

Вадим Э. Матулис, Виталий Э. Матулис, Т. А. Колевич

Сборник задач ПО ХИМИИ 10



Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева

Свойства химических элементов, а также состав и свойства их соединений находятся в периодической зависимости от заряда атомных ядер

1	I A										II A					III A					IV A					V A					VI A					VII A					VIII A															
	1										2					13					14					15					16					17					18															
1,00794 2,20 1 H ВОДОРОД -1 1 1s ¹											95,96 1,53 42 Mo [Kr]4d ⁵ 5s ¹ МОЛИБДЕН 2 3 4 5 6 ← Относительная атомная масса ← Химический символ ← Электронная конфигурация атома в основном состоянии ← Характер кислородных соединений: основной амфотерный кислотный					← s-элемент ← p-элемент ← d-элемент ← f-элемент					10,811 2,00 5 B БОР 1s ² 2s ² 2p ¹ -1 1 2 3					12,0107 2,50 6 C УГЛЕРОД 1s ² 2s ² 2p ² -4 -2 -1 2 3 4					14,0067 3,00 7 N АЗОТ 1s ² 2s ² 2p ³ -3 -2 -1 2 3 4 5					15,9994 3,50 8 O КИСЛОРОД 1s ² 2s ² 2p ⁴ -2 -1 2					18,9984 4,00 9 F ФТОР 1s ² 2s ² 2p ⁵ -1					4,00260 4,20 2 He ГЕЛИЙ 1s ²										
6,941 1,00 3 Li ЛИТИЙ 1s ² 2s ¹ 1	9,01218 1,50 4 Be БЕРИЛЛИЙ 1s ² 2s ² 2										22,9898 0,90 11 Na НАТРИЙ [Ne]3s ¹ 1					24,3050 1,30 12 Mg МАГНИЙ [Ne]3s ² 2					26,9815 1,70 13 Al АЛЮМИНИЙ [Ne]3s ² 3p ¹ 3					28,0855 1,90 14 Si КРЕМНИЙ [Ne]3s ² 3p ² -4 -2 -1 2 4					30,9738 2,64 15 P ФОСФОР [Ne]3s ² 3p ³ -3 -1 2 3 5					32,065 3,06 16 S СЕРА [Ne]3s ² 3p ⁴ -2 -1 1 3 4 5 6					35,453 3,06 17 Cl ХЛОР [Ne]3s ² 3p ⁵ -1 1 3 4 5 7					39,948 2,94 18 Ar АРГОН [Ne]3s ² 3p ⁶										
39,0983 0,80 19 K КАЛИЙ [Ar]4s ¹ 1	40,078 1,10 20 Ca КАЛЬЦИЙ [Ar]4s ² 2										44,9559 1,33 21 Sc СКАНДИЙ [Ar]3d ¹ 4s ² 3			47,867 1,40 22 Ti ТИТАН [Ar]3d ² 4s ² 2 3 4			50,9415 1,48 23 V ВАНАДИЙ [Ar]3d ³ 4s ² 2 3 4 5			51,9961 1,56 24 Cr ХРОМ [Ar]3d ⁵ 4s ¹ 2 3 4 5 6			54,9380 1,52 25 Mn МАРГАНЕЦ [Ar]3d ⁵ 4s ² 2 3 4 5 6 7			55,845 1,60 26 Fe ЖЕЛЕЗО [Ar]3d ⁶ 4s ² 2 3 4 5 6			58,9332 1,64 27 Co КОБАЛЬТ [Ar]3d ⁷ 4s ² 2 3 4 5			58,6934 1,69 28 Ni НИКЕЛЬ [Ar]3d ⁸ 4s ² 2 3 4			63,546 1,77 29 Cu МЕДЬ [Ar]3d ¹⁰ 4s ¹ 1 2 3			65,38 1,71 30 Zn ЦИНК [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 2			69,723 1,80 31 Ga ГАЛЛИЙ [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹ 1 3			72,63 1,96 32 Ge ГЕРМАНИЙ [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ² -4 -1 2 4			74,9216 2,22 33 As МЫШЬЯК [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ³ -3 -2 3 5			78,96 2,52 34 Se СЕЛЕН [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴ -2 -1 1 4 6			79,904 2,86 35 Br БРОМ [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵ -1 1 3 5 7			83,798 2,70 36 Kr КРИПТОН [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 2
85,4678 0,77 37 Rb РУБИДИЙ [Kr]5s ¹ 1	87,62 1,05 38 Sr СТРОНЦИЙ [Kr]5s ² 2										88,9058 1,28 39 Y ИТТРИЙ [Kr]4d ¹ 5s ² 3			91,224 1,35 40 Zr ЦИРКОНИЙ [Kr]4d ² 5s ² 2 3 4			92,9064 1,44 41 Nb НИОБИЙ [Kr]4d ⁴ 5s ¹ 2 3 4 5			95,96 1,53 42 Mo МОЛИБДЕН [Kr]4d ⁵ 5s ¹ 2 3 4 5 6			[98] 1,51 43 Tc ТЕХНЕЦИЙ [Kr]4d ⁵ 5s ² 2 4 5 6 7			101,07 1,62 44 Ru РУТЕНИЙ [Kr]4d ⁷ 5s ¹ 2 3 4 5 6 7 8			102,905 1,68 45 Rh РОДИЙ [Kr]4d ⁸ 5s ¹ 2 3 4 5 6			106,42 1,73 46 Pd ПАЛЛАДИЙ [Kr]4d ¹⁰ 5s ⁰ 2 4			107,868 1,79 47 Ag СЕРЕБРО [Kr]4d ¹⁰ 5s ¹ 1 2 3			112,411 1,66 48 Cd КАДМИЙ [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 2			114,818 1,74 49 In ИНДИЙ [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹ 1 3			118,710 1,86 50 Sn ОЛОВО [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ² 2 4			121,760 2,04 51 Sb СУРЬМА [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ³ -3 3 5			127,60 2,28 52 Te ТЕЛЛУР [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴ -2 4 6			126,904 2,58 53 I ИОД [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵ -1 1 3 5 7			131,293 2,39 54 Xe КСЕНОН [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 2 4 6 8
132,905 0,70 55 Cs ЦЕЗИЙ [Xe]6s ¹ 1	137,327 0,92 56 Ba БАРИЙ [Xe]6s ² 2										174,967 1,31 71 Lu ЛЮТЕЦИЙ [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² 3			178,49 1,38 72 Hf ГАФНИЙ [Xe]4f ¹⁴ 5d ² 6s ² 2 3 4			180,948 1,46 73 Ta ТАНТАЛ [Xe]4f ¹⁴ 5d ³ 6s ² 2 3 4 5			183,84 1,54 74 W ВОЛЬФРАМ [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ² 2 3 4 5 6			186,207 1,55 75 Re РЕНИЙ [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ² 2 3 4 5 6 7			190,23 1,67 76 Os ОСМИЙ [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ² 2 3 4 5 6 7 8			192,217 1,75 77 Ir ИРИДИЙ [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ² 2 3 4 5 6			195,084 1,84 78 Pt ПЛАТИНА [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁸ 6s ¹ 2 4 5 6			196,967 1,93 79 Au ЗОЛОТО [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹ -1 1 3 5			200,59 1,81 80 Hg РТУТЬ [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 1 2			204,383 1,78 81 Tl ТАЛЛИЙ [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹ 1 3			207,2 1,82 82 Pb СВИНЕЦ [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ² 2 4			208,980 1,88 83 Bi ВИСМУТ [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ³ -3 1 3 5			[209] 1,98 84 Po ПОЛОНИЙ [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴ -2 2 4 6			[210] 2,09 85 At АСТАТ [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵ -1 1 3 5 7			[222] 1,94 86 Rn РАДОН [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 2 4 6
[223] 0,72 87 Fr ФРАНЦИЙ [Rn]7s ¹ 1	[226] 0,85 88 Ra РАДИЙ [Rn]7s ² 2										[266] 1,29 103 Lr ЛОУРЕНСИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² 7p ¹ 3			[267] 1,34 104 Rf РЕЗЕРФОРДИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ² 7s ² 4			[268] 1,41 105 Db ДУБИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ³ 7s ² 4 5			[271] 1,49 106 Sg СИБОРГИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁴ 7s ² 4 5 6			[274] 1,59 107 Bh БОРИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁵ 7s ² 5 6 7			[277] 1,72 108 Hs ХАССИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁶ 7s ² 4 6 8			[278] 1,83 109 Mt МЕЙТНЕРИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ² 3 4 6			[281] 1,92 110 Ds ДАРМШТАДИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁸ 7s ² 2 4 6			[282] 1,99 111 Rg РЕНТГЕНИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁹ 7s ² -1 1 3 5			[285] 1,91 112 Cn КОПЕРНИЦИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 2 3 4			[286] 1,87 113 Nh НИХОНИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ¹ -1 1 3			[289] 1,85 114 Fl ФЛЕРОВИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ² 2			[289] 1,57 115 Mc МОСКОВИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ³ 1 3			[293] 1,65 116 Lv ЛИВЕРМОРИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ⁴ 2 4			[294] 1,76 117 Ts ТЕННЕСИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ⁵ 1 3			[294] 1,61 118 Og ОГАНЕСОН [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ⁶ 2 4

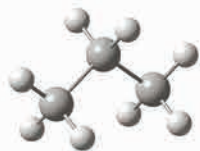
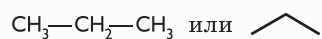
▼ ЛАНТАНОИДЫ

138,905 1,11 57 La ЛАНТАН [Xe]4f ¹ 5d ¹ 6s ² 3	140,116 1,13 58 Ce ЦЕРИЙ [Xe]4f ¹ 5d ¹ 6s ² 3 4	140,908 1,14 59 Pr ПРАЗЕОДИМ [Xe]4f ³ 5d ⁰ 6s ² 2 3 4	144,242 1,15 60 Nd НЕОДИМ [Xe]4f ⁴ 5d ⁰ 6s ² 2 3 4	[145] 1,16 61 Pm ПРОМЕТИЙ [Xe]4f ⁵ 5d ⁰ 6s ² 3	150,36 1,17 62 Sm САМАРИЙ [Xe]4f ⁶ 5d ⁰ 6s ² 2 3	151,964 1,09 63 Eu ЕВРОПИЙ [Xe]4f ⁷ 5d ⁰ 6s ² 2 3	157,25 1,20 64 Gd ГАДОЛИНИЙ [Xe]4f ⁷ 5d ¹ 6s ² 3	158,925 1,21 65 Tb ТЕРБИЙ [Xe]4f ⁹ 5d ⁰ 6s ² 3 4	162,500 1,23 66 Dy ДИСПРОЗИЙ [Xe]4f ¹⁰ 5d ⁰ 6s ² 2 3 4	164,930 1,24 67 Ho ГОЛЬМИЙ [Xe]4f ¹¹ 5d ⁰ 6s ² 2 3	167,259 1,25 68 Er ЭРБИЙ [Xe]4f ¹² 5d ⁰ 6s ² 3	168,934 1,26 69 Tm ТУЛИЙ [Xe]4f ¹³ 5d ⁰ 6s ² 2 3	173,054 1,19 70 Yb ИТТЕРБИЙ [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁰ 6s ² 2 3
--	---	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	---

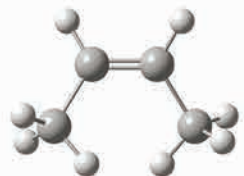
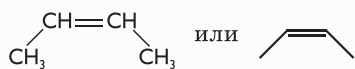
▼ АКТИНОИДЫ

[227] 0,97 89 Ac АКТИНИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² 3	232,038 1,01 90 Th ТОРИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ² 7s ² 3 4	231,036 1,04 91 Pa ПРОТАКТИНИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² 3 4 5	238,029 1,06 92 U УРАН [Rn]5f ³ 6d ¹ 7s ² 3 4 5 6	[237] 1,08 93 Np НЕПТУНИЙ [Rn]5f ⁴ 6d ¹ 7s ² 3 4 5 6 7	[244] 1,12 94 Pu ПЛУТОНИЙ [Rn]5f ⁶ 6d ² 7s ² 3 4 5 6 7	[243] 1,07 95 Am АМЕРИЦИЙ [Rn]5f ⁷ 6d ¹ 7s ² 2 3 4 5 6	[247] 1,18 96 Cm КЮРИЙ [Rn]5f ⁷ 6d ¹ 7s ² 3 4 6	[247] 1,22 97 Bk БЕРКЛИЙ [Rn]5f ⁹ 6d ¹ 7s ² 3 4	[251] 1,27 98 Cf КАЛИФОРНИЙ [Rn]5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ² 2 3 4	[252] 1,32 99 Es ЭЙНШТЕЙНИЙ [Rn]5f ¹¹ 6d ¹ 7s ² 2 3	[257] 1,36 100 Fm ФЕРМИЙ [Rn]5f ¹² 6d ¹ 7s ² 2 3	[258] 1,39 101 Md МЕНДЕЛЕВИЙ [Rn]5f ¹³ 6d ¹ 7s ² 2 3	[259] 1,37 102 No НОБЕЛИЙ [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² 2 3
--	--	--	---	--	--	--	---	---	---	---	--	--	---

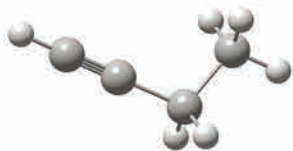
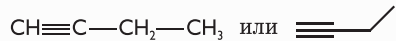
Пространственное строение молекул органических соединений



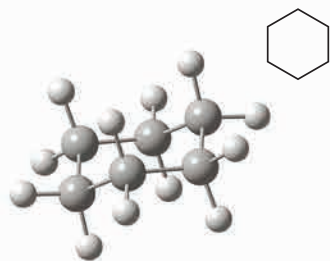
пропан



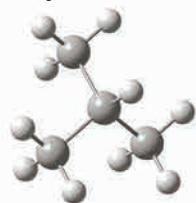
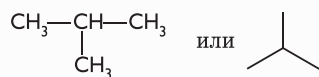
цис-бутен-2



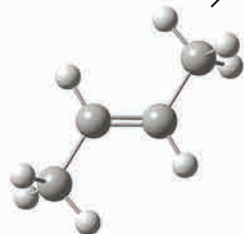
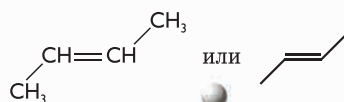
бутин-1



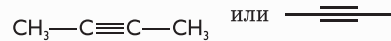
циклогексан



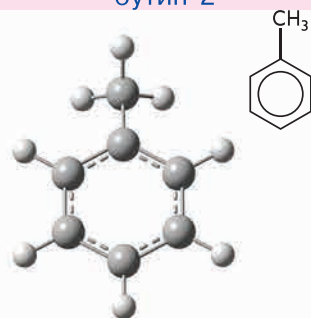
2-метилпропан (изобутан)



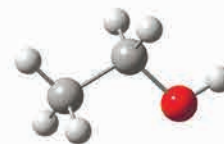
транс-бутен-2



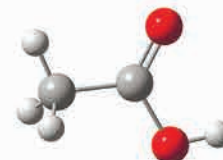
бутин-2



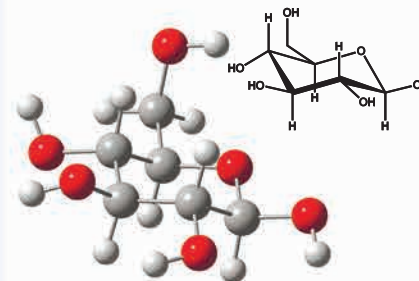
метилбензол (толуол)



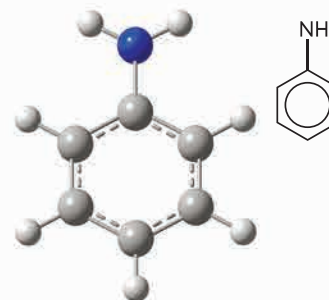
этанол



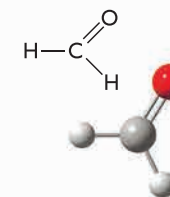
уксусная кислота



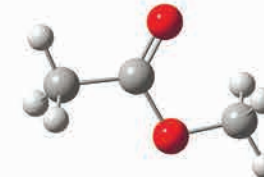
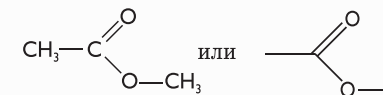
глюкоза (циклическая β-форма)



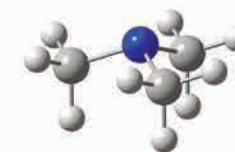
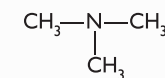
анилин



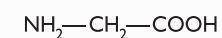
формальдегид



метильный эфир уксусной кислоты



триметиламин



аминоуксусная кислота (глицин)

Вадим Э. Матулис, Виталий Э. Матулис,
Т. А. Колевич

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ХИМИИ

Учебное пособие для 10 класса
учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения
(базовый и повышенный уровни)

*Допущено
Министерством образования
Республики Беларусь*

Минск



Национальный институт образования
2021

Правообладатель Национальный институт образования

УДК 54(075.3=161.1)

ББК 24я721

М34

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра биоорганической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет» (доцент кафедры, кандидат химических наук, доцент *Ф. Ф. Лахвич*);

учитель химии высшей квалификационной категории государственного учреждения образования «Средняя школа № 22 имени С. И. Грицевца г. Минска» *Л. Ф. Казак*

Матулис, Вадим Э.

М34 Сборник задач по химии : учебное пособие для 10-го класса учреждений общего среднего образования с русск. яз. обуч. (баз. и пов. уровни) / Вадим Э. Матулис, Виталий Э. Матулис, Т. А. Колевич. — Минск : Национальный институт образования, 2021. — 264 с.

ISBN 978-985-594-959-7.

Сборник задач предназначен для повторения и закрепления изученного материала. Адресован учащимся 10-го класса учреждений общего среднего образования и может быть использован для подготовки к урокам, химическим олимпиадам и централизованному тестированию.

УДК 54(075.3=161.1)

ББК 24я721

ISBN 978-985-594-959-7

© Матулис Вадим Э., Матулис Виталий Э., Колевич Т. А., 2021

© Оформление. НМУ «Национальный институт образования», 2021

Предисловие

В настоящем сборнике приведены вопросы, задания и расчетные задачи по курсу химии 10-го класса.

Перед тем как приступить к решению новых задач, необходимо повторить ранее изученный материал. Для этого предназначен первый раздел «Задачи для повторения», в котором размещены задачи, подобные тем, что вы решали ранее. Такое повторение пройденного материала, осуществленное на практике, поможет вам успешно справиться с решением задач в 10-м классе, а также подготовиться к вступительным испытаниям и олимпиадам.

В 10-м классе изучается органическая химия — химия соединений углерода. Вначале вы будете изучать общие закономерности строения атомов химических элементов. Вопросы по данной теме рассчитаны на понимание принципов строения атомов химических элементов, закономерностей связывания атомов между собой с образованием химических соединений. Особое внимание уделено углероду — основному элементу в составе органических соединений.

В следующих разделах вы будете выполнять задания по химии органических соединений. Помимо расчетных задач, здесь представлены задания, касающиеся установления строения органических соединений и их химических свойств. Обратите особое внимание: в органической химии важно установить не просто количественный состав соединения, но и строение его молекулы, поскольку именно этот фактор определяет свойства вещества. Отметим: принцип взаимосвязи строения вещества и его свойств относится к органическим и неорганическим соединениям, поэтому при решении химических задач важно не только правильно проводить

математические расчеты, но и понимать сущность явлений, о которых идет речь в задании.

В сборнике представлены задания базового и повышенного уровней изучения химии. Задания повышенного уровня, а также повышенной сложности отмечены звездочкой (*). Для некоторых заданий приведены решения.

Мы предлагаем наиболее рациональные, на наш взгляд, способы решений, но это не значит, что они являются единственно возможными. Вы можете выполнить задание по-своему, и если ваше решение будет правильным, можете поздравить себя с успехом. Для проверки правильности решения в конце пособия даны ответы и комментарии.

Глава 1

ВВЕДЕНИЕ В ОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ

1.1. ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Вычислите количество (моль) следующих веществ:
а) воды массой 200 г; б) углекислого газа объемом 5,6 дм³ (н. у.); в) воды объемом 500 см³ (плотность воды равна 1 г/см³).
2. Найдите количество (моль) атомов кислорода в следующих веществах: а) азотной кислоте массой 6,3 г; б) сернистом газе (SO₂) объемом 4,48 дм³ (н. у.).
3. Определите массу и объем (н. у.) порций метана (CH₄), в которых содержится: а) 0,1 моль молекул; б) 0,8 моль атомов водорода; в)* 0,12 · 10²³ атомов водорода.
4. Масса нитрата аммония (NH₄NO₃) равна 8,0 г:
а) найдите количество (моль) атомов водорода в этой порции нитрата аммония; б) какой объем аммиака (н. у.) будет содержать такое же количество атомов водорода?
5. Органическое вещество сожгли в избытке кислорода и продукты сгорания (углекислый газ и вода) охладили до комнатной температуры. В результате сконденсировалось 36 см³ жидкости (плотность равна 1 г/см³). Рассчитайте количество (моль) водорода в органическом веществе (растворимостью углекислого газа в воде пренебречь).
6. Смешали 10 г карбоната кальция (CaCO₃) и 3 г оксида кремния(IV) (SiO₂). Рассчитайте: а) массовую долю SiO₂ в смеси; б) массовую долю атомов кислорода в смеси.

7. *Рассчитайте массовую долю железа в железной руде, содержащей 64 % оксида железа(III) по массе. Какое количество (моль) железа содержится в 1,8 кг такой руды?
8. *В состав медной руды входят медный блеск Cu_2S и вещества, не содержащие медь. Массовая доля меди в руде равна 6 %. Определите массовую долю медного блеска в этой руде.
9. В воде объемом 200 см^3 (плотность воды равна 1 $\text{г}/\text{см}^3$) растворили 49 г серной кислоты. Для приготовленного раствора вычислите: а) массовую долю серной кислоты; б) количество (моль) атомов кислорода; в) массовую долю атомов кислорода.
10. В колбу поместили 100 см^3 соляной кислоты (массовая доля HCl равна 30 %, плотность раствора 1,15 $\text{г}/\text{см}^3$). Вычислите: а) массу HCl в растворе; б) количество (моль) атомов водорода в растворе; в) массовую долю атомов водорода в растворе.
11. *Начинающий фермер узнал, что на некоторый участок его земли необходимо внести 120 кг сульфата аммония. Однако в ассортименте магазина из подходящих фермеру удобрений имелась лишь аммиачная селитра, содержащая кроме нитрата аммония еще 2 % примесей, в состав которых азот не входит. Какую массу аммиачной селитры надо приобрести фермеру, чтобы внести в почву необходимое количество азота?
12. Ионы железа играют ключевую физиологическую роль и необходимы для многих функций организма, таких как транспорт кислорода, производство АТФ, синтез ДНК и др. Железо входит в состав гемоглобина, а также имеет важное значение для эритропоэза. Одна таблетка препарата «Тардиферон» содержит 217 мг FeSO_4 . Пациенту назначили прием двух таблеток в день. Укажите массу железа, поступающего в организм пациента за один день приема препарата.

13. Препарат «Феррум Лек» применяется при остром дефиците железа и вводится внутримышечно. Одна его ампула содержит 191 мг гидроксида железа(III). В инструкции к препарату сказано, что масса железа, которую необходимо возместить пациенту, связана с массой тела пациента и дефицитом гемоглобина в следующем соотношении:

$$\begin{aligned} & \text{масса железа (мг)} = \\ & = \text{масса тела (кг)} \cdot \text{дефицит гемоглобина (г/л)} \times \\ & \quad \times 0,24 + 500. \end{aligned}$$

Сколько ампул препарата «Феррум Лек» следует ввести пациенту, масса тела которого 70 кг, при дефиците гемоглобина 30 г/л?

14. *Медицинский препарат, содержащий гептагидрат сульфата железа(II) ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), подвергли анализу. Для этого весь гептагидрат сульфата железа(II), содержащийся в препарате массой 3,200 г, перевели в оксид железа(III) и получили 0,320 г Fe_2O_3 . Рассчитайте массовую долю (%) гептагидрата сульфата железа(II) в препарате.

Решение

В первую очередь отметим, что в задаче не требуется ответить на вопрос, как гептагидрат сульфата железа(II) был переведен в оксид железа(III). В таком случае вместо уравнений реакций можно составить схему. При этом следует учесть, что для образования одного моля Fe_2O_3 требуется два моля $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, поэтому в схеме перед формулой гептагидрата сульфата железа(II) следует поставить коэффициент 2:



Рассчитаем молярные массы веществ:

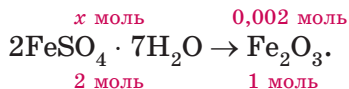
$$M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278 \text{ г/моль},$$

$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ г/моль}.$$

Рассчитаем число моль полученного Fe_2O_3 :

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{0,320}{160} = 0,002 \text{ моль.}$$

Составим пропорцию:



Следовательно:

$$n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,002 \cdot 2 = 0,004 \text{ моль.}$$

Рассчитаем массу гептагидрата сульфата железа(II):

$$\begin{aligned} m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) &= n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \\ &= 0,004 \cdot 278 = 1,112 \text{ г.} \end{aligned}$$

Рассчитаем массовую долю гептагидрата сульфата железа(II) в препарате массой 3,200 г:

$$\begin{aligned} \omega(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) &= \frac{m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}{m(\text{смеси})} \cdot 100 \% = \\ &= \frac{1,112}{3,200} \cdot 100 \% = 34,8 \%. \end{aligned}$$

Ответ: 34,8 %.

- 15.** Для получения хорошего урожая под молодые плодовые деревья вносят удобрения. Важным элементом удобрений является азот. В качестве азотного удобрения может использоваться нитрат аммония NH_4NO_3 .
- Укажите массовую долю азота в нитрате аммония.
 - Под некоторое плодовое дерево внесли 80 г нитрата аммония. Рассчитайте массу азота, которую внесли под плодовое дерево.
 - Садовод-любитель вычислил, что под каждое плодовое дерево на его участке необходимо внести 38,5 г азота. На участке садовода-любителя растет 48 деревьев. Укажите массу нитрата аммония, которую нужно приобрести садоводу-любителю, чтобы удобрить все деревья на своем участке.

г) В магазине нитрат аммония продается в пакетиках (рис. 1).

Каждый пакетик содержит 0,9 кг NH_4NO_3 . Стоимость одного пакетика составляет 1 р. 87 коп. Укажите, сколько денег потратит садовод-любитель на покупку удобрения.



Рис. 1

д) Более опытный садовод-любитель решил, что растениям, кроме азота, нужен еще и калий. Он прочел, что под плодородное дерево необходимо внести 38,5 г азота и 65,8 г оксида калия K_2O . Укажите массы нитрата аммония NH_4NO_3 и нитрата калия KNO_3 , которые необходимо внести под одно плодородное дерево, чтобы обеспечить его необходимым количеством азота и калия.

16. Комплексное удобрение аммофос представляет собой смесь двух солей — дигидрофосфата аммония $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ и гидрофосфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Кроме того, аммофос содержит небольшое количество примесей, в состав которых азот и фосфор не входят. Определите массовую долю химического элемента азота в аммофосе, содержащем 80 % дигидрофосфата аммония и 10 % гидрофосфата аммония.

Решение

Пусть масса удобрения (смеси) равна 100 г, тогда масса дигидрофосфата аммония — 80 г, а гидрофосфата аммония — 10 г (рис. 2).

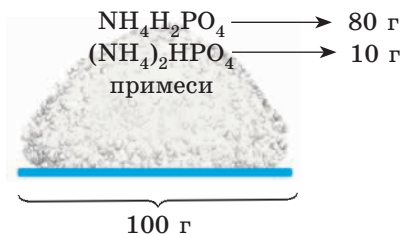


Рис. 2

Рассчитаем количество (моль) солей в смеси:

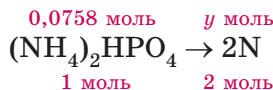
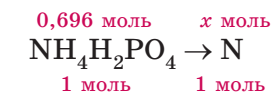
$$M(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 115 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = \frac{80}{115} = 0,696 \text{ моль};$$

$$M((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 132 \text{ г/моль};$$

$$n((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = \frac{10}{132} = 0,0758 \text{ моль}.$$

Найдем число моль азота в смеси. Для этого составим схемы:



Из схем находим, что число моль атомов N в $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ равно 0,696 моль, а в $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ — $0,0758 \cdot 2 = 0,1516$ моль. Суммарное число моль азота в смеси:

$$n(\text{N}) = 0,696 + 0,1516 = 0,848 \text{ моль}.$$

Масса азота:

$$\begin{aligned} M(\text{N}) &= 14 \text{ г/моль}; \\ m(\text{N}) &= 14 \cdot 0,848 = 11,9 \text{ г}. \end{aligned}$$

Массовая доля азота в смеси равна:

$$\omega(\text{N}) = \frac{m(\text{N})}{m(\text{смеси})} \cdot 100 \% = \frac{11,9}{100} \cdot 100 \% = 11,9 \ \%.$$

Ответ: 11,9 %.

17. Имеется смесь сульфата и нитрата аммония. Масса смеси равна 250 г. В результате химического анализа было установлено, что массовая доля серы в этой смеси равна 6,4 %. Вычислите: а) массу сульфата аммония в смеси; б) массовую долю азота в смеси.
18. *На участок земли внесли 35 кг удобрения, содержащего 38 % калия по массе. Найдите массу калимагнезии ($\omega(\text{K}_2\text{O}) = 27 \%$, $\omega(\text{MgO}) = 9 \%$), которую необходи-

мо дополнительно внести на участок, чтобы втрое увеличить количество калия, внесенного в почву ранее.

19. *На 1 м^2 земли необходимо внести $9,3 \text{ г}$ фосфора, $4,2 \text{ г}$ азота и $7,8 \text{ г}$ калия. Для внесения необходимого количества элементов было решено использовать смесь гидрофосфата аммония, нитрата калия и дигидрофосфата кальция. Укажите суммарную массу всех веществ в такой смеси, которая потребуется, чтобы внести необходимое количество фосфора, азота и калия на поле площадью 100 м^2 .

Решение

Рассчитаем количество (моль) фосфора, азота и калия, которое требуется внести на 1 м^2 земли:

$$n(\text{P}) = \frac{m(\text{P})}{M(\text{P})} = \frac{9,3}{31} = 0,3 \text{ моль};$$

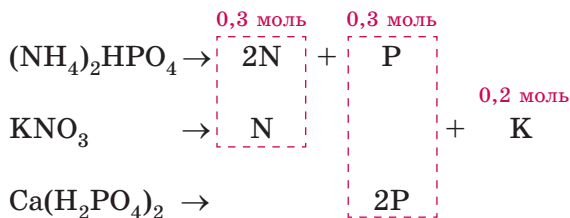
$$n(\text{N}) = \frac{m(\text{N})}{M(\text{N})} = \frac{4,2}{14} = 0,3 \text{ моль};$$

$$n(\text{K}) = \frac{m(\text{K})}{M(\text{K})} = \frac{7,8}{39} = 0,2 \text{ моль}.$$

Запишем формулы солей, входящих в состав смеси, и рассчитаем их молярные массы:

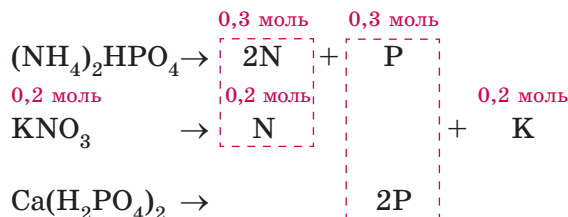
	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	KNO_3	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
Молярные массы (г/моль)	132	101	234

Составим схему:

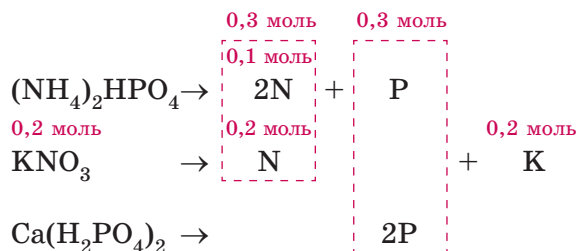


Видно, что калий входит только в состав KNO_3 . Следовательно, зная количество калия, можно найти количество

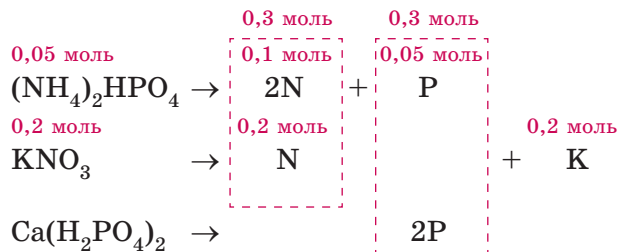
KNO_3 и количество азота, которое попадет в почву с KNO_3 . Укажем эти количества на схеме:



Из схемы видно, что для внесения в почву необходимого количества калия потребуется 0,2 моль KNO_3 . При этом в почву попадет 0,2 моль азота. По условию задачи всего в почву требуется внести 0,3 моль азота. Недостающие 0,1 моль азота необходимо внести в почву с $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Отразим это на схеме:

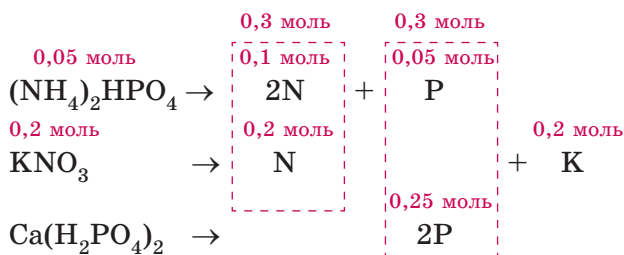


Следовательно, зная количество азота в $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, можно найти количество $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ и количество фосфора, которое попадет в почву с $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Укажем эти количества на схеме:



Из схемы видно, что для внесения в почву необходимого количества азота потребуется 0,05 моль $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. При

этом в почву попадет 0,05 моль фосфора. По условию задачи всего в почву требуется внести 0,3 моль фосфора. Недостающие 0,25 моль фосфора необходимо внести в почву с $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Отразим это на схеме:



Следовательно, для внесения необходимого количества фосфора потребуется 0,125 моль $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$.

Найдем массы веществ, которые необходимо внести на 1 м² земли:

$$\begin{aligned}
 m(\text{KNO}_3) &= 0,2 \cdot 101 = 20,2 \text{ г}; \\
 m((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) &= 0,05 \cdot 132 = 6,6 \text{ г}; \\
 m(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) &= 0,125 \cdot 234 = 29,25 \text{ г}.
 \end{aligned}$$

Масса смеси солей:

$$m(\text{смеси}) = 20,2 + 6,6 + 29,25 = 56,05 \text{ г}.$$

Для внесения на 1 м² земли требуется 56,05 г смеси солей, а для участка площадью 100 м² в сто раз больше — 5605 г.

Ответ: 5605 г.

- 20.** *На участок земли необходимо внести 3,9 г калия и 5,6 г азота. Укажите суммарную массу калийной селитры (KNO_3) и аммофоса (смесь $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ и $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ в мольном соотношении 2 : 1 соответственно), которая потребуется, чтобы внести необходимое количество элементов на участок земли.
- 21.** *В смеси угарного и углекислого газов на одну молекулу первого приходится 3 молекулы последнего. Рассчитайте число моль атомов кислорода в 10 г такой смеси.

Решение

Пусть количество CO в смеси равно x моль. По условию задачи на одну молекулу CO приходится три молекулы CO₂, следовательно, число моль CO₂ будет равно $3x$ моль (рис. 3).

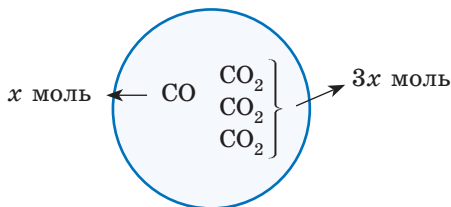
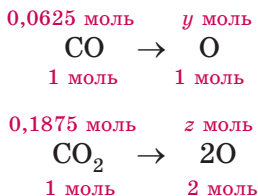


Рис. 3

Составим уравнение для массы смеси:

$$\begin{aligned} m(\text{смеси}) &= n(\text{CO}) \cdot M(\text{CO}) + n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = \\ &= x \cdot 28 + 3x \cdot 44 = 10; \\ 160x &= 10; \\ x &= 0,0625. \end{aligned}$$

Найдем число моль атомов кислорода в каждом из компонентов смеси. Для этого составим схемы:



Из схем находим, что число моль атомов кислорода в CO равно 0,0625 моль, а в CO₂ — $0,1875 \cdot 2 = 0,375$ моль. Общее число моль кислорода в смеси равно:

$$n(\text{O}) = 0,0625 + 0,375 = 0,438 \text{ моль.}$$

Ответ: 0,438 моль.

22. *Имеется смесь сульфата и нитрата калия. Масса смеси равна 72,4 г. В результате химического анализа было установлено, что массовая доля калия в этой смеси равна 43,1 %. Вычислите: а) массу сульфата калия в смеси; б) массовую долю азота в смеси.

23. *Удобрение аммофос содержит 12,0 % азота и 52,0 % P_2O_5 по массе. Считая, что аммофос представляет собой смесь гидрофосфата аммония $(NH_4)_2HPO_4$, дигидрофосфата аммония $NH_4H_2PO_4$ и других веществ, которые не содержат азот и фосфор, рассчитайте массовую долю дигидрофосфата аммония в аммофосе.

Решение

Пусть масса удобрения (смеси) равна 100 г, тогда масса N в удобрении равна 12 г, а P_2O_5 — 52 г. Найдем количество (моль) N и P_2O_5 в удобрении:

$$n(N) = \frac{m(N)}{M(N)} = \frac{12}{14} = 0,857 \text{ моль};$$

$$n(P_2O_5) = \frac{m(P_2O_5)}{M(P_2O_5)} = \frac{52}{142} = 0,366 \text{ моль}.$$

Рассмотрим рисунок 4:

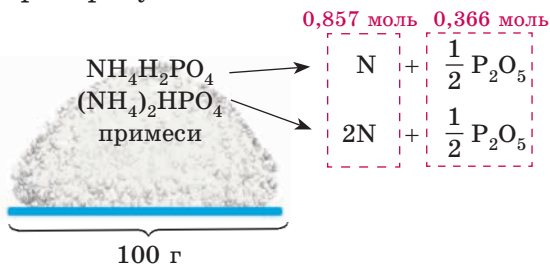


Рис. 4

Пусть в смеси содержится x моль $NH_4H_2PO_4$ и y моль $(NH_4)_2HPO_4$. Используя схему, выразим количества N и P_2O_5 через x и y (рис. 5):

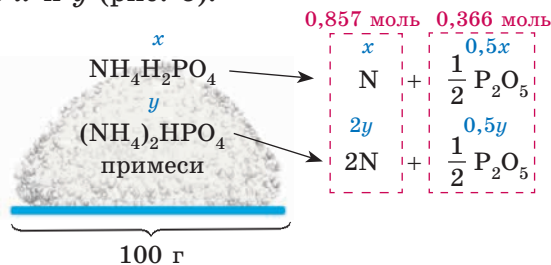


Рис. 5

Составим и решим систему уравнений:

$$\begin{cases} x + 2y = 0,857, \\ 0,5x + 0,5y = 0,366. \end{cases}$$

$$x = 0,607 \text{ моль}; y = 0,125 \text{ моль}.$$

Найдем массу $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ в удобрении:

$$m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 0,607 \cdot 115 = 69,8 \text{ г}.$$

Массовая доля $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ в удобрении:

$$\omega(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = \frac{69,8}{100} \cdot 100 \% = 69,8 \ \%.$$

Ответ: 69,8 %.

24. Смесь состоит из нитрата калия, сульфата калия и сульфата аммония. Массовые доли атомов калия и азота в смеси равны соответственно 30,14 % и 9,14 %. Рассчитайте массовые доли веществ в смеси.
25. Смесь состоит из бромида и сульфата калия. Количество (моль) бромида калия в два раза больше количества сульфата калия. Известно, что в смеси содержится 1,5 моль атомов. Вычислите массу смеси.
26. На некоторый участок земли необходимо внести 28 кг азота и 31 кг фосфора. Укажите общую массу аммиачной селитры и аммофоса, которую необходимо внести на данный участок земли. Известно, что аммофос, кроме гидро- и дигидрофосфата аммония, содержит 3 % по массе сульфата аммония, а массовая доля оксида фосфора(V) в аммофосе равна 58,17 %.
27. *Удобрение аммофос содержит 12,0 % азота и 52,0 % P_2O_5 по массе. Под некоторые культуры необходимо вносить одинаковые массы азота и P_2O_5 . Какую массу (кг) нитрата аммония следует добавить к аммофосу массой 3 кг, чтобы массовые доли азота и P_2O_5 в полученном удобрении сравнялись?

Решение

Рассчитаем массы азота и P_2O_5 в 3 кг аммофоса (смеси):

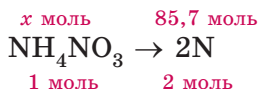
$$m(N) = m(\text{смеси}) \cdot \omega(N) = 3 \cdot 0,12 = 0,36 \text{ кг};$$

$$m(P_2O_5) = m(\text{смеси}) \cdot \omega(P_2O_5) = 3 \cdot 0,52 = 1,56 \text{ кг}.$$

Чтобы массы N и P_2O_5 в удобрении сравнялись, необходимо добавить еще $1,56 - 0,36 = 1,2$ кг азота. Рассчитаем, какая масса нитрата аммония содержит 1,2 кг азота. Найдем число моль азота:

$$n(N) = \frac{m(N)}{M(N)} = \frac{1200}{14} = 85,7 \text{ моль}.$$

Составим схему:



Из схемы видно, что количество NH_4NO_3 равно $85,7:2 = 42,9$ моль. Найдем массу NH_4NO_3 :

$$m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 42,9 \cdot 80 = 3432 \text{ г}.$$

Ответ: 3,43 кг.

28. Вычислите массовую долю углерода в следующих веществах: а) угарном газе; б) пропане (C_3H_8); в) этиловом спирте (C_2H_5OH).
29. Определите массовую долю воды в кристаллогидрате фосфата цинка $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$.
30. Определите массовую долю соли в кристаллогидрате сульфата меди(II) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.
31. Соединение некоторого элемента имеет формулу $\text{Э}_3\text{O}_4$, а массовая доля элемента в нем составляет 72,4 %. Установите элемент.

Решение

Найдем массовую долю кислорода в веществе:

$$\omega(O) = 100 - 72,4 = 27,6 \text{ \%}.$$

Составим выражение для массовой доли кислорода в веществе:

$$\omega(\text{O}) = \frac{4 \cdot M(\text{O})}{M(\text{Э}_3\text{O}_4)};$$

$$0,276 = \frac{4 \cdot 16}{3 \cdot M(\text{Э}) + 4 \cdot 16}.$$

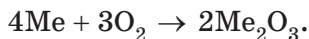
Решая уравнение, находим, что $M(\text{Э}) = 56$ г/моль. Таким элементом является железо — Fe.

Ответ: Fe.

32. Некоторый элемент VA группы периодической системы образует соединение с водородом, в котором массовая доля последнего составляет 8,8 %. Установите элемент.
33. Элемент образует высший оксид состава ЭO_3 , а массовая доля водорода в его летучем водородном соединении равна 2,47 %. Определите элемент и запишите уравнение реакции его высшего оксида с водой.
34. Элемент образует летучее водородное соединение ЭH_3 , а массовая доля кислорода в его высшем оксиде равна 34,78 %. Определите элемент и запишите уравнение реакции его высшего оксида с водой.
35. Оксид металла XO_2 обладает сильными окислительными свойствами и при нагревании взаимодействует с серой с образованием сульфида металла XS (массовая доля металла X равна 86,6 %) и сернистого газа. Определите X.
36. Молярная масса органического вещества равна 146 г/моль. Массовая доля азота в веществе равна 19,2 %. Сколько атомов азота содержится в одной молекуле вещества?
37. При сжигании 10,0 г металла было получено 18,9 г оксида, при этом металл окислился до степени окисления +3. Установите металл.

Решение

Составим уравнение реакции, металл обозначим Me:

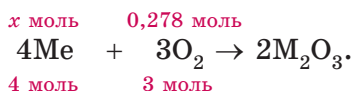


По закону сохранения массы масса вступившего в реакцию кислорода равна:

$$m(\text{O}_2) = 18,9 - 10,0 = 8,9 \text{ г.}$$

Найдем количество (моль) кислорода и количество (моль) металла:

$$n(\text{O}_2) = \frac{8,9}{32} = 0,278 \text{ моль;}$$



$$x = \frac{0,278 \cdot 4}{3} = 0,371 \text{ моль.}$$

Найдем молярную массу металла:

$$M(\text{Me}) = \frac{10}{0,371} = 27,0 \text{ г/моль.}$$

Элемент с такой молярной массой — алюминий, Al.

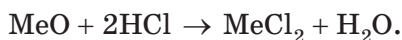
Ответ: Al.

- 38.** В результате полного разложения 80 г карбоната металла, расположенного во ПА-группе периодической системы, выделилось 17,92 дм³ CO₂ (н. у.). Карбонат какого металла был подвергнут разложению?
- 39.** Для растворения 11,2 г оксида металла(II) потребовалось 38 см³ 33% -ной (по массе) соляной кислоты плотностью 1,164 г/см³. Оксид какого металла был взят?

Решение

Поскольку речь идет об оксиде металла(II), формула этого оксида MeO.

Запишем уравнение реакции взаимодействия оксида MeO с соляной кислотой:



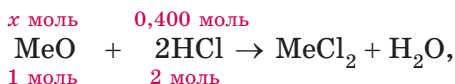
Рассчитаем число моль HCl, израсходованного на взаимодействие:

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль;}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{V(\text{р-ра HCl}) \cdot \rho(\text{р-ра HCl}) \cdot \omega(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} =$$

$$= \frac{38 \cdot 1,164 \cdot 0,33}{36,5} = 0,400 \text{ моль.}$$

Найдем количество MeO :



следовательно:

$$n(\text{MeO}) = \frac{0,400}{2} = 0,200 \text{ моль.}$$

Найдем молярную массу оксида MeO :

$$M(\text{MeO}) = \frac{11,2}{0,2} = 56 \text{ г/моль.}$$

Вычтем из значения молярной массы оксида молярную массу кислорода, получим молярную массу металла:

$$M(\text{Me}) = 56 - 16 = 40 \text{ г/моль.}$$

Металл с такой молярной массой — кальций, Ca.

Ответ: Ca.

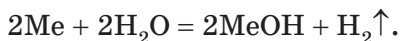
40. Оксид металла(II) массой 4,000 г нагревали в токе водорода до тех пор, пока масса твердого вещества не перестала изменяться. В результате было получено 3,143 г твердого остатка. Установите металл.
41. Металл массой 9,58 г прореагировал с 8,96 л хлора (н. у.), при этом образовался хлорид металла состава RCl_4 . Установите металл.
42. Из 3,42 г гидроксида элемента, находящегося во IIА-группе периодической системы, получено 5,94 г бромиды (выход продукта реакции равен 100 %). Установите формулу гидроксида.
43. Соединение состава $(\text{NH}_4)_2\text{X}_2\text{O}_7$ массой 10,08 г прокаливали до тех пор, пока масса твердого остатка не пе-

рестала изменяться. В результате образовалось 6,08 г оксида элемента X, степень окисления элемента X в котором равна +3. Установите элемент X.

44. К раствору, содержащему 9,52 г хлорида некоторого элемента IIА-группы периодической системы, прибавили избыток раствора нитрата серебра. Масса полученного осадка составила 17,22 г. Хлорид какого элемента находился в исходном растворе?
45. В результате реакции металла IA-группы с водой образуется хорошо растворимое в воде вещество и выделяется газ, причем масса вещества в растворе после реакции (в граммах) относится к объему выделившегося газа (в литрах, н. у.) как 5 : 1. Установите металл.

Решение

В результате взаимодействия металлов IA-группы (щелочных металлов) с водой образуется щелочь и выделяется водород. Запишем уравнение протекающей реакции, обозначив металл Me:



Пусть в ходе реакции образовался 1 моль H_2 . Тогда по уравнению реакции количество MeOH равно 2 моль. Объем водорода равен:

$$V(\text{H}_2) = 1 \cdot 22,4 = 22,4 \text{ дм}^3, \text{ или } 22,4 \text{ литра.}$$

По условию задачи масса (г) MeOH равна:

$$m(\text{MeOH}) = 5 \cdot 22,4 = 112 \text{ г.}$$

Вычислим молярную массу MeOH:

$$M(\text{MeOH}) = \frac{112}{2} = 56 \text{ г/моль.}$$

Следовательно, молярная масса металла равна:

$$M(\text{Me}) = 56 - 17 = 39 \text{ г/моль.}$$

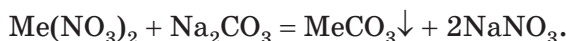
Металл с такой молярной массой — калий, K.

Ответ: K.

46. К раствору нитрата металла(II) добавили необходимое для полного завершения реакции количество кристаллической соды ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Выпавший осадок отфильтровали и разделили на две равные части. Одну часть обработали избытком соляной кислоты, при этом выделился газ А объемом $2,24 \text{ дм}^3$ (н. у.). Другую часть прокаливали до тех пор, пока масса твердого остатка не перестала уменьшаться. В результате масса твердого остатка составила $5,60 \text{ г}$.
- а) Установите металл, газ А и твердый остаток после прокаливания. Приведите их формулы и названия, а также молекулярные уравнения протекающих химических реакций.
- б) Определите массу нитрата металла в исходном растворе.

Решение

Запишем уравнения протекающих реакций, обозначив металл Me и учитывая, что его степень окисления равна +2. Уравнение реакции взаимодействия нитрата металла с содой:



Обратите внимание: в уравнении реакции, протекающей в растворе, записывают формулу растворенной соли без учета кристаллизационной воды, так как эта вода переходит в раствор.

Уравнение реакции взаимодействия выпавшего осадка с соляной кислотой:



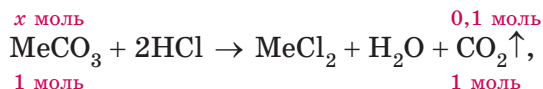
Уравнение реакции, протекающей при прокаливании карбоната металла:



Число моль углекислого газа равно:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ моль}.$$

Найдем количество (моль) MeCO_3 :

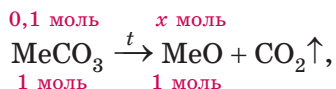


следовательно:

$$n(\text{MeCO}_3) = 0,1 \text{ моль.}$$

Из условия задачи следует, что осадок MeCO_3 разделили на две равные части. Следовательно, прокаливали также 0,1 моль MeCO_3 .

Найдем количество (моль) MeO :



следовательно:

$$n(\text{MeO}) = 0,1 \text{ моль.}$$

Найдем молярную массу оксида MeO :

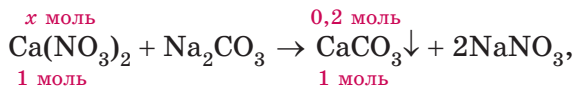
$$M(\text{MeO}) = \frac{5,6}{0,1} = 56 \text{ г/моль.}$$

Вычтем из значения молярной массы оксида молярную массу кислорода, получим молярную массу металла:

$$M(\text{Me}) = 56 - 16 = 40 \text{ г/моль.}$$

Металл с такой молярной массой — кальций, Ca.

Общее количество CaCO_3 равно 0,2 моль. Найдем массу $\text{Ca(NO}_3)_2$:



следовательно:

$$\begin{aligned} n(\text{Ca(NO}_3)_2) &= 0,2 \text{ моль;} \\ m(\text{Ca(NO}_3)_2) &= 164 \cdot 0,2 = 32,8 \text{ г.} \end{aligned}$$

Ответ: а) Ca, CO_2 , CaO; б) 32,8 г.

47. На твердую соль **A**, используемую в качестве удобрения и окрашивающую пламя в фиолетовый цвет, массой 4,97 г подействовали избытком концентрированной серной кислоты при слабом нагревании. Образовавшийся газ поглотили избытком раствора гидроксида бария. Избыточный гидроксид бария в растворе затем нейтрализовали азотной кислотой. К полученному раствору прибавили избыток раствора нитрата серебра и получили 9,57 г творожистого осадка. Приведите формулу соли **A**.
48. Неизвестный металл массой 32,89 г при нагревании полностью прореагировал с концентрированным раствором серной кислоты. При этом образовалась соль металла(II) и выделился газ объемом 3,67 дм³ (н. у.), содержащий равные массовые доли кислорода и серы. Определите неизвестный металл.

49. В трубку поместили порошок металла **X** массой 9,2 г, часть трубки, в которой находился порошок, нагревали до 400 °С в токе хлора до тех пор, пока порошка в ней не осталось. Через некоторое время в холодной части трубки накопились черно-синие кристаллы вещества **Y** массой 19,9 г. Установлено, что молекула вещества **Y** имеет форму правильного октаэдра, в центре которого находится атом металла **X** (рис. 6). Определите металл **X**.

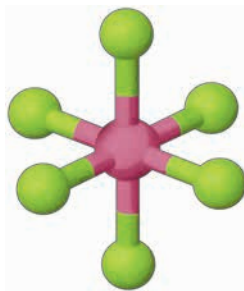


Рис. 6

50. В смеси оксида и гидроксида металла, расположенного в IA-группе, массовая доля металла равна 91,41 %. Известно, что количество (моль) оксида в два раза меньше, чем количество гидроксида. Определите металл.
51. Зеленый гоблин — знаменитый враг Человека-паука. Как стало известно, под маской Зеленого гоблина скрывался бизнесмен Норман Осборн, который после неудачного эксперимента с так называемым ОЗ-веществом обрел сверхчеловеческие способности, но вместе с тем его разум серьезно пострадал (рис. 7).



Рис. 7

ОЗ-вещество представляло собой жидкость зеленого цвета. После смерти Нормана Озборна формула ОЗ-вещества была утеряна. Тем не менее на черном злодейском рынке время от времени появлялись подделки. Одна из грубых подделок ОЗ-вещества представляла собой очень нестабильную жидкость. Исследования показали, что жидкость имела состав $\text{Э}_2\text{O}_7$ и содержала 50,5 % кислорода по массе.

- Установите формулу подделки.
- При температуре близкой к 0°C подделка $\text{Э}_2\text{O}_7$ затвердевала. Но даже при низкой температуре твердый $\text{Э}_2\text{O}_7$ постепенно разлагался, выделяя кислород. Ученый из лаборатории Тони Старка наблюдал за этим процессом и регистрировал изменение массы твердого остатка в ходе своего эксперимента. Результаты ученый отобразил на графике (рис. 8).

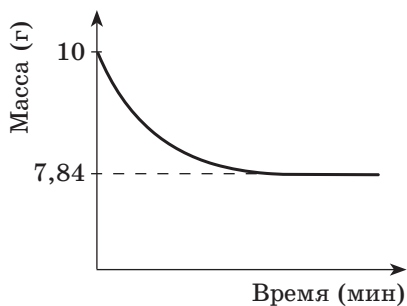


Рис. 8

Как изменялась (увеличивалась или уменьшалась) масса твердого вещества в ходе эксперимента?

- в) На сколько процентов изменилась масса твердого вещества в ходе эксперимента?
- г) Установите формулу твердого остатка, полученного в ходе эксперимента.
52. Из курса химии 7—9-х классов вам известны гидраты солей, например, железный купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и другие. Юный химик Петя нашел в лаборатории странный пакетик, фотография которого приведена на рисунке 9.



Рис. 9. Странный пакетик

- а) Что могло смутить Петю?

Петя осторожно нагревал содержимое пакетика продолжительное время и следил, как при этом изменялась масса твердого вещества. Результаты эксперимента Петя представил графически (рис. 10).

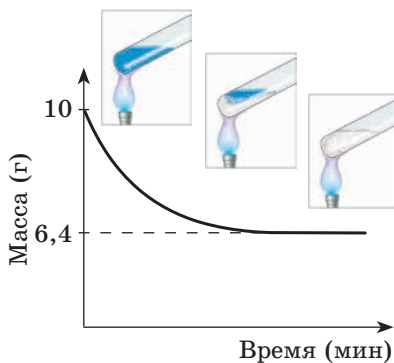


Рис. 10. Изменение массы твердого вещества во времени при нагревании медного купороса

- б) Как изменялась (увеличивалась или уменьшалась) масса твердого вещества в ходе эксперимента?
- в) Учитывая, что в условиях эксперимента сульфат меди(II) не разлагался, объясните, почему кривая, показанная на рисунке, идет вниз.
- г) Объясните, почему с течением времени кривая на рисунке переходит в прямую, параллельную оси абсцисс.
- д) На сколько процентов изменилась масса твердого вещества в ходе эксперимента?
- е) Исходя из полученных Петей экспериментальных данных, установите формулу медного купороса. Ответ подтвердите расчетами.
- ж) Кроме медного купороса, существуют и другие кристаллогидраты сульфата меди(II). Массовая доля воды в одном из таких кристаллогидратов равна 10,1 %. Установите формулу этого кристаллогидрата.
- з) Массовая доля кислорода в еще одном кристаллогидрате сульфата меди(II) равна 52,3 %. Установите формулу этого кристаллогидрата.

1.2. СТРОЕНИЕ АТОМА

- 53. Укажите заряд ядра и число электронов для атомов водорода, фтора, натрия, серы.
- 54. Укажите заряд ядра и число электронов для ионов: Mg^{2+} , O^{2-} , K^+ , Br^- .
- 55. Определите число электронов в молекулах водорода, кислорода, воды, углекислого газа.
- 56. *Определите число электронов в ионах: NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} . Приведите названия этих ионов.
- 57. Электрон в атоме водорода перешел с первого энергетического уровня на второй. При этом атом водорода поглотил или испустил энергию? Как изменилось среднее расстояние от электрона до ядра?
- 58. Изобразите формы *s*- и *p*-орбиталей.

59. Сколько электронов может располагаться на одной орбитали? Сколько орбиталей имеется на s -подуровне, а сколько — на p -подуровне? Какое максимальное число электронов может разместиться на p -подуровне?
60. Изобразите схему атомных орбиталей первого и второго энергетических уровней (см. рис. 2.2 в учебном пособии). На этой схеме укажите энергетические уровни, подуровни, орбитали.
61. Какое максимальное число электронов может разместиться на втором энергетическом уровне?
62. Приведите электронную конфигурацию и электронно-графическую схему атома бериллия. Сколько электронов находится на внешнем энергетическом уровне атома бериллия? Сравните размеры $1s$ - и $2s$ -орбиталей (приведите соответствующий рисунок). Какие электроны, расположенные на $1s$ - или $2s$ -орбитали, сильнее притягиваются к ядру?
63. Приведите электронную конфигурацию и электронно-графическую схему атома азота. Сколько электронов находится на внешнем энергетическом уровне атома азота? Укажите число неспаренных электронов в атоме азота. На каких орбиталях располагаются эти электроны? Изобразите, как располагаются эти орбитали в пространстве.
64. *Приведите электронные конфигурации и электронно-графические схемы атомов водорода, лития, кислорода, натрия, серы. Для этих атомов укажите число энергетических уровней, частично или полностью заполненных электронами, и число электронов на внешнем энергетическом уровне. В каком периоде и в какой группе периодической системы находятся перечисленные элементы? Какие закономерности можно проследить?
65. *Элементы, в атомах которых происходит формирование s -подуровня, например, H, He, Li, называются s -элементами. Элементы, в атомах которых происходит форми-

рование p -подуровня, например, В, С, Ne, называются p -элементами. Приведите электронные конфигурации атомов Be, N, Mg, Cl. Какие из перечисленных элементов являются s -, а какие – p -элементами? Где в периодической системе находятся s - и p -элементы?

