



A Tentative Discussion on the Universality of Balancing Equation of Redox Reaction with the Method of Lifting and Lowering Quantivalency

Chen Zhigao

Guazhou Senior Secondary School, Guazhou, China

Email address:

bszgc@sina.com

To cite this article:

Chen Zhigao. A Tentative Discussion on the Universality of Balancing Equation of Redox Reaction with the Method of Lifting and Lowering Quantivalency. *Asia-Pacific Journal of Educational Sciences*. Vol. 2, No. 1, 2020, pp. 1-4.

Received: July 14, 2019; **Accepted:** September 20, 2019; **Published:** April 30, 2020

Abstract: Two thirds of chemical equations are redox reactions among all of the chemical equations. These kind of chemical equations are generally hard to balance just by observing, so it is the key and difficult point to balance the chemical equations of redox reaction. In the middle and high schools' chemical teaching materials, only some simple methods of matching balance are lectured. But it is very hard to deal with the specific problems by these methods. Therefore, I came up with the matching balance method of mark, observation, decision and balance. This method can be used to balance any chemical equations of redox reaction exactly and quickly.

Keywords: Valence, Method of Mark, Redox Reaction, Matching

试论化合价升降法配平氧化还原反应方程式的普遍性

陈志高

瓜州中学, 瓜州, 中国

邮箱

bszgc@sina.com

摘要: 在所有的化学方程式中大约有三分之二以上是氧化还原反应, 而这类方程式一般不易用观察法直接配平, 所以, 氧化还原反应方程式的配平既是化学教学的重点、又是难点。在中学和高校无机化学教材中, 都对一些简单方程式的配平进行了讲述, 而仅凭教材所讲内容, 很难解决具体操作问题, 本人提出的“标·注·定·平”化合价升降配平法, 可以配平所有的氧化还原反应方程式, 得到结果既快又准确。

关键词: 化合价升降, 标注定平, 氧化还原反应方程式, 配平法

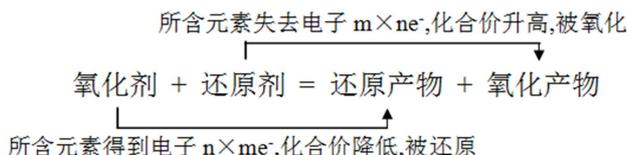
1. 引言

正确的书写并配平化学方程式, 不仅是化学教学、化学分析、化学计算的需要, 也为指导科学研究、化工开发与工农业生产具有极其重要的意义。在所有的化学方程式中, 大约有三分之二以上的是氧化还原反应, 而这类方程

式一般不易用观察法直接配平, 所以, 氧化还原反应方程式的配平既是化学教学的重点, 又是难点。中学和高校无机化学教材针对一些简单的方程式讲述了配平的基本方法, 而具体操作中不好判断反应得失电子元素的原子个数, 而且在教与学中遇到各种各样的氧化还原反应方程式, 仅凭教材所讲内容, 无法解决具体问题。为此许多同仁提出了如离子电子法, 待定系数法, 零价配平法, 假设化合价

法,半反应法[1]等,但每种方法只适用于解决某一类型方程式的配平问题,为此许多同仁提出了好多配平方法,但每种方法只适用于解决某一类型方程式的配平问题。以致认为化合价升降法只适用于氧化还原反应方程式中“各物质所含元素有明确的化合价,有明确的发生化合价变化的原子个数;反应中至少能找出一对包含所有元素化合价变化的物质或经特殊处理可满足上述要求的方程式[2]。”

这纯属一种误解,我们知道,有氧得失是氧化还原反应发生的现象,化合价升降值相等是其标志,而得失(偏移)电子数相等是其本质,该理论化学史上通过原电池反应得到验证。因此,在氧化还原反应中:



即发生氧化还原反应的元素:失电子总数 $m \times ne^-$ = 得电子总数 $n \times me^-$, 决定这一本质特征的因素有二:一是发生氧化还原反应元素的原子个数,二是反应中元素化合价升降的绝对值。为了建立具有广泛意义上的配平原理及方法,提高配平速度,本人总结出了“标·注·定·平”化合价升降配平法,可以配平所有的氧化还原反应方程式,得到结果既快又准确。

2. 配平的方法和步骤是[3]

(1) 标

写出反应物与生成物的化学式,标出价态变化的元素在反应前后的化合价;

