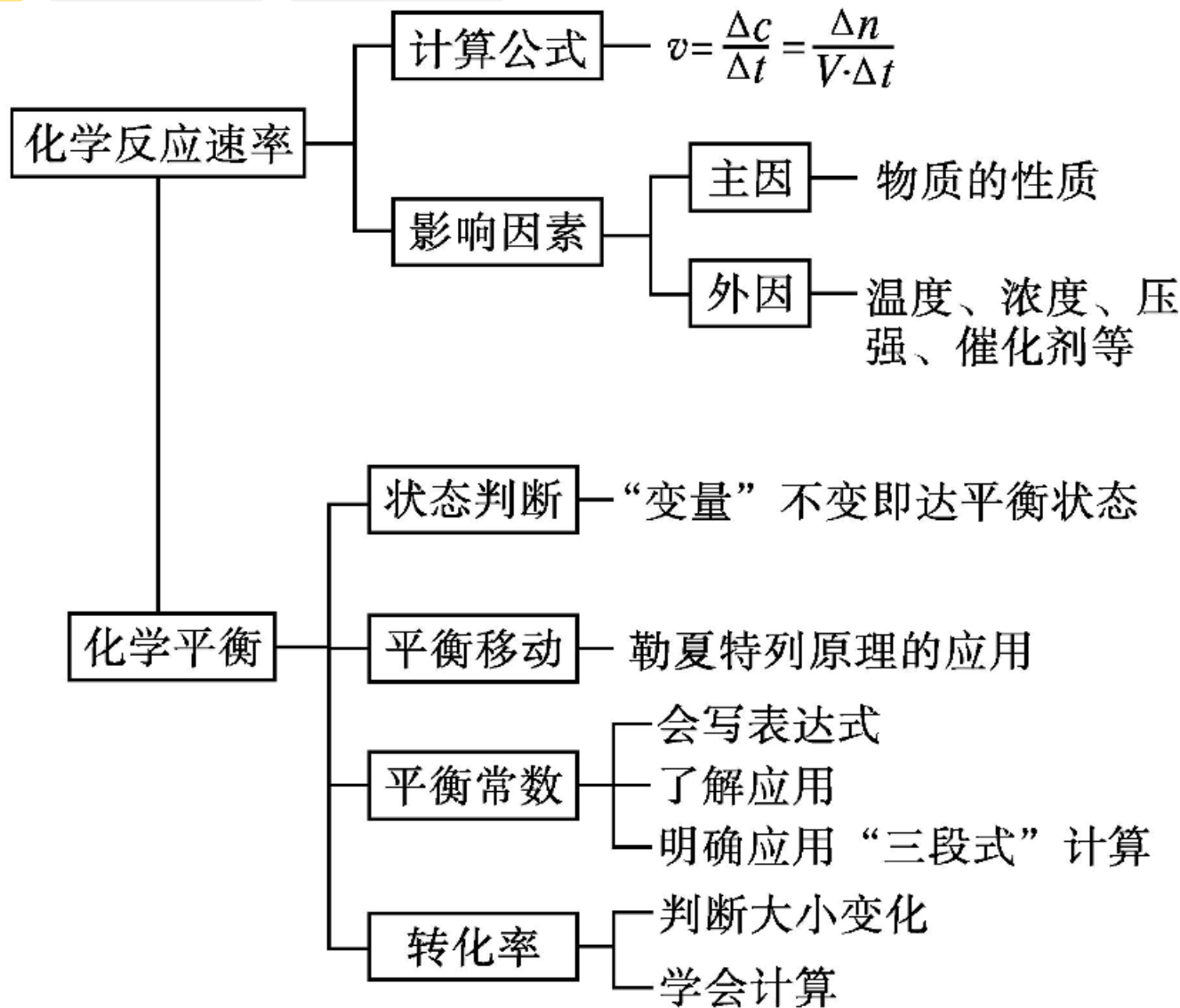


第4讲 化学反应速率与化学平衡



考情分析·备考定向

专题知识脉络

能力目标解读

热点考题诠释

命题热点	考题统计	考查能力分析
化学反应速率的计算及影响因素	2022卷甲,28(3) 2020卷 I ,28(4) 2020卷 II ,28(2) 2020卷III,28(4) 2019卷 I ,28(4) 2019卷III,12	<p>本部分注重考查计算能力和结合新情景分析与解决问题的能力。</p> <p>本部分内容主要考查定性和定量两个方面。</p> <p>定性方面包括:(1)化学反应速率、化学平衡概念的分析;(2)确定某种情况是否达到化学平衡状态;(3)外界条件引起的化学反应速率改变和化学平衡移动方向、结果的判断;(4)平衡常数(浓度平衡常数)的含义及其表达式。</p> <p>定量方面包括:(1)有关反应速率的计算和比较;(2)平衡常数的计算以及利用化学平衡常数计算反应物转化率等。题目多以图像、图表等形式呈现</p>
化学平衡状态的判断及平衡移动的影响因素	2022卷甲,13C、28(1)③ 2021卷甲,26(3) 2020卷 I ,28(2) 2020卷 II ,28(1)(2) 2020卷III,28(1)(2) 2019卷 I ,28 2019卷 II ,27(2)(3) 2019卷III,28	
化学平衡常数及转化率的计算	2022卷甲,28(1)①,28(2)① 2022卷乙,28(3) 2021卷甲,28(2)①③ 2021卷乙,28(2) 2020卷 I ,28(3) 2020卷 II ,28(1) 2020卷III,28(3)	
化学反应速率及化学平衡图像、图表的分析	2022卷甲,28(2) 2022卷乙,28(4) 2021卷甲,28(2)② 2020卷 I ,28 2020卷 II ,28 2020卷III,28	




1.(2021全国乙,节选)氯铂酸钡(BaPtCl_6)固体加热时部分分解为 BaCl_2 、Pt和 Cl_2 , $376.8\text{ }^\circ\text{C}$ 时平衡常数 $K_p'=1.0\times 10^4\text{ Pa}^2$ 。在一硬质玻璃烧瓶中加入过量 BaPtCl_6 ,抽真空后,通过一支管通入碘蒸气(然后将支管封闭)。在 $376.8\text{ }^\circ\text{C}$,碘蒸气初始压强为 20.0 kPa 。 $376.8\text{ }^\circ\text{C}$ 平衡时,测得烧瓶中压强为 32.5 kPa ,则 $p_{\text{ICl}}=\underline{\hspace{2cm}}$ kPa,反应 $2\text{ICl}(\text{g})\rightleftharpoons\text{Cl}_2(\text{g})+\text{I}_2(\text{g})$ 的平衡常数 $K=\underline{\hspace{2cm}}$ (列出计算式即可)。


答案 $24.8\quad \frac{0.1\times 7.6}{24.8^2}$

解题要领 由题意 $\text{BaPtCl}_6(\text{s}) \xrightleftharpoons{\Delta} \text{BaCl}_2(\text{s}) + \text{Pt}(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g})$, 该反应的平衡常数 $K_p' = p_{\text{Cl}_2}^2 = 1.0 \times 10^4 \text{ Pa}^2$, 则 $p_{\text{Cl}_2} = 1.0 \times 10^2 \text{ Pa} = 0.1 \text{ kPa}$ 。硬质玻璃烧瓶中加入过量 BaPtCl_6 并抽真空后, $376.8 \text{ }^\circ\text{C}$ 条件下, $p_{\text{Cl}_2} = 0.1 \text{ kPa}$ 时 BaPtCl_6 的分解达到平衡; 加入碘蒸气, $376.8 \text{ }^\circ\text{C}$ 时碘的初始压强为 20.0 kPa , 由于反应 $2\text{ICl}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ 达平衡时的总压强为 32.5 kPa , 该反应是气体物质的量不变的反应, 故有:

	$2\text{ICl}(\text{g})$	\rightleftharpoons	$\text{Cl}_2(\text{g})$	+	$\text{I}_2(\text{g})$
p 起始	0		$32.5 \text{ kPa} - 20.0 \text{ kPa}$		20.0 kPa
p 转化	24.8 kPa		$12.5 \text{ kPa} - 0.1 \text{ kPa}$		12.4 kPa
p 平衡	24.8 kPa		0.1 kPa		7.6 kPa

故 $376.8 \text{ }^\circ\text{C}$ 条件下烧瓶中反应达平衡时 p_{ICl} 为 24.8 kPa , 反应 $2\text{ICl}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ 的平衡常数 $K = \frac{0.1 \times 7.6}{24.8^2}$ 。

2.(2019 全国 II,改编)环戊二烯()是重要的有机化工原料,已知存在反应  (g) + I₂(g) \rightleftharpoons  (g) + 2HI(g) $\Delta H = +89.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(1)某温度下,等物质的量的碘和环戊烯()在刚性容器内发生上述反应,起始总压为 10^5 Pa ,平衡时总压增加了 20%,环戊烯的转化率为_____,该反应的平衡常数 $K_p =$ _____ Pa。达到平衡后,欲增加环戊烯的平衡转化率,可采取的措施有_____ (填字母)。