66. *Приведите электронные конфигурации и электронно-графические схемы ионов Be^{2+} , Na^+ , O^{2-} , Cl^- , O^+ .
67. Укажите химический элемент, электронная конфигурация однозарядного аниона которого $\dots 2s^2 2p^6$.
68. *Приведите примеры двух катионов и двух анионов, электронная конфигурация которых $\dots 3s^2 3p^6$. Приведите примеры веществ, состоящих из таких катионов и анионов.
69. На каком энергетическом уровне в атоме появляется d -подуровень?
70. *Почему $3d$ -элементы находятся в четвертом периоде периодической системы?
71. *Приведите электронные конфигурации и электронно-графические схемы атомов углерода, кремния, фосфора, серы, хлора в основном состоянии. Приведите примеры электронных конфигураций и электронно-графических схем, которые соответствуют возбужденным состояниям этих атомов. Укажите число неспаренных электронов.
72. *Смесь углекислого и угарного газов занимает при нормальных условиях объем, равный $1,68 \text{ дм}^3$, и содержит $1,45$ моль электронов. Рассчитайте количество (моль) угарного газа в смеси.

Решение

Найдем число моль смеси газов:

$$n(\text{смеси}) = \frac{V}{V_m} = \frac{1,68}{22,4} = 0,075 \text{ моль.}$$

В молекуле CO содержится 14 электронов (6 в атоме С и 8 в атоме О).

В молекуле CO_2 — 22 электрона (6 в атоме С и 16 в двух атомах кислорода).

Рассмотрим рисунок 11:

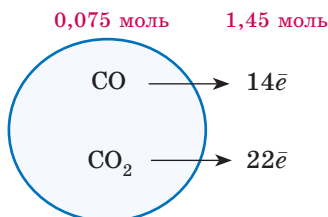


Рис. 11

Пусть в смеси содержится x моль CO и y моль CO_2 . Используя схему, выразим количество электронов через x и y (рис. 12):

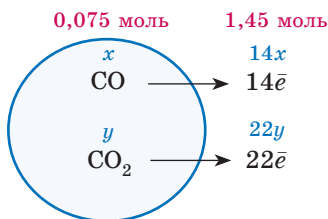


Рис. 12

Составим и решим систему уравнений:

$$\begin{cases} 14x + 22y = 1,45, \\ x + y = 0,075. \end{cases}$$

$$x = 0,025; y = 0,05.$$

Ответ: 0,025 моль угарного газа.

1.3. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

73. Атомы каких химических элементов существуют при обычных условиях в свободном виде (в виде несвязанных между собой атомов)? Каковы особенности строения электронных оболочек этих атомов?
74. Укажите число валентных электронов в атомах лития, натрия, калия, углерода, кремния, азота, фосфора. Со-

ставьте электронные формулы перечисленных атомов. В каком периоде и в какой группе периодической системы находятся перечисленные элементы? Какие закономерности можно проследить?

- 75.** При помощи электронных формул изобразите образование ионной связи между натрием и хлором и ковалентной связи между водородом и хлором. Чем различаются ковалентная и ионная связи?
- 76.** Определите тип химической связи в веществах: K_2S , NaF , Cl_2 , HBr , O_2 , Zn , NH_3 , SO_2 .
- 77.** Укажите тип связи в бинарном соединении, состоящем из элементов, электронные конфигурации которых $...4s^2$ и $...3s^23p^5$.
- 78.** При помощи электронных формул изобразите образование ковалентных связей в молекулах: Cl_2 , HBr , H_2S .
- 79.** Сколько общих электронных пар в молекулах: Cl_2 , N_2 , H_2O , CH_4 ?
- 80.** Изучите приведенную таблицу:

Элемент	Характерная валентность
Н	I
F	I
O	II
N	III
C	IV

Выполните задания.

- а) Объясните приведенные в таблице данные о характерных валентностях элементов исходя из строения электронных оболочек их атомов.
- б) Приведите структурные формулы веществ: F_2 , O_2 , N_2 , HF , H_2O , NH_3 , CH_4 , CF_4 , CO_2 , CH_3F , C_2H_6 , C_2H_4 .

81. Изучите приведенную таблицу:

Элемент	Характерная валентность
Cl	I, III, V, VII
S	II, IV, VI
P	III, V
Si	IV

Выполните задания.

- а) Объясните приведенные в таблице данные о характерных валентностях элементов исходя из строения электронных оболочек их атомов.
- б) Приведите структурные формулы веществ: Cl_2 , HCl , H_2S , PCl_3 , PCl_5 , SiH_4 , SO_2 , SO_3 . Укажите валентности элементов в этих веществах.
- 82.** Изобразите структурные формулы кислот: H_2CO_3 , H_3PO_4 , H_2SO_3 , H_2SO_4 .
- 83.** Что такое кратные связи? В каких веществах, формулы которых приведены ниже, имеются кратные связи: I_2 ; C_2H_4 ; CO_2 ; NH_3 ; H_3PO_4 ?
- 84.** *Известны следующие кислородсодержащие кислоты хлора: HClO , HClO_2 , HClO_3 , HClO_4 . Изобразите структурные формулы этих кислот. Укажите валентность хлора.
- 85.** Электроотрицательность элементов убывает в следующем ряду:
- $$\text{F} > \text{O} > \text{N} > \text{Cl} > \text{Br} > \text{I} > \text{C} > \text{H}.$$
- Составьте структурные формулы веществ: HF , HCl , HBr , HI . Укажите частичные заряды на атомах. Как изменяется полярность связи в приведенном ряду?
- 86.** Составьте структурные формулы веществ: HF , H_2O , NH_3 , CH_4 . Укажите частичные заряды на атомах. Как изменяется полярность связи в приведенном ряду?

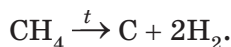
87. Кроме аммиака (NH_3), известны и другие соединения азота с водородом, одно из них называется гидразин. Молекулярная формула гидразина N_2H_4 . Гидразин используется в качестве компонента ракетного топлива. Напишите структурную формулу гидразина. Укажите полярные и неполярные связи.
88. В какой молекуле, O_2 или N_2 , связь более прочная и почему? Чем можно объяснить низкую реакционную способность молекулярного азота?
89. Известно, что двойная связь прочнее одинарной, а тройная прочнее двойной. Однако не следует думать, что все одинарные связи имеют одинаковую прочность. Изучите приведенную таблицу:

Структурная формула молекулы	Радиус атома, нм	Длина связи, нм	Энергия связи, кДж/моль
Cl—Cl	0,079	0,199	243
Br—Br	0,094	0,228	193
I—I	0,115	0,267	151

Выполните задания.

- а) Объясните, почему в ряду молекул: Cl_2 , Br_2 , I_2 увеличивается длина связи.
- б) Какая взаимосвязь прослеживается между изменением длины химической связи и изменением ее прочности?
90. Как изменяется прочность связи в ряду молекул: HF , HCl , HBr , HI ? Сравнивая энергии связей, объясните, почему HCl является сильной кислотой (в водном растворе полностью распадается на ионы), а HF — слабой кислотой.
91. Напишите структурные формулы молекул: C_2H_6 и Si_2H_6 . Какая связь, C—C или Si—Si , прочнее и почему? Почему соединения, в основе которых лежат цепи из атомов углерода, более устойчивы, чем аналогичные соединения кремния?

92. При нагревании может происходить разрыв связей в молекуле, при этом вещество разлагается, например:



Как и почему изменяется устойчивость к нагреванию (термическая устойчивость) в ряду веществ: CH_4 , SiH_4 , GeH_4 , SnH_4 ?

93. Руководствуясь положением неметалла в периодической системе элементов, можно составить формулу его высшего оксида и летучего водородного соединения.

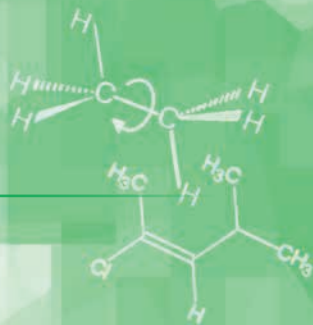
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
+1 $\text{Э}_2\text{O}$	+2 ЭO	+3 $\text{Э}_2\text{O}_3$	+4 ЭO_2	+5 $\text{Э}_2\text{O}_5$	+6 ЭO_3	+7 $\text{Э}_2\text{O}_7$
–	–	–	–4 ЭH_4	–3 ЭH_3	–2 ЭH_2	–1 ЭH

Составьте формулы высших оксидов и летучих водородных соединений углерода, азота, фосфора, хлора.

94. Составьте формулы летучих водородных соединений кислорода, серы, селена. Укажите, как изменяется в ряду летучих водородных соединений:
- длина связи;
 - энергия связи;
 - полярность связи;
 - термическая устойчивость.

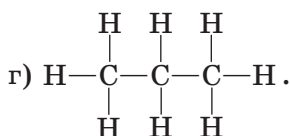
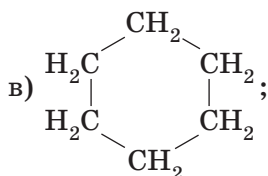
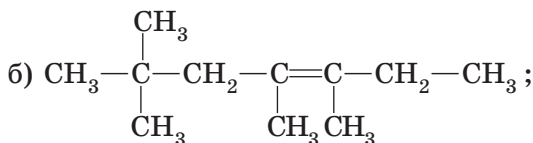
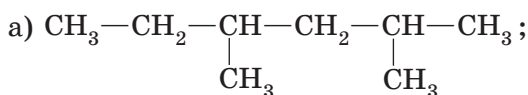
Глава 2

УГЛЕВОДОРОДЫ

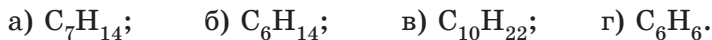


2.1. АЛКАНЫ

95. Среди перечисленных укажите формулы алканов:



96. Среди перечисленных укажите формулы алканов:



97. Относительная плотность паров алкана по азоту равна 4,07. Приведите молекулярную формулу алкана.

98. В молекуле некоторого алкана содержится 12 атомов водорода.

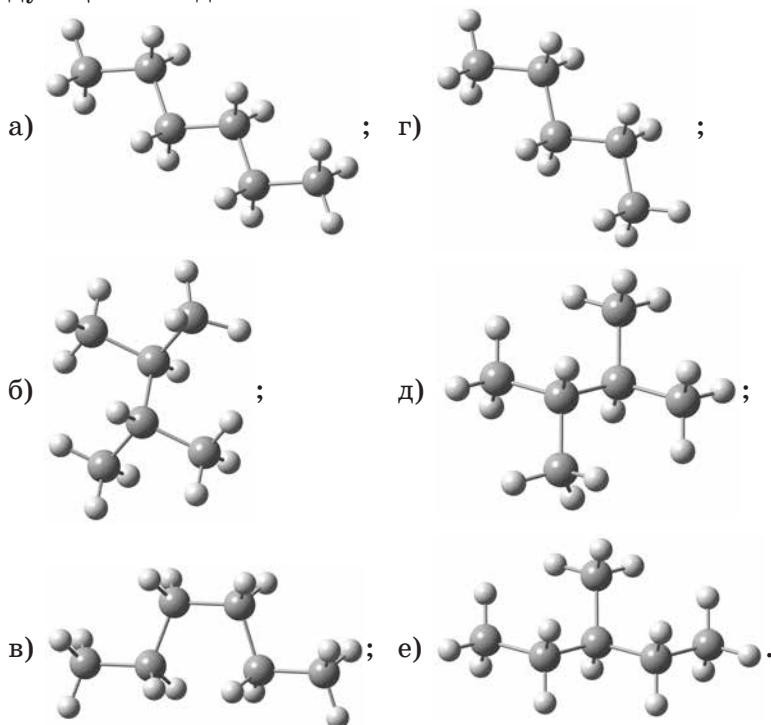
а) Приведите молекулярную формулу алкана.

б) Вычислите относительную плотность паров алкана по воздуху.

- в) Напишите структурные формулы всех алканов, удовлетворяющих условию задачи. Укажите первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода.
99. Суммарное число атомов водорода и углерода в молекуле алкана равно 23.
- а) Приведите молекулярную формулу алкана.
- б) Напишите структурные формулы всех алканов, удовлетворяющих условию задачи, главная цепь которых содержит пять атомов углерода. Укажите первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода.
100. Вычислите массовую долю углерода в смеси изомерных алканов, плотность паров которых по водороду равна 43.
101. Приведите структурную формулу алкана, в молекуле которого имеется шесть первичных атомов углерода, но нет вторичных и третичных атомов углерода.
102. Укажите, сколько различных веществ обозначено следующими структурными формулами:
- а) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$;
- б) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{—CH}_3$;
- в) $\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ | & | & | & | \\ \text{H—C—C—C—C—H} \\ | & | & | & | \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$;
- д) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{—CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$;
- г) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad / \\ \text{CH}_2 \end{array}$;
- е) $\text{CH}_3\text{—}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{—CH}_2\text{—CH}_3$.

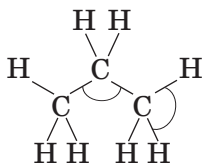
Найдите среди приведенных веществ изомеры. Чему равны значения валентных углов в молекулах алканов? Отражают ли представленные структурные формулы реальные значения валентных углов в молекулах?

103. Укажите, сколько различных веществ обозначено следующими моделями:

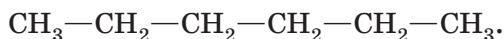


Найдите среди приведенных веществ изомеры.

104. Какую форму имеют орбитали sp^3 -гибридизованного атома углерода? Подпишите приблизительные значения валентных углов, показанных на схеме:

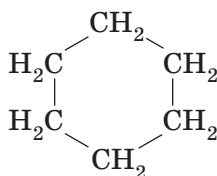


105. Структурная формула *n*-гексана:



Напишите формулы двух изомеров и двух гомологов *n*-гексана.

Структурная формула циклогексана:

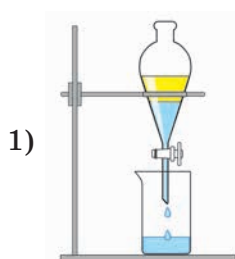


Является ли циклогексан изомером *n*-гексана?

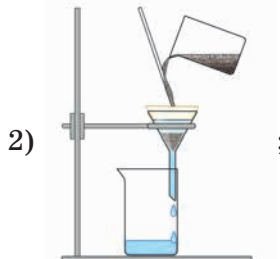
106. Используя данные таблицы, приведенной в п. 8 учебного пособия, постройте график зависимости температуры кипения алканов с неразветвленной углеродной цепью от числа атомов углерода в их молекулах.
107. Ниже приведены температуры кипения и плотности изомерных пентанов:

Название	Формула	$t_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$	ρ при 20°C , г/см ³
<i>n</i> -пентан	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	36	0,626
изопентан	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	28	0,620
неопентан	$(\text{CH}_3)_4\text{C}$	10	0,613 (0 °C)

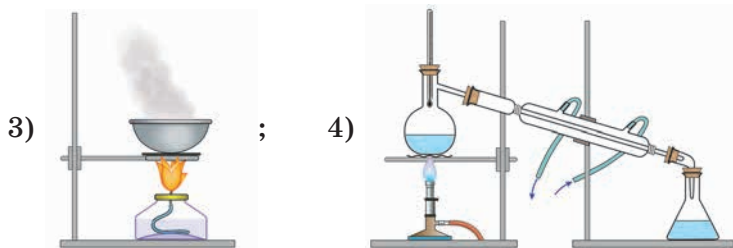
- а) В каком агрегатном состоянии находятся изомерные пентаны при нормальных условиях?
- б) Какой из изомеров при комнатной температуре (20°C) является газом?
- в) Какую закономерность можно проследить?
- г) Что будет наблюдаться, если смешать *n*-пентан с водой? Какой из способов, показанных на рисунке, следует использовать для разделения полученной смеси?



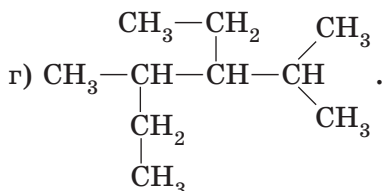
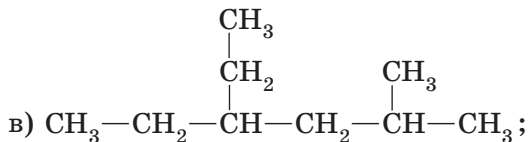
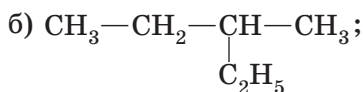
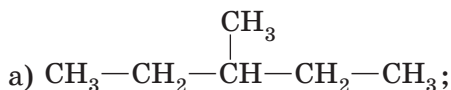
;



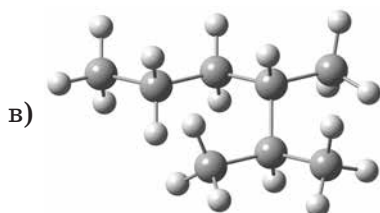
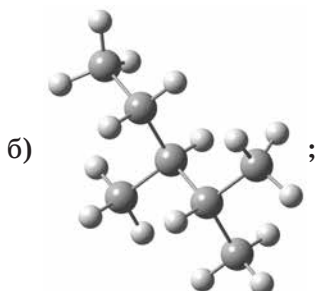
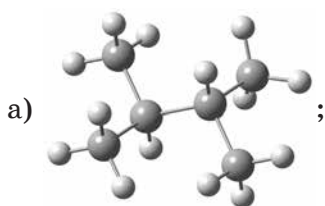
;



108. Вычислите массы 250 см^3 (н. у.) неопентана (см. предыдущее задание) и 250 см^3 (н. у.) *n*-бутана. Почему, несмотря на то, что данные углеводороды занимают одинаковый объем, их массы столь сильно различаются?
109. Приведите структурные формулы двух радикалов состава C_3H_7 . Найдите в литературе названия этих радикалов.
110. Приведите структурные формулы четырех радикалов состава C_4H_9 . Найдите в литературе названия этих радикалов.
111. Приведите названия веществ, формулы которых:



112. Приведите названия веществ, модели молекул которых:



113. Напишите структурные формулы следующих веществ:

- 2,2,3-триметилбутан;
- 2,4-диметилпентан;
- 2,2-диметил-3-этилгексан;
- 2,5-диметил-4-пропил-4-этилоктан.

Среди перечисленных веществ найдите пару изомеров.

114. Укажите пары, вещества в которых являются гомологами по отношению друг к другу:

- n*-бутан и 2-метилпропан;
- n*-гексан и 2,2-диметилпропан;
- пропан и *n*-бутан;
- метан и *n*-гептан.

115. Какие из приведенных названий алканов составлены правильно:

- 2-этилбутан;
- 4,4-дипропилоктан;
- 2-диметилбутан;
- 2,2,3,3-тетраметилбутан;
- 2,4,4-триметилпентан?

Исправьте допущенные ошибки.

116. Найдите соответствие между названием вещества и формулой его изомера.

А	3-этилгептан	1	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$
Б	<i>n</i> -гексан	2	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_3$
В	<i>n</i> -пентан	3	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_3$
Г	2-метилпропан	4	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Для 3-этилгептана составьте формулы двух изомеров, в молекулах каждого из которых имеется четыре первичных и четыре вторичных атома углерода.

117. Напишите уравнения реакций, которые протекают при взаимодействии *n*-пентана с хлором при облучении. Считайте, что только один атом водорода в молекуле *n*-пентана замещается на хлор. Подпишите названия образующихся органических веществ.
118. Напишите уравнения реакций, которые протекают при взаимодействии 2,3-диметилбутана с хлором при облучении. Считайте, что только один атом водорода в молекуле 2,3-диметилбутана замещается на хлор. Подпишите названия образующихся органических веществ.
119. Напишите структурные формулы и названия всех веществ, образующихся после двух стадий хлорирования пропана.
120. Напишите структурную формулу изомера *n*-пентана, дающего при монохлорировании только одно монохлорпроизводное.
121. При взаимодействии 224 см³ (н. у.) метана с хлором образовались только одно органическое вещество и хлороводород. На нейтрализацию полученного хлороводорода было затрачено 10,9 см³ 10%-ного по массе раствора NaOH (плотность раствора равна 1,1 г/см³). Сколько атомов водорода в молекуле метана заместились на хлор? Запишите уравнение реакции.

- 122.** В газообразной смеси метана и хлора на три молекулы метана приходится одна молекула хлора.
- Рассчитайте массовые доли метана и хлора в этой смеси.
 - Исходную смесь объемом 45 л (н. у.) поместили в замкнутый сосуд и облучили светом. Считая, что только один атом водорода в молекуле метана замещается на хлор, рассчитайте массы всех веществ в смеси, образовавшейся после окончания реакции.
- 123.** *В смеси продуктов хлорирования этана наряду с хлорпроизводными и хлороводородом присутствует небольшое количество *n*-бутана. Объясните наблюдаемое явление, напишите уравнения реакций, приводящих к образованию *n*-бутана.
- 124.** Напишите уравнения реакций горения бутана с образованием углекислого газа, угарного газа и сажи.
- 125.** Напишите в общем виде уравнения реакций горения алканов с образованием углекислого газа, угарного газа и сажи.
- 126.** Сколько алканов может образоваться в результате пропускания паров *n*-пентана через нагретый реактор, наполненный катализатором? Количественный состав молекул при этом не изменяется. Напишите уравнения протекающих реакций. Можно ли при написании этих уравнений использовать молекулярные формулы веществ?
- 127.** *Какой алкан образуется при взаимодействии 2-бромпропана с натрием? Запишите уравнение реакции.
- 128.** *Приведите формулы алканов, которые образуются при взаимодействии смеси CH_3I и $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$ с Na. Напишите уравнения реакций.
- 129.** *Приведите формулу бромалкана, который необходимо использовать для получения с наибольшим выходом:
- 3,4-диметилгексана;
 - 2,2,3,3-тетраметилбутана.
- Напишите уравнения реакций.

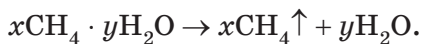
130. *При хлорировании углеводорода состава C_6H_{14} может быть получено два структурных изомера, содержащих один атом хлора в молекуле. Приведите формулу иодпроизводного алкана, из которого по реакции Вюрца может быть получен этот углеводород с наибольшим выходом. Запишите уравнения реакций.
131. Какой алкан образуется при сплавлении натриевой соли 3-метилбутановой кислоты с гидроксидом натрия? Запишите уравнение реакции.
132. Приведите формулы двух натриевых солей карбоновых кислот, в результате сплавления которых со щелочью образуется пропан. Запишите уравнения реакций.
133. *Дополните схему превращений, назовите образующиеся продукты:
- $$CH_3-CH_2-COONa \xrightarrow{NaOH, \text{сплавл.}} \dots \xrightarrow{Br_2, h\nu} \dots \xrightarrow{Na}.$$
134. *Получите из пропана 2,3-диметилбутан.
135. *Какое строение имеет карбоновая кислота, если при сплавлении ее натриевой соли со щелочью образуется углеводород C_4H_{10} , при хлорировании которого образуется одно третичное и одно первичное монохлорпроизводные?
136. *Получите 2,2,4-триметилпентан по реакции Вюрца. Какие побочные продукты при этом образуются?
137. *Установите строение углеводорода C_6H_{14} , при монобромировании которого образуется третичное бромпроизводное $C_6H_{13}Br$. Углеводород C_6H_{14} может быть получен по методу Вюрца без побочных органических продуктов.
138. *Каково строение углеводорода состава C_8H_{18} , который может быть получен по методу Вюрца из первичного галогенпроизводного в качестве единственного продукта, а в результате монобромирования данного углеводорода образуется только одно третичное галогенпроизводное.

- 139.** *В молекуле бутана атомы водорода неэквивалентны (6 из них находятся у первичных атомов углерода, остальные четыре — у вторичных). При взаимодействии алканов с хлором при высокой температуре скорость замещения всех атомов водорода в молекуле алкана примерно одинакова и не зависит от того, у какого атома углерода (первичного, вторичного или третичного) находятся атомы водорода. Рассчитайте мольные доли монохлорпроизводных бутана, образующихся в результате хлорирования бутана при температуре 450 °С, если скорости замещения одного атома водорода при первичном и вторичном атомах углерода относятся как 1 : 1.
- 140.** *В молекуле пропана атомы водорода неэквивалентны (6 из них находятся у первичных атомов углерода, остальные два — у вторичного). Если алканы взаимодействуют с хлором при невысокой температуре, то скорость замещения атомов водорода у вторичного атома углерода выше, чем у первичного. Рассчитайте мольные доли монохлорпроизводных пропана, образующихся в результате хлорирования пропана при невысокой температуре, если скорости замещения одного атома водорода при первичном и вторичном атомах углерода относятся как 1 : 3,9.
- 141.** *Рассчитайте мольные доли монохлорпроизводных 2-метилбутана, образующихся в результате радикального хлорирования, если скорости замещения одного атома водорода при первичном, вторичном и третичном атомах углерода в условиях опыта относятся как 1 : 3,9 : 5,1.
- 142.** *При взаимодействии алканов с бромом скорость замещения атомов водорода у вторичного атома углерода намного выше, чем у первичного. Рассчитайте мольные доли монобромпроизводных пропана, образующихся в результате радикального бромирования, если скорости замещения одного атома водорода при первичном и вторичном атомах углерода относятся как 1 : 32. Сравните реакции монобромирования и монохлорирования

(см. задачу 140) пропана. Какая из этих реакций является более селективной?

143. *При взаимодействии бромалкана с металлическим натрием образуется вещество состава C_8H_{18} , при хлорировании которого может быть получено только одно моноклорпроизводное. Приведите название бромалкана.
144. Было установлено, что углеводород массой 20,00 г содержит 16,55 г углерода. Выведите простейшую и молекулярную формулы углеводорода. Напишите структурные формулы всех веществ, удовлетворяющих условию задачи.
145. Массовая доля углерода в некотором углеводороде равна 80,0 %. Установите молекулярную формулу углеводорода.
146. *При взаимодействии бромалкана с металлическим натрием образуется углеводород ($\omega(C) = 83,72\%$), при монохлорировании которого может быть получено три структурных изомера. Приведите название бромалкана.
147. Массовые доли углерода и кислорода в органическом веществе равны 38,71 % и 51,61 %, остальное приходится на водород. Установите молекулярную формулу вещества, если его молярная масса равна 62 г/моль.
148. При взаимодействии углерода массой 2,4 г с водородом получено 3,2 г углеводорода. Установите молекулярную формулу полученного углеводорода. Чему равны мольные доли углерода и водорода в этом веществе?
149. В углеводороде масса углерода относится к массе водорода как 5 : 1. При монохлорировании этого углеводорода образуется три структурных изомера. Установите структурную формулу углеводорода.
150. Мольные доли углерода, водорода и кислорода в органическом веществе равны соответственно 25 %, 50 % и 25 %. Молярная масса вещества равна 180 г/моль. Установите молекулярную формулу вещества.

- 151.** Некоторый элемент образует с водородом соединение состава $\text{Э}_x\text{H}_y$. Массовая доля водорода в соединении равна 20,0 %, а мольная доля — 75,0 %.
- Установите простейшую формулу соединения.
 - Может ли молекула устойчивого при н. у. вещества иметь такой состав и почему?
 - Приведите структурную формулу устойчивого вещества, соответствующего условию задачи.
- 152.** Массовая доля водорода в углеводороде равна 12,2 %. Молекула этого углеводорода содержит один четвертичный атом углерода и одну тройную связь.
- Установите простейшую формулу соединения.
 - Составьте структурную формулу углеводорода.
- 153.** Метан встречается в природе в составе природного газа, его содержат пласты угля (рудничный газ), а также выбросы метана из торфяных болот (болотный газ). Это наиболее известные формы нахождения метана в природе. Метан также может находиться на дне морей в виде гидратов состава $x\text{CH}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}$. Гидраты метана еще называют «горючим льдом», так как внешне гидраты метана напоминают кристаллы льда. Но если рассматривать их на молекулярном уровне, то, оказывается, молекулы метана включены в кристаллическую решетку льда. При уменьшении давления и повышении температуры гидраты распадаются на воду и метан:



Если поднести к гидрату метана горящую спичку, то метан, включенный в структуру льда, начинает гореть. Вследствие этого гидраты метана и получили название «горючий лед» (рис. 13).

Одной из гипотез исчезновения кораблей в Бермудском треугольнике является насыщение воды пузырьками



Рис. 13

выделяющегося метана, в результате чего плотность смеси резко снижается, корабль теряет плавучесть и тонет. Есть предположение, что, поднявшись в воздух, метан может вызвать также крушение самолетов, например, из-за понижения плотности воздуха, приводящего к снижению подъемной силы и взрыву двигателей. Установите состав гидрата метана, при нагревании 95,6 г которого выделяется метан объемом 17,92 л (н. у.).

- 154.** В результате исследования некоторого органического соединения удалось установить: оно содержит только атомы углерода, водорода и азота, массовая доля последнего равна 23,7 %. Число атомов водорода в молекуле органического соединения в 3 раза больше, чем атомов углерода. Установите молекулярную формулу органического вещества, если известно, что его молярная масса меньше 100 г/моль. Предложите возможную структурную формулу органического вещества. Учтите, что валентность азота равна III.
- 155.** Органическое вещество состоит из атомов углерода, водорода, кислорода и азота. Массовая доля кислорода в органическом веществе — 42,7 %. Число атомов углерода в 2 раза больше числа атомов азота, а число атомов водорода в 2,5 раза больше числа атомов кислорода. Установите молекулярную формулу вещества, если известно, что его молярная масса меньше 100 г/моль. Предложите возможную структурную формулу органического вещества. Учтите, что валентность азота равна III.
- 156.** Углеводород X массой 4,60 г прореагировал с избытком водорода, при этом было получено только одно вещество. Состав полученного вещества — C_7H_{14} , а его масса — 4,90 г. Установите молекулярную формулу углеводорода X.
- 157.** Массовая доля водорода в углеводороде X равна 20,0 %.
- а) Установите молекулярную формулу углеводорода X. В результате хлорирования данного углеводорода получили смесь моно- и дихлорзамещенных изомеров.

- б) Приведите структурные формулы и названия всех моно- и дихлорпроизводных, которые могут образоваться в результате описанного выше процесса.
- в) Определите массовую долю дихлорзамещенных изомеров в полученной смеси хлорсодержащих органических веществ, если известно, что относительная плотность ее паров по воздуху равна 3,12.

Углеводород **X** можно получить по реакции между CO и H_2 . Такой способ получения углеводородов называется процессом Фишера—Тропша.

- г) Учитывая, что, кроме углеводорода **X**, в процессе Фишера—Тропша еще образуется вода, приведите уравнение протекающей реакции.
- д) Рассчитайте относительную плотность по водороду смеси CO и H_2 , взятой для синтеза углеводорода **X** и имеющей стехиометрический состав.

В других условиях в процессе Фишера—Тропша из смеси CO и H_2 можно получить смесь двух алканов, являющихся ближайшими гомологами. Массовая доля углерода в полученной смеси равна 78,2 %.

- е) Установите молекулярные формулы алканов, о которых идет речь. Ответ обоснуйте.

158. При полном сгорании 4,3 г углеводорода получено 6,72 дм³ (н. у.) углекислого газа. Плотность паров вещества по воздуху равна 2,97. Определите молекулярную формулу вещества.

159. Определите молекулярную формулу углеводорода, если известно, что при его полном сгорании образовалось 3,36 дм³ (н. у.) углекислого газа и 2,70 г воды. Грубые измерения показали, что углеводород примерно в полтора раза тяжелее воздуха.

160. В результате полного сгорания в кислороде навески алкана массой 0,798 г получено 1,134 г воды. Установите молекулярную формулу алкана.

- 161.** При полном сгорании 3,6 г органического вещества получено 5,4 г воды и углекислого газа в количестве 0,25 моль. Относительная плотность этого вещества по водороду равна 36. Установите молекулярную формулу вещества. Напишите структурные формулы всех возможных веществ, удовлетворяющих условию задачи.
- 162.** При полном сгорании 6,9 г вещества образуется 13,2 г углекислого газа и 8,1 г воды. Относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,59. Установите молекулярную формулу вещества. Предложите его возможную структурную формулу.
- 163.** При сжигании 1,28 г органического вещества в избытке кислорода образовались углекислый газ массой 1,76 г и вода массой 1,44 г. Плотность паров данного вещества по водороду равна 16. Определите молекулярную формулу вещества.
- 164.** При полном сгорании 5,8 г органического вещества образуется 6,72 дм³ (н. у.) углекислого газа и 5,4 г воды. Плотность паров этого вещества по воздуху равна 2. Установите молекулярную формулу вещества и предложите его возможную структурную формулу.
- 165.** При полном сгорании 0,45 г органического вещества получено 0,448 дм³ (н. у.) углекислого газа, 0,63 г воды и 0,112 дм³ (н. у.) азота. Плотность паров органического вещества по азоту равна 1,607. Установите молекулярную формулу этого вещества.
- 166.** При полном сгорании 11,8 г вещества получено 17,6 г CO₂, 0,5 моль воды и 2,24 дм³ (н. у.) азота. Относительная плотность паров вещества по азоту равна 2,11. Установите молекулярную формулу вещества.
- 167.** При сгорании углеводорода в избытке кислорода масса образующегося углекислого газа в 2,173 раза больше массы воды. При монохлорировании этого углеводорода образуется только один изомер. Установите структурную формулу углеводорода.

- 168.** В результате сжигания 1,74 г органического соединения в избытке кислорода получены равные количества (моль) углекислого газа и воды, а суммарная масса CO_2 и H_2O составила 5,58 г. Определите молекулярную формулу органического вещества, если известно, что относительная плотность его паров по азоту равна 2,07.
- 169.** При сгорании бескислородного органического вещества образовалось 4,48 дм³ (н. у.) углекислого газа, 3,6 г воды и 3,65 г хлороводорода. Определите молекулярную формулу сгоревшего соединения и предложите его возможную структурную формулу.
- 170.** Органическое вещество X (не содержит кислорода) сожгли в избытке кислорода. Из образовавшейся смеси удалили избыточный кислород и полученную смесь (углекислый газ, вода и хлороводород) привели к нормальным условиям. В результате получили 13,44 дм³ CO_2 и 14,03 см³ жидкости ($\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$) с массовой долей HCl 33,64 %. Определите молекулярную формулу сгоревшего соединения X и предложите его возможную структурную формулу (растворимостью углекислого газа в воде пренебречь).
- 171.** При сжигании углеводорода массой 0,92 г в избытке кислорода получили CO_2 , который полностью поглотили избытком раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$. При этом образовался осадок массой 7,00 г. Определите формулу углеводорода, если известно, что его молярная масса меньше 100 г/моль.
- 172.** При полном сжигании 12,0 г органического вещества получили 14,4 г воды и углекислый газ, который с избытком известковой воды образует 60,0 г осадка. Установите молекулярную формулу вещества, если известно, что плотность его паров по воздуху равна 2,069.
- 173.** Установите молекулярную формулу углеводорода, если при полном поглощении продуктов сгорания этого соединения раствором гидроксида натрия из 8,6 г углеводорода получено 21,2 г карбоната и 33,6 г гидрокарбоната натрия.

Решение

Сначала рассчитаем количества веществ Na_2CO_3 и NaHCO_3 :

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль.}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,2 \text{ моль.}$$

$$M(\text{NaHCO}_3) = 84 \text{ г/моль.}$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = 0,4 \text{ моль.}$$

Суммарное число моль атомов углерода составляет 0,6 моль, следовательно, столько же углерода содержалось в углеводороде. Найдем массу углерода, затем массу и число моль атомов водорода в углеводороде, мольное соотношение углерода и водорода, в итоге выведем формулу:

$$m(\text{C}) = n \cdot M = 0,6 \cdot 12 = 7,2 \text{ г.}$$

$$m(\text{H}) = m(\text{углеводорода}) - m(\text{C}) = 8,6 - 7,2 = 1,4 \text{ г.}$$

$$n(\text{H}) = 1,4 \text{ моль.}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0,6 : 1,4 = 3 : 7.$$

Углеводорода состава C_3H_7 не существует, поэтому удвоим индексы в формуле. Тогда искомая молекулярная формула — C_6H_{14} .

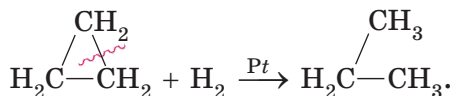
Ответ: C_6H_{14} .

- 174.** Углеводород X массой 7,50 г сожгли в избытке кислорода. При поглощении газообразных продуктов сгорания раствором гидроксида калия с массовой долей KOH, равной 5 %, образовалось 30,0 г кислой и 27,6 г средней соли.
- а) Установите молекулярную формулу углеводорода X и дайте ему название.
- б) Определите массу израсходованного раствора KOH.
- 175.** После полного поглощения газообразных продуктов, образовавшихся при сгорании 224 мл (н. у.) алкана, избытком известковой воды образовался осадок массой 3 г. Установите молекулярную формулу углеводорода. Приведите уравнения протекающих химических реакций.

- 176.** Органическое вещество содержит только углерод, водород и азот. Массовая доля углерода в веществе равна 53,3 %. При полном сгорании вещества массой 2,73 г было получено 0,68 дм³ (н. у.) азота. Установите молекулярную формулу вещества, если известно, что оно легче хлора.
- 177.** Органическое вещество содержит только углерод, водород, кислород и натрий. В результате ряда операций весь натрий из вещества был переведен в сульфат натрия, углерод — в карбонат бария, а водород — в воду. В результате из 21,2 г вещества было получено 28,4 г сульфата натрия, 78,8 г карбоната бария и 7,2 мл воды (плотность воды равна 1 г/мл). Установите формулу вещества, если известно, что его молярная масса равна 106 г/моль.
- 178.** Органическое вещество массой 6,0 г сожгли в избытке кислорода. Продукты сгорания (углекислый газ и вода) пропустили через поглотитель, содержащий оксид фосфора(V). При этом масса поглотителя увеличилась на 3,6 г. Весь углерод из порции того же органического вещества массой 9,0 г перевели в карбонат кальция и получили 30,0 г CaCO₃. Установите молекулярную формулу органического вещества, если известно, что его молярная масса равна 90 г/моль.
- 179.** Органическое вещество массой 2,95 г сожгли в избытке кислорода. Продукты сгорания (азот, углекислый газ и вода) пропустили через поглотитель, содержащий оксид фосфора(V). При этом масса поглотителя увеличилась на 2,25 г. Не поглотившиеся газы пропустили через избыток раствора гидроксида бария. При этом выпал осадок массой 19,7 г. Не поглотившийся раствором гидроксида бария газ занял объем 0,56 дм³ (н. у.). Молярная масса органического вещества меньше 100 г/моль. Установите молекулярную формулу органического вещества.

- 180.** Газообразный алкан объемом $0,336 \text{ дм}^3$ (н. у.) сожгли в избытке кислорода, а продукты сгорания полностью поглотили раствором, содержащим $3,42 \text{ г}$ гидроксида бария. При этом было получено $1,97 \text{ г}$ осадка. Определите формулу алкана.
- 181.** Углеводород массой $2,88 \text{ г}$ сожгли в избытке кислорода. Полученный в результате сжигания углекислый газ полностью поглотили раствором щелочи, масса NaOH в котором $14,00 \text{ г}$. При этом образовалась кислая соль массой $4,20 \text{ г}$. Установите молекулярную формулу углеводорода.
- 182.** Алкан сожгли в избытке кислорода. Продукты реакции (CO_2 и H_2O) полностью поглотили избытком раствора KOH (масса раствора равна $58,58 \text{ г}$). В результате масса раствора стала равна 60 г , а массовая доля соли в нем составила $4,6 \%$. Определите формулу алкана. Считайте, что гидрокарбонат калия в растворе не содержится.
- 183.** Массовая доля водорода в смеси двух алканов, являющихся ближайшими гомологами, равна $19,51 \%$. Определите мольные доли алканов в смеси.
- 184.** Молярная масса смеси двух алканов, являющихся ближайшими гомологами, равна $61,5 \text{ г/моль}$. Определите мольные доли алканов в смеси.
- 185.** Углеводород сожгли в избытке кислорода. После удаления избыточного кислорода газообразная смесь продуктов полного сгорания имеет плотность по водороду, равную 15 ($110 \text{ }^\circ\text{C}$, атмосферное давление). Установите молекулярную формулу углеводорода, напишите структурные формулы всех веществ с данной молекулярной формулой, назовите их по систематической номенклатуре.
- 186.** *Напишите структурные формулы метилциклопропана, 1,2-диметилциклобутана, метилциклопентана, 1-метил-1-этилциклогексана. Найдите среди приведенных веществ изомеры.

187. *Химические свойства циклоалканов с различным числом атомов углерода в цикле существенно различаются. Например, для циклопропана характерны реакции присоединения, идущие с раскрытием цикла:



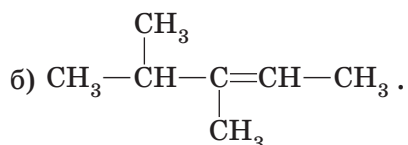
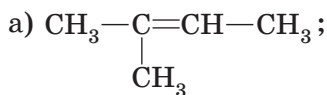
Напишите уравнения реакций присоединения брома к циклопропану и метилциклопропану.

188. *Циклопентан и циклогексан по химическим свойствам близки к алканам. С галогенами они вступают в реакции замещения, при этом цикл сохраняется. Напишите уравнение реакции монохлорирования циклопентана.

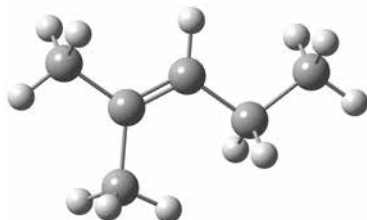
2.2. АЛКЕНЫ

189. Приведите общую формулу гомологического ряда алкенов.
190. Нарисуйте схему перекрывания атомных орбиталей при образовании σ - и π -связей в молекуле этилена. Какая из связей, σ - или π -, в молекуле этилена более прочная? Связь углерод—углерод в молекуле какого из углеводородов, этана или этилена, имеет меньшую длину? Какая из указанных связей более прочная?
191. Приведите структурную формулу молекулы этилена. В каком состоянии гибридизации находятся атомы углерода в этой молекуле? Укажите приблизительные значения валентных углов в молекуле этилена. Каково пространственное строение молекулы этилена?
192. Приведите структурную формулу и шаростержневую модель молекулы пропена. Укажите типы гибридизации атомов углерода в молекуле пропена. На шаростержневой модели подпишите приблизительные значения валентных углов в молекуле пропена.

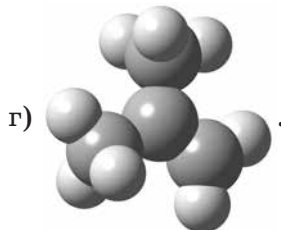
193. Дайте название алкенам, структурные формулы которых:



194. Дайте название алкенау, модель молекулы которого:




195. Приведены модели молекул:



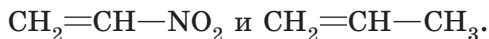
Дайте названия всем приведенным веществам. Укажите модели молекул алкенов. Укажите вещества, являющиеся изомерами. Укажите вещества, являющиеся гомологами.

196. Напишите структурные формулы следующих алкенов:
а) 2,3-диметилпентен-2; б) 4-этил-гептен-1.
197. Напишите структурные формулы алкенов состава C_4H_8 и дайте им названия.
198. Для каких из приведенных соединений возможна *цис-транс*-изомерия: а) бутен-1; б) гексен-2; в) 2-метилгексен-2; г) бутен-2? Напишите формулы *цис*- и *транс*-изомеров.
199. Приведите формулу и название межклассового изомера пропена.
200. Приведите формулы и названия всех изомерных углеводородов состава C_4H_8 с учетом пространственной и межклассовой изомерии.
201. В каких агрегатных состояниях находятся этен, пропен, пентен-1 и гексен-1 при $25\text{ }^\circ\text{C}$? Что будет наблюдаться, если в стакан, содержащий 30 см^3 гексена-1, добавить 30 см^3 воды?
202. Используя данные таблицы, приведенной в п. 15 учебного пособия, постройте график зависимости температуры кипения алкенов с неразветвленной углеродной цепью от числа атомов углерода в их молекулах. Перечислите все алканы и алкены с неразветвленной углеродной цепью, которые являются газами при н. у.
203. Для алканов характерны реакции замещения. А какой тип реакций наиболее характерен для алкенов? Напишите уравнение реакции хлорирования: а) этана; б) этилена. Укажите условия протекания этих реакций.
204. Запишите уравнение реакции гидрирования этилена. Укажите условия протекания этой реакции. Какая связь углерод—углерод (σ - или π -) разрушается в результате данной реакции? Как изменяются валентные углы и длина связи углерод—углерод в молекуле органического вещества в ходе данной реакции?
205. Напишите структурные формулы алкенов, при гидрировании которых образуется 2-метилбутан.

- 206.** Напишите уравнения реакций присоединения к бутену-1 и бутену-2: а) водорода; б) брома. Укажите условия протекания данных реакций. Назовите продукты реакций.
- 207.** Смесь 15 г этана и 10 г этилена пропустили через склянку, содержащую избыток бромной воды. Какой из газов не поглотился? Приведите уравнение протекавшей реакции. На какую величину возросла масса склянки?
- 208.** После пропускания через склянку с бромной водой (избыток) 10 дм^3 (н. у.) смеси метана и пропена масса склянки увеличилась на 8,4 г. Определите объем (н. у.) метана в смеси газов.
- 209.** В химических лабораториях для поглощения газов жидкостями используется поглотитель Петри (рис. 14). После пропускания смеси этана и этилена объемом $3,0 \text{ дм}^3$ (н. у.) через поглотитель Петри, заполненный бромной водой (избыток), масса поглотителя увеличилась на 3,0 г. Определите объемную долю этана в первоначальной смеси.
- 
- Рис. 14*
- 210.** Напишите уравнения реакций взаимодействия бромоводорода: а) с этиленом; б) бутеном-2; в) 2,3-диметилбутеном-2; г) *пропеном. Назовите продукты реакций.
- 211.** Напишите схемы реакций, протекающих при пропускании через водный раствор перманганата калия следующих газов: а) этилена; б) пропилена; в) бутена-1; г) бутена-2.
- 212.** Напишите уравнения реакций: а) горения пропена; б) горения алкенов в общем виде. Как относятся количество (моль) углекислого газа и количество воды, образующихся в результате полного сгорания любого алкена?
- 213.** Углеводород А легче воздуха, при гидрировании образует вещество Б тяжелее воздуха. Вещество Б вступает в реакцию замещения с хлором, образуя бесцветный легкосжижаемый газ В, применяемый для анестезии.

Известно, что при сгорании углеводорода **A** в избытке кислорода образуются одинаковые количества (моль) углекислого газа и воды. Приведите формулы веществ **A**, **B** и **B**. Напишите уравнения реакций.

- 214.** Алкен **A** существует в виде двух пространственных (*цис*- и *транс*-) изомеров. В результате гидрирования алкена **A** образуется алкан **B**, при хлорировании которого можно получить только два структурных изомера, содержащих один атом хлора в молекуле, **B** и **Г**. При взаимодействии вещества **A** с бромной водой образуется вещество **Д**, содержащее 14 атомов в молекуле. Приведите формулы веществ **A—Д**. Напишите уравнения реакций.
- 215.** Напишите уравнения реакций полимеризации этилена, пропилена, бутена-1 и бутена-2.
- 216.** *Какой продукт будет образовываться в реакции бутена-1 с бромоводородом? Объясните почему. Напишите уравнение протекающей реакции.
- 217.** *Запишите уравнения реакций присоединения хлороводорода к следующим алкенам: а) пропен; б) бутен-2; в) 2-метилпропен; г) 2-метилбутен-2. В каких случаях вы руководствовались правилом Марковникова для определения продукта реакции?
- 218.** *Запишите уравнения реакций присоединения бромоводорода к веществам:



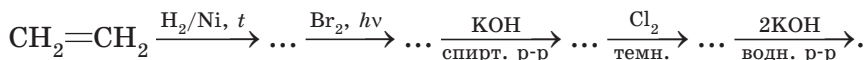
Объясните строение образующихся продуктов.

- 219.** Напишите уравнения реакций получения этилена: а) из этилового спирта; б) этана; в) хлорэтана. Укажите условия протекания этих реакций. Все указанные реакции можно провести в обратном направлении. Запишите уравнения обратных реакций и укажите условия их протекания.
- 220.** Сколько алкенов (без учета пространственной изомерии) может быть получено при дегидрировании: а) бутана;

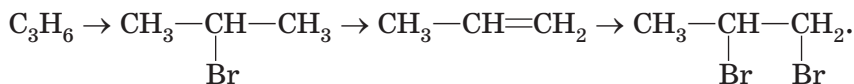
- б) 2,2-диметилбутана; в) 2-метилпентана? Напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания.
- 221.** Какой алкен образуется в результате дегидратации бутанола-1? Приведите уравнение реакции и укажите условия ее протекания.
- 222.** Вещество **A** представляет собой бесцветную жидкость, которая легче воды и хорошо в ней растворяется. При нагревании вещества **A** с концентрированной серной кислотой образуется газ **B** немного легче воздуха. При пропускании газа **B** через склянку с раствором перманганата калия наблюдается обесцвечивание раствора и образуется органическое вещество **B**. Приведите формулы веществ **A**, **B** и **B**. Напишите уравнения реакций.
- 223.** *Запишите уравнения реакций 1,2-дихлорэтана и 2,3-дихлорбутана с цинком при нагревании.
- 224.** При пропускании смеси газообразных углеводородов **A** и **B** через бромную воду, взятую в избытке, вещество **A** поглотилось полностью и образовалось вещество **B**, а вещество **B** не поглотилось. Известно, что вещество **B** может быть получено в результате присоединения водорода к веществу **A**. В результате монохлорирования вещества **B** образуется только одно органическое вещество **Г**. При действии спиртового раствора гидроксида калия на **Г** образуется вещество **A**. Приведите формулы веществ **A**, **B**, **B**, **Г**. Напишите уравнения реакций.
- 225.** *При пропускании смеси газообразных углеводородов **A** и **B** через бромную воду, взятую в избытке, вещество **A** поглотилось полностью и образовалось вещество **B**, а вещество **B** не поглотилось. Известно, что вещество **B** может быть получено в результате нагревания натриевой соли уксусной кислоты с гидроксидом натрия. Относительная плотность **A** по **B** равна 3,5. Известно также, что вещество **A** может существовать в виде двух пространственных изомеров. Приведите формулы веществ **A**, **B** и **B**. Напишите уравнения реакций. Приведите уравнение реакции получения вещества **A** из соответствующего дихлорпроизводного алкана.

226. Установите формулу и приведите название углеводорода состава C_6H_{14} , при монохлорировании которого образуется смесь первичных и вторичных хлорпроизводных, а при дегидрировании — только один алкен. Запишите уравнения реакций.

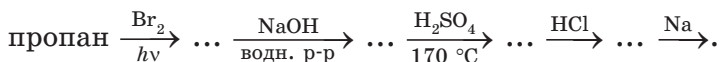
227. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



228. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

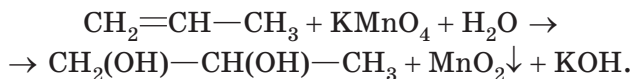


229. *Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



230. Рассчитайте объем (н. у.) этилена, вступившего в реакцию гидрирования, если в результате реакции образовался этан массой 45 г.

231. Пропилен объемом 11,2 дм³ (н. у.) пропустили через холодный 5 %-ный раствор перманганата калия. Рассчитайте массу полученного органического вещества и массу выпавшего осадка. Схема протекающей реакции (коэффициенты не расставлены!):

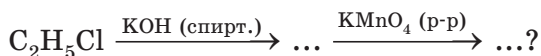


232. Рассчитайте объем (н. у.) углекислого газа и массу воды, образующихся в результате полного сгорания 2-метилпентена-2 массой 21 г.

233. Какой объем воздуха потребуется для полного сгорания этилена объемом 10 дм³? Объемная доля кислорода в воздухе равна 21 %. Какой объем углекислого газа об-

разуется в результате указанной реакции? Все объемы измерены при одинаковых условиях.

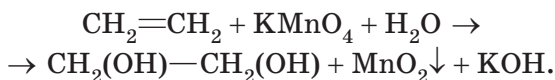
- 234.** В результате пропускания смеси 2-метилпропана и пропена через избыток бромной воды масса склянки с бромной водой увеличилась на 16,8 г, а объем поглотившегося газа составил 4,48 дм³ (н. у.). Рассчитайте объем (н. у.) исходной смеси углеводородов и массу образовавшегося в результате реакции органического вещества.
- 235.** Рассчитайте объем (н. у.) углекислого газа, выделяющегося при полном сгорании 10 г смеси алкенов.
- 236.** В результате дегидрирования бутана образовалось 8,4 г смеси изомерных бутенов. Определите объем (н. у.) бутана, вступившего в реакцию дегидрирования, и объем (н. у.) образовавшегося водорода.
- 237.** Какую массу брома может присоединить 21 г смеси изомерных пентенов?
- 238.** Газообразная смесь изомерных алкенов имеет плотность по водороду 28. Данная смесь может максимально присоединить 64 г брома. Приведите структурные формулы и названия алкенов, которые могли входить в состав смеси. Определите массу исходной смеси алкенов и массу продуктов реакции бромирования.
- 239.** Какая масса этиленгликоля может быть получена из хлорэтана массой 12,9 г по следующей схеме:



- 240.** Весь этилен, полученный в результате дегидрирования этана, был превращен в 1,2-дихлорэтан. При этом получено 49,5 г дихлорэтана. Рассчитайте объем (н. у.) этана, вступившего в реакцию дегидрирования.
- 241.** Какой объем (н. у.) этана потребуется для получения 31 г 30% -ного раствора этиленгликоля по следующей схеме:



- 242.** Рассчитайте массу бромсодержащего органического вещества, образующегося в результате пропускания пропилена массой 21 г через раствор, содержащий бром массой 64 г.
- 243.** Рассчитайте массу органического вещества и массу осадка, образующихся в результате пропускания этилена объемом 560 см³ (н. у.) через 63,2 г 5%-ного раствора KMnO₄. Схема протекающей реакции (коэффициенты не расставлены!):

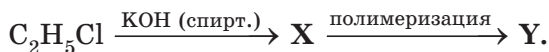


- 244.** Смесь бутена-1 и водорода объемом 22,4 дм³ (н. у.) в объемном соотношении 1:4 пропустили над платиновым катализатором. Определите объемы (н. у.) и объемные доли веществ в полученной смеси. Считайте, что бутен-1 прореагировал полностью.
- 245.** Весь бром, полученный в результате действия хлора объемом 11,2 дм³ (н. у.) на бромид калия массой 95,2 г, вступил в реакцию присоединения с пропеном. Приведите уравнения протекавших реакций. Рассчитайте массу образовавшегося органического вещества.
- 246.** Какой объем этилена (н. у.) может прореагировать с водородом, полученным действием соляной кислоты объемом 82,95 см³ ($\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$) с массовой долей HCl 20 % на цинк массой 13 г?
- 247.** *Натриевую соль уксусной кислоты массой 24,6 г сплавили с гидроксидом натрия массой 16 г. Образовавшийся газ смешали с этиленом и получили смесь объемом 17,92 дм³ (н. у.). Какой объем 3%-ной (по массе) бромной воды ($\rho = 1,02 \text{ г/см}^3$) может обесцветить полученная смесь газов? На сколько граммов при этом увеличится масса склянки с бромной водой?
- 248.** Бутен-1 объемом 20 дм³ (н. у.) присоединил водород объемом 3,2 дм³ (н. у.). Какую массу брома может присоединить образовавшаяся смесь органических веществ?

249. Пропилен массой 25,2 г вступил в реакцию гидрирования. При этом образовалась смесь пропана и пропилена, при пропускании которой через избыток разбавленного раствора KMnO_4 получено 11,6 г осадка. Рассчитайте объем (н. у.) водорода, вступившего в реакцию гидрирования.
250. Алкен неразветвленного строения массой 3,5 г может присоединить 8 г брома. Приведите структурную формулу алкена, если известно, что он может существовать в виде двух пространственных (*цис*- и *транс*-) изомеров.
251. Для полного гидрирования алкена массой 14 г требуется водород объемом 5,6 дм^3 (н. у.). При пропускании такого же количества данного алкена через избыток холодного раствора перманганата калия образуется двухатомный спирт симметричного строения. Приведите структурную формулу алкена. Возможна ли для данного алкена *цис-транс*-изомерия? Рассчитайте массу образовавшегося двухатомного спирта.
252. Для полного гидрирования алкена требуется водород объемом 560 см^3 (н. у.). При пропускании такой же массы данного алкена через избыток раствора брома образуется дибромпроизводное алкана массой 5,05 г. Установите формулу алкена.
253. На алкен массой 25,2 г подействовали хлороводородом массой 7,3 г. Полученная смесь органических веществ может присоединить бром массой 16 г. Установите молекулярную формулу алкена.
254. Алкен, полученный в результате дегидратации спирта массой 24 г, может присоединить водород объемом 8,96 дм^3 (н. у.). Известно, что гидроксильная группа в спирте находится при вторичном атоме углерода. Установите формулу алкена. Приведите уравнения описанных в задаче реакций в структурных формулах.
255. Смесь пропана и неизвестного алкена общим объемом 17,92 дм^3 (н. у.) пропустили через избыток бромной

воды. В результате объем газа уменьшился в четыре раза, а масса склянки с бромной водой увеличилась на 16,8 г. Установите формулу алкена.

- 256.** Смесь алкана и алкена объемом 672 см³ (н. у.) может обесцветить 106,7 г 3% -ного (по массе) раствора брома. Относительная плотность паров полученного бромсодержащего вещества по водороду равна 101. Известно также, что в молекулах алкена и алкана содержится одинаковое количество атомов водорода. Установите формулы алкана и алкена и их массовые доли в исходной смеси.
- 257.** В результате пропускания алкена массой 18,9 г через избыток разбавленного раствора перманганата калия выпал осадок массой 26,1 г. Установите формулу алкена.
- 258.** В результате пропускания алкена массой 33,6 г через избыток разбавленного раствора перманганата калия получен двухатомный спирт массой 54 г. Установите молекулярную формулу алкена.
- 259.** В результате гидрирования порции алкена получен алкан разветвленного строения массой 3,6 г. При реакции такой же порции алкена с избытком бромной воды образуется дибромпроизводное алкана массой 11,5 г. Известно, что двойная связь в молекуле алкена находится между вторым и третьим атомами углерода. Приведите структурную формулу и название алкена. Запишите уравнения протекавших реакций в структурных формулах.
- 260.** В результате полимеризации пропилена получен полипропилен массой 672 г. Рассчитайте объем (н. у.) пропилена, вступившего в реакцию полимеризации.
- 261.** Осуществите схему превращений:



а) Какую массу продукта Y можно получить по указанной схеме превращений из хлорэтана массой 258 г?

