

平衡状态判断题

安徽省砀山第四中学
安徽省砀山第二中学

“七个陷阱”要注意

235300 尉言勋
235300 房兴礼

化学平衡观念的建立不但抽象而且具有一定的难度,高考命题时经常设置一些陷阱。为了避免一些不必要的失分,现将“七个陷阱”归纳总结。

一、判断化学平衡的标志和“原则”

1. 化学平衡状态判断的标志——“等”和“定”

“等”指正反应速率等于逆反应速率,“定”指化学平衡时反应混合物中各组成物质的浓度保持不变,是一个定值。前者是化学平衡的本质,后者是化学平衡的结果,只要抓住这两个本质特征,就可以做出正确判断。

2. 化学平衡状态判断的原则——“变量不变”

判断化学反应是否达到平衡状态时,可以采取“变量不变”的原则。即在给定条件下分析所给物理量是否会随可逆反应的进行而发生变化。若会变化,则称为变量;若不变,则称为常量。如果所给的物理量是变量,当变量不再变化时,可逆反应达到化学平衡状态。

二、常见陷阱

陷阱一 气体总物质的量(总分子数)、总体积,保持不变

分析 在可逆反应中,任何物质的物质的量(分子数)、气体体积保持不变,都能判断已经达到平衡状态。但在恒定压强下, $n(\text{总})$ 、 $V(\text{总})$ 保

持不变并不一定为平衡状态。

1. 对于有气体参加的反应,且反应中气体反应物和气体生成物的计量数不相等的可逆反应(体系中可存在固或液态物质), $n(\text{总})$ 不变,则反应达平衡状态。

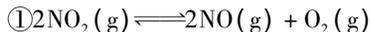
2. 对于全部是气体参与的反应,且反应前后气体计量数相等的可逆反应, $n(\text{总})$ 不变或 $V(\text{总})$ 不变,则不能判断已达平衡状态。比如:



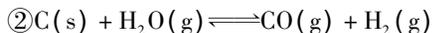
$n(\text{总})$ 保持不变,不一定达到平衡状态。

陷阱二 平均密度保持不变

分析 由公式 $\rho(\text{平均}) = \frac{m(\text{总})}{V(\text{总})}$,只有当质量或体积有一个量反应时发生变化,才可以判断反应达到平衡状态。比如:



在体积固定的密闭容器中,密度保持不变,不能判断反应达到平衡状态。因为在反应中质量不变,体积不变,密度是个恒定量,不随时间的变化而变化。

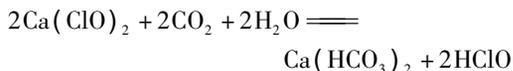


在恒温恒容的容器内进行反应,密度保持不变,能够判断反应达到平衡状态。因为固体碳为反应物,气体质量发生变化,容器中混合气体的密度保持不变,说明反应达到平衡状态。

► 其平衡常数

$$\begin{aligned} K_4 &= \frac{[\text{HClO}]^2}{[\text{H}_2\text{CO}_3][\text{Ca}^{2+}][\text{ClO}^-]^2} \\ &= \frac{K_{a_1} K_{a_2}}{K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) K^2(\text{HClO})} \\ &= \frac{4.5 \times 10^{-7} \times 4.7 \times 10^{-11}}{2.9 \times 10^{-9} \times (4.0 \times 10^{-8})^2} \\ &= 4.6 \times 10^6 > 10^5 \end{aligned}$$

然后再计算



即



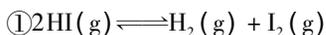
$$\begin{aligned} \text{的 } K_5 &= \frac{[\text{HClO}][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3][\text{ClO}^-]} = \frac{K_{a_1}}{K(\text{HClO})} = \frac{4.5 \times 10^{-7}}{4.0 \times 10^{-8}} \\ &= 11 \end{aligned}$$

可见 $K_4 \gg K_5$,从化学平衡常数意义可知,碳酸与次氯酸钙反应更容易形成碳酸钙沉淀。再一次证明不仅电离常数大小决定产物组成还与产物溶解性有关。

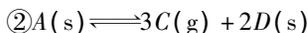
(收稿日期:2018-11-19)

