

2015

考试学习创新巨献  
黄冈名师扛鼎之作

突破高考

高考备考  
超值参考  
用书

# 高考化学 核心考点解读

主 编◎王后雄 陈国庆  
副主编◎巩厚安

( 参考答案 )

精心选编

明确方向

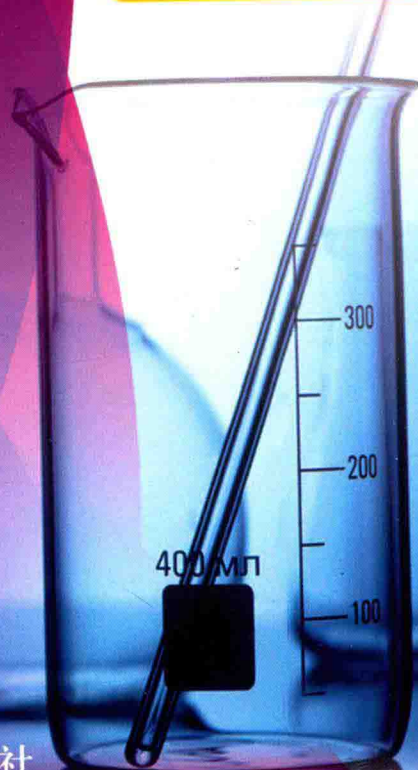
解读高考

提炼升华

拓宽思路

大胆预测

清华大学出版社



【一本解读解题规律\方法\技巧的备考兵法】

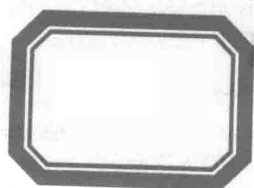
# 突破高考

(参考答案)

## 高考化学核心考点解读

主 编 王后雄 陈国庆

副主编 甄厚安



**2015**  
高考备考用书

清华大学出版社  
北 京

# 参 考 答 案

## 第一部分 基本概念

### 专题一 物质的组成与分类

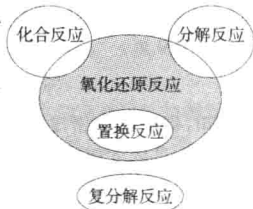
#### 高考精选

1. C 同位素是同种元素不同种原子间的互称。
2. B 该题考查化学反应基本概念。A 选项中,燃烧热的定义是在 25℃、101 kPa 时,1 mol 纯物质完全燃烧生成稳定化合物时所放出的热量,如果生成气态水,就不是 H<sub>2</sub> 的燃烧热,所以 A 选项错误;C 选项中,两种物质虽然相差 -CH<sub>2</sub>,但前者是苯酚类物质,后者是醇类物质,不符合同系物定义,错误;D 选项中,BaSO<sub>4</sub> 属于盐类,是强电解质,电解质的强弱是指一定条件下能否完全电离的化合物,错误;B 选项中 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 具有强还原性,H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 具有强氧化性,二者能发生氧化还原反应,正确。
3. D A 选项中 CO 不是酸性氧化物;B 选项中氯化铁溶液不是胶体;C 选项中四氯化碳属于非电解质。

#### 核心考点解读

1. 略

2.



3. D ①粗盐中除主要成分 NaCl 外,还含有 MgCl<sub>2</sub> 等杂质,是混合物。酸雨是 SO<sub>2</sub>、氮氧化物等酸性气体溶于雨水形成的,为混合物,正确;②沼气属于可再生资源,水煤气由炽热的煤与水蒸气反应制得,而煤为不可再生资源,所以水煤气为不可再生资源,错误;③冰为固态水,干冰为固态 CO<sub>2</sub>,均为纯净物和化合物,正确;④不锈钢和硬币都是一些金属合金,正确;⑤盐酸和食醋均为混合物,不是化合物,错误;⑥纯碱为 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,属于盐类,错误;⑦豆浆和雾都能发生丁达尔现象,均属于胶体,正确。综上所述,选 D。
4. C 空气中水蒸气很容易在空气中的小颗粒(凝结核)上液化为小水滴,进而形成雾,大城市当中的 PM 2.5 微小颗粒的主要来源是汽车尾气,尤其是柴油汽车尾气,它们可为雾的形成提供凝结核,故雾的形成与汽车排放的尾气有关,C 错。
5. C 直径大于 1 nm、小于 100 nm 的胶体粒子能透过滤纸,但不能透过半透膜,溶液中的粒子直径小于 1 nm,可透过半透膜和滤纸,而浊液的分散质粒子直径大于 100 nm,不能透过滤纸和半透膜;丁达尔效应是胶体粒子对光线的散射作用形成的,而溶液中的小分子或粒子对光线的散射作用非常微弱,故无此现象;萃取利用了物质在不同溶剂中溶解性的不同,与分散质粒子大小无关。
6. C 胶体中加入电解质溶液都能发生聚沉,A 错误;根据提供信息,判断胶体分散质微粒带负电荷,B 错误;胶体的微粒直径为 1~100 nm,而 1 nm=10<sup>-9</sup> m,D 错误。

#### 2015 热点预测

1. B 本题考查物质的分类,意在考查考生对基本概念的掌握情况。

氯化钡、氢氧化钡、摩尔盐均为强电解质,①正确;纯碱、醋酸铵为强电解质,②错;③对;④由于 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> 和 C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub> 有多种同分异构体,不同类物质之间不是同系物。

2. D H<sub>2</sub>、D<sub>2</sub>、T<sub>2</sub> 是同种物质水玻璃为 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 水溶液,为混合物;Cl<sub>2</sub> 为单质,既不是电解质,也不是非电解质。
3. D 同种元素可形成不同单质,混合后可形成混合物,如 O<sub>2</sub> 与 O<sub>3</sub> 混合气体。
4. A 本题考查了绿色化学与可持续发展,意在考查考生利用化学知识解决生活中实际问题的能力。“瘦肉精”属于神经兴奋剂,对人体有害,①错误;自备购物袋可减少白色污染,②正确;将空调凝结水和雨水收集利用可节约水资源,③正确;利用太阳能、风能等新能源可减少火力发电消耗的能源,④正确;气溶胶能被吸入肺中,会危害人类健康,⑤正确;填埋法处理垃圾会污染水资源和土壤,⑥错误。
5. B 本题考查学生的知识迁移能力。CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + H<sub>2</sub>O ⇌ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + OH<sup>-</sup>,碱性环境下,油脂水解,A 选项正确;B 选项中,溴乙烷中乙醇水洗后并不会全部转入水中,因为溴乙烷也易溶于乙醇,因此 B 选项错误。
6. B 本题考查物质的性质与应用,意在考查考生对元素化合物知识的掌握情况。B 项,NaHCO<sub>3</sub> 作为膨松剂的原因是其与酸反应生成二氧化碳气体,而不是与碱反应,故 B 项不正确。
7. C 本题考查了化学与生产、生活的联系,意在考查考生的化学学科素养。A 项,道路扬尘、汽车尾气、工厂排放的粉尘等是 PM<sub>2.5</sub> 的主要来源,PM<sub>2.5</sub> 与人类的生产、生活有关;B 项,光纤制品的基本原料为二氧化硅;D 项,塑化剂是一种有毒的化工塑料软化剂,若大量添加到婴幼儿玩具中,婴幼儿可能会通过咀嚼、吮吸直接吸入,对婴幼儿健康不利。
8. D 只含一种元素的物质不一定是纯净物,例如 O<sub>2</sub> 和 O<sub>3</sub> 的混合物中只含氧元素,A 错;铝与浓、稀硝酸等强氧化性酸反应时不会放出氢气,B 错;金属氧化物与酸反应(如 CuO + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = CuSO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O)有盐和水生成,但不是中和反应,C 错;含氧酸、碱,含氧酸盐等均含有氧元素,但不是氧化物,D 正确。
9. D 酚酞试液不需要现用现配,A 错误;HCl 是电解质,B 项评价不完全;随着原子序数递增,相对原子质量不呈周期性变化规律,C 错误。
10. D NaCl 晶体熔融,化学键也破坏,A 错;有颜色变化不一定有新物质生成,B 错;气泡产生或沉淀析出不一定有新物质生成,C 错。
11. D 氧化还原反应不一定是离子反应,例如氢气在氯气中燃烧,故 D 错误。
12. B 胶体区别于溶液和浊液的本质是分散质粒子的直径大小。分散质粒子直径大小在 1~100 nm 为胶体。
13. D A、B、C 项都与胶体的性质有关;D 项发生复分解反应,生成 Fe(OH)<sub>3</sub> 沉淀,与胶体的性质无关。
14. D “卤水点豆腐”主要是利用了胶体聚沉的原理,A 错;光纤纤维的主要成分为 SiO<sub>2</sub>,B 错;甲烷的标志应是易燃气体,C 错;氧化钠含有离子键,过氧化钠含有离子键、非极性共价键,D 对。
15. C 本题考查溶液和胶体的相关知识,意在考查考生对化学知识融会贯通的能力。C 项,只有在常温下,才可以利用溶液的 pH 与 7 的大小关系判断溶液的酸碱性。

## 专题二 化学用语及常用计量

## 高考精选

1. C 考查对常见物质俗称的识记。
2. B 考查阿伏加德罗常数问题。A项,溶质  $\text{NaAlO}_2$  和溶剂  $\text{H}_2\text{O}$  中都含有 O 原子;B项,12g 石墨烯含有  $N_A$  个 C 原子,每一个 C 原子为三个六边形共用,每一个六边形含有 2 个 C 原子,共有  $1 N_A \times \frac{1}{2} = 0.5 N_A$ ,B 正确;C项,1mol 的羟基含有  $9 N_A$  个电子,但 1 mol 的氢氧根离子所含的电子数为  $10 N_A$ 。选择 B。
3. B 本题考查有关的化学用语、结构简式、电子式、原子结构示意图以及原子的表示方法。丙烯的结构简式为  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ ,A 错误;氢氧根的电子式为  $[\text{O}:\text{H}]^-$ ,B 正确;氯原子的结构示意图为  $(+17)287$ ,C 错误;电子数为 146、质子数为 92 的铀原子的质量数为 238,D 错误。
4. C 本题考查阿伏加德罗常数的有关问题。溶液中含有 1 mol 次氯酸钠,次氯酸根水解生成弱电解质次氯酸,A 错误;苯中没有碳碳双键,B 错误;氯气与 CO 的相对分子质量均为 28,且均为双原子分子,14 g 混合气体的物质的量为 0.5 mol,原子个数为  $N_A$ ,C 正确;标准状况下 6.72 L 二氧化氮为 0.3 mol,与水反应转移电子的数目为 0.2 mol,D 错误。
5. A 1 个  $\text{O}_2$  分子含有的电子数为 16 个,8 g  $\text{O}_2$  的物质的量为 0.25 mol,所以 8 g  $\text{O}_2$  含有的电子数为  $0.25 \text{ mol} \times 16 = 4 \text{ mol}$ ,A 正确;一水合氨为部分电离的弱电解质,所以 1 L 1 mol/L 的氨水中  $\text{NH}_4^+$  的数目会小于  $N_A$  个,B 错误;标准状况下,盐酸为液态混合物,无法换算(或氯化氢为强电解质,盐酸溶液中不存在氯化氢分子),C 错误;1 mol Na 完全氧化为  $\text{Na}_2\text{O}_2$  时,转移的电子数为 1 mol,即失去的电子数为  $N_A$  个,D 错误。
6. B 1 个  $\text{C}_2\text{H}_4$  分子中含共用电子对数目为 6 对,碳氢键数目为 4 个;1 个  $\text{C}_3\text{H}_6$  分子中含共用电子对数目为 9 对,碳氢键数目为 6 个,则 A 错误(应该为  $3a N_A/14$ )。B 正确;C 项没有给氧气的状态;D 项含原子总数为  $3a N_A/14$ 。因此选 B。

## 核心考点解读

1. D A 项的方程式表示的是  $\text{NaHS}$  的电离而不是  $\text{NaHS}$  的水解,A 错误;金属铝溶于  $\text{NaOH}$  溶液,离子方程式电荷不守恒,B 错误;氢氧化钠溶液中通入少量二氧化硫产物为  $\text{SO}_3^{2-}$ ,C 错误;根据中和热的含义知 D 正确。
2. C 乙酸的分子式为  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ,②错误;③中 Cl 与 O 的位置应互换,③错误,因此选 C。
3. A A 项中  $\text{C}\equiv\text{N}$  之间存在三键,A 正确;B 项中水分子不是直线型结构,B 错误;C 项为氟原子的结构示意图,C 错误;D 项中 C 与 O 之间应为双键,D 错误。
4. (1)  $\sqrt{\times}\sqrt{\times}$  (2)  $\times\times\times\times\times$  (3)  $\times\times\times$  (4)  $\times\sqrt{\times}\sqrt{\times}$   
(5)  $\times\times\sqrt{\times}\sqrt{\times}$  (6)  $\sqrt{\times}\times\times$  (7)  $\times\times\sqrt{\times}$
5. B 由阿伏加德罗定律,同温同压下,同体积的任何气体具有相同的分子数,则物质的量相等,即  $\frac{x}{M_{\text{甲}}} = \frac{y}{M_{\text{乙}}}$ ,推出  $\frac{x}{y} = \frac{M_{\text{甲}}}{M_{\text{乙}}}$ ,故 A 正确;B 项,甲与乙的分子个数比为 1:1,而  $x$  与  $y$  不一定相等,故不正确;C 项,同温同压下,密度之比等于摩尔质量之比,即为质量比,故正确;

D 项,等质量的甲、乙压强之比为  $\frac{p_{\text{甲}}}{p_{\text{乙}}} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\frac{M}{M_{\text{甲}}}}{\frac{M}{M_{\text{乙}}}} = \frac{M_{\text{乙}}}{M_{\text{甲}}} = \frac{y}{x}$ ,故正确。

$$6. (1) \frac{w}{1-w} \times 100 \text{ g} \quad (2) \frac{25m}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad (3) 25 dw \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ (4) \frac{4c}{d} \%$$

解:(1)  $S = \frac{w}{1-w} \times 100 \text{ g}$  (溶解度定义)

$$(2) 1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{m \text{ g}}{V \text{ mL}} \times \frac{1}{40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{25m}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$(3) c = \frac{1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times w}{40 \text{ mol}^{-1}} = 25 dw \text{ mol/L}$$

$$(4) w = \frac{40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} \times 100\% = \frac{4c}{d} \%$$

$$7. A \text{ 由 } c = \frac{n_{\text{质}}}{V_{\text{总}}} = \frac{\frac{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{V \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} + 1000 \text{ g}}}{\rho \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}} \\ = \frac{1000 V \rho}{17 V + 22400} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{由上可推知 } \rho = \frac{(17 V + 22400) c}{1000 V}$$

设溶液的体积为 1 L

$$\text{由 } c = \frac{1000 \rho \cdot w}{M}$$

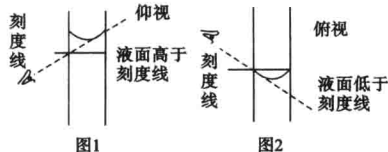
$$\text{可得 } w = \frac{Mc}{1000 \rho} = \frac{17c}{1000 \rho}$$

$$w = \frac{m_{\text{质}}}{m_{\text{液}}} = \frac{\frac{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}{V \text{ L}} \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{\frac{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}{V \text{ L}} \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 1000 \text{ g}} = \frac{17 V}{17 V + 22400}$$

因此只有 A 项不正确。

8. B 由混合后溶质质量分数的判定规律知,硫酸溶液密度大于  $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ,故  $b > a$ ;氨水密度小于  $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ,且浓度越大,密度越小,则  $c < a$ 。故答案为 B。
9. D 根据题意,500 mL 溶液分成 5 等份,每份为 100 mL。每份中  $n(\text{Ba}^{2+}) = a \text{ mol}$ ,  $n(\text{Cl}^-) = b \text{ mol}$ ,根据电荷守恒关系,  $n(\text{K}^+) = (b - 2a) \text{ mol}$ 。则  $c(\text{K}^+) = \frac{(b - 2a) \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 10(b - 2a) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

10. C B 项,如图 1 所示,定容后液面高于容量瓶的刻度线,溶液体积偏大,NaOH 物质的量浓度偏小;C 项,如图 2 所示,情况与 B 项相反;A、D 两项的判断会偏小。



11. (1) AC 烧杯、玻璃棒 (2) BCE (3) 2.0 小于 小于  
(4) 13.6 15 将浓硫酸沿器壁缓缓倒入水中,并用玻璃棒不断搅拌  
解析:(1) 5 种仪器分别为烧瓶、量筒、分液漏斗、胶头滴管、容量瓶,配制上述溶液肯定不需要烧瓶和分液漏斗,还需要烧杯、玻璃棒。  
(2) 容量瓶不能用于贮存、加热溶液,它只有一个刻度线,也不能测量容量瓶规格以下的任意体积的液体。  
(3) 因无 450 mL 的容量瓶,配制 NaOH 溶液常用 500 mL 的容量瓶,  $m(\text{NaOH}) = c \cdot V \cdot M = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.0 \text{ g}$ ;定容仰视刻度线,造成加水较多,浓度偏低;洒落溶液会造

成溶液浓度偏低。

$$(4) \text{ 由稀释前后物质的量相等, } V(\text{浓}) = \frac{c(\text{稀}) \cdot V(\text{稀})}{c(\text{浓})} = \frac{0.5 \times 0.5}{1000 \times 1.84 \times 98\%} \text{ L} = \frac{0.25}{18.4} \text{ L} = 13.6 \text{ mL}, \text{ 选用 } 15 \text{ mL} \text{ 量筒最好, 误差}$$

差小。稀释时将浓硫酸沿器壁缓缓倒入水中,并用玻璃棒不断搅拌。

### 2015 热点预测

1. B 本题考查了化学用语,意在考查考生对化学用语规范使用的掌握情况。A项中是乙酸的分子式,乙酸的结构简式应为  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; C项,胆矾的化学式为  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; D项  $\text{NH}_3$  的电子式中 N 原子少了两个电子,正确的电子式为  $\text{H}:\underset{\text{H}}{\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}}:\text{H}$ 。

2. D 本题考查化学用语,意在考查考生正确使用化学用语的能力。1个  $\text{C}_2^{2-}$  中含有 10 个电子,碳原子之间形成 3 对共用电子对, A 项正确;  $\text{N}_2$  分子中含有氮氮三键, B 项正确; 1个  $\text{CN}_2^-$  中含有的电子总数为  $6+7 \times 2+2=22$ , C 项正确; D 中  $\text{Ca}^{2+}$  的质子数是 20, 错误。

3. C  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的电子式应为  $[\text{H}:\underset{\text{H}}{\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}}:\text{H}] + [\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}}]$ , A 错误。中子数为 8 的氮原子应表示为  $^{15}_7\text{N}$ , B 错误。丙烯的结构简式应为  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ , 故 D 错误。

4. C 本题考查化学用语,意在考查考生正确运用化学用语的能力。  $\text{CH}_3\text{COOH}$  为弱电解质,在水中的电离方程式为  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ , A 项错误;  $\text{KClO}_3$  与浓  $\text{HCl}$  反应时,前者为氧化剂,后者为还原剂,生成的氯气既是氧化产物又是还原产物, B 项错误;新制氢氧化铜和乙醛的反应是在碱性环境下进行的, C 项正确;  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$  是  $\text{HCO}_3^-$  的电离方程式, D 项错误。

5. B 本题考查阿伏加德罗常数,意在考查考生对物质组成的理解及化学计算能力。A项,  $\text{Fe}^{3+}$  发生水解,溶液中  $\text{Fe}^{3+}$  的数目小于 0.1  $N_A$ , A 错; 1个  $\text{NH}_3$  分子中含有 3 个 N—H 键, B 对;  $\text{Na}_2\text{O}_2$  是由 2 个  $\text{Na}^+$  和 1 个  $\text{O}_2^{2-}$  组成的, 7.8 g  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的物质的量为 0.1 mol, 其含有的阳离子的数目为 0.2  $N_A$ , C 错; 标准状况下,水不是气体,不能用气体摩尔体积来计算, D 错。

6. C 本题考查核素、气体摩尔体积以及氧化还原反应中转移的电子数等,意在考查考生的计算能力。A项, D(氘)原子的质量数为 2, 质子数为 1, 1个  $\text{D}_2\text{O}$  分子中所含质子数为 10, 4.0 g 重水的物质的量为  $\frac{4 \text{ g}}{20 \text{ g/mol}} = 0.2 \text{ mol}$ , 所含的质子数为 2  $N_A$ , A 项错误; B 项, 没有标明气体的压强和温度, B 项错误; C 项, 白磷和红磷是同素异形体, 6.2 g 白磷和红磷混合物中所含磷原子的物质的量为  $\frac{6.2 \text{ g}}{31 \text{ g/mol}} = 0.2 \text{ mol}$ , C 项正确; D 项,  $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 12.5 \times 10^{-3} \text{ L} = 0.2 \text{ mol}$ , 如果 0.2 mol 浓硫酸完全反应, 则转移的电子数为 0.2  $N_A$ , 由于随着反应的进行浓硫酸变成稀硫酸, 稀硫酸不与铜反应, 故转移的电子数小于 0.2  $N_A$ , D 项错误。

7. C 本题考查了阿伏加德罗常数,意在考查考生对化学基础知识的理解与分析能力。A项, 1个乙醇分子中含有 5 个 C—H 键、1 个 C—C 键、1 个 C—O 键和 1 个 H—O 键, 共 8 个化学键, 46 g 乙醇的物质的量为 1 mol, 含有的化学键数为 8  $N_A$ ; B 项,  $\text{Cl}_2$  与  $\text{NaOH}$  溶液发生反应:  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ , 1 mol  $\text{Cl}_2$  参加反应转移 2 mol 电子; D 项, 部分  $\text{CO}_3^{2-}$  发生水解,  $\text{Na}^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  的总数小于 3  $N_A$ 。

8. D 本题考查了阿伏加德罗常数,意在考查考生对物质组成的理解

及简单计算的能力。A项,不是标准状况,不能用标准状况下的气体摩尔体积进行计算, A 错; B 项,  $\text{H}_2\text{O}_2$  水溶液中的  $\text{H}_2\text{O}$  中也含有氧原子, 故氧原子的总数大于  $N_A$ , B 错; C 项, 当钠与氧气在加热条件下反应生成  $\text{Na}_2\text{O}_2$  时, 转移电子的物质的量为  $\frac{5.6 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 2 = 0.5 \text{ mol}$ , 即转移电子数为 0.5  $N_A$ , C 错; D 项, 因乙烯和丙烯的最简式均为  $\text{CH}_2$ , 故 14 g 乙烯与丙烯的混合气体中碳原子的总数为  $N_A$ , 正确。

9. B 本题考查了阿伏加德罗常数及化学键、离子数目、中子数等的计算,意在考查考生对阿伏加德罗常数的理解及应用。根据 S 的成键特点可知, 图中白球表示 S,  $\text{As}_4\text{S}_4$  中不含 S—S 键, A 项错误;  $\text{Na}_2\text{S}$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  中的阴离子分别为  $\text{S}^{2-}$  和  $\text{O}_2^{2-}$ , 7.8 g  $\text{Na}_2\text{S}$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的物质的量均为 0.1 mol, 所以阴离子数目均为 0.1  $N_A$ , B 项正确; 1.8 g  $\text{O}_2$  与 1.8 g  $\text{O}_3$  中所含氧原子数相同, 则含有的中子数也相同, C 项错; D 项, 没有标明气体所处的状态, 无法判断气体的体积, D 项错。

10. C A 项, 标准状况下甲苯不是气体, 故不正确; B 项, 由于未给出碳酸镁饱和溶液的体积, 故无法计算溶液中  $\text{Mg}^{2+}$  的数目, 不正确; D 项, 除了乙醇中含有氢原子外, 水分子中也含有氢原子, 故不正确。

11. B A 项, 2.8 g  $\text{N}_2$  的物质的量为 0.1 mol, 含有的电子数为 1.4  $N_A$ , 而 2.8 g  $\text{C}_2\text{H}_4$  的物质的量为 0.1 mol, 含有的电子数为 1.6  $N_A$ , 故混合气体所含的电子数大于 1.4  $N_A$ , 不正确; C 项, 未指明溶液的体积, 故不能计算  $\text{OH}^-$  的数目, 不正确; D 项, 溶剂水中也含有大量的氧原子, 故不正确。

12. C 1 mol  $\text{CH}_3^+$  中含有 10  $N_A$  个电子; 1 mol —OH 中含 9  $N_A$  个电子;  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$  易水解, 1 L 1 mol/L 苯酚钠溶液中含有  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$  的个数小于  $N_A$ ; 乙烯和环丙烷的最简式均为  $\text{CH}_2$ , 故 28 g 二者的混合物含 4  $N_A$  个氢原子。

13. A 设  $\text{O}_2$  的质量为 xg, 则氧原子的个数为  $(\frac{x}{32} \times 2 + \frac{16-x}{48} \times 3) N_A = N_A$ , A 项对; 标准状况下  $\text{H}_2\text{O}$  不是气体, 11.2 L  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量不是 0.5 mol, B 项错; 标准状况下, 22.4 L  $\text{H}_2$  中含有的质子数为 2  $N_A$ , C 项错; 由于  $\text{Al}^{3+}$  的水解, 100 mL 0.1 mol · L<sup>-1</sup> 的  $\text{AlCl}_3$  溶液中  $\text{Al}^{3+}$  的个数小于 0.01  $N_A$ , D 项错。

14. B 选项 A,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  中阳离子为  $\text{Na}^+$ , 阴离子为  $\text{O}_2^{2-}$ , 所以 1 mol  $\text{Na}_2\text{O}_2$  中含有的离子总数为 3  $N_A$ ; 选项 B, — $\text{CH}_3$  为 9 电子微粒, 3 g — $\text{CH}_3$  (物质的量为 0.2 mol) 中含有的电子数为 1.8  $N_A$ ; 选项 C, 没有指明 22.4 L  $\text{H}_2$  和  $\text{Cl}_2$  的混合气体是否处于标准状况下; 选项 D, 浓盐酸易挥发且随着反应的进行, 盐酸的浓度逐渐变小使反应无法继续进行, 所以所得  $\text{Cl}_2$  的分子数目小于理论值 (0.24  $N_A$ )。

15. C A 项溶液的体积不是 1 L, 其溶液中溶质的物质的量浓度不是 1 mol · L<sup>-1</sup>; 由溶液的均一性可知 B 项错误; D 项需 0.2 mol  $\text{NaOH}$ , 质量为 8 g。

16. D A 项没有给出溶液的体积, 错误; 1 L 水吸收 22.4 L 氨气所得溶液中溶质的物质的量浓度不一定是 1 mol · L<sup>-1</sup>, 且 22.4 L 氨气也不一定是标准状况, 故当氨水体积是 1 L 时, 其溶液中溶质的物质的量浓度也不一定是 1 mol · L<sup>-1</sup>, B 项错误; 在  $\text{K}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaCl}$  混合液中, 由溶液的电中性知, 当  $n(\text{Na}^+) = n(\text{SO}_4^{2-})$  时,  $n(\text{K}^+) \neq n(\text{Cl}^-)$ , C 项错误; 温度不变,  $\text{KCl}$  饱和溶液的浓度不变, D 项正确。

17. C 由表中数据看出, 在①中, 盐酸过量, 在③中, 固体过量, 故

$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\text{CO}_2)}{0.05 \text{ L}} = \frac{\frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}}{0.05 \text{ L}} = 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ C 项错误; 由数}$$

据①, 9.2 g 固体全部参加反应, 根据碳元素守恒可得  $n(\text{NaHCO}_3) + n(\text{KHCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0.1 \text{ mol}$ , 再根据质量守恒可得  $m(\text{NaHCO}_3) + m(\text{KHCO}_3) = 9.2 \text{ g}$ , 即  $84n(\text{NaHCO}_3) + 100n(\text{KHCO}_3) = 9.2$ , 联立解得  $n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{KHCO}_3) = 0.05 \text{ mol}$ , 即混合物中  $\text{NaHCO}_3$  的物质的量分数为 50%, D 项正确。

### 专题三 离子反应

#### 高考精选

1. A 使甲基橙变红的溶液是酸性溶液, 四种离子能大量共存, A 正确; 使酚酞变红色的溶液显碱性, 铜离子、碳酸氢根不能共存, B 错误; 银离子与碘离子不能共存, C 错误; D 中偏铝酸钠与氢离子不能共存, 错误。
2. A A 项可以共存; B 项 NO 易被空气中氧气氧化生成  $\text{NO}_2$ , 不能共存; C 项氢氧化铁的胶体在酸性条件下不能共存, 另外  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体可氧化  $\text{S}^{2-}$ , 不能共存; D 项高锰酸根在酸性条件下具有强氧化性, 葡萄糖具有还原性, 能发生氧化还原反应不能大量共存。
3. A  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  离子间不能发生反应, 在同一溶液中可以大量共存, A 项正确;  $\text{Pb}^{2+}$  与  $\text{SO}_4^{2-}$  可生成  $\text{PbSO}_4$  沉淀,  $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Hg}^{2+}$  可与  $\text{S}^{2-}$  形成沉淀, B 项错误;  $\text{H}^+$  与  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  在溶液中发生歧化反应生成 S 与  $\text{SO}_2$ , C 项错误;  $\text{Ca}^{2+}$  可与  $\text{CO}_3^{2-}$  形成  $\text{CaCO}_3$  沉淀, 此外  $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$  可发生双水解反应而不能共存, D 项错误。
4. C  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  因发生双水解而不能共存, A 错误;  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{MnO}_4^-$  因发生氧化还原反应不能共存, B 错误;  $\text{NH}_4^+$  与  $\text{OH}^-$  因生成弱电解质一水合氨而不能共存, D 错误。
5. AC B 选项明矾溶液中,  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  个数比为 1:2,  $\text{SO}_4^{2-}$  完全沉淀时,  $\text{Al}^{3+}$  应转化为  $\text{AlO}_2^-$ ; D 选项中, 醋酸是弱酸, 应该以分子的形式写入离子方程式。
6. D 考查离子方程式的正误判断。A 项, 浓盐酸与铁屑反应生成  $\text{Fe}^{2+}$ ; B 项, 钠与  $\text{CuSO}_4$  溶液反应, Na 先与水反应, 生成的 NaOH 再与硫酸铜反应; C 项, 是  $\text{HCO}_3^-$  与  $\text{H}^+$  反应; D 项正确。
7. D 本题主要考查离子方程式的书写及正误判断。浓盐酸在溶液中发生电离, A 错误; 铝离子溶于水后水解应用可逆号, B 错误; 过氧化钠溶于水, 方程式未配平, C 错误; 碳酸氢钙与少量氢氧化钠反应生成碳酸钙沉淀, D 正确。
8. B A 项,  $\text{HClO}$  是弱电解质, 不分开; C 项 Cu 做电解池电极时参加反应失电子做阳极, 不是水中的氢氧根失去电子。
9. B 根据加入过量 NaOH 溶液, 加热, 得到 0.02 mol 气体, 说明有  $\text{NH}_4^+$ , 而且为 0.02 mol; 同时产生红褐色沉淀, 说明有  $\text{Fe}^{3+}$ , 而且为 0.02 mol, 则没有  $\text{CO}_3^{2-}$ ; 根据不溶于盐酸的 4.66 g 沉淀, 说明有  $\text{SO}_4^{2-}$ , 且为 0.02 mol; 根据电荷守恒可知, 一定有  $\text{Cl}^-$ , 至少有 0.06 mol, B 正确。

#### 核心考点解读

1. (1)②稀硫酸、⑤空气 (2)③HCl (3)⑨ $\text{CaCO}_3$   
(4)④ $\text{NH}_3$ 、⑥ $\text{CO}_2$  (5)①Cu、⑦Hg

解析: 10 种物质中稀硫酸和空气属于混合物。HCl 溶于水可电离出  $\text{H}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ , 能导电, 但熔融状态下不存在自由移动的离子, 不导电, 故 HCl 属于电解质。 $\text{CaCO}_3$  是难溶性的电解质。 $\text{NH}_3$ 、 $\text{CO}_2$  的水溶液虽然能导电, 但不是它们本身发生了电离, 而是它们分别与水发生了反应, 生成了能导电的物质  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  和  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , 故它们属于非电解质。Cu 和 Hg 属于单质, 不是化合物, 故既不是电解质, 也不是非电解质, 但能导电。

2. D 电解质必须是化合物, A 项错误; 在水溶液中必须是本身电离而导电的化合物才是电解质, B 项错误; 电解质与是否导电无必然联系, 只要化合物在水溶液或熔融状态下能导电即可, C 项错误。

3. A 溶液的导电性强弱是由溶液中的离子浓度及离子所带的电荷决定的, 若强电解质溶液是稀溶液, 离子浓度很小, 导电性就很弱, B 错误; 强电解质部分是离子化合物, 部分是共价化合物, C 不正确; 强电解质与溶解性大小无关, 如  $\text{BaSO}_4$  难溶于水, 但属于强电解质, 而  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  易溶于水, 却属于弱电解质。

4. (1)  $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$   
(2)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HCO}_3^- = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$   
(3)  $\text{MgO} + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$   
(4)  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$   
(5)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$   
(6)  $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$   
(7)  $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$   
(8)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$   
(9)  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (或  $\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ )  
(10)  $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$   
(11)  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$   
(12)  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$   
(13)  $2\text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{Ag}_2\text{SO}_4 \downarrow$   
(14)  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$   
(15)  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
5. (1)  $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$   
(2)  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$   
(3)  $2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$   
(4)  $2\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- = \text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^-$
6. D A 项中  $\text{HCO}_3^-$  与  $\text{Al}^{3+}$  因发生双水解反应  $3\text{HCO}_3^- + \text{Al}^{3+} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$  而不能共存, A 错误; B 项中水的电离受到抑制, 溶液可能是酸性, 也可能是碱性, 酸性时  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{ClO}^-$  二者发生氧化还原反应不能共存, 碱性时  $\text{Fe}^{2+}$  不能存在, B 错误; C 项中  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  与  $\text{H}^+$  反应不能共存, C 错误; 红色石蕊试纸变蓝的溶液为碱性溶液, 四种离子均不反应, 可以共存, D 正确。
7. A A 项中四种离子均不反应, 能共存, A 正确; B 项中酚酞呈无色的溶液即  $\text{pH} < 8$  的溶液, 酸性环境中  $\text{HCO}_3^-$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  不能存在, B 错误; C 项中  $c(\text{OH}^-)/c(\text{H}^+) = 10^{12}$ , 而  $c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+) = 10^{-14}$ , 推知  $c(\text{OH}^-) = 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 溶液呈碱性,  $\text{NH}_4^+$  不能存在, C 错误; D 项中  $\text{I}^-$  与  $\text{ClO}^-$  因发生氧化还原反应  $2\text{I}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}^- + \text{I}_2 + 2\text{OH}^-$  不能共存, D 错误。

8. D ①中“84”消毒液含  $\text{ClO}^-$ ,  $\text{ClO}^-$  会与  $\text{Fe}^{2+}$  发生氧化还原反应不能共存, ①错误; ②加入 KSCN 显红色的溶液中含  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{S}^{2-}$  发生氧化还原反应不能共存, ②错误; ③中的溶液可能为浓硝酸, 四种离子可以存在, ③正确; ④ $\text{pH} = 2$  的溶液为酸性溶液, 四种离子可以存在, ④正确; ⑤中  $\text{MnO}_4^-$  显紫色不符合题意, ⑤错误。

9. A A 选项  $c(\text{OH}^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 为碱性溶液, 其离子能大量共存, A 正确;  $\text{Ag}^+$  与氨水可以生成沉淀或  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ , B 错误;  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^-$  与  $\text{H}^+$  不能大量共存, C 错误;  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  在酸性溶液中氧化  $\text{Fe}^{2+}$  而不能大量共存, D 错误。

10. A A 项中酸性条件下四种离子不能相互反应, A 正确; B 项中水电离出的  $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{pH} = 10$  或 4, 酸性环境中  $\text{HCO}_3^-$  与  $\text{S}^{2-}$  不能大量共存, 碱性环境中  $\text{HCO}_3^-$  不能大量共存, B 错误; C 项中 pH 试纸显深蓝色, 溶液显较强碱性,  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  离子不能大量共存, C 错误; D 项中与铝反应放出氢气的溶液可以是酸性, 也可以是碱性, 酸性时因含  $\text{NO}_3^-$  而不能产生氢气, 碱性时

$Mg^{2+}$  不能大量存在, D 错误。

11. BC 由①可知溶液中存在大量  $OH^-$ , 因此  $HCO_3^-$  不能大量存在, 所以 D 错误; 由②可知溶液中有  $CO_3^{2-}$  而没有  $SO_3^{2-}$ , 所以 B 正确 A 错误; 而②中因为加入稀盐酸, 因此无法确定溶液中是否存在  $Cl^-$ , 所以 C 对。

12. (1)  $CO_3^{2-}$  (2)  $NO_3^-$ 、 $Fe^{3+}$  (3)  $Mg^{2+}$ 、 $Al^{3+}$  (4)  $Ba^{2+}$   $SO_4^{2-}$   
(5) ①  $Ba^{2+}$ 、 $I^-$ 、 $NH_4^+$  ②  $Mg^{2+}$ 、 $Al^{3+}$ 、 $Fe^{3+}$ 、 $CO_3^{2-}$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $NO_3^-$   
③  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$

解析: 根据题目提供的实验现象逐步分析。根据(1)可知溶液呈强酸性, 这些离子中只有  $CO_3^{2-}$  能与  $H^+$  反应, 故  $CO_3^{2-}$  不可能存在。根据(2)可知溶液中也一定存在  $I^-$ , 又由于溶液呈强酸性,  $NO_3^-$  和  $Fe^{3+}$  均能将  $I^-$  氧化, 故  $NO_3^-$  和  $Fe^{3+}$  不可能存在。根据(3)可知在加 NaOH 过程中, 一直无沉淀产生, 说明原溶液中一定没有  $Mg^{2+}$ 、 $Al^{3+}$ , 但肯定有  $NH_4^+$ 。根据(4)可知, 在剩余的阳离子中, 只有  $Ba^{2+}$  能与  $CO_3^{2-}$  作用生成  $BaCO_3$  白色沉淀, 这样原溶液中一定没有  $SO_4^{2-}$ 。

### 2015 热点预测

1. B 本题考查水溶液中的离子共存问题, 意在考查考生对常见离子的性质、离子间的反应等知识的掌握情况。pH = 0 的溶液呈酸性, 溶液中含有大量  $H^+$ 。A 项,  $H^+$  能与  $S^{2-}$  反应,  $H^+$  能与  $SO_3^{2-}$  反应, 均生成弱电解质, 且酸性条件下  $S^{2-}$  与  $SO_3^{2-}$  发生反应生成 S; C 项, 酸性条件下  $MnO_4^-$  能氧化  $Fe^{2+}$ 、 $I^-$ ; D 项, 酸性条件下  $HS^-$  与  $H^+$  不能大量共存。
2. C 本题考查指定溶液中的离子共存, 意在考查考生的分析判断能力。 $Fe^{3+}$  与  $SCN^-$  能反应生成络合物, 不能大量共存, A 项错误; 水电离出的  $c(OH^-) > 10^{-5} mol \cdot L^{-1}$ , 溶液可能显酸性, 也可能显碱性, 在碱性溶液中  $Mg^{2+}$  不能大量存在, B 项错误; 与铝反应产生大量氢气的溶液可能是酸性溶液, 也可能是碱性溶液,  $HCO_3^-$  在酸性溶液或碱性溶液中均不能大量存在, 且  $HCO_3^-$  和  $Fe^{2+}$  不能大量共存, D 项错误。
3. D 本题考查离子共存, 意在考查考生对离子反应的理解。A 项, 通入  $NO_2$ , 溶液显酸性, 生成  $H_2SiO_3$  沉淀, A 项不符合题意; B 项,  $Al^{3+}$  水解显酸性,  $S^{2-}$  水解显碱性, 二者不能大量共存, B 项不符合题意; C 项, 氨水与  $Ag^+$  不能大量共存, C 项不符合题意; D 项通入  $NO_2$ , 溶液中含有具有强氧化性的硝酸,  $Fe^{2+}$  被氧化, 且无沉淀生成, D 项符合题意。
4. B 本题考查离子共存和离子反应, 意在考查考生对离子反应本质的理解及离子反应发生条件的判断。硫酸亚铁铵加入到水溶液中可以电离出  $SO_4^{2-}$ 、 $Fe^{2+}$  和  $NH_4^+$ 。电离出的  $Fe^{2+}$  在  $H^+$  存在的环境中能被  $NO_3^-$  氧化, A 项中的  $H^+$ 、 $NO_3^-$  明显减少; B 项中的四种离子不和  $SO_4^{2-}$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $NH_4^+$  反应, B 项正确;  $Ba^{2+}$  与  $SO_4^{2-}$  反应生成  $BaSO_4$  沉淀,  $Fe^{2+}$ 、 $NH_4^+$  与  $OH^-$  反应, C 项中的  $Ba^{2+}$ 、 $OH^-$  明显减少;  $Fe^{2+}$ 、 $NH_4^+$  水解显酸性, 而  $S^{2-}$  水解显碱性, 相互促进水解, D 项中的  $S^{2-}$  明显减少。
5. C 本题考查离子反应及离子共存, 意在考查考生对复分解反应、氧化还原反应、水解反应的综合理解与应用能力。①常温下,  $c(H^+)/c(OH^-) = 1 \times 10^{-13}$  的溶液呈碱性, 该组离子能大量共存; ②加入 KSCN 显红色的溶液中含  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$  与  $I^-$  不能大量共存; ③使酚酞变红的溶液呈碱性,  $Fe^{3+}$ 、 $Al^{3+}$  在碱性溶液中不能大量存在; ④使 pH 试纸变蓝的溶液呈碱性,  $NH_4^+$  不能大量存在; ⑤中  $Al^{3+}$  和  $HCO_3^-$  不能大量共存。
6. D 本题考查了离子方程式的正误判断, 意在考查考生规范书写离子方程式的能力。A 项,  $Fe^{3+}$  可将  $I^-$  氧化为  $I_2$ ; B 项,  $Cu^{2+}$  的水解

很微弱, 书写离子方程式时, 应用可逆号且生成的  $Cu(OH)_2$  不能写沉淀符号; C 项, 还有碳酸钙沉淀生成; D 项, 酸化的高锰酸钾溶液具有强氧化性, 可氧化双氧水, D 项书写正确。

7. D 本题主要考查离子方程式的正误判断, 意在考查考生对离子反应的理解。醋酸是弱酸, 离子方程式中应用  $CH_3COOH$  表示, A 项错误; 二氧化硫通入氯化钡溶液中, 不能形成  $BaSO_3$  沉淀, B 项错误; C 项正确的离子方程式为  $2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 5O_2 \uparrow + 8H_2O$ , C 项错误; 等物质的量浓度、等体积的  $Ba(OH)_2$  溶液和  $NaHSO_4$  溶液混合, 溶液中剩余  $OH^-$ , D 项正确。
8. B 本题考查离子方程式的正误判断, 意在考查考生的分析判断能力。A 项, 正确的离子方程式应为  $AlO_2^- + CO_2 + 2H_2O = Al(OH)_3 \downarrow + HCO_3^-$ , 评价错误; B 项, 评价正确; C 项,  $NH_3 \cdot H_2O$  是弱电解质, 正确的离子方程式为  $H^+ + NH_3 \cdot H_2O = NH_4^+ + H_2O$ , 评价错误; D 项, 离子方程式正确, 评价错误。
9. (1)  $Fe^{3+}$ 、 $Mg^{2+}$   $CO_3^{2-}$ 、 $Ba^{2+}$ 、 $Cl^-$   
(2)  $SO_4^{2-}$  0.5  $NH_4^+$  0.2  $Al^{3+}$  0.2  
(3) 是 经计算, 溶液中  $NH_4^+$ 、 $Al^{3+}$  物质的量都是 0.02 mol,  $SO_4^{2-}$  物质的量是 0.05 mol。根据电荷守恒,  $K^+$  一定存在  
解析: 由①可知含有  $n(NH_4^+) = n(NH_3) = 0.02 mol$ , 一定无  $Fe^{3+}$ 、 $Mg^{2+}$ ; 由③可知含有  $n(SO_4^{2-}) = n(NH_3) = 0.02 mol$ , 一定无  $Ba^{2+}$ ; 由①、②可知溶液中一定含有  $n(Al^{3+}) = 2n(Al_2O_3) = \frac{1.02 g}{102 g \cdot mol^{-1}} \times 2 = 0.02 mol$ , 一定无  $CO_3^{2-}$ 。
10. (1)  $Na_2CO_3$   $Ba(OH)_2$  (2) ① C  
②  $c(Na^+) > c(CO_3^{2-}) > c(OH^-) > c(HCO_3^-) > c(H^+)$   
③  $[H:\ddot{O}:\ddot{O}:]^- Ba^{2+} [:\ddot{O}:H]^-$  ④ 6.1 g  
⑤ 往 D 的溶液中逐滴加入  $Ba(OH)_2$  溶液直至过量, 若先出现白色沉淀后又逐渐溶解, 则 D 中含有  $Al^{3+}$ , E 中含有  $Mg^{2+}$  (或往 D 的溶液中加入过量  $Na_2CO_3$  溶液, 若出现白色沉淀和无色气体, 则 D 中含有  $Al^{3+}$ , E 中含有  $Mg^{2+}$ , 其他合理答案均可给分)  
(3)  $3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- = 3Cu^{2+} + 2NO \uparrow + 4H_2O$   
解析: (1) 在题目所给的离子中,  $CO_3^{2-}$  只能与  $Na^+$  组成可溶性物质; 除  $Na^+$  外,  $OH^-$  只能与  $Ba^{2+}$  组成可溶性物质。  
(2) 由“当含 X 离子的 C 与 A 的溶液混合时, 产生红褐色沉淀和无色无味气体”可知 A 为  $Na_2CO_3$ , C 为铁盐, 则 B 必为  $Ba(OH)_2$ ; C 与 B 的溶液混合时产生的两种沉淀部分溶于稀硝酸, 则 C 必为  $Fe_2(SO_4)_3$ 。  
④ 0.02 mol 的  $Ba(OH)_2$  和 0.01 mol 的  $Fe_2(SO_4)_3$  充分反应生成 0.02 mol  $BaSO_4$  和  $\frac{0.04}{3} mol Fe(OH)_3$ , 故沉淀总质量为 6.1 g。  
⑤ 由以上分析可知, D、E 中的阳离子分别为  $Al^{3+}$  和  $Mg^{2+}$  中的一种, 可用  $Ba(OH)_2$  或  $Na_2CO_3$  溶液来检验。  
(3) 在酸性条件下  $NO_3^-$  具有强氧化性, 可将铜氧化。

## 专题四 氧化还原反应

### 高考精选

1. B 根据题意,  $Cl_2$  先氧化  $Fe^{2+}$ , 不可能只氧化  $Br^-$ , B 选项错误。
2. CD 根据反应方程式可知, 每当生成 16 mol  $N_2$ , 则氧化产物比还原产物多 14 mol。转移电子的物质的量为 10 mol, 被氧化的 N 原子的物质的量为 30 mol, 有 2 mol  $KNO_3$  被还原。现氧化产物比还原产物多 1.75 mol, 则生成 2 mol  $N_2$ , 转移电子的物质的量为 1.25 mol, 被氧化的 N 原子的物质的量为 3.75 mol, 因此, C、D 正确。
3. A 若混合物全是  $CuS$ , 其物质的量为  $12/80 = 0.15 mol$ , 电子转移

数为  $0.15 \times (6+2) = 1.2 \text{ mol}$ 。两者体积相等,设  $\text{NO}$   $x \text{ mol}$ ,  $\text{NO}_2$   $x \text{ mol}$ ,  $3x+x=1.2$ , 计算得  $x=0.3$ 。气体体积  $V=0.6 \times 22.4 = 13.44 \text{ L}$ ; 若混合物全是  $\text{Cu}_2\text{S}$ , 其物质的量为  $0.075 \text{ mol}$ , 转移电子数  $0.075 \times 10 = 0.75 \text{ mol}$ , 设  $\text{NO}$   $x \text{ mol}$ ,  $\text{NO}_2$   $x \text{ mol}$ ,  $3x+x=0.75$ , 计算得  $x=0.1875$ , 气体体积  $0.375 \times 22.4 = 8.4 \text{ L}$ , 实际值应在  $8.4 \text{ L} \sim 13.44 \text{ L}$  之间, 因此选 A。

4. (1) bd (2)  $\text{Cu}_2\text{S}$  4 氢气

(3) a  $\text{NO}_3^- + 3e^- + 4\text{H}^+ = \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(4) 作为电解质溶液, 形成原电池

解析: (1)  $\text{NaCl}$  与  $\text{Al}_2\text{O}_3$  冶炼需要用电解法,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  与  $\text{Cu}_2\text{S}$  可以用热还原法, 所以为 b, d。

(2) 在该反应中, Cu 元素化合价由 +1 升高到 +2, S 元素由 -2 升高到 +6,  $\text{Cu}_2\text{S}$  作还原剂, 当有 1 mol  $\text{O}_2$  参与反应转移的电子为 4 mol, 由于  $\text{Cu}^{2+}$  水解呈酸性, 加入镁条时, 镁与  $\text{H}^+$  反应生成了氢气。

(3) 电解精炼时, 不纯金属作阳极, 这里就是 a 极; b 电极是阴极, 发生还原反应, 生成的红棕色气体是  $\text{NO}$ , 遇空气氧化生成  $\text{NO}_2$ , 电极反应为  $\text{NO}_3^- + 3e^- + 4\text{H}^+ = \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  或  $\text{NO}_3^- + e^- + 2\text{H}^+ = \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(4) 作为电解质溶液, 形成原电池。

5. (1) ①  $\text{BaCl}_2$   $\text{BaSO}_4$  和  $\text{BaCO}_3$  的  $K_{sp}$  相差不大, 当溶液中存在大量  $\text{CO}_3^{2-}$  时,  $\text{BaSO}_4(\text{s})$  会部分转化为  $\text{BaCO}_3(\text{s})$  (或其他合理答案)

②  $\text{H}_2$ 、 $\text{Cl}_2$   $2\text{NaClO}_3 + 4\text{HCl} = 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$

(2)  $\text{I} \text{ C } 6 \text{ H } 12 \text{ O } 6 + 24\text{NaClO}_3 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 = 24\text{ClO}_2 \uparrow + 6\text{CO}_2 \uparrow + 18\text{H}_2\text{O} + 12\text{Na}_2\text{SO}_4$

(3) 2.5

解析: 本题以  $\text{ClO}_2$  为载体, 考查除杂、电解原理、配平以及氧化还原反应等知识。

(1) ① 除去食盐水中的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  离子, 分别用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{BaCl}_2$ , 为防止引入新的杂质, 故应最先加入  $\text{BaCl}_2$ , 再加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 在除去  $\text{Ca}^{2+}$  的同时除去  $\text{Ba}^{2+}$ 。  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{BaCO}_3$  的结构相似, 从  $K_{sp}$  大小看,  $\text{BaCO}_3$  比  $\text{BaSO}_4$  更难溶, 故加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  除去  $\text{Ca}^{2+}$  时,  $\text{CO}_3^{2-}$  浓度大, 会使  $\text{BaSO}_4$  转化为  $\text{BaCO}_3$ :  $\text{BaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$ , 故溶液中仍然会含有一定量的  $\text{SO}_4^{2-}$ 。 ② 通常情况下, 电解饱和食盐水的离子方程式为:  $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ , 故在电解过程中可以利用的气体单质是  $\text{H}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 。  $\text{NaClO}_3$ 、 $\text{ClO}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{HCl}$  中氯的化合价分别为 +5、+4、0、-1 价, 从图示可知, 二氧化氯发生器除生成  $\text{ClO}_2$  外, 还有  $\text{Cl}_2$  生成。 故该反应过程为:  $\text{NaClO}_3 \rightarrow \text{ClO}_2$  为还原反应, 氯的化合价降低 1 价,  $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2$ , 发生氧化反应。 根据化合价升降相等可配平反应方程式。

(2) 根据元素守恒可知, 方程式右侧空缺的物质应为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 。  $24\text{NaClO}_3 \rightarrow 24\text{ClO}_2$ , 化合价降低 24 价。 纤维素水解的最终产物是葡萄糖, 具有强还原性。 葡萄糖的分子式为  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , 则碳的化合价可认为是 0 价, 转化为  $\text{CO}_2$ , 其中碳的化合价为 +4 价, 根据化合价升降相等可配平反应方程式。

(3)  $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^-$ , 得  $2e^-$ ;  $\text{ClO}_2 \rightarrow \text{Cl}^-$  得电子  $5e^-$ 。 处理含相同量的  $\text{CN}^-$  时转移电子数相等。 故所需  $\text{Cl}_2$  的物质的量是  $\text{ClO}_2$  的 2.5 倍。

### 核心考点解读

1. D 有化合价变化即为氧化还原反应, B 中  $\text{IBr}$ , I 为 +1, Br 为 -1, 生成  $\text{HIO}$ , H Br; C 中  $\text{O}_2$ 、 $\text{O}_3$  均为单质, 都为 0 价, 没有价态变化。

2.  $\text{FeO}$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$   $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ( $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ )  
 $\text{NaH}$   $\text{Na}_2\text{O}$   $\text{Na}_2\text{O}_2$   $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$   $\text{Na}_2\text{S}$   $\text{S}$  ( $\text{Na}_2\text{S} \cdot \text{S}_{x-1}$ )

$\text{MnO}_4^-$   $\text{K}_2\text{MnO}_4$   $\text{MnO}_2$

3. H C N

$\text{N}$   $\text{H}_4$   $\text{H}$   $\text{CrO}_5$  (一个 O 为 -2, 其余 4 个 O 为 -1)

得  $6e^-$   
 $4. \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$   
 失  $6e^-$

得  $2e^-$   
 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$   
 失  $2e^-$

得  $e^-$  失  $e^-$  得  $4e^-$  失  $4e^-$   
 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$   $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

得  $4e^-$  失  $4e^-$   
 $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$

8e-  
 $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \xrightarrow{\Delta} 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2$

6e-  
 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

4e-  
 $3\text{S} + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} 2\text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

5e-  
 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

15e-  
 $5\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\Delta} 4\text{N}_2 \uparrow + 2\text{HNO}_3 + 9\text{H}_2\text{O}$

5. 5 mol 水参与反应, 2 mol  $\text{H}_2\text{O}$  充当还原剂, 共失去 4 mol  $e^-$ , 3 mol

$\text{BrF}_3$  参与反应, 1 mol  $\text{Br} \xrightarrow{+3} \text{Br}$ , 2 mol  $\text{Br} \xrightarrow{+5} \text{Br}_2$ , 因此  $\text{BrF}_3$  既是氧化剂 (2 mol) 又是还原剂 (1 mol), 即 2 mol  $\text{H}_2\text{O}$  (失 4 mol  $e^-$ ) 和 1 mol  $\text{BrF}_3$  (失 2  $e^-$ ) 充当还原剂, 共同还原 2 mol  $\text{BrF}_3$  (得 6  $e^-$ )。 所以被 1 mol 水还原  $\text{BrF}_3$  的量为  $2 \times \frac{4}{6} = \frac{4}{3}$ 。

6. ① 1, 1-2, 1 ② 2, 1-1, 1, 2 ③ 1, 6-1, 6, 2  
 ④ 2, 3, 9-5, 3 ⑤ 8, 6-7, 8, 4 ⑥ 4, 11-2, 8  
 ⑦ 4-2, 12, 3 ⑧ 2, 5, 3-1, 2, 5, 8 ⑨ 1, 14-2, 1, 10, 6  
 ⑩ 11, 15, 24-5, 6, 15

7. ①  $2x+2, 3-2, 1, 3$  ②  $1, 3x+1, 2x-2-x, 3x+1, x-1$   
 ③ 5, 2, 3-10, 1, 2, 8,  $\text{H}_2\text{O}$  ④ 5, 6, 9-5, 3, 6, 14,  $\text{H}_2\text{O}$   
 ⑤ 5, 8, 12,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -8, 8, 12 ⑥ 3, 1, 10,  $\text{KOH}$ -3, 2, 8  
 ⑦ 4, 10, 1-4, 1, 3,  $\text{H}_2\text{O}$  ⑧ 6, 3, 3,  $\text{H}_2\text{O}$ -2, 4, 3  
 ⑨ 2, 1,  $\text{H}_2\text{O}$ -2, 1, 2,  $\text{H}^+$  ⑩ 2, 5, 8-10, 2, 16,  $\text{H}^+$

8. (1)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

(2) 将一小块 pH 试纸放在表面皿上, 用玻璃棒蘸取少量待测液, 点在 pH 试纸上, 再与标准比色卡对照

(3)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$  (4) 13.9

解析: (1)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  在酸性条件下有很强的氧化性, 结合产物中存在

$\text{Cr}^{3+}$  与  $\text{Fe}^{3+}$  两种离子,可得第①步中反应的离子方程式为  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。(3)结合磁性材料  $\text{Cr}_{0.5}\text{Fe}_{1.5}\text{FeO}_4$  中含有  $\text{Fe}^{2+}$ ,因此加氢氧化钠溶液后得到的滤渣中除  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  外,还有  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  和  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 。对于(4)应用守恒法求解,结合磁性材料  $\text{Cr}_{0.5}\text{Fe}_{1.5}\text{FeO}_4$  的化学式可得关系式:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 10\text{FeO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,可得  $n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0.05 \text{ mol}$ ,其质量为 13.9 g。

9. B 由氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性可得:  $\text{XO}_4^- > \text{Z}_2 > \text{B}_2 > \text{A}^{3+}$ , C 对;由氧化性  $\text{Z}_2 > \text{A}^{3+}$  可知反应  $\text{Z}_2 + 2\text{A}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{A}^{3+} + 2\text{Z}^-$  能发生, A 对;  $\text{Z}_2$  在①反应中是氧化产物, B 错;  $\text{XO}_4^-$  中 X 为 +7 价,反应后变为 +2 价,  $\text{X}^{2+}$  是  $\text{XO}_4^-$  的还原产物, D 对,故选 B。

10. (1) 1:1 (2)  $\text{As}_2\text{S}_3$  NaOH 溶液(或  $\text{CuSO}_4$  溶液)

(3) 10 mol 正极 (4) a

解析:(1)根据电子得失守恒可知,1 mol  $\text{As}_2\text{S}_3$  作氧化剂得到 2 mol 电子,而 1 mol  $\text{SnCl}_2$  作还原剂失去 2 mol 电子,所以二者的物质的量之比是 1:1。(2) $\text{H}_2\text{S}$  是还原性气体,可用碱液或硫酸铜溶液吸收。(3) $\text{As}_2\text{S}_3$  作还原剂,1 mol  $\text{As}_2\text{S}_3$  转移电子的物质的量是  $1 \text{ mol} \times [2 \times (5-3) + 3 \times (0+2)] = 10 \text{ mol}$ 。 $\text{NO}_2$  属于还原产物,在正极生成。(4)11.2 L  $\text{O}_2$  与  $\text{NO}_2$  完全反应转化成  $\text{HNO}_3$  的物质的量为 2 mol,根据电守恒可知,若浓  $\text{HNO}_3$  全部转化为  $\text{NO}_2$ ,生成  $\text{CO}_2$  的量是  $2 \text{ mol} / 4 = 0.5 \text{ mol}$ ,但考虑到随反应的进行,  $\text{HNO}_3$  浓度会降低至不再与 C 反应,产生  $\text{CO}_2$  的量应小于 0.5 mol。

11. (1)  $14\text{HNO}_3 + 3\text{Cu}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$  (2) 酸性 氧化性

(3) 1.5 (4) 80% (5) 使用了较浓的硝酸,产物中有  $\text{NO}_2$  生成

解析:(1)由于  $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  是还原过程,需要加入还原剂才能发生,而  $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Cu}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  四种物质中具有较强还原性的只有  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$  被氧化生成  $\text{Cu}^{2+}$ ,化学方程式为  $14\text{HNO}_3 + 3\text{Cu}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$ ;(2)硝酸在反应中体现了酸性和氧化性;(3)依据反应式  $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ,若产生标准状况下

$\frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$  气体,则转移电子的物质的量是 0.5 mol

$\times 3 = 1.5 \text{ mol}$ ;(4)设 5.4 g 样品中含甲的物质的量为  $x$ ,由化学方程式可得  $\frac{14}{0.1 \text{ L} \times 1.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = \frac{3}{x}$ ,解得  $x = 0.03 \text{ mol}$ ,则样品中

甲的质量分数为  $\frac{0.03 \text{ mol} \times 144 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{5.4 \text{ g}} \times 100\% = 80\%$ ;(5)若 1

mol 甲与某浓度硝酸反应时,被还原硝酸的物质的量增加,则硝酸的还原产物的价态应比 NO 中氮元素的价态高,依据浓硝酸反应的规律知,应是使用了较浓的硝酸,产物中有  $\text{NO}_2$  生成。

12. (1)  $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

$\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$

(2)  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

(3)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

13. 11:1:4

解析:氧化性由强到弱的顺序是  $\text{HNO}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$ ,反应由先到的顺序为

$4\text{HNO}_2 + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

4 mol 1 mol 1 mol

$2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$

2 mol 1 mol 3 mol

故原溶液中  $n[\text{Fe}(\text{NO}_3)_3] = 2 \text{ mol} - 1 \text{ mol} = 1 \text{ mol}$

$\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$

1 mol 1 mol 1 mol

故  $c[\text{Fe}(\text{NO}_3)_3] : c[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] : c(\text{HNO}_3) = 1:1:4$ 。

## 2015 热点预测

1. B 本题考查氧化还原反应的基本概念,意在考查考生的识记能力。 $\text{SO}_2$  可能是还原产物, A 错;反应  $\text{CO} + \text{CuO} \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{CO}_2$  就不属于四大基本反应类型中的任何一种, B 对; +4 价的氮有  $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$  两种氧化物, C 错;金刚石和石墨之间的转化就不是氧化还原反应, D 错。

2. D  $\text{Fe}^{2+}$  既有氧化性又有还原性,  $\text{MnO}_4^-$  具有氧化性, A 错;稀有气体的原子既难失去电子,又难得到电子, B 错;氧化性的强弱取决于得电子的难易程度,而与得电子的多少无关, C 错;  $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ , 铁元素被氧化,必须加入氧化剂, D 对。

3. D 本题主要考查锌与稀硝酸的反应,意在考查考生分析问题和解决问题的能力。设锌的物质的量为  $a$ ,则稀硝酸的物质的量为  $3a$ ,发生还原反应的硝酸与锌的关系为  $\text{HNO}_3 \sim 2\text{Zn}$ ,由于锌不足,故被还原的硝酸为  $\frac{a}{2}$ ,未被还原的硝酸为  $3a - \frac{a}{2}$ ,二者的比为  $\frac{a}{2} : (3a - \frac{a}{2}) = 1:5$ , D 项正确。

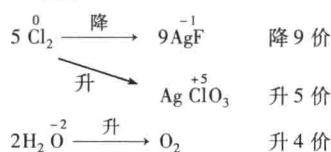
4. A 本题主要考查氧化还原反应,意在考查考生对概念的理解和计算能力。设完全反应后  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  转化成的物质中硫元素的化合价为  $+n$ ,则根据氧化还原反应中得失电子守恒可得  $2 \times 0.224 \text{ L} \div (22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}) = 2(n-2) \times 0.025 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol/L}$ ,得出  $n=6$ ,即完全反应后  $\text{SO}_3^{2-}$  转化为  $\text{SO}_4^{2-}$ , A 项正确。

5. D 题干所给出的化学反应中,水既不是氧化剂又不是还原剂, D 项中水作为氧化剂,与其作用不同。

6. D 因为溶液为无色,所以一定无  $\text{Cu}^{2+}$ ;如果没有  $\text{SO}_3^{2-}$ ,加入少量溴水后,则溶液为溴水或碘水的颜色,所以一定含有  $\text{SO}_3^{2-}$ ;少量溴水首先与还原性强的  $\text{SO}_3^{2-}$  反应,不会与  $\text{I}^-$  反应,所以④正确。

7. C  $\text{LiOH}$  中 Li 为 +1,  $\text{LiNi}_{0.25}\text{Co}_{0.75}\text{O}_2$  中, Li 也为 +1 价,没有价态变化,  $\text{LiOH}$  不是还原剂且  $\text{Ni}_{0.25}\text{Co}_{0.75}\text{O}_2$  中 Ni、Co 均为 +3 价。

8. A 由元素守恒知,  $\square$  中物质是  $\text{AgCl}$ ,



每升成 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$ ,转移电子数  $9N_A$

9. I. (1) 1:2

(2)  $2\text{ClO}_2 + 10\text{I}^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O} + 5\text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$

II. (1)  $2\text{HIO} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

$2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{I}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

(2) 不正确 只有化合价升高元素,无化合价降低元素

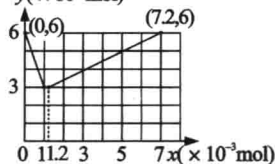
(3)  $2\text{FeO}_4^{2-} + \text{Fe}^{3+} + 8\text{OH}^- \rightleftharpoons 3\text{FeO}_4^{3-} + 4\text{H}_2\text{O}$

解析: I. (1)由  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{ClO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{S O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S O}_4$  可知还原产物 ( $\text{ClO}_2$ ) 与氧化产物 ( $\text{Na}_2\text{S O}_4$ ) 物质的量之比为 2:1; II. (1)由信息可知  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{I}_2$  均作催化剂,所以第二个反应生成  $\text{I}_2$ ;(3)首先写出  $\text{FeO}_4^{2-} + \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{FeO}_4^{3-}$ ,标化合价依据得失电子守恒配平  $2\text{FeO}_4^{2-} + \text{Fe}^{3+} \rightarrow 3\text{FeO}_4^{3-}$ ,依据电荷守恒加上  $\text{OH}^-$ ,  $2\text{FeO}_4^{2-} + \text{Fe}^{3+} + 8\text{OH}^- \rightarrow 3\text{FeO}_4^{3-}$ ,最后加上  $\text{H}_2\text{O}$  配平即可。

10. (1) 0.006 酸性

(2) ② 不能 该反应只能说明  $\text{I}_2$  的还原性比  $\text{Br}_2$  强

(3)  $\text{BrO}_3^- > \text{IO}_3^- > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

(4)  $y(\times 10^{-3}\text{mol})$ 

## 专题五 化学反应与能量

## 高考精选

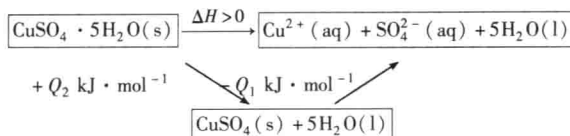
1. D A中,硅太阳能电池是将太阳能直接转化为电能,故错误;B中,锂离子电池将化学能直接转化为电能,故错误;C中,太阳能集热器是将太阳能转变为热能,故错误;D中,燃料燃烧将化学能直接转化为热能,故正确。
2. A 盖斯定律常规考查。
3. A 考查盖斯定律。根据S守恒原理,要得到方程式4,可以用(方程式1+方程式2-3×方程式2)× $\frac{3}{2}$ 。所以,选择A。
4. C 原子半径 $P>Cl$ ,因此P-P键键长大于P-Cl键键长,则P-P键键能小于P-Cl键键能,A项错误;利用盖斯定律,结合题中给出两个热化学方程式可求出 $\text{Cl}_2(\text{g})+\text{PCl}_3(\text{g})=\text{PCl}_5(\text{g})$   $\Delta H=(b-a)/4\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,但不知 $\text{PCl}_5(\text{g})=\text{PCl}_5(\text{s})$ 的 $\Delta H$ ,因此无法求出 $\text{Cl}_2(\text{g})+\text{PCl}_3(\text{g})=\text{PCl}_5(\text{s})$ 的 $\Delta H$ ,B项错误;利用 $\text{Cl}_2(\text{g})+\text{PCl}_3(\text{g})=\text{PCl}_5(\text{g})$   $\Delta H=(b-a)/4\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 可得 $E(\text{Cl}-\text{Cl})+3\times 1.2e-5c=(b-a)/4$ ,因此可得 $E(\text{Cl}-\text{Cl})=(b-a+5.6c)/4\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,C项正确;由 $P_4$ 是正四面体可知 $P_4$ 中含有6个P-P键,由题意得 $6E(\text{P}-\text{P})+10\times(b-a+5.6c)/4-4\times 5c=b$ ,解得 $E(\text{P}-\text{P})=(2.5a-1.5b+6c)/6\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,D项错误。
5. C 利用盖斯定律可知, $\Delta H_1+\Delta H_2+\Delta H_3=0$ ,正确的应该是 $\Delta H_1=-(\Delta H_2+\Delta H_3)$ ,这里是考查盖斯定律。
6. B 根据醋酸逐渐凝固,说明该反应是吸热反应,则A、C错误,B正确;热化学方程式的书写要标出物质的状态,D错误。

## 核心考点解读

1. C 根据能量守恒,拆开旧键所需的能量等于新键形成释放出的能量加吸收的能量(或减放出的能量), $463\text{ kJ}\times 4-121\text{ kJ}\times 4=496\text{ kJ}+2\Delta H(\text{H}-\text{H})$ ,求出 $\Delta H(\text{H}-\text{H})$ 值为436 kJ,故答案为C。
2. A  $\frac{1}{2}\text{ mol H}_2(\text{g})$ 完全反应生成1 mol  $\text{NH}_3(\text{g})$ 时放热 $(b-a)\text{ kJ}$ ,生成1 mol  $\text{NH}_3(\text{l})$ 时放热 $(b+c-a)\text{ kJ}$ 。故A正确。
3. A 把题给的两个方程式转化为 $2\text{Fe}(\text{s})+\frac{3}{2}\text{CO}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})+\frac{3}{2}\text{C}(\text{s})$   $\Delta H=-234.1\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  
 $\frac{3}{2}\text{C}(\text{s})+\frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g})\rightleftharpoons\frac{3}{2}\text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta H=-590.25\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  
 相加即得答案。
4. A 根据反应  
 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})+3\text{O}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})+2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H=-1411.0\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  ①  
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})+3\text{O}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})+3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H=-1366.8\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  ②  
 ①-②得  
 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})\rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$   $\Delta H=-44.2\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。
5. (1) 由于该反应为放热反应,且 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})\rightleftharpoons\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H<0$ ,故有 $2a=b-2c=d$ 。

(2) 由于 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 电离吸热,浓 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 稀释时放热,故有 $\Delta H_1>\Delta H_3>\Delta H_2$ 。

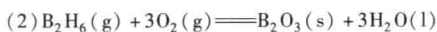
(3) 根据题意可得如下转化关系:



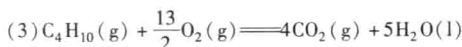
故有 $\Delta H=+Q_2\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}-Q_1\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}>0$ ,即 $Q_2>Q_1$ 。

6. D 标准燃烧热指的是1 mol可燃物完全燃烧生成稳定氧化物时放出的热量(标准指298 K,1 atm)。水在液态时稳定,所以水的状态应为液态,热化学方程式系数就是各物质的物质的量,故A错;根据热化学方程式的含义知,与 $\text{N}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})\xrightarrow[500\text{ }^\circ\text{C}, 30\text{ MPa}]{\text{催化剂}}2\text{NH}_3(\text{g})$ 对应的热量是1 mol氮气完全反应时的热量,但此反应为可逆反应,故投入0.5 mol的氮气,最终参加反应的氮气一定小于0.5 mol,所以 $\Delta H$ 的值大于 $38.6\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,故B错;C中氨水为弱电解质,不应拆分而应写成 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ ,故错误。

7. (1) 1 780.6 kJ



$$\Delta H=-2165\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$



解析:(1) 356 g“可燃冰”释放的甲烷为2 mol,根据题中的热化学方程式写出甲烷燃烧生成液态水的热化学方程式可计算出放出的热量。

(2) 1 mol乙硼烷燃烧生成固态 $\text{B}_2\text{O}_3$ 和液态水放出热量 $649.5\text{ kJ}\div 0.3=2165\text{ kJ}$ 。

(3) 1 mol丁烷质量为58 g,从而可计算出反应热并写出热化学方程式。

## 2015 热点预测

1. B 放热反应中反应物总能量一定高于生成物总能量,A对;影响化学反应速率大小的因素有温度、浓度、压强、催化剂以及反应物的状态等,反应速率的大小与化学反应是吸热反应还是放热反应无关,B错;盖斯定律的本质就是能量守恒定律,C对;电离平衡、水解平衡、沉淀溶解平衡等处于平衡态时,其电离、水解、沉淀溶解等均未停止,处于动态平衡,D对。因此选B。
2. C 本题考查能量变化,意在考查考生对图像的识别能力。由能量变化图可知,该反应为吸热反应, $\Delta H=E_1-E_2$ ,A项错误;图示曲线中a代表无催化剂时的能量变化,b代表有催化剂时的能量变化,B项错误;催化剂不能改变反应的焓变,但能降低反应的活化能,C项正确,D项错误。
3. D 本题主要考查了热化学知识,意在考查考生分析、评价的能力。与燃烧热相对应的水应为液态,A错;2 g  $\text{H}_2$ 的物质的量为1 mol,完全燃烧生成液态水比生成气态水多释放44 kJ的热量,B错;能不能自发进行与 $\Delta H>0$ 或 $\Delta H<0$ 没有必然关系,C错;反应热与参与反应各物质的状态有关,与反应条件无关,D对。
4. B 根据提供的信息,由反应①减去反应②可得, $4\text{P}(\text{红磷},\text{s})\rightleftharpoons 4\text{P}(\text{白磷},\text{s})$ ;  $\Delta H=\Delta H_1-\Delta H_2=+18.39\text{ kJ/mol}\times 4=+73.56\text{ kJ/mol}$ ,故 $\Delta H_1>\Delta H_2$ ,B对。
5. C 本题主要考查盖斯定律的应用,意在考查考生对盖斯定律和反应热的理解及计算能力。第一个热化学方程式减去第二个热化学方程式得 $2\text{Zn}(\text{s})+2\text{HgO}(\text{s})\rightleftharpoons 2\text{ZnO}(\text{s})+2\text{Hg}(\text{l})$ ;  $\Delta H=-519.4\text{ kJ/mol}$ ,该方程式除以2即得 $\text{Zn}(\text{s})+\text{HgO}(\text{s})\rightleftharpoons \text{ZnO}(\text{s})+\text{Hg}(\text{l})$ ;  $\Delta H=-259.7\text{ kJ/mol}$ 。因此选项C正确。

6. D 本题考查反应热及热化学方程式,意在考查考生的分析判断能力。液态水生成气态水要吸热,则A中放热应小于1 300 kJ,错误;液态苯的能量比气态苯的能量低,则B中放出热量应小于3 295 kJ, B错;通过计算可知,等质量的两者完全燃烧时乙炔放热多,C错;根据盖斯定律,由 $3 \times \text{①} - \text{②}$ 得 $3\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_6\text{H}_6(\text{g}); \Delta H = -605 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,D正确。
7. D 本题考查热化学方程式的书写正误判断,A项 $\text{H}_2\text{O}$ 状态应为 $l$ , A错;B项中可逆反应 $\Delta H$ 应是1 mol  $\text{N}_2$ 与3 mol  $\text{H}_2$ 完全反应生成2 mol  $\text{NH}_3$ 放出热量,而0.5 mol  $\text{N}_2$ 与1.5 mol  $\text{H}_2$ 置于密闭容器中不会完全转化,B错;C项考查中和热概念,中和热为 $-57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,C错D对。
8. (1)CO (2)①631.5 ② $-1 200 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  乙
- 解析:(1)空燃比较小时,汽油燃烧不充分,有毒气体主要是CO。(2)①由反应 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g}); \Delta H = +180 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,断开反应物的化学键要吸热,共吸热 $946 \text{ kJ} + 497 \text{ kJ} = 1 443 \text{ kJ}$ ,则NO分子中化学键键能为 $(1 443 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 180 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \div 2 = 631.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。②若将题目中所给的4个热化学方程式依次编号为①②③④,则由 $4 \times \text{④} - (2 \times \text{③} + \text{②})$ 即可得 $4\text{CO}(\text{g}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) = 4\text{CO}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$ ,故该反应的 $\Delta H = 4 \times (-393.5) - [2 \times (-221) + 68] = -1 200 (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$ 。则该反应是放热反应,甲图像,升温后新平衡图像与原平衡图像应该没有连接点,故不正确;乙图像,升温,平衡逆向移动, $\text{NO}_2$ 转化率降低,正确;丙图像,随着压强增大,平衡正向移动,CO的体积分数应减小,故不正确。

## 第二部分 基本理论

### 专题六 原子结构 化学键

#### 高考精选

1. C A. 本质上为甲醛的燃烧反应,所以为放热反应;B. 二氧化碳结构式为 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ,为极性键;C. 甲醛中,含有碳氧双键,故其中既含有 $\sigma$ 键又含有 $\pi$ 键,正确;D. 未说明标准状况下,故不一定为2.24 L,错误。
2. D 苯酚的酸性小于碳酸,A项错误;元素的金属性越强,其最高价氧化物对应水化物的碱性越强,因此碱性: $\text{Ba}(\text{OH})_2 > \text{Ca}(\text{OH})_2$ ,B项错误; $\text{SiCl}_4$ 为分子晶体,熔点低于离子晶体 $\text{MgBr}_2$ ,C项错误; $\text{NH}_3$ 分子间存在氢键,沸点高于 $\text{PH}_3$ , $\text{H}_2\text{O}$ 分子间存在氢键,常温下为液态,在 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{PH}_3$ 中沸点最高,D项正确。
3. A A项变化克服的都是分子间力,正确;硅和 $\text{C}_{60}$ 的熔化分别克服的是共价键、分子间力,B项错误;氯化氢和氯化钾的溶解分别克服的是共价键、离子键,C项错误;溴和汞的气化分别克服的是分子间力、金属键,D项错误。
4. D  $^{232}\text{Th}$   $^{230}\text{Th}$ 的质量分别是232、230,A项错误;元素的相对原子质量是由各种同位素的相对原子质量取得的平均值,B项错误;同位素的物理性质可以不同,但化学性质几乎相同,D项正确;化学变化是生成新物质的变化,原子不变,而C项的原子发生变化,错误。
5. C 因为最外层电子数 $W:X=4:3$ ,故W最外层电子数为4,X的为3,又因为W、X、Y、Z的原子序数依次增加,可以推出:

|       |      |  |  |       |
|-------|------|--|--|-------|
|       | W: C |  |  |       |
| X: Al |      |  |  | Z: Cl |

所以W为C,X为Al,Z为Cl,Y可能为Si、P、S,所以C选项 $\text{SiCl}_4$ 为正四面体,正确;A项若Y为S,则电负性应该为 $Z > W > Y$ ;C项同周期半径大小为 $X > Y > Z$ ,而W处于上一周期,不能比较;D中W

与Y形成的为 $\text{CS}_2$ , $\sigma:\pi=1:1$ 。

#### 核心考点解读

- 含有78个质子,124个中子的Pt元素 Na原子含有11个核电荷数,核外中子排布为2,8,1  
 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 的结构为 $\text{Na}^+$ 与 $\text{O}_2^{2-}$ ,由离子键结合, $\text{O}_2^{2-}$ 内部氧氧以共价单键连接并从事外界得2个 $e^-$ ,形成 $\text{O}_2^{2-}$ 。
- $\times \quad \checkmark \quad \times \quad \checkmark \quad \times \quad \times \quad \checkmark \quad \checkmark$
- A 同位素X的质量数为A,中子数为N,因此其质子数为 $A-N$ 。故 $\text{H}_m\text{X}$ 中的质子数为 $m+A-N$ ,又由于 $\text{H}_m\text{X}$ 中H为 $^1\text{H}$ ,故 $a \text{ g}$   $\text{H}_m\text{X}$ 中所含质子的物质的量为 $\frac{a}{m+A} \times (A+m-N) \text{ mol}$ 。
- A 依题意知,该元素为Si。A项,正确;B项,制光导纤维的材料是 $\text{SiO}_2$ ;C项, $\text{SiO}_2$ 能与氢氟酸反应;D项,硅烷不如甲烷稳定。
- (1)NaCl (2) $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$   
 $(3) 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$   
 (4)NaOH NaClO 或 NaHS  
 解析:由题意知Y只能为O元素,M为S元素,结合 $\text{N}^-$ 、 $\text{Z}^+$ 、 $\text{X}^+$ 的半径逐渐减小,XN常温下为气体,可判断N为Cl元素,Z为Na元素,X为氢元素。
- D ①项,离子化合物一般是由金属元素和非金属元素(或金属与原子团)组成,但有些非金属元素间也能构成离子化合物,如铵盐 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 等;②项,稀有气体是单原子分子,它们所构成的分子中没有化学键;③项,共价化合物中只含共价键(可以是极性键,也可以是非极性键),一定不含离子键;④项,离子化合物中一定存在离子键,对于复杂离子化合物还可能含有极性键、非极性键,如 $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 等;⑤项,非极性键不仅存在于双原子单质分子里,在多原子单质分子(如 $\text{O}_3$ )、化合物(如 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ )中也存在非极性键;⑥项,不同元素组成的双原子分子里的化学键只含极性键,但多原子分子中可能含有极性键和非极性键(如 $\text{H}_2\text{O}_2$ )。
- A 符合题于要求的粒子有 $\text{NaF}$ 、 $\text{NH}_4\text{F}$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Mg}_3\text{N}_2$ 等,由此可判断A正确,B、D错误;C项,若X只含两种元素,则这两种元素不可能在同一主族,也不可能在同一周期。
- D 离子化合物必含离子键,不一定含有共价键,但共价化合物必含共价键,一定不含离子键,A、B错误;稀有气体分子之间只含范德华力,不含共价键,C错误;离子键中既存在静电吸引,也存在静电排斥,D正确。
- $\text{H}:\text{H}:\text{N}::\text{N}:\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{Cl}}::\ddot{\text{Cl}}:\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H} \quad \text{Na}^+[\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{Na}^+ \quad \text{Na}^+[\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{Na}^+ \quad \text{Na}^+[\ddot{\text{O}}:\text{H}]^- \quad \text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$   
 $\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \quad \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \quad \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \quad \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \quad \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \quad \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \quad \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \quad \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \quad \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \quad \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$   
 $\text{H}:\text{C}::\text{N}:\text{Na}^+[\text{C}::\text{N}]^- \quad [\text{F}::\text{F}]^- \quad \text{Ca}^{2+}[\text{F}::\text{F}]^- \quad \text{Ca}^{2+}[\text{C}::\text{C}]^{2-} \quad \text{H}:\ddot{\text{Cl}}:\text{H} \quad \text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:$   
 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{C}}:\ddot{\text{O}}:\text{H} \quad \text{H}:\text{C}::\text{C}:\text{H}$
- B A项 $\text{CO}_2$ 的电子式应为 $\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}$ ;C项乙烯的结构简式应为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ;D项质量数为37的氯原子应为 $^{37}_{17}\text{Cl}$ 。

#### 2015 热点预测

- D NaOH是离子化合物,不存在分子; $\text{SiO}_2$ 为空间网状结构,也不存在分子;金属单质中不含分子。
- C 根据题意“零号元素”没有质子,在元素周期表中没有其位置。

3. C 本题考查同位素、同素异形体等,意在考查考生的识记能力。 $^{35}\text{Cl}$ 和 $^{37}\text{Cl}$ 是氯元素的两种核素,A错; $\text{O}_2$ 和 $\text{O}_3$ 是氧元素形成的两种性质不同的单质,互为同素异形体,B错; $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$ 和 $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ 不是同种水分子,D错。
4. A 最外层电子数大于次层电子数,则该元素只能位于第二周期。
5. A 苯分子中的碳碳键是非极性键,碳氢键是极性键,故A正确;二氧化碳分子中只含有碳氧极性键,故B错误;过氧化钠中含有离子键和非极性键,不含极性键,氯化铵中含有离子键和极性键,不含非极性键,故C、D均错误。
6. A  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 晶体中的阳离子和阴离子分别为 $\text{Na}^+$ 和 $\text{O}_2^{2-}$ ,个数比为2:1。
7. B 原子最外层电子数为2的元素也可以处于周期表的零族或副族;B选项可举例验证, $\text{XY}_2$ 型化合物有 $\text{NO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$ 等;离子化合物中可能存在共价键,如 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 等;金属元素与非金属元素形成的化合物不一定是离子化合物,如 $\text{AlCl}_3$ 。
8. C 根据题意可知甲为硫化氢,则A项中所说的钠盐为硫化钠或硫化氢钠,可与强酸或硫酸铜溶液反应,A项错误;乙与氧气的摩尔质量相同,则乙为 $\text{N}_2\text{H}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6$ 或 $\text{CH}_3\text{OH}$ , $\text{N}_2\text{H}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6$ 中含有极性键和非极性键,而 $\text{CH}_3\text{OH}$ 中只含有极性键,B项错误;丁和甲中氢元素质量分数相同,则丁为过氧化氢,C项正确;含碳元素的18电子微粒有甲醇和乙烷,D项错误。
9. A 选项A,如X为 $\text{Na}_2\text{O}$ ,则 $\text{Na}_2\text{O}$ 中的阳离子和阴离子个数不等,若X为 $\text{NaF}$ ,则其中的阳离子和阴离子个数相等;选项B,如X为 $\text{NH}_4\text{F}$ ,则其中含有离子键,也含有共价键;选项C,如X只含有两种元素,则这两种元素一定在不同周期;选项D,在 $\text{Na}_2\text{O}$ 中, $r(\text{Na}^+) < r(\text{O}^{2-})$ 。
10. (1)Si (2)第三周期,ⅦA族  
 (3) $\text{Na}^+ + \cdot\ddot{\text{C}}\text{i} \cdot \rightarrow \text{Na}^+ [\cdot\ddot{\text{C}}\text{i} \cdot]^-$   
 (4) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$   
 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$   
 (5) $2\text{S}_2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + 4\text{HCl}$   
 (6)① $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$  ②存在 0.6
- 解析:A的最外层电子数是次外层电子数的2倍,则A为碳元素;B是短周期中金属性最强的元素,则B是钠元素;C是同周期中阳离子半径最小的元素,且原子序数比钠大,则必为铝元素;由可制备木材防火剂的钠盐可知M为硅酸钠,则D为硅元素;E的最外层电子数与内层电子数之比为3:5,可知E为硫元素,则F必为短周期主族元素的最后一种元素,即氯元素。

## 专题七 元素周期表和元素周期律

### 高考精选

1. D 本题考查元素周期表中元素的推断、原子半径的大小比较、化合物类型的判断等知识点。X、Y、Z、W的原子序数依次增大,且原子最外层电子数之和为13,根据题意,判断出元素分别为H、N、O、Na。钠元素的原子半径最大,A错误;Z、W的电子层结构相同,B错误;氨气的稳定性比水的稳定性差,C错误;只含X、Y、Z三种元素的化合物,铵盐是离子化合物,硝酸是共价化合物,D正确。
2. A 该题考查元素周期律。A选项ⅠA族的H元素可以与ⅦA族的元素形成共价化合物,Na元素可以与ⅦA族的元素形成离子化合物,正确;B选项第二周期元素从左到右,元素O和F无正价,错误;C选项同主族元素的简单阴离子还原性越强,水解程度越小,错误;D选项同周期金属元素的化合价越高,其失电子能力越弱,如Na、Mg、Al,错误。

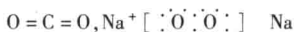
3. A 由“X元素的原子内层电子数是最外层电子数的一半”可推出X为C,因此Y为O,Z为Si,W为S,Q为Cl。A选项,Na和S可形成类似于 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2$ ;B选项,Z与Y组成的物质是 $\text{SiO}_2$ , $\text{SiO}_2$ 是原子晶体,熔融时不能导电;C选项,S得电子能力比Cl弱;D选项,C、O元素都能形成多种同素异形体。
4. B 由元素位置可知,Y、Z在第二周期,M、X在第三周期,由于只有M为金属,故Y、Z、M、X四种元素分别为N、O、Al、Si。根据信息可得Y为F,没有最高价,只有负价,所以没法比较。
5. A 因为W的气态氢化物可与其最高价含氧酸生成离子化合物,这指的是铵盐,W是N元素,则X、Y、Z依次是O、S、Cl。则其氢化物中 $\text{H}_2\text{S}$ 最不稳定,A正确;只有氯元素的最高价含氧酸才一定比Y的含氧酸酸性强,B错;阴离子还原性 $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-}$ ,C错; $\text{Cl}_2$ 与水的反应中既表现氧化性,也表现了还原性,D错。
6. BD 由R单质在暗处与 $\text{H}_2$ 剧烈化合并发生爆炸,可知R为F,由周期表的相对位置可以确定X为S,T为Cl,Z为Ar,Q为Br。由于Z(Ar)为稀有气体,不能比较其非金属性,A错误;R的(原子序数)电子数为9,Q的(原子序数)电子数为35, $35-9=26$ ,B正确;F、Cl、Br三种元素位于同周期,同周期元素从上到下非金属性依次减弱,氢化物的稳定性依次减弱,最高价氧化物对应水化物酸性减弱,C错误、D正确。
7. (1)H O Na (2) $\text{NaOH}$   $\text{Na}_2\text{O}_2$   
 (3) $\text{H}_2\text{O}_2 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2 \uparrow$   
 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CN}^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{NH}_3$
- 解析:(1)氢气是密度最小的气体,推出X为H,Y只能是第二周期元素,推出为O,Z与H同族且原子序数大于O;推出为Na。(2)3种元素两两组合,再全组合可得结论。(3)第3个空已经给出反应物为 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{CN}^-$ 、 $\text{OH}^-$ ,产物为 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{NH}_3$ ,配平即可,此时 $\text{CN}^-$ 中C为+2价,N为-3价。

8. (1)三 IVA 小  
 (2)小 分子间作用力(或范德华力) 甲醛(甲酸等其他合理答案均可)  
 (3)先产生白色沉淀,后沉淀溶解消失  $\text{Si} + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2 \uparrow$   
 (4) $4\text{Al(s)} + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) \quad \Delta H = -3\,352 \text{ kJ mol}^{-1}$
- 解析:根据题意推知X为C,Y为O,Z为Al,W为Si。
9. 该题以周期律和周期表为基础知识,考查元素推断、重要元素化合物的性质、化学用语、电解质溶液中离子浓度大小比较等重要知识。
- (1)根据短周期元素、X和Y两元素最高正价与最低负价之和均为0,推知X、Y元素分别为H和C,Q与X同主族推知Q为Na元素,Z、R分别是地壳中含量最高的非金属元素和金属元素,推知Z为O元素,R为Al元素。

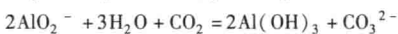
原子半径大小顺序为 $\text{Na} > \text{Al} > \text{C} > \text{O} > \text{H}$

(2)C和H形成的物质是有机化合物,含极性键又含非极性键,分子质量最小的只能是 $\text{C}_2\text{H}_2$

(3)C是溶于水显酸性的气体,只能是 $\text{CO}_2$ ,D是淡黄色固体,只能是过氧化钠



①B为两性不溶物,A、B均由三种元素组成,根据转化关系A为 $\text{NaAlO}_2$ ,B为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,由A转化为B的离子方程式为 $\text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{HCO}_3^-$ 或



②A由三种元素组成,B由四种元素组成,A、B溶液均显碱性,A是 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,B是 $\text{NaHCO}_3$ 。A显碱性的原因是 $\text{CO}_3^{2-}$ 的水解。水解的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ ,二者等浓度的混合溶液中,离子浓度的大小顺序为 $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$

$>c(\text{OH}^-)>c(\text{H}^+)$ ,碳酸根的水解程度比碳酸氢根的水解程度大。在滴加盐酸至中性时,碳酸钠和盐酸反应生成  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$  和盐酸反应生成  $\text{NaCl}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ ,如果溶质全是  $\text{NaCl}$ ,由于有  $\text{CO}_2$ ,溶液就显酸性,所以溶质是  $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{CO}_2$ 。

### 核心考点解读

- C 将四种离子分成阳离子与阴离子两类,分析原子序数及离子半径。阳离子  $a\text{A}^{2+}$ 、 $b\text{B}^+$  因具有相同的电子层结构,故原子序数  $a>b$ ,离子半径  $\text{A}<\text{B}$ ;阴离子  $c\text{C}^{2-}$ 、 $d\text{D}^-$  因具有相同的电子层结构,故原子序数  $c<d$ ,离子半径  $\text{C}>\text{D}$ 。再将其综合分析,因四种离子具有相同的电子层结构,故 A、B 位于 C、D 的下一周期,其原子序数为  $a<b<d<c$ ,离子半径  $\text{A}<\text{B}<\text{D}<\text{C}$ ,原子半径  $\text{B}>\text{A}>\text{C}>\text{D}$ 。
- D 根据原子序数和元素周期律推测原子和离子半径大小,这是正向思维。而此题是已知原子和离子半径的大小,要判断原子序数大小的关系,这是逆向思维。已知电子层结构相同的阳离子,核电荷数大的则半径小;具有相同的电子层数的原子,随着原子序数增大,原子半径递减。根据题意,X 元素的阳离子半径大于 Y 元素的阳离子半径,则 X 的原子序数小于 Y 的原子序数;Z 和 Y 元素的原子核外电子层数相同,且 Z 元素的原子半径小于 Y 元素的原子半径,则 Z 元素的原子序数大于 Y 元素的原子序数。由此得出三种元素原子序数的关系为  $\text{Z}>\text{Y}>\text{X}$ 。
- C Br 为 35 号元素,第四周期 VIIA 族,As 为 33 号元素,第四周期 VA 族,故原子半径  $\text{As}>\text{P}>\text{Cl}$ ,A 错;非金属性越强,其氢化物越稳定,故热稳定性  $\text{HCl}>\text{HBr}>\text{AsH}_3$ ,B 错;元素离子的还原性  $\text{As}^{3-}>\text{S}^{2-}>\text{Cl}^-$ ,C 对; $\text{H}_2\text{SO}_4$  是强酸, $\text{H}_3\text{PO}_4$  是弱酸,故酸性  $\text{H}_2\text{SO}_4>\text{H}_3\text{PO}_4>\text{H}_3\text{AsO}_4$ ,D 错。
- AD 由题意可知,X:O,Y:Mg,Z:Si,W:S。O 的非金属性比 S 强,所以  $\text{H}_2\text{O}$  比  $\text{H}_2\text{S}$  稳定,A 对;酸性  $\text{H}_2\text{SO}_4>\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,B 错; $\text{MgO}$  中存在离子键, $\text{SiO}_2$  中存在共价键, $\text{SO}_3$  中存在共价键,C 错;原子半径  $r_{\text{Mg}}>r_{\text{Si}}>r_{\text{S}}<r_{\text{O}}$ ,D 对。
- B 根据比较非金属性强弱的判据,与  $\text{H}_2$  化合的难易及氢化物的稳定性、最高价氧化物对应的水化物酸性强弱、单质的氧化性或离子的还原性、互相置换反应,可知 B 正确。
- C 碳、硅同主族,碳的非金属性比硅强,故酸性  $\text{H}_2\text{CO}_3>\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,A 项错误;非金属性  $\text{O}>\text{S}>\text{Se}$ ,故氢化物的稳定性  $\text{H}_2\text{O}>\text{H}_2\text{S}>\text{H}_2\text{Se}$ ,B 项错误;根据同周期元素递变规律知碱性  $\text{CsOH}>\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,根据同主族元素递变规律知碱性  $\text{Ba}(\text{OH})_2>\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,故有碱性  $\text{CsOH}>\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,C 项正确;若离子半径:  $\text{R}^{2-}>\text{M}^+$ ,且  $\text{R}^{2-}$  与  $\text{M}^+$  核外电子排布相同,则原子序数:  $\text{M}>\text{R}$ ,D 项错误。
- B 利用“同周期金属性递减,同族金属性递增”性质可判断,金属性:  $\text{Ca}>\text{Na}>\text{Mg}>\text{Al}$ ;非金属性:  $\text{F}>\text{O}>\text{S}>\text{P}$ ;碱性:  $\text{KOH}>\text{Ca}(\text{OH})_2>\text{NaOH}>\text{Al}(\text{OH})_3$ ;氢化物稳定性:  $\text{HF}>\text{HCl}>\text{H}_2\text{S}>\text{PH}_3>\text{SiH}_4$ 。
- D 根据题给数据,X、Y 的化合价不同,但原子半径相差较小,可知两者位于同一周期,故金属性  $\text{X}>\text{Y}$ ,A 错;根据 Z、W 的原子半径相差不大,化合价不同,且 W 只有 -2 价,则 W 是 O,Z 是 N,两者的单质直接生成 NO,B 错;由四种元素的原子半径大小可知 X 是 Mg,Y 是 Al;Y 的最高价氧化物的水化物是氢氧化铝,其不溶于氨水,C 错;一定条件下,氧气可以与氨气反应生成水和氮气,D 对。

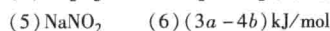
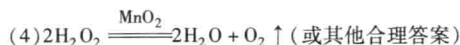
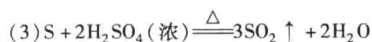
9. (1)三 VA (2) $\text{NH}_3$  (3) $\text{S}^{2-}$ : $\text{C}^{4-}$ : $\text{S}^{2-}$  (4) $\text{N}_2\text{O}_5$   
(5) $\text{S}_4\text{N}_4$

解析:本题解题的突破口是“Z 元素原子核外电子总数是其最外层电子数的 3 倍”。由于第一周期只有两种元素,根据短周期元素在周期表中的位置,确定 Z 只能是第三周期的元素,假设其最外层电子数为  $x$ ,则有  $2+8+x=3x$ ,解得  $x=5$ ,即 Z 为磷元素,据此可以推断出其他元素如下表:

|      |      |      |
|------|------|------|
| X(C) | Y(N) |      |
|      | Z(P) | W(S) |

- (1)磷位于元素周期表的第三周期 VA 族。(2)第 VA 族元素形成的气态氢化物呈碱性,其碱性随着原子序数的增大而减弱,即  $\text{NH}_3$  的碱性最强。(3) $\text{XW}_2$  是  $\text{CS}_2$ ,其结构式为  $\text{S}-\text{C}-\text{S}$ ,电子式为: $\text{S}::\text{C}::\text{S}$ 。(4)氮元素最高正价为 +5 价,故最高价氧化物为  $\text{N}_2\text{O}_5$ 。  
(5)设该化合物的质量为  $m$ , $n(\text{S}):n(\text{N})=\frac{m \times 70\%}{32}:\frac{m \times 30\%}{40}=1:1$ ,其最简式为 SN,假设其化学式为  $(\text{SN})_n$ , $170<46n<190$ ,解得  $3.7<n<4.1$ ,所以  $n=4$ ,化学式为  $\text{S}_4\text{N}_4$ 。

10. (1) $\text{Al}$  (2)弱于



解析:由四种短周期元素在周期表中的位置可知,T 为第三周期元素。T 所处的周期序数与主族序数相等,T 只能是 Al,继而推出 Q 为 C,R 为 N,W 为 S。(1)Al 的原子结构示意图为  $\text{Al}$ 。(2)S、

C 最高价含氧酸的酸性:硫酸>碳酸,故非金属性 S 强于 C。(3)S 与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  发生归中反应,从元素守恒看,肯定有水生成,另外一种为气体,从化合价看,只能是  $\text{SO}_2$ 。(4)比 R 质子数多 1 的元素为 O,存在  $\text{H}_2\text{O}_2$  转化为  $\text{H}_2\text{O}$  的反应。(5)N 中相对分子质量最小的氧化物为 NO, $2\text{NO}+\text{O}_2=2\text{NO}_2$ ,得混合物 NO(1 L)与  $\text{NO}_2$ (1 L),再用 NaOH 吸收,从氧化还原角度看,应发生归中反应: $\text{NO}+\text{NO}_2+2\text{NaOH}=2\text{NaNO}_2+\text{H}_2\text{O}$ 。(6) $\text{C}(\text{s})+\text{O}_2(\text{g})=\text{CO}_2(\text{s})$   $\Delta H=-a\text{kJ/mol}$  ①, $4\text{Al}(\text{s})+3\text{O}_2(\text{g})=2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$   $\Delta H=-4b\text{kJ/mol}$  ②。Al 与  $\text{CO}_2$  的置换反应,写出反应方程式为: $4\text{Al}(\text{s})+3\text{CO}_2(\text{g})=3\text{C}(\text{s})+2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ ,此反应的  $\Delta H$  可由 ②-① $\times 3$  得, $\Delta H=-46\text{kJ/mol}-(-3a\text{kJ/mol})=(3a-4b)\text{kJ/mol}$ 。

### 2015 热点预测

- C 非金属性 C(碳)>Si,故酸性  $\text{H}_2\text{CO}_3>\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,A 选项错误;同样可根据非金属性强弱判断出热稳定性  $\text{H}_2\text{Se}<\text{H}_2\text{S}<\text{H}_2\text{O}$ ,B 选项错误;由于金属性  $\text{Cs}>\text{Ca}$ ,所以碱性:  $\text{CsOH}>\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,C 选项正确;离子半径大,原子序数不一定大,例如  $\text{S}^{2-}$  的半径大于  $\text{K}^+$  的半径,但 S 的原子序数却小于 K,D 选项错误。
- D 根据三种元素的相对位置关系知,Y 为 F,Z 为 S,M 为 Cl。由元素周期律知非金属性:  $\text{F}>\text{Cl}>\text{S}$ ,A 错;根据同周期元素从左到右原子半径逐渐减小,同主族元素从上到下原子半径逐渐增大,故原子半径:  $\text{S}>\text{Cl}>\text{F}$ ,B 错;由于非金属性:  $\text{F}>\text{Cl}>\text{S}$ ,故气态氧化物稳定性:  $\text{H}_2\text{S}<\text{HCl}<\text{HF}$ ,C 错; $\text{SCl}_2$  分子中 S 原子和两个 Cl 原子分别共用一对电子,各原子的最外层均满足 8 电子稳定结构,D 对。
- C 由题设条件和表中数据可判断 Y 为 Al,X 为 Na,W 为 O,Z 为 N,C 正确。
- B 本题考查了原子结构、元素周期表与元素周期律知识,意在考查考生综合运用所学知识的能力。A 项,若  $\text{X}^+$  和  $\text{Y}^{2-}$  的核外电子层结构相同,则 X 位于 Y 的下一周期,原子序数:  $\text{X}>\text{Y}$ ;B 项,不能根据元素氧化物水溶液的酸性强弱来比较元素的非金属性强弱,而应根据元素最高价氧化物对应水化物的酸性强弱来比较元素的非金属性强弱;C 项,一般来说,位于金属与非金属的交界处的元素可以作半导体材料;D 项,同一周期从左到右,元素的金属性依次减弱,即金属性:  $\text{Cs}>\text{Ba}$ ,故碱性:  $\text{CsOH}>\text{Ba}(\text{OH})_2$ 。

5. B 非金属性:  $B(\text{硼}) < C(\text{碳})$ , 故  $H_3BO_3$  的酸性比  $H_2CO_3$  的弱, A 项错误; 金属性:  $Mg > Be$ , 故  $Mg(OH)_2$  的碱性比  $Be(OH)_2$  的强, B 项正确; 非金属性:  $Cl > Br > I$ , 故  $HCl$ 、 $HBr$ 、 $HI$  的热稳定性逐渐减弱, C 项错误; 若  $M^+$  和  $R^{2-}$  的核外电子层结构相同, 则原子序数:  $M > R$ , D 项错误。

6. C 本题考查了原子结构、周期律、周期表相关知识, 可推断 X 为 C, Y 为 N, Z 为 P, W 为 S。C 元素可形成原子晶体金刚石, 也可形成分子晶体  $C_{60}$ , A 选项正确;  $NH_3$  比  $PH_3$  稳定, B 选项正确;  $HNO_3$ 、 $H_2SO_4$  为强酸,  $H_3PO_4$  为弱酸, 不正确, 故选 C; D 选项中  $NO_x$  可与  $NH_3$  归中生成  $N_2$  和  $H_2O$ ;  $SO_2$  也可与  $H_2S$  归中生成 S 和  $H_2O$ 。

7. A 本题考查物质的结构对性质的影响, 意在考查考生对物质结构与性质知识的掌握情况。苯酚能和碳酸钠溶液发生反应, 产物为苯酚钠和碳酸氢钠, 而羟基对苯环的影响是使苯环上邻、对位的氢原子活泼, A 项错误; 石墨晶体中, 层内存在共价键, 键能较大, 而层间存在分子间作用力, 相对较弱, 故石墨熔点高但质软, B 项正确; 甲酸的结构简式为  $HCOOH$ , 存在醛基, 能使酸性  $KMnO_4$  溶液褪色, C 项正确; 水的分解需要克服水分子内的共价键, 而共价键较牢固, 故水的分解温度很高, D 项正确。

8. (除标明外, 每空 1 分) (1)  $(+11)28$

(2) 1:2 离子键、共价键(或非极性共价键)

(3)  $ClO^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^-$  (2 分)

(4)  $H_2 - 2e^- + 2OH^- \rightleftharpoons 2H_2O$  (2 分)

(5) 白色沉淀转化为黄色沉淀  $AgCl(s) + I^-(aq) \rightleftharpoons AgI(s) + Cl^-(aq)$  (2 分)

解析: 由题意可以推断, A 是氢元素, B 是氧元素, C 与氢同族且为原子序数大于氧的短周期金属元素, 故 C 是钠元素, 由此可推知 D 是氯元素。  $C_2B_2$  是  $Na_2O_2$ , 其中阴、阳离子个数比为 1:2, 含有离子键与非极性共价键; CDB 为  $NaClO$ , 它是强碱弱酸盐,  $ClO^-$  水解导致溶液呈碱性。  $H_2$ 、 $O_2$ 、 $NaOH$  溶液构成的燃料电池中,  $H_2$  在负极上失去电子, 生成的  $H^+$  立即与溶液中的  $OH^-$  结合生成水, 电极反应式为  $H_2 - 2e^- + 2OH^- \rightleftharpoons 2H_2O$ ; 离子反应方向之一是向生成更难溶的物质方向进行, 由于  $AgI$  比  $AgCl$  更难溶, 故现象为沉淀由白色变为黄色。

9. (1)  $H:\overset{\cdot\cdot}{N}:\overset{\cdot\cdot}{H}$  (2 分)

第三周期 VIIA 族 (2 分)

(2)  $HClO_4 > HNO_3 > H_2CO_3$  (2 分)

(3)  $<$  (1 分)  $Al^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 + 3H^+$  (2 分)

(4)  $Al^{3+} + 3NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$  (2 分)

(5)  $2CH_4(g) + 4O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) + 4H_2O(l); \Delta H = -1780.6 \text{ kJ/mol}$  (2 分)

解析: 由题意推出 X 为 N 元素, Y 为 C(碳)元素, Z 为 Cl 元素; 由 W 原子的最外层电子数等于  $2n-3$  ( $n$  为原子核外电子层数) 且化学反应中 W 原子易失去最外层电子形成  $W^{n+}$ , 得  $2n-3=n, n=3$ , 即 W 为 Al 元素。

10. (1) 第二周期 VIA 族 (2 分)

(2) 氢键 (2 分)

(3)  $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4NO + 6H_2O$  (2 分)

$2NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O + H^+$  (2 分)

解析: 常见 10 电子化合物有  $CH_4$ 、 $NH_3$ 、 $H_2O$  和  $HF$  等。由于 B、C 均为 10 电子分子且相差一个 Z 原子, 故 Z 只能是 H。由于 X、Y、Z 的原子序数之和为 16, 故 X、Y 分别是 O、N, B 是  $H_2O$ , C 是  $NH_3$ , A 为  $NO$ 。

(1) 氧元素位于周期表第二周期 VIA 族。

(2)  $H_2O$  和  $NH_3$  的沸点比同主族其他元素的氢化物的沸点高, 原因是它们的分子之间存在氢键。

(3) ②W 是  $HNO_3$ , 它与  $NH_3$  反应生成的盐是  $NH_4NO_3$ , 该盐是强酸弱碱盐,  $NH_4^+$  水解使溶液呈酸性。

## 专题八 化学反应速率 化学平衡

### 高考精选

1. B 催化剂虽然改变了反应途径, 但是  $\Delta H$  只取决于反应物、生成物的状态,  $\Delta H$  不变, A 错; 这是一个反应前后气体物质的量不变的反应, 改变压强, 平衡不发生移动, 反应放出的热量也不变, B 正确; 该反应是放热反应, 升高温度, 平衡左移, 反应放出的热量减小, C 错; 若在原电池中进行, 反应不放出热量, 而是转换为电能, D 错。

2. D 本题考查化学反应速率及化学平衡问题, 重点考查物质的转化率等知识点。对于反应, 从正反应开始和从逆反应开始, 正反应速率不同, A 错误; III 中反应放出的热量多, 反应的温度不同, 化学平衡常数不同, B 错误; II 中反应从逆反应开始, 是吸热反应, 反应进行的程度大于 1, 故 C 正确; 由于反应没有热交换, 转化率之和小于 1, D 正确。

3. AB 若 B 是气体, 平衡常数  $K = c(B) \cdot c(C)$ , 若 B 不是气体, 平衡常数  $K = c(C)$ , 由于  $C(g)$  的浓度不变, 因此 B 不是气体, A 正确, C 错误; 根据平衡的  $v_{(正)} = v_{(逆)}$  可知 B 正确(注意, 不是浓度消耗相等); 由于反应是可逆反应, 因此达到平衡时放出热量小于 Q, D 项错误。

4. A A 项, 升高温度, 平衡正向移动, 气体的质量增加, 体积不变, 密度增大, 正确; B.  $CO_2$  与  $CO$  的物质的量之比实际等于  $CO$  的转化率, 增加  $CO$  的量, 平衡正向移动, 根据勒夏特列原理, 不难得出  $CO$  转化率减小; C 项, 平衡常数只与温度有关, 错误; D 项, 因  $MgSO_4$  为固体, 增加其量, 平衡不移动, 所以  $CO$  的转化率不变。

5. A 同温下, 增大压强, 平衡逆向进行, 平衡时 G 的体积分数变小, 故可知  $c > 75.0 > 54.0 > a > b$ , 利用  $c > 75.0 > 54.0$  可知同压下, 升温平衡正向移动, 即正反应为吸热反应, 从而可知  $f > 75.0$ , 所以①正确; 在  $915^\circ\text{C}$ 、 $2 \text{ MPa}$  下, 设 E 的起始量为  $a \text{ mol}$ , 转化率为  $x$ , 则平衡时 G 的量为  $2ax$ , 由题意得  $2ax / (a - ax + 2ax) = 75\%$ , 解得  $x = 0.6$ , ②正确; 该题是气体体积增大的反应, 因此为熵增反应, ③正确; 结合前面分析知升温平衡正向移动, 则平衡常数增大, ④正确, 故正确答案为 A。

6. C A 项, Y 的反应速率为  $v(Y) = (0.16 - 0.12) \text{ mol} / (10 \text{ L} \cdot 2 \text{ min}) = 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ,  $v(Z) = 2v(Y) = 4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 。B 项,  $\Delta H < 0$ , 放热反应, 降温正反应速率均降低, 降温反应向正向移动,  $v_{(正)} > v_{(逆)}$ ; C 项, 列出三行式, 由平衡常数公式可得  $K = 1.44$ ; D 项, 反应前后计量数不变, 达到等效平衡, X 体积分数不变。

7. B 读图可知 A 正确; 计算  $v$ , 根据公式,  $C_0$  等于  $0.02/5$ , 终了为 0, 除去  $80$ ,  $v(\text{NaHSO}_3) = \frac{0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10 \text{ mL}}{50 \text{ mL} \times 80 \text{ s}} = 5.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ , 得到选项 C 是正确; 温度越高, 反应速率越快, 但是这里呈现负增长, 淀粉不再适合做指示剂, D 正确。B 中因为温度是唯一改变的条件, 温度升高, 反应速率加快, 不会相等。

8. (1) 小于 小于

(2) ①  $0.085 \text{ mol}$  ②  $0.082$  ③  $0.007 \text{ mol} / (\text{L} \cdot \text{min})$

解析: (1) 图中显示,  $T_2$  时达到平衡所用时间少, 速率大, 所以温度高; 而温度越高,  $c(A)$  越小, 可判断反应为吸热反应, 升温  $K$  将增大。(2) 平衡问题的常规计算, 略。

9. (1)  $\frac{c(\text{TaI}_4) \cdot c(\text{S}_2)}{c^2(\text{I}_2)}$  或  $\frac{[\text{S}_2] \cdot [\text{TaI}_4]}{[\text{I}_2]^2}$ ,  $66.7\%$

(2)  $< I_2$

(3) 淀粉溶液,  $H_2SO_3 + I_2 + H_2O = 4H^+ + SO_4^{2-} + 2I^-$

(4)  $1.0 \times 10^{-12}$ , 增大

解析: (1)  $\frac{c(TaI_4) \cdot c(S_2)}{c^2(I_2)}$  或  $\frac{[S_2] \cdot [TaI_4]}{[I_2]^2}$ , 通过三行式法列出平

衡浓度, 带入  $K$  值可以得出转化率为 66.7%。(2) 由所给方程式可知该反应为吸热反应, 通过题意, 温度  $T_2$  端利于反应正向进行, 为高温, 温度  $T_1$  端利于反应向左进行, 为低温, 所以  $T_1 < T_2$ 。  $I_2$  是可以循环使用的物质。(3) 因为  $I_2$  遇到淀粉会变蓝色, 所以可以用淀粉溶液作指示剂。离子反应:  $H_2SO_3 + I_2 + H_2O = 4H^+ + SO_4^{2-} + 2I^-$ 。(4)  $K_a = \frac{[HSO_3^-] \cdot [H^+]}{[H_2SO_3]}$ ,  $HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3 + OH^-$ ,

$K_b = \frac{[H_2SO_3] \cdot K_w}{[HSO_3^-] \cdot [H^+]} = 1.0 \times 10^2 \times 1.0 \times 10^{-14} = 1.0 \times 10^{-12}$ , 当

加入少量  $I_2$  时, 溶液酸性增强,  $[H^+]$  增大, 但是温度不变,  $K_b$  不变, 则  $\frac{[H_2SO_3]}{[HSO_3^-]}$  增大。

10. (1)  $O_3 + 2I^- + 2H^+ = I_2 + O_2 + H_2O$ ,  $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$

(2)  $\frac{c(I_3^-)}{c(I_2) \cdot c(I^-)}$  或  $\frac{[I_3^-]}{[I_2][I^-]}$

(3) 反应过程中消耗氢离子, 溶液酸性减弱, pH 增大, 水电离出氢离子, 参与反应破坏水的电离平衡, 氢氧根浓度增大, 溶液呈碱性, pH 增大;  $Fe^{3+}$ , BD

(4) (计算过程略)  $5.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot \text{s}$

解析: (1) 将已知 3 个化学方程式连加可得:  $O_3 + 2I^- + 2H^+ = I_2 + O_2 + H_2O$ , 由盖斯定律得  $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$ 。(2) 依据平衡常数的定义可得,  $K = \frac{c(I_3^-)}{c(I_2) \cdot c(I^-)}$ 。(3) 由表格可以看出第 1 组溶液的 pH 由反应前的 5.2 变为反应后的 11.0, 其原因是反应过程中消耗氢离子, 溶液酸性减弱, pH 增大, 水电离出氢离子, 参与反应破坏水的电离平衡, 氢氧根浓度增大, 溶液呈碱性, pH 增大。由于是持续通入  $O_3$ ,  $O_2$  可以将  $Fe^{2+}$  氧化为  $Fe^{3+}$ ;  $O_3 + 2Fe^{2+} + 2H^+ = 2Fe^{3+} + O_2 + H_2O$ ,  $Fe^{3+}$  氧化  $I^-$ :  $2Fe^{3+} + 2I^- = I_2 + 2Fe^{2+}$ ,  $I^-$  消耗量增大, 转化率增大, 与  $I_2$  反应的量减少,  $I_3^-$  浓度减小。(4) 由图给数据可知  $\Delta c(I_3^-) = (11.8 \times 10^{-3} \text{ mol/L} - 3.5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}) = 8.3 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ , 由速率公式得:  $v(I_3^-) = \Delta c(I_3^-) / \Delta t = 8.3 \times 10^{-3} \text{ mol/L} / (18-3) = 5.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot \text{s}$ 。

11. (1) 升高温度、降低压强

(2)  $\alpha(A) = (\frac{p}{p_0} - 1) \times 100\%$ ; 94.1%;  $K = \frac{0.09412}{0.0059} = 1.5$

(3) ①  $0.1 \times \frac{p}{p_0}$ ;  $0.1 \times (2 - \frac{p}{p_0})$ ; ② 0.051; 每间隔 4 小时, A 的浓度为原来的一半; 0.013

解析: 本题考查化学平衡知识, 涉及平衡移动、转化率、平衡常数、平衡计算、反应速率、表格数据分析等知识。

(1) 根据反应是放热反应和气体分子数增大的特征, 要使 A 的转化率增大, 平衡要正向移动, 可以采用升高温度、降低压强的方法。

(2) 反应前气体总物质的量为 0.10 mol, 令 A 的转化率为  $\alpha(A)$ , 改变量为  $0.10\alpha(A)$  mol, 根据差量法, 气体增加  $0.10\alpha(A)$  mol, 由

阿伏加德罗定律列出关系:  $\frac{0.10}{0.10 + 0.10\alpha(A)} = \frac{p_0}{p}$   $\alpha(A) = (\frac{p}{p_0} -$

$1) \times 100\%$ ;  $\alpha(A) = (\frac{9.53}{4.91} - 1) \times 100\% = 94.1\%$ ; 平衡浓度  $c(C) = c(B) = 0.1 \times 94.1\% = 0.0941 \text{ mol/L}$ ,  $c(A) = 0.1 - 0.0941 = 0.$

$0059 \text{ mol/L}$ ,  $K = \frac{0.09412}{0.0059} = 1.5$ 。(3) ①  $\frac{0.10}{n} = \frac{p_0}{p}$   $n = 0.1 \times \frac{p}{p_0}$ 。

其中,  $n(A) = 0.1 - (0.1 \times \frac{p}{p_0} - 0.1) = 0.1 \times (2 - \frac{p}{p_0})$  ②  $n(A)$

$= 0.1 \times (2 - \frac{7.31}{4.91}) = 0.051$   $c(A) = 0.051 / 1 = 0.051 \text{ mol/L}$ , 每

间隔 4 小时, A 的浓度为原来的一半。当反应 12 小时,  $c(A) = 0.026 / 2 = 0.013 \text{ mol/L}$ 。

12. (1)  $Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$ ,  $NaAlO_2 + CO_2 + 2H_2O =$

$Al(OH)_3 \downarrow + NaHCO_3$ ;  $2Al(OH)_3 \xrightarrow{\text{高温}} Al_2O_3 + 3H_2O$

(2) 消耗促进甲醇合成反应(i)平衡右移, CO 转化率增大; 生成的  $H_2O$ , 通过水煤气变换反应(iii)消耗部分 CO。

(3)  $2CO(g) + 4H_2(g) = CH_3OCH_3(g) + H_2O(g)$   $\Delta H = -204.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  有利于二甲醚的生成

(4) 合成二甲醚正反应放热, 平衡后升高温度, 平衡向左移动, CO 的转化率降低

(5)  $C_2H_6O + 3H_2O - 12e^- = 2CO_2 + 12H^+$  12  $8.39 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1}$

解析: 本题考查了利用铝土矿提取氧化铝、盖斯定律的应用、外界条件对化学平衡的影响、电极反应式的书写等。利用铝土矿提取氧化铝属于记忆内容, 根据所学课本知识即可写出相应的反应方程式。运用外界条件对化学平衡的影响规律即可得出(2)和(4)的答案。运用盖斯定律可以解答出(3), 根据化合价变化结合反应类型可以写出(5)中电极反应式。

(1) 工业上从铝土矿提出高纯度氧化铝的流程是: 用 NaOH 溶解铝土矿, 然后过滤, 在滤液中通入过量  $CO_2$ , 得到氢氧化铝, 然后高温煅烧氢氧化铝, 即可得到高纯度的氧化铝, 具体反应见答案。(2) 合成二甲醚消耗甲醇, 对于 CO 参与的反应相当于减小生成物的浓度, 有利用平衡向右移动, 使 CO 的转化率提高。(3) 根据盖斯定律, 将(i)  $\times 2 -$  (ii) 得:  $2CO(g) - 4H_2(g) = CH_3OCH_3(g) + H_2O(g)$ , 则  $\Delta H = -90.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 - 24.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -204.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。根据反应, 增大压强平衡向右移动, 有利于二甲醚的生成。(4) 合成二甲醚的反应是放热的, 达到平衡后升高温度, 平衡向左移动, 因而 CO 的转化率随温度升高而降低。(5) 根据二甲醚中化合价的变化,  $\overset{-2}{C} - \overset{+4}{C}$ , 结合酸性溶液, 可写出负极反应式:  $C_2H_6O + 3H_2O - 12e^- = 2CO_2 + 12H^+$ , 1 个二甲醚分子可以

产生 12 个电子的电量。  $\frac{1.2V \times \frac{1000g}{46g \cdot \text{mol}^{-1}} \times 12 \times 96500C \cdot \text{mol}^{-1}}{1 \text{ kg}}$

$+ (3.6 \times 106 \text{ J} \cdot \text{kW}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}) = 8.39 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

### 核心考点解读

1. (1) A (2)  $3A \rightleftharpoons B + 3C$

(3)  $0.6 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$  减小

解析: (1) 对于一个反应, 无论是可逆的还是不可逆的, 其反应的实质都是旧物质的消耗, 新物质的生成。表现在量上, 即反应物量的减少, 生成物量的增加。从图像来看 A 的物质的量浓度减小, 故 A 是反应物。

(2) 因化学反应中各物质的变化量与其化学计量数成正比, 所以 A、B、C 3 种物质的浓度变化之比为  $(2.4 - 1.2) \text{ mol/L} : (0.4 - 0) \text{ mol/L} : (1.2 - 0) \text{ mol/L} = 3 : 1 : 3$ , 故此可逆反应的方程式为  $3A \rightleftharpoons B +$

$3C$ 。(3) 由速率公式  $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$  即求得 A 物质的平均反应速率, 平衡时混合气体的物质的量增大, 故平均相对分子质量减小。

2. B 比较同一化学反应在不同情况下反应速率的快慢, 应选用同种物质作标准, 而且单位必须统一, 然后利用化学反应速率之比等于

化学方程式中各物质的系数之比,求出不同情况下,用同一物质表示的化学反应速率,再进行比较。若选用 $v(\text{A})$ 作比较标准,则:

$$\text{A. } v_{\text{A}}(\text{A}) = \frac{1}{2} v_{\text{A}}(\text{D}) = 0.2 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1};$$

$$\text{B. } v_{\text{B}}(\text{A}) = \frac{1}{2} v_{\text{B}}(\text{C}) = 0.25 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1};$$

$$\text{C. } v_{\text{C}}(\text{A}) = \frac{1}{3} v_{\text{C}}(\text{B}) = 0.2 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1};$$

$$\text{D. } v_{\text{D}}(\text{A}) = 0.15 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1};$$

可见,  $v_{\text{B}}(\text{A}) > v_{\text{A}}(\text{A}) = v_{\text{C}}(\text{A}) > v_{\text{D}}(\text{A})$ 。

3. C 本题综合考查化学反应速率的影响因素,催化剂、温度对化学反应速率影响程度较大。其中催化剂为最大,浓度、压强影响程度相对较小,同温时乙中速率最快,同时无催化剂时,甲中浓度大于丁中浓度,故甲>丁,丙温度最低,速率最慢,故C正确。

4. (1) 升高温度 加入催化剂 减小压强

(2)  $t_0 \sim t_1$

(3)  $t_2 \sim t_3$  段与  $t_3 \sim t_4$  段

(4)  $t_3 \sim t_4$  段

解析:审题视角注意图像特点,以及外界条件对速率影响的图像规律和浓度图像无跳跃性等。(1) $t_1$ 时, $v_{(\text{逆})}$ 增大程度比 $v_{(\text{正})}$ 增大程度大,说明改变的条件是升高温度。 $t_3$ 时, $v_{(\text{正})}$ 、 $v_{(\text{逆})}$ 同等程度地增大,说明加入了催化剂。 $t_4$ 时, $v_{(\text{正})}$ 、 $v_{(\text{逆})}$ 都减小且 $v_{(\text{正})}$ 减小的程度更大,说明改变的条件是减小压强。(2) $t_1$ 、 $t_4$ 时改变条件后,都使化学平衡向逆反应方向移动。C的体积分数都降低,故 $t_0 \sim t_1$ 时间段C的体积分数最大。(3)在 $t_3$ 时加入了催化剂,虽然使反应速率发生了变化,但并未引起化学平衡的移动。故 $t_2 \sim t_3$ 段与 $t_3 \sim t_4$ 段C的体积分数相等。(4)由图像不难看出 $t_3 \sim t_4$ 段化学反应速率最快。

5. D  $\text{HNO}_3$ 与Mg反应不能产生 $\text{H}_2$ 而是 $\text{NO}$ ,A错;B中温度为 $30^\circ\text{C}$ ,低于C、D选项,反应慢些;C、D相比,温度、酸浓度一样,Mg比Fe活泼,反应速率大些。

6. D 根据单一变量原则,对比①②知 $c(\text{CH}_3\text{COCH}_3)$ 增大, $v(\text{Br}_2)$ 增大;对比①③知 $c(\text{CHCl}_3)$ 增大, $v(\text{Br}_2)$ 增大;对比①④知 $c(\text{Br}_2)$ 增大,时间也增加,且刚好倍数相等知 $v(\text{Br}_2)$ 应相等。

7. (1)

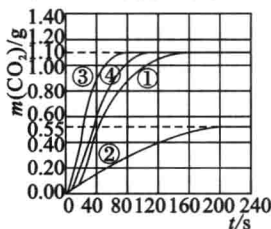
| 实验编号 | T/K | 大理石规格 | $\text{HNO}_3$ 浓度/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ | 实验目的  |
|------|-----|-------|-----------------------------------------------------|-------|
| ①    | 298 | 粗颗粒   | 2.00                                                | (II)  |
| ②    | 298 | 粗颗粒   | 1.00                                                | ③     |
| ③    | 308 | 粗颗粒   | 2.00                                                | (III) |
| ④    | 298 | 细颗粒   | 2.00                                                | ④     |

- (2) 70~90 s内, $\text{CO}_2$ 生成的质量 $m(\text{CO}_2) = 0.95 \text{ g} - 0.84 \text{ g} = 0.11 \text{ g}$ ,其物质的量 $n(\text{CO}_2) = 0.11 \text{ g} \div 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.0025 \text{ mol}$ ,根据方程式比例,可知消耗 $\text{HNO}_3$ 的物质的量 $n(\text{HNO}_3) = 0.0025 \text{ mol} \times 2 = 0.005 \text{ mol}$ ,溶液体积为 $25 \text{ mL} = 0.025 \text{ L}$ ,所以

$$\text{HNO}_3 \text{ 减少的浓度 } \Delta c(\text{HNO}_3) = \frac{0.005 \text{ mol}}{0.025 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ 所以}$$

$$\text{HNO}_3 \text{ 在 } 70 \sim 90 \text{ s 范围内的平均反应速率 } v(\text{HNO}_3) = \frac{\Delta c(\text{HNO}_3)}{t} = \frac{0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{90 \text{ s} - 70 \text{ s}} = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}。$$

- (3)



解析:(1) $\text{HNO}_3$ 浓度降低一半,产生等量的 $\text{CO}_2$ 需要时间近似增加一倍,温度升高 $10 \text{ K}$ ,反应速率近似增加 $2 \sim 4$ 倍,产生等量的 $\text{CO}_2$ 需要时间近似减少。大理石的细颗粒也可加快反应速率。(3)作图要点:实验① $\text{HNO}_3$ 与大理石恰好完全反应;实验②中, $\text{HNO}_3$ 不足量,纵坐标对应的每一个值均为原来的 $\frac{1}{2}$ ;实验③④的图像类似,恰好完全反应,但反应条件改变,升高温度与大理石细颗粒增大表面积可加快反应速率,所以图像曲线斜率变大,平衡位置纵坐标与实验①相同。

8. (1)  $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$



- (2)  $\text{CuSO}_4$ 与Zn反应产生的Cu与Zn形成Cu-Zn原电池,加快了氢气产生的速率

- (3)  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$

- (4) 升高反应温度、适当增加硫酸的浓度、增加锌粒的比表面积等

- (5) ①30 10 17.5 ②灰黑 暗红 ③当加入一定量的 $\text{CuSO}_4$

后,生成的单质Cu会沉积在Zn的表面,降低了Zn与溶液的接触面积

解析:稀硫酸与锌的反应过程中加入少量硫酸铜时,锌可置换出铜,构成Cu-Zn原电池,加快锌的反应速率。同样,加入 $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ 时,锌可置换出银,构成Ag-Zn原电池,也可以达到同样的效果。由于是研究 $\text{CuSO}_4$ 的量对氢气生成速率的影响,所以硫酸的浓度要相同。一是所加硫酸的量相同,二是混合溶液的体积相同,所以 $V_1 \sim V_3$ 均为30,由F组数据可知 $\text{CuSO}_4$ 溶液的体积加上水的体积为20 mL。A组中无铜生成,反应后锌呈灰黑色,E组生成较多的铜,呈暗红色。有较多的铜生成时,其覆盖在锌的表面,降低了锌与溶液的接触面积,产生氢气的速率会下降。

9. C

10. CDF

11. B 本题考查外界因素对化学平衡移动的影响,从不同层面考查勒夏特列原理的应用。该反应为吸热反应,升温则平衡正向移动,反应物转化率提高,①正确;恒容时,通入惰性气体,反应物与生成物浓度不变,平衡不移动,②错;增加CO浓度,平衡逆向移动,反应物转化率降低,③错;该反应正反应为气体分子数增大的反应,减压时平衡向正反应方向移动,反应物转化率提高,④正确;催化剂只能改变反应速率,不能改变平衡状态,⑤错;恒压时,通入惰性气体,容器体积增大,反应物与生成物浓度降低,平衡向气体分子数增加的方向移动,即向正反应方向移动,反应物转化率提高,⑥正确;故选B。

12. A 由图知,a达平衡的时间比b快,但平衡时x的转化率一样大。可知,加催化剂能加快反应速率,但不影响平衡态,选A。

13. 恒T、恒P条件下,均加倍、均减半与原平衡等效。均增大1 mol或均减小1 mol易错解,例如均增大1 mol可看作分别加1 mol A、0.5 mol B、1 mol C后原平衡等效不移动,再加入0.5 mol B,增加反应物投料,平衡正向移动。实际上这种解法是错误的,因为再加入0.5 mol B时,恒T、恒P条件下,容积变大,此时A、C浓度减小,B浓度变化未知, $v_{(\text{正})}$ 、 $v_{(\text{逆})}$ 变化未知, $v_{(\text{正})}$ 、 $v_{(\text{逆})}$ 相对大小未知,无法判断。错因在于乱用规律,没有注意增大C(反应物)平衡正向移动针对的情景是恒T、恒V条件下,原平衡基础上增大了反应物投料。

正解是:对比Q、K关系

设气体摩尔体积为 $V_m$ ,则原平衡

$$K = \frac{c^2(\text{C})}{c^2(\text{A}) \cdot c(\text{B})} = \frac{\left(\frac{4}{V_m}\right)^2}{\left(\frac{4}{V_m}\right)^2 \cdot \frac{2}{V_m}} = \frac{V_m}{2}。$$

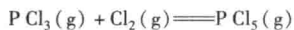
均增加 1 mol 投料时

$$Q = \frac{\left(\frac{5}{V_m}\right)^2}{\left(\frac{5}{V_m}\right)^2 \cdot \frac{3}{V_m}} = \frac{V_m}{3} < K, \text{正向移动。}$$

均减少 1 mol 投料时

$$Q = \frac{\left(\frac{3}{V_m}\right)^2}{\left(\frac{3}{V_m}\right)^2 \cdot \frac{1}{V_m}} = V_m > K, \text{逆向移动。}$$

14. C 利用“三段式”求解,



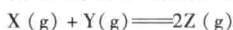
|              |     |     |     |
|--------------|-----|-----|-----|
| 起始浓度 (mol/L) | 2.0 | 1.0 | 0   |
| 转化浓度 (mol/L) | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| 平衡浓度 (mol/L) | 1.6 | 0.6 | 0.4 |

则  $v(\text{Cl}_2) = \frac{0.4 \text{ mol/L}}{10 \text{ min}} = 0.04 \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$ , A 正确; 当容器中

$\text{Cl}_2$  为 1.2 mol 时,  $c(\text{Cl}_2) = 0.6 \text{ mol/L}$ , 反应达到平衡, B 正确; 升高温度 ( $T_1 < T_2$ ), 反应的平衡常数减小, 说明平衡左移,  $\text{PCl}_3$  的物质的量增大, 达新平衡时变化量小, 故  $\frac{\Delta n(T_1)}{\Delta n(T_2)} > 1 > 1$ , C 不正确;

平衡后移走 2.0 mol  $\text{PCl}_3$  和 1.0 mol  $\text{Cl}_2$ , 相当于减压, 平衡左移,  $c(\text{PCl}_5) < 0.2 \text{ mol/L}$ , D 正确。

15. C 由图像知该反应的化学方程式为:  $\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Z}(\text{g})$ 。X、Y 的起始物质的量不同, 转化率不同, A 错误; 达到平衡后, 扩大容积, 平衡不移动。B 错误; C 项相当于减小 X 的量, 平衡左移, Y 的转化率降低, 小于 80%, C 正确; 利用“三段式”求平衡常数:



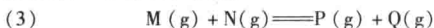
|                             |     |     |     |
|-----------------------------|-----|-----|-----|
| 起始浓度 (mol/L <sup>-1</sup> ) | 0.6 | 0.5 | 0   |
| 变化浓度 (mol/L <sup>-1</sup> ) | 0.4 | 0.4 | 0.8 |
| 平衡浓度 (mol/L <sup>-1</sup> ) | 0.2 | 0.1 | 0.8 |

则平衡常数  $K = (0.8)^2 / (0.2 \times 0.1) = 32$ , D 错误。

16. (1) 25% (2) 增大 (3) 6 (4) 41%

解析: (1) M 转化的物质的量为  $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则 N 反应的量也是  $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 所以 N 的转化率为  $\frac{0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% = 25\%$ 。

(2) 由于该反应的正反应为吸热反应, 所以升高温度, 化学平衡正向移动, M 的转化率增大。



|                           |     |     |     |     |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 起始 (mol/L <sup>-1</sup> ) | 1   | 2.4 | 0   | 0   |
| 平衡 (mol/L <sup>-1</sup> ) | 0.4 | 1.8 | 0.6 | 0.6 |
| 起始 (mol/L <sup>-1</sup> ) | 4   | a   | 0   | 0   |
| 平衡 (mol/L <sup>-1</sup> ) | 2   | a-2 | 2   | 2   |

$$\frac{2 \times 2}{2 \times (a-2)} = \frac{0.6 \times 0.6}{0.4 \times 1.8}, a = 6。$$

$$(4) \quad \frac{x \times x}{(b-x) \times (b-x)} = \frac{0.6 \times 0.6}{0.4 \times 1.8}, x = 0.41 b, \text{M 的转化率为 } 41\%。$$

17. (1)  $K = c(\text{CO}_2)$

$$(2) K = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) \cdot c(\text{HClO})}{c(\text{Cl}_2)}$$

$$(3) K_1 = \frac{c(\text{N}_2\text{O}_4)}{c^2(\text{NO}_2)} \quad K_2 = \frac{c^2(\text{NO}_2)}{c(\text{N}_2\text{O}_4)} \quad K_1 = \frac{1}{K_2}$$

$$(4) K = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c^2(\text{CrO}_4^{2-})}{c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})}$$

$$(5) K_1 = \frac{c^2(\text{SO}_3)}{c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)} \quad K_2 = \frac{c(\text{SO}_3)}{c(\text{SO}_2) \cdot c^{\frac{1}{2}}(\text{O}_2)} \quad K_2 = \sqrt{K_1}$$

18. C X、Y 的反应量分别为  $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , Z 的生成量为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则该反应的化学方程式为  $\text{X} + 3\text{Y} \rightleftharpoons 2\text{Z}$ 。

显然, X 的转化率为 50%; 平衡常数  $K = \frac{(0.1)^2}{0.05 \times (0.05)^3} = 1600$ ;

平衡常数仅受温度的影响, 不受压强和浓度的影响, 所以 C 错误。

19. C 求①的平衡常数的关键是求氮气的平衡浓度。碘化氢不分解时,  $\text{NH}_3(\text{g})$  和  $\text{HI}(\text{g})$  的平衡浓度是相等的, 因此  $2c(\text{H}_2)$  与容器中平衡浓度  $c(\text{HI})$  之和即为氮气的平衡浓度  $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 故此温度下反应①的平衡常数为 20。

20. D 反应方程式相加, 平衡常数相乘, 反应方程式相减, 平衡常数相除, 故 D 项正确。

21.

| 序号 | 始态投料/mol     |                |               | 平衡时<br>( $\text{NH}_3$ ) |
|----|--------------|----------------|---------------|--------------------------|
|    | $\text{N}_2$ | $\text{H}_2$   | $\text{NH}_3$ |                          |
| ①  | 1            | 4              | 0             | a                        |
| ②  | 0            | 0.5            | 1             | 0.5a                     |
| ③  | 1.5          | 6              | 0             | 1.5a                     |
| ④  | m            | $g(g \geq 4m)$ | $2g-8m$       | $(g-3m)a$                |

解析: 恒 T 恒 P 下, 投料成比例即等效, 相似等效

④组, 设需投  $\text{NH}_3$  x mol, 则



$$\text{①} \quad 1 \quad 4 \quad 0 \quad a$$

$$\text{④} \quad m \quad g \quad x$$

极限转换:

$$m + \frac{x}{2} \quad g + \frac{3}{2}x \quad 0 \quad (m + \frac{x}{2}) \cdot a$$

$$\text{①、④等效, 则: } \frac{m + \frac{x}{2}}{g + \frac{3}{2}x} = \frac{1}{4}$$

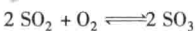
$$\therefore x = 2g - 8m$$

$$\text{代入: } (m + \frac{x}{2})a = (g - 3m)a$$

22. (1) 90% (2)  $\frac{20}{7}$   $\frac{10}{7}$  (3)  $\frac{20}{7}$   $\frac{10}{7}$

解析: (1) 恒 T 恒 P 下:  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}$ , 体积由  $V \rightarrow 0.7V$ , 知物质的量由

3 mol 转变为 2.1 mol,



始: 2 1 0

转: 2x x 2x

平: 2-2x 1-x 2x

$$2-2x+1-x+2x=2.1 \text{ mol}$$

$$\therefore x = 0.9 \text{ mol}$$

$$\alpha(\text{SO}_2) = \frac{2 \times 0.9 \text{ mol}}{2 \text{ mol}}$$

(2) 容器中投入 2 mol  $\text{SO}_2$ 、1 mol  $\text{O}_2$  平衡时为 0.7 V, 若投入 4 mol  $\text{SO}_2$ 、2 mol  $\text{O}_2$  则平衡时为 1.4 V, 比例与原平衡一致; 若投入 1 mol  $\text{SO}_2$ 、0.5 mol  $\text{O}_2$ , 则平衡时为 0.35 V, 且比例与原平衡一致。按比例知平衡时为 V, 且与原平衡比例一致, 则需  $\text{SO}_2$   $\frac{20}{7}$  mol,  $\text{O}_2$

$$\frac{10}{7} \text{ mol}$$

(3) 分析题意, 只需要(3)的平衡态与(2)的平衡全等即可, 因此同

样投料  $\frac{20}{7} \text{ SO}_2$ ,  $\frac{10}{7} \text{ mol} \cdot \text{O}_2$