

# 109 學年度四技二專第一次聯合模擬考試

## 化工群 專業科目(二) 詳解

109-1-05-5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
C	A	B	B	C	D	B	C	D	C	B	A	A	D	A	D	A	D	B	D	B	B	C	C	A
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
B	D	B	D	D	B	C	C	B	C	D	A	C	A	C	C	A	B	A	D	A	A	D	C	B

### 第一部分：基礎化工

1. (A) 核化學反應為遵守質能守恆定律，故無法以此方程式表示

(B) 能量不滅定律亦可以此方程式表示

(D) 在非穩定狀態時，此方程式的表示法即為質量輸入 + 質量生成 = 質量輸出 + 質量消失 + 質量累積

2. 蒸餾塔質量平衡

總質量平衡：F(進料) = D(塔頂) + B(塔底)

$$\rightarrow 10000 \text{ kg/hr} = 7000 \text{ kg/hr} + B \text{ kg/hr}$$

$$\text{得 } B(\text{塔底}) = 3000 \text{ kg/hr} = 50 \text{ kg/min}$$

對苯做平衡：10000 kg/hr × X%

$$= 7000 \text{ kg/hr} \times 90\% + 3000 \text{ kg/hr} \times 10\%$$

$$\text{得 } X = 66$$

3. 假設濃縮液為 X kg/hr

除去的水分為 Y kg/hr

輸入質量 = 輸出質量

總質量平衡：600 kg/hr = X kg/hr + Y kg/hr

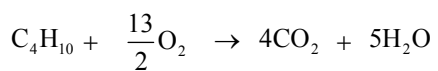
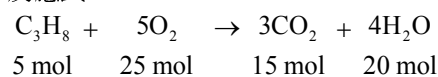
以氫氧化鈉做平衡：600 kg/hr × 10% = X kg/hr × 25%

$$\text{得 } X = 240 \text{ kg/hr} (\text{濃縮液})$$

$$\text{除去水份} = Y = 360 \text{ kg/hr} = 6 \text{ kg/min}$$

4. (B) 限量試劑為化學反應過程被消耗完的反應物

5. 反應式：



5 mol    32.5 mol    20 mol    25 mol

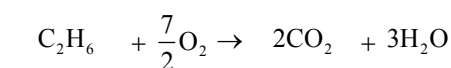
(A) 共產生 15 mol + 20 mol = 35 mol 的二氧化碳  
為 35 mol × 44 = 1540 克

(B) 共需要 25 mol + 32.5 mol = 57.5 mol 的氧氣

(C) 共產生 20 mol + 25 mol = 45 mol 的水  
為 45 mol × 18 = 810 克

(D) 共需要  $\frac{57.5 \text{ mol}}{0.2} = 287.5 \text{ mol}$  的空氣

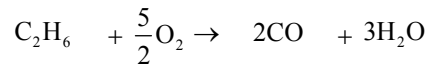
6. 反應式



1 mol

-0.25 mol

+0.5 mol



1 mol

-0.25 mol

+0.5 mol

乙烷總消耗量為 0.25 mol + 0.25 mol = 0.5 mol

(A) 乙烷轉化率 =  $\frac{\text{反應物消耗量}}{\text{反應物輸入量}}$

$$= \frac{0.5 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times 100\% = 50\%$$

二氧化碳產率 =  $\frac{\text{產生二氧化碳所消耗反應物量}}{\text{反應物輸入量}}$

$$= \frac{0.25 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times 100\% = 25\%$$

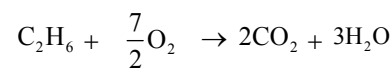
(B) 二氧化碳選擇性 =  $\frac{\text{產生二氧化碳所消耗反應物量}}{\text{反應物消耗量}}$

$$= \frac{0.25 \text{ mol}}{0.5 \text{ mol}} \times 100\% = 50\%$$

一氧化碳產率 =  $\frac{\text{產生一氧化碳所消耗反應物量}}{\text{反應物輸入量}}$

$$= \frac{0.25 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times 100\% = 25\%$$

