

2023 北京北大附中高二 10 月月考

化 学

化学荣誉课程 3、化学竞赛课程 5

注意事项

1. 考试时间：60 分钟。满分：80 分。
2. 所有试题答案都写在答题纸的规定位置，超出范围无效。
3. 使用黑色字迹的签字笔或钢笔答题，不得使用铅笔答题。不能使用涂改液、胶带纸、修正带修改。
4. 只交答题纸，试卷自己留存。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 Fe 56

选择题(共 42 分)

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 对于反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \Delta H < 0$ ，下列说法正确的是
A. 使用 V_2O_5 作催化剂，降低了反应的活化能，增大了单位体积内活化分子的数目
B. 增加氧气的浓度，能够增大活化分子百分数
C. 只要选择适宜的条件， SO_2 和 O_2 就能全部转化为 SO_3
D. 升高温度能加快反应速率，提高 SO_2 的平衡转化率
2. 下列有关说法不正确的是 ()
A. Na 与 H_2O 的反应是熵增的放热反应，该反应能自发进行
B. 某吸热反应能自发进行，因此该反应一定是熵增反应
C. 通常情况下，一个放热且熵增的反应也有可能非自发进行
D. 反应 $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 在室温下可自发进行，则该反应的 $\Delta H < 0$
3. 一定温度下，10mL 0.40mol/L H_2O_2 溶液发生催化分解。不同时刻测得生成 O_2 的体积(已折算为标准状况)如下表，下列叙述不正确的是(溶液体积变化忽略不计)

t / min	0	2	4	6	8	10
$V(\text{O}_2) / \text{mL}$	0.0	9.9	17.2	22.4	26.5	29.9

- A. 0~6min 的平均反应速率： $v(\text{H}_2\text{O}_2) \approx 3.3 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 - B. 0~4min 的平均反应速率较 4~8min 的平均反应速率更快
 - C. 反应至 6min 时， $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.30 \text{mol/L}$
 - D. 反应至 6min 时， H_2O_2 分解了 50%
4. 已知分解 1mol H_2O_2 放出热量 98kJ，在含少量 I 的溶液中， H_2O_2 分解的机理为：

第一步： $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{IO}^-$ 慢

第二步： $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{IO}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{I}^-$ 快

下列有关该反应的说法正确的是

A. I^- 的浓度大小决定反应速率的大小

B. IO^- 是该反应的催化剂

C. $v(\text{H}_2\text{O}_2) = v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{O}_2)$

D. H_2O_2 分解的热化学方程式为 $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -98 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

5. NH_3 还原 NO ，其反应过程与能量关系如图 1 所示；有氧条件下， Fe^{3+} 催化 NH_3 还原 NO 的反应历程如图 2 所示。下列说法正确的是

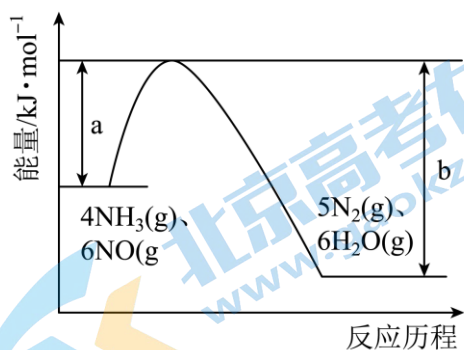


图1

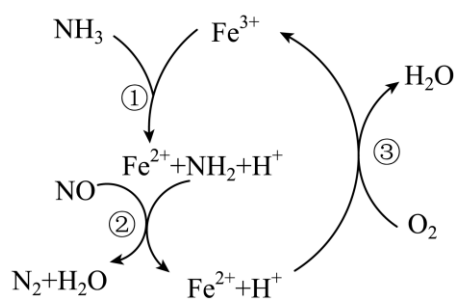


图2

A. 图 1 所示热化学方程式为 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 6\text{NO}(\text{g}) = 5\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = (b - a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

B. 图 1 所示反应产物中氧化产物与还原产物物质的量之比为 2:3

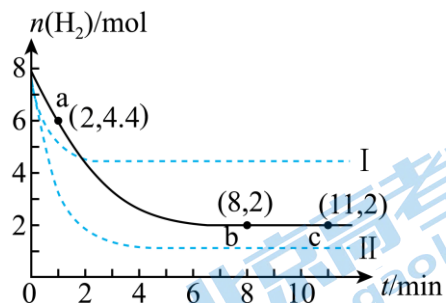
C. 图 2 所示过程中 Fe^{3+} 的物质的量减少

D. 图 2 所示过程生成 1mol 氮气，转移电子的数目为 2.4mol

6. 某温度下，将 6mol CO_2 和 8mol H_2 充入 2L 密闭容器中发生反应

$\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ ，容器中 H_2 的物质的量随时间的变化关系如图中的

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关系。下列说法正确的是



A. 曲线 I 对应的条件改变可能增大压强

B. 曲线 II 对应的条件改变可能是充入氦气

C. 该温度下，此反应的化学平衡常数的数值为 0.5

D. 从反应开始至 a 点, $v(\text{CO}_2) = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

7. 某反应 $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$ 的速率方程为 $v = k \cdot c^m(\text{A}) \cdot c^n(\text{B})$, 改变反应物浓度时, 反应的瞬时速率如下表所示:

$c(\text{A}) / (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	0.25	0.50	1.00	0.50	1.00	c_1
$c(\text{B}) / (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	0.050	0.050	0.100	0.100	0.200	c_2
$v / (10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1})$	1.6	3.2	v_1	3.2	v_2	4.8

下列说法不正确的是

- A. 上述表格中的 $c_1 = 0.75$ 、 $v_2 = 6.4$
- B. 该反应的速率常数 $k = 6.4 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$
- C. 由以上数据可知浓度对速率的影响是实验测得的, 无法通过化学方程式直接得出
- D. 升温、加入催化剂、缩小容积(加压), 使 k 增大导致反应的瞬时速率加快

