物理化學

（基本原理及習題詳解）

陳志雄　編著

曉園出版社

世界圖書出版公司

物 理 化 學

（基本原理及習題詳解）

陳志雄　編著

曉 園 出 版 社
世界图书出版公司

物理化学（基本原理及习题详解）

陈志雄　编著

*

晓园出版社出版

世界图书出版公司北京公司重印

北京朝阳门内大街137号

北京中西印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行　各地新华书店经售

*

1994年10月第　一　版　　开本：850×1168　1/32

1994年10月第一次印刷　　印张：7.25

印数：0001—600　　字数：11万字

ISBN 7-5062-1929-8/O·138

定价：11.80元　(WB9403/10)

前　　言

研習理工的同學，都有一種認識，那就是：一本書的習題往往是該書的精華所在，藉着習題的印證，才能對書中的原理原則澈底的吸收與瞭解。

有鑒於此，曉園出版社特地聘請了許多在本科上具有相當研究與成就的人士，精心出版了一系列的題解叢書，為各該科目的研習，作一番介紹與舖路的工作。

一個問題的解答方法，常因思惟的角度而異。曉園題解叢書，毫無疑問的都是經過一番精微的思考與分析而得。其目的在提供對各該科目研讀時的參考與比較；而對於一般的自修者，則有啓發與提示的作用。希望讀者能藉着這一系列題解叢書的幫助，而在本身的學問進程上有更上層樓的成就。

序 言

物理化學的範疇非常廣泛，它包括了一切有關化學的基本原理。本書為便利讀者能利用很短的時間，將物理化學課程的部份或全部做有效的複習，而由數種目前通用的教科書中做有系統的精要的整理。主要的參考書有：

(1) Farrington Daniel, "Physical Chemistry" 4th Ed.

(2) Walter J. Moore, "Physical Chemistry" 4th Ed.

(3) 潘貫，"物理化學"

(4) Arthur W. Adamson "Understanding Physical Chemistry" 2nd Ed.

(5) Marron "Physical Chemistry"

全書共分十章，並配合書中的內容，在每一章之後附有範例，俾使讀者由範例中多瞭解物理化學中一些實驗的方法，並且熟悉理論如何應用在各實驗及實際問題上。本書的每一章雖依邏輯推展的過程編寫，但為求明朗、簡要，省略了許多繁冗的說明及公式詳細的推演。讀者研讀本書，於每一定理公式的運用時，須逐一思考書中所提有關之條件。如此可幫助瞭解各定理及公式的真正意義而收事半功倍的效果。

編者才疏學淺，且本書倉促編成，錯誤之處尚祈各前輩先進不吝指教。

編者識

目　錄

第一章 氣體

1. 理想氣體(Ideal Gas)

理想氣體之假設，(1)分子與分子之間無作用力存在；(2)分子之體積視爲零；(3)分子與分子之碰撞爲完全彈性碰撞。眞實之簡單氣體分子（例 H_2，He等）在高溫低壓下接近理想氣體。

理想氣體定律

$$PV = nRT \qquad \text{或} \qquad M = \frac{\rho}{P}RT \tag{1-1}$$

P：壓　力

V：體　積

n：摩爾數

T：溫　度

M：分子量

ρ：密　度

R＝氣體常數

$= 0.082 \quad \ell\text{-}atm/mole\text{-}deg$

$= 8.31 \times 10^7 \quad erg/mole\text{-}deg$

$= 1.98 \quad Cal/mole\text{-}deg$

道爾頓分壓定律（Law of Daulton's Partial Pressure）

$$P_{total} = \Sigma P_i \qquad P_i = X_i P_{total} \tag{1-2}$$

$$X_i = \frac{n_i}{n}$$

P_{total}＝總　壓　力

P_i：第 i 種氣體之分壓

X_i：第 i 種氣體之摩爾分率

n_i：第 i 種氣體之摩爾數

n　：全部氣體之摩爾數

膨脹係數（expansivity）

$$\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \tag{1-3}$$

壓縮係數（isothermal Compressibility）

$$\beta = \frac{-1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T \tag{1-4}$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \frac{\alpha}{\beta} \tag{1-5}$$

