

第四章 物质结构 元素周期律

第一节 原子结构与元素周期表

第 1 课时 原子核外电子的排布



对点上分

1. **B** 【解析】 ^{37}Cl 中子数为 $37-17=20$, ^{39}K 中子数为 $39-19=20$, 二者具有相同的中子数, A 正确; H_3O^+ 与 OH^- 的质子数分别为 11 和 9, 电子数都是 10, B 错误; $^{298}_{114}\text{Fl}$ 与 $^{208}_{82}\text{Pb}$ 在周期表中位于同一主族, 故最外层电子数相同, C 正确; O_2^{2-} 与 S^{2-} 质子数均为 16, 电子数均为 18, D 正确。
2. **B** 【解析】该原子核内质子数是 118, 中子数为 $294-118=176$, A 错误, B 正确; 该原子核外电子数 = 核内质子数 = 118, C 错误; Og 原子最外层电子数为 8, D 错误。
3. **B** 【解析】 ^1_1H 原子核不含中子, A 错误; 原子的最外层电子数不超过 8 个, B 正确; 氦气中 He 原子的最外层电子数为 2, C 错误; 原子的次外层电子数不超过 18 个, 不一定是 8 个, D 错误。
4. **B** 【解析】L 层电子数是 K 层和 M 层电子数之和的两倍, L 层电子数为 8, K 层电子数为 2, 则 M 层电子数为 $\frac{8}{2}-2=2$, 说明该元素原子 M 层的电子数为 2, 是镁元素的原子, B 符合题意。

归纳总结 (1) 原子核外第 n 层最多能容纳的电子数为 $2n^2$ 。

(2) 原子最外层电子数最多为 8 (最外层为 K 层时, 电子数最多为 2)。

(3) 原子次外层电子数不超过 18 (次外层为 K、L 层除外)。

5. **B** 【解析】由原子结构示意图可知, 硅原子核电荷数为 14, 核外共有 3 个电子层, 最外层有 4 个电子, 质子数 = 核电荷数 = 14, A、C、D 正确, B 错误。
6. **A** 【解析】若 $n=8$, 则该粒子可能是 Ar 、 Cl^- 、 K^+ 等, 所对应元素的符号不一定为 Ar , A 错误; 若该粒子带一个单位负电荷, 且 $n=8$, 则 $m=17$, 则该粒子的符号为 Cl^- , B 正确; 若 $m-n>10$, 质子数大于核外电子数, 则该粒子一定是阳离子, C 正确; 若 $m-n=10$, 质子数等于核外电子数, 则该粒子一定是原子, D 正确。
7. **C** 【解析】元素的性质与原子结构有密切的关系, 主要与原子核外电子的排布, 特别是最外层电子数有关, C 正确。
8. **A** 【解析】①的最外层电子数为 8, 化学性质比较稳定, A 正确; ③的最外层电子数是 1, 在化学反应中易失去 1 个电子而形成阳离子, B 错误; 决定元素种类的是质子数, ①②的质子数不相同, 不属于同种元素, C 错误; ②的质子数为 11, 核外电子数为 10, 质子数 > 核外电子数, 则②为阳离子, ④的质子数 = 核外电子数 = 17, 则④为原子, D 错误。

第2课时 元素周期表 核素



对点上分

1. B 【解析】元素周期表共有 7 个横行, 18 个纵列, 每一个横行叫做一个周期, 每一个纵列叫做一个族(8、9、10 三个纵列共同组成第Ⅷ族), 共有 16 个族, A 错误; 根据核外电子排布规律可知原子核外电子排布时, 先排满 K 层, 再排 L 层, 排满 L 层再排 M 层, 当 L 层上的电子数为奇数时, L 层未排满, 那么 M 层上不可能有电子, B 正确; 同一周期中, 第ⅡA 族与第ⅢA 族元素原子的核电荷数不都相差 1, 也可能相差 11, 如第四周期中 Ca 和 Ga 的核电荷数相差 11, C 错误; 同一原子中, 在离核较近的区域内运动的电子能量较低, D 错误。

2. D 【解析】H、Li 元素位于同一主族且原子序数之差为 2, A 错误; 0 族的氦元素原子的最外层电子数为 2, B 错误; W^{2+} 核外有 36 个电子, 则 W 原子核外有 38 个电子, 原子的核外电子数等于原子序数, 故 W 为锶元素, 位于第五周期第ⅡA 族, C 错误; 某第ⅡA 族元素原子序数为 x , 若其为第六、七周期的元素, 则同周期的第ⅢA 族元素原子序数可能为 $x+25$, D 正确。

3. D 【解析】 $^{223}_{88}\text{Ra}$ 含有的中子数为 $223-88=135$, A 正确; Ra 是 88 号元素, 位于周期表中第七周期第ⅡA 族, B 正确; Ra 是活泼金属, Ra 单质能与水剧烈反应放出氢气, C 正确; 镭的某核素衰变过程为 $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn}(\text{氡}) + X$, 根据质量守恒定律, X 的质子数为 2, 所以 X 为 He 元素, D 错误。

4. C



攻略上分

涉及位置关系的元素推断, 直接看通法攻略 32 熟记定位元素, 速推元素位置。

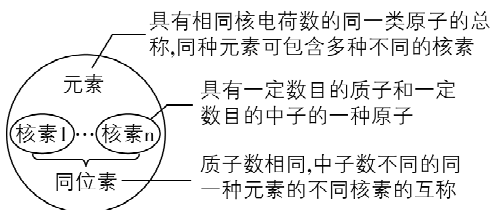
【解析】由于 X、Y、Z 均为主族元素, 结合其位置关系和元素周期表的结构, 可知 X、Y、Z 只能位于元素周期表中过渡元素区域的右边, 且 Y 元素一定不在第一周期, 即 X、Y、Z 不可能都在短周期。若 Y、X、Z 分别位于第二、三、四周期, 则 Y 的原子序数为 $n-8+1=n-7$, Z 的原子序数为 $n+18-1=n+17$, Y 与 Z 的原子序数之和为 $2n+10$; 若 Y、X、Z 分别位于第三、四、五周期, 则 Y 的原子序数为 $n-18+1=n-17$, Z 的原子序数为 $n+18-1=n+17$, Y 与 Z 的原子序数之和为 $2n$; 若 Y、X、Z 分别位于第四、五、六周期, 则 Y 的原子序数为 $n-18+1=n-17$, Z 的原子序数为 $n+32-1=n+31$, Y 与 Z 的原子序数之和为 $2n+14$; 若 Y、X、Z 分别位于第五、六、七周期, 则 Y 的原子序数为 $n-32+1=n-31$, Z 的原子序数为 $n+32-1=n+31$, Y 与 Z 的原子序数之和为 $2n$; 综上所述, C 符合题意。

5. D 【解析】质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互为同位素, $^{16}\text{O}_2$ 与 $^{18}\text{O}_3$ 都是分子, 不是原子, A 错误; ^{15}N 的核外电子数是 7, 中子数为 $15-7=8$, 其核外电子数与中子数不相同, B 错误; 1 个 ^{14}C 原子中含有 6 个电子, 则 1 mol ^{14}C 原子中含有电子的数目为 $6N_A$, C 错误; 元素是具有相同质子数的一类原子的总称, 题图中三个原子的质子数相同, 属于同一种元素, D 正确。

6. C 【解析】 $^{12}_6\text{C}$ 、 $^{13}_6\text{C}$ 、 $^{14}_6\text{C}$ 的中子数各不相同, 属于不同的核素, A 错

误; $^{12}_6\text{C}$ 和 $^{14}_6\text{C}$ 的核外电子数均为6,核外电子排布相同,B错误;同素异形体是指由同种元素组成的不同单质, C_{10} 、 C_{14} 均为碳元素的同素异形体,C正确; $^{12}\text{C}_{10}$ 和 $^{13}\text{C}_{10}$ 属于同一种物质,化学性质相同,D错误。

归纳总结 同位素、核素、元素、同素异形体的关系



同位素描述的是元素;同素异形体是由同种元素组成的不同单质。

7. B 【解析】 $^{30}_{14}\text{Si}$ 的中子数为 $30 - 14 = 16$,质子数为14,A错误; $^{33}_{13}\text{Al}$ 和 $^{27}_{13}\text{Al}$ 的质子数相同,中子数不同,属于不同的核素,B正确; $^1_1\text{H}_2$ 和 $^2_1\text{H}_2$ 都是单质(或分子),不互为同位素,C错误; $^{27}_{13}\text{Al}$ 和 $^{30}_{14}\text{Si}$ 的L层电子数都是8,D错误。

8. B 【解析】 ^1_1H 、 ^2_1H 、 ^3_1H 、 $^{14}_6\text{C}$ 、 $^{14}_7\text{N}$ 、 $^{16}_8\text{O}$ 6种微粒中有6种核素;元素的种类由质子数决定,六种微粒中有氢、碳、氮、氧4种元素,A正确。由于氯元素存在多种核素,氯元素的相对原子质量是其各种核素的相对原子质量与其在自然界里的丰度的乘积之和,氯元素的质量是不确定的,B错误。一个原子的质量与 $^{12}_6\text{C}$ 原子质量的 $\frac{1}{12}$ 的比值为该原子的相对原子质量(注意由于绝大多数元素存在多种核素,元素的相对原子质量不等于某核素的相对原子质量),C正确。元素的近似相对原子质量是该元素各核素的质量数与其在自然界里的丰度的乘积之和,设氯元素中 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 的丰度为 x ,则 $^{37}_{17}\text{Cl}$ 的丰度约为 $1-x$,根据元素的近似相对原子质量的计算公式得 $35x + 37 \times (1-x) = 35.5$,解得 $x = 0.75$,则 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 的丰度约为75%,D正确。

第3课时 原子结构与元素的性质



对点上分

1. A



攻略上分

碱金属元素、卤族元素是中学阶段比较重要的元素,通法攻略33详细讲解了两主族元素性质的递变规律。

【解析】随着原子序数的递增,碱金属元素原子的电子层数逐渐增多,原子半径逐渐增大,失去最外层电子的能力逐渐增强,金属性逐渐增强,A正确;钠的密度大于煤油,金属Na通常保存在煤油中,Li的密度小于煤油,金属Li不能保存在煤油中,B错误;

提示: Li一般保存在石蜡中。

Li的金属活动性弱于Na,金属Li在空气中燃烧只能生成 Li_2O ,不能生成 Li_2O_2 ,C错误;碱金属元素从上到下,金属性逐渐增强,

对应的氢氧化物的碱性逐渐增强,即碱性: $\text{LiOH} < \text{NaOH} < \text{KOH} < \text{RbOH} < \text{CsOH}$,D 错误。

2. B 【解析】碱金属元素 Li、Na、K 随着原子序数的增大,原子半径逐渐增大,与题图中变化趋势不相符,A 错误;碱金属元素 Li、Na、K 随着原子序数的增大,单质的熔点逐渐减小,与题图中变化趋势相符,B 正确;碱金属元素中,Li 单质密度比 Na 和 K 单质密度都小,与题图中变化趋势不相符,C 错误;碱金属元素 Li、Na、K 随着原子序数的增大,原子的电子层数逐渐增多,与题图中变化趋势不相符,D 错误。

3. A

攻略上分 碱金属元素、卤族元素是中学阶段比较重要的元素,通法攻略 33 详细讲解了两主族元素性质的递变规律。

【解析】氯、溴、碘的单质的熔、沸点逐渐升高,A 正确;氯、溴、碘同为第 VIIA 族元素,同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,得电子能力逐渐减弱,因此单质氧化性逐渐减弱,B 错误;非金属性: $\text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$,非金属性越弱,单质与氢气化合越难,C 错误;氯、溴、碘单质的氧化性依次减弱,对应阴离子的还原性依次增强,

提示: 单质氧化性强,其对应阴离子的还原性就弱;单质还原性强,其对应阳离子的氧化性就弱。

D 错误。

4. B 【解析】IBr 是由两种元素组成的纯净物,是一种化合物,A 正确; Fe^{3+} 的氧化性强于 I_2 , Fe^{3+} 能把 I^- 氧化为 I_2 ,因此不会生成 FeI_3 ,B 错误;IBr 中 I 为 +1 价,KI 中 I 为 -1 价,IBr 和 KI 发生归中反应可以得到 I_2 和 KBr,C 正确;IBr 可以与 NaOH 溶液反应生成 NaIO、NaBr 两种盐,D 正确。

关键点拨 卤素互化物(如 BrCl 、 IBr)化合价判断方法:元素非金属性越强,越容易得电子,得电子的元素显负价,非金属性: $\text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$,故 BrCl 中 Br 为 +1 价、Cl 为 -1 价,IBr 中 I 为 +1 价、Br 为 -1 价。

5. A 【解析】F 中发生反应 $\text{Cl}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$,吸收多余 Cl_2 ,A 正确; Cl_2 能与水反应生成 HClO 和 HCl,所以不能用水吸收 Cl_2 中掺杂的 HCl 气体,B 错误;苯的密度比水小,应在上层,所以装置 E 中上层液体呈现紫红色,C 错误;溴单质能和碘化钾反应生成碘单质,但过量的 Cl_2 也会氧化碘离子生成碘单质,造成干扰,所以不能证明非金属性: $\text{Br} > \text{I}$,D 错误。

易错警示 验证元素非金属性时,尤其是气体或者挥发性物质参加反应时,一定不要忽视气体和挥发性物质带来的干扰,否则很容易判断错误。

6. D 【解析】钠和钾的原子结构极为相似,NaOH、KOH 都是强碱,A 正确;碱金属原子半径越大,越易失去最外层电子,和水反应越剧烈,B 正确;元素非金属性越强,越易与氢气反应,通过卤素单质与氢气反应所需要的反应条件,可以判断氯的非金属性比

溴强,C 正确;元素非金属性越强,简单氢化物越稳定,卤族元素对应的简单氢化物的稳定性由强到弱的顺序为 $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI}$,D 错误。

7. C 【解析】钾在氧气中加热还能生成超氧化钾,A 错误;钠是活泼金属,金属钠加入钾的化合物溶液中,钠优先与水反应,生

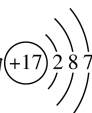
易错: 反应温度控制在 $850\text{ }^{\circ}\text{C}$

左右情况下,钠可以和氯化钾置换出钾,钾以气体的形式逸出。

成氢氧化钠和氢气,B 错误;元素的非金属性越强,对应的单质的氧化性越强,其阴离子的还原性越弱,非金属性: $\text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$,可推测还原性: $\text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$,C 正确;HF 是弱酸,HCl 是强酸,酸性: $\text{HCl} > \text{HF}$,D 错误。

第一节 节测上分

1. C 【解析】S 原子的质子数为 16,若中子数为 18,则质量数为 34,故该 S 原子可表示为 ^{34}S ,A 错误;Cl 原子的最外层电子数为

7,其结构示意图为 ,B 错误;氙为氙元素的一种核素,一个

氙原子中含有两个中子和一个质子,则题图表示的是氙的原子结构模型,C 正确; $^{16}\text{O}_2$ 与 $^{18}\text{O}_2$ 均表示单质,同位素指的是原子, ^{16}O 与 ^{18}O 才互为同位素,D 错误。

2. C 【解析】质量数是将原子核内所有质子和中子的相对质量取近似整数值相加而得到的数值,根据题图可知,元素名称下方的数值为元素的相对原子质量,铟元素的相对原子质量是 114.8,A、B 错误;稀有气体元素的原子序数从小到大依次是 2、10、18、36、54、86、118,则 49 号元素与 54 号元素在同一周期,且与 54 号元素原子序数相差 5,故铟元素位于第五周期第 IIIA 族,铟元素是一种主族元素,C 正确;铟原子最外层有 3 个电子,D 错误。

3. C 【解析】 ^{28}O 的质量数为 28,A 错误;质子数相同而中子数不同的原子互为同位素, ^{28}O 与 ^{28}Si 的质子数不同,不互为同位素,B 错误; ^{28}O 的质子数为 8,中子数为 20,故中子数与质子数之差为 12,C 正确;化学变化的最小微粒为原子,将 ^{29}F 转化为 ^{28}O 的过程中生成了新元素,不是化学变化,D 错误。

4. A 【解析】钾会和空气中的水蒸气、氧气等发生反应,且金属钾的密度比煤油大,所以钾通常保存在煤油中以避免与空气的接触,①正确;碱金属的活动性较强,会和水反应生成碱,所以取用时不能直接用手拿,②错误;根据同主族元素性质递变规律,碱金属中还原性最弱的是锂,③正确;元素金属性越弱,对应阳离子的氧化性越强,所以碱金属阳离子中氧化性最强的是 Li^+ ,④正确;同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,则随着核电荷数的增大,碱金属的原子半径逐渐增大,⑤正确。综上所述,正确的是①③④⑤,A 符合题意。

归纳总结 碱金属特例总结

(1) 关于保存: Li 保存在石蜡中。

(2) 关于氧化物: Li 的氧化物只有氧化锂, Na 的氧化物有氧化钠和过氧化钠, 金属性越强, 氧化物越复杂, 钾、铷、铯、钫的氧化物更复杂, 会有超氧化物。

(3) 关于密度: 同主族从上到下, 单质的密度依次增大, 但 K 反常, 密度小于 Na。

5. A 【解析】由镓原子结构示意图可知, 镓原子的最外层电子数是 3, 在反应过程中容易失去 3 个电子形成带 3 个正电荷的离子, 氮原子的最外层电子数是 5, 易得到 3 个电子形成带 3 个负电荷的离子, 则 Ga 有 +3 价, N 有 -3 价, 故氮化镓的化学式是 GaN , A 正确; 根据题给信息可知, 汉字下面的数字表示相对原子质量, 镓元素的相对原子质量为 69.72, B 错误; 周期序数 = 原子核外电子层数, 氮元素和镓元素的原子核外电子层数分别是 2、4, 二者不位于同一周期, C 错误; 1 个 N_2 分子由 2 个氮原子构成, 1 个氮原子核外有 7 个电子, 则 1 个 N_2 分子中含有 14 个电子, D 错误。

6. A 【解析】设 B 元素的核电荷数是 y , 已知 A 的原子序数是 x , 即核电荷数为 x , 所以 A^{m+} 的核外电子数等于 $x-m$, 同理 B^{n-} 有 $(y+n)$ 个电子, 因为 B^{n-} 和 A^{m+} 具有相同的电子层结构, 即核外电子数相同, 所以 $x-m=y+n$, 即 $y=x-m-n$, 故选 A。

7. C 【解析】标准状况下 22.4 L 氩气的物质的量为 1 mol, 氩气为单原子分子, 则 1 mol 氩气含有的质子数为 $18N_A$, A 正确; ${}^4_2\text{He}$

提示: 稀有气体都是单原子分子。

与 ${}^3_2\text{He}$ 的质子数相同, 中子数不同, 则互为同位素, B 正确; 1 mol D_2O 中含有的质子数为 $10N_A$, 1 mol H_2O 中含有的质子数为 $10N_A$, 1 mol D_2O 与 1 mol H_2O 含有的质子数之比为 1:1, C 错误; 2.3 g 钠离子的物质的量为 0.1 mol, 1 个钠离子含有 10 个电子, 则 0.1 mol 钠离子含有的电子数为 N_A , D 正确。


8. D 【解析】按照 Li、Na、K、Rb、Cs 的顺序, 单质的熔、沸点逐渐降低, 密度逐渐增大, A 错误; HF 为弱酸、HCl 为强酸, B 错误; 氧元

提示: K 反常。

素的最高正价不为 +6, 氧元素最高正价与最低负价代数和不为

关键点 O 无最高正价, F 无正价。

4, C 错误; 若存在 119 号元素, 根据元素周期表结构及元素周期律判断该元素位于第八周期第 I A 族, 碱金属元素原子序数越大, 元素原子失电子能力越强, 单质与水反应越剧烈, 故该元素单质与水反应比钠与水反应剧烈, D 正确。

9. (1) A (2) B (3)  **(4) M**

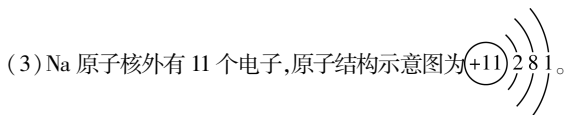
(5) Na^+ 或 Al^{3+} $[\ddot{\text{O}}:]^{2-}$ 或 $[\ddot{\text{F}}:]^{-}$

(6) 铜元素的相对原子质量



【解析】(1) ${}^3_2\text{He}$ 质子数为 2, 中子数为 1, 质量数为 3, 电子数为 2, ${}^2_1\text{H}$ 质子数为 1, 中子数为 1, 质量数为 2, 电子数为 1, 二者具有相同的中子数, 故选 A。

(2) ${}^3\text{He}$ 有 2 个电子, 则氢化铵 (NH_5) 中阴离子为 H^- , 氢化铵由 NH_4^+ 、 H^- 构成。氢化铵属于铵盐, N 元素化合价为 -3, A 错误; 氢化铵由 NH_4^+ 、 H^- 构成, 阳、阴离子个数比为 1 : 1, B 正确; 阴离子为 H^- , 最外层电子数为 2, C 错误; 阳离子为 NH_4^+ , 电子数为 10, D 错误。



(4) Mg 原子核外有 3 个电子层, 电子所占据的电子层中, 能量最高的是 M 层。

(6) “63.55” 表示铜元素的相对原子质量。

(7) A 是非金属元素, 最外层电子数是次外层的一半, A 是 Si 元素; B 元素原子的 L 层电子比 K 层电子多 4 个, B 是 O 元素; C 元素的 +3 价阳离子和氦原子具有相同的电子数, C 是 Al 元素。A

是 Si 元素, A 原子的电子式为 $\cdot\ddot{\text{Si}}\cdot$; B 是 O 元素, O^{2-} 结构示意图



10. (1) C (2) AD (3) 6 mol $5N_A$

(4) 40 (5) $\text{H}_2\text{Te} > \text{H}_2\text{S} > \text{HCl}$

【解析】(1) A 项, ①②③ 是氢元素的不同原子。B 项, ①②③ 电子数相同, 是化学性质几乎相同的三种粒子。C 项, ①②③ 是质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子, 互为同位素。D 项, ①②③ 的质量数不相同, 分别为 1、2、3。

(2) 在相同条件下, 等质量的 H_3 和 H_2 的相对分子质量不同, 故二者的物质的量不同, 分子数不同, 体积不同, 但原子数相同, 电子数相同, 故选 AD。

(3) 由 ② 和 ${}^{18}_8\text{O}$ 组成的 11 g 水 (${}^2_1\text{H}_2{}^{18}_8\text{O}$) 中, 每个水分子中含有的中子为 12 个, 同时含有 10 个电子, 该水的摩尔质量为 $22 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故物质的量为 0.5 mol, 含有中子的物质的量为 6 mol, 含有电子的数目为 $5N_A$ 。

(4) 1.11 g 某元素的核素 ${}^A_Z\text{X}$ 的氯化物 XCl_2 配成的溶液需要用 20 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液, 才能把 Cl^- 完全沉淀, 硝酸银的物质的量为 0.02 mol, 故该核素的氯化物的物质的量为 0.01 mol, 则其摩尔质量为 $\frac{1.11 \text{ g}}{0.01 \text{ mol}} = 111 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 X 的相对原子质量为 $111 - 71 = 40$, ${}^A_Z\text{X}$ 的质量数 A 是 40。

(5) 根据碲在周期表中的信息分析, 该元素与硫元素同主族, 且在硫元素的下面, 氯元素和硫元素同周期, 根据同周期元素, 从

左到右非金属性增强,同主族元素,从下到上,非金属性增强,且非金属性越强,气态氢化物的还原性越弱,故 Te、S、Cl 三种元素对应简单氢化物的还原性由强到弱的顺序为 $\text{H}_2\text{Te} > \text{H}_2\text{S} > \text{HCl}$ 。

11. (1) 湿润的淀粉-碘化钾试纸变蓝

(2) 确认 C 中的黄色溶液中无氯气,排除氯气对 Br_2 置换出 I_2 的实验的干扰 (3) 增大 减弱



思路导引

验证卤素单质氧化性的相对强弱:先检验装置气密性,再装药品,打开弹簧夹、活塞 a,向圆底烧瓶中滴加浓盐酸。装置 A 中高锰酸钾与浓盐酸反应生成氯化锰、氯气和 水等,反应的化学方程式为 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$,湿润的淀粉-碘化钾试纸变蓝,说明有单质碘生成,同时也说明氯气氧化性强于单质碘;装置 B 中氯气与溴化钠反应生成单质溴,在试管中发生反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$,溶液变为黄色。B 试管口处的棉花团的作用是吸收多余的氯气,防止氯气污染大气,发生的反应为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$,为验证溴的氧化性强于碘,实验时应避免氯气的干扰,当 B 中溶液由黄色变为橙红色时,说明有大量的溴生成,此时应关闭活塞 a,打开活塞 b,将少量 C 中溶液滴入 D 中,关闭活塞 b,取下 D 振荡,静止后 CCl_4 层变为紫红色,验证了溴的氧化性强于碘,以此解答该题。

【解析】(1) 氯气与碘化钾反应置换出碘单质证明氯气的氧化性强于碘,实验现象是湿润的淀粉-碘化钾试纸变蓝。

(2) 实验过程Ⅲ的目的是确保 C 中的黄色溶液中无氯气,排除氯气对 Br_2 置换出 I_2 的实验的干扰。

(3) 由题述实验得出卤素单质的氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$,从原子结构角度分析,同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,原子核对最外层电子的吸引能力逐渐减弱,得电子能力逐渐减弱,故对应单质的氧化性逐渐减弱。

第二节 元素周期律

第 1 课时 元素性质的周期性变化规律



对点上分

1. C 【解析】元素性质随原子序数递增呈现周期性变化是元素原子的核外电子排布周期性变化的必然结果,故选 C。

2. D 【解析】第 11~17 号元素同属第三周期,原子半径随原子序数的增大而减小,A 正确;第 11~17 号元素同属第三周期,元素周期数不随原子序数变化,B 正确;第 11~17 号元素同属第三周期,分别处于第 I A 族至第 VII A 族,主族族序数随原子序数的增大而增大,C 正确;第 11~17 号元素同属第三周期,分别处于第 I A 族至第 VII A 族,元素最高正价随原子序数的增大而增大,D 错误。

3. B



攻略上分

大招攻略 34 详细讲解了原子半径、离子半径比较的方法。

【解析】F、Cl、Br 在元素周期表中位于同一主族，同一主族元素从上向下原子半径依次增大，故 $r(\text{Br}) > r(\text{Cl}) > r(\text{F})$ ，A 正确； F^- 与 F 比较，二者核电荷数相同，电子层数相同， F^- 比 F 多一个电子，故 $r(\text{F}^-) > r(\text{F})$ ，B 错误； O^{2-} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 三者电子层结构相同，核电荷数不同，核电荷数越大，半径越小，故 $r(\text{O}^{2-}) > r(\text{Na}^+) > r(\text{Mg}^{2+})$ ，C 正确；C、N、O 三者位于同一周期，同一周期元素从左向右，原子半径依次减小，故 $r(\text{C}) > r(\text{N}) > r(\text{O})$ ，D 正确。

易错警示 不能正确比较微粒半径大小

本类题目出错的原因一般在于没有真正理清原子、离子半径比较方法的异同。对于原子半径的大小比较，要关注元素在周期表中的位置，进而比较半径大小，方法：①同周期——“序大径小”，②同主族——“序大径大”，③不同周期、不同主族——“层多径大”（一般规律，解题时可用）。

4. C 【解析】X、Y、Z、M、Q、R 为元素周期表前 20 号元素，M 有 +7、-1 价，则 M 为 Cl；Y 有 -2 价，则 Y 处于第ⅥA 族，而 Z 有 +5、-3 价，可知 Z 处于第ⅤA 族，原子半径： $Y < Z < M$ （氯），Y 为 O、Z 为 N；X、Q 均有 +1 价，二者均处于第ⅠA 族，其中 X 的原子半径小于 Y（氧），故 X 为 H，R 有 +2 价，则 R 处于第ⅡA 族，原子半径： $M(\text{氯}) < Q < R$ ，可推知 Q 为 Na、R 为 Ca；综上所述，X 为 H、Y 为 O、Z 为 N、M 为 Cl、Q 为 Na、R 为 Ca。元素的非金属性越强，其简单氢化物越稳定，非金属性： $\text{O} > \text{N}$ ，则稳定性： $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3$ ，A 错误；电子层结构相同的离子，核电荷数越大，离子半径越小，而离子的电子层数越大，离子半径越大，则离子半径： $\text{Cl}^- > \text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+$ ，B 错误；X、Y、Z 三种元素组成的化合物有 HNO_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4NO_3 等，三者分别属于酸、碱、盐，C 正确；Q 为 Na，含 Na 元素的碳酸盐，进行焰色试验，火焰为黄色，D 错误。

5. C 【解析】L、M、Q、R、T 均为短周期元素，由元素的化合价可知，T、R 都有 -2 价，而 R 有 +6 价且原子半径较大，则 T 为 O，R 为 S；L、Q 均有 +2 价，处于第ⅡA 族，原子半径： $L > Q$ ，则 L 为 Mg，Q 为 Be；M 只有 +3 价，处于第ⅢA 族，原子半径大于硫，则 M 为 Al，据此分析解答。元素非金属性越强，对应简单氢化物的稳定性越强，元素的非金属性： $\text{O} > \text{S}$ ，则简单氢化物的稳定性： $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$ ，即 $\text{H}_2\text{T} > \text{H}_2\text{R}$ ，A 错误；L 是 Mg，Q 是 Be，二者是同一主族元素，原子核外电子层数越多，原子半径越大，元素的金属性就越强，其对应单质与酸反应就越剧烈，金属性： $\text{Mg} > \text{Be}$ ，对应单质与稀盐酸的反应速率为 $L > Q$ ，B 错误；M 与 T 形成的化合物为 Al_2O_3 ， Al_2O_3 既能与酸反应又能与碱反应，故具有两性，C 正确；L 是 Mg，R 是 S，二者形成的离子分别是 Mg^{2+} 、 S^{2-} ， Mg^{2+} 的核外电子数为 $12 - 2 = 10$ ， S^{2-} 的核外电子数为 $16 - (-2) = 18$ ，可知二者核外电子数不相等，D 错误。

6. B

🔗 攻略上分 大招攻略 35 “三表五性三反应”判断元素金属性和非金属性强弱，让知识变得清晰明了。

【解析】元素的金属性强弱与其原子失电子难易程度有关,与失电子多少无关,A 错误;元素的金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物碱性越强,碱性: $\text{NaOH} > \text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Al}(\text{OH})_3$, 则钠、镁、铝的金属性依次减弱,B 正确;比较元素的金属性可以通过将对应单质与稀盐酸反应,根据生成氢气的速率来比较,而不能通过与碱反应来比较,C 错误;钠投入氯化镁溶液中,Na 先和水发生置换反应生成 NaOH 和氢气,生成的 NaOH 再和氯化镁发生复分解反应,所以钠不能从氯化镁溶液中置换出 Mg,D 错误。

7. B 【解析】元素的金属性越强,其单质与水反应越剧烈,甲与 H_2O 反应比乙与 H_2O 反应剧烈,说明甲的金属性强于乙,①正确;较活泼金属能置换出较不活泼金属,单质甲能从乙的盐溶液中置换出单质乙,说明甲的还原性强于乙,则甲的金属性强于乙,②正确;元素的金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物碱性越强,甲的最高价氧化物对应水化物的碱性比乙的最高价氧化物对应水化物的碱性强,说明甲的金属性强于乙,③正确;金属性强弱与其原子失电子难易程度有关,与失电子多少无关,且与单质的熔、沸点高低也无关,④⑤错误;元素的金属性越强,其高价阳离子的氧化性越弱,甲的高价阳离子氧化性比乙弱,说明甲的金属性比乙强,⑥正确。综上所述,能说明甲的金属性比乙强的是①②③⑥,B 符合题意。

易错警示 比较元素金属性强弱的常见错误

- ①单质或其化合物的物理性质;
- ②等物质的量的金属与足量稀盐酸反应,置换出 H_2 的多少;
- ③原子在反应中失去电子的多少;
- ④原子最外层电子的多少或元素的最高化合价的高低。

8. C

④ 思路导引 同周期元素,从左到右金属性依次减弱。各取 1.0 g 金属 X 和金属 Y,分别加入 5 mL 水中,金属 X 与水反应比金属 Y 与水反应剧烈,说明 X 的金属性强于 Y;各取 1.0 g 金属 Y 和金属 Z,分别加入 5 mL $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸中,金属 Y 与盐酸反应比金属 Z 与盐酸反应剧烈,说明 Y 的金属性强于 Z。则在周期表中同一周期从左到右依次为 X、Y、Z。

【解析】同周期元素从左到右原子序数依次增大,原子序数: $X < Y < Z$,A 错误;同周期主族元素从左到右最外层电子数依次增大,原子的最外层电子数: $X < Y < Z$,B 错误;同周期元素从左到右原子半径依次减小,原子半径: $X > Y > Z$,C 正确;元素金属性越强,其最高价氧化物对应水化物的碱性越强,X 的金属性强于 Y、Z,所以 X 的最高价氧化物对应水化物的碱性最强,D 错误。

9. B 【解析】反应 $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ 中, O_2 是氧化剂,S 是还原剂,说明氧气的氧化性强于 S,而单质的氧化性越强,元素的非金属性越强,则能说明 S 的非金属性比 O 弱,A 不符合题意;硫是淡黄色固体,氧气是无色气体,与元素的非金属性强弱无关,不能说明 S 的非金属性弱于 O,B 符合题意; $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{300^\circ\text{C}} \text{H}_2 + \text{S}$, $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{200^\circ\text{C}} 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

$2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 说明 H_2O 比 H_2S 稳定, 而简单氢化物的稳定性

关键点 必须是简单氢化物, 碳的氢化物有很多种。

越强, 元素的非金属性越强, 即能说明 S 的非金属性比 O 弱, C 不符合题意; H_2S 饱和溶液露置在空气中易变浑浊, 是由于氧气将硫化氢氧化为硫单质, 氧气作氧化剂, S 为氧化产物, 氧气的氧化性强于 S, 而单质的氧化性越强, 元素的非金属性越强, 即能说明 S 的非金属性比 O 弱, D 不符合题意。

10. B



攻略上分

大招攻略 35 “三表五性三反应”判断元素金属性和非金属性强弱, 让知识变得清晰明了。

【解析】 HClO 、 H_2CO_3 、 H_2SO_3 中, 氯和硫形成的酸都不是最高价含氧酸, 不能判断氯、硫与碳的非金属性强弱, ①错误; 金属性: $\text{Cs} > \text{K} > \text{Ca}$, 则碱性: $\text{CsOH} > \text{Ca}(\text{OH})_2$, ②正确; 不能根据氢化物的水溶液的酸性强弱比较非金属性, 例如 HI 的酸性比 HCl 强, 但非金

关键点 通过比较酸性判断元素非金属性强弱时, 必须比较的是最高价氧化物对应水化物的酸性。

属性: $\text{Cl} > \text{I}$, ③错误; 元素的非金属性越强, 对应氢化物的稳定性越强, 则热稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{Se}$, ④错误; 元素的非金属性越强, 对应单质的氧化性越强, 氯气与 H_2S 能发生置换反应, 说明氯气的氧化性强于 S, 元素的非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$, ⑤正确; 氢化物的沸点属于物理性质, 与元素的非金属性无关, 所以不能根据沸点高低来比较碳、氧与氮的非金属性强弱, ⑥错误。综上所述, 表述正确且能作为实验判断依据的是 ②⑤, B 符合题意。

易错警示

比较元素非金属性强弱常见错误

- (1) 单质或化合物的物理性质;
- (2) 非最高价氧化物对应水化物的酸性强弱, 如不能用酸性: $\text{HClO} < \text{H}_2\text{CO}_3$, 说明非金属性: $\text{Cl} < \text{C}$;
- (3) 无氧酸的酸性强弱, 如不能用酸性: $\text{HCl} > \text{H}_2\text{S}$, 说明非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$;
- (4) 原子在反应中得电子的多少;
- (5) 原子最外层电子的多少或元素的最高化合价的高低。

11. A

【解析】 元素非金属性强弱可根据元素最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱来判断, 没有指明是不是最高价氧化物时, 无法根据氧化物对应水化物的酸性强弱判断元素非金属性强弱, A 符合题意; 元素非金属性越弱, 对应离子的还原性越强, B 不符合题意; X_2 能与 Y^- 发生置换反应生成 Y_2 , 说明 X 的非金属性比 Y 强, C 不符合题意; X、Y 的单质分别氧化同一种金属时, 产物中金属元素的价态越高, 说明单质的氧化性越强, 则 X 的非金属性比 Y 强, D 不符合题意。

12. C

【解析】 同一周期主族元素的非金属性随原子序数的增大而增强, 所以元素的非金属性: $\text{F} > \text{O} > \text{N}$, 能用元素周期律解释, A 不符合题意; 同一主族元素的金属性随原子序数的增大而增强, 元素的金属性越强, 其最高价氧化物对应的水化物的碱性就越强, 元素的金属性: $\text{K} > \text{Na} > \text{Li}$, 所以碱性: $\text{KOH} > \text{NaOH} > \text{LiOH}$, 能用

元素周期律解释,B 不符合题意;元素的非金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的酸性就越强,由于 Cl 元素最高价含氧酸是 HClO_4 ,不是 HCl ,S 元素最高价含氧酸是 H_2SO_4 ,不是 H_2SO_3 ,因此不能根据元素周期律判断酸性: $\text{HCl} > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$,C 符合题意;同一周期主族元素的非金属性随原子序数的增大而增强,同一主族元素的非金属性随原子序数的增大而减弱,元素的非金属性越强,其简单氢化物的稳定性就越强,元素的非金属性: $\text{O} > \text{S} > \text{P}$,所以简单氢化物的热稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S} > \text{PH}_3$,能用元素周期律解释,D 不符合题意。

13. D 【解析】同周期越靠右,元素金属性越弱,则 Li 的金属性比 Be 强,其与水反应比铍(Be)与水反应剧烈,A 正确;砹(At)为第六周期第 VIIA 族元素,从上到下,该族元素单质的颜色逐渐加深,对应 AgX 的溶解度逐渐减小,B 正确;对比锂和钠的燃烧产物可知,金属性越强,其燃烧产物越复杂,铷的金属性强于钠,则铷(Rb)的燃烧产物比钠的燃烧产物复杂,C 正确; HF 为弱酸, HCl 、 HBr 、 HI 均为强酸,D 错误。



能力上分

1. B 【解析】根据同主族元素性质的递变规律,从金属锂到金属铯,随原子序数的递增,原子半径逐渐增大,在碱金属元素中金属铯具有最大的原子半径,A 正确;根据同主族元素性质的递变规律,铯不只生成 Fr_2O ,还可生成更复杂的氧化物,B 错误;从金属锂到金属铯,元素的金属性逐渐增强,其最高价氧化物对应的水化物的碱性逐渐增强,铯的氢氧化物的化学式为 FrOH ,这是一种极强的碱,C 正确;从金属锂到金属铯,元素的金属性逐渐增强,与水反应的剧烈程度逐渐增大,铯能跟水反应生成相应的碱和氢气,由于反应剧烈而发生爆炸,D 正确。

2. C 【解析】元素金属性越强,其单质越容易与酸反应,镁的金属性强于铝,则镁更易与盐酸反应,A 正确;元素非金属性越强,其简单氢化物越稳定,N 的非金属性强于 P 的,则热稳定性: $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$,B 正确;元素非金属性越强,其对应最高价氧化物的水化物酸性越强,但亚硫酸不是 S 的最高价含氧酸,C 错误;元素的非金属性越强,其单质的氧化性越强,Cl 的非金属性强于 Br 的, Cl_2 的氧化性强于 Br_2 的,则 Cl_2 可以从 NaBr 溶液中置换出 Br_2 ,D 正确。

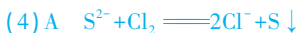
3. A 【解析】元素的非金属性强弱与元素原子得电子能力有关,元素原子得电子能力越强,元素的非金属性越强,题述反应中碳原子失去电子,不能说明 C 的非金属性比 Si 强,A 符合题意;可由元素最高价氧化物对应的水化物的碱性强弱判断元素金属性的强弱, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的碱性强于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$,则金属性: $\text{Ca} > \text{Mg}$,B 不符合题意;可由元素对应单质与水反应的剧烈程度判断元素金属性的强弱,与冷水反应时,K 比 Mg 剧烈,说明 K 的金属性比 Mg 强,C 不符合题意;可由元素最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱判断元素非金属性的强弱, SO_3 与 NaHCO_3 溶液反应生成

CO_2 , 原因是 SO_3 与水反应生成硫酸, 硫酸与 NaHCO_3 反应生成 CO_2 , 说明硫酸的酸性比碳酸的酸性强, 可说明 S 的非金属性比 C 强, D 不符合题意。

4. (1) 分液漏斗 浓盐酸



(3) 除去 Cl_2 中的 HCl 气体



(5) NaOH 溶液

(6) ①③⑥

【解析】(1) 仪器 X 为分液漏斗, 装置 A 中浓盐酸与二氧化锰加热制取氯气。

(2) 装置 A 中浓盐酸与二氧化锰加热制取氯气, 该反应的化学方程式为 $4\text{HCl}(\text{浓}) + \text{MnO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 由于用浓盐酸和 MnO_2 制取氯气需要加热, 故实验过程中会挥发出 HCl 气体, 氯气在饱和食盐水中的溶解度较小, 利用饱和食盐水除去 Cl_2 中的 HCl 气体。

(4) 要在 B 中发生氯气置换出硫的反应, 在给定试剂中只能选取 Na_2S 溶液, 故选 A; 发生的反应的离子方程式为 $\text{S}^{2-} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Cl}^- + \text{S} \downarrow$ 。

(5) 氯气可以和氢氧化钠溶液发生反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$, 为防止污染空气, 装置 C 中最宜盛装的试剂是 NaOH 溶液。

(6) 非金属性的强弱可以从简单氢化物的稳定性、最高价含氧酸的酸性、单质的氧化性等判断。①简单氢化物的稳定性越强, 非金属性越强, HCl 比 H_2S 稳定, 说明非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$; ②HClO 与 H_2SO_4 的氧化性强弱与非金属性无关, 无法比较 Cl 与 S 的非金属性强弱; ③ S_2Cl_2 分子中氯元素显 -1 价说明氯元素原子得电子能力强于硫, 能够说明非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$; ④单质的沸点是物理性质, 非金属性是元素的化学性质, 沸点高低和非金属性无关; ⑤不能根据元素原子最外层电子数的多少判断元素非金属性强弱; ⑥铁与 Cl_2 反应生成 Fe(III), 而硫与铁反应只能生成 Fe(II), 说明氯气的氧化性强于 S, 可证明非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$ 。综上所述, ①③⑥符合题意。

第 2 课时 元素周期表和元素周期律的应用



对点上分

1. D 【解析】第七周期最后一种元素为 118 号元素, 则 120 号元素应位于第八周期第 II A 族, A 正确; 同主族元素从上到下, 金属性逐渐增强, 则该元素金属性比 Ca 强, 该元素最高价氧化物对应水化物的碱性比 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 强, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是强碱, 故该元素最高价氧化物对应的水化物具有强碱性, B 正确; 从 95 号元素锯开

始,其后的元素都是人造元素,都具有放射性,则该元素在自然界中并不存在,属于人造元素,且具有放射性,C 正确;与其他已发现的同族元素相比,该元素原子半径大,单质的密度大,但熔、沸点低,D 错误。

- 2. C** 【解析】镁和氮气反应生成氮化镁,根据“对角线规则”可知, Li 和氮气反应生成 Li_3N , A 错误; Be 位于第 II A 族,最高价为 +2 价,氧化铍的化学式为 BeO , B 错误;氢氧化铝能溶于强酸溶液和强碱溶液,根据“对角线规则”可知,氢氧化铍也能溶于强酸溶液和强碱溶液, C 正确; B 和 Si 性质相似,结合元素的非金属性可知,硼酸与硅酸的酸性均弱于碳酸, D 错误。

3. B



思路导引 X、Y、Z、W 为短周期元素,由题图可知, X 与 Y 同主族,且 Y 的原子序数是 X 的 2 倍,则 X 为 O 元素, Y 为 S 元素,据此得知 W 为 N 元素, Z 为 Cl 元素。据此分析。

【解析】一般而言,原子的电子层数越多,其原子半径越大,同一周期主族元素的原子半径随着原子序数的增大而减小,所以元素的原子半径: $\text{Y} > \text{Z} > \text{X}$, A 错误;同主族元素从上到下,对应阴离子的还原性逐渐增强,故 Y 的阴离子的还原性比 X 的强, B 正确; Z 的最高价氧化物对应水化物的酸性一定比 Y 的强,但若不是最高价氧化物对应的水化物,则酸性不一定强,如 HClO 的酸性弱于硫酸, C 错误;同周期从左到右,元素非金属性逐渐增强,对应简单氢化物的稳定性逐渐增强,则简单氢化物的热稳定性: $\text{X} > \text{W}$, D 错误。

- 4. D** 【解析】W 的一种核素的质量数为 18,中子数为 10,则 W 的质子数为 $18 - 10 = 8$, W 为 O; X 原子和 Ne 原子的核外电子数相差 1, X 的原子半径大于 W 的原子半径, X 为 Na; Y 元素的最高正价和最低负价代数和为零, Y 的原子序数比 X 大, Y 为 Si; Z 元素的非金属性在同周期元素中最强,结合原子半径随原子序数的变化可知, Z 为 Cl。Z 元素的单质为 Cl_2 ,常温下 Cl_2 为有毒的黄绿色气体, A 正确;化合物 XZW 为 NaClO , NaClO 是“84”消毒液的有效成分,可用于杀菌、消毒, B 正确;同周期从左到右主族元素的非金属性逐渐增强,其简单气态氢化物的稳定性逐渐增强,同主族从上到下元素的非金属性逐渐减弱,其简单气态氢化物的稳定性逐渐减弱,非金属性: $\text{Si} < \text{O}$, 对应最简单气态氢化物的热稳定性: $\text{SiH}_4 < \text{H}_2\text{O}$, C 正确; W、X 的简单离子分别为 O^{2-} 、 Na^+ ,两者具有相同的电子层结构,核电荷数越大,离子半径越小,则简单离子半径: $\text{O}^{2-} > \text{Na}^+$, D 错误。

5. C



思路导引 由题图可知, X、Y 是第二周期元素,分别是 O 和 F, Z、R、W 是第三周期元素,分别是 Na、S、Cl。

【解析】原子半径: $\text{Na} > \text{S} > \text{Cl} > \text{O} > \text{F}$, A 正确; H_2O 和 HF 分子间有氢键,且每个水分子能形成的氢键更多,故 H_2O 的沸点最高, HCl 分子间没有氢键,沸点最低, B 正确; HF 是弱酸, C 错误;浓硫酸有强氧化性, D 正确。

- 6. C 【解析】**左下方区域的金属元素的金属性很强,不能用来制造农药,A 错误;金属元素和非金属元素分界线附近的元素,既具有金属性又具有非金属性,可用于制造半导体材料,B 错误;右上方区域的非金属元素,通常用来制造农药,如含磷的农药,C 正确;稀有气体元素的化学性质不活泼,不能用来制造农药,D 错误。
- 7. D 【解析】**在金属元素与非金属元素的分界线附近可以找到半导体材料,A 错误;在过渡元素中寻找耐高温、耐腐蚀的合金材料,B 错误;在过渡元素中寻找优良的催化剂,C 错误;同周期、同主族元素的性质具有一定的相似性、递变性,位置靠近的元素性质相似,为新元素的发现和预测它们的原子结构和性质提供线索,D 正确。

第二节 节测上分

- 1. C 【解析】**位于金属元素与非金属元素分界线附近的元素既表现金属性,又表现非金属性,A 错误;第二周期元素中氟元素无正价,氧元素无最高正价,B 错误;短周期元素形成离子后,最外层不一定达到 8 电子稳定结构,如 H^+ 核外无电子,C 正确;同主族元素的原子,最外层电子数相同,化学性质相似,D 错误。
- 2. C 【解析】**同主族元素从上到下金属性逐渐增强,因此金属性: $Li < Na$,A 错误;根据核外电子排布相同时“序大径小”,则半径: $r(Al^{3+}) < r(Na^+)$,B 错误; $LiAlH_4$ 是还原剂,氢气既是氧化产物又是还原产物,因此还原性: $LiAlH_4 > H_2$,C 正确;根据同周期元素从左到右金属性逐渐减弱,则其最高价氧化物对应水化物的碱性逐渐减弱,故碱性: $Al(OH)_3 < NaOH$,D 错误。
- 3. C 【解析】**同周期主族元素从左到右原子半径逐渐减小,同主族元素自上而下原子半径逐渐增大,则原子半径: $Ga > As > P$,A 正确;同主族元素自上而下非金属性逐渐减弱,非金属性: $N > P > As$,元素非金属性越强,对应的简单氢化物越稳定,则热稳定性: $NH_3 > PH_3 > AsH_3$,B 正确;同周期元素从左到右非金属性逐渐增强,同主族元素自上而下非金属性逐渐减弱,则非金属性: $S > P > As$,故酸性: $H_2SO_4 > H_3PO_4 > H_3AsO_4$,C 错误;镓(Ga)是第四周期第ⅢA 族元素,与 Al 同族,与 Al 具有相似性质,氢氧化铝是两性氢氧化物,Ga 的金属性虽然比 Al 强,但 $Ga(OH)_3$ 可能具有两性,D 正确。
- 4. B 【解析】**中子数为 9 的氮原子,其质量数为 $7 + 9 = 16$,表示为 $^{16}_7N$,A 正确;比较元素非金属性强弱应该比较其最高价氧化物对应水化物的酸性,HCl 不是 Cl 元素的最高价氧化物对应的水化物,B 错误;非金属单质和氢气越易化合,则元素的非金属性越强,可以说明 F、Cl 非金属性的强弱,C 正确;化学变化中没有元素改变,而氘、氚用作“人造太阳”核聚变燃料时,有新元素生成,发生的变化不属于化学变化,D 正确。

5. C 【解析】T 失去一个电子后形成 Ne 原子电子层结构, 则 T 为 Na; X 最外层电子数是次外层电子数的 2 倍, 说明 X 只有两层电子, 则 X 为 C; Y 的单质之一是最常见的助燃剂, 也是空气中的主要成分, 则 Y 为 O; Z_2 在常温常压下为黄绿色气体, 则 Z 为 Cl。同周期主族元素从左到右非金属性逐渐增强, 则元素的非金属性: $X < Y$, A 正确; XY_2 为 CO_2 , 与碱反应生成一种相应价态的盐和水, 故 CO_2 是酸性氧化物, B 正确; XZ_4 的化学式为 CCl_4 , C 错误; 钠易与空气中的 O_2 反应且不与煤油或石蜡油反应, 则实验室可将未用完的 Na 单质放回盛有煤油或石蜡油的原试剂瓶中, D 正确。

6. D



思路导引 A、B、X、Y 为核电荷数依次增大的短周期主族元素, B 的原子半径是短周期主族元素中最大的, 则 B 为 Na; X 的原子序数大于 Na, 说明 X 是第三周期元素, 且最外层电子数是内层电子总数的一半, 则最外层电子数为 5, X 为 P; A 与 X 同主族, 则 A 为 N; Y 为 S 或 Cl。

【解析】根据思路导引可知, A 为 N, B 为 Na, X 为 P, Y 为 S 或 Cl。A 为 N, B 为 Na, 其离子电子层数相同, 核电荷数越大, 离子半径越小, 则简单离子半径: $B(Na^+) < A(N^{3-})$, A 错误; 元素非金属性越强, 其简单气态氢化物的稳定性越强, 非金属性: $N > P$, 则简单气态氢化物的稳定性: $X < A$, B 错误; B 为 Na, Na 在空气中燃烧生成 Na_2O_2 , Na_2O_2 由 2 个钠离子和 1 个过氧根离子构成, 则阴、阳离子个数比为 1 : 2, C 错误; X 为 P, Y 的核电荷数比 P 大且与 P 同周期, 同周期主族元素, 从左到右非金属性逐渐增强, 其最高价氧化物对应水化物的酸性也逐渐增强, 即最高价氧化物对应水化物的酸性: $X < Y$, D 正确。

7. D 【解析】Na 的活动性非常强, 将 Na 放入 $FeCl_3$ 溶液中, Na 会先与水反应生成氢氧化钠和氢气, 氢氧化钠再与 $FeCl_3$ 反应生成氢氧化铁沉淀和氯化钠, 因此 Na 不会从 $FeCl_3$ 溶液中置换出铁单质, A 错误; Cl_2 的氧化性较强, 可将 Fe 氧化为 Fe^{3+} , 即两者反应生成 $FeCl_3$, 但 I_2 氧化性较弱, 不能将 Fe 氧化为 Fe^{3+} , 即 Fe 与 I_2 反应只能生成 FeI_2 , B 错误; 向 $Ca(ClO)_2$ 溶液中通入适量 CO_2 , 恰好反应, 会生成次氯酸, 使溶液具有漂白性, 向 $Ca(ClO)_2$ 溶液中通入适量 SO_2 , 恰好反应, 发生的是氧化还原反应, 最终会生成硫酸钙和 HCl, 不会生成具有漂白性的次氯酸, 则所得溶液不具有漂白性, C 错误; 一般来说, 难溶的氢氧化物受热均易分解, 生成相应的氧化物与水, $Cu(OH)_2$ 受热分解生成 CuO , $Fe(OH)_3$ 受热也易分解生成 Fe_2O_3 , D 正确。

8. B

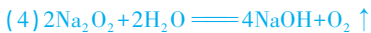


思路导引 由题图可知, a 为 K, b 为 O, c 为 F, d 为 Cl, e 为 Br, f 为 I, g 为 At, h 为铜系元素, i 为铷系元素。

【解析】元素 a 为 K, 金属性强于 Na, 能与水反应置换出 H_2 , 且反

应比 Na 与水反应剧烈, A 正确; 元素 b 为 O, O 无最高正价, B 错误; c 为 F, d 为 Cl, e 为 Br, f 为 I, g 为 At, 这几种元素原子最外层电子数相同, 均为 7, 容易得到电子, 非金属性强, 对应的单质都有较强的氧化性, C 正确; h 为镧系元素, i 为锕系元素, 位置 h 和 i 处均各含有 15 种元素, D 正确。

9. D 【解析】其他条件相同时, 温度越高, 镁与水反应的速率越快, A 正确; 镁是活泼金属, 镁与水反应的化学方程式为 $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$, B 正确; 滴加酚酞溶液, 镁带附近溶液变红, 说明氢氧化镁显碱性, 且在水中有一定的溶解度, C 正确; 氢氧化镁是离子化合物, 镁的金属性弱于同主族的钡, 则它的碱性比氢氧化钡弱, D 错误。



【解析】根据元素在元素周期表中的位置可知, A 为 H, B 为 N, C 为 O, D 为 F, E 为 Na, F 为 Al, G 为 Si, H 为 P, I 为 S, J 为 Cl。

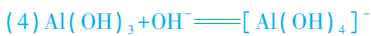
(1) G 为 Si, 原子结构示意图如答案所示。I 为 S, 位于元素周期表中第三周期第 VIA 族。

(2) 题图中元素最高价氧化物对应的水化物中酸性最强的是 HClO_4 。

(3) C 为 O, E 为 Na, F 为 Al, C、E、F 形成的简单离子分别为 O^{2-} 、 Na^+ 、 Al^{3+} , 离子核外电子排布相同时, 核电荷数越大, 半径越小, 即半径: $\text{Al}^{3+} < \text{Na}^+ < \text{O}^{2-}$ 。

(4) C 为 O, E 为 Na, C、E 形成的淡黄色化合物 Na_2O_2 与 O 的简单氢化物 H_2O 反应的化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

(5) D 为 F, I 为 S, 元素的非金属性: $\text{F} > \text{S}$, A 正确; E 为 Na, F 为 Al, 金属性: $\text{Na} > \text{Al}$, 还原性: $\text{Na} > \text{Al}$, B 正确; D 为 F, F 无正化合价, J 为 Cl, 最高正化合价为 +7, C 错误; C 为 O, I 为 S, 非金属性: $\text{O} > \text{S}$, 简单气态氢化物的稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$, D 错误。



【解析】W、X、Y、Z 是原子序数依次增大的四种短周期主族元素, X 与 Z 同族, X 的原子序数小于 Y 且其中一种单质可用于杀菌消毒 (O_3), 则 X 为 O 元素, Z 为 S 元素; Y 是地壳中含量最多的金属元素, 则 Y 为 Al 元素; W 与 Y 的最高化合价之和为 8, Al 的最高化合价为 +3, 则 W 的最高化合价为 +5, W 为 N 元素。

(1) 含有 10 个中子的氧原子的化学符号为 $^{18}_8\text{O}$ 。

(2) 根据电子层数越多, 原子半径越大, 电子层数相同时, 核电荷

数越大,原子半径越小可知,Al 原子半径最大,则原子半径:Al>N>O。

(3)O 与 S 比较,非金属性较强的为 O。元素非金属性越强,简单气态氢化物的稳定性越强,X 的简单气态氢化物的稳定性比 Z 的强,能够证明非金属性: $X>Z$,a 不符合题意;相同条件下 Z 的简单氢化物的还原性比 X 的强,即 S 的阴离子还原性比 O 的阴离子还原性强,可证明非金属性: $X>Z$,b 不符合题意;元素的非金属性强弱可根据其最高价氧化物对应水化物的酸性强弱判断,简单气态氢化物水溶液的酸性与元素非金属性强弱无关,不能根据简单气态氢化物水溶液的酸性强弱判断元素非金属性强弱,c 符合题意;简单氢化物的沸点高低与元素非金属性强弱无关,d 符合题意。

(4)Al 的最高价氧化物对应的水化物为氢氧化铝, $Al(OH)_3$ 与强碱溶液反应的离子方程式为 $Al(OH)_3 + OH^- \longrightarrow [Al(OH)_4]^-$ 。

(5)与 Al 同周期且相邻的金属元素为 Mg,同一周期从左到右主族元素的金属性逐渐减弱,则金属性: $Mg>Al$ 。

第三节 化学键

第 1 课时 离子键 共价键



对点上分

1. D



攻略上分

遇到共价键、离子键、共价化合物、离子化合物问题,就看通法攻略 36。

【解析】 O_2 中只含有非极性共价键, $MgCl_2$ 中只含有离子键,二者化学键类型完全不同,A 不符合题意; HCl 中只含有极性共价键, Na_2O_2 中既含有非极性共价键又含有离子键,二者化学键类型完全不同,B 不符合题意; CH_4 中只含有极性共价键, $NaOH$ 中既含有极性共价键又含有离子键,二者化学键类型不完全相同,C 不符合题意; CO_2 和 H_2O 中都只含有极性共价键,D 符合题意。

2. B 【解析】氢分子、氧分子和水分子中都只存在共价键,所以氢气和氧气燃烧生成水,既有共价键的断裂,又有共价键的形成,A 不符合题意; $2Na + Cl_2 \xrightarrow{\Delta} 2NaCl$ 中既有共价键(氯气)的断裂,又有离子键的形成,B 符合题意;氯化氢溶于水,氯化氢在水分子的作用下电离出氢离子和氯离子,只有共价键的断裂,C 不符合题意;食盐水蒸发结晶有氯化钠晶体析出,有离子键形成,但无共价键断裂,D 不符合题意。

关键点拨

一般来说,活泼金属元素和活泼非金属元素之间存在离子键,非金属元素之间易形成共价键。

3. (1)⑤ (2)② (3)④ (4)③ (5)① (6)⑦



攻略上分

遇到共价键、离子键、共价化合物、离子化合物问题,就看通法攻略 36。

【解析】(1)硫化钠中只有离子键。

(2)氯化氢中只有极性共价键。

(3)过氧化氢中有氢氧极性共价键,也有氧氧非极性共价键。

(4) P_4 分子中只有磷磷非极性共价键。

(5)氩是单原子分子,不含化学键。

(6)过氧化钠中存在钠离子和过氧根离子之间的离子键,也存在过氧根离子中的氧氧非极性共价键。

4. B 【解析】由非金属元素组成的化合物可能是离子化合物,如 NH_4Cl 等铵盐都是离子化合物, A 错误;某化合物在熔融态时能导电,说明该化合物在熔融态时有能自由移动的离子,则该化合物一定是离子化合物, B 正确;共价化合物中只含共价键, C 错误;氯化铝是共价化合物,熔融的氯化铝不导电, D 错误。

5. A 【解析】形成离子键的阴、阳离子间既存在静电引力,又存在静电斥力, ① 错误;离子化合物一定含离子键,也可能含极性键或非极性键,如 $NaOH$ 、 Na_2O_2 , ② 正确;第 I A 族和第 VII A 族元素的原子化合时,不一定形成离子键,如卤化氢, ③ 错误;化学反应的过程,本质上是旧化学键断裂和新化学键形成的过程, ④ 正确。由分析可知,正确的是 ②④, A 符合题意。

6. C 【解析】 CO_2 中 C 原子和 O 原子之间只形成共价键,属于共价化合物, A 正确; H_2O_2 中 H、O 原子之间和 O、O 原子之间均只形成共价键,属于共价化合物, B 正确; $CaCl_2$ 中 Ca^{2+} 和 Cl^- 之间形成离子键,不存在共价键,属于离子化合物, C 错误; NH_4Cl 中 NH_4^+ 和 Cl^- 之间形成离子键, NH_4^+ 内 H 原子和 N 原子之间形成共价键,属于离子化合物, D 正确。

7. C

◎ 攻略上分 电子式的书写问题就看通法攻略 37,详细讲解了电子式的书写以及化合物形成过程的表示。

【解析】 $NaCl$ 为离子化合物,其电子式为 $Na^+[:\ddot{Cl}:]^-$, A 错误; CO_2 中 C 与两个 O 间均形成 2 个共用电子对,其电子式为 $\ddot{O}::C::\ddot{O}$, B 错误;氢氧化钠为离子化合物,钠离子和氢氧根离子之间以离子键结合,氢氧根离子内部 O 和 H 之间有一个共用电子对,其电子式书写正确, C 正确; HCl 为共价化合物,其电子式为 $H:\ddot{Cl}:$, D 错误。

8. C

◎ 攻略上分 电子式的书写问题就看通法攻略 37,详细讲解了电子式的书写以及化合物形成过程的表示。

【解析】次氯酸的结构式是 $H-O-Cl$, A 错误; $MgCl_2$ 为离子

化合物, **关键点** $HClO$ 中 O 显 -2 价,说明 O 和其他元素共用两对电子, H 显 +1 价, Cl 显 +1 价,说明两种元素和其他元素共用一对电子,故 O 居中间。

化合物,Cl 得电子带 1 个单位负电荷,Mg 失电子带 2 个单位正电荷,用电子式表示 MgCl_2 的形成过程应表示为: $\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot + \times\text{Mg}\times + \cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot \longrightarrow [\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot]^- \text{Mg}^{2+} [\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot]^-$,B 错误; M^{2+} 核外有 a 个电子,质子数为 $a+2$,核内有 b 个中子,则其质量数为 $a+2+b$,M 的原子符号表示为 ${}_{a+2}^{a+b+2}\text{M}$,C 正确; Cl^- 的结构示意图为 $\begin{array}{c} \text{(+17)} \\ \text{2 8 8} \end{array}$,

D 错误。

第 2 课时 化学键与分子间作用力



对点上分

- 1. C** 【解析】既有旧化学键的断裂,又有新化学键的形成的变化属于化学变化,如氯化钠晶体的熔化只有旧化学键的断裂,不属于化学变化,A 错误; CS_2 的结构类似 CO_2 ,只含极性键,B 错误;化学键包括共价键和离子键,是物质中相邻的原子或离子间强烈的相互作用,C 正确;共价化合物中可能含有金属元素,如 AlCl_3 ,D 错误。
- 2. B** 【解析】一般来说,对于由分子构成的,组成和结构相似的物质,相对分子质量越大,分子间作用力越大,A 错误;分子内部的相邻原子或离子之间强烈的相互作用称为化学键,而分子之间也存在相互作用,这种作用力比较微弱,称为分子间作用力,B 正确;分子间作用力主要影响物质的物理性质,如熔点、沸点、溶解性等,C 错误;分子间作用力的大小远小于化学键,是一种比较弱的作用力,D 错误。
- 3. D** 【解析】氨气极易溶于水是因为氨分子与水分子之间可以形成氢键,与氢键有关,A 不符合题意;水分子之间能形成氢键,导致沸点升高,因此水的沸点比硫化氢高,B 不符合题意;水分子间存在氢键,由于冰的结构中有空隙,造成体积膨胀、密度减小至低于液态水的密度,所以冰会浮在水面上,C 不符合题意;氟的非金属性强于氯,所以氟化氢比氯化氢稳定,与氢键无关,D 符合题意。

关键点拨 氢键是一种较强的分子间作用力,不属于化学键,比化学键弱得多,但比范德华力强。氢键主要影响物质的物理性质,分子间氢键可使物质的熔、沸点升高,使物质在水中的溶解度增大,但不影响物质的稳定性(化学性质)。

- 4. B** 【解析】 BCl_3 分子中 B 与 Cl 形成 3 个共用电子对,B 最外层有 6 个电子,没有达到 8 电子稳定结构,A 错误;Cl 最外层有 7 个电子,N 最外层有 5 个电子, NCl_3 分子中 N 与 Cl 形成 3 个共用电子对, NCl_3 分子中的 N 和 Cl 均达到 8 电子稳定结构,B 正确;S 原子最外层有 6 个电子, SF_6 分子中 S 与 F 形成 6 个共用电子对,则 SF_6 分子中 S 原子最外层有 12 个电子,C 错误; SiH_4 分子中 H 满足 2 电子的稳定结构,D 错误。

5. D 【解析】 COCl_2 中原子间都是通过共用电子对成键的, 故 COCl_2 不含有离子键, 只有共价键, 为共价化合物, A 错误; 根据题意可知, COCl_2 中各原子均满足 8 电子稳定结构, 则 C 原子与其他原子共用 4 个电子对, O 原子与其他原子共用 2 个电子对, Cl 原子与其他原子共用 1 个电子对, 则 COCl_2 的电子式为 $\begin{array}{c} \times \text{O} \times \\ \times \times \times \times \\ \times \text{Cl} \times \text{C} \times \text{Cl} \times \\ \times \times \times \times \end{array}$, B 错误; COCl_2 中只存在 $\text{C}=\text{O}$ 和 $\text{C}-\text{Cl}$, 均为极性键, C 错误; COCl_2 分子中碳元素的非金属性最弱, 故碳元素的化合价为 +4, D 正确。

6. A 【解析】X 的原子核只有 1 个质子, X 为 H; 元素 Y、Z、W 原子序数依次增大, 且均位于 X 的下一周期, 均为第二周期元素, 化合物中 Y 形成 4 个共价键、Z 形成 2 个共价键、W 形成 1 个共价键, 则 Y 为 C、Z 为 O、W 为 F; 元素 E 的原子比 W 原子多 8 个电子, E 为 Cl。 HClO_4 是共价化合物, A 正确; 同周期主族元素从左向右原子半径减小, 同主族元素从上到下原子半径增大, 则原子半径: $\text{E}(\text{Cl}) > \text{Y}(\text{C}) > \text{W}(\text{F})$, B 错误; 同周期主族元素从左向右非金属性增强, 则非金属性: $\text{W}(\text{F}) > \text{Z}(\text{O}) > \text{Y}(\text{C})$, C 错误; 该化合物中 H 满足 2 电子稳定结构, C、O、F、Cl 的原子的最外层都满足 8 电子稳定结构, D 错误。

7. D 【解析】既有离子键被破坏又有共价键被破坏, 说明参与反应的物质中含有离子键和共价键。二氧化碳溶于水, 部分与水反应生成 H_2CO_3 , 只有共价键被破坏, A 错误; KNO_3 溶于水得到 KNO_3 溶液, KNO_3 在水中电离出钾离子和硝酸根离子, 只有离子键被破坏, B 错误; HCl 通入水中得到盐酸, 氯化氢在水中电离出氢离子和氯离子, 只有共价键被破坏, C 错误; NaHCO_3 中含有离子键和共价键, NaHCO_3 分解生成碳酸钠、二氧化碳和水, 既有离子键被破坏又有共价键被破坏, D 正确。

8. A 【解析】过程①和过程②分别为冰的融化和水的汽化, 属于物理变化, 破坏的是水分子之间存在的分子间作用力, 没有化学键断裂, A 错误; 水汽化是吸热过程, 则过程②吸收能量, B 正确; 过程③为水的分解反应, 水分子中 $\text{O}-\text{H}$ 断裂, 生成 H_2 和 O_2 的过程中, 有 $\text{H}-\text{H}$ 、 $\text{O}=\text{O}$ 形成, 因此既有化学键的断裂又有化学键的形成, C 正确; 过程②为 100°C 时水变成水蒸气, 破坏了水分

点拨: 有化学键的断裂或形成, 不一定是化学变化; 化学变化一定有化学键的断裂和形成。

子之间存在的分子间作用力, 过程③为 200°C 时水分解为 H_2 和 O_2 , 破坏了水分子中氢原子和氧原子之间存在的 $\text{O}-\text{H}$, 因此水分子内氢、氧原子之间存在强烈的相互作用, D 正确。

第三节 节测上分

1. C 【解析】离子化合物可能含有共价键, 如 NH_4Cl 中, 既含共价键又含离子键, A 错误; 双原子分子可以由同种原子构成, 也可以由不同种原子构成, 所以可能含非极性共价键, 也可能含极性共价

键,B 错误;NaOH 属于离子化合物,熔化时仅破坏离子键,C 正确;由非金属元素原子组成的化合物中可能含有离子键,如铵盐,D 错误。

2. A 【解析】 NH_4Cl 既含有铵根离子与氯离子形成的离子键,又含有 N—H 共价键,A 正确; H_2O 只含有 H—O 共价键,B 错误; MgCl_2 只含有镁离子与氯离子形成的离子键,C 错误; CO_2 只含有 C=O 共价键,D 错误。

3. C 【解析】N 原子最外层达到 8 电子稳定结构, N_2 的电子式为

$:\text{N}::\text{N}:$,A 错误;K 是 19 号元素,则 K^+ 结构示意图为 $(+19)288$,B

错误;根据核素的表示方法可知质量数为 2 的氢原子为 ${}^2_1\text{H}$,C 正确;KCl 是离子化合物,故用电子式表示 KCl 形成过程为 $\text{K}^{\times} + \cdot\ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow \text{K}^+ [\cdot\ddot{\text{Cl}}:]^-$,D 错误。

4. D 【解析】 Na_2O_2 溶于水生成氧气,其中 O 和 O 之间的共价键被破坏,①正确;溴蒸气被木炭吸附,是物理变化,共价键不被破坏,②错误;酒精溶于水,不能发生电离,共价键不被破坏,③错误;HCl 气体溶于水电离出 H^+ 和 Cl^- ,共价键被破坏,④正确;碘升华,破坏分子间作用力,共价键不被破坏,⑤错误;HI 受热分解生成单质碘和氢气,共价键被破坏,⑥正确;氢氧化钠熔化,破坏离子键,共价键不被破坏,⑦错误; Na_2SO_4 溶于水,破坏离子键,共价键不被破坏,⑧错误;故选 D。

5. D 【解析】该过程中发生化学反应 $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$,化学反应中有旧化学键断裂和新化学键形成,但是 H_2 中是非极性键发生断裂,A 错误,D 正确;干冰升华破坏分子间作用力,不破坏共价键,B 错误;该反应中碳元素的化合价由 +4 变为 -4,化合价降低, CO_2 作氧化剂,C 错误。

6. D 【解析】根据同周期主族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,可得题图中原理所涉及元素的原子半径的大小顺序为 $\text{Na} > \text{Cl} > \text{N} > \text{O} > \text{H}$,A 错误; NH_3 的质子数为 10, H_2O 的质子数为 10, OH^- 的质子数为 9,B 错误; NaClO 含有离子键和共价键,HClO 只含有共价键,C 错误;反应③为 $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$,有离子键和共价键的断裂和形成,D 正确。

7. B



思路导引 Y 的最外层电子数是内层电子数的 3 倍,则 Y 为 O;X 的最高正价与最低负价的和为 2,且原子序数小于 O,则 X 为 N;Y 与 R 同主族,则 R 为 S;Z 元素的原子是短周期主族元素原子中半径最大的,则 Z 为 Na;W 为短周期主族元素,原子序数比 S 大,W 为 Cl。

【解析】X 为 N,X 的气态氢化物(如 NH_3)中 H 原子最外层只有 2 个电子,没有达到 8 电子稳定结构,A 错误;R 为 S,W 为 Cl,同周期主族元素从左到右非金属性逐渐增强,则非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$,Cl、S 最高价氧化物对应水化物的酸性: $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$,B 正确;同主族元素从上到下非金属性逐渐减弱,则非金属性: $\text{O} > \text{S}$,非金属性越强,其简单气态氢化物越稳定,因此 H_2O 比 H_2S 稳定,与氢键无关,C 错误;X 的简单气态氢化物 NH_3 和 W 的气态氢化物 HCl 反

应的产物 NH_4Cl 中,铵根离子和氯离子之间存在离子键,铵根离子内的 N 原子和 H 原子之间存在共价键,D 错误。

8. A



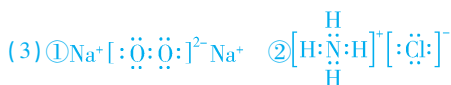
思路导引

C 的单质可分别与 B、D 的最高价氧化物对应的水化物发生反应,生成的两种盐溶液混合后可得到一种白色胶状沉淀,C 是 Al,B、D 的最高价氧化物对应的水化物是强酸和强碱。A、B、C、D 为前 20 号元素,分别处于不同的周期,A 和 D 形成的气态化合物的水溶液呈碱性,则 A 是 H,D 是 N;A、B 同主族,其原子序数之和等于 C、D 的原子序数之和,B 是 K。综上所述 A 是 H、B 是 K、C 是 Al、D 是 N。

【解析】C 为 Al,D 为 N,两者形成的简单离子分别为 Al^{3+} 、 N^{3-} ,两者的电子层数相同,则核电荷数越大半径越小,简单离子的半径: $\text{N}^{3-} > \text{Al}^{3+}$,即 $D > C$,A 错误;B 为 K,C 为 Al,两者最高价氧化物对应的水化物分别为 KOH 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$, KOH 为强碱, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为两性氢氧化物,最高价氧化物对应的水化物的碱性: $\text{KOH} > \text{Al}(\text{OH})_3$,即 $B > C$,B 正确;A 为 H、B 为 K、D 为 N,化合物 BDA_2 为 KNH_2 , KNH_2 由 K^+ 和 NH_2^- 构成,阴、阳离子之间存在离子键, NH_2^- 中 N、H 之间为共价键,因此 KNH_2 中含有离子键和共价键,C 正确;B 为 K、D 为 N,化合物 B_3D 为 K_3N ,与水反应的化学方程式为 $\text{K}_3\text{N} + 4\text{H}_2\text{O} = 3\text{KOH} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,可以得到 2 种碱,D 正确。

9. (1) ④ ②③

(2) ② ⑥⑦

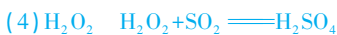


【解析】(1) ① I_2 升华破坏的是分子间作用力,与分子内的化学键无关;② NaOH 是离子化合物,烧碱熔化,断裂离子键变为自由移动的 Na^+ 、 OH^- ,与共价键无关;③ NaCl 是离子化合物,其溶于水时,断裂离子键变为自由移动的 Na^+ 、 Cl^- ,没有断裂共价键;④ HCl 溶于水时,断裂共价键,变为自由移动的 H^+ 、 Cl^- ,没有断裂离子键;⑤ O_2 溶于水时,破坏的是分子间作用力,与分子内的化学键无关;⑥ NH_4HCO_3 受热分解变为 NH_3 、 H_2O 、 CO_2 ,断裂的是离子键、共价键。综上所述,仅发生共价键被破坏的是④,仅发生离子键被破坏的是②③。

(2) ① 在 HCl 分子中仅存在极性共价键;② 在 N_2 分子中仅存在非极性共价键;③ 在 NH_3 分子中仅存在极性共价键;④ Na_2O_2 是离子化合物,在 Na_2O_2 中存在离子键和非极性共价键;⑤ H_2O_2 是共价化合物,在该分子中含有极性共价键和非极性共价键;⑥ NH_4Cl 是离子化合物,其中含有离子键和极性共价键;⑦ NaOH 是离子化合物,其中含有离子键和极性共价键;⑧ Ar 是单原子分子,不存在化学键;⑨ CO_2 是共价化合物,在该分子中只含有极性共价键。综上所述,只存在非极性键的分子是②,既存在离子键又存在极性键的分子是⑥⑦。

(3) ① Na_2O_2 是离子化合物, 在 Na_2O_2 中, 2 个 Na^+ 与 O_2^{2-} 以离子键结合, 在阴离子 (O_2^{2-}) 中, 2 个 O 原子以共价单键结合, Na_2O_2 的电子式如答案所示。② NH_4Cl 是离子化合物, NH_4^+ 与 Cl^- 之间以离子键结合, 在 NH_4^+ 中 N 原子与 4 个 H 原子之间以共价键结合, NH_4Cl 的电子式如答案所示。

10. (1) $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ 克服分子间作用力



思路导引

前 18 号主族元素 A、B、C、D、E 的原子序数依次增大, A 与其他元素处于不同周期, 则 A 为氢; B 与 C、D 与 E 分别在同一周期, C 与 E 在同一主族, 则 B 与 C 在第二周期, D 与 E 在第三周期, C 元素原子最外层电子数是其电子层数的 3 倍, 则 C 为氧, E 为硫; D 元素的原子半径在同周期主族元素中最大, 则 D 为钠; A、B 的原子序数之和等于 C 的原子序数, 则 B 为氮。

【解析】(1) B 的简单氢化物为氨气, 其结构式为 $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$; 液态

的 N_2 受热汽化时, 破坏的是分子间作用力, 故吸收的热量主要用于克服分子间作用力。

(3) D 为钠, 第三周期的主族元素的简单离子半径最小的是 Al^{3+} 。

(4) A 和 C 按原子个数比为 1 : 1 形成的物质是 H_2O_2 , H_2O_2 与 SO_2 反应的化学方程式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ 。

(5) 由题述五种元素中的两种形成的含有 18 个电子的分子的化学式为 H_2O_2 、 H_2S 和 N_2H_4 。

(6) E 的常见氧化物为二氧化硫、三氧化硫, 均为酸性氧化物, ①正确; C 和 D 形成的化合物可为氧化钠、过氧化钠, 二者均为离子化合物, 过氧化钠中含有离子键和非极性键, ②错误; SO_2 通入溴水中, 发生氧化还原反应, 生成硫酸和氢溴酸, 溶液的酸性增强, ③正确; Na 的单质还原性强, 与 CuSO_4 溶液反应时, Na 先与水反应生成氢氧化钠, 氢氧化钠再与硫酸铜反应生成氢氧化铜沉淀, ④错误。

11. (1) D



【解析】(1) Cu 为 29 号元素, 位于第四周期第 I B 族, 即第四周期第 11 列, 故选 D。

(2) 元素非金属性越强, 最高价氧化物对应的水化物的酸性越

强,非金属性: $C>Si$,则酸性: $H_2CO_3>H_2SiO_3$;Na 和 Al 最高价氧化物对应的水化物分别为 NaOH 和 $Al(OH)_3$,两者发生反应生成四羟基合铝酸钠,反应的离子方程式为 $Al(OH)_3 + OH^- \rightleftharpoons [Al(OH)_4]^-$ 。

(3)一般电子层数越多原子半径越大,电子层数相同时,核电荷数越大原子半径越小,题述元素中原子半径最大的为 K; O^{2-} 、 Na^+ 、 Al^{3+} 核外电子排布相同,核电荷数: $O<Na<Al$,离子半径: $O^{2-}>Na^+>Al^{3+}$ 。

(4)将 Cl_2 通入 H_2S 溶液中,生成 S 单质和 HCl 气体,反应的化学方程式为 $H_2S+Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl+S\downarrow$ 。

(5)①KCl 中只含离子键;CaO 中只含离子键; H_2O_2 中只含共价键;NaOH 中既含离子键也含共价键。C、D 符合题意。②HClO 的电子式为 $H:\ddot{O}:\ddot{Cl}:$ 。

专题上分十

元素推断和元素周期律的综合应用

1. B



思路导引

R、W、X、Y、Z 五种主族元素,原子序数依次增大,且分布于三个短周期,则 R 为 H 元素;X、Z 同主族,R、W、X 的原子序数之和与 Z 的原子序数相等,X 元素原子序数应比 Z 小 8,R、W 的原子序数之和为 8,则 W 为 N 元素、X 为 O 元素、Z 为 S 元素;Y 原子的最外层电子数是 Z 原子的一半,则 Y 为 Al 元素。

【解析】元素非金属性越强,其简单氢化物稳定性越强,简单氢化物的稳定性: $H_2O>NH_3>H_2S$,A 错误;Y 的氧化物为氧化铝,氧化铝是两性氧化物,B 正确;Y、W 分别为 Al、N,最高正价分别为 +3、+5,O 无最高正价,C 错误;R、W、X 能组成盐 NH_4NO_3 ,D 错误。

2. D



思路导引

A、B、C、D、E、F 六种元素,其中 A、B、C、D、E 为短周期元素。根据原子的电子层数: $B=C=2A$,可知 A 为第一周期 H,B、C 为第二周期元素;根据 B 元素的最高正价与最低负价的绝对值之差为 2,可知 B 为 N,根据原子的最外层电子数 $A+B=C$,可知 C 为 O;原子的最外层电子数 $A=D$,则 D 为 Na;原子的最外层电子数 $C=E$,可知 E 为 S;F 是地壳中金属元素含量居第二的元素,应为 Fe。

【解析】C 的氢化物之所以比 E 的氢化物稳定是由于 O 的非金属性强于 S,A 错误;由于气体不一定为标准状况下,所以无法准确

→ **关键点** 氢键只决定物质的物理性质。

计算其物质的量,B 错误;S 在常温下为固体,溴单质在常温下为液体,所以 S 单质的熔点比溴单质要高,C 错误;A、D 形成的化合物 NaH 能与水反应生成 NaOH 而呈碱性,D 正确。

↖ **提示** NaH 与 H_2O 反应生成 NaOH 和 H_2 。

3. D



思路导引

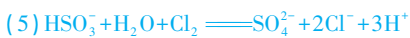
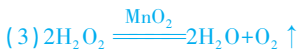
W 的最高价氧化物的含量增加会导致“温室效应”加剧,说明 W 为 C 元素;X 的单质在空气中含量最多,说明 X 为 N 元素;Y 是第四周期原子半径最大的元素,说明 Y 是 K 元素;Z 的合金是日常生活中使用最广泛的金属材料,说明 Z 为 Fe 元素。

【解析】C 元素的氟化物有四氟化碳,在空气中不燃烧,A 错误;N 元素的氧化物对应的水化物可能是亚硝酸,亚硝酸酸性弱于磷酸,B 错误;K 在空气中充分燃烧可生成 KO_2 ,C 错误;抗结剂 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 中 Fe 元素化合价为 +2,D 正确。

4. (1) 第三周期第 VIA 族



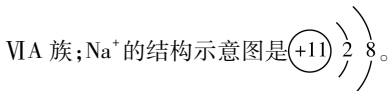
(2) HClO



思路导引

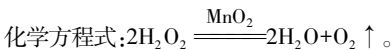
Y 为地壳中含量最多的元素,则 Y 为 O 元素,M 原子的最外层电子数与次外层电子数之比为 3:4,则 M 为 S 元素,结合 R^- 、 Z^+ 、 X^+ 所带电荷可知,R 元素位于第 VIIA 族,Z、X 位于第 IA 族,R 原子序数大于 S 元素,因此 R 为 Cl 元素,化合物 XR 在常温下为气体,Z 的原子序数大于 O 元素,则 X 为 H 元素、Z 为 Na 元素。

【解析】(1) M 为 S 元素,在元素周期表中的位置是第三周期第

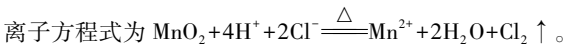


(2) H、O、Cl 按原子个数之比为 1:1:1 形成的化合物为 HClO 。

(3) X 为 H 元素,Y 为 O 元素,H 元素与 O 元素形成的 10 电子、18 电子的分子分别为 H_2O 、 H_2O_2 ,该 18 电子分子转化成 10 电子分子的



(4) R 为 Cl 元素,实验室用二氧化锰和浓盐酸共热制备 Cl_2 ,其



(5) X 为 H 元素,Y 为 O 元素,M 为 S 元素,Z 为 Na 元素,由这四种元素组成的一种弱酸酸式盐为 NaHSO_3 , NaHSO_3 与氯气反应的离子方程式为 $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^- + 3\text{H}^+$ 。

5. C



思路导引

W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素, W^{2-} 与 Ne 原子的电子层结构相同,则 W 为 O;由 W、X、Y 在元素周期表中的相对位置可知,Y 为 S,X 为 Al;Z 的原子序数大于 S,则 Z 为 Cl,以此分析解答。

【解析】明矾中含有 Al 元素,且明矾有净水的作用,A 正确;O、S 形成的化合物有 SO_2 、 SO_3 , SO_2 溶于水生成亚硫酸,亚硫酸不是

强酸,B 正确; S^{2-} 和 Cl^{-} 的电子层数都是 3,C 错误;Al 和 O 形成 Al_2O_3 , Al_2O_3 熔点高,可用于制造耐高温材料,D 正确。

6. C



思路导引 由于 X、Y、Z 都属于短周期元素,则 X 一定在第一周期,而第一周期只有两种元素,则 X 一定是 He,故 Y、Z 分别为 F、S。

【解析】X 为 He,He 为稀有气体元素,化学性质稳定,A 错误;F 是最活泼的非金属元素,没有正化合价,B 错误;S 原子的最外层电子数是 6,C 正确;He 是单原子分子,D 错误。

7. D



思路导引 短周期元素中,①的常见最高化合价为+5,②的常见最高化合价为 0,③的常见最高化合价为+3,结合原子序数大小关系可知①为 N 元素,②为 O 元素,③为 Al 元素,据此解题。

【解析】①为 N 元素,②为 O 元素,①②形成的化合物 N_2O 的相对分子质量是 44, N_2O 的摩尔质量是 $44 g \cdot mol^{-1}$,A 正确;①为 N 元素,③为 Al 元素,①③可以形成化合物氮化铝,其化学式为 AlN,在该物质中两种元素的原子个数比为 1 : 1,B 正确;②为 O 元素,③为 Al 元素,②③形成的化合物 Al_2O_3 是两性氧化物,能与稀盐酸反应生成 $AlCl_3$ 、 H_2O ,C 正确;②为 O 元素,③为 Al 元素,它们形成的简单离子电子层结构相同,核电荷数: $O < Al$,所以简单离子半径大小: $O^{2-} > Al^{3+}$,D 错误。

8. C **【解析】**根据题图可知 X 为 O,Y 为 Na,Z 为 Al,W 为 S,R 为 Cl。同主族元素电子层数越多,原子半径越大,故原子半径: $S > O$,电子层数相同时,原子序数越大,原子半径越小,则原子半径: $Na > Al > S$,即原子半径: $Na > Al > O$,A 错误;Na、O、Al 形成的离子的核外电子排布均相同,核电荷数越大,离子半径越小,故离子半径: $O^{2-} > Na^{+} > Al^{3+}$,B 错误;Cl 的最高正化合价和最低负化合价的代数和为 6,C 正确;Na 与 S 的最高价氧化物对应的水化物分别为 NaOH、 H_2SO_4 ,两者能反应,D 错误。

9. C **【解析】**短周期主族元素 W、X、Y、Z、Q 原子序数依次增大,W 的原子半径在元素周期表中最小,则 W 是 H;Q 的原子序数最大,且形成+1 价阳离子,则 Q 是 Na;化合物中 X 形成 4 个共价键,则 X 是 C 或 Si;Z 可形成 2 个共价键,则 Z 是 O 或 S;Y 形成 3 个共价键,则 Y 可能是 B、N、Al 或 P。又知“Z 核外最外层电子数与 X 核外电子总数相等”,结合 X、Y、Z 原子序数依次增大推知,X、Y、Z 分别为 C、N、O。同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,同周期主族元素从左到右,原子半径逐渐减小,原子半径: $Na > N > O$,A 错误;H、N、O 可形成离子化合物,如 NH_4NO_3 ,B 错误;该化合物中,X 原子形成 4 个共价键,Y 原子形成 3 个共价键,故 X、Y 原子均满足最外层 8 电子稳定结构,C 正确;H 和 C 形成的相对分子质量最小的化合物是 CH_4 ,其空间结构为正四面体形,D 错误。

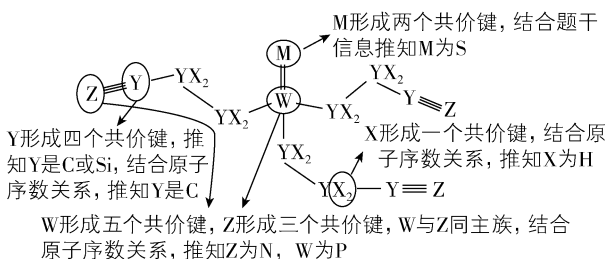
10. B



攻略上分

出现结构式的推断题,就看通法攻略 40,教你如何推断元素。

【解析】结构式不带电荷,则成键个数=最外层电子数(或 8-最外层电子数)。



Y 的氢化物种类很多,如苯常温常压下为液体,沸点高于 Z 的氢化物 NH_3 或 N_2H_4 的沸点,A 错误;同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,同周期主族元素从左到右,原子半径逐渐减小,原子半径: $\text{P} > \text{S} > \text{C} > \text{N} > \text{H}$,即 $\text{W} > \text{M} > \text{Y} > \text{Z} > \text{X}$,B 正确;W 为 P,M 为 S,M 的含氧酸的酸性不一定强于 W,如 H_2SO_3 为弱酸, H_3PO_4 为中强酸,含氧酸的酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 < \text{H}_3\text{PO}_4$,C 错误;Z 的常见单质为 N_2 ,P 的常见单质为红磷、白磷, N_2 稳定性强于红磷、白磷,D 错误。

11. D 【解析】M、W、X、Y、Z 五种短周期元素原子序数依次增大,Z 原子最外层电子数是电子层数的 3 倍,Z 只能含有 2 个电子层,最外层含有 6 个电子,则 Z 为 O;结合题图可知,M 形成 1 个共价键,其原子序数小于 O,则 M 为 H;X 形成 4 个共价键,则 X 为 C;W、Y 分别形成 4 个共价键,且分别形成阴离子、阳离子,则 W 为 B,Y 为 N。Z 的氢化物有水和过氧化氢,过氧化氢分子中含有 O—O 非极性键,A 错误;同周期主族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,则原子半径: $\text{W} > \text{X} > \text{Y} > \text{Z} > \text{M}$,B 错误;Y(N)的非金属性弱于 Z(O),则简单氢化物的稳定性: $\text{Y} < \text{Z}$,C 错误;元素非金属性越强,最高价含氧酸的酸性越强,非金属性: $\text{B} < \text{C}$,则最高价氧化物对应水化物的酸性: $\text{B} < \text{C}$,D 正确。

素养上分

1. A 【解析】Li 的还原性较弱,在氧气中剧烈燃烧,只能生成 Li_2O ,A 错误;Ca、Sr、Ba 位于同主族,同主族元素化合物物理性质相似,硫酸钙微溶于水,硫酸钡难溶于水,则硫酸锶(SrSO_4)是难溶于水的白色固体,B 正确;硒化氢(H_2Se)是无色、有毒的气体,Se 与 S 同主族,Se 的非金属性弱于 S,因此 H_2Se 的稳定性弱于 H_2S ,C 正确;Br、I 与 At 同主族, Br_2 在常温常压下为深红棕色液体, I_2 在常温常压下为紫黑色固体,并且 AgBr 和 AgI 均难溶于水,因此推测 At 的单质在常温常压下为有色固体,在常温下 AgAt 也难溶于水,D 正确。

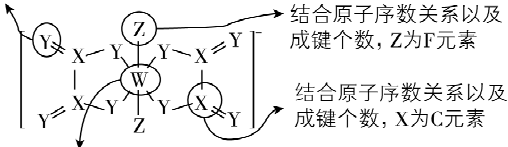
2. D 【解析】步骤Ⅱ-2 中断裂碳氧极性键,步骤Ⅱ-3 中断裂氢氢非极性键,A 正确;步骤Ⅱ-4 生成的 H_2O 、 CH_4 中均含有极性键,B 正确;当消耗 1 mol CO_2 时,消耗 4 mol H_2 ,生成 1 mol CH_4 ,转移 8 mol 电子,C 正确;甲烷中的 H 原子只有 2 个电子,D 错误。

3. D 【解析】由对角线规则得锂、镁有些性质相似,则 Li 在空气中燃烧生成的 Li_2O 中可能含有少量的 Li_3N ,A 正确;铍的最高价氧化物为 BeO ,结合 Al_2O_3 为两性氧化物得, BeO 也应属于两性氧化物,B 正确;氢氧化铝溶于强碱的反应为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$,则 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 溶于氢氧化钠溶液时的离子反应为 $\text{Be}(\text{OH})_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Be}(\text{OH})_3]^-$,C 正确;这种规则其实也是元素周期律的一种体现,如原子半径: $\text{Al} > \text{B}$ 、 $\text{Al} > \text{Si}$, B 、 Si 原子半径的接近性导致二者的非金属性强度相似,D 错误。

4. A 【解析】钾块表面出现小火球,钠块熔成光亮的小球,说明钾和水的反应更剧烈,钾的金属性强于钠,A 错误;实验②中发生的反应为钾与水的反应,其离子方程式为 $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{K}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$,B 正确;对比实验①③现象可知,钠比镁更容易和水反应,则钠的金属性强于镁,C 正确;实验①②中分别生成氢氧化钠和氢氧化钾,所以滴有酚酞溶液的溶液最终均呈红色,D 正确。

5. BC 【解析】结构式中含有的 8 个 Y 均形成两个共价键;4 个 X 均形成四个共价键;2 个 Z 均形成一个共价键;1 个 W 形成六个共价键。而该结构式带一个单位的负电荷,故可推知 W 得电子,则 W 原本可形成 5 个共价键。

结合原子序数关系以及成键个数,Y为O元素

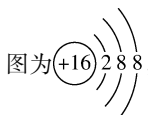


根据原子序数关系,且含W元素的化合物可用作化肥,推知W为P元素

W 为 P 元素,其最高价氧化物对应的水化物是磷酸,磷酸不是强酸,A 错误;W 为 P 元素,Z 为 F 元素,Y 为 O 元素,W 与 Y 或 Z 可形成 P_2O_5 、 P_4O_6 、 PF_3 、 PF_5 等,B 正确;X 为 C 元素,C 元素的氢化物有很多种,其相对分子质量越大沸点越高,可能高于 Z 的氢化物,C 正确;该离子中 P 最外层未形成 8 电子结构,D 错误。

全章 上分

1. A 【解析】 S^{2-} 的核内有 16 个质子,核外有 18 个电子,结构示意图

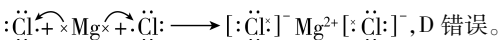


图, A 正确;质子数为 18、中子数为 22 的氩原子的质

量数为 40,表示为 $^{40}_{18}\text{Ar}$, B 错误;同种元素的不同核素互为同位

素, ^1_1H 和 ^2_1H 互为同位素,但 ^3_2He 是另一种元素的核素, C 错误;电

子式中,相同离子不能合并,氯化镁的形成过程应表示为



2. D 【解析】 R^{2-} 含有的电子数为 $M-n+2$, $m \text{ g } R^{2-}$ 的物质的量为

$$\frac{m}{M} \text{ mol}, \text{ 则 } m \text{ g } R^{2-} \text{ 中含有电子的物质的量为 } \frac{m(M-n+2)}{M} \text{ mol}, \text{ 故}$$

选 D。

3. B 【解析】根据反应可知, ^b_aX 为 ^6_2He , ^n_mY 为 ^4_2He 。根据质量数等

于质子数加中子数可知, ^6_2He 的中子数为 4, A 错误; ^6_2He 与 ^4_2He

具有相同的质子数、不同的中子数,故二者互为同位素, B 正

确; $^{13}_8\text{O}$ 、 $^{15}_8\text{O}$ 的半衰期很短,故不适宜用于测定一些文物的年代,

C 错误; $^{15}_8\text{O}$ 表示的氧原子的质量数为 15,摩尔质量有单位, D

错误。

4. C 【解析】同主族元素从上至下非金属性逐渐减弱,元素非金属

性越弱,其最高价氧化物对应水化物的酸性越弱,非金属性: $\text{Cl} >$

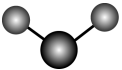
$\text{Br} > \text{I}$,故酸性: $\text{HClO}_4 > \text{HBrO}_4 > \text{HIO}_4$, A 正确;同主族元素从上至下

非金属性逐渐减弱,元素非金属性越强,其单质氧化性越强,非

金属性: $\text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$,故氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$, B 正确;元素非金属性越

强,元素的简单氢化物热稳定性越强,非金属性: $\text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$,故热稳

定性: $\text{HI} < \text{HBr} < \text{HCl}$, C 错误;沸点: $\text{I}_2 > \text{Br}_2 > \text{Cl}_2$, D 正确。

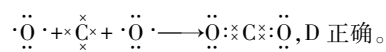
5. C 【解析】 H_2O 的分子结构模型为 , A 正确; NH_3 中

$\text{N}-\text{H}$, CO_2 中 $\text{C}=\text{O}$, 三聚氰酸中 $\text{C}-\text{N}$ 、 $\text{C}=\text{N}$ 、 $\text{C}-\text{O}$ 、 $\text{O}-\text{H}$,

H_2O 中 $\text{O}-\text{H}$ 均为极性共价键, B 正确; H 、 C 、 N 、 O 形成的

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 NH_4HCO_3 等物质均含离子键,这些物质属于离

子化合物, C 错误;用电子式表示 CO_2 的形成过程为



6. A 【解析】 N_2H_4 分子的结构式为 $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{N}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$, 该分子中既含

极性键又含非极性键, ①正确;若 R^{2-} 和 M^+ 的电子层结构相同,

则 M 处于与 R 所在周期相邻的下一周期,原子序数: $M > R$, ②错

误;根据物质结构相似,相对分子质量越大,范德华力越大,熔、

沸点越高可知, F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 的熔点随着相对分子质量的增大

而升高, ③正确;根据元素价态以及原子电子层结构可知, NCl_3 、

PCl_3 、 CO_2 、 CS_2 分子中各原子最外层均达到 8 电子稳定结构, ④

正确;固体熔化成液体的过程可能破坏化学键,如 NaCl 固体熔

化,破坏了离子键,⑤错误;元素非金属性越强,对应的简单氢化物越稳定,因此 HF 分子很稳定,与 HF 分子间形成的氢键无关,⑥错误; Na_2O_2 固体中的阴离子为 O_2^{2-} ,阳离子为 Na^+ ,其阴离子和阳离子个数比是 1:2,⑦正确;简单氢化物的酸性与元素的非金属性无关,⑧错误。综上所述,②⑤⑥⑧错误,A 符合题意。

7. C 【解析】 O^{2-} 、 F^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 是电子层结构相同的离子,对于电子层结构相同的离子,核电荷数越大,离子半径就越小,A 错误;核电荷数越大,卤族元素原子的电子层数越大,B 错误;碱金属单质的密度呈增大趋势,只有钾的密度比钠的小,C 正确;第三周期主族元素的最外层电子数由左到右逐渐增大,元素的最高化合价数值与元素原子的最外层电子数相同,也是从左到右逐渐升高,D 错误。

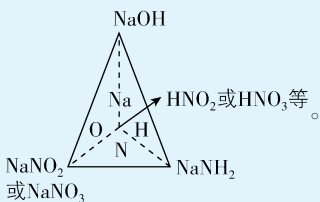
8. D 【解析】同主族元素从上往下金属性增强,单质与水反应的剧烈程度增强,所以 Cs 与水反应更剧烈,A 正确;同一主族元素形成的同类物质性质相似,也有递变性, MgSO_4 能溶于水, CaSO_4 微溶于水,硫酸盐溶解度逐渐减小,Sr、Ba 与 Ca、Mg 同主族,则 SrSO_4 、 BaSO_4 难溶于水,B 正确;同主族元素从上往下非金属性减弱,形成的简单氢化物的热稳定性逐渐减弱,HCl 在 1 500 °C 时分解,HI 在 230 °C 时分解,推测 HBr 的分解温度介于二者之间,C 正确;半导体材料的元素是在金属与非金属交界处寻找到的,Si 是半导体材料,同族的 Ge 是半导体材料,二者都处在该交界处,第 IVA 族的 Sn 和 Pb 没在该交界处,不是半导体材料,D 错误。

9. D



思路导引

若魔方的四个面分别代表短周期中原子序数依次增大的四种元素 W、X、Y、Z,其中 W、Z 分别是短周期主族元素中原子半径最小和最大的元素,则 W 为 H 元素、Z 为 Na 元素;X 的氢化物与其最高价氧化物对应的水化物能反应生成盐,则 X 为 N 元素;Y 的最外层电子数是其电子层数的 3 倍,则 Y 为 O 元素。四面体的每个顶点代表由三个面的元素形成的一种化合物,则这四种化合物可能如图所示:



【解析】X、Y 的简单氢化物分别为 NH_3 和 H_2O ,水分子形成的氢键数目多于氨分子,水分子间作用力强于氨分子, H_2O 的沸点高于 NH_3 ,A 正确;钠原子的原子半径是短周期主族元素中最大的,同周期主族元素,从左到右原子半径依次减小,则氧、氮、钠三种原子的原子半径依次增大,B 正确;联氨具有还原性,过氧化氢具有氧化性,一定条件下联氨和过氧化氢反应生成氮气和水,该反应属于氧化还原反应,C 正确;由思路导引可知,这四种化合物中可能存在的硝酸钠、亚硝酸钠属于盐类,D 错误。

10. C 【解析】X、Y、Z、W、M 是五种原子序数依次增大的短周期元

素,由阴离子的结构图可知,阴离子中 X、Y、Z、W、M 形成共价键的数目分别为 4、2、2、1、6,且 X、Y、Z、W 位于同周期,Z 与 M 位于同主族,则 X 为 C,Y 为 N,Z 为 O,W 为 F,M 为 S。W(F)元素的非金属性很强,不存在正价,则最高正价: $M > Y > X$,A 错误;元素的非金属性越强,其最高价含氧酸的酸性越强,但低价含氧酸的酸性不一定越强,如 Y(N)的含氧酸 HNO_2 的酸性弱于 H_2SO_4 ,B 错误;一定条件下,W 的单质(F_2)能置换出 Z 的单质(O_2),如反应: $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HF} + \text{O}_2$,C 正确;Z(O)与 M(S)组成的常见化合物可能为 SO_2 或 SO_3 , SO_2 能使品红溶液褪色,但 SO_3 不能使品红溶液褪色,D 错误。

11. (1) ^1H 、 ^2H 、 ^3H (2) $^{14}_6\text{C}$ (3) HF (4) H_2CO_3 (5) Cl^-
 (6) $\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{S} = 2\text{NaCl} + \text{S} \downarrow$ (或 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{HCl} + \text{S} \downarrow$)
 (7) bc

【解析】根据元素在周期表的位置,可以确定元素①为 H、元素②为 C、元素③为 N、元素④为 F、元素⑤为 Na、元素⑥为 Si、元素⑦为 S、元素⑧为 Cl。

(1)H 在自然界中存在 ^1H 、 ^2H 、 ^3H 三种同位素。

(2)元素②为 C,质子数为 6,中子数为 8 的 C 元素为 $^{14}_6\text{C}$,可以用来测定文物的年代。

(3)元素③为 N、元素④为 F、元素①为 H,③和④与①形成的简单化合物分别是 NH_3 和 HF,F 的非金属性强于 N,则 HF 的热稳定性强于 NH_3 。

(4)元素②为 C、元素⑥为 Si,二者形成的最高价氧化物对应的水化物分别是 H_2CO_3 、硅酸,C 和 Si 同主族,C 的非金属性强于 Si, H_2CO_3 酸性强于硅酸。

(5)元素④为 F、元素⑤为 Na、元素⑧为 Cl,F 和 Cl 属于同主族,则 F^- 半径小于 Cl^- 半径, F^- 和 Na^+ 核外都是 10 个电子,当电子层结构相同时,原子序数越大,离子半径越小,半径 $\text{Na}^+ < \text{F}^-$,因此半径最大的是 Cl^- 。

(6)元素⑦为 S、元素⑧为 Cl,单质氧化性越强,元素的非金属性越强, Cl_2 可以置换出 S,则 Cl 的非金属性强于 S,化学方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{S} = 2\text{NaCl} + \text{S} \downarrow$ 或 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{HCl} + \text{S} \downarrow$ 。

(7)⑤号元素是 Na,Na 是活泼金属,Na 的金属性强于锗,a 错误。

②是 C,C 与锗同主族,同主族元素从上到下原子半径逐渐增大,锗的原子半径比 C 大,b 正确。锗单质的性质介于金属和非金属之间,是良好的半导体材料,c 正确。锗是第 IV A 族元素,最外层有 4 个电子,最高正化合价为 +4,d 错误。

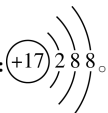
12. (1) 第二周期第 VA 族

- (2) $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{Al}^{3+}$ (3) ①⑤⑥
 (4) $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$
 (5) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ (6) $\text{Cl}_2 + \text{S}^{2-} = 2\text{Cl}^- + \text{S} \downarrow$
 (7) 13.6 250 mL 容量瓶、量筒 偏大 偏小

(8) 铁粉 产生白色沉淀, 白色沉淀迅速变为灰绿色, 最后变为红褐色 $\text{FeSO}_4 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

思路导引 根据元素周期律, 结合题图的原子半径大小可看出, x 为第一周期的元素, d、g 最低负化合价均为 -2, 但 d 的半径小于 g, d、g 分别为 O、S, 则 y、z、d 为第二周期元素, e 最高正化合价为 +1, 且原子序数大于 O, 则 e、f、g、h 为第三周期元素。从题图可推出其他元素。最终可知 x 为 H, y 为 C, z 为 N, d 为 O, e 为 Na, f 为 Al, g 为 S, h 为 Cl。

【解析】(1) z 为 N, 在周期表中的位置是第二周期第 V A 族; h 为

Cl, h 的简单离子结构示意图: 

(2) d 为 O, e 为 Na, f 为 Al, g 为 S, d、e、f、g 的简单离子分别为 O^{2-} 、 Na^+ 、 Al^{3+} 、 S^{2-} , 电子层数越多, 离子半径越大, $r(\text{S}^{2-})$ 最大, 电子层结构相同时, 核电荷数越小, 离子半径越大, 故 $r(\text{O}^{2-}) > r(\text{Na}^+) > r(\text{Al}^{3+})$ 。

(3) ① g 为 S, d 为 O, H_2O 会形成分子间氢键, 故简单氢化物的沸点: $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{O}$, 正确; ② g 为 S, h 为 Cl, 由于没有表明是最高价氧化物对应的水化物, 所以无法比较, 错误; ③ g 为 S, h 为 Cl, 非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$, 简单气态氢化物稳定性: $\text{H}_2\text{S} < \text{HCl}$, 错误; ④ e 为 Na, f 为 Al, 金属性: $\text{Na} > \text{Al}$, 简单阳离子的氧化性: $\text{Na}^+ < \text{Al}^{3+}$, 错误; ⑤ e 为 Na, f 为 Al, 金属性: $\text{Na} > \text{Al}$, 与水反应的剧烈程度: $\text{Na} > \text{Al}$, 正确; ⑥ d 为 O, g 为 S, 非金属性: $\text{O} > \text{S}$, 简单氢化物的还原性: $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{O}$, 正确。故选 ①⑤⑥。

(4) e 为 Na, f 为 Al, Na 的最高价氧化物对应的水化物为 NaOH, 反应的化学方程式为 $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。

(5) h 的最高价氧化物对应的水化物为 HClO_4 , e 的最高价氧化物对应的水化物为 NaOH, 两者在溶液中反应的离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ 。

(6) 元素 h 的单质为 Cl_2 , g 的单质为 S, Cl_2 的氧化性强于 S 的事实, 用离子方程式 $\text{Cl}_2 + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{S} \downarrow$ 表示。

(7) 质量分数为 98%, 密度为 $1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的浓硫酸的 $c = \frac{1000\rho w}{M} = \frac{1000 \times 1.84 \times 98\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 配制 250 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀硫酸, 需要用上述浓硫酸的 $V = \frac{250 \times 10^{-3} \text{ L} \times 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 0.0136 \text{ L} = 13.6 \text{ mL}$ 。该过程需要用到的

玻璃仪器还有 250 mL 容量瓶、量筒。配制过程中未冷却溶解液就移液会导致所配溶液体积偏小, 浓度偏大; 定容时仰视液面会导致所配溶液体积偏大, 浓度偏小。

(8) 实验室保存 FeSO_4 溶液时经常在试剂瓶中加入少量铁粉, 防止其被氧化; 将 NH_3 的水溶液加到新制 FeSO_4 溶液中会发生反应 $\text{FeSO}_4 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 氢氧化亚铁

会迅速被氧气氧化成氢氧化铁,反应为 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$, 因此观察到的现象为产生白色沉淀, 白色沉淀迅速变为灰绿色, 最后变为红褐色。

13. (1) H O 第三周期第 II A 族



(2) 碳和硅、氯和碘 (3) H_2O_2 (4) ①> ②<

(5) ①分别放入冷水中, 并滴加两滴酚酞溶液 ②溶液由无色变为蓝色 ③ $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- = 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$

【解析】(1) 还有的非金属元素为 H 和 O; Mg 在元素周期表中的位置为第三周期第 II A 族; K 原子结构示意图如答案所示。

(2) 碳和硅位于同主族, 氯和碘位于同主族。

(3) H_2O_2 中 H 和 O 之间为极性共价键, O 和 O 之间为非极性共价键, 其他答案合理即可。

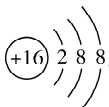
(4) ①同主族元素从上往下非金属性逐渐减弱, 非金属性: $\text{C} > \text{Si}$, 则酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$ 。②简单氢化物的还原性: $\text{HCl} < \text{HI}$ 。

(5) ①金属与水反应放出氢气的快慢可判断金属性强弱, 将 Mg 和 Al 分别放入冷水中, 并滴加两滴酚酞溶液, Mg 和水反应生成氢氧化镁和氢气, 溶液变为浅红色, 而铝不反应, 可得出金属性 Mg 强于 Al。②KI 溶液无色, 若溶液由无色变为蓝色, 说明氯气将碘离子氧化为碘单质, 淀粉溶液遇碘单质变蓝色, 可证明非金属性 Cl 强于 I。③发生反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- = 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$ 。

真题上分

1. A 【解析】 ^{41}Ca 的质量数为 41, 质子数为 20, 中子数为 $41 - 20 = 21$, A 正确; ^{41}Ca 的半衰期长短与得失电子能力无关, 放射性元素原子核发生衰变所需的时间由原子核自身决定, B 错误; 由题意可知, ^{41}Ca 衰变一半所需的时间是 ^{14}C 衰变一半所需时间的 17 倍, C 错误; 从 Ca 原子束流中直接俘获 ^{41}Ca 原子的过程中无新物质产生, 不属于化学变化, D 错误。

2. C 【解析】 S^{2-} 的核外电子数为 18, 即 S^{2-} 的结构示意图为



A 错误; H_2O_2 为共价化合物, 只含共价键, B 错误;

SO_4^{2-} 中 O 元素为 -2 价, S 元素为 +6 价, C 正确; H_2O 的空间构型为 V 形, D 错误。

3. A



思路导引 W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素, W 和 X 原子序数之和等于 Y^- 的核外电子数, 即原子序数: $W + X = Y + 1$; 化合物 $\text{W}^+[\text{ZY}_6]^-$ 可用作化学电源的电解质, 则 W 最外层有一个电子, 可推出 W 为 Li 或 Na, Y 可形成 Y^- , 则 Y 为 F 或 Cl, 结合原子序数大小关系可知, Y 为 F, W 为 Li; 原子序数: $W + X = Y + 1$, 则 X 的原子序数为 7, X 为 N; Z 与 F 可形成 $[\text{ZF}_6]^-$, 则 Z 为 P。

【解析】由思路导引可知, X 为 N, Z 为 P, N 和 P 属于同一主族, A 正确; 非金属性: $\text{F} > \text{N} > \text{P}$ 即 $\text{Y} > \text{X} > \text{Z}$, B 错误; 元素的非金属性越强, 其简单气态氢化物越稳定, F 的非金属性大于 P, 气态氢化物稳定

性: $\text{HF} > \text{PH}_3$ 即 $Y > Z$, C 错误; 一般核外电子层数相同时, 原子序数越大, 原子半径越小, 则原子半径: $\text{Li} > \text{N} > \text{F}$, 即 $W > X > Y$, D 错误。

4. A



思路导引 已知 W、X、Y 属于短周期元素, 且简单离子 X^{2-} 与 Y^{2+} 具有相同的电子结构, Y 的原子序数大于 X, 则 X、Y 分别为 O、Mg 元素; W、X、Y 组成的矿物溶于稀盐酸有无色无味气体生成, 且 W 的原子序数小于 O, 则 W 为 C 元素, 无色无味气体为 CO_2 。

【解析】O 元素常见化合价有 0 (单质)、-1 (过氧化物)、-2 (氧化物、含氧酸盐等), A 正确; 一般电子层数越多, 原子半径越大, 同周期主族元素, 原子半径从左至右逐渐减小, 所以原子半径大小顺序为 $Y(\text{Mg}) > W(\text{C}) > X(\text{O})$, B 错误; YX 为 MgO , 其水合物为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 显碱性, C 错误; 碳单质的同素异形体有金刚石、石墨、 C_{60} 、石墨烯、碳纳米管等, 不止四种, D 错误。

5. C



思路导引 WX_2 是形成酸雨的物质之一, 可能是 SO_2 或 NO_2 , 结合 W、X、Y、Z 为短周期主族元素, 原子序数依次增大, 则 W 为 N, X 为 O; Y 的最外层电子数与其 K 层电子数相等, 即最外层电子数为 2, 且 Y 的原子序数大于 X(O), 所以 Y 为 Mg; 四种元素最外层电子数之和为 19, 可知 Z 的最外层电子数为 $19 - 5 - 6 - 2 = 6$, 且 Z 的原子序数大于 Y(Mg), 所以 Z 为 S。

【解析】同周期主族元素, 从左往右原子半径依次减小, 所以原子半径: $W(\text{N}) > X(\text{O})$, A 错误; X 的简单氢化物为 H_2O , Z 的简单氢化物为 H_2S , 水分子之间存在氢键, 熔、沸点更高, 所以简单氢化物的沸点: $X(\text{H}_2\text{O}) > Z(\text{H}_2\text{S})$, B 错误; X、Y 形成的化合物 MgO 为离子化合物, C 正确; Z 为 S, 其最高价含氧酸为硫酸 (H_2SO_4), 是一种强酸, D 错误。

6. A



思路导引 化合物 $\text{X}_3\text{Y}_7\text{WR}$ 和 $\text{X}_3\text{Z}_7\text{WR}$ 所含元素相同, 相对分子质量相差 7, 且 1 mol $\text{X}_3\text{Y}_7\text{WR}$ 含 40 mol 质子, 则 Y、Z 为氢元素的两种核素, 又因为 X、W 和 R 三种元素位于同周期, 则 X、W、R 均为第二周期元素。X 原子最外层电子数是 R 原子核外电子数的一半, 设 X 的最外层电子数为 a , 则 R 的核外电子数为 $2a$, W 的核外电子数为 b , 根据题意可列等式: $3(a+2) + 2a + b + 7 = 40$, 化简得 $5a + b = 27$, 其中 a 、 b 需满足: $a < 8$, $2a < 10$, $b < 10$, a 、 b 均为正整数, 则仅有 $a = 4$ 时, $b = 7$ 满足条件, 得 X 为 C, R 为 O, W 为 N。

【解析】同周期主族元素从左到右原子半径逐渐减小, 则原子半径: $W(\text{N}) > R(\text{O})$, A 正确; 同周期主族元素从左到右非金属性逐渐增强, 则非金属性: $R(\text{O}) > X(\text{C})$, B 错误; Y 和 Z 是氢的两种核素, 两者互为同位素, C 错误; 常温常压下, X 的单质 C 为固体, W 的单质 N_2 是气体, D 错误。

7. D



思路导引

W、X、Y、Z 为原子序数依次增加的短周期元素, YZ_2 常温下为气体, 符合的有 CO_2 、 NO_2 、 OF_2 , 又因为 YZ_2 分子的总电子数为奇数, 则 Y 原子序数为奇数, 故 YZ_2 为 NO_2 , 即 Y 为 N 元素, Z 为 O 元素, W、X 原子序数加和为 $21-7-8=6$, 结合化合物的组成, 则 W 为 H 元素, X 为 B 元素, 该化合物的化学式为 $NH_4B_5O_8 \cdot 4H_2O$ 。

【解析】X 的单质硼在常温下为固体, A 错误; 酸性: $HNO_3 > H_3BO_3$, B 错误; 化合物 $NH_4B_5O_8 \cdot 4H_2O$ 的相对分子质量为 273, 加热至 $200^\circ C$ 时, 质量保留百分数为 80.2%, 即相对分子质量减少了约 54, 且无刺激性气体逸出, 可知化合物分子脱去了 3 个 H_2O , C 错误; 根据 C 项思路, 可知质量保留百分数为 67.4% 时, 化合物分子脱去了 4 个 H_2O 和 1 个 NH_3 , 剩余固体化合物化学式可写作 HB_5O_8 , $500^\circ C$ 热分解后质量保留百分数为 64.1%, 此时很可能进一步失水, 若该化合物分子剩余 B 原子个数为 5, 则剩余 O 原子个数为 $\frac{(273 \times 64.1\%) - 11 \times 5}{16} \approx 7.5$, 生成固体化合物的化学式为 B_2O_3 , D 正确。

题型上分 1

元素及其化合物综合应用

1. (1)+2 盐 C

(2) ①还原性 ②取在空气中久置的琥珀酸亚铁片药品少许溶于盐酸, 滴加 KSCN 溶液, 溶液变红, 证明药品已被氧化变质

(3) ①f ②4 10 4 3 8 ③0.6

【解析】(1) 设铁元素化合价为 x , 根据化合物中各元素正、负化合价代数和为 0, 则 $x + [3 + (-2) \times 2] \times 2 = 0$, 即 $x = +2$, 故铁元素为 +2 价; $Fe(CrO_2)_2$ 由金属阳离子和酸根离子构成, 属于盐; $Fe(CrO_2)_2$ 中铁元素为 +2 价, 处于中间价态, 根据“价—类”二维图, 可知 $Fe(CrO_2)_2$ 可能具有的性质为既有还原性又有氧化性。

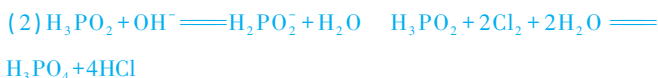
(2) ①服用维生素 C 片, 可以使补铁药品中的 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} , 即 Fe^{3+} 被维生素 C 还原为 Fe^{2+} , 说明维生素 C 具有还原性。

②久置的琥珀酸亚铁片药品已被氧化变质, 说明药品中 Fe^{2+} 已被氧化为 Fe^{3+} , 检验药品中含有 Fe^{3+} 即可证明该药品已被氧化变质, 方法为取在空气中久置的琥珀酸亚铁片药品少许溶于盐酸, 滴加 KSCN 溶液, 溶液变红, 证明药品已被氧化变质。

(3) ① K_2FeO_4 由金属阳离子和酸根离子构成, 属于铁元素化合价为 +6 的盐, 故 K_2FeO_4 属于题图中 f。② K_2FeO_4 被还原成 $Fe(OH)_3$, 铁元素化合价由 +6 降低至 +3, 同时氧元素化合价由 -2 升高至 0, 根据得失电子守恒和元素守恒配平, 得该反应为 $4K_2FeO_4 + 10H_2O = 4Fe(OH)_3(\text{胶体}) + 3O_2 \uparrow + 8KOH$ 。③每生成 3.36 L (标准状况下) O_2 时, 转移的电子数为

$\frac{3.36 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 4 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 0.6 N_A$ 。

2. I. (1)4



II. (3) ①10 : 3 ②0.75x



【解析】(1) 设反应中 Na_2S_x 与 NaClO 的物质的量分别为 1 mol、13 mol, NaClO 被还原为 NaCl , 则得到 $13 \text{ mol} \times 2 = 26 \text{ mol}$ 电子, Na_2S_x 被 NaClO 氧化为 Na_2SO_4 , 结合得失电子守恒, $\left(6 + \frac{2}{x}\right) \times$

提示: 硫元素的化合价为 $-\frac{2}{x}$ 。

$x \text{ mol} = 26 \text{ mol}$, 则 $x = 4$ 。

(2) 已知 H_3PO_2 是一元弱酸, 则 H_3PO_2 与足量 NaOH 溶液反应

关键点 一元酸在水溶液中最多只能电离出一个 H^+ , 弱酸在离子方程式中写化学式。

生成 NaH_2PO_2 , 离子方程式为 $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$; H_3PO_2 可以和氯水反应生成 H_3PO_4 , H_3PO_2 被氧化为 H_3PO_4 , 同时 Cl_2 被还原为 HCl , 根据得失电子守恒、原子守恒配平即得反应的化学方程式, 见答案。

II. (3) ①曲线 A、B 分别从 a、b 点开始产生气体, 说明发生反应 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 气体体积之比等于消耗盐酸的体积之比, 即 $M : N = (120 - 40) : (120 - 96) = 10 : 3$ 。②P 点溶液中

关键点 快速获取比例关系, 此处应用了气体体积之比等于物质的量之比、 HCl 的物质的量之比等于体积之比的转化关系, 直接得出结论。

溶质只有氯化钠, 根据原子守恒可知, $c(\text{NaCl}) = c(\text{HCl}) = \frac{0.12 \times x}{(0.04 + 0.12)} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.75x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(4) ①“Ob”段溶液中的碳酸钠与 HCl 反应生成碳酸氢钠和 NaCl , 发生反应的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$ 。

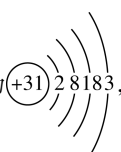
提示: Ob 段消耗的盐酸体积小于由碳酸氢钠和 HCl 恰好完全反应生成 CO_2 消耗的盐酸体积, 说明溶液中没有 NaOH 。

②向 B 的 NaOH 溶液中通入二氧化碳后, 所得溶液中溶质为 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 , 其物质的量之比为 $40 \text{ mL} : (120 - 40 - 40) \text{ mL} = 1 : 1$, 则质量之比为 $106 : 84 = 53 : 42$ 。

3. (1) 第四周期第 III A 族 (2) 共价化合物

(3) ①-3 ②d

(4) ① $2\text{Ga} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{Ni}} 2\text{GaN} + 3\text{H}_2$ ②除去 GaN 中混有的少量 Ni ③浓氨水(或浓 NH_4Cl 溶液) 排尽装置中的空气, 避免空气与镓反应, 使产物不纯 吸收过量的氨气, 防止污染空气

【解析】(1) 镓(Ga)的原子结构示意图为  有四个电子

层, 所以 Ga 在第四周期, 最外层有 3 个电子, 所以镓(Ga)在第 III A 族。

(2) 离子化合物在熔融状态下可导电, GaAs 的熔点为 $1\,238\text{ }^\circ\text{C}$,

且熔融状态下不导电,可知 GaAs 为共价化合物。

(3) ①As 位于第四周期第 V A 族, Ga 位于第四周期第 III A 族, 同周期主族元素从左到右非金属性逐渐增强, 得电子能力逐渐增强, 所以 GaAs 中 As 元素显负价, Ga 元素显正价, Ga 最外层有 3 个电子, As 最外层有 5 个电子, 所以 GaAs 中 As 元素的化合价为 -3。②As 位于第四周期第 V A 族, Ga 位于第四周期第 III A 族, 同周期主族元素从左到右原子半径递减, 所以原子半径: $\text{Ga} > \text{As}$, a 不符合题意; 同主族元素从上到下非金属性依次减弱, 简单气态氢化物稳定性逐渐减弱, As 与 N 同主族, 所以热稳定性: $\text{NH}_3 > \text{AsH}_3$, b 不符合题意; 同主族元素从上到下金属性依次增强, 最高价氧化物对应水化物的碱性依次增强, Ga 和 Al 同主族, 所以碱性: $\text{Ga}(\text{OH})_3 > \text{Al}(\text{OH})_3$, c 不符合题意; 利用元素周期律可以解释不同元素的最高价氧化物对应水化物的酸性强弱, 但不可以解释同种元素不同价态的含氧酸酸性强弱, d 符合题意。

(4) ①“热转化”时 Ga 和 NH_3 发生反应生成 GaN 和 H_2 , 化学方程式为 $2\text{Ga} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{Ni}} 2\text{GaN} + 3\text{H}_2$ 。②Ga 和 NH_3 发生反应生成 GaN 和 H_2 , 生成的 GaN 中含有少量 Ni 粉, GaN 不与稀盐酸反应, Ni 和稀盐酸反应被除去。③装置 A 用锌粒与稀硫酸反应制备氢气, 将该体系内空气排尽, 防止空气与 Ga 反应, 使产物不纯, 干扰实验; 装置 C 利用氧化钙的吸水性, 吸收浓氨水中的水分, 同时氧化钙与水反应放出大量热, 促使一水合氨分解产生氨气(或 CaO 与浓 NH_4Cl 溶液反应产生 NH_3), 干燥后的氨气在装置 E 中与 Ga 反应制备 GaN; 装置 F 为防倒吸装置, 装置 G 为尾气处理装置, 用稀硫酸吸收过量的氨气, 防止污染空气。

4. (1) ①B ②D ③C ④A (2) BaSO_4 AgNO_3 溶液

(3) 取少量溶液 1 于试管中, 加入氯化钡溶液, 无沉淀生成, 则 SO_4^{2-} 已除尽

(4) 过滤 (5) 除去过量的银离子和钡离子

(6) HNO_3 (7) 蒸发浓缩 冷却结晶

思路导引 若要从含 NaCl 、 Na_2SO_4 和 NaNO_3 的混合溶液中得到纯净的 NaNO_3 晶体, 则要除去硫酸根离子和氯离子。先加过量的氯化钡溶液沉淀硫酸根离子, 得到的沉淀 A 为硫酸钡, 溶液 1 中含有氯化钠、硝酸钠和过量的氯化钡。然后在溶液 1 中加过量的试剂 X, 根据最终目标物质为硝酸钠晶体, 可知加试剂 X 的目的是沉淀氯离子, 则试剂 X 为硝酸银溶液, 沉淀 B 为氯化银, 溶液 2 中含有硝酸钠、硝酸银和硝酸钡, 向溶液 2 中加过量的碳酸钠溶液, 将银离子和钡离子全部转化成沉淀除去, 沉淀 C 为碳酸钡和碳酸银的混合物, 溶液 3 中含有硝酸钠和过量的碳酸钠, 应除去碳酸钠后进行结晶操作得到硝酸钠晶体, 据此分析解答。

【解析】(1) ①除去粗盐中的泥沙采用过滤的方法, 选择 B 装置。②与海水晒盐原理相似的是蒸发结晶, 选择 D 装置。③用四氯化碳提取碘水中的碘, 采用的方法是萃取、分液, 选择 C 装置。④分

离 CCl_4 (沸点: 76.75°C) 和甲苯 (沸点: 110.6°C) 的混合物采用的方法是蒸馏, 选择 A 装置。

(2) 实验流程中沉淀 A 为 BaSO_4 , 试剂 X 为 AgNO_3 溶液。

(3) 判断 SO_4^{2-} 已除尽的方法是取少量溶液 1 于试管中, 加入氯化钡溶液, 无沉淀生成, 则 SO_4^{2-} 已除尽。

(4) 题述实验流程中①②③步均要进行的实验操作是过滤。

(5) 题述实验流程中加入过量 Na_2CO_3 溶液的目的在于除去过量的银离子和钡离子。

(6) 按此实验方案得到的溶液 3 中肯定含有杂质, 为了解决这个问题, 可以向溶液 3 中加入适量的 HNO_3 溶液。

(7) 从溶液 3 中得到硝酸钠晶体需要的操作是蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥。

题型上分 2 制备及探究类实验

1. (1) 平衡压强, 使液体能顺利流下

(2) ①空气流速过慢时, ClO_2 不能及时被移走, 浓度过高导致分解

②防止倒吸 ③ $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{冰水浴}} 2\text{NaClO}_2 \downarrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ④将 ClO_2 液化, 增大 ClO_2 的溶解度 减少 ClO_2 的分解 (合理即可) (3) II A



思路导引

三颈烧瓶中在酸性条件下用 H_2O_2 溶液还原氯酸钠得到 ClO_2 , A 是安全瓶, 用空气把 ClO_2 吹入盛有氢氧化钠溶液和 H_2O_2 溶液的试剂瓶中, 在碱性条件下, ClO_2 被 H_2O_2 溶液还原为 NaClO_2 。

【解析】(1) 相比于分液漏斗, 恒压滴液漏斗的优点是平衡压强, 使液体能顺利流下。

(2) ①当空气流速过慢时, ClO_2 不能及时被移走, ClO_2 浓度过高会分解, 所以 NaClO_2 产率会降低。②仪器 A 为安全瓶, 防止倒吸。③在碱性条件下, ClO_2 被 H_2O_2 还原为 NaClO_2 , H_2O_2 被氧化为氧气, 反应的化学方程式为 $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{冰水浴}} 2\text{NaClO}_2 \downarrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。④冰水浴冷却的目的是降低 NaClO_2 的溶解度, 减少 H_2O_2 的分解, 将 ClO_2 液化, 增大 ClO_2 的溶解度, 减少 ClO_2 的分解等。

(3) 条件 II 可以缓慢释放 ClO_2 , 能较长时间维持保鲜所需要的浓度, 若用于水果保鲜, 适宜的条件是 II。 ClO_2 具有一定的氧化性, 是一种优良的消毒剂和果蔬保鲜剂, 果蔬保鲜利用其氧化性。 KMnO_4 具有氧化性, 所以可以起到与 ClO_2 气体相同保鲜作用的是 KMnO_4 溶液。故选 A。

2. (1) $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:H}]^-$

(2) $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \xrightarrow{\quad} 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 还原性、酸性

(3) $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} \xrightarrow{\quad} \text{Br}_2 + 2\text{NaCl}$

(4) 打开活塞 b, 将少量 C 中溶液滴入 D 中, 之后关闭活塞 b, 取下 D 振荡, 静置分层后, CCl_4 层溶液变为紫色

- (5) 确认 C 的橙黄色溶液中无 Cl_2 , 排除 Cl_2 对溴置换碘实验的干扰
- (6) 同主族元素从上到下, 原子半径增大, 对核外电子的吸引能力减弱, 得电子能力逐渐减弱
- (7) ac



思路导引

验证卤素单质氧化性的相对强弱: 先检验气密性, 再装药品, 打开弹簧夹、活塞 a, 向烧瓶中滴加浓盐酸。A 装置中高锰酸钾与浓盐酸反应生成氯化锰、氯气和水, 反应的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, 湿润的淀粉-KI 试纸变蓝, 说明有单质碘生成, 同时也说明氯气氧化性强于单质碘。B 装置中氯气与溴化钠反应生成单质溴, 在试管中发生反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} \longrightarrow \text{Br}_2 + 2\text{NaCl}$, 溶液变为橙黄色。B 试管口的棉花团的作用是吸收多余的氯气, 防止污染环境, 反应的方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 。为验证溴的氧化性强于碘, 实验时应避免氯气的干扰, 当 B 中溶液橙黄色加深时, 说明有大量的溴生成, 此时应关闭活塞 a, 打开活塞 b, 将少量 C 中溶液滴入 D 中, 之后关闭活塞 b, 取下 D 振荡, 静置分层后 CCl_4 层溶液变为紫色, 验证了溴的氧化性强于碘。

【解析】(2) A 装置中制备氯气的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。HCl 在该反应中体现还原性、酸性。

(3) B 装置中主要反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} \longrightarrow \text{Br}_2 + 2\text{NaCl}$ 。

(4) 为验证溴的氧化性强于碘, 实验时应避免氯气的干扰, 当 B 中溶液橙黄色加深时, 说明有大量的溴生成, 此时应关闭活塞 a, 否则氯气过量, 影响实验结论, 因此过程④的操作和现象是打开活塞 b, 将少量 C 中溶液滴入 D 中, 之后关闭活塞 b, 取下 D 振荡, 静置分层后, CCl_4 层溶液变为紫色。

(6) 由于同主族元素从上到下, 原子半径增大, 对核外电子的吸引能力减弱, 得电子能力逐渐减弱, 所以氯、溴、碘单质的氧化性逐渐减弱。

(7) Y 单质通入 H_2S 溶液中, 溶液出现淡黄色浑浊, 说明 Y 可以置换 S, a 正确; 与 H_2 反应时, 1 mol Y 单质得到的电子比 1 mol S 多, 不能比较二者氧化性强弱, b 错误; Y 和 S 的简单氢化物受热时, 前者的分解温度较高, 说明 Y 的简单氢化物更稳定, c 正确; Y 元素的氧化物对应水化物的酸性比 S 强, 不能说明 Y 的氧化性更强, 应该比较最高价含氧酸的酸性, d 错误。

3. (1) 蒸发浓缩 冷却结晶

(2) 打开 K_2 关闭 K_3

(3) 隔离空气, 防止生成的草酸亚铁晶体被空气中的氧气氧化

(4) 排尽装置内的空气, 防止空气中 H_2O 和 CO_2 的干扰

(5) 缺少处理 CO 尾气的装置

(6) $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{FeO} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{CO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(7) Fe、C $\frac{3}{5}$ mol



思路导引

I. 制备草酸亚铁晶体的具体操作为组装好装置后,检验装置的气密性,添加试剂后,先打开 K_1 ,将一定量稀硫酸滴入 a 中锥形瓶后再关闭 K_1 ,关闭 K_2 ,打开 K_3 ,让 a 中锥形瓶内反应先进行一段时间以排尽空气,一段时间后,打开 K_2 ,关闭 K_3 ,将装置 a 中的硫酸亚铁溶液导入装置 b 中。

II. 装置 A 中草酸亚铁晶体分解,利用无水硫酸铜检验水蒸气,装置 B 检验二氧化碳,装置 C 吸收二氧化碳,装置 D 干燥气体,装置 E 检验 CO,装置 F 检验二氧化碳。

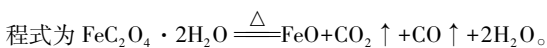
【解析】(1) 装置 b 中硫酸亚铁和草酸铵反应生成草酸亚铁,经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得到 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 晶体。

(2) 待装置 a 中锥形瓶内的反应进行一段时间后,需要打开 K_2 ,关闭 K_3 ,将装置 a 中的硫酸亚铁溶液导入装置 b 中。

(3) 草酸亚铁具有较强还原性,装置 c 的作用为隔离空气,防止生成的草酸亚铁晶体被空气中的氧气氧化。

(5) 反应会产生 CO,缺少处理 CO 尾气的装置。

(6) E 中黑色固体变为红色,说明有 Cu 单质生成,B、F 中澄清石灰水变浑浊,说明有 CO_2 和 CO 生成,无水硫酸铜变为蓝色,说明有 H_2O 生成,A 中残留 FeO,则 A 处反应管中发生反应的化学方程式为

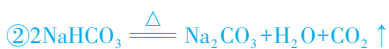


(7) 高锰酸钾溶液的紫红色褪去,溶液变为棕黄色,同时有气体生成,则 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 被高锰酸钾氧化为 Fe^{3+} ,同时生成二氧化碳气体,该过程中被氧化的元素是 Fe 和 C。反应过程中 1 mol $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 可失去 3 mol 电子,1 mol KMnO_4 可得到 5 mol 电子,则反应中 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 与 KMnO_4 的物质的量之比为 5 : 3。若反应中消耗 1 mol $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,则参加反应的 $n(\text{KMnO}_4)$ 为

$\frac{3}{5}$ mol。

4. (1) 检查装置气密性

(2) ①除去装置中的水蒸气和二氧化碳



③碱石灰 防止空气中的 CO_2 和水蒸气进入装置 D 中影响测定结果 偏大 ④112



思路导引

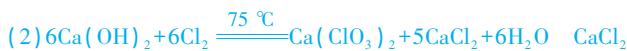
该实验的目的是测定膨松剂中碳酸氢钠分解产生 CO_2 的含量。实验原理:通过装置 B 加热样品,碳酸氢钠受热发生分解,产生 CO_2 和 H_2O ,利用装置 C 将 H_2O 完全吸收,所产生的 CO_2 进入装置 D 中被完全吸收,通过装置 D 增加的质量计算生成的 CO_2 的物质的量。

【解析】(1) 实验过程中,该装置内有气体流动,因此组装好实验装置后,需先检查装置气密性。

(2) ①将实验装置组装完成后,装置内含有空气,根据实验原理可知,若空气中 CO_2 和 H_2O 被装置 D 吸收,则会产生实验误差,因此需要先将装置内空气排尽,加热前鼓入氮气数分钟,其目的是除去装置中的水蒸气和二氧化碳。②装置 B 在加热过程中,样品中碳酸氢钠发生分解,反应的化学方程式为 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。③装置 D 的作用是吸收装置 B 中产生的 CO_2 ,因此需要防止空气中 CO_2 和 H_2O 进入装置 D 中,故装置 E 的作用是防止空气中的 CO_2 和水蒸气进入装置 D 中影响测定结果,由此可知装置 E 中盛放的试剂是碱石灰。若没有该装置,则会导致装置 D 增加的质量偏大,导致测量结果偏大。④实验中称取膨松剂 6.0 g,反应后装置 D 质量增加 1.32 g,即碳酸氢钠分解所产生的 CO_2 的物质的量为 $\frac{1.32 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$,其在标准状况下的体积 $V(\text{CO}_2) = 0.03 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.672 \text{ L} = 672 \text{ mL}$,该膨松剂的该项指标为 $\frac{672 \text{ mL}}{6.0 \text{ g}} = 112 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

题型上分 3 化工生产情境应用

1. (1) 使石灰粉和水混合均匀,在后续反应中反应更充分、更迅速



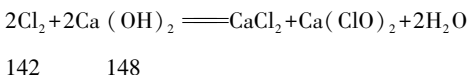
(3) 过滤 (4) 74 (5) 减少氯酸钾的损失



思路导引 石灰粉加水搅拌打浆,使石灰粉和水混合均匀,在后续反应中反应更充分、更迅速;“氯化”过程中用过量的 Cl_2 与打浆后的混合物反应生成 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$;经过过滤后得到滤液;向 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 溶液中加入过量 KCl ,“转化”后得到 KClO_3 溶液,经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤后得到固体 A(氯酸钾),经冷水洗涤、干燥后得到 KClO_3 固体。

【解析】(2)“氯化”过程中用过量的 Cl_2 与打浆后的混合物反应生成 CaCl_2 和 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$,其主要反应的化学方程式为 $6\text{Ca}(\text{OH})_2 + 6\text{Cl}_2 \xrightarrow{75^\circ\text{C}} \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + 5\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$,该反应中 Cl_2 中氯元素化合价降低生成 CaCl_2 ,故 CaCl_2 为还原产物。

(4)若有 71 g 氯气完全反应,设消耗的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的质量为 $x \text{ g}$,根据 Cl_2 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应的化学方程式:



142 148

71 g $x \text{ g}$

$\frac{142}{148} = \frac{71 \text{ g}}{x \text{ g}}$,解得 $x = 74$,故消耗 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的质量为 74 g。

(5)氯酸钾的溶解度随温度的升高而增大,所以用冷水而不用热水洗涤的目的是减少氯酸钾的损失。

2. (1) 除去塑料





思路导引

以废旧锂离子电池的正极材料(主要含 LiCoO_2 , 还含 Al 、塑料等杂质)为原料, 灼烧除去塑料, Al 转化为氧化铝, 然后加入 NaOH 溶液碱浸, 氧化铝溶解形成 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 溶液, “浸渣”主要成分为 LiCoO_2 , LiCoO_2 与 H_2SO_4 、 H_2O_2 反应生成 CoSO_4 , 向 CoSO_4 溶液中加入 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 沉钴, 经过一系列操作得到 $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【解析】(1) 根据题意可知, 正极材料中含有塑料杂质, 通过灼烧可以除去塑料。

(2) “灼烧”后会生成氧化铝, “碱浸”时离子方程式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 。

(3) “酸溶”时 LiCoO_2 与 H_2SO_4 、 H_2O_2 反应, H_2O_2 被 Co^{3+} 氧化成 O_2 , 同时生成硫酸锂和硫酸钴, 化学方程式为 $2\text{LiCoO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4 + 2\text{CoSO}_4 + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) “灼烧”时, 塑料、铝均和氧气反应, 都是氧化还原反应, “酸溶”时发生了氧化还原反应, 故整个流程中有 2 个环节发生了氧化还原反应; 滤液中大量存在的阳离子有 Li^+ 、 H^+ 、 NH_4^+ 。

(5) $18.3 \text{ g CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 $\frac{18.3 \text{ g}}{183 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 其中 H_2O 的质量为 $0.1 \text{ mol} \times 2 \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.6 \text{ g}$, 生成 a 时损失质量 $18.3 \text{ g} - 14.7 \text{ g} = 3.6 \text{ g}$, 为失去全部水的质量, 则固体 a 是 CoC_2O_4 , 生成 a 的化学方程式为 $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CoC}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$; 原固体中钴元素质量为 $59 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.1 \text{ mol} = 5.9 \text{ g}$, 固体 c 中其他元素质量为 $7.5 \text{ g} - 5.9 \text{ g} = 1.6 \text{ g}$, 1.6 g 应该为 0.1 mol O 的质量, 则固体 c 是 CoO 。



(2) 0.001 (3) 温度升高, 次氯酸受热分解



(5) 过滤 (6) Na_2CO_3 (7) 不符合(计算过程见解析)

【解析】(1) 用氯气处理饮用水时, 次氯酸浓度越大, 效果越好, 由题图可知, $\text{pH} = 6$ 时杀菌效果强; 氯气溶于水生成盐酸和次氯酸, 次氯酸是弱酸, 反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ 。

(2) 溶液稀释过程中溶质的物质的量不变。根据 $c_1V_1 = c_2V_2$, 含次氯酸钠 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的消毒液 1 mL , 加水稀释至 200 mL , 则稀释后次氯酸钠的物质的量浓度为 $0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(3) 次氯酸不稳定, 见光或受热会发生分解反应。 50°C 时 ORP 值下降较快的原因是温度升高, 次氯酸受热分解。

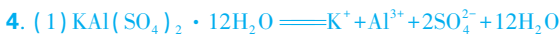
(4) “84”消毒液(主要含 NaClO)与酸性清洁剂(含盐酸)混用时会发生氧化还原反应生成有毒的氯气, 离子方程式为 $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(5) 根据流程图可知,操作 A 分离出了碳酸钙和氢氧化镁沉淀,故操作 A 为过滤。

(6) 根据粗盐水加碱、加试剂 X 后生成氢氧化镁和碳酸钙沉淀,且后续有钠盐生成,可知 X 为碳酸钠。

(7) 不符合;由 $2\text{ClO}_2 + 2\text{I}^- = 2\text{ClO}_2^- + \text{I}_2$ 和 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$, 得 $n(\text{ClO}_2) : n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 1 : 1$, 则 25.00 mL 水样中 $n(\text{ClO}_2) = n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 1.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 7.45 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1} = 7.45 \times 10^{-6} \text{ mol}$, ClO_2 的含量为 $\frac{7.45 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 67.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}}{0.025 \text{ L}} = 20.115 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} >$

$0.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 故该水样中 ClO_2 的含量不符合国家规定。



(5) 丁达尔效应



思路导引

废易拉罐中的 Al 和 Fe 及其氧化物溶于过量的稀 H_2SO_4 , 生成硫酸铝、硫酸亚铁(少量硫酸铁), 过滤后向滤液中加入过氧化氢将亚铁离子氧化为铁离子, 再调节溶液 pH 将铁离子转化为氢氧化铁除去, 过滤后向滤液中加入碳酸氢钠, 铝离子与碳酸氢根离子发生反应生成氢氧化铝沉淀和二氧化碳, 生成的氢氧化铝与稀 H_2SO_4 、 K_2SO_4 反应, “反应”后溶液经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得到明矾。

【解析】(1) 明矾在水溶液中电离出铝离子、钾离子和硫酸根离子, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} = \text{K}^+ + \text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 12\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) “酸溶”时, 铝、铁分别与稀硫酸反应生成硫酸铝、硫酸亚铁, 铝的氧化物与稀硫酸反应生成 Al^{3+} , 由题干可知, 铁的氧化物与稀硫酸反应生成了 Fe^{3+} , 因此溶液中主要的金属离子有 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 。

(3) 能与碱反应生成盐和水的氧化物属于酸性氧化物, 流程中出现的物质属于酸性氧化物的是 CO_2 。

(4) “酸溶”时氧化铝与稀硫酸反应生成硫酸铝和水, 化学方程式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) 鉴定是否生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体可采用的方法是丁达尔效应。

(6) Al^{3+} 和 HCO_3^- 反应生成 CO_2 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 该反应的离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 。

(7) “反应”后的溶液经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得到明矾。

(8) $m_1 \text{ kg}$ 废易拉罐中含铝 $m_1 \text{ kg} \times 0.054 = 0.054m_1 \text{ kg}$, 理论上应

该制得明矾 $\frac{0.054m_1 \text{ kg}}{27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 474 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.948m_1 \text{ kg}$, 而实际制得

明矾 $m_2 \text{ kg}$, 因此明矾的产率为 $\frac{m_2}{0.948m_1} \times 100\%$ 。

题型上分 4 元素推断与周期律的应用

1. (1) 第二周期第ⅣA族

(2) $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^2-\text{Na}^+$ 离子键、(非极性)共价键

(3) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ (4) 硫

(5) 产生白色沉淀 $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

思路导引 X、Y、Z、Q、W、R 是常见的短周期主族元素，X 的一种同位素被用作相对原子质量的标准，则 X 为 C；常温下，Y 的单质为双原子分子，分子中含有 3 个共用电子对，则 Y 为 N；Z 是短周期中(稀有气体除外)原子半径最大的元素，则 Z 为 Na；Q 的最外层电子数是次外层电子数的 3 倍，则 Q 为 O；W 的原子序数等于 X、Y 原子序数之和，则 W 的原子序数为 13，W 为 Al；R 与 Q 同族，且最高价氧化物对应的水化物的浓溶液在常温下使 W 单质钝化，则 R 为 S。

【解析】(1) X 为 C，其在元素周期表中的位置是第二周期第ⅣA族。

(2) 该固体化合物由 2 种元素组成，呈淡黄色，则该化合物为 Na_2O_2 ， Na_2O_2 是离子化合物，由钠离子和过氧根离子构成，其电子式为 $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^2-\text{Na}^+$ ，所含化学键的类型有离子键、(非极性)共价键。

(3) 元素的非金属性越强，其简单氢化物越稳定，三种元素中 O 的非金属性最强，故稳定性最强的是 H_2O ，其结构式为 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ 。

(4) 元素④的主要化合价为+6 和-2，氧无+6 价，故④对应的元素为硫。

(5) 将 SO_2 通入 BaCl_2 溶液中，不发生反应，没有明显变化，再向其中加入 NaOH ， NaOH 与 SO_2 反应生成 Na_2SO_3 ， Na_2SO_3 与 BaCl_2 发生复分解反应生成 BaSO_3 白色沉淀，发生反应的离子方程式为 $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

2. (1) 钾 HClO_4 (2) $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{Al}^{3+}$

(3) $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H} \quad :\ddot{\text{Cl}}:\text{Mg}:\ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow [\text{Cl}]\text{Mg}^2+[\text{Cl}]$

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

(5) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{HCl} + \text{S} \downarrow$ (合理即可)

(6) AC

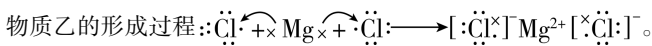
思路导引 由元素在周期表中的位置可知，①~⑩分别为 H、C、N、O、Na、Mg、Al、S、Cl、K。

【解析】(1) 这 10 种元素中，M 层即第三层电子数最多的是钾；最高价氧化物对应的水化物中酸性最强的是 HClO_4 。

(2) ④⑤⑦⑧四种元素的简单离子分别为 O^{2-} 、 Na^+ 、 Al^{3+} 、 S^{2-} ，简单离子半径的比较先看电子层数，电子层数越多半径越大， O^{2-} 、 Na^+ 、

Al^{3+} 为 2 层, S^{2-} 为 3 层, 电子层结构相同时, 核电荷数越大, 离子半径越小, 所以简单离子半径由大到小的顺序为 $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{Al}^{3+}$ 。

(3) ①为 H, ④为 O, 由元素①和④形成的 18 电子的化合物为 H_2O_2 , H 能形成一个共价键, O 能形成 2 个共价键, H_2O_2 的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$; ⑥为 Mg、⑨为 Cl, 形成离子化合物氯化镁, 镁原子最外层有 2 个电子, 氯原子最外层有 7 个电子, 用电子式表示物质乙的形成过程:



(4) 元素⑦的最高价氧化物对应的水化物为 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 元素⑨的简单氢化物为 HCl , 其水溶液为盐酸, 二者反应的离子方程式为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) ⑧为 S、⑨为 Cl, 非金属性的强弱可以通过单质间的置换反应来比较, 化学方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{HCl} + \text{S} \downarrow$ 。

(6) 最高价氧化物对应的水化物的碱性越强, 元素金属性越强, 氢氧化钠的碱性强于氢氧化镁, 故 Na 的金属性强于 Mg, A 正确; 将 Na 单质投入镁的盐溶液中, 钠直接与水反应产生氢氧化钠和氢气, 氢氧化钠和镁离子反应生成氢氧化镁沉淀, 则 Na 不能将 Mg 从其盐溶液中置换出来, 故不能比较 Na 与 Mg 金属性强弱, B 错误; 20 °C 下将形状、大小相同的这两种元素的单质分别与等体积的水反应, 可以根据与水反应置换出氢气的难易程度进行比较, C 正确; 元素金属性强弱与对应的单质失去电子难易程度有关, 与失去电子数目多少无关, D 错误。

3. (1) 三 IIIA



④ 排除过量的 Cl_2 氧化 I^- 带来的干扰 ⑤ 增大 减弱

思路导引 将氯水滴入溴化钠溶液中, Cl_2 与溴化钠反应生成溴单质, 使溶液变为黄色; 将氯水滴入 KI 溶液中, Cl_2 与 KI 反应生成碘单质, 使溶液变为棕黄色。通过这 2 个实验可知 Cl_2 的氧化性大于溴单质, Cl_2 的氧化性大于碘单质。实验 II 中向生成的溴单质溶液中滴入碘化钾溶液, 再滴加淀粉溶液, 可证明溴的氧化性大于碘单质。

【解析】(1) Al 的原子序数为 13, 位于元素周期表第三周期第 IIIA 族。

(2) 二氧化硅与 NaOH 溶液反应生成硅酸钠和水, 离子方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 元素金属性越强, 其最高价氧化物对应的水化物碱性越强, 金属性 $\text{Ca} > \text{Mg}$, 则碱性较强的为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。a. 第 II A 族元素从上到下, 单质熔点逐渐减小, 单质熔点 $\text{M} < \text{Ca}$, 错误; b. 单质 M 与 Ca 同族, 暴露在空气中, 先生成 MO, MO 与水反应生成 $\text{M}(\text{OH})_2$, $\text{M}(\text{OH})_2$ 可与空气中二氧化碳反应, 最终产物为 MCO_3 , 错误; c. CaH_2 可以与水反应生成氢气, 则 MH_2 也可与水反应产生氢气, 正确。

(4)①b 中 Cl_2 可将碘离子氧化为碘单质,反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ 。②实验 I 中 Cl_2 可将溴离子和碘离子分别氧化为溴单质和碘单质,根据氧化性:氧化剂>氧化产物,得出单质氧化性强弱的顺序: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$ 、 $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$ 。③实验 II 若产生碘单质,则淀粉溶液会变为蓝色,通过观察到溶液变蓝可确定溴单质的氧化性大于碘单质。④通过所做实验现象无法确定 a 的黄色溶液中是否有氯气残留,因此补做实验 III 可排除过量的 Cl_2 氧化 I^- 带来的干扰。⑤在元素周期表中,同主族元素从上到下原子核外电子层数依次增多,原子半径逐渐增大,得电子能力逐渐减弱,非金属性减弱。

4. (1) 极性键 (2) ac

(3) NH_3 PH_3 AsH_3 N P As N、P、As 是同主族元素,最外层电子数相同,电子层数依次增大,原子半径依次增大,得电子的能力依次减弱,非金属性依次减弱

(4) $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$



(5) B (6) 再加入稀盐酸,将生成的气体通过饱和 NaHCO_3 溶液洗气后,通入 Na_2SiO_3 溶液中 生成白色胶状沉淀

思路分析 结合题图及元素周期表的结构可知,①为 C,②为 N,③为 O,④为 Al,⑤为 Si,⑥为 P,⑦为 As,⑧为 Br。

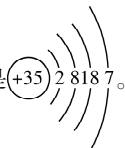
【解析】(1) $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中,O 吸引电子的能力强于 H,共用电子对偏向 O 一方,则 H—O 共价键的类型是极性键。(2) 金属性越强,金属单质越易与酸反应,则比较 Cu、Al 分别与酸反应的难易程度,可推出 Cu 和 Al 的金属性强弱,a 符合题意;金属单质的密度与相对原子质量、原子半径、原子间的距离等因素有关,与金属元素的金属性强弱无关,b 不符合题意;将打磨过的铝片放入 CuSO_4 溶液,若有红色固体生成,则说明 Al 置换出了 Cu,Cu 的金属性比 Al 弱,c 符合题意;故选 ac。

(3) i. 元素非金属性越强,对应的气态氢化物越稳定,P 与 N、As 是同主族元素,且非金属性: $\text{N} > \text{P} > \text{As}$,则气态氢化物的稳定性: $\text{NH}_3 > \text{PH}_3 > \text{AsH}_3$ 。

ii. 同主族元素,最外层电子数相同,电子层数依次增大,原子半径依次增大,得电子的能力依次减弱,非金属性依次减弱,故非金属性: $\text{N} > \text{P} > \text{As}$ 。

(4)④为 Al,同周期金属性最强的元素为 Na,Al 与 NaOH 反应生成四羟基合铝酸钠和氢气,离子方程式为 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} =$

$2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$;⑧是 Br,原子结构示意图是



(5) 在金属元素和非金属元素的分界线附近可以寻找半导体材料(如锗、硅、硒等),故选 B。

(6) C、Si 的非金属性强弱顺序为 $\text{C} > \text{Si}$,可以根据碳酸的酸性强于硅酸来证明,利用化学反应中“强酸”可以制得“弱酸”的原理设计实验。