

Введение

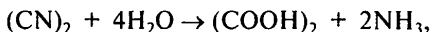
§ 1. Предмет органической химии. Органические вещества

Ответ на вопрос 1

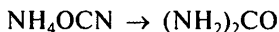
Понятия «органические вещества» и «органическая химия» ввел в науку выдающийся шведский химик Йенс Якобс Берцелиус.

Ответ на вопрос 2

Учение о «жизненной силе» носило название — витализм (латинское слово *vita* означает жизнь). Согласно виталистическому учению, органические вещества образуются *только* в организмах под влиянием особой «жизненной силы». Сокрушительный удар по этому учению нанес немецкий ученый Фридрих Велер, который синтезировал из неорганического вещества дициана органическое вещество — шавелевую кислоту (1824):



и в 1828 году из цианата аммония другое органическое соединение — мочевины:



Следующие за этим открытием синтезы органических веществ окончательно «похоронили» ложное учение о «жизненной силе». К таким открытиям относятся синтезы:

- уксусной кислоты Г. Кольбе (1845). В качестве исходных веществ были использованы древесный уголь, сера, хлор и вода.
- жиров французским химиком М. Бертло (1854)
- сахаристых веществ А. Бутлеровым (1861) и др.

В результате этих открытий стало ясно, что химики могут получать в лаборатории как неорганические, так и органические вещества, без помощи «жизненной силы».

Ответ на вопрос 3

Органическая химия занимается изучением соединений углерода. Органическая химия — это химия углеводородов и их производных.

Ответ на вопрос 4

Органические вещества отличаются от неорганических рядом особенностей:

- 1) В состав всех органических соединений *обязательно* входит углерод.

- 2) Многие органические вещества построены более сложно, чем неорганические и имеют большую молекулярную массу (белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты, полимеры).
- 3) Для органических веществ характерно образование *гомологических рядов*, т.е. рядов веществ обладающих сходным строением, составом и свойствами.
- 4) Для органических веществ характерно явление изомерии, среди неорганических веществ это явление наблюдается очень редко.
- 5) Органических веществ насчитывается около 18 млн., в то время как неорганических около 600 тыс.

Ответ на вопрос 5

Степень окисления — это условный заряд атомов химического элемента в соединении, вычисленный исходя из предположения, что все соединения состоят только из ионов. Степень окисления может иметь положительное, отрицательное значение, и быть равной нулю (для простых веществ).

Валентность — это способность атомов химических элементов к образованию химических связей, она равна числу химических связей, которыми данный атом соединен с другими атомами в молекуле. Валентность заряда не имеет.

Валентность и степень окисления элементов в большинстве неорганических соединений по абсолютному значению совпадают.

Пример:

Углекислый газ — CO_2 . Степени окисления элементов равны: $\text{C}^{+4}\text{O}_2^{-2}$

Валентность углерода равна 4 и совпадает по абсолютному значению со значением с. о. Валентность определяется по структурной формуле соединения: $\text{O} = \text{C} = \text{O}$

В некоторых случаях валентность и с.о. элемента в соединения могут не совпадать, например в перекисях: $\text{H}_2^{+1}\text{O}_2^{-1}$. Однако валентность кислорода равна 2, что видно из структурной формулы: $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$

Во всех органических соединениях валентность углерода равна 4, однако с. о. может принимать различные значения. Например, степень окисления углерода в молекуле этана равна $\text{C}_2^{-3}\text{H}_6^{+1}$. Поэтому в органической химии используют понятие «валентность».

Ответ на вопрос 6

Смотрите данные таблицы 2 (учеб.) и дополнение:

Группы природных веществ	Группы синтетических веществ
Биополимеры: каучук, крахмал, целлюлоза, белки, нуклеиновые кислоты.	Синтетические полимеры: различные каучуки, пластмассы, волокна.
Натуральный шелк	Искусственный шелк
Природные антибиотики	Синтетические антибиотики

§ 2. Теория строения органических соединений А. М. Бутлерова

Ответ на вопрос 1

Предпосылки создания теории химического строения органических соединений:

- 1) Введение в 1853 г. английским химиком К. Э. Франкландом понятия «валентность».
- 2) Накопление к середине 19 века значительного экспериментального материала о соединениях углерода. Поражение учения о «витализме».
- 3) Установление валентности углерода равной четырем.
- 4) Установление способности атомов углерода соединяться друг с другом в различные цепи.

Ответ на вопрос 2

Параллели между теорией периодичности и теорией строения очевидны. На основании Периодического закона Д. И. Менделеев предсказал существование новых химических элементов, исправил атомные массы уже известных элементов. А. М. Бутлеров на основании теории химического строения предсказал существование изомеров уже известных веществ: двух бутанов, трех пентанов, изобутилена. Кроме этого, Бутлеров получил трет-бутиловый спирт и доказал существование его изомеров.

Ответ на вопрос 3

Во всех органических соединениях углерод четырехвалентен.

Ответ на вопрос 4

Углерод является основным элементом живой природы, т. к. его атомы обладают уникальной способностью соединяться друг с другом в прочные цепи, кольца, образовывать различные комбинации в молекулах.

Ответ на вопрос 5

Теория химического строения А. М. Бутлерова учит, что свойства соединений зависят не только от состава вещества и порядка соединения атомов в молекуле, но и от *взаимного влияния атомов и групп атомов друг на друга*.

Примеры из органической химии: Сравним свойства соединений углерода с водородом и хлором — CH_4 (метан) и CCl_4 (тетрахлорметан). Метан горит на воздухе с выделением большого количества тепла, поэтому используется как топливо, а CCl_4 — является негорючим веществом, поэтому используется при тушении огня. Таким образом, атомы водорода и хлора в молекулах по-разному влияют на углерод.

Примеры из неорганической химии: Сравним водородные соединения — H_2S , HCl , NH_3 , H_2O . Соединяясь с различными элементами, водород ведет себя по-разному в этих соединениях. Например, при растворении в воде: H_2S проявляет свойства слабой кислоты, HCl — сильной кислоты, NH_3 — проявляет свойства слабого основания. Жидкая вода является амфолитом.

Ответ на вопрос 6

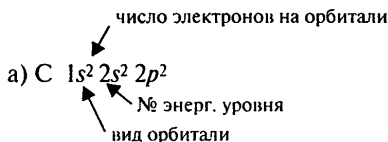
Открытие новых химических элементов (Ga, Sc, Ge), предсказанных Д. И. Менделеевым, подтвердили правильность открытого им Периодического закона. Синтез изомеров, предсказанных А. М. Бутлеровым, подтвердил правильность созданной им теории химического строения органических соединений.

Ответ на вопрос 7

Теория строения органических соединений А. М. Бутлерова является основой современных теоретических представлений в органической химии, а также динамичным, развивающимся учением всей современной химии.

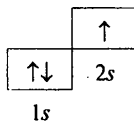
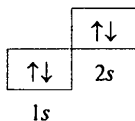
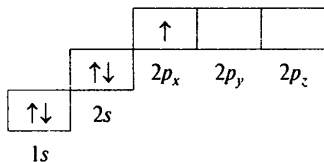
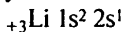
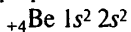
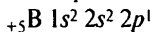
§ 3. Строение атома углерода

Ответ на вопрос 1

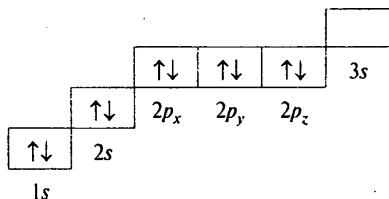
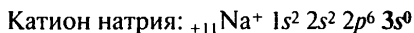
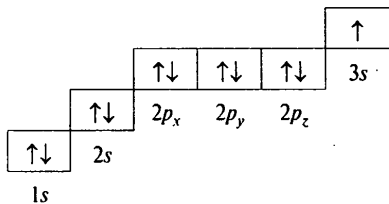
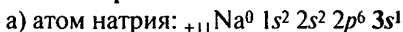


В атоме углерода 2 энергетических уровня. На первом энергетическом уровне на $1s$ -орбитали находятся 2 электрона. На втором энергетическом уровне на $2s$ -орбитали находятся 2 электрона и на $2p$ -орбитали 2 электрона. Всего электронов у атома углерода — 6.

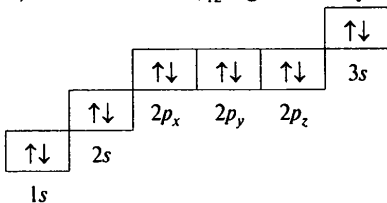
Электронные и электронно-графические формулы атомов:



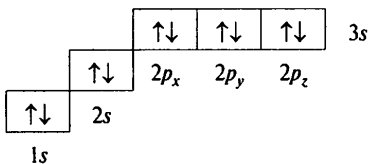
Ответ на вопрос 2



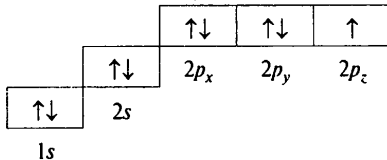
б) Атом магния: ${}_{+12}\text{Mg}^0 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$



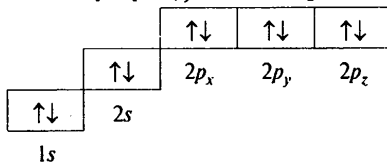
Катион магния: ${}_{+12}\text{Mg}^{2+} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^0$



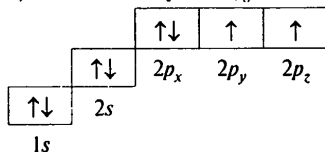
в) Атом фтора: ${}_{+9}\text{F}^0 1s^2 2s^2 2p^5$



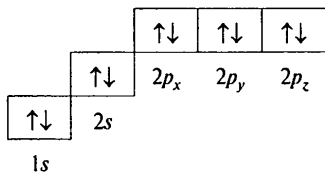
Анион фтора: ${}_{+9}\text{F}^- 1s^2 2s^2 2p^6$



г) Атом кислорода: ${}_{+8}\text{O}^0 1s^2 2s^2 2p^4$



Анион кислорода: ${}_{+8}\text{O}^{2-} 1s^2 2s^2 2p^6$



д)

Атом водорода:
 ${}_{+1}\text{H}^0 1s^1$



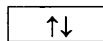
$1s$

Катион водорода
(протон): ${}_{+1}\text{H}^+ 1s^0$



$1s$

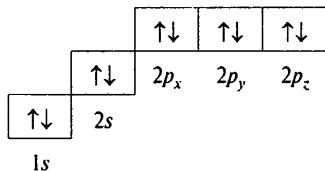
Анион водорода
(гидрид-ион): ${}_{+1}\text{H}^- 1s^2$



$1s$

Ответ на вопрос 3

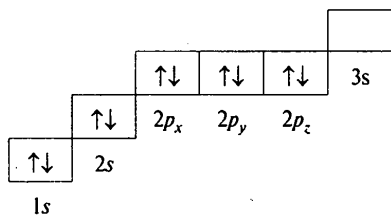
Электронная формула $1s^2 2s^2 2p^6$ соответствует атому неона Ne.



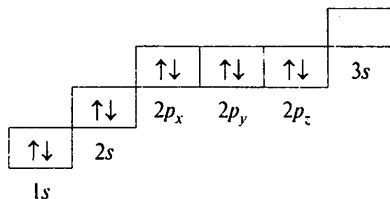
Эту же электронную формулу имеют следующие катионы: Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} .

Электронно-графическая формула (ЭГФ) катиона натрия:

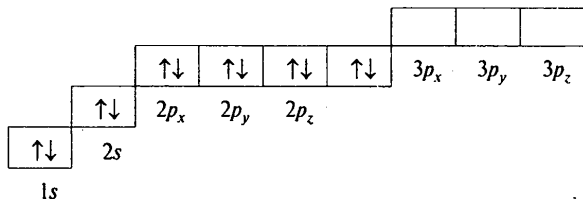
${}_{+11}\text{Na}^+ 1s^2 2s^2 2p^6 3s^0$:



ЭГФ катиона магния ${}_{+12}\text{Mg}^{2+} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^0$:



ЭГФ катиона алюминия ${}_{+13}\text{Al}^{3+} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^0 3p^0$:

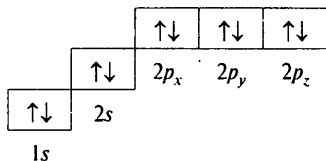


Эту же электронную формулу имеют следующие анионы: F⁻, O²⁻, N³⁻

ЭГФ аниона фтора ${}_{+9}\text{F}^- 1s^2 2s^2 2p^6$,

аниона кислорода ${}_{+8}\text{O}^{2-} 1s^2 2s^2 2p^6$,

аниона азота ${}_{+7}\text{N}^{3-} 1s^2 2s^2 2p^6$ имеют одинаковый вид:



Ответ на вопрос 4

Длина связи в молекуле фтора ($14,2 \cdot 10^{-2}$ нм) почти в 2 раза больше длины связи в молекуле водорода ($7,4 \cdot 10^{-2}$ нм). Это различие вызвано разницей как в размерах самих атомов (радиус атома Н меньше радиуса атома фтора), так и различием в типах электронных орбиталей, образующих химическую связь. Молекула H₂ образуется за счет перекрывания s-орбиталей, молекула F₂ за счет перекрывания p-орбиталей.

3) sp^3 -гибридизация: $4 - 4$ (1 s - и 3 p -орбитали) = 0.

В данном случае в гибридизации принимают участие все атомные орбитали углерода.

Ответ на вопрос 4

Углы между осями углеродного атома для:

- а) sp^2 -гибридных орбиталей равны 120°
- б) sp -гибридных орбиталей равны 180°
- в) sp -гибридной и негибридной p -орбиталей равны 90°
- г) негибридных p -орбиталей равны 90°
- д) sp^3 -гибридных орбиталей равны $109^\circ 28'$

Глава 1. Строение органических соединений

§ 5. Классификация органических соединений

Ответ на вопрос 1

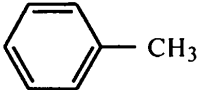
- а) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ (пропан) класс алканов или предельных (насыщенных) углеводородов.
- б) $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ (этилен) класс алкенов или непредельных (ненасыщенных) углеводородов.
- в) $\text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{CH}$ (пропин) класс алкинов или непредельных (ненасыщенных) углеводородов.
- г) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$ (этанол или этиловый спирт) класс спиртов.

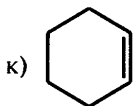
д) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{matrix}$ (пропаналь) класс альдегидов.

е) $\text{CH}_3\text{—NH}_2$ (метиламин) класс аминов.

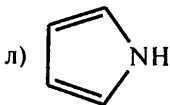
ж) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—NO}_2$ (нитроэтан) класс нитросоединений.

з) $\text{CH}_3\text{—C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix}$ (уксусная или этановая кислота)
класс карбоновых кислот.

и)  (метилбензол или толуол)
класс ароматических соединений или аренов.

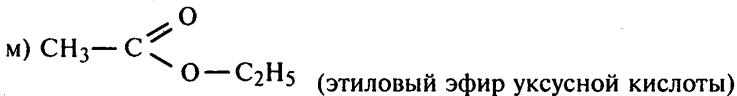


(циклогексен) класс циклоалкенов.



(пирролидин)

класс гетероциклических соединений.



класс сложных эфиров.

Ответ на вопрос 2

Кислородсодержащие функциональные группы:

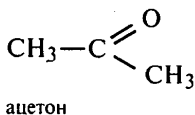
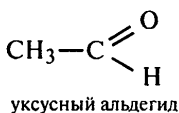
1) **гидроксильная группа** —ОН входит в состав спиртов

CH_3-OH метанол или метиловый спирт.

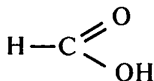
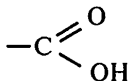
2) **оксигруппа** —О— входит в состав простых эфиров

$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ диметиловый эфир

3) **карбонильная группа** $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ входит в состав альдегидов и кетонов.

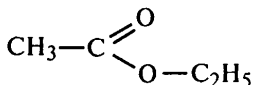
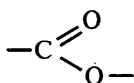


4) **карбоксильная группа** входит в состав карбоновых кислот



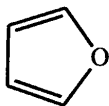
муравьиная кислота

5) **сложноэфирная группа** входит в состав сложных эфиров



этилацетат

- 6) **нитрогруппа** $-\text{NO}_2$ входит в состав нитросоединений.
 CH_3-NO_2 нитрометан
- 7) **кислород** может входить в состав цикла органической молекулы.



фуран

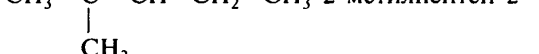
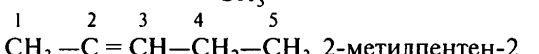
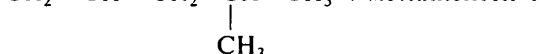
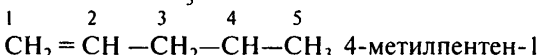
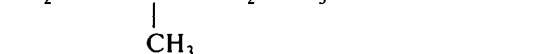
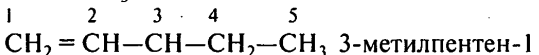
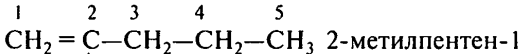
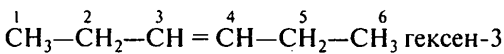
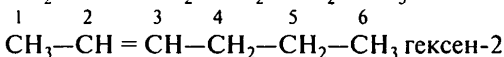
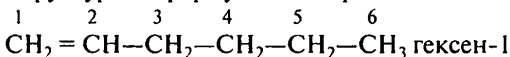
Ответ на вопрос 3

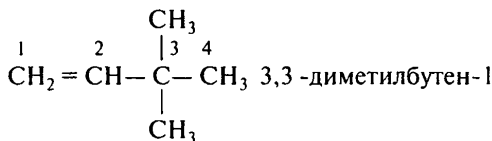
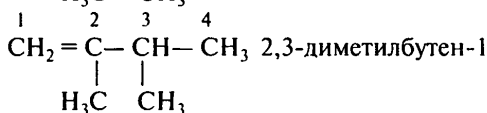
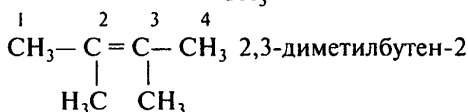
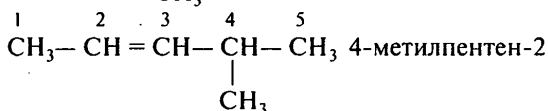
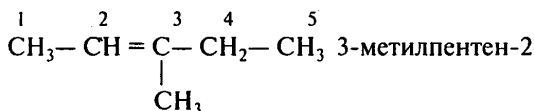
К азотсодержащим ациклическим соединениям относят амины и нитросоединения. Пример: CH_3-NH_2 метиламин.

Ответ на вопрос 4

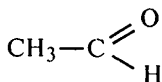
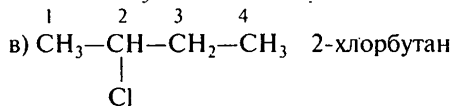
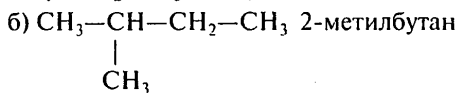
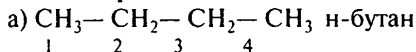
Исходя из формулы соединения C_6H_{12} и условий задания, делаем вывод о его принадлежности к классу алкенов (одна двойная связь в молекуле).

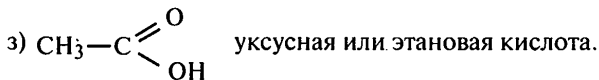
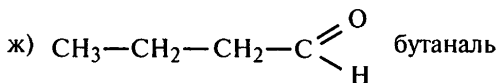
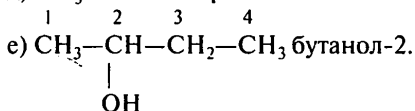
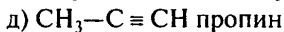
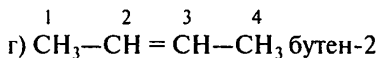
Структурные формулы изомеров гексена.



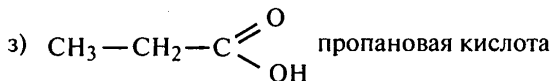
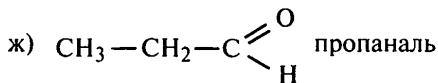
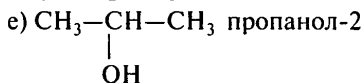
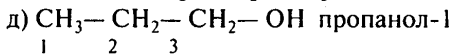
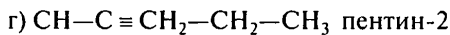
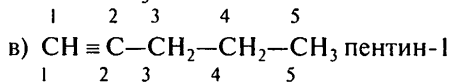
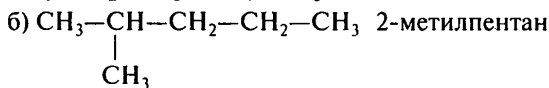
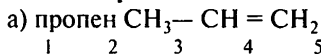
**Ответ на вопрос 5**

Алифатическое соединение с формулой $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ является уксусным альдегидом:

**§ 6. Основы номенклатуры органических соединений****Ответ на вопрос 1**



Ответ на вопрос 2



§ 7. Изомерия и ее виды.

Ответ на вопрос 1



Ответ на вопрос 2

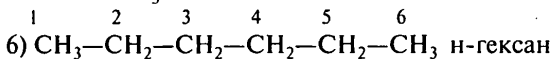
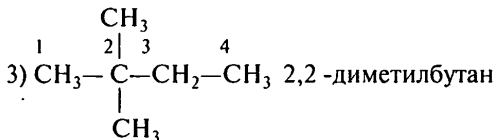
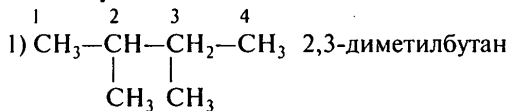
Структурные изомеры отличаются друг от друга порядком соединения атомов в молекуле, в отличие от пространственных изомеров, имеющих одинаковый порядок соединения атомов в молекуле. Stereoisomers differ from each other by the arrangement of atoms in space.

Thus, structural isomerism differs from spatial isomerism by the order of atom connection in the molecule.

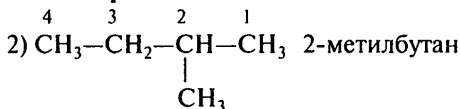
Ответ на вопрос 3

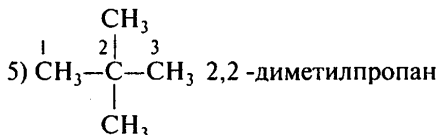
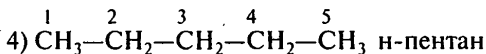
Вещества изомеры:

I. Изомеры гексана



II. Изомеры пентана

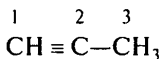




III. Все изомеры гексана (№ 1, 3, 6) являются гомологами изомеров пентана (№ 2, 4, 5), т.к. данные соединения принадлежат к одному гомологическому ряду алканов и отличаются друг от друга по составу молекул на одну группу CH_2 (метиленовая разность).

Ответ на вопрос 4

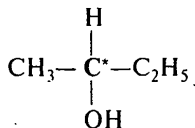
- а) Для алканов цис-, транс-изомерия невозможна, в виду свободного вращения атомов в молекуле вокруг химических связей.
- б) Геометрическая изомерия возможна для соединений, содержащих двойные связи, т.к. свободное вращение атомов вокруг двойной связи невозможно. В случае наличия одинаковых заместителей у атома углерода при двойной связи геометрическая изомерия невозможна (пример на стр. 40 учеб.)
- в) Геометрическая изомерия для алкинов невозможна, т.к. у атомов углерода при тройной связи находятся только по 1 заместителю:



- г) Для циклоалканов геометрическая изомерия возможна, т.к. свободное вращение атомов в цикле невозможно (пример на стр. 40 учеб.)

Ответ на вопрос 5

Оптическая изомерия возможна для молекулы, содержащей асимметрический атом углерода (т. е. атом С связанный с 4 различными заместителями).

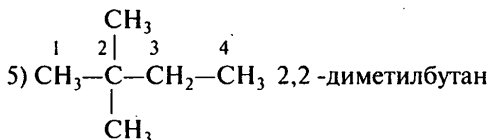
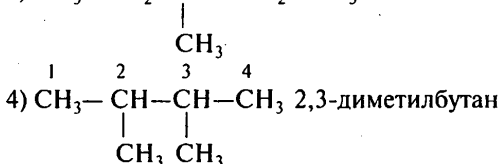
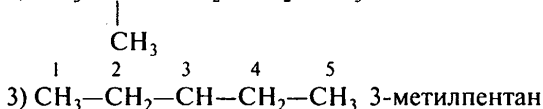
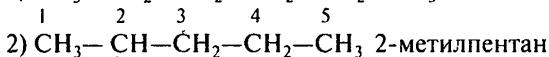
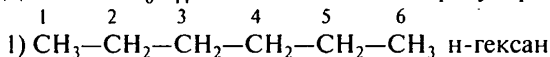


В данном случае асимметрический атом C^* соединен с атомом Н, метиловой группой CH_3 , гидроксо-группой OH и этиловой

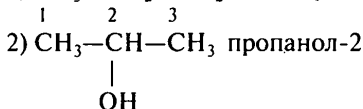
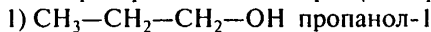
группой C_2H_5 . Поэтому оптическая изомерия для бутанола-2 возможна.

Ответ на вопрос 6

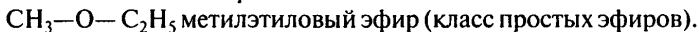
а) Для алкана C_6H_{14} возможна только *изомерия углеродного скелета*.



б) Такую формулу (C_3H_8O) могут иметь спирты и простые эфиры. Изомеры пропилового спирта (*изомерия положения*):



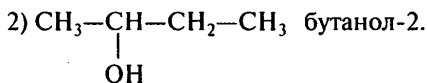
Межклассовая изомерия:



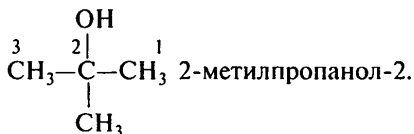
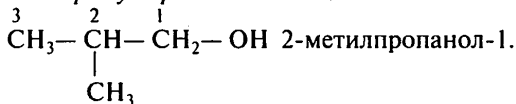
в) $C_4H_{10}O$ — аналогично предыдущему примеру, в данном случае возможна изомерия положения и межклассовая изомерия. Кроме этого добавляется изомерия углеродного скелета.

Изомерия положения:





Изомерия углеродного скелета:



Межклассовая изомерия:

$\text{C}_2\text{H}_5\text{—O—C}_2\text{H}_5$ диэтиловый эфир

$\text{CH}_3\text{—O—C}_3\text{H}_7$ метилпропиловый эфир

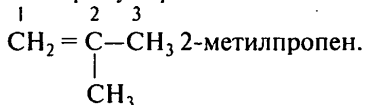
- г) Формулу C_4H_8 могут иметь алкены и циклоалканы. Поэтому, в данном случае возможна изомерия углеродного скелета, изомерия положения, геометрическая изомерия и межклассовая изомерия.

Изомерия положения двойной связи:

$\text{CH}_2=\text{CH—CH}_2\text{—CH}_3$ бутен-1.

$\text{CH}_3\text{—CH}=\text{CH—CH}_3$ бутен-2.

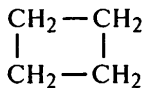
Изомерия углеродного скелета:



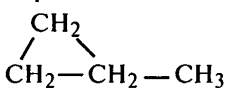
Цис-, транс-изомеры возможны только для бутена-2. Для остальных изомеров бутена геометрическая изомерия невозможна, т.к. атомы С при двойной связи соединены с одинаковыми заместителями (двумя атомами Н).

Геометрические изомеры бутена-2 см. в учебнике на стр. 40.

Межклассовая изомерия:



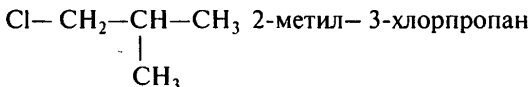
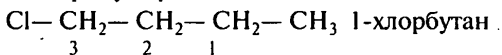
циклобутан



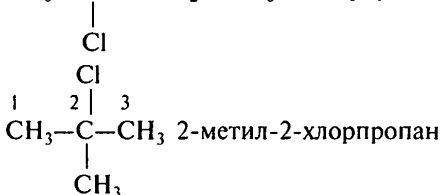
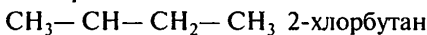
метилциклопропан

- д) C_4H_9Cl — галогенопроизводное предельного углеводорода. Поэтому, в данном случае возможна изомерия углеродного скелета и изомерия положения заместителя.

