

Региональный этап ВсОШ: трудные задачи

Зеленина И.Г., председатель региональной ПМК по химии

Нормативные документы

(<https://chiro74.ru/p/regionalnyj>)

- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.10.2024 №759 «Об установлении сроков и графика проведения регионального этапа всероссийской олимпиады школьников в 2024/25 учебном году»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 26.11.2024 г. №820 «Об определении сроков и мест проведения заключительного этапа всероссийской олимпиады школьников в 2024/25 учебном году по каждому общеобразовательному предмету»;
- Приказ Министерства образования и науки Челябинской области от 05.12.2024 г. №02/2675 «Об утверждении организационно-технологической модели проведения регионального этапа всероссийской олимпиады школьников в Челябинской области в 2024/2025 учебном году»;
- Приказ Министерства образования и науки Челябинской области от 06.12.2024 г. №01/2684 «Об организации и проведении регионального этапа всероссийской олимпиады школьников в 2024/25 учебном году».

Динамика участия школьников в региональном этапе ВсОШ

	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024	2024/2025
Всего участников	130	166	101	111	131	127
Количество обучающихся 9 класса	34 (26,15%)	47 (28,31%)	37 (36,6%)	45 (40,5%)	41 (31,3%)	30 (23,6%)
Количество обучающихся 10 класса	36 (27,7%)	27 (16,27%)	39 (38,6%)	32 (28,8%)	38 (29,0%)	71 (55,9%)
Количество обучающихся 11 класса	60 (46,15%)	92 (55,42%)	25 (24,8%)	34 (30,6%)	52 (39,7%)	26 (20,5%)

**Челябинский городской округ - 35 участников,
из них победителей и призеров 34,4 %, что выше показателя прошлого года**

Победители и призеры ОО Челябинска

МБОУ «Гимназия № 1 г. Челябинск» - 1 призер

МБОУ «Лицей №11 г Челябинска» - 1 призер

МАОУ «Гимназия № 23 г. Челябинска им. В.Д. Луценко» - 1 призер

МБОУ «ФМЛ № 31 г. Челябинска - 3 призера

МАОУ «Лицей №77 г. Челябинска» - 1 победитель

МАОУ «Гимназия № 80 г. Челябинска» - 1 победитель, 1 призер

МАОУ «Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов № 104 г. Челябинска» - 1 призер

МАОУ «Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов № 124 г. Челябинска» - 1 призер

МАОУ «Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска» - 1 призер

ГБОУ «ЧОМЛИ» - 10 призеров из 13 участников

Критерии оценивания

Теоретический тур – 5 задач по 15 баллов каждая

Экспериментальный тур – 25 баллов

ИТОГО – 100 баллов

Результаты

№ задач и	9 класс			10 класс			11 класс		
	Рейтинговый балл задачи	Средний балл, полученный при выполнении задания	% выполнения	Рейтинговый балл задачи	Средний балл, полученный при выполнении задания	% выполнения	Рейтинговый балл задачи	Средний балл, полученный при выполнении задания	% выполнения
1	15	3,72	24,8	15	2,00	13,3	15	2,27	15,1
2	15	1,60	10,7	15	0,45	3,0	15	2,44	16,3
3	15	1,97	13,1	15	1,32	8,8	15	6,10	40,7
4	15	1,85	12,3	15	1,18	7,9	15	1,29	8,6
5	15	5,20	34,7	15	0,71	4,7	15	2,27	15,1
Эксп ерим ент	25	12,27	49,1	25	10,12	40,5	25	12,07	48,3

Задача 9-1 (Процент выполнения – 24,8%).

