

**Задачи Санкт-Петербургской олимпиады школьников
по химии 2012 года**

**Победители и призёры
Санкт-Петербургской олимпиады школьников по химии 2012 г.**

Фамилия, Имя, Отчество	Регион	Образовательное учреждение	Учителя-Наставники
8 КЛАСС			
<i>Диплом I степени (победители)</i>			
Павлова Анжела Владимировна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ гимназия №526	Назина Татьяна Геннадьевна, Миссюль Борис Викторович
Козлов Роман Алексеевич	Ленинградская область, г.Тихвин	МОУ «СОШ №1»	Глущенко Елена Григорьевна
Пещерев Илья Антонович	г.Санкт-Петербург	ГБОУ СОШ №167	Бегельдиева Светлана Михайловна
<i>Диплом II степени (призёры)</i>			
Котюргин Александр Павлович	г.Санкт-Петербург	Аничков лицей	Ковалева Галина Викторовна
Соловьев Арсений Сергеевич	г.Санкт-Петербург	31	
Ветошев Кирилл Робенович	Республика Коми, г.Сыктывкар	ГАОУ «Коми республиканский физико-математический лицей-интернат»	Мазурская Оксана Романовна
Надпорожская Лидия Федоровна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	Бабаева Светлана Яковлевна
Никифорова Кристина Вадимовна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	Бабаева Светлана Яковлевна
Тихоненко Илья Сергеевич	г.Санкт-Петербург	30	Ивлева Эльвира Васильевна
Солодовников Никита Андреевич	г.Санкт-Петербург	98	Федоренко Ирина Геннадьевна
Родионова Анна Дмитриевна	г.Санкт-Петербург	239	Бабаева Светлана Яковлевна
Косенков Денис Дмитриевич	г.Санкт-Петербург	258	Абрамкина Елена Николаевна
Павлова Валентина Валентиновна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ СОШ №167	Бегельдиева Светлана Михайловна
Барьяш Анжелика Дмитриевна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ СОШ №167	Бегельдиева Светлана Михайловна
Курочкина Анна Сергеевна	г.Санкт-Петербург	412	Лебедева Наталья Витальевна
Пузык Александра Михайловна	г.Санкт-Петербург	553	Субочева Ирина Яковлевна
<i>Диплом III степени (призёры)</i>			
Жукова Ксения Сергеевна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ гимназия №526	Назина Татьяна Геннадьевна
Кокурошников Тимофей	г.Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	Бабаева Светлана

Евгеньевич			Яковлевна
Терентьева Анастасия Сергеевна	Республика Коми, г.Сыктывкар	ГАОУ «Коми республиканский физико-математический лицей-интернат»	Мазурская Оксана Романовна
Евсеев Олег Александрович	г.Санкт-Петербург	430	Падута Елена Васильевна
Сотникова Ксения Игоревна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ гимназия №526	Назина Татьяна Геннадьевна
Шамсиев Ильдар Динарович	г.Санкт-Петербург	ГБОУ ЦО СПбГДТЮ Аничков Лицей	Ковалева Галина Викторовна
Демидов Клим Георгиевич	г.Санкт-Петербург	64	
Дворцова Екатерина Дмитриевна	г.Санкт-Петербург	484	Бирюкова Зоя Владимировна
Шокурова Екатерина Владимировна	г.Санкт-Петербург	382	Михайлова Елена Васильевна
Новиков Валентин Анатольевич	г.Санкт-Петербург	486	Алферова Мария Владимировна
Рубин Константин Михайлович	г.Санкт-Петербург	578	Макшанова Лариса Филипповна
Бем Владислав Густавович	Республика Коми, г.Сыктывкар	ГАОУ «Коми республиканский физико-математический лицей-интернат»	Мазурская Оксана Романовна
Жук Анна Александровна	г.Санкт-Петербург	389	Власова Жанна Евгеньевна, Михайлова Зинаида Сафоновна
Реуф Ольга Станиславовна	г.Санкт-Петербург	416	Цветаева Елена Сергеевна
Нгуен Туан Киет	г.Санкт-Петербург	534	Петрова Мария Владимировна
9 КЛАСС			
<i>Диплом I степени (победители)</i>			
Вахренёв Роман Геннадьевич	г.Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	Миссюль Борис Викторович
Вырлан Павел Андреевич	Республика Коми, г.Сыктывкар	ГАОУ «Коми республиканский физико-математический лицей-интернат»	Мазурская Оксана Романовна
Павлова Анжела Владимировна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ гимназия №526	Назина Татьяна Геннадьевна, Миссюль Борис Викторович
<i>Диплом II степени (призёры)</i>			
Коробов Артём Владимирович	г.Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	Миссюль Борис Викторович, Райкин Семён Меерович, Дроботова Ирина Владимировна

Богданова Полина Сергеевна	Ленинградская область, г.Тихвин	МОУ «СОШ №1»	Глущенко Елена Григорьевна
Чернышёва Анна Михайловна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	Миссюль Борис Викторович
Цуленин Венедикт Александрович	г.Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	Смирнова Лариса Николаевна, Миссюль Борис Викторович
Дроздецкая Юлия Игоревна	Ленинградская область, г.Тихвин	МОУ «СОШ №1»	Глущенко Елена Григорьевна
Березин Никита Сергеевич	г.Санкт-Петербург	ГБОУ гимназия №56	Федюкина Людмила Павловна
Ехменин Семён Александрович	г.Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	Смирнова Лариса Николаевна, Миссюль Борис Викторович
Семёнов Ярослав Сергеевич	г.Санкт-Петербург	ГБОУ СОШ № 13	Серебрякова Анна Владимировна, Миссюль Борис Викторович
<i>Диплом III степени (призёры)</i>			
Овсянкина Анна Владимировна	Ленинградская область, г. Тихвин	МБОУ «СОШ №1»	Глущенко Елена Григорьевна
Селюков Иван Михайлович	г.Санкт-Петербург	526	Назина Татьяна Геннадьевна
Сотничук Степан Владимирович	Республика Коми, г.Сыктывкар	ГАОУ «Коми республиканский физико-математический лицей-интернат»	Мазурская Оксана Романовна
Горошко Максим Витальевич	г.Санкт-Петербург	Лицей №214	Лютынская Марина Викторовна
Самохвалова Светлана Андреевна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ СОШ №98	Петрова Лилия Борисовна
Мороз Татьяна Вячеславовна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ СОШ №578	Макшанова Лариса Филипповна
Шкуринская Анна Марковна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ лицей №389	Власова Жанна Евгеньевна, Михайлова Зинаида Сафоновна
Татевосян Роман Спартакович	Ставропольский край, г.Георгиевск	МБОУ гимназия №2	Полякова Галина Андреевна
<i>Похвальные отзывы</i>			
Ермолаева Юлия Владимировна	Санкт-Петербург	30	
Масалимов Наиль	Самарская область, г.Самара	МБОУ лицей «Классический»	
Кузьмин Кирилл Михайлович	г.Санкт-Петербург	ФМЛ №30	Иовлева Эльвира Васильевна
Новикова Александра Игоревна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ гимназия №526	Назина Татьяна Геннадьевна
Сидоренко Наталья Алексеевна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ 351	Александрова Татьяна Васильевна
Яковлев Андрей Викторович	г.Санкт-Петербург	ГБОУ лицей №470	Адолина Наталья

			Петровна
10 КЛАСС			
<i>Диплом I степени (победители)</i>			
Мосягин Иван Павлович			
Петров Николай Леонидович			
<i>Диплом II степени (призёры)</i>			
Папков Михаил Константинович	Санкт-Петербург	ГБОУ лицей №281	
Хистяева Виктория Валерьевна	Ленинградская область, г.Тихвин	МБОУ «СОШ №1»	Глущенко Елена Григорьевна
Паньков Андрей Андреевич	Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	
Коробов Артём Владимирович	Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	
<i>Диплом III степени (призёры)</i>			
Колобенина Анастасия Анатольевна	Ленинградская область, г.Тихвин	МОУ «СОШ №1»	Глущенко Елена Григорьевна
Комовцова Александра Анатольевна	Ленинградская область, г.Тихвин	МОУ «СОШ №1»	Глущенко Елена Григорьевна
Корчун Андрей Викторович	Р.Коми	ГАОУ «Коми республиканский физико-математический лицей-интернат»	Мазурская Оксана Романовна
Пузикова Мария Егоровна	Санкт-Петербург	554	
Шаева Анастасия Алексеевна	Санкт-Петербург	179	
Вахренёв Роман Геннадьевич	Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	
Фомина Александра Вячеславовна	Санкт-Петербург	92	
Кулькова Валерия Олеговна	Санкт-Петербург	АГСПбГУ	
<i>Похвальный отзыв</i>			
Макушев Дмитрий Михайлович	г.Санкт-Петербург	АГСПбГУ	Карцова Анна Алексеевна, Елисеева Е.Е., Брюханова Т.В.
Жданова Анна Алексеевна	г.Санкт-Петербург	ГОУ СОШ №200	Красникова Наталия Ивановна, Миссюлб Борис Викторович
Маркитантова Анастасия Сергеевна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ лицей №281	Полетаева Елена Константиновна, Миссюль Борис Викторович
Саломатников Вадим Вячеславович	Самарская область, г.Самара	МБОУ лицей «Классический»	Севастьянова Светлана Владимировна
11 КЛАСС			
<i>Диплом I степени (победители)</i>			

Петрюков Кирилл Сергеевич	г.Санкт-Петербург	ГБОУ гимназия №526	Миссюль Борис Викторович, Назина Татьяна Геннадьевна
Кучумов Николай Игоревич	г.Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №30	Миссюль Борис Викторович
Михайлов Кирилл Игоревич	г.Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	Миссюль Борис Викторович
<i>Диплом II степени (призёры)</i>			
Фризюк Кристина Сергеевна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ ФМЛ №239	Миссюль Борис Викторович, Байгозин Денис Владиславович
Попов Владислав Анатольевич	Республика Коми г.Сыктывкар	ГАОУ «Коми республиканский физико-математический лицей-интернат»	Мазурская Оксана Романовна
Кривошей Илья Сергеевич	Ленинградская область, пос.Рощино	МБОУ «Рощинская СОШ»	Кравченко Галина Александровна, Арсланова Лариса Дмитриевна
Силонов Сергей Александрович	Самарская область, г.Самара	МБОУ лицей «Классический»	Севастьянова Светлана Владимировна
<i>Диплом III степени (призёры)</i>			
Виролайнен Татьяна Сергеевна	Ленинградская область, г.Тихвин	МБОУ «СОШ №1»	Глуценко Елена Григорьевна
Белевитина Ирина Александровна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ гимназия №56	Бережковская Ольга Михайловна
Завгородний Артем Сергеевич	Ленинградская область, Сосновоборский ГО	МБОУ «Лицей №8»	Смирнова Ольга Валентиновна
Мелентьев Павел Алексеевич	Ленинградская область, г.Гатчина	МБОУ "Гатчинский Лицей №3»	Ткаченко Лариса Тадеушевна
Лобанова Полина Сергеевна	г.Санкт-Петербург	ГБОУ гимназия №56	Бережковская Ольга Михайловна
Рыбалко Александр Анатольевич	г.Санкт-Петербург	АГ СПбГУ	Карцова Анна Алексеевна
Михайлов Егор Сергеевич	Ленинградская область, г.Тихвин	МБОУ «СОШ № 9»	Башмаков Виктор Яковлевич
Гареева Эльвира Наильевна	Башкортостан, г.Бирск	МБОУ СОШ д.Кандаковка	Асылбаева Марина Евгеньевна
Травин Дмитрий Юрьевич	г.Санкт-Петербург	ГБОУ гимназия №278	Белоусова Елена Михайловна
Страшков Даниил Михайлович	г.Санкт-Петербург	АГ СПбГУ	Карцова Анна Алексеевна
Зеров Алексей Владимирович	г.Санкт-Петербург	АГ СПбГУ	Карцова Анна Алексеевна
Банная Виктория Игоревна	Ленинградская область, г.Гатчина	МБОУ "Гатчинская гимназия имени К.Д.Ушинского"	Хрусталева Алевтина Александровна, Федорова Вера Вадимовна, Скрипкин Михаил Юрьевич, Карцова Анна Алексеевна

Кукушкина Екатерина Александровна	г.Санкт-Петербург	АГ СПбГУ	Карцова Анна Алексеевна, Скрипкин Михаил Юрьевич
Набережный Даниил Олегович	Ставропольский край, г.Ставрополь	Лицей-интернат СКГТУ	Соловьева Светлана Николаевна
<i>Похвальный отзыв</i>			
Меженская Дарья Андреевна	Ленинградская область, г.Гатчина	МБОУ "Гатчинский Лицей №3»	Ткаченко Лариса Тадеушевна
Баласанянц Самсон Михайлович	г.Санкт-Петербург	ГБОУ гимназия №56	Бережковская Ольга Михайловна
Чистов Роман Янович	г.Санкт-Петербург	АГ СПбГУ	Карцова Анна Алексеевна, Скрипкин Михаил Юрьевич
Лукин Николай Маркович	г.Санкт-Петербург	ГБОУ СОШ №81	Юдина Екатерина Алексеевна

Победители и призёры регионального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии 2012 г.

9 класс

Победитель:

Вахренёв Роман Геннадьевич

ГБОУ ФМЛ №239

Призёры:

Коробов Артём Владимирович

ГБОУ ФМЛ №239

Чернышева Анна Михайловна

ГБОУ ФМЛ №239

Павлова Анжела Владимировна

ГБОУ ФМЛ №239

10 класс

Победитель:

Мосягин Иван Павлович

ГБОУ ФМЛ №239

Призёры:

Папков Михаил Константинович

ГБОУ лицей №281

Петров Николай Леонидович

ГБОУ ФМЛ №30

Заец Сергей Игоревич

ГБОУ СОШ №692

Топчий Ричард Загид Гаджиевич

ГБОУ СОШ №1

11 класс

Победитель:

Петрюков Кирилл Сергеевич

ГБОУ гимназия №526

Призёры:

Михайлов Кирилл Игоревич

ГБОУ ФМЛ №239

Кучумов Николай Игоревич

ГБОУ ФМЛ №30

Фризюк Кристина Сергеевна

ГБОУ ФМЛ №239

Поздравляем!

**Задания заочного этапа Санкт-Петербургской олимпиады школьников по химии
для учащихся 8 классов**

Задача 1.

Каждый человек должен хотя бы приблизительно представлять, сколько энергии поступает в его организм с пищей и расходуется в течении суток. Количество поступающей энергии определяется количеством и составом пищи. Энергетический эквивалент пищи — его калорийность, принято выражать в килокалориях на 100 г данного продукта (1 ккал = 4,18 кДж). Подробные данные о составе и калорийности пищевых продуктов можно найти в специальных справочниках, книгах по домоводству и кулинарии, научно-популярных журналах. На упаковках многих продуктовых товаров также может быть указана их энергетическая ценность.

Составьте суточный режим дня (с указанием интенсивности занятий) и примерное пищевое меню, учитывая средний расход (ккал/ч) энергии (п.1) и основной принцип рационального питания (п.2). Не забудьте указать после каждого приема пищи количество поступившей и потраченной энергии.

п.1. Вид деятельности	Энергетические затраты (ккал/час)
сон	50-70 *
чтение, приготовление уроков	100
занятия в школе	110
мытье посуды, глажение	120-240 *
пешая прогулка	160-190 *
вытирание пыли, подметание	175
стирка белья, мытье полов	235
танцы	300-400 *
бег трусцой	360-480 *
езда на велосипеде	210-540 *
игра в футбол	400-500 *
бег на лыжах	400-800 *
плавание	200-600 *

* разброс в значениях отражает разную интенсивность занятия

п.2 основной принцип рационального питания: количество поступающей с пищей энергии не должно превышать расход энергии более чем на 5%.

Задача 2.

Альпинисты знают, что в горах трудно сварить яйцо, и вообще любую пищу, требующую более или менее длительного кипячения. Качественно причина этого ясна — с понижением атмосферного давления уменьшается температура кипения воды. Обычно, житель равнины, желающий приготовить на завтрак яйцо вкрутую, тратит на это около 5 минут. А житель г. Мехико? (высота 2265 м над уровнем моря, давление 580 мм рт.ст. Вода в таких условиях кипит при 93°C !) При этом реакция «свертывания» (денатурации) белка замедлится примерно в 12 раз. Рассчитайте, сколько времени хозяйка в г.Мехико должна тратить на приготовление яйца вкрутую и объясните, почему на практике это происходит почти в 12 раз быстрее?

Задача 3.

Люблю тебя, Петра творенье,

Люблю твой строгий стройный вид.

Невы державное течение, береговой ее гранит. (А.С. Пушкин)

Гранит практически не впитывает влагу, что объясняет его высокую морозостойкость. По этой причине он прекрасно подходит для облицовки набережных. Вспомните великолепие набережных, выполненных из гранита в Петербурге, большая часть этих гранитных плит была заложена еще во времена Петра I.

Лучшие сорта мелкозернистого гранита начинают обнаруживать первые признаки разрушения более чем через 500 лет эксплуатации, поэтому его нередко называют «вечным» камнем.

По своему составу граниты относятся к полиминеральным породам, образованным несколькими минералами. Главные породообразующие минералы гранита — полевой шпат (35-40%) и кварц (25-35%). Именно шпат определяет цвет гранита. Наиболее распространенным является серый гранит, однако встречается и красный, розовый, оранжевый, голубовато-серый, голубовато-зеленый и другие. Цвет камня напрямую зависит от его месторождения. Например, в России добывают преимущественно белые, серые, красно-коричневые граниты, а в Испании — светло-зеленые, черные, розовые. Кварц присутствует в виде стекловидных трещиноватых зерен; обычно он бесцветен, в редких случаях имеет голубоватый оттенок, который может приобретать вся порода.

