

化学反应速率考点探究

黑龙江省大庆市教师进修学院 161300 王静妹

化学反应速率是近几年高考命题的热点知识,为了更好的学习这一内容,下面将其考点总结如下。

一、化学反应速率

1. 表示方法: 通常用单位时间内反应物浓度的减少或生成物浓度的增加来表示。

2. 数学表达式及单位: $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$, 单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 或 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

3. 规律: 同一反应在同一时间内,用不同物质来表示的反应速率可能不同,但反应速率的数值之比等于这些物质在化学方程式中的化学计量数之比。

4. 归一法: 通过化学计量数将不同物质表示的反应速率折算成同一物质表示的反应速率进行比较,另外需特别注意应该统一单位。如: $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 若 $v(\text{H}_2) = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 则 $v(\text{N}_2) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

例 1 对反应 $A + B \rightleftharpoons AB$ 来说,常温下按以下情况进行反应: ① 20 mL 溶液中含 A、B 各 0.01 mol; ② 50 mL 溶液中含 A、B 各 0.05 mol; ③ $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 A、B 溶液各 10 mL; ④ $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 A、B 溶液各 50 mL 四者反应速率的大小关系是()。

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

解析 ①中 $c(\text{A}) = c(\text{B}) = \frac{0.01 \text{ mol}}{0.02 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; ②中 $c(\text{A}) = c(\text{B}) = \frac{0.05 \text{ mol}}{0.05 \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; ③中 $c(\text{A}) = c(\text{B}) = \frac{0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2} = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; ④中 $c(\text{A}) = c(\text{B}) = \frac{0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2} = 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。在其他条件一定的情况下,浓度越大,反应速率越大,所以反应速率由大到小的顺序为② > ① > ④ > ③。答案: A

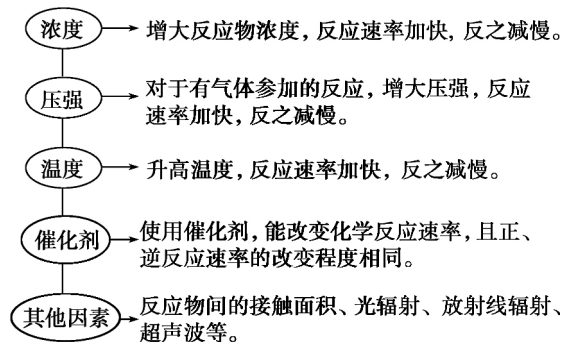
例 2 对于可逆反应 $\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g}) + 2\text{D}(\text{g})$, 在不同条件下的化学反应速率如下,其中表示的反应速率最快的是()。

- A. $v(\text{A}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
B. $v(\text{B}) = 1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
C. $v(\text{D}) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
D. $v(\text{C}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

解析 本题可以采用归一法进行求解,可以通过化学计量数将不同物质表示的反应速率折算成同一物质表示的反应速率进行比较,B项中的B物质是固体,不能表示反应速率;C项中对应的 $v(\text{A}) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; D项中对应的 $v(\text{A}) = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。答案: D

二、影响化学反应速率的因素

1. 内因(主要因素) 反应物本身的性质。
2. 外因(其他条件不变,只改变一个条件)



例 3 在恒温恒容的容器中进行反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温、高压催化剂}} 2\text{NH}_3(\text{g})$, 若氮气浓度由 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 降到 $0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 需 2 s, 那么由 $0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 降到 $0.024 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 需要的反应时间为()。

- A. 等于 1.8 s B. 等于 1.2 s
C. 大于 1.8 s D. 小于 1.8 s

解析 前 2 s 内的反应速率为 $v(\text{N}_2) = (0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) / 2 \text{ s} = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 若反应速率不变, $t = (0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} -$

$0.024 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} / 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 1.8 \text{ s}$ 。
因为随着反应的进行,反应速率减慢,所以 $t > 1.8 \text{ s}$ 。答案: C

例 4 一定温度下,反应 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$ 在密闭容器中进行,下列措施不改变化学反应速率的是()。