Умение ориентироваться в рамках ПСХЭ —————> найти пары элементов, образованными одинаковыми буквами в разном порядке

Al

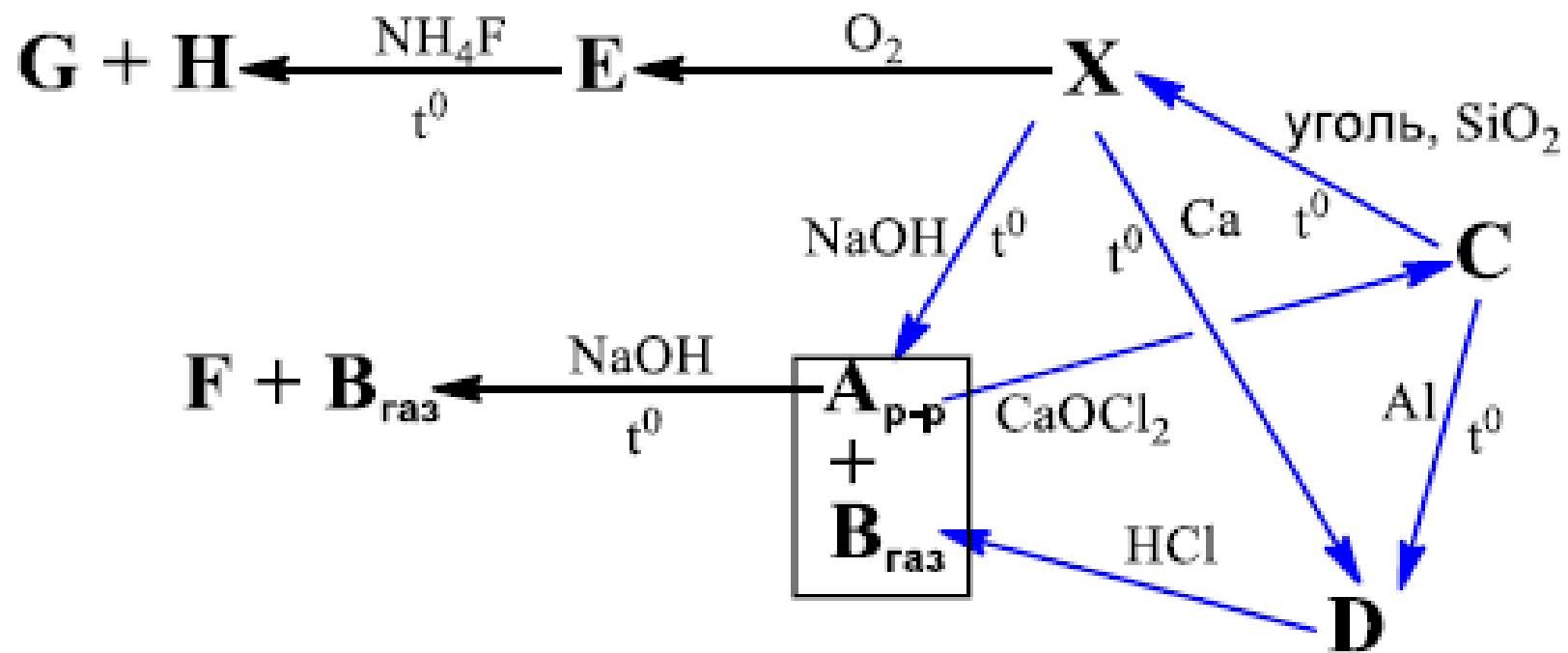
La

Ca

Rb

Задача 9-2 (Процент выполнения – 10,7%).

Представлена схема превращений соединений элемента **X**:



Задача 9-3 (Процент выполнения – 13,1%).

Элементы одного периода X, Y и Z образуют между собой бинарные соединения A, B и C. Соединения A и B достаточно легко образуются при нагревании соответствующих простых веществ и принадлежат к классу солей (р-ция 1,2), в то время как соединение C – гипотетическое интерметаллическое соединение, которое по расчетам образуется при очень высоком давлении и предположительно может проявлять сверхпроводимость.

A плохо растворяется в холодной воде, причём с ростом температуры растворимость A в воде понижается. Напротив, вещество B хорошо растворяется в воде, однако при кипячении раствора B гидролизуется (р-ция 3) с образованием одноосновной Z-содержащей кислоты E и белого осадка D, который легко растворяется в натриевой щелочи (р-ция 4). Кипятить раствор B не рекомендуется в стеклянной посуде. Растворимость вещества A можно повысить добавлением концентрированной E, что обусловлено образованием соединения F (р-ция 5).

Задача 9-4 (Процент выполнения – 12,3%).

...взаимодействие **X** с азотистой кислотой приводит к раствору вещества **X2** и газу **Y1** (*р-ция 4*), являющегося основным компонентом воздуха.

Отметим, что в случае взаимодействия **X** с концентрированной азотной кислотой, происходит образование раствора **X2** и поддерживающего горение газа с плотностью при н.у. 1,964 г/л (*р-ция 5*).

Несмотря на устойчивость при хранении, водные растворы **X** при нагревании подвергаются гидролизу с образованием одного продукта - соли **X4** (*р-ция 6*).

Дополнительная информация:

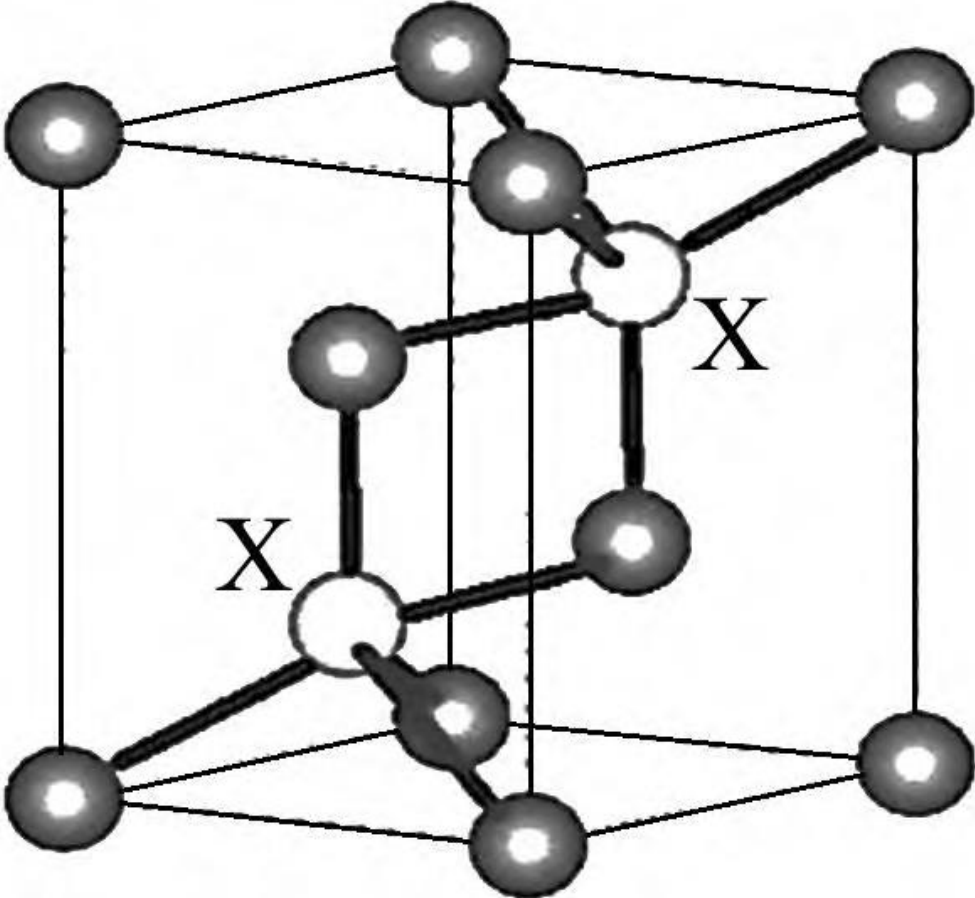
- отношение плотностей паров **X2** и **X1** равно **1,225** соответственно;
- получение **Y** нагреванием соли **Y2** было одним из первых примеров синтеза органического соединения из неорганического (*р-ция 7*)

Задача 9-5 (Процент выполнения – 34,7%).

