

目夺市安危阳光实验学校化学高考题分类目录

G 单元 化学反应速率和化学平衡

G1 化学反应速率

7. [2014·重庆卷] 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. 该反应进行到 M 点放出的热量大于进行到 W 点放出的热量

B. T_2 下，在 $0 \sim t_1$ 时间内， $v(Y) = \frac{a-b}{t_1} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

C. M 点的正反应速率 $v_{\text{正}}$ 大于 N 点的逆反应速率 $v_{\text{逆}}$

D. M 点时再加入一定量 X，平衡后 X 的转化率减小

7. C [解析] 根据图像可知， $T_1 < T_2$ ， $\Delta H < 0$ ，因此该反应是放热反应，故 $c(X)$ 变化越大，放出热量越多，故 M 点放出的热量小于 W 点放出的热量，A 项

错误； T_2 温度下，在 $0 \sim t_1$ 时间内， $v(Y) = \frac{1}{2}v(X) = \frac{a-b}{2t_1} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，B 项

错误；因 $T_1 > T_2$ ， $v_{\text{M正}} = v_{\text{M逆}} > v_{\text{W逆}}$ ，又因 $v_{\text{N逆}} < v_{\text{W逆}}$ ，所以 $v_{\text{N逆}} < v_{\text{W正}}$ ，C 正确；由于反

应前后均只有一种物质，因此 M 点时再增加一定量的 X，则相当于增大压强，

平衡向正反应方向移动，X 的转化率升高，D 项错误。

3. [2014·天津卷] 运用相关化学知识进行判断，下列结论错误的是()

A. 某吸热反应能自发进行，因此该反应是熵增反应

B. NH_4F 水溶液中含有 HF，因此 NH_4F 溶液不能存放于玻璃试剂瓶中

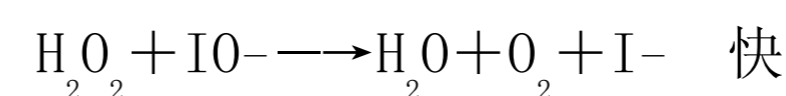
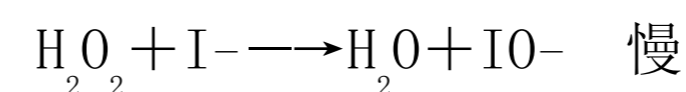
C. 可燃冰主要是甲烷与水在低温高压下形成的水合物晶体，因此可存在于

海底

D. 增大反应物浓度可加快反应速率，因此用浓硫酸与铁反应能增大生成 H_2 的速率

3. D [解析] 当 $\Delta H - T \Delta S < 0$ 时，反应能自发进行，吸热反应的 $\Delta H > 0$ ，吸热反应能自发，说明 $\Delta S > 0$ ，A 项正确； NH_4F 溶液中 F^- 水解生成 HF，HF 能与玻璃中的 SiO_2 发生反应 $4\text{HF} + \text{SiO}_2 \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 NH_4F 溶液不能存放在玻璃试剂瓶中，B 项正确；可燃冰需在低温高压下形成，所以可燃冰可存在于海底，C 项正确；常温下，浓硫酸使铁发生钝化，D 项错误。

9. [2014·新课标全国卷 I] 已知分解 $1 \text{ mol H}_2\text{O}_2$ 放出热量 98 kJ。在含少量 I^- 的溶液中， H_2O_2 分解的机理为



下列有关该反应的说法正确的是()

A. 反应速率与 I^- 浓度有关

B. IO^- 也是该反应的催化剂

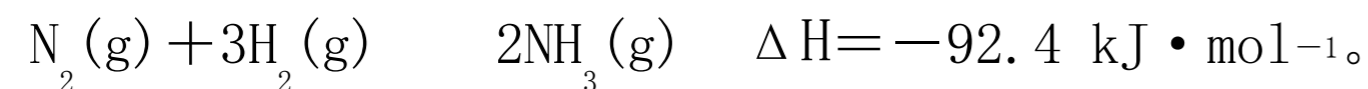
C. 反应活化能等于 $98 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

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

9. A [解析] H_2O_2 的分解反应主要由慢反应决定，且 I^- 浓度越大反应速率越快，A 项正确；合并题中两反应，可知 I^- 为催化剂，而 IO^- 为中间产物，B 项错误； $1 \text{ mol H}_2\text{O}_2$ 分解时反应热为 $-98 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，并不是活化能，C 项错误；根据化学计量数关系可确定 $v(\text{H}_2\text{O}_2) = v(\text{H}_2\text{O}) = 2v(\text{O}_2)$ ，D 项错误。

10. [2014·天津卷] 合成氨是人类科学技术上的一项重大突破，其反应

原理为

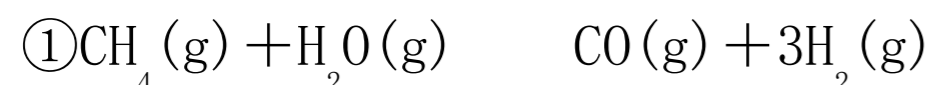


一种工业合成氨的简式流程图如下:

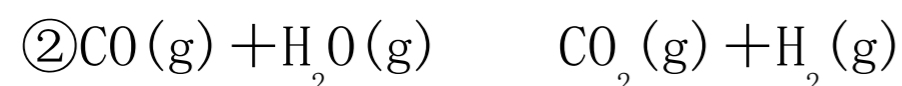
(1) 天然气中的 H_2S 杂质常用氨水吸收, 产物为 NH_4HS 。一定条件下向 NH_4HS 溶液中通入空气, 得到单质硫并使吸收液再生, 写出再生反应的化学方程式:

_____。

(2) 步骤 II 中制氢气的原理如下:



$$\Delta H = +206.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = -41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

对于反应①, 一定可以提高平衡体系中 H_2 的百分含量, 又能加快反应速率的措施是_____。

- a. 升高温度 b. 增大水蒸气浓度 c. 加入催化剂 d. 降低压强

利用反应②, 将 CO 进一步转化, 可提高 H_2 的产量。若 1 mol CO 和 H_2 的混合气体 (CO 的体积分数为 20%) 与 H_2O 反应, 得到 1.18 mol CO 、 CO_2 和 H_2 的混合气体, 则 CO 的转化率为_____。

(3) 图(a)表示 500 °C、60.0 MPa 条件下, 原料气投料比与平衡时 NH_3 体积分数的关系。根据图中 a 点数据计算 N_2 的平衡体积分数: _____。

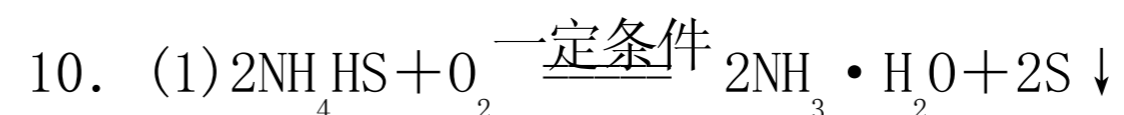
(4) 依据温度对合成氨反应的影响, 在图(b)坐标系中, 画出一定条件下的密闭容器内, 从通入原料气开始, 随温度不断升高, NH_3 物质的量变化的曲线示意图。

意图。

- (a) _____ (b) _____

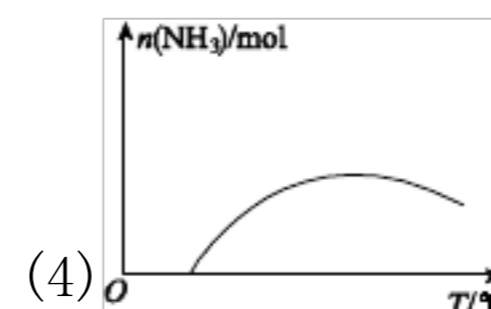
(5) 上述流程图中, 使合成氨放出的能量得到充分利用的主要步骤是(填序号)_____。简述本流程中提高合成氨原料总转化率的方法:

_____。



(2) a. 90%

(3) 14.5%

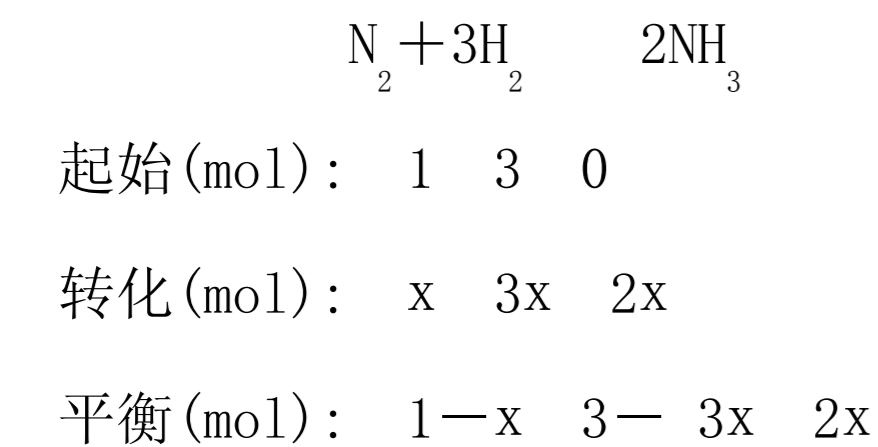


(5) IV 对原料气加压; 分离液氨后, 未反应的 N_2 、 H_2 循环使用

[解析] (1) 由题意可知为空气中的 O_2 将负二价硫氧化为硫单质, 根据电子守恒将方程式配平即可。(2) 反应①为气体物质的量增大的吸热反应, 降低压强使平衡右移, 但反应速率减小, d 错; 催化剂不能改变反应限度, 即不能改变 H_2 的百分含量, c 错; 增大水蒸气浓度虽可使反应速率增大以及平衡右移, 但产物 H_2 的百分含量却减小, b 错; 升高温度反应速率增大, 且平衡正向移动, H_2 的百分含量增大, a 对。CO 与 H_2 的混合气体与水蒸气的反应中, 反应体系中的气体的物质的量不变, 而 1 mol CO 与 H_2 的混合气体参加反应生成 1.18 mol 混合气, 说明有 0.18 mol 水蒸气参加反应, 则根据方程式②可知参加反应的

CO 也为 0.18 mol, 则其转化率为 $\frac{0.18 \text{ mol}}{1 \text{ mol} \times 20\%} \times 100\% = 90\%$ 。

(3) 由图中看出当 N_2 与 H_2 物质的量比为 1:3 时, NH_3 的平衡体积分数最大, 为 42%。设平衡时转化的 N_2 的物质的量为 x mol, 由三段式:



$$\frac{2x}{(1-x) + (3-3x) + 2x} \times 100\% = 42\%, \text{ 则 } x = 0.59$$

$$\text{则平衡时 } N_2 \text{ 的体积分数为 } \frac{(1-x)}{(1-x) + (3-3x) + 2x} \times 100\% = 14.5\%。(4)$$