Кварц представляет собой практически чистый оксид одного из неметаллов. К какой группе оксидов Вы отнесете этот оксид (основные, кислотные, амфотерные, несолеобразующие)?

С какими веществами он способен вступать в химические реакции? Приведите не менее 3х уравнений реакций и укажите условия их протекания.

Что Вы можете сказать об устойчивости гранита к кислотным дождям?

С чем связана окраска гранитов?

Какие элементы занимают первые пять мест по распространенности в земной коре?

Задача 4.

В Эрмитаже находится самая большая коллекция малахитовых изделий в мире.

Малахит - самая древняя зеленая краска в мире. Его порошок был обнаружен на палетках (дощечках для растирания красок) в Африке. В Болгарии найден малахитовый амулет, изготовленный 10,5 тыс. лет назад. Малахит растет очень медленно на больших глубинах. Самый красивый малахит находили на территории России в Сибири. Активно эти месторождения начали разрабатывать в 19 веке. Сначала малахит для обработки вывозили за границу, затем в Петербурге была создана камнерезная мастерская, первая в России. Позднее там обучались мастера с Урала. К настоящему времени промышленные запасы этого камня в России практически исчерпаны.

Какую химическую формулу можно написать для малахита? К какому классу соединений Вы отнесете это вещество?

Какие химические опыты можно провести с малахитом? Приведите уравнения реакций и укажите условия их протекания.

Одним из богатейших месторождений на Урале был Медноруднянский рудник, где кроме магнетита, был еще и медный колчедан, который при выветривании, окисляясь, переходил в медный купорос, взаимодействовавший с окружающим известняком, давая малахит. Приведите формулы магнетита, медного колчедана, медного купороса, известняка. Напишите уравнения протекающих при образовании малахита реакций.

Задача 5.

Неизвестное вещество X очень хорошо растворяется в палладии (до 900 объемов вещества X в 1 объеме палладия). Со фтором вещество X реагирует уже при -270°C . Именно с веществом X впервые в промышленных масштабах удалось связать азот воздуха. С кислородом вещество X реагирует со взрывом, при нагревании с серой образует ядовитый газ.

1. Какова формула вещества X?

2. Напишите уравнения реакций взаимодействия вещества X с серой, кислородом, азотом, натрием.

3. Как выглядит продукт взаимодействия вещества X с натрием? Похож ли он на продукт реакции вещества X с сероводородом? Объясните причину сходства или различия физических свойств этих двух веществ.
4. Каковы условия протекания реакции вещества X с азотом? Как используется продукт этой реакции в военной промышленности? Для чего еще его можно использовать?
5. Где в природе больше всего вещества X?
6. Приведите примеры реакций замещения с участием вещества X.
7. Охарактеризуйте окислительно-восстановительные свойства X.

Задача 6.

Газ А из стального баллона пропускали через воду при 10⁰ С. Было зарегистрировано увеличение кислотности получающегося раствора и обнаружено, что:

- а) через некоторое время после окончания эксперимента из оставленного на свету раствора начал выделять газ В.
- б) если сразу по окончании пропускания газа А внести в образовавшийся раствор цинк, наблюдается выделение газа С.
- в) если газ А пропускать в раствор едкого кали при нагревании, выпадает белый осадок D. При прокаливании 1,000 г сухого вещества D в присутствии пиролюзита происходит выделение 183,7 мл (н.у.) газа В.

Расшифруйте все вещества и укажите уравнения описанных реакций, если известно, что газы В и С в стехиометрическом соотношении реагируют со взрывом.

Укажите тривиальные названия всех веществ, имеющие отношение к задаче.

Какие свойства вещества D широко применяются в быту? Укажите уравнение реакции.

Задача 7.

В лаборатории имеется твердое, нерастворимое в воде, неядовитое темно-красное вещество. Если это вещество нагреть без доступа воздуха, оно превратится в белое ядовитое легкоплавкое вещество. При сгорании этого белого вещества в кислороде образуется новое белое вещество, бурно реагирующее с водой. После полной нейтрализации полученного раствора щелочью и обработки его избытком раствора нитрата серебра выпадает 64,85 г желтого осадка, хорошо растворимого в кислотах.

О каком веществе идет речь в задаче и какова масса его была взята для проведения эксперимента?

Напишите уравнения всех упомянутых реакций и укажите условия их протекания.

Задача 8.

Отдельная, наиболее освещенная в литературе и искусстве, эпоха развития химии — алхимия.

Цель алхимии — поиски путей превращения неблагородных металлов в благородные (золото и серебро) с помощью «философского камня». Немецкий поэт Себастьян Брант в XV в. писал в сатирической поэме «Корабль дураков»:

а) *Алхимия примером служит
Тому, как плутни с дурью дружат...*

Сказал нам Аристотель вещей:

«Неизменяема суть вещи»,

Алхимик же в ученом бреде

Выводит золото из меди...

Англичанин Бен Джонс в пьесе «Алхимик» (XVI – XVII вв) писал:

б) *... Сегодня*

Я должен приготовить талисман,

Наи перл творения — философский камень ...

Дайте свою оценку отрывка а).

Как называется «талисман», о котором идет речь в отрывке б).

Какие свойства приписывали алхимики философскому камню?
Почему золото называли — аурум (Au), а серебро — аргентум (Ag)?

РЕШЕНИЯ заочного этапа для учащихся 8 классов

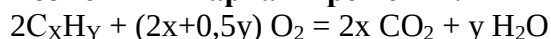
.....

ЗАДАНИЯ и РЕШЕНИЯ очного (городского) этапа Санкт-Петербургской олимпиады школьников по химии для учащихся 8 классов

Задача № 1.

Бинарное соединение, содержащие углерод и водород, смешали в замкнутом сосуде со строго необходимым для реакции объемом кислорода при 150⁰С и смесь подожгли. После завершения реакции и приведения продуктов к первоначальной температуре давление в сосуде не изменилось. Установите формулу исходного соединения, если средняя молярная масса полученной смеси составила 33,6 г/моль.

Возможный вариант решения.



При температуре 150⁰С H₂O – газ, по условию Р_{исх.} = Р_{кон.},
следовательно n(C_xH_y) + n(O₂) = n(CO₂) + n(H₂O); 2+2x+0,5y=2x+ y; y=4, следовательно соединение содержит H₄.

M_{ср.} = [n(CO₂) * M(CO₂) + n(H₂O) * M(H₂O)] : [n(CO₂) + n(H₂O)]; [2x*44+4*18] : [2x+4] = 33,6 ;
x=3, следовательно соединение содержит C₃ ; формула соединения C₃H₄.

Задача 2.

Химик смешал 3 сложных вещества и получил соединение содержащие азот, водород, кислород и некоторый элемент X в массовом соотношении 2,8 : 1,0 : 9,6 : 2,4 соответственно, причем количество вещества азота равно количеству вещества X. Установите формулу соединения, назовите его и запишите уравнение химической реакции, которую осуществил Химик.

Возможный вариант решения.

n(N) : n(H) : n(X) : n(O) ; 2,8/14 : 1,0/1 : 9,6/16 : 2,4/x ; 0,2 : 1 : 0,6 : 0,2 ; 1:5:3:1 ; 2,4/x = 0,2
следовательно x=12 – углерод С.

Формула соединения – NH₄HCO₃, это гидрокарбонат аммония, возможный способ получения:
NH₃ + H₂O + CO₂ = NH₄HCO₃

Задача № 3.

Запишите уравнения химических реакций получения солей: а) из двух газообразных веществ, б) из двух твердых веществ, в) из твердого и газообразного веществ.

Возможный вариант решения.

а) NH₃ + HCl = NH₄Cl; б) 3CaO + P₂O₅ = Ca₃(PO₄)₂; в) CaO + CO₂ = CaCO₃

Задача № 4.

Завершите уравнения химических реакций:

1.	Ca(HCO ₃) ₂	+		→	H ₂ O	+		+	
2.	HgCl	+		→	Hg	+		+	
3.	2 KOH	+		→	K ₂ CO ₃	+		+	

4.	KOH	+		→	NH ₃	+		+	
5.	FeS	+		→	FeCl ₂	+		+	
6.		+		→	Fe(OH) ₂	+	BaSO ₄	+	
7.	CaCO ₃	+		→	Ca(NO ₃) ₂	+		+	
8.	Fe	+		→	Cu	+		+	
9.	6 LiOH	+		→	3 Li ₂ SO ₄	+		+	
10.	NH ₄ HSO ₃	+		→	NH ₄ NO ₃	+		+	

Возможный вариант решения.

11.	Ca(HCO ₃) ₂	+	Ca(OH) ₂	→	H ₂ O	+	2CaCO ₃		
12.	2HgCl	+	Fe	→	2Hg	+	FeCl ₂		
13.	2 KOH	+	CO ₂	→	K ₂ CO ₃	+	H ₂ O		
14.	KOH	+	NH ₄ Cl	→	NH ₃	+	H ₂ O	+	HCl
15.	FeS	+	2HCl	→	FeCl ₂	+	H ₂ S		
16.	FeSO ₄	+	Ba(OH) ₂	→	Fe(OH) ₂	+	BaSO ₄		
17.	CaCO ₃	+	2HNO ₃	→	Ca(NO ₃) ₂	+	H ₂ O	+	CO ₂
18.	Fe	+	CuSO ₄	→	Cu	+	FeSO ₄		
19.	6 LiOH	+	Al ₂ (SO ₄) ₃	→	3 Li ₂ SO ₄	+	2Al(OH) ₃		
20.	NH ₄ HSO ₃	+	HNO ₃	→	NH ₄ NO ₃	+	H ₂ O	+	SO ₂

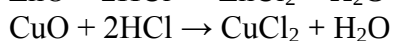
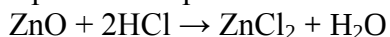
Задача № 5.

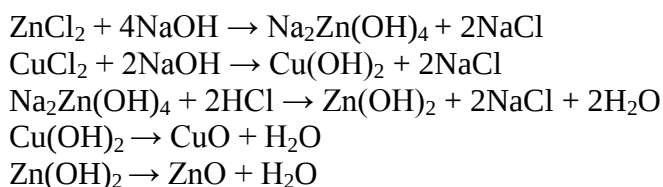
Предложите способ разделения смеси железных опилок, оксида меди (II), оксида цинка и порошкообразного угля. Все эти вещества должны после разделения находится в том же химическом соединении в котором они присутствуют в смеси. Напишите уравнения используемых реакций.

Возможный вариант решения.

Из всех компонентов железо обладает магнетизмом и его можно отделить магнитом. Далее, на оставшуюся смесь действуем соляной кислотой, растворяются соли цинка и меди, и отфильтровываем уголь. Оставшийся раствор солей обрабатываем избытком щелочи, получая осадок гидроксида меди и раствор гидрохсокомплекса цинка. Отделяем осадок от раствора. Раствор гидрохсокомплекса цинка обрабатываем кислотой, добавляя ее по каплям для полного осаждения гидроксида цинка. Полученные гидроксиды нагревают на воздухе с образованием оксидов.

Уравнения протекаемых химических реакций.





Задача № 6.

Газовую смесь (состав приведен в таблице) объемом 5 литров (н.у.) пропустили через 50 г горячего раствора гидроксида калия с массовой долей KOH 20%, так что хлороводород и хлор полностью поглотились. Какие вещества оказались в растворе и какова их масса?

Состав газовой смеси (объемные доли, %)	HCl	Cl ₂	N ₂
	25	3	72

Возможный вариант решения.

$V(\text{HCl}) = 1,25$ л, $V(\text{Cl}_2) = 0,15$ л; $n(\text{HCl}) = 0,556$ моль, $n(\text{Cl}_2) = 0,0067$ моль.



$$n(\text{KCl}) = n(\text{KCl})_1 + n(\text{KCl})_2 = n(\text{HCl})_1 + 5/3 n(\text{Cl}_2)_2 = 0,556 + 0,0112 = 0,5672 \text{ моль}$$

$$n(\text{KClO}_3) = 1/3 n(\text{Cl}_2)_2 = 0,0022 \text{ моль}$$

$$m(\text{KCl}) \approx 5 \text{ г} \quad m(\text{KClO}_3) \approx 0,3 \text{ г}$$

ЗАДАНИЯ и РЕШЕНИЯ

отборочного (районного) этапа для учащихся 9 -11 классов 9 класс

Задача 1

1 вариант

Какой объем кислорода необходим для сгорания 3 л смеси аммиака и водорода, плотность которой по воздуху равна 0,12? Объемы измерены при одинаковых условиях.

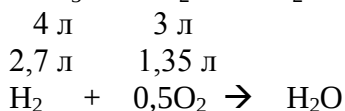
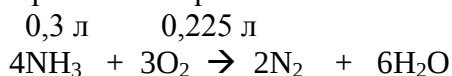
Решение:

Относительная молекулярная масса смеси: $29 \cdot 0,12 = 3,48$

Находим долю каждого газа в смеси: $17x + 2(1-x) = 3,48$. Из этого уравнения рассчитываем долю аммиака – 0,1 и долю водорода – 0,9.

Следовательно, в смеси было 0,3 л аммиака и 2,7 л водорода

Уравнения горения газов:



По этим уравнениям находим общий объем кислорода: $0,225 + 1,35 = 1,575$ (л).

2 вариант

Какой объем воздуха необходим для сгорания 10 м³ смеси пропана (C₃H₈) и водорода, плотность которой по гелию равна 9,95? Объемы измерены при одинаковых условиях.

Решение:

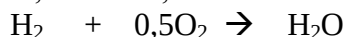
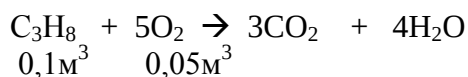
Относительная молекулярная масса смеси: $4 \cdot 9,95 = 39,8$

Находим долю каждого газа в смеси: $44x + 2(1-x) = 39,8$. Из этого уравнения рассчитываем долю пропана – 0,9 и долю водорода – 0,1.

Следовательно, в смеси было 9 м³ пропана и 1 м³ водорода

Уравнения горения газов:





По этим уравнениям находим общий объем кислорода: $4,5 + 0,05 = 4,55 \text{ (м}^3\text{)}$.

Воздуха необходимо в 5 раз больше: $4,55 \cdot 5 = 22,75 \text{ (м}^3\text{)}$.

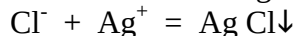
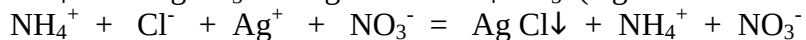
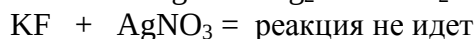
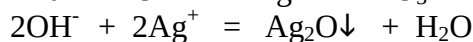
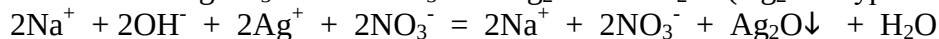
Задача 2

1 вариант

В трех склянках без надписей находятся растворы следующих веществ: едкого натра, фторида калия и нашатыря. Как с помощью одного реактива определить эти растворы? Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярном и ионном виде, укажите признаки их протекания.

Растворы: NaOH (каустическая сода), KF, NH₄Cl (нашатырь).

Реактив – раствор AgNO₃. Уравнения реакций:



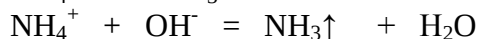
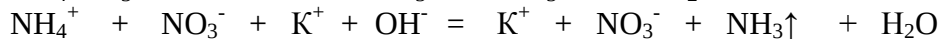
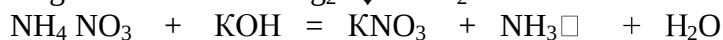
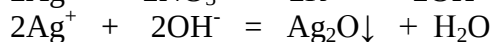
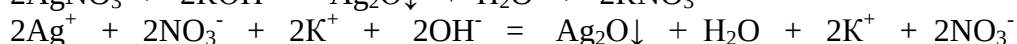
2 вариант

В трех склянках без надписей находятся растворы следующих веществ: азотной кислоты, ляписа и аммонийной селитры. Как с помощью одного реактива определить эти растворы? Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярном и ионном виде и укажите их признаки.

Решение:

Растворы: HNO₃, AgNO₃ (ляпис), NH₄NO₃ (аммонийная селитра).

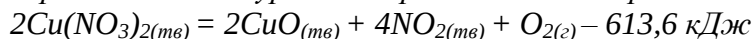
Реактив – раствор KOH. Уравнения реакций:



Задача 3

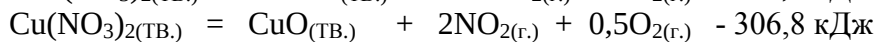
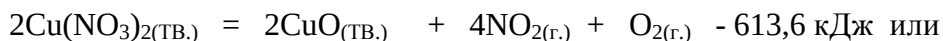
1 вариант

Термохимическое уравнение разложения нитрата меди имеет вид:



Вычислите теплоту образования нитрата меди, если известно, что теплоты образования оксида меди (II) и оксида азота (IV) равны 155,1 и –33,8 кДж/моль соответственно.

Решение:



По следствию из закона Гесса тепловой эффект реакции равен сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом суммы теплот образования исходных веществ. Причем, теплота образования простых веществ принята равной нулю.

На этом основании составляем выражение:

$$Q_{(\text{реакции})} = q(\text{CuO}) + 2q(\text{NO}_2) - q(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2). \text{ Отсюда получаем:}$$

$$q(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = q(\text{CuO}) + 2q(\text{NO}_2) - Q_{(\text{реакции})}$$

Подставляем в это выражение известные теплоты образования и находим теплоту образования нитрата меди:

$$q(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 155,1 + (-33,8 \cdot 2) - (-306,8) = 394,3 \text{ кДж}$$

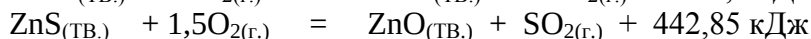
2 вариант

Термохимическое уравнение обжига сульфида цинка имеет вид:



Вычислите теплоту образования оксида серы (IV), если известно, что теплоты образования оксида и сульфида цинка равны 347,8 и 201,5 кДж/моль соответственно.

Решение:



По следствию из закона Гесса тепловой эффект реакции равен сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом суммы теплот образования исходных веществ. Причем, теплота образования простых веществ принята равной нулю.

На этом основании составляем выражение:

$$Q_{(\text{реакции})} = q(\text{ZnO}) + q(\text{SO}_2) - q(\text{ZnS}). \text{ Отсюда получаем:}$$

$$q(\text{SO}_2) = -q(\text{ZnO}) + q(\text{ZnS}) + Q_{(\text{реакции})}$$

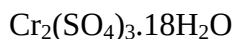
Подставляем в это выражение известные теплоты образования и находим теплоту образования оксида серы (IV):

$$q(\text{SO}_2) = -347,8 + 201,5 + 442,85 = 296,55 \text{ кДж}$$

Задача 4

1 вариант

В мерную колбу объемом 250 мл поместили 3,58 г кристаллогидрата $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. Затем в колбу налили дистиллированной воды, добились растворения соли, довели водой до метки и перемешали. Сколько моль ионов SO_4^{2-} содержится в одном литре такого раствора?



$$M = 716 \text{ г/моль}$$

$$\text{Число молей соли: } 3,58 : 716 = 0,005 \text{ (моль)}$$

$$0,005 \text{ моль} \quad 0,015 \text{ моль}$$



$$1 \text{ моль} \quad 3 \text{ моль}$$

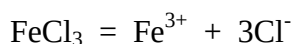
$$\text{Концентрация } (\text{SO}_4^{2-}) \text{ равна: } 0,015 : 0,25 = 0,06 \text{ (моль/л)}$$

2 вариант

Имеется раствор хлорида железа (III) с концентрацией 0,03 моль ионов Cl^- в одном литре. Какая масса кристаллогидрата $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ получится при медленном испарении 200 мл такого раствора?

Решение:

$$\text{Число моль ионов } \text{Cl}^- \text{ в 200 мл в 5 раз меньше: } 0,03 : 5 = 0,006 \text{ (моль)}$$



1 моль 3 моль

Число молей соли в три раза меньше (см.равнение диссоциации) : $0,006:3 = 0,002$ (моль)

$M(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 276,5$ г/моль

Масса $(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,002 \cdot 276,5 = 0,553$ (г).

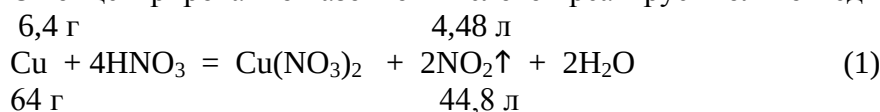
Задача 5

1 вариант

При обработке 17,40 г смеси железа, алюминия и меди концентрированной азотной кислотой выделилось 4,48 л газа (н.у.), а при действии на такую же массу смеси соляной кислоты – 8,96 л газа (н.у.). Определите состав смеси металлов в массовых долях.

Решение:

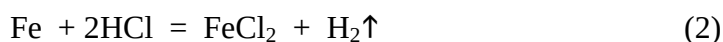
С концентрированной азотной кислотой реагирует только медь:



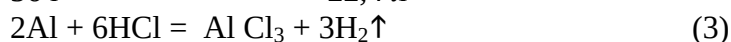
По этому уравнению (1) находим массу меди: 6,4 г .

Масса смеси железа и алюминия: $17,4 - 6,4 = 11$ (г)

С соляной кислотой реагируют железо и алюминий:



56 г 22,4 л



54 г 67,2 л

На основе уравнений 2 и 3 составляем алгебраическое уравнение:

$(X:56) \cdot 22,4 + (11 - X):27 \cdot 1,5 \cdot 22,4 = 8,96$, где X – масса железа в смеси.

Решая это алгебраическое уравнение находим массу железа: 5,6 г .

Масса алюминия: $11 - 5,6 = 5,4$ (г).

$W(\text{Cu}) = 6,4 : 17,4 = 0,368$ или 36,8%

$W(\text{Fe}) = 5,6 : 17,4 = 0,322$ или 32,2%

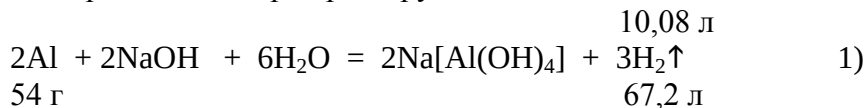
$W(\text{Al}) = 5,4 : 17,4 = 0,310$ или 31,0%

2 вариант

Определите состав смеси меди, железа и алюминия в массовых долях, если известно, что при действии на 19,5 г этой смеси раствором гидроксида натрия выделилось 10,08 л газа (н.у.), а при действии на такую же массу смеси соляной кислотой 13,44 л газа (н.у.)

Решение:

С гидроксидом натрия реагирует только алюминий



С раствором соляной кислоты реагируют железо и медь:



56 г 22,4 л



54 г 67,2 л

По уравнению (1) находим массу алюминия:

$(54 \cdot 10,08) : 67,2 = 8,1$ (г) .

Алюминий с соляной кислотой реагирует с выделением водорода в такой же стехиометрии, как и с гидроксидом натрия (см. уравнения 1 и 3). Значит объем водорода, выделенного алюминием из соляной кислоты равен 8,96 л.

Объем водорода, который выделило железо из соляной кислоты, равен:

$13,44 - 8,96 = 4,48$ (л). По этому объему водорода из уравнения (2) находим массу железа:
 $(56 \cdot 4,48) : 22,4 = 11,2$ (г).

Масса меди в смеси: $19,5 - 8,1 - 11,2 = 0,2$ (г)

$W(\text{Al}) = 8,1 : 19,5 = 0,415$ или 41,5 %

$W(\text{Fe}) = 11,2 : 19,5 = 0,575$ или 57,5%

$W(\text{Cu}) = 0,2 : 19,5 = 0,010$ или 1,0%

10 класс

Задача 1

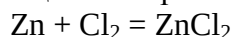
1 вариант

Навеску цинка массой 3,0 г сожгли в 0,5 л (н.у.) газа, имеющего при н.у. плотность 3,17 г/л, после чего реакционную смесь охладили до комнатной температуры и полностью растворили в 40% водном растворе гидроксида натрия (плотность 1,43 г/мл). Какой минимальный объем раствора щелочи для этого потребовался? Какова будет массовая доля растворенного вещества в полученном растворе?

Решение:

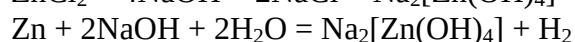
Для начала определим, о каком газе идет речь в задаче. Поскольку его плотность при н.у. составляет 3.17 г/л, молярная масса этого газа равна:

$M = 3.17 \cdot 22.4 = 71.008$ г/моль. По-видимому, искомый газ – хлор, при взаимодействии которого с цинком протекает реакция:



По условию задачи в реакцию вступило $3.0/65.4 = 0.046$ моль цинка и $0.5/22.4 = 0.022$ моль хлора. Следовательно, после окончания реакции смесь содержит 0.024 моль цинка и 0.022 моль хлорида цинка.

При обработке смеси раствором гидроксида натрия протекают реакции:



Для растворения смеси требуется не менее $(4 \cdot 0.022 + 2 \cdot 0.024) \cdot 40 = 5.44$ г гидроксида натрия, что соответствует 13.6 г (или 9.51 мл) водного раствора этой щелочи.

При взаимодействии выделится 0.024 моль (0.048 г) водорода.

Масса раствора после окончания реакции составит: $13.6 + 3 + 0.5 \cdot 3.17 - 0.048 = 18.137$ г

Масса растворенного вещества (тетрагидроксоцинката натрия и хлорида натрия) – $0.046 \cdot 179.4 + 0.022 \cdot 58.5 = 9.539$ г

Массовая доля растворенного вещества: $9.539/18.137 = 52.6\%$

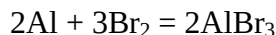
2 вариант

Навеску алюминия массой 2,0 г обработали при нагревании 1,0 л (н.у.) газообразного вещества, имеющего при 100 °С плотность 5,23 г/л, после чего реакционную смесь охладили до комнатной температуры и полностью растворили в 40% водном растворе гидроксида калия (плотность 1,40 г/мл). Какой минимальный объем раствора щелочи для этого потребовался? Какова будет массовая доля растворенного вещества в полученном растворе?

Решение:

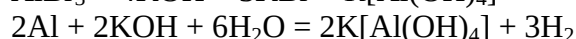
Для начала определим, о каком газе идет речь в задаче. Поскольку его плотность при н.у. составляет 5.23 г/л, молярная масса этого газа равна:

$M = 5.23 \cdot 22.4 \cdot 373,15 / 273,15 = 159.936$ г/моль. По-видимому, искомый газ – пары брома, при взаимодействии которых с алюминием протекает реакция:



По условию задачи в реакцию вступило $2.0/27 = 0.074$ моль алюминия и $1.0/22.4 = 0.0446$ моль брома. Следовательно, после окончания реакции смесь содержит 0.044 моль алюминия и 0.030 моль бромида алюминия.

При обработке смеси раствором гидроксида калия протекают реакции:



Для растворения смеси требуется не менее $(4 \cdot 0.030 + 0.044) \cdot 56 = 9.184$ г гидроксида калия, что соответствует 22.96 г (или 16.4 мл) водного раствора этой щелочи.

При взаимодействии выделится 0.066 моль (0.132 г) водорода.

Масса раствора после окончания реакции составит: $22.96 + 2 + 7.14 - 0.132 = 31.968$ г

Масса растворенного вещества (тетрагидроксоалюмината калия и бромида калия) – $0.044 \cdot 134 + 0.030 \cdot 3 \cdot 119 = 16.606$ г

Массовая доля растворенного вещества: $16.606/31.968 = 51.9\%$

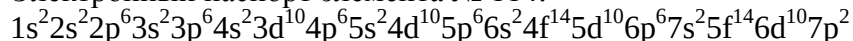
Задача 2

1 вариант

Пользуясь Периодическим Законом Д. И. Менделеева, дайте характеристику элемента № 114 по следующей схеме: электронное строение атома, характерные степени окисления, 2-3 характерные реакции простого вещества, его высшего оксида и соответствующего гидроксида.

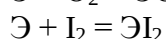
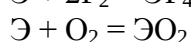
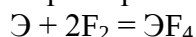
Решение:

Электронный паспорт элемента № 114:

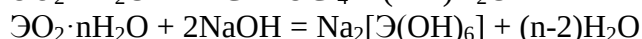
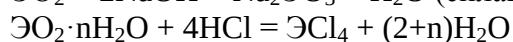
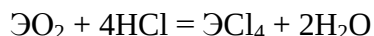


Поскольку речь идет о металле, отрицательные степени окисления для данного элемента должны быть нехарактерны. Тогда можно ожидать проявления данным элементом четырех степеней окисления: 0, +2, +4.

Характерные реакции простого вещества:



Высший оксид и соответствующий ему гидроксид будут, вероятно, проявлять амфотерные свойства:

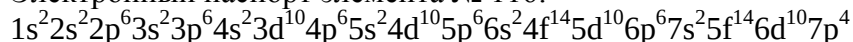


2 вариант

Пользуясь Периодическим Законом Д. И. Менделеева, дайте характеристику элемента № 116 по следующей схеме: электронное строение атома, характерные степени окисления, 2-3 характерные реакции простого вещества, его высшего оксида и соответствующего гидроксида.

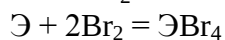
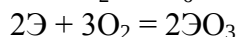
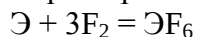
Решение:

Электронный паспорт элемента № 116:

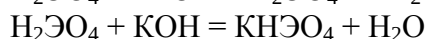
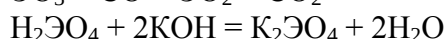
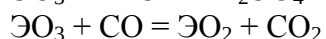
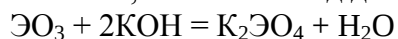


Поскольку речь идет о металле, отрицательные степени окисления для данного элемента должны быть нехарактерны. Тогда можно ожидать проявления данным элементов трех степеней окисления: 0, +2, +4, +6.

Характерные реакции простого вещества:



Высший оксид и соответствующий ему гидроксид будут, вероятно, проявлять кислотные свойства, высший оксид должен проявлять и свойства окислителя:



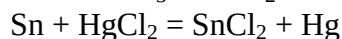
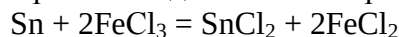
Задача 3

1 вариант

В раствор, содержащий равное число молей хлоридов железа(III), ртути (II) и магния, опустили оловянную пластинку массой 20,00 г. После окончания реакции ее масса изменилась на 2,00 г. Определите массы всех солей в полученном растворе.

Решение:

При взаимодействии материала пластинки с солями в растворе будут протекать реакции:



Изменение массы пластинки будет обусловлено растворением олова и выделением на пластинке ртути.

Пусть в растворе содержалось x моль хлорида ртути. Тогда в ходе реакции на пластинке выделилось x моль ртути, а в раствор перешло $1.5x$ моль олова (x при взаимодействии с солью ртути и $0.5x$ при взаимодействии с хлоридом железа).

Изменение массы пластинки составляет: $x \cdot 200.6 - 1.5x \cdot 118.7 = 2.00$ г. Тогда $x = 0.091$ моль

По окончании реакции в растворе будут содержаться:

x моль хлорида железа(II) – 11.56 г

$1.5x$ моль хлорида олова (II) – 25,89 г

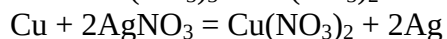
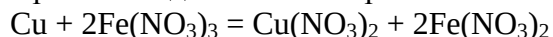
x моль хлорида магния – 8,65 г

2 вариант

В раствор, содержащий равное число молей нитратов железа(III), серебра и цинка, опустили медную пластинку массой 10,00 г. После окончания реакции ее масса изменилась на 1,52 г. Определите массы всех солей в полученном растворе.

Решение:

При взаимодействии материала пластинки с солями в растворе будут протекать реакции:



Изменение массы пластинки будет обусловлено растворением меди и выделением на пластинке серебра.

Пусть в растворе содержалось x моль нитрата серебра. Тогда в ходе реакции на пластинке выделилось x моль серебра, а в раствор перешло x моль меди ($0.5x$ при взаимодействии с солью серебра и $0.5x$ при взаимодействии с нитратом железа).

Изменение массы пластинки составляет: $x \cdot 108 - x \cdot 63.5 = 1.52$ г. Тогда $x = 0.034$ моль

По окончании реакции в растворе будут содержаться:

x моль нитрата железа(II) – 6.12 г

x моль нитрата меди (II) – 6.375 г

x моль нитрата цинка – 6.44 г

Задача 4

1 вариант

Укажите, какие из приведенных ниже факторов влияют на скорость взаимодействия железа с водным раствором хлорида меди(II): 1) температура; 2) давление; 3) освещение; 4) концентрация хлорида меди в растворе; 5) степень измельчения железа; 6) концентрация хлорида железа в растворе. Приведите номера правильных ответов, расположив их в порядке убывания. Ответ поясните.

Решение:

Ответ: 5, 4, 1.

При повышении температуры увеличивается число столкновений взаимодействующих частиц, а сами частицы обладают большей энергией (выше вероятность протекания реакции при столкновении)

С повышением концентрации хлорида меди растет вероятность столкновений

С увеличением степени измельчения железа увеличивается площадь соприкосновения двух фаз, растет вероятность столкновений

2 вариант

Равновесие в системе $H_2 + Br_{2(г)} \rightleftharpoons 2HBr_{(г)} + Q$ не смещается под влиянием следующих факторов: 1) температура; 2) давление; 3) освещение; 4) присутствие катализатора; 5) присутствие ингибитора; 6) концентрация паров брома. Приведите номера правильных ответов, расположив их в порядке убывания. Ответ поясните.

Решение:

Ответ: 5, 4, 3, 2.

Катализатор и ингибитор одинаково влияют на скорости прямой и обратной реакции, потому смещения равновесия не происходит.

В ходе указанной реакции не меняется число молей газа, поэтому изменение давления не вызывает смещения равновесия.

Освещение может инициировать протекание реакции (но тогда вещества не находились в состоянии равновесия) и изменить скорость протекания (для прямой и обратной реакции – одинаково).

Задача 5

1 вариант

При гидрировании пропина недостатком водорода над никелевым катализатором получена смесь двух газов с плотностью по воздуху 1,39. Напишите уравнения протекающих реакций. Каков состав полученной смеси в объемных процентах? Рассмотрите все возможные варианты, укажите наиболее вероятный.

Решение:

Средняя молярная масса смеси газов: $29 \cdot 1,39 = 40,31$ г/моль

Водород можно исключить, т.к. он изначально присутствовал в недостатке, а никелевый катализатор достаточно активный.

Варианты состава смеси:

1) Пропин+пропан

$$40x + 44(1-x) = 40,31 \quad x = 0,9225 \quad (x - \text{мольная доля пропина})$$

91,54% пропина, 8,46% пропана по массе или 92,25% и 7,75% по объему

2) Пропин+пропен

$$40x + 42(1-x) = 40,31 \quad x = 0,845$$

83,85% пропина, 16,15% пропена по массе или 84,5 и 15,5% по объему, соответственно

Очевидно, что при таком большом избытке пропина вероятность последующего гидрирования пропина пренебрежимо мала, т.е. ответ – вариант 2

2 вариант

При гидрировании этина недостатком водорода над палладиевым катализатором получена смесь двух газов с плотностью по воздуху 0,90. Напишите уравнения протекающих реакций. Каков состав полученной смеси в объемных процентах? Рассмотрите все возможные варианты, укажите наиболее вероятный.

Решение:

Средняя молярная масса смеси газов: $29 \cdot 0,9 = 26,1$ г/моль

Водород можно исключить, т.к. он изначально присутствовал в недостатке, а палладиевый катализатор достаточно активный.

Варианты состава смеси:

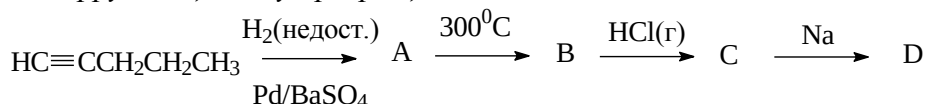
- 1) Ацетилен+этан
 $26x + 30(1-x) = 26,1$ $x = 0,975$ (x – мольная доля ацетилена)
97,13% ацетилена, 2,87% этана по массе
Или 97,5% и 2,5% по объему, соответственно
- 2) Ацетилен+этилен
 $26x + 28(1-x) = 26,1$ $x = 0,95$
94,64% ацетилена, 5,36% этилена по массе
Или 95,00% и 5,00% по объему, соответственно

Очевидно, что при таком большом избытке ацетилена вероятность последующего гидрирования этилена пренебрежимо мала, т.е. ответ – вариант 2.

Задача 6

1 вариант

Расшифруйте цепочку превращений:



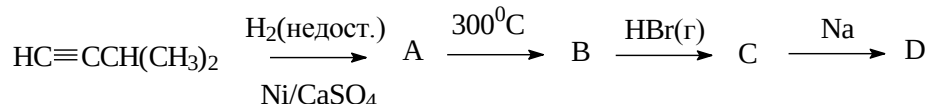
Составьте названия всех приведенных в задании органических соединений по номенклатуре IUPAC.

Решение:

A – пентен-1 (отравленный катализатор); B – пентен-2 (изомеризация в более устойчивый алкен); C – 3-хлорпентан (правило Марковникова). D – 3,4-диэтилгексан (реакция Вюрца).

2 вариант

Расшифруйте цепочку превращений



Составьте названия всех приведенных в задании органических соединений по номенклатуре IUPAC.

Решение:

A – 3-метилбутен-1 (отравленный катализатор); B – 2-метилбутен-2 (изомеризация в более устойчивый алкен); C – 2-бром-2-метилбутан (правило Марковникова); D – 3,3,4,4-тетрамethylгексан (реакция Вюрца).

11 класс

Задача 1

1 вариант

Установите соответствие между названием соли и реакцией среды ее водного раствора:

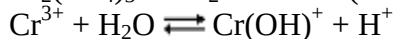
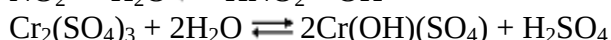
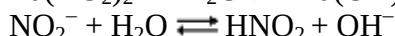
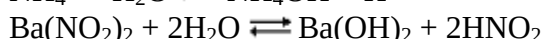
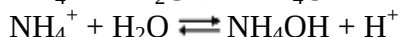
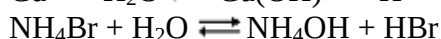
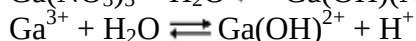
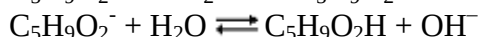
Соль:	Реакция среды
1) валерат рубидия	А) кислая
2) нитрат галлия	В) нейтральная
3) бромид аммония	С) щелочная
4) нитрит бария	
5) сульфат хрома (III)	

1	2	3	4	5

Ответ подтвердите уравнениями реакций.

Решение:

1	2	3	4	5
С	А	А	С	А



2 вариант

Установите соответствие между названием соли и реакцией среды ее водного раствора:

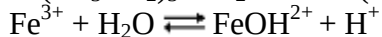
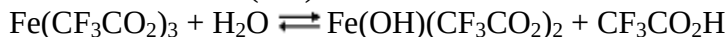
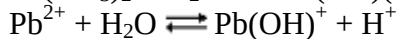
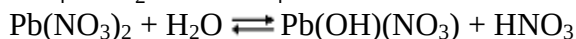
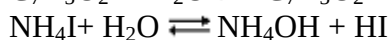
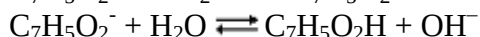
Соль:	Реакция среды
1) бензоат цезия	А) кислая
2) иодид аммония	В) нейтральная
3) нитрат свинца	С) щелочная
4) трифторацетат железа(III)	
5) фторид натрия	

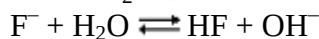
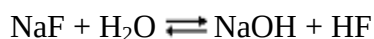
1	2	3	4	5

Ответ подтвердите уравнениями реакций.

Решение:

1	2	3	4	5
С	А	А	А	С





Задача 2

1 вариант

Для определения количественного состава смеси тригидрата нитрата меди и гексагидрата нитрата железа(II) навеску смеси прокалили при 800 °С. Масса твердого остатка составила 30% от массы исходной смеси. Определите массовые доли компонентов в исходной смеси.

Решение:



Пусть был взят один моль смеси, в котором содержалось x моль тригидрата нитрата меди.

Тогда масса исходной смеси составляла:

$$m_1 = x \cdot 241.5 + (1 - x) \cdot 288$$

По окончании реакции масса твердого остатка составит:

$$m_2 = x \cdot 79.5 + (1 - x)/2 \cdot 160$$

По условию задачи $m_2/m_1 = 0.3$

$$(x \cdot 79.5 + (1 - x)/2 \cdot 160) / (x \cdot 241.5 + (1 - x) \cdot 288) = 0.3$$

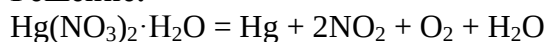
$$x = 0.476$$

В 1 моль исходной смеси содержится 0.476 моль тригидрата нитрата меди (114.954 г) и 0.524 моль гексагидрата нитрата железа (150.912 г). Массовые доли компонентов составляют 43.2% и 56.8%, соответственно.

2 вариант

Для определения количественного состава смеси моногидрата нитрата ртути(II) и гексагидрата нитрата железа(II) навеску смеси прокалили при 800 °С. Масса твердого остатка составила 20% от массы исходной смеси. Определите массовые доли компонентов в исходной смеси.

Решение:



Пусть был взят один моль смеси, в котором содержалось x моль моногидрата нитрата ртути

Тогда масса исходной смеси составляла:

$$m_1 = x \cdot 342.6 + (1 - x) \cdot 288$$

По окончании реакции масса твердого остатка составит:

$$m_2 = (1 - x)/2 \cdot 160$$

По условию задачи $m_2/m_1 = 0.2$

$$(1 - x)/2 \cdot 160 / (x \cdot 342.6 + (1 - x) \cdot 288) = 0.2$$

$$x = 0.246$$

В 1 моль исходной смеси содержится 0.246 моль моногидрата нитрата ртути (84.28 г) и 0.754 моль гексагидрата нитрата железа (217.15 г). Массовые доли компонентов составляют 27.96% и 72.04%, соответственно.

Задача 3

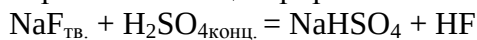
1 вариант

Как выделить в чистом виде компоненты из следующей смеси: фтороводород, азот, оксид азота(IV), углекислый газ, водород? В случае использования химических реакций приведите их уравнения.

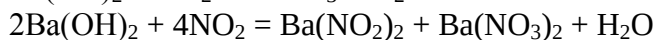
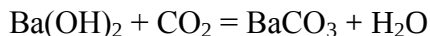
Решение:

Один из вариантов решения:

Пропустим исходную смесь через 10% раствор серной кислоты. Хорошо растворимый в воде фтороводород перейдет в раствор, остальные газы останутся непоглощенными. Полученный раствор далее можно нейтрализовать гидроксидом натрия, выпарить, а твердую соль обработать концентрированной серной кислотой:



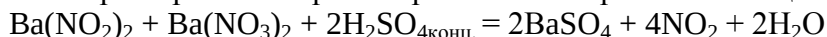
Оставшиеся газы пропустим через баритовую воду. При этом будут поглощены углекислый газ и оксид азота:



Выпавший осадок карбоната бария можно разложить нагреванием:



Раствор нитрата и нитрита бария можно обработать концентрированной серной кислотой:



Оставшуюся смесь азота и водорода можно разделить физическим методом – сжижением (первым в жидкость перейдет азот), диффузией через стекло (водород диффундирует) и т.п.

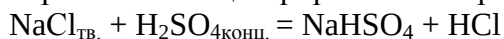
2 вариант

Как выделить в чистом виде компоненты из следующей смеси: угарный газ, водород, хлороводород, сернистый газ, метан? В случае использования химических реакций приведите их уравнения.

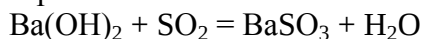
Решение:

Один из вариантов решения:

Пропустим исходную смесь через 10% раствор серной кислоты. Хорошо растворимый в воде хлороводород перейдет в раствор, остальные газы останутся непоглощенными. Полученный раствор далее можно нейтрализовать гидроксидом натрия, выпарить, а твердую соль обработать концентрированной серной кислотой:



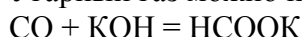
Оставшиеся газы пропустим через холодную баритовую воду. При этом будут поглощены сернистый газ:



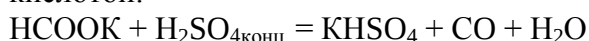
Выпавший осадок сульфита бария можно разложить нагреванием:



Угарный газ можно поглотить пропусканием под давлением через горячий раствор щелочи:



Далее раствор следует выпарить, а сухой остаток обработать концентрированной серной кислотой:



Оставшуюся смесь метана и водорода можно разделить физическим методом – сжижением (первым в жидкость перейдет метан), диффузией через стекло (водород диффундирует) и т.п.

Задача 4**1 вариант**

Активированный уголь, обладающий способностью сорбировать различные вещества, можно успешно использовать при устранении последствий некрупных техногенных аварий, приводящих к разливу нефтепродуктов.

Для определения сорбционных свойств образца активированного угля навеску массой 50 мг залили 100 г эмульсии, содержащей 100 мг н-гексана в воде. Смесь перемешивали в течение часа, затем отфильтровали. К фильтрату прибавили микроколичества поверхностно-активного вещества и проанализировали на автоматическом анализаторе органического углерода. Раствор показал содержание углерода – 123 мг/кг.

Рассчитайте полную сорбционную емкость образца активированного угля по нефтепродуктам (мг/г). Рассчитайте константу равновесия распределения н-гексана между водой и активированным углем. Для чего перед определением содержания углерода в фильтрате необходимо добавлять ПАВ?

Решение:

Остаточная масса н-гексана в растворе: $0,123 \text{ г} / (12 \text{ г/моль} \cdot 6) \cdot (12 \text{ г/моль} \cdot 6 + 1 \text{ г/моль} \cdot 14) \cdot 0,1 = 0,0147 \text{ г}$

Сорбционная емкость: $(100 - 14,7) / 0,05 = 706 \text{ мг/г}$

ПАВ необходимо добавлять для получения раствора из водной эмульсии (её стабилизации).

2 вариант

Активированный уголь, обладающий способностью сорбировать различные вещества, можно успешно использовать при устранении последствий некрупных техногенных аварий, приводящих к разливу нефтепродуктов.

Для определения сорбционных свойств образца активированного угля навеску массой 40 мг залили 100 г эмульсии, содержащей 100 мг н-гептана в воде. Смесь перемешивали в течение часа, затем отфильтровали. К фильтрату прибавили микроколичества поверхностно-активного вещества и проанализировали на автоматическом анализаторе органического углерода. Раствор показал содержание углерода – 203 мг/кг.

Рассчитайте полную сорбционную емкость образца активированного угля по нефтепродуктам (мг/г). Для чего перед определением содержания углерода в фильтрате необходимо добавлять ПАВ?

Решение:

Остаточная масса н-гептана в растворе: $0,203 \text{ г} / (12 \text{ г/моль} \cdot 7) \cdot (12 \text{ г/моль} \cdot 7 + 1 \text{ г/моль} \cdot 16) \cdot 0,1 = 0,0242 \text{ г}$

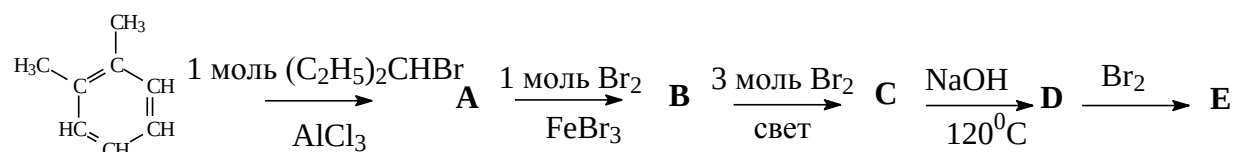
Сорбционная емкость: $(100 - 24,2) / 0,04 = 1895 \text{ мг/г}$

ПАВ необходимо добавлять для получения раствора из водной эмульсии (её стабилизации).

Задача 5

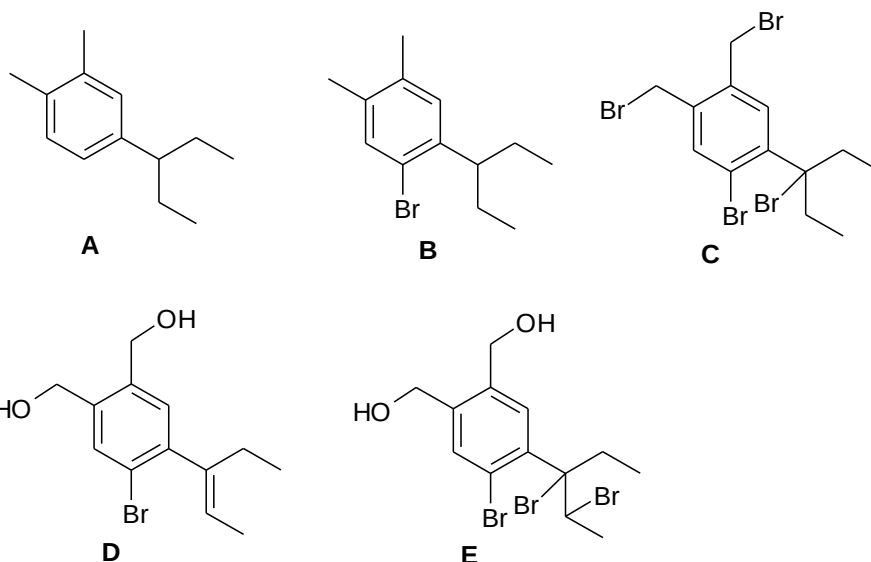
1 вариант

Расшифруйте схему превращений. Вещества А-Е – основные продукты реакций.



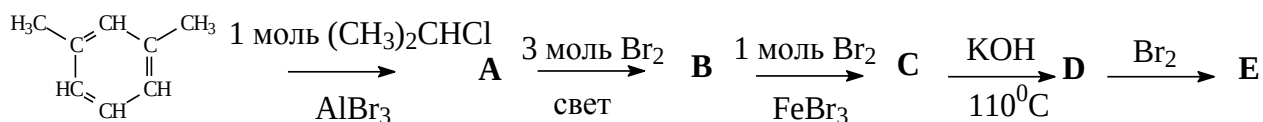
Решение:

Основными определяющими факторами выбора того или иного продукта при замещении являлись: типы заместителей (ориентация) и их размеры (стерический фактор). Возможны альтернативные варианты решения при наличии строгого обоснования.



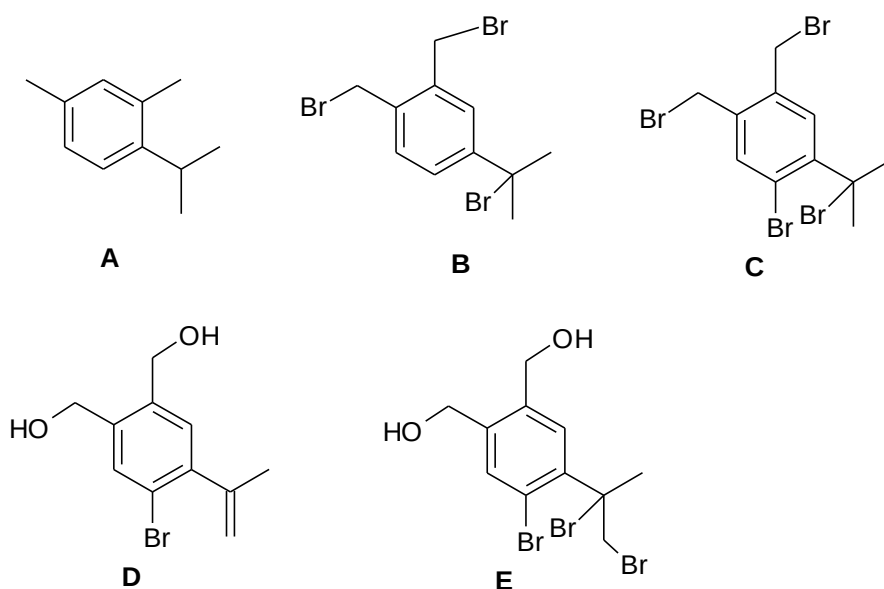
2 вариант

Расшифруйте схему превращений. Вещества А-Е – основные продукты реакций.



Решение:

Основными определяющими факторами выбора того или иного продукта при замещении являлись: типы заместителей (ориентация) и их размеры (стерический фактор). Возможны альтернативные варианты решения при наличии строгого обоснования.



Задача 6

1 вариант

При сжигании 1,00 г некоего пластика в атмосфере кислорода и последующего пропускания продуктов через 1,0 л 0,05 М гидроксида бария получено 6,31 г осадка. На полную нейтрализацию раствора, оставшегося после отфильтровывания осадка, понадобилось 20 мл 0,1 М HCl. Установите брутто-формулу полимера. Предположите его название, нарисуйте структуру.

Решение:

Число моль осадка BaCO_3 : $6,31/(137,3+12+16*3)=0,032$ моль

Дополнительный расход OH^- -групп: $1*0,05-0,032-(0,02*0,1)=0,016$ моль

Молярная масса звена полимера: $1/0,032*n=31,25n$ г/моль, где n-число атомов углерода в звене полимера. Дополнительная щелочь может расходоваться, например, на продукты горения органической серы и/или галогенов.

При $n=2$ молярная масса равна 62,5 г/моль, что соответствует звену поливинилхлорида (полихлорэтена),

$-\text{CH}_2\text{CHCl}-+2,5\text{O}_2=2\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}+\text{HCl}$, число моль хлороводорода (0,016) также совпадает.

2 вариант

При сжигании 2,00 г некоего пластика в атмосфере кислорода и последующего пропускания продуктов в 2 л 0,025 М раствора гидроксида бария получено 4,06 г осадка. На полную нейтрализацию раствора, оставшегося после отфильтровывания осадка, понадобилось 88 мл 0,1 М HCl . Установите брутто-формулу полимера. Предположите его название, нарисуйте структуру.

Решение:

Число моль осадка BaCO_3 : $4,06/(137,3+12+16*3)=0,0206$ моль

Дополнительный расход OH^- -групп: $2*0,025-0,0206-(0,088*0,1)=0,0206$ моль

Молярная масса звена полимера: $2/0,0206*n=97n$ г/моль, где n-число атомов углерода в звене полимера. Дополнительная щелочь может расходоваться, например, на продукты горения органической серы и/или галогенов.

При $n=1$ молярная масса равна 97 г/моль, что соответствует звену $-\text{C}(\text{Cl})\text{SiH}_2\text{F}-$ (96,61 г/моль), поли-1,2-дифторсилил-1,2-дихлорэтен.

$2-\text{C}_2(\text{SiH}_2\text{F})_2\text{Cl}_2 + \text{O}_2 = \text{SiF}_4 + \text{SiO}_2 + 4\text{HCl} + 4\text{CO}_2$

Возможны другие варианты решения, не противоречащие условию задачи.

Вариант 2: При сжигании 1,00 г некоего пластика в атмосфере кислорода и последующего пропускания продуктов в 2 л 0,025 М раствора гидроксида бария получено 4,06 г осадка. На полную нейтрализацию раствора, оставшегося после отфильтровывания осадка, понадобилось 88 мл 0,1 М HCl . Установите брутто-формулу полимера. Предположите его название, нарисуйте структуру.

Число моль осадка BaCO_3 : $4,06/(137,3+12+16*3)=0,0206$ моль

Дополнительный расход OH^- -групп: $2*0,025-0,0206-(0,088*0,1)=0,0206$ моль

Молярная масса звена полимера: $1/0,0206*n=48,54n$ г/моль, где n-число атомов углерода в звене полимера. Дополнительная щелочь может расходоваться, например, на продукты горения органической серы и/или галогенов.

При $n=2$ молярная масса равна 97 г/моль, что соответствует звену полидихлорэтилена (поли-1,1-дихлорэтена или поли-1,2-дихлорэтена).

$-\text{CH}_2\text{CCl}_2-+2\text{O}_2=2\text{CO}_2+2\text{HCl}$, число моль хлороводорода также совпадает.

ЗАДАНИЯ и РЕШЕНИЯ

теоретического тура заключительного этапа

Санкт-Петербургской олимпиады школьников по ХИМИИ 2012 г

9 класс

Задача 1.

Раствор, содержащий 5,55 г гидроксида кальция, поглотил 3,96 г углекислого газа. Какая масса осадка образовалась при этом?

Решение.



74 г/моль 100 г/моль



Число молей гидроксида кальция: $5,55 : 74 = 0,075$ (моль).

Число молей углекислого газа $3,96 : 44 = 0,09$ (моль); (углекислый газ в избытке).

Максимально возможная масса осадка: $0,075 \cdot 100 = 7,5$ (г); (см. уравнение 1).

В избытке углекислого газа часть осадка растворится (см. уравнение 2).

Избыток углекислого газа: $0,09 - 0,075 = 0,015$ (моль)

Масса растворившегося осадка: $0,015 \cdot 100 = 1,5$ (г).

Масса выпавшего осадка: $7,5 - 1,5 = 6$ (г).

Задача 2.

Какие способы промышленного производства соляной кислоты Вы знаете? Напишите уравнения соответствующих реакций. Какие загрязнения атмосферы и сточных вод могут иметь место при производстве соляной кислоты? Предложите способы, которые можно применять для предотвращения выброса загрязнений в окружающую среду?

Решение

Соляную кислоту получают растворением хлороводорода в воде. Однако, в зависимости от способа получения хлороводорода, различают два основных способа производства соляной кислоты:

А) сульфатный: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц}) = 2\text{HCl}\uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

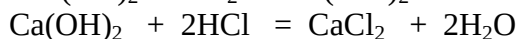
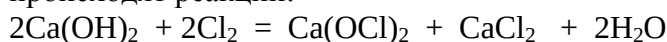
Б) синтетический: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}\uparrow$

При производстве соляной кислоты могут быть выбросы газообразного хлора и хлороводорода (загрязнение атмосферы), соляной кислоты (загрязнение гидросферы).

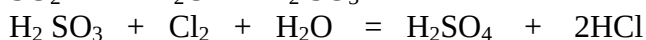
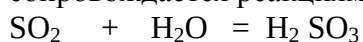
Самым нежелательным выбросом является хлор.

Для очистки газов от хлора и его соединений в промышленности обычно применяют два способа:

1. Известковый способ, основанный на поглощении хлора и хлороводорода суспензией гидроксида кальция, которая наносится на пористые материалы (абсорбенты). При этом происходят реакции:



2. Сернистокислотный способ, заключающийся в добавлении к очищаемым газам сернистого газа с последующим пропусканием смеси через камеры, орошаемые водой. Очистка сопровождается реакциями:



Задача 3.

В таблице представлена зависимость степени превращения при окислении NO кислородом в газовой смеси, приготовленной смешением равных объемов газов, от температуры:

Температура, °C	230	300	500	670
Степень превращения, %	95	80	19	5

А) Определите, экзо- или эндотермическим является процесс окисления NO? Ответ поясните.

Б) Вычислите состав газовой смеси в процентах по объему при 300°С.

В) Рассчитайте значение $K_{\text{равн.}}$ при этой температуре.

Решение.

Уравнение реакции: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2 + Q$

Эта обратимая реакция является экзотермической, т.к. из таблицы видно закономерное уменьшение степени превращения NO в NO₂ с увеличением температуры.

Пусть исходная концентрация NO и O₂ — x моль/л (по условию равные объемы)

При 300°С установится равновесие и в смеси будет находиться:

0,8 x моль NO₂, 0,2 x моль NO и 0,6 x моль O₂.

Общий объем уменьшится на 0,2 V^0 и будет равен:

$$0,8 V^0(\text{NO}_2) + 0,2 V^0(\text{NO}) + 0,6 V^0(\text{O}_2) = 1,6 V^0$$

Отсюда находим процентный состав газовой смеси по объему:

NO₂ = 50%, NO = 12,5%, O₂ = 37,5%.

$$K_{\text{равн.}} = \frac{C^2(\text{NO}_2)}{C^2(\text{NO}) \cdot C(\text{O}_2)} \quad (1)$$

При постоянном давлении концентрация газов будет:

$C(\text{NO}_2) = C_0$; $C(\text{NO}) = 0,25 C_0$; $C(\text{O}_2) = 0,75 C_0$.

Подставляя концентрации в формулу (1), находим $K_{\text{равн.}}$:

$$C_0 / (0,25 C_0)^2 \cdot (0,75 C_0) = 21,34 / C_0$$

Задача 4.

Два вещества X и Y имеют одинаковые массовые доли водорода (5,88%) и молярные массы. Вещество X при обычных условиях жидкость, из него в лаборатории можно получить кислород и обычно оно продается в аптеках в виде 3%-ного раствора. Вещество Y при обычных условиях представляет собой газ с неприятным запахом.

А) Определите вещества X и Y.

Б) Как называется 30%-ный раствор вещества X?

В) Напишите уравнения реакции веществ X и Y между собой.

Г) Напишите уравнение реакций веществ X и Y с водным раствором нитрата свинца (по отдельности).

Д) Напишите уравнения реакций веществ X и Y с каждым из веществ, полученных в реакциях с нитратом свинца.

Решение.

А) По массовой доле водорода находим массу фрагментов веществ X и Y, приходящуюся на один атом водорода: $1 : 0,0588 = 17$. Поскольку из вещества X можно получить кислород, то молекула вещества X должна содержать еще и элемент кислород. Так как соединения HO не существует, то при удвоении формулы получается H₂O₂. Из этого вещества в лаборатории действительно можно получить кислород. Молярная масса этого вещества — 34 г/моль. Такую же молярную массу имеет газ с неприятным запахом — H₂S (сероводород). Значит вещества X — H₂O₂, а Y — H₂S.

Б) 30%-ный раствор пероксида водорода называется пергидроль.

В) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{S} + \text{H}_2\text{O}$

Г) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{HNO}_3$

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{PbO}_2 \downarrow + 2\text{HNO}_3$

Д) $\text{PbS} + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{PbSO}_4 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$

$\text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = \text{PbS} \downarrow + \text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

$2\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} = \text{S} \downarrow + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

HNO_3 (конц.) + H_2O_2 (конц.) = H_2O + HNO_4 – пероксоазотная кислота (в чистом виде не выделена, но существует в таких растворах в равновесии с азотной кислотой).

Задача 5.

При прокаливании бесцветного природного минерала каинита его масса уменьшается, а выделяющийся продукт полностью поглощается концентрированной серной кислотой. Проба минерала окрашивает пламя в фиолетовый цвет. Обработка минерала концентрированной серной кислотой приводит к выделению газа, хорошо растворимого в воде и не вызывающего помутнения известковой воды. Минерал полностью растворяется в воде, образуя бесцветный раствор. При действии на раствор минерала раствором хлорида бария и нитрата серебра выпадают белые осадки, нерастворимые в кислотах, а при действии избытка раствора щелочи выпадает белый осадок, растворимый в кислотах. Напишите формулу минерала каинита и уравнения всех указанных в условии задачи реакций.

Решение.

Формула минерала: $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Прокаливание минерала: $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} = \text{KCl} + \text{MgSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

$2\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц}) = 2\text{MgSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

$\text{MgSO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{MgCl}_2$

$\text{KCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} \downarrow + \text{KNO}_3$

$\text{MgSO}_4 + 2\text{KOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$

Задача 6.

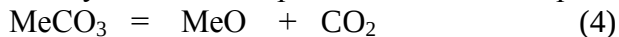
В двух одинаковых замкнутых сосудах, заполненных соответственно кислородом и азотом, прокалили по 14,26 г карбоната двухвалентного металла. После окончания реакции и проведения содержимого сосудов к первоначальным условиям оказалось, что давление в обоих сосудах увеличилось. Отношение изменения давлений в первом и втором сосудах равно 0,833. Масса твердого остатка в первом сосуде равна 9,62 г. Определите, карбонат какого металла подвергли прокаливанию?

Решение.

Так как давление в сосудах изменилось по-разному, то в кислороде идет окисление оксида металла наряду с разложением карбоната: При этом возможны следующие реакции:



В сосуде с азотом происходит только термическое разложение карбоната;



При разложении одного моля карбоната (уравнения 1-4) объем газа меняется соответственно на 0,75; 0,833; 0,5 и 1 моль. Таким образом, условиям задачи отвечают уравнения 2 и 4.

Обозначим относительную атомную массу металла – А. Тогда по уравнению реакции 2 имеем пропорцию:

14,26 г MeCO_3 соответствуют 9,62 г Me_3O_4

$6 \cdot (A + 60) \ll \ll 2 \cdot (3A + 64) \ll$

Решая эту пропорцию получаем $A = 58,83$. Это кобальт (CoCO_3).

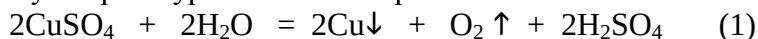
Задача 7.

Водный раствор сульфата меди (II) объемом 100 мл и с концентрацией 0,25 моль/л подвергали электролизу в течение 45 минут током силой 2,68 А, поддерживая объем этого раствора

постоянным. Вычислите массу твердых и общий объем газообразных продуктов электролиза (приведенных к н.у.), а также концентрацию раствора (моль/л) после электролиза.

Решение.

Суммарное уравнение электролиза:



Согласно следствию из закона Фарадея при прохождении через раствор электролита количества электричества в 26,8 А-час на электродах выделяется 1 моль эквивалентов любого вещества. Отсюда число моль эквивалентов разложившегося при электролизе вещества должно быть равно: $(2,68 \cdot 0,75) : 26,8 = 0,075$ (моль экв).

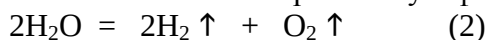
По условию в 100 мл раствора содержалось 0,025 моль CuSO_4 или 0,05 моль экв.

Значит весь сульфат меди разложился при электролизе и вся медь выделилась на катоде.

Масса выделившейся меди равна: $0,05 \cdot 32 = 1,6$ (г). (или $0,025 \cdot 64 = 1,6$)

По массе выделившейся меди (см. уравнение 1) можно найти объем выделившегося кислорода: $(1,6 : 128) \cdot 22,4 = 0,28$ (л).

После полного электролиза сульфата меди происходило разложение воды:



При этом на аноде продолжал выделяться кислород, а на катоде начал выделяться водород.

Число моль экв. разложившейся воды равно: $0,075 - 0,05 = 0,025$ (моль экв.).

По уравнению 2 находим число моль экв. водорода: 0,025 моль экв. Эта величина соответствует 0,0125 моль H_2 . Отсюда объем выделившегося водорода на катоде равен: $0,0125 \cdot 22,4 = 0,28$ (л). Кислорода при электролизе воды (см. уравнение 2) выделится в два раза меньше: 0,14 л. Объем кислорода по уравнению 1 равен: $(1,6 \cdot 22,4) : 128 = 0,28$ (л).

Общий объем выделившегося на аноде кислорода равен: $0,28 + 0,14 = 0,42$ (л).

Таким образом, суммарный объем газообразных продуктов электролиза равен: $0,42 + 0,28 = 0,70$ (л).

После полного электролиза в растворе осталась только серная кислота. Ее концентрация (см. уравнение 1) равна исходной концентрации сульфата меди, т.е. – 0,25 моль/л.

10 класс

Задача 1.

Химик установил молярные массы и состав ряда бинарных газообразных соединений элемента X с кислородом, водородом, азотом и бором. По небрежности он записал результаты анализа на отдельных листках бумаги и не указал, что к чему относится. Найденные молярные массы составляли 20, 54, 68 и 71 г/моль. Анализ состава соединений дал следующие результаты: 29,6% O, 19,6% N, 16,1% B и 5,0% H. Тем не менее, экспериментатор легко вышел из положения. Покажите, как он мог это сделать. Чтобы убедиться, что из подобного положения всегда можно найти выход, исследователь умышленно не указал в последующих опытах с бинарными соединениями элемента Y с кислородом, водородом, азотом и фтором, к каким веществам относятся следующие данные: молярные массы 52, 58, 68, 138 г/моль, содержание элемента Y 82,8%, 52,9%, 46,1%, 17,5%. Как он смог расшифровать эти данные? (Содержание элементов приведено в массовых процентах).

Решение.

1. Логично предположить, что самым легким из этих соединений будет соединение с водородом. Из них молекулярную массу 20 имеет фтороводород – HF. Тогда элемент X – F.
2. Определим формулы остальных соединений AF_n .
 $n \cdot 19 = 29,6\%$
 $M(\text{A}) = 70,4\%$. Тогда A – кислород, $n = 2$. Соединение с кислородом – OF_2 ($M = 54$).
Аналогично определяем формулы остальных веществ: BF_3 ($M = 68$), NF_3 ($M = 71$).

3. Рассмотрим, в каком случае данная массовая доля от молекулярной массы вещества однозначно указывает на элемент. $53,9\% \cdot 52 = 28 - Y_x N_2$. Отсюда Y – углерод.
Соединение – $(CN)_2$
4. $47,1\% \cdot 68 = 32 - C_x O_2$. Следовательно, это соединение $C_3 O_2$ ($M = 68$).
5. Рассмотрим два оставшихся случая. $58 \cdot (100 - 17,5\%) = 47,85$, что соответствует формуле соединения $C_4 H_{10}$.
6. Тогда для фторида $138 \cdot 82,5\% = 113,85$, следовательно, формула вещества $C_2 F_6$.

Задача 2.

Вещество **A**, содержащее 6,2% воды, широко используется в строительстве и медицине в качестве вяжущего материала. При этом в процессе использования соединение **A** при смешении с водой превращается в вещество **Б**, содержащее 20,9% воды, которое является основой известного минерала. При прокаливании при 110-170 °С **Б** превращается обратно в **A**. При нагревании выше 220 °С вещество **A** превращается в соединение **В**, которое также используется для строительных и других целей, но реже, поскольку механические свойства материала **Б**, полученного из **В**, значительно уступают свойствам материала **Б**, полученного из **A**. При прокаливании выше 450 °С вещество **В** превращается в полиморфную модификацию **В'**, которая не твердеет при смешении с водой. Прокаливанием **В** при температуре выше 1000 °С получают вещество **Г**, которое вновь схватывается и твердеет при смешении с водой.

А) Определите вещества **A** – **Г**

Б) то такое полиморфная модификация? Приведите три известных Вам примера полиморфизма.

В) Приведите известные Вам тривиальные названия вещества **В'**, не твердеющего в присутствии воды.

Г) В чем причина того, что полиморф **В'**, в отличие от **В**, не взаимодействует с водой? Ответ обоснуйте.

Д) При смешивании вещества **A** с водой процесс затвердевания происходит довольно быстро, что создаёт известные трудности при его использовании. Предложите и обоснуйте два способа (химических или физических) замедления этого процесса.

Решение.

1) Условие задачи однозначно указывает на химию сульфата кальция.

A – алебастр, $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$.

Б – $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, гипс

В – α - $CaSO_4$

В' – β - $CaSO_4$ – Жженный, мёртвый гипс

Г – $xCaSO_4 \cdot yCaO$

2) Полиморфизм – способность некоторых веществ существовать в состояниях с различной кристаллической структурой. Полиморфные модификации – структурные разновидности одного и того же вещества. Например, кварц – тридимит – кристобалит (SiO_2), α -ромбическая, β -моноклинная и γ -моноклинная сера (S_8), α - Al_2O_3 и γ - Al_2O_3 и так далее.

3) Крайне медленное взаимодействие полиморфа **В'** с водой обусловлено высокой прочностью его кристаллической решетки.

4) Возможные варианты:

- Добавление кислоты (например, уксусной – используется на практике) – приводит к повышению «связанности» воды в растворе;
- Снижение температуры (кинетический эффект)

Задача 3.

При масс-спектрометрическом исследовании процессов, протекающих при испарении некоторых фосфатов в различных условиях, получены данные, представленные ниже в таблице:

Относительные интенсивности пиков фосфорсодержащих ионов, %%

Состав исходной твердой фазы	M/e					
	102	86	47	63	62	284
$\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$	3.7	100	—	—	—	—
$\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9 + \text{Fe}$	2.6	100	18.1	0.9	—	—
$\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9 + \text{Al}$	—	100	1.4	—	79.1	—
$\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$	—	—	100	9.4	0.7	4.8
$\text{Ca}(\text{PO}_3)_2 + \text{Fe}$	—	—	100	8.2	11.1	—
$\text{Ca}(\text{PO}_3)_2 + \text{Al}$	—	—	100	6.1	20.0	—
$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$	—	—	100	6.8	0.5	—
$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{Fe}$	—	—	100	2.3	3.8	—
$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{Al}$	—	—	100	0.6	18.3	—

Объясните результаты эксперимента и предложите схему равновесий, наблюдающихся при испарении фосфатов.

Для справки: метод масс-спектрометрии основан на определении отношения масса/заряд для катионов, образующихся при ионизации электронным ударом частиц, образующихся при испарении вещества, находящегося в камере масс-спектрометра. При этом в основном образуются однозарядные ионы. Шкала калибруется в единицах M/e (M – относительная молекулярная масса, e – элементарный электрический заряд в Стонеях).

Решение

Выполним отнесение пиков в масс-спектре. Наиболее вероятным представляется следующее:

47 – PO^+

62 – P_2^+

63 – PO_2^+

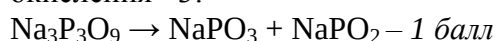
86 – NaPO_2^+

102 – NaPO_3^+

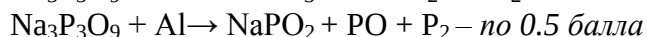
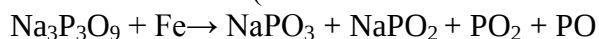
284 – $\text{P}_4\text{O}_{10}^+$

Разбалловка: по 1 баллу за отнесение каждого пика. Итого 6 баллов.

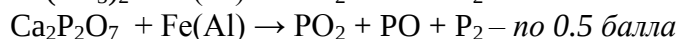
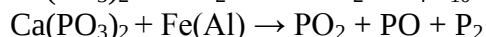
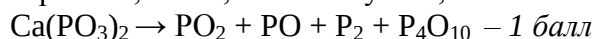
Таким образом, при испарении триметафосфата натрия происходит его диссоциация в газовой фазе до монометафосфата и (в большей степени) восстановление фосфора до степени окисления +3:



В присутствии восстановителей (алюминия, железа) восстановление идет дальше до степеней окисления +2 и 0 (с более сильным восстановителем – алюминием):



Метафосфат кальция переходит в газовую фазу с разложением до оксида и с последующим восстановлением. В случае пиррофосфата кальция разложение оксида фосфора(V) происходит, вероятно, легче, поскольку пик, соответствующий данному оксиду, не наблюдается.



Алюминий в обоих случаях проявляет более сильные восстановительные свойства, чем железо.

Задача 4

Многие неорганические и органические жидкости относятся к классу протонных растворителей. Самый известный растворитель из этой группы – H_2O . Протонные

растворители объединяет способность к образованию водородных связей; в их молекулах содержится «кислые» водороды. Все эти растворители подвержены автопротолизу (для воды уравнение соответствующего процесса имеет вид $-2\text{H}_2\text{O}_{(aq.)} \leftrightarrow \text{OH}^-_{(aq.)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq.)}$, при этом $\text{OH}^-_{(aq.)}$ в водных растворах являются носителями основных, а $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq.)}$ – кислотных свойств).

А) Напишите уравнения автопротолиза для жидких NH_3 , HF , HClO_4 .

Б) Напишите уравнения процессов, протекающих при растворении в каждом из этих растворителей следующих веществ: ледяная уксусная кислота, каустическая сода, сильвин, aqua vitae. В качестве кислоты или основания будут выступать эти соединения в каждом из трёх растворителей? Ответ поясните.

Решение.



$\text{CH}_3\text{COOH}_{\text{сольв.}} + \text{NH}_3_{\text{сольв.}} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{\text{сольв.}} + \text{NH}_4^+_{\text{сольв.}}$ – уксусная кислота выступает в роли кислоты

$\text{CH}_3\text{COOH}_{\text{сольв.}} + \text{HF}_{\text{сольв.}} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH}_2^+_{\text{сольв.}} + \text{F}^-_{\text{сольв.}}$ – уксусная кислота выступает в роли основания

$\text{CH}_3\text{COOH}_{\text{сольв.}} + \text{HClO}_{4\text{сольв.}} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH}_2^+_{\text{сольв.}} + \text{ClO}_4^-_{\text{сольв.}}$ – уксусная кислота выступает в роли основания

$\text{NaOH}_{\text{сольв.}} + \text{NH}_3_{\text{сольв.}} \leftrightarrow \text{Na}^+_{\text{сольв.}} + \text{NH}_2^-_{\text{сольв.}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{сольв.}}$ – гидроксид натрия проявляет свойства основания

$\text{NaOH}_{\text{сольв.}} + \text{HF}_{\text{сольв.}} \leftrightarrow \text{Na}^+_{\text{сольв.}} + \text{HF}_2^-_{\text{сольв.}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{сольв.}}$ – гидроксид натрия проявляет свойства основания

$\text{NaOH}_{\text{сольв.}} + \text{HClO}_{4\text{сольв.}} \leftrightarrow \text{Na}^+_{\text{сольв.}} + \text{ClO}_4^-_{\text{сольв.}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{сольв.}}$ – гидроксид натрия проявляет свойства основания

$\text{KCl}_{\text{сольв.}} + \text{NH}_3_{\text{сольв.}} \leftrightarrow \text{K}^+_{\text{сольв.}} + \text{Cl}^-_{\text{сольв.}}$ – хлорид калия не проявляет кислотно-основных свойств

$\text{KCl}_{\text{сольв.}} + \text{HF}_{\text{сольв.}} \leftrightarrow \text{Cl}^-_{\text{сольв.}} + \text{K}^+_{\text{сольв.}}$ – хлорид калия не проявляет кислотно-основных свойств

$\text{KCl}_{\text{сольв.}} + \text{HClO}_{4\text{сольв.}} \leftrightarrow \text{HCl}_{\text{сольв.}} + \text{K}^+_{\text{сольв.}} + \text{ClO}_4^-_{\text{сольв.}}$ – хлорид калия выступает в роли основания.

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{\text{сольв.}} + \text{NH}_3_{\text{сольв.}} \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-_{\text{сольв.}} + \text{NH}_4^+_{\text{сольв.}}$ – спирт выступает в роли кислоты

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{\text{сольв.}} + \text{HF}_{\text{сольв.}} \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_2^+_{\text{сольв.}} + \text{F}^-_{\text{сольв.}}$ – спирт выступает в роли основания

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{\text{сольв.}} + \text{HClO}_{4\text{сольв.}} \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_2^+_{\text{сольв.}} + \text{ClO}_4^-_{\text{сольв.}}$ – спирт выступает в роли основания

Проявление тех или иных свойств определяется тем, концентрация каких ионов, образующихся при автопротолизе растворителя, увеличивается при внесении данного вещества в раствор.

Например, гидроксид натрия взаимодействует с аммиаком с образованием слабого основания NH_4OH – из-за связывания ионов аммония увеличивается концентрация амидных ионов. И так далее.

Задача №5

В промышленности реакцию получения галогенпроизводного X проводят в присутствии катализатора SbCl_5 при температуре 100°C и давлении 30 атм. Для получения $24,20\text{ кг}$ X использовали $11,20\text{ м}^3$ (н.у.) фтороводорода и необходимое количество тетрахлорметана.. Известно, что выход продукта реакции составляет 80% от теоретически возможного.

1) Приведите формулу X и назовите его по систематической номенклатуре.

2) Какие побочные продукты образуются при синтезе X ?

3) Как вещество X использовалось в прошлом веке? Приведите примеры 2 веществ, относящихся к другим классам, но использовавшихся подобным образом.

4) По каким причинам X запрещён к применению в ЕЭС и некоторых других странах? Приведите соответствующие уравнения реакций с пояснениями.

Решение:

1) Пересчитаем данные:

$$m(X)_{\text{(теор.)}} = 24,2 \cdot 100/80 = 30,25 \text{ кг}$$

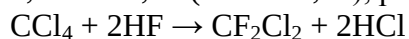
$$v(\text{HF}) = 11,2 \text{ м}^3 / 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль} = 0,5 \text{ кмоль}$$

2) По химическому смыслу в реакции между CCl_4 и HF возможен только обмен атомами галогенов. Поэтому предположим, что в реакцию вступило n моль HF , тогда образуется $\text{CF}_n\text{Cl}_{4-n}$ – n (X):



3) Исходя из выше полученных данных, можно составить уравнение:

$$0,5/n = 30,25/(154 - 16,5n), \text{ решая которое получим } n = 2.$$



X – CCl_2F_2 дифтордихлорметан (хладагент R-12) относится к классу хладонов (фреонов).

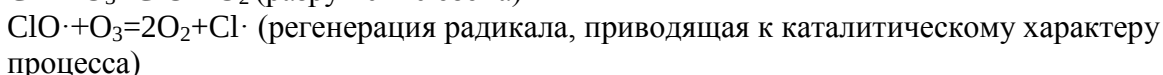
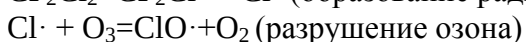
Ответ:

1) Дифтордихлорметан CF_2Cl_2

2) Очевидно, другие галогенпроизводные метана: CFCl_3 , CF_3Cl , CF_4 .

3) В качестве хладагента, (хладон R-12). В качестве хладагентов также применяются, например, жидкий аммиак, изобутан...

4) Из-за разрушения озонового слоя.



Задача 6

Известно, что синтез несимметричных простых эфиров из смеси двух спиртов в условиях кислотного катализа обычно неудобен, так как образуется сложная смесь продуктов. Исключением является реакция между третичными и первичными спиртами.

Так, например, нагревание до 70°C 30 мл 95%-ного (по массе) этанола, 75 мл 15%-ной серной кислоты и 23,3 мл ($d=0,775 \text{ г/мл}$) трет-бутанола (1,1-димилэтанол) приводит к отгонке 26,6 г продукта, кипящего при 64°C . Элементный анализ этой жидкости показал, что массовая доля углерода в ней составляет 66,30%.

1. Почему температура кипения этой жидкости ниже температуры кипения чистого трет-бутилметилового эфира (72°C)? Какие вещества содержатся в отгоняющийся при 64°C жидкости?

2. Как выделить из нее чистый трет-бутилметилловый эфир?

3. Какова массовая доля трет-бутилметилового эфира в этой жидкости?

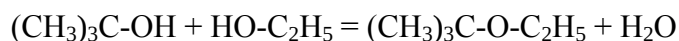
4. Рассчитайте выход трет-бутилметилового эфира по этой методике (в % от теоретического).

5. Почему приведенная методика позволяет получить с высокими выходами несимметричные эфиры только третичных спиртов? Как можно получить несимметричные простые эфиры в общем случае?

6. Почему попытка повысить концентрацию серной кислоты резко снижает выход желаемого продукта?

Решение

Очевидно, что протекает реакция



1. Массовая доля углерода в *трет*-бутилметилом эфире составляет $\frac{6 \cdot 12}{6 \cdot 12 + 14 \cdot 1 + 16} \cdot 100\% = 70,6\%$. Очевидно, что пониженное содержание углерода в продукте

перегонки связано с наличием в нем примеси с малым содержанием углерода. Так как в реакционной смеси присутствует большое количество воды можно предположить, что именно она и является примесью. На это указывает и понижение температуры кипения продукта перегонки по сравнению с температурой кипения чистого *трет*-бутилметилового эфира. Следовательно, перегоняется **азеотропная смесь** *трет*-бутилметилового эфира - вода.

2. Для того, чтобы получить чистый *трет*-бутилметиловый эфир необходимо обработать продукт перегонки подходящим осушителем и вновь перегнать продукт. Для осушки простых эфиров удобно применять следующие осушители: безводные Na_2SO_4 , MgSO_4 , $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$, CaCl_2 , металлический Na.

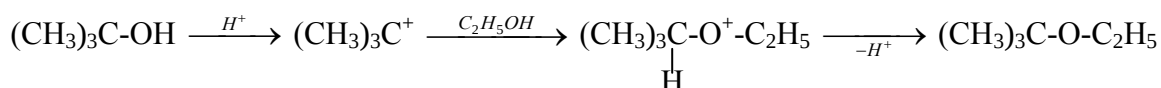
3. Предположим, что в 26,6 г продукта перегонки содержится x г *трет*-бутилметилового эфира и $(26,6 - x)$ г воды. Тогда массовая доля углерода в смеси будет равна

$$\frac{0,706 \cdot x}{26,6} = 0,663$$

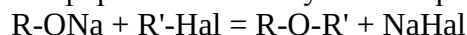
Отсюда: $x = 25,0$ г.

4. Очевидно, что в реакции этанол взят в значительном избытке, поэтому расчет выхода необходимо вести по *трет*-бутанолу. Количество взятого в реакцию *трет*-бутанола равно $dV/M = 0,244$ моль. 25 г образовавшегося *трет*-бутилметилового эфира соответствует 0,245 моль. Таким образом (в пределах ошибки измерений) реакция прошла полностью, т.е. выход продукта составляет 100%.

5. Тот факт, что реакция протекает только с третичными спиртами позволяет предположить, что в качестве промежуточного продукта образуется относительно устойчивый третичный карбокатион:



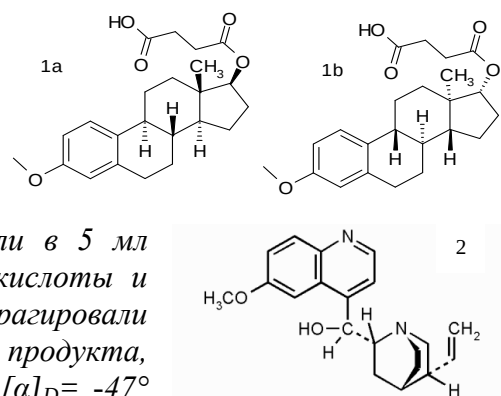
Другие несимметричные простые эфиры обычно получают по реакции Вильямсона:



6. При повышении концентрации серной кислоты происходит дегидратация третичных спиртов. В данном случае образуется изобутилен и выход в реакции резко падает.

Задача 7

К раствору 0,2 г смеси двух изомерных сукцинатов (эфиров янтарной кислоты) 3-метоксиэстрола (рис. 1а, 1b) в 2 мл 92% водного ацетона добавили раствор 0,5 г хинина (рис. 2). Смесь перемешивали при нагревании до растворения осадка, затем охладили и оставили упариваться на воздухе. Выпавший через три дня осадок массой 0,11 г отфильтровывали, высушили и растворили в 5 мл метанола. Затем добавили 1 мл 15% раствора серной кислоты и перемешивали в течение получаса. Продукт экстрагировали хлороформом, растворитель отогнали. Получили 0,03 г продукта, дающего удельное вращение плоскополяризованного света $[\alpha]_D = -47^\circ$ (CHCl_3 , 20°C , 1 дм, 3 мг/мл).



Зная, что как хинин, так и его соли с оптически неактивными веществами вращают плоскость поляризации в положительную сторону, ответьте на следующие вопросы:

1) Какой процесс описан в методике? Напишите схемы проводимых реакций.

2) Какие ещё способы получения (или выделения) оптически активных веществ вы знаете? Приведите не менее 3 различных методов.

3) Зная, что удельное вращение вещества на рис. 1а $[\alpha]_D = +210^\circ$ (CHCl_3 , 20°C , 1 дм, 3 мг/мл), нарисуйте структурную формулу полученного по методике соединения (основного компонента).

4) Рассчитайте выход и оптическую чистоту (%) полученного вещества.

Решение.

1) Учитывая, что изображенные соединения (1) являются диастереомерами и продукт обладает оптической активностью, можно предположить, что речь идет о **дробной кристаллизации оптических антиподов** с асимметрической индукцией.

Схемы реакций (RCOOH – сукцинат, X – хинин):

$\text{RCOOH} + \text{X} = [\text{RCOO}][\text{XH}]^+$ ((-)-изомер выпадает)

$[\text{RCOO}][\text{XH}]^+ + \text{H}^+ = \text{RCOOH} + \text{HX}^+$ (разложение хининовой соли)

2) Например:

Асимметрический синтез (с индукцией оптически активным веществом)

Биологический синтез на генетически-модифицированных культурах (бактериях, грибах...)

Разделение на антиподы при помощи хроматографии с оптически-активной фазой.

3) Т.к. продукт обладает вращением в отрицательную сторону и не содержит хинина (по условию), то ответ – вещество, изображенное на рисунке 1b.

4) Выход по отношению к максимально возможному (половина диастереомерной смеси): $0,03/(0,2/2) = 30\%$

Выход по отношению ко всему сукцинату $0,03/0,2 = 15\%$

Оптическая чистота (х-доля вещества 1b):

$$-210x + 210(1-x) = -47$$

$$-420x + 210 = -47$$

$$x = 0,612 \text{ или } 61,2\%$$

11 класс

Задача 1.

В химии в качестве осушителей применяются такие вещества как оксиды кальция и бария, едкое кали, металлический кальций, безводные сульфаты магния и натрия, фосфорный ангидрид, сульфат меди.

А) Объясните, чем обусловлена способность каждого из этих веществ поглощать воду.

Б) Приведите примеры использования этих осушителей в лабораторной практике.

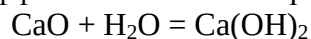
В) Сравните эффективность перечисленных осушителей и укажите границы их применения.

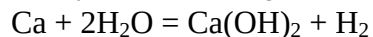
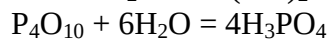
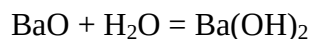
Решение

Способность веществ поглощать воду может быть обусловлена:

А) Их способностью образовывать устойчивые кристаллогидраты. Из данного списка к таким веществам относятся сульфат меди ($\text{CuSO}_4 - \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), сульфат магния ($\text{MgSO}_4 - \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), сульфат натрия ($\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Их эффективность определяется размерами и зарядом катиона – чем меньше размер и больше заряд, тем осушитель эффективнее ($\text{Mg}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Na}^+$).

Б) Способностью вступать в реакции с водой. Такие осушители являются более эффективными. Их в представленном списке четыре:





В) сильной гигроскопичностью (KOH). Это наименее эффективные из указанных осушителей.

Границы применимости катализаторов определяются их химической активностью по отношению к осушаемым веществам.

Осушители-соли – не должны образовывать прочные комплексы с осушаемым веществом. Из данного списка в наибольшей степени данному требованию удовлетворяет сульфат натрия. Ион магния образует комплексы с порфиринами и аналогичными им макроциклами, ион меди – со многими кислород- и, особенно, азотсодержащими соединениями.

Осушители-кислотные оксиды. Непригодны для работы с основаниями и амфотерными веществами (амины, аминокислоты). Кроме того, могут дегидратировать карбоновые кислоты с образованием ангидридов и вызывать гидролиз сложных эфиров.

Осушители-основания и основные оксиды. Непригодны для работы с кислотами и амфотерными соединениями. Приводят к гидролизу сложных эфиров. Катализируют альдольную концентрацию альдегидов.

Осушитель-активный металл. Помимо реакций, характерных для основных оксидов и оснований, взаимодействует также со спиртами, простыми эфирами.

Задача 2

Для определения содержания меди в сплавах часто используют фотометрические методы анализа, например, экстракционно-фотометрическое определение с диэтилдитиокарбаматом свинца. Для проведения эксперимента три навески латуни массой 1,3240; 1,5650 и 1,2870 г растворили по отдельности при нагревании в 5 мл концентрированной серной кислоты, добавили щелочь до pH 1.5 и довели объем раствора в мерной колбе до 100 мл. В отдельные делительные воронки поместили по 2 мл исследуемого раствора, добавили по 50 мл воды, 5 капель соляной кислоты 1:1 и 2 мл раствора диэтилдитиокарбамата свинца в тетрахлориде углерода. Каждую из воронок энергично встряхнули в течение 2 минут, отделили органический слой и быстро фотометрировали его в кювете толщиной 5 мм при длине волны 440 нм. Для каждой из исходных навесок было проделано три параллельных опыта. Результаты приведены ниже:

Масса навески	1.3240 г	1.5650 г	1.2870 г
Оптическая плотность раствора	0.495; 0.496; 0.496	0.584; 0.585; 0.584	0.482; 0.482; 0.484

Для сравнения провели такой же эксперимент с образцом латуни, содержащей 50,00% меди. После аналогичной обработки навески в 1,4240 г оптическая плотность раствора составила 0,434; 0,433; 0,433 для трех параллельных экспериментов.

А) Определите содержание меди в образце латуни в массовых процентах. Какие еще компоненты могут входить в состав данного сплава?

Б) приведите уравнения описанных в задаче реакций;

В) предложите формулу соединения меди с диэтилдитиокарбаматом;

Г) Можно ли для растворения сплава использовать азотную кислоту? Соляную кислоту? Ответ поясните.

Д) Почему перед экстракцией следует понизить кислотность раствора?

Е) как отделить органический слой в условиях опыта после экстракции? Почему фотометрирование следует проводить быстро?

Решение

1) Согласно закону Бугера-Ламберта-Бера оптическая плотность раствора А должна линейно зависеть от концентрации меди:

$A = \varepsilon Cl + A_1$, где ε – коэффициент экстинкции, C – молярная концентрация поглощающего компонента, l – толщина оптического слоя, A_1 – поправка на поглощение других компонентов и другие мешающие факторы.

Для данного эксперимента приведенное выше соотношение можно переписать в виде:

$A = a \cdot m_{\text{нав}} + b$, где m – масса навески, коэффициент a учитывает молярную экстинкцию вещества, разбавление, толщину оптического слоя.

После подстановки полученных данных получаем: $A = 0,365 \cdot m_{\text{нав}} + 0,0125$

В контрольном опыте масса меди составляла $1,4240 \cdot 0,5 = 0,7120$ г. Учитывая, что поглощение раствора определяется именно содержанием меди, можно записать:

$A = a' \cdot m_{\text{Cu}} + b = a' \cdot m_{\text{Cu}} + 0,0125$ **ЗНАЧКИ???**

Для контрольных значений получаем:

$a' \cdot 0,7120 + 0,0125 = 0,4333$

$a' = 0,591$

Тогда для анализируемых образцов справедливо:

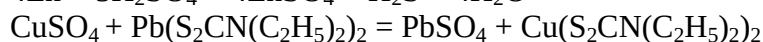
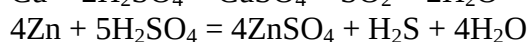
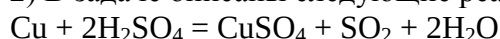
$A = 0,591 \cdot m_{\text{Cu}} + 0,0125$

$m_{\text{нав}}$	1.3240 г			1.5650 г			1.2870 г		
A	0.495	0.496	0.496	0.584	0.585	0.584	0.482	0.482	0.484
m_{Cu}	0.816	0.818	0.818	0.967	0.968	0.967	0.794	0.794	0.798
$w(\text{Cu}), \%$	61.7	61.8	61.8	61.8	61.9	61.8	61.7	61.7	62.0

Таким образом, содержание меди в образце составляет $61.8 \pm 0.2\%$

В состав латуни также входит цинк, иногда – олово, никель, свинец, марганец, железо

2) В задаче описаны следующие реакции:



В этом соединении диэтилдитиокарбамат выступает в качестве бидентантного лиганда, а медь находится в тетраэдрическом окружении

3) Для растворения латуни азотную кислоту использовать можно (кислота-окислитель), но следует предварительно проверить, не будет ли в условиях эксперимента происходить окисление серосодержащего лиганда нитрат-ионом

4) соляная кислота вводится для подавления процессов гидролиза

5) Органический слой является более тяжелым и скапливается в нижней части воронки.

Быстрота проведения эксперимента необходима для предотвращения испарения органического растворителя.

Задача 3

Соединение А, содержащее 41,3% (по массе) элемента X, 11,1% азота, 3,2% водорода и 44,4% кислорода, при нагревании бурно разлагается с образованием смеси двух газов и твердого вещества В. При прокаливании смеси вещества В с графитом в атмосфере хлора образуется соединение Y. Оно же может быть получено при реакции простого вещества X с хлором. Из водного раствора Y (последнее очень медленно растворяется в воде, процесс ускоряется введением небольшого количества дихлорида олова) кристаллизуется вещество D, содержащее (по массе) 19,51% элемента X, 39,92% хлора, 36,06% кислорода и 4,51% водорода.

А) О каком элементе и о каких веществах идет речь? Напишите уравнения указанных реакций.

Б) Какова окраска раствора вещества А?

В) Каков «химизм» действия дихлорида олова на скорость растворения вещества Y в воде?

Почему вещество Y растворяется в воде медленно, а D – быстро?

Г) Что произойдет при добавлении к раствору вещества Y избытка нашатырного спирта?

При последующем добавлении бромной воды? При последующем подкислении раствора серной кислотой? Приведите уравнения реакций.

Решение

1. Определим формулу соединения. Пусть вещество содержит один атом азота. Тогда:

14 г N – 11,1%

x г O – 44,4%

x = 56 г кислорода. Таким образом, на один атом азота приходится 3,5 атома кислорода.

14 г N – 11,1%

x г H – 3,2%

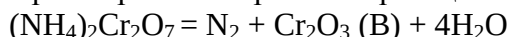
x = 4 г H. На один атом азота – 4 атома водорода. Скорее всего, речь идет о соли аммония.

14 г N – 11,1%

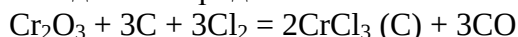
x г X – 41,3%

x = 52 г. Очевидно, элемент X – хром, а соединение A – дихромат аммония, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

При нагревании протекает реакция:



Прокаливание с графитом в атмосфере хлора – широко используемый метод превращения оксидов в хлориды:

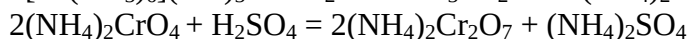
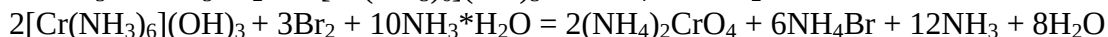


Из водного раствора хлорида хрома кристаллизуется его гексагидрат, $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

2. Водный раствор дихромата аммония имеет оранжевую окраску

3. Ион Sn^{2+} восстанавливает Cr^{3+} до Cr^{2+} , хлорид которого растворяется быстрее.

В случае кристаллогидрата при растворении не происходит разрыва связей хром – хлорид-ион, замедляющего процесс.



Задача 4

Основным компонентом (80–90%) эфирного масла, получаемого из семян аниса, является бесцветная жидкость, обладающая сладковатым вкусом и сильным характерным запахом (A). С помощью элементного анализа установлено, что A содержит 81,04% углерода и 8,15% водорода. Гидрирование A при 25°C над палладиевым катализатором дает соединение B, причем поглощается 165 мл водорода на каждый грамм вещества A. Если вещество A прокипятить с подкисленным водным раствором перманганата калия, то в качестве основных продуктов образуются две кислоты C и D, причем на полную нейтрализацию 260 мг кислоты C пойдет 17,1 мл 0,1 М раствора NaOH. Кипячение B с концентрированной бромистоводородной кислотой приводит к выделению газообразного вещества E с плотностью паров по водороду 47,5. Известно также, что нитрование B приводит практически к единственному мононитропроизводному.

1. Определите строение основного компонента анисового эфирного масла. Напишите уравнения всех приведенных в задаче реакций.

2. Является ли ответ однозначным. Если нет, то с помощью каких экспериментов можно уточнить строение соединения A?

3. Что такое эфирные масла? Как их получают из растительного сырья?

4. Где может использоваться соединение A?

Решение

1. Сумма массовых долей углерода и водорода в соединении A меньше 100 %. Летучее органическое соединение кроме углерода и водорода должно, вероятнее всего, содержать еще и кислород. Тогда простейшая молекулярная формула A определяется из соотношения

$$\frac{81,04}{12,01} : \frac{8,15}{1,01} : \frac{10,81}{16,00} = 6,748 : 8,069 : 0,676 = 10 : 12 : 1$$

Таким образом, простейшая брутто-формула вещества A –. Любые кратные ей формулы $(\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O})_x$ крайне маловероятны, так как такие вещества не должны быть летучими.

(Если предположить, что 10,81% приходится на азот, то разумной формулы получить не удастся).

Молекулярную формулу **A** можно представить в виде $C_nH_{2n-8}O$. Очевидно, что это соединение должно быть ароматическим и содержать еще одну двойную связь или цикл. Наличие двойной связи подтверждается легким ее гидрированием при комнатной температуре. Это подтверждается сравнением числа молей **A** и поглощенного водорода:

$$\nu_A = m/M_A = 1/148,21 = 6,75 \cdot 10^{-3} \text{ моль.}$$

$$\nu_{H_2} = V_{H_2}/V_m = 0,165/24,45 = 6,75 \cdot 10^{-3} \text{ моль. (Мольный объем водорода при 25°C составляет 24,45 л)}$$

Обработка **B** концентрированной HBr при нагревании приводит к выделению газа с молярной массой 95. Очевидно, что это – CH_3Br , а молекула **B** является простым эфиром, содержащим группу CH_3O .

Окисление **A** перманганатом калия приводит к разрыву связи $C=C$ в боковой цепи с образованием двух кислот. Молярная масса **C** определяется по результатам кислотно-основного титрования:

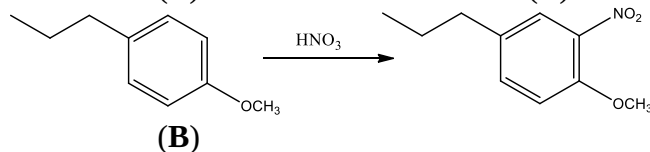
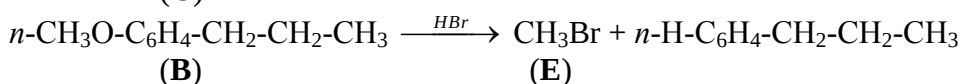
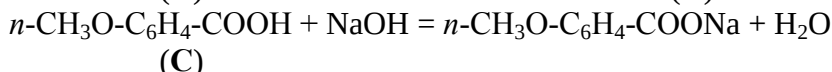
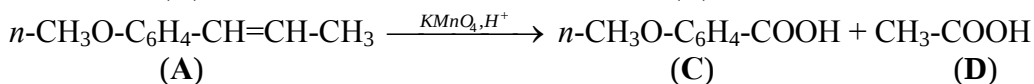
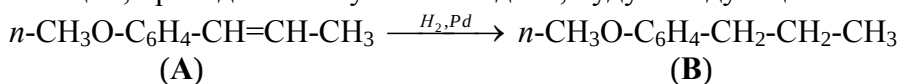
$$M_C = \frac{m_C}{\nu_C} = \frac{m_C}{c_{NaOH} \cdot V_{NaOH}} = \frac{0,260}{0,1 \cdot 0,0171} = 152 \text{ г/моль.}$$

Эта молярная масса соответствует молярной массе метоксибензойной кислоты. Следовательно, строение **A** можно изобразить условной формулой $CH_3O-C_6H_4-C_3H_5$. Наличие среди продуктов окисления еще одной кислоты говорит о том, что двойная связь сопряжена с ароматическим кольцом. В противном случае вторым продуктом окисления была бы не уксусная кислота (**D**), а муравьиная, которая легко окисляется до CO_2 , и обнаружить вторую карбоновую кислоту было бы невозможно.

Относительное расположение заместителей в бензольном кольце определяется по результатам нитрования. Практически единственный продукт нитрования говорит о *para*-расположении заместителей.

Таким образом, **A** имеет формулу $n-CH_3O-C_6H_4-CH=CH-CH_3$.

Реакции, приведенные в условии задачи, будут следующими:



2. Строение **A** нельзя считать установленным окончательно, так как не определена стереохимия двойной связи. Проще всего сделать это можно сняв спектры 1H -ЯМР и определив константу спин-спиновой взаимодействия винильных протонов.

Чтобы определить стереохимию двойной связи чисто химическим путем можно использовать следующую последовательность реакций:

а) Присоединить Br_2 по двойной связи;

б) Отщепить HBr с помощью сильного основания типа *t*-BuOK, $NaNH_2$ и др., создав тройную связь;

в) Прогидрировать тройную связь до *цис*-двойной водородом над катализатором Линдлара;

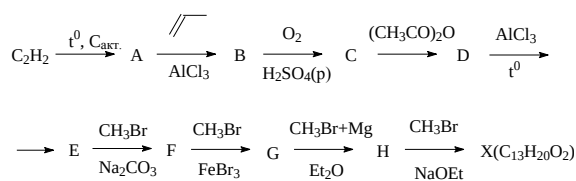
г) Сравнить физические или спектральные свойства полученного продукта и А. В случае их совпадения А является *цис*-изомером, в противном случае – *транс*-изомером.

3. Эфирные масла – это летучие органические вещества (часто смеси), вырабатываемые растениями и обуславливающие их запах. Основным методом их получения является перегонка частей растений с водяным паром. Реже используется экстракция органическими растворителями.

4. Сильный запах А (анетол) определяет его использование в парфюмерной промышленности. Еще более широко в парфюмерии применяется, получаемый из анетол анисовый альдегид.

Задача 5

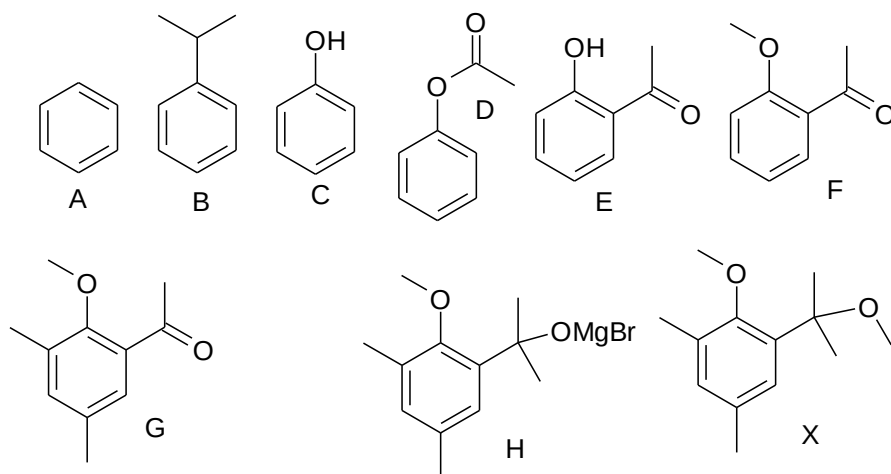
Дана схема химических реакций:



- 1) Нарисуйте формулы веществ А-Х.
- 2) Реакция В→С осуществляется в крупных промышленных масштабах. Какое название она носит? Какой продукт образуется в ней, помимо С?
- 3) В реакции D→E образуется преимущественно орто-изомер (Е). Какой основной побочный продукт данной реакции?

Решение:

- 1) Исходя из брутто-формулы Х, можно предложить следующие структурные формулы веществ.
- 2) Кумольный синтез фенола, ацетон – второй продукт.
- 3) Соответствующий пара-изомер.



Задача 6

Одним из методов получения метилциклопентана является изомеризация циклогексана под действием безводного бромида алюминия. При исследовании этого равновесного процесса были получены следующие термодинамические данные.

Энтальпии сгорания циклогексана и метилциклогексана равны -3949,2 кДж/моль и -3965,6 кДж/моль соответственно. Изменение энтропии в ходе реакции изомеризации при 25°C составляет 41,6 кДж/моль·К.

1. Определите изменение энтальпии ($\Delta_r H^\circ$) в ходе реакции изомеризации.
2. Определите изменение свободной энергии Гиббса ($\Delta_r G^\circ$) в ходе реакции изомеризации.
3. Рассчитайте константу равновесия реакции изомеризации. (Примечание: $\Delta_r G^\circ = -RT \ln K^\circ$).
4. Определите массовую долю метилциклопентана в смеси углеводородов после установления равновесия.

5. Почему в реакционной смеси практически не обнаруживаются других продуктов, изомерных циклогексану?

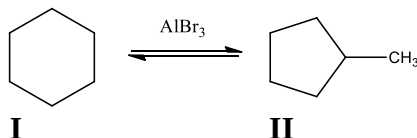
6. Установлено, что высокая степень очистки циклогексана резко замедляет скорость реакции. Объясните причину этого явления.

«Вы что, рисовать не умеете?
Мой внук и то лучше рисует!»

(Н.С. Хрущёв на выставке авангардистов)

Решение

Реакция изомеризации циклогексана в метилциклопентан может быть представлена уравнением



Согласно следствию из закона Гесса энтальпии органических реакций легко определяются как разность энтальпий сгорания исходных и конечных веществ:

$$\Delta_r H^\circ = \Delta_c H_I^\circ - \Delta_c H_{II}^\circ = -3949,2 - (-3965,6) = 16,4 \text{ кДж}$$

2. Изменение свободной энергии Гиббса в ходе реакции равно

$$\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T \cdot \Delta_r S^\circ = 16400 - 298 \cdot 41,6 = 4003,2 \text{ Дж}$$

3. Стандартная константа равновесия этой реакции вычисляется по формуле

$$K^\circ = e^{-\left(\frac{\Delta_r G^\circ}{RT}\right)} = e^{-\left(\frac{4003,2}{8,31 \cdot 298}\right)} = 0,20$$

Так как реакция протекает без изменения числа молей взаимодействующих и образующихся веществ, то константа равновесия в любых других представлениях будет иметь то же значение.

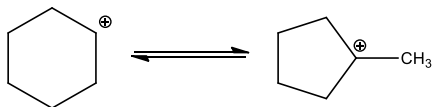
4. Предположим, что общее количество веществ, находящихся в равновесии равно 1 моль, а количество метилциклопентана – x моль. Тогда

$$K^\circ = \frac{v_{II}}{v_I} = \frac{x}{1-x} = 0,20$$

Отсюда $x = 0,166$ моль. Следовательно, молярная доля метилциклопентана в смеси равна 16,6%. Так как молярные массы **I** и **II** равны между собой, то и массовая доля метилциклопентана в смеси равна 16,6%.

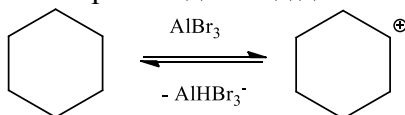
5. Все другие изомеры формулы C_6H_{12} имеют либо двойную связь, либо напряженные циклобутановые или циклопропановые кольца. Все они энергетически менее устойчивы, чем **I** и **II** и их образование маловероятно (соответствующие константы равновесия очень малы).

6. Реакция изомеризации идет через изомеризацию первичного циклогексильного катиона в метилциклопентильный катион:



Образовавшийся метилциклопентильный катион отрывает гидрид от новой молекулы циклогексана и процесс многократно повторяется.

Образование первичного карбокатиона происходит под действием бромида алюминия:

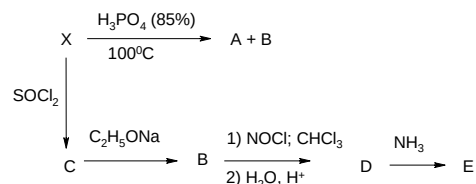


Однако этот процесс проходит с большим трудом и скорость его весьма невелика. В то же время, если исходный циклогексан имеет хотя бы незначительные примеси циклогексанола или галогенциклогексана, то отщепление групп OH^- или Hal^- происходит значительно легче и скорость изомеризации значительно возрастает. Аналогично скорость изомеризации увеличивается в присутствии циклогексена.

Задача 7

Дана схема превращений с участием предельного одноатомного спирта **X**:

Вещества **A** и **B** являются изомерами, причём **A** имеет в спектре ПМР один сигнал. Вещество **B** имеет 4 монобромпроизводных. Массовая доля водорода в **E** – 11,34%. При сжигании 1,00 г **X** в кислороде и пропускании продуктов сгорания в избыток известковой воды образуется 5,88 г осадка.



1. Установите простейшую формулу **X**. Напишите его структурную формулу.
2. Напишите структурные формулы **A** – **E**.
3. Предложите механизм превращения **B** в **D**, а также образования смеси **A** и **B**

Решение:

Рассчитаем простейшую формулу **X**.

$$v(\text{CaCO}_3) = 5,88/100 = 0,0588 \text{ моль}$$

$$M(\text{X}) = 1/0,0588 \cdot n(\text{число атомов углерода}) = 17n \text{ г/моль}$$

n	Формула
1	ОН
2	CH ₅ ОН
3	C ₂ H ₁₀ ОН
4	C ₄ H ₃ ОН
5	C ₅ H ₈ ОН
6	C ₆ H ₁₃ ОН

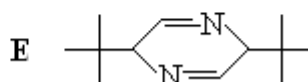
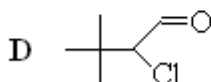
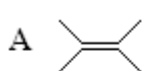
Варианты 1-5 невозможны.

Поскольку **A** имеет в спектре ПМР один сигнал, а превращение **X** в **A** – реакция дегидратации, **A** – (CH₃)₂C=C(CH₃)₂. Получение 2,3-диметилбутена-2 путём дегидратации возможно только из двух спиртов: 2,3-диметилбутанола-2 (без перегруппировки) и 3,3-диметилбутанола-2 (с перегруппировкой). Проанализируем оба варианта:

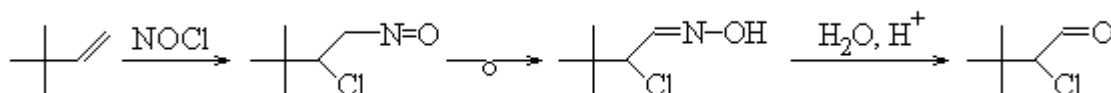
2,3-диметилбутанол-2	3,3-диметилбутанол-2
+ n-CH ₃ -C ₆ H ₄ -SO ₂ Cl	
2-хлор-2,3-диметилбутан	2-хлор-3,3-диметилбутан
+ C ₂ H ₅ ONa	
2,3-диметилбутен-1	3,3-диметилбутен-1
имеет 4 монобромпроизводных	имеет 3 монобромпроизводных

По условию **B** имеет 4 монобромпроизводных. Значит **B** – 3,3-диметилбутен-1; **X** – 3,3-диметилбутанол-2.

X: (CH₃)₃CSH(OH)CH₃.



1. Переход **B** в **D**



2. Образование **A** и **B** реализуется в соответствии с E1-механизмом.

Доказательства E1-механизма:

- 1) проявление такой же зависимости от строения спирта, как и в случае S_N1-механизма;
- 2) наличие перегруппировок при соответствующем строении.

ЗАДАНИЯ и РЕШЕНИЯ
практического тура заключительного этапа
Санкт-Петербургской олимпиады школьников по ХИМИИ 2012 г

9 класс

В 7 пронумерованных пробирках находятся растворы индивидуальных солей, содержащих анионы: NO_3^- , Br^- , I^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , OH^- .

1. Используя растворы реактивов BaCl_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и HNO_3 (1M) определите, какие анионы находятся в каждой пробирке.
2. Представьте в виде плана или таблицы наиболее простой путь идентификации этих растворов.
3. Напишите уравнения всех возможных реакций.

РЕШЕНИЕ 9 кл ?????

10 класс

Задание

Определите катионообменную емкость ионнообменной смолы (ионита) методом нейтрализации.

Справка:

Иониты-твердые вещества, содержащие ионы, которые в стехиометрических соотношениях обмениваются на ионы из раствора электролита. Иониты можно представить в виде каркаса определенного знака, содержащего ионы противоположного знака, которые называются противоионами. По знаку противоионов различают: катиониты (способные обмениваться на катионы) и аниониты (способные обмениваться на анионы).

Важнейшей количественной характеристикой ионитов является обменная емкость-количество моль эквивалентов противоионов, приходящихся на единицу массы ионита.

Методика проведения анализа.

Реактивы:

- 1) Раствор NaOH $C_n=0,1N$
- 2) Раствор H_2SO_4 $C_n=0,1000N$
- 3) индикатор-метиловый оранжевый

Посуда и оборудование:

- 1) Установка для титрования
- 2) Коническая колба для перемешивания навески (2 шт)
- 3) Химический стакан или колба для титрования
- 4) Пипетка
- 5) Мерный цилиндр

6) Весы

Ход определения:

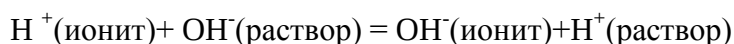
- 1) Взвесить 2 навески ионообменной смолы по 1 грамму
- 2) Поместить навески в 2 конические колбы
- 3) Прилить по 100 мл. 0,1 N раствора гидроксида натрия в каждую колбу и оставить на 30 мин.
- 4) Содержимое колб перемешивать периодически (каждые 3-5 мин.)
- 5) Из колбы отобрать пипеткой 20мл. в колбу для титрования
- 6) Оттитровать 0,1N раствором СЕРНОЙ кислоты с метиловым оранжевым до оранжевой окраски (ближе к розовому). Титрование проводить как минимум из 2 параллельных проб.
- 7) Рассчитать количество ммоль эквивалентов щелочи, которые обменялись на катионы водорода из раствора, отнесенные к 1 г. ионообменной смолы
- 8) Написать реакции, протекающие при ионном обмене и при титровании
- 9) Рассчитать сходимость результатов по формуле

$$A = \frac{2(p_1 - p_2)}{p_1 + p_2},$$

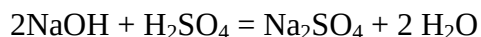
Где p_1 -большший результат при каждом титровании
 p_2 -меньший результат при каждом титровании

Решение

Реакция, протекающая при ионном обмене



Реакция, протекающая при титровании



Формула для расчетов:

$$\text{Емкость} = \frac{N_{(NaOH)} * V_{(NaOH)} - \frac{N_{(H_2SO_4)} * V_{(H_2SO_4)} * 100}{20}}{1000}$$

$N_{(NaOH)}$ -нормальная концентрация раствора гидроксида натрия (моль/л)

$V_{(NaOH)}$ - объем раствора щелочи, который добавили к иониту (100мл.)

$N_{(H_2SO_4)}$ -нормальная концентрация серной кислоты (моль /л)

$V_{(H_2SO_4)}$ -объем раствора кислоты, пошедший на титрование (мл)

100- объем раствора гидроксида натрия, который добавили к иониту (мл)

20- вместимость пипетки (мл)

Задание

Хлорид кальция под воздействием внешних условий хорошо поглощает воду и состав кристаллогидрата меняется.

Определите состав кристаллогидрата хлорида кальция методом кислотно-основного титрования.

Составьте методику проведения анализа.

Напишите необходимые уравнения реакций и формулы для расчета.

Какими еще методами объемного анализа можно определить состав кристаллогидрата?

Методика проведения анализа.

Реактивы:

- 1) Раствор серной кислоты ($C_n=0,1000N$)
- 2) Раствор карбоната натрия неизвестной концентрации.
- 3) Индикатор-метиловый оранжевый.

Посуда и оборудование:

- 1) Установка для титрования
- 2) Мерная колба
- 3) Пипетка на 20 мл.
- 4) Химический стакан
- 5) Коническая колба
- 6) Воронка
- 7) Химический стакан с навеской
- 8) Фильтровальная бумага
- 9) Стеклянная палочка

Ход определения:

- 1) В маленький химический стакан налить небольшой объем раствора карбоната натрия .
- 2) Отобрать пипеткой 20 мл раствора карбоната натрия в химический стакан.
- 3) Добавить 3-5 капель индикатора.
- 4) Оттитровать раствором серной кислоты до оранжевой окраски.
- 5) Растворить навеску в небольшом количестве воды.
- 6) Перевести раствор без потерь в мерную колбу через воронку, довести раствор до метки, перемешать.
- 7) Из мерной колбы отобрать пипеткой раствор в химический стакан.
- 8) Добавить 20 мл. раствора карбоната натрия.
- 9) Полученный раствор с осадком отфильтровать через воронку в коническую колбу.
- 10) Промыть осадок дистиллированной водой.
- 11) В полученный фильтрат добавить 3-5 капель индикатора.
- 12) Оттитровать раствор серной кислотой до изменения окраски из желтой в оранжевый ближе к розовому.
- 13) Определить состав кристаллогидрата.

Решение

Реакция, протекающая при титровании



Формула для расчета:

$$N \cdot (A - B) \cdot \frac{1}{\text{Э}} \cdot V_{\text{м.к}}$$

$$m = 1000 \cdot V_n$$

$$M = 2 \cdot \mathcal{E}$$

$$\frac{M \cdot m(\text{нав}) - M \cdot m}{n}$$

$$n = \frac{m}{18}$$

$m(\text{нав})$ – масса вещества, которую взяли для анализа (г)

m – масса вещества, которую определили в результате анализа (г)

N – нормальная концентрация раствора серной кислоты (моль/л)

A – объем раствора серной кислоты, пошедший на титрование раствора карбоната натрия (мл)

B – объем раствора серной кислоты, пошедший на титрование остатка раствора карбоната натрия после реакции с хлоридом кальция (мл)

$V_{\text{м.к}}$ – вместимость мерной колбы (мл)

V_n – вместимость пипетки (мл)

M – молярная масса хлорида кальция (г/моль)

$\mathcal{E}$ – эквивалентная масса (г/моль)

n – количество молекул воды, содержащихся в кристаллогидрате

18 – молярная масса во