

## 第 8 期参考答案

## 2 版课堂测评

## §3.1 电离平衡

## 第 1 课时 强电解质和弱电解质

1.C  
提示:BaSO<sub>4</sub>为强电解质;金刚石为单质,既不是电解质也不是非电解质;固体 KCl 不导电。本题应选 C 选项。

2.B  
提示:注意 D 选项,化合物类型与电解质强弱没有必然关系,如 Fe(OH)<sub>3</sub> 为离子化合物,但属于弱电解质,HCl 为共价化合物,但属于强电解质,D 选项错误。

3.C  
提示:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 无法电离出 S<sup>2-</sup>;H<sub>2</sub>S 为弱酸,部分电离出 S<sup>2-</sup>;Na<sub>2</sub>S 为强电解质,完全电离产生 S<sup>2-</sup>;NaHS 中 HS<sup>-</sup>微弱电离出少量 S<sup>2-</sup>,同体积、同物质的量浓度的四种溶液中,含 S<sup>2-</sup>最多的是 Na<sub>2</sub>S,本题应选 C 选项。

4.B  
提示:由图可知,浓度相同时,强酸的电导率最大,强碱次之,盐类较低,弱电解质最低,如果浓度不同,则不能比较,强电解质溶液的导电能力不一定比弱电解质溶液强,A、C 选项均错误,B 选项正确。

氨水加酸中和后生成铵盐,铵盐为强电解质,溶液中离子浓度增大,导电能力增强,D 选项错误。

5.(1)都有无色气泡产生 a 中反应速率较快 盐酸是强酸,醋酸是弱酸,盐酸溶液中 c(H<sup>+</sup>)大

(2)> 开始反应时,盐酸溶液中 c(H<sup>+</sup>)较大,但能电离出 H<sup>+</sup>的总的物质的量相等

提示:金属锌与酸反应的速率与 H<sup>+</sup>浓度有关,反应产生的氢气的物质的量取决于酸所能电离出 H<sup>+</sup>或锌的量。

## 第 2 课时 弱电解质的电离平衡

1.D  
提示:注意 C 选项,根据电荷守恒:c(H<sup>+</sup>)=c(CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>)+c(OH<sup>-</sup>),溶液中始终存在 c(H<sup>+</sup>)>c(CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>)。

2.D  
提示:Ca(OH)<sub>2</sub>为强电解质;NaHCO<sub>3</sub> 电离产生 Na<sup>+</sup>与 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>;H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 为多元弱酸,分步电离,不可一步完成。

3.C  
提示:电离吸热,对某弱酸溶液加热,电离平衡向右移动,c(H<sup>+</sup>)增大,弱酸分子的浓度减小,溶液中的离子浓度增大,导电性增强。

## 第 3 课时 电离平衡常数

1.C  
提示:碳酸是分步电离的,H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>⇌HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>+H<sup>+</sup>,HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>⇌CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+H<sup>+</sup>,第一步电离的平衡常数 K<sub>a1</sub>= $\frac{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}$ ,

第二步电离的平衡常数 K<sub>a2</sub>= $\frac{c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-)}$ 。符合条件的为 C 选项。

2.A  
提示:三种酸均为一元酸,电离平衡常数越大,电离程度越大,电解质的强弱顺序为HX>HY>HZ。

3.HF>HNO<sub>2</sub>>HCN  
提示:根据强酸制弱酸的反应原理,可得酸性:HF>HNO<sub>2</sub>>HCN。一元弱酸的电离常数越大,酸性越强,则电离常数由大到小的排序为 HF>HNO<sub>2</sub>>HCN。

4.(1)逆向 不变  
(2)4.18×10<sup>-4</sup>mol/L 4.18%

提示:(2)醋酸电离程度较小,溶液中 CH<sub>3</sub>COOH 电离产生的 c(CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>)=c(H<sup>+</sup>),c(CH<sub>3</sub>COOH)≈0.010mol/L,平衡时 c(H<sup>+</sup>)≈ $\sqrt{K \cdot c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \sqrt{1.75 \times 10^{-5} \times 0.010} \text{ mol/L} \approx 4.18 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 。醋酸的电离度 $\frac{c(\text{已电离})}{c(\text{总})} = \frac{4.18 \times 10^{-4} \text{ mol/L}}{0.010 \text{ mol/L}} \times 100\% = 4.18\%$ 。

## 3 版素养测评

## 素养达标

## 一、单项选择题

1.B  
提示:注意,HI 在水溶液中完全电离,属于强电解质。本题应选 B 选项。

2.C  
提示:注意 B 选项,电离平衡右移,电解质分子的浓度可能增大,如向醋酸溶液中加入醋酸,平衡正向移动,但醋酸电离的量小于加入的醋酸,所以醋酸分子浓度增大;电离平衡右移,离子浓度可能减小,如加水稀释醋酸,促进醋酸电离,但醋酸电离增大程度小于溶液体积增大程度,则 c(H<sup>+</sup>)减小,B 选项错误。

## 3.D

提示:CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>为强电解质,应用“=”表示,A 选项错误。

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>是弱酸的酸根离子,不能拆,电离方程式为 NaHCO<sub>3</sub>═Na<sup>+</sup>+HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>,B 选项错误。

HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>是强酸的酸根离子,在水溶液中完全电离,电离方程式为 NaHSO<sub>4</sub>═Na<sup>+</sup>+H<sup>+</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>,C 选项错误。

4.D  
提示:烧碱溶液和氨水分别是强电解质溶液和弱电解质溶液,pH 相等,则 c(H<sup>+</sup>)相等,推知 c(OH<sup>-</sup>)相等,D 选项正确。

由于 NaOH 完全电离而 NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 部分电离,因此两溶液的物质的量浓度不相等,氨水的大,A 选项错误。用相同浓度的盐酸中和烧碱溶液和氨水时,氨水消耗盐酸的体积大,B 选项错误。

升温促进 NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O⇌NH<sub>4</sub><sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>平衡正向移动,NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 的电离程度增大,pH 增大,C 选项错误。

5.C  
提示:向硫化钠溶液中通入氯气:Na<sub>2</sub>S+Cl<sub>2</sub>═2NaCl+S↓,反应后溶液中离子浓度有所增大,但由于反应前的 S<sup>2-</sup>带两个单位负电荷,所以溶液导电能力变化不大,A 选项不符合题意。

向硝酸银溶液中通入少量氯化氢:AgNO<sub>3</sub>+HCl═AgCl↓+HNO<sub>3</sub>,反应后溶液中离子浓度变化不明显,溶液导电能力变化不明显,B 选项不符合题意。

向氢硫酸饱和溶液中通入少量氧气:2H<sub>2</sub>S+O<sub>2</sub>═2S↓+2H<sub>2</sub>O,水的电离程度小于硫化氢,反应后溶液中离子浓度减小,溶液导电能力明显减弱,C 选项符合题意。

向氨水中加少量冰醋酸:NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O+CH<sub>3</sub>COOH═CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O,弱电解质反应后生成了强电解质,溶液中离子浓度明显增大,溶液导电能力明显增强,D 选项不符合题意。

6.D  
提示:稀释弱酸,电离平衡向右移动,但体积增大占主要因素,平衡移动只能减弱 c(H<sup>+</sup>)增大的趋势,不能抵消,故最终 c(H<sup>+</sup>)减小,pH 增大,A 选项错误。对于某一电离平衡,若由温度以外的因素变化引起电离平衡移动,则电离平衡常数不变,B 选项错误。

$\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}{c(\text{OH}^-)}$ ,向醋酸溶液中加入等浓度氨水的过程中,c(OH<sup>-</sup>)增大,K<sub>b</sub>(NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O)不变,则 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$ 值减小,C 选项错误。

$\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{H}^+)}$ ,加入冰醋酸,平衡向右移动,c(H<sup>+</sup>)增大,K<sub>a</sub>(CH<sub>3</sub>COOH)不变,则 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$

值减小,D 选项正确。

## 二、不定项选择题

7.B  
提示:用物质的量浓度相同的稀盐酸和 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 溶液进行导电能力实验,前者比后者灯泡亮,说明 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 溶液中只有部分 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 发生电离,可说明 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 为弱电解质,A 选项正确。

等体积等物质的量浓度的盐酸和次磷酸溶液中,n(HCl)=n(H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>),用一定浓度的 NaOH 溶液滴定时,消耗 NaOH 溶液的体积 V(HCl)=V(H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>),B 选项错误。浓度相同的盐酸和次磷酸溶液,反应至前者大于后者,与大小相同的锌粒反应,反应开始时,稀盐酸产生氢气的速率快,C 选项正确。

常温下,稀释 0.1mol/L 次磷酸溶液至原溶液体积的 100 倍,若 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 为强电解质,则稀释后 c(H<sup>+</sup>)=1×10<sup>-3</sup>mol/L,但实际 c(H<sup>+</sup>)<1×10<sup>-3</sup>mol/L,说明 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 为弱电解质,D 选项正确。

8.BD  
提示: $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{K_a}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$ ,加入烧碱固体,溶液的酸性减弱,使醋酸的电离平衡正向移动,c(CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>)增大,K<sub>a</sub>不变, $\frac{K_a}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$ 值减小,则 $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 值减小,A 选项错误。

弱电解质的电离过程吸热,升高温度促进电离,溶液中 c(H<sup>+</sup>)增大,c(CH<sub>3</sub>COOH)减小,则 $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 值增大,B 选项正确。

加入少量冰醋酸,醋酸的电离平衡正向移动,c(CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>)增大,K<sub>a</sub>不变, $\frac{K_a}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$ 值减小,则 $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 值减小,C 选项错误。

$\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{n(\text{H}^+)}{n(\text{CH}_3\text{COOH})}$ ,加水促进电离,溶液中 n(H<sup>+</sup>)增大,n(CH<sub>3</sub>COOH)减小, $\frac{n(\text{H}^+)}{n(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 值增大,C 选项正确。

中 $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 值增大,D 选项正确。

## 三、填空题

9.(1)ACGHJK BD EFIL ACGH JK

(2)①H<sub>2</sub>O⇌H<sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>

②BaSO<sub>4</sub>═Ba<sup>2+</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

③HClO⇌H<sup>+</sup>+ClO<sup>-</sup>

提示:(1)分析时,要紧抓概念核心,电解质和非电解质的研究对象都是化合物,强、弱电解质的本质区别是在水溶液中能否完全电离。

(2)书写电离方程式时要注意,弱电解质部分电离,用可逆号,强电解质完全电离,用等号。硫酸钡虽难溶于水,但是溶于水的部分完全电离,因此硫酸钡属于强电解质。

10.(1)非电解质 电解质或弱电解质  
(2)氨气的溶解平衡 一水合氨的电离平衡

NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O⇌NH<sub>4</sub><sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>

(3)溶液红色变浅

(4)溶液红色变浅,活塞向左移动

提示:(3)往外拉活塞时,体系的压强降低,平衡:NH<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O⇌NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O⇌NH<sub>4</sub><sup>+</sup>+OH<sup>-</sup> 向气体体积增大的方向移动,溶液中c(OH<sup>-</sup>)减小,碱性减弱,溶液的红色变浅。

(4)向瓶中滴入稀H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>时,溶液中OH<sup>-</sup>与H<sup>+</sup>结合使溶液中c(OH<sup>-</sup>)减小,平衡正向移动,NH<sub>3</sub>的量减小,体系的压强降低,活塞会向左移动。

11.(1)H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>>HF>CH<sub>3</sub>COOH>H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>>H<sub>2</sub>S  
(2)H<sub>2</sub>S+CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>═HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>+HS<sup>-</sup>

(3)> 在相同条件下,等浓度的CH<sub>3</sub>COOH溶液的导电性比盐酸弱,说明醋酸中离子浓度小于盐酸,则醋酸电离程度小于HCl,为弱电解质

(4)1.0×10<sup>-4</sup>mol/L

提示:(1)根据电离平衡常数,酸的酸性强弱顺序为:H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>>HF>CH<sub>3</sub>COOH>H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>>H<sub>2</sub>S。

(2)Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液中通入过量H<sub>2</sub>S,因酸性H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>>H<sub>2</sub>S>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>>HS<sup>-</sup>,反应生成HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>,H<sub>2</sub>S转化为HS<sup>-</sup>,则反应的离子方程式为:H<sub>2</sub>S+CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>═HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>+HS<sup>-</sup>。

(3)溶液酸性越强,稀释过程中pH变化越大,推知酸性HX>CH<sub>3</sub>COOH,则HX的电离平衡常数大于醋酸的电离平衡常数。

(4)向 0.1mol/L HF 溶液中滴加 NaOH 溶液至 c(HF):c(F<sup>-</sup>)=5:36,则溶液中 c(H<sup>+</sup>)= $\frac{K_a(\text{HF}) \cdot c(\text{HF})}{c(\text{F}^-)} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 。

四、计算题

12.1×10<sup>-6</sup>(过程略)

提示:

CH<sub>3</sub>COOH⇌CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>+H<sup>+</sup>

起始(mol)  $\frac{3.00}{60}$  0 0

变化(mol) 5×10<sup>-4</sup> 5×10<sup>-4</sup> 5×10<sup>-4</sup>

平衡(mol) 4.95×10<sup>-2</sup> 5×10<sup>-4</sup> 5×10<sup>-4</sup>

K<sub>a</sub>= $\frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{(5 \times 10^{-4})^2}{4.95 \times 10^{-2} \div 0.5} \approx 1 \times 10^{-5}$ 。

## 素养提升

## 一、选择题

1.D  
提示:注意D选项,加入NaOH固体后,虽然会抑制一水合氨的电离,但是溶液因加入NaOH固体使其c(OH<sup>-</sup>)增大,溶液碱性增强,溶液红色加深.D 选项符合题意。

2.D  
提示:向 HF 溶液中加入 NaOH,随着 NaOH 的加入,溶液 pH 升高,溶液中的 c(HF)减小,c(F<sup>-</sup>)增大,a~b~d 曲线代表 c(HF)随 pH 的变化,A 选项正确。

b 点时 c(HF)=c(F<sup>-</sup>),c(HF)=1×10<sup>-3</sup>mol/L,则 HF 电离平衡常数 K<sub>a</sub>= $\frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{F}^-)}{c(\text{HF})} = 1 \times 10^{-3.6}$ ,B 选项正确。

从 b 点到 c 点发生反应的离子方程式为 HF+OH<sup>-</sup>═H<sub>2</sub>O+F<sup>-</sup>,C 选项正确。

a 点 c(HF)=1.6×10<sup>-3</sup>mol/L,c(F<sup>-</sup>)≈5.0×10<sup>-4</sup>mol/L,c(H<sup>+</sup>)=1×10<sup>-3</sup>mol/L,则 a 点溶液中粒子浓度大小关系是:c(HF)>c(H<sup>+</sup>)>c(F<sup>-</sup>),D 选项错误。

## 二、填空题

3.(1)C  
(2)溶液变蓝紫色(或蓝色) 电离平衡吸热,升高温度,电离平衡向右移动 溶液恢复至原来的紫色

(3)氯水中含有的 H<sup>+</sup>使平衡逆向移动,使溶液显红色;氯水中含有的 HClO 具有漂白性,可将有机色素氧化漂白为无色

提示:(1)要使指示剂显红色,需要使平衡左移,④溶于水能电离出H<sup>+</sup>,使平衡左移。本题应选C选项。

(3)氯水中含有H<sup>+</sup>、HClO,开始时因加入的H<sup>+</sup>使得平衡向左移动,因此溶液显红色,后因HClO有漂白性,可将有机色素漂白至无色。

## 化学人教

## 第 5 期参考答案

## 2 版课堂测评

## §2.2 化学平衡

## 第 1 课时 化学平衡状态

1.D  
提示:②N≡N 键断裂和 H—H 键断裂均为正反应,不能说明反应已达到平衡。

⑤在恒温恒容密闭容器中混合气体的密度始终不变,不能说明反应是否已达到平衡。

2.D  
提示:注意 C 选项,该反应中有 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>(s)生成,当反应前后气体质量不变时反应达到平衡状态,混合气体的密度保持不变,C 选项不符合题意。

反应体系中 c(N<sub>2</sub>):c(H<sub>2</sub>):c(HCl)=1:3:6 时,不能说明反应是否达到平衡状态,因为与反应条件以及反应开始时加入反应物的多少有关,D 选项符合题意。

3.B  
提示:注意 A、C 选项描述的都是正反应方向,不能说明反应已经达到平衡状态,A、C 选项均错误。

## 第 2 课时 化学平衡常数

1.D  
提示:对于某一可逆反应,其化学平衡常数 K 只与温度有关,温度不变,则 K 不变,A、B 选项均错误。

对于给定的可逆反应,温度一定时,其正、逆反应的平衡常数互为倒数,但不一定相等,C 选项错误。

2.C  
提示:温度不变,则平衡常数 K 不变,C 选项正确。

3.C  
提示:A 选项,依据化学平衡常数的表达式,列式计算分析,K<sub>2</sub>= $\frac{c(\text{D}) \cdot c(\text{D})c(\text{B})c(\text{C})}{c(\text{A}) \cdot c(\text{A})c(\text{B})c(\text{C})} = K_1 \times K_1$ ,A 选项错误。

加入催化剂,反应热不变,B 选项错误。反应①的活化能比反应②大,则整个反应的快慢由反应①决定,C 选项正确。

温度不变,平衡常数都不变,D 选项错误。

4.(1)K= $\frac{c^2(\text{CO}) \cdot c(\text{O}_2)}{c^2(\text{CO}_2)}$

(2)5×10<sup>-8</sup>

(3)NO H<sub>2</sub>O CO<sub>2</sub>

提示:(2)互为可逆反应的平衡常数互为倒数,水分解产生 O<sub>2</sub> 的平衡常数 K= $\frac{1}{K_2} = \frac{1}{2 \times 10^{81}} = 5 \times 10^{-82}$ 。

(3)K 越大,反应进行得越彻底,比较 K<sub>1</sub>、 $\frac{1}{K_2}$ 、K<sub>3</sub> 大小可知放出 O<sub>2</sub> 的倾向大小顺序为 NO>H<sub>2</sub>O>CO<sub>2</sub>。

## 第 3 课时 影响化学平衡的因素

1.B  
提示:催化剂不影响平衡移动,加入催化剂后,化学平衡不会移动,B 选项不能用平衡移动原理解释。

2.C  
提示:A 选项,平衡后,体系缩小容积,压强增大,平衡正向移动,但 NO<sub>2</sub> 的浓度比缩小体积前大,根据勒夏特列原理“减弱”不等于“抵消”或“逆转”可知,体系颜色加深,A 选项错误。

B 选项,该反应前后气体体积不变,减小容积,压强增大,平衡不移动,但 I<sub>2</sub>(g) 的浓度增大,体系颜色加深,B 选项错误。

C 选项,保持压强不变,充入 He,容器容积增大,相当于减压,平衡逆向移动,C 选项正确。

D 选项,碳是固体,加入碳,平衡不移动,D 选项错误。

3.B  
提示:恒容条件下反应,容器体积不变,气体总质量不变,密度一直保持不变,A 选项错误。

增大压强,该平衡向气体体积减小的方向移动,即逆向移动,混合气体中 M 的百分含量减小;该反应正反应吸热,升温使平衡正向移动,混合气体中 M 的百分含量增大,B 选项正确。

平衡常数只与温度有关,相同温度下,不同压强条件下的平衡常数相同,C 选项错误。

升温会使该平衡正向移动,则 $\frac{n(\text{L})}{n(\text{M})}$ 减小,D 选项错误。

4.(1)吸  
(2)逆反应  
(3)气

提示:(1)升高温度,A 的转化率增大,说明平衡正向移动,则正反应为吸热反应。(2)C 为气体,m+n=p,若 A、B 都为气体,则增大压强,平衡不会移动,而加压平衡发生移动,说明 A、B 中至少有一种为非气态,则平衡必定逆向移动。(3)改变 B 的量,平衡不移动,则 B 应为固态或纯液态。

## 高二选择性必修 1 答案页第 2 期

## 3 版素养测评

## 素养达标

## 一、单项选择题

1.A  
提示:若起始状态充入的 H<sub>2</sub> 与 N<sub>2</sub> 的物质的量之比为 3:1,则 3H<sub>2</sub>(g)+N<sub>2</sub>(g)⇌2NH<sub>3</sub>(g)反应体系中 H<sub>2</sub> 与 N<sub>2</sub> 的物质的量之比始终为 3:1,则不一定处于平衡状态,A 选项符合题意。

2.C  
提示:改变浓度使平衡向正反应方向移动时,反应物的转化率不一定增大。以 N<sub>2</sub>(g)+3H<sub>2</sub>(g)⇌2NH<sub>3</sub>(g)为例来说明:该反应达到平衡时,增大 N<sub>2</sub> 的浓度,平衡正向移动,H<sub>2</sub> 的转化率增大,但 N<sub>2</sub> 本身的转化率减小,据此可知 A、B 选项均错误。

3.A  
提示:若溶液中 Pb<sup>2+</sup>和 Sn<sup>2+</sup>的浓度均为 0.010mol/L,则此时 Q= $\frac{0.010 \text{ mol/L}}{0.010 \text{ mol/L}} = 1 < 2.2$ ,所以反应向右进行,本题应选 A 选项。

4.D  
提示:注意 B 选项,任何化学反应都有化学键的断裂与形成,因此化学反应都有能量变化,故改变温度,反应的化学平衡常数一定会发生变化,B 选项错误。

5.C  
提示:升高温度,若 c(Z)增大,说明平衡正向移动,即正反应为吸热反应,ΔH>0,A 选项正确。

加入一定量 Z,平衡逆向移动,达到新平衡后 m(Y)减小,B 选项正确。

X 是固体,加入一定量 X,反应速率不变,平衡不移动,达到新平衡后 c(Z)不变,C 选项错误。

恒温恒容时,充入一定量氖气,反应体系中 Z 的浓度不变,正、逆反应速率不变,平衡不移动,D 选项正确。

6.C  
提示:由题给反应可知,反应均为气体体积增大的反应,增大压强,反应均逆向移动,CH<sub>4</sub> 的平衡转化率降低,A 选项错误。

增大 CH<sub>4</sub> 与 CO<sub>2</sub> 的物质的量之比,会使积碳反应平衡正向移动,消碳反应平衡逆向移动,均不利于减少积碳,B 选项错误。

由图示可知,温度高于 600℃时,积碳率随温度升高而减小,这是因为温度高于 600℃,升高温度,v<sub>消</sub>增加的倍数比 v<sub>积</sub>增加的倍数大,C 选项正确。

积碳反应和消碳反应的正反应均为吸热反应,升高温度,平衡均正向移动,平衡常数增大,D 选项错误。

## 二、不定项选择题

7.B  
提示:将容器的体积压缩至 $\frac{V}{2}$ ,平衡正向移动,气体的压强应该小于原平衡时压强的 2 倍,即 p<sub>2</sub><2p<sub>1</sub>。但平衡移动的结果是“减弱”这种改变,因此,新平衡时的压强必定大于原平衡时的压强,即 p<sub>1</sub><p<sub>2</sub>,综上可知,p<sub>1</sub>和 p<sub>2</sub> 的关系为 p<sub>1</sub><p<sub>2</sub><2p<sub>1</sub>。

8.AC  
提示:反应开始时没有达到平衡,反应正向进行,X

## 2 版课堂测评

### §2.3 化学反应的方向

- 1.C  
提示:气体的物质的量越大,熵越大,即  $1\text{mol Cl}_2(\text{g}) < 2\text{mol Cl}_2(\text{g})$ ,A 选项错误。  
物质的量相同时,温度越高,熵越大,即  $1\text{mol H}_2\text{O}(50^\circ\text{C}) < 1\text{mol H}_2\text{O}(80^\circ\text{C})$ ,B 选项错误。  
标准状况下, $\text{SO}_3$  为固态, $\text{SO}_2$  为气态,熵值  $1\text{mol SO}_2 > 1\text{mol SO}_3$ ,C 选项正确。  
常温常压下,干冰为固态,其熵值小于等物质的量的气态  $\text{CO}_2$ ,D 选项错误。
- 2.D  
提示:氢氧化钡晶体和氯化铵的反应为吸热反应,在常温下就能进行,A 选项错误。  
对于同种物质,等物质的量时,熵值:固体<液体<气体,B 选项错误。  
熵增反应( $\Delta S > 0$ )有自发反应的倾向,但反应能否自发进行与焓变、熵变和反应温度有关,只有满足  $\Delta H - T\Delta S < 0$  的过程才是自发的,C 选项错误。
- 3.A  
提示:题给反应是  $\Delta H > 0, \Delta S > 0$  的反应,根据反应自发进行的条件是  $\Delta H - T\Delta S < 0$ ,推知该反应在高温下能自发进行。本题应选 A 选项。
- 4.D  
提示:D 选项,该反应  $\Delta H > 0, \Delta S > 0$ ,根据焓减或熵增均有自发进行的趋势,可知该反应在较高温度下能自发进行,是以  $\Delta S$  的影响为主,D 选项正确。
- 5.A  
提示:反应的  $\Delta H - T\Delta S < 0$ ,可知在任何温度下该反应都能自发进行。
- 6.C  
提示: $\Delta H - T\Delta S = -113.0\text{kJ/mol} - 298\text{K} \times [-145.3\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})] \times 10^{-3}\text{kJ/J} = -69.7\text{kJ/mol} < 0$ ,所以室温下该反应能自发进行。根据  $\Delta H - T\Delta S = -113.0\text{kJ/mol} - T \times [-145.3\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})] > 0$  时反应不能自发进行,得:当  $T > 777.7\text{K}$  时反应不能自发进行。NO 在反应中获得电子,为氧化剂,体现了 NO 具有氧化性。
- 7.B  
提示: $\text{W}(\text{s}) + x\text{G}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Q}(\text{g})$   $\Delta H < 0$ ,当  $x$  为 1、2 时,  $\Delta H - T\Delta S < 0$ ;  $x=3$ ,低温时,  $\Delta H - T\Delta S < 0$ ,此时反应能够自发进行,B 选项正确。
- 8.A  
提示:对于化学反应  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ ,催化剂只能降低反应的活化能,提高反应速率,缩短达到平衡状态所用的时间,但不能使化学平衡发生移动。高压能提高反应速率,缩短达到平衡状态所用的时间,也能使化学平衡向生成  $\text{NH}_3$  的方向移动。
- 9.C  
提示:可逆反应中反应物不能完全转化,则  $1\text{mol CO}_2$  和  $3\text{mol H}_2$  充分反应时放出的热量一定小于  $49.0\text{kJ}$ ,A 选项错误。  
升高温度,平衡向吸热反应方向(逆向)移动,反应物的转化率减小,B 选项错误。  
达平衡后,缩小容器体积,压强增大,正、逆反应速率均增大,平衡正向移动,  $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ ,C 选项错误。  
增大二氧化碳的量,可促进氢气的转化,D 选项正确。
- 10.C  
提示:增大  $n(\text{H}_2\text{O})$ ,可促进乙烯的转化,即投料比  $n(\text{H}_2\text{O})/n(\text{C}_2\text{H}_4)$  越大,乙烯的平衡转化率越大,C 选项错误。
- 11.C  
提示:减小压强,①③均正向移动;降低温度,①②③均正向移动;增大  $\text{O}_2$  浓度,①②③均正向移动,A、B、C 选项均错误。  
要减小副反应的发生,可以利用催化剂的选择性,使用合适的催化剂,使反应①在一定时间内的反应速率增大,有利于提高单位时间内 NO 的产率。
- 12.(1)>  
(2)升高温度有利于反应正向进行,提高丁烯的产率(合理即可) 丁烯在高温下裂解生成了短碳链烃类化合物

提示:(1)由图可知,低于  $600^\circ\text{C}$ ,丁烯的平衡产率随温度升高而增大,则升高温度平衡正向移动,说明正反应为吸热反应,即  $\Delta H > 0$ 。  
(2)高于  $600^\circ\text{C}$ ,丁烯在高温下会裂解生成短碳链烃类化合物,即该反应的副产物,导致丁烯的产率下降。

## 3 版素养测评

### 素养达标

- 一、单项选择题
- 1.B  
提示:C 选项,碳酸钙分解的反应为混乱度增大的反应,即熵增大的反应,根据熵判据可知,反应有自发进行的倾向,但该反应在常温下不能自发进行,说明影响其不能自发进行的原因是该反应为吸热反应,  $\Delta H > 0$ ,C 选项错误。
- 2.A  
提示: $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$  的溶解焓变相近,自发过程的方向主要由焓变决定, $\text{Na}_2\text{CO}_3$  比  $\text{CaCO}_3$  易溶解,则  $\Delta S_1 > \Delta S_2$ ,A 选项正确。  
固体变为液体,混乱度增大,  $\Delta S > 0$ ,B 选项错误。  
气体体积减小,混乱度减小,  $\Delta S < 0$ ,C、D 选项均错误。
- 3.C  
提示:催化剂只能改变反应速率,不能改变产率,也不能改变反应进行的方向,A 选项错误。  
 $\text{Ba}(\text{OH})_2$  与  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的反应为吸热反应,  $\Delta H > 0$ ,B 选项错误。  
 $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$  转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$  的反应  $\Delta S < 0$ ,由  $\Delta H - T\Delta S < 0$  可知,若反应能自发进行,则  $\Delta H < 0$ ,C 选项正确。  
反应自发进行的判断依据是  $\Delta H - T\Delta S < 0$ ,则反应自发与否取决于焓变、熵变及温度的影响因素,D 选项错误。
- 4.D  
提示:降低温度,反应速率减小,A 选项正确。  
HCl 气体中加入一定量  $\text{H}_2$ ,反应 X 平衡逆向移动,可减缓铁管的腐蚀,B 选项正确。  
令题给两个热化学方程式编号分别为①、②,根据盖斯定律,反应①-②可得  $\text{Fe}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{FeCl}_2(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$   $\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2$ ,C 选项正确。  
反应 X 的平衡常数  $K = 0.33$ ,若气体混合物中  $c(\text{HCl}) = c(\text{H}_2) = 0.5\text{mol/L}$ ,浓度商  $Q_c = \frac{c(\text{H}_2)}{c^2(\text{HCl})} = \frac{0.5}{0.5^2} = 2 > 0.33$ ,平衡逆向移动,铁管腐蚀程度减小,D 选项错误。
- 5.B  
提示:反应中,各物质的变化量之比等于其化学计量数之比,  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$  起始时按  $\text{SO}_2$  和  $\text{O}_2$  物质的量之比 2:1 投料,则  $\text{SO}_2$  和  $\text{O}_2$  的转化率始终相等,A 选项正确。  
可逆反应不可能完全转化,降低温度或增大压强,平衡正向移动,但是不可能使  $\text{SO}_2$  的转化率达到 100%,B 选项错误。  
升高温度,增大反应物和生成物的活化分子百分数,可加快正、逆反应速率,C 选项正确。  
由表中数据可知,常压下  $\text{SO}_2$  的转化率已相当高,不需要高压。实际生产中,该反应常采用  $400\sim 500^\circ\text{C}$ 、常压并使用催化剂的反应条件,D 选项正确。
- 二、不定项选择题
- 6.BC  
提示:根据盖斯定律,由反应 II - 2 $\times$ 反应 I 得:  $2\text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ,该反应的焓变为  $\Delta H_2 - 2\Delta H_1$ ,A 选项正确。  
反应 II 是放热反应,升高温度,平衡逆向移动,  $\text{CO}_2$  的平衡转化率随温度升高而降低,但根据图中信息可知,温度高于  $300^\circ\text{C}$  时,  $\text{CO}_2$  的平衡转化率随温度升高而升高,由此推测反应 I 正反应为吸热反应( $\Delta H_1 > 0$ ),升高温度,平衡正向移动,  $\text{CO}_2$  的平衡转化率随温度升高而增大,且升高温度对反应 I 的影响大于反应 II,导致  $\text{CO}_2$  平衡转化率整体随温度升高而上升,B 选项错误。  
反应 I 为吸热反应,反应 II 为放热反应,其他条件不变时,由图中温度升高  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  的选择性降低可知,升高温度对反应 I 的影响大于反应 II,则温度越高,  $\text{CO}_2$  主要还原产物中碳元素的价态越高,C 选项错误。  
由题意得,反应 I 是气体体积不变的反应,反应 II 是气体体积减小的反应,增大压强,反应 II 平衡正向移动,对反应 I 没有影响,故增大体系压强,  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  选择性增大,D 选项正确。
- 7.A  
提示:该反应是反应前后气体体积不变的反应,达到

平衡后,压缩体积,平衡不移动,但是气体浓度增大。D 选项,充入 X,正反应速率瞬间增大,平衡正向移动,Y 的转化率增大,X 的转化率反而降低。

- 三、填空题
- 8.(1)升高温度,化学反应速率加快,加入催化剂加快化学反应速率,但升高温度平衡逆向移动,所以温度不能太高,且该温度下催化剂的催化效果最好  
(2)②④⑤  
(3)① I ② Fe ③ > ④ 不变  
提示:(2)合成氨为反应后气体体积减小、正反应放热的可逆反应,加压、降温、减小  $\text{NH}_3$  的浓度均有利于平衡正向移动,②④正确。将原料气循环利用也可以提高原料的转化率,⑤正确。  
(3)①合成氨反应的速率快慢主要取决于慢反应,所以该总反应的速率快慢由反应 I 决定。  
②合成氨反应的 Fe 在第一个反应中为反应物,在第二个反应中为生成物,根据催化剂在化学反应前后,物质的化学性质和质量都不发生改变,可知 Fe 是催化剂。  
③活化能越大,反应越慢,所以反应 I 的活化能 > 反应 II 的活化能。  
④催化剂能改变活化能大小,但不影响焓变大小,所以使用催化剂前后,合成氨反应的  $\Delta H$  不变。

- 9.(1) $K = \frac{c(\text{CH}_3\text{OH})}{c(\text{CO}) \cdot c^2(\text{H}_2)}$  a  
(2)减小 反应①为放热反应,升高温度,平衡向左移动,使得体系中 CO 的量增大;反应③为吸热反应,升高温度,平衡向右移动,使 CO 的量增大,总结结果为温度升高,CO 的转化率降低  $p_2 > p_1$ ,相同温度下,由于反应①为气体体积减小的反应,加压有利于提高 CO 的转化率;而反应③为气体体积不变的反应,产生 CO 的量不受压强影响,故增大压强时,有利于 CO 的转化率升高  
提示:(1)根据平衡常数的定义可直接写出反应①的平衡常数表达式为  $K = \frac{c(\text{CH}_3\text{OH})}{c(\text{CO}) \cdot c^2(\text{H}_2)}$ 。该反应正反应为放热反应,升高温度,平衡向逆反应方向移动,所以平衡常数减小,故应为曲线 a。  
(2)反应①为放热反应,升高温度时,平衡向左移动,使得体系中 CO 的量增大;反应③为吸热反应,升高温度平衡向右移动,使得 CO 的量增大。总结结果为温度升高,CO 的转化率降低。相同温度下,由于反应①为反应前后气体体积减小的反应,加压有利于提高 CO 的转化率;反应③为反应前后气体体积不变的反应,产生 CO 的量不受压强影响,故增大压强时,有利于 CO 的转化率提高,所以图 4 中的压强由大到小为  $p_2 > p_1$ 。

- 素养提升
- 一、选择题
- 1.C  
提示:脱氮率达到最高点之后,继续升高温度,脱氮率降低,说明平衡向逆反应方向移动,则正反应为放热反应,即该反应的  $\Delta H < 0$ ,A 选项正确。  
相同条件下,温度升高,反应速率加快,B 选项正确。  
催化剂不影响平衡移动,不同催化剂在同等条件下脱氮率相同,C 选项错误。  
根据图知 Mn 做催化剂时,在  $200^\circ\text{C}$  左右脱氮率最高;Cr 做催化剂,  $500^\circ\text{C}$  左右脱氮率最高。因此使用的最佳的脱氮条件为 Mn 做催化剂,  $200^\circ\text{C}$  左右,D 选项正确。
- 2.D  
提示:A、B、C 三个选项的数据形成的平衡与已知  $3\text{mol N}_2$  和  $3\text{mol H}_2$  反应所形成的平衡为等效平衡。
- 二、填空题
- 3.(1)B  
(2)增大 减小  
(3)如图所示

- 提示:(1)降低温度会降低化学反应速率。升高温度使平衡向逆反应方向移动,使 NO 的转化率降低,A、C、D 选项均错误。  
增大压强(减小体积)会使反应向气体体积减小的方向(正反应方向)移动,能增大 NO 的转化率,B 选项正确。  
(2)增大压强,平衡右移,气体的总质量不变,总物质的量减小,则  $\rho$  增大;升高温度,平衡左移,K 值减小。  
(3)增大 NO 的浓度时,图象连续,而降低温度时图象不连续。

## 2、3 版章节测试

- 一、单项选择题
- 1.A  
提示:①活化能与反应温度无关,但升高温度,可增大活化分子百分数,①错误。  
②对于气体来说,增大压强,增加了单位体积内活化分子数,但活化分子百分数不变,②错误。  
③同一反应体系中,普通分子吸收能量可转变为活化分子,此时,活化分子的能量比非活化分子的能量高,③正确。  
④催化剂在化学反应过程中参与了反应,催化剂能降低反应所需活化能,增大活化分子百分数,从而增大有效碰撞次数,加快化学反应速率,④正确。  
⑤增大反应物浓度,单位体积内活化分子数增大,增大了有效碰撞次数,加快化学反应速率,⑤正确。  
⑥活化分子的碰撞不一定是有效碰撞,活化分子有合适取向时才能发生有效碰撞,⑥正确。
- 2.A  
提示:A 选项,该反应的  $\Delta H < 0, \Delta S > 0, \Delta H - T\Delta S < 0$ ,该反应在任何温度下均可自发进行,A 选项正确。  
B 选项,该反应的  $\Delta H > 0, \Delta S < 0, \Delta H - T\Delta S > 0$ ,该反应在任何温度下均不能自发进行,B 选项错误。  
C 选项,该反应的  $\Delta H < 0, \Delta S < 0$ ,反应在较低温度下能自发进行,C 选项错误。  
D 选项,该反应的  $\Delta H > 0, \Delta S > 0$ ,反应在较高温度下能自发进行,D 选项错误。
- 3.C  
提示:该反应的平衡常数  $K = \frac{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)}{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}$ ,升高温度平衡逆向移动,使 CO 和  $\text{H}_2\text{O}$  的浓度增大,  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  的浓度减小,因此平衡常数减小,即  $K_2 < K_1$ ,A、B 选项错误。  
由于 CO 和  $\text{H}_2\text{O}$  的化学计量数相等,则逆向移动生成二者的物质的量总是相等,且  $t_1$  达到平衡时  $c_1(\text{CO}) = c_1(\text{H}_2\text{O})$ ,所以  $c_2(\text{CO}) = c_2(\text{H}_2\text{O})$ ,C 选项正确。  
由于平衡逆向移动,则有  $c_1(\text{CO}) < c_2(\text{CO})$ ,D 选项错误。
- 4.C  
提示:由图可知,温度升高,Y 的体积分数增大,说明平衡正向移动,则正反应为吸热反应,A 选项正确。  
由图可知,增大压强,Y 的体积分数减小,说明平衡逆向移动,则  $m < n + p$ ,B 选项正确。  
对吸热反应来说,温度升高,平衡正向移动,K 增大,则  $K_6 < K_5$ ,C 选项错误。
- 5.A  
提示:根据图甲可知,升高温度,化学平衡常数减小,则正反应为放热反应,即  $\Delta H < 0$ 。根据图乙可知,  $t_2$  时刻只改变一个条件,平衡正向移动,改变的条件可能是降低温度或增大压强,还可能是增大  $c(\text{N}_2)$  等。  
合成氨反应为放热反应,  $\Delta H < 0, \Delta S < 0$ ,低温下满足  $\Delta H - T\Delta S < 0$ ,因此低温条件下可自发反应,A 选项错误。  
 $t_1$  时刻,该反应达到化学平衡状态,此时满足  $2v(\text{H}_2)_{\text{正}} = 3v(\text{NH}_3)_{\text{逆}}$ ,B 选项正确。  
 $t_1$  时刻,温度为  $T_1^\circ\text{C}$ ,  $K=1$ ,若  $t_2$  时刻改变的条件是降温,平衡正向移动,平衡常数增大,则  $t_3$  时刻达到新平衡后,平衡常数大于 1,C 选项错误。  
 $t_2$  时刻改变的条件可能是降温或加压,还可能是增大  $c(\text{N}_2)$ ,则  $t_1$  时刻反应速率可能大于  $t_3$  时刻,也可能小于  $t_3$  时刻,D 选项错误。
- 6.B  
提示:由图 3 可知,反应 I 的生成物总能量大于反应物总能量,反应 I 的焓变  $\Delta H_1 > 0$ ;反应 II 的正反应是气体体积增大的反应,熵变  $\Delta S_2 > 0$ ,A 选项错误。  
由图 4 可知,若温度为  $335^\circ\text{C}$ ,则当  $x(\text{C}_{10}\text{H}_8) = 0.374$  时,所需时间为 8h;若温度高于  $335^\circ\text{C}$ ,反应速率加快,则当  $x(\text{C}_{10}\text{H}_8) = 0.374$  时,所需时间变短,B 选项正确。

## 2022-2023 学年

### 学习周报

- 更换更高效的催化剂能加快化学反应速率,但平衡不移动,  $\text{C}_{10}\text{H}_8$  的平衡产率不变,C 选项错误。  
缩小容器体积时,温度不变,  $K_1$  和  $K_2$  均不变,D 选项错误。
- 二、不定项选择题
- 7.BC  
提示:其他条件不变,升高温度,反应速率加快,平衡向吸热反应方向移动,即逆向移动,平衡转化率降低,A 选项错误。  
化学反应达到平衡状态时,正、逆反应速率相等,各物质的物质的量不再发生变化,B 选项正确。  
其他条件不变,压缩容器体积,压强增大,反应物和生成物浓度均增大,反应速率加快,C 选项正确。  
当起始投料比  $c(\text{N}_2):c(\text{CO}_2) = 1:2$  时,任何时刻都满足上述关系,无法判断正、逆反应速率是否相等,反应是否达到平衡状态,D 选项错误。
- 8.AC  
提示:由图象可知,脱硝反应为放热反应,升高温度,平衡向吸热反应方向移动,即逆向移动,平衡常数减小,A 选项正确。  
0~3s 内,  $\text{NO}_2$  的浓度减小了  $(1-0.4)\text{mol/L} = 0.6\text{mol/L}$ ,平均反应速率为  $v(\text{NO}_2) = 0.2\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ ,B 选项错误。  
 $t_1$  时刻,正反应速率瞬间增大后不再变化,说明改变的条件是加入催化剂,催化剂只能改变反应速率,不能使平衡移动,C 选项正确。  
反应达到平衡后,各物质浓度不再随时间变化而改变,  $t_1$  时刻后,各物质的浓度还在改变,显然,此时该反应没有达到平衡状态,D 选项错误。
- 9.C  
提示:根据表中数据可得:
- |              | $\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Z}(\text{g})$ (未配平) |      |     |
|--------------|---|------|-----|
| 初始浓度 (mol/L) | 0.1   | 0.2  | 0   |
| 变化浓度 (mol/L) | 0.05  | 0.15 | 0.1 |
| 平衡浓度 (mol/L) | 0.05  | 0.05 | 0.1 |
- X 的转化率为  $\frac{0.05\text{mol/L}}{0.1\text{mol/L}} \times 100\% = 50\%$ ,A 选项正确。  
X、Y、Z 的浓度变化量之比为  $0.05:0.15:0.1 = 1:3:2$ ,所以该反应的化学方程式为  $\text{X}(\text{g}) + 3\text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Z}(\text{g})$ ,B 选项正确。  
平衡常数与压强无关,C 选项错误。  
升温平衡常数增大,表明平衡正向移动,因此反应为吸热反应,D 选项正确。
- 三、填空题
- 10.(1)0.6  
(2)0.05mol/(L·s)  
(3)8.8 0.08mol/L  
提示:(1)根据化学方程式中的计量数关系:  $\frac{v(\text{B})}{v(\text{A})} = \frac{3}{1}$ ,  $v(\text{B}) = 3v(\text{A}) = 3 \times 0.2\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min}) = 0.6\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ 。  
(2)3s 内消耗的  $\text{N}_2$  的物质的量为  $2\text{mol} - 19\text{mol} = 0.1\text{mol}$ ,根据化学方程式  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ ,可以计算出 3s 内消耗的  $\text{H}_2$  的物质的量为  $0.3\text{mol}$ ,根据化学反应速率的计算公式,  $v(\text{H}_2) = \frac{0.3\text{mol}}{2\text{L} \times 3\text{s}} = 0.05\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 。
- 11.(1)放 66.7% (2)AD (3)②③ (4)降低温度 增加水蒸气的量(或减少氢气的量)

浓度

CO<sub>2</sub>

CO

CO<sub>2</sub>

CO

时间

提示:(1)随着温度的升高,平衡常数减小,说明平衡逆向移动,则正反应为放热反应。设 CO 的转化率为 x,则:

	$\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$			
起始量/mol	1	2	0	0
变化量/mol	x	x	x	x
平衡量/mol	1-x	2-x	x	x

$K = \frac{x \cdot x}{(1-x)(2-x)} = 1$ ,解得  $x = 66.7\%$ 。  
(2)三组中各物质的起始量之比均为 1:1,等于化学计量数之比,结合化学方程式可知,平衡时  $c(\text{CO}) = c(\text{H}_2\text{O})$ ,  $c(\text{CO}_2) = c(\text{H}_2)$ ,  $500^\circ\text{C}$  时,平衡常数  $K = \frac{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{CO}_2)}{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})} = 9$ ,则平衡时  $c(\text{H}_2) = c(\text{CO}_2) = 3c(\text{CO}) = 3c(\text{H}_2\text{O})$ ,设容积为 1L,根据“三段式”可求得  $c_1 = 0.75\text{mol/L}$ ,  $c_2 = c_3 = 1.5\text{mol/L}$ ,则有  $2c_1 = c_2 = c_3$ ,  $\alpha_1 = \alpha_3 = 75\%$ ,  $\alpha_2 = 25\%$ ,  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ ,  $2Q_1 = Q_3 \neq Q_2$ ,A、D 选项正确。

- (3)根据反应速率之比等于化学计量数之比推知,  $v_{\text{逆}}(\text{H}_2\text{O}) = v_{\text{逆}}(\text{CO}_2)$ ,则有  $v_{\text{正}}(\text{CO}_2) = v_{\text{逆}}(\text{CO}_2)$ ,反应达到平衡状态,①不符合题意。  
反应中混合气体质量保持不变,容器恒容,密度始终保持不变,不能说明反应达到平衡状态,②符合题意。  
反应前后气体质量不变,物质的量不变,混合气体的平均相对分子质量一直不变,不能说明反应达到了平衡状态,③符合题意。  
各组分物质的量浓度不变是平衡的标志,④不符合题意。  
绝热容器中体系的温度不变,说明反应达到了平衡状态,⑤不符合题意。  
(4)在  $t_2$  时刻 CO 的浓度减小,  $\text{CO}_2$  的浓度增大,平衡正向移动,且 CO 和  $\text{CO}_2$  的浓度都不是瞬间改变,所以可以通过降低温度、增大水蒸气的量或减少氢气的量来实现。在  $t_1$  时刻通过改变容积的方法将压强增大到原先的 2 倍,则浓度分别增大为原来的 2 倍,且反应前后气体体积不变,平衡不移动,所以图中浓度分别变为原来的 2 倍且保持不变。  
12.(1)浅  
(2)①颜色先变深后变浅 ②颜色变深  
(3)①不变  
②变浅 加入 KCl,电离出  $\text{Cl}^-$ ,与  $\text{Fe}^{3+}$  结合生成  $[\text{FeCl}_4]^-$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  浓度减小使平衡逆向移动,溶液颜色变浅  
提示:(1)由图可知,反应物的总能量大于生成物的总能量,故该反应为放热反应。  
A 中加入浓硫酸,因浓硫酸稀释放热,温度升高,平衡逆向移动,则 A 中烧瓶内气体颜色加深。  
B 中加入硝酸铵,硝酸铵溶于水吸热,温度降低,平衡正向移动,气体颜色变浅,则 B 中烧瓶内的气体颜色比 A 中烧瓶内的浅。  
(2)①将甲针筒活塞迅速推至  $5\text{cm}^3$  处,变化的瞬间,针筒容积减小,二氧化氮浓度(c)增大,从视线 1 角度观察,观察深度(L)不变,根据公式  $I = kc \cdot L$  可知,颜色深浅(I)增大,即从视线 1 角度观察,颜色变深。针筒容积减小的过程相当于增大压强,平衡正向移动,二氧化氮浓度(c)减小,深度(L)不变,根据公式  $I = kc \cdot L$  可知,颜色深浅(I)减小,即从视线 1 角度观察,颜色变浅。整体过程可观察到,颜色先变深后变浅。  
②将乙针筒活塞迅速拉至  $20\text{cm}^3$  处,变化的瞬间,针筒容积增大,二氧化氮浓度(c)减小到原来的  $\frac{1}{2}$ ,从视线 2 角度观察,观察深度(L)增大到原来的 2 倍,此刻根据公式  $I = kc \cdot L$  可知,颜色深浅(I)不变。针筒容积增大的过程相当于减小压强,平衡逆向移动,使二氧化氮浓度(c)减小的幅度达不到原来的  $\frac{1}{2}$ ,其影响不及观察深度(L)的影响,根据公式  $I = kc \cdot L$  可知,整体影响为颜色深浅(I)增大,即从视线 2 角度观察,颜色变深。整体过程可观察到,颜色变深。  
(3)①根据所掌握的知识,若加入氯离子,对平衡  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$  无影响,溶液颜色保持不变。  
②由题目信息可知,加入 KCl,KCl 电离出的  $\text{Cl}^-$  与  $\text{Fe}^{3+}$  结合生成  $[\text{FeCl}_4]^-$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  浓度减小使平衡逆向移动,颜色变浅。