

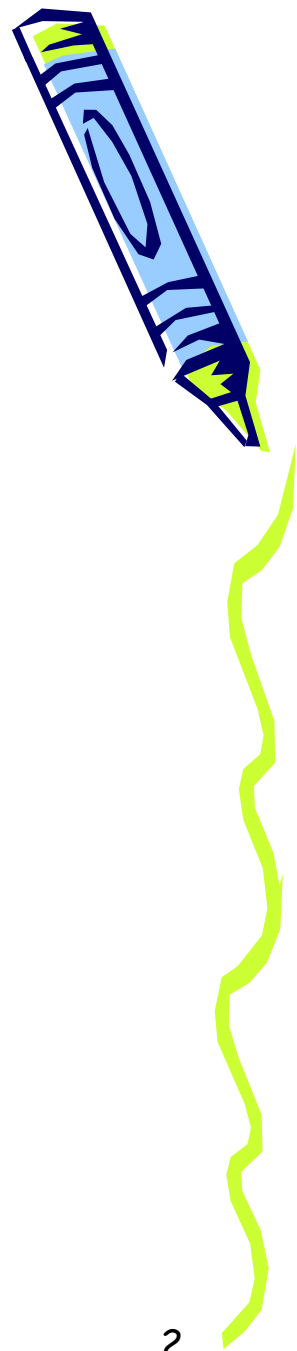


# 流量計的介紹



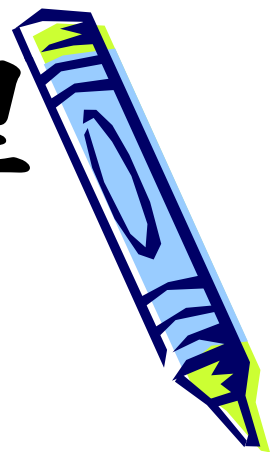
# 單元學習內容

- ★ 變面積流量計
- ★ 排量式流量計
- ★ 流速計
- ★ 電磁式流量計
- ★ 超音波流量計

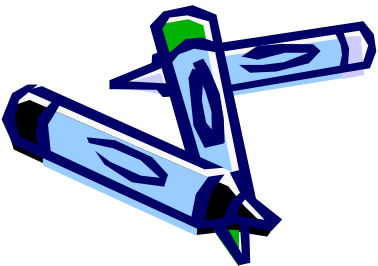


# 變面積式流量計的原理

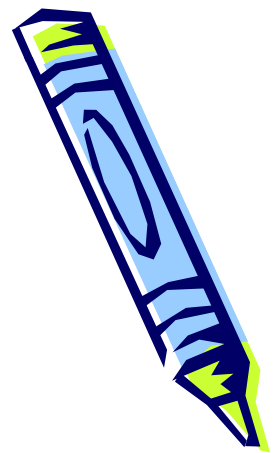
## (Variable Area Flow Meters)



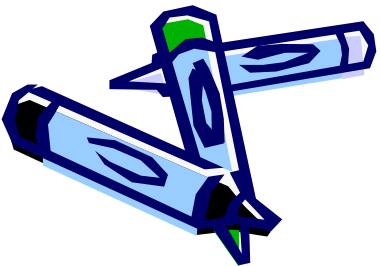
- ★ 利用束縮截面的改變來測量流體的流量，流體流經流量計的壓差維持不變。
- ★ 化工廠最常採用的變面積式流量計---浮子流量計



