

## 第二章 化学反应速率与化学平衡

### 第二章 化学反应速率与化学平衡

#### 单元复习

##### 板块导航

- 01/学习目标 明确内容要求，落实学习任务
- 02/思维导图 构建知识体系，加强学习记忆
- 03/知识导学 梳理教材内容，掌握基础知识
- 04/效果检测 课堂自我检测，发现知识盲点
- 05/问题探究 探究重点难点，突破学习任务
- 06/分层训练 课后训练巩固，提升能力素养

part.

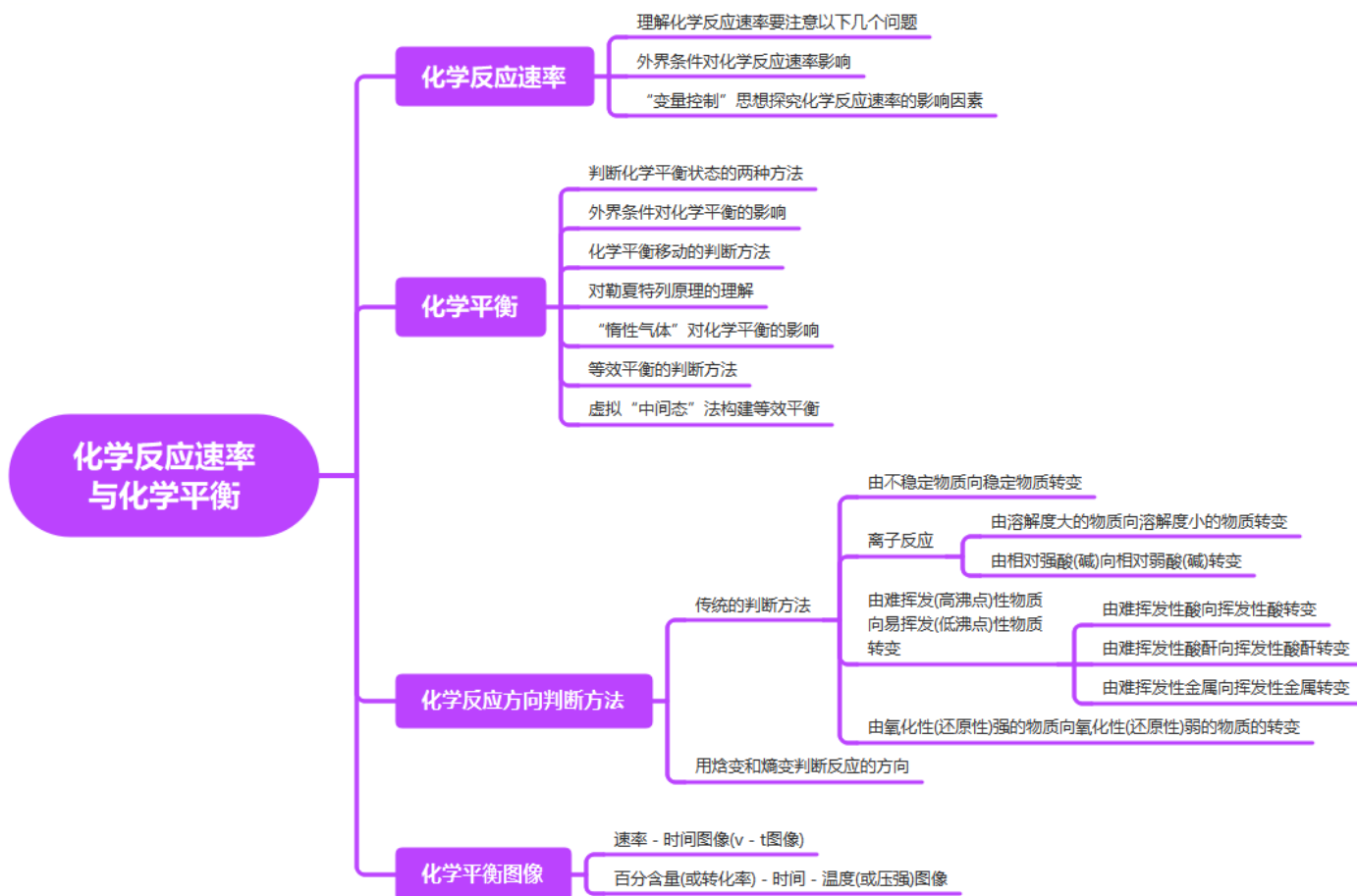
01

复习目标

- 1.了解化学反应速率的概念及反应速率的表示方法。理解外界条件(浓度、温度、压强、催化剂等)对反应速率的影响。
- 2.了解化学反应的可逆性。理解化学平衡的含义及其与反应速率之间的联系。
- 3.理解勒夏特列原理的含义。理解浓度、温度、压强等条件对化学平衡移动的影响。
- 4.了解化学反应速率和化学平衡的调控在生活、生产和科学研究中的重要作用。
- 5.了解常见的几种平衡图像，能根据图像进行分析。

**重点:**化学反应速率和化学平衡的调控。

**难点:**化学反应速率和化学平衡的调控在生活、生产和科学研究中的重要作用。



## 一、化学反应速率

### 1、理解化学反应速率要注意以下几个问题

(1) 无论是用某一反应物表示还是用某一生成物表示，由于  $\Delta c$  是取浓度变化的绝对值，因此，其化学反应速率都取正值，且是某一段时间内的平均速率。

(2) 化学反应速率可用反应体系中一种反应物或生成物浓度的变化来表示，一般是以最容易测定的一种物质表示，书写时应标明是什么物质的反应速率。

(3) 在一定温度下，固体和纯液体物质，其单位体积里的物质的量保持不变，即物质的量浓度为常数，因此它们的化学反应速率也被视为常数。由此可知，现在采用的表示化学反应速率的方法还有一定的局限性。

(4) 在同一反应中，用不同的物质表示同一时间的反应速率时，其数值可能不同，但这些数值所表达的意义是相同的即都是表示同一反应的速率。各物质表示的反应速率的数值有相互关系，彼此可以根据化学方程式中的各化学计量数进行换算。[来源:学.科.网]

(5) 一般来说在反应过程中都不是等速进行的，因此某一时间内的反应速率实际上是这一段时间内的平均速率。

## 2、外界条件对化学反应速率影响

### 1) 浓度

(1) 浓度减小，单位体积内活化分子数减少(活化分子百分数不变)，有效碰撞的几率增加，化学反应速率减小。

(2) 浓度改变，可使气体间或溶液中的化学反应速率发生改变。固体或纯液体的浓度可视为常数，它们的物质的量的变化不会引起反应速率的变化，但固体颗粒的大小会导致接触面积的变化，故影响化学反应速率。

### 2) 压强

改变压强，对化学反应速率产生影响的根本原因是引起浓度的改变。对于有气体参加的反应体系，有以下几种情况：

(1) 恒温时：增大压强引起 体积缩小引起 浓度增大引起 反应速率增大。

(2) 恒容时

① 充入气体反应物引起 反应物浓度增大引起 总压强增大引起 反应速率增大。

② 充入“稀有气体”总压强增大，但各物质的浓度不变，反应速率不变。

(3) 恒压时：充入“稀有气体”体积增大各物质浓度减小反应速率减小。

### 3) 温度

(1) 温度升高，活化分子百分数提高，分子间的碰撞频率提高，化学反应速率增大。

(2) 温度升高，吸热反应和放热反应的速率都增大。实验测得，温度每升高 10 °C，化学反应速率通常增大为原来的 2~4 倍。

### 4) 催化剂

(1) 催化剂能改变反应路径、降低活化能、增大活化分子百分数、加快反应速率，但不影响反应的  $\Delta O$ 。

(2) 催化剂只有在适宜的温度下活性最小，反应速率才达到最小。

(3) 对于可逆反应，催化剂能够同等程度地改变正、逆反应速率，对化学平衡状态无影响，生产过程中使用催化剂主要是为了提高生产效率。

## 3、“变量控制”思想探究化学反应速率的影响因素

(1) 确定变量：解答这类题目时首先要认真审题，理清影响实验探究结果的因素有哪些。

(2) 定少变一：在探究时，应该先确定其他因素不变，只改变一种因素，看这种因素与所探究问题存在怎样的关系；这样确定一种以后，再确定另一种，通过分析每种因素与所探究问题之间的关系，得出所有影响因素与所探究问题之间的关系。

(3) 数据有效：解答时注意选择数据(或设置实验)要有效，且变量统一，否则无法做出正确判断。

## 二、化学平衡

### 1.判断化学平衡状态的两种方法

(1) 动态标志： $v_{正} = v_{逆} \neq 0$

① 同种物质：同一物质的生成速率等于消耗速率。

②不同物质：必须标明是“异向”的反应速率关系。如  $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ ,  $\frac{v_{\text{正}} \square A \square}{v_{\text{逆}} \square B \square} = \frac{a}{b}$  时，反应达到平衡状态。

(2) 静态标志：各种“量”不变

①各物质的质量、物质的量或浓度不变。

②各物质的百分含量(物质的量分数、质量分数等)不变。

③温度、压强(化学反应方程式两边气体体积不相等)或颜色(某组分有颜色)不变。

总之，若物理量由变量变成了不变量，则表明该可逆反应达到平衡状态；若物理量为“不变量”，则不能作为平衡标志。

## 2. 外界条件对化学平衡的影响

改变的条件(其他条件不变)		化学平衡移动的方向	
浓度	增大反应物浓度或减小生成物浓度	向正反应方向移动	
	减小反应物浓度或增大生成物浓度	向逆反应方向移动	
压强(对有气体参加的反应)	反应前后气体体积改变	增大压强	向气体分子总数减小的方向移动
		减小压强	向气体分子总数增大的方向移动
	反应前后气体体积不变	改变压强	平衡不移动
温度	升高温度	向吸热反应方向移动	
	降低温度	向放热反应方向移动	
催化剂	同等程度改变 $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$ ，平衡不移动		

## 3. 化学平衡移动的判断方法

(1) 根据勒夏特列原理判断

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

(2) 根据  $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$  的相对大小判断

①若  $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ ，平衡向正反应方向移动(注意  $v_{\text{正}}$  减小，平衡不一定向正反应方向移动)；

②若  $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$ ，则平衡向逆反应方向移动；

③若  $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$ ，则平衡不移动。

(3) 根据平衡常数与浓度商的相对大小判断

①若  $K > Q$ ，则平衡向正反应方向移动；

②若  $K < Q$ ，则平衡向逆反应方向移动；

③若  $K = Q$ ，则平衡不移动。

## 4. 对勒夏特列原理的理解

勒夏特列原理是对条件影响化学平衡的一个总述，特别要注意对“减弱这种改变”的正确理解，其中的“减弱”不等于“消除”，更不是“扭转”，具体可理解如下。

①若将体系温度从 50°C 升高到 80°C，则化学平衡向吸热反应方向移动，则体系的温度降低，达到新的平衡状态时  $50^\circ\text{C} < t < 80^\circ\text{C}$ 。

②若对体系  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NO}_3(\text{g})$  加压，如从 30 MPa 加压到 60 MPa，化学平衡向气体体积减小的方向移动，移动的结果使体系的压强减小，达到新的平衡时  $30 \text{ MPa} < p < 60 \text{ MPa}$ 。

③若增小平衡体系  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$  中  $\text{Fe}^{3+}$  的浓度，如由 0.01 mol/L 增至 0.02 mol/L，则在新平衡状态下， $0.01 \text{ mol/L} < c(\text{Fe}^{3+}) < 0.02 \text{ mol/L}$ 。

注意：①勒夏特列原理只适用于判断“改变一个条件”时平衡移动的方向。若同时改变影响平衡移动的几个条件，不能简单地根据平衡移动原理来判断平衡移动的方向，只有在改变的条件对平衡移动的方向影响一致时，才能根据平衡移动原理进行判断。例如， $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NO}_3(\text{g}) \quad \Delta O < 0$ ，同时加压、

升温，平衡移动的方向无法确定。若加压同时又降温，则平衡向正反应方向移动。

②勒夏特列原理不仅适用于化学平衡，也适用于其他平衡体系，如溶解平衡、电离平衡、水解平衡等。

## 5. “惰性气体”对化学平衡的影响

### ① 恒温恒容条件

原平衡体系  $\xrightarrow{\text{充入惰性气体}}$  体系总压强增大  $\rightarrow$  体系中各组分的浓度不变  $\rightarrow$  平衡不移动。

### ② 恒温恒压条件

原平衡体系  $\xrightarrow{\text{充入惰性气体}}$  容器容积增大，各反应气体的分压减小  $\rightarrow$

体系中各组分的浓度同倍数减小(等效于减压)  $\rightarrow$ 

气体体积不变的反应	$\rightarrow$ 平衡不移动
气体体积可变的反应	$\rightarrow$ 平衡向气体体积增大的方向移动

## 6. 等效平衡的判断方法

### (1) 恒温恒容条件下反应前后体积改变的反应

判断方法：极值等量即等效。

例如： $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$

- ①    2 mol    1 mol    0
- ②    0        0        2 mol
- ③    0.5 mol   0.25 mol   1.5 mol
- ④    a mol    b mol    c mol

上述①②③三种配比，按化学方程式的化学计量关系均转化为反应物，则  $\text{SO}_2$  均为 2 mol， $\text{O}_2$  均为 1 mol，三者建立的平衡状态完全相同。

④中 a、b、c 三者的关系满足： $c + a = 2$ ， $\frac{c}{2} + b = 1$ ，即与上述平衡等效。

### (2) 恒温恒压条件下反应前后体积改变的反应

判断方法：极值等比即等效。

例如： $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$

- ① 2 mol 3 mol 0
- ② 1 mol 3.5 mol 2 mol
- ③ a mol b mol c mol

按化学方程式的化学计量关系均转化为反应物，则①②中  $\frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{O}_2)} = \frac{2}{3}$ ，故互为等效平衡。

③中 a、b、c 三者关系满足： $\frac{c+a}{\frac{c}{2}+b} = \frac{2}{3}$ ，即与①②平衡等效。

(3) 恒温条件下反应前后体积不变的反应

判断方法：无论是恒温恒容，还是恒温恒压，只要极值等比即等效，因为压强改变对该类反应的化学平衡无影响。

例如： $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$

- ① 1 mol 1 mol 0
- ② 2 mol 2 mol 1 mol
- ③ a mol b mol c mol

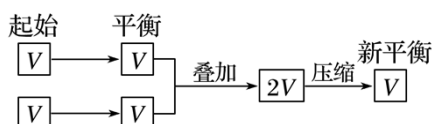
①②两种情况下， $n(\text{H}_2):n(\text{I}_2) = 1:1$ ，故互为等效平衡。

③中 a、b、c 三者关系满足  $\left(\frac{c}{2} + a\right) : \left(\frac{c}{2} + b\right) = 1:1$  或  $a:b = 1:1, c \geq 0$ ，即与①②平衡等效。

### 7. 虚拟“中间态”法构建等效平衡

(1) 构建恒温恒容平衡思维模式

新平衡状态可认为是两个原平衡状态简单的叠加并压缩而成，相当于增大压强。



(2) 构建恒温恒压平衡思维模式(以气体物质的量增加的反应为例，见图示)