2. 非理想氣體

理想氣體的三個假設在眞實氣體中均不存在，所以理想氣體定律對眞實氣

體並不完全適用，因此有許多為適合眞實氣體的特性方程式提出。

$$PV = ZnRT \qquad 或 \qquad Z = \frac{PV}{nRT} \qquad (1-6)$$

Z = 壓縮因數（Compressibility）

凡得瓦爾方程式（Van der Wall equation）

$$\left(P + \frac{a}{\overline{V}^2}\right)(\overline{V} - b) = RT \qquad (1-7)$$

a，b 均大於零。由於眞實氣體分子間具有引力，而減小其對外界的壓力。眞實氣體分子佔有空間，使眞實氣體所佔之體積較由理想氣體公式計算者為大。在高壓下，氣體分子體積的影響更形重要。在高壓下

$$P(\overline{V} - b) = RT \ (D.\ Berthelot\ equation) \qquad (1-8)$$

$$\left(P + \frac{A}{T\overline{V}^2}\right)(\overline{V} - B) = RT \ (Beattie\text{-}Bridgman\ equation) \qquad (1-9)$$

$$P = \frac{RT}{V^2}\left[V + B_0\left(1 - \frac{b}{V}\right)\right]\left[1 - \frac{C}{VT^3}\right] - \frac{A_0}{A^2}\left(1 - \frac{a}{V}\right) \qquad (1-10)$$

（1－10）式為適用於高壓下的氣體特性方程式，（1－8）～（1－10）各式中之 a，b，A，B，A_0，B_0，C 均為常數可用各種氣體的實驗值求得。

Virial equation

$$\frac{P\overline{V}}{RT} = 1 + \frac{B}{\overline{V}} + \frac{C}{\overline{V}^2} + \frac{D}{\overline{V}^3} + \cdots\cdots \qquad (1-11)$$

B，C，D 均為常數。

波義爾溫度（Boyel Temperature）

眞實氣體的 PV 值在恒溫時，仍會隨壓力 P 之改變而有所不同。但在某一固定溫度時，PV 值不隨 P 之改變而不同，此固定溫度稱之為波義爾溫度。

$$\left(\frac{\partial(PV)}{\partial P}\right)_{T_B} = 0$$

利用凡得瓦爾方程式可得

$$T_B = \frac{a}{Rb} \qquad (1-12)$$

臨界狀態

非理想氣體，當處在某一定溫度以上時，不論加任何高壓，亦不能使其液化。此一定之溫度稱之為臨界溫度（Critical Temperature）。在臨界溫度下，可使氣體液化的最低壓力稱為臨界壓力（Critical Pressure）。氣體或液體在臨界點的容積稱為臨界容積（Critical Volumn）。在臨界狀態，物質無法分辨其為氣態或液態，氣液不斷相互交變而成一連續狀態。

在臨界點時 $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)=0$，$\left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2}\right)=0$ 利用Van der Wall 方程式可得

$$T_c=\frac{8a}{27bR}\ ,\ V_c=3b\ ,\ P_c=\frac{a}{27b^2} \qquad (1-13)$$

對比方程式 (Reduced equation)

$$\left(P_R+\frac{3}{V_R^2}\right)(3V_R-1)=8T_R \qquad (1-14)$$

$$P_R=\frac{P}{P_c}\ ,\quad V_R=\frac{V}{V_c}\ ,\quad T_R=\frac{T}{T_c}$$

(1－14)式不含物質特性的因素，爲氣體狀態的普遍方程式。

正確分子量的求法——極限密度法

$$M=\left(\frac{\rho}{P}\right)_{P\to 0}RT \qquad (1-15)$$

由 $\frac{\rho}{P}-P$ 圖形，外插至 $P=0$ 可得 $\left(\frac{\rho}{P}\right)_{P\to 0}$

3. 氣體分子飛動說

Maxwell 分佈律

設有 n 個氣體分子在空間座標中自由飛動，則飛動速率介於 c 與 $c+dc$ 間的分子數爲 dn

$$\frac{dn}{n}=4\pi\left(\frac{m}{2\pi KT}\right)^{\frac{3}{2}}e^{-\frac{mc^2}{2KT}}c^2dc \qquad (1-16)$$

Boltzman 分佈律

設動能大於 E 的分子數爲 n_E

$$n_E=ne^{-\frac{E}{RT}} \qquad (1-17)$$

氣體擴散速率比

$$\frac{v_1}{v_2}=\frac{t_2}{t_1}=\sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \qquad (1-18)$$

t_i 表示一定量氣體通過小孔時所費的時間。

分子碰撞頻率，每cc相同分子，每秒的碰撞次數 Z_{AA}

$$Z_{AA}=\frac{1}{\sqrt{2}}\pi d^2\bar{c}C^2 \qquad (1-19)$$

d：分子直徑

$\bar{c}$：平均速率 (mean velocity)

C：分子濃度（molecule／cc）

每 cc 中，不同分子，每秒碰撞次數 Z_{AB}

$$Z_{AB}=\pi d_{AB}^2\left(\frac{8RT}{\pi\mu}\right)^{1/2}C_AC_B \qquad (1-20)$$

d_{AB}：A，B兩分子平均分子直徑

μ：A，B兩分子之對比質量（reduced mass）

C_A,C_B：分別表A，B分子之濃度（molecule／cc）

自由飛程（mean free path）

$$\lambda=\frac{\bar{c}}{Z_A}=\frac{1}{2\pi d^2c} \qquad (1-21)$$

基本習題範例

1. 20克的氮氣置於1升的密閉容器中，25° C試用(a)理想氣體方程式，(b)凡得瓦爾方程式計算其壓力。當容器體積縮小至100 cm^3 時，壓力又如何？

$a=1.39$　　$b=0.0391$　　（M,1－6）

解　(A)

$$P=\frac{WRT}{MV}=\frac{20.00\times0.08206\times298.15}{28.01\times1.000}=17.47\ atm$$

(B)

$$P=\frac{nRT}{V-nb}-\frac{n^2a}{V^2}=\frac{0.7140\times0.08206\times298.15}{1.000-0.714\times0.0391}-\frac{0.7140^2\times1.39}{1.000}$$

$P=17.01\,atm$

(C)　174.7 atm

(D)　171 atm

2. 當318°K，1大氣壓下，N_2O_4 有38％分解成NO_2。試計算20升容器中裝入1摩爾N_2O_4溫度318°K時之壓力。壓力以Ncm^{-2}和atm表示。（假設壓力不影響解離常數）。（M，12）

解　$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

$1-0.38$　　$2(0.38)$

$n=1-0.38+2(0.38)=1.38$

$$P=\frac{nRT}{V}=\frac{1.38\times0.08206\times318}{20}=1.80\ atm$$

$P=1.80\times1.0133\times10^5=1.82\times10^5Nm^{-2}$

3. 酒精的熱膨脹係數如下

$\alpha=1.0414\times10^{-3}+1.5672\times10^{-6}\theta+5.148\times10^{-8}\theta^2$

θ 表攝氏溫度。假設酒精溫度計上 $0°C$ 與 $50°C$ 的刻劃以理想氣體溫度計校正。當理想氣體溫度計 $30°C$ 時，酒精溫度計讀數爲多少？（M, 1－13）

解

$$\alpha = \frac{1}{V_0}\left(\frac{\partial V}{\partial \theta}\right)_P = a + b\theta + c\theta^2$$

$$V = V_0\left(a\theta + \frac{b}{2}\theta^2 + \frac{c}{3}\theta^3\right) + V_0$$

$a = 1.0414 \times 10^{-3}$　$b = 1.5672 \times 10^{-6}$　$c = 5.148 \times 10^{-8}$

$V_{50} = 0.05617 V_0 + V_0$

酒精溫度計上之刻劃與溫度爲綫性關係

$\Delta / deg = (V_{50} - V_0) / 50 = 0.001123 V_0$

$V_{30} = 0.03241 V_0 + V_0$

$$讀數 = \frac{V_{30} - V_0}{\Delta V / deg} = \frac{0.03241 V_0}{0.001123 V_0} = 28.86$$

4. 在高溫高壓下，一較佳之狀態方程式 $P(V - nb) = nRT$，b 爲常數，試求 $(\partial V / \partial T)_P$ 及 $(\partial V / \partial P)_T$ 並由此及 $dV = (\partial V / \partial T)_P dT + (\partial V / \partial P)_T dP$ 證實 $\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \frac{\alpha}{\beta}$。　（$M$, 1－14）

解　$P(V - nb) = nRT$

(A)

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \frac{nR}{P} = \frac{V - nb}{T}$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T = \frac{-nRT}{P^2} = \frac{-(V - nb)}{P}$$