陷阱三 平均相对分子质量保持不变

分析 由公式 $M(\text{平均}) = \frac{m(\text{总})}{n(\text{总})}$, 只有当 $m(\text{总})$ 或 $n(\text{总})$ 有一个量发生变化时, 才可以判断反应达到平衡状态。比如:



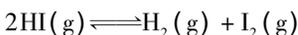
在恒温恒压下, 某时刻平均相对分子质量保持不变不能判断达到平衡状态。因为质量不变、物质的量不变, 所以平均相对分子质量始终保持不变。



在恒温恒容下, 某时刻平均相对分子质量保持不变不能判断达到平衡状态。因为该反应中, 虽然气体质量变化、物质的量也变化, 但是气体只有一种, 所以它的平均相对分子质量是个恒定值。

陷阱四 颜色变化

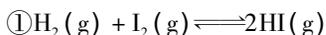
分析 颜色的深浅代表着有色物质的浓度大小, 若颜色的变化不是由于平衡移动引起的, 则不可以通过颜色的变化判断反应达到平衡状态。比如:



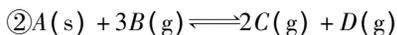
反应前后气体个数相等, 某时刻颜色不再变化, 不能判断其为平衡状态。因为体积的变化可以引起浓度的变化, 颜色发生改变, 但平衡并没有发生移动, 不可以判断反应达到平衡状态。

陷阱五 压强保持不变

分析 在恒温、恒容条件下, $p = nRT/V$ (该式中 R 、 T 、 V 都是恒定量), 则体系压强与气体的总物质的量成正比。压强变化体现在方程式两边气体化学计量数总和的相对大小, 若左右两边气体系数相等, 就不能用压强来判断。比如:



反应前后气体计量数之和相等, 说明随着反应的进行, 压强始终不变。压强不是“变量”, 不能判断反应是否达到平衡。



此反应中出现了固体, 首先要排除固体前的系数。反应前后气体计量数之和相等, 压强不是“变量”, 压强保持不变, 反应不一定达到平衡状态。

陷阱六 各物质的反应速率、浓度(物质的量、分子数)之比等于化学计量数之比

分析 对于可以反应 $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g}) + q\text{D}(\text{g})$

某一时刻 $v(\text{A}):v(\text{B}):v(\text{C}):v(\text{D}) = m:n:p:q$ 或各物质的浓度(物质的量、分子数)之比等于化学计量数之比, 不能用于判断是否达到平衡状态。比如:



当 $v(\text{NO}):v(\text{N}_2):v(\text{CO}_2) = 2:1:1$ 时, 并不能说明该反应达到平衡状态, 因为该比值始终保持不变, 属于“不变量”。

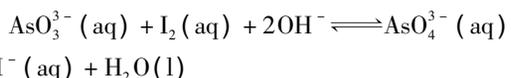
陷阱七 化学键的断裂与生成

分析 化学反应的实质是旧化学键断裂与新化学键生成, 描述断裂与生成时, 要结合反应的实际情况, 只描述反应的一个方向, 不可判断反应达到平衡状态。比如:



, 每断裂 5 mol 的 $\text{N} \equiv \text{N}$, 同时断裂 12 mol $\text{H}-\text{O}$, 不可判断反应达到平衡状态, 因为只描述了反应的逆向, 没有描述反应的正向。

例 1 298 K 时, 将 20 mL $3x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_3\text{AsO}_3$ 、20 mL $3x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{I}_2$ 和 20 mL NaOH 溶液混合, 发生反应:



溶液中 $c(\text{AsO}_4^{3-})$ 与反应时间 (t) 的关系如图 1 所示。

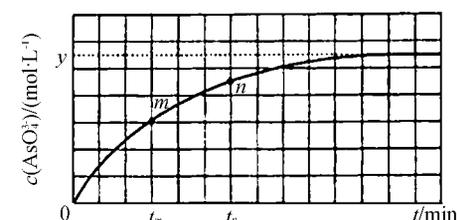


图 1

下列可判断反应达到平衡的是____(填标号)

- a. 溶液的 pH 不再变化
- b. $v(\text{I}^-) = 2v(\text{AsO}_3^{3-})$
- c. $c(\text{AsO}_4^{3-})/c(\text{AsO}_3^{3-})$ 不再变化
- d. $c(\text{I}^-) = y \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