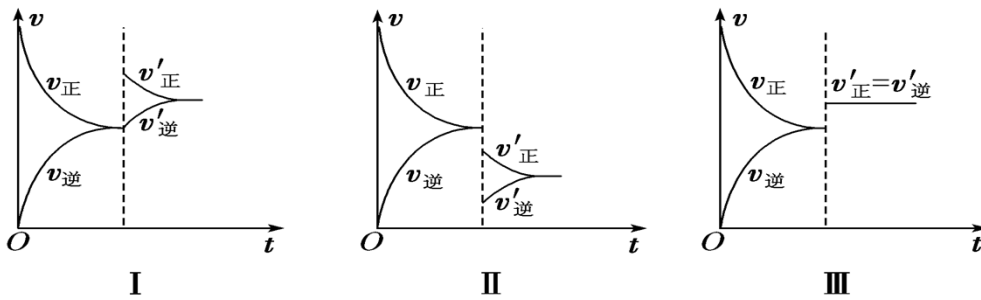
新平衡状态可以认为是两个原平衡状态简单的叠加，压强不变，平衡不移动。



## 三、化学反应速率与化学平衡图像——常见图像类型与解题策略

### 1. 速率—时间图像(v-t 图像)

(1) 图像类型



(2) 解题策略

分清正反应、逆反应及二者反应速率的相对大小，分清“突变”和“渐变”；正确判断化学平衡的移动方向；熟记浓度、压强、温度、催化剂等对化学平衡移动的影响规律。

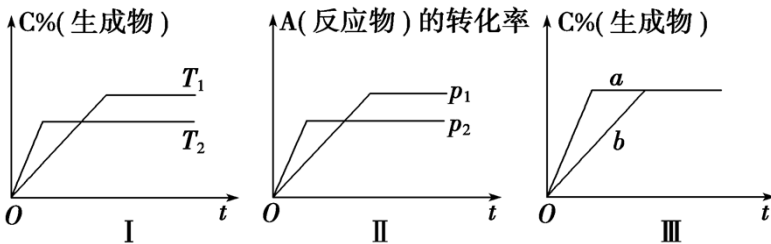
I.  $v_{\text{正}}$  突变， $v_{\text{逆}}$  渐变，且  $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ ，说明是增大了反应物的浓度，使  $v_{\text{正}}$  突变，且平衡正向移动。

II.  $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$  都突然减小，且  $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ ，说明平衡正向移动，该反应的正反应可能是放热反应或气体体积增大的反应。

III.  $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$  都突然增大，且增大程度相同，说明该化学平衡没有发生移动，可能是使用了催化剂，也可能是对反应前后气体分子数不变的反应压缩体积(即增大压强)。

2. 百分含量(或转化率)—时间—温度(或压强)图像

(1) 图像类型



(2) 解题策略

“先拐先平数值大”。在化学平衡图像中，先出现拐点的反应则先达到平衡，先出现拐点的曲线表示的温度较高(如图 I 中  $T_2 > T_1$ )、压强较大(如图 II 中  $p_2 > p_1$ )或使用了催化剂(如图 III 中 a 使用了催化剂)。

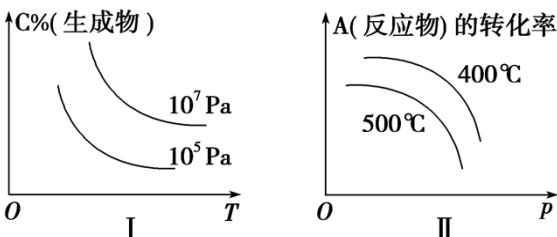
I. 表示  $T_2 > T_1$ ，正反应是放热反应，升高温度，平衡逆向移动。

II. 表示  $p_2 > p_1$ ，反应物 A 的转化率减小，说明正反应是气体体积增大的反应，增大压强，平衡逆向移动。

III. 生成物 C 的百分含量不变，说明平衡不发生移动，但反应速率  $a > b$ ，故 a 使用了催化剂；也可能该反应是反应前后气体体积不变的可逆反应，a 增大了压强(即压缩体积)。

3. 百分含量(或转化率)—温度(压强)图像

(1) 图像类型





## (2) 解题策略

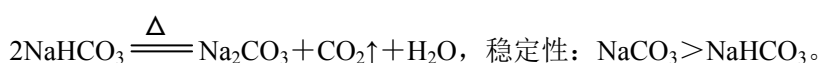
“定一议二”。在化学平衡图像中，包括纵坐标、横坐标和曲线所表示的三个变量，分析方法是确定其中一个变量，讨论另外两个变量之间的关系。

如图 I 中确定压强为 105 Pa 或 107 Pa，则生成物 C 的百分含量随温度 T 的升高而逐渐减小，说明正反应是放热反应；再确定温度 T 不变，做横轴的垂线，与压强线出现两个交点，分析生成物 C 的百分含量随压强 p 的变化可以发现，增大压强，生成物 C 的百分含量增大，说明正反应是气体体积减小的反应。同理分析图 II。

## 四、化学反应方向判断方法

### 1. 传统的判断方法

(1) 由不稳定物质向稳定物质转变



(2) 离子反应中，对于复分解反应，一般是由易电离的物质向难电离的物质转变，或向离子浓度减小的方向转变。

① 由溶解度大的物质向溶解度小的物质转变。

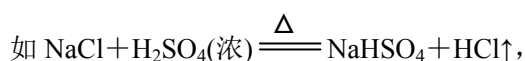
如  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaCl}_2 \rightleftharpoons \text{CaSO}_4\downarrow(\text{微溶}) + 2\text{NaCl}$ ， $\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ ，所以溶解性： $\text{CaCl}_2 > \text{CaSO}_4 > \text{CaCO}_3$ 。

② 由相对强酸(碱)向相对弱酸(碱)转变。

如  $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ， $\text{NaSiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ，所以酸性强弱： $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$ 。

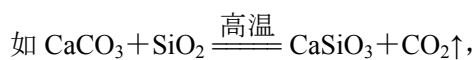
(3) 由难挥发(高沸点)性物质向易挥发(低沸点)性物质转变。

① 由难挥发性酸向挥发性酸转变。



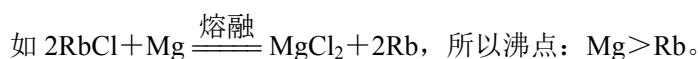
所以沸点： $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) > \text{HCl}$ 。

② 由难挥发性酸酐向挥发性酸酐转变。



所以沸点： $\text{SiO}_2 > \text{CO}_2$ 。

③ 由难挥发性金属向挥发性金属转变。



(4) 由氧化性(还原性)强的物质向氧化性(还原性)弱的物质的转变。

如  $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$ ， $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3$ ，所以氧化性  $\text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3 > \text{I}_2$ 。

### 2. 用焓变和熵变判断反应的方向

体系的自由能变化(符号为  $\Delta G$ , 单位为  $\text{kJ/mol}$ )综合考虑了焓变和熵变对体系的影响, 可用于化学反应自发进行的方向的判断,  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 。

(1) 当  $\Delta H < 0$ ,  $\Delta S > 0$  时,  $\Delta G < 0$ , 反应自发进行。

(2) 当  $\Delta H > 0$ ,  $\Delta S < 0$  时,  $\Delta G > 0$ , 反应不能自发进行。

(3) 当  $\Delta H > 0$ ,  $\Delta S > 0$  或  $\Delta H < 0$ ,  $\Delta S < 0$  时, 反应是否自发进行与温度有关, 在一定温度下可使  $\Delta G = 0$ , 即反应达平衡状态。

注意: (1) ①根据  $\Delta H - T\Delta S < 0$  判断的只是反应能否自发进行的可能性, 具体的反应能否实际发生, 还涉及到化学反应速率的问题。(2) 判断一个化学反应能否自发进行, 若无任何外加条件, 可以认为我们所学过的化学反应(电解反应除外)都是能够自发进行的。

part.