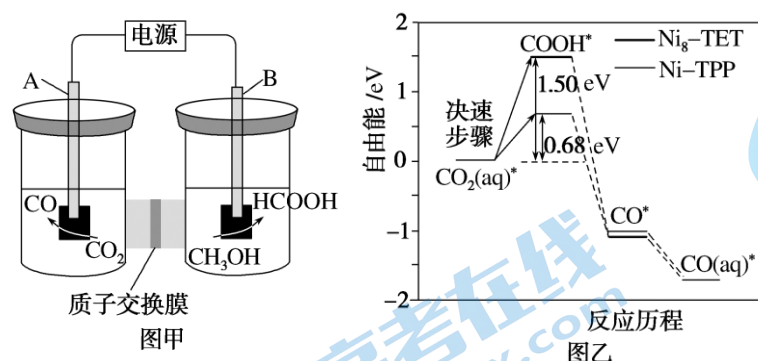
8. 将 2 mol SO_2 和 1 mol O_2 分别置于相同温度下相同体积的甲乙两密闭容器中发生反应:

$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ 并达到平衡, 甲容器始终保持恒温恒容, 乙容器始终保持恒温恒压, 达到平衡时, 下述说法不正确的是

- A. 平衡时 SO_3 的百分含量: 乙 < 甲
- B. SO_2 的转化率: 乙 > 甲
- C. 反应速率: 乙 > 甲
- D. 平衡时容器的压强: 乙 > 甲

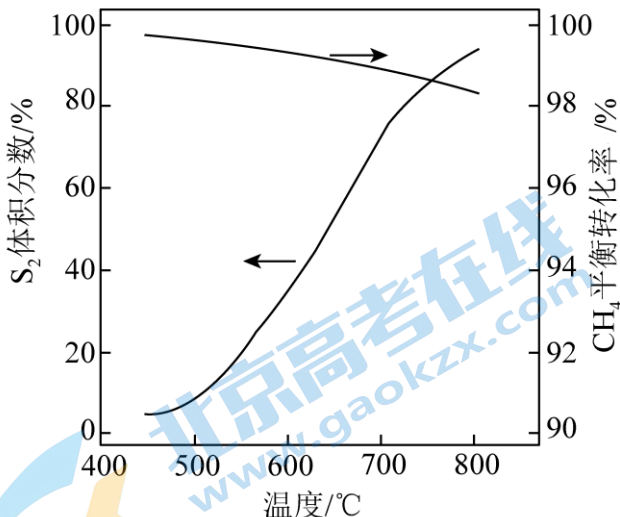
9. 华南师范大学兰亚乾教授课题组从催化剂结构与性能间关系的角度, 设计了一种催化剂同时作用在阳极和阴极, 用于 CH_3OH 氧化和 CO_2 还原反应耦合的混合电解, 工作原理如图甲所示。不同催化剂条件下 $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CO}$ 电极反应历程如图乙所示。下列说法错误的是

$\text{CO}_2 \rightarrow \text{CO}$ 电极反应历程如图乙所示。下列说法错误的是



- A. 电解总反应为 $2\text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{CO} + \text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O}$
- B. 若有 2 mol H^+ 穿过质子交换膜, 则理论上有 44 g CO_2 被转化
- C. 选择 $\text{Ni}_8\text{-TET}$ 催化剂催化, 会比 Ni-TPP 消耗更多电能
- D. 若以铅蓄电池为电源, 则 B 极应与 PbO_2 极相连接

10. 二硫化碳(CS_2)是一种重要的溶剂,对 C_{60} 在内的许多物质具有特殊的溶解能力。在工业生产中用硫(S_8)与 CH_4 为原料制备 CS_2 ,发生以下两个连续反应:反应 I: $\text{S}_8(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{S}_2(\text{g})$; 反应 II: $2\text{S}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 。一定条件下, S_8 分解产生 S_2 的体积分数、 CH_4 与 S_2 反应中 CH_4 的平衡转化率与温度的关系如图所示。下列说法不正确的是

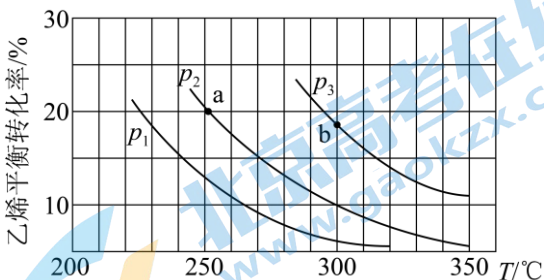


- A. 反应 II 的正反应为放热反应
- B. 通过增大 S_8 的浓度可以提高 CH_4 的转化率
- C. 增加压强既能提高 CH_4 的反应速率,又能提高 CH_4 的转化率
- D. 制备 CS_2 时温度需高于 600°C 的原因是:此温度 CH_4 平衡转化率已很高,低于此温度, S_2 浓度小,反应速率慢

11. 相同温度下,有体积相同的甲、乙两个容器,甲容器中充入 1gN_2 和 1gH_2 ,乙容器中充入 2gN_2 和 2gH_2 ,分别进行合成氨反应。下列叙述中错误的是

- A. 化学反应速率:乙>甲
- B. 平衡后 N_2 的浓度:乙>甲
- C. H_2 的平衡转化率:乙>甲
- D. 平衡混合气体中 H_2 的体积分数:乙>甲

12. 乙烯气相直接水合反应制备乙醇: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$ 。乙烯的平衡转化率随温度、压强的变化关系如下(起始时, $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{C}_2\text{H}_4) = 1\text{mol}$, 容器体积为 1L)。下列分析不正确的是



- A. 乙烯气相直接水合反应的 $\Delta H < 0$
- B. 图中压强的大小关系为: $p_1 < p_2 < p_3$

C. 图中 a 点对应的平衡常数 $K = \frac{1}{32}$

D. 达到平衡状态 a、b 所需要的时间: $a > b$

13. 温度、容积相同的 3 个密闭容器中, 按不同方式投入反应物, 保持恒温、恒容条件, 已知 $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $\Delta H = -92kJ \cdot mol^{-1}$, 测得反应达到平衡时的有关数据如表:

	容器 1	容器 2	容器 3
反应物投入量	1molN ₂ 、3molH ₂	2molNH ₃	4molNH ₃
NH ₃ 的浓度 (mol·L ⁻¹)	c_1	c_2	c_3
反应的能量变化	放出 akJ	吸收 bkJ	吸收 ckJ
体系的压强 (Pa)	p_1	p_2	p_3
反应物的转化率 α	α_1	α_2	α_3

下列说法正确的是

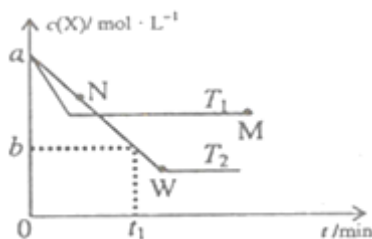
A. $a + b = 92$

B. $2c_1 > c_3$

C. $2p_1 < p_3$

D. $\alpha_2 + \alpha_3 = 1$

14. 在恒容密闭容器中通入 X 并发生反应: $2X(g) \rightleftharpoons Y(g)$, 温度 T_1 、 T_2 下 X 的物质的量浓度 $c(X)$ 随时间 t 变化的曲线如图所示, 下列叙述正确的是



A. M 点的正反应速率 $v_{正}$ 小于 N 点的逆反应速率 $v_{逆}$

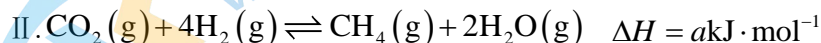
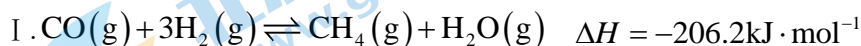
B. T_2 下, 在 $0 \sim t_1$ 时间内, $v(Y) = \frac{a-b}{t_1} \frac{a-b}{t_1} mol/(L \cdot min)$

C. M 点时再加入一定量 X, 平衡后 X 的转化率减小

D. 该反应进行到 M 点放出的热量小于进行到 W 点放出的热量

非选择题(共 38 分)

15. 中国明确提出 2030 年“碳达峰”与 2060 年“碳中和”目标。CO_x 选择性甲烷化是有望实现“双碳目标”具有良好应用前景的处理方法。富氢气氛下, CO、CO₂ 均可与 H₂ 发生甲烷化反应:



回答下列问题:

(1) 已知 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -41.2 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $a =$ _____

(2) 请从平衡移动的角度, 提出三种可行的操作提高反应 I 中 CO 的转化率 _____、 _____、 _____。

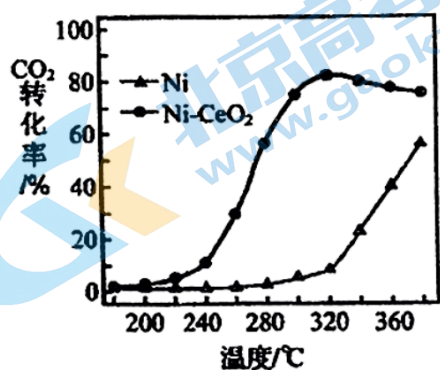
(3) 400°C 时, 选用镍基催化剂, 向 1L 密闭容器中通入 10mol CO 、 10mol CO_2 和 40mol H_2 进行反应, 平衡后测得 $n(\text{H}_2) = 9 \text{mol}$, $n(\text{CH}_4) = 10 \text{mol}$ 。

① CO_2 的平衡转化率为 _____。

② 反应 II 平衡常数 K 的数值最接近下列哪个数值 _____ (填字母)。

A.20 B.2 C.0.2 D.0.02

(4) 其他条件相同, 反应 II 使用两种不同催化剂, 反应相同的时间, 测得 CO_2 的转化率随温度变化的影响如图所示。



① 请解释使用 $\text{Ni}-\text{CeO}_2$ 催化剂时, 随着温度的升高, 为何 CO_2 转化率先升高后降低 _____?

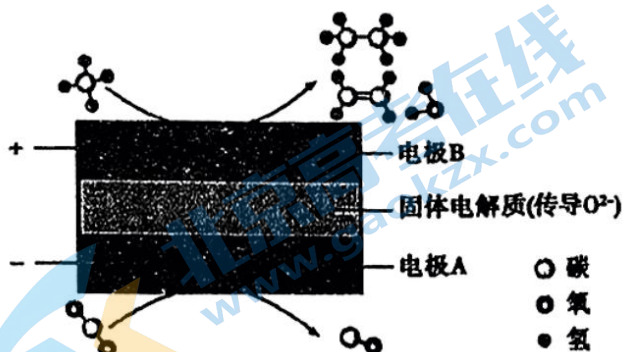
② 根据图像分析, 下列说法错误的是 _____ (填字母)。

A. 在 $200\sim 360^\circ\text{C}$ 范围内, $\text{Ni}-\text{CeO}_2$ 的催化效果比 Ni 更好

B. 可以通过改变催化剂种类的方式调控 CO_2 平衡转化率

C. 在 240°C 附近, 可以通过延长反应时间的方式提高 CO_2 的转化率

(5) CH_4 和 CO_2 都是比较稳定的分子, 科学家利用电化学装置实现两种分子的耦合转化, 其原理如下图所示:



