

# 化学反应

JUNE 28



天问一号任务。液氢液氧火箭发动机中的燃烧反应提供了将火箭抬离发射台的推力。在本章中，我们将学习编写和使用平衡化学方程式来处理各种化学反应，包括燃烧反应。

## 学习内容

- 4.1 为化学反应写出平衡的化学方程式，酌情指定物质状态或反应条件
- 4.2 使用转化为、之间和转化为摩尔的方法来解决化学计量问题
- 4.3 根据测量量确定溶液的摩尔浓度，并确定用于溶液稀释或化学反应的溶液体积
- 4.4 定义术语限量反应物和过量反应物，并描述如何确定化学反应中的限量反应物
- 4.5 确定给定反应的理论产率和百分比产率，并区分连串反应和平行反应
- 4.6 用化学计量数和反应程度表达发生在有限范围内的反应量的变化

## 4-1 化合物的类型及其分子式

- **化学反应**是将一组称为**反应物**的物质转化为一组称为**产物**的新物质的过程
- 化学反应可能伴随颜色变化、生成沉淀、产生气体、吸热或放热
- 用**化学反应方程式**表示化学反应
- 化学反应方程式的配平只能通过调整公式的系数
- 一些配平的技巧：先考虑配平出现次数少的元素、最后配平游离的单质、如果存在整体不变的原子组，将其视为整体、可以使用分数，最后再化为整数
- 方程式中，物质化学式后可用(g, l, s, aq)表示状态，分别为气体、液体、固体以及水溶液
- 反应条件写在箭头上或下方， $\Delta$ 表示加热，条件包括温度、压力、催化剂等

## 4-2 化学方程式和化学计量

- **化学计量**是有关原子质量、分子质量、化学式和化学方程式的定量关系
- **化学计量系数**与化学反应中涉及的任何两种物质的物质的量有关，因此化学计量系数是物质的量之比
- 例题：

一铜铝合金含93.7%的Al和6.3%的Cu（质量分数），其密度为2.85 g/cm<sup>3</sup>。0.691 cm<sup>3</sup>的合金与过量的盐酸反应，产生多少质量的H<sub>2</sub>？另一块相同组成的合金溶解在盐酸中，生成1.31 g H<sub>2</sub>，溶液中剩多少质量的Cu？

某瓶醋含有4.0%的乙酸（质量分数）。它与碳酸钠反应生成二氧化碳。5.00 毫升这种醋最多可以产生多少克二氧化碳？醋的密度为1.01 g/mL。

## 4-3 溶液中的化学反应

- 溶液的一种成分称为**溶剂**，它决定了溶液是以固体、液体还是气体的形式存在
- 其他成分称为**溶质**，溶解在溶剂中
- 常用**摩尔浓度**描述溶质和溶剂之间的数量关系，其定义为每单位体积的溶液所含的溶质的物质的量
- 将溶液稀释  $n$  倍后摩尔浓度降低为  $1/n$
- 例题

多少mL的0.250 M  $K_2CrO_4$ 加入过量的 $AgNO_3$ 后可以产生1.50 g  $Ag_2CrO_4$ ?

多少mL的0.150 M  $AgNO_3$ 与175 mL 0.0855 M  $K_2CrO_4$ 完全反应？此时产生的 $Ag_2CrO_4$ 质量是多少？

## 4-4 确定限量反应物 4-5 反应化学计量中的其他实际问题

- 反应中所有反应物完全并同时消耗，我们称反应物是**化学计量比**的
- 若某种反应物不足，那么反应最多能进行多少由该反应物决定，称其为**限量反应物**
- 反应的**理论产量**是根据给定数量的反应物计算出的预期产物量
- 实际生产的产品数量称为**实际产量**
- **产率**定义为实际产量/理论产量 $\times 100\%$
- 产率较低的可能原因包括发生所需反应之外的**副反应**，生成了**副产物**
- 其他原因包括纯化过程中的损失、发生逆反应导致反应不完全
- **连串反应**是一个接一个依次进行以产生最终产物的反应，**平行反应**是多种物质同时彼此独立进行的进行不同的反应
- 将一系列连续反应的化学方程式组合起来，得到**总反应方程式**

## 4-6 反应化学计量中的其他实际问题

### ■ 例题

二氧化钛， $\text{TiO}_2$  是最广泛的白色颜料，用于生产油漆，其取代了大多数对环境有害的铅基颜料。然而在使用之前，必须先去除天然二氧化钛中含有的有色杂质。提纯操作首先将  $\text{TiO}_2$  和焦炭(C)混合加热并通入氯气，得到  $\text{TiCl}_4$  (g)、和一氧化碳及二氧化碳的混合物（摩尔比为2:1）。提纯后的  $\text{TiCl}_4$  (g)与氧气反应得到纯净的 $\text{TiO}_2$ 。要生产1.00 kg的 $\text{TiO}_2$ 至少需要多少质量的焦炭？

氮气用于给汽车安全气囊充气。而氮气是由含有  $\text{NaN}_3$ 、 $\text{KNO}_3$  和  $\text{SiO}_2$  的小球爆炸产生的。引爆时， $\text{NaN}_3$  分解为  $\text{N}_2$  和 Na 单质。Na 立即与  $\text{KNO}_3$  反应，产生更多的  $\text{N}_2$  以及  $\text{K}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{O}$ 。产生的  $\text{K}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{O}$  与  $\text{SiO}_2$  反应，各自独立地转化为无害的盐类  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  和  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ 。为保证产物中不存在 Na、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ ，95 g的  $\text{NaN}_3$  至少要多少质量的  $\text{KNO}_3$  以及  $\text{SiO}_2$  混合？

## 4-7 反应进度

- 用希腊字母 $\xi(\text{Xi})$ 表示**反应进度**，即方程式进行的物质的量
- 反应完全意味着限量反应物被完全消耗，产物的物质的量达到最高
- 通过任意产物或原料的物质的量的变化都可计算反应进度，但需除以相应的**化学计量数**

## 第四章习题

- 见下发的材料