

化学反应速率考点聚焦

江苏省扬州市邗江中学 225012 张 林

化学反应速率是用来表示反应快慢的一个物理量,通常用单位时间内反应物浓度的减小或生成物浓度的增加来表示,计算公式为 $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ 。

1. 计算

考查方向: 化学反应速率主要考查根据基本公式进行的计算,也可能通过利用反应速率与化学计量数之间的关系进行计算。

例1 反应 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 在 10 L 密闭容器中进行,半分钟后,水蒸气的物质的量增加了 0.45 mol,则此反应的平均速率 $v(X)$ (反应物的消耗速率或产物的生成速率)可表示为()。

- A. $v(\text{NH}_3) = 0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 B. $v(\text{O}_2) = 0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 C. $v(\text{NO}) = 0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 D. $v(\text{H}_2\text{O}) = 0.045 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

►等;二是在离子化合物中,阴、阳离子的电荷数相等。

例3 硫酸铝和硫酸镁的混合液中 $c(\text{Mg}^{2+}) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{SO}_4^{2-}) = 6.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,若将 200 mL 的此混合液中的 Mg^{2+} 和 Al^{3+} 分离,至少应加入 $1.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的苛性钠溶液()。

- A. 0.5 L B. 1.625 L C. 1.8 L D. 2 L

本题若采用常规方法,会找不到解题突破口,而采用电荷守恒法则能有效解答该题,对于高中化学中关于氧化还原反应的试题,及有关离子电荷等试题,都可以优先考虑使用电荷守恒法来解题,解答本题时,首先可以根据电荷守恒, $2c(\text{Mg}^{2+}) + 3c(\text{Al}^{3+}) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$,得到 $c(\text{Al}^{3+}) = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,然后再根据 $n(\text{Mg}^{2+}) : n(\text{OH}^-) = 1 : 2$,及 $n(\text{Al}^{3+}) : n(\text{OH}^-) = 1 : 4$,从而得到苛性钠溶液的体积。该题借助电荷守恒法,有效的利用了已知条件,简化了解题思路,提升了解题效率。

解析 从题意看,可用水蒸气来表示反应的平均速率 $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.45 \text{ mol} \div 10 \text{ L}}{30 \text{ s}} = 0.0015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。根据反应速率之比等于各物质的化学计量数之比的规律,不难求得: $v(\text{NH}_3) = \frac{4}{6} \times 0.0015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, $v(\text{O}_2) = \frac{5}{6} \times 0.0015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 0.00125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, $v(\text{NO}) = v(\text{NH}_3) = 0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

答案: C

点拨 化学反应速率 $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$,同一化学反应可以用不同的物质(非固体或纯液体)表示反应速率,各物质表示的反应速率之比等于该化学方程式中相应物质的化学计量数之比。

四、电子守恒法在高中化学教学及解题中的应用情况分析

电子守恒法跟电荷守恒有一定的类似之处,其主要应用氧化还原反应中,因为此类反应的本质就是电子的得失和转移,在元素方面,其则是元素化合价的变化。

例4 某反应体系中的物质有: NaOH 、 Au_2O_3 、 $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、 Au_2O 、 H_2O 。纺织工业中常用氯气作漂白剂, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 可作为漂白布匹的“脱氯剂”, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 Cl_2 反应的产物是 H_2SO_4 、 NaCl 和 HCl ,则还原剂与氧化剂的物质的量之比为多少?

此题在解答过程中就可以应用到电子守恒定律,扣住变化的元素 S 和 Cl, S 由 +2 价变为 +6 价, Cl 由 0 价变为 -1 价,然后可以设 x 和 y ,再根据电子守恒定义,在一个氧化还原反应中氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数,就可以实现对该题的有效解答。(收稿日期: 2015-12-25)

2. 大小比较

考查方向: 比较同一反应在不同情况下的快慢, 其实是考查利用反应速率与化学计量数之间的关系。

例2 反应 $A + 3B = 2C + 2D$ 在四种不同情况下的反应速率分别为:

