



化学

本试卷满分 100 分,考试时间 90 分钟。

可能用到的相对原子质量:H—1 C—12 N—14 O—16
Na—23 Cl—35.5

第一部分

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. 我国科研人员在研究嫦娥五号返回器带回的月壤时,发现月壤钛铁矿(FeTiO_3)存在亚纳米孔道,吸附并储存了大量来自太阳风的氢原子。加热月壤钛铁矿可生成单质铁和大量水蒸气,水蒸气冷却为液态水储存起来以供使用。下列说法不正确的是 ()

- A. 月壤钛铁矿中存在活泼氢
B. 将地球上开采的钛铁矿直接加热也一定生成单质铁和水蒸气
C. 月壤钛铁矿加热生成水蒸气的过程中发生了氧化还原反应
D. 将获得的水蒸气冷却为液态水的过程会放出热量

2. 下列化学用语或图示表达不正确的是 ()

- A. 乙醇的分子模型:
B. BF_3 的 VSEPR 模型:
C. S 的原子结构示意图:
D. 基态 $_{30}\text{Zn}$ 原子的价层电子排布式: $3\text{d}^{10}4\text{s}^2$

3. 下列说法不正确的是 ()

- A. 糖类、蛋白质和油脂均为天然高分子
B. 蔗糖发生水解反应所得产物互为同分异构体
C. 蛋白质在酶的作用下水解可得到氨基酸
D. 不饱和和液态植物油通过催化加氢可提高饱和度

4. 物质的微观结构决定其宏观性质。乙腈(CH_3CN)是一种常见的有机溶剂,沸点较高,水溶性好。下列说法不正确的是 ()

- A. 乙腈的电子式:
B. 乙腈分子中所有原子均在同一平面
C. 乙腈的沸点高于与其分子量相近的丙炔
D. 乙腈可发生加成反应

5. 下列反应中,体现 NH_4^+ 还原性的是 ()

- A. NH_4HCO_3 加热分解有 NH_3 生成
B. NH_4Cl 和 NaNO_2 的混合溶液加热有 N_2 生成
C. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 固体在 NH_4Cl 溶液中溶解
D. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中滴加 BaCl_2 溶液出现白色沉淀

6. 下列方程式与所给事实不相符的是 ()

- A. 用盐酸除去铁锈: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + (3+x)\text{H}_2\text{O}$
B. 用 CuSO_4 溶液除去乙炔中的 H_2S : $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow$
C. 用乙醇处理废弃的 Na: $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$
D. 将 NO_2 通入水中制备硝酸: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

7. 下列实验的相应操作中,不正确的是 ()

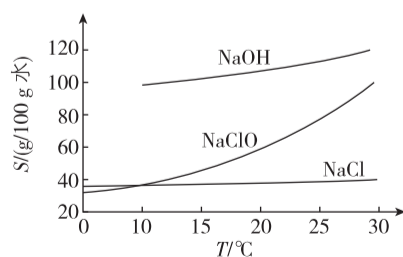
制备并检验 SO_2	实验室制取 O_2
A. 为防止有害气体逸出,先放置浸 NaOH 溶液的棉团,再加热	B. 实验结束时,先把导管移出水面,再熄灭酒精灯
分液	蒸馏
C. 先打开分液漏斗上方的玻璃塞,再打开下方的活塞	D. 冷却水从冷凝管①口通入,②口流出

8. $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时,在浓 NaOH 溶液中通入过量 Cl_2 ,充分反应后,可通过调控温度从反应后的固液混合物中获得 NaCl 和 NaClO 固体。

已知: NaOH 、 NaClO 、 NaCl 溶解度(S)随温度变化关系如图。

下列说法不正确的是 ()

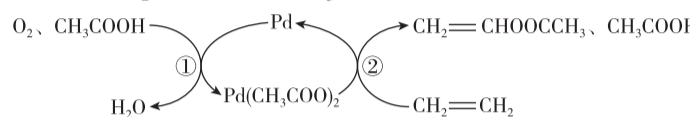
- A. 通入 Cl_2 后开始发生反应: $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
B. $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时,随反应进行 NaCl 先析出
C. 将反应后的固液混合物过滤,滤液降温可析出 NaClO 固体
D. 在冷却结晶的过程中,大量 NaOH 会和 NaClO 一起析出



9. 依据下列事实进行的推测正确的是 ()

选项	事实	推测
A	NaCl 固体与浓硫酸反应可制备 HCl 气体	NaI 固体与浓硫酸反应可制备 HI 气体
B	BaSO_4 难溶于盐酸,可作“钡餐”使用	BaCO_3 可代替 BaSO_4 作“钡餐”
C	盐酸和 NaHCO_3 溶液反应是吸热反应	盐酸和 NaOH 溶液反应是吸热反应
D	H_2O 的沸点高于 H_2S	HF 的沸点高于 HCl

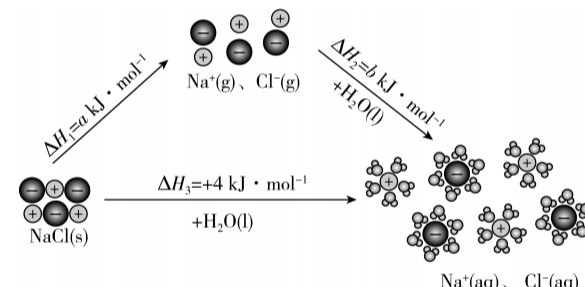
10. 乙烯、醋酸和氧气在钯(Pd)催化下高效合成醋酸乙烯酯($\text{CH}_2=\text{CHOOCCH}_3$)的过程示意图如下。



下列说法不正确的是 ()

- A. ①中反应为 $4\text{CH}_3\text{COOH} + \text{O}_2 + 2\text{Pd} \longrightarrow 2\text{Pd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
B. ②中生成 $\text{CH}_2=\text{CHOOCCH}_3$ 的过程中,有 σ 键断裂与形成
C. 生成 $\text{CH}_2=\text{CHOOCCH}_3$ 总反应的原子利用率为 100%
D. Pd 催化剂通过参与反应改变反应历程,提高反应速率

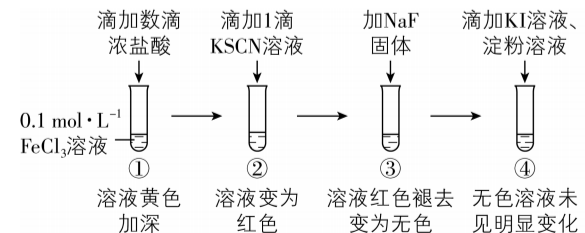
11. 为理解离子化合物溶解过程的能量变化,可设想 NaCl 固体溶于水的过程分两步实现,示意图如下。



下列说法不正确的是 ()

- A. NaCl 固体溶解是吸热过程
B. 根据盖斯定律可知: $a+b=4$
C. 根据各微粒的状态,可判断 $a>0, b>0$
D. 溶解过程的能量变化,与 NaCl 固体和 NaCl 溶液中微粒间作用力的强弱有关

12. 为研究三价铁配合物性质进行如下实验(忽略溶液体积变化)。

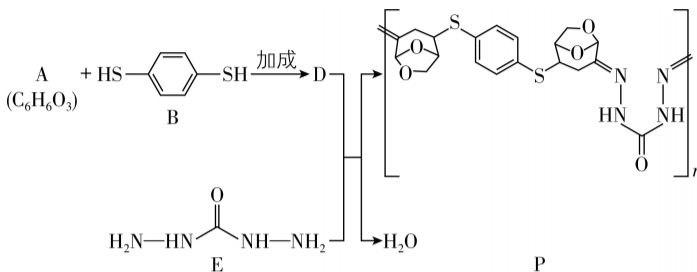


已知: $[\text{FeCl}_4]^-$ 为黄色、 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 为红色、 $[\text{FeF}_6]^{3-}$ 为无色。

下列说法不正确的是 ()

- A. ①中浓盐酸促进 $\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{FeCl}_4]^-$ 平衡正向移动
B. 由①到②,生成 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 并消耗 $[\text{FeCl}_4]^-$
C. ②、③对比,说明 $c(\text{Fe}^{3+})$:②>③
D. 由①→④推断,若向①深黄色溶液中加入 KI 、淀粉溶液,溶液也无明显变化

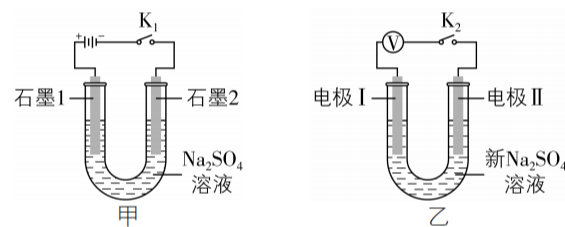
13. 一种生物基可降解高分子 P 合成路线如下。



下列说法正确的是 ()

- A. 反应物 A 中有手性碳原子
B. 反应物 A 与 B 的化学计量比是 1:2
C. 反应物 D 与 E 生成 P 的反应类型为加聚反应
D. 高分子 P 可降解的原因是 C—O 键断裂

14. 用电解 Na_2SO_4 溶液(图甲)后的石墨电极 1、2 探究氢氧燃料电池,重新取 Na_2SO_4 溶液并用图乙装置按 i→iv 顺序依次完成实验。



实验	电极 I	电极 II	电压/V	关系
i	石墨 1	石墨 2	a	$a>d>c>b>0$
ii	石墨 1	新石墨	b	
iii	新石墨	石墨 2	c	
iv	石墨 1	石墨 2	d	

下列分析不正确的是 ()

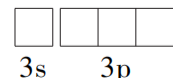
- A. $a>0$,说明实验 i 中形成原电池,反应为 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$
B. $b<d$,是因为 ii 中电极 II 上缺少 H_2 作为还原剂
C. $c>0$,说明 iii 中电极 I 上有 O_2 发生反应
D. $d>c$,是因为电极 II 上吸附 H_2 的量:iv>iii

第二部分

本部分共 5 题,共 58 分。

15. (10 分)通过 MgCl_2 和 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 的相互转化可实现 NH_3 的高效存储和利用。

(1)将 Mg 的基态原子最外层轨道表示式补充完整:



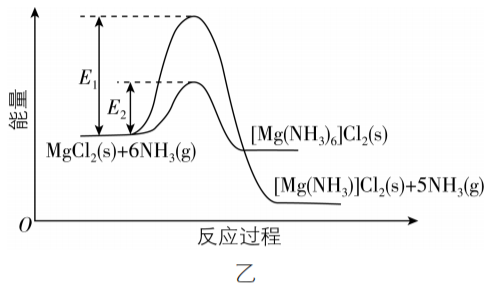
(2) NH_3 分子中 H—N—H 键角小于 $109^\circ28'$,从结构角度解释原因:_____。

(3) $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 的晶胞是立方体结构,边长为 $a\text{ nm}$,结构示意图如图甲。

① $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 的配体中,配位原子是_____。

② 已知 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 的摩尔质量为 $M\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$,阿伏加德罗常数为 N_A ,该晶体的密度为_____ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。(1 nm = 10^{-7} cm)

(4) MgCl_2 和 NH_3 反应过程中能量变化示意图如图乙。

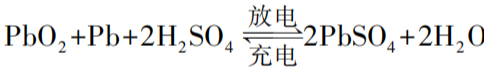


① 室温下, MgCl_2 和 NH_3 反应生成 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 而不生成 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)]\text{Cl}_2$ 。分析原因:_____。

② 从平衡的角度推断利于 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 脱除 NH_3 生成 MgCl_2 的条件并说明理由:_____。

16. (12 分) 铅酸电池是用途广泛并不断发展的化学电源。

(1) 十九世纪,铅酸电池工作原理初步形成并延续至今。铅酸电池工作原理:



① 充电时,阴极发生的电极反应为_____。

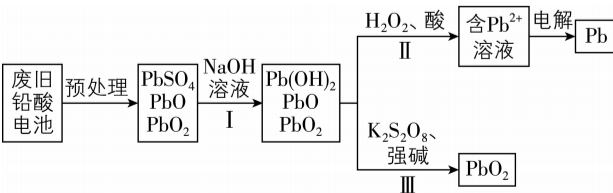
② 放电时,产生 a 库仑电量,消耗 H_2SO_4 的物质的量为_____ mol。

已知:转移 1 mol 电子所产生的电量为 96 500 库仑。

③ 35%~40% H_2SO_4 作为电解质溶液性质稳定、有较强的导电能力, SO_4^{2-} 参与电极反应并有利于保持电压稳定。该体系中 SO_4^{2-} 不氧化 Pb, SO_4^{2-} 氧化性弱与其结构有关, SO_4^{2-} 的空间结构是_____。

④ 铅酸电池储存过程中,存在化学能的缓慢消耗: PbO_2 电极在 H_2SO_4 作用下产生的 O_2 可将 Pb 电极氧化。 O_2 氧化 Pb 发生反应的化学方程式为_____。

(2) 随着铅酸电池广泛应用,需要回收废旧电池材料,实现资源的再利用。回收过程中主要物质的转化关系示意图如下。



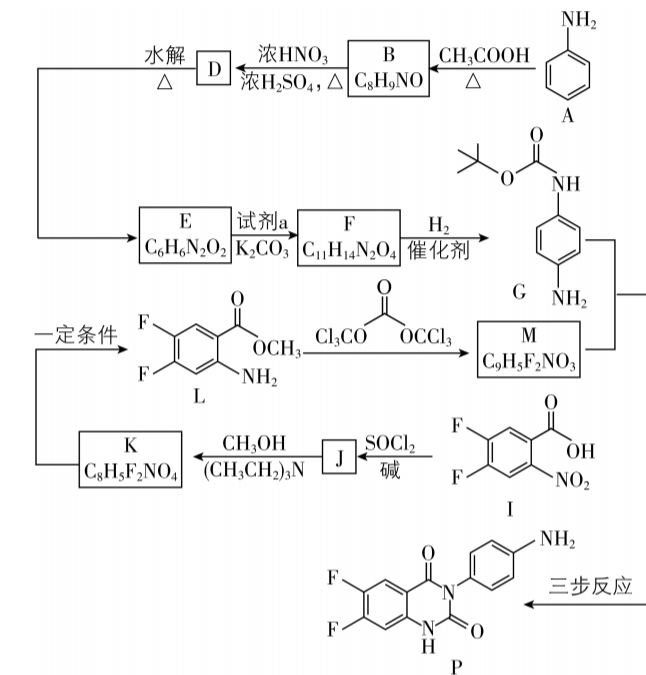
① 将 PbSO_4 等物质转化为 Pb^{2+} 的过程中,步骤 I 加入 NaOH 溶液的目的是_____。

② 步骤 II、III 中 H_2O_2 和 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 作用分别是_____。

(3) 铅酸电池使用过程中,负极因生成导电性差的大颗粒 PbSO_4 ,导致电极逐渐失活,通过向负极添加石墨、多孔碳等碳材料,可提高铅酸电池性能。碳材料的作用有_____ (填序号)。

- a. 增强负极导电性
- b. 增大负极材料比表面积,利于生成小颗粒 PbSO_4
- c. 碳材料作还原剂,使 PbO_2 被还原

17. (12 分) 一种受体拮抗剂中间体 P 合成路线如下。



已知:① $\text{RCOOH} \xrightarrow[\text{碱}]{\text{SOCl}_2} \text{RCOCl}$;

② 试剂 a 是 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 。

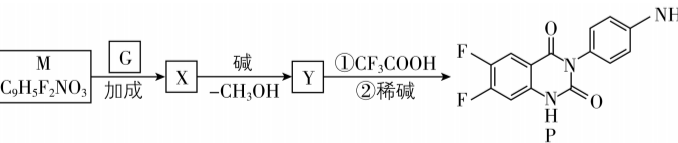
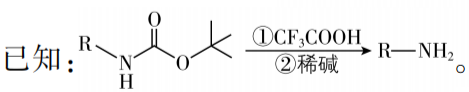
(1) I 分子中含有的官能团是硝基和_____。

(2) B→D 的化学方程式是_____。

(3) 下列说法正确的是_____ (填序号)。

- a. 试剂 a 的核磁共振氢谱有 3 组峰
- b. J→K 的过程中,利用了 $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}$ 的碱性
- c. F→G 与 K→L 的反应均为还原反应

(4) 以 G 和 M 为原料合成 P 分为三步反应。



① M 含有 1 个 sp 杂化的碳原子, M 的结构简式为_____。

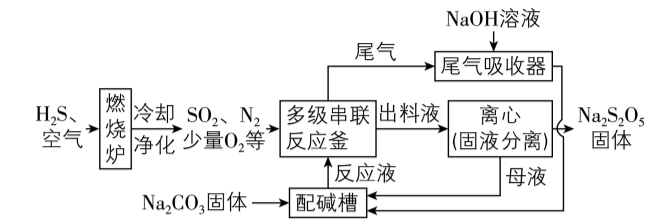
② Y 的结构简式为_____。

(5) P 的合成路线中,有两处氨基的保护,分别是

① A→B 引入保护基, D→E 脱除保护基;

② _____。

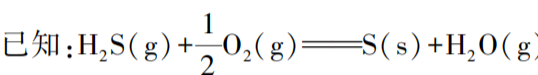
18. (13 分) 利用工业废气中的 H_2S 制备焦亚硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) 的一种流程示意图如下。



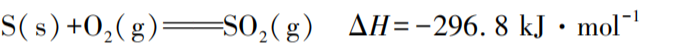
已知:

物质	H_2CO_3	H_2SO_3
$K_a(25\text{ }^\circ\text{C})$	$K_{a1} = 4.5 \times 10^{-7}$ $K_{a2} = 4.7 \times 10^{-11}$	$K_{a1} = 1.4 \times 10^{-2}$ $K_{a2} = 6.0 \times 10^{-8}$

(1) 制 SO_2



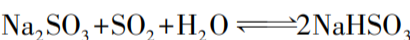
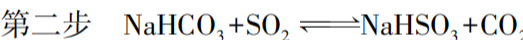
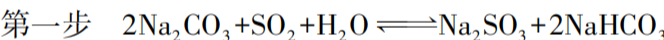
$\Delta H = -221.2\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$



由 H_2S 制 SO_2 的热化学方程式为_____。

(2) 制 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$

I. 在多级串联反应釜中, Na_2CO_3 悬浊液与持续通入的 SO_2 进行如下反应:



II. 当反应釜中溶液 pH 达到 3.8~4.1 时,形成的 NaHSO_3 悬浊液转化为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 固体。

① II 中生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 的化学方程式是_____。

_____。

② 配碱槽中,母液和过量 Na_2CO_3 配制反应液,发生反应的化学方程式是_____。

③ 多次循环后,母液中逐渐增多的杂质离子是_____,需除去。

④ 尾气吸收器中,吸收的气体有_____。

(3) 理论研究 Na_2SO_3 、 NaHCO_3 与 SO_2 的反应。一定温度时,在 1 L 浓度均为 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_3 和 NaHCO_3 的混合溶液中,随 $n(\text{SO}_2)$ 的增加, SO_3^{2-} 和 HCO_3^- 平衡转化率的变化如图。

① 0~a mol, 与 SO_2 优先反应的离子是_____。

② a~b mol, HCO_3^- 平衡转化率上升而 SO_3^{2-} 平衡转化率下降,结合方程式解释原因:_____。

_____。

19. (11 分) 化学反应平衡常数对认识化学反应的方向和限度具有指导意义。实验小组研究测定“ $\text{MnO}_2 + 2\text{Br}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ”平衡常数的方法,对照理论数据判断方法的可行性。

(1) 理论分析

① Br_2 易挥发,需控制生成 $c(\text{Br}_2)$ 较小。

② 根据 25 $^\circ\text{C}$ 时 $K = 6.3 \times 10^4$ 分析,控制合适 pH,可使生成 $c(\text{Br}_2)$ 较小;用浓度较大的 KBr 溶液与过量 MnO_2 反应,反应前后 $c(\text{Br}^-)$ 几乎不变; $c(\text{Mn}^{2+}) = c(\text{Br}_2)$, 仅需测定平衡时溶液 pH 和 $c(\text{Br}_2)$ 。

③ Br_2 与水反应的程度很小,可忽略对测定干扰;低浓度 HBr 挥发性很小,可忽略。

(2) 实验探究

序号	实验内容及现象
I	25 $^\circ\text{C}$, 将 $0.200\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KBr 溶液 ($\text{pH} \approx 1$) 与过量 MnO_2 混合,密闭并搅拌,充分反应后,溶液变为黄色,容器液面上方有淡黄色气体
II	25 $^\circ\text{C}$, 将 $0.200\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KBr 溶液 ($\text{pH} \approx 2$) 与过量 MnO_2 混合,密闭并搅拌,反应时间与 I 相同,溶液变为淡黄色,容器液面上方未观察到黄色气体
III	测定 I、II 反应后溶液的 pH; 取一定量反应后溶液,加入过量 KI 固体,用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定,测定 $c(\text{Br}_2)$

已知: $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ 溶液颜色均为无色。

① III 中,滴定时选用淀粉作指示剂,滴定终点时的现象是_____。

_____。用离子方程式表示 KI 的作用:_____。

② I 中,与反应前的溶液相比,反应后溶液的 pH _____ (填“增大”“减小”或“不变”)。平衡后,按 $\frac{c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c(\text{Br}_2)}{c^2(\text{Br}^-) \cdot c^4(\text{H}^+)}$ 计算所得值小于 25 $^\circ\text{C}$ 的 K 值,是

因为 Br_2 挥发导致计算时所用_____的浓度小于其在溶液中实际浓度。

③ II 中,按 $\frac{c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c(\text{Br}_2)}{c^2(\text{Br}^-) \cdot c^4(\text{H}^+)}$ 计算所得值也小于 25 $^\circ\text{C}$ 的 K 值,可能原因是_____。

_____。

(3) 实验改进

分析实验 I、II 中测定结果均偏小的原因,改变实验条件,再次实验。

控制反应温度为 40 $^\circ\text{C}$,其他条件与 II 相同,经实验准确测得该条件下的平衡常数。

① 判断该实验测得的平衡常数是否准确,应与_____值比较。

② 综合调控 pH 和温度的目的是_____。

_____。