04

效果检测

1. 请判断下列说法的正误(正确的打“√”, 错误的打“×”)

(1) 单位时间内反应物浓度的变化量表示正反应速率, 生成物浓度的变化量表示逆反应速率。( )

(2) 对于任何化学反应来说, 反应速率越快, 反应现象就越明显。( )

(3) 升温时吸热反应速率增大, 放热反应速率减小。( )

(4) 对于反应:  $A + B \rightleftharpoons C$ , 改变容器容积, 化学反应速率一定发生变化。( )

(5) 增大反应物的浓度, 能够增大活化分子的百分数, 所以反应速率增大。( )

(6) 化学平衡正向移动, 反应物的转化率一定增大。( )

(7) 对于某一可逆反应, 升高温度则化学平衡常数一定变大。( )

(8) 平衡常数发生变化, 化学平衡必定发生移动。( )

(9) 在其他外界条件不变的情况下, 使用催化剂, 可以改变化学反应进行的方向。( )

(10) 能自发进行的反应一定能迅速发生。( )

2. 利用反应  $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$  可实现汽车尾气的无害化处理。

(1) 下列措施能加快反应速率的是\_\_\_\_\_ (填字母)。

a. 恒温恒容下, 充入  $\text{CO}(\text{g})$       b. 恒温恒容下, 充入  $\text{He}(\text{g})$  增大压强

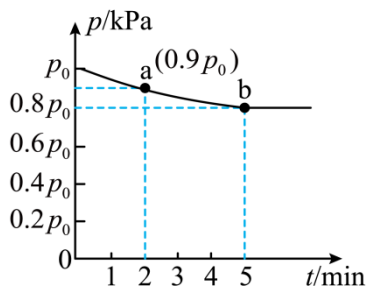
c. 升高温度      d. 将  $\text{CO}_2(\text{g})$  从体系中分离出来

(2) 在恒温恒压容器中, 下列可说明反应达到平衡状态的是\_\_\_\_\_ (填字母)

a.  $\text{CO}$  的浓度不再改变      b. 气体密度保持不变

c.  $\text{NO}$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$  的浓度之比为 2:2:2:1      d.  $v(\text{CO}) = 2v(\text{N}_2)$

(3) 一定温度下, 在容积为 2L 的恒容密闭容器中加入物质的量均为 1mol 的  $\text{NO}(\text{g})$  和  $\text{CO}(\text{g})$ , 测得容器内压强(P)随时间(t)的变化如图所示。



- ① a 点正反应速率\_\_\_\_\_ (填“>”“<”或“=”)逆反应速率。
- ② 随时间推移，容器内压强逐渐减小的原因是\_\_\_\_\_。
- ③ 0~2min 内， $v(\text{NO}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。
- ④ CO 的平衡转化率为\_\_\_\_\_。
- ⑤ 平衡时， $\text{N}_2$  的体积分数为\_\_\_\_\_。

part. **05** 问题探究

► 问题一 化学反应速率及其影响因素

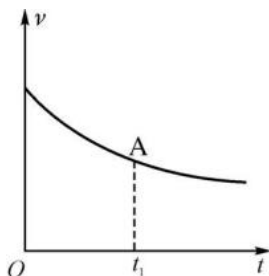
【典例 1】下列关于化学反应速率的说法正确的是

- A. 催化剂通过改变反应历程、降低反应活化能，加快反应速率
- B. 升高温度使放热反应的正、逆反应速率都增大，且对正反应速率影响更大
- C. 增大压强一定可以增大反应速率
- D. 其它条件不变时，充入反应物，一定可以加快反应速率

【解题必备】(1) 一般不用固体或纯液体物质表示化学反应速率。是由于固体和纯液体的浓度可视为常数，故改变其用量反应速率不变。但当固体颗粒变小时，其表面积增大将导致反应速率增大。

(2) 由  $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$  计算得到的是一段时期的平均速率，用不同物质表示时，其数值可能不同，但意义相同。

(3) 化学反应速率是用来衡量化学反应进行快慢程度的物理量。这里所说的化学反应速率指的是平均反应速率，而不是瞬时反应速率。一定温度下，锌粒在 1 mol/L 的稀盐酸中反应的反应速率与反应时间的关系如图所示，图中 A 点的斜率就是在  $t_1$  时刻的瞬时反应速率。



(3) 同一反应在不同反应阶段的反应速率一般是不同的。主要原因：反应物浓度的不断变化；而且反应所引起的热量变化对反应速率也有较大影响。

(4)

同一化学反应用不同物质表示的反应速率其数值可能不同，因此，一定要标明是哪一种具体物质的反应速率。

(5) 化学反应速率一般指反应的平均速率而不是瞬时速率，且无论用反应物表示还是用生成物表示均取正值。

(6) 压强对化学反应速率的影响是通过改变反应物浓度实现的，所以分析压强的改变对反应速率的影响时，要从反应物浓度是否发生改变的角度来分析。若改变总压强而各物质的浓度不改变，则反应速率不变。

(7) 改变温度，使用催化剂，反应速率一定发生变化，其他外界因素的改变，反应速率则不一定发生变化。

(8) 其他条件一定，升高温度，不论正反应还是逆反应，不论放热反应还是吸热反应，反应速率都要增大，只不过正、逆反应速率增加的程度不同。

【变式 1-1】室温下，下列实验探究方案不能达到探究目的的是

选项	实验目的	实验方案
①	探究浓度对化学反应速率的影响	向 2 支盛有 3mL 不同浓度 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液的试管中同时加 2 mL 5% $\text{NaClO}$ 溶液，观察实验现象
②	探究温度对化学反应速率的影响	在两支试管中各加入 3mL 12% $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液，将其中一支用水浴加热，观察并比较实验现象
③	探究催化剂对化学反应速率的影响	向两支盛有少量 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液的试管中分别加入 5 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{FeCl}_3$ 溶液和 5 滴 $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{CuSO}_4$ 溶液
④	探究 $\text{SO}_2$ 与 $\text{O}_2$ 反应的限度	将 2.5 体积 $\text{SO}_2$ 与 1 体积 $\text{O}_2$ 混合并通过灼热的催化剂充分反应，产物依次通过 $\text{BaCl}_2$ 溶液和品红溶液，观察实验现象

A. ①③

B. ④

C. ③④

D. ①③④

【变式 1-2】下列有关化学反应速率的说法正确的是

A. 用铁片与稀硫酸反应制氢气时，改用 98% 的浓硫酸可以加快产生氢气的速率

B. 100 mL  $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的盐酸与锌片反应，加入适量的氯化钠溶液，反应速率不变

C.  $\text{SO}_2$  的催化氧化反应是一个放热反应，所以升高温度，反应速率减小

D. 汽车尾气中的  $\text{NO}$  和  $\text{CO}$  可以缓慢反应生成  $\text{N}_2$  和  $\text{CO}_2$ ，减小压强时反应速率减小

## ► 问题二 化学平衡及其影响因素

【典例 2】下列说法不正确的是

A. 某温度下反应  $\text{NH}_2\text{COONH}_4(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$  达平衡后，再压缩容器体积，则平衡逆向移动，再次达平衡后  $c(\text{CO}_2)$  变小

B. 已知  $\text{CuCl}_2$  溶液中存在平衡： $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  (蓝色) +  $4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_4]^{2-}$  (黄色) +  $4\text{H}_2\text{O}$ ，向  $0.5 \text{ mol/L}$  绿色的  $\text{CuCl}_2$

