

2015年普通高等学校招生全国统一考试(广东卷)化学

一、选择题(共6小题,每小题4分,满分24分)

1. (4分)化学是你,化学是我,化学深入我们的生活。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

解析: A、淀粉遇碘水显蓝色,纤维素遇碘水不显蓝色,木材纤维的主要成分是纤维素,故 A 错误;

B、食用花生油成分是油脂,鸡蛋清成分是蛋白质,油脂水解生成高级脂肪酸和甘油,蛋白质水解生成氨基酸,故 B 正确;

C、聚氯乙烯还含有氯元素,故 C 错误;

D、对二甲苯含有苯环,属于不饱和烃,故 D 错误。

答案: B。

2. (4分)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^-

解析: A、 Ba^{2+} 、 CO_3^{2-} 结合生成沉淀,不能大量共存,故 A 错误;

B、 SO_3^{2-} 、 H^+ 结合生成水和气体,不能大量共存,故 B 错误;

C、该组离子之间不反应,可大量共存,故 C 正确;

D、 H^+ 、 HCO_3^- 结合生成水和气体,不能大量共存,故 D 错误。

答案: C。

3. (4分)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

A. A

B. B

C. C

D. D

解析: A、1 - 己醇分子间可形成氢键,沸点较大,可用蒸馏的方法分离醇和己烷,故 A 正确;

B、原电池提供电能,无需外接电源,外接电源时为电解池,电能转化为化学能,故 B 错误;

C、乙二酸具有还原性,可与酸性高锰酸钾发生氧化还原反应,与酸性无关,故 C 错误;

D、NaCl 固体没有自由移动的离子,不能导电,熔融的 NaCl 可导电,故 D 错误。

答案: A。

4. (4分)设 N_A 为阿伏加德罗常数的数值,下列说法正确的是()

- A. 23gNa 与足量 H_2O 反应完全后可生成 N_A 个 H_2 分子
- B. 1molCu 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 完全转化为 Fe_3O_4 , 失去 $8N_A$ 个电子

解析: A、23g 钠的物质的量为 1mol, 而钠与水反应时 1mol 钠生成 0.5mol 氢气, 即生成 $0.5N_A$ 个分子, 故 A 错误;

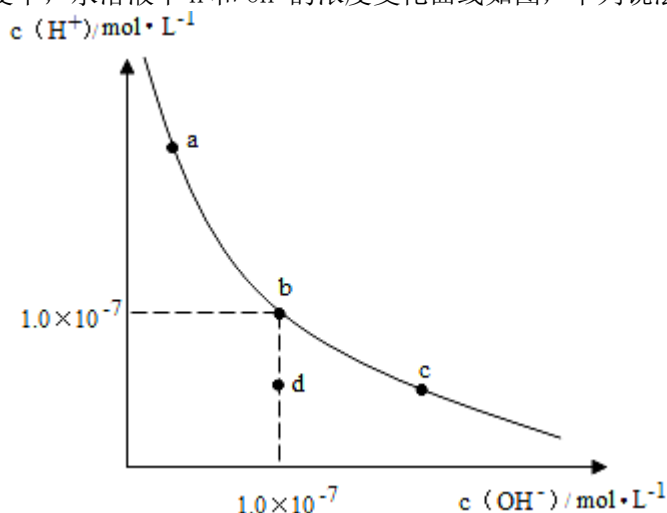
B、铜和浓硫酸反应时, 浓硫酸被还原为 SO_2 , 不是三氧化硫, 故 B 错误;

C、标准状况下, 22.4LN₂ 和 H₂ 混合气的物质的量为 1mol, 而 N₂ 和 H₂ 均为双原子分子, 故 1mol 混合气体中无论两者的比例如何, 均含 2mol 原子, 即 $2N_A$ 个, 故 C 错误;

