



Сириус
Образовательный центр

СБОРНИК ЗАДАЧ

УЧАЩИХСЯ
XII И XIII ХИМИЧЕСКИХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ



1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1	H Водород 1,00794	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2	3	Li Литий 6,941	4	Be Бериллий 9,0122	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3	11	Na Натрий 22,990	12	Mg Магний 24,305	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
4	19	K Калий 39,098	20	Ca Кальций 40,078	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
5	37	Rb Рубидий 85,468	38	Sr Стронций 87,62	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57—71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
6	55	Cs Цезий 132,91	56	Ba Барий 137,33	57—71	La — Lu Лантаноиды	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89—103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7	87	Fr Франций [223]	88	Ra Радий [226]	89—103	Ac — Lu Актиноиды	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500

3

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

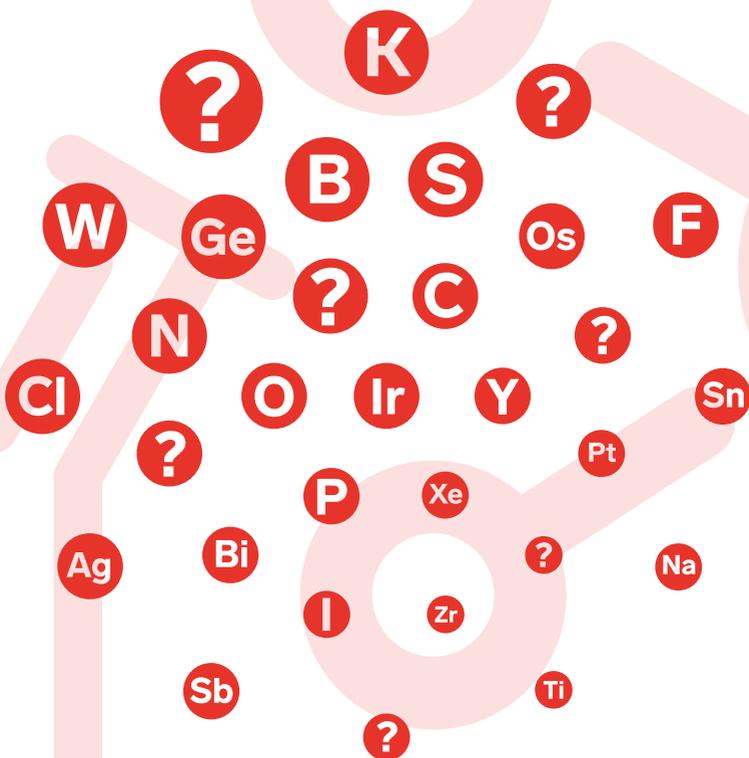
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Bi Cu Hg Ag Pt Au



Сириус
Образовательный центр

СБОРНИК ЗАДАЧ

УЧАЩИХСЯ
XII И XIII ХИМИЧЕСКИХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ



УДК 54.374
ББК 24
Д754

СОСТАВИТЕЛЬ
Курамшин Б. К.

РЕДАКТОРЫ
доцент Дроздов А. А., профессор Еремин В. В.

ВЁРСТКА
Ратников Д. С.

АВТОРЫ ЗАДАЧ

Абзальдинов У.	Колпакова С.	Стриженов И.
Воропаев К.	Косарева М.	Тесленко И.
Воскресенский Е.	Косолапов Я.	Тимохин И.
Габдулхакова Л.	Кушниренко Я.	Улановская М.
Давшиц М.	Лазутин Д.	Ухванов И.
Жаркова С.	Макаров В.	Фарафонов Г.
Зайцева Е.	Мустафин И.	Халиуллина Р.
Ирин М.	Руренко В.	Эфендиев Р.
Карпенко Д.	Семакин Г.	

Сборник задач учащихся XII и XIII Химических образовательных программ / Б. К. Курамшин. ред. В. В. Еремин, А. А. Дроздов, – Сириус: 2024. – 78 с.

Представленный сборник задач ежегодно выходит в Образовательном центре «Сириус». Он адресован учащимся, готовящимся к региональному и заключительному этапам ВСОШ, а также учителям, преподавателям региональных центров, работающим по модели «Сириуса».

ДОРОГОЙ ДРУГ!

В твоих руках редкая книжка: задачи этого небольшого сборника составили твои сверстники на XII и XIII Химических сменах Сириуса. Среди составителей – и восьмиклассники, только вступающие на олимпиадный путь, и опытные десятиклассники-олимпиадники, поэтому тематика и уровень задач в сборнике – самые разные. Очень советуем тебе использовать этот сборник как увлекательный способ тренироваться и узнавать новое, а также как источник вдохновения для своего составительского творчества. Может быть, в следующих сборниках появятся и твои задачи!

Нам очень приятно, что с каждым годом число составителей задач среди школьников растёт, более интересными и совершенными становятся и сами задачи. В них, наряду с традиционной учебной литературой, авторы всё чаще используют оригинальные статьи как отечественных, так и зарубежных авторов, а иногда даже результаты собственных исследований, проводимых ими в рамках проектной и исследовательской деятельности.

Желаем тебе успехов в решении публикуемых задач и творческого вдохновения при занятиях химией!!!

Оглавление

ЗАДАЧИ	6
Угадаечка.....	6
Арифметическая прогрессия.....	6
Изотоп металла	7
Золото – не золото.....	7
Мало знать только греческий.....	9
Такие разные шпинели.....	10
Королевская задача	11
Мексиканский минерал.....	12
Ιώδης	13
Доппельгангер свинца	14
Свинец? Или всё же графит?.....	15
Неделимая химия.....	16
Гость с Урала.....	16
Невозможное возможно!	17
Рений от REния.....	18
3 «N».....	19
И всё здесь токсично	21
Lumos!	22
ถึงคุณโครม	24
Бронхи угольной кислоты	28
Соль Кристи	29
Вещества-близнецы	30
Πράσιος.....	32
Чисел мало не бывает.....	33
Непривычная ОВР.....	34
М – это мучение или Про три стадии принятия	36
Лекарства от всех болезней	37
Место встречи изменить нельзя... ..	40
Металл X: космос, интересные комплексы и не только.....	42

ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ	45
Угадаечка	45
Арифметическая прогрессия.....	45
Изотоп металла	45
Золото – не золото.....	46
Мало знать только греческий.....	46
Такие разные шпинели.....	47
Королевская задача	48
Мексиканский минерал.....	49
Ιώδης	50
Доппельгангер свинца	51
Свинец? Или всё же графит?.....	52
Неделимая химия.....	52
Гость с Урала.....	53
Невозможное возможно!	53
Рений от REния.....	53
3 «N»	54
И всё здесь токсично	55
Lumos!	57
ถั่งค์นโครม	58
Бронхи угольной кислоты	60
Соль Кристи	61
Вещества-близнецы?.....	63
Πράσιος.....	66
Чисел мало не бывает.....	67
Непривычная ОВР.....	69
М – это мучение или Про три стадии принятия	71
Лекарства от всех болезней	72
Место встречи изменить нельзя... ..	74
Металл X: космос, интересные комплексы и не только.....	75

Угадаечка

Сложное вещество **X** реагирует с избытком разбавленной кислоты **C** с образованием газа **A** (*реакция 1*). Но если предварительно прокалить порошок **X** без доступа воздуха (до 700°C) (*реакция 2*), то при реакции с избытком разбавленного раствора **C** образуется газ **B** (*реакция 3*). Также газ **A** выделяется при растворении металла **Y** в концентрированной кислоте **C** (*реакция 4*). **A** пропускали через водный раствор хлорида **Z** ($w(Y) = 47.41\%$) в присутствии избытка хлорид-ионов. В результате реакции образовался раствор кислоты **C** и соединения **G**, в состав которого также входит металл **Y** (*реакция 5*). Молярная масса **G** на 0.75% больше молярной массы **Z**.

Определите вещества **A-Z** и напишите уравнения *реакций 1-5*, если известно что из 1 г **X** можно получить 0.0676 г **B**.

Арифметическая прогрессия

Простые вещества, образованные химическими элементами **X₁**, **X₂**, **X₃**, растворяются в растворах сильных неорганических кислот и концентрированных растворах щелочей. Интересно заметить, что, молярные массы этих элементов, округленные до целого числа, являются последовательными членами арифметической прогрессии, разность которой в 2 раза больше молярной массы **X₁**. Юному химику (ЮХ) попала в руки эквимольная смесь простых веществ **X₁**, **X₂** и **X₃** массой 4,05 г. Он полностью растворил смесь в разбавленном растворе HCl, выделился легкий газ **A** объемом 4,89 л (1 атм, 25 °C). Далее ЮХ к полученному раствору добавил большой избыток раствора карбоната аммония, после чего выпал осадок вещества **B**. ЮХ отфильтровал осадок, фильтрат нагрел и из него выпал другой осадок – **C**. В конечном растворе осталось комплексное соединение **D** массой 18,75 г. К осадкам **B** и **C** ЮХ прилил раствор сильно охлажденной уксусной кислоты, после нагревания образовались вещества **B'** и **C'** (9,40 и 5,075 г соответственно), довольно схожие по составу, однако отличающиеся своим поведением при нагревании (**C'** – возгоняется, а **B'** – нет).

Определите вещества **A-D**, **B'**, **C'**, а также элементы **X₁-X₃**.

Изотоп металла

*Не остается никакого сомнения, что в скандии
открыт экабор...*

Ларс Нильсон

Металл **М** находится в природе в пренебрежительно малых количествах. При обжиге сульфида **М** (вещество **А**, $w(\text{S}) = 39.3\%$) образуется соединение **М** в высшей степени окисления (вещество **Б**). При нагревании вещества **Б** образуется вещество **В** со структурой рутила. Вещество **В** реагирует с газом **Г**, являющимся компонентом генераторного газа, с образованием вещества **Д** (общее число атомов в **Д** – 22). Затем **Д** в запаянной трубке реагирует с I_2 . Образуется вещество **Е** ($w(\text{М}) = 29,3\%$).

1. Определите вещества **А-Е** и металл **М**. Напишите уравнение всех протекавших реакций.

Один из изотопов **М** широко применяется в изотопной медицине. В форме солевого раствора соединения, выбранного для абсорбирования исследуемым органом, он инъекцией вводится в тело пациента. Далее этот орган исследуется при помощи рентгеновской камеры или сканера.

2. Напишите уравнения ядерных реакций, учитывая, что данный изотоп получают из ^{99}Mo .

Золото – не золото

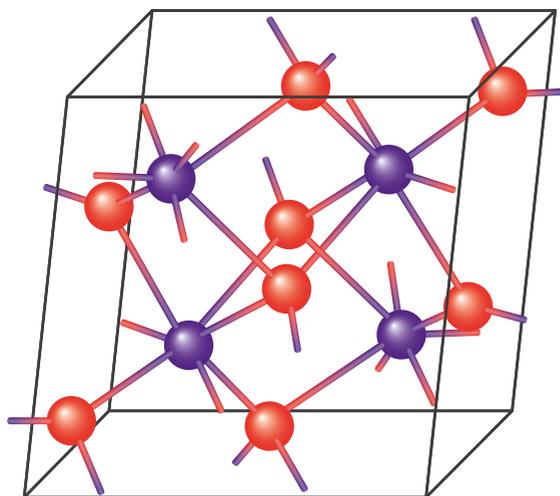
Однажды юному химику Васе посчастливилось сделать задачу, для которой он решил вспомнить парочку соединений одного цвета. Известно, что соединения **А**, **Б** и **С** золотистые и имеют в составе разные элементы.

При прокаливании вещества **А** на воздухе образуется твёрдое вещество **А₁** с массовой долей металла в нём приблизительно равной 70% и газ **А₂** с характерным неприятным запахом. После процедуры было получено 0.399 г **А₁** и 0.64 г **А₂**.

Про соединение **Б** Вася подумал, что чисто лингвистически его из-за его химической формулы можно было бы назвать оловом. Чтобы получить **Б**, необходимо провести восстановительное хлорирование оксида **Б₁** с содержанием металла равным 59.95%. Далее продукт **Б₂** подвергают нагреву с газом с неприятным запахом **Б₃**, получаемым в промышленных масштабах, в ходе чего выделяется желто-зелёный газ **Б₄**, газообразное бинарное вещество **Б₅** и твёрдый остаток **Б**.

Для соединения **С** стоит добавить, что в природе оно встречается не только желтое, но и красное (чаще всего), коричневое, розовое и даже синее и зелёное (**С** не природного происхождения выглядит как белый порошок). Вещество можно получить сплавлением ещё двух других минералов в эквимольарном соотношении – **С₁** и **С₂**. Оба соединения имеют одинаковое стехиометрическое соотношение элементов в составе и являются бинарными (но имеют разный качественный состав); ниже приведена элементарная ячейка для **С₁**, плотность которого равна 5.81 г/см³. Также известно, что металл в соединении **С₁** – сосед по группе металла из соединения **Б** и молярная масса **С₁** в 2.053 раз больше **С₂**.

1. Определите все соединения из задачи и напишите все упомянутые реакции.
2. Назовите минералы **А**, **С**, **С₁** и **С₂**.



$$a = 5.1505 \text{ \AA}$$

$$b = 5.2116 \text{ \AA}$$

$$c = 5.3173 \text{ \AA}$$

$$\beta = 99.23^\circ$$

Мало знать только греческий

А чего бы не составить задачу про двух музыкантов и супергероя?

Мысли автора задачи

С названием элемента **X** связано ещё 2 других металла **Z** и **Y**, при этом эти элементы имеют общие свойства – малая активность и серебристый цвет. **X** и **Y** издавна известны человечеству; **X** использовался для создания сплавов и элементов роскоши, а **Y** использовался в медицине вплоть до начала 20 века. Металл **Z**, в свою очередь, дал название целой группе металлов.

Для разделения смеси этих трех элементов, навеску массой в 20 г растворили в стехиометрическом количестве концентрированной кислоты **H** (*реакции 1, 2*), при этом остался непрореагировавший осадок массой 5 г, окрашенное газообразное вещество, и раствор солей **A** и **B** (*раствор 1*). Раствор осторожно выпарили и получили смесь прозрачных солей. Эти соли при нагревании разлагаются (*реакции 3, 4*) с выделением окрашенной смеси газов плотностью 1.233 кг/м³ (T = 700 K, p = 1 атм) и твердого остатка, состоящего из одного вещества. При быстром охлаждении 18.58% от общего количества смеси сконденсировалось в жидкость, оставшийся газ пропускали через воду (*реакция 5*) до исчезновения цвета у газа, полученный *раствор 2* оттитровали 292 мл 0.5 М раствора KOH (*реакция 6*). Оставшийся после титрования газ имел объем 1.635 л и плотность 1.428 г/л (н.у.).

Смесь концентрированной кислоты **H** и бескислородной кислоты **C** (*раствор 3*), буро-оранжевого цвета с сильным запахом простого вещества **E**, соединения которого используются в очистке воды, и газа, придающего характерный цвет раствору, способна растворить осадок, оставшийся после обработки смеси металлов **H**, но при этом выпадет новый белый осадок металла **X – D** (*реакции 7, 8*) массой 6,63 г, содержащий в себе 1,633 г неметалла.

1. Определите элементы **X**, **Y**, **Z** и вещества **A** – **E**, **H**.
2. Какое тривиальное название у смеси концентрированных кислот **H** и **C** (*раствор 3*).
3. Рассчитайте массовые доли элементов **X**, **Y** и **Z** в смеси.
4. Напишите уравнения *реакций 1 – 8*.

Такие разные шпинели

17.74 г минерала **X**, имеющего структуру шпинели, подвергли сплавлению с 11.06 г K_2CO_3 на воздухе в соотношении 1:1 (*реакция 1*). В результате образовалась твёрдая смесь продуктов, и выделился бесцветный газ **G₁**, при поглощении которого раствором, содержащим 5.93 г гидроксида кальция выпало 8.00 г белого осадка (*реакция 2*), при этом гидроксид кальция вступил в реакцию полностью. Образовавшуюся в ходе *реакции 1* твёрдую смесь продуктов, состоящую из веществ **A** и **B**, хотели растворить в воде, но коричневое вещество **A** в воде не растворилось.

Раствор вещества **B** разделили на две равные части. К первой части прилили H_2O_2 , в результате образовалось жёлтое соединение **C** ($w(O) = 51.05\%$), данную реакцию проводили в слабощелочной среде (*реакция 3*). Во вторую часть раствора добавили H_2SO_4 и гидразин, после чего раствор приобрёл синюю окраску из-за образования вещества **D**, и выделился газ **G₂** с плотностью (при н.у.) 1.25 кг/м^3 (*реакция 4*). В растворе после *реакции 4* содержатся соли **D** и **E** в соотношении 2:1. Молярная масса катиона соли **D** в 1.71 раза больше, чем молярная масса катиона соли **E**.

Чистый минерал **Y**, имеющий структуру шпинели, довольно редко встречается в природе. Однако его можно получить прокаливанием смеси вещества **B** и оксида магния взятых в стехиометрическом соотношении в инертной атмосфере, кристаллизация **Y** идет в интервале температур от 1000°C до 1850°C (*реакция 5*). Единственным продуктом данной реакции является вещество **Y**.

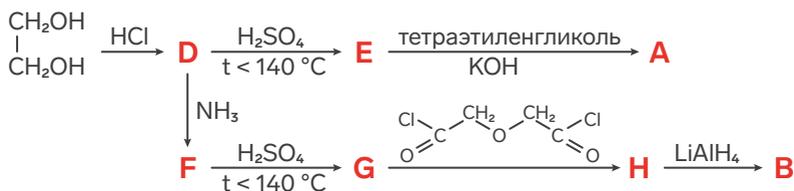
1. Определите формулы соединений **X**, **Y**, **G₁**, **G₂**, **A**, **B**, **C**, **D** и **E**.
2. Напишите уравнения *реакций 1-5*.
3. Напишите названия минералов **X** и **Y**.

Королевская задача

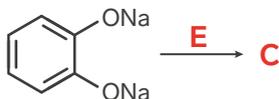
*Короны творят странные вещи с головами,
на которые надеты.*

Дж. Мартин, «Битва королей»

В 1987 году американский химик Чарльз Педерсен (совместно с Жан-Мари Леном и Дональдом Крамом) был удостоен Нобелевской премии за открытие и развитие химии нового класса органических соединений – краун-эфиров, названных так из-за внешнего сходства их структурной формулы с короной. К краун-эфирам относятся соединения **A**, **B** и **C**. Соединения **A** и **B** можно синтезировать, используя в качестве начального соединения этиленгликоль, при насыщении которого хлороводородом и последующем нагревании в запаянной трубке можно получить вещество **D**. При действии на это вещество серной кислоты при температуре немного меньше 140°C получается вещество **E**, воздействием на которое тетраэтиленгликолем в присутствии основания можно получить **A**. Если же сначала провести реакцию **D** с аммиаком, получив вещество **F**, и потом воздействовать на него серной кислотой при такой же температуре, то можно получить вещество **G**. Если подействовать на полученное вещество сначала хлорангидридом дигликолевой кислоты, а потом алюмогидридом лития, то получится вещество **B**. Все вышеописанные превращения представлены на схеме:



Ещё один метод получения краун-эфиров, предложенный Педерсеном, заключается во взаимодействии **E** с динатрийпирокатехином, таким образом можно синтезировать **C**. Учтите, что в эту реакцию вещества вступают в отношении 2 : 2 с образованием центрально-симметричного соединения:



1. Определите вещества **A** – **H**, ответ подтвердите схемами реакций.
2. Назовите соединения **A**, **B** и **C**, учитывая, что основная часть названия краун-эфиров, согласно номенклатуре, выглядит следующим образом: <кол-во атомов в основном цикле> - краун - <кол-во гетероатомов в основном цикле> (вся остальная часть названия указывается перед основной частью), также указывается, какие гетероатомы содержатся в цикле с обозначением их номера (кроме кислорода).

