

### 第3课时 浓度、压强对化学平衡移动的影响

[核心素养发展目标] 1.变化观念与平衡思想：从变化的角度认识化学平衡的移动，即可逆反应达到平衡后，浓度、压强改变，平衡将会发生移动而建立新的平衡。2.证据推理与模型认知：从  $Q$  与  $K$  的关系及浓度、压强对可逆反应速率的影响，分析理解化学平衡的移动。3.科学探究：通过实验论证说明浓度、压强的改变对化学平衡移动的影响。

#### 一、浓度对化学平衡移动的影响

##### 1. 实验探究浓度对化学平衡的影响

按表中实验操作步骤完成实验，观察实验现象，将有关实验现象及其结论填入表中：

实验原理	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3(\text{红色})$	
实验操作		
现象与结论	b 溶液颜色变浅，平衡向逆反应方向移动	c 溶液颜色变深，平衡向正反应方向移动
理论解释	发生 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ ， $\text{Fe}^{3+}$ 浓度减小， $Q = \frac{c[\text{Fe}(\text{SCN})_3]}{c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c^3(\text{SCN}^-)}$ 增大， $Q > K$ ，平衡逆向移动	$c(\text{SCN}^-)$ 增大， $Q = \frac{c[\text{Fe}(\text{SCN})_3]}{c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c^3(\text{SCN}^-)}$ 减小， $Q < K$ ，平衡正向移动

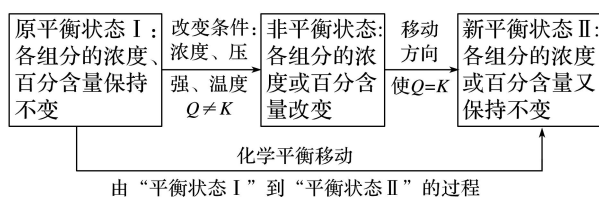
##### 2. 化学平衡移动

(1)概念：在一定条件当可逆反应达到平衡状态后，如果浓度、压强、温度等反应条件改变，原来的平衡状态被破坏，平衡体系的物质组成也会随着改变，直至达到新的平衡状态。这种由原有的平衡状态达到新的平衡状态的过程叫做化学平衡的移动。

##### (2)化学平衡移动的特征

新平衡与原平衡相比，平衡混合物中各组分的浓度、百分含量发生改变。

##### (3)化学平衡移动的过程分析



#### (4) 化学平衡移动方向的判断

当  $Q=K$  时：反应处于平衡状态， $v_{\text{正}}=v_{\text{逆}}$ ；

当  $Q<K$  时：反应向正反应方向进行， $v_{\text{正}}>v_{\text{逆}}$ ；

当  $Q>K$  时：反应向逆反应方向进行， $v_{\text{正}}<v_{\text{逆}}$ 。

### 3. 浓度对化学平衡的影响规律及解释

#### (1) 浓度对化学平衡移动的影响规律

当其他条件不变时：

①  $c(\text{反应物})$  增大或  $c(\text{生成物})$  减小，平衡向正反应方向移动。

②  $c(\text{反应物})$  减小或  $c(\text{生成物})$  增大，平衡向逆反应方向移动。

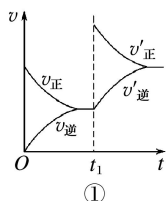
(2) 用平衡常数分析浓度对化学平衡移动的影响：

①  $\left. \begin{array}{l} \text{增大 } c(\text{反应物}) \\ \text{减小 } c(\text{生成物}) \end{array} \right\} Q \text{ 减小, 则 } Q < K, \text{ 平衡向正反应方向移动}$

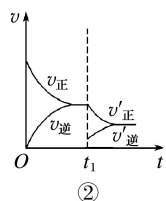
②  $\left. \begin{array}{l} \text{增大 } c(\text{生成物}) \\ \text{减小 } c(\text{反应物}) \end{array} \right\} Q \text{ 增大, 则 } Q > K, \text{ 平衡向逆反应方向移动}$

#### 4. 分析浓度变化对正、逆反应速率的影响

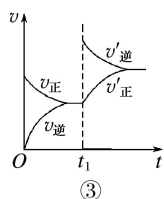
已知反应： $m\text{A}(\text{g})+n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g})$ ，当反应达到平衡后，有关物质的浓度发生改变，其反应速率的变化曲线分别如下图所示：



$t_1$  时刻，增大反应物浓度，使  $v'_{\text{正}}$  增大，而  $v'_{\text{逆}}$  不变，则  $v'_{\text{正}} > v'_{\text{逆}}$ ，平衡向正反应方向移动。

