

2019 年普通高等学校招生全国统一考试·全国 I 卷

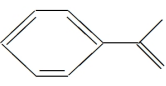
理科综合(化学部分)

可能用到的相对原子质量：H—1 C—12 N—14 O—16 Mg—24 S—32 Fe—56 Cu—64

一、选择题： 本题共 7 小题， 每小题 6 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。

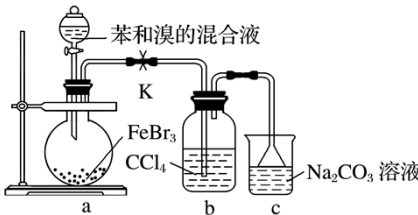
7. 陶瓷是火与土的结晶， 是中华文明的象征之一， 其形成、 性质与化学有着密切的关系。 下列说法错误的是( )

- A. “雨过天晴云破处”所描述的瓷器青色，来自氧化铁
- B. 闻名世界的秦兵马俑是陶制品，由黏土经高温烧结而成
- C. 陶瓷是应用较早的人造材料，主要化学成分是硅酸盐
- D. 陶瓷化学性质稳定，具有耐酸碱侵蚀、抗氧化等优点

8. 关于化合物 2-苯基丙烯()， 下列说法正确的是( )

- A. 不能使稀高锰酸钾溶液褪色
- B. 可以发生加成聚合反应
- C. 分子中所有原子共平面
- D. 易溶于水及甲苯

9. 实验室制备溴苯的反应装置如图所示， 关于实验操作或叙述错误的是( )



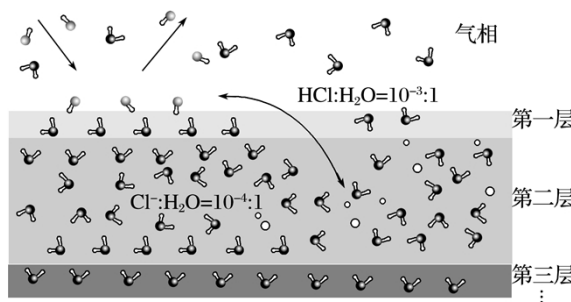
A. 向圆底烧瓶中滴加苯和溴的混合液前需先打开 K

B. 实验中装置 b 中的液体逐渐变为浅红色

C. 装置 c 中碳酸钠溶液的作用是吸收溴化氢

D. 反应后的混合液经稀碱溶液洗涤、结晶，得到溴苯

10. 固体界面上强酸的吸附和离解是多相化学在环境、催化、材料科学等领域研究的重要课题。 如图为少量 HCl 气体分子在 253 K 冰表面吸附和溶解过程的示意图， 下列叙述错误的是( )



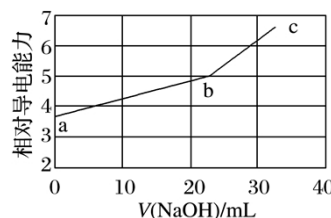
A. 冰表面第一层中，HCl 以分子形式存在

B. 冰表面第二层中，H<sup>+</sup>浓度为 5×10<sup>-3</sup>mol·L<sup>-1</sup>(设冰的密度为 0.9 g·cm<sup>-3</sup>)

C. 冰表面第三层中，冰的氢键网络结构保持不变

D. 冰表面各层之间，均存在可逆反应  $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

11. NaOH 溶液滴定邻苯二甲酸氢钾(邻苯二甲酸 H<sub>2</sub>A 的 K<sub>a1</sub>=1.1×10<sup>-3</sup>， K<sub>a2</sub>=3.9×10<sup>-6</sup>)溶液， 混合溶液的相对导电能力变化曲线如图所示， 其中 b 点为反应终点。 下列叙述错误的是( )

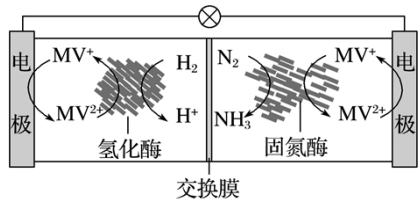


A. 混合溶液的导电能力与离子浓度和种类有关

B. Na<sup>+</sup>与 A<sup>2-</sup>的导电能力之和大于 HA<sup>-</sup>的

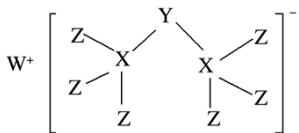
- C. b 点的混合溶液  $\text{pH}=7$
- D. c 点的混合溶液中,  $c(\text{Na}^+) > c(\text{K}^+) > c(\text{OH}^-)$

12. 利用生物燃料电池原理研究室温下氨的合成, 电池工作时  $\text{MV}^{2+}/\text{MV}^+$  在电极与酶之间传递电子, 示意图如图所示。下列说法错误的是( )



- A. 相比现有工业合成氨, 该方法条件温和, 同时还可提供电能
- B. 阴极区, 在氢化酶作用下发生反应  $\text{H}_2 + 2\text{MV}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{MV}^+$
- C. 正极区, 固氮酶为催化剂,  $\text{N}_2$  发生还原反应生成  $\text{NH}_3$
- D. 电池工作时质子通过交换膜由负极区向正极区移动

13. 科学家合成出了一种新化合物(如图所示), 其中 W、X、Y、Z 为同一短周期元素, Z 核外最外层电子数是 X 核外电子数的一半。下列叙述正确的是( )

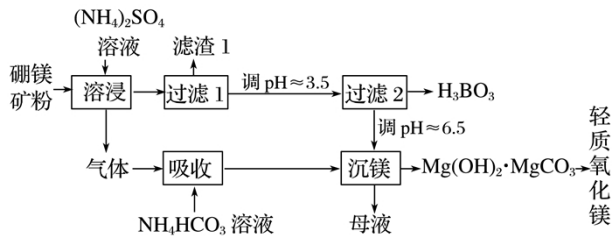


- A. WZ 的水溶液呈碱性
- B. 元素非金属性的顺序为  $\text{X} > \text{Y} > \text{Z}$
- C. Y 的最高价氧化物的水化物是中强酸
- D. 该新化合物中 Y 不满足 8 电子稳定结构

二、非选择题: 共 58 分。第 26~28 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 35~36 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一)必考题: 共 43 分。

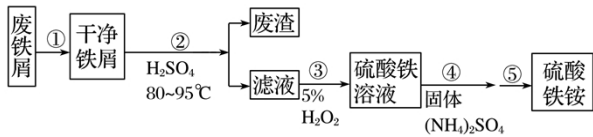
26. 硼酸( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )是一种重要的化工原料, 广泛应用于玻璃、医药、肥料等工业。一种以硼镁矿(含  $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{SiO}_2$  及少量  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ )为原料生产硼酸及轻质氧化镁的工艺流程如下:



回答下列问题:

- (1)在  $95\text{ }^\circ\text{C}$  “溶浸” 硼镁矿粉, 产生的气体在 “吸收” 中反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (2)“滤渣 1” 的主要成分有\_\_\_\_\_。为检验 “过滤 1” 后的滤液中是否含有  $\text{Fe}^{3+}$  离子, 可选用的化学试剂是\_\_\_\_\_。
- (3)根据  $\text{H}_3\text{BO}_3$  的解离反应:  $\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{B}(\text{OH})_4^-$ ,  $K_a = 5.81 \times 10^{-10}$ , 可判断  $\text{H}_3\text{BO}_3$  是\_\_\_\_\_酸; 在 “过滤 2” 前, 将溶液 pH 调节到 3.5, 目的是\_\_\_\_\_。
- (4)在 “沉镁” 中生成  $\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3$  沉淀的离子方程为\_\_\_\_\_, 母液经加热后可返回\_\_\_\_\_工序循环使用。由碱式碳酸镁制备轻质氧化镁的方法是\_\_\_\_\_。

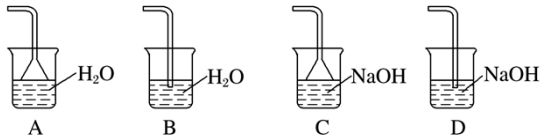
27. 硫酸铁铵 $[\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}]$ 是一种重要铁盐。为充分利用资源, 变废为宝, 在实验室中探究采用废铁屑来制备硫酸铁铵, 具体流程如下:



回答下列问题:

- (1)步骤①的目的是去除废铁屑表面的油污, 方法是\_\_\_\_\_。
- (2)步骤②需要加热的目的是\_\_\_\_\_, 温度保持  $80 \sim 95\text{ }^\circ\text{C}$ , 采用的合适加热方式是\_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_。铁屑中含有少量硫化物，反应产生的气体需要净化处理，合适的装置为\_\_\_\_\_ (填标号)。



(3)步骤③中选用足量的  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，理由是\_\_\_\_\_。分批加入  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，同时为了\_\_\_\_\_，溶液要保持 pH 小于 0.5。

(4)步骤⑤的具体实验操作有\_\_\_\_\_，

经干燥得到硫酸铁铵晶体样品。

(5)采用热重分析法测定硫酸铁铵晶体样品所含结晶水数，将样品加热到  $150\text{ }^\circ\text{C}$  时失掉 1.5 个结晶水，失重 5.6%。硫酸铁铵晶体的化学式为\_\_\_\_\_。

28. 水煤气变换 $[\text{CO}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})=\text{CO}_2(\text{g})+\text{H}_2(\text{g})]$ 是重要的化工过程，主要用于合成氨、制氢以及合成气加工等工业领域中。回答下列问题：

(1)Shibata 曾做过下列实验：①使纯  $\text{H}_2$  缓慢地通过处于  $721\text{ }^\circ\text{C}$  下的过量氧化钴  $\text{CoO}(\text{s})$ ，氧化钴部分被还原为金属钴  $\text{Co}(\text{s})$ ，平衡后气体中  $\text{H}_2$  的物质的量分数为 0.025 0。

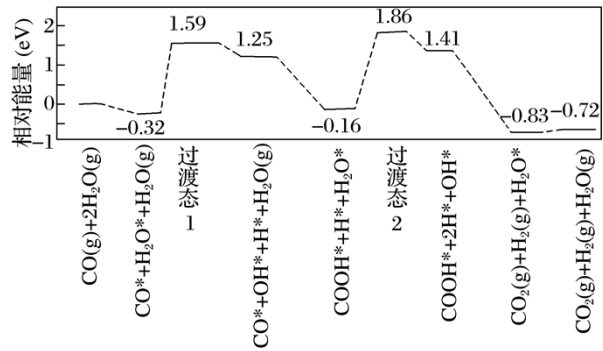
②在同一温度下用  $\text{CO}$  还原  $\text{CoO}(\text{s})$ ，平衡后气体中  $\text{CO}$  的物质的量分数为 0.019 2。

根据上述实验结果判断，还原  $\text{CoO}(\text{s})$  为  $\text{Co}(\text{s})$  的倾向是  $\text{CO}$  \_\_\_\_\_  $\text{H}_2$  (填“大于”或“小于”)。

(2) $721\text{ }^\circ\text{C}$  时，在密闭容器中将等物质的量的  $\text{CO}(\text{g})$  和  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  混合，采用适当的催化剂进行反应，则平衡时体系中  $\text{H}_2$  的物质的量分数为\_\_\_\_\_ (填标号)。

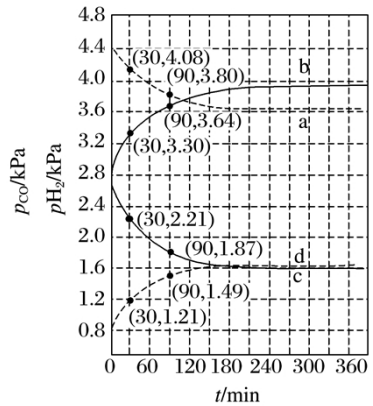
A.  $<0.25$     B. 0.25    C.  $0.25\sim 0.50$     D. 0.50    E.  $>0.50$

(3)我国学者结合实验与计算机模拟结果，研究了在金催化剂表面上水煤气变换的反应历程，如图所示，其中吸附在金催化剂表面上的物种用\*标注。



可知水煤气变换的  $\Delta H$  \_\_\_\_\_ 0 (填“大于”“等于”或“小于”)。该历程中最大能垒(活化能)  $E_{\text{正}} =$  \_\_\_\_\_ eV，写出该步骤的化学方程式\_\_\_\_\_。

(4)Shoichi 研究了  $467\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $489\text{ }^\circ\text{C}$  时水煤气变换中  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$  分压随时间变化关系(如图所示)，催化剂为氧化铁，实验初始时体系中的  $p_{\text{H}_2\text{O}}$  和  $p_{\text{CO}}$  相等、 $p_{\text{CO}_2}$  和  $p_{\text{H}_2}$  相等。



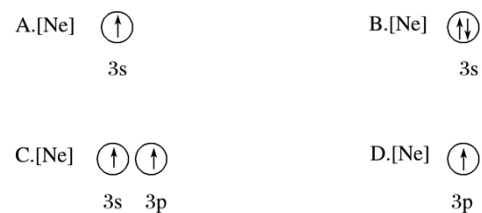
计算曲线 a 的反应在 30~90 min 内的平均速率  $\bar{v}(\text{a}) =$  \_\_\_\_\_  $\text{kPa}\cdot\text{min}^{-1}$ 。 $467\text{ }^\circ\text{C}$  时  $p_{\text{H}_2}$  和  $p_{\text{CO}}$  随时间变化关系的曲线分别是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。 $489\text{ }^\circ\text{C}$  时  $p_{\text{H}_2}$  和  $p_{\text{CO}}$  随时间变化关系的曲线分别是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

(二)选考题：共 15 分。请考生从 2 道化学题中任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。

35. [化学——选修 3：物质结构与性质]

在普通铝中加入少量  $\text{Cu}$  和  $\text{Mg}$  后，形成一种称为拉维斯相的  $\text{MgCu}_2$  微小晶粒，其分散在  $\text{Al}$  中可使得铝材的硬度增加、延展性减小，形成所谓“坚铝”，是制造飞机的主要材料。回答下列问题：

(1)下列状态的镁中，电离最外层一个电子所需能量最大的是\_\_\_\_\_ (填标号)。



(2)乙二胺( $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ )是一种有机化合物，分子中氮、碳的杂化类型分别是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。乙二胺能与  $\text{Mg}^{2+}$  、  $\text{Cu}^{2+}$  等金属离子形成稳定环状离子，其原因是\_\_\_\_\_，

其中与乙二胺形成的化合物稳定性相对较高的是\_\_\_\_\_(填 “ $\text{Mg}^{2+}$ ” 或 “ $\text{Cu}^{2+}$ ” )。

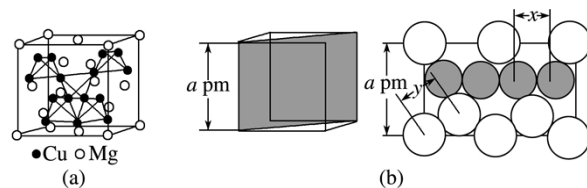
(3)一些氧化物的熔点如表所示：

氧化物	$\text{Li}_2\text{O}$	$\text{MgO}$	$\text{P}_4\text{O}_6$	$\text{SO}_2$
熔点/ $^\circ\text{C}$	1 570	2 800	23.8	-75.5

解释表中氧化物之间熔点差异的原因\_\_\_\_\_

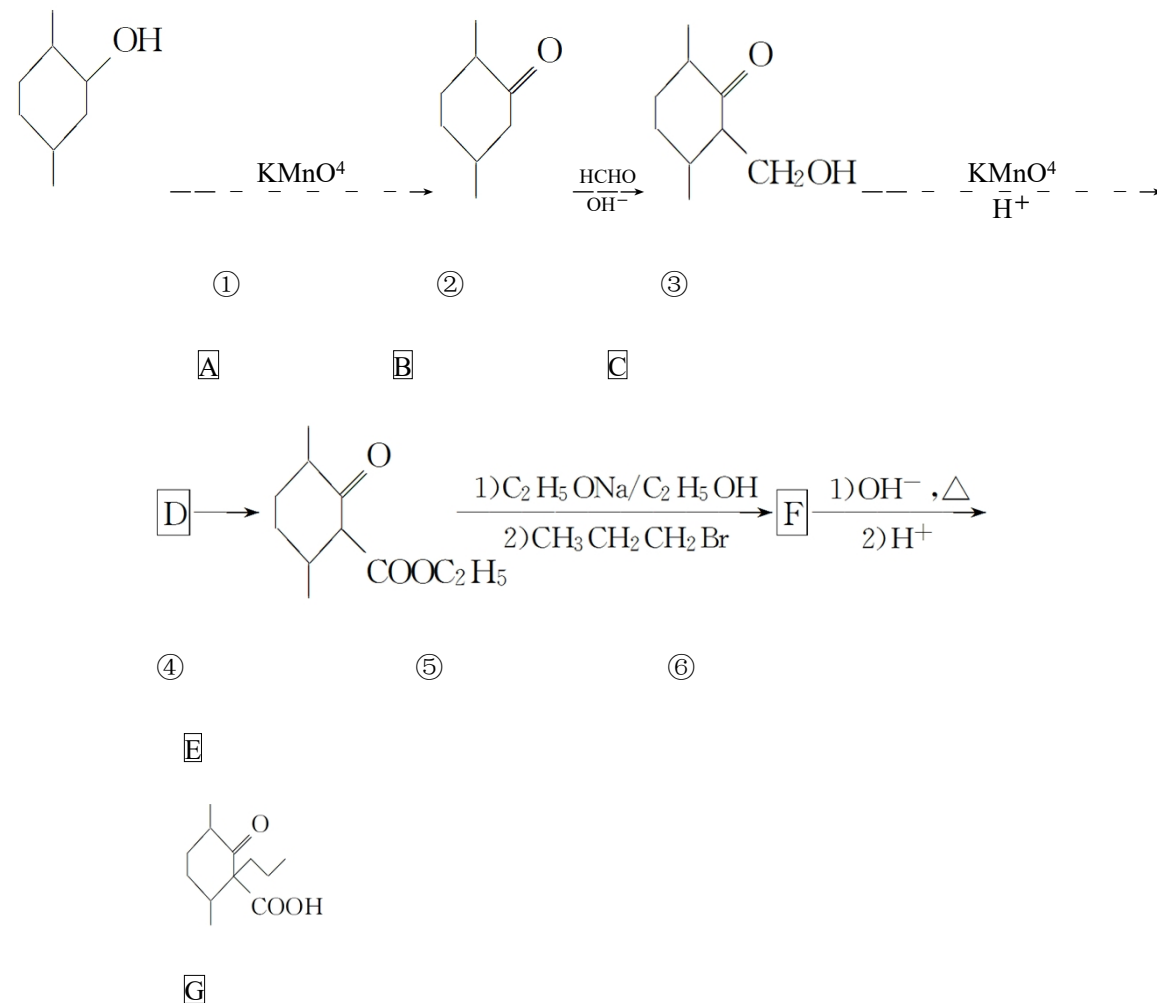
\_\_\_\_\_。

(4)图(a)是  $\text{MgCu}_2$  的拉维斯结构，Mg 以金刚石方式堆积，八面体空隙和半数的四面体空隙中，填入以四面体方式排列的 Cu。图(b)是沿立方格子对角面取得的截图。可见，Cu 原子之间最短距离  $x=$ \_\_\_\_\_pm，Mg 原子之间最短距离  $y=$ \_\_\_\_\_pm。设阿伏加德罗常数的值为  $N_A$ ，则  $\text{MgCu}_2$  的密度是\_\_\_\_\_  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (列出计算表达式)。



### 36. [化学——选修 5：有机化学基础]

化合物 G 是一种药物合成中间体，其合成路线如下：



回答下列问题：

(1)A 中的官能团名称是\_\_\_\_\_。

(2)碳原子上连有 4 个不同的原子或基团时，该碳称为手性碳。写出 B 的结构简式，用星号(\*)标出 B 中的手性碳\_\_\_\_\_。

(3)写出具有六元环结构、并能发生银镜反应的 B 的同分异构体的结构简式\_\_\_\_\_。(不考虑立体异构，只需写出 3 个)

(4)反应④所需的试剂和条件是\_\_\_\_\_。

(5)⑤的反应类型是\_\_\_\_\_。

(6)写出 F 到 G 的反应方程式\_\_\_\_\_

---

(7)设计由甲苯和乙酰乙酸乙酯( $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$ )制备  $\text{OOHC}_6\text{H}_5$  的合成路线\_\_\_\_\_ (无机试剂任选)。