

最新

奥林匹克竞赛 试题评析

高中化学

马宏佳 / 主编

最新的竞赛试题

最佳的解题思路

最精的分析评述

最全的解题宝库

A hand is shown holding a large, transparent sphere that reflects various colors like red, green, and blue. The word "Olympic" is written in large white letters across the middle of the sphere.

Olympic

南京师范大学出版社

最新的竞赛试题

最佳的解题思路

最精的分析评述

最全的解题宝库



最新 奥林匹克竞赛 试题评析 高中化学

南京师范大学出版社

马宏佳 / 主编

图书在版编目(CIP)数据

最新奥林匹克竞赛试题评析·高中化学 / 马宏佳主编.

—南京:南京师范大学出版社, 2001.5

ISBN 7-81047-618-1 / G·358

I. 最... II. 马... III. 化学课 - 高中 - 解题

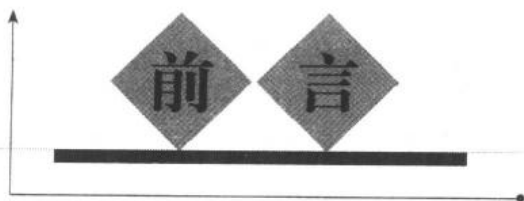
IV. G632.479

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 26080 号

-
- 书 名 最新奥林匹克竞赛试题评析·高中化学
主 编 马宏佳
责任编辑 韦 娟
出版发行 南京师范大学出版社
地 址 江苏省南京市宁海路 122 号(邮编:210097)
电 话 (025)3598077(传真) 3598412(发行部) 3598297(邮购部)
E-mail nnuniprs@public1.ptt.js.cn
照 排 江苏兰斯印务发展有限公司
印 刷 南京京新印刷厂
开 本 880×1230 1/32
印 张 13.875
字 数 400 千
版 次 2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-81047-618-1 / G·358
定 价 15.00 元
-

南京师大版图书若有印装问题请与销售商调换

版权所有 侵犯必究



国际化学奥林匹克竞赛(IChO)是国际性的中学生化学学科知识竞赛。其目的在于展示各国化学教育水平,使社会各界更加重视化学,吸引更多的青少年投身“化学”,为优秀学生的培养和成长创造条件。

自1987年我国正式组队参加IChO以来,我国选手摘金夺银,屡创佳绩。IChO正以其独特的魅力吸引越来越多的学生和学校参与。2001年,教育部规定各类学科竞赛中,只有奥林匹克竞赛获一等奖者可获大学免试保送资格,这更使IChO获奖成为优秀中学生的追求目标以及学校提高声誉的重要渠道。

然而,奥林匹克竞赛题或是讲究解题技巧,或是涉及的知识面广泛,或是巧妙地联系实际,许多同学和老师反映仅看答案尚不能完全理解。为此,我们编写了这本《最新奥林匹克竞赛试题评析(高中化学)》。本书精选近年来各地的奥林匹克竞赛初赛试题、奥林匹克竞赛国家预赛试题和少量冬令营题以及国际奥林匹克竞赛预备题,从命题意图、解题关键、易错剖析三个层面进行多维分析,并给予详细的解题过程,使学生便于理解,易于掌握,学会举一反三。

为适应不同层次学生的需要和同一学生不同学习阶段的需要,本书将竞赛题分为A、B、C三个层次组:

A组题选自各省初赛题。学生从高一开始便可结合化学课程的学习选看、选做该组题。

B组题选自全国预赛题。2001年以前的全国预赛题难度较大,学生可在经过一定奥林匹克竞赛培训或自学部分大学化学知识的基础上选看、选做。2001年及以后的预赛题比较接近中学生实际水平,其使用方法可与A组题相同。

C组题选自冬令营题(全国奥林匹克竞赛决赛题)和国际奥林匹克

竞赛预备题。解这类题需要学生有相当的大学无机化学、有机化学等化学知识的基础,是经过一定培训的学生方能达到的要求。

本书中评析试题的重点是 A 组题, B 组题和 C 组题所占比重相对较小。

建议同学们在使用本书时,可根据自己的水平选择不同组别的题目。对每一题,可先看题目和“命题意图”,然后自己试着去解,将所得结果与题后提供的答案相对照,若有不符或想知道有无更好的解题思路时再去看“解题关键”和“易错剖析”。每一章后的单元练习和最后的模拟练习提供给同学们实战演习和举一反三的机会。

本书选用了许多各级奥林匹克竞赛试题及答案资料,在此,对这些资料的作者表示诚挚的谢意。

南京师范大学出版社编辑部的韦娟编辑和周海忠主任在本书的策划和编辑中倾注了大量的心血,他们的聪明才智、负责精神和认真态度保证了此书的成功。对此,我们表示衷心的感谢。

本书的编写者及其所编写的章节为:马宏佳(第 1 章的 A 组题和单元练习题、省级初赛模拟练习题),杨锦飞(第 3 章的 B 组题和 C 组题等),吴勇(第 1、2、4 章的 B 组题和 C 组题、国家预赛模拟练习题),韩红兵(第 2 章的 A 组题和单元练习题),江敏(第 3 章的 A 组题和单元练习题),陈方炜(第 4 章的 A 组题和单元练习题)。

马宏佳

2001 年 7 月

目 录

第 1 章 化学基本概念、基础理论

◆ A 组题	(1)
◆ B 组题	(61)
◆ C 组题	(72)
◆ 第 1 章单元练习题	(99)
◆ 第 1 章单元练习题参考答案	(107)

第 2 章 无机·元素及化合物

◆ A 组题	(109)
◆ B 组题	(180)
◆ C 组题	(191)
◆ 第 2 章单元练习题	(204)
◆ 第 2 章单元练习题参考答案	(211)

第 3 章 有机化学

◆ A 组题	(213)
◆ B 组题	(261)
◆ C 组题	(280)

◆第3章单元练习题	(307)
◆第3章单元练习题参考答案	(325)

第4章 化学实验

◆A组题	(330)
◆B组题	(382)
◆C组题	(389)
◆第4章单元练习题	(397)
◆第4章单元练习题参考答案	(401)

第5章 模拟练习

◆省级初赛模拟练习题	(403)
◆省级初赛模拟练习题参考答案	(412)
◆国家预赛模拟练习题	(414)
◆国家预赛模拟练习题参考答案	(418)

附 录

◆2001年江苏省高中学生化学奥林匹克竞赛(初赛) 试题	(421)
◆2001年江苏省高中学生化学奥林匹克竞赛(初赛) 试题的提示、解答及评分标准	(431)

第 1 章 化学基本概念、基础理论

A 组题

选 择 题

1. 据报道,美国科学家于 1998 年 11 月合成了一种名为“ N_5 ”的物质,由于其极强的爆炸性,又称为“盐粒炸弹”。迄今为止,人们对它的结构尚不完全清楚,只知道“ N_5 ”实际上是带电荷的分子碎片,其结构是对称的,5 个 N 排列成“V”形。如果“ N_5 ”分子中的 5 个 N 原子都达到 8 电子稳定结构,且含有 2 个“ $N \equiv N$ ”叁键,则“ N_5 ”分子碎片所带电荷是()。

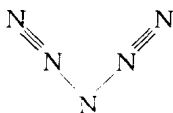
(A) $1+$ (B) $2-$ (C) $1-$ (D) $2+$

(江苏省 2000 年奥赛初赛试题)

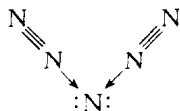
【多维分析】

◆**命题意图** 以科学研究的新成果“ N_5 ”分子碎片为载体,考查学生对化学键、8 电子稳定结构及 N 原子核外电子排布知识的理解和掌握;考查学生获取信息以及在相对陌生的环境中运用所学知识的能力。

◆**解题关键** 在仔细审题的基础上,获取信息并运用已有知识挖掘这些信息的内涵是解答本题的关键。由结构对称,5 个 N 排列成“V”形,含有 2 个 $N \equiv N$ 叁键,可推出“ N_5 ”中 5 个 N 的连接方式为:



又因“ N_5 ”分子碎片中 5 个 N 原子都达到 8 电子稳定结构,故“ N_5 ”的结构只能为:



即 2 个 $N \equiv N$ 中各有一个 N 原子以自己的孤对电子向处于“V”字形底部的 N 原子配位,而该 N 原子自身最外层有 5 个电子,又接受了 4 个电子,要保持 8 电子稳定结构就必然要失去一个电子,即“ N_5 ”分子碎片带一个正电荷。值得提醒的是,正如 NH_4^+ 中 4 个共价键形成方式不同,但形成以后却没有区别了一样,“ N_5 ”所带的这个正电荷也应是均匀分布在 5 个 N 原子上的。

◆**易错剖析** 不能理解“ N_5 结构对称”的涵义,因而无从下手,胡乱猜答案是错解的主要类型之一。花时间乱猜不如再去仔细读题,并可尝试画出 5 个 N 原子可能的对称排列及成键方式,边画边与题意对照,最后找到合情合理的解。

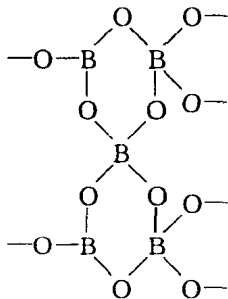
【答案】

(A)。

2. 有一种多聚硼酸盐为无限网状结构,右图为其结构单元示意图,其结构的基本单元表示为 $(B_3O_n)^{m-}$,则 m 、 n 的值分别为()。

(A) 2、4 (B) 3、6
(C) 2、5 (D) 3、9

(山西省 2000 年奥赛初赛试题)

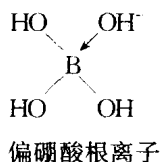
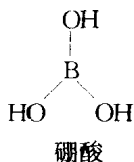


【多维分析】

◆**命题意图** 考查学生化学键、硼的价电子层结构、硼化合物的成键特点等知识以及空间想像能力。

◆**解题关键** 据题意,多聚硼酸盐为无限网状结构,解题者就要能想像出上图所示结构在空间的延伸方式。很显然,每个“O—”都有

可能再与另一个结构单元中的 B 相连,因此,这样的“O—”只有 $\frac{1}{2}$ 是属于本结构单元的,即 $n = 6 + 6 \times \frac{1}{2} = 9$ 。推算 m 值略有些困难,可从硼酸及偏硼酸根离子的角度来思考。硼原子价电子排布为 $2s^2 2p^1$,通过激发可变为 $2s^1 2p^2$,再进行 sp^2 杂化可形成平面三角形的 H_3BO_3 ;进行 sp^3 杂化可形成四面体形的偏硼酸根离子 $[B(OH_4)]^-$:



题设结构单元中实际含有 2 个 BO_3 三角形和 3 个 BO_4 四面体,由偏硼酸根的结构可知,形成 BO_4 四面体的 B 需要接受一对孤对电子,即接受一个 OH^- ,带一个负电荷,因此 $m = 3$ 。另外,若能肯定 $n = 9$ 的选择是对的,用排除法也可不考虑 m 值而确定正确选项。

◆易错剖析 没有空间想像力,只看到完全与 B 相连的 O,会误选 (C)。

【答案】

(D)。

3. 不久前科学家将 ${}^{66}_{30}\text{Zn}$ 和 ${}^{208}_{82}\text{Pb}$ 两原子经核聚合放出一定数目的中子,得到 112 号新元素的原子,该原子的质量数为 267。下列说法正确的是()。
- (A) 112 号元素位于第 8 周期第Ⅷ族
- (B) 该元素的原子属稳定性同位素
- (C) 该元素是“两性”金属元素
- (D) 上述两原子核聚合时释放出 7 个中子

(上海市 2001 年奥赛初赛试题)

【多维分析】

◆**命题意图** 综合考查物质结构与元素周期律知识。

◆**解题关键** 解此题需要熟练掌握物质结构和元素周期律知识。由元素的原子序数为 112 和原子核外电子排布规律可推知 112 号元素的价电子排布为 $6d^{10}7s^2$, 则其应在周期表中的第 7 周期、第 II B 族, (A) 选项不符合题意。元素周期表中 84 号以后的元素均为放射性元素, 故 112 号元素的原子不可能为稳定性同位素, (B) 选项不符合题意。该元素与 Zn、Cd、Hg 同族, 且在 Hg 的下方, 金属性应比 Hg 略强。Hg 不是两性金属, 该元素更不会是两性金属, (C) 选项不符合题意。112 号元素原子的中子数为 155 个, 恰好比 $^{66}_{30}\text{Zn}$ 和 $^{208}_{82}\text{Pb}$ 的中子数之和 162 个少 7, 说明两者聚合时释放出了 7 个中子, (D) 选项符合题意。

◆**易错剖析** 参加竞赛的学生应掌握能级交错后的核外电子排布顺序:

$$(n-1)p, (n-2)f, (n-1)d, ns。$$

因为从能量高低看, $E_{(n-1)p} < E_{(n-2)f} < E_{(n-1)d} < E_{ns}$, 电子应优先排入能量低的轨道。对 112 号元素而言, 最后的 32 个电子的排布应为 $6p^6 5f^{14} 6d^{10} 7s^2$ 。另外, 还应掌握区分 II A 和 II B 族元素的方法, 价电子构型为 $(n-1)d^0 ns^2$ 的属 II A 族, 价电子构型为 $(n-1)d^{10} ns^2$ 的属 II B 族。明确这些, 才能避免错选 (A)。

【答案】

(D)。

4. 为了探索月球上是否有生命存在的痕迹, 就要分析月球岩石中是否包藏有碳氢化合物(当然这仅仅是探索的第一步)。科学家用氰盐酸(DCl)和重水(D_2O)溶液处理月球岩石样品, 对收集的气体加以分析, 结果只发现有一些气体状态的碳氰化合物。这个实验不能用普通盐酸, 其理由是()。

- (A) 普通盐酸的酸性太强
(B) 普通盐酸具有挥发性

(C) 普通盐酸和月球岩石中的碳化物无法反应

(D) 无法区别岩石中原来含有的是碳化物,还是碳氢化合物

(浙江省 1998 年奥赛初赛试题)

【多维分析】

◆**命题意图** 在相对生疏的题设情景中考查学生同位素概念及其应用的知识。

◆**解题关键** 理解题设实验的操作与实验结果的内在联系是解此题的关键。要判断月球岩石中是否有碳氢化合物,理想的方法就是用不含碳、氢两种元素的物质与月球岩石反应,若获得含碳、氢两元素的产物,则可获得正结果。遗憾的是实际操作时,做到所加试剂不含碳容易,不含氢则不易,于是科学家采用与氢化学性质几乎相同而质量不同的氢的同位素氘,用 DCl 代替 HCl,用 D_2O 代替 H_2O 。若用普通盐酸,即使产生了二氧化碳和水,也只能说月球岩石中有碳化物而无法肯定是否有碳氢化合物。

◆**易错剖析** 由同种元素的不同同位素组成的物质,如 DCl 与 HCl, D_2O 与 H_2O , $Na_2S_2O_3$ 与 $Na_2S^{35}SO_3$, 化学性质几乎相同,物理性质如密度等略有差异。不了解这一点,就不能迅速排除前三个选项。

【答案】

(D)。

5. A 元素的核外电子排布是 $4s^24p^2$, 则下列说法正确的是()。

(A) A 常温下可与氧气化合为 AO_2

(B) A 可与浓 HNO_3 反应

(C) A 单质有很强的金属性

(D) A 的氯化物 ACl_4 可以发生水解反应

(江苏省 1998 年奥赛初赛试题)

【多维分析】

◆**命题意图** 考查元素周期律与核外电子排布的相关知识。

◆**解题关键** 首先判断出 A 在元素周期表中的位置以及是何元素,再利用元素周期律分析各选项的正误。由 A 的核外电子排布

$4s^24p^2$ 可知, A 在第 4 周期、第 IV A 族, 是 Ge。IV A 族元素位于元素周期表的中部, 既无很强的金属性, 又无很强的非金属性。通常, 金属性强的金属易与氧气化合, 如 K、Na、Ca 等; 金属性弱的金属不易与氧气化合, 如 Cu、Ag、Au 等; 不很活泼的金属的盐通常容易发生水解, 如铅盐、锡盐等。因此可推断出 (B)、(D) 选项符合题意。

◆**易错剖析** 这类选择题要对每个选项进行分析, 否则易漏选。

【答案】

(B)、(D)。

6. 元素 X 的气态氢化物的分子式为 H_2X , 这种元素的最高价氧化物的水化物的化学式可能是()。

(A) H_2XO_3 (B) $X(OH)_2$ (C) H_2XO_4 (D) H_6XO_6

(浙江省 2000 年奥赛初赛试题)

【多维分析】

◆**命题意图** 考查元素周期律知识。

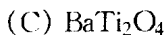
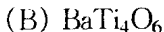
◆**解题关键** 逐个分析, 防止漏选是解题关键。根据题意, X 应为 -2 价非金属元素, 则其最高正价应为 +6 价。 H_2XO_4 、 H_6XO_6 中的 X 均为 +6 价, (C)、(D) 选项均符合题意。

◆**易错剖析** 有人因想不出 H_6XO_6 具体对应于哪一种化合物而不敢选 (D), 其实题目中已强调问的是其最高价氧化物的水化物的化学式“可能是”什么而不是“一定是”什么, 因此, 只要从化合价上分析是合理的, 就应该是正确的选项。事实上, 碲酸就是以原碲酸 H_6TeO_6 的形式存在的。

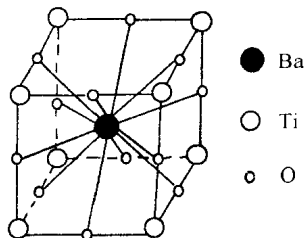
【答案】

(C)、(D)。

7. 钛酸钡的热稳定性好, 介电常数高, 在小型变压器、话筒和扩音器中都有应用。钛酸钡晶体的结构示意图为下图, 它的化学式是()。



(上海市 2001 年奥赛初赛试题)

**【多维分析】**

◆**命题意图** 结合识图考查晶体结构知识及空间想像能力。

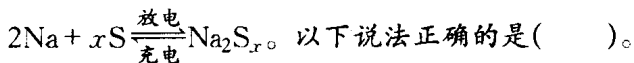
◆**解题关键** 由一个晶胞想像出在整个晶体中,每个原子为几个晶胞共用是解题的关键。仔细观察钛酸钡晶体结构示意图可知:Ba 在立方体的中心,完全属于该晶胞;Ti 处于立方体的 8 个顶点,每个 Ti 为与之相连的 8 个立方体所共用,即只有 $\frac{1}{8}$ 属于该晶胞;O 处于立方体的 12 条棱的中点,每条棱为四个立方体共用,故每个 O 只有 $\frac{1}{4}$ 属于该晶胞。即晶体中 $\text{Ba}:\text{Ti}:\text{O} = 1:8 \times \frac{1}{8}:12 \times \frac{1}{4} = 1:1:3$, (D) 选项符合题意。

◆**易错剖析** 如果以为钛酸钡晶体就是一个个孤立的如题图所示结构,就会错选(A)。

【答案】

(D)。

8. 目前人们正研究开发一种高能电池——钠硫电池,它是以熔融的钠、硫为两极,以 Na^+ 导电的 $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ 陶瓷作固体电解质,反应为:



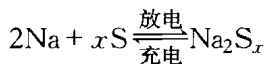
- 以下说法正确的是()。
- (A) 放电时,钠作负极,硫作正极
- (B) 放电时,钠极发生还原反应
- (C) 充电时,钠极与外电源的正极相连,硫极与外电源的负极相连
- (D) 充电时,阳极发生的反应是 $\text{S}_x^{2-} - 2e^- = x\text{S}$

(江苏省 2000 年奥赛初赛试题)

【多维分析】

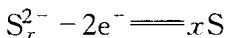
◆**命题意图** 考查学生对原电池和电解池有关知识的理解和运用能力。

◆**解题关键** 此题的解题关键,在于对以下充、放电过程的正确理解:



放电时,硫钠电池相当于原电池。 Na 失去电子、作负极(电子从负极流出)、发生氧化反应、又是阳极(无论原电池或是电解池中,发生氧化反应的电极总是阳极)。据此,可判断(A)选项正确,(B)选项错误。

充电时,硫钠电池相当于电解池。 Na^+ 应在钠电极上获得电子,还原为 Na ,故钠电极应与外电源的负极相连(电子从电源的负极流出)。 S_x^{2-} 应在硫电极上失去电子,发生氧化反应:



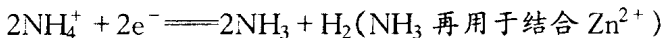
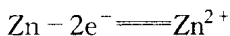
故硫电极为阳极。据此,可判断(C)选项错误,(D)选项正确。

◆**易错剖析** 物质失去电子,必然导致化合价升高,发生氧化反应,即“失、高、氧”。不清楚此中关系,易错选(B)。充电时,其上发生还原反应的电极要与外电源负极相连,不了解这一点,易错选(C)。

【答案】

(A)、(D)。

9. 日常所用干电池其电极分别为碳棒和锌皮,以糊状 NH_4Cl 和 ZnCl_2 作电解质(其中加入 MnO_2 氧化吸收 H_2),电极反应可简化为:



根据上述叙述判断下列说法中正确的是()。

(A) 干电池中 Zn 为正极,碳为负极

(B) 干电池工作时,电子由碳极经外电路流向 Zn 极

- (C) 干电池长时间连续使用时内装糊状物可能流出腐蚀电器
 (D) 干电池可以实现化学能向电能的转化和电能向化学能的转化

(江苏省 1999 年奥赛初赛试题)

【多维分析】

◆**命题意图** 联系生活实际考查原电池的有关知识。

◆**解题关键** 将生活常识与“原电池”理论知识结合在一起,可轻而易举地解出此题。关于原电池的重要概念之一,就是电子从负极流出,据此即可判断(A)、(B)选项不符合题意。由常识可知,干电池长时间使用会“流水”,即有液体从干电池内部流出。故(C)选项符合题意。更为准确地说,在干电池中阳极发生的反应是:



由于 H_2O 是阳极产物之一,干电池使用时间长了就可能“流水”。

◆**易错剖析** 作为一种约定俗成,“干电池”(Dry Battery)无论国内外均指一次性的、不可充电的电池。因此,它只能将化学能转化为电能,而不能将电能转化为化学能。不了解这一点可能会错选(D)。

【答案】

(C)。

10. 银器皿日久表面因生成硫化银而逐渐变黑色。将一定浓度的食盐溶液放入铝制容器中,再将变黑的银器浸入此溶液中,放置一段时间后,黑色就会褪去;过程中银不会损失,但会产生臭鸡蛋气味的气体。关于这一处理的以下说法中错误的是()。

- (A) 铝是还原剂,硫化银是氧化剂
 (B) 食盐是一种反应物,但未被氧化与还原
 (C) 水也是一种反应物,也未被氧化与还原
 (D) 处理过程中,铝离子、硫离子发生了水解反应

(上海市 2001 年奥赛初赛试题)

【多维分析】

◆**命题意图** 考查学生在特定情境中运用氧化还原反应、水解反应、

原电池反应等知识的能力。

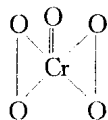
◆**解题关键** 本题涉及的具体元素化合物方面的知识,中学生不一定都了解,但所涉及的反应原理却未超过中学知识的范围,通过认真分析题意,将题干与选项结合起来考虑,是不难找出正确答案的。根据题意,反应体系中有 Al 、 NaCl 溶液、 Ag_2S 、 H_2O 等物质,反应产物中有 Ag 、 H_2S 等。 Ag_2S 变成为 Ag ,被还原,是氧化剂,在反应体系中能作还原剂的只能是 Al ,则(A)选项中说法是正确的。 Al 作还原剂,应被氧化为 Al^{3+} ,而 Al^{3+} 是易水解的,且题目中说有臭鸡蛋气味的气体产生,说明有 S^{2-} 的水解产物 H_2S 产生,故(D)选项的叙述也是正确的。 NaCl 在体系中的作用是传导电流,相当于电解水中加入的少量 H_2SO_4 或 NaOH ,本身未参加电极反应,故并不能算是一种反应物,所以(B)选项不符合题意,即(B)选项中的叙述是错误的。

◆**易错剖析** 有人认为,反应中 Al 失电子、 Ag_2S 中的 Ag 得电子,水并未参加反应,故(C)选项也符合题意。这种看法是错的,因为 Al^{3+} 和 S^{2-} 发生了水解反应,据题意水解的过程与 Ag_2S 还原过程是同时发生并被看作一个整体的,这样水就应被看作是一种反应物。

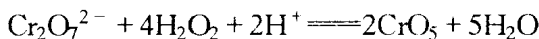
【答案】

(B)。

11. 用稀 H_2SO_4 酸化的 H_2O_2 溶液中,加入乙醚后液体分层,再加入少量 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液并振荡,在乙醚层中出现深蓝色,这是因为生成的 CrO_5 溶于乙醚所致。 CrO_5 的结构为:



上述反应方程式为:



下列叙述中,正确的是()。