(C) 理論需氧量為完全燃燒時所需的氧氣量  
反應式：



1 mol    3.5 mol

故理論需氧量為 3.5 mol 氧氣 = 112 克氧氣

由題目，空氣中含有重量百分率 20% 氧氣，故理論空

氣量為  $\frac{112 \text{ 克}}{0.2} = 560 \text{ 克空氣}$

故空氣過量為 1000 克 - 560 克 = 440 克

(D) 空氣過量百分率 =  $\frac{\text{進料空氣量} - \text{理論空氣量}}{\text{理論空氣量}}$

$$= \frac{1000 \text{ 克} - 560 \text{ 克}}{560 \text{ 克}} \times 100\% = 78.6\%$$

7. 能量平衡：輸入能量 = 輸出能量

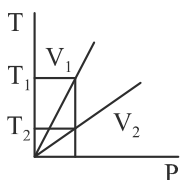
$$100 \text{ mol} \times 2000 \text{ J/mol} + 5000 \text{ J}$$

$$= 100 \text{ mol} \times 1500 \text{ J/mol} + Q, \text{ 得 } Q = 55000 \text{ J}$$

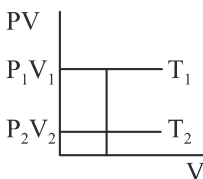
(反應過程放出 5000 J 的熱，代表反應器吸收 5000 J)

的熱，故輸入的熱量為 +5000 J)

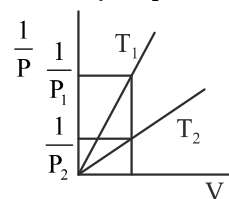
8. (A) 氫氣雖然分子量較氮氣小，但氮氣為單原子氣體，氫氣為雙原子氣體，氮氣分子本身體積較小，使彼此接觸面積小，故氮氣較氫氣接近理想氣體  
(B) 理想氣體分子間無作用力，體積可忽略，但質量不可忽略  
(D) 理想氣體在任何溫度及壓力下均無法液化
9. (A) 汽球在高空因壓力減少，體積增加，最後會爆炸，為壓力和體積的關係：波以耳定律  
(B) 變凹乒乓球在熱水中體積會膨脹，為體積和溫度的關係：查理—給呂薩克定律  
(C) 氣球中填入氫氣，使氣球內氫氣莫耳數增加，體積變大，為體積和莫耳數關係：亞佛加厥定律  
(D) 汽車行駛過程輪胎溫度上升，使輪胎胎壓增加，故為溫度和壓力間的關係：艾蒙頓—給呂薩克定律
10. (A) 將 P 固定，因絕對溫度 T 和體積 V 為成正比關係，由下圖可知  $T_1 > T_2$ ，故  $V_1 > V_2$



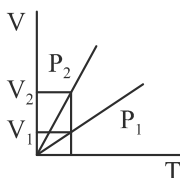
(B) 將 V 固定，因 PV 和絕對溫度 T 成正比，由下圖可知， $P_1V_1 > P_2V_2$ ，故  $T_1 > T_2$



(C) 將 V 固定，因壓力 P 和絕對溫度 T 成正比，由下圖可知  $\frac{1}{P_1} > \frac{1}{P_2}$ ，即  $P_1 < P_2$ ，故  $T_1 < T_2$



(D) 將 T 固定，因壓力 P 和體積 V 成反比，由下圖可知  $V_2 > V_1$ ，故  $P_2 < P_1$



11. 在 1 atm、25°C 下， $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$

利用  $PV = nRT$

$$= P \times 1000 \text{ L} = 10 \text{ mol} \times 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K} \times (25 + 273) \text{ K}$$

得  $P = 0.245 \text{ atm}$

12. 格銳目擴散定律公式：

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}} = \frac{\sqrt{D_2}}{\sqrt{D_1}} = \frac{\frac{V_1}{t_1}}{\frac{V_2}{t_2}} = \frac{\frac{n_1}{t_1}}{\frac{n_2}{t_2}} = \frac{l_1}{l_2}$$

依據題目的條件，得  $\frac{R_{\text{O}_2}}{R_x} = \frac{\sqrt{M_x}}{\sqrt{M_{\text{O}_2}}} = \frac{\frac{V_{\text{O}_2}}{t_{\text{O}_2}}}{\frac{V_x}{t_x}}$

$$\rightarrow \frac{\sqrt{M_x}}{\sqrt{32}} = \frac{\frac{5 \text{ L}}{50 \text{ s}}}{\frac{2 \text{ L}}{60 \text{ s}}}, \text{ 得未知氣體分子量} = M.W = 288$$

13. 氣體的分壓比 = 莫耳數比 = 莫耳分率比

故  $P_{\text{氫氣}} : P_{\text{氧氣}} : P_{\text{氮氣}} : P_{\text{二氧化碳}}$

$$= n_{\text{氫氣}} : n_{\text{氧氣}} : n_{\text{氮氣}} : n_{\text{二氧化碳}}$$

$$= \frac{24 \text{ g}}{2} : \frac{48 \text{ g}}{32} : \frac{56 \text{ g}}{28} : \frac{22 \text{ g}}{44}$$

$$= 12 \text{ mol} : 1.5 \text{ mol} : 2 \text{ mol} : 0.5 \text{ mol}$$

$$= 24 \text{ mol} : 3 \text{ mol} : 4 \text{ mol} : 1 \text{ mol}$$

14. (A) 真實氣體液化須將溫度降到其臨界溫度以下  
(B) 凡得瓦狀態為修正真實氣體中的壓力和體積  
(C) 真實氣體為非彈性碰撞，可用  $PV = ZnRT$  或凡得瓦狀態方程式計算

15. 利用  $PV = ZnRT$

$$10 \text{ atm} \times 10 \text{ L}$$

$$= 1.2 \times n \text{ mol} \times 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K} \times (227 + 273) \text{ K}$$

得  $n = 2 \text{ mol}$

16. (A) a 為用來修正真實氣體分子間的引力  
(B) b 為用來修正真實氣體分子本身所佔有的體積  
(C) a、b 值僅受到氣體種類的影響，不受溫度影響
17. (A) 因超臨界流體的溫度及壓力必須高於其臨界溫度、臨界壓力，因此，若溫度、壓力低於其臨界溫度、臨界壓力時，即不為超臨界流體，故超臨界流體的溶解能力會隨著溫度及壓力而改變
18. 液體的飽和蒸氣壓只會受到液體種類、溫度的影響，容器體積大小、容器形狀、液體量均不影響飽和蒸氣壓
19. 液體飽和蒸氣壓越大，則分子間作用力越小，揮發性越大，沸點越低，相同熱源下加熱到沸騰所需時間越短

(A) 分子間作用力：水 > 乙醇 > 苯 > 丙酮

(C) 正常沸點：水 > 乙醇 > 苯 > 丙酮

(D) 揮發性：丙酮 > 苯 > 乙醇 > 水

20. 利用克勞秀士—克拉柏壤方程式：

$$\log \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{2.303R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \text{ 或 } \ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\text{故 } \log \frac{2 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} = \frac{\Delta H}{2.303 \times 8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}} \left( \frac{1}{300 \text{ K}} - \frac{1}{400 \text{ K}} \right)$$

$$\text{或 } \ln \frac{2 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} = \frac{\Delta H}{8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}} \left( \frac{1}{300 \text{ K}} - \frac{1}{400 \text{ K}} \right)$$

得汽化熱  $\Delta H = 6914 \text{ J/mol}$

21. 沸點定則： $\frac{T_b}{T_c} = \frac{2}{3}$

曲吞定則： $\frac{\Delta H}{T_b} = 21 \text{ cal/mol} \cdot \text{K}$  (非極性)

或 =  $26 \text{ cal/mol} \cdot \text{K}$  (極性)

由題目： $\frac{T_b}{T_c} = \frac{2}{3} \rightarrow \frac{T_b}{360 \text{ K}} = \frac{2}{3}$  得正常沸點  $T_b = 240 \text{ K}$

