

# 无机及分析化学

## Inorganic and Analytical Chemistry

化学化工学院任课教师：吕宝兰

授课班级：生命科学学院17级4-7班

授课时间：2017年秋季学期

教材：《无机及分析化学》（第五版）南京大学编，  
高等教育出版社，2015年3月第5版

教参：《无机化学》（第二版）吉林大学编…  
《分析化学》（第五版）武汉大学编…

总学时：48，学分：3，课型：专业基础必修课

课程内容与学时分配

章	章节名称	学时	章	章节名称	学时
第1章	<u>气体和溶液</u>	2	第11、12章	Ds区元素D、F区元素	4
第2章	<u>化学热力学初步</u>	4	第13章	生命元素及其作用	2
第3章	<u>化学平衡和反应速率</u>	4	第14章	环境污染和环境化学	2
第4章	<u>解离平衡</u>	4	第15章	核反应	2
第5章	<u>氧化还原反应</u>	4	第16章	<u>定量分析化学概论</u>	2
第6章	<u>原子结构</u>	4	第17章	<u>误差及数据处理</u>	2
第7章	<u>分子结构</u>	4	第18章	<u>重量分析法</u>	2
第8章	<u>配位化合物</u>	4	第19章	<u>滴定分析法</u>	8
第9、10章	S区元素、P区元素	4	第20章	<u>比色法和分光光度法</u>	2

理论课总学时 48

实验课总学时 30

## 第一章 气体和溶液

第一节 气体

第二节 溶液

第三节 胶体溶液

# 第一节 气体 (Gas)

## 一、理想气体状态方程

(Ideal gas equation of state)

1. **理想气体定义**: 分子不占体积, 分子间无相互作用力。

2. **数学形式**: 理想气体状态方程:  $PV = nRT$

实际气体状态方程:  $P = \frac{nRT}{V - b} - \frac{a}{V^2}$

其中R为摩尔气体常数, 对理想气体标准状态下:

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{101325 \text{ pa} \times 22.414 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ mol} \times 273.15 \text{ K}} = 8.315 \text{ pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

**注意量纲**:  $\text{pa} \cdot \text{m}^3 = \text{N} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{m}^3 = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}$

3. **其它变形**:  $1. PV = \frac{m}{M_r} RT$  ( $M_r$  - 相对分子量)

$2. PM_r = \frac{m}{V} RT = \rho RT$  ( $\rho$  - 相对密度)

## 二、道尔顿 (Dalton) 分压定律

1. **表述**: 混合气体的总压力等于各组分气体的分压之和。分压是指组分气体单独占有混合气体容积时所产生的压力。

2. **数学形式**:

$$P_{\text{总}} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_i = \sum P_i$$

由理想气体状态方程: 分压  $P_i = n_i \frac{RT}{V}$  (1)

则有总压  $P_{\text{总}} = \sum P_i = \sum n_i \frac{RT}{V} = n \frac{RT}{V}$  (2)

(1) 式/ (2) 式得:  $\frac{P_i}{P_{\text{总}}} = \frac{n_i}{n} = x_i$   $x_i$  为摩尔分数

对含A、B两组的混合气体

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{n_A}{n} \quad x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} = \frac{n_B}{n} \quad x_A + x_B = 1$$

注意: 只有理想气体才严格遵守分压定律, 低压下混合气体可近似适用。  
另外: 排水法收集的气体中:  $P_{\text{总}} = P_{\text{气}} + P_{\text{水蒸汽}}$ ,  $P_{\text{气}} = P_{\text{总}} - P_{\text{水蒸汽}}$

3. **举例**： P3例1-2， 例1-3。 P4表1-1水在不同温度下的饱和蒸汽压表。

**例1-2** 在 $17^{\circ}\text{C}$ ,  $99.3\text{kPa}$ 的气压下,用排水取气法收集氮气  $150\text{mL}$ 。求在标准状况下该气体经干燥后的体积。

**例1-3** 在 $25^{\circ}\text{C}$ 下，将 $0.100\text{mol}$ 的 $\text{O}_2$ 和 $0.350\text{mol}$ 的 $\text{H}_2$ 装入  $3.00\text{L}$ 的容器中，通电后氧气和氢气反应生成水，剩下过量的氢气。求反应前后气体的总压和各组分的分压。

# 第二节 溶液 (Solution)

## 一、分散系(Disperse system)

1. **分散系 (Disperse system)**：一种或几种物质以细小的粒子分散在另一种物质里所形成的系统叫分散系。

**分散质 (Dispersate)**：被分散的物质。

**分散剂 (Dispersant)**：把分散质分散开的物质。

举例：浑浊的河水，牛奶，糖水，食盐。混合气体等。

2. **分散系的分类**：（1）分子分散系( $d < 1\text{nm}$ )， 单相系统。又称溶液。

（2）胶体分散系( $d=1-100\text{nm}$ ),多相系统。又称胶体。

（3）粗分散系( $d > 100\text{nm}$ )， 多相系统。又称浊液。

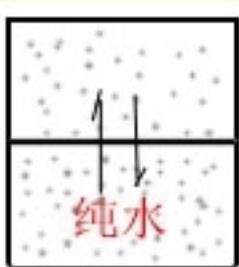
3. **相(Phase)**：系统中物理化学性质完全相同的部分称为相。在多相系统中相与相有明显的界面。

