

2020-2021 学年第一学期高二年级期中质量检测

一、选择题（本题共 20 小题，每小题 2 分，共 40 分，在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的，请将其字母编号填入下表相应位置）

1. 2020 年 7 月，由“长征五号”运载火箭搭载的我国首个火星探测器“天问一号”成功发射。该火箭使用的无毒燃料是液氢和航天煤油，下列说法不正确的是

- A. 火箭燃料燃烧时，化学能转化为热能
- B. 液氢和航天煤油燃烧时，均作还原剂
- C. 航天煤油可通过石油干馏得到
- D. 与航天煤油相比，液氢燃烧后的产物对环境影响较小



答案：C

解析：火箭燃料燃烧时放出大量的热，化学能转化为热能，A 项正确。

液氢与航天煤油在燃烧时均与氧气发生反应，氧气中氧原子得到电子，所以氧气为氧化剂，液氢与航空煤油中对应氢原子与碳原子失去电子，为还原剂，B 项正确。

航天煤油通过石油分馏得到，C 项错误。

氢气燃烧后产物为 H_2O ，航天煤油为烃类化合物，燃烧后产物为 CO_2 和 H_2O ， CO_2 会造成温室效应，所以 D 项正确。

2. 下列电离方程式正确的是

- A. $NaHCO_3$ 溶于水： $NaHCO_3 \rightleftharpoons Na^+ + HCO_3^-$
- B. $NaHSO_4$ 溶于水： $NaHSO_4 = Na^+ + H^+ + SO_4^{2-}$
- C. HF 溶于少量水： $HF = H^+ + F^-$
- D. H_2CO_3 溶液： $H_2CO_3 \rightleftharpoons 2 H^+ + CO_3^{2-}$

答案：B

解析：碳酸氢钠在水中电离出钠离子与碳酸氢根离子为完全电离，电离方程式为 $NaHCO_3 = Na^+ + HCO_3^-$ ，故 A 项错误。

硫酸氢钠在水中电离出钠离子、氢离子和硫酸根离子，为完全电离，故 B 项正确。

氟化氢为弱电解质，部分电离，电离方程式为 $HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$ ，故 C 错误。

碳酸为二元弱酸，分步部分电离，所以电离方程式为 $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ 、 $HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$ ，故 D 错误。

3. 下列措施与控制化学反应速率无关的是

- A. 汽车加大油门
- B. 使用加酶洗衣粉
- C. 搅拌使食盐在水中溶解
- D. 在月饼包装中放置脱氧剂

答案：C

解析：汽车加大油门，相当于增加了反应物的浓度，加快了反应速率，故A项与控制化学反应速率有关。

使用加酶洗衣粉，酶起到催化剂作用，加快了反应速率，故B项与控制化学反应速率有关。

搅拌使食盐溶解在水中，为物理变化，不涉及化学反应，故C项与控制化学反应速率无关。

在月饼包装中放置脱氧剂，降低了月饼氧化的速率，故D项与控制化学反应速率有关。

4. 下列事实一定能说明亚硝酸（ HNO_2 ）是弱电解质的是

①常温下 HNO_2 溶液中存在的微粒有： H^+ 、 NO_2^- 、 HNO_2 、 OH^- 、 H_2O

②用 HNO_2 溶液做导电性实验，灯泡很暗

③10ml1mol/L HNO_2 溶液恰好与 10ml1mol/L NaOH 溶液完全反应

④0.1mol/L HNO_2 溶液的 $c(\text{H}^+) < 0.1\text{mol/L}$

A. ①③

B. ②③

C. ①④

D. ②④

答案：C

解析：①存在 HNO_2 分子说明 HNO_2 未完全电离，是弱电解质；②用 HNO_2 溶液做导电性实验，灯泡很暗，灯泡明暗与溶液的浓度也有关系，并不能说明是弱电解质；③10ml1mol/L HNO_2 溶液恰好与 10ml1mol/L NaOH 溶液完全反应，符合酸碱中和反应的量，与强弱电解质无关；④0.1mol/L HNO_2 溶液的 $c(\text{H}^+) < 0.1\text{mol/L}$ ，说明 HNO_2 没有完全电离，是弱电解质。

5. 下列事实不能用勒夏特列原理解释的是

A. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ 反应达平衡后，压缩体积气体颜色变深

B. $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 溶液中加入固体 KSCN 后颜色变深

C. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ ，工业上采用高压条件更有利于合成氨

D. 浸泡在冰水中的 NO_2 球的红棕色明显变浅

答案：A

解析：勒夏特列原理实质，如果改变可逆反应的条件（如浓度、压强、温度等），化学平衡就被破坏，并向减弱这种改变的方向移动。

由 H_2 、 $\text{I}_2(\text{g})$ 、 HI 气体组成的平衡，压缩容器体积后，各组分的浓度都变大，颜色加深，不能用勒夏特列原理解释，A 不能用勒夏特列原理解释

6. 下列反应的反应热属于燃烧热的是

A. $\text{Na}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{NaCl}(\text{s}) \quad \Delta H_1$

B. $2\text{Na}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{Na}_2\text{O}(\text{s}) \quad \Delta H_2$

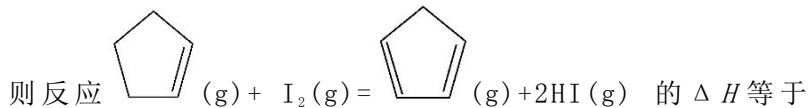
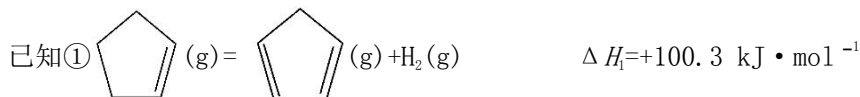
C. $2\text{Na}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) \quad \Delta H_3$

D. $\text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_4$ (已知 CH_3OCH_3 的沸点为 -24.9°C)

答案：D

解析：101KPa, 1mol 纯物质完全燃烧生成稳定的氧化物时释放的热量，应注意定义中的“完全燃烧”是指：把物质转变为最稳定的氧化物，它不能再进一步氧化，注意生成的水必须为液态水，只有D符合题意。

7. 环戊二烯 () 是重要的有机化工原料，广泛用于农药、橡胶、塑料等生产。



- A +89.3 kJ · mol⁻¹ B -89.3 kJ · mol⁻¹
C +111.3 kJ · mol⁻¹ D -111.3 kJ · mol⁻¹

答案：A

解析：由盖斯定律可知，该反应等于反应①+反应②，所以 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = +100.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 11.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +89.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

8. 我国是世界上第二大乙烯生产国，乙烯可由乙烷裂解得到： $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ，相关化学键的键能数据如下表所示，则上述反应的 ΔH 等于

化学键	C-H	C-C	C=C	H-H
键能 (kJ · mol ⁻¹)	412	348	612	436

- A. -124 kJ · mol⁻¹ B. +124 kJ · mol⁻¹
C. -288 kJ · mol⁻¹ D. +288 kJ · mol⁻¹

答案：B

解析： $\Delta H = \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和} = 6 \times 412 + 348 - (612 + 4 \times 412) - 436 = 124 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

9. 下列关于平衡常数 K 的说法正确的是

- A. K 不变，平衡可能移动
B. 同一个反应各物质的化学计量数增大 2 倍，K 也增大 2 倍
C. K 越大，反应速率也越快
D. 对于合成氨反应，压强增大，平衡右移，K 增大

答案：A

解析：平衡常数 K 表示化学反应进行的程度，K 值大，说明反应进行的程度大，反应物的转化率高，与反应速率无关，C 错误；且 K 的大小只与温度有关，与浓度、压强、化学平

衡移动等无关，所以 A 正确，B、D 错误。

10. 常压下羰基化法精炼镍的原理为： $\text{Ni}(\text{s}) + 4\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{CO})_4(\text{g})$ ，下列判断正确的是

- A. 增加 Ni 的用量，可加快该反应速率
- B. 该反应达到平衡时， $4v_{\text{正}}[\text{Ni}(\text{CO})_4] = v_{\text{逆}}(\text{CO})$
- C. 减小压强，正反应速率减小，逆反应速率增大
- D. 选择适合的催化剂可提高 CO 的平衡转化率

答案：B

解析：由题目可知 Ni 为固体，增加固体的用量不会提高反应速率，A 选项错误；由反应速率与方程式前系数成正比，可知达到平衡时 $4v_{\text{正}}[\text{Ni}(\text{CO})_4] = v_{\text{逆}}(\text{CO})$ ，B 项正确；减小压强正逆反应速率同时减小，C 选项错误；催化剂不会提高反应物的平衡转化率，D 项错误。

所以 B 选项是正确的。

11. 已知反应： $2\text{NO}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) = 2\text{NOBr}(\text{g}) \quad \Delta H = -a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (a > 0)$ ，其反应机理如下：

- ① $\text{NO}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) = \text{NOBr}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$ 快反应
- ② $\text{NO}(\text{g}) + \text{NOBr}_2(\text{g}) = 2\text{NOBr}(\text{g}) \quad \Delta H_2$ 慢反应。

下列说法不正确的是

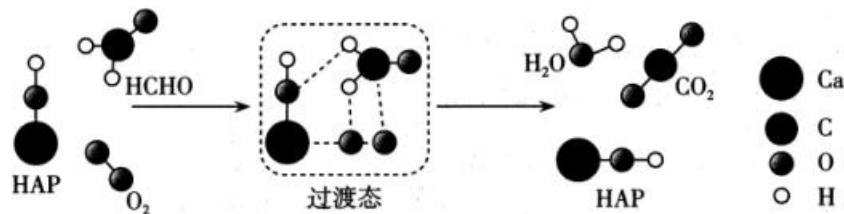
- A. $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$
- B. 该反应的速率主要取决于反应①
- C. NOBr_2 是该反应的中间产物，不是催化剂
- D. 恒容时，增大 $\text{Br}_2(\text{g})$ 的浓度能增加单位体积活化分子总数，加快反应速率

答案：B

解析：由盖斯定律可知 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$ ，A 选项正确；在反应中若涉及多步反应，整个反应的反应速率取决于慢反应，B 项错误；反应①生成 NOBr_2 而反应②依然为慢反应，说明 NOBr_2 为中间产物而不是催化剂，C 选项正确；恒容时增大反应物浓度可以提高单位体积活化分子总数，加快反应速率，D 项正确。

所以 B 选项是正确的。

12. 某科研人员提出 HCHO （甲醛）与 O_2 在羟基磷灰石（HAP）表面催化生成 H_2O 和 CO_2 的历程，该历程示意图如下（图中只画出了 HAP 的部分结构）：



下列说法不正确的是

- A. HAP 能加快 HCHO 与 O_2 的反应速率
- B. HCHO 在反应过程中, C-H 键发生断裂
- C. 根据图示信息, CO_2 分子中的氧原子全部来自 O_2
- D. 该反应可表示为: $HCHO + O_2 \xrightarrow{HAP} CO_2 + H_2O$

答案: C

解析: 由题目可知 HAP 是此反应的催化剂, 因此可提高反应速率, A 选项正确; 有图中信息可知 HCHO 在反应过程中, C-H 键发生断裂, B 项正确; 由图示信息可知 CO_2 分子中的氧原子一部分来自 O_2 , 另一部分来自 HCHO, C 选项错误; 由图示信息可知该反应可表示为: $HCHO + O_2 \xrightarrow{HAP} CO_2 + H_2O$, D 项正确。

所以 C 选项是正确的。

13. 一定温度和压强下, 当 $\Delta H - T\Delta S < 0$ 时, 反应能自发进行。下列反应 $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$ 的是 ()

- A、 $HCl(g) + NH_3(g) = NH_4Cl(s)$
- B、高温下能自发进行的反应: $2N_2O_5(g) = 4NO_2(g) + O_2(g)$
- C、 $2H_2(g) + O_2(g) = 2H_2O(l)$
- D、任何温度下均能自发进行的反应: $COCl_2(g) = CO(g) + Cl_2(g)$

答案: B

解析: A、C 项中, $\Delta S < 0$, 与题意不符, A、C 项错误; D 项中, $\Delta S > 0$, 题中已知在任意温度下能自发进行, 由 $\Delta H - T\Delta S < 0$ 得, $\Delta H < 0$, D 项错误; B 项中, $\Delta S > 0$, 题中已知在高温下能自发进行, 由 $\Delta H - T\Delta S < 0$ 得, $\Delta H > 0$, B 正确。

14. 一定条件下的密闭容器中: $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 4NO(g) + 6H_2O(g)$

$\Delta H = -905.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 下列叙述正确的是 ()

- A、4mol NH_3 和 5mol O_2 充分反应, 达到平衡时放出热量为 905.9 kJ

B、平衡时， $v_{\text{正}}(\text{O}_2) = \frac{4}{5} v_{\text{逆}}(\text{NO})$

C、平衡后减小压强，混合气体的平均摩尔质量增大

D、平衡后升高温度，混合气体中 NO 体积分数降低

答案：D

A 选项中，因为是可逆反应，所以转化率达不到 100%，因此放出的热量小于 905.9KJ，A 是错误的。B 中虽有正逆反应速率，但反应速率之比不满足相应的化学计量数之比，应为 $v_{\text{正}}(\text{O}_2) = \frac{5}{4} v_{\text{逆}}(\text{NO})$ ，B 不正确；该反应正反应气体体积增大的反应，所以降低压强，平衡向正反应方向移动，气体摩尔数增加，气体的总质量不变，则混合气的平均摩尔质量减小，C 不正确。该反应正反应放热，升高温度，平衡向逆反应方向移动，NO 减少，NO 的体积分数降低。D 正确。答案选 D。

15. 在恒容容器中发生反应： $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ，能说明该反应达到平衡的依据是

- ①单位时间内生成 $n \text{ mol O}_2$ ，同时生成 $2n \text{ mol NO}_2$
- ②单位时间内生成 $n \text{ mol O}_2$ ，同时生成 $2n \text{ mol NO}$
- ③用 NO_2 、 NO 、 O_2 的物质的量浓度变化表示的反应速率之比为 2:2:1
- ④混合气体的颜色不再改变
- ⑤混合气体的密度不再改变
- ⑥混合气体的平均相对分子质量不再改变

- A. ①④⑥
- B. ②③⑤
- C. ①③④
- D. ①②③④⑤⑥

答案：A

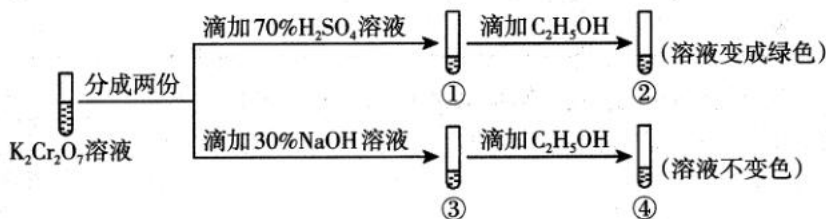
解析：

①单位时间内生成 $n \text{ mol O}_2$ 表示正反应速率，生成 $2n \text{ mol NO}_2$ 表示逆反应速率，化学反应速率之比等于化学计量数之比，则正、逆反应速率相等，反应达到平衡状态，故选①；
②单位时间内生成 $n \text{ mol O}_2$ 表示正反应速率，生成 $2n \text{ mol NO}$ 表示正反应速率，不能判断是否达到平衡，故不选②；

- ③ 化学反应速率之比一直等于计量数之比，不能判断反应是否达到平衡，故不选③；
- ④ NO_2 是红棕色气体， NO 和 O_2 是无色的，因此，当混合气体颜色不再变化，说明的浓度不再变化，反应达到平衡状态，故选④；
- ⑤ 混合气体质量不变，容器体积不变，则混合气体密度恒定不变，不能判断反应是否达到平衡，故不选⑤；
- ⑥ 反应物和生成物的系数之和不同，当混合气体的平均相对分子质量不变，说明总的物质的量不变，则各组分浓度不再改变，反应达到平衡状态，故选⑥。

故正确序号为①④⑥，A 正确。

16. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中存在平衡： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ （橙色）+ $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}$ （黄色）+ 2H^+ 。用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液进行下列实验：



结合实验，下列说法不正确的是：

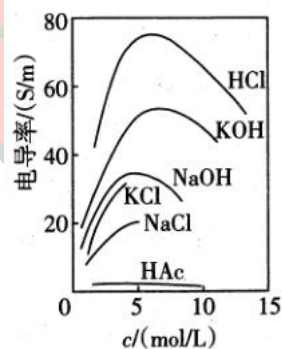
- A. ①中溶液橙色加深，③中溶液变黄
- B. ②中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 还原
- C. 对比②和④可知酸性环境中 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的氧化性更强
- D. 若向④中加入 70% H_2SO_4 溶液至过量，溶液变为橙色

答案：D

解析：① $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中加入 H_2SO_4 溶液，增大 $c(\text{H}^+)$ ，题中所给平衡逆向移动，溶液橙色加深，③中加入了 NaOH 溶液， OH^- 中和了溶液中的 H^+ ，使 $c(\text{H}^+)$ 减小，平衡正向移动，溶液变黄，A 不符合题意；②中溶液变成绿色，说明有 Cr^{3+} 生成，即 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 还原为 Cr^{3+} ，B 不符合题意；对比②④可知，酸性条件下 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 还原为 Cr^{3+} ，而碱性条件下 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 不能被还原，说明酸性条件下 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的氧化性更强，C 不符合题意；若向④中加入 70% H_2SO_4 溶液至过量，溶液呈酸性，题目所给平衡逆向移动， CrO_4^{2-} 转化为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ，然后，酸性条件下 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 会被 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 还原为绿色的 Cr^{3+} ，溶液不会变为橙色，D 符合题意。

17. 电解质溶液的导电能力(用电导率表示，且电导率越大溶液的导电能力越强)与很多因素有关，其中之一是离子的种类，如图所示(HAc 代表醋酸)。下列说法正确的是：

- A. 强酸的电导率最大，强碱次之，盐类较低
- B. 浓度相同时， H_2SO_4 溶液的导电能力可能大于 Na_2SO_4 溶液
- C. 强电解质溶液的导电能力一定比弱电解质溶液强
- D. 氨水加水稀释或加酸中和后，溶液的导电能力均下降



答案：B

解析：A 选项，没有强调浓度前提；B 选项，由图知浓度相同时，强酸电导率大于盐类，所以 H_2SO_4 溶液的导电能力可能大于 Na_2SO_4 溶液；C 选项，溶液导电性取决于溶液中离子浓

度大小，与电解质强弱无关；D选项氨水为弱电解质，加水稀释离子浓度减小，导电能力减弱，加酸中和后生成的盐为强电解质，完全电离，导电性增强。

18. 有表格中的电离常数判断下列反应可以发生的是：

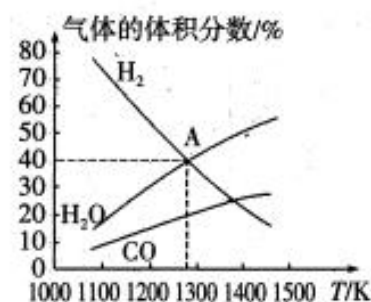
弱酸	HClO	H ₂ CO ₃
电离常数(25℃)	$K=3.2 \times 10^{-8}$	$K_1=4.3 \times 10^{-7}$ $K_2=4.7 \times 10^{-11}$

- A. $\text{NaClO} + \text{NaHCO}_3 = \text{HClO} + \text{Na}_2\text{CO}_3$
 B. $\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{NaHCO}_3$
 C. $2\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HClO} + \text{Na}_2\text{CO}_3$
 D. $\text{HClO} + \text{NaHCO}_3 = \text{NaClO} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

答案：B

解析：由表格数据知：酸性为 $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO} > \text{HCO}_3^-$ ，只有B选项方程式符合题意。

19. 碳酸钠作为固硫剂并用氢气还原辉钼矿（主要成分为 MoS_2 ）的原理为 $\text{MoS}_2(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) = \text{Mo}(\text{s}) + 2\text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{Na}_2\text{S}(\text{s})$ 。实验测得平衡时气体的体积分数随温度变化曲线如图，已知A点压强为0.1MPa，则该点对应的平衡常数 K_p 为（提示：用平衡分压代替平衡浓度计算，分压=总压×物质的量分数）

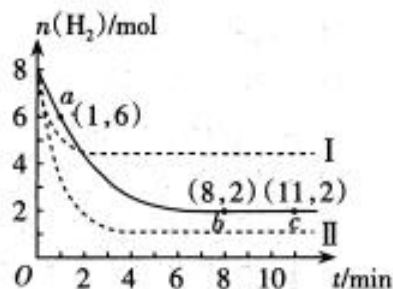


- A. $4 \times 10^{-4} (\text{MPa})^2$
 B. $4 \times 10^{-3} (\text{MPa})^2$
 C. $2 \times 10^{-2} (\text{MPa})^2$
 D. $2 \times 10^{-2} \text{MPa}$

答案：A

解析：由图可知。A点时氢气和水的占比都为40%，则一氧化碳的占比为20%，又因为压强为0.1兆帕，故 $K_p = (0.1 \times 0.4)^4 \times (0.1 \times 0.2)^2 \div (0.1 \times 0.4)^4$ ，结果为 $4 \times 10^{-4} (\text{MPa})^2$ ，所以选A。

20. $T^\circ\text{C}$ 时，将6mol CO_2 和8mol H_2 充入2L密闭容器中，发生反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，容器中 H_2 的物质的量随时间变化如图中实线所示，图中虚线表示仅改变某一反应条件时， H_2 的物质的量随时间的变化，下列说法正确的是：



- A. 曲线II对应的条件改变是降低压强
 B. 若曲线I对应的条件改变是升温，则该反应 $\Delta H > 0$
 C. 反应开始至a点时 $v(\text{H}_2) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 D. $T^\circ\text{C}$ 时，该反应的化学平衡常数的值为0.5

答案：D

解析：

A 项, 图中曲线 I 对应的反应速率较大, 达到平衡所用的时间较短若减小压强, 反应速率减小, 达到平衡所用的时间较长与图像不符, 故 A 错误;

B 项, 若该反应的 $\Delta H > 0$, 升高温度, 平衡应向正反应方向移动, 则平衡时 H 的物质的量应小于 $T^\circ \text{C}$ 时的, 与图像不符, 故 B 错误;

C 项, 氢气的速率 = $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 故 C 错误;

D 项, $T^\circ \text{C}$ 时, 达到平衡时, H_2 的物质的量为 2 mol , 可知参与反应的 H_2 的物质的量为 6 mol , 根据反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 可知, 平衡时,

$$c(\text{CO}_2) = 6 \text{ mol} - 2 \text{ mol} = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c(\text{H}_2) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c(\text{CH}_3\text{OH}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

$$c(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

所以 $K=0.5$, 故 D 正确。

二、填空题 (本题包括 4 小题, 共 44 分)

21. 在一定温度下, 将 4.0 mol SO_2 与 2.0 mol O_2 的混合气体充入容积为 2 L 的密闭容器中发生反应: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$, 经过 2 min 达到化学平衡状态, SO_2 的平衡转化率为 90.0% 。

(1) $0 \sim 2 \text{ min}$ 内 O_2 的平均反应速率为 $v(\text{O}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$

(2) 该温度下反应的化学平衡常数的值 $K = \underline{\hspace{2cm}}$

(3) 在相同温度下, 某容器内 $c(\text{SO}_2) = c(\text{O}_2) = c(\text{SO}_3) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则此时反应速率 $v_{\text{正}} \underline{\hspace{1cm}} v_{\text{逆}}$ (填 “>”、“<” 或 “=”)。

(4) 在一定温度下, 下列措施可以提高 SO_2 转化率的是 (填字母)。

A. 增大 SO_2 的浓度

B. 容积不变, 充入氦气

C. 增大 O_2 的浓度

D. 容积不变, 再充入 4.0 mol SO_2 与 2.0 mol O_2

答案: (1) $0.45 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

(2) 810

(3) >

(4) CD

解析: 根据三段式可知: $2 \text{ SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$

起始: $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

0

转化: $2 \times 90.0\%$

$1 \times 90.0\%$

$2 \times 90.0\%$

平衡: $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$1.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$$(1) \quad v(\text{O}_2) = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{0.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ min}} = 0.45 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$(2) \quad K = \frac{c(\text{SO}_3) \cdot c(\text{SO}_3)}{c(\text{SO}_2) \cdot c(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)} = \frac{1.8 \cdot 1.8}{0.2 \cdot 0.2 \cdot 0.1} = 810$$

$$(3) \quad Q_c = \frac{c(SO_3) \cdot c(SO_3)}{c(SO_2) \cdot c(SO_2) \cdot c(O_2)} = 1 < K, \text{平衡正移, } v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$$

- (4) A. 增大 SO_2 的浓度, 则 SO_2 转化率降低; 不符合
 B. 容积不变, 充入氖气, 总压增大, 分压不变, 平衡不移动; 不符合
 C. 增大 O_2 的浓度, 则 SO_2 转化率增大; 符合
 D. 容积不变, 再充入 $4.0\text{mol } SO_2$ 与 $2.0\text{mol } O_2$, 相当于增大压强, 平衡正移; 符合

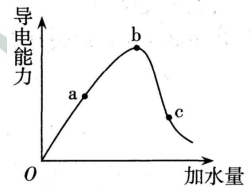
22. (1) 现有下列物质: ① HNO_3 ② 冰醋酸 ③ 氨水 ④ $Al(OH)_3$ ⑤ $NaHCO_3$ ⑥ Cu ⑦ 氯水 ⑧ $CaCO_3$ ⑨ H_2CO_3 其中属于强电解质的有 _____ (填序号, 下同), 属于弱电解质的有 _____

(2) 在一定温度下, 有 $c(H^+)$ 均为 0.01mol L^{-1} 的三种酸: a. 盐酸 b. 硫酸 c. 醋酸, 取等体积的三种溶液

① 中和三种酸所需 $NaOH$ 的物质的量由大到小的顺序是 _____ (用“a”“b”“c”填空, 下同)

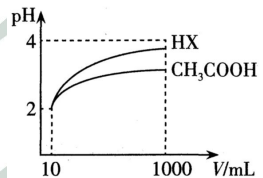
② 分别加入表面积相同的 Zn 粒, 相同条件下产生相同体积的氢气, 速率由大到小的顺序 _____

(3) 在一定温度下, 冰醋酸加水稀释过程中, 溶液的导电能力变化如图。



① a、b、c 三点中酸性最强的是 _____

② 若使 c 点溶液中的 $c(CH_3COO^-)$ 变大, 可采取的措施是 _____ (填字母)。



- A. 适当加热
 B. 加大量很稀的 $NaOH$ 溶液
 C. 加少量固体 KOH
 D. 加一定量水
 E. 加少量固体 CH_3COONa
 F. 加 Zn 粒

③ $25^\circ C$ 时, 体积均为 10mL 、 $c(H^+)$ 均为 0.01mol L^{-1} 的醋酸溶液与一元酸 HX 溶液分别加水稀释至 1000mL , 稀释过程中 pH 的变化如图所示。已知: $pH = -\lg c(H^+)$, 则: $25^\circ C$ 时, 醋酸的电离常数 _____ (填“>”“<”“=”)。

答案: (1) ①⑤⑧ ②④⑨

(2) ① $c > a = b$ ② $c > a = b$ (不考虑阴离子对于反应的影响)

(3) ① b ② ACEF ③ <

解析: (1) 单质和混合物既不是电解质也不是非电解质。③氨水⑥ Cu ⑦氯水

强电解质包括强酸，强碱，大多数盐等，所以① HNO_3 ⑤ NaHCO_3 ⑧ CaCO_3 为强电解质。弱电解质包括弱酸，弱碱，水等，所以②冰醋酸④ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ⑨ H_2CO_3 为弱电解质。

(2) 当 $c(\text{H}^+)$ 均为 0.01mol L^{-1} 的三种酸:a. 盐酸 b. 硫酸 c. 醋酸，硫酸和盐酸为强电解质全部电离，醋酸为一元弱酸部分电离，盐酸和硫酸消耗的氢氧化钠相同，醋酸消耗的氢氧化钠较多。

相同条件下与锌反应产生相同体积的氢气，醋酸反应速率较大，盐酸和硫酸较慢。

(3) ①溶液的导电能力由离子浓度所决定，从图中可知，冰醋酸稀释的过程中，离子浓度随着水的加入先增大后减小，氢离子浓度在 b 点时最大。

②醋酸存在 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$

A. 醋酸的电离为吸热反应，加热使得平衡右移， $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大

B. 加大量很稀的 NaOH 溶液，消耗了氢离子使得平衡右移，但是大量的很稀的 NaOH 溶液使得溶液体积增大， $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 离子浓度减小

C. 加少量固体 KOH ，消耗了氢离子使得平衡右移，氢离子浓度减小， $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大

D. 加一定量水，越稀越电离，平衡右移，但因溶液体积增大 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 减小

E. 加少量固体 CHCOONa ，同离子效应，使得平衡左移，但因加入 CHCOONa 使得 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大

F. 加 Zn 粒，消耗氢离子，使得平衡右移， $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大

(4) 体积均为 10mL 、 $c(\text{H}^+)$ 均为 0.01molL^{-1} 的醋酸溶液与一元酸 HX 溶液加水稀释，变化大的酸性较强，电离平衡常数较大。

23. (12分) 能源危机是当前全球性的问题，“开源节流”是应对能源危机的重要举措。

(1) 下列做法有助于能源“开源节流”的是_____ (填字母)。

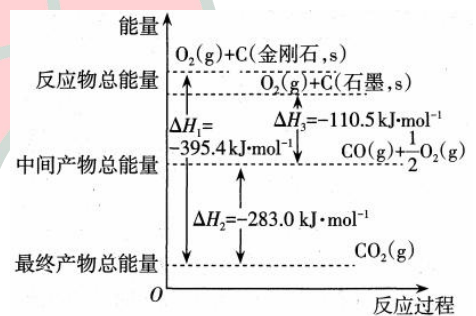
- a. 大力发展农村沼气，将废弃的秸秆转化为清洁高效的能源
- b. 大力开采煤、石油和天然气以满足人们日益增长的能源需求
- c. 开发太阳能、水能、风能、地热能等新能源
- d. 减少资源消耗，增加资源的重复使用和循环再生

(2) 金刚石和石墨均为碳的同素异形体，它们在氧气不足时燃烧生成一氧化碳，氧气充足时燃烧生成二氧化碳，反应中放出的热量如图所示。

①在通常状况下，____ (填“金刚石”或“石墨”)更稳定;石墨的燃烧热 ΔH 为_____。

②若 12g 金刚石在 24g 氧气中燃烧，生成气体 36g ，则该过程放出的热量为_____。

(3) 已知： N_2 、 O_2 分子中化学键的键能分别是 $946\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 $497\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ， $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H = +180.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，则 NO 分子中化学键的键能为_____ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。



(4)综合上述有关信息,请写出CO和NO反应生成两种无毒气体的热化学方程式:

答案:

(共12分,每空2分)

(1)acd(3分)

(2)①石墨(1分) $-393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ②253.9 kJ

(3) 631.5

(4) $2\text{NO}(\text{g})+2\text{CO}(\text{g})=\text{N}_2(\text{g})+2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H=-746.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

解析

(2)①由图知,金刚石能量高于石墨,能量越低越稳定,所以说明石墨稳定。计算标准燃烧热时,要求燃烧产物处于稳定状态,而1mol石墨完全燃烧生成1mol二氧化碳放出的热量为393.5kJ,则石墨的燃烧热 $\Delta H=-393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

②12g金刚石的物质的量为1mol,在氧气中燃烧,依据元素守恒,若生成二氧化碳,则质量为44g,若生成一氧化碳,则质量为28g;生成气体36g, $28\text{g} < 36\text{g} < 44\text{g}$,则生成的气体为一氧化碳和二氧化碳的混合气体,设一氧化碳的物质的量为x,则二氧化碳物质的量为 $(1-x)\text{mol}$, $28x+44(1-x)=36\text{g}$, $x=0.5\text{mol}$,二氧化碳物质的量为0.5mol;依据图分析, $\text{C}(\text{金刚石}, \text{s})+\text{O}_2(\text{g})=\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H=-395.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\text{C}(\text{金刚石}, \text{s})+1/2 \text{O}_2(\text{g})=\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H=-112.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,生成二氧化碳和一氧化碳混合气体放出热量= $395.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.5 \text{mol} + 112.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.5 \text{mol} = 253.9 \text{ kJ}$; 12g金刚石在24g氧气中燃烧,生成气体36g,该过程放出的热为253.9kJ;

(3)根据 N_2 、 O_2 分子中化学键的键能分别是 $946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $497 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,以及反应 $\text{N}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})=2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H=+180 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,可设NO分子中化学键的键能为X,则有: $946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}+497 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}-2X=180 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,解得 $X=631.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

(4)已知① $\text{C}(\text{石墨}, \text{s})+\text{O}_2(\text{g})=\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H=-393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

② $\text{C}(\text{石墨}, \text{s})+1/2 \text{O}_2(\text{g})=\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H=-110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

③ $\text{N}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})=2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H=+180 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

由盖斯定律可知,① $\times 2$ -② $\times 2$ -③得:

$2\text{NO}(\text{g})+2\text{CO}(\text{g})=\text{N}_2(\text{g})+2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H=-746.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

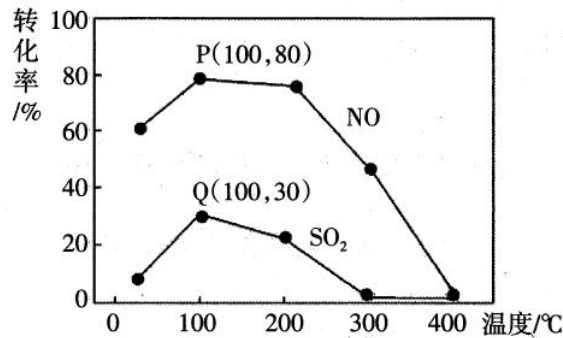
24.(10分)某科研小组研究臭氧氧化-碱吸收法同时脱除 SO_2 和NO的工艺,其氧化过程的反应原理及反应热,活化能数据如下:

反应 I : $\text{NO}(\text{g})+\text{O}_3(\text{g})\rightleftharpoons\text{NO}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1=-200.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, E_1=3.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应 II : $\text{SO}_2(\text{g})+\text{O}_3(\text{g})\rightleftharpoons\text{SO}_3(\text{g})+\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2=-241.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, E_2=58 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

已知该体系中臭氧发生分解反应: $2\text{O}_3(\text{g})\rightleftharpoons 3\text{O}_2(\text{g})$

保持其他条件不变,每次向容积为2L的反应器中充入含2.0 mol NO, 2.0 mol SO_2 的模拟烟气和4.0 mol O_3 ,改变温度,反应相同时间后体系中NO和 SO_2 的转化率如图所示:



- (1) 臭氧氧化过程不能有效地脱硫，但后续步骤“碱吸收”可以有效脱硫。写出利用氨水吸收 SO_3 的离子方程式：_____。
- (2) 由图可知相同温度下 NO 的转化率远高于 SO_2 ，其可能原因是_____。
- (3) 若其他条件不变时，缩小反应器的容积，可提高 NO 和 SO_2 的转化率，请解释原因：_____。
- (4) 假设 100°C 时，P, Q 均为平衡点，此时发生分解反应的 O_3 占充入 O_3 总量的 10%，体系中剩余 O_3 的物质的量是_____。试分析反应 II 中 SO_2 转化率随温度变化先增大后减小的可能原因是：_____。

答案：(1) $\text{SO}_3 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

(2) 反应 I 的活化能小于反应 II，相同条件下反应更快

(3) 缩小反应器的容积相当于增大压强，使得 $2\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{O}_2$ 平衡逆向移动，臭氧浓度变大，则反应 I 和 II 平衡正向移动，NO 和 SO_2 的转化率提高。

(4) 1.4 mol Q 点之前，未达平衡，升高温度，速率加快，转化率增大；Q 点到达平衡后，因为反应是放热反应，所以升高温度，平衡向左移动，转化率下降（或其他合理解释）

解析：(1) 氨水与 SO_3 的反应离子方程式如下： $\text{SO}_3 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，即答案为 $\text{SO}_3 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 如图为进行相同时间测定的转化率，相同温度下，反应活化能越小，速率越快，相同时间的转化率越大，因此相同温度下 NO 的转化率高高于 SO_2 。所以答案为：反应 I 的活化能小于反应 II，相同条件下反应更快。

(3) 若其他条件不变时，缩小反应器的容积，则相当于加压，促进 $2\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{O}_2$ 平衡逆向移动， O_3 浓度变大，则反应 I, II 平衡正向移动，NO 和 SO_2 的转化率提高。

因此答案为：缩小反应器的容积相当于增大压强，使得 $2\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{O}_2$ 平衡逆向移动，臭氧浓度变大，则反应 I 和 II 平衡正向移动，NO 和 SO_2 的转化率提高。

(4) NO 转化消耗臭氧 1.6mol, SO_2 转化消耗臭氧 0.6mol, 发生分解反应的臭氧为 0.4mol, 剩余臭氧为 $4 - 1.6 - 0.6 - 0.4 = 1.4\text{mol}$ 。因此答案为 0.4 mol。

其他条件不变，反应温度低，反应速率慢，由题可知，Q 点之前，未达平衡，随着温度的升高，反应速率加快，相同时间内的转化率增大；Q 点到达平衡后，因为反应是放热反应，所以升高温度，平衡向左移动，转化率下降。

因此答案为：Q 点之前，未达平衡，升高温度，速率加快，转化率增大；Q 点到达平衡后，

因为反应是放热反应，所以升高温度，平衡向左移动，转化率下降。

三、选做题（以下两组题任选一组题作答，共 16 分，A 组较简单，若两组都做，按 A 组积分）

A 组

25. 某兴趣小组为探究外界环境对化学反应速率的影响，设计的实验方案如下：

实验编号	H ₂ C ₂ O ₄ 溶液		酸性KMnO ₄ 溶液		温度/℃
	浓度/(mol·L ⁻¹)	体积/mL	浓度/(mol·L ⁻¹)	体积/mL	
①	0.10	2.0	0.01	3.0	25
②	0.20	2.0	0.01	3.0	25
③	0.20	2.0	0.01	3.0	50

(1) 实验时发生反应的化学方程式为_____；为

了顺利观察到 KMnO₄ 紫色褪去，起始时需要满足 $n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) : n(\text{KMnO}_4) \geq$ _____。