極性液體  $\frac{\Delta H}{T_b} = 26 \text{ cal/mol} \cdot \text{K}$

$\rightarrow \frac{\Delta H}{240 \text{ K}} = 26 \text{ cal/mol} \cdot \text{K}$  得  $\Delta H = 6240 \text{ cal/mol}$

22. (A) 液體溫度越高，因分子間凡得瓦力越弱，故黏度減少  
 氣體溫度越高，因碰撞頻率增加，故黏度增加  
 (C) 液體的黏度和密度之間無直接的相關聯  
 (D) 測定黏度的方法為帕醉法和落球法，毛細管上升法為測定液體表面張力

23. 利用公式： $\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{\rho_1 \times t_1}{\rho_2 \times t_2}$

故  $\frac{0.02 \text{ P}}{0.016 \text{ P}} = \frac{1.2 \text{ g/cm}^3 \times 100 \text{ s}}{0.8 \text{ g/cm}^3 \times t_2}$  得  $t_2 = 120 \text{ s}$

24. (A) C.G.S.制常用單位為  $\text{dyne/cm}$  或  $\text{erg/cm}^2$   
 (B) 液體溫度增加時，因液體分子間凡得瓦力較弱，故表面張力會下降  
 (D) 表面張力形成原因為使液體表面積收縮成最小的力，故傾向於使最少數目的分子留在液體表面上

25. 表面張力公式： $\gamma = \frac{\rho \times g \times h \times r}{2 \cos \theta}$

可知半徑(r)和高度(h)為反比的關係

故  $\frac{r_1}{r_2} = \frac{h_2}{h_1} \rightarrow \frac{0.2 \text{ cm}}{0.1 \text{ cm}} = \frac{h_2}{1 \text{ cm}}$

得  $h_2 = 2 \text{ cm}$

### 第二部分：化工裝置

26. (A) 1 英尺(ft) = 30.48 公分(cm)  
 1 英寸(in) = 2.54 公分(cm)  
 故 7 呎(ft) 5 吋(in)  
 =  $7 \times 30.48 \text{ 公分(cm)} + 5 \times 2.54 \text{ 公分(cm)}$   
 =  $226 \text{ 公分(cm)}$   
 (B) 1 英里(mile) = 1.61 公里(km)  
 故  $300 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ mile}}{1.61 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 3.1 \text{ mile/hr}$   
 (C) 1 磅(lb) = 453.6 克(g) = 0.4536 公斤(kg)  
 故 3.55 公斤(kg) = 7.826 磅(lb)  
 (D) 1 加侖(gal) = 3.785 升(L)  
 故 42 加侖(gal) = 158.97 升(L)
27. (A)(C) 物理變化為單元操作分別為：  
 ①蒸發、②過濾、③吸收、⑥萃取、⑨吸附  
 (B)(D) 化學變化為單元程序分別為：

