

2010年我爱奥赛网第七届“我爱奥赛杯”高中化学网络联赛试题  
(考试时间: 2010年6月27日 上午9:00—12:00)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	总分
满分	5	6	13	7	10	11	6	13	8	10	11	100
得分												
评卷人												

- 竞赛时间3小时。迟到超过30分钟者不能进考场。开始考试后1小时内不得离场。时间到,把试卷(背面朝上)放在桌面上,立即起立撤离考场。
- 姓名、考号和所属学校必须写在首页左侧指定位置,写在其他地方者按废卷论。
- 请将答案写在指定的位置。
- 允许使用非编程计算器以及直尺等文具。

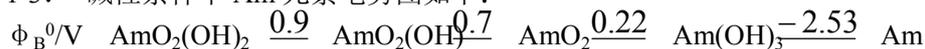
H 1.008																	He 4.003
Li 6.941	Be 9.012											B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18
Na 22.99	Mg 24.31											Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95
K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.39	Ga 69.72	Ge 72.61	As 74.92	Se 78.96	Br 79.90	Kr 83.80
Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc 98.91	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.4	Ag 107.9	Cd 112.4	In 114.8	Sn 118.7	Sb 121.8	Te 127.6	I 126.9	Xe 131.3
Cs 132.9	Ba 137.3	La-Lu	Hf 178.5	Ta 180.9	W 183.9	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.1	Au 197.0	Hg 200.6	Tl 204.4	Pb 207.2	Bi 209.0	Po [210]	At [210]	Rn [222]
Fr [223]	Ra [226]	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									

**第一题(本题共5分)**. 95号元素镅(Am)可用于制作密度测定仪、探伤仪和火警报警器。我国已大量生产用于火警报警器的Am-241片。Am-241可由下列途径制得:用 $\alpha$ 粒子轰击U-238得到Pu-241及中子, Pu-241发生 $\beta$ 衰变得到Am-241。

1-1. 请写出制得Am-241的反应方程式;

1-2. Am-241可放出 $\alpha$ 粒子得到Np-237,请写出方程式;

1-3. 碱性条件下Am元素电势图如下:



而 $\phi_{\text{B}(\text{O}_2/\text{OH}^-)}^{\circ} = 0.401$

据此说明一般碱性条件下Am的稳定存在形式。

姓名  
考号  
考场  
班级  
学校

线  
订  
装

**第二题（本题共6分）**。氢能源因具有来源丰富、可再生、能量密度高和燃烧清洁等特点，被认为是燃料电池理想的燃料。氢能系统主要包括氢源开发、制氢、贮氢、输氢和氢的利用技术等，其中，贮氢是能源有效利用的关键所在。氢气储存有物理法和化学法两大类，化学法主要有：金属氢化物储存、有机液态氢化物储存、无机物储存等形式。

2-1. 过渡金属、合金、金属间化合物如 $\text{LaNi}_5$ 、 $\text{TiFe}$ 、 $\text{Mg}_2\text{Ni}$ 可以用做储氢材料，分析原因：

2-2. O.Sultan 和M.Shaw于1975 年首次提出了利用可循环液体化学氢载体储氢的构想，开辟了新型储氢技术研究的领域。苯和甲苯可以作为理想的有机液态氢化物储氢材料，其储氢效率分别高达7.19%和6.16%(质量分数)，以苯为例，写出其储放氢的反应方程式；某有机液态烃类储氢材料，其储氢效率高达7.29%，分子中只有两种化学环境的氢原子，写出该有机化合物的结构简式。

**第三题（本题共13分）**。2009年IChO在英国举行，实验题为分析某含铜(II)的化合物。该化合物的阴离子X为一含铜，氯，氧三种元素的配离子；阳离子由C，H，N三种元素组成，参赛选手要求通过两个滴定实验确定阴离子的化学式，下列涉及的数据来自E国选手的实验报告。

第一个实验为测定铜元素的含量，取0.1000gX转移至250mL的锥形瓶中，加入氨缓冲溶液调节至 $\text{pH}=10$ ，加25mL水溶解，加入10滴紫脲酸铵，用0.02000mol/L的EDTA滴定至溶液呈紫色，15秒内不褪去即达到终点，消耗EDTA标准液21.70mL。

第二个实验为测定氯元素的含量，取0.2000gX，来自该化合物的Cl全部用0.1000mol/L的硝酸银标准溶液滴定，用二氯荧光素为指示剂，达到终点时消耗21.70mL的硝酸银标准溶液。

3-1. 计算X 中铜元素的质量分数；

3-2. 计算X 中氯元素的质量分数；

3-3. 燃烧实验分析结果显示：余下的C，H，N元素的质量分数为C 20.87%， H 5.17%， N 5.96%，三种元素均只有一种化学环境，在右图的方框中给出阳离子结构简式；

3-4. 由以上方法求得各元素质量分数，相对误差最大是\_\_\_\_\_；

a. Cu    b. Cl    c. O    d. C    e. H    f. N

3-5. 确定阴离子的化学式，已知阴离子中只含一个氧原子，给出阴离子的化学式，若阴离子中所含铜元素的化学环境相同，氯元素有两种化学环境，且阴离子含有四个三重轴，画出阴离子的结构。

**第四题（本题共7分）**. 纺织品的甲醛含量是一项非常重要的监控指标，几乎所有的国内外生态纺织标准法规都将甲醛含量纳入监控范围，并规定具体的限量值。甲醛的浓度可以通过甲醛水萃取液与乙酰丙酮发生显色反应，显色液用分光光度计比色测定其甲醛含量。甲醛标准溶液（用于配制比色法不同浓度的标准液）的标定方法为有亚硫酸钠法和碘量法，其中亚硫酸钠法如下：把大约2.5 g 甲醛溶液（浓度35%~40%）移至1000 mL容量瓶中，并用蒸馏水稀释至刻度得甲醛标准溶液。取 $V_1$  mL与过量的亚硫酸钠反应生成羟甲基磺酸（ $pK_a=-0.6$ ）的钠盐和氢氧化钠，再用 $C$  mol/L标准硫酸溶液反滴定，以百里酚酞为指示剂(变色范围为9.4~10.6)，消耗硫酸标准液 $V_2$  mL。（ $H_2SO_3$   $pK_{a1}=1.9$   $pK_{a2}=7.0$ ）

4-1. 写出甲醛标准溶液浓度测定所涉及的方程式；

4-2. 给出甲醛标准溶液浓度（ $\mu\text{g/mL}$ ）的计算式。

**第五题（本题共10分）**. 锂离子二次电池的性能和成本在很大程度上取决于正极材料的电化学性能和成本。在过渡金属氧化物正极材料中，钴酸锂成本较高，镍酸锂材料安全性较差，锰酸锂材料虽然成本低，安全性能高，但循环性能和高温性能较差。1997年以来磷酸盐体系的正极材料引起了人们的关注，某含钒磷酸盐体系是新型的锂离子二次电池的正极材料，某材料可表示为 $Li_aV_bP_cO_d$ ，其晶体为单斜晶系，由钒氧八面体和磷氧四面体共用氧原子顶点的三维框架构成。每个钒氧八面体通过顶点与6个磷氧四面体连接，而每个磷氧四面体也与4个钒氧八面体连接，晶体中Li元素质量分数为5.11%，P元素质量分数为22.8%。

5-1. 求该材料的化学式；

5-2. 求该材料中钒的氧化态;

5-3. 写出以 Li 的石墨夹层化合物为负极  $\text{Li}_x\text{C}_6$ ,  $\text{Li}_a\text{V}_b\text{P}_c\text{O}_d$  为正极的锂离子二次电池放电时的电极反应;

5-4. 锂离子完全脱欠后材料的晶体结构仍维持不变, 试分析原因。

**第六题(本题共 11 分)**. 将一定量的  $\text{NH}_4\text{Cl}$  在甲苯中剧烈搅拌, 加热到  $110^\circ\text{C}$  后缓慢通入  $\text{BCl}_3$  气体, 在出口端冷凝回流 15 小时, 减压蒸馏溶剂得到无色针状晶体 X, X 具有三重轴, 在水中容易水解得到弱酸性的溶液。元素分析结果表明 X 中含 B: 17.6%, N: 22.9%, H: 1.64%, 所有原子都只有一种化学环境。 $-20^\circ\text{C}$ — $-10^\circ\text{C}$  下, 在含 0.050mol 的 X 的甲苯溶液中缓慢加入 0.150mol 的异丙胺, 反应 5h 后再升至室温下反应 15h, 减压蒸馏溶剂得到物质 Y, 加热 Y, Y 的状态由液态转化为难熔难溶的固体 Z, Z 具有多环结构, 进一步加热到高温得到只含两种元素的材料 W。

6-1. 给出 X 的化学式及其结构;

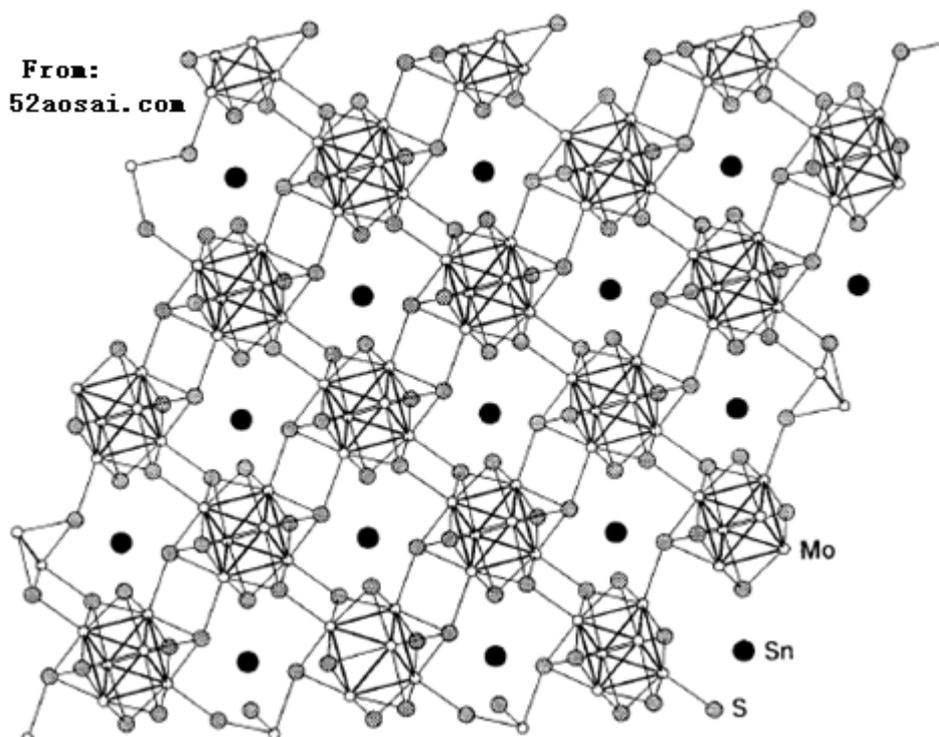
6-2. 写出 X 水解的方程式;

6-3. 画出 Y 的结构式;

6-4. 为什么 Y 在加热的状态下发生题中所述的变化并生成 Z?

6-5. 给出 W 的化学式。

**第七题 (本题共 6 分)**. Chevrey 相化合物是一类具有特殊结构的含有钼, 氧族元素的三元化合物, 由于其独特的超导性能受到化学研究者的关注, R. Chevrel, M. Sergent, 和 J. Prigent 于 1971 年首次报道了该类型的化合物。某 chevrey 相化合物  $\text{Sn}_x\text{Mo}_y\text{S}_z$ , 该化合物可以视为 Sn 与钼硫原子簇组成, 每个钼硫原子簇周围有八个 Sn 原子组成的菱面体 (注:  $a=b=c$ ,  $\alpha=\beta=\gamma\neq 90^\circ$  的平行六面体), 其结构表示如下:



7-1. 在上图中勾勒出一个二维晶胞;

7-2. 给出该化合物的化学式;

7-3. 简要的语言描述钼硫原子簇的形成方式。

**第八题 (本题共 13 分)**. 高密度烃是一类多环烃类化合物, 具有较高的密度和体积热值, 可实现在燃料箱体积有限的情况下能量供给增加, 已成为宇航工业, 战略巡航导弹等不可缺少的燃料。有机物 A 是合成高密度烃的重要原料, 其来源广泛, 煤焦油, 石油化工中大量生产。exo-THDCPD 以 A 为原料合成的高密度烃。其结构如下



exo-THDCPD (熔点:  $-79^\circ\text{C}$ )

8-1. 给出 exo-THDCPD 的化学式 \_\_\_\_\_;

8-2. exo-THDCPD 可由一常见的有机物 A 通过双聚得到 B, B 加氢得到 endo-THDCPD, endo-

THDCPD异构化后获得exo-THDCPD



endo-THDCPD (熔点: 77°C)

8-2-1. 给出A和B的结构简式:

8-2-2. endo-THDCPD和exo-THDCPD的关系为\_\_\_\_\_;

- A. 顺反异构 B. 对映异构 C. 立体异构 D. 几何异构

8-2-3. exo-THDCPD比endo-THDCPD更适合作为火箭燃料, 原因是

8-3. A 还可以通过三聚, 氢化得到另一种高密度饱和烃THTCPD, THTCPD分子内有一个对称面, 给出其结构;

8-4. A 易发生双聚, 三聚, 用沸石做催化剂可有效控制A的聚合进程, 试分析原因;

8-5. B催化加氢, 异构化可以得到另一种高密度烃C, C分子中只有两种化学环境不同的碳和氢, 与exo-THDCPD为同分异构体, 给出C的结构简式。

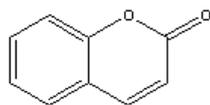
**第九题 (本题共 8 分)**. 有机化合物 M 是一种应用广泛的有机中间体, 由苏格兰人米尔壮 (Meldrum) 于 1908 年合成。M 是一种白色针状晶体, 分子量为  $144\text{g mol}^{-1}$ , 易溶于有机溶剂和碱性水溶液, 熔点  $96^\circ\text{C}$ 。M 分子中含有一个对称面, 仅有两种化学环境的氢原子, 具有超乎寻常的酸性, 其 pKa 值为 4.97。M 可由丙二酸、丙酮 (mol 比为 1: 1), 以及醋酐混合物在冰水浴冷却下滴加浓硫酸催化合成, 醋酐起到了活化羧酸的作用。

9-1. 给出 M 的结构;

9-2. M 具有超乎寻常的酸性, 请提出一个可能的原因;

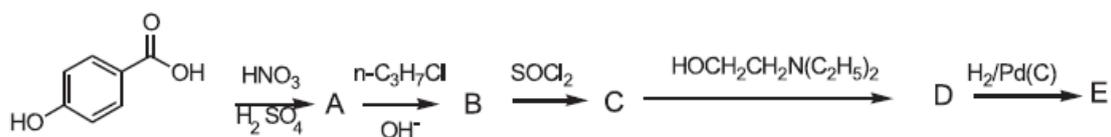
9-3. M 也可用丙二酸与醋酸异丙烯酯在酸催化下合成。给出反应的方程式;

9-4. M 和水杨醛 (邻羟基苯甲醛) 可得到香豆素的羧基衍生物 X, 写出有关反应方程式。



已知: 香豆素结构为

**第十题 (本题共10分)**. 盐酸丙美卡因(**E**,  $C_{16}H_{26}N_2O_3$ ), 是眼部手术中常用的局部麻醉剂, 其合成路线如下:



$n-C_3H_7Cl$ : 正丙基氯

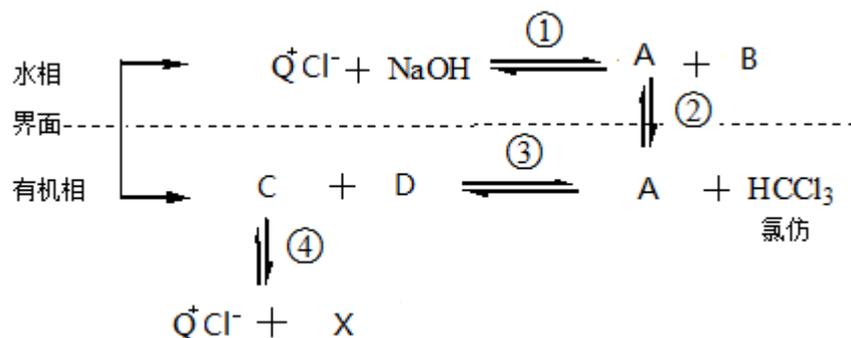
10-1. 给出 A、B、C、D、E 的结构简式;

10-2. 若以间羟基苯甲酸为起始物, 写出得到的 A 的可能结构简式;

10-3. 若 A-B 的步骤用叔丁基氯代替  $n-C_3H_7Cl$ , 将会出现如下结果中的\_\_\_\_\_。

- 得到类似 B 的物质
- 得不到类似 B 的物质
- 在苯环上发生傅克烷基化反应

第十一题(本题共 11 分). X 是一种活泼的有机试剂, 式量为 83. 在三乙基苄基氯化铵(TEBA) 的存在下, 则可以由氯仿与氢氧化钠浓溶液相作用而产生稳定的 X, 其反应历程如下:



$\text{Q}^+\text{Cl}^-$  : 三乙基苄基氯化铵 (TEBA)

11-1. 给出 X 的化学式; X 有两种不同的状态, 原因在于中心原子的电子所处轨道的不同, 请给出这两种不同的状态的路易斯结构式, 并指出哪一种结构能量更低;

11-2. 三乙基苄基氯化铵 (TEBA) 的作用是什么?

11-3. 给出 A 和 C 的结构简式, A 与  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$  均不能发生类似③的反应, 试分析原因;

11-4. X 也可以由氯仿和叔丁醇钾作用得到, 写出反应的方程式;

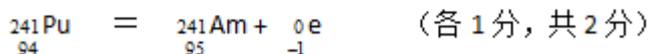
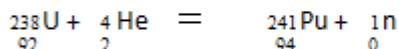
11-5. X 与环己烯在  $60^\circ\text{C}$  时反应得到一无色液体 Y, Y 不含不饱和键, 给出 Y 的结构简式。

命题: 我爱奥赛网化学奥赛工作室  
试题交流论坛 [www.52aosai.com/bbs](http://www.52aosai.com/bbs)

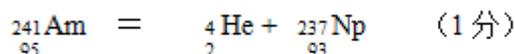
**2010年我爱奥赛网第七届“我爱奥赛杯”高中化学网络联赛试题  
参考答案**

**第一题**

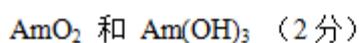
1-1



1-2

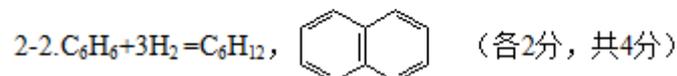


1-3



**第二题**

2-1. 晶体内存在大量八面体和四面体空隙, 可以容纳氢原子 (2分)



**第三题**

3-1 %Cu = 27.58% (2分)

3-2 %Cl = 38.46% (2分)

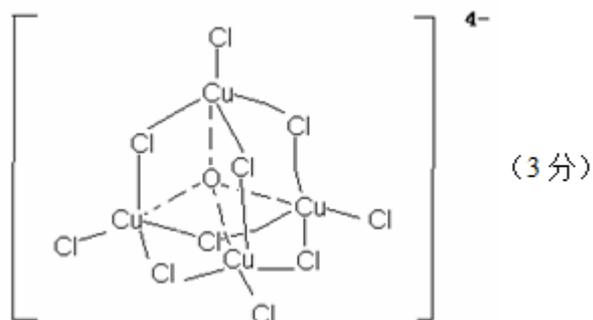
3-3  $[\text{N}(\text{CH}_3)_4]^+$  (2分)

3-4 c 氧 (2分) 氧元素含量为  $1 - 27.58\% - 38.46\% - 20.87\% - 5.17\% - 5.96\% = 1.96\%$ , 含量最小, 其次由1减去各元素含量得到, 也累积了各个元素测定的误差

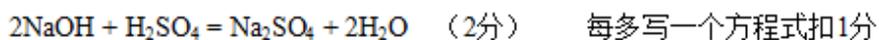
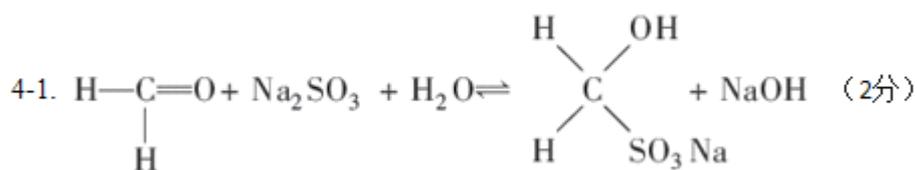
3-5 C:H:N:Cu:Cl = 8:24:2:2:5, 又配离子只含一个氧原子, 设配合物为

$(\text{C}_8\text{xH}_{24\text{x}}\text{N}_2\text{x})(\text{Cu}_2\text{xCl}_5\text{xO})$ , 由于铜为+2价, 得  $\text{x}=2$ , 故阴离子化学式为  $\text{Cu}_4\text{Cl}_{10}\text{O}^{4-}$  (2分)

本题也可用元素质量分数求, 得 C:H:N:Cu:Cl:O = 16:48:4:4:10:1.13, 可以得到化学式为  $\text{Cu}_4\text{Cl}_{10}\text{O}^{4-}$

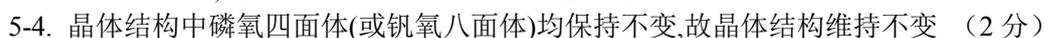
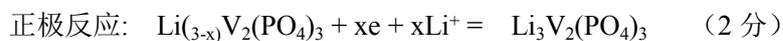
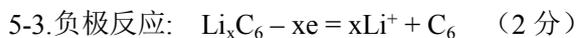
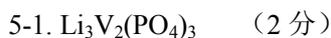


第四题

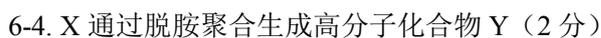
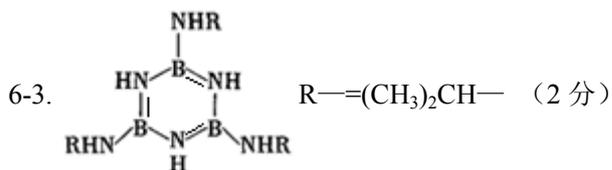
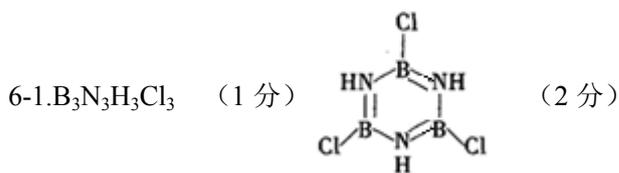


4-2. 甲醛标准溶液浓度 ( $\mu\text{g/mL}$ ) =  $\frac{2 \times C \times V_2 \times 0.030 \times 10^6}{V_1}$  (3分)

第五题

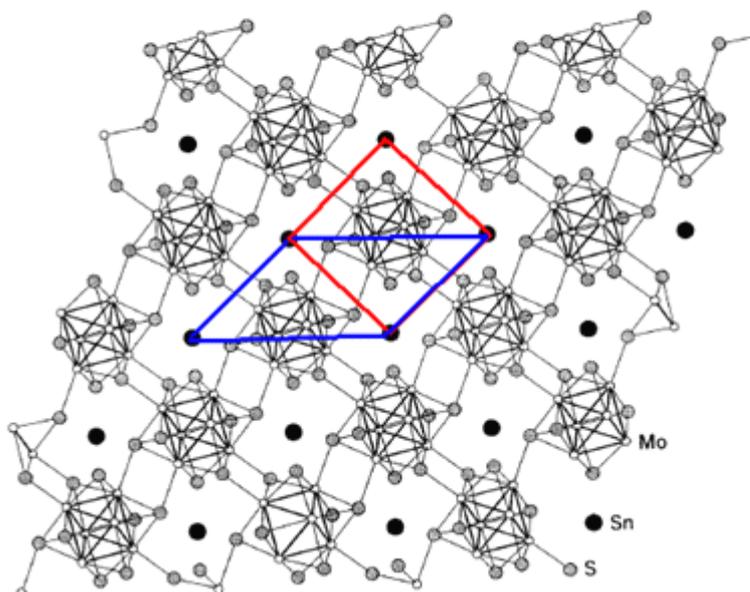


第六题



第七题

7-1. 红线或黑线均可



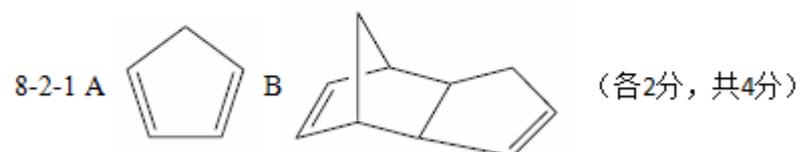
(2分)

7-2.  $\text{SnMo}_6\text{S}_8$  (2分)

7-3. Mo 原子形成一个正八面体,每个面上 3 个 Mo 原子与硫原子形成多中心桥键 (2分)

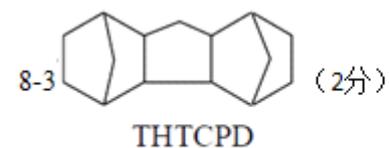
第八题

8-1.  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$  (1分)

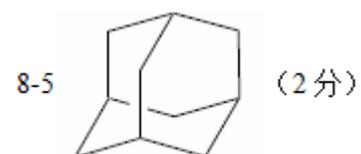


8-2-2 C (1分)

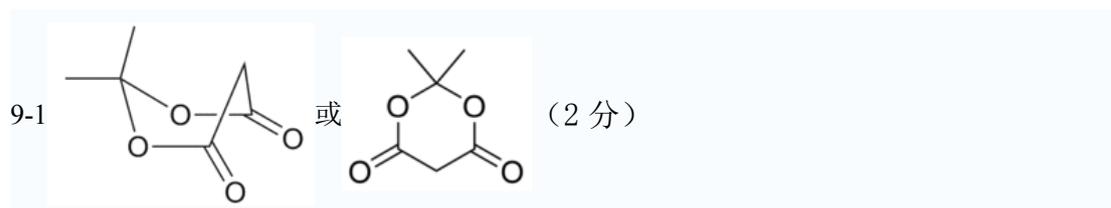
8-2-3 后者熔点太高, (1分) 容易堵塞燃料箱中的管道, 不宜做火箭燃料 (1分)



8-4 沸石孔径可控制分子大小, 从而控制反应进程 (1分)

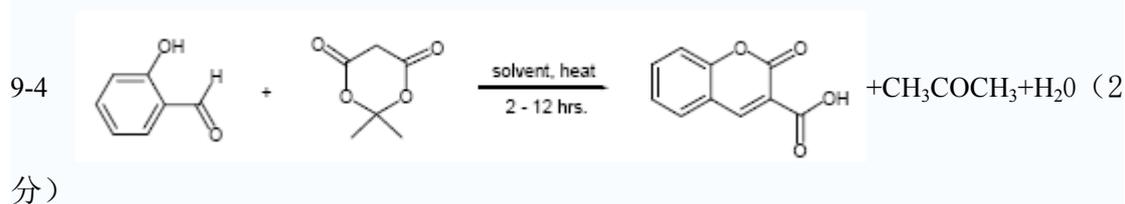


第九题



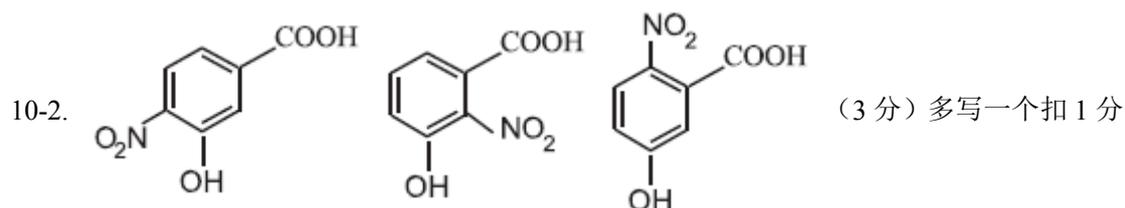
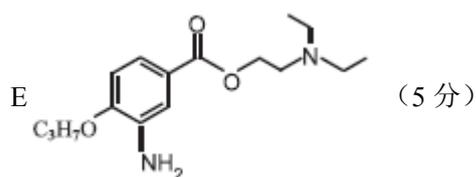
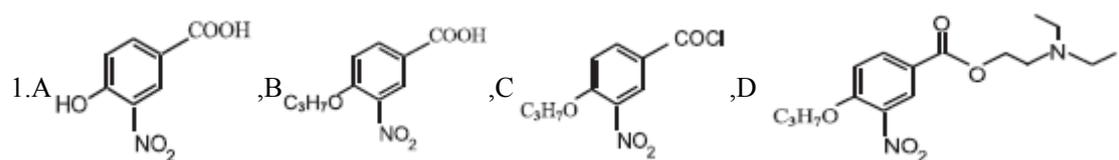
9-2 M 电离出一个氢离子后形成的碳负离子,两个羰基的吸电子效应使其较稳定;或搭存在烯醇结构, 电离出氢离子后负电荷被 p- $\pi$  共轭体系分散 (2 分)

9-3 丙二酸 +  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{OCOCH}_3 = \text{M} + \text{CH}_3\text{COOH}$  (2 分)



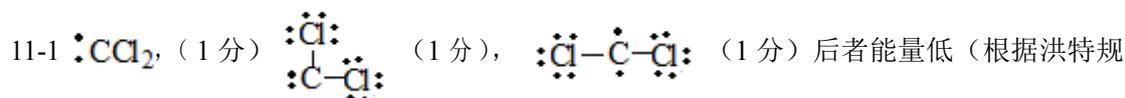
第十题

10-



10-3. b 叔丁基氯将发生消去反应 (2 分)

第十一题



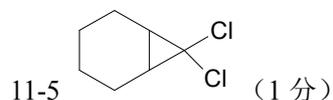
则) (1 分)

11-2 相转移催化剂 (1 分)

11-3 A  $\text{Q}^+ \text{OH}^-$  (1 分) C  $\text{Q}^+ \text{CCl}_3^-$  (1 分),  $\text{Q}^+ : (\text{C}_2\text{H}_5)_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2)\text{N}^+$  没写出  $\text{Q}^+$  扣 1 分

$\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$  中氢离子的酸性不如氯仿强 (1 分)

11-4  $\text{CHCl}_3 + \text{t-BuOK} \longrightarrow \text{CCl}_2: + \text{KCl} + \text{HOBu-t}$  (2 分)



试题及答案讨论论坛: [www.52aosai.com/bbs](http://www.52aosai.com/bbs)

我爱奥赛网版权所有