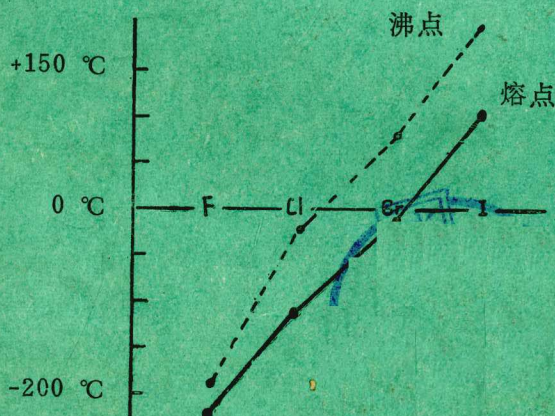


中学基础化学

(上册)



ZHONG XUE JI CHU HUA XUE

中学基础化学

(上册)

田三穗翻译 李嘉音校审

(内部发行)

浙江师范学院化学系

一九八三年五月

译者说明

本书是意译(英) Iain. M. DunCan 著的《Higher Garde Chemistry》而成,分上、下册。原书是(英)高中复习和选修课用书。

原文叙述、图表、习题、解题指导等都是经过原著者锤炼精选的。文图结合、循序渐进、反复加深。特别以图表代文,省略了许多文字叙述,值得借鉴。

由于水平所限,译文中缺点或错误在所难免,望读者批评指正。

本书中的第六章是转载华东师大《化学教学》1982年3、4期上刊登的《化学键》一文(黄经昌付教授译)。

在本书的翻译过程中承蒙华东师大教科院李嘉音教授的热情指导和在百忙中校正、审定;黄经昌付教授的支援,谨致以诚挚谢意。

本书在发行过程中,又得到华东师大《化学教学》编辑部和我院物理系系刊的支持,谨在此表示衷心感谢。

代 序

本文译自 “Higher Grade Chemistry” 一书的第六单元。该书系供英国中学高年级学生在学过普通水平的化学以后选修或自学之用。每一单元的内容系针对一专题循序渐进地介绍事实材料或实验数据，采用图、文、表，使抽象的概念形象化、理论具体化。在每一段之后，安排思考题数则，用以加深理解和运用知识，最后概括出结论。每一单元的结尾有问题解答，以俾自学者及时校对或纠正错误

摘自华东师大《化学教学》1982年3、4期《化学键》一文的编者按语。

目 录

第一章	原子与摩尔	(1)
第二章	化学中能量的变化	(15)
第三章	反应速度和碰撞理论	(28)
第四章	化学平衡	(49)
第五章	电极电位	(69)
第六章	化学键	(86)

第一章 原子和摩尔

本章内容提要：

质谱仪和它的使用。

摩尔是物质的量的单位—— 6×10^{23} ——阿佛加德罗常数。

在标准状况下，气体摩尔体积——22.4升。

摩尔计算。

第一节 质 谱 仪

这架仪器可以测量单个原子或单个分子的质量，它是通过一个原子与另一个原子的质量比较而测定的。 ^{12}C 定为比较的标准，质量取 12 原子质量单位 (amu)。一个原子质量单位为 1.66×10^{-24} 克。曾经 ^1H 和 ^{16}O 被定为标准，现在国际公认的是以 ^{12}C 定为标准。