溶液中加水，溶液颜色变为蓝绿色

C. 某一可逆反应加入催化剂后反应速率加快， $\Delta H$  不改变，达平衡前相同时间内转化率会增大

D. 分别向甲容器(恒温恒容)中充入  $1\text{mol PCl}_5$ ，乙容器(绝热恒容)充入  $\text{PCl}_3$  和  $\text{Cl}_2$  各  $1\text{mol}$ ，发生反应  $\text{PCl}_5(\text{g})$

$\rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \Delta H > 0$ ，平衡时平衡常数  $K(\text{甲}) < K(\text{乙})$

**【解题必备】** 1. 对于溶液中的离子反应，向溶液中加入含与实际反应无关的离子固体，平衡不移动。

2. 溶液中的可逆反应，达平衡后加水稀释，平衡向溶质微粒数增多的方向移动。

3. 改变固体或纯液体的量，对平衡无影响。

4. 当反应混合物中不存在气态物质时，压强的改变对平衡无影响。

5. 对于反应前后气体体积无变化的反应，如  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ ，压强的改变对平衡无影响。但增大(或减小)压强会使各物质的浓度增大(或减小)，混合气体的颜色变深(或浅)。

6. “惰性气体”对化学平衡的影响

① 恒温、恒容条件

原平衡体系  $\xrightarrow{\text{充入惰性气体}}$  体系总压强增大  $\longrightarrow$  体系中各组分的浓度不变  $\longrightarrow$  平衡不移动。

② 恒温、恒压条件

原平衡体系  $\xrightarrow{\text{充入惰性气体}}$  容器容积增大，各反应气体的分压减小  $\longrightarrow$  体系中各组分的浓度同倍数减小(等效于减压)

—  $\left\{ \begin{array}{l} \text{气体体积不变反应} \longrightarrow \text{平衡不移动} \\ \text{气体体积可变反应} \longrightarrow \text{平衡向气体体积增大的方向移动} \end{array} \right.$

**【变式 2-1】** 某温度下，反应  $\text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{g})$  在密闭容器中达到平衡，下列说法正确的是

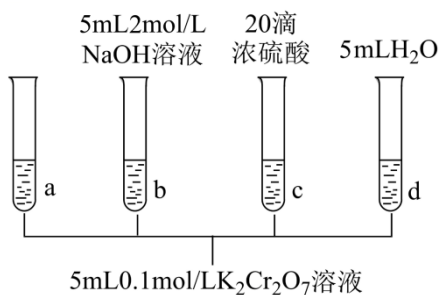
A. 恒容下，再充入一定量的  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，平衡向正反应方向移动， $v_{\text{正}}$  加快、 $v_{\text{逆}}$  减慢

B. 缩小容器的体积， $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$

C. 恒容下，再充入一定量的 Ar 气，平衡向正反应方向移动

D. 恒容下，再充入一定量的  $\text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g})$ ， $\text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g})$  的平衡转化率增大

**【变式 2-2】** 利用反应  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{橙色}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}(\text{黄色}) + 2\text{H}^+ \Delta H = +13.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  研究浓度对化学平衡的影响，实验操作及现象如下：



①待试管 b 中溶液颜色不变后，与试管 d 相比，b 中黄色更深。

②试管 c 温度略有升高，溶液颜色与试管 a 相比，橙色更深。

下列说法正确的是

- A. “待试管 b 中溶液颜色不变”的目的是使  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  完全反应
- B. 对比试管 b 与 c，c 中反应平衡常数增大，平衡正向移动
- C. 试管 c 中的现象说明影响平衡的主要因素是温度
- D. 该实验证明减小生成物浓度，平衡正向移动

### ►问题三 化学反应进行方向的判断

【典例 3】下列有关说法正确的是

- A.  $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{H}_2\text{SO}_3(\text{l})$ ，该过程熵值增大
- B.  $\text{SO}_2(\text{g}) = \text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$   $\Delta S < 0$ ，该反应一定能自发进行
- C.  $\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) = 3\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ，该过程熵值增大
- D.  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$   $\Delta H < 0$   $\Delta S < 0$ ，此反应低温自发

【解题必备】1.关于反应自发性需要注意：（1）化学反应方向的判据指出的仅仅是在一定条件下化学反应自发进行的趋势，并不能说明在该条件下反应一定能实际发生，还要考虑化学反应的快慢问题。（2）自发过程的两种倾向：①体系趋向于高能状态转变为低能状态(体系对外部做功或释放热量)。②在密闭条件下，体系有从有序转变为无序的倾向性(无序体系更加稳定)。

2. 反应能否自发进行需综合考虑焓变和熵变对反应的影响，复合判据  $\Delta H - T\Delta S < 0$  的反应不一定能够实际发生，只是指出了在该条件下化学反应自发进行的趋势，还要考虑化学反应的快慢问题。

3. 焓变、熵变和温度对化学反应方向的影响

$\Delta H$	$\Delta S$	$\Delta H - T\Delta S$	反应情况
-	+	永远是负值	在任何温度下过程均自发进行
+	-	永远是正值	在任何温度下过程均非自发进行
+	+	低温为正高温为负	低温时非自发，高温时自发
-	-	低温为负高温为正	低温时自发，高温时非自发

【变式 3-1】下列说法中，正确的是

- A.  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  分解成  $\text{H}_2(\text{g})$  和  $\text{O}_2(\text{g})$  是熵增过程，该反应在室温下是自发反应

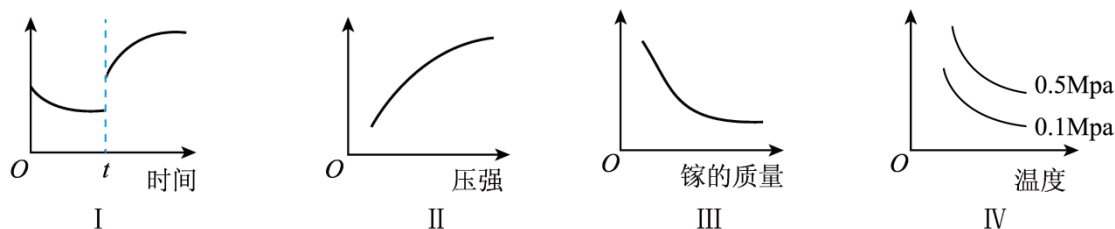
- B. 吸热反应一定不能自发进行
- C. 某条件下, 反应  $2AB(g)=C(g)+3D(g)$   $\Delta H < 0$  一定能自发进行
- D. 合成氨反应  $N_2(g)+3H_2(g)=2NH_3(g)$   $\Delta H < 0$  高温有利于自发进行

【变式 3-2】下列叙述正确的是

- A. 焓减反应一定能自发进行
- B. 熵增反应一定能自发进行
- C. 利用  $2CO(g) = C(s) + O_2(g)$  可以消除 CO 污染
- D. 吸热反应  $2N_2O_5(g) = 4NO_2(g) + O_2(g)$  在较高温度下能自发进行

### ►问题四 图像、图表题的信息提取与应用

【典例 4】氮化镓(GaN)是一种直接能隙的半导体, 是一种用途广泛的新材料。工业上利用 Ga 与  $NH_3$  高温条件下合成。反应方程式为  $2Ga(s) + 2NH_3(g) = 2GaN(s) + 3H_2(g)$   $\Delta H < 0$ 。如图, 恒温恒容密闭体系内进行上述反应, 下列说法正确的是



- A. 图 I 可以表示催化剂对平衡的影响
- B. 图 II 可以表示压强对平衡时  $NH_3$  体积分数的影响
- C. 图 III 可以表示镓的质量对平衡常数的影响
- D. 图 IV 中纵坐标可以为体系内混合气体的密度

