

化学试题

说明:1. 考试时间 90 分钟

2. 请将符合题意的答案填入答题卷相应空格中

可能用到的相对原子质量: H—1 B—11 C—12 N—14 O—16 Ti—48
I—127 Pb—207

一、选择题(本题包括 15 小题,每小题 3 分,共 45 分。每小题只有一个选项符合题意)

1. 我国古代“四大发明”中涉及的物质富含纤维素的是

- A. 宣纸—造纸术 B. 磁石—指南针 C. 硝石—黑火药 D. 胶泥—印刷术

2. 下列 Li 原子电子排布图表示的状态中,能量最高的是

- A.  B. 
C.  D. 

3. 下列物质的结构或性质与氢键无关的是

- A. 水的沸点 B. DNA 的双螺旋结构
C. 氯化镁的晶格能 D. 乙醇在水中的溶解度

4. 利用碳组合技术将 CO_2 和 H_2 以 1:3 体积比反应可生成 H_2O 和一种链烃,该烃为


- A. 烷烃 B. 烯烃 C. 炔烃 D. 芳香烃

5. 下列说法中正确的是

- A. CS_2 分子空间构型为 V 形
B. 多原子气体单质中,可能有 π 键
C. 氢原子电子云的一个小黑点表示一个电子
D. BF_3 和 SO_3^{2-} 的中心原子均为 sp^3 杂化

6. NiSO_4 溶于氨水形成 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$ 蓝色溶液。下列说法不正确的是

- A. SO_4^{2-} 空间构型是三角锥形
B. $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 中配位原子为 N
C. NH_3 的沸点高于 PH_3 是因为 NH_3 分子间可形成氢键
D. $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$ 溶液中滴加 BaCl_2 溶液会生成白色沉淀

7. 下列有关螺[3,4]辛烷()的说法正确的是

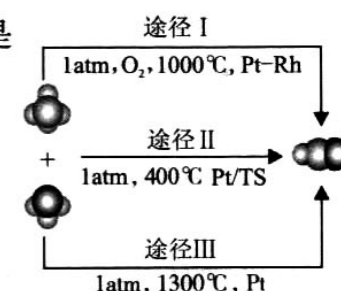
- A. 与乙苯(C_8H_{10})互为同分异构体 B. 1mol 该化合物完全燃烧时消耗 11.5 mol O_2
C. 所有碳原子均处同一平面 D. 一氯代物共有 5 种(不含立体异构)

8. 下列说法正确的是

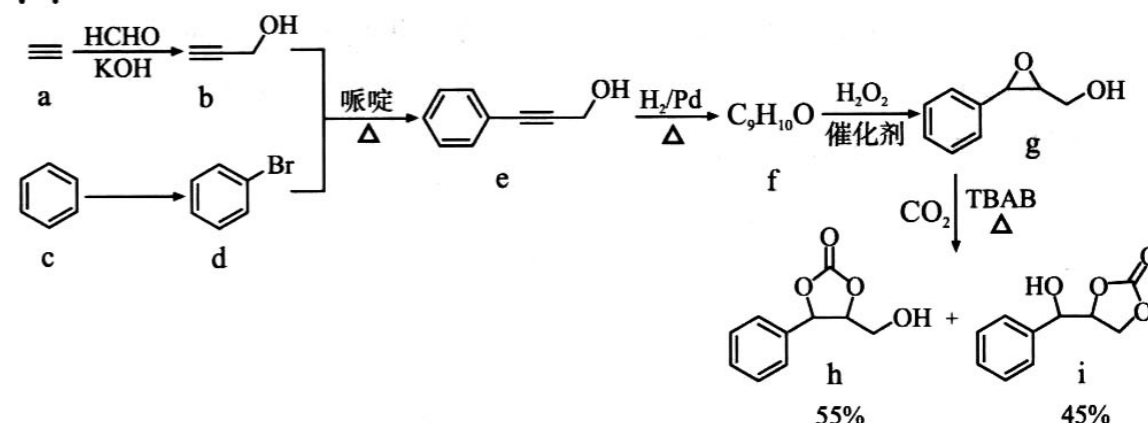
- A. 金属晶体熔点: $\text{Au} > \text{Hg} > \text{Na}$
B. 邻羟基苯甲醛的熔点高于对羟基苯甲醛的熔点
C. 钠原子的第一、第二电离能分别小于镁原子的第一、第二电离能
D. 某元素原子核外电子总数是最外层电子数的 5 倍,则其最高正价为 +7

9. CH_4 与 NH_3 反应生成 HCN 的三种途径如右图。下列说法不正确的是

- A. 反应前后碳原子杂化方式分别为 sp^3 和 sp^1
B. 键角: $\text{HCN} > \text{CH}_4 > \text{NH}_3$
C. 水中溶解度: $\text{NH}_3 > \text{CH}_4 > \text{HCN}$
D. 途径 II 相较于其他两种大大降低能耗



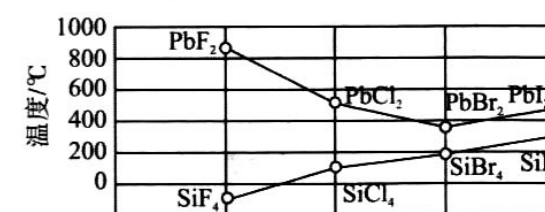
10. 温室气体 CO_2 资源化利用的一种途径如下, h 和 i 可用作锂离子电池的电解质。下列说法不正确的是



- A. h 的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$ B. 每生成 1 mol f 消耗 2 mol H_2
C. h 和 i 互为同分异构体 D. a→b 的反应类型为加成反应

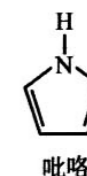
11. SiX_4 的沸点和 PbX_2 的熔点如下图。下列说法不正确的是

- A. SiX_4 的沸点升高是因为范德华力随相对分子质量增大而增大
B. 从 PbF_2 到 PbI_2 的化学键中离子性减弱、共价性增强
C. SiF_4 的沸点低于 PbF_2 的熔点,是因晶体类型不同
D. 由图可知 PbI_2 是离子晶体



12. 吡咯为平面形分子,其结构如右下图。已知分子中的大 π 键可用 Π_m^n 表示,其中 m 和 n 分别代表参与形成大 π 键的原子数和电子数。下列说法不正确的是

- A. 吡咯分子中 N 原子的杂化类型为 sp^3
B. 吡咯环中的大 π 键表示为 Π_5^6
C. 1 mol 吡咯含 $10N_A$ σ 键
D. 吡咯可与 Fe^{2+} 形成配位键



13. Li_2O 是离子晶体,其 Born-Haber 循环如图 1。 Li_2O 具有反萤石结构,晶胞如图 2 所示。

下列有关说法不正确的是

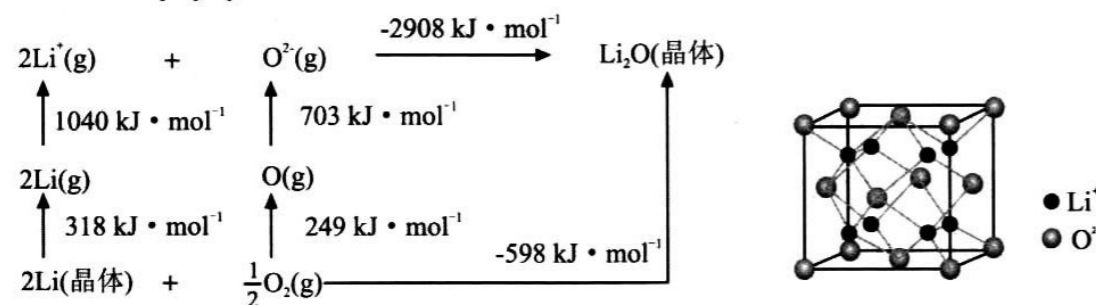


图1

图2

- A. Li 原子的第一电离能为 $520 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $\text{O}=\text{O}$ 键键能为 $249 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. Li_2O 晶格能为 $2908 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. Li^+ 填充在由 O^{2-} 形成的四面体空隙中

14. 某 Fe_xN_y 的晶胞如图 1 所示, Cu 可以完全替代该晶体中 a 位置 Fe 或者 b 位置 Fe, 形成 Cu 替代型产物 $\text{Fe}_{(x-n)}\text{Cu}_n\text{N}_y$ 。 Fe_xN_y 转化为两种 Cu 替代型产物的能量变化如图 2 所示, 下列说法不正确的是

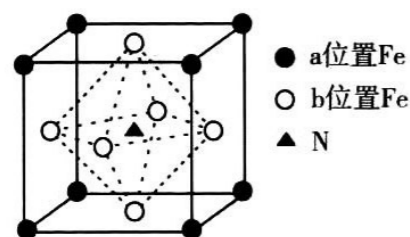


图1

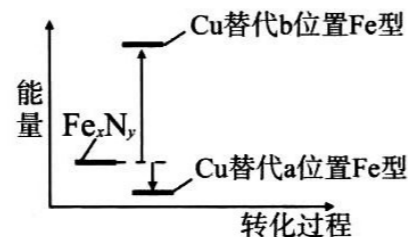


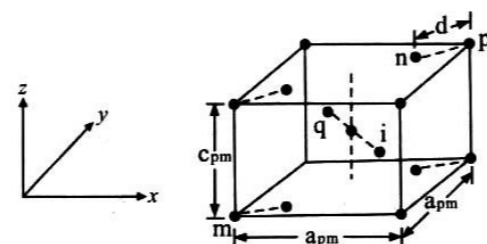
图2

- A. 晶胞中 Fe 的结构型式属于面心立方最密堆积 A_1
B. Cu 替代 a 位置 Fe 型产物更稳定
C. Cu 替代 b 位置 Fe 型产物化学式为 FeCu_3N
D. Cu 替代 a 位置 Fe 型产物, 距离 N 最近的 Cu 形成正八面体

15. 金红石相 TiO_2 的晶胞结构(晶胞中相同位置的原子相同)如图所示, 其中, m、n、p、q 的原子坐标分别为 $m(0,0,0)$ 、 $n(0.69a,0.69a,c)$ 、 $p(a,a,c)$ 、 $q(0.19a,0.81a,0.5c)$ 。下列说法正确的是

- A. 图中所示微粒中, 代表氧原子的是 m、p
B. i 的原子坐标为 $(0.81a,0.81a,0.5c)$
C. 钛氧键的键长 $d = 0.31 \times \sqrt{2}a \text{ pm}$

D. 该晶胞密度为 $\frac{80}{a^2 c N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$



二、填空题(本题包括 3 小题,共 40 分)

16. (12 分)

钙钛矿太阳能电池中吸收层材料为有机金属卤化物 $(\text{CH}_3\text{NH}_3)(\text{PbI}_3)$, 其晶胞结构如下图。

(1) 基态钛原子的价电子排布式为_____; 与钛同周期的元素中, 基态原子的未成对电子数与钛相同的有_____种。

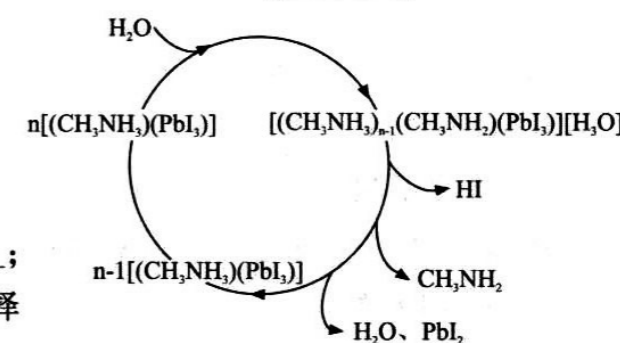
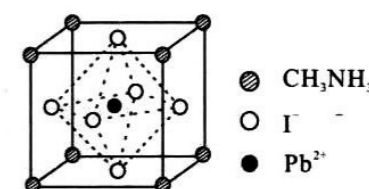
(2) Pb 在元素周期表中的位置为_____。

(3) $(\text{CH}_3\text{NH}_3)(\text{PbI}_3)$ 属于_____晶体, Pb^{2+} 与 I^- 之间的作用力有_____。

(4) 与 Pb^{2+} 紧邻的 I^- 个数为_____。

(5) 由 CH_3NH_3^+ 和 I^- 形成的四面体空隙为_____个。

(6) Walsh 提出 H_2O 降解 $(\text{CH}_3\text{NH}_3)(\text{PbI}_3)$ 的机理如右图。 H_2O 所起的作用是_____; 为了提高材料对环境湿度的耐受性, 可选择



苯乙胺阳离子($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3^+$)来替代 CH_3NH_3^+ 离子, 原因是_____。

17. (13 分)

实验室制备苯甲酸($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$)的装置如右图所示。向 A 中加入

4.60 g 甲苯($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$)和 70 mL 水, 从 B 上口分批加入 4.3 g KMnO_4 , 加热煮沸至氧化反应完全。从反应体系分离出易溶于水的苯甲酸钾($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOK}$)并置于冰水浴中冷却。用浓盐酸酸化, 至白色晶体完全析出。将析出的晶体减压过滤, 经纯化后得产品 4.88 g。

已知: ①甲苯为无色、难溶于水的液体, 密度比水小。

②苯甲酸为白色晶体微溶于水, 易溶于乙醇, 熔点 112.4°C (100°C 左右升华)。

回答下列问题:

(1) 仪器 A 的名称为_____; 冷凝水应从_____ (填“a”或“b”)口进入。

(2) 反应开始前应先加入沸石的目的是_____。

(3) 判断甲苯被氧化完全的实验现象是_____。

(4) 氧化反应结束后, 若反应液仍呈紫色, 可从冷凝管上口分次加入一定量试剂 X, 直到使反应液紫色褪去为止。试剂 X 可以是_____ (填标号)。

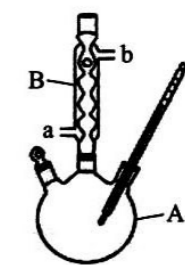
A. NaHSO_3 溶液 B. NaOH 溶液 C. CH_3COOH 溶液 D. 草酸

(5) 从反应体系中分离出苯甲酸钾的最佳方式为_____。

(6) 苯甲酸粗产品纯化, 可用_____操作 (填序号)。

A. 加水后过滤 B. 干馏 C. 溶于乙醇后分液 D. 升华

(7) 苯甲酸产率为_____。



18. (15 分)

新型储氢材料氨硼烷(NH_3BH_3)常温下以固体稳定存在,极易溶于水。

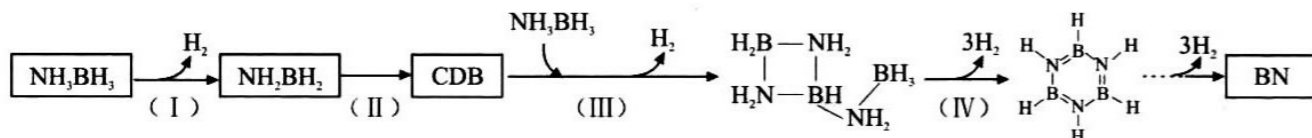
(1)与氨硼烷互为等电子体的分子化学式_____(写一种)。

(2)N 的第二电离能_____(“>”“<”“=”)B 的第二电离能。

(3)氨硼烷晶体中存在的作用力有_____(填序号)。

A. 极性键 B. 非极性键 C. 配位键 D. 范德华力

(4)氨硼烷受热析氢的过程之一如下图所示



① NH_2BH_2 的氮硼键键能大于 NH_3BH_3 , 其原因为_____。

②CDB 的结构简式为_____。

③从始终态分析(IV)得到 3 mol H_2 的过程中断裂的化学键数目为_____。

④立方氮化硼(BN)晶体的晶胞结构如图 1。设阿伏加德罗常数值为 N_A , 该晶体的密度表达式为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。图 2 是立方氮化硼晶胞的俯视投影图, 请在图中用“●”标明硼原子的相对位置。

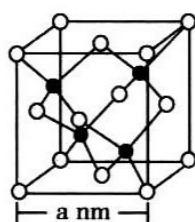


图1

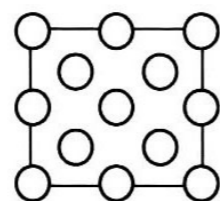
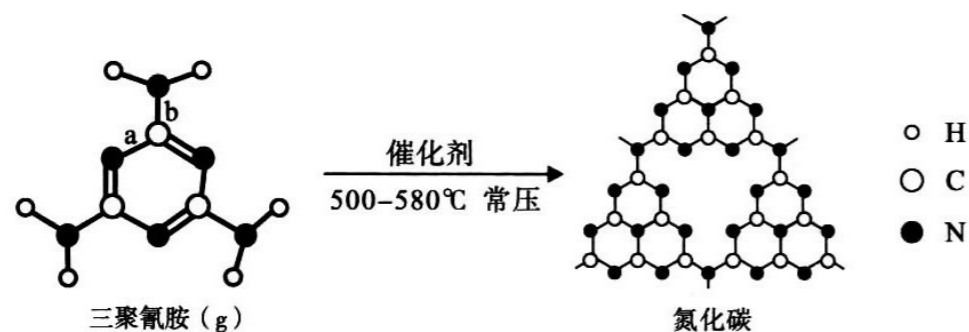


图2

三、选考题:15 分。请考生从 2 道题中任选一题作答。如果多做,则按所做的第一题计分。

19. [选修 3:物质结构与性质]

科学家以三聚氰胺为原料,在一定条件下制备光催化材料氮化碳及另一三角锥形化合物 X 转化如下图:



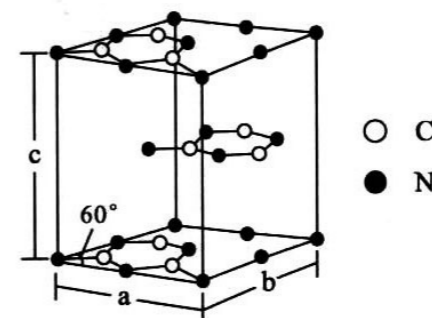
(1)基态 N 原子的轨道表示式为_____,其中能量最高的电子所占据的轨道形状为_____。

(2)三聚氰胺分子属于_____(填“极性”或“非极性”)分子,其中氮原子的杂化方式为_____,碳氮键键长 a _____ b(填“>”“<”)。

(3)化合物 X 为_____(填化学式),该制备过程中未涉及的作用力有_____(填标号)。

A. 共价键 B. 离子键 C. 金属键 D. 氢键

(4)氮化碳的晶胞结构如下图所示



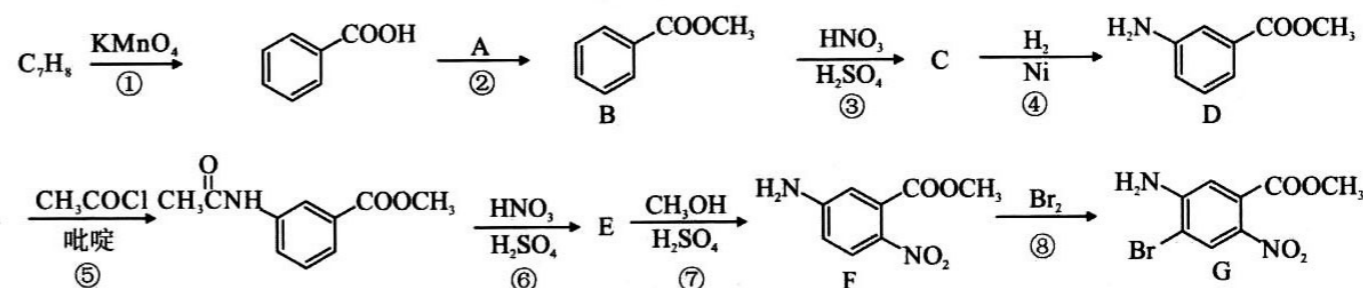
①氮化碳的化学式是_____;

②已知氮原子半径为 r_1 , 碳原子半径为 r_2 , 氮化碳晶体的空间利用率表达式为_____;

③氮化碳晶体的导电原理与石墨烯相似,常用作半导体,原因可能是_____。

20. [选修 5:有机化学基础]

化合物 G 是药物合成的一个中间体,其一种合成路线如下(部分反应略去试剂和条件):



(1)B 的名称是_____。

(2)反应③的化学方程式为_____。

(3)E 的结构简式为_____,⑤的反应类型为_____。

(4)设计反应⑤和⑦两步反应的共同目的是_____。

(5)化合物 X 是 D 的同分异构体,其核磁共振氢谱显示有 5 种不同化学环境的氢,峰面积比为 2:2:2:2:1,其水解产物可以发生银镜反应。写出 1 种符合要求的 X 的结构简式_____。

(6)已知苯环上连有烷基时再引入一个取代基,常取代在烷基的邻对位,而当苯环上连有羧基时则取代在间位。设计以 C_7H_8 为原料制备化合物 的合成路线_____(其他试剂任选)。