

以近十年诺贝尔奖为背景的化学原创题赏析

四川省攀枝花市第三高级中学校 (617000) 杨伦平

诺贝尔化学奖是诺贝尔奖的一个奖项,由瑞典皇家科学院从1901年开始负责颁发。每年于12月10日,即阿尔弗雷德·诺贝尔逝世周年纪念日颁发。诺贝尔化学奖是为了表彰前一年中在化学领域有最重要的发现或发明的人。以“诺贝尔奖”为载体的习题在近几年的高考中经常出现,这类题目往往是起点高、陌生度高、落点低。解答时学生常常被“新”的信息所迷惑,因而只有透过现象,抓住问题的实质,充分挖掘隐含信息,问题才会迎刃而解。现将近几十年出现的“诺贝尔奖”试题及相关信息总结如下。

一、2006年,美国科学家罗杰·科恩伯格因在“真核转录的分子基础”研究领域做出贡献而获奖。

例1 2006年10月4日,美国科学家罗杰·科恩伯格因为发现了真核转录的分子基础而被授予诺贝尔化学奖。转录是在细胞核内进行的,它是指以DNA的一条链为模板,按照碱基互补配对原则(含氮碱基通过氢键连接成碱基对)合成RNA的过程,DNA和RNA都与蛋白质有关。下列能使蛋白质变性的物质是()。

①硫酸铵 ②甲醛 ③氯化钾 ④硝酸汞 ⑤硫酸镁 ⑥氢氧化钠

A. ②④⑥ B. ①③⑤ C. ①②③ D. ①⑤⑥

解析 可使蛋白质变性的方法有:加热、紫外线、X射线、强酸、强碱、铅、铜、汞等重金属盐类,有机化合物(如甲醛、酒精、苯甲酸等)作用。答案:A。

二、2007年,德国科学家格哈德·埃特尔因在表面化学研究领域做出开拓性贡献而获奖。

例2 2007年度诺贝尔化学奖授予德国化学家吉哈德·艾尔特,以表彰他在固体表面化学研究领域所做出的贡献。接触表面的化学反应在很多工业操作中起着很大作用。工业上用接触法合成硫酸,采用下列措施:①硫铁矿粉碎后加入沸腾炉;②空气进口在沸腾炉的下部,硫铁矿进口在下部;③进入接触室的炉气先要进行净化和干燥处理;④在接触室里,催化剂分上下两层;⑤在接触室里使用热交换器;⑥吸收塔里 SO_3 从下部通入,浓硫酸从上部喷下。其中,为了提高固体与气体接触面积的是()。

A. ③⑤⑥ B. ②④⑥ C. ①②④ D. ①②⑤⑥

解析 本题强调增大固体与气体接触面积,而

⑥是为了增大液体与气体接触面积。只有①硫铁矿粉碎后加入沸腾炉;②空气进口在沸腾炉的下部,硫铁矿进口在下部;④在接触室里,催化剂分上下两层是为了增大液体与气体接触面积。③进入接触室的炉气先要进行净化和干燥处理是为了防止催化剂中毒和腐蚀设备;⑤在接触室里使用热交换器是为了冷却反应生成的气体和预热反应气。答案:C。

三、2008年,美国科学家钱永健、美国科学家马丁·沙尔菲和日本科学家下村修共同获得诺贝尔化学奖。他们因在发现和研究绿色荧光蛋白方面做出突出贡献而获得该奖。

例3 2008年,美国科学家钱永健、美国科学家马丁·沙尔菲和日本科学家下村修共同获得诺贝尔化学奖。他们因在发现和研究绿色荧光蛋白方面做出突出贡献而获得该奖。蛋白质是生命的基石,下列关于蛋白质的叙述中,不正确的是()。

A. 往蛋白质溶液中加入饱和硫酸铵溶液,蛋白质析出,再加水也不溶解

B. 人工合成的具有生命活性的蛋白质—结晶牛胰岛素是我国科学家在1956年9月首次合成的

C. 重金属盐能使蛋白质凝聚,所以误食重金属盐会中毒

D. 浓硝酸溅到皮肤上,使皮肤呈黄色是由于浓硝酸和蛋白质发生了颜色反应

解析 往蛋白质溶液中加入饱和硫酸铵溶液,蛋白质发生盐析,再加水可以溶解。答案:A。

四、2009年,英国科学家文卡特拉曼·拉马克里希南、美国科学家托马斯·施泰茨和以色列科学家阿达·约纳特因在核糖体的结构和功能研究中做出突出贡献而获得该奖项。

例4 2009年,英国科学家文卡特拉曼·拉马克里希南、美国科学家托马斯·施泰茨和以色列科学家阿达·约纳特因在核糖体的结构和功能研究中做出突出贡献而获得该奖项。

核酸有两种:含核糖的是核糖核酸(RNA),含脱氧核糖的是脱氧核糖核酸(DNA),人们的基因组通

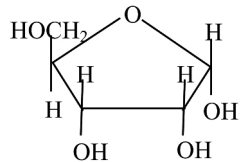


图1

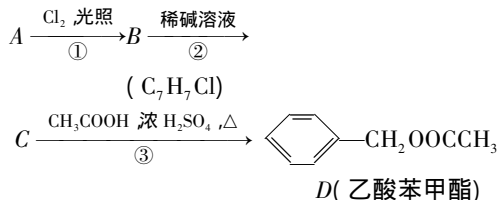
过从细胞核里的 DNA 向蛋白质的合成机制发出生产蛋白质的指令运作,这些指令通过 mRNA 传送.核糖是合成核酸的原料,常见的两种核糖结构简式为: D-核糖(结构如图 1 所示)、戊醛糖: $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHO}$. 下列关于核糖的叙述不正确的是().

- A. 戊醛糖和 D-核糖互为同分异构体
B. 它们都能发生酯化反应
C. 戊醛糖属于单糖
D. 由戊醛糖 $\rightarrow$ 脱氧核糖 ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CHO}$) 可看成是一个氧化过程

解析 A 项,它们的分子式相同,都为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$,但结构不同,故互为同分异构体; B 项,分子结构中都含有羟基,能发生酯化反应; C 项,戊醛糖不能再水解,属于单糖; D 项,戊醛糖 ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$) $\rightarrow$ 脱氧核糖 ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$) 少了一个氧原子,应为还原过程. 答案: D.

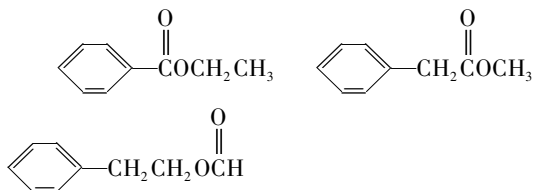
五、2010 年 美国科学家理查德·赫克、日本科学家根岸荣一和铃木章因在有机合成领域中钯催化交叉偶联反应方面的卓越研究而获得诺贝尔化学奖.

例 5 20 世纪 60 年代末至 70 年代初,美国科学家理查德·赫克研究出了后来被称为“赫克反应”的方法,利用称为烯烃的有机小分子在钯催化作用下合成大分子. 1977 年,日本科学家根岸荣一用锌原子将碳原子运送到钯原子上,实现“根岸反应”. 两年后,日本科学家铃木章用硼元素取代锌,实现类似的效果,并且毒性更低,适宜规模化生产,这就是“铃木反应”. 这三位科学家因此获得 2010 年诺贝尔化学奖. 这些反应被广泛应用于有机合成方面. 乙酸苯甲酯对花香和果香的香韵具有提升作用,故常用于化妆品工业和食品工业. 乙酸苯甲酯可以用下面的设计方案合成.



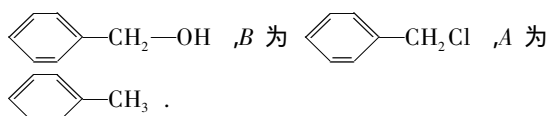
(1) 写出 A、C 的结构简式: A _____ C: _____.

(2) D 有很多同分异构体,含有酯基和 ~ 取代苯结构的同分异构体有五个,其中三个的结构简式是:

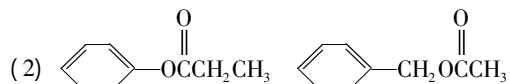
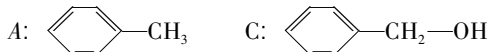


请写出另外两个同分异构体的结构简式: _____ 和 _____.

解析 本题可采用逆推的方法,根据 D 的结构,结合反应条件可推得 C 为

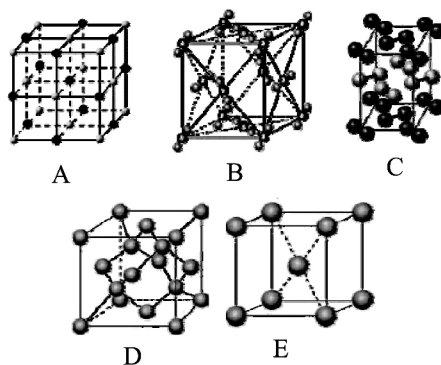


答案: (1)



六、2011 年以色列科学家丹尼尔·舍特曼获得该奖项,其贡献在于发现了准晶体.

例 6 北京时间 2011 年 10 月 5 日晚间消息,以色列科学家丹尼尔·舍特曼获得了 2011 年诺贝尔化学奖. 其贡献在于发现了准晶体. (按: 准晶有 5 重旋转对称轴,即沿 z 轴旋转 72 度和原来相同,但没有一般晶体所具有的平移对称性). 晶体和准晶体的结构一直是科学研究的热点,许多科学家为此付出了艰辛的努力. (1) 下列是钠、碘、金刚石、干冰、氯化钠晶体的晶胞图(未按顺序排序). 与冰的晶体类型相同的是(请用相应的编号填写) _____.



(2) 在冰晶体中,每个水分子与相邻的 4 个水分子形成氢键(如图 2 所示),已知冰的升华热是 51 kJ/mol,除氢键外,水分子间还存在范德华力(11 kJ/mol),则冰晶体中氢键的“键能”是 _____ kJ/mol.

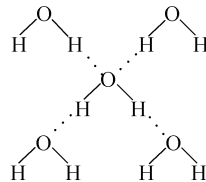


图 2

(3) 将白色的无水 CuSO_4 溶解于水中溶液呈蓝色,是因为生成了一种呈蓝色的配离子,已知此配离子中含有 4 个 H_2O . 请写出生成此配离子的离子方程式: _____.

解析 本题以 2011 年“诺贝尔化学奖”为背景,考查晶体相关知识,起点高落点低,重点在于读懂题目信息。(1)冰的晶体类型为分子晶体,与其晶体类型相同的是碘和干冰。(2)根据图 2 所示可知 1 个 H_2O 中含有 2 个氢键,所以冰晶体中氢键的“键能”是: $(51 \text{ kJ/mol} - 11 \text{ kJ/mol}) / 2 = 20 \text{ kJ/mol}$ 。(3)根据所给信息可知生成此配离子的离子方程式: $\text{Cu}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 。

答案: (1) BC (2) 20 (3) $\text{Cu}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 。

七、2012 年,两位美国科学家罗伯特·莱夫科维茨和布莱恩·克比尔卡因“G 蛋白偶联受体研究”获得诺贝尔化学奖。

例 7 下列关与蛋白质分子结构与功能的叙述,错误的是()。

- A. 不同蛋白质含有的氨基酸数量不尽相同
- B. 有些结构不同的蛋白质具有相似的功能
- C. 组成蛋白质的氨基酸可按不同的排列顺序脱水缩合
- D. 组成蛋白质的氨基酸之间可按不同的方式脱水缩合

解析 组成蛋白质的氨基酸之间脱水缩合的方式是一样的,都是一个氨基酸的氨基和一个氨基酸的羧基通过脱去一分子水成肽键。

八、2013 年,马丁·卡普拉斯、迈克尔·莱维特和阿里耶·瓦谢勒分享 800 万瑞士克朗奖金。20 世纪 70 年代,这三位科学家结合经典和量子物理学,设计出这种多尺度模型,将传统的化学实验搬到了网络世界。

例 8 2013 年 10 月 9 日,瑞典皇家科学院宣布将 2013 年诺贝尔化学奖授予三名美国科学家,以表彰他们在开发多尺度复杂化学系统模型方面所做的贡献。三名科学家分别为:马丁·卡普拉斯、迈克尔·赖韦特和阿列·沃什尔。今年诺贝尔化学奖奖金共 800 万瑞典克朗(约合 120 万美元),将由三位获奖者平分。皇家科学院说,3 人使借助电脑描绘神秘的化学过程成为可能,深入了解化学过程,可以使催化剂发挥最大效用,他们的方法已被广泛应用。下列关于催化剂的说法正确的是()。

- A. 催化剂可以改变化学反应速率和化学平衡
- B. 催化剂只改变化学反应速率不改变化学平衡
- C. 催化剂只改变化学平衡不改变化学反应速率
- D. 催化剂不参加化学反应

解析 加催化剂,可以加快反应速率,但平衡不移动;催化剂参加化学反应。**答案:** B

九、2014 年,诺贝尔化学奖授予了美国科学家

埃里克·贝齐格、威廉·莫纳和德国科学家斯特凡·黑尔,以表彰他们为发展超分辨率荧光显微镜所作的贡献。

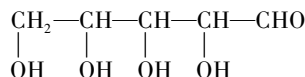
例 9 2014 年,诺贝尔化学奖授予了美国科学家埃里克·贝齐格、威廉·莫纳和德国科学家斯特凡·黑尔,以表彰他们为发展超分辨率荧光显微镜所作的贡献。利用超分辨率荧光显微镜可以看到那些在帕金森症、阿茨海默症等疾病的萌发中起到关键作用的微小蛋白质粒子,还能够跟踪胚胎分裂时单个蛋白质分子的运动轨迹。蛋白质水解可得到多肽,多肽进一步水解,最终产物为氨基酸。今有一个多肽分子,其化学式为 $\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_{19}\text{N}_{10}$,将其完全水解后得到下列四种氨基酸:甘氨酸($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$)、丙氨酸($\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$)、苯丙氨酸($\text{C}_9\text{H}_{11}\text{O}_2\text{N}$)和谷氨酸($\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_4\text{N}$)。则一个该多肽分子完全水解后所得谷氨酸的分子数是()。

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

解析 由 N 原子守恒可知一个多肽分子完全水解后得到四种氨基酸分子数共 10 个,故完全水解需要 H_2O 共 9 个,所以 10 个四种氨基酸分子应含有 $19 + 9 = 28$ 个氧原子,由于甘氨酸($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$)、丙氨酸($\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$)、苯丙氨酸($\text{C}_9\text{H}_{11}\text{O}_2\text{N}$)均含有 2 个氧原子,而谷氨酸($\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_4\text{N}$)含有 4 个氧原子,故谷氨酸的分子数是 4。**答案:** D。

十、2015 年,托马斯·林达尔、保罗·莫德里奇和阿齐兹·桑贾尔获得诺贝尔化学奖,以表彰他们在 DNA 修复的细胞机制方面的研究。

例 10 2015 年,托马斯·林达尔、保罗·莫德里奇和阿齐兹·桑贾尔获得诺贝尔化学奖,以表彰他们在 DNA 修复的细胞机制方面的研究。DNA 又称脱氧核糖核酸,核糖是合成核酸的重要原料,结构简式为:



下列关于核糖的叙述中正确的是()。

- A. 与葡萄糖互为同分异构体
- B. 可以与银氨溶液反应形成银镜
- C. 可以与氯化铁溶液发生显色反应
- D. 可以使紫色石蕊试液变红

解析 葡萄糖为六碳醛糖,其分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$,而核糖为五碳醛糖,其分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$,二者不是同分异构体,A 错误;核糖分子中含有醛基,能发生银镜反应,B 正确;核糖分子中没有“酚羟基”的结构,不能与 FeCl_3 溶液发生显色反应,C 错误;核糖分子中不含羧基,其中的羟基也不活泼,不能电离出 H^+ ,故不能使紫色石蕊试液变红,D 错误。**答案:** B

(收稿日期:2015-10-13)