

全国历届化学高考题解集

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书分4个部分:第1部分讲述5个专题,重点讲述了解题思路与方法;第2部分是化学高考题选测,可用于学生自测,本部分最后给出了答案供学生参考;第3部分是1949~2013年高考题选解,其中不乏精彩的评析;第4部分是2009~2013年各省市高考题的汇集,分5大类题型,可供学生练习。全书最后还给出了附录,总结了高考复习的纲要。

本书可供高中学生和教师使用,对高考复习颇具参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

全国历届化学高考题解集/姚如富主编. —合肥:中国科学技术大学出版社,2014.3
ISBN 978-7-312-03409-1

I. 全… II. 姚… III. 中学化学课—高中—题解 IV. G634.85

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第033162号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路96号,230026
<http://press.ustc.edu.cn>

印刷
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 787 mm×1092 mm 1/16
印张
字数 千
版次 2014年3月第1版
印次 2014年3月第1次印刷
定价 元

序 言

高中学生经过中学阶段化学的学习,大致已经了解到化学是研究物质性质、组成、结构、变化和应用的一门科学。化学历史悠久又极具活力。“化学与人类日常生活关系最为密切,对人类社会的发展所产生的影响也特别巨大”。人类社会正在共享着化学文明取得的成果。当今随着化学学科的自身发展、分化演进,与其他学科的相互协同、渗透交叉,又产生了许许多多全新的分支学科、边缘学科,诸如材料化学、能源化学、药物化学、环境化学、食品化学、工业化学、生物化学、量子化学、海洋化学、地球化学、宇宙化学、生命化学,等等。以化学为中心形成的化学学科群成为了现代社会科学技术重要组成部分,化学已经成为了一门名副其实的中心学科,为人类现在和将来生存、发展起到不可取代的重要作用。

备战高考是人生长河中关键的拼搏之一。通过高考前系统、综合、深入的复习和再学习,归纳、记忆、思考和运用,可进一步巩固提高既往学成的知识、能力和科学素养。有鉴于此,安徽化学同仁参与《全国历届化学高考题解集》的编写。他们在中学化学教学和化学高考研究方面有较高的造诣,积累了丰富的经验。他们之中有五位已晋升为特级教师,有的已被评定为中学化学教授。全书共分四个部分,即:化学高考题选讲、化学高考题选测、化学高考题选解、化学高考题选集,并附录化学高考复习之纲。本书全部采用真题,收集了从1949年至2013年历届全国统一命题或后来的各省(市)自主命题,收集选题以近期命题为主。这些业经高考实战的真题都倾注了高考化学命题专家的心血。采用历年高考化学真题选讲、选测、选解,涵盖了诸多有价值的信息;进一步明晰中学化学课改大纲基本要求、重点难点、试题题型、命题角度、命题内容涵盖面、命题规律性。熟悉化学考题解答的方式方法、得分点、解题技巧、解题思路,用足题目给出的

已知条件解题得分等,达到见卷“心有灵犀一点通”的境界。化学高考复习之纲旨在让学生在冲刺阶段将所掌握化学知识归纳总结、融会贯通、纲举目张,增强学生在应试中灵活变通、应对自如的能力。

预祝本书的读者们在高考中取得好成绩!

Handwritten signature in black ink, reading '钱逸泰' (Qian Yaobai).

中国科学院院士

中国科学技术大学教授、博士生导师

目 次

前言	i
第1部分 化学高考题选讲	1
1 化学高考选择题的解题思路与方法	2
2 有机化学试题的解题思路与方法	8
3 物质推断题的解题思路与方法	17
4 工业流程题的解题思路与方法	20
5 化学实验题的解题思路与方法	31
第2部分 化学高考题选测	39
1 化学高考题选测(Ⅰ)	40
2 化学高考题选测(Ⅱ)	44
3 化学高考题选测(Ⅲ)	48
4 化学高考题选测(Ⅳ)	53
5 化学高考题选测(Ⅴ)	58
化学高考题选测参考答案	67
第3部分 化学高考题选解	73
1 1949~1966年化学高考题选解	74
2 1977~1980年化学高考题选解	80
3 1981~1990年化学高考题选解	82
4 1991~2000年化学高考题选解	89
5 2001~2010年化学高考题选解	122
6 2011~2013年化学高考题选解	163

第4部分 化学高考题集锦	179
1 选择题及化学原理题	180
2 元素推断题	188
3 有机推断题	197
4 工艺流程题	207
5 实验探究题	216
化学高考题集锦参考答案	226
附录一 化学高考考纲	239
附录二 化学高考复习大纲	247

第 1 部分
化学高考题选讲

1 化学高考选择题的解题思路与方法





化学选择题具有知识覆盖面大、考核知识点多等特点,因此选择题已成为标准化化学高考试题的主要组成部分。

选择题对学生具体能力的考核可达到以下几点目的:① 了解学生对知识记忆的情况;② 了解学生对化学“双基”的掌握、理解及运用的能力;③ 了解学生审阅、分析、对比及去伪存真的能力;④ 了解学生掌握化学知识面的范围;⑤ 了解学生的解题技巧及运算能力;⑥ 了解学生掌握知识的熟练程度及心理素质。因此,培养学生在掌握化学“双基”的基础上,提高化学选择题的审题思路和解题技巧是十分重要的。

(1) 选择题解题思路

化学“双基”的准确掌握和灵活运用是解题的首要条件,在化学选择题中,对化学基本概念的考核占有相当大的比重。因此,正确记忆、掌握、理解化学基本概念是解选择题的关键。一般来说,化学基本概念的组成为两部分。一部分是形成概念的条件,另一部分则是概念本身。有前提条件的概念才是完整、准确的概念。例如:分子是保持物质化学性质(条件)的一种微粒(结论);原子是化学反应中(条件)的最小微粒。分子和原子同是微粒,但属于不同条件下的微粒,这两个概念就不同。因此在掌握化学基本概念时,要善于分辨相似概念的不同,了解概念之间的相互关系,这样才能灵活运用概念,以达到迅速解题的目的。

例题(2013 北京卷*) 下列设备工作时,将化学能转化为热能的是()。

A	B	C	D
			
硅太阳能电池	锂离子电池	太阳能集热器	燃气灶

* 本书题前括号中注明的是试题的来源。

解析 本题主要考查几种形式的能量转化,只要概念清楚、准确,就能够迅速解题。A是把光能转化为电能,B是把化学能转化为电能,C是把光能转化为热能,D是把化学能转化为热能。故答案为D。

例题(2013 全国新课标 II 卷) N_0 为阿伏伽德罗常数的值,下列叙述正确的是()。

A. 1.0 L 1.0 mol · L⁻¹的 NaAlO₂水溶液中含有的氧原子数为 2 N_0

B. 12 g 石墨烯(单层石墨)中含有六元环的个数为 0.5 N_0

C. 25 °C 时 pH=13 的 NaOH 溶液中含有 OH⁻ 的数目为 0.1 N_0

D. 1 mol 的羟基与 1 mol 的氢氧根离子所含电子数均为 9 N_0

解析 本题考查阿伏伽德罗常数。A项,溶质 NaAlO₂和溶剂 H₂O 中都含有 O 原子;B项,12 g 石墨烯含有 N_0 个 C 原子,每一个 C 原子为 3 个六边形所共用,每一个六边形含有 2 个 C 原子,共有 $1N_0 \times \frac{1}{2} = 0.5N_0$,B 正确;C项,没有告知体积是多少;D项,1 mol 的羟基含有 9 N_0 个电子,但 1 mol 的氢氧根离子所含电子数为 10 N_0 。