D、Fe₃O₄ 中铁为 $+\frac{8}{3}$ 价, 故 1mol 铁反应失去 $\frac{8}{3}$ mol 电子, 3mol 单质 Fe 完全转化为 Fe₃O₄ 失去 8mol 电子, 即 $8N_A$ 个, 故 D 正确。

答案: D。

5. (4 分) 一定温度下, 水溶液中 H⁺ 和 OH⁻ 的浓度变化曲线如图, 下列说法正确的是()



A. 升高温度, 可能引起由 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 FeCl₃ 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

解析: A、由图可知 abc 三点对应的平衡常数不变, 故 abc 为等温线, 故升高温度, 不能由 c 到 b, 故 A 错误;

B、b 点 $c(H^+) = c(OH^-) = 1.0 \times 10^{-7}$, 故 $K_w = 1.0 \times 10^{-7} \times 1.0 \times 10^{-7} = 1.0 \times 10^{-14}$, 故 B 错误;

C、加入 FeCl₃, 氯化铁为强酸弱碱盐, 铁离子结合水电离出的氢氧根, 促进水的电离平衡右移, 即氢离子浓度增大, 氢氧根离子浓度减小(由 b 到 a), 符合图象变化趋势, 故 C 正确;

D、由 c 点到 d 点, 水的离子积常数减小, 温度不变, K 不变, 故不能利用稀释使其形成此变化, 故 D 错误。

答案: C。

6. (4 分) 准确取 20.00mL 某待测 HCl 溶液于锥形瓶中, 用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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. 滴定终点时, 发现滴定管尖嘴部分有悬滴, 则测定结果偏小

解析: A、滴定管使用必须用 NaOH 标准液润洗, 否则消耗的标准液偏大, 测定酸的浓度偏大, 故 A 错误;

B、碱滴定酸, 氢离子浓度逐渐减小, 则随着 NaOH 溶液滴入, 锥形瓶中溶液 pH 由小变大, 故 B 正确;

C、用酚酞作指示剂, 滴定前锥形瓶中为无色溶液, 则当锥形瓶中溶液由无色变红色时停止滴定, 故 C 错误;

D、滴定终点时，发现滴定管尖嘴部分有悬滴，则消耗的标准液偏大，则测定酸的浓度偏大，故 D 错误。

答案：B。

二、双项选择题(共 2 小题，每小题 6 分，满分 12 分。在每小题给出的四个选项中，有两个选项符合题目要求，全部选对的得 6 分，只有 1 个且正确的得 3 分，有选错或不答的得 0 分。)

7. (6 分) 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	试管内壁均有水珠	两种物质均受热分解
B	向稀的苯酚水溶液滴加饱和溴水	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

- A. A
B. B
C. C
D. D

解析：A、根据元素守恒知，即使碳酸钠分解也不能生成水，可能是碳酸钠不干燥导致的，故 A 错误；

B、苯酚和浓溴水反应生成三溴苯酚白色沉淀，向稀的苯酚水溶液滴加饱和溴水生成白色沉淀，说明产物三溴苯酚不溶于水，故 B 正确；

C、同一氧化还原反应中，氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性，向含 I^- 的无色溶液中滴加少量新制氯水，再滴加淀粉溶液，氯气具有强氧化性，能将碘离子氧化生成碘，碘遇淀粉试液变蓝色，加入淀粉后溶液变蓝色，说明碘离子被氧化生成碘单质，氧化剂是氯气、氧化产物是碘，所以氧化性氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$ ，故 C 正确；

D、双氧水具有氧化性，亚铁离子具有还原性，亚铁离子和双氧水反应生成铁离子，铁离子和 KSCN 溶液混合生成络合物而导致溶液呈血红色，加入双氧水后溶液变成血红色说明亚铁离子被氧化，则亚铁离子有还原性，不能说明具有氧化性，故 D 错误。

答案：BC。

8. (6 分) 甲~庚等元素在周期表中的相对位置如表，己的最高价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()