A.通入惰性气体

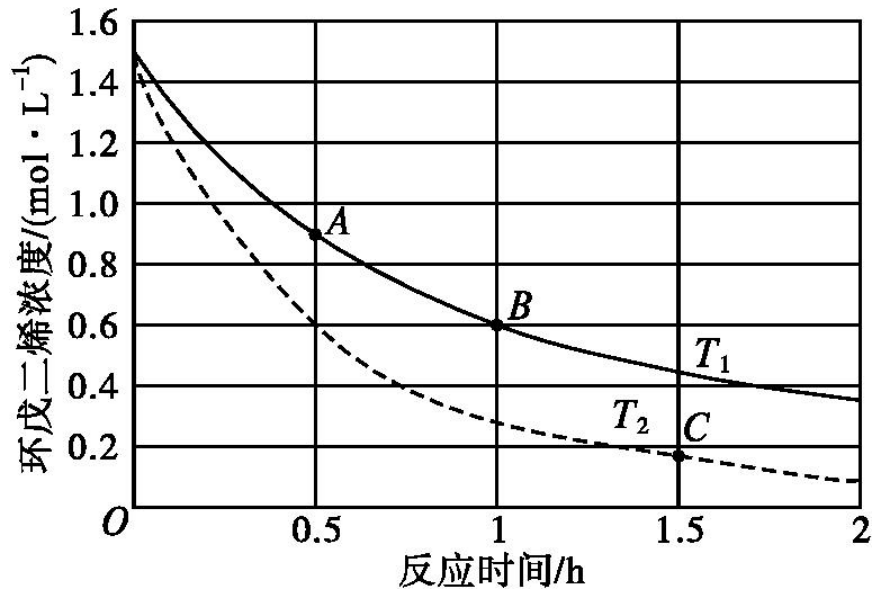
B.提高温度

C.增加环戊烯浓度

D.增加碘浓度

答案 40% 3.56×10^4 BD

(2)环戊二烯容易发生聚合生成二聚体,该反应为可逆反应。不同温度下,溶液中环戊二烯浓度与反应时间的关系如图所示,下列说法正确的是 **CD** (填标号)。



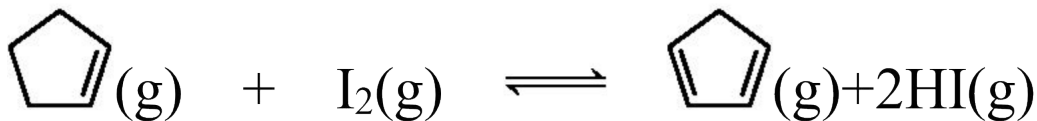
A. $T_1 > T_2$

B. A点的反应速率小于C点的反应速率

C. A点的正反应速率大于B点的逆反应速率

D. B点时二聚体的浓度为 $0.45 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

解题要领 (1) 温度、体积一定, 压强与物质的量成正比, 则起始状态碘和环戊烯的分压分别为 $5 \times 10^4 \text{ Pa}$, 设环戊烯的转化率为 x , 根据反应:



起始/Pa	5×10^4	5×10^4	0	0
转化/Pa	$5 \times 10^4 x$	$5 \times 10^4 x$	$5 \times 10^4 x$	$1 \times 10^5 x$
平衡/Pa	$5 \times 10^4(1-x)$	$5 \times 10^4(1-x)$	$5 \times 10^4 x$	$1 \times 10^5 x$

根据平衡时总压增加了 20%, 则 $5 \times 10^4(1-x) \text{ Pa} + 5 \times 10^4(1-x) \text{ Pa} + 5 \times 10^4 x \text{ Pa} + 1 \times 10^5 x \text{ Pa} = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$, 解得 $x = 0.4$, 即环戊烯的转化率为 40%。平衡时各物质的分压为 $p(\text{环戊烯}) = 3 \times 10^4 \text{ Pa}$, $p(\text{I}_2) = 3 \times 10^4 \text{ Pa}$, $p(\text{环戊二烯}) = 2 \times 10^4 \text{ Pa}$, $p(\text{HI}) = 4 \times 10^4 \text{ Pa}$, 则该反应的平衡常数

$$K_p = \frac{(4 \times 10^4 \text{ Pa})^2 \times 2 \times 10^4 \text{ Pa}}{(3 \times 10^4 \text{ Pa})^2} = 3.56 \times 10^4 \text{ Pa}。$$