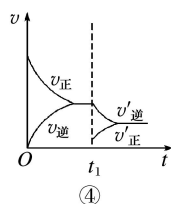


$t_1$  时刻，减小生成物浓度，使  $v'_{\text{逆}}$  减小，而  $v'_{\text{正}}$  不变，则  $v'_{\text{正}} > v'_{\text{逆}}$ ，平衡向正反应方向移动。



$t_1$  时刻，增大生成物浓度，使  $v'_{\text{逆}}$  增大，而  $v'_{\text{正}}$  不变，则  $v'_{\text{逆}} > v'_{\text{正}}$ ，平衡向逆反应方向移动。

动。



$t_1$ 时刻，减小反应物浓度，使  $v'_正$  减小，而  $v'_逆$  不变，则  $v'_逆 > v'_正$ ，平衡向逆反应方向移动。

## 5. 应用

在工业生产中，适当增大廉价的反应物的浓度，使化学平衡向正反应方向移动，可提高价格较高的原料的转化率，从而降低生产成本。

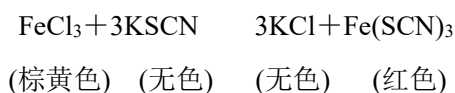
### 【正误判断】

- (1)合成氨反应中，增加  $N_2$  的浓度，可使平衡正向移动，提高  $H_2$  的转化率，降低成本( )
- (2) $C(s)+H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g)+H_2(g)$ 在某温度下达到平衡后，增加一部分  $C(s)$ ， $v_正$ 增大，平衡正向移动( )
- (3)恒容容器中充入 He 气，可使  $N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ 平衡向正向移动( )
- (4)改变条件使  $v_正$ 增大了，则化学平衡一定向正反应方向移动( )
- (5)化学平衡向正反应方向移动， $v_逆$ 一定比  $v_正$ 小( )
- (6)反应混合物各组分百分含量发生改变，化学平衡一定发生了移动( )

答案 (1)√ (2)× (3)× (4)× (5)√ (6)√

### 【深度思考】

1. 检验  $Fe^{3+}$  的存在，可向溶液中加入 KSCN 溶液，发生反应如下：



能使该可逆反应发生平衡移动的是\_\_\_\_\_。

- ①加入 KCl 固体 ②加入 Fe 粉 ③加入  $FeCl_3$  固体

不能使平衡发生移动的是\_\_\_\_\_，原因是\_\_\_\_\_。

答案 ②③ ① 该可逆反应的实质为  $Fe^{3+} + 3SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_3$ ，加入 KCl 固体，只增加了  $c(K^+)$ 、 $c(Cl^-)$ ，未改变  $c(Fe^{3+})$ 、 $c(SCN^-)$ 、 $c[Fe(SCN)_3]$ ，平衡不移动

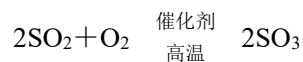
2. 在恒温恒容的容器中发生反应  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ ，当反应达到平衡后，判断改变下列措施化学平衡移动的方向(填“正向移动”“逆向移动”或“不移动”)。

- (1)向容器中充氮气\_\_\_\_\_；
- (2)向容器中充氢气\_\_\_\_\_；
- (3)向容器中充氨气\_\_\_\_\_；
- (4)向容器中充氦气\_\_\_\_\_；

(5)向容器中充入氯化氢气体\_\_\_\_\_。

答案 (1)正向移动 (2)正向移动 (3)逆向移动 (4)不移动 (5)正向移动

3. 工业上制取硫酸的过程中, 有一重要的反应:



在实际生产过程中, 常用过量的空气的目的是

答案 使平衡正向移动, 提高二氧化硫的利用率, 降低生产成本

### ■ 特别提醒 ■

(1)“浓度对化学平衡移动的影响”中的“浓度”是指与反应有关的气体或溶液中参加反应的离子的浓度。

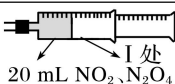
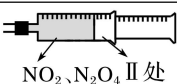
(2)对于离子平衡体系, 注意离子浓度的改变方式, 排除不参与反应的离子的干扰。

(3)固体或纯液体的浓度是常数, 改变固体或纯液体的量并不影响  $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$  的大小, 平衡不移动。

## 二、压强变化对化学平衡移动的影响

### 1. 实验探究压强对化学平衡移动的影响

按表中实验操作步骤完成实验, 观察实验现象, 将有关实验现象及其结论填入表中:

实验原理	$2\text{NO}_2$ (红棕色)	$\text{N}_2\text{O}_4$ (无色)
实验步骤		
	活塞 II 处 → I 处, 压强增大	活塞 I 处 → II 处, 压强减小
实验现象	混合气体的颜色先变深又逐渐变浅	混合气体的颜色先变浅又逐渐变深
实验结论	活塞往里推, 体积减小, 压强增大, $c(\text{NO}_2)$ 增大, 颜色变深, 但颜色又变浅, 说明 $c(\text{NO}_2)$ 减小, 平衡向正反应方向移动。 活塞往外拉, 体积增大, 压强减小, $c(\text{NO}_2)$ 减小, 颜色变浅, 但气体颜色又变深, 说明 $c(\text{NO}_2)$ 增大, 平衡向逆反应方向移动	