① 阴极上的反应式为 _____。

②阳极上生成乙烯(C_2H_4)和乙烷(C_2H_6)的反应式分别为_____和_____。

③若生成的乙烯(C_2H_4)和乙烷(C_2H_6)的体积比为3:1,则消耗的 CH_4 和 CO_2 的体积比为_____。


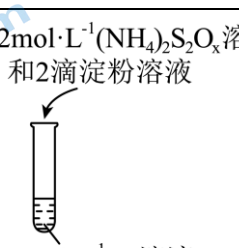
16. 实验小组探究 $(NH_4)_2S_2O_8$ 溶液与KI溶液的反应:

【资料】① $(NH_4)_2S_2O_8$ 是强电解质,具有强氧化性。 $S_2O_8^{2-}$ 易被还原为 SO_4^{2-} ;

② I_2 可与 $Na_2S_2O_3$ 发生反应: $2S_2O_3^{2-} + I_2 = S_4O_6^{2-} + 2I^-$

③在溶液中 I_2 淀粉复合物必须有足够的浓度才能显示明显的蓝色

I. 实验小组设计了下列实验验证了 $(NH_4)_2S_2O_8$ 溶液与KI溶液的反应:

编号	1-1	1-2
实验操作	 <p>2滴淀粉溶液 2mL0.2mol·L⁻¹KI溶液</p>	 <p>2mL0.2mol·L⁻¹(NH₄)₂S₂O₈溶液 和2滴淀粉溶液 2mL0.2mol·L⁻¹KI溶液</p>
现象	无明显现象	溶液立即变蓝

(1) 实验 1-1 的目的是_____。

(2) 请用离子方程式表示实验 1-2 中的化学反应_____。

II. 实验小组发现, KI 溶液中若含有 $Na_2S_2O_3$, 溶液并不会立刻变蓝, 而会等待一段时间后再变蓝。为了解释这一现象, 甲同学对此提出两种猜想:

猜想 1: 其他条件相同时, $(NH_4)_2S_2O_8$ 与 $Na_2S_2O_3$ 反应速率_____ $(NH_4)_2S_2O_8$ 与 KI 的反应速率, 使溶液中 $S_2O_8^{2-}$ 浓度降低, 化学反应速率变慢。(填“>”或“<”)

猜想 2: 其他条件相同时, $(NH_4)_2S_2O_8$ 与 $Na_2S_2O_3$ 不反应。 $(NH_4)_2S_2O_8$ 与 KI 反应速率_____ I_2 与 $Na_2S_2O_3$ 的反应速率(填“>”或“<”)。

(3) 请补全猜想 1: _____与猜想 2: _____。

(4) 根据资料 2 可知 $Na_2S_2O_3$ 的还原性_____ (填“强于”或“弱于”) KI, 甲同学认为, 该事实可以用来作为_____ (填“猜想 1”或“猜想 2”) 的依据。

III. 为了进一步研究 $Na_2S_2O_3$ 的作用, 小组同学分别向两支试管中依次加入下列试剂, 并记录变色时间, 如下表所示。

编号	0.2mol·L ⁻¹ KI	0.01mol·L ⁻¹ $Na_2S_2O_3$	淀粉 溶液	0.2mol·L ⁻¹ $(NH_4)_2S_2O_8$ 溶液	①	变色时间
----	------------------------------	---	----------	---	---	------

2-1	2ml	0ml	2滴	0.2ml	②	立即
2-2	2ml	0.8ml	2滴	2ml	0.2ml	10s

(5) 请补全表格中①_____与②_____

(6) 乙同学根据现有数据证明II中猜想1不成立,理由是_____。

IV.查阅文献表明II中猜想2成立:

(7) 下列说法正确的是_____ (填字母)。

A. 增加溶液中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 浓度, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的初始反应速率会增加

B. 增加溶液中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 浓度, 溶液变蓝时间可能增加

C. 增加溶液中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 浓度, 溶液可能无法变蓝

D. 升高溶液温度, 溶液开始变蓝时间可能增加

(8) 结合实验 2-2 的数据, 计算 10s 内的 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 消耗的速率 $v(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

参考答案

选择题(共 42 分)

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 【答案】A

【详解】A. 使用 V_2O_5 作催化剂，降低了反应的活化能，增大了单位体积内活化分子的数目，增大了活化分子百分数，故 A 正确；

B. 增加氧气的浓度，增大了单位体积内活化分子数目，活化分子百分数不变，故 B 错误；

C. 该反应为可逆反应，具有一定的反应限度， SO_2 和 O_2 不能全部转化为 SO_3 ，故 C 错误；

D. 该反应为放热反应，升高温度能加快反应速率，平衡往逆反应方向移动，降低了 SO_2 的平衡转化率，故 D 错误。

答案为 A。

2. 【答案】C

【详解】A、根据 $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$ 可知，当反应是熵增放热的反应时，一定满足 $\Delta H - T \Delta S < 0$ ，反应一定是自发进行的，选项 A 正确；B、吸热反应可以自发进行， $\Delta H > 0$ ，若满足 $\Delta H - T \Delta S < 0$ ，必须是熵增的反应，选项 B 正确；C、根据 $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$ 可知，当反应是熵增放热的反应时，一定满足 $\Delta H - T \Delta S < 0$ ，反应一定不可能为非自发进行，选项 C 不正确；D、反应 $NH_3(g) + HCl(g) = NH_4Cl(s)$ 为熵减的反应，若在室温下可自发进行，根据 $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$ ，必须 $\Delta H - T \cdot \Delta S < 0$ ，而 $\Delta S < 0$ ，则一定得 $\Delta H < 0$ ，才有可能 $\Delta G < 0$ ，选项 D 正确。答案选 C。

3. 【答案】C

【详解】A. 0~6min 生成氧气的物质的量为 $1 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，消耗 H_2O_2 的物质的量为 $2 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，平均反应速

率： $v(H_2O_2) \approx \frac{2 \times 10^{-3}}{0.01L \times 6 \text{ min}} = 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，故 A 正确；

B. 0~4min 内生成 17.2mL 氧气，4~8min 内生成 9.3mL 氧气，所以 0~4min 的平均反应速率较 4~8min 的平均反应速率更快，故 B 正确；

C. 反应至 6min 时，生成氧气的物质的量为 $1 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，消耗 H_2O_2 的物质的量为 $2 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，

$c(H_2O_2) = \frac{0.01L \times 0.4 \text{ mol/L} - 2 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.01L} = 0.20 \text{ mol/L}$ ，故 C 错误；

D. 反应至 6min 时，生成氧气的物质的量为 $1 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，消耗 H_2O_2 的物质的量为 $2 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ， H_2O_2 分解

率为 $\frac{2 \times 10^{-3}}{0.01L \times 0.4 \text{ mol/L}} \times 100\% = 50\%$ ，故 D 正确；

选 C。

4. 【答案】A

【详解】A. I 是第一步反应的反应物，I 的浓度大小决定第一步反应速率，第一步是慢反应，慢反应决定总反应速率，所以 I 决定反应速率的大小，故 A 正确；

- B. IO^- 是第一步反应的生成物, IO^- 是第二步反应的反应物, 所以 IO^- 是该反应的中间产物, 故 B 错误;
- C. $v(\text{H}_2\text{O})$ 是纯液体, 不能用水的浓度变化表示反应速率, 故 C 错误;
- D. $1\text{molH}_2\text{O}_2$ 放出热量 98kJ , H_2O_2 分解的热化学方程式为 $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})=2\text{H}_2\text{O}(\text{l})+\text{O}_2(\text{g}) \Delta\text{H}=-196\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 故 D 错误;

选 A。

5. 【答案】B

【详解】A. 热化学方程式为 $4\text{NH}_3(\text{g})+6\text{NO}(\text{g})=5\text{N}_2(\text{g})+6\text{H}_2\text{O}(\text{g})\Delta\text{H}=\text{正反应活化能}-\text{逆反应活化能}=(\text{a}-\text{b})\text{kJ/mol}$, A 错误;

B. 图 1 所示反应方程式为: $4\text{NH}_3(\text{g})+6\text{NO}(\text{g})=5\text{N}_2(\text{g})+6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 反应产物中氧化产物与还原产物为 N_2 , 其中有 4 个 N 被氧化, 6 个 N 被还原, 故氧化产物与还原产物物质的量之比为 2: 3, B 正确;

C. 由题干图示信息可知, 图 2 所示过程中 Fe^{3+} 作催化剂, 故其物质的量在反应前后保持不变, C 错误;

D. 由题干图示信息可知, 图 2 所示过程发生的总反应为: $4\text{NH}_3+4\text{NO}+\text{O}_2\begin{matrix} \text{Fe}^{3+} \\ \text{---} \end{matrix} 4\text{N}_2+6\text{H}_2\text{O}$, 故生成 1mol 氮气, 转移电子的数目为 3mol , D 错误;

故答案为: B。

6. 【答案】C

【详解】A. 由图可知, 曲线 I, 是加快了反应速率, 且 H_2 的物质的量增大, 若是增大压强, 反应速率加快, 平衡正向移动, H_2 的物质的量减小, 所示不是增大压强, A 错误;

B. 由图可知, 曲线 II 为加快反应速率, 且 H_2 的物质的量减小, 若在该恒容容器中充入氦气, 反应速率不变, B 错误;

C. 根据三段式:

		$\text{CO}_2(\text{g})$	$+3\text{H}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$	$+$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	
n_0		6	8		0		0	
Δn		2	6		2		2	
$n_{\text{平}}$		4	2		2		2	

, $K=\frac{\frac{2\text{mol}}{2\text{L}}\times\frac{2\text{mol}}{2\text{L}}}{\frac{4\text{mol}}{2\text{L}}\times\left(\frac{2\text{mol}}{2\text{L}}\right)^3}=0.5$, C 正

确;

D. 从反应开始至 a 点, $v(\text{H}_2)=\frac{(8-4.4)\text{mol}}{2\text{min}}=0.9\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, 所以

$v(\text{CO}_2)=0.3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, D 错误;

故选 C。

7. 【答案】D

【分析】由第一列和第二列数据可知, A 的浓度增大一倍, 反应速率也增大一倍, 故 $m=1$, 由第二列和第四列数据可知, B 的浓度增大一倍, 反应速率不变, 说明反应速率与 B 的浓度无关, 即 $n=0$, 据此分析解题。

【详解】A. 由分析可知，反应速率只有 A 的浓度成正比，故可知上述表格中的 $c_1 = \frac{4.8}{1.6} \times 0.25 = 0.75$ ，

$$v_2 = \frac{1.0}{0.25} \times 1.6 = 6.4, \text{ A 正确;}$$

B. 由分析可知， $m=1$ 、 $n=0$ ，带入第一列数据得： $1.6 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = k \times 0.25 \text{ mol/L}$ 该反应的速率常数 $k = 6.4 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ ，B 正确；

C. 由分析可知， $m=1$ ， $n=0$ ，即反应速率不一定与反应物浓度有关，故由以上数据可知浓度对速率的影响是实验测得的，无法通过化学方程式直接得出，C 正确；

D. 速率常数与浓度无关，缩小容积（加压）不会使 k 增大，D 错误；

故答案为：D。

8. 【答案】A

【详解】A. 该反应气体分子数减小，甲容器在恒温恒容下建立平衡则压强减小，乙容器在恒温恒压下建立平衡则体积减小而维持压强不变，平衡时的压强：乙容器 > 甲容器，压强越大越有利于平衡正移，平衡时 SO_3 的百分含量更大，A 错误；

B. 平衡时乙容器压强大， SO_2 的转化率高，B 正确；

C. 温度相同时，乙容器的压强大，乙的反应速率快，C 正确；

D. 平衡时乙容器压强大于甲容器，D 正确；

答案选 A。

9. 【答案】C

【详解】A. 根据甲图可得，A 电极为阴极，电极反应式为 $2\text{CO}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，B 电极为阳极，电极反应式为 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{HCOOH} + 4\text{H}^+$ ，故电解总反应为 $2\text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{CO} + \text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O}$ ，A 正确；

B. 根据阴极电极反应式 $2\text{CO}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，若有 2 mol H^+ 穿过质子交换膜，则理论上 1 mol CO_2 被转化，质量为 44 g ，B 正确；

C. 催化剂不能改变反应的焓变，选择 $\text{Ni}_8\text{-TET}$ 催化剂催化，和选用 Ni-TPP 消耗的电能相同，C 错误；

D. B 极为电解池阳极，电解时连接电源正极，若以铅蓄电池为电源，则 B 极应与 PbO_2 极相连接，D 正确；

故选 C。

10. 【答案】C

【详解】A. 由图可知，温度越高， CH_4 的转化率越低，平衡逆向移动，所以反应 II 为放热反应，A 正确；

B. 增大 S_8 的浓度，可以使反应 I 正向移动， S_2 浓度增大，反应 II 中 CH_4 的转化率增大，B 正确；

C. 增加压强，反应 I 逆向移动， S_2 的体积分数减小，反应 II 逆向移动，不能提高 CH_4 的转化率，C 错误；

D. 由图可知，制备 CS_2 时温度需高于 600°C ， CH_4 平衡转化率已很高，低于此温度， S_2 浓度小，反应速

率慢，D 正确；

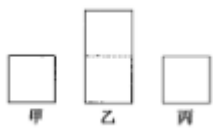
故选 C。

11. 【答案】D

【分析】

在相同温度下，有相同体积的甲、乙两容器，且保持体积不变，加入氮气和氢气发生的反应为： N_2+3H_2

$\xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温高压}} 2NH_3$ ，反应是气体体积减小的放热反应，假设开始时乙的容器体积也是甲的两倍(如图所示)，



，则此时甲与乙是等效平衡。再将乙容器体积压缩至与甲相等(如图中丙)，在此过程

中平衡： $N_2+3H_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温高压}} 2NH_3$ 要向正反应方向移动，由此分析。

【详解】A. 因为乙容器中的原料投入量正好是甲的 2 倍，乙容器中压强大于甲，反应速率快，故 A 不符合题意；

B. 根据分析，平衡后 $N_2+3H_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温高压}} 2NH_3$ 要向正反应方向移动，丙中 N_2 、 H_2 、 NH_3 的浓度分别比甲中 N_2 、 H_2 、 NH_3 浓度大，容器乙中 N_2 的浓度 > 容器甲中 N_2 的浓度，故 B 不符合题意；

C. 根据分析，平衡后 $N_2+3H_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温高压}} 2NH_3$ 要向正反应方向移动， H_2 的平衡转化率：容器乙 > 容器甲，故 C 不符合题意；

D. 将乙容器的体积压缩至与甲相等(如图中丙)，则在此过程中化学平衡要向正反应方向移动，平衡混合气体中 H_2 的体积分数：容器甲 > 容器乙，故 D 符合题意；

答案选 D。

12. 【答案】C

【详解】A. 如图，温度越高，乙烯的转化率越低，平衡逆向移动，该反应的放热反应， $\Delta H < 0$ ，A 正确；

B. 由图可知，压强越大，平衡正向移动，乙烯的平衡转化率越大，所以 $p_1 < p_2 < p_3$ ，B 正确；

C. a 点时，乙烯转化率为 20%，根据三段式：

	$C_2H_4(g)$	$+H_2O(g)$	\rightleftharpoons	$C_2H_5OH(g)$	
n_0	1	1		0	
Δn	0.2	0.2		0.2	
$n_{平}$	0.8	0.8		0.2	

$K = \frac{0.2 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ L}}{0.8 \text{ mol} \times 0.8 \text{ mol}} = \frac{5}{16}$ ，C 错误；

D. 与 a 点相比，b 点温度高，压强大，反应速率较慢，达平衡所需时间较短，D 正确；

故选 D。

13. 【答案】A

【详解】A. 容器 1 投入 $1 \text{ mol } N_2$ 和 $3 \text{ mol } H_2$ ，容器 2 投入 $2 \text{ mol } NH_3$ ，两个容器中的反应完全等效，根据盖

斯定律，两个容器中的能量之和为 92kJ，即 $a+b=92$ ，A 正确；

B. 容器 1 和容器 2 等效，所以 $c_1=c_2$ ，容器 3 充入 4mol NH_3 ，是容器 2 的 2 倍，相当于增大压强，平衡正向移动，所以容器 3 中的氨气的浓度大于容器 2 中氨气浓度的 2 倍，即 $2c_1 < c_3$ ，B 错误；

C. 容器 1 和容器 2 等效， $p_1=p_2$ ，容器 3 充入 4mol NH_3 ，是容器 2 的 2 倍，相当于增大压强，平衡正向移动，所以容器 3 中压强减小，小于容器 2 和容器 1 的 2 倍，即 $2p_1 = 2p_2 > p_3$ ，C 错误；

D. 容器 3 充入 4mol NH_3 ，是容器 2 的二倍，若平衡不移动， $\alpha_2 + \alpha_3 = 1$ ，由于容器 3 中相当于增大压强，平衡正向移动，氨的转化率减小，所以 $\alpha_2 + \alpha_3 < 1$ ，D 错误；