4. **溶液(Solution)**：是高度分散的分子分散系。可分为固体溶液（固溶体、合金） 液体溶液（重点讨论）和 气态溶液（空气）。

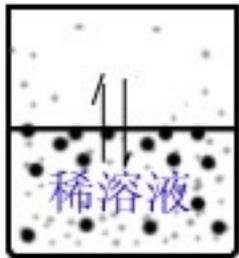
## 二、稀溶液的依数性(Colligative properties)

不同溶液性质各不相同，但溶液浓度足够稀时，则有一类性质是共同的。它们与溶液的本性无关，只与溶液浓度有关。这类性质主要是指蒸汽压下降、沸点升高、凝固点降低和具有渗透压这四大性质。

### 1. 蒸汽压下降:



平衡时，**蒸发**与**凝聚**速率相等，水面上的蒸汽压，即饱和蒸汽压 ( $P_s$ ) 与温度有关。T越高， $P_s^0$ 越大。



在水中加入**难挥发的非电解质溶质**后，单位时间内逸出水面的水分子数减少，平衡时，溶液液面上的蒸汽压 ( $P_{\text{溶液}}$ ) 一定小于纯溶剂的饱和蒸汽压 ( $P_s^0$ ) :

$P_{\text{溶液}} < P_s^0$  大量实验证明  $P_{\text{溶液}}$  与溶剂的摩尔分数  $x_B$  有关。

$$P_{\text{溶液}} = P_B^0 \cdot x_B$$

**拉乌尔定律** (Raoult) : 溶液蒸汽压下降与溶质的摩尔分数成正比, 溶液越稀越严格服从该定律。 若A表示溶质, B表示溶剂, 其数学形式为:

$$P_{\text{溶液}} = P_B^{\circ} \cdot x_B = P_B^{\circ} \cdot (1 - x_A) = P_B^{\circ} - P_B^{\circ} \cdot x_A$$

$$P_B^{\circ} - P_{\text{溶液}} = P_B^{\circ} \cdot x_A \rightarrow \Delta P = P_B^{\circ} \cdot x_A$$

$$\boxed{\Delta P = P_B^{\circ} \cdot x_A}$$

蒸汽压下降的值可由该式算出

例如有  $b$  mol溶质溶解于1Kg (=1000g/18g=55.6mol) 纯水中, 则  $\Delta P$ 为

$$\Delta P = P_B^{\circ} \cdot x_A = P_B^{\circ} \cdot \frac{n_A}{n_A + n_B} \approx P_B^{\circ} \cdot \frac{n_A}{n_B} = P_B^{\circ} \cdot \frac{b}{55.6} = K \cdot b$$

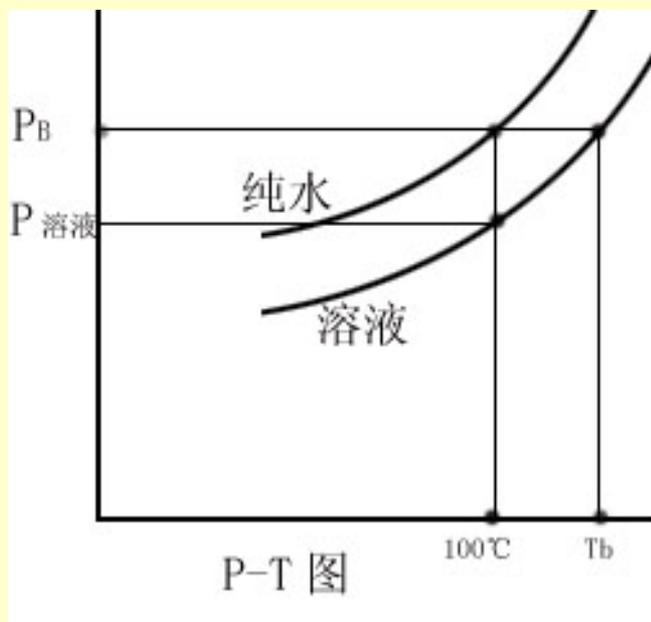
一定温度下,  $P_B^{\circ}$ 为一常数, 合并常数项则得  $\boxed{\Delta P = K \cdot b}$

**结论:** 一定温度下, 蒸汽压下降与溶液的质量摩尔浓度成正比。  $b$ 质量摩尔浓度, 单位:  $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$

## 2.沸点升高 (Boiling point rising) :

沸点：液体上方的蒸汽压等于外界压力时的温度叫液体的沸点。水在101325pa时的正常沸点为100℃

若在水中加入难挥发的溶质后，溶液的蒸汽压要下降，如P-T图所示



同一温度下，溶液的蒸汽压低于溶剂，若要使溶液沸腾，即要使溶液蒸汽压等于外压，必须使其温度进一步升高，才能使其沸腾，因而，相对于纯溶剂而言，溶液的沸点要高一些。可用下式计算。

$$\Delta T_b = K_b \cdot b$$

其中 $K_b$ 为沸点升高常数，它只取决于溶剂，而与溶质的本性无关。P9表1-2

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/087042030065006115>