	丙		庚
甲		丁	己
乙		戊	

- 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

解析：己的最高价氧化物对应水化物有强脱水性，则为浓硫酸，可知己为 S 元素，结合位置关系可知丁为 Si，丙为 B，庚为 F，戊为 As；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，则甲为 Mg，可知乙为 Ca 元素，

A、丙与戊的原子序数相差为 $33 - 5 = 28$ ，故 A 正确；

B、非金属性越强，气态氢化物越稳定，则气态氢化物的稳定性：庚 > 己 > 戊，故 B 错误；

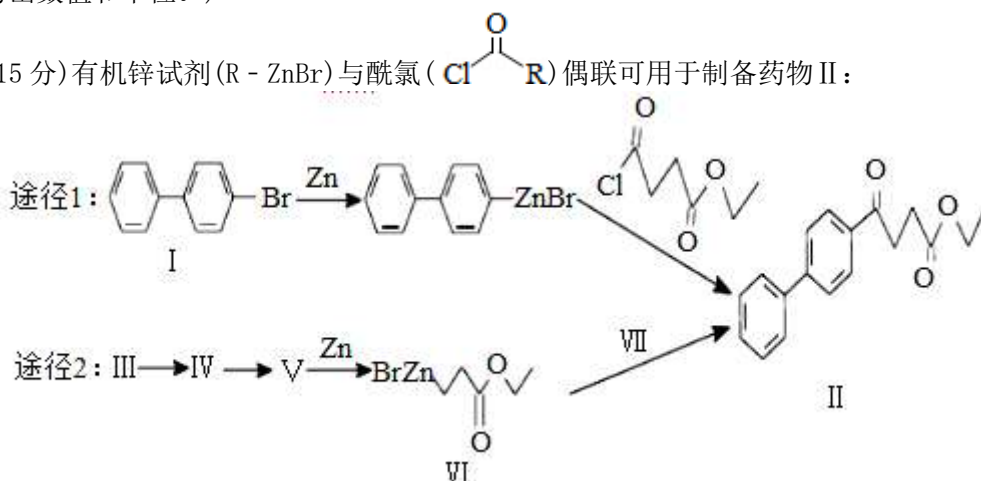
C、金属性 $Ca > Mg$ ，常温下，乙的单质能与水剧烈反应，而甲不能，故 C 错误；

D、丁的最高价氧化物为 SiO_2 ，可用于制造光导纤维，故 D 正确。

答案：AD。

三、非选择题(共大题共 4 小题，满分 64 分。按题目要求作答。解答题应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤，只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。)

9. (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_____。

解析：根据有机物 I 的结构简式，可知其分子式为 $C_{12}H_9Br$ 。

答案： $C_{12}H_9Br$

(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 $Cu(OH)_2$ 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

解析：A、含有酯基，具有酯基的性质，可以发生水解反应，故 A 正确；

B、不含醛基，不能与新制 $Cu(OH)_2$ 共热生成红色沉淀，故 B 错误；

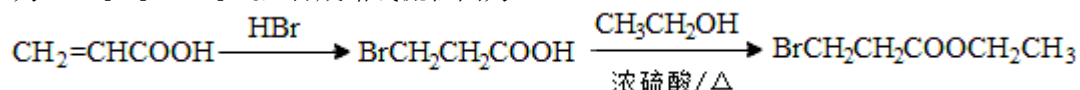
C、不含酚羟基，不能与 $FeCl_3$ 溶液反应显紫色，故 C 错误；

D、含有苯环，可与热的浓硝酸和浓硫酸混合液发生苯环的硝化反应，故 D 正确。

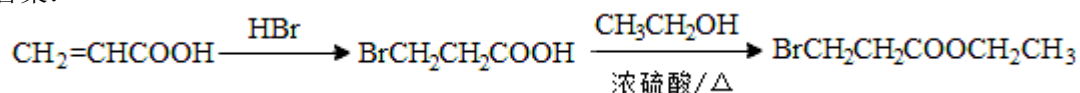
答案：AD；

(3) 化合物 III 含有 3 个碳原子，且可发生加聚反应，按照途径 I 合成路线的表示方式。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)。