(2) 化学选择题的审题思路

化学选择题审题的思路为:阅读→理解→分析→推理→选择→验证,其中验证环节往往是考生答题时最容易忽略的一个重要环节,考生一定要想一想这个答案是否合理或是否符合题意。

① 认真审题、弄清题意

选择题一般是题干部分简捷、文字精炼,但所给的选项涉及的内容“鱼目混珠”,容易产生错觉。有些题目的要求较含蓄。因此,对题目要耐心推敲、“咬文嚼字”,做到不漏读、不错读、理解题意、问题清楚、选择准确、验证合理。

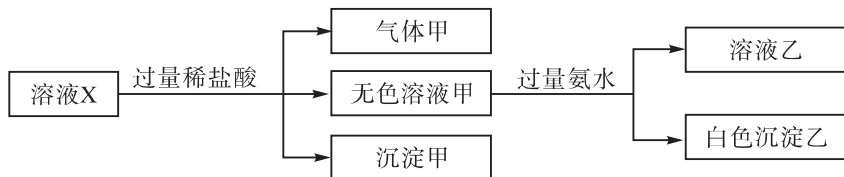
例题(2013 全国新课标 I 卷) 下列实验中,所采取的分离方法与对应原理都正确的是()。

选项	目的	分离方法	原理
A	分离溶于水的碘	乙醇萃取	碘在乙醇中的溶解度较大
B	分离乙酸乙酯和乙醇	分液	乙酸乙酯和乙醇的密度不同
C	除去 KNO ₃ 固体中混杂的 NaCl	重结晶	NaCl 在水中的溶解度很大
D	除去丁醇中的乙醚	蒸馏	丁醇与乙醚的沸点相差较大

解析 本题考查物质的分离和提纯。分液与萃取、蒸发与蒸馏、结晶与重结晶等有相近的地方,但也有区别,需要仔细推敲才能准确判断出结果。乙醇和水互溶,不能从水中萃取,

A 错误; 乙酸乙酯和乙醇互溶, 也不能用分液方法进行分离, B 错误; NaCl 溶解度受温度影响比较小, KNO_3 溶解度受温度影响比较大, 可以用重结晶的方法分离, 但分离原理不是因为 NaCl 溶解度大, C 错误; 乙醚和丁醇的沸点相差较大, 可以用蒸馏的方法分离, D 正确。

例题(2012 浙江卷) 水溶液 X 中只可能溶有 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 AlO_2^- 、 SiO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 中的若干种离子。某同学对该溶液进行了如下实验:



下列判断正确的是()。

- A. 气体甲一定是纯净物
 B. 沉淀甲是硅酸和硅酸镁的混合物
 C. K^+ 、 AlO_2^- 和 SiO_3^{2-} 一定存在于溶液 X 中
 D. CO_3^{2-} 和 SO_4^{2-} 一定不存在于溶液 X 中

解析 此题实际上是一类离子共存判断题。由图可知, 加入过量盐酸后, 产生的沉淀甲必为硅酸, 原溶液中含有 SiO_3^{2-} , 则不可能有 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 。据电荷守恒, 则一定含有 K^+ , 产生的气体甲可能为 CO_2 和 SO_2 中的一种或两种。无色溶液中加入过量氨水后生成白色沉淀乙, 白色沉淀乙只能为 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 则原溶液中含有 AlO_2^- 。因此, X 中一定含有的离子有 K^+ 、 AlO_2^- 、 SiO_3^{2-} , 可能含有 SO_3^{2-} 、 CO_3^{2-} 中的一种或两种, 无法判断 SO_4^{2-} 是否存在。答案为 C。

例题(2013 全国新课标 II 卷) 能正确表示下列反应的离子方程式的是()。

- A. 浓盐酸与铁屑反应: $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$
 B. 钠与 CuSO_4 溶液反应: $2\text{Na} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Cu} \downarrow + 2\text{Na}^+$
 C. NaHCO_3 溶液与稀 H_2SO_4 反应: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
 D. 向 FeCl_3 溶液中加入 $\text{Mg}(\text{OH})_2$: $3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{Mg}^{2+}$

解析 本题考查离子方程式。A 项, 浓盐酸与铁屑反应生成 Fe^{2+} ; B 项, 钠与 CuSO_4 溶液反应时, Na 先与水反应, 生成的 NaOH 再与硫酸铜反应; C 项, 应是 HCO_3^- 与 H^+ 反应。故选择 D。

② 分析题意, 抓住关键

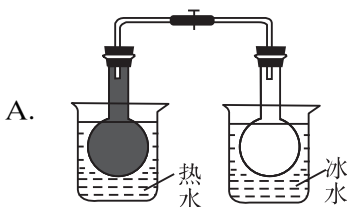
在精读题干内容的基础上, 要抓住题干所给出的限定条件和控制变量, 认真分析题意, 排除干扰, 选出正确的答案。

例题(2012 北京卷) 下列金属防腐的措施中, 使用外接电流的阴极保护法的是()。

- A. 水中的钢闸门连接电源的负极
 B. 金属护栏表面涂漆
 C. 汽水底盘喷涂高分子膜
 D. 地下钢管连接镁块

解析 本题解题时应抓住“外接电流的阴极保护法”这一关键词,化学原理就是电解原理,电解中阴极发生还原反应,被保护的金属应和电源的负极相连作阴极,立即得出答案为A。

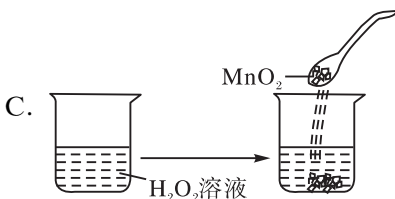
例题(2013 北京卷) 下列实验事实不能用平衡移动原理解释的是()。



将 NO_2 球浸泡在冰水和热水中

B.

$t/^\circ\text{C}$	25	50	100
$K_w/10^{-14}$	1.01	5.47	55.0



D.

