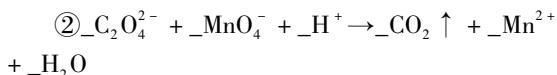
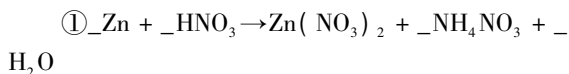


时,得到电子的物质的量为 3 mol,故被 5 mol H₂O 还原 BrF₃ 的物质的量为 10/3 mol,得到 Br₂ 的物质的量为 5/3 mol。

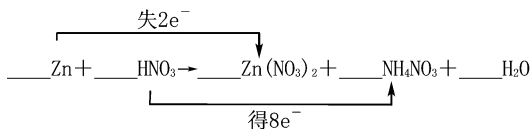
二、化学方程式配平

氧化还原反应的实质是电子发生转移,因此借助双线桥形式,利用电子转移守恒关系可以完成方程式的配平。

例 5 配平下列反应的化学方程式:

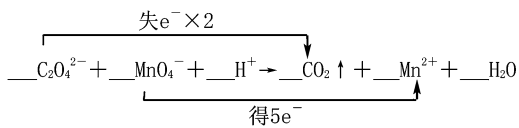


解析 在反应①中,化合价发生变化的元素为 Zn 和 N,Zn: 0 → +2,失 2e⁻,N: +5 → -3,得 8e⁻,用双线桥可将方程式表示如下:



由电子转移守恒关系可知,Zn 与变价的 N 原子个数比为 4:1,即 Zn 与 NH₄NO₃ 的化学计量数分别为 4、1,再由原子守恒关系配平方程式: 4Zn + 10HNO₃ = 4Zn(NO₃)₂ + 1NH₄NO₃ + 3H₂O。

在反应②中,化合价发生变化的元素为 C 和 Mn,C: +3 → +4,失 1e⁻,Mn: +7 → +2,得 5e⁻,用双线桥可将方程式表示如下:

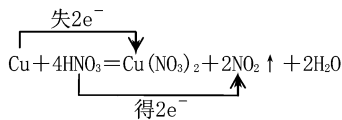


由电子转移守恒关系可知,C 与 Mn 的原子个数比为 5:1,由 C₂O₄²⁻ 与 MnO₄⁻ 的计量数之比为 5:2,再利用原子守恒和电荷守恒关系配平方程式: 5C₂O₄²⁻ + 2MnO₄⁻ + 16H⁺ = 10CO₂ + 2Mn²⁺ + 8H₂O。

三、电极反应方程式的书写

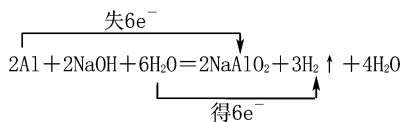
原电池是将化学能转变为电能的装置,其转化实质可看作是氧化还原反应在两电极完成时,电子经外电路转移的过程。其中正极发生还原反应,负极发生氧化反应。即原电池电极反应实质是氧化还原反应的拆分过程。因此借助双线桥表示方法来完成电极反应方程式的书写。

例 6 将铝与铜用导线连接好后浸入到盛有足量浓 HNO₃ 溶液的烧杯中,反应开始时,形成的原电池的负极反应式为: _____,正极反应式为: _____。



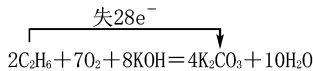
解析 常温下,Al 与浓 HNO₃ 发生钝化,与浓 HNO₃ 发生反应的为 Cu,其反应方程式表示如图。由电子转移方向可知,Cu 为原电池负极,反应式为: Cu - 2e⁻ = Cu²⁺。Al 为正极,在正极上发生反应的物质为 NO₃⁻,反应时获得电子生成 NO₂, 2NO₃⁻ + 2e⁻ → 2NO₂ + 2H₂O,由 N、O 在反应前后的原子个数比及原子守恒和电荷守恒关系,可知正极反应式为: 2NO₃⁻ + 2e⁻ + 4H⁺ = 2NO₂ + 2H₂O。

例 7 从镁-铝合金上剪下一小片,立刻投入到盛有 5 mol/L 的 NaOH 溶液的小烧杯中,试确定合金与 NaOH 溶液反应时可能形成的微电池的负极材料是: _____,正极反应式为: _____。



解析 Al 与 NaOH 溶液的反应中,Al 做还原剂,做氧化剂的是 H₂O 而不是 NaOH,用双线桥可表示为如图所示。因此原电池的负极材料是 Al,反应生成物为 AlO₂⁻,由原子守恒、电荷守恒关系可知其反应式为: 2Al - 6e⁻ + 8OH⁻ = 2AlO₂⁻ + 4H₂O; 正极反应式为: 6H₂O + 6e⁻ = 3H₂ + 6OH⁻。