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P dT + \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T dP = (V - nb)\left(\frac{dT}{T} - \frac{dP}{P}\right)$$

(B)

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \frac{nR}{V - nb} = \frac{P(\partial V / \partial T)_P}{-P(\partial V / \partial P)_T} = \frac{-(\partial V / \partial T)_P}{(\partial V / \partial P)_T} = \frac{\alpha}{\beta}$$

5. 由理想氣體方程式，於量度 n 摩爾氣體的體積及溫度後，求壓力時所導出之百分率誤差爲何？（假設量度溫度及體積所產生的誤差互相獨立）。（M, 1－16）

解　$PV = nRT$

$$P = \frac{nRT}{V}$$

$$dP=\frac{nR}{V}dT-\frac{nRT}{V^2}dV$$

$$\frac{dP}{P}=\frac{dT}{T}-\frac{dV}{V}$$

$$\frac{\Delta P}{P}100=\frac{\Delta T}{T}100+\frac{\Delta V}{V}100=\text{總百分率誤差}$$

6. 由Dieterici 所提出之狀態方程式

$$P(V-nb')\ exp\ \frac{na'}{RTV}=nRT$$

試求出以$P_cV_cT_c$表示之a',b'常數。(M, 17)

解

$$P=\frac{RT}{V-b'}e^{-a'/RTV}\quad \text{對一摩爾氣體而言}$$

$$\frac{dP}{dV}=-\frac{P}{V-b'}+\frac{a'P}{RTV^2}=0$$

$$\frac{d^2P}{dV^2}=\frac{a'^2P}{(RTV^2)^2}-\frac{2a'P}{RTV^3}=0$$

解聯立方程式得

$$a'=2RT_cV_c$$

$$b'=\frac{V_c}{2}$$

7. SO_2 在 273.15° k 時之氣體密度如下

P (atm)	0.25	0.50	1.00
ρ ($g.dm^{-3}$)	0.71878	1.44614	2.92655

試將這些數值與由Berthelot 方程式計算所得之結果比較。並由這些數值做$\frac{\rho}{P}P$圖形外插至$P=0$而求出精確之分子量。 (M, 1－18)

解 (A) Berthelot's 方程式

$$V=\frac{RT}{P}\left[1+\frac{9}{128}\frac{P_R}{T_R}\left(1-\frac{6}{T_R^2}\right)\right]$$

$$T_c=430.3K\ ,\quad P_c=77.6\ atm$$

$$T_R=\frac{273.15}{430.3}=0.6348$$

P	P_R	V	ρ_{calc}	ρ_{obs}
0.25	0.003222	89.2100	0.71811	0.71878
0.50	0.006443	44.3828	1.4434	1.44614
1.00	0.01289	21.9691	2.9160	2.92655

(B)

P	0.25	0.50	1.00	zero
$\left(\frac{\rho}{P}\right)$	2.87512	2.89228	2.92655	(2.8585)

做 $\frac{\rho}{P}$ vs P 圖，並外插 $\frac{\rho}{P}$ 至 $P=0$

$$M_{SO_2}=\left(\frac{\rho}{P}\right)_{P\to 0}RT=2.8585\times 22.4136=64.069$$

8. 在溫度 $\theta=0°C$ 至 $40°C$ 之間，1 公斤水的體積可以下列方程式表示：
$V=999.87-6.426\times 10^{-2}\theta+8.5045\times 10^{-3}\theta^2-6.79\times 10^{-5}\theta^3$
試求在何溫度水有最大之密度。（M，1－19）

解 $V=999.87-6.426\times 10^{-2}\theta+8.5045\times 10^{-3}\theta^2-6.79\times 10^{-5}\theta^3$

$$\frac{dV}{d\theta}=-6.426\times 10^{-2}+17.0090\times 10^{-3}\theta-20.37\times 10^{-5}\theta^2=0$$

$$\theta=\frac{83.50\pm(83.50^2-4\times 315.46)^{1/2}}{2}=79.535,\ 3.965$$

極大密度時之溫度 $=3.965°C$

9. 1 摩爾理想氣體於 $25°C$ 時置於一圓筒內並用唧筒給予 $10^7\,Nm^{-2}$ 的壓力唧筒的壓力分三段逐漸減小至 5×10^6，10^6，$10^5\,Nm^{-2}$。試計算在此恒溫非可逆膨脹中，氣體對外所作的功。並計算恒溫可逆膨脹壓力由 $10^7\,Nm^{-2}$ 降至 $10^5\,Nm^{-2}$ 氣體所作的功，且與上述的功作一比較。（M，1－20）