Одно из главных свойств краун-эфиров – это образование прочных комплексов с катионами металлов, к примеру, **A** и **C** образуют очень стабильный комплекс с катионами калия, а **B** – с катионами лития. На этом свойстве основано большинство применений краун-эфиров. Одно из них – приготовление так называемого пурпурного бензола – раствора KMnO_4 в бензоле. Сам по себе перманганат калия плохо растворяется в неполярных растворителях, однако добавление **A** значительно это упрощает. Что интересно, пурпурный бензол обладает большей окислительной способностью, чем водный раствор перманганата калия.

3. Опишите принцип, согласно которому происходит образование комплексов краун-эфиров с катионами металлов. Почему **A** и **C** образуют наиболее стабильный комплекс именно с K^+ , а **B** – с Li^+ ? Почему окислительная способность пурпурного бензола выше чем у водного раствора KMnO_4 ?

Мексиканский минерал

Минерал ялпаит достаточно хорошо растворяется в растворе вещества **A** (*реакция 1*), при этом образуется 3 вещества **B**, **C**, **D** и выделяется газ **E**, имеющий плотность 1.92 г/л ($P = 10550.7$ мм. вод. ст., 25°C), причем из 1.00 г минерала выделяется 284 мг **E**. Вещество **B** разлагается

при длительном стоянии на свету, при этом образуется металл **X** (*реакция 2*). При действии на вещество **B** раствором щелочи, выпадает осадок вещества **F** (*реакция 3*), при этом отношение $m(\mathbf{F}) : m(\mathbf{B})$ равно 0.682. Осадок **F** легко реагирует с кислотой **G**, образуя вещество **H**, при действии раствором аммиака на которое образуется комплексное соединение **I** (*реакции 4, 5*).

При нагревании обезвоженного вещества **C** образуется вещество **J** (убыль массы 57.58%), при нагревании же вещества **J** в токе водорода образуется металл **Y** (*реакции 6, 7*). Металл **Y** со временем тускнеет на воздухе и образуется всем известный минерал **L**, нагревание которого приводит к образованию **J** и газа **M**, с плотностью 1.80 г/л (при ст. усл.) (*реакции 8, 9*), при этом отношение $m(\mathbf{J}) : m(\mathbf{L})$ равно 0.720. Металл **Y** растворяется в концентрированной кислоте **G** (при этом масса увеличилась в 2.13 раза), а образующееся при этом вещество **N**, в свою очередь, реагирует с избытком раствора аммиака на воздухе, образуя комплексное соединение **O** (*реакции 10, 11*).

Соединение **D** при нагревании реагирует с минералом пиролюзитом, по истечению реакции образуется газ **W** (который также можно получить, действуя раствором **K** на пиролюзит) и вещество **P**, разлагающееся при сильном нагревании с образованием смешанного оксида **Q** (*реакции 12-14*). При действии концентрированной кислоты **G** на оксид **Q** образуется **R** и выделяется газ **S** (*реакция 15*). При добавлении щелочи к **R** выпадает осадок **T**, постепенно окисляющийся на воздухе (*реакции 16-17*).

1. Определите вещества **A-Z**.
2. Напишите уравнения *реакций 1-17*

Ιώδης

Элемент **X** (от греч. Ιώδης) был открыт французским химиком в 1811 г. Это вещество в твердом состоянии характеризуется высокой летучестью. Содержание **X** в земной коре составляет $1.4 \cdot 10^{-5} \%$, а в морской воде $4,5 \cdot 10^{-3} \%$. Элементу **X** соответствует простое вещество **J**.

J взаимодействует с концентрированной азотной кислотой (**реакция 1**) с образованием **A**. При добавлении к раствору **A** баритовой воды получается **B** (**реакция 2**). Также, **B** можно получить, если добавить к **J** раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (**реакция 3**). Если **B** нагреть до 480°C , получается **C** (**реакция 4**). Известно, что при разложении 100 г **B** и дальнейшем охлаждении продуктов до 25°C и 1 атм получилось 46.49 г **C**, 41.68 г **J**, 8.3 л газа (н.у.), в котором вспыхивает тлеющая лучинка (**реакция 5**). При добавлении к **C** избытка 50% азотной кислоты получается кислота **D** (**реакция 6**). Кислоту **D** можно получить еще одним способом:

- 1) окислить **J** при помощи KrF_2 (**реакция 7**);
- 2) полученное бесцветное газообразное вещество **I** (при 20°C) растворить в воде (**реакция 8**).

При взаимодействии **A** с фосфорным ангидридом получаются бесцветные кристаллы **E** (**реакция 9**). **E** реагирует с газом **F**, который имеет плотность по водороду 14 (**реакция 10**). Эту реакцию используют в газовом анализе для количественного определения газа **F**. **J** растворяется в избытке раствора **G** с образованием бинарного соединения **H** с $w(\text{X}) = 94.3\%$ (**реакция 11**), которое реагирует с тиосульфатом натрия с получением **G** (**реакция 12**). Эта реакция широко используется в аналитической химии для количественного определения некоторых окислителей.

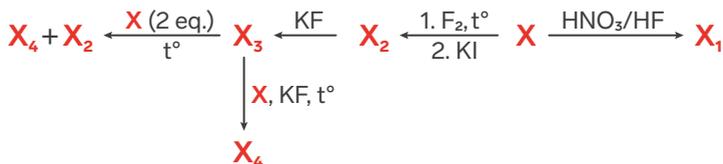
Все вещества, загаданные в задаче, кроме газа **F** содержат в составе **X**.

1. Определите все вещества (**J**, **A-I**). Напишите все необходимые уравнения реакций (**11 уравнений**).
2. Изобразите структурные формулы **I**, **F**, **E**.
3. Какая из кислот **A** или **D** сильнее?.

Доппельгангер свинца

Металл **X** знаменит своими уникальными физическими характеристиками и применяется в промышленности в различных областях: от создания из него сверхтвердых материалов до использования его в ядерных реакторах. Расшифруйте цепочку, зная, что вещества **X₂**, **X₃**, **X₄** имеют

одинаковый качественный, но не количественный состав, а также известна массовая доля **X** в трёх веществах: **X**₁ – 54.42%, **X**₃ – 40.57%, **X**₄ – 44.29%.



Свинец? Или всё же графит?

Минерал металла **X** путали с графитом из-за внешнего сходства вплоть до 1758 года. Лишь через пару десятков лет Карл Вильгельм Шееле обнаружил несоответствие двух веществ, получив сжиганием этого минерала кристаллическое вещество **A** белого цвета.

В медицине в диагностических целях применяют радиоизотопы металла **X** в исследованиях циркуляции крови в мышцах; изучают эффективность вещества **З** в терапии новообразований головного мозга.

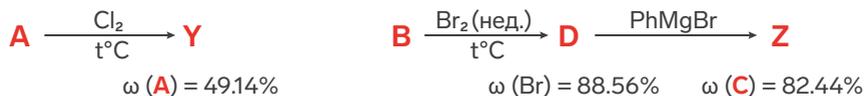
Металл **X** образует с некоторым галогеном и удушливым ядовитым газом характерного запаха одинаковые по качественному составу соединения **Г** и **Д**. (*реакции 1 и 2*). В одном из полученных галогенидов **Д** металл **X** проявляет ту же степень окисления, что и в соединении **В** светло-зелёного цвета ($w(\mathbf{X}) = 29.50\%$, $w(\text{Cl}) = 54.49\%$), которое образуется при взаимодействии $\mathbf{A} \cdot \text{H}_2\text{O}$ с иодидом аммония в концентрированной соляной кислоте (*реакция 3*). Кластерное соединение **Г** массой 2.00 г можно получить реакцией 0.636 г металлического **X** с веществом **Д** (*реакция 4*).

При взаимодействии соли **Б** с веществом **A** в соотношении 1 : 3 образуется соединение **З** (*реакция 5*). Соль **Б** представляет собой среднюю аммониевую соль двухосновной кислоты, которой формально является $\mathbf{A} \cdot \text{H}_2\text{O}$. **Б** в азотнокислых растворах используется для качественного и количественного определения распространенной трёхосновной кислоты **Е** и ее ионов в виде выпадающего желтого осадка **Ж** (*реакция 6*).

1. Определите металл **X** и неизвестные соединения **A – З**.
2. Запишите уравнения **реакций (1 – 6)**.

Неделимая химия

При кипячении вещества **Y** с избытком вещества **Z** в этаноле в 1965 году известный химик получил фиолетово-красные кристаллы **X**. Впоследствии эти кристаллы стали очень востребованы в качестве катализатора, ведь они позволяли проводить реакцию алкенов с газом **C**, имеющим плотность по фтору 0.0526, при атмосферном давлении и комнатной температуре. Ниже представлена схема получения веществ **Y** и **Z** из простых веществ **A** и **B**:



1. Отгадайте все вещества, если дополнительно известно, что $\omega(\text{A}) = 11.13\%$.
2. Для чего используется **X**?
3. Приведите фамилию ученого, впервые получившего это вещество.

Гость с Урала

Красивый зеленый минерал **X**, названный в честь академика Уварова, впервые был обнаружен на Урале (поэтому его иногда называют уральским изумрудом). При его исследовании было установлено, что он имеет кубическую кристаллическую решетку с длиной ребра 12.27 \AA , $Z = 8$ и плотностью 3.6 г/см^3 . Также с ним были проведены некоторые химические эксперименты для определения его качественного состава:

Небольшую навеску минерала **X** поместили в горячую концентрированную серную кислоту. При этом он частично растворился с образованием тёмно-зеленого раствора **Y**. Нерастворившееся вещество **A** отфильтровали и растворили в плавиковой кислоте с образованием комплексного соединения **B** ($\omega(\text{F}) = 0.7911$). При попытке получить

безводное вещество **В**, оно разлагается с выделением высокотоксичного газа **С**. Газ **С** можно получить прямым взаимодействием со фтором продукта обоживания вещества **А**.

Если раствор **Y** разбавить водой и отфильтровать полученный осадок **D**, то в растворе останется окрашенное вещество **F**. При добавлении к раствору вещества **F** H_2O_2 в среде KOH цвет раствора меняется на желтый (вещество **G**), а при подкислении полученного раствора цвет изменяется на оранжевый (вещество **H**).

1. Установите формулы минерала **X**, веществ **A, B, C, D, F, H** и состав раствора **Y**. Приведите все необходимые расчёты (при расчетах используйте точные значения молярных масс).
2. Напишите уравнения всех описанных в задаче реакций (**9 реакций**).
3. Как называется данный минерал?

Невозможное возможно!

Некоторый полупроводник, состоящий из двух элементов в эквимольном количестве, используется в транзисторах. Его обработали концентрированной азотной кислотой при нагревании. В результате образец полупроводника растворился, выделился газ бурого цвета и образовался бледно-желтый мутный раствор. После центрифугирования коагулировавший осадок отделили.

Полученный осадок промыли, нагрели до температуры 105°C , и получили светло-желтое сухое вещество с массовой долей кислорода 24.7%. Если полученное сухое вещество восстановить водородом при температуре 500°C , образуется простое вещество серебристо-белого цвета. Известно, что данное вещество и его соединения очень токсичны.

К фильтрату прилили реактив Чугаева в результате чего раствор окрасился в красный цвет. А если прилить гидроксид натрия, то выпадает светло-зеленый осадок.

Определите химический состав полупроводника.

Рений от РЕния

Данная задача посвящена химии самого лучшего элемента – рения! Вам предлагается разгадать все вещества в данной задаче, в некоторых пунктах – ответить на вопросы, а в пунктах 5, 7, 8, 9, 10, 11 предложить структуры всех веществ.

1. Оксид **А** имеет структуру, в чем-то похожую на структуру всем известного в быту вещества **Б** (**А**, в отличие от **Б**, не содержит атомов на гранях и в центре ЭЯ).
2. Другой оксид **В** имеет структурный тип вещества **Г**, в котором один из типов атомов находится в треугольном окружении, а другой – в октаэдрическом.
3. **Д** является самым известным сульфидом рения, имеет слоистую структуру.
4. Последний стабильный оксид **Е** ведёт себя по-разному при сплавлении с СаО: образуются **Ё, Ж, З** (в них степень окисления Re не меняется)
5. Хлорид **И** представляет собой 2 октаэдра с общим ребром.
6. **К** может быть получен взаимодействием $KReO_4$ с **К** в водном диаминэтане, оно содержит Re с КЧ =9. Как называется полиэдр в этом соединении?
7. Восстановлением NBu_4ReO_4 с бензоилхлоридом при кипячении с обратным холодильником и последующим добавлением NBu_4Cl в HCl может быть получен диамагнитный, содержащий четверную связь, дианион **Л** (в нем у Re CO +3). Он легко взаимодействует с PPh_3 с образованием нейтрального диамагнитного **М**.
8. Пиролитическим восстановлением $Re_2(CO)_{10}$ натрием в THF могут быть получены **анионы Н, О и П**, имеющие 82, 94 и 106 скелетных

кластерных электронов соответственно (с учётом зарядов). В них **нет мостиковых CO**, **H**-высокосимметричный, октаэдрический, в то же время **O** и **P** являются одно- и двухшарочными октаэдрами. У всех 3 кластеров есть инкапсулированный атом C, имеющий необычное КЧ = 6.

9. При обработке ReCl_5 с помощью NaCr в THF получают жёлтый диамагнитный **P**, если же использовать NaCr^+ , то можно получить **C**, однако оно легко подвергается фотолизу с образованием пурпурного **T**. В спектре ПМР **P** и **C** наблюдаются 2 сигнала, 1 из которых при -23 м.д. В каких конформациях находятся **P** и **C**?

10. Cr^*H реагирует с $\text{Re}_2(\text{CO})_{10}$ с образованием **У**, которое при нагревании или действии света образует **Ф** (в рамановском спектре которого наблюдается сильная полоса при 285 см^{-1}) с выделением CO. Также **У** легко окисляется 30% перекисью с образованием довольно стабильного **X**. **X** можно восстановить при помощи LiAlH_4 , образуется **Ц**, имеющий 3 сигнала в ПМР при -90 м.д. Сколько сигналов в ПМР будут наблюдаться у **Ц** при комнатной температуре?

11. В Re_3Cl_9 есть трехчленный цикл с 3 двойными связями. Также в нем 3 типа атомов хлора, и в кристалле он представляет собой бесконечный полимер. При добавлении к нему избытка $\text{TMSCH}_2\text{MgBr}$ образуется уже неполимерный **Ч**, дальнейшая реакция которого с MeMgBr в CH_2Cl_2 ведет к **Ш**. Если же $\text{TMSCH}_2\text{MgBr}$ взят в недостатке, то полимерная структура остаётся – образуется **Щ**. Во всех этих кластерах у каждого рения по 18 электронов.

12. $\text{Re}_2(\text{CO})_{10}$ легко восстанавливается при помощи NaBH_4 до аниона **Ъ**, имеющего 64 скелетных кластерных электрона и не содержащего мостиковых CO. Также $\text{Re}_2(\text{CO})_{10}$ реагирует с $\text{Fe}(\text{CO})_5$ под облучением с образованием **Ы** – продукта замещения CO у Fe.

3 «N»

Юный химик Юра, проверяя полки старой лаборатории, обнаружил три банки со стёршимися этикетками. Они находились на полке с надписью

«соли». На всех этикетках осталась только первая буква формулы вещества, и, к удивлению Юры, у всех банок этой буквой была «N».

После вскрытия банок Юра обнаружил, что водный раствор порошка из первой банки был **светло-розового** цвета, из второй банки – **бесцветный**, а из третьей банки – раствор **зелёного** цвета.

10 г каждого порошка Юра растворил в дистиллированной воде и провёл полный электролиз каждого раствора на инертных электродах.

При электролизе **раствора №1** выделился металл серебристо-белого цвета массой 1.404 г, а также на катоде и аноде выделился бесцветный газ без запаха.

Данный металл, сгорая в кислороде, образовал чёрный порошок, из которого при помощи окислительного щелочного спекания и последующего анодного окисления продукта в водном растворе обычно получают продукт промышленного производства.

При электролизе **раствора №2** на катоде выделился только газ без цвета и запаха, на аноде – ничего не выделилось.

При электролизе **раствора №3** на катоде выделился металл серебристо-белого цвета массой 2.090 г. На аноде и катоде также выделился бесцветный газ без запаха.

Далее юный химик приготовил по 100 мл 10% растворов веществ из **банок 1** и **2** и добавил к ним 10 мл 2% раствора AgNO_3 . В первом растворе он обнаружил выпадение белого осадка, а во втором не было признаков реакции. При добавлении концентрированной соляной кислоты к **раствору №2** выделяется желто-зеленый газ с резким запахом.

После этого Юра проверил цвет, в который окрашивает пламя водный раствор вещества из **банки 2**. Этим цветом оказался **жёлтый**.

При плавлении порошка **2** без катализатора его масса не уменьшается.

1. Определите вещества, находящиеся в банках, если в их формулах только целые числа.
2. О каком «продукте промышленного производства» из продукта сгорания металла шла речь? Приведите реакции его получения.
3. К какому структурному типу относится вещество из банки 1?
4. Почему через некоторое время после начала электролиза раствора вещества из банки 1 газ на аноде перестаёт выделяться?

И всё здесь токсично

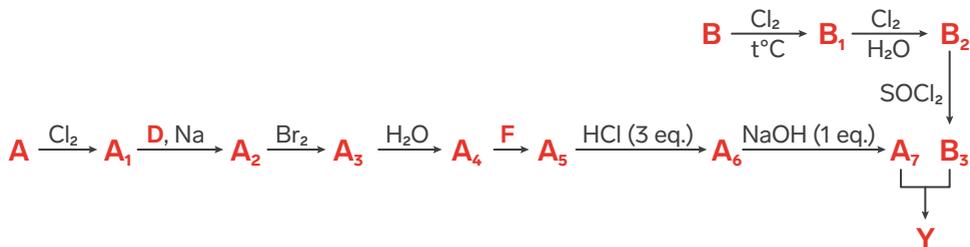
Элементы **A** и **B** находятся в разных группах, но оба опасны для человека. Так, ионы элемента **B** имеют сходный радиус с ионами важного для организма элемента **Z** из другой группы. **B** попадает в организм через пути **Z**. Из-за некоторых различий в свойствах с **Z** элемент **B** вызывает нарушение жизненно важных процессов в организме человека.

Несмотря на то, что элемент **A** токсичен, в 19 веке его принимали с хлебом несколько раз в неделю крестьяне, проживавшие в Альпах. Они говорили, что это способствовало пищеварению и облегчало дыхание в горах. **И** действительно, **A** в микроколичествах стимулирует образование гемоглобина, который участвует в процессе кровоснабжения.