- ④燃燒、⑤中和、⑦脫水、⑧皂化、⑩聚合
28. ①功的因次為  $\text{ML}^2\theta^{-2}$   
 ④體積流率的因次為  $\text{L}^3\theta^{-1}$   
 ⑥流體功率的因次為  $\text{ML}^2\theta^{-3}$   
 ⑦動黏度的因次為  $\text{L}^2\theta^{-1}$
29. (D) 管路系統包含管、管件、閥，不包含泵
30. 凱式溫標的表示法為 K
31. 牛頓黏度定律式為剪應力( $\tau$ )和速度梯度( $\frac{\Delta u}{\Delta y}$ )成正比，加入常數黏度( $\mu$ )使正比的關係變成等式，故黏度( $\mu$ )不受到流體速度(u)的影響。題目中，水和空氣的溫度及壓力均未改變，故黏度不改變
32. 儲存槽為開放系統  
 $P_{\text{絕對壓力}} = P_{\text{大氣壓力}} + P_{\text{液柱壓力}}$ ， $P_{\text{液柱壓力}} = \rho \times g \times h$   
 故  $P_{\text{絕對壓力}} = 101325 \text{ Pa} + 800 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 15 \text{ m}$   
 =  $221325 \text{ Pa}$
33. (A) 圓管截面積  $A = \frac{\pi}{4} \times D^2$ ，截面積和管直徑(D)成平方正比，故 A、B 兩管截面積比為 16 : 1  
 (B) 依質量不滅定律，A、B 兩圓管的質量流率會相等，故 A、B 兩管內質量流率比為 1 : 1  
 (C)  $\text{Re} = \frac{D \times \bar{u} \times \rho}{\mu} = \frac{4 \times \dot{m}}{\pi \times D \times \mu}$   
 因質量流率一樣，雷諾數(Re)和管徑(D)成反比，故 A、B 兩管內雷諾數比為 1 : 4  
 (D)  $\dot{m} = \bar{u} \times A \times \rho = \bar{u} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \rho$   
 流速( $\bar{u}$ )和管徑(D)平方成反比，故 A、B 兩管內平均流速比為 1 : 16
34. 空氣平均分子量 ( $\overline{M.W}$ ) =  $M_1X_1 + M_2X_2$   
 =  $28 \times 0.8 + 32 \times 0.2 = 28.8$   
 空氣密度  $\text{PM} = \text{DRT}$ ， $1 \text{ atm} \times 28.8 \text{ g/mol}$   
 =  $D \times 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K} \times (0 + 273) \text{ K}$   
 得空氣密度  $D = 1.29 \text{ g/L}$   
 氣體比重 =  $\frac{\text{某氣體密度}}{\text{空氣密度}} \rightarrow 1.6 = \frac{\text{某氣體密度}}{1.29 \text{ g/L}}$   
 得某氣體密度為  $2.064 \text{ g/L} = 2.064 \text{ kg/m}^3$   
 $\dot{m} = \bar{u} \times A \times \rho = \bar{u} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \rho$   
 =  $10 \text{ m/s} \times \frac{\pi}{4} \times (0.1 \text{ m})^2 \times 2.064 \text{ kg/m}^3 = 0.162 \text{ kg/s}$
35. 層流時的速度分佈公式： $\bar{u}_z = u_{\text{max}} \times [1 - (\frac{r}{R})^2]$   
 圓管半徑為 R，管壁與管中心一半處為  $r = \frac{R}{2}$   
 帶入公式得  $\bar{u}_z = u_{\text{max}} \times [1 - (\frac{2}{R})^2] = u_{\text{max}} \times [1 - (\frac{1}{2})^2]$   
 =  $\frac{3}{4} u_{\text{max}} = 0.75 u_{\text{max}}$

36. 由機械能方程式：

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{Z_1 g}{g_c} + \frac{\bar{u}_1^2}{2g_c} + W_s = \frac{P_2}{\rho} + \frac{Z_2 g}{g_c} + \frac{\bar{u}_2^2}{2g_c} + h_f$$

由題目得知

(1) 將密閉水槽高度定為基準  $Z_1 = 0$ ， $Z_2 = 10 \text{ m}$

(2) 開放水槽壓力為  $P_1 = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ ，密閉水槽壓力為  $P_2 = 2 \text{ atm} = 202650 \text{ Pa}$

(3) 摩擦損失  $h_f = 30 \text{ J/kg}$

(4) 忽略水的動能變化，即  $\bar{u}_1 = \bar{u}_2$

$$\text{故方程式變為：} \frac{P_1}{\rho} + W_s = \frac{P_2}{\rho} + \frac{Z_2 g}{g_c} + h_f$$

$$\rightarrow \frac{101325 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg/m}^3} + W_s = \frac{202650 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg/m}^3} + \frac{10 \text{ m} \times 10 \text{ m/s}^2}{1} + 30 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

得  $W_s = 231 \text{ J/kg}$ ，流體功率  $P_f = W_s \times \dot{m}$

$$= 231 \text{ J/kg} \times 2 \text{ kg/s} = 462 \text{ J/s(W)}$$

$$\text{泵效率} = \frac{\text{流體功率}(P_f)}{\text{制動功率}(P_b)} = \frac{462 \text{ W}}{P_b} = 50\%$$

得制動功率  $(P_b) = 925 \text{ W}$

37. 湍流時，流體摩擦損失  $h_f = 4 \times f \times \frac{L}{D} \times \frac{\bar{u}^2}{2 \times g_c}$