# 浮子流量計的原理 (Rotameter)



★力平衡為設計的根據。



# 浮子流量計的原理-1

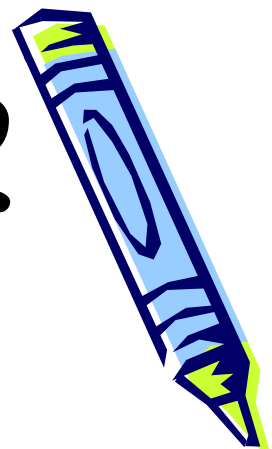
★ 流體流經浮子時，作用於浮子上的力有三個：

➤ 向下的重力  $F_g = \frac{g}{g_c} \rho_f V_f$

➤ 向上的浮力  $F_b = \frac{g}{g_c} \rho V_f$

➤ 向上的阻力  $F_d = C_d A_p \frac{\rho u^2}{2g_c}$

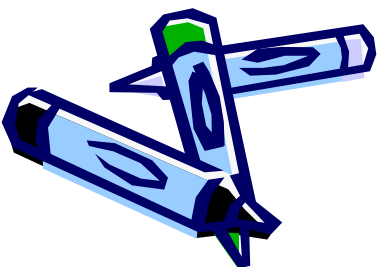
# 浮子流量計的原理-2



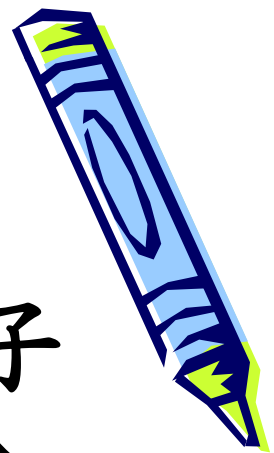
★達力平衡時

$$F_g = F_b + F_d$$

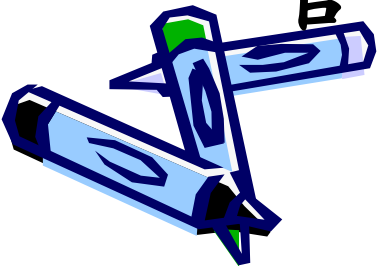
$$\bar{u} = \sqrt{\frac{2gV_f(\rho_f - \rho)}{C_d A_f \rho}} = C \sqrt{\frac{2gV_f(\rho_f - \rho)}{A_f \rho}}$$



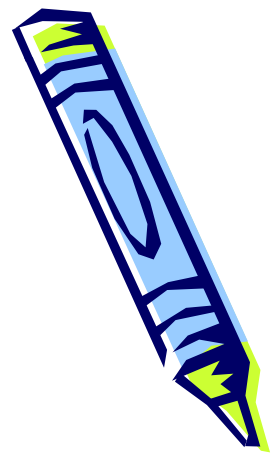
# 浮子流量計的構造



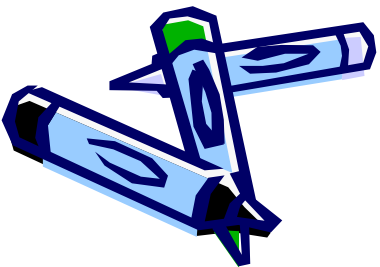
- ★ 上寬下窄的直立玻璃管，管子  
上方有刻度，玻璃管內有一金  
屬或塑膠製的浮標或浮球。
- ★ 流體由管的下方進入，將浮子  
推至某一高度後，停滯流體在  
玻璃管與浮子間流動，最後由  
管的上方流出流量計。



# 浮子流量計的測量

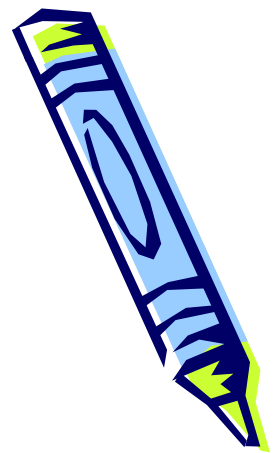


- ★ 浮子的位置愈高時，可通過流體的空隙愈大，流量愈大。





# 浮子刻度的讀取



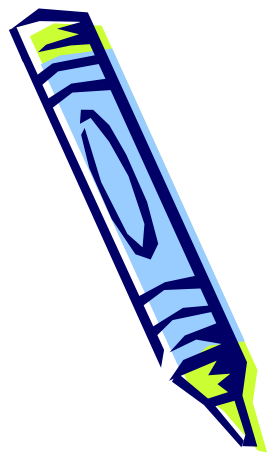
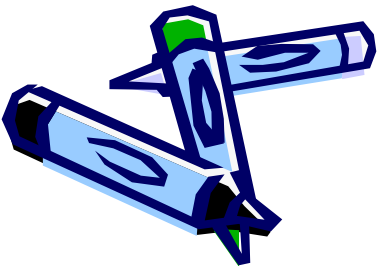
- ★刻度的讀取，以浮子最大截面積所在位置為主。



