

中学有机化学习题研究

舍林斯基著

新 知 識 出 版 社

中学有机化学习题研究

舍林斯基 著

曉 平 譯

新 知 識 出 版 社

一九五七年•上海

Г. И. ШЕЛИНСКИЙ

ЗАДАЧИ-УПРАЖНЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ
ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

УЧПЕДГИЗ
МОСКВА—1954

根據俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国教育部教育出版社 1954 年版譯出

中学有机化学习题研究

(苏)舍林斯基著

曉 平 譯

*

新 知 識 出 版 社 出 版

(上海湖南路 9 号)

上海市書刊出版業營業許可證出 015 号

上海國光印刷厂印刷 新華書店上海發行所总經售

*

开本: 787×1092 1/32 印張: 1 1/8 字數: 25,000

1957年6月第1版 1957年6月第1次印刷

印數: 1—20,000 本

統一書号: 7076·199

定 价: (7) 0.12 元

目 录

有机化学教学中的习题·····	1
一 确定有机化合物的分子組成的习题·····	5
二 当分子式中原子数目一定时确定其同分异构体数目的例 题和习题·····	11
三 确定某物質属于哪类化合物的习题·····	16
四 了解各类化合物間互相关系的习题·····	21
五 复习有机化学时做的綜合性习题·····	26
譯后記·····	34

有机化学教学中的习题

在中学化学教学总的系统中，学习有机化学要占去很大一部分时间。

通晓各种有机化合物的化学性质，能促进发展学生的辩证唯物主义世界观。

学习有机化学有助于扩大学生已知的世界物质性的观念，能用有关复杂物质分子内部原子互相联系的规律性和各种新的事实来丰富学生的知识，使他们亲眼见到先进理论对进一步提高各种有机产物生产技术的指导作用。

“在研究有机物质的理论问题中，结构理论占有中心地位，”——俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国教育部学校管理局的教学法指导书就是这样规定有机化学部分的任务的。^①

对于自觉地掌握有机物质结构理论，了解这一理论的实质与阐述各种事实的意义，认识结构理论在日益发展的有机化学中的指导作用，一个最重要的条件就是要有深思熟虑的教学方法，使学生掌握有机化学部分富有的全部规律。

A.M.布特列洛夫的理论：“复杂质点的化学性质决定于基本组成部分的性质及该组成部分的数量和化学结构，”——应该贯穿于有机化学部分所有章节的教学中。

因此学习这一部分教材，应当使学生在认识每一类新化合物及鉴别每种物质的特点时，明确有机物质结构理论的指导意义。只有如此，结构理论才能真正地成为掌握高深知识的工具，

^① 参看“关于七年制学校和中学的化学教学”，教育出版社 1951 年。

幫助奠定“真正知識的牢固基礎，從而各種事實既由總的觀念聯繫起來，就易於記憶，條理清晰，而成為科學系統的真正環節。”^①

近來特別重視提高有機化學的學習質量。在有機化學的教學中，結構理論應當起指導作用，保證深入地、自覺地掌握有機化學的各種事實和規律性。作為有機化學研究基礎的實驗應當有助於理論問題的驗證。

有機物質的結構理論所發掘出的廣闊可能性，還沒有經常充分地運用在中學教學的實踐上。

這樣就使得學生在學習有機化學的過程中，有時只是背熟某些公式，機械地死記某些分子結構的表示法，因此得不到關於各類物質間發生學聯系的明確觀念，看不出同一類物質中各個代表物之間的異同點。

在使學生正確地學習理論知識方面，教師應起主導作用。“學生辯證唯物主義觀點的基礎”發展的成效，有賴於教師善於指出各種現象內部的互相聯系，揭示某種反應的實質，運用所研究的事實和規律來形成新的概念和引出新的規律性。^②

在教學法文獻中較少論述到有機化學教學方法的問題，而經驗證明這一方面的教學法材料是迫切需要的。

1953 年和 1954 年秋季舉行的高等學校入學考試總結分析的結果，就說明了這一點。

例如，在分析高等學校考生的答案里就表明，某些有機化學問題有時學生並沒有清楚了解。

有機化學知識中重要的缺點之一是不會借助分子式表示出

① A. M. 布特列洛夫：“精研有機化學引論”，1864 年，第 5 頁。

② 教學法指導書：“關於七年制學校和中學的化學教學”，教育出版社 1951 年。

分子中原子互相联系的特性。

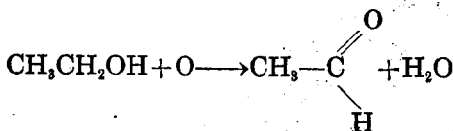
高等学校入学考生虽能正确写出各种有机化合物的分子的实验式,但往往不能写出它们的结构式。

中学毕业生对于官能团在鉴别结构式方面的意义也是认识不足的。

虽然许多考生在形式上都正确地写出了醇与酸互相作用的反应式,但他们对写酯的结构式都感到很大的困难。

由一类化合物转变为另一类化合物的可能性问题也没有弄清楚。

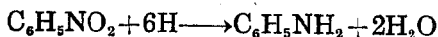
缺乏对完成各种反应的条件的知识。例如解释由醇转变为醛的反应过程时,多数答题的学生把反应式写出如下:



但是在这些答题学生中几乎谁也不能立刻答出“原子态”的氧是从哪里得到的以及实际上这种反应是怎样完成的。

在叙述工业制取苯胺的方法时也发生了同样的错误。

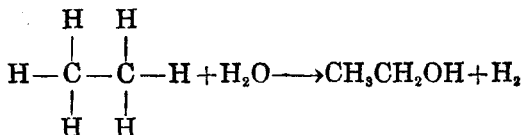
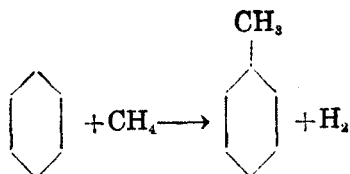
在考篮里遇到这个问题的所有的学生都把反应式写出如下:



对于这个反应所以能有如此的解释,是由于它在教科书上就是这样写的缘故。

关于这种反应式与反应进行的具体条件相脱节的现象可以举出很多的例子。

例如,许多考生在黑板上写出这样“不符事实”的反应:



类似的例子都说明在教学中还存在着严重的形式主义；没有深刻理解结构理论的基本原理，并且很少运用这个理论材料去解决具体例题和习题。

在学习有机化学这部分教材的期间经常系统地做习题，对自觉地掌握有机化合物的结构理论基础是有很大意义的。

在学习有机化学的过程中可以给学生提出下列最典型的习题：

- 一 确定有机化合物分子式的习题；
- 二 当分子式中碳原子数目一定时确定其同分异构体数目的习题；
- 三 确定某物质属于哪类化合物的习题（由官能团的存在确定化合物的性质）；
- 四 有关一类化合物转变为另一类化合物的习题；
- 五 复习有机化学时做的综合性习题。

一 确定有机化合物的 分子组成的习题

做这类习题，将使学生了解有机化合物的分子组成实际上是怎样确定的，并证明我们是运用定量分析的方法“获得”关于化合物的组成的知识的。因而学生有可能复习关于据该物质气体或蒸汽的密度以测定其分子量的已知教材，证实这些理论对解决具体问题——区别分子中原子比例数相同但绝对量不同的化合物的意义。

这类习题中的数据通常或者是用每种元素百分比来表示，或者是给出原料的重量并指出燃烧后产物的数量。

在这两种情况下还必须知道化合物的分子量，这个化合物的分子量是依其蒸汽的密度或称量一定体积的气体来确定的。

我们将在下面讨论解答这类习题的方法。

例题 分析二种不同化合物时，确定了其中碳与氢的含量相等，即： $C=92.3\%$ ， $H=7.7\%$ 。第一种物质对氢的密度为13。第二种物质1升蒸汽在标准状况下为3.49克。

第一种解法 依下式确定第一种物质的分子量：

$$M = 2d_H; \quad M = 2 \times 13 = 26$$

$$\text{确定碳的重量: } \frac{26 \times 92.3}{100} \cong 24$$

$$\text{确定氢的重量: } \frac{26 \times 7.7}{100} = 2$$

因此该化合物分子中碳原子的数量为： $\frac{24}{12} = 2$ ，而氢原子的数量为：

$$\frac{2}{1} = 2。该物质分子式为： C_2H_2 。$$

为了确定第二种化合物的分子式,只要求出其分子量就行了。

1 升物質蒸汽重 3.49 克

22.4 升物質蒸汽重 M 克

式中 M 是分子量。

$$1: 22.4 = 3.49: M$$

$$M = 22.4 \times 3.49 = 78$$

由此可見,第二种化合物的分子量为第一种化合物分子量的 3 倍

$$\left(\frac{78}{26} = 3\right)。$$

因为二个化合物中元素的百分含量相同,那末第二种化合物分子中原子的数量应为第一种化合物的 3 倍。第二种化合物分子式为: C_6H_6 。

第二种解法 这个题也可以用另一种方法解答。

分子中碳原子的数目用 x 表示,氢原子数目用 y 表示。該物質分子式为: C_xH_y 。

分子中碳的重量等于碳的原子量乘原子数,即 $12x$,氢的重量等于 $1y$ 。

碳重量与氢重量的比是 $12x:1y$ 。由习题所給的条件得出这个比应当等于 92.3:7.7。

$$\text{因此 } 12x:1y=92.3:7.7 \text{ 或 } x:y=\frac{92.3}{12}:\frac{7.7}{1}$$

$$x:y=7.7:7.7$$

$$x:y=1:1$$

因而碳原子数量与氢原子数量的比等于 1:1,而化合物的实验式为 CH ,但这是所謂“最簡”式,因为下列分子式都能滿足这个比例: C_2H_2 , C_3H_3 , C_4H_4 等等。

为了求出真实的分子式,我們必須知道分子量。当分子量为 26 时,二种元素的原子数应当加倍,因为 CH 的原子量总和等于 13,而 $26:13=2$; 真实分子式: C_2H_2 。

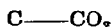
第二种化合物分子量等于 78,所以 C 和 H 的原子数是 $78:13=6$,即該化合物的分子式为: C_6H_6 。

如果在习题所給的条件中,沒有給出化合物的百分組成,而

仅指出原料的重量和燃烧后产物的数量,则可以用下法解题。

例题 燃烧 1.68 克物质时,生成 5.28 克二氧化碳和 2.16 克水,一升该物质的蒸汽在标准状况下重 3.75 克。

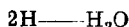
根据下列讨论,我们可以算出该原料中碳的含量:



12 克碳生成 44 克二氧化碳 (CO_2)

x 克碳生成 5.28 克二氧化碳

$$\frac{12}{x} = \frac{44}{5.28}; \quad x = \frac{5.28 \times 12}{44} = 1.44 \text{ 克(C)}$$



2 克氢生成 18 克水

x 克氢生成 2.16 克水

$$\frac{2}{x} = \frac{18}{2.16}; \quad x = \frac{2.16 \times 2}{18} = 0.24 \text{ 克(H)}$$

所以在 1.68 克这种化合物中含 1.44 克碳和 0.24 克氢。

化合物的分子式为: C_xH_y 。

$$12x : 1y = 1.44 : 0.24$$

$$x : y = \frac{1.44}{12} : \frac{0.24}{1}$$

$$x : y = 0.12 : 0.24 = 1 : 2$$

该化合物的最简式为 $\text{CH}_2 (M=14)$ 。

分子量 $M = 22.4 \times 3.75 = 84$ 。

为了求出真实分子式,我们先要知道二元素的原子数量应该是求得的最简式的几倍: $\frac{84}{14} = 6$ 。

由此可见,化合物的分子式为: C_6H_{12} 。

这类习题往往用更复杂的方法来解决,即:先求出元素的重量,然后确定每种元素的百分含量,最后得出最简式。

从上述例子中可以看出,复杂的方法是根本不用的,因为分子中元素的原子量与原子数目的乘积之比等于这些元素数量的

比,并不决定于这个比例是如何表示的。

二氧化碳的数量往往不用重量單位表示,而用体积單位表示。在这种情况下,完全沒必要將体积單位換算成重量單位,而可用下法解題。

例題 燃燒 1.5 克物質生成 1.12 克二氧化碳和 0.9 克水。
該物質的蒸汽对空气的密度在标准狀況下为 1.04。

解 $C—CO_2$

燃燒 12 克碳时生成 22.4 升二氧化碳

燃燒 x 克碳时生成 1.12 升二氧化碳

$$\frac{12}{x} = \frac{22.4}{1.12}; \quad x = \frac{12 \times 1.12}{22.4} = 0.6 \text{ 克(C)}$$

$2H—H_2O$

燃燒 2 克氫时生成 18 克水

燃燒 x 克氫时生成 0.9 克水

$$\frac{2}{x} = \frac{18}{0.9}; \quad x = \frac{2 \times 0.9}{18} = 0.1 \text{ 克(H)}$$

由此可見, 1.5 克物質中氫与碳数量的总和为: $0.6 + 0.1 = 0.7$ 克。其余的数量是氧(氧的含量依差額算出)。

在該数量物質中氧的量为:

$$1.5 \text{ 克} - 0.7 \text{ 克} = 0.8 \text{ 克(O)}$$

化合物的分子式为: $C_xH_yO_z$

$$12x : 1y : 16z = 0.6 : 0.1 : 0.8$$

$$x : y : z = \frac{0.6}{12} : \frac{0.1}{1} : \frac{0.8}{16}$$

$$x : y : z = 0.05 : 0.1 : 0.05$$

$$x : y : z = 1 : 2 : 1$$

最簡式: CH_2O ($M = 30$)。

我們按照下式算出其分子量:

$$M = 29d_B = 29 \times 1.04 = 30$$

分子式与最簡式相同,即 CH_2O 。

最后我們做一个原料数量用体积單位表示的例题。

例题 燃燒 5.6 升气体制得 16.8 升二氧化碳和 13.5 克水。

1 升气体重 1.875 克(标准狀況下)。

这个題可以用二种方法解答:

第一种解法 依下列討論确定 5.6 升气体的重量:

1 升气体重 1.875 克

5.6 升气体重 x 克

$$x = 5.6 \times 1.875 = 10.5 \text{ 克}$$

12 克碳生成 22.4 升二氧化碳

x 克碳生成 16.8 升二氧化碳

$$\frac{12}{x} = \frac{22.4}{16.8}; \quad x = \frac{12 \times 16.8}{22.4} = 9 \text{ 克(C)}$$

2 克氢生成 18 克水

x 克氢生成 13.5 克水

$$\frac{2}{x} = \frac{18}{13.5}; \quad x = \frac{2 \times 13.5}{18} = 1.5 \text{ 克(H)}$$

由上述可知碳与氢含量的总和为: $9 + 1.5 = 10.5$ 克。

因此該化合物內不含有氧。化合物的分子式为: C_xH_y 。

$$12x : 1y = 9 : 1.5; \quad x : y = \frac{9}{12} : \frac{1.5}{1} = 0.75 : 1.5 = 1 : 2$$

最簡式: $\text{CH}_2(M=14)$ 。分子量等于: $22.4 \times 1.875 = 42$ 。

为了求出分子式,用 14 除 42,得 $\frac{42}{14} = 3$, 故分子式为: C_3H_6 。

第二种解法 討論如下:

化合物所含的 1 克原子碳可生成 1 克分子二氧化碳。

因为在这种情况下二氧化碳的体积为原料气体的 $\frac{16.8}{5.6} = 3$ 倍, 所以

很明显在气体分子中含有 3 个碳原子。

气体分子量等于 42。碳的重量是 36 (即 $3 \times 12 = 36$)。

氢的数量可用下法求出：

2 克氢生成 18 克水

x 克氢生成 13.5 克水

$$\frac{2}{x} = \frac{18}{13.5}; \quad x = \frac{2 \times 13.5}{18} = 1.5 \text{ 克(H)}$$

1.5 克氢含在 5.6 升的气体中。

1 克分子气体中氢的含量为 6 克，因为 $5.6 \text{ 升} = \frac{5.6}{22.4} = \frac{1}{4} \text{ 克分子}$ ；

$$1.5 \times 4 = 6 \text{ 克。}$$

所以在 42 份重量的气体中含 6 份重量的氢。该化合物不含有其他任何元素 ($36 + 6 = 42$)。所以它的分子式是 C_3H_6 。

最后举一个化合物中氢原子数含量比碳原子数为多而非整数倍的例子。

这时我们有另一个解题方式。

例题 燃烧 2.2 克气体生成 6.6 克二氧化碳和 3.6 克水，气体对空气的密度在标准状况下为 1.52。

1) 依下式确定分子量：

$$M = 29d_B = 29 \times 1.52 = 44$$

2) 计算所燃烧的气体的克分子量：

44 克相当于 1 克分子

2.2 克相当于 x 克分子

$$x = \frac{2.2}{44} = 0.05 \text{ 克分子}$$

3) 计算已给数量气体中碳与氢的克原子数。

燃烧 2.2 克气体可制得 6.6 克 CO_2 ，即 $\frac{6.6}{44} = 0.15 \text{ 克分子}$ 。

燃烧所得二氧化碳克分子数量为原来气体克分子数量的 $\frac{0.15}{0.05} = 3 \text{ 倍}$ 。

所以原来气体分子中含有 3 个碳原子。

氢的克原子数可用下法算出：

2 克原子氫生成 1 克分子水

x 克原子氫生成 $\frac{3.6}{18}$ 克分子水

$$x = \frac{3.6 \times 2}{18} = 0.4 \text{ 克原子 (H)}$$

0.05 克分子气体中含 0.4 克原子氫

1 克分子气体中含 x 克原子氫

$$x = \frac{0.4}{0.05} = 8 \text{ 克原子 (H)}$$

該气体分子式是 C_3H_8 ，与求得的分子量的值(44)相符。

还可提出另一种計算碳原子数量的方法：

1 克原子碳生成 1 克分子二氧化碳

x 克原子碳生成 $\frac{6.6}{44}$ 即 0.15 克分子二氧化碳

$$x = \frac{6.6}{44} = 0.15 \text{ 克原子 (二氧化碳)}$$

0.05 克分子气体中含 0.15 克原子碳

1 克分子气体中含 x 克原子碳

$$x = \frac{0.15}{0.05} = 3 \text{ 克原子 (C)}$$

二 当分子式中原子数目一定时确定其同分异构体数目的例题和习题

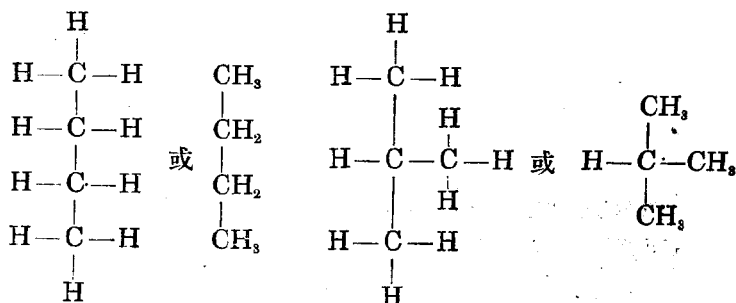
做这种类型的习题与例题能帮助学生掌握結構理論基本原理之一——原子在分子中互相联系的順序。

最好是在学习飽和鏈烴时詳細地研究同分异构現象。

这时最好讓学生根据碳原子为 4 价的原理“預言”乙烷、丙

烷和丁烷分子中碳原子的可能“碳架”。

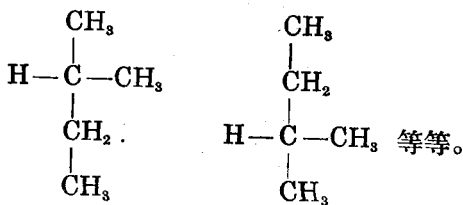
然后给出“同分异构现象”和“同分异构体”的概念的定义。在做确定丁烷同分异构体数目的习题时应当告诉学生可用二种方法写出其结构式：



这时必须讲清：最后一个所谓“基”式上的线表示碳原子之间的键，而且基有为其他基或原子所饱和的自由价。这时甲基 CH_3 只能在链的末端：这个基是 1 价的， $-\text{CH}_2-$ 基应为 2 个基“饱和”，而 $-\text{CH}-$ 应为 3 个基饱和。

这里必须强调指出：结构式只能表示分子中原子键的顺序及其互相间的联系，真实的分子是“三度的”，因此我们的表示法对原子的空间排列完全不能说明。

所以以后练习写戊烷同分异构体分子式时，应当指出这样“结构”是相同的，如：

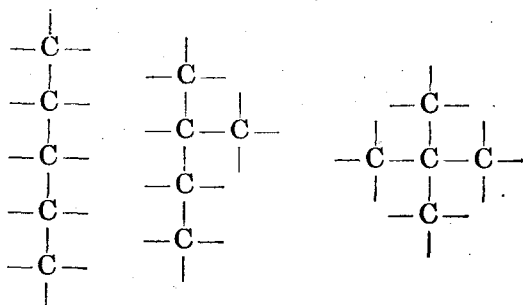


我们认为竖写分子式较好，因为这样写可以明显地看出碳

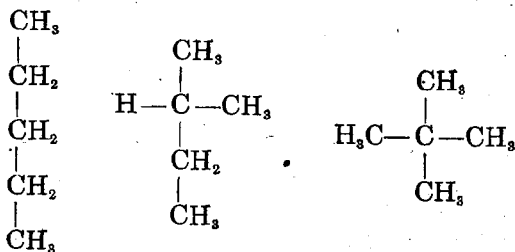
原子的互相联系，并且能迅速地确定同每个碳原子联结的其他原子或原子团的数目。

依下列方式练习写出结构式：

1. 指出分子中碳原子的数目，例如 5 个碳。
2. 让学生写出碳原子的“架”的类型：



3. 其余的碳原子价用氢原子来“饱和”：



如果有一个学生写出了数个相同类型的“结构”，则叫另外一个学生找出相同的并去掉它。

例如：

