

有机化学试题命题特点与复习策略

王青岗

(咸阳渭城中学 陕西 咸阳 712000)

摘要:有机化学试题以有机化合物的组成、结构、性质和转化为主线,考查有机化学的基础知识和基本概念,体现基础性;以贴近生活时代性的情境,考查学生学科核心素养的发展水平,体现价值引领作用;试题以学科内融合、学科间关联为切入点,考查学生运用有机化学知识分析解决实际问题的思维过程,关注理解与辨析、分析与推测、归纳与论证能力,体现了综合性和应用性。

关键词:高考;有机化学;命题;复习策略

文章编号:1002-2201(2024)02-0055-04

中图分类号:G632.479

文献标识码:A

一、有机化学试题考查点

高考化学试题遵守新课标和《中国高考评价体系》一般性的要求和规定,在“一核四层四翼”的指导下,形成了“无价值不入题,无思维不命题,无情境不成题”的显著特征。高考有机化学试题对“必备知识、关键能力、学科素养和核心价值”的综合考查,有效地引领了高中化学教学从“考知识”向“考能力素养”的转变。

中学化学必备知识包括化学语言及概念、物质转化与应用、化学反应及规律、物质结构与性质、实验原理与方法^[1]。有机化学试题以有机物的组成、结构、性质和转化为主线,要求考生用结构简式、化学方程式等化学语言表示有机化合物的结构和性质,用有机化学概念分析、理解有机反应过程,或者用有机物的性质解释有机物制备实验中的条件选择。

《中国高考评价体系》^[2]中的关键能力包括“知识获取、思维认知和实践操作”三个方面,在有机化学试题中体现在对“理解辨析能力、分析与推测和归纳与论证能力”^[1]的考查。有机化学试题以对有机物分子结构、反应条件和反应特征的观察,辨析有机化合物的结构(包括碳骨架结构、官能团、共价键的类型和极性),从而推测有机物的性质,判断反应的类型以及得到的产物。在有机合成试题中对物质结构的推断,往往需要通过反应物和生成物组成和结构的对比,推测断裂和形成的共价键,经过归纳与论证,才能确定。体现了对思维品质和思维过程的考查。

有机化试题通过对古代文献资料中的有机物和

有机反应、中草药中的有机物进行考查,体现化学学科社会价值,通过对烫发中的有机化学反应、厨房中的有机物和有机反应的考查,体现化学学科本质价值,通过对有机化学发展史上动人的“故事”再现,体现学科育人价值。这既是价值引领,更是对“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”学科核心素养的重视。有机化学试题对“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”“证据推理与模型认知”的考查,集中在以下几个方面:从组成和结构两个层次分析有机化合物,就是从宏观和微观相结合的视角认识有机物;通过对有机反应中断键和成键的分析,设计新的合成路线,诊断对化学变化的认识水平;有机物结构的推断、有机反应类型的判断和同分异构体的书写,就是对证据推理与模型认知素养的诊断。

二、有机化学试题的特点

有机化学试题的题型和试题构成,集中体现了“基础性、综合性、应用性和创新性”的要求。

1. 有机选择试题的特点

选择题呈现的情境比较简单,或者是正在研究的一种物质(或反应),或者是中药的有效成分。考生通过对有机化合物或有机反应的观察,辨认有机化合物的组成、结构和性质,或者辨识有机反应的类型,是试题基础性的体现。如,2023年6月浙江卷试题以教材中“粗苯甲酸提纯”为情境,考查有机物的分离和提纯;2023年山东卷以乙酸酐的醇解反应为原理,考查滴定反应操作和计算。在更多的选择题中,则重在考查有机化合物官能团的识别和性质的预测、反应类

型的判断,以考查“结构决定性质”的学科观念。

有机化学选择题也在学科内融合上进行尝试。如,2023年6月浙江卷试题以“化学烫发”为例,用二硫键的断裂和形成考查氧化还原反应;2023年山东卷以有机反应为载体,考查化学反应速率和化学平衡;辽宁卷考查冠醚的制备反应,是有机化学和物质结构与性质的融合。

例1. (2023年新课标理综卷第8题)光学性能优良的高分子材料聚碳酸异山梨醇酯可由图1所示反应制备。

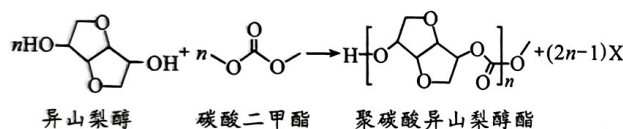


图1 聚碳酸异山梨醇酯制备流程

下列说法错误的是()。

- A. 该高分子材料可降解
- B. 异山梨醇分子中有3个手性碳
- C. 反应式中化合物X为甲醇
- D. 该聚合反应为缩聚反应

该题选取光学材料聚碳酸异山梨醇酯制备反应为素材,体现了化学科学在新材料制备中的作用。聚碳酸酯类高分子化合物是一种可降解的高分子材料,是材料科学研究的热点。观察反应涉及的三种物质结构和反应特点,就能判断出二元醇(异山梨醇)与二元酯(碳酸二甲酯)通过“酯的醇解反应”历程,缩合生成高分子化合物聚碳酸异山梨醇酯和小分子X。由碳酸二甲酯的组成和反应中断裂和形成的化学键,就能推断出小分子化合物X为甲醇(CH_3OH)。该题注重对“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”学科核心素养发展水平的诊断。

例2. (2023年海南卷第12题)闭花耳草是海南传统药材,具有消炎功效。车叶草苷酸是其活性成分之一,结构简式如图2所示。下列有关车叶草苷酸说法正确的是()。

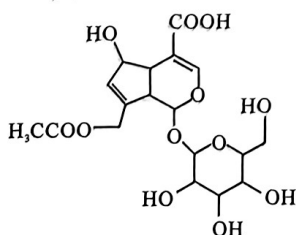


图2 车叶草苷酸结构简式

- A. 分子中含有平面环状结构
- B. 分子中含有5个手性碳原子
- C. 其钠盐在水中的溶解度小于在甲苯中的溶解度
- D. 其在弱碱介质中可与某些过渡金属离子形成配合物

试题素材闭花耳草具有鲜明的地域特征,是对文化自信、民族自豪感的关注。观察分子结构可知,分子中的环状结构中,碳原子形成了碳碳单键和碳碳双键,碳原子采用 sp^2 和 sp^3 杂化,所以环上的原子不在同一平面上。手性碳原子上连有4个不同的原子或者原子团,除双键碳原子,环上的碳原子都是手性碳原子。由于分子中含有多个 $-\text{OH}$ 和 $-\text{COOH}$,具有亲水性,因此,其钠盐在水的溶解度大于在甲苯中的溶解度。在弱碱性介质中,羟基和羧基中氧原子的孤电子对能与过渡金属离子形成配位键,从而形成配位化合物。由以上解答过程可知,该题考查有机物质的结构(碳骨架结构、碳原子杂化方式、分子空间结构、手性碳原子、官能团、配位键)和物质的性质(有机物的溶解性、配位反应),以有机化合物分子微观结构为载体,考查理解与辨析、分析与预测能力。

2. 有机合成试题的特点

通过对2023年全国卷和各省区市选择性考试试题的分析,有机合成题的情境素材有两个方面:一是药物的合成路线,如全国甲卷、乙卷和新课标理综卷、海南卷、湖南卷、浙江卷选择了抗病药物、麻醉药、神经类药物的合成路线,说明了化学学科和科研在药物研发、保护人民健康中的作用,体现了化学学科的社会价值。山东卷试题则以杀虫剂氟铃脲的合成线路为情境,展示了有机化学在高效农药合成中的作用。情境的选择体现出了“学以致用”的要求。

有机合成试题中的合成路线既尊重了真实的工业生产流程,又有命题者的独到“改造”,以便于学生用所学化学知识完成测试任务。真实的情境涉及了许多结构复杂(碳骨架结构复杂、官能团种类多)的陌生物质,包括一些高中化学中难以见到的物质,如咪唑类、吡啶类物质。合成路线步骤多,转化关系中涉及反应类型多,需要通过已知条件提示一些“新的反应类型”,这样的情境表达增加了阅读量和理解的难度,对学生的能力要求比选择题高出了许多。

有机合成试题中的测试任务,重在考查学生综合运用所学有机化学知识和认识有机化合物的思路,分

析和解决实际问题的能力。测试任务中的知识由易到难,能力要求由低到高,素养水平要求高。体现了高考试题的应用性和创新性。

例3. (2023年新课标理综卷第30题)莫西赛利(化合物K)是一种治疗脑血管疾病的药物,可改善脑梗塞或脑出血后遗症等症状。图3为其合成路线之一。

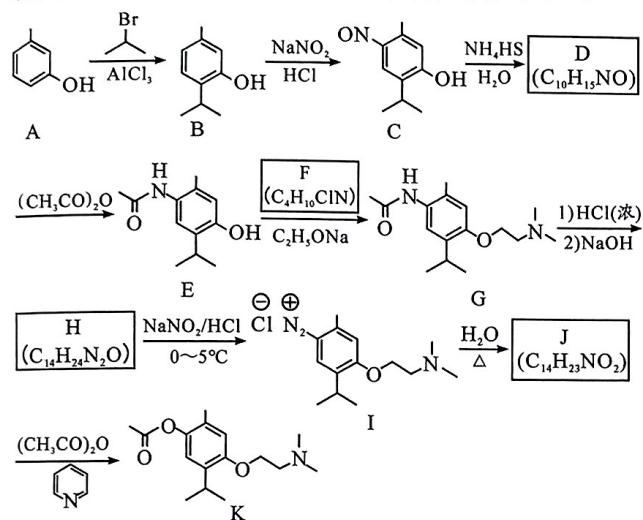


图3 药物莫西赛利合成路线

回答下列问题:

- (1) A 的化学名称是_____。
- (2) C 中碳原子的轨道杂化类型有_____种。
- (3) D 中官能团的名称为_____、_____。
- (4) E 与 F 反应生成 G 的反应类型为_____。
- (5) F 的结构简式为_____。
- (6) I 转变为 J 的化学方程式为_____。

(7) 在 B 的同分异构体中,同时满足下列条件的共有_____种(不考虑立体异构):①含有手性碳;②含有三个甲基;③含有苯环。

其中,核磁共振氢谱显示为 6 组峰,且峰面积比为 3:3:3:2:2:1 的同分异构体的结构简式为_____。

脑血管疾病是一种危害极大的常见病,研究医治该疾病的药物,展示了化学科学和技术的独到贡献。读懂题目中所有物质的结构特点和反应类型,是解决问题的基础。而读懂有机化合物的结构,要遵循有机化合物的研究思路:分类视角和结构视角。通过官能团预测其可能具有的性质,是从分类视角认识有机化合物;从碳骨架结构、官能团结构和共价键的极性分析有机化合物的性质,是从结构视角认识有机化合物。该题是对分析与预测能力、归纳与论证能力的考查,集中体现在对陌生有机物结构式的推断,反应类

型的判断和反应化学方程式的书写。物质 D、F、J 结构简式的推断,而 J 的结构式确定是正确书写化学方程式的基础。如 F 结构简式的确定,要依据 E 和 G 结构式的比较,找出断裂的共价键和形成的共价键,知道 E 与 F 发生了取代反应生成 G。为什么会发生取代反应? F 中的 C—Cl 键是极性键,易于断裂。转化关系中有一个“创新点”——氨基与亚硝酸发生的重氮反应,物质 I 中存在重氮结构,重氮类物质水解会产生羟基,学生对此不清楚,会对转化关系的解读带来阻碍。所以对 J 结构式的推断,顺推思维不畅,逆推则易于理解。由 K 的结构逆向推出 J 中含有一OH,即 I 分子中的重氮结构被—OH 取代,酚羟基与乙酸酐反应生成酯类物质。对比分析、预测假设、归纳论证之后,明晰了有机物的结构和反应类型,测试任务就迎刃而解了。有机合成试题有效地考查了学生对有机物认识的思路和方法,体现了对思维品质和思维过程的考查,也是高考试题创新性的体现。

三、有机化学复习策略

有机化学试题是综合诊断学生学科核心素养发展水平的很好载体^[3]。复习时,要充分体现《有机化学基础》课程所承载的素养发展功能,促进学生学科核心素养的提升。

1. 重视基础

高中化学课程中的有机化合物的主体为烃及其衍生物,这些物质使《有机化学基础》课程内容结构严谨,体系明晰。因此,高考复习时,要以代表物质为突破口,夯实基础。通过代表物质的分子组成、结构、性质和转化的细致分析,夯实从分类视角认识有机化合物的基础。

(1) 以代表物为素材,深化对基本概念的理解。有机化学中有许多概念,如烃基、官能团、同系物、同分异构体、有机物的命名、有机反应类型等,都是在认识具体物质或反应中建构的。如取代反应的概念,是在学习甲烷性质时提出的,从物质的组成和物质种类两个视角判断的。醇类、卤代烃和羧酸都会发生取代反应,此时不仅要从形式上分析,还要从化学键的视角来分析。得出一般性结论:有机物中的极性键易断裂,在合适条件下分子中的原子或原子团可被其他基团代替。加成反应的机理是双键中不稳定的 π 键断裂,与其他基团直接结合。在 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ 分子中有饱和碳原子和不饱和碳原子,跟 Br_2 反应时,是发生取代反应还

是加成反应,要考虑反应的条件:光照时发生取代反应,与溴水混合时发生加成反应。从分子结构和反应条件多角度分析,能丰富学生认识化学反应的视角。

(2)以代表物为基础,深化对有机化合物性质认识。代表物是各类有机物中结构比较简单的物质,掌握代表物的结构和性质,是理解同类有机化合物性质的突破口,也是学生习惯的学习顺序。因此,在每一类物质复习时,抓住代表物的分子式、结构简式和化学方程式的书写,用符号表征,加深学生对代表物的认识。然后运用“官能团决定有机物特性”的观点,预测同类物质的化学性质,并能用符号熟练表征有机物及其变化。

(3)用代表物的转化关系建立有机物的种类转化关系。在代表物发生的反应中,找出不同类别物质转化的条件,然后串联成代表物的转化关系。得出“不同类别的有机物转化时,官能团发生变化”的结论,进而建立起不同类别有机物转化的关系图。实现有机化学知识体系的结构化建构,促进学生学科核心素养的发展。

2. 重视思维

碳骨架结构和官能团是有机物分类的依据,有机化合物的结构特点是研究有机物结构与性质的出发点。在碳骨架确定后,分析官能团的结构、共价键的类型和极性就是第一要务。

(1)从官能团的视角认识有机化合物的通性。官能团是决定有机化合物特性的原子或原子团。同类物质的官能团是相同的,因此其化学性质是相似的。硬脂酸和乙酸都含有 —COOH ,甘油和乙醇都含有 —OH ,因此类比乙酸与乙醇的酯化反应,书写硬脂酸与甘油发生酯化反应的化学方程式就不是难题。同时,将油脂、酰氯、酰胺视为羧酸的衍生物,就是从知识关联的视角建构知识体系。

(2)从官能团对碳链骨架的影响解释化学反应。有机化合物中,由于成键的元素电负性不同,形成的共价键有极性。而且共价键的极性越强,越容易断裂。受有机化合物的官能团的影响,其邻位的化学键反应活性增强。如 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 分子中, C—Br 是极性键,易于断裂;受电负性较大的 Br 影响,邻位上的 C—H 键极性增大,也易于断裂,所以溴乙烷易发生消去反应,这也是卤代烃消去反应的机理。醛类发生的羟醛缩合反应,是有机合成中常用的增长碳链的方法,在高考试题

中多次出现。其原因就是在醛分子中,醛基对 $\alpha\text{-H}$ 的影响,使其活性增强,与另一分子中的醛基发生加成反应,生成 $\beta\text{-羟基醛}$,然后再发生 —OH 的消去反应,生成稳定性更好的共轭烯醛。用这样的视角分析下列反应(见图4),就不会有多大困难了。

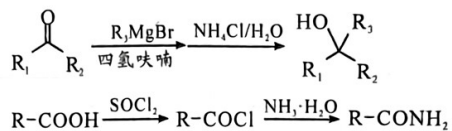


图4 相关反应

(3)从基团之间相互影响的角度分析有机化合物的性质。有机物中各个基团之间是相互影响的。苯酚中 —OH 与苯环之间就有相互影响。 —OH 是一种极性原子团,连在苯环上,使苯环上电子云重新排布, —OH 的邻位和对位 H 原子活性增强,易与 Br_2 发生取代反应(与苯相比);同样苯环是一个缺电子体系,对电子有吸引作用,对 —OH 产生影响,使 H—O 键更易断裂,电离出 H^+ 。

当分子中含有两个或多个官能团时,官能团之间也有影响。如卤代乙酸的酸性就比乙酸的酸性强。不同的卤代乙酸的酸性强弱为: $\text{CH}_2\text{FCOOH} > \text{CH}_2\text{ClCOOH} > \text{CH}_2\text{BrCOOH} > \text{CH}_2\text{ICOOH}$,这与卤素的电负性强弱有关。

运用物质结构理论复习有机化学,既是理论指导作用的体现,又是对理论的深层次理解。从结构的视角认识有机化合物,就是结构化思维的过程,为学科核心素养的发展提供保障。

3. 重视训练

有机化学的基础知识和认识有机物的思路和方法,为解决问题奠定了基础,而解决问题是发展学科核心素养的有力保障。改变教学方式,变解题为解决问题,利用微专题或者微项目让学生在解决实际问题的过程中提升能力,发展素养,鲁科版《有机化学基础》^[4]教材为我们提供了范例。通过“探秘神奇的医用胶”微项目,再现了科研人员研发新产品的思路:从产品性能需求推断有机化合物分子结构特征,从结构解释其功能原理;再根据产品性能改进的需求改造有机化合物分子结构,用有机化学反应实现结构改良;最后设计合成路线。合成新有机化合物的过程,就是碳骨架变化和官能团转化的过程。

按照这样的思路进行训练,能有效走出“机械刷题”的误区,加大对思维的训练。将高考试题进行拆

化学反应原理在物质转化中的应用单元复习课设计 ——以“制备高纯二氧化锰”教学为例

 王红¹ 杨 颀¹ 陈瑞雪²

(1 北京市朝阳区外国语学校 北京 100012; 2 北京市朝阳区教育研究中心 北京 100021)

摘要:以含锰元素电池为背景,以工业制备高纯二氧化锰为情境素材进行《化学反应原理》模块的单元主题复习。通过“介绍常见含锰元素电池”“工业制备高纯二氧化锰”“测定产品中二氧化锰的纯度”三个核心问题对电化学、化学反应速率等核心知识进行迁移应用,在解决真实复杂问题中体会化学反应原理在物质转化中的作用,诊断并发展学生对化学反应原理的认识水平。

关键词:化学反应原理;物质转化;二氧化锰;单元复习

文章编号:1002-2201(2024)02-0059-06

中图分类号:G632.4

文献标识码:B

一、教学主题分析

《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》中指出,结合实例认识金属、非金属及其化合物的多样性,了解通过化学反应可以探索物质性质、实现物质转化,认识物质及其转化在促进社会文明进步、自然资源综合利用和环境保护中的重要价值^[1]。化学学科价值的实现需要教师基于真实情境创设能够反映物质性质、转化的问题线,以结构化知识为载体,通过解决真实而复杂的化学问题,培养学生综合

实践能力与创新思维能力,实现化学知识与学科素养的共同发展。

锰元素(Mn)在自然界分布广泛,锰元素应用在化学工业、轻工业、建材行业以及国防工业等国民经济的各个领域,素有“无锰不成钢”之称。高考化学试题对教学和复习备考具有很好的导向性。2020—2023年全国高考题中均出现了与锰元素相关的试题,高频考点有:酸碱性、浓度对物质氧化性还原性的影响,原电池、电解池原理,化学反应速率、沉淀溶

解,转化成解释性问题和推理性问题,进行针对性训练。如,写出下列反应流程中的化学方程式(见图5),并说明反应类型。

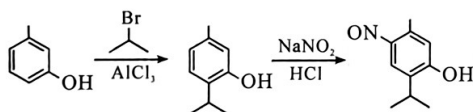


图5 反应流程

再如,通过图6转化关系推断化合物D的结构式:

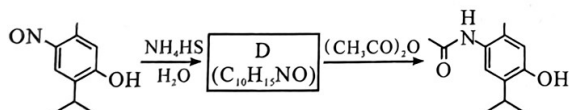


图6 物质转化关系

以“解决问题”为出发点的训练,不是“机械刷题”,而是以思维为重点的能力素养训练。强调思维的显性化,教学中要将思维过程、思维方法清晰呈现

出来,让思维“看得见”;强调思维的规范化,思维表达要专业、准确和规范,以提升思维品质。

高考复习是中学生发展学科核心素养的催化剂,以基础知识为载体,以思维能力为重点,在建构知识体系和解决问题的过程中,培养学生的综合实践能力和创新能力,提升学科核心素养。

参考文献

- [1] 单旭峰. 基于高考评价体系的化学学科考试内容改革实施路径[J]. 中国考试, 2019(12): 45-52.
- [2] 教育部考试中心. 中国高考评价体系[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019: 23-25.
- [3] 蒋维云, 陈进前. 《有机化学基础》应该成为核心素养发展的高地[J]. 中学化学教学参考, 2023(7): 1-3.
- [4] 王磊, 陈光巨. 普通高中教科书化学选择性必修3有机化学基础[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2020: 103-106.

(本文编辑: 文 丰)