作图时要注意开始时 NH_3 物质的量不断增多, 是因为反应正向进行(反应未达平衡), 达到一定程度后反应达到平衡而此时温度继续升高, 平衡逆向移动, NH_3 的物质的量减小。(5) 热交换器可以使需要加热的物质得到加热, 还可以使需要冷却的物质得到冷却, 能充分利用能量。合成氨反应为气体物质的量减小的反应, 加压利于反应正向进行; 此外, 循环利用可反复利用原料, 提高原料利用率。

26. [2014 · 新课标全国卷 II]

在容积为 1.00 L 的容器中, 通入一定量的 N_2O_4 , 发生反应



回答下列问题:

(1) 反应的 ΔH _____ 0 (填“大于”或“小于”); 100 °C 时, 体系中各

物质浓度随时间变化如图所示。在 0~60 s 时段, 反应速率 $v(N_2O_4)$ 为

_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$; 反应的平衡常数 K_1 为 _____。

(2) 100 °C 时达平衡后, 改变反应温度为 T, $c(N_2O_4)$ 以 $0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 的平均速率降低, 经 10 s 又达到平衡。

① T _____ 100 °C (填“大于”或“小于”), 判断理由是

_____。

② 列式计算温度 T 时反应的平衡常数 K_2 :

_____。

(3) 温度 T 时反应达平衡后, 将反应容器的容积减少一半, 平衡向

_____ (填“正反应”或“逆反应”) 方向移动, 判断理由是

_____。

26. (1) 大于 $0.0010 \quad 0.36 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(2) ① 大于 反应正方向吸热, 反应向吸热方向进行, 故温度升高

$$\begin{aligned} \text{② 平衡时, } c(NO_2) &= 0.120 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times 10 \text{ s} \times 2 \\ &= 0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

$$c(N_2O_4) = 0.040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times 10 \text{ s} = 0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

1

$$K_2 = \frac{(0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^2}{0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 1.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(3) 逆反应 对气体分子数增大的反应, 增大压强平衡向逆反应方向移动

[解析] (1)依题意知,温度升高,混合气体的颜色加深,说明平衡向生成 NO_2 的正反应方向移动,即正反应是吸热反应;根据图像0~60 s时段, NO_2 的物质的量浓度变化为 $0.060 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,根据公式 $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ 即可计算出速率;根据图像可知 NO_2 的平衡浓度为 $0.120 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, N_2O_4 的平衡浓度为 $0.040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,根据 $K = \frac{c^2(\text{NO}_2)}{c(\text{N}_2\text{O}_4)}$ 可计算出平衡常数 K_1 。(2)①根据题意知,改变反应温度为T后,反应速率降低,故为降低温度,即T小于 $100 \text{ }^\circ\text{C}$;②根据题意知,再次达到平衡后 N_2O_4 的浓度减小, $\Delta c = v \cdot \Delta t = 0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1} \times 10 \text{ s} = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 NO_2 的浓度增加 $0.040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,即达到新平衡时 N_2O_4 的浓度为 $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, NO_2 的浓度为 $0.160 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,据 $K = \frac{c^2(\text{NO}_2)}{c(\text{N}_2\text{O}_4)}$ 可计算出平衡常数 K_2 。(3)温度为T时,反应达到平衡,将反应容器减小一半,即增大压强。其他条件不变时,增大压强,平衡向气体分子数减小的方向移动,即向逆反应方向移动。

28. [2014·全国卷] 化合物 AX_3 和单质 X_2 在一定条件下反应可生成化合物 AX_5 。回答下列问题:

(1)已知 AX_3 的熔点和沸点分别为 $-93.6 \text{ }^\circ\text{C}$ 和 $76 \text{ }^\circ\text{C}$, AX_5 的熔点为 $167 \text{ }^\circ\text{C}$ 。室温时 AX_3 与气体 X_2 反应生成 1 mol AX_5 ,放出热量 123.8 kJ 。该反应的热化学方程式为_____。

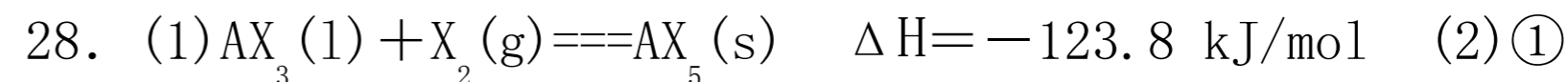
(2)反应 $\text{AX}_3(\text{g}) + \text{X}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{AX}_5(\text{g})$ 在容积为 10 L 的密闭容器中进行。起始时 AX_3 和 X_2 均为 0.2 mol 。反应在不同条件下进行,反应体系总压强随时间的变化如图所示。

①列式计算实验a从反应开始至达到平衡时的反应速率 $v(\text{AX}_5) =$

_____。

②图中3组实验从反应开始至达到平衡时的反应速率 $v(\text{AX}_5)$ 由大到小的次序为_____ (填实验序号);与实验a相比,其他两组改变的实验条件及判断依据是:b _____, c _____。

③用 p_0 表示开始时总压强, p 表示平衡时总压强, α 表示 AX_3 的平衡转化率,则 α 的表达式为_____;实验a和c的平衡转化率: α_a 为_____, α_c 为_____。

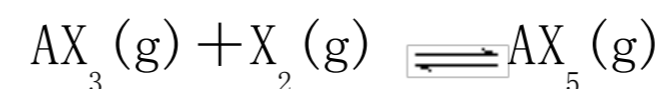


$$\frac{0.10 \text{ mol}}{10 \text{ L} \times 60 \text{ min}} = 1.7 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

解:开始时 $n_0 = 0.4 \text{ mol}$,总压强为 160 kPa ,平衡时总压强为 120 kPa ,

则n为 $\frac{120 \text{ kPa}}{160 \text{ kPa}} = \frac{n}{0.40 \text{ mol}}$,

$$n = 0.40 \text{ mol} \times \frac{120 \text{ kPa}}{160 \text{ kPa}} = 0.30 \text{ mol},$$



起始时 n_0/mol : 0.20 0.20 0

平衡时 n/mol : 0.20-x 0.20-x x

$$(0.20-x) + (0.20-x) + x = 0.30$$

$$x = 0.10$$

$$v(\text{AX}_5) = \frac{0.10 \text{ mol}}{10 \text{ L} \times 60 \text{ min}} = 1.7 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

②bca 加入催化剂。反应速率加快,但平衡点没有改变 温度升高。反应

速率加快,但平衡点向逆反应方向移动(或反应容器的容积和起始物质的量未改变,但起始总压强增大) ③ $\alpha = 2(1 - \frac{p}{p_0})$ 50% 40%

[解析] (1) 书写热化学方程式时要注意常温下 AX_3 呈液态, AX_5 呈固态。(2)

②由图像知,达到平衡所需时间: $a > c > b$,所以反应速率 $v(AX_5)$ 由大到小的顺序为 $b > c > a$; 与实验 a 相比,实验 b 先达到平衡,化学反应速率快,但平衡点没有变化,说明实验 b 加入了催化剂; 反应为放热反应,与实验 a 相比,实验 c 平衡向逆反应方向移动,且反应速率加快,说明实验 c 改变的条件是升高温度。



起始量(mol) 0.2 0.2 0

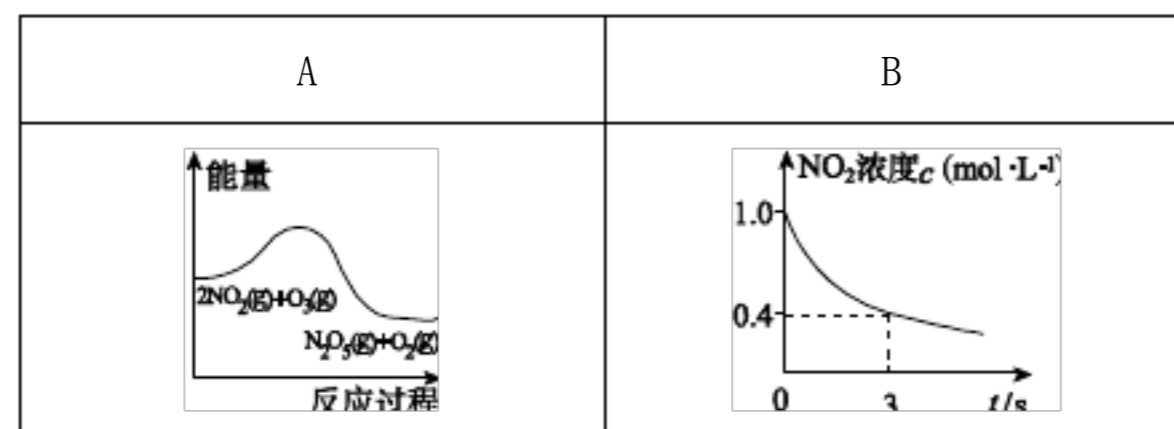
变化量(mol) x x x

平衡量(mol) 0.2-x 0.2-x x

则有 $\frac{0.4-x}{0.4} = \frac{p}{p_0}$, 解得 $x = \frac{0.4(p_0-p)}{p_0}$, 则 AX_3 的转化率为 $\frac{0.4(p_0-p)}{0.2 \times p_0} =$

$2(1 - \frac{p}{p_0})$; 分别将实验 a、c 的 p 、 p_0 的数据代入上式,得 α_a 、 α_c 分别为 50%、40%。

10. [2014·安徽卷] 臭氧是理想的烟气脱硝试剂,其脱硝反应为 $2NO_2(g) + O_3(g) \rightleftharpoons N_2O_5(g) + O_2(g)$, 若反应在恒容密闭容器中进行,下列由该反应相关图像作出的判断正确的是()



升高温度,平衡常数减小	0~3 s内,反应速率为 $v(NO_2)=0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
C	D
t_1 时仅加入催化剂,平衡正向移动	达平衡时,仅改变 x,则 x 为 $c(O_2)$

10. A [解析] 由反应过程的能量变化图可知正反应为放热反应,因此升高温度,反应逆向进行,平衡常数减小,A项正确; 0~3 s内, $v(NO_2) = (1.0 \text{ mol/L} - 0.4 \text{ mol/L}) \div 3 \text{ s} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, B项错误; 加入催化剂,正、逆反应速率同等程度加快,平衡不移动,C项错误; 达到平衡时,增加 $c(O_2)$ 平衡逆向移动, NO_2 的转化率减小,D项错误。

12. [2014·安徽卷] 中学化学中很多“规律”都有其适用范围,下列根据有关“规律”推出的结论正确的是()

选项	规律	结论
A	较强酸可以制取较弱酸	次氯酸溶液无法制取盐酸
B	反应物浓度越大,反应速率越快	常温下,相同的铝片中分别加入足量的浓、稀硝酸,浓硝酸中铝片先溶解完
C	结构和组成相似的物质,沸点随相对分子质量增大而升高	NH_3 的沸点低于 PH_3
D	溶解度小的沉淀易向溶解度更小的沉淀转化	ZnS 沉淀中滴加 $CuSO_4$ 溶液可以得到 CuS 沉淀