解析：化合物 III 含有 3 个碳原子，且可发生加聚反应，结合 VI 的结构及途径 I 中的转化可知，III 为 $CH_2=CHCOOH$ ，与 HBr 发生加成反应生成 IV 为 $BrCH_2CH_2COOH$ ，再与乙醇发生酯化反应生成 V 为 $BrCH_2CH_2COOCH_2CH_3$ ，合成路线流程图为：



答案：



(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)。

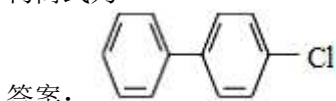
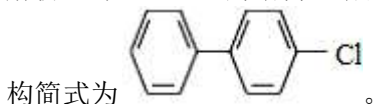
解析：V 为 $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ，分子中含有 4 种化学环境不同的 H 原子，核磁共振氢谱中 4 组吸收峰；

以 H 替代化合物 VI 中的 ZnBr 得到 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ，其同分异构体属于羧酸，可以看作 -COOH 取代丁烷形成的羧酸，丁烷有 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ， $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 中 H 原子被 -COOH 取代，形成 2 种羧酸， $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 中 H 原子被 -COOH 取代，也形成 2 种羧酸，故有 4 种。

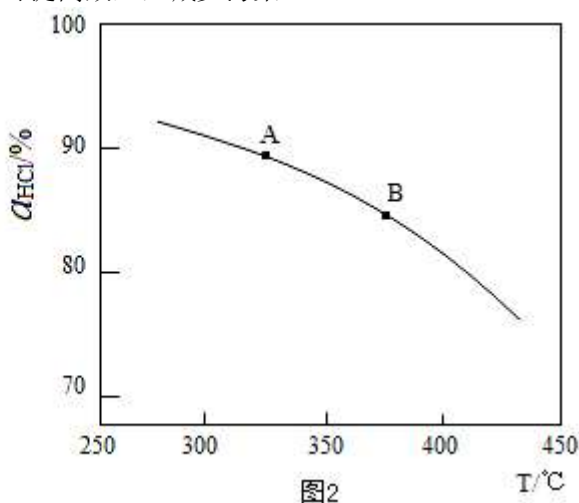
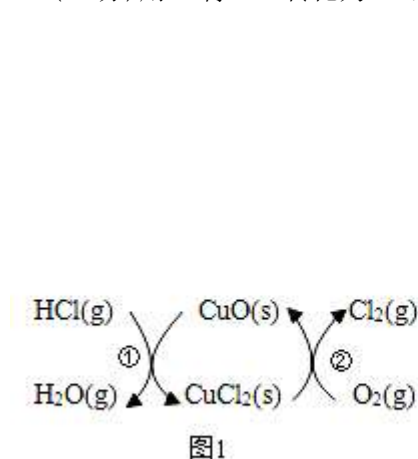
答案：4 4

(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_____。

解析：对比 VI、II 的结构，结合途径 1 中生成 II 的反应为取代反应，可以判断化合物 VII 的结



10. (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图 1 所示的催化循环实现。其中，反应①为：

$2\text{HCl}(\text{g}) + \text{CuO}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CuCl}_2(\text{s}) \Delta H_1$ ，反应②生成 $1\text{mol Cl}_2(\text{g})$ 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)。

解析：由图示可知，整个过程为： $4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，反应①为：

$2\text{HCl}(\text{g}) + \text{CuO}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CuCl}_2(\text{s}) \Delta H_1$ ，

反应②生成 $1\text{mol Cl}_2(\text{g})$ 的反应热为 ΔH_2 ，则反应热化学方程式为： $\text{CuCl}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}$

$\text{O}_2(\text{g}) = \text{CuO}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \Delta H_2$ ，

根据盖斯定律 $(1) + (2) \times 2$ 可得总反应的热化学方程式：

$4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H = 2(\Delta H_1 + \Delta H_2)$ 。

