

工業技術用書

工業儀器學科精要

林大振・邵玉堂 編著 洪純福 校閱

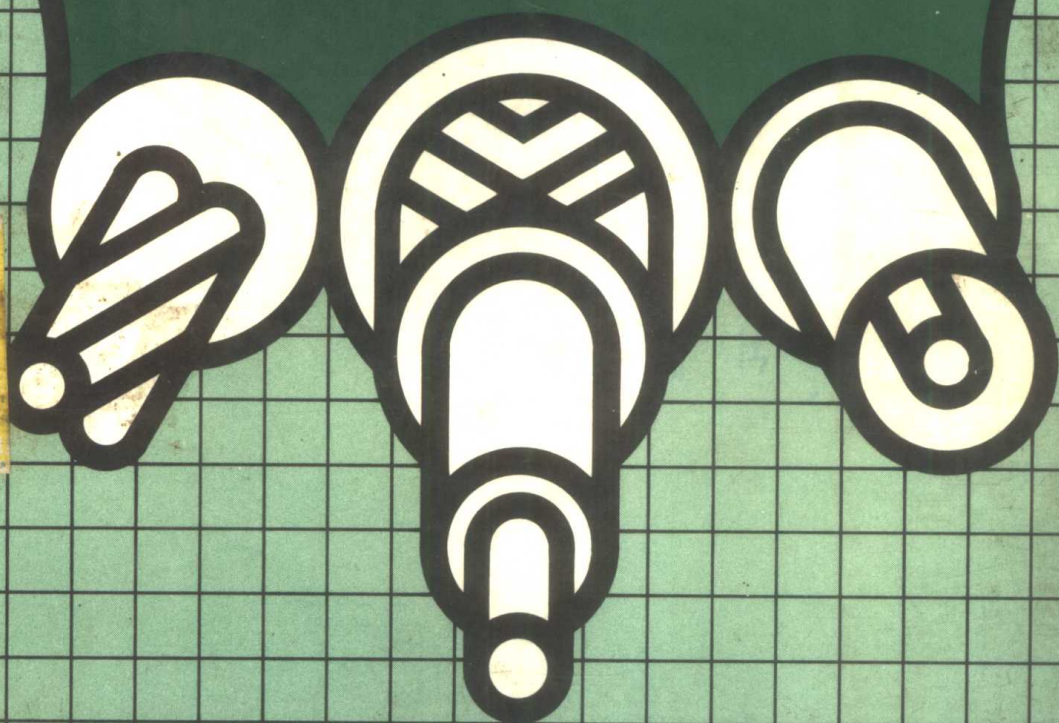
適用 /

工專・高工儀控科

自動控制人員・化工控制人員

技術檢定專用

前程出版社



技術檢定叢書

工業儀器學科精要

林大振 編著 洪純福 校閱
邵玉堂

前程出版社

工業儀器學科精要

特價 130 元

編著者：林大振、邵玉堂
發行者：張睦雄
出版者：前程出版社
地 址：高雄市建國三路三八號
出版事業登記證：局版台業字第 1121 號

版權所有

印必究

總經銷：前程書店有限公司
地 址：高雄市建國三路三八號
郵政劃撥：0044893-5
電 話：07-2411874

中華民國 74 年元月初版

序

國內自動化的熱潮，近年來甚是蓬勃，而工業儀器在自動化的過程中，佔有極重要的地位。從事這工作的技術人員常感到較實際之參考書缺乏，如儀器工程、按裝工程及相關之機械材質……等，因此編者以從事於儀器工作的心得資料及參考日本「計裝」、「計裝工事」精要整理出來，以利學者進修參考。