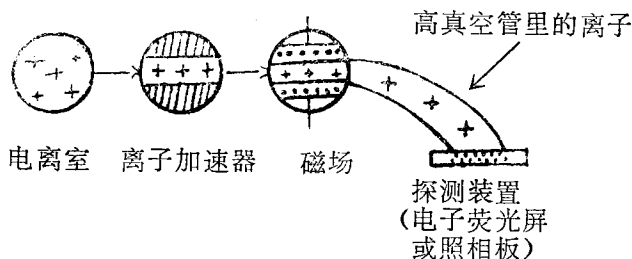


图1-1 一架质谱仪示意图

离子在磁场里偏转的因素是质量与电荷之比。质量大，负

荷少，偏转也小。

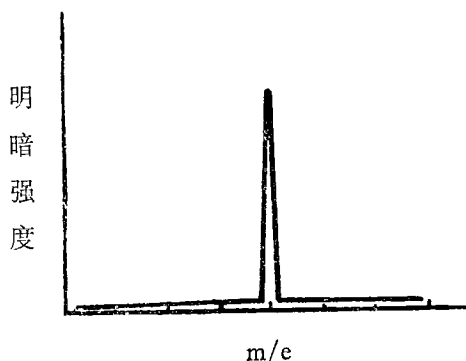


图1-2 从质谱仪的探测装置获得曲线

从探测方法获得1-2图——记录标准曲线类型。这峰值的强度与这个样品里的单独离子的百分率（或它的丰度%）有关。峰的高度和质量与电荷的比，是这个图的重要特点。这个峰值可以小心地描作成直线。

1-3图绘出氯元素的主要峰值

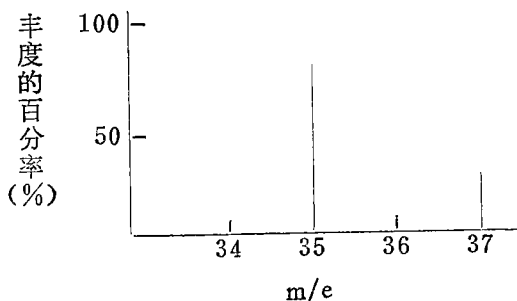
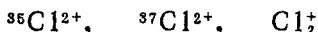


图1-3 氯元素样品的质量光谱，显示出氯元素有两种同位素，75% ^{35}Cl 和 25% ^{37}Cl 。

在电离过程，无论如何有奇异离子产生，所以另外还有小

峰值出现。



从这种曲线可计算一种元素的原子量

例如：100个氯原子

75个氯原子的质量为35（原子质量单位）

25个氯原子的质量为37（原子质量单位）

$$\text{平均质量} = \frac{(35 \times 75) + (25 \times 37)}{100} = 35.5 (\text{原子质量单位})$$

$$\therefore \text{原子量} = 35.5$$

在自然界里，同位素的百分率、平均原子量、化学性质都不变。

这架质谱仪广泛用于化学分析鉴定。

习 题 一

- 1、锂样品在质谱仪中的显示图。 ^6Li 与 ^7Li 比较，Y峰较大的原因是：

- (a) 较重
- (b) 有较多的中子
- (c) 有较大的丰度
- (d) 有二个单位正电荷。

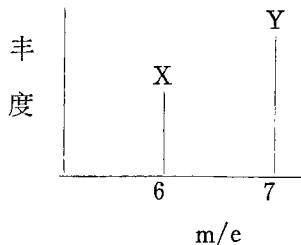
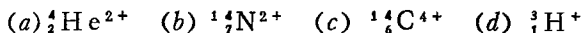


图1-4

- 2、在质谱仪中那个偏转最大？



- 3、氯的碳氢化合物如 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ，在质谱仪中总是显示连续双峰值，实例：66与64，49与51

为什么这些丰度的双峰值之比总是3：1？

第二节 摩 尔

我们已经能进行简单的物质的摩尔质量计算——克式量。

如 CaCO_3 ,

式量 = 100 原子质量单位

克式量 = 100 克

∴ 1 摩尔质量为 100 克

这种计算规律和方法被应用于化学的定量实验。

摩尔是物质的量的单位，象世纪，打，令一样。

∴ 1 摩尔 ^{12}C 的质量为 12 克

每个 ^{12}C 原子的质量 = 12 原子质量单位

$$= 12 \times 1.66 \times 10^{-24} (\text{克})$$

$$\begin{aligned}\therefore 1 \text{ 摩尔 } ^{12}\text{C} \text{ 的原子个数} &= \frac{12 \text{ 克}}{12 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ 克/个}} \\ &= 6 \times 10^{23} (\text{个})\end{aligned}$$

如铝 ∴ 1 摩尔 ^{27}Al 的质量为 27 克

每个铝原子质量 = $27 \times 1.66 \times 10^{-24} (\text{克})$

$$\begin{aligned}\therefore 1 \text{ 摩尔 } ^{27}\text{Al} \text{ 原子个数} &= \frac{27 \text{ 克}}{27 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ 克/个}} \\ &= 6 \times 10^{23} (\text{个})\end{aligned}$$

1 摩尔的元素内含原子个数为 6×10^{23} 个

1 摩尔元素的原子个数或 1 摩尔化合物的分子个数都是 6×10^{23} 个（广义范围也可以指其它的微粒，如电子、离子等）。

摩尔的正式定义(SI)是：系列物质总质量的原子个数与 ^{12}C 的 0.012 千克质量的碳原子的个数相同，这个数叫阿佛伽德罗常数。目前已测得 6.022×10^{23} 。

注意!

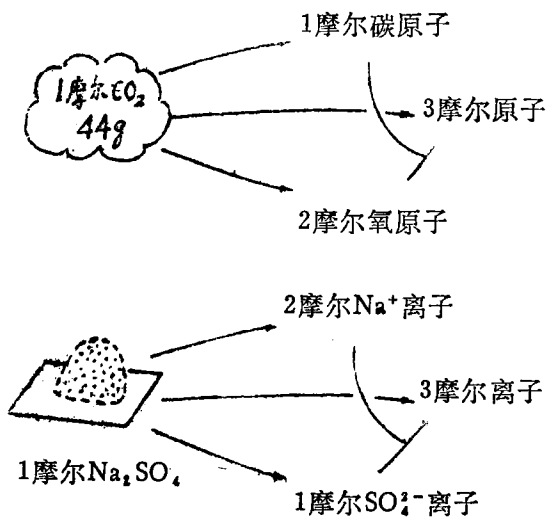


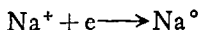
图1-5 摩尔计算

习 题 二

- 1、多少个氢原子才能组成 0.1 克氢气?
(a) 12×10^{22} (b) 6×10^{23}
(c) 3×10^{22} (d) 6×10^{22}
- 2、1 摩尔的氯化镁(MgCl_2)包含:
(a) 3 摩尔原子 (b) 1 摩尔原子
(c) 6×10^{23} 个正离子 (d) 6×10^{23} 个正电荷
(e) 6×10^{23} 个离子
- 3、下面是 ^{12}C 的质量那个含有 1 摩尔电子?
(a) 12 克 (b) 6 克 (c) 2 克 (d) 1 克
- 4、每个 CO_2 分子的质量为多少克?

阿佛伽德罗常数的实验——电解法：

当电解熔化的氯化钠时，钠离子在阴极上被还原：



96500库仑的电量能把1摩尔 Na^+ 还原为 Na 。

电量(Q) = 电流强度 $\times$ 时间或 $Q = i \times t$,

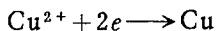
1个电子的负荷是 1.6×10^{-19} 库仑，

$\therefore$ 1摩尔 Na^+ 被还原所吸收的电子数：

$$\frac{96500}{1.6 \times 10^{-19}} = 6 \times 10^{23} = \text{阿佛伽德罗常数}$$

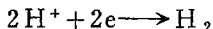
1 摩尔电子的电量 = 96500库仑 = 1 法拉特

但要注意1摩尔 Cu^{2+} 被还原为1摩尔 Cu ，需要吸收2摩尔电子或2法拉特的电量：



摩尔数比： 1 2 1
 2F

同样，产生1摩尔 H_2 需要2法拉特电量：

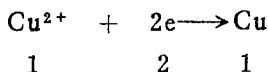


摩尔数比： 2 2 1
 2F (2法拉特)

根据以上道理，当电解时，沉积出来的物质，便能精确地计算出来。

例如：电解硫酸铜溶液时的电流强度为0.5A，在60分钟内能析出铜多少克？

$$Q = i \times t = 0.5 \times 60 \times 60 = 1800 \text{ 库仑}$$



2F

$$2 \times 96500 \text{ 库} \longleftrightarrow 1 \text{ 摩尔}$$

$$\therefore 1800 \text{ 库} \longleftrightarrow \frac{1800}{2 \times 96500} \text{ (摩尔)}$$

$$\longleftrightarrow \frac{1800}{2 \times 96500} \times 63.5 \text{ 克 (Cu)}$$

$$\longleftrightarrow 0.592 \text{ 克 (Cu)}$$

习 题 三

1、从含有 Fe^{2+} 的溶液里，在阴极上被还原沉积 1 摩尔铁，需要多少法拉特？

(a) 1 (b) 2 (c) $\frac{6 \times 10^{23}}{3}$ (d) $2 \times 6 \times 10^{23}$

2、当电解时，通过 1 法拉特电量，能析出下列那一种物质？

(a) 0.5 摩尔 Ag (b) 1.0 摩尔 Ag

(c) 1.0 摩尔 Cu (d) 2.0 摩尔 Cu

3、电解 2M HCl 1 升溶液时，多少个电子才“中和”？

第三节 摩尔体积

固体的体积取决于原子的大小和原子的紧密堆积，就是取决于结构。气体体积不依赖于原子，分子的大小，因为原子或分子体积的大小，只占气体体积的 $\frac{1}{1000}$ 。

在 0°C 和一个大气压下，任何气体 1 摩尔的体积为 22.4 升 (0°C 和 1 个大气压的条件叫标准状况——S、t、P)。

S、t、P 时，不同的元素 (单质) 1 摩尔大约体积 (cm^3):

H 22400							He 22400
Li 13	Be 5	B 5	C 5	N 22400	O 22400	F 22400	Ne 22400
Na 24	Mg 14	Al 10	Si 12	P 14	S 16	Cl 22400	Ar 22400

习 题 四

- 在标准状况下，哪一个气体体积最大？
(a) 1克氢气 (b) 16克氧气
(c) 20克氟气 (d) 35.5克氯气
- 在 S、t、P 条件下，4克 CO_2 所占体积是多少？
- 在 S、t、P 条件下，气体的密度 $1.25 \times 10^{-3} \text{克/cm}^3$ ，求这种气体 1 摩尔质量是多少克？

第四节 阿佛伽德罗定律和气体体积

在标准状况下：

1 摩尔 H_2 22.4升 6×10^{23} 个 H_2	1 摩尔 N_2 22.4升 6×10^{23} 个 N_2	1 摩尔 Ne 22.4升 6×10^{23} 个 Ne
---	---	---

阿佛伽德罗定律：

在同温同压下，等体积的气体内所含有的分子个数相同。

$$11.2 \text{升氢气所含分子个数} = \frac{6 \times 10^{23}}{2}$$

$$11.2 \text{ 升氮气所含分子个数} = \frac{6 \times 10^{23}}{2}$$

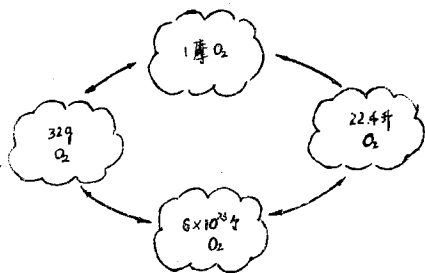


图1-6 在标准状况下, 1摩尔 O_2 描述

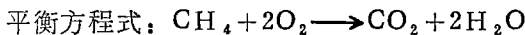
习 题 五

指出那一个不是阿佛伽德罗常数?

- (a) 在标准状况下, 22.4升氮气里含的氮原子个数。
- (b) 当电解得到8克氧气时的电子数。
- (c) 中和1 M HCl 1升时所需 OH^- 离子个数。
- (d) 1 F 电量与1个电子电荷比。

第五节 摩 尔 计 算

- (1) 2摩尔甲烷燃烧需氧气多少体积(假设在 S、t、P下)?



摩尔数之比: 1 2 1 2

$$2 \longleftrightarrow 4$$

$$\longleftrightarrow 4 \times 22.4 \text{ 升}$$

- (2) 加热500克 $CaCO_3$ 能产生 CO_2 多少体积(假设 S、P、t下)?

平衡方程式: $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

摩尔数之比: 1 1 1

$\therefore$ 100克 $\longrightarrow$ 22.4升

500克 5×22.4 升

(3) 当 $100\text{cm}^3 \text{H}_2\text{S}$ 气体(S、P、t下) 通过 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液里,
能产生 PbS 多少克?

平衡方程式: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \longrightarrow \text{PbS} \downarrow + 2\text{HNO}_3(\text{aq})$

摩尔数之比: 1 1 1 1

$\therefore$ 22.4升 $\longleftrightarrow$ 239克

0.1升 $\longleftrightarrow$ 1.07克

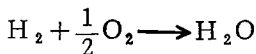
习 题 六

1、1 摩尔锌加入 1 M HCl 1 升溶液里, 在标准状况下, 指出
产生氢气的体积:

(a) 11200cm^3 (b) 22400cm^3

(c) 11200cm^3 (d) 44800cm^3

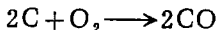
2、氢气与氧气反应生成水



1 升氢气与氧气完全反应, 需要氧气多少?

(a) $\frac{1}{4}$ 升 (b) $\frac{1}{2}$ 升 (c) 1 升 (d) 2 升

3、在下列反应里:



在标准状况下, 生成 2.24 升 CO , 需要碳的质量多少克?

(a) 0.6 克 (b) 1.2 克 (c) 6.0 克 (d) 12.0 克

解 题 指 南

习题一

1、

(a) 质量是叙述同位素 m/e 轴, 所以无峰高	(b) 中子数对峰高无作用
(c) 正确: 峰高叙述丰度	(d) 峰高不是叙述离子负 荷

2、离子在磁场里偏转有两个因素——质量和负荷, 当离子具有最小的 m/e 时, 偏转最大。

$$(a) \frac{2}{4} \quad (b) \frac{14}{2} \quad (c) \frac{14}{4} \quad (d) \frac{3}{1}$$

∴ (a) 是正确的

3、氯气包含两种同位素—— ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 和 ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ 的丰度比 1:3, 在氯化物里的 ${}^{35}_{17}\text{Cl}$: ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ 的原子个数比 1:3, 所以每次都有双峰出现。

习题二

1、∵ 1 摩尔氢气重为 2 克

$$\begin{aligned} 0.1 \text{ 克氢气} &= 0.05 \text{ 摩尔 } \text{H}_2 = 0.05 \times 6 \times 10^{23} \text{ 个 } \text{H}_2 \text{ 分子} \\ &= 0.1 \times 6 \times 10^{23} \text{ 个 H 原子} = 6 \times 10^{22} \text{ 个氢原子} \end{aligned}$$

∴ (d) 是正确的。

2、 MgCl_2 是一种离子化合物, 这样它不含有原子或分子, 所以 (a) 和 (b) 是错的。

1 摩尔 MgCl_2 含有 3 摩尔离子

$$1 \text{ 摩尔 } \text{Mg}^{2+} = 6 \times 10^{23} \text{ 个 } \text{Mg}^{2+}$$

$$2 \text{ 摩尔 } \text{Cl}^{-} = 2 \times 6 \times 10^{23} \text{ } \text{Cl}^{-}$$

∴ (c) 是正确的。

3、每个碳原子含有 6 个电子

1 摩尔 ^{12}C 包含 6 摩尔电子, ^{12}C 的质量为 12 克,
即 2 克碳包含 1 摩尔电子。

$\therefore$ (c) 是正确的。

4、 $\because$ 1 摩尔 CO_2 重为 44 克

6×10^{23} 个 CO_2 分子质量为 44 克

$\therefore$ 每一个 CO_2 分子质量 = $\frac{44}{6 \times 10^{23}}$ (克) = 7.3×10^{-23} 克

习题三

1、 $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 2\text{e} \longrightarrow \text{Fe}(\text{s})$

1 摩尔 2 摩尔 1 摩尔
2F

$\therefore$ (b) 是正确的。

(d) 需吸收电子的数量。

2、 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e} \longrightarrow \text{Cu}$

1 摩尔 2 摩尔 1 摩尔
2F

$\therefore$ (c) 和 (d) 都是不正确的。

$\text{Ag}^+ + \text{e} \longrightarrow \text{Ag}$

1 摩尔 1 摩尔 1 摩尔
1F

$\therefore$ (b) 是正确的。

3、 $\because$ 1 升 2M HCl 内含有 2 摩尔 $\text{H}^+(\text{aq})$

$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e} \longrightarrow \text{H}_2(\text{g})$

2 摩尔 2 摩尔

$2 \times 6 \times 10^{23}$ 个电子