### 2. 压强对化学平衡移动的影响规律及解释

(1)在其他条件不变时:

①增大压强, 化学平衡向气体体积减小的方向移动。

②减小压强, 化学平衡向气体体积增大的方向移动。

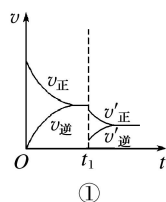
③对于反应前后气体分子数目不变的反应, 改变压强平衡不移动。

(2)利用平衡常数分析压强对化学平衡移动的影响

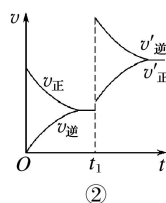
化学方程式中气态物质系数的变化	压强变化	$Q$ 值变化	$Q$ 与 $K$ 的关系	平衡移动方向
增大	增大	增大	$Q \geq K$	逆向移动
	减小	减小	$Q \leq K$	正向移动
减小	增大	减小	$Q \leq K$	正向移动
	减小	增大	$Q \geq K$	逆向移动
不变	增大	不变	$Q = K$	不移动
	减小			

### 3. 分析压强变化对正、逆反应速率影响

(1) 对于反应  $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g})$   $m+n \neq p$ , 当反应达到平衡后, 其他条件不变, 在  $t_1$  时刻改变压强, 图像如①、②:

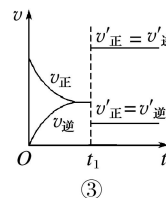


$t_1$  时刻, 增大容积, 压强减小,  $v'_{\text{正}}$ 、 $v'_{\text{逆}}$  均减小, 缩体方向的  $v'_{\text{逆}}$  减小幅度更大, 则  $v'_{\text{正}} > v'_{\text{逆}}$ , 平衡向正反应方向移动。



$t_1$  时刻, 缩小容积, 压强增大,  $v'_{\text{正}}$ 、 $v'_{\text{逆}}$  均增大, 缩体方向的  $v'_{\text{逆}}$  增大幅度更大, 则  $v'_{\text{逆}} > v'_{\text{正}}$ , 平衡向逆反应方向移动。

(2) 对于反应  $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g})$   $m+n = p$ , 当反应达到平衡后, 其他条件不变, 在  $t_1$  时刻改变压强, 图像如③:

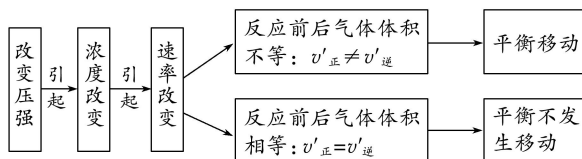


$t_1$  时刻, 若缩小容积, 压强增大,  $v'_{\text{正}}$ 、 $v'_{\text{逆}}$  均增大, 且  $v'_{\text{正}} = v'_{\text{逆}}$ , 平衡不移动, 如图上曲线。 $t_1$  时刻, 若增大容积, 压强减小,  $v'_{\text{正}}$ 、 $v'_{\text{逆}}$  均减小, 且  $v'_{\text{正}} = v'_{\text{逆}}$ , 平衡不移动, 如图下曲线。

**提醒** ①压强对平衡移动的影响: 只适用于有气体参与的反应。对于只涉及固体或液体的反

应，压强的影响不予考虑。

②压强是否能使化学平衡发生移动，要看压强改变是否使浓度发生改变，从而使  $v'_{正} \neq v'_{逆}$ 。



### 【正误判断】

- (1)有气体参与的反应，改变压强，平衡一定发生移动( )
- (2)增大压强可使  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3(\text{g})$  平衡向正向移动，原因是增大压强， $v_{正}$  增大， $v_{逆}$  减小( )
- (3)对  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ，在其他条件不变时，改变压强，平衡不移动( )
- (4)对  $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ ，其他条件不变时，增大压强，体系的颜色加深，平衡正向移动( )

答案 (1)× (2)× (3)√ (4)×

### 【深度思考】

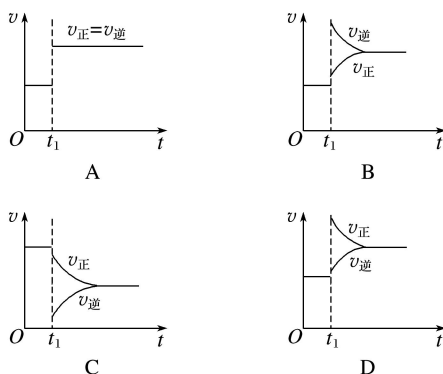
1. 在恒温密闭容器中进行下列反应



达到平衡后，改变下列条件，则指定物质的浓度及平衡如何变化：

- (1)减小密闭容器体积，保持温度不变，则平衡逆向移动； $c(\text{CO}_2)$ 增大。
- (2)通入  $\text{N}_2$ ，保持密闭容器体积和温度不变，则平衡不移动； $c(\text{CO}_2)$ 不变。
- (3)通入  $\text{N}_2$ ，保持密闭容器压强和温度不变，则平衡正向移动； $c(\text{CO}_2)$ 减小。