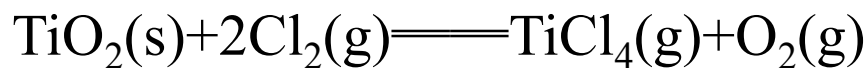
刚性容器中通入惰性气体,不会引起各物质的浓度的变化,反应速率不变,平衡不移动,环戊烯的平衡转化率不变,A项不符合题意;由于该反应为吸热反应,故升高温度使平衡向右移动,环戊烯的平衡转化率增大,B项符合题意;增大一种物质的物质的量,自身的转化率减少,而另一种反应物的转化率增大,增大环戊烯浓度,环戊烯的平衡转化率减小,增大碘浓度,环戊烯的平衡转化率增大,C项不符合题意,D项符合题意。

(2)根据曲线的变化趋势可知, T_2 温度下首先达到平衡,反应速率大,因此 T_2 大于 T_1 ,A项错误;A点、C点对应的反应物的浓度、温度都不同,无法比较A、C两点的反应速率的大小,B项错误;A点的正反应速率大于B点的正反应速率,而B点还没有达到平衡,因此B点的正反应速率大于其逆反应速率,则A点的正反应速率大于B点的逆反应速率,C项正确;根据曲线可知,环戊二烯的初始浓度为 $1.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,B点环戊二烯的浓度为 $0.6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,环戊二烯的浓度变化量为 $0.9 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,因此B点二聚体的浓度为 $0.45 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,D项正确。

3.(2022全国甲改编)金属钛(Ti)在航空航天、医疗器械等工业领域有着重要用途。目前生产钛的方法之一是将金红石(TiO_2)转化为 TiCl_4 ,再进一步还原得到钛。回答下列问题:

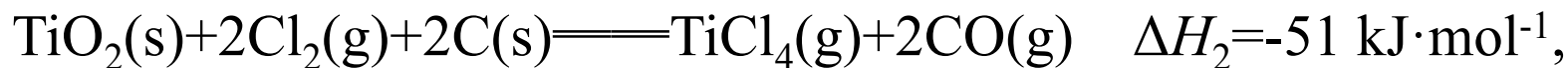
(1) TiO_2 转化为 TiCl_4 有直接氯化法和碳氯化法。在1 000 °C时反应的热化学方程式及其平衡常数如下。

(i)直接氯化:



$$\Delta H_1=+172\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1},K_{p1}=1.0\times 10^{-2}$$

(ii)碳氯化:



$$K_{p2}=1.2\times 10^{12}\text{ Pa}$$

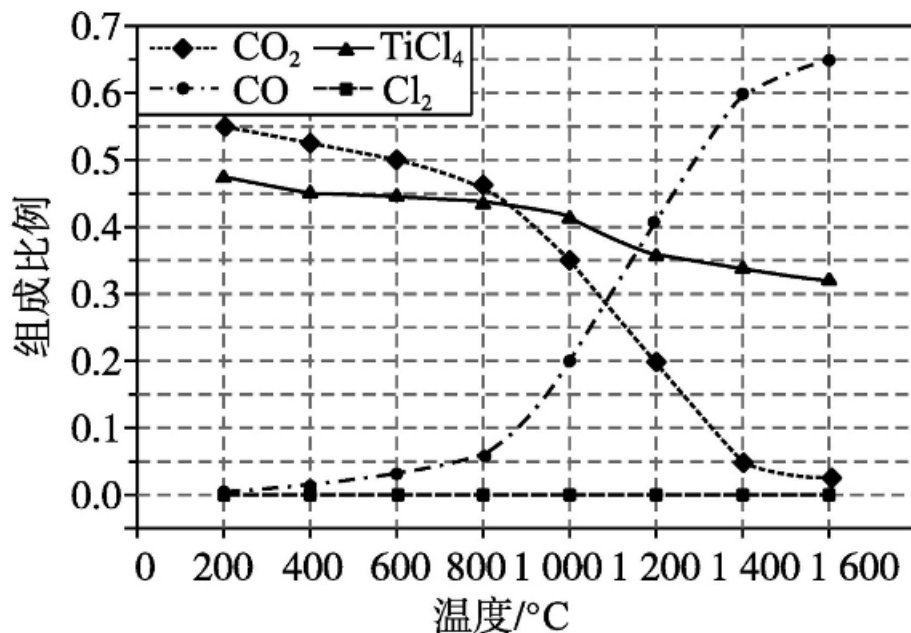
①反应 $2\text{C}(\text{s})+\text{O}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ 的 ΔH 为_____ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,

K_p = _____ Pa。

②碳氯化的反应趋势远大于直接氯化,其原因是_____。

③对于碳氯化反应:增大压强,平衡_____ (填“向左”“向右”或“不”)移动;温度升高,平衡转化率_____ (填“变大”“变小”或“不变”)。

(2)在 1.0×10^5 Pa,将 TiO_2 、C、 Cl_2 以物质的量比1:2.2:2进行反应。体系中气体平衡组成比例(物质的量分数)随温度变化的理论计算结果如图所示。