Изомерия углеродного скелета:

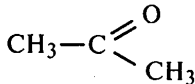
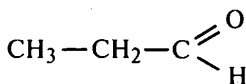


Изомерия положения:



Ответ на вопрос 7

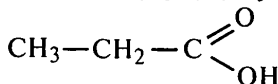
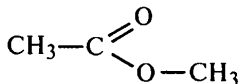
- 1) Изомерами являются соединения, имеющие формулу C_3H_6O :



а) пропаналь

в) ацетон

- 2) Изомерами являются вещества, имеющие формулу $C_3H_6O_2$:



б) метиловый эфир
уксусной кислоты

г) пропановая кислота

- 3) Изомерами являются вещества, имеющие формулу C_3H_8O :

д) пропанол-1 $CH_3-CH_2-CH_2-OH$

ж) пропанол-2 $CH_3-\underset{\begin{array}{c} | \\ OH \end{array}}{CH}-CH_3$

е) метилэтиловый эфир $CH_3-CH_2-O-CH_3$

Глава 2. Реакции органических соединений

§ 8. Типы химических реакций в органической химии

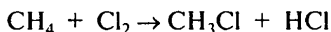
Ответ на вопрос 1

- а) реакция замещения.
- б) реакция замещения.
- в) реакция присоединения.
- г) реакция отщепления (элиминирования), реакция дегидратации (отщепления воды).
- д) реакция изомеризации.
- е) реакция отщепления (элиминирования).
- ж) реакция замещения (брома на гидроксильную группу OH).

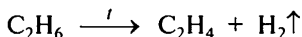
Ответ на вопрос 2

- а) Для алканов характерны реакции

1) Замещения:



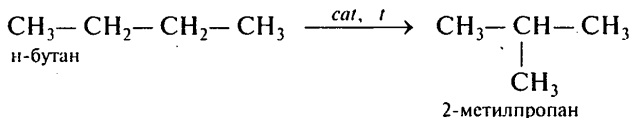
2) Отщепления водорода (дегидрирование):



3) Особый случай реакций отщепления — крекинг алканов:

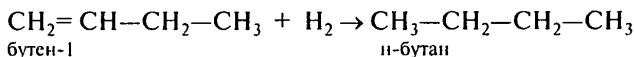


4) Изомеризации:

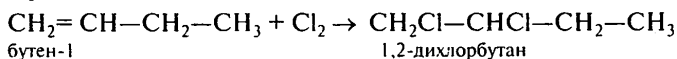


- б) Для алкенов характерны реакции:

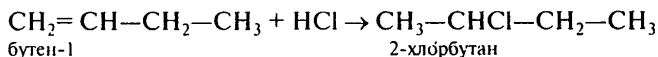
1) Присоединения водорода (гидрирование):



Присоединения галогенов:



Присоединения галогеноводородов:



Гомолитический разрыв характерен для обменного механизма образования ковалентной связи.

Гетеролитический разрыв ковалентной связи — это разрыв связи с образованием положительно и отрицательно заряженных ионов. В данном случае происходит несимметричный разрыв электронной пары, которая полностью остается у одного из атомов (анионе), другой атом, теряя электрон, превращается в катион: $R:R \rightarrow R^- + R^+$

Гетеролитический разрыв характерен для донорно-акцепторного механизма образования ковалентной связи.

Ответ на вопрос 2

Электрофилы — это катионы или молекулы, имеющие незаполненную электронную орбиталь и стремящиеся к заполнению ее электронами, т.к. это приводит к более выгодной электронной конфигурации атома. Примеры электрофилов: H^+ , R^+ , $AlCl_3$, $ZnCl_2$.

Нуклеофилы — это анионы или молекулы, имеющие неподеленную электронную пару и взаимодействующие с участками молекул, на которых сосредоточен эффективный положительный заряд. Примеры нуклеофилов:



Ответ на вопрос 3

Индуктивный эффект выражается в смещении электронной плотности, вдоль σ -связи, вызванной разностью электроотрицательностей атомов, или групп атомов, входящих в молекулу. Это эффект может быть положительным и отрицательным. Его особенностью является быстрое ослабление по мере удаления от атома, или группы атомов, вызывающего смещение электронной плотности.

Мезомерный эффект — выражается в перераспределении электронной плотности в чередующихся σ - и π -связях, приводящей к образованию единого π -электронного облака. Мезомерный эффект передается по цепи сопряженных π -связей.

Свойства органических соединений зависят не только от состава вещества и порядка соединения атомов в молекуле, но и от взаимного влияния атомов и групп атомов друг на друга.

Взаимное влияние атомов в молекуле связано с перераспределением в ней электронной плотности. Для такого перераспределения име-

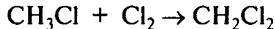
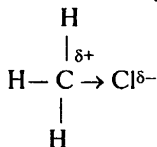
ются 2 возможности: 1) смещение электронной плотности вдоль σ -связи, вследствие разной ЭО атомов (индуктивный эффект)

2) образование единого π -электронного облака, в цепи сопряженных π -связей (мезомерный эффект).

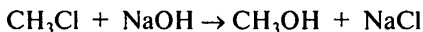
Ответ на вопрос 4

а) $\text{CH}_3\text{—Cl}$

В молекуле хлорметана электронная пара связи C—Cl смещена в сторону атома хлора, как более электроотрицательного элемента. Атом C , получивший частичный положительный заряд, оттягивает на себя электроны от связанных с ним атомов водорода. Таким образом, атом хлора обладает отрицательным индуктивным эффектом ($-I$):



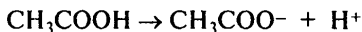
В результате действия отрицательного индуктивного эффекта хлора атомы водорода в молекуле хлорметана оказываются менее прочно связанными с атомом C и далее легче замещаются на хлор, чем первый атом H в молекуле CH_4 , а так же сам атом хлора легко замещается на OH^- под действием водного раствора щелочи:



б) $\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5$

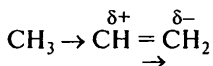
Метильная группа, обладает положительным индуктивным эффектом, поэтому смещает от себя электронную плотность связи с бензольным ядром. При этом нарушается равномерное расположение π -электронного облака в бензольном кольце, в результате чего реакции замещения толуола проходят легче, чем у бензола.

в) При диссоциации уксусной кислоты образуется ацетат-ион, в котором в результате действия мезомерного эффекта, отрицательный заряд равномерно распределен между двумя атомами кислорода:

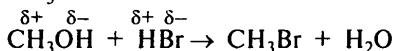
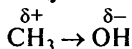


Вследствие этого ацетат-ион обладает повышенной устойчивостью.

- г) Радикал метил CH_3 обладает положительным индуктивным эффектом (+I), под его влиянием электронная плотность связи радикала с соседним атомом углерода смещается в сторону последнего, а это приводит к смещению подвижного π -электронного облака к крайнему атому С:



- д) В молекуле спирта связь $\text{C}-\text{O}$ полярна и смещена в сторону атома кислорода, как более электроотрицательного элемента. Таким образом, атом кислорода обладает отрицательным индуктивным эффектом (-I):



Глава 3. Углеводороды

§ 10. Природные источники углеводородов

Ответ на вопрос 1

Основные природные источники УВ: нефть, попутный нефтяной и природный газы, каменный уголь.

Нефть представляет собой сложную смесь УВ, в основном алканов линейного и разветвленного строения, содержащих в молекулах от 5 до 50 атомов С. Помимо этого, в состав нефти входят циклоалканы и ароматические УВ (бензол и его гомологи). Кроме УВ, в состав нефти входят различные примеси: органические кислородные и сернистые соединения, вода, соли, песок, глина.

Попутный нефтяной газ содержит алканы, в молекулах которых от 1 до 6 атомов С.

Природный газ представляет собой смесь газообразных алканов. Основным компонентом природного газа является метан (75–99 % в зависимости от месторождения). Помимо метана в состав природного газа входят: этан, пропан, бутан и изобутан.

Каменный уголь представляет собой сложную смесь веществ, состоящую из соединений углерода, водорода, кислорода, азота и серы. Кроме органических соединений, в состав каменного угля входят некоторые неорганические вещества: H_2O , NH_3 , H_2S , C .

В состав всех природных источников УВ входят органические вещества, точнее углеводороды.

Ответ на вопрос 2

Нефть — маслянистая жидкость темно-коричневого или черного цвета, легче воды. Нефть в воде нерастворима, обладает характерным запахом. По химическому составу нефть представляет собой смесь углеводородов, именно поэтому нефть не имеет постоянной температуры кипения. Нефть кипит, перегоняется в интервале температур.

Ответ на вопрос 3

Нефть относится к числу наиболее вредных химических загрязнений. Количество поступающей за год в Мировой океан нефти оценивается в 5–10 млн тонн. Нефть образует на поверхности воды нерастворимую пленку, в результате чего нарушается обмен теплом, влагой, газами (в первую очередь кислородом) между водой и атмосферой. Происходит нарушение биологического равновесия океана, как следствие гибнут животные, микроорганизмы. Например, 1 л разлитой нефти загрязняет около 40 000 литров воды. В первую очередь на загрязненном участке погибнет планктон — основной продукт питания водных обитателей, рыб, морских животных. Следует учесть, что нефть содержит и растворимые ядовитые компоненты, которые становятся причиной гибели морских птиц, ухудшают вкусовые качества мяса морских рыб.

В настоящее время разработаны эффективные методы борьбы с нефтяным загрязнением океана. Например, некоторые микроорганизмы обладают способностью усваивать УВ нефти, известно более 1000 подобных бактерий и грибов. Следующий способ заключается в том, что на поверхности нефтяного пятна разбрызгивают расплавленный парафин, который при затвердении

захватывает нефть. Полученную твердую массу собирают механически. Другой способ основан на использовании полиуретана, который обладает способностью поглощать массу нефти в 18 раз превышающую его собственную массу. Кроме того, используют различные эмульгаторы и дисперсанты, которые переводят нефть в эмульсии и ускоряют процессы ее биохимического разрушения.

Ответ на вопрос 4

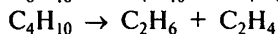
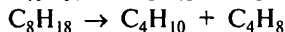
Ректификация — это физический способ разделения смеси компонентов с различными температурами кипения. Этот процесс основан на разнице температур кипения УВ, входящих в состав нефти. Следует учесть, что нефть содержит большое число различных соединений, которые имеют близкие температуры кипения, поэтому выделение индивидуальных УВ из нефти сильно затруднено. На прямой перегонке нефть разделяют на следующие фракции:

- 1) ректификационные газы (смесь низкомолекулярных УВ, в основном бутана и пропана), температура кипения 40°C .
- 2) газолиновая фракция (бензин) — УВ состава от C_5H_{12} до $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$. Более тонкое разделение: газолин (петролейный эфир, $40\text{--}70^{\circ}\text{C}$) и бензин ($70\text{--}120^{\circ}\text{C}$).
- 3) лигроиновая фракция — УВ состава от C_8H_{18} до $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$, температура кипения $120\text{--}250^{\circ}\text{C}$
- 4) керосиновая фракция УВ состава от $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ до $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$, температура кипения $180\text{--}300^{\circ}\text{C}$
- 5) дизельное топливо УВ состава от $\text{C}_{13}\text{H}_{28}$ до $\text{C}_{19}\text{H}_{40}$, температура кипения $200\text{--}350^{\circ}\text{C}$

Образуется также остаток перегонки нефти — мазут, который содержит УВ с числом атомов С от 18 до 50.

Ответ на вопрос 5

Крекинг — это термическое разложение нефтепродуктов, приводящее к образованию УВ с меньшим числом атомов углерода в молекуле.



Ответ на вопрос 6

Известны несколько видов крекинга: термический, каталитический, крекинг высокого давления, восстановительный крекинг.

Термический крекинг заключается в расщеплении молекул УВ с длинной углеродной цепью на более короткие под действием высокой температуры от 470°C до 550°C . В результате этого образуются алканы и алкены, которые в свою очередь также могут снова подвергаться крекингу, образуя УВ с еще более короткой углеродной цепью. При обычном термическом крекинге образуется много низкомолекулярных газообразных УВ (см. уравнения предыдущего ответа).

Каталитический крекинг протекает в присутствии катализаторов, в качестве которых используют природные алюмосиликаты состава $n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2$, а также Cr_2O_3 , AlCl_3 . Осуществление крекинга протекает при температуре $470\text{--}550^{\circ}\text{C}$ и приводит в основном к образованию УВ, имеющих разветвленное или циклическое строение углеродной цепи.

Общим в этих двух видах крекинга является образование УВ с меньшим числом атомов углерода в молекуле. Отличаются эти процессы условиями разложения УВ, а также образующимися продуктами. При термическом крекинге образуется много низкомолекулярных УВ, которые используют как сырье для получения спиртов, кислот, полимеров и др. При каталитическом крекинге образуются УВ разветвленного и циклического строения, добавление которых к моторному топливу значительно улучшает его качество, повышает октановое число бензина.

Ответ на вопрос 7

Попутный нефтяной газ собирается над нефтью в земной коре и частично растворяется в ней под давлением вышележащих пород, поэтому он выделяется с нефтью при ее добыче из нефтяных скважин. Таким образом, получается, что данный газ попутно выделяется вместе с нефтью, отсюда и происходит его название. Попутный нефтяной газ содержит алканы, в молекулах которых от 1 до 6 атомов С. Он используется в качестве топлива и в качестве сырья для химической промышленности. Попутный газ разделяют на фракции, при этом получают:

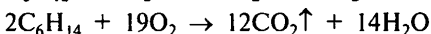
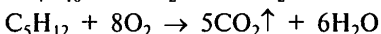
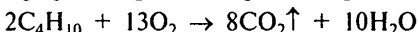
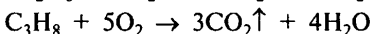
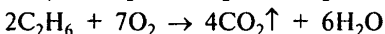
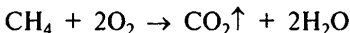
- 1) газовый бензин — легколетучую смесь, состоящую из пентана C_5H_{12} и гексана C_6H_{14} . Данная смесь хорошо испаряется даже при низких температурах, поэтому ее используют в качестве топлива для автомобилей на Крайнем Севере и как добавку к моторному топливу, облегчающую запуск двигателей в зимних условиях.
- 2) пропан-бутановую смесь, легко переходящую в жидкое состояние при повышенном давлении. Данная смесь в виде сжиженного газа используется как бытовое топливо (газовые баллоны) и для заполнения зажигалок.
- 3) сухой газ представляет собой смесь метана CH_4 и этана C_2H_6 . Используется в качестве топлива.

Помимо этого, попутный нефтяной газ используют в качестве сырья для химических производств, из него получают водород, ацетилен, алкены, арены и их производные.

Ответ на вопрос 8

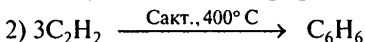
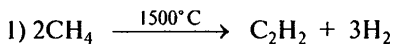
Основным компонентом природного газа является метан, доля которого в зависимости от месторождения составляет 75 — 99 % по объему. В состав природного газа входят также этан, пропан, бутан, изобутан, азот, углекислый газ.

Реакции горения всех компонентов попутного газа:



Ответ на вопрос 9

Получение бензола из природного газа:



Ответ на вопрос 10

Коксование является одним из основных способов переработки каменного угля и заключается в его прокаливании без доступа воз-

духа. Коксование проводят при температуре 1000°C , при этом образуются:

- 1) *коксый газ*, в состав которого входят H_2 , CH_4 , CO , CO_2 , примеси NH_3 , N_2 .
- 2) *каменноугольная смола*, содержащая несколько сот различных органических веществ, в том числе арены: бензол, его гомологи, фенол, ароматические спирты, нафталин, различные гетероциклические соединения.
- 3) *надсмольная или аммиачная вода*, содержащая аммиак, фенол, сероводород.
- 4) *кокс* — твердый остаток коксования, который представляет собой практически чистый углерод.

Ответ на вопрос 11

Сжигая нефть, уголь, попутный нефтяной газ, человечество безвозвратно теряет невозполнимые природные ресурсы. Более рациональный способ их использования — в качестве сырья для химической промышленности.

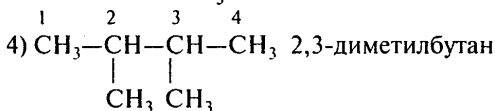
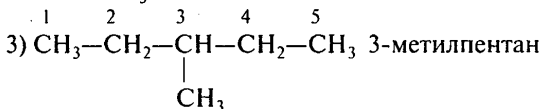
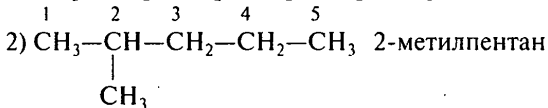
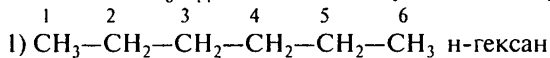
§ 11. Алканы

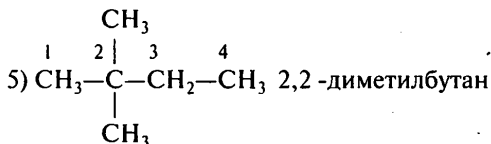
Ответ на вопрос 1

Общая формула УВ гомологического ряда алканов: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

Ответ на вопрос 2

Для гексана C_6H_{14} возможны следующие изомеры:



**Ответ на вопрос 3**

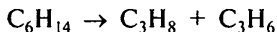
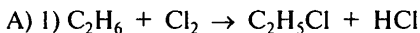
См ответ 6 § 10. Необходимые дополнения:

3) *Восстановительный крекинг* — это крекинг в присутствии катализаторов гидрирования (Pt, Pd, Ni) с добавлением водорода. Основными продуктами этого вида крекинга являются алканы.

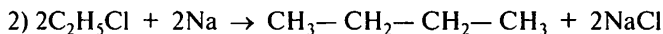
4) *Крекинг высокого давления*, как следует из названия, проводят при повышенном давлении. В результате этого уменьшается количество газообразных продуктов ($\text{CH}_4 - \text{C}_4\text{H}_{10}$) и повышается содержание жидких УВ ($\text{C}_6\text{H}_{14} - \text{C}_{10}\text{H}_{22}$), составляющих основу бензина.

Ответ на вопрос 4

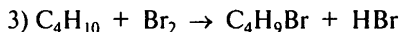
Крекинг гексана:

**Ответ на вопрос 5**

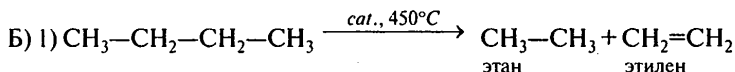
Соединение А — хлорэтан $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$



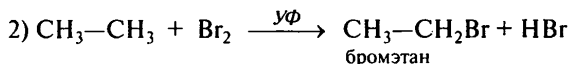
Соединение Б — бутан C_4H_{10}



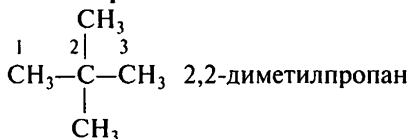
Соединение В — бромбутан $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$



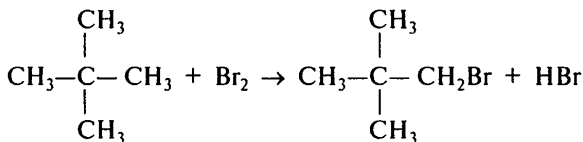
Соединение А — этан, т.к. для его вступления в реакцию с Br_2 необходим УФ свет. Этилен также вступает в реакцию с Br_2 , но при обычных условиях.



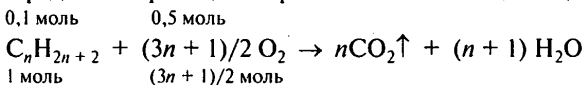
Соединение Б — бромэтан.

Ответ на вопрос 6

Данный изомер пентана образует при бромировании только одно монобромпроизводное, т.к. все метильные группы занимают одинаковое положение:

**Ответ на вопрос 7**

Представим реакцию горения алкана в общем виде:



1) 22,4 л O_2 составляют — 1 моль

а 11,2 л O_2 составляют — x моль

$$x = 0,5 \text{ моль}$$

2) Составляем пропорциональную зависимость:

$$\frac{0,1}{1} = \frac{0,5}{(3n+1)/2}; \quad \frac{0,1}{1} = \frac{1}{3n+1};$$

$$0,3n + 0,1 = 1$$

$$n = 3$$

УВ C_3H_8 — пропан.

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ — структурная формула пропана.

Ответ: $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$.

Ответ на вопрос 8

1 моль газа при н.у. занимает объем — 22,4 л, т.е. масса газа равная его молярной массе также занимает этот объем.

1) Составляем пропорцию:

M г занимает объем — 22,4 л

а 11 г занимают объем — 5,6 л

$$M/11 = 22,4/5,6$$

$$M = 11 \cdot 22,4/5,6$$

$$M = 44$$

2) Вычисляем n — число атомов С в молекуле.

$$M(C_nH_{2n+2}) = 12 \cdot n + 2 \cdot n + 2 = 44$$

$$14n = 42$$

$$n = 3$$

УВ C_3H_8 — пропан.

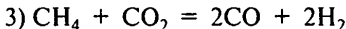
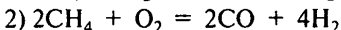
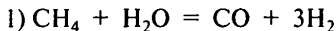
Ответ: $CH_3-CH_2-CH_3$ — структурная формула пропана.

Ответ на вопрос 9

Метан используется как бытовое топливо, кроме того, является сырьем для химической промышленности. Метан запаха не имеет, поэтому в целях техники безопасности, при его использовании в бытовых и промышленных газовых приборах, в него добавляют меркаптаны — серосодержащие соединения, обладающие резким неприятным запахом.

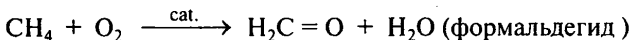
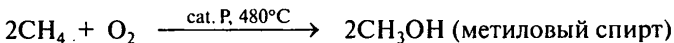
Ответ на вопрос 10

I. Основным способом переработки метана является его окисление водяным паром, кислородом или углекислым газом в присутствии катализатора и при высокой температуре. Данный процесс носит название *конверсии*:



В результате реакций окисления образуется *синтез-газ* — ценное сырье для химической промышленности.

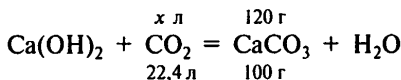
II. При каталитическом окислении метана в зависимости от условий проведения реакции, могут быть получены спирты, альдегиды, карбоновые кислоты:



Ответ на вопрос 11

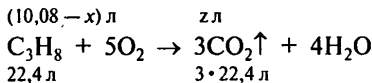
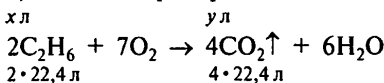
Решение:

1) Определим объем CO_2 , полученного в результате сгорания смеси газов:



$$x = 120 \cdot 22,4 / 100 = 26,88 \text{ л CO}_2$$

2) Составим пропорции для нахождения объемов этана и пропана:



3) Выразим у и z через x:

$$y = x \cdot 4 \cdot 22,4 / 2 \cdot 22,4 = 2x$$

$$z = (10,08 - x) \cdot 3 \cdot 22,4 / 22,4 = 3(10,08 - x)$$

4) Определим x:

$$\text{Учтем, что сумма } (y + z) = 26,88 \text{ л}$$

$$2x + 3(10,08 - x) = 26,88$$

$$2x + 30,24 - 3x = 26,88$$

$$x = 3,36$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_6) = 3,36 \text{ л}$$

$$V(\text{C}_3\text{H}_8) = 10,08 - 3,36 = 6,72 \text{ л}$$

5) Определим объемный состав исходной смеси:

а) 3,36 л этана составляют — x %

10,08 л смеси составляют — 100 %

$$x \approx 33 \%$$

б) 6,72 л пропана составляют — x %

10,08 л смеси составляют — 100 %

$$x \approx 67 \%$$

Ответ: $\varphi(\text{C}_2\text{H}_6) = 33 \%$, $\varphi(\text{C}_3\text{H}_8) = 67 \%$.

Ответ на вопрос 12

Решение:

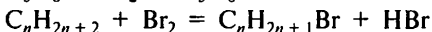
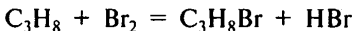
1) Определим среднюю молярную массу смеси:

$$M_{\text{ср.}} = D_{\text{C}_2\text{H}_6} \cdot M(\text{C}_2\text{H}_6) = 1,808 \cdot 30 = 54,24 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_6) = 30 \text{ г/моль}$$

2) В смеси присутствуют 2 алкана — один более легкий, другой более тяжелый. Более легкий алкан должен иметь молярную массу меньше $M_{\text{ср}}$, т.е. $< 54,24$ г/моль. Этому условию соответствуют C_3H_8 , C_2H_6 , C_3H_8 . Метан и этан не могут образовывать изомеров, поэтому в смеси обязательно должен быть пропан. При его бромировании получаются 2 изомера: 1-бромпропан и 2-бромпропан. Пусть другой алкан содержит n атомов углерода.

Составим уравнение реакции бромирования алканов в общем виде:



3) Примем, что $\nu(\text{C}_3\text{H}_8) = x$ моль, а $\nu(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = y$ моль

Выразим молярные массы неизвестного алкана и его монобромпроизводных:

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = 12n + 2n + 2 = 14n + 2$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Br}) = 14n + 81$$

Вычислим молярные массы пропана и бромпропана:

$$M(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 \cdot 12 + 8 = 44 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}) = 43 + 80 = 123 \text{ г/моль}$$

4) Выразим массы продуктов бромирования смеси по формуле:

$$m = M \cdot \nu; m(\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}) = 123x$$

$$m(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Br}) = (14n + 81)y$$

5) Составим первое уравнение:

По условию задачи суммарные массы изомеров двух бромпроизводных алканов равны между собой, поэтому:

$$123x = (14n + 81)y$$

6) Составим второе уравнение, используя для этого формулу для определения средней молярной массы:

$$54,24 = \frac{M(\text{C}_3\text{H}_8)\nu(\text{C}_3\text{H}_8) + M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2})\nu(\text{C}_n\text{H}_{2n+2})}{\nu(\text{C}_3\text{H}_8) + \nu(\text{C}_n\text{H}_{2n+2})}$$

7) Составляем систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{44x + (14n + 2)y}{x + y} = 54,24 \\ 123x = (14n + 81)y \end{cases}$$

$$1. 123x = 14ny + 81y$$

$$14ny = 123x - 81y$$

$$n = \frac{123x - 81y}{14y}$$

2. Подставим значение n в первое уравнение:

$$\frac{44x + 123x - 81y + 2y}{x + y} = 54,24$$

$$\frac{167x - 79y}{x + y} = 54,24$$

$$54,24x + 54,24y = 167x - 79y$$

$$112,76x = 133,24y$$

$$x = 1,181y$$

3. Вычислим значение n :

$$n = \frac{123 \cdot 1,181y - 81y}{14y}$$

$$n = 4,59$$

Рассматриваем возможные варианты: $n = 4$, тогда второй алкан — бутан (газ при н.у.), если принять $n = 5$, тогда другой алкан — пентан (жидкость). Условиям задачи удовлетворяет первый вариант:

Второй алкан в смеси — бутан или изобутан C_4H_{10}

Следует отметить, что полученное значение числа атомов С ($n = 4,59$) свидетельствует о большой погрешности определения плотности по этану смеси газов.

4) Вычислим значение объемной доли бутана, при этом учтем, что *объемная доля газа в смеси равна его мольной доли*:

$$\varphi(C_4H_{10}) = \mu(C_4H_{10}) = y/(y + x) = y/(1,181y + y)$$

$$\mu = 1/2,181 = 0,47$$

$$\varphi(C_4H_{10}) = 0,47 \text{ или } 47\%$$

5) Другой вариант вычисления объемной доли.

$$M_{\text{ср.}} = M_1 \cdot \varphi_1 + M_2 \cdot \varphi_2$$

$$M(C_4H_{10}) = 58 \text{ г/моль}; M(C_3H_8) = 44 \text{ г/моль};$$

$$58x + 44(1 - x) = 54,24$$

$$58x + 44 - 44x = 54,24$$

$$14x = 10,24$$

$$x = 0,73 \%$$

По этим данным $\varphi(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 73\%$

Полученные результаты свидетельствуют о **неверных условиях задачи**. Данная задача имеет верное решение при плотности по этану равной 1,687. Ход решения задачи аналогичен.

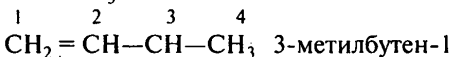
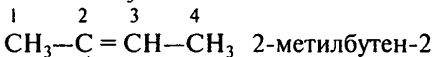
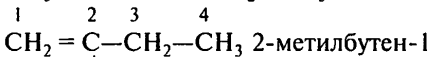
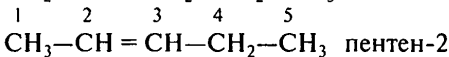
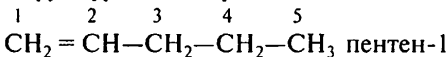
§ 12. Алкены

Ответ на вопрос 1

Для алкенов характерна изомерия углеродного скелета, положения двойной связи, геометрическая и межклассовая изомерия.

