

【解析】(1) CO 与 Fe_2O_3 在高温下反应产生 Fe、 CO_2 , 则 CO 还原氧化铁的化学方程式为 $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 。

(2) CO 与 Fe_2O_3 在高温下反应产生 Fe、 CO_2 , 可观察到玻璃管中固体由红棕色变为黑色, 将反应产生的气体通入澄清石灰水中, CO_2 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应产生 CaCO_3 沉淀, 因此还可看到澄清的石灰水变浑浊。

(3) 装置乙中未反应的 CO 是可燃性气体, 其燃烧产生的热量会为 CO 还原 Fe_2O_3 提供能量, 故与装置甲相比, 装置乙的主要优点是尾气燃烧放出的热量可以被充分利用。

(4) 铁制容器不能用来盛放硫酸铜溶液, 这是由于金属活动性: $\text{Fe} > \text{Cu}$, Fe 与 CuSO_4 在溶液中发生置换反应产生 FeSO_4 、Cu, 该反应的化学方程式为 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ 。

(5) 日常生活中可采用的防锈措施是刷油漆、涂油等。

17. (1) 过滤 (2) KSCN

(3) b (4) d

(5) 溶液由紫色变为棕黄色 $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ = 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

(6) 黑木耳中含有其他还原性物质(或含维生素 C)

【解析】(1) 不溶性固体和液体的分离需要过滤, 因此步骤②得到滤液 A 的操作是过滤。

(2) 一般用 KSCN 溶液检验铁离子, 实验现象是溶液显红色, 则步骤④检验 Fe^{3+} 所用试剂是 KSCN 溶液。

(3) 结合已知 iii, 根据步骤③中产生蓝色沉淀可知滤液 A 中含有亚铁离子, 根据步骤④中溶液显红色可知滤液 A 中含有铁离子, b 正确; 由于在灼烧过程中亚铁离子可能被氧化为铁离子, 所以黑木耳中不一定含有铁离子, a 错误。

(4) 滤液 A 中含有铁离子, 需要加入还原剂使铁离子转化为亚铁离子, 但不能再引入铁元素, 也不能干扰亚铁离子与高锰酸钾的反应。加入金属钠, 生成的 NaOH 与铁离子和亚铁离子反应均生成沉淀, a 错误; 金属锌与铁离子和亚铁离子均反应, b 错误; 加入金属铁会引入铁元素, c 错误; 金属铜与铁离子反应生成亚铁离子和铜离子, 且不会影响亚铁离子与高锰酸钾的反应, d 正确。

(5) 酸性高锰酸钾溶液与亚铁离子反应生成铁离子、锰离子和水, 则步骤⑥中观察到的实验现象是溶液由紫色变为棕黄色, 反应的离子方程式是 $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ = 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(6) 黑木耳中含有其他具有还原性的物质(或含维生素 C), 导致消耗高锰酸钾溶液的量增加, 所以测得的含铁量远大于实际的含量。

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

变式训练

1-1.A 【解析】“钛”的偏旁为金字旁, 则 Ti 属于金属元素, 钛和钛合金都属于金属材料, A 正确; 元素周期表方格中左上角的数字表示原子序数, 质子数=原子序数, 中子数=质量数-质子数, 所以钛原子中的质子数为 22, B 错误; 钛原子最外层有 2 个电子, 在化学反应中容易失去最外层 2 个电子形成阳离子, 即可变为 Ti^{2+} , C 错误; 元素周期表方格中最下面的数字表示相对原子质量, 所以钛的相对原子质量为 47.87, D 错误。

2-1.B 【解析】第 I A 族的元素除氢元素外都是碱金属元素, 包括 Li、Na、K、Rb、Cs、Fr, A 正确; 最外层电子数为 2 的元素不一定位于第 II A 族, 0 族元素氦以及很多过渡元素的最外层电子数也是 2, B 错误; 过渡元素也称过渡金属, 全部为金属元素, C 正确; 第 III B 族包含镧系与锕系, 含有的元素种类最多, D 正确。

3-1.D 【解析】原子序数为 35 的元素为 Br 元素, 位于周期表中第四周期第 VII A 族。16 号元素位于第三周期第 VI A 族, x 位于第四周期 0 族, A 不符合题意; 26 和 28 号元素均位于第四周期第 VIII 族, x 位于第五周期第 VIII 族, B 不符合题意; 24 号和 26 号元素均为第四周期过渡元素, x 为第五周期过渡元

素, C 不符合题意; 18 号元素位于第三周期 0 族, x 位于第四周期第 VII A 族, D 符合题意。

4-1.A 【解析】A、B、C、D 四种元素, 质子数都小于 18。A 元素原子的最外层电子数是其电子层数的 3 倍, 由于最外层不超过 8 个电子, 则 A 为 O 元素; B 元素的原子失去 1 个电子, 所得到的微粒具有与氖原子相同的电子层结构, B 为 Na 元素; C 元素是地壳中含量最多的金属元素, C 为 Al 元素; D 元素原子的 M 层电子数是 K 层的 3 倍, M 层电子数为 6, D 为 S 元素, 据此分析作答。常温下, 铝能溶于稀盐酸, 也能溶于氢氧化钠溶液, A 错误; A 和 C 两种元素形成的化合物为氧化铝, 熔点较高, B 正确; 钠元素的焰色为黄色, 可通过焰色试验检验 Na 元素, C 正确; A 和 D 两种元素形成的化合物为二氧化硫或三氧化硫, SO_2 和 SO_3 都是酸性氧化物, 都能与氢氧化钠溶液反应生成盐和水, D 正确。

5-1.A 【解析】Co 与 X 的质子数不同, 故 3 种核素属于两种元素, A 正确; $^{60}_{27}\text{Co}_3\text{O}_4$ 和 $^{59}_{27}\text{Co}_3\text{O}_4$ 均是化合物, 不互为同素异形体, B 错误; $^{60}_{27}\text{Co}$ 和 $^{59}_{27}\text{Co}$ 互为同位素, 其化学性质几乎完全相同, 物理性质不完全相同, C 错误; 衰变过程是在原子核中进行的, 属于核反应, 不是化学变化, D 错误。

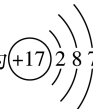
易错点 因为 $^{60}_{27}\text{Co}$ 和 $^{59}_{27}\text{Co}$ 属于同种元素, 所以 $^{60}_{27}\text{Co}_3\text{O}_4$ 和 $^{59}_{27}\text{Co}_3\text{O}_4$ 属于同种物质

6-1.C 【解析】碱金属元素的单质具有强还原性,会优先与 H_2O 反应生成碱,生成的碱再与硫酸铜发生复分解反应生成氢氧化铜沉淀,故不能置换出硫酸铜溶液中的铜单质,A 错误;锂在空气中燃烧生成的是氧化锂,而不是过氧化锂,B 错误;碱金属单质性质活泼,都能与水反应生成对应的碱和氢气,C 正确;碱金属单质的熔、沸点随着原子序数的递增而降低,D 错误。

7-1.A 【解析】氟气和水反应生成 HF 和氧气,不能用 $\text{X}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HXO} + \text{HX}$ 表示,A 错误;Cl 的非金属性比 Br 的强,盐酸的酸性比氢溴酸的酸性弱,B 正确;从 F_2 到 I_2 ,单质的密度逐渐增大,C 正确;卤素原子半径越小,则核电荷数越小,非金属性越强,对应的氢化物越稳定,D 正确。

越刷越强

1.C 【解析】核素的表示方法:元素符号左下角为质子数,左上角为质量数; ^{40}K 的中子数是 21, ^{40}Ca 的中子数是 20,A 错误。同种元素可能有多种核素,元素有 118 种,核素种类大于 118 种,B 错误。同位素是质子数相同、中子数不同的同一元素不同原子间的互称,C 正确。原子结构模型演变历史:①道尔顿实心球模型、②汤姆孙“葡萄干面包”模型、③卢瑟福核式模型、④玻尔轨道模型、⑤现代电子云模型,D 错误。

2.C 【解析】S 原子的质子数为 16,中子数为 18,则质量数为 34,故此 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;氦为氢元素的一种核素,一个氦原子核中含有两个中子和一个质子,则该图表示的是氦的原子核结构模型,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。

3.B 【解析】单原子形成的离子,如 H^+ ,不具有稀有气体元素原子的核外电子排布,A 错误;氧离子(O^{2-})的核电荷数与最外层电子数均为 8,B 正确;最外层电子数相同的元素不一定位于同一主族,如 He 和 Mg 最外层电子数都为 2,二者分别位于 0 族和第 II A 族,C 错误;核外电子并不是排满 M 层后才排 N 层,如 K 的 N 层电子数为 2,M 层电子数仅为 8,而 M 层最多可排 18 个电子,D 错误。

4.A 【解析】位于元素周期表第一列的元素除了 H 元素外,其余元素称为碱金属元素,A 错误;元素周期表中从第 III B 族到第 II B 族 10 个纵列的元素都是过渡元素,过渡元素全部为金属元素,B 正确;稀有气体元素原子中,只有 He 的最外层电子数为 2,其余的均为 8,C 正确;过渡元素位于元素周期表中长周期 3~12 列,D 正确。

5.D 【解析】Si、Ge 的核电荷数分别为 14、32,位于第 14 纵列,A 正确;第 10 纵列属于第 VIII 族,全是金属元素,B 正确;第 18

纵列为稀有气体元素,C 正确;第 2 纵列元素和第 18 纵列的 He 元素及部分过渡元素的原子最外层均有 2 个电子,D 错误。

6.C 【解析】 CH_4 、 NH_3 、 H_2O 的质子数和电子数均是 10,Ar 的质子数和电子数均是 18,A 不符合题意; OH^- 、 F^- 的质子数和电子数均分别是 9 和 10, O^{2-} 的质子数和电子数分别是 8 和 10,Ne 的质子数和电子数均是 10,B 不符合题意;该组微粒的质子数和电子数均分别是 11 和 10,即该组微粒的质子数和电子数分别相同,C 符合题意; O^{2-} 的质子数和电子数分别是 8 和 10, F^- 的质子数和电子数分别是 9 和 10, Mg^{2+} 的质子数和电子数分别是 12 和 10, Al^{3+} 的质子数和电子数分别是 13 和 10,该组微粒的质子数不同,D 不符合题意。

7.B 【解析】从锂到钫随原子序数的递增,原子半径逐渐增大,在碱金属元素中钫具有最大的原子半径,A 正确;从锂到钫随原子序数的递增,金属性逐渐增强,碱金属单质与 O_2 反应的产物越来越复杂,故钫在空气中燃烧时,不只生成 Fr_2O ,还生成更复杂的氧化物,如 Fr_2O_2 、 FrO_2 等,B 错误;从锂到钫,元素的金属性逐渐增强,最高价氧化物对应的水化物的碱性逐渐增强,钫的氢氧化物化学式为 FrOH ,这是一种极强的碱,C 正确;从锂到钫,单质与水反应的剧烈程度逐渐增强,钫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。

8.D 【解析】符合①的为 NO_2 ,符合②的为 CO_2 ,符合③的为 MgCl_2 ,符合④的为 MgF_2 ,符合⑤的为 SiO_2 ,符合⑥的为 SO_2 。综上,D 正确。

9.B 【解析】 $^{48}_{20}\text{Ca}$ 的质量数为 48, $^{42}_{20}\text{Ca}$ 的质量数为 42,质量数不同,A 错误; $^{249}_{98}\text{Cf}$ 原子核内含有的中子数=质量数-质子数=249-98=151,电子数=质子数=98,中子数与电子数之差为 151-98=53,B 正确;化学反应遵循元素守恒,题中所给反应不属于化学反应范畴,属于核反应,C 错误;Og 是稀有气体元素,最外层电子数为 8,化学性质稳定,D 错误。

10.A 【解析】随核电荷数增加,碱金属单质熔、沸点降低,A 正确;金属 Li 在空气中燃烧生成氧化锂,B 错误;K、Na 等活泼的碱金属单质与盐溶液反应时,先和水反应生成强碱,而后可能与盐发生复分解反应,C 错误;碱金属的原子半径越大,原子核对外层电子的吸引能力越弱,越易失电子,单质还原性越强,D 错误。

11.(1)A (2)C (3) Na_2O_2

(4) F^- (或 Na^+ 等,合理均可)

(5) $\text{NaClO} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{ClO}^-$

【解析】根据结构示意图可知,A 是 Cl^- ,B 是 O 原子,C 是 Ne 原子,D 是 Na 原子,E 是 Mg^{2+} 。

(1)属于阴离子的是 A(Cl^-)。

(2)Ne 原子最外层达到 8 电子稳定结构,性质最稳定。

(3) Na(D) 在 $O_2(B_2)$ 中燃烧的产物是 Na_2O_2 。

(4) Ne 的电子层结构如题图所示, 1~18 号元素内电子层结构与 Ne 相同的离子有 O^{2-} 、 F^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 等。

(5) 根据题意, 该化合物是 $NaClO$, 在水溶液中完全电离, 电离方程式为 $NaClO = Na^+ + ClO^-$ 。

12. D 【解析】因为 X、Y、Z 均为主族元素, 故若 Y 为第三周期元素, 则 X、Z 分别为第四、五周期元素, X 的原子序数为 a , 则 Y 的原子序数为 $a-17$, Z 的原子序数为 $a+17$, 则 Y 与 Z 的原子序数之和为 $2a$, A、B 正确; 若 Y 为第四周期主族元素, 则 X、Z 分别为第五、六周期主族元素, X 的原子序数为 a , 则 Z 的原子序数为 $a+31$, C 正确; 由题图中 X、Y、Z 三种主族元素在周期表中的相对位置可知, Y 不可能是第一周期元素, 则 Z 一定处于长周期, D 错误。

13. B 【解析】卤素单质的沸点与其相对分子质量成正比, 根据题图知, ①②③④分别是 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 。卤族元素中, 元素的非金属性随着原子序数增大而减弱, 非金属性越强, 其单质越活泼, 所以单质活泼性最强的是 F_2 , A 正确; 卤素中 F 的非金属性最强, 对应氢化物的热稳定性最强, B 错误; 溴易挥发, 在水中的溶解度较小, 且密度大于水, 所以为防止溴挥发, 可以用水液封, 则少量单质③保存时加少量水进行水封, C 正确; 氯气和水反应生成次氯酸, 次氯酸具有漂白性, 所以单质②能使品红溶液褪色, D 正确。

14. C 【解析】3 个一氧化碳分子: $3CO$, ①错误; 两个氢原子: $2H$, ②错误; 碳酸钠中 Na 为 +1 价, 碳酸根离子显 -2 价, 其化学式为 Na_2CO_3 , ③错误; 根据结构示意图  可知, 该粒子质子数为 11, 核外电子数是 10, 则为 Na^+ , ④正确; 硫酸铁中铁为 +3 价, 硫酸根离子显 -2 价, 其化学式为 $Fe_2(SO_4)_3$, ⑤错误; 价态标在元素符号的正上方, 正、负在前, 数字在后, -2 价的氧元素为 $\overset{-2}{O}$, ⑥错误; 两个铵根离子: $2NH_4^+$, ⑦正确; 正确的为 ④⑦, 故选 C。

15. (1) N S F (2) 二 VA

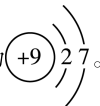
(3)  (4) $NH_3 + HNO_3 = NH_4NO_3$

【解析】A、B、C 为短周期元素, 在周期表中所处的位置如题图所示, 可知 A、C 位于第二周期, B 位于第三周期, 设 B 元素原子的质子数为 x , 则 A 原子的质子数为 $x-9$, C 原子的质子数为 $x-7$, A、C 两元素的原子核外电子数之和等于 B 原子的质子数, 可得 $x-9+x-7=x$, 解得 $x=16$, 所以 A 原子的质子数为 7, B 原子的质子数为 16, C 原子的质子数为 9, 分别为 N、S、F 元素。

(1) 由以上分析可知 A 为 N 元素、B 为 S 元素、C 为 F 元素。

(2) A 为 N 元素, 原子核内质子数为 7, 原子核外有 2 个电子层, 最外层电子数为 5, 位于元素周期表中第二周期第 V A 族。

(3) C 为 F 元素, 原子序数为 9, 原子核外有 2 个电子层, 最

外层电子数为 7, 原子结构示意图为 .

(4) A 为 N 元素, 对应的气态氢化物为氨气, 对应的最高价氧化物的水化物为硝酸, 二者发生反应: $NH_3 + HNO_3 = NH_4NO_3$ 。

16. (1) 试管 胶头滴管

(2) $2NaBr + Cl_2 = 2NaCl + Br_2$

(3) 没能比较溴单质和碘单质的氧化性强弱 将实验③改为 KI 溶液+溴水+1 mL CCl_4 , 振荡, 静置, 观察四氯化碳层的颜色

【解析】(1) 该实验应在试管中进行, 并用胶头滴管滴加试剂。

(2) 实验②中 $NaBr$ 与 Cl_2 发生置换反应。

(3) 题述设计的实验不能比较溴单质和碘单质的氧化性强弱, 可将实验③改为 KI 溶液和溴水的反应, 并加入 1 mL CCl_4 , 振荡, 静置, 观察 CCl_4 层的颜色。

第二节 元素周期律

变式训练

1-1. B 【解析】同主族元素, 从上到下原子半径依次增大, 同周期主族元素, 从左到右原子半径依次减小, 则原子半径由大到小的顺序为 Al、Si、P、N, 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, 则离子半径由大到小的顺序为 O^{2-} 、 F^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} , B 正确; K^+ 的半径大于 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 的离子半径小于 Mg^{2+} , C 错误; 同主族元素, 从上到下原子半径依次增大, 则原子半径由大到小的顺序为 I、Br、Cl、F, D 错误。

2-1. C 【解析】硫酸是硫元素的最高价氧化物对应水化物, 但是次氯酸不是氯元素的最高价氧化物对应水化物, 不能通过二者酸性强弱判断 S、Cl 非金属性强弱, ①错误; HCl 和 H_2S 分别为 Cl、S 元素的简单气态氢化物, 氯化氢比硫化氢稳定, 说明氯元素的非金属性比硫元素强, ②正确; 常温下单质硫为固体, 单质氯为气体, 与其元素非金属性强弱没有关系, ③错误; 硫酸是 S 元素的最高价氧化物对应水化物, 高氯酸是 Cl 元素的最高价氧化物对应水化物, 高氯酸比硫酸酸性更强, 说明氯元素的非金属性比硫元素强, ④正确; 铁与氯气反应生成氯化铁, 与硫反应生成硫化亚铁, 前者铁变为最高价态, 后者铁变为中间价态, 说明 Cl_2 氧化性更强, 则能说明氯元素的非金属性比硫元素强, ⑤正确; 浓盐酸有挥发性, 浓硫酸无挥发性, 不能说明氯元素的非金属性比硫元素强, ⑥错误; 故选 C。

3-1.D 【解析】同主族元素从上到下非金属性依次减弱,简单氢化物的稳定性依次减弱,则水的稳定性强于硫化氢能够用元素周期律解释,故 A 不符合题意;同主族元素从上到下非金属性依次减弱,与氢气反应的剧烈程度依次减弱,则氢气与 F_2 反应的剧烈程度大于 Cl_2 能够用元素周期律解释,故 B 不符合题意;同周期主族元素从左到右金属性依次减弱,最高价氧化物对应水化物的碱性依次减弱,则氢氧化钠的碱性强于氢氧化镁能够用元素周期律解释,故 C 不符合题意; HCl 不是 Cl 的最高价氧化物对应的水化物, HCl 的酸性比 H_2CO_3 强无法用元素周期律解释,故 D 符合题意。

3-2.C 【解析】根据 L、M 的主要化合价可知它们分别位于第 IA 族和第 II A 族,由 Q、T 的主要化合价可知二者均为第 VIA 族元素,T 主要化合价为 -2 价,即 T 为 O,则 Q 为 S,再结合原子半径可知 L 为 Na、M 为 Mg。同周期主族元素从左到右金属性依次减弱,则金属性: $Na > Mg$,将 Na、Mg 分别与等浓度的稀盐酸反应,Na 更剧烈,A 项错误;碱性: $NaOH > Mg(OH)_2$,B 项错误;同主族元素,自上而下非金属性逐渐减弱,即非金属性: $O > S$,C 项正确; Na^+ 核外有 10 个电子, S^{2-} 核外有 18 个电子,D 项错误。

4-1.D 【解析】元素周期表中 Be 和 Al 处于对角线位置,性质相似, $Al(OH)_3$ 具有两性,所以铍(Be)的最高价氧化物的水化物也具有两性,A 正确;根据卤族元素性质的递变规律,砹(At)为有色固体,AgAt 感光性很强,不溶于水,B 正确;Ca、Ba 与 Sr 是同主族元素, $CaSO_4$ 微溶于水, $BaSO_4$ 是难溶于水的白色固体,所以 $SrSO_4$ 也可能是难溶于水的白色固体,C 正确;同主族元素从上到下,非金属性逐渐减弱,简单氢化物的稳定性逐渐减弱,所以硒化氢(H_2Se)不如 H_2S 稳定,D 错误。

5-1.C 【解析】①~⑦为原子序数依次增大的短周期主族元素,①原子序数比 Li 小,主要化合价为 +1,即①为 H 元素;④主要化合价为 -2,为 O 元素;②主要化合价为 -4、+4,原子序数在 Li 和 O 之间,为 C 元素;③主要化合价为 -3、+5,原子序数在 C 和 O 之间,为 N 元素;⑤主要化合价为 +1,原子序数大于 O,为 Na 元素;⑥主要化合价为 +3,原子序数大于 Na,为 Al 元素;⑦主要化合价为 -2、+6,原子序数大于 Al,⑦为 S 元素。C 和 H 可构成多种化合物,如 CH_4 、 C_2H_4 等,A 正确;金属性: $Na > Al$,即最高价氧化物对应水化物的碱性: $NaOH > Al(OH)_3$,B 正确;O 元素、Na 元素形成的二元化合物为 Na_2O 、 Na_2O_2 , Na_2O 、 Na_2O_2 中阴、阳离子个数比均为 1:2,C 错误;N 元素的简单氢化物为 NH_3 ,最高价氧化物对应的水化物为 HNO_3 , NH_3 能与 HNO_3 反应生成 NH_4NO_3 ,D 正确。

5-2.A 【解析】根据三种元素在元素周期表中的位置以及在地球表面温度条件下 M 不稳定,易分解生成一种单质和一种可燃性氧化物,可得知三种元素中有一种是 O 元素,由于三

种元素均为短周期元素且第一周期只有 2 种元素,可推知 Y 为 O 元素,则 X 为 C 元素,Z 为 S 元素,可燃性氧化物为 CO。由分析可知 M 分解产生的可燃性氧化物为 XY,即 CO,A 正确;气体 M 在火星大气层中可稳定存在,而在地球表面温度条件下 M 不稳定,可知火星大气层的温度比地球表面温度低,B 错误;Y 元素形成的单质为 O_2 、 O_3 ,常温下均为气体,Z 元素形成的单质为 S,常温下为固体,C 错误;同周期主族元素从左到右,非金属性逐渐增强,即非金属性: $C < O$,元素非金属性越强,简单气态氢化物的稳定性越强,则简单气态氢化物的稳定性: $CH_4 < H_2O$,D 错误。

越刷越强

1.B 【解析】同周期主族元素从左到右,非金属性逐渐增强,元素的非金属性越强,其最高价氧化物对应水化物的酸性越强,非金属性: $Cl > S$,则最高价氧化物对应水化物的酸性: $HClO_4 > H_2SO_4$,A 正确;F 无正化合价,B 错误;同周期主族元素自左至右,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: $P > N > F$,C 正确;元素的非金属性越强,其简单氢化物的稳定性越强,非金属性: $Cl > S$,则简单氢化物的稳定性: $HCl > H_2S$,D 正确。

2.A 【解析】 Br_2 和 Cl_2 均为卤素单质,根据 Cl_2 和水反应生成 HCl 和 $HClO$ 可以推测 Br_2 和水反应生成 HBr 和 $HBrO$,A 正确;失电子能力与最外层电子数无关,Na、Mg、Al 失电子能力: $Al < Mg < Na$,B 错误;同周期主族元素,从左到右金属性逐渐减弱,Cs 的金属性强于 Ba,则碱性: $CsOH > Ba(OH)_2$,C 错误;同主族元素从上到下金属性逐渐增强,非金属性逐渐减弱,则金属性: $Al < Tl$,非金属性: $Al > Tl$,故 $Al(OH)_3$ 具有两性, $Tl(OH)_3$ 只具有碱性,D 错误。

3.B 【解析】金属性: $Mg > Be$,所以根据 Mg 与冷水反应缓慢可推测 Be 与冷水更难反应,A 正确;二氧化硅不溶于水,与水不反应,B 错误;非金属性: $P > As$,所以根据 PH_3 不稳定可推测 AsH_3 更不稳定,C 正确;非金属性: $F > Cl$,所以根据 Cl_2 与氢气在点燃条件下能反应可推测 F_2 与氢气在常温下可能反应,D 正确。

4.B 【解析】同位素是指质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子, ^{74}Se 、 ^{76}Se 符合同位素的概念,A 正确;同主族元素从上到下非金属性逐渐减弱,简单气态氢化物的稳定性逐渐减弱,S 的非金属性强于 Se, H_2S 的稳定性强于 H_2Se ,B 错误;同主族元素从上到下非金属性逐渐减弱,最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐减弱,S 的非金属性强于 Se, H_2SO_4 的酸性比 H_2SeO_4 强,C 正确;同主族元素从上到下非金属性逐渐减弱,非金属性强的单质能置换出非金属性弱的单质,O 的非金属性强于 Se,所以将 O_2 通入 H_2Se 的水溶液中可得 Se,D 正确。

高价氧化物为 SiO_2 , 其最高价氧化物对应的水化物是一种弱酸, 酸性比碳酸弱。

(3) Na 与 Mg 比较, Na 更活泼, 与水反应更剧烈, Na 与水反应生成 NaOH 和氢气, 反应的离子方程式为 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 。

10. B 【解析】已知 R、W、X、Y、Z 为原子序数递增的同短周期元素, 若 $\text{R}(\text{OH})_n$ 为强碱, 则 R 为 Na, 则 $\text{W}(\text{OH})_{n+1}$ 为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 一定不是强碱, A 错误; 原子序数: $\text{X} < \text{Y} < \text{Z}$, 若 H_nXO_m 为强酸, 则 X 是活泼非金属元素 S 或 N, 则 Y 为活泼非金属元素 Cl 或 O, B 正确; 若 Y 的最低负化合价为 -2 价, 则 Z 为第 VIIA 族元素, Z 可能是 F 元素, 无正价, C 错误; 若 X 的最高正化合价为 +5 价, 则 X 为 N 或 P 元素, R、W 均可能为金属元素, D 错误。

11. C 【解析】扇形元素周期表中“一”“二”“三”“四”代表周期数, 最外围的数字代表纵列数, 与常见元素周期表对照可知, ①为 H, ②为 Na, ③为 C, ④为 N, ⑤为 O, ⑥为 Mg, ⑦为 Al, ⑧为 S, ⑨为 Cl, ⑩为 Fe。②⑧⑨分别是 Na、S、Cl, 简单离子半径的大小顺序是 $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{Na}^+$, A 错误; ⑥⑦分别是 Mg、Al, 金属性: $\text{Mg} > \text{Al}$, B 错误; ⑩是铁元素, 位于常见元素周期表第四周期第 VIII 族, C 正确; ①分别与③④⑤形成的简单化合物为 CH_4 、 NH_3 、 H_2O , 元素的非金属性越强, 简单氢化物越稳定, 非金属性: $\text{C} < \text{N} < \text{O}$, 所以简单氢化物的稳定性: $\text{CH}_4 < \text{NH}_3 < \text{H}_2\text{O}$, D 错误。

12. A

思路导引 主族元素 W、X、Y、Z 分布在三个短周期中, 其原子序数依次增大, 则 W 为 H; X、Z 同主族, X 的最外层电子数是 H 和 Y 的最外层电子数之和, 则 Y 在 X 的左下方, 所以 Y 在第三周期, Y 的最外层电子数等于其周期数, 说明 Y 最外层有 3 个电子, Y 为 Al, 则 X 的最外层电子数为 4, X 为 C、Z 为 Si。

【解析】一般来说, 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, 半径越小, 所以原子半径: $\text{Al} > \text{Si} > \text{C} > \text{H}$, A 正确; 非金属性: $\text{C} > \text{Si}$, 元素非金属性越强, 最高价氧化物对应水化物的酸性越强, 则酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$, B 错误; Si 的氧化物 SiO_2 为酸性氧化物, SiO_2 不能和水反应, C 错误; 非金属性: $\text{C} > \text{Si}$, 元素非金属性越强, 简单氢化物越稳定, 则 CH_4 的稳定性比 SiH_4 的稳定性强, D 错误。

13. (1) $\text{O} > \text{N} > \text{Si}$

(2) $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{K}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

(3) 不能, 氯气能够氧化溴离子和碘离子, 过量的氯气能够进入试管氧化碘离子, 干扰检验结果

(4) O^{2-} (5) 第四周期第 IIIA 族 CD

【解析】根据元素在周期表中的位置可知, a 为 H 元素, c 为 N 元素, d 为 O 元素, e 为 Na 元素, h 为 Si 元素, m 为 Cl 元素, i 为 K 元素。

(1) h 为 Si 元素, c 为 N 元素, d 为 O 元素, 同周期主族元素, 随核电荷数增大非金属性逐渐增强, 同主族元素, 随核电荷数增大非金属性逐渐减弱, 则元素 h、c、d 的非金属性由强到弱的顺序是 $\text{O} > \text{N} > \text{Si}$ 。

(2) 题中所给元素中, 原子半径最大的元素对应的单质为金属 K, d 为 O 元素, 其简单氢化物为 H_2O , 二者反应生成氢氧化钾和氢气, 反应的离子方程式为 $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{K}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(3) 向 NaBr 溶液中通入过量氯气, 充分反应后, 观察到溶液变为橙黄色, 说明 Br^- 被氧化为 Br_2 ; 将分液漏斗中的液体滴入试管内, KI 溶液变为棕黄色, 说明 I^- 被氧化为 I_2 。该实验中, 分液漏斗中存在过量氯气, 过量的氯气也能氧化碘离子, 干扰检验结果。

(4) d 为 O 元素, e 为 Na 元素, 二者简单离子核外电子排布相同, 核电荷数越大, 离子半径越小, 则离子半径更大的是 O^{2-} 。

(5) 第三、四周期的第 I A、II A 族元素的原子序数相差 8, 第 IIIA~VIIA 族元素的原子序数相差 18, 原子序数为 31 的元素与第三周期第 IIIA 族的 Al 元素的原子序数相差 18, 在周期表中的位置为第四周期第 IIIA 族。x 与 Al 同族且在 Al 下方, 为金属元素, 故 A 错误; x 与 Al 同族, 与 Al 的性质相似, 元素 m 为 Cl, 非金属性: $\text{Cl} > \text{Al} > \text{x}$, 非金属性越强, 其最高价氧化物对应水化物的酸性越强, 则最高价氧化物对应水化物的酸性: $\text{x} < \text{m}$, 故 B 错误; x 位于周期表中金属与非金属的分界处, 能用于制半导体, 故 C 正确; x 在周期表中的位置为第四周期第 IIIA 族, 则最高正价为 +3 价, 故 D 正确。

第三节 化学键

变式训练

1-1. D 【解析】 NH_4Cl 中铵根离子与氯离子之间存在离子键, 氮原子和氢原子之间存在共价键, A 不符合题意; 氢氧化钠中钠离子与氢氧根离子之间存在离子键, 氧原子与氢原子之间存在共价键, B 不符合题意; 过氧化钠中钠离子与过氧根离子之间存在离子键, 两个氧原子之间存在共价键, C 不符合题意; 甲烷中碳原子与氢原子之间只存在共价键, D 符合题意。

1-2. D 【解析】 Cl_2 分子中 Cl 原子和 Cl 原子之间只存在共价键, CaCl_2 中钙离子和氯离子之间只存在离子键, 化学键类型不同, A 不符合题意; H_2O_2 分子中 H 原子和 O 原子之间、O 原子与 O 原子之间都只存在共价键, Na_2O_2 中钠离子和过氧根离子之间存在离子键, O_2^{2-} 中 O 原子与 O 原子之间存在共

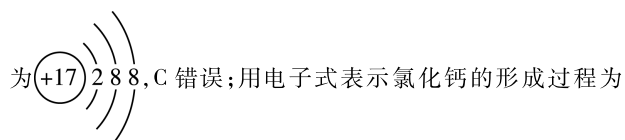
价键,化学键类型不同,B不符合题意; CO_2 中C原子和O原子之间存在共价键,Ar为单原子分子,不存在化学键,C不符合题意; NaCl 和 Na_2O 均只含离子键,化学键类型相同,D符合题意。

1-3.D 【解析】 CS_2 分子的结构式为 $\text{S}=\text{C}=\text{S}$,分子中存在极性共价键,A正确; NaOH 晶体由 Na^+ 、 OH^- 构成,阴、阳离子间形成离子键,O、H原子之间形成共价键,B正确; HCl 气体溶于水时,H、Cl之间的共价键发生断裂,C正确; BF_3 的电子式为 $\begin{array}{c} \text{F}:\text{B}:\text{F}: \\ :\text{F}: \end{array}$, BF_3 分子中F原子最外电子层具有8电子稳定结构,但B原子最外电子层不具有8电子稳定结构,D错误。

2-1.C 【解析】 AlCl_3 由铝元素和氯元素组成,但它是共价化合物,A错误;离子化合物中的阳离子不一定是金属离子,如 NH_4Cl 中阳离子为 NH_4^+ ,B错误;溶于水能导电的化合物可能是共价化合物,如 HCl ,D错误。

3-1.A 【解析】过氧化钠中含有离子键、非极性共价键,二氧化碳中含有极性共价键,碳酸钠中含有离子键、极性共价键,氧气中含有非极性共价键, $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 反应中同时有离子键、极性共价键和非极性共价键的断裂和形成,A正确; $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$ 反应中没有离子键的断裂,B错误; $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow$ 反应中没有非极性共价键的断裂和形成,C错误; $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ 反应中没有非极性共价键的断裂和形成,D错误。

4-1.A 【解析】结构式是指用一根短线“—”表示一个共用电子对的式子,故 CO_2 的结构式为 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$,A正确;次氯酸的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{Cl}}:$,B错误; Cl^- 的离子结构示意图



为 $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \times \end{array} + \begin{array}{c} \text{Ca} \\ \times \end{array} + \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \times \end{array} \longrightarrow [\text{Cl}:\ddot{\text{Cl}}:]^- \text{Ca}^{2+} [\text{Cl}:\ddot{\text{Cl}}:]^-$,D错误。

越刷越强

1.C 【解析】 CaCl_2 是由 Ca^{2+} 与2个 Cl^- 通过离子键结合形成的离子化合物,只含有离子键,A错误; H_2SO_4 是由H、O、S原子通过共用电子对形成的共价化合物,在分子内存在共价键,不存在离子键,B错误; NaOH 是由 Na^+ 与 OH^- 通过离子键结合形成的离子化合物,其阴离子 OH^- 中H、O之间以共价键结合,因此 NaOH 中含有共价键和离子键,C正确; CO_2 是由C、O原子通过共用电子对形成的共价化合物,在分子内不存在离子键,D错误。

2.B 【解析】 NaCl 溶于水,只有离子键的断裂,没有新的化学键形成,属于物理变化,A错误;氯化铵受热分解生成 HCl 和 NH_3 ,有旧的化学键断裂、新的化学键形成,属于化学变化,B

正确;冰经加热变成水蒸气,没有化学键的断裂和形成,属于物理变化,C错误;氯化氢溶于水,有共价键的断裂,但没有新的化学键形成,属于物理变化,D错误。

3.A 【解析】 H_2O_2 为共价化合物,电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$,①错误;

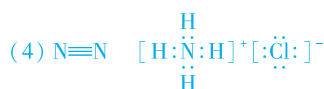
碳原子最外层有4个电子,电子式为 $\cdot\dot{\text{C}}\cdot$,②错误; NH_3 分子的结构式为 $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$,③错误; KCl 是由K和 Cl^- 形成的离子化

合物,用电子式表示其形成过程: $\text{K} \times + \begin{array}{c} \times \\ \text{Cl} \\ \times \end{array} \longrightarrow \text{K}^+ [\text{Cl}:\ddot{\text{Cl}}:]^-$,④错误;核素的表示方法为元素符号左下角为质子数,左上角为质量数, M^{2+} 核外有a个电子,则其原子核外有(a+2)个电子,原子核外电子数等于其质子数,核内有b个中子,质量数等于质子数加中子数,则质量数为(a+2+b),故原子符号: ${}_{a+2}^{a+b+2}\text{M}$,⑤正确。

4.B 【解析】 HCl 分子内H、Cl原子间以共价键结合,属于共价化合物,溶于水时共价键被破坏,电离出 H^+ 、 Cl^- ,A错误; NaHCO_3 是离子化合物, Na^+ 、 HCO_3^- 间是离子键, HCO_3^- 中原子间是共价键,它受热分解生成 Na_2CO_3 、 CO_2 和 H_2O 时,离子键、共价键都被破坏,B正确; He 、 CO_2 和 CH_4 都是由分子构成的,其中He是单原子分子,分子内无化学键,而 CO_2 、 CH_4 分子内都存在共价键,C错误;碘晶体是分子晶体,分子间有范德华力,分子内有共价键,碘晶体受热变成碘蒸气是物理变化,吸收的热量用于克服碘分子间的范德华力,D错误。

5.B 【解析】 N_4 是只由N元素组成的纯净物,属于单质,A错误; N_4 分子中只含N—N非极性键,B正确、D错误;1个 N_4 分子中含6个N—N键,1 mol N_4 分子中含共价键数为 $6N_A$,C错误。

6. (1)③④⑥⑧ (2)②⑤⑦ (3)①



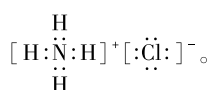
(5)③④ (6)⑤ (7)①②

【解析】(1) NaOH 中 Na^+ 与 OH^- 之间形成离子键,O与H之间形成共价键; Na_2O_2 中 Na^+ 与 O_2^{2-} 之间形成离子键,O与O之间形成共价键; NH_4Cl 中 NH_4^+ 与 Cl^- 之间形成离子键,N与H之间形成共价键; NaHSO_4 中 Na^+ 与 HSO_4^- 之间形成离子键,S与O、O与H之间形成共价键。

(2) H_2S 中H与S之间形成共价键, CO_2 中C与O之间形成共价键, H_2SO_4 中S与O、O与H之间形成共价键,则 H_2S 、 CO_2 、 H_2SO_4 均为共价化合物。

(3)同种元素原子之间形成的共价键为非极性键, N_2 中N与N之间为非极性键。

(4) N_2 的结构式为 $\text{N} \equiv \text{N}$; NH_4Cl 为离子化合物,电子式为



(5) NaOH 熔化时 Na^+ 与 OH^- 之间的离子键断裂, NaCl 溶解时 Na^+ 与 Cl^- 之间的离子键断裂。

(6) SO_2 溶解时 S 与 O 之间的共价键断裂。

(7) I_2 、蔗糖分子间均存在分子间作用力, I_2 升华、蔗糖溶于水时其分子间作用力被破坏, 内部化学键不断裂。

7. D 【解析】 $\text{V}^{5+}=\text{O}$ 在 “ $\text{V}^{5+}=\text{O}+\text{NH}_3 \longrightarrow \text{NH}_3-\text{V}^{5+}=\text{O}$ ” 中作反应物, 在 “ $\text{V}^{4+}-\text{OH}+\text{O}_2 \longrightarrow \text{V}^{5+}=\text{O}+\text{H}_2\text{O}$ ” 中作生成物, $\text{V}^{5+}=\text{O}$ 参与了反应, A 正确; 所含元素化合价降低的反应物作氧化剂, 体现氧化性, 该转化过程中, NO 和 O_2 都表现了氧化性, B 正确; 反应过程中涉及氧气中氧原子之间非极性共价键的断裂和氮气中氮原子之间非极性共价键的形成, C 正确; 由题图可知, 该反应的反应物是 NH_3 、NO、 O_2 , 生成物是 N_2 、 H_2O , D 错误。

8. D 【解析】根据结构简式可知, W 形成 4 个共价键, X 形成 3 个共价键, Y 形成 2 个共价键, Z 形成 1 个共价键, 短周期主族元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大, 则 W、X、Y、Z 分别为第 IVA、VA、VIA、VIIA 族元素, Y 与 Z 位于不同周期, 则 W、X、Y 为第二周期元素, Z 为第三周期元素, 即 W 为 C、X 为 N、Y 为 O、Z 为 Cl。一般情况下, 电子层数越多, 原子半径越大, 同周期主族元素从左到右, 原子半径逐渐减小, 则原子半径: $\text{Cl} > \text{C} > \text{N} > \text{O}$, A 错误; 题中没有指明是简单氢化物, 无法比较氢化物稳定性, B 错误; 未强调最高价氧化物对应水化物, 无法比较 C、N、Cl 的含氧酸酸性强弱, C 错误; 由题图可知化合物甲中所有原子最外层均满足 $8e^-$ 结构, D 正确。

9. (1) 第二周期第 VIA 族 $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+$

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

(3) H_2O

(4) 离子键 极性共价键(或极性键)

(5) $2\text{Na}_2\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Na}^++4\text{OH}^-+\text{O}_2\uparrow$

【解析】A 元素原子核内无中子, 则 A 为 H; B 元素的最高价氧化物对应的水化物能与其气态氢化物反应生成盐 F, 则 B 为 N, F 为硝酸铵; E 元素原子的最外层电子数是其次外层电子数的 $\frac{3}{4}$, 则 E 为 S; D 与 A 同主族, 且与 E 同周期, 则 D 为 Na; A、B、D、E 这四种元素, 每一种都能与 C 元素形成原子个数比不相同的若干种化合物, 则 C 为 O。

(1) O 在元素周期表中的位置是第二周期第 VIA 族; 一般电子层数越多, 离子半径越大, 电子层结构相同时, 核电荷数越大, 离子半径越小, O^{2-} 、 Na^+ 、 S^{2-} 的半径由大到小的顺序为 $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+$ 。

(2) H、Na 分别与 O 形成的原子个数比为 1:1 的化合物为 H_2O_2 、 Na_2O_2 , 其电子式分别为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ 、 $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{Na}^+$ 。

(3) H 与 O 形成的 10 电子微粒为 H_2O , H 与 S 形成的 18 电子微粒为 H_2S , 水分子间存在氢键, 沸点较高。

(4) 硝酸铵中 NO_3^- 与 NH_4^+ 间形成离子键, N 与 H、O 间均形成极性共价键(或极性键)。

(5) 过氧化钠能与水反应生成氧气, 该反应的离子方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Na}^++4\text{OH}^-+\text{O}_2\uparrow$ 。

第四章综合检测

1. D 【解析】 ^{14}C 原子与 C_{60} 中普通碳原子的中子数不同, 但质子数和电子数相同, 所以化学性质几乎完全相同, A 错误; ^{14}C 原子与 ^{14}N 原子中所含中子数分别为 8 和 7, 二者所含中子数不相同, B 错误; ^{14}C 属于碳原子, C_{60} 属于碳单质, 二者不互为同素异形体, C 错误; ^{14}C 与 ^{12}C 、 ^{13}C 的质子数相同、中子数不同, 都属于碳原子, 互为同位素, D 正确。

2. D 【解析】水分子的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$, A 错误; 原子符号左上角数字表示质量数, 中子数为 20 的钙原子, 其质量数 = 质子数 + 中子数 = $20+20=40$, B 错误; 根据氰胺的结构, 1 mol 氰胺分子中含有 6 mol 共用电子对, C 错误; CaCN_2 中含有离子键, 是一种离子化合物, D 正确。

3. C 【解析】 MgCl_2 的形成过程可表示为: $\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}:\text{Mg}:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}} \longrightarrow [\ddot{\text{Cl}}:]^-\text{Mg}^{2+}[:\ddot{\text{Cl}}:]^+$, A 错误; CO_2 中碳原子半径大于氧原子半径, B 错误; HClO 是共价化合物, 分子中 O 分别与 H、Cl 原子成键, 其结构式为 $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$, C 正确; CCl_4 分子中, Cl 原子最

外层满足 8 电子稳定结构, 其电子式为: $\begin{array}{c} :\ddot{\text{Cl}}: \\ :\ddot{\text{Cl}}:\text{C}:\ddot{\text{Cl}}: \\ :\ddot{\text{Cl}}: \end{array}$, D 错误。

4. A 【解析】结合题图可知 A 为 O, B 为 Na, C 为 Al。从题图中可看出离 O 点越远的元素, 其原子半径不一定越大, 如 Cl 元素距离 O 点比 Na 元素距离 O 点远, 但 Na 的原子半径大于 Cl, A 错误; 结合题图中的点对应的元素可知虚线相连的元素均处于同一族, B 正确; Na、Al 的最高价氧化物对应的水化物分别为 NaOH 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 二者可发生反应生成 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, C 正确; O 和 Na 形成的 Na_2O_2 中含离子键和共价键, D 正确。

5. C 【解析】 NaOH 中, Na^+ 与 OH^- 之间存在离子键, O 与 H 之间存在极性共价键, MgCl_2 中只含有离子键, 化学键类型不同, A 错误; 由 N、H、O 三种元素组成的化合物可以是铵盐, 如 NH_4NO_3 , NH_4NO_3 中含有共价键和离子键, B 错误; 冰中水分子间以氢键结合成排列规整的晶体, 空隙较大, 所以冰的密度小于液态水, C 正确; PCl_5 中含有 5 个 P—Cl 键, P 原子最外层有 10 个电子, D 错误。

关键点拨 分子中原子是否达到 8 电子稳定结构的判断方法

- (1) 经验规律法:若每个原子的最外层电子数+化合价 $|I|=8$,则达到 8 电子稳定结构。
- (2) 试写结构法:可写出该物质的结构式或电子式,再结合原子的最外层电子数进行判断,若原子形成的共价键数=8-最外层电子数,则该原子满足 8 电子稳定结构。

6. C 【解析】多电子的原子中,在离核较近的区域内运动的电子能量较低,A 错误;碱金属单质的熔点从 Li 到 Cs 逐渐降低,B 错误;由卤族元素单质及其化合物性质可知,AgCl、AgBr、AgI 均不溶于水,推测 AgAt 也不溶于水,C 正确;原子最外层电子层有 8 个电子(最外层为 K 层时,有 2 个电子)的结构是相对稳定的结构,D 错误。

7. B 【解析】由质量守恒可得: $W=30+1-4=27$,设 X 原子的最外层电子数为 x ,由元素 X、Y 的电子层数相同且最外层电子数之和为 8 可得 $x+x+2=8$,解得 $x=3$,Y 的质量数为 30,则 X 为 Al 元素、Y 为 P 元素。由分析可知,X 的质量数是 27, $^{27}_{13}\text{Al}$ 的相对原子质量近似为 27,A 错误;铝元素、磷元素都能与氯元素形成三氯化物:三氯化铝、三氯化磷,B 正确;同周期主族元素,从左到右,原子半径依次减小,则 Al 的原子半径大于 P,C 错误;磷元素可以形成磷酸、亚磷酸、偏磷酸等多种含氧酸,D 错误。

8. C 【解析】X、Y、Z、M、W 为五种短周期元素。X、Y、Z 是原子序数依次增大的同周期元素,且最外层电子数之和为 15,X 与 Z 可形成 XZ_2 分子,假设 XZ_2 为 CO_2 ,C、N、O 最外层电子数之和恰好为 15,则假设成立,X、Y、Z 分别为 C、N、O;Y 与 M 形成的简单气态化合物在标准状况下的密度为 $0.76 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,其摩尔质量为 $0.76 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 M 为 H 元素;W 的质子数是 X、Y、Z、M 四种元素质子数之和的 $\frac{1}{2}$,即 W 的质子数为 $\frac{1}{2} \times (6+7+8+1) = 11$,则 W 为 Na 元素。N 的简单气态氢化物的热稳定性要强于 C,是因为 N 的非金属性强于 C,与氢键无关,A 错误; Na_2O_2 属于离子化合物,B 错误;C 在自然条件下有多种同素异形体存在,如金刚石、石墨等,C 正确;由 C、N、O、H 四种元素形成的化合物不一定既有离子键又有共价键,如 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 中只含有共价键,D 错误。

9. D 【解析】已知 W、X、Y、Z 为短周期元素,m 为 Y 的单质,且通常为无色无味气体,则 m 可能为 N_2 、 O_2 ,Y 为 N 或 O;由题图可知,a 和 m 反应生成 b 和 c,b、c 与离子化合物 d 反应均可生成 m,结合元素化合物知识可知,d 为 Na_2O_2 ,m 为 O_2 ,则 b、c 分别为 H_2O 、 CO_2 中一种,e、f 分别对应为 NaOH 、 Na_2CO_3 中一种,可知 W、X、Y、Z 分别为 H、C、O、Na。原子半径: $\text{H} <$

$\text{O} < \text{C} < \text{Na}$,A 错误;单质的氧化性: $\text{O}_2 > \text{H}_2$,则简单阴离子还原性: $\text{O}^{2-} < \text{H}^-$,B 错误;a 在 O_2 中燃烧生成 CO_2 和 H_2O ,则 a 中一定含有 C、H 两种元素,可能含有 O 元素,C 错误; CO_2 和 H_2O 分别与 Na_2O_2 反应时, Na_2O_2 中氧元素的化合价既降低又升高, Na_2O_2 在两个反应中均既是氧化剂又是还原剂,D 正确。

10. B 【解析】M、Y、Z、N 位于同一短周期且原子序数依次增大,Y 的一种同位素可用于考古断代,可推知 Y 为 C 元素;结合该化合物中 Z 形成 3 个共价键,可知 Z 为 N 元素,N 只能形成 1 个共价键,则 N 为 F 元素;题中复杂阴离子带 1 个单位负电荷,可知 M 为 B 元素。 NH_3 分子间存在氢键,其沸点高于 CH_4 ,A 正确;非金属性: $\text{N} > \text{B}$,则最高价氧化物对应水化物的酸性:硝酸>硼酸,B 错误;同周期主族元素从左到右原子半径逐渐减小,即原子半径: $\text{B} > \text{C} > \text{N} > \text{F}$,C 正确;阴离子的电子式为 $[\text{B}(\text{F})_3]^-$,阴离子中所有原子最外层均满足 8 电子稳定结构,D 正确。

11. (1) 未加热时没有明显的现象 加热后,镁条表面有气泡生成,镁条周围的溶液由无色变成红色

(2) ③ 分别向盛有相同浓度的 MgCl_2 溶液和 AlCl_3 溶液的试管中滴加 NaOH 溶液至过量

(3) 同周期主族元素,随着原子序数的递增,金属性逐渐减弱

【解析】(1) 镁条在常温下几乎和水不反应,但将水加热至沸腾时,镁条能和水反应生成氢氧化镁和氢气,镁条表面产生气泡,且溶液由无色变成红色。

(2) 根据镁条和铝条与相同浓度的稀盐酸反应的剧烈程度,可比较二者的化学性质的差异。还可以分别向盛有相同浓度的 MgCl_2 溶液和 AlCl_3 溶液的试管中滴加 NaOH 溶液至过量,根据实验现象不同,比较 Mg、Al 的金属性强弱。

(3) 根据实验①②可知金属性: $\text{Na} > \text{Mg}$,根据实验③可知金属性: $\text{Mg} > \text{Al}$,即由整个实验可知金属性: $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$,即可得出结论:同周期主族元素,随着原子序数的递增,金属性逐渐减弱。

12. (1) F 第四周期第 VIIA 族

(2) 高氯酸 (3) $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{Ca}^{2+}$

(4) $\text{H}:\ddot{\text{S}}:\text{H}$ (5) bc

(6) $> 2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$

【解析】由元素在周期表中的位置可知①为 H,②为 F,③为 Na,④为 Al,⑤为 S,⑥为 Cl,⑦为 Ca,⑧为 Br。

(1) 同一周期从左到右主族元素的非金属性逐渐增强,同一主族从上到下元素的非金属性逐渐减弱,故题中八种元素非金属性最强的是 F;元素⑧为 Br,在周期表中位于第四周期第 VIIA 族。

(2) 元素非金属性越强,最高价氧化物对应的水化物酸性越强,F没有最高正价,剩余元素中非金属性最强的是氯,则最高价氧化物对应的水化物的酸性最强的是高氯酸。

(3) 与 Ar 具有相同电子层结构的简单离子对应的原子为与 Ar 同周期的非金属元素和下一周期的金属元素,有 S^{2-} 、 Cl^- 、 Ca^{2+} ;三种离子核外电子排布相同,核电荷数越大,离子半径越小,离子半径的大小顺序是 $S^{2-} > Cl^- > Ca^{2+}$ 。

(4) 氢元素与硫元素形成的 18 电子微粒为 H_2S ,电子式为 $H:\ddot{S}:H$ 。

(5) ⑤为 S,⑥为 Cl,两种元素形成的单质为硫和氯气,单质的沸点高低与单质形态、分子间作用力等因素有关,与非金属性强弱无关,a 错误;非金属元素单质越易与 H_2 化合,非金属性越强,可以通过比较⑤⑥两种元素单质与 H_2 化合的难易程度比较非金属性强弱,b 正确;非金属元素简单氢化物越稳定,非金属性越强,可以通过比较⑤⑥两种元素简单氢化物的稳定性比较非金属性强弱,c 正确;非金属元素非金属性越强,最高价氧化物的水化物酸性越强,选项没有说明是最高价氧化物的水化物,d 错误。

(6) ③为 Na,④为 Al,同一周期从左到右,元素金属性逐渐减弱,金属性:③>④;③的最高价氧化物的水化物是氢氧化钠,铝是两性金属,可以与氢氧化钠反应,反应的化学方程式为 $2Al+2NaOH+6H_2O \rightleftharpoons 2Na[Al(OH)_4]+3H_2 \uparrow$ 。

13. (1) AD (2) ①9 ②AB ③AB

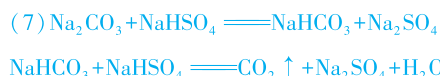


【解析】(1) 硒(Se)与硫位于同一主族,最外层均有 6 个电子,且均为非金属元素,最低负价均为 -2 价,A 正确;S 的氧化物对应的水化物有 H_2SO_3 、 H_2SO_4 ,Se 与 S 同族,性质相似,则 Se 的氧化物对应的水化物有 H_2SeO_3 和 H_2SeO_4 ,由于 Se 的非金属性弱于 S,因此酸性大小关系为 $H_2SO_3 > H_2SeO_3$, H_2SO_3 是弱酸,则 H_2SeO_3 为弱酸,B 错误;O 的非金属性强于 Se,故 H_2O 的稳定性强于 H_2Se ,C 错误;Se 的最高正价为 +6 价,最低负价为 -2 价, SeO_2 中 Se 的化合价为 +4 价,处于中间价态,既有氧化性又有还原性,D 正确。

(2) ①砷是氮族元素,在 15 号 P 元素的下一周期,故其原子序数为 $15+18=33$,质子数为 33,中子数=质量数-质子数= $75-33=42$,故中子数比质子数多 9。② NH_4Cl 是离子化合物, PH_4I 与 NH_4Cl 性质相似,因此也属于离子化合物, PH_4^+ 与 I^- 之间存在离子键, PH_4^+ 内 P 与 H 之间存在共价键,A 正确; NH_4Cl 能与 NaOH 反应生成 NH_3 ,因此 PH_4I 也能与 NaOH 反应,B 正确;加热 NH_4Cl 分解生成 NH_3 和 HCl,加热 PH_4I 分解生成 PH_3 和 HI,但 HI 受热不稳定,加热时会分解生成 H_2 和 I_2 ,因此加热 PH_4I 与加热 NH_4Cl 分解得到的产物种类不一样,C 错误。③ 非金属性越强,简单氢化物的热稳定性越强,N 的非金属性比 P 强,因此热稳定性大小关系

为 $NH_3 > PH_3$,A 正确;非金属性越强,最高价氧化物对应水化物的酸性越强,N 的非金属性比 As 强,因此酸性强弱关系为 $HNO_3 > H_3AsO_4$,B 正确;As 为非金属元素,其氧化物的水化物属于酸,C 错误;第 V A 族元素随原子序数增大,其简单离子电子层数依次增多,离子半径依次增大,D 错误。

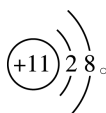
(2) As_2O_3 中 As 的化合价为 +3 价, H_3AsO_4 中 As 的化合价为 +5 价,因此 As_2O_3 与稀 HNO_3 发生氧化还原反应,稀 HNO_3 被还原为 NO,根据得失电子守恒及原子守恒可得反应的化学方程式为 $3As_2O_3 + 4HNO_3 + 7H_2O \rightleftharpoons 6H_3AsO_4 + 4NO \uparrow$ 。



【解析】带 1 个单位电荷的阳离子的最外层电子数比电子层数多 6,可知 B 为 Na 元素;C 原子最外层电子数为 K 层电子数的 2 倍,A 原子 M 层比 C 原子 L 层多 3 个电子,可知 C 为 C 元素,A 为 Cl 元素;D 原子 M 层和最内层电子数之和等于 B 原子 L 层电子数的 $\frac{1}{2}$,则 D 原子 M 层电子数为 2,D 为 Mg 元素;E 原子最外层电子数是最内层的 3 倍,则 E 为 O 元素或 S 元素。

(1) 元素 C 的名称是碳。

(2) 元素 B 形成的阳离子是 Na^+ , Na^+ 的结构示意图为



(3) 元素 E 阴离子为 O^{2-} 或 S^{2-} ,电子式为 $[:\ddot{O}:]^{2-}$ 或 $[:\ddot{S}:]^{2-}$ 。

(4) 元素 A 的离子是 Cl^- ,有 18 个电子,比其少 8 个电子的两核阴离子是 OH^- ,五核阳离子是 NH_4^+ 。

(5) 元素 D 与氮元素形成化合物的化学式为 Mg_3N_2 ,其与水发生复分解反应生成氢氧化镁沉淀和氨气,化学方程式为 $Mg_3N_2 + 6H_2O \rightleftharpoons 3Mg(OH)_2 + 2NH_3 \uparrow$ 。

(6) Mg_3N_2 与盐酸反应生成氯化镁和氯化铵两种盐,化学式为 $MgCl_2$ 、 NH_4Cl 。

(7) 向 Na_2CO_3 溶液中逐滴加入 $NaHSO_4$ 溶液,未看到有气泡产生,但溶液中 $n(CO_3^{2-})$ 减小,是由于 CO_3^{2-} 先转化为 HCO_3^- ,此过程中反应的化学方程式是 $Na_2CO_3 + NaHSO_4 \rightleftharpoons NaHCO_3 + Na_2SO_4$,继续加入 $NaHSO_4$ 溶液,生成二氧化碳气体,化学方程式为 $NaHCO_3 + NaHSO_4 \rightleftharpoons CO_2 \uparrow + Na_2SO_4 + H_2O$ 。