

# 2010年京津地区新生化学大赛

## 个人赛初赛试题

### 选择题（单选）

**第一题** 为了纪念美国地球化学家克拉克（F.W.Clark, 1847-1931）在计算地壳内元素平均含量所做出的贡献，通常把元素在地壳中含量的百分比称为克拉克值。如果以质量分数表示，则称为质量克拉克值。请问，下列金属元素质量克拉克值最低的是（ ）

- A、Na                      B、Cu                      C、Fe                      D、Al

**第二题** 江西省奉新县 10 个月女婴、山东省临沂市 8 个月女婴出现早熟症状，另有广东湛江 3 个月男婴雌激素检测超标，他们均自出生就喝圣元奶粉。一时间，“圣元奶粉激素门”事件闹得沸沸扬扬，而卫生部检测发现，圣元奶粉中所含的激素为内源性激素，它是生物体自身代谢产生，而外源性则为人工添加的激素。请问，鉴定激素属于内源性还是外源性的方法是（ ）

- A、同位素示踪法              B、DNA 探针              C、 $C^{13}$ 含量测定法              D、旋光度测定法

**第三题** 法医进行指纹鉴定时，常常用硝酸银溶液喷射指纹，这是因为指纹上有（ ）

- A、灰尘                      B、汗渍                      C、油脂                      D、水分

**第四题** 下列哪种水所含的杂质最少（ ）

- A、冰川水                      B、蒸馏水                      C、纯净水                      D、去离子水

**第五题** 用自来水养鱼时，水最好要在阳光下放置一段时间，原因是（ ）

- A、降低水的硬度              B、利用紫外线杀菌消毒              C、使水中的次氯酸分解              D、增加水中氧气含量

**第六题** 辣椒是生活中常见的调味剂，但是，如果辣椒吃多了会有强烈的灼烧感，吃醋是解辣的一种好方法，它的原理是（ ）

- A、微量调节人体 pH 值，影响神经递质的生理作用  
B、辣椒素是一种醇，利用的是成酯反应  
C、辣椒素作为一种生物碱，可与醋中的乙酸中和  
D、酸性环境会降低味蕾中酶的活性，减轻灼烧感

**第七题** 第二次世界大战期间，英国有一支侦查小分队找到法西斯德国的一座十分隐蔽且又戒备森严的军工厂。上级要求小分队在三天内必须炸毁它，结果他们用十多只涂有化学药剂的老鼠完成了任务。据你推测这种化学药剂是（ ）

- A、TNT                      B、 $KMnO_4$  和浓  $H_2SO_4$                       C、硝化甘油                      D、白磷的  $CS_2$  溶液

**第八题**  $SF_6$  是一种无色气体，具有很强的稳定性，可用于灭火。 $SF_6$  的分子结构呈正八面体型。如果 F 元素有两种稳定的同位素，则  $SF_6$  的不同分子总数为（ ）

- A、6 种                      B、8 种                      C、10 种                      D、12 种

**第九题** 纳米催化剂是当今催化化学领域的重要研究课题，它具有高比表面积、高表面活性的特点，请问限制纳米催化剂应用于化工领域的最主要原因是（ ）

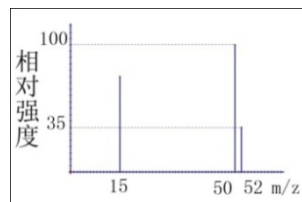
- A、纳米颗粒可以通过血脑屏障，对人员健康造成严重损伤  
B、纳米材料有小尺寸效应，其熔点较低，受热易变性失活  
C、纳米材料的表面活性过高，不易控制反应有序进行  
D、纳米催化剂的合成较为困难，成本过高，性价比低

### 填空题

利用质谱仪来分析分子结构已经成现代化学重要的分析技术，其原理为利用电子撞击分子（M）使它产生阳离子团（ $M^+$ ）或分子裂解产生的阳离子团在磁场飞行的差异，来侦测各种离子，图谱的横坐标为质量与电荷比（ $m/z$ ），纵坐标为强度代表所产生粒子数的多寡。右图为氯甲烷的质谱分析，其中  $m/z=15$  是氯甲烷经过裂解产生甲基阳离子  $CH_3^+$  的讯号，而  $m/z=50$  与  $52$  则是氯甲烷阳离子  $CH_3Cl^+$  的讯号。

利用图谱资料，回答下列问题：

- (1)自然界中氯的同位素是\_\_\_\_\_，且其含量比为\_\_\_\_\_。  
(2)写出自然界中氯气各种可能的质量数，以及每种质量数的氯分子在氯气中所占的体积分数。  
(3)一种  $C_4H_{10}O$  化合物分子的质谱图在  $m/z=31$ 、 $41$ 、 $43$ 、 $56$  以不同形式断裂形成羟基阳离子，请写出  $C_4H_{10}O$  结构简式。



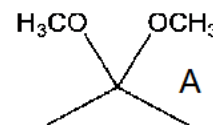
### 简答题

**第一题** 氰化物是一种剧毒物质，成年人的致死量在 50mg-100mg 之间，请问为什么如此微量就足以使人死亡？

**第二题** 某种有机化合物质量为 2.302g，含碳量 52.17%，完全燃烧后通入澄清石灰水，得到质量为 13.913g 的白色沉淀，请写出这种有机物可能的化学式及简要推理过程。

**第三题** 砒霜是我们常在古装剧中看到致死毒物，三价和五价的无机砷都有毒，其中三价砷有剧毒，砒霜正是含三价砷的  $As_2O_3$ ，古代法医曾经用银针来验毒，所检验的毒物实际上是砒霜，请写出银针验毒的合理解释。2004 年曾经发生过中国海产品总砷含量超标事件，一度使得中国海产品行业陷入低迷，但是后来被证实这是一起人为失误，请用化学知识说明这起人为失误是怎样造成的。

**第四题** (1) 我们知道羰基是一个很活泼的官能团，在反应中为了保护羰基，常常用形成缩醛或缩酮的办法，而实际运用中多使用乙二醇，请问这是为什么？用它有什么优点？  
(2) 在合成实验中，常常用 A 来代替丙酮，这是为什么？相较于丙酮，它有什么优势？

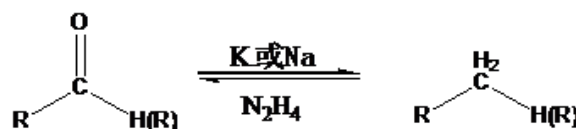


**第五题** Wolff-kishner 反应是将醛酮与肼 ( $N_2H_4$ ) 和金属钠或钾在高温 (约  $200^\circ C$ ) 下反应，需要在高压釜或者封管中进行，操作很不方便，原理如下图。有一次在哈佛大学访问研究时，中国科学家黄鸣龙利用封管做了这个反应，由于临时有会议，托付给一个黎巴嫩学生照看，但是这个学生出现失误，封管没有密封好，放出了大量气体。黄鸣龙回来后反应很好地进行了，并且得到了更高的产率。于是，他将此法改进为不用封管，而在高沸点溶剂如一缩二乙二醇 ( $HOCH_2CH_2OCH_2CH_2OH$ , b.p.  $245^\circ C$ ) 中进行，用氢氧化钾或氢氧化钠代替钾或钠单质，一同加热，此法后来被称为“Wolff-Kishner-黄鸣龙还原法”。

问 (1) 为什么黄鸣龙的实验竟然得到了高产率？

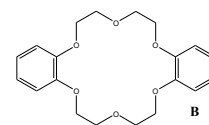
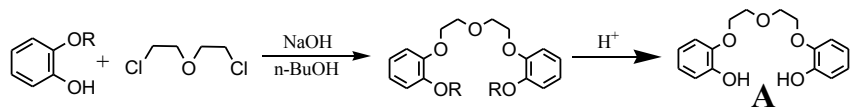
(2) 为什么改用氢氧化物作碱且用高沸点溶剂作为反应体系？

(3) 请查找资料写出一个华裔科学家命名的人名反应，并作简单介绍。



### 团队赛初赛附加试题 (若愿意参加团队比赛，请继续作答以下问题)

**第一题** 1987 年的诺贝尔化学奖颁给了美国化学家佩特森 (C. Pedersen)、克拉姆 (D. Cram) 和法国化学家莱恩 (J. M. Lehn)，以表彰他们在主客体化学领域的先驱性发现。其中最基础发现者佩特森是在一次偶然中合成出了冠醚。他原本希望得到化合物 A，却意外得到 0.4% 的化合物 B，原理如下：

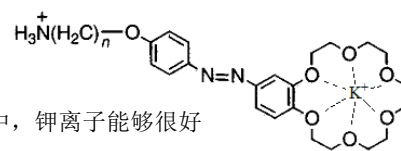


(1) 为什么佩特森能得到冠醚化合物 B？

(2) NaOH 在生成 B 反应中起到什么作用？

(3) 若希望得到价高产率的 B，需要什么样的条件？

(4) 分子识别是当今科学研究的前沿，如右图，这是一种钾离子识别的方法，由于半径适中，钾离子能够很好的嵌入六个氧为配位点的冠醚结构的空穴中去，那么请问要如何实现钾离子的脱嵌？



**第二题** 闪锌矿 ( $ZnS$ ) 和水锰矿 ( $MnO_2$ ) 是锌和锰的常见矿物。利用这两种矿物制得锌和锰的相关化合物的过程中，都需要高温焙烧的反应条件，能耗较大。在绿色低碳时代即将来临之际，请你构想出联用两种矿物优化制备锌、锰相关化合物方法并详细描述。

**第三题** 氢键是自然界中一种独特的键型，它的键能常介于共价键和分子间作用力之间，氢键有时存在于分子间，有时还能存在于分子内。请画出由多元羧酸通过氢键聚合形成的一维链状、二维层状和三维骨架结构。(每种至少两个)

**第四题** 磺胺类药物为人工合成的抗菌药，用于临床已近 50 年，它具有抗菌谱较广、性质稳定、使用简便等优点。磺胺类药物的抗菌原理和细菌的一种特殊性质有关。细菌不能直接利用其生长环境中的二氢叶酸，而是利用环境中的对氨基苯甲酸 (PABA) 和二氢喋啶、谷氨酸在二氢叶酸合成酶催化下来合成。那么请问磺胺类药物的抗菌原理是什么？请从微观结构角度来解释。这种思路在其他疾病治疗中有何借鉴意义。

**第五题** 第二次世界大战期间，为了制造原子弹，化学家试图利用化学方法从铀的同位素  $U^{235}$  和  $U^{238}$  中分离出制造原子弹所需的  $U^{235}$ ，他们提出了将其制成  $UF_6$  的方法。但是，这种方法要求长达数公里的管道要具有高度的严密性，而且六氟化物具有很强的化学活性，容易与大部分有机物和无机物反应。如果你是曼哈顿计划的科学家，请你运用现有知识，尽可能多地提出可用于制造这种管道的材料，供军方挑选，并作一定的可行性分析。(由于战略意义重大，情况特殊，基本不考虑成本问题)