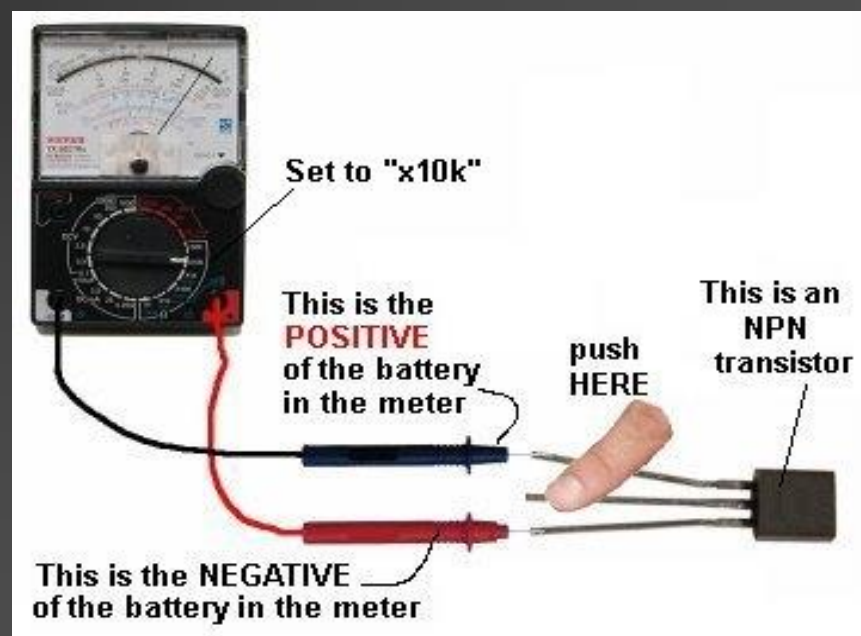
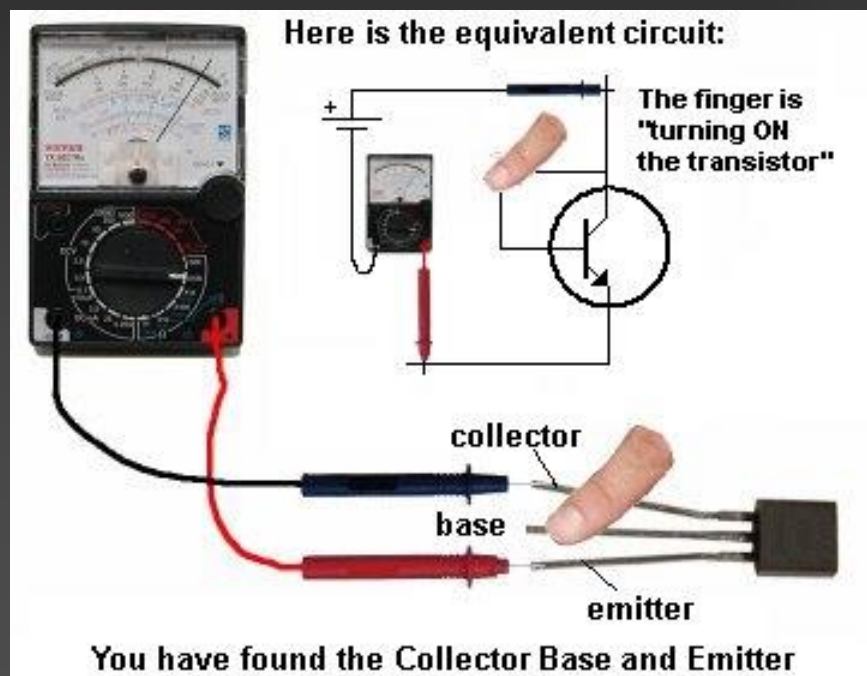
## 實務電子技能訓練課程

### 晶體管的辨別方法

Step 2 - FINDING THE COLLECTOR and EMITTER

Set the meter to "x10k."

For an NPN transistor, place the leads on the transistor and when you press hard on the two leads shown in the diagram below, the needle will swing almost full scale.



講者：黎志華

電郵：info@Vrunion.hk

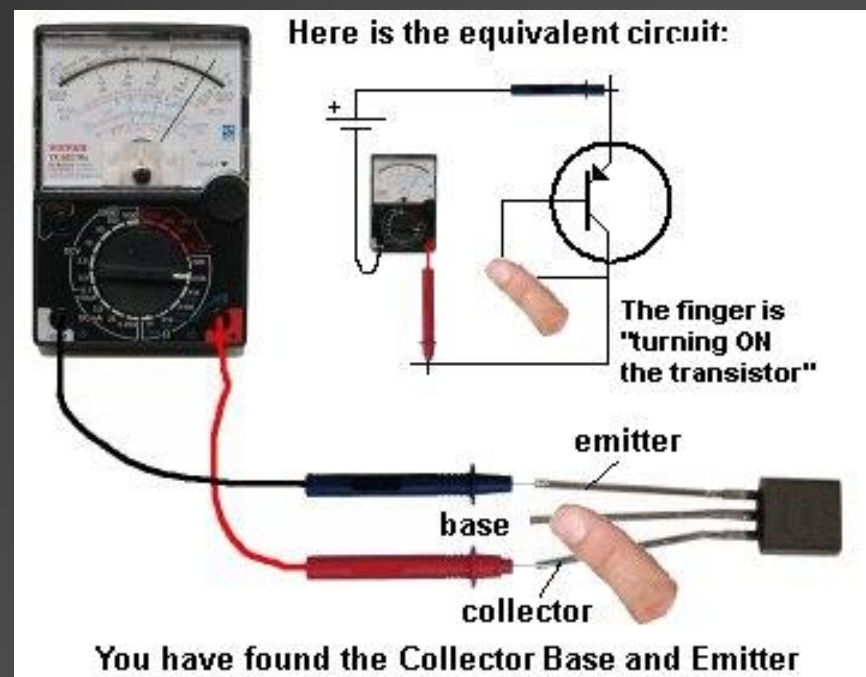
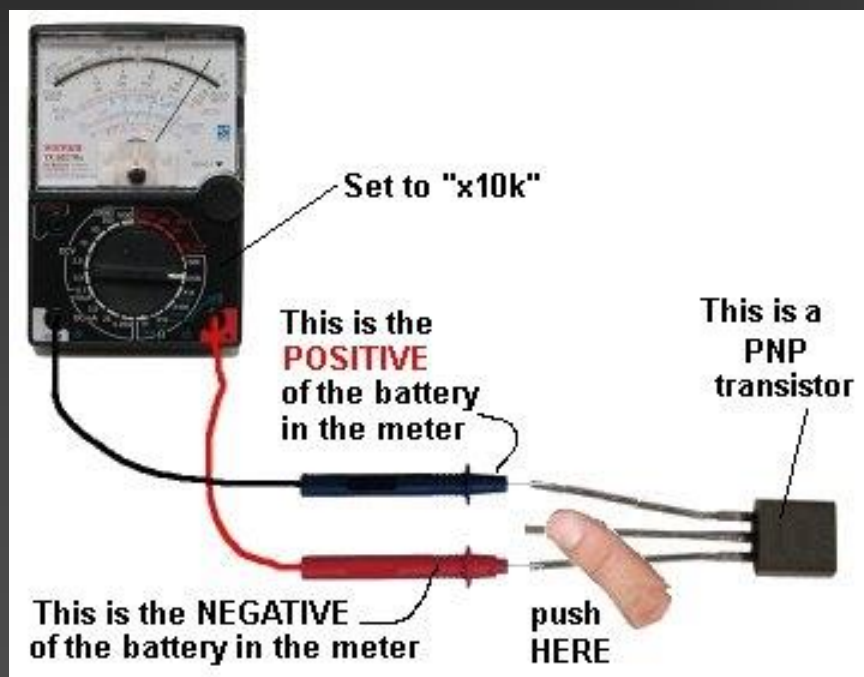


# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

### 晶體管的辨別方法

For a PNP transistor, set the meter to "x10k" place the leads on the transistor and when you press hard on the two leads shown in the diagram below, the needle will swing almost full scale.



講者：黎志華

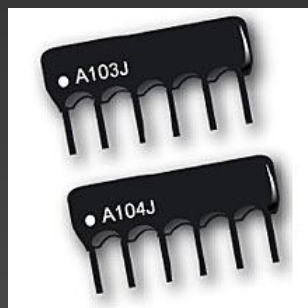
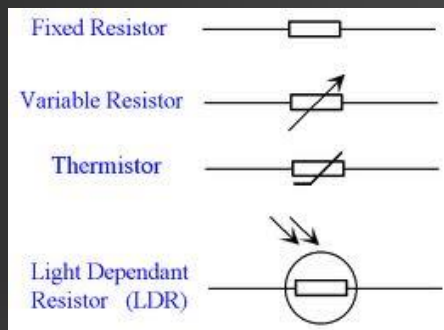
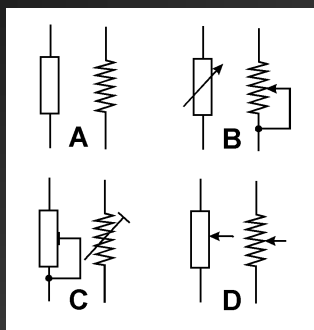
電郵：info@Vrunion.hk



# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

電阻：





## 可變電阻(電位器):

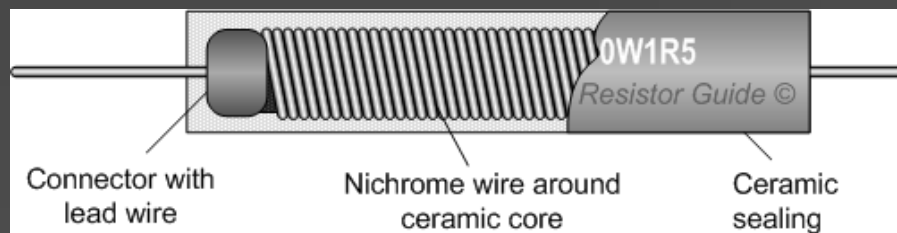
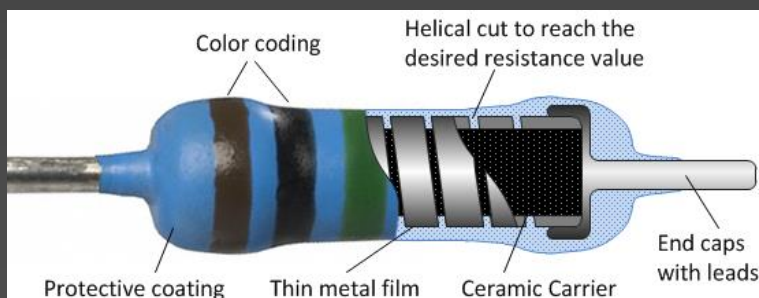
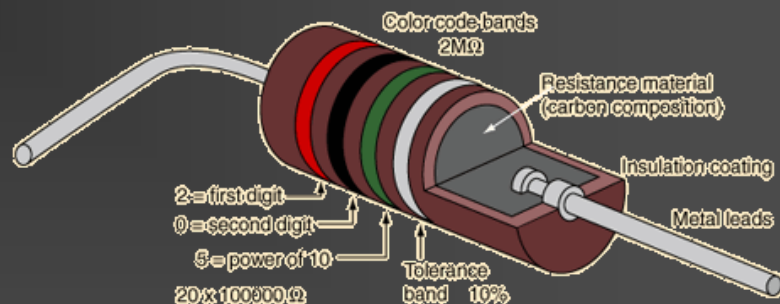
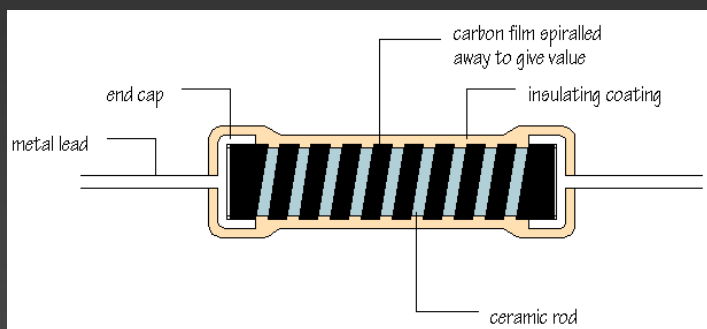




# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

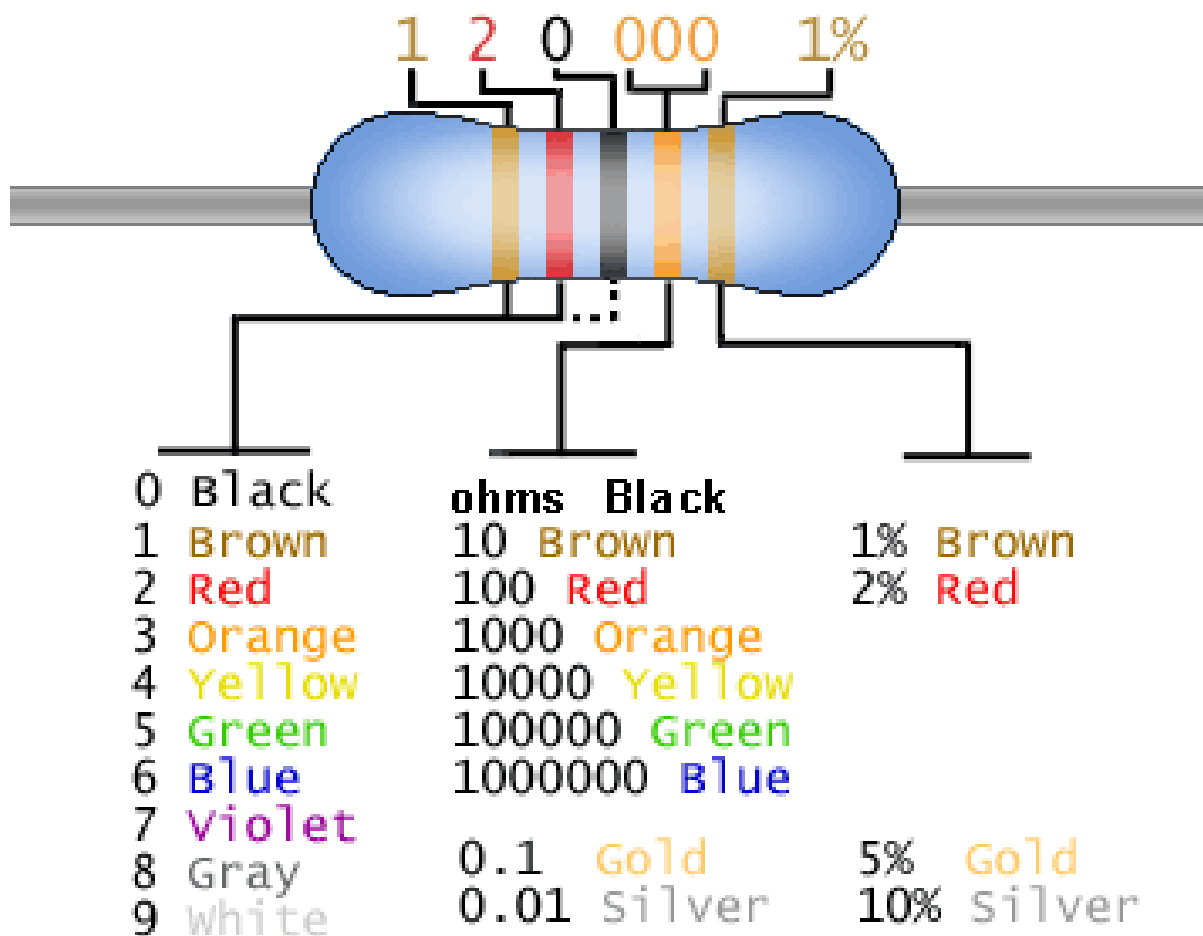
### 電阻的構造





# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程 電阻值色碼





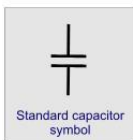
# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

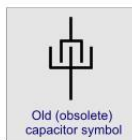
電容器：



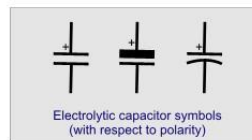
gath.en.alibaba.com



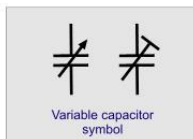
Standard capacitor symbol



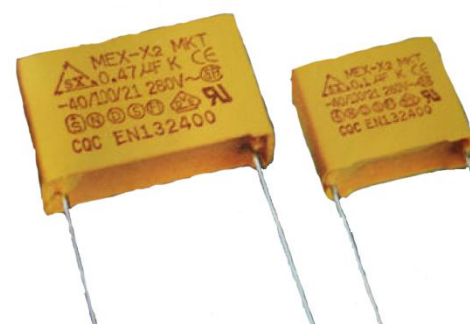
Old (obsolete) capacitor symbol



Electrolytic capacitor symbols (with respect to polarity)



Variable capacitor symbol

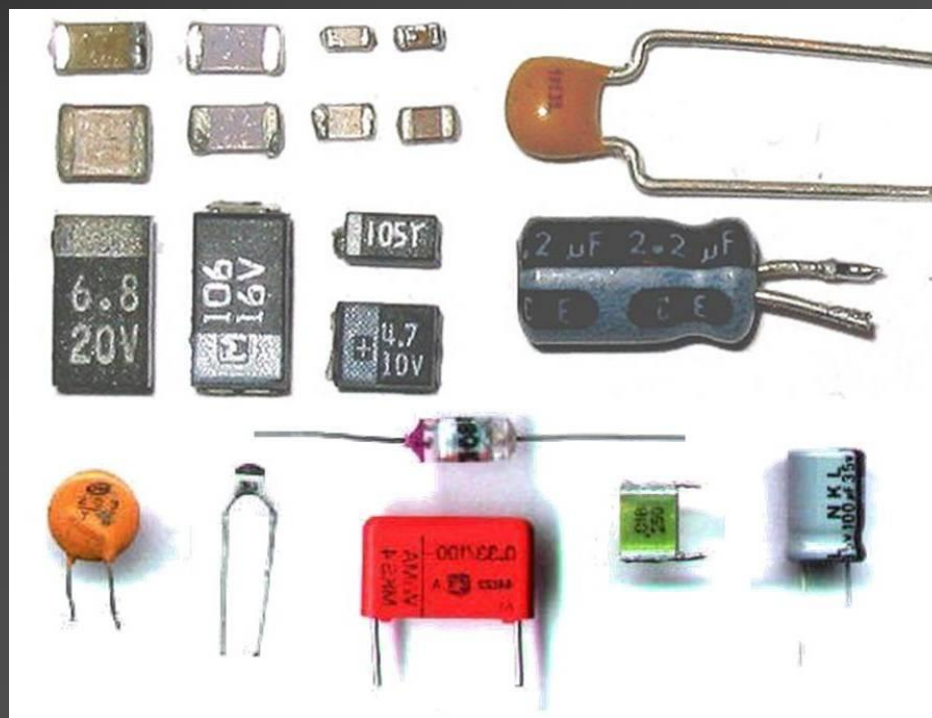
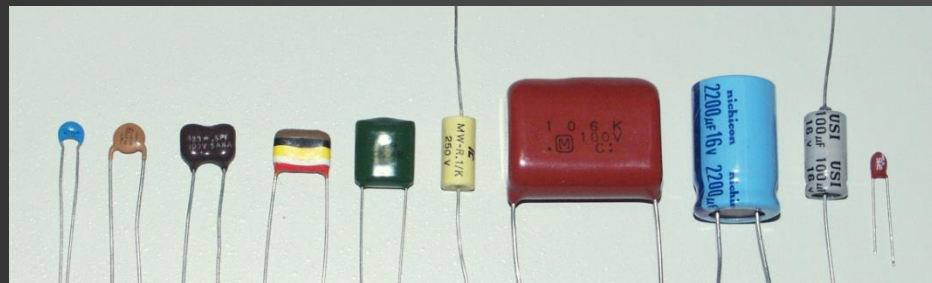
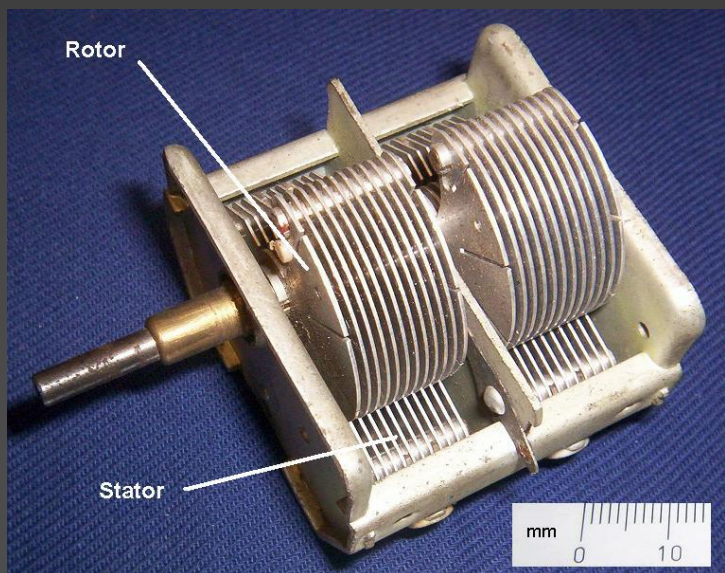




# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

電容：





# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

### 電容的材料：

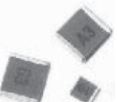
| Type<br>⊕ = polarized                             | Pic                                                                                 | Cap Range     | ESR                       | Leakage | Voltage Rating | Temp Range     | Gen Notes                                                                               |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------|---------|----------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ceramic</b>                                    |    | pF - $\mu$ F  | low                       | med     | high           | -55° to +125°C | Multipurpose<br>Cheap                                                                   |
| <b>Mica</b><br>(silver mica)                      |    | pF - nF       | low<br>0.01-0.1 $\Omega$  | low     | high           | -55° to +125°C | For RF filters<br>Expensive<br>Very stable                                              |
| <b>Plastic Film</b><br>(polyethylene polystyrene) |    | few $\mu$ Fs  | med                       | med     | high           | varies         | For low freq<br>Cheap                                                                   |
| <b>Tantalum</b><br>⊕                              |   | $\mu$ Fs      | high<br>0.5-5.0 $\Omega$  | low     | lowest         | -55° to +125°C | Expensive<br>Nonlinear (bad for audio)                                                  |
| <b>OSCON</b><br>⊕                                 |  | $\mu$ Fs      | low<br>0.01-0.5 $\Omega$  | low     | low            | -55° to +105°C | Best quality<br>Highest price                                                           |
| <b>Aluminum Electrolytic</b><br>⊕                 |  | high $\mu$ Fs | high<br>0.05-2.0 $\Omega$ | med     | low            | -40° to +85°C  | For low-med frequencies<br>Cheap<br>Hold charge for long time – not for production test |

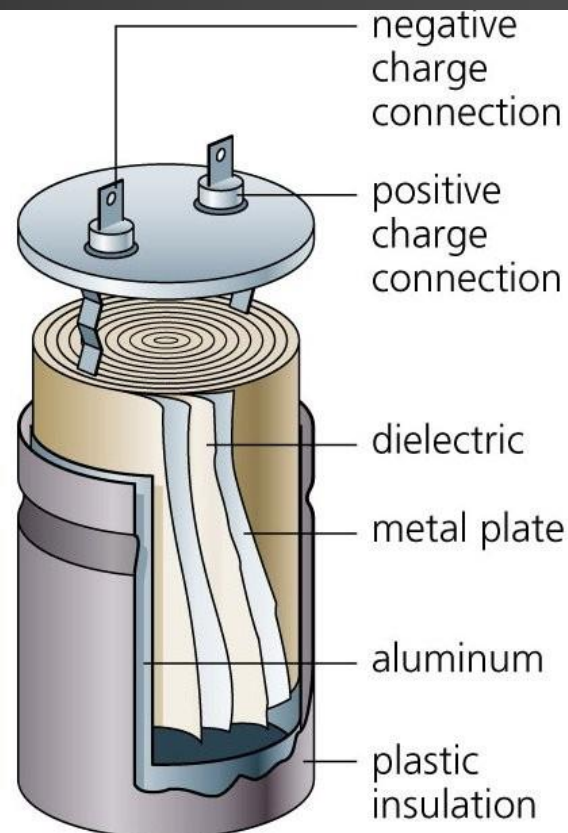
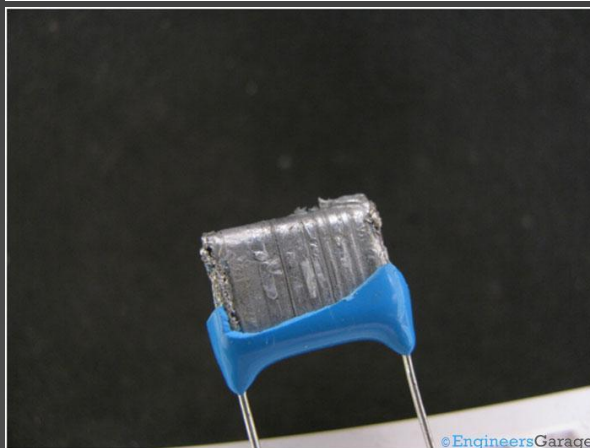
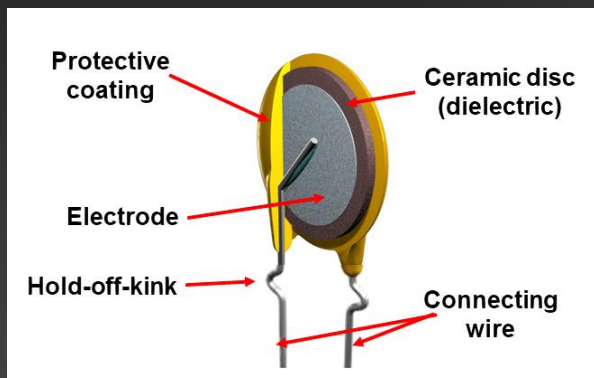
Table 2. Common Capacitor Specifications and Trade-offs



# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

### 電容器的構造

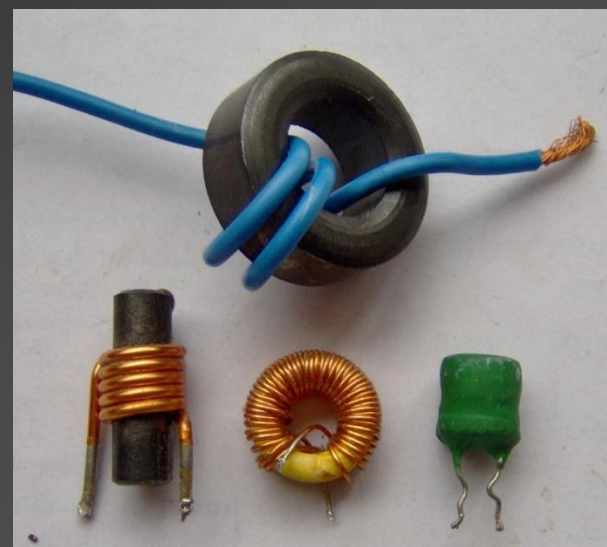
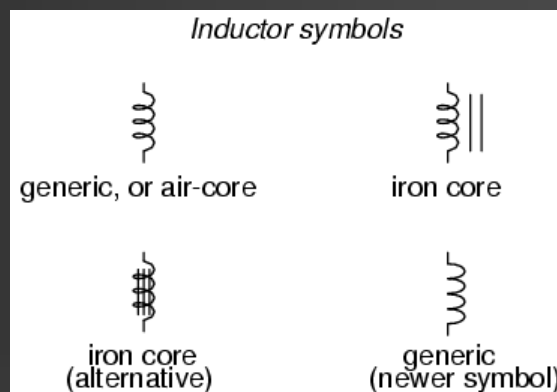




# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

電感器 (線圈)：

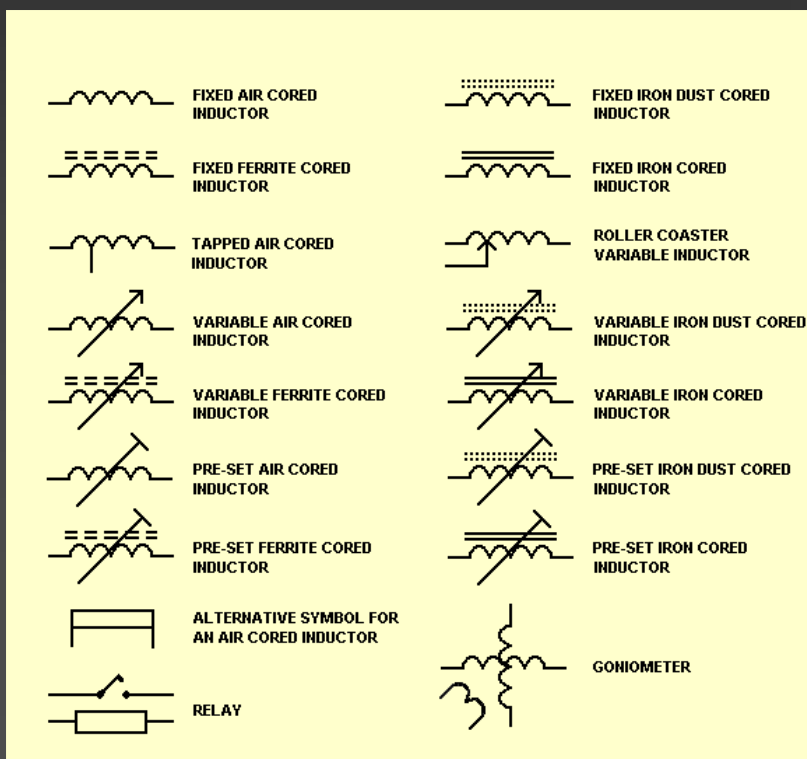




# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

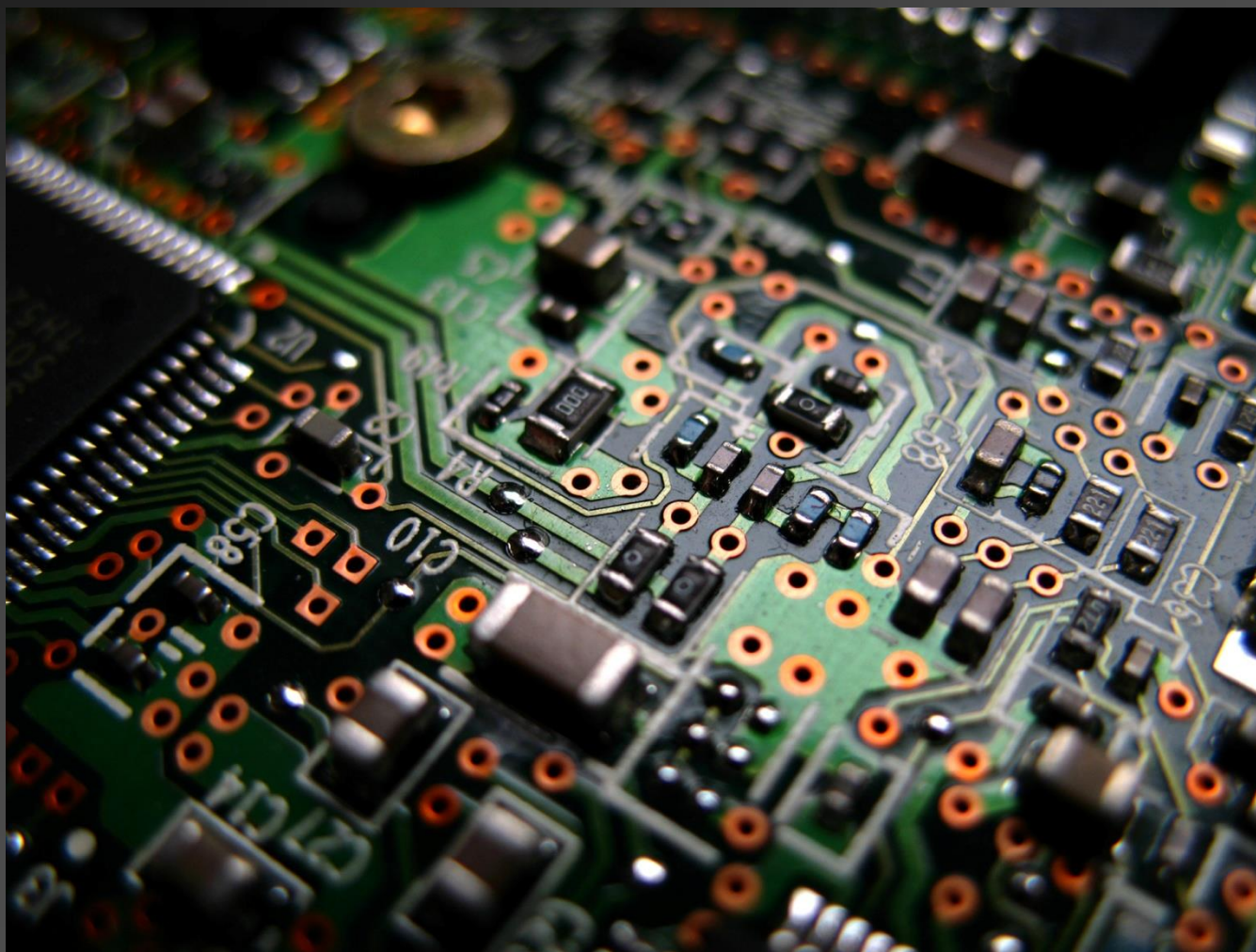
### 互(交)感線圈及 可變線圈：





# 香港汽車維修業僱員總會

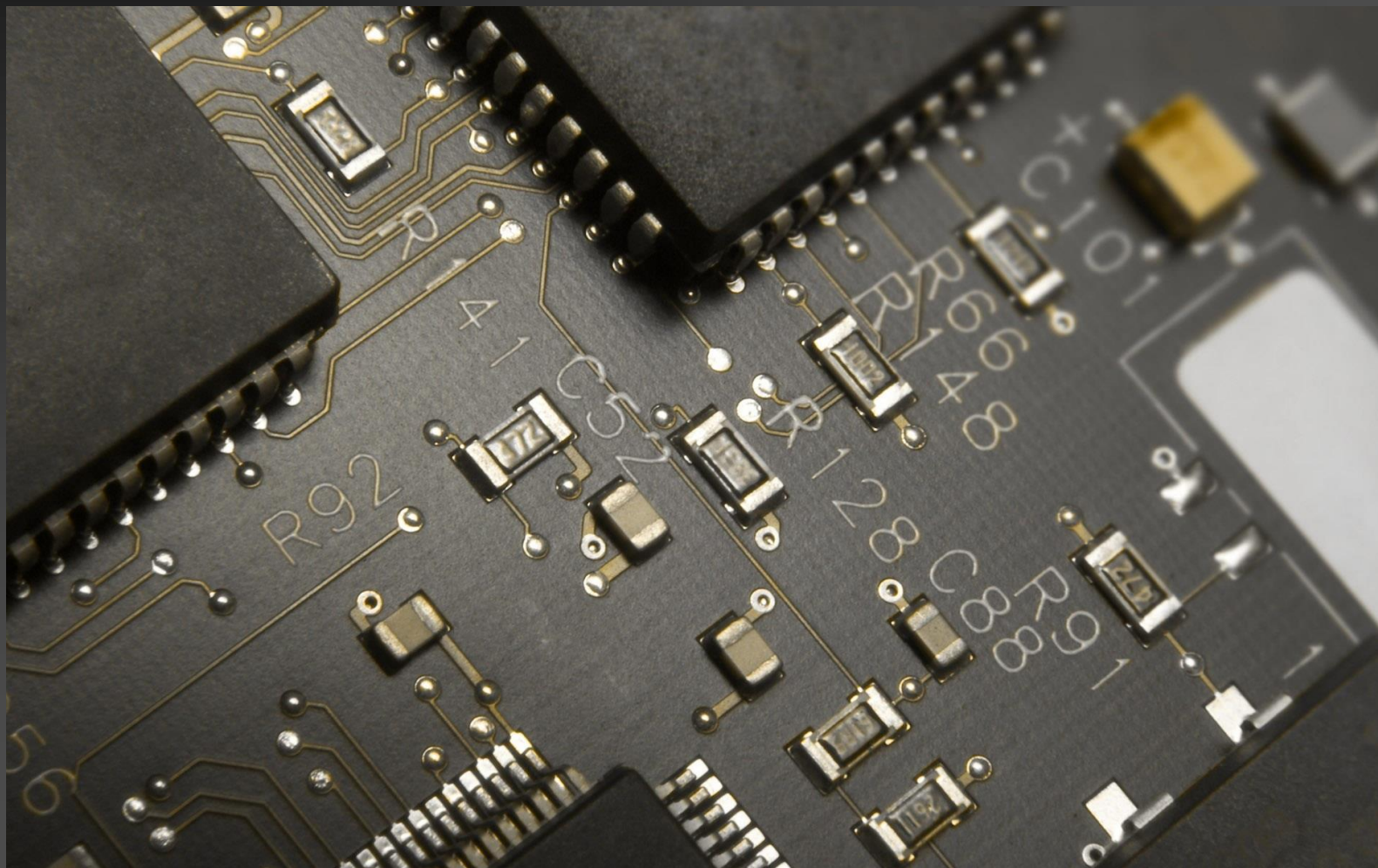
## 實務電子技能訓練課程





# 香港汽車維修業僱員總會

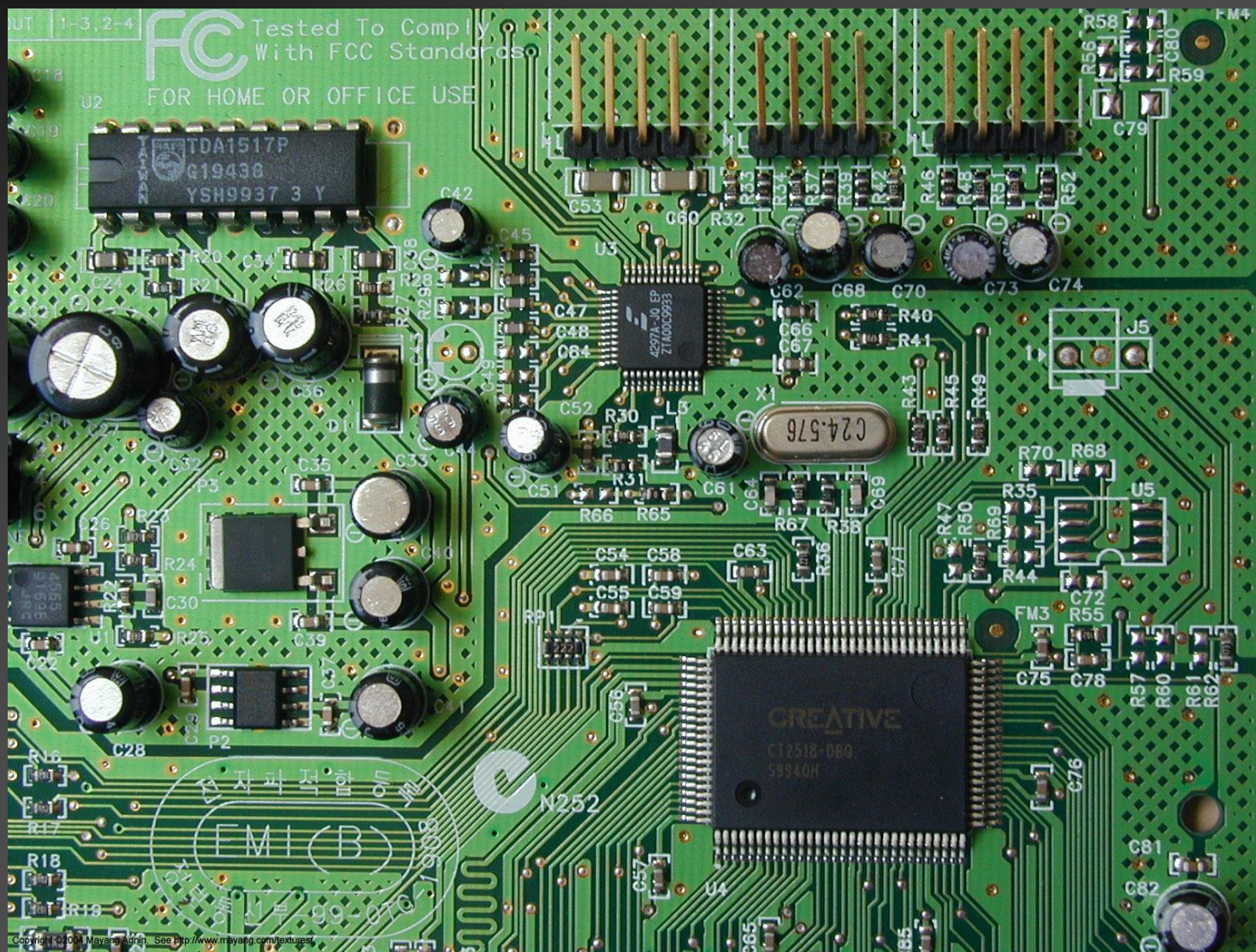
## 實務電子技能訓練課程





# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程





# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