(2) 注

在得失(偏移)电子相对集中(通常选右下角原子个数较多)且独立变化的元素对应的两方物质(反应物或生成物)的化学式下注明每一摩该物质得失(偏移)电子的数目;

(3) 定

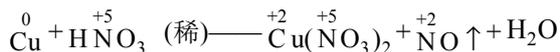
用最小公倍数法乘以相应倍数,确定被注物质前的系数;

(4) 平

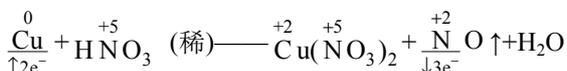
用观察法检查配平其它物质前系数。

以铜与稀硝酸的反应为例将配平过程说明如下。

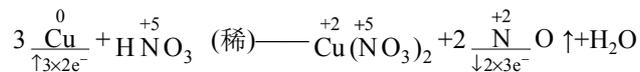
①写出反应物与生成物的化学式,标出价态变化的元素Cu、N在反应前后的化合价。



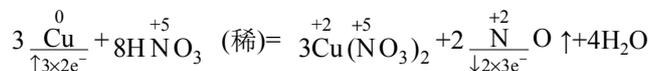
②在价态变化相对集中且独立变化的元素所对应的化学式Cu、NO下注明每一摩该物质失得电子数目。为方便起见,用“↑ne”表示失去电子,化合价升高,被氧化,“↓me”表示得到电子,化合价降低,被还原。



③根据2、3的最小公倍数6,确定被注物质Cu、NO前系数3、2。



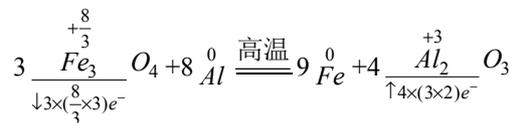
④用观察法检查配平整个方程。



2.1. 配平一般的氧化还原反应方程式



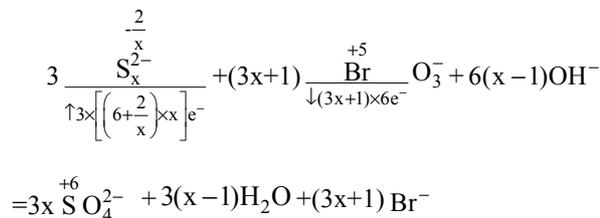
解析:氧化与还原是针对反应体系中某物质所含元素来讲的,元素一经确定,不管反应物还是生成物,可在其对应右下角原子个数较多物质的化学式下直接注明得失(偏移)电子情况,进而配平。



2.2. 配平化学式中含未知数的离子氧化还原反应方程式

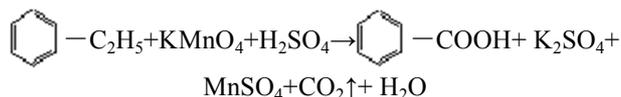


解析:首要的问题是用含未知数的代数式表示价态变化元素的化合价,离子反应严格按照转移(得失)电子守恒→电荷守恒→原子守恒的顺序便可观察配平。

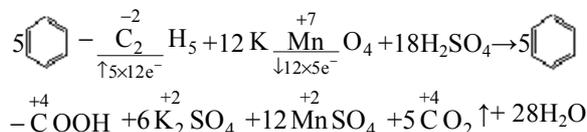


令OH⁻前系数为m,依电荷守恒得:3×2+(3x+1)+m=3x×2+(3x+1),m=6(x-1),则H₂O系数必为3(x-1)。

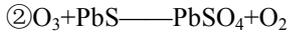
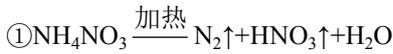
2.3. 配平有机氧化还原反应方程式



解析:通常假定有机物中H为+1价,O为-2价,未开环时苯基为-1价,C采用平均化合价[3]。

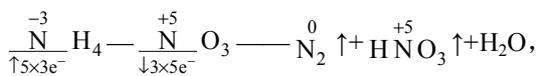


2.4. 配平下列需分析反应关系才能注明得失(偏移)电子数的氧化还原反应方程式

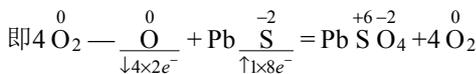
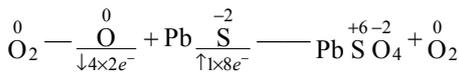


解析: 为了配平的需要, 根据反应关系和质量守恒定律, 可对原方程中的化学式作适当的“变形”, 以利注明得失(偏移)电子数。

① $\text{NH}_4\text{NO}_3 \longrightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{HNO}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 这是个比较典型的化学式内发生在同一元素的不同价态之间的氧化还原反应, 为便于注明得失(偏移)电子情况, 可将 NH_4NO_3 分为两部分, 再结合质量守恒定律利用 NO_3^- 部分被还原的性质观察配平。



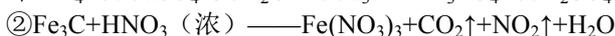
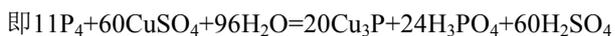
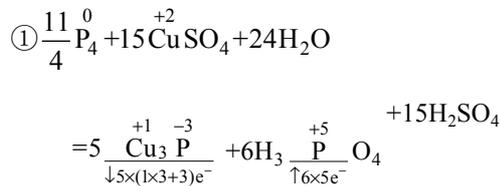
② $\text{O}_3 + \text{PbS} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + \text{O}_2$ 显然作为氧化剂的 O_3 每有 1 摩参加反应, 同时必生成 1 摩 O_2 , 所以实际得电子的臭氧原子是 1 摩而不是 3 摩,



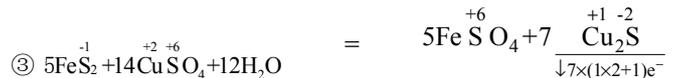
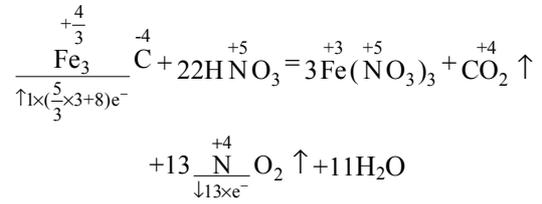
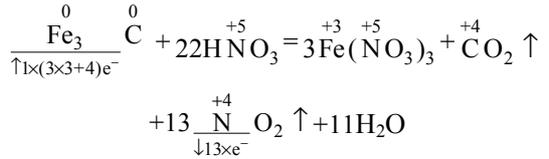
2.5. 配平下列一种物质中有几种元素价态同时升降变化的氧化还原反应方程式

- ① $\text{P}_4 + \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cu}_3\text{P} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- ② $\text{Fe}_3\text{C} + \text{HNO}_3(\text{浓}) \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- ③ $\text{FeS}_2 + \text{CuSO}_4 + \square \longrightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- ④ $\text{Pb}(\text{N}_3)_2 + \text{Cr}(\text{MnO}_4)_2 \longrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{MnO}_2 + \text{NO} \uparrow + \text{Pb}_3\text{O}_4$

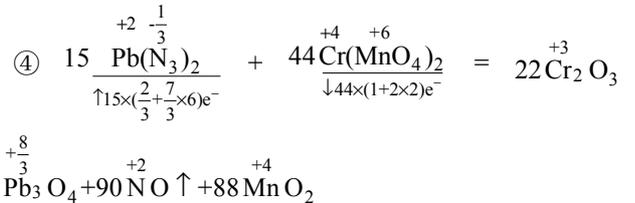
解析: 有些比较复杂的氧化还原反应, 通常是一种物质中有几种元素同时被氧化或被还原, 注明得失(偏移)电子数时应合并计算。



在很多论著中都将此反应作为零价配平法的范例, 认为无法标价[5]。实际上化合价(氧化数)只不过是一种形式电荷, 只要依电中性规则标价, 对配平结果无任何影响[5], 本反应在元素化合价知识范围内, 可拟定 C 显示 -4 价, 则 Fe 为 $+\frac{4}{3}$ 价较合理[6], 请看配平:



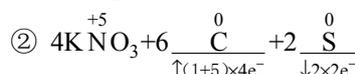
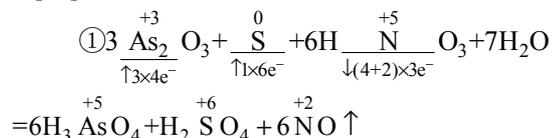
+ 12 $\begin{array}{c} \overset{+6}{\text{S}} \\ \downarrow 12 \times 6e^- \end{array} \text{O}_4$ 此反应中 -1 价 S 歧化为 -2 价和 +6 价, 配平法得出被还原与被氧化的 S 原子共 7+3=10 摩, 则 FeS_2 前系数肯定是 5, 这是“标·注·定·平”法的巨大成功 [7] !

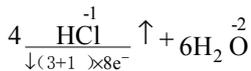
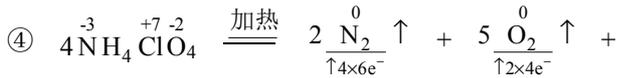
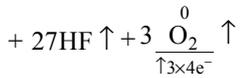
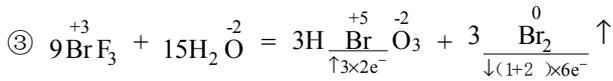


2.6. 配平下列一种氧化剂(还原剂)氧化(还原)多种还原剂(氧化剂)的氧化还原反应方程式

- ① $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{S} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} \uparrow$
- ② $\text{KNO}_3 + \text{C} + \text{S} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$
- ③ $\text{BrF}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HBrO}_3 + \text{Br}_2 \uparrow + \text{HF} \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$
- ④ $\text{NH}_4\text{ClO}_4 \xrightarrow{\text{加热}} \text{N}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O}$

解析: 这类氧化还原反应, 往往是一种氧化剂(还原剂)去氧化(还原)多种还原剂(氧化剂), 调整其中一种还原剂(氧化剂)前的系数, 可以得到不同组配平系数[8], 如① 小题 a. 3 3 1 0 7 6 3 1 0、b. 3 5 14 7 6 5 4、c. 3 1 6 7 6 1 6、d. 9 1 14 21 18 1 14 等都能配平[9]。由于这类反应的实质是一种氧化剂(还原剂)去氧化(还原)多种还原剂(氧化剂)所得化学方程式的和, 因而在配平时应分别用最小公倍数法计算该氧化剂(还原剂)与每一种还原剂(氧化剂)反应时对应得失电子的数目, 并将对其所乘公倍系数的和作为氧化剂(还原剂)前的系数(其余物质前系数可能有所调整), 这样配平的方程式才是正确的[10]。





3. 结论

由此看来，借助“标·注·定·平”的化合价升降配平法基础在“标”，关键在“注”，核心是找出“相对集中且独立变化”的元素对应的物质[11]。它不仅能配平气、液、固相中各种条件下各类物质间的氧化还原反应方程式[12]，而且从氧化还原反应的实质即得失（偏移）电子数相等出发，避免了用其他方法（如待定系数法）造成的多组配平系数的出现[13]，从根本上解决了氧化还原反应方程式的配平问题，配平方式简便、快捷、高效，具有普遍适用性。

参考文献

[1] 北京师范大学、南京师范大学等，无机化学，北京：高等教育出版社 2003，175-191。

- [2] 毛耀华，也谈配平氧化还原反应化学方程式[J] 中学化学教学参考1999（1-2）。
- [3] 陈志高，用标注定平法配平氧化还原反应方程式[J] 中学化学1998，（1）。
- [4] 施其康等，进入21世纪的化学教育行动纲领[M] 北京：北京教育出版社 2005，13-30。
- [5] 郝希明，组织学生探究有机氧化还原反应[J] 化学教育2005，（1）40-41。
- [6] 徐明奎，基于错误归因的二次备课——以“氧化还原反应方程式配平”教学为例[J] 化学教与学2018，（7）26-28。
- [7] 田永报，科学分档 诗意配平——例谈氧化还原反应方程式配平的十个“档次”[J] 中学化学教学参考2017，（14）63-64。
- [8] 刘艳，例析有变价元素参与的氧化还原反应方程式的配平[J] 化学教学2016，（3）87-92。
- [9] 麦裕华，高中化学氧化还原反应方程式配平技能学习进阶的探讨[J] 化学教育2014，（17）20-23。
- [10] 孔梨，氧化-还原反应方程式逆向配平之技巧[J] 化学教育1989，（4）32-33+23。
- [11] 陈其玉，用电子得失数交叉法配平氧化-还原反应方程式[J] 江苏教育1984，（10）44。
- [12] 曹筱麟，关于氧化还原反应方程式配平的一个特例[J] 化学教学1981，（2）45-46。
- [13] 赵瑜 宋文祥，氧化-还原反应方程式的一次性配平[J] 中学化学教学参考1991，（4）26-27。