答案： $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H = 2(\Delta H_1 + \Delta H_2)$

(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 $\alpha_{\text{HCl}} \sim T$ 曲线如图 2，则总反应的 ΔH _____ 0 (填 “>”、“=” 或 “<”)；A、B 两点的平衡常数 $K(\text{A})$ 与 $K(\text{B})$ 中较大的是_____。

② 在上述实验中若压缩体积使压强增大，画出相应 $\alpha_{\text{HCl}} \sim T$ 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

解析：①由图可知，温度越高，平衡时 HCl 的转化率越小，说明升高温度平衡向逆反应方向移动，则正反应为放热反应，即 $\Delta H < 0$ ，化学平衡常数减小，即 $K(\text{A}) > K(\text{B})$ ，

故答案为：<； $K(\text{A})$ ；

②正反应为气体体积减小的反应，增大压强，平衡向正反应方向移动，相同温度下 HCl 的平衡转化率比之前实验的大，故压缩体积使压强增大，画相应 $\alpha_{\text{HCl}} \sim T$ 曲线的示意图为

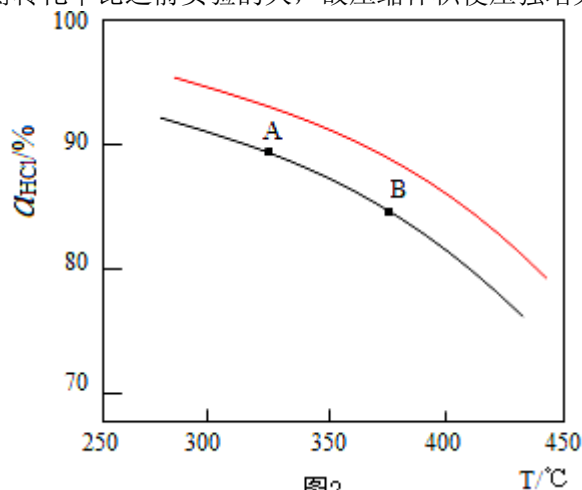


图2

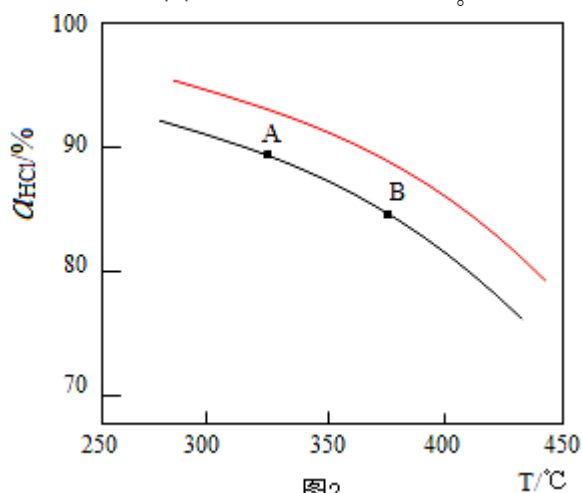


图2

故答案为：，增大压强，平衡向正反应方向移动， α_{HCl} 增大，相同温度下 HCl 的平衡转化率比之前实验的大；

③A、增大 $n(\text{HCl})$ ， HCl 浓度增大，平衡右移，但 HCl 的转化率降低，故 A 错误；

B、增大 $n(\text{O}_2)$ ，氧气浓度增大，平衡右移， HCl 的转化率提高，故 B 正确；

C、使用更好的催化剂，加快反应速率，缩短到达平衡的时间，不影响平衡移动， HCl 的转化率不变，故 C 错误；

D、移去生成物 H_2O ，有利于平衡右移， HCl 的转化率增大，故 D 正确，

答案：BD。

答案：① < $K(\text{A})$

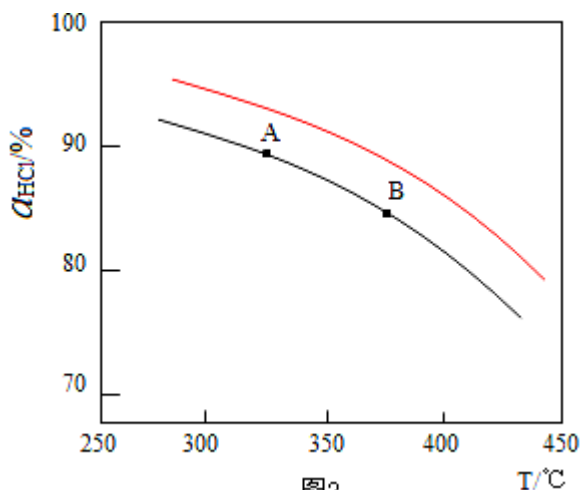


图2

② 增大压强，平衡向正反应方向移动， α_{HCl} 增大，相同温度下 HCl 的平衡转化率比之前实验的大

③BD

(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)。

答案：由表中数据可知，2.0~6.0min 内 $\Delta n(\text{Cl}_2) = (5.4 - 1.8) \times 10^{-3} \text{mol} = 3.6 \times 10^{-3} \text{mol}$ ，则

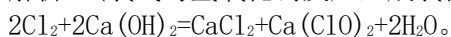
以 Cl_2 的物质的量变化表示的反应速率 $v(\text{Cl}_2) = \frac{3.6 \times 10^{-3}}{6\text{min} - 2\text{min}} = 9 \times 10^{-4} \text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ ，速率之比

等于其化学计量数之比，故 $v(\text{HCl}) = 2v(\text{Cl}_2) = 1.8 \times 10^{-3} \text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ ，

答：2.0~6.0min 内以 HCl 的物质的量变化表示的反应速率 $1.8 \times 10^{-3} \text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

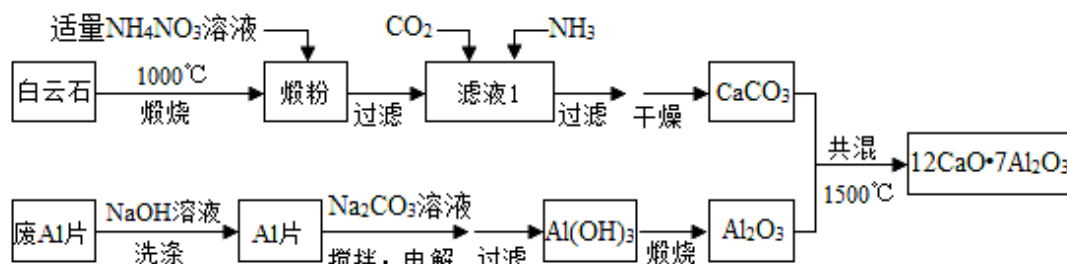
(4) Cl_2 用途广泛，写出用 Cl_2 制备漂白粉的化学反应方程式_____。

解析：(氯气与氢氧化钙反应生成氯化钙、次氯酸钙与水，反应方程式为



答案： $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

11. (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) 煅粉主要含 MgO 和 CaO ，用适量 NH_4NO_3 溶液浸取煅粉后，镁化合物几乎不溶，或滤液 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_____。

解析：煅粉是由白云石高温煅烧而来，在煅烧白云石时，发生反应： $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ ，

$\text{MgCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{MgO} + \text{CO}_2 \uparrow$ ，故所得煅粉主要含 MgO 和 CaO ；用适量 NH_4NO_3 溶液浸取煅粉后，镁

化合物几乎不溶，即得 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的饱和溶液，根据 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp} 可知： $K_{\text{sp}} = c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH})$