б) Средняя молярная масса \bar{Y} равна 8400 г/моль, определите степень полимеризации.

- 262.** Рассчитайте массовую долю углерода в молекулах этилена, пропилена и бутена-1. Объясните полученные результаты.
- 263.** Массовая доля углерода (выраженная в процентах) в алкане на 2,381 меньше, чем в алкене с тем же количеством атомов водорода в молекуле. Установите формулы алкана и алкена.
- 264.** Рассчитайте объем (н. у.) углекислого газа, выделяющегося при полном сгорании смеси двух алкенов массой 40 г в избытке кислорода.
- 265.** Смесь алкенов массой 11 г может присоединить бром массой 40 г. Укажите объем водорода (н. у.), который должен вступить в реакцию со смесью алкенов указанного состава, чтобы получилась смесь алканов массой 30 г.
- 266.** В молекуле алкана на два атома углерода больше, чем в молекуле алкена. На сжигание смеси этих веществ затратили кислород объемом 30,9 дм³ (н. у.), при этом образовалась вода массой 18 г. Укажите максимальное количество атомов углерода в молекулах алкана и алкена, удовлетворяющих условию задачи.
- 267.** При нагревании спирта состава $C_nH_{2n+1}OH$ массой 9,2 г с концентрированной серной кислотой образовался алкен массой 5,6 г. Установите формулу алкена.
- 268.** Углеводород массой 5,6 г сожгли в избытке кислорода. Образовавшийся углекислый газ полностью поглотили раствором гидроксида калия, содержащим 0,75 моль КОН. Масса образовавшейся средней соли составила 48,3 г. Установите молекулярную формулу углеводорода, если известно, что ей соответствуют 5 структурных изомеров. Запишите структурные формулы изомеров и назовите их по систематической номенклатуре.

- 269.** При дегидратации насыщенного спирта получен алкен, который полностью реагирует с хлороводородом, полученным из 29,25 г хлорида натрия. При сжигании полученного углеводорода образуется 44,8 дм³ углекислого газа (н. у.).
- Установите молекулярную формулу спирта.
 - Приведите уравнения всех протекающих реакций.
- 270.** При взаимодействии 8,4 г алкена с 12,775 г хлороводорода (избыток) в газовой фазе получен галогеналкан. Оставшийся после реакции хлороводород поглотили необходимым количеством раствора гидроксида натрия. К полученному раствору добавили раствор, содержащий 34 г нитрата серебра. Выпавший осадок отфильтровали, а в фильтрат внесли медную проволоку. В результате в раствор перешло 1,6 г меди.
- Установите молекулярную формулу алкена.
 - Приведите уравнения всех протекающих реакций.
- 271.** Углеводород массой 3,5 г сожгли в избытке кислорода. Образовавшийся углекислый газ полностью поглотили раствором гидроксида натрия. В результате получили 10,6 г средней соли и 12,6 г — кислой.
- Установите простейшую формулу углеводорода.
 - Установите истинную формулу углеводорода, если в результате его полного гидрирования получен алкан, массовая доля (выраженная в процентах) водорода в котором на 1,99 больше, чем в исходном углеводороде.
- 272.** Углеводород массой 2,1 г сожгли в избытке кислорода. Образовавшийся углекислый газ полностью поглотили известковой водой, содержащей 0,8 моль Ca(OH)₂. В результате получили осадок массой 15 г.
- Установите простейшую формулу углеводорода.
 - Установите молекулярную формулу углеводорода, если известно, что такую формулу имеют шесть различных веществ.

- 273.** Отношение молярных масс газообразного (н. у.) алкена и жидкого (н. у.) алкана равно 7:12.
- а) Установите молекулярные формулы алкена и алкана, приведите структурные формулы и названия всех их изомеров.
- В смеси данных веществ на одну молекулу алкена приходится десять молекул алкана.
- б) Рассчитайте состав смеси углеводородов в массовых долях.
- в) Рассчитайте объем раствора брома в четыреххлористом углероде (плотность раствора $1,6 \text{ г/см}^3$, массовая доля брома в растворе 3 %), который может обесцветить описанная в п. б) смесь алкена и алкана общей массой 11,43 г. Приведите уравнение протекающей реакции, назовите все вещества.
- 274.** В результате ряда превращений из углеводорода **А** получено органическое вещество **Б**. Вещество **Б** массой 14,5 г сожгли в избытке кислорода и получили только углекислый газ объемом $16,8 \text{ дм}^3$ (н. у.) и воду массой 13,5 г.
- а) Установите молекулярную формулу вещества **Б**, если известно, что в молекуле **Б** содержится один атом кислорода.
- б) Установите простейшую формулу углеводорода **А**, если массовая доля углерода в его молекуле равна 85,71 %.
- в) Приведите структурную формулу и название вещества **А**, если известно, что в его молекуле содержится столько же атомов углерода, сколько и в веществе **Б**, и оно имеет нециклическое строение.
- г) *Приведите структурную формулу изомера **А** и дайте ему название.
- 275.** Имеется смесь равных объемов этена и некоторого газообразного (н. у.) алкана. Данную смесь разделили на две равные порции, объем каждой из которых составил 5600 см^3 (н. у.). Первую порцию пропустили через

поглотительную склянку, содержащую $0,8 \text{ дм}^3$ 3% -ной (по массе) бромной воды ($\rho = 1,02 \text{ г/см}^3$).

- Приведите уравнение протекавшей реакции.
- На какую величину возросла масса поглотительной склянки в результате пропускания через нее указанной смеси этена и алкана?

Вторую порцию полностью сожгли в кислороде. Установлено, что полученная в результате сгорания смесь (после удаления избыточного кислорода) имеет при температуре $110 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 100 кПа относительную плотность по водороду, равную 15.

- Приведите уравнения реакций полного сгорания алкана (в общем виде) и этена.
- Установите молекулярную формулу алкана.

276. Для установления формулы неизвестного углеводорода **A** юный химик Генка Барбоскин провел следующий эксперимент. К некоторой порции углеводорода **A** он добавил избыток кислорода и полностью сжег углеводород **A**. В результате охлаждения образовавшейся смеси сконденсировалась вода объемом $11,25 \text{ см}^3$ и осталась смесь двух газов (простое вещество **B** и сложное вещество **B**) общим объемом 20 дм^3 (н. у.). Эту смесь газов Генка встряхнул с избытком раствора гидроксида калия, при этом сложное вещество **B** полностью поглотилось, а объем оставшегося газа **B** составил $8,8 \text{ дм}^3$ (н. у.).

- Приведите формулу и массу (г) непоглотившегося газа **B**.
- Приведите формулу и количество (моль) газа **B**, образовавшегося в результате сжигания углеводорода **A** и затем поглотившегося раствором КОН.
- Установите молекулярную формулу углеводорода **A**.
- Приведите структурные формулы и названия двух углеводородов, подходящих под описанное выше условие задачи.

В другом своем эксперименте Генка нагрел порцию углеводорода **A** массой $17,4 \text{ г}$ без доступа воздуха. В резуль-

тате неполного разложения **A** в качестве единственных продуктов образовалась смесь двух углеводородов — **Г** и **Д** в равных химических количествах и осталось некоторое количество вещества **A**. Известно, что количество атомов углерода в молекуле **Г** такое же, как и в молекуле **Д**, и в два раза меньше, чем в молекуле **A**. Массовая доля углерода в молекуле вещества **Г** равна 85,71 %.

- д) Установите простейшую формулу вещества **Г**.
е) Запишите уравнение реакции разложения вещества **A** с образованием веществ **Г** и **Д** (используйте молекулярные, а не структурные формулы).

Известно, что образовавшийся в результате неполного разложения вещества **A** углеводород **Г** может обесцветить 408 см³ 5% -ного (по массе) раствора брома в ССl₄ ($\rho(\text{р-ра}) = 1,6 \text{ г/см}^3$).

- ж) Определите степень разложения (%) углеводорода **A** (отношение количества разложившегося углеводорода **A** к его исходному количеству) и относительную плотность по водороду (25 °С и атмосферное давление) образовавшейся в результате разложения смеси газов.

В третьем эксперименте Генка подверг углеводород **Г** массой 11,2 г полимеризации. В результате получился полимер, содержащий $1,204 \cdot 10^{19}$ молекул, а объем непрореагировавшего вещества **Г** составил 1792 см³ (н. у.).

- з) Рассчитайте массу (г) образовавшегося полимера, среднюю молярную массу (г/моль) полимера и степень полимеризации (среднее число мономерных звеньев в молекуле полимера).

- 277.** *Газообразная смесь алкана с этеном имеет объем (н. у.) 6,72 дм³. Половину смеси пропустили через сосуд с избытком бромной воды. При этом масса сосуда с содержимым возросла на 0,7 г. Вторую половину смеси сожгли в избытке кислорода, в результате чего образовалась вода массой 5,4 г. Установите формулу алкана. Определите молярную массу смеси углеводородов.

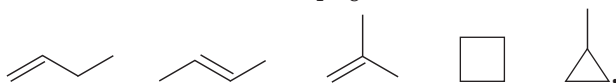
- 278.** Какую массу брома может присоединить смесь этана и изомерных бутенов общим объемом 22,4 дм³ (в пересчете на н. у.), если известно, что массовая доля атомов углерода в исходной смеси равна 85,04 % ?
- 279.** *Газообразный углеводород, массовая доля углерода в котором равна 85,7 %, сожгли в избытке кислорода. При пропускании образовавшихся газообразных продуктов (н. у.) через 201,44 см³ раствора гидроксида калия ($\omega(\text{KOH}) = 10\%$, $\rho = 1,39$ г/см³) образовался раствор, массовая доля кислой соли в котором равна 11,0 %.
- Установите простейшую формулу углеводорода.
 - Установите молекулярную формулу углеводорода, если известно, что ей соответствуют пять структурных изомеров.
 - *Приведите структурные формулы изомеров и назовите их.
 - Найдите массу сожженного углеводорода.

Решение

Сначала установим простейшую формулу углеводорода:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = \frac{85,7}{12} : \frac{14,3}{1} = 7,141 : 14,3 = 1 : 2.$$

Простейшая формула C_nH_{2n} . Этой простейшей формуле могут соответствовать как алкены, так и циклоалканы. Пятью структурными изомерами в данном случае могут быть три изомерных бутена и два циклоалкана с четырьмя атомами углерода в молекуле — циклобутан и метилциклопропан. Формулы изомеров состава C_4H_8 :



Для ответа на последний вопрос сначала найдем число моль KOH в растворе:

$$n(\text{KOH}) = \frac{m\omega\rho}{M} = \frac{201,44 \cdot 0,1 \cdot 1,39}{56} = 0,500 \text{ моль.}$$

Углекислый газ, образовавшийся в результате сжигания углеводорода, сначала взаимодействует со щелочью (рис. 15):

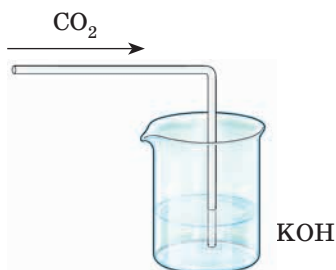
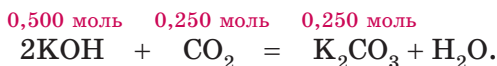


Рис. 15

При этом сначала поглощается 0,250 моль CO_2 и образуется средняя соль K_2CO_3 в количестве 0,250 моль:



Дальнейшее поглощение CO_2 осуществляется уже раствором карбоната калия и приводит к образованию кислой соли (рис. 16):

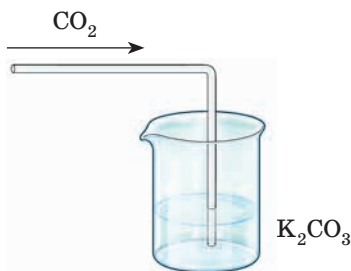
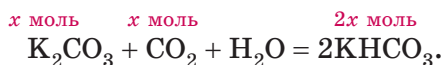


Рис. 16

Запишем уравнение протекавшей реакции, учитывая, что дальнейшее поглощение углекислого газа обусловлено его взаимодействием с карбонатом калия с образованием гидрокарбоната. По условию задачи массовая доля гидрокарбоната калия в образовавшемся растворе составляет 11 %. Пусть количество поглощенного CO_2 равно x моль.



Составим уравнение для массовой доли гидрокарбоната калия:

$$\omega(\text{KHCO}_3) = \frac{m(\text{KHCO}_3)}{m(\text{р-ра})}. \quad (1)$$

Очевидно, что масса кислой соли равна $2x \cdot M(\text{KHCO}_3)$.

Масса раствора будет состоять из массы исходного раствора гидроксида калия, массы $0,25$ моль CO_2 , поглощение которого дало $0,25$ моль K_2CO_3 , и массы x моль CO_2 , образовавшего $2x$ моль кислой соли:

$$\begin{aligned} m(\text{р-ра}) &= m(\text{р-ра KOH}) + 0,250 \cdot 44 + x \cdot 44 = \\ &= 280 + 11 + 44x = 291 + 44x. \\ M(\text{KHCO}_3) &= 100 \text{ г/моль}. \end{aligned}$$

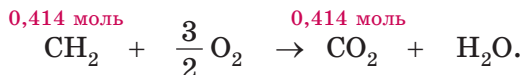
Подставляем полученные выражения в уравнение (1) и решаем его:

$$\begin{aligned} \omega(\text{KHCO}_3) &= \frac{m(\text{KHCO}_3)}{m(\text{р-ра})} = \frac{100 \cdot 2 \cdot x}{291 + 44x} = 0,11; \\ x &= 0,164 \text{ моль}. \end{aligned}$$

Найдем общее количество поглощенного углекислого газа:

$$n(\text{CO}_2) = 0,250 + 0,164 = 0,414 \text{ моль}.$$

Рассчитаем массу сожженного углеводорода. Напомним, что его простейшая формула CH_2 . Уравнение реакции горения углеводородов такого состава:



Масса сожженного углеводорода:

$$m = n \cdot M = 0,414 \cdot 14 = 5,8 \text{ г}.$$

Ответ: а) CH_2 ; б) C_4H_8 ; в) три алкена и два циклоалкана; г) $5,8$ г.

2.3. АЛКАДИЕНЫ

- 280.** Приведите общую формулу гомологического ряда алкадиенов.
- 281.** Приведите структурную формулу молекулы бутадиена-1,3. В каком состоянии гибридизации находятся атомы углерода в этой молекуле? Какое пространственное строение имеет молекула бутадиена-1,3? Укажите приблизительные значения валентных углов в молекуле.
- 282.** Нарисуйте схему перекрывания атомных орбиталей при образовании π -связей в молекуле бутадиена-1,3. На рисунке 17 приведены длины связей углерод—углерод (нм) в молекулах этилена, этана и бутадиена-1,3:

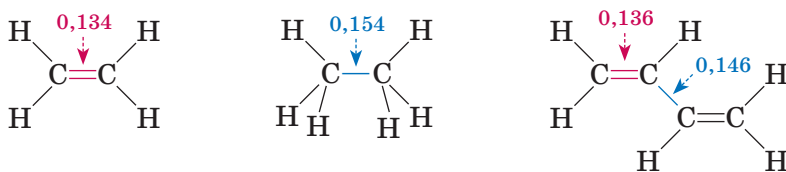
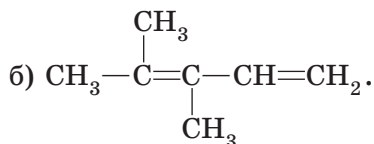
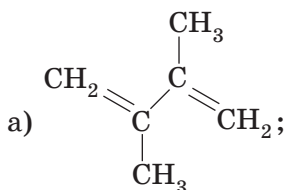


Рис. 17

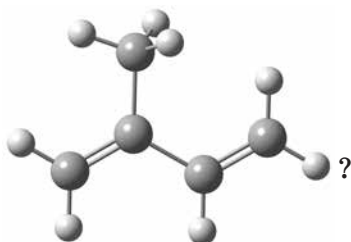
Объясните:

- почему длина связи между вторым и третьим атомами углерода в бутадиене-1,3 заметно меньше, чем длина связи углерод—углерод в молекуле этана;
 - почему связи $C(1)=C(2)$ и $C(3)=C(4)$ в бутадиене-1,3 длиннее связи $C=C$ в этилене.
- 283.** Приведите структурную формулу алкадиена, изомерного бутадиену-1,3. Дайте название этому алкадиену.
- 284.** Приведите структурные формулы и названия всех алкадиенов состава C_5H_8 . Какие из приведенных веществ относятся к сопряженным диенам? Какое из приведенных вами веществ может существовать в виде *цис*- и *транс*-изомеров?

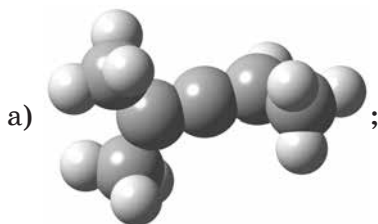
285. Дайте название алкадиенам, структурные формулы которых:



286. Какое тривиальное название имеет алкадиен, модель молекулы которого:



287. Приведены модели молекул:



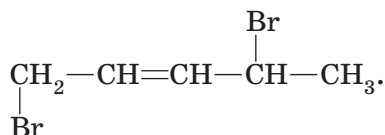
Дайте названия всем приведенным веществам. Укажите модели молекул сопряженных алкадиенов.

288. Напишите формулы следующих алкадиенов:

а) 3-этилгексадиен-1,5;

б) *цис*-2-метилпентадиен-1,3.

289. Бутадиен-1,3 является газом при н. у. ($t_{\text{кип}} = -4 \text{ }^\circ\text{C}$). В каких агрегатных состояниях при н. у. будут находиться пропадиен и изопрен? Поясните ваш ответ. Как вы думаете, смешивается ли изопрен: а) с водой; б) гексаном?
290. Напишите уравнения протекающих реакций и назовите вещества, которые получаются в результате присоединения к молекуле бутадиена-1,3: а) одной молекулы водорода; б) одной молекулы хлора. Учтите возможность образования продуктов 1,2- и 1,4-присоединения. Какие из полученных веществ могут существовать в виде *цис-транс*-изомеров?
291. Напишите уравнения протекающих реакций и назовите вещества, которые получаются в результате присоединения к молекуле изопрена: а) одной молекулы брома; б) двух молекул брома. Учтите возможность образования продуктов 1,2- и 1,4-присоединения.
292. Напишите уравнения возможных реакций, протекающих при последовательном присоединении к молекуле бутадиена-1,3 сначала одной молекулы хлора, а затем одной молекулы брома. Назовите конечные продукты. Почему среди конечных продуктов не может быть 1,4-дибром-2,3-дихлорбутана? Что нужно изменить, чтобы в результате последовательных реакций присоединения получить из бутадиена 1,4-дибром-2,3-дихлорбутан?
293. Напишите структурные формулы сопряженных диенов, при гидрировании которых образуется 2-метилпентен-2. Учтите возможность 1,2- и 1,4-присоединения.
294. В результате присоединения одной молекулы брома к молекуле алкадиена получено вещество состава:



Приведите структурную формулу и название алкадиена, а также формулы других продуктов, которые могут

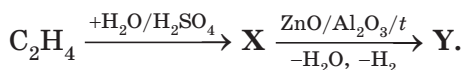
образоваться в результате присоединения одной молекулы брома к указанному алкадиену.

- 295.** В результате гидрирования бутадиена-1,3 массой 16,2 г получен бутан массой 8,7 г. Рассчитайте выход продукта реакции.
- 296.** В результате дегидрирования бутана объемом 8,96 дм³ (н. у.) получен бутадиен-1,3 массой 16,2 г. Рассчитайте выход продукта реакции.
- 297.** Бутадиен-1,3 объемом 5,6 дм³ (н. у.) вступил в реакцию присоединения с бромом. Рассчитайте массу полученного 1,4-дибромбутена-2, если выход продукта реакции составил 40 %.
- 298.** Запишите уравнение реакции, протекающей при действии избытка спиртового раствора гидроксида калия на 1,4-дибромбутан. Рассчитайте массу полученного в данном процессе органического вещества, если для реакции был взят 1,4-дибромбутан массой 108 г, а выход продукта реакции составил 70 %.
- 299.** Какая масса 2-метилбутана потребуется для получения изопрена массой 32,64 г, если выход реакции дегидрирования составляет 80 %?
- 300.** Запишите уравнение реакции, протекающей при действии избытка спиртового раствора гидроксида калия на 2-метил-1,4-дихлорбутан. Какая масса 2-метил-1,4-дихлорбутана потребуется для получения изопрена массой 54,4 г по указанной реакции, если выход продукта реакции составит 80 %?
- 301.** Рассчитайте массу 3,4-дибромбутена-1, образующегося в результате пропускания бутадиена-1,3 массой 27 г через раствор, содержащий бром массой 96 г. Выход продукта реакции составляет 74 %.
- 302.** В смеси бутадиена-1,3 и водорода объемная доля бутадиена-1,3 составляет 30 %, а объем смеси равен 50 дм³ (н. у.). Эту смесь пропустили над никелевым катали-

затормозит при нагревании. В результате получен бутан объемом 12 дм³ (н. у.). Определите выход продукта реакции.

- 303.** Рассчитайте массу 1,4-дибромбутена-2, полученного в результате двухстадийного синтеза из бутена-1 объемом 11,2 дм³ (н. у.). Первая реакция — дегидрирование, вторая — бромирование. Известно, что выход продукта реакции на первой стадии составил 80 %, а на второй — 60 %.

- 304.** Осуществите цепочку превращений:



Какой объем (н. у.) этилена потребуется для получения 56 дм³ (н. у.) вещества Y по указанной схеме превращений, если выход продукта реакции на первой стадии равен 75 %, а на второй стадии потери составили 40 %?

- 305.** Смесь, состоящую из бутена-1 и паров 2-хлорбутана, сожгли в кислороде. Продукты полного сгорания охладили до температуры 20 °С. Жидкость объемом 34,2 см³ с плотностью 1,1 г/см³, образовавшуюся в результате конденсации продуктов горения, добавили к раствору гидрокарбоната калия, взятому в избытке. В результате выделился газ объемом 4,48 дм³ (н. у.). Вычислите объем (н. у.) кислорода, вступившего в реакцию в условиях опыта.
- 306.** В результате гидрирования пентадиена-1,4 массой 6,8 г образовалась смесь *n*-пентана и пентена-1. Полученную смесь растворили в *n*-гептане и к полученному раствору небольшими порциями добавляли бромную воду, пока раствор не перестал обесцвечиваться. В результате масса раствора в гептане увеличилась на 6,4 г. Определите: а) массу пентена-1; б) массовую долю *n*-пентана в смеси с пентеном-1; в) объем затраченного на гидрирование водорода.

- 307.** При сжигании в кислороде смеси пропена, бутина-1 и паров хлоропрена (2-хлорбутадиена-1,3) с последующим охлаждением продуктов полного сгорания до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ образовалось $32,82\text{ см}^3$ жидкости с плотностью $1,1\text{ г/см}^3$, при взаимодействии которой с избытком гидрокарбоната натрия выделяется $4,48\text{ дм}^3$ (н. у.) газа. Укажите массу пропена в смеси, если измеренный при н. у. объем вступившего в реакцию кислорода равен $65,408\text{ дм}^3$.
- 308.** При сжигании в кислороде смеси пропена, бутина-1 и паров хлоропрена (2-хлорбутадиена-1,3) с последующим охлаждением продуктов полного сгорания до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ образовалось $16,41\text{ см}^3$ жидкости с плотностью $1,1\text{ г/см}^3$, при взаимодействии которой с избытком гидрокарбоната натрия выделяется $2,24\text{ дм}^3$ (н. у.) газа. Укажите разность между максимальным и минимальным объемом кислорода, измеренным при н. у., который может вступить в реакцию в условиях опыта.
- 309.** Полимер **X** получают в промышленности из газообразного (н. у.) углеводорода **Y**, при полном сгорании которого образуется вода массой, равной массе углеводорода. Средняя молярная масса полимера **X** составляет $405\ 000\text{ г/моль}$. Установите формулу углеводорода **Y**. Найдите степень полимеризации углеводорода **Y** в этом образце.
- 310.** Полимер **X** получают в промышленности из углеводорода **Y**. При полном сгорании вещества **Y** массой 34 г образуется вода массой 36 г . В результате полимеризации вещества **Y** массой 34 г образуется полимер, содержащий $6,02 \cdot 10^{19}$ макромолекул. Установите формулу углеводорода **Y**. Найдите степень полимеризации углеводорода **Y** в этом образце.
- 311.** Для полного сжигания некоторого алкадиена требуется кислород объемом 110 см^3 . Для гидрирования такого же количества этого алкадиена до соответствующего алкана необходим водород объемом 40 см^3 . Определите: а) формулу алкадиена; б) степень полимеризации

алкадиена, если из него получен полимер со средней молярной массой 1 080 000 г/моль.

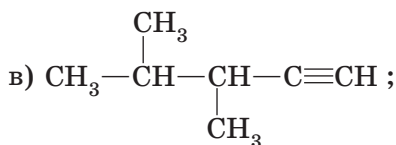
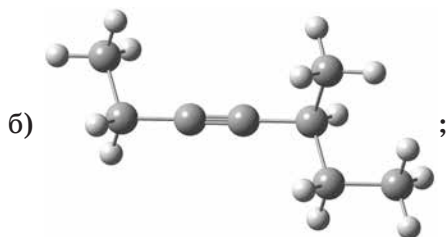
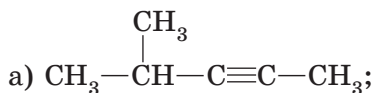
- 312.** Укажите массу водорода, вступившего в реакцию гидрирования с бутадиеном-1,3 объемом 16,8 дм³ (н. у.), если полученная смесь углеводородов обесцвечивает 800 г раствора брома в CCl₄ с массовой долей брома 10 %.
- 313.** При сжигании 14,8 г смеси бутадиена-1,3, пропена и этина в избытке кислорода образовался углекислый газ объемом 24,64 дм³ (н. у.). Укажите массу выделившейся при этом воды.
- 314.** При сжигании 21,2 г смеси бутадиена-1,3, пропена и бутана в избытке кислорода образовался углекислый газ объемом 33,6 дм³ (н. у.). Укажите массу (г) вступившего в реакцию кислорода.
- 315.** Массовая доля углерода в молекуле алкадиена равна 87,80 %. Установите молекулярную формулу алкадиена.
- 316.** Массовая доля углерода в газообразной смеси двух ближайших гомологов алкадиенов равна 88,46 %. Установите формулы алкадиенов и их объемные доли в смеси.
- 317.** В результате полного сгорания смеси двух ближайших гомологов алкадиенов получен углекислый газ объемом 62,72 дм³ (н. у.) и вода массой 41,4 г. Установите формулы сожженных алкадиенов и их массовые доли в смеси.
- 318.** При сжигании органического вещества массой 7,2 г получены только вода массой 8,64 г и углекислый газ. Углекислый газ полностью поглотили раствором гидроксида калия, масса КОН в котором равнялась 26,88, и получили 16,56 г средней соли. Определите молекулярную формулу органического вещества, если известно, что в состав его молекулы входит один атом кислорода.
- 319.** Для полного сгорания нециклического углеводорода химическим количеством 0,2 моль понадобился кислород

объемом 24,64 дм³ (н. у.). Выделившийся углекислый газ поглотили раствором NaOH. В образовавшейся смеси кислой и средней солей масса карбоната натрия составила 5,3 г. Относительная плотность углеводорода по кислороду меньше 2. Установите формулу углеводорода. Какова была масса NaOH в растворе?

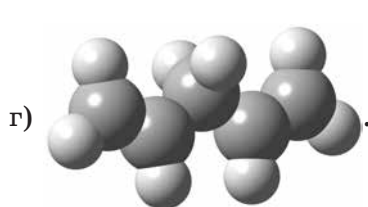
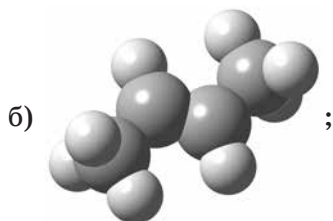
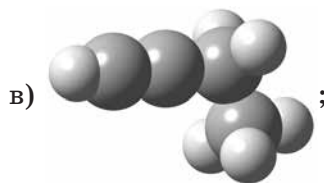
2.4. АЛКИНЫ

- 320.** Приведите общую формулу гомологического ряда алкинов.
- 321.** Укажите формулы веществ, которые могут относиться к гомологическому ряду алкинов:
- $$\text{C}_6\text{H}_8, \text{C}_6\text{H}_{10}, \text{C}_{10}\text{H}_{20}, \text{C}_8\text{H}_{14}, \text{C}_2\text{H}_2, \text{C}_{12}\text{H}_{24}, \text{C}_5\text{H}_7\text{Cl}.$$
- 322.** Нарисуйте схему перекрывания атомных орбиталей при образовании σ - и π -связей в молекуле ацетилена. Укажите тип гибридизации атомов углерода. Расположите следующие молекулы: ацетилен, этилен, этан в порядке: а) увеличения прочности связи углерод—углерод; б) увеличения длины связи углерод—углерод.
- 323.** Приведите структурную формулу молекулы пропина. Укажите типы гибридизации атомов углерода и приблизительные значения валентных углов в этой молекуле. Изобразите шаростержневую модель молекулы пропина. Сколько атомов в данной молекуле находится на одной прямой?
- 324.** Приведите структурные формулы веществ, названия которых бутин-1, бутин-2, пропадиен, пропен, бутадиен-1,3. Укажите молекулы, в которых все атомы углерода находятся на одной прямой.
- 325.** Расположите следующие молекулы в порядке увеличения длины связи углерод—углерод: этан, этилен, бутадиен-1,3 (связь между первым и вторым атомами углерода), бутадиен-1,3 (связь между вторым и третьим атомами углерода), ацетилен. Поясните ваш ответ.

- 326.** Напишите структурные формулы всех изомерных алкинов и алкадиенов состава C_4H_6 . Дайте им названия.
- 327.** Дайте название алкинам, структурные формулы и модели молекул которых:



- 328.** Приведены модели молекул:



Дайте название всем приведенным веществам. Укажите вещества, являющиеся изомерами. Укажите модели молекул, содержащих две π -связи.

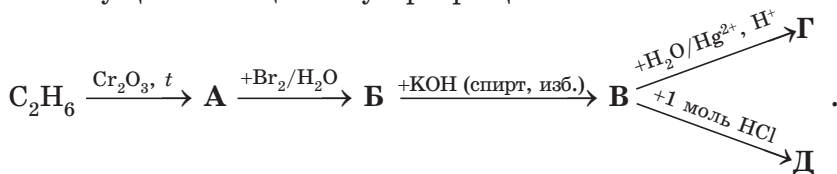
- 329.** В каких агрегатных состояниях при температуре $25\text{ }^\circ\text{C}$ находятся ацетилен, пропиин, бутин-1 и пентин-1? Рассчитайте плотность ацетилена и пропина при н. у. Можно ли аналогичным образом рассчитать плотность пентина-1 при н. у.?
- 330.** Используя данные таблицы, приведенной в п. 18 учебного пособия, постройте график зависимости температуры кипения алкинов $\text{C}_2\text{—C}_8$ с неразветвленной углеродной цепью от числа атомов углерода в их молекулах. Объясните наблюдаемую закономерность.
- 331.** Для алкинов, как и для алкенов, характерны реакции присоединения. Какие связи углерод—углерод (σ - или π -) разрушаются в результате данных реакций? Поясните свой ответ.
- 332.** Напишите уравнения протекающих реакций и назовите вещества, которые получаются в результате присоединения к молекуле ацетилена: а) одной молекулы водорода; б) двух молекул водорода; в) одной молекулы брома; г) двух молекул брома. Какое из полученных веществ может существовать в виде *цис-транс*-изомеров?
- 333.** Напишите уравнения протекающих реакций и назовите вещества, которые последовательно образуются в результате пропускания пропина через склянку, содержащую избыток бромной воды.
- 334.** Смесь 13 г этина и 10 г этилена пропустили через склянку, содержащую избыток бромной воды. Приведите уравнения протекавших реакций. На какую величину возросла масса склянки?
- 335.** С помощью какой реакции можно различить этан и ацетилен? Приведите уравнение реакции и опишите наблюдаемые явления.

- 336.** После пропускания через склянку с бромной водой (избыток) 15 дм^3 (н. у.) смеси этана и ацетилена масса склянки увеличилась на $10,4 \text{ г}$. Определите объемную долю этана в смеси газов.
- 337.** В результате пропускания через склянку с бромной водой (избыток) 20 дм^3 (н. у.) смеси пропана и пропина не поглотилось $8,8 \text{ дм}^3$ (н. у.) газа. Определите массу образовавшегося в результате реакции бромсодержащего органического вещества.
- 338.** В результате неполного гидрирования алкина получается алкен, который может существовать в виде двух пространственных *цис-транс*-изомеров. При взаимодействии полученного алкена с бромной водой образуется дибромпроизводное алкана состава $\text{C}_4\text{H}_8\text{Br}_2$. Приведите структурные формулы алкина и алкена, а также уравнения всех протекающих реакций.
- 339.** В результате гидрирования вещества **X** образуется алкан C_6H_{14} разветвленного строения, при хлорировании которого можно получить четыре структурных изомера, содержащих один атом хлора в молекуле. При взаимодействии **X** с избытком раствора брома в CCl_4 образуется вещество состава $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{Br}_4$. Приведите структурную формулу и название вещества **X**, если известно, что оно содержит только одну кратную связь.
- 340.** Напишите уравнение реакции присоединения одной молекулы хлороводорода к молекуле бутина-2. Назовите полученное вещество. При взаимодействии полученного вещества с еще одной молекулой хлороводорода образовалось соединение, атомы хлора в котором находятся при одном атоме углерода. Напишите уравнение реакции и назовите образовавшийся продукт.
- 341.** Углеводород **A** легче воздуха. При гидрировании **A** образуется углеводород **B**, который также легче воздуха. При взаимодействии вещества **B** с водой в присутствии серной кислоты образуется вещество **B**. Вещество **A**

может быть получено действием избытка спиртового раствора гидроксида калия на дихлорпроизводное алкана Г, у которого атомы хлора находятся при одном атоме углерода. Определите формулы веществ А—Г, приведите уравнения описанных реакций и укажите условия их протекания.

- 342.** При действии воды на твердое вещество А образуется углеводород Б, который легче воздуха. При гидрировании Б образуется углеводород В, который тяжелее воздуха. В результате монохлорирования вещества В при облучении получено вещество Г. Вещество Г взаимодействует со спиртовым раствором гидроксида калия с образованием газообразного (н. у.) углеводорода Д. Определите формулы веществ А—Д, приведите уравнения описанных реакций и укажите условия их протекания.

- 343.** Осуществите цепочку превращений:

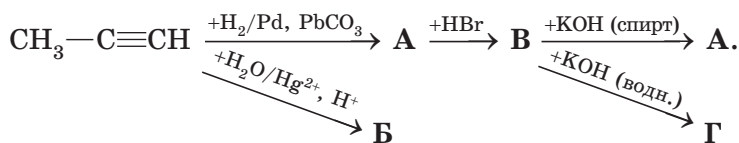


Относительная плотность по водороду вещества А равна 14.

- 344.** *Осуществите превращения согласно схеме:

пропан → пропен → 2-хлорпропан → пропен → 1,2-дибромпропан → пропин.

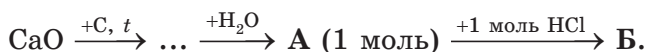
- 345.** *Осуществите цепочку превращений:



- 346.** Какое тривиальное название имеет вещество, структурная формула которого $\text{CH}_2=\text{CHCl}$? Как получить это вещество из ацетилена? Приведите уравнение реакции.

Запишите уравнение реакции полимеризации данного вещества. Какую массу полимера можно получить из ацетилена объемом 1 м³ (н. у.), если выход продукта реакции на первой стадии составил 80 %, а на стадии полимеризации потери равны 35 %? Чему равна степень полимеризации, если средняя молярная масса полученного полимера составила 37375 г/моль?

347. Осуществите цепочку превращений:



Какую массу образца оксида кальция необходимо взять для получения вещества **Б** массой 12,5 г, если общий выход процесса составляет 60 %, а образец оксида кальция содержит 10 % инертных примесей?

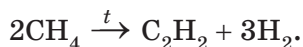
348. Имеется смесь ацетилена и водорода. Объемы (н. у.) газов равны 4,48 дм³ и 3,36 дм³ соответственно. Определите количество (моль) газов в смеси, их объемные доли, массу смеси, молярную массу смеси и относительную плотность смеси по гелию.

349. Имеется смесь пропина и метана. Массы веществ в смеси равны 4 г и 4,8 г соответственно. Определите количество (моль) газов, объемы (н. у.) и объемные доли газов в смеси, массу смеси, молярную массу смеси и относительную плотность смеси по водороду.

350. Имеется смесь ацетилена, водорода и метана. Объемы газов в смеси одинаковы, а объем смеси равен 40 дм³ (н. у.). Определите массу смеси, молярную массу смеси, плотность смеси (н. у.), массовые доли веществ в смеси.

351. В смеси ацетилена и углекислого газа на одну молекулу ацетилена приходится две молекулы углекислого газа. Определите относительную плотность по водороду этой смеси.

- 352.** Пиролиз метана можно отобразить следующим уравнением:



Рассчитайте молярную массу смеси газов, образующейся в результате данного процесса. Считайте, что метан разложился полностью.

- 353.** Массовые доли этана и пропина в смеси равны. Чему равны объемные доли газов в смеси и плотность смеси (н. у.)?
- 354.** После пропускания через склянку с бромной водой (избыток) $11,2 \text{ дм}^3$ (н. у.) смеси метана и ацетиленов масса склянки увеличилась на $7,8 \text{ г}$. Определите молярную массу смеси газов.
- 355.** В газовой смеси объемы ацетиленов и метана относятся как $1 : 3$. К этой смеси добавили неизвестный газ объемом, равным объему ацетиленов, при этом молярная масса смеси уменьшилась на $3,3 \text{ г/моль}$. Определите молярную массу неизвестного газа.
- 356.** К смеси, состоящей из водорода объемом 20 дм^3 и углекислого газа объемом 30 дм^3 , добавили пропин. При этом относительная плотность смеси по водороду увеличилась на $7,84 \%$. Рассчитайте объем добавленного пропина. Все объемы измерены при н. у.
- 357.** Относительная плотность по водороду смеси пропина и пропана равна $20,5$. Определите объемную долю и массовую долю пропина в смеси.
- 358.** $11,2 \text{ дм}^3$ (н. у.) смеси метана и ацетиленов имеет массу 11 г . Определите объем, массу, объемную долю и массовую долю метана в смеси.
- 359.** Плотность смеси пропина и водорода равна $0,429 \text{ г/дм}^3$ (н. у.). Объем смеси равен $44,8 \text{ дм}^3$.
- а) Определите объемы газов в смеси.
- б) Указанную смесь пропустили над никелевым катализатором при нагревании. Рассчитайте массу по-

лученного пропана, если выход продукта реакции составил 70 %.

360. Относительная плотность смеси ацетилена и пропилена по водороду равна 17,9. Масса этой смеси равна 179 г. Рассчитайте объем воздуха (н. у.), необходимого для полного сжигания указанной смеси. Объемная доля кислорода в воздухе равна 21 %.

361. Пиролиз метана можно отобразить следующим уравнением:



Для реакции использовали метан объемом 80 дм³ (н. у.). Рассчитайте объемы (н. у.) и объемные доли веществ в смеси, образовавшейся в результате пиролиза, если разложению подверглось 70 % от исходного количества метана.

362. Смесь пропена и водорода с относительной плотностью по гелию 3,2 пропустили над никелевым катализатором, после чего относительная плотность газовой смеси по кислороду составила 0,5. Рассчитайте выход продукта реакции.

363. Масса смеси этилена и водорода равна 176 г, а объем смеси равен 224 дм³ (н. у.). Смесь пропустили над платиновым катализатором. После отделения полученного этана относительная плотность газовой смеси по водороду составила 10,75. Рассчитайте выход продукта реакции.

364. Молярная масса смеси этилена и водорода равна 12,4 г/моль. Смесь пропустили над платиновым катализатором, а затем через избыток бромной воды. В результате этих операций молярная масса газовой смеси увеличилась на 10,2 %. Рассчитайте выход продукта реакции.

365. При неполном дегидрировании этена образовалась смесь газов, плотность по водороду которой 10. Определите объемные доли газов в образовавшейся смеси.

- 366.** Ацетилен объемом 10 дм^3 (н. у.) смешали с водородом объемом 16 дм^3 (н. у.). В результате реакции гидрирования в качестве единственного продукта образовался этилен, а объем смеси уменьшился на 6 дм^3 (н. у.). Определите выход продукта реакции и объемные доли газов в полученной смеси.
- 367.** Бутин-1 объемом 25 дм^3 смешали с избытком кислорода. Смесь подожгли. После окончания реакции объем газовой смеси составил 200 дм^3 . Какой объем кислорода был добавлен к бутину-1? Все объемы измерялись при температуре $150 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $101,3 \text{ кПа}$.
- 368.** Бутин-1 массой $5,4 \text{ г}$ присоединил 8 г брома, при этом образовалась смесь веществ. Укажите максимальный объем (дм^3 , н. у.) водорода, который может присоединить эта смесь.
- 369.** Газообразная смесь алкана с ацетиленом имеет объем $8,96 \text{ дм}^3$ (н. у.). Половину смеси пропустили через сосуд с избытком бромной воды. При этом масса сосуда с содержимым увеличилась на $3,9 \text{ г}$. Вторую половину смеси сожгли в избытке кислорода. В результате образовалась вода массой $4,5 \text{ г}$. Установите формулу алкана. Определите молярную массу исходной смеси углеводородов.
- 370.** Алкин массой $96,3 \text{ г}$ сожгли в избытке кислорода. Образовавшийся углекислый газ смешали с гелием объемом 336 дм^3 (н. у.). Молярная масса полученной смеси составила 17 г/моль . Определите молекулярную формулу алкина.
- 371.** При полном сгорании углеводорода **A** массой $18,90 \text{ г}$ выделилось $31,36 \text{ дм}^3$ углекислого газа (н. у.).
- Установите простейшую формулу углеводорода **A**.
 - Определите молекулярную формулу углеводорода **A**, если его относительная плотность по воздуху меньше 3.
 - Приведите структурные формулы трех изомерных веществ, удовлетворяющих условию задачи.

- 372.** Массовая доля хлора в органическом веществе **X** равна 56,8 %. Это вещество может быть получено присоединением одной молекулы хлороводорода к молекуле соответствующего углеводорода. Средняя относительная молекулярная масса высокомолекулярного соединения, полученного полимеризацией вещества **X**, равна 75 750. Укажите среднюю степень полимеризации высокомолекулярного соединения.
- 373.** При сгорании органического вещества **X** получено 33,0 г CO_2 , 6,75 г H_2O и 8,4 дм³ (н. у.) HCl . Это вещество может быть получено присоединением одной молекулы хлороводорода к молекуле соответствующего углеводорода. Средняя относительная молекулярная масса высокомолекулярного соединения, полученного полимеризацией вещества **X**, равна 57 750. Укажите среднюю степень полимеризации высокомолекулярного соединения.
- 374.** В результате полимеризации винилхлорида массой 125 г получен полимер, в котором содержится $3,01 \cdot 10^{21}$ макромолекул. Винилхлорид, не вступивший в реакцию полимеризации, может обесцветить 160 г раствора брома в CCl_4 с массовой долей брома 5 %. Вычислите: а) среднюю молярную массу полимера; б) степень полимеризации поливинилхлорида.
- 375.** Массовая доля углерода в алкине, выраженная в процентах, на 4,29 больше, чем в алкене с тем же числом атомов углерода. Установите формулы алкина и алкена.
- 376.** Имеется смесь алкена и алкина, причем в молекуле алкина число атомов углерода на один больше, чем в молекуле алкена. На полное сжигание некоторой порции такой смеси потребовался кислород массой 80,64 г. При этом образовалась вода массой 27 г. Рассчитайте максимально возможное значение суммы молярных масс углеводородов, удовлетворяющих условию задачи.

- 377.** При поглощении продуктов полного сгорания некоторого алкина избытком известковой воды выпал осадок массой 20 г. Масса раствора при этом уменьшилась на 8,32 г. Установите молекулярную формулу алкина.

2.5. АРЕНЫ

- 378.** Приведите общую формулу гомологов бензола.
- 379.** Приведите структурную формулу молекулы бензола. Укажите типы гибридизации атомов углерода, значения длин связей углерод—углерод и значения валентных углов в этой молекуле. Сколько атомов в данной молекуле находится в одной плоскости?
- 380.** Нарисуйте схему перекрывания атомных орбиталей при образовании π -связей в молекуле бензола. Расположите следующие молекулы: ацетилен, этилен, этан, бензол в порядке увеличения длины связи углерод—углерод. Как объяснить, что в молекуле бензола все связи углерод—углерод одинаковые?
- 381.** Приведите структурные формулы толуола, этилбензола, 1,2-диметилбензола, 1-метил-4-этилбензола, изопропилбензола. Укажите среди приведенных веществ: а) изомеры; б) гомологи этилбензола.
- 382.** Приведите структурные формулы всех гомологов бензола состава C_8H_{10} . Дайте названия приведенным веществам.
- 383.** Приведите структурные формулы всех гомологов бензола состава C_9H_{12} . Дайте названия приведенным веществам.
- 384.** Как объяснить, что для бензола, в отличие от алкенов, характерны реакции замещения? Приведите уравнения реакций этана с бромом при нагревании, гептена-1 с бромной водой, бензола с бромом в присутствии катализатора $FeBr_3$.

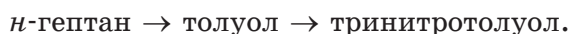
- 385.** Напишите уравнения реакций нитрования и гидрирования бензола. Укажите условия их протекания.
- 386.** Осуществите схему превращений:
 n -гексан \rightarrow бензол \rightarrow циклогексан.
- 387.** Осуществите схему превращений:
ацетилен \rightarrow бензол \rightarrow хлорбензол.
- 388.** Осуществите схему превращений:
 n -гептан \rightarrow толуол \rightarrow 4-бромтолуол.
- 389.** Осуществите схему превращений:
метан \rightarrow ацетилен \rightarrow бензол \rightarrow нитробензол.
- 390.** Какие вещества (гомологи бензола) образуются в результате дегидроциклизации n -октана? Приведите уравнения реакций и дайте названия образующимся органическим веществам.
- 391.** *Запишите уравнение реакции бензола с хлором при нагревании и интенсивном ультрафиолетовом освещении. Укажите название полученного вещества по систематической номенклатуре. К какому типу относится протекающая реакция? Напишите уравнение реакции хлорирования бензола в присутствии FeCl_3 . Укажите название полученного вещества. К какому типу относится данная реакция?
- 392.** *Бесцветная жидкость ($25\text{ }^\circ\text{C}$) А со специфическим запахом, нерастворимая в воде способна реагировать с хлором с образованием различных соединений в зависимости от условий. При нагревании и облучении ультрафиолетовым светом образуется только одно вещество, а в присутствии катализатора — два вещества, одно из которых бесцветный газ, образующий при пропускании через раствор нитрата серебра белый осадок. Установите формулу вещества А и приведите уравнения всех описанных реакций.

393. Углеводороды **A** и **B** содержат по шесть атомов углерода в молекулах. Вещество **A** не обесцвечивает бромную воду и раствор марганцовки, но вступает в реакцию замещения с бромом в присутствии FeBr_3 в качестве катализатора. Вещество **B** обесцвечивает бромную воду и раствор марганцовки. В результате гидрирования вещества **A** образуется соединение **B**, являющееся изомером вещества **B**. Известно также, что вещество **B** имеет симметричное строение и способно существовать в виде *цис*-, *транс*-изомеров. Установите формулы веществ **A**—**B** и приведите уравнения описанных реакций.

394. *Осуществите схему превращений:



395. *Осуществите схему превращений:

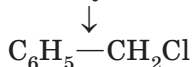


бензойная кислота

396. *Напишите схему реакции окисления 1,4-диметилбензола перманганатом калия в кислой среде.

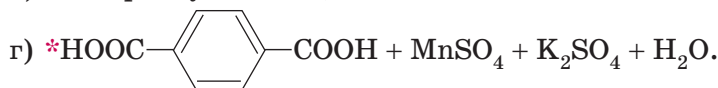
397. *Определите строение ароматического углеводорода C_9H_{12} , если известно, что при его окислении перманганатом калия в кислой среде образуется соединение состава $\text{C}_6\text{H}_3(\text{COOH})_3$, а при бромировании в присутствии FeBr_3 — только одно монобромпроизводное. Запишите уравнения описанных реакций.

398. *Осуществите схему превращений:



399. Какие вещества и при каких условиях вступили в реакцию, если в результате образовались следующие вещества (указаны все продукты реакций без коэффициентов):





Напишите уравнения реакций.

- 400.** *Метильная группа ориентирует входящий в бензольное кольцо реагент в положения 2 и 4, а группа $-COOH$ — в положение 3. На основании этих данных предложите схему получения из толуола: а) 4-бромбензойной кислоты; б) 3-бромбензойной кислоты.
- 401.** *Галоген ориентирует входящий в бензольное кольцо реагент в положения 2 и 4, а нитрогруппа — в положение 3. На основании этих данных предложите схему получения из бензола: а) 1-бром-4-нитробензола; б) 1-бром-3-нитробензола.
- 402.** Вещество А состава C_8H_8 обесцвечивает бромную воду с образованием продукта Б. Вещество А получают в результате дегидрирования гомолога бензола В. Вещество А вступает в реакцию полимеризации с образованием продукта Г, материалы на основе которого широко применяются в быту. Установите формулы веществ А—Г и приведите уравнения описанных реакций.
- 403.** *Как распознать на основании химических свойств три жидкости: бензол, гептан и винилбензол (стирол)? Приведите уравнения соответствующих реакций. Укажите условия их протекания. Опишите наблюдаемые явления.
- 404.** Смесь бензола и стирола массой 13 г может присоединить бром массой 8 г. Рассчитайте объем кислорода (н. у.), который потребуется для полного сжигания 26 г смеси бензола и стирола указанного состава.
- 405.** Смесь бензола и гептена-1 может обесцветить бромную воду, содержащую 8 г брома. При сгорании такого же количества смеси образуется углекислый газ объемом 11,872 дм³ (н. у.). Рассчитайте массовую долю бензола в смеси.

- 406.** Смесь циклогексана и циклогексена обесцвечивает 400 г 8 %-ного раствора брома в CCl_4 . При дегидрировании такой смеси с образованием бензола получается водород в количестве, достаточном для полного гидрирования бутена-1 массой 56 г. Определите массовую долю циклогексана в смеси.
- 407.** Раствор бутadiена-1,3 и бутина-2 в бензоле (масса раствора 10,5 г) может присоединить 16 г брома. Вычислите массовую долю бензола в исходном растворе.
- 408.** При полном сгорании смеси бензола и толуола массой 17,7 г получен углекислый газ объемом 30,24 дм^3 (н. у.). Определите массовую долю бензола в исходной смеси.
- 409.** На полное сгорание смеси бензола и циклогексана затрачен кислород объемом 26,88 дм^3 (н. у.). При этом образовался углекислый газ объемом 20,16 дм^3 (н. у.). Определите массовую долю бензола в исходной смеси.
- 410.** Масса углекислого газа, полученного в результате сгорания смеси бензола и толуола, в 4,444 раза больше массы образовавшейся воды. Определите массовую долю толуола в исходной смеси.
- 411.** Смесь бензола и этилбензола массой 2,09 г сожгли в избытке кислорода. Образовавшийся газ пропустили через избыток известковой воды. При этом выпал осадок массой 16 г. Определите массовую долю этилбензола в исходной смеси.
- 412.** При каталитическом дегидрировании смеси гексана, циклогексана и циклогексена получено 46,8 г бензола и выделилось 35,84 дм^3 (н. у.) водорода. Известно, что исходная смесь может присоединить 48 г брома. Определите состав исходной смеси в массовых долях.
- 413.** Смесь бензола, циклогексена и циклогексана при обработке бромной водой присоединяет 16 г брома. При каталитическом дегидрировании исходной смеси получено 27,3 г бензола и водород, объем которого в два

раза меньше объема водорода, необходимого для полного гидрирования исходной смеси. Определите состав исходной смеси в массовых долях.

- 414.** Углекислый газ, образовавшийся при сжигании углеводорода массой 2,12 г, относящегося к гомологическому ряду бензола, поглотили избытком известковой воды. В результате получили осадок массой 16 г. Определите молекулярную формулу углеводорода. Приведите структурные формулы всех углеводородов, удовлетворяющих условию задачи.
- 415.** В результате нитрования гомолога бензола массой 4,8 г с выходом 85 % было получено моонитропроизводное массой 5,61 г. Установите молекулярную и структурную формулы гомолога бензола, если известно, что при его взаимодействии с бромом в присутствии FeBr_3 может быть получено только одно монобромсодержащее органическое вещество.
- 416.** Некоторое количество ненасыщенного углеводорода вступает в реакцию присоединения с хлором с образованием дихлорпроизводного углеводорода массой 7 г. При действии на такое же количество углеводорода избытка бромной воды образуется дибромпроизводное массой 10,56 г. Установите формулу углеводорода и дайте ему название.
- 417.** Рассчитайте объем бензола ($\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$), который можно получить двухстадийным синтезом из карбида кальция массой 320 кг, если выход на каждой стадии равен 80 %, а карбид кальция содержит 10 % инертных примесей.
- 418.** В результате дегидрирования циклогексана массой 4,2 г с выходом 80 % получен бензол. В результате нитрования полученного бензола образовался нитробензол массой 3,69 г. Определите выход продукта реакции нитрования.

- 419.** При полном сгорании 34,6 г смеси двух гомологов бензола, отличающихся по составу на одну группу CH_2 , получили воду массой 30,6 г. Установите молекулярные формулы углеводородов и их массы.
- 420.** Относительная плотность паров смеси двух ближайших гомологов бензола по гелию равна 25,1. Определите молекулярные формулы углеводородов и объем (н. у.) воздуха, необходимого для полного сгорания данной смеси углеводородов массой 50,2 г.
- 421.** Смесь углеводородов массой 34 г, относящихся к гомологическому ряду бензола, сожгли в кислороде. На сжигание было затрачено 73,92 дм^3 (н. у.) кислорода. Рассчитайте массу воды, полученной при сгорании указанной смеси.

- 422.** *Закончите уравнение реакции окисления толуола горячим нейтральным раствором марганцовки и расставьте коэффициенты:



Смесь бензола и толуола общей массой 24,9 г обработали горячим нейтральным раствором перманганата калия. Органический слой и осадок отделили от раствора. Масса осадка оказалась равной 13,05 г. Чему равна масса органического слоя?

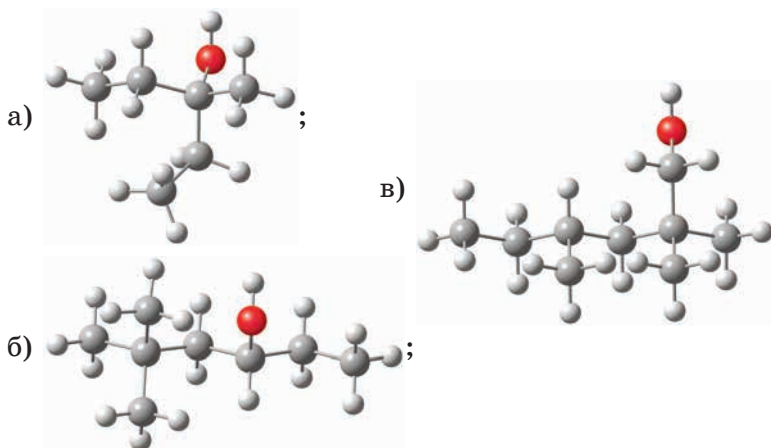
- 423.** *Смесь бензола и толуола обработали горячим нейтральным раствором перманганата калия. Органический слой и осадок отделили от раствора. Установлено, что масса органического слоя в результате уменьшилась на 27,6 г по сравнению с исходной смесью. Рассчитайте массу образовавшегося осадка.
- 424.** Относительная плотность по водороду газовой смеси, состоящей из паров бензола и водорода, равна 4,8. После пропускания смеси над катализатором ее плотность по озону возросла до 0,274. Определите объемную долю циклогексана в конечной смеси и степень превращения бензола в циклогексан.

Глава 3

КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

3.1. СПИРТЫ

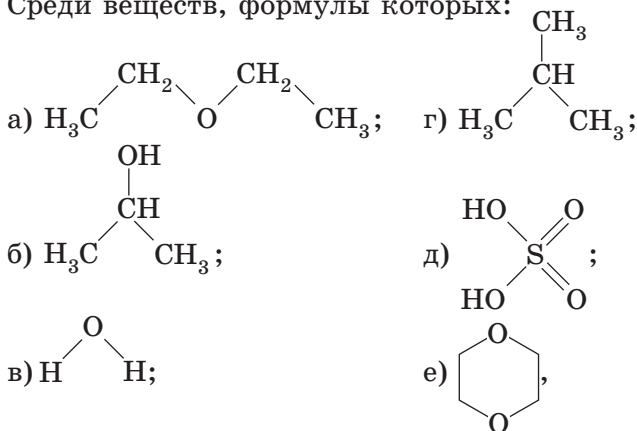
425. Приведите названия веществ, шаростержневые модели молекул которых:



Найдите среди названных веществ первичный, вторичный и третичный спирты.

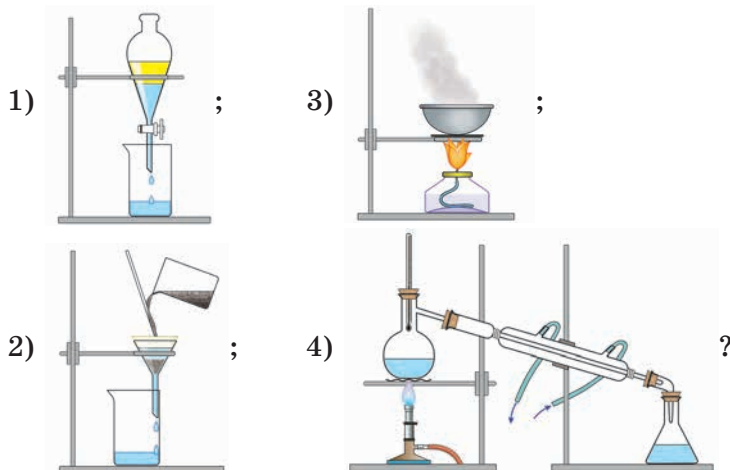
426. Для соединений состава $C_5H_{12}O$ приведите примеры изомерии углеродного скелета, положения функциональной группы и межклассовой изомерии. Приведите названия соответствующих веществ.
427. Молярная масса спирта, принадлежащего к гомологическому ряду метанола, равна 102 г/моль.
- Установите молекулярную формулу спирта.
 - Приведите структурные формулы и названия всех первичных спиртов, имеющих такую молекулярную формулу.

- 428.** Приведите структурную формулу и название простейшего третичного спирта с четырьмя первичными атомами углерода.
- 429.** Напишите структурную формулу двухатомного спирта состава $C_5H_{10}(OH)_2$, содержащего три метильные группы.
- 430.** Диметиловый эфир и пропанол-1 имеют молекулярные формулы соответственно C_2H_6O и C_3H_8O и по составу различаются на одну группу CH_2 . Являются ли диметиловый эфир и пропанол-1 гомологами? Ответ поясните.
- 431.** Составьте общие формулы гомологических рядов веществ:
 а) $CH_3-CH_2-CH_2OH$; в) $CH\equiv C-CH_2OH$;
 б) $CH_2=CH-CH_2OH$; г) $C_6H_5-CH_2-OH$;
- 432.** Используя данные таблицы, приведенной в п. 23 учебного пособия, постройте график зависимости температуры кипения первичных спиртов с неразветвленной углеродной цепью от числа атомов углерода в их молекулах. Выполните задания:
 а) объясните, почему с ростом числа атомов углерода в молекулах спиртов их температура кипения увеличивается;
 б) существуют ли газообразные при н. у. спирты? Ответ поясните.
- 433.** Почему температура кипения метанола (+65 °С) намного выше температуры кипения этана (-89 °С)?
- 434.** Среди веществ, формулы которых:



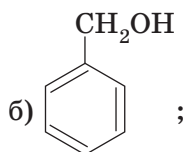
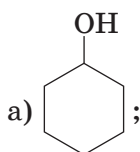
найдите вещества, в которых могут быть водородные связи. Изобразите образование этих водородных связей.

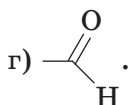
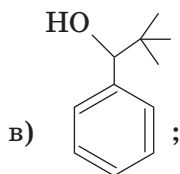
- 435.** Среди соединений, формулы которых приведены в задании 434, найдите вещества, молекулы которых способны образовывать водородные связи с молекулами воды. Изобразите образование этих водородных связей.
- 436.** Даны вещества: пропанол-1, этанол, диметиловый эфир, бутанол-1. Расположите эти вещества в порядке увеличения температур кипения. Ответ обоснуйте.
- 437.** Плотность этанола при 20 °С равна 0,79 г/см³, плотность *n*-гексана — 0,65 г/см³, плотность воды — 1 г/см³.
- Что будет наблюдаться, если смешать этанол с водой?
 - Что будет наблюдаться, если смешать *n*-гексан с водой?
 - Какие из способов, показанных на рисунках 1—4, следует использовать для разделения смесей, полученных в пунктах а) и б):



- 438.** Выполните задания.
- Вычислите плотности этана и углекислого газа при н. у.
 - Можно ли утверждать, что при н. у. этан легче углекислого газа?
 - Можно ли вычислить плотность метанола при н. у. тем же способом, который вы использовали в пункте а)?

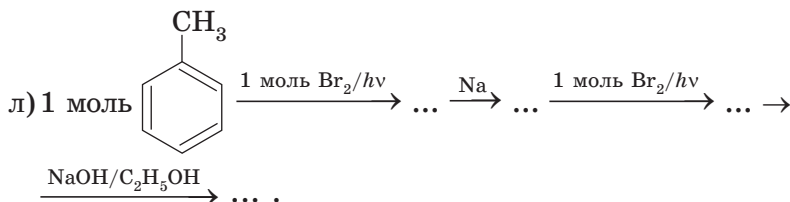
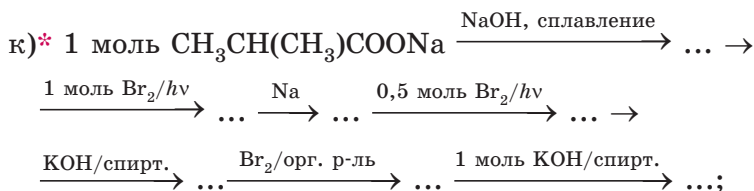
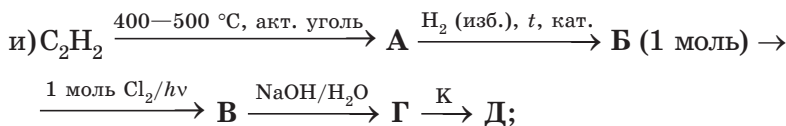
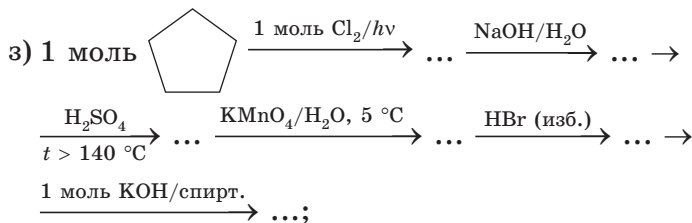
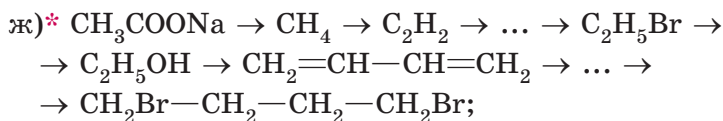
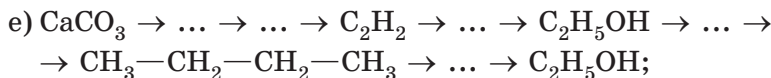
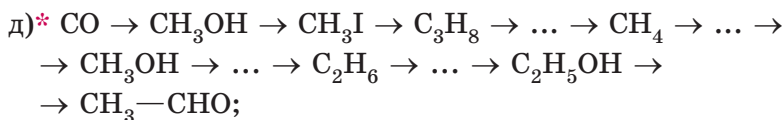
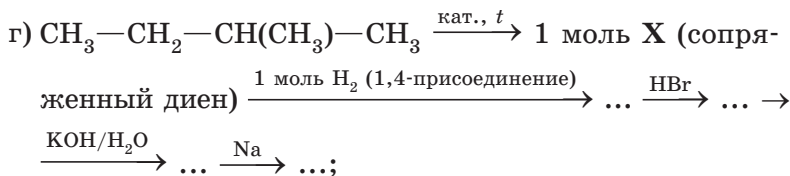
- г) Молярная масса метанола равна 32 г/моль, а углекислого газа — 44 г/моль. Можно ли утверждать, что при н. у. метанол легче углекислого газа?
- д) Молярная масса метанола равна 32 г/моль, а воды — 18 г/моль. Правильным ли будет утверждение, что при н. у. метанол тяжелее воды?
- 439.** При 20 °С в 1 литре воды растворяется примерно 22 г пентанола-1 и 0,3 г октанола-1.
- а) Какой спирт, пентанол-1 или октанол-1, лучше растворяется в воде и почему?
- б) Вычислите массовые доли пентанола-1 и октанола-1 в их насыщенных водных растворах при 20 °С.
- 440.** Напишите уравнения реакций бутанола-2: а) с натрием; б) бромоводородом; в) *хромовой смесью.
- 441.** Напишите уравнения реакций, которые могут протекать при нагревании бутанола-2 с концентрированной серной кислотой.
- 442.** Укажите формулы спиртов, которые не могут вступать в реакцию внутримолекулярной дегидратации (изменение углеродного скелета не происходит):
- а) пропанол-2;
- б) метанол;
- в) 3,3-диметилбутанол-2;
- г) 2,2-диметилбутанол-1;
- д) 3-метилбутанол-2.
- Запишите уравнения внутримолекулярной (где это возможно) и межмолекулярной дегидратации перечисленных спиртов.
- 443.** Укажите формулы веществ, которые могут быть получены гидратацией соответствующего ненасыщенного соединения без изменения углеродного скелета:





Запишите уравнения реакций гидратации (где это возможно).

- 444.** При погружении нагретой почерневшей медной проволоки в стакан с веществом **A** проволочка снова стала блестящей и образовался альдегид состава C_3H_6O . Приведите возможную структурную формулу вещества **A**. Напишите уравнение реакции.
- 445.** *Напишите уравнения реакций гидратации всех изомерных алкенов состава C_4H_8 . Сколько различных спиртов будет получено? Учтите, что присоединение протекает по правилу Марковникова.
- 446.** Напишите уравнения реакций всех изомерных хлорпроизводных алканов C_4H_9Cl с водным раствором гидроксида натрия. Сколько различных спиртов будет получено?
- 447.** Найдите в сети Интернет и внимательно посмотрите видеоопыты, иллюстрирующие реакцию различных насыщенных одноатомных спиртов с натрием. Какой спирт, метанол или 2-метилбутанол-2, будет активнее взаимодействовать с натрием? Поясните свой ответ.
- 448.** Осуществите химические превращения согласно схемам:
- а) $CH_2=CH_2 \xrightarrow{H_2O/H^+} \dots \xrightarrow{t = 170^\circ C/H_2SO_4} \dots \xrightarrow{HBr} \dots \rightarrow$
 $\xrightarrow{NaOH/H_2O} \dots \xrightarrow{CuO/t} \dots;$
- б) * $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \rightarrow CH_2=CH_2 \rightarrow C_2H_5Br \rightarrow$
 $\rightarrow C_2H_5OH \rightarrow C_2H_5ONa \rightarrow C_2H_5OH \rightarrow C_2H_5Br \rightarrow C_3H_8;$
- в) * $CH_2=CH-CH_3 \xrightarrow{HBr} \dots \xrightarrow{NaOH(H_2O)} \dots \xrightarrow{Na} \dots \rightarrow$
 $\xrightarrow{H_2O} \dots \xrightarrow{H_2SO_4, t > 140^\circ C} \dots \xrightarrow{H_2O/H^+} \dots;$



449. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно получить из пропанола-2: а) 1,2-дибромпропан; б) 2-бромпропан.
450. Предложите двухстадийный синтез бутанола-2 из *n*-бутана.
451. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно получить пропанол-2 из пропанола-1.
452. Напишите уравнения реакций, при помощи которых из этилового спирта можно получить: а) этиленгликоль; б) бензол.
453. Напишите уравнения реакций, при помощи которых из этанола и неорганических веществ можно получить бутанол-2.
454. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно получить из метанола: а) полиэтилен; б) поливинилхлорид; в) 1,4-полибутадиен.
455. Соединение состава $C_4H_{10}O$ реагирует с металлическим натрием, не может быть окислено в альдегиды или кетоны без изменения углеродного скелета, легко подвергается внутримолекулярной дегидратации. Приведите структурную формулу соединения. Напишите уравнения реакций.
456. Спирт состава $C_6H_{13}OH$ при окислении не может образовывать альдегид с тем же числом атомов углерода в молекуле. При внутримолекулярной дегидратации спирта образуется алкен, способный существовать в виде *цис*-, *транс*-изомеров. Приведите структурные формулы всех спиртов, удовлетворяющих условию задачи. Напишите уравнения реакций.
457. Спирт состава $C_6H_{13}OH$ при окислении образует альдегид с тем же числом атомов углерода в молекуле. При внутримолекулярной дегидратации спирта образуется алкен разветвленного строения (считайте, что изменения углеродного скелета при дегидратации не происходит). Приведите структурные формулы всех спиртов,

удовлетворяющих условию задачи. Напишите уравнения реакций.

- 458.** Вещество **A** представляет собой бесцветную жидкость со своеобразным запахом, которая легче воды и хорошо в ней растворяется. При нагревании вещества **A** в присутствии концентрированной серной кислоты образуется газ **B**. Известно, что газ **B** легче воздуха и при пропускании **B** через бромную воду наблюдается ее обесцвечивание. Взаимодействуя с бромоводородом, **A** образует тяжелую жидкость **C**. Приведите возможные структурные формулы веществ **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения реакций.
- 459.** Соединение **A** состава $C_4H_{10}O$ реагирует с бромоводородом, превращаясь в вещество **B**. Вещество **B** реагирует со спиртовым раствором гидроксида калия, образуя вещество **C** состава C_4H_8 . Вещество **C** взаимодействует с водой в присутствии серной кислоты с образованием третичного спирта **D**. Приведите возможные структурные формулы веществ **A**, **B**, **C** и **D**. Напишите уравнения реакций. Считайте, что изменения углеродного скелета в ходе описанных превращений не происходит.
- 460.** *Соединение **A** состава $C_5H_{12}O$ реагирует с натрием и окисляется в альдегид $C_5H_{10}O$. Вещество **A** не может вступать в реакцию внутримолекулярной дегидратации без изменения углеродного скелета, но при нагревании **A** с концентрированной серной кислотой может быть получен продукт состава $C_{10}H_{22}O$. Приведите возможную структурную формулу вещества **A**. Напишите уравнения реакций.
- 461.** Вещество **A** представляет собой бесцветную жидкость, хорошо растворяющуюся в воде. При окислении вещества **A** хромовой смесью образуется кетон **B**. Реагируя с иодоводородом, **A** образует вещество **C**. При взаимодействии **C** со спиртовым раствором щелочи образуется газ **D**. Известно, что газ **D** в полтора раза тяжелее азота. При пропускании **D** через водный раствор пер-

манганата калия происходит исчезновение окраски раствора и образуется вещество **Е**. Если в стаканчик с веществом **А** поместить кусочек натрия, то начнется бурная реакция, сопровождающаяся выделением газа. Приведите возможные структурные формулы веществ **А**, **В**, **С**, **Д** и **Е**. Напишите уравнения реакций.

- 462.** Два газа **А** (простое вещество) и **В** (сложное вещество) вступают между собой в реакцию при температуре 250 °С и давлении 10 МПа в присутствии катализаторов на основе оксидов цинка и меди. Образующееся соединение **С** вступает в реакцию межмолекулярной дегидратации, образуя при этом вещество **Д**. Приведите возможные структурные формулы веществ **А**, **В**, **С** и **Д**. Напишите уравнения реакций.
- 463.** При сгорании 4,6 г органического вещества образуется 8,8 г углекислого газа и 5,4 г воды. Указанное вещество является газом при н. у., не реагирует с металлическим натрием и может быть получено дегидратацией спирта.
- Установите молекулярную формулу исходного вещества.
 - Составьте его структурную формулу.
 - Приведите уравнение реакции его получения из спирта.
- 464.** Из 18,4 г этанола было получено 4,48 дм³ (н. у.) этилена. Вычислите выход продукта реакции.
- 465.** 46 г этанола нагрели в присутствии концентрированной серной кислоты, при этом получили этилен с выходом 75 %. Рассчитайте объем (н. у.) полученного этилена.
- 466.** Вычислите массу метанола, которая потребуется для получения 2,99 г простого эфира, если реакция дегидратации протекает с 65%-ным выходом.
- 467.** Этиленгликоль получали по схеме:



Из 5,6 дм³ (н. у.) этилена получили 12,4 г этиленгликоля. Определите суммарный выход продукта реакции.

468. Этиленгликоль получали по схеме:



Какую массу этиленгликоля можно получить из 11,2 дм³ (н. у.) этилена, если суммарный выход продукта реакции равен 60 %?

469. При дегидратации спирта массой 150 г получено 45,2 дм³ (н. у.) алкена. Установите формулу спирта.
470. При взаимодействии насыщенного одноатомного спирта с натрием выделилось 5,6 дм³ (н. у.) водорода и образовалось 48,0 г алкоголята натрия. Установите молекулярную формулу спирта.
471. При дегидратации вторичного спирта массой 15 г получили алкен, который может обесцветить раствор, содержащий 40 г брома. Установите строение спирта.
472. Порцию насыщенного одноатомного спирта разделили на две равные части. При взаимодействии первой части спирта с избытком натрия выделилось 6,72 дм³ (н. у.) газа. При дегидратации второй части спирта образовался алкен разветвленного строения массой 33,6 г. Установите молекулярную формулу спирта. Предложите структурную формулу спирта, если известно, что он не может быть окислен в альдегиды или кетоны без изменения углеродного скелета.
473. Насыщенный одноатомный спирт объемом 13,1 см³ (плотность 0,79 г/см³) подвергли внутримолекулярной дегидратации и получили 7,84 г алкена. Установите строение спирта, если известно, что он не окисляется хромовой смесью в альдегиды или кетоны без разрушения углеродного скелета.
474. В результате взаимодействия алкена массой 5,6 г с избытком водного раствора перманганата калия получили 9,0 г двухатомного спирта симметричного строения. Определите строение исходного алкена.
475. Соединение А при окислении образует альдегид. При взаимодействии А с бромоводородной кислотой полу-

чается вещество **В** массой 14,76 г (выход 60 % от теоретического). Пары соединения **В** имеют относительную плотность по воздуху, равную 4,24. Определите структурную формулу вещества **А** и его массу. Напишите уравнения реакций.

- 476.** При нагревании 15 г насыщенного одноатомного спирта с концентрированной серной кислотой 80 % спирта подверглось межмолекулярной дегидратации и выделилось 1,8 г воды (другие процессы не протекали). При окислении спирта может быть получен альдегид с тем же числом атомов углерода в молекуле. Установите структурную формулу спирта.
- 477.** При дегидратации спирта массой 15 г получено 3,39 дм³ (в пересчете на н. у.) алкена симметричного строения (выход 75 %). Установите строение спирта.
- 478.** Порцию насыщенного одноатомного спирта разделили на две равные части. При дегидратации первой части спирта и последующей обработке образовавшегося соединения избытком бромоводорода получено 32,7 г бромпроизводного (суммарный выход 75 %). При взаимодействии второй части спирта с натрием выделилось 4,48 дм³ (н. у.) газа. Определите формулу спирта.
- 479.** Насыщенный одноатомный спирт массой 300 г обработали при нагревании концентрированной серной кислотой. С выходом 74 % образовался газ (н. у.) объемом 67,2 дм³, который поглотили холодным водным раствором перманганата калия. В результате реакции с выходом 70 % образовался многоатомный спирт. Вычислите массу полученного спирта. Приведите уравнения реакций.
- 480.** В результате обработки насыщенного одноатомного спирта массой 14,8 г избытком бромоводородной кислоты получили 20,55 г алкилбромиды (выход 75 %). Определите строение спирта, если известно, что при его окислении образуется кетон с тем же числом атомов углерода в молекуле.

- 481.** Порцию вторичного спирта разделили на две равные части. Объем алкена, полученного при дегидратации первой части спирта, в три раза меньше объема углекислого газа, образовавшегося при сжигании второй части. Установите строение спирта.
- 482.** Дегидратацией первичного одноатомного спирта получен алкен. Половина образовавшегося алкена может обесцветить 120 г 20% -ного (по массе) раствора брома в органическом растворителе, а при сжигании второй половины алкена образуется 10,08 дм³ (н. у.) CO₂. Какой спирт и какой массы был подвергнут дегидратации?
- 483.** Порцию насыщенного одноатомного первичного спирта разделили на две равные части. Первую часть сожгли в избытке кислорода. Вторая часть полностью прореагировала с избытком металлического натрия. Объем полученного в первом опыте углекислого газа в 8 раз превосходит объем водорода, полученного во втором опыте. Определите структурную формулу спирта, если известно, что в состав его молекулы входят две метильные группы.
- 484.** В результате взаимодействия насыщенного одноатомного спирта с калием образовалось органическое вещество, содержащее 34,8 % калия по массе. Установите молекулярную формулу спирта.
- 485.** О соединении А известно следующее: медленно реагирует с натрием; не может быть окислено в альдегиды или кетоны без изменения углеродного скелета; с концентрированной соляной кислотой реагирует быстро с образованием алкилхлорида, содержащего 33,3 % хлора по массе. Определите строение соединения А.
- 486.** Металлический натрий массой 11,2 г полностью растворили в 96% -ном (по массе) водном растворе этанола объемом 225 см³ (плотность 0,8 г/см³). Определите массовые доли веществ в растворе по окончании реакции.
- 487.** Смесь этанола и метанола (масса смеси 10,8 г) растворили в органическом растворителе. К раствору приба-

вили избыток натрия и получили $2,8 \text{ дм}^3$ (н. у.) газа. Рассчитайте массовую долю метанола в смеси (растворитель с натрием не взаимодействует).

- 488.** Смесь этанола и этиленгликоля разделили на две равные части. При взаимодействии первой части с избытком натрия образовалось 672 см^3 (н. у.) газа. Вторую часть полностью сожгли, продукты сгорания пропустили через избыток известковой воды и получили $10,0 \text{ г}$ осадка. Рассчитайте массу этиленгликоля в смеси.
- 489.** К $41,5 \text{ г}$ смеси этилового и пропилового спиртов добавили избыток натрия. Выделившийся при этом водород смешали с $11,2 \text{ дм}^3$ (н. у.) неона и получили смесь с плотностью по водороду $6,13$. Вычислите массовые доли спиртов в исходной смеси.
- 490.** Порцию насыщенного одноатомного спирта разделили на две равные части. Первая часть полностью прореагировала с избытком металлического натрия, при этом было получено $6,72 \text{ дм}^3$ (н. у.) водорода. Вторую часть смешали с $28,8 \text{ см}^3$ воды и получили раствор с массовой долей спирта 40% . Определите молекулярную формулу спирта.
- 491.** При взаимодействии натрия со смесью воды, метанола и бутанола-1 выделился газ массой 30 мг . Укажите массу натрия, который вступил в реакцию.
- 492.** При межмолекулярной дегидратации смеси равных количеств (моль) двух насыщенных первичных одноатомных спиртов выделилось $10,8 \text{ г}$ воды и образовалось $61,2 \text{ г}$ смеси органических соединений, принадлежащих к одному и тому же классу (выход 100%). Установите формулы спиртов.
- 493.** Пары этанола пропустили над катализатором. В результате часть этанола подверглась внутримолекулярной дегидратации и образовалась смесь газов ($110 \text{ }^\circ\text{C}$ и атмосферное давление), плотность по водороду которой равна 20 . Определите массовую долю этанола в этой смеси.

- 494.** Пары этанола пропустили над катализатором. В результате часть этанола подверглась внутримолекулярной дегидратации и образовалась смесь газов ($110\text{ }^{\circ}\text{C}$ и атмосферное давление), в которой содержание этанола составляет 20% по объему. Вычислите относительную плотность по водороду этой газовой смеси.
- 495.** Смесь равных объемов водорода и угарного газа выдержали над катализатором при нагревании под давлением, в результате чего объемная доля водорода в смеси снизилась до 20% . Рассчитайте объемную долю метанола в образовавшейся газовой смеси.
- 496.** Смесь равных объемов водорода, угарного газа и метанола выдержали над катализатором при нагревании под давлением, в результате чего объемная доля метанола в смеси увеличилась до 50% . Рассчитайте объемную долю (%) водорода в образовавшейся газовой смеси (в условиях опыта метанол — газ).
- 497.** Газообразную смесь, состоящую из равных объемов этилена и водяных паров, пропустили над катализатором (H_3PO_4). После этого относительная плотность газовой смеси по воздуху при $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ и атмосферном давлении составила $0,933$. Рассчитайте выход продукта реакции.
- 498.** Газообразную смесь, состоящую из этилена и водяных паров, взятых в объемном отношении $2:3$, выдерживали в закрытом сосуде постоянного объема, содержащем катализатор, при постоянной температуре. В результате протекания реакции гидратации давление в сосуде уменьшилось на 25% . Рассчитайте выход продукта реакции.
- 499.** Смесь этилена и паров воды (вода взята в избытке) пропустили над катализатором. В результате с выходом 82% был получен этанол. После удаления этанола относительная плотность газовой смеси по гелию составила $4,87$ ($150\text{ }^{\circ}\text{C}$, $101,3\text{ кПа}$). Укажите содержание паров воды (% по объему) в исходной газовой смеси.

- 500.** Смешали 3 м^3 диметилового эфира и избыток кислорода. Смесь подожгли. После окончания реакции объем газовой смеси составил 17 м^3 . Какой объем кислорода был добавлен к диметиловому эфиру? (Измерения проводили при $150 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $101,3 \text{ кПа}$.)
- 501.** Укажите массу воды, образовавшейся в результате сжигания диметилового эфира (газ при н. у.) в кислороде (избыток), если объем исходной реакционной смеси составлял 10 дм^3 (н. у.), а после завершения реакции и приведения к исходным условиям он уменьшился в $1,497$ раза. Объемом воды и растворимостью в ней газов пренебречь. Все объемы измеряли при н. у.
- 502.** Молярную массу веществ, представляющих собой легкокипящие жидкости, можно измерить с помощью прибора, изображенного на рисунке 17.

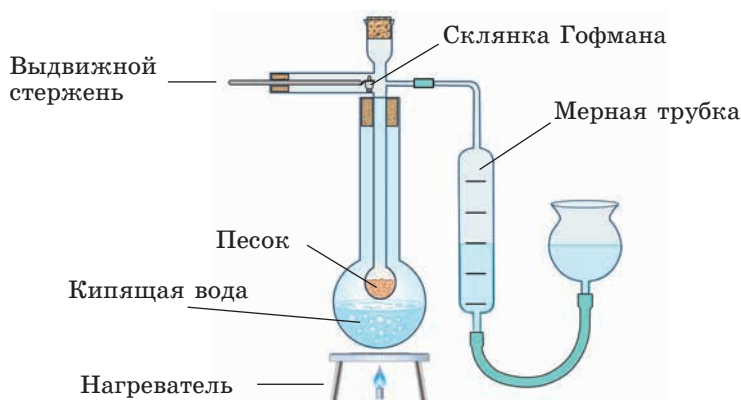


Рис. 17

Для определения молярной массы неизвестной жидкости **X** $1,000 \text{ г}$ ее поместили в склянку Гофмана (небольшой стеклянный стаканчик). После того как при помощи выдвижного стержня склянка была сброшена на нагретый песок и вещество **X** полностью испарилось, из мерной трубки было вытеснено 825 мл жидкости.

- а) По результатам описанного эксперимента рассчитайте молярную массу паров вещества **X**, если известно,

что плотность пентана, измеренная в условиях опыта, равна $2,35 \text{ г/дм}^3$.

- б) Значение молярной массы вещества **X**, определенное другими методами, равно 32 г/моль . Установлено, что ошибка при определении молярной массы в описанном эксперименте обусловлена тем, что в парах вещество **X** частично димеризовано. Используя правильное значение молярной массы и результаты, полученные в п. а), рассчитайте, сколько молекул X_2 приходится на каждые 100 молекул **X** в парах.
- в) Предложите возможную структуру вещества **X** и объясните причину его димеризации.

503. Водные растворы этиленгликоля имеют низкую температуру замерзания. Благодаря этому этиленгликоль используется в производстве антифризов — жидкостей, не замерзающих при низкой температуре, применяемых для охлаждения автомобильных двигателей. На графике приведена зависимость температуры замерзания от концентрации (в % по объему) этиленгликоля в водном растворе (рис. 18).

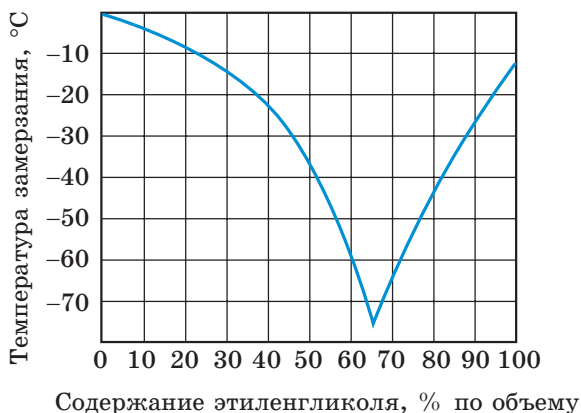


Рис. 18

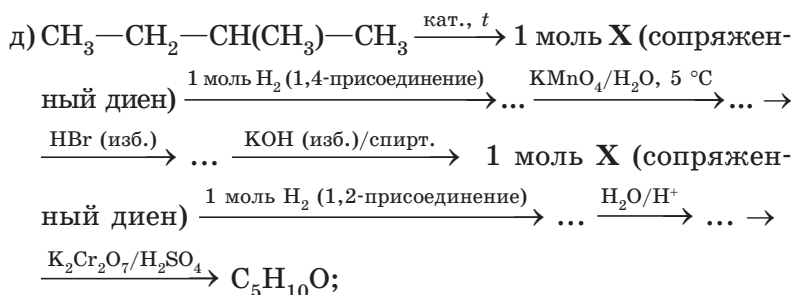
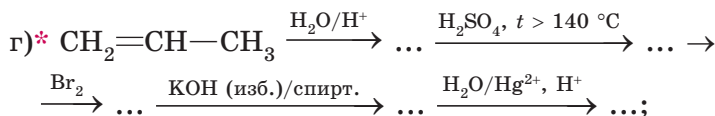
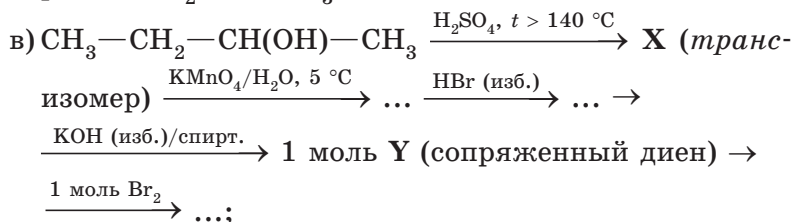
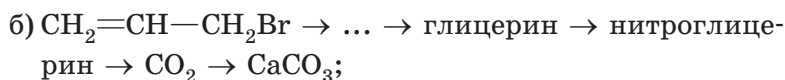
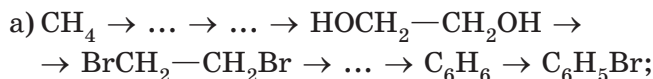
- а) Укажите температуру замерзания 60%-ного (по объему) водного раствора этиленгликоля.

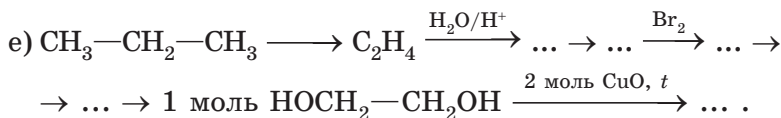
- б) Смешали 35 г этиленгликоля (плотность 1,11 г/см³) и 100 г дистиллированной воды. Укажите температуру замерзания такой смеси.
- в) Какой объем этиленгликоля необходимо добавить к 100 мл воды, чтобы полученная смесь имела температуру замерзания, равную -35 °С?

504. Напишите уравнения реакции глицерина: а) с натрием; б) бромоводородом; в) азотной кислотой; г) гидроксидом меди(II).

505. Как при помощи химической реакции можно отличить этиловый спирт от этиленгликоля? Приведите уравнение этой реакции.

506. Осуществите химические превращения согласно схемам:

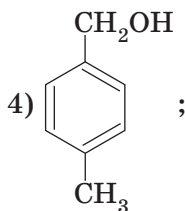
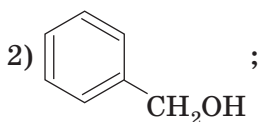
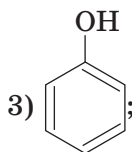
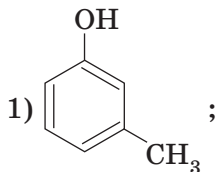


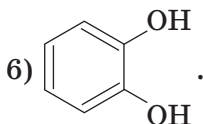
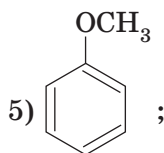


- 507.** При взаимодействии 0,3 моль насыщенного спирта с избытком металлического натрия образуется 6,72 дм³ (н. у.) газа. При сгорании 19,0 г спирта в избытке кислорода образуется 16,8 дм³ (н. у.) газа. Предложите возможную структурную формулу спирта и приведите формулу его ближайшего гомолога.
- 508.** Смесь содержит одинаковое число молекул метанола и этиленгликоля. Если все атомы водорода гидроксильных групп в такой смеси заместить на атомы натрия, то выделившегося водорода хватит для полного гидрирования смеси этилена и ацетилена (объем смеси при н. у. равен 13,44 дм³), в которой объемная доля ацетилена равна 75 %. Найдите массу этиленгликоля в смеси.
- 509.** При добавлении избытка натрия к 21,82 г смеси метанола, этанола и глицерина выделилось 7,168 дм³ (н. у.) водорода. Из такого же количества смеси можно получить 27,24 г вещества, являющегося основой динамита. Определите массовые доли веществ в исходной смеси.

3.2. ФЕНОЛЫ

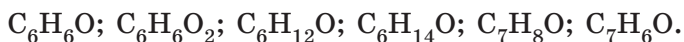
- 510.** Среди перечисленных веществ найдите гомологи и изомеры:





511. Напишите структурные формулы всех изомерных соединений состава C_7H_8O , содержащих бензольное кольцо. К какому классу органических веществ они принадлежат?

512. Среди перечисленных найдите формулы, которые могут соответствовать фенолам:



Для каждого случая запишите структурные формулы всех изомерных фенолов.

513. Приведите структурные формулы всех ближайших гомологов 2-метилфенола.

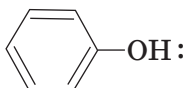
514. Сравните химические свойства фенола и бензилового спирта на примере реакций: а) с натрием; б) гидроксидом натрия; в) бромоводородом; г) бромной водой.

515. Расположите вещества в порядке увеличения кислотных свойств: этанол, угольная кислота, фенол, вода. Учитывая, что в растворе слабую кислоту из соли можно вытеснить более сильной кислотой, подтвердите свой ответ уравнениями соответствующих реакций.

516. Приведите структурные формулы всех изомерных веществ состава C_7H_8O , которые содержат гидроксильную группу, бензольное кольцо и при действии бромной воды легко вступают в реакцию замещения. Напишите уравнения реакций этих веществ с бромной водой.

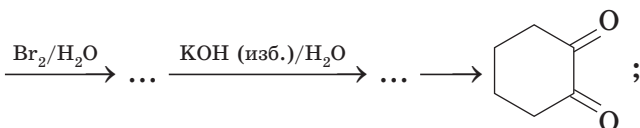
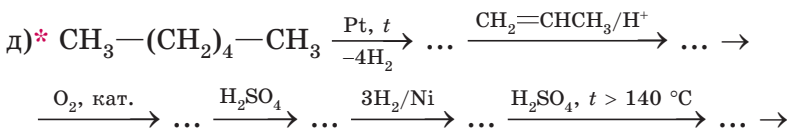
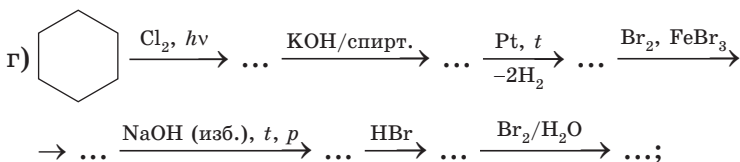
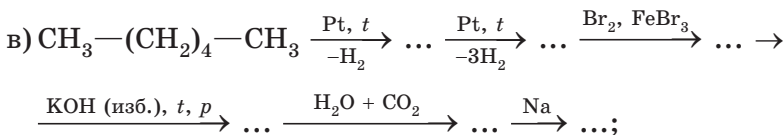
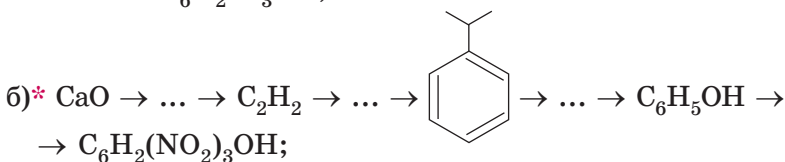
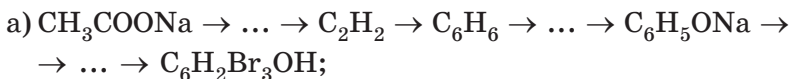
517. Приведите структурные формулы всех изомерных веществ состава $C_8H_{10}O$, которые содержат гидроксильную группу, бензольное кольцо и не реагируют с $NaOH$, но реагируют с Na . Напишите уравнения реакций этих веществ с натрием и бромоводородом.

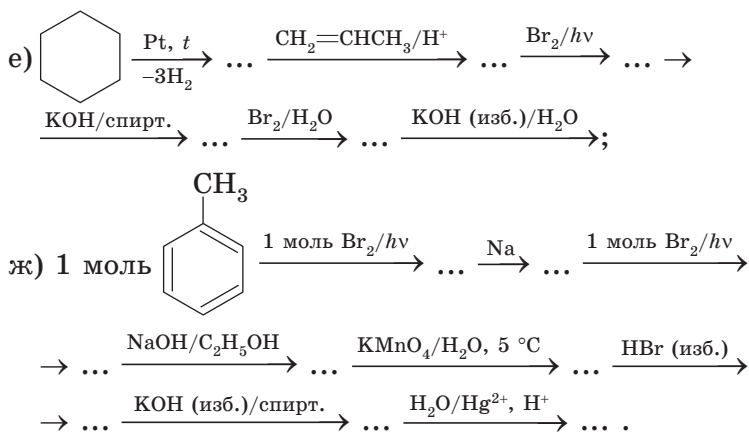
518. Укажите утверждения, справедливые для вещества, формула которого



- 1) является ароматическим спиртом;
- 2) при действии бромной воды образует белый осадок;
- 3) в отличие от этанола реагирует с раствором гидроксида натрия;
- 4) получают путем присоединения воды к бензолу;
- 5) вытесняет угольную кислоту из солей;
- 6) плохо растворяется в холодной воде.

519. Осуществите химические превращения согласно схемам:





- 520.** Соединение **A** — бесцветное кристаллическое вещество, окрашивающее пламя в желтый цвет, хорошо растворимое в воде. При пропускании газа **B** через водный раствор вещества **A** раствор мутнеет из-за образования вещества **C**, мало растворимого в холодной воде, но хорошо растворимого в щелочах. Вещество **C** имеет характерный запах, и при его сгорании образуется газ **B**. При взаимодействии **C** со смесью концентрированных азотной и серной кислот образуется взрывчатое вещество **D**. Приведите формулы веществ **A**, **B**, **C** и **D**. Напишите уравнения реакций.
- 521.** Соединение **A** — бесцветное кристаллическое вещество, окрашивающее пламя в фиолетовый цвет, хорошо растворимое в воде. **A** может быть получено взаимодействием вещества **B** с раствором щелочи. При взаимодействии **B** с бромной водой происходит ее обесцвечивание и образуется белый осадок **C**. Приведите формулы веществ **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения реакций.
- 522.** Вещество **A** состава $C_9H_{10}O$ взаимодействует с раствором брома в CCl_4 (растворитель), превращаясь в соединение $C_9H_{10}Br_2O$, а с водным раствором перманганата калия на холоде образует соединение $C_9H_{12}O_3$. **A** не взаимодействует с водным раствором гидроксида натрия, но реагирует с металлическим натрием с выделением

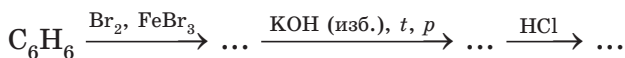
водорода. Приведите возможную структурную формулу вещества **A** и напишите уравнения реакций.

- 523.** В четырех неподписанных пробирках находятся водные растворы веществ: пропанола-1, этиленгликоля, фенола, аллилового спирта ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$). В вашем распоряжении имеются водные растворы брома; сульфата меди(II) и гидроксида калия. Как при помощи имеющихся реактивов различить вещества в пробирках? Подробно опишите ход эксперимента и наблюдения.
- 524.** Имеется смесь фенола и бензилового спирта. Как можно разделить эту смесь? Подробно опишите последовательность всех действий и приведите уравнения всех протекающих при этом химических реакций.
- 525.** Раствор фенола в этаноле (масса раствора 50 г) может прореагировать с $8,2 \text{ см}^3$ 20%-ного по массе раствора NaOH (плотность раствора равна $1,22 \text{ г/см}^3$). Рассчитайте массовую долю фенола в исходном растворе.
- 526.** В водный раствор с массовой долей гидроксида калия, равной 4,2 %, добавили фенол. Вещества прореагировали полностью. Определите массовую долю соли в полученном растворе.
- 527.** Смесь содержит бензиловый спирт и фенол. Эту смесь разделили на две равные части. К одной части добавили избыток натрия и получили 784 см^3 (н. у.) газа. При взаимодействии другой части с избытком бромной воды было получено 6,62 г осадка. Определите массу бензилового спирта в смеси.
- 528.** Раствор фенола в этаноле (масса раствора 19,34 г) разделили на две равные части. При добавлении избытка бромной воды к одной части получили 3,31 г осадка. Какой объем (н. у.) углекислого газа выделится при полном сжигании второй части раствора?
- 529.** Смесь бензилового спирта и фенола разделили на две равные части. Одна часть может прореагировать с $12,5 \text{ см}^3$ раствора с молярной концентрацией KOH 10 моль/дм³. При полном сгорании второй части смеси выделяется

24,64 дм³ (н. у.) газа. Определите массу и массовую долю бензилового спирта в смеси.

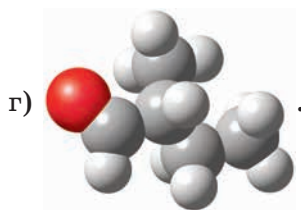
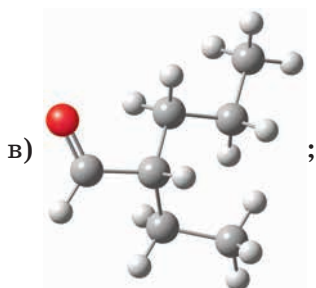
- 530.** Смесь фенола и толуола в мольном отношении 1 : 2 обработали избытком бромной воды. При этом образовалось 33,1 г 2,4,6-трибромфенола. Определите массу толуола в смеси.
- 531.** При действии избытка металлического натрия на смесь, содержащую равные количества (моль) бензилового спирта, фенола и этиленгликоля, выделилось 5,60 дм³ (н. у.) газа. Определите массу фенола в смеси.
- 532.** Смесь фенола и гомолога бензола в мольном соотношении 2 : 1 (масса смеси 7,35 г) обработали избытком бромной воды и получили 16,55 г 2,4,6-трибромфенола. Определите молекулярную формулу гомолога бензола и напишите структурные формулы всех веществ, имеющих такую молекулярную формулу и удовлетворяющих условию задачи.
- 533.** Смесь двух изомерных веществ, одно из которых является гомологом фенола, а другое — ароматическим спиртом, разделили на две равные части. Одна часть может прореагировать с 25 см³ 40%-ного по массе раствора КОН (плотность раствора равна 1,4 г/см³). При добавлении избытка натрия к другой части смеси было получено 7,0 дм³ (н. у.) газа. Вычислите массовые доли веществ в исходной смеси. Можно ли определить молекулярные формулы этих веществ?
- 534.** Имеется 21,8 г смеси бензола, фенола и *n*-гептана. Количества (моль) всех веществ в смеси равны. Смесь обработали избытком водного раствора КОН. Жидкий органический слой отделили. Определите его массу.
- 535.** Раствор фенола в бензоле (масса раствора равна 20 г) обработали избытком водного раствора гидроксида калия. Водный слой отделили. Органический слой обработали нитрующей смесью и с выходом 65 % получили мононитропроизводное массой 18,4 г. Определите массовую долю фенола в исходном растворе.

- 536.** Смесь бензола, фенола и метилфенола (масса смеси 18,56 г) обработали избытком водного раствора щелочи. В результате масса органического слоя уменьшилась на 2,96 г. Такую же смесь массой 0,928 г полностью сожгли, продукты сгорания пропустили через избыток известковой воды и получили 6,95 г осадка. Рассчитайте массовые доли веществ в исходной смеси.
- 537.** Металлический натрий массой 4,6 г полностью прореагировал со смесью, содержащей этиленгликоль, бензиловый спирт и фенол. Какой объем (н. у.) газа выделился при этом?
- 538.** При действии металлического натрия на смесь, содержащую бензиловый спирт, фенол и этиленгликоль, выделилось 1,12 дм³ (н. у.) газа. Какая масса натрия прореагировала?
- 539.** Из бензола массой 11,7 г по схеме:

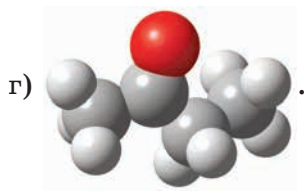
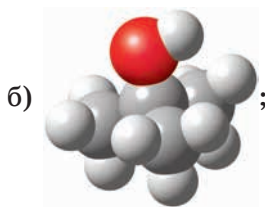
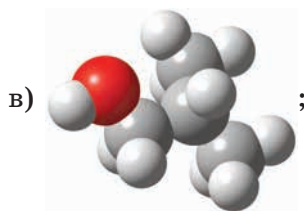
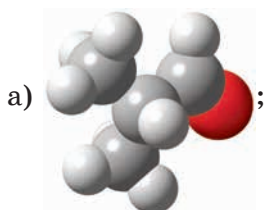


получили 6,77 г фенола. Определите выход продукта реакции на первой стадии, если суммарные потери на второй и третьей стадиях процесса составили 20 %.

- 540.** Какой объем 9,4% -ного по массе раствора фенола в этаноле (плотность раствора равна 0,9 г/см³) должен прореагировать с избытком металлического натрия, чтобы выделился водород объемом 5,6 дм³ (н. у.)?
- 541.** При действии на ароматическое соединение А массой 23,5 г концентрированной азотной кислоты образуется вещество В, содержащее три нитрогруппы. При взаимодействии всего вещества В, образовавшегося в первом опыте, с избытком питьевой соды выделяется углекислый газ в количестве, равном количеству вещества В, и образуется соль С массой 50,2 г. Установите формулу вещества А, если известно, что выход реакции нитрования равен 80 %. Приведите структурные формулы веществ А, В и С. Сравните кислотные свойства веществ А, В и угольной кислоты.

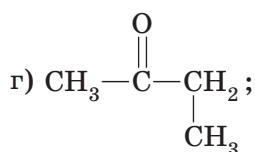
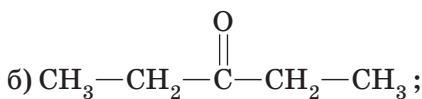
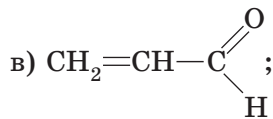
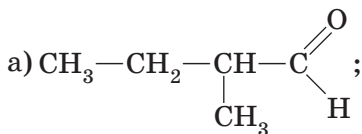


548. *Приведены модели молекул:



Дайте названия всем приведенным веществам. Укажите вещества, являющиеся изомерами. Укажите модели молекул, содержащих π-связь.

549. Среди приведенных формул веществ укажите формулы насыщенных альдегидов и приведите их названия:



- 556.** В результате нагревания водного раствора вещества **A** с гидроксидом меди(II) образуются кислота **B** и осадок красного цвета. При пропускании смеси вещества **A** с водородом над нагретым никелевым катализатором образуется спирт **B**. При нагревании **B** с концентрированной серной кислотой образуется диэтиловый эфир. Установите формулы веществ **A—B** и приведите уравнения реакций, описанных в задании.
- 557.** Предложите способ получения бромэтана из уксусного альдегида в две стадии.
- 558.** Предложите два способа получения уксусного альдегида из бромэтана.
- 559.** *Бесцветный газ **A** легче воздуха, при окислении кислородом в присутствии хлоридов палладия(II) и меди(II) образует соединение **B**. При пропускании смеси паров вещества **B** с водородом над никелевым катализатором образуется вещество **B**. Вещество **B** также можно получить в результате гидратации газа **A** в присутствии серной кислоты. При нагревании **B** с гидроксидом меди(II) образуется вещество **Г**, окрашивающее лакмус в красный цвет. Установите формулы веществ **A—Г**. Приведите уравнения протекающих реакций.
- 560.** Вещество **A** вступает в реакцию «серебряного зеркала» с образованием вещества **B**. **B** реагирует с метанолом, образуя вещество **B**. При сгорании 1 моль **B** выделяется в 1,5 раза больше углекислого газа, чем при сгорании 1 моль **B**. Установите формулы веществ **A—B**. Приведите уравнения протекающих реакций.
- 561.** В результате нагревания водного раствора вещества **A** с аммиачным раствором оксида серебра на стенках пробирки образовался осадок (рис. 19).
Укажите способ получения вещества **A**:

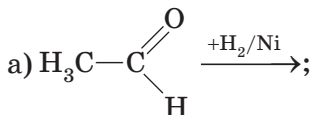
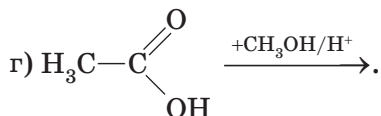
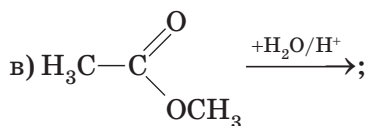
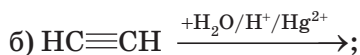




Рис. 19

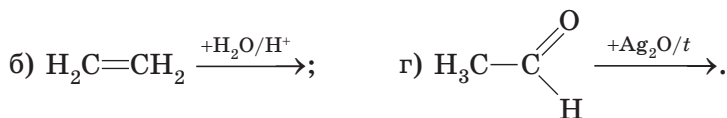
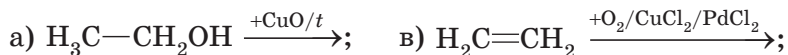


Рис. 20



562. *В результате нагревания водного раствора вещества **A** со свежеполученным гидроксидом меди(II) образовался осадок (рис. 20).

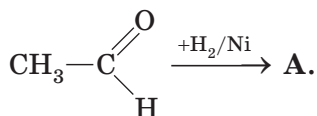
Укажите способы получения вещества **A**:



563. В результате окисления гомолога муравьиного альдегида массой 3,6 г аммиачным раствором оксида серебра получен осадок массой 10,8 г. Установите молекулярную формулу альдегида. Приведите все возможные структурные формулы и названия альдегидов, имеющих установленную вами молекулярную формулу.

564. В результате окисления гомолога уксусного альдегида массой 1,45 г гидроксидом меди(II) при нагревании получен красный осадок массой 3,60 г. Установите формулу альдегида.

- 565.** В результате окисления гомолога уксусного альдегида массой 0,75 г гидроксидом меди(II) (избыток) при нагревании получен красный осадок массой 7,20 г. Установите формулу альдегида.
- 566.** В результате окисления гомолога муравьиного альдегида массой 1,76 г аммиачным раствором оксида серебра получена кислота массой 2,40 г. Установите формулу альдегида.
- 567.** В результате гидрирования гомолога муравьиного альдегида массой 2,610 г с выходом 75 % получен спирт массой 2,025 г. Установите формулы альдегида и спирта и дайте названия этим веществам.
- 568.** Вещество А образуется в результате превращения:

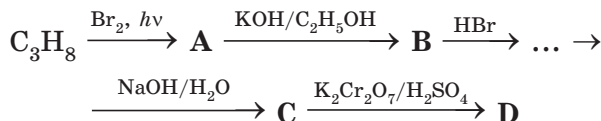


Вещество Б является единственным изомером вещества А. Температура кипения какого из веществ (А или Б) выше и почему?

- 569.** *При действии воды на твердое вещество А образуется газ (н. у.) Б легче воздуха. При пропускании Б через горячий водный раствор, содержащий серную кислоту и сульфат ртути(II), образуется органическое вещество В. Вещество В можно также получить двухстадийным синтезом. Сначала вещество В гидрируют на специальных катализаторах. При этом образуется газ (н. у.) Г легче воздуха. Затем смесь газа Г и кислорода поглощают водным раствором, содержащим смесь CuCl_2 и PdCl_2 . При этом образуется вещество В.
- Приведите структурные формулы веществ А, Б, В и Г.
 - Запишите уравнения всех описанных в задаче реакций.
 - При гидрировании вещества В образуется вещество Д, имеющее только один изомер (вещество Е). Приведите формулы и названия веществ Д и Е, а также уравнение реакции гидрирования вещества Г.

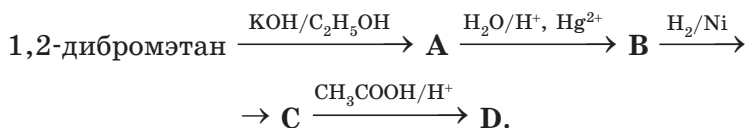
570. В трех пробирках находятся водные растворы этанола, глицерина и этаналь. С помощью какого одного реактива можно различить эти вещества? Приведите уравнения реакций, укажите условия их протекания и наблюдаемые эффекты.

571. *Осуществите превращения согласно схеме:

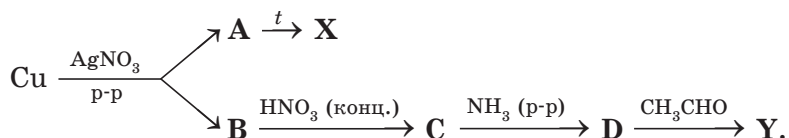


(водный раствор **D** не изменяет окраску индикаторов).

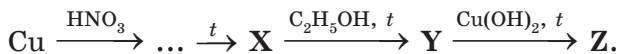
572. Осуществите превращения согласно схеме:



573. Осуществите превращения согласно схеме (**X** содержит медь, **Y** имеет молекулярное строение):

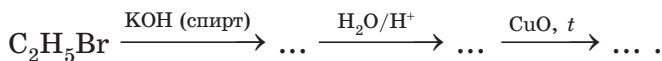


574. Осуществите цепочку превращений:

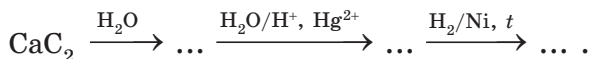


X и **Z** содержат медь (вещество **Z** красного цвета).
Y — органическое вещество.

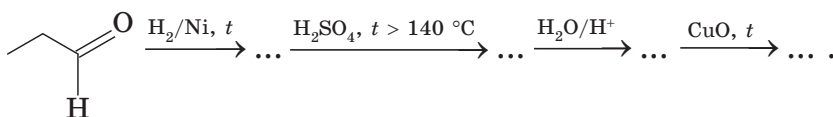
575. Осуществите цепочку превращений:



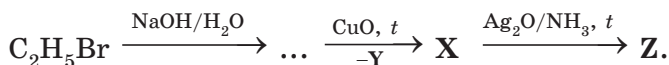
576. Осуществите цепочку превращений:



577. *Осуществите цепочку превращений:



578. Осуществите цепочку превращений:



X и **Z** — органические вещества молекулярного строения. **Y** — медьсодержащее вещество.

579. В результате окисления оксидом меди(II) насыщенного одноатомного спирта массой 3,70 г с выходом 60 % получен альдегид массой 2,16 г. Установите молекулярную формулу альдегида. Приведите структурные формулы всех альдегидов и соответствующих спиртов, удовлетворяющих условию задачи.

580. В результате окисления оксидом меди(II) насыщенного одноатомного спирта получены альдегид и медь массой 2,56 г. Образовавшийся альдегид окислили избытком аммиачного раствора оксида серебра и получили кислоту массой 2,96 г. Установите формулы спирта, альдегида и кислоты. Приведите уравнения реакций, описанных в задании.

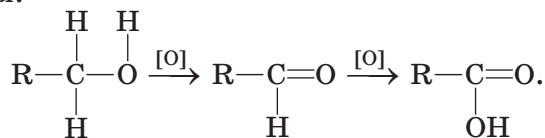
581. В результате окисления некоторого спирта массой 7,5 г оксидом меди(II) 80 % от исходного количества спирта превратилось в альдегид. При взаимодействии полученного альдегида с избытком аммиачного раствора оксида серебра получено серебро массой 21,6 г. Установите формулы альдегида и спирта.

582. К 0,96 г смеси пропанола-1 и неизвестного альдегида добавили аммиачный раствор оксида серебра, содержащий 5,8 г Ag_2O , и слегка нагрели смесь. Образовавшийся осадок отделили от раствора, а непрореагировавший оксид серебра перевели в хлорид серебра.

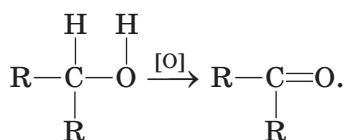
Масса полученного хлорида серебра оказалась равной 2,87 г. Известно, что мольное соотношение альдегида к спирту в исходной смеси составляло 3 : 1. Установите формулу альдегида.

- 583.** Для поглощения углекислого газа, полученного в результате полного сгорания гомолога муравьиного альдегида массой 1,44 г, требуется 64 г 5% -ного (по массе) раствора гидроксида натрия (образуется только кислая соль). Установите молекулярную формулу альдегида.
- 584.** Определите структурную формулу вещества, содержащего 51,89 % углерода, 9,73 % водорода и 38,38 % хлора (по массе). При взаимодействии этого вещества с водным раствором гидроксида калия образуется продукт, при окислении которого оксидом меди(II) получается кетон.
- 585.** При взаимодействии водного раствора, содержащего смесь метаноля и этаноля общей массой 1,18 г, с избытком аммиачного раствора оксида серебра получено 8,64 г серебра. Определите массу метаноля в исходном растворе.
- 586.** В результате окисления 7,6 г смеси двух насыщенных ациклических одноатомных спиртов оксидом меди(II) образовалась медь массой 9,6 г. На полученную смесь органических веществ подействовали избытком аммиачного раствора оксида серебра и получили 43,2 г серебра. Определите формулы спиртов и их количество в смеси.
- 587.** При окислении 80 г водного раствора этанола и формальдегида избытком подкисленного раствора KMnO_4 получили 15 г карбоновой кислоты и газ, который с избытком известковой воды образует осадок массой 20 г. Определите массовые доли спирта и альдегида в исходном водном растворе.

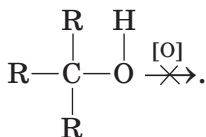
588. При окислении первичных спиртов образуются альдегиды, которые далее могут превращаться в карбоновые кислоты:



При окислении вторичных спиртов образуются кетоны, которые далее не окисляются:

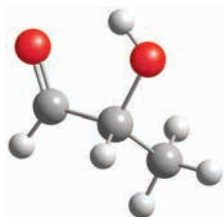


Третичные спирты не окисляются:



Для окисления спиртов до альдегидов и кетонов можно использовать оксид меди(II), образующийся при нагревании медной проволоки в пламени спиртовки. В свою очередь альдегиды при нагревании окисляются до карбоновых кислот такими окислителями, как $\text{Ag}_2\text{O}/\text{NH}_3$ и $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

- Запишите уравнения реакций окисления оксидом меди(II): 1) этанола; 2) пропанола-1; 3) пропанола-2.
- Запишите уравнения реакций окисления этанола $\text{Ag}_2\text{O}/\text{NH}_3$ и $\text{Cu}(\text{OH})_2$ при нагревании.
- Запишите уравнение реакции окисления соединения:



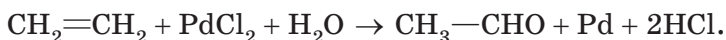
аммиачным раствором оксида серебра.

г) *На количественное окисление некоторой порции насыщенного одноатомного спирта А до соответствующего альдегида Б расходуется оксид меди(II) массой 4 г. При нагревании всего образовавшегося альдегида Б с аммиачным раствором оксида серебра (избыток) образуется осадок массой 21,6 г. Приведите формулы веществ А и Б. Запишите уравнения протекавших реакций.