(B) 摩擦損失和圓管直徑成反比

(C) 摩擦損失和圓管長度成正比

(D) 摩擦損失和圓管的粗糙度在湍流時有關，在層流時無關

38. 壓力損失  $(\Delta P) = \text{摩擦損失}(h_f) \times \text{密度}(\rho)$

$$= 4 \times f \times \frac{L}{D} \times \frac{\bar{u}^2}{2 \times g_c} \times \rho$$

$$= 4 \times 0.006 \times \frac{100 \text{ m}}{0.1 \text{ m}} \times \frac{(2 \text{ m/s})^2}{2 \times 1} \times 1200 \text{ kg/m}^3 = 57600 \text{ Pa}$$

39. ③40 號鋼管稱為標準管，80 號鋼管為加強管

④鋼管的管號越大，管壁越厚，管內徑越小

⑤公稱管徑相同的鋼管，管外徑皆相同

40. ①閘閥、⑤柱塞閥、⑦球塞閥為阻塞閥

②球閥、④蝶形閥、⑧針閥為節流閥

⑥單向閥為止回閥

③安全閥為壓力控制閥

41.

	管件分類	管件型式	功能
(A)	接頭類	管接頭、螺紋接管、管套節、凸緣	連接管子
(B)	管止類	管帽、管栓	終止管路
(D)	彎頭類	肘管、大彎管、雌雄肘管、減徑肘管	改變流向

42. (B) 離心幫浦可用於輸送含懸浮固體顆粒的液體，但不適合輸送含氣體的液體

(C) 幫浦為將電能轉變成機械能，使流體獲得能量，幫助流體流動

(D) 旋轉式幫浦可用於輸送高黏度的液體，但不適合

輸送含懸浮固體的液體

43.

分類	輸出壓力	特點
風扇	10 kPa 以下	風量大、壓力小
鼓風機	10~100 kPa	風量大、中等壓力
壓縮機	100 kPa 以上	風量小、壓力大

進、出口壓力變化不大即壓力小，故為風扇

44. 魯氏真空泵(旋轉式真空泵)因內部不需油密封，適合保持高度潔淨的半導體製程

45. U 型管液柱壓力計公式：

$$\begin{aligned} -\Delta P &= (\rho_m - \rho) \times \frac{g}{g_c} \times h \\ &= (1600 \text{ kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3) \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0.12 \text{ m} \\ &= 720 \text{ Pa} = 0.72 \text{ kPa} \end{aligned}$$

46. 孔口流量計公式： $\bar{u}_o = C_o \times \sqrt{\frac{\Delta P \times 2 \times g_c}{\rho(1-\beta^4)}}$

$$\begin{aligned} -\Delta P &= (\rho_m - \rho) \times \frac{g}{g_c} \times h \\ \bar{u}_o &= 0.61 \times \sqrt{\frac{(13600 \text{ kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3) \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0.1 \text{ m} \times 2 \times 1}{1000 \text{ kg/m}^3 \times (1 - (\frac{2 \text{ cm}}{10 \text{ cm}})^4)}} \\ &= 6.4 \text{ m/s} \end{aligned}$$

47. ①皮托管、④孔口流量計、⑤文氏流量計為差壓式流量計

②浮子流量計為面積式流量計

③超音波流量計、⑥電磁流量計為其他類型流量計

⑦搖擺盤式流量計、⑧濕式氣體流量計為排量式流量計

48. (A) 皮托管可測量水在管內流動的點速度

(B) 皮托管放洩係數為 1，代表流體的摩擦損失小

(C) 皮托管安裝時開口要面向流體，才能產生壓差

49. (A) 當浮子停留於流體中不動時，表示此時浮子所受的合力為 0

(B) 浮標的位置與流體密度有關，因此使用不同密度流體時需做校正

(D) 使用同一浮子流量計測量海水與純水的流量時，若停留高度相同，則海水體積流率較純水低

50. 使用電磁流量計需為可導電的液體，因油類液體不導電(如沙拉油)，故不適合用電磁流量計測量