$\text{OH}^- = 5 \times 10^{-12}$, 而 $c(\text{Mg}^{2+})$ 小于 $5 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 $c(\text{OH}^-)$ 大于 10^{-3} mol/L , 则溶液中的 $c(\text{H}^+)$ 小于 10^{-11} mol/L , 溶液的 pH 大于 11; CaSO_4 微溶于水, 如果用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 代替 NH_4NO_3 , 会生成 CaSO_4 沉淀引起 Ca^{2+} 的损失。

答案: CaO 11 CaSO_4 微溶于水, 用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 代替 NH_4NO_3 , 会生成 CaSO_4 沉淀引起 Ca^{2+} 的损失
(2) 滤液 I 中阴离子有_____ (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。

解析: 在锻粉中加入适量的 NH_4NO_3 溶液后, 镁化合物几乎不溶, 由于 NH_4NO_3 溶液水解显酸性, 与 CaO 反应生成 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 故过滤后溶液中含 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 将 CO_2 和 NH_3 通入滤液 I 中后发生反应: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$, 故滤液中的阴离子主要为 NO_3^- , 还含有 OH^- ; 若滤液 I 中仅通入 CO_2 , 会造成 CO_2 过量, 则会生成 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 从而导致 CaCO_3 产率降低。

答案: NO_3^- , OH^- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

(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_____。

解析: 氧化铝和氢氧化钠反应生成偏铝酸钠和水, 离子反应为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

答案: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$

(4) 电解制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 时, 电极分别为 Al 片和石墨, 电解总反应方程式为_____。

解析: 用 Al 片和石墨作电极来制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 故 Al 做阳极, 石墨做阴极, 阳极反应为: $\text{Al} - 3\text{e}^- = \text{Al}^{3+}$ ①, 阴极上是来自于水的 H^+ 放电: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ ②

将① \times 2+② \times 3 可得总反应: $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。

答案: $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2 \uparrow$;

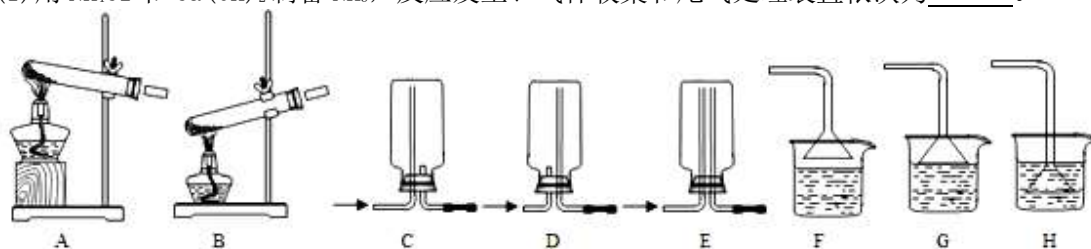
(5) 一种可超快充电的新型铝电池, 充放电时 AlCl_4^- 和 Al_2Cl_7^- 两种离子在 Al 电极上相互转化, 其它离子不参与电极反应, 放电时负极 Al 的电极反应式为_____。

解析: 放电时负极电极本身 Al 放电, 失电子, 由于 AlCl_4^- 中氯元素的含量高于 Al_2Cl_7^- 中氯元素的含量, 故 AlCl_4^- 做反应物而 Al_2Cl_7^- 为生成物, 由于其它离子不参与电极反应, 故电极反应为: $\text{Al} - 3\text{e}^- + 7\text{AlCl}_4^- = 4\text{Al}_2\text{Cl}_7^-$ 。

答案: $\text{Al} - 3\text{e}^- + 7\text{AlCl}_4^- = 4\text{Al}_2\text{Cl}_7^-$

12. (17 分) NH_3 及其盐都是重要的化工原料。

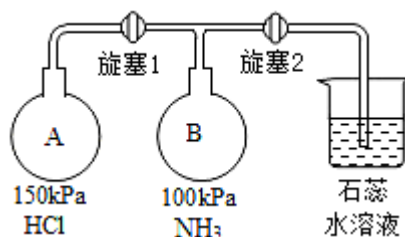
(1) 用 NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 制备 NH_3 , 反应发生、气体收集和尾气处理装置依次为_____。



解析: 实验室用加热固体氯化铵和熟石灰制取氨气 ($2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \triangleq \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$), 反应发生为固体与固体加热制取气体的装置, 因防止药品中的湿存水以及反应产生的水使反应试管受热不均匀, 所以选择试管口向下的 A 装置制备氨气, 氨气为易溶于水, 不能用排水法收集, 密度比空气小, 需用向上排空气法收集, 所以选择 C 装置, 氨气极易溶于水, 尾气处理需考虑倒吸, 倒扣的漏斗空间大, 水柱不易极速上升, 能防止倒吸, 答案: G 装置。

答案: ACG

(2) 按图装置进行 NH_3 性质实验。



- 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_____。

解析：①A 容器压强为 150KPa，B 容器压强 100KPa，A 容器压强大于 B 容器，先打开旋塞 1，A 容器中的氯化氢进入 B 容器，氨气和氯化氢反应， $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ ，生成氯化铵固体小颗粒，所以 B 瓶中的现象是出现白烟，

故答案为：出现白烟；A 瓶压强比 B 瓶大，氯化氢进入 B 瓶与氯化氢反应生成氯化铵固体小颗粒形成白烟；

②氨气、氯化氢为气体反应生成的氯化铵为固体，压强减小，再打开旋塞 2，紫色的石蕊试液倒吸入 B 瓶中，氯化铵为强酸弱碱盐，溶液中铵根离子水解生成一水合氨和氢离子，水解方程式为： $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ ，溶液呈酸性，所以紫色石蕊试液变红，

故答案为：烧瓶中的液体倒吸入 B 瓶，且紫色石蕊试液变红。

答案：①出现白烟；A 瓶压强比 B 瓶大，氯化氢进入 B 瓶与氯化氢反应生成氯化铵固体小颗粒形成白烟

②答案：烧瓶中的液体倒吸入 B 瓶，且紫色石蕊试液变红

(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。

限选试剂与仪器：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(可调控温度)

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(溶液)”表示所配制溶液的体积)。

物理量

实验序号	V(溶液)/ml	...
1	100	...
2	100	...

③按实验序号 1 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 水解反应的平衡转化率为_____ (只列出算式，忽略水自身电离的影响)。

解析：①盐类水解，水解离子浓度越大，水解程度越小，盐类水解为吸热反应，温度越高，水解程度越大，根据题干提供的限选试剂与仪器中的温度计、恒温水浴槽(可调控温度)，可选择温度不同对盐类水解的影响，

故答案为：温度；

②根据①可知，该实验为探究温度对氯化铵水解的影响，氯化铵为强酸弱碱盐，水解溶液呈酸性，所以可根据不同温度下，水解的溶液的 pH 进行判断，所配制溶液的体积都为 100mL， $m(\text{NH}_4\text{Cl})$ 相同都为 m g，温度不同，分别为 $T_1^\circ\text{C}$ 、 $T_2^\circ\text{C}$ ，分别测水解后 pH，

故答案为：

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	T_1	Y
2	100	m	T_2	Z

③读取的待测物理量的数值为Y，Y为pH值， $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$ ， $c(\text{H}^+) = 10^{-Y} \text{mol/L}$ ， $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ ，水解的氯化铵的物质的量为 $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = c(\text{H}^+) \times V = 10^{-Y} \times 0.1 \text{mol}$ ，则 NH_4Cl

$$\text{水解反应的平衡转化率为 } \frac{\frac{10^{-Y} \times 0.1 \text{mol}}{\text{mg}}}{53.5 \text{g/mol}} \times 100\% = \frac{10^{-Y} \times 53.5}{m} \times 100\%$$

故答案为： $\frac{10^{-Y} \times 53.5}{m} \times 100\%$ 。

答案：①温度

②

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

③ $\frac{10^{-Y} \times 53.5}{m} \times 100\%$