12. D [解析] 次氯酸分解生成盐酸和氧气,A项错误; 常温下,铝遇浓硝酸发生“钝化”,铝片不能溶解,B项错误; NH_3 分子间存在氢键,沸点高于 PH_3 ,

C 项错误；CuS 比 ZnS 更难溶，因此向 ZnS 沉淀中滴加 CuSO_4 溶液可实现沉淀转化，生成 CuS 沉淀，D 项正确。

12. [2014·北京卷] 一定温度下，10 mL 0.40 mol/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(已折算为状况)如下表。

t/min	0	2	4	6	8	10
V(O_2)/mL	0.0	9.9	17.2	22.4	26.5	29.9

下列叙述不正确的是(溶液体积变化忽略不计)()

A. 0~6 min 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. 0~6 min 的平均反应速率:

$$v(\text{H}_2\text{O}_2) < 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

C. 反应至 6 min 时, $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.30 \text{ mol/L}$

D. 反应至 6 min 时, H_2O_2 分解了 50%

12. C [解析] H_2O_2 的催化分解反应为 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$, 根据生成氧气的体积确定过氧化氢的物质的量, 0~6 min, $n(\text{O}_2) = 1 \times 10^{-3} \text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{O}_2) = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$, $\Delta c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.2 \text{ mol/L}$, $v(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.2 \text{ mol/L} \div 6 \text{ min} = 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, A 正确; 随着反应进行, 过氧化氢浓度减小, 反应速率在减小, 故 B 正确; 开始 $n(\text{H}_2\text{O}_2) = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 0~6 min 消耗了 $2 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 故 6 min 时, $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.2 \text{ mol/L}$, C 错误; 开始 $n(\text{H}_2\text{O}_2) = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 0~6 min 消耗了 $2 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 分解率为 50%, D 正确。

24. [2014·福建卷] 铁及其化合物与生产、生活关系密切。

(1) 下图是实验室研究海水对铁闸不同部位腐蚀情况的剖面示意图。

①该电化腐蚀称为_____。

②图中 A、B、C、D 四个区域, 生成铁锈最多的是_____ (填字母)。

(2) 用废铁皮制取铁红(Fe_2O_3) 的部分流程示意图如下:

①步骤 I 若温度过高, 将导致硝酸分解。硝酸分解的化学方程式为_____。

②步骤 II 中发生反应: $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{O}_2 + (2n+4)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} + 8\text{HNO}_3$, 反应产生的 HNO_3 又将废铁皮中的铁转化为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, 该反应的化学方程式为_____。

③上述生产流程中, 能体现“绿色化学”思想的是_____ (任写一项)。

(3) 已知 t °C 时, 反应 $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的平衡常数 $K = 0.25$ 。

①t °C 时, 反应达到平衡时 $n(\text{CO}) : n(\text{CO}_2) =$ _____。

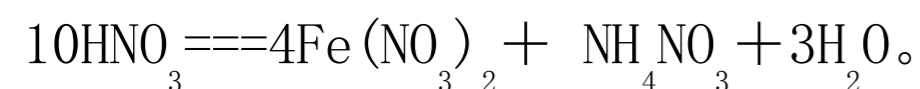
②若在 1 L 密闭容器中加入 0.02 mol $\text{FeO}(\text{s})$, 并通入 x mol CO , t °C 时反应达到平衡。此时 $\text{FeO}(\text{s})$ 转化率为 50%, 则 x =_____。

24. (1) ①吸氧腐蚀 ②B

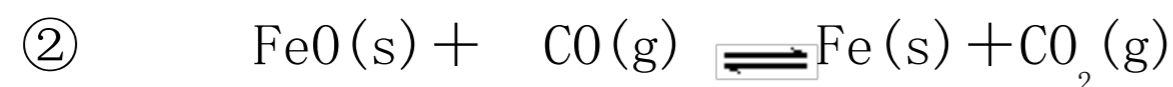
(2) ① $4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ② $4\text{Fe} + 10\text{HNO}_3 \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ③氮氧化物排放少(或其他合理答案) (3) ①4:1 ②0.05

[解析] (1) ①若为析氢腐蚀则 B、C、D 的腐蚀程度相同, 则该电化学腐蚀为吸氧腐蚀。②氧气的浓度越大, 吸氧腐蚀越严重, 则 B 区域产生铁锈最多。

(2) ①硝酸的受热分解产生 NO_2 、 O_2 、 H_2O , 则根据氧化还原的化合价升降法配平其化学方程式为 $4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。②根据图示和信息可知: 该生产流程中生成了 NH_4NO_3 , 则硝酸与废铁皮反应的化学方程式为 $4\text{Fe} +$



(3) ①在 t °C 时, $K = \frac{c(\text{CO}_2)}{c(\text{CO})} = \frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{CO})} = 0.25$, 则 $\frac{n(\text{CO})}{n(\text{CO}_2)} = 4$ 。



$n_{\text{起始}}/\text{mol}$	0.02	x	0	0
$n_{\text{转化}}/\text{mol}$	0.01	0.01	0.01	0.01
$n_{\text{平衡}}/\text{mol}$	0.01	x-0.01	0.01	0.01

根据 t °C 时, $K = \frac{c(\text{CO}_2)}{c(\text{CO})} = \frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{CO})} = \frac{0.01}{x-0.01} = 0.25$, 求得 x=0.05。

7. [2014·四川卷] 在 10 L 恒容密闭容器中充入 X(g) 和 Y(g), 发生反应

$\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{M}(\text{g}) + \text{N}(\text{g})$, 所得实验数据如下表:

实验编号	温度/°C	平衡时物质的量/mol		
		n(X)	n(Y)	n(M)
①	700	0.40	0.10	0.090
②	800	0.10	0.40	0.080
③	800	0.20	0.30	a
④	900	0.10	0.15	b

下列说法正确的是()

A. 实验①中, 若 5 min 时测得 $n(\text{M}) = 0.050 \text{ mol}$, 则 0 至 5 min 时间内,

用 N 表示的平均反应速率 $v(\text{N}) = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

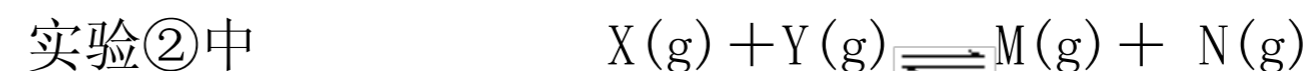
B. 实验②中, 该反应的平衡常数 $K = 2.0$

C. 实验③中, 达到平衡时, X 的转化率为 60%

D. 实验④中, 达到平衡时, $b > 0.060$

7.C [解析] 根据各物质的化学反应速率之比等于化学计量数之比, $v(\text{N})$

$$= v(\text{M}) = \frac{0.05 \text{ mol}}{10 \text{ L} \times 5 \text{ min}} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}, \text{ A 项错误};$$



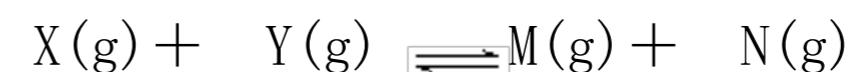
$$c_{\text{起始}}(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \quad 0.01 \quad 0.04 \quad 0 \quad 0$$

$$c_{\text{转化}}(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \quad 0.008 \quad 0.008 \quad 0.008 \quad 0.008$$

$$c_{\text{平衡}}(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \quad 0.002 \quad 0.032 \quad 0.008 \quad 0.008$$

求得: $K = \frac{c(\text{M}) \cdot c(\text{N})}{c(\text{X}) \cdot c(\text{Y})} = \frac{0.008 \times 0.008}{0.002 \times 0.032} = 1.0$, B 项错误;

根据温度相同, 则 K 相等,



$$c_{\text{起始}}(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \quad 0.02 \quad 0.03 \quad 0 \quad 0$$

$$c_{\text{转化}}(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \quad a \quad a \quad a \quad a$$

$$c_{\text{平衡}}(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \quad 0.02-a \quad 0.03-a \quad a \quad a$$

$$K = \frac{c(\text{M}) \cdot c(\text{N})}{c(\text{X}) \cdot c(\text{Y})} = \frac{a^2}{(0.02-a) \times (0.03-a)} = 1.0, \text{ 求得 } a = 0.012,$$

则 X 的转化率 $= \frac{0.012}{0.02} \times 100\% = 60\%$, C 项正确; 根据上述三段式求得, 在 700 °C,

$K \approx 2.6$, 则温度升高, K 减小, 该反应为放热反应, 若④的温度为 800 °C, 此

时与③为等效平衡, $b = 0.060$, 但④的温度为 900 °C, 则平衡逆向移动,

$b < 0.060$, 则 D 项错误。

14. [2014·海南卷] 硝基苯甲酸乙酯在 OH^- 存在下发生水解反应:



两种反应物的初始浓度均为 $0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 15 °C 时测得 $\text{O}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{COOC}_2\text{H}_5$

的转化率 α 随时间变化的数据如表所示。回答下列问题:

t/s	0	120	180	240	330	530	600	700	800
α/%	0	33.0	41.8	48.8	58.0	69.0	70.4	71.0	71.0

(1) 列式计算该反应在 120~180 s 与 180~240 s 区间的平均反应速率 _____、_____；比较两者大小可得出的结论是_____。

(2) 列式计算 15 °C 时该反应的平衡常数_____。

(3) 为提高 $\text{O}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{COOC}_2\text{H}_5$ 的平衡转化率，除可适当控制反应温度外，还可采取的措施有_____ (要求写出两条)。

$$14. (1) v = \frac{0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (41.8\% - 33.0\%)}{(180 - 120) \text{ s}} =$$

$$7.3 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = \frac{0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (48.8\% - 41.8\%)}{(240 - 180) \text{ s}} =$$

$$5.8 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

随着反应的进行，反应物浓度降低，反应速率减慢

$$(2) K = \frac{(0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 71.0\%)^2}{[0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (1 - 71.0\%)]^2} = 6.0 \text{ 或 } K = \frac{(71.0\%)^2}{(1 - 71.0\%)^2} = 6.0$$

(3) 增加 OH⁻ 的浓度、移去产物

[解析] (1) 反应过程中硝基苯甲酸乙酯浓度的变化量等于其起始浓度与转化率的乘积，再利用求反应速率的计算公式可求出两个时间段内的平均反应速率分别为 $7.3 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 、 $5.8 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ，由此可得出的结论是随着反应的进行，反应物浓度减小导致反应速率降低。(2) 反应时间达到 700 s 时，硝基苯甲酸乙酯的转化率不再随时间的变化而发生变化，即反应在 700 s 时达到平衡。此时体系内两种产物浓度为 $0.05 \text{ mol/L} \times 71\%$ ，反应物浓度为 $0.05 \text{ mol/L} \times 29\%$ ，由此可求出该反应的平衡常数。(3) 根据可逆反应的特点