$c(\text{氨水})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	0.1	0.01
pH	11.1	10.6

解析 本题考查化学平衡与反应速率的问题,A 是中学教材中典型的化学平衡中温度对化学平衡影响的实验,学生自己做过该实验,与平衡有关;B 考查水的离子积常数的概念以及水的电离与温度的关系,涉及水的电离平衡移动;D 为氨水的电离平衡与溶液 pH 之间的关系,与平衡有关;本题中只有 C 是化学反应速率与催化剂的关系,与平衡无关,故答案为 C。

(3) 化学选择题的解题技巧

化学选择题的解题技巧是在掌握知识、理解题意、灵活运用的基础上形成的。解题技巧体现在解题思路敏捷、速度快、准确率高。选择题的常用解题方法有以下几种。

① 比较淘汰法

这是最常用的、最基本的方法。将不正确的选项一一淘汰,剩下的就是正确答案。

例题(2012 海南卷) 25°C 时, $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的一元酸 HA 与 $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 等体积混合后, pH 为 7, 则下列关系一定正确的是()。

- A. $a = b$ B. $a > b$ C. $c(\text{A}^-) = c(\text{Na}^+)$ D. $c(\text{A}^-) < c(\text{Na}^+)$

解析 题中没有说明一元酸 HA 是强酸还是弱酸,所以无法判断生成的盐 NaA 是否水解,若 HA 是强酸,则 A 正确;若 HA 是弱酸,则 B 正确;25 °C 时 pH 为 7,即 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$,由电荷守恒可知,D 一定错误。所以,本题正确答案为 C。

② 简捷算法

这种方法通过简捷的计算推导出正确答案。

例题(2010 全国新课标 I 卷) 一定条件下磷与干燥氯气反应,若 0.25 g 磷消耗掉 314 mL 氯气(标准状况),则产物中 PCl_3 与 PCl_5 物质的量之比接近于()。

- A. 1 : 2 B. 2 : 3 C. 3 : 1 D. 5 : 3

解析 显然,本题的解题思路是运用守恒思想建立等式。设 $n(\text{PCl}_3) = X \text{ mol}$, $n(\text{PCl}_5) = Y \text{ mol}$,由 P 元素守恒有: $X + Y = 0.25/31 \approx 0.008$ (①式);由 Cl 元素守恒有: $3X + 5Y = (0.314 \times 2)/22.4 \approx 0.028$ (②式),联立①式和②式可解得 $X = 0.006$, $Y = 0.002$,故选 C。

例题(2013 上海卷) 一定条件下,将 0.1 L CO 、0.2 L CO_2 、0.1 L NO 、0.2 L NO_2 和 0.2 L NH_3 混合,然后分别通过盛有足量蒸馏水、饱和碳酸氢钠溶液和氢氧化钠溶液的三个洗气瓶(洗气瓶排列顺序不确定)。假设气体通过每个洗气瓶都能充分反应,则尾气(已干燥)()。

- A. 可能是单一气体 B. 不可能含有一氧化碳
C. 可能存在原气体中的两种气体 D. 成分和洗气瓶的排列顺序无关

解析 本题考查化学计算、收敛思维能力。洗气瓶排列顺序有 6 种,若第一个洗气瓶装氢氧化钠溶液,则这时出来的气体有 CO 、 NH_3 ,后面的 2 个洗气瓶无论是怎样的顺序,最后的气体为 CO ;若第一个洗气瓶装水,则这时出来的气体有 CO 、 CO_2 、 NO ,后面的 2 个洗气瓶无论是怎样的顺序,最后的气体为 CO 、 NO ;若第一个洗气瓶装饱和碳酸氢钠溶液,则这时出来的气体有 CO 、 CO_2 、 NO ,后面的 2 个洗气瓶无论是怎样的顺序,最后的气体为 CO 、 NO 。

下面介绍另一种方法。洗气瓶的排列顺序无论怎样,最终的气体肯定没有 CO_2 、 NH_3 ,而 CO 与三种溶液都不反应,尾气肯定有 CO 。若第一个洗气瓶装氢氧化钠溶液,则尾气没有 NO ($\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$)。若第一个洗气瓶不是装氢氧化钠溶液,则尾气一定有 NO 。故答案为 A、C。

③ 特殊性质记忆法

学习化学,既要掌握物质结构、性质的一般规律,更要记忆某些物质结构、性质的特殊性。只有理解了物质结构、性质的特殊性,才便于在解题中辩证地分析问题。

例题(2012 北京卷) 已知³³As、³⁵Br 位于同一周期,下列关系正确的是()。

- A. 原子半径:As>Cl>P
B. 热稳定性:HCl>AsH₃>HBr
C. 还原性:As³⁻>S²⁻>Cl⁻
D. 酸性:H₃AsO₄>H₂SO₄>H₃PO₄

解析 同周期元素,从左向右,原子半径依次减小,Cl 原子半径小于 P, A 错误;同周期元素,从左向右,非金属性依次增强,氢化物的稳定性依次增强,AsH₃ 的稳定性小于 HBr, B 错误;同主族元素,自上而下,非金属性依次减弱,最高价氧化物对应的水化物的酸性依次减弱,H₃AsO₄ 的酸性弱于 H₃PO₄, D 错误。故答案为 C。

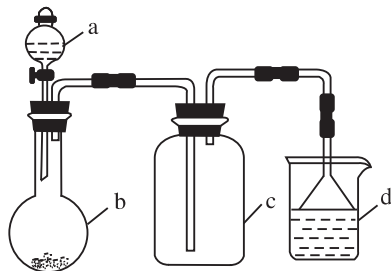
例题(2010 上海卷) 下列实验过程中,始终无明显现象的是()。

- A. NO₂ 通入 FeSO₄ 溶液中
B. CO₂ 通入 CaCl₂ 溶液中
C. NH₃ 通入 AlCl₃ 溶液中
D. SO₂ 通入已酸化的 Ba(NO₃)₂ 溶液中

解析 此题考查常见元素化合物知识。NO₂ 通入溶液后和水反应生成具有强氧化性的硝酸(硝酸具有可以氧化 Fe²⁺ 这一特殊性),其将亚铁盐氧化为铁盐,溶液颜色由浅绿色变为黄色,排除 A;CO₂ 和 CaCl₂ 不反应,无明显现象,符合题意,选 B;NH₃ 通入溶液后转化为氨水,其和 AlCl₃ 反应生成氢氧化铝沉淀,排除 C;SO₂ 通入酸化的硝酸钡中,其被氧化为硫酸,生成硫酸钡沉淀,排除 D。故答案为 B。

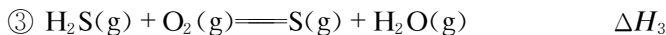
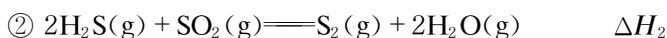
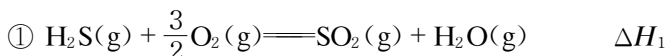
例题(2013 安徽卷) 实验室中某些气体的制取、收集及尾气处理装置如下图所示(省略夹持和净化装置)。仅用此装置和表中提供的物质完成相关实验,最合理的选项是()。

选项	a 中的物质	b 中的物质	c 中收集的气体	d 中的物质
A	浓氨水	CaO	NH ₃	H ₂ O
B	浓硫酸	Na ₂ SO ₃	SO ₂	NaOH 溶液
C	稀硝酸	Cu	NO ₂	H ₂ O
D	浓盐酸	MnO ₂	Cl ₂	NaOH 溶液



解析 本题考查化学实验的基本原理(气体的制备)、实验装置以及相关仪器的使用。该装置分别为固液不加热制气体、向上排空气法收集气体以及采用防倒吸的方法进行尾气处理。A 项,氨气不能使用向上排空气法,错误;B 项,正确;C 项,铜与稀硝酸反应需要加热,且收集 NO₂ 不宜使用防倒吸装置,错误;D 项,制取氯气需要加热,错误。故答案为 B。

例题(2013 全国新课标 II 卷) 在 1200 °C 时,天然气脱硫工艺中会发生下列反应:



则 ΔH_4 的正确表达式为()。

A. $\Delta H_4 = \frac{3}{2}(\Delta H_1 + \Delta H_2 - 3\Delta H_3)$ B. $\Delta H_4 = 3\Delta H_3 - \Delta H_1 - \Delta H_2$