①反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ 的平衡常数 $K_p(1\ 400\ ^\circ\text{C}) =$ Pa。

②图中显示,在 $200\ ^\circ\text{C}$ 平衡时 TiO_2 几乎完全转化为 TiCl_4 ,但实际生产中反应温度却远高于此温度,其原因是_____。

(3) TiO_2 碳氯化是一个“气—固—固”反应,有利于 TiO_2 -C“固—固”接触的措施是_____。

答案 (1)①-223 1.2×10^{14}

②碳氯化反应的 $\Delta H < 0, \Delta S > 0, \Delta G < 0$, 可自发进行, 而直接氯化的反应中气体分子数不变, 且是吸热反应, 不能自发进行

③向左 变小

(2)① 7.2×10^5

②升高温度, 反应速率增大, 缩短了反应达到平衡的时间, 提高了效益

(3)将固体 TiO_2 和 C 粉碎后混合均匀, 同时鼓入 Cl_2 使固体粉末“沸腾”

解题要领 本题考查盖斯定律的应用、平衡常数的计算、外界条件对平衡和转化率的影响等。

(1)①由盖斯定律可知,反应(ii)-反应(i)可得 $2\text{C}(\text{s})+\text{O}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$
 $\Delta H=-51\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}-172\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}=-223\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。由 $K_{p1}=\frac{p(\text{TiCl}_4)\cdot p(\text{O}_2)}{p^2(\text{Cl}_2)}$ 、
 $K_{p2}=\frac{p(\text{TiCl}_4)\cdot p^2(\text{CO})}{p^2(\text{Cl}_2)}$ 、 $K_p=\frac{p^2(\text{CO})}{p(\text{O}_2)}$,可知 $K_p=\frac{K_{p2}}{K_{p1}}=\frac{1.2\times 10^{12}\text{ Pa}}{1.0\times 10^{-2}}=1.2\times 10^{14}\text{ Pa}$ 。

②根据 $\Delta G=\Delta H-T\Delta S$,碳氯化反应的 $\Delta H<0,\Delta S>0,\Delta G<0$,所以碳氯化反应可自发进行。而直接氯化反应中, $\Delta H>0,\Delta S=0,\Delta G>0$,不属于自发进行的反应,故碳氯化的反应趋势大于直接氯化。

③碳氯化反应中,正向反应为气体分子数增大的放热反应,依据勒夏特列原理,增大压强,平衡向左移动;升高温度,平衡向左移动,平衡转化率减小。

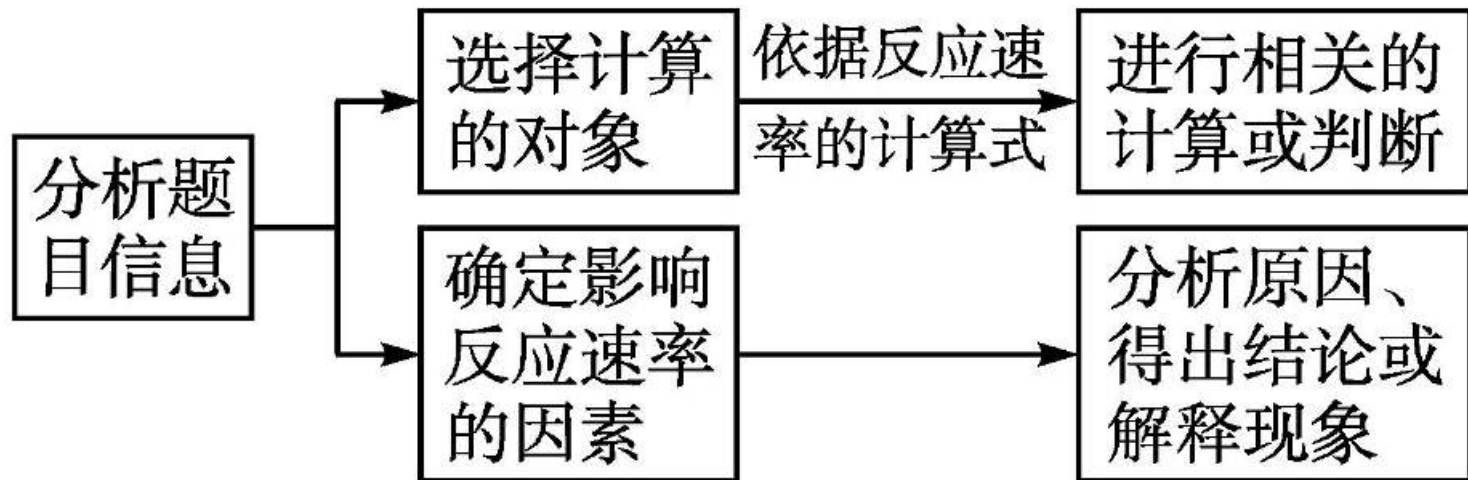
(2)①根据图像可知,1 400 °C时 CO_2 、 CO 的组成比例分别为 0.05、0.6,则 $K_p = \frac{p^2(\text{CO})}{p(\text{CO}_2)} = \frac{(0.6 \times 1.0 \times 10^5 \text{ Pa})^2}{0.05 \times 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}} = 7.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