本書以問答題、是非題、選擇題之方式編成俾學者容易瞭解，適合於高工、工專自動控制儀錶、化工學生及從事自動控制、儀器技術人員之參考。

編者才疏學淺，工業儀器範圍廣泛，疏漏之處在所難免，尚祈先進，不吝指正。

本書承蒙內政部職業訓練局南區職業訓練中心工業儀器科洪純福先生撥冗校閱，特致萬分謝意。

林大振
邵玉堂 於高雄七十三年十二月

一、學科總整理

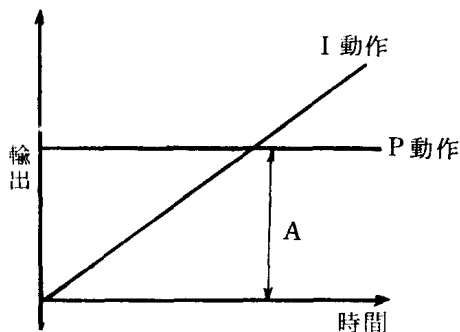
1 請列舉 5 個近代製程工業儀器控制化的主要目的。

- 答 (1) 提高製品品質及均一性
(2) 提高生產性
(3) 省力化
(4) 提高安全衛生
(5) 提高生產技術之管理

2 請列舉 10 個化學工廠的製程變量，並列出其中的“製程四大變量”。

- 答 (1)溫度(2)壓力(3)流量(4)液位(5)比重(6)成分(7)濕度(8)粘度
(9)速度(10)密度 製程四大變量：溫度、壓力、流量、液位

3 請用適當語句填入相關下圖之文字說明內。



上圖稱為 P I 動作，分別表示 P 動作及 I 動作的梯狀反應。
圖中 A 係隨（比例帶）所決定 P 動作之（輸出）。把梯狀反應的（I 動作部）輸出，增大到（P 動作部）相等（輸出 A）所需的時間稱為（積分時間）。

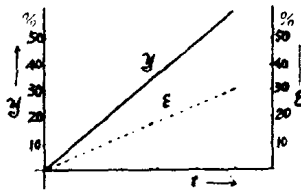
把（I 動作部）的輸出增加到 A 稱為 1 重覆，而復歸率就是

2 工業儀器學科精要

在（1分鐘）重覆幾次的意思，次數（多）者，其（積分動作）強，復歸率的單位用（重覆／分）表示。

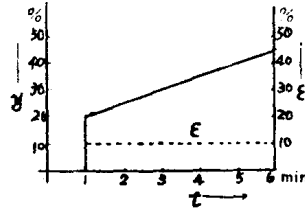
4. 請由下圖求出自動控制的比例感度（比例 Gain），積分時間及微分時間的概略值。（圖中之 ϵ 為偏差量， y 為操作量， t 為時間）

圖 1. 比例動作



比例感度 2.0

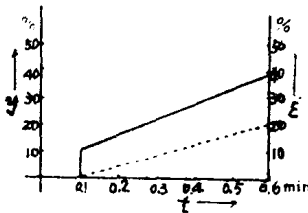
圖 2. 比例動作 + 積分動作



比例感度 2.0

積分時間 4 分

圖 3. 比例動作 + 微分動作



比例感度 1.5

微分時間 0.17 分

5. 請把適當語句填入下列（ ）內。

- (1) （回授控制）利用回授把控制量比較目標值，並使之成為一致的訂正動作之控制。
- (2) （適量控制）利用外亂信號，對其影響控制系前，所做的必要訂正動作。
- (3) （程式）事先決定目標值變化的控制。
- (4) （程序）依照事先決定的順序，依次進行各階段的控制。
- (5) （串級）在回授控制系，利用一個控制設備的輸出信號，變其他控制設備目標值的控制。

