

中学生数理化“巧用”系列

怎样巧写化学方程式

HOW TO WRITE CHEMICAL EQUATION

化学的语言

邹正
李惠娟

编著

(初中、高中学生适用)

中国致公出版社

怎样巧写化学方程式

How to write chemical equation

——化学的语言

邹 正
李惠娟 编著

中国致公出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

怎样巧写化学方程式：化学的语言 / 邹正，李惠娟编著．—北京：中国致公出版社，2003.1

ISBN 7-80179-104-5

I. 怎… II. ①邹… ②李… III. 化学式—中学—教学参考资料 IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 100171 号

怎样巧写化学方程式：化学的语言

编 著 者：邹 正 李惠娟

责任编辑：刘 秦

封面设计：罗丹文化发展有限公司

出版发行：中国致公出版社

(北京市西城区太平桥大街 4 号 电话：66168543 邮编 100034)

经 销：全国新华书店

印 刷：北京市白河印刷厂

印 数：001-5 000 册

开 本：850×1168 1/32 开

印 张：6.75

字 数：162 千字

版 次：2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 7-80179-104-5 /G·044

定价：10.00 元

版权所有 翻版必究

作者简介

邹正，男，1983年毕业于苏州大学化学系。江苏省化学特级教师，江苏省“333跨世纪学术、技术带头人培养工程”的培养对象，南京市学科带头人，南京市化学教育学会副理事长。长期从事高、初三化学教学工作和化学奥林匹克竞赛辅导。重视教学科研工作，先后在《化学教育》、《化学教学》、《中学化学教学参考》、《化学教与学》等教育期刊上发表论文近40篇。主编和参与编写化学教与学的参考用书20多部。

李惠娟，女，1984年毕业于南京师范大学化学系。中学化学高级教师，金陵中学化学教研组组长。获南京市优秀青年教师称号。长期从事高、初三化学教学工作和化学奥林匹克竞赛辅导，因竞赛辅导成绩突出，受到中国化学会的表彰。重视教学科研工作，先后在《化学教育》、《化学教学》、《中学化学教学参考》、《化学教与学》等教育期刊上发表论文近20篇。参与编写化学教与学的参考用书10多部。

前 言

化学方程式是化学工作者一种特殊的语言，也是最集中、最简明表示化学变化内容的一种形式。同学们从初中开始学习的化学反应的文字表达式到以后陆续接触到的化学反应方程式、电离方程式、电极反应方程式、离子方程和热化学方程式等等，在欣赏千变万化的化学反应以及化学反应方程式本身美感（化学反应方程简明、扼要，有时还是对称的）的同时，也感到学习这部分内容的困难，需要一种技巧或方法的指导。

自古以来，中国就有“书山有路勤为径，学海无涯苦作舟”之说。应该承认，勤奋确实可贵，刻苦也不可缺少，但是方法更为重要。勤奋是一分耕耘一分收获，而一旦掌握了科学的方法，则可事半功倍，以一份投入取得成倍的收获，所以从某种意义上说：掌握了科学方法的人，就是掌握了客观规律的人，就是掌握了自己命运的人。对于尚未掌握科学方法的人来说，学习是一种负担，常常会使他感到压抑和苦恼；而对于掌握了科学方法的人来说，学习则是享受，学习会使他振奋，科学的方法将给他插上腾飞的翅膀。

本书为三部分，第一部分是初中阶段的化学反应方程式，第二部分是高中阶段所接触的化学反应方程式，而第三部分“附录”则是提供了中学化学教材不易查到的常见物质的无机化学反应方程式和常见的化学网站网址。本书既是对中学阶段化学方程

式的梳理，更是为同学们学习这部分内容提供了方法上的指导。本书所选择的例题及练习均为近几年全国各地的中考、高考和化学奥林匹克竞赛题。如果本书能为同学们在学习化学方程式——化学的语言时提供有益的帮助则是本书作者最大的愿望。