В 1965 году была синтезирована комплексная соль **X**, состоящая из тетраэдрических ионов, в состав которой как раз входят элементы **A** и **B**. Исследователи собирались получить высокосимметричный анион, однако геометрия оказалась искаженной.

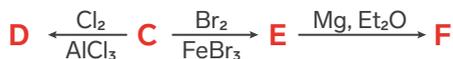
Соль **X** получают из вещества **Y** добавлением NaI , и раствор становится оранжево-красным (*реакция 1*).

Схема получения **Y** представлена ниже (*реакции 2-12*):



Дополнительно известно, что:

- Соединения **D** и **F** можно получить из распространенного и токсичного углеводорода способом, представленным ниже (*реакции 13-15*):



- В реакции получения **A₂** из **A₁** масса возросла примерно в 1.7 раз
- Массовая доля хлора в **A₆** составляет 15.6%;
- B₃** – бинарное соединение;
- На получение 0.8384 г **B₃** нужно 1.2852 г **SOCl₂**.

Вопросы:

- Определите элементы **A** и **B**, формулы веществ **X**, **Y**, **A₁-A₇**, **B₁-B₃**, **C-F**. Ответ подтвердите расчётом, где это возможно.
- Напишите уравнения *реакций 1-15*.
- Нарисуйте структурные формулы **A₁-A₇** с учетом геометрии.
- Определите элемент **Z**. Какие функции он выполняет в организме человека (назовите одну любую функцию)?
- Что будет происходить с **B₃** при нагревании сначала до 80°C, а потом до 180°C? Напишите два уравнения реакций.

Lumos!

Минерал **A** ($\omega(\text{X}) = 63.85\%$) используют для получения элемента **X**. Для этого его спекают ($t = 900^\circ\text{C}$) с избытком карбоната натрия (*реакция 1*), полученное вещество **B** обрабатывают соляной кислотой

(*реакция 2*), при этом образуется белый осадок вещества **В**. Затем **В** нагревают, при чём при небольшом нагревании ($t = 90^{\circ}\text{C}$) образуется вещество **В₁** желтого цвета (потеря массы составляет 6.72%) (*реакция 3*), а при дальнейшем нагревании ($t = 800^{\circ}\text{C}$) образуется вещество **Г** того же цвета, потеря массы составляет 7.2% (от массы вещества **В₁**) (*реакция 4*). Для получения **Х** на **Г** действуют током водорода при сильном нагревании (*реакция 5*). Также, если взять чистые порошки **Х** и **Г** в необходимых соотношениях и в течение суток нагревать при $t = 800^{\circ}\text{C}$, образуется бинарное соединение **Г₁** ($\omega(\text{X})=80.85\%$).

При взаимодействии избытка жёлто-зелёного простого газообразного **Y** и **Х** образуются иссиня-чёрные кристаллы вещества **Д** (*реакция 6*). Вещество **Д** при реакции с железом и ядовитым газом **З** ($\rho = 1.25 \text{ кг/м}^3$) образует летучее соединение **Е** ($\omega(\text{X}) = 52.24\%$) (*реакция 7*).

При электролитическом восстановлении **Г** в среде концентрированной соляной кислоты и в присутствии хлорида калия образуется жёлто-зелёный раствор, из которого можно получить и вещество **Ж** ($\omega(\text{Y}) = 39.68\%$), неустойчивое на воздухе. **Ж** реагирует с KCN с образованием светло-желтого кристаллического порошка **З** ($\omega(\text{X}) = 31.46\%$) (*реакция 8*).

Вещество **З** обесцвечивает подкисленный азотной кислотой раствор перманганата калия с образованием лимонно-желтых кристаллов соединения **И** (*реакция 9*), не содержащего марганец ($\omega(\text{X}) = 34.68\%$). В 2020 г. был впервые проведен синтез и исследования диамагнитного вещества **К** ($\omega(\text{X}) = 13.69\%$), образующегося при реакции обезвоженного **З** со смесью HF и SbF₅ при -75°C (*реакция 10*).

1. Определите вещества **А-К**, **В₁**, **Г₁**, содержащие элемент **Х**. Молярные массы округляйте до двух знаков после запятой. Дополнительно известно, что молярная масса **Ж** > 700 г/моль.

2. Напишите уравнения *реакций 1-10*. *Реакция 8* является окислительно-восстановительной.

3. Приведите как минимум две сферы применения простого вещества **X**.

При реакции NaOH с **B** образуется соединение **B₂**, устойчивое при pH = 6-6,5 ($\omega(\text{X}) = 61.34\%$; $\omega(\text{O}) = 30.7\%$; $\omega(\text{H}) = 1.557\%$), замкнутая структура аниона которого состоит из связанных ребрами и вершинами октаэдров, в центре неё расположена полость.

4. Определите вещество **B₂**.

ถึงคุณโครม

Хром - один из самых интересных элементов. Это металл голубовато-белого цвета.

Этимология слова "хром" берет начало от - цвет, что связано с большим разнообразием цветов соединений хрома. Массовая доля этого элемента в земной коре составляет 0.02%. Его химия славится своей красочностью и интересными реакциями.

Однако необычность этого элемента проявляется еще и в различных ионных формах, по которым было построено очень много диаграмм.

1. Постройте диаграмму Латимера для хрома (pH 0), используя стандартные редокс-потенциалы:

$$E^\circ(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr(V)}) = 0.55 \text{ В,}$$

$$E^\circ(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr(IV)}) = 0.95 \text{ В,}$$

$$E^\circ(\text{Cr(V)}/\text{Cr}^{3+}) = 1.72 \text{ В,}$$

$$E^\circ(\text{Cr(IV)}/\text{Cr}^{3+}) = 2.10 \text{ В,}$$

$$E^\circ(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{2+}) = -0.42 \text{ В,}$$

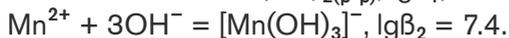
$$E^\circ(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = -0.74 \text{ В.}$$

Найдите стандартные электродные потенциалы $E^\circ(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+})$, $E^\circ(\text{Cr(V)}/\text{Cr(IV)})$, $E^\circ(\text{Cr}^{2+}/\text{Cr})$ и добавьте их к диаграмме.

2. Определите вольт-эквиваленты для индивидуальных степеней окисления хрома и постройте диаграмму Фроста. Предскажите, будут ли $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ и Cr(IV) реагировать между собой при pH = 0.

Для графического анализа окислительно-восстановительных (и кислотно-основных) равновесий также используют диаграммы Пурбе. Они включают зависимости отдельных потенциалов от рН. Рассмотрим эти диаграммы более подробно.

Примем для простоты, что активности равны концентрациям (хотя это и не всегда верно). Потенциалы будем измерять в вольтах. В обозначениях катионов не будем указывать молекулы воды в координационной сфере. Каждая линия на диаграмме Пурбе соответствует условию, что активности (концентрации) обеих частиц, участвующих в реакции, равны. Горизонтальные линии отделяют формы, участвующие только в окислительно-восстановительных процессах, то есть без кислотно-основных процессов. Вертикальными линиями отделяют формы, которые участвуют только в кислотно-основных процессах, то есть без ОВР-процессов. У таких линий, по сути, есть только одна координата - рН. Например, гидролиз иона Mn^{2+} происходит с соответствующими константами устойчивости гидроксокомплексов:



Уравнения для соответствующих линий приведены ниже:

Линия а: рН, при котором концентрации Mn^{2+} и $[\text{Mn}(\text{OH})_2]$ равны, т.е. $\text{pH} = \text{pK}_a$ для диссоциации Mn^{2+} с образованием $\text{Mn}(\text{OH})_2$:

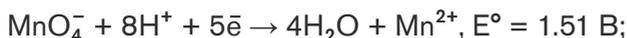
$(\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}(\text{OH})_2)$: $\text{pH} = \text{pK}_w - \lg\beta_1 = 14.0 - 6.5 = 7.5$; и аналогично:

Линия б: $(\text{Mn}(\text{OH})_2 / [\text{Mn}(\text{OH})_3]^-)$:

$\text{pH} = \text{pK}_w - \lg\beta_2 + \lg\beta_1 = 14.0 - 7.4 + 6.5 = 13.1$

Если реакция включает и кислотно-основное, и окислительно-восстановительное равновесия, то соответствующая ей линия будет наклонной. Такие линии описываются уравнением Нернста (при условии,

что концентрации всех металл-содержащих частиц, кроме H^+ , одинаковы).
Пример - восстановление перманганат-иона до Mn^{2+} :



Линия с: (MnO_4^- , H^+/Mn^{2+}):

$$E = E^\circ - (0.059 / 5) \times \lg[(MnO_4^-) / ([Mn^{2+}] \times [H^+]^8)] = 1.51 - 0.094pH$$

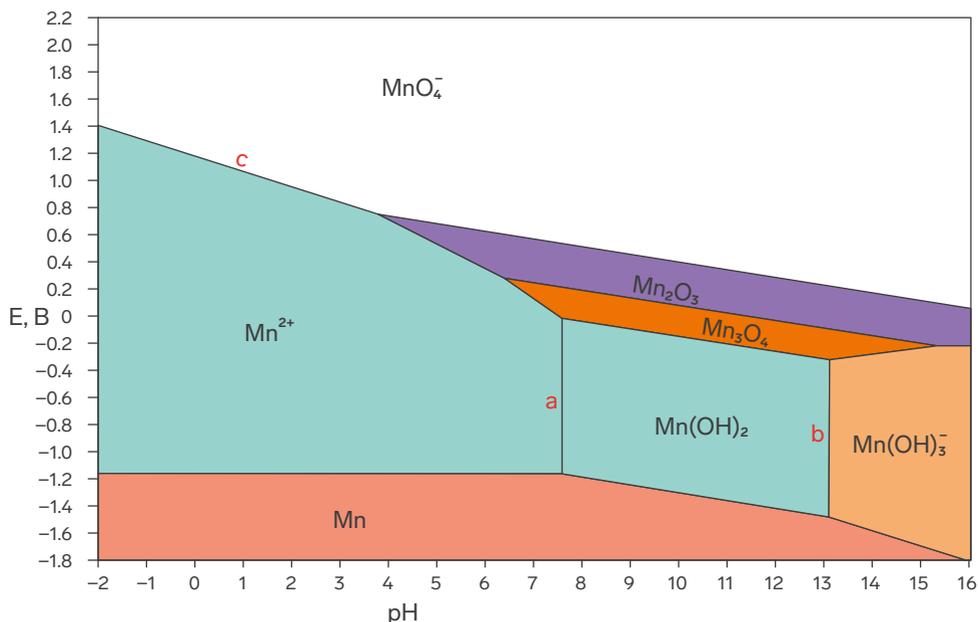


Рисунок 1. Диаграмма Пурбэ для марганца: (b) $Mn^{2+}/[Mn(OH)_n]^{(2-n)+}$ и (c) MnO_4^-/Mn^{2+} .

Вернемся к химии хрома.

3. Построение диаграммы Пурбе для всех форм хрома - непростая задача. Результат в упрощенном виде для металлического хрома и растворенных в воде частиц, содержащих хром, в диапазоне pH от 0 до 14 представлен на рисунке 2.

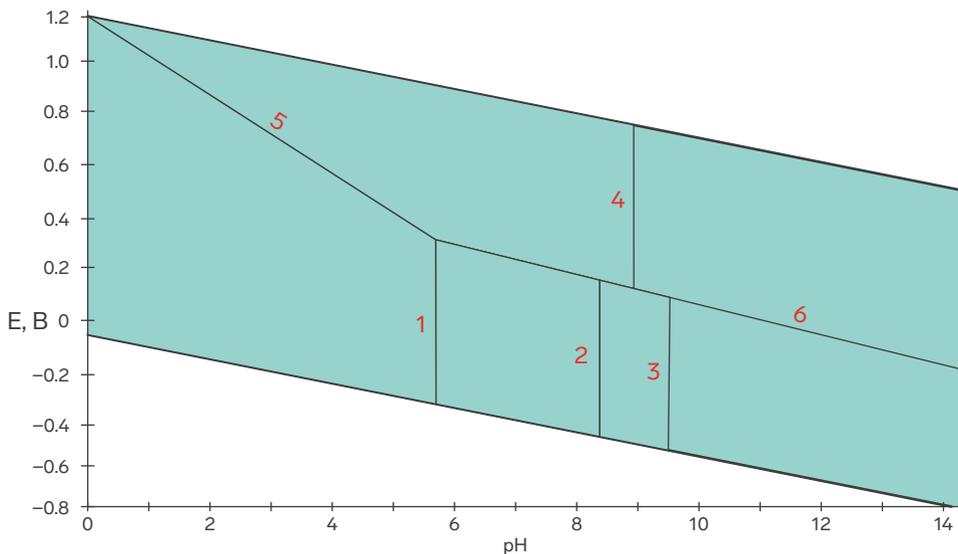


Рисунок 2. Диаграмма Пурбе для хрома

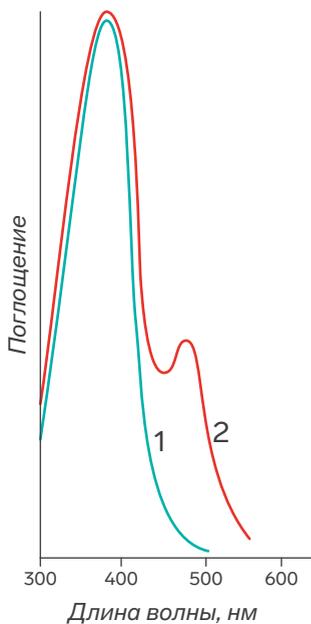


Рисунок 3.

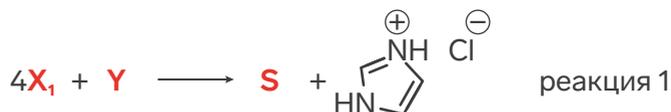
- Линии делят диаграмму на много зон. Определите, какая частица наиболее устойчива в каждой зоне, и впишите соответствующие формулы на диаграмму.
 - Используя данные из п. 1 и Таблицы 1, выведите и запишите условия, которые определяют вертикальные линии 1,2 и 3.
 - Выведите уравнение, описывающее линию 5.
4. На рисунке 3, изображены УФ-видимые спектры хромата и дихромата калия. Поставьте в соответствие каждому веществу свой спектр.

Бронхи угольной кислоты

В органической химии есть «универсальные» вещества, которые служат для многих оргсинтезов и зачастую присутствуют в реакциях для активации каких-либо функциональных групп.

Так и наше чудесное вещество **S** является очень распространённым в синтезах.

Одним из способов его получения является реакция неорганического вещества **Y** (которое имеет запах прелого сена) с 4 эквивалентами вещества **X₁** (в смеси бензола и тетрагидрофурана)



Вещество **X₁** – соединение класса гетероциклов. Оно содержит в своем составе три элемента в соотношении 1.5:2:1. Также оно изомерно веществу **X₂**.

X₁ и **X₂** содержат в себе 41.15% азота. Получают **X₂** следующей реакцией:



Вещество **S** можно использовать для активации карбоновых кислот. При этом изначально образуется смешанный ангидрид, который позже превращается в вещество **K** с декарбоксилированием. Активированные частицы реагируют затем, как соответствующие ацилгалогениды, но имеют явное преимущество в более широком спектре применений.



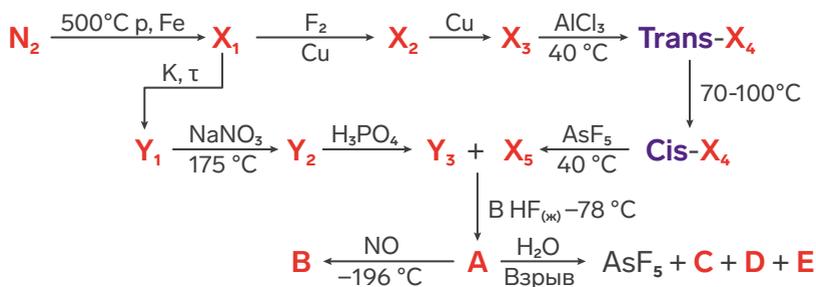
1. Изобразите структурные формулы неизвестных веществ.
2. Как называются **X₁** и **X₂**?
3. Запишите уравнения **реакций 1 – 4**.

Соль Кристи

A – белое кристаллическое вещество, которое иногда называют солью Кристи. Эта соль очень нестабильна при комнатной температуре, она очень взрывоопасна, но может храниться при температуре $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ несколько недель. Поэтому синтез соли проводят при очень низких температурах.

Известно, что:

- В состав соли Кристи входят 3 элемента, два из которых находятся в одной группе.
- Вещества **Y₃** и **X₅** реагируют в соотношении 1 к 1, при этом получаются 2 продукта в таком же соотношении.
- **Y₂** – ионное вещество, в котором молярная доля одного из элементов в 3 раза больше молярной доли другого элемента.
- Вещество **Y₁** имеет в своем составе 4 атома трех элементов, один из которых азот $w(\text{N})=35,89\%$.
- **Y₃** – очень ядовитая жидкость.
- Вещества **X₂-X₄** бинарные с одинаковым качественным составом. При этом $x(\text{N в X}_4)/x(\text{N в X}_2) = 2$.
- Вещества **C** и **D** – два основных компонента воздуха. **K** – простое вещество.



1. Напишите формулы всех неизвестных веществ.
2. Напишите все уравнения реакций.
3. Изобразите структуру катиона соли **A**.
4. Существует анион, аналогичный по качественному и количественному составу катиону соли **A**. Нарисуйте его структурную формулу.
5. Аналог соли **A**, вещество **W** синтезировалось аналогично соли **A**, лишь с заменой AsF_5 на SbF_5 , при этом **W** оказалась стабильнее, чем **A**. Чем это можно объяснить?

Вещества-близнецы

Бинарные соединения **A** и **B** имеют одинаковую молярную массу, а также изоэлектронны, то есть содержат одинаковое число электронов. **A** и **B** образуют бесцветные кристаллы и проявляют сильные окислительные свойства.

Вещество **A** – соединение элемента **X**, большой прорыв в химии которого совершил Нил Бартлетт – он получил первое соединение **X**. Для этого он пропускал **X** над фторидом платины (VI), при этом образовывалось вещество желтого цвета. Нил Бартлетт предположил, что формула образующегося соединения соответствует **X₁**, массовая доля платины в котором составляла бы 44.32%. Но на самом деле образуется **X₂**, в котором массовая доля платины равна 52.01% (**реакция 1**). После открытия Бартлетта было получено соединение **A** при помощи реакции **X** со фтором при комнатной температуре (**реакция 2**). **A** хорошо растворимо в холодной воде, однако такой раствор быстро разлагается и выделяет смесь двух газов (**реакция 3**), один из которых – бесцветный газ **C**.

Соединение **B** не очень хорошо растворимо в воде, это свойство применяют для получения **B** реакцией обмена с веществом **D** (**реакция 4**). **B** реагирует с концентрированной серной кислотой, при этом выделяется газ **C** примесью **C₁**, образованного теми же элементами, что и **C** (**реакция 5**). Если же к **B** прилить разбавленную серную кислоту, то можно получить вещество **D** (**реакция 6**). **D** также можно получить при действии на **B** кислородом при повышенном давлении и температуре и дальнейшим гидролизом полученного вещества (**реакции 7, 8**).

Окислительные свойства **B** используются для получения соединений элементов в высоких степенях окисления, так при сплавлении **B** с оксидом железа (III) образуется светло-коричневое соединение **E**, содержащее 21.79% железа по массе (*реакция 9*). Если же **B** сплавить с оксидом железа (II), то получится **E₁**, состоящее на 14.21% из железа (*реакция 10*).

Вернемся к свойствам элемента **X**. Помимо **A** существуют два других вещества, образованных теми же элементами – **A₁** и **A₂**. Эти два вещества образуют бесцветные кристаллы и реагируют с водой, при этом элемент **X** в **A₁** диспропорционирует, а в **A₂** при реакции с водой не меняет степень окисления, в обоих случаях образуется бинарное взрывоопасное вещество **F**, содержащее **X** (*реакции 11, 12*). Молярная масса **A₂** больше молярной массы **A₁** в 1.184 раза. Вещество **F** реагирует с раствором NaOH с образованием соли **G** (*реакция 13*). Вещество **H**, содержащее **X** в высшей степени окисления можно получить из **G** двумя способами: реакцией **H** с **C₁** в щелочной среде (*реакция 14*), либо диспропорционированием **F** в сильнощелочной среде, при этом помимо **H** образуется два простых вещества (*реакция 15*). Массовая доля **X** в **H** составляет 41.07%. При заливании твердого **H** концентрированной серной кислотой выделяется крайне взрывоопасный желтоватый газ **I**, являющийся ангидридом кислоты, образующей **H** (*реакция 16*). **H** является сильнейшим окислителем в водной среде, но окисляет довольно медленно, поэтому не используется для лабораторных синтезов. Для этого больше подходит **A**. С помощью **A** из бромата калия можно получить **J** (*реакция 17*). С безводной хлорной кислотой **A** образует очень интересное взрывоопасное желтое вещество **K**, содержащее 21.52% хлора по массе (*реакция 18*).

1. Определите все неизвестные вещества. Ответы подтвердите расчетами.
2. Напишите уравнения всех описанных *реакций (1–18)*.
3. **A** и **B** с легкостью реагируют между собой (*реакция 19*). Напишите уравнение этой реакции.
4. Существует достаточное количество изоэлектронных веществ с одинаковыми молярными массами, кроме **A** и **B**, например, газы **Y** и **Z**.

Их эквимольярная смесь желто-зеленого цвета и в 2.45 раз тяжелее воздуха. Определите эти газы и напишите уравнение реакции такой смеси с холодным раствором NaOH, зная, что при этом образуется 3 соли (*реакция 20*).

Прабiоц

Серебристо-белый металл с желтоватым оттенком **X** был открыт в 1885 году при изучении “**Di**”, а сейчас его соединения применяются как компонент сплавов, в сверхпроводниках и как добавка к стеклу.

При нагревании **X** с иодом в инертной атмосфере образуются зеленые кристаллы **A**, нагревая которые с **X** при 900°C можно получить бронзовые кристаллы **B**. **B** реагирует с водой с образованием **C** ($w(\text{X}) = 49.65\%$) и выделением водорода. При нагревании **X** с хлором при 300°C, образуются зеленые кристаллы **D**, которые реагируют с циклопентадиенилом натрия в THF, образуя **E** ($w(\text{X}) = 34.56\%$), при добавлении к **E** в THF циклогексаноноксима образуется **F** ($w(\text{X}) = 36.82\%$).

При сгорании **X** на воздухе образуется оксид **G** ($w(\text{X}) = 82.78\%$). При действии на него разбавленной соляной кислоты образуется зеленый раствор **D** и выделяется газ **I**, после отделения осадка к раствору добавляют щавелевую кислоту и упаривают, выделяя **J** ($w(\text{X}) = 38.84\%$). При последовательном нагревании **J** до 390°C, 450°C, 575°C, образуются **K**, **M** ($w(\text{X}) = 75.40\%$) и **G** соответственно.

E не содержит атомов хлора. **F** содержит два атома **X**.

1. Что такое “**Di**”? Как перерабатывают “**Di**”?
2. Установите элемент **X** и соединения **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **I**, **J**, **K**, **M**.
3. Предложите структурную формулу **F**.

Чисел мало не бывает

Бесцветные кристаллы соли **A**, растворимые в воде, обесцвечивают раствор иода в щелочной среде. Образовавшаяся в ходе этой реакции соль **B** даёт коричневый осадок (соединение **C**) с AgNO_3 . В реакции соли **B** с MgCl_2 в растворе аммиака образуется белый осадок **D**.

Соль **A** с тиосульфатом натрия в кислой среде образует жёлтый осадок **E**, который в реакции с полисульфидами аммония даёт соединение **F**, нерастворимое в воде и соляной кислоте. При сжигании жёлтого соединения **E** в атмосфере хлора образуется два бинарных соединения: жёлтая маслянистая жидкость **G** и бесцветная летучая жидкость **H**.

Если в раствор соли **A** прилить раствор CuSO_4 , то можно получить зелёный осадок **I**. В реакции оксида **J** с CuSO_4 и CH_3COONa можно получить зелёный осадок **K**. Сплавления **J** с твёрдым NaOH можно получить соль **L**. При прокаливании ещё одной соли **M** образуется соль **N** и вода.

1. Определите соединения **A - N** и элемент **X**, который входит в состав всех этих соединений, кроме **G**, если известно, что

- **A, B, I, M** – кислые соли;
- **A, B, L, M, N** – натриевые соли;
- Соотношение катионов и анионов в соединениях **I** и **K** 1:1;
- В последней реакции соотношение солей **M, N** и воды 1:1:1.

2. Вспомните тривиальные названия веществ **E, I, K**.

Соединение **O** может окислить V^{II} с образованием соединения **P** (*реакция 1*). Данная реакция проводится в жидком SO_2 , который входит в состав одного из двух продуктов реакции. **O** – это высший фторид элемента **X**, а трёхзарядный катион соединения **P** имеет форму тригональной бипирамиды. Соединение **P** имеет следующий состав: «соль»· 2SO_2 .

Если к раствору соли **В** прилить раствор **Y**, то можно получить интересное соединение **Q** ($w(\text{X}) = 3.901\%$) (*реакция 2*). В состав **Q** входит только один атом **X**, находящийся в тетраэдрическом окружении из атомов кислорода. Данный тетраэдр в свою очередь окружён двенадцатью октаэдрами.

3. Определите соединения **O**, **P**, **Q**, в состав которых входит элемент **X**.
4. В честь какого учёного названа структура аниона **Q**; как называется раствор **Y**; как называются ионы, аналогичные катиону **P**?
5. Напишите уравнения *реакций 1* и *2*.

Непривычная ОВР

Все привыкли к окислительно-восстановительным реакциям с переносом электронов между веществами, но не все знают о том, что существует так называемый внутрисферный перенос электронов, за который Таубе и Маркус в 1992 году получили Нобелевскую премию по химии. Как понятно из названия, электрон переходит во внутренней сфере дидерного комплекса с мостиковым лигандом. Такой комплекс образуется из двух комплексов – предшественника и преемника. Эта задача и посвящена этому открытию, рассказавшему чуть больше о механизмах реакций. Для проведения этой реакции требуются два комплексных иона: **A** и **B**.

Исходным веществом для получения **A** является соль **X**. Она образована металлом, название которого происходит от греческого слова цвет. Раствор **X** в воде обладает зеленой окраской. Если к этому раствору добавить разбавленную HCl , а затем бросить гранулы цинка (*реакция 1*) то цвет раствора меняется вместе с образованием **A**. Если окислить **X** с помощью сильного окислителя, например, гипохлорита натрия в среде NaOH образуется **X₁** (*реакция 2*). Если к этому раствору добавить HCl , то выделится **X₂** (*реакция 3*), который при добавлении нитрата серебра дает осадок **X₃** (*реакция 4*)



Безводный **X**

1. Определите вещества **A**, **X**, **X₁** - **3**.
2. Напишите **реакцию 1** (в виде краткого ионного уравнения) если известно, что в **A** присутствует лишь один тип лигандов, а **X** - хлорид. Какого цвета р-р **A**?
3. Объясните факт выпадения **X₃**.

Y – Хлорид металла. Кристаллогидрат **Y·6H₂O** обладает розово-красной окраской, которая при прокаливании меняется на голубую. Для синтеза 10 граммов **B** к раствору **Y** добавляют 47.38 грамм 10% р-р NH₃, а затем в течение нескольких часов продувают через полученный раствор воздух. При этом образуется **B** (считайте, что весь аммиак переходит в **B**) (**реакция 5**).

Безводный **Y**Кристаллогидрат **Y**

4. Определите вещества **B** и **Y**, напишите **реакцию 2** в кратком ионном виде. Ответ подтвердите расчетами. Учтите, что **B** – двухзарядный катион и в нем есть хлор.

Наконец, перейдем к главной реакции задачи – реакции между **A** и **B**. Схему реакции можно представить так:



5. Напишите все реакции, если известно, что при переносе электрона переносится также мостиковый лиганд.

М – это мучение или Про три стадии принятия

Некоторый металл **X** у многих ассоциируется с красивой и цветной химией, а способность соответствующего металлу элемента легко и достаточно непредсказуемо менять степени окисления в различных условиях иногда даже именуют «сказкой». Один из «сказочных» синтезов, проведенных этими учеными в лаборатории, вполне может описать какую-то долю всего того «волшебного», что они могли видеть, работая с элементом **X**.

Достаточно известным фактом является то, что осадок светло-розового гидроксида **X₁** растворяется в уксусной кислоте. При этом образуется раствор соединения **X₂**, осторожным охлаждением которого можно добиться выпадения розоватых кристаллов **X₂** с массовой долей водорода $\omega_{\text{H}} = 5.714\%$. Вещество **X₂** является очень важным для синтеза комплексов **Y** и **Z**, о которых далее пойдет речь.

Для получения комплекса **Y** интересного строения растворяют 2.94 г вещества **X₂** в смеси, содержащей абсолютный этиловый спирт, пиридин и ледяную уксусную кислоту. Перемешивая получившуюся жидкую смесь, в нее добавляют твердый перманганат тетрабутиламмония массой 1.083 г до получения однородного темно-коричневого раствора. После добавления к полученной консистенции перхлората натрия, через пару минут из раствора начинает выделяться коричневый осадок вещества **Y** (масса выпавшего осадка составила 4.3575 г).

Вещество **Y**, в свою очередь, используется для получения комплексного соединения **Z**, изоструктурного катиону **Y**. Данное вещество растворяют в ацетонитриле, полученный раствор осторожно выпаривают. Спустя некоторое время выпадают черные кристаллы, представляющие собой вещество **Z**.

Учитывая, что все вещества в задаче содержат в себе один и тот же элемент **X**, выполните следующие задания:

1. Определите металл **X**, соединения **X₁**, **X₂**. Подтвердите ответ расчетами.

2. Определите вещество **Y**, если дополнительно известно, что его однозарядный катион состоит из атомов металла **X**, образующих около центрального атома кислорода правильную плоскую геометрическую фигуру и связанных мостиковыми анионами. Определите также вещество **Z**, в котором массовая доля азота составляет $\omega_N = 5.440\%$, массовая доля металла **X** составляет $\omega_X = 21.373\%$, и содержание кислорода равно $\omega_O = 26.943\%$.

3. Изобразите структурную формулу вещества **Z**.

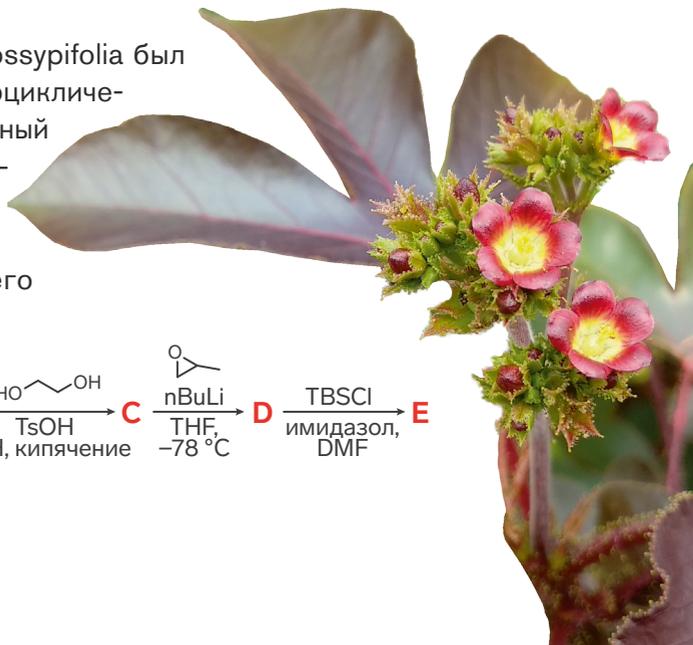
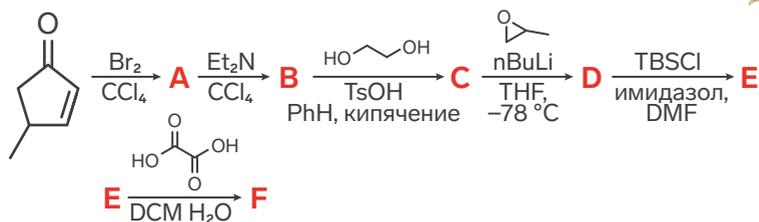
4. Напишите реакцию превращения **Y** в **Z**. Используя числа, данные при описании синтеза комплекса **Y**, составьте реакцию получения **Y** (допускается запись в две стадии).

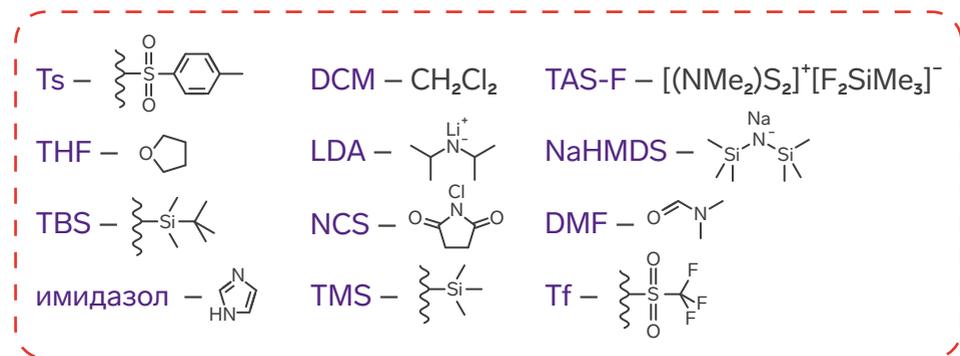
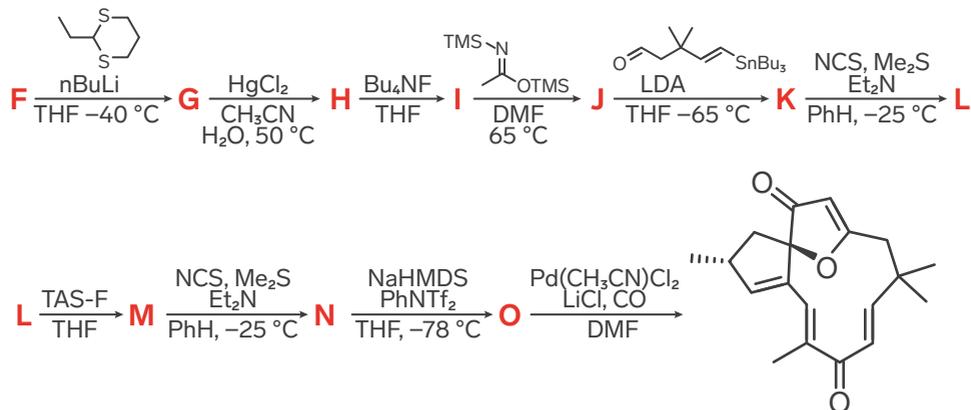
Лекарства от всех болезней

Jatropha gossypifolia — кустарниковое растение из семейства Молочайных, произрастает в Южной Америке, Мексике, на Карибских островах, в Индии и Австралии. Обладает огромным спектром целебных свойств. Например, смола, выделяющаяся после отрывания листа, обладает заживляющими и противовоспалительными свойствами. Листья и семена используют в качестве рвотного и слабительного средства, а также для лечения заболеваний ЖКТ (в том числе гастрита) и даже новообразований.

Так из корней *Jatropha gossypifolia* был выделен Jtrophone - макроциклический дитерпеноид, способный ингибировать раковые опухоли.

Ниже приведена схема его синтеза.





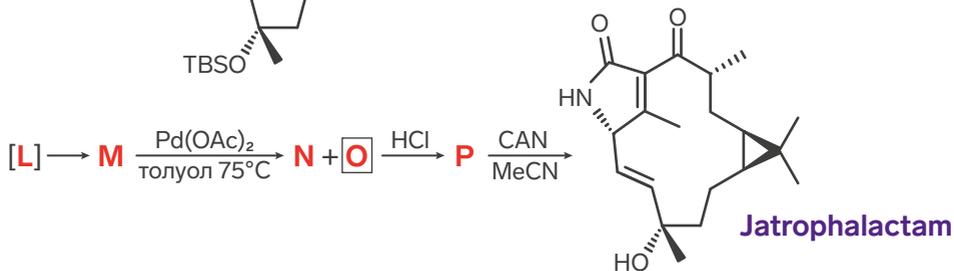
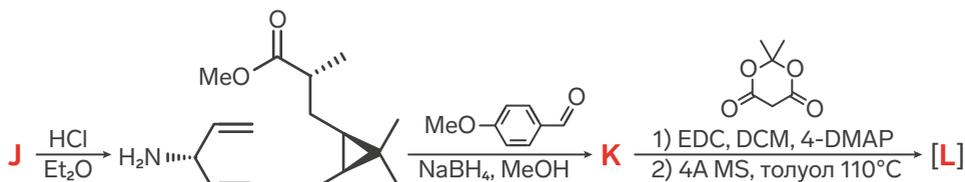
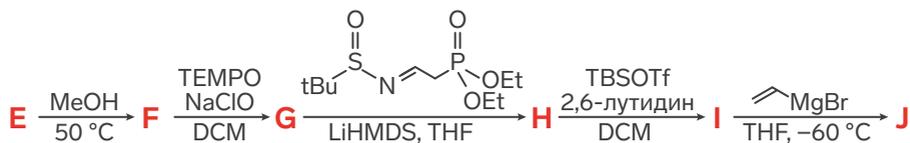
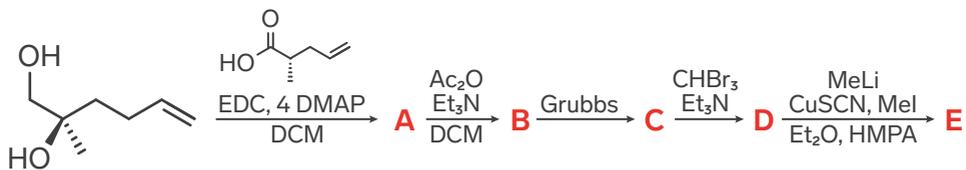
Дополнительно известно: **L** содержит 1 цикл, а **M** содержит 2 цикла.

1. Напишите структурные формулы **A** – **O** (указывать стереохимию необязательно)



Еще одним представителем данного вида является *Jatropha curcas*, из экстракта корней которой был выделен новый дитерпеноидный лактам Jatrophalactam, являющийся потенциальным противоопухолевым и противовоспалительным веществом.