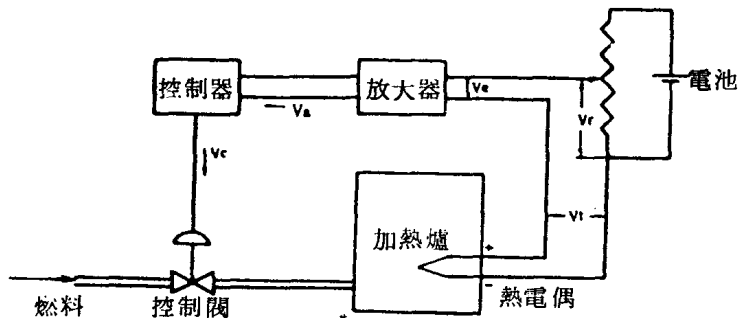
- (6) (操作量) 為支配控制量所加到控制對象的量。
- (7) (控制量) 屬於控制量，為取得控制目的之量。
- (8) (控制部) 在目標值信號與檢出部來之信號基礎下，送出信號以動作控制系所要之操作部的部份。
- (9) (檢出部) 取出控制對象、環境等必要之信號的部份。
- (10) (操作部) 把控制部來的信號轉變成操作量，以動作控制對象的部份。
6. 請由提供答案中，選擇正確者之編號填入有關傳達函數的 () 內。

所謂傳達函數係指輸入、(8) 間之函數，以(4)表示者。狹義的說持有(9)對象時，做拉普拉氏變換把(7)全部當 0，對輸入表示輸出之(11)者稱為複素數之(4)。廣義的說對(6)把輸出入關係用(10)之函數表示的(2)。如果表示輸入脈波列的關係則含有脈波(5)。

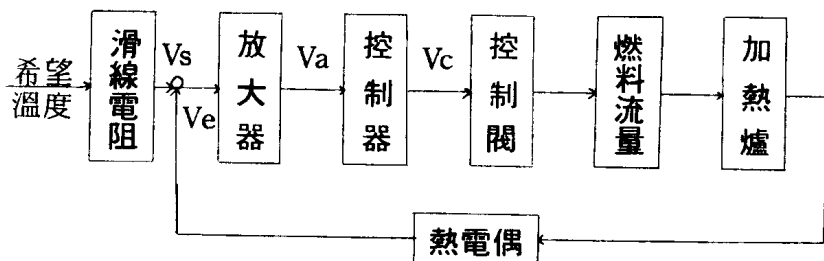
答案：

- ①信號②頻率傳達函數③偏差④函數⑤傳達函數⑥正弦波輸入
⑦初期條件⑧輸出⑨線形特性⑩角頻率⑪比率⑫外亂
⑬拉普拉氏變換⑭微分⑮積分⑯因素⑰關係
7. 請繪出下圖之溫度控制系的方塊圖。

