

有机化学問題、例题和习题

(修訂版)

吳 泳 編

南平師專化學科印

前言

《有机化学》是高等师范专科学校化学专业的一门重要基础课。为了提高有机化学的教学质量，鉴于我国国内有关有机化学问题和习题的书籍较少的情况，编者根据自己在教学中积累的資料及某些有机化学教材，汇编了一些有机化学的问题和习题，共一千多题（包括小题共二千二百多题），在本校试用了三届，並曾供福建省各师专作为参考。最近，参照了八三年教育部颁布的高等师范专科学校化学专业《有机化学教学大纲》的要求，对原习题集作了修订、充实，以供全国师范专科学校有机化学教学和佈置学生作业时选用和参考。

为了便于教师上习题课和帮助初学有机化学的学生学会解題的技能，培养解題能力，本书在各章选择了一些较为典型的題目，以例题的形式作了题解。例题共达130题。由于许多有机化学问题可解有几种解題途径，在例题中不可能一一指出，因此例题仅仅是一种解題的方法。

为了训练学生对基本概念正误的判断能力，本书在若干章中单独选编了一些选择题。

本书附有全部习题的答案，以供参考。但是，为了使学生在练习解題时不能抄答案，因此答案另印附册，並建议在有机化学教学期间暂不将附册答案发给学生，待教学结束时再将附册发给学生，以利于保证教学质量。

由于篇幅的限制，本书根据对师范学生的要求，仅着重于基本知识、基本原理和基本能力的训练，各校尚可根椐具体意见，再选择其他难度较大的习题予以补充。

本书亦可供其他理、工、农、医、师等各类高等院校、电大、业大、教师进修院校、中学化学教师及自学有机化学的同志作为参考。

在编写和修订本书过程中，得到陈良璧同志的大力支持和协助，在此表示感谢。

限于编者的水平，加之时间仓促，未能仔细校印，错误和缺点在所难免，希

以便再版时修改订正。
一九八三年六月梁俊修订

目 录

第一篇 烃	(1)
第一章 脂肪烃	(1)
§ 1—1 问题(1—50)	(1)
§ 1—2 例题(51—70)	(3)
§ 1—3 习题(71—175)	(15)
§ 1—4 选择题(176—187)	(32)
第二章 芳香烃	(35)
§ 2—1 问题(188—216)	(35)
§ 2—2 例题(217—226)	(36)
§ 2—3 习题(227—279)	(43)
§ 2—4 选择题(280—286)	(50)
第二篇 烃的衍生物	(53)
第三章 对映异构	(53)
§ 3—1 问题(287—302)	(53)
§ 3—2 例题(303—305)	(53)
§ 3—3 习题(306—324)	(55)
第四章 卤代烃	(59)
§ 4—1 问题(325—349)	(59)
§ 4—2 例题(350—359)	(60)
§ 4—3 习题(360—394)	(64)
§ 4—4 选择题(395—400)	(68)
第五章 烃的含氧衍生物	(70)
§ 5—1 问题(401—496)	(70)
§ 5—2 例题(497—524)	(74)
§ 5—3 习题(525—749)	(87)
§ 4—3—1 醇、醛和醚(525—596)	(87)
§ 4—3—2 醛、酮和羧(597—647)	(93)
§ 5—3—3 羧酸及其衍生物(648—739)	(99)
§ 5—3—4 油 脂(740—749)	(107)
§ 5—4 选择题(750—757)	(108)

第六章	含氮有机化合物	(111)
§ 6-1	问题(758—782)	(111)
§ 6-2	例题(783—802)	(112)
§ 6-3	习题(803—897)	(122)
第七章	含硫、含磷及其他元素有机化合物	(132)
§ 7-1	问题(898—942)	(132)
§ 7-2	例题(943—966)	(134)
§ 7-3	习题(967—1016)	(139)
第三篇	天然有机产物和合成高分子化合物	(146)
第八章	杂环化合物	(146)
§ 8-1	问题(1017—1036)	(146)
§ 8-2	例题(1037—1046)	(147)
§ 8-3	习题(1047—1076)	(153)
§ 8-4	选择题(1077—1081)	(156)
第九章	萜类和甾类化合物	(158)
§ 9-1	问题(1082—1096)	(158)
§ 9-2	例题(1097—1101)	(158)
§ 9-3	习题(1102—1116)	(162)
第十章	糖类化合物	(165)
§ 10-1	问题(1117—1136)	(165)
§ 10-2	例题(1137—1141)	(166)
§ 10-3	习题(1142—1175)	(169)
§ 10-4	选择题(1176—1180)	(175)
第十一章	氨基酸、蛋白质和核酸	(178)
§ 11-1	问题(1181—1218)	(178)
§ 11-2	例题(1219—1225)	(179)
§ 11-3	习题(1226—1255)	(182)
第十二章	合成高分子化合物	(186)
§ 12-1	问题(1256—1291)	(186)
§ 12-2	习题(1292—1306)	(188)
第四篇	有机化合物的波谱知识	(190)
第十三章	有机化合物的波谱知识(1307—1325)	(190)

第一篇 烃

第一章 脂肪烃

§ 1—1 问题：

1. 烃是怎样的一类化合物？
2. 何谓脂肪烃？脂肪烃一般分成几类？分类的依据是什么？
3. 试从结构观点阐明烷烃、烯烃、炔烃的本质。
4. 同系列、同系差和同系物这三个概念有何区别？
5. 同分异构体和同分异构现象是否同一概念？
6. 解释下列各词并举一例说明之。用分类法说明它们之间的关系。
 - (1) 构造异构
 - (2) 构型异构
 - (3) 构象异构
 - (4) 立体异构
 - (5) 位置异构
 - (6) 碳链异构
 - (7) 官能团异构
 - (8) 顺反异构
 - (9) 互变异构
 - (10) 旋光异构
7. 某两种物质有着相同的成份和相同的百分组成，但分子式不同，可以把它们叫做同分异构体吗？为什么？
8. 有机化学中常讲的碳—碳单键、双键和三键，其实质是什么？
9. 如何用分子轨道理论解释 σ 键与 π 键，试比较 σ 键与 π 键的异同点。
10. 何谓杂化轨道？原子轨道杂化有哪几种型式？
11. 为什么原子轨道能杂化？为什么原子轨道需要杂化？
12. 何谓键长、键角、键能、键的极性、键的极化度和键的刚度？
13. 要使^有极性键的分子为非极性分子，要具备怎样的条件？
——/——

14. 碳-碳单键的键能为836千卡/摩尔, 碳-碳双键的键能为1464千卡/摩尔。按照“键能愈大, 键愈不易断裂”的观点, 烯烃的化学性质似应比烷烃稳定, 但实际上否。与此相反, 应怎样解释这一问题?

15. 烃的命名原则是什么?

16. 在烃的命名中, “正”、“异”、“新”的含义是什么? 试举例说明之。

17. 何谓诱导效应? 试举例说明之。

18. 何谓共轭效应和超共轭效应? 试分别举例说明之。

19. 何谓价键的均裂与异裂?

20. 什么是自由基? 它与离子有何不同? 何谓自由基反应和离子反应?

21. 何谓亲核试剂与亲电试剂?

22. 在烃的各同系列中, 各同系物的物理性质作怎样的规律性的变化?

23. 烷烃、烯烃、炔烃和脂环烃在化学性质上各有何特点? 它们有何典型反应?

24. 何谓取代反应、加成反应、氧化反应、还原反应和聚合反应?

25. 何谓马尔科夫尼可夫(МАРКОВНИКОВ)规则? 试举例说明之。

26. 何谓伯、仲、叔、季碳原子? 各举一例说明之。

27. 如何解释甲烷中所有的键都是相同的?

28. 试阐述构造、构型、构象等概念并指出它们之间的相互关系。

29. 试指出^异生成烷的氯化过程中形成什么样的自由基? 哪一种最稳定? 哪一个反应速度最快?

30. 生成烷烃的氯化反应中, 伯、仲、叔氢的相对活性是否相同? 试予解释之。

31. 为什么碳-碳双键易被极化? 它如何影响烯烃分子的反应活性? 双键链长的增加说明什么?

32. 何谓隔离式、集数式和共轭式的二烯烃? 试从结构角度解释其性质的异同。

33. 什么是实验式、分子式、结构式和示性式? 它们之间有何联系和区别? 试举例说明之。

34. 经过哪些步骤可以确定有机化合物的构造式?

35. 何谓螺环化合物和桥环化合物？它们的命名规则是什么？

36. 拜尔(Baeyer)张力学说的内容是什么？试对其可取之处及缺陷、错误予以评价。

37. 试用成环理论阐明脂环的稳定性？

38. 为什么在环己烷的椅式、船式和扭曲式等构象中？椅式最为稳定？

39. 何谓直立键(α 键)和平伏键(β 键)？

40. 试阐述环戊二烯负离子稳定的原因。

41. 比较HCl、HBr、HI哪一种最易加到碳-碳双键上？为什么？

42. 试解释乙烯和乙炔碳-碳键长差异的原因以及此差异对乙炔化学性质的影响。

43. 何谓碳正离子与碳负离子？试举例说明它们是如何产生的？比较并阐明各类碳正离子与碳负离子的稳定性。

44. 石油的组成成份是什么？石油一般如何分类？

45. 解释名词：

(1) 石油的一次加工与二次加工

(2) 石油的裂化、热裂化与催化裂化

(3) 石油的重叠

(4) 石油的提炼

(5) 石油的裂解

46. 何谓汽油的辛烷值和抗爆剂？

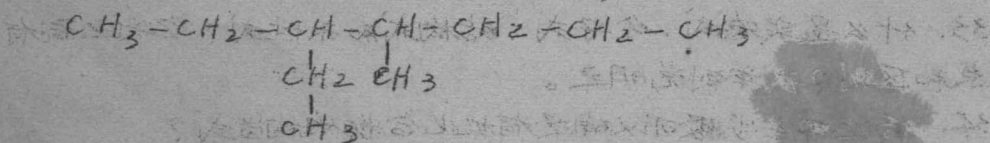
47. 何谓柴油的十六烷值？

48. 何谓爆震？汽油燃烧产生的爆震与柴油燃烧发生的爆震其产生原因是否相同？它与汽油或柴油的化学组成有何关系？

49. 柴油质量的优劣与其组成成份有何关系？为什么？

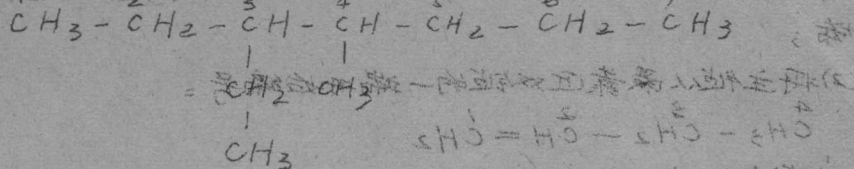
50. 何谓速度控制和平衡控制？如何进行控制？它们在有机反应中有何意义？

§1-2 例 51. 用系统命名法命名下列化合物



解：(1)首先确定最长的碳链(7)作主链，并根据主链含碳原子数叫做庚烷；

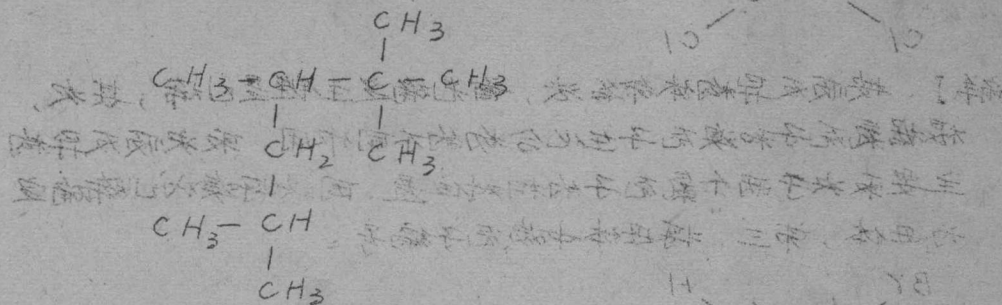
(2)将主链从最靠近支链的一端开始编号



(3)按支链含碳原子数由低到高和它在主链上的位置命名，因此该化合物应命名为：

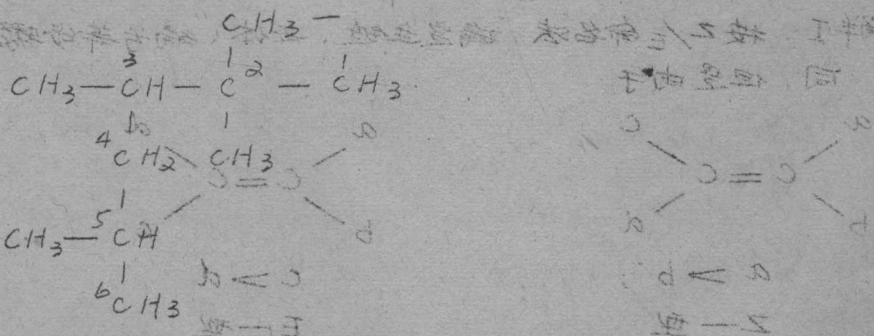
4-甲基-3-乙基庚烷

5. 用系统命名法命名下列化合物：



解：(1)首先确定最长的碳链(6)作主链，并根据主链含碳原子数叫做己烷；

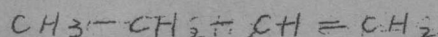
(2)将主链从最靠近支链的一端(两端都靠近支链，则以靠近支链多的一端开始编号)



(3)按支链在主链上的位置和数目命名，因此该化合物应命名为：

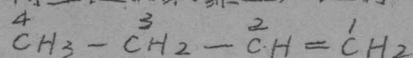
2,2,3,5-四甲基己烷

53. 用系统命名法命名下列化合物



解：(1) 确定含双键的最长碳链 C4 为主链，因此主链应称丁烯；

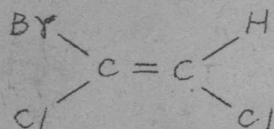
(2) 将主链从最靠近双键的一端开始编号 =



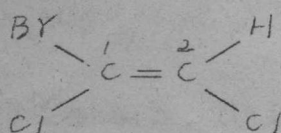
(3) 指出双键在主链上的位置，因此该化合物应命名为 =

丁烯-1 或 1-丁烯

54. 用系统命名法命名下列化合物：



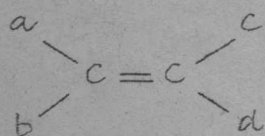
解：按顺反异构体命名法，首先确定主链是 2 烯；其次，根据氯原子和溴原子在化合物的不同作用，取决顺反异构主要取决于两个氯原子的相对位置，因此将溴代 2 烯确定为母体；第三，将母体中碳原子编号：



最后，根据两个氯原子在双键同侧的事实，因此该顺式异构体应命名为：

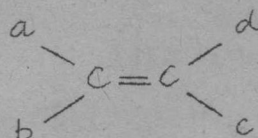
顺-1,2-二氯溴 2 烯

解 II. 按 Z/E 命名法，确定主链、母体、编号等步骤与前相同，但是由于



$a > b$;

Z-型



$c > d$

E-型

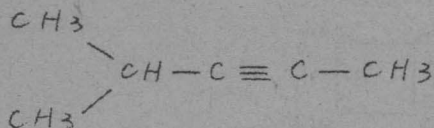
式中 $\text{Br} > \text{Cl}$;

$\text{Cl} > \text{H}$

因此该 E 型异构体应命名为：

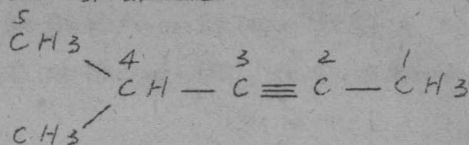
E-1,2-二氯溴 2 烯。

55. 用系统命名法命名下列化合物:



解: (1) 确定最长的含叁键的碳链C5为主链, 因此主链应称戊炔;

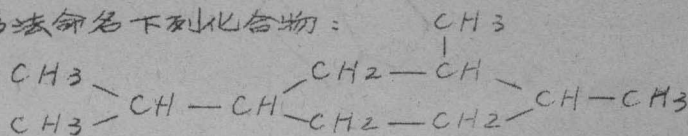
(2) 将主链从最靠近叁键的一端开始编号:



(3) 指出叁键的位置和支链(取代基)的位置和名称, 因此该化合物应命名为:

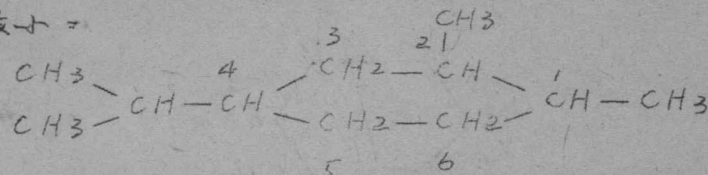
4-甲基戊炔-1或4-甲基-2-戊炔

56. 用系统命名法命名下列化合物:



解: (1) 首先确定碳环为母体, 并根据碳环含碳原子数及饱和情况, 母体命名为环己烷

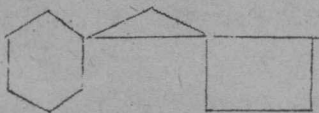
(2) 将碳环上碳原子编号, 使取代基(支链)的位置尽可能取最小:



(3) 指出取代基的名称、位置及数目, 因此该化合物应命名为:

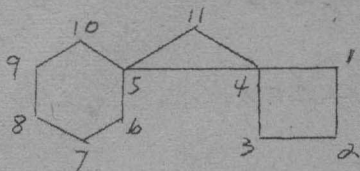
1,2-二甲基-4-异丙基环己烷

57. 用系统命名法命名下列化合物



解: (1) 首先从邻接螺原子较小环一端, 邻接螺原子的碳原子开始, 依小环碳原子顺序向大环碳原子顺序编号, 并

按螺原子编号数字尽可能小，因此：



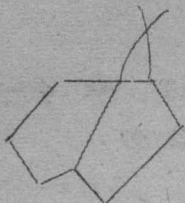
(2) 环中碳原子总数有十一个，因此应命名为十一烷。

(3) 指出化合物中螺原子数：二螺

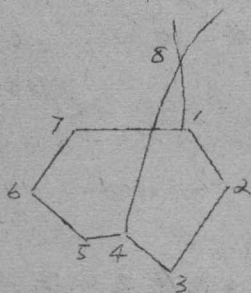
(4) 在螺字后面，用方括号中阿拉伯数字按顺序标出各环除了公用碳原子以外的碳原子数，因而化合物全称应为：

二螺〔3, 0, 5, 1〕十一烷

58. 用系统命名法命名下列化合物



解：(1) 对于桥环化合物，首先从公用碳原子开始，按顺序编号：



(2) 根据环中碳原子数为八个，确定烃的名称为辛烷

(3) 指出该桥环化合物为二环

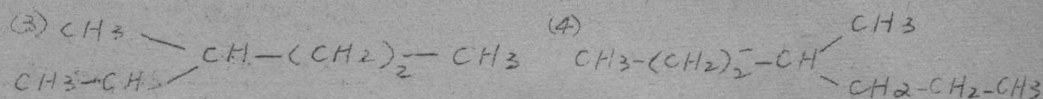
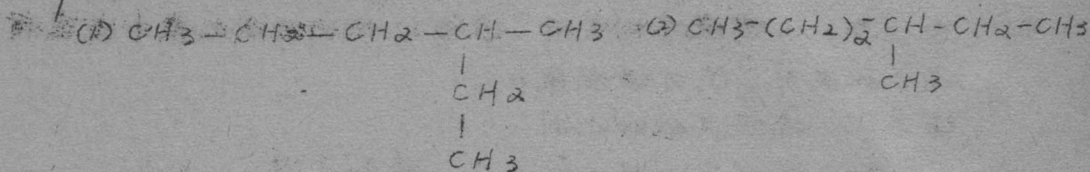
(4) 在环字后面，用方括号中阿拉伯数字按顺序标出各环除了公用碳原子以外碳原子数，即：

二环〔2, 3, 1〕

(5) 标出取代基的位置和数目，因此该桥环化合物全称应为：

8, 8-二甲基 二环〔2, 3, 1〕辛烷

59. 指出下列构造式哪些是代表同一化合物?

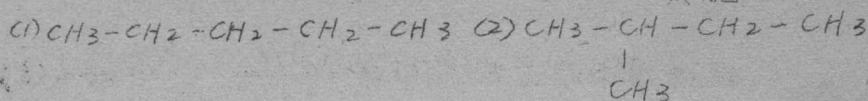


解: (1), (2), (3) 为同一化合物: 3-甲基己烷

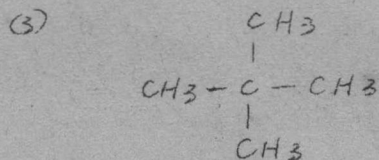
(4) 为另一化合物: 4-甲基庚烷

60. 写出 C_5H_{12} 可能存在的所有同分异构体的构造式, 并用系统命名法命名之。

解: 根据分子式 C_5H_{12} , 符合烷烃通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 因此为烷烃, 可能具如下同分异构体



戊烷
2-甲基丁烷 (或称异戊烷)



2, 2-二甲基丙烷 (或称新戊烷)

61. 某烃的分子量, 经测定为 78; 分子中碳原子数与氢原子数相等, 求分子式。

解: (1) 分子中碳原子数与氢原子数相等, 因此它的分子式可能是: C_nH_n

即 $(\text{CH})_n$

(2) 因此, 其实验式为 CH

(3) $n = \frac{\text{分子量}}{\text{碳原子量} + \text{氢原子量}} = \frac{78}{12 + 1} = 6$

(4) 所以, 该烃的分子式为: C_6H_6

62. 称取某纯有机物 3.26 克, 燃烧后得到二氧化碳 4.74 克, 水 1.92 克

克。並測得其分子量为60, 求其分子式。

解: 第一步, 从燃烧事物分析, 该有机物的组成元素中肯定有碳C和氢H, 还可能含有氧O。

第二步, 确定其组成比例 =

$$\begin{aligned} \text{C: 该样品中碳的质量} &= \frac{\text{碳原子量}}{\text{CO}_2 \text{ 分子量}} \times 4.74 \\ &= \frac{12 \times 4.74}{44} = 1.29 \text{ (克)} \end{aligned}$$

$$\text{该样品中碳占百分比} = \frac{1.29}{3.26} \times 100 = 39.6\%$$

$$\begin{aligned} \text{H: 该样品中氢的质量} &= \frac{2 \times \text{氢原子量}}{\text{H}_2\text{O 分子量}} \times 1.92 \\ &= \frac{2}{18} \times 1.92 = 0.213 \text{ (克)} \end{aligned}$$

$$\text{该样品中氢占百分比} = \frac{0.213}{3.26} \times 100 = 6.53\%$$

$$\text{样品中碳和氢总百分比} = 39.6\% + 6.53\% = 46.13\%$$

可见, 样品中还含有氧。

$$\text{O: 该样品中氧占百分比} = (100 - 46.13)\% = 53.87\%$$

第三步: 确定分子中各原子数目的比例 =

$$\text{C} = \frac{39.6}{12} = 3.3$$

$$\text{H} = \frac{6.53}{1} = 6.53$$

$$\text{O} = \frac{53.87}{16} = 3.36$$

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = 3.3 : 6.53 : 3.36 \approx 1 : 2 : 1$$

第四步: 因此, 该化合物的实验式为 CH_2O

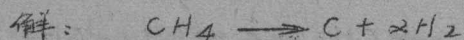
第五步: 可以肯定, 该化合物分子式为 $(\text{CH}_2\text{O})_n$

$$n = \frac{\text{分子量}}{\text{实验式分子量}} = \frac{60}{12 + 2 + 16} = \frac{60}{30} = 2$$

因此, 该化合物的分子式应为: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

63. 试计算 $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2$ 反应中的热效应。

— 9 —



反应中破裂的键 4 C-H 键

$$\text{破裂键需要的能量} = 98.7 \text{ 千卡/摩尔} \times 4 = 394.8 \text{ 千卡/摩尔}$$

反应中生成的键 2 H-H 键

$$\text{生成键放出的能量} = 104.2 \text{ 千卡/摩尔} \times 2 = 208.4 \text{ 千卡/摩尔}$$

$$\text{反应热} = \text{破裂键需要的能量} - \text{生成键放出的能量}$$

$$= 394.8 - 208.4$$

$$= 186.4 \text{ (千卡/摩尔)}$$

因为答案的“+”值表示吸热，“-”值表示放热，所以本反应为吸热反应，其吸热值为 186.4 千卡/摩尔。

64. 用反应式表示 2-甲基丁烯-1 (即 2-甲基-1-丁烯) 与下列试剂的反应:

(1) 溴的四氯化碳溶液;

(2) 高锰酸钾的碱性溶液;

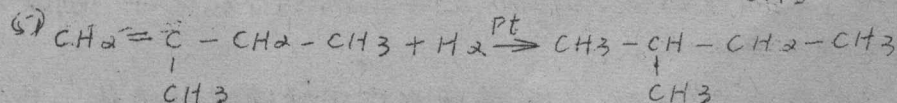
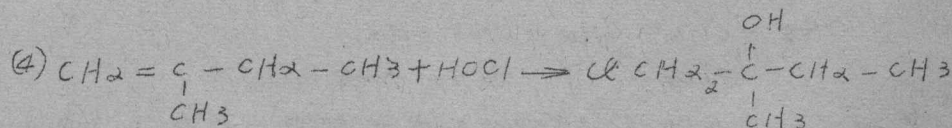
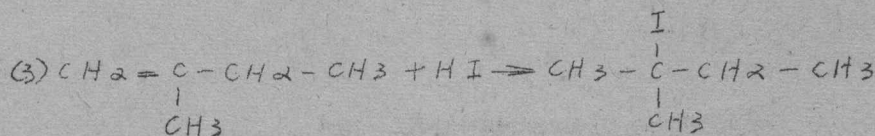
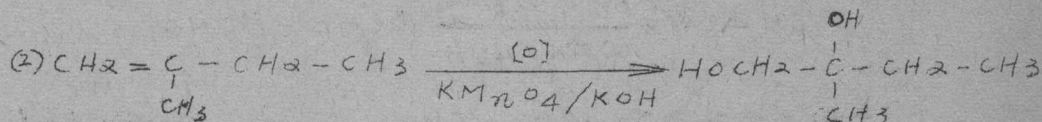
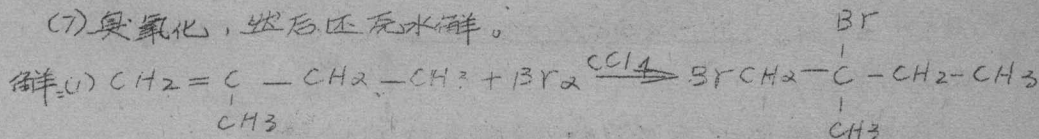
(3) 氢碘酸;

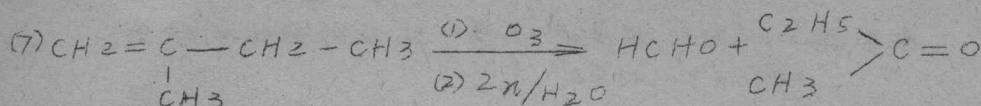
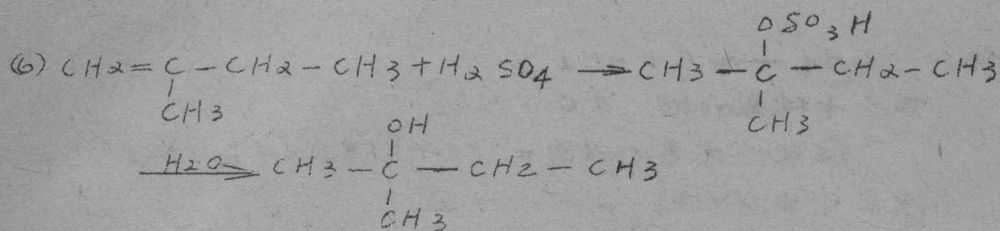
(4) 氯气和水;

(5) 氯气和铂催化剂;

(6) 硫酸、而后水解;

(7) 臭氧化, 然后还原水解。

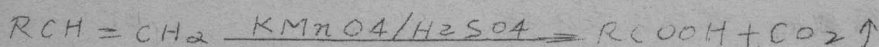




65. 某化合物, 其分子式为 C_5H_{10} , 能吸收一分子氢; 易与 $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ 作用, 只生成一分子 C_4 酸; 但经臭氧化还原水解后得到不具支链的两个不同的醛。试推断化合物可能的构造式。该化合物有没有顺反异构体呢? 为什么?

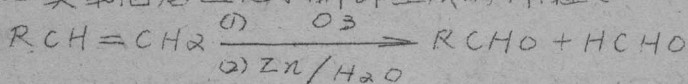
解: (1) 从分子式, 符合 C_5H_{10} (即 C_nH_{2n}) 分子式通式的只可能是烯烃或环烷烃。但是, 环烷^烃在常温条件下不与 KMnO_4 、 O_3 等反应, 而该化合物却易与 KMnO_4 、 O_3 等反应, 说明该化合物不是环烷烃而是烯烃。

(2) 烯烃被 KMnO_4 酸性溶液氧化, 即在双键处断裂并生成酸。该烯烃被 $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ 氧化后只生成一分子 C_4 酸, 说明双键在链端, 双键断裂后同时产生 CO_2 逸出。



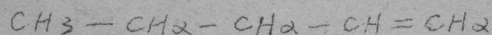
R 为 C_3H_7

(3) 烯烃臭氧化后还原水解即生成两种醛:



(4) 产物 R 为正丙基 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, 而不可能为异丙基 $\begin{smallmatrix} \text{CH}_3 \\ > \text{CH}- \\ \text{CH}_3 \end{smallmatrix}$

(5) 所以, 该化合物可能的结构式, 即:



戊烯-1 或 1-戊烯

(6) 由于双键在链端, 链端碳原子上有两个氢原子, 因此不可能有顺反异构体。

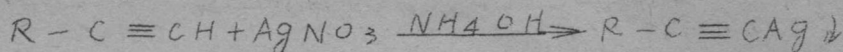
66. 某烃分子式为 C_5H_8 , 它与溴水作用能使溴水褪色, 与硝

酸银的氨水溶液作用可产生沉淀。试写出这个烃的各种可能的结构式。

解：(1) 符合分子式 C_5H_8 (即 C_nH_{2n-2}) 的化合物可能是炔烃和环烯烃。

(2) 因为能与硝酸银的氨水溶液作用，说明是炔烃，生成炔银沉淀。

(3) 能生成炔银沉淀，说明该炔烃的叁键在链端，即：

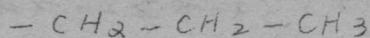


(4) 炔烃 $R-C \equiv CH$ 能与溴水反应使溴水褪色 =

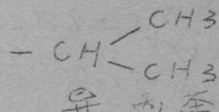


(5) 烃基 R 为 C_3H_7 ，它可能具有两种结构，即正丙基和异丙基。

基 =



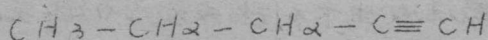
正 丙 基



异 丙 基

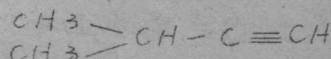
(6) 因此，这个烃可能具有两种结构式，即可能是戊炔-

(1)，也可能是 3-甲基丁炔-(1) =



戊 炔 -(1)

(即 1-戊炔)



3-甲基丁炔-(1)

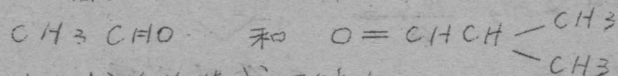
(即 3-甲基-1-丁炔)

67. 有两种烯烃 (A) 和 (B)，经催化加氢都得到烷烃 (C)。

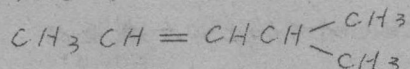
(A) 与臭氧作用，产物在少量锌粉作用下水解得 CH_3CHO 和 $(CH_3)_2CHCHO$ ，(B) 在同样条件下则得 $(CH_3)_2CO$ 和 CH_3CH_2CHO ，写出 (A)、(B) 和 (C) 的结构式和有关反应式。

解：(1) 烯烃臭氧化时，在双键处断裂，因此，从臭氧化后还原水解的产物，可以推断该烯烃的结构式即：

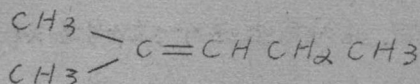
(A)：臭氧化后还原水解产物为：



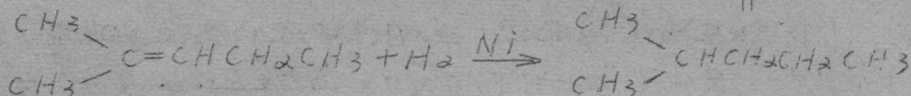
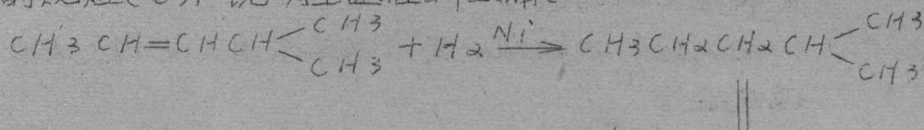
因此 (A) 的构造式可能为 =



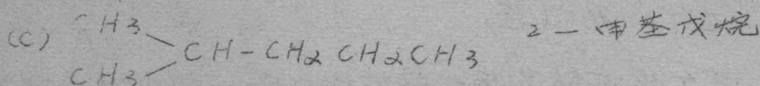
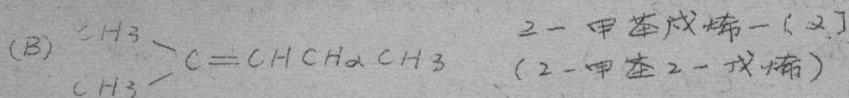
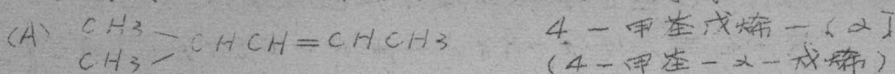
(B)：同理，(B) 的构造式可能为



(2) 将初步推断出来的(A)和(B)都催化加氢, 结果得到相同的烷烃(C), 说明上述推断正确:

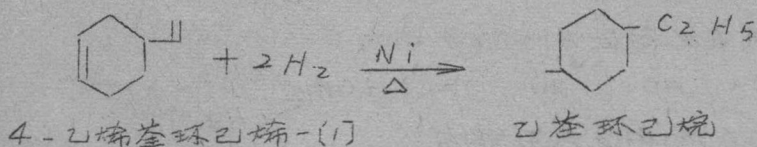
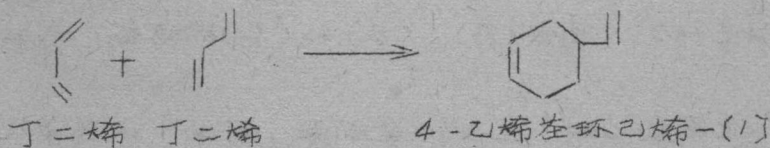


(3) 因此, (A)、(B)和(C)的结构式分别为:



68. 丁二烯聚合时, 除生成高分子化合物外, 还有一种环形结构的二聚体生成, 该二聚体发生下列诸反应: (1) 还原后生成乙基环己烷; (2) 溴化时可加上四个溴原子; (3) 氧化时生成β-羟基己二酸。试根据这些事实, 推断该二聚体的结构。

解: (1) 由于化合物加氢还原后碳骨架不变, 因此, 根据该化合物还原后生成乙基环己烷推断, 丁二烯是以下列方式形成二聚体的。



(2) 4-乙基环己烯-(1) 溴化时可加上四个溴原子:

