2021 北京海淀高三（上）期末

化　　学

2021.01

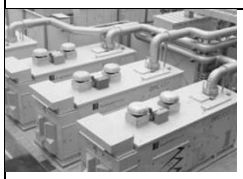
本试卷共 8 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题纸一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1　C 12　O 16　Na 23　Cl 35.5　Fe 56

第一部分 选择题（共 42 分）

在下列各题的四个选项中，只有一个选项符合题意。（每小题 3 分，共 42 分）

1．下列发电厂（站）的电能由化学能直接转化而成的是

A	B	C	D
			
燃料电池发电站	地热发电厂	风力发电厂	水力发电站

2．化学与生活息息相关，下列说法不正确的是

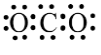
A．淀粉属于多糖

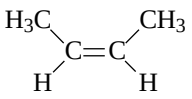
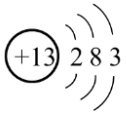
B．天然药物无毒副作用，可以长期服用

C．与铜质水龙头连接处的铁质水管更易被腐蚀

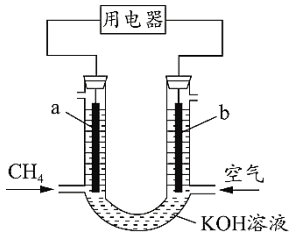
D．医疗垃圾有多种致病微生物，可用高温焚烧处理

3.下列化学用语正确的是

A．中子数为 18 的氯原子：$^{18}_{17}Cl$　　B．CO_2 分子的电子式：

C．顺-2-丁烯的结构简式：　　D．铝离子的结构示意图：

4．甲烷燃料电池的工作原理如右图，下列说法正确的是



A. A 极为正极

B. K^+从 A 极经溶液流向 B 极

C. 工作一段时间后，B 极附近的 pH 会减小

D. A 极的电极反应为 $CH_4+6OH^- - 8e^- = CO_3^{2-}+5H_2O$

5. 下列化学用语对事实的表述不正确的是

A．工业上用乙醛催化氧化法制乙酸：$2CH_3CHO+O_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2CH_3COOH$

B．向 $AgNO_3$ 溶液中加入过量氨水：$Ag^+ + NH_3\cdot H_2O = AgOH\downarrow + NH_4^+$

C．用 Na_2S 除去工业废水中的 Hg^{2+}：$Hg^{2+} + S^{2-} = HgS\downarrow$

D．电镀铜的阴极反应：$Cu^{2+}+2e^- = Cu$

6. $2Na_2S_2O_3+I_2 = 2NaI+ Na_2S_4O_6$ 是定量分析中的常用反应。下列关于说法不正确的是

A. 反应中，I_2 表现了氧化性

B. 反应中，每生成 1 mol $Na_2S_4O_6$，有 4 mol e^-发生转移

C. $Na_2S_2O_3$ 是含有共价键的离子化合物

D. $Na_2S_2O_3$ 在空气中放置会变质，产物可能有 Na_2SO_4

7.短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大，X 是地壳中含量最多的元素，Y 的原子最外层只有 1 个电子，Z 的单质晶体是应用最广泛的半导体材料。下列说法正确的是

A．原子半径：r(W)> r(Z)> r(Y)> r(X)

B．Z 的非金属性比 X 的强

C．由 X、Y 组成的化合物中可能含有共价键

D．Z 的最高价氧化物对应的水化物的酸性比 W 的强

8. 常温下，下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是

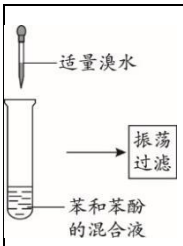
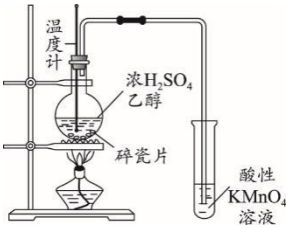
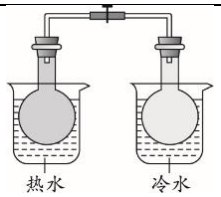
A.由水电离的 $c(H^+)=10^{-12}$mol/L 的溶液中：Na^+、NH_4^+、Cl^-、K^+

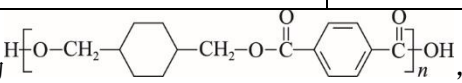
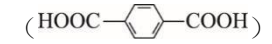
B.无色溶液中：Na^+、K^+、$Cr_2O_7^{2-}$、NO_3^-

C.含有 I^-的溶液中：H^+、Na^+、Cl^-、NO_3^-

D.pH=14 的溶液中：K^+、ClO^-、CO_3^{2-}、Cl^-

9. 下列图示实验能达成相应目的的是

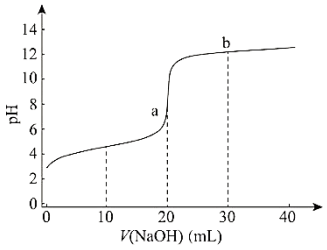
			 NO_2球浸泡在热水和冷水中
A. 除去苯中少量苯酚	B. 验证铁钉能发生析氢腐蚀	C. 检验乙醇消去反应产物中的乙烯	D.研究温度对化学平衡的影响

10. PCT 树脂是应用广泛的一种高聚物，其结构简式为 ，它可由有机物 X（）与另一种有机物 Y 反应制得。下列说法中不正确的是

A. X 可与 H_2 发生加成反应生成 Y　　B. Y 的核磁共振氢谱有 4 组峰

C. X、Y 生成 PCT 的反应属于缩聚反应　　D. PCT 制品应避免长时间与碱性物质接触

11. 常温下，向 20 mL 0.1 mol/L 的某一元酸（HA）溶液中加入几滴酚酞溶液，再逐滴滴加 0.1 mol/L NaOH 溶液，测得滴定曲线如右图。下列说法不正确的是



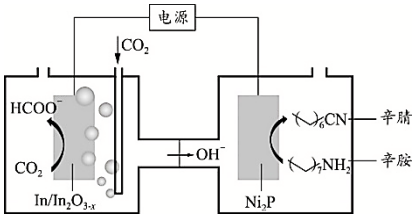
A.V=10mL 时，c(HA)＞c(A^-)

B.pH=7 时，V(NaOH)＜20mL

C.滴定终点时，溶液由无色变为浅红色

D.a 点的水的电离程度大于 b 点的水的电离程度

12. 近期，天津大学化学团队以 CO_2 与辛胺为原料实现了甲酸和辛腈的高选择性合成，装置工作原理如右图。下列说法正确的是



A．Ni_2P 电极与电源负极相连

B．辛胺转化为辛腈发生了还原反应

C．In/In_2O_{3-x} 电极上可能有副产物 H_2 生成

D. 在 In/In_2O_{3-x} 电极上发生的反应为 $CO_2+H_2O-2e^- = HCOO^-+OH^-$

13. 某种含二价铜微粒$[Cu^{II}(OH)(NH_3)]^+$的催化剂可用于汽车尾气脱硝，催化机理如图 1，反应过程中不同态物质体系所含的能量如图 2。下列说法不正确的是

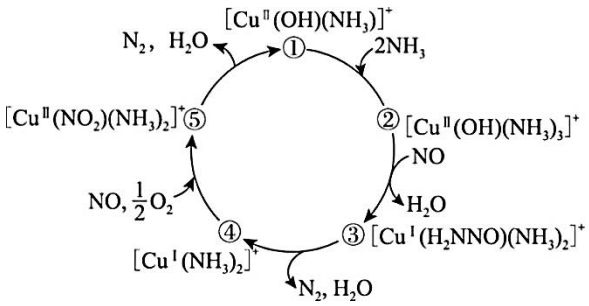


图 1

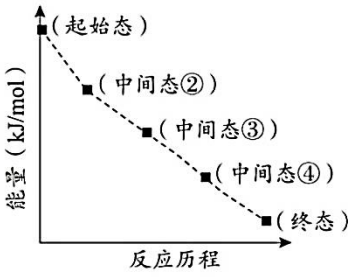


图 2

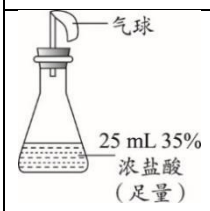
A. 总反应焓变 $\Delta H<0$

B. 由状态②到状③发生的是氧化还原反应

C. 状态③到状态④的变化过程中有 O—H 键的形成

D. 该脱硝过程的总反应方程式为 $4NH_3+2NO+2O_2 \xlongequal{} 6H_2O+3N_2$

14.某小组同学欲通过实验探究影响金属与酸反应速率的因素，进行下列实验。

实验装置	序号	实验操作	实验现象
	实验 1	取下胶塞，放入一小片金属钠，迅速塞上胶塞	钠浮在液面上并来回移动，表面出现有白色固体；白色固体逐渐沉到烧杯底部，液体不沸腾；气球迅速鼓起，15 s 时测量气球直径约为 3 cm
	实验 2	取下胶塞，放入与钠表面积基本相同的镁条，迅速塞上胶塞	镁条开始时下沉，很快上浮至液面，片刻后液体呈沸腾状，同时产生大量白雾; 气球迅速鼓起，15 s 时测量气球直径约为 5 cm

下列说法不正确的是

A. 实验 1 获得的白色小颗粒可用焰色反应检验其中的 Na 元素

B. 对比实验 1 与实验 2，不能说明钠比镁的金属活动性强

C. 对比实验 1 与实验 2，能说明同温下 NaCl 的溶解度比 $MgCl_2$ 的小

D. 金属钠、镁与盐酸反应的速率与生成物状态等因素有关

第二部分 非选择题（共 58 分）

15.（11 分）丁烯(C_4H_8)是重要的化工原料，可由丁烷(C_4H_{10})催化脱氢制备，反应如下：

$CH_3CH_2CH_2CH_3(g) \rightleftharpoons CH_2=CHCH_2CH_3(g)+H_2(g)\ \ \Delta H$

已知：

i. 该工艺过程的副产物有炭（C），生成的积炭会附着在催化剂表面，影响催化效果。

ii. 温度过高会引发正丁烷裂解生成低碳烃类的副反应。

iii. $H_2(g) + 1/2O_2(g) = H_2O(l)$ ΔH_1

$CH_3CH_2CH_2CH_3(g) + 13/2O_2(g) = 4CO_2(g) + 5H_2O(l)$ ΔH_2

$CH_2=CHCH_2CH_3(g) + 6O_2(g) = 4CO_2(g) + 4H_2O(l)$ ΔH_3

（1）用 ΔH_1、ΔH_2、ΔH_3 表示丁烷催化脱氢反应的反应热 ΔH = _____。

（2）寻找高效的催化剂是脱氢反应重要的研究课题之一。

①催化剂使用一段时间后活性会下降，通入适量氢气可使其改善，氢气的作用是_____。

②其他条件相同时，以 SiO_2 为载体与不同质量百分比的 CrO_x 组合，催化效果相关数据如下表。

实验组	催化剂组成	正丁烷转化率 / %	正丁烯收率 / %
1	无催化剂	5	0.35
2	SiO_2	5	0.35
3	SiO_2 +9% CrO_x	25.5	18.3
4	SiO_2 +15% CrO_x	27.5	20.65
5	SiO_2 +21% CrO_x	24	17.87

下列说法正确的是_____（填序号）。

a. 脱氢反应中 SiO_2 不起催化作用

b. CrO_x 的含量越高，反应的催化效果越好

c. CrO_x 的含量对丁烷脱氢反应的焓变无影响

（3）其他条件相同，30min 时测得正丁烷转化率、正丁烯收率随温度的变化如图 1。

[收率=（生成某产物的原料量/投入的原料量）×100%]

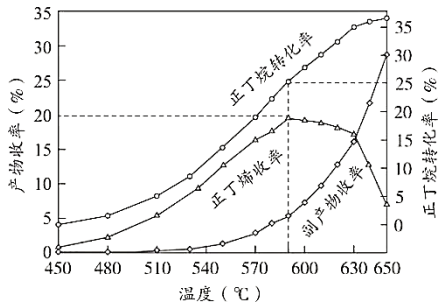


图 1

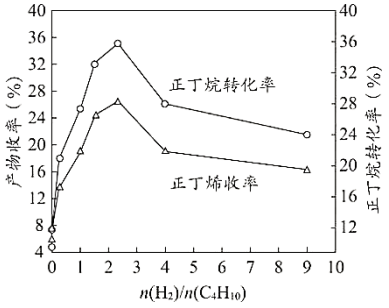


图 2

① 实际生产温度选择 590℃，由图 1 说明其理由是_____。

② 590℃时，向体积为 1L 的密闭容器中充入 3mol 正丁烷气体，据图 1 计算 0~30min 内生成正丁烯的平均反应速率为_____ mol/(L·min)。

（4）其他条件相同，30min 时正丁烷转化率、正丁烯收率随进料气中 $n(H_2)/n(C_4H_{10})$的变化如图 2。图 2 中，$n(H_2)/n(C_4H_{10})>2.5$ 后，正丁烷转化率和正丁烯收率呈减小趋势，原因是_____。

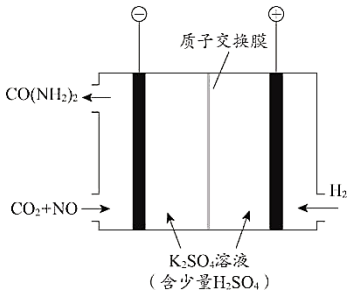
16.（10 分）汽车尾气中的氮氧化物（NO_x）对环境有危害，可利用化学方法实现氮的转化，从而降低氮氧化物排放。

（1）CO、HC（碳氢化合物）和 NH_3 等均可在催化剂作用下，将 NO_x 转化为 N_2。

① CO 在氮的转化过程中体现了_____性。

② NH_3 和 NO 反应的化学方程式为_____。

（2）利用电解装置可以将尾气中的 NO 转化为尿素[$CO(NH_2)_2$，其中碳的化合价为+4 价，属于非电解质]，工作原理如右图。



①阴极的电极反应式为_____。

②反应一段时间后，阳极区的 pH 基本不变，结合化学用语解释原因为_____。

③用 NO_2^- 代替 NO 进行电化学反应，研究表明阴极反应的历程如下：

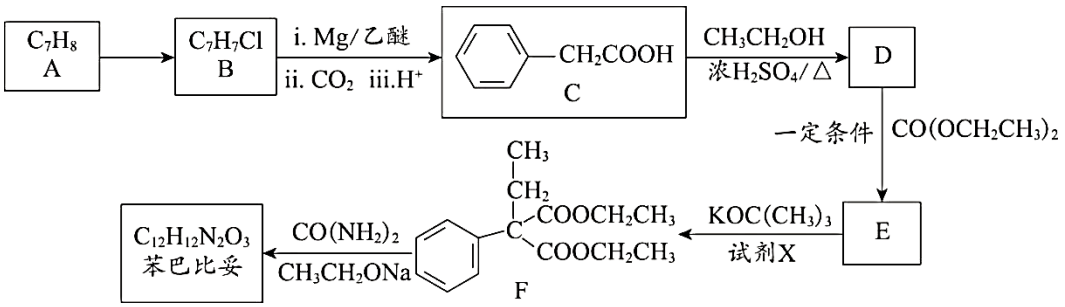
I. $CO_2(g) + 2H^+ + 2e^- = CO(pre) + H_2O$

II.……

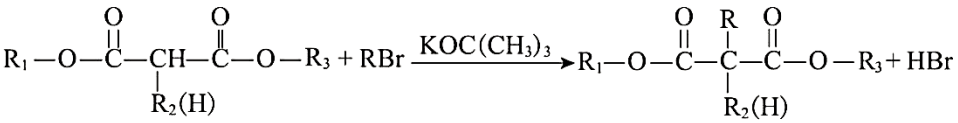
III. $CO(pre) + 2NH_2(pre) = CO(NH_2)_2$

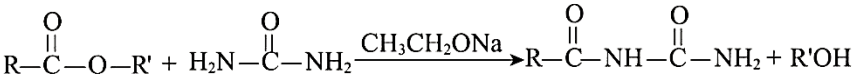
其中，CO(pre)表示 CO 前体，NH_2(pre)表示 NH_2 前体。用化学用语表示步骤 II 的反应：_____。

17.（12 分）苯巴比妥 H 是一种巴比妥类的镇静剂及安眠药。其合成路线如下图（部分试剂和产物略）。



已知：

i. 

ii. 

（1）AB 的反应类型为_____反应。

（2）CD 的化学方程式为_____。

（3）试剂 X 为_____（写结构简式）。

（4）E 中所含官能团的名称为_____。

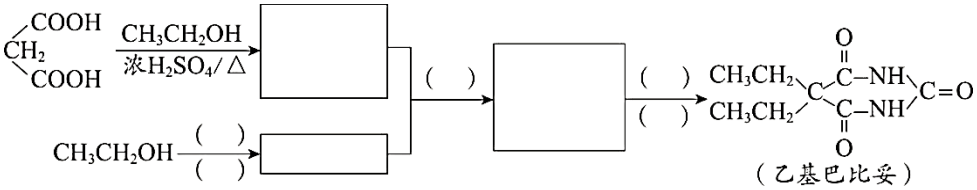
（5）已知苯巴比妥的分子结构中含有 2 个六元环，其结构简式为_____。

（6）符合下列条件的 D 的同分异构体共有_____种（不考虑立体异构）。

① 属于芳香族化合物； ②能发生水解反应；

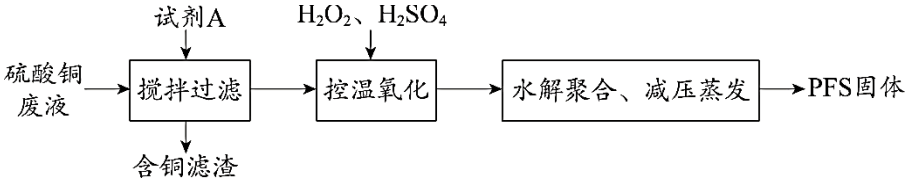
③ 能发生银镜反应； ④苯环上只有一个取代基

（7）乙基巴比妥也是一种常用镇静剂，可用 CH_3CH_2OH 和 $CH_2(COOH)_2$ 等为原料合成，将合成路线补充完整：



18.（13 分）聚合硫酸铁（PFS）是一种性能优异的无机高分子絮凝剂，其化学式通常表示为$[Fe_2(OH)_{2a}(SO_4)_{3-a}]_b$。某化工厂制备 PFS 并用其处理废水。

I．用硫酸铜废液制备 PFS

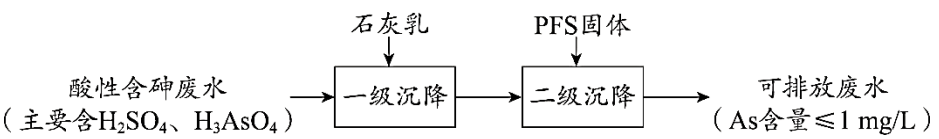


（1）试剂 A 为_____。

（2）“控温氧化”发生反应的离子方程式为_____。

（3）测定 PFS 样品中的 $n(OH^-)$：取 a g 样品，溶解于 V_1 mL c_1 mol/L HCl 溶液中，用 KF 溶液掩蔽 Fe^{3+}（使 Fe^{3+}不能与 OH^-反应），滴入酚酞溶液，再用 c_2 mol/L NaOH 溶液滴定，到达滴定终点时消耗 NaOH 溶液体积为 V_2 mL。a g PFS 样品中的 $n(OH^-)$=_____mol。

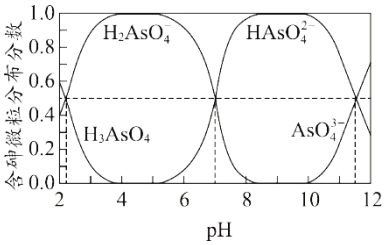
II．用石灰乳-PFS 法处理含砷废水



已知：

i. 常温下，$Ca_3(AsO_4)_2$、$CaHAsO_4$ 的 K_{sp} 均大于 $FeAsO_4$ 的 K_{sp}，$Fe_2(HAsO_4)_3$ 可溶；

ii.常温下，溶液中含砷微粒的物质的量分数与 pH 的关系如右图。



（4）下列说法不正确的是_____（填序号）。

a．NaH_2AsO_4 溶液的 pH < 7

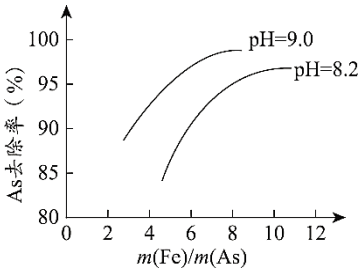
b．pH＝11.5 时，$c(H_2AsO_4^-)+2c(HAsO_4^{2-})+3c(AsO_4^{3-})+c(OH^-)=c(H^+)$

c．Na_3AsO_4 溶液中，$3c(Na^+)=c(AsO_4^{3-})+c(HAsO_4^{2-})+c(H_2AsO_4^-)+c(H_3AsO_4)$

（5）“一级沉降”中，石灰乳的作用是_____。

（6）“二级沉降”中，溶液的 pH 在 8~10 之间，PFS 形成的 $Fe(OH)_3$ 胶体粒子可以通过沉淀反应进一步减少溶液中的 As 含量，反应的离子方程式为_____。

（7）溶液的 pH 和 m(Fe)/m(As)对 As 去除率的影响如右图。某酸性含砷废水中 As 含量为 20 mg/L，为达到排放标准（As 含量≤1 mg/L），从节约成本的角度考虑，工业上选择的最佳条件是_____（填序号）。



a. pH=8.2　m(Fe)/m(As)=5　b. pH=8.2　m(Fe)/m (As)=8

c. pH=9.0　m(Fe)/m(As)=5　d. pH=9.0　m(Fe)/m(As)=8

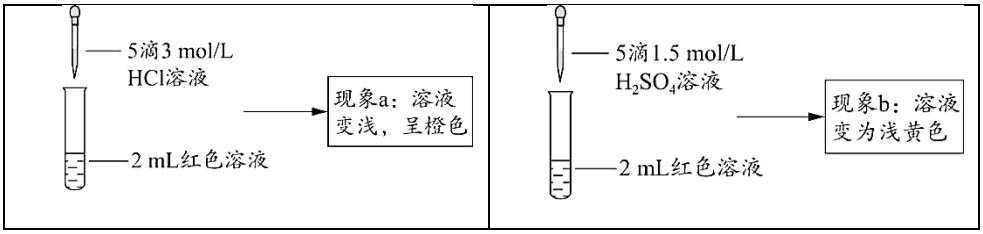
[m(Fe)/m(As)指 PFS 中 Fe 元素质量与对应废水中 As 元素质量之比]

19.（12 分）实验小组探究酸对 $Fe^{3+}+3SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_3$ 平衡的影响。将 0.005 mol/L $FeCl_3$ 溶液（接近无色）和 0.01 mol/L KSCN 溶液等体积混合，得到红色溶液。取两等份红色溶液，进行如下操作并记录现象。

（1）$FeCl_3$ 水解显酸性的原因是_____（用方程式表示）。

（2）甲同学认为加入酸后，会使 $Fe^{3+}+3SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_3$ 体系中_____浓度改变，导致该平衡正向移动，溶液颜色加深。

【设计并实施实验】



【查阅资料】

Fe^{3+}和 Cl^-、SO_4^{2-}均能发生络合反应：

$Fe^{3+}+4Cl^- \rightleftharpoons [FeCl_4]^-$（黄色）；$Fe^{3+}+2SO_4^{2-} \rightleftharpoons [Fe(SO_4)_2]^-$（无色）。

实验 I. 探究现象 a 中溶液颜色变化的原因

编号	操作	现象
①	向 2 mL 红色溶液中滴加 5 滴水	溶液颜色无明显变化
②	向 2 mL 红色溶液中滴加 5 滴 3 mol/L KCl 溶液	溶液颜色变浅，呈橙色

（3）实验①的目的是_____。

（4）根据实验①和实验②的结果，从平衡移动角度解释现象 a：_____。

实验II. 探究现象 b 中溶液呈浅黄色的原因

编号	操作	现象
③	取 1 mL 0.0025 mol/L $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液（无色），加入 1mL 0.01 mol/L KSCN 溶液，再加入 5 滴 1.5 mol/L H_2SO_4 溶液	溶液先变红，加硫酸后变为浅黄色
④	取 1 mL 0.005 mol/L $FeCl_3$ 溶液，	

（5）结合实验③可推测现象 b 中使溶液呈浅黄色的微粒可能有两种，分别是_____。

（6）乙同学进一步补充了实验④，确证了现象 b 中使溶液呈浅黄色的微粒只是（5）中的一种，请将实验④的操作及现象补充完整：_____。

2021 北京海淀高三（上）期末化学

参考答案

第一部分 选择题

（每小题只有 1 个选项符合题意，共 14 个小题，每小题 3 分，共 42 分）

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	A	B	C	B	B	B	C
题号	8	9	10	11	12	13	14
答案	D	D	A	A	C	D	B

第二部分 非选择题（共58分）

评阅非选择题时请注意：

- 若无特别说明，每空 2 分。
- 文字表述题中其他答案合理也给分。
- 方程式中的产物漏写“↑”或“↓”不扣分；化学专用词汇若出现错别字为 0 分。

15.（11 分）

（1）$\Delta H_2-\Delta H_1-\Delta H_3$

（2）① H_2 可以除去积炭，提高催化剂活性（1 分）

② ac

（3）①图 1 中 590℃时正丁烯收率最高，副产物收率较低

② 0.02

（4）答案一：H_2 含量过高，导致主反应 $CH_3CH_2CH_2CH_3(g) \rightleftharpoons CH_2=CHCH_2CH_3(g) + H_2(g)$的化学平衡逆向移动

答案二：H_2 含量过高，不利于反应物与催化剂充分接触，导致反应速率下降

16.（10 分）

（1）①还原

② $4NH_3+6NO \xlongequal{\text{催化剂}} 5N_2+6H_2O$

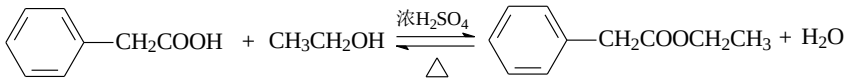
（2）① $CO_2+2NO+10H^++10e^- = CO(NH_2)_2+3H_2O$

② 阳极发生反应： $H_2-2e^- = 2H^+$，根据闭合回路中电量守恒，同时会有等量的 H^+通过质子交换膜从阳极区进入阴极区，因此，阳极区的 pH 基本不变。

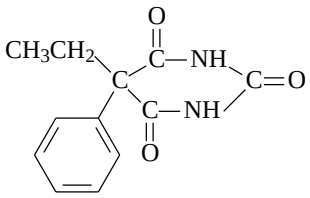
③ $2NO_2^- + 12H^+ + 10e^- = 2NH_2(pre) + 4H_2O$

17.（12 分）

（1）（1 分）取代

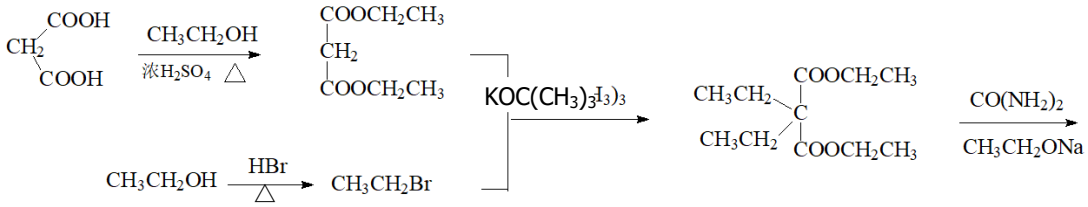
（2）

（3）（1 分）CH_3CH_2Br　　（4）（1 分）酯基

（5）

（6）5

（7）（3 分）



18.（13 分）

（1）（1 分）Fe

（2）$2Fe^{2+}+H_2O_2+2H^+ = 2Fe^{3+}+2H_2O$

（3）$(c_1V_1-c_2V_2)\times10^{-3}$

（4）bc

（5）中和酸性溶液，调节溶液 pH；形成 $CaSO_4$、$Ca_3(AsO_4)_2$ 沉淀，去除部分 SO_4^{2-} 和 H_3AsO_4

（6）$Fe(OH)_3 + HAsO_4^{2-} = FeAsO_4 + 2OH^- + H_2O$

（7）c

19.（12 分）

（1）$Fe^{3+}+3H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3+3H^+$

（2）$c(Fe^{3+})$

（3）排除稀释使溶液颜色变化的干扰（证明溶液颜色变化是否与稀释有关）

（4）在 $Fe^{3+}+3SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_3$ 平衡体系中加入盐酸，Fe^{3+} 和 Cl^- 发生络合反应使得 $c(Fe^{3+})$ 减小，平衡逆向移动，$c[Fe(SCN)_3]$ 减小，使溶液颜色变浅呈橙色。

（5）$FeCl_4^-$ 和 $Fe(SCN)_3$

（6）加入 1mL 蒸馏水，再加入 5 滴 1.5 mol/L H_2SO_4 溶液；得无色溶液。