滑線電阻設定在相當希望溫度之熱電勢，產生基準電壓 V_r 的位置。



答



8. 請寫出各控制系的名稱。

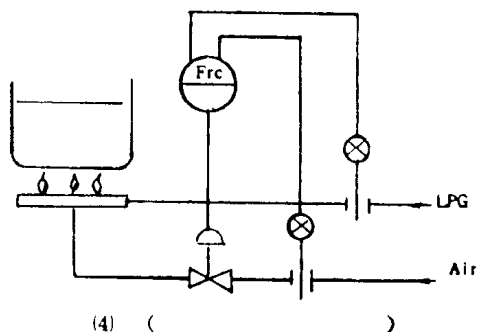
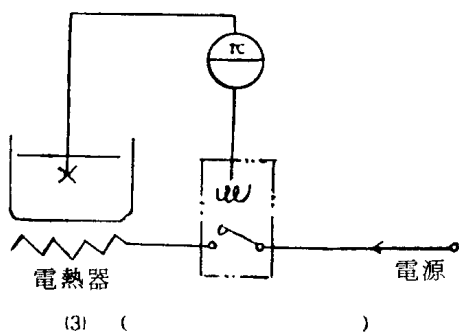
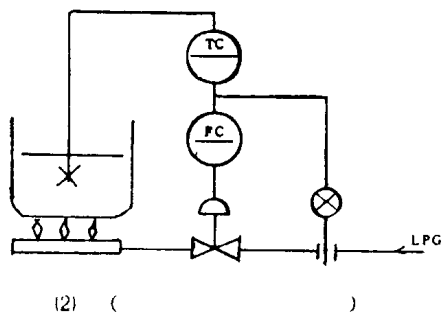
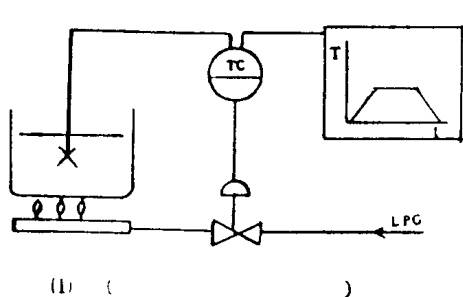
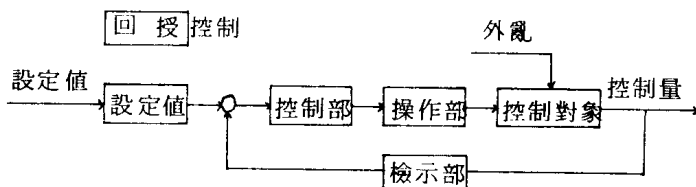
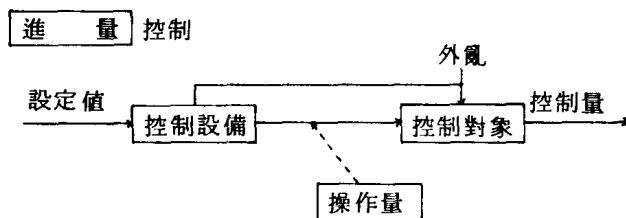


圖 (1)程序控制 (2)串級控制 (3)ON·OFF 控制 (4)比率控制

9. 請用適當語句完成回授控制、進量 (feed forward) 控制之方塊圖。





10. 請用適當語句填入下文 P I D 控制之說明內。

P I D 控制動作公式為:

$$Y = K \left(e + \frac{1}{T_I} \int e dt + T_D \frac{de}{dt} \right)$$

Y: 控制輸出 e: 偏差 T_I : 積分時間 T_D : 微分時間

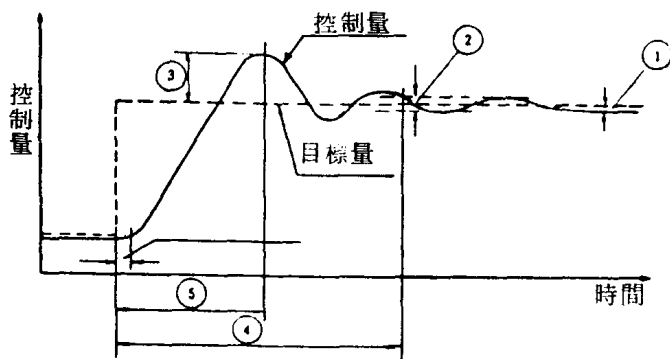
K: 常數

上式右邊第一項為(偏差)的(比例)稱為 P 動作, 第二項為(偏差)之(積分)即 I 動作, 第三項為(偏差)之(微分)即 D 動作。

(比例動作)為基本控制動作, (積分動作)跟(微分動作)係彌補僅控制不充分的(比例動作)。

11. 定值控制系目標值成梯狀變化時, 控制量會經下圖之振動再安定。

請把適當語句填入各編號內。



- (1) 殘留偏差 (OFF-SET)
(2) 容許範圍
(3) 行過量
(4) 整定時間
(5) 行過量時間

① () ② () ③ () ④ () ⑤ ()

12. 請用 JIS 規定之熱電偶記號，補償導線被覆顏色及最高測定溫度記入下表。

構 成 材 料		JIS 記號	補償導線 外皮顏色	測定最高 溫度 °C
正 端	負 端			
鎳 鉻 合 金	鎳為主之合金	(CA)	(藍色)	(0~1200)
含鉍13%之白金合金	白 金	(PR)	(黑)	(0~1600)
銅	銅 鎳 合 金	(CC)	(棕)	(0~300)
鎳 鉻 合 金	銅 鎳 合 金	(CRC)	(紫)	(0~900)
鐵	銅 鎳 合 金	(IC)	(黃)	(0~800)