例 8 一种新型燃料电池,它以多孔镍板为电极插入 KOH 溶液中,然后分别向两极上通乙烷和氧气,其负极反应式为: _____。



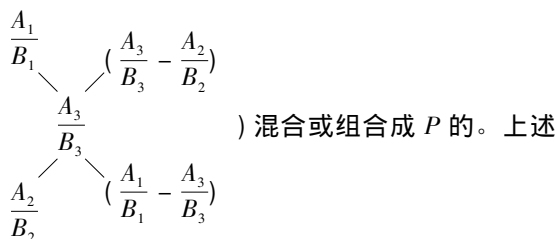
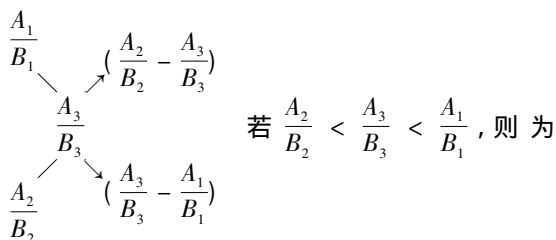
解析 在碱性条件下,溶液中存在 OH⁻,该电池的总反应为: 2C₂H₆ + 7O₂ + 8KOH = 4K₂CO₃ + 10H₂O (生成物为 K₂CO₃,也可以是 KHCO₃)。在反应中 O₂ 作氧化剂,C₂H₆ 作还原剂,由 O₂ 的量可知转移电子数为 28e⁻,生成物为 CO₃²⁻,即 2C₂H₆ - 28e⁻ → 4CO₃²⁻,由原子守恒、

也说十字交叉法在中学化学计算中的应用

湖南省攸县教育科学教研室 412000 陈珊兰

关于十字交叉法在化学计算中的应用问题,很多杂志上都登载了不少的研究论文,大多文章是从二元组分(或相当于二元组分)的混合(或构成)的角度,并设法从学生熟知的二元一次方程组模型来解题,让师生们受益匪浅,但事实上不少学生并不能快速准确理解哪些情形可以构造二元一次方程组,所以只是从自己已有的经验出发来套用十字交叉法,所以常有误用情况。

笔者在教学中发现凡是按有比值意义($\frac{A}{B}$ 形式表示,且 $B_1 + B_2 = B_3$)的量的属性混合或组合,均可用十字交叉法来分析。若某体系以两组分 $M(\frac{A_1}{B_1})$ 及 $N(\frac{A_2}{B_2})$ 混合或组合可形成平均组合 $P(\frac{A_3}{B_3})$,且 $\frac{A_1}{B_1} < \frac{A_3}{B_3} < \frac{A_2}{B_2}$,则 M 与 N 必然是按 B 意义的某种比值(可用十字交叉法表示为



情形可以理解为一种模型,在中学阶段实际计算符合上述模型的情形有摩尔质量(质量/物质的量)、溶液中溶质质量分数(溶质质量/溶液质量)、摩尔反应热(热量/物质的量)、或者是具有比值意义的设定量,如摩尔某物生成气体体积或沉淀质量(气体体积或沉淀质量/反应物物质的量或质量)、摩尔电子质量(对应物质的质量/转移电子物质的量)、其他可用十字交叉法的情况等。下面以具体例子诠释十字交叉法的应用。

一、摩尔质量类

若试题是以摩尔质量或可转换成摩尔质量形式作为信息,如相对分子质量、相对原子质量或标准状况下气体密度,可用十字交叉法解题。

例 1 已知自然界中铀有两种质量数分别为 191 和 193 的同位素,而铀的相对分子质量为 192.22,求这两种同位素原子个数比。

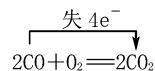
► 电子守恒关系可知反应式为: $2C_2H_6 - 28e^- + 36OH^- = 4CO_3^{2-} + 24H_2O$ 。同理可得正极反应式为: $7O_2 + 28e^- + 14H_2O = 28OH^-$ 。

若以盐酸溶液为介质,溶液中存在 H^+ ,其总反应方程式为: $2C_2H_6 + 7O_2 = 4CO_2 \uparrow + 6H_2O$ 。其电极反应式为:

负极: $2C_2H_6 - 28e^- + 8H_2O = 4CO_2 \uparrow + 28H^+$, 正极: $7O_2 + 28e^- + 28H^+ = 14H_2O$ 。

例 9 一种新型熔融盐燃料电池具有高发电效率而倍受重视。现有 Li_2CO_3 和 Na_2CO_3 的熔融盐混合物作电解质,一极通 CO 气体,另一极通 O_2

和 CO_2 的混合气体,制作 $650^\circ C$ 时工作的燃料电池,其电池负极反应式为: _____, 正极反应式为: _____。



解析 CO 为负极反应物,主要反应关系为: $2CO - 4e^- \rightarrow 2CO_2$,由原子守恒及电荷守恒关系可知反应式为: $2CO - 4e^- + 2CO_3^{2-} = 4CO_2$,正极电极反应是: $O_2 + 2CO_2 + 4e^- = 2CO_3^{2-}$ 。

(收稿日期: 2014-10-20)