编著者

2002年10月，南京

目 录

作者简介: //// 1

前 言 //// 1

上编: 初中阶段的化学反应与化学方程式

第 1 章 化学反应与化学方程式 //// 2

第 2 章 简单化学方程式的配平 //// 9

第 3 章 化学反应的分类 //// 15

第 4 章 化学方程式的归类总结 //// 21

第 5 章 化学方程式在中考及初中化学奥赛中
的应用 //// 39

下编: 高中阶段的化学反应与化学方程式

第 6 章 离子反应与离子方程式 //// 58

第 7 章 反应热效应与热化学方程式 //// 76

第 8 章 氧化还原反应及其化学方程式的
配平 //// 83

第 9 章 有机反应与有机化学方程式 //// 103

第 10 章 电化学与电极反应方程式 //// 124

第 11 章 化学方程式在高考及高中化学奥赛中
的应用 //// 139

附录 1: 常见物质的化学反应方程式 //// 169

附录 2: 与中学化学相关的部分网站网址 //// 203

上编

初中阶段的化学反应与化学方程式

第1章 化学反应与化学方程式

〔内容与方法〕

1. 何谓化学反应？它有什么特点，遵循什么规律？

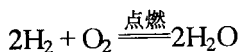
化学反应也称化学变化。从宏观的角度看，化学反应一定是指有新物质生成的变化。从微观的角度看，对由分子参与的化学变化，一定涉及到旧分子化学键的断裂和新分子化学键的生成。

在化学变化中，常常伴随着发生一些现象，如放热、发光、颜色变化、气体及沉淀的产生，等等。但是某些化学变化发生时不一定有明显的现象，即使有明显的现象，也不一定正好是颜色变化，或者是上述现象都存在。故化学变化时不一定有颜色变化。

任何化学反应都遵循质量守恒定律，因为化学反应必然涉及到两个方面。即：旧分子（反应物）被破坏；新分子（生成物）的形成。也就是原子之间的重新组合。而在原子之间重新组合的过程中（即化学反应过程中）原子的种类没有变化，各种原子的数目也没有增减，原子的质量也没有变化，所以，化学反应前后各物质的质量总和必然相等。宏观现象往往是微观实质的反映。

2. 运用质量守恒定律应注意哪几点？

(1) 质量守恒定律指的是“质量守恒”，并不包括诸如体积等方面的守恒。例如，在高于 100℃ 的条件下，氢气在氧气中燃烧生成气态水：



2 体积的氢气和 1 体积的氧气反应，只能生成 2 体积的水，可见，其体积反应前后并不相等。即：“体积并不一定守恒”。

(2) 质量守恒定律中的“质量”指的是参加化学反应的反应物的总质量或者是所有生成物的总质量。应注意:

A. 不能遗漏其一反应物或生成物, 尤其不能忽视气态物质。

B. 要注意真正参加化学反应的反应物的质量之和, 而不是各反应物任意质量的简单加和。

〔例如〕 32 克硫和 40 克氧气发生化学反应, 决不会生成 72 克二氧化硫。从质量守恒定律的微观解释可以看出, 每个硫原子只能和一个氧分子结合生成一个二氧化硫分子。即: 根据 SO_2 的化学式, 硫元素和氧元素的质量比为 1:1, 若有 32 克硫参加反应, 则必然有 32 克氧气参加反应。可见, 32 克硫只能和 32 克氧气反应生成 64 克二氧化硫, 还剩余 $40 \text{ 克} - 32 \text{ 克} = 8 \text{ 克}$ 氧气没有参加反应。

(3) 质量守恒定律的运用范围是化学变化, 不包括物理变化。

〔例如〕 10 克冰受热熔化变成 10 克水。虽然这一变化前后的质量相等, 但是不能说这一变化符合质量守恒定律, 因为这是一个物理变化而不是化学变化。

3. 化学方程式和它的意义。

用化学式来表示化学反应的式子, 叫做化学方程式。它比化学反应的文字表达式简便明了, 并且国际通用。现以电解水反应为例 (如表 1-1 所示), 从宏观和微观两个角度来考查化学方程式的意义, 而每个角度又可分为定性、定量两个层面。此外, 化学方程式还揭示了物质变化所需的特定外界条件。

表 1-1

电解水反应说明宏观和微观现象

		意 义	化学方程式 例: $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$
宏 观	定性	反应物和生成物种类 反应物和生成物 化学式	反应物是水(H_2O) 生成物是氢气(H_2)和氧气(O_2)
	定量	反应物和生成物之间的质量之比	$\begin{array}{ccc} 2\text{H}_2\text{O} & \xrightarrow{\text{电解}} & 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow \\ 36 & & 4 \quad 32 \\ \text{即: } 9 & & 1 \quad 8 \end{array}$
微 观	定量	反应物和生成物之间的分子数之比	$\begin{array}{ccc} 2 & 2 & 1 \\ \text{即: } 2\text{H}_2\text{O} & \text{生成} & 2\text{H}_2 \text{ 和 } \text{O}_2 \end{array}$
	定性	反应物和生成物两者的分子构成及反应	即: H_2O 可以分解生成 H_2 和 O_2
反应条件		该化学反应发生所需的特定外界条件	需通直流电, 水才能电解生成氢气和氧气

4. 化学方程式的读法。

(1) 首先指出反应所需的条件。

有些化学反应不需要任何条件就能发生, 而有的化学反应却需在特定的外界条件下才能进行。这些条件包括:

点燃 点燃一般让火焰直接接触可燃物, 使可燃物局部温度达到着火点而发生燃烧。可燃物被点燃后, 燃烧产生的热可使其继续燃烧。燃烧是反应现象, 不是反应条件。

加热 温度不超过 500°C , 常用酒精灯。

高温 一般在 1000°C 左右, 可用酒精喷灯作为高温热源。

【注意】 加热和高温不仅有量的区别, 而且有质的不同, 两者不能混用。如果将高温改为加热, 则要么反应不能进行, 要么反应速度太慢。

催化剂 在催化剂的催化作用下发生的反应，应注明催化剂的名称。

另外，还有见光、通电、加压或减压等化学反应条件。

(2) 注意化学方程式与代数方程式的区别。

A. 化学方程式中的“+”、“=”号与数学上的“+”、“=”号写法相似，但意义不同。化学方程式中的“+”号用于联系各种反应物或生成物。不读成“加”，而应读成“和”、“与”，或“跟”。化学方程式中的“=”号表示生成的意思，也表示质量守恒的意思，不读成“等于”，而应读成“生成了”。

B. 化学反应式不能倒写和移项。

〔例如〕 $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$

不能写成 $\text{SO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{S} + \text{O}_2$

C. 化学方程式有时也可以将关联的几个化学方程式合并为一，即化学方程式在一定条件下有“加和性”。

〔例如〕 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 \cdots \cdots a$

$\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow \cdots \cdots b$

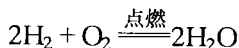
将 a 和 b 合并得一总的化学方程式是：

$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

(3) 注意化学方程式在宏观和微观两个方面的意义。

〔典型题例〕

〔例题 1〕 如何读化学方程式：



〔解析〕 从宏观的角度：

(1) 在点燃的条件下，氢气和氧气反应生成水（定性）。

(2) 在点燃的条件下，每 4 克氢气和 32 克氧气反应生

成 36 克水 (定量)。

从微观的角度:

(3) 在点燃的条件下, 每 2 个氢分子和 1 个氧分子反应生成 2 个水分子 (定量)。

(4) 在点燃的条件下, 氢气分子和氧气分子反应生成水分子 (定性)。

〔启示〕 化学方程式是描写化学反应的语言, 应能从宏观和微观两个角度正确读出化学方程式。

〔例题 2〕 化学反应前后, 下列诸项中肯定没有变化的是

()

①原子的数目 ②分子的数目 ③元素的种类

④物质的总质量 ⑤物质的种类 ⑥原子的种类

A. ① ③ ④ ⑤ ⑥

B. ① ③ ④ ⑥

C. ① ② ④ ⑥

D. ① ③ ⑤

〔解析〕 本题是从宏观和微观的角度考查对化学反应及质量守恒定律的理解。化学反应是有新物质生成的反应, 因而物质的种类要变, 分子在化学反应中也要发生改变。化学反应的实质是原子之间的重新组合, 原子的种类和个数都不变, 这必然导致宏观上物质的总质量不变。而元素是具有相同核电荷数的一类原子的总称, 故元素的种类也应不变。

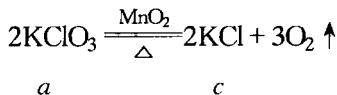
解 应选 B。

〔启示〕 应明确质量守恒定律的微观解释。

〔例题 3〕 a 克氯酸钾与 b 克二氧化锰混合加热, 完全反应后得到 c 克氯化钾, 则生成氧气的质量为 ()

A. $(a+b-c)$ 克 B. $(a-b-c)$ 克 C. $(a-c)$ 克 D. $(b-c)$ 克

〔解析〕 根据反应, b 克二氧化锰是催化剂, 在反应前后的质量不变。



因此生成氧气的质量为： $(a - c)$ 克

或者： $(a + b) - (b + c)$
 $= (a - c)$ 克

解 应选 C。

〔启示〕 生成的气体离开了固体混合物而使质量减轻。

〔例题 4〕 在化学方程式： $a\text{C}_2\text{H}_6 + b\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} m\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O}$ 中，各化学式系数之间的关系正确的是 ()

A. $2m = a$ B. $3n = 2a$ C. $3n = a$ D. $2b = 2m + n$

〔解析〕 根据质量守恒定律的微观解释：

碳原子守恒： $2a = m$

氢原子守恒： $6a = 2n \longrightarrow 3a = n$

氧原子守恒： $2b = 2m + n$

解 应选 D。

〔启示〕 注意质量守恒定律微观解释的运用。

〔练一练〕

1. 有如下反应方程式： $2\text{AB} + \text{B}_2 = 2\text{C}$ ，则 C 的化学式为 _____。

2. 下列关于质量守恒定律的说法中，正确的是 ()

A. 化学反应前后，反应物的分子总数一定等于生成物的分子总数。

B. 化学反应的实质就是分子之间的重新组合。

C. 参加化学反应的各物质的总质量一定等于反应后生成的各物质的总质量。

D. 对于有气体参加的化学反应，反应前后的体积一定不变。

3. 对于化学方程式 $C + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2$ 的正确读法是 ()

- A. 碳加氧分子,在点燃条件下,等于一个二氧化碳分子。
- B. 碳跟氧分子,在点燃条件下,化合成一个二氧化碳分子。
- C. 碳原子和氧原子在点燃的条件下,结合成二氧化碳分子。
- D. 在点燃的条件下,每一个碳原子与一个氧分子化合生成一个二氧化碳分子。

4. 在 $A + B = C + 2D$ 的反应中,已知 2.9 克 A 跟 4.9 克 B 完全反应,生成 6 克 C,又知道 D 的相对分子质量为 18,则 A 的相对分子质量为 ()

- A. 29 B. 49 C. 58 D. 85

〔答案与提示〕

1. 应为 AB_2 2. C 3. D 4. 根据质量守恒定律,生成 D 的质量是 $(2.9 \text{ 克} + 4.9 \text{ 克}) - 6 \text{ 克} = 1.8 \text{ 克}$; 设 A 的相对分子质量为 M, 则: $2 \times 18 / 1.8 \text{ 克} = M / 2.9 \text{ 克}$, $M = 58$ 。选 C。

第2章 简单化学方程式的配平

〔内容与方法〕

1. 书写化学方程式的原则。

- A. 按照客观化学反应事实。
- B. 遵循质量守恒定律(特别是该定律的微观解释,即方程式等号两边各种原子的个数相等)。

2. 书写化学方程式应注明反应条件,掌握“↑”和“↓”符号的使用。

A. 反应条件包括:点燃,加热,高温,催化剂等。

B. “↑”号表示气体产物。

a. 凡是反应物都是固态或液态物质,而反应后生成一种或几种气态物质,应该在這些气态生成物的化学式后标出“↑”。

b. 若反应物中有气态物质,则生成物即使有气体也不标“↑”。

c. 不论反应物的状态如何,只要生成物只有一种,且是气态,也不标“↑”。

C. “↓”号生成不溶性固体生成物。

反应在液态(或气态)混合物中进行时,生成物中的沉淀(或固体)必须用“↓”号来表示。若反应物中有固体(难溶于水的固体物质),则即使生成物中有沉淀也不标“↓”。

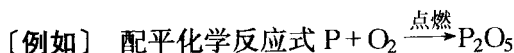
由此可见,“↑”和“↓”是生成物的状态符号,永远只能出现在化学方程式等号的右边。

3. 掌握配平化学方程式的技巧。

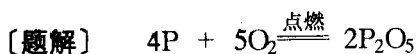
A. 最小公倍数法:

第一步,找出反应式两边各出现一次的元素,从原子个数不相等且相差多的元素着手配平,求出它们的最小公倍数后,以两个化学式中含该元素原子的个数分别去除最小公倍数,新得的商就是该化学式的系数。

第二步,根据求得的化学式的系数推算出其他化学式前的系数。



〔解析〕 反应前后的氧原子个数分别为 2 和 5,两数的最小公倍数是 10。分别用 2 和 5 除 10 得 O_2 前的系数为 5, P_2O_5 前的系数为 2。反应后的 $2\text{P}_2\text{O}_5$ 中含 4P,因此,在 P 前配上 4。

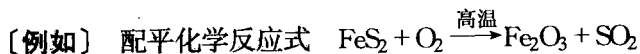


↓ ↓ ↓
第二步 第一步 第一步

B. 奇数配偶法:

第一步,找出反应式两边出现次数最多,而且原子总数是一奇一偶的元素,把原子个数是奇数的化学式前配上最小偶数,使原子个数由奇数变成偶数。

第二步,由已推求出的系数算出其化学式的系数。



〔题解〕 首先分析氧原子个数,左面无论氧气前面的系数是多少,反应物氧原子的总数永远是偶数,而右面的三氧化二铁中的氧原子个数是奇数,无论二氧化硫前的系数是多少其氧原子的个数应为偶数。因此,应在三氧化二铁前面加 2,这样才能使两边的氧原子个数都为偶数。 $2\text{Fe}_2\text{O}_3$ 中含 4Fe,故第二步,在