

# 2012 年天津市高考化学试卷解析版

## 参考答案与试题解析

一、每题 6 分，共 36 分，只有一项是最符合题目要求的。

1. (6 分) 根据下列物质的化学性质，判断其应用错误的是 ( )

- A. 酒精能使蛋白质变性，可用于杀菌消毒
- B. CaO 能与  $\text{SO}_2$  反应，可作工业废气的脱硫剂
- C. 明矾水解时产生具有吸附性的胶体粒子，可作漂白剂
- D. 镧镍合金能大量吸收  $\text{H}_2$  形成金属氢化物，可作储氢材料

【考点】14: 物质的组成、结构和性质的关系.

【专题】52: 元素及其化合物.

【分析】A. 蛋白质的性质和生理功能发生改变的现象称为蛋白质的变性，酒精能使蛋白质变性；

B. 根据反应  $\text{SO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSO}_3$  解答；

C. 明矾溶于水可以形成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  胶体，胶体吸附悬浮物质而沉降，起净水作用，是常用的净水剂；

D. 储氢合金是一类能够大量吸收  $\text{H}_2$ ，并与  $\text{H}_2$  结合成金属氢化物的材料；

【解答】解：A. 体积分数为 75% 的酒精溶液常用于灭菌消毒，此浓度杀菌力最强。在 75% 的酒精作用下，乙醇能渗入细胞内，使蛋白质凝固变性，从而起到杀菌的作用，故 A 正确；

B. 工业上经常在煤中加入氧化钙制成“环保煤”，以减少二氧化硫的排放，此反应的化

学方程式为： $\text{SO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSO}_3$ ，CaO 可作工业废气的脱硫剂，故 B 正确；

C. 明矾用作废水处理的混凝剂，明矾溶于水可以形成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  胶体，胶体具有很大的表面积，吸附悬浮物质而沉降，起净水作用，是常用的净水剂，明矾没有氧化性也不能吸附颜色，不作漂白剂，故 C 错误；

D. 镍和镧组成的一种合金  $\text{LaNi}_x$  是较好的储氢材料，能快速可逆地存储和释放  $\text{H}_2$ ，其储氢原理为：镧镍合金吸附  $\text{H}_2$ ， $\text{H}_2$  解离为原子，H 储存在其中形成  $\text{LaNi}_x\text{H}_6$ ，故 D 正确。故选：C。

【点评】本题主要考查了蛋白质的变性、煤的脱硫、明矾的净水、储氢合金等知识，较为综合，题目有一定的难度，平时注意基础知识的全面掌握。

2. (6分) 下列单质或化合物性质的描述正确的是 ( )

- A.  $\text{NaHSO}_4$  水溶液显中性
- B.  $\text{SiO}_2$  与酸、碱均不反应
- C.  $\text{NO}_2$  溶于水时发生氧化还原反应
- D. Fe 在足量  $\text{Cl}_2$  中燃烧生成  $\text{FeCl}_2$  和  $\text{FeCl}_3$

【考点】D3: 电解质在水溶液中的电离; EK: 氮的氧化物的性质及其对环境的影响; FH: 硅和二氧化硅; GM: 铁的化学性质。

【专题】51G: 电离平衡与溶液的 pH 专题; 52: 元素及其化合物。

【分析】A.  $\text{NaHSO}_4$  在水中能电离出氢离子显酸性;

B. 氢氟酸能和二氧化硅反应, 氢氧化钠能和二氧化硅反应;

C.  $\text{NO}_2$  与水反应为  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ , 反应中只有氮元素的化合价发生变化,  $\text{NO}_2$  既是氧化剂也是还原剂;

D. 氯气和金属反应生成高价金属, 能将铁氧化成+3 价的铁, 氯气和金属铁反应的产物是氯化铁。

【解答】解: A.  $\text{NaHSO}_4$  在水中的电离方程式为:  $\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$  溶液呈酸性, 故 A 错误;

B. 氢氟酸能和二氧化硅发生  $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ , 玻璃中含有二氧化硅, 常用此反应在玻璃上刻字; 氢氧化钠能和二氧化硅发生  $2\text{NaOH} + \text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , 实验室盛放氢氧化钠溶液的试剂瓶不能用玻璃塞, 其原因是玻璃中的  $\text{SiO}_2$  与  $\text{NaOH}$  反应, 生成具有粘性的  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , 会粘住瓶塞, 故 B 错误;

C.  $\text{NO}_2$  与水反应为  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ , 反应中氮元素的化合价发生变化, 由  $\text{NO}_2$  中+4 价升高为  $\text{HNO}_3$  中+5 价, 由  $\text{NO}_2$  中+4 价降低为  $\text{NO}$  中+2 价,  $\text{NO}_2$  既是氧化剂也是还原剂, 故 C 正确;

D. 氯气具有强氧化性, 金属铁具有较强的还原性, 氯气和金属反应生成高价金属, 能将铁氧化成+3 价的铁, 氯气和金属铁反应的产物是氯化铁,  $\text{Cl}_2$  与铁粉加热时发生反应的

点燃

化学方程式为  $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$ , 故 D 错误;

故选: C。

**【点评】** 本题主要考查了元素化合物的知识，考查角度广，要求学生具有分析和解决问题的能力，平时注意相关知识的积累，题目难度中等。

3. (6分) 下列叙述正确的是 ( )

- A. 乙酸与丙二酸互为同系物
- B. 不同元素的原子构成的分子只含极性共价键
- C.  ${}_{92}^{235}\text{U}$  和  ${}_{92}^{238}\text{U}$  是中子数不同质子数相同的同种核素
- D. 短周期第IVA与VIIA族元素的原子间构成的分子，均满足原子最外层8电子结构

**【考点】** 33: 同位素及其应用; I2: 芳香烃、烃基和同系物。

**【专题】** 51B: 原子组成与结构专题; 51C: 元素周期律与元素周期表专题; 51D: 化学键与晶体结构; 53: 有机化学基础。

**【分析】** A. 结构相似，分子组成上相差1个或者若干个 $\text{CH}_2$ 基团的化合物互称为同系物;

B. 同种非金属元素之间形成非极性共价键，不同非金属元素之间形成极性共价键;

C. 核素是指具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子;

D. . IVA (用X表示) 与VIIA (用Y表示) 形成的化合物为 $\text{XY}_4$ 。

**【解答】**解 A. 乙酸含有一个羧基，丙二酸含有2个羧基，结构不相似，不互为同系物，故A错误;

B. 如 $\text{H}_2\text{O}_2$ 分子，分子中含有一个O-O非极性键，故B错误;

C.  ${}_{92}^{235}\text{U}$  和  ${}_{92}^{238}\text{U}$  的中子数不同，不是相同的同种核素，故C错误;


D. IVA (用X表示) 与VIIA (用Y表示) 形成的化合物为 $\text{XY}_4$ ，X形成四个键，加上原来的4个电子，最外层共8个电子，每个Y形成一个键，加上原来的7个电子，共8个电子，故D正确。

故选: D。

**【点评】** 本题考查同系物、极性键、核素等，题目难度不大，注意知识的积累。

4. (6分) 完成下列实验所选择的装置或仪器 (夹持装置已略去) 正确的是 ( )



A.  用 $\text{CCl}_4$ 提取溴水中的 $\text{Br}_2$



B. 除去乙醇中的苯酚



C. 从 KI 和 I<sub>2</sub> 的固体混合物中回收 I<sub>2</sub>



D. 配制 100mL 0.1000mol·L<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 溶液

**【考点】** U5: 化学实验方案的评价.

**【专题】** 25: 实验评价题.

**【分析】** A. 萃取剂的选择必须符合下列条件: 溶质在萃取剂中的溶解度比在原溶剂中要大; 萃取剂与原溶剂不相溶; 萃取剂与溶质不反应;

B. 苯酚易溶于乙醇;

C. 碘单质易升华;

D. 烧杯用来粗略配制溶液.

**【解答】** 解: A. 溴单质易溶于四氯化碳, 且四氯化碳与水互不相溶, 故 A 正确;

B. 苯酚易溶于乙醇, 能透过滤纸, 不能用过滤分离, 故 B 错误;

C. 加热后, 碘单质易升华, 剩余的是 KI, 故 C 错误;

D. 烧杯用来粗略配制溶液, 无法精确到 0.0001, 故 D 错误.

故选: A.

**【点评】** 本题考查萃取、分液、物质的分离、溶液的配制等, 难度不大, 注意萃取剂的选择必须符合下列条件: 溶质在萃取剂中的溶解度比在原溶剂中要大; 萃取剂与原溶剂不相溶; 萃取剂与溶质不反应.

5. (6分) 下列电解质溶液的有关叙述正确的是 ( )

A. 同浓度、同体积的强酸与强碱溶液混合后, 溶液的 pH=7

B. 在含有 BaSO<sub>4</sub> 沉淀的溶液中加入 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 固体, c(Ba<sup>2+</sup>) 增大

C. 含 1mol KOH 的溶液与 1mol CO<sub>2</sub> 完全反应后, 溶液中  $c(K^+) = c(HCO_3^-)$

D. 在 CH<sub>3</sub>COONa 溶液中加入适量 CH<sub>3</sub>COOH, 可使  $c(Na^+) = c(CH_3COO^-)$

【考点】DH: 难溶电解质的溶解平衡及沉淀转化的本质; DN: 离子浓度大小的比较.

【专题】16: 压轴题; 51G: 电离平衡与溶液的 pH 专题.

【分析】A、强酸强碱不一定是一元强酸和一元强碱;

B、依据沉淀溶解平衡分析, 在一定温度下溶度积为常数, 硫酸根离子浓度增大, 平衡逆向进行;

C、依据化学反应判断生成产物为碳酸氢钾, 碳酸氢根离子水解;

D、依据溶液中的电荷守恒计算判断;

【解答】解: A、强酸强碱不一定是一元强酸和一元强碱, 等浓度等体积混合可能酸过量或碱过量, 故 A 错误;

B、加入 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 固体, 硫酸根离子浓度增大, 平衡逆向进行, 钡离子浓度减小, 故 B 错误;

C、含 1mol KOH 的溶液与 1mol CO<sub>2</sub> 完全反应后生成碳酸氢钾, 碳酸氢根离子水解,  $c(K^+) > c(HCO_3^-)$ , 故 C 错误;

D、在 CH<sub>3</sub>COONa 溶液中加入适量 CH<sub>3</sub>COOH, 依据电荷守恒:  $c(H^+) + c(Na^+) = c(CH_3COO^-) + c(OH^-)$ , 当  $c(H^+) = c(OH^-)$  时,  $c(Na^+) = c(CH_3COO^-)$ , 故 D 正确;

故选: D.

【点评】本题考查了酸碱反应的溶液酸碱性判断, 溶液中离子浓度大小比较, 盐类水解的应用, 溶液中电荷守恒的应用, 沉淀溶解平衡的分析判断, 题目难度中等.

6. (6分) 已知  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ;  $\Delta H = -197kJ \cdot mol^{-1}$ . 向同温、同体积的三个密闭容器中分别充入气体: (甲) 2mol SO<sub>2</sub> 和 1mol O<sub>2</sub>; (乙) 1mol SO<sub>2</sub> 和 0.5mol O<sub>2</sub>; (丙) 2mol SO<sub>3</sub>. 恒温、恒容下反应达平衡时, 下列关系一定正确的是( )

A. 容器内压强 P:  $P_{甲} = P_{丙} > 2P_{乙}$

B. SO<sub>3</sub> 的质量 m:  $m_{甲} = m_{丙} > 2m_{乙}$

C. c(SO<sub>2</sub>) 与 c(O<sub>2</sub>) 之比 k:  $k_{甲} = k_{丙} > k_{乙}$

D. 反应放出或吸收热量的数值 Q:  $Q_{甲} = Q_{丙} > 2Q_{乙}$

【考点】CB: 化学平衡的影响因素.

【专题】16：压轴题；51E：化学平衡专题。

【分析】恒温恒容，甲与乙起始  $n(\text{SO}_2): n(\text{O}_2) = 2: 1$ ，甲等效为在乙的基础上增大一倍压强，平衡向正反应移动，故甲中转化率增大；丙按化学计量数转化到左边可得  $n(\text{SO}_2) = 2\text{mol}$ ， $n(\text{O}_2) = 1\text{mol}$ ，与甲为等效平衡，平衡时对应各组分的物质的量相等，据此结合选项解答；

【解答】解：恒温恒容，甲与乙起始  $n(\text{SO}_2): n(\text{O}_2) = 2: 1$ ，甲等效为在乙的基础上增大一倍压强，平衡向正反应移动，转化率增大；丙按化学计量数转化到左边可得  $n(\text{SO}_2) = 2\text{mol}$ ， $n(\text{O}_2) = 1\text{mol}$ ，与甲为等效平衡，平衡时对应各组分的物质的量相等，A、甲与丙为等效平衡，平衡时对应各组分的物质的量相等，故压强  $P_{\text{甲}} = P_{\text{丙}}$ ，甲等效为在乙的基础上增大一倍压强，平衡向正反应移动，故  $P_{\text{乙}} < P_{\text{甲}} < 2P_{\text{乙}}$ ，故  $P_{\text{甲}} = P_{\text{丙}} < 2P_{\text{乙}}$ ，故 A 错误；

B、甲与丙为等效平衡，平衡时对应各组分的物质的量相等，故质量  $m_{\text{甲}} = m_{\text{丙}}$ ，甲等效为在乙到达平衡的基础上，再加入  $1\text{mol SO}_2$  和  $0.5\text{mol O}_2$ ，增大压强，平衡向正反应移动， $\text{SO}_2$  转化率增大， $m_{\text{甲}} > 2m_{\text{乙}}$ ，故  $m_{\text{甲}} = m_{\text{丙}} > 2m_{\text{乙}}$ ，故 B 正确；

C、对于甲、乙， $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}_2$  起始物质的量之比等于化学计量数之比， $c(\text{SO}_2)$  与  $c(\text{O}_2)$  之比为定值  $2: 1$ ，丙为分解反应，丙中  $c(\text{SO}_2)$  与  $c(\text{O}_2)$  之比为  $2: 1$ ，故  $k_{\text{甲}} = k_{\text{丙}} = k_{\text{乙}} = 2$ ，故 C 错误；

D、甲与丙为等效平衡，平衡时对应各组分的物质的量相等，故  $Q_{\text{甲}} + Q_{\text{丙}} = 197$ ，甲等效为在乙的基础上增大一倍压强，平衡向正反应移动， $\text{SO}_2$  转化率增大，故  $Q_{\text{甲}} > 2Q_{\text{乙}}$ ，故 D 错误；

故选：B。

【点评】该题考查化学平衡移动与计算、反应热知识、等效平衡等，难度较大，注意构建甲、乙平衡建立的途径，注意理解等效平衡。

## 二、本卷共 4 题，共 64 分。

7. (14 分) X、Y、Z、M、G 五种元素分属三个短周期，且原子序数依次增大。X、Z 同主族，可形成离子化合物 ZX；Y、M 同主族，可形成  $\text{MY}_2$ 、 $\text{MY}_3$  两种分子。

请回答下列问题：

(1) Y 在元素周期表中的位置为 第二周期第 VIA 族。

(2) 上述元素的最高价氧化物对应的水化物酸性最强的是  $\text{HClO}_4$  (写化学式)，非金属气态氢化物还原性最强的是  $\text{H}_2\text{S}$  (写化学式)。

(3) Y、G 的单质或两元素之间形成的化合物可作水消毒剂的有 O<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub> 等 (写出其中两种物质的化学式)。

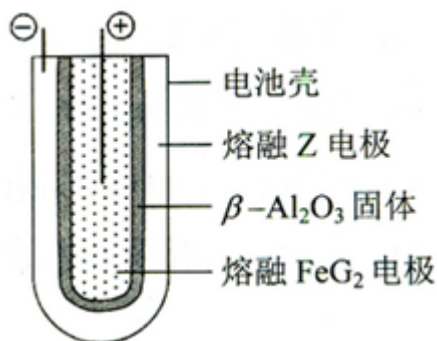
(4) X<sub>2</sub>M 的燃烧热  $\Delta H = -a \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 写出 X<sub>2</sub>M 燃烧反应的热化学方程式: 2H<sub>2</sub>S(g) + 3O<sub>2</sub>(g) = 2SO<sub>2</sub>(g) + 2H<sub>2</sub>O(l),  $\Delta H = -2a \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(5) ZX 的电子式为 Na<sup>+</sup>[:H]<sup>-</sup>; ZX 与水反应放出气体的化学方程式为 NaH + H<sub>2</sub>O = NaOH + H<sub>2</sub>↑。

(6) 熔融状态下, Z 的单质和 FeG<sub>2</sub> 能组成可充电电池(装置示意图如下), 反应原理为:

$2Z + \text{FeG}_2 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{Fe} + 2ZG$ . 放电时, 电池的正极反应式为 Fe<sup>2+</sup> + 2e<sup>-</sup> = Fe; 充电时,

钠 (写物质名称) 电极接电源的负极; 该电池的电解质为 β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。



**【考点】** 8J: 位置结构性质的相互关系应用。

**【专题】** 51C: 元素周期律与元素周期表专题。

**【分析】** X、Y、Z、M、G 五种元素分属三个短周期, 且原子序数依次增大, X 为主族元素, 所以 X 是 H 元素; X、Z 同主族, 可形成离子化合物 ZX, Y 为主族元素, 且 Z 原子序数大于 Y 原子序数, 所以 Z 是 Na 元素; Y、M 同主族, 可形成 MY<sub>2</sub>、MY<sub>3</sub> 两种分子, 所以 Y 是 O 元素, M 是 S 元素, G 是短周期主族元素, 所以 G 是 Cl 元素 (不考虑稀有气体), 据此解答。

**【解答】** 解: X、Y、Z、M、G 五种元素分属三个短周期, 且原子序数依次增大, X 为主族元素, 所以 X 是 H 元素; X、Z 同主族, 可形成离子化合物 ZX, Y 为主族元素, 且 Z 原子序数大于 Y 原子序数, 所以 Z 是 Na 元素; Y、M 同主族, 可形成 MY<sub>2</sub>、MY<sub>3</sub> 两种分子, 所以 Y 是 O 元素, M 是 S 元素, G 是短周期主族元素, 所以 G 是 Cl 元素 (不考虑稀有气体),

(1) Y 是 O 元素, O 原子有 2 个电子层, 最外层电子数为 6, 处于第二周期第 VIA 族,

故答案为：第二周期第VIA族；

(2) 非金属性越强，其相应的最高价含氧酸的酸性越强，这几种元素非金属性最强的是Cl元素，所以其最高价含氧酸的酸性最强的是高氯酸  $\text{HClO}_4$ ，非金属性越弱，气态氢化物还原性越强，还原性最强的气态氢化物是硫化物  $\text{H}_2\text{S}$ ，故答案为： $\text{HClO}_4$ ； $\text{H}_2\text{S}$ ；

(3) Y的单质  $\text{O}_3$ 、G的单质  $\text{Cl}_2$ 、二者形成的  $\text{ClO}_2$  可作消毒剂，故答案为： $\text{O}_3$ 、 $\text{Cl}_2$  等

(4)  $\text{H}_2\text{S}$  的燃烧热  $\Delta H = -a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，根据燃烧热的含义， $\text{H}_2\text{S}$  燃烧的热化学方程式生成物应该生成  $\text{SO}_2$ ，故  $\text{H}_2\text{S}$  燃烧反应的热化学方程式为： $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H = -2a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，

故答案为： $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H = -2a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；

(5) ZX 为  $\text{NaH}$ ，属于离子化合物，由钠离子与氢负离子构成，电子式为  $\text{Na}^+ [\text{H}]^-$ ，Na 与水反应是氢氧化钠与氢气，反应化学方程式为： $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ ，

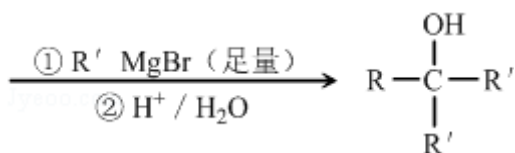
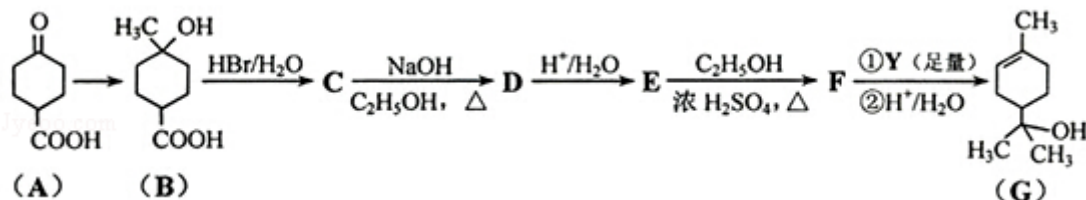
故答案为： $\text{Na}^+ [\text{H}]^-$ ； $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ ；

(6) 熔融状态下，Na 的单质和  $\text{FeCl}_2$  能组成可充电电池，反应原理为： $2\text{Na} + \text{FeCl}_2 \xrightleftharpoons[\text{放电}]{\text{充电}} \text{Fe} + 2\text{NaCl}$ 。放电时，为原电池，原电池的正极发生还原反应， $\text{Fe}^{2+}$  在正极放电生成 Fe，正极反应式为： $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Fe}$ ；充电时，为电解池，阴极发生还原，故 Na 电极接电源的负极，由电池结构可知，该电池的电解质为  $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ ，

故答案为： $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Fe}$ ；钠； $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ 。

**【点评】** 本题以元素推断为载体考查了元素化合物的性质，能正确判断元素是解本题的关键，注意 (5) 中  $\text{NaH}$  电子式书写氢负离子的电子式 2 个电子成对，不能分开。

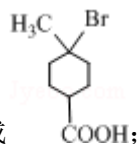
8. (18分) 萘品醇可作为消毒剂、抗氧化剂、医药和溶剂。合成 a-萘品醇 G 的路线之一如下：



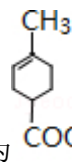
已知： $\text{RCOOC}_2\text{H}_5$

请回答下列问题：

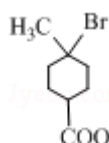




(4) 由 B 到 C 的反应条件可知, B 发生水解反应生成

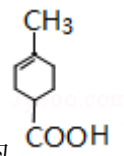


结合信息反应、G 的结构以 E→F 转化条件可知, F 为  $\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ , 故 E 发生酯化反应生成 F;

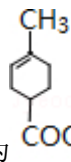


(5) 由反应条件可知,  $\text{COOH}$  在氢氧化钠醇溶液、加热条件下发生消去反应、同时发生中和反应生成  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COONa}$ ,

(6) 结合 G 的结构与反应信息可知, 试剂 Y 为  $\text{CH}_3\text{MgBr}$  等;



(7) 由 (5) 中分析可知,  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COONa}$  酸化生成 E, E 为  $\text{COOH}$ , 含有羧基与 C

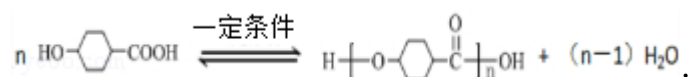


$=\text{C}$  双键, F 为  $\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ , 含有  $\text{C}=\text{C}$  双键、酯基, G 中含有  $\text{C}=\text{C}$  双键、醇羟基, 故选择试剂区别羧基、酯基、羟基即可, 利用羧基、羟基与钠反应, 酯基不反应, 碳酸氢钠与羧基反应, 据此进行区别;

(8) G 与  $\text{H}_2\text{O}$  催化加成得不含手性碳原子, 羟基接在连接甲基的不饱和 C 原子上。

**【解答】**解: (1) 由有机物 A 的结构可知, A 中含有羰基、羧基, 故答案为: 羰基、羧基;

(2) A 催化加氢生成 Z, 该反应为羰基与氢气发生加成反应, Z 为  $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ , 通过酯化反应进行的缩聚反应生成高聚物, 该反应方程式为

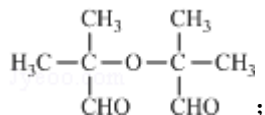


故答案为:  $n \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH} \xrightleftharpoons{\text{一定条件}} \text{H}-\left[\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})\right]_n-\text{OH} + (n-1) \text{H}_2\text{O};$

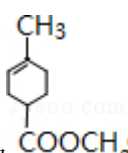
(3) 根据 B 的结构简可知 B 的分子式为  $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_3$ , B 的同分异构体中, 核磁共振氢谱有 2 个吸收峰, 说明分子中含有 2 种 H 原子, 由 B 的结构可知, 分子中 H 原子数目很多,

故该同分异构体为对称结构，为链状不饱和度为 2，能发生银镜反应，故含有醛基 2 个 -CHO，其余的 H 原子以甲基形式存在，另外的 O 原子为对称结构的连接原子，故符合条

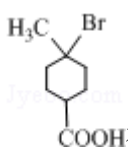
件的同分异构体的结构简式为：
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CHO} \quad \text{CHO} \end{array}$$
，故答案为： $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_3$ ；

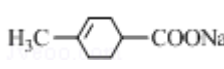
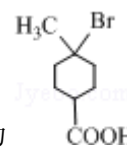


(4) 由 B 到 C 的反应条件可知，B 发生水解反应生成 ，属于取代反应，

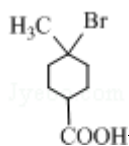
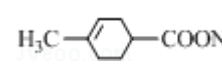
结合信息反应、G 的结构以 E→F 转化条件可知，F 为 ，故 E 发生酯化反应生成 F，

故答案为：取代反应；酯化反应；

(5) 由反应条件可知，在氢氧化钠醇溶液、加热条件下发生消去反应、同时

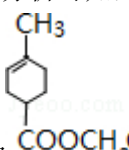
发生中和反应生成 ，C→D 的反应方程式为 +2NaOH

$$\xrightarrow[\Delta]{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} \text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COONa} + \text{NaBr} + 2\text{H}_2\text{O},$$

故答案为：+2NaOH  $\xrightarrow[\Delta]{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}$  +NaBr+2H<sub>2</sub>O；

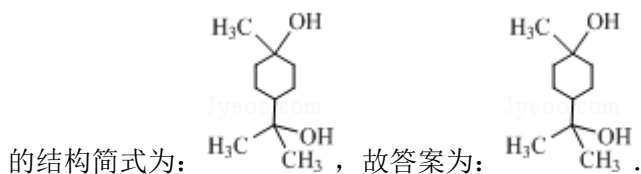
(6) 结合 G 的结构与反应信息可知，试剂 Y 为  $\text{CH}_3\text{MgBr}$  等，故答案为： $\text{CH}_3\text{MgBr}$ ；

(7) 由 (5) 中分析可知，酸化生成 E，E 为 ，含有羧基与 C

=C 双键，F 为 ，含有 C=C 双键、酯基，G 中含有 C=C 双键、醇羟基，利用羧基、羟基与钠反应，酯基不反应，区别出 F，再利用碳酸氢钠与羧基反应区别 G

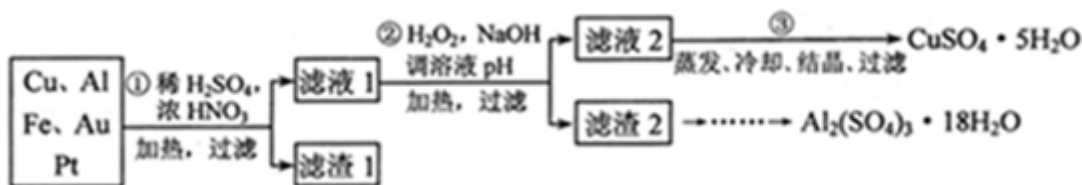
与 E，故答案为：Na；NaHCO<sub>3</sub> 溶液；

(8) G 与 H<sub>2</sub>O 催化加成得不含手性碳原子，羟基接在连接甲基的不饱和 C 原子上，H



**【点评】** 本题考查有机物的推断与合成，难度中等，充分利用有机物的结构、反应条件即反应信息进行判断，掌握官能团的性质与理解反应信息是关键，能较好的考查考生的阅读、自学能力和思维能力，是热点题型。

9. (18 分) 信息时代产生的大量电子垃圾对环境构成了极大的威胁。某“变废为宝”学生探究小组将一批废弃的线路板简单处理后，得到含 70%Cu、25%Al、4%Fe 及少量 Au、Pt 等金属的混合物，并设计出如图 1 制备硫酸铜和硫酸铝晶体的路线：



请回答下列问题：

(1) 第①步 Cu 与酸反应的离子方程式为  $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \xrightarrow{\text{加热}} \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  或

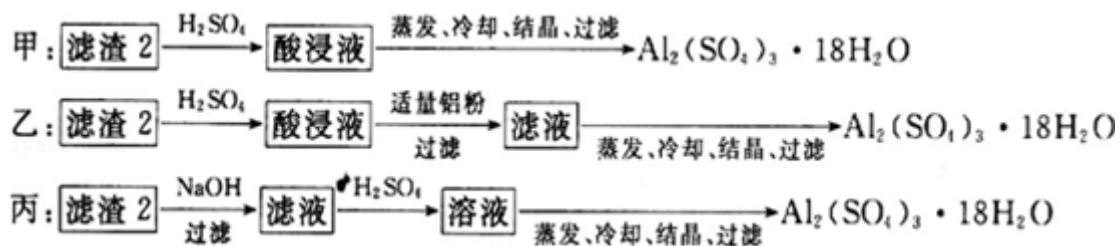
$3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \xrightarrow{\text{加热}} 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ；

得到滤渣 1 的主要成分为 Au、Pt。

(2) 第②步加 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的作用是 将 Fe<sup>2+</sup> 氧化为 Fe<sup>3+</sup>，使用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的优点是 不引入杂质，对环境无污染；调溶液 pH 的目的是使 Fe<sup>3+</sup>、Al<sup>3+</sup> 生成沉淀。

(3) 用第③步所得 CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 制备无水 CuSO<sub>4</sub> 的方法是 加热脱水。

(4) 由滤渣 2 制取 Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·18H<sub>2</sub>O，探究小组设计了三种方案：



上述三种方案中，甲 方案不可行，原因是 所得产品中含有较多 Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 杂质；

从原子利用率角度考虑，乙方案更合理。

(5) 探究小组用滴定法测定  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ( $M_r=250$ ) 含量。取  $a \text{ g}$  试样配成  $100\text{mL}$  溶液，每次取  $20.00\text{mL}$ ，消除干扰离子后，用  $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  EDTA ( $\text{H}_2\text{Y}^{2-}$ ) 标准溶液滴定至终点，平均消耗 EDTA 溶液  $b \text{ mL}$ 。滴定反应如下： $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} = \text{CuY}^{2-} + 2\text{H}^+$

写出计算  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  质量分数的表达式  $\omega =$   
$$\frac{c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times b \times 10^{-3} \text{ L} \times 250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 5}{a \text{ g}} \times 100\%$$
；

下列操作会导致  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  含量的测定结果偏高的是 c。

a. 未干燥锥形瓶      b. 滴定终点时滴定管尖嘴中产生气泡      c. 未除净可与 EDTA 反应的干扰离子。

**【考点】** GR：常见金属元素的单质及其化合物的综合应用；U3：制备实验方案的设计。

**【专题】** 16：压轴题；527：几种重要的金属及其化合物。

**【分析】** (1) 稀硫酸、浓硝酸混合酸后加热，Cu、Al、Fe 发生反应生成  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ ；所以滤渣 1 的成分是 Pt 和 Au，滤液 1 中的离子是  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ ；

(2) 过氧化氢具有氧化性且被还原为水，无杂质无污染；可以氧化亚铁离子为铁离子易于沉淀除去，调节溶液 PH 目的是铁离子和铝离子全部沉淀；第②步加  $\text{H}_2\text{O}_2$  的作用是把  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ，该氧化剂的优点是不引入杂质，产物对环境无污染。调溶液 PH 的目的是使  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Al}^{3+}$  形成沉淀。所以滤液 2 的成分是  $\text{Cu}^{2+}$ ，滤渣 2 的成分为氢氧化铁和氢氧化铝；

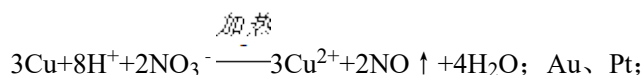
(3) 第③步由五水硫酸铜制备硫酸铜的方法应是在坩埚中加热脱水；

(4) 依据实验方案过程分析制备晶体中是否含有杂质，使用的试剂作用，原料的利用率，原子利用率因素分析判断；

(5) 依据滴定实验和反应离子方程式计算得到；滴定实验误差分析依据标准溶液消耗的多少进行分析判断；

**【解答】** 解：(1) 稀硫酸、浓硝酸混合酸后加热，Cu、Al、Fe 发生反应生成  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ ；所以滤渣 1 的成分是 Pt 和 Au，滤液 1 中的离子是  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ ；第①

步 Cu 与酸反应的离子方程式为： $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \xrightarrow{\text{加热}} \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  或



故答案为： $\text{Cu}+4\text{H}^{+}+2\text{NO}_3^{-}\xrightarrow{\text{加热}}\text{Cu}^{2+}+2\text{NO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$  或  $3\text{Cu}+8\text{H}^{+}+2\text{NO}_3^{-}\xrightarrow{\text{加热}}3\text{Cu}^{2+}+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}; \text{Au、Pt};$

(2) 第②步加  $\text{H}_2\text{O}_2$  的作用是将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ; 过氧化氢做氧化剂不引入杂质, 对环境无污染; 调节溶液 PH 铁离子和铝离子全部沉淀后过滤得到氢氧化铁、氢氧化铝沉淀和滤液硫酸铜, 故答案为: 将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ; 不引入杂质, 对环境无污染;  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ ;

(3) 第③步由五水硫酸铜制备硫酸铜的方法应是在坩埚中加热脱水;

故答案为: 加热脱水;

(4) 制备硫酸铝晶体的甲、乙、丙三种方法中, 甲方案在滤渣中只加硫酸会生成硫酸铁和硫酸铝, 冷却、结晶、过滤得到的硫酸铝晶体中混有大量硫酸铁杂质, 方法不可行; 乙和丙方法均可行; 乙方案先在滤渣中加  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 生成  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  和  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , 再加 Al 粉和  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  生成  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , 蒸发、冷却、结晶、过滤可得硫酸铝晶体; 丙方案先在滤渣中加 NaOH 和  $\text{Al}(\text{OH})_3$  反应生成  $\text{NaAlO}_2$ , 再在滤液中加  $\text{H}_2\text{SO}_4$  生成  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , 蒸发、冷却、结晶、过滤可得硫酸铝晶体; 但从原子利用角度考虑方案乙更合理, 因为丙加的 NaOH 和制备的  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  的原子组成没有关系, 造成原子浪费; 故答案为: 甲; 所得产品中含有较多  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  杂质; 乙;

(5) 取 a g 试样配成 100mL 溶液, 每次取 20.00mL, 消除干扰离子后, 用  $c \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  EDTA ( $\text{H}_2\text{Y}^{2-}$ ) 标准溶液滴定至终点, 平均消耗 EDTA 溶液 b mL. 滴定反应如下:  $\text{Cu}^{2+}+\text{H}_2\text{Y}^{2-}=\text{CuY}^{2-}+2\text{H}^{+}$

铜离子物质的量和标准液物质的量相同  $=c \text{ mol/L}\times b\times 10^{-3}\text{L}=bc\times 10^{-3}\text{mol}$ ; 依据元素守恒得到:

则 20ml 溶液中含有的  $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  物质的量为  $bc\times 10^{-3}\text{mol}$ ; 100ml 溶液中含  $bc\times 10^{-3}\text{mol}\times 5=5bc\times 10^{-3}\text{mol}$ ;

所以  $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  质量分数的表达式  $=\frac{c \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times b\times 10^{-3}\text{L}\times 250\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}\times 5}{a\text{g}}\times 100\%$ ;

a. 未干燥锥形瓶对实验结果无影响;

b. 滴定终点时滴定管尖嘴中产生气泡说明消耗标准液读数偏小, 结果偏低;

c. 未除净可与 EDTA 反应的干扰离子，消耗标准液多，结果偏高；

故答案为：
$$\frac{cmol \cdot L^{-1} \times b \times 10^{-3} L \times 250 g \cdot mol^{-1} \times 5}{ag} \times 100\% ; c.$$

【点评】本题考查离子分离的方法，实验设计，试剂选择，中和滴定的简单计算和误差的分析，离子性质的熟练掌握是解题关键，题目难度中等。

10. (14分) 金属钨用途广泛，主要用于制造硬质或耐高温的合金，以及灯泡的灯丝。高温

下，在密闭容器中用  $H_2$  还原  $WO_3$  可得到金属钨，其总反应为：
$$WO_3(s) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons{高温} W(s) + 3H_2O(g)$$

请回答下列问题：

(1) 上述反应的化学平衡常数表达式为  $\frac{c^3(H_2O)}{c^3(H_2)}$ 。

(2) 某温度下反应达平衡时， $H_2$  与水蒸气的体积比为 2:3，则  $H_2$  的平衡转化率为 60%；随温度的升高， $H_2$  与水蒸气的体积比减小，则该反应为反应 吸热 (填“吸热”或“放热”)。

(3) 上述总反应过程大致分为三个阶段，各阶段主要成分与温度的关系如下表所示：

温度	25°C ~ 550°C ~ 600°C ~ 700°C			
主要成份	$WO_3$	$W_2O_5$	$WO_2$	W

第一阶段反应的化学方程式为  $2WO_3 + H_2 \xrightarrow{高温} W_2O_5 + H_2O$ ；580°C 时，固体物质的主要成分为  $W_2O_5$ 、 $WO_2$ ；假设  $WO_3$  完全转化为 W，则三个阶段消耗  $H_2$  物质的量之比为 1:1:4。

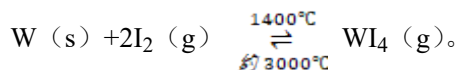
(4) 已知：温度过高时， $WO_2(s)$  转变为  $WO_2(g)$ ；

$WO_2(s) + 2H_2(g) \rightleftharpoons W(s) + 2H_2O(g)$ ； $\Delta H = +66.0 kJ \cdot mol^{-1}$

$WO_2(g) + 2H_2 \rightleftharpoons W(s) + 2H_2O(g)$ ； $\Delta H = -137.9 kJ \cdot mol^{-1}$

则  $WO_2(s) \rightleftharpoons WO_2(g)$  的  $\Delta H = +203.9 kJ \cdot mol^{-1}$ 。

(5) 钨丝灯管中的 W 在使用过程中缓慢挥发，使灯丝变细，加入  $I_2$  可延长灯管的使用寿命，其工作原理为：



下列说法正确的有 a、b。

- 灯管内的  $\text{I}_2$  可循环使用
- $\text{WI}_4$  在灯丝上分解，产生的  $\text{W}$  又沉积在灯丝上
- $\text{WI}_4$  在灯管壁上分解，使灯管的寿命延长
- 温度升高时， $\text{WI}_4$  的分解速率加快， $\text{W}$  和  $\text{I}_2$  的化合速率减慢。

【考点】BF：用盖斯定律进行有关反应热的计算；CP：化学平衡的计算。

【专题】16：压轴题；517：化学反应中的能量变化；51E：化学平衡专题。

【分析】(1) 化学平衡常数，是指在一定温度下，可逆反应达到平衡时各生成物浓度的化学计量数次幂的乘积除以各反应物浓度的化学计量数次幂的乘积所得的比值，据此书写，注意固体、纯液体不需要写出；

(2) 由反应方程式知，消耗的  $\text{H}_2$  与生成的水的物质的量相等，假定  $\text{H}_2$  与水蒸气的物质的量分别为  $2\text{mol}$ 、 $3\text{mol}$ ，再根据转化率定义计算；

随温度的升高， $\text{H}_2$  与水蒸气的体积比减小，说明平衡向正反应移动，据此判断；

(3) 由表中主要成分与温度关系可知，第一阶段反应为  $\text{WO}_3$  与  $\text{H}_2$  反应是  $\text{W}_2\text{O}_5$ ，同时还生成  $\text{H}_2\text{O}$ ，配平书写方程式；

$580^\circ\text{C}$  时，温度介于  $550^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$ ，固体为  $\text{W}_2\text{O}_5$ 、 $\text{WO}_2$  的混合物；

根据三个阶段的方程式进行计算三个阶段消耗  $\text{H}_2$  物质的量之比；

(4) 观察所给三个热化学方程式知，用前一个已知热化学方程式减去后一个已知热化学方程式就可以得到  $\text{WO}_2 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{WO}_2 (\text{g})$ ，反应热也进行相应的运算；

(5) 由化学方程式知，挥发的  $\text{W}$  与  $\text{I}_2$  结合形成气态  $\text{WI}_4$ ，由于气体运动的结果， $\text{WI}_4$  会与还没有挥发的  $\text{W}$  接触，在高温下  $\text{WI}_4$  分解生成的  $\text{W}$  附着灯丝上。

【解答】解：(1)  $\text{WO}_3 (\text{s}) + 3\text{H}_2 (\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{高温}]{}$   $\text{W (s)} + 3\text{H}_2\text{O (g)}$  的平衡常数  $k = \frac{c^3(\text{H}_2\text{O})}{c^3(\text{H}_2)}$ ，

故答案为： $\frac{c^3(\text{H}_2\text{O})}{c^3(\text{H}_2)}$ ；

(2) 由反应方程式知，消耗的  $\text{H}_2$  与生成的水的物质的量相等，故  $\text{H}_2$  的平衡转化率为

$$\frac{3\text{mol}}{2\text{mol} + 3\text{mol}} \times 100\% = 60\%，$$

升高温度， $\text{H}_2$  与水蒸气的体积比减小，说明升温时平衡向右移动，故正反应为吸热反应，故答案为：60%，吸热；

(3) 由表中主要成分与温度关系可知，第一阶段反应为  $\text{WO}_3$  与  $\text{H}_2$  反应是  $\text{W}_2\text{O}_5$ ，同时还生成  $\text{H}_2\text{O}$ ，反应方程式为：

$$2\text{WO}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{W}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$$
，580℃时，温度介于 550℃~600℃，固体为  $\text{W}_2\text{O}_5$ 、 $\text{WO}_2$  的混合物；

假定有 2mol  $\text{WO}_3$ ，由  $2\text{WO}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{W}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{W}_2\text{O}_5 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{WO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{WO}_2 + 2\text{H}_2$

$\xrightarrow{\text{高温}} \text{W} + 2\text{H}_2\text{O}$  可知，三个阶段消耗的氢气的物质的量之比为 1mol：1mol：2mol×2=1：1：4，

故答案为： $2\text{WO}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{W}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ ， $\text{W}_2\text{O}_5 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{WO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ， $\text{WO}_2 + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{W} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，1：1：4；

(4) 已知：①  $\text{WO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{W}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ； $\Delta H = +66.0 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

②  $\text{WO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{W}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ； $\Delta H = -137.9 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

① - ② 得则  $\text{WO}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{WO}_2(\text{g})$ ，故  $\Delta H = 66.0 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-137.9 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +203.9 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，

故答案为： $+203.9 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；

(5) 由所给化学方程式知，挥发的 W 与  $\text{I}_2$  结合形成气态  $\text{WI}_4$ ，由于气体运动的结果， $\text{WI}_4$  会与还没有挥发的 W 接触，在高温下  $\text{WI}_4$  分解生成 W 及  $\text{I}_2$ ，生成的 W 附着在还没有挥发的 W 上，灯管内的  $\text{I}_2$  可循环使用，故 a、b 对；灯管壁温度较低， $\text{WI}_4$  不会分解，故 c 错；升高温度，也能加快 W 与  $\text{I}_2$  的反应速率，故 d 错，

故答案为：a、b。

**【点评】** 本题考查化学平衡常数的书写、反应热的计算、化学平衡移动原理、化学平衡计算等，题目选择的素材比较陌生，以考查学生的能力为主，难度中等。