2024 年普通高校考试招生制度综合改革适应性演练

化学试题

注意事项：

1.答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在试卷、答题卡上。

2.回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上，写在本试卷上无效。

3.考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H-1　C-12　N-14　O-16　Na-23　Cl-35.5　Cu-64

一、选择题：本题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 下列广西优秀传统工艺品中，主要由合金材料制成的是

A．壮乡铜鼓	B．绣球	C．坭兴陶	D．壮锦

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】A

【解析】

【详解】A．铜鼓为合金材料制成的，A 正确；

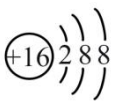
B．绣球为绸布或花布制成，不属于合金材料，B 错误；

C．坭兴陶为硅酸盐材料制成，不属于合金材料，C 错误；

D．壮锦为棉线或丝线编织而成，不属于合金材料，D 错误；

故选 A。

2. 黑火药的爆炸反应为$S+2KNO_3+3C=K_2S+N_2\uparrow+3CO_2\uparrow$。与该反应有关的下列化学用语表述正确的是

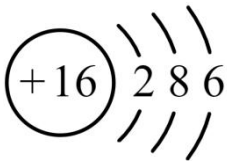
A. 基态 S 的原子结构示意图为  　　B. K_2S的电子式为

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号：bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

C. N_2的结构式为 N≡N　　D. CO_2的空间构型为

【答案】C

【解析】

【详解】A. S 的原子序数为 16，原子核内有 16 个质子，核外有 16 个电子，基态 S 的原子结构示意图为：  ，A 项错误；

B. K_2S为离子化合物，电子式为：$K^+[:\ddot{S}:]^{2-}K^+$，B 项错误；

C. N_2中两个氮原子形成氮氮三键，其结构式为 N≡N，C 项正确；

D. CO_2的碳原子的价层电子对数为：$2+\frac{1}{2}(4-2\times2)=2+0=2$，根据价层电子对互斥理论，其空间构型为直线形，D 项错误；

故选 C。

3. 下列有关物质结构与性质的说法错误的是

A. I_2易溶于CCl_4，可从I_2和CCl_4都是非极性分子的角度解释

B. 对羟基苯甲酸存在分子内氢键，是其沸点比邻羟基苯甲酸的高的主要原因

C. AgCl 溶于氨水，是由于 AgCl 与NH_3反应生成了可溶性配合物$\left[Ag(NH_3)_2\right]Cl$

D. 熔融 NaCl 能导电，是由于熔融状态下产生了自由移动的Na^+和Cl^-

【答案】B

【解析】

【详解】A. 单质碘和四氯化碳都是非极性分子，根据相似相溶的原理，I_2易溶于CCl_4，A 正确；

B. 分子间氢键可以增大其熔沸点，则对羟基苯甲酸存在分子间氢键，是其沸点比邻羟基苯甲酸的高的主要原因，B 错误；

C. 银离子可以和氨气形成配合物离子，导致氯化银可以溶解在氨水中，C 正确；

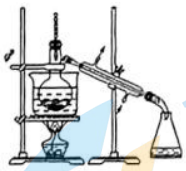
D. 氯化钠在熔融状态产生了自由移动的Na^+和Cl^-，从而可以导电，D 正确；

故选 B。

4. 实验室从药用植物里提取“生物碱浸膏”的下列操作中，工具或仪器选用错误的是

I. 切碎植物	II. 用乙醇浸出生物碱	III. 去除植物残	IV. 蒸馏浸出液得浸膏

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通（微信号：bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

	等	渣	
			
A．铡刀	B．广口瓶	C．分液漏斗	D．蒸馏装置

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A．切碎植物时可使用铡刀，故 A 正确；

B．植物碎片放入广口瓶中，加入乙醇浸出生物碱，故 B 正确；

C．过滤去除植物残渣，应使用漏斗，故 C 错误；

D．图 D 为蒸馏装置，可用于蒸馏浸出液得浸膏，故 D 正确；

故答案选 C。

5. 短周期元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大。X 的原子核外有 1 个电子，Y 是地壳中含量最多的元素，Z 位于元素周期表第 IIIA 族，W 单质可广泛用于生产芯片。下列说法正确的是

A．原子半径：$Y < Z < W$　　B. 元素电负性：$X < Y < W$

C. W 的简单氢化物比 Y 的稳定　　D. Z 单质制成的容器可盛放冷浓硫酸

【答案】D

【解析】

【分析】X 的原子核外有 1 个电子，X 为 H 元素，Y 是地壳中含量最多的元素，Y 为 O 元素，Z 位于元素周期表第 IIIA 族，Z 为 Al 元素，W 单质可广泛用于生产芯片，W 为 Si 元素，据此分析解题。

【详解】A．同一周期从左到右原子半径逐渐减小，原子半径: Al>Si>O，故 A 错误；

B．元素的非金属性越强，电负性越大，元素电负性: H<Si<O，故 B 错误；

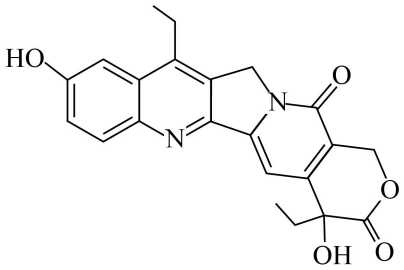
C．元素的非金属性越强，简单氢化物越稳定，稳定性: H_2O>SiH_4，故 C 错误；

D．常温下浓硫酸可以使铝发生钝化，可用铝制容器盛放冷浓硫酸，故 D 正确；

故答案选 D。

6. 10-羟基喜树碱具有抗癌作用，其结构简式如图。下列有关该化合物的说法正确的是

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号:bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。



A. 有 2 种含氧官能团　　B. 可与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应

C. 可与 $NaHCO_3$ 溶液反应产生 CO_2　　D. 有 2 个手性碳原子

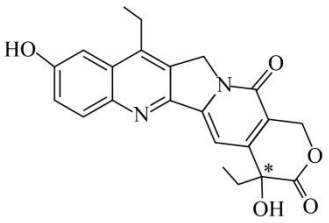
【答案】B

【解析】

【详解】A．10-羟基喜树碱中含有羟基，羰基和酯基三种氧官能团，故 A 错误；

B．10-羟基喜树碱中含有酚羟基，可与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应，故 B 正确；

C．该分子中不含羧基，无法与 $NaHCO_3$ 溶液反应产生，故 C 错误；

D．该分子的手性碳如图所示，  ，只有 1 个手性碳原子，故 D 错误；

故答案选 B。

7. 反应 $H_2O_2+Cl_2=2Cl^-+O_2+2H^+$ 常被用于除去水中残余氯。N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是

A. $100mL\ 1mol\cdot L^{-1}$ H_2O_2 溶液中含有的 $H-O$ 键数目为 $0.2N_A$

B. 25℃、101kPa 时，$22.4L$ Cl_2 中氯原子的数目为 $2N_A$

C. $0.1mol$ O_2 含有质子的数目为 $0.8N_A$

D. 通过上述反应除去 $0.5mol$ Cl_2，电子转移的数目为 N_A

【答案】D

【解析】

【详解】A．$100mL\ 1mol\cdot L^{-1}H_2O_2$ 溶液中的水中也含有 $H-O$ 键，所以 $H-O$ 键数目大于 $0.2N_A$，故 A 错误；

B．25℃、101kPa 不是标准状态，不适用用 22.4L/mol 计算，故 B 错误；

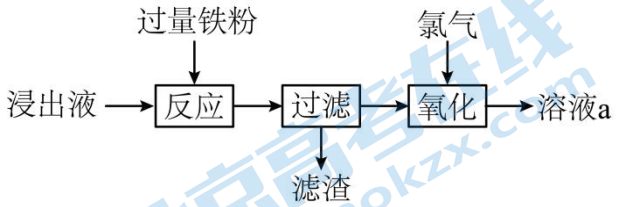
关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号：bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

C．O 的质子数为 8，$0.1mol\ O_2$ 含有质子的数目为$1.6N_A$，故 C 错误；

D．根据反应$H_2O_2+Cl_2=2Cl^-+O_2+2H^+$，转移电子数为 2，所以除去$0.5mol\ Cl_2$，电子转移的数目为$N_A$，故 D 正确；

故答案选 D。

8. 实验小组用过量$FeCl_3$溶液处理覆铜板得到浸出液，并对其中的物质进行回收，流程如下。下列有关说法正确的是



A. 浸出液呈中性　　B. 滤渣只有铜粉

C. 用 KSCN 溶液检验是否“氧化”完全　　D. 溶液 a 回收后可用于处理覆铜板

【答案】D

【解析】

【分析】从腐蚀废液（主要含 $FeCl_3$、$FeCl_2$、$CuCl_2$）中进行物质回收，由流程可知，先加入过量的 Fe，与氯化铁、氯化铜反应生成氯化亚铁、铜，滤渣中含 Fe、Cu，加氯气氧化 $FeCl_2$ 产生 $FeCl_3$，据此分析解题。

【详解】A．腐蚀废液含有 Fe^{3+}，Cu^{2+}，Fe^{2+}，水解使得溶液呈酸性，故 A 错误；

B．据分析可知，滤渣中含 Fe、Cu，故 B 错误；

C．氯气氧化 $FeCl_2$ 产生 $FeCl_3$，因为 $FeCl_3$ 为产物，只要反应开始就能使 KSCN 溶液变红，无法检验是否“氧化”完全，故 C 错误；

D．溶液 a 为 $FeCl_3$，可用于处理覆铜板，故 D 正确；

故答案选 D。

9. 为达到实验目的，下列对应的实验方法正确或操作规范的是

选项	实验目的	实验方法或操作
A	配制 $250.00mL\ 0.1000mol\cdot L^{-1}$ NaCl 溶液	称取 $1.4625g$ NaCl 置于 $250mL$ 容量瓶中，加水至刻度线

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号：bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

B	除去粗盐溶液中的 Mg^{2+} 和 Ca^{2+}	向溶液中加入稍过量的 NaOH 溶液，静置、过滤，向滤液中加盐酸至弱酸性
C	探究 Cl 和 I 的非金属性强弱	向 4mL $0.1mol\cdot L^{-1}$ KI 溶液中滴加 1mL 新制的氯水，振荡，若溶液变成棕黄色，则 Cl 的非金属性强于 I
D	探究 $K_{sp}(PbSO_4)$ 和 $K_{sp}(PbS)$ 的大小	向 1mL $0.01mol\cdot L^{-1}$ $Pb(NO_3)_2$ 溶液中依次加入 5 滴 $0.01mol\cdot L^{-1}$ Na_2SO_4 溶液、5 滴 $0.01mol\cdot L^{-1}$ Na_2S 溶液，若先观察到白色沉淀再观察到黑色沉淀，则 $K_{sp}(PbSO_4)>K_{sp}(PbS)$

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】D

【解析】

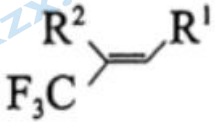
【详解】A．配制 250.00mL $0.1000mol\cdot L^{-1}$NaCl 溶液时，称取的氯化钠固体应先在烧杯中溶解，再转移至容量瓶中定容，A 错误；

B. 向溶液中加入稍过量的 NaOH 溶液，除去粗盐溶液中的 Mg^{2+}，还需向溶液中加入碳酸钠溶液除去 Ca^{2+}，过滤后再向滤液中加入适量盐酸除去过量的 NaOH 、碳酸钠溶液，B 错误；

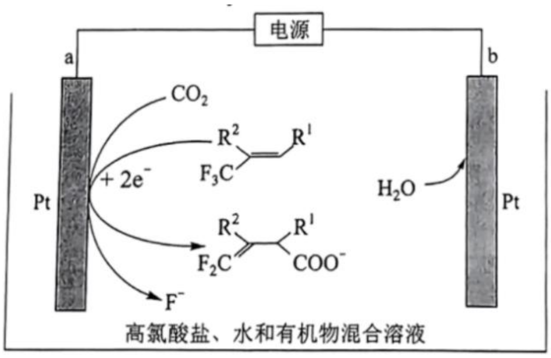
C．新制氯水中的次氯酸、Cl_2，均能将碘离子氧化为碘单质，故不能通过该实验探究 Cl 和 I 的非金属性强弱，而且应使用淀粉碘化钾变蓝色的现象，来说明是否生成碘单质，C 错误；