### 集成電路：

- 利用新技術在面積只有幾平方毫米的晶片上刻蝕出成千上萬個晶體管、二極體、電容、電阻等元件，組合而成具有特定功能的電路，封裝在陶瓷或塑料等外殼中加以保護。
- 使用時將集成電路安置在插座或電路板上，並按需封裝的相關接腳上，分別接駁電源、接地回路、輸出、輸入和一些輔助的元件，即可發揮功能。



# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

### 集成電路的級別：

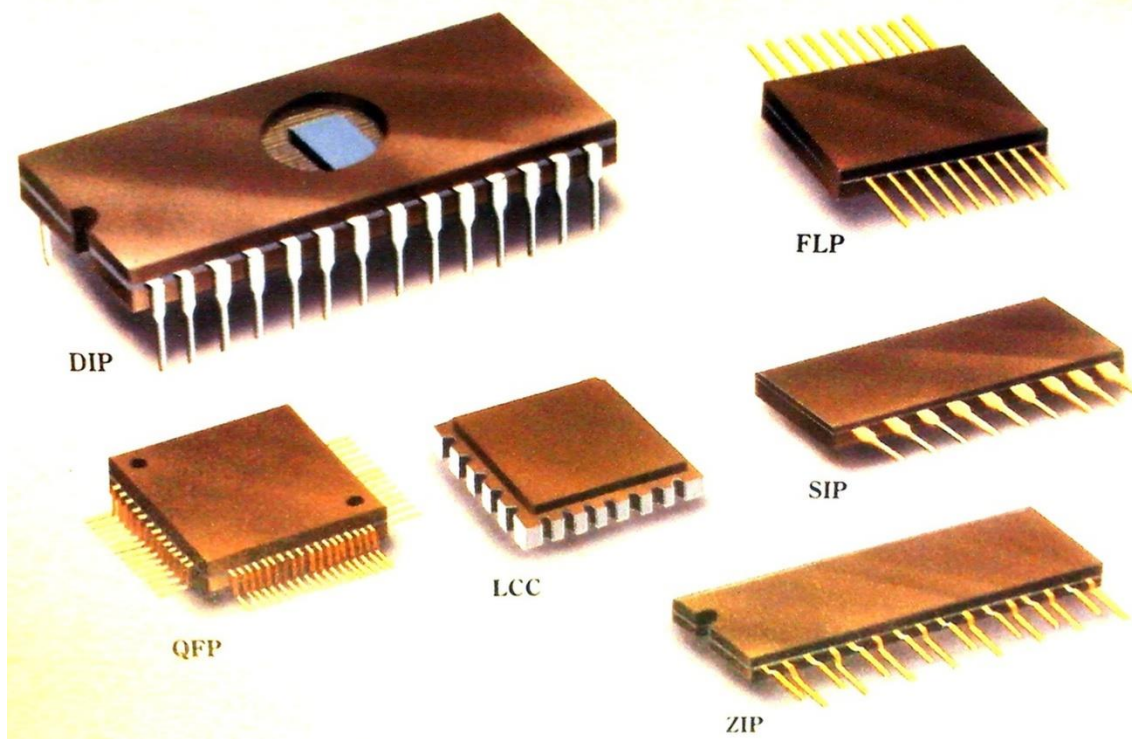
- 按集成電路內含有元件的數量，可區分成四個級別：
- SSI(小型)：元件數量約 100
- MSI(中型)：元件數量約 101 ~ 10,000
- LSI(大型)：元件數量約 10,001 ~ 100,000
- VLSI(超大型)：元件數量約 100,001 以上
- 有建議加上ELSI(特大型)的級別，但一般均認為VLSI並無上限，故此已足可涵蓋未來發展的需要。



# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

### 集成電路的封裝(一)：

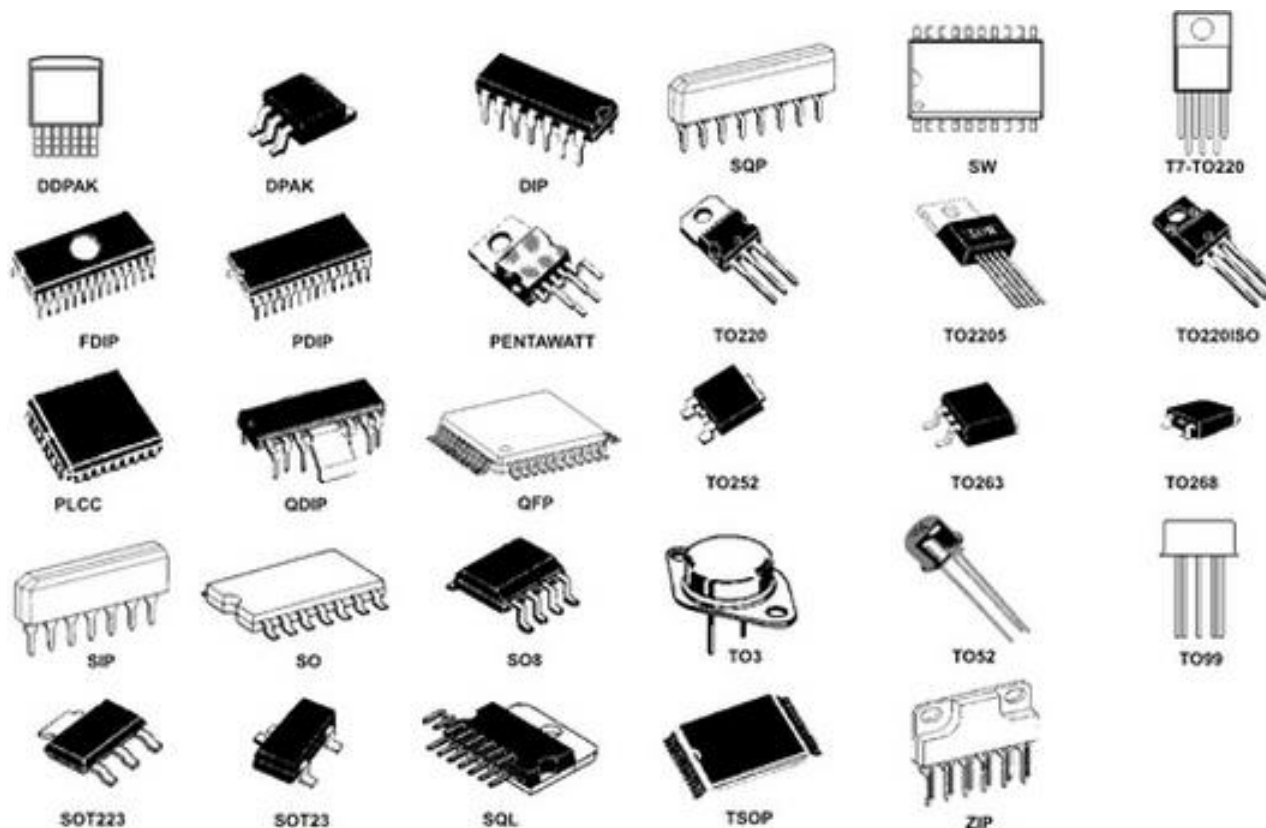




# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

### 集成電路的封裝(二)：





# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

### 常用的線性集成電路：

傳統功能例如放大、開關、比較、線性運算...等電路，在連續不間斷的電位下工作，沒有時脈和高/低電位的規限，就是類比(線性)工作；是任可電路包括數碼電路都會使用到的基本工作形式。

常用的線性集成電路有運算放大器、音頻/射頻/調頻放大器、混頻/變頻器、開關、穩壓、調壓、限壓、穩流...等數不勝數。汽車上使用的各類溫度、氣壓、調壓、位置感知和探測器、摩打控制器、點火集成電路...等都屬這類集成電路。



# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

### 常用的數碼集成電路：

數碼形式的工作，只考慮當時電路所處的電位是『高』或『低』的兩種狀態，以作邏輯/數碼/計時運算、記憶儲存等，是電腦、計算機、時計等所採用的工作形式。

常用的數碼集成電路有邏輯運算器、暫存器、計數器、微處理器、可編程控制器、時脈產生器、數據傳輸器...等。



# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

### 二進制與十進制：

在電子數碼中, bit 是一個最基本的單位

而二進制的數字就只有兩個: 1 和 0

電腦其實也只懂得 1 和 0 這兩個數字

表示法：

$2^0 = 1$ ,  $2^1 = 2$ ,  $2^2 = 4$ ,  $2^3 = 8$ ,  $2^4 = 16$ ,  $2^5 = 32$ ,  $2^6 = 64$ ,  $2^7 = 128$

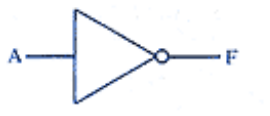
0001 = 1, 0010 = 2, 0011 = 3, 0100 = 4, 0101 = 5, 0110 = 6, 0111 = 7, 1000 = 8



# 香港汽車維修業僱員總會

## 實務電子技能訓練課程

### 邏輯運算：

| Name | Graphic Symbol                                                                       | Algebraic Function                | Truth Table                                                                                                                                                                                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AND  |    | $F = A \cdot B$<br>or<br>$F = AB$ | <table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> | A | B | F | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| A    | B                                                                                    | F                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0    | 0                                                                                    | 0                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0    | 1                                                                                    | 0                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1    | 0                                                                                    | 0                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1    | 1                                                                                    | 1                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| OR   |    | $F = A + B$                       | <table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> | A | B | F | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| A    | B                                                                                    | F                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0    | 0                                                                                    | 0                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0    | 1                                                                                    | 1                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1    | 0                                                                                    | 1                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1    | 1                                                                                    | 1                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| NOT  |   | $F = \bar{A}$<br>or<br>$F = A'$   | <table><tr><th>A</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>                                                                                                             | A | F | 0 | 1 | 1 | 0 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A    | F                                                                                    |                                   |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0    | 1                                                                                    |                                   |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1    | 0                                                                                    |                                   |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| NAND |  | $F = (\overline{AB})$             | <table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | A | B | F | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A    | B                                                                                    | F                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0    | 0                                                                                    | 1                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0    | 1                                                                                    | 1                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1    | 0                                                                                    | 1                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1    | 1                                                                                    | 0                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| NOR  |  | $F = \overline{(A + B)}$          | <table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | A | B | F | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| A    | B                                                                                    | F                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0    | 0                                                                                    | 1                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0    | 1                                                                                    | 0                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1    | 0                                                                                    | 0                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1    | 1                                                                                    | 0                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |