

2015年普通高等学校招生全国统一考试(广东卷)

理综化学试题

7. 化学是你, 化学是我, 化学深入我们生活, 下列说法正确的是 ()

- A. 木材纤维和土豆淀粉遇碘水均显蓝色
- B. 食用花生油和鸡蛋清都能发生水解反应
- C. 包装用材料聚乙烯和聚氯乙烯都属于烃
- D. PX 项目的主要产品对二甲苯属于饱和烃

【答案】B

【解析】木材纤维主要成分是纤维素, 遇碘水不变蓝色, A 错; 花生油属于酯类, 可以发生水解反应, 鸡蛋主要成分是蛋白质, 水解生成氨基酸, B 对; 聚氯乙烯中有氯原子, 不属于烃类, C 错; 对二甲苯中有苯环, 不属于饱和烃, D 错。学科网

【考点定位】本题主要考查淀粉的遇碘变蓝的特性, 油脂和蛋白质的性质, 常用塑料的组成以及饱和烃的概念。

【名师点睛】本题主要涉及生活中常见的有机物, 纤维素和淀粉都属于糖类, 但淀粉有遇碘变蓝的特性, 花生油属于酯类可以发生水解反应, 蛋白质也可发生水解反应, 聚氯乙烯中有氯原子, 所以不属于烃类, 这里要知道烃的概念; 苯环是不饱和的, 判断二甲苯是不是饱和烃就要理解饱和烃的概念。本题考查了生活中常见有机物的基本性质和烃、饱和烃的基本概念。

8. 水溶液中能大量共存的一组离子是 ()

- A. NH_4^+ 、 Ba^{2+} 、 Br^- 、 CO_3^{2-}
- B. Cl^- 、 SO_3^{2-} 、 Fe^{2+} 、 H^+
- C. K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 MnO_4^-
- D. Na^+ 、 H^+ 、 NO_3^- 、 HCO_3^-

【答案】C

【解析】 Ba^{2+} 和 CO_3^{2-} 反应生成 BaCO_3 沉淀, 不能大量共存, A 错; SO_3^{2-} 和 H^+ 反应生成 SO_2 , 不能大量共存, B 错; C 中四种离子不反应, 可以大量共存, C 对; H^+ 和 HCO_3^- 会反应生成 CO_2 、 H_2O , 不能大量共存, D 错。

【考点定位】本题考查了离子间的常见反应和离子的性质, 主要涉及复分解反应发生的条件, 有关的离子有、 Ba^{2+} 、 CO_3^{2-} , SO_3^{2-} 、 H^+ , H^+ 、 HCO_3^- 。

【名师点睛】判断离子是否能大量共存时就要知道离子间是否能发生反应, 离子反应的类型有: 复分解反应、氧化还原反应、络合反应等, 要知道能否发生复分解反应就要知道常见的沉淀、弱电解质、生成

气体的离子，发生氧化还原反应的常见氧化性离子和还原性离子、常见几个发生络合反应的离子，只有掌握了这些基本知识才能正确的判断。

9. 下列叙述 I 和 II 均正确并有因果关系的是 ()

选项	叙述 I	叙述 II
A	1-己醇的沸点比己烷的沸点高	1-己醇和己烷可通过蒸馏初步分离
B	原电池可将化学能转化为电能	原电池需外接电源才能工作
C	乙二酸可与 KMnO_4 溶液发生反应	乙二酸具有酸性
D	Na 在 Cl_2 中燃烧的生成物含离子键	NaCl 固体可导电

【答案】A

【解析】互溶的液体物质沸点相差较大的，可以用蒸馏的方法分离，A 对；原电池不需外接电源，B 错；乙二酸可与 KMnO_4 溶液发生反应体现的是还原性而不是酸性，C 错；NaCl 固体中没有自由移动的离子，不能导电，D 错。

【考点定位】本题主要考查了蒸馏的分离方法，原电池的结构，发生反应时物质体现出来的化学性质以及导电的原因。

【名师点睛】蒸馏时常见的物质分离方法，就是利用不同物质的沸点不同将他们分离，常见的分离方法还有过滤、萃取、分液等，每一种分离方法的原理要了解；要了解原电池和电解池的区别，原电池工作时不需要接电源，接电源就成为了电解池，乙二酸虽然有酸性，但与 KMnO_4 溶液发生反应是体现出的是还原性，一种物质会有很多性质，但在不同的反应中体现的性质可能不同；物质导电通常有两种情况：溶液导电和金属导电，溶液能导电必须有自由移动的离子，金属导电是因为有自由移动的电子。

10. 设 N_A 为阿伏伽德罗常数的数值，下列说法正确的是 () 本题原题部分在学生版中也要替换

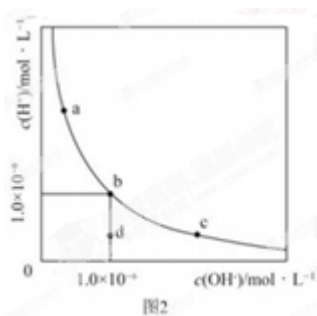
- A. 23g Na 与足量 H_2O 反应完全后可生成 N_A 个 H_2 分子
- B. 1 mol Cu 和足量热浓硫酸反应可生成 N_A 个 SO_3 分子
- C. 标准状况下，22.4L N_2 和 H_2 混合气中含 N_A 个原子
- D. 3mol 单质 Fe 完全转变为 Fe_3O_4 ，失去 $8N_A$ 个电子

【答案】D

【解析】23g Na 完全反应时转移电子为 1mol，生成 H_2 为 0.5mol，个数为 $0.5N_A$ 个，A 错；Cu 和足量热浓硫酸反应生成的是 SO_2 ，不是 SO_3 ，B 错；标准状况下，22.4L N_2 和 H_2 混合气的物质的量为 1mol，含有的分子数目是 N_A 个，由于 N_2 和 H_2 都是双原子分子，故原子的物质的量为 2mol，个数为 $2N_A$ 个，C 错； Fe_3O_4 看成 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ ，3mol 单质 Fe 完全转变为 Fe_3O_4 ，失去 $8N_A$ 个电子，D 对。

【考点定位】 本题主要是考查阿伏加德罗常数和物质的量的有关计算，还涉浓硫酸的性质和氧化还原反应的电子转移的计算。

【名师点睛】 计算氧化还原反应中的转移电子数目时一定要抓住氧化剂或还原剂的化合价的改变以及物质的量，还原剂失去的电子数或氧化剂得到的电子数就是反应过程中转移的电子数；在计算一个反应消耗或生成物质的物质的量时一定要知道反应能否完全进行，反应物是否会全部反应等，只有根据具体情况才能判断；在进行混合物的有关计算是分析一下混合物有什么规律，如相对分子质量相同，最简式相同、所带电荷数相同、含有的原子数相同等，找出规律进行解答。



11. 一定温度下，水溶液中 H^+ 和 OH^- 的浓度变化曲线如图 2，下列说法正确的是 ()

- A. 升高温度，可能引起有 c 向 b 的变化
- B. 该温度下，水的离子积常数为 1.0×10^{-13}
- C. 该温度下，加入 $FeCl_3$ 可能引起由 b 向 a 的变化
- D. 该温度下，稀释溶液可能引起由 c 向 d 的变化

【答案】 C

【解析】 温度升高，水的离子积增大， $c(H^+)$ 、 $c(OH^-)$ 都增大，表示的点就不在曲线上，A 错；水的离子积常数 $K=c(H^+) \cdot c(OH^-)$ ，从图可知离子积是 1.0×10^{-11} ，不是 1.0×10^{-13} ，B 错；加入 $FeCl_3$ ，水解使得溶液酸性增强， $c(H^+)$ 增大，那么 $c(OH^-)$ 减小，故可能引起由 b 向 a 的变化，C 对；温度不变水的离子积不变，稀释溶液后所表示的点还在曲线上，不可能引起由 c 向 d 的变化，D 错。

【考点定位】 本题主要考查水的离子积的影响因素和离子积的计算，将水的离子积以图像的形式表达出来，还能考查学生对化学图像的分析能力。

【名师点睛】 水的离子积也属于平衡常数，只与温度有关，分析图像是要知道在曲线上的点都代表平衡常数，曲线上的点 H^+ 和 OH^- 的浓度的乘积是相等的，由于水的离子积只与温度有关，改变温度后 H^+ 和 OH^- 的浓度的乘积的点一定不在曲线，其他条件的改变 H^+ 和 OH^- 的浓度的乘积不会改变，所表示的点还在曲线上，在根据具体条件进行解答。在解决有关平衡常数的问题时都有类似的方法，抓住平衡常数只与温度有关这一条主线，再讨论改变条件时其它量的变化。

12. 准确移取 20.00mL 某待测 HCl 溶液于锥形瓶中，用 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液滴定，下列说法正确的是 ()

- A. 滴定管用蒸馏水洗涤后，装入 NaOH 溶液进行滴定
- B. 随着 NaOH 溶液滴入，锥形瓶中溶液 pH 由小变大
- C. 用酚酞作指示剂，当锥形瓶中溶液由红色变无色时停止滴定
- D. 滴定达终点时，发现滴定管尖嘴部分有悬滴，则测定结果偏小

【答案】B

【解析】滴定管用蒸馏水洗涤后，没有用标准液洗涤，装入 NaOH 溶液进行滴定会造成 NaOH 溶液的浓度变小，用量增多，结果偏大，A 错；酸中滴入碱，溶液的碱性增强，酸性减弱，溶液 pH 由小变大，B 对；用酚酞作指示剂，锥形瓶溶液开始是无色的，当锥形瓶中溶液由无色变红色，而且半分钟内不褪色时，证明滴定达到了滴定终点，C 错；滴定达终点时，发现滴定管尖嘴部分有悬滴，造成碱的用量偏多，则测定结果偏大，D 错。

【考点定位】本题主要考查了酸碱中和滴定的操作和误差分析。

【名师点睛】酸碱滴定前的操作主要有：检漏、洗涤、润洗、注液、赶气泡、调液。滴定过程中操作有左手控制滴定管的活塞，右手摇动锥形瓶，目视锥形瓶中溶液颜色的变化。指示剂的选择方法：酸碱指示剂一般选用酚酞和甲基橙，石蕊试液由于变色不明显，在滴定时不宜选用，强酸与强碱滴定用酚酞或甲基橙，强酸与弱碱滴定用甲基橙，弱酸与强碱滴定用酚酞。终点的判断：溶液颜色发生变化且在半分钟内不再变色。酸碱中和滴定中的误差分析根据 H^+ 和 OH^- 的物质的量相等， $C_{\text{标}}\cdot V_{\text{标}}=C_{\text{待}}\cdot V_{\text{待}}$ ，在讨论操作对标准液体积的影响，确定滴定误差。

22. 下列实验操作、现象和结论均正确的是 ()

选项	实验操作	现象	结论
A	分别加热 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 固体	试管内壁都有水珠	两种物质均受热分解
B	向稀的苯酚水溶液中滴加饱和溴水	生成白色沉淀	产物三溴苯酚不溶于水
C	向含 I^- 的无色溶液中滴加少量新制氯水，再滴加淀粉溶液	加入淀粉后溶液变成蓝色	氧化性： $\text{Cl}_2>\text{I}_2$
D	向 FeSO_4 溶液中先滴入 KSCN 溶液再滴加 H_2O_2 溶液	加入 H_2O_2 后溶液变成血红色	Fe^{2+} 既有氧化性又有还原性

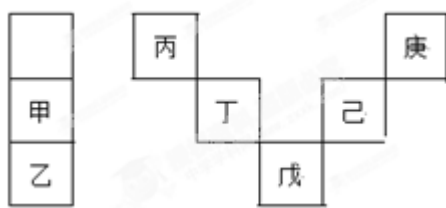
【答案】BC

【解析】 Na_2CO_3 加热时产生的水珠是空气中的水凝结形成，不是分解生成的，A 错；苯酚溶液中滴加饱和溴水生成白色沉淀，说明产物三溴苯酚不溶于水，B 对；淀粉溶液变成蓝色则生成了 I_2 ，说明氯水把 I^- 氧化成了 I_2 ，故氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$ ，C 对； FeSO_4 溶液中先滴入 KSCN 溶液再滴加 H_2O_2 溶液，溶液变成血红色，说明 H_2O_2 把 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，体现了 Fe^{2+} 的还原性，没有体现氧化性，D 错。

【考点定位】本题主要考查 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 固体、苯酚的性质， Cl_2 、 I_2 氧化性强弱的比较以及 Fe^{2+} 的检验，以及实验操作、现象、结论之间的关系。

【名师点睛】在判断实验操作、现象和结论的一致性的时候，先判断操作是否正确，如果操作正确能否得到相应的现象，再看结论与现象是否吻合，这一类题通常侧重于现象和结论的关系，判断现象和结论的一致性的时候一定要考虑到物质的性质，在整个实验中体现的是什么性质。

23. 甲~庚等元素在周期表中的相对位置如下表，己的最高氧化物对应水化物有强脱水性，甲和丁在同一周期，甲原子最外层与最内层具有相同电子数。下列判断正确的是（ ）



- A. 丙与戊的原子序数相差 28
- B. 气态氢化物的稳定性：庚 < 己 < 戊
- C. 常温下，甲和乙的单质均能与水剧烈反应
- D. 丁的最高价氧化物可用于制造光导纤维

【答案】AD

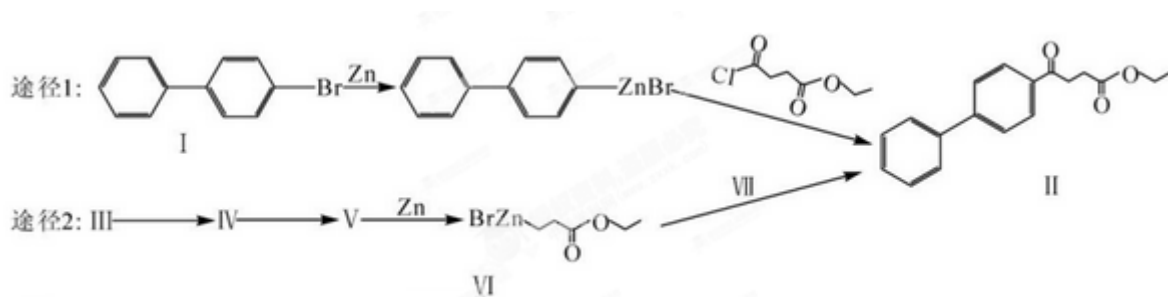
【解析】己的最高氧化物对应水化物有强脱水性为浓硫酸，则己是 S 元素，可以推出庚是 F 元素，戊是 As 元素，丁是 Si 元素，丙是 B 元素，甲和丁在同一周期，甲原子最外层与最内层具有相同电子数，甲是 Mg，乙是 Ca。A. 丙与戊的原子序数相差 $(8+18+2) = 28$ ，对；B. 非金属性越强，气态氢化物越稳定，气态氢化物的稳定性：庚 > 己 > 戊，B 错；甲单质与水反应不剧烈，C 错；丁是 Si 元素，二氧化硅可用于制造光导纤维，D 对。学科网

【考点定位】本题主要考查元素周期表和元素周期律的应用，光导纤维的主要成分。

【名师点睛】在解决有关元素周期表和元素周期律的问题时要具备一些基础知识：1、元素周期表的基本结构，多少个主族，多少个周期，每一周期有多少种元素等。2、必须记得前三周期的元素。3、前三周期元素的化合价、原子半径大小规律。4、同周期、同主族元素性质的递变规律。5、金属性、非

金属性强弱的比较。6、离子半径的大小比较。

30. (15分)有机锌试剂 ($R-ZnBr$) 与酰氯 ($Cl-C(=O)R'$) 偶联可用于制备药物II:



(1) 化合物I的分子式为 _____。

(2) 关于化合物II, 下列说法正确的有 _____ (双选)。

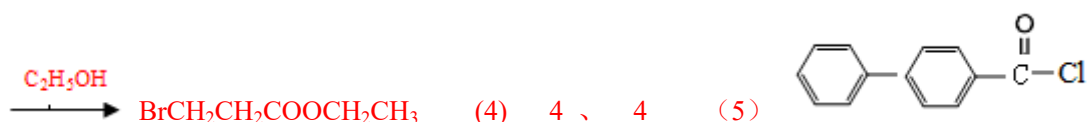
- A、可以发生水解反应 B、可与新制的 $Cu(OH)_2$ 共热生成红色沉淀
C、可与 $FeCl_3$ 溶液反应显紫色 D、可与热的浓硝酸和浓硫酸混合液反应

(3) 化合物III含有3个碳原子, 且可发生加聚反应, 按照途径1合成线路的表示方式, 完成途径2中由III到V的合成路线: _____ (标明反应试剂, 忽略反应条件)。

(4) 化合物V的核磁共振氢谱中峰的组数为 _____, 以H替代化合物VI中的 $ZnBr$, 所得化合物的羧酸类同分异构体共有 _____ 种 (不考虑手性异构)。

(5) 化合物VI和VII反应可直接得到II, 则化合物VII的结构简式为: _____。

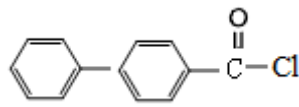
【答案】(1) $C_{12}H_9Br$ (2) AD (3) $CH_2=CHCOOH \xrightarrow{HBr} BrCH_2CH_2COOH$



【解析】

试题分析：(1) 根据化合物 I 的结构简式可写出其分子式为 $C_{12}H_9Br$ ；(2) 根据化合物 II 的结构简式，其含有酯基，可发生水解反应，含有苯环，发生苯环上的硝化反应，没有醛基，不可与新制的 $Cu(OH)_2$ 共热生成红色沉淀，没有酚羟基，不可与 $FeCl_3$ 溶液反应显紫色，所以 A、D 正确，选择 AD；(3) 根据 VI 的结构简式及途径 I 的信息，可推出 V 的结构简式为 $BrCH_2CH_2COOCH_2CH_3$ ，从而可知 V 是由 IV 与乙醇发生酯化反应得到，可推出 IV 的结构简式为 $BrCH_2CH_2COOH$ ，而化合物 III 含有 3 个碳原子，且可发生加聚反应，从而可知化合物 III 的结构简式为 $CH_2=CHCOOH$ ，从而可得其合成路线；(4) 化合物 V 的结构为 $BrCH_2CH_2COOCH_2CH_3$ ，每个碳原子上的氢都相同，不同碳原子上的 H 原子不相同，所以应有 4 组峰；以氢原子 H 替代化合物 VI 中的 ZnBr，所得化合物的结构简式为 $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$ ，其属于羧酸类的结构应为 C_4H_9COOH ， C_4H_9 —为丁基，丁基有 4 种不同的结构的 H 原子，所以 C_4H_9COOH

的同分异构体共有 4 种；(5) 根据题目信息，有机锌试剂 ($R-ZnBr$) 与酰氯 ($\begin{array}{c} O \\ || \\ Cl-C-R' \end{array}$) 偶联可用于制备药物 II，因此化合物 VI 为 $BrZnCH_2CH_2COOCH_2CH_3$ ，则要合成 II，VII 为酰氯，根据 II 的结构及途



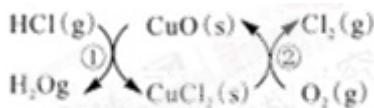
径 I 合成化合物药物 II 的方式，可推知 VII 的结构为

【考点定位】 本题主要考查了有机物的性质、有机物合成路线的设计、同分异构体的书写、有机物中氢原子种类的判断、根据反应的特点进行信息的迁移。

【名师点睛】 在有机合成题中一定要注意物质官能团的转化，找出一些新反应的断键特点。有机物的考查主要是围绕官能团的性质进行的，常见的官能团：醇羟基、酚羟基、醛基、羧基、酯基、卤素原子等的性质以及它们之间的转化要掌握好，这是解决有机化学题的基础。有机合成路线的设计时先要对比原料的结构和最终产物的结构，官能团有什么改变，碳原子个数是否发生变化，在根据官能团的性质进行设计。同分异构体类型通常有：碳链异构、官能团异构、位置异构等，书写同分异构体时看清楚题目要求。

31. (16 分) 用 O_2 将 HCl 转化为 Cl_2 ，可提高效益，减少污染，

(1) 传统上该转化通过如右图所示的催化剂循环实现，



其中，反应①为： $2HCl(g) + CuO(s) \rightleftharpoons H_2O(g) + CuCl_2(s) \quad \Delta H_1$

反应②生成 $1\text{mol}Cl_2(g)$ 的反应热为 ΔH_2 ，则总反应的热化学方程式为 _____，(反应热用 ΔH_1 和 ΔH_2 表示)。

(2) 新型 RuO_2 催化剂对上述 HCl 转化为 Cl_2 的总反应具有更好的催化活性，

① 实验测得在一定压强下，总反应的 HCl 平衡转化率随温度变化的 $\alpha_{HCl}-T$ 曲线如图 12，则总反应的

ΔH _____ 0 , (填“>”、“=”或“<”) ; A、B 两点的平衡常数 $K(A)$ 与 $K(B)$ 中较大的是_____。

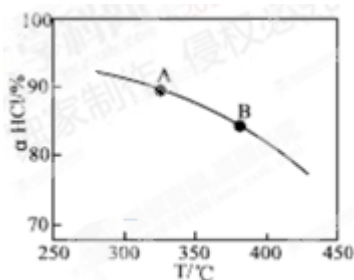


图 12

②在上述实验中若压缩体积使压强增大, 画出相应 $\alpha_{\text{HCl}}-T$ 曲线的示意图, 并简要说明理由: _____。

③下列措施中有利于提高 α_{HCl} 的有_____。

A、增大 $n(\text{HCl})$ B、增大 $n(\text{O}_2)$ C、使用更好的催化剂 D、移去 H_2O

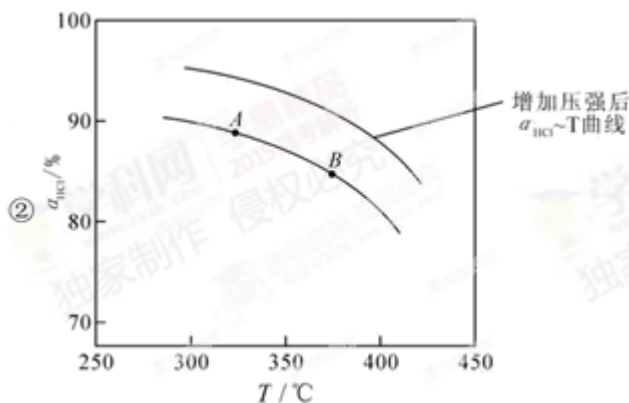
(3) 一定条件下测得反应过程中 $n(\text{Cl}_2)$ 的数据如下:

t(min)	0	2.0	4.0	6.0	8.0
$n(\text{Cl}_2)/10^{-3}\text{mol}$	0	1.8	3.7	5.4	7.2

计算 2.0~6.0min 内以 HCl 的物质的量变化表示的反应速率 (以 $\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ 为单位, 写出计算过程)。

(4) Cl_2 用途广泛, 写出用 Cl_2 制备漂白粉的化学方程式。

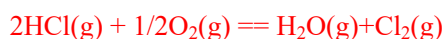
【答案】 (1) $2\text{HCl}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \quad \Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$



(2) ① < ; $K(A)$; ② 见右图

增大压强, 平衡右移, α_{HCl} 增大, 相同温度下, HCl 的平衡转化率比之前实验的大。 ③ B、D

(3) 解: 设 2.0~6.0min 时间内, HCl 转化的物质的量为 n , 则



2

1

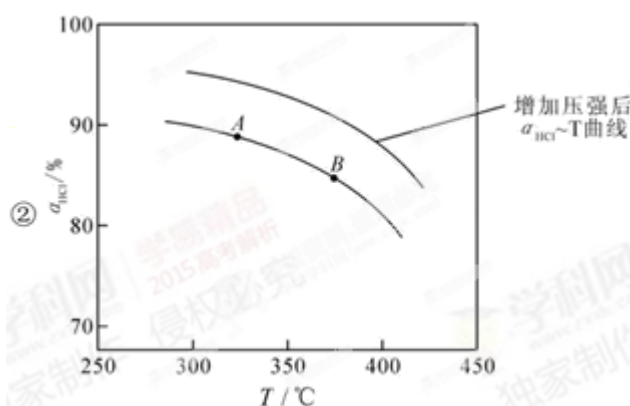
n

$(5.4-1.8)\times 10^{-3}\text{mol}$

解得 $n = 7.2 \times 10^{-3}\text{mol}$, 所以 $v(\text{HCl}) = 7.2 \times 10^{-3}\text{mol} / (6.0-2.0)\text{min} = 1.8 \times 10^{-3}\text{mol}/\text{min}$



【解析】根据图像信息，箭头指向的是生成物可写出反应②的热化学方程式： $\text{CuCl}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CuO}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2$ ，则①+②可得总反应；(2) ①根据图 12 可知随着温度的升高， α_{HCl} 减小，说明升高温度，平衡向逆向移动，则可知逆反应吸热反应，所以正反应是放热反应，故 $\Delta H < 0$ ，同时由于升高温度，平衡逆移，则生成物减少，温度是 B 点大于 A 点，所以平衡常数 $K(\text{A}) > K(\text{B})$ ；②同时由于该总反应是气体系数减小的反应，所以，压缩体积使压强增大，一定温度下，平衡应正向移动， α_{HCl} 应较题



目实验状态下为大，所以可得曲线图：

③A、增大 $n(\text{HCl})$ ，平衡正向移动，但是平衡移动使 HCl 减少的趋势小于增加 HCl 使增大的趋势，所以 HCl 的转化率减小，错；B、增大 $n(\text{O}_2)$ ，反应物的浓度增大，平衡向正向移动， HCl 转化率增大，对；C、使用更好的催化剂，不能使化学平衡发生移动，实验 HCl 的转化率不变，错；D、移去 H_2O ，及减小了生成物的浓度，平衡向正反应方向移动， HCl 转化率增大。对。故答案是选项 B、D。(3) 题目中给出的是 $n(\text{Cl}_2)$ 的数据，要求的是以 HCl 的物质的量变化表示的反应速率，所以根据方程式进行计算，注意是 2.0~6.0min 内的速率，单位是 $\text{mol} \cdot \text{min}^{-1}$ ；设 2.0~6.0min 内， HCl 转化的物质的量为 n ，则：



2		1
n		$(5.4 - 1.8) \times 10^{-3} \text{mol}$

解得 $n = 7.2 \times 10^{-3} \text{mol}$ ，所以 $v(\text{HCl}) = 7.2 \times 10^{-3} \text{mol} / (6.0 - 2.0) \text{min} = 1.8 \times 10^{-3} \text{mol} / \text{min}$



【考点定位】本题主要考查了盖斯定律的应用、化学平衡移动、化学平衡常数的大小比较、化学图像的绘制以及化学反应速率的计算。学科网

【名师点睛】利用盖斯定律进行热化学方程式计算时先要观察分反应中物质在总反应的位置，运用“同边相加异边减”的方法将分反应转化为总反应。化学反应速率的计算时弄清楚物质浓度的改变，再利用公

式进行计算。化学平衡的问题通常涉及到平衡状态的判断、平衡的移动、平衡的有关计算等，平衡的判断抓住两个根本标志：各物质的浓度不再变化、同种物质的生成速率和消耗速率相等。平衡移动判断时分析清楚反应两边气体的系数大小、反应时吸热还是放热等。有关化学平衡的计算则一定要用“三段式”。在绘制图像时通常题目会有参考的曲线，在分析新的条件与原曲线的关系的基础上进行绘制。

32. (16分) 七铝十二钙 ($12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$) 是新型的超导材料和发光材料，用白云石 (主要含 CaCO_3 和 MgCO_3) 和废 Al 片制备七铝十二钙的工艺如下：



- (1) 煨粉主要含 MgO 和 _____，用适量的 NH_4NO_3 溶液浸取煨粉后，镁化合物几乎不溶，若溶液 I 中 $c(\text{Mg}^{2+})$ 小于 $5 \times 10^{-6} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则溶液 pH 大于 _____ ($\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的 $K_{\text{sp}}=5 \times 10^{-12}$)；该工艺中不能用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 代替 NH_4NO_3 ，原因是_____。
- (2) 滤液 I 中的阴离子有_____ (忽略杂质成分的影响)；若滤液 I 中仅通入 CO_2 ，会生成_____，从而导致 CaCO_3 产率降低。
- (3) 用 NaOH 溶液可除去废 Al 片表面的氧化膜，反应的离子方程式为_____。
- (4) 电解制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 时，电极分别为 Al 片和石墨，电解总反应方程式为_____。
- (5) 一种可超快充电的新型铝电池，充放电时 AlCl_4^- 和 Al_2Cl_7^- 两种离子在 Al 电极上相互转化，其它离子不参与电极反应，放电时负极 Al 的电极反应式为_____。

【答案】(1) CaO ；11；加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 会生成 CaSO_4 微溶物，在过滤时会被除去，造成生成的 CaCO_3 减

少。(2) NO_3^- 、 OH^- ； $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (3) $2\text{OH}^- + \text{Al}_2\text{O}_3 = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ (4) $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{H}_2\uparrow$

(5) $\text{Al} - 3\text{e}^- + 7\text{AlCl}_4^- = 4\text{Al}_2\text{Cl}_7^-$

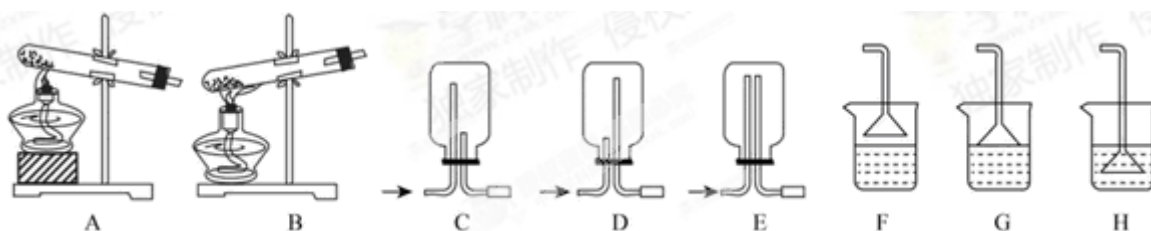
【解析】(1) 煅烧时 CaCO_3 会发生分解生成 CaO 和 CO_2 ；煅烧 MgCO_3 分解生成 MgO 和 CO_2 ；故煅粉主要含 MgO 和 CaO ； $K_{sp} = c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-)$ ， $5 \times 10^{-12} = 5 \times 10^{-6} \times c^2(\text{OH}^-)$ ，得 $c(\text{OH}^-) = 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $\text{pH} = 11$ 。由于溶液 I 中 $c(\text{Mg}^{2+})$ 小于 $5 \times 10^{-6} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，所以溶液 pH 大于 11；不能用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 代替 NH_4NO_3 的原因是加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 会生成 CaSO_4 微溶物，在过滤时会被除去，从而造成生成的 CaCO_3 减少。(2) 从流程中看出 NO_3^- 没有被除去，故滤液 I 中的阴离子有 NO_3^- ， CaO 溶于水生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，故溶液中还有 OH^- ；若滤液 I 中仅通入 CO_2 ，过量的 CO_2 会与 CaCO_3 生成 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 从而导致 CaCO_3 产率降低。(3) Al 表面的氧化膜的成分是 Al_2O_3 ，该物质是两性氧化物， NaOH 可以与之发生反应。 NaOH 溶液与 Al_2O_3 反应的离子方程式为： $2\text{OH}^- + \text{Al}_2\text{O}_3 = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ ；(4) 电解制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 时，电极分别为 Al 片和石墨， Al 作阳极，石墨作阴极。 Al 在阳极放电，溶液中的 H^+ 在阴极放电，破坏了水的电离平衡，使的溶液中的 OH^- 浓度增大，与产生的 Al^{3+} 结合生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，总反应方程式为： $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。(5) 根据题意，充电和放电时 AlCl_4^- 和 Al_2Cl_7^- 两种离子在 Al 电极上相互转化，放电时负极 Al 失去电子变为 Al^{3+} ，与溶液中的 AlCl_4^- 结合，发生反应产生的 Al_2Cl_7^- 电极反应式为： $\text{Al} - 3\text{e}^- + 7\text{AlCl}_4^- = 4\text{Al}_2\text{Cl}_7^-$ 。

【考点定位】 本题主要考查学生对利用物质的性质和物料守恒进行对化工流程的分析，涉及到溶度积的应用、物质的分离、物质的性质电极、电极反应的书写等。

【名师点睛】 在解化工流程题是关键要利用物质的性质，分析流程中发生的反应，弄清楚每个环节物质的去向。流程只是一个载体，考查的落脚点是元素及其化合物的性质，如铝及其化合物、铁及其化合物等，基本化学理论，如化学平衡、电化学等，实验操作如：过滤、分液、蒸发、萃取等。此题的综合性强，知识的涉及面广，要求有较好的基础知识和知识的运用能力。

33. (17分) NH_3 及其盐都是重要的化工原料。

(1) 用 NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 制备 NH_3 ，反应发生、气体收集和尾气处理装置依次为_____



(2) 按图 13 装置进行 NH_3 性质实验。

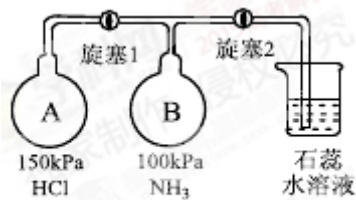


图 13

①先打开旋塞 1，B 瓶中的现象是_____，原因是_____，稳定后，关闭旋塞 1。

②再打开旋塞 2，B 瓶中的现象是_____。

(3) 设计实验，探究某一种因素对溶液中 NH_4Cl 水解程度的影响。

限制试剂与仪器：固体 NH_4Cl 、蒸馏水、100mL 容量瓶、烧杯、胶头滴管、玻璃棒、药匙、天平、pH 计、温度计、恒温水浴槽（可控制温度）

①实验目的：探究_____对溶液中 NH_4Cl 水解程度的影响。

②设计实验方案，拟定实验表格，完整体现实验方案（列出能直接读取数据的相关物理量及需拟定的数据，数据用字母表示；表中 $V(\text{溶液})$ 表示所配制溶液的体积）。

