

例析“催化剂考核”的解题技巧

浙江省德清县高级中学 313200 许治洪

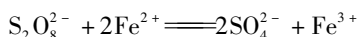
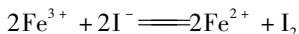
题型一、与离子方程式书写的结合考核

例1 (2008年山东) 过二硫酸钾($K_2S_2O_8$)具有强氧化性, 可将 I^- 氧化为 I_2 :



通过改变反应途径, Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 均可催化上述反应。试用离子方程式表示 Fe^{3+} 对上述反应催化的过程: _____、_____ (不必配平)

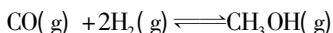
解析 催化剂是能加快化学反应速率而在反应前后本身的质量和化学性质不变的物质。由于催化剂的质量及化学性质在反应前后不变, 反应历程中必定既包括有催化剂参与的反应, 又包括使催化剂再生的反应。结合题目信息, 答案中必须有 Fe^{3+} 的参与和 Fe^{3+} 的生成两个关键的反应, 而且 Fe^{3+} 的参与反应在先, Fe^{3+} 的生成在后; 在先即被还原在先, 在后则被氧化而来在后, 由此得出答案:



注意: 本题的关键是分析出应有的反应以及反应的顺序, 尤其是顺序不能颠倒, 否则则错。这也是本题考核的另一目的。

题型二、与化学平衡移动的结合考核

例2 (2007年上海) 一定条件下, 在体积为 3 L 的密闭容器中, 一氧化碳与氢气反应生成甲醇(催化剂为 Cu_2O/ZnO):



根据题意完成下列各题 [其中的第(4)问] (4) 据研究, 反应过程中起催化作用的为 Cu_2O , 反应体系中含少量 CO_2 有利于维持催化剂 Cu_2O 的量不变, 原因是: _____ (用化学方程式表示)。

解析 本题的审题点在于“有利于维持催化剂 Cu_2O 的量不变”, 从题意中要分析出“是一可逆反应”这一点, 否则, 会失分。另外, 作为催化剂 Cu_2O 的必是先参与反应而后生成, 即反应物中有 Cu_2O 可逆后的“生成物”中也有 Cu_2O 结合

$$\text{数} = \frac{8g}{87.3g - 0.2g - 7.1g} \times 100\% = 10\%$$

答: 略。

3. 有关溶液的计算(如图3所示)

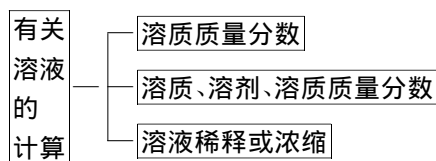


图3

例3 (2015年资阳) KCl 在不同温度下溶解度的数据见表1:

表1

温度/°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
溶解度/g	27.6	31.0	34.0	37.0	40.0	42.6	45.5	48.3	51.1	54.0	56.7

(1) 60°C 时, 100 g 水中最多可溶解 KCl _____ g;

(2) 90°C 时, 100g 饱和 KCl 溶液冷却到 30°C 时, 溶液的质量(选填“>”或“<”或“=”) _____ 100g;

(3) 40°C 时, KCl 饱和溶液中溶质质量分数为 _____; 该溶液升温到 60°C 时, 溶液属于 _____ 溶液(选填“饱和”或“不饱和”)。

解析 (1) 由表1信息可知, 60°C 时, 氯化钾的溶解度为 45.5g, 也就是在该温度下, 100g 水中最多可溶解 45.5g 氯化钾就达到饱和状态;

(2) 由表1信息可知, 氯化钾的溶解度随着温度的降低而减小, 90°C 时, 100g 饱和 KCl 溶液冷却到 30°C 时, 会出现晶体析出现象, 溶液的质量减小;

(3) 40°C 时, KCl 的溶解度为 40.0g, 此时的饱和溶液中, 溶质的质量分数为: $\frac{40.0g}{40.0g + 100g} \times 100\% \approx 28.6\%$;

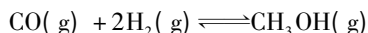
氯化钾的溶解度随着温度的升高而增大, 该溶液升温到 60°C 时, 转化为了不饱和溶液。

答案:

(1) 45.5 (2) < (3) 28.6% 不饱和

(收稿日期: 2016-03-12)

题目的信息:



答案可得出: $\text{Cu}_2\text{O} + \text{CO} \rightleftharpoons 2\text{Cu} + \text{CO}_2$