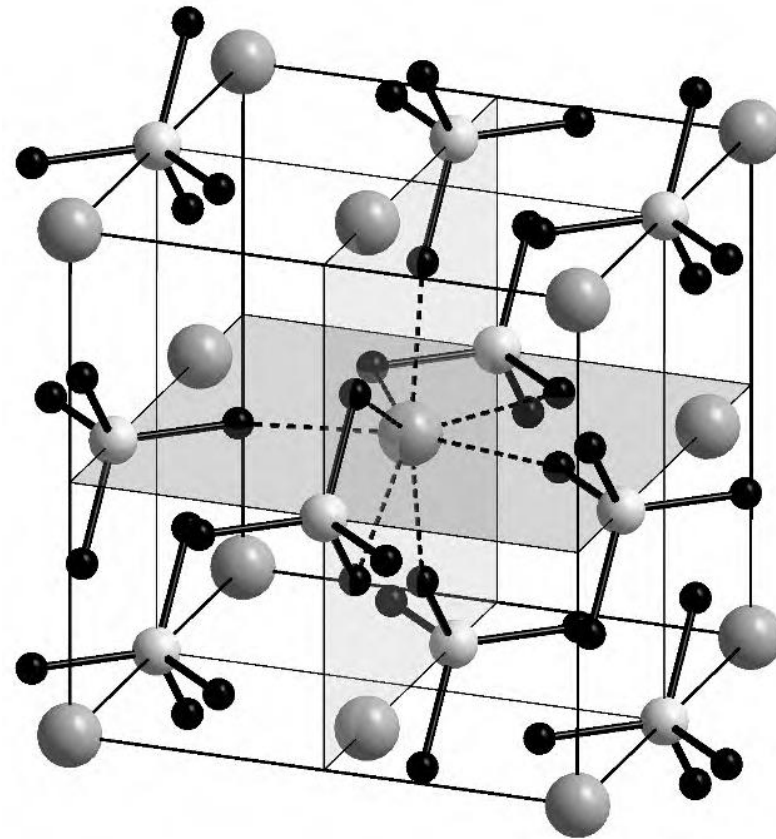
Азот образует один устойчивый при обычных условиях хлорид – NCl_3 . Это маслянистая жидкость, получающаяся, например, по реакции раствора NaClO с аммиаком в смеси воды с органическим растворителем. NCl_3 в результате синтеза оказывается в органическом растворителе и легко отделяется от водного раствора.

1. Напишите уравнение описанной реакции получения NCl_3 .
2. Какую форму имеет молекула NCl_3 ?
3. К каким молекулам следует отнести NCl_3 – неполярным, слабополярным или сильнополярным?
4. Напишите уравнение реакции паров NCl_3 с водородом с минимально возможными целыми коэффициентами и рассчитайте энтальпию этой реакции, пользуясь справочными данными.
5. Рассчитайте, какое максимальное количество теплоты может выделять смесь NCl_3 - водород при сгорании (в МДж/кг). Каков состав соответствующей смеси (в массовых %)?
6. Рассчитайте энергию связи $\text{N}-\text{Cl}$, используя энтальпию реакции из п.4 и справочные данные