解 (A) 分三段膨脹的功

$$W=P_x\int dV=P_x(V_2-V_1)=P_x\left(\frac{1}{P_2}-\frac{1}{P_1}\right)RT$$

$$W_1=5\times 10^6\left(\frac{1}{5\times 10^6}-\frac{1}{10^7}\right)8.314(298)=1239$$

$$W_2=10^6\left(\frac{1}{10^6}-\frac{1}{5\times 10^6}\right)8.314(298)=1982$$

$$W_3=10^5\left(\frac{1}{10^5}-\frac{1}{10^6}\right)8.314(298)=\underline{2230}$$

$$W_T=5450\ J$$

(B) 恒溫可逆膨脹的功

$$W=\int P_x dV$$

$$P_x=P-dP=\frac{RT}{V}$$

$$W=\int RT\frac{dV}{V}=RT\ ln\frac{V_2}{V_1}=RT\ ln\frac{P_1}{P_2}$$

$$W=8.314\times 298\ ln\frac{10^6}{10^5}=5705\ \ J$$

10. 在 273.15° K 一氧化氮在各種不同壓力下的密度如下：

$P\ (atm)$	1.0000	0.8000	0.5000	0.3000
$\rho\ (g\ dm^{-3})$	1.3402	1.0719	0.66973	0.40174

試求出各壓力時 ρ / P 之值，並求 $P\to 0$ 時 ρ / P 之極限值，利用氧的原子量等於 15.9994，求氮之原子量。（M，1－29）

解 $P10+\left(\frac{\rho}{P}\right)VS\ .\ P$

$$M=\lim_{P\to 0}\left(\frac{\rho}{P}\right)RT=1.3387\times 0.082055\times 273.15=30.005$$

$$At.\ wt.\ N=M-At.\ wt.\ O=30.005-15.999=14.005$$

11. 試由下列數據求出氯化甲烷之正確分子量及氯之原子量。

P	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$
視分子量	51.6534	51.2516	51.0445	50.8473	50.7356

碳原子量 = 12.011　　　H 原子量 = 1,008

解 由視分子量與壓力作圖，外插視分子量至 $P=0$ 得正確分子量為 50.435

氯原子量 = 50.435 － 12.011 － 1.008 × 3 = 35.453

12. 一氣球在 25°C 一大氣壓下充裝氣體，上升力為 200 kg 試分別求出氣球中充(a)氫氣(b)氦氣時氣球之體積。若充氦氣球在同溫層中（溫度為 － 60°C，壓力為 0.1 atm）仍有相同之上升力，則氣球體積為多少？假設空氣中 80 %為氮 20 %為氧。（M，1－30）

解 上升力 = $V\ (\rho_{air}-\rho_{gas})=200\ kg$

$\rho_{air}=1.184\ gl^{-1}$

$$\rho_{H_2}=\frac{PM}{RT}=\frac{1\times 2.0159}{0.08206\times 298.15}=0.0824\ gl^{-1}$$

$\rho_{He}=0.1636$

(A) 裝入 H_2

$V=181\times 10^3\ \ell$

(B) 裝入 He

$V=196\times 10^3\ \ell$

(C) He氣球於 $-60°C$，$0.1\ atm$

$$V_2=\frac{T_2P_1V_1}{T_1P_2}=\frac{213\times1\times196\times10^3}{298\times0.1}=140\times10^4\ \ell$$

13. 一氣船設計利用熱空氣球（內裝 $100°C$ 之熱空氣）而有 $200\ kg$的上升力。外界的溫度爲 $25°C$ 壓力爲 $1\ atm$。試求此氣球的體積應爲若干？（假設空氣的平均分子量爲 $29\ g/mol$，熱空氣因爲有二氧化碳的存在平均分子量爲 $32\ g/mol$）（Adm，1-4）