可知增加 OH⁻ 的浓度、及时地移去产物均可以增大硝基苯甲酸乙酯的转化率。

17. [2014·海南卷] 硫代硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 可用做分析试剂及鞣革还原剂。它受热、遇酸易分解。工业上可用反应： $2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 4\text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$ 制得。实验室模拟该工业过程的装置如图所示。

回答下列问题：

(1) b 中反应的离子方程式为_____，c 中试剂为_____。

(2) 反应开始后，c 中先有浑浊产生，后又变澄清。此浑浊物是_____。

(3) d 中的试剂为_____。

(4) 实验中要控制 SO_2 生成速率，可以采取的措施有_____

(写出两条)。

(5) 为了保证硫代硫酸钠的产量，实验中通入的 SO_2 不能过量，原因是_____。

17. $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 硫化钠和碳酸钠混合溶液

(2) 硫

(3) NaOH 溶液

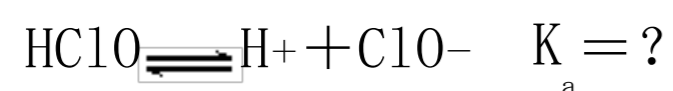
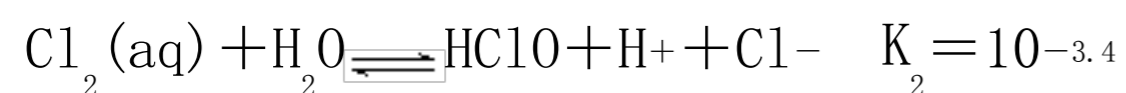
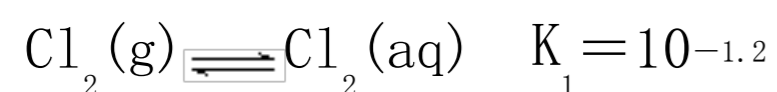
(4) 控制反应温度、调节酸的滴加速率 (或调节酸的浓度等)

(5) 若 SO_2 过量，溶液显酸性，产物分解

[解析] (2) 由该反应的反应物和生成物的元素组成可知此浑浊物是 S。(3) d 装置的作用是吸收反应中产生的 CO_2 ，故 d 中的试剂为 NaOH 溶液。(4) 溶液中的反应速率受温度、浓度的影响，故可通过控制反应温度及滴入酸溶液的速率的方式达到目的。(5) SO_2 溶于水可形成酸性较强的亚硫酸，而 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 遇酸会分解。

G2 化学平衡及勒夏特列原理化学反应进行的方向（课标中必须有）

12. [2014·浙江卷] 氯在饮用水处理中常用作杀菌剂，且 HClO 的杀菌能力比 ClO⁻强。25 °C 时氯气-氯水体系中存在以下平衡关系：



其中 Cl₂(aq)、HClO 和 ClO⁻分别在三者中占分数(α)随 pH 变化的关系如图所示。下列表述正确的是()

- A. $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{ClO}^- + \text{Cl}^- \quad K = 10^{-10.9}$
- B. 在氯处理水体系中， $c(\text{HClO}) + c(\text{ClO}^-) = c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-)$
- C. 用氯处理饮用水时，pH=7.5 时杀菌效果比 pH=6.5 时差
- D. 氯处理饮用水时，在夏季的杀菌效果比在冬季好

12. C [解析] 由所给对应方程式知， $K_2 =$

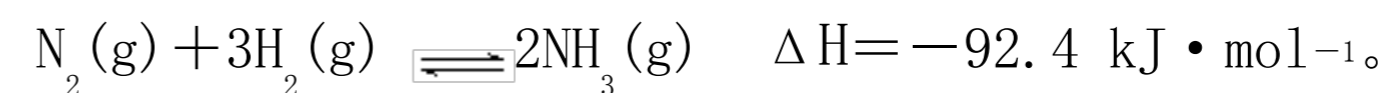
$$\frac{c(\text{HClO}) \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Cl}_2)}, \quad K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{ClO}^-)}{c(\text{HClO})}, \quad K =$$

$$\frac{c(\text{ClO}^-) \cdot c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Cl}_2)}, \quad \text{故 } K = K_2 \cdot K_a. \text{ 由于 } K_a \text{ 未知，故无法知道 } K$$

的值，A 项错误；在氯处理水体系中，由电荷守恒可知： $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-)$ 。由 $\text{Cl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ 、 $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ 可知 $c(\text{HClO}) < c(\text{Cl}^-)$ ，故 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-) + c(\text{HClO}) + c(\text{ClO}^-)$ ，即 $c(\text{HClO}) + c(\text{ClO}^-) < c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-)$ ，B 项错误；由图表中的信息知，pH=7.5 的体系中 HClO 所占的分数比 pH=6.5 的体系中 HClO 所占的分数小，由于 HClO 的杀菌能力比 ClO⁻强，故 pH=7.5 时杀菌效果比 pH=6.5 时差，C 项正确；HClO 的电离是吸

热过程，所以夏天有更多的 HClO 电离为 ClO⁻和 H⁺，故氯处理饮用水时，在夏季的杀菌效果比在冬季差，D 项错误。

10. [2014·天津卷] 合成氨是人类科学技术上的一项重大突破，其反应原理为

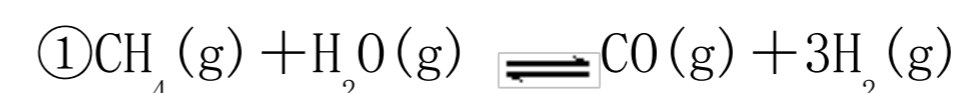


一种工业合成氨的简式流程图如下：

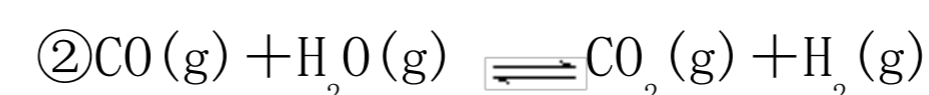
(1) 天然气中的 H₂S 杂质常用氨水吸收，产物为 NH₄HS。一定条件下向 NH₄HS 溶液中通入空气，得到单质硫并使吸收液再生，写出再生反应的化学方程式：

_____。

(2) 步骤 II 中制氢气的原理如下：



$$\Delta H = +206.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = -41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

对于反应①，一定可以提高平衡体系中 H₂ 的百分含量，又能加快反应速率的措施是_____。

- a. 升高温度
- b. 增大水蒸气浓度
- c. 加入催化剂
- d. 降低压强

利用反应②，将 CO 进一步转化，可提高 H₂ 的产量。若 1 mol CO 和 H₂ 的混合气体(CO 的体积分数为 20%)与 H₂O 反应，得到 1.18 mol CO、CO₂ 和 H₂ 的混合气体，则 CO 的转化率为_____。

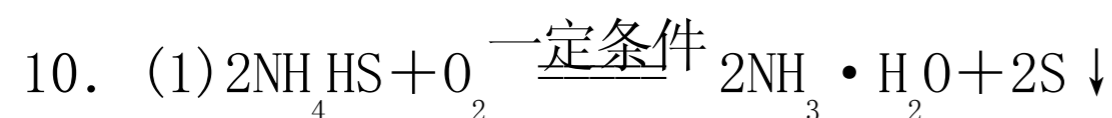
(3) 图(a)表示 500 °C、60.0 MPa 条件下，原料气投料比与平衡时 NH₃ 体积

分数的关系。根据图中 a 点数据计算 N_2 的平衡体积分数：_____。

(4) 依据温度对合成氨反应的影响，在图 (b) 坐标系中，画出一定条件下的密闭容器内，从通入原料气开始，随温度不断升高， NH_3 物质的量变化的曲线示意图。

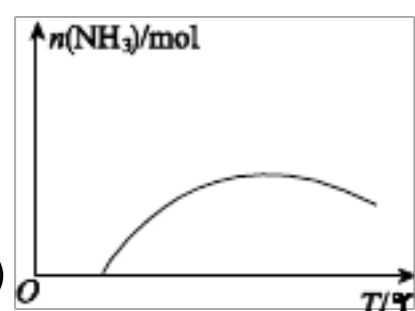
(a) _____ (b) _____

(5) 上述流程图中，使合成氨放出的能量得到充分利用的主要步骤是(填序号)_____。简述本流程中提高合成氨原料总转化率的方法：_____。



(2) a 90%

(3) 14.5%



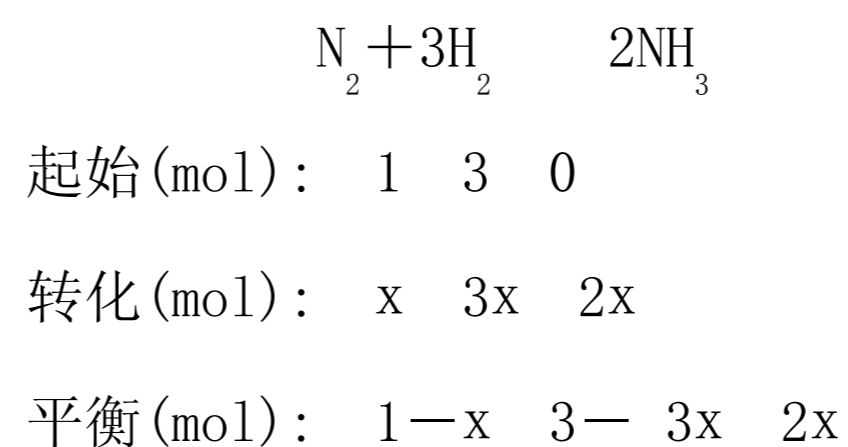
(4) _____

(5) IV 对原料气加压；分离液氨后，未反应的 N_2 、 H_2 循环使用

[解析] (1) 由题意可知为空气中的 O_2 将负二价硫氧化为硫单质，根据电子守恒将方程式配平即可。(2) 反应①为气体物质的量增大的吸热反应，降低压强使平衡右移，但反应速率减小，d 错；催化剂不能改变反应限度，即不能改变 H_2 的百分含量，c 错；增大水蒸气浓度虽可使反应速率增大以及平衡右移，但产物 H_2 的百分含量却减小，b 错；升高温度反应速率增大，且平衡正向移动，

H_2 的百分含量增大，a 对。CO 与 H_2 的混合气体与水蒸气的反应中，反应体系中的气体的物质的量不变，而 1 mol CO 与 H_2 的混合气体参加反应生成 1.18 mol 混合气，说明有 0.18 mol 水蒸气参加反应，则根据方程式②可知参加反应的 CO 也为 0.18 mol，则其转化率为 $\frac{0.18 \text{ mol}}{1 \text{ mol} \times 20\%} \times 100\% = 90\%$ 。

(3) 由图中看出当 N_2 与 H_2 物质的量比为 1:3 时， NH_3 的平衡体积分数最大，为 42%。设平衡时转化的 N_2 的物质的量为 x mol，由三段式：



$$\frac{2x}{(1-x) + (3-3x) + 2x} \times 100\% = 42\%, \text{ 则 } x = 0.59$$

$$\text{则平衡时 } N_2 \text{ 的体积分数为 } \frac{(1-x)}{(1-x) + (3-3x) + 2x} \times 100\% = 14.5\%.$$

(4) 作图时要注意开始时 NH_3 物质的量不断增多，是因为反应正向进行(反应未达平衡)，达到一定程度后反应达到平衡而此时温度继续升高，平衡逆向移动， NH_3 的物质的量减小。(5) 热交换器可以使需要加热的物质得到加热，还可以使需要冷却的物质得到冷却，能充分利用能量。合成氨反应为气体物质的量减小的反应，加压利于反应正向进行；此外，循环利用可反复利用原料，提高原料利用率。

26. [2014 · 新课标全国卷 II]

在容积为 1.00 L 的容器中，通入一定量的 N_2O_4 ，发生反应 $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ，随温度升高，混合气体的颜色变深。

回答下列问题:

(1)反应的 ΔH _____ 0(填“大于”或“小于”); 100 °C时, 体系中各物质浓度随时间变化如图所示。在 0~60 s 时段, 反应速率 $v(\text{N}_2\text{O}_4)$ 为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$; 反应的平衡常数 K_1 为 _____。

(2) 100 °C时达平衡后, 改变反应温度为 T, $c(\text{N}_2\text{O}_4)$ 以 $0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 的平均速率降低, 经 10 s 又达到平衡。

①T _____ 100 °C(填“大于”或“小于”), 判断理由是 _____。

②列式计算温度 T 时反应的平衡常数 K_2 :

_____。

(3) 温度 T 时反应达平衡后, 将反应容器的容积减少一半, 平衡向 _____(填“正反应”或“逆反应”)方向移动, 判断理由是 _____。

_____。

26. (1) 大于 0.0010 $0.36 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(2) ①大于 反应正方向吸热, 反应向吸热方向进行, 故温度升高

②平衡时, $c(\text{NO}_2) = 0.120 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times 10 \text{ s} \times 2 = 0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$c(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times 10 \text{ s} = 0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

1

$$K_2 = \frac{(0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^2}{0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 1.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(3) 逆反应 对气体分子数增大的反应, 增大压强平衡向逆反应方向移动

[解析] (1) 依题意知, 温度升高, 混合气体的颜色加深, 说明平衡向生成 NO_2 的正反应方向移动, 即正反应是吸热反应; 根据图像 0~60 s 时段, NO_2 的

物质的量浓度变化为 $0.060 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据公式 $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ 即可计算出速率; 根据

图像可知 NO_2 的平衡浓度为 $0.120 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, N_2O_4 的平衡浓度为 $0.040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

根据 $K = \frac{c^2(\text{NO}_2)}{c(\text{N}_2\text{O}_4)}$ 可计算出平衡常数 K_1 。(2) ①根据题意知, 改变反应温度为 T

后, 反应速率降低, 故为降低温度, 即 T 小于 100 °C; ②根据题意知, 再次达

到平衡后 N_2O_4 的浓度减小, $\Delta c = v \cdot \Delta t = 0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times 10 \text{ s} = 0.02$

$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 NO_2 的浓度增加 $0.040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 即达到新平衡时 N_2O_4 的浓度为

$0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, NO_2 的浓度为 $0.160 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 据 $K = \frac{c^2(\text{NO}_2)}{c(\text{N}_2\text{O}_4)}$ 可计算出平衡

常数 K_2 。(3) 温度为 T 时, 反应达到平衡, 将反应容器减小一半, 即增大压强。

其他条件不变时, 增大压强, 平衡向气体分子数减小的方向移动, 即向逆反应

方向移动。

28. [2014·全国卷] 化合物 AX_3 和单质 X_2 在一定条件下反应可生成化合物 AX_5 。回答下列问题:

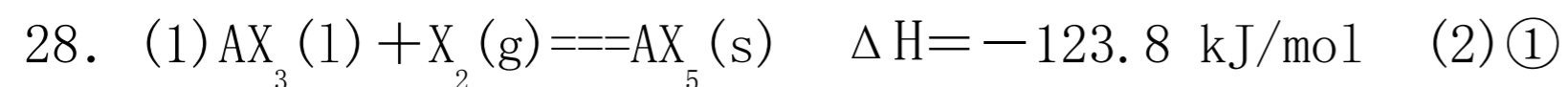
(1) 已知 AX_3 的熔点和沸点分别为 $-93.6 \text{ }^\circ\text{C}$ 和 $76 \text{ }^\circ\text{C}$, AX_5 的熔点为 $167 \text{ }^\circ\text{C}$ 。室温时 AX_3 与气体 X_2 反应生成 1 mol AX_5 , 放出热量 123.8 kJ 。该反应的热化学方程式为 _____。

(2) 反应 $AX_3(g) + X_2(g) \rightleftharpoons AX_5(g)$ 在容积为 10 L 的密闭容器中进行。起始时 AX_3 和 X_2 均为 0.2 mol。反应在不同条件下进行，反应体系总压强随时间的变化如图所示。

①列式计算实验 a 从反应开始至达到平衡时的反应速率 $v(AX_5) =$ _____。

②图中 3 组实验从反应开始至达到平衡时的反应速率 $v(AX_5)$ 由大到小的次序为 _____ (填实验序号)；与实验 a 相比，其他两组改变的实验条件及判断依据是：b _____，
c _____。

③用 p_0 表示开始时总压强， p 表示平衡时总压强， α 表示 AX_3 的平衡转化率，则 α 的表达式为 _____；实验 a 和 c 的平衡转化率： α_a 为 _____， α_c 为 _____。

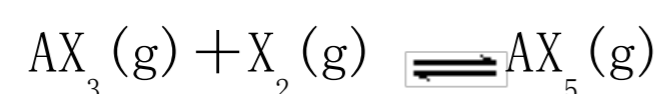


$$\frac{0.10 \text{ mol}}{10 \text{ L} \times 60 \text{ min}} = 1.7 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

解：开始时 $n_0 = 0.4 \text{ mol}$ ，总压强为 160 kPa，平衡时总压强为 120 kPa，

则 n 为 $\frac{120 \text{ kPa}}{160 \text{ kPa}} = \frac{n}{0.40 \text{ mol}}$ ，

$$n = 0.40 \text{ mol} \times \frac{120 \text{ kPa}}{160 \text{ kPa}} = 0.30 \text{ mol}$$



起始时 n_0/mol : 0.20 0.20 0

平衡时 n/mol : 0.20-x 0.20-x x

$$(0.20-x) + (0.20-x) + x = 0.30$$

$$x = 0.10$$

$$v(AX_5) = \frac{0.10 \text{ mol}}{10 \text{ L} \times 60 \text{ min}} = 1.7 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

②bca 加入催化剂。反应速率加快，但平衡点没有改变 温度升高。反应速率加快，但平衡点向逆反应方向移动(或反应容器的容积和起始物质的量未改变，但起始总压强增大)

③ $\alpha = 2(1 - \frac{p}{p_0})$ 50% 40%

[解析] (1) 书写热化学方程式时要注意常温下 AX_3 呈液态， AX_5 呈固态。(2) ②由图像知，达到平衡所需时间： $a > c > b$ ，所以反应速率 $v(AX_5)$ 由大到小的顺序为 $b > c > a$ ；与实验 a 相比，实验 b 先达到平衡，化学反应速率快，但平衡点没有变化，说明实验 b 加入了催化剂；反应为放热反应，与实验 a 相比，实验 c 平衡向逆反应方向移动，且反应速率加快，说明实验 c 改变的条件是升高温度。



起始量(mol) 0.2 0.2 0

变化量(mol) x x x

平衡量(mol) 0.2-x 0.2-x x

则有 $\frac{0.4-x}{0.4} = \frac{p}{p_0}$ ，解得 $x = \frac{0.4(p_0-p)}{p_0}$ ，则 AX_3 的转化率为 $\frac{0.4(p_0-p)}{0.2 \times p_0} =$

$2(1 - \frac{p}{p_0})$ ；分别将实验 a、c 的 p 、 p_0 的数据代入上式，得 α_a 、 α_c 分别为 50%、40%。

10. [2014·安徽卷] 臭氧是理想的烟气脱硝试剂，其脱硝反应为 $2NO_2(g) + O_3(g) \rightleftharpoons N_2O_5(g) + O_2(g)$ ，若反应在恒容密闭容器中进行，下列由该反应相关图像作出的判断正确的是()

A	B
升高温度, 平衡常数减小	0~3 s内, 反应速率为 $v(\text{NO}_2)=0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
C	D
t_1 时仅加入催化剂, 平衡正向移动	达平衡时, 仅改变x, 则x为 $c(\text{O}_2)$

10. A [解析] 由反应过程的能量变化图可知正反应为放热反应, 因此升高温度, 反应逆向进行, 平衡常数减小, A 项正确; 0~3 s 内, $v(\text{NO}_2) = (1.0 \text{ mol/L} - 0.4 \text{ mol/L}) \div 3 \text{ s} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, B 项错误; 加入催化剂, 正、逆反应速率同等程度加快, 平衡不移动, C 项错误; 达到平衡时, 增加 $c(\text{O}_2)$ 平衡逆向移动, NO_2 的转化率减小, D 项错误。

12. [2014·北京卷] 一定温度下, 10 mL 0.40 mol/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(已折算为状况)如下表。

t/min	0	2	4	6	8	10
V(O_2)/mL	0.0	9.9	17.2	22.4	26.5	29.9

下列叙述不正确的是(溶液体积变化忽略不计)()

A. 0~6 min 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. 0~6 min 的平均反应速率:

$$v(\text{H}_2\text{O}_2) < 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

C. 反应至 6 min 时, $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.30 \text{ mol/L}$

D. 反应至 6 min 时, H_2O_2 分解了 50%

12. C [解析] H_2O_2 的催化分解反应为 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$, 根据生成氧气的体积确定过氧化氢的物质的量, 0~6 min, $n(\text{O}_2) = 1 \times 10^{-3} \text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{O}_2) = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$, $\Delta c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.2 \text{ mol/L}$, $v(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.2 \text{ mol/L} \div 6 \text{ min} = 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, A 正确; 随着反应进行, 过氧化氢浓度减小, 反应速率在减小, 故 B 正确; 开始 $n(\text{H}_2\text{O}_2) = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 0~6 min 消耗了 $2 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 故 6 min 时, $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.2 \text{ mol/L}$, C 错误; 开始 $n(\text{H}_2\text{O}_2) = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 0~6 min 消耗了 $2 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 分解率为 50%, D 正确。

11. [2014·江苏卷] 下列有关说法正确的是()

A. 若在海轮外壳上附着一些铜块, 则可以减缓海轮外壳的腐蚀

B. $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$ 在常温下能自发进行, 则该反应的 $\Delta H > 0$

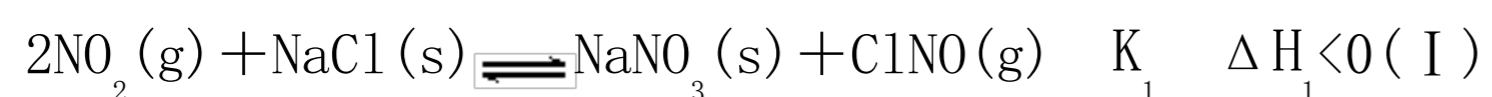
C. 加热 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液, CO_3^{2-} 的水解程度和溶液的 pH 均增大

D. 对于乙酸与乙醇的酯化反应($\Delta H < 0$), 加入少量浓硫酸并加热, 该反应的反应速率和平衡常数均增大

11. C [解析] 海轮的外壳是钢铁, 因铁比铜活泼, 海轮外壳上附着铜块后形成原电池, 铁作负极, 会加速海轮外壳的腐蚀, A 项错误; B 反应为气体体积减小的反应, 反应 $\Delta S < 0$, 若反应能自发进行, 则 $\Delta H - T\Delta S < 0$, 故反应的 $\Delta H < 0$, B 项错误; 由于盐类的水解反应为吸热反应, 升高温度能增大 CO_3^{2-} 的

水解程度，溶液中 $c(\text{OH}^-)$ 增大，溶液 pH 增大，C 项正确；浓硫酸是酯化反应的催化剂，加入少量浓硫酸使反应速率增大，该反应为放热反应，一段时间后混合体系温度升高，平衡逆向移动，平衡常数减小，D 项错误。

29. [2014·山东卷] 研究氮氧化物与悬浮在大气中海盐粒子的相互作用时，涉及如下反应：



(1) $4\text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{NaCl}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{NaNO}_3(\text{s}) + 2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ 的平衡常数 $K =$ _____ (用 K_1 、 K_2 表示)。

(2) 为研究不同条件对反应(II)的影响，在恒温条件下，向 2 L 恒容密闭容器中加入 0.2 mol NO 和 0.1 mol Cl_2 ，10 min 时反应(II)达到平衡。测得 10 min 内 $v(\text{ClNO}) = 7.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，则平衡后 $n(\text{Cl}_2) =$ _____ mol，NO 的转化率 $\alpha_1 =$ _____。其他条件保持不变，反应(II)在恒压条件下进行，平衡时 NO 的转化率 α_2 _____ α_1 (填“>”“<”或“=”)，平衡常数 K_2 _____ (填“增大”“减小”或“不变”)。若要使 K_2 减小，可采取的措施是 _____。

(3) 实验室可用 NaOH 溶液吸收 NO_2 ，反应为 $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。含 0.2 mol NaOH 的水溶液与 0.2 mol NO_2 恰好完全反应得 1 L 溶液 A，溶液 B 为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CH_3COONa 溶液，则两溶液中 $c(\text{NO}_3^-)$ 、 $c(\text{NO}_2^-)$ 和 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 由大到小的顺序为 _____。(已知 HNO_2 电离常数 $K_a = 7.1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， CH_3COOH 的电离常数 $K_a = 1.7 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

可使溶液 A 和溶液 B 的 pH 相等的方法是 _____。

- 向溶液 A 中加适量水
- 向溶液 A 中加适量 NaOH
- 向溶液 B 中加适量水
- 向溶液 B 中加适量 NaOH

29. (1) $\frac{K_2}{K_1}$

(2) 2.5×10^{-2} 75% > 不变 升高温度

(3) $c(\text{NO}_3^-) > c(\text{NO}_2^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ b、c

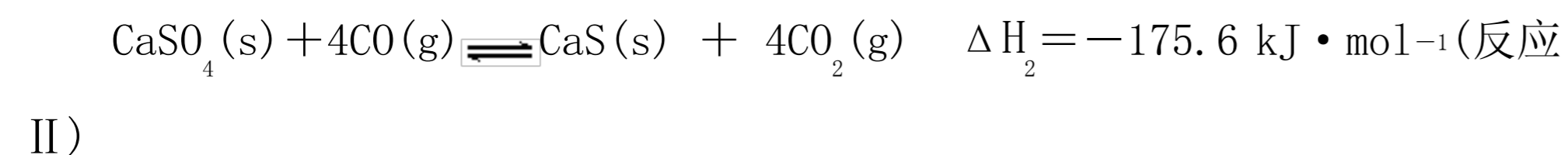
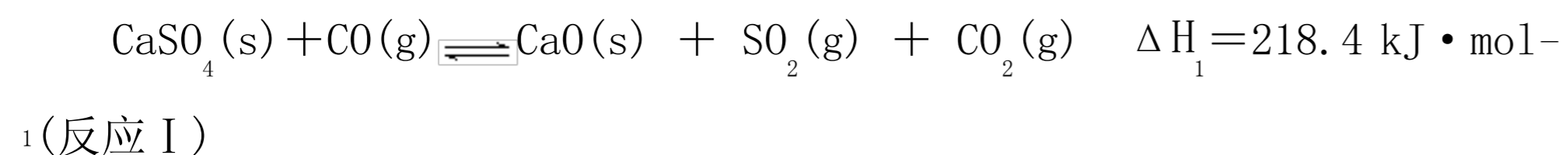
[解析] (1) 反应(I) $\times 2$ - 反应(II) 即得到反应： $4\text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{NaCl}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{NaNO}_3(\text{s}) + 2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ ，利用平衡常数定义可知该反应平衡常数 $K = \frac{K_2}{K_1}$ 。(2) 平衡时容器中 $n(\text{ClNO}) = 7.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 10 \text{ min} \times 2 \text{ L} = 0.15 \text{ mol}$ ，则平衡后 $n(\text{Cl}_2) = 0.1 \text{ mol} - \frac{1}{2} \times 0.15 \text{ mol} = 0.025 \text{ mol}$ ；NO 的转化率 $= \frac{0.15 \text{ mol}}{0.2 \text{ mol}} \times 100\% = 75\%$ ；若恒压下达达到平衡态相当于将原平衡加压，平衡正向移动，NO 的转化率增大；平衡常数只与温度有关，恒压下达达到平衡的平衡常数与原平衡常数相等；因该反应为放热反应，升高温度，反应逆向进行，反应平衡常数减小。(3) 反应后得到溶液 A 为物质的量浓度均为 0.1 mol/L 的 NaNO_2 与 NaNO_3 的混合溶液，利用已知电离常数可知 CH_3COO^- 水解程度大于 NO_2^- ， NO_3^- 不发生水解，两溶液中 $c(\text{NO}_3^-) > c(\text{NO}_2^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ；利用 CH_3COO^- 水解程度大于 NO_2^- 可知溶液 B 的碱性强于溶液 A，为使溶液 A、B 的 pH 相等，可采取的措施有向溶液 A 中加适量 NaOH 或向 B 溶液中加入适量水稀释或向 B 溶液中加入

适量稀醋酸等。

3. [2014·天津卷] 运用相关化学知识进行判断, 下列结论错误的是 ()
- A. 某吸热反应能自发进行, 因此该反应是熵增反应
- B. NH_4F 水溶液中含有 HF, 因此 NH_4F 溶液不能存放于玻璃试剂瓶中
- C. 可燃冰主要是甲烷与水在低温高压下形成的水合物晶体, 因此可存在于海底
- D. 增大反应物浓度可加快反应速率, 因此用浓硫酸与铁反应能增大生成 H_2 的速率

3. D [解析] 当 $\Delta H - T\Delta S < 0$ 时, 反应能自发进行, 吸热反应的 $\Delta H > 0$, 吸热反应能自发, 说明 $\Delta S > 0$, A 项正确; NH_4F 溶液中 F^- 水解生成 HF, HF 能与玻璃中的 SiO_2 发生反应 $4\text{HF} + \text{SiO}_2 \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 故 NH_4F 溶液不能存放在玻璃试剂瓶中, B 项正确; 可燃冰需在低温高压下形成, 所以可燃冰可存在于海底, C 项正确; 常温下, 浓硫酸使铁发生钝化, D 项错误。

27. [2014·浙江卷] 煤炭燃烧过程中会释放出大量的 SO_2 , 严重破坏生态环境。采用一定的脱硫技术可以把硫元素以 CaSO_4 的形式固定, 从而降低 SO_2 的排放。但是煤炭燃烧过程中产生的 CO 又会与 CaSO_4 发生化学反应, 降低脱硫效率。相关反应的热化学方程式如下:



请回答下列问题:

- (1) 反应 I 能够自发进行的反应条件是_____。
- (2) 对于气体参与的反应, 表示平衡常数 K_p 时用气体组分 (B) 的平衡压强 $p(\text{B})$ 代替该气体物质的量的浓度 $c(\text{B})$, 则反应 II 的 $K_p =$ _____ (用表达式表示)。
- (3) 假设某温度下, 反应 I 的速率 (v_1) 大于反应 II 的速率 (v_2), 则下列反应过程能量变化示意图正确的是_____。
- (4) 通过监测反应体系中气体浓度的变化可判断反应 I 和 II 是否同时发生, 理由是_____。

A B
C D

(5) 图 (a) 为实验测得不同温度下反应体系中 CO 初始体积百分数与平衡时固体产物中 CaS 质量百分数的关系曲线。则降低该反应体系中 SO_2 生成量的措施有_____。

- A. 向该反应体系中投入石灰石
- B. 在合适的温度区间控制较低的反应温度
- C. 提高 CO 的初始体积百分数
- D. 提高反应体系的温度

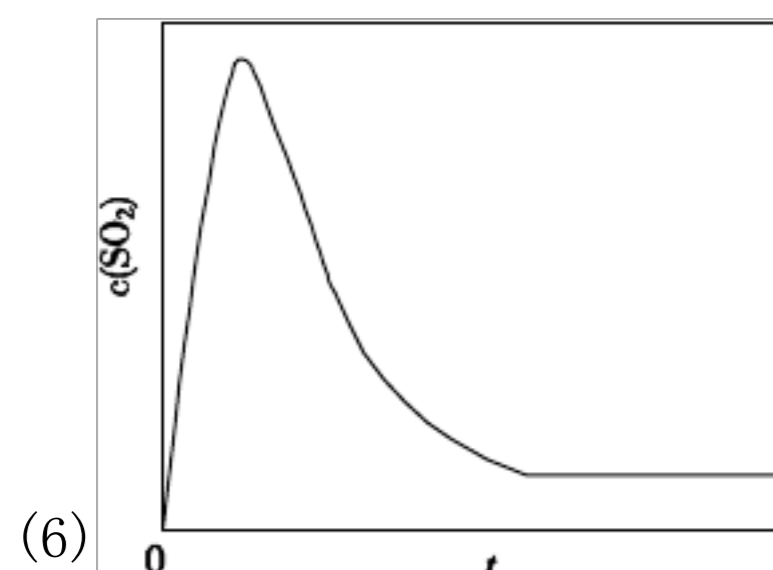
(6) 恒温恒容条件下, 假设反应 I 和 II 同时发生, 且 $v_1 > v_2$, 请在图 (b) 画出反应体系中 $c(\text{SO}_2)$ 随时间 t 变化的总趋势图。