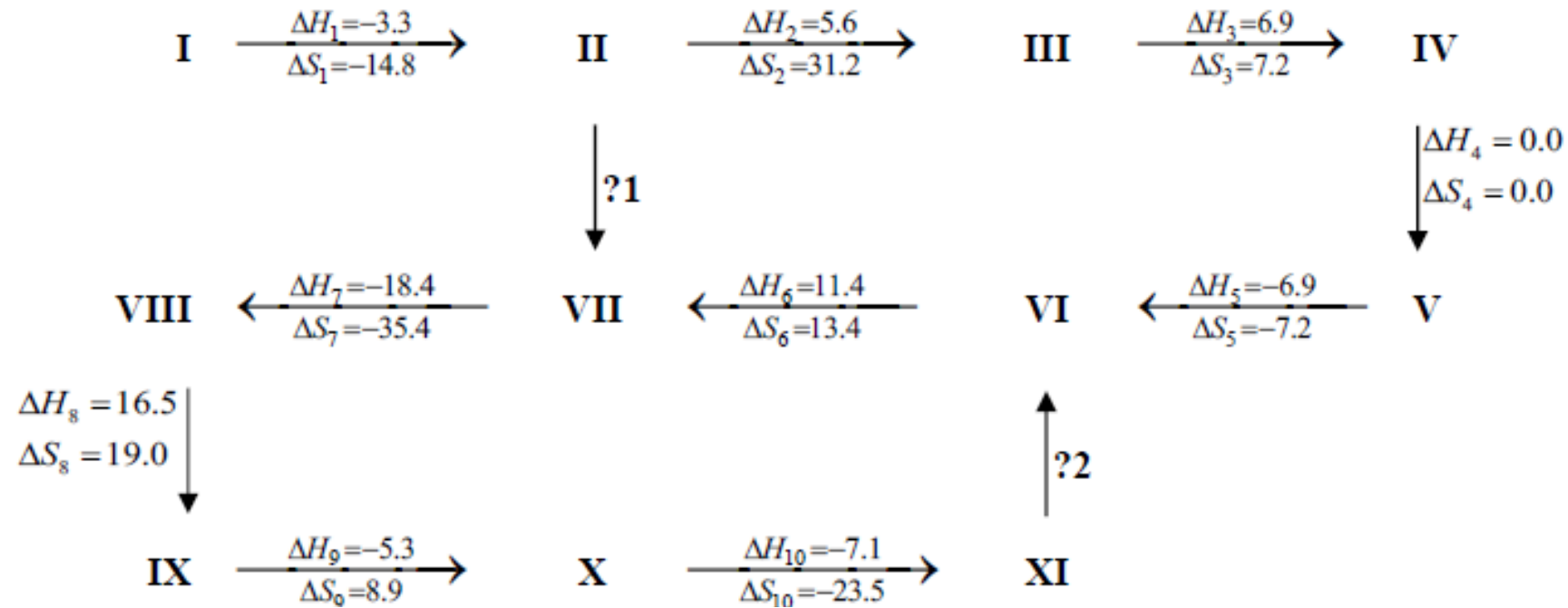
Задача 10-1 (Процент выполнения – 13,3%).



Задача 10-2 (Процент выполнения – 3,0%).



Задача 10-3 (Процент выполнения – 8,8%).



Вопросы:

1. Установите молекулярную формулу алкана **A**. Свой ответ обоснуйте.
2. Вычислите изменение энтальпии и энтропии в переходах, обозначенных на схеме ?1 и ?2.
3. Изобразите качественный вид зависимости $\Delta_r G^\circ$ от температуры для превращений:
 а) VI \rightarrow VII, б) X \rightarrow XI.

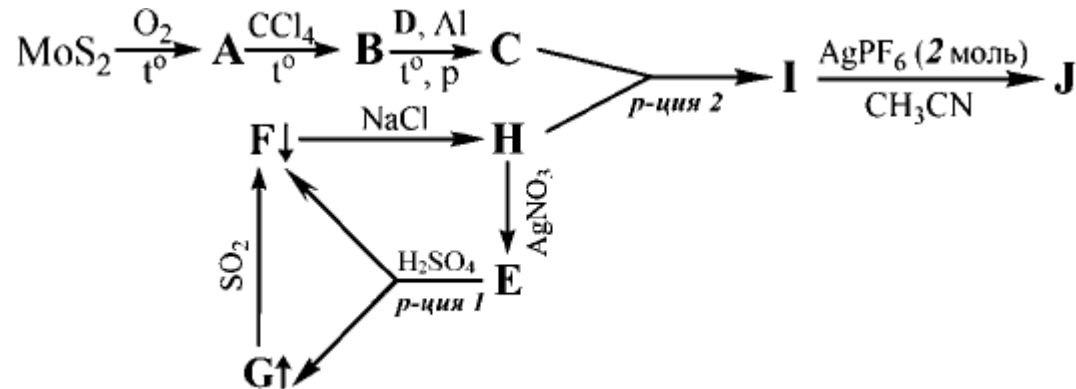
Необходимые формулы:

$$\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T \Delta_r S^\circ$$

$$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K$$

Задача 10-4 (Процент выполнения – 7,9 %).