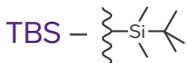
Ниже приведена схема его синтеза.



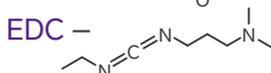
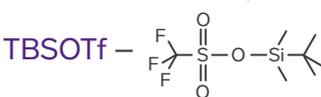
DCM – CH_2Cl_2



HMPA – $((\text{CH}_3)_2\text{N})_3\text{N}_3\text{PO}$



CAN – $(\text{NH}_4)_2[\text{Ce}(\text{NO}_3)_6]$



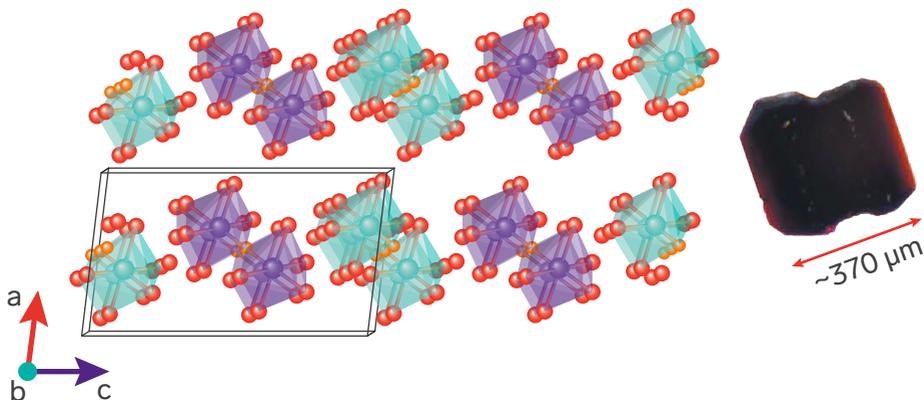
Дополнительно известно:

- **L** – промежуточный продукт, содержащий кумулированные двойные связи.
- В реакции **M - N** образуются 2 продукта **O** и **N** (**N** содержит на 2 атома кислорода больше чем **O**) но конечный продукт дает только **O**.

2. Напишите структурные формулы **A – P** (указывать стереохимию необязательно)

Место встречи изменить нельзя...

Элемент **X** при сгорании в кислороде образует **A** (*реакция 1*), при сплавлении которого с периодатом натрия образуется оксид **B** (*реакция 2*). При реакции **B** с раствором KCl в концентрированной HCl образуется соединение **B** (*реакция 3*), которое можно выделить в виде кристаллов красно-коричневого цвета (фото и строение ниже).



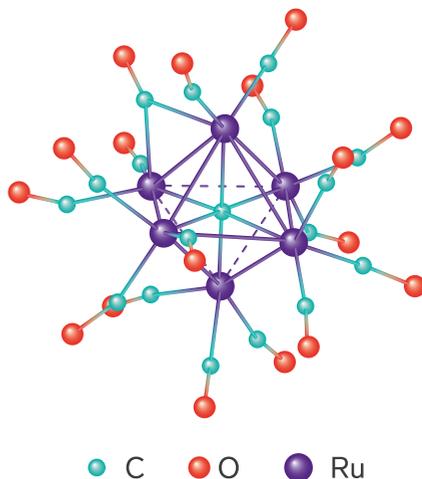
Далее к **A** добавляют раствор H_2SO_4 , и получается соединение **G**.

Взаимодействие хлорида **H** элемента **X**, являющегося основным исходным веществом для получения многих соединений этого элемента, с щавелевой кислотой позволяет получить тёмно-зелёное **D** (*реакция 4*). При добавлении к **H** хлорида натрия, образуется красный раствор вещества **E** (*реакция 5*).

При нагревании **Д** в инертной атмосфере образуется вещество **З** (*реакция б*) (структура корунда). Известно, что потеря массы при этом составляет 66.02%.

Обработка хлорида **Х** водным раствором аммиака на воздухе приводит к медленному образованию раствора интенсивно-красного цвета, из которого можно выделить вещество **И**. Интересно, что его кислый раствор можно использовать в качестве очень чувствительного индикатора на окислители, так как даже такой мягкий реактив, как FeCl_3 , меняет цвет раствора этого вещества с красного на жёлтый.

Также, можно отметить, что карбонил **Х** реагирует с натрием в жидком аммиаке с образованием соединения **К**, которое очень похоже на аналогичное соединение более лёгкого элемента **Х** по группе и отличается только металлом. При этом металл **Х**, в отличие от своего более лёгкого аналога по группе, способен образовывать карбонильный кластер **Л** (см. рисунок).



Дополнительно известно, что:

1. Массовая доля **Х** в **Л** составляет 55.41%
2. Из 1.0000 г карбонила **Х** можно получить 1.2159 г **К**
3. Вещество **И** состоит из трёх октаэдров, связанных вершинами
4. Анион в веществе **К** можно вывести, исходя из правила 18 электронов
5. Из 1 г **Б** можно получить 2.21 г **В**
6. Массовые доли элементов в **Г** следующие:

$$\omega(\text{X}) = 44.51 \%, \omega(\text{O}) = 45.80 \%, \omega(\text{H}) = 2.64 \%, \omega(\text{S}) = 7.05 \%$$

Вопросы:

1. Определите все вещества и напишите уравнения всех реакций (**6 реакций**).
2. Назовите область применения **X**.
3. Приведите название единственного природного минерала элемента **X**.

Металл X: космос, интересные комплексы и не только

X представляет собой блестящий серебристо-белый металл. Основные области применения металлического **X** — производство сплавов для аэрокосмической техники, атомная промышленность, специальная оптика, изготовление композитных материалов на основе соединений **X** и никеля.

Сплавы титана, легированные **X**, применяются для производства деталей судовых двигателей, а легирование сплавов никеля **X** не только увеличивает его прочность и стойкость к коррозии, но и резко улучшает свариваемость и прочность сварочных швов.

X не тускнеет на воздухе. В виде тонкодисперсного порошка пирофорен. Его температура плавления составляет 2503 К, температура кипения – 4893 К.

Металл образует чрезвычайно тугоплавкий карбид **X₁** (массовая доля углерода в нём равна 6.3 %) и борид **X₂** (массовая доля **X** равна 89 %), что позволяет использовать их для производства сопел космических ракет и некоторых конструкционных элементов газофазных ядерных реактивных двигателей.

X реагирует с парами воды при нагревании до 573 К, образуя твёрдый **X₃** и газ **X₄** (**реакция 1**). При **реакции 1** также образуется примесь бинарного **X₅**, в котором разность массовых долей элементов составляет 0.978. **X₃** также можно получить взаимодействием **X** и газа **X₆** при нагревании до 973 К (**реакция 2**) (газ **X₆** имеет плотность по этилену, равную 1.143).

При взаимодействии X с веществом X_7 (открытым французским химиком Антуаном Жеромом Баларом в 1826 году) при температуре 623 К, образуется тетрагалогенид X_8 белого цвета (*реакция 3*), а при реакции с «безжизненным» газом X_9 образуется прочное бинарное соединение X_{10} коричневого цвета (*реакция 4*).

Металл растворяется в концентрированной серной кислоте (*реакция 5*), в концентрированной фтороводородной кислоте (*реакция 6*), в смеси двух сильных одноосновных концентрированных кислот X_{14} и X_{15} (объемное соотношение в смеси: $V(X_{14}) : V(X_{15}) = 3:1$) (*реакция 7*). При этом:

В *реакции 5* образуется газ X_{11} с плотностью по ацетилену 2.46 и комплексное соединение X_{12} (содержащее 45.88 масс. % элемента X).

В *реакции 6* образуются газ X_4 и похожее на X_{12} комплексное соединение X_{13} , в котором массовая доля элемента X составляет 65.44 %.

В *реакции 7* образуется газ X_{16} , который в промышленности получают каталитическим окислением газа X_{17} (плотность X_{17} по фосгену равна 0.172) (*реакция 8*), и интересное соединение X_{18} , имеющее в своём составе 3 атома X (массовая доля X равна 62.9 %, комплексный катион имеет заряд 3+).

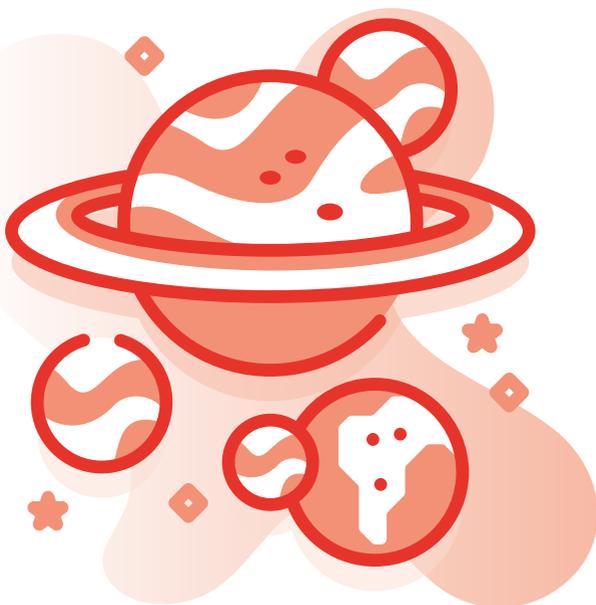
Важно также отметить реакции с фторидами, которые могут протекать по-разному. Так, при взаимодействии тетрагалогенида X_{19} (сод. 70.1 % X по массе) с концентрированным раствором фторида аммония образуется комплекс X_{20} (КЧ $X = 7$) (*реакция 9*), а при реакции с раствором фторида лития (и при нагревании до 1173 К) получается комплекс X_{21} , с КЧ $X = 8$ (*реакция 10*).

Другой тетрагалогенид X_{22} (сод. 25.95 % X по массе) способен при нагревании до 1173 – 1273 К вступать в интересную окислительно-восстановительную реакцию с X_{17} , с образованием X_{10} , газа X_4 и простого вещества X_{23} (*реакция 11*), пары которого впервые были получены французским химиком-технологом и фармацевтом Бернаром

Куртуа в 1811 году (плотность паров X_{23} по смеси, содержащую CO ($\phi(\text{CO}) = 27.13\%$), этилен ($\phi(\text{C}_2\text{H}_4) = 68.91\%$) и X_9 ($\phi(X_9) = 3.96\%$) равна 9.071), действуя концентрированной серной кислотой на золу морских водорослей (*реакция 12*).

Вопросы:

1. Назовите металл X , вещества $X_1 - X_{23}$, подтверждая расчётами везде, где это возможно.
2. Напишите уравнения *реакций 1-12*.
3. Какое тривиальное название имеет смесь кислот X_{14} и X_{15} ? Какой цвет приобретает эта смесь? Напишите соответствующие уравнения реакций.



Угадаечка

Автор: Лазутин Даниил

X	C	A	B	Y	Z	G
Na_2SO_3	H_2SO_4	SO_2	H_2S	Cu	CuCl_2	HCuCl_2

- $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2$
- $4\text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{S} + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$
- $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S}$
- $2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu} = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{CuCl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}[\text{CuCl}_2]$

Арифметическая прогрессия

Автор: Ухванов Илья

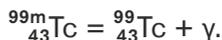
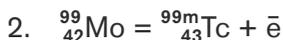
A	B	C	D
H_2	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Be}(\text{OH})_2 \cdot \text{BeCO}_3$	$(\text{NH}_4)_5[\text{Sc}(\text{CO}_3)_4]$

B'	C'	X ₁	X ₂	X ₃
$\text{Al}_3\text{O}(\text{AcO})_7(\text{H}_2\text{O})_3$	$\text{Be}_4\text{O}(\text{AcO})_6$	Be	Al	Sc

Изотоп металла

Автор: Косарева Мария

1	M	A	Б	B	Г	Д	E
	Tc	TcS_2	Tc_2O_7	TcO_2	CO	$\text{Tc}_2(\text{CO})_{10}$	$[\text{Tc}(\text{CO})_4\text{I}]_2$



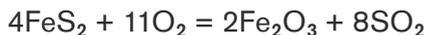
Золото – не золото

Автор: Халиуллина Рената

1	A	A₁	A₂	B	B₁	B₂
	FeS ₂	Fe ₂ O ₃	SO ₂	TiN	TiO ₂	TiCl ₄

B₃	B₄	B₅	C	C₁	C₂
NH ₃	Cl ₂	HCl	ZrSiO ₄	ZrO ₂	SiO ₂

Уравнения реакций:



2. **A** – пирит/железный колчедан;
C – циркон;
C₁ – бадделейт;
C₂ – кварц/горный хрусталь/аметист

Мало знать только греческий

Автор: Тесленко Иван

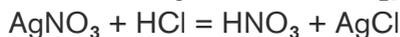
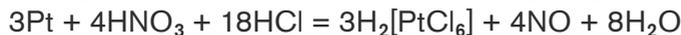
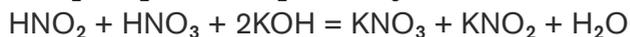
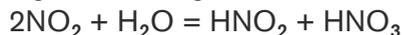
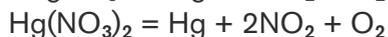
1	A	B	C	D	E	H
	AgNO ₃	Hg(NO ₃) ₂	HCl	AgCl	Cl ₂	HNO ₃

X	Y	Z
Ag	Hg	Pt

2. Царская водка – смесь концентрированной HNO_3 и HCl .
3. Масса платины 5 г – непрореагировавший осадок в растворе 1, масса серебра 5 г – из осадка **D**, оставшиеся 10 г от исходных 20 г – ртуть.

$$\omega_{\text{Ag}} = 5/20 = 25\%, \quad \omega_{\text{Pt}} = 5/20 = 25\% \quad \omega_{\text{Hg}} = 10/20 = 50\%.$$

4. Реакции:



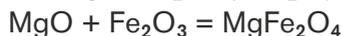
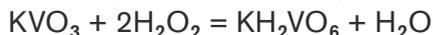
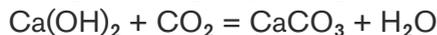
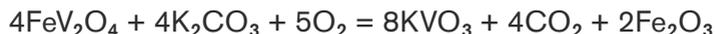
Такие разные шпинели

Автор: Мустафин Искандер

1	Γ_1	Γ_2	A	B
	CO_2	N_2	Fe_2O_3	KVO_3

C	D	E	X	Y
KH_2VO_6	VOSO_4	K_2SO_4	FeV_2O_4	MgFe_2O_4

2. Реакции:

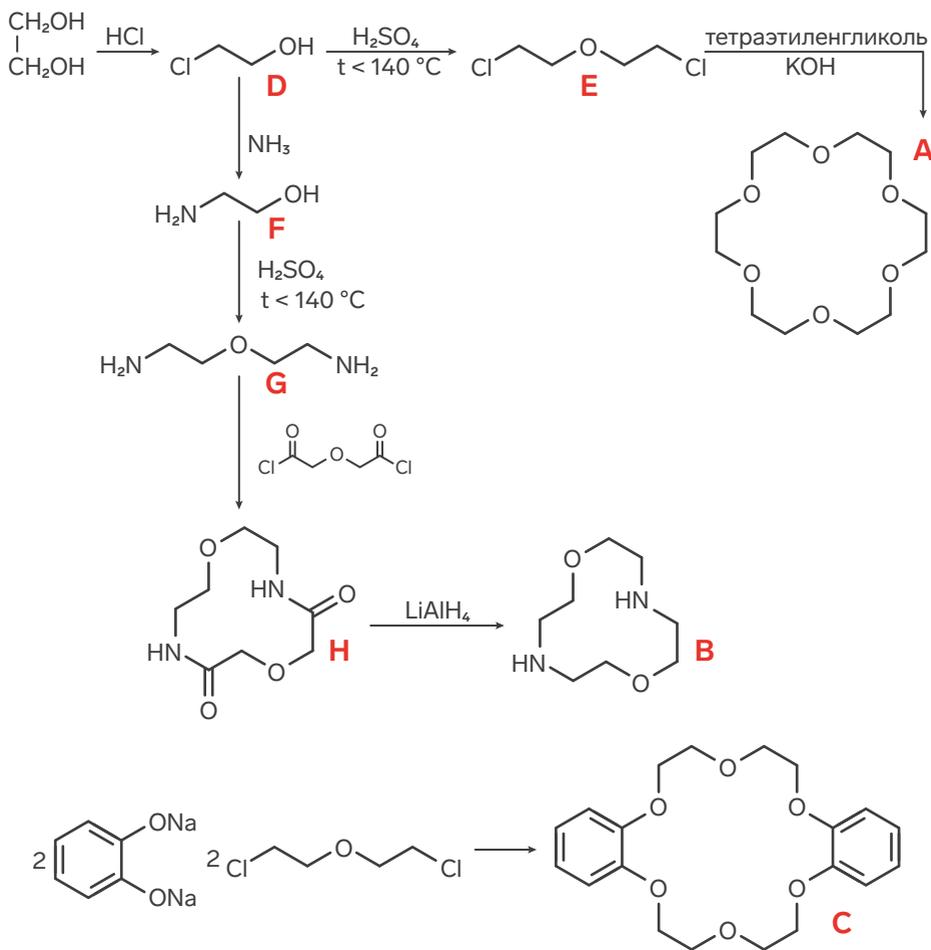


3. **X** – кульсонит;
Y – магнезиоферрит, магноферрит, тальковый железный камень.

Королевская задача

Автор: Воскресенский Егор

1. Все загаданные вещества представлены на полной схеме из условия:



2. **A** – 18-краун-6, **B** – 1,7-диазо-12-краун-4, **C** – дибензо-18-краун-6.
 3. Стабильность комплексов коррелирует с соответствием размера катиона размеру полости в краун-эфире: литий – маленький катион, калий же имеет гораздо больший размер. Большая активность пурпурного бензола по сравнению с водным раствором KMnO_4 обусловлена слабой сольватацией перманганат-иона в бензольном растворе.

Мексиканский минерал

Автор: Тимохин Данил

1. Состав минерала Ag_3CuS_2 .

A	B	C	D	E	F	G	H
HNO_3	AgNO_3	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	H_2SO_4	NO_2	Ag_2O	HCl	AgCl

I	J	K	L	M	N
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$	CuO	H_2O_2	$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_2$	CO_2	$\text{H}[\text{CuCl}_2]$

O	P	R	S	T	U	V
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$	MnSO_4	MnCl_2	Cl_2	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	$\text{MnO}(\text{OH})$	MnO_2

W	MnO_2	X	Ag	Y	Cu
----------	----------------	----------	-------------	----------	-------------

2. Уравнения реакций:

- $\text{Ag}_3\text{CuS}_2 + 22\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{AgNO}_3 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 17\text{NO}_2\uparrow + 9\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{AgNO}_3 \rightarrow 2\text{Ag}\downarrow + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$
- $2\text{AgNO}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{AgCl}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

5. $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$
6. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$
7. $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O} (t^\circ)$
8. $2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$
9. $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
10. $2\text{Cu} + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}[\text{CuCl}_2] + \text{H}_2$
11. $4\text{H}[\text{CuCl}_2] + 16\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
12. $2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnO}_2 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
13. $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 (\text{MnO}_2 \text{ кат-р})$
14. $3\text{MnSO}_4 \rightarrow \text{Mn}_3\text{O}_4 + 3\text{SO}_2 + \text{O}_2$
15. $8\text{HCl} + \text{Mn}_3\text{O}_4 \rightarrow 3\text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
16. $\text{MnCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
17. $4\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{MnO}(\text{OH})\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

Ιώδης

Автор: Давшиц Мария

1	J	A	B	C	D
	I ₂	HIO ₃	Ba(IO ₃) ₂	Ba ₅ (IO ₆) ₂	HIO ₃

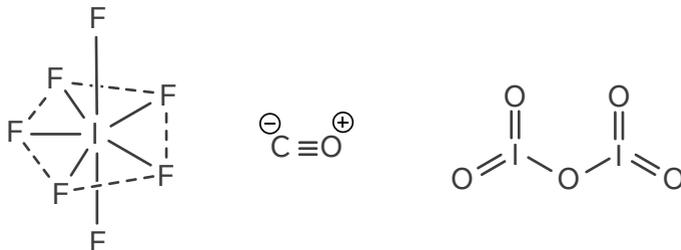
E	I	F	H	G
I ₂ O ₅	IF ₇	CO	NaI ₃	NaI

Уравнения реакций:

1. $\text{I}_2 + 10\text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow 2\text{HIO}_3 + 10\text{NO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
2. $2\text{HIO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{IO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
3. $6\text{I}_2 + 6\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{IO}_3)_2 + 5\text{BaI}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
4. $5\text{Ba}(\text{IO}_3)_2 \rightarrow \text{Ba}_5(\text{IO}_6)_2 + 4\text{I}_2 + 9\text{O}_2$
5. $\text{Ba}_5(\text{IO}_6)_2 + 10\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{H}_5\text{IO}_6 + 5\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
6. $\text{I}_2 + 7\text{KrF}_2 \rightarrow 2\text{IF}_7 + 7\text{Kr}$

7. $\text{IF}_7 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_5\text{IO}_6 + 7\text{HF}$
8. $2\text{HIO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{HPO}_3 + \text{I}_2\text{O}_5$
9. $\text{I}_2\text{O}_5 + 5\text{CO} \rightarrow \text{I}_2 + 5\text{CO}_2$
10. $\text{NaI} + \text{I}_2 \rightarrow \text{NaI}_3$
11. $\text{NaI}_3 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 3\text{NaI}$.

2. Структурные формулы:



3. В соответствии с правилом Полинга, более сильной кислотой будет HIO_3 , для H_5IO_6 число оксогрупп (кольцевых атомов кислорода) – 1, число гидроксогрупп – 5; для HIO_3 оксогрупп – 2, гидроксогрупп – 1.

Доппельгангер свинца

Автор: Семакин Григорий

	X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1	W	H ₂ [WF ₈]	K[WF ₆]	K ₃ [WF ₈]	K ₃ [WF ₆]

Уравнения реакций:

1. $\text{W} + 2\text{HNO}_3 + 8\text{HF} \rightarrow \text{H}_2[\text{WF}_8] + 2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
2. $\text{W} + 3\text{F}_2 \rightarrow \text{WF}_6$
3. $\text{WF}_6 + \text{KI} \rightarrow \text{K}[\text{WF}_6] + 0.5\text{I}_2$
4. $\text{K}[\text{WF}_6] + 2\text{KF} \rightarrow \text{K}_3[\text{WF}_8]$
5. $3\text{K}_3[\text{WF}_8] + 2\text{W} + 6\text{KF} \rightarrow 5\text{K}_3[\text{WF}_6]$
6. $6\text{K}_3[\text{WF}_8] + 2\text{W} \rightarrow 5\text{K}_3[\text{WF}_6] + 3\text{K}[\text{WF}_6]$.

Свинец? Или всё же графит?

Автор: Габдулхакова Лия

X	A	Б	B	Г
Mo	MoO ₃	(NH ₄) ₂ MoO ₄	(NH ₄) ₂ [MoOCl ₅]	[Mo ₆ Cl ₈]Cl ₄

Д	E	Ж	З
Mo ₂ Cl ₁₀	H ₃ PO ₄	(NH ₄) ₃ [PMo ₁₂ O ₄₀]	(NH ₄) ₂ Mo ₄ O ₁₃

1. $2\text{Mo} + 5\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Mo}_2\text{Cl}_{10}$
2. $6\text{Mo} + 6\text{COCl}_2 \rightarrow [\text{Mo}_6\text{Cl}_8]\text{Cl}_4 + 6\text{CO}$
3. $2\text{MoO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 10\text{HCl} + 4\text{NH}_4\text{I} \rightarrow 2(\text{NH}_4)_2[\text{MoOCl}_5] + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{HI}$
4. $6\text{Mo}_2\text{Cl}_{10} + 18\text{Mo} \rightarrow 5[\text{Mo}_6\text{Cl}_8]\text{Cl}_4$
5. $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + 3\text{MoO}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{Mo}_4\text{O}_{13}$
6. $12(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + 21\text{HNO}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}] + 21\text{NH}_4\text{NO}_3 + 12\text{H}_2\text{O}$

Структура **X** напоминает Сатурн.

Неделимая химия

Автор: Фарафонов Глеб

C	A	B	Y	D	E	X
H ₂	Rh	P	RhCl ₃	PBr ₃	PPh ₃	[Rh(PPh ₃) ₃ Cl]

X – Это катализатор Уилкинсона, использующийся как гомогенный катализатор гидрирования, который в 1965 году получил Джефри Уилкинсон, ученый работавший в области металлорганической химии, науки возникшей на пересечении органической и неорганической химии, с чем и связано название задачи.

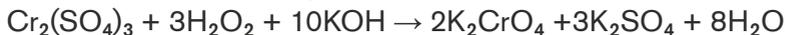
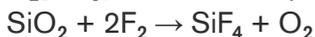
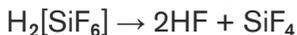
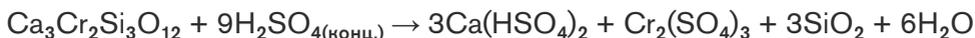
Гость с Урала

Автор: Ирин Матвей

1	A	B	C	D	F	G	H
	$\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2[\text{SiF}_6]$	SiF_4	CaSO_4	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$	K_2CrO_4	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

В растворе **Y** находятся CrCl_3 и CaCl_2 , минерал – $\text{Ca}_3\text{Cr}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$

2. Уравнения реакций:



3. Минерал называется **уваровит** (назван в честь академика Уварова).

Невозможное возможно!

Автор: Ирин Матвей

Данный полупроводник – антимонид никеля, **NiSb**.

Рений от Рения

Автор: Эфендиев Расул

A	B	B	Г	Д	E	Ё
ReO_3	NaCl	ReO_2	TiO_2	ReS_2	Re_2O_7	$\text{Ca}(\text{ReO}_4)_2$

Ж	З	И	К трехшапочная тригональная призма	Л
$\text{Ca}_3(\text{ReO}_5)_2$	$\text{Ca}_5(\text{ReO}_6)_2$	$\text{Re}_2\text{Cl}_{10}$	$\text{K}_2[\text{ReH}_9]$	$[\text{NBu}_4]_2[\text{Re}_2\text{Cl}_8]$
М	Н	О	П	
$\text{Re}_2\text{Cl}_6(\text{PPh}_3)_2$	$[\text{Re}_6\text{C}(\text{CO})_{18}]^{4-}$	$[\text{Re}_7\text{C}(\text{CO})_{21}]^{3-}$	$[\text{Re}_8\text{C}(\text{CO})_{24}]^{2-}$	
Р заслоненный	С заторможенный	Т	У	Ф
Cp_2ReH	Cp^*2ReH	Cp^*2Re	$\text{Cp}^*\text{Re}(\text{CO})_3$	$\text{Cp}^*2\text{Re}_2(\text{CO})_3$
Х	Ц	Ч	Ш с мостиковыми метилами	
Cp^*ReO_3	Cp^*ReH_6	$\text{Re}_3\text{Cl}_3(\text{CH}_2\text{TMS})_6$	$\text{Re}_3\text{Me}_3(\text{CH}_2\text{TMS})_6$	

2 сигнала (при низкой температуре наблюдается разделение сигналов из-за медленного обмена между аксиальными и экваториальными Н).

Щ	Ъ	Ы
$\text{Re}_3\text{Cl}_6(\text{CH}_2\text{TMS})_3$	$[\text{Re}_4(\text{CO})_{16}]^{4-}$	$(\text{CO})_4\text{Fe}\{\text{Re}(\text{CO})_5\}_2$

3 «N»

Автор: Макаров Владислав

- а) $(\text{NH}_4)_2\text{Mn}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; б) NaClO_3 ; в) $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
- «Марганцовка»
 $3\text{Mn} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{Mn}_3\text{O}_4$
 $2\text{Mn}_3\text{O}_4 + 12\text{KOH} + 5\text{O}_2 \rightarrow 6\text{K}_2\text{MnO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KMnO}_4 + 2\text{KOH} + \text{H}_2$ (эл. ток).
- Шениты.
- При электролизе происходит реакция: $2\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$.

И всё здесь токсично

Автор: Зайцева Екатерина

1. Углеводород **C** – это бензол, тогда **D** – PhCl, **E** – PhBr, **F** – PhMgBr.

По реакциям получения соединений элемента **B** становится понятно, что **B₂** – кристаллогидрат хлорида **B**.

Запишем реакцию получения **B₃** в общем виде:



$$n(\text{SOCl}_2) = 1.2852/119 = 0.0108 \text{ моль}$$

В мольном соотношении **B₃** и SOCl_2 1:4 получим, что

$$M(\text{B}_3) = 0.8384/0.0027 = 310.5 \text{ г/моль.}$$

При $x = 3$ получается, что $M(\text{B}) = 204 \text{ г/моль} \Rightarrow$ это **Tl**, тогда

B	B₁	B₂	B₃
Tl	TlCl	TlCl ₃ ·4H ₂ O	TlCl ₃

Запишем реакцию получения **A₂** в общем виде:



$$M(\text{ACl}_2) = a + 35.5z, \quad M(\text{Ph}_z\text{A}) = 77z + a,$$

$$M(\text{ACl}_2) : M(\text{Ph}_z\text{A}) \approx 1:1.7 \Rightarrow a = 23.8z.$$

При $z = 3$ может подойти AsCl_3 , тогда

A	A₁	A₂	A₃
As	AsCl ₃	Ph ₃ As	Ph ₃ AsBr ₂

$M(A_6 \text{ при } 2Cl) = 71/0.156 = 455 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{это } Ph_4AsHCl_2 \text{ (остаток, равный 1, может приходиться только на водород).}$

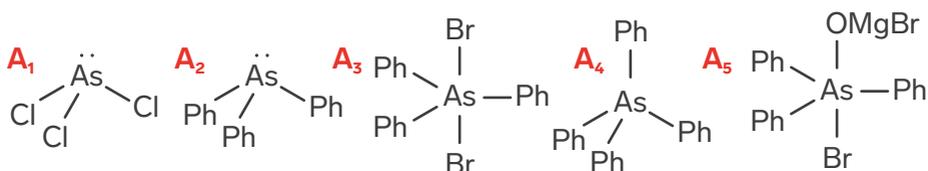
A_4	A_5	A_6	A_7
Ph_3AsO	$Ph_4AsOMgBr$	Ph_4AsHCl_2	Ph_4AsCl

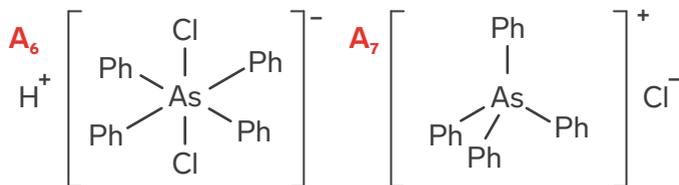
Соли **X** и **Y** - это $[Ph_4As][TlCl_4]$ и $[Ph_4As][TlCl_4]$ соответственно.

2. Уравнения реакций:

- $[Ph_4As][TlCl_4] + 4NaI \rightarrow [Ph_4As][TlI_4] + 4NaCl$
- $2As + 3Cl_2 \rightarrow 2AsCl_3$
- $AsCl_3 + 3PhCl + 6Na \rightarrow Ph_3As + 6NaCl$
- $Ph_2As + Br_2 \rightarrow Ph_3AsBr_2$
- $Ph_3AsBr_2 + H_2O \rightarrow Ph_3AsO + 2HBr$
- $Ph_3AsO + PhMgBr \rightarrow Ph_4AsOMgBr$
- $Ph_4AsOMgBr + 3HCl \rightarrow Ph_4AsHCl_2 + MgBrCl + H_2O$
- $Ph_4AsHCl_2 + NaOH \rightarrow Ph_4AsCl + NaCl + H_2O$
- $2Tl + Cl_2 \rightarrow 2TlCl (t^\circ)$
- $TlCl + Cl_2 + 4H_2O \rightarrow TlCl_3 \cdot 4H_2O$
- $TlCl_3 \cdot 4H_2O + 4SOCl_2 \rightarrow TlCl_3 + 8HCl + 4SO_2$
- $Ph_4AsCl + TlCl_3 \rightarrow [Ph_4As][TlCl_4]$
- $2C_6H_6 + Cl_2 \rightarrow 2C_6H_5Cl (AlCl_3)$
- $2C_6H_6 + Br_2 \rightarrow 2C_6H_5Br (FeBr_3)$
- $C_6H_5Br + Mg \rightarrow C_6H_5MgBr (Et_2O)$

3. Структуры веществ A_1 - A_7 представлены на картинке ниже:





4. Таллий имеет некоторые общие химические свойства с щелочными металлами. По атомному радиусу подходит калий. Калий выполняет следующие функции в организме человека:

- Регуляция кислотно-щелочного баланса;
- Нормализация сердечного ритма;
- снабжение клеток головного мозга кислородом;
- Укрепление и поддержание оптимальной работы иммунитета;
- Снижение и регуляция артериального давления;
- Любая другая верная функция.



Lumos!

Автор: Кушниренко Ярослав

1. Вещества:

А	Б	В	В ₁	В ₂	
CaWO ₄	Na ₂ WO ₄	WO ₃ ·2H ₂ O	WO ₃ ·H ₂ O	[W(CNH) ₈][SbF ₆] ₄	
Г	Г ₁		Д	Е	Ж
WO ₃	W ₁₈ O ₄₉ или WO _{2,72}		WCl ₆	W(CO) ₆	K ₃ W ₂ Cl ₉
З		И		К	
K ₄ [W(CN) ₈]·2H ₂ O		K ₃ [W(CN) ₈]·H ₂ O		[W(CNH) ₈][SbF ₆] ₄	

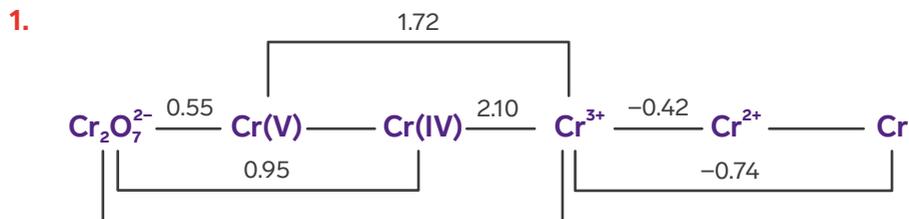
2. Уравнения реакций:

- $\text{CaWO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{WO}_4 + \text{CaCO}_3$
- $\text{Na}_2\text{WO}_4 + 2\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{WO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl}$
- $\text{WO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{WO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{WO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{WO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{WO}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{W} + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{W} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{WCl}_6$
- $\text{WCl}_6 + 3\text{Fe} + 6\text{CO} \rightarrow \text{W}(\text{CO})_6 + 3\text{FeCl}_2$
- $\text{K}_3\text{W}_2\text{Cl}_9 + 16\text{KCN} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}_4[\text{W}(\text{CN})_8] \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 9\text{KCl} + \text{H}_2 + 2\text{KOH}$
- $5\text{K}_4[\text{W}(\text{CN})_8] \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 8\text{HNO}_3 + \text{KMnO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5\text{K}_3[\text{W}(\text{CN})_8] \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + 6\text{KNO}_3 + 9\text{H}_2\text{O}$
- $\text{K}_4[\text{W}(\text{CN})_8] + 8\text{HF} + 8\text{SbF}_5 \rightarrow [\text{W}(\text{CNH})_8][\text{SbF}_6]_4 + 4\text{K}[\text{SbF}_6]$

3. Вольфрам применяется для производства нитей накаливания, а также тяжелых сплавов (например, для изготовления броневых сердечников).

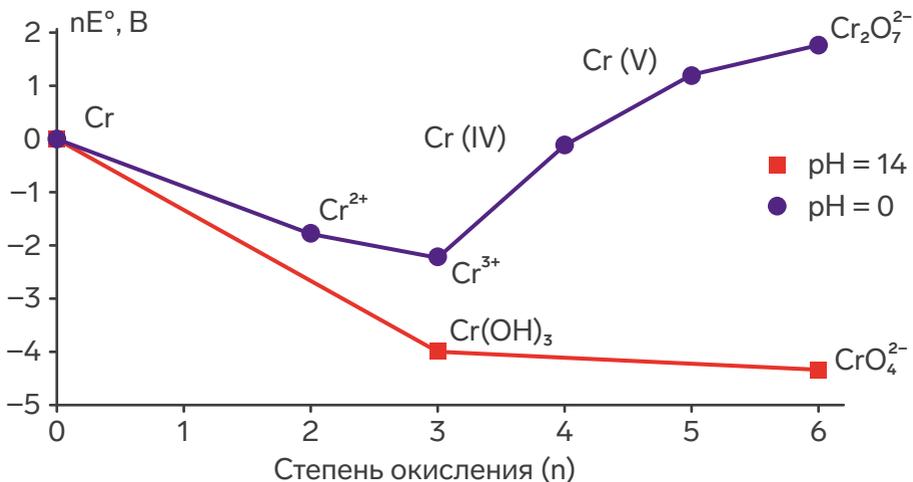
ถึงคุณโครม

Автор: Улановская Мария

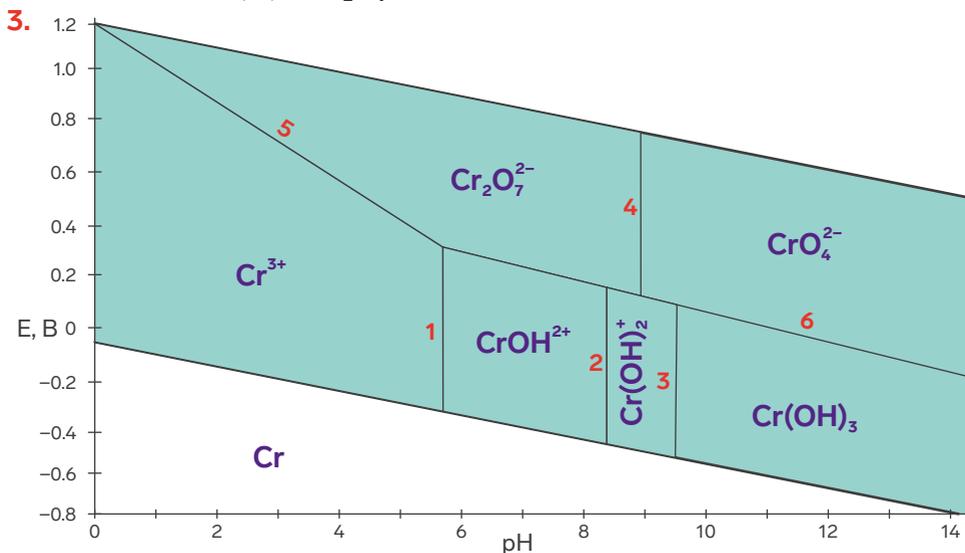


2.

- $nE^\circ(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 6 \cdot 0.295 = 1.77 \text{ B}$
- $nE^\circ(\text{Cr}(\text{V})) = 5 \cdot 0.246 = 1.23 \text{ B}$
- $nE^\circ(\text{Cr}(\text{IV})) = 4 \cdot (-0.03) = -0.12 \text{ B}$
- $nE^\circ(\text{Cr}^{3+}) = 3 \cdot (-0.74) = -2.22 \text{ B}$
- $nE^\circ(\text{Cr}^{2+}) = 2 \cdot (-0.9) = -1.8 \text{ B}$



Данные формы хрома реагировать между собой не будут при $\text{pH} = 0$, так как точка, соответствующая форме Cr(V), лежит над прямой, соединяющей Cr(IV) и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.



- b) **линия 1:** $\text{pH} = \text{p}K_w - \lg\beta_2 + \lg\beta_1 = 14 - 18.3 + 10 = 5.7$
линия 2: $\text{pH} = \text{p}K_w - \lg\beta_3 + \lg\beta_2 = 14 - 24 + 18.3 = 8.3$
линия 3: $\text{pH} = \text{p}K_w - \lg\beta_4 + \lg\beta_3 = 14 - 28.6 + 24 = 9.4$

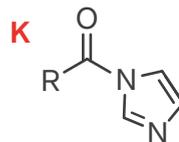
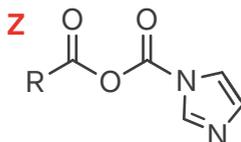
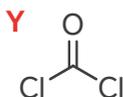
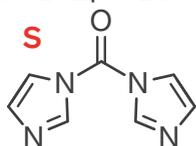
с) **линия 5:** $(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}) = E = E^\circ - 0.059 / 6 \cdot \log([\text{Cr}^{3+}]/([\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] \cdot [\text{H}^+]^{14}))$
 $E = 1.33 - 0.137 \text{ pH}$.

4. 1. K_2CrO_4 . 2. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

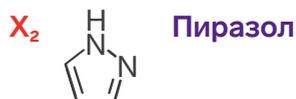
Бронхи угольной кислоты

Автор: Колпакова София

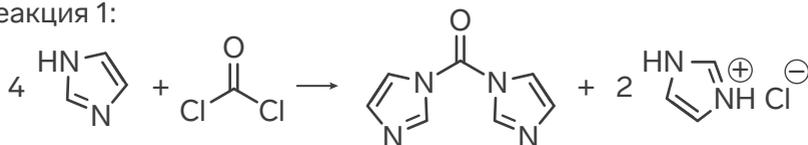
1. Вещества



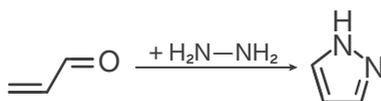
2. Вещества



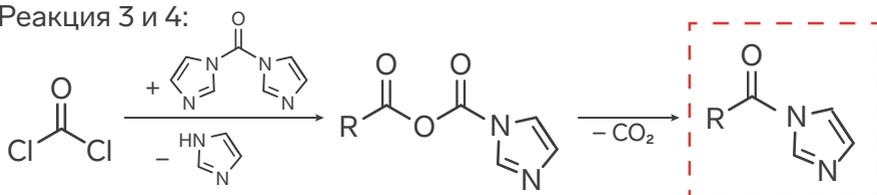
3. Реакция 1:



Реакция 2:



Реакция 3 и 4:

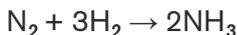


N-ацилимидазол

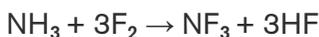
Соль Кристи

Автор: Воропаев Кирилл

1, 2. Очевидно, что X_1 – NH_3 , который образуется по реакции:



NH_3 окисляется фтором до X_2 – NF_3 по реакции:



Т.к медь довольно слабый восстановитель, то она не сможет восстановить N до +1, тогда остается только +2. Образовавшийся радикал NF_2 тут же димеризуется в N_2F_4



Чтобы установить формулу продукта X_4 , для начала вычислим $x(N)$ в нём.

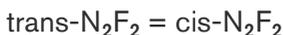
Т.к $x(N)$ в $X_2 = 1/4 = 0.25$, то

$x(N)$ в $X_4 = 2 \cdot 0.25 = 0.5$.

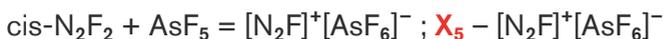
Поскольку вещества X_2 - X_4 имеют одинаковый качественный состав, то из этого следует, что и $x(F) = 0.5$. Тогда X_2 – N_2F_2 (NF не существует).



Далее происходит изомеризация:



Далее, AsF_5 реагирует как кислота Льюиса:



Пусть в веществе Y_1 содержится 1 N, тогда $M(Y_1) = 14/0,3589 = 39$ г/моль. Т. к. в Y_1 4 атома трёх элементов, то на 3 атома двух элементов приходится $39 - 14 = 25$ г/моль. Логичнее всего предположить, что в Y_1 содержится H, тогда если в Y_1 1H, то получаем C_2NH , но его никак нельзя получить в одну стадию из NH_3 . Поэтому остается вариант с 2H, получаем, что Y_1 - $NaNH_2$.

Простейшей реакцией получения $NaNH_2$ является растворение Na в аммиаке:

$2Na + 2NH_3 = 2NaNH_2 + H_2$, тогда вещество K-Na.

$3NaNH_2 + NaNO_3 = NaN_3 + 3NaOH + NH_3$

По условию под Y_2 подходит NaN_3 , т.к. $x(N)/x(Na) = 3$, а также NaN_3 – ионное вещество.

$2NaN_3 + H_3PO_4 = Na_2HPO_4 + 2HN_3$

Y_3 – HN_3 . HN_3 действительно является ядовитой жидкостью.

Раз HN_3 и $[N_2F]^+ [AsF_6]^-$ реагируют в соотношении 1 к 1 и продукты получаются в таком же соотношении, то можно предположить, что HN_3 отщепляет от $[N_2F]^+$ анион F^- образуя HF:

$HN_3 + [N_2F]^+[AsF_6]^- = [N_5]^+[AsF_6]^- + HF$

Это и есть **соль Кристи**.

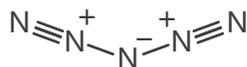
При реакции $[N_5]^+[AsF_6]^-$ с NO неустойчивый катион заменится на устойчивый – NO^+

$[N_5]^+[AsF_6]^- + NO = [NO]^+[AsF_6]^- + 2,5N_2$; **B** – $[NO]^+[AsF_6]^-$

А при реакции с водой соединение разваливается на AsF_5 , O_2 , N_2 и HF.

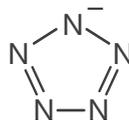


Где **C** – N_2 , **D** – O_2 и **E** – HF .



3. Катион $[\text{N}_5]^+$ имеет следующую структуру:

4. Для отрицательного иона N_5^- устойчива циклическая форма:



5. **W** – $[\text{N}_5]^+[\text{SbF}_6]^-$ оказывается более устойчивой, чем $[\text{N}_5]^+[\text{AsF}_6]^-$ из-за того, что SbF_5 более сильная кислота Льюиса, чем AsF_5 , кроме того большой катион N_5^+ образует более устойчивую решетку с чуть более крупным анионом, содержащим сурьму вместо мышьяка.

Вещества-близнецы?

Автор: Стриженов Илья

Нил Бартлетт сделал прорыв в химии ксенона, поэтому можно предположить, что **X** – Xe, тогда **X₁** должен быть XePtF_6 – именно такой состав предлагал ученый. Если не знать историю открытия химии ксенона, на сам ксенон можно выйти расчетом:

$$M(\text{X}_3) = M(\text{Pt}) \frac{n}{\omega(\text{Pt})} = \frac{195n}{0.4432} = 440n \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Можно предположить, что в **X₁** содержится фтор. Переберем молярные массы X в зависимости от n и количества атомов фтора.

$\begin{matrix} n \\ \text{N}(\text{F}) \end{matrix}$	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	169	150	131	112	93	74	55	36	17
2	414	395	376	357	338	319	300	281	262
3	659	640	621	602	583	564	545	526	507

Единственное разумное значение 131 при $n = 1$ и $N(F) = 6$. $X_1 - \text{XePtF}_6$.

Рассчитаем X_2 :

$$M(X_2) = M(\text{Pt}) \frac{n}{\omega(\text{Pt})} = \frac{195n}{0.5201} = 375n \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

При $n = 1$ молярная масса соединения равна 180 г/моль. В нем точно содержится ксенон, поэтому вычитаем его молярную массу, а остаток делим на молярную массу фтора:

$$180 - 131 = 49 \text{ г/моль}$$

$$49/19 = 2.58$$

Поскольку получилось нецелое число атомов фтора, проделываем те же операции при $n = 2$ и получаем состав $X_2 - [\text{XeF}][\text{Pt}_2\text{F}_{11}]$.

При нормальных условиях ксенон реагирует со фтором с образованием дифторида ксенона XeF_2 . Это и будет вещество **A**. Молярная масса **A** равна 169 г/моль, количество электронов в этом соединении составляет 72.

B можно было бы найти перебором вариантов, при которых соединение имеет молярную массу 169 г/моль и 72 электрона, однако можно и найти по числам. Для этого рассчитаем молярную массу **E** и предположим, что в него входит только кислород, железо и неизвестный элемент, входящий в **B** (т.о. **C** – $\text{Э}_x\text{Fe}_n\text{O}_y$), сделав после этого перебор по кислороду:

$$M(\text{E}) = M(\text{Fe}) / 0.2179 = 257n \text{ г/моль}$$

$$M(\text{E}) - nM(\text{Fe}) = 257 - 56 = 201n \text{ г/моль}$$

Пусть $n = 1$. Вычитаем из 201 по 16 и смотрим, есть ли элементы с такими же молярными массами:

$$201 - 16 = 185 \text{ г/моль} - \text{не подходит}$$

$$185 - 16 = 169 \text{ г/моль} - \text{Tm}$$

$$169 - 16 = 153 \text{ г/моль} - \text{не подходит}$$

$$153 - 16 = 137 \text{ г/моль} - \text{Ba}$$

Далее перебирать не будем, потому что дальше не будет ответов, подходящих под элемент. Итак, **Е** – это либо TmFeO_2 , либо BaFeO_4 . В первом соединении железо имеет степень окисления +1, а во втором +6. Второй вариант больше похож на правду, поэтому **Е** – BaFeO_4 . А соединение **В** имеет состав BaO_2 , исходя из изоэлектронности и равенства молярных масс.

Так как **В** – малорастворимый пероксид, его можно получить реакцией обмена с **Д** – H_2O_2 .

XeF_2 окисляет воду до кислорода **С** – O_2 , тогда **С**₁ – O_3 . Молярная масса **Е**₁ при условии, что оно содержит 1 атом железа равна 394 г/моль, что соответствует Ba_2FeO_4 , в этом веществе железо имеет степень окисления +4.

Помимо XeF_2 ксенон образует 2 фторида: XeF_4 и XeF_6 , так как молярная масса **А**₂ больше, то **А**₁ – XeF_4 , **А**₂ – XeF_6 . **F** – продукт гидролиза XeF_6 , то есть XeO_3 , это кислотный оксид, поэтому реагирует с щелочами с образованием солей. **G** – Na_2XeO_4 , при окислении ксената натрия озоном получится перксенат натрия **Н** – Na_4XeO_6 – именно такая формула соответствует данной массовой доле. Ангидрид ксеноновой кислоты – XeO_4 – **I**.

Окисляя бромат фторидом ксенона, можно получить пербромат, кстати, именно при помощи фторида ксенона было подтверждено существование перброматов. **J** – KBrO_4 .

Рассчитаем состав **К**. Его молярная масса на 1 атом хлора равна 165 г/моль, что невозможно, поэтому в **К** минимум 2 атома хлора. При таком расчете получается XeCl_2O_8 или, что будет корректней $\text{Xe}(\text{ClO}_4)_2$ – **К**.

Рассчитаем газы **Y** и **Z**. Их молярная масса равна 71, что указывает на то, что один из газов – хлор. Другой газ с такой же молярной массой, изоэлектронный хлору – NF_3 . При пропускании смеси через щелочь хлор диспропорционирует, а NF_3 гидролизуются. Казалось бы, получаются

NaCl, NaClO, NaF и NaNO₂, но в условии сказано, что получится 3 соли. Логично предположить, что гипохлорит окислит нитрит.

Уравнения реакций

1. $\text{Xe} + 2 \text{PtF}_6 \rightarrow \text{XeFPt}_2\text{F}_{11}$
2. $\text{Xe} + \text{F}_2 \rightarrow \text{XeF}_2$
3. $2 \text{XeF}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Xe} + \text{O}_2 + 4 \text{HF}$
4. $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{BaO}_2$
5. $3 \text{BaO}_2 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_3 + 3 \text{BaSO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}$
6. $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$
7. $\text{BaO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{p} \text{Ba}(\text{O}_2)_2$
8. $2 \text{Ba}(\text{O}_2)_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{BaO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$
9. $3 \text{BaO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{BaFeO}_4 + \text{BaO}$
10. $2 \text{BaO}_2 + \text{FeO} \rightarrow \text{Ba}_2\text{FeO}_4 + \text{BaO}$
11. $6 \text{XeF}_4 + 12 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{XeO}_3 + 4 \text{Xe} + 3 \text{O}_2 + 24 \text{HF}$
или
 $3 \text{XeF}_4 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Xe} + 2 \text{XeO}_3 + 12 \text{HF}$
12. $\text{XeF}_6 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{XeO}_3 + 6 \text{HF}$
13. $\text{XeO}_3 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{XeO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
14. $\text{Na}_2\text{XeO}_4 + \text{O}_3 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_4\text{XeO}_6 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
15. $2 \text{XeO}_3 + 4 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_4\text{XeO}_6 + \text{Xe} + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
16. $\text{Na}_4\text{XeO}_6 + 4 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 4 \text{NaHSO}_4 + \text{XeO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
17. $\text{XeF}_2 + \text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Xe} + \text{KBrO}_4 + 2 \text{HF}$
18. $\text{XeF}_2 + 2 \text{HClO}_4 \rightarrow \text{Xe}(\text{ClO}_4)_2 + 2 \text{HF}$
19. $\text{BaO}_2 + \text{XeF}_2 \rightarrow \text{Xe} + \text{O}_2 + \text{BaF}_2$
20. $\text{Cl}_2 + \text{NF}_3 + 6 \text{NaOH} \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{NaNO}_3 + 3 \text{NaF} + 3 \text{H}_2\text{O}$

Пра́сиос

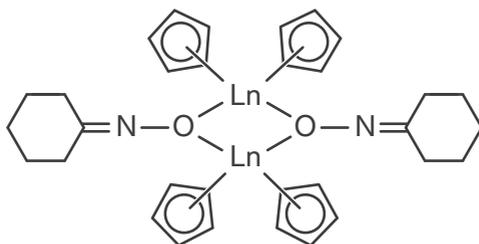
Автор: Стриженов Илья

1. “Di” это дидим – ошибочно открытый химический элемент, оказавшийся смесью празеодима и неодима. Разделяют неодим и празеодим экстракцией и хроматографией.

2.

X	A	B	C	D	E	G	I
Pr	PrI ₃	PrI ₂	PrOI	PrCl ₃	PrCp ₃ ·THF	Pr ₆ O ₁₁	Cl ₂
F			J			K	M
[Pr(Cp) ₂ (C ₆ H ₁₀ NO)] ₂			Pr ₂ (C ₂ O ₄) ₃ ·10H ₂ O			Pr ₂ (C ₂ O ₄) ₃	Pr ₂ O ₂ CO ₃

формула **F**



Ln = Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Ho, Er, Y, Tm, Yb

Чисел мало не бывает

Автор: Мустафин Искандер

1.

X	A	B	C	D	E
As	Na ₂ HAsO ₃	Na ₂ HAsO ₄	Ag ₃ AsO ₄	MgNH ₄ AsO ₄	As ₂ S ₃
F	G	H	I	J	L
(NH ₄) ₃ AsS ₄	S ₂ Cl ₂	AsCl ₃	CuHAsO ₃	As ₂ O ₃	NaAsO ₂
K		M		N	
Cu ₂ (CH ₃ COO)(AsO ₃)		NaH ₂ AsO ₄		NaAsO ₃	

2. As_2S_3 – аурипигмент; $CuHAsO_3$ – зелень Шееле;
 $Cu_2(CH_3COO)(AsO_3)$ – парижская зелень

3. Сразу понятно, что **О** – AsF_5 . Катион соединения **Р** скорее всего состоит из шести атомов, но он не может представлять собой **Ві** или **As**, окружённый пятью атомами фтора, так как это не будет являться катионом. Можно предположить, что катион представляет собой трёхзарядный катион Цинтля, состоящий из атомов только **Ві** или только **As**. Исходя из того, что **Р** состоит только из атомов **Ві**, **As** и **F** (не учитывая SO_2),
Р – $Bi_5(AsF_6)_3 \cdot 2SO_2$.

По описание структуры и учитывая маленькую массовую долю мышьяка, можно предположить, что **Q** – это арсеномолибдат. Двенадцать октаэдров – это двенадцать атомов **Mo**, окружённых шестью атомами кислорода, некоторые из которых являются общими вершинами для двух октаэдров.

$$M(Q) = M(As) : 0.0390133 = 74.92159 : 0.0390133 = 1920.4 \text{ г/моль}$$

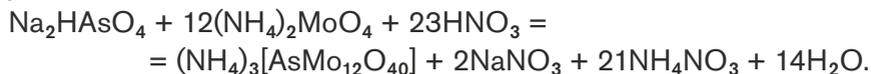
Вычитая из полученной молярной массы 12 атомов **Mo** и один атом **As**, получаем 694.09 г/моль, данная масса соответствует атомам кислорода и катиону. Суммарный заряд **As** и **Mo** равен +77, следовательно, атомов кислорода, скорее всего, 39, 40 или 41.

Количество атомов O	39 атомов O	40 атомов O	41 атом O
Общий заряд катионов	+1	+3	+5
Масса катиона (-ов)	70	54	38
Возможный катион	—	$3(NH_4^+)$	—

Q – $(NH_4)_3[AsMo_{12}O_{40}]$ Раствор **Y** – $(NH_4)_2MoO_4$ в HNO_3

4. Структура Кеггина; молибденовая жидкость; ионы Цинтля.

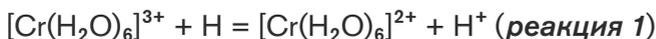
5. **реакция 1:** $10Bi + 9AsF_5 + 2SO_2 = Bi_5(AsF_6)_3 \cdot 2SO_2 + 3AsF_3$

реакция 2:**Непривычная ОВР****Автор: Косолапов Ярослав**

1-3. Из условия задачи становится понятно, что **X**, скорее всего, хлорид d-металла (по разнообразию цветов его солей). Если пропустить крайне важную информацию о происхождении названия металла, то можно исходить из того, что для получения **A** необходим атомарный водород. Из этого следует:

- 1) Степень окисления металла минимальна;
- 2) Эта степень окисления малоустойчива.