物理量 实验序号	$V(\text{溶液})/\text{mL}$			
1	100				
2	100				

③按实验序号 I 所拟数据进行实验，若读取的待测物理量的数值为 Y，则 NH_4Cl 水解反应得平衡转化率为_____（只列出算式，忽略水自身电离的影响）。

【答案】 (1) A、C、G。

(2) ①产生白烟；打开旋塞 1，氯化氢与氨气混合反应生成了白色氯化铵固体小颗粒，形成白烟。②烧杯中的石蕊溶液会倒流进入到 B 瓶中，形成红色溶液。

(3) ①温度（或浓度）

②

物理量 实验序号	$V(\text{溶液})/\text{mL}$	NH_4Cl 质量(g)	温度($^{\circ}\text{C}$)	pH
1	100	m	T_1	Y	
2	100	m	T_2	Z	

或

物理量 实验序号	V (溶液) /mL	NH ₄ Cl 质量(g)	温度(°C)	pH
1	100	m	T	Y	
2	100	m ₂	T	Z	

③ $(10^{-Y} \times 5.35) / m$

【解析】(1) NH₄Cl 和 Ca(OH)₂ 制备 NH₃ 是固体混合物加热制取气体的反应，有水生成，试管口应向下倾斜，发生装置选 A，NH₃ 密度比空气小，用向下排空气法收集，收集装置选 C，氨气极易溶于水，要用防倒吸装置，但不能距离水太远，也不能插入液面以下，选 G，故选 A、C、G。(2) ①先打开旋塞 1，B 瓶中的现象是产生白色的烟，原因是先打开旋塞 1，氯化氢与氨气挥发出来，氯化氢与氨气反应生成了氯化铵小颗粒，氯化铵小颗粒形成白烟。②再打开旋塞 2，B 瓶中的现象是烧杯中的石蕊溶液会倒流进入到 B 瓶中，是因为气体参与反应后使得烧瓶内的压强变小，打开旋塞 2 后，大气压就会把烧杯中的溶液压到烧瓶中来，同时由于 A 中的 HCl 不可能全部进入 B 中，A 中 HCl 过量，就算不能完全进入 B 瓶，B 中的氨气也应能完全反应，形成氯化铵，石蕊溶液进入 B 中，B 中的 NH₄Cl 溶于石蕊溶液，溶液显酸性，所以石蕊试液显红色。(3) 主要采用控制变量的方法，根据给出的仪器，有可控制温度水浴槽，那么可以完成温度对 NH₄Cl 水解程度的影响，天平可以称出不同质量 NH₄Cl，那么可以配制

出不同浓度的溶液，就可以探究浓度对 NH_4Cl 水解程度的影响，故答案为温度或浓度。如果探究温度的影响那么控制浓度相同，改变温度，如果探究浓度相同，那么就要控制温度相同，不管哪一种探究都需要配制一定浓度的 NH_4Cl 溶液，那么需要称量 NH_4Cl 的质量，但不管探究的是哪种因素的影响，都需要使用 pH 计通过测量水解后溶液的 pH 来判断其水解程度，所以在表格中都应有一项为 pH 值。若探究温度对 NH_4Cl 水解程度的影响时数据为：学科网

物理量 \ 实验序号	V (溶液) /mL	NH_4Cl 质量(g)	温度($^{\circ}\text{C}$)	pH
1	100	m	T_1	Y	
2	100	m	T_2	Z	

若探究浓度对 NH_4Cl 水解程度的影响时数据为：

物理量 \ 实验序号	V (溶液) /mL	NH_4Cl 质量(g)	温度($^{\circ}\text{C}$)	pH
1	100	m_1	T	Y	
2	100	m_2	T	Z	

如果 pH 为 Y，那么 $c(\text{H}^+) = 10^{-Y} \text{mol/L}$ ，物质的量为 $10^{-Y} \text{mol/L} \times 0.1 \text{L} = 10^{-Y-1} \text{mol}$ ，那么水解的 NH_4Cl 的物质的量也为 10^{-Y-1}mol ，质量为 $10^{-Y-1} \text{mol} \times 53.5 \text{g/mol} = 10^{-Y} \times 5.35 \text{g}$ ，则 NH_4Cl 水解反应得平衡转化率为： $(10^{-Y} \times 5.35) / m$ 。

【考点定位】 本题主要考查了气体的制取、收集、尾气处理，将氨气和氯化氢反应的现象和喷泉实验的原理、盐类水解等结合到一起进行考查；还考察了通过控制变量进行探究的实验。

【名师点睛】 气体制取装置有多种，主要包括：固—固、固—液、液—液几种组合，还要看反应要不要加热，再选则对应的装置；气体收集主要有排液法和排空气法，用排液法时气体在液体中的溶解度要小，用排空气法时就看怎样能把空气排走。进行实验探究时先要明确探究的目的，确定探究的方向，探究时要清楚哪些条件要控制不变的，要改变哪些条件，再根据实验用品设计实验方案，比如这道题，探究的是温度或浓度对 NH_4Cl 水解程度的影响，那么改变的条件就是温度或浓度，其它条件要控制一样，最后根据实验的数据得出结论，有的时候还要对一些意外现象进行讨论。