Дисульфид молибдена массой 10.00 г окислили на воздухе при нагревании и получили **A** со слоистой структурой из искажённых октаэдров. Выход составил 85%. Затем кристаллы **A** поместили в ампулу с раствором хлора в тетрахлорметане и нагрели до 240°C. В результате образовались чёрные парамагнитные кристаллы **B** с выходом в 60% и массой 8.718 г. Кристаллы **B** легко гидролизуются водой. Их нагрели в бензоле в присутствии алюминия и газа **D** под давлением до образования белого твердого вещества **C** (*р-ция 1*) имеющего молекулярное строение, его состав подчиняется правилу 18 электронов. Плотность газа **D** при 200°C и давлении 28МПа составляет 199.4 г/л.



Задача 10-5 (Процент выполнения – 4,7 %).

Изомерные органические соединения I–V представляют собой бесцветные жидкости с различными температурами кипения (см. таблицу ниже) и плотностью паров ниже плотности криптона. Масса воды, образующейся при сжигании любого из этих веществ в кислороде, с высокой точностью равна массе исходной навески, а единственный газообразный (при комнатной температуре и атмосферном давлении) продукт сжигания полностью поглощается известковой водой.



Задача 11-1 (Процент выполнения – 15,1%)

1. Напишите реакции перехода в раствор карбонатов марганца, железа и кальция в общем виде: « $MCO_{3(ТВ)} + CO_{2(газ)} \dots \rightleftharpoons \dots$ » и рассчитайте константы этих трёх равновесий, используя справочную информацию, напишите подробное решение с выводом всех формул:

$$ПР(MnCO_3) = 5.05 \times 10^{-10},$$

$$ПР(FeCO_3) = 2.11 \times 10^{-11},$$

$$ПР(CaCO_3) = 4.82 \times 10^{-9},$$

$$а) CO_2 + H_2O = CO_2 \cdot aq \quad K_a = 3.6 \times 10^{-2},$$

$$б) CO_2 \cdot aq + H_2O = H_2CO_3 \cdot aq \quad K_6 = 3.0 \times 10^{-2},$$

$$в) H_2CO_3 \cdot aq = H^+ + HCO_3^- \quad K_b = 2.5 \times 10^{-4},$$

$$г) HCO_3^- = H^+ + CO_3^{2-} \quad K_7 = 5.0 \times 10^{-11},$$

стандартное давление газа принять 1 атм.

Если сложить реакции 1, 2, 3, 4 и вычесть реакцию 5, то получим искомую реакцию растворения карбоната металла, тогда

$$K = \frac{[M^{2+}][HCO_3^-]^2}{p(CO_2)} = ПР \frac{K_a \cdot K_6 \cdot K_b}{K_7}$$

Рассчитаем константы равновесия реакций растворения карбоната каждого металла:

Задача 11-2 (Процент выполнения – 16,3%)

Бинарное кристаллическое соединение **A** содержит в кристаллической структуре октаэдрические анионы и тетраэдрические катионы (**разница в массовых долях элементов, входящих в состав A – 70,25%**). В ацетонитриле **A** также существует в форме ионов, причем при низких концентрациях **A** октаэдрические анионы почти отсутствуют. **A** если полярный растворитель заменить на неполярный, например, на CCl_4 , из-за процессов сольватации и димеризации может образоваться белый осадок **B** (массовая доля самого легкого элемента в данном соединении – 2,11%).