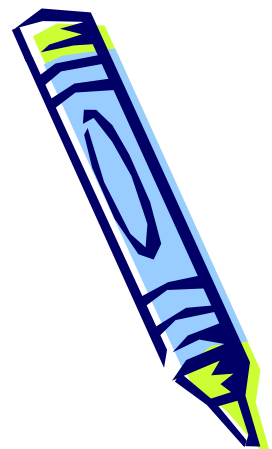
# 浮子流量計的 體積流率-1

- ★ 可由浮子在流體中所受的重力、浮力以及阻力三力的平衡而求得。

$$F_g = F_b + F_d$$



# 浮子流量計的 體積流率-2



★ 體積流率為

$$\dot{V} = C_R A_r \sqrt{\frac{2gV_f(\rho_f - \rho)}{\rho A_f}}$$

- $C_R$  為放洩係數，  
 $C_R = f(\text{Re}, \text{浮子的形狀})$
- $A_f$  為浮子最大截面積
- $A_r$  為玻璃管與浮子間的空隙面積
- $V_f$ 、 $\rho_f$  分別為浮子的體積及浮子的密度
- $\rho$  為流體的密度



# 放洩係數與雷諾數的關係

★ 雷諾數的定義 
$$Re = \frac{(D - D_f) \bar{u} \rho}{\mu}$$

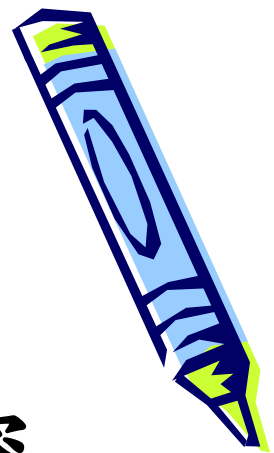
①  $A_r$  為玻璃管與浮子間空隙的面積

①  $D$  為浮子停滯處玻璃管直徑

①  $D_f$  為浮子的最大直徑

★  $Re > 10,000$  時， $C_R$  為定值，與雷諾數無關

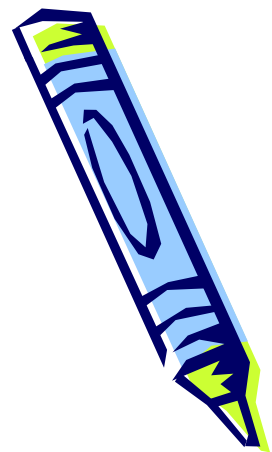
# 浮子流量計的計算



- ★ 有一浮子流量計若其浮子的密度為 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ ，測量水的流速為 $100\text{cm}^3/\text{min}$ 時，浮子的讀值為80，求當浮子的讀值在相同的位置時，改測量丙酮時，其流率會變為多少？（已知丙酮的密度為 $0.792\text{g}/\text{cm}^3$ ）



# 浮子流量計的計算解

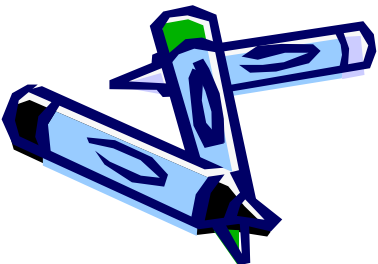


★由公式知 
$$\dot{V} = C_R A_r \sqrt{\frac{2g V_f (\rho_f - \rho)}{\rho A_f}}$$

★當讀值相同時，其浮子的截面積也會相同

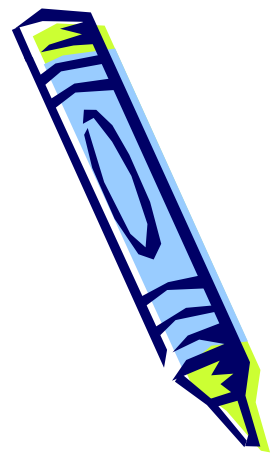
$$\frac{\dot{V}_2}{\dot{V}_1} = \frac{u_2}{u_1} = \sqrt{\frac{(\rho_f - \rho) \rho_{H_2O}}{(\rho_f - \rho_{H_2O}) \rho}}$$
$$\frac{V_2}{100} = \sqrt{\frac{(1.5 - 0.792) \times 0.99823}{(1.5 - 0.99823) \times 0.792}}$$

