

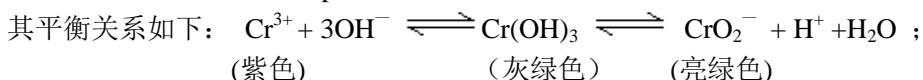
2014年全国高中学生化学竞赛湖北赛区预赛试题

一、(本题包括 16 小题, 每小题 3 分, 共 48 分。每小题只有 1 个选项符合题意)

1、“化学, 我们的生活, 我们的未来”曾是 2011 年“国际化学年”的主题。你认为下列行为中, 不符合这一主题的是 ()

- 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)

2、向 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 的水溶液中, 加入 NaOH 溶液, 当 $\text{pH}=4.6$ 时, 开始出现 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀, 随着 pH 的升高, 沉淀增多, 但当 $\text{pH} \geq 13$ 时, 沉淀消失, 先出现亮绿色的亚铬酸根离子(CrO_2^-)



向 $0.05\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液 50mL 中, 加入 $1.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液 50mL, 充分反应后, 溶液中可观察到的现象为 ()

- A、溶液为紫色 B、溶液中有灰绿色沉淀 C、溶液为亮绿色 D、无法判断

3、下面是某加碘食盐包装袋上的部分图表文字(I 为碘元素符号)。由此, 你得到的信息和作出的推测是 ()



菜未烧熟不宜加入碘盐

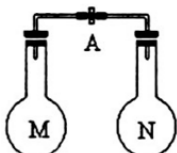


菜烧熟后加入碘盐最佳

配料表	
氯化钠 (NaCl)	≥98.0% (以NaCl计)
碘酸钾 (KIO ₃)	(35±15) mg/kg (以I计)

- A、人体不能缺碘, 需要正常补碘。“加碘食盐”中的“碘”是指碘单质。
- B、该食盐商品是以海盐为原料, 经人加工后的产品, 是盐类的纯净物。
- C、1kg 此食盐中含碘酸钾(35±15) mg
- D、“菜未烧熟不宜加入加碘盐”的原因可能是碘酸钾受热不稳定。

4、室温时, 两个容积相同的烧瓶中分别盛有 M 和 N 两种气体(同温同压), 取下弹簧夹 A, 使两烧瓶内的气体接触(如图), 容器内的压强由大到小的组合顺序是 ()



编号	①	②	③	④
气体 M	HI	NH ₃	H ₂	NO
气体 N	Cl ₂	HCl	N ₂	O ₂

- A、③①④② B、①②③④ C、④①②③ D、①④③②

5、下列说法正确的是 ()

- ①标准状况下, 6.02×10^{23} 个分子所占的体积约是 22.4 L
- ②0.5 mol N₂ 所占体积为 11.2 L
- ③标准状况下, 1 mol H₂O 的体积为 22.4 L

④常温常压下, 28g CO 与 N₂ 的混合气体的所含的原子数为 2N_A

⑤各种气体的气体摩尔体积都约为 22.4 L/mol

⑥标准状况下, 体积相同的两种气体的分子数一定相同

A、①③⑤

B、④⑥

C、③④⑥

D、①④⑥

6、标准状态下, 在四个干燥的烧瓶中分别充入: ①纯净的氨气, ②混有 1/3 体积空气的氯化氢气体, ③纯净的 NO₂ 气体, ④混有少量空气的 NO₂ 气体。然后各做喷泉实验。实验后, 四个烧瓶中溶液的物质的量浓度大小关系(假设烧瓶中溶液的溶质不扩散)是 ()

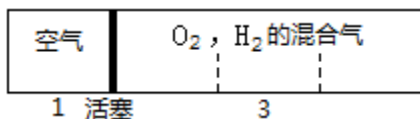
A、①=②=③=④

B、①=②=③>④

C、①=②=③<④

D、④>①=②>③

7、如图所示装置, 室温下密闭容器内分别充入空气和 H₂、O₂ 的混合气体在可移动的活塞两边, 在标准状况下若将 H₂、O₂ 的混合气体点燃引爆, 活塞先左弹, 恢复原温度后, 活塞右滑停留于容器的中央, 则原来 H₂、O₂ 的体积比最接近于 ()



①2:7 ②5:4 ③4:5 ④7:2

A、①②

B、②④

C、③④

D、①③

8、某溶液可能含有 Cl⁻, SO₄²⁻, CO₃²⁻, NH₄⁺, Fe³⁺, Al³⁺ 和 K⁺。取该溶液 100mL, 加入过量 NaOH 溶液, 加热, 得到 0.01mol 气体, 同时产生红褐色沉淀; 过滤, 洗涤, 灼烧, 得到 1.6g 固体; 向上述滤液中加足量 BaCl₂ 溶液, 得到 2.33g 不溶于盐酸的沉淀。由此可知原溶液中 ()

A、Cl⁻ 一定存在, 且 c(Cl⁻) ≥ 0.5mol/L

B、至少存在 5 种离子

C、SO₄²⁻、NH₄⁺ 一定存在, Cl⁻ 可能不存在

D、CO₃²⁻、Al³⁺ 一定不存在, K⁺ 可能存在

9、科学家预言超级原子的发现将会重建周期表, 2005 年 1 月美国科学家在《Science》上发表论文, 宣布发现了 Al 的超原子结构 Al₁₃ 和 Al₁₄, 并在质谱仪检测到稳定的 Al₁₃I⁻ 等, Al₁₃、Al₁₄ 的性质很像现行周期表中的某主族元素, 已知这类超原子当具有 40 个价电子时最稳定(例 Al 原子具有 3 个价电子)。下列说法不正确的是 ()

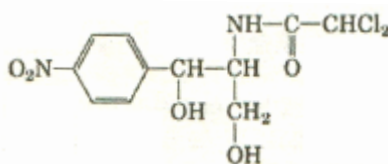
A、Al₁₄ 有 42 个价电子, 且与 IIA 族元素性质相似

B、Al₁₃ 有 39 个价电子, 且与卤素性质类似

C、Al₁₃ 在气相中与 HI 反应可生成 HAl₁₃I, 且化学方程式为 Al₁₃+HI=HAl₁₃I

D、Al₁₃ 原子中 Al 原子间是通过离子键结合的

10、氯霉素主要成分的结构简式为:



下列有关该化合物的说法不正确的是

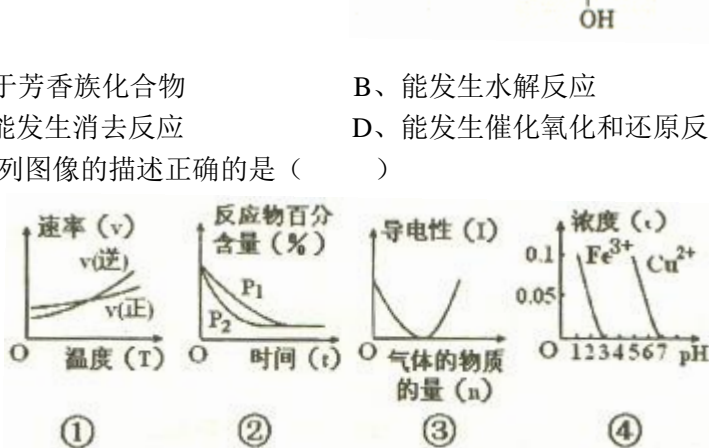
A、属于芳香族化合物

B、能发生水解反应

C、不能发生消去反应

D、能发生催化氧化和还原反应

11、对下列图像的描述正确的是 ()



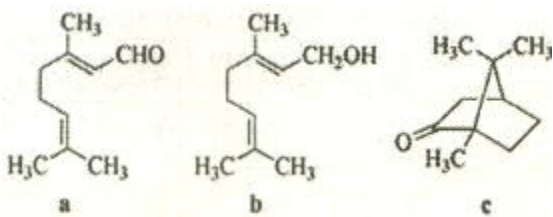
①

②

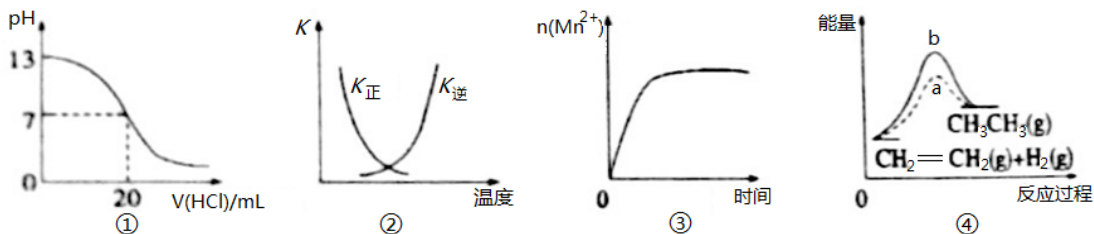
③

④

- A、根据图①可判断反应 $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g)$ 的 $\Delta H > 0$
- B、图②可表示压强 (P)变化时对反应 $2A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 3C(g) + D(s)$ 的影响
- C、图③可表示向醋酸溶液通入氨气时, 溶液导电性随氨气通入量的变化
- D、根据图④, 除去 $CuSO_4$ 溶液中的 Fe^{3+} , 可加入 CuO 调节 pH 至 3~5
- 12、有机物甲的分子式为 $C_9H_{18}O_2$ 在酸性条件下甲水解为乙和丙两种有机物, 在相同的温度和压强下, 同质量的乙和丙的蒸气所占的体积相同, 则甲可能的结构有 ()
- A、8 种 B、14 种 C、16 种 D、18 种
- 13、锂离子电池已经成为新一代实用化的蓄电池, 该电池具有能量密度大、电压高的特性。锂离子
 电池放电时的电极反应式为
 负极反应: $C_6Li - xe^- = C_6Li_{1-x} + xLi^+$ (C_6Li 表示锂原子嵌入石墨形成复合材料)
 正极反应: $Li_{1-x}MO_2 + xLi^+ + xe^- = LiMO_2$ ($LiMO_2$ 表示含锂的过渡金属氧化物)
 下列有关说法正确的是 ()
- A、锂离子电池充电时电池反应为 $C_6Li + Li_{1-x}MO_2 = LiMO_2 + C_6Li_{1-x}$
- B、电池反应中, 正极材料若分别用锂、锌、银、铅时, 产生等量的电量, 金属锂所消耗的质量最小
- C、锂离子电池放电时电池内部 Li^+ 向负极移动
- D、锂离子电池充电时阴极反应为 $C_6Li_{1-x} + xLi^+ + xe^- = C_6Li$
- 14、下列化合物均为天然萜类化合物, 对这些萜类化合物叙述错误的是 ()



- A、三种化合物中只有 a 和 c 互为同分异构体
- B、三种化合物中 b 的沸点最高
- C、三种化合物均易被氧化
- D、三种化合物均可催化氢化
- 15、下列各表述与示意图一致的是 ()



- A、图①表示 $25^\circ C$ 时, 用 $0.1 mol \cdot L^{-1}$ 盐酸滴定 $20 mL 0.1 mol \cdot L^{-1}$ $NaOH$ 溶液, 溶液的 pH 随加入酸体积的变化
- B、图②中曲线表示反应 $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) \Delta H < 0$ 正、逆反应的平衡常数 K 随温度的变化
- C、图③表示 $10 mL 0.01 mol \cdot L^{-1}$ $KMnO_4$ 酸性溶液与过量的 $0.1 mol \cdot L^{-1}$ $H_2C_2O_4$ 溶液混合时 ($\Delta H > 0$), $n(Mn^{2+})$ 随时间的变化
- D、图④中 a、b 曲线分别表示反应 $CH_2=CH_2(g) + H_2(g) \rightarrow CH_3CH_3(g) \Delta H < 0$ 使用和未使用催化剂时, 反应过程中的能量变化

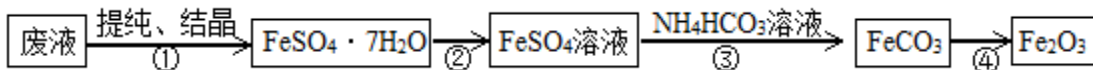
16、下列关于热化学反应的描述中正确的是 ()

- A、HCl 和 NaOH 反应的中和热 $\Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$ ，则 H_2SO_4 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应的中和热 $\Delta H = 2 \times (-57.3) \text{ kJ/mol}$
- B、CO (g) 的燃烧热是 283.0 kJ/mol ，则 $2\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 反应的 $\Delta H = +2 \times 283.0 \text{ kJ/mol}$
- C、需要加热才能发生的反应一定是吸热反应
- D、1mol 甲烷燃烧生成气态水和二氧化碳所放出的热量是甲烷的燃烧热

第 II 卷 (包括 4 大题, 共 52 分)

二、实验题(本题包括 1 小题, 共 11 分)

17. (11 分) 氧化铁是一种红色的颜料, 在工业上常以富含硫酸亚铁的废液为原料生产氧化铁其主要流程如下:



(1) 已知步骤①中硫酸亚铁在不同温度下的溶解度和析出晶体的组成如下表所示。

若从硫酸亚铁溶液中结晶出 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 控制的温度($^{\circ}\text{C}$)为_____

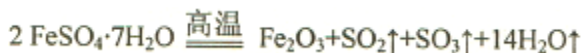
温度/ $^{\circ}\text{C}$	0	10	30	50	56.7	60	64	70	80	90
溶解度/g	14.0	17.0	25.0	33.0	35.2	35.3	35.6	33.0	30.5	27.0
析出晶体	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$					$\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$		

(2) 步骤②需加一定量硫酸, 其主要目的是_____

(3) 生成 FeCO_3 浊液的离子方程式为_____;

FeCO_3 浊液露置在空气中会出现红褐色的固体, 该变化的化学方程式为_____

(4) 已知 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体在加热条件下发生如下反应:



利用下图装置可检验该反应的气体产物。



请填写下列空白:

①仪器的连接顺序为 a 接_____、_____接_____、_____接_____、_____接_____。

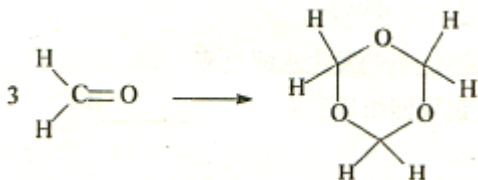
②装置 C 中的 X 为_____

三、有机题(本题包括 2 小题, 共 20 分)

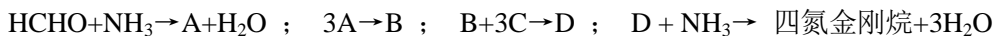
18. (10 分) 金刚烷结构如图:



- (1)请写出金刚烷的分子式_____。其二氯取代物的同分异构体有_____种
- (2)四氮金刚烷(乌洛托品)是金刚烷中的四个碳原子被氮原子取代的产物,其结构也具有很好的对称性。请在上图的金刚烷图中直接标出氮原子所在位置。



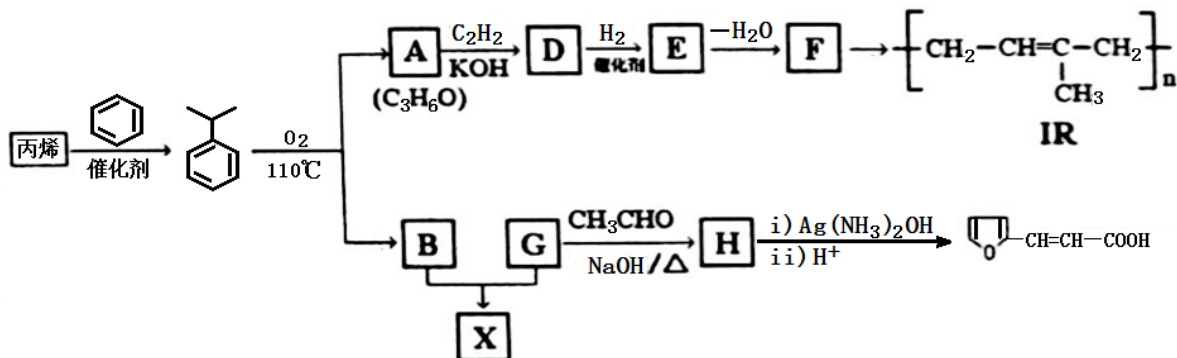
- (3)甲醛可以三聚: _____; 四氮金刚烷合成如下:



写出 A、B、C 和 D 的结构简式:

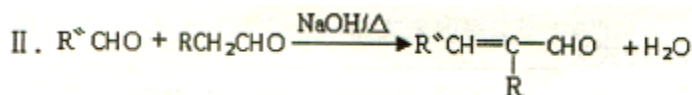
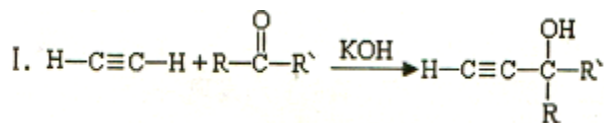
A、_____ B、_____ C、_____ D、_____

- 19、(10分)石油的裂解是石油化工的重要方法之一,石油的裂解产物是合成材料的重要的基础原料。例如工业上以丙烯为原料可制得一种重要合成橡胶 IR 和一种合成树脂 X。



B 的分子式是 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$, 可与 NaOH 溶液反应。

已知以下信息:

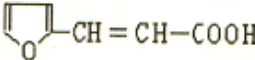


(—R、—R'、—R''表示可能相同或可能不同的原子或原子团)

III、同一碳原子上有两个碳碳双键时分子不稳定。

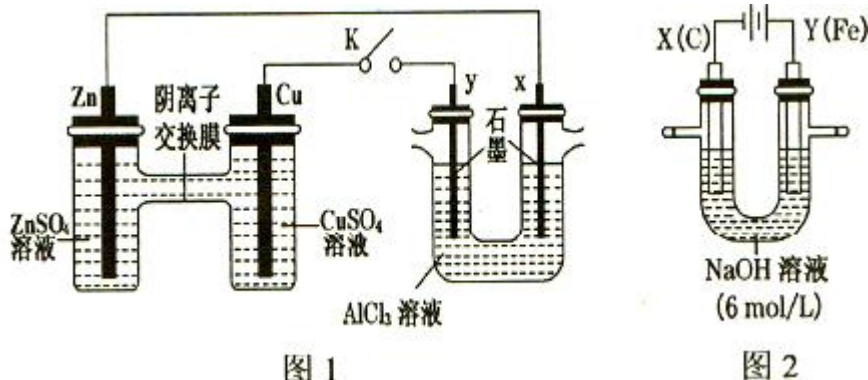
请回答下列问题:

- (1)在一定条件下,丙烯可与下列物质反应的是()
 A、 H_2O b、 NaOH 溶液 c、 Br_2 的 CCl_4 溶液 d、酸性 KMnO_4 溶液
- (2)A 与 C_2H_2 合成 D 的化学方程式是_____
 反应类型是_____
- (3)E、F 中均含有碳碳双键,则 E 的结构简式是_____
- (4)H 的结构简式是_____
- (5)B 与 G 在一定条件下反应生成合成树脂 X 的化学方程式是_____

- (6)  有多种同分异构体, 符合下列要求的有_____种。
 ①能与 FeCl_3 溶液反应显紫色; ②只能发生银镜反应, 不能发生水解反应。
 其中在核磁共振氢谱中只出现四组峰的有_____种。

四、填空题:(本题包括小题, 共 21 分)

20. (11 分)某课外小组分别用下图所示装置对原电池和电解原理进行实验探究。



请回答:

I、用图 I 所示装置进行第一组实验(K 闭合)。

- (1) Zn 极为_____极; 实验过程中, SO_4^{2-} _____ (填“从左向右”、“从右向左”或“不移动”)。
 (2)反应初期, x 极的电极反应现象为_____;
 Cu 极的电极反应式为_____。
 (3)检验 y 极反应产物的方法是_____。

II、用图 2 所示装置进行第二组实验。实验过程中, 两极均有气体产生, Y 极区溶液逐渐变成紫红色; 停止实验, 铁电极明显变细, 电解液仍然澄清。查阅资料发现, 高铁酸根(FeO_4^{2-}) 在溶液中呈紫红色。

- (4)电解过程中, X 极的电极反应式为_____。
 (5)电解过程中, Y 极发生的电极反应为 $\text{Fe} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ 和 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$, 若在 X 极收集到 672 mL 气体, 在 Y 极收集到 168 mL 气体(均已折算为标准状况时气体体积), 则 Y 电极(铁电极)质量减少_____g。
 (6)在碱性锌电池中, 用高铁酸钾作为正极材料, 电池反应为:

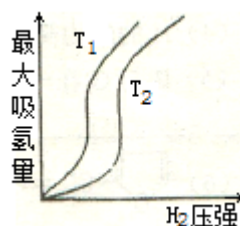
$$2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 3\text{Zn} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} + 2\text{K}_2\text{ZnO}_2$$
 该电池正极发生反应的电极反应式为_____。

21. (10 分)化石燃料的燃烧会产生大量污染大气的二氧化硫和温室气体二氧化碳。而氢气和氨气都被认为是无碳无污染的清洁能源。

(1)某些合金可用于储存氢, 金属储氢的原理可表示为:



下图表示温度分别为 T_1 , T_2 时, 最大吸氢量与氢气压强的关系。



则下列说法中，正确的是_____

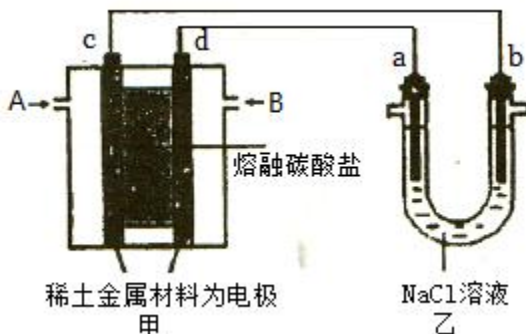
a、 $T_1 > T_2$

b、增大氢气压强，加快氢气的吸收速率

c、增大 M 的量，上述平衡向右移动

d、上述反应可实现多次储存和释放氢气

(2)以熔融碳酸盐为电解质，稀土金属材料为电极组成氢氧燃料电池(如装置甲所示)，其中负极通入 H_2 ，正极通入 O_2 和 CO_2 的混合气体。乙装置中 a、b 为石墨，电解一段时间后，b 电极附近滴入酚酞溶液变红，NaCl 溶液的体积为 100 mL。



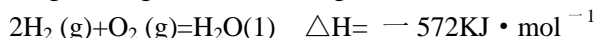
①工作过程中，甲装置中 d 电极的电极反应式是_____，

乙装置中电极 a 为_____极(填电极名称)。

②若在 a 极产生 112mL(标准状况)气体，25℃时乙装置中所得溶液 pH=_____。

(忽略电解前后溶液体积变化)

(3)氨在氧气中燃烧，生成水和一种空气组成成分的单质。



试写出氨在氧气中燃烧生成液态水的热化学方程式:

(4)在一定条件下，将 1 mol N_2 和 3 mol H_2 混合于一个 10L 的容积不变的密闭容器中发生反应:



①反应的平衡常数表达式为_____

②反应开始到平衡时 N_2 的消耗速率 $v(N_2) =$ _____

③能判断该反应是否达到化学平衡状态的依据是:_____

a、容器中压强不变

b、混合气体的密度不变

c、 $3v_{\text{正}}(H_2) = 2v_{\text{逆}}(NH_3)$

d、 $c(N_2):c(H_2):c(NH_3) = 1:3:2$

④对于上述平衡状态，改变下列条件能使反应速率增大，且平衡向正向移动的是_____

a、选用更高效的催化剂

b、升高温度

c、及时分离出氨气

d、增加 H_2 的浓度

e、充入 He，使体系总压强增大

周期 IA

化学元素周期表

1	1H 氢 1.0079	IIA																2He 氦 4.0026	
2	3Li 锂 6.941	4Be 铍 9.0122	IIIA IIIA IVA VA VIA VIIA																10Ne 氖 20.17
3	11Na 钠 22.9898	12Mg 镁 24.305	IIIB IVB VB VIB VIIB VIIIB VIII IB IIB																18Ar 氩 39.94
4	19K 钾 39.098	20Ca 钙 40.08	21Sc 钪 44.956	22Ti 钛 47.9	23V 钒 50.9415	24Cr 铬 51.996	25Mn 锰 54.938	26Fe 铁 55.84	27Co 钴 58.9332	28Ni 镍 58.69	29Cu 铜 63.54	30Zn 锌 65.38	31Ga 镓 69.72	32Ge 锗 72.59	33As 砷 74.9216	34Se 硒 78.9	35Br 溴 79.904	36Kr 氪 83.8	
5	37Rb 铷 85.467	38Sr 锶 87.62	39Y 钇 88.906	40Zr 锆 91.22	41Nb 铌 92.9064	42Mo 钼 95.94	43Tc 锝 99	44Ru 钌 101.07	45Rh 铑 102.906	46Pd 钯 106.42	47Ag 银 107.868	48Cd 镉 112.41	49In 铟 114.82	50Sn 锡 118.6	51Sb 锑 121.7	52Te 碲 127.6	53I 碘 126.905	54Xe 氙 131.3	
6	55Cs 铯 132.905	56Ba 钡 137.33	57-71 La-Lu 镧系	72Hf 铪 178.4	73Ta 钽 180.947	74W 钨 183.8	75Re 铼 186.207	76Os 锇 190.2	77Ir 铱 192.2	78Pt 铂 195.08	79Au 金 196.967	80Hg 汞 200.5	81Tl 铊 204.3	82Pb 铅 207.2	83Bi 铋 208.98	84Po 钋 (209)	85At 砹 (201)	86Rn 氡 (222)	
7	87Fr 钫 (223)	88Ra 镭 226.03	89-103 Ac-Lr 锕系	104Rf 𬬻 (261)	105Db 𬬭 (262)	106Sg 𬬮 (266)	107Bh 𬬯 (264)	108Hs 𬬰 (269)	109Mt 𬬱 (268)	110Ds 𬬲 (271)	111Rg 𬬳 (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)	116 Uuh (292)	117 Uus	118 Uuo	
镧系		57La 镧 138.905	58Ce 铈 140.12	59Pr 镨 140.91	60Nd 钕 144.2	61Pm 钷 147	62Sm 钐 150.4	63Eu 铕 151.96	64Gd 钆 157.25	65Tb 铽 158.93	66Dy 镝 162.5	67Ho 铈 164.93	68Er 铒 167.2	69Tm 铥 168.934	70Yb 镱 173.0	71Lu 镥 174.96			
锕系		89Ac 锕 138.905	90Th 钍 140.12	91Pa 镤 140.91	92U 铀 144.2	93Np 镎 147	94Pu 钚 150.4	95Am 镅 151.96	96Cm 锔 157.25	97Bk 锫 158.93	98Cf 锿 162.5	99Es 镱 164.93	100Fm 镆 167.2	101Md 镈 168.934	102No 镎 173.0	103Lr 铷 174.96			

2014 年高中化学预赛试题参考答案

一、(本题共 48 分)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案	B	C	D	A	B	B	C	A
题号	9	10	11	12	13	14	15	16
答案	D	C	D	C	D	C	B	B

二、(本题共 11 分)

17. (11 分) (1) $t < 56.7^\circ\text{C}$ (1 分) (2) 抑制 FeSO_4 的水解 (2 分)

(3) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{FeCO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2 分)

$4\text{FeCO}_3 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 4\text{CO}_2$ (2 分)

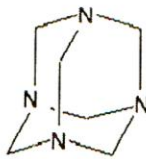
(4) ① f、gd、eh、ib (或 g、fd、eh、ib) (2 分) ② BaCl_2 (2 分)

三、(本题共 20 分)

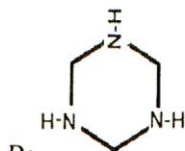
18. (10 分)

(1) (各 2 分) $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ 6

(2) (2 分)

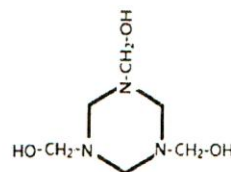


(3) (各 1 分) A: $\text{H}_2\text{C}=\text{NH}$



C: $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$

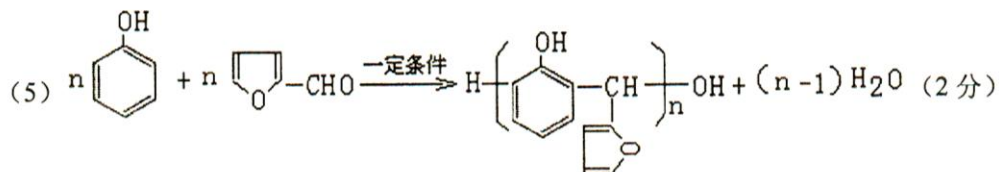
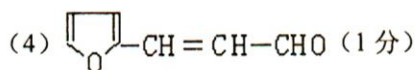
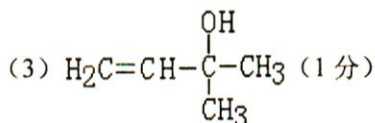
D:



19. (10 分)

(1) acd (2 分)

(2) $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} + \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{KOH}} \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ (1 分) 加成反应 (1 分)



(6) 6 (1分) 2 (1分)

四、(本题共 21 分)

20. (11 分)

(1) 负 (1分) 从右向左 (1分)

(2) 有气体和白色胶状沉淀生成 (1分) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ (1分)

(3) 将湿润的碘化钾淀粉试纸靠近 y 极出气口处, 若试纸变蓝, 则证明有氯气生成 (2分)

(4) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ (或 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$) (1分)

(5) 0.28 (2分)

(6) $2\text{FeO}_4^{2-} + 6\text{e}^- + 5\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 10\text{OH}^-$ (2分)

21. (共 10 分)

(1) bd (1分)

(2) (各 1 分) ① $2\text{CO}_2 + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 2\text{CO}_3^{2-}$ 阳 ② 13

(3) $4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(1)$ $\Delta H = -1531.2\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2分)

(4)(各 1 分) ① $K = \frac{c^2(\text{NH}_3)}{c(\text{N}_2)c^3(\text{H}_2)}$

② $0.008\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

③ a

④ d