②实际生产中反应温度高于200 °C,原因是升高温度,反应速率增大,缩短了反应达到平衡的时间,可以达到最佳效益。

(3)将固体 TiO_2 和C粉碎后混合均匀,同时鼓入 Cl_2 使固体粉末“沸腾”,可增大反应物间的接触面积。

化学反应速率的计算及影响因素

解决有关化学反应速率问题的思维路径



问题探究.....

1.可逆反应 $\text{N}_2+3\text{H}_2\rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 在不同时间段测得的反应速率分别为 $v(\text{N}_2)=1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, $v(\text{H}_2)=2.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, 能否说明 $v(\text{H}_2)>v(\text{N}_2)$? 对于一个具体的化学反应, 如何计算化学反应速率? 在进行速率计算时应注意哪些问题?

(1)比较化学反应速率大小时, 必须使用同一物质的反应速率且单位一致, $v(\text{N}_2)$ 换算成 $v(\text{H}_2)$ 时, 相当于 $3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, 所以上述反应中 $v(\text{N}_2)>v(\text{H}_2)$ 。化学反应速率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。计算公式为 $v=\frac{\Delta c}{\Delta t}$, 单位为 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 或 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

(2)进行速率计算时应注意以下3点:

①浓度变化只适用于气体和溶液中的溶质,不适用于固体和纯液体。

②化学反应速率是某时间段内的平均反应速率,而不是即时速率,且计算时取正值。

③同一反应用不同的物质表示反应速率时,数值可能不同,但意义相同。不同物质表示的反应速率,反应速率之比等于化学计量数之比。

2.外界条件怎样影响化学反应速率?

(1)纯液体和固体的浓度视为常数,它们的量的改变不会影响化学反应速率。但固体颗粒的大小导致接触面的大小发生变化,故影响反应速率。

(2)对于固体、液体物质,由于压强改变对它们的体积影响很小,因而压强对它们浓度的影响可看作不变,即压强对无气体参加的化学反应的速率无影响。

(3)升高温度,不论吸热反应还是放热反应,也不论正反应速率还是逆反应速率都增大。

(4)用催化剂催化的反应,由于催化剂只有在适宜的温度下活性最大,反应速率才能达到最大,故在许多工业生产中温度的选择还需考虑催化剂活性最大时的温度范围。

命题热点一

命题热点二

命题热点三

命题热点四

(5)对于有气体参与的化学反应,有以下几种情况。

①恒温时,压缩容器容积 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 压强增大 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 反应物浓度增大 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 反应速率增大。

②恒温时,对于恒容密闭容器:

a.充入气体反应物 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 气体反应物浓度增大(压强也增大) $\xrightarrow{\text{引起}}$ 反应速率增大;

b.充入“惰性”气体 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 总压强增大 \longrightarrow 反应物浓度未改变 \longrightarrow 反应速率不变。

③恒温恒压时:

充入“惰性”气体 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 容器容积增大 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 气体反应物浓度减小 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 反应速率减小。

例1在一定温度下,10 mL $0.40 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ H_2O_2 溶液发生催化分解。不同时刻测得生成 O_2 的体积(已折算为标准状况)如下表。