【解题必备】化学平衡图像的分析流程与角度

#### 1. 看题

- (1) 物质的状态
- (2) 气体体积的变化
- (3) 正反应是吸热反应还是放热反应

#### 2. 看图

- (1) 一看面(纵坐标与横坐标的意义)
- (2) 二看线(线的走向和变化趋势)
- (3) 三看点(起点、拐点、交点、终点)
- (4) 四看辅助线(如等温线、等压线、平衡线)
- (5) 五看量的变化(如浓度变化、温度变化)

#### 3. 析图解答

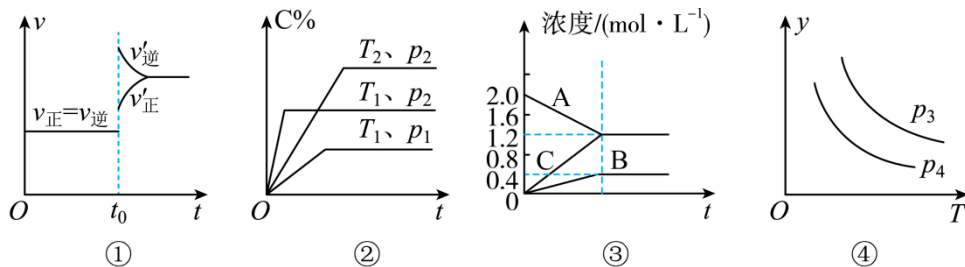
- (1) 识别图像类型: 即明确横坐标和纵坐标的含义, 厘清线和点(平台、折线、拐点等)的关系。

(2) 把握反应特点：即分析可逆反应化学方程式，观察物质的状态、气态物质分子数的变化(正反应是气体分子数增大的反应，还是气体分子数减小的反应)、反应热(正反应是放热反应，还是吸热反应)等。

(3) 联想平衡原理：联想化学反应速率、化学平衡移动原理，特别是影响因素及使用前提条件等。

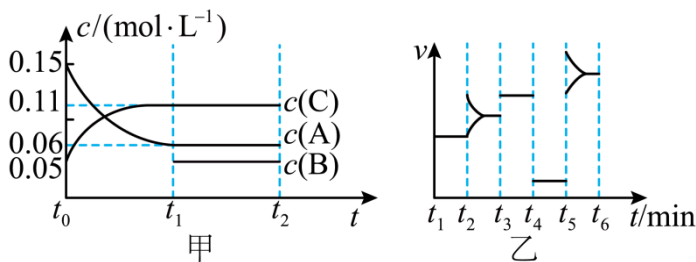
(4) 数形结合解答：图表与原理结合，逐项分析图表，重点看图表是否符合可逆反应的特点、化学反应速率和化学平衡移动原理，应用①先拐先平数值大、②定一议二解答。

【变式 4-1】下列叙述与图对应的是



- A. 对于达到平衡状态的反应，图 1 国表示在  $t_0$  时刻充入了反应物，平衡逆向移动
- B. 由图②可知， $p_2 > p_1$ 、 $T_1 > T_2$ ，满足反应： $2A(g) + B(g) = 2C(g)$   $\Delta H > 0$
- C. 对于反应  $2X(g) + 3Y(g) = 3Z(g)$   $\Delta H < 0$ ，图④y 轴可以表示 Z 的百分含量
- D. 图 3 表示的反应方程式为： $2A = B + 3C$

【变式 4-2】向某密闭容器中加入 0.3mol A，0.1mol C 和一定量的 B 三种气体。一定条件下发生反应，各物质的浓度随时间变化如甲图所示 [ $t_0 \sim t_1$  阶段的  $c(B)$  变化未画出]。乙图为  $t_2$  时刻后改变条件平衡体系中正、逆反应速率随时间变化的情况，且四个阶段都各改变一种反应条件且互不相同， $t_3$  时刻为使用催化剂。下列说法中不正确的是



- A. 若  $t_1 = 15s$ ，用 A 的浓度变化表示  $t_0 \sim t_1$  阶段的平均反应速率为  $0.006 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- B.  $t_4 : t_5$  阶段改变的条件一定为减小压强
- C. 该容器的容积为 2L
- D.  $t_5 \sim t_6$  阶段，容器内 A 的物质的量减少了 0.06mol，而此过程中容器与外界的热交换总量为 a kJ，该反应的热化学方程式  $3A(g) \rightleftharpoons B(g) + 2C(g)$   $\Delta H = -50a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



## 基础强化

1. 下列说法正确的是

- A. 反应  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$  在室温下可自发进行, 则该反应的  $\Delta H < 0$
- B.  $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$  在常温下能自发进行, 则该反应的  $\Delta H > 0$
- C.  $\text{CaCO}_3(\text{s}) = \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  室温下不能自发进行, 则该反应的  $\Delta H < 0$
- D. 常温下, 反应  $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$  不能自发进行, 则该反应的  $\Delta H < 0$

2. 某温度时, 在密闭容器中发生反应:  $a\text{X}(\text{g}) + b\text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons c\text{Z}(\text{g}) + d\text{W}(\text{g})$ , 达平衡后, 将体积扩大至原来的两倍, 当再达到平衡时, W 的浓度为原平衡状态的 0.65 倍, 下列叙述正确的是

- A. 平衡逆移
- B. Z 的体积分数一定变小
- C.  $(a+b) > (c+d)$
- D. X 的转化率变大

3. 已知反应  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$   $\Delta H < 0$ , 在一定温度和压强下的密闭容器中, 反应达到平衡。下列叙述正确的是

- A. 降低温度, K 增大
- B. 更换高效催化剂, 可增大 CO 的平衡转化率
- C. CO 和  $\text{H}_2\text{O}$  分子的每一次碰撞都能发生化学反应
- D. 若该反应为非基元反应, 其总反应速率由反应快的一步基元反应决定

4. 一定温度下, 在 2L 的密闭容器中发生如下反应:  $\text{A}(\text{s}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons x\text{C}(\text{g})$ , B、C 的物质的量随时间变化的关系如图 1, 达平衡后在  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_4$  时都只改变了一种条件, 逆反应速率随时间变化的关系如图 2。

2. 下列有关说法正确的是

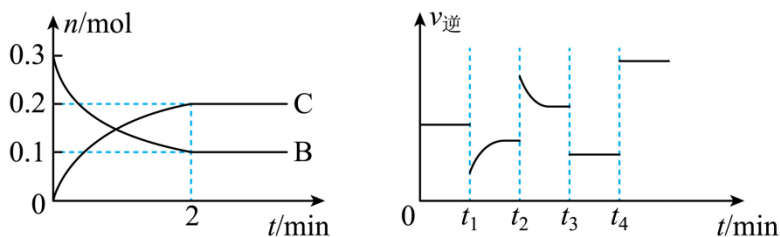


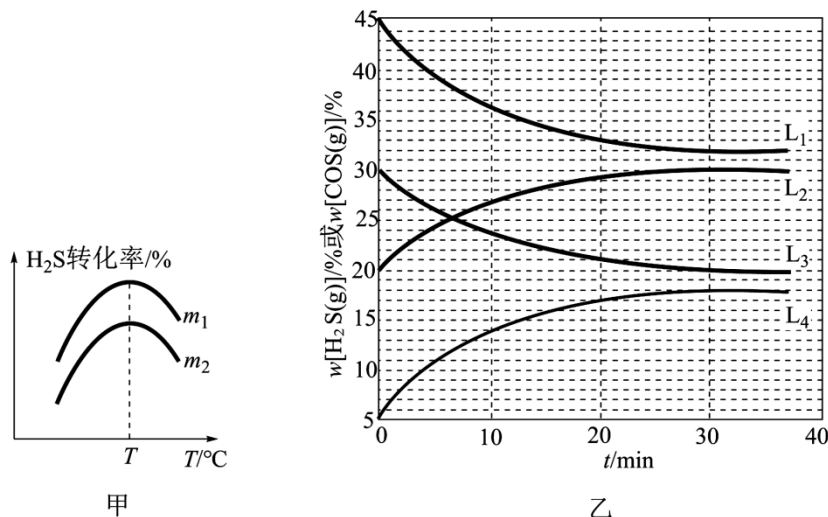
图1

图2

- A.  $x=2$ , 反应开始 2min 内,  $v(\text{A})=0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
  - B. 若  $t_1$  时改变的条件是降温, 平衡正向移动, 则该反应为放热反应
  - C.  $t_3 - t_5$  时间段 B 的浓度一定未发生变化
  - D. 若平衡后只增加 0.3mol 的 C, 则达到新平衡后, C 的体积分数增大。
5. 反应  $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COS}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  可用于制备有机化工原料 COS。已知  $240^\circ\text{C}$  时, 其化学反应平衡常数  $K=1$ 。

①一定温度下，设起始充入的 $(\text{CO}_2): (\text{H}_2\text{S})=m$  相同时间内测得  $\text{H}_2\text{S}$  转化率与  $m$  和温度( $T$ )的关系如图甲所示。

②起始密闭容器中  $w[\text{H}_2\text{S}(\text{g})]$ 和  $w[\text{CO}_2(\text{g})]$ 、 $w[\text{COS}(\text{g})]$ 和  $w[\text{H}_2\text{O}(\text{g})]$ 分别相等。在  $300^\circ\text{C}$ 、 $320^\circ\text{C}$ 时上述反应中， $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 和  $\text{COS}(\text{g})$ 的体积分数( $w$ )随时间( $t$ )的变化关系如图。(从上到下依次为  $L_1, L_2, L_3, L_4$ )



下列说法错误的是

A. 该反应的 $\Delta H < 0$

B.  $m_1 > m_2$

C. 绝热恒容条件下发生反应。若反应起始， $\text{H}_2\text{S}$  与  $\text{CO}_2$  按物质的量比 1:1、温度  $240^\circ\text{C}$  下投入反应体系，则达平衡状态时， $\text{H}_2\text{S}$  的转化率小于 50%

D.  $300^\circ\text{C}$ 时  $w[\text{COS}(\text{g})]$ 随时间变化的曲线为  $L_1$ ， $320^\circ\text{C}$ 时  $w[\text{H}_2\text{S}(\text{g})]$ 随时间变化的曲线为  $L_3$

6. 工业合成氨是人类科学技术的一项重大突破，其反应为  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 。在不同温度、压强下，平衡混合物中氨的含量如下表所示。下列有关说法错误的是

温度 / $^\circ\text{C}$	氨的含量 /%					
	0.1MPa	10MPa	20MPa	30MPa	60MPa	100MPa
200	15.3	81.5	86.4	89.9	95.4	98.8
300	2.20	52.0	64.2	71.0	84.2	92.6
400	0.40	25.1	38.2	47.0	65.2	79.8

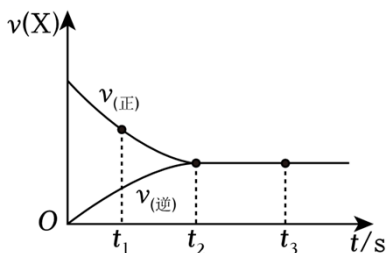
A. 最早工业化生产氨的原理为： $\text{N}_2 + \text{CaC}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCO}_3 + \text{C}$ ，但是成本过高，无法大规模生产

B. 为了防止催化剂中毒，合成氨的原料气必须经过净化处理

C. 该反应的 $\Delta H < 0, \Delta S < 0$ ，在高温下一定能自发进行

D. 增大压强，平衡正向移动，符合勒夏特列原理

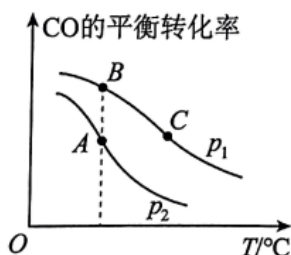
7. 已知  $\text{CH}_4(\text{g})$ 、 $\text{NO}_2(\text{g})$  在适当条件下可发生反应： $2\text{CH}_4(\text{g})+4\text{NO}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})+2\text{N}_2(\text{g})+4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，反应速率  $v(\text{X})$  与时间的关系如图所示。下列有关该反应的说法错误的是



- A.  $t_2\text{s}$  时，达到平衡状态  
 B.  $t_1\text{s}$  时，反应正向进行  
 C.  $t_3\text{s}$  时， $v(\text{N}_2, \text{正})=2v(\text{H}_2\text{O}, \text{逆})$   
 D.  $t_1\text{s}$  时，若  $v(\text{CH}_4)=1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ，则  $v(\text{CO}_2)=1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

8. 甲醇是一种重要的化工原料，具有开发和应用的广阔前景。工业上使用水煤气（ $\text{CO}$  与  $\text{H}_2$  的混合气体）合成甲醇，反应为  $\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H = a \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。回答下列问题：

(1)  $\text{CO}$  的平衡转化率与温度、压强的关系如图所示。



- ①  $a$  \_\_\_\_\_  $0$  (填“>”或“<”)， $p_1$ 、 $p_2$  的大小关系是  $p_1$  \_\_\_\_\_  $p_2$  (填“>”“<”或“=”)。  
 ② A、B、C 三点的平衡常数  $K_A$ 、 $K_B$ 、 $K_C$  的大小关系是\_\_\_\_\_。  
 ③ 下列叙述能说明上述反应已达到化学平衡状态的是\_\_\_\_\_ (填标号)。  
 a.  $2v_{\text{正}}(\text{H}_2)=v_{\text{逆}}(\text{CH}_3\text{OH})$   
 b.  $\text{CH}_3\text{OH}$  的体积分数不再改变  
 c. 混合气体的平均摩尔质量不再改变  
 d. 同一时间内，消耗  $0.04\text{mol H}_2$ ，生成  $0.02\text{mol CH}_3\text{OH}$

(2) 在温度为  $T$  的条件下，往一容积为  $2\text{L}$  的密闭容器中，充入  $0.3\text{mol CO}$  与  $0.4\text{mol H}_2$  发生反应生成  $\text{CH}_3\text{OH}$ ，平衡时，测得  $\text{CH}_3\text{OH}$  物质的量为  $0.15\text{mol}$ 。

- ① 温度为  $T$  时的化学平衡常数  $K =$  \_\_\_\_\_， $\text{CO}$  的转化率 = \_\_\_\_\_。  
 ② 如果保持温度为  $T$ ，向平衡后的容器中再通入  $1.0\text{mol CO}$  后重新到达平衡，则  $\text{H}_2$  的转化率 \_\_\_\_\_ (填“增大”“不变”或“减小”，下同)， $\text{CO}$  与  $\text{CH}_3\text{OH}$  的浓度比  $\frac{c(\text{CO})}{c(\text{CH}_3\text{OH})}$  \_\_\_\_\_。  
 ③ 若以不同比例投料，测得某时刻各物质的浓度， $\text{CO}$  为  $0.1\text{mol/L}$ 、 $\text{H}_2$  为  $0.2\text{mol/L}$ 、 $\text{CH}_3\text{OH}$

为 0.2mol/L, 此时  $v_{(正)}$  \_\_\_\_\_  $v_{(逆)}$  (“>”“<”或“=”)。

### 素养提升

1. 下列说法正确的是

- A. 化学反应速率是对可逆反应而言的, 非可逆反应不谈化学反应速率
- B. 在可逆反应中, 正反应的化学反应速率是正值, 逆反应的化学反应速率是负值
- C. 用铁片与稀硫酸反应制取氢气时, 改用 98%浓硫酸可以加快反应速率
- D.  $2NO_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)+O_2(g)$ 中, 当混合气体的颜色不再改变的状态达到平衡