2. 一定条件下，某可逆反应在密闭容器中建立化学平衡，在  $t_1$  时刻改变某一个条件，建立新的平衡，其  $v-t$  图像如下：



(1)对于反应： $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ， $t_1$  时刻缩小容器体积，其图像为 **D**，平衡向正反应方向 (填“向正反应方向”“向逆反应方向”或“不”，下同)移动。

(2)对于反应  $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ ， $t_1$  时刻增大容器体积，其图像为 **C**，平衡向正反应方向 移动。

(3)对于反应  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ ,  $t_1$ 时刻缩小容器体积, 其图像为 **A**, 平衡不移动。

3. 在密闭容器中, 反应:  $x\text{A}(\text{g}) + y\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons z\text{C}(\text{g})$ , 在一定条件下达到平衡状态, 试回答下列问题:

(1)若  $x+y > z$ , 缩小体积, 增大压强, 则平衡向\_\_\_\_\_方向移动。

(2)若保持体积不变, 通入氦气, 则平衡\_\_\_\_\_移动。

(3)若保持压强不变, 通入氦气, 平衡向正反应方向移动, 则  $x$ 、 $y$ 、 $z$  的关系为\_\_\_\_\_。

(4)若  $x+y = z$ , 缩小体积, 增大压强, 则平衡\_\_\_\_\_移动。

答案 (1)正反应 (2)不 (3) $x+y < z$  (4)不

### ■ 归纳总结 ■

#### 充入“惰性”气体对化学平衡的影响

(1)恒容时, 通入“惰性”气体, 压强增大, 平衡不移动; 恒压时, 通入“惰性”气体, 体积增大, 平衡向气体体积增大的方向移动。

(2)在恒容容器中, 改变其中一种物质的浓度时, 必然同时引起压强的改变, 但判断平衡移动的方向时, 应以浓度的影响进行分析。

(3)对于反应前后气体体积相等的反应[如  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ ], 当向平衡体系中充入“惰性”气体时, 则无论任何情况下平衡都不发生移动。

#### 随堂演练 知识落实

1. 下列可确认化学平衡一定发生移动的是( )

- A. 化学反应速率发生了改变
- B. 有气态物质参加的可逆反应达到平衡后, 改变了压强
- C. 可逆反应达到平衡, 使用了催化剂
- D. 由于某一条件的改变, 使正、逆反应速率不再相等

答案 D

解析 化学平衡移动的实质是正、逆反应速率不相等。A中化学反应速率发生了改变, 但可能正、逆反应速率同等程度地改变, 两者仍相等; B中对于反应前后气体体积相等的反应, 压强的改变对正、逆反应速率的影响相同; C中催化剂同等程度地改变正、逆反应速率。

2. 一定温度下, 反应  $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  在密闭容器中进行, 一段时间后达到平衡, 下列措施不能使平衡发生移动的是( )

- ①增加 C 的物质的量
- ②保持容器容积不变, 充入 He 使体系压强增大
- ③将容器的容积缩小一半
- ④保持压强不变, 充入 He 使容器容积变大

- A. ①②
- B. ②③
- C. ①④
- D. ③④

答案 A

解析 ①C 是固体，其浓度为常数，改变它的量，平衡不移动；②该反应为反应前后气体体积不相等的反应，保持容器容积不变，充入 He，由于  $c(\text{H}_2\text{O})$ 、 $c(\text{CO})$ 、 $c(\text{H}_2)$  都不变，所以平衡不移动；③缩小容器容积，压强增大，平衡左移；④保持压强不变，充入 He，容器容积扩大，平衡右移。

3. 在新制的氯水中存在平衡： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ ，若向氯水中投入少量碳酸钙粉末，溶液中发生的变化是( )

- A.  $\text{H}^+$  浓度减小，HClO 浓度减小
- B.  $\text{H}^+$  浓度增大，HClO 浓度增大
- C.  $\text{H}^+$  浓度减小，HClO 浓度增大
- D.  $\text{H}^+$  浓度增大，HClO 浓度减小

答案 C

解析 碳酸的酸性弱于盐酸而强于次氯酸，向氯水中投入少量碳酸钙粉末后，与盐酸反应，而不与次氯酸反应。又由于  $\text{H}^+$  浓度减小，平衡  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$  向正反应方向移动，故 HClO 浓度增大。

