

## 8. Основные положения теории химического строения органических веществ А. М. Бутлерова

Органическая химия есть химия углеводов и их производных, т. е. продуктов, образующихся при замене водорода другими атомами или группами атомов.

Основные положения теории химического строения органических соединений были сформулированы профессором Казанского университета А. М. Бутлеровым в 1861 г.

1. Атомы в молекулах соединяются в строго определенном порядке в соответствии с валентностью элементов. Углерод в органических соединениях всегда четырехвалентен.
2. Свойства веществ зависят не только от их количественного и качественного состава, но и от того, в каком порядке соединены атомы в молекулах, т.е. от химического строения.
3. Атомы и группы атомов в молекулах взаимно влияют друг на друга.
4. Свойства веществ определяются их строением, и, наоборот, зная строение, можно прогнозировать свойства.
5. Химическое строение веществ может быть установлено химическими методами.

Теория химического строения А.М. Бутлерова претерпела эволюцию, важнейшие направления которой:

1. Появление электронных теорий в органической химии, позволявших сформулировать зависимость химического поведения органических веществ от электронного строения.
2. Стереохимические представления, определившие связь химических свойств веществ с пространственным строением.

Особенности органических соединений, их многообразие определяются, прежде всего, электронным строением атома углерода, который в органических соединениях проявляет валентность равную четырем и может находиться в  $sp^3$ -,  $sp^2$ - и  $sp$ -гибридном состоянии. Поэтому связь между атомами может осуществляться

одной, двумя и тремя электронными парами, т.е. быть одинарной ( $\sigma$ -связь), двойной ( $1\sigma$ -связь и  $1\pi$ -связь), тройной ( $1\sigma$ -связь и  $2\pi$ -связи). Исключительное свойство углерода – способность образовывать цепи атомов различной длины и циклические структуры.

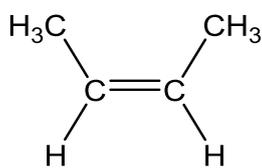
Из второго положения теории строения вытекает наличие у органических веществ гомологии и изомерии. *Гомологическим рядом* называют совокупность органических соединений, обладающих сходным строением и свойствами и отличающихся друг от друга по составу на одну или несколько групп  $-\text{CH}_2-$ . Представителей одного гомологического ряда называют *гомологами*.

*Изомеры* – вещества, которые имеют одинаковый количественный и качественный состав, но различаются строением молекул, а, следовательно, и свойствами. Различают структурную и пространственную (стерео-) изомерию. К структурной изомерии относятся:

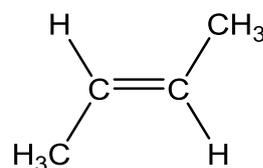
- изомерия углеродного скелета (например, н-бутан и изобутан);
- изомерия положения кратной связи в молекуле (например, 2-метил-1-бутен и 2-метил-2-бутен);
- изомерия положения функциональной группы (например, 1-хлорпропан и 2-хлорпропан);
- межклассовая изомерия или метамерия (например, бутин-1 и бутадиен-1,3).

В пространственных изомерах порядок связи атомов в молекулах совпадает, а их расположение в пространстве различается, что вызывает различие в свойствах. К пространственной относится геометрическая изомерия. Она возможна

- у алкенов, за счет разного расположения заместителей в пространстве относительно плоскости двойной связи;
- у циклоалканов, за счет разного расположения заместителей в пространстве относительно цикла. Например,



*Цис-бутен-2*



*Транс-бутен-2*

## 9. Классификация органических веществ. Систематическая номенклатура.

Классификацию органических веществ проводят по разным признакам.

1. *По строению углеродной цепи (скелета)*: ациклические; гетероциклические; карбоциклические.

2. *По степени насыщенности (кратности) углерод-углеродных связей*: предельные (алканы, циклоалканы); непредельные (алкены, арены, алкины, диены и т.д.).

3. *По наличию функциональных групп*: углеводороды; кислородсодержащие соединения (спирты, фенолы, простые эфиры, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты, сложные эфиры кислот); галогеносодержащие; азотсодержащие соединения (нитросоединения, амины); аминокислоты и т.д.

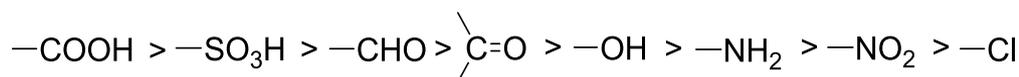
Для того, чтобы называть органические соединения используют тривиальные названия, рациональную и систематическую или международную (IUPAC) **номенклатуру**.

*Тривиальные* названия соединений обычно возникали от названия сырья, из которого их выделяли (муравьиная кислота, салициловая кислота и т.д.), указывали на какое-либо из характерных свойств. Такое название не отражает строение вещества и не позволяет составить формулу по его названию.

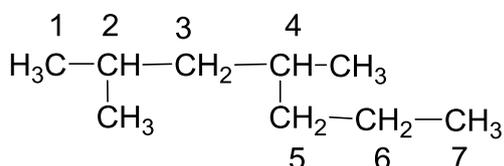
По *рациональной* номенклатуре любое органическое соединение данного гомологического ряда называется, как производное простейшего.

По *международной* номенклатуре определяющим фрагментом, лежащим в основе (в корне) названия ациклических соединений, является самая длинная углеродная цепь, а для циклических – цикл. Для алканов главная цепь – это самая длинная цепь последовательно связанных между собой атомов углерода; для непредельных соединений – самая длинная цепь, содержащая кратные связи; для функциональных производных - самая длинная цепь, содержащая функциональную группу. Длинная цепь нумеруется с того конца, относительно которого ближе расположен заместитель (в алканах), кратная связь (в непредельных соединениях), функциональная группа (в функциональных производных).

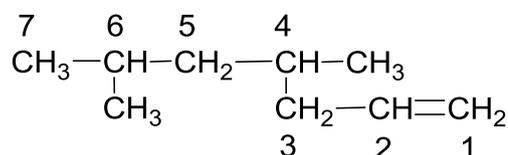
Заместители, находящиеся в главной цепи, называют в приставке, указывая числами номера атомов углерода главной цепи, с которыми они связаны. Одинаковые заместители или группы обозначаются числовыми приставками ди- (2), три- (3), тетра- (4), пента- (5) и т.д. Если молекула соединения содержит несколько функциональных групп, то старшая указывается в суффиксе названия, а другие в приставке. Старшинство групп уменьшается в ряду:



В суффиксе названия отражается насыщенность соединения. Предельные соединения (алканы, циклоалканы) имеют суффикс *ан*, наличие двойной связи обозначают суффиксом *ен*, тройной – *ин*.



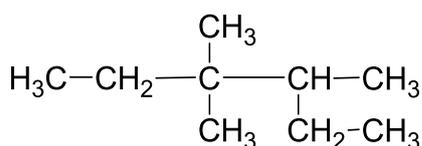
2,4-диметилпентан



4,6-диметилпентен-1

## Задания

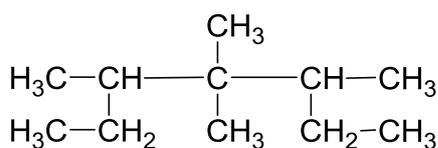
1. По международной номенклатуре соединение, формула которого



называется:

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1) 3,3-диметил-4-этилпентан | 3) 2-этил-3,3-диметилпентан |
| 2) 3,3,4-триметилгексан     | 4) 3,4,4-триметилгексан     |

2. По международной номенклатуре соединение, формула которого



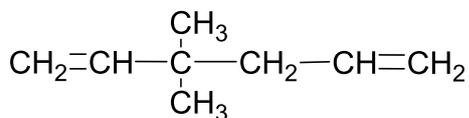
называется:

- |                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1) 3,3-диметил-2,4-диэтилпентан | 3) 3,4,4-триметил-5-этилгексан |
|---------------------------------|--------------------------------|

2) 3,3,4-триметил-2-этилгексан

4) 3,4,4,5-тетраметилгептан

3. По международной номенклатуре соединение, формула которого



называется:

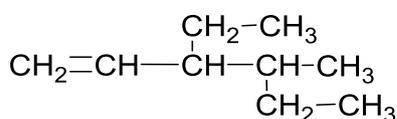
1) 3,3-диметилгексен

3) 3,3-диметилгексадиен-1,5

2) 4,4-диметилгексадиен-1,5

4) 3,3-метилгексадиен-1,5

4. По международной номенклатуре соединение, формула которого



называется:

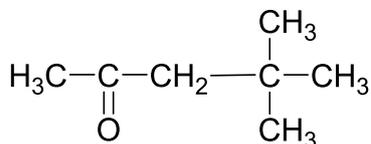
1) 3-метил-4-этилгексен-5

3) 3,4-диэтилпентен-1

2) 3-винил-4-метилгексан

4) 4-метил-3-этилгексен-1

5. По международной номенклатуре соединение, формула которого



называется:

1) 2,2-диметилпентанон-4

3) 4,4-диметилпентаналь

2) 4,4-диметилпентанон-2

4) ацетон

6. В молекуле пропантриола:

1) пять атомов углерода и три гидроксильные группы

3) четыре атома углерода и три двойные связи

2) три атома углерода и три гидроксильные группы

4) три атома углерода и три двойные связи

7. Молекула пропеновой (акриловой) кислоты содержит:

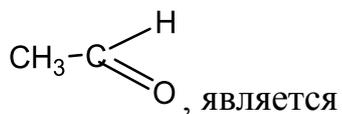
1) три атома углерода и одну двойную связь

2) пять атомов углерода и одну двойную связь

3) три атома углерода и две двойные связи

4) три атома углерода и одну тройную связь

8. Вещество, формула которого



, является

1) алканом

3) альдегидом

2) спиртом

4) карбоновой кислотой

9. Формула фенола:

1)  $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH}$

3)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$

2)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$

4)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$

10. Изопрен относится к гомологическому ряду, общая формула которого:

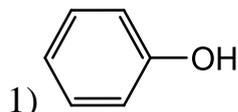
1)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

3)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$

2)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

4)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$

11. К классу углеводов относится вещество, формула которого:

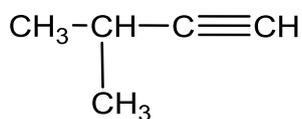


3)  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$

2)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

4)  $\text{C}_3\text{H}_7-\text{O}-\text{C}_3\text{H}_7$

12. Вещество, формула которого



, называется:

1) 3-метилбутен-1

3) 3-метилбутин-1

2) 2-метилбутин-3

4) пентин-1

13. Гидроксильная группа имеется в молекуле следующего соединения:

1) феноле

3) анилине

2) стироле

4) диэтиловом эфире

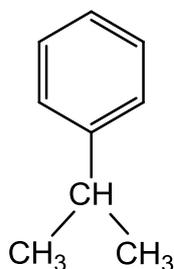
14. Аминогруппа имеется в молекуле следующего соединения:

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| 1) глицине       | 3) глицерине |
| 2) формальдегиде | 4) стироле   |

15. Пространственными изомерами являются:

- |                                     |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1) 2-метилбутан и 2,2-диметилпропан | 3) пентадиен-1,2 и пентадиен-1,3 |
| 2) цис-пентен-2 и транс-пентен-2    | 4) бутанол-1 и бутанол-2         |

16. В молекуле кумола (изопропилбензола)



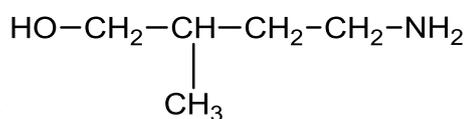
атомы углерода находятся в гибридных состояниях:

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1) $sp^3$ и $sp^2$ | 3) $sp^2$ и $sp^3$ |
| 2) только $sp^2$   | 4) $sp^3$ и $sp$   |

17. Состав  $C_nH_{2n}O_2$  имеют:

- |                           |                                       |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1) альдегиды и кетоны     | 3) простые эфиры и сложные эфиры      |
| 2) кетоны и простые эфиры | 4) сложные эфиры и карбоновые кислоты |

18. Органическое соединение



имеет название:

- |                              |                                    |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1) 3-метил-1-амино-4-бутанол | 2) 1-гидрокси-2-метил-4-бутанамина |
|------------------------------|------------------------------------|

3) 4-амино-2-метил-1-бутанол

4) 4-гидрокси-3-метил-1-бутанамин

**19.** Состав  $C_nH_{2n}O$  имеют:

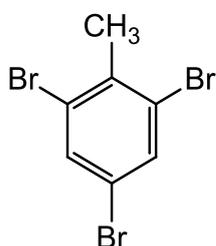
1) карбоновые кислоты и сложные эфиры

3) простые эфиры и альдегиды

2) сложные эфиры и простые эфиры

4) альдегиды и кетоны

**20.** Органическое соединение



имеет название:

1) 2,4,6-трибромтолуол

4) 2,4,6-триброманилин

2) 2,4,6-трибромфенол

5) 2,4,6-трибромбензол

3) 2,4,6-трибромкумол

**21.** Толуол и бензол – это:

1) гомологи

3) геометрические изомеры

2) структурные изомеры

4) одно и то же вещество

**22.** Ацетилен и этин – это:

1) гомологи

3) геометрические изомеры

2) структурные изомеры

4) одно и то же вещество

**23.** Геометрических изомеров не имеет:

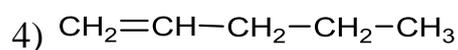
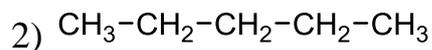
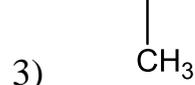
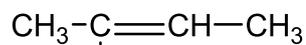
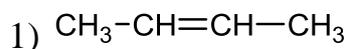
1) 2-метилгексен-3

3) пентен-2

2) бутен-2

4) 2-метилгексен-2

24. Для вещества  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_3$  изомером углеродного скелета является:



25. Гомологами являются

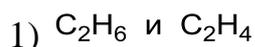
1) этанол и толуол

3) пропанон и метанол

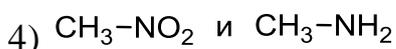
2) этан и декан

4) ацетилен и этилен

26. Гомологами являются:



3)



27. Гомологом  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$  является

1) пентин-2

3) октен-1

2) гексин-1

4) 2-метилбутан

28. Гомологом ацетилена не является

1) бутин-1

3) пропин

2) пропен

4) пентин-2

29. Изомерами являются

1) формальдегид и муравьиная кислота

3) бензол и фенол

2) этанол и уксусная кислота

4) пентин-1 и пентадиен-1,3

**30.** Состав  $C_nH_{2n+2}O$  имеют:

- 1) одноатомный спирт и простой эфир
- 2) простой эфир и сложный эфир
- 3) сложный эфир и карбоновая кислота
- 4) карбоновая кислота и альдегид

**31.** Установите соответствие между формулой кислоты и ее названием

ФОРМУЛА ИЗОМЕРА:

- 1)  $\text{HOOC}-\text{COOH}$
- 2)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$
- 3)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$
- 4)  $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ:

- А) Глутаровая
- Б) Щавелевая
- В) Масляная
- Г) Малоновая
- Д) Акриловая
- Е) Янтарная

**32.** Установите соответствие между названием вещества и формулой его изомера:

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА:

- 1) 2-метилбутан
- 2) 2-метилбутен-2
- 3) бензол
- 4) метилацетат

ФОРМУЛА ИЗОМЕРА:

- А)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$
- Б)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
- В)  $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
- Г)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
- Д)  $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
- Е)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

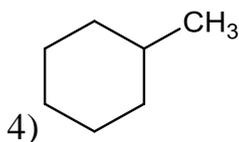
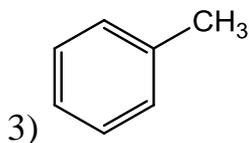
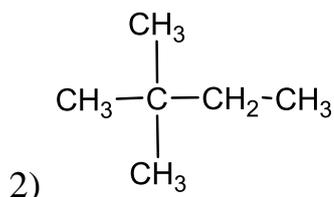
**33.** Установите соответствие между структурной формулой углеводорода и общей формулой его гомологического ряда.

ФОРМУЛА УГЛЕВОДОРОДА

- 1)  $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$

ОБЩАЯ ФОРМУЛА

- А)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$



**34.** Установите соответствие между названием соединения и формулой гомологического ряда, к которому оно относится.

НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ

ФОРМУЛА РЯДА

1) этанол

А)  $C_nH_{2n}O$

2) пропанон

Б)  $C_nH_{2n+2}O$

3) бутаналь

В)  $C_nH_{2n}O_2$

4) метиловый спирт

Г)  $C_nH_{2n+2}O_2$

**35.** Установите соответствие между названием вещества и формулой его гомолога.

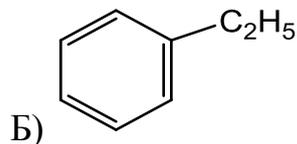
НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

ФОРМУЛА ГОМОЛОГА

1) изобутен

А)  $HC\equiv C-CH_2-CH_3$

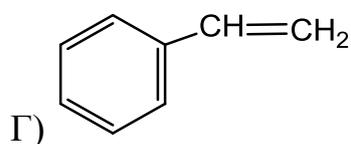
2) бутадиен-1,3

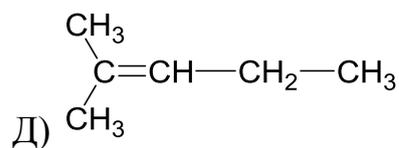


3) толуол

В)  $CH_2=CH-CH=CH-CH_3$

4) пропин





**36.** Установите соответствие между названием соединения и классом органических соединений, к которому оно относится:

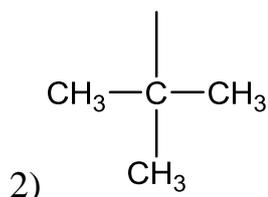
НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ:	КЛАСС СОЕДИНЕНИЙ:
1) аланин	А) амины
2) анилин	Б) спирты
3) метилпальмитат	В) алкины
4) толуол	Г) эфиры
	Д) аминокислоты
	Е) арены

**37.** Установите соответствие между названием соединения и классом, к которому оно относится:

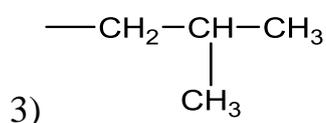
НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ:	КЛАСС СОЕДИНЕНИЙ:
1) глицин	А) альдегиды
2) бутин	Б) спирты
3) изопрен	В) арены
4) метанол	Г) диены
	Д) аминокислоты
	Е) алкины

**38.** Установите соответствие между структурной формулой углеводородного заместителя и его названием:

СТРУКТУРНАЯ ФОРМУЛА:	НАЗВАНИЕ ЗАМЕСТИТЕЛЯ:
1) $\text{CH}_2=\text{CH}-$	А) Аллил



Б) Трет-бутил



В) Втор-бутил

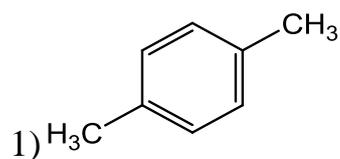


Г) Винил

Д) Изобутил

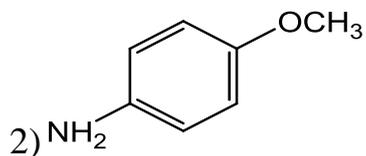
**39.** Установите соответствие между структурной формулой и тривиальным названием соединения:

СТРУКТУРНАЯ ФОРМУЛА:

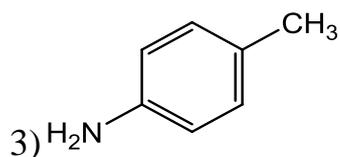


НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ:

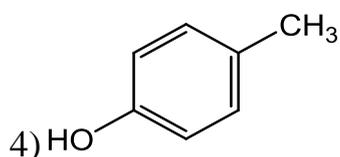
А) п-Анизидин



Б) п-Толуидин



В) Гидрохинон

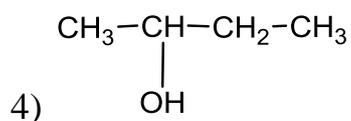
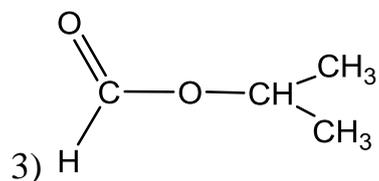
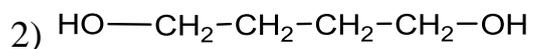
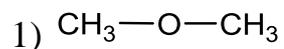


Г) п-Крезол

Д) п-Ксилол

**40.** Установите соответствие между формулой органического вещества и классом соединений, к которому оно принадлежит.

ФОРМУЛА ОРГАНИЧЕСКОГО  
ВЕЩЕСТВА:



КЛАСС СОЕДИНЕНИЙ:

А) простой эфир

Б) алкен

В) одноатомный спирт

Г) многоатомный спирт

Д) сложный эфир

### Ответы к теме № 8, 9

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
<b>1</b>	2	<b>21</b>	1
<b>2</b>	4	<b>22</b>	4
<b>3</b>	4	<b>23</b>	4
<b>4</b>	4	<b>24</b>	3
<b>5</b>	2	<b>25</b>	2
<b>6</b>	2	<b>26</b>	3
<b>7</b>	3	<b>27</b>	3
<b>8</b>	3	<b>28</b>	2
<b>9</b>	2	<b>29</b>	4
<b>10</b>	2	<b>30</b>	1
<b>11</b>	2	<b>31</b>	БВДГ
<b>12</b>	3	<b>32</b>	ЕГДА
<b>13</b>	1	<b>33</b>	ВГБА

<b>14</b>	1	<b>34</b>	БААБ
<b>15</b>	2	<b>35</b>	ДВБА
<b>16</b>	3	<b>36</b>	ДАГЕ
<b>17</b>	4	<b>37</b>	ДЕГБ
<b>18</b>	3	<b>38</b>	ГБДА
<b>19</b>	4	<b>39</b>	ДАБГ
<b>20</b>	1	<b>40</b>	АГДВ