2. 已知:  $TiO_2(s)+2C(s)+2Cl_2(g)=TiCl_4(g)+2CO(g) \Delta H<0$ , 下列说法正确的是

- A. 该条件下,  $TiCl_4$  熔点比  $TiO_2$  高
- B. 平衡时升高温度,  $v_{正}$  减小,  $v_{逆}$  增大
- C. 及时分离  $TiCl_4$  可加快反应达到平衡状态
- D. 上述反应中每生成 1molCO, 转移电子的数目为  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$

3. 下列说法正确的是

- A. 催化剂能加快反应速率, 也能提高反应物的平衡转化率
- B.  $C(s, \text{金刚石})=C(s, \text{石墨}) \Delta H<0$ , 说明石墨比金刚石稳定
- C. 放热反应不需要加热就能发生
- D. 所有的吸热反应一定都是不能自发进行

4. 在一定温度下的密闭容器中发生反应:  $xA(g)+yB(g) \rightleftharpoons zC(g)$ , 平衡时测得 A 的浓度为 0.25mol/L。保持温度不变, 将容器的容积压缩至原来的一半, 再达平衡时, 测得 A 的浓度为 0.60 mol /L。下列有关判断正确的是

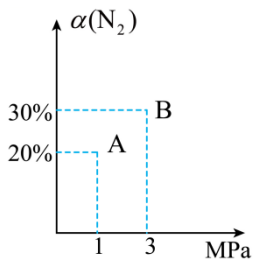
- A. 平衡向正反应方向移动
- B.  $x+y<z$
- C. B 的转化率升高
- D. C 的体积分数增大

5. 一定温度下, 在恒容密闭容器中充入 1mol 草酸镁, 发生反应:

$MgC_2O_4(s) \rightleftharpoons MgO(s)+CO(g)+CO(g)$ 。下列叙述正确的是

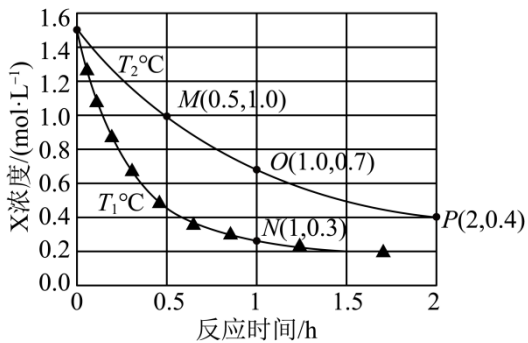
- A. 当混合气体中 CO 体积分数不变时不一定达到平衡状态
- B. 平衡时充入 0.1molCO 和 0.1molCO<sub>2</sub> 达到新平衡时 CO<sub>2</sub> 浓度大于原平衡
- C. 平衡时充入氢气, 正反应速率大于逆反应速率
- D. 如果分离 CO<sub>2</sub> 平衡向正反应方向移动, 平衡常数增大

6. 某温度下, 对于反应  $N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \Delta H = -92.4kJ / mol$ ,  $N_2$  的平衡转化率( $\alpha$ )与体系总压强(P)的关系如图所示, 下列说法正确的是



- A. 将 2.0mol 氮气、6.0mol 氢气，置于 1L 密闭容器中发生反应，放出的热量为 184.8kJ
- B. 保持压强不变，通入惰性气体，平衡不移动：
- C. 上述反应在达到平衡后，增大压强， $H_2$  的转化率提高
- D. 平衡状态由 A 变到 B 时，平衡常数  $K(A) < K(B)$

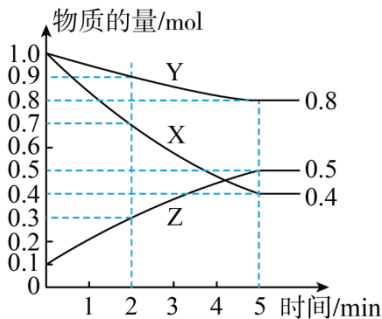
7. 已知反应： $X(g) + Y(s) \rightleftharpoons 2Z(g)$   $\Delta H < 0$ 。测得在  $T_1^\circ\text{C}$  和  $T_2^\circ\text{C}$  时，在 2L 恒容密闭容器中充入 3mol X 和足量的 Y 发生反应，X 的浓度随反应时间的变化曲线如图所示。下列说法错误的是



- A. M、N、P、O 四点的逆反应速率大小关系： $N > P > O > M$
- B.  $T_1^\circ\text{C}$  时，用 Z 表示 0~1h 的平均反应速率为  $2.4\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$
- C. P 点不可能处于化学平衡状态
- D.  $T_2^\circ\text{C}$  条件下，若在 O 点时再充入 1.0mol X，与原投料相比，X 的平衡转化率增大

8. 请按要求完成下列问题。

(1) 某温度下在容积为 1L 密闭容器中，X、Y、Z 三种气态物后的物质的量随时间变化曲线如图。



该反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(2) 一定条件下，在 5L 密闭容器内，反应  $2\text{NO}_2(g) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(g)$ ， $\text{NO}_2$  的物质的量随时间变化如表：

时间/s	0	1	2	3	4	5
------	---	---	---	---	---	---

$n(\text{NO}_2) / \text{mol}$	0.040	0.020	0.010	0.005	0.005	0.005
-------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

①用  $\text{N}_2\text{O}_4$  表示 0~2s 内该反应的平均速率为\_\_\_\_\_  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ，在第 5s 时， $\text{NO}_2$  转化率为\_\_\_\_\_。在第 2s 时  $\text{N}_2\text{O}_4$  的体积分数为\_\_\_\_\_。

②为加快反应速率，可以采取的措施是\_\_\_\_\_。

a. 升高温度    b. 恒容时充入  $\text{He}(\text{g})$

(3) 反应  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ ，在一定温度下 2L 密闭容器内，在该反应已经达到平衡状态的是\_\_\_\_\_。

a.  $2v_{\text{逆}}(\text{NO}) = v_{\text{正}}(\text{O}_2)$

b. 容器内压强保持不变

c.  $v(\text{NO}_2) = 2v(\text{O}_2)$

d. 容器内的密度保持不变

e. 容器内混合气体平均相对分子质量不变

f.  $c(\text{NO}) : c(\text{O}_2) : c(\text{NO}_2) = 2 : 1 : 2$

g. 容器内气体颜色不变

## 第二章 化学反应速率与化学平衡

### 第二章 化学反应速率与化学平衡

#### 单元复习

##### 板块导航

- 01/学习目标 明确内容要求, 落实学习任务
- 02/思维导图 构建知识体系, 加强学习记忆
- 03/知识导学 梳理教材内容, 掌握基础知识
- 04/效果检测 课堂自我检测, 发现知识盲点
- 05/问题探究 探究重点难点, 突破学习任务
- 06/分层训练 课后训练巩固, 提升能力素养

part.

01

复习目标

1. 了解化学反应速率的概念及反应速率的表示方法。理解外界条件(浓度、温度、压强、催化剂等)对反应速率的影响。
2. 了解化学反应的可逆性。理解化学平衡的含义及其与反应速率之间的联系。
3. 理解勒夏特列原理的含义。理解浓度、温度、压强等条件对化学平衡移动的影响。
4. 了解化学反应速率和化学平衡的调控在生活、生产和科学研究中的重要作用。
5. 了解常见的几种平衡图像, 能根据图像进行分析。

**重点:** 化学反应速率和化学平衡的调控。

**难点:** 化学反应速率和化学平衡的调控在生活、生产和科学研究中的重要作用。

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/778065130123007007>