(a) (b)

27. (1) 高温 (2) $\frac{p^4(\text{CO}_2)}{p^4(\text{CO})}$ (3) C

(4) 如果气相中 SO_2 和 CO_2 两种气体的浓度之比随时间发生变化, 则表明两个反应同时发生

(5) A、B、C



(6)

[解析] (1) 反应 I 是一个熵增焓增的反应, 由 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 知, 只有在高温下反应 I 的 ΔG 才有可能小于 0, 反应才具有自发性。(3) 由于反应 I 是吸热反应, 故反应 I 生成物所具有的能量高于反应物, A、D 项排除; 反应 I 的速率 (v_1) 大于反应 II 的速率 (v_2), 说明反应 I 的活化分子百分数比较大、活化能低于反应 II, 反应 I 的中间产物所具有的能量低, B 排除。(4) 因反应 II 中没有 SO_2 生成, 故若监测过程中, SO_2 、 CO_2 浓度比保持不变, 说明只发生反应 I, 若发生变化, 则说明反应 I、II 同时进行。(5) 加入的石灰石分解可生成 CO_2 , 这有利于两个反应的平衡向左进行, 从而可减少 SO_2 的生成, A 项可行; 由图像知, 初始的 CO 浓度越大、温度低些时, CaS 的含量越高, 依硫守恒知, 此条件下生成的 SO_2 较少, B、C 项可行, D 项不可行。(6) 因反应 I 的速率大于反应 II 的速率, 故开始时体系内 $c(\text{SO}_2)$ 是快速增大的, 随着第 II 个反应中生成的 CO_2 的增加, SO_2 的百分含量又会降低, 当达到平衡时其百分含量会保持不变, 由此可绘制出相应的图像。

7. [2014·重庆卷] 在恒容密闭容器中通入 X 并发生反应:

$2\text{X}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Y}(\text{g})$, 温度 T_1 、 T_2 下 X 的物质的量浓度 $c(\text{X})$ 随时间 t 变化的曲线如图所示, 下列叙述正确的是()

A. 该反应进行到 M 点放出的热量大于进行到 W 点放出的热量

B. T_2 下, 在 $0 \sim t_1$ 时间内, $v(\text{Y}) = \frac{a-b}{t_1} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

C. M 点的正反应速率 $v_{\text{正}}$ 大于 N 点的逆反应速率 $v_{\text{逆}}$

D. M 点时再加入一定量 X, 平衡后 X 的转化率减小

7. C [解析] 根据图像可知, $T_1 < T_2$, $\Delta H < 0$, 因此该反应是放热反应, 故 $c(\text{X})$ 变化越大, 放出热量越多, 故 M 点放出的热量小于 W 点放出的热量, A 项

错误; T_2 温度下, 在 $0 \sim t_1$ 时间内, $v(\text{Y}) = \frac{1}{2}v(\text{X}) = \frac{a-b}{2t_1} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, B 项

错误; 因 $T_1 > T_2$, $v_{\text{M正}} = v_{\text{M逆}} > v_{\text{W逆}}$, 又因 $v_{\text{N逆}} < v_{\text{W逆}}$, 所以 $v_{\text{N逆}} < v_{\text{W正}}$, C 正确; 由于反

应前后均只有一种物质, 因此 M 点时再增加一定量的 X, 则相当于增大压强, 平衡向正反应方向移动, X 的转化率升高, D 项错误。

12. [2014·海南卷] 将 BaO_2 放入密闭的真空容器中, 反应 $2\text{BaO}_2(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{BaO}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ 达到平衡。保持温度不变, 缩小容器容积, 体系重新达到平衡, 下列说法正确的是()

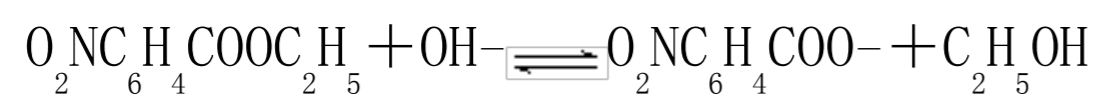
A. 平衡常数减小 B. BaO 量不变

C. 氧气压强不变 D. BaO_2 量增加

12. CD [解析] 平衡常数仅与温度有关, A 项错误; 缩小容器容积时平衡左移; B 项错误, D 项正确; 由反应的平衡常数 $K = c(\text{O}_2)$ 及 K 只与温度有关可知, 重新达到平衡时, $c(\text{O}_2)$ 与加压前相等, 又由 $p = cRT$ 知, 新平衡时压强与原来

相同，C项正确。

14. [2014·海南卷] 硝基苯甲酸乙酯在 OH⁻存在下发生水解反应：



两种反应物的初始浓度均为 0.050 mol·L⁻¹，15℃时测得 O₂NC₆H₄COOC₂H₅ 的转化率 α 随时间变化的数据如表所示。回答下列问题：

t/s	0	120	180	240	330	530	600	700	800
α/%	0	33.0	41.8	48.8	58.0	69.0	70.4	71.0	71.0

- (1) 列式计算该反应在 120~180 s 与 180~240 s 区间的平均反应速率 _____、_____；比较两者大小可得出的结论是_____。
- (2) 列式计算 15℃时该反应的平衡常数_____。
- (3) 为提高 O₂NC₆H₄COOC₂H₅ 的平衡转化率，除可适当控制反应温度外，还可采取的措施有_____（要求写出两条）。

$$14. (1) v = \frac{0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (41.8\% - 33.0\%)}{(180 - 120) \text{ s}} =$$

$$7.3 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = \frac{0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (48.8\% - 41.8\%)}{(240 - 180) \text{ s}} =$$

$$5.8 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

随着反应的进行，反应物浓度降低，反应速率减慢

$$(2) K = \frac{(0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 71.0\%)^2}{[0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (1 - 71.0\%)]^2} = 6.0 \text{ 或 } K = \frac{(71.0\%)^2}{(1 - 71.0\%)^2} = 6.0$$

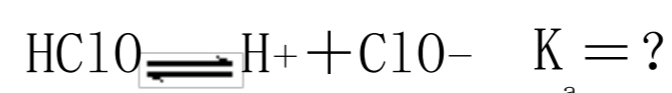
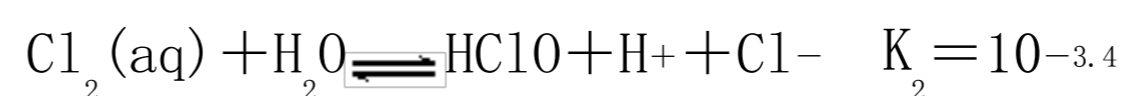
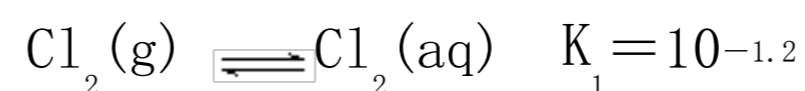
(3) 增加 OH⁻的浓度、移去产物

[解析] (1) 反应过程中硝基苯甲酸乙酯浓度的变化量等于其起始浓度与转化率的乘积，再利用求反应速率的计算公式可求出两个时间段内的平均反应速

率分别为 7.3×10⁻⁵ mol·L⁻¹·s⁻¹、5.8×10⁻⁵ mol·L⁻¹·s⁻¹，由此可得出的结论是随着反应的进行，反应物浓度减小导致反应速率降低。(2) 反应时间达到 700 s 时，硝基苯甲酸乙酯的转化率不再随时间的变化而发生变化，即反应在 700 s 时达到平衡。此时体系内两种产物浓度为 0.05 mol/L×71%，反应物浓度为 0.05 mol/L×29%，由此可求出该反应的平衡常数。(3) 根据可逆反应的特点可知增加 OH⁻的浓度、及时地移去产物均可以增大硝基苯甲酸乙酯的转化率。

G3 速率、平衡图像

12. [2014·浙江卷] 氯在饮用水处理中常用作杀菌剂，且 HClO 的杀菌能力比 ClO⁻强。25℃时氯气-氯水体系中存在以下平衡关系：



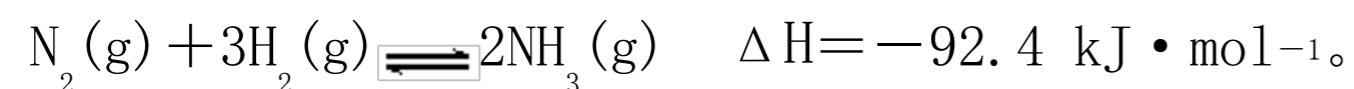
其中 Cl₂(aq)、HClO 和 ClO⁻分别在三者中占分数(α)随 pH 变化的关系如图所示。下列表述正确的是()

- A. Cl₂(g) + H₂O ⇌ 2H⁺ + ClO⁻ + Cl⁻ K = 10^{-10.9}
- B. 在氯处理水体系中，c(HClO) + c(ClO⁻) = c(H⁺) - c(OH⁻)
- C. 用氯处理饮用水时，pH=7.5 时杀菌效果比 pH=6.5 时差
- D. 氯处理饮用水时，在夏季的杀菌效果比在冬季好

12. C [解析] 由所给对应方程式知，K₂ = $\frac{c(\text{HClO}) \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Cl}_2)}$ ，K_a = $\frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{ClO}^-)}{c(\text{HClO})}$ ，K = $\frac{c(\text{ClO}^-) \cdot c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Cl}_2)}$ ，故 K = K₂ · K_a。由于 K_a 未知，故无法知道 K

的值, A 项错误; 在氯处理水体系中, 由电荷守恒可知: $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-)$ 。由 $\text{Cl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ 、 $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ 可知 $c(\text{HClO}) < c(\text{Cl}^-)$, 故 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-) + c(\text{HClO}) + c(\text{ClO}^-)$, 即 $c(\text{HClO}) + c(\text{ClO}^-) < c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-)$, B 项错误; 由图表中的信息知, $\text{pH} = 7.5$ 的体系中 HClO 所占的分数比 $\text{pH} = 6.5$ 的体系中 HClO 所占的分数小, 由于 HClO 的杀菌能力比 ClO^- 强, 故 $\text{pH} = 7.5$ 时杀菌效果比 $\text{pH} = 6.5$ 时差, C 项正确; HClO 的电离是吸热过程, 所以夏天有更多的 HClO 电离为 ClO^- 和 H^+ , 故氯处理饮用水时, 在夏季的杀菌效果比在冬季差, D 项错误。

