

例析有机推断题的技巧和方法

陈 兴

(徐州市第一中学, 江苏徐州 221140)

摘要: 有机推断在高考中占有重要地位, 许多学生有机推断失分严重。通过对一些典型有机推断题的解析, 重在探讨学生在有机推断中思维出现障碍的原因。总结一些解题技巧和方法, 尝试如何突破思维障碍, 提高学生的解题效率和思维品质。

关键词: 有机推断题; 思维障碍; 解题技巧; 有机化学教学

文章编号: 1005-6629(2015)4-0079-05

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

有机推断题是根据试题所给的信息(如性质、数据、实验现象等知识)进行综合分析、判断和推理, 得出有机物的组成和结构的过程。有机推断题是高考试题的重要组成部分, 可以考察学生的综合分析能力。许多考生在有机推断中思维常常受到阻碍, 以至思路不清、茫然作答、顾此失彼导致有机推断题失分严重, 直接影响了考生的情绪和成绩。学生在有机推断中思维出现障碍的原因是多方面的, 这与其心理素质的强弱、基础知识的牢固与否、解题的熟练程度, 思维的深刻性、灵活性和变通性以及综合分析的能力等因素直接相关^[1]。如何总结一些有机推断的解题技巧, 找到一些合理的方法, 在高考中突破思维的障碍, 顺利地解答试题?

1 挖掘隐含, 充分利用题目信息

深入审题是解题的关键。要善于在通读题目后仔细审题, 迅速地找出关键词、已知条件和隐含条件, 熟练地判断题目的类型、所需要用到的化学知识等, 并能够联想和运用先前的解题经验或规则确定明确的解题思路^[2]。

例1 [2007年全国高考(天津卷)理综第27题] 奶油中有一种只含C、H、O的化合物A。A可用作香料, 其相对分子质量为88, 分子中C、H、O原子个数比为2:4:1。

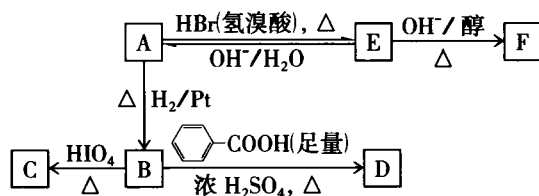
(1) A的分子式为_____。

(2) 写出与A分子式相同的所有酯的结构简式: _____。

已知: ① $\text{ROH} + \text{HBr} \xrightarrow{\Delta} \text{RBr} + \text{H}_2\text{O}$

② $\begin{array}{c} \text{RCH}-\text{CHR}' \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array} \xrightarrow[\Delta]{\text{HIO}_4} \text{RCHO} + \text{R}'\text{CHO}$

A中含有碳氧双键, 与A相关的反应如下:



(3) 写出A→E、E→F的反应类型: A→E _____、E→F _____。

(4) 写出A、C、F的结构简式: A _____、C _____、F _____。

(5) 写出B→D反应的化学方程式: _____。

(6) 在空气中长时间搅拌奶油, A可转化为相对分子质量为86的化合物G, G的一氯代物只有一种, 写出G的结构简式: _____, A→G的反应类型为_____。

本题是以奶油中的有机物香料作为知识背景, 从分子式的计算、结构简式和化学方程式的书写、同分异构体的推断和反应类型的判断等方面, 考察了对基础知识的掌握情况, 以及利用所给的数据和新信息进行分析、判断和推理的能力。第(1)、(2)、(3)问较简单, 由所给数据、信息不难得到A的分子式为C₄H₈O₂。在此后的第(4)、(5)问中, 学生推断陷入了困境。(4)、(5)问是建立在对A的结构准确判断的基础之上的, 由A和E的相互转化的条件, 可以推断A中应该含有-OH, 又A中含有碳氧双键且能与H₂加成生成B, 故A中不含有-COOH和酯基, 应该还含有羰基或醛基, 这样A可能的结构应该有下列六种: CH₂OHCH₂CH₂CHO、CH₃CHOHCH₂CHO、

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHOHCHO}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{OH}$ 、 $\text{CH}_3\text{CHOHCOCH}_3$ 、 $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{COCH}_3$ 。A 到底是什么? 很多学生眼花缭乱, 陷入了困境。此时如果不能深入审题, 充分挖掘信息的内涵、信息的适用条件和信息运用的结果, 则难以推断下去。

教学时可设置下列问题串, 加深信息理解, 降低难度, 寻求突破。

① $\text{A} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{F}$ 的变化条件是什么? 按照条件会发生什么反应? 怎样理解信息提示? 能推断出 A、E、F 的结构特点吗? 怎样推断?

② $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C}$ 的变化条件是什么? 按照条件会发生什么反应? 怎样理解信息提示? 能推断出 A、B、C 具有什么结构特点吗? 怎样推断?

③ 由上两问能确定 A 的结构吗? 为什么? 怎样去验证你的推断?

A 与 H_2 加成生成 B, B 能转化成 D, B 应该是二元醇。由信息②可知只有二元醇中的两个 $-\text{OH}$ 连接在相邻的碳上, 在 HIO_4 作氧化剂和加热条件下才可转化为两分子的醛。B 在 HIO_4 作氧化剂和加热条件下只生成一种分子 C, 故 B 中两个 $-\text{OH}$ 分别连接在中间相邻的两个碳上, 且 B 的结构具有对称性, 这样才能生成一种物质 C (有两个分子), 所以 B 的结构应该为 $\text{CH}_3\text{CHOHCHOHCH}_3$, 生成的 C 应该为 CH_3CHO , 由此推出 A 的结构应该为 $\text{CH}_3\text{COCHOHCH}_3$, 其他各问答案可顺利推断。

深入审题是解题的关键, 深入审题需要深刻性的思维品质, 所谓思维的深刻性是指思维活动的抽象程度和逻辑水平, 涉及思维活动的广度、深度和难度。其集中表现为在智力活动中深入思考问题, 逻辑抽象性强, 善于概括归类, 善于抓住事物的本质和规律, 开展系统的理解活动^[3]。

审题可以培养学生的深刻性的思维品质, 反过来深刻性的思维品质有利于学生深入审题。深入审题可以参考以下具体做法: 试题的要求是什么? 试题的条件是什么? 关键词有哪些? 关键词的内涵和外延是什么? 隐含的信息是什么? 是否有干扰信息? 试题的要求和提供的条件有何联系? 怎样把信息进行正向迁移? 怎样利用信息结合原有知识进行推论、预测和假设? 审题时当然不一定面面俱到, 但只要有这种思想, 就会养成良好的审题习惯和思维品质, 在进行有机推断时也就避免审题不细、思考不周、挖掘不深、信息把握不全而产生

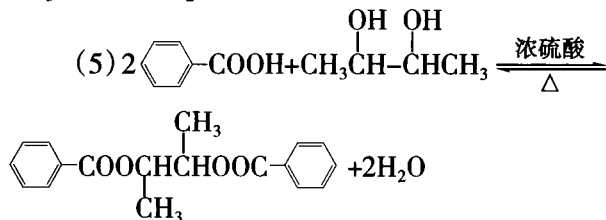
的思维障碍, 从而得心应手, 从容解答。

本题答案: (1) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$

(2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$, $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$, $\text{HCOOCH}(\text{CH}_3)_2$, $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

(3) 取代反应, 消去反应

(4) $\text{CH}_3\text{CHOHCOCH}_3$, CH_3CHO , $\text{CH}_3\text{COCH}=\text{CH}_2$

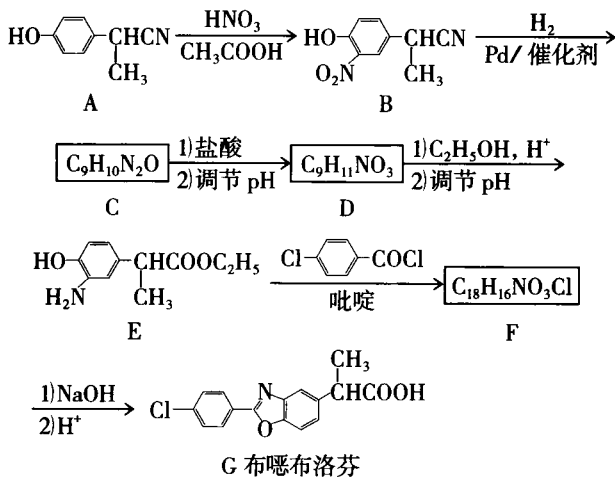


(6) $\text{CH}_3\text{COCOCH}_3$, 氧化反应

2 善作比较, 及时调整审题方向

有机工业合成路线较长, 中间设置不明确信息或不熟悉的信息, 再加上有机物结构复杂, 要想准确判断有机物的结构常常有较大的思维跨度, 往往难以展开, 成为阻碍学生进行判断和推理的障碍。

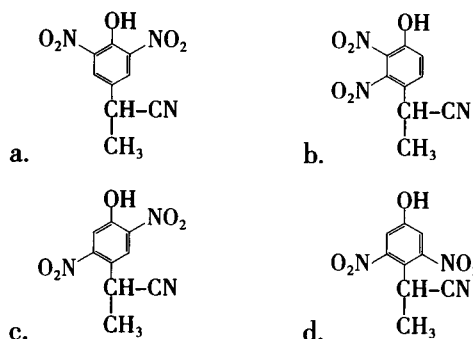
例 2 [2008 年全国高考 (江苏卷) 第 19 题] 布噁布洛芬是一种消炎镇痛的药物。它的工业合成路线如下:



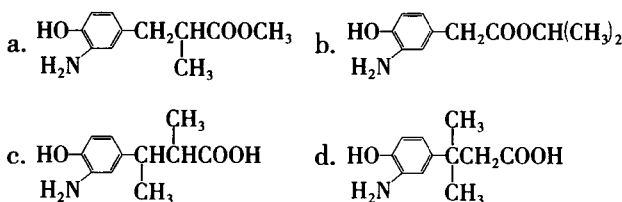
请回答下列问题:

(1) A 长期暴露在空气中会变质, 其原因是_____。

(2) 由 A 到 B 的反应通常在低温时进行。温度升高时, 多硝基取代副产物会增多。下列二硝基取代物中, 最可能生成的是_____。(填字母)



(3) 在 E 的下列同分异构体中, 含有手性碳原子的分子是_____。(填字母)



(4) F 的结构简式_____。

(5) D 的同分异构体 H 是一种 α -氨基酸, H 可被酸性 KMnO_4 溶液氧化生成对苯二甲酸, 则 H 的结构简式是_____。高聚物 L 由 H 通过肽键连接而成, L 的结构简式是_____。

本题以消炎镇痛药物布洛芬的工业合成作为知识背景, 综合考察有机物结构与性质的关系、有机化合物结构的分析推断、同分异构体结构的推断、高聚物的聚合反应等知识和能力。试题第(1)、(3)问较为简单, 第(2)、(4)、(5)问较难。苯环发生取代反应时羟基的定位效应、 $-\text{NO}_2$ 的还原、 $-\text{CN}$ 的水解、酰氯与氨基的反应等知识学生并不具备, $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 、 $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 、 $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 的反应条件学生并不熟悉, 有机物 C 的结构没有明确告知, 有机产物结构复杂、工业流程太长, 使许多学生为判断 A 的二硝基取代物和推断 D 和 F 的结构产生了一定的思维障碍, 甚至难以逾越, 不知调整方向, 推断起来非常困难, 这也说明有些学生思维的灵活性不够。此时若运用正向思维、逆向思维和整体思维, 多从不同的角度思考问题, 及时调整审题方向, 有利于培养思维的灵活性。

本题寻求突破的方法就是将所给的信息和所学过的知识进行联系类比, 将信息中有机物结构和形成条件进行对比分析, 通过比较找出异同, 再综合判断, 进行突破。第(2)问可以从两方面进行求解, 一是由 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 反应时, $-\text{NO}_2$ 取代的是酚羟基所连苯环上的邻位氢, 由此类推推理在 A 的二

硝基取代物中, 两个 $-\text{NO}_2$ 均应取代酚羟基所连苯环上的两个邻位氢, 故答案 a 正确; 另一方法是类比苯酚与浓溴水发生取代反应时在酚羟基所连苯环上的邻位和对位氢被取代, 也可推出结论。D 的结构如果正向推导, 即由 $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 、 $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 去推断很难, 这时可逆向分析 E 的结构和由 $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 的反应条件, $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 是酯化反应, 对比 E 的结构中 $-\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$, 反向推导则不难得出 D 的结构应

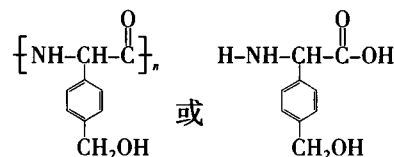
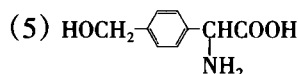
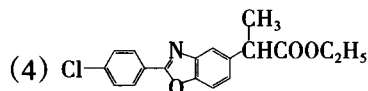
含有 $-\text{CHCOOH}$, 其他部分的结构则与 E 相同, 进

而可推出 D 的结构。F 的结构也可以对比 E、G 的结构特点分析得出, $\text{F} \rightarrow \text{G}$ 的反应实际上是酯的水解反应, 所以 $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 的反应酯基并没有变化, F 的结构中应该含有 $-\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$, 其他部分的结

构则与 G 一致, 这样可得出 F 的结构。

在上述分析推理过程中运用到了类比和比较的思维方式, 类比是将一种特殊对象的知识推移到另一特殊对象, 比较是确定事物之间差异点和共同点^[4]。通过类似比较、差异比较和系统比较可以区分事物特征, 鉴别事物异同^[5]。化学知识点之间存在着许多异同, 通过比较, 进行对比分析, 有利于找出它们之间的联系和区别, 有利于深入理解知识, 有利于突破思维困境, 更有利于培养学生分析、综合和概括能力^[6]。

本题答案: (1) 酚类化合物易被空气中的 O_2 氧化 (2) a (3) a、c



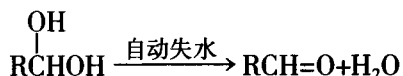
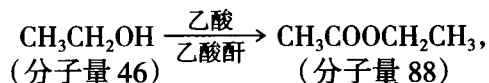
3 巧标结构, 善用信息数据分析

化学符号表征是化学知识表征的基本形式之一, 化学符号表征具有简约型、直观性、综合性等性质, 准确的化学符号表征有利于节约存储空间, 有利于知识的提取^[7]。

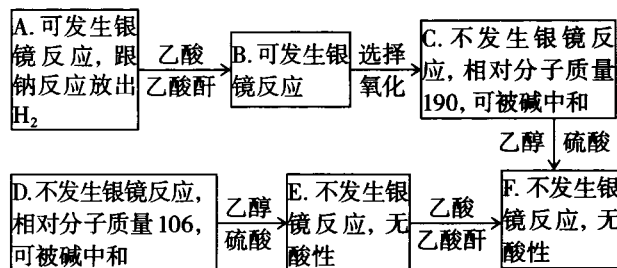
有机物的官能团决定有机物的性质, 有机物

的性质也体现并反映出有机物的结构特点。有机推断时要准确地把握这一特点,适时地进行转化,把有机物的结构特点用官能团的化学符号准确地表征出来,能够起到化难为易,化繁为简的效果,为推断准确地提取和运用信息创造条件。

例3 (1996年全国高考卷第34题)已知:



现有只含C、H、O的化合物A~F,有关它们的某些信息已注明在下面的方框内:

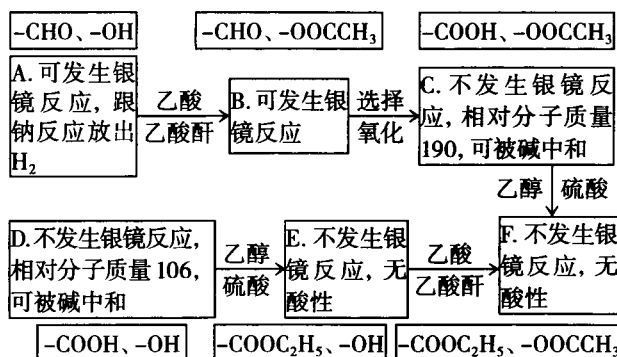


(1) 在化合物A~F中有酯的结构的化合物是(填字母代号)_____。

(2) 化合物A和F的结构简式分别为_____、_____。

本题是利用数据、信息、有机物性质推断有机物结构的经典试题,难度较大。学生可根据信息定性分析很容易得出A~F等物质中所含的官能团,但进一步定量分析推断有机物的结构时遇到了困难。主要原因是有机物转换关系迂回曲折,对所给数据定量分析思考不深,有机物结构中官能团的数目分析不清,思路混乱,导致思维受阻。

突破的方法就是根据提示信息和方框内信息得出A~F等物质中所含的官能团,及时准确地在转化关系A~F等物质的周围标出官能团,帮助理清思路、提取信息和分析判断。标注如下:



在明确A~F等物质中所含的官能团之后,下一个问题就是官能团的数量是多少呢?只有明确官能团数量,才能进一步确定有机物的结构。而要明确官能团的数量,就要对题中数据信息进行对比分析。突破点就在对C和D的结构分析上,C和D都具有羧基,差异是一个有羟基一个有酯基,也可以说D中的羟基变成了C中的酯基,C和D相对分子质量相差84,乙醇生成乙酸乙酯相对分子质量由46变成88增加了42,这说明D中有两个羟基变成了C中的两个酯基。D的相对分子质量为106,去掉一个羧基的式量(45)和两个羟基的式量(34),所剩残基的式量为27,相当于2个C原子和3个H原子的式量,所以D的结构简式为CH₂OHCHOHCOOH,其他物质的结构就会非常容易地推导出来。

本题有机物结构的推断运用到了一定量的数据分析,具有较强的抽象性。运用数据进行计算、分析和推导,可以求出有机物的分子式和官能团的数目,进而推断有机物的结构。这要求学生具有较强的逻辑思维能力,同时还要有敏捷性的思维品质。

本题答案:(1)B、C、E、F

(2)(A)CH₂OHCHOHCHO

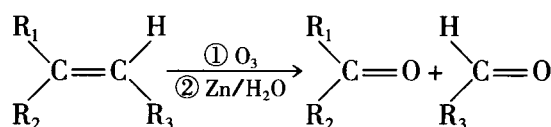
(F)CH₂(OOCCH₃)CH(OOCCH₃)COOC₂H₅

4 借用流程,储存提取有用信息

知识图式表征是化学知识表征的综合表征形式之一。在化学知识中,整块的知识是以图式的形式表征的,它反映了知识间的逻辑关系。在组织图式时将这些知识相互联系,能加深对知识的理解,更有利于知识的提取^[8]。我们常说的流程图就是知识图式表征的一种表现形式。

有的有机推断试题仅有文字表述,缺乏流程,信息较多。很多学生抓不住主次,顾此失彼,丢三落四,思路混乱,这也常常成为学生推断的思维障碍。

例4 [2005年全国高考(江苏卷)第23题]在一定条件下,烯烃可发生臭氧化还原水解反应,生成羰基化合物,该反应可表示为:



已知: 化合物 A, 其分子式为 $C_9H_{10}O$, 它既能使溴的四氯化碳溶液褪色, 又能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应, 且与 $NaOH$ 溶液反应生成 B;

② B 发生臭氧化还原水解反应生成 C, C 能发生银镜反应;

③ C 催化加氢生成 D, D 在浓硫酸存在下加热生成 E;

④ E 既能使溴的四氯化碳溶液褪色, 又能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应, 且能与 $NaOH$ 溶液反应生成 F;

⑤ F 发生臭氧化还原水解反应生成 G, G 能发生银镜反应, 遇酸转化为 H ($C_7H_6O_2$)。

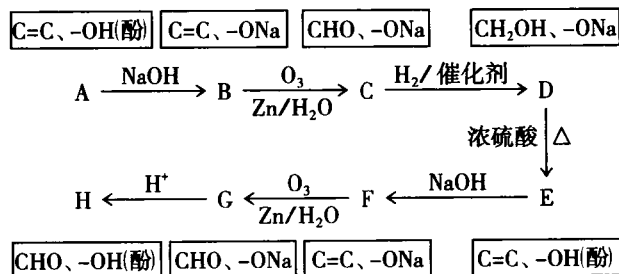
请根据上述信息, 完成下列填空:

(1) 写出下列化合物的结构简式 (如有多组化合物符合题意, 只要写出其中的一组)

A _____, C _____, E _____。

(2) 写出分子式为 $C_7H_6O_2$ 的含有苯环的所有同分异构体的结构简式: _____。

本题是一道综合性推断试题, 有较大的难度。首先是试题文字叙述过多, 题目太长, 学生审题时易造成信息疲劳。其次, 根据信息推断 A 的结构可能为两种, 分别为 $HO-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ 或 $HO-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CHCH}_3$ (官能团在苯环的位置异构不考虑), A 的不确定性为后续的推断带来了不便; 另外, 题中每种物质均有许多信息, 虽然每种信息都有用, 但也为抓住主要问题, 理清思路带来了干扰。如何抓住重要信息, 理清思路, 进行突破呢? 可以借用流程图, 理清思路, 化繁为简。同时在流程图上标示出 A~H 几种物质的重要官能团帮助思考, 利于提取有价值的信息。



A 中的 $-C_3H_5$ 中的碳碳双键位置在何处呢? 由 A 到 H 的流程不难看出, A、B 中均有 $C=C$ 双键, C、D 中均无 $C=C$ 双键, 这说明 B 发生臭氧化还原水解反应后 $C=C$ 双键发生了断裂, 生成了醛基; 在 E、F 中又出现了碳碳双键, 说明由 D 到 E 发生

了醇的消去反应, 由此突破, 推断 D 中侧链肯定存在 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, 进而推断出 A 中的 $-C_3H_5$ 应该为 $-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$, 其他各种物质的结构可简单推出。

知识图式表征具有知识网络化和知识层次化的特征, 一方面使知识间的联系更加紧密, 另一方面不同的知识储存在不同的知识层级中, 可以节约储存空间, 促进推论, 由已知的知识推测未知的知识。因此在教学过程中, 注意知识间的联系, 努力将知识结构化、网络化, 有利于知识的储存和提取^[9], 也有利于培养学生的有序性思维品质。

本题答案: (1) A: $HO-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$

C: $NaO-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CHO}$

E: $HO-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CH}_2$ (或相应的间位、邻位)

(2) $HO-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$, $HO-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CHO})_2$, $HO-\text{C}_6\text{H}_2(\text{CHO})_3$, $HCOO-\text{C}_6\text{H}_5$, $\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH}$

总之, 不同的有机推断试题有不同的情景, 学生在推断时思维的障碍也可能不同, 但只要基础扎实, 并掌握一些基本的有机推断技巧, 在解题时能深入审题, 善于类比和比较, 合理规范地进行表征, 及时准确地提取有用的信息, 大胆地进行推论、预测和假设, 养成良好的思维习惯, 就会克服思维的障碍。有时看似山重水复, 却往往又柳暗花明了。

参考文献:

- [1] 皇甫倩, 王后雄. 化学解题思维障碍诊断及教学策略 [J]. 化学教学, 2014 年, (10): 22~26.
- [2] 吴鑫德. 化学教育心理学 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2011: 157.
- [3] <http://baike.so.com/doc/6799906.html> (360 百科 - 思维品质).
- [4][7][8][9] 王祖浩等著. 化学教育心理学 [M]. 南宁: 广西教育出版社, 2007: 298, 60~87, 82~86, 86.
- [5] 陈志伟, 陈秉初主编. 中学科学教学论 [M]. 北京: 科学出版社, 2012: 158~159.
- [6] 林承志主编. 化学课程与教学论 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2012: 202.