注意: 分析出可逆反应符号是本题的一个难点。 Cu_2O 在方程式中的位置是本题的突破点。

题型三、与工业生产相结合的考核

例3 合成氨工业中所用的 $\alpha\text{-Fe}$ 催化剂的主要成分是 FeO 、 Fe_2O_3 。已知当催化剂中 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的物质的量之比为 1:2 时, 其催化活性最高。某化学小组试图以 Fe_2O_3 为原料制备该催化剂, 方法之一是向其中加入炭粉高温反应:



实验教师提供了 12 g 炭粉。请你计算:

(1) 若要制取这种活性最高的催化剂, 加入的 Fe_2O_3 的质量为 _____ g。

(2) 该小组设计了多个实验方案来测定所得产品是否符合要求。其中一个实验方案是用氢气还原加热的混合物, 测定铁的质量分数。在用锌跟稀硫酸反应制取氢气时, 该小组的同学向稀硫酸中加入少量硫酸铜溶液, 目的是 _____。

(3) 当混合物中铁的质量分数为 _____ (用化简的分数表示) 时, 该产品合格。

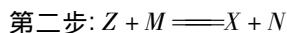
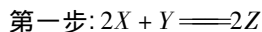
解析 当催化剂中 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的物质的量之比为 1:2 时, 其催化活性最高, 意味着 FeO 、 Fe_2O_3 的物质的量之比为 1:1, 即和 12 g 炭粉反应剩余的 Fe_2O_3 和反应生成的 FeO 的物质的量之比为 1:1。因为 12 g 炭粉完全反应得到 4 mol FeO , 那么, 剩余 Fe_2O_3 也为 4 mol, 加上反应消耗的 2 mol Fe_2O_3 , 则共需要 6 mol Fe_2O_3 , 即 960 g。

产品是否合格, 也按 FeO 、 Fe_2O_3 的物质的量之比为 1:1 计算即: $\frac{3 \times \text{Fe}}{\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{168}{232} = \frac{21}{29}$

答案: (1) 960; (2) 加快氢气产生的速率; (3) 21/29。

题型四、催化原理的简单考核

例4 某反应在催化剂的作用下, 按下列方式进行:



则下列说法正确的是 ()。

A. Z 是催化剂, M 是中间产物

B. X 是催化剂, 化学方程式为: $M + Y \rightleftharpoons N$

C. X 是催化剂, 化学方程式为: $2M + Y \rightleftharpoons 2N$

D. 无法判断催化剂和中间产物

解析 根据催化剂的工作特点, 将一、二步合并可得总化学方程式为 $2M + Y \rightleftharpoons 2N$, 发现 X “消失”, 故此, 答案为 C。

题型五、催化剂与 STSE 等的拓展考核

例5 2007 年度“诺贝尔化学奖”授予了善做“表面文章”的德国科学家格哈德·埃特尔, 以表彰他在表面化学领域研究所取得的开拓性成就。埃特尔有关一氧化碳在金属铂表面的氧化过程的研究, 催生了汽车尾气净化器的生产与安装, 为减轻汽车尾气污染作出了重大贡献, 图1表示的是某汽车尾气净化器工作机理(催化剂主成份为: $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ba}$, 图中 HC 表示碳氢化合物, nitrate指硝酸盐), 下列说法不正确的是 ()。

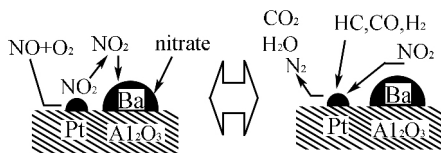


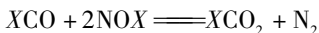
图1

A. $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ba}$ 表面做成蜂窝状更有利于提高催化效果。

B. 在催化剂作用下, 尾气中大部分有害成分能快速地转化为 CO_2 、 N_2 、 H_2O

C. 尾气在 $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ba}$ 表面反应过程中, 氮的氧化物只发生还原反应

D. 净化器中发生的反应可能有:



解析 蜂窝状可增大催化剂表面积, 使气体与催化剂接触表面增大, 故可提高催化效果; 由转化示意图知 NO 先转为 NO_2 而发生氧化反应。答案: C。

注意: 以诺贝尔化学奖的有关内容为素材命制高考试题是一种传统, 本题紧紧把握这一传统, 将汽车尾气处理中涉及的主要物质间的变化情况用图示方式呈现给学生, 考查学生观察能力、推理能力及对化学反应速率、氧化还原反应等方面的掌握情况。题干提供的信息与设置的问题有机地结合在一起, 使二者互相依存, 这有别于常见的此类题目。

(收稿日期: 2016-03-12)