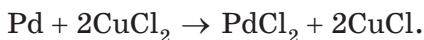
- 589.** Смесь метаналя и водорода с относительной плотностью по водороду 4,500 пропустили над катализатором, после чего относительная плотность по водороду образовавшейся смеси газов, измеренная при 80 °С, составила 5,625. Рассчитайте объемные доли веществ в исходной смеси и выход продукта реакции.
- 590.** Смесь метаналя и водорода с относительной плотностью по водороду 5,200 пропустили над катализатором, после чего ее относительная плотность по водороду, измеренная при н. у., составила 3,172. Рассчитайте объемные доли веществ в конечной смеси и выход продукта реакции.
- 591.** *Метанол с примесями метаналя (относительная плотность смеси по водороду при 80 °С равна 15,9) подвергли каталитическому дегидрированию в присутствии меди. Молярная масса образовавшейся смеси газов при 80 °С составила 20,0 г/моль. Определите выход продукта реакции.
- 592.** *Неизвестный альдегид массой 6,88 г нагрели со свежесажженной взвесью, полученной при действии избытка щелочи на 32,0 г сульфата меди(II). Образовавшийся осадок отфильтровали и выдержали при температуре 250 °С до постоянной массы, которая составила 14,72 г. Определите возможную формулу альдегида.
- 593.** В результате окисления 0,05 моль органического вещества водным раствором KMnO_4 образовались K_2CO_3 массой 2,300 г, KHCO_3 массой 3,335 г, MnO_2 массой 5,800 г и вода. Установите формулу органического вещества.

594. Одним из современных промышленных методов получения уксусного альдегида является окисление этилена хлоридом палладия в присутствии хлорида меди(II) и кислорода воздуха (Вакер-процесс). Данный процесс можно разделить на три стадии:

1. Окисление этилена до этанала:



2. Регенерация окислителя:



3. Окисление хлорида меди(I) обратно до хлорида меди(II):



- а) Запишите суммарное уравнение Вакер-процесса.
- б) Как называются вещества, которые участвуют в химической реакции, но при этом не расходуются? Приведите формулы таких веществ в Вакер-процессе.
- в) Исходя из уравнений реакций, приведенных в условии данной задачи, укажите наилучшее мольное соотношение хлоридов палладия и меди(II) в водном растворе для Вакер-процесса.
- г) Каким должна быть масса хлорида палладия в растворе с наилучшим мольным соотношением реагентов, содержащем 54 г хлорида меди(II)?
- д) Исходя из уравнений реакций, приведенных в условии задачи, укажите, в каком объемном отношении реагируют этилен и кислород при протекании Вакер-процесса.

Для синтеза этанала в промышленных условиях смесь этилена и кислорода пропускают через реактор, содержащий раствор хлоридов палладия и меди(II), при температуре 130 °С и давлении 400 кПа. Образующаяся на выходе из реактора смесь газов включает этаналь, пары воды и непрореагировавшие этилен и кислород. Этаналь и пары воды отделяют, а непрореагировавшую смесь этилена и кислорода снова возвращают в реактор.

- е) Укажите, какой объем (н. у.) воздуха (с учетом пункта д) потребуется для получения из него кислорода, необходимого для синтеза этанала в указанном процессе, если объем (н. у.) взятого для синтеза этилена равен 10 м^3 . Объемная доля кислорода в воздухе равна 21 %, а потери при получении кислорода из воздуха составляют 18 %.
- ж) Известно, что степень превращения веществ в реакторе в указанных условиях составляет 25 %. Укажите массу этанала, образующегося из этилена объемом (н. у.) 10 м^3 и достаточного количества кислорода.
- з) Укажите массу этанала, образующегося после второго цикла.
- и) Сколько циклов синтеза придется провести, чтобы выход продукта реакции составил 82 %?

595. На использовании уравнения горения основана методика определения молекулярных формул органических веществ — эвдиометрия. Эвдиометрическая методика включает четыре измерения объема газов (V_1 , V_2 , V_3 и V_4). Все они выполняются при одинаковых температуре и давлении.

Для установления формулы вещество помещают в градуированную эвдиометрическую трубку, что позволяет измерить его объем (пусть он равен V_1). Затем в трубку добавляют избыточное количество кислорода до общего объема V_2 . После сжигания образовавшейся смеси и конденсации паров воды вновь измеряют объем оставшихся газов (V_3). Эти газы встряхивают с избытком раствора гидроксида калия и измеряют объем оставшегося газа (V_4).

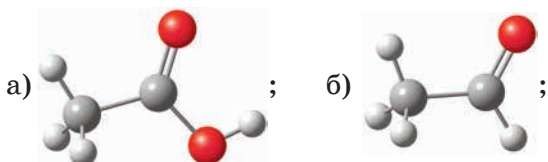
В одном из экспериментов данная методика применялась для установления формулы альдегида, содержащего один атом кислорода в молекуле.

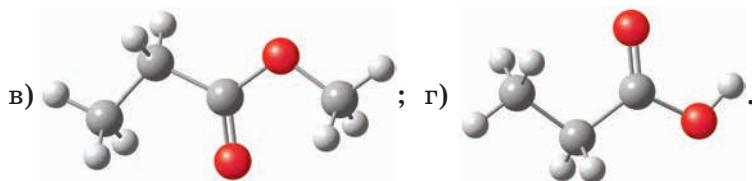
- а) Укажите, какие газы каждый раз находились в эвдиометрической трубке на момент измерения объемов V_2 , V_3 и V_4 .

- б) Определите молекулярную формулу альдегида, который подвергли анализу, если в результате измерений были получены следующие данные: $V_1 = 20 \text{ см}^3$, $V_2 = 180 \text{ см}^3$, $V_3 = 150 \text{ см}^3$, $V_4 = 110 \text{ см}^3$.
- в) Выведите общие формулы, позволяющие определить число атомов углерода (x) и число атомов водорода (y) в молекуле альдегида, содержащего один атом кислорода, по результатам измерения объемов V_1 , V_2 , V_3 и V_4 .

3.4. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

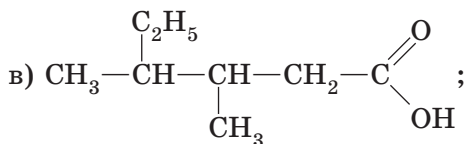
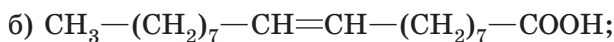
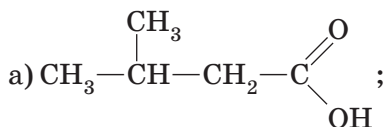
- 596.** Приведите формулы насыщенной одноосновной, двухосновной и ненасыщенной (содержащей двойную связь $\text{C}=\text{C}$) одноосновной карбоновых кислот, в молекулах которых имеется три атома углерода.
- 597.** Приведите формулу ненасыщенной карбоновой кислоты состава $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$, способной существовать в виде *цис*-, *транс*-изомеров.
- 598.** Приведите структурные формулы всех изомерных двухосновных ароматических карбоновых кислот, содержащих восемь атомов углерода в молекулах.
- 599.** Приведите общую формулу гомологов уксусной кислоты.
- 600.** Могут ли являться насыщенными нециклическими одноосновными карбоновыми кислотами соединения состава $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$, $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$, $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$, $\text{C}_{14}\text{H}_{30}\text{O}_2$?
- 601.** Укажите шаростержневые модели молекул карбоновых кислот:





Приведите названия этих кислот.

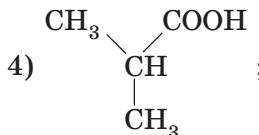
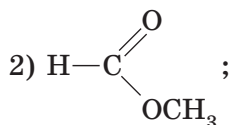
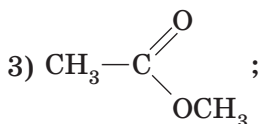
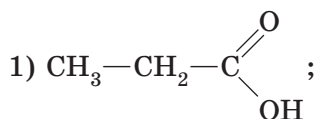
602. Дайте названия кислотам, формулы которых:

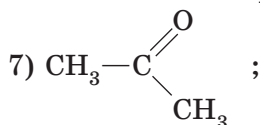
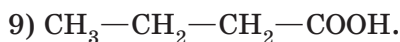
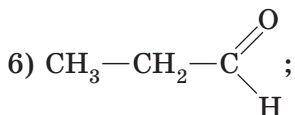
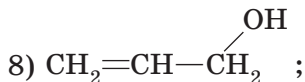
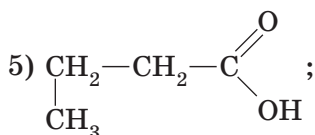


603. Приведите структурные формулы и названия по систематической номенклатуре всех изомерных карбоновых кислот состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$.

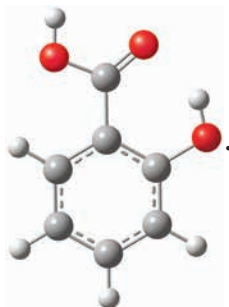
604. Приведите структурные формулы всех сложных эфиров, изомерных: а) уксусной кислоте; б) пропановой кислоте.

605. Среди приведенных веществ укажите формулы: а) изомеров; б) гомологов вещества 1); в) гомологов вещества 2):





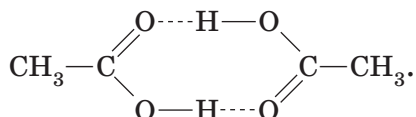
606. *На рисунке приведена модель молекулы салициловой кислоты:



Приведите структурные формулы изомеров салициловой кислоты, содержащих бензольное кольцо и карбоксильную или альдегидную группу.

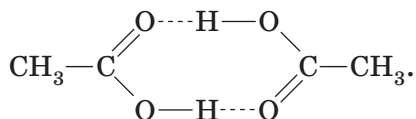
607. Приведите структурные формулы кислот, названия которых: акриловая; пальмитиновая; линоленовая; линолевая; олеиновая; стеариновая. Укажите среди этих кислот гомологи. Какие из приведенных кислот обесцвечивают бромную воду? В результате гидрирования каких кислот образуется стеариновая кислота?
608. В каких агрегатных состояниях при температуре 25 °C находятся муравьиная, уксусная, пропановая, пальмитиновая и стеариновая кислоты? Почему температуры кипения карбоновых кислот значительно выше, чем у альдегидов с таким же числом атомов углерода в молекуле?

- 609.** Муравьиная, уксусная и пропановая кислоты смешиваются с водой в любых соотношениях. Какие еще неограниченно растворимые в воде органические вещества вам известны? Что общего в строении всех этих веществ?
- 610.** Изобразите схему образования водородных связей между: а) двумя молекулами муравьиной кислоты; б) молекулой муравьиной кислоты и молекулой воды.
- 611.** За счет образования водородных связей в пара́х уксусная кислота существует в виде смеси отдельных молекул и циклических димеров:



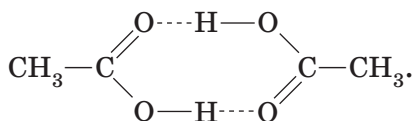
При некоторой температуре относительная плотность по водороду паров уксусной кислоты равна 39. Определите, сколько молекул димера приходится на 100 молекул мономера в пара́х при этих условиях.

- 612.** За счет образования водородных связей в пара́х уксусная кислота существует в виде смеси отдельных молекул и циклических димеров:



Испарили по 1 г уксусной кислоты и метилформиата (HCOOCH_3).

- а) Порция какого вещества займет больший объем в пара́х?
- б) Относительная плотность паров какого вещества будет больше?
- 613.** За счет образования водородных связей в пара́х уксусная кислота существует в виде смеси отдельных молекул и циклических димеров:



Один из изомеров уксусной кислоты (вещество **A**) относится к классу сложных эфиров.

Испарили по одному грамму вещества **A** и уксусной кислоты. Объем паров уксусной кислоты, измеренный при некоторой температуре и давлении, оказался в 1,4 раза меньше объема паров вещества **A**, измеренного при таких же условиях.

- а) Рассчитайте относительную плотность паров вещества **A** и уксусной кислоты по водороду в условиях проведенного эксперимента.
- б) Какое количество молекул мономера приходится на 100 молекул димера в парах уксусной кислоты в условиях описанного эксперимента?

- 614.** При некоторой температуре в парах муравьиной кислоты на 10 молекул мономера приходится 3 молекулы димера. Во сколько раз объем пара, полученного при испарении 1 моль муравьиной кислоты, меньше, чем объем пара, полученного при испарении 1 моль циклогексана.
- 615.** *В газовой фазе уксусная кислота существует в виде равновесной смеси мономера и димера. При 50 °С в сосуде объемом 500 см³ давление некоторого количества паров уксусной кислоты составило 5,92 кПа. После окончания измерения давления пар был сконденсирован и жидкость оттитрована раствором гидроксида бария. На титрование было затрачено 22,60 см³ раствора с молярной концентрацией 0,0413 моль/дм³. Рассчитайте степень диссоциации димера при указанных условиях.
- 616.** Напишите уравнения реакций (в молекулярной и ионной формах) взаимодействия уксусной кислоты со следующими веществами: а) алюминий; б) оксид магния; в) гидроксид натрия; г) гидрокарбонат кальция.

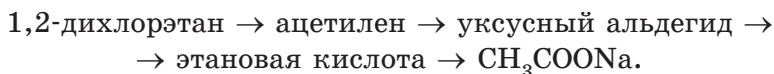
617. Запишите уравнения реакций между: а) пропанолом-1 и муравьиной кислотой; б) глицерином и стеариновой кислотой.

618. Почему муравьиная кислота вступает в реакцию «серебряного зеркала», а уксусная — нет? Запишите уравнение реакции муравьиной кислоты с аммиачным раствором оксида серебра и свежеполученным гидроксидом меди(II) при нагревании. Опишите наблюдаемые явления.

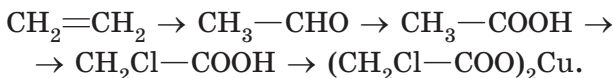
619. Осуществите превращения согласно схеме:



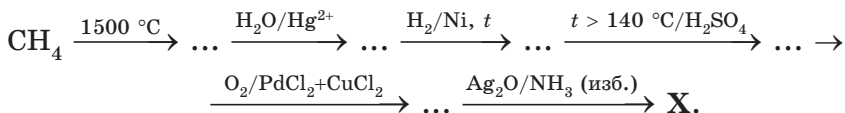
620. Осуществите превращения согласно схеме:



621. *Осуществите превращения согласно схеме:

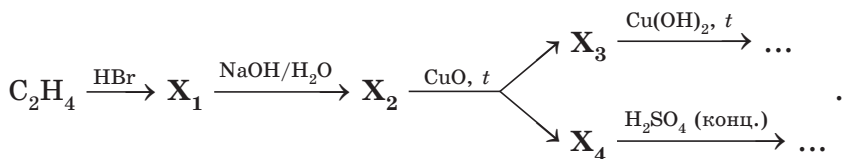


622. *Осуществите превращения согласно схеме:

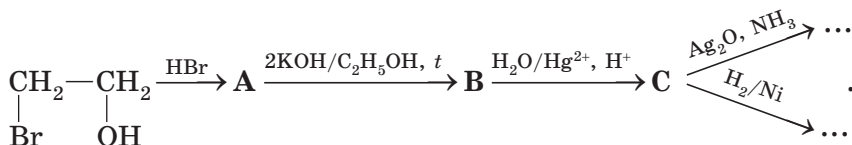


Вещество **X** — соль.

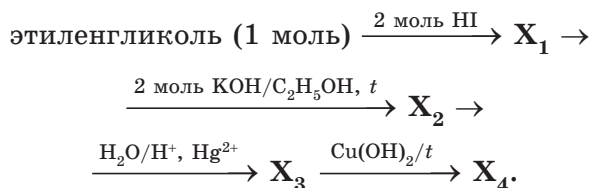
623. Осуществите превращения согласно схеме:



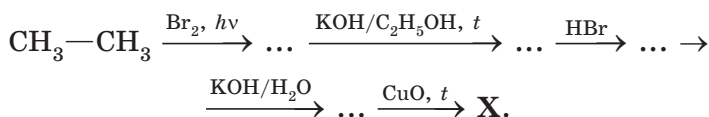
624. Осуществите превращения согласно схеме:



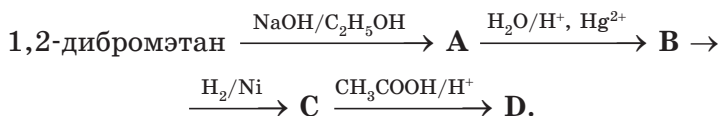
625. Осуществите превращения согласно схеме:



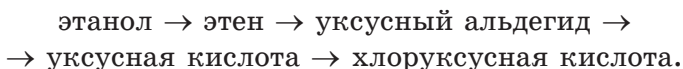
626. Осуществите превращения согласно схеме:



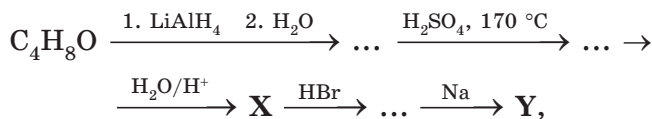
627. Осуществите превращения согласно схеме:



628. Осуществите превращения согласно схеме:

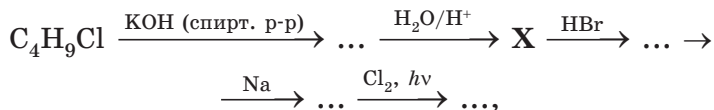


629. *Осуществите превращения согласно схеме:



если известно, что первое вещество — альдегид, а вещество X не окисляется KMnO_4 в присутствии серной кислоты в обычных условиях.

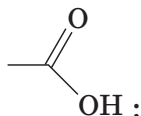
630. *Осуществите превращения согласно схеме:



если известно, что вещество X окисляется KMnO_4 в присутствии серной кислоты. Запишите формулы всех монохлорпроизводных, образующихся на последней стадии, и укажите их число без учета стереоизомеров.

- 631.** Углеводород **A** легче воздуха (н. у.). При присоединении к молекуле **A** молекулы воды образуется жидкость (н. у.) **B**. При взаимодействии **B** с натрием выделяется горючий газ **B**. **B** реагирует с карбоновой кислотой **Г** состава $C_nH_{2n}O_2$, образуя вещество **Д**. При сгорании 1 моль **Д** выделяется в 1,5 раза больше углекислого газа, чем при сгорании 1 моль **B**. Установите формулы веществ **A—Д**. Приведите уравнения описанных реакций.
- 632.** Вещество **A** состава $C_5H_{12}O$, имеющее неразветвленный углеродный скелет, реагирует с металлическим натрием с образованием органического вещества **B**, окисляется оксидом меди(II) при нагревании с образованием органического продукта **B**. При дегидратации вещества **A** образуется алкен **Г**, способный существовать в виде *цис*- и *транс*-изомеров.
- Приведите формулы и названия *цис*- и *транс*-изомеров алкена **Г**.
 - Приведите структурные формулы веществ **A**, **B** и **B**.
 - Запишите уравнения всех описанных в задаче реакций и укажите условия их протекания.
 - Вещество **Д** является изомером вещества **A**. Вещество **Д** реагирует с металлическим натрием, но не может подвергаться внутримолекулярной дегидратации с образованием алкена с таким же, как у **Д**, углеродным скелетом. Приведите структурную формулу вещества **Д** (ответ поясните).
 - Осуществите цепочку превращений:

$$Д \xrightarrow{+CuO, t} \dots \xrightarrow{+Cu(OH)_2, t} \dots \xrightarrow{+CH_3OH/H^+, t} E.$$
 - Приведите структурную формулу изомера вещества **E**, имеющего неразветвленный углеродный скелет и окрашивающего лакмус в розовый цвет.
- 633.** Укажите утверждения, справедливые для вещества, формула которого:



1	применяется в пищевой промышленности
2	вытесняет угольную кислоту из солей
3	в отличие от этанола реагирует с раствором гидроксида натрия
4	окрашивает фенолфталеин в малиновый цвет
5	может быть получено путем присоединения воды к этилену
6	реагирует с медью с выделением водорода
7	при комнатной температуре смешивается с водой в любых соотношениях
8	окрашивает лакмус в красный цвет
9	температура кипения выше, чем у метилформиата

- 634.** В воде объемом 200 мл растворили ацетат натрия массой 41 г. Определите массовую долю соли в полученном растворе (плотность воды равна 1 г/мл).
- 635.** Какую массу формиата калия и какой объем воды необходимо взять для приготовления 200 г раствора с массовой долей соли, равной 7 % ?
- 636.** В 1 л воды растворили 168 л (н. у.) формальдегида. Определите массовую долю альдегида в полученном растворе.
- 637.** К 250 г 40% -ного (по массе) раствора формиата натрия добавили 100 г 15% -ного раствора этой же соли. Определите массовую долю формиата натрия в образовавшемся растворе.
- 638.** В воде объемом 150 мл растворили тригидрат ацетата натрия массой 136 г. Определите массовую долю ацетата натрия в полученном растворе.
- 639.** Какую массу тригидрата ацетата натрия и какой объем воды необходимо взять для приготовления 500 г раствора с массовой долей ацетата натрия, равной 24,6 % ?

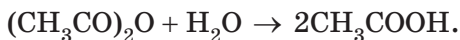
- 640.** Какой объем воды необходимо добавить к 200 мл 60% -ной уксусной кислоты (плотность раствора 1,063 г/мл), чтобы получить раствор с массовой долей уксусной кислоты 9,0 % ?
- 641.** Определите объемы раствора уксусной кислоты (плотность 1,064 г/мл, массовая доля кислоты 90,0 %) и воды, необходимые для приготовления раствора объемом 250 мл с массовой долей кислоты 20,0 % (плотность раствора равна 1,025 г/мл).
- 642.** При упаривании 20% -ного (по массе) раствора ацетата натрия масса раствора уменьшилась на 50 г и стала равна 190 г. Определите массовую долю соли в образовавшемся растворе.
- 643.** Какова массовая доля муравьиной кислоты в растворе, полученном при добавлении 50 мл воды к 200 мл 60% -ного (по массе) раствора муравьиной кислоты (плотность 60% -ного раствора равна 1,136 г/мл)?
- 644.** Какой объем (н. у.) муравьиного альдегида необходимо растворить в 200 мл воды, чтобы получить раствор с массовой долей альдегида 15 % ?
- 645.** Какой объем (н. у.) муравьиного альдегида необходимо растворить в 250 мл 10% -ного (по массе) раствора муравьиного альдегида (плотность раствора равна 1,022 г/мл), чтобы массовая доля альдегида в растворе увеличилась в два раза?
- 646.** В результате упаривания 14% -ного (по массе) раствора формиата калия масса раствора уменьшилась на 35 г, а массовая доля соли составила 20 % . Определите массу исходного раствора.
- 647.** При нагревании 100 г раствора с массовой долей формальдегида 8,0 % образовался раствор массой 89 г с массовой долей альдегида 7,3 % . Определите массу испарившейся воды и объем выделившегося альдегида (н. у.).

- 648.** Для приготовления столового уксуса, в котором массовая доля CH_3COOH составляет 9 %, можно использовать уксусную эссенцию ($\omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = 80\%$). Рассчитайте, какую массу воды следует добавить к уксусной эссенции массой 45 г для приготовления столового уксуса.
- 649.** В герметичный сосуд поместили два стакана. В первом стакане находился избыток концентрированной серной кислоты, во втором — насыщенный раствор формиата натрия (массовая доля вещества в насыщенном растворе составляла 36 %). Через некоторое время за счет поглощения воды серной кислотой из второго раствора в осадок выпал HCOONa массой 6,3 г. Вычислите, насколько при этом изменилась масса первого стакана.
- 650.** Уксусный ангидрид $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ легко взаимодействует с водой, образуя уксусную кислоту:



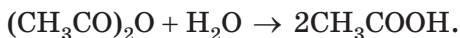
Какой объем воды следует добавить к 20,4 г уксусного ангидрида, чтобы получить 30%-ный (по массе) водный раствор уксусной кислоты?

- 651.** Уксусный ангидрид $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ легко взаимодействует с водой, образуя уксусную кислоту:



Какой объем воды следует добавить к 51 г уксусного ангидрида, чтобы получить 10%-ный (по массе) раствор уксусного ангидрида в уксусной кислоте?

- 652.** Уксусный ангидрид $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ легко взаимодействует с водой, образуя уксусную кислоту:



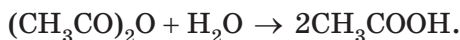
Какой объем водного раствора уксусной кислоты с массовой долей CH_3COOH , равной 60 % ($\rho = 1,06$ г/мл), следует добавить к 220 г раствора уксусного ангидрида в уксусной кислоте с массовой долей $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$, равной 30 %, чтобы получить 15%-ный раствор уксусного ангидрида?

- 653.** Уксусный ангидрид $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ легко взаимодействует с водой, образуя уксусную кислоту:



Какой объем водного раствора уксусной кислоты с массовой долей CH_3COOH , равной 24 % ($\rho = 1,03$ г/мл), следует добавить к 300 г раствора уксусного ангидрида в уксусной кислоте с массовой долей $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$, равной 45 %, чтобы получить 90%-ный водный раствор уксусной кислоты?

- 654.** Уксусный ангидрид $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ легко взаимодействует с водой, образуя уксусную кислоту:



Какую массу 40%-ного (по массе) раствора уксусного ангидрида в уксусной кислоте необходимо добавить к 120 г 70%-ного раствора уксусной кислоты в воде, чтобы получить 15%-ный раствор уксусного ангидрида?

- 655.** Уксусный ангидрид $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ легко взаимодействует с водой, образуя уксусную кислоту:



Какую массу 40%-ного (по массе) раствора уксусного ангидрида в уксусной кислоте необходимо добавить к 120 г 15%-ного раствора уксусной кислоты в воде, чтобы получить 40%-ный раствор уксусной кислоты в воде?

- 656.** Ацетат натрия образуется в результате реакции «гашения» пищевой соды (NaHCO_3) винным уксусом. Такая реакция происходит в процессе приготовления теста. Какой объем 8%-ного винного уксуса потребуется для того, чтобы погасить питьевую соду массой 4,2 г? Какой объем углекислого газа (н. у.) при этом выделится? Рассчитайте массовую долю ацетата натрия в полученном растворе. Плотность 8%-ного раствора уксусной кислоты равна 1,01 г/см³.

- 657.** Какой объем 8% -ного винного уксуса и какая масса питьевой соды потребуется для получения тригидрата ацетата натрия массой 34 г? Плотность 8% -ного раствора уксусной кислоты равна 1,01 г/см³.
- 658.** Для получения тригидрата ацетата натрия без выпаривания раствора можно использовать следующую методику. К питьевой соде массой 42 г добавляют 70% -ную уксусную эссенцию до прекращения выделения газа и небольшое количество дистиллированной воды. Рассчитайте массу уксусной эссенции и объем воды, которые потребуются для получения тригидрата ацетата натрия по описанной методике.
- 659.** При окислении 100 г раствора формальдегида и этанола в воде избытком KMnO_4 , подкисленного серной кислотой, получили 30 г карбоновой кислоты и газ, который с избытком Ba(OH)_2 дает 20 г осадка. Определите массовые доли веществ в исходном растворе.
- 660.** Для нейтрализации 150 г водного раствора смеси муравьиной и уксусной кислот потребовалось 243,5 мл 15% -ного (по массе) раствора гидроксида калия (плотность раствора равна 1,15 г/мл). После упаривания полученного раствора получили остаток массой 68,6 г. Определите массовые доли кислот в исходном растворе.
- 661.** 32 г раствора фенола и уксусной кислоты в диэтиловом эфире разделили на две равные части. При добавлении к первой части избытка натрия выделился газ объемом 493 мл (н. у.). Ко второй части добавляли 5% -ный (по массе) раствор гидрокарбоната натрия до прекращения выделения газа. При этом израсходовали 20,16 г раствора. Рассчитайте массовые доли фенола и уксусной кислоты в исходном растворе.
- 662.** На нейтрализацию 13,3 г смеси уксусной кислоты, ацетальдегида и этанола израсходовано 16,0 г 25% -ного (по массе) раствора гидроксида натрия. При взаимодействии такого же количества смеси с избытком калия

выделилось $1,68 \text{ дм}^3$ (н. у.) газа. Вычислите массовые доли веществ в исходной смеси.

- 663.** В результате поглощения избытком известковой воды углекислого газа, образовавшегося при полном сгорании $3,48 \text{ г}$ смеси муравьиной, уксусной и щавелевой кислот, образуется осадок массой $9,0 \text{ г}$. Для нейтрализации такой же массы смеси кислот требуется $39,2 \text{ г}$ 10% -ного (по массе) раствора гидроксида калия. Рассчитайте массовые доли кислот в смеси.
- 664.** На $90,6 \text{ см}^3$ 35% -ного (по массе) раствора (плотность $1,05 \text{ г/см}^3$) одноосновной насыщенной карбоновой кислоты подействовали избытком гидрокарбоната натрия. Объем выделившегося газа составил $10,08 \text{ дм}^3$ (н. у.). Установите формулу кислоты.
- 665.** При действии избытка натрия на $3,32 \text{ г}$ смеси глицерина и насыщенной ациклической одноосновной карбоновой кислоты выделяется газ объемом 784 мл (н. у.). Кислота, выделенная из первоначальной смеси, может вступить в реакцию этерификации со смесью бутанола-2 и 2-метилпропанола-1 общей массой $2,96 \text{ г}$. Установите формулу кислоты.
- 666.** Из определенного количества насыщенного одноатомного спирта можно получить либо 18 г альдегида, либо 14 г алкена. Какую массу сложного эфира можно получить из указанного количества спирта и уксусной кислоты массой 12 г , если выход продукта реакции составит 86% ?
- 667.** При действии избытка натрия на $13,8 \text{ г}$ смеси этилового спирта и одноосновной органической кислоты выделяется $3,36 \text{ л}$ газа (н. у.), а при действии на ту же смесь избытка насыщенного раствора гидрокарбоната натрия — $1,12 \text{ л}$ газа (н. у.). Определите формулу органической кислоты и массовые доли веществ в исходной смеси.
- 668.** При нагревании $25,8 \text{ г}$ смеси этилового спирта и уксусной кислоты в присутствии концентрированной серной

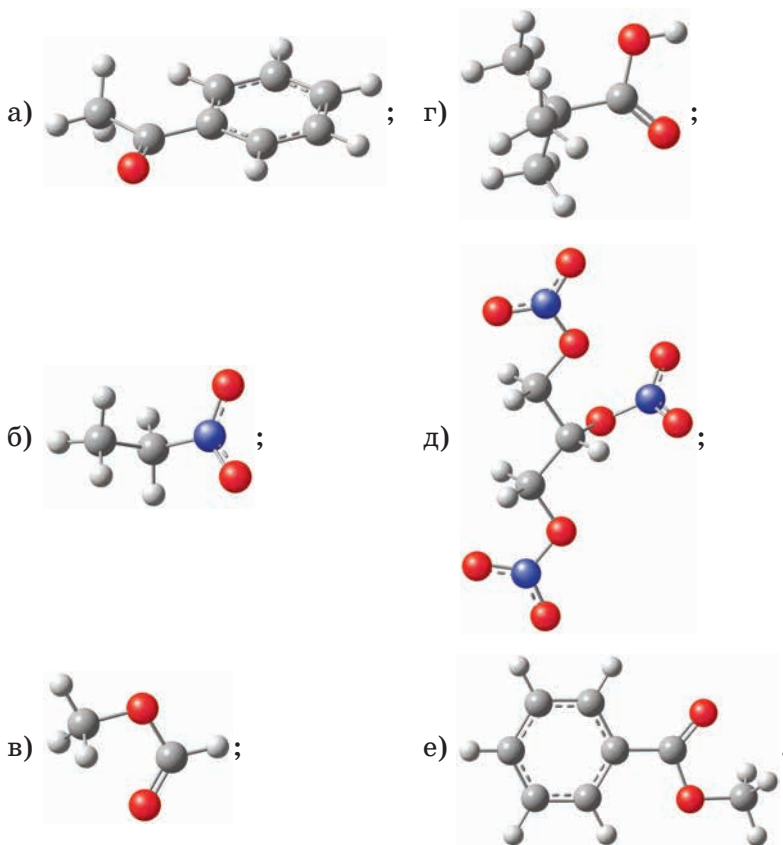
кислоты было получено 14,08 г сложного эфира. При полном сжигании такой же смеси спирта и кислоты образовалось 23,4 мл воды. Найдите массовые доли веществ в исходной смеси и рассчитайте, с каким выходом протекала реакция этерификации.

- 669.** При нагревании смеси этанола и уксусной кислоты в присутствии серной кислоты получили этилацетат массой 13,2 г (выход равен 60 %). При действии избытка гидрокарбоната натрия на такую же смесь образовался газ объемом 7,84 л (н. у.). Определите массы веществ в исходной смеси. Какое вещество взято в избытке?
- 670.** Порцию первичного насыщенного одноатомного спирта разделили на две равные части. При окислении первой части получили 33,67 г насыщенной карбоновой кислоты (выход равен 70 %). При взаимодействии полученной карбоновой кислоты со второй частью спирта получили сложный эфир массой 44,86 г (выход — 85 %). Найдите массу порции спирта.
- 671.** При окислении альдегида получили одноосновную карбоновую кислоту состава $C_xH_yO_2$. При взаимодействии полученной кислоты массой 28,06 г с этанолом с выходом 80 % образовался сложный эфир массой 27,60 г. Приведите название карбоновой кислоты.
- 672.** При окислении альдегида состава $C_nH_{2n}O$ избытком раствора Ag_2O получено 10,8 г серебра, а также кислота, которая в реакции с этанолом образует 2,2 г эфира (выход реакции этерификации равен 50 %). Установите формулу альдегида.
- 673.** Метанол массой 6,0 г подвергли каталитическому окислению. При этом образовалась смесь веществ, не содержащая CO_2 . Известно, что полученная смесь с избытком аммиачного раствора оксида серебра образует 43,2 г осадка. При взаимодействии такого же количества смеси с гидрокарбонатом натрия выделяется газ объемом 2,24 дм³ (н. у.). Рассчитайте, сколько процентов метанола не подверглось окислению.

- 674.** При сильном нагревании в пробирке смеси, состоящей из твердого гидроксида натрия и натриевой соли уксусной кислоты, выделяется газообразный метан, а в пробирке остается твердое белое вещество, в котором массовые доли натрия, углерода и кислорода равны соответственно 43,4 %, 11,3 % и 45,3 %.
- Установите формулу твердого продукта данной реакции.
 - Составьте уравнение протекающей реакции.
 - Какой максимальный объем метана (н. у.) можно получить при прокаливании смеси, состоящей из 100 г гидроксида натрия и 100 г натриевой соли уксусной кислоты?
- 675.** Раствор вещества X в 3,00 г уксусной кислоты сожгли в кислороде. При этом израсходовано 2,352 дм³ кислорода (н. у.). В результате образовались только CO₂ массой 4,84 г и вода массой 1,98 г.
- На основании приведенных данных установите вещество X и его массу в исходном растворе.
 - Напишите четыре уравнения реакций, характеризующих основные химические свойства вещества X.
- 676.** Цинковую пластинку массой 40 г опустили в 300 г раствора с массовой долей уксусной кислоты 10 % и выдерживали до полного прекращения реакции. Затем эту пластинку поместили в раствор нитрата одновалентного металла. Через некоторое время масса пластинки стала равной 38,85 г, а масса нитрата цинка в растворе составила 18,9 г. Установите металл.
- 677.** Алюминиевую пластинку массой 50 г опустили в раствор CH₃COOH (масса раствора 36 г) с массовой долей кислоты 10 % и выдерживали до полного прекращения реакции. Затем пластинку извлекли и выдержали в растворе сульфата меди(II) массой 150 г. В результате этих операций масса пластинки стала равна 52,5 г. Установите состав пластинки в массовых долях и массовую долю сульфата алюминия в образовавшемся растворе.

3.5. СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ. ЖИРЫ

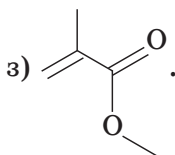
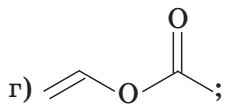
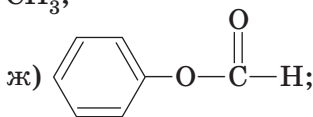
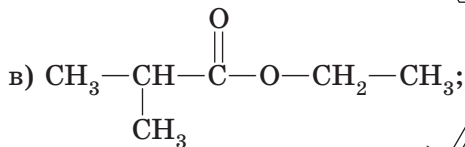
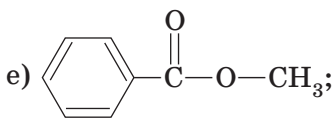
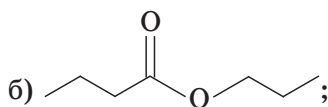
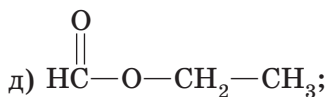
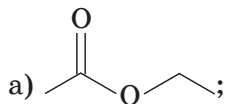
678. Укажите, к каким классам органических веществ можно отнести соединения, модели молекул которых:



679. Напишите формулы веществ: а) этилпропаноата; б) метилформиата; в) этилового эфира 3-метилбутановой кислоты; г) метилового эфира пропеновой кислоты; д) фенилацетата. Для каждого случая приведите формулу и название одной карбоновой кислоты, изомерной данному сложному эфиру.

680. Приведите структурные формулы двух сложных эфиров, молярные массы которых равны 74 г/моль.

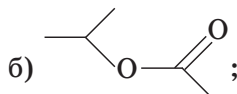
- 681.** Напишите структурные формулы всех соединений состава $C_4H_8O_2$, относящихся к классу сложных эфиров либо карбоновых кислот. Назовите эти вещества.
- 682.** Приведите два варианта названия сложных эфиров, формулы которых:

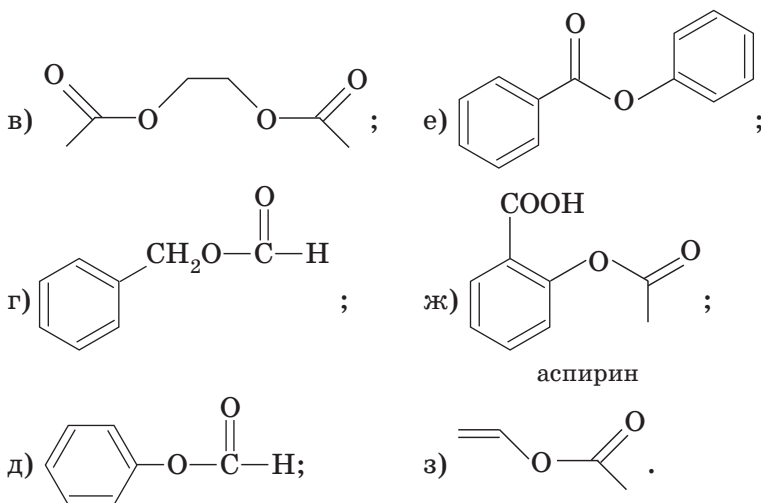


Укажите, какие из приведенных веществ могут вступать в реакции полимеризации. Приведите уравнения соответствующих реакций.

- 683.** Относительная плотность паров сложного эфира по водороду равна 37. Напишите возможную структурную формулу сложного эфира и структурные формулы пяти его изомеров, относящихся к разным классам органических веществ.
- 684.** Напишите уравнения реакций кислотного и щелочного (избыток NaOH) гидролиза веществ:

а) пропилформиата;



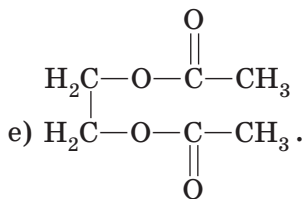
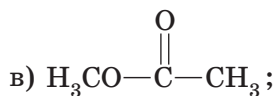
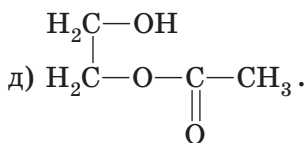
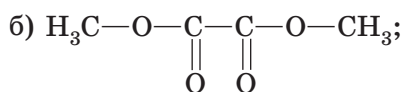
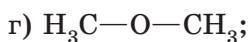
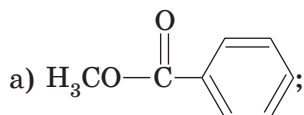


685. Напишите структурные формулы моно- и диацетатов этиленгликоля. Какое из веществ может вступать в реакцию этерификации? Приведите уравнение этой реакции.

686. Найдите соответствие между веществом и продуктом (-ами), в производстве которого (-ых) это вещество используется:

Растительное масло	
Этиленгликоль	
Терефталевая кислота	
	

- 687.** Напишите уравнения реакций, при помощи которых из метилацетата можно получить формальдегид.
- 688.** Напишите уравнения реакций, при помощи которых из пропилацетата и неорганических веществ можно получить изопропилацетат.
- 689.** Напишите уравнения реакций, при помощи которых из 1-бромпропана и неорганических веществ можно получить изопропилпропаноат.
- 690.** При полном гидролизе сложного эфира образуются органические вещества **А** и **Б**, причем химическое количество вещества **А** в два раза больше, чем химическое количество вещества **Б**. Укажите возможные формулы сложного эфира:



Составьте уравнения реакций гидролиза.

- 691.** Альдегид **А** имеет молярную массу меньше 45 г/моль, при гидрировании образует вещество **В** с молярной массой больше 45 г/моль. При окислении **А** дихроматом калия может быть получено органическое вещество **С**, водный раствор которого окрашивает лакмус в красный цвет. При нагревании **В** с **С** в присутствии серной кислоты образуются легкокипящая жидкость **Д**

и неорганическое вещество **Е**. Предложите формулы веществ **А—Е**. Напишите уравнения реакций.

- 692.** Органическое вещество **А** является сложным эфиром. При гидролизе **А** образуются вещества **Б** и **В**. Вещество **Б** вступает в реакцию «серебряного зеркала». Вещество **В** — спирт, который не окисляется хромовой кислотой без разрушения углеродного скелета. Предложите формулы веществ **А—В**. Напишите уравнения реакций.
- 693.** Органическое вещество **А** является сложным эфиром. При гидролизе **А** образуются вещества **Б** и **В**. Вещество **Б** вступает в реакцию «серебряного зеркала», а вещество **В** — нет. При действии **В** на раствор соды происходит бурное выделение газа. Предложите формулы веществ **А—В**. Напишите уравнения реакций.
- 694.** При гидролизе сложного эфира образуются одинаковое количество (моль) веществ **А** и **Б**. При полном сгорании вещества **А** образуется 1,0 г углекислого газа. При полном сгорании вещества **Б** — 2,0 г углекислого газа. Приведите не менее двух возможных формул сложного эфира. Напишите уравнения реакций.
- 695.** Молярная масса сложного эфира равна 116 г/моль. При гидролизе этого эфира образуются одинаковые количества (моль) кислоты и спирта. При сгорании всего полученного спирта образуется столько же углекислого газа, сколько и при сгорании всей кислоты. Приведите две возможные формулы сложного эфира. Напишите уравнения реакций.
- 696.** Молярная масса сложного эфира равна 88 г/моль. При гидролизе этого эфира образуются одинаковые количества (моль) кислоты и спирта. При сгорании всего полученного спирта образуется втрое больше углекислого газа, чем при сгорании всей кислоты. Приведите две возможные формулы сложного эфира. Напишите уравнения реакций.

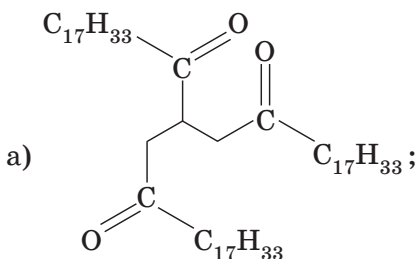
- 697.** Относительная плотность паров **A** по водороду равна 44. При гидролизе вещества **A** образуются вещества **B** и **B**. При сгорании вещества **A** образуется вдвое больше углекислого газа, чем при сгорании такого же количества (моль) вещества **B**. Вещество **B** используется в качестве консерванта. При взаимодействии **B** с хлором в присутствии красного фосфора образуются две кислоты (слабая кислота **Г** и сильная — **Д**). Приведите формулы веществ **A—Д**. Напишите уравнения реакций.
- 698.** Соль **A** окрашивает пламя горелки в фиолетовый цвет. При взаимодействии соли **A** с серной кислотой образуется органическое вещество **B**. При взаимодействии **B** с метиловым спиртом в присутствии серной кислоты образуется органическое вещество **B**. При сгорании вещества **B** образуется в 1,5 раза больше углекислого газа, чем при сгорании такого же количества (моль) вещества **B**. Приведите формулы веществ **A—B**. Напишите уравнения реакций.
- 699.** Соль **A** окрашивает пламя горелки в желтый цвет. При взаимодействии соли **A** с серной кислотой образуется органическое вещество **B**. При взаимодействии **B** с этиловым спиртом в присутствии серной кислоты образуется органическое вещество **B**, обладающее приятным запахом. При сгорании вещества **B** образуется в 1,5 раза больше углекислого газа, чем при сгорании такого же количества (моль) вещества **B**. Приведите формулы веществ **A—B**. Напишите уравнения реакций.
- 700.** Вещество **A** является изомером метилацетата. Причем температура кипения вещества **A** (°C) примерно в 2,5 раза больше, чем у метилацетата. Известно, что вещество **A** и спирт **B** образуются при полном гидролизе сложного эфира **B**. Причем количество (моль) получаемого вещества **A** в два раза больше, чем количество спирта **B**. Спирт **B** используется в производстве антифризов. Укажите возможные структурные формулы веществ **A—B**. Напишите уравнения реакций.

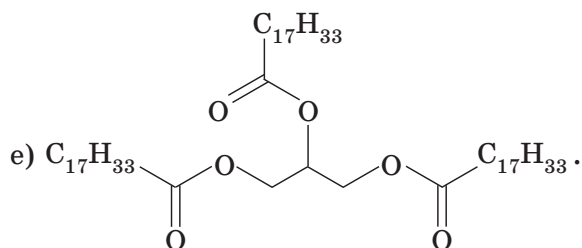
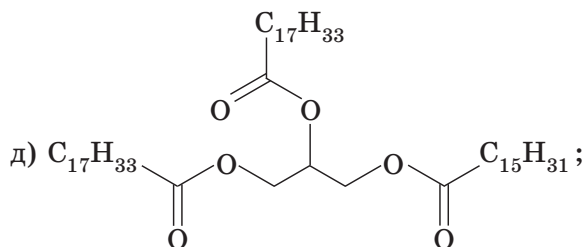
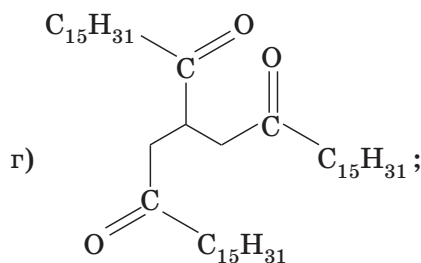
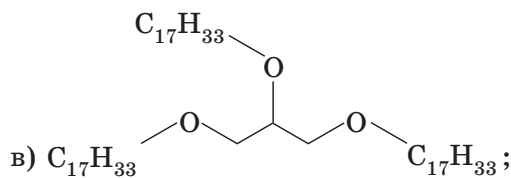
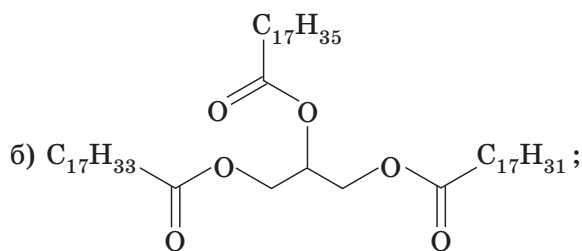
- 5) к классу сложных эфиров относится как нитроглицерин, так и нитробензол;
 6) температура кипения метилформиата ниже, чем изомерной ему карбоновой кислоты.

705. Напишите возможные структурные формулы триглицеридов, образованных двумя остатками пальмитиновой и одним остатком стеариновой кислот. В каком агрегатном состоянии будут находиться эти триглицериды при 20 °С? Составьте уравнения реакций гидролиза этих триглицеридов в кислотной и щелочной средах.

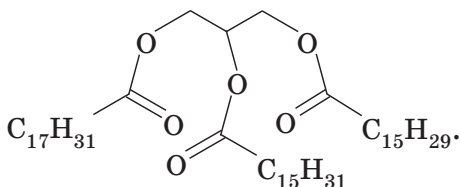
706. Напишите возможные структурные формулы триглицеридов, образованных одним остатком олеиновой, одним остатком линолевой и одним остатком линоленовой кислот. Укажите конфигурацию двойных связей. В каком агрегатном состоянии будут находиться эти триглицериды при 20 °С? Смесь таких триглицеридов прореагировала с избытком водорода в присутствии никелевого катализатора. Какой продукт образовался при этом? В каком агрегатном состоянии он будет находиться при 20 °С?

707. Жир (триглицерид) полностью прогидрировали. Продукт реакции обработали избытком водного раствора гидроксида калия. В результате было получено только два вещества: глицерин и стеарат калия. Укажите возможные формулы жира:





- 708.** В результате полного гидрирования жидкого (н. у.) вещества **A** образуется твердое (н. у.) вещество **B**. При щелочном гидролизе вещества **B** образуется вещество **B**, являющееся компонентом моющих средств. Предложите формулы веществ **A—B**. Напишите уравнения реакций.
- 709.** В результате полного гидролиза триглицерида **A** получены насыщенные одноосновные карбоновые кислоты **B** и **B** в мольном соотношении 2 : 1 и соединение **Г**, которое со свежесажженным неорганическим веществом **Д** образует ярко-синий раствор. Массовая доля углерода в кислоте **B** равна 75,0 %. Кислота **B** при комнатной температуре смешивается с водой в любых соотношениях и является изомером сложного эфира, состоящего из остатков молекул кислоты и спирта, каждая из которых содержит четное число атомов углерода. Укажите формулы веществ **A—Д**. Напишите уравнения реакций.
- 710.** Для полного гидрирования триглицерида количеством 0,5 моль требуется водород объемом 22,4 дм³ (н. у.). Продукт реакции обработали избытком водного раствора гидроксида калия. В результате было получено только два вещества: глицерин и стеарат калия. Приведите примеры четырех различных триглицеридов, удовлетворяющих условию задачи.
- 711.** Укажите максимальное число молекул брома, которое может присоединить молекула жира:



Напишите уравнение реакции.

- 712.** Укажите количество (моль) брома, который может присоединить 1 моль триглицерида с молекулярной фор-

мулой $C_{55}H_{98}O_6$. (Триглицерид образован остатками нециклических карбоновых кислот.) Составьте возможную структурную формулу такого триглицерида и запишите уравнение реакции его с избытком брома.

- 713.** Какая масса этилпропаноата будет получена при взаимодействии 15,0 мл этанола (плотность 0,79 г/мл) и 14,8 мл соответствующей кислоты (плотность 1 г/см³), если выход продукта реакции равен 80 %?
- 714.** Диэтиловый эфир щавелевой кислоты массой 7,3 г кипятили с 24,6 мл 20% -ного по массе раствора NaOH (плотность 1,22 г/мл). После полного гидролиза сложного эфира смесь выпарили досуха. Найдите массу полученного твердого остатка.
- 715.** Сложные эфиры масляной кислоты используются для приготовления фруктовых эссенций. Например, этиловый эфир масляной кислоты называют ананасной эссенцией. Какую массу ананасной эссенции можно получить при нагревании 24 см³ спирта (плотность 0,8 г/см³, массовая доля этанола 96 %) и 55 см³ масляной кислоты (плотность 0,96 г/см³), если выход продукта реакции равен 75 %?
- 716.** Сложные эфиры используются для приготовления фруктовых эссенций. Например, сложный эфир изоамилового спирта (3-метилбутанола-1) и уксусной кислоты называют грушевой эссенцией. Смесь изоамилового спирта и уксусной кислоты (масса смеси 50 г) разделили на две равные части. Первую часть обработали избытком гидрокарбоната калия и получили 4,93 л (н. у.) газа. При нагревании второй части смеси в присутствии катализатора было получено 10,8 г грушевой эссенции. Определите выход реакции этерификации.
- 717.** Смесь этанола и уксусной кислоты разделили на две равные части. Первую часть обработали избытком гидрокарбоната натрия, а полученный газ пропустили через избыток раствора гидроксида бария. Образовавшийся осадок отфильтровали, высушили и взвесили.

Его масса оказалась равной 9,85 г. Вторую часть смеси нагревали в присутствии катализатора и с выходом 75 % получили 3,30 г этилацетата. Можно ли, используя данные, приведенные в условии, определить массу этанола в исходной смеси?

- 718.** Смесь этанола и муравьиной кислоты разделили на две равные части. Первую часть обработали избытком гидрокарбоната натрия, а полученный газ пропустили через избыток известковой воды. Образовавшийся осадок отфильтровали, высушили и взвесили. Его масса оказалась равной 5,00 г. Вторую часть смеси нагревали в присутствии катализатора и с выходом 74 % получили 2,19 г этилформиата. Определите массы веществ в исходной смеси.
- 719.** Порцию бутаналя разделили на две равные части. Восстановлением первой части с выходом 75 % получили спирт. Окислением второй части с выходом 60 % получили кислоту. Смешав полученные кислоту и спирт, с выходом 80 % получили сложный эфир массой 14,4 г. Найдите объем исходной порции бутаналя (плотность бутаналя равна 0,8 г/см³).
- 720.** Смесь этанола и муравьиной кислоты разделили на две части. Первую часть массой 23,0 г сожгли в избытке кислорода и получили 17,92 дм³ (н. у.) газа. Из второй части массой 11,5 г получили 6,6 г этилформиата. Рассчитайте выход сложного эфира.
- 721.** Юный химик Вася прочитал, что изобутилформиат имеет запах, напоминающий запах малины. Для получения этого сложного эфира Вася вылил в колбу на 100 мл весь изобутанол, который нашел в лаборатории, и затем долил в колбу муравьиной кислоты до риски. К удивлению Васи, плотность полученной смеси составила 1 г/мл. Содержимое колбы Вася разделил на две равные части. Одну часть Вася умудрился полностью сжечь. К счастью, ему удалось собрать всю жидкость, которая

сконденсировалась после сгорания смеси. Ее объем оказался равным 41,8 мл. Вторую часть Вася нагревал в присутствии катализатора и получил 30,5 г изобутилформиата. Определите выход продукта реакции этерификации.

- 722.** Молярная масса сложного эфира равна 116 г/моль. При его гидролизе избытком гидроксида натрия образуются соль **A** с массовой долей натрия, равной 24,0 %, и спирт **B**. При окислении спирта **B** дихроматом натрия в кислой среде образуется кетон с тем же числом атомов углерода в молекуле. Установите формулу сложного эфира. Напишите уравнения реакций.
- 723.** При окислении альдегида получили одноосновную карбоновую кислоту. При взаимодействии этой кислоты массой 56,12 г с этанолом с выходом 70 % получили 48,30 г сложного эфира. Приведите возможную формулу альдегида.
- 724.** Из определенного количества насыщенного одноатомного спирта можно получить либо 18,0 г альдегида, либо 14,0 г алкена. Установите формулу спирта. Какую массу сложного эфира можно получить из этого количества спирта и 12,0 г уксусной кислоты, если выход продукта реакции составит 75 % ?
- 725.** Порцию одноатомного первичного спирта разделили на две равные части. Окислением первой части получили 48,10 г карбоновой кислоты (выход 100 %). При взаимодействии этой карбоновой кислоты со второй частью спирта получили 64,09 г сложного эфира (выход 85,00 %). Найдите массу порции спирта и установите его формулу.
- 726.** При нагревании уксусной кислоты массой 15 г с избытком одноатомного спирта с выходом 80 % получен сложный эфир. При сжигании сложного эфира в избытке кислорода образовался углекислый газ объемом 13,44 дм³ (н. у.). Установите строение сложного эфира.

- 727.** Смесь фенола и метилового эфира одноосновной карбоновой кислоты (масса смеси 83,6 г) разделили на две равные части. Одна часть может полностью прореагировать с 94,9 см³ 20%-ного по массе раствора гидроксида калия (плотность 1,18 г/см³). При обработке другой части избытком бромной воды образуется 99,3 г осадка. Определите строение сложного эфира и его массовую долю в смеси.
- 728.** В результате химического анализа было установлено, что вещество **A** имеет состав C₁₈H₁₈O₄ и содержит два бензольных кольца. В присутствии серной кислоты **A** подвергается гидролизу, образуя соединения **B** и **B**. Соединение **B** при взаимодействии со свежесажженным гидроксидом меди(II) образует комплексное соединение, и раствор приобретает васильково-синий цвет. Соединение **B** может быть получено при взаимодействии гомолога этилена с раствором перманганата калия на холоде. Вещество **B** — ароматическое соединение. При взаимодействии 18,3 г **B** с избытком пищевой соды выделяется 3,36 дм³ (н. у.) газа. Установите возможные формулы веществ **A**—**B**. Напишите уравнения реакций.
- 729.** При полном гидролизе 35,2 г сложного эфира глицерина получено 24 г одноосновной кислоты. При взаимодействии этой кислоты с избытком раствора гидрокарбоната калия получено 8,96 дм³ (н. у.) газа. Приведите возможные формулы сложного эфира.
- 730.** В пара́х уксусная кислота существует как в виде отдельных молекул CH₃COOH, так и в виде димера (CH₃COOH)₂. При некоторой температуре число молекул димера в три раза меньше числа отдельных молекул уксусной кислоты. Укажите число молекул димера в паре, полученном в результате испарения 60 г уксусной кислоты.
- 731.** В пара́х уксусная кислота существует как в виде отдельных молекул CH₃COOH, так и в виде димера (CH₃COOH)₂. При некоторой температуре пар, полученный в результате испарения 60 г уксусной кислоты, содержит

$1,505 \cdot 10^{23}$ молекул димера. Вычислите относительную плотность пара по воздуху.

- 732.** Два разных органических вещества имеют одинаковый состав — $C_3H_6O_2$. При действии избытка гидрокарбоната калия на смесь этих веществ массой 18,5 г получено 1,12 дм³ (н. у.) газа. Известно, что одно из веществ в исходной смеси не реагирует с раствором гидрокарбоната калия и аммиачным раствором оксида серебра, но при нагревании с раствором гидроксида калия подвергается гидролизу. Установите вещества и найдите их массовые доли в исходной смеси.
- 733.** Имеется смесь этиловых эфиров уксусной и пропиононовой кислот (масса смеси равна 26,6 г). К смеси добавили 77,4 см³ 21%-ного по массе раствора КОН (плотность 1,23 г/см³) и нагревали до полного гидролиза сложных эфиров. Для нейтрализации избытка щелочи потребовалось 24,34 см³ 10%-ной по массе соляной кислоты (плотность 1,05 г/см³). Найдите массы сложных эфиров в смеси.
- 734.** Имеется смесь этилового эфира муравьиной и метилового эфира уксусной кислот. Масса смеси равна 7,4 г. Укажите массу гидроксида калия, необходимую для полного гидролиза смеси.
- 735.** Имеется смесь этилового эфира уксусной кислоты и метилового эфира пропиононовой кислоты. К смеси добавили 23,7 см³ 20%-ного по массе раствора КОН (плотность 1,18 г/см³) и нагревали до полного гидролиза сложных эфиров. Для нейтрализации избытка щелочи потребовалось 13,9 см³ 10%-ной по массе соляной кислоты (плотность 1,05 г/см³). Найдите массу смеси сложных эфиров.
- 736.** Имеется смесь двух ближайших гомологов сложных эфиров, образованных насыщенными одноосновными карбоновыми кислотами и насыщенными одноатомными спиртами. Массовые доли эфиров в смеси равны.

В молекуле низшего гомолога соотношение числа атомов водорода к числу атомов кислорода равно 4 : 1. К этой смеси массой 5 г добавили 53 см³ раствора с молярной концентрацией КОН, равной 3 моль/дм³, смесь нагрели. Какой объем соляной кислоты (массовая доля HCl равна 20 %, плотность раствора — 1,1 г/см³) потребуется для нейтрализации смеси, полученной после полного гидролиза сложных эфиров?

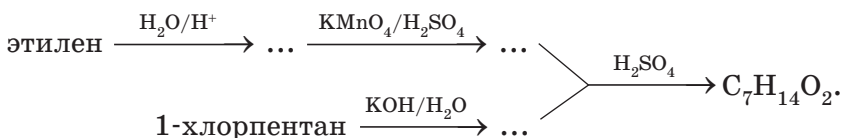
- 737.** *Уксусный ангидрид массой 10,2 г смешали с избытком этанола, содержащего небольшое количество воды. Масса образовавшейся смеси составила 16,2 г, и воды в смеси не осталось. На нейтрализацию этой смеси затратили KHCО₃ массой 12,0 г. Определите массовую долю воды в спирте. Считайте, что в условиях эксперимента кислота со спиртом не взаимодействовала.
- 738.** *Смесь изомерных сложных эфиров массой 1,76 г нагрели с 15,9 см³ 22%-ного по массе водного раствора гидроксида калия (плотность раствора равна 1,2 г/см³), затем раствор упарили, твердый остаток прокалили. При прокаливании выделилось 448 см³ (н. у.) смеси алканов с плотностью по воздуху 0,612. Установите качественный и количественный состав исходной смеси и твердого остатка после прокаливании.
- 739.** В результате щелочного гидролиза триглицерида массой 1 кг получены стеарат и олеат натрия в мольном соотношении 1 : 2. Найдите массу олеата натрия.
- 740.** Триглицерид массой 17,56 г нагревали с гидроксидом натрия массой 2,80 г. После полного гидролиза получили раствор, содержащий соль только одной карбоновой кислоты. Для нейтрализации избытка щелочи потребовалось 7,12 см³ соляной кислоты (массовая доля HCl равна 5,0 %, плотность раствора — 1,025 г/см³). Укажите название карбоновой кислоты, остатки которой входят в состав триглицерида.

- 741.** Природный триглицерид массой 8,80 г, содержащий остатки только ненасыщенных карбоновых кислот, полностью растворили при нагревании в 19,0 см³ 25% -ного (по массе) раствора гидроксида калия (плотность 1,18 г/см³). Для нейтрализации избытка щелочи потребовалось 24,1 см³ 10% -ной (по массе) соляной кислоты (плотность 1,06 г/см³). Полученные в результате гидролиза соли карбоновых кислот обработали избытком соляной кислоты, образовавшиеся органические продукты отделили и обработали избытком раствора брома. В результате была получена смесь тетрабромпроизводного и дибромпроизводного в молярном соотношении 2 : 1, причем массовая доля брома в одном из бромпроизводных составляет 36,2 %. Установите возможную формулу триглицерида.
- 742.** Природный триглицерид массой 33,2 г, содержащий остатки только насыщенных карбоновых кислот, полностью растворили при нагревании в 94,9 см³ 25% -ного (по массе) раствора гидроксида калия (плотность 1,18 г/мл). Для нейтрализации избытка щелочи потребовалось 100,4 см³ 12% -ной (по массе) соляной кислоты (плотность 1,06 г/см³). При последующем подкислении раствора выпало 27,0 г осадка. Установите возможную формулу триглицерида.
- 743.** Природный триглицерид массой 63,8 г, содержащий остатки только насыщенных карбоновых кислот, полностью растворили при нагревании в 94,9 см³ 25% -ного (по массе) раствора гидроксида калия (плотность 1,18 г/см³). Для нейтрализации избытка щелочи потребовалось 139 см³ 5% -ной (по массе) соляной кислоты (плотность 1,05 г/см³). При последующем подкислении раствора выпало 51,2 г осадка, содержащего 75 % углерода (по массе). Установите возможную формулу триглицерида.
- 744.** Природный триглицерид массой 34,88 г, содержащий остатки только одной карбоновой кислоты, нагревали

с $60,2 \text{ см}^3$ 20%-ного (по массе) раствора серной кислоты (плотность $1,14 \text{ г/см}^3$). В результате триглицерид подвергся полному гидролизу. Для полной нейтрализации полученной смеси потребовалось $100,0 \text{ см}^3$ раствора с молярной концентрацией КОН 4 моль/ дм^3 . Если полученную после гидролиза кислоту обработать избытком раствора брома, то образуется гексабромпроизводное. Установите возможную формулу триглицерида.

- 745.** Смесь триглицеридов разделили на две равные части. Для полного гидролиза первой части массой $256,8 \text{ г}$ потребовался гидроксид калия массой $50,4 \text{ г}$. Вторая часть смеси может присоединить 144 г брома. Найдите молярную массу смеси органических веществ, образующихся при полном гидрировании указанной смеси триглицеридов.
- 746.** При полном гидролизе смеси триглицеридов раствором гидроксида натрия образовались глицерин массой $32,2 \text{ г}$ и соли карбоновых кислот общей массой $318,5 \text{ г}$. Определите молярную массу исходной смеси триглицеридов.
- 747.** На полный гидролиз смеси триглицеридов израсходован гидроксид натрия массой 48 кг . При этом образовалась смесь солей карбоновых кислот общей массой $361,6 \text{ кг}$. Определите молярную массу исходной смеси триглицеридов.
- 748.** Смесь триглицеридов разделили на две порции. На полное гидрирование первой порции массой $43,5 \text{ г}$ затрачен водород объемом $5,60 \text{ дм}^3$ (н. у.). При взаимодействии второй порции этой смеси триглицеридов с избытком раствора брома было получено 334 г смеси бромпроизводных. Найдите массу второй порции смеси триглицеридов.
- 749.** Органическое соединение, имеющее молекулярную формулу $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$, представляет собой бесцветную жидкость с приятным фруктовым запахом. Это вещество растворяет эфиры целлюлозы и используется в процессе получения искусственного шелка. Оно имеет техническое

название «банановое масло» и применяется для проверки герметичности противогазов в швейцарской армии. Это вещество может быть получено по следующей схеме:

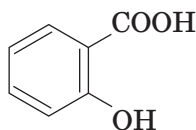


Изомер этого соединения, относящийся к этому же классу органических веществ, имеет запах груш и входит в состав грушевой эссенции.



- Напишите уравнения реакций, зашифрованные в приведенной схеме превращений.
- Напишите структурные формулы пахучего компонента «бананового масла» и грушевой эссенции.
- Составьте формулы трех структурных изомеров пахучего компонента «бананового масла», относящихся к тому же классу органических веществ.
- Какую функцию выполняет серная кислота на последней стадии описанной схемы превращений?

750. В медицине широко используются лекарственные препараты аспирин (ацетилсалициловая кислота) и метилсалицилат. Аспирин ($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$) — известный обезболивающий, жаропонижающий и противовоспалительный препарат, имеется практически в каждой домашней аптечке. Метилсалицилат ($\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$) входит в состав обезболивающих и противовоспалительных мазей, например, бальзама «Бен-Гей» и мази «Эфкамон». Как следует из названий этих веществ, они являются производными салициловой кислоты:



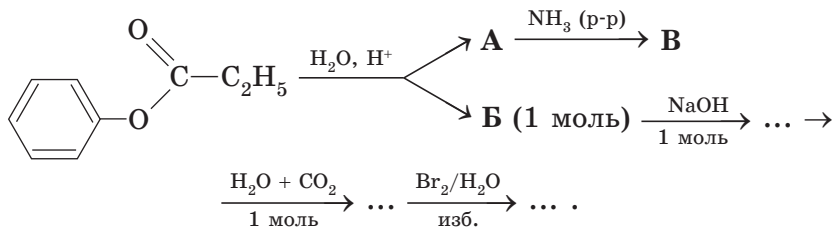
салициловая кислота

В молекуле салициловой кислоты имеются карбоксильная и гидроксильная группы, непосредственно связанные с бензольным кольцом. Она представляет собой белое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в органических растворителях. В воде при температуре 20 °С ее растворимость составляет 0,18 г на 100 г воды, при нагревании растворимость увеличивается (8,5 г на 100 г воды при 80 °С).

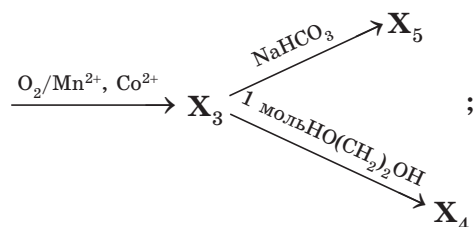
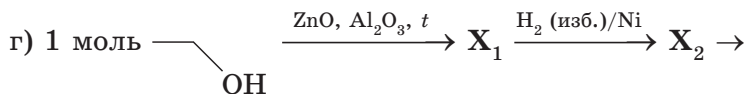
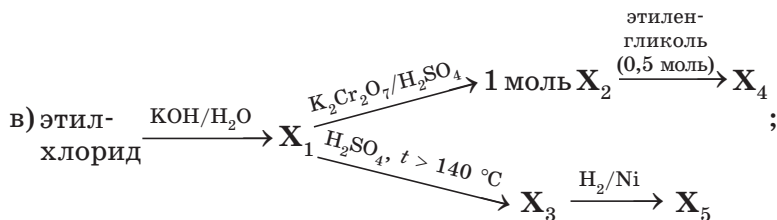
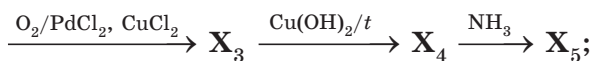
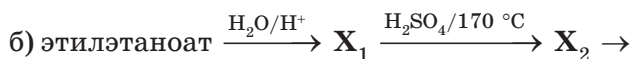
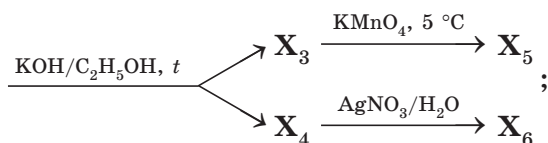
Как видно из строения молекулы, салициловая кислота является бифункциональным соединением — карбоновой кислотой и фенолом.

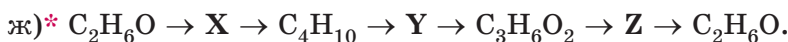
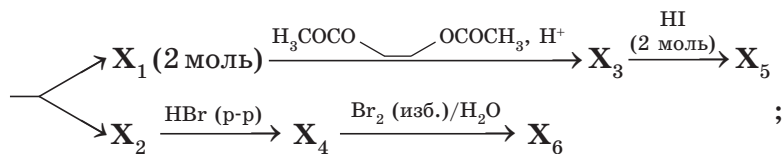
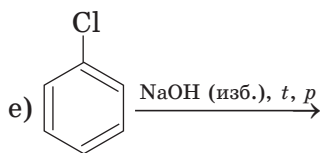
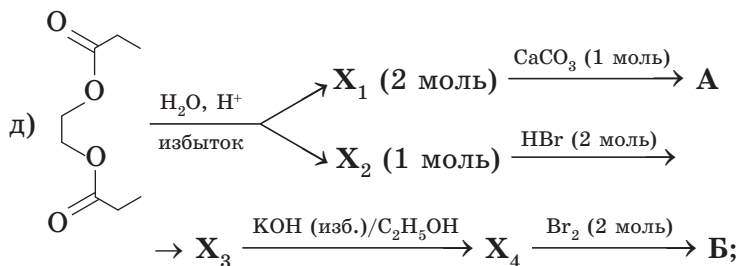
- а) Назовите салициловую кислоту по номенклатуре ИЮПАК.
- б) Для очистки салициловой кислоты от хорошо растворимых в воде примесей 20,00 г загрязненной салициловой кислоты полностью растворили в 250 мл горячей воды (примерно 80 °С). Затем раствор охладили до температуры 20 °С, выпавший осадок отфильтровали. Какую максимальную массу очищенного вещества можно получить при этом?
- в) Аспирин и метилсалицилат являются продуктами реакции этерификации салициловой кислоты. Какое из веществ — уксусная кислота либо метиловый спирт — используется в реакции этерификации для получения аспирина, а какое — для получения метилсалицилата?
- г) Напишите уравнения реакций получения аспирина и метилсалицилата, учитывая, что катализатором является серная кислота (используйте структурные формулы веществ).
- д) У аспирина имеется изомер, также являющийся сложным эфиром ароматической карбоновой кислоты, которая используется для синтеза синтетического волокна лавсан. Напишите его структурную формулу.

751. *Осуществите превращения согласно схеме:



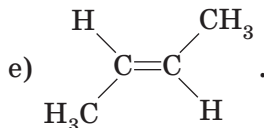
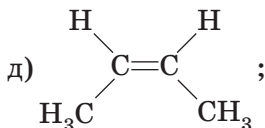
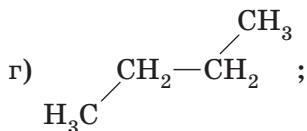
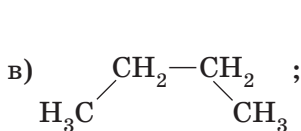
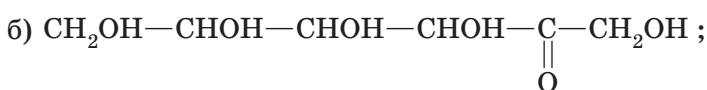
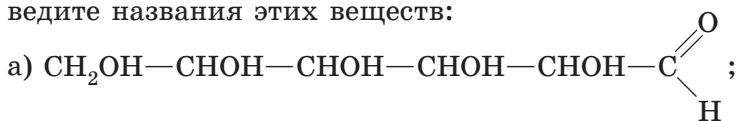
752. Осуществите химические превращения согласно схемам:





3.6. УГЛЕВОДЫ

753. Сколько различных веществ изображено на схеме? Приведите названия этих веществ:



- 754.** Напишите молекулярную и структурные (для линейной и двух циклических форм) формулы глюкозы. Какие функциональные группы имеются в молекуле глюкозы? Приведите уравнения реакций, позволяющих доказать наличие этих функциональных групп, опишите, что наблюдается в ходе этих реакций.
- 755.** α -Глюкоза и β -глюкоза являются оптически активными веществами. Оптически активными называют вещества, способные вращать плоскость поляризации поляризованного света (рис. 21).

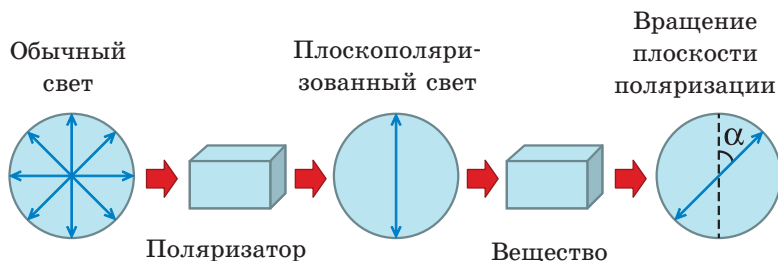


Рис. 21

Если при измерении угла поворота плоскости поляризации α соблюдаются определенные условия (толщина слоя вещества 1 дм, концентрация вещества в растворе 1 г/см³, температура 20 °С), то α называется удельным вращением. Величины удельного вращений разных форм глюкозы представлены в таблице:

	α -форма	β -форма	Водный раствор (смесь α -, β - и линейной форм)
Удельное вращение	+112,2°	+18,7°	+52,5°

Используя данные таблицы, вычислите, сколько процентов молекул глюкозы в водном растворе находится в α -, а сколько в β -форме. Учítывая, что в линейной форме находится менее 1 % молекул глюкозы, наличием в растворе этой формы пренебречь.

- 756.** Галактоза является пространственным изомером глюкозы. Молекула галактозы отличается от молекулы глюкозы пространственным расположением гидроксильной группы у четвертого атома углерода. Приведите циклические формы галактозы. Учтите: подобно глюкозе, галактоза может существовать в α - и β -форме.
- 757.** В результате спиртового брожения глюкозы получили вещество **A** (жидкость с резким запахом) и газ **B**. Газ **B** пропустили над раскаленным углем и получили газ **B**. При взаимодействии **B** со щелочью при повышенной температуре и давлении может быть получено твердое вещество **Г**. При нагревании **A** с концентрированной серной кислотой при температуре выше $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ образуется газ **Д**. При пропускании смеси **Д** и кислорода через раствор, содержащий хлориды меди(II) и палладия(II), может быть получено вещество **Е** (жидкость при н. у.). Предложите формулы веществ **A—E**. Напишите уравнения реакций.
- 758.** Сладкое вещество **A** имеет молекулярную формулу $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. При его восстановлении образуется вещество **B** состава $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$, использующееся в качестве заменителя сахара. При взаимодействии **B** с натрием может быть получено вещество **В** состава $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6\text{Na}_6$, а при взаимодействии **B** с избытком уксусной кислоты в кислой среде — соединение **Г** состава $\text{C}_{18}\text{H}_{26}\text{O}_{12}$. Предложите структурные формулы веществ **A—Г**. Напишите уравнения реакций.
- 759.** Заполните таблицу:

1	Формула β -глюкозы ...
2	По числу атомов углерода в молекуле глюкоза относится к классу ...
3	Глюкоза является изомером фруктозы, структурная формула которой ...
4	При восстановлении глюкозы образуется продукт, структурная формула и название которого ...

5	При окислении глюкозы $\text{Cu}(\text{OH})_2$ образуется продукт, структурная формула и название которого ...
6	При взаимодействии 1 моль глюкозы и 5 моль уксусной кислоты образуется сложный эфир, структурная формула и название которого ...
7	Глюкоза образуется при гидролизе крахмала согласно уравнению ...

- 760.** Имеются две пробирки. В одной пробирке находится водный раствор глюкозы, в другой — сорбита. При добавлении в пробирки аммиачного раствора оксида серебра с последующим нагреванием реакционной смеси на стенках пробирки № 2 образовался блестящий налет серебра, в пробирке № 1 признаки химической реакции не наблюдались. Какое вещество находилось в пробирке № 1, а какое — в пробирке № 2? Объясните наблюдаемые явления, напишите уравнение протекающей реакции.
- 761.** Напишите молекулярную и структурные (для линейной и двух циклических форм) формулы фруктозы. Что из перечисленного является одинаковым для глюкозы и фруктозы: молекулярная формула; число гидроксильных групп в молекуле; массовая доля углерода в веществе; температура плавления; способность образовывать раствор васильково-синего цвета при взаимодействии со свежееосажденным гидроксидом меди(II); оба вещества являются гексозами; оба вещества являются альдегидспиртами; оба вещества являются моносахаридами?
- 762.** Заполните таблицу:

1	Сахароза имеет молекулярную формулу ... и структурную формулу ...
2	При гидролизе сахарозы образуется два моносахарида, названия которых ...
3	Массовая доля углерода в сахарозе равна ...

4	В отличие от глюкозы, сахароза не дает качественные реакции на ... группу, поэтому сахарозу называют ... дисахаридом
5	В молекуле сахарозы имеется ... гидроксильных групп
6	Как и глюкоза, сахароза образует раствор васильково-синего цвета при взаимодействии с ..., но при нагревании этого раствора ...
7	В отличие от глюкозы, сахароза вступает в реакцию ...

763. Установите соответствие между названиями органических веществ (в приведенной паре) и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества. Вещества даны в виде водных растворов:

Вещество	Реактив
А) глюкоза и этиленгликоль; Б) этанол и глицерин	1) фенолфталеин; 2) натрий; 3) $\text{Cu}(\text{OH})_2$; 4) NaOH

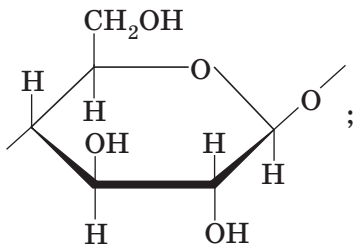
Напишите уравнения реакций.

764. Установите соответствие между веществом и реактивом, который можно использовать для качественного определения этого вещества в смеси с другим веществом, указанным в скобках:

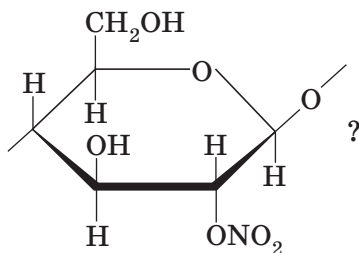
Вещество	Реактив
А) глюкоза (в водном растворе, содержащем сахарозу); Б) глицерин (в этанольном растворе); В) муравьиная кислота (в водном растворе, содержащем уксусную кислоту)	1) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ при нагревании; 2) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ без нагревания; 3) Na ; 4) NaHCO_3

Напишите уравнения реакций.

- 765.** Напишите структурную формулу мальтозы. Будет ли мальтоза давать качественные реакции на альдегидную группу? Приведите уравнения таких реакций.
- 766.** Напишите молекулярную и структурные формулы целлюлозы и крахмала. Что из перечисленного является справедливым и для целлюлозы, и для крахмала: макромолекулы состоят из структурных звеньев



является полисахаридом; является изомером фруктозы; является природным полимером; имеет формулу элементарного звена $C_6H_{10}O_5$; в промышленности в основном получают из глюкозы по реакции поликонденсации; макромолекулы имеют разветвленное строение; состоит из двух полисахаридов — амилозы и амилопектина; образуется из глюкозы в результате реакции полимеризации; образуется в растениях; хорошо растворяется в холодной воде; при смешивании с водой образует клейстер; при гидролизе образует глюкозу; при гидролизе может быть получена мальтоза; при восстановлении продукта полного гидролиза можно получить сорбит; дает ярко-синее окрашивание с йодом; применяется для производства искусственного шелка; используется для получения искусственного волокна вискозы; при взаимодействии с азотной кислотой может быть получен продукт, формула структурного звена которого



767. Среди перечисленного найдите углеводы. Напишите их структурные формулы. Укажите моно-, ди- и полисахариды. Напишите уравнения гидролиза.



768. Водный раствор органического вещества **A** смешали со свежееосажденным гидроксидом меди(II). В результате образовался раствор васильково-синего цвета (рис. 22). При нагревании раствора произошло образование кирпично-красного осадка (рис. 23). Предложите формулу вещества **A** и напишите уравнения реакций.

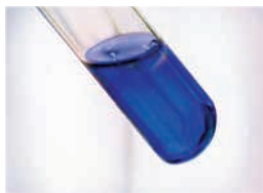


Рис. 22



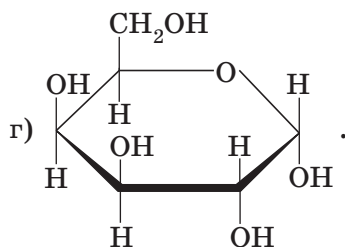
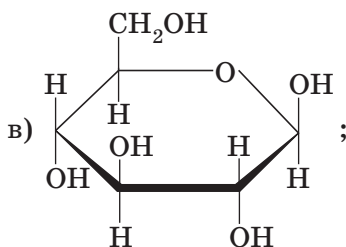
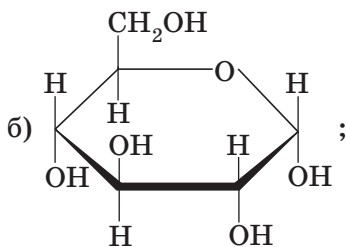
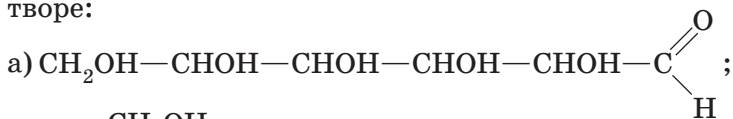
Рис. 23

769. Органическое соединение **A**, элементный состав которого С, Н, О, представляет собой твердое, хорошо растворимое в воде вещество сладкое на вкус. В результате его гидролиза образуется две изомерные друг другу гексозы — **Б** и **В**. В результате гидрирования **Б** образуется вещество **Г**, которое используется в качестве заменителя сахара. **Б** также подвергается брожению, продуктами которого являются вещество **Д**, содержащее 34,78 % кислорода по массе, и газ (н. у.) **Е**. Известно,

что в молекуле **Д** имеется один атом кислорода. При взаимодействии **Д** с бутановой кислотой образуется жидкость **Ж**, имеющая запах абрикосов. Предложите формулы веществ **А—Ж**. Напишите уравнения реакций.

- 770.** Соединение **А** — белый нерастворимый в воде порошок, набухающий в горячей воде с образованием клейстера. Конечным продуктом гидролиза **А** является вещество **В**, которое под действием фермента молочнокислых бактерий образует соединение **С** с двойственной химической функцией, накапливающееся при скисании молока. Предложите формулы веществ **А—С**. Напишите уравнения реакций.
- 771.** Вещество **Х** имеет простейшую формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ и образуется при гидролизе амилозы. В результате спиртового брожения **Х** получили вещество **А** (жидкость с резким запахом) и газ **Б**. При окислении **А** избытком дихромата калия в кислой среде получена жидкость **В**, имеющая резкий запах. При взаимодействии **В** с бутанолом-1 в присутствии серной кислоты получена жидкость **Г**, имеющая приятный запах. Газ **Б** пропустили через водный раствор фенолята щелочного металла **Д** и получили осадок. При взаимодействии полученного осадка с избытком азотной кислоты в присутствии серной кислоты образуется вещество **Е** (содержит 3 атома азота в молекуле). Известно, что **Д** окрашивает пламя в желтый цвет. Предложите формулы веществ **А—Д**. Напишите уравнения реакций.
- 772.** Вещество **А** входит в состав оболочек клеток растений. Конечным продуктом гидролиза **А** является вещество **Б**. При нагревании **Б** с аммиачным раствором оксида серебра образуется соединение **В**, обладающее двойственной химической функцией. Под действием азотной кислоты **А** превращается в сложный эфир **Г**, а под действием уксусного ангидрида — в сложный эфир **Д**. Предложите формулы веществ **А—Д**. Напишите уравнения реакций.

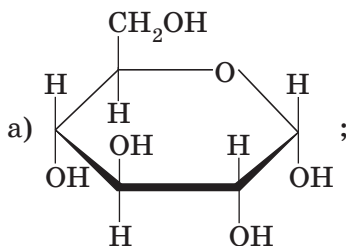
773. Крахмал подвергли кислотному гидролизу, полученный раствор нейтрализовали. Укажите формулы веществ, которые могут присутствовать в образовавшемся растворе:

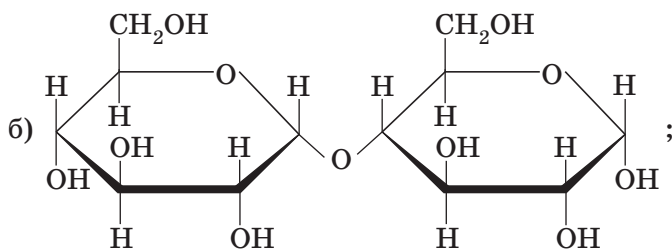


774. Напишите уравнения реакций целлюлозы с уксусной кислотой с образованием моно-, ди- и триацетатов целлюлозы. Используйте структурные формулы веществ.

775. Напишите уравнения реакций целлюлозы с азотной кислотой с образованием моно-, ди- и тринитратов целлюлозы. Используйте структурные формулы веществ. К какому классу относятся полученные вещества?

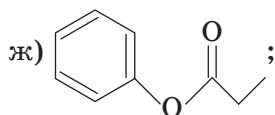
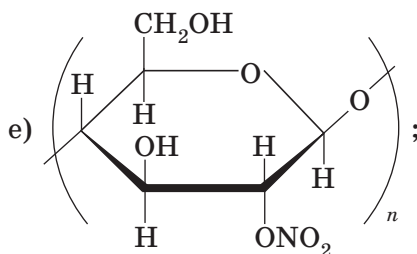
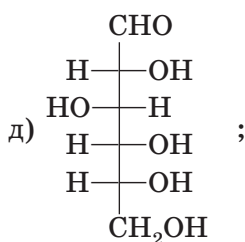
776. Выберите вещества, которые подвергаются гидролизу. Составьте уравнения реакций:





в) $C_{12}H_{22}O_{11}$ — сахароза;

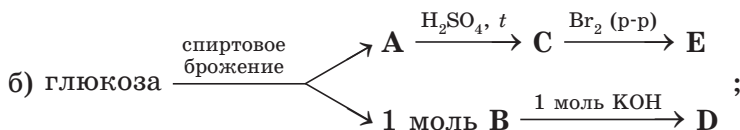
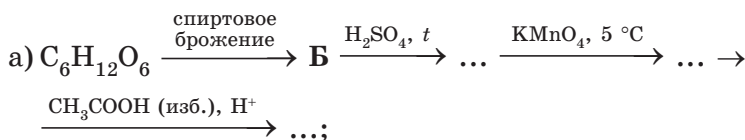
г) $(C_6H_{10}O_5)_n$ — целлюлоза;

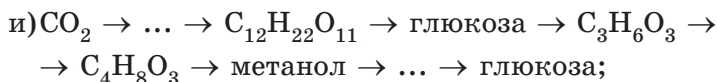
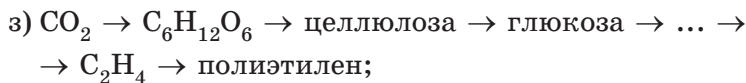
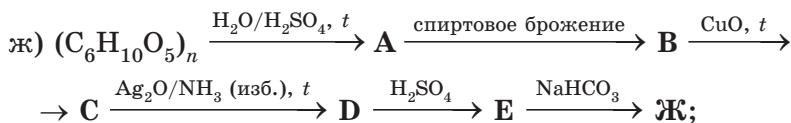
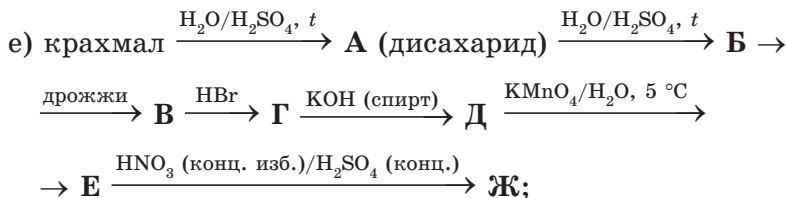
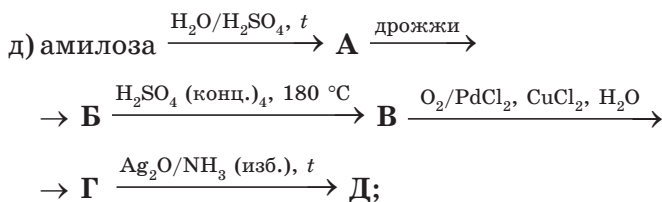
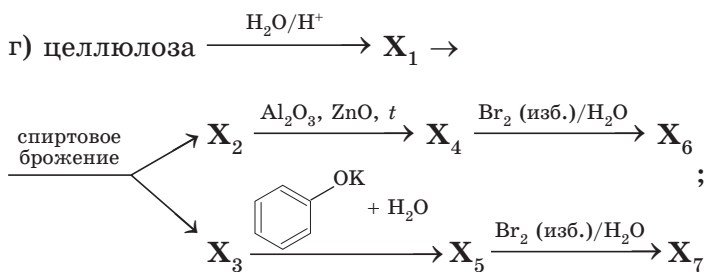
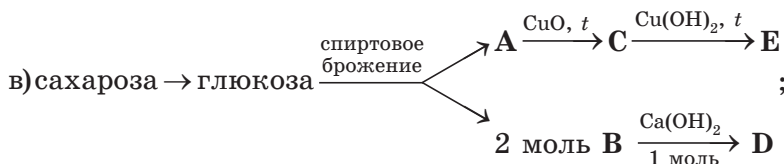


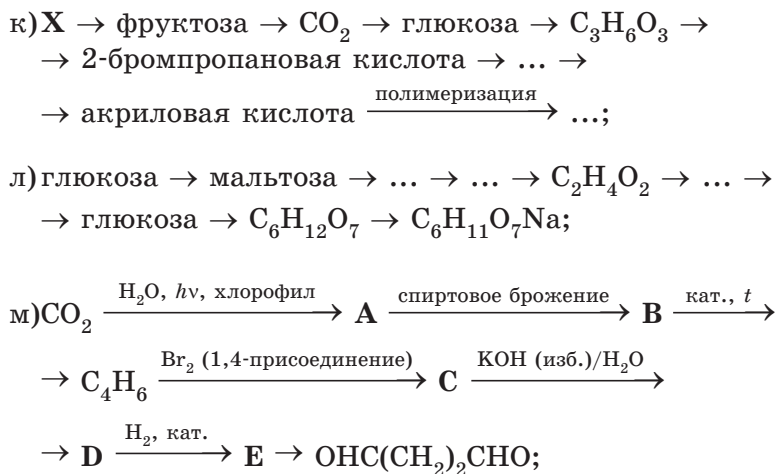
з) фруктоза.

777. В пяти пробирках находятся водные растворы этанола, этанала, глюкозы, сахарозы, амилозы. В вашем распоряжении имеются растворы иода, сульфата меди(II) и гидроксида калия. Как при помощи химических реакций установить, какое вещество в какой пробирке находится? Опишите ход эксперимента и наблюдаемые явления. Приведите уравнения протекающих реакций.

778. Осуществите химические превращения согласно схемам:

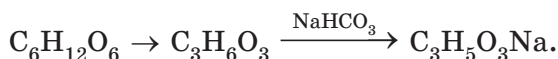






- 779.** *Из целлобиозы, не используя других углеродсодержащих соединений, получите пентаацетат глюкозы. Напишите уравнения реакций.
- 780.** Из глюкозы, не используя других углеродсодержащих соединений, получите 6 углеродсодержащих калиевых солей.
- 781.** Из глюкозы, не используя других углеродсодержащих соединений, получите два сложных эфира, в состав молекул которых входит по пять атомов углерода.
- 782.** Какие из перечисленных веществ могут попарно вступать в химические реакции: сахароза; муравьиная кислота; оксид серебра (аммиачный раствор); уксусная кислота; вода; гидроксид меди(II). Напишите уравнения реакций.
- 783.** Природное органическое соединение **A** массой 3,6 г при взаимодействии с избытком аммиачного раствора оксида серебра образует 4,32 г осадка. Объем кислорода, необходимый для полного сжигания вещества **A**, равен объему выделяющегося при этом углекислого газа. Предложите формулу вещества **A**.

- 784.** Из глюкозы получают 2-гидроксипропаноат натрия по схеме:



Выход продукта реакции на стадии молочнокислого брожения (первая стадия) равен 45 %, а на второй стадии потери составляют 15 %. Какая масса глюкозы потребуется для получения 22,4 г 2-гидроксипропаноата натрия?

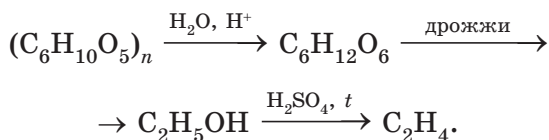
- 785.** Из мальтозы массой 34,2 г получили глюкозу, которую затем подвергли спиртовому брожению. Пары полученного спирта пропустили над раскаленной медной проволокой. Образовавшийся в ходе реакции альдегид окислили дихроматом калия в кислой среде и получили карбоновую кислоту. Напишите уравнения протекавших реакций. Известно, что выходы на 1—4-й стадиях описанного процесса составляют 90 %, 60 %, 75 % и 65 % соответственно. Какой объем раствора гидроксида натрия (массовая доля NaOH 10 %, плотность раствора 1,11 г/см³) потребуется для нейтрализации полученной кислоты?
- 786.** Водный раствор глюкозы массой 10 кг с массовой долей C₆H₁₂O₆ 10 % подвергли спиртовому брожению. Найдите массовую долю этанола в растворе в момент, когда прореагирует 90 % глюкозы.
- 787.** Водный раствор глюкозы массой 250 г с массовой долей C₆H₁₂O₆ 18 % подвергли спиртовому брожению. Выделившийся газ пропустили через избыток баритовой воды и получили 93,2 г осадка. Найдите массовые доли веществ в растворе после брожения.
- 788.** Сахарозу массой 41 г растворили в 10%-ном водном растворе серной кислоты массой 240 г. Полученный раствор кипятили некоторое время, в результате чего 90 % сахарозы подверглось гидролизу. Рассчитайте массовую долю фруктозы в полученном растворе, если в процессе эксперимента из реакционной смеси испа-

рилось 32 см^3 воды. Плотность воды при данных условиях равна 1 г/см^3 .

- 789.** Водный раствор глюкозы массой 500 г с массовой долей $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 9% подвергли спиртовому брожению. Газ, выделившийся к моменту, когда прореагировало $80,0 \%$ глюкозы, пропустили через $1,71 \text{ кг}$ баритовой воды с массовой долей гидроксида бария, равной $3,00 \%$. Найдите массовую долю соли в полученном растворе и массу выпавшего осадка.
- 790.** При гидролизе сахарозы получили $27,0 \text{ г}$ смеси глюкозы и фруктозы. Укажите массу сахарозы, которая подверглась гидролизу.
- 791.** При полном гидролизе дисахарида получили 942 г смеси моносахаридов. Относительные молекулярные массы образовавшихся моносахаридов равны 180 и 134 соответственно. Укажите массу дисахарида, подвергшегося гидролизу.
- 792.** Имеется по 1 кг веществ: а) глюкозы; б) сахарозы; в) крахмала; г) мальтозы. Какую максимальную массу этанола можно получить из каждого вещества? Считайте, что этанол образуется при брожении и глюкозы, и фруктозы.
- 793.** Из древесных опилок было получено 40 дм^3 96% -ного (по массе) этилового спирта (плотность $0,8 \text{ кг/дм}^3$). Определите объем (н. у.) углекислого газа, который выделился при этом.
- 794.** Зерна риса содержат 70% крахмала (по массе). Какая масса риса потребуется для получения 300 дм^3 70% -ного (по массе) этилового спирта (плотность раствора $0,87 \text{ г/см}^3$)?
- 795.** Массовая доля крахмала в картофеле составляет 20% . Суммарный выход получения этанола из картофеля равен 60% . Укажите массу этанола, которая будет получена из 162 кг картофеля.

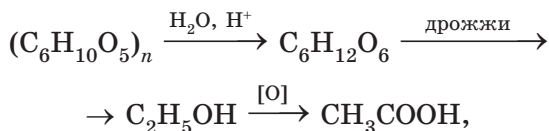
796. Массовая доля крахмала в картофеле составляет 22 %. Какая масса картофеля потребуется для получения 50 литров 92%-ного (по массе) этилового спирта ($\rho = 0,81$ г/мл)? Выходы продуктов реакций получения глюкозы из крахмала и спиртового брожения глюкозы составляют 80 % и 75 % соответственно.

797. Массовая доля крахмала в картофеле равна 16,2 %. Из 3,0 кг картофеля был синтезирован этилен по схеме:



Полимеризацией этилена получили 32,0 г полиэтилена. Вычислите суммарный выход получения этилена из крахмала, если потери на стадии полимеризации этилена составляют 20 %.

798. Укажите массу крахмала, которая потребуется для получения 60 г уксусной кислоты по схеме:



если выход продукта реакции на каждой стадии составляет 80 %.

799. Из 77,2 кг картофеля получено 5,0 дм³ 92%-ного (по массе) этилового спирта ($\rho = 0,81$ г/см³). Массовая доля крахмала в картофеле составляет 20 %. Выход продукта реакций спиртового брожения глюкозы равен 50 %. Укажите выход процесса получения глюкозы из картофеля.

800. При образовании глюкозы количеством 1 моль в результате фотосинтеза поглощается 2900 кДж теплоты. Определите объем (дм³, н. у.) кислорода, выделившегося в процессе фотосинтеза, если при этом поглотилось 1450 кДж теплоты.

- 801.** При окислении сахарозы количеством 1 моль в организме человека выделяется 5643 кДж теплоты. При беге в течение 1 мин расходуется энергия, равная 40 кДж. Человек осуществлял забег продолжительностью 300 секунд. Сколько сахара (г) он должен съесть, чтобы восстановить потери энергии?
- 802.** При полном окислении 1 моль глюкозы выделяется 670 ккал энергии, а при полном окислении 1 моль сахарозы выделяется 1350 ккал энергии. Юный химик Николай незаметно для себя съел 20 г глюкозы, а юный химик Василий — 20 г сахарозы. На основании приведенных данных дополните следующее высказывание: юный химик Николай потребил на ... ккал ..., чем юный химик Василий.
- 803.** В 2015 году Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), опираясь на анализ последних научных данных, выпустила рекомендации сократить взрослым и детям ежедневное потребление свободных сахаров до менее чем 10 % от своего суммарного энергопотребления. На официальном сайте ВОЗ указано, что свободные сахара — это моносахариды и дисахариды, добавляемые в пищевые продукты и напитки производителями, поварами или потребителями, и сахара, естественно присутствующие в меде, сиропах, фруктовых соках и концентратах фруктовых соков.
- а) Приведите структурные формулы глюкозы, мальтозы, крахмала. Какие из этих веществ являются моно- или дисахаридами? Можно ли отнести крахмал к свободным сахарам?
- б) Суммарное энергопотребление ребенка в возрасте 5—6 лет составляет примерно 8000 кДж в сутки. В таблице указана примерная энергетическая ценность (кДж/г) основных компонентов продуктов питания:

Жиры	Белки	Углеводы
36	16	16

Пользуясь данными таблицы, рассчитайте, какую максимальную массу свободных сахаров может употребить 5—6-летний ребенок в сутки, чтобы не превысить норму, рекомендуемую ВОЗ.

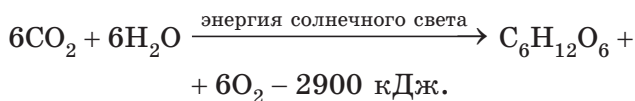
- в) Детские соки и нектары часто продаются в пакетиках объемом 200 мл. На одном из таких пакетиков указана пищевая ценность 100 мл нектара (рис. 24).

Пищевая ценность 100 мл нектара (средние значения):	
углеводы, г	11,0
белки, г	0,4
клетчатка, г	0,1
Природное содержание витамина С, мг	10,0
Энергетическая ценность, кДж/ккал	190/45

Рис. 24

Предположим, что все углеводы в составе нектара — это свободные сахара. Сколько пакетиков данного нектара может выпить 5—6-летний ребенок в сутки, чтобы не превысить норму потребления свободных сахаров, рекомендуемую ВОЗ?

804. В зеленых растениях осуществляется фотосинтез:



Суточная потребность взрослого человека в энергии составляет около 10 000 кДж, в кислороде — около 700 г. Один квадратный метр зеленых растений в умеренном климате за день поглощает в среднем 20 000 кДж солнечной энергии, при этом около 1,2 % поглощенной энергии расходуется на фотосинтез.

Вычислите, сколько квадратных метров зеленых растений нужно для обеспечения человека:

- а) энергией (условно считайте, что всю запасенную растениями энергию человек получает в форме глюкозы);
б) кислородом.

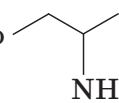
Почему на практике для обеспечения человека нужна бо́льшая площадь зеленых растений?

- 805.** Среднее число остатков глюкозы в макромолекуле образца целлюлозы равно 6000. Укажите среднюю относительную молекулярную массу образца целлюлозы.
- 806.** В образце крахмала массой 100 г содержится $1,505 \cdot 10^{20}$ макромолекул. Рассчитайте среднюю молярную массу образца крахмала и среднее число остатков глюкозы в макромолекуле.
- 807.** Массовая доля целлюлозы в древесине составляет 50 %. Какую массу триацетата целлюлозы можно получить из 1 т древесины? Какой объем 95%-ной (по массе) уксусной кислоты (плотность $1,06 \text{ г/см}^3$) потребуется для проведения реакции этерификации?
- 808.** Вычислите массу органического соединения, полученного с выходом 80 % при нитровании целлюлозы массой 81 г избытком азотной кислоты.
- 809.** *В смеси рибозы и дезоксирибозы массовая доля углерода равна 43 %. Рассчитайте массовые доли углеводов в смеси.
- 810.** *Рассчитайте массовую долю углерода в смеси глюкозы и рибозы.
- 811.** *Чему может быть равна массовая доля углерода в смеси рибозы и дезоксирибозы?

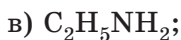
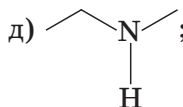
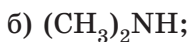
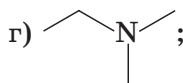
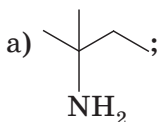
Глава 4

АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

4.1. АМИНЫ

812. Напишите структурную формулу бутанола-2. К какому типу спиртов (первичные, вторичные или третичные) относится бутанол-2? К какому типу аминов (первичные, вторичные или третичные) относится вещество, формула которого  ? Кратко поясните свои ответы.

813. Найдите первичные, вторичные и третичные амины среди веществ, формулы которых:



814. Приведите общую формулу гомологов метиламина.

815. Приведите общую формулу гомологов анилина.

816. Напишите структурные формулы всех первичных аминов состава $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$.

817. В таблице приведены структурные формулы, названия и температуры кипения изомерных аминов состава C_3H_9N :

№	Структурная формула	Название	Температура кипения, °С
1	$CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$	<i>n</i> -пропиламин	49
2	$CH_3-\underset{\begin{array}{c} \\ CH_3 \end{array}}{CH}-NH_2$	<i>изо</i> -пропиламин	34
3	$CH_3-CH_2-NH-CH_3$	метилэтиламин	36
4	$CH_3-\underset{\begin{array}{c} \\ CH_3 \end{array}}{N}-CH_3$	триметиламин	3


Объясните, почему у соединения 4 температура кипения заметно ниже, чем у его изомеров.

818. Напишите уравнение реакции метиламина с соляной кислотой в молекулярной и ионной формах. Подпишите название продукта реакции. Укажите валентность и степень окисления азота в исходном веществе и продукте реакции.
819. Напишите уравнение реакции метиламина с водой. Заполните таблицу:

Индикатор	Окраска индикатора в водном растворе метиламина
Лакмус	
Метиловый оранжевый	
Фенолфталеин	

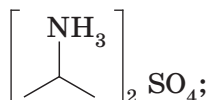
Кратко поясните свой ответ.

820. Напишите уравнение реакции диметиламина с уксусной кислотой в молекулярной и ионной формах. Подпишите название продукта реакции. Укажите валентность и степень окисления азота в исходном веществе и продукте реакции.

- 821.** Напишите уравнения следующих реакций: а) взаимодействия этиламина с бромоводородной кислотой; б) взаимодействия метиламина с серной кислотой в мольном соотношении 1 : 1; в) взаимодействия метиламина с серной кислотой в мольном соотношении 2 : 1; г) взаимодействия раствора хлорида метиламмония с концентрированным раствором КОН при нагревании. Назовите продукты реакций.
- 822.** Расположите следующие соединения в порядке увеличения основных свойств: аммиак; диметиламин; анилин; метиламин. Обоснуйте ответ.
- 823.** При протекании химической реакции образовались продукты CH_3NH_2 , NaBr и H_2O . Укажите формулы реагирующих веществ.
- 824.** Для вещества, формула которого , справедливы

утверждения:

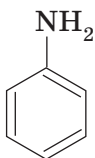
- а) водный раствор имеет $\text{pH} < 7$;
 б) является вторичным амином;
 в) называется изопропиламин;
 г) в жидком состоянии между молекулами образуются водородные связи;
 д) благодаря наличию неподеленной электронной пары у атома азота проявляет свойства основания и образует соли при взаимодействии с кислотами;
 е) при сгорании образует углекислый газ, воду и азот;
 ж) при взаимодействии с серной кислотой может быть получена соль:



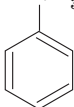
- з) основные свойства выражены сильнее, чем у анилина;
 и) водный раствор окрашивает фенолфталеин в малиновый цвет;

- к) является изомером диметиламина;
 л) валентность азота в молекуле равна IV;
 м) атом азота может быть донором электронной пары;
 н) гомологи имеют общую формулу $C_nH_{2n+1}NH_2$;
 о) может быть получен взаимодействием бромида пропиламмония со щелочью: $CH_3(CH_2)_2NH_3Br + KOH \rightarrow$.

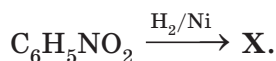
825. Выберите утверждения, справедливые для вещества,



формула которого :

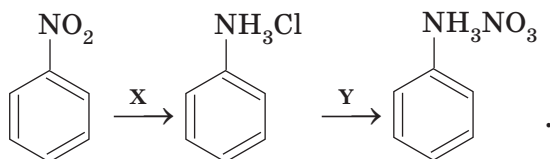
1	называется фениламин
2	относится к насыщенным аминам
3	растворимость в воде ниже, чем в бензоле
4	с бромной водой вступает в реакцию присоединения
5	при взаимодействии с серной кислотой может быть получена соль, формула которой NH_3HSO_4 
6	образуется при восстановлении нитробензола
7	является гомологом этиламина
8	используется для получения красителей и лекарственных препаратов
9	обесцвечивает бромную воду
10	основные свойства выражены сильнее, чем у метиламина
11	образуется при действии щелочи на хлорид фениламмония

826. Ароматическое соединение **X** получили по схеме:



Выберите вещества, с которыми реагирует соединение **X**, и приведите уравнения реакций: HCl ; O_2 ; Br_2 (H_2O); KCl ; H_2SO_4 ; NaOH ; CH_4 .

827. Дана схема превращений:



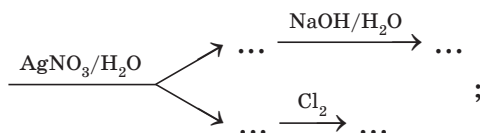
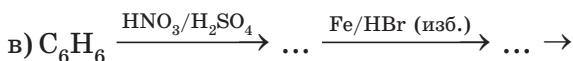
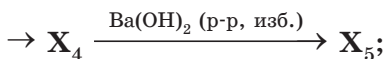
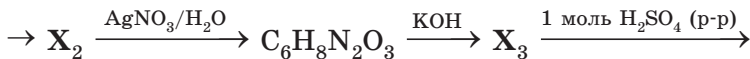
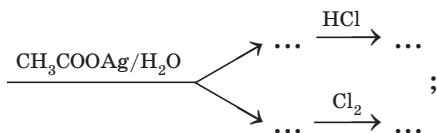
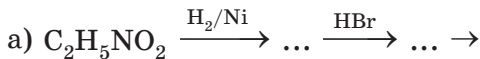
Могут ли реагентами **X** и **Y** быть:

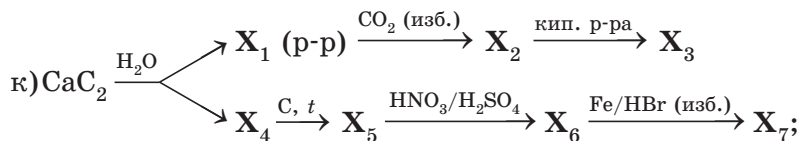
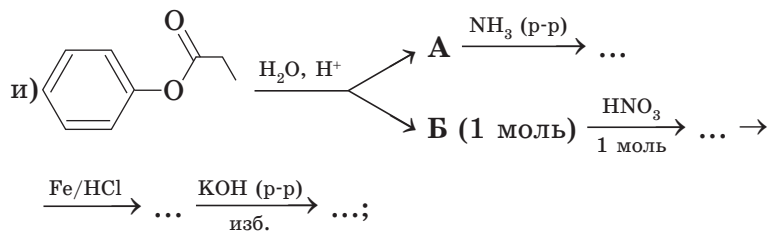
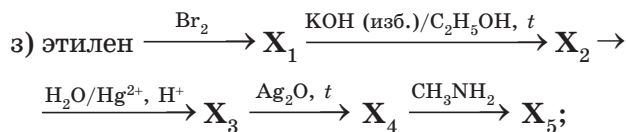
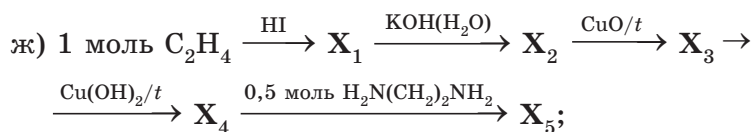
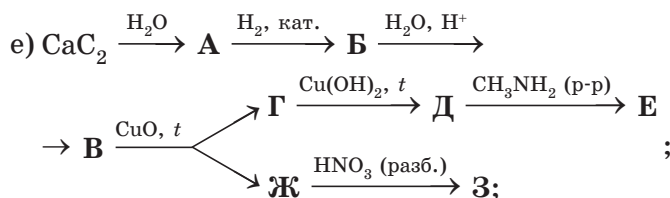
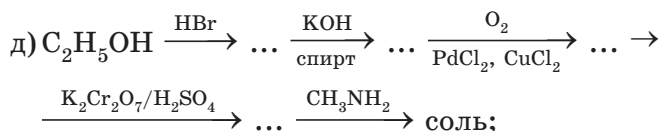
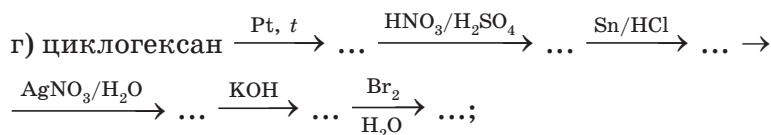
а) $\text{Cu} + \text{HCl}$ (изб.) и AgNO_3 ;

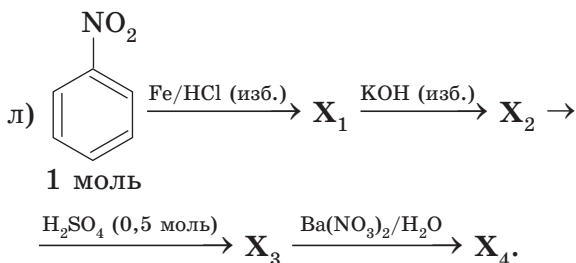
б) $\text{Fe} + \text{HCl}$ (изб.) и HNO_3 ?

Ответ обоснуйте и приведите правильные реагенты **X** и **Y**.

828. Осуществите химические превращения согласно схемам:







829. Напишите уравнения реакций, позволяющих получить анилин из бензола.

830. Газообразное при н. у. органическое вещество **A** (массовая доля углерода 38,7 %) изменяет окраску водного раствора фенолфталеина (рис. 25). Вещество **A** образует соли при взаимодействии с кислотами. При сгорании **A** в избытке кислорода образуются газы (н. у.) **B** и **B**. Газ **B** вызывает помутнение известковой воды, а газ **B** — нет. Предложите формулы веществ **A**—**B**. Напишите уравнения реакций.



Рис. 25

831. В колбу поместили нитробензол, бромоводородную кислоту (избыток) и железные опилки. При этом образовалось органическое вещество **X**, массовая доля брома в котором равна 46,0 %.

- Напишите уравнение протекающей реакции и назовите вещество **X**.
- Напишите молекулярное и ионное уравнения реакции вещества **X** со щелочью в водном растворе.
- Напишите молекулярное и ионное уравнения реакции вещества **X** с нитратом серебра в водном растворе.

832. Твердое, растворимое в воде органическое вещество **A** при взаимодействии с водным раствором нитрата серебра образует белый творожистый осадок. При действии гидроксида калия на вещество **A** образуется соединение **B**, бесцветная маслянистая жидкость, малораство-

римая в воде. При действии бромной воды на **В** образуется белый осадок вещества **С**. Массовая доля азота в веществе **А** равна 10,8 %. Предложите формулы веществ **А—С**. Напишите уравнения реакций.

- 833.** Твердое, растворимое в воде органическое вещество **А** при взаимодействии с водным раствором нитрата серебра образует белый творожистый осадок. При действии гидроксида калия на вещество **А** образуется газ **В**. При сгорании **В** образуются два газа — **С** и **Д**. При этом объем газа **С** оказывается в два раза больше, чем объем газа **Д**. Газ **С** вызывает помутнение известковой воды. Газ **Д** не поглощается известковой водой. Предложите формулы веществ **А—Д**. Напишите уравнения реакций.
- 834.** При полном гидролизе сложного эфира образуются одинаковые количества (моль) веществ **А** и **Б**. При полном сгорании вещества **А** образуется 10 г углекислого газа. При полном сгорании вещества **Б** — 15 г углекислого газа. Вещество **А** используется для получения искусственного ацетатного волокна. Вещество **Б** является гомологом метилового спирта. При взаимодействии **А** с раствором гидроксида бария образуется соль **В**. Соль **В** в водном растворе реагирует с солью **Г**, полученной при пропускании избытка этиламина через водный раствор серной кислоты. При взаимодействии соли **В** с солью **Г** образуются осадок и растворимая соль **Д**. Предложите формулы веществ **А—Д**. Напишите уравнения реакций.
- 835.** *Напишите уравнения реакций, позволяющих получить метиламин: а) из хлорметана; б) метанола. Можно ли получить метиламин взаимодействием метана с аммиаком? Кратко поясните свой ответ.
- 836.** *Приведите уравнения реакций, которые могут протекать при взаимодействии избытка метанола с аммиаком.
- 837.** *Предложите схему получения этиламина, исходя из метана и неорганических веществ. Напишите уравнения соответствующих реакций.

- 838.** Вторичный амин образует с бромоводородом соль, массовая доля брома в которой составляет 57,14 %. Приведите структурную формулу амина, напишите уравнение реакции.
- 839.** Некоторое органическое соединение, помимо углерода и водорода, содержит азот, массовая доля которого 31,1 %. Молекула соединения не содержит циклов, но содержит два углеводородных радикала и один атом азота. Установите структурную формулу вещества. Напишите уравнение его реакции с уксусной кислотой.
- 840.** В результате сжигания 8,85 г органического соединения получено 10,08 дм³ углекислого газа, 12,15 г воды и 1,68 дм³ азота. Объемы газов измерены при нормальных условиях. Молекула соединения содержит один атом азота. Выведите его молекулярную формулу. Приведите структурные формулы всех веществ, удовлетворяющие условию задачи.
- 841.** В результате сжигания 24,2 г смеси метиламина и этиламина образовалось 6,72 дм³ азота (н. у.). Рассчитайте массовые доли аминов в смеси.
- 842.** Газообразную смесь метана и метиламина (объем смеси, измеренный при н. у., равен 5,6 л) пропустили через избыток соляной кислоты. При этом масса раствора увеличилась на 4,65 г. Укажите относительную плотность по воздуху исходной смеси газов.
- 843.** Газообразную смесь пропана и метиламина (массовая доля пропана составляет 44 %) пропустили через избыток соляной кислоты. При этом масса раствора увеличилась на 9,3 г. Рассчитайте относительную плотность по водороду исходной газовой смеси.
- 844.** Пропиламин разделили на две равные части. Первую часть сожгли в избытке кислорода. После удаления избыточного кислорода и паров воды газообразные продукты сгорания заняли объем 7,84 л (н. у.). При взаимодействии второй части с серной кислотой было выделено

8,4 г средней соли. Определите выход продукта реакции получения соли.