- A. 缩小体积使压强增大 B. 恒容,充入 N_2
C. 恒容,充入 He D. 恒压,充入 He

解析 A 选项,气体的物质的量不变,仅缩小体积,气体的浓度必然增大,反应速率必然增大; B 选项,容积不变,充入 N_2 ,使反应物 N_2 的浓度增大,浓度越大,反应速率越大; C 选项,容积不变,充入 He,虽然反应容器内压强增大,但反应物 N_2 、 O_2 、 NO 的浓度并没有变化,因此不影响反应速率; D 选项,压强不变,充入 He,反应容器的体积必然增大,压强虽然没变,但 N_2 、 O_2 、 NO 的浓度减小,反应速率减小。答案: C

三、有效碰撞理论

活化分子、活化能、有效碰撞:

1. 活化分子: 能够发生有效碰撞的分子。

2. 活化能(如图 1): E_1 为反应的活化能,使用催化剂时的活化能为 E_3 ,反应热为 $E_1 - E_2$ 。

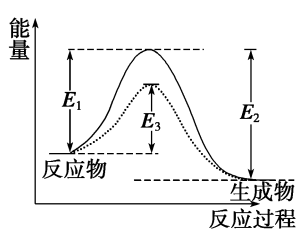


图 1

3. 有效碰撞: 活化分子之间能够引发化学反应的碰撞。

例 5 某反应的 $\Delta H = +100 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,下列有关该反应的叙述正确的是(多选)()。

- A. 正反应活化能小于 $100 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. 逆反应活化能一定小于 $100 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. 正反应活化能不小于 $100 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. 正反应活化能比逆反应活化能大 $100 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

解析 某反应的 $\Delta H = +100 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,说明该反应的正反应为吸热反应,且正反应的活化能比逆反应的活化能大 $100 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,正反应的活化能应大于 $100 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,无法确定逆反应的活化能大小。答案: CD

跟踪训练:

1. 在一定温度下,将气体 X 和气体 Y 各 0.16 mol 充入 10 L 恒容密闭容器中,发生反应: $\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Z}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$,一段时间后达到平衡。反应过程中测定的数据如下:

t/min	2	4	7	9
$n(\text{Y})/\text{mol}$	0.12	0.11	0.10	0.10

下列说法正确的是()。

- A. 反应前 2 min 的平均速率 $v(\text{Z}) = 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$
B. 其他条件不变,降低温度,反应达到新平衡前 $v(\text{逆}) > v(\text{正})$
C. 该温度下此反应的平衡常数 $K = 1.44$
D. 其他条件不变,再充入 0.2 mol Z ,平衡时 X 的体积分数增大

2. 对于化学反应 $3\text{W}(\text{g}) + 2\text{X}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{Y}(\text{g}) + 3\text{Z}(\text{g})$,下列反应速率关系中,正确的是()。

- A. $v(\text{W}) = 3v(\text{Z})$ B. $2v(\text{X}) = 3v(\text{Z})$
C. $2v(\text{X}) = v(\text{Y})$ D. $3v(\text{W}) = 2v(\text{X})$

3. NaHSO_3 溶液在不同温度下均可被过量 KIO_3 氧化,当 NaHSO_3 完全消耗即有 I_2 析出,依据 I_2 析出所需时间可以求得 NaHSO_3 的反应速率。将浓度均为 $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaHSO_3 溶液(含少量淀粉) 10.0 mL 、 KIO_3 (过量)酸性溶液 40.0 mL 混合,记录 $10^\circ\text{C} \sim 55^\circ\text{C}$ 间溶液变蓝时间, 55°C 时未观察到溶液变蓝,实验结果如图 2 所示。据图分析,下列判断不正确的是()。

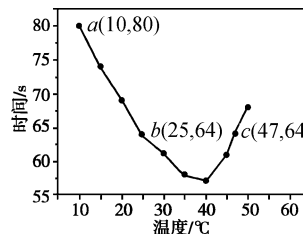


图 2

A. 40°C 之前与 40°C 之后溶液变蓝的时间随温度的变化趋势相反
B. 图中 b、c 两点对应的 NaHSO_3 反应速率相等
C. 图中 a 点对应的 NaHSO_3 反应速率为 $5.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
D. 温度高于 40°C 时,淀粉不宜用作该实验的指示剂