(2) 探究反应物浓度对反应速率影响的是实验_____（填编号，下同），探究反应物温度对反应速率影响的是实验_____。

(3) 测得反应①中溶液褪色的时间是 30 s，忽略混合前后溶液体积的微小变化，这段时间内的平均反应速率 $v(\text{KMnO}_4) =$ _____。

(4) 实验过程中发现：在开始反应的一段时间内，反应速率较小，溶液褪色不明显；但不久反应速率明显增大，溶液很快褪色。导致上述现象的原因可能是_____。

(5) 草酸又称乙二酸，是一种二元弱酸。写出草酸在水中的第一步电离方程式：_____，该步电离的平衡常数表达式 $K_1 =$ _____。

答案：



(2) ①② ②③ (3) $2 \times 10^{-4} \text{ mol/L/s}$

(4) 该反应中生成的 Mn²⁺ 是催化剂



解析：(1) 根据得失电子守恒配平方程式即可，H₂C₂O₄ 和 KMnO₄ 恰好完全反应是物质的量之比为 5:2，为了顺利观察到 KMnO₄ 紫色褪去， $n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) : n(\text{KMnO}_4) \geq 5:2$ ；

(2) 观察表格数据，①②两组实验 H₂C₂O₄ 的浓度是变量，②③则是反应温度是变量；

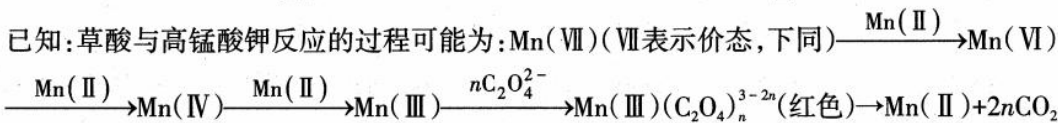
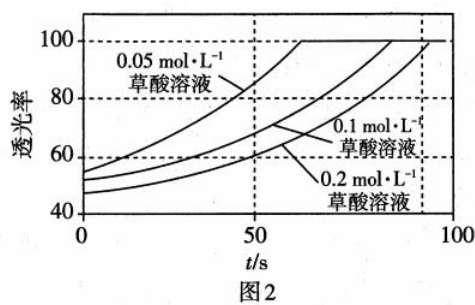
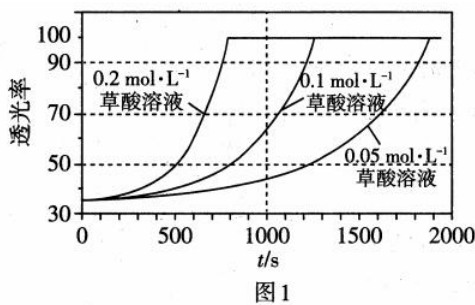
$$(3) v(\text{KMnO}_4) = \frac{0.01 \times 3}{5 \times 30} \text{ mol/L/s}$$

(4) 推测可能的原因是反应生成的 Mn^{2+} 是催化剂，加快了化学反应速率；

(5) 草酸是二元弱酸，电离是分步电离的。

B 组

25. (16 分) 某研究小组为了验证反应物浓度对反应速率的影响，在室温下向 2mL $0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$ 溶液中分别加入不同浓度的草酸溶液 2mL，实验结果如图 1；若上述实验中使用的是含 20% 硫酸的 $0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$ 溶液，实验结果如图 2. 回答有关问题：



- 实验时发生总反应的离子方程式_____。
- 由题可知， Mn(II) 的作用是_____；由图 2 可知，在当前实验条件下，增大草酸的浓度，褪色时间_____；(填“变大”、“变小”或“不变”)
- 对比图 1 和图 2，该小组同学推测酸化有利于提高该反应速率。为了验证该推测，设计了系列实验，记录如下(均在室温下进行)：

试管编号	$0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$ 溶液/mL	$0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液/mL	蒸馏水/mL	$2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液/mL
A	4.0	2.0	2.0	0
B	V_1	V_2	1.5	V_3
C	V_4	2.0	V_5	1.0
D	V_6	2.0	0	2.0

- 请完成此实验设计： $V_5 =$ _____， $V_6 =$ _____。
 - 设计 A 好试管实验的目的是_____。已知 25°C 时草酸的电离常数为 $K_1 = 5.0 \times 10^{-2}$ ， $K_2 = 5.4 \times 10^{-5}$ 。
- ① 写出 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 与少量的 KOH 溶液反应的离子方程式：_____。

- ② 已知 25℃ 时 CH_3COOH 的电离常数为 $K=1.75 \times 10^{-5}$ ，则等浓度的草酸溶液和醋酸溶液中，PH 较小的是_____。

答案：



(2) 催化剂 变大

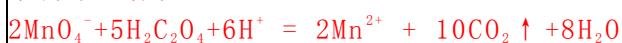
(3) ① 1.0 4.0

② 硫酸浓度为 0 的对照实验

(4) ① $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{OH}^- = \text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O}$ ② 草酸

解析：

(1) 高锰酸钾具有强氧化性，把草酸中的 C 从+3 价氧化成+4 价的二氧化碳，Mn 元素从+7 价变化到+2 价的锰离子，由于草酸分子中有 2 个 C 原子，根据得失电子守恒，故得到的离子方程式为：



(2) 由题可知 Mn(II) 的作用是催化剂；

由图 2 可得相同的透光率条件下，草酸浓度越大，褪色时间越长。

(3) 该实验探究不同浓度的硫酸对该反应速率的影响，所以，应控制其他变量不变：相同浓度高锰酸钾溶液的体积、相同浓度草酸溶液的体积、总体为 8ml，所以 $V_5 = 1.0 \text{ ml}$ ， $V_6 = 1.0 \text{ ml}$ ；故设计 A 实验的目的为空白对照，即该实验是硫酸浓度为 0 的对照实验。

(4) 因为 KOH 溶液少量，所以反应的离子方程式为： $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{OH}^- = \text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O}$ ；因为草酸的 $K_1 >$ 醋酸的 K ，说明相同浓度下草酸电离出的 H^+ 多，故 PH 小。