D. 向 1mL $0.01mol\cdot L^{-1}Pb(NO_3)_2$ 溶液中依次加入 5 滴 $0.01mol\cdot L^{-1}Na_2SO_4$ 溶液、5 滴 $0.01mol\cdot L^{-1}Na_2S$ 溶液，若先观察到白色沉淀硫酸铅，再观察到黑色沉淀 PbS，则发生了沉淀转化，说明 $K_{sp}(PbSO_4)>K_{sp}(PbS)$，D 正确；

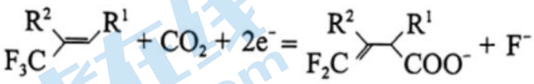
故选 D。

10. 利用下图的电化学装置，可实现  对 CO_2 的固定。下列说法错误的是

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号：bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。



A. ClO_4^- 向 b 电极移动

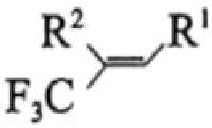
B. a 电极的电极反应式为 

C. 电解过程中有 H^+ 生成

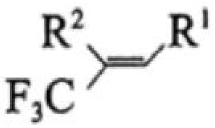
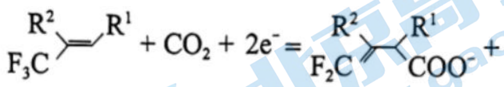
D. b 电极的 Pt 用 Cu 代替后总反应不变

【答案】D

【解析】

【分析】如图可知，a 电极  和 CO_2 得电子，发生还原反应为阴极，则 b 为阳极发生氧化反应，水放电生成 O_2 和 H^+，据此分析解题。

【详解】A．电解池阳极吸引阴离子，ClO_4^- 向 b 电极移动，故 A 正确；

B．a 电极  和 CO_2 得电子，电极反应式为  ，故 B 正确；

C．b 为阳极发生氧化反应，水放电生成 O_2 和 H^+，故 C 正确；

D．b 电极为阳极，Pt 用 Cu 代替后，Cu 放电生成 Cu^{2+}，故 D 错误；

故答案选 D。

11. 下列表述对应的离子方程式书写正确的是

A. SO_2 与酸性 $NaClO_3$ 溶液反应制备 ClO_2：$SO_2+2ClO_3^-=2ClO_2+SO_4^{2-}$

B. 碱性溶液中 ClO_2 与 Na_2O_2 反应制备 $NaClO_2$：$2ClO_2+2Na_2O_2=2ClO_2^-+O_2+2Na^+$

C. $NaClO_2$ 在强酸溶液中生成 ClO_2 和 NaCl：$4H^++3ClO_2^-=2ClO_2\uparrow+Cl^-+2H_2O$

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号:bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

D. 弱酸$HClO_2$在水中分解生成O_2：$ClO_2^- = O_2\uparrow + Cl^-$

【答案】A

【解析】

【详解】A．SO_2与酸性$NaClO_3$溶液反应制备ClO_2，同时生成硫酸根离子，其离子方程式为$SO_2 + 2ClO_3^- = 2ClO_2 + SO_4^{2-}$，故 A 正确；

B．碱性溶液中ClO_2与Na_2O_2反应制备$NaClO_2$，同时生成氧气，其离子方程式为$2ClO_2 + Na_2O_2 = 2ClO_2^- + O_2\uparrow + 2Na^+$，故 B 错误；

C．$NaClO_2$在强酸溶液中生成ClO_2和 NaCl，其离子方程式为$4H^+ + 5ClO_2^- = 4ClO_2\uparrow + Cl^- + 2H_2O$，故 C 错误；

D. 弱酸$HClO_2$在水中分解生成O_2，同时生成氯离子，弱酸不拆写，其离子方程式为$HClO_2 = O_2\uparrow + Cl^- + H^+$，故 D 错误；

故答案选 A。

12. 某镁镍合金储氢后所得晶体的立方晶胞如图 1(为便于观察，省略了 2 个图 2 的结构)，晶胞边长为 apm。下列说法正确的是

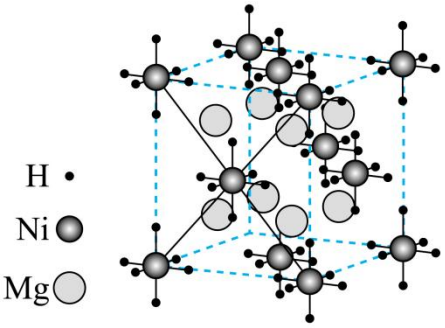


图1

图2

A. 晶体的化学式为Mg_2NiH_6

B. 晶胞中与 1 个 Mg 配位的 Ni 有 6 个

C. 晶胞中 2 个 Ni 之间的最近距离为 apm

D. 镁镍合金中 Mg、Ni 通过离子键结合

【答案】A

【解析】

【详解】A．Ni 位于顶点和面心，根据均摊法，Ni 的个数为$8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$，每个 Ni 原子周围有 6 个 H，因此 H 有 24 个，Mg 都在体内，因此 Mg 有 8 个，晶体的化学式为Mg_2NiH_6，A 正确；

B．由图像可知，Mg 周围距离最近且相等的 Ni 有 4 个，因此晶胞中与 1 个 Mg 配位的 Ni 有 4 个，B 错误；

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号:bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

C．由图像可知，晶胞中最近的 2 个 N 位于面的中心和顶点上，距离为面对角线的一半，即 $\frac{\sqrt{2}}{2}$apm，C 错误；

D．Mg、Ni 均为金属，合金中 Mg、Ni 通过金属键结合，D 错误；

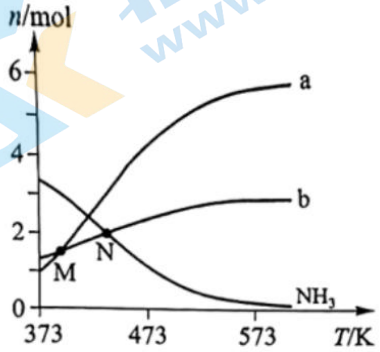
故选 A。

13. 肼(N_2H_4)是一种含氢量高的燃料。向恒容密闭容器内加入$3mol\ N_2H_4$，一定条件下体系中存在以下平衡：

I. $N_2H_4(g) \rightleftharpoons N_2(g)+2H_2(g)$

II. $3N_2H_4(g) \rightleftharpoons N_2(g)+4NH_3(g)$

不同温度下达到平衡时，N_2H_4均几乎完全分解，分解产物的物质的量如图。下列说法正确的是



A. 曲线 a 对应的物质是 N_2

B. 低于 M 点对应温度时，以反应I为主

C. 体系中还存在 $2NH_3(g) \rightleftharpoons 3H_2(g)+N_2(g)$

D. N 点时，体系内 $n(N_2):n(H_2)$ 为 3：4

【答案】C

【解析】

【详解】A．图中为分解产物的物质的量，当温度升高时，NH_3趋于 0，以反应I为主，根据反应 $N_2H_4(g) \rightleftharpoons N_2(g)+2H_2(g)$，曲线 a 对应的物质是 H_2，故 A 错误；

B．低于 M 点对应温度时，NH_3含量高，以反应II为主，故 B 错误；

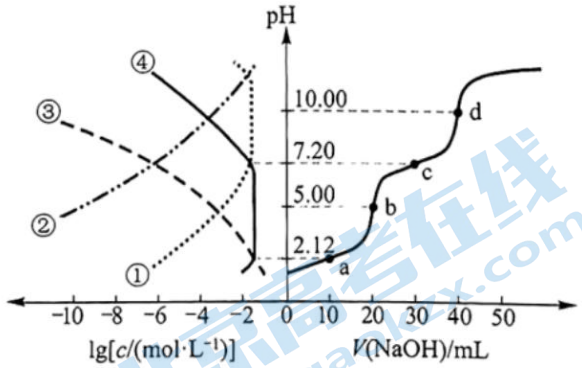
C．由图可知，不同温度下达到平衡时，N_2H_4均几乎完全分解，温度升高时，NH_3趋于 0，所以体系中还存在 $2NH_3(g) \rightleftharpoons 3H_2(g)+N_2(g)$，故 C 正确；

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通（微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

D．N 点时，$n(N_2)=n(NH_3)=2mol$，$n(H_2)=3mol$，体系内 $n(N_2):n(H_2)$ 为 2：3，故 D 错误；

故答案选 C。

14. $0.1000mol\cdot L^{-1}$NaOH 溶液滴定 20.00mL $0.1000mol\cdot L^{-1}H_3PO_4$ 溶液时，$V(NaOH)$、各含磷元素微粒的 $1g\left[c/\left(mol\cdot L^{-1}\right)\right]$ 和 pH 的关系如图。下列说法中正确的是



A. ①为 PO_4^{3-} 的 $1g\left[c/\left(mol\cdot L^{-1}\right)\right]$ 与 pH 的关系

B. b 点时，溶液中 $c\left(HPO_4^{2-}\right)>c\left(H_3PO_4\right)$

C. H_3PO_4 的 $\frac{K_{a1}}{K_{a2}}=10^{2.88}$

D. d 点时，溶液中存在着 $c\left(Na^+\right)=c\left(H_2PO_4^-\right)+2c\left(HPO_4^{2-}\right)+3c\left(PO_4^{3-}\right)$

【答案】B

【解析】

【分析】根据图中 a 点，$V(NaOH)$=10ml 时，溶液中溶质为 $n(H_3PO_4):n(NaH_2PO_4)=1:1$，故③④为磷酸和磷酸二氢钠的曲线，又因为随着 pH 变大，H_3PO_4 浓度变小，故③为 H_3PO_4，④为 $H_2PO_4^-$，又因为 pH=2.12 时，$c(PO_4^{3-})$ 最小，故曲线②为 PO_4^{3-}，曲线①为 HPO_4^{2-}，据此分析回答；

【详解】A．据分析可知①为 HPO_4^{2-} 的 $1g\left[c/\left(mol\cdot L^{-1}\right)\right]$ 与 pH 的关系，A 错误；

B． b 点时，$V(NaOH)$=20ml，此时溶质为 NaH_2PO_4，此时溶液 pH=5，证明 $H_2PO_4^-$ 电离程度大于水解程度，故溶液中 $c\left(HPO_4^{2-}\right)>c\left(H_3PO_4\right)$，B 正确；

C．a 点，$V(NaOH)$=10ml，溶液中溶质为 $c(H_3PO_4):c(NaH_2PO_4)=1:1$，即 $c(H_3PO_4)=c(H_2PO_4^-)$，

$K_{a1}=\frac{c(H_2PO_4^-)\times c(H^+)}{c(H_3PO_4)}=c(H^+)=10^{-2.12}$；c 点，$V(NaOH)$=30ml，$c(H_2PO_4^-):c(HPO_4^{2-})=1:1$，即

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通（微信号：bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

$c(H_2PO_4^-)=c(HPO_4^{2-})$，$K_{a2}=\frac{c(HPO_4^{2-})\times c(H^+)}{c(H_2PO_4^-)}=c(H^+)=10^{-7.20}$，$\frac{K_{a1}}{K_{a2}}=10^{5.08}$，C 错误；

D．d 点时，溶质为 Na_2HPO_4，溶液中存在电荷守恒

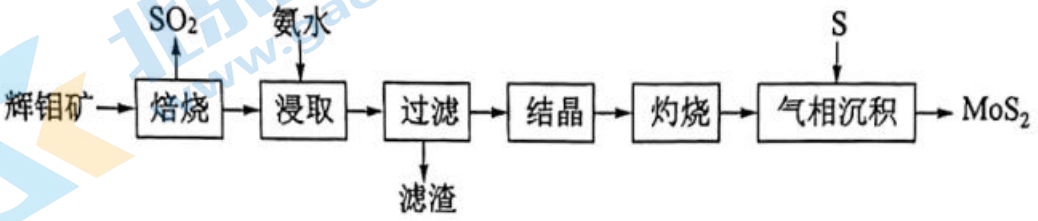
$c(Na^+)+c(H^+)=c(H_2PO_4^-)+2c(HPO_4^{2-})+3c(PO_4^{3-})+c(OH^-)$，此时溶液 pH 为 10，故

$c(OH^-)>c(H^+)$，即 $c(Na^+)>c(H_2PO_4^-)+2c(HPO_4^{2-})+3c(PO_4^{3-})$，D 错误；

故选 B。

二、非选择题：本题共 4 小题，共 58 分。

15. 层状结构 MoS_2 薄膜能用于制作电极材料。MoS_2 薄膜由辉钼矿(主要含 MoS_2 及少量 FeO、SiO_2)制得 MoO_3 后再与 S 经气相反应并沉积得到，其流程如下。



回答下列问题：

（1）“焙烧”产生的 SO_2 用 NaOH 溶液吸收生成 $NaHSO_3$ 的离子方程式为_____。

（2）“焙烧”后的固体用氨水“浸取”得到重钼酸铵 $[(NH_4)_2Mo_2O_7]$ 溶液，为提高“浸取”速率，可采用的措施是_____(举一例)。

（3）“灼烧”过程中需回收利用的气体是_____(填化学式)。

（4）在 650℃下“气相沉积”生成 MoS_2 的反应需在特定气流中进行，选用 Ar 而不选用 H_2 形成该气流的原因是_____。

（5）层状 MoS_2 晶体与石墨晶体结构类似，层状 MoS_2 的晶体类型为_____。将 Li^+ 嵌入层状 MoS_2 充电后得到的 Li_x MoS_2 可作电池负极，该负极放电时的电极反应式为_____。结合原子结构分析，Li^+ 能嵌入 MoS_2 层间可能的原因是_____。

【答案】15. $SO_2+OH^-=HSO_3^-$

16. 将固体粉碎　　17. NH_3

18. H_2 和 S 在加热条件下发生生成 H_2S

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号：bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

19. ①. 分子晶体 ②. $Li_xMoS_2\text{-}xe^-=MoS_2+xLi^+$ ③. Li^+ 为 Li 失去一个电子形成，原子半径小

【解析】

【分析】MoS_2 薄膜由辉钼矿(主要含 MoS_2 及少量 FeO、SiO_2)制得 MoO_3 后再与 S 经气相反应并沉积得到，辉钼矿焙烧后使用氨水浸取得到$\left[(NH_4)_2Mo_2O_7\right]$，结晶后灼烧得到 MoO_3，最后与 S 经气相反应并沉积得到 MoS_2，据此分析解题。

【小问 1 详解】

SO_2 用 NaOH 溶液吸收，生成 $NaHSO_3$，离子方程式为 $SO_2+OH^-=HSO_3^-$，故答案为 $SO_2+OH^-=HSO_3^-$。

【小问 2 详解】

“焙烧”后的固体用氨水“浸取”得到重钼酸铵$\left[(NH_4)_2Mo_2O_7\right]$溶液，可将固体粉碎，提高“浸取”速率，故答案为将固体粉碎。

【小问 3 详解】

$\left[(NH_4)_2Mo_2O_7\right]$为铵盐，“灼烧”过程产生 NH_3，可回收利用，故答案为 NH_3。

【小问 4 详解】

H_2 和 S 在加热条件下发生生成 H_2S，所以用 Ar 而不选用 H_2，故答案为 H_2 和 S 在加热条件下发生生成 H_2S。

【小问 5 详解】

层状 MoS_2 晶体与石墨晶体结构类似，所以层状 MoS_2 的晶体类型为分子晶体，将 Li^+ 嵌入层状 MoS_2 充电后得到的 Li_xMoS_2 可作电池负极，放电是原电池，失去电子发生氧化反应，电极反应式为 $Li_xMoS_2\text{-}xe^-=MoS_2+xLi^+$，$Li^+$ 为 Li 失去一个电子形成，电子排布式为 $1s^2$，原子半径小，能嵌入 MoS_2 层间，故答案为分子晶体；$Li_xMoS_2\text{-}xe^-=MoS_2+xLi^+$；$Li^+$ 为 Li 失去一个电子形成，原子半径小。

16. 工业尾气脱硝是减少空气污染的重要举措。回答下列问题：

（1）已知相关反应的热力学数据如下。

反应	$\frac{\Delta H}{kJ\cdot mol^{-1}}$	$K_p(800K)$

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通（微信号：bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

$CH_4(g)+2O_2(g)\rightleftharpoons CO_2(g)+2H_2O(g)$	−802.6	
$N_2(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2NO(g)$	+182.6	
$CH_4(g)+2NO(g)+O_2(g)\rightleftharpoons CO_2(g)+N_2(g)+2H_2O(g)$		5.0×10^{62}
$2NO(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2NO_2(g)$		$8.5\times10^{-3}(kPa)^{-1}$

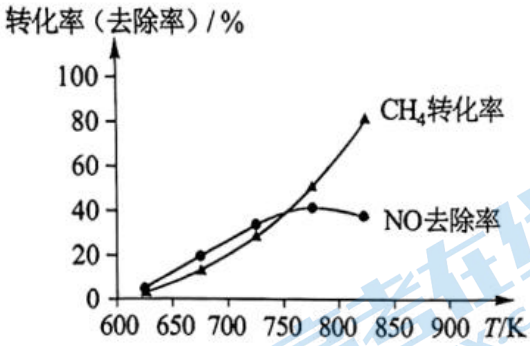
① CH_4 脱硝反应 $CH_4(g)+2NO(g)+O_2(g)\rightleftharpoons CO_2(g)+N_2(g)+2H_2O(g)$ 的 $\Delta H=$_____$kJ\cdot mol^{-1}$。800K 时，为了提高该反应中 NO 的平衡转化率，理论上可采取的措施是_____。

A．恒容时增大 O_2 的压强　　B．减小反应容器的容积

C．移去部分 H_2O　　D．选择合适的催化剂

② CH_4 另一脱硝反应 $CH_4(g)+2NO_2(g)\rightleftharpoons CO_2(g)+N_2(g)+2H_2O(g)$ 的 $K_p(800K)=$_____kPa。

（2）模拟工业尾气脱硝：一定条件下，将 $p(CH_4):p(NO):p(O_2)=1:1:50$ 的气体与 Ar 混合，匀速通过催化脱硝反应器，测得 NO 去除率和 CH_4 转化率随反应温度的变化如图。



当温度低于 780K 时，NO 的去除率随温度升高而升高，可能原因是_____；高于 780K 时，NO 的去除率随温度升高而降低，结合(1)的信息分析其可能原因是_____。

（3）中国科学家利用 Cu 催化剂实现电化学脱硝。通过理论计算推测电解池阴极上 NO 可能的转化机理及转化步骤的活化能分别如下(*表示催化剂表面吸附位，如 NOH* 表示吸附于催化剂表面的 NOH)。

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号：bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

I. $NO+H^++e^-+*\rightarrow NOH*$

II. $NOH*+H^++e^-\rightarrow N*+H_2O\ E_a=52.37kJ\cdot mol^{-1}$

III. $N*+H^++e^-\rightarrow NH*\ \ E_a=40.33kJ\cdot mol^{-1}$

IV. $NH*+H^++e^-\rightarrow NH_2*E_a=48.16kJ\cdot mol^{-1}$

V. $NH_2*+H^++e^-\rightarrow NH_3*E_a=45.15kJ\cdot mol^{-1}$

上述反应机理中，II～V 中速率最慢的步骤是_____。若电路中有1mmol 电子流过，其中生成 NH_3 的选择性为 95%，电解池阴极生成的 NH_3 的物质的量为_____mmol。

【答案】（1） ①. -985.2 ②. AC ③. 5.9×10^{64}

（2） ①. 当温度低于 780K 时，反应未达到平衡，升高温度，向正反应方向移动，NO 的去除率升高。 ②. 高于 780K 时，反应放热，随温度升高平衡向逆向移动，NO 的去除率随温度升高而降低

（3） ① II ②. 0.19

【解析】

【分析】把方程式分别编号如下：

$CH_4(g)+2O_2(g)\rightleftharpoons CO_2(g)+2H_2O(g)$①

$N_2(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2NO(g)$ ②

$CH_4(g)+2NO(g)+O_2(g)\rightleftharpoons CO_2(g)+N_2(g)+2H_2O(g)$③

$2NO(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2NO_2(g)$④

$CH_4(g)+2NO_2(g)\rightleftharpoons CO_2(g)+N_2(g)+2H_2O(g)$⑤

【小问 1 详解】

①：根据盖斯定律，①-②=③，$\triangle H_3=\triangle H_1-\triangle H_2=$（-802.6-182.6）$kJ\cdot mol^{-1}=-985.2\,kJ\cdot mol^{-1}$；

800K 时，为了提高该反应中 NO 的平衡转化率，

A．恒容时增大 O_2 的压强 ，增加氧气，平衡右移，NO 的平衡转化率增大，A 正确；

B．减小反应容器的容积，相当于增大压强，前后系数相等，平衡不移，B 错误；

C．移去部分 H_2O ，平衡右移，NO 的平衡转化率增大，C 正确；

D．选择合适的催化剂，平衡不移，D 错误；

故选 AC。

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号：bjgkzx）， 获取更多试题资料及排名分析信息。

②：根据盖斯定律，③-④=⑤，故 $K_p(800K)=\frac{K_p③}{K_p④}=\frac{5.0\times10^{62}}{8.5\times10^{-3}}=5.9\times10^{64}$。

【小问 2 详解】

①当温度低于 780K 时，反应未达到平衡，升高温度，向正反应方向移动，NO 的去除率升高；

②高于 780K 时，反应放热，随温度升高平衡向逆向移动，NO 的去除率随温度升高而降低。

【小问 3 详解】

①活化能越大速率越慢，Ⅱ～Ⅴ中速率最慢的步骤是Ⅱ；

②由 NO 的转化机理可知方程式为：$NO+5H^++5e^-=NH_3+H_2O$，生成 1molNH_3 转移 5mol 电子，若电路中有 1mmol 电子流过，其中生成 NH_3 的选择性为 95%，电解池阴极生成的 NH_3 的物质的量为 $\frac{1}{5}\times0.95=0.19mmol$。

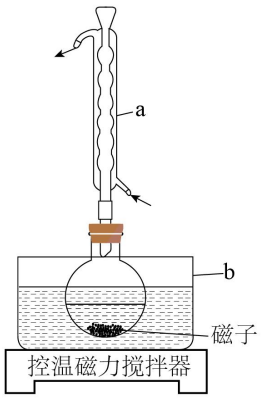
17. 铜(Ⅰ)配合物 $\left[Cu(CH_3CN)_4\right]ClO_4$ 的制备及纯度分析步骤如下。

Ⅰ．制备 $\left[Cu(CH_3CN)_4\right]ClO_4$

将乙腈 (H_3CN)、$Cu(ClO_4)_2\cdot6H_2O$、过量铜粉混合于圆底烧瓶，控温 85℃、磁力搅拌，至反应完全(装置如图)。经一系列操作，得到白色固体产品。

Ⅱ．纯度分析

取 mg 产品完全溶解于足量浓硝酸中，再加水、醋酸钠溶液配成 250.0mL 溶液。取 25.0mL 溶液，加入指示剂后，再用 $cmol\cdot L^{-1}$EDTA 标准溶液滴定至终点。平行滴定三次， 消耗 EDTA 溶液的平均体积为 VmL。



已知：①CH_3CN 沸点为 81℃，酸性条件下遇水生成 CH_3COONH_4；

②$\left[Cu(CH_3CN)_4\right]ClO_4(M=327.5g\cdot mol^{-1})$ 较易被空气氧化；

③EDTA 与 Cu^{2+} 形成 1：1 配合物；

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号：bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

④滴定需在弱碱性条件下进行。

回答下列问题：

（1）图中仪器 a 的作用是_____；b 中应加入_____作为最佳传热介质。

（2）加入过量铜粉能提高产物的纯度，可能的原因是_____。

（3）“一系列操作”依次为_____、蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥。

（4）$\left[Cu\left(CH_3CN\right)_4\right]^+$ 与足量浓硝酸发生反应的离子方程式为_____。

（5）加入醋酸钠溶液的主要目的是_____。

（6）测得产品的纯度为_____(用含 m、c、V 的代数式表示)。

（7）下列情况会导致产品纯度测定结果偏高的有_____。

A. 产品中含有 $Cu\left(ClO_4\right)_2$　　B. 滴定终点时俯视读数

C. 盛装 EDTA 溶液的滴定管未润洗　　D. 产品干燥不充分

【答案】17. ①. 冷凝回流　　②. 水

18. 能将反应中可能生成的二价铜还原为一价铜

19. 过滤分离出滤液

20. $\left[Cu\left(CH_3CN\right)_4\right]^+ +6H^+ +NO_3^- +7H_2O=Cu^{2+} +NO_2\uparrow +4CH_3COOH+4NH_4^+$

21. 为滴定提供碱性环境

22. $\frac{327.5cV}{m}$　　23. AC

【解析】

【分析】乙腈 $\left(H_3CN\right)$、$Cu\left(ClO_4\right)_2\cdot 6H_2O$、过量铜粉混合于圆底烧瓶，控温 85℃、磁力搅拌，至反应完全生成 $\left[Cu\left(CH_3CN\right)_4\right]ClO_4$，过滤除去过量的铜，分离出滤液、蒸发浓缩、冷却结晶得到晶体、过滤、洗涤、干燥得到产品。

【小问 1 详解】

图中仪器 a 为球形冷凝管，作用是冷凝回流；控温 85℃进行反应，温度低于水的沸点，故 b 中应加入水作为最佳传热介质；

【小问 2 详解】

铜具有还原性，加入过量铜粉能提高产物的纯度，可能的原因是能将反应中可能生成的二价铜还原为一价铜，提高产物纯度；

【小问 3 详解】

经一系列操作，得到白色固体产品，则“一系列操作”为得到晶体的过程，依次为过滤除去过量铜粉，分离出

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号：bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

滤液、蒸发浓缩、冷却结晶得到晶体、过滤、洗涤、干燥；

【小问 4 详解】

已知：① CH_3CN 酸性条件下遇水生成 CH_3COONH_4；② $\left[Cu\left(CH_3CN\right)_4\right]ClO_4$ 较易被空气氧化；则 $\left[Cu\left(CH_3CN\right)_4\right]^+$ 与足量浓硝酸发生反应，生成弱酸醋酸、铵根离子，一价铜被硝酸氧化为二价铜，同时硝酸被还原生成二氧化氮气体，离子方程式为 $\left[Cu\left(CH_3CN\right)_4\right]^+ +6H^+ +NO_3^- +7H_2O=Cu^{2+} +NO_2\uparrow +4CH_3COOH+4NH_4^+$；

【小问 5 详解】

醋酸钠溶液水解显碱性，已知：滴定需在弱碱性条件下进行，故加入醋酸钠溶液的主要目的是为滴定提供碱性环境；

【小问 6 详解】

EDTA 与 Cu^{2+} 形成 1：1 配合物，则 $25.0mL$ 溶液中 $n\left(\left[Cu\left(CH_3CN\right)_4\right]ClO_4\right)=n\left(EDTA\right)=cmol\cdot L^{-1}\times V\times10^{-3}L=cV\times10^{-3}mol$，故产品的纯度为 $\frac{cV\times10^{-3}mol\times\frac{250}{25}\times327.5g\cdot mol^{-1}}{mg}\times100\%=\frac{327.5cV}{m}\%$；

【小问 7 详解】

A．产品中含有 $Cu\left(ClO_4\right)_2$，使得标准液用量偏大，导致测定结果偏高，A 正确；

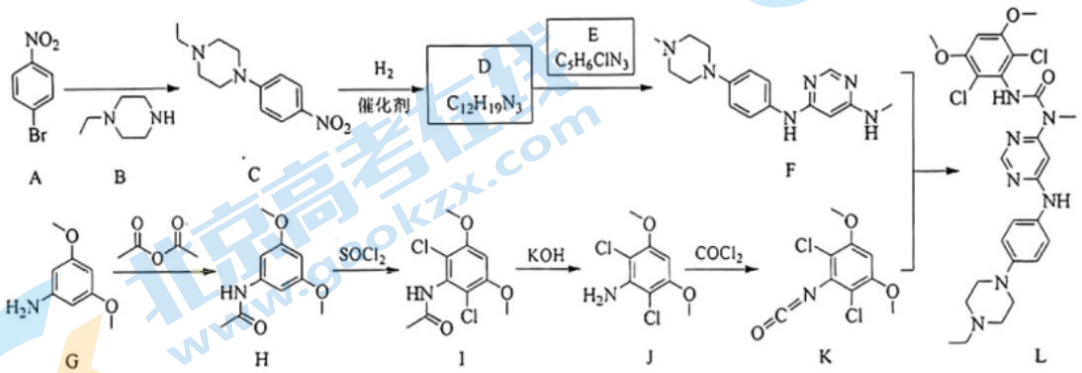
B．滴定终点时俯视读数，使得标准液读数偏小，测定结果偏低，B 错误；

C．盛装 EDTA 溶液的滴定管未润洗　　使得标准液用量偏大，导致测定结果偏高，C 正确；

D．产品干燥不充分，使得样品 m 偏大，导致测定结果偏低，D 错误；

故选 AC。

18. 英菲替尼(化合物 L)是治疗胆管癌的新型药物，其合成路线如下。



回答下列问题：

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通（微信号：bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

（1）A 的化学名称是_____。

（2）由 A 生成 C 的反应类型是_____。

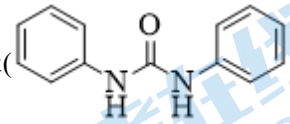
（3）E 的结构简式为_____。

（4）由 G→J 的转化过程可知，G 转化为 H 的目的是_____

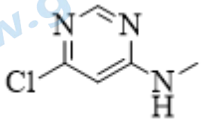
（5）符合下列条件的 B 的同分异构体共有_____种，其中一种的结构简式为_____。

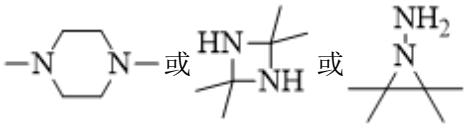
①分子中含环状结构　　②核磁共振氢谱显示 2 组峰

（6）L 中氮原子的杂化方式为_____。

（7）1，3-二苯基脲()是某些药物分子的重要结构单元。参照上述合成路线，写出以苯为原料制备 1，3-二苯基脲的合成路线(无机试剂任选)。 _____

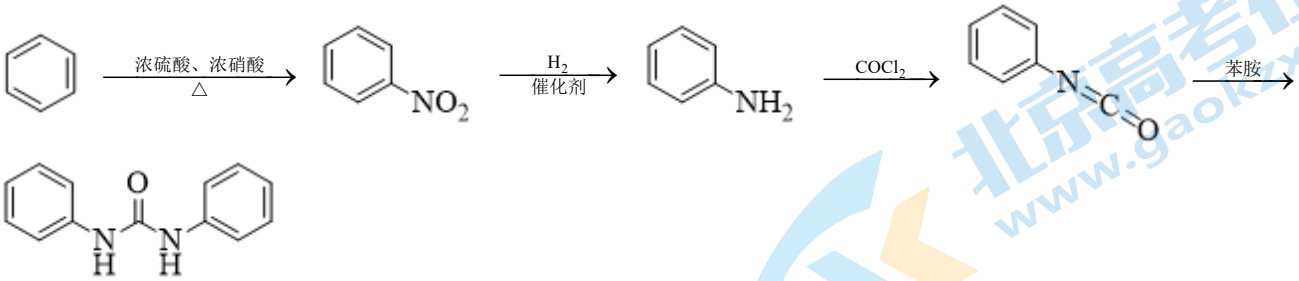
【答案】18. 4-溴硝基苯或对溴硝基苯

19. 取代反应　20. 

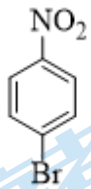
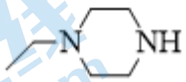
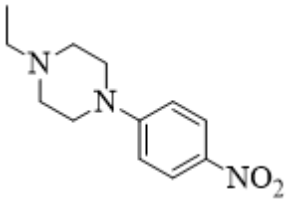
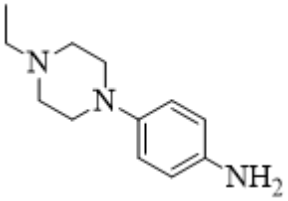
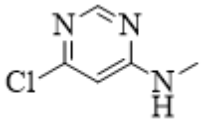
21. 保护氨基　22.　①. 3　②. 

23. sp^2、sp^3

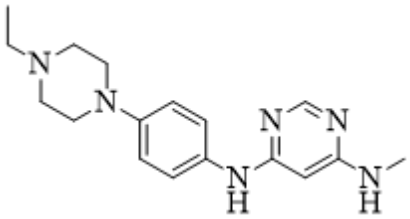
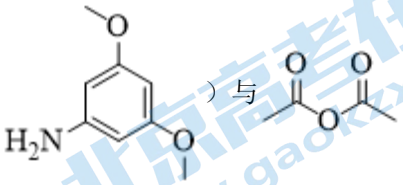
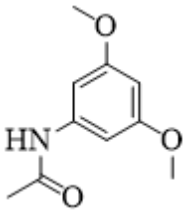
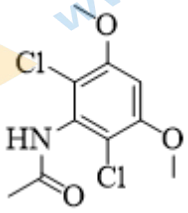
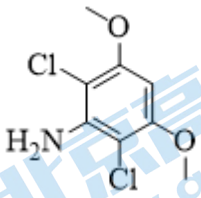
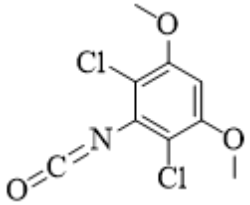
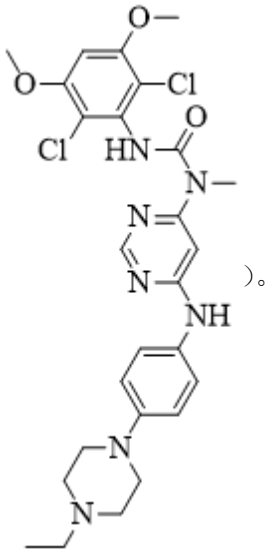
24.



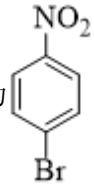
【解析】

【分析】由框图可知，A（  ）与 B（  ）发生取代反应生成 C（  ）和 HBr，C 与 H_2 发生还原反应，-NO_2 还原为-NH_2，生成 D（  ），D 与 E（  ）

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号：bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

发生取代反应生成 F（  ）和 HCl，G（  ）与反应生成 H（  ），保护-NH_2，H 与 $SOCl_2$ 发生取代反应生成 I（  ），I 与 KOH 反应生成 J（  ），将-NH_2 恢复，J 与 $COCl_2$ 反应生成 K（  ），K 与 F 发生取代反应生成目标产物英菲替尼 L（  ）。

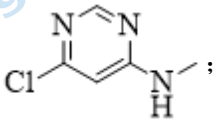
【小问 1 详解】

A 为  ，名称为 4-溴硝基苯或对溴硝基苯；

【小问 2 详解】

根据分析，由 A 生成 C 的反应类型是取代反应；

【小问 3 详解】

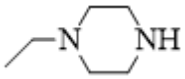
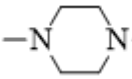
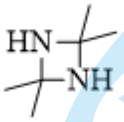
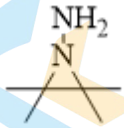
根据分析，E 的结构简式为  ；

【小问 4 详解】

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号：bjgkzx）， 获取更多试题资料及排名分析信息。

根据分析，G 转化为 H 的目的是保护氨基；

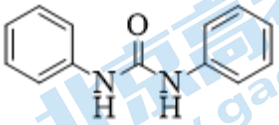
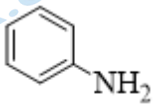
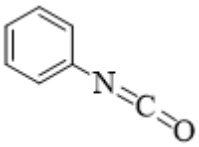
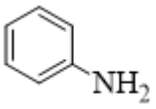
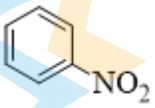
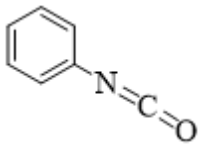
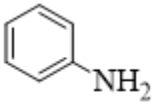
【小问 5 详解】

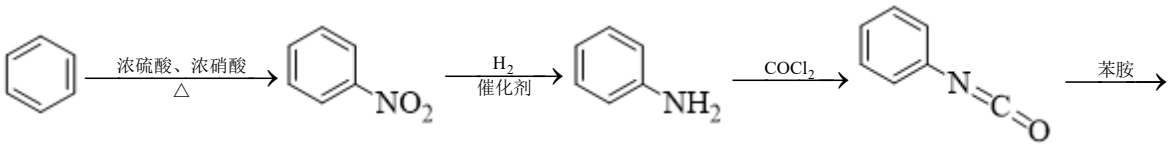
B 为  ，分子式为 $C_6H_{14}N_2$，①分子中含环状结构，②核磁共振氢谱显示 2 组峰说明分子结构对称性较好，符合条件的同分异构体有  、  、  ，共 3 种；

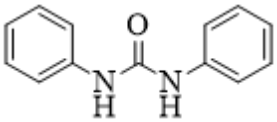
【小问 6 详解】

L 中以单键相连的 N 为 sp^3 杂化，有双键相连的 N 为 sp^2 杂化；

【小问 7 详解】

要合成  ，需要用  和  反应合成，  由  还原得到，  由  与 $COCl_2$ 反应得到，因此合成路线为



 。

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号：bjgkzx）， 获取更多试题资料及排名分析信息。