① $v(A) = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

② $v(B) = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

③ $v(C) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

④ $v(D) = 0.45 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

该反应进行的快慢顺序为 ()。

- A. ④ > ③ = ② > ① B. ④ < ③ = ② < ①
C. ① > ② > ③ > ④ D. ④ > ③ > ② > ①

解析 以 A 为标准, 将其他物质表示的反应速率换算成用 A 表示的速率, 则有: ②表示的 $v(A) = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} / 3 = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$; ③表示的 $v(A) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} / 2 = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$; ④表示的 $v(A) = 0.45 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} / 2 = 0.225 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。故反应进行的快慢顺序为④ > ③ = ② > ①。答案: A

点拨 在比较反应进行的快慢时, 一般将不同物质表示的速率换算为用同一种物质(通常为化学计量数是 1 的物质)表示的速率, 并将单位统一后, 再比较速率数值的大小。

3. 影响因素

考查方向: 考查外界条件对化学反应速率的影响, 要求学生理解不同条件对反应速率的影响的大小。

例3 等质量的铁与过量的盐酸在不同的试验条件下进行反应, 测定在不同时间 t 产生氢气体积 V 的数据, 根据数据绘制得到图 1, 则曲线 a、b、c、d 所对应的试验组别(见表 1) 可能是 ()。

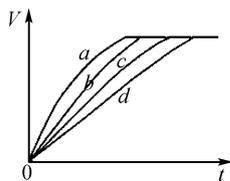


表1

组别	c(HCl) (mol/L)	温度 /°C	状态
1	2.0	25	块状
2	2.5	30	块状
3	2.5	50	块状
4	2.5	30	粉末

图1

- A. 4 - 3 - 2 - 1 B. 1 - 2 - 3 - 4
C. 3 - 4 - 2 - 1 D. 1 - 2 - 4 - 3

解析 从盐酸的浓度看, 1 的速率最慢; 从温

度看, 速率大小顺序为: $3 > 4 = 2 > 1$; 从状态看, A 最快, 综合起来看, 速率大小顺序可能为 $3 > 4 > 2 > 1$, 也可能为 $4 > 3 > 2 > 1$ 。从图像看, 速率大小顺序为: $a > b > c > d$ 。答案: A、C

点拨 影响化学速率的因素主要有: 浓度、温度、压强、催化剂等, 浓度越大、温度越高、压强越大、加入正催化剂, 速率都会增大, 反之速率减小。除此之外, 光照、紫外线等也会对反应速率有影响。对于固体, 还可以通过改变固体的接触面积来改变反应的速率。

4. 化学反应速率图像

考查方向: 考查对化学反应速率图像的认识, 能利用图像计算化学反应速率和确定化学方程式。

例4 图 2 表示 800°C 时 A、B、C 三种气体物质的浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 随时间变化的情况, t 是达到平衡状态的时间。

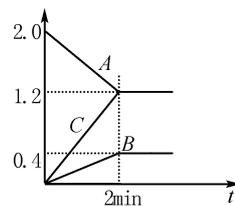


图2

(1) 该反应的化学方程式为_____。

(2) 反应开始至 2 min, C 的平均反应速率是_____。

解析 由图 2 知, 到 2 min 时, A 减少 0.8, B 增加 0.4, C 增加 1.2, 故 A 为反应物, B、C 为生成物, 且该反应为可逆反应。 $\Delta c(A) : \Delta c(B) : \Delta c(C) = 0.8 : 0.4 : 1.2 = 2 : 1 : 3$, 所以该反应的化学方程式为 $2A \rightleftharpoons B + 3C$ 。

答案: (1) $2A \rightleftharpoons B + 3C$

(2) $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

点拨 解答这类题应分三步:

(1) 确定反应物和生成物。物质的量减少的为反应物, 增加的为生成物, 反应前后不变的可能是催化剂。

(2) 确定是否是可逆反应。反应前后各物质的量保持不变且不为零, 则该反应为可逆反应, 需用“ \rightleftharpoons ”连接; 若某物质的量减少到零或趋向于零, 则该反应为不可逆反应, 用“ $=$ ”连接。

(3) 确定化学计量数。根据相同时间内各物质的速率(或浓度变化量或物质的量的变化量)之比等于化学计量数之比, 可求出化学方程式的化学计量数。

(收稿日期: 2015 - 11 - 25)