0,1674 г **A** при 160°C может реагировать с гигроскопичным кислотным оксидом (содержит тот же элемент, что и **A**) **C** с образованием 0,1674 г бесцветной дымящей жидкости **D** (выход 81,50%) (*р-ция 1*), которую можно использовать для получения замещенной кислоты **E** по методике Стокса: на свежеперегнанные **D** ($\rho = 1,645$ г/мл) и фенол (взяты в соотношении 1 к 2 соответственно) действуют спиртовым раствором аммиака при 0°C (*р-ции 2-3*). Далее проводят процедуру омыления с использованием KOH до образования кристаллов калиевой соли. Полученное твердое вещество обрабатывают холодной хлорной кислотой (*р-ция 4*). Выпавший осадок отфильтровывают, а **E** высаливают спиртом (из 152,0 мкл **D** получается 40,0 мг **E** с выходом 25,28%).

Хлорирующий агент A можно растворить в

Задача 11-3 (Процент выполнения – 40,7%)

Если открытый сосуд с жидким веществом X поставить в помещении, в котором давление пара вещества P_0 меньше насыщенного $P_{\text{насыщ}}$, то жидкость начнёт испаряться, а давление пара расти. Зависимость давления пара от времени $P(t)$ описывается кинетическим уравнением

где k – константа скорости конденсации пара в жидкость.

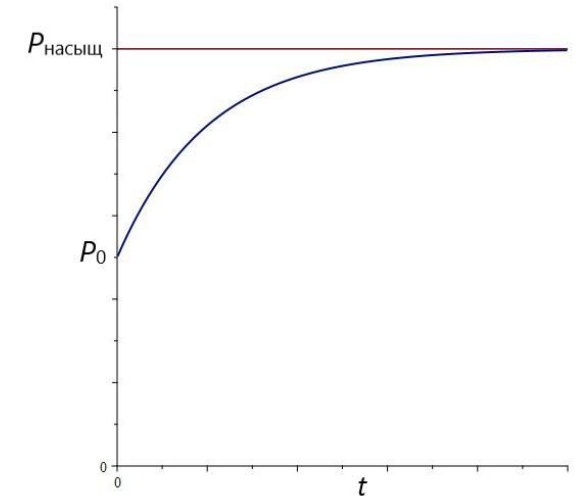
1. Какой кинетический порядок имеет процесс конденсации пара в жидкость? Кратко поясните.

2. Постройте график зависимости давления пара от времени в процессе испарения жидкости. Отметьте на графике значения P_0 и $P_{\text{насыщ}}$.

3. В закрытую комнату, в которой влажность равна 70 %, поставили ведро с водой. Через 10 часов влажность выросла до 80 %.

а) Найдите константу скорости k .

б) Через сколько часов влажность вырастет до 95 %?



1	1 балл с обоснованием, 0.5 балла без обоснования.	1 балл
2	1 балл – монотонно возрастающая функция 1 балл – возрастающая функция, стремящаяся к пределу 1 балл – указано P_0 1 балл – указано $P_{\text{насыщ}}$ Наличие перегиба не штрафуются, важны только монотонное возрастание и стремление к пределу.	4 балла

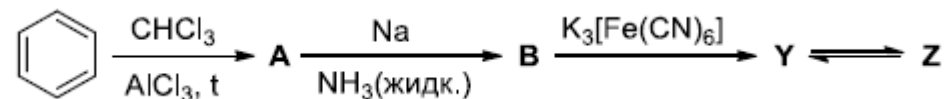
Задача 11-4 (Процент выполнения – 8,6%)

Органические соединения I–III имеют одинаковый качественный и количественный состав и при последовательной обработке водным раствором гидроксида калия при нагревании и разбавленной серной кислотой образуют единственный органический продукт X. **Известно, что на титрование 50 мл раствора, содержащего 1.52 г X, было затрачено 20.0 мл 1.00 М раствора гидроксида калия.**