Структурные формулы изомеров пентена C_5H_{10} :

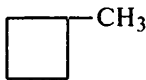
Структурная изомерия:



Межклассовая изомерия



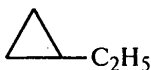
циклопентан



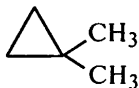
метилциклобутан



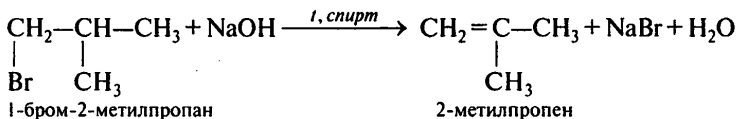
1,2-диметилциклопропан



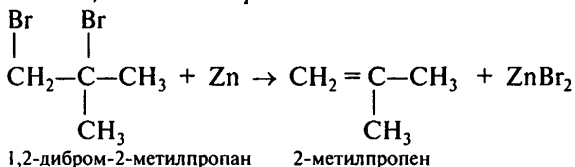
этилциклопропан



1,1-диметилциклопропан

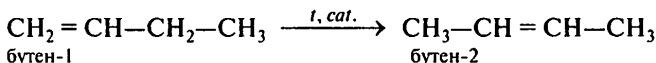


5. Реакции дегалогенирования:

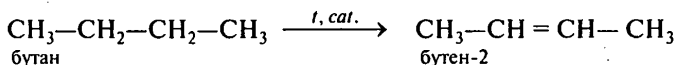


б) Бутен-2 может быть получен по:

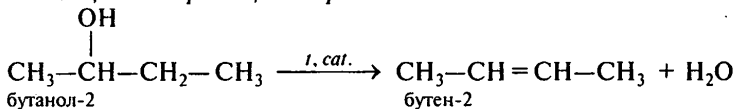
1. Реакции изомеризации:



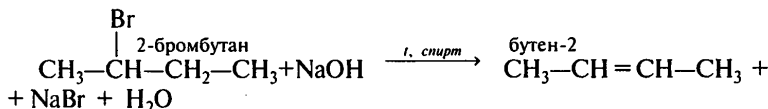
2. Реакции дегидрирования алканов:



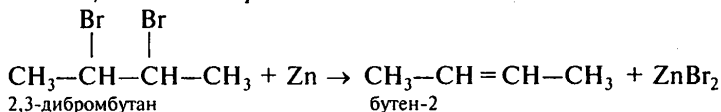
3. Реакции дегидратации спиртов:



4. Реакции дегидрогалогенирования:

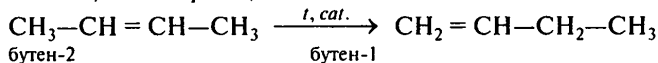


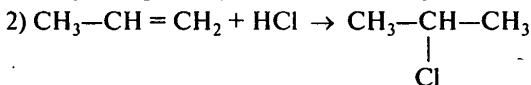
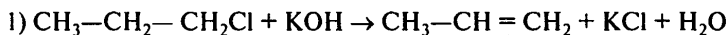
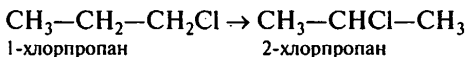
5. Реакции дегалогенирования:



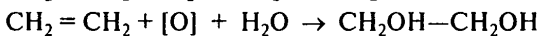
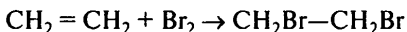
в) Бутен-1 может быть получен по:

1. Реакции изомеризации:



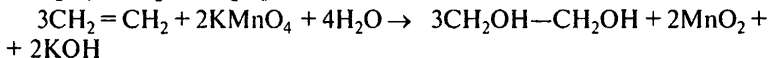
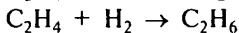
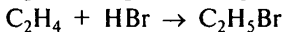
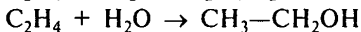
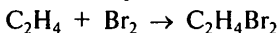
Ответ на вопрос 4**Ответ на вопрос 5**

Этан можно очистить от примеси этилена, пропустив смесь газов через бромную воду или водный раствор перманганата калия. Этан с этими веществами не взаимодействует и поэтому улетучится, а этилен поглотится.

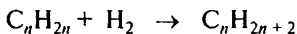
**Ответ на вопрос 6**

Предельные углеводороды не вступают в реакции присоединения, характерные для алкенов, и окисляются только в жестких условиях. Для алканов характерны реакции замещения (например, реакции галогенирования). Алкены обесцвечивают бромную воду, водный раствор перманганата калия.

Реакции присоединения:

**Ответ на вопрос 7**

$$2,8 \text{ г} \quad 0,896 \text{ л}$$



$$x \text{ г} \quad 22,4 \text{ л}$$

$$\frac{2,8}{x} = \frac{0,896}{22,4}; x = \frac{2,8 \cdot 22,4}{0,896} = 70 \text{ г}$$

Из уравнения химической реакции следует, что полученные 70 г являются молярной массой УВ.

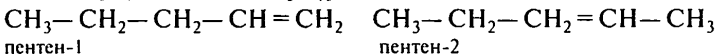
Определяем число атомов углерода в составе соединения:

$$M(C_nH_{2n}) = 12n + 2n = 70$$

$$14n = 70$$

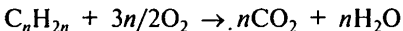
$$n = 5$$

Ответ: формула УВ — C_5H_{10} (пентен)



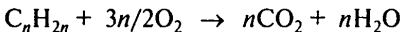
Ответ на вопрос 8

1) Составляем уравнение реакции горения алкена в общем виде:



2) Выписываем условия задачи над уравнением и составляем химическую пропорцию:

$$\begin{array}{cc} 20 \text{ мл} & 90 \text{ мл} \end{array}$$



$$\begin{array}{cc} 22,4 \text{ мл} & 22,4 \cdot 3n/2 \end{array}$$

$$\frac{20}{22,4} = \frac{90}{22,4 \cdot 3n/2}; \quad \frac{20}{22,4} = \frac{90 \cdot 2}{22,4 \cdot 3n};$$

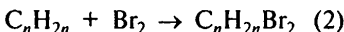
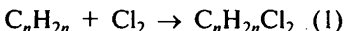
$$n = \frac{22,4 \cdot 90 \cdot 2}{20 \cdot 22,4 \cdot 3} = 3$$

Данный газ — пропилен C_3H_6

Ответ: C_3H_6

Ответ на вопрос 9

1) Составляем уравнения химических реакций в общем виде:



2) Рассчитываем молярные массы соединений:

$$M(C_nH_{2n}) = 14n$$

$$M(C_nH_{2n}Cl_2) = 14n + 71$$

$$M(C_nH_{2n}Br_2) = 14n + 160$$

3) Согласно условиям задачи, в обе реакции вступает один и тот же алкен одинаковой массы, и соответственно одинакового количества вещества ($\nu = m/M$). Из уравнений реакций следует, что число молей исходного алкена и продукта галогенирования равны между собой, поэтому равны между собой количества веществ, полученных в результате реакции.

$$m_1(C_nH_{2n}) = m_2(C_nH_{2n}) \rightarrow v_1(C_nH_{2n}) = v_2(C_nH_{2n})$$

$$v(C_nH_{2n}) = v(C_nH_{2n}Hal_2) \rightarrow v(C_nH_{2n}Cl_2) = v(C_nH_{2n}Br_2)$$

4) Составляем химическую пропорцию, исходя из формулы:

$$v = \frac{m}{M}; \quad \frac{m(C_nH_{2n}Cl_2)}{M(C_nH_{2n}Cl_2)} = \frac{m(C_nH_{2n}Br_2)}{M(C_nH_{2n}Br_2)}$$

$$\frac{25,4}{14n + 71} = \frac{43,2}{14n + 160}$$

$$25,4(14n + 160) = 43,2(14n + 71)$$

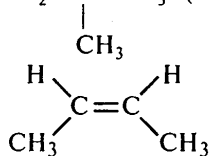
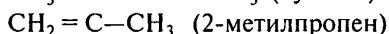
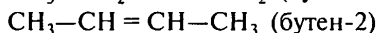
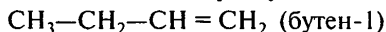
$$355,6n + 4064 - 604,8n = 3067,2$$

$$-249,2n = -996,8$$

$$n = 4$$

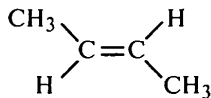
Данный УВ — бутен C_4H_8

Возможные изомеры бутена:



цис-бутен-2

Ответ: C_4H_8



транс-бутен-2

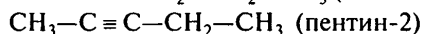
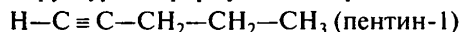
§ 13. Алкины

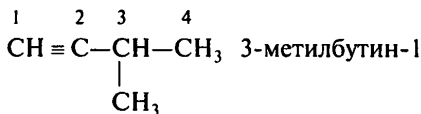
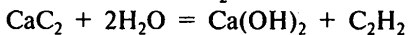
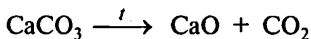
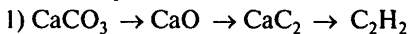
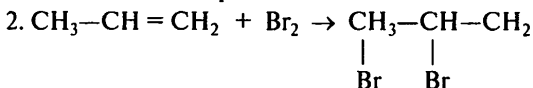
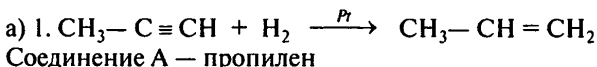
Ответ на вопрос 1

Для алкинов цис-, трансизомерия невозможна, т.к. у атома углерода, находящегося при тройной связи имеется только 1 заместитель: $H-C \equiv C-C-$, а также тройная связь предполагает линейное строение молекулы.

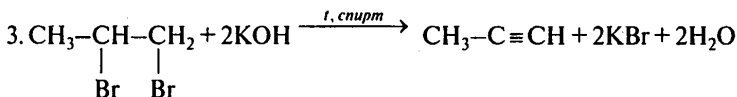
Ответ на вопрос 2

Структурные формулы изомеров пентина C_5H_8 :

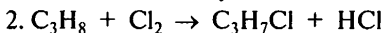
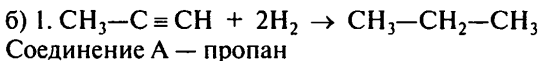


**Ответ на вопрос 3****Ответ на вопрос 4**

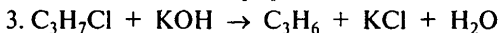
Соединение Б — 1,2-дибромпропан



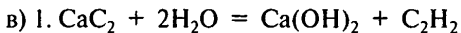
Соединение В — пропин



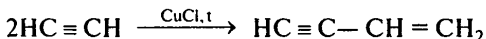
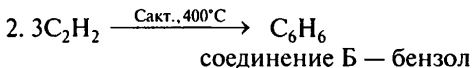
Соединение Б — хлорпропан



Соединение В — пропилен



Соединение А — ацетилен



Соединение В — бутен-1-ин-3 (винилацетилен)

в) $M(C_4H_8) = 56$ и $M(C_4H_6) = 54$ (не подходят к условиям задачи, т.к. при любом соотношении компонентов смесь будет иметь $M_{ср}$ больше 41,14 г/моль)

4) Определение объемной доли газов.

$$M_{ср.} = M_1 \cdot \varphi_1 + M_2 \cdot \varphi_2$$

Пусть x — объемная доля пропилена, тогда объемная доля пропина $(1 - x)$:

$$42x + 40(1 - x) = 41,14$$

$$42x - 40 - 40x = 41,14$$

$$2x = 1,14; x = 0,57$$

$$\varphi(C_3H_6) = 57\%; \varphi(C_3H_4) = 43\%;$$

Ответ: $\varphi(C_3H_6) = 57\%; \varphi(C_3H_4) = 43\%$.

§ 14. Алкадиены

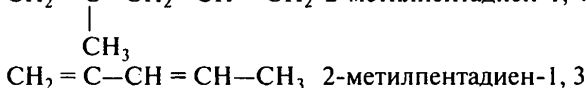
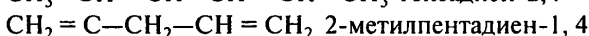
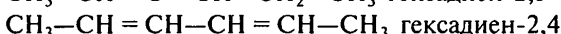
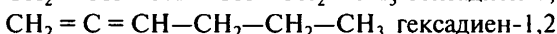
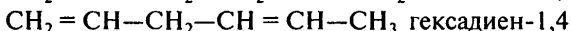
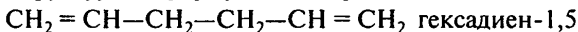
Ответ на вопрос 1

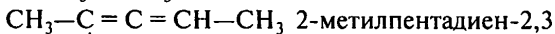
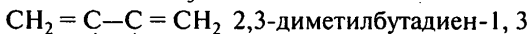
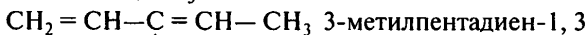
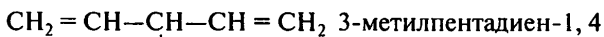
Алкадиены различаются взаимным расположением двойных связей. Различают 3 вида алкадиенов:

- 1) алкадиены с изолированным расположением двойных связей: $CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$ гексадиен-1,5
- 2) алкадиены с сопряженным расположением двойных связей: $CH_2 = CH - CH = CH - CH_3$ пентадиен-1,3
- 3) алкадиены с кумулированным расположением двойных связей: $CH_2 = C = CH - CH_2 - CH_3$ пентадиен-1,2

Ответ на вопрос 2

Структурные формулы изомеров алкадиена состава C_6H_{10}

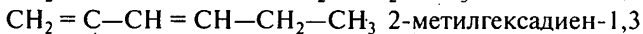
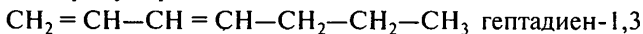




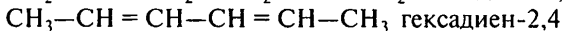
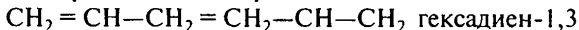
Ответ на вопрос 3

Для алкадиенов с сопряженными двойными связями характерна изомерия углеродного скелета, положения двойной связи, пространственная изомерия и межклассовая с алкинами. Примеры:

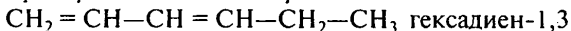
Изомерия углеродного скелета:



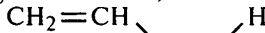
Изомерия положения кратных связей:



Пространственная изомерия



цис-гексадиен-1,3

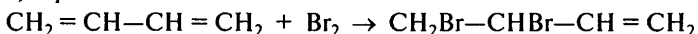


транс-гексадиен-1,3

Ответ на вопрос 4

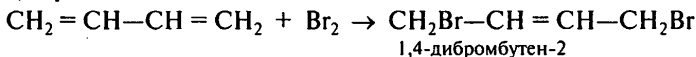
Особенностью реакций присоединения к алкадиенам с сопряженными двойными связями является способность присоединять молекулы как в положения 1 и 2, так и в положения 1 и 4.

1,2-присоединение:

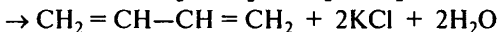


3,4-дибромбутен-1

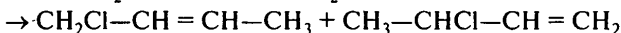
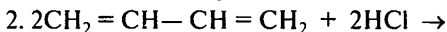
1,4 присоединение:



Ответ на вопрос 5



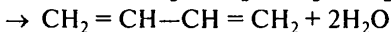
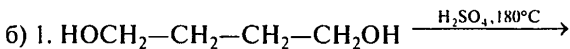
Соединение А — бутадиен-1,3



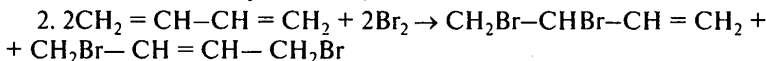
1-хлорбутен-2 (соединение Б) 3-хлорбутен-1 (соединение В)

(1,4 присоединение)

(1,2 присоединение)

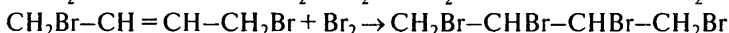
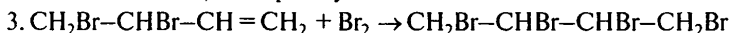


Соединение А — бутадиен-1,3



Соединение Б — 3,4-дибромбутен-1;

соединение В — 1,4-дибромбутен-2



Соединение Г — 1,2,3,4-тетрабромбутан

Ответ на вопрос 6

1) При полном сжигании 1 моль C_xH_y образуется 54 г H_2O и 89,6 л CO_2 .

Рассчитываем содержание углерода и водорода в полученных продуктах:

в 18 г H_2O — 2 г Н

в 22,4 л CO_2 — 12 г С

в 54 г H_2O — x г

в 89,6 л CO_2 — x г С

x = 6 г Н

x = 48 г С

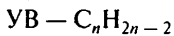
2) Определяем молярную массу УВ:

48 г + 6 г = 54 г/моль

3) Определяем его молекулярную формулу.

Из условий задачи следует, что вещество относится к классу диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями (т.к. взаимодействует с бромом по типу 1,4 присоединения, образуя со-

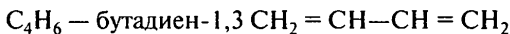
единение симметричного строения). Общая формула диеновых



$$M(C_n H_{2n-2}) = 12n + 2n - 2 = 54$$

$$14n = 56$$

$$n = 4$$

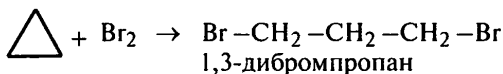


Ответ: $C_4 H_6$

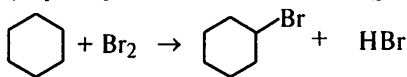
§ 15. Циклоалканы

Ответ на вопрос 1

а) Бромирование циклопропана (реакция присоединения):

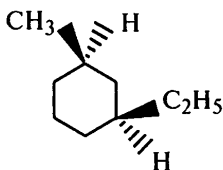


б) Бромирование циклогексана (реакция замещения):

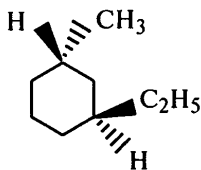


Ответ на вопрос 2

Структурные формулы цис- и трансизомеров:



цис-1-метил-3-этилциклогексан

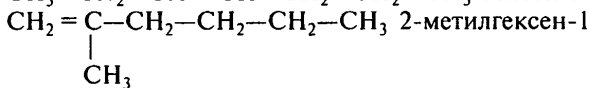
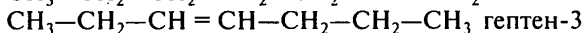
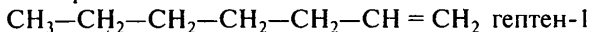


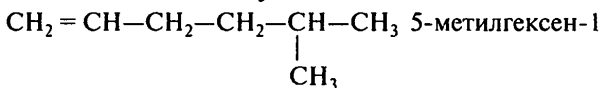
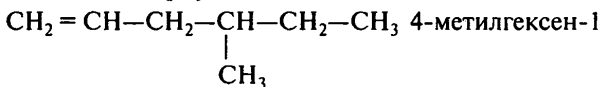
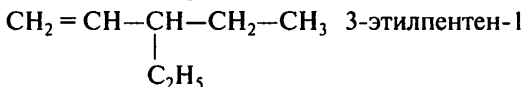
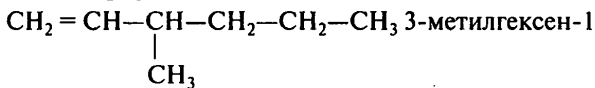
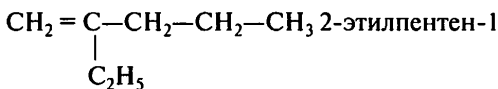
транс-1-метил-3-этилциклогексан

Ответ на вопрос 3.

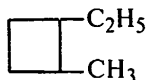
Углеводорода состава $C_7 H_{14}$ может относиться к классу алкенов и циклопарафинов.

Изомеры алкенов:

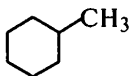




Изомеры циклопарафинов:



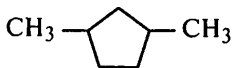
1-метил-2-этилциклобутан



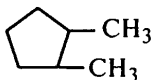
метилциклогексан



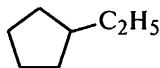
циклогептан



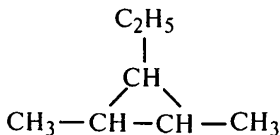
1,3-диметилциклопентан



1,2-диметилциклопентан



этилциклопентан



1,2-диметил-3-этилциклопропан

Ответ на вопрос 4

1) Определяем молярную массу УВ:

$$M = 2 \cdot M(\text{N}_2) = 2 \cdot 28 = 56 \text{ г/моль}$$

2) Данный УВ не обесцвечивает раствор перманганата калия, поэтому он относится к предельным углеводородам, но поскольку взаимодействует с водородом, то относится к классу циклопарафи-

нов. Предположение: к малым циклам, вступающим в реакции присоединения, сопровождаемые раскрытием цикла.

3) Расчет числа атомов С в молекуле.

Формула циклопарафинов: C_nH_{2n}

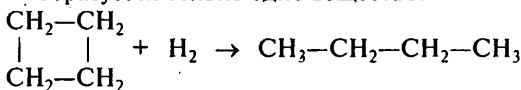
$$M(C_nH_{2n}) = 12n + 2n = 14n$$

$$14n = 56; n = 4$$

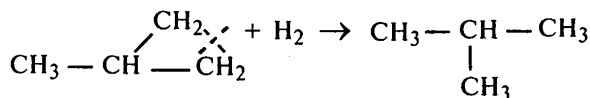
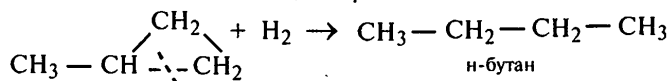
4) Молекулярная формула соединения — C_4H_8

5) Выбор структурной формулы:

а) Циклобутан при взаимодействии с H_2 образует н-бутан (одно вещество). Все положения атомов С равноценны, поэтому образуется только одно вещество.



б) Метилциклопропан взаимодействует с H_2 с образованием двух веществ в зависимости от места разрыва связи:



2-метилпропан

Ответ: Данный УВ — метилциклопропан.

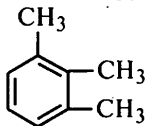
§ 16. Ароматические углеводороды

Ответ на вопрос 1

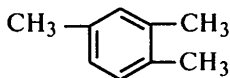
Структурные формулы изомеров состава C_9H_{12}

Шесть атомов углерода образуют бензольное кольцо, значит остальные 3 атома С входят в состав заместителей. Для трех атомов С существует 3 варианта их распределения по заместителям в бензольном ядре.

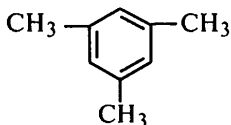
1) Три заместителя $-CH_3$ с различным расположением друг относительно друга:



1,2,3-триметилбензол

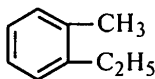


1,2,4-триметилбензол-

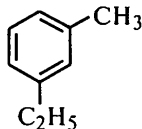


1,3,5-триметилбензол

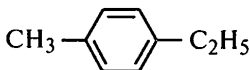
2) Два заместителя $-CH_3$ и $-C_2H_5$ (3 изомера — орто-, мета-, пара-)



1-метил-2-этилбензол

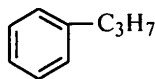


1-метил-3-этилбензол

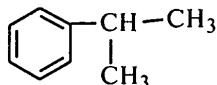


1-метил-4-этилбензол

3) Один заместитель $-C_3H_7$ (2 изомера)



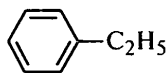
пропилбензол



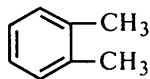
изопропилбензол

Ответ на вопрос 2

При дегидроциклизации н-октана могут образовываться



этилбензол



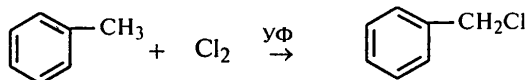
1,2-диметилбензол

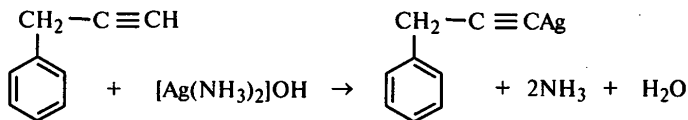
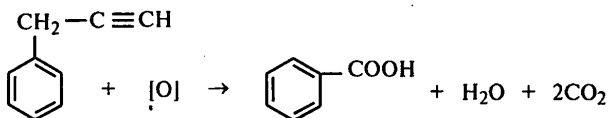
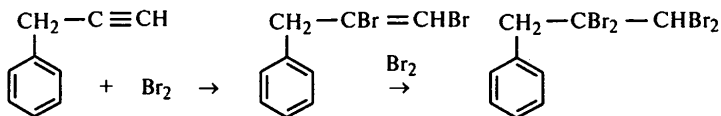
Ответ на вопрос 3

Реакция замещения в бензольном кольце:

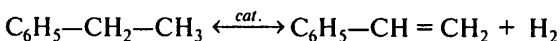
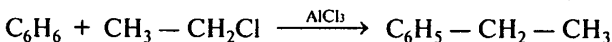
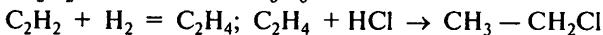
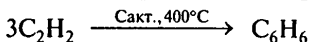
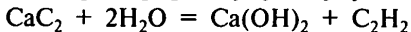
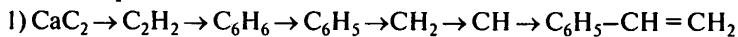


Реакция замещения в боковой цепи:





Ответ на вопрос 9



Глава 4. Кислородсодержащие соединения

§ 17. Спирты

Ответ на вопросы 1–2

Спиртами или алканолдами, называются органические вещества, молекулы которых содержат одну или несколько гидроксильных групп, соединенных с углеводородным радикалом.

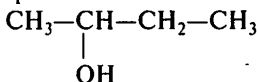
Спирты можно классифицировать по:

- 1) числу гидроксильных групп
- 2) характеру УВ радикала
- 3) характеру атома углерода, с которым связана гидроксильная группа.

В соответствии с этим спирты делятся на:

- 1) одноатомные, двухатомные и трехатомные.
- 2) предельные, непредельные, ароматические
- 3) первичные, вторичные, третичные.

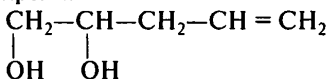
Бутанол-2 относится к одноатомным, предельным и вторичным спиртам:



Бутен-3-ол-1 относится к одноатомным, непредельным, первичным спиртам:

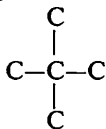


Пентен-4-диол-1,2 относится к двухатомным, непредельным спиртам.



Ответ на вопрос 3

Четвертичных спиртов не существует, т.к. четвертичный атом С связан с 4 другими атомами С, поэтому на связь с гидроксильной группой валентностей больше нет:

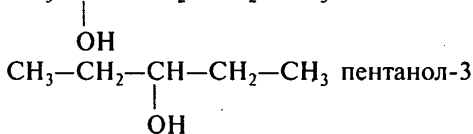
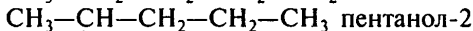
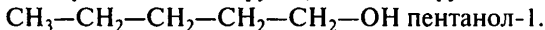


Ответ на вопрос 4

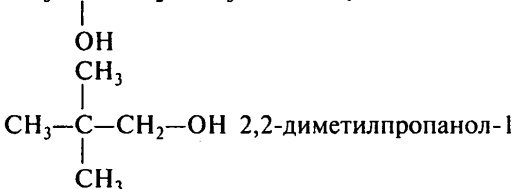
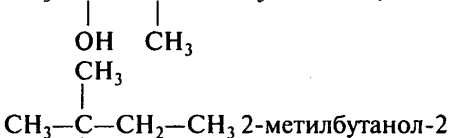
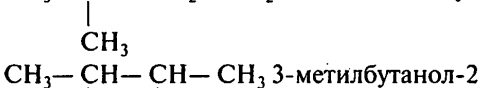
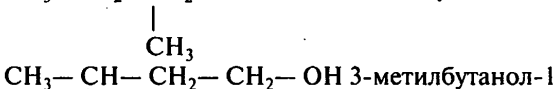
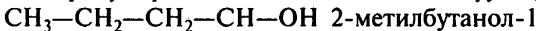
Исходя из молекулярной формулы вещества делаем вывод: данный спирт является одноатомным и предельным.

Структурные формулы *амилового спирта (или пентанола)*:

Изомерия положения функциональной группы:

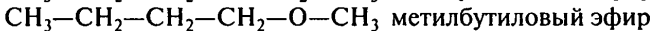
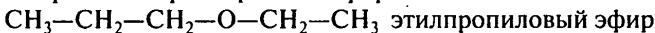


Изомерия углеродного скелета и положения функциональной группы:

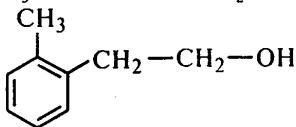
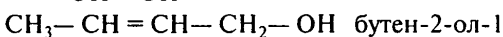
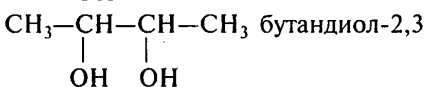
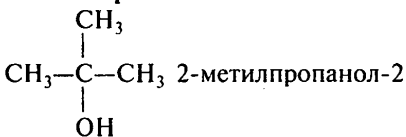


Межклассовая изомерия.

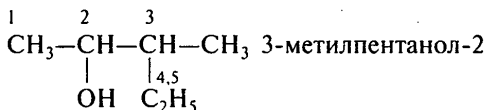
Спирты изомерны простым эфирам:



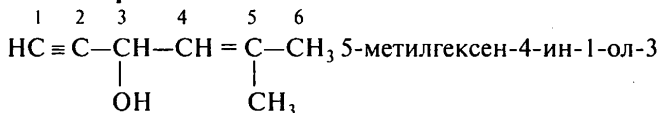
Ответ на вопрос 5



2-ортотоллилэтанол-1



Ответ на вопрос 6



Молекулярная формула соединения: $\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}$.

Формула алкана с тем же числом атомов С: C_7H_{16} . Различие в числе атомов водорода между двумя веществами объясняется наличием кратных связей — одной двойной связи (-2 атома Н) и одной тройной связи (-4 атома Н).

Ответ на вопрос 7

$\text{ЭО}(\text{C}) = 2,5$; $\text{ЭО}(\text{H}) = 2,1$

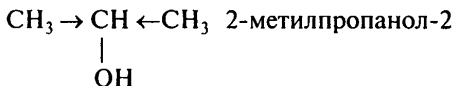
$\text{ЭО}(\text{C}) - \text{ЭО}(\text{H}) = 2,5 - 2,1 = 0,4$ единиц

$\text{ЭО}(\text{O}) = 3,5$; $\text{ЭО}(\text{O}) - \text{ЭО}(\text{H}) = 3,5 - 2,1 = 1,4$ единиц

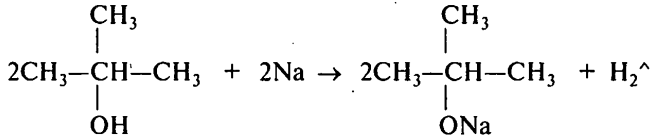
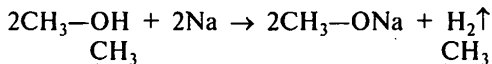
Ответ на вопрос 8

Составляем структурные формулы спиртов:

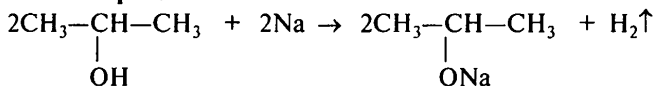
Метанол $\text{CH}_3 \rightarrow \text{OH}$



Кислород в ОН-группе, вследствие своей высокой ЭО, оттягивает электронную плотность связи $\text{O}^{\delta-} \leftarrow \text{H}^{\delta+}$ в свою сторону. Поэтому эта связь поляризована, на атоме кислорода имеется частичный отрицательный заряд, а на атоме водорода частичный положительный заряд. Эта поляризация понижается за счет донорных свойств алкильных (метильных) групп: $\text{CH}_3 \rightarrow \text{O}^{\delta-} \leftarrow \text{H}^{\delta+}$. В метаноле только 1 группа CH_3 , а в другом соединении — их 3. Поэтому, третичные спирты по способности отщеплять протон более слабые, чем первичные. Самым «кислым» в ряду одноатомных предельных спиртов является метанол. Именно поэтому, метанол будет реагировать с натрием более активно, чем 2-метилпропанол.

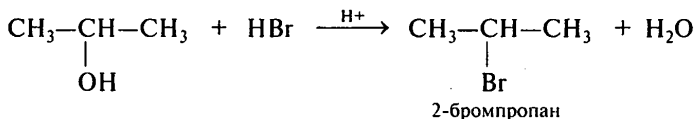


Ответ на вопрос 9



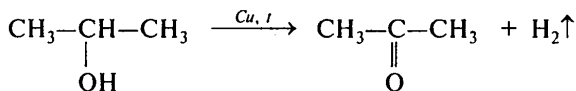
пропанол-2 или
изопропиловый спирт

изопропилат натрия.



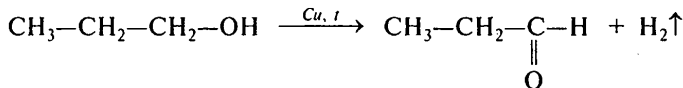
2-бромпропан

Ответ на вопрос 10



пропанол-2

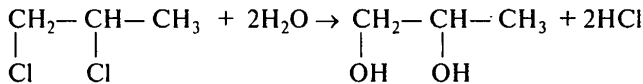
ацетон (класс кетонов)



пропанол-1

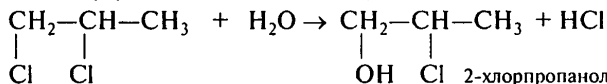
пропаналь (класс альдегидов)

Ответ на вопрос 11



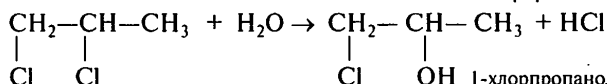
1,2-дихлорпропан

пропандиол-1,2



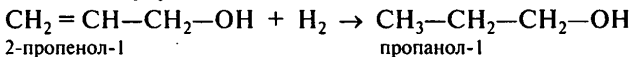
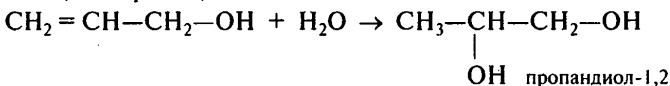
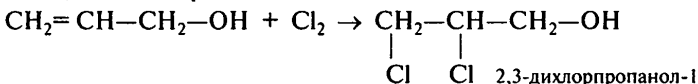
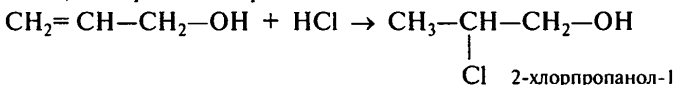
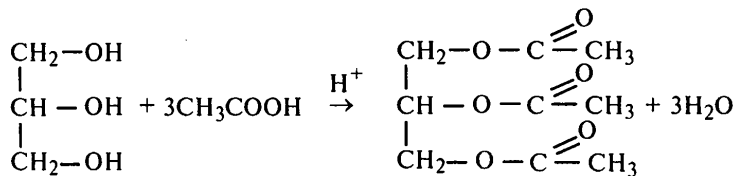
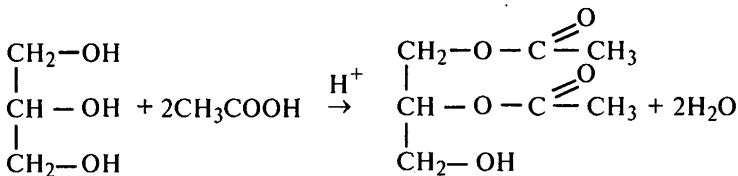
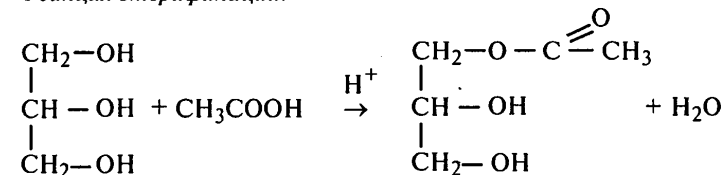
1,2-дихлорпропан

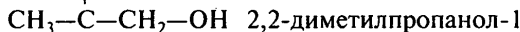
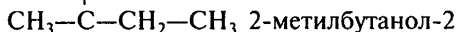
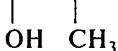
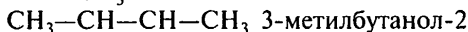
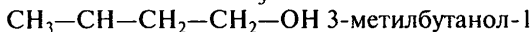
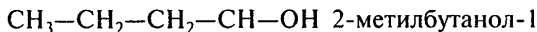
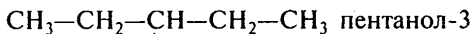
2-хлорпропанол-1



1,2-дихлорпропан

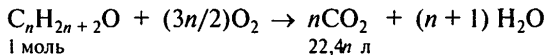
1-хлорпропанол-2

Ответ на вопрос 12*Реакция гидрирования:**Реакция гидратации:**Реакция галогенирования:**Реакция гидрогалогенирования:***Ответ на вопрос 13***Реакция этерификации:*



Ответ на вопрос 15

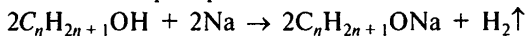
1) Составим уравнения химических реакций в общем виде и выпишем условия задачи:



1 моль

22,4n л

Из 1 моля спирта при сжигании выделяется n моль углекислого газа.



2 моль

22,4 л

1 моль

11,2 л

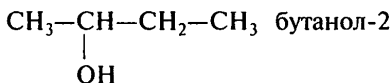
Из 1 моль спирта при взаимодействии с натрием выделяется 0,5 моль H_2 или 11,2 л.

Составим алгебраическое уравнение исходя из данных задачи и химических уравнений:

$$22,4n = 8 \cdot 11,2; n = 4$$

2) Определение структурной формулы спирта:

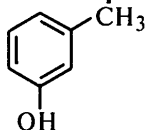
Исходя из условий задачи, данный спирт является вторичным, т. к. при его окислении образуется кетон:



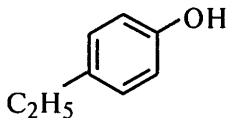
Ответ: бутанол-2.

§ 18. Фенолы

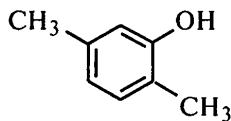
Ответ на вопрос 1



3-метилфенол



4-этилфенол

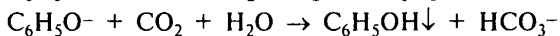
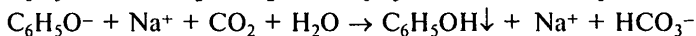
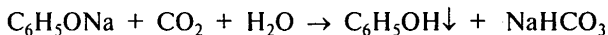


2,5-диметилфенол

Ответ на вопрос 2

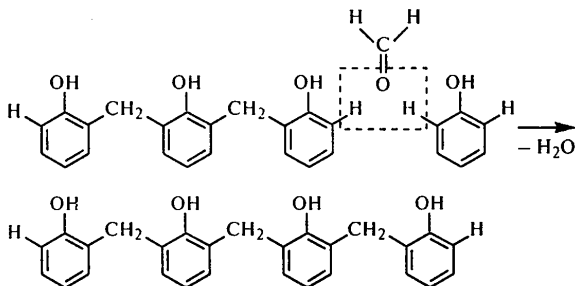
Фенол является слабой кислотой. Кислотные свойства фенола объясняются сопряжением неподеленной электронной пары атома кислорода с π -электронной системой бензольного кольца. В результате связь $\text{O}-\text{H}$ еще больше поляризуется (более, чем в молекулах спиртов и воды) и атом H отщепляется в виде протона.

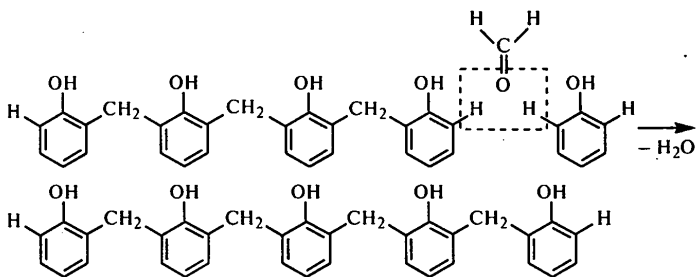
Ответ на вопрос 3



Фенол мало растворим в воде (поэтому раствор помутнел) и имеет характерный запах.

Ответ на вопрос 4





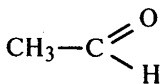
Ответ на вопрос 5

Условия задачи не корректные, поэтому задача не решается. Два компонента реагируют с обоими реагентами, поэтому необходимы дополнительные условия. Известно, что гидроксильная группа ориентирует атаку брома в орто- и пара-положение. Если эти положения заняты у гомолога фенола алкильными радикалами, то в таком, случае, образуются не три-, а ди- или монобромпроизводные. В условиях задачи нет никаких данных по числу заместителей в гомологе фенола, таким образом, нельзя составить уравнения реакции его бромирования, нельзя выразить общей формулой его молярную массу, а значит нельзя решить задачу. С натрием, так же реагируют оба компонента.

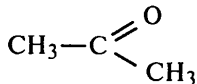
§ 19. Альдегиды и кетоны

Ответ на вопрос 1

В молекуле простейшего альдегида содержится 1 атом углерода HCOH, а в молекуле простейшего кетона — 3 атома C:

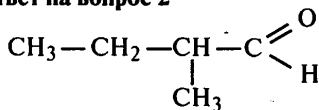


метаналь или
муравьиный альдегид, формальдегид

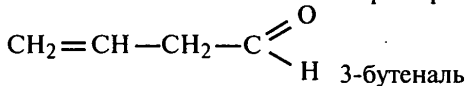
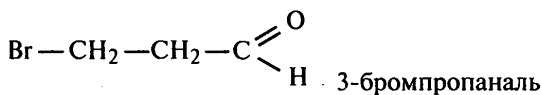


диметилкетон или
ацетон

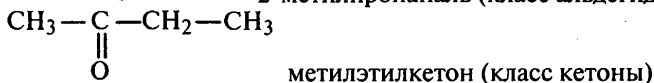
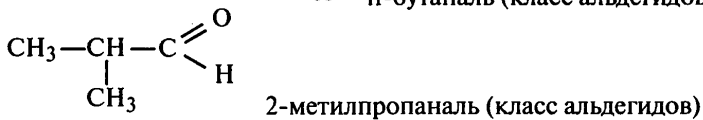
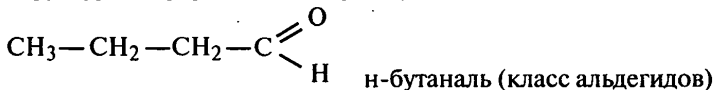
Ответ на вопрос 2



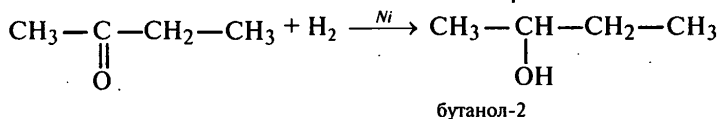
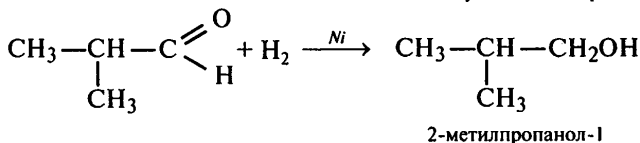
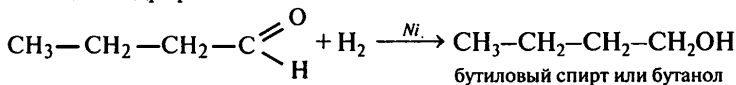
2-метилбутаналь

**Ответ на вопрос 3**

Структурные формулы изомеров бутанала :

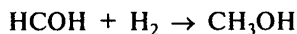


Реакции гидрирования:

**Ответ на вопрос 4**

$$M(\text{CH}_3\text{OH}) = 12 + 3 + 17 = 32 \text{ г/моль}$$

$$\text{х л} \qquad \qquad \qquad 16 \text{ г}$$



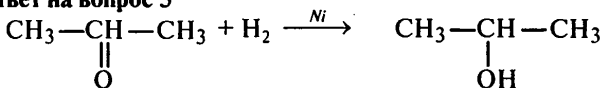
$$22,4 \text{ л} \qquad \qquad \qquad 32 \text{ г}$$

$$\frac{x}{22,4} = \frac{16}{32}; \quad x = \frac{16 \cdot 22,4}{32};$$

$$x = 11,2 \text{ л } \text{CH}_3\text{OH}$$

Ответ: 11,2 л формальдегида.

Ответ на вопрос 5

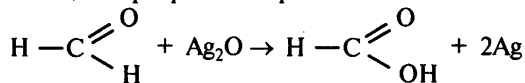


пропанол-2

$$M(\text{CH}_3\text{CHONCH}_3) = 12 + 3 + 12 + 18 + 12 + 3 = 60 \text{ г/моль}$$

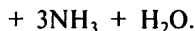
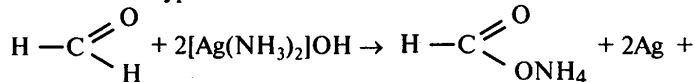
Ответ на вопрос 6

Реакция серебряного зеркала:



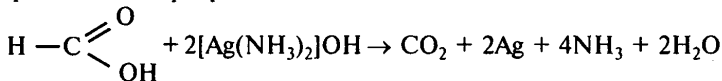
муравьиная кислота

Более точное уравнение:

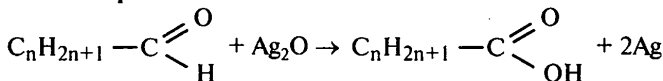


соль муравьиной кислоты:
формиат аммония

Молекула муравьиной кислоты содержит 2 функциональные группы — карбоксильную COOH и карбонильную HCO, поэтому она может окисляться (по карбонильной группе) аммиачным раствором оксида серебра:



Ответ на вопрос 7

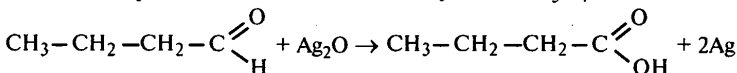


$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}) = 12n + 2n + 1 + 12 + 32 + 1 = 88$$

$$14n + 46 = 88$$

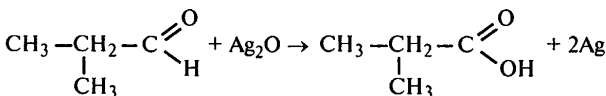
$$14n = 42; \quad n = 3$$

Исходное органическое вещество — бутаналь C_3H_7COOH



н-бутаналь

бутановая кислота



2-метилпропаналь

2-метилпропановая кислота

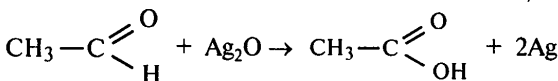
Ответ на вопрос 8

1) Определяем массу ацетальдегида:

$$M(CH_3COH) = 12 + 3 + 12 + 17 = 44 \text{ г/моль}$$

x г

0,54 г



44 г

$2 \cdot 108 \text{ г}$

$$\frac{x}{44} = \frac{0,54}{2 \cdot 108}; \quad x = \frac{44 \cdot 0,54}{216};$$

$$x = 0,11 \text{ г } CH_3COH$$

2) Определяем массу образующейся уксусной кислоты:

$$M(CH_3COOH) = 44 + 16 = 60 \text{ г/моль}$$

44 г альдегида соответствует — 60 г кислоты

0,11 г

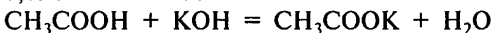
— x г кислоты

$$x = 0,11 \cdot 60/44 = 0,15 \text{ г}$$

3) Определяем массу KOH

0,15 г

x г



60 г

56 г

$$x = 0,15 \cdot 56/60 = 0,14 \text{ г}$$

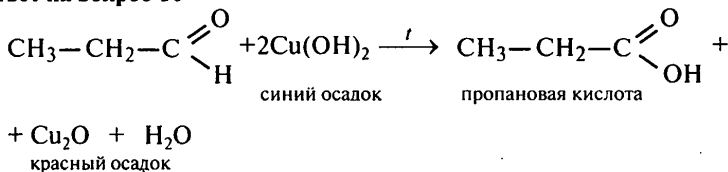
Ответ: $m(CH_3COH) = 0,11 \text{ г}$; $m(KOH) = 0,14 \text{ г}$.

Ответ на вопрос 9

Для обнаружения альдегидов используются реакции окисления: реакция «серебряного зеркала» или окисление гидроксидом меди (II). Кетоны не окисляются данными реагентами. Поэтому, необходимо провести реакции окисления в 2 пробирках. В той пробир-

ке, где произойдут необходимые изменения, находится альдегид, где этих изменений не наблюдается — находится кетон.

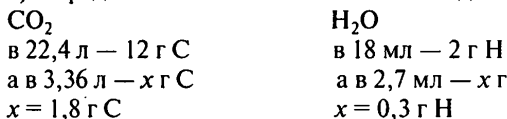
Ответ на вопрос 10



Признаки данной реакции: изменение цвета осадка с синего на красный.

Ответ на вопрос 11

1) Определяем количество С и Н в исходном соединении:



($\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1$ г/мл; $m(\text{H}_2\text{O}) = \rho V = 1$ г/мл \cdot 18 мл = 18 г).

2) Определяем количество кислорода в исходном соединении:

$$m(\text{O}) = 4,5 - (1,8 + 0,3) = 2,4 \text{ г}$$

3) Определение простейшей формулы вещества: $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$

$$v = m/M$$

$$v(\text{C}) = 1,8/12 = 0,15$$

$$v(\text{H}) = 0,3/1 = 0,3$$

$$v(\text{O}) = 2,4/16 = 0,15$$

$$x : y : z = 0,15 : 0,3 : 0,15 = 1 : 2 : 1$$

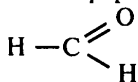
CH_2O — простейшая формула

4) Определение молекулярной массы соединения:

$$M(\text{в-ва}) = D_{\text{возд.}} \cdot 29; M(\text{в-ва}) = 1,035 \cdot 29 = 30,015$$

$$M(\text{CH}_2\text{O}) = 12 + 2 = 16 = 30$$

Обе молекулярные массы совпадают, поэтому CH_2O является истинной формулой вещества.

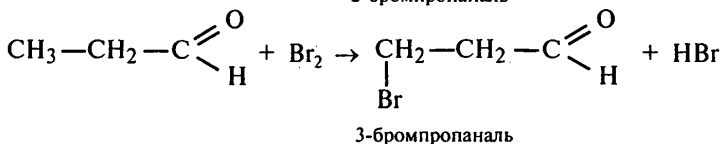
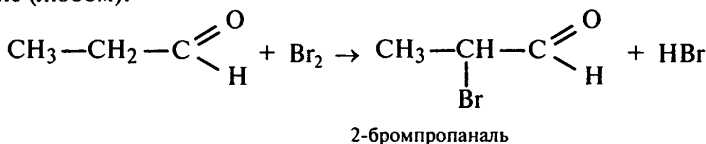


Такую формулу имеет формальдегид или муравьиный альдегид или метаналь.

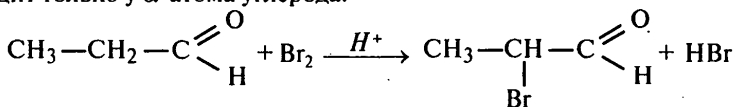
Его применяют для дезинфекции, протравливания семян, для обработки кож, для получения уротропина, в качестве горючего (сухой спирт), большие количества метанала идут на производство фенолформальдегидных смол.

Ответ на вопрос 12

На свету протекают реакции замещения в углеводородном радикале (любом):

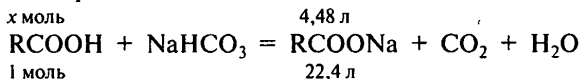


В случае действия подкисленной бромной воды замещение происходит только у α -атома углерода:



Ответ на вопрос 13

1) Определение количества вещества кислоты, полученной в результате реакции окисления:



$$x = 0,2 \text{ моль кислоты}$$

2) Определение молярной массы кислоты:

14,8 г кислоты составляют — 0,2 моль

$$a \cdot x \text{ г} \qquad \qquad \qquad - 1 \text{ моль}$$

$$x = 74 \text{ г/моль}$$

3) Определение формулы кислоты:

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}) = 74 \text{ г/моль}$$

$$12n + 2n + 1 + 12 + 32 + 1 = 74$$

$$14n + 46 = 74$$

$$14n = 28; n = 2$$

Формула кислоты: C_2H_5COOH — пропановая кислота

4) Определение формулы исходного соединения:

Пропановой кислоте соответствует пропаналь C_2H_5COH , при окислении которого она и получается (из 1 моль — 1 моль). Проверим утверждение.

$$M(C_2H_5COH) = 24 + 5 + 12 + 17 = 58 \text{ г/моль}$$

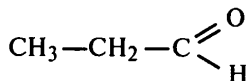
Из 58 г альдегида получается — 74 г кислоты

А из 11,6 г — x г

$$x = 14,8 \text{ г}$$

Полученное значение совпадает с данными задачи.

Исходное соединение — пропаналь C_2H_5COH :

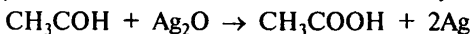


Ответ на вопрос 14

1) Составим уравнения химических реакций и введем обозначения:

$$\begin{array}{l} x \text{ моль} \\ HCOH + 2Ag_2O \rightarrow CO_2 + H_2O + 4Ag \end{array} \quad \begin{array}{l} 4x \text{ моль} \\ \end{array}$$

$$\begin{array}{l} y \text{ моль} \\ CH_3COH + Ag_2O \rightarrow CH_3COOH + 2Ag \end{array} \quad \begin{array}{l} 2y \text{ моль} \\ \end{array}$$



$$M(CH_3COH) = 44 \text{ г/моль}$$

$$M(CH_3COOH) = 44 \text{ г/моль}$$

Пусть число моль муравьиного альдегида в смеси — x , тогда число моль уксусного альдегида — y . Выразим массы альдегидов в смеси через формулу: $m = v \cdot M$; Составим первое уравнение:

$$30x + 44y = 1,18$$

2) Составим второе уравнение.

Если в смеси было x моль муравьиного альдегида, тогда в результате реакции образовалось $4x$ моль серебра. Если в смеси находилось y моль уксусного альдегида, тогда образовалось $2y$ моль серебра.

Вычислим число моль серебра, полученного в ходе реакции:

$$v = \frac{m}{M};$$

$$v(Ag) = 8,64/108 = 0,08 \text{ моль}$$

$$4x + 2y = 0,08$$

3) Составим систему уравнений:

$$30x + 44y = 1,18$$

$$4x + 2y = 0,08$$

Выразим y и подставим его в первое уравнение:

$$y = (0,08 - 4x)/2$$

$$y = 0,04 - 2x$$

$$30x + 44(0,04 - 2x) = 1,18$$

$$30x + 1,76 - 88x = 1,18$$

$$-58x = -0,58$$

$$x = 0,01 \text{ моль HCOH}$$

$$y = 0,04 - 2 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ моль CH}_3\text{COH}$$

4) Определяем массу альдегидов в смеси:

$$m(\text{HCOH}) = 0,01 \cdot 30 = 0,3 \text{ г}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COH}) = 0,02 \cdot 44 = 0,88 \text{ г}$$

Проверка: $0,3 + 0,88 = 1,18 \text{ г}$ (с условиями задачи совпало)

5) Определение массовых долей альдегидов:

$$\omega(\text{HCOH}) = 0,3/1,18 = 0,254 \text{ или } 25,4 \%$$

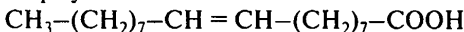
$$\omega(\text{CH}_3\text{COH}) = 0,88/1,18 = 0,746 \text{ или } 74,6 \%$$

Ответ: $\omega(\text{HCOH}) = 25,4 \%$; $\omega(\text{CH}_3\text{COH}) = 74,6 \%$

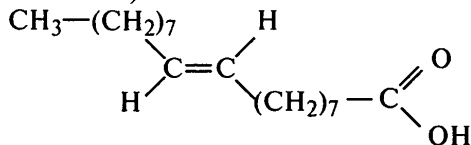
§ 20. Карбоновые кислоты

Ответ на вопрос 1

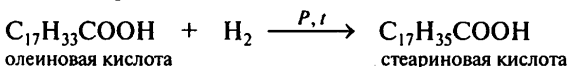
Формула олеиновой кислоты:



Структурная формула *трансизомера олеиновой кислоты (элаидиновая кислота)*:



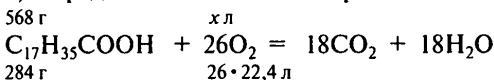
Ответ на вопрос 2



Ответ на вопрос 3

$$M(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}) = 17 \cdot 12 + 35 + 12 + 33 = 284 \text{ г/моль}$$

1) Определение объема кислорода:



$$\frac{568}{284} = \frac{x}{26 \cdot 22,4}; \quad x = 1164,8 \text{ л или } 1,16 \text{ м}^3$$

2) Определение объема воздуха:

в 100 л воздуха — 21 л кислорода

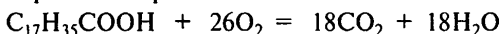
а в x л воздуха — 1164,8 л кислорода

$$x = 5547 \text{ л воздуха или } 5,55 \text{ м}^3$$

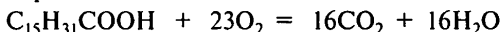
Ответ: $V(\text{O}_2) = 1164,8 \text{ л}; V(\text{воздуха}) = 5547 \text{ л}.$

Ответ на вопрос 4

Горение стеариновой кислоты:



Горение пальмитиновой кислоты:



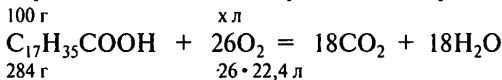
$$M(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}) = 17 \cdot 12 + 35 + 12 + 33 = 284 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}) = 15 \cdot 12 + 31 + 12 + 33 = 256 \text{ г/моль}$$

1) Определение объема кислорода:

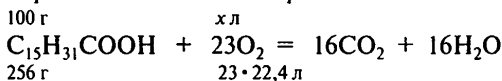
В 200 г стеариновой свечи содержится 100 г пальмитиновой кислоты и 100 г стеариновой кислоты. Определим объемы кислорода для каждой кислоты в отдельности:

Определение объема кислорода для стеариновой кислоты:



$$x = 205 \text{ л}$$

Определение объема кислорода для пальмитиновой кислоты:



$$x = 201,25 \text{ л}$$

Определение общего объема кислорода, необходимого для сжигания обеих кислот: $201,25 + 205 = 406,25 \text{ л}$

2) Определение объема воздуха:

В 100 л воздуха — 21 л кислорода

а в х л — 406,25 л

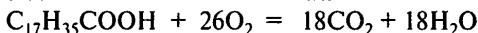
$x = 1934,5$ л воздуха

3) Определение объема углекислого газа:

Определение объема углекислого газа для стеариновой кислоты:

100 г

х л



284 г

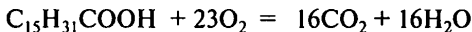
$18 \cdot 22,4$ л

$x = 142$ л

Определение объема углекислого газа для пальмитиновой кислоты:

100 г

х л



256 г

$16 \cdot 22,4$ л

$x = 140$ л

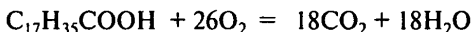
Определение общего объема углекислого газа, полученного при сжигании обеих кислот: $140 + 142 = 282$ л

4) Определение массы воды:

Определение массы воды для стеариновой кислоты:

100 г

х г



284 г

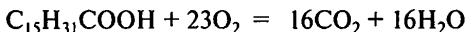
$18 \cdot 18$ г

$x = 114$ г

Определение массы воды для пальмитиновой кислоты:

100 г

х г



256 г

$16 \cdot 18$ г

$x = 112,5$ г

Определение общей массы воды, полученной при сжигании обеих кислот: $114 + 112,5 = 226,5$ г

Ответ: $V(\text{воздуха}) = 1934,5$ л; $V(CO_2) = 282$ л; $m(H_2O) = 226,5$ г.

