

Сильвия РАНГ, А. ТАЛВАРИ, О. ЭЙЗЕН

## МАСС-СПЕКТРЫ ЗАМЕЩЕННЫХ ЦИКЛОГЕКСЕНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

### 3. Циклогексил-, фенил- и бензилциклогексены

В настоящем сообщении рассматриваются вопросы, связанные с влиянием структуры, положения и степени водородной ненасыщенности заместителя на диссоциативную ионизацию 1- и 3-циклогексил-, 1- и 3-фенил- и 1- и 3-бензил-1-циклогексенов. В литературе имеется описание спектров 1-, 3- и 4-фенил-1-циклогексенов [1].

Аппаратура и методика проведения наших исследований приведены в [2]. Масс-спектры изученных соединений представлены в табл. 1—3.

Заместители с циклической структурой (циклогексил, бензил, фенил) обуславливают специфические процессы распада, различающиеся направлением фрагментации циклогексеновых углеводородов с алифатической боковой цепью. Влияние циклического заместителя определяется в основном его массой, водородной ненасыщенностью и положением.

Производные с циклическим заместителем из-за значительной стабильности циклических структур обладают большей устойчивостью молекулярных ионов по сравнению с соответствующими *n*-алкилциклогексенами. Например, значения  $W_m$  у 1- и 3-циклогексилциклогексенов примерно в 2 раза больше, чем у соответствующих *n*-гексилциклогексенов, при этом стабильность 1-изомера, как и у *n*-алкилциклогексенов, всегда выше стабильности 3-изомера.

Основной процесс распада циклогексилциклогексенов, который, вероятно, протекает путем разрыва связи между двумя циклами с перегруппировкой водорода, ведет к образованию ионов с  $m/e$  82. Этот специфический процесс сопровождается характеристическими реакциями фрагментации циклогексеновых и циклогексановых углеводородов с образованием ионов с  $m/e$  81 и 83 соответственно (табл. 1).

По сравнению с 3-изомером при распаде 1-циклогексил-1-циклогексена образуется в 2 раза больше (20% от полного ионного тока) ионов  $C_7$ — $C_{10}$ . В спектрах циклогексилциклогексенов при 50 эв преобладают пики ионов  $(C_nH_{2n-1})^+$  с  $m/e$  41, 55, 83,  $(C_nH_{2n-3})^+$  с  $m/e$  67, 81, 95,  $(C_nH_{2n-2})^+$  с  $m/e$  82, 96 и ион  $(C_6H_7)^+$  с  $m/e$  79, суммарные интенсивности которых составляют 54 (1-изомер) и 65% (3-изомер).

Наиболее вероятные пути образования некоторых ионов, подтвержденные метастабильными переходами, приведены в табл. 4.

Масс-спектры 1- и 3-циклогексил-1-циклогексенов при 14, 20 и 50 эв

$m/e$	1-Циклогексил-1-циклогексен										3-Циклогексил-1-циклогексен									
	Энергия ионизирующих электронов, эв																			
	14		20		50		14		20		50		14		20		50		14	
	B	$\Sigma$	B	$\Sigma$	B	$\Sigma$	B	$\Sigma$	B	$\Sigma$	B	$\Sigma$	B	$\Sigma$	B	$\Sigma$	B	$\Sigma$	B	$\Sigma$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13								
26					1,28	0,14						0,15					1,11			
27					13,35	1,49						1,52					11,04			
28			1,61	0,35	1,70	0,19			1,70	0,43		0,19					1,35			
29					13,87	1,54						1,46					10,63			
39					19,52	2,17						2,42					17,54			
40					3,02	0,34						0,32					2,30			
41				0,30	55,93	6,22			3,91	0,95		7,62					55,33			
42			1,41		2,76	0,31						0,35					2,51			
43					3,81	0,42						0,37					2,72			
51					3,68	0,41						0,39					2,83			
52					3,29	0,37						0,32					2,30			
53					16,44	1,83						2,08					15,13			
54			3,33	0,72	13,87	1,54	1,23	0,39	4,60	1,12		1,97					14,31			
55	1,46	0,50	16,84	3,68	54,24	6,03	4,05	1,28	36,12	8,84		11,59					84,21			
56					2,76	0,31			1,54	0,37		0,48					3,45			
63					1,04	0,12														
65					8,73	0,97						0,81					5,86			
66			1,64	0,34	4,99	0,56						0,52					3,77			
67	0,98	0,33	32,91	7,19	79,66	8,86			1,21	0,29		8,36					60,73			
68	3,50	1,19	10,43	2,28	16,95	1,89	9,34	2,95	35,41	8,55		1,07					7,77			
69			1,70	0,38	4,60	0,51	2,84	0,90	5,71	1,38		0,29					2,09			
75					2,10	0,23														
77					19,52	2,17						1,69					12,27			
78			1,20	0,27	6,44	0,72						0,53					3,87			
79	1,71	0,58	12,84	2,81	55,93	6,22	1,23	0,39	6,73	1,64		4,64					33,74			
80	8,55	2,90	18,40	4,03	27,74	3,08	15,84	5,00	22,74	5,56		4,09					29,69			
81	8,29	2,81	33,71	7,36	66,10	7,35	14,46	4,57	36,44	8,89		9,10					66,13			
82	65,52	22,20	100,00	21,88	100,00	11,12	100,00	31,58	100,00	24,46		13,77					100,00			
83	19,85	6,73	42,50	9,29	50,85	5,65	34,09	10,77	52,30	12,78		8,17					59,38			



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
84	1,14	0,39	2,10	0,45	2,63	0,29	1,93	0,61	2,81	0,69	3,03	0,42
91			1,24	0,26	17,98	2,00	1,98	0,63	3,70	0,91	11,45	1,58
92					3,42	0,38					1,67	0,23
93	1,71	0,58	10,22	2,23	25,17	2,80			2,61	0,64	5,44	0,75
94	4,39	1,49	9,71	2,13	12,33	1,37	2,47	0,78	3,50	0,86	3,66	0,50
95	1,79	0,61	6,10	1,33	13,35	1,49	1,13	0,36	7,10	0,52	3,45	0,48
96	8,55	2,90	11,45	2,50	12,33	1,37	7,05	2,23	7,10	1,73	6,17	0,85
97	7,22	2,45	9,70	2,13	9,76	1,09	6,17	1,95	6,20	1,51	5,44	0,75
98					1,00	0,11					1,57	0,22
103					1,16	0,13						
105					3,42	0,38					1,24	0,17
106					1,24	0,14						
107	2,44	0,83	8,04	1,75	13,35	1,49	1,39	0,44	2,60	0,65	3,45	0,48
108	5,88	1,99	8,70	1,91	8,73	0,97	3,70	1,17	4,43	1,08	3,77	0,52
109	2,93	0,99	4,94	1,06	6,83	0,76	2,31	0,73	2,81	0,69	3,03	0,42
110					0,92	0,10						
115					0,92	0,10						
119	5,88	1,99	10,93	2,39	1,00	0,11						
121					14,90	1,66	3,70	1,17	4,80	1,17	4,60	0,63
122	5,88	1,99	8,71	1,91	10,27	1,14	4,76	1,50	4,91	1,21	4,60	0,63
123			2,03	0,44	2,34	0,25	1,34	0,42	1,24	0,29	1,24	0,17
135	5,08	1,72	8,51	1,86	9,25	1,03	3,88	1,22	4,10	0,99	3,56	0,49
136	2,03	0,69	2,20	0,49	2,37	0,26	1,55	0,49	1,22	0,29	1,18	0,16
149	2,03	0,69	2,44	0,53	2,63	0,29	1,77	0,56	1,70	0,41	1,56	0,22
162	2,28	0,77					1,29	0,41				
164	100,00	33,88	53,10	11,62	50,85	5,65	72,73	22,97	31,54	7,70	29,69	4,09
165	12,03	4,08	6,12	1,33	4,86	0,54	7,75	2,45	3,71	0,91	2,93	0,40
166	1,06	0,36										
W <sub>м</sub>		37,96	12,95		6,20	25,41	8,60				4,49	

Таблица 2

Масс-спектры 1- и 3-фенил-1-циклогексенов при 14, 20 и 50 эв

[illegible]



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
80	3,10	1,89	7,50	2,35	10,56	1,55	2,82	1,53	8,12	2,25	13,15	1,43
81					1,81	0,27			1,20	0,32	3,07	0,33
87					1,07	0,16					1,11	0,12
88											0,85	0,09
89					4,68	0,69					6,44	0,70
90											1,16	0,13
91	0,68	0,41	5,80	1,72	28,66	4,20	0,58	0,31	5,80	1,60	39,62	4,30
92					2,34	0,34					3,51	0,38
101					1,07	0,16					1,51	0,16
102					9,05	1,33					8,48	0,92
103					5,03	0,74					8,04	0,87
104	1,55	0,94	6,80	2,04	12,07	1,77	2,24	1,21	8,91	2,45	22,30	2,42
105					1,40	0,21	0,83	0,45	2,24	0,61	5,56	0,60
113											1,07	0,12
114											1,56	0,17
115					51,28	7,52	0,66	0,36	11,90	3,30	69,81	7,57
116			13,11	3,91	7,54	1,11			3,31	0,90	9,43	1,02
117	1,32	0,80	7,50	2,35	13,58	1,99	1,57	0,85	8,03	2,20	18,87	2,05
118					1,39	0,20			1,02	0,28	2,31	0,25
126					1,29	0,19					2,00	0,22
127											13,15	1,43
128			7,50	2,35	10,56	1,55			1,24	0,33	43,40	4,71
129	6,06	3,69	40,80	12,19	37,71	5,53	1,08	0,58	7,60	2,10	100,00	10,85
130	15,15	9,21	51,05	15,24	78,43	11,49	7,12	3,86	39,50	10,93	86,79	9,41
131	1,55	0,94	4,71	1,41	70,89	10,39	19,23	10,41	51,20	14,15	9,15	0,99
139					5,96	0,87	1,82	0,99	5,41	1,50	1,16	0,13
141					0,93	0,14					7,46	0,81
142					5,50	0,81			1,70	0,46	4,83	0,52
143	12,55	7,63	34,71	10,36	3,04	0,45			1,74	0,47	50,94	5,53
144	1,55	0,94	3,63	1,09	43,74	6,41	11,98	6,49	32,80	9,07	8,34	0,90
145					4,33	0,63	2,24	1,21	5,81	1,60	1,96	0,21
146											1,34	0,15
151											1,42	0,15
152					1,87	0,27					4,39	0,48
153					1,75	0,26					4,97	0,54
154	0,81	0,49			1,29	0,19	5,83	3,16	1,40	0,38	10,29	1,12
155					1,40	0,21	1,16	0,63	8,11	2,25	3,95	0,43
156	1,16	0,71			1,05	0,15	6,80	3,68	2,21	0,61	4,97	0,54
157			1,30	0,40	6,03	0,88			5,60	1,55	11,44	1,24
158	100,00	60,81	7,50	2,35	100,00	0,88	100,00	54,16	8,30	2,31	98,11	10,64
159	11,25	6,84	100,00	29,87	10,56	14,65	11,66	6,31	100,00	27,66	12,58	1,36
160			11,51	3,44		1,55	0,78	0,42	11,90	3,30	0,89	0,10
W M	67,66		32,98		16,08		60,47		30,65		11,8	

Таблица 3

$m/e$	1-Бензилциклотексен				Энергия ионизирующих электронов, эв												3-Бензилциклотексен			
	14		20		50		14		20		50		14		20		50			
	$B$	$\Sigma$	$B$	$\Sigma$	$B$	$\Sigma$	$B$	$\Sigma$	$B$	$\Sigma$	$B$	$\Sigma$	$B$	$\Sigma$	$B$	$\Sigma$	$B$	$\Sigma$		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13								
1																				
26					1,50	0,18														
27					14,23	1,76														
28					2,11	0,26														
29					7,26	0,90														
38					1,06	0,13														
39					26,34	3,25														
40					3,20	0,40														
41					21,08	2,60														
42					1,71	0,21														
43					1,06	0,13														
45					0,92	0,11														
50					3,42	0,42														
51					15,28	1,89														
52					4,98	0,62														
53				0,24	12,65	1,56														
54			1,08		1,35	0,17														
55					4,84	0,60														
62					1,57	0,19														
63					10,01	1,24														
64					3,28	0,40														
65					25,82	3,18														
66			1,08	0,24	4,41	0,55														
67			1,85	0,42	4,84	0,60														
68					1,06	0,13														
73					0,81	0,10														
74					1,00	0,12														
75					2,42	0,30														
76					3,56	0,44														
77					17,39	2,15														
78					8,96	1,11														
79	1,11	0,47	10,61	2,38	22,66	2,80														



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
80	25,16	10,53	44,85	10,07	35,14	4,34	100,00	52,74	83,33	31,31	55,17	13,36
81	31,78	13,30	100,00	22,44	100,00	12,34	48,76	25,72	100,00	37,57	100,00	24,22
82	2,10	0,88	6,63	1,49	6,55	0,81	3,03	1,60	6,47	2,43	6,61	1,60
89					8,43	1,04					2,55	0,62
90					1,85	0,23						
91	11,42	4,78	46,13	10,35	92,31	11,39	9,96	5,26	30,35	11,40	53,45	12,95
92	2,22	0,93	7,51	1,69	11,59	1,43	2,10	1,11	4,57	1,72	6,61	1,60
93			1,14	0,26	1,92	0,24						
94	1,98	0,83	4,89	1,10	3,99	0,49						
102					5,13	0,63						
103					5,98	0,74						
104	18,72	7,84	47,42	10,64	47,37	5,84	1,56	0,82	1,80	0,68	1,34	0,33
105	1,98	0,83	5,37	1,21	6,27	0,77					1,92	0,46
114					1,00	0,12						
115			2,99	0,67	36,67	4,52						
116			2,27	0,51	9,48	1,17					4,25	1,03
117			6,63	1,49	13,17	1,63					1,15	0,28
118			2,75	0,62	3,56	0,44					1,28	0,31
126					0,94	0,12						
127					8,43	1,04					0,96	0,23
128			2,75	0,62	24,76	3,06					2,81	0,68
129	3,95	1,65	18,12	4,07	35,14	4,34			1,05	0,40	2,62	0,63
130	4,94	2,07	12,37	2,78	14,75	1,82					0,77	0,19
131	1,30	0,54	4,54	1,02	5,41	0,67						
139					1,12	0,14						
141					1,12	0,14					0,89	0,22
142					6,69	0,83						
143					3,56	0,44						
144	1,73	0,72	5,74	1,29	8,40	1,04						
152	1,85	0,78	4,18	0,94	3,99	0,49						
153					1,22	0,15						
157					1,00	0,12						
157					1,35	0,17						
167			1,37	0,31	1,04	0,13						
170	1,54	0,65	1,14	0,26								
171	1,23	0,52	1,43	0,32	1,85	0,23						
172	100,00	41,85	70,97	15,93	42,78	5,28	15,26	8,05	8,37	3,15	4,72	1,14
173	14,57	6,10	10,16	2,28	5,98	0,74	2,19	1,15	1,24	0,46	0,67	0,16
174	0,94	0,41										
W <sub>M</sub>		47,95		18,21		5,99		9,20		3,59		1,30

Таблица 4

## Метастабильные ионы в масс-спектрах циклогексил-, фенил- и бензилциклогексенов

$m^*$	$m_p^*$	Переход	Боковая цепь и ее положение					
			Циклогексил		Фенил		Бензил	
			1	3	1	3	1	3
25,1	25,1	$67^+ = 41^+ + 26$						
33,8	33,8	$80^+ = 52^+ + 28$					+	+
34,7	34,7	$81^+ = 53^+ + 28$					+	+
36,5	36,4	$83^+ = 55^+ + 28$	+	+				
37,1	37,1	$41^+ = 39^+ + 2$	+	+			+	+
38,2	38,2	$\left\{ \begin{array}{l} 172^+ = 81^+ + 91 \\ 104^+ = 63^+ + 41 \end{array} \right\}$					+	
41,2	41,2	$109^+ = 67^+ + 42$	+	+				
46,4	46,4	$91^+ = 65^+ + 26$			+	+		
46,8	46,8	$96^+ = 67^+ + 29$	+					
47,3	47,3	$95^+ = 67^+ + 28$	+					
54,3	54,2	$124^+ = 82^+ + 42$	+	+				
56,2	56,2	$164^+ = 96^+ + 68$	+					
63,1	63,1	$67^+ = 65^+ + 2$					+	
68,3	68,3	$96^+ = 81^+ + 15$	+				+	
71,1	71,1	$164^+ = 108^+ + 56$	+	+				
75,0	75,1	$79^+ = 77^+ + 2$		+				+
77,1	77,0	$81^+ = 79^+ + 2$	+	+			+	+
89,3	89,3	$164^+ = 121^+ + 43$	+	+				
96,8	96,8	$172^+ = 129^+ + 43$					+	
98,3	98,3	$172^+ = 130^+ + 42$					+	
105,3	105,3	$158^+ = 129^+ + 29$			+	+		
107,0	107,0	$158^+ = 130^+ + 28$			+	+		
111,1	111,1	$164^+ = 135^+ + 29$	+	+				
112,8	112,8	$143^+ = 127^+ + 16$					+	+
113,6	113,6	$142^+ = 127^+ + 15$					+	+

$m^*$  — обнаружено в спектре,  $m_p^*$  — рассчитано. 1 и 3 — 1- и 3-изомеры.

Влияние бензольного ядра на фрагментацию определяется его расстоянием от циклогексенового кольца. Его непосредственное присоединение к циклогексеновому кольцу приводит к своеобразному распаду фенилциклогексенов (табл. 2). Введение  $\text{CH}_2$ -группы между циклогексеновым и фенильным кольцами сопровождается уменьшением влияния последнего на распад молекулы. В масс-спектрах бензилциклогексенов (табл. 3) основными являются характеристические для циклогексеновых углеводородов ионы с  $m/e$  81, образующиеся, по-видимому, в результате разрыва  $\alpha$ -связи (к циклогексеновому ядру). При более высоких энергиях с этой реакцией начинает конкурировать другая — образование ионов тропилия с  $m/e$  91. На первом этапе распада молекулярного иона преобладает образование ионов с  $m/e$  80 и 81. В области массовых чисел 100—150 в спектре 1-бензил-1-циклогексена присутствуют группы достаточно интенсивных линий с преобладанием ионов с  $m/e$  104, 115, 129 и 143. Образование некоторых из них подтверждается наличием метастабильного иона в спектре (табл. 4). В спектре 3-бензил-1-циклогексена линии в указанном участке спектра практически отсутствуют.

У 1-изомеров бензилциклогексенов интенсивность пиков молекулярных ионов в 9 раз и значения  $W_M$  в 5 раз больше, чем у 3-изомеров.

Специфичность распада исследованных соединений отражается также на форме кривых распределения интенсивностей по числу атомов углерода в ионах.



## Выводы

Характер масс-спектров циклогексеновых углеводородов определяется структурой, положением, степенью водородной ненасыщенности заместителя.

Производные циклогексенов с циклическими заместителями обладают большей устойчивостью молекулярного иона, чем соответствующие *n*-алкилциклогексены. Стабильность молекулярного иона 1-изомера, как правило, больше, чем стабильность молекулярного иона 3-изомера.

При распаде молекул циклогексилциклогексенов под действием электронного удара образуются в основном осколочные ионы с  $m/e$  82, что соответствует формальному разрыву С—С-связи между двумя циклами с перегруппировкой водорода, с одной стороны, и ионов, характерных для *n*-алкилциклогексанов и *n*-алкилциклогексенов, с другой.

Влияние бензольного кольца на процесс диссоциативной ионизации монозамещенных циклогексенов определяется его расстоянием от циклогексенового кольца. В результате своеобразного механизма распада фенилциклогексенов, заключающегося, вероятно, в разрушении циклогексенового кольца, образуются преимущественно ионы  $(M - CH_3)^+$ ,  $(M - C_2H_4)^+$ ,  $(M - C_2H_5)^+$  и  $(M - C_3H_7)^+$ . Разрыв С—С-связи между двумя циклами в фенилциклогексенах происходит с малой вероятностью.

При распаде бензилциклогексенов при высоких энергиях электронов в результате разрыва С—С-связи между двумя группами (циклогексеновой и бензильной) образуются характеристические для циклогексеновых углеводородов ионы с  $m/e$  81, с одной стороны, и характеристические для ароматических углеводородов ионы с  $m/e$  91, с другой. При низких энергиях электронов образуются в основном осколки с  $m/e$  80 и 81.

Масс-спектры позиционных изомеров сходны, но отличаются значениями интенсивностей пиков характеристических ионов. Масс-спектры 1- и 3-фенилциклогексенов практически идентичны.

Количественные различия в спектрах изомеров позволяют проводить их идентификацию.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Stenhagen E., Abrahamsson S., Lafferty F. M., Atlas of Mass Spectral Data, 1—3, 1969.
2. Ранг С., Талвари А., Эйзен О., Изв. АН ЭССР, Хим. Геол., 23, 3 (1974).

Институт химии  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
13/II 1974

Silvia RANG, A. TALVARI, O. EISEN

## ASENDATUD TSÜKLOHEKSEENIDE MASSISPEKTRID

### 3. Tsükloheksüül-, fenüül- ja bensüültsükloheksenid

Võrreldakse 1- ja 3-tsükloheksüül-, 1- ja 3-fenüül- ning 1- ja 3-bensüül-1-tsükloheksenide massispektreid (ioniseerivate elektronide energia 10—50 eV) ning selgitatakse kõrvalahela struktuuri ja asendi mõju nimetatud ühendite dissotsiatiivsele ionisatsioonile elektronilöögi toimet. Ilmneb, et kõrvalahela struktuuril on nende ühendite lagunemisele suur mõju.

Tsükloheksüül- ja fenüülsüklohekseenide massispektrid erinevad pika kõrvalahelaga ( $n_C > 3$ ) *n*-alküülsüklohekseenide omadest. Samuti on erinevad bensüülsüklohekseenide ja sama süsinikuaatomite arvuga *n*-alküülsüklohekseenide spektrid, kuigi nende põhiioon on sama ( $m/e$  81).

Tsükliised asendajad suurendavad molekulaarse iooni stabiilsust ( $W_M$ ), võrreldes sama süsinikuaatomite arvuga *n*-alküülsüklohekseenide stabiilsusega. 1-isomeeride  $W_M$  väärtused on reeglina suuremad kui 3-isomeeride omad.

Isomeersete ühendite massispektrid on lähedased. Kvantitatiivsed erinevused spektrites, mis enamikul juhtudel on suuremad siis, kui ioniseerivate elektronide energia väärtus on väike, võimaldavad isomeere identifitseerida.

Silvia RANG, A. TALVARI, O. EISEN

## MASS SPECTRA OF SUBSTITUTED CYCLOHEXENES

### 3. Cyclohexyl-, phenyl- and benzylcyclohexenes

Mass spectra of 1- and 3-cyclohexyl-, 1- and 3-phenyl-, 1- and 3-benzyl-1-cyclohexenes have been investigated at energies of bombarding electrons of 10—50 eV.

Mass spectra of cyclohexyl- and phenylcyclohexenes differ from those of *n*-alkylcyclohexenes. Benzylcyclohexenes, on the one hand, and *n*-alkylcyclohexenes with the same number of carbon atoms in a molecule, on the other, give different spectra, despite their common base peak at  $m/e$  81.

The substituents of a cyclic structure increase the molecular ion stability in comparison with that of the *n*-alkylcyclohexenes with the same *n*. 1-isomers, as a rule, have higher  $W_M$  values than the 3-isomers.

The regularities discovered may be used for identifying hydrocarbons of the cyclohexene series.

Таблица 1

Поверхностная концентрация ПАВ (мг/г) и масс-спектры (отношение интенсивностей пиков к основному пиковому значению) для растворов ПАВ в гексане. Значения  $W_M$  приведены для пиков с  $m/e$  81.

ПАВ	Концентрация ПАВ (мг/г)	$W_M$ (отношение интенсивностей пиков к основному пиковому значению)
1-циклогексил-1-циклогексен	0,125	0,083
1-фенил-1-циклогексен	0,125	0,083
1-бензил-1-циклогексен	0,125	0,083
3-циклогексил-1-циклогексен	0,125	0,083
3-фенил-1-циклогексен	0,125	0,083
3-бензил-1-циклогексен	0,125	0,083
1-циклогексил-2-метил-1-циклогексен	0,125	0,083
1-фенил-2-метил-1-циклогексен	0,125	0,083
1-бензил-2-метил-1-циклогексен	0,125	0,083
3-циклогексил-2-метил-1-циклогексен	0,125	0,083
3-фенил-2-метил-1-циклогексен	0,125	0,083
3-бензил-2-метил-1-циклогексен	0,125	0,083