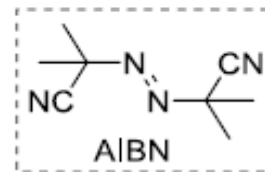
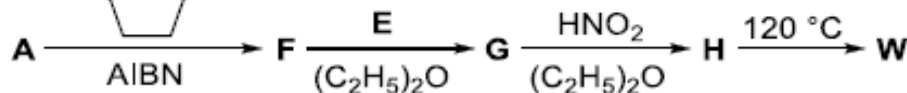
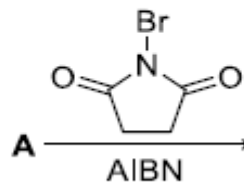
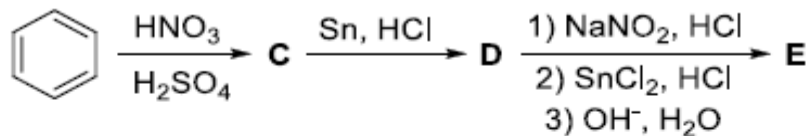
Соединения I и II могут быть получены напрямую из X нагреванием в растворе или твёрдой фазе в присутствии кислот Льюиса. I в этих условиях также превращается в II. Свойства II существенно зависят от способа его получения. Так, температура плавления может варьироваться от 220 до 235 °С; различаются также механическая прочность, плотность и растворимость.

Соединение III не может быть получено из X за одну стадию. В промышленности его получают газофазным окислением диола А кислородом на серебряном катализаторе или обработкой альдегида В азотной кислотой.

Задача 11-5 (Процент выполнения – 15,1%)



1. Приведите структурные формулы соединений А, В, X, Y и Z, если известно, что бесцветное вещество Z имеет хиноидное строение и является изомером X.



2. Запишите структурные формулы соединений С–Н и W, если известно, что нагревание H до 120 °С сопровождается выделением двухатомного газа.

ПРАКТИКУМ

9 класс

Теоретическая часть:

- знание тривиальных названий неорганических веществ;
- знание гидролиза солей;
- умение составлять уравнения реакций ионного обмена.

Практическое задание предполагало определение 5 индивидуальных веществ и одной смеси из 2-х веществ.

Процент выполнения – 49,1%.

ПРАКТИКУМ

10 класс

Теоретическая часть

Некоторые неорганические кислоты, такие как соляная, серная ($K_{a,2} = 1.2 \cdot 10^{-2}$) и ортофосфорная ($K_{a,1} = 7.1 \cdot 10^{-3}$, $K_{a,2} = 6.2 \cdot 10^{-8}$, $K_{a,3} = 5.0 \cdot 10^{-13}$), находят широкое применение в промышленности и в быту. В этой связи актуальной задачей химического анализа является количественное определение этих кислот в растворах, которое может быть реализовано методом кислотно-основного титрования.

А) Напишите уравнения реакций, протекающих при титровании соляной, серной и ортофосфорной кислот раствором гидроксида натрия в присутствии **метилового оранжевого** (область перехода окраски $\Delta pH = 3.4 \div 4.4$) и в присутствии **фенолфталеина** (область перехода окраски $\Delta pH = 8 \div 10$).

Практическая часть

Определить, какие 2 кислоты из трех (соляная, серная и фосфорная) предложены участнику, и рассчитать их массы. Титрование необходимо было провести гидроксидом натрия в присутствии индикаторов метилового оранжевого и фенолфталеина и по затраченным объемам щелочи предположить наличие той или иной кислоты и рассчитать массу.

% выполнения – 40,5%

ПРАКТИКУМ

11 класс

Теоретическая часть

А) Сколько хиральных центров (асимметрических атомов углерода) содержит в своем составе молекула аскорбиновой кислоты? Отметьте знаком (*) все хиральные центры на структурной формуле выше. Сколько пространственных изомеров аскорбиновой кислоты существует?

Б) Напишите уравнение реакции окисления аскорбиновой кислоты под действием бромата калия, используя для записи органических соединений структурные формулы.

Практическая часть

определить массу аскорбиновой кислоты по результатам титрования её раствора броматом калия.

Процент выполнения – 48,3%.

Региональный этап ВсОШ: трудные задачи

Зеленина И.Г., председатель региональной ПМК по химии