2021年普通高等学校招生全国统一考试(全国乙卷)

化学

注意事项:

- 1.答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上,并将自己的姓名、准考证号、座位号填写在本试卷上。
- 2.回答选择题时,选出每小题答案后,用 2B 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,涂写在本试卷上无效。
- 3.作答非选择题时,将答案书写在答题卡上,书写在本试卷上无效。
- 4.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: H1 C12 N14 O16 Na 23 Al 27 Cl35.5 Fe 56

一、选择题

- 1. 我国提出争取在 2030 年前实现碳达峰,2060 年实现碳中和,这对于改善环境,实现绿色发展至关重要。碳中和是指 CO₂ 的排放总量和减少总量相当。下列措施中能促进碳中和最直接有效的是
- A. 将重质油裂解为轻质油作为燃料
- B. 大规模开采可燃冰作为清洁燃料
- C. 通过清洁煤技术减少煤燃烧污染
- D. 研发催化剂将CO,还原为甲醇
- 2. 在实验室采用如图装置制备气体, 合理的是



| | 化学试剂 | 制备的气体 |
|---|---|-----------------|
| A | $Ca(OH)_2 + NH_4Cl$ | NH ₃ |
| В | MnO ₂ + HCl (浓) | Cl ₂ |
| С | $MnO_2 + KClO_3$ | O ₂ |
| D | NaCl+H ₂ SO ₄ (浓) | HCl |

A. A

D. D

3. 下列过程中的化学反应,相应的离子方程式正确的是

B. **B**

- A. 用碳酸钠溶液处理水垢中的硫酸钙: $CO_3^{2-} + CaSO_4 = CaCO_3 + SO_4^{2-}$
- B. 过量铁粉加入稀硝酸中: Fe+4H⁺+NO₃⁻=Fe³⁺+NO↑+2H₂O
- C 硫酸铝溶液中滴加少量氢氧化钾溶液: $Al^{3+} + 4OH^- = AlO_2^- + 2H_2O$
- D. 氯化铜溶液中通入硫化氢: $Cu^{2+} + S^{2-} = CuS \downarrow$

4. 一种活性物质的结构简式为**HO** , 下列有关该物质的叙述正

C. C

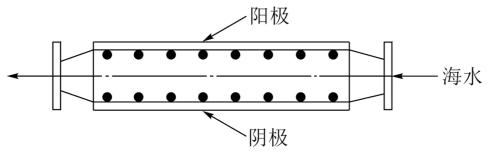
确的是

- A. 能发生取代反应,不能发生加成反应
- B. 既是乙醇的同系物也是乙酸的同系物

 C. 与
 互为同分异构体

- D. 1mol 该物质与碳酸钠反应得 44g CO,
- 5. 我国嫦娥五号探测器带回1.731kg的月球土壤,经分析发现其构成与地球土壤类似土壤中含有的短周期元素
- W、X、Y、Z,原子序数依次增大,最外层电子数之和为15,X、Y、Z为同周期相邻元素,且均不与W同

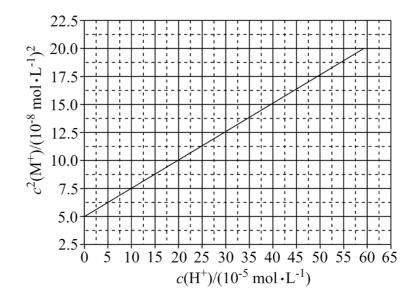
- 族,下列结论正确的是
- A. 原子半径大小顺序为W > X > Y > Z
- B. 化合物 XW 中的化学键为离子键
- C. Y 单质的导电性能弱于 Z 单质的
- D. Z 的氧化物的水化物的酸性强于碳酸
- 6. 沿海电厂采用海水为冷却水,但在排水管中生物的附着和滋生会阻碍冷却水排放并降低冷却效率,为解决这
- 一问题,通常在管道口设置一对惰性电极(如图所示),通入一定的电流。



下列叙述错误的是

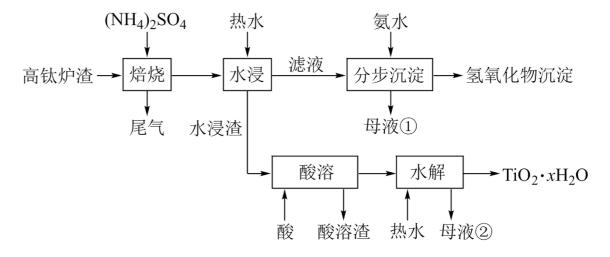
- A. 阳极发生将海水中的 Cl^- 氧化生成 Cl_2 的反应
- B. 管道中可以生成氧化灭杀附着生物的 NaClO
- C. 阴极生成的 H_2 应及时通风稀释安全地排入大气
- D. 阳极表面形成的 Mg(OH), 等积垢需要定期清理

7. HA 是一元弱酸,难溶盐 MA 的饱和溶液中 $c(M^+)$ 随 $c(H^+)$ 而变化, M^+ 不发生水解。实验发现, 298K 时 $c^2(M^+)$ - $c(H^+)$ 为线性关系,如下图中实线所示。



下列叙述错误的是

- A. 溶液 pH = 4 时, $c(M^+) < 3.0 \times 10^{-1} \text{mol} \cdot L^{-1}$
- B. MA 的溶度积度积 K_{sp}(MA)=5.0×10⁻⁸
- C. 溶液 pH=7 时, $c(M^+)+c(H^+)=c(A^-)+c(OH^-)$
- D. HA 的电离常数 K_a(HA) ≈ 2.0×10⁻⁴
- 三、非选择题: 共 174 分。第 22~32 为必考题,每个试题考生都必须作答。第 33~38 题为选考题,考生根据要求作答。
- 8. 磁选后的炼铁高钛炉渣,主要成分有 TiO_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、MgO、CaO 以及少量的 Fe_2O_3 。为节约和充分利用资源,通过如下工艺流程回收钛、铝、镁等。



该工艺条件下,有关金属离子开始沉淀和沉淀完全的pH 见下表

| 金属离子 | Fe ³⁺ | A1 ³⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 开始沉淀的 pH | 2.2 | 3.5 | 9.5 | 12.4 |
| 沉淀完全(c=1.0×10 ⁻⁵ mol·L ⁻¹)的 pH | 3.2 | 4.7 | 11.1 | 13.8 |

回答下列问题:

(1)"焙烧"中, TiO_2 、 SiO_2 几乎不发生反应, Al_2O_3 、MgO、CaO、 Fe_2O_3 转化为相应的硫酸盐,写出 Al_2O_3 转化为 $NH_4Al(SO_4)_2$ 的化学方程式_____。

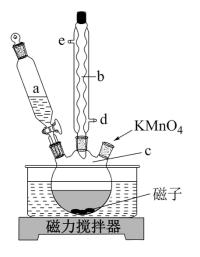
(2)"水浸"后"滤液"的 pH 约为 2.0,在"分步沉淀"时用氨水逐步调节 pH 至 11.6,依次析出的金属离子是

(3)"母液①"中 Mg²⁺浓度为_____mol·L⁻¹。

(4)"水浸渣"在 160℃"酸溶"最适合的酸是____。"酸溶渣"的成分是____、___。

(5)"酸溶"后,将溶液适当稀释并加热, TiO^{2+} 水解析出 $TiO_2 \cdot xH_2O$ 沉淀,该反应的离子方程式是____。 (6)将"母液①"和"母液②"混合,吸收尾气,经处理得_____,循环利用。

9. 氧化石墨烯具有稳定的网状结构,在能源、材料等领域有着重要的应用前景,通过氧化剥离石墨制备氧化石墨烯的一种方法如下(转置如图所示):

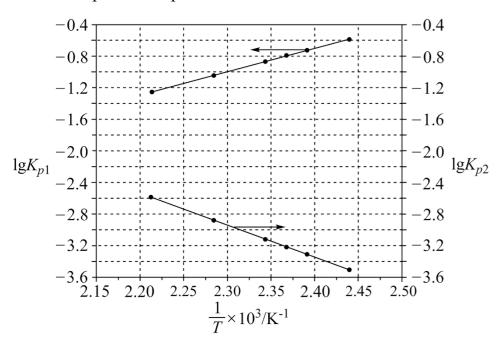


| I .将浓 H_2SO_4 、 $NaNO_3$ 、石墨粉末在 c 中混合,置于冰水浴中,剧烈搅拌下,分批缓慢加入 $KMnO_4$ 粉末, |
|--|
| 塞好瓶口。 |
| Ⅱ.转至油浴中,35℃搅拌1小时,缓慢滴加一定量的蒸馏水。升温至98℃并保持1小时。 |
| III .转移至大烧杯中,静置冷却至室温。加入大量蒸馏水,而后滴加 $\mathrm{H}_2\mathrm{O}_2$ 至悬浊液由紫色变为土黄色。 |
| IV.离心分离,稀盐酸洗涤沉淀。 |
| V.蒸馏水洗涤沉淀。 |
| VI.冷冻干燥,得到土黄色的氧化石墨烯。 |
| 回答下列问题: |
| (1)装置图中, 仪器 a、c 的名称分别是、, 仪器 b 的进水口是(填字母)。 |
| (2)步骤 I 中,需分批缓慢加入 KMnO ₄ 粉末并使用冰水浴,原因是。 |
| (3)步骤Ⅱ中的加热方式采用油浴,不使用热水浴,原因是。 |
| (4)步骤 Π 中, H_2O_2 的作用是(以离子方程式表示)。 |
| (5)步骤 \mathbb{N} 中,洗涤是否完成,可通过检测洗出液中是否存在 \mathbf{SO}_4^{2-} 来判断。检测的方法是。 |
| (6)步骤 V 可用 pH 试纸检测来判断 Cl⁻是否洗净,其理由是。 |
| 10. 一氯化碘(ICI)是一种卤素互化物,具有强氧化性,可与金属直接反应,也可用作有机合成中的碘化剂。回答 |
| 下列问题: |
| (1)历史上海藻提碘中得到一种红棕色液体,由于性质相似,Liebig 误认为是 ICI,从而错过了一种新元素的发 |
| 现,该元素是。 |
| (2)氯铂酸钡(BaPtCl ₆)固体加热时部分分解为BaCl ₂ 、Pt 和Cl ₂ ,376.8℃时平衡常数 $K_p^{'}$ = 1.0×10^4 Pa ² ,在一 |
| 硬质玻璃烧瓶中加入过量 BaPtCl_6 , 抽真空后,通过一支管通入碘蒸气(然后将支管封闭),在 376.8℃,碘蒸气 |
| 初始压强为 20.0kPa。 376.8℃平衡时,测得烧瓶中压强为 32.5kPa,则 p_{ICI} =kPa,反应 |
| $2ICl(g) = Cl_2(g) + I_2(g)$ 的平衡常数 $K =($ 列出计算式即可)。 |
| (3)McMorris 测定和计算了在 136~180 [℃] 范围内下列反应的平衡常数 K _p 。 |

 $2NO(g)+2ICl(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g)+I_2(g) \quad K_{p1}$

 $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g)+Cl_2(g)$ K_{p2}

得到 $lgK_{pl} \sim \frac{1}{T}$ 和 $lgK_{p2} \sim \frac{1}{T}$ 均为线性关系,如下图所示:



①由图可知, NOCl 分解为 NO 和 Cl₂ 反应的 ΔH ______0(填"大于"或"小于")

(4)Kistiakowsky 曾研究了 NOCl 光化学分解反应,在一定频率(v)光的照射下机理为:

 $NOCl + hv \longrightarrow NOCl^*$

 $NOC1 + NOC1^* \longrightarrow 2NO + Cl_2$

其中hv表示一个光子能量,NOCl*表示 NOCl 的激发态。可知,分解 1mol 的 NOCl 需要吸收_____mol 光子。

11. 过渡金属元素铬(Cr)是不锈钢的重要成分,在工农业生产和国防建设中有着广泛应用。回答下列问题:

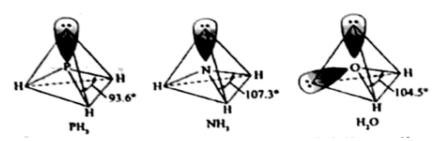
(1)对于基态 Cr 原子,下列叙述正确的是____(填标号)。

A.轨道处于半充满时体系总能量低,核外电子排布应为 $[Ar]3d^54s^1$

B.4s 电子能量较高, 总是在比 3s 电子离核更远的地方运动

C.电负性比钾高,原子对键合电子的吸引力比钾大

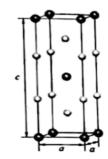
- (2)三价铬离子能形成多种配位化合物。 $\left[\text{Cr} \left(\text{NH}_3 \right)_3 \left(\text{H}_2 \text{O} \right)_2 \text{Cl} \right]^{2+}$ 中提供电子对形成配位键的原子是______,中心离子的配位数为_____。
- (3) $\left[\operatorname{Cr} \left(\operatorname{NH}_{3} \right)_{3} \left(\operatorname{H}_{2} \operatorname{O} \right)_{2} \operatorname{Cl} \right]^{2+}$ 中配体分子 NH_{3} 、 $\operatorname{H}_{2} \operatorname{O}$ 以及分子 PH_{3} 的空间结构和相应的键角如图所示。



 PH3 中 P 的杂化类型是______。 NH3 的沸点比 PH3 的______,原因是_____, H2O 的键角小于 NH3 的,

 分析原因

(4)在金属材料中添加 $AlCr_2$ 颗粒,可以增强材料的耐腐蚀性、硬度和机械性能。 $AlCr_2$ 具有体心四方结构,如图所示,处于顶角位置的是______原子。设 Cr 和 Al 原子半径分别为 r_{Cr} 和 r_{Al} ,则金属原子空间占有率为______%(列出计算表达式)。



12. 卤沙唑仑 W 是一种抗失眠药物,在医药工业中的一种合成方法如下:

回答下列问题:

- (1)A 的化学名称是____。
- (2)写出反应③的化学方程式____。
- (3)D 具有的官能团名称是____。(不考虑苯环)
- (4)反应④中,Y的结构简式为____。
- (5)反应⑤的反应类型是____。
- (6)C 的同分异构体中,含有苯环并能发生银镜反应的化合物共有种_____种。
- (7)写出 W 的结构简式____。