故选 A。

14. 【答案】D

【详解】分析：用“先拐后平”法， T_1 优先 T_2 出现拐点， T_1 达到平衡时间短、速率快，则 $T_1 > T_2$ ； T_2 平衡时 $c(X)$ 小于 T_1 ，升高温度平衡向逆反应方向移动，该反应的 $\Delta H < 0$ ；利用图象上的数据和速率之比等于化学计量数之比计算 $v(Y)$ ；平衡后再加入一定量 X，相当于增大压强，平衡向正反应方向移动，X 的平衡转化率增大。

详解：用“先拐后平”法， T_1 优先 T_2 出现拐点， T_1 达到平衡时间短、速率快，其它条件不变时升高温度化学反应速率加快，则 $T_1 > T_2$ ； T_2 平衡时 $c(X)$ 小于 T_1 ，升高温度平衡向逆反应方向移动，逆反应为吸热反应，该反应的 $\Delta H < 0$ 。A 项，M 点是 T_1 时的平衡点， $v_{\text{正}}(M) = v_{\text{逆}}(M)$ ，N 点是 T_2 时的不平衡点，N 点时的逆反应速率小于 T_2 平衡时的逆反应速率，由于 $T_1 > T_2$ ， T_2 平衡时的反应速率小于 T_1 平衡时的反应速率，M 点的正反应速率 $v_{\text{正}}$ 大于 N 点的逆反应速率 $v_{\text{逆}}$ ，A 项错误；B 项， T_2 下，0~ t_1 时间内 $v(X) =$

$$\frac{\Delta c(X)}{\Delta t} = \frac{a - b \text{ mol/L}}{t_1 \text{ min}} = \frac{a - b}{t_1} \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$$
，不同物质表示的化学反应速率之比等于化学计量数之比，

$$v(Y) = \frac{1}{2} v(X) = \frac{a - b}{2t_1} \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$$
，B 项错误；C 项，M 点时再加入一定量 X，相当于增大压强，

平衡向正反应方向移动，平衡后 X 的转化率增大，C 项错误；D 项，该反应的正反应为放热反应，W 点消耗 X 的物质的量大于 M 点，该反应进行到 M 点放出的热量小于进行到 W 点放出的热量，D 项正确；答案选 D。

点睛：本题考查化学平衡的图象分析、化学反应速率的计算、外界条件对化学反应速率和化学平衡的影响。观察图象时先看纵横坐标的含义，根据关键点和曲线的变化趋势，联想外界条件对化学反应速率和化学平衡影响的规律进行判断。注意：在恒容容器中增加反应物浓度，平衡向正反应方向移动；若反应物只有一种，平衡时反应物转化率的变化，利用增大压强对平衡的影响判断。

非选择题(共 38 分)

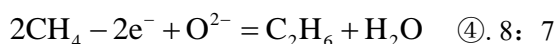
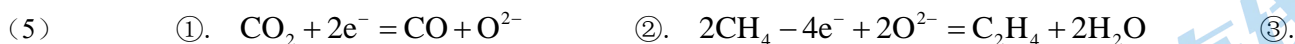
15. 【答案】(1) -165

(2) ①. 降低温度 ②. 加入氢气 ③. 增大压强

(3) ①. 10% ②. D

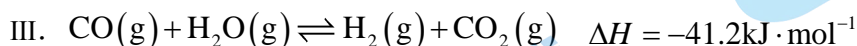
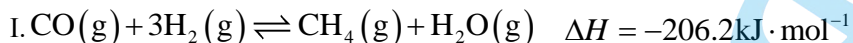
(4) ①. 随温度升高，反应速率逐渐加快，平衡转化率增大的较快；当到达反应限度，升高温度，平衡

逆向移动，转化率较小 ②. BC



【分析】(5) 结合图示可知，二氧化碳在阴极发生还原反应生成 CO，固体可传到 O^{2-} ，则阴极上电极反应式： $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{O}^{2-}$ ；

【小问 1 详解】



根据盖斯定律：反应 I-III 得反应 II， $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

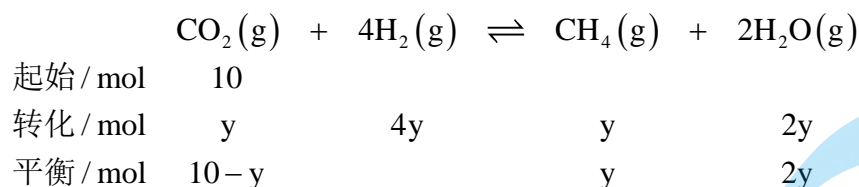
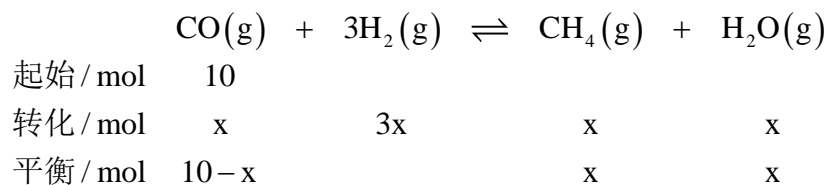
$$\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_3 = -165\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$

【小问 2 详解】

反应 I 为放热反应，降低温度可使平衡正向移动，CO 的转化率提高；加入氢气，可使平衡正向移动，CO 的转化率提高；该反应为气体分子数减小的反应，加压可使平衡正向移动；

【小问 3 详解】

假设反应 I 消耗 x，反应 II 消耗 y，列三段式：



1L 密闭容器中通入 10mol CO、10mol CO_2 和 40mol H_2 进行反应，平衡后测得 $n(\text{H}_2) = 9\text{mol}$ ，

$n(\text{CH}_4) = 10\text{mol}$ ，则 $40 - 3x - 4y = 9$ ， $x + y = 10$ ，联立解得： $x = 9$ ， $y = 1$ ；

① CO_2 的平衡转化率： $\frac{1\text{mol}}{10\text{mol}} \times 100\% = 10\%$ ；

② 反应 II 平衡常数 $K = \frac{c(\text{CH}_4)c^2(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2)c^4(\text{H}_2)} = \frac{10 \times 11^2}{9 \times 9^4} \approx 0.02$ ，答案选 D；

【小问 4 详解】

① 随温度升高，反应速率逐渐加快，平衡转化率增大的较快；当到达反应限度，升高温度，平衡逆向移动，转化率较小；

②

A. 根据图像可知, 在 200~360°C 范围内, Ni-CeO₂ 的催化效果比 Ni 更好, 故 A 正确;

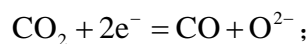
B. 催化剂只能影响反应速率, 不能使平衡发生移动, 故 B 错误;

C. 当反应到达限度, 延长时间, 转化率不变, 故 C 错误;

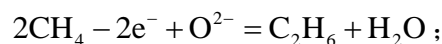
答案选 BC;

【小问 5 详解】

①二氧化碳在阴极发生还原反应生成 CO, 固体可传到 O²⁻, 则阴极上电极反应式:



②阳极上生成乙烯(C₂H₄)和乙烷(C₂H₆)的反应式: $2\text{CH}_4 - 4\text{e}^- + 2\text{O}^{2-} = \text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 、



③令生成的乙烯(C₂H₄)和乙烷(C₂H₆)分别为 3 体积和 1 体积, 根据阿伏加德罗定律, 同温同压下, 气体体积比等于物质的量之比, 再根据得失电子守恒, 得到发生的总反应为



16. 【答案】(1) 对比实验, 证明(NH₄)₂S₂O₈ 将 KI 氧化为碘单质, 排除氧气氧化碘离子的干扰



(3) ①. > ②. <

(4) ①. 强于 ②. 猜想 1

(5) ①. 蒸馏水 ②. 2.8mL

(6) 在实验 2-2 中与 Na₂S₂O₃ 完全反应后的溶液中, n(S₂O₈²⁻) 也高于实验 2-1 中的起始 n(S₂O₈²⁻), 溶液立即变成蓝色, 所以猜想 1 不成立 (7) BC

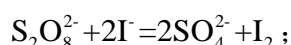
(8) $8 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

【小问 1 详解】

实验 1-1 的目的是对比实验, 证明(NH₄)₂S₂O₈ 溶液与 KI 溶液反应将其氧化为碘单质而使淀粉溶液变蓝色, 排除氧气氧化碘离子的干扰;

【小问 2 详解】

实验 1-2 中(NH₄)₂S₂O₈ 溶液与 KI 溶液反应生成碘单质而使淀粉溶液变蓝色, 反应的离子方程式为:



【小问 3 详解】

KI 溶液中若含有 Na₂S₂O₃, 溶液并不会立刻变蓝, 而会等待一段时间后再变蓝, 可能的原因为: 猜想

1: (NH₄)₂S₂O₈ 与 Na₂S₂O₃ 反应速率大于 (NH₄)₂S₂O₈ 与 KI 的反应速率, 使溶液中 S₂O₈²⁻ 浓度降低,

化学反应速率变慢; 猜想 2: 其他条件相同时, (NH₄)₂S₂O₈ 与 Na₂S₂O₃ 不反应, 而 (NH₄)₂S₂O₈ 与 KI 反应速率小于 I₂ 与 Na₂S₂O₃ 的反应速率, 所以溶液并不会立刻变蓝;

【小问 4 详解】

根据资料② I_2 可与 $Na_2S_2O_3$ 发生反应： $2S_2O_3^{2-} + I_2 = S_4O_6^{2-} + 2I^-$ ，还原剂的还原性强于还原产物，所以 $Na_2S_2O_3$ 的还原性强于 KI ；所以猜想 1：其他条件相同时， $(NH_4)_2S_2O_8$ 与 $Na_2S_2O_3$ 反应速率大于 $(NH_4)_2S_2O_8$ 与 KI 的反应速率，使溶液中 $S_2O_8^{2-}$ 浓度降低，化学反应速率变慢成立；

【小问 5 详解】

表格中①为蒸馏水，根据控制变量法，为了使溶液的总容积相同，②为加入 2.8mL 蒸馏水；

【小问 6 详解】

在实验 2-2 中与 $Na_2S_2O_3$ 完全反应后的溶液中， $n(S_2O_8^{2-})$ 也高于实验 2-1 中的起始 $n(S_2O_8^{2-})$ ，溶液立即变成蓝色，所以猜想 1 不成立；

【小问 7 详解】

- A. 由实验 2-1 和 2-1 对比，实验 2-2 增加溶液中 $Na_2S_2O_3$ 浓度，溶液变蓝的时间长，初始反应速率较慢，A 错误；
- B. 由实验 2-2 可知，增加溶液中 $Na_2S_2O_3$ 浓度，溶液变蓝时间可能增加，B 正确；
- C. 增加溶液中 $Na_2S_2O_3$ 浓度，将生成的碘单质完全反应，溶液可能无法变蓝，C 正确；
- D. 升高溶液温度，反应速率加快，溶液开始变蓝时间可能减小，D 错误；

故选 BC；

【小问 8 详解】

根据反应 $S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2$ 和 $2S_2O_3^{2-} + I_2 = S_4O_6^{2-} + 2I^-$ 得到关系式： $S_2O_8^{2-} \sim I_2 \sim 2S_2O_3^{2-}$ ，所以

$$\Delta n(S_2O_8^{2-}) = \frac{1}{2} \Delta n(S_2O_3^{2-}) = 0.5 \times 0.01 \times 0.8 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-6} \text{ mol},$$

$$v(S_2O_8^{2-}) = \frac{4 \times 10^{-6} \text{ mol}}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} = 8 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