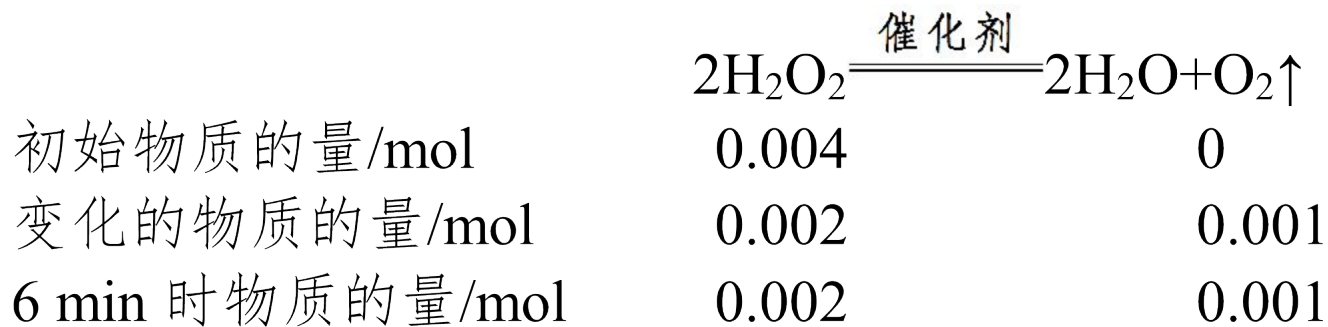
t/min	0	2	4	6	8	10
$V(\text{O}_2)/\text{mL}$	0.0	9.9	17.2	22.4	26.5	29.9

下列叙述不正确的是(溶液体积变化忽略不计)()

- A. 0~6 min的平均反应速率: $v(\text{H}_2\text{O}_2)\approx 3.3\times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
- B. 6~10 min的平均反应速率: $v(\text{H}_2\text{O}_2)< 3.3\times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
- C. 反应至6 min时, $c(\text{H}_2\text{O}_2)=0.30 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- D. 反应至6 min时, H_2O_2 分解了50%

分析推理 (1) 根据选项知道6 min时是关键点,如何求算6 min时 H_2O_2 的物质的量?

一般可以根据“三段式”来求解:



命题热点一

命题热点二

命题热点三

命题热点四

(2)如何求解 0~6 min 内 H_2O_2 的平均反应速率及 6 min 时 H_2O_2 的浓度和分解率?

0~6 min 内: $\Delta n(\text{H}_2\text{O}_2)=0.002 \text{ mol}$,

$$\Delta c(\text{H}_2\text{O}_2)=\frac{0.002 \text{ mol}}{0.01 \text{ L}}=0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}_2)=\frac{0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}{6 \text{ min}}=0.033 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$$

6 min 时, $c(\text{H}_2\text{O}_2)=0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

$$\text{分解率}:\frac{0.002 \text{ mol}}{0.004 \text{ mol}}\times 100\%=50\%$$

(3)根据表格中的 O_2 的体积,可以得出哪些信息?

随着反应的进行,相同时间内产生氧气的量越来越少。同时也说明了浓度的减小导致过氧化氢的分解速率降低。

答案 C

题后反思

由于反应速率的单位是 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 或 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,所以,用于表示化学反应速率的反应物或生成物必须有浓度的改变,固体、纯液体、敞开体系中产生的气体不能用于表示化学反应速率。如本题中不能用 $v(\text{O}_2)$ 表示速率。

对点训练 1 在容积固定的容器中发生反应 $\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ $\Delta H<0$,各物质的浓度如下表:

t/min	$c(\text{CO})$	$c(\text{H}_2)$	$c(\text{CH}_3\text{OH})$
	$(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	$(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	$(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$
0	0.8	1.6	0

关闭

直接根据表格计算出 2~4 min 内 $v(\text{CO})=0.15\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$,再计算出 $v(\text{H}_2)=0.3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$,A 正确;达到平衡时 CO 的转化率为 $\frac{0.5}{0.8}\times 100\%=62.5\%$,B 正确;由表中数据可知,0~2 min 内 $\Delta c(\text{CO})=0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,则 $\Delta c(\text{H}_2)=0.4\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,故 $x=1.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,2~4 min 内各物质的物质的量浓度改变量大于 0~2 min 内的改变量,由此可见化学反应速率增大,故改变的条件是加入了催化剂,C 正确.开始时 $c(\text{CO})=1$ 平衡时 $c(\text{CO})$

关闭

D

解析

答案

化学平衡状态的判断及平衡移动的影响因素

解决有关化学平衡状态及平衡移动问题的思维路径

分析题目信息

判断是否达到平衡状态

分析条件改变

勒夏特列原理

平衡常数 K

确定平衡移动方向

问题探究

1. 如何判断可逆反应是否达到平衡状态?

$$\textcircled{1} v(\text{正}) = v(\text{逆})$$

(1) 直接标志 $\textcircled{2}$ 各组分的物质的量或质量不变

$\textcircled{3}$ 各组分的含量(w 、 φ)不变

(2) 间接标志 {

- $\textcircled{1} n(\text{总})$ [或恒温恒压下的 $V(\text{总})$ 、恒温恒容下的 $p(\text{总})$] 不变(需具体分析)
- $\textcircled{2}$ 混合气体的平均相对分子质量 \overline{M}_r 不变, 或混合气体的密度 ρ 不变(需具体分析)
- $\textcircled{3}$ 平衡体系的颜色不变等

2.如何判定平衡移动的方向?