Ответ на вопрос 5

Пусть x моль — количество каждой кислоты в свечи:

$$m = \nu \cdot M$$

$$284x + 256x = 200$$

$$540x = 200; x = 0,37 \text{ моль}$$

В 200 г свечи содержится 0,37 моль стеариновой кислоты и 0,37 моль пальмитиновой кислоты.

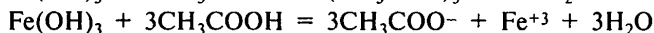
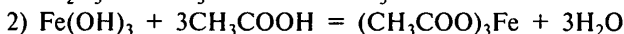
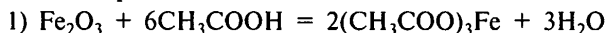
Определение общей массы воды, полученной при сжигании обеих кислот:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M = 12,58 \cdot 18 = 226,44 \text{ г.}$$

Ответ: $V(\text{воздуха}) = 1933,87 \text{ л; } V(\text{CO}_2) = 281,792 \text{ л;}$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 226,44 \text{ г.}$$

Ответ на вопрос 6

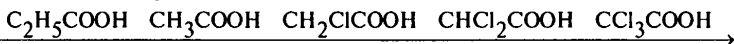


Ответ на вопрос 7



Образование пены происходит в результате выделения углекислого газа.

Ответ на вопрос 8



Усиление кислотных свойств

Усиление кислотных свойств (т. е. увеличение подвижности протона) в данном ряду объясняется строением молекул.

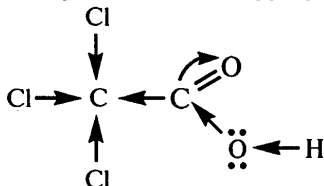
В карбоксильной группе COOH , связь $\text{O}-\text{H}$ поляризована, за счет большей ЭО атома кислорода. Поэтому, электронная плотность смещена в сторону кислорода. Это смещение еще более усиливается под влиянием соседней карбонильной группы. Происходит смещение электронной плотности по всей карбоксильной группе: от связи $\text{O}-\text{H}$ к кислороду карбонильной группы (это смещение отмечено изогнутыми стрелками). В результате, атом водорода становится более подвижным и способен отщепляться в виде H^+ . Однако, на это смещение способен оказывать влияние соединенный с карбоксильной группой УВ радикал. Если радикал обладает электроноакцепторными свойствами ($-I$ индуктивный эффект), то сила кислот увеличивается, если электронодонорными свойствами ($+I$), то сила кислот уменьшается.

В молекуле трихлоруксусной кислоты электронная пара в связи $\text{C}-\text{Cl}$ смещена в сторону атома хлора, как более электроотрицательного элемента ($-I$ индуктивный эффект). Атом C , получив-

ший частичный положительный заряд, оттягивает на себя электроны от связанного с ним атома С.

Тем самым не происходит компенсации недостатка электронной плотности на атоме С, входящего в состав карбоксильной группы, вследствие этого связь О—Н становится еще более полярной, а кислота более сильной.

Чем больше электроноакцепторных заместителей в молекуле, тем сильнее кислота. Поэтому трихлоруксусная кислота сильнее дихлоруксусной, а та, в свою очередь, сильнее хлоруксусной кислоты.



УВ радикалы обладают электронодонорными свойствами (+ I индуктивный эффект), поэтому при наличии в молекуле радикала, сила кислот уменьшается. Самая сильная в ряду карбоновых кислот — это муравьиная кислота, в которой отсутствует УВ радикал. Чем длиннее УВ радикал, тем сила кислоты меньше, поэтому уксусная кислота сильнее пропановой.

Ответ на вопрос 9

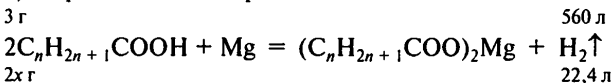
Муравьиная кислота вступает в реакцию «серебряного зеркала», потому что в состав ее молекулы входит карбонильная группа $-C=O$, способная к окислению:



Муравьиная кислота окисляется до углекислого газа.

Ответ на вопрос 10

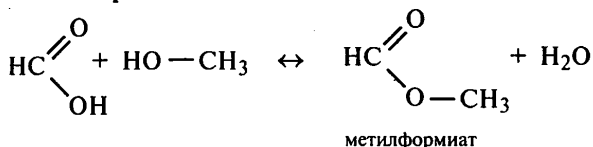
1) Определение молярной массы кислоты:



$$\frac{3}{2x} = \frac{0,560}{22,4}; \quad x = \frac{3 \cdot 22,4}{2 \cdot 0,560};$$

$$x = 60 \text{ г}$$

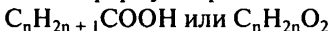
Ответ на вопрос 13



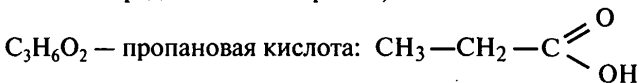
Данная реакция является обратимой, поэтому для смещения равновесия вправо, необходимо присутствие водоотнимающих средств (H_2SO_4) и удаление эфира из реакционной смеси.

Ответ на вопрос 14

Общая формула предельных одноосновных кислот:



Такую же формулу имеют соответствующие сложные эфиры (образованные предельными одноосновными кислотами и одноосновными предельными спиртами)



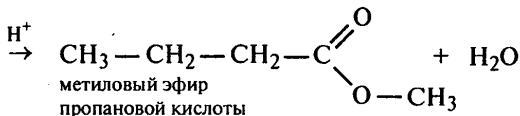
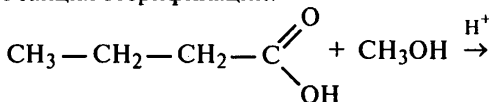
Химические свойства пропановой кислоты:

- 1) $\text{Mg} + 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} \rightarrow (\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Mg} + \text{H}_2\uparrow$
- 2) $\text{MgO} + 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} \rightarrow (\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Mg} + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} \rightarrow (\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{MgCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} \rightarrow (\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
- 5) $3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{PCl}_3 \rightarrow 3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCl} + \text{H}_3\text{PO}_3$

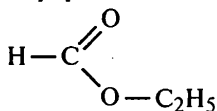
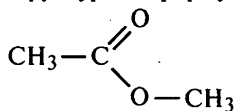
Химические свойства УВ радикала:

- 1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CHClCOOH} + \text{HCl}$
- 2) $\text{CH}_3\text{CHClCOOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CCl}_2\text{COOH} + \text{HCl}$

Реакция этерификации:

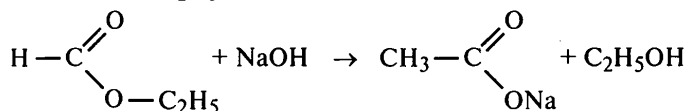
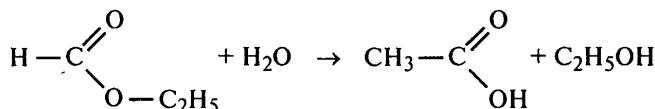
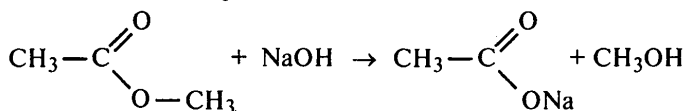
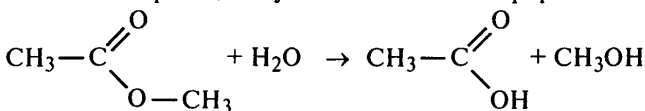


Структурные формулы сложных эфиров состава $C_3H_6O_2$:



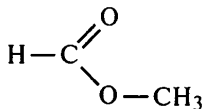
метилловый эфир уксусной кислоты этиловый эфир муравьиной кислоты

Химические реакции с участием сложных эфиров:

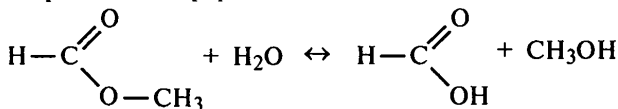


Ответ на вопрос 15

Изомерами карбоновых кислот являются сложные эфиры. Формуле $C_2H_4O_2$ отвечают 2 вещества — уксусная кислота CH_3COOH и метилловый эфир муравьиной кислоты (метилформиат):



Гидролиз метилформиата:

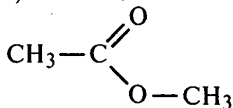


муравьиная
кислота

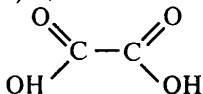
метилловый спирт

Ответ на вопрос 16

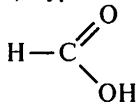
а) метилацетат:



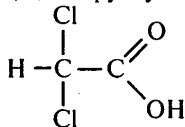
б) щавелевая кислота:



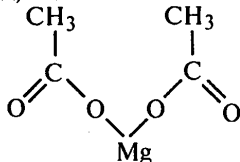
в) муравьиная кислота:



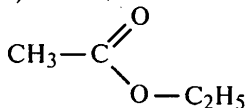
г) дихлоруксусная кислота:



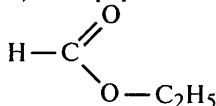
д) ацетат магния:



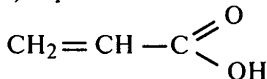
е) этилацетат:



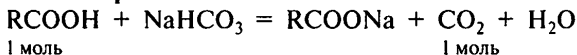
ж) этилформиат



з) акриловая кислота:

**Ответ на вопрос 17**

- муравьиная кислота
- этиловый эфир уксусной кислоты или этилацетат
- акриловая кислота или пропеновая
- метилвый эфир уксусной кислоты или метилацетат
- ацетат магния
- дихлоруксусная кислота
- этиловый эфир муравьиной кислоты
- щавелевая кислота

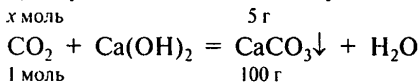
Ответ на вопрос 18

1 моль

1 моль

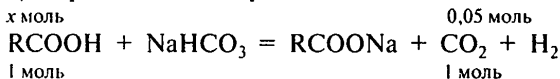
Как видно из уравнения химической реакции, из 1 моль кислоты получается 1 моль газа.

1) Определение количества углекислого газа:



$$x = 0,05 \text{ моль CO}_2$$

2) Определение молярной массы кислоты:



$$x = 0,05 \text{ моль}$$

0,05 моль кислоты составляют — 3,7 г

а 1 моль — x г

$$x = 74 \text{ г/моль}$$

3) Определение молекулярной формулы кислоты:

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}) = 74$$

$$12n + 2n + 1 + 12 + 32 + 1 = 74$$

$$14n + 46 = 74$$

$$14n = 28$$

$$n = 2$$

Формула кислоты: $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ — пропановая кислота

4) Определение объема выделившегося газа:

0,05 моль занимают — x л

а 1 моль — 22,4 л

$$x = 1,12 \text{ л}$$

Ответ: $V(\text{CO}_2) = 1,12 \text{ л}$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ — пропановая кислота.

§ 21. Сложные эфиры. Жиры

Ответ на вопрос 1

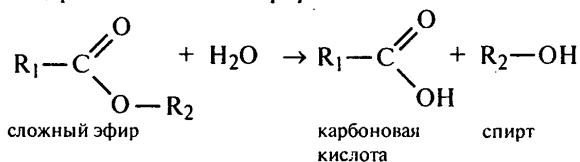
Общая формула простых эфиров: $\text{R}_1\text{—O—R}_2$

Общая формула сложных эфиров: $\text{R}_1\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—O—R}_2$

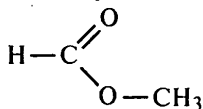
Общим в строении эфиров является наличие УВ радикалов и кислорода, соединяющего их. Сложные эфиры отличаются от простых наличием карбонильной группы —C=O .

Ответ на вопрос 2

Реакция обратная реакции этерификации носит название реакции гидролиза сложных эфиров.

**Ответ на вопрос 3**

В молекуле сложного эфира минимум 2 атома С.



метилловый эфир муравьиной кислоты (метилформиат)

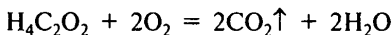
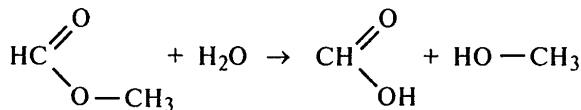
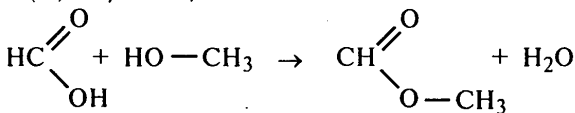
$$M(\text{НСООСН}_3) = 60 \text{ г/моль}$$

$$\omega = \frac{m(\text{эл.})}{M};$$

$$\omega(\text{C}) = 24/60 = 0,4 \text{ или } 40\%$$

$$\omega(\text{O}) = 32/60 = 0,53 \text{ или } 53\%$$

$$\omega(\text{H}) = 4/60 = 0,07 \text{ или } 7\%$$

**Ответ на вопрос 4–5**

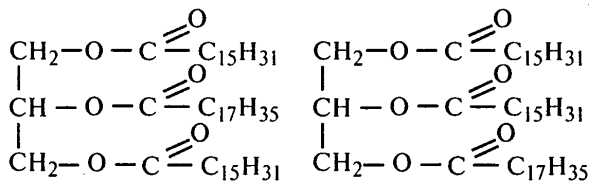
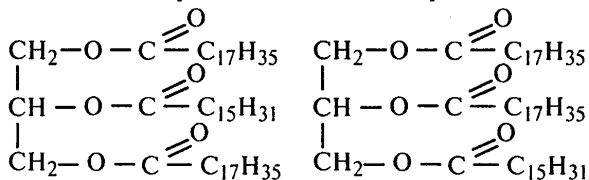
Маргарин — это твердый жир, содержащий только остатки предельных карбоновых кислот. Поэтому маргарин не будет проявлять свойства непредельных УВ. Сливочное масло содержит остатки непредельных кислот, поэтому будет обесцвечивать бром-

ную воду и раствор перманганата калия. Для выполнения опыта необходимо опустить в раствор окислителя (Br_2 , KMnO_4) кусочек исследуемого жира. Если раствор обесцветится, значит — это сливочное масло, если — не обесцветится, значит это маргарин.

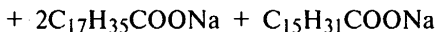
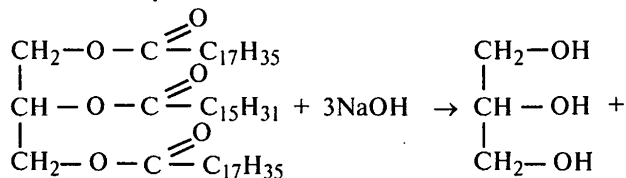
Растительное (жидкое) масло содержит в своем составе остатки непредельных кислот, поэтому оно будет взаимодействовать с окислителями. Машинное масло представляет собой смесь ПУВ и незначительного количества непредельных УВ, поэтому оно будет слабо взаимодействовать с бромной водой и марганцовкой.

Ответ на вопрос 6.

Возможны 4 варианта соединения двух кислот с глицерином:



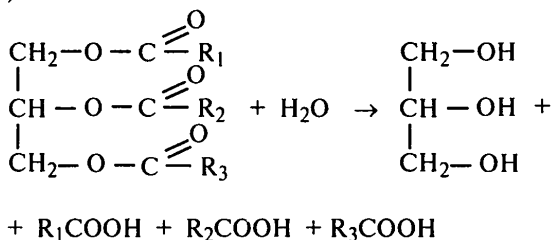
Омыление жиров:



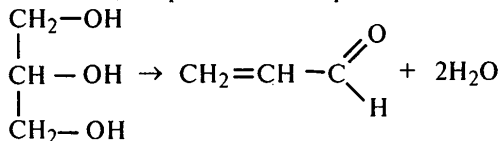
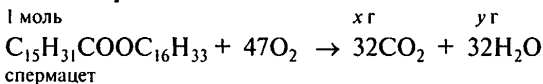
Равные количества пальмитата и стеарата не могут образовываться при гидролизе жиров, т.к. глицерин содержит 3 остатка кислот (нечетное число).

Ответ на вопрос 7

Реакция гидролиза жиров (протекает во время приготовления пищи):



Реакция дегидратации глицерина:

**Ответ на вопрос 8**

1) В соответствии с уравнением химической реакции горения для полного окисления 1 моль спермацета требуется 47 молярных объемов кислорода:

$$47 \cdot 22,4 = 1052,8 \text{ л}$$

в 100 л воздуха — 21 л кислорода

а в х л — 1052,8 л кислорода

$$x = 5013 \text{ л или } 5,013 \text{ м}^3 \text{ воздуха}$$

2) В соответствии с уравнением химической реакции при горении 1 моль спермацета образуется 32 моля углекислого газа и 32 моля воды:

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{CO}_2) = 32 \cdot 44 = 1408 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 32 \cdot 18 = 576 \text{ г}$$

Ответ: $V(\text{возд}) = 5013 \text{ л или } 5,013 \text{ м}^3$, $m(\text{CO}_2) = 1408 \text{ г}$,

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 576 \text{ г}$$

Ответ на вопрос 9

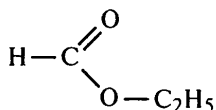
Как следует из уравнений реакций горения сложных эфиров: из 1 моля эфира получается n моль CO_2 , (где n — это число атомов С в молекуле) и n моль воды.

1) Вывод: эфир содержит в своем составе 3 атома С.

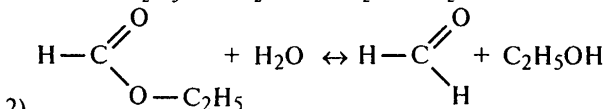
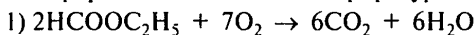
Продуктами гидролиза сложных эфиров являются карбоновые кислоты и спирты. Реакция «серебряного зеркала» указывает на присутствие в продуктах гидролиза муравьиной кислоты, содержащей в своем составе альдегидную группу (это единственная кислота, которая дает эту реакцию).

2) Вывод: эфир содержит остаток муравьиной кислоты.

Единственно возможная формула:

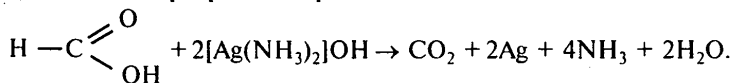
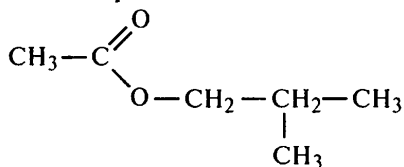


этилформиат или этиловый эфир муравьиной кислоты.

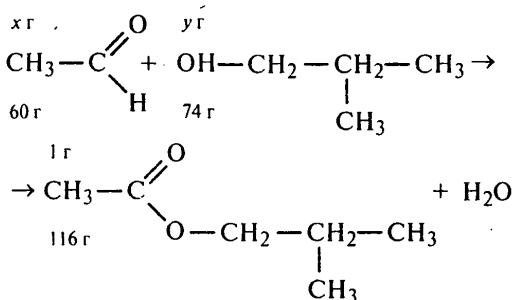


2)

3) Реакция «серебряного зеркала»

**Ответ на вопрос 10**

изобутилацетат



$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ г/моль}$

$M((\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}) = 74 \text{ г/моль}$

$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2) = 116 \text{ г/моль}$

1) Определение теоретического выхода.

$$\frac{x}{60} = \frac{1}{116}; \quad x = 0,517 \text{ г кислоты} \quad \frac{y}{74} = \frac{1}{116}; \quad y = 0,638 \text{ г спирта}$$

2) из 0,517 г к-ты получится — 0,6 г из 0,638 г спирта — 0,6 г

а из x — 1 г

$$x = 0,862 \text{ г}$$

а из x г — 1 г

$$x = 1,063 \text{ г}$$

Ответ: $m(\text{к-ты}) = 0,862 \text{ г}; m(\text{спирт.}) = 1,063 \text{ г};$

Ответ на вопрос 11

1) Определение простейшей формулы вещества $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$:

$$v = m/M$$

$$v(\text{C}) = 48,649/12 = 4,054$$

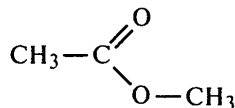
$$v(\text{H}) = 8,108/1 = 8,108$$

$$v(\text{O}) = 43,243/16 = 2,703$$

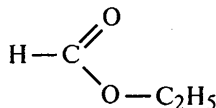
$$x : y : z = 4,054 : 8,108 : 2,703 = 1,5 : 3 : 1 = 3 : 6 : 2$$

$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ — простейшая формула

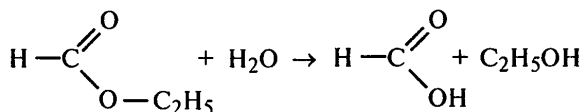
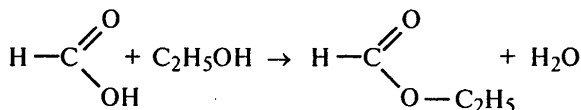
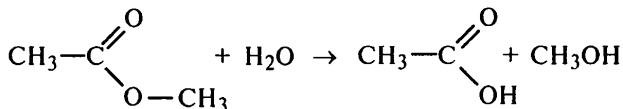
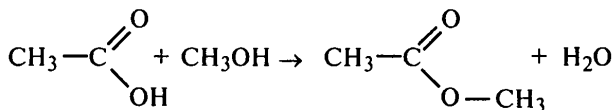
Такой состав имеют 2 эфира:



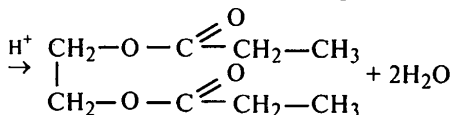
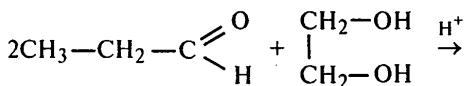
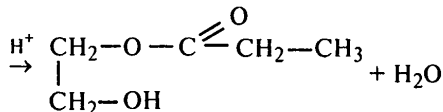
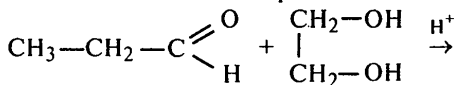
метилацетат



этилформиат



Такой же состав имеет пропановая кислота $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$



Ответ на вопрос 12

Из условий задачи следует: для полного гидролиза 22,2 г смеси требуется 16,8 г KOH или 0,3 моль его. Исходя из уравнения реакции гидролиза:

$$\nu(\text{KOH}) = \nu(\text{эфир})_1 + \nu(\text{эфир})_2 = 0,3 \text{ моль.}$$

$$M_{\text{ср.}}(\text{смеси}) = 22,2/0,3 = 74 \text{ г/моль}$$

1) Молярная масса самого легкого эфира метилформиата HCOOCH_3 равна 60 г/моль. Молярные массы следующих изомерных эфиров HCOOC_2H_5 и $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ равны 74 г/моль. Все остальные эфиры тяжелее, их $M > 74$ г/моль. Исходя из величины $M_{\text{ср.}}$, делаем вывод:

Возможны 2 варианта смесей: 1) метилформиат $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ и сложный эфир с числом углеродных атомов > 3 . В таком случае возможно образование смеси с $M_{\text{ср.}}(\text{смеси}) = 74$ г/моль.

2) Два изомерных эфира $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$, т. к. их $M = 74$ г/моль, поэтому при любом их соотношении $M_{\text{ср.}}(\text{смеси})$ будет равна 74.

3) Эфиры муравьиной кислоты реагируют с аммиачным раствором оксида серебра в соответствии со стехиометрией:

$$v(\text{эфир}) = v(\text{Ag})/2.$$

$$v(\text{Ag}) = 21,6/108 = 0,2 \text{ моль};$$

$$v(\text{муравьиный эфир}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$v(\text{другой эфир}) = 0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ моль}$$

Составим уравнение:

$$(0,1 \cdot 60 + 0,2 \cdot x)/0,3 = 74$$

$$6 + 0,2x = 74 \cdot 0,3$$

$$0,2x = 16,2$$

$$x = 81.$$

К условиям задачи не подходит ни один из сложных эфиров: $M(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2) = 88$ г/моль. *Вывод:* Данный вариант смеси не подходит к условиям задачи.

4) Рассматриваем следующий вариант: 2 изомерных эфира — этилформиат (эфир муравьиной кислоты) HCOOC_2H_5 и метилацетат $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$.

$$v(\text{HCOOC}_2\text{H}_5) = 0,1 \text{ моль}; \quad v(\text{CH}_3\text{COOCH}_3) = 0,2 \text{ моль};$$

$$m(\text{HCOOC}_2\text{H}_5) = 0,1 \cdot 74 = 7,4 \text{ г};$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOCH}_3) = 0,2 \cdot 74 = 14,8 \text{ г};$$

$$\text{Проверка: } m(\text{смеси}) = 7,4 + 14,8 = 22,4 \text{ г}$$

$$\text{Ответ: } m(\text{HCOOC}_2\text{H}_5) = 7,4 \text{ г}; \quad m(\text{CH}_3\text{COOCH}_3) = 14,8 \text{ г}.$$

Глава 5. Углеводы

§ 22. Углеводы, их классификация и значение

Ответ на вопрос 1

Углеводы — это органические вещества, молекулы которых состоят из атомов углерода, водорода и кислорода, причем водород и кислород находятся в них, как правило, в таком же соотношении, как и в молекуле воды 2 : 1. Общая формула углеводов $C_n(H_2O)_m$. Как следует из формулы углеводы состоят из С (угля) и воды, отсюда и произошло название этого класса соединений.

Ответ на вопрос 2

Углеводы по их способности гидролизываться делят на 3 группы:

- 1) Моносахариды — углеводы, которые не гидролизуются, не разлагаются водой. Моно- означает один, названы эти соединения так, потому что эти углеводы не подвергаются гидролизу с образованием более простых углеводов.
- 2) Дисахариды — это углеводы, которые гидролизуются с образованием двух молекул моносахаридов. Названы так, потому что их молекулы состоят из 2-х молекул моносахаридов.
- 3) Полисахариды — углеводы, которые гидролизуются с образованием множества молекул моносахаридов. Их молекулы являются природными полимерами и состоят из множества молекул простых сахаров.

Ответ на вопрос 3

Роль углеводов в природе и жизни человека огромна — это и источник энергии для клеток, источник питания, одежды, древесины. Углеводы обеспечивают человека всем необходимым — пищей, одеждой, кровом, кислородом (продукт фотосинтеза). Важнейшая роль углеводов — эффективный способ аккумуляции солнечной энергии и источник кислорода, без которого немислима жизнь на планете.

Ответ на вопрос 4

Каждый человек ежедневно сталкивается с углеводами:

- 1) Сахароза (обычный сахар), фруктоза (во фруктах), глюкоза (виноград), крахмал (каши, хлеб, картошка)
- 2) Целлюлоза — в виде бумаги, древесины (мебель), ткани, пряжа (хлопок, лен).

Ответ на вопрос 5

в 1500 кг сахарной свеклы содержится — x кг сахарозы

а в 100 кг — 20 кг сахарозы

$$x = 1500 \cdot 20/100 = 300 \text{ кг}$$

Ответ: m (сахарозы) = 300 кг

Ответ на вопрос 6

$$1) m(\text{свеклы}) = 500 \text{ ц/га} \cdot 100 \text{ га} = 50\,000 \text{ ц} = 5 \cdot 10^6 \text{ кг свеклы}$$

$$2) m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \omega(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \cdot m(\text{свеклы}) = 5 \cdot 10^6 \cdot 0,2 = 10^6 \text{ кг}$$

$$3) 10^6 \text{ кг сахарного песка составляет} - 99,7 \%$$

а x кг составляют — 100 %

$$x = 1\,003\,009 \text{ кг}$$

Ответ: $m = 1\,003\,009 \text{ кг}$.