13. 請用 JIS 之白金電阻式測溫體的記號，電阻值及最高測溫溫度填入下表。

JIS 記號	電阻值 (0 °C 時 Ω 值)	最高測定溫度
Pt	(50 Ω)	(500 °C)
	(100 Ω)	(600 °C)

14. 請用適當文字或數定填入下表之①~⑧欄。

JIS C1602-1981

構成材料 的記號	舊記號	素 線 徑 mm	常用限度 °C	階 級	測 定 溫 度
①	CA	0.65	⑤	0.4 級	0 °C 以上 1000 °C 未滿
		1.00	750		
		1.60	850	0.75 級	0 °C 以上 (⑦) °C 未滿
		2.30	900	1.5 級	-200 °C 以上 0 °C 未滿
		3.20	1000		
②	CRC	0.65	450	0.4 級	0 °C 以上 800 °C 未滿
		1.00	500		
		1.60	550	0.75 級	0 °C 以上 800 °C 未滿
		2.30	600	1.5 級	-200 °C 以上 0 °C 未滿
		3.20	700		
③	IC	0.65	400	0.4 級	0 °C 以上 750 °C 未滿
		1.00	450	0.75 級	0 °C 以上 (⑧) °C 未滿
		1.60	500		
		2.30	550	1.5 級	——
		3.20	600		
④	CC	0.32	⑥	0.4 級	0 °C 以上 350 °C 未滿
		0.65	200	0.75 級	0 °C 以上 350 °C 未滿
		1.00	250		
		1.60	300	1.5 級	-200 °C 以上 0 °C 未滿

圖 ① K ② E ③ J ④ T ⑤ 700 ⑥ 200 ⑦ 1200 ⑧ 750

15. 請選擇正確之答案號碼填入表內

JIS 記號	構成材料		補償導線之被覆色
	＋端	－端	
WIC	(④)	(⑬)	(黃)
WCC	(③)	(⑬)	(棕)
WPR	(③)	(①)	(黑)
WCRC	(⑫)	(⑬)	(紫)
WCA	(③)	(⑬)	(藍)

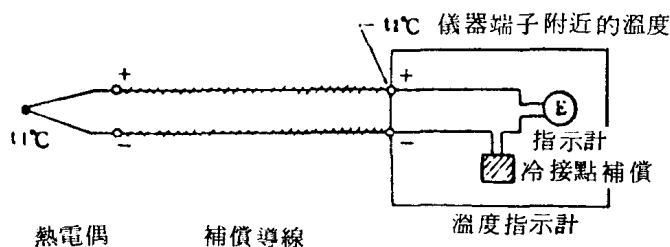
答案:

- ①低鎳銅合金 ②白金 ③銅 ④鐵 ⑤錳 ⑥鎳 ⑦鉻 ⑧銻 ⑨鋁
 ⑩含 13% 銻之白金合金 ⑪鎳為主之合金 ⑫鎳鉻合金 ⑬銅鎳合金
 ⑭銅鉻合金 ⑮鐵鉻合金

16. 用熱電偶之溫度測定電路，常用冷接點補償，

- ①請簡述使用冷接點補償之理由？
 ②圖上已加上冷接點補償電路，請用電池記號標上熱電勢之方向。

答 ① 熱電勢在冷接點（基準接點） t_2 為 0°C 時之值，通常 t_2 為常溫，因此為了抵消誤差，使 t_2 如同在 0°C 就需加補償。



$$11^\circ\text{C} > 11^\circ\text{C} > 0^\circ\text{C}$$

17. 請用適當語句填入下列空格。

補償導線與熱電偶材質相關之分類，有兩種。一種是使用跟熱電偶同樣材質之補償導線，另一種之使用溫度範圍跟熱電偶之熱電勢大略相同之代用合金。前者稱為（延長線）相當於 EX、JX 及（KX、TX）。後者稱為（補償導線）相當於（RX）SX、WX 及 VX 等補償導線。