(1)应用平衡移动原理。

如果改变影响平衡的一个条件(如浓度、压强或温度等),平衡就向着能够减弱这种改变的方向移动。

①原理中“减弱这种改变”的正确理解应当是升高温度时,平衡向吸热反应方向移动;增加反应物浓度,平衡向反应物浓度减小的方向移动;增大压强时,平衡向气体体积缩小的方向移动。

②化学平衡移动的根本原因是外界条件(如温度、压强、浓度等)的改变破坏了原平衡体系,使得正、逆反应速率不再相等。当 $v(\text{正}) > v(\text{逆})$ 时,平衡向正反应方向移动。当 $v(\text{正}) < v(\text{逆})$ 时,平衡向逆反应方向移动,移动的结果是 $v(\text{正}) = v(\text{逆})$ 。若条件的改变不能引起正、逆反应速率的变化,或者正、逆反应速率的变化相同,则平衡不发生移动。

(2)应用浓度商 Q_c 与平衡常数 K 的关系。

$Q_c < K$, 反应向正反应方向进行

$Q_c = K$, 反应处于平衡状态

$Q_c > K$, 反应向逆反应方向进行

例2超音速飞机在平流层飞行时,尾气中的NO会破坏臭氧层。科学家正在研究利用催化技术将尾气中的NO和CO转变成CO₂和N₂,其反应为 $2\text{NO}+2\text{CO} \rightleftharpoons 2\text{CO}_2+\text{N}_2$ $\Delta H<0$ 。假设常温下在恒容的密闭容器中发生上述反应,试解答下列问题:

(1)能判断该反应达到化学平衡状态的依据是_____。

A.混合气体的压强保持不变

B.N₂的浓度不再改变

C.消耗CO的物质的量与生成CO₂的物质的量之比为1:1

D.NO、CO、CO₂、N₂的物质的量之比为2:2:2:1

(2)既要增大反应速率又要提高NO转化率,下列措施可行的是_____。

A.选用更有效的催化剂

B.升高反应体系的温度

C.降低反应体系的温度

D.减小容器的容积

(3)为了测定在某种催化剂作用下的反应速率,某科学家在某温度下用气体传感器测得不同时间的NO和CO浓度如表(均不考虑温度变化对催化剂催化效率的影响):

时间/s	0	1	2
$\frac{c(\text{NO})}{(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})}$	1.00×10^{-3}	4.50×10^{-4}	2.50×10^{-4}
$\frac{c(\text{CO})}{(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})}$	3.60×10^{-3}	3.05×10^{-3}	2.85×10^{-3}
时间/s	3	4	5
$\frac{c(\text{NO})}{(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})}$	1.50×10^{-4}	1.00×10^{-4}	1.00×10^{-4}
$\frac{c(\text{CO})}{(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})}$	2.75×10^{-3}	x	2.70×10^{-3}

从表中数据分析可知:① $x = \underline{\hspace{2cm}}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

②前2 s内的平均反应速率 $v(\text{N}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

分析推理(1)判断平衡状态的标志中,哪些是直接标志?哪些是间接标志?

浓度不变,是平衡的直接标志,所以**B**项正确。压强是间接标志,该反应中压强是变量,而压强保持不变时,即达到平衡状态,所以**A**项正确。

(2)结合反应本身的特点分析,哪些外部条件可以使该反应的平衡正向移动且反应速率增大?

催化剂增大反应速率,但不改变平衡,**A**项错误;升温,平衡逆向移动,**B**项错误;降温,反应速率减小,**C**项错误;加压,平衡正向移动,且反应速率增大,**D**项正确。

(3)如何根据表格数据进行分析 and 计算相应数值?

①参加反应的NO、CO的物质的量之比为1:1,根据表中数据,4 s内消耗NO $0.9 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,消耗CO的浓度也为 $0.9 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,所以4 s时CO的浓度 $x = 3.60 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.9 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2.70 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

②前2 s内 $\Delta c(\text{NO}) = 0.75 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,根据方程式 $\Delta c(\text{N}_2) = 0.375 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $v(\text{N}_2) = 0.375 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \div 2 \text{ s} = 1.88 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

答案 (1)AB (2)D (3)① 2.70×10^{-3} ② 1.88×10^{-4}

题后反思

注意影响反应速率和影响化学平衡的因素不完全相同,如使用催化剂只影响化学反应速率而不影响化学平衡。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/988002117077007015>