解 $W_{air}-W_{hot\ air}=2\times10^5\ g$

$$=\frac{1\times V}{0.082}(29/298-32/373)$$

解方程式　得　$V=1.4\times10^6$ 升

14. 一體積 11 升之容器內裝 $20\ g\ Ne$ 及未知量的氫氣。此混合氣體於 $0°C$ 時之密度爲 $0.002\ g/cc$ 試計算平均分子量，氫含量，及容器內之氣壓。（Ne 之原子量 $=20\ g/mol$）（Adm，1－5）

解 氫含量 $0.002\times1000\times11-20=2\ g\ H_2=1\ mole\ H_2$

$20\ g\ Ne=1\ mole\ Ne$

$$平均分子量=\frac{0.002\times1000\times11}{1+1}=11\ g/mol$$

$P=nRT/V=(2\times0.082\times273)/11=4.07\ atm$

15. 氫氣在高溫時解離 $H_2\rightleftharpoons2H$，若氫氣在 $2000°C$ 時 33 %解離成原子狀態，在 1 大氣壓下，氣體之密度爲何？（假設 H_2 及 H 可看做理想氣體）。（Adm，1－8）

解 $H_2\rightleftharpoons2H$

$1-0.33+2\times0.33=1.33$

$$平均分子量=\frac{2}{1.33}=1.5\ g/mol$$

$$\rho=\frac{PM_{av}}{RT}=\frac{1\times1.5}{0.082\times2273}=8.07\times10^{-3}\ g/\ell$$

16. $2\ g$ 之氣體物質 A 注入一眞空容器，保持 $25°C$，此時壓力爲 $1\ atm$。於此容器中再加入 $3\ g$ 氣體物質 B，壓力升至 $1.5\ atm$ 假設氣體 A，B 均看做理想氣體，求 A，B 物質，分子量之比 M_A/M_B。（Adm，1－9）

解 $$\frac{n_A}{n_A+n_B}=\frac{P_1}{P_2}=\frac{1}{1.5}=\frac{2}{3}$$

$$\frac{n_A}{n_B}=\frac{2}{1}$$

$$\frac{2M_A}{M_B}=\frac{2g}{3g} \qquad \frac{M_A}{M_B}=\frac{1}{3}$$

17. 一個2升的Dumas瓶入裝 n 摩爾氮氣，壓力 $0.5\,atm$，$T°K$。另外再加入0.01摩爾的氧氣溫度降至10°C以保持原來之壓力，試求 n 及 T（Adm 1－11）

解 $$(n+0.01)=\frac{PV}{RT}=\frac{0.5\times 2}{0.082\times 283}=0.0432$$

$$n=0.0432-0.01=0.0332$$

$$T=\frac{PV}{nR}=\frac{0.5\times 2}{0.0332\times 0.082}=376°K$$

18. 當一Dumas瓶裝入氯氣，其壓力與外界壓力相同時，於 $T°K$ 可裝7.1 g 氯氣。若將Dumas瓶置於（$T+30$）$°K$ 之恒溫槽中，將瓶蓋打開放出一部分氯氣保持原來之壓力，此時瓶內尚餘6.4 g 氯氣。試計算原來之溫度。若瓶之體積爲2.24升，則外界壓力爲多少。（Adm，1－13）

解 $$\frac{7.1}{35.5}=0.1 \qquad \frac{6.4}{35.5}=0.09$$

壓力及體積固定

$$\frac{n_1}{n_2}=\frac{T_1}{T_2} \qquad \frac{0.1}{0.09}=\frac{T_1}{T_1+30}$$

解方程式得

$$T_1=270°K$$

$$P=\frac{nRT}{V}=\frac{0.1\times 0.082\times 270}{2.24}=0.99\,atm$$

19. 兩相同體積容器用一細管相連。（細管體積可忽略不計）。兩容器先保持相同之溫度27°C。共裝0.70 $mole$ 氫氣，壓力爲 $0.5atm$。其中一容器置於127°C之恒溫槽內，另一隻容器保持27°C，試計算最後容器內之壓力及在各分別容器內之氣體摩爾數（Adm，1－14）

解 設容器之體積爲 V

$$0.7=\frac{P\times 2V}{R\times 300} \qquad \frac{V}{R}=\frac{0.7\times 300}{1}=210$$

兩容器分別置於27°C及127°C之恒溫槽中

$$0.7=\frac{PV}{R}\left(\frac{1}{300}+\frac{1}{400}\right)$$

$\frac{V}{R}$ 代入上式　得　$P=0.57\,atm$