

2010 年上海市高中学生化学竞赛 (“华理—化工杯”) 试题 第 I 卷

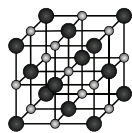
可能用到的相对原子质量(原子量):

H—1.008、C—12.01、N—14.01、O—16.00、F—19.00、Na—22.99、Al—26.98、P—30.97、S—32.07、Cl—35.45、K—39.10、V—50.94、Cr—52.00、Mn—54.94、Fe—55.85、Br—79.90、Ag—107.9、I—126.9、Ba—137.3。

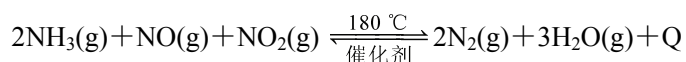
一、选择题(共 10 分; 每小题只有 1 个正确答案)

- 相同温度下, 醋酸在液氨和水中的电离常数分别为 K_1 和 K_2 , K_1 和 K_2 的大小关系正确的是..... ()
A. $K_1 > K_2$ B. $K_1 = K_2$ C. $K_1 < K_2$ D. 不能确定
- 用同位素 ^{18}O 标记的叔丁醇 $[(\text{CH}_3)_3\text{C}-^{18}\text{OH}]$ 与乙酸发生酯化反应, 只在生成物水中检测到 ^{18}O , 请分析该酯化反应的化学键断裂方式..... ()
A. 乙酸: C—O 键; 叔丁醇: C—H 键 B. 乙酸: O—H 键; 叔丁醇: C—O 键
C. 乙酸: C—H 键; 叔丁醇: C—O 键 D. 乙酸: C—O 键; 叔丁醇: O—H 键
- 甲醇燃料电池是以甲醇与氧气反应, 得到电能, 并产生二氧化碳与水。该电池负极反应所产生的二氧化碳与正极反应所产生的的水的物质的量之比为..... ()
A. 1:2 B. 1:3 C. 2:3 D. 3:1
- 近来发现一种由钛原子和碳原子构成的气态团簇分子(如下图所示), 图中顶角和面心的原子是钛原子, 棱的中心和体心的原子是碳原子, 它的化学式是..... ()
A. TiC
B. Ti_4C_3
C. $\text{Ti}_{13}\text{C}_{14}$
D. $\text{Ti}_{14}\text{C}_{13}$
- 甲醛是一种重要的化工产品, 可利用甲醇脱氢制备, 反应的化学方程式如下:
$$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \xrightarrow{\text{催化剂}, 700^\circ\text{C}} \text{CH}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) - 84.2 \text{ kJ}$$

向体系中通入空气, 通过反应: $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 241.8 \text{ kJ}$ 向上述反应提供所需热量。要使反应温度维持在 700°C , 则进料中甲醇与空气的物质的量之比约为(已知空气中氧气的体积分数为 0.20)..... ()
A. 5.74 B. 2.87 C. 1.15 D. 0.57
- 多硫化物 Na_2S_x 与 Na_2O_2 在结构上有相似之处, 在碱性条件下, Na_2S_x 与 NaClO 反应生成 Na_2SO_4 和 NaCl 。若 Na_2S_x 与 NaClO 的物质的量之比为 1:13, 则 x 应为... ()
A. 5 B. 4 C. 3 D. 2
- 质量分数不同的两种硫酸溶液, 以相同质量混合时, 所得混合溶液密度为 ρ_1 , 以相同体积混合时, 所得混合溶液密度为 ρ_2 ; 质量分数不同的两种乙醇溶液, 以相同质量混合时, 所得混合溶液密度为 ρ_3 , 以相同体积混合时, 所得混合溶液密度为 ρ_4 , 则 $\rho_1 \sim \rho_4$ 之间大小关系是..... ()
A. $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 > \rho_4$ B. $\rho_1 > \rho_2 > \rho_4 > \rho_3$ C. $\rho_2 > \rho_1 > \rho_3 > \rho_4$ D. $\rho_2 > \rho_1 > \rho_4 > \rho_3$

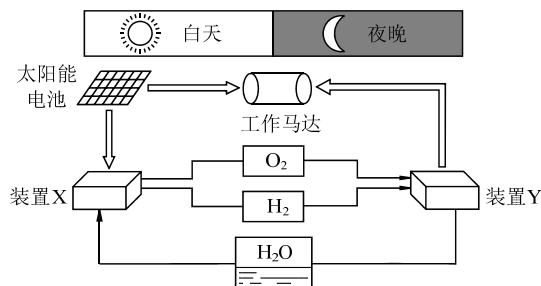


15. 低脱硝技术可用于处理废气中的氮氧化物，发生的化学反应为：



在恒容的密闭容器中，下列有关说法正确的是…………… ()

- A. 平衡时，其他条件不变，升高温度可使该反应的平衡常数增大
 B. 平衡时，其他条件不变，增加 NH_3 的浓度，废气中氮氧化物的转化率增大
 C. 单位时间内消耗 NO 和 N_2 的物质的量比为 1:2 时，反应达到平衡
 D. 其他条件不变，使用高效催化剂，废气中氮氧化物的转化率增大
16. 下图是一种航天器能量储存系统原理示意图。下列说法正确的是…………… ()

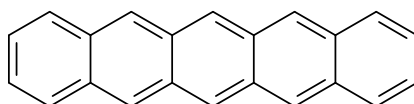


- A. 该系统中只存在 3 种形式的能量转化
 B. 装置 X 能实现燃料电池的燃料和氧化剂再生
 C. 装置 Y 中负极的电极反应式为： $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
 D. X、Y 形成的子系统能实现物质的零排放，并能实现化学能与电能间的无损转化
17. 当一定温度下的难溶电解质 A_mB_n 在水溶液达到沉淀溶解平衡时，它的平衡常数 $K_{\text{sp}} = [\text{A}^{n+}]^m \cdot [\text{B}^{m-}]^n$ ，称为难溶电解质的离子积。已知下表数据：

物质	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
$K_{\text{sp}} (25^\circ\text{C})$	8.0×10^{-16}	2.2×10^{-20}	4.0×10^{-36}
完全沉淀时的 pH 范围	≥ 9.6	≥ 6.4	≥ 3

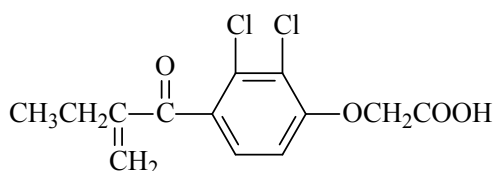
对于含有等物质的量的 CuSO_4 、 FeSO_4 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的混合溶液的下列说法，正确的是…………… ()

- A. 向该混合溶液中逐滴加入 NaOH 溶液，最先看到的是红褐色沉淀
 B. 该溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-}) : [c(\text{Cu}^{2+}) + c(\text{Fe}^{2+}) + c(\text{Fe}^{3+})] > 5:4$
 C. 向该溶液中加入适量氯水，调节 pH 到 4~5 后过滤，可获得纯净的 CuSO_4 溶液
 D. 向该溶液中加入适量氨水，调节 pH 到 9.6 后过滤，将所得沉淀灼烧，可得等物质的量的 CuO 、 FeO 、 Fe_2O_3 三种固体的混合物
18. 稠五苯 (pentacene) 的构造如下图，是一个有机导电分子。由稠五苯所制成的有机光电材料，已用于可挠曲显示器，该显示器由于可卷曲起来因而携带方便。下列有关稠五苯的叙述正确的是…………… ()

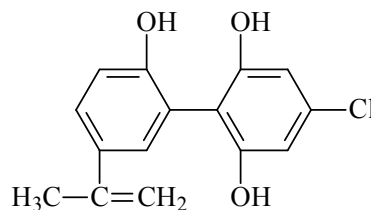


- A. 稠五苯易进行加成反应
 B. 稠五苯属于苯的同系物
 C. 稠五苯是平面结构
 D. 稠五苯的一氯代物有 6 种

19. 把 NaOH 滴入同物质的量浓度的 CuSO_4 溶液中即有沉淀生成。由实验得知：当 NaOH 和 CuSO_4 溶液的体积比为 1.5:1 时，残留在溶液中的 Cu^{2+} 极少。此时生成沉淀的化学式是…………… ()
- A. $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4$ B. Cu_2O C. $3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4$ D. $\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4$
20. 汽车尾气中的 NO_2 已造成严重空气污染，因此盼望化学家能找到适合的化合物 G 与适当的反应条件，通过反应： $\text{NO}_2 + \text{G} \longrightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} + n\text{X}$ （未平衡的反应式），而将 NO_2 变成无害的 N_2 。上式中 X 必须为任何无毒害的物质，n 是系数，n 可以为 0。下列化合物中可以满足上述反应式中 G 的有…………… ()
- A. CO_2 B. NO C. CO D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
21. 国际奥委会于 2010 年 2 月 10 日宣布，有 30 名运动员因为兴奋剂药检呈阳性，从而被取消参加 2010 年温哥华冬季奥运会的资格。以下是其中检测出的两种兴奋剂的结构：



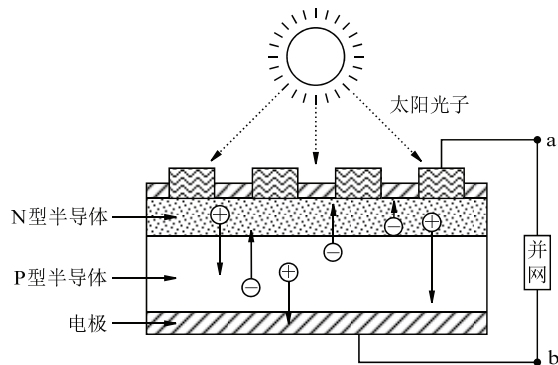
兴奋剂 X



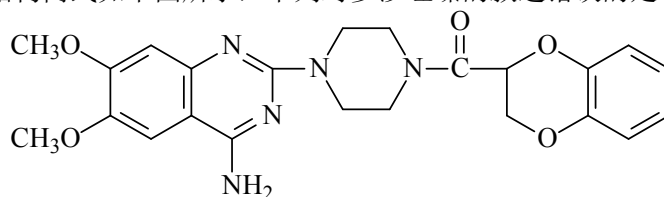
兴奋剂 Y

- 关于它们的说法中正确的是…………… ()
- A. 1 mol X 与足量的 NaOH 溶液在常温常压下反应，最多消耗 3 mol NaOH
- B. 1 mol X 与足量的氢气反应，最多消耗 2 mol H_2
- C. 1 mol Y 与足量的浓溴水反应，最多消耗 5 mol Br_2
- D. Y 遇到 FeCl_3 溶液时显紫色，而且能使溴的四氯化碳溶液褪色
22. 1971 年，斯图杰尔和阿佩里曼成功合成了次氟酸。他们是在 0°C 以下将氟从细冰末上通过，得到毫克量的次氟酸。下列有关叙述错误的是…………… ()
- A. 次氟酸中 F 的化合价与次氯酸中 Cl 的化合价相同
- B. 上述制取次氟酸的化学方程式为 $\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{HOF}$
- C. 次氟酸很不稳定，其受热分解的化学方程式为 $2\text{HOF} \xrightarrow{\Delta} 2\text{HF} + \text{O}_2 \uparrow$
- D. 次氟酸在刹那间能完成与热水的反应，此时得到的溶液，既表现有氧化性(对于 I^-)，又表现有还原性(对于 MnO_4^-)，据此可推测次氟酸与热水反应的产物中含有 H_2O_2
23. 氯气与氢氧化钾溶液在一定条件下发生反应： $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \longrightarrow \text{KX} + \text{KY} + \text{H}_2\text{O}$ （未配平），KX 在一定条件下自身可发生反应： $\text{KX} \longrightarrow \text{KY} + \text{KZ}$ ，所得产物中 KY 与 KZ 物质的量之比为 1:3，以上 KX、KY、KZ 均是含氯元素的一元酸钾盐，则推断 KX 中氯元素的化合价可能是…………… ()
- A. +7 B. +5 C. +3 D. +1
24. 实验室将 9 g 铝粉跟一定量的金属氧化物粉末混合形成铝热剂。发生铝热反应之后，所得固体中含金属单质为 18 g，则该氧化物粉末可能是…………… ()
- A. Cr_2O_3 和 V_2O_5 B. Fe_3O_4 和 FeO C. Fe_2O_3 和 MnO_2 D. FeO 和 V_2O_5

25. 中国 2010 年上海世博会中国馆、主题馆等建筑通过光伏并网发电, 并使用半导体(LED) 照明。已知发出白光的 LED 是由 GaN 芯片和钇铝石榴石(化学式为 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$) 芯片封装在一起做成的。下列有关叙述错误的是..... ()

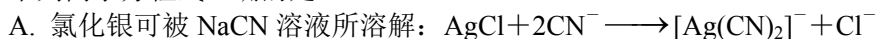


- A. 光伏电池是将太阳能直接转变为电能
 B. 图中 N 型半导体为正极, P 型半导体为负极
 C. LED 中的 Ga 和 Y 都显 +3 价
 D. 电流从 a 流向 b
26. 多沙唑嗪的结构简式如下图所示, 下列对多沙唑嗪的叙述错误的是..... ()

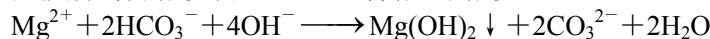


- A. 能发生加成反应、取代反应
 B. 不能与盐酸反应
 C. 分子内共有 24 个氢原子
 D. 属于芳香族化合物
27. 已知某氨基酸的相对分子质量小于 200, 且氧的质量分数约为 0.5, 则其分子式中碳的个数可能为..... ()
- A. 8 个 B. 7 个 C. 6 个 D. 5 个
28. 三种物质的量相同的气态烷烃组成的混合物在室温 (25°C) 和常压下的体积为 2 L, 完全燃烧需氧气 11 L; 若将该气态烷烃混合物冷至 5°C , 体积减少到原体积的 0.933 倍。这三种烷烃的组合可能为..... ()
- A. CH_4 、 CH_3CH_3 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
 B. CH_3CH_3 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
 C. CH_3CH_3 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$
 D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$
29. 已知有下列变化过程: $\text{R}_x\text{O}_4^{2-} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{RO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$, 当 0.2 mol 的 $\text{R}_x\text{O}_4^{2-}$ 参加反应时共转移 0.4 mol 电子。下列叙述正确的是..... ()
- A. $x=2$ B. 此时参加反应的 H^+ 为 0.32 mol
 C. RO_2 是折线型分子 D. R_3O_2 是直线型分子
30. X、Y、Z 是短周期元素的单质, 甲、乙是常见的化合物, 已知有如下反应:
 ① $\text{X} + \text{Z} \longrightarrow \text{乙}$; ② $\text{Y} + \text{Z} \longrightarrow \text{甲}$; ③ $\text{X} + \text{甲} \longrightarrow \text{Y} + \text{乙}$
 下列叙述正确的是..... ()
- A. X、Y 可能是同族元素形成的单质 B. 单质 X 一定是金属
 C. X、Y、Z 不可能都是非金属单质 D. 如果 Y 是氢, X 是铝, 则甲是 AlCl_3

31. 下列离子方程式正确的是…………… ()



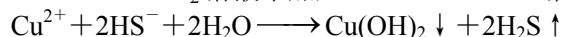
B. 在碳酸氢镁溶液中加入过量氢氧化钙溶液:



C. 硫代乙酰胺 ($\text{CH}_3-\overset{\text{S}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{NH}_2$) 滴入热的强碱溶液中, 能提供硫离子:



D. 0.1 mol/L CuCl_2 溶液中加入 0.1 mol/L NaHS 溶液:



32. 下面是四种盐在不同温度下的溶解度 (g/100 g H_2O):

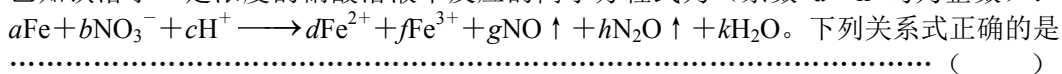
温度	NaNO_3	KNO_3	NaCl	KCl
10°C	80.5	20.9	35.7	31.0
70°C	135	135	37.8	48.3
100°C	175	246	39.1	56.6

计算时假定: ①盐类共存时不影响各自的溶解度; ②过滤晶体时, 溶剂损耗忽略不计。

取 23.4 g NaCl 和 40.4 g KNO_3 , 加 70.0 g H_2O , 加热溶解。在 100°C 时蒸发掉 50.0 g H_2O , 维持该温度, 过滤出晶体, 所得晶体的质量 ($m_{\text{高温}}$)。将滤液冷却至 10°C, 待充分结晶后, 过滤, 所得晶体的质量 ($m_{\text{低温}}$)。则下列关于 $m_{\text{高温}}$ 或 $m_{\text{低温}}$ 数值正确的是…………… ()

A. $m_{\text{高温}} = 7.82 \text{ g}$ B. $m_{\text{高温}} = 15.6 \text{ g}$ C. $m_{\text{低温}} = 36.2 \text{ g}$ D. $m_{\text{低温}} = 36.9 \text{ g}$

33. 已知铁溶于一定浓度的硝酸溶液中反应的离子方程式为 (系数 a~k 均为整数):



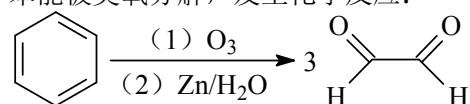
A. $c = 4g + 10h$

B. $c - b = 3d + 2f$

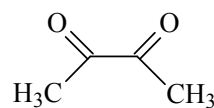
C. $2d + 3f = 3g + 4h$

D. 若 $a = 12$, 则 $6 \leq b \leq 12$

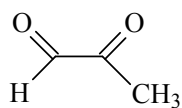
34. 苯能被臭氧分解, 发生化学反应:



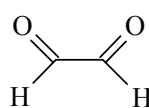
二甲苯通过上述反应可能的产物为:



a



b



c

若邻二甲苯进行上述反应, 对其反应产物描述正确的是…………… ()

A. 产物为 a 和 c, 其分子个数比为 a:c=1:2

B. 产物为 a、b、c, 其分子个数比为 a:b:c=1:2:1

C. 产物为 a、b、c, 其分子个数比为 a:b:c=1:2:3

D. 产物为 b 和 c, 其分子个数比为 b:c=2:1

35. X 和 Y 在周期表中相邻。 CaCO_3 与 X 的单质高温反应, 生成化合物 A 和一种气态氧化物; A 与 Y 的单质反应生成化合物 B 和 X 的单质; A 水解生成 C; B 水解生成 D, D 水解生成尿素。下列关于 A~D 的判断正确的是…………… ()

A. A 为 CaC_2 B. B 为 $\text{Ca}(\text{CN})_2$ C. C 为 C_2H_2 或 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ D. D 为 NH_4CN

36. 次磷酸 H_3PO_2 是一种强还原剂, 将它加入 CuSO_4 水溶液, 加热到 $40\sim 50^\circ\text{C}$, 析出一种红棕色的难溶物 CuH 。经鉴定, 反应后的溶液是磷酸和硫酸的混合物。 CuH 可在氯气中燃烧, 也能与盐酸反应放出气体。下列叙述正确的是…………… ()
- A. 在制备 CuH 反应中, 水是产物之一
 B. 在制备 CuH 反应中, 每生成 1 mol CuH , 转移电子数为 3 mol
 C. CuH 在氯气中燃烧的化学方程式为: $\text{CuH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CuCl} + \text{HCl}$
 D. CuH 与盐酸反应的化学方程式为: $\text{CuH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{CuCl} + \text{H}_2 \uparrow$
37. 某结晶水合物的化学式为 $\text{R} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, 其相对分子质量为 M 。25 $^\circ\text{C}$ 时, 将 $a\text{ g}$ 该晶体溶于 $b\text{ g H}_2\text{O}$ 中恰好形成 $V\text{ ml}$ 饱和溶液。下列表达式正确的是…………… ()
- A. 饱和溶液物质的量浓度为: $\frac{1000a(M-18n)}{MV}\text{ mol/L}$
 B. 饱和溶液溶质的质量分数为: $\frac{a(M-18n)}{M(a+b)} \times 100\%$
 C. 25 $^\circ\text{C}$ 时 R 的溶解度为: $\frac{100a(M-18n)}{18na+Mb}\text{ g/100 g H}_2\text{O}$
 D. 饱和溶液的密度为: $\frac{a(M-18n)}{a+b}\text{ g/mL}$
38. N_2H_4 在一定条件下热分解, 产生 NH_3 、 N_2 和 H_2 , 设反应后混合气体密度为原来的 x 倍 (同温同压下)。下列叙述正确的是…………… ()
- A. $\frac{1}{3} < x < \frac{3}{5}$
 B. 反应后混合气体中 NH_3 的体积含量为 $\frac{3-5x}{2}$
 C. 反应后混合气体中 N_2 和 H_2 的体积比为 $\frac{2(3x-1)}{1-x}$
 D. 若 $x = \frac{7}{13}$, 则分解的化学方程式为 $7\text{N}_2\text{H}_4 \longrightarrow 8\text{NH}_3 + 3\text{N}_2 + 2\text{H}_2$
39. 220 K 时在全氟代戊烷溶剂中, Br_2 和 O_2 反应得到固体 A, A 在 NaOH 水溶液中歧化为 NaBr 和 NaBrO_3 。用过量 KI 和盐酸处理 A 生成 I_2 , 每摩尔 A 所产生的 2.5 mol I_2 。A 在全氟代戊烷中与 F_2 反应得到无色晶体 B。B 含有质量分数 (下同) 为 61.0% 的 Br , 将 B 微热, 每摩尔 B 放出 1 mol O_2 和 $\frac{1}{3}\text{ mol Br}_2$, 并留下 C。C 是一种黄色液体, C 与 KF 反应得到晶体 D。D 含有 20.1% 的 K , 41.0% 的 Br 。下列关于 A~D 各是什么物质的判断正确的是…………… ()
- A. A 为 Br_2O_3 B. B 为 BrO_2F C. C 为 BrF D. D 为 KBrF_4
40. 在盐酸介质中, 金属 Cu 与 HN_3 (叠氮酸, 酸性与醋酸类似) 组成原电池, 正极有气泡产生; 一段时间后负极下端覆盖有白色物质, 在它周围滴入几滴浓盐酸后白色物质消失。下列叙述正确的是…………… ()
- A. 正极产生的是 N_2
 B. 正极反应: $2\text{H}^+ + 2\text{e} \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow$
 C. 负极反应: $\text{Cu} - 2\text{e} \longrightarrow \text{Cu}^{2+}$
 D. 滴入浓盐酸后的反应: $\text{Cu}^{2+} + 4\text{Cl}^- \longrightarrow [\text{CuCl}_4]^{2-}$

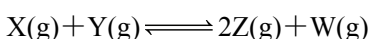
41. 化合物 A 是一种热稳定性较差的无水的弱酸钠盐。用如下方法对其进行分析：将 A 与惰性填料混合均匀制成样品，加热至 400℃，记录含 A 量不同的样品的质量损失(%)，结果列于下表：

样品中 A 的质量分数 (%)	20	50	70	90
样品的质量损失 (%)	7.4	18.5	25.8	33.3

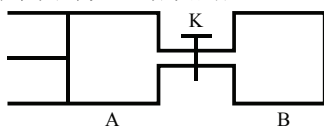
利用上述信息，推知化合物 A 的化学式可能为…………… ()

- A. NaHCO_3 B. NaHSO_3 C. NaN_3 D. Na_2HPO_4

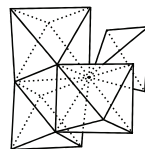
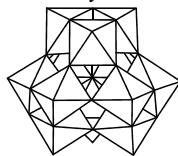
42. 如下图所示，向 A 和 B 中都充入 2 mol X 和 2 mol Y，起始 $V_A = 0.8a \text{ L}$ ， $V_B = a \text{ L}$ ，在相同温度和有催化剂的条件下，两容器中各自发生下列反应：



达到平衡时， $V_A = 0.9a \text{ L}$ ，则下列说法错误的是…………… ()

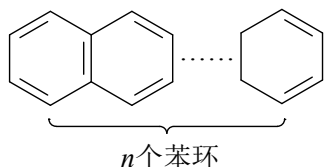


- A. 两容器中达到平衡的时间 $A < B$
 B. 打开 K 达新平衡后，升高 B 容器温度，A 容器体积相比原平衡状态时一定增大
 C. A 容器中 X 的转化率为 25%，且比 B 容器中的 X 的转化率小
 D. 打开 K 一段时间达平衡时，A 的体积为 $0.8a \text{ L}$ （连通管中的气体体积不计）
43. 将用硝酸酸化的 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ 溶液加热到 230℃，加入 Na_2HPO_4 溶液，生成磷钼酸铵黄色晶体沉淀。经 X 射线分析结果得知，该杂多酸根是以 PO_4 四面体为核心，它被 MoO_6 八面体所围绕，如左下图。通过该图可以这样来剖析它的构成：由外而内，把它分为四组，每组三个 MoO_6 八面体共用三条边，三个 MoO_6 共顶的氧再与 PO_4 四面体中的氧重合为一，每组如右下图所示。每组之间再通过两两共顶，连成一个整体，形成杂多酸根 $\text{P}_x\text{Mo}_y\text{O}_z^{w-}$ 。据此推测 x 、 y 、 z 、 w 为…………… ()



- A. $x=1$ B. $y=12$ C. $z=39$ D. $w=1$

44. 稠环芳香烃并 n 苯 ($n \geq 2$ ，结构如下) 的二氯取代物的数目可能为…………… ()



- A. $\frac{n^2}{2} + \frac{5n}{2} + 1$ B. $\frac{n^2}{2} + \frac{5n}{2} + 3$ C. $\frac{n^2}{2} + \frac{7n}{2} + 1$ D. $2n^2 - n + 4$

45. 不同的卤素原子之间可化合形成一系列化合物，这类化合物叫做卤素互化物。把卤素互化物 (XX_n' ， $n=1, 3, 5, 7$) 5.2 g 溶于水，再通入过量的 SO_2 ，当生成的溶液中加入过量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液时，则生成 10.5 g 沉淀，除去沉淀后，将所得滤液用过量的 AgNO_3 溶液处理，可得沉淀 15.0 g。卤素互化物的组成为…………… ()

- A. ClF_3 B. BrCl_3 C. BrCl D. ICl

2010 年上海市高中学生化学竞赛 (“华理—化工杯”) 试题 第 II 卷

可能用到的相对原子质量(原子量):

H—1、C—12、N—14、O—16、F—19、Na—23、Mg—24、Al—27、Si—28、P—31、S—32、Cl—35.5、K—39、Ca—40、Fe—56、Cu—64、Zn—65、Br—80、Ag—108、I—127。

得分	
----	--

一、填充(共 60 分)

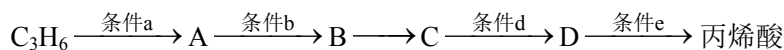
46. 海水中硫元素的主要存在形式是_____。
47. 第三周期元素的单质中, 熔点最高的是_____, 最低的是_____。
48. (1) 若用 KI 制取 HI, 在常见的无机酸中应选用_____。
- (2) 某溶液中含有 Fe^{2+} 、 I^- 和 Cl^- , 要去除其中的 I^- 而不影响 Fe^{2+} 和 Cl^- , 不引入其它杂质, 在常见的无机试剂中应选用_____。
49. 一定条件下, 完全分解某纯净化合物 2 g, 产生氧气 1.6 g, 此化合物是_____。
50. 门捷列夫发表元素周期表的时候, 尚未发现 31 号和 32 号元素。但门捷列夫断定它们存在, 预言了它们的相对原子质量和一些性质, 并在元素周期表中给它们预留了位置, 甚至给它们暂名。
- (1) 门捷列夫给 32 号元素的暂名是: 类_____。
- (2) 该元素最高价氧化物的水化物是一种_____。
- a. 碱 b. 酸 c. 两性氢氧化物
51. R 原子的质量数为 A, $m \text{ g R}^{2-}$ 离子共含电子 $a \text{ mol}$ 。其原子核内中子数为_____。
52. 据报导, 1998 年合成的“ N_5 ”的爆炸性极强。它实际是一种带电荷的分子碎片, 其结构对称, 5 个 N 原子呈 V 字形排列。其中 5 个 N 原子都达到 8 电子稳定结构, 且含有两个 $\text{N}\equiv\text{N}$ 叁键, 则 N_5 分子碎片所带的电荷数是_____。
53. 有三种熟知的气态化合物, 相对分子质量均为 30, 这三种气体是____、____、_____。
54. 完成并配平下列化学方程式(酸性环境中, 产物无明显气味):
- _____ CuSO_4 + _____ FeS_2 + _____ $\longrightarrow$ _____ Cu_2S + _____ FeSO_4 + _____

55. 温度同为 500 K, 相同体积的甲乙两容器, 在甲容器中充入 SO_2 、 O_2 各 1 g, 在乙容器中充入 SO_2 、 O_2 各 2 g, 都发生化合反应。用 “>”、“<” 或 “=” 填写:
- (1) 化学反应速率: 甲_____乙;
- (2) O_2 的平衡浓度: 甲_____乙;
- (3) SO_2 的转化率: 甲_____乙。
56. 分子式为 $\text{C}_4\text{Si}_4\text{H}_8$ 的化合物与立方烷 (C_8H_8) 具有相似的分子结构。若该化合物分子为非极性分子, 请图示该化合物可能的异构体。
57. 已知 H_2CO_3 的电离常数: $K_{a1}=4.2\times 10^{-7}$, $K_{a2}=5.6\times 10^{-11}$, H_2SO_3 的电离常数: $K_{a1}=1.3\times 10^{-2}$, $K_{a2}=6.3\times 10^{-8}$, CH_3COOH 的电离常数: $K_a=1.8\times 10^{-5}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 的电离常数: $K_a=1.3\times 10^{-10}$ 。相同条件下, 0.05 mol/L 下列物质的溶液: Na_2CO_3 、 NaHCO_3 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{Na}$ 、 CH_3COONa 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$ 、 NaHSO_3 、 Na_2SO_3 , 按 pH 由大到小排列的顺序是_____。
58. 分子式为 $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$ 的化合物俗称无机苯, 分子结构与苯相似, 非极性。两种分子具有完全相同的原子数和_____数。按凯库勒式计, 该无机苯的二氯取代物应该有_____种同分异构体。
59. 理论上熔点不同的 C_4H_8 的异构体共有_____种。 PCl_3Br_2 分子的几何异构体共有_____种, SF_4Cl_2 分子的几何异构体共有_____种。 CHFCIBr 分子的异构体共有_____种。
60. 化合物 A 分子中共有 4 个原子, 一个硫原子, 一个氧原子和两个卤原子 (F、Cl、Br、I)。A 遇水可完全水解且不被氧化或还原, 水解产物可溶。现将少量 A 溶于水, 稀释后分成几份, 分别加入适量的下列试剂。
- (1) 加入 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 未见明显现象, 说明_____。
- (2) 加入 HNO_3 和 AgNO_3 溶液, 出现微黄色沉淀, 说明_____。
- (3) 加入 BaCl_2 溶液, 未见明显现象, 说明_____。
- (4) 用 NH_3 将溶液 pH 调节到中性, 然后加入 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 未见明显现象, 说明_____。

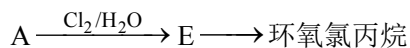
(5) 向溶液中加入酸化的 KMnO_4 溶液, 再加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 紫色消失, 产生白色沉淀, 说明_____。

(6) 写出 A 可能的结构式。

61. 以丙烯为原料制取丙烯酸, 步骤如下:



由 A 出发还可制取环氧氯丙烷 $\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$:



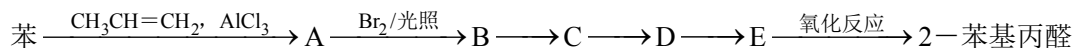
请填写:

条件 a: _____; B 的结构简式: _____;

条件 d: _____; 条件 e: _____;

E 的结构简式: _____。

62. 2-苯基丙醛是一种香料, 香料厂合成该化合物流程如下:



(1) B 的结构简式为_____。

(2) 写出 C $\longrightarrow$ D 的化学反应方程式_____。

63. 碳酰氯也叫光气, 遇水可发生水解, 在氨中可发生氨解。分别写出碳酰氯的水解、氨解反应化学方程式。

水解: _____;

氨解: _____。

得分	
----	--

二、简答 (共 11 分)

64. 少量乙酸乙酯与 NaOH 溶液混合后在试管内共热发生水解, 水解完全的最明显特征是

_____。

65. 工业上制硝酸，为使 NO_2 吸收完全用了较多的水，得到的硝酸浓度不太高。欲得更浓的硝酸需加入吸水剂后蒸馏。 CaCl_2 、浓 H_2SO_4 和 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 都有吸水性，但其中 CaCl_2 不能选用，为什么？

66. 石油主要含碳、氢两种元素，其中氢占质量的_____%左右。

请说明你的判断依据。

67. (1) 假定在某一相同温度下，强电解质溶液 a、弱电解质溶液 b、金属导体 c 的导电能力相同。升高温度后，a、b、c 导电能力由强至弱的顺序是_____。

(2) 金属单质、石墨也能导电，为什么单质不在电解质、非电解质的讨论范围之内？

68. (1) 用排水量气法测定 H_2 的摩尔体积。某次实验用了 0.041 g 镁，与硫酸反应后放出氢气，反应完全后，这些气体排水 41.0 mL（已换算成标准状况）。该次气体摩尔体积的计算值是_____L/mol，实验误差是_____%。

(2) 造成本次实验误差的原因可能是_____。

a. 称重的镁条表面有氧化膜 b. 镁条中含铁 c. 容器内氢气气压偏低

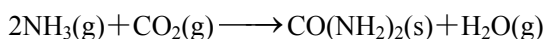
(3) 目前的排水法不适合测 CO_2 的摩尔体积，这是因为

得分	
----	--

三、计算（共 29 分）

69. NO 氧化生成 NO_2 ，再由水吸收生成 HNO_3 。该过程循环三次， NO_2 的转化率可达_____%。（保留一位小数）

70. 某密闭容器中合成尿素反应达平衡：



若增大压强，平衡移动，混合气体的平均相对分子质量却不发生改变，则原混合气体的平均相对分子质量为_____。

71. 两种金属的混合物 4 g 与足量的氯气反应后，固体质量增加 7.1 g。等质量的该金属混合物投入足量的盐酸中，产生氢气 0.1 mol。该两种金属可能是下列（括号内）金属中的_____和_____，或_____和_____。（Cu、Al、Mg、Fe、Zn）

72. 在含 $0.100 \text{ mol Al}^{3+}$ 、 $0.100 \text{ mol Mg}^{2+}$ 和 0.010 mol H^{+} 的溶液中加入 NaOH ，产生沉淀 4.524 g 。产生这些沉淀所消耗的 NaOH 的质量至少为_____g。
73. HNO_3 和 H_2SO_4 的混合溶液 100 mL ，浓度依次为 0.8 mol/L 和 0.2 mol/L 。向该溶液中加入 3.84 g 铜粉，加热，充分反应，所得溶液中 Cu^{2+} 的物质的量浓度最高为_____mol/L。
74. 25°C 时，若体积为 V_a 、 $\text{pH}=a$ 的某一元强酸与体积为 V_b 、 $\text{pH}=b$ 的某一元强碱混合，恰好中和，且已知 $V_a < V_b$ 和 $a=0.5b$ 。
- a 的取值范围是_____。
75. 将一块已锈蚀而部分变为铜绿 $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ 的铜研磨成粉末，充分灼烧成 CuO ，发现 CuO 质量是含锈铜的 0.95 倍。
- (1) 求原单质铜被锈蚀的质量分数。

(2) 若将题中的 0.9 改为 a ，求 a 的取值范围。