C. $\Delta H_4 = \frac{3}{2}(\Delta H_1 + \Delta H_2 + 3\Delta H_3)$ D. $\Delta H_4 = \frac{3}{2}(\Delta H_1 - \Delta H_2 - 3\Delta H_3)$

解析 本题考查盖斯定律。根据 S 守恒原理,要得到方程式④,可以用化学方程式叠加的方法(方程式①+方程式②-3×方程式③)× $\frac{3}{2}$ 。所以,正确答案为 A。

例题(2011 福建卷) 下表各选项中,不能利用置换反应通过 Y 得到 W 的一组化合物是()。

选项 化合物	A	B	C	D
Y	CO ₂	Fe ₂ O ₃	C ₂ H ₅ OH	FeCl ₃
W	MgO	Al ₂ O ₃	C ₂ H ₅ ONa	CuCl ₂

解析 A 项中是 Mg 与 CO₂ 反应,方程式为 $2\text{Mg} + 2\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$; B 项中 Al 与 Fe₂O₃ 发生铝热反应,方程式为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$; C 项中是金属 Na 与 C₂H₅OH 反应,方程式为 $2\text{Na} + 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$; 这三个反应都是置换反应。D 项中发生的反应是 $\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 \longrightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$, 它不是置换反应,但学生可能将此反应记错,认为生成了铁单质。此题难度不大,但素材来自教学一线,考查学生平时学习的扎实程度,对实际教学有一定的指导作用。正确答案为 D。此题的易错点是:误以为 CO₂ 和 CaCl₂ 能反应。由于盐酸是强酸,碳酸是弱酸,故将 CO₂ 通入 CaCl₂ 溶液中时,两者不能发生反应,不能生成溶于盐酸的碳酸钙沉淀。

选择题考核的知识面广,要求考生解题速度快、准确度高、灵活性强,是考生比较惧怕的题型。考生应不断总结、有所创新,减小心理压力,克服非智力因素的干扰,加强练习,逐步适应,以提高解化学选择题的能力。

2 有机化学试题的解题思路与方法

有机化学试题主要有两种命题形式,一类是选择题,另一类是有机综合试题。

有机化学选择题以新合成、新应用或新发现的有机化合物结构模型、结构式(主要是键

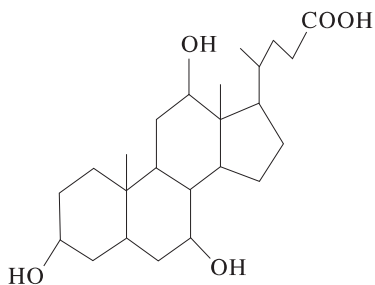
线式)为线索,考查有机化合物的组成、性质、变化、检验,以及官能团的结构等。

有机综合试题主要以有机合成路线图的形式命题,但有以下几个方面情况值得关注:

① 有机合成的目标产物多数情况是新物质(新特药物、新材料、与社会重大事件相联系的物质等)、新情境,但解决问题的基本原理都是非常基础的东西;② 信息的呈现形式为有机合成路线图,附以有关物质的结构信息(键线式、球棒模型等);③ 有关物质的结构往往离不开(苯)环,尤其是同分异构体的判断或书写充分体现(苯)环的结构特点;④ 新物质的性质或转化往往离不开酯的性质(酯化或水解);⑤ 所要呈现的问题结果,主要为分子式书写、同分异构体书写、反应类型判断和有机化学方程式书写或判断等。

因此,我们解答有机化学题时,应该注意以下几方面:① 保持平常心。虽然有机化学试题的题境很陌生,又涉及新物质,但难度较低,都是一些基本的化学问题。② 解题的基本要点就是要对有机合成路线图中前后物质“比一比、看一看、数一数”,特别是要能通过反应条件判断反应方向,能通过反应部位判断反应类型。③ 尽可能多地吸收题给信息,既要吸收题给的化学反应信息,也要吸收合成路线图中隐含的物质转化方式与途径信息,不要有任何遗漏。④ 在呈现答案时,化学用语一定要规范,尤其是有机化学方程式,生成物中小分子不能遗漏。⑤ 有机物命名、空间异构、氢谱等容易被忽视的内容,应该引起特别关注。

例题(2013 重庆卷) 有机物 X 和 Y 可作为“分子伞”给药物载体的伞面和中心支撑架(未表示出原子或原子团的空间排列)。

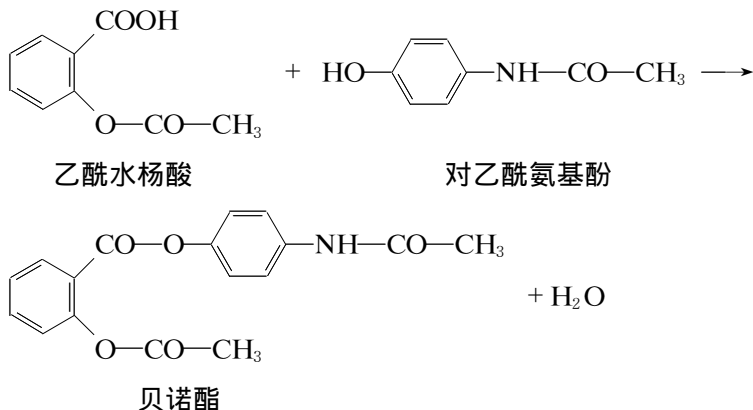


下列叙述错误的是()。

- A. 1 mol X 在浓硫酸作用下发生消去反应,最多生成 3 mol H_2O
 B. 1 mol Y 发生类似酯化的反应,最多消耗 2 mol X
 C. X 与足量 HBr 反应,所得有机物的分子式为 $C_{24}H_{37}O_2Br_3$
 D. Y 与癸烷的分子链均呈锯齿形,但 Y 的极性较强

解析 本题考查有机结构与性质的关系。A 项, X 有 3 个醇羟基,且相邻 C 原子上有 H 原子,正确;B 项, Y 有 2 个 $-NH_2$, 1 个 $-NH-$, X 有 1 个 $-COOH$, Y 与 X 发生反应的物质的量之比是 1 : 3, 不正确;C 项, X 有 3 个醇羟基,被 3 个 Br 取代,分子式正确;D 项, Y 呈锯齿形,因为含有 $-NH_2$, 极性比癸烷强。故答案为 B。

例题(2013 江苏卷) 药物贝诺酯可由乙酰水杨酸和对乙酰氨基酚在一定条件下反应制得:



下列有关叙述正确的是()。

- A. 贝诺酯分子中有三种含氧官能团
- B. 可用 FeCl₃ 溶液区分乙酰水杨酸和对乙酰氨基酚
- C. 乙酰水杨酸和对乙酰氨基酚均能与 NaHCO₃ 溶液反应
- D. 贝诺酯与足量 NaOH 溶液共热, 最终生成乙酰水杨酸钠和对乙酰氨基酚钠

解析 该题以贝诺酯为载体, 考查学生对有机化合物的分子结构、官能团的性质等基础有机化学知识的理解和掌握程度。

熟练区分醇羟基、酚羟基、酸羟基在性质上的差异:

醇中的羟基连在脂肪烃基、环烷烃基或苯环的侧链上, 由于这些原子团多是供电子基团, 使得与之相连的羟基上氢氧原子间的电子云密度变大, 氢氧共价键得到加强, 氢原子很难电离出来。因此, 在进行物质的分类时, 我们把醇归入非电解质一类。

酚中的羟基直接连在苯环或其他芳香环的碳原子上, 由于这些原子团是吸电子基团, 使得与之相连的羟基上氢氧原子间的电子云密度变小, 氢氧共价键受到削弱, 氢原子比醇羟基上的氢容易电离, 因此酚类物质表现出一定的弱酸性。

羧酸中的羟基连在 $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$ 上, 受到碳氧双键的影响, 羟基上的氢原子比酚羟基上的氢原子更容易电离, 因此羧酸(当然是短链)的水溶液呈明显的酸性, 比酚溶液的酸性要强得多。

相关对比:

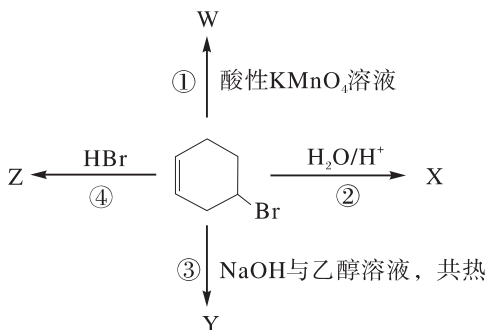
酸性强弱对比: $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{HCO}_3^-$

结合 H⁺ 的能力大小: $\text{CH}_3\text{COO}^- < \text{HCO}_3^- < \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- < \text{CO}_3^{2-}$

故反应 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{NaHCO}_3$ 能进行。

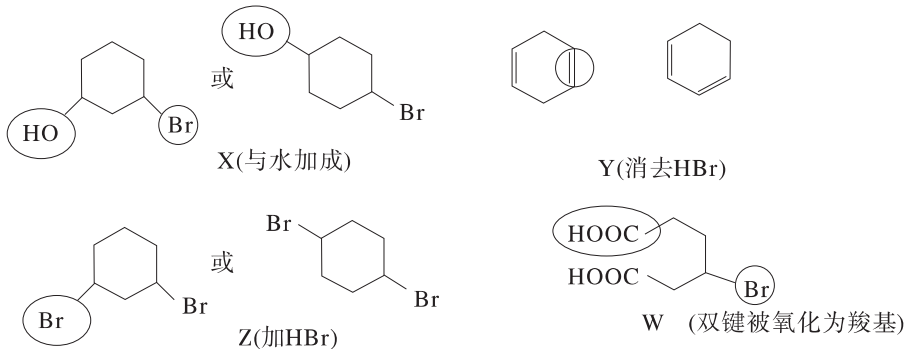
回到本题中来, A 项苯环不属于官能团, 仅羧基、肽键两种官能团。B 项, 三氯化铁遇酚羟基显紫色, 故能区别。C 项, 按羟基类型不同, 仅酸羟基能反应而酚羟基不能反应。D 项, 贝诺酯与足量 NaOH 反应, 肽键也断裂。故答案为 B。

例题(2010 全国卷) 下图表示 4-溴环己烯所发生的 4 个不同反应。其中,产物只含有一种官能团的反应是()。

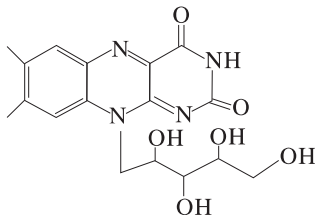


- A. ①和④ B. ③和④ C. ②和③ D. ①和②

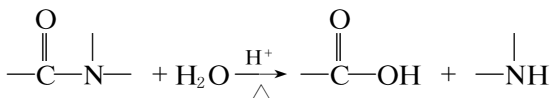
解析 本题考查有机物的官能团性质。中心物质含有卤素原子和碳碳双键,分别能够发生水解(取代)反应和氧化、加成、加聚反应。易知发生上述 4 个反应得到的产物如下图所示,显然 Y、Z 中只含一种官能团即可。此题的命题意图非常明确,主要是考查烯烃、卤代烃的基本化学性质,以及对卤代烃的水解与消去反应原理的应用能力。故答案为 B。



例题(2010 浙江卷) 核黄素又称为维生素 B₂,它可促进发育和细胞再生,有利于增进视力,减轻眼睛疲劳。核黄素分子的结构为:



已知:



有关核黄素的下列说法中,不正确的是()。

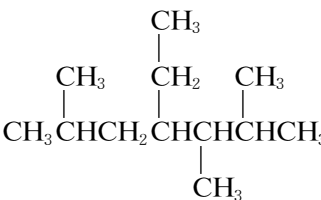
- A. 该化合物的分子式为 C₁₇H₂₂N₄O₆
 B. 酸性条件下加热水解,有 CO₂ 生成

C. 酸性条件下加热水解, 所得溶液加碱后有 NH_3 生成

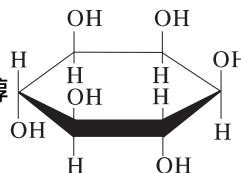
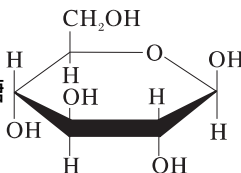
D. 能发生酯化反应

解析 本题是有机化学综合题, 包含分子式、官能团性质、反应类型等内容。A 项, 分子式的书写可以采用数数或分析不饱和度的方法。先检查 C、N、O 的个数, 正确; 再看氢的个数, 应为 20, 故 A 错。B 项, 酸性水解是 $\text{N}-\text{CO}-\text{N}$ 部分左右还原羟基得到碳酸, 分解为 CO_2 。C 项, 同样加碱后有 NH_3 生成。D 项, 因其有很多羟基, 可以发生酯化反应。故答案为 A。

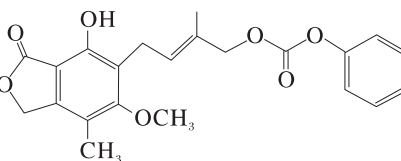
例題(2012 浙江卷) 下列说法正确的是()。

A. 按系统命名法,  的名称为 2,5,6-三甲基-4-乙基庚烷

B. 常压下, 正戊烷、异戊烷、新戊烷的沸点依次增大

C. 肌醇  与葡萄糖  的元素组成相同, 化学式均为

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, 满足 $\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_n$, 因此, 均属于糖类化合物

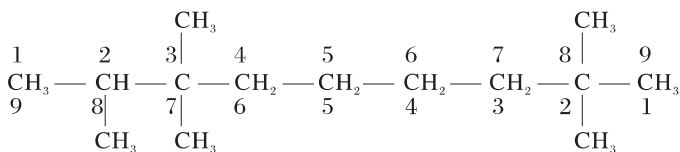
D. 1.0 mol 的  最多能与含 5.0 mol NaOH 的水溶液

完全反应

解析 A 选项, 按有机物的系统命名法, 主链编号有“最低系列”原则和“较优基团后列出”原则: 该烷烃从左到右编号, 甲基的位次分别为 2, 5, 6; 从右到左编号, 甲基的位次分别为 2, 3, 6。第一个数字都是“2”, 故比较第二个数字“5”与“3”。因 $5 > 3$, 故编号应从右到左。该有机物的命名应为 2, 3, 6-三甲基-4-乙基庚烷。故 A 错误。

(1) 关于最低系列原则

所谓“最低系列”是指从碳链不同的方向编号, 得到几种不同的编号系列, 顺次逐项比较各系列的不同位次, 最先遇到的位次最小的。例如:



该烷烃从左到右编号,甲基的位次分别为2、3、3、8、8;从右到左编号,甲基的位次分别为2、2、7、7、8。第一个数字都是“2”,故比较第二个数字分别为“3”与“2”,因 $2 < 3$,故编号应从右到左。该有机物的命名为2,2,7,7,8-五甲基壬烷。若第二个数字仍相同,再继续比较直至遇到位次数字最小者即可。

(2) 关于取代基的列出顺序——“较优基团后列出”原则

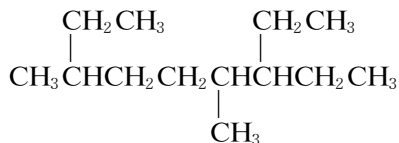
确定“较优基团”的依据——次序规则:

i. 取代基或官能团的第一个原子,其原子序数大的为“较优基团”;对于同位素,质量数大的为“较优基团”。

ii. 第一个原子相同,则比较与之相连的第二个原子,依此类推。

常见的原子、基团顺序是: $-\text{CH}_3 < -\text{CH}_2\text{CH}_3 < -\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 < -\text{CH}(\text{CH}_3)_2 < -\text{C}_6\text{H}_5 < -\text{COOH} < -\text{NH}_2 < -\text{NO}_2 < -\text{OH} < -\text{Cl} < -\text{Br}$ 。

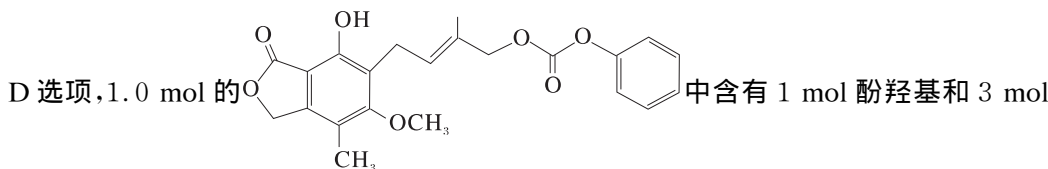
当主碳链上有几个取代基或官能团时,这些取代基或官能团的列出顺序将遵循“次序规则”,“较优基团”后列出。例如,



大小不同的烷基从两端起位置相同时,因 $-\text{CH}_2\text{CH}_3 > -\text{CH}_3$,所以 $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 为“较优基团”,应使较优的基团后列出,也就是说,若大小不同的烷基从两端起位置相同时,则应使较小的基团有较小的位次,故该烷烃的名称为3,6-二甲基-7-乙基壬烷,而不是4,7-二甲基-3-乙基壬烷。

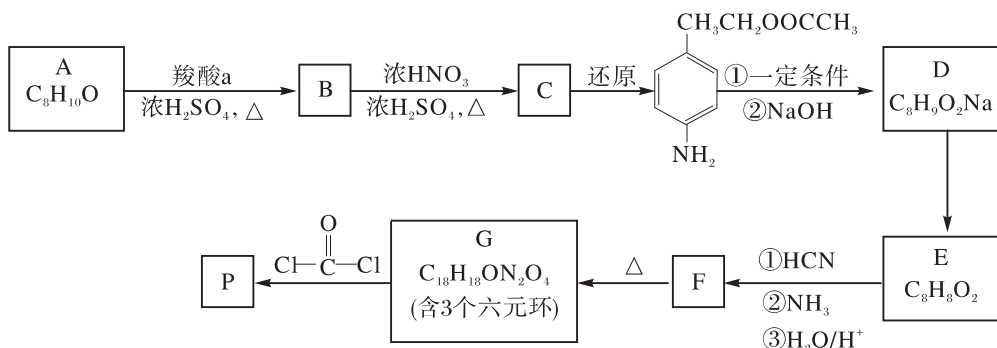
B选项,正戊烷、异戊烷、新戊烷互为同分异构体,常压下,这三种同分异构体碳链上的支链越多,分子间的作用力越小,沸点越低。所以,常压下,正戊烷、异戊烷、新戊烷的沸点依次减小。故B错误。

C选项,糖类化合物是指多羟基的醛或多羟基酮以及能水解生成它们的物质。肌醇属于醇,不属于糖类化合物。故C错误。

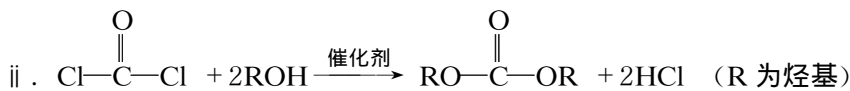
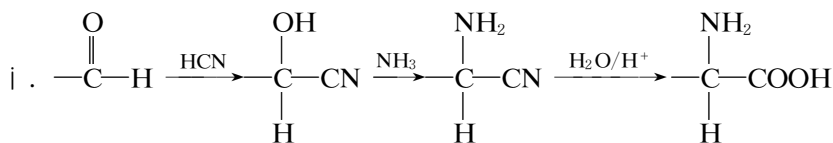


酯基,其中有 1 mol 酯基断键后,又形成 1 mol 酚羟基,所以最多能与 5.0 mol NaOH 的水溶液完全反应,D 正确。

例题(2013 北京卷) 可降解聚合物 P 的合成路线如下:



已知:

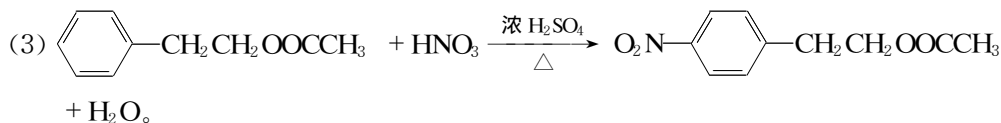
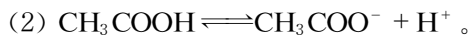


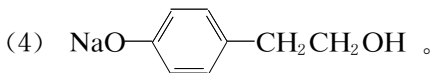
- (1) A 的含氧官能团名称是_____。
- (2) 羧酸 a 的电离方程式是_____。
- (3) B → C 的化学方程式是_____。
- (4) 化合物 D 苯环上的一氯代物有 2 种, D 的结构简式是_____。
- (5) E → F 中反应①和②的反应类型分别是_____。
- (6) F 的结构简式是_____。
- (7) 聚合物 P 的结构简式是_____。

解析 本题是一道典型的有机合成路线图题,具有有机推断题的典型特征。由反应条件可知从 A 到 B 的反应是酯化反应,故 A 中含有羟基;由从 B 到 C 的反应条件知, A 中含有苯环, C 中含有硝基,在下一步被还原为氨基;D 苯环上一氯代物有 2 种,可知苯环上有两个不同的基团,由酯类水解知其含有醇羟基,其结构应为 $\text{NaO—C}_6\text{H}_4\text{—CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 。

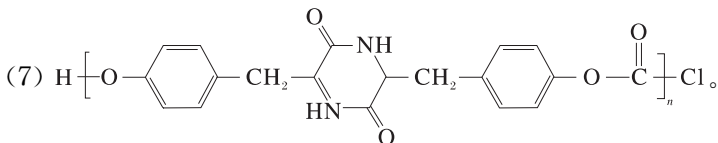
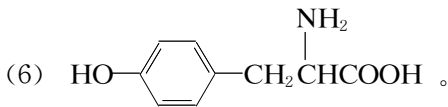
由题给信息可知 E 中含有醛基,其对位有羟基, F 中含有氨基和羧基,从 F 到 G 的反应是氨基与羧基脱水的反应,脱去两分子水后变为六元环,加上两分子中原有的两个苯环,共有 3 个六元环,因而可得到高聚物 P 的结构。

答案 (1) 羟基。



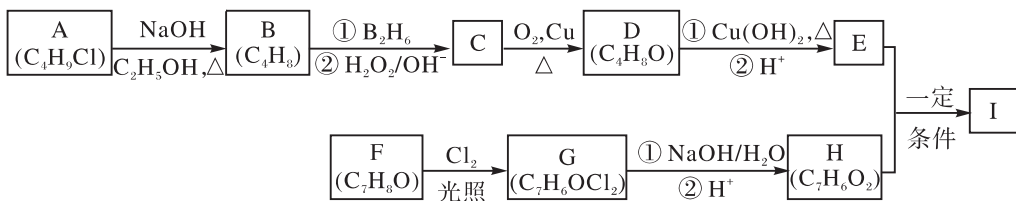


(5) 加成反应、取代反应。



有机合成路线图题所涉及的有机物合成步骤多,信息量大,未知物多,考生应对教材的有机化学反应非常熟悉,结合反应条件,才能合理推出未知物的结构简式,完成有关题目的解答。

例题(2013 全国新课标 II 卷) 化合物 I($\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{O}_3$)是制备液晶材料的中间体之一,其分子中含有醛基和酯基。I 可以用 E 和 H 在一定条件下合成:



已知以下信息:

① A 的核磁共振氢谱表明其只有一种化学环境的氢;

② $\text{RCH}=\text{CH}_2 \xrightarrow[\text{② H}_2\text{O}_2/\text{OH}^-]{\text{① B}_2\text{H}_6} \text{RCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$;

③ 化合物 F 苯环上的一氯代物只有两种;

④ 在同一个碳原子上连有两个羟基的有机物通常不稳定,易脱水形成羰基。

回答下列问题:

(1) A 的化学名称为_____。

(2) D 的结构简式为_____。

(3) E 的分子式为_____。

(4) F 生成 G 的化学方程式为_____,该反应类型为_____。

(5) I 的结构简式为_____。

(6) I 的同系物 J 比 I 相对分子质量小 14, J 的同分异构体中能同时满足如下条件:

① 苯环上只有两个取代基;

② 既能发生银镜反应,又能和饱和 NaHCO_3 溶液反应放出 CO_2 。这样的 J 共有_____。

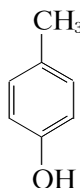
种(不考虑立体异构)。J的一个同分异构体发生银镜反应并酸化后核磁共振氢谱为三组峰,且峰面积比为2:2:1,写出J的这种同分异构体的结构简式_____。

解析 本题以有机框图合成为载体考查有机化合物知识,涉及有机命名、有机结构简式、分子式、化学方程式、同分异构体种类。

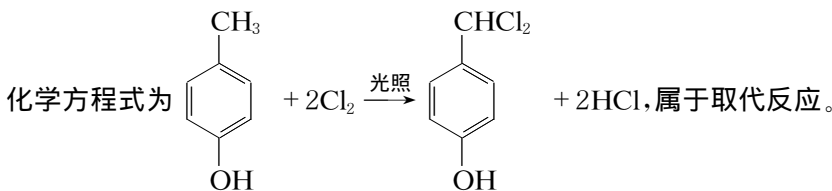
(1) A的分子式为 C_4H_9Cl ,核磁共振氢谱表明其只有一种化学环境的氢,所以A的结构简式为 $(CH_3)_3CCl$,为2-甲基-2-氯丙烷。

(2) $A \rightarrow B$ 是消去反应,B是 $(CH_3)_2C=CH_2$; $B \rightarrow C$ 是加成反应,根据提供的反应信息,C是 $(CH_3)_2CHCH_2OH$; $C \rightarrow D$ 是氧化反应,D是 $(CH_3)_2CHCHO$ 。

(3) $D \rightarrow E$ 是氧化反应,E是 $(CH_3)_2CHCOOH$;分子式为 $C_4H_8O_2$ 。

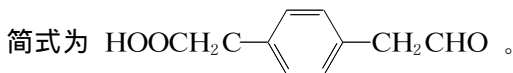
(4) F的分子式为 C_7H_8O ;苯环上的一氯代物只有两种,所以F的结构简式为  ;

在光照条件下与氯气按物质的量之比1:2反应,是对甲酚中的甲基中的2个H被Cl取代。



(5) $F \rightarrow G$ 是取代反应, $G \rightarrow H$ 是水解反应,根据信息,应该是 $-CHCl_2$ 变成 $-CHO$, $H \rightarrow I$ 是酯化反应。I的结构简式为  。

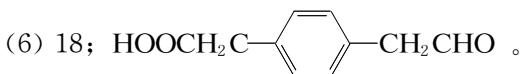
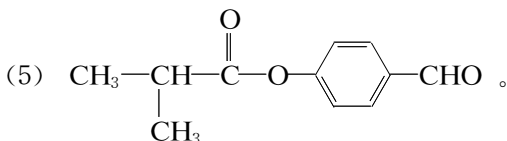
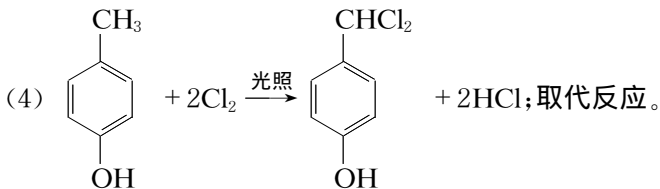
(6) J是I的同系物,相对分子质量小14,说明J比I少一个C原子和两个取代基;它既能发生银镜反应,又能和饱和 $NaHCO_3$ 溶液反应放出 CO_2 ,所以官能团中一个是羧基,一个是醛基,或是 $-COOH$ 与 $-CH_2CH_2CHO$ 的组合,或是 $-COOH$ 与 $-CH(CH_3)CHO$ 的组合,或是 $-CH_2COOH$ 与 $-CH_2CHO$ 的组合,或是 $-CH_2CH_2COOH$ 与 $-CHO$ 的组合,或是 $-CH(CH_3)COOH$ 与 $-CHO$ 的组合,或是 $HOOCCH(CHO)-$ 与 $-CH_3$ 的组合;每一个组合考虑邻、间、对三个位置变化,一共有 $6 \times 3 = 18$ 种满足条件的同分异构体。其中一个同分异构体发生银镜反应并酸化后核磁共振氢谱为三组峰,且峰面积比为2:2:1,故其结构



答案 (1) 2-甲基-2-氯丙烷。

(2) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ 。

(3) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 。



3 物质推断题的解题思路与方法

物质推断类试题,已经走出原有的框图题的基本模式,同时,物质的推断也从原来的物质结构主线或性质主线的单一信息模式,走向物质结构与性质双重主线的模式,主要考查元素化合物性质、元素周期律及元素周期表综合应用,以及“化学反应原理”中热化学、电化学等相关知识,试题的综合性较强。同时,这一部分命题中也会以小题的形式,对“元素的电负性与元素性质关系”、“化学键与分子性质的关系”、“物质的性质与氢键的关系”、“晶体结构相似的晶体及结构相似的含氢键物质的物理性质比较”等相关知识点进行考查。

解题的基本思路是“先推理,再判断,结构性质两条线,认真审题是关键,答题一定要规范”。元素推断题一般都不难,关键是答题的规范性。如电子排布式,一定要看清要求回答的是原子电子排布式,还是离子电子排布式,是核外电子排布式,还是外围(最外层)电子排布式。答题的内容一般包括元素符号书写、基态原子电子排布式书写、化学键型判断、有关元素周期律(第一电离能、电负性等)的相关判断等,很多情况下在这类题中还渗透了氧化还原反应方程式的书写、热化学方程式或离子方程式的书写、原电池或电解原理等。

例题 四种短周期元素的性质或结构信息如下表。请根据信息回答下列问题。

元素	A	B	C	D
性质与结构信息	室温下单质是淡黄色粉末状固体,加热易熔化;单质在空气中燃烧生成的气体是形成酸雨的主要成分之一	单质常温、常压下是黄绿色气体,能溶于水	单质质软、银白色固体、导电性强;单质在空气中燃烧发出黄色的火焰	原子最外层电子层上s电子数等于p电子数;单质是一种常见的半导体材料

- 写出 B 元素在周期表中的位置;写出 A 原子的电子排布式。
- 写出 C 单质与水反应的化学方程式; A 与 C 形成的化合物溶于水后,溶液的 pH _____ 7(填“大于”、“等于”或“小于”)。
- 写出 D 元素的最高价氧化物与氢氧化钠反应的离子方程式。
- A、B 两元素非金属性较强的是 _____ (写元素符号);写出能证明这一结论的一个实验事实。

解析 这是从上海市 2008 年高考题改编而来的安徽省高考考试说明样题,从 D 元素的推断到 A 原子的结构呈现,都充分体现了电子排布式的工具性价值。由试题的设问要求来看,此题作答需要完成 7 个填空,其中有 5 个填空需要用化学用语来表达,显然是强化了对化学用语的考查,与高考“全面检测考生的学科素养”要求相一致。

答案 (1) B 元素位于第三周期 VIIA 族;A 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ 。(2) C 与水反应的化学方程式为 $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2 \uparrow$;硫化钠溶液的 pH 大于 7。(3) 二氧化硅与氢氧化钠反应的离子方程式为 $SiO_2 + 2OH^- \longrightarrow SiO_3^{2-} + H_2O$ 。(4) Cl 的非金属性较强;高氯酸的酸性大于硫酸的酸性或氯化氢的稳定性比硫化氢强。

例题(2012 安徽卷) X、Y、Z、W 是元素周期表前四周期中的常见元素,其相关信息如下表所示:

元素	相关信息
X	X 的基态原子 L 层电子数是 K 层电子数的 2 倍
Y	Y 的基态原子最外层电子排布式为: $ns^n np^{n+2}$
Z	Z 存在质量数为 23、中子数为 12 的核素
W	W 有多种化合价,其白色氢氧化物在空气中会迅速变成灰绿色,最后变成红褐色

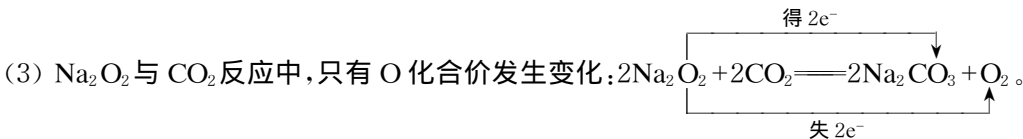
- W 位于元素周期表第 _____ 周期第 _____ 族,其基态原子最外层有 _____ 个电子。
- X 的电负性比 Y 的 _____ (填“大”或“小”);X 和 Y 的气态氢化物中,较稳定的是 _____ (写化学式)。
- 写出 Z_2Y_2 与 XY_2 反应的化学方程式,并标出电子转移的方向和数目: _____

(4) 在 X 原子与氢原子形成的多种分子中,有些分子的核磁共振氢谱显示有两种氢,写出其中一种分子的名称:_____。氢元素、X、Y 的原子也可共同形成多种分子和某种常见无机阴离子,写出其中一种分子与该无机阴离子反应的离子方程式:_____。

解析 X 的基态原子 L 层电子数是 K 层电子数的 2 倍,是 $1s^2 2s^2 2p^2$,为 C 元素;Y 的基态原子最外层电子排布式为 $ns^n np^{n+2}$,则 n 只能等于 2,故 Y 为 O 元素;Z 存在质量数为 23、中子数为 12 的核素,则 Z 为 11 号元素 Na;W 有多种化合物,其白色氢氧化物在空气中会迅速变成灰绿色,最后变成红褐色,则 W 是 Fe 元素。

(1) Fe 的基态核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$,位于第 4 周期的 VIII 族;最外层有 2 个电子。

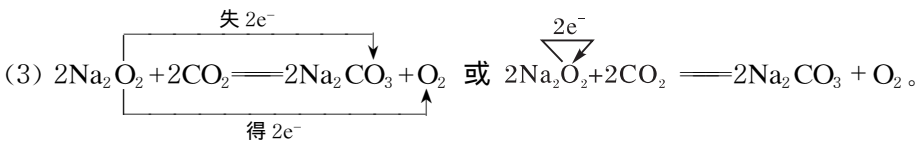
(2) C 元素的电负性小于 O 元素的电负性;气态氢化物的稳定性是 $H_2O > CH_4$ 。



(4) C 与 H 元素可形成多种烃,有两种等效氢的有: $CH_3CH_2CH_3$ 、 $CH_3CH_2CH_2CH_3$ 或 $(CH_3)_2CHCH(CH_3)_2$ 等,其名称分别为丙烷、正丁烷和 2,2-二甲基丁烷。H、C、O 共同组成的无机阴离子为 HCO_3^- ,能与 HCO_3^- 反应的应是酸性比 H_2CO_3 强的酸,可以是甲酸或乙酸等,反应的离子方程式为 $HCO_3^- + CH_3COOH = CH_3COO^- + CO_2 \uparrow + H_2O$ 。

答案 (1) 四; VIII; 2。

(2) 小; H_2O 。



(4) 丙烷(其他合理答案均可); $CH_3COOH + HCO_3^- = CH_3COO^- + H_2O + CO_2 \uparrow$ (其他合理答案均可)。

例题(2013 安徽卷) X、Y、Z、W 是元素周期表中原子序数依次增大的四种短周期元素,其相关信息如下表所示:

元素	相关信息
X	X 的最高价氧化物对应的水化物化学式为 H_2XO_3
Y	Y 是地壳中含量最高的元素
Z	Z 的基态原子最外层电子排布式为 $3s^2 3p^1$
W	W 的一种核素的质量数为 28,中子数为 14