4. 在一密闭容器中，反应  $a\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons b\text{B}(\text{g})$  达到平衡后，保持温度不变，将容器体积增大一倍，当达到新的平衡时，B 的浓度是原来的 60%，则下列说法正确的是( )

- A. 平衡向逆反应方向移动了
- B. 物质 A 的转化率减小了
- C. 物质 B 的质量分数增大了
- D.  $a > b$

答案 C

解析 平衡后将容器体积增大一倍，即压强减小到原来的一半，A、B 的浓度都变为原来的 50%，达到新平衡后，B 的浓度是原来的 60%，说明减小压强使平衡向正反应方向移动，则正反应是气体体积增大的反应，即  $b > a$ ，B 的质量、质量分数、物质的量、物质的量分数及 A 的转化率都增大了。

5. 工业上先将煤转化为 CO，再利用 CO 和水蒸气反应制  $\text{H}_2$  时，存在以下反应： $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 。

(1)向 1 L 恒容密闭容器中充入 CO 和  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，温度为  $T$  时测得部分数据如下表：

$t/\text{min}$	0	1	2	3	4
$n(\text{H}_2\text{O})/\text{mol}$	0.60	0.50	0.44	0.40	0.40
$n(\text{CO})/\text{mol}$	0.40	0.30	0.24	0.20	0.20

则该温度下反应的平衡常数  $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



(2)相同温度下,若向 2 L 恒容密闭容器中充入 1 mol CO、4 mol H<sub>2</sub>O(g)、2 mol CO<sub>2</sub>、2 mol H<sub>2</sub>,此时平衡向\_\_\_\_\_方向移动,  $v_{正}$ \_\_\_\_\_ (填“>”“=”或“<”)  $v_{逆}$ 。

答案 (1)0.5 (2)逆反应 <

解析 (1)3~4 min 反应达平衡状态

	CO(g) + H <sub>2</sub> O(g)		CO <sub>2</sub> (g) + H <sub>2</sub> (g)	
起始浓度/mol·L <sup>-1</sup>	0.40	0.60	0	0
转化浓度/mol·L <sup>-1</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20
平衡浓度/mol·L <sup>-1</sup>	0.20	0.40	0.20	0.20

$$K = \frac{0.20 \times 0.20}{0.20 \times 0.40} = 0.5。$$

$$(2)Q = \frac{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{CO}_2)}{c(\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{CO})} = \frac{\frac{2}{2} \times \frac{2}{2}}{\frac{4}{2} \times \frac{1}{2}} = 1 > K, \text{ 所以平衡向逆反应方向移动, } v_{正} < v_{逆}。$$

## 课时对点练

### ☑对点训练

#### 题组一 化学平衡移动概念的理解

1. 对处于化学平衡状态的体系,由化学平衡与化学反应速率的关系可知( )

- A. 化学反应速率变化时,化学平衡一定发生移动
- B. 化学平衡发生移动时,化学反应速率一定变化
- C. 正反应进行的程度大,正反应速率一定大
- D. 改变压强,化学反应速率一定改变,平衡一定移动

答案 B

解析 如果正、逆反应速率改变的幅度一样大,则平衡不移动,A项错;化学平衡发生移动,则化学反应速率一定改变,B项对;反应进行的程度与化学反应速率无关,C项错;改变压强,化学反应速率不一定改变(如固液反应或容器容积不变的反应体系中充入不参与反应的气体),平衡也不一定移动,D项错。

2. 在一定条件下,反应:  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$  达到了平衡,改变某一条件,发生下述变化,其中可确定该平衡一定发生移动的是( )

- A.  $v(\text{SO}_2)$  增大
- B.  $v(\text{SO}_3)$  减小
- C. O<sub>2</sub> 的百分含量发生变化
- D. SO<sub>3</sub> 的质量不变

答案 C

解析 正、逆反应速率同等倍数的增大或减小，平衡不移动；O<sub>2</sub>的百分含量发生变化，化学平衡一定发生移动；SO<sub>3</sub>的质量不变，平衡不移动。

### 题组二 浓度对化学平衡移动的影响

3. 在恒温恒容的条件下，反应：A(g)+B(g) ⇌ C(g)+D(s)已达平衡，能使平衡正向移动的措施是( )

- A. 减小 C 或 D 的浓度                      B. 增大 D 的浓度  
C. 减小 B 的浓度                              D. 增大 A 或 B 的浓度

答案 D

解析 增大反应物的浓度或减小生成物的浓度都可以使平衡向正反应方向移动，但注意本题中物质 D 是固体，其浓度是常数，故改变物质 D 的量对平衡无影响，D 项正确。

4. 从植物花中提取一种有机物，可用简化式 HIn 表示，在溶液中因存在下列电离平衡：HIn(溶液红色) ⇌ H<sup>+</sup>(溶液)+In<sup>-</sup>(溶液黄色)，故可用作酸碱指示剂。在该水溶液中加入下列物质，能使该指示剂显黄色的是( )

- A. 盐酸                                          B. 碳酸钠溶液  
C. 氯化钠溶液                                D. 过氧化钠

答案 B

解析 改变条件后溶液呈黄色，说明平衡向正反应方向移动，应该降低氢离子的浓度，符合要求的是 B、D 两个选项，但是过氧化钠具有漂白性，黄色会褪去，只有 B 项正确。

5. 在 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 溶液中存在下列平衡：2CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(黄色)+2H<sup>+</sup> ⇌ Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>(橙色)+H<sub>2</sub>O。溶液颜色介于黄色和橙色之间，现欲使溶液颜色由橙色变黄色，可以在溶液中加入( )

- ①H<sup>+</sup> ②OH<sup>-</sup> ③K<sup>+</sup> ④H<sub>2</sub>O  
A. ①③ B. ②④ C. ①④ D. ②③

答案 B

6. 有甲、乙、丙三支试管，分别加入下列物质后，观察这三支试管的颜色，其中颜色最浅的是( )

甲：10 mL 0.01 mol·L<sup>-1</sup> 的 FeCl<sub>3</sub> 溶液和 10 mL 0.01 mol·L<sup>-1</sup> 的 KSCN 溶液

乙：5 mL 水、10 mL 0.01 mol·L<sup>-1</sup> 的 FeCl<sub>3</sub> 溶液和 5 mL 0.01 mol·L<sup>-1</sup> 的 KSCN 溶液

丙：10 mL 0.1 mol·L<sup>-1</sup> 的 FeCl<sub>3</sub> 溶液和 10 mL 0.1 mol·L<sup>-1</sup> 的 KSCN 溶液

- A. 甲试管                                      B. 乙试管  
C. 丙试管                                      D. 无法判断

答案 B

解析 三支试管中存在如下平衡体系：Fe<sup>3+</sup>+3SCN<sup>-</sup> ⇌ Fe(SCN)<sub>3</sub>(红色)，由于丙试管中 Fe<sup>3+</sup> 和 SCN<sup>-</sup> 的浓度最大，故其颜色最深；甲与乙相比，甲中 SCN<sup>-</sup> 的浓度大于乙，平衡正向移动，颜色加深，故乙中颜色最浅。

7. 在一恒容密闭容器中, 反应:  $A(g)+B(g) \rightleftharpoons C(g)$  达到平衡, 若增大 A 的浓度, 使平衡右移, 并达到新的平衡, 下列说法正确的是( )

- A. A 的浓度一定比原平衡小
- B. A 的转化率增大
- C. C 的体积分数一定大于原平衡 C 的体积分数
- D. B 的转化率一定增大

答案 D

解析 增大 A 的浓度, 尽管平衡右移, 但加入的 A 不可能全部转化, 平衡的移动只是一个减弱的过程。平衡时 A 的浓度一定比原平衡大; 增大 A 的浓度, A 的转化率减小, 而同为反应物的 B 的转化率增大; 因为 A 的总量在增大, 所以 C 的体积分数不一定增大。

### 题组三 压强对化学平衡移动的影响

8. (2019·赣州高二检测) 反应  $NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g)+H_2S(g)$  在某温度下达到平衡, 下列各种情况下, 不会使平衡发生移动的是( )

- A. 温度、容积不变时, 通入  $SO_2$  气体
- B. 将  $NH_4HS$  固体全部移走
- C. 保持温度和容器体积不变, 充入氮气
- D. 保持温度和压强不变, 充入氮气

答案 C

9. 已知化学反应  $2A(?) + B(g) \rightleftharpoons 2C(?)$  达到平衡, 当增大压强时, 平衡向逆反应方向移动, 则下列情况可能的是( )

- A. A 是气体, C 是固体
- B. A、C 均为气体
- C. A、C 均为固体
- D. A 是固体或液体, C 是气体

答案 D

解析 增大压强, 平衡向逆反应方向移动, 说明逆向为缩体反应, 由于 B 为气体, 所以 C 为气体, A 为非气体。

10. 在一密闭容器中发生反应:  $2A(g)+2B(g) \rightleftharpoons C(s)+3D(g)$

$\Delta H < 0$ , 达到平衡时采取下列措施, 可以使正反应速率  $v_{正}$  增大、D 的物质的量浓度  $c(D)$  增大的是( )

- A. 移走少量 C
- B. 扩大容积, 减小压强
- C. 缩小容积, 增大压强
- D. 体积不变, 充入惰性气体

答案 C

解析 A项, C为固体, 改变其量, 对反应速率无影响, 错误; B项, 扩大容积,  $v_{\text{正}}$ 减小,  $c(\text{D})$ 也减小, 错误; C项, 缩小容积, 浓度增大, 速率也增大, 平衡正向移动,  $c(\text{D})$ 也增大, 正确; D项, 体积不变, 充入惰性气体, 反应物浓度不变, 速率不变, 平衡不移动, 错误。

11. (2020·承德高二月考)在密闭容器中的一定量混合气体发生反应:  $x\text{A}(\text{g})+y\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons z\text{C}(\text{g})$ , 达到平衡时, 测得 A 的浓度为  $0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 在温度不变的条件下, 将容器的体积扩大到两倍, 再达到平衡, 测得 A 的浓度降低为  $0.3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。下列有关判断正确的是( )

- A.  $x+y < z$
- B. 平衡向正反应方向移动
- C. C 的体积分数降低
- D. B 的浓度增大

答案 C

解析 在温度不变的条件下, 将容器的体积扩大到两倍, 若平衡不移动, 则 A 的浓度为  $0.25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ; 体积扩大两倍, 再次达到平衡时 A 的浓度为  $0.3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} > 0.25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 说明体积增大(减小压强), 平衡向逆反应方向移动,  $x+y > z$ , C 的体积分数降低, B 的浓度减小。

12. 在  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $5.05 \times 10^5 \text{ Pa}$  条件下, 在密闭容器中进行反应  $2\text{A}(\text{g})+x\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{C}(\text{g})$ , 达到平衡时  $c(\text{A})=1.00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 现将压强减小到  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 建立平衡后,  $c(\text{A})=0.18 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 则下列说法正确的是( )

- A.  $x > 2$
- B. 若增大该体系的压强, 平衡向左移动, 化学平衡常数变小
- C. 若增大该体系的压强, 平衡向右移动, 化学平衡常数不变
- D. 反应的平衡常数表达式为  $K = \frac{c^4(\text{C})}{c^2(\text{A}) \cdot c(\text{B})}$

答案 D

解析 由题意假设平衡不移动, 则  $c(\text{A})=0.20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 而实际  $c(\text{A})=0.18 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 故减小压强, 平衡向正反应方向移动, 则正反应为气体体积增大的反应,  $x=1$ , A 错误; 压强对化学平衡常数无影响, 改变压强, 化学平衡常数不变, B 错误; 增大该体系的压强, 平衡向左移动, C 错误; 反应的化学平衡常数表达式是  $K = \frac{c^4(\text{C})}{c^2(\text{A}) \cdot c(\text{B})}$ , D 正确。

### 综合强化

13. 在水溶液中橙色的  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  与黄色的  $\text{CrO}_4^{2-}$  有下列平衡关系:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ , 重铬酸钾( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )溶于水配成的稀溶液是橙黄色的。

- (1)向上述溶液中加入 NaOH 溶液, 溶液呈\_\_\_\_\_色。因为\_\_\_\_\_。
- (2)向已加入 NaOH 溶液的(1)溶液中再加入过量稀硫酸, 则溶液呈\_\_\_\_\_色, 因为\_\_\_\_\_。

(3)向原溶液中加入  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液(已知  $\text{BaCrO}_4$  为黄色沉淀),则平衡\_\_\_\_\_ (填“逆向移动”或“正向移动”), 溶液颜色将\_\_\_\_\_。

答案 (1)黄  $\text{OH}^-$  与  $\text{H}^+$  结合生成水,  $c(\text{H}^+)$  减小, 使平衡正向移动,  $\text{CrO}_4^{2-}$  浓度增大, 溶液由橙黄色变为黄色

(2)橙  $c(\text{H}^+)$  增大, 平衡逆向移动,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  浓度增大, 溶液又由黄色变为橙色 (3)正向移动 逐渐变浅, 直至无色

解析 加碱中和溶液中的  $\text{H}^+$ , 平衡正向移动, 溶液中的  $c(\text{CrO}_4^{2-})$  增大; 加酸使平衡逆向移动, 溶液中的  $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$  增大; 加  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ , 发生的反应为  $\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} = \text{BaCrO}_4 \downarrow$  (黄色), 平衡正向移动, 溶液颜色将由橙黄色逐渐变浅, 直至无色。

14. 将等物质的量的 A、B、C、D 四种物质混合, 发生如下反应:  $a\text{A} + b\text{B} = c\text{C}(\text{s}) + d\text{D}$ ,

当反应进行一段时间后, 测得 A 减少了  $n \text{ mol}$ , B 减少了  $\frac{n}{2} \text{ mol}$ , C 增加了  $\frac{3}{2}n \text{ mol}$ , D 增加了  $n \text{ mol}$ , 此时达到化学平衡状态。