18. 請用適當語句或數值填入下列相關製程控制閥之空欄中。

- (1) 閥軸開時，跟流量成正比的特性稱為（直線）特性。
- (2) 閥軸開度產生的流量變化，跟流過的流量成一定比例變化的特性稱為（等百分比）特性。
- (3) 閥軸一動作，流量馬上達到最大值的稱為（快開）特性。
- (4) CV 值表示閥的容量，意即 60°F 的水在 1 psi 之（壓降）下，通過全開之閥的水量用 gpm 表示流量係數。
- (5) 範圍比係指閥可控制的（最大流量）跟（最小流量）之比。
普通之控制閥由（30）：1 到（50）：1。

19. 請簡述控制閥之流量特性，同時表示閥之開度與流量關係。

答 (1) 流量特性：

- (a) 直線特性：閥軸開度與流量成正比的特性，適於閥前後差壓一定之製程 $Q = K S$

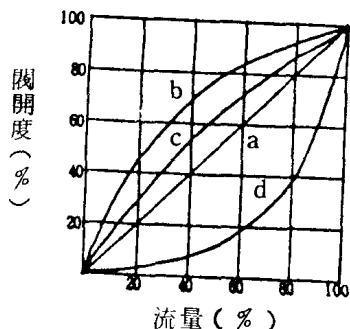
通過量 常數開度

- (b) 等百分比特性：閥軸開度之變化跟流過之流量依一定比率增加的特性。適於閥前後差壓隨流量變化的場合 $\log Q = K S$

- (c) V 特性：居於直線與等百分中間之特性。

- (d) 快開特性：閥軸一動作馬上就達到流量最大值。

(2) 閥開度與流量之關係：



20. 請列舉控制閥加裝 P/P 定位器之使用目的，4 個以上：

- 答 (1) 提高反應性
(2) 提高動作之正確性
(3) 變更閥特性
(4) 變更操作信號範圍時

21. 請選擇適當語句之編號填入氣體流量測定之溫度、壓力補償說明中。

利用差壓流量計做氣體流量測定時，需有溫壓補償，如果溫度及壓力變化時，氣體之 (13) 就變化，指示也會變化，所以就使用有自動補償的 (11) 演算器。

其補償的公式如下：

$$Q_f = \sqrt{(6)} \times Q_o$$

Q_f ：使用狀態換算成標準狀態的流量單位：Nm³/h

Q_o ：設計流量換算成標準狀態的流量單位：Nm³/h

T_f ：使用溫度。單位 (9)

T_b ：設計溫度。單位 (9)

P_f ：使用壓力。單位 (12)

P_b ：設計壓力。單位 (12)

標準狀態系指溫度 (2) °C，壓力 (4) 氣壓，濕度 (2) %

答案:

- ① $\frac{P_f}{P_b} \cdot \frac{T_f}{T_b}$ ② 0 ③ 開平方演算器 ④ 1 ⑤ $^{\circ}\text{C}$ ⑥ $\frac{P_f}{P_b} \cdot \frac{T_b}{T_f}$
 ⑦ -273 ⑧ $\frac{P_b}{P_f} \cdot \frac{P_b}{T_f}$ ⑨ K ⑩ $^{\circ}\text{F}$ ⑪ 乘除演算器 ⑫ $\text{kg/cm}^2 \text{ abs}$
 ⑬ 密度 ⑭ $\text{kg/cm}^2 \text{ G}$ ⑮ 質量

22. 請依 C_v 公式及飽和蒸氣表算出 C_v 值。

- (1) 條件: 最大流量
- 30 t/h
- ,
- 250°C
- 的過熱溫度。

入口壓力 $11 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$

飽和蒸氣表

出口壓力 $5 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$

- (2)
- C_v
- 公式

① $\Delta P < \frac{P_1}{2} \text{ 時}$

$$C_v = \frac{WK}{13.67 \sqrt{\Delta P (P_1 + P_2)}}$$

② $\Delta P \geq \frac{P_1}{2} \text{ 時}$

$$C_v = \frac{WK}{11.9 P_1}$$

W: 最大流量 (kg/h)
 P_1 : 入口端絕對壓力
 ($\text{kg/cm}^2 \text{ abs}$)

 P_2 : 出口端絕對壓力
 ($\text{kg/cm}^2 \text{ abs}$)
 $\Delta P = P_1 - P_2$ (kg/cm^2)
 $K = 1 + 0.0013 \times \text{蒸氣}$
 過熱度 $^{\circ}\text{C}$

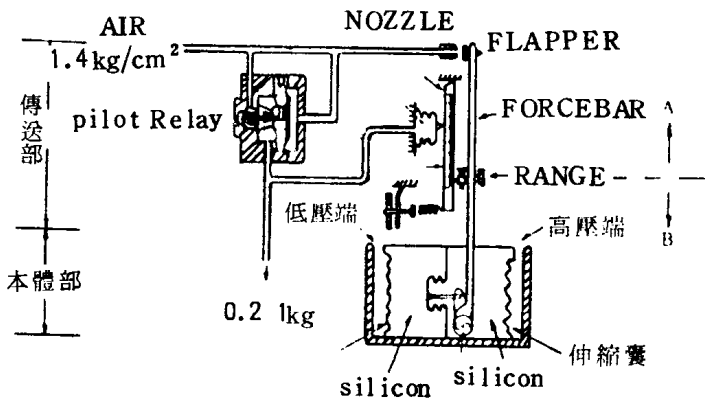
蒸氣絕對壓力 P		蒸氣溫度 t	
kg/cm^2	$\text{lb/} \square^2$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$
7.00	99.5	164.2	327.6
7.50	106.7	167.0	332.6
8.00	113.8	169.6	337.3
8.50	120.9	172.2	342.0
9.00	128.0	174.5	346.1
9.50	135.1	176.9	350.4
10.00	142.2	179.0	354.2
10.50	149.3	181.2	358.2
11.00	156.4	183.2	361.8
11.50	163.5	185.2	365.4
12.00	170.6	187.1	368.8
12.50	177.8	189.0	372.2
13.00	184.9	190.7	375.3
13.50	192.0	192.5	378.5
14.00	199.1	194.1	381.4
14.50	206.2	195.8	384.4

圖 流入端絕對壓力 $P_1 = 11 + 1.033 \div 12 \text{ kg f/cm}^2$
 12 kg f/cm^2 之飽和溫度依表為 187.1°C
 $\Delta P = 11 - 5 = 6 \text{ kg f/cm}^2$ 所以採用 $\Delta P \geq P_1/2$
 $W = 30 \times 10^3 \text{ kg/h}$
 $K = 1 + 0.0013 \times (250 - 187.1) \div 1.1$
 $C_v = \frac{30.000 \times 1.1}{11.9 \times 12} \div 231$

23. 請列舉最常用之流量計種類於下述測定場合，但不可重覆！

- (1) 計量輕油者——輪機流量計
- (2) 現場測定冷却水流量（ $10\ell/\text{min}$ 程度）者——面積式流量計
- (3) 測定含多量粉漿之水路流量者——堰式流量計
- (4) 欲測定工場運轉中，水配管之流量。（不能停俾）者——超音波式流量計
- (5) 測定大口徑（ 1500A ）空氣流量者——皮氏管流量計