10. [2014·天津卷] 合成氨是人类科学技术上的一项重大突破, 其反应原理为

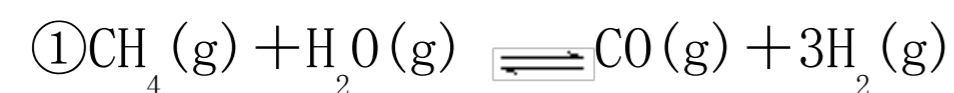


一种工业合成氨的简式流程图如下:

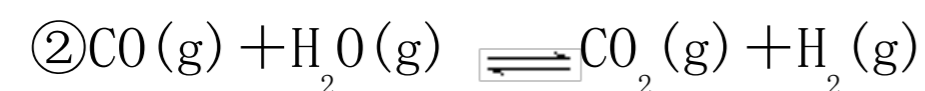
(1) 天然气中的 H_2S 杂质常用氨水吸收, 产物为 NH_4HS 。一定条件下向 NH_4HS 溶液中通入空气, 得到单质硫并使吸收液再生, 写出再生反应的化学方程式:

_____。

(2) 步骤 II 中制氢气的原理如下:



$$\Delta H = +206.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = -41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

对于反应①, 一定可以提高平衡体系中 H_2 的百分含量, 又能加快反应速率

的措施是_____。

- a. 升高温度 b. 增大水蒸气浓度 c. 加入催化剂 d. 降低压强

利用反应②, 将 CO 进一步转化, 可提高 H_2 的产量。若 1 mol CO 和 H_2 的混合气体 (CO 的体积分数为 20%) 与 H_2O 反应, 得到 1.18 mol CO 、 CO_2 和 H_2 的混合气体, 则 CO 的转化率为_____。

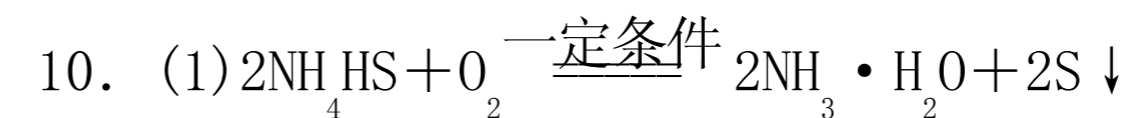
(3) 图(a)表示 $500 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 60.0 MPa 条件下, 原料气投料比与平衡时 NH_3 体积分数的关系。根据图中 a 点数据计算 N_2 的平衡体积分数: _____。

(4) 依据温度对合成氨反应的影响, 在图(b)坐标系中, 画出一定条件下的密闭容器内, 从通入原料气开始, 随温度不断升高, NH_3 物质的量变化的曲线示意图。

(a) _____ (b) _____

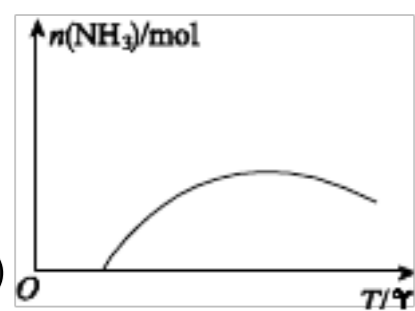
(5) 上述流程图中, 使合成氨放出的能量得到充分利用的主要步骤是(填序号)_____。简述本流程中提高合成氨原料总转化率的方法:

_____。



(2) a 90%

(3) 14.5%

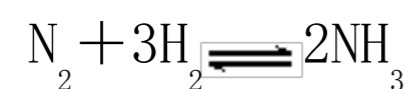


(4)

(5) IV 对原料气加压；分离液氨后，未反应的 N_2 、 H_2 循环使用

[解析] (1) 由题意可知为空气中的 O_2 将负二价硫氧化为硫单质，根据电子守恒将方程式配平即可。(2) 反应①为气体物质的量增大的吸热反应，降低压强使平衡右移，但反应速率减小，d 错；催化剂不能改变反应限度，即不能改变 H_2 的百分含量，c 错；增大水蒸气浓度虽可使反应速率增大以及平衡右移，但产物 H_2 的百分含量却减小，b 错；升高温度反应速率增大，且平衡正向移动， H_2 的百分含量增大，a 对。CO 与 H_2 的混合气体与水蒸气的反应中，反应体系中的气体的物质的量不变，而 1 mol CO 与 H_2 的混合气体参加反应生成 1.18 mol 混合气，说明有 0.18 mol 水蒸气参加反应，则根据方程式②可知参加反应的 CO 也为 0.18 mol，则其转化率为 $\frac{0.18 \text{ mol}}{1 \text{ mol} \times 20\%} \times 100\% = 90\%$ 。

(3) 由图中看出当 N_2 与 H_2 物质的量比为 1:3 时， NH_3 的平衡体积分数最大，为 42%。设平衡时转化的 N_2 的物质的量为 x mol，由三段式：



起始(mol): 1 3 0

转化(mol): x 3x 2x

平衡(mol): 1-x 3-3x 2x

$$\frac{2x}{(1-x) + (3-3x) + 2x} \times 100\% = 42\%, \text{ 则 } x = 0.59$$

$$\text{则平衡时 } N_2 \text{ 的体积分数为 } \frac{(1-x)}{(1-x) + (3-3x) + 2x} \times 100\% = 14.5\% \text{。 (4)}$$

作图时要注意开始时 NH_3 物质的量不断增多，是因为反应正向进行(反应未达平衡)，达到一定程度后反应达到平衡而此时温度继续升高，平衡逆向移动， NH_3 的物质的量减小。(5) 热交换器可以使需要加热的物质得到加热，还可以使需要冷却的物质得到冷却，能充分利用能量。合成氨反应为气体物质的量减小的反应，加压利于反应正向进行；此外，循环利用可反复利用原料，提高原料利用率。

28. (15分) [2014·新课标全国卷 I] 乙醇是重要的有机化工原料，可由乙烯气相直接水合法生产或间接水合法生产。回答下列问题：

(1) 间接水合法是指先将乙烯与浓硫酸反应生成硫酸氢乙酯($C_2H_5OSO_3H$)，再水解生成乙醇。写出相应反应的化学方程式：

_____。

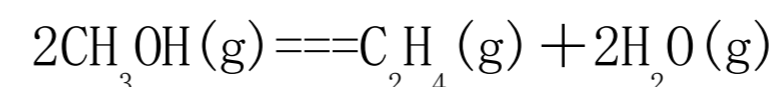
(2) 已知：

甲醇的脱水反应



$$\Delta H_1 = -23.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

甲醇制烯烃的反应



$$\Delta H_2 = -29.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

乙醇的异构化反应 $C_2H_5OH(g) \rightleftharpoons CH_3OCH_3(g)$

$$\Delta H_3 = +50.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

则乙烯气相直接水合反应 $C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g)$ 的

ΔH _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。与间接水合法相比，气相直接水合法的优点是

_____。

(3) 如图所示为气相直接水合法中乙烯的平衡转化率与温度、压强的关系 [其中 $n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{C}_2\text{H}_4) = 1 : 1$]。

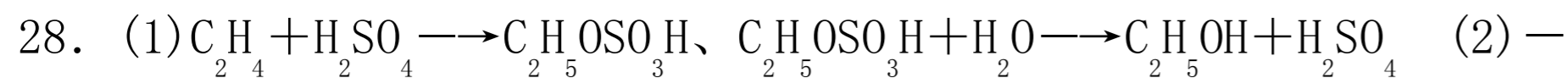
① 列式计算乙烯水合制乙醇反应在图中 A 点的平衡常数 $K_p =$ _____ (用平衡分压代替平衡浓度计算, 分压 = 总压 \times 物质的量分数)。

② 图中压强 (p_1, p_2, p_3, p_4) 的大小顺序为 _____, 理由是 _____。

③ 气相直接水合法常采用的工艺条件为: 磷酸/硅藻土为催化剂, 反应温度 290 °C、压强 6.9 MPa, $n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{C}_2\text{H}_4) = 0.6 : 1$ 。乙烯的转化率为 5%, 若要进一步提高乙烯转化率, 除了可以适当改变反应温度和压强外, 还可采取的措施有 _____

_____、

_____。



45.5 污染小、腐蚀性小等 (3) ①
$$K_p = \frac{p(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{p(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot p(\text{H}_2\text{O})} = \frac{20\%np}{80\%np \cdot 2} = \frac{20 \times 180}{80 \times 7.85 \text{MPa}} = 0.07 (\text{MPa})^{-1}$$

② $p_1 < p_2 < p_3 < p_4$ 反应分子数减少, 相同温度下, 压强升高乙烯转化率提高

③ 将产物乙醇液化移去 增加 $n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{C}_2\text{H}_4)$ 比

[解析] (1) 根据题中信息可写出由乙烯与浓硫酸间接水合法制乙醇的反应为 $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3\text{H}$ 和 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 。(2) 根据盖斯定律 ① - ② - ③ 得: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H = -45.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。间接水合法中用到浓硫酸等强腐蚀性物质, 与其相比直接水合法具有污染小、腐蚀性小等优点。(3) ① 设起始时 C_2H_4 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的物质的量均为 n , 根据 C_2H_4 的转化率为 20%, 则平衡时 C_2H_4 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 的物质的量分别为 $80\%n$ 、 $80\%n$ 和 $20\%n$,

则
$$K_p = \frac{p(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{p(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot p(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\frac{20\%np}{2n-20\%n}}{80\%np \cdot 2} = \frac{20 \times 180}{80 \times 7.85 \text{MPa}} = 0.07 (\text{MPa})^{-1}$$
。② 增大压强, 平衡将正向移动, 能提高 C_2H_4 的转化率, 即压强 $p_1 < p_2 < p_3 < p_4$ 。③ 为了使平衡正向移动, 还可以将乙醇液化及时分离, 或增大 $n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{C}_2\text{H}_4)$ 之比等措施。

26. [2014 · 新课标全国卷 II]

在容积为 1.00 L 的容器中, 通入一定量的 N_2O_4 , 发生反应 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$, 随温度升高, 混合气体的颜色变深。

回答下列问题:

(1) 反应的 ΔH _____ 0 (填“大于”或“小于”); 100 °C 时, 体系中各物质浓度随时间变化如图所示。在 0~60 s 时段, 反应速率 $v(\text{N}_2\text{O}_4)$ 为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$; 反应的平衡常数 K_1 为 _____。

(2) 100 °C 时达平衡后, 改变反应温度为 T, $c(\text{N}_2\text{O}_4)$ 以 $0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 的平均速率降低, 经 10 s 又达到平衡。

① T _____ 100 °C (填“大于”或“小于”), 判断理由是

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/257042120106010005>