$$\therefore V_2 = 133.3 \text{ cm}^3 / \text{min}$$



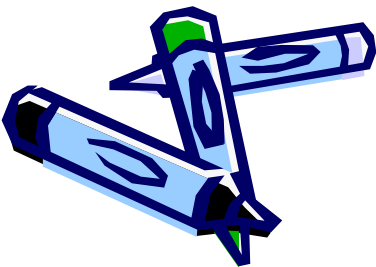
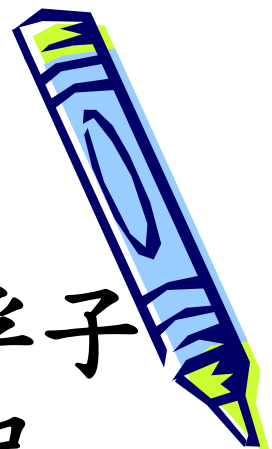
# 浮子流量計的特點

- ★ 壓力損失小
- ★ 讀數方便讀取，可直接觀測
- ★ 結構簡單，安裝使用方便
- ★ 價格便宜



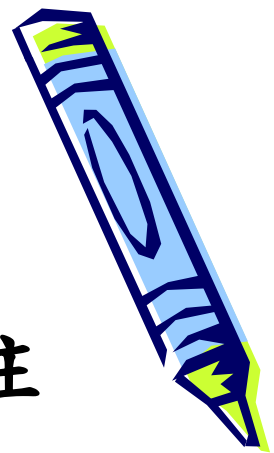
# 浮子流量計的校正

- ★ 某流體A以已知流量通過浮子流量計，待浮子穩定後，記下浮子所在位置的刻度。
- ★ 改變流量，找出相對應的浮子位置。
- ★ 重複改變流量數次，即可繪出流量與浮子位置的關係圖，此圖通稱為檢量線圖。





# 檢量線圖的應用

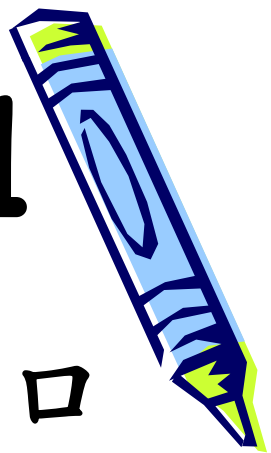
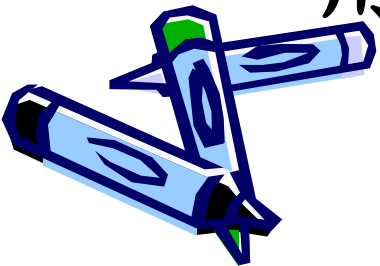


- ★ 校正過A流體的檢量線圖，往後只要用同一流量計時，若知浮子所在的位置即可由圖中知道流體A的流量。
- ★ 同一流量計用於不同流體時，皆需做不同流體的檢量線圖。
- ★ 同一流量計，流經相同流體時，若壓力改變，亦需重做檢量線圖。

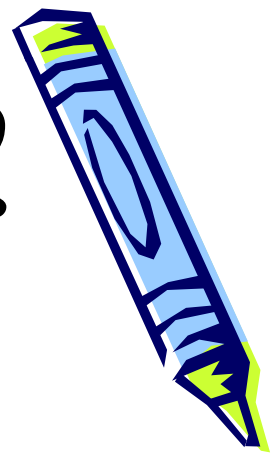


# 活塞型面積流量計-1

- ★ 流體從流量計的一端流入孔口後自另一端流出，孔口固定在凸緣上。
- ★ 當活塞隨流量而改變位置時，孔口也會隨之改變。
- ★ 活塞上由有一引伸桿相連，利用磁鐵帶動追蹤器來指示流量。

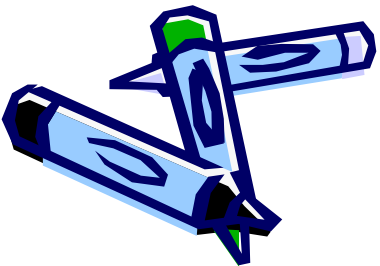


# 活塞型面積流量計-2



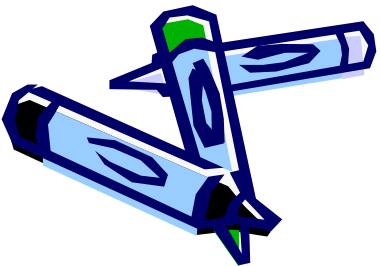
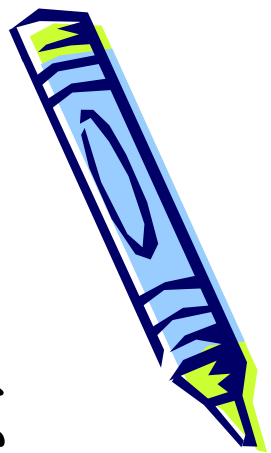
## ★適用範圍

- 抗侵蝕，不易堵塞，所以可以用來測量燃料油及焦油。
- 黏度很高的流體



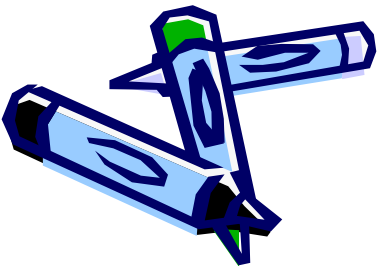
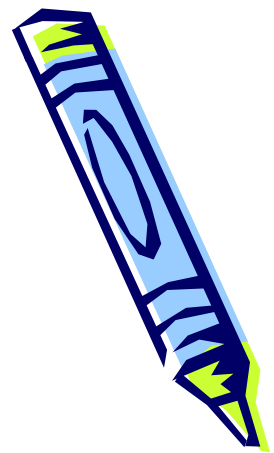
# 排量式流量計的原理

- ★ 利用測量元件將流體連續不斷地分割成單一個已知的體積部分，依據計量室逐次、重複地填滿和排放至該已知的體積內，來測量體積流量的總量。

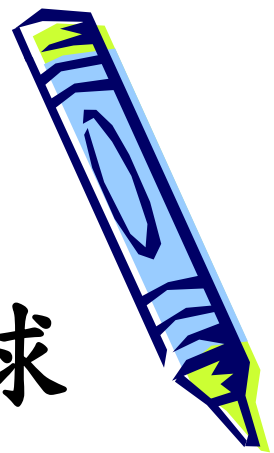


# 排量式流量計種類

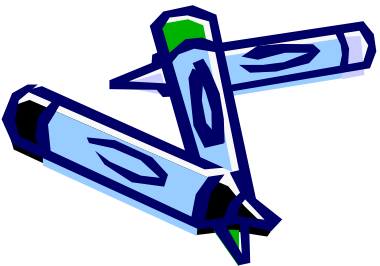
- ★ 搖擺盤式流量計  
(Nutating Disc Flow Meter)
- ★ 橢圓齒輪流量計  
(Oval Gear Flow Meter)
- ★ 濕式氣體流量計  
(Wet Gas Meter)



# 搖擺盤式流量計



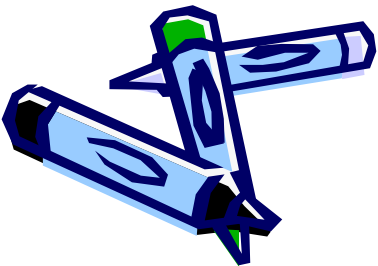
- ★ 搖擺盤由樞軸固定於一半球狀物的中心。
- ★ 當流體進入盤與衡量室壁之間，將盤前推遂產生搖擺運動，而帶動齒輪組，將流體流過的總流量計率指示盤上。