24. 請回答下列問題：



- (1) 請簡述導向閥（pilot Relay）的功用。

圖 比例噴嘴背壓，放大空氣輸出的Relay

- (2) 如要變大測定範圍，設定鈕應向A或B方向移動。

圖 向A移動

(3) 噴嘴如堵住輸出空氣壓會如何影響？

答 因背壓增高，輸出壓就增加到空氣源相近的壓力

25. 輸出入 1~5 V 的 DC 比率偏壓設定器，在下述條件時，輸出電壓多少？

比率設定（等分刻度） 0.5

偏壓設定 +50%

輸入電壓 3 VDC

答 4 VDC

26. 刻度 0~150 m³/h（2 倍刻度）之差壓式流量計，其輸入 4 V 時指示約為 130 m³/h。

請用計算式簡單說明其理由，當然儀器輸入信號為 1~5 V_{DC}

答 $\frac{4-1}{5-1} = 75\%$

$$\sqrt{0.75} = 0.865 = 86.5\%$$

$$150 \text{ m}^3/\text{h} \times 86.5 \div 100 = 130 \text{ m}^3/\text{h}$$

27. 請由 A 群的分析計表選擇組合相關的 B 群之答案。

A 群

B 群

(d) (1) 氣泡式密度計

(a) 氯化鋰

(f) (2) 濁度計

(b) 惠斯登電橋

(b) (3) 熱傳導式氣體成分計

(c) 分餾塔

(a) (4) 電阻式濕度計

(d) 比重

(g) (5) 紅外線氣體分析計

(e) 可拉喜橋路

(i) (6) 磁氣式氧氣計

(f) 散亂光

(c) (7) 氣相層次分析數

(g) 光譜吸收

(j) (8) PH 計

(h) 輪葉

(e) (9) 電傳導度計

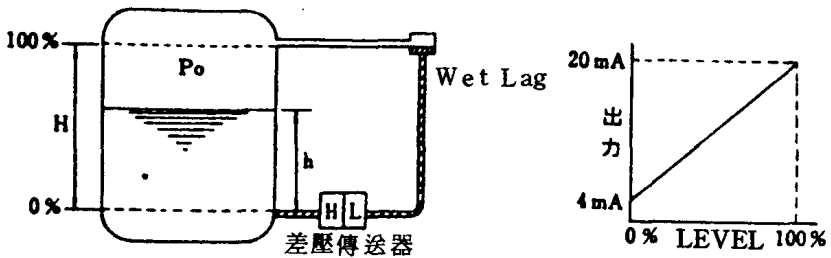
(i) 氣體之磁化率

(h) (10) 氣體密度計

(j) 玻璃電極

28. 請用適當語句填入空格內：

- (1) 補償導線係用在難以將(熱電偶)的輸出,直接連結到儀器時使用,而且具有跟熱電偶同樣材質,能產生同樣熱電勢之金屬線所做成。
 - (2) 如果把浮子浮在流體流向由下往上的圓錐管面積式流量計時,浮子受流體的(壓力)而上推,流體經(圓錐管)與浮子的間隙流過,其流量比例間隙之面積。由於面積與浮子位置相對應,所以可由浮子位置求出流量。
 - (3) 如要光照射半導體之PN接合面,則接合部分之電阻(減少),因此如加有一定電壓時,電流就會(增加)。光電晶體就是利用這種性質,使用於光之檢出。
 - (4) 電磁流量計係利用法拉第之(電磁感應)定則的流量計。
 - (5) 如把配管中途阻流,其前後會產生(壓力差),而流過配管中的流量,則跟其差壓成(平方根)成例。
29. 請參考下圖壓力槽之液位測定的圖形及曲線,把適當答案填入()內。



如槽內壓為 P_0 , 液體密度為 ρ , 則高壓傳送器之(L)端常有 $(P_0 + H\rho)$ 之壓力, 因此如要得到曲線之輸出, 就需移動(零點)。這種情形因為向(負)方向移動, 所以稱為(抑制量負遷移機構)。

30. 下圖為氣相層次分析儀之構成及原理圖, 請把構成因素填入構成圖之方塊內。又把適當答案填入動作原理之()內。
- (1) 構成圖: