

2011 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、C-12、N-14、O-16、F-19、Na-23、Al-27、P-31、S-32、Cl-35.5、
K-39、Cr-52、Mn-55、Fe-56、Br-80、Ag-108、I-127、Ba-137。

一、选择题(共10分;每小题只有1个正确答案)

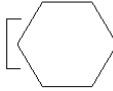
- “化学,我们的生活,我们的未来”是2011“国际化学年”的主题。你认为下列行为中违背这一主题的是..... ()
A. 控制含磷洗涤剂的生产和使用,防止水体富营养化,保护水资源
B. 研究采煤、采油新技术,尽量提高产量以满足工业生产的快速发展
C. 开发太阳能、水能、风能等新能源,减少使用煤、石油等化石燃料
D. 实现资源的“3R”利用,即:减少资源消耗(Reduce)、增加资源的重复使用(Reuse)、提高资源的循环利用(Recycle)
- 现代原子结构理论认为,在同一电子层上,可有s、p、d、f、g、h.....等亚层,各亚层分别有1、3、5.....条轨道。试根据电子填入轨道的顺序预测原子核外出现第一个6f电子的元素的原子有多少个质子..... ()
A. 119个 B. 138个 C. 139个 D. 150个
- 某有机物X的分子式为 $C_7H_{12}O_2$,不能使溴的 CCl_4 溶液褪色,但在一定条件下能与氢氧化钠反应生成两种产物,经检验,其中有一种产物的分子结构中含有一个五元环,则X的结构有..... ()
A. 5种 B. 6种 C. 9种 D. 10种
- 将5.6g Fe投入浓硝酸中,产生红棕色气体A,把所得溶液减压蒸干,得到20g $Fe(NO_3)_2$ 和 $Fe(NO_3)_3$ 的混合物,将该固体在高温下加热,得到红棕色的 Fe_2O_3 和气体B,A、B气体混合通入足量水中,在标准状况下剩余气体的体积为..... ()
A. 1120 mL B. 2240 mL C. 3360 mL D. 4480 mL
- 活性氮原子与二氧化氮反应($N+NO_2$)同时有四组产物:① N_2O+O ,② $2NO$,③ N_2+2O ,④ N_2+O_2 。测得产物气体平均相对分子质量为28.7,则第③组产物所占总产物的物质的量分数为..... ()
A. 13% B. 23% C. 33% D. 43%
- 在一恒定的容器中充入2 mol A和1 mol B发生反应: $2A(g)+B(g)\rightleftharpoons xC(g)$ 达到平衡时,C的体积分数为W%;若维持容器的体积和温度不变,按起始物质的量A=0.6 mol、B=0.3 mol、C=1.4 mol充入容器后,C的体积分数仍为W%,则x的值为 ()
A. 只能为2 B. 只能为3
C. 可能是2,也可能是3 D. 无法确定
- 铁氧磁体法处理含 $Cr_2O_7^{2-}$ 的废水的原理可概述为:向 $Cr_2O_7^{2-}$ 的酸性废水中加入 $FeSO_4\cdot 7H_2O$,将 $Cr_2O_7^{2-}$ 还原为 Cr^{3+} ,调节溶液的pH,使溶液中的铁、铬元素转化为组成相当于 $Fe^{II}[Fe_x^{III}\cdot Cr^{III}_{2-x}]O_4$ (铁氧磁体、罗马数字表示元素的价态)的沉淀。处理含1 mol $Cr_2O_7^{2-}$ 的废水至少需要加入a mol $FeSO_4\cdot 7H_2O$ 。下列结论正确的是... ()
A. $x=0.5, a=8$ B. $x=0.5, a=10$ C. $x=1.5, a=8$ D. $x=1.5, a=10$

8. 某密闭容器中进行反应 $X(g) + 2Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$ 。若要使平衡时反应物总物质的量与生成物的物质的量相等，且用 X、Y 作反应物，则 X、Y 的初始物质的量之比的范围应满足…………… ()
- A. $\frac{1}{4} < \frac{n(X)}{n(Y)} < \frac{3}{2}$ B. $\frac{1}{4} < \frac{n(X)}{n(Y)} < \frac{2}{3}$ C. $1 < \frac{n(X)}{n(Y)} < 3$ D. $3 < \frac{n(X)}{n(Y)} < 4$
9. 4 种化合物：① $CH_3CH_2CH_2COOH$ 、② $CH_3CH_2CHOHCOOH$ 、③ $CH_3CHOHCH_2COOH$ 、④ $CH_3CH_2COCO OH$ ，酸性由强至弱的顺序是…………… ()
- A. ① > ② > ③ > ④ B. ④ > ③ > ② > ①
C. ④ > ② > ③ > ① D. ② > ③ > ④ > ①
10. $1000^\circ C$ 时， $FeO + H_2 \rightleftharpoons Fe + H_2O$ ， $K = 0.52$ ，欲使容器中 1.0 mol FeO 被还原，至少需要 H_2 …………… ()
- A. 1.0 mol B. 1.9 mol C. 2.6 mol D. 2.9 mol

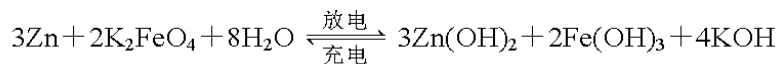
二、选择题 (共 70 分；每小题有 1 个或 2 个正确答案；只有一个正确选项的，多选不给分；有两个正确选项的，选对一个给 1 分，选错一个该小题不给分)

11. 下列各组物质不属于同素异形体的是…………… ()
- A. 富勒烯；碳纳米管 B. 单晶硅；多晶硅
C. 氢气；氦气 D. 灰锡；脆锡
12. 2006 年 10 月 16 日美国与俄罗斯宣布，两国科学家成功合成了 118 号超重元素。下列关于 118 号元素叙述合理的是…………… ()
- A. 它的最外层电子数是 8 B. 它的外围电子排布式是 $8s^2 8p^6$
C. 它是活泼的非金属元素 D. 它不可能以化合态的形式存在
13. 以油类为溶剂的防锈漆称为油基防锈漆，但它会使材料表面油腻去除困难，已很少使用。水基防锈漆使用方便，价格低廉，但水基防锈漆较易溶解 O_2 ，在干燥之前易导致金属表面产生锈斑，为此要在水基漆中加入缓蚀剂，以下可作为缓蚀剂添加的是 ()
- A. $KMnO_4$ B. $FeCl_3$ C. $NaNO_2$ D. HNO_3
14. 测定 $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ 结晶水含量，下列方案不可行的是…………… ()
- A. 称量样品 → 加热 → 冷却 → 称量 CuO
B. 称量样品 → 加热 → 冷却 → 称量 $Cu(NO_3)_2$
C. 称量样品 → 加热 → 用已知质量浓硫酸吸收水气并称量
D. 称量样品 → 加 $NaOH$ → 过滤 → 加热 → 冷却 → 称量 CuO
15. 短周期元素 W、X、Y 和 Z 的原子序数依次增大。元素 W 是制备一种高效电池的重要材料，X 原子的最外层电子数是内层电子数的 2 倍，元素 Y 是地壳中含量最丰富的金属元素，Z 原子的最外层电子数是其电子层数的 2 倍。下列说法错误的是… ()
- A. 元素 W、X 的氯化物中，各原子均满足 8 电子的稳定结构
B. 元素 X 与氢形成的原子比为 1:1 的化合物有很多种
C. 元素 Y 的单质与氢氧化钠溶液或盐酸反应均有氢气生成
D. 元素 Z 与元素 X 形成的共价化合物 XZ_2 的分子构型与 H_2O 分子构型相似

16. 铁镍蓄电池又称爱迪生电池，放电时的总反应为：

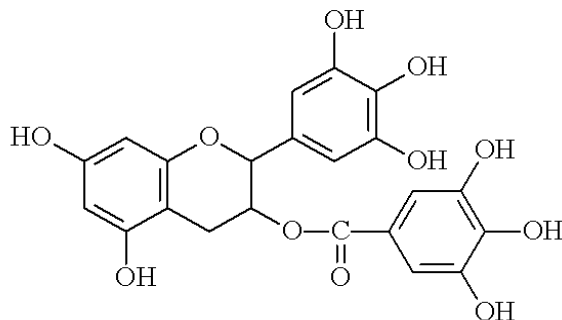
$$\text{Fe} + \text{Ni}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{Ni}(\text{OH})_2$$
 下列有关电池的说法错误的是 ()
- A. 电池中的电解质溶液为碱性溶液，电池的正极为 Ni_2O_3 、负极为 Fe
 B. 电池放电时，负极反应为 $\text{Fe} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$
 C. 电池充电过程中，阴极附近溶液的 pH 降低
 D. 电池充电时，阳极反应为 $2\text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Ni}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
17. 石头纸 (Rich Mineral Paper, RMP) 也叫石科纸，就是用磨成粉末的石头为主要原料，加上 15% 的聚乙烯和 5% 胶合剂制成的。2010 年两会期间，与会的政协委员们领到的各种会议资料都是以碳酸钙为主要原料的低碳“石头纸”。下列有关“石头纸”的说法错误的是…… ()
- A. “石头纸”需要在高温条件下生产
 B. “石头纸”与普通纸张相比，不易燃烧
 C. “石头纸”能防水
 D. 推广使用“石头纸”能达到保护森林和环保的目的
18. 资料表明，当压强达到 22 MPa、温度达到 374℃ 时，水成为“超临界状态”，此时水可将 CO_2 等含碳化合物转化为有机物，称之为“水热反应”。生物质在地下高温高压条件下通过水热反应可生成石油、煤等矿物。下列说法错误的是…… ()
- A. “水热反应”是一种复杂的物理变化
 B. 二氧化碳与超临界水作用生成汽油的反应，属于放热反应
 C. 随着科技的进步，利用“水热反应”有望实现地球上碳资源的和谐循环
 D. 火力发电厂可以利用废热，将二氧化碳转变为能源物质
19. 环己基氨基磺酸钙 () 曾被广泛用于食品，它比蔗糖甜 30~50 倍，自从发现它有致癌危险后已被禁用。下列溶剂中，不能溶解该化合物的是…… ()
- A. 乙醚 B. 己烷 C. 水 D. 丙二醇
20. 将足量的 CO_2 通入下列各溶液中，所含离子还能大量共存的是…… ()
- A. K^+ 、 SiO_3^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- B. H^+ 、 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-}
 C. Na^+ 、 S^{2-} 、 OH^- 、 SO_4^{2-} D. Na^+ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 、 CH_3COO^- 、 HCO_3^-
21. 通以相等的电量，分别电解等物质的量浓度的硝酸银和硝酸亚汞溶液，若被还原的硝酸银和硝酸亚汞的物质的量之比为 2:1，则下列表述正确的是…… ()
- A. 在两个阴极上得到的银和汞的物质的量之比 $n(\text{Ag}):n(\text{Hg})=1:1$
 B. 在两个阳极上得到的产物的物质的量不相等
 C. 硝酸亚汞的分子式为 HgNO_3
 D. 硝酸亚汞的分子式为 $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$

22. 高铁电池是一种新型可充电电池，与普通高能电池相比，该电池长时间保持稳定的放电电压。高铁电池的总反应为：



下列叙述中错误的是…………… ()

- A. 放电时正极附近溶液的碱性减弱
 B. 放电时每转移 3 mol 电子，正极有 1 mol K_2FeO_4 被氧化
 C. 放电时负极反应为： $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2$
 D. 充电时阳极反应为： $\text{Fe}(\text{OH})_3 - 3\text{e}^- + 5\text{OH}^- \longrightarrow \text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$
23. 美国每日科学网站文章报道：美国梅奥诊所的研究人员发现绿茶含有有助于消灭血癌细胞的成分——“表没食子儿茶素没食子酸酯”（EGCG）。研究显示，该成分通过干扰血癌细胞生存所需的信号传递，能使血癌（白血病）中癌细胞自杀性死亡。另据华夏经纬网报道，日本科学家发现绿茶中 EGCG 能中和脂肪酸合成酶素（FAS），从而能阻止艾滋病病毒的扩散。已知 EGCG 的结构简式如下图，有关 EGCG 的说法错误的是…………… ()



- A. EGCG 分子中含有两个各连有 4 个不同原子（或原子团）的碳原子
 B. EGCG 遇 FeCl_3 溶液能发生显色反应
 C. EGCG 在空气中不易被氧化
 D. 1 mol EGCG 最多可消耗含 10 mol 氢氧化钠的溶液
24. 反应 $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 已达到平衡，若增大压强，平衡移动，但混合气体的平均相对分子质量不变。下列说法正确的是…………… ()
- A. 原混合气体的平均相对分子质量为 30
 B. 原混合气体的平均相对分子质量为 26
 C. 起始时， NH_3 与 CO_2 的体积比为 13:14
 D. 起始时， NH_3 与 CO_2 的体积比为 14:13
25. 下列有关表述正确的是…………… ()
- A. 氟是最活泼的非金属，所以其标准电极电势最大，第一电离能也最大
 B. LiF 和 AgF 都为离子晶体，但 LiF 在水中的溶解度比 AgF 小
 C. 因为 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 都是两性氢氧化物，所以它们均能溶解于醋酸和氨水中
 D. 化学反应的活化能越高，则反应放出的能量也越多
26. 端基炔 $\text{RC}\equiv\text{CH}$ 与银氨溶液反应，产生白色端基炔银 $\text{RC}\equiv\text{CAg}$ 沉淀，该反应常常用于鉴定端基炔。在这个反应中，端基炔的作用是…………… ()
- A. 酸 B. 碱 C. 还原剂 D. 氧化剂

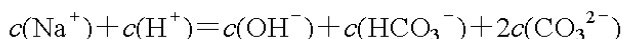
32. 已知 25°C 时有关弱酸的电离平衡常数:

弱酸化学式	CH ₃ COOH	HCN	H ₂ CO ₃
电离平衡常数(25°C)	1.8×10 ⁻⁵	4.9×10 ⁻¹⁰	K _{a1} =4.3×10 ⁻⁷ , K _{a2} =5.6×10 ⁻¹¹

则下列说法正确的是..... ()

A. 等物质的量浓度的各溶液 pH 关系为: pH(NaCN) > pH(Na₂CO₃) > pH(CH₃COONa)

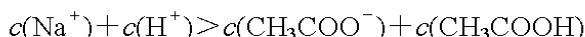
B. NaHCO₃ 和 Na₂CO₃ 混合溶液中, 一定存在:



C. 0.4 mol·L⁻¹ HCN 溶液与 0.2 mol·L⁻¹ NaOH 溶液等体积混合后, 所得溶液中:



D. 浓度均为 0.1 mol·L⁻¹ 的 CH₃COOH、CH₃COONa 混合溶液中:



33. 已知: N₂(g) + 3H₂(g) ⇌ 2NH₃(g) + 92.4 kJ·mol⁻¹, 在温度、容积相同的 3 个密闭容器中, 按不同方式投入反应物, 保持恒温、恒容, 测得反应达到平衡时的有关数据如下:

容器	实验 1	实验 2	实验 3
反应物投入量 (始态)	1 mol N ₂ 、3 mol H ₂	2 mol NH ₃	4 mol NH ₃
NH ₃ 的平衡浓度/(mol·L ⁻¹)	c ₁	c ₂	c ₃
反应的能量变化	放出 a kJ	吸收 b kJ	吸收 c kJ
体系压强/Pa	p ₁	p ₂	p ₃
反应物转化率	α ₁	α ₂	α ₃

下列说法正确的是..... ()

A. 2c₁ > c₃

B. a + b = 92.4

C. 2p₂ < p₃

D. α₁ + α₃ < 1

34. 36.5 g HCl 溶解在 1 L 水中, 所得溶液的密度为 ρ g/mL, 质量分数为 a, 物质的量浓度为 c mol/L, N_A 代表阿伏加德罗常数的值, 则下列叙述正确的是..... ()

A. 所得溶液中含有 N_A 个 HCl 分子

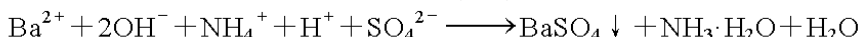
B. 36.5 g HCl 气体所占有的体积约为 22.4 L

C. 所得溶液中溶质的物质的量浓度为 $\frac{\rho}{1036.5}$ mol/L

D. 若将此溶液分成三等份, 并分别投入钠、镁、铝各 1 g, 则产生气体的质量比为 36:69:92

35. 下列离子方程式正确的是..... ()

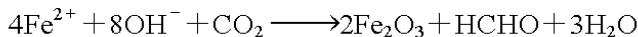
A. 向 NH₄HSO₄ 溶液中滴加少量的 Ba(OH)₂ 溶液:



B. 少量 SO₂ 通入苯酚钠溶液中: C₆H₅O⁻ + SO₂ + H₂O → C₆H₅OH ↓ + HSO₃⁻

C. 向偏铝酸钠溶液中通入过量 CO₂ 气体: AlO₂⁻ + CO₂ + 2H₂O → Al(OH)₃ ↓ + HCO₃⁻

D. 海水中的 Fe²⁺ 在铁细菌的催化下被氧化成 Fe₂O₃:



36. 橙红色晶体 A 受热剧烈分解得到绿色固体 B 和无色、无味的气体 C。C 与 KMnO₄、KI 等均不发生反应。灼烧过的 B 不溶于 NaOH 溶液和盐酸, 将 B 与 NaOH 固体共熔后冷却得到绿色固体 D。D 溶于水后加入 H₂O₂ 得到黄色溶液 E。将 A 溶于稀硫酸后加入 Na₂SO₃ 得到绿色溶液 F。向 F 中加入过量 NaOH 溶液和溴又得到 E。据此判断正确的是..... ()

A. 气体 C 为 N₂

B. 固体 D 为 FeCl₂

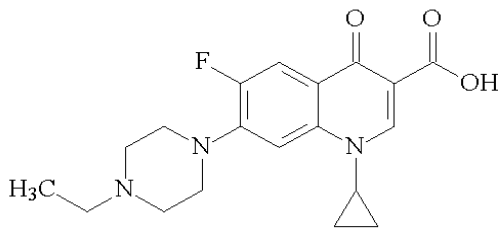
C. E 为 FeCl₃

D. Na₂SO₃ 作还原剂

37. 700℃时，向容积为 2 L 的密闭容器中充入一定量的 CO 和 H₂O，发生反应：
 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ，反应过程中测定的部分数据见下表(表中 $t_2 > t_1$):

反应时间/min	$n(\text{CO})/\text{mol}$	$\text{H}_2\text{O}/\text{mol}$
0	1.20	0.60
t_1	0.80	
t_2		0.20

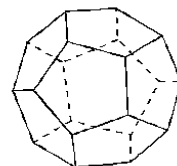
- 下列说法正确的是…………… ()
- A. 反应在 t_1 min 内的平均速率为 $v(\text{H}_2) = \frac{0.40}{t_1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- B. 保持其他条件不变，起始时向容器中充入 0.60 mol CO 和 1.20 mol H₂O，到达平衡时 $n(\text{CO}_2) = 0.40 \text{ mol}$
- C. 保持其他条件不变，向平衡体系中再通入 0.20 mol H₂O，与原平衡相比，达到新平衡时 CO 转化率增大，H₂O 的体积分数增大
- D. 温度升至 800℃，上述反应平衡常数为 0.64，则正反应为吸热反应
38. 2011 年 4 月 18 日沈阳和平区查获“毒豆芽”，其中添加一种动物用药——恩诺沙星，其分子结构如下图所示，下列有关恩诺沙星说法错误的是…………… ()



- A. 分子式为 C₁₉H₂₁FN₃O₃
- B. 该物质不溶于水，可溶于酸和碱
- C. 该物质能发生酯化、加成、氧化、硝化、水解等反应
- D. 该物质的一氯代物共有 9 种
39. 温度对反应速率的影响可用 Arrhenius 公式表示： $\log \frac{k_2}{k_1} = \frac{E(T_2 - T_1)}{2.303RT_1T_2}$ ，式中 k_1 、 k_2 分别为温度 T_1 、 T_2 时某反应的速率常数； E 为反应的活化能（单位：J/mol），且假定活化能在温度变化不大的范围内是常数。又对于同一反应，在不同温度下反应速率常数与反应时间的关系如下： $\frac{k_1}{k_2} = \frac{t_2}{t_1}$ 。现知在 300 K 时，鲜牛奶 5 小时后即变酸，而在 275 K 的冰箱里可保存 50 小时。若牛奶存放 2.5 小时后即变酸，则此时温度为… ()
- A. 305.4 K B. 35.3℃ C. 32.3℃ D. 308.4 K
40. 把铜粉放入装有浓氨水的试管中，塞紧试管塞，振荡后发现试管塞越来越紧，且溶液逐渐变为浅黄色（近乎无色）溶液，打开试管塞后，溶液迅速变为蓝色溶液。则下列说法正确的是…………… ()
- A. 试管塞越来越紧，是因为反应消耗了大量 NH₃
- B. 溶液逐渐变为浅黄色，是因为反应生成了少量的 NO₂
- C. 溶液迅速变为蓝色溶液，是因为反应生成了 [Cu(NH₃)₄]²⁺
- D. 上述反应原理可用于测定 O₂ 的含量

41. 十二面体烷的空间构型如下图所示。根据它的结构，下列说法正确的是…… ()

- A. 分子式为 $C_{12}H_{12}$
 B. $\angle CCC$ 为 109.5°
 C. 它的一氯代物有 1 种
 D. 它的二氯代物有 5 种

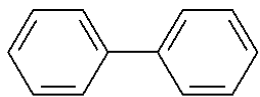


42. 在 -20°C 时，将 SO_3 加到无水乙醚中，再将与 SO_3 等物质的量的 H_2S 气体通入到上述体系中，发现有无色晶体 A 出现。经分析，该晶体中含有 H、C、O、S 四种元素。进一步研究发现：在反应前后，C—H 键、C—O 键没有遭到破坏，且 A 中的 C—H 键数是 SO_3 物质的量的 20 倍。A 中 S 元素存在两种化学环境，O 元素有三种化学环境。小心将 A 加热到 0°C ，发现 A 质量减轻，生成化合物 B。B 在常温下不稳定，加热后能生成两种酸性气体。据此判断错误的是…… ()

- A. 乙醚在制备 A 过程中起的作用之一是作为溶剂
 B. A 的分子式为 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$
 C. B 的分子式为 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$
 D. B 加热后生成 H_2S 和 SO_2
43. 现有一些只含 C、H、O 三种元素的有机物，它们燃烧时消耗的 O_2 和生成的 CO_2 的体积比是 3:4。下列关于这些有机物的叙述正确的是…… ()
- A. 在这些有机物中，相对分子质量最小的化合物的分子式是 C_2O
 B. 某两种碳原子数相同的上述有机物，若它们的相对分子质量分别为 a 和 b ($a < b$)，则 $b - a$ 必定是 18 的整数倍
 C. 在这些有机物中有一种含有两个羧基，取 0.2625 g 该化合物恰好能跟 25.00 ml $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液完全中和，由此可推导出它的分子式是 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_8$
 D. 这些有机物的分子式符合 $[(\text{CO})_n(\text{H}_2\text{O})_m]$ (n 、 m 均为正整数)

44. 随着科学技术的发展，测定阿伏伽德罗常数的手段越来越多，测定精确度也越来越高。现有一简单可行的测定方法，已知油脂在水面上为单分子层，假设油脂的摩尔质量为 $M \text{ g/mol}$ ，每个油脂分子的横截面积为 $A \text{ cm}^2$ ，取该油脂 $m \text{ g}$ ，配成体积为 $V_m \text{ mL}$ 的苯溶液，将该溶液滴加到表面积为 $S \text{ cm}^2$ 的水中，若每滴溶液的体积为 $V_d \text{ mL}$ ，当滴入第 q 滴油脂苯溶液时，油脂的苯溶液恰好在水面上不再扩散，则阿伏伽德罗常数 (N_A) 的表达式为…… ()

- A. $\frac{M \cdot S \cdot V_m}{A \cdot m \cdot V_d \cdot q}$ B. $\frac{M \cdot S \cdot V_m}{A \cdot m \cdot V_d \cdot (q-1)}$ C. $\frac{A \cdot m \cdot V_d \cdot (q-1)}{M \cdot S \cdot V_m}$ D. $\frac{A \cdot m \cdot V_d \cdot q}{M \cdot S \cdot V_m}$

45. 已知联二苯 () 的二氯取代物有 12 种，则联 n 苯的二氯取代物种数为…… ()

- A. $2n^2 + 5n + 1$ B. $n^2 + 3.5n + 1$ C. $n^2 + 3.5n + 1.5$ D. $n^2 + 2.5n + 3$

2011 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 40 分)

46. 某碱性溶液中可能含有 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 中的一种或多种,若只允许一次取样,要对该溶液中可能存在的 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 这三种离子进行验证,通常的验证顺序是 _____。
47. 12 g 石墨晶体中,有共价键 _____ mol。
48. 在醋酸钠溶液中滴加盐酸直至溶液呈中性。此时溶液中浓度与 Cl^- 相等的另一种微粒是 _____。
49. 血红蛋白(Hb)能与 O_2 结合成 HbO_2 ,也能与 CO 结合成 HbCO ,人体中存在下列平衡关系: $\text{CO}(\text{g}) + \text{HbO}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{O}_2(\text{g}) + \text{HbCO}(\text{aq})$ 。体温下该平衡常数值为 210。实验证明,人体中有 10% 的 HbO_2 转化成 HbCO ,心肺就不能得到足够维持生命的氧。这就是说空气中 CO 的摩尔含量大于 _____ ppm(用整数表示),对人就有致命危险。
50. Cl_2 、 ClO_2 、 O_3 均可用于水体的杀菌消毒。同等质量的三种气体的消毒能力之比为: 1.00 : _____ : _____。
51. 大部分化学元素的发现或确定年份可从资料库中查到。如:氢,1766 年由英国人 Henry Cavendish 发现;锂,1817 年由瑞典人 Johann Arfvedson 发现并由英国人 Humphry 在 1818 年制取。有 10 余种元素被认为并非最近数百年来被陆续发现或提炼,其单质千年(甚至数千年)前即被认识和应用。如铁,四千多年前已被人认识,约三千年前我国已开始铁器时代。除铁外,这些被古人认识的元素还包括 _____、_____、_____、_____、_____、_____、_____、_____、_____ 等。
52. 化学变化大致有以下三方面的特征,请以“化学键”为关键词简要说明这些特征的实质。
(1) 化学变化是“质变”(不是物理上的“形变”)。

(2) 化学变化是“定量”（质量守恒）的变化。

(3) 化学变化总是伴有能量变化。

53. 人们对酸和碱的认识经历了很长一段历史。最初对酸的认识是有酸味，能使紫色石蕊变红；对碱的认识是有涩味，能使紫色石蕊变蓝。1887年，Arrhenius 提出酸碱电离理论：凡是在水溶液中能电离产生 H^+ 的物质叫酸，能电离产生 OH^- 的物质叫碱。该理论提高了人们对酸碱本质的认识，对化学的发展起了很重要的作用，至今仍被普遍使用。但随着科学的进步，该理论的局限性日益显露。

局限性一：_____

局限性二：_____

针对这种情况，丹麦化学家 Bronsted 和英国化学家 Lowry 于 1923 年分别提出了酸碱_____理论。该理论对“两性物质”的描述是：既能_____，也能_____。

54. 下表表示的是共价分子的 13 种空间构型（基于 valence shell electron pair repulsion theory）。第 2 列中的 A 表示中心原子，X 表示卤原子或氢原子，E 表示孤对电子（lone pair electron，如“ E_2 ”表示分子中有两对孤对电子）。实例中不包括过渡金属。请填写表中的空格。

成键后中心原子的价电子对数	中心原子的结构类型	分子构型	实例（不包括过渡元素）
2			$BeCl_2$
3		平面三角形	
3	AX_2E		PbI_2
4	AX_4		
4	AX_3E		
4	AX_2E_2		
5	AX_5	双三角锥	
5		变形四面体	SF_4
5	AX_3E_2	T 形	BrF_3
5	AX_2E_3	直线形	
6			TeF_6
6		四角锥	BrF_5
6	AX_4E_2	平面正方形	

得分	
----	--

二、书写方程式（共20分）

55. “在溶液中发生的离子互换反应一般总是向离子浓度减少的方向进行。”此话实际上是存在少数反例的。请举一个典型反例，用化学方程式（或离子方程式）表示。
56. 在硫酸铁氨溶液中滴加氢氧化钡溶液，直至双方的物质的量之比为1:1。写出发生的反应的离子方程式。
57. (1) 写出中性溶液中 KMnO_4 与 K_2SO_3 反应的离子方程式。
- (2) 写出碱性溶液中 KMnO_4 与 K_2SO_3 反应的离子方程式。
58. 已知在酸性条件下， KBrO_3 的氧化性强于 KIO_3 。将 KBrO_3 、 KIO_3 、 KI 三种溶液两两混合并分别酸化，写出可能发生的反应的离子方程式。（卤素的化合价除0和+5外，不考虑其它价态的产生）

得分	
----	--

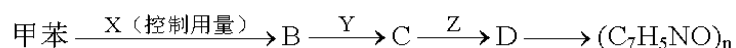
三、有机化学（共30分）

59. (1) 乙烯基乙炔分子中有多个碳氢键（ C-H ），其中键长最小（最短）的是_____。
- (2) “聚醚”的化学式可表示为 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ ，它是一种聚合产物，它的单体是_____。

60. 酰卤、羧酸酐、羧酸酯都是羧酸的衍生物。它们水解的共同产物是_____；醇解的共同产物是_____；氨解的共同产物是_____。
61. 分子式为 C_5H_{10} 且具有三元环的所有的异构体共有_____种(考虑立体异构)。
62. 氰胺是一种含氨基的化合物，分子式为 CH_2N_2 ，它可在一定条件下发生聚合，生成非极性的“三聚氰胺”。请写出氰胺和三聚氰胺的结构简式。

63. 醛在强碱的稀溶液中可发生“羟醛缩合”，即一分子醛的 α -H 加到另一分子醛的羰基氧上，其余部分加到羰基碳上，生成较长链的 β -羟基醛。2-甲基丙醛和 2-甲基丁醛的混合物发生羟醛缩合，写出可能的产物的名称。

64. 以甲苯为原料制取高分子化合物 $(C_7H_5NO)_n$ (聚对氨基苯甲酸)，基本流程如下：



氧化剂选用酸性高锰酸钾，还原剂选用铁和盐酸。

写出试剂 X、Y、Z 的化学式(或名称)。

X _____, Y _____, Z _____。

65. $HCHO$ 、 HCN 和 CO_2 都可作为原料给有机物分子的碳链增加一个 C 原子。现以乙醇为主要原料，简要说明如何使它变成 C_3 化合物(如丙醛、丙酸、丙腈等)。

(1) 用 $HCHO$ ：

(2) 用 HCN:

(3) 用 CO₂:

得分	
----	--

四、计算 (共10分)

66. 实验室有一包食盐, 已经初步提纯, 除去了难溶性杂质, 仍含杂质 (包括镁、钙、钾的硫酸盐和氯化物等)。称取该食盐样品若干克, 测得其中含 Mg^{2+} 0.032 mol, SO_4^{2-} 0.006 mol, K^+ 0.006 mol、 HCO_3^- 0.030 mol, 及 Ca^{2+} 若干 (其它痕量杂质忽略不计)。若将该份食盐样品溶于足量水配成稀溶液, 加热煮沸一段时间, 冷却后过滤并干燥, 可得不含结晶水的白色沉淀物 1.122 g。

(1) 列式求该食盐样品中所含 Ca^{2+} 的物质的量。

(2) 列式求该食盐样品中可溶性杂质的总质量 (保留三位小数)。