- 845.** Газообразная смесь насыщенного амина и алкина имеет среднюю молярную массу 57 г/моль. Известно, что в молекуле амина на 3 атома водорода больше, чем в молекуле алкина. Вычислите массу алкина в такой смеси, если ее объем (в пересчете на н. у.) равен 5,6 л.
- 846.** Имеется раствор анилина и фенола в бензоле. Как с помощью химических реакций разделить данную смесь на отдельные компоненты? Опишите ход процесса и напишите уравнения соответствующих реакций.
- 847.** Через раствор анилина в бензоле пропустили избыток сухого хлороводорода. При этом выпал осадок массой 5,18 г. Осадок отфильтровали. Объем оставшейся жидкости плотностью 0,89 г/см³ составил 42,7 см³. Определите массовую долю анилина в исходном растворе.
- 848.** Через 100 г смеси бензола, фенола и анилина пропустили ток сухого хлороводорода до окончания реакции, при этом в осадок выпала соль. Осадок отфильтровали. Масса фильтрата составила 80 г. Фильтрат поместили в стакан и добавили к нему избыток водного раствора гидроксида натрия. При этом в стакане образовались два жидких слоя. Верхний слой отделили. Его масса составила 56 г. Определите массы веществ в исходном растворе.
- 849.** Смесь бензола, фенола и анилина массой 24 г обработали избытком соляной кислоты, при этом масса органического слоя уменьшилась на 5,4 г. При обработке высушенного органического слоя избытком металлического натрия выделилось 896 мл газа (н. у.). Определите массы веществ в исходной смеси. Растворимостью фенола в соляной кислоте пренебречь.
- 850.** Через 85,0 г смеси бензола, фенола и анилина пропустили сухой бромоводород до окончания реакции, при этом в осадок выпала соль. Осадок отфильтровали.

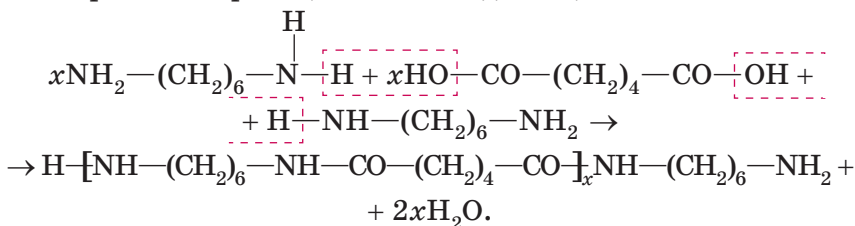
К фильтрату добавили избыток водного раствора гидроксида натрия. Жидкий органический слой отделили. Его масса составила 40 г. Из водной фазы выделили 37,12 г фенолята натрия. Определите массу соли, которая выпала в осадок в описанном эксперименте.

- 851.** Юный химик Вася остался в лаборатории без присмотра и принялся выполнять странные эксперименты. К водному раствору массой 40 г с массовой долей гидроксида калия 14 % Вася добавлял раствор фенола и анилина в бензоле до завершения реакции. В результате Вася получил 90 г неоднородной смеси. Каким-то непостижимым образом Васе удалось установить, что эта смесь может прореагировать с бромоводородом объемом 3,36 дм³ (н. у.). Вычислите массу бензола в растворе, который Вася добавлял к щелочи.
- 852.** Бензольный раствор, содержащий смесь гептанамина-1 и фенола, разделили на две равные порции. При добавлении к первой порции избытка бромной воды выпал белый осадок массой 33,1 г. В стакан со второй порцией смеси пропускали бромоводород до окончания реакции. При этом масса стакана увеличилась на 12,15 г, а в стакане образовалась неоднородная смесь. Вычислите, какая масса водного раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 8 % сможет прореагировать с этой неоднородной смесью.
- 853.** *К смеси фенола, анилина и диэтилового эфира добавляли водный раствор гидроксида натрия до окончания реакции (учтите, что диэтиловый эфир с гидроксидом натрия не реагирует). При этом было затрачено 50 мл раствора с концентрацией NaOH 0,4 моль/л. Органический слой отделили и пропустили через него избыток бромоводорода, при этом выпало 5,22 г осадка. Осадок отфильтровали, масса фильтрата составила 38,9 г. При добавлении к фильтрату водного раствора нитрата серебра выпало 7,52 г светло-желтого осадка. Определите массы веществ в исходной смеси.

- 854.** Смесь массой 14,94 г, содержащую уксусную кислоту и гидросульфат амина, разделили на две равные части. Первую часть смеси обработали 72,7 мл 10% -ного (по массе) раствора гидроксида натрия (плотность 1,1 г/мл). Полученный раствор нагревали до полного удаления амина. После этого для нейтрализации раствора потребовалось 27,8 мл 10% -ной (по массе) соляной кислоты (плотность 1,05 г/мл). При обработке второй части смеси уксусной кислоты и гидросульфата амина избытком водного раствора нитрата бария выделился осадок массой 6,99 г. Установите молекулярную формулу амина и напишите уравнения реакций.
- 855.** Гексаметилендиамин ($\text{NH}_2\text{—}(\text{CH}_2)_6\text{—NH}_2$) представляет собой бесцветные кристаллы ($t_{\text{пл.}} = 42\text{ }^\circ\text{C}$), входит в состав отвердителей эпоксидных смол, а также является исходным веществом для синтеза ряда полимеров, таких как нейлон и полиуретаны. Нейлон — продукт поликонденсации гексаметилендиамина и адипиновой кислоты ($\text{HOOC—}(\text{CH}_2)_4\text{—COOH}$).
- а) Напишите уравнения следующих реакций: 1) *получения гексаметилендиамина из 1,6-дихлоргексана и аммиака; 2) взаимодействия гексаметилендиамина с серной кислотой в мольном соотношении 2 : 1; 3) поликонденсации гексаметилендиамина с адипиновой кислотой.
- б) В результате реакции поликонденсации гексаметилендиамина массой 5,80 г с адипиновой кислотой был получен полимер, в макромолекулах которого на один остаток гексаметилендиамина больше, чем адипиновой кислоты. При этом выделилось 1,74 г воды. Определите среднее число остатков гексаметилендиамина в макромолекуле.

Решение

Уравнение реакции поликонденсации:



$M_r(\text{гексаметилендиамина}) = 116.$

$n(\text{гексаметилендиамина}) = 0,05 \text{ моль}.$

$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,09667 \text{ моль}.$

Как видно из уравнения реакции, коэффициент перед гексаметилендиамином равен $x + 1$, а перед водой — $2x$.

Составим пропорцию:

$$\frac{x + 1}{2x} = \frac{0,05}{0,09667};$$

$$x = 29.$$

Следовательно, число остатков гексаметилендиамина в макромолекуле равно 30.

Ответ: 30.

856. К 40 дм³ смеси, состоящей из метана и метиламина (н. у.), добавили 20 дм³ хлороводорода. После окончания реакции и приведения образовавшейся газовой смеси к первоначальным условиям ее плотность по водороду составила 11,75. После пропускания образовавшейся газовой смеси через воду с несколькими каплями фенолфталеина наблюдается малиновое окрашивание. Найдите объем метиламина в исходной смеси.

857. К смеси пропана и метиламина общим объемом 30 дм³ добавили бромоводород объемом 15 дм³. После окончания реакции и приведения образовавшейся газовой смеси к первоначальным условиям ее объем составил 25 дм³, а плотность по водороду — 25,7. Найдите объем пропана в исходной смеси.

Решение

Найдем молярную массу образовавшейся смеси:

$$M = D_{\text{H}_2} \cdot M(\text{H}_2) = 25,7 \cdot 2 = 51,4 \text{ г/моль.}$$

Это значение молярной массы свидетельствует о том, что образовавшаяся смесь состоит из пропана ($M = 44$ г/моль) и бромоводорода ($M = 81$ г/моль). Другой вариант: пропан и метиламин ($M = 31$ г/моль) невозможен, так как молярная масса смеси больше, чем у пропана и метиламина, следовательно, в ней содержится более тяжелый газ — бромоводород. Можно сделать вывод, что метиламин прореагировал полностью, в образовавшейся смеси остались пропан и избыток бромоводорода.

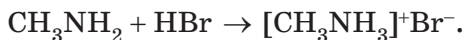
Найдем их объемное соотношение, обозначив долю пропана x :

$$\begin{aligned} M(\text{смеси}) &= 44x + 81(1 - x) = 51,4; \\ 37x &= 29,6; \\ x &= 0,8. \end{aligned}$$

Таким образом, объемная доля пропана в образовавшейся смеси равна 0,8. Учитывая, что объем смеси пропана и избытка бромоводорода равен 25 дм^3 , объем пропана:

$$V(\text{пропана}) = V(\text{смеси}) \cdot \varphi = 25 \cdot 0,8 = 20 \text{ дм}^3.$$

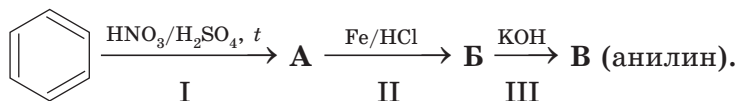
После добавления бромоводорода к смеси метиламина и пропана метиламин полностью прореагировал с бромоводородом, образовался твердый бромид метиламмония:



Пропан с бромоводородом не взаимодействует, следовательно, в первоначальной смеси было 20 дм^3 пропана.

Ответ: 20 дм^3 .

858. Анилин в лаборатории может быть синтезирован в соответствии со следующей схемой:



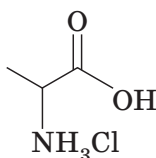
Напишите формулы веществ **A**, **B**, **B**.

Рассчитайте массу анилина, который был получен в результате осуществления указанных превращений из 15 см^3 бензола плотностью $0,89 \text{ г/см}^3$, если выход на первой стадии составил 80% , а суммарный выход стадий II и III равен 81% .

- 859.** Парааминофенол (или 4-аминофенол) представляет собой бесцветные кристаллы ($t_{\text{пл}} = 186 \text{ }^\circ\text{C}$, растворимость составляет примерно 1 г на 100 г воды), темнеющие на воздухе вследствие окисления, применяется в пленочной фотографии в качестве проявителя. Во избежание окисления парааминофенол используют в виде солей, образованных в результате взаимодействия с соляной или серной кислотой, при этом также повышается растворимость в воде. Парааминофенол хорошо растворим в растворах щелочей.
- а) Напишите структурную формулу парааминофенола.
б) Напишите уравнения реакций взаимодействия парааминофенола с растворами хлороводородной кислоты и гидроксида натрия.
в) Почему растворимость в воде продуктов взаимодействия парааминофенола с HCl и NaOH выше по сравнению с исходным веществом?

4.2. АМИНОКИСЛОТЫ

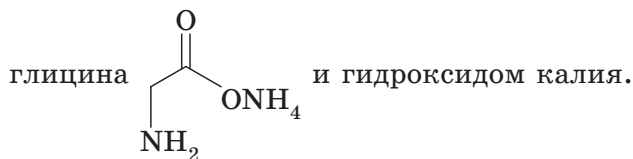
- 860.** Напишите структурные формулы и названия α -аминокислот состава $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2$.
- 861.** Приведите уравнения реакций аланина: а) с раствором щелочи; б) соляной кислотой.
- 862.** Какие из веществ, названия которых приведены ниже, взаимодействуют и с соляной кислотой, и с водным раствором KOH : а) пропановая кислота; б) *n*-бутиламин; в) аланин; г) фенол; д) ϵ -аминокапроновая кислота; е) анилин?

863. Гидрохлорид аланина  растворили в воде.

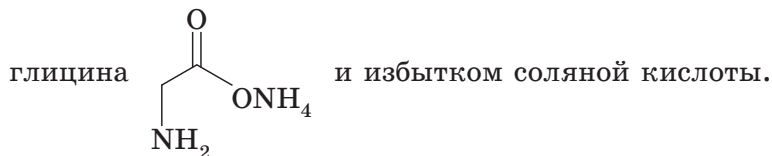
К раствору прибавляли гидроксид натрия до тех пор, пока pH раствора не стал приблизительно равен 7. Затем к полученному раствору прибавили избыток гидроксида натрия. Напишите уравнения протекающих при этом реакций. Какие вещества будут входить в состав твердого остатка, полученного после выпаривания образовавшегося раствора?

864. Натриевую соль аланина растворили в воде. К раствору прибавляли соляную кислоту до тех пор, пока pH раствора не стал приблизительно равен 7. Затем к полученному раствору прибавили избыток соляной кислоты. Напишите уравнения протекающих при этом реакций. Какие вещества будут входить в состав твердого остатка, полученного после выпаривания образовавшегося раствора?

865. Составьте уравнения реакций между аммонийной солью



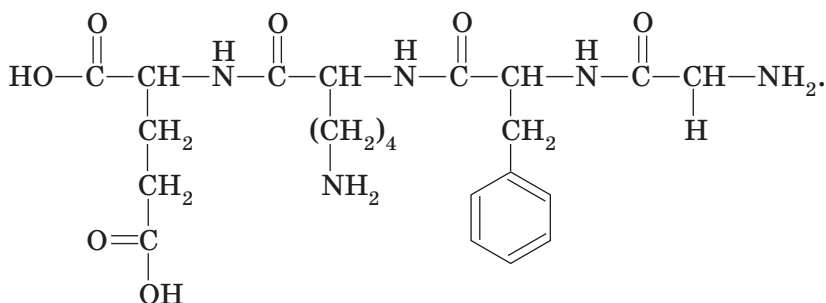
866. Составьте уравнения реакций между аммонийной солью



867. Напишите уравнение реакции, протекающей при пропуске хлороводорода через раствор аминокусусной кислоты в этаноле.

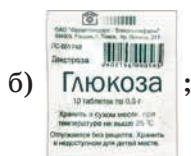
868. Напишите структурную формулу линейного дипептида, образованного остатками аланина.

- 869.** Сколько различных дипептидов будет получено при нагревании смеси глицина и аланина? Приведите формулы этих дипептидов.
- 870.** Укажите число пептидных связей в веществе, формула которого



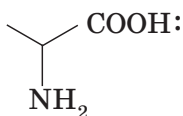
Напишите уравнения реакций гидролиза данного вещества в присутствии: а) избытка щелочи; б) избытка хлороводорода.

- 871.** Молекула линейного (нециклического) пептида состоит из двух остатков аланина, трех остатков глицина и двух остатков фенилаланина. Укажите число пептидных связей в молекуле такого пептида.
- 872.** В результате гидролиза линейного трипептида были получены глицин и аланин в мольном соотношении 2 : 1. Напишите структурные формулы всех трипептидов, удовлетворяющих условию задачи.
- 873.** Выберите продукты, основным компонентом которых является азотсодержащее органическое вещество:






- 874.** Приведите уравнения реакций получения капрона, лавсана, полистирола, изопренового каучука из соответствующих мономеров. Какие из приведенных вами реакций являются реакциями полимеризации, а какие — поликонденсации?
- 875.** Исходя из метана и не используя другие органические вещества, получите аммонийную соль глицина.
- 876.** Укажите утверждения, справедливые для вещества, формула которого



1	Является гомологом глицина
2	Не изменяет окраску лакмуса
3	Жидкость при н. у.
4	Окрашивает фенолфталеин в малиновый цвет
5	Взаимодействует как с соляной кислотой, так и с раствором гидроксида натрия
6	Может быть получено при взаимодействии 2-бромэтановой кислоты с аммиаком
7	Образуется при гидролизе пептидов избытком раствора щелочи

877. *Выберите утверждения, справедливые для белков:

- а) в молекулах имеются пептидные связи;
 б) вторичная структура поддерживается за счет обра-

зования водородных связей между группами 

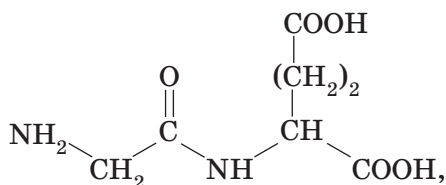
и  различных аминокислотных остатков;

- в) ксантопротеиновая реакция доказывает наличие в молекулах пептидных связей;
 г) состоят из остатков α-аминокислот;
 д) денатурацией называется процесс разрушения первичной структуры белков;
 е) наличие бензольных колец в молекулах определяется биуретовой реакцией;
 ж) белки подвергаются кислотному, щелочному и ферментативному гидролизу.

878. Дипептид количеством 2 моль, состоящий из остатков глицина, растворили в избытке соляной кислоты, смесь прокипятили до окончания реакции. Напишите уравнение реакции и найдите массу вступившего в реакцию хлороводорода.

879. Трипептид количеством 2 моль, состоящий из остатков аланина, растворили в избытке водного раствора гидроксида натрия, смесь прокипятили до окончания реакции. Напишите уравнение реакции и найдите массу вступившего в реакцию NaOH.

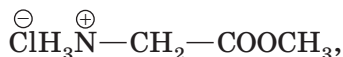
880. Дипептид количеством 1 моль, формула которого



растворили в избытке водного раствора гидроксида натрия, смесь прокипятили до окончания реакции.

Напишите уравнение реакции и найдите массу вступившего в реакцию NaOH.

881. К водному раствору, содержащему 0,5 моль вещества, формула которого



прибавили 2 моль гидроксида натрия. Смесь прокипятили до завершения реакции. Полученный раствор выпарили досуха. Укажите количество (моль) веществ в твердом остатке.

882. Напишите формулы двух возможных трипептидов, образованных: а) из 1 молекулы глицина и 2 молекул аланина; б) 2 молекул глицина и 1 молекулы аланина. Сколько пептидных связей в молекулах каждого пептида? Сколько всего трипептидов удовлетворяют условию задачи?

883. Про твердое при н. у. органическое вещество А известно следующее:

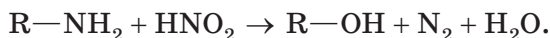
- остатки А входят в состав молекул белков;
- при сгорании 1 моль А в избытке кислорода образуется 2 моль углекислого газа;
- порция вещества А химическим количеством 1 моль способна прореагировать с 1 моль хлороводорода с образованием соли В. При взаимодействии 1 моль вещества А с 1 моль гидроксида калия образуется соль С, которая реагирует с хлороводородом в соотношении 1 : 2 с образованием вещества В.

Предложите формулы веществ А—С. Напишите уравнения реакций.

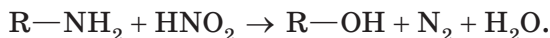
884. При щелочном гидролизе 16,0 г дипептида образовалось только одно органическое вещество — натриевая соль одной из аминокислот. Масса этой соли равна 22,2 г. Установите строение дипептида.

полного гидролиза 32,55 г данного пептида требуется 5,40 г воды. Установите возможную структуру трипептида.

- 888.** *Имеется смесь насыщенного первичного амина и природной аминокислоты в мольном соотношении 1 : 2. Известно, что число атомов углерода в молекуле амина равно числу атомов углерода в молекуле аминокислоты. При взаимодействии 5,38 г смеси с избытком соляной кислоты получено 7,57 г смеси солей. Определите формулу аминокислоты.
- 889.** *Для сжигания 31,1 г смеси двух природных аминокислот потребовалось 43,12 л кислорода (н. у.). Порцию одной из этих аминокислот массой 3,65 г обработали избытком азотистой кислоты и получили 1,12 л газа (н. у.). Для полного взаимодействия с порцией второй аминокислоты массой 13,2 г потребовалось 4,48 г гидроксида калия. Установите строение аминокислот, входящих в состав смеси, и их массовые доли. Учтите, что азотистая кислота реагирует с первичными аминами согласно уравнению:



- 890.** *При полном гидролизе 22,14 г трипептида было получено 24,30 г смеси только двух природных аминокислот. Одну из полученных кислот обработали избытком азотистой кислоты и получили органическое вещество массой 19,92 г. Определите формулы аминокислот, остатки которых входили в состав трипептида. Учтите, что азотистая кислота реагирует с первичными аминами согласно уравнению:



- 891.** Дипептид массой 1,60 г, состоящий из остатков аминокислот, принадлежащих к гомологическому ряду глицина, подвергли полному гидролизу водным раствором

гидроксида калия, содержащим 0,05 моль КОН. В результате был получен раствор, в котором количество (моль) КОН в 1,5 раза больше суммарного количества моль солей. Установите возможные формулы дипептида.

892. Органическое вещество **A** содержит 11,97 % азота, 9,40 % водорода и 27,35 % кислорода по массе и образуется при взаимодействии органического вещества **B** с пропанолом-1. Известно, что вещество **B** имеет природное происхождение и способно взаимодействовать как с кислотами, так и со щелочами.

- Установите молекулярную формулу вещества **A**.
- Составьте уравнение протекавшей реакции.

Решение

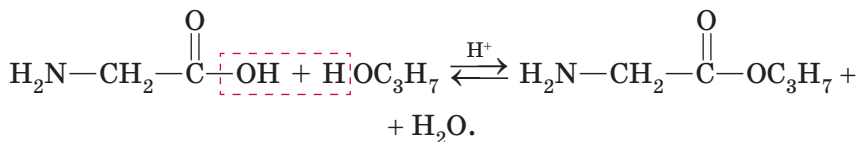
Установим простейшую формулу органического вещества $C_xH_yO_zN_k$:

$$x : y : z : k = \frac{51,28}{12} : \frac{9,40}{1} : \frac{27,35}{16} : \frac{11,97}{14} =$$

$$4,27 : 9,40 : 1,71 : 0,855 = 5 : 11 : 2 : 1.$$

Простейшая формула $C_5H_{11}O_2N$.

Учитывая условие задачи, находим, что вещество **B** — глицин. Составим уравнение реакции:



На практике в реакции образуется соль сложного эфира, которую превращают в нейтральное соединение, действуя основанием.

893. В результате реакции этерификации между предельным одноатомным спиртом и аминокетановой кислотой был получен сложный эфир **A**. Массовая доля азота в **A** составляет 13,59 %.

- Приведите молекулярную формулу спирта.
- Составьте уравнение протекавшей реакции.

- 894.** Органическое вещество массой 11,8 г сожгли в избытке кислорода. Продукты сгорания (азот, углекислый газ и вода) пропустили через поглотитель, содержащий оксид фосфора(V). При этом масса поглотителя увеличилась на 9,0 г. Непоглотившиеся газы пропустили через избыток раствора гидроксида бария. При этом выпал осадок, а масса раствора уменьшилась на 61,2 г. Непоглотившийся раствором гидроксида бария газ занял объем 2,24 дм³ (н. у.). Молярная масса органического вещества меньше 100 г/моль. Предложите возможную формулу органического вещества.
- 895.** Амфотерное, твердое (при н. у.) органическое вещество А имеет качественный состав С, Н, N, О. При взаимодействии А с избытком HBr образуется 17 г соли. При взаимодействии такой же порции вещества А с избытком NaOH образуется 11,1 г соли. Молекула вещества А содержит один атом азота. Остатки А содержатся в природных полимерах. Предложите возможную формулу органического вещества А. Какие функциональные группы в молекуле вещества А обуславливают его амфотерные свойства?
- 896.** *Для установления состава аминокислоты, входящей в состав белков, ее навеску массой 0,8925 г сожгли в избытке кислорода. После удаления избыточного кислорода осталось 0,756 дм³ газа (н. у.). После пропускания этого газа через избыток раствора КОН объем газа уменьшился до 0,084 дм³. Известно также, что массовая доля кислорода в этом веществе примерно в 3,4 раза больше, чем азота.
- Установите аминокислоту.
 - Известно, что данная кислота относится к числу незаменимых. Какие продукты необходимо включать в рацион питания для обеспечения потребности организма в этой аминокислоте?

- 897.** Глутаминовая кислота $\text{NH}_2\text{—CH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH})\text{—COOH}$ известна тем, что входит в состав белков всех живых организмов. Не менее известна и ее натриевая соль, глутамат натрия (пищевая добавка E621), являющаяся усилителем вкуса (мясной вкус, или *умами*). Содержание глутамата натрия в пищевом концентрате, таком как бульонный кубик, может достигать 0,5 % по массе. В настоящее время считается, что избыточное потребление глутамата натрия является вредным для здоровья, полулетальной считается его доза 15—18 г на 1 кг веса.
- В каком агрегатном состоянии находится глутаминовая кислота при 25 °С?
 - Будет ли различаться рН водных растворов глицина и глутаминовой кислоты? Ответ обоснуйте.
 - Напишите уравнения реакций взаимодействия глутаминовой кислоты с хлороводородной кислотой и избытком гидроксида натрия.
 - Установите состав глутамата натрия. Учтите, что из 30 г глутаминовой кислоты может быть получен 31 г глутамата натрия с 90%-ным выходом.
 - Какая масса глутамата натрия может содержаться в одном бульонном кубике массой 10 г? Опасно ли для здоровья периодическое потребление этого продукта?
- 898.** *Гиппуровая кислота является одним из продуктов обмена веществ в организме. Ядовитая бензойная кислота посредством ряда биохимических процессов связывается глицином и выводится из организма с мочой в форме гиппуровой кислоты, молекулярная формула которой $\text{C}_9\text{H}_9\text{NO}_3$. В лаборатории гиппуровую кислоту можно получить в результате взаимодействия аминокислотной кислоты с хлорангидридом бензойной кислоты (бензоилхлоридом), реакционная способность которого выше, чем у бензойной кислоты. Напишите структурную формулу гиппуровой кислоты и уравнение

- б) Напишите структурные формулы аланина, глутаминовой кислоты, треонина, лизина и цистеина, учитывая, что их названия по систематической номенклатуре следующие:

Тривиальное название	Название по номенклатуре ИЮПАК
Аланин	2-аминопропановая кислота
Глутаминовая кислота	2-аминопентандиовая кислота
Треонин	2-амино-3-гидроксибутановая кислота
Лизин	2,6-диаминогексановая кислота
Цистеин	2-амино-3-меркаптопропановая кислота (меркаптогруппа имеет формулу —SH)

- в) Сколько различных нециклических трипептидов можно образовать из глицина, аланина и цистеина?
- г) Сколько пептидных связей содержит молекула инсулина?
- д) Дисульфидные мостики в молекуле инсулина образуются за счет окисления двух молекул цистеина. Изобразите общую схему этого процесса, используя для обозначения окисления следующий символ: $\xrightarrow{[O]}$.

ОТВЕТЫ

Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В ОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ

1.1. Задачи для повторения

- а) 11,1 моль; б) 0,25 моль; в) 27,8 моль.
- а) 0,3 моль; б) 0,4 моль.
- а) 1,6 г и 2,24 дм³; б) 3,2 г и 4,48 дм³; в) 0,08 г и 0,11 дм³.
- а) 0,4 моль; б) 2,99 дм³.
- 4 моль.
- а) 23,1 %; б) 49,2 %.
- 44,8 % и 14,4 моль.
- 7,5 %.
- а) 19,7 %; б) 13,1 моль; в) 84,2 %.
- а) 34,5 г; б) 9,89 моль; в) 8,6 %.
- 74,2 кг.
- 160 мг.
- 10 ампул.
- 34,8 %.
- а) 35 %; б) 28 г; в) 5,28 кг; г) 11 руб. 22 коп.; д) 141 г KNO₃,
54 г NH₄NO₃.
- 11,9 %.
- а) 66 г; б) 31,4 %.
- 119 кг.
- 5605 г.
- 37 г.
- 0,438 моль.
- а) 52,2 г; б) 3,9 %.
- 69,8 %.
- 20 % нитрата калия, 50 % сульфата калия и 30 % сульфата аммония.
- 56 г.
- 152 кг.
- 3,43 кг.

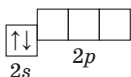
28. а) 42,9 %; б) 81,8 %; 52,2% .
29. 15,8 % .
30. 64,0 % .
31. Fe.
32. P.
33. Se.
34. As.
35. Pb.
36. 2 атома.
37. Al.
38. Ca.
39. Ca.
40. Ni.
41. Ti.
42. Ba(OH)₂.
43. Cr.
44. Sr.
45. K.
46. а) Ca, CO₂, CaO; б) 32,8 г.
47. KCl.
48. Hg.
49. W.
50. Cs.
51. а) Mn₂O₇; б) уменьшалась; в) 21,6 %; г) MnO₂.
52. а) медный купорос — это кристаллогидрат, а на пакетике написана формула «CuSO₄»; б) масса уменьшалась; в) масса твердого остатка уменьшается, поскольку из него удаляется вода; г) после того как вся вода будет удалена из кристаллогидрата, масса твердого остатка перестанет изменяться; д) уменьшилась на 36 %; е) CuSO₄ · 5H₂O; ж) CuSO₄ · H₂O; з) CuSO₄ · 3H₂O.

1.2. Строение атома

53. H +1, 1; F +9, 9; Na +11, 11; S +16, 16.
54. Mg²⁺ +12, 10; O²⁻ +8, 10; K⁺ +19, 18; Br⁻ +35, 36.
55. H₂ 2; O₂ 16, H₂O 10; CO₂ 22.
56. NH₄⁺ 10; NO₃⁻ 32; SO₄²⁻ 50.
57. Атом поглотил энергию, среднее расстояние от электрона до ядра увеличилось.

59. На одной орбитали может разместиться не более двух электронов; на s -подуровне — одна орбиталь, на p -подуровне — три; на p -подуровне может разместиться не более шести электронов.

61. 8.

62. Be: $1s^2 2s^2$; Be: ... . На внешнем энергетическом уровне — 2 электрона; $1s$ -орбиталь имеет меньший размер, чем $2s$ -орбиталь, и электроны, расположенные на $1s$ -орбитали, притягиваются к ядру сильнее, чем электроны, занимающие $2s$ -орбиталь.

64. Число энергетических уровней в атоме, частично или полностью заполненных электронами (число электронных слоев), равно номеру периода; число электронов на внешнем энергетическом уровне атома равно номеру группы (последнее выполняется для элементов, расположенных в группах А).

65. Be и Mg — s -элементы; N и Cl — p -элементы.

66. Be^{2+} : $1s^2$; Na^+ : $1s^2 2s^2 2p^6$; O^{2-} : $1s^2 2s^2 2p^6$; Cl^- : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$; O^+ : $1s^2 2s^2 2p^3$.

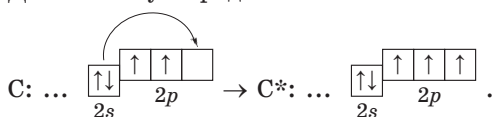
67. Фтор.

68. Cl^- , S^{2-} , K^+ , Ca^{2+} ; из таких ионов состоят соединения с ионным типом связи: KCl , $CaCl_2$, K_2S .

69. На третьем.

70. Это объясняется тем, что сначала в атомах заполняется $4s$ -подуровень и только потом — $3d$.

71. Для атома углерода:



В основном состоянии — 2 неспаренных электрона, в приведенном возбужденном — 4.

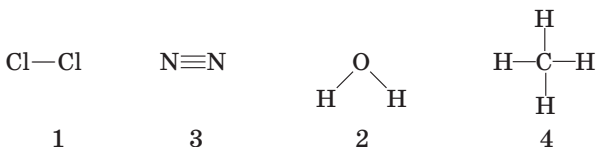
72. 0,025 моль.

1.3. Химическая связь

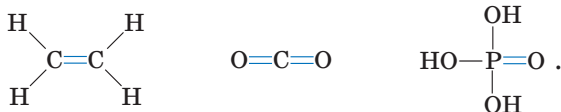
73. Атомы благородных газов. Они имеют завершенные электронные оболочки: He $1s^2$; остальные $...ns^2np^6$.

74. Li, Na и K имеют один валентный электрон и находятся в IA-группе; C и Si — четыре валентных электрона и находятся в IVA-группе; N и P — пять валентных электронов и находятся в VA-группе. То есть число валентных электронов равно номеру группы.

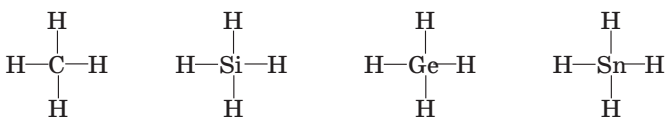
75. Ковалентная связь образована посредством общих электронных пар и в структурной формуле обозначается при помощи черточек; ионная связь обусловлена электростатическим притяжением разноименно заряженных ионов.
76. Ионная: K_2S , NaF ; ковалентная неполярная: Cl_2 , O_2 ; ковалентная полярная: HBr , NH_3 , SO_2 ; металлическая: Zn .
77. $CaCl_2$, ионная.
- 79.



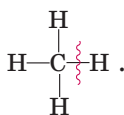
80. Для ответа на пункт а) определите число неспаренных электронов в атомах в основном и возбужденных состояниях.
81. Для ответа на пункт а) определите число неспаренных электронов в атомах в основном и возбужденных состояниях.
83. Кратные связи (выделены синим цветом) имеются в веществах:



85. Полярность связи в приведенном ряду уменьшается, поскольку уменьшается разность электроотрицательностей атомов, образующих связь.
86. Полярность связи в приведенном ряду уменьшается, поскольку уменьшается разность электроотрицательностей атомов, образующих связь.
88. В молекуле $N \equiv N$ связь тройная, а в молекуле $O=O$ — двойная. Следовательно, в молекуле N_2 связь прочнее, чем в O_2 .
90. В приведенном ряду ($H-F$, $H-Cl$, $H-Br$, $H-I$) кратность связи не изменяется, но растут радиусы атомов, следовательно, увеличивается длина связи и уменьшается ее энергия.
92. В приведенном ряду



кратность связи не изменяется, но растут радиусы атомов, следовательно, увеличивается длина связи и уменьшается ее энергия. Поэтому труднее всего разорвать связи в молекуле CH_4 :



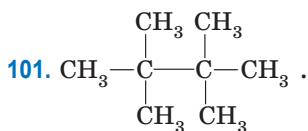
Таким образом, в приведенном ряду термическая устойчивость веществ уменьшается.

93. CO_2 , CH_4 , N_2O_5 , NH_3 , P_2O_5 , PH_3 , Cl_2O_7 , HCl .
94. H_2O , H_2S , H_2Se . Длина связи увеличивается (поскольку кратность не изменяется, а радиусы атомов растут), энергия связи уменьшается (поскольку увеличивается длина связи), полярность связи уменьшается (поскольку уменьшается разность электроотрицательностей атомов, образующих связь), термическая устойчивость уменьшается (поскольку уменьшается энергия связи).

Глава 2. УГЛЕВОДОРОДЫ

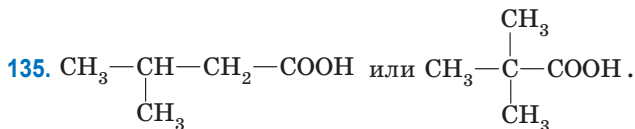
2.1. Алканы

96. Общая формула гомологического ряда алканов $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. Следовательно, алканами являются C_6H_{14} и $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$.
97. C_8H_{18} .
98. а) C_5H_{12} ; б) 2,48; в) 3 изомера.
99. а) C_7H_{16} ; б) 5 изомеров.
100. 83,7 %.

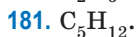
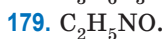
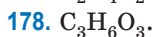
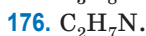
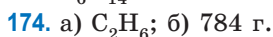
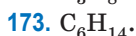
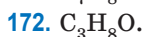
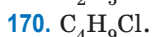
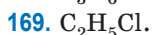
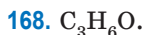
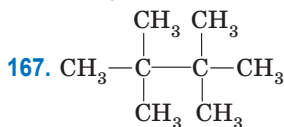
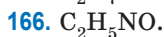
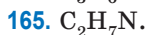
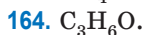
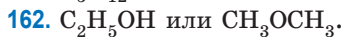
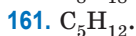
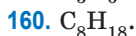
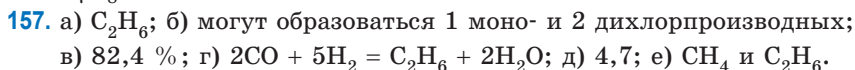
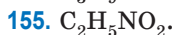
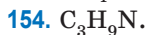
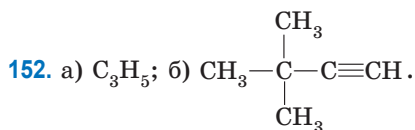


102. Приведены формулы трех разных веществ; изомерами являются *n*-пентан и 2-метилбутан.
103. Приведены формулы четырех разных веществ; изомерами являются *n*-гексан, 3-метилпентан и 2,3-диметилбутан.
108. $m(\text{неопентана}) = 153,3 \text{ г}$, $m(\text{n-бутана}) = 0,647 \text{ г}$; при н. у. неопентан находится в жидком агрегатном состоянии, поэтому его плотность намного больше, чем плотность газообразного *n*-бутана.
113. Изомерами являются а и б.
114. б, в, г.
115. Правильно составлены названия б и г.

116. АЗБ4В1Г2; 2,2-диметилгептан, 3,3-диметилгептан.
 117. Может быть получено 3 структурных изомера.
 118. Может быть получено 2 структурных изомера.
 119. Может быть получено 4 структурных изомера состава $C_3H_6Cl_2$.
 120. 2,2-диметилпропан.
 121. 3 атома.
 122. а) 40,3 % метана, 59,7 % хлора; б) $m(CH_4) = 16$ г, $m(CH_3Cl) = 25,25$ г, $m(HCl) = 18,25$ г.
 126. 2 вещества: 2-метилбутан и 2,2-диметилпропан.
 127. 2,3-диметилбутан.
 128. 3 алкана: этан, пропан и бутан.
 129. а) 2-бромбутан; б) 2-бром-2-метилпропан.
 130. 2-иодпропан.
 131. 2-метилпропан.



137. 2,3-диметилбутан.
 138. 2,5-диметилгексан; 2-бром-2,5-диметилгексан.
 139. 60 % 1-хлорбутана и 40 % 2-хлорбутана.
 140. 43 % 1-хлорпропана и 57 % 2-хлорпропана.
 141. 27 % 2-метил-1-хлорбутана, 14 % 3-метил-1-хлорбутана, 36 % 2-метил-3-хлорбутана, 23 % 2-метил-2-хлорбутана.
 142. 9 % 1-бромпропана и 91 % 2-бромпропана.
 143. 2-бром-2-метилпропан.
 144. C_4H_{10} .
 145. C_2H_6 .
 146. 1-бромпропан.
 147. $C_2H_6O_2$.
 148. CH_4 , мольная доля углерода равна 20 %, водорода — 80 %.
 149. *n*-пентан.
 150. $C_6H_{12}O_6$.
 151. а) CH_3 ; б) эта формула соответствует свободному радикалу, поэтому при нормальных условиях CH_3 неустойчив; в) CH_3-CH_3 .



183. 79,9 % C_2H_6 и 20,1 % C_3H_8 .

184. 75 % C_4H_{10} и 25 % C_5H_{12} .

185. C_6H_{14} .

2.2. Алкены

189. C_nH_{2n} .

190. В молекуле этилена связь углерод—углерод имеет меньшую длину и она более прочная.

191. Тип гибридизации — sp^2 ; валентные углы приблизительно равны 120° ; молекула плоская.

193. а) 2-метилбутен-2; б) 3,4-диметилпентен-2.

194. 2-метилпентен-2.

195. а) 2-метилбутан; б) 2-метилпропан; в) бутен-2; г) 2-метилпропен. Алкены: в и г. Изомеры: в и г. Гомологи: а и б.

197. Бутен-1, бутен-2, 2-метилпропен.

198. *Цис-транс*-изомерия возможна для б и г.

199. Циклопропан.

200. Бутен-1, *цис*-бутен-2, *транс*-бутен-2, 2-метилпропен, циклобутан, метилциклопропан.

201. Этен и пропен — газы, пентен-1 и гексен-1 — жидкости; в стакане будет два слоя несмешивающихся жидкостей: верхний — гексен-1, нижний — вода.

203. Для алкенов характерны реакции присоединения; при хлорировании этана протекает реакция замещения (образуются хлорэтан и хлороводород); при хлорировании этена протекает реакция присоединения (образуется 1,2-дихлорэтан).

204. В результате реакции образуется этан, разрывается π -связь, валентные углы уменьшаются, так как атомы углерода переходят из sp^2 - в sp^3 -гибридное состояние. Длина связи углерод—углерод увеличивается.

205. 2-метилбутен-1; 2-метилбутен-2; 3-метилбутен-1.

206. Образуются а) *n*-бутан в обоих случаях; б) 1,2-дибромбутан и 2,3-дибромбутан соответственно.

207. Не поглотился этан; масса увеличилась на 10 г (масса поглотившегося этилена).

208. 5,52 dm^3 .

209. 20 %.

210. Образуются: а) бромэтан; б) 2-бромбутан; в) 2-бром-2,3-диметилбутан; г) 2-бромпропан.

211. Образуются: а) этандиол-1,2; б) пропандиол-1,2; в) бутандиол-1,2; г) бутандиол-2,3.
212. Количества (моль) углекислого газа и воды относятся 1 : 1.
213. А — этилен; Б — этан; В — хлорэтан.
214. А — бутен-2; Б — *n*-бутан; В и Г — 1-хлорбутан и 2-хлорбутан; Д — 2,3-дибромбутан.
216. 2-бромбутан.
217. Образуются: а) 2-хлорпропан; б) 2-хлорбутан; в) 2-хлор-2-метилпропан; г) 2-хлор-2-метилбутан.
218. $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ и 2-бромпропан.
219. а) дегидратация при нагревании с концентрированной серной кислотой при температуре выше 140 °С; б) дегидрирование при нагревании на катализаторе Cr_2O_3 ; в) дегидрогалогенирование под действием спиртового раствора щелочи. Обратные реакции: а) гидратация разбавленным раствором серной кислоты; б) гидрирование на платиновом катализаторе при комнатной температуре; в) гидрогаогенирование раствором хлороводорода.
220. а) бутен-1 и бутен-2; б) 3,3-диметилбутен-1.
221. Бутен-1.
222. А — этанол; Б — этилен; В — этиленгликоль.
223. Происходит реакция дегалогенирования и образуются соответственно этилен и бутен-2.
224. А — этилен; Б — этан; В — 1,2-дибромэтан; Г — хлорэтан.
225. А — бутен-2; Б — метан; В — 2,3-дибромбутан.
226. 2,2-диметилбутан.
227. Последовательно образуются следующие органические вещества: этан; бромэтан; этилен; 1,2-дихлорэтан; этиленгликоль.
229. Последовательно образуются следующие органические вещества: 2-бромпропан; пропанол-2; пропилен; 2-хлорпропан; 2,3-диметилбутан.
230. 33,6 дм³.
231. Уравнение реакции:
- $$3\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3 + 2\text{MnO}_2\downarrow + 2\text{KOH}.$$
- 38 г пропиленгликоля и 29 г осадка.
232. $V(\text{CO}_2) = 33,6 \text{ дм}^3$; $m(\text{H}_2\text{O}) = 27 \text{ г}$.
233. $V(\text{возд.}) = 142,9 \text{ дм}^3$; $V(\text{CO}_2) = 20 \text{ дм}^3$.

234. $V(\text{смеси}) = 13,44 \text{ дм}^3$; $m = 80,8 \text{ г}$.

235. 16 дм^3 .

236. По $3,36 \text{ дм}^3$.

237. 48 г .

238. Бутен-1, бутен-2, 2-метилпропен; $22,4 \text{ г}$, $86,4 \text{ г}$.

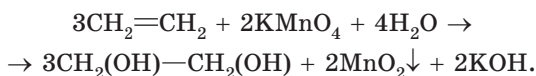
239. $12,4 \text{ г}$.

240. $11,2 \text{ дм}^3$.

241. $3,36 \text{ дм}^3$.

242. $80,8 \text{ г}$.

243. Уравнение реакции:



$1,55 \text{ г}$ этиленгликоля и $1,45 \text{ г}$ осадка.

244. $V(\text{H}_2) = 13,44 \text{ дм}^3$, $\varphi(\text{H}_2) = 75 \%$; $V(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 4,48 \text{ дм}^3$,
 $\varphi(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 25 \%$.

245. $80,8 \text{ г}$.

246. $4,48 \text{ дм}^3$.

247. 2614 см^3 ; 14 г .

248. 120 г .

249. $8,96 \text{ дм}^3$.

250. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$.

251. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$; да; $22,5 \text{ г}$.

252. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$.

253. C_6H_{12} .

254. Пропен, пропанол-2.

255. Этен.

256. Пропен ($73,7 \%$) и этан ($26,3 \%$).

257. Пропен.

258. C_4H_8 .

259. 2-метилбутен-2.

260. $358,4 \text{ дм}^3$.

261. а) 112 г ; б) 300 г .

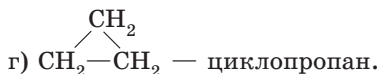
262. $85,71 \%$ во всех молекулах, так как соотношение количества углерода к водороду в молекулах всех алкенов одинаковое.

263. C_5H_{12} и C_6H_{12} .

264. 64 дм^3 .

265. $14,6 \text{ дм}^3$.

266. 7 и 5.
 267. Этилен.
 268. C_4H_8 .
 269. а) C_4H_9OH .
 270. а) C_3H_6 .
 271. а) CH_2 ; б) C_6H_{12} .
 272. а) CH_2 ; б) C_4H_8 .
 273. а) C_3H_6 и C_5H_{12} ; б) 5,51 % C_3H_6 и 94,49 % C_5H_{12} ; в) 50 см^3 .
 274. а) C_3H_6O ; б) CH_2 ; в) $CH_2=CH-CH_3$ — пропилен;



275. а) $C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br_2$; б) на 3,5 г;
 в) $C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} O_2 \xrightarrow{t} nCO_2 + (n+1)H_2O$;
 $C_2H_4 + 3O_2 \xrightarrow{t} 2CO_2 + 2H_2O$; г) C_4H_{10} .
 276. а) $m(O_2) = 12,57 \text{ г}$; б) $n(CO_2) = 0,5 \text{ моль}$; в) C_4H_{10} ;
 г) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ — бутан; $CH_3-CH(CH_3)-CH_3$ — метилпропан; д) CH_2 ; е) $C_4H_{10} \rightarrow C_2H_4 + C_2H_6$; ж) $\alpha = 68 \%$; $D_{H_2} = 17,3$;
 з) 8,96 г, 448 000 г/моль, 16 000.
 277. Метан; 18 г/моль.
 278. 128 г.
 279. а) CH_2 ; б) C_4H_8 ; в) три алкена и два циклоалкана; г) 5,8 г.

2.3. Алкадиены

280. C_nH_{2n-2} .
 281. Тип гибридизации — sp^2 ; валентные углы приблизительно равны 120° ; молекула плоская.
 282. а) и б) из-за наличия системы сопряжения, которая приводит к некоторому выравниванию длин связей.
 283. Бутадиен-1,2.
 284. Пентадиен-1,2, пентадиен-1,3 (сопряженный), пентадиен-1,4, 2-метилбутадиен-1,3 (сопряженный).
 285. а) 2,3-диметилбутадиен-1,3; б) 3,4-диметилпентадиен-1,3.
 286. Изопрен.
 287. а) 2-метилпентадиен-2,3; б) бутен-2; в) бутадиен-1,3 (сопряженный диен); 2-метилбутадиен-1,3 (сопряженный диен).

289. Пропадиен — газ, изопрен — жидкость; изопрен не смешивается с водой, но растворяется в гексане.
290. Образуются а) бутен-1 и бутен-2; б) 3,4-дихлорбутен-1 и 1,4-дихлорбутен-2.
291. Образуются а) 3,4-дибром-2-метилбутен-1; 3,4-дибром-3-метилбутен-1; 1,4-дибром-2-метилбутен-2; б) 1,2,3,4-тетрабром-2-метилбутан.
292. Следует сначала осуществить реакцию с бромом, а затем — с хлором.
293. 4-метилпентадиен-1,3 (1,2-присоединение); 2-метилпентадиен-1,3 (1,4-присоединение).
294. Пентадиен-1,3; могут образовываться 4,5-дибромпентен-2 и 3,4-дибромпентен-1.
295. 50 %.
296. 75 %.
297. 21,4 г.
298. 18,9 г.
299. 43,2 г.
300. 141 г.
301. 79,2 г.
302. 80 %.
303. 51,4 г.
304. 249 дм³.
305. 56,6 дм³.
306. а) 2,8 г; б) 60,7 %; в) 3,584 дм³.
307. 11,76 г.
308. 4,48 дм³.
309. Бутадиен-1,3; степень полимеризации 7500.
310. C₅H₈; степень полимеризации 5000.
311. а) C₄H₆; б) 20 000.
312. 2 г.
313. 14,4 г.
314. 73,6 г.
315. C₆H₁₀.
316. φ(C₄H₆) = 40 %; φ(C₅H₈) = 60 %.
317. 35,6 % C₅H₈ и 64,4 % C₆H₁₀.
318. C₃H₈O.
319. C₄H₆; 34 г.

2.4. Алкины

320. $C_n H_{2n-2}$.
321. C_6H_{10} , C_8H_{14} , C_2H_2 .
322. а) этан, этилен, ацетилен; б) ацетилен, этилен, этан.
323. На одной прямой находятся четыре атома ($H-C\equiv C-C$).
324. На одной прямой атомы углерода находятся в молекулах бутин-2 и пропадиена.
325. Ацетилен, этилен, бутадиен-1,3 (связь между первым и вторым атомами углерода), бутадиен-1,3 (связь между вторым и третьим атомами углерода), этан.
326. Алкины: бутин-1 и бутин-2; алкадиены: бутадиен-1,3 и бутадиен-1,2.
327. а) 4-метилпентин-2; б) 5-метилгептин-3; в) 3,4-диметилпентин-1; г) пентин-2.
328. а) бутин-2; б) бутен-2; в) бутин-1; г) пентадиен-1,4. Изомеры: а и в. Содержат две π -связи а, в, г.
329. Ацетилен, пропин, бутин-1 — газы; пентин-1 — жидкость; $\rho(C_2H_2) = 1,161 \text{ г/дм}^3$; $\rho(C_3H_4) = 1,786 \text{ г/дм}^3$.
330. Температура кипения алкинов неразветвленного строения увеличивается с увеличением размера молекул.
331. Разрушаются π -связи, так как они менее прочные и более доступны для реагентов.
332. а) этилен; б) этан; в) 1,2-дибромэтен; г) 1,1,2,2-тетрабромэтан.
333. 1,2-дибромпропен, а потом 1,1,2,2-тетрабромпропан.
334. На 23 г.
335. Ацетилен обесцвечивает бромную воду, а этан — нет.
336. 40,3 %.
337. 180 г.
338. $CH_3-C\equiv C-CH_3$, $CH_3-CH=CH-CH_3$.
339. $HC\equiv C-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_2-CH_3$, 3-метилпентин-1.
340. Сначала образуется 2-хлорбутен-2, а потом — 2,2-дихлорбутан.
341. А — этин; Б — этен; В — этанол; Г — 1,1-дихлорэтан.
342. А — CaC_2 ; Б — этин; В — этан; Г — этен; Д — хлорэтан.
343. А — этилен; Б — 1,2-дибромэтан; В — ацетилен; Г — этаналь; Д — хлорэтен.
344. Провести дегидрирование при нагревании на катализаторе Cr_2O_3 ; прибавить хлороводород; подействовать спиртовым раствором

КОН; подействовать бромной водой; подействовать спиртовым раствором КОН.

345. А — пропен; Б — ацетон; В — 2-бромпропан; Г — пропанол-2.

346. 1451 г; 598.

347. Последовательно образуются: карбид кальция; ацетилен; хлорэтен; $m = 20,7$ г.

348. 0,2 и 0,15 моль; 57,1 % и 42,9 %; 5,5 г; 15,7 г/моль; 3,93.

349. 0,1 и 0,3 моль; 2,24 дм³ и 6,72 дм³; 25 % и 75 %; 8,8 г; 22 г/моль; 11.

350. 26,2 г; 14,7 г/моль; 0,655 г/дм³; 59,1 % ацетилена, 4,5 % водорода и 36,4 % метана.

351. 19.

352. 8 г/моль.

353. 57,1 % и 42,9 %; 1,53 г/дм³.

354. 22 г/моль.

355. 2 г/моль.

356. 10 дм³.

357. 75,0 % и 73,2 %.

358. 4,48 дм³; 3,2 г; 40,0 %; 29,1 %.

359. а) 8,96 дм³ и 35,84 дм³; б) 12,32 г.

360. 1987 дм³.

361. Объемы: 24 дм³ метана, 28 дм³ ацетилена, 84 дм³ водорода; объемные доли 17,6 % метана, 20,6 % ацетилена, 61,8 % водорода.

362. 74,1 %.

363. 75 %.

364. 62,5 %.

365. 42,9 % этена и по 28,6 % водорода и этина.

366. Выход 60 %; объемные доли: 20 % ацетилена, 50 % водорода, 30 % этилена.

367. 162,5 дм³.

368. 3,36 дм³.

369. CH₄; 23,5 г/моль.

370. C₃H₄.

371. а) C₂H₃; б) C₄H₆;

в) HC≡C—CH₂—CH₃, H₃C—C≡C—CH₃, H₂C=CH—CH=CH₂.

372. 1212.

373. 924.

374. а) 24375 г/моль; б) 390.

375. C_3H_4 и C_3H_6 .

376. 152 г/моль.

377. C_5H_8 .

2.5. Арены

378. C_nH_{2n-6} .

379. sp^2 ; 0,140 нм; 120°; в одной плоскости находятся все атомы.

380. Ацетилен, этилен, бензол, этан; все связи углерод—углерод одинаковые из-за наличия системы сопряжения π -связей.

381. а) этилбензол и 1,2-диметилбензол; 1-метил-4-этилбензол и изопропилбензол; б) толуол, 1-метил-4-этилбензол, изопропилбензол.

382. Этилбензол; 1,2-диметилбензол; 1,3-диметилбензол; 1,4-диметилбензол.

383. Пропилбензол, изопропилбензол, 1-метил-2-этилбензол, 1-метил-3-этилбензол, 1-метил-4-этилбензол, 1,2,3-триметилбензол, 1,2,4-триметилбензол, 1,3,5-триметилбензол.

384. В результате реакций присоединения в молекуле бензола нарушается устойчивая система сопряжения π -связей; в реакциях образуются: бромэтан и бромоводород; 1,2-дибромгептан; бромбензол и бромоводород.

385. В реакциях образуются: нитробензол и вода; циклогексан.

386. Первое превращение осуществляется при нагревании на платиновом катализаторе, второе — гидрирование на никелевом катализаторе при нагревании.

387. Первое превращение осуществляется при нагревании на катализаторе $C_{акт.}$, второе — хлорирование в присутствии $FeCl_3$ в качестве катализатора.

388. Первое превращение осуществляется при нагревании на платиновом катализаторе, второе — бромирование в присутствии $FeBr_3$ в качестве катализатора.

389. Первое превращение осуществляется при сильном нагревании (1500 °С), второе — при нагревании на катализаторе $C_{акт.}$, третье — нитрование бензола смесью азотной и серной кислот.

390. 1,2-диметилбензол и этилбензол.

391. В результате реакций образуются: 1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан (реакция присоединения); хлорбензол и хлороводород (реакция замещения).

392. А — бензол; в результате реакций образуются: 1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан; хлорбензол и хлороводород.
393. А — бензол; Б — гексен-3; В — циклогексан.
394. Первое превращение осуществляется при нагревании на платиновом катализаторе, второе — хлорирование при нагревании и интенсивном ультрафиолетовом освещении.
395. Первое превращение осуществляется при нагревании на платиновом катализаторе, второе — нитрование смесью азотной и серной кислот, третье — окисление подкисленным раствором марганцовки.
396. Образуется терефталевая кислота.
397. 1,3,5-триметилбензол.
398. Первое превращение осуществляется при нагревании на платиновом катализаторе, второе — хлорирование в присутствии FeCl_3 в качестве катализатора, третье — хлорирование при освещении.
399. а) 1,2-диметилциклогексан (дегидрирование); б) толуол и Br_2 при облучении; в) толуол и Cl_2 в присутствии FeCl_3 ; г) 1,4-диметилбензол и подкисленный раствор марганцовки.
400. а) сначала бромруют толуол в присутствии FeBr_3 , а затем продукт окисляют подкисленным раствором марганцовки; б) сначала окисляют толуол подкисленным раствором марганцовки, а затем продукт бромруют в присутствии FeBr_3 .
401. а) сначала бромруют бензол в присутствии FeBr_3 , а затем проводят нитрование продукта смесью азотной и серной кислот; б) сначала проводят нитрование бензола смесью азотной и серной кислот, а затем продукт бромруют в присутствии FeBr_3 .
402. А — стирол; Б — 1,2-дибром-1-фенилэтан; В — этилбензол; Г — полистирол.
404. 56 дм³.
405. 32,3 %.
406. 33,9 %.
407. 74,3 %.
408. 22,0 %.
409. 65,0 %.
410. 70,3 %.
411. 25,4 %.
412. 17,2 % гексана; 33,6 % циклогексана; 49,2 % циклогексена.
413. 55,7 % бензола; 15,0 % циклогексана; 29,3 % циклогексена.

414. C_8H_{10} .
 415. 1,3,5-триметилбензол.
 416. Стирол.
 417. 93,6 дм³.
 418. 75 %.
 419. 10,6 г C_8H_{10} и 24,0 г C_9H_{12} .
 420. C_7H_8 и C_8H_{10} , 528 дм³.
 421. 25,2 г.
 422. 18 г.
 423. 52,2 г.
 424. $\varphi = 12,3 \%$, $\alpha = 90 \%$.

Глава 3. КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

3.1. Спирты

425. а) 3-метилпентанол-3, третичный; б) 5,5-диметилгексанол-3, вторичный; в) 2,2,4-триметилгексанол-1, первичный.
 426. Изомеры углеродного скелета: пентанол-1 и 2-метилбутанол-1. Изомеры положения функциональной группы: пентанол-1 и пентанол-2. Межклассовые изомеры: пентанол-1 и пропилового эфира.
 427. $C_6H_{13}OH$; восемь изомеров (без учета энантиомерии).
 428. 2,3-диметилбутанол-2.
 429. Например, 2-метилбутандиол-2,3.
 430. Нет, поскольку они принадлежат к разным классам органических веществ.
 431. $C_nH_{2n+2}O$; $C_nH_{2n}O$; $C_nH_{2n-2}O$; $C_nH_{2n-6}O$.
 434. Водородные связи могут быть в веществах б, в, д.
 435. Водородные связи с молекулами воды могут образовывать вещества а, б, в, д, е.
 436. Диметиловый эфир, этанол, пропанол-1, бутанол-1.
 437. Для разделения смеси этанола с водой удобно воспользоваться методом, изображенным на рисунке 4 (попробуйте, используя литературные источники, выяснить, можно ли таким способом получить чистый этанол); для разделения смеси *n*-гексана с водой удобно использовать способ 1.

438. а) плотность этана равна 1,34 г/л; углекислого газа — 1,96 г/л; б) да, поскольку плотность этана меньше, чем плотность углекислого газа; в) нет, поскольку метанол при н. у. находится в жидком состоянии, а не в газообразном; г) нет, наоборот метанол будет тяжелее, поскольку плотность жидкостей значительно больше плотности газов; д) нет, в справочниках можно найти, что плотность метанола меньше 1 г/мл, следовательно, он легче воды.
439. б) 2,2 % и 0,03 %.
441. В результате внутримолекулярной дегидратации могут образовываться бутен-2 (основной продукт) и бутен-1 (в небольших количествах); в результате межмолекулярной дегидратации получится ди-*втор*-бутиловый эфир.
442. б) и г) не могут подвергаться внутримолекулярной дегидратации.
443. а) и г) могут быть получены гидратацией соответствующего ненасыщенного соединения без изменения углеродного скелета.
444. Пропанол-1.
445. Могут быть получены бутанол-2 (гидратация бутена-1 или бутена-2) и 2-метилпропанол-2 (гидратация 2-метилпропена).
446. Будет получено 4 изомерных спирта.
447. Активнее взаимодействовать с натрием будет метанол.
449. а) внутримолекулярной дегидратацией пропанола-2 получают пропен, затем присоединяют бром; б) сначала получают пропен, затем присоединяют бромоводород.
450. Дегидрированием бутана получают смесь бутена-1 и бутена-2, их гидратацией получают бутанол-2; возможны и другие варианты.
451. Сначала внутримолекулярной дегидратацией получают пропен, затем гидратацией — пропанол-2.
452. а) дегидратацией этанола получают этилен, этиленгликоль образуется при окислении этилена раствором перманганата калия; б) дегидратацией этанола получают этилен, затем в результате присоединения хлора получают 1,2-дихлорэтан, при дегидрохлорировании которого спиртовым раствором щелочи получают ацетилен; тримеризацией ацетилена при 450 °С в присутствии активированного угля получают бензол.
455. 2-метилпропанол-2.

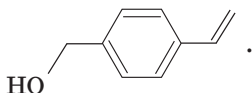
456. Шесть соединений: гексанол-2; гексанол-3; 3-метилпентанол-2; 4-метилпентанол-2; 3-метилпентанол-3; 2-метилпентанол-3 (в последнем случае *цис*-, *транс*-изомеры могут существовать только для 4-метилпентена-2, тогда как основным продуктом дегидратации будет 2-метилпентен-2).
457. Шесть соединений: 2-метилпентанол-1; 3-метилпентанол-1; 4-метилпентанол-1; 3,3-диметилбутанол-1; 2,3-диметилбутанол-1; 2-этилбутанол-1.
458. А — этанол; В — этилен; С — бромэтан.
459. А — 2-метилпропанол-1; В — 1-бром-2-метилпропан; С — 2-метилпропен; D — 2-метилпропанол-2.
460. 2,2-диметилпропанол-1.
461. А — пропанол-2; В — ацетон; С — 2-йодпропан; D — пропен; E — пропандиол-1,2.
462. А — водород; В — оксид углерода(II); С — метанол; D — диметиловый эфир.
463. Диметиловый эфир.
464. 50 %.
465. 16,8 дм³.
466. 6,4 г.
467. 80 %.
468. 18,6 г.
469. C₄H₁₀O.
470. C₄H₁₀O.
471. Пропанол-2.
472. 2-метилпропанол-2.
473. 2-метилбутанол-2.
474. Бутен-2.
475. Пропанол-1; 12 г.
476. Пропанол-1.
477. Бутанол-2.
478. C₂H₅ОН.
479. 189 г.
480. Бутанол-2.
481. Пропанол-2.
482. 18 г пропанола-1.
483. 2-метилпропанол-1.
484. C₄H₉ОН.

485. 2-метилбутанол-2.
486. 88,5 % этанола, 8,4 % гидроксида натрия и 3,1 % этилата натрия.
487. 14,8 %.
488. 1,24 г.
489. 29,6 % этанола и 70,4 % пропанола-1.
490. Метанол.
491. 690 мг.
492. C_2H_5OH и C_4H_9OH .
493. 85 %.
494. 13,8.
495. 30 %.
496. 20 %.
497. 30 %.
498. 62,5 %.
499. 65 %.
500. 11 м³.
501. 4 г.
502. а) 37,1 г/моль; б) 19 молекул; в) CH_3-OH димеризуется из-за образования водородных связей.
503. а) $-60\text{ }^\circ C$; б) $-10\text{ }^\circ C$; в) либо приблизительно 100 мл, либо приблизительно 550 мл.
507. Например, пропандиол-1,2 и этиленгликоль.
508. 43,4 г.
509. 22,0 % метанола, 27,4 % этанола и 50,6 % глицерина.

3.2. Фенолы

510. Пары гомологов: 1, 3 и 2, 4; изомеры: 1, 2, 5.
511. 3 изомерных метилфенола, бензиловый спирт и метилфениловый эфир.
512. Фенолам могут соответствовать формулы C_6H_6O , $C_6H_6O_2$ и C_7H_8O .
513. 10 веществ.
515. Этанол, вода, фенол, угольная кислота.
516. 3 изомерных метилфенола.
517. 5 веществ.
518. 236.
520. А — фенолят натрия; В — углекислый газ; С — фенол; D — пикриновая кислота.
521. А — фенолят калия; В — фенол; С — 2,4,6-трибромфенол.

522. Например,



525. 9,4 %.

526. 9,2 %.

527. 10,8 г.

528. 9,85 дм³.

529. 10,8 г и 31,5 %.

530. 18,4 г.

531. 11,8 г.

532. C₈H₁₀, 4 изомера.

533. 40 % фенола и 60 % спирта; в задаче недостаточно данных для определения молекулярных формул.

534. 14,3 г.

535. 10,2 %.

536. 84,1 % бензола, 10,1 % фенола и 5,8 % метилфенола.

537. 2,24 дм³.

538. 2,3 г.

539. 60 %.

540. 26,8 см³.

541. А — фенол, В — пикриновая кислота, С — пикрат натрия.

3.3. Альдегиды

542. Ответ: C_nH_{2n+1}—CHO (*n* = 1, 2 и т.д.) или C_nH_{2n}O (*n* = 2, 3 и т. д.).

543. б).

544. Углерод находится в состоянии *sp*²-гибридизации; метанол, фенол, метаналь.

545. Пентаналь, 2-метилбутаналь, 3-метилбутаналь, 2,2-диметилпропаналь.

546. Бутаналь, 2-метилпропаналь, бутанон.

547. а) 4-метилпентаналь; б) 4-метил-3-этилгексаналь; в) 2-этилпентаналь; г) 2-метилбутаналь.

548. а) 2-метилпропаналь; б) 2-метилпропанол-2; в) 2-метилпропанол-1; г) бутанон. Изомеры: а и г; б и в. *π*-связь имеется в а и г.

549. а) 2-метилбутаналь; д) 2,2-диметилпропаналь; е) пропаналь. Гомолог а — е. Гомолог б — г. Гомолог в — ж. Изомеры: а, б, д.

550. Метаналь и этаналь при 25 °С — газы, а метанол и этанол — жидкости. Между молекулами альдегидов не могут образовываться водородные связи.

- 551.** Растворимость уменьшается, так как увеличивается размер малополярного углеводородного радикала. В то же время метаналь при 20 °С является газом и, как любой газ, ограниченно растворяется в воде. Этаналь при 20 °С — жидкость (температура кипения 21 °С), смешивается с водой в любых соотношениях.
- 552.** Разрушается π-связь, так как она менее прочная и более доступна для реагентов.
- 553.** Образуются следующие вещества: а) метанол; б) этанол; в) 2-метилбутанол-1; г) пропанол-2.
- 554.** Образуются следующие вещества: а) уксусная кислота; б) угольная кислота, которая распадается на углекислый газ и воду. Данная реакция протекает при нагревании и является качественной реакцией на альдегидную группу — наблюдается образование серебра на стенках пробирки.
- 555.** Образуются следующие вещества: а) уксусная кислота; б) бутановая кислота. Данная реакция протекает при нагревании и является качественной реакцией на альдегидную группу — наблюдается превращение голубого осадка $\text{Cu}(\text{OH})_2$ в красный осадок Cu_2O .
- 556.** А — этаналь; Б — уксусная кислота; В — этанол.
- 559.** А — этилен; Б — этаналь; В — этанол; Г — уксусная кислота.
- 560.** А — этаналь; Б — уксусная кислота; В — метиловый эфир уксусной кислоты.
- 561.** б).
- 562.** а), в).
- 563.** $\text{C}_3\text{H}_7\text{—CHO}$. Бутаналь; метилпропаналь.
- 564.** $\text{C}_2\text{H}_5\text{—CHO}$.
- 565.** CH_2O .
- 566.** $\text{CH}_3\text{—CHO}$.
- 567.** Пропаналь и пропанол-1.
- 568.** А — этанол; Б — диметиловый эфир. Этанол имеет более высокую температуру кипения, так как между его молекулами образуются водородные связи.
- 569.** А — карбид кальция; Б — ацетилен; В — уксусный альдегид; Г — этилен; Д — этиловый спирт; Е — диметиловый эфир.
- 570.** Свежеосажденный $\text{Cu}(\text{OH})_2$. С глицерином образуется ярко-синий раствор при комнатной температуре. При добавлении раствора этанола и этанала к $\text{Cu}(\text{OH})_2$ при комнатной температуре изменений не наблюдается, а при нагревании образуются соответственно черный (CuO) и красный (Cu_2O) осадки.

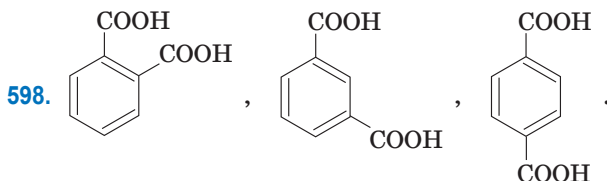
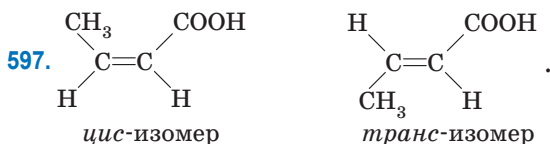
571. А — 2-бромпропан; В — пропен; С — пропанол-2; D — ацетон.
572. А — ацетилен; В — этаналь; С — этанол; D — этилацетат.
573. А — нитрат меди(II); В — серебро; С — нитрат серебра; D — $\text{Ag}_2\text{O}/\text{NH}_3$; X — CuO ; Y — уксусная кислота.
574. X — оксид меди(II); Y — эталъ (в ходе реакции образуется медь); Z — Cu_2O (в ходе реакции образуется уксусная кислота).
575. В ходе реакций последовательно образуются вещества: этилен; этанол; этаналь и восстанавливается медь.
576. В ходе реакций последовательно образуются вещества: ацетилен; этаналь; этанол.
577. В ходе реакций последовательно образуются вещества: пропанол-1; пропилен; пропанол-2; ацетон.
578. X — этаналь; Y — медь; Z — уксусная кислота.
579. 1) бутаналь и бутанол-1; 2) 2-метилпропаналь и 2-метилпропанол-1.
580. Пропанол-1, пропаналь, пропановая кислота.
581. Пропаналь и пропанол-1.
582. Этаналь.
583. $\text{C}_3\text{H}_7\text{—CHO}$.
584. 2-хлорбутан.
585. 0,3 г.
586. 0,05 моль метанола и 0,1 моль пропанола-1; или 0,1 моль метанола и 0,05 моль одного из следующих вторичных спиртов: пентанол-2, пентанол-3, 3-метилбутанол-2.
587. 14,4 % спирта и 7,5 % альдегида.
588. CH_3OH и H_2CO .
589. 25 % метанала и 75 % водорода; выход равен 80 %.
590. 15,5 % метанала и 84,5 % водорода, 70 %.
591. 65,6 %.
592. $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$.
593. Метаналь.
594. а) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{—CHO}$; б) катализаторы: CuCl_2 и PdCl_2 ; в) 1 : 2; г) 35,4 г; д) 2 : 1; е) 29,0 м³; ж) 4911 г; з) 3683 г; и) 6 (можно воспользоваться формулой для суммы геометрической прогрессии: $S_n = \frac{a_1(q^n - 1)}{q - 1}$, где $a_1 = 2,5 \text{ м}^3$; $q = 0,75$; $S_n = 8,2 \text{ м}^3$; n — число циклов).

595. а) Момент измерения V_2 — альдегид и O_2 . Момент измерения V_3 — CO_2 и оставшийся после реакции O_2 . Момент измерения V_4 — оставшийся после реакции O_2 ; б) C_2H_4O ;

$$в) x = \frac{V_3 - V_4}{V_1}; y = \frac{4(V_2 - V_3) - 2V_1}{V_1}.$$

3.4. Карбоновые кислоты

596. CH_3-CH_2-COOH , $HOOC-CH_2-COOH$, $CH_2=CH-COOH$.

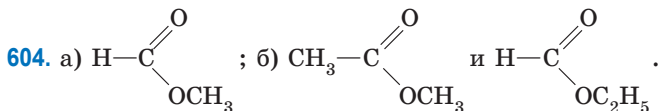
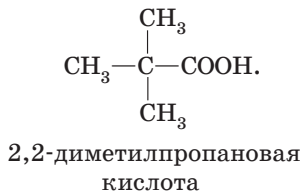
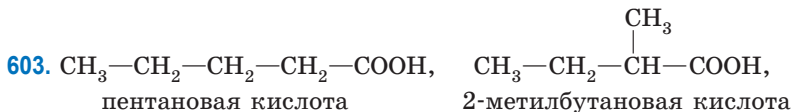


599. $C_nH_{2n+1}-COOH$ ($n = 0, 1, 2$ и т. д.) или $C_nH_{2n}O_2$ ($n = 1, 2, 3$ и т. д.).

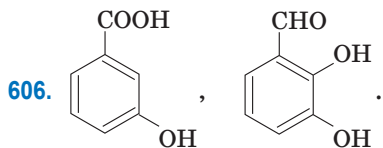
600. $C_{15}H_{31}COOH$ и $C_{18}H_{36}O_2$. Состав вещества должен удовлетворять формулам: $C_nH_{2n+1}-COOH$ ($n = 0, 1, 2$ и т. д.) или $C_nH_{2n}O_2$ ($n = 1, 2, 3$ и т. д.).

601. а) этановая или уксусная кислота; г) пропановая кислота.

602. а) 3-метилбутановая кислота; б) олеиновая кислота; в) 3,4-диметилгексановая кислота; г) пропенная или акриловая кислота.



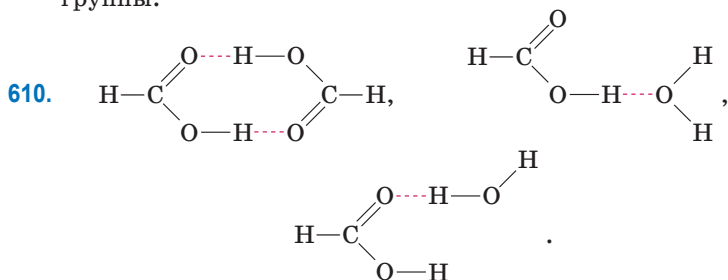
605. а) изомеры: 1, 3; 4, 5; 4, 9; 6, 7, 8;
 б) гомологи: 1, 4; 1, 5; 1, 9; в) гомологом 2 является 3.



607. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$; $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$;
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$;
 $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$;
 $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$; $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$.

Гомологами являются: акриловая и олеиновая кислоты; пальмитиновая и стеариновая кислоты. Бромную воду обесцвечивают кислоты, содержащие двойную связь $\text{C}=\text{C}$: акриловая, линоленовая, линолевая, олеиновая. Стеариновая кислота образуется в результате гидрирования избытком водорода линоленовой, линолевой и олеиновой кислот.

608. Муравьиная, уксусная, пропановая кислоты — жидкие; пальмитиновая и стеариновая кислоты — твердые. Температуры кипения карбоновых кислот значительно выше, чем у альдегидов с таким же числом атомов углерода в молекуле из-за образования между молекулами кислот водородных связей.
609. Метанол, этанол, пропанол-1, пропанол-2, этиленгликоль и глицерин. В молекулах этих веществ имеются гидроксильные группы.



611. 43.

612. а) метилформиата. Так как он имеет такую же молярную массу, как и уксусная кислота, но не образует димеры в парах; б) уксусной кислоты. Так как ее пары, по сути, являются смесью мономера ($M = 60$ г/моль) и димера ($M = 120$ г/моль). Таким образом $60 < M$ (паров уксусной кислоты) < 120 г/моль.

613. а) $D_{\text{водород}}(\text{HCOOCH}_3) = 30$; $D_{\text{водород}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 42$ г/моль; б) 150.

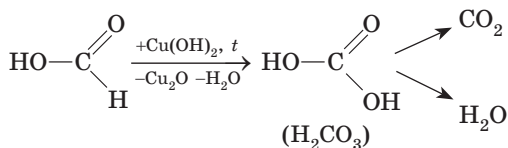
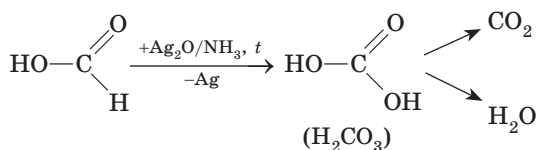
614. В 1,23 раза.

615. 18,1 %.

616. Обратите внимание, что в ионных уравнениях формулу уксусной кислоты следует записывать в молекулярном виде, так как это слабая кислота.

618. В отличие от других карбоновых кислот, муравьиная кислота

содержит в молекуле группу $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ | \\ \text{H} \end{array}$, так же как и альдегиды:



619. Данные превращения можно осуществить путем последовательного добавления: 1) H_2SO_4 , $t > 140$ °C; 2) $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2\text{SO}_4$; 3) $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$; 4) NH_3 .

620. Данные превращения можно осуществить путем последовательного добавления: 1) KOH (спиртовой раствор); 2) $\text{H}_2\text{O}/\text{HgSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$; 3) $\text{Ag}_2\text{O}/\text{NH}_3$, t ; 4) NaOH .

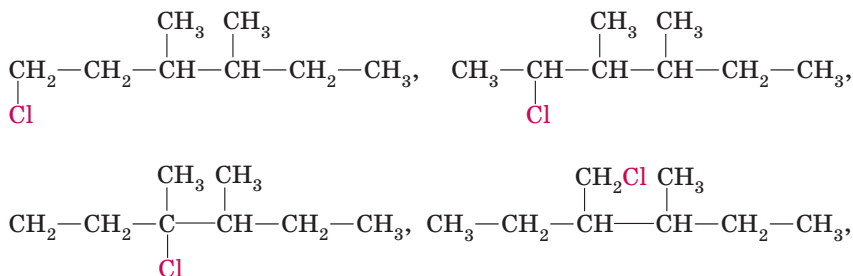
621. Данные превращения можно осуществить путем последовательного добавления веществ: 1) $\text{O}_2/\text{PdCl}_2 + \text{CuCl}_2$; 2) $\text{Cu}(\text{OH})_2$, t ; 3) $\text{Cl}_2/\text{фосфор}$; 4) $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

622. Последовательно образуются следующие органические вещества: 1) ацетилен; 2) уксусный альдегид; 3) этиловый спирт; 4) этилен; 5) уксусный альдегид; 6) ацетат аммония.

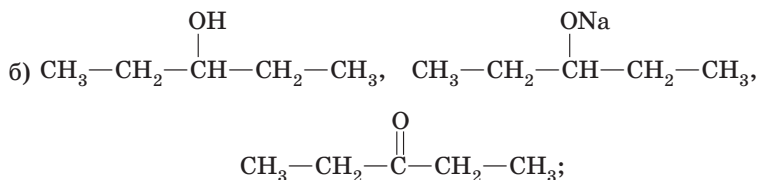
623. X_1 — $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$; X_2 — $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; X_3 — CH_3CHO ; X_4 — Cu . На последних стадиях образуются: 1) уксусная кислота, красный осадок Cu_2O и вода; 2) $\text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

624. А — 1,2-дибромэтан; В — ацетилен; С — уксусный альдегид. На последних стадиях образуются: 1) уксусная кислота и серебро; 2) этанол.

625. X_1 — 1,2-диiodэтан; X_2 — ацетилен; X_3 — уксусный альдегид; X_4 — уксусная кислота.
626. Последовательно образуются следующие органические вещества: 1) бромэтан; 2) этилен; 3) бромэтан; 4) этанол; 5) этаналь.
627. Последовательно образуются следующие органические вещества: 1) ацетилен; 2) уксусный альдегид; 3) этиловый спирт; 4) этиловый эфир уксусной кислоты.
628. Данные превращения можно осуществить путем последовательного добавления веществ: 1) H_2SO_4 , $t > 140\text{ }^\circ C$; 2) $O_2/PdCl_2 + CuCl_2$; 3) $Cu(OH)_2$, t ; 4) Cl_2 /фосфор.
629. Исходное вещество — 2-метилпропаналь. Далее последовательно образуются следующие органические вещества: 1) 2-метилпропанол-1; 2) 2-метилпропен; 3) 2-метилпропанол-2 (третичный спирт, не окисляется $KMnO_4$ в присутствии серной кислоты в обычных условиях); 4) 2-бром-2-метилпропан; 5) 2,3-диметилбутан.
630. Исходным веществом может быть 1-хлорбутан или 2-хлорбутан. Далее последовательно образуются следующие органические вещества: 1) бутен-1 (из 1-хлорбутана) или бутен-2 (из 2-хлорбутана); 2) бутанол-2 (вторичный спирт, окисляется $KMnO_4$ в присутствии серной кислоты); 3) 2-бромбутан; 4) 3,4-диметилгексан; 5) четыре изомерных вещества состава $C_8H_{17}Cl$:



631. А — этилен; Б — этиловый спирт; В — водород; Г — муравьиная кислота; Д — этиловый эфир муравьиной кислоты.
632. а) *цис*-пентен-2 и *транс*-пентен-2;



г) 2,2-диметилпропанол-1; д) последовательно образуются следующие органические вещества: 1) 2,2-диметилпропаналь; 2) 2,2-диметилпропановая кислота; 3) метиловый эфир 2,2-диметилпропановой кислоты; е) гексановая кислота

633. 1, 2, 3, 7, 8, 9.

634. 17,0 %.

635. 14 г соли и 186 мл воды.

636. 18,4 %.

637. 32,9 %.

638. 28,7 %.

639. 204 г кристаллогидрата и 296 мл воды.

640. 1205 мл.

641. 53,5 мл 90%-го раствора кислоты и 199,3 мл воды.

642. 25,3 %.

643. 49,2 %.

644. 26,4 л.

645. 23,8 л.

646. 116,7 г.

647. 9,5 г воды и 1,12 л альдегида.

648. 355 г.

649. Масса возросла на 11,2 г.

650. 59,6 мл.

651. 8,0 мл.

652. 13 мл.

653. 79 мл.

654. 888 г.

655. 45 г.

656. 37,1 см³; 1,12 дм³; 10,4 %.

657. 185,6 мл винного уксуса и 21 г пищевой соды.

658. 42,9 г уксусной эссенции и 5,1 мл воды.

659. 3,06 % формальдегида и 23 % этанола.

660. 16 % уксусной и 10,7 % муравьиной кислоты.

661. 18,8 % фенола и 4,5 % уксусной кислоты.

662. 45,1 % уксусной кислоты, 17,3 % этанола, 37,6 % ацетальдегида.

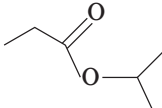
663. 39,7 % муравьиной, 34,5 % уксусной и 25,8 % щавелевой кислоты.

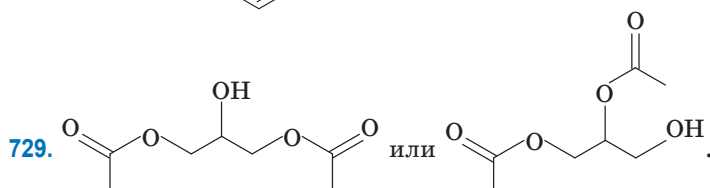
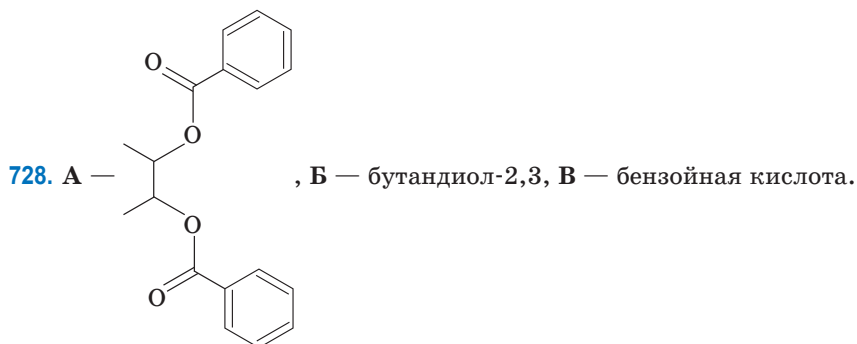
664. C₂H₅COOH.

665. CH_3COOH .
 666. 20 г.
 667. HCOOH ; $\omega(\text{HCOOH}) = 16,7 \%$; $\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 83,3 \%$.
 668. $\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 53,5 \%$; $\omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = 46,5 \%$; $\eta = 80 \%$.
 669. 21 г кислоты и 11,5 г спирта. В избытке взята кислота.
 670. 78.
 671. Бензойная кислота.
 672. CH_3CHO .
 673. 20 %.
 674. а) Na_2CO_3 ; в) 27,3 дм³.
 675. а) HCOOH ; 0,46 г.
 676. Ag.
 677. $\omega(\text{Cu}) = 8 \%$; $\omega(\text{Al}) = 92 \%$; $\omega(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 5,1 \%$.

3.5. Сложные эфиры. Жиры

678. а — кетоны; б — нитросоединения; в, д, е — сложные эфиры; г — карбоновые кислоты.
 680. Метилацетат и этилформиат.
 681. 2 карбоновые кислоты и 4 сложных эфира.
 682. В реакцию полимеризации могут вступать г) винилацетат и з) метилметакрилат.
 683. Например, метилацетат.
 685. В реакцию этерификации может вступать моноацетат этиленгликоля.
 686. Растительное масло — маргарин; этиленгликоль — лавсан и антифриз; терефталевая кислота — лавсан.
 690. б), е).
 691. А — этаналь; В — этанол; С — уксусная кислота; D — этилацетат; Е — вода.
 692. А — *трет*-бутилформиат; Б — муравьиная кислота; В — 2-метилпропанол-2.
 693. А — винилацетат; Б — этаналь; В — уксусная кислота.
 694. Например, метилацетат или этилформиат.
 695. Пропилпропаноат и изопропилпропаноат.
 696. Пропилформиат и изопропилформиат.
 697. А — этилацетат; Б — этанол; В — уксусная кислота; Г — хлоруксусная кислота; Д — хлороводород.
 698. А — ацетат калия; Б — уксусная кислота; В — метилацетат.

699. А — бутаноат натрия; Б — бутановая кислота; В — этилбу-
ноат.
700. А — пропановая кислота; Б — этиленгликоль; В — дипропа-
ноат этиленгликоля.
701. А — уксусная кислота; Б — пропанол-1 или пропанол-2; В —
ацетат бария; Г — сульфат аммония; Д — ацетат аммония.
702. 1246.
703. 2346.
704. 1246.
707. б), е).
708. Например, А — триолеат глицерина; Б — тристеарат глицерина;
В — стеарат натрия.
709. А — триглицерид, содержащий в молекуле два остатка пальми-
тиновой и один остаток масляной кислот; Б — пальмитиновая
кислота; В — масляная кислота; Г — глицерин; Д — гидроксид
меди(II).
710. Триглицерид может содержать в молекуле либо два остатка
олеиновой и один остаток стеариновой кислот, либо два остатка
стеариновой и один остаток линолевой кислоты.
711. 3 молекулы брома.
712. 4 моль.
713. 16,3 г.
714. 8,7 г.
715. 34,9 г.
716. 62 %.
717. Нельзя, поскольку, возможно, он взят в избытке.
718. 3,68 г этанола и 4,60 г муравьиной кислоты.
719. 37,5 г.
720. 89,2 %.
721. 82,1 %.
722. 
723. C_6H_5CHO .
724. $C_4H_{10}O$, 17,4 г.
725. 78,0 г; пропанол-1.
726. Метилацетат.
727. 32,5 % метилового эфира бензойной кислоты.



730. $1,2 \cdot 10^{23}$.

731. 2,76.

732. 20 % пропановой кислоты и 80 % метилацетата.

733. 16,8 г этилацетата и 9,8 г этилпропионата.

734. 5,6 г.

735. 5,28 г.

736. 17,6 см³.

737. 6,0 %.

738. 0,0175 моль этилацетата и 0,0025 моль метилпропионата;
0,02 моль K₂CO₃ и 0,035 моль KOH.

739. 686 г.

740. Линолевая кислота.

741. Триглицерид может содержать два остатка линолевой и один остаток олеиновой кислоты.

742. Триглицерид может содержать по одному остатку пальмитиновой, стеариновой и масляной кислот.

743. Триглицерид может содержать два остатка пальмитиновой и один остаток масляной кислоты.

744. Триглицерид может содержать три остатка линоленовой кислоты.

745. 862 г/моль.

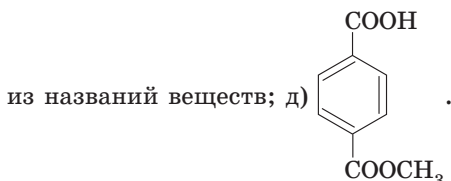
746. 882 г/моль.

747. 876 г/моль.

748. 174 г.

749. б) — амиловый (пентилловый) и изоамиловый эфиры уксусной кислоты.

750. а) 2-гидроксibenзойная кислота; б) 19,55 г; в) для получения аспирина салициловую кислоту этерифицируют уксусной кислотой, а метилсалицилата — метиловым спиртом, это следует



751. А — пропановая кислота; Б — фенол; В — пропаноат аммония. Далее из фенола последовательно образуются органические вещества: 1) фенолят натрия; 2) фенол; 3) 2,4,6-трибромфенол.

3.6. Углеводы

753. 5 веществ; а — глюкоза или ее пространственный изомер; б — фруктоза или ее пространственный изомер; в и г — *n*-бутан; д — *цис*-бутен-2; е — *транс*-бутен-2.

755. 36 % молекул находятся в α -форме.

757. А — этанол; Б — углекислый газ; В — угарный газ; Г — соль муравьиной кислоты; Д — этилен; Е — уксусный альдегид.

758. А — глюкоза; Б — сорбит; В — продукт замещения атомов водорода гидроксильных групп молекулы сорбита атомами натрия; Г — гексаацетат сорбита.

760. В пробирке № 1 находился сорбит; в пробирке № 2 — глюкоза.

761. Молекулярная формула; число гидроксильных групп в молекуле; массовая доля углерода в веществе; способность образовывать раствор васильково-синего цвета при взаимодействии со свежеосажденным гидроксидом меди(II); оба вещества являются гексозами; оба вещества являются моносахаридами.

763. АЗБЗ.

764. А1Б2В1.

765. Мальтоза будет давать качественные реакции на альдегидную группу.

766. Является полисахаридом; является природным полимером; имеет формулу элементарного звена $C_6H_{10}O_5$; образуется в растениях; при гидролизе образует глюкозу; при восстановлении продукта полного гидролиза можно получить сорбит.

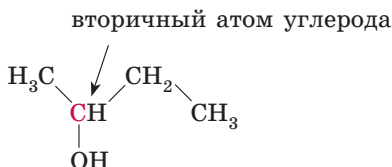
- 767.** г — моносахарид (не подвергается гидролизу); а — дисахарид (при гидролизе образуется глюкоза и фруктоза); б — полисахарид (при гидролизе образуется глюкоза).
- 768.** Например, глюкоза.
- 769.** А — сахароза; Б — глюкоза; В — фруктоза; Г — сорбит; Д — этанол; Е — углекислый газ; Ж — этиловый эфир бутановой кислоты.
- 770.** А — крахмал; В — глюкоза; С — молочная кислота.
- 771.** Х — глюкоза; А — этанол; Б — углекислый газ; В — уксусная кислота; Г — бутиловый эфир уксусной кислоты; Д — фенолят натрия; Е — пикриновая кислота.
- 772.** А — целлюлоза; Б — глюкоза; В — глюконовая кислота; Г — тринитрат целлюлозы; Д — триацетат целлюлозы.
- 773.** а, б, в.
- 776.** б, в, г, е, ж.
- 782.** Сахароза может реагировать с муравьиной кислотой, уксусной кислотой, водой и гидроксидом меди(II); муравьиная кислота — с сахарозой, оксидом серебра и гидроксидом меди(II); уксусная кислота — с сахарозой, оксидом серебра и гидроксидом меди(II).
- 783.** $C_6H_{12}O_6$.
- 784.** 47 г.
- 785.** 37,9 см³.
- 786.** 4,8 %.
- 787.** 1,1 % глюкозы и 9,5 % этанола.
- 788.** 8 %.
- 789.** 1,53 % и 39,4 г.
- 790.** 25,65 г.
- 791.** 888 г.
- 792.** а) 511 г; б) 538 г; в) 568 г; г) 538 г.
- 793.** 15,0 м³.
- 794.** 460 кг.
- 795.** 11 кг.
- 796.** 497 кг.
- 797.** 24 %.
- 798.** 158 г.
- 799.** 85 %.
- 800.** 67,2 дм³.
- 801.** 12 г.

802. 4,50; меньше.
 803. б) 50 г; в) два пакетика.
 804. а) 42 м²; б) 44 м².
 805. 972 000.
 806. 400 000 г/моль и 2469 остатков.
 807. 889 кг и 552 дм³.
 808. 119 г.
 809. 35 % рибозы и 65 % дезоксирибозы.
 810. 40 % .
 811. От 40,0 до 44,8 % .

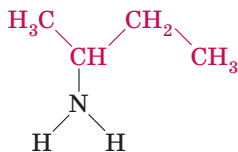
Глава 4. АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

4.1. Амины

812. Бутанол-2 — вторичный спирт (ОН-группа присоединена ко вторичному атому углерода).

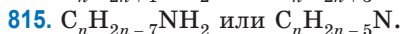
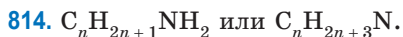


— первичный амин (один атом водорода в молекуле аммиака замещен на углеводородный радикал).



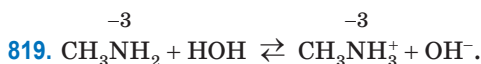
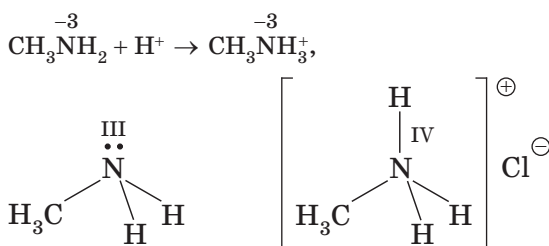
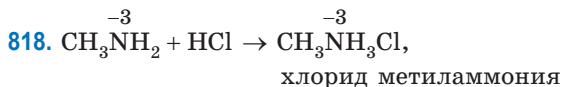
813.

Первичные амины	Вторичные амины	Третичные амины
$C_2H_5NH_2$	$(CH_3)_2NH$	$(CH_3)_3N$



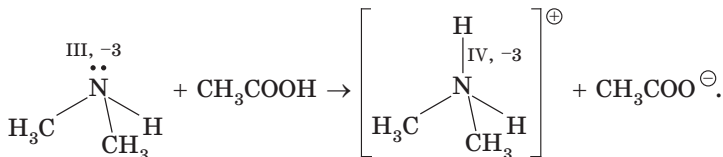
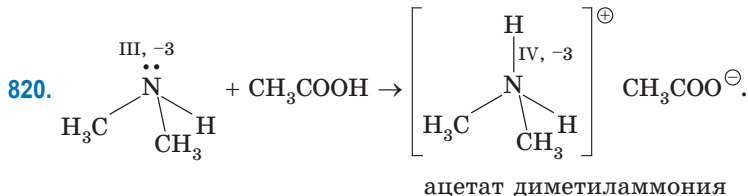
816. Четыре соединения.

817. Основная причина — между молекулами триметиламина водородные связи не образуются вследствие отсутствия атомов водорода, непосредственно связанных с электроотрицательным атомом азота.



Следовательно, в растворе метиламина будет щелочная среда.

Индикатор	Окраска индикатора в водном растворе метиламина
Лакмус	синий
Метиловый оранжевый	желтый
Фенолфталеин	малиновый



821. а) бромид этиламмония; б) гидросульфат метиламмония; в) сульфат метиламмония; г) метиламин.

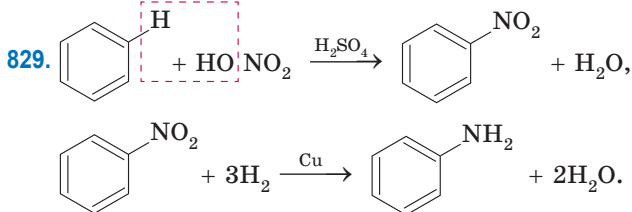
822. Анилин, аммиак, метиламин, диметиламин.

823. $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br} + \text{NaOH}$.

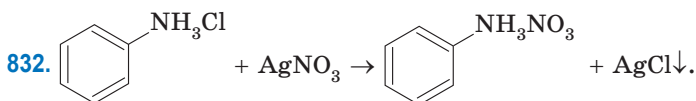
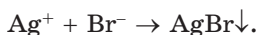
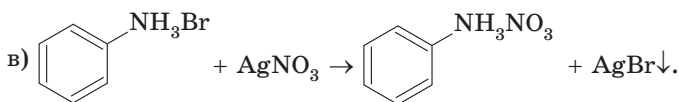
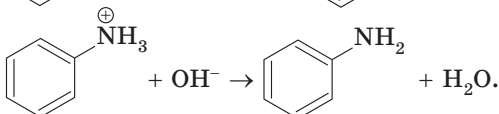
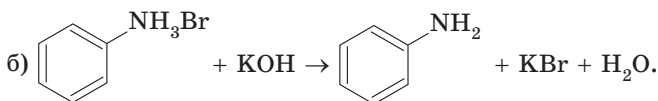
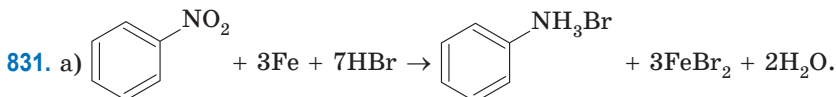
824. в, г, д, е, ж, з, и, м, н.

825. 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11.

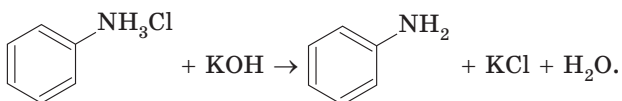
826. HCl , O_2 , Br_2 (H_2O), H_2SO_4 .



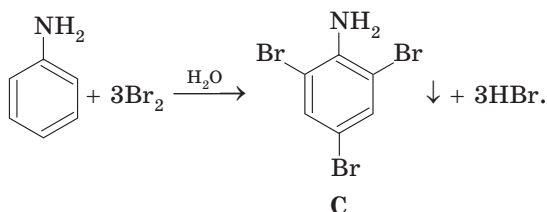
830. А — метиламин; Б — углекислый газ; В — азот.



А



В

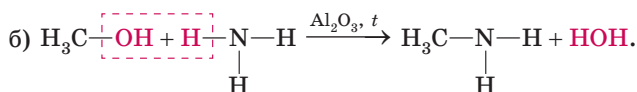
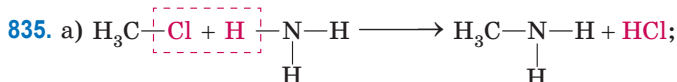


Убедимся, что массовая доля азота в соединении А действительно равна 10,8 % :

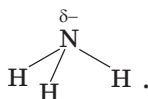
$$\omega(\text{N}) = \frac{1 \cdot M(\text{N})}{M(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl})} \cdot 100 \% = \frac{14}{129,5} \cdot 100 \% = 10,8 \% .$$

833. А — хлорид метиламмония.

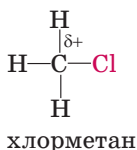
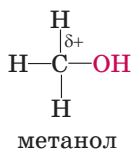
834. А — уксусная кислота; Б — пропиловый спирт.



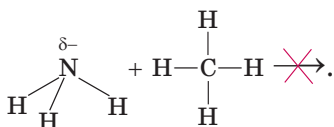
При получении метиламина атом азота молекулы аммиака соединяется с атомом углерода молекулы органического вещества CH_3X . На атоме азота в молекуле аммиака имеется отрицательный заряд:



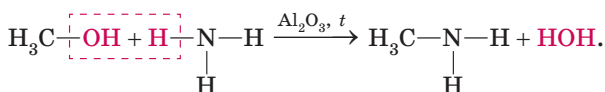
Следовательно, чтобы такой атом азота смог соединиться с атомом углерода, необходимо чтобы на атоме углерода имелся положительный заряд. Положительный заряд будет возникать на атоме углерода, связанном с более электроотрицательным атомом. Например:



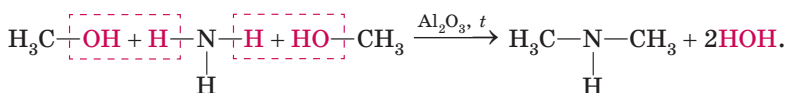
Таким образом, метиламин не может быть получен взаимодействием аммиака с метаном, так как на атоме углерода в молекуле метана отсутствует положительный заряд:



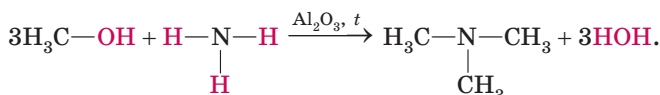
- 836.** При взаимодействии избытка метанола с аммиаком, кроме первичных аминов, образуются также вторичные и третичные амины:



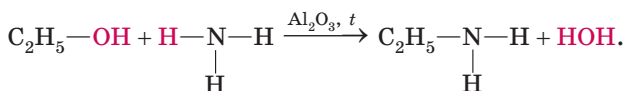
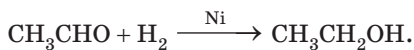
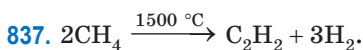
метиламин (первичный амин)



диметиламин
(вторичный амин)



триметиламин (третичный амин)



838. Метилэтиламин.

839. Диметиламин.

840. $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$, четыре изомера: *n*-пропиламин, *из*пропиламин, метилэтиламин, триметиламин.

841. Метиламин: 25,6 % (0,2 моль); этиламин: 74,4 % (0,4 моль).

842. 0,862.

843. 17,8.

844. 77,8 %.

845. 5,4 г.

846. Сначала через раствор пропускают сухой хлороводород, при этом выпадает хлорид фениламмония, нерастворимый в бензоле, его отфильтровывают. На полученное твердое вещество действуют водным раствором щелочи, в результате чего образуется анилин. Оставшийся раствор фенола в бензоле обрабатывают водным раствором NaOH, образуется растворимый в воде фенолят натрия, водную фазу отделяют, при пропускании через нее углекислого газа фенол выпадает в осадок.

847. 8,9 %.

848. 20 г анилина, 56 г бензола и 24 г фенола.

849. 5,4 г анилина; 7,52 г фенола; 11,08 г бензола.

850. 27,9 г.

851. 36 г.

852. 125 г.

853. 1,88 г фенола; 2,79 г анилина; 35,66 г диэтилового эфира.

854. CH_3NH_2 .

855. б) 30.

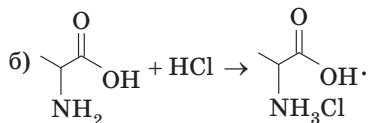
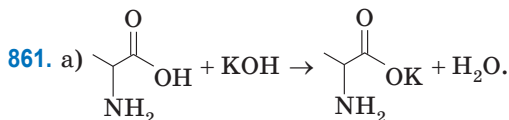
856. 30 дм³.

857. 20 дм³.

858. 10,3 г.

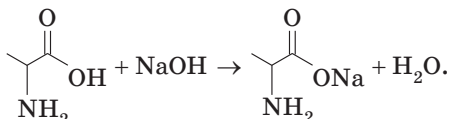
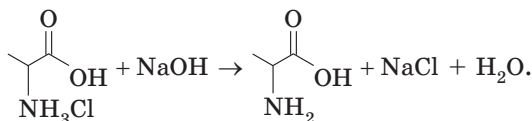
4.2. Аминокислоты

860. Три соединения: 2-аминопентановая или α -аминовалериановая кислота; 2-амино-3-метилбутановая кислота; 2-амино-2-метилбутановая кислота

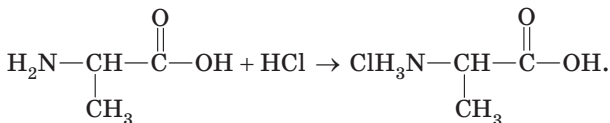
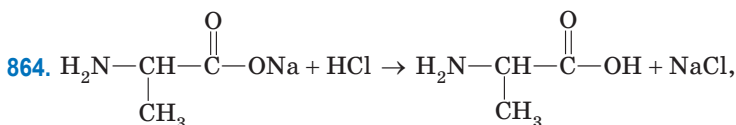
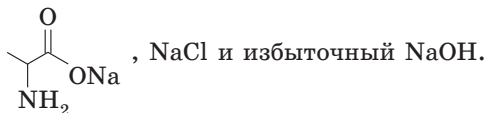


862. в), д).

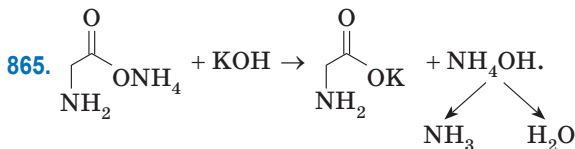
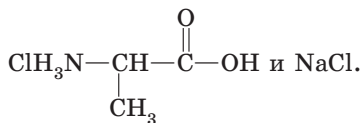
863. При добавлении избытка раствора щелочи к гидрохлориду аланина будут последовательно протекать реакции:



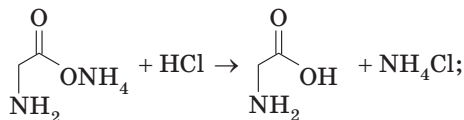
В твердом остатке, полученном после выпаривания раствора будут содержаться:

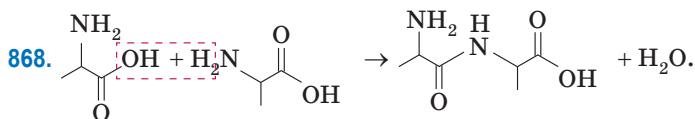
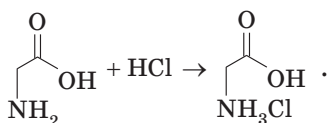


В твердом остатке, полученном после выпаривания раствора, будут содержаться

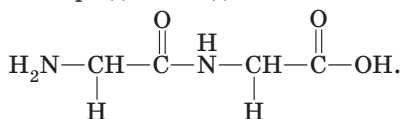


866. При добавлении избытка соляной кислоты к аммонийной соли глицина будут последовательно протекать реакции:

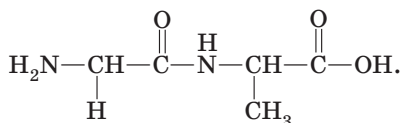




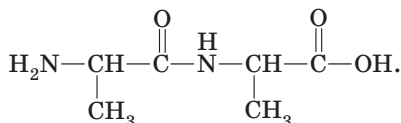
869. Будет получено четыре дипептида:



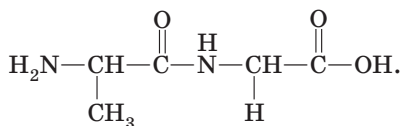
Глицилглицин



Глицилаланин

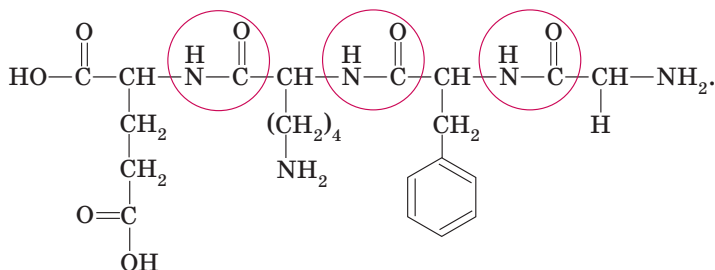


Аланилаланин



Аланилглицин

870. Пептидные связи — связи между остатками аминокислот. В данном веществе имеется 3 пептидные связи:

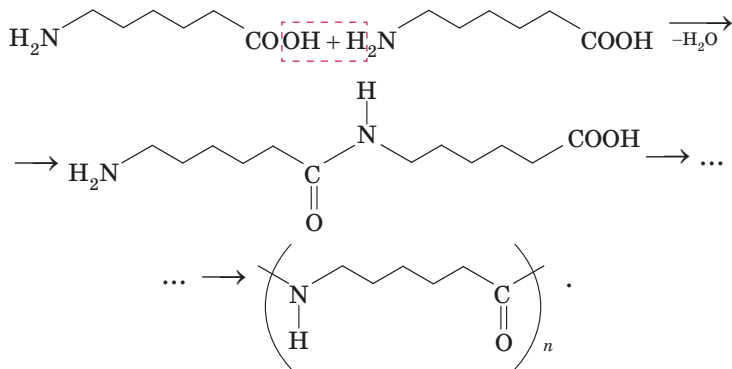


871. 6 пептидных связей.

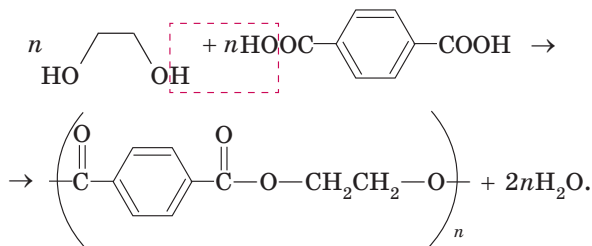
872. 3 трипептида.

873. в), е).

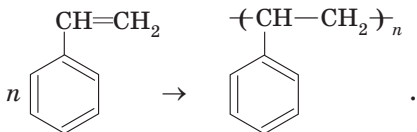
874. Мономером для получения полиамидного волокна капрон является аминокaproновая кислота $\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_5-\text{COOH}$. При ее поликонденсации образуется синтетическое волокно капрон, в котором остатки мономера связаны амидными связями:



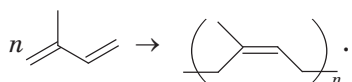
Полиэфирное волокно лавсан получают поликонденсацией этиленгликоля и терефталевой кислоты $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$. Остатки мономеров в лавсане связаны сложноэфирными связями:



Полистирол получают в результате полимеризации стирола:



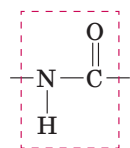
Изопреновый каучук является продуктом полимеризации изопрена:



876. 125.

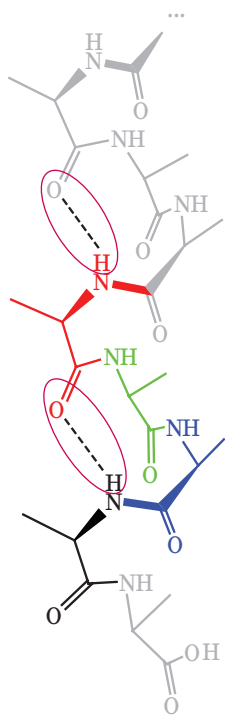
877. Верными являются утверждения а, б, г, ж.

а) Белки — высокомолекулярные природные соединения, построенные из остатков α-аминокислот, соединенных пептидными связями.

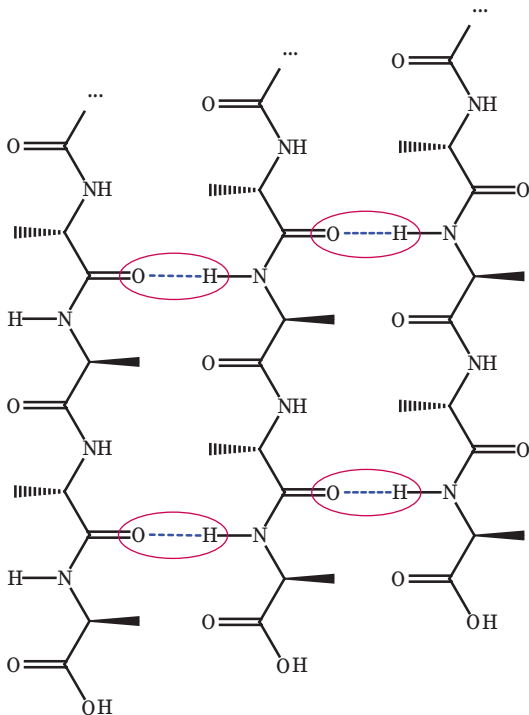


Пептидная связь

б) Вторичная структура белка — устойчивая пространственная конфигурация, образованная остовом полипептидной цепи. Для белков характерна структура α-спирали и β-слоя.



α-спираль



β-слой

Из рисунка видно, что вторичная структура поддерживается за счет образования водородных связей (выделены красным овалом)

между группами $\text{N}-\text{H}$ и $\text{C}=\text{O}$.

г) В состав молекул белков входят остатки α -аминокислот.
 ж) Белки подвергаются кислотному, щелочному и ферментативному гидролизу.

Утверждения в), д) и е) — неверные. Ксантопротеиновая реакция (образование желтого осадка с концентрированной азотной кислотой) доказывает наличие в молекуле белка бензольных колец, а не пептидных связей. Биуретовая реакция (образование красно-фиолетового комплекса с гидроксидом меди(II)) доказывает наличие в молекулах белка пептидных связей. Первичная структура белка разрушается в реакции гидролиза. При денатурации нарушается пространственная структура молекулы белка.

878. 146 г.

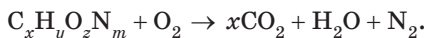
879. 240 г.

880. 120 г.

881. 0,5 моль NaCl, 1 моль NaOH и 0,5 моль $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COONa}$.

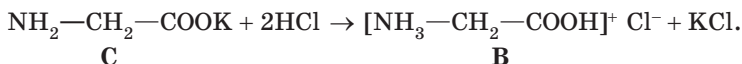
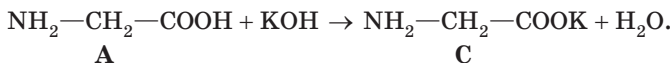
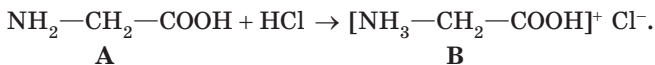
882. 2 пептидные связи, всего шесть соединений.

883. Остатки вещества А входят в состав белков, что позволяет сделать вывод, что А — аминокислота. Запишем уравнение сгорания аминокислоты:

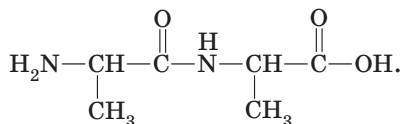


По условию $x = 2$. Отсюда следует, что в молекуле аминокислоты А содержится 2 атома углерода. Можно сделать предположение, что это глицин $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$.

Уравнения реакций, описанных в задании:



884.



885. 360 г/моль.

886. Глицин.

887. Ала—ала—гли или ала—гли—ала.

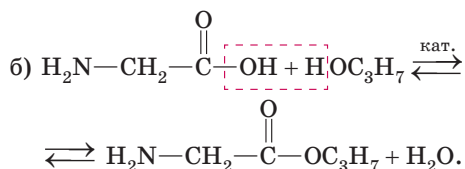
888. Серин.

889. Лизин (46,9 %) и фенилаланин (53,1 %).

890. 2 остатка фенилаланина и 1 остаток глицина.

891. Например, глицин и 2-аминобутановая кислота.

892. а) $C_5H_{11}O_2N$;

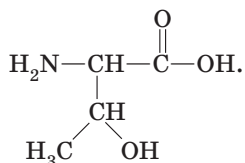


893. C_2H_5OH .

894. CH_3CONH_2 .

895. Аланин.

896. Треонин $C_4H_9NO_3$. Комментарий: подсказкой является соотношение массовых долей азота и кислорода, свидетельствующее о том, что атомов кислорода в молекуле в три раза больше, чем азота, следовательно, искомая кислота — оксиаминокислота, молекула которой содержит один атом азота и три атома кислорода:



897. г) Следует учесть, что в реакцию нейтрализации со щелочью с образованием глутамата натрия вступает только одна карбоксильная группа кислоты; д) до 50 мг.

898. $C_6H_5-CO-NH-CH_2-COOH$.

899. б)

Аланин	$\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ H_2N-CH-C-OH \\ \\ CH_3 \end{array}$
Глутаминовая кислота	$\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ H_2N-CH-C-OH \\ \\ (CH_2)_2 \\ \\ COOH \end{array}$

Треонин	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{OH} \end{array}$
Лизин	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ (\text{CH}_2)_4 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
Цистеин	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array}$

в) 27 соединений;

г) 49.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В ОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ	
1.1. Задачи для повторения	5
1.2. Строение атома	27
1.3. Химическая связь	30
Глава 2. УГЛЕВОДОРОДЫ	
2.1. Алканы	35
2.2. Алкены	54
2.3. Алкадиены	73
2.4. Алкины	80
2.5. Арены	90
Глава 3. КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	
3.1. Спирты	97
3.2. Фенолы	114
3.3. Альдегиды	121
3.4. Карбоновые кислоты	134
3.5. Сложные эфиры. Жиры	150
3.6. Углеводы	172
Глава 4. АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	
4.1. Амины	190
4.2. Аминокислоты	204
Ответы	217

(Название учреждения образования)

Учебный год	Имя и фамилия учащегося	Состояние учебного пособия при получении	Оценка учащегося за пользование учебным пособием
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			

Учебное издание

Матулис Вадим Эдвардович
Матулис Виталий Эдвардович
Колевич Татьяна Александровна

**СБОРНИК ЗАДАЧ
ПО ХИМИИ**

Учебное пособие для 10 класса
учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения
(базовый и повышенный уровни)

Нач. редакционно-издательского отдела *С. П. Малявко*
Редактор *Е. А. Соколовская*. Художественный редактор *З. П. Болтикова*.
Художник *А. А. Ламанова*. Обложка художника *З. П. Болтиковой*.
Компьютерная верстка *А. Н. Киселева*.
Корректоры *В. П. Шкредова, Н. В. Федоренко, Н. В. Филипович*

Подписано в печать 17.09.2021. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,5. Уч.-изд. л. 11,5.
Тираж 46 814 экз. Заказ

Научно-методическое учреждение «Национальный институт образования»
Министерства образования Республики Беларусь.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/263 от 02.04.2014.
Ул. Короля, 16, 220004, г. Минск

Республиканское унитарное предприятие
«Издательство “Белорусский Дом печати”».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/102 от 01.04.2014.
Пр. Независимости, 79, 220013, г. Минск