(1)该化学方程式中各物质的化学计量数为  $a =$  \_\_\_\_\_,  $b =$  \_\_\_\_\_,  $c =$  \_\_\_\_\_,  $d =$  \_\_\_\_\_。

(2)若只改变压强, 反应速率发生变化, 但平衡不发生移动, 该反应中各物质的聚集状态是 A: \_\_\_\_\_, B: \_\_\_\_\_, D: \_\_\_\_\_。

答案 (1)2 1 3 2 (2)气态 固态或纯液态 气态

解析 (1)设 A、B、C、D 初始物质的量都为  $m \text{ mol}$ , 由可逆反应:

	$a\text{A} +$	$b\text{B}$	$=$	$c\text{C}(\text{s}) +$	$d\text{D}$
初始时物质的量/mol	$m$	$m$		$m$	$m$
转化的物质的量/mol	$n$	$\frac{n}{2}$		$\frac{3}{2}n$	$n$

因参加反应的各物质的物质的量之比等于化学方程式中的各物质的化学计量数之比, 所以得  $a : b : c : d = n : \frac{n}{2} : \frac{3}{2}n : n = 2 : 1 : 3 : 2$ , 即得  $a = 2, b = 1, c = 3, d = 2$ 。(2)改变压强, 反应速率发生变化, 说明反应体系中有气态物质; 而平衡不移动说明反应前后气态物质的体积相同  $V_{\text{前}} = V_{\text{后}}$ , 即 A 为气体, B 为固体或纯液体, C 为固体(题设条件), D 为气体时合理。

15. 根据外界条件对化学平衡的影响回答下列问题:

(1)碘单质难溶于水却易溶于 KI 溶液。

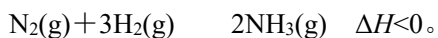
碘水中加入 KI 溶液发生反应:  $\text{I}_2(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq}) = \text{I}_3^-(\text{aq})$ , 下列说法不正确的是\_\_\_\_\_ (填字母, 下同)。

a. 上述体系中加入苯, 平衡不移动

b. 可运用该反应原理除去硫粉中少量的碘单质

- c. 实验室配制碘水时，为增大碘单质的溶解度可加入适量 KI 溶液
- d. 加入  $\text{AgNO}_3$  溶液平衡向左移动

(2)某温度下，体积一定的密闭容器中进行反应：



①下列分析正确的是\_\_\_\_\_。

- a. 平衡后，加入  $\text{N}_2$ ，该反应的  $\Delta H$  增大
- b. 平衡后，加入催化剂，该反应的  $\Delta H$  不变
- c. 平衡后，充入  $\text{NH}_3$ ，新平衡时， $\text{NH}_3$  的百分含量变大
- d. 若反应前充入的  $\text{N}_2$  与  $\text{H}_2$  物质的量相等，达平衡时  $\text{N}_2$  的转化率比  $\text{H}_2$  的高

②欲提高  $\text{H}_2$  的转化率，下列措施可行的是\_\_\_\_\_。

- a. 缩小容器体积
- b. 向容器中按原比例再充入  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$
- c. 向容器中再充入惰性气体
- d. 改变反应的催化剂
- e. 液化  $\text{NH}_3$  并分离

答案 (1)a (2)①bc ②abe

解析 (1)加入苯， $\text{I}_2$  易溶于苯，平衡  $\text{I}_2(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{I}_3^-(\text{aq})$  向左移动，a 项不正确；配制碘水时，加入适量 KI 溶液，平衡向右移动， $\text{I}_2$  的溶解度增大，c 项正确；加入  $\text{AgNO}_3$  溶液， $\text{I}^- + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{AgI} \downarrow$ ，平衡向左移动，d 项正确。

(2)① $\Delta H$  与反应物  $\text{N}_2$  的量无关， $\Delta H$  是表示 1 mol  $\text{N}_2(\text{g})$  和 3 mol  $\text{H}_2(\text{g})$  完全反应时的焓变，故平衡后再加入  $\text{N}_2$ ，该反应的  $\Delta H$  不变，a 项不正确；加入催化剂，不影响反应物和生成物的总能量， $\Delta H$  不变，b 项正确；其他条件不变，平衡后再充入  $\text{NH}_3$ ，相当于增大压强，达到平衡时， $\text{NH}_3$  的百分含量增大，故 c 项正确；若反应前充入的  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$  的物质的量相等，由于反应中转化的  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$  的物质的量之比是 1:3，所以达到平衡时  $\text{N}_2$  的转化率比  $\text{H}_2$  的低，d 项不正确。②a、b 项为增大压强，平衡向右移动， $\alpha(\text{H}_2)$  增大；c、d 项平衡不移动， $\alpha(\text{H}_2)$  不变；e 项平衡向右移动， $\alpha(\text{H}_2)$  增大。