解析 a 项溶液 pH 不变时, 则 $c(\text{OH}^-)$ 也保持不变, 反应达到平衡状态, a 正确; b 项同一个化学反应, 速率之比等于化学计量数之比, 无论是否达到平衡, 都存在 $v(\text{I}^-) = 2v(\text{AsO}_3^{3-})$, b 错误; c 项 $c(\text{AsO}_4^{3-})/c(\text{AsO}_3^{3-})$ 不再变化, 可说明各物质

例析高考化学新情景下电极反应式的书写

四川省成都市华阳中学 610213 林明勇

电化学基础专题是高中化学基本理论中的重要内容,是每年高考化学中的必考点,电极反应式书写是电化学的核心,更是教学的重点和难点。因此采用行之有效的办法突破电极反应式书写这一难点在实际教学过程中显得尤为重要。本文通过对电池类型进行分类,总结不同类型电池电极反应式的书写,建立其书写模式,为教学实践提供参考,对学生正确、快速解题具有指导意义。

一、新情景下化学电源电极反应式书写

1. 二次电池电极反应式书写

试题往往会给出电池总反应方程式,在此情

况下其电极反应式书写的第一步是标出电池总反应方程式电子转移的方向和数目,确定氧化剂和还原产物以及得电子数目或还原剂和氧化产物及失电子数目。第二步通过氧化剂与还原产物(或还原剂与氧化产物)二者比较找出该电极反应的其他反应物和生成物。第三步写出并配平该电极反应式。第四步用电池总反应方程式减去该电极反应式即可得到另一电极反应式(当然也可按上述步骤直接书写)。如果是二次电池则充电的电极反应与放电的电极反应过程相反,充电的阳极反应为放电的正极反应的逆向过程,充电的阴极

►的浓度不再变化,反应达到平衡状态,c正确;d项由图可知,当 $c(\text{AsO}_4^{3-}) = y \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,浓度不再发生变化,则达到平衡状态,由方程式可知此时 $c(\text{I}^-) = 2y \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,所以 $c(\text{I}^-) = y \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时没有达到平衡状态,d错误。

答案:a、c

例2 在某体积为2 L的密闭容器中充入0.5 mol NO_2 和1 mol CO,在一定条件下发生反应:



假设此反应在5 min时达到平衡。

下列事实能够说明上述反应在该条件下已经达到化学平衡状态的是()。

- A. 容器内气体的质量保持不变
- B. NO_2 的物质的量浓度不再改变
- C. 容器内气体的颜色不变
- D. NO_2 的消耗速率与CO的消耗速率相等

解析 A项容器内的气体反应前后遵循质量守恒,容器内气体的质量保持不变,不一定是平衡状态,A错误;B项 NO_2 的物质的量浓度不再改变,可说明达到平衡状态,B正确;C项容器内气体的颜色不变,说明二氧化氮的浓度不变,达到平衡状态,C正确;D项 NO_2 的消耗速率与CO的消耗速率都为正反应,不能说明达到平衡状态,D错误。

答案:B、C

例3 100 °C时,将0.1 mol N_2O_4 置于1 L密闭的烧瓶中,然后将烧瓶放入100 °C的恒温槽中,烧瓶内的气体逐渐变为红棕色:



下列结论不能说明上述反应在该条件下已经达到平衡状态的是()。

- ① N_2O_4 的消耗速率与 NO_2 的生成速率之比为1:2
- ②气体总物质的量保持不变
- ③烧瓶内气体的压强不再变化
- ④烧瓶内气体的质量不再变化
- ⑤ NO_2 的物质的量浓度不再改变
- ⑥烧瓶内气体的颜色不再加深
- ⑦烧瓶内气体的平均相对分子质量不再变化
- ⑧烧瓶内气体的密度不再变化

- A. ②③⑥⑦
- B. ①④⑧
- C. 只有①④
- D. 只有⑦⑧

解析 判断一个反应是否达到平衡状态的实质是正逆反应速率相等,标志是所给条件是否从“变”达到“不变”,在判断时注意避免上述七种“陷阱”。①中 N_2O_4 的消耗速率与 NO_2 的生成速率,都表示正反应;④气体的质量始终不变;⑧烧瓶内气体的密度 $\rho = m/V$, m 不变,容器为1 L密闭的烧瓶,故密度从始至终没有变化。

答案:B

(收稿日期:2018-12-03)