§ 23. Моносахариды. Гексозы. Глюкоза**Ответ на вопрос 1**

Свойства глюкозы:

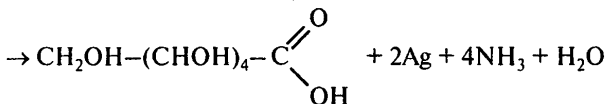
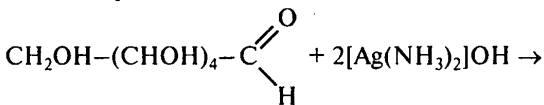
1) Глюкоза реагирует с карбоновыми кислотами с образованием сложных эфиров (свойства спиртов).

2) Глюкоза растворяет свежеполученный $\text{Cu}(\text{OH})_2$ с образованием ярко-синего раствора (качественная реакция на многоатомные спирты). *Вывод:* глюкоза содержит гидроксильные группы OH , является многоатомным спиртом.

3) Глюкоза при нагревании со свежеполученным $\text{Cu}(\text{OH})_2$ дает осадок красного цвета (свойства альдегидов)

4) Глюкоза вступает в реакцию «серебряного зеркала» (свойства альдегида). *Вывод:* глюкоза содержит альдегидную группу.

Таким образом, глюкоза является альдегидоспиртом.

Ответ на вопрос 2

В данной реакции может принимать участие только линейная форма глюкозы. Полученное вещество относится к классу многоатомных спиртов. Оно является простейшим шестиатомным спиртом и носит название гексаол (сорбит).

Ответ на вопрос 4

Линейная и циклическая формы глюкозы имеют одинаковый состав (качественный и количественный), но разное строение, поэтому их можно отнести к изомерам, точнее к межклассовым изомерам, т.к. линейная форма является альдегидоспиртом, а циклическая форма — многоатомным спиртом.

Ответ на вопрос 5.

В молекуле фруктозы нет альдегидной группы (стр. 203 учеб.), в ней присутствует кетоногруппа: $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-R$,

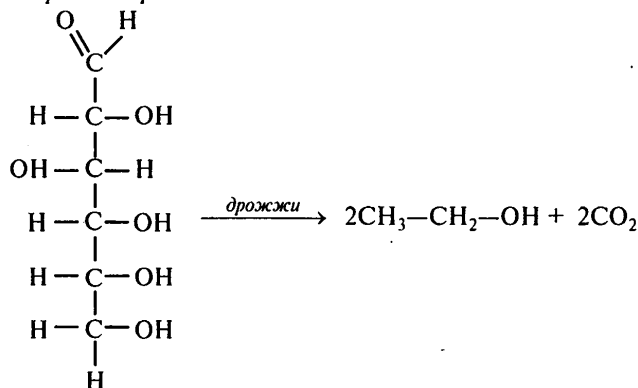
а также 5 гидроксогрупп, соединенных с 5 углеродными атомами. Поэтому фруктоза относится к кетоноспиртам.

Ответ на вопрос 6

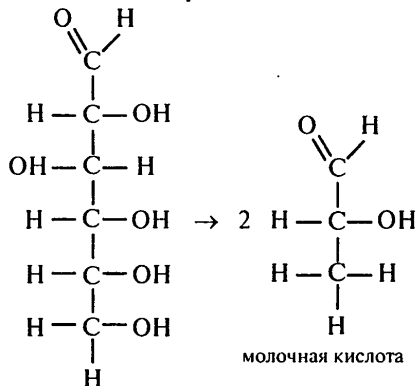
Для фруктозы реакция «серебряного зеркала» не характерна, поскольку это качественная реакция на альдегидную группу, которая отсутствует в молекуле фруктозы.

Ответ на вопрос 7

Спиртовое брожение глюкозы:



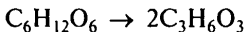
Молочнокислое брожение глюкозы:



Ответ на вопрос 8

Глюкоза является основным источником энергии в организме, поэтому она применяется в медицине при лечении разнообразных болезней. Глюкоза широко используется в пищевой и кондитерской промышленности, а так же в текстильной и микробиологической (для размножения кормовых дрожжей).

Ответ на вопрос 9.



Как следует из уравнения химической реакции, вся масса глюкозы полностью превращается в кислоту. Поэтому из 144 кг глюкозы при 100 % выходе должно получиться 144 кг молочной кислоты.

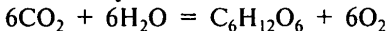
144 кг молочной кислоты составляют — 100 %

а 120 кг — x %

$x = 83,3$ %

Ответ: 83,3 %

Ответ на вопрос 10



Как следует из уравнения химической реакции, объем углекислого газа, израсходованного в ходе фотосинтеза, равен объему выделившегося кислорода: $V(\text{CO}_2) = V(\text{O}_2)$. Переведем массу CO_2 в кг: $200 \text{ млрд. т} = 200 \cdot 10^9 \text{ т} = 200 \cdot 10^{12} \text{ кг CO}_2$

1) Определим количество вещества углекислого газа:

$$v = m/M$$

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$$

$$m = 200 \cdot 10^{12} \text{ кг} / 44 \text{ кг/кмоль} = 4,55 \cdot 10^{12} \text{ кмоль CO}_2$$

2) Определим соответствующий объем:

1 кмоль газа занимает объем — 22,4 м³

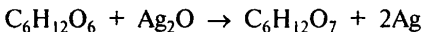
$$4,55 \cdot 10^{12} \text{ кмоль} = x \text{ м}^3$$

$$x = 101,9 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 = 1,01 \cdot 10^{14} \text{ м}^3$$

$$\text{Ответ: } V(\text{O}_2) = 1,01 \cdot 10^{14} \text{ м}^3$$

Ответ на вопрос 11

$$x \text{ мг} \qquad 20,88 \text{ мг}$$



$$180 \text{ мг} \qquad 232 \text{ мг}$$

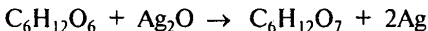
$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ г/моль}; M(\text{Ag}_2\text{O}) = 232 \text{ г/моль}$$

а) Составим пропорцию:

$$\frac{x}{180} = \frac{20,88}{232}; \quad x = 16,2 \text{ мг глюкозы}$$

б) Составим пропорцию:

$$x \text{ мг} \qquad 1,5 \text{ ммоль}$$



$$180 \text{ мг} \qquad 1 \text{ моль}$$

$$\frac{x}{180} = \frac{1,5}{1}; \quad x = 270 \text{ мг}$$

Ответ: а) $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 16,2 \text{ мг}$; б) $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 270 \text{ мг}$.

§ 24. Полисахариды. Крахмал и целлюлоза

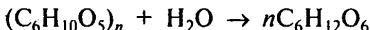
Ответ на вопрос 1

$$1) m(\text{цел.}) = \omega(\text{цел.}) \cdot m(\text{древ.}) = 0,6 \cdot 200 = 120 \text{ кг}$$

2) Определим теоретический выход глюкозы:

$$M(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5) = 162 \text{ г/моль}; M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ г/моль}$$

$$120 \text{ кг} \qquad x \text{ кг}$$



$$162 \text{ кг} \qquad 180 \text{ кг}$$

$$\frac{120}{162} = \frac{x}{180}; \quad x = 133,3 \text{ кг глюкозы}$$

3) Определим практический выход глюкозы:

$$133 \text{ кг} - 100 \%$$

$$\text{а } 72 \text{ кг} - x \%$$

$$x = 54 \%$$

Ответ: 54 %

Ответ на вопрос 2

$$8000 \text{ кг} - 88 \%$$

$$x \text{ кг} - 100 \%$$

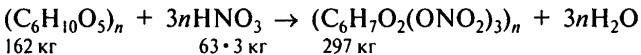
$x = 9090$ кг тринитроцеллюлозы.

1) Составим пропорции:

$$M(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5) = 162 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{ONO}_2)_3) = 297 \text{ г/моль}$$

$$x \text{ кг} \qquad \qquad \qquad y \text{ кг} \qquad \qquad \qquad 9090 \text{ кг}$$



$$162 \text{ кг} \qquad \qquad \qquad 63 \cdot 3 \text{ кг} \qquad \qquad \qquad 297 \text{ кг}$$

$$\frac{x}{162} = \frac{9090}{297}; \quad x = 4958 \text{ кг целлюлозы};$$

$$\frac{y}{189} = \frac{9090}{297}; \quad y = 5784,5 \text{ кг кислоты}$$

Ответ: m (цел.) = 4958 кг, m (HNO_3) = 5784,5 кг.

Ответ на вопрос 3

1) Определим массу спирта:

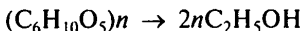
в 100 т раствора содержится — 96 т спирта

а в 150 т — x т

$$\frac{100}{150} = \frac{96}{x}; \quad x = 144 \text{ т } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

2) Определим массу целлюлозы:

$$x \text{ т} \qquad \qquad \qquad 144 \text{ т}$$



$$162 \text{ т} \qquad \qquad \qquad 2 \cdot 46 \text{ т}$$

$$\frac{x}{162} = \frac{144}{92}; \quad x = 253,6 \text{ т}$$

Ответ: m (цел.) = 253,6 т

Ответ на вопрос 4

1) 450 л 95 % раствора C_2H_5OH с $\rho = 0,8$

$m = \rho \cdot V = 0,8 \cdot 450 = 360$ кг спиртового раствора.

В 100 кг р-ра — 95 кг спирта

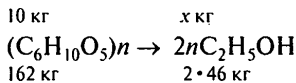
а в 360 кг — x кг

$x = 342$ кг C_2H_5OH

2) в 100 кг картофеля содержится — 0,2 кг крахмала

а в 5000 кг — x кг

$x = 10$ кг



$$\frac{10}{162} = \frac{x}{92}; \quad x = 5,68 \text{ кг спирта.}$$

В учебнике опечатка! Очевидно, приведено неверное значение ω (крахмала) в картофеле.

Предположим, что ω (крахмала) = 20 %, тогда его масса равна не 10 кг, а 1000 кг, а масса полученного из него спирта (теор.) = 568 кг.

568 кг — 100 % выход

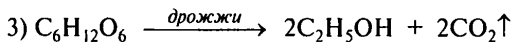
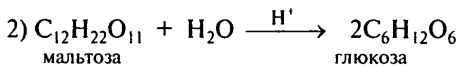
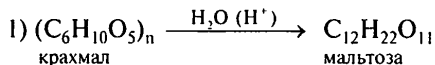
а 342 кг — x %

$x = 60\%$

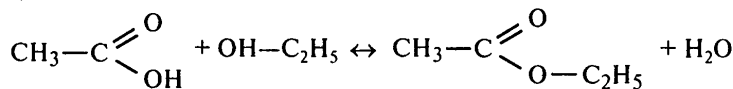
Ответ: 60%.

Ответ на вопрос 5

а) Дисахариды (мальтоза) обычно образуются при частичном гидролизе полисахаридов (крахмал):

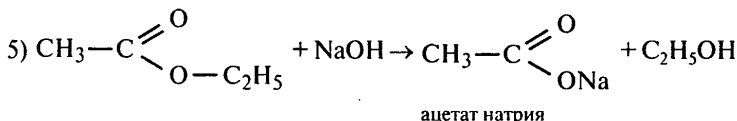


4)

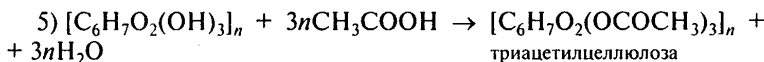
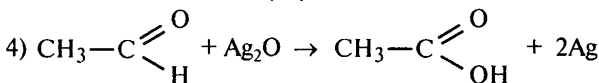
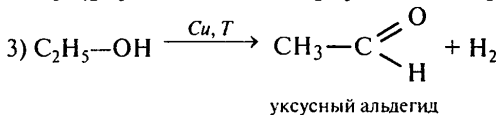
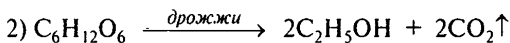
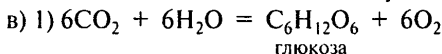
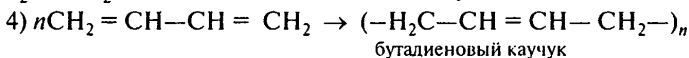
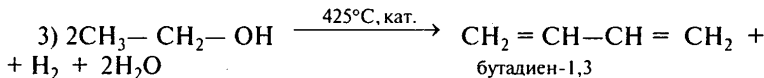
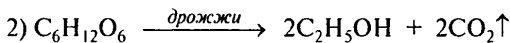
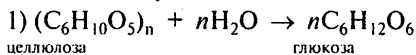


уксусная кислота

уксусноэтиловый эфир



б) Гидролиз полисахаридов — один из основных методов получения моносахаридов:



Глава 6. Азотсодержащие соединения

§ 25. Амины

Ответ на вопрос 1.

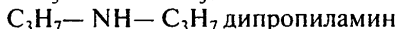
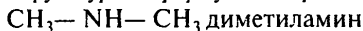
Структурные формулы первичных аминов:

CH_3-NH_2 метиламин

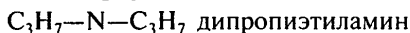
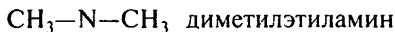
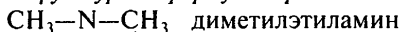
$\text{C}_2\text{H}_5-\text{NH}_2$ этиламин

$\text{C}_3\text{H}_7-\text{NH}_2$ пропиламин

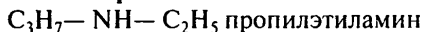
Структурные формулы вторичных аминов:



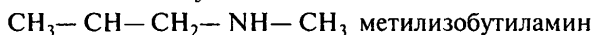
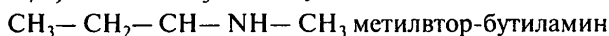
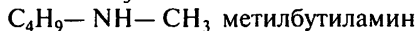
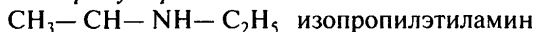
Структурные формулы третичных аминов:



Ответ на вопрос 2

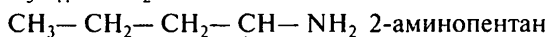
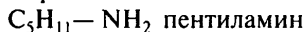


Изомерия углеродного скелета:



Межклассовая изомерия

Первичные амины:



$\text{CH}_3\text{—CH—CH}_2\text{—CH}_2\text{—NH}_2$ 1-амино-3-метилбутан

|
 CH_3

|
 CH_3

$\text{CH}_3\text{—C—CH}_2\text{—NH}_2$ 1-амино-2,2-диметилпропан

|
 CH_3

|
 CH_3

$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—C—NH}_2$ 2-амино-2-метилпропан

|
 CH_3

$\text{CH}_3\text{—CH—CH—NH}_2$ 2-амино-3-метилбутан

|
 CH_3

|
 CH_3

Третичные амины:

$\text{CH}_3\text{—N—C}_2\text{H}_5$ метилдиэтиламин

|
 C_2H_5

$\text{CH}_3\text{—N—CH}_3$ диметилпропиламин

|
 C_3H_7

$\text{CH}_3\text{—N—CH—CH}_3$ диметилизопропиламин

|
 CH_3

|
 CH_3

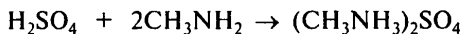
Ответ на вопрос 3

Способность аминов образовывать водородные связи приводит к заметному повышению их температур кипения, они заметно возрастают в сравнении с соединениями, имеющими такую же молекулярную массу, но не способными к образованию водородных связей.

Ответ на вопрос 4

x г

11,2 л



98 г

2 · 22,4 л

$$\frac{x}{98} = \frac{11,2}{44,8}; \quad x = 24,5 \text{ г}$$

$$M_{\text{ср}} = \frac{M_1 \cdot v_1 + M_2 \cdot v_2}{v_1 + v_2}$$

Объемы газов пропорциональны их количествам, поэтому:

$$M_{\text{ср}} = \frac{M_1 \cdot V_1 + M_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$$

Подставляем значения в уравнение:

$$\frac{44x + 81(5 - y)}{x + 5 - y} = 56,318$$

5) Решаем систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{44x + 81(5 - y)}{x + 5 - y} = 56,318 \\ x + y = 7 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{44x + 81(x - 2)}{2x - 2} = 56,318 \\ y = 7 - x \end{cases}$$

$$44x + 81x - 162 = 112,636x - 112,636$$

$$12,364x = 49,364$$

$$x = 4$$

$$y = 7 - 4 = 3$$

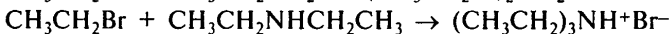
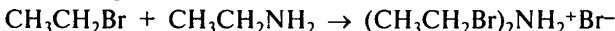
$$V(\text{CO}_2) = 4 \text{ л}; V(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 4 \text{ л}$$

$$6) \varphi(\text{CO}_2) = 4/7 = 0,5714 \text{ или } 57,1 \%$$

$$\varphi(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 3/7 = 0,4285 \text{ или } 42,9 \%$$

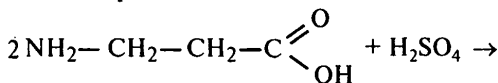
$$\text{Ответ: } \varphi(\text{CO}_2) = 57,1 \% \quad \varphi(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 42,9 \%$$

Ответ на вопрос 10.

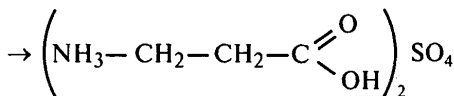


§ 26. Аминокислоты

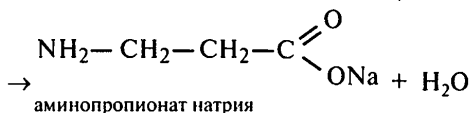
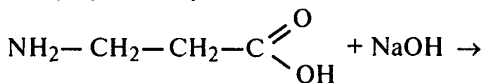
Ответ на вопрос 1



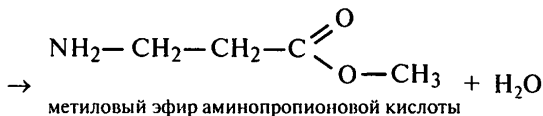
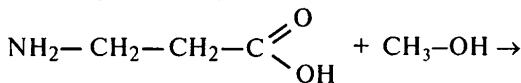
аминопропионовая кислота



сульфат аминопропионовой кислоты



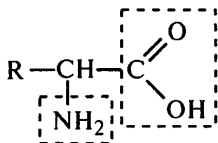
аминопропионат натрия



метиловый эфир аминопропионовой кислоты

Ответ на вопрос 2

Аминокислоты являются гетерофункциональными соединениями, поскольку их молекулы содержат 2 функциональные группы: аминогруппу —NH_2 и карбоксильную группу —COOH .



Ответ на вопрос 3

Аминокислоты, используемые для синтеза волокон должны содержать функциональные группы на концах молекул.

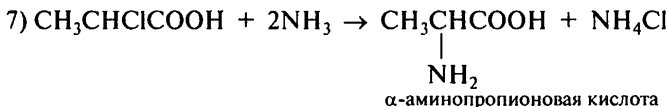
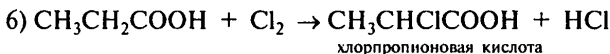
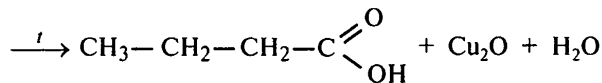
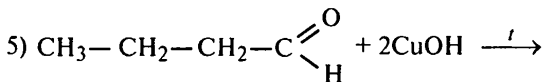
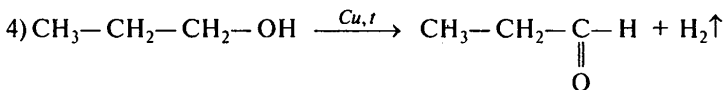
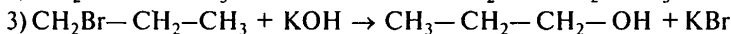
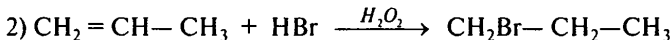
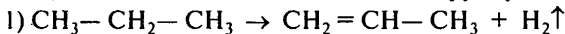
Аминокислоты, участвующие в биосинтезе белков в клетках живых организмов, должны содержать аминогруппу в α -положении.

Ответ на вопрос 4

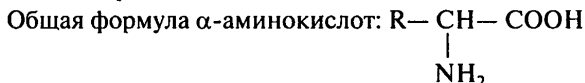
В результате реакций полимеризации и поликонденсации получаются высокомолекулярные соединения, полимеры. В случае реакций поликонденсации помимо основного продукта (полимера) образуются побочные низкомолекулярные соединения. В случае реакций полимеризации низкомолекулярных продуктов нет.

Ответ на вопрос 5

Аминокислоты получают из галогенопроизводных карбоновых кислот, замещая атом галогена на аминогруппу.



Ответ на вопрос 6



В 1 моле вещества содержится 1 моль азота N массой 14 г, что составляет 15,73 % от молярной массы. Вычислим молярную массу кислоты:

$$\omega(N) = m(N)/M; M = m(N)/\omega(N)$$

$$M(\text{RCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}) = 14/0,1573 = 89 \text{ г/моль}$$

Вычислим массу радикала: $M(\text{R}) = 89 - M(\text{NH}_2 + \text{CH} + \text{COOH}) = 15 \text{ г/моль}$.

Получается 1 возможный вариант: радикал метил $-\text{CH}_3$

Формула кислоты: $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$



§ 27. Белки

Ответ на вопрос 1

Белки — это природные полимеры, молекулы которых построены из остатков аминокислот, соединенных амидной (пептидной) связью. Белки можно рассматривать как продукты аминокислот, полученных в результате конденсации. В их молекулах многократно повторяется пептидная группа $(-\text{CO}-\text{NH}-)$. Аминокислотную последовательность называют *первичной структурой белка*. Для белков, строение которых отличается большой сложностью, различают еще *вторичную, третичную, иногда и четвертичную структуры*. Вторичной структурой обладает большинство белков.

Вторичная структура — это конформация полипептидной цепи, т.е. способ скручивания цепи в пространстве за счет водородных связей между группами NH и CO. *Третичная структура белка* — это трехмерная конфигурация закрученной спирали белка в пространстве. Третичная структура поддерживается взаимодействием между различными функциональными группами радикалов полипептидной цепи. Например, атомы серы образуют дисульфидные мостики $(-\text{S}-\text{S}-)$, карбоксильная группа с гидроксильной группой дает сложноэфирный мостик и др.

Ответ на вопрос 2

Пептиды — это полиамиды α -аминокислот, являются продуктами конденсации двух или более молекул аминокислот. В зависимости от числа остатков аминокислот различают дипептиды, трипептиды и полипептиды.

Полипептиды — это полиамиды α -аминокислот, имеющие большую молекулярную массу.

Полиамиды — это полимеры, содержащие большое число *амидных* фрагментов ($-\text{CO}-\text{NH}-$). К полиамидам, например, относится капрон, белки.

Белки— это природные полиамиды, мономеры — это аминокислоты, молекулярная масса белков от 10 тыс. до нескольких млн. Белки являются полипептидами.

Ответ на вопрос 3

Свойства белков разнообразны. Одни белки растворяются в воде с образованием коллоидных растворов, другие не растворяются. Как и большинство органических соединений имеют небольшие температуры плавления и кипения.

Основные химические свойства белков:

- 1) Гидролиз — важнейшее свойство белков, при котором образуются аминокислоты.
- 2) Денатурация — это изменение вторичной, третичной и четвертичной структуры белковой макромолекулы под влиянием внешних факторов (температуры, механического воздействия, действия химических реагентов).
- 3) Горение — белки при сжигании образуют азот, углекислый газ, воду и некоторые другие вещества. Процесс горения белков сопровождается характерным запахом жженных перьев.

Ответ на вопрос 4

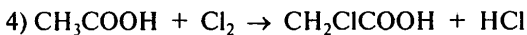
Качественные реакции на белки:

- 1) Ксантопротеиновая — при действии на белки концентрированной азотной кислоты образуется ярко-желтое окрашивание.
- 2) Биуретовая — соединения, содержащие пептидную связь, дают фиолетовое окрашивание при действии на них солей меди (II) в щелочном растворе.

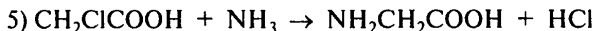
Ответ на вопрос 5.

Биологическая роль белков исключительно разнообразна. Они выполняют функции:

- 1) катализаторов (ферментов)
- 2) регуляторов (гормоны)
- 3) структурные (коллаген, фиброин)
- 4) двигательные (миозин)
- 5) транспортные (гемоглобин, миоглобин)



хлоруксусная кислота



§ 28. Нуклеиновые кислоты

Ответ на вопрос 1

а) Нуклеотиды ДНК состоят из азотистого основания: аденина, *тимина*, гуанина или цитозина, углевода — *дезоксирибозы* ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$) и остатка фосфорной кислоты.

Нуклеотиды РНК состоят из азотистых оснований: аденина, *урацила*, гуанина или цитозина, углевода — *рибозы* ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$) и остатка фосфорной кислоты.

б) Молекула ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепочек, спирально скрученных одна относительно другой (как правило, представляют собой *двухцепочечные* молекулы).

Молекулы РНК имеют различное строение, в зависимости от вида, в большинстве случаев являются *одноцепочечными* молекулами.

в) В клетке 99% ДНК находится в хромосомах клеточного ядра, а также в митохондриях, хлоропластах.

РНК входит в состав ядрышек, рибосом, митохондрий, пластид и цитоплазмы.

г) Выполняемая функция в биосинтезе белка:

ДНК: хранение и передача генетической информации.

РНК: копирование генетической информации с участка ДНК, перенос ее к месту синтеза белка, участвует в процессе синтеза белка.

Ответ на вопрос 2

A—A—Г—Ц—Г—Т—Т—A—Ц—Ц

T—T—Ц—Г—Ц—A—A—T—Г—Г

Ответ на вопрос 3

Первичная структура белков состоит из аминокислот, а ДНК — из нуклеотидов. *Вторичная структура*: полипептидная цепь белков закручивается относительно своей оси, в большинстве белков такие цепи в значительной своей части бывают свернуты в виде

спирали. Такая структура удерживается благодаря многочисленным водородным связям между группами $-\text{CO}-$ и $-\text{NH}-$, расположенными на соседних ветках спирали. Молекула ДНК представляет собой спираль, состоящую из двух полипептидных цепей, закрученных вокруг общей оси. Двойная спираль ДНК образуется за счет водородных связей между комплементарными парами гетероциклических оснований. *Третичная структура*: молекулы белка и ДНК закручиваются и изгибаются в пространстве, образуя компактные палочки, клубки и т. д.

Водородные связи участвуют в формировании вторичной и третичной структуры белков, и также связывают друг с другом 2 спирали ДНК.

Ответ на вопрос 4

При мягком гидролизе нуклеиновых кислот образуются нуклеотиды. При полном гидролизе — смесь азотистых оснований, моносахарид и фосфорная кислота.

Ответ на вопрос 5

Молекула ДНК состоит из двух цепей, выстроенных в противоположных направлениях и удерживаемых вместе водородными связями, образующимися между пуриновыми и пиримидиновыми основаниями. Водородные связи образуются только между комплементарными парами оснований. Поэтому число пуриновых оснований равно числу пиримидиновых на любом участке ДНК, (пуриновые основания комплементарны пиримидиновым основаниям и наоборот).

Ответ на вопрос 6

РНК выполняет различные функции в организме и существует в виде 3 разновидностей:

- 1) рибосомальная (рРНК) — входит в состав рибосом.
- 2) транспортная (тРНК) — присоединяет аминокислоты.
- 3) информационная (иРНК) — копирует наследственную информацию с участка молекулы ДНК и переносит ее к месту сборки белка.

Глава 7. Биологически активные соединения

§ 29. Витамины

Ответ на вопрос 1

Латинское слово *vita* означает жизнь. Действительно витамины жизненно необходимые человеку вещества, потому что обеспечивают нормальную жизнедеятельность организма, хотя и необходимы в относительно небольших количествах. Вторая часть термина включает в себя слово «амин», потому что первые открытые витамины содержали аминогруппу. Сейчас известны витамины, относящиеся и к другим классам, но историческое название сохранилось.

Ответ на вопрос 2

Гиповитаминозы — болезни, связанные с недостаточным количеством витаминов в организме. *Авитаминозы* — болезни в результате длительного недостатка витаминов. *Гипервитаминозы* — болезни, возникающие в результате приема витаминов в количествах, значительно превышающих их физиологические нормы.

Ответ на вопрос 3

Витамины классифицируют по их растворимости в воде и жирах на 2 группы:

- 1) водорастворимые (B_1 , B_2 , B_6 , РР, С)
- 2) жирорастворимые (А, Е, D, К)

Ответ на вопрос 4

Авитаминоз витамина А (ретинол) — проявляется в ухудшении зрения, замедлении роста молодого организма, особенно костей, в повреждении слизистых оболочек дыхательных путей, пищеварительной системы. Этот витамин обнаружен только в продуктах животного происхождения, особенно много его в печени морских животных и рыб, а также в сливочном масле, молоке. Некоторые продукты растительного происхождения содержат провитамины А — каротины, за счет которых может быть удовлетворена потребность человека в самом витамине А. Это такие овощи как морковь, красный перец, помидоры, сливочное масло. Лечение и профилактика авитаминоза витамина А заключается в нормализации употребления перечисленных продуктов.

Авитаминоз витаминов группы В — приводит к развитию таких заболеваний как неврозы, тучность, ожирение, ранний атеросклероз, гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца. Профилактика и лечение заключаются в увеличении поступления в организм человека витаминов группы В, которые содержатся в бобовых, хлебе грубых сортов, крупах, зелени петрушки, салате, шпинате, печени, почках, твороге.

Авитаминоз витамина С (аскорбиновой кислоты) — проявляется в снижении работоспособности, сопротивляемости организма к различным, особенно, инфекционным заболеваниям, в подверженности токсикозам, приводит к такому заболеванию как цинга. Является одним из наиболее распространенных витаминов, содержится в больших количествах в овощах, фруктах, зелени, пряных травах.

Для профилактики авитаминоза витамина С можно рекомендовать прием не только аскорбиновой кислоты (в количестве 10 — 30 мг в сутки), а витаминный комплекс, состоящий из витамина С, витамина Р и каротина.

Авитаминоз витамина D — приводит к развитию рахита у детей, размягчению костей, переломам. Содержится в больших количествах в продуктах животного происхождения, молочных продуктах, яйцах. Особенностью данного витамина является его способность образовываться в коже под влиянием УФ-лучей. Поэтому для профилактики и борьбы с авитаминозом витамина D необходимо бывать на свежем воздухе, загорать, активно двигаться.

Общий прием борьбы с витаминной недостаточностью — повысить содержание свежих овощей и фруктов в пищевом рационе, больше бывать на свежем воздухе, на солнце.

Ответ на вопрос 5

Роль витамина С в организме огромна, это витамин над витаминами. Он единственный напрямую связан с белковым обменом. Если в организме мало аскорбиновой кислоты необходимо много белка и, наоборот, при хорошей обеспеченности им, можно обойтись минимальным количеством белка. Для лучшего усвоения самого витамина С необходимо не просто употреблять его в больших количествах, а принимать комплекс, состоящий из аскорбиновой кислоты, витамина Р и каротина. Они взаимодействуют *синергически*, т.е. взаимоусиливают свое биологическое воздейст-

вие. Этот витаминный комплекс присутствует во многих свежих овощах и фруктах. Например, в черной смородине, клубнике, яблоках, апельсинах содержатся вместе витамины С и Р.

Ответ на вопрос 6

При термической обработке многие витамины частично или полностью разрушаются, поэтому необходимо употреблять как можно больше свежих фруктов и овощей, не прошедших эту обработку. Исключением является витамин D, который почти не разрушается при кулинарной обработке. Витамин Е также относительно устойчив к нагреванию, но разрушается под действие УФ-лучей.

Ответ на вопрос 7

В настоящее время имеется огромное разнообразие витаминных препаратов, как отечественного, так и импортного производства. Назначение и прием витаминов рекомендует доктор, необходим индивидуальный подход. Бесконтрольный прием витаминов может навредить здоровью человека. Наиболее распространены следующие витаминные препараты: аскорбиновая кислота (аскорбинка), «Олиговит», «Центрум», «Компливит» и др.

§ 30. Ферменты

Ответ на вопрос 1

Ферменты или энзимы — это органические катализаторы *белковой* природы, которые ускоряют реакции, необходимые для функционирования живых организмов. Все ферменты можно разделить на 2 типа: *анаболические* и *катаболические*. Анаболические ферменты ускоряют реакции синтеза в организме, а катаболические — реакции распада. В настоящее время известно около 2000 ферментов.

Ответ на вопрос 2

Ферменты отличаются от неорганических катализаторов рядом специфических свойств:

1) *Размером молекул*. Ферменты по своей химической природе являются белками, поэтому обладают большими значениями молекулярных масс (от 10^5 до 10^7), в отличие от неорганических соединений, обладающих небольшими их значениями. Ферменты нельзя отнести ни к гомогенным, ни к гетерогенным катализаторам. Это особый тип катализаторов.

2) *Селективностью*. Каждый фермент ускоряет только одну реакцию или группу однотипных реакций. Неорганические катализаторы ускоряют множество реакций.

3) *Эффективностью*. Большинство ферментов обладает очень высокой эффективностью, увеличивая скорости реакций \approx в 10^{15} раз. Их молекулы обладают способностью очень быстро регенерироваться. Типичная молекула фермента способна регенерировать миллионы раз за секунду.

Эффективность неорганических ферментов несравненно меньше, кроме того, необходимо проводить очистку поверхности катализатора (гетерогенного), т.е. его регенерацию.

Ответ на вопрос 3

На скорость ферментативной реакции влияют: температура и рН раствора (его кислотность или щелочность). Большинство ферментов обладает наибольшей эффективностью при температуре человеческого тела $36-37^\circ\text{C}$.

Для каждого фермента существует определенное значение рН раствора, при котором его каталитическая активность максимальна. Например, фермент желудочного сока пепсин наиболее активен в сильно кислой среде, каталаза крови в нейтральной среде.

Ответ на вопрос 4

Ферменты проявляют наибольшую активность при 36°C .

Ответ на вопрос 5

Оптимальное значение рН для действия:

Каталазы: 7

Пепсина: 1,5–2.

Ответ на вопрос 6

Ферменты делятся на 6 групп в соответствии с общим типом реакции, которую они катализируют (данные таблицы 13). Существуют систематические названия ферментов, которые точно описывают катализируемые ими реакции. Помимо этого, существуют еще и рабочие тривиальные названия ферментов. Они составляются путем прибавления окончания *-аза* к слову (или его части) обозначающему вещество, на которое данный фермент действует. Пример: фермент, действующий на жиры (или липиды) называют *липазой*, действующий на обычный сахар — *сахаразой*.

Исключение составляют пищеварительные ферменты. Для них употребляют названия, оканчивающиеся на *-ин*, например, *пепсин*, *трипсин*, *папаин*.

Ответ на вопрос 7

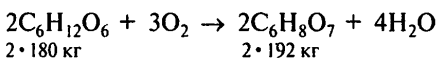
Значение ферментов в жизни человеческого общества огромно. Они играют большую роль и в технологических процессах в промышленности. Ферменты используются в процессах приготовления пищи, в производстве пищевых продуктов и напитков, фармацевтических препаратов, моющих средств, текстиля, кожи, бумаги. Например, фермент амилаза расщепляет крахмал, область ее использования — пивоваренная, текстильная и хлебопекарная промышленность. Ферменты протеазы, расщепляющие белки, используют для умягчения мяса в мясной промышленности, в фармацевтической промышленности — как добавки к зубным пастам для удаления зубного налета.

Ответ на вопрос 8

$$M(C_6H_{12}O_6) = 180 \text{ г/моль}$$

$$M(C_6H_8O_7) = 192 \text{ г/моль}$$

$$1) \underset{78 \text{ кг}}{m(C_6H_8O_7)} = \omega \cdot \underset{x \text{ кг}}{m(p\text{-ра})} = 0,15 \cdot 520 = 78 \text{ кг}$$



$$2) \frac{78}{2 \cdot 180} = \frac{x}{2 \cdot 192}; \quad x = \frac{78 \cdot 2 \cdot 192}{2 \cdot 180} = 83,2 \text{ кг лимонной кислоты}$$

$$3) 83,2 \text{ кг} — 100 \% \text{ выход}$$

$$a \ x \text{ кг} — 62 \% \text{ выход}$$

$$x = 51,584 \text{ кг}$$

$$\text{Ответ: } m(C_6H_8O_7) = 51,584 \text{ кг.}$$

Ответ на вопрос 9

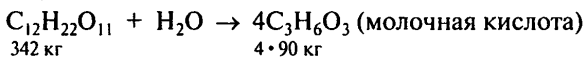
$$1) m(\text{сухих веществ}) = \omega \cdot m(\text{патоки}) = 0,80 \cdot 640 = 512 \text{ кг}$$

$$2) m(\text{сахарозы}) = \omega \cdot m(\text{сухих веществ}) = 0,45 \cdot 512 = 230,4 \text{ кг}$$

$$3) M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342 \text{ г/моль}$$

$$M(C_3H_6O_3) = 90 \text{ г/моль}$$

$$\underset{230,4 \text{ кг}}{\phantom{C_{12}H_{22}O_{11}}} \quad \quad \quad \underset{x \text{ кг}}{}$$



$$\frac{230,4}{342} = \frac{x}{360}; x = 242,5 \text{ кг}$$

4) при 100 % выходе — 242,5 кг молочной кислоты

а при 75 % выходе — x кг

$$x = 181,9 \text{ кг}$$

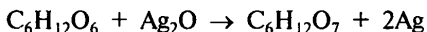
Ответ: m (молочной к-ты) = 181,9 кг

Ответ на вопрос 10

1) $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ г/моль}$

$M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 342 \text{ г/моль}$

$x \text{ г}$ 0,27 г

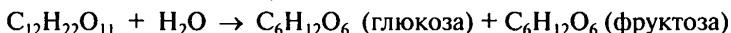


180 г 2 · 108 г

$$x = 180 \cdot 0,27 / 216 = 0,225 \text{ г глюкозы}$$

2)

$x \text{ г}$ 0,225 г



342 г 180 г

$$x = 342 \cdot 0,225 / 180 = 0,4275 \text{ г сахарозы}$$

3) Рассчитаем условную концентрацию фермента в растворе после смешения с сахарозой:

$$C_{\text{фер}} = 5 / (5 + 5) = 0,5$$

Таким образом, для ферментативного гидролиза 0,4275 г сахарозы при условной концентрации фермента равной 0,5 требуется 30 минут.

$$4) m(\text{сахарозы}) = \omega(\text{сахарозы}) \cdot m(\text{р-ра}) = 0,171 \cdot 4680 = 800,28 \text{ г}$$

50 % от этого количества составляет $800,28 / 2 = 400,14 \text{ г}$

$$5) V = m/c = 4680 / 1,04 = 4500 \text{ мл}$$

$$V_{\text{общ.}} = 4500 + 500 \text{ мл} = 5000 \text{ мл}$$

$$6) C_{\text{фер.}} (\text{условная}) = 500 / (4500 + 500) = 0,1$$

7) Чем меньше концентрация фермента, тем больше времени требуется для завершения реакции. Уменьшение концентрации фермента пропорционально увеличению времени протекания реакции:

$$C_{(\text{фер.})1} = 0,5; C_{(\text{фер.})2} = 0,1; v_1 = k \cdot [C_{\text{ф}}]; v_2 = k \cdot [C_{\text{ф}}];$$

Определим, во сколько раз уменьшится скорость реакции гидролиза:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{0,5}{0,1} = 5$$

Скорость реакции уменьшилась в 5 раз, значит, время гидролиза увеличится в 5 раз.

8) для 0,4275 г сахарозы требуется — (30 · 5) минут

а для 400,14 г сахарозы требуется — x мин.

$$x = 140400 \text{ мин.}$$

Ответ: $t = 140400$ минут или 2340 часов.

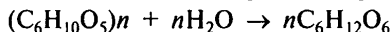
§ 31. Гормоны

Ответ на вопрос 1

Тема для рефератов.

Ответ на вопрос 2

Гипергликемия — это избыточное количество глюкозы в крови. Под влиянием различных физиологических процессов — сильное умственное, физическое, эмоциональное напряжение происходит выработка избыточного количества адреналина, который ускоряет расщепление гликогена в печени и мышцах, повышая тем самым количество глюкозы в крови: Гидролиз гликогена:



Ответ на вопрос 3

Инсулин — это гормон, вызывающий *уменьшение содержания глюкозы в крови*. Он резко увеличивает проницаемость стенок мышечных и жировых клеток для глюкозы. Все процессы усвоения глюкозы протекают внутри клеток, а инсулин способствует переносу глюкозы в них, т.е. обеспечивает усвоение глюкозы организмом, *синтезу гликогена и накоплению его в мышечных волокнах*.

Адреналин регулирует многие функции в организме, важнейшая из которых — обмен веществ. Этот гормон *повышает количество глюкозы в крови и ускоряет расщепление гликогена в печени и мышцах*, что способствует увеличению работоспособности скелетных мышц при их переутомлении, активизирует возбудимость зрительных и слуховых рецепторов. Адреналин способствует повышению работоспособности и сопротивляемости в чрезвычайных условиях.

Инсулин и адреналин можно считать гормонами-антагонистами.

Ответ на вопрос 4.

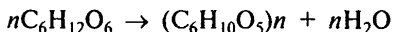
Эндокринные железы или железы внутренней секреции — это железы, не имеющие выводных протоков и выделяющие вырабатываемые гормоны непосредственно в кровь или лимфу.

Железы внутренней секреции и вырабатываемые ими гормоны представлены в табл. 15.

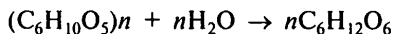
Ответ на вопрос 5

Гормон гидрокортизон стимулирует синтез глюкозы в печени и тем самым повышает ее содержание в крови. *Содержание гликогена в печени при этом не снижается, а может, даже расти.* Адреналин также повышает количество глюкозы в крови, но *ускоряет расщепление гликогена в печени и мышцах.* В этом и состоит принципиальное отличие действия гидрокортизона от адреналина.

Животные организмы запасают глюкозу в виде животного *крахмала*— гликогена, который откладывается в печени и мышцах:



При расщеплении гликогена образуется глюкоза:



Ответ на вопрос 6

Адреналин повышает обмен веществ в организме, увеличивает содержание сахара в крови, повышает кровяное давление, учащает дыхание, сердцебиение, поэтому стойкое повышенное его содержание в крови может привести к различным заболеваниям.

Ответ на вопрос 7

Больному необходимо дать чистую воду и вколоть инсулин.

Ответ на вопрос 8

Исходя из названия соединений:

Тестостерон — можно отнести к классу кетонов.

Эстрадиол — можно отнести к классу двухатомных спиртов.

Тестостерон и эстрадиол относятся к группе стероидных гормонов, которые являются производными гипотетического УВ стерна, содержащего 4 сочлененных карбоцикла: 3 шестиатомных и 1 пятиатомный.

Строение молекулы эстрадиола позволяет его отнести и к спиртам и к фенолам, а тестостерона — к ненасыщенным кетоноспиртам.

Ответ на вопрос 9

Все 3 соединения, формулы которых, приведены в задании, по строению можно отнести к группе стероидных гормонов (содержат 4 сочлененных карбоцикла).

Строение молекулы дианабола (формула I) позволяет отнести его к ненасыщенным кетоноспиртам.

Строение молекулы, изображенной формулой II позволяет отнести соединение к ненасыщенным кетонам и простым эфирам.

Строение молекулы, изображенной формулой III позволяет отнести соединение к ненасыщенным кетоноспиртам.

Все 3 соединения имеют непредельный характер. Молекулярные формулы:

Формула I — $C_{17}H_{18}(CH_3)_3OHO$ или $C_{20}H_{28}O_2$

Формула II — $C_{17}H_{22}OCH_3OR$ или $C_{18}H_{25}O_2R$

Формула III — $C_{17}H_{17}CH_3C_2H_5OHO$ или $C_{20}H_{26}O_2$

Внимание! В структурной формуле III допущена опечатка: двойная связь при атоме углерода, соединенном с группой CH_3 , должна быть перенесена, т.к. C не может быть пятивалентным.

Ответ на вопрос 10

Исходя из строения молекулы, адреналин можно отнести к классу фенолов. Фенолы дают интенсивное окрашивание сине-фиолетовых оттенков при взаимодействии с хлоридом железа (III).

Ответ на вопрос 11

Адреналин относится к группе гормонов— производных аминокислот. Очевидно, что хорошая его растворимость в HCl вызвана взаимодействием основной части его молекулы (аминогруппы) с соляной кислотой.

§ 32. Лекарства

Ответ на вопрос 1

Исторический путь лечебных средств начался с глубокой древности и продолжается до сих пор. К наиболее древним рукопис-

ным текстам, содержащим описание лекарств, относится египетский папирус (17 век до нашей эры) в котором приведены рецепты лечебных средств растительного происхождения. Выдающиеся деятели оказавшее большое влияние на развитие медицины и лекарственных средств:

1) Древнегреческий врач Гиппократ (460–377 гг. до н.э.). Утверждал, что причины болезней следует искать в окружающей среде, климате, образе жизни и питании человека. Описал более 200 лекарственных растений и способов их употребления. Гиппократа называют отцом медицины.

2) Римский врач Клавдий Галлий (129–201) заложил основы «аптекарской науки» — фармакологии. Использовал настойки, вытяжки из лекарственных растений. Для этих целей использовал спирт, уксус, воду. Спиртовые экстракты и настойки целебных растений используются в медицине до сих пор.

3) Авиценна (980–1037) — великий среднеазиатский врач описал большое количество лекарственных препаратов растительного, минерального происхождения. Заложил основы возникновения медицинской химии.

4) Швейцарский ученый Теофраст Парацельс (1493–1541) является основателем врачебной, медицинской химии. Он отказался от классических взглядов на медицину и начал использовать для лечения болезней минеральные воды и различные химические препараты: соединения Sb, As, Cu. Таким образом, Парацельс первым начал синтезировать и использовать химические препараты для лечения болезней.

5) Французский ученый Луи Пастер (XIX век) создал специальные лекарственные средства — вакцины, а также метод обеззараживания и сохранения продуктов, названный в его честь — пастеризацией.

6) Работы немецкого ученого Пауля Эрлиха, открывшего лекарство против сифилиса, заложили основы химиотерапии.

7) А. Флеминг открытием пенициллина в 1928 г начал эру применения антибиотиков в медицине.

Ответ на вопрос 2

Галеновые препараты — это спиртовые вытяжки лекарственных растений. Широко используются в медицине.

Ответ на вопрос 3

Наркоз — это состояние полной потери чувствительности и сознания.

Анестезия — это обезболивание.

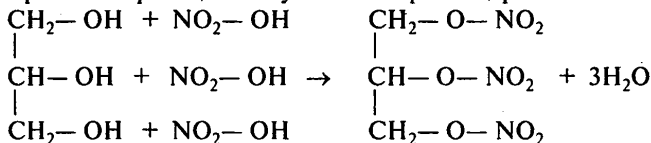
Алкалоиды — это биологически активные азотсодержащие органические соединения растительного происхождения. Примеры: морфин, кофеин, хинин, кокаин, атропин.

Купировать — означает прекращать приступ болезни.

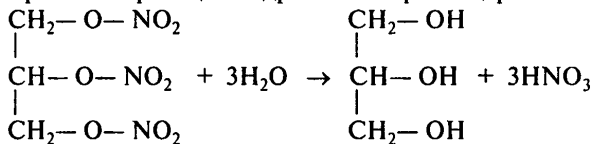
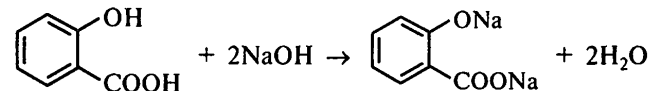
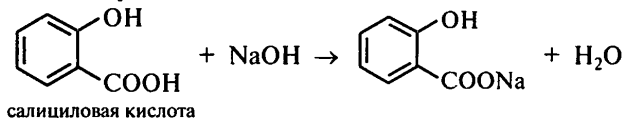
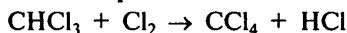
Ответ на вопрос 4

Нитроглицерин относится к классу сложных эфиров.

Уравнение реакции получения нитроглицерина:



Уравнение реакции гидролиза нитроглицерина:

**Ответ на вопрос 5****Ответ на вопрос 6**

Реакция протекает по свободнорадикальному механизму.

Ответ на вопрос 7

Иммунитет — невосприимчивость организма по отношению к возбудителям болезней.

Примеры химиотерапии: лекарство против сифилиса — сальварсан, разнообразные антибиотики. Применение анестезирующих средств, алкалоидов (атропин) — примеры фармакотерапии.

Ответ на вопрос 10

Антибиотики по их противомикробному действию делят на 2 группы:

- 1) бактерицидные — вызывающие уничтожение микроорганизмов.
- 2) бактериостатические — задерживающие их рост и размножение.

Ответ на вопрос 11

Лечебное действие антибиотиков основано на явлении антибиоза, основанном на борьбе микроорганизмов друг с другом. Одни виды бактерий, выделяя в окружающую среду антибиотики, подавляют или травят другие виды.

Побочные эффекты использования антибиотиков:

- 1) Попадая в организм, антибиотики уничтожают не только патогенные, но и полезные микробы, например микрофлору кишечника. В результате этого развиваются такие заболевания как дисбактериоз.
- 2) Болезнетворные микробы приобретают устойчивость к «знакомым» антибиотикам, от этого эффективность лечения резко снижается.
- 3) Антибиотики, активно сражаясь с микробами, позволяют «расслабиться» организму, снижая тем самым его иммунитет.

Ответ на вопрос 12

Применение гормонов в качестве лечебных средств:

- 1) Норадrenalин вызывает резкое сужение сосудов и как следствие повышение кровяного давления.
- 2) Adrenalin вызывает сужение периферийных сосудов, но расширяет сосуды сердца и мышцы, усиливает и учащает сердечные сокращения. При остановке сердца его вводят длинной иглой непосредственно в самую сердечную мышцу.

Ответ на вопрос 13

Наркотические анальгетики не только снимают чувство боли, но и вызывают приятные чувства и даже утрату чувствительности и

потерю сознания. Вызывая эйфорию, наркотики уносят сознание человека в мир галлюцинаций, снимая чувства боли, страха, переживаний. Наркотики формируют лекарственную зависимость человека к данному препарату. Этими свойствами наркотические анальгетики отличаются от ненаркотических (снимающих боль; но не вызывающих чувства эйфории).

Ответ на вопрос 14

Факторы, влияющие на лечебное действие лекарств:

- 1) Доза лекарства. Небольшая доза — не вызывает лечебного действия, большая доза вызывает побочные эффекты, вплоть до смертельного исхода.
- 2) Режим приема и способы применения лекарственных препаратов. Режим приема определяется длительностью действия и особенностями циркуляции, накопления и выведения лекарства их организма.
- 3) Взаимное влияние назначаемых препаратов друг на друга.
- 4) Состояние организма (особый режим приема лекарств для беременных женщин, детей и стариков).
- 5) Токсичное действие алкоголя на некоторые лекарства.

Ответ на вопрос 15

В учебнике отсутствует подобная классификация антибиотиков.

Ответ на вопрос 16

Печальная судьба наркомана.

Глава 8. Химический практикум

Практическая работа № 1

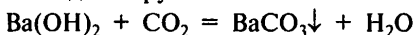
Качественный анализ органических соединений

Обнаружение углерода и водорода

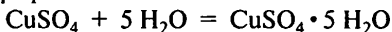
Собрали прибор, как показано на рис. 44. Смесь из оксида меди и парафина хорошо перемешали и поместили в пробирку, сверху дополнительно присыпали оксидом меди. В верхнюю часть пробирки поместили кусочек ваты с насыпанным на нее тонким слоем безводного сульфата меди белого цвета. Закрыли пробкой с газоотводной трубкой. Нижний ее конец опустили в пробирку с раство-

ром $\text{Ba}(\text{OH})_2$ или $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Нагрели пробирку с парафином на пламени горелки. Наблюдали выделение пузырьков газа из трубки. Пропускали выделяющийся газ через баритовую воду до ее помутнения. После этого убрали пробирку с баритовой водой и продолжали нагревание пробирки с парафином до изменения цвета сульфата меди. Наблюдали посинение соли меди. После изменения окраски сульфата меди, прекратили нагревание пробирки. Ответы на вопросы:

1) Раствор баритовой воды помутнел в результате образования нерастворимого в воде карбоната бария, который получился при его взаимодействии с углекислым газом, выделяющимся из газоотводной трубки:



2) Белый порошок CuSO_4 стал голубым в результате его взаимодействия с водой, выделяющейся в виде пара при горении парафина:



белый

кристаллогидрат голубого цвета

Вывод: Мы доказали присутствие в исходном веществе парафине углерода и водорода, т.к. в результате реакции окисления оксидом меди CuO был получен углекислый газ и вода.

Обнаружение галогенов (проба Бейльштейна).

Взяли медную проволоку, загнули на конце петель и вставили другим концом в пробку. Держа в руке пробку, прокалили петлю в пламени горелки до исчезновения посторонней окраски пламени и образования на поверхности проволоки черного налета оксида меди CuO . Остывшую проволоку, опустили в пробирку с CHCl_3 и вновь внесли в пламя горелки. Наблюдали окрашивание пламени в зеленовато-голубой цвет, характерный для галогенидов меди.

Практическая работа № 2

Углеводороды

Получение и свойства этилена.

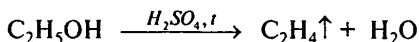
В пробирку налили 2 мл концентрированной серной кислоты, 1 мл этилового спирта, несколько крупинок оксида алюминия и маленький кусочек пемзы для равномерного нагрева смеси. Зак-

рыли пробирку пробкой с газоотводной трубкой, закрепили ее в штативе и нагрели на пламени горелки. Выделяющийся газ пропускали в пробирки с бромной водой и раствором перманганата калия. Наблюдали обесцвечивание этих растворов. Подожгли газ у конца газоотводной трубки. Наблюдали светящееся пламя.

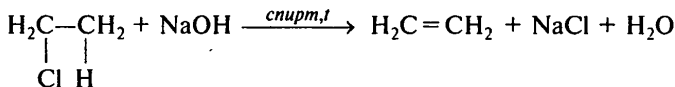
Ответы на вопросы:

- 1) Этилен горит светящимся пламенем, в отличие от этана, который горит бесцветным пламенем.
- 2) Способы получения этилена в лаборатории:

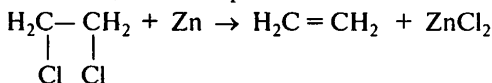
а) Дегидратация этилового спирта:



б) Реакция дегидрогалогенирования:



в) Реакция дегалогенирования:

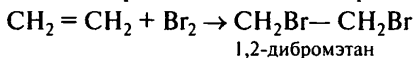


Получение этилена в промышленности:

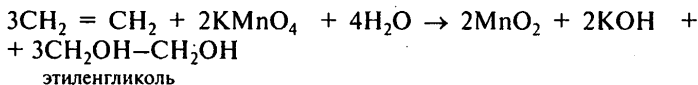
Обычно этилен выделяют из газов нефтепереработки при крекинге, из попутных газов, а также из газов коксования угля.

- 3) Этилен взаимодействует с растворами бромной воды и перманганата калия, поэтому исходная окраска реагентов исчезает, происходит их обесцвечивание.

Реакция присоединения или бромирования:



Реакция окисления:



Свойства бензола

В 2 пробирки налили по 5–6 мл бензола. В одну пробирку добавили 1–2 мл бромной воды, в другую — 1–2 мл раствора перманга-

ната калия. Встряхнули обе пробирки. Изменение окраски реагентов не произошло. Наблюдали расслоение растворов.

Ответы на вопросы:

- 1) Растворы бромной воды и перманганата калия не обесцвечиваются при добавлении бензола, потому что бензол в обычных условиях не вступает в реакции присоединения, характерные для алкенов. Бензол вступает в реакции присоединения только в жестких условиях.
- 2) Плотность бензола ($\rho = 0,88$) меньше плотности воды (и водных растворов), поэтому бензол при смешении с водой переходит в верхний слой. В пробирке с бромной водой при добавлении бензола желтая окраска (брома) постепенно переходит в верхний бензольный слой за счет *экстракции брома из воды в органический растворитель — бензол*. Известно, что в неполярных растворителях (бензол) галогены растворяются лучше, чем в воде.

В случае перманганата калия изменение окраски бензола не происходит, т.к. KMnO_4 растворим в воде, а не в бензоле. Плотность водного раствора больше, чем бензола, поэтому малиновый раствор образует нижний слой, а бесцветный бензол — верхний слой.

Практическая работа № 3

Спирты

Растворимость спиртов в воде.

В две пробирки налили по 1–2 мл этилового $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ и изоамилового $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ спиртов. Добавили в обе пробирки по 2–3 мл воды. Наблюдали полное растворение этилового спирта в воде. Изоамиловый спирт не растворился в воде, а при стоянии образовал маслянистый верхний слой, т.к. его плотность меньше плотности воды.

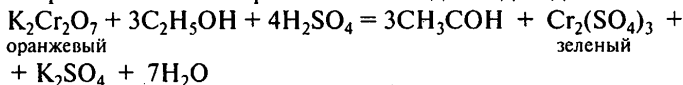
Ответы на вопросы:

- 1) Причина различного поведения спиртов в воде заключается в природе вещества. Этиловый спирт имеет короткий УВ радикал (неполярная часть молекулы) и полярную гидроксильную группу, поэтому он хорошо растворяется в полярных растворителях (воде и др.). Изоамиловый спирт имеет гораз-

вой до зеленой (цвет ионов Cr(III)). Фиксировали характерный запах уксусного альдегида.

Ответы на вопросы:

- 1) Изменение цвета раствора происходит в результате протекающей окислительно-восстановительной реакции. Этиловый спирт окисляется бихроматом калия до альдегида:



- 2) В данной реакции серную кислоту можно заменить на соляную, потому что она добавляется только для создания кислой среды раствора.

Практическая работа № 4

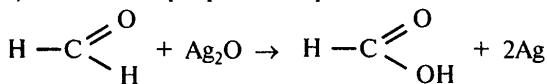
Альдегиды и кетоны

Реакция «серебряного зеркала»

В пробирку с 1 мл формалина добавили несколько капель аммиачного раствора оксида серебра. Пробирку слегка нагрели. Выделяющееся серебро выпадает или в виде черного осадка (в случае недостаточно чистых пробирок) или в виде блестящего зеркального налета (в случае чистых пробирок и осторожного нагревания).

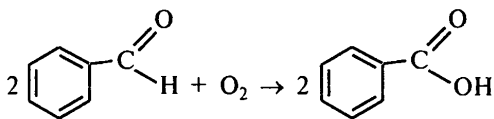
Ответы на вопросы:

- 1) Наблюдали осаждение серебра на стенках пробирки. Поверхность стекла становится блестящей как зеркало.
- 2) Поверхность стекла становится зеркальной, потому что на ней осаждается тонким слоем металлические частички серебра, которые отражают свет.
- 3) Реакция «серебряного зеркала»:



Окисление бензальдегида кислородом воздуха

Каплю бензальдегида поместили на часовое стекло и оставили на воздухе на 30 минут. Наблюдали образование белых кристаллов по краям капли. В результате окисления бензальдегида кислородом воздуха образуется бензойная кислота:



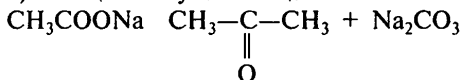
бензальдегид

бензойная кислота

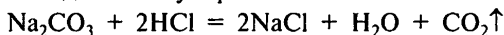
Получение ацетона из ацетата натрия

В пробирку поместили около 0,1 г безводного ацетата натрия и закрыли ее пробкой с газоотводной трубкой. Закрепили пробирку в штативе горизонтально. Нижний конец трубки опустили в пробирку с водой. Наблюдали плавление соли, затем ее вспучивание и выделение ацетона, который фиксировали по специфическому запаху. Полученный ацетон растворялся в пробирке с водой. После прекращения реакции и остывания смеси, в первую пробирку добавляем 1 каплю концентрированной соляной кислоты. Наблюдали выделение пузырьков газа.

1) Реакция получения ацетона:



2) При добавлении соляной кислоты в первую пробирку наблюдали выделение пузырьков газа:



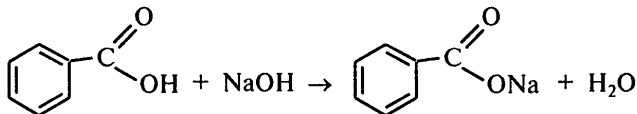
Практическая работа № 5

Карбоновые кислоты

Растворимость карбоновых кислот в воде

В одну пробирку добавили 1–2 мл воды и 2–3 капли уксусной кислоты, пробирку взболтали. Уксусная кислота полностью растворилась. В другую пробирку прилили 1–2 мл воды и добавили 0,1–0,2 г бензойной кислоты, пробирку взболтали. Бензойная кислота не растворилась в холодной воде. Пробирку с кристалликами бензойной кислоты нагрели на пламени горелки. Наблюдали растворение бензойной кислоты в горячей воде. После охлаждения пробирки наблюдали выделение бензойной кислоты. К выпавшему осадку добавили немного раствора гидроксида натрия. Осадок кислоты растворился.

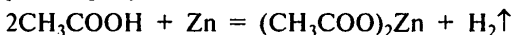
- 1) Причина различной растворимости двух кислот заключается в различной природе веществ. Уксусная кислота содержит короткий УВ радикал метил $-\text{CH}_3$ и полярную карбоксильную часть COOH , поэтому хорошо растворяется в полярном растворителе воде. Бензойная кислота содержит неполярный ароматический цикл $-\text{C}_6\text{H}_5$, поэтому плохо растворяется в воде.
- 2) При добавлении гидроксида натрия к бензойной кислоте протекает химическая реакция:



Взаимодействие уксусной кислоты с металлами

В пробирку налили 2 мл уксусной кислоты и добавили 1–2 гранулы цинка. Пробирку слегка нагрели.

- 1) Наблюдали выделение пузырьков газа — водорода и растворение гранул цинка.



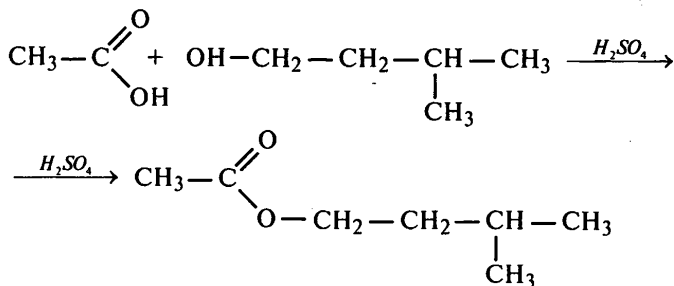
- 2) Металлы, стоящие в ряду напряжений до водорода, будут взаимодействовать с уксусной кислотой с образованием соответствующей соли и выделением водорода. Металлы, стоящие в ряду напряжений после водорода, не будут взаимодействовать с кислотой.

Все кислоты, как неорганические, так и карбоновые, взаимодействуют с металлами, стоящими в ряду напряжений до водорода.

Получение сложного эфира

В пробирку налили 2 мл изоамилового спирта, 2 мл уксусной кислоты и 0,5 мл концентрированной серной кислоты. Пробирку закрыли пробкой с газоотводной трубкой и нагрели на водяной бане в течение нескольких минут. После охлаждения в пробирку добавили несколько мл воды. Наблюдали расслоение раствора. Выделился слой изоамилового эфира уксусной кислоты с запахом грушевой эссенции. Прошла реакция этерификации.

- 1) Реакция взаимодействия кислот со спиртами называется реакцией этерификации.



- 2) В реакционную смесь добавляют серную кислоту для смещения равновесия реакции вправо.

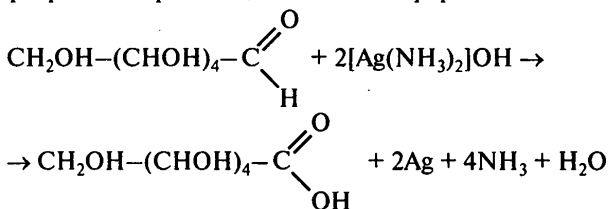
Практическая работа № 6

Углеводы

Действие аммиачного раствора оксида серебра на глюкозу

В пробирку с 2 мл раствора глюкозы налили 2 мл аммиачного раствора Ag_2O . Пробирку нагрели на кипящей водяной бане.

Наблюдали выделение серебра на стенках пробирки. Реакцию «серебряного зеркала» дает линейная форма глюкозы.



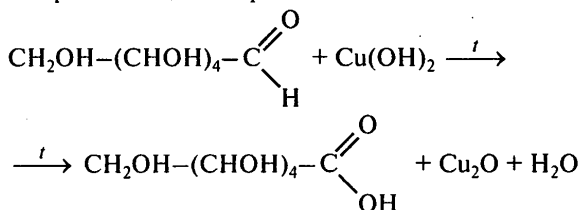
Действие гидроксида меди (II) на глюкозу

а) В пробирку налили 0,5 мл раствора глюкозы и 2 мл раствора гидроксида натрия. Добавили в полученную смесь 1 мл медного купороса. Наблюдали образование голубого осадка гидроксида меди (II), который сразу растворяется и раствор окрашивается в ярко-синий цвет. Произошла качественная реакция на многоатомные спирты.

б) К полученному раствору добавили 1 мл воды. Пробирку закрепили в штативе в наклонном положении (рис. 48). Нагревание

пробирки проводили таким образом, чтобы прогревалась только верхняя часть раствора. Наблюдали выделение желто-красного осадка и обесцвечивание раствора.

- 1) Свежеосажденный гидроксид меди (II) растворяется с образованием прозрачного синего раствора, за счет взаимодействия с глюкозой. В молекуле глюкозы 5 гидроксильных групп, 2 из которых и дают качественную реакцию с гидроксидом меди.
- 2) Наличие в молекуле глюкозы альдегидной группы является причиной данной реакции.



При нагревании раствора происходит окисление глюкозы (как альдегида) до карбоновой кислоты. Гидроксид меди (II) при этом восстанавливается до гидроксида меди (I), который разлагается на оксид меди (I) и воду. CuOH — красный осадок, Cu_2O — желтый. Желто-красный осадок — это смесь оксида и гидроксида меди (I). Таким образом, причиной изменения окраски осадка является изменение степени окисления меди:



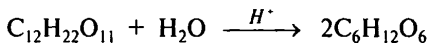
Действие аммиачного раствора оксида серебра на сахарозу.

а) В пробирку с 2 мл сахарозы налили 2 мл аммиачного раствора оксида серебра. Пробирку нагрели на кипящей водяной бане. Никаких внешних признаков протекания реакции не наблюдали.

б) В пробирку с 2 мл раствора сахарозы добавили несколько капель разбавленной серной кислоты и нагрели на водяной бане в течение 10 минут. После охлаждения в пробирку добавили несколько капель гидроксида натрия до слабощелочной реакции (использовали индикаторную бумагу). К полученному раствору добавили 2 мл аммиачного раствора оксида серебра и пробирку нагрели на водяной бани. Наблюдали реакцию «серебряного зеркала».

1) Сахароза не дает реакцию «серебряного зеркала» потому что не содержит альдегидной группы.

2) При нагревании раствора сахарозы с кислотой протекает реакция гидролиза. При этом образуются моносахариды — глюкоза и фруктоза. Поэтому после нагревания с кислотой проба с аммиачным раствором оксида серебра дает положительный результат.



Действие иода на крахмал

В химический стакан с 20 мл воды, нагретой до кипения, добавили 2 г крахмала размешанного в небольшом количестве холодной воды. Полученную суспензию хорошо размешали до образования прозрачного коллоидного раствора — крахмального клейстера. В пробирку добавили 2 мл охлажденного клейстера и прилили несколько капель спиртового раствора иода.

Наблюдали образование синего окрашивания раствора. Выполнили качественную реакцию на крахмал.

Полученную смесь нагрели. Синее окрашивание исчезло.

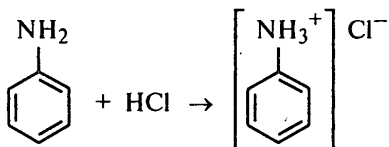
Практическая работа № 7

Амины. Аминокислоты. Белки

Образование солей анилина

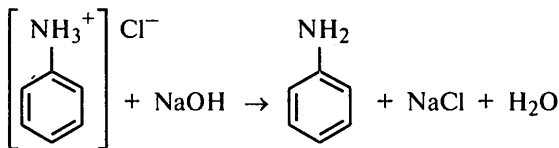
В пробирку налили 0,5 мл анилина и 3 мл воды, смесь взболтали. Наблюдали образование эмульсии, поскольку анилин плохо растворим в воде. В пробирку добавили соляной кислоты до полного растворения анилина. К полученному раствору добавили 1 — 2 мл гидроксида натрия. Наблюдали разделение раствора на 2 фазы — водную и органическую.

1) Анилин обладает слабыми основными свойствами, поэтому при добавлении сильной соляной кислоты протекает химическая реакция с образованием соли анилина:



анилинийхлорид (солянокислый анилин)

2) При добавлении более сильного основания — NaOH, анилин вновь выделяется из раствора (по аналогии с солями аммония). Сильное основание вытесняет слабое основание из его соли:

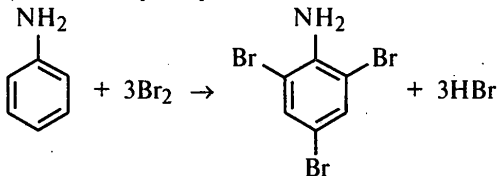


Бромирование анилина

В пробирку налили 0,5 мл анилина и 0,5 мл воды. Прибавили по каплям бромной воды до образования белого осадка.

1) Бромная вода обесцвечивается за счет протекания реакции присоединения.

2) Реакция бромирования анилина:



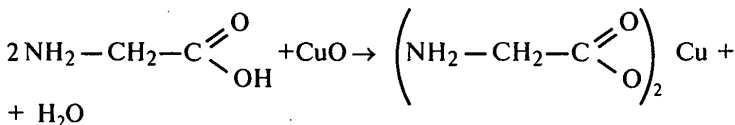
2,4,6 –триброманилин (белый осадок)

Получение медной соли глицина

В пробирку с 2 мл раствора глицина добавили 1 г черного порошка оксида меди (II). Смесь нагрели до кипения. Наблюдали голубое окрашивание раствора.

1) Появление голубой окраски раствора обусловлено образованием соли меди (II) (характерный цвет ионов меди двухвалентной).

2) Реакция получения соли глицина:



Денатурация белка

Растворили белок куриного яйца в 150 мл воды. В пробирку налили 5 мл раствора белка и нагрели на пламени горелки до кипения. Наблюдали помутнение раствора — произошла денатурация белка. После охлаждения и разбавления раствор остался мутным.

- 1) Раствор белка при нагревании мутнеет, потому что прошла денатурация белка.
- 2) Денатурация белка — процесс необратимый, поэтому после охлаждения и разбавления раствор остался мутным.

Осаждение белка солями тяжелых металлов

В две пробирки налили по 2 мл раствора белка и по каплям добавляли в одну пробирку раствор медного купороса, а в другую — раствор ацетата свинца. Наблюдали образование труднорастворимых осадков. Отметили свойство белка давать нерастворимые соединения с солями тяжелых металлов.

Цветные реакции белков

Ксантопротеиновая реакция

В пробирку налили 2 мл белка и прибавили несколько капель концентрированной азотной кислоты. Пробирку нагрели. Наблюдали образование желтого осадка. Пробирку охладили и добавили аммиак до щелочной реакции. Наблюдали изменение окраски на оранжевый.

Биуретовая реакция

В пробирку налили 2 мл раствора белка и 2 мл раствора гидроксида натрия, затем добавили 2 мл раствора медного купороса. Наблюдали окрашивание раствора в фиолетовый цвет.

Практическая работа № 8

Идентификация органических соединений.

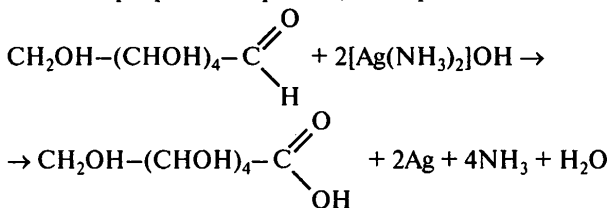
I вариант: Находящиеся в двух пробирках бензойную кислоту и анилин можно распознать по внешнему виду: бензойная кислота — белое кристаллическое вещество, а анилин — бесцветная маслянистая жидкость. Оба соединения плохо растворимы в воде. Но анилин образует эмульсию с водой, а бензойная кислота — нерастворимые кристаллики.

II вариант: Глюкозу и бензойную кислоту можно распознать по растворимости в воде. Глюкоза хорошо растворима даже в холод-

ной воде, а бензойная кислота — плохо. При нагревании растворимость бензойной кислоты в воде увеличивается.

III вариант: Формалин и этиловый спирт можно распознать по запаху. Формалин обладает резким неприятным запахом, а этиловый спирт — легко распознается по характерному алкогольному запаху.

IV вариант: Глюкоза и сахароза легко распознаются по реакции «серебряного зеркала». В составе молекулы глюкозы присутствует альдегидная группа, а в сахарозе — ее нет. Поэтому глюкоза — дает реакцию «серебряного зеркала», а сахароза — нет.



V вариант: уксусная кислота и этиловый спирт легко распознаются по запаху. Уксусная кислота — жидкость со специфическим, всем знакомым запахом. Этиловый спирт имеет запах алкоголя.

VI вариант: Глюкозу и глицерин легко распознать по внешнему виду. Глюкоза — кристаллическое белое вещество. Глицерин — вязкая бесцветная жидкость.

Практическая работа № 9

Обнаружение витаминов

Определение витамина А в подсолнечном масле

В пробирку налили 1 мл подсолнечного масла и добавили 2 капли 1 % раствора FeCl_3 . Наблюдали образование ярко-зеленого окрашивания, что свидетельствует о присутствии витамина А.

Определение витамина С в яблочном соке

Налили в пробирку 2 мл сока и добавили воды до 10 мл. Затем налили в пробирку немного крахмального клейстера. Далее по каплям добавляли 5 % раствор иода до появления устойчивого синего окрашивания, не исчезающего 10–15 сек. Молекулы аскорбиновой кислоты легко окисляются иодом. Когда реакция окисления завершится, следующая капля иода окрасит крахмал в синий цвет.

Определение витамина D в рыбьем жире или курином желтке

В пробирку с 1 мл рыбьего жира налили 1 мл раствора брома. Наблюдали образование зеленовато-голубого окрашивания, что свидетельствует о наличии витамина D в исследуемом объекте.

Практическая работа № 10

Действие ферментов на различные вещества

Действие амилазы слюны на крахмал

- 1) Набрали 2–4 мл слюны в мерный цилиндр. Добавили воду до 10 мл. Полученный раствор содержит фермент амилазу.
- 2) В пробирку добавили 5 мл раствора крахмала и 1 мл раствора фермента. Полученную смесь перемешали. Через 30 с после смешения реагентов, каплю полученного раствора поместили на предметное стекло. Туда же добавили 1 каплю раствора иода, все перемешали. Отметили цвет смеси. Сделали вывод о присутствии крахмала: раствор окрасился в синий цвет, значит крахмал присутствует в смеси. Через 30 с повторили опыт. Повторяли опыт до тех пор, пока смесь перестала окрашиваться от иода в синий цвет. Зафиксировали общее время, необходимое для того, чтобы гидролизировался весь крахмал.
- 3) В 2 пробирки поочередно добавили смесь растворов фермента и крахмала (по 2,5 мл раствора крахмала и 0,5 мл раствора фермента). Поместили пробирки в стаканчики с водой: в одном вода охлаждена до 10° С, а в другом — с теплой водой при 35–40° С. Каждые 30 с отбирали из пробирок по 1 капле смеси растворов фермента и крахмала и смешивали с каплей иода на предметном стекле. Повторяли до тех пор, пока перестала появляться синяя окраска, т.е. пока не исчез весь крахмал. Зафиксировали общее время в каждом случае. Сделали вывод: Фермент амилаза обладает большей эффективностью при температуре 35–40° С (т.е. при температуре человеческого тела), чем при температуре 10° С.

Действие дегидрогеназы на метиленовый синий

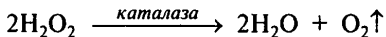
- 1) Получили для работы 0,5 % раствор формальдегида.
- 2) В две пробирки поочередно добавили по 5 мл свежего некипяченого молока, 15 капель 0,5 % раствора формальдегида, 5 капель раствора метиленового синего. Наблюдали изменение

окраски красителя, его постепенное обесцвечивание. При помощи фермента дегидрогеназы, содержащегося в коровьем молоке, к молекуле красителя присоединился водород от молекулы формальдегида. Название фермента *дегидрогеназа*, указывает на тип катализируемой им реакции: реакция *дегидрогенизации*, (или дегидрирования), отщепления водорода.

- 3) Влили в обе пробирки немного подсолнечного масла, для изолирования реакционных смесей от кислорода воздуха.
- 4) Одну пробирку поставили в пустой стаканчик, другую — в стаканчик с горячей водой (35–40°). Наблюдали более быстрое обесцвечивание красителя в пробирке с горячей водой, близкой к температуре человеческого тела.
- 5) Продули с помощью стеклянной трубки и резиновой груши через реакционные смеси воздух. Наблюдали восстановления цвета красителя.

Действие каталазы на пероксид водорода

Каталаза — это фермент, катализирующий разложение перекиси водорода:



Каталаза содержится в растительных и животных клетках.

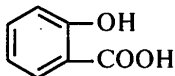
- 1) Налили в пробирки по 2 мл аптечного раствора перекиси водорода (3 %).
- 2) В первую пробирку при помощи пинцета опустили кусочек сырого мяса. Наблюдали «вскипание», бурное выделение газа. Внесли в пробирку тлеющую лучинку, она вспыхнула. Значит, в результате реакции выделился кислород.
- 3) Во вторую пробирку с раствором перекиси водорода внесли кусочек сырого картофеля и поднесли к отверстию тлеющую лучинку. Наблюдали бурное выделение кислорода и вспыхивание тлеющей лучинки.
- 4) Измельченный сырой картофель поместили в третью пробирку. Отметили большую активность размельченного картофеля в сравнении с его целым кусочком. В случае целого кусочка картофеля реакция протекала по поверхности его. При измельчении картофеля, значительно увеличилось количество «освободившегося» фермента, поэтому реакция разложения проходит более интенсивно.

- 5) В четвертую и пятую пробирки опустили по кусочку вареного мяса и вареного картофеля. Выделение кислорода не наблюдали, т.к. фермент каталаза при кипении разрушился.

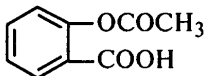
Практическая работа № 11

Анализ лекарственных препаратов.

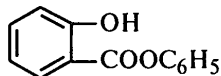
Анализ лекарственных препаратов, производных салициловой кислоты



салициловая кислота



ацетилсалициловая кислота



салол

Салициловая или орто-гидроксibenзойная кислота является фенолкарбоновой кислотой. В состав молекулы входят карбоксильная группа $-\text{COOH}$ и фенольный гидроксил $-\text{OH}$. Обладает противовоспалительным действием.

Ацетилсалициловая кислота или аспирин является сложным эфиром салициловой кислоты по фенольному гидроксилу. В состав молекулы входят карбоксильная группа $-\text{COOH}$, и радикал *ацетил* $\text{CH}_3-\text{CO}-$ (одновалентный остаток уксусной кислоты). Отсюда и название соединения. Обладает обезболивающим, противовоспалительным и жаропонижающим действием.

Салол или фенилсалицилат представляет собой сложный эфир салициловой кислоты по карбоксильной группе: один атом водорода в карбоксильной группе замещен на радикал фенил $-\text{C}_6\text{H}_5$.

В состав салола входят функциональные группы: фенольный гидроксил, и сложноэфирная группа $-\text{O}-\text{C}-$



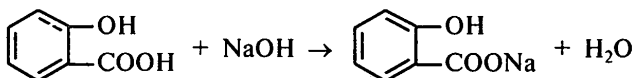
Салол оказывает антисептическое и противовоспалительное действие, т.к. при гидролизе в кишечнике образует фенол и салициловую кислоту.

Эксперимент

- 1) Растерли в ступке таблетки каждого из лекарств. В 3 пробирки поочередно добавили по 0,1 г каждого лекарства. Добавили в каждую пробирку воды, смеси взболтали. Отметили плохую растворимость лекарств в воде.

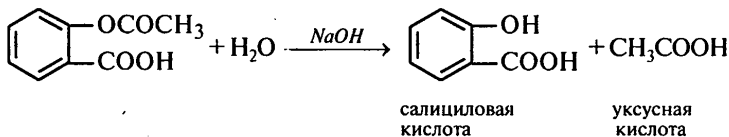
При нагревании растворимость лекарств увеличивается. При кипении смесей образуются мутные растворы.

- 2) В пробирки с лекарствами добавили по 3 мл этанола. Наблюдали растворение лекарств. Пробирки нагревали на пламени до полного растворения лекарств. Данные лекарственные препараты гораздо лучше растворимы в спирте, чем в воде.
- 3) Взболтали в пробирках по 0,1 г препарата с 2 — 3 мл воды, затем добавили 2—3 мл разбавленного раствора NaOH. Наблюдали растворение веществ. Салициловая кислота взаимодействует с гидроксидом натрия с образованием соли и воды:

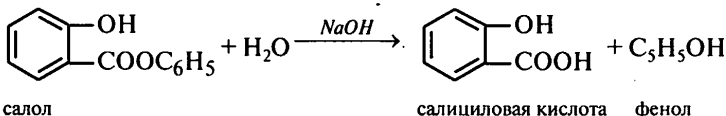


Ацетилсалициловая кислота и салол являются сложными эфирами, поэтому в этих условиях подвергается гидролизу. В присутствии щелочи гидролиз сложных эфиров протекает необратимо:

Гидролиз ацетилсалициловой кислоты:

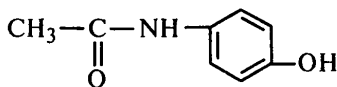


Гидролиз салола:

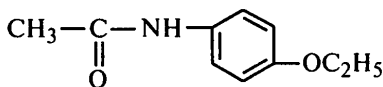


4) В пробирки налили по 0,1 г каждого препарата с 3 мл воды и добавили несколько капель раствора хлорида железа (III). Наблюдали образование характерного фиолетового окрашивания в пробирках с салициловой кислотой и салолом. Данная реакция (с FeCl₃) является качественной пробой для обнаружения фенольных соединений. Салициловая кислота и салол содержат свободный фенольный гидроксил, поэтому дают характерное окрашивание с хлоридом железа (III). В составе ацетилсалициловой кислоты отсутствует свободный фенольный гидроксил, поэтому изменение окраски раствора не происходит.

Анализ лекарственных препаратов, производных *p*-аминофенола



парацетамол



фенацетин

Различие в строении этих двух соединений только одно: 1) в состав молекулы парацетамола входит фенольный гидроксил, а в состав молекулы фенацетина входит этокси-группа $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$ -. Парацетамол и фенацетин являются замещенными амидами уксусной кислоты.

В состав парацетамола входят: фенольный гидроксил, амидная группировка $-\text{C}(\text{O})-\text{NH}-$. В состав фенацетина входят: амидная группировка $-\text{C}(\text{O})-\text{NH}-$, эфирная группировка $-\text{O}-$.

Данные лекарства являются эффективными жаропонижающими анальгетиками.

Эксперимент

- 1) Растерли в ступке таблетки каждого из лекарств. В 2 пробирки поочередно добавили по 0,1 г каждого лекарства. Добавили в каждую пробирку 2–мл воды, смеси взболтали. Отметили плохую растворимость лекарств в воде. Нагрели пробирки до кипения в воде. Наблюдали образование мутных растворов.
- 2) В пробирки с лекарствами добавили по 3 мл этанола. Наблюдали растворение лекарств. Пробирки нагревали до кипения. Данные лекарственные препараты гораздо лучше растворимы в спирте, чем в воде.
- 3) В пробирки налили по 0,1 г каждого препарата и 3 мл воды, добавили несколько капель раствора хлорида железа (III). Наблюдали образование характерного фиолетового окрашивания в пробирках с парацетамолом. Данная реакция (с FeCl_3) является качественной пробой для обнаружения фенольных соединений. Парацетамол содержит свободный фенольный гидроксил, поэтому дает характерное окрашивание с хлоридом железа (III). В составе фенацетина отсутствует свободный фенольный гидроксил, поэтому изменение окраски раствора не происходит.

Содержание

Введение	3
§ 1. Предмет органической химии. Органические вещества	3
§ 2. Теория строения органических соединений А. М. Бутлерова	5
§ 3. Строение атома углерода	7
§ 4. Валентные состояния атома углерода	11
Глава 1. Строение органических соединений	12
§ 5. Классификация органических соединений	12
§ 6. Основы номенклатуры органических соединений	15
§ 7. Изомерия и ее виды.	17
Глава 2. Реакции органических соединений	22
§ 8. Типы химических реакций в органической химии	22
§ 9. Типы реакционноспособных частиц и механизмы реакций в органической химии. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений	23
Глава 3. Углеводороды	26
§ 10. Природные источники углеводородов	26
§ 11. Алканы	31
§ 12. Алкены	38
§ 13. Алкины	44
§ 14. Алкадиены	47
§ 15. Циклоалканы	50
§ 16. Ароматические углеводороды	52
Глава 4. Кислородсодержащие соединения	56
§ 17. Спирты	56
§ 18. Фенолы	64
§ 19. Альдегиды и кетоны	65
§ 20. Карбоновые кислоты	72
§ 21. Сложные эфиры. Жиры	82
Глава 5. Углеводы	90
§ 22. Углеводы, их классификация и значение	90
§ 23. Моносахариды. Гексозы. Глюкоза	91
§ 24. Полисахариды. Крахмал и целлюлоза	95
Глава 6. Азотсодержащие соединения	98
§ 25. Амины	98
§ 26. Аминокислоты	104
§ 27. Белки	106
§ 28. Нуклеиновые кислоты	109
Глава 7. Биологически активные соединения	111
§ 29. Витамины	111
§ 30. Ферменты	113
§ 31. Гормоны	117
§ 32. Лекарства	119
Глава 8. Химический практикум	124
Практическая работа № 1	124
Практическая работа № 2	125
Практическая работа № 3	127
Практическая работа № 4	129
Практическая работа № 5	130
Практическая работа № 6	132
Практическая работа № 7	134
Практическая работа № 8	136
Практическая работа № 9	137
Практическая работа № 10	138
Практическая работа № 11	140