

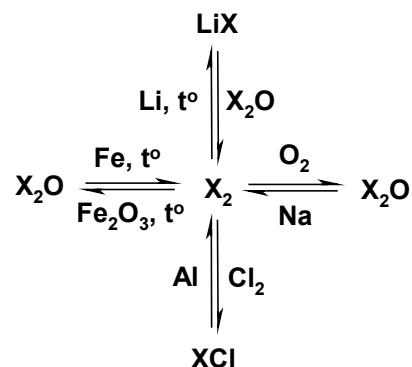
Всесибирская открытая олимпиада школьников по химии

I тур (2009-2010 уч. год)

9 класс

1. На схеме приведены превращения элемента X.

1. Определите X и напишите уравнения всех реакций, изображенных на схеме.
2. Как обычно получают X₂ в лаборатории и в промышленности (приведите по 2 способа)?
3. По какому механизму протекает реакция взаимодействия X₂ и Cl₂? Назовите его основные стадии и напишите их.



2. В Вашем распоряжении имеется два раствора. Раствор I является смесью серной кислоты и воды, причем количество атомов водорода в нем равно количеству атомов кислорода. В растворе II, приготовленном растворением в воде оксида натрия, количество атомов водорода в 1,8 раза превышает количество атомов кислорода.

1. Рассчитайте концентрации (масс. %) компонентов, входящих в состав растворов I и II.
2. Определите качественный и количественный (масс. %) состав раствора III, полученного сливанием 100 г раствора I и 100 г раствора II.
3. Если растворы I и II разбавить в 4-5 раз, будут ли они реагировать со следующими веществами: Pb(NO₃)₂, NaHCO₃, ZnS, BaCl₂, CuCl₂? Если реакция идет – напишите уравнение, если нет – обязательно отметьте, что не идет.

3. Какие два реагента вступили в реакцию, если в результате получились только следующие вещества (приведены все продукты реакций без стехиометрических коэффициентов):

- | | |
|--|---|
| а) MnCl ₂ ; | е) MnCl ₂ + H ₂ O + CO ₂ ↑; |
| б) MnCl ₂ + H ₂ O; | ж) MnCl ₂ + SrSO ₄ ↓; |
| в) MnCl ₂ + Cl ₂ ↑ + H ₂ O; | з) MnCl ₂ + S ₂ Cl ₂ ↑; |
| г) MnCl ₂ + KCl + Cl ₂ ↑ + H ₂ O; | и) MnCl ₂ + Mn(H ₂ PO ₄) ₂ ; |
| д) MnCl ₂ + H ₂ ↑; | к) MnCl ₂ + KClO ₄ ↓. |

Напишите уравнения реакций и назовите по правилам химической номенклатуры все соединения, содержащие марганец.

4. Для определения содержания магния в алюминиевом сплаве «магналин» навеску сплава массой 10,00 г полностью растворили в разбавленной соляной кислоте. После реакции масса раствора оказалась на 1,025 г меньше, чем исходная сумма масс кислоты и сплава. Другую такую же навеску сожгли в атмосфере хлора.

1. Напишите уравнения реакций компонентов сплава с соляной кислотой и хлором.
2. Определите содержание магния в сплаве (масс. %).
3. Рассчитайте массу продуктов сгорания магналина в атмосфере хлора.
4. Попробуйте назвать две отрасли промышленности, которые являются основными потребителями магналина.

5. Глаубер, открывший в 1840 г соль Na₂SO₄·10H₂O, назвал ее удивительной или чудесной (Sal mirabile), потому что, с одной стороны, она оказывает удивительное действие на организм человека, а с другой стороны - «растворяет» уголь при сплавлении с ним.

1. Сколько безводного Na₂SO₄ следует растворить в 7 % растворе сульфата натрия массой 53 г, чтобы получить 10 % раствор Na₂SO₄?
2. Сколько грамм Глауберовой соли (ее еще называют «мирабилит») и сколько воды надо взять, чтобы приготовить 100 г 10 % раствора сульфата натрия?
3. А теперь усложним задание п.1 и вместо безводного Na₂SO₄ используем мирабилит. Сколько его потребуется добавить к 7 % раствору сульфата натрия массой 53 г, чтобы получить 10 % раствор Na₂SO₄?
4. Напишите уравнение реакции, приводящее к «растворению» угля в мирабилите. Знаете ли Вы, какое действие Глауберова соль оказывает на организм человека?

Всесибирская открытая олимпиада школьников по химии

I тур (2009-2010 уч. год)

10 класс

1. Для полного сжигания 1 л смеси бутана, бутадиена и бутина потребовалось 6 л кислорода, объем которого был измерен в тех же условиях.

1. Сколько всего молекул находится в 1 л этой смеси при н.у.?
2. Сколько атомов водорода приходится на один атом углерода в смеси?
3. Сколько всего атомов содержится в 1 л этой смеси при 300°C и давлении 0,2 атм?
4. Какой объем хлороводорода может присоединить 1 л этой смеси?
5. Изобразите структурные формулы и приведите названия изомеров бутана, бутадиена и бутина, а также продуктов присоединения хлороводорода к изомерам бутина.

2. В смеси трех хорошо известных Вам металлов побочных подгрупп **A**, **B** и **B** общая доля **A** и **B** составляет 75 % (как массовых, так и мольных). Металла **A** по массе в 1,5 раза больше, чем **B**, а **B** в молях в 2 раза больше, чем **A**.

1. Рассчитайте массовые и мольные доли всех металлов в смеси, определите соотношения их молярных масс.
2. Попробуйте вычислить и качественный состав этой смеси, если известно, что в щелочи растворяется только металл **B**, в разбавленной азотной кислоте - металлы **B** и **B**, а металл **A** растворяется только в царской водке (атомные массы округлять до целых). Напишите уравнения этих реакций.
3. Как растворы **B** и **B** в азотной кислоте, так и раствор **A** в царской водке, реагируют с аммиаком (раствор **A** – при нагревании), причем недостаток аммиака вызывает образование осадков, которые в избытке аммиака растворяются. Напишите уравнения этих реакций и дайте названия веществам, которые образуются при испарении аммиачных растворов.

3. Сравните попарно взаимодействие водного раствора сульфида натрия с растворами следующих веществ: а) конц. и разб. серная кислота; б) хлориