

СОДЕРЖАНИЕ

	Задания Ответы	
От авторов	4	
1. Классификация, основы номенклатуры и строения органических веществ	6	70
2. Свойства углеводородов	15	99
3. Кислородсодержащие органические вещества	27	132
3.1. Спирты	27	132
3.2. Фенолы	36	150
3.3. Альдегиды и кетоны	38	158
3.4. Карбоновые кислоты	43	171
3.5. Сложные эфиры	53	193
3.6. Жиры	56	198
3.7. Углеводы	57	204
4. Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений	60	207
4.1. Амины	60	207
4.2. Аминокислоты	63	214
4.3. Белки	64	217
5. Реакции, подтверждающие взаимосвязь органических соединений	65	218
Приложение. Тривиальные и систематические названия некоторых органических веществ	229	
Использованная литература	232	

1

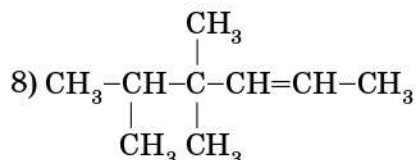
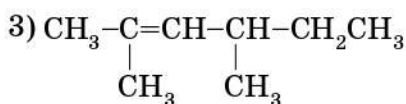
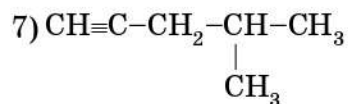
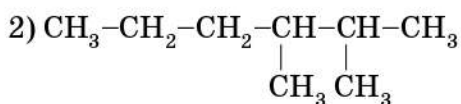
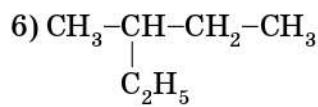
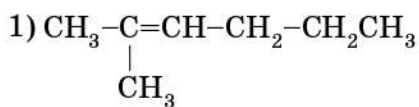
Классификация, основы номенклатуры и строения органических веществ

1) Напишите структурные формулы следующих веществ:

- 1) 2,4-диметилпентан
- 2) 2-метилпентан
- 3) 2,4,4-триметилпентен-2
- 4) 4-метил-2-пентин
- 5) 3-бром-2-хлорпентан
- 6) 3-метилгексан
- 7) 2,3-диметилпентан
- 8) 2-метилбутадиен-1,3 (изопрен)
- 9) *транс*-гексен-2
- 10) 3-метил-3-этилпентан

Укажите принадлежность к классу (группе) органических веществ и приведите общую формулу класса (группы).

2) Приведите названия веществ, общую формулу класса (группы) и укажите принадлежность к классу (группе) органических соединений.



2

Свойства углеводородов

1 Составьте уравнения реакций:

- 1) метана с хлором при облучении
- 2) метана с разбавленной азотной кислотой
- 3) горения метана
- 4) метана с раствором перманганата калия
- 5) разложения метана при 1200–1500 °С
- 6) разложения метана при 1000 °С
- 7) разложения метана при 700 °С в присутствии никеля
- 8) метана с водяным паром (при высоких температурах)
- 9) метана с углекислым газом (при высоких температурах)

2 Составьте уравнения реакций получения метана и его гомологов:

- 1) взаимодействия углерода с водородом
- 2) гидролиза карбида алюминия
- 3) сплавления ацетата натрия с гидроксидом натрия
- 4) взаимодействия хлорметана с натрием (при нагревании)
- 5) электролиза водного раствора ацетата натрия
- 6) гидрирования непредельных соединений

3 Какой механизм имеет реакция хлорирования алканов при облучении?

4 Составьте уравнения реакций с участием алканов. Для органических веществ записывайте структурные формулы.

- 1) этана с бромом при облучении
- 2) 2-метилпропана с хлором при облучении
- 3) дегидрирования пропана
- 4) изомеризации пентана
- 5) крекинга декана
- 6) каталитического окисления бутана
- 7) горения этана

3

Кислородсодержащие органические вещества

3.1. Спирты

- 1) Какие вещества называются спиртами? Какую функциональную группу содержат спирты? Приведите общую формулу предельных одноатомных спиртов.
- 2) Опишите электронное строение молекул спиртов. Какая связь в молекулах спиртов является наиболее полярной? Объясните влияние водородных связей на физические свойства спиртов.
- 3) Напишите формулы спиртов и укажите, к каким классам (группам) (первичные, вторичные, третичные, одноатомные, многоатомные) они относятся.

1) бутанол-1

4) 3-этилпентанол-3

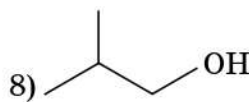
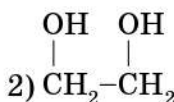
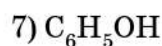
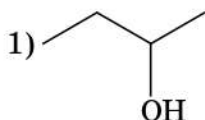
2) этиленгликоль

5) 3-метилбутанол-2

3) 2-метилпропанол-1

6) 2,3-диметилпентандиол-2,3

Имеются ли среди этих веществ изомеры?

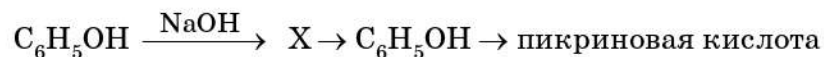


по кислороду равна 2,3125. Определите молекулярную и структурную формулы вещества.

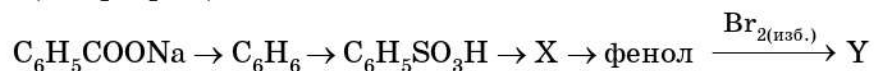
3.2. Фенолы

- 1) Какие органические соединения относятся к фенолам? Приведите определение и примеры.
- 2) Напишите структурные формулы следующих веществ:
 - 1) *m*-нитрофенол
 - 2) *o*-крезол
 - 3) 2,6-диметилфенол
 - 4) бензиловый спирт
 - 5) *o*-нитрофенол
 - 6) пикриновая кислота
 - 7) 1,4-дигидроксибензол
- 3) Напишите уравнения реакций:
 - 1) фенола с натрием
 - 2) фенола с гидроксидом натрия
 - 3) раствора фенолята калия с углекислым газом
 - 4) раствора фенолята натрия с соляной кислотой
 - 5) фенола с бромной водой
 - 6) нитрования фенола
 - 7) фенолята натрия с бромэтаном
 - 8) фенола с концентрированной серной кислотой
 - 9) фенолята натрия с хлорангидридом уксусной кислоты
 - 10) фенола с формальдегидом
 - 11) фенола с водородом
- 4) Напишите уравнения реакций получения фенола:
 - 1) гидролизом хлорбензола
 - 2) щелочным гидролизом хлорбензола
 - 3) из бензола и пропилена (кумольный способ)
 - 4) щелочным плавлением солей бензолсульфокислоты
- 5) Напишите уравнения реакций щелочного гидролиза *o*-нитрохлорбензола и 2,4,6-тринитрохлорбензола. Назовите продукты реакции.
- 6) Какими физическими свойствами обладает фенол?

- 17) Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения:



- 18) Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения:



- 19) Рассчитайте массу фенолята натрия, который образуется при взаимодействии фенола массой 0,141 кг и гидроксида натрия массой 0,141 кг, если выход продукта реакции составляет 90 %.

3.3. Альдегиды и кетоны

- 1) Какие вещества относят к карбонильным соединениям (оксосоединениям)? Чем отличаются альдегиды от кетонов? Какую общую формулу имеют альдегиды и кетоны насыщенного ряда? Какие виды изомерии возможны для альдегидов и кетонов?

- 2) Опишите строение альдегидной группы. Чем отличается двойная связь в карбонильной группе от двойной связи в алкенах?

- 3) Напишите структурные формулы альдегидов и кетонов по названию:

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1) ацетальдегид | 8) 2-метилпропаналь |
| 2) формальдегид | 9) 4-метилпентанон-2 |
| 3) ацетон | 10) метилэтилкетон |
| 4) 2-метилпентаналь | 11) бензальдегид |
| 5) масляный альдегид | 12) пропеналь |
| 6) 2,3-диметилбутаналь | 13) метилизопропилкетон |
| 7) валериановый альдегид | 14) диэтилкетон |

Какие из этих веществ являются изомерами?

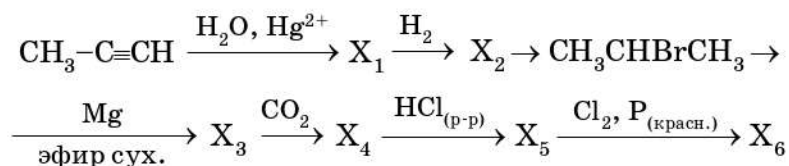
- 4) Напишите структурные формулы изомерных альдегидов и кетонов, имеющих формулу $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, и приведите их названия.

- 39) Какая масса кислоты образуется при нагревании 144 г раствора масляного альдегида, массовая доля альдегида в котором 5 %, с гидроксидом меди $\text{Cu}(\text{OH})_2$?
- 40) Достаточно ли 232 г оксида серебра для окисления 57,2 г этанала?
- 41) При взаимодействии 88 г уксусного альдегида с гидроксидом меди(II) получили 90 г кислоты. Определите выход продукта реакции в процентах.
- 42) Сколько граммов ацетона образуется при окислении пропанола-2, полученного гидратацией 11,2 л (н. у.) пропена, если выход продукта реакции составил 80 % от теоретического?
- 43) При сгорании органического вещества, молярная масса которого в 1,375 раз больше молярной массы кислорода, массой 4,4 г образовалось 4,48 л (н. у.) углекислого газа и 3,6 г воды. Определите молекулярную формулу вещества и напишите уравнение реакции его с аммиачным раствором оксида серебра (I).

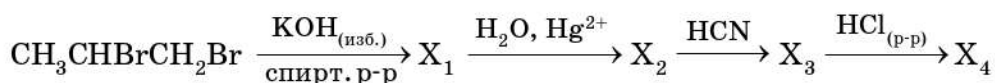
3.4. Карбоновые кислоты

- 1) Какие вещества называются карбоновыми кислотами? Приведите общую формулу карбоновых кислот и предельных одноосновных кислот. Как классифицируются карбоновые кислоты? Приведите примеры.
- 2) Опишите строение карбоксильной группы и объясните, почему карбоновые кислоты имеют более высокие температуры кипения, чем соответствующие альдегиды.
- 3) Сравните свойства гидроксильной группы в феноле, метаноле, уксусной и муравьиной кислотах.
- 4) Расположите следующие соединения в порядке увеличения кислотных свойств: а) фенол, дихлоруксусная кислота, этанол, пропионовая кислота, трифторуксусная кислота, уксусная кислота; б) уксусная кислота, муравьиная кислота, бензойная кислота, триметилуксусная кислота.

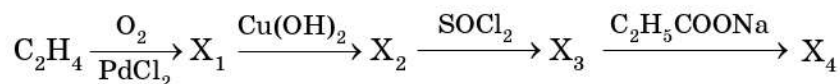
- 63) Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения:



- 64) Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения:



- 65) Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения:



- 66) Какая масса кислоты образуется при нагревании раствора этанала массой 55 г, массовая доля этанала в котором 40 %, с гидроксидом меди Cu(OH)_2 ?

- 67) При сжигании 0,222 г органического вещества получено 0,558 г смеси углекислого газа и воды. Количество вещества углекислого газа и воды в продуктах сгорания одинаково. Относительная плотность вещества по кислороду равна 2,3125. Определите молекулярную и структурную формулы вещества, если известно, что водный раствор этого вещества окрашивает метилоранж в красный цвет.

3.5. Сложные эфиры

- 1) Какие вещества называются сложными эфирами? Какие виды изомерии для них характерны?
- 2) Приведите названия соединений, формулы которых изображены ниже, и укажите их принадлежность к классу (группе) органических соединений.

3.6. Жиры

- 1) Какие соединения называются жирами?
- 2) Какое различие существует в составе твёрдых и жидких жиров? Какие из жиров преимущественно имеют растительное, а какие — животное происхождение?
- 3) Приведите формулы входящих в состав жиров высших карбоновых кислот: стеариновой, пальмитиновой, олеиновой, линолевой, линоленовой.
- 4) Напишите уравнения реакций синтеза жиров из: 1) пальмитиновой кислоты и глицерина; 2) линолевой кислоты и глицерина. Укажите агрегатное состояние этих веществ.
- 5) Составьте уравнения реакций получения триолеата и тристеарата глицерина, пальмитодистеарина, диолеопальмитина, триглицерида масляной кислоты.
- 6) Какие из следующих глицеридов входят в состав твёрдых жиров: 1) тристеарин; 2) триолеин; 3) трипальмитин; 4) трилинолеин? Напишите структурные формулы этих глицеридов.
- 7) Напишите уравнения реакций:
 - 1) гидролиза тристеарина
 - 2) омыления триолеина
 - 3) кислотного гидролиза трипальмитина
 - 4) ферментативного гидролиза тристеарина
- 8) Напишите уравнения реакций:
 - 1) триолеина с водородом
 - 2) диолеостеарина с водородом
 - 3) триолеина с бромной водой
- 9) Что такое мыло?
- 10) Напишите уравнения реакций тристеарина с водным раствором соды и трипальмитина с водным раствором поташа. Какое из веществ будет твёрдым, а какое — жидким мылом?

- 11) Что такое синтетические моющие средства? Почему они сохраняют моющее действие в жёсткой воде?

3.7. Углеводы

- 1) Какие вещества относятся к классу углеводов?
- 2) Напишите молекулярные формулы глюкозы, фруктозы, рибозы, дезоксирибозы, сахарозы, крахмала, клетчатки, целлобиозы, мальтозы. Какие из перечисленных веществ относятся к моносахаридам, дисахаридам, полисахаридам; альдозам и кетозам; гексозам и пентозам? Какие из этих веществ являются изомерами?
- 3) Чем отличается строение α -глюкозы от строения β -глюкозы? Что такое таутомерия?
- 4) Напишите уравнения реакций:
- 1) глюкозы с аммиачным раствором оксида серебра
 - 2) глюкозы с гидроксидом меди(II) при нагревании
 - 3) глюкозы с водородом
- 5) Напишите уравнения реакций:
- 1) глюкозы с натрием
 - 2) глюкозы с гидроксидом меди(II) без нагревания
 - 3) глюкозы с уксусной кислотой, уксусным ангидридом и ацетилхлоридом
 - 4) α -глюкозы с метанолом (в присутствии сухого хлороводорода)
- 6) Напишите уравнения реакций:
- 1) спиртового брожения глюкозы
 - 2) маслянокислого брожения глюкозы
 - 3) молочнокислого брожения глюкозы
 - 4) образования глюкозы в растениях
 - 5) получения глюкозы в промышленности
- 7) Напишите уравнения реакций:
- 1) рибозы с аммиачным раствором оксида серебра
 - 2) дезоксирибозы с гидроксидом меди(II) при нагревании

Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений

4.1. Амины

- 1) Какие вещества называют аминами?
- 2) Напишите структурные формулы веществ и укажите, к каким классам (группам) органических соединений они относятся.
 CH_5N , $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$ (2 изомера), $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ (4 изомера), $\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ и $\text{C}_7\text{H}_9\text{N}$ (5 изомеров)
- 3) Напишите уравнения реакций:
 - 1) метиламина с хлороводородом
 - 2) метиламина с водой
 - 3) метиламина с уксусной кислотой (без нагревания и при нагревании)
 - 4) метиламина с азотистой кислотой
 - 5) горения метиламина
 - 6) хлорида метиламмония со щёлочью
 - 7) гидроксида метиламмония с азотной кислотой
- 4) Напишите уравнения реакций:
 - 1) диметиламина с разбавленной серной кислотой
 - 2) диметиламина и триметиламина с водой
 - 3) горения диметиламина и метилдиэтиламина
 - 4) сульфата диметиламмония со щёлочью
 - 5) гидроксида триэтиламмония с азотной кислотой
 - 6) метиламина с уксусным альдегидом

5

Реакции, подтверждающие взаимосвязь органических соединений

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

- 1 $\text{Al}_4\text{C}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{X}_1 \xrightarrow{t^\circ} \text{X}_2 \rightarrow \text{этаналь} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{KMnO}_4} \text{X}_3 \rightarrow \text{X}_1$
- 2 $\text{C}_2\text{H}_6 \xrightarrow{\text{HNO}_3, t^\circ} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{H}_2, t^\circ, \text{кат.}} \text{X}_2 \xrightarrow{\text{HBr}} \text{X}_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{X}_2 \rightarrow$
 $\xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}} \text{X}_4$
- 3 $\text{X}_1 \xrightarrow{\text{Cl}_2, \text{свет}} \text{CH}_3\text{Cl} \xrightarrow{\text{NH}_3(\text{изб.})} \text{X}_2 \xrightarrow{\text{NaNO}_2, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{X}_3 \xrightarrow{\text{HCOOH}} \rightarrow$
 $\rightarrow \text{X}_4 \xrightarrow{\text{H}_2, t^\circ, \text{Ni}} \text{X}_3$
- 4 Ацетат натрия $\xrightarrow[\text{сплавл.}]{\text{NaOH}} \text{X}_1 \xrightarrow{1500^\circ\text{C}} \text{X}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{C}_{(\text{акт.})}} \rightarrow$
 $\rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow{\text{CH}_3\text{Cl}, (\text{AlCl}_3)} \text{X}_3 \xrightarrow{3\text{HNO}_3, (\text{H}_2\text{SO}_4)} \text{X}_4$
- 5 Пропионат натрия $\rightarrow \text{X}_1 \rightarrow \text{изобутан} \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{X}_2 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{X}_3 \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ} \text{ацетон}$
- 6 этилбензол $\rightarrow \text{X}_2 \xrightarrow[\text{спирт.}]{\text{KOH}} \text{X}_3 \rightarrow \text{X}_1 \xleftarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \text{X}_4 \leftarrow \text{бензол}$

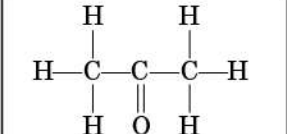
ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

1. Классификация, основы номенклатуры и строения органических веществ

Названия и формулы органических веществ

Прежде всего, каждое вещество имеет молекулярную формулу (брутто-формулу), которая выражает его качественный и количественный состав. Например, молекулярная формула ацетона — C_3H_6O , то есть каждая молекула ацетона образована тремя атомами углерода (C_3), шестью атомами водорода (H_6) и одним атомом кислорода (O_1).

Одним из принципиальных отличий органической химии от общей и неорганической химии является необходимость представления строения молекул в наиболее наглядных и понятных формах — это облегчает понимание протекания органических реакций. Строение органических молекул изображают с помощью развёрнутых структурных формул, сокращённых структурных формул (condensed structure) и скелетных структурных формул (bond-line). Наиболее привычным для школьников является использование структурных сокращённых формул, а при составлении реакций с участием ароматических веществ и циклоалканов — скелетных формул.

Молекулярная формула	Развёрнутая структурная формула	Сокращённая структурная формула	Скелетная структурная формула
C_3H_6O		$CH_3-C(=O)-CH_3$	

При составлении развёрнутых структурных формул обозначают все четыре валентности атома углерода и записывают все атомы, которые связаны с атомом углерода (водород H, кислород O, азот N, хлор Cl и другие). Цепь углеродных атомов, образующих молекулу, — «углеродный скелет» — в этих формулах отчётливо видна.

При составлении сокращённых структурных формул показывают связи между атомами углерода, между атомами углерода и другими элементами, а атомы водорода, связанные с атомом углерода, записывают в составе групп CH_3 , CH_2 , CH . Углеродный скелет рассматриваем как последовательность связи группировок атомов CH_3 , CH_2 , CH , C . Например, углеродный скелет в молекуле ацетона $CH_3-C(O)-CH_3$: $C-C-C$.