# 橢圓齒輪式流量計-1



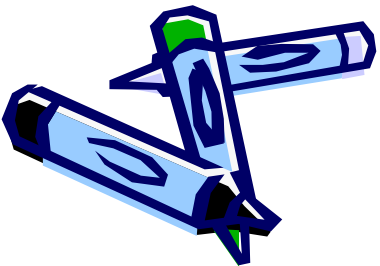
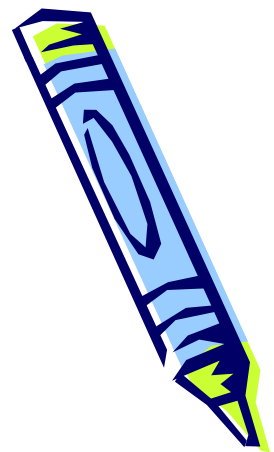
- ★ 兩個橢圓形齒輪具有相互滾動進行接觸旋轉的形狀。
- ★ 當流體流過流量計時，作用在流量計進、出口之間的壓力差使兩個齒輪產生旋轉，並將流體由入口排向出口。
- ★ 在一次循環過程中，流量計排出四個由齒輪與殼壁圍成的初月形空腔的流體體積，該體積稱為流量計的“循環體積”。



# 橢圓齒輪式流量計-2

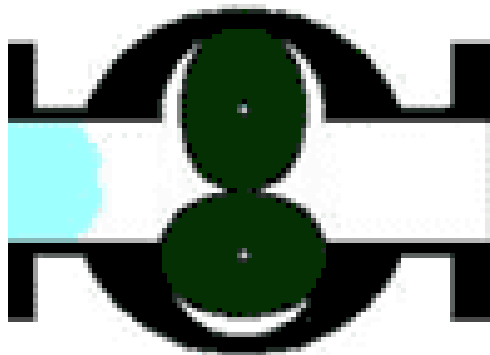
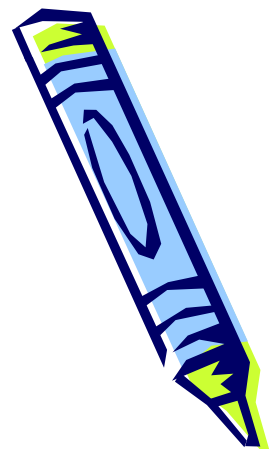
- ★ 設流量計“循環體積”為  $v$ ，  
一定時間內齒輪轉動次數為  $n$ ，  
則在該時間內，流體流過流量  
計的體積流率為

$$\dot{V} = v \times n$$



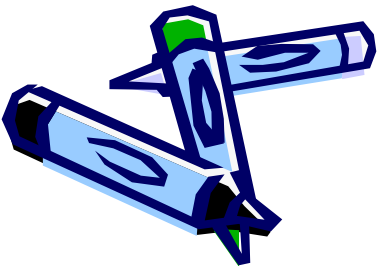
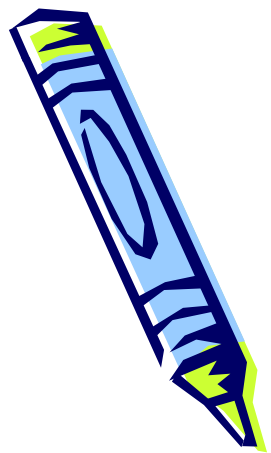


# 橢圓齒輪式流量計

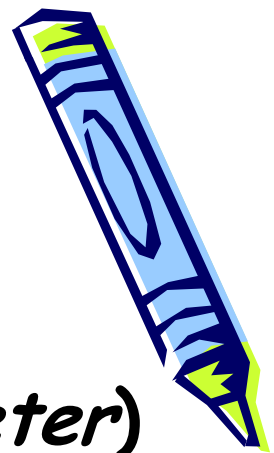


# 流速計原理

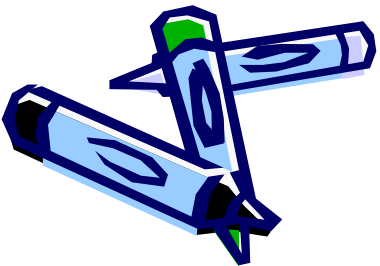
- ★ 流速計一般均附有重錘 (*sounding weight*) 與穩定翼片 (*stabilizing fin*)，以增加量測時儀器之穩定度。



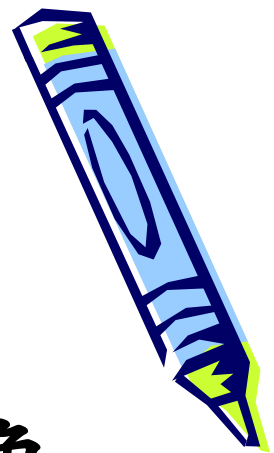
# 流速計的種類



- ★ 旋杯式流速計 (*cups-type current meter*)
- ★ 旋葉式流速計 (*propeller-type current meter*)
- ★ 流速計一般均附有重錘 (*sounding weight*) 與穩定翼片 (*stabilizing fin*)，以增加量測時儀器之穩定度。



# 杯式流速計



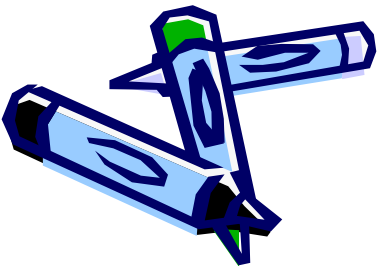
- ★最常用的杯式流速計是氣象台用來測空氣速度的儀器。
- ★利用流體作用於凹面的力遠大於作用於凸面的力，而使杯子轉動，帶動齒輪組讀出流體的流速。



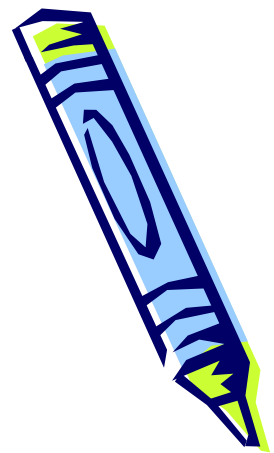
# 旋葉式流速計



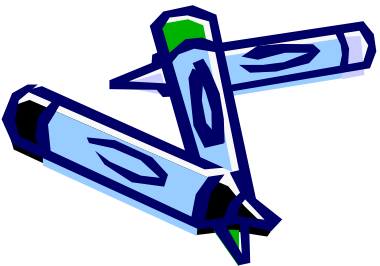
- ★ 將一螺旋槳置於流體中，利用流體流動推動螺旋槳翼轉動。
- ★ 螺旋槳接一軸，該軸伸出殼外與齒輪室相連，而帶動指針，指示流體的流量。
- ★ 流體的密度越小，所需螺旋槳翼的質量越小，所造成的磨損越小。



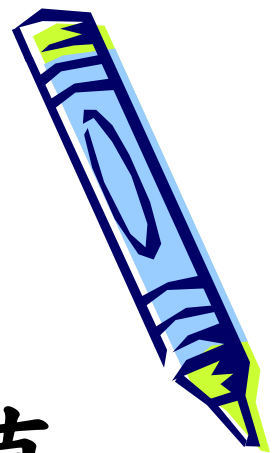
# 雷射風速計 (Laser anemometer)



- ★ 將雷射光速經由透鏡聚焦於小體積會使光起散射的流體上，此散射光的頻率與流速成正比。



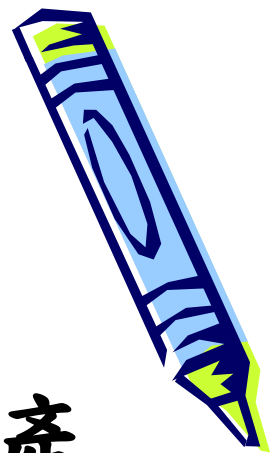
# 雷射風速計的設計



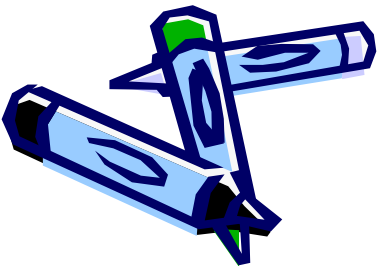
- ★ 雷射風速計的構造必須使直行光束與散射光束具有相同的光程才能在照相放大管上觀察到干涉，而與頻率移動成正比。這個移動就代表是光速。



# 電磁式流量計原理



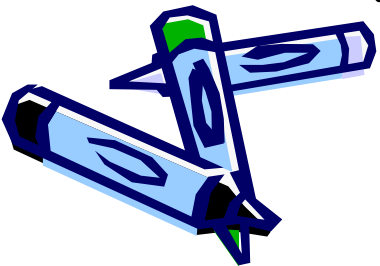
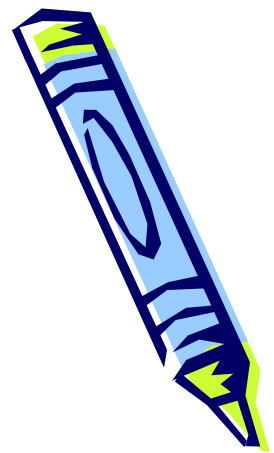
- ★ 利用導電體在磁場中運動產生感應電動勢，而感應電動勢又和流量大小成正比，通過測電動勢來知道管線中流體的流量。

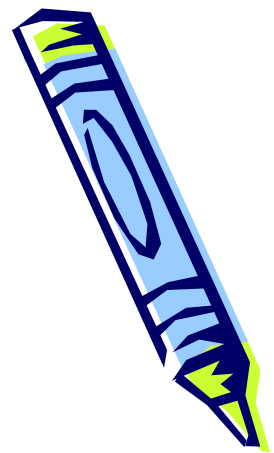




# 電磁式流量計的特點

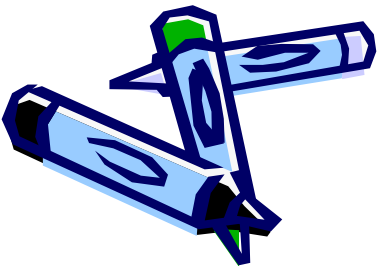
- ★ 測量精度和靈敏度都較高。
- ★ 不受流體的溫度、黏度、壓力或酸鹼性等性質所影響。
- ★ 可測最大管徑達2m，而且壓力損失很小。
- ★ 導電率低的介質，如氣體、蒸汽等則不能應用。





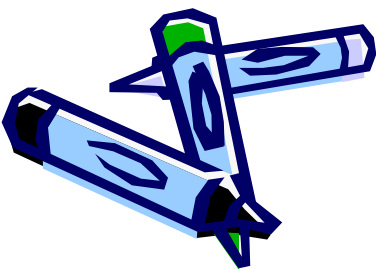
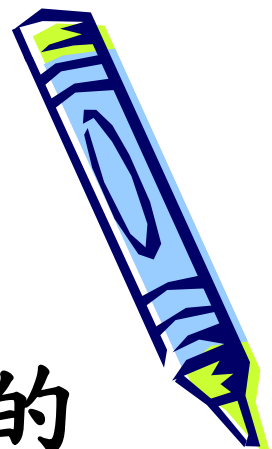
# 電磁式流量計的缺點

- ★ 電磁流量計造價較高。
- ★ 不導電流體不適用。
- ★ 信號易受外磁場干擾，使其在工業管線中流體測量的應用被限制。

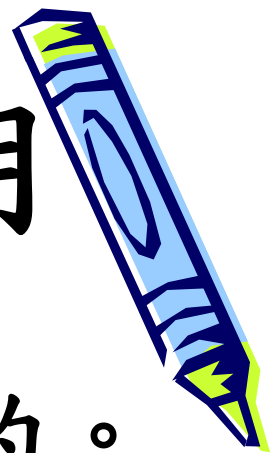


# 超音波流量計原理

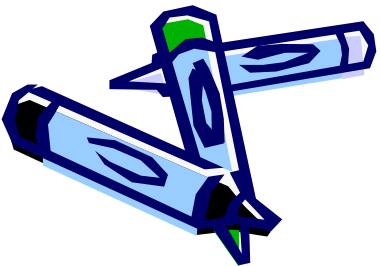
- ★ 超音波在流動介質中傳播的速度等於被測介質的平均流速和音波本身速度的幾何和而設計的。
- ★ 流速愈快，音波的傳遞速度愈快，時間愈短，可由此推算流體的速度。



# 超音波流量計的說明



- ★ 藉由測流速來知道流量大小的。
- ★ 超音波流量計屬於非接觸型的流量計，並可與超音波水位計聯合進行開口流量測量，對流體又不產生擾動和阻力，所以很受歡迎。



# 超音波流量計的特點

★ 不受限於流體是否具有腐蝕性或污染性，任何流體皆適用。

★ 非導電性流體亦適用。