На ум приходит много вариантов: никель +2, ванадий +2, медь +2, хром +3 и т.д. Большинство из них опровергаются невозможностью восстановить металл до другой степени окисления, другие цветом безводного хлорида. По итогу получаем, что **X** – CrCl_3 . Ион **A** должен содержать Cr^{2+} и лишь один тип лигандов, значит, это октаэдрический комплекс. Поскольку для проведения реакции восстановления была взята разбавленная соляная кислота, значит ионов хлора недостаточно для образования гексахлорида. Исходя из этих размышлений, получаем, что **A** – $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ (раствор голубого цвета). Реакцию можно записать так:



Или любым другим адекватным образом. Главное, чтобы это было краткое ионное уравнение.



Из реакции следует, что **X**₁ – Na_2CrO_4 . В кислой среде он переходит в **X**₂ – $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



При добавлении нитрата серебра выпадает хромат, а не дихромат из-за его меньшей растворимости и наличия равновесия между этими двумя формами.



4. Перейдем к **Y** и **B**. Опять же, в **Y** присутствует d-металл из-за большого количества цветов. В этом пункте определить хлорид становится еще проще: изменение цвета соли с красно-розового на синий присуще кобальту +2. Подтвердим расчетами:

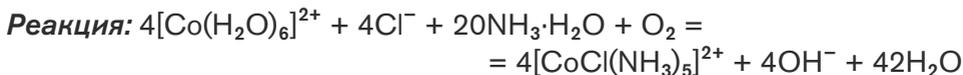
Полагаю, понятно, что продувание воздуха через раствор предполагает окисление кобальта кислородом до +3. Теперь становится ясно, что **B** имеет вид $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_x(\text{H}_2\text{O})_y]^{2+}$. Из известных чисел составим систему уравнений, учитывая, что **Co** имеет октаэдрическое окружение:

Найдем количество NH_3 $47,38 \cdot 10/100 = 0,279$ моль

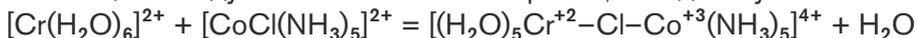
$$\frac{0.279}{x} = \frac{10}{59 + 17x + 18y + 35.5} \quad x + y = 5$$

Решив это уравнение, получим, что $x = 5$ $y = 0$, значит

B – $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$, а **Y** – CoCl_2



5. Реакция между **A** и **B** составляется просто, исходя из условия:



(предшественник)



Хлор через мостик оказался в лабильном комплексе хрома + 2 и сразу заместился на воду

M – это мучение или Про три стадии принятия

Автор: Абзальдинов Умар

1. Составим уравнение для выч. массовой доли водорода в X_2 (кристаллогидрат $M(\text{AcO})_n \cdot x\text{H}_2\text{O}$, где $\text{AcO} \equiv \text{CH}_3\text{COO}$).

$$\frac{3n + 2x}{M + 59n + 18x} = 0.05714$$

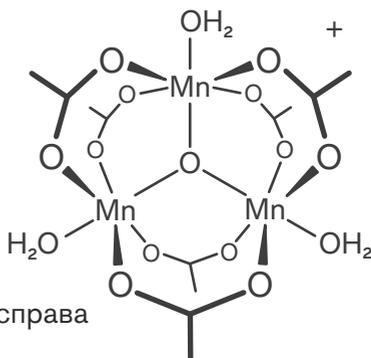
Предполагая, что металл двухвалентен, получаем при $x = 4$ вещество X_2 вида $\text{Mn}(\text{AcO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Тогда X – Mn, X_1 – $\text{Mn}(\text{OH})_2$, X_2 – $\text{Mn}(\text{AcO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

2. Правильных плоских фигур на ум приходит не так много. Предположим, что имеем дело с треугольником. Мостиковые анионы, вероятнее всего, - ацетат анионы. Тогда катион имеет вид $[\text{Mn}_3\text{O}(\text{AcO})_m \dots]^{(x+)}$.

В смеси растворителей имеется пиридин, нам известны его легирующие свойства. Также, в веществе Z имеется азот. По массовым долям элементов в Z можно рассчитать соотношение этих элементов в комплексе.

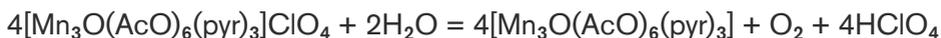
$n(\text{Mn}) = 21.373/55 = 0.3886$ моль	3
$n(\text{O}) = 26.943/16 = 1.684$ моль	13
$n(\text{N}) = 5.44/14 = 0.3886$ моль	3

Т. о. Z – $[\text{Mn}_3\text{O}(\text{AcO})_6(\text{pyr})_3]$
Тогда Y – $[\text{Mn}_3\text{O}(\text{AcO})_6(\text{pyr})_3]\text{ClO}_4$.

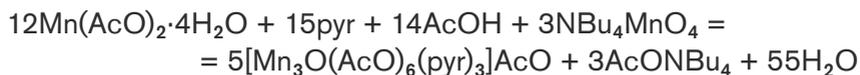


3. структура катиона Y (pyr замещен водой) справа

4. Реакция превращения Y в Z сопровождается превращением ионного вещества в нейтральный комплекс. Можно догадаться, что происходит превращение Mn^{+3} в Mn^{+2} . Тогда, в условиях отсутствия каких-то специальных реагентов в синтезе, можно записать реакцию с водой, имеющейся в тех или иных количествах в растворителе.



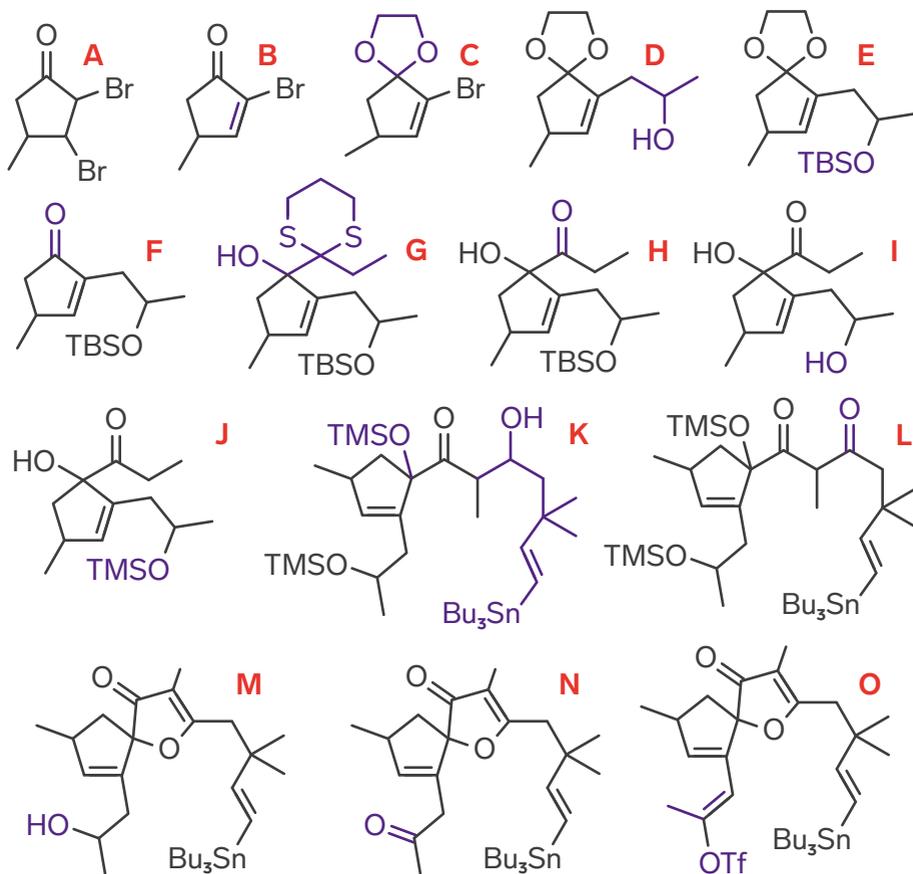
Реакция получения **Y** по условию задачи может выглядеть так:

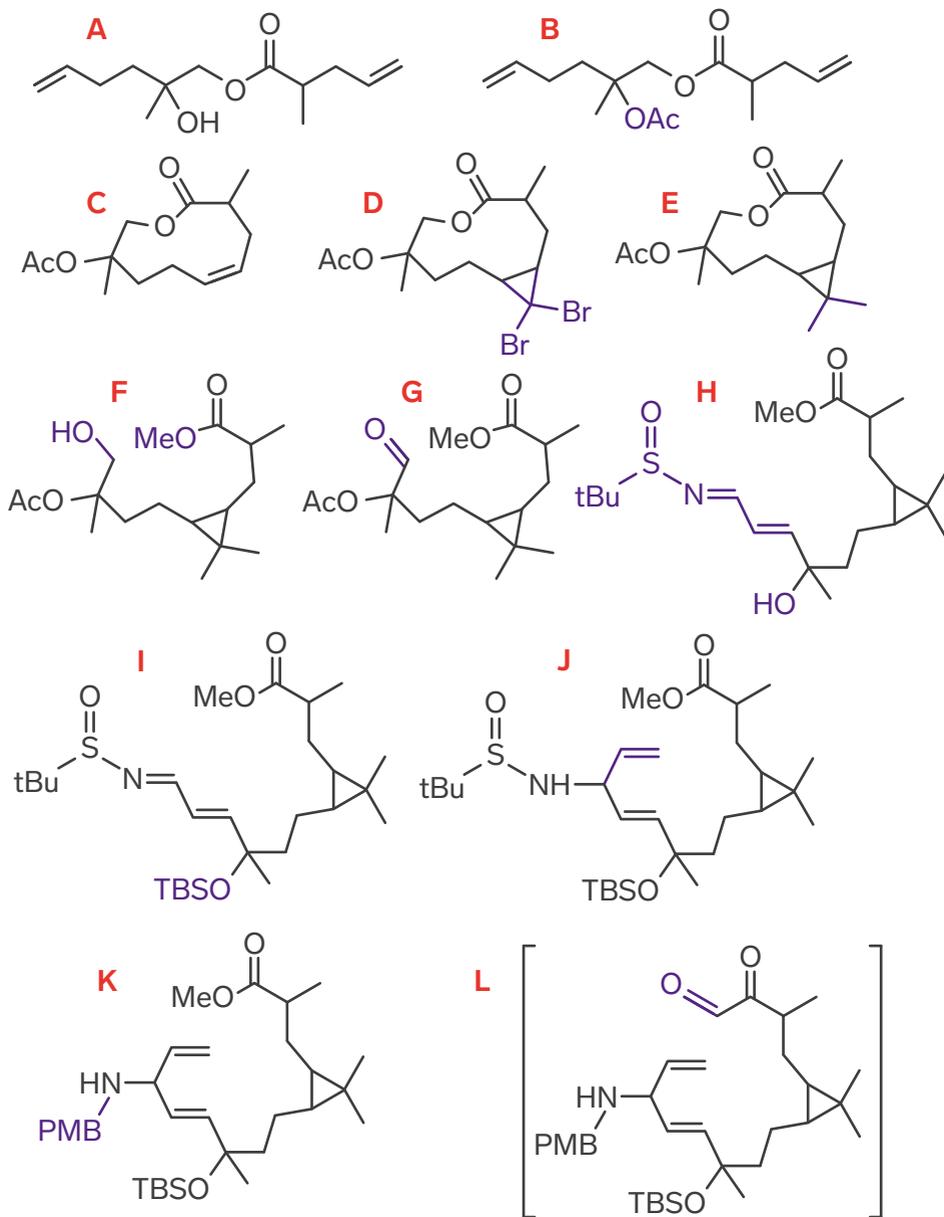


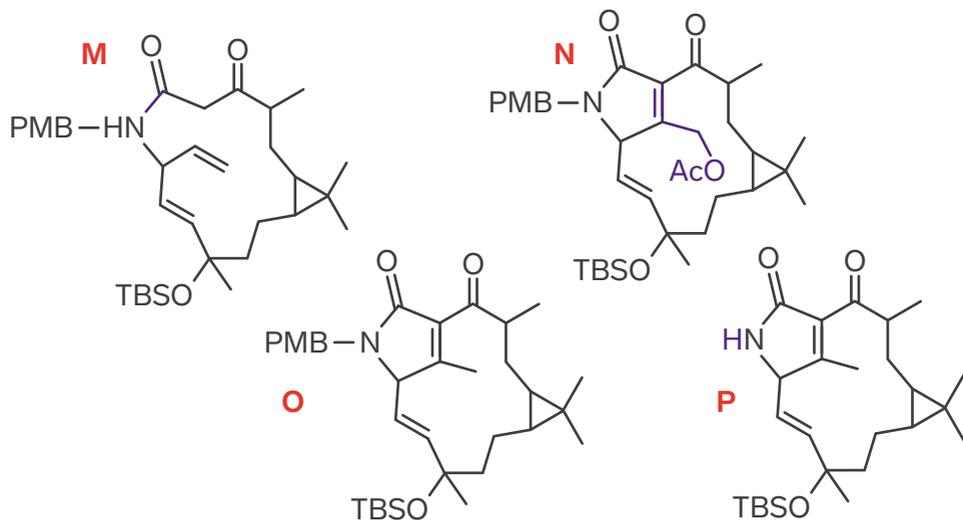
Далее – реакция обмена с перхлоратом натрия с выпадением осадка перхлората «сказочного» катиона.

Лекарства от всех болезней

Автор: Карпенко Даниил







Место встречи изменить нельзя...

Автор: Жаркова Светлана

1.

Х	А	Б	В	Г
Ru	RuO ₂	RuO ₄	K ₄ [Ru ₂ OCl ₁₀]	[Ru ₄ O ₆ (H ₂ O) ₁₂](SO ₄) ₂
Д	Е	З	К	Н
H ₃ [Ru(C ₂ O ₄) ₃]	Na ₂ [RuCl ₅ (H ₂ O)]	Ru ₂ O ₃	Na ₂ [Ru(CO) ₄]	RuCl ₃
И				Л
[(NH ₃) ₅ Ru-O-Ru(NH ₃) ₄ -O-Ru(NH ₃) ₅]Cl ₆				Ru ₆ C(CO) ₁₇

Реакции:

- $Ru + O_2 \rightarrow RuO_2$
- $RuO_2 + 2NaIO_4 \rightarrow 2NaIO_3 + RuO_4$

3. $2\text{RuO}_4 + 14\text{HCl} + 4\text{KCl} \rightarrow \text{K}_4[\text{Ru}_2\text{OCl}_{10}] + 7\text{H}_2\text{O} + 4\text{Cl}_2$
4. $\text{RuCl}_3 + 3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{H}_3[\text{Ru}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] + 3\text{HCl}$
5. $\text{RuCl}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2[\text{RuCl}_5(\text{H}_2\text{O})]$
6. $2\text{H}_3[\text{Ru}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \rightarrow \text{Ru}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO} + 6\text{CO}_2$

2. Применение: катализаторы во многих органических реакциях, в криминалистике, в производстве жаропрочных конструкционных материалов.

3. Минерал – лаурит RuS_2

Металл X: космос, интересные комплексы и не только

Автор: Руренко Владимир

X	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆	X₇
Hf	HfC	HfB ₂	HfO ₂	H ₂	HfH ₂	O ₂	Br ₂

X₈	X₉	X₁₀	X₁₁	X₁₂	X₁₃
HfBr ₄	N ₂	HfN	SO ₂	H ₂ [Hf(SO ₄) ₂ O]	H ₂ [HfOF ₄]

X₁₄	X₁₅	X₁₆	X₁₇	X₁₈	X₁₉
HCl	HNO ₃	NO	NH ₃	[Hf ₃ Cl ₃ (OH) ₆]Cl ₃	HfF ₄

X₂₀	X₂₁	X₂₂	X₂₃
(NH ₄) ₃ [HfF ₇]	Li ₄ [HfF ₈]	HfI ₄	I ₂

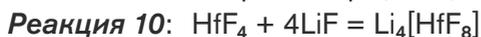
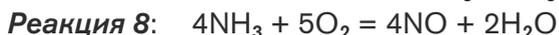
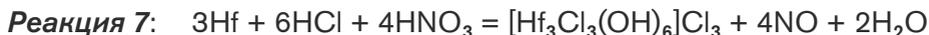
Реакция 1: $\text{Hf} + 2\text{H}_2\text{O} (\text{пар}) = \text{HfO}_2 + 2\text{H}_2$

Реакция 2: $\text{Hf} + \text{O}_2 = \text{HfO}_2$

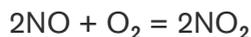
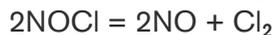
Реакция 3: $\text{Hf} + 2\text{Br}_2 = \text{HfBr}_4$

Реакция 4: $2\text{Hf} + \text{N}_2 = 2\text{HfN}$

Реакция 5: $\text{Hf} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) = \text{H}_2[\text{Hf}(\text{SO}_4)_2\text{O}] + 2\text{SO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$



Смесь концентрированных соляной и азотной кислот в объёмном соотношении 3:1 имеет тривиальное название «царская водка». При смешении не имеет окраски, но быстро становится оранжевой из-за образования хлорида нитрозила и оксида азота(IV):



РАСТВОРИМОСТЬ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ ПРИ 20 °С

	H ⁺	NH ₄ ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Be ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Al ³⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cr ³⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Co ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Hg ²⁺	Ag ⁺	
OH ⁻		—	P	P	P	H	M	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
F ⁻	P	P	M	P	P	P	H	M	H	M	P	H	M	M	M	M	M	M	M	M	M	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	H	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H
S ²⁻	P	P	P	P	P	—	—	—	—	—	H	H	H	H	H	—	H	H	H	H	H	H
ClO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	—	P	P	P	P	—	—	—	—	P	P	P	P	P	P	P	P
CO ₃ ²⁻	—	P	P	P	P	H	H	H	H	—	—	—	—	H	H	—	H	H	H	H	H	H
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	P	M	H	H	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
NO ₂ ⁻	—	P	P	P	P	—	P	P	P	P	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
PO ₄ ³⁻	P	P	M	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
SO ₃ ²⁻	—	P	P	P	P	—	M	H	H	—	—	—	—	H	H	—	H	—	—	—	—	—
SiO ₃ ²⁻	H	—	H	P	P	—	H	H	H	—	—	—	—	H	H	—	—	—	—	—	—	—
CrO ₄ ²⁻	—	P	P	P	P	H	P	H	H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	—	P	P	P	P	—	—	—	P	P	P	P	P	P	P	P	P
C ₂ O ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

P — Растворимое (более 1 г в 100 г H₂O).

M — Малорастворимое (от 0,01 г до 1 г в 100 г H₂O).

H — Существует, но не может быть получен из раствора.

Н — Нерастворимое (менее 0,01 г в 100 г H₂O).

— — Нет сведений об индивидуальном веществе.

— — Существует, но разлагается водой.

Даны сведения только о средних солях.

Гидроксиды трёхзарядных катионов образуют осадки переменного состава.



Сириус
Образовательный центр