4. 把镁条直接投入到盛有盐酸的敞口容器中,产生 H_2

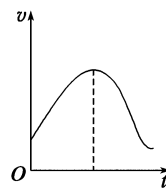


图 3

二道中考题的多种解法*

江苏省如皋市外国语学校 409600 严春建

一题多变,一题多解,有利于培养学生思维的灵活性、敏捷性和批判性,提高学生的发散思维。

一道较好的中考题,不仅能使学生加深对概念、定义、定律等基础知识的理解,而且是培养学生发散思维的有效途径。下面就两道中考化学选择题的多种解法提供给同行们商榷。

例 1 在 FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 三种化合物中,与等质量铁元素相结合的氧元素的质量比为()。

- A. 6:8:9 B. 12:8:9 C. 2:3:6 D. 1:3:4

1. “最小公倍数”法

根据 FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 的化学式,可知每个分子中所含铁原子个数依次为 1、2、3,则铁原子个数的最小公倍数为 6,所以它们的计量数应为 $6\text{FeO} - 3\text{Fe}_2\text{O}_3 - 2\text{Fe}_3\text{O}_4$,而得氧原子个数比为

6:9:8,又因为氧元素的质量比就是氧原子个数比,故答案选(A)。

2. 应用“等效化学式”求解

根据题给信息,将原给化学式变形为等效化学式,即依次为 Fe_6O_6 、 Fe_6O_9 、 Fe_6O_8 可得,氧元素的质量比为 6:9:8,故答案选(A)。

3. 设“1”法

设铁元素的质量为 1,氧元素的质量依次为 x 、 y 、 z 。据题意,列式为: $56:16 = 1:x$, $112:48 = 1:y$, $168:64 = 1:z$,分别求出 x 、 y 、 z 的值为 $\frac{2}{7}$ 、 $\frac{3}{7}$ 、 $\frac{8}{21}$,其质量比为 6:9:8,故答案选 A。

4. 估算法

由三种物质的化学式,估算出铁元素与氧元素的质量比,并进行转化为:

►的速率如图 3 所示,在下列因素中,影响反应速率的因素是()。

- ①盐酸的浓度 ②镁条的表面积
③溶液的温度 ④ Cl^- 的浓度

- A. ①④ B. ③④ C. ①②③ D. ②③

5. 可逆反应 $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g}) + g\text{D}(\text{g})$ 的 $v-t$ 图像如图 4 甲所示,若其他条件都不变,只是在反应前加入合适的催化剂,则其 $v-t$ 图像如图 4 乙所示。

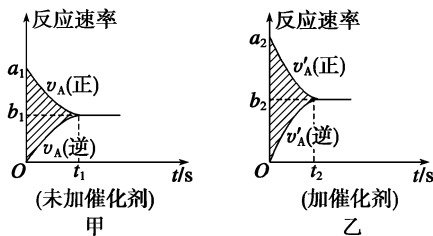


图 4

- ① $a_1 = a_2$; ② $a_1 < a_2$; ③ $b_1 = b_2$; ④ $b_1 < b_2$; ⑤ $t_1 > t_2$; ⑥ $t_1 = t_2$; ⑦两图中阴影部分面积相等; ⑧图乙

中阴影部分面积更大。以上所列正确的为()。

- A. ②④⑤⑦ B. ②④⑥⑧
C. ②③⑤⑦ D. ②③⑥⑧

6. 一定温度下在密闭容器内进行着某一反应, X 气体、Y 气体的物质的量随反应时间变化的曲线如图 5 所示。下列叙述中正确的是()。

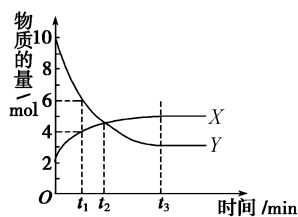


图 5

A. 反应的化学方程式为 $5\text{Y} \rightleftharpoons \text{X}$

- B. t_1 时, Y 的浓度是 X 浓度的 1.5 倍
C. t_2 时, 正、逆反应速率相等
D. t_3 时, 逆反应速率大于正反应速率

跟踪训练答案:

1. C 2. C 3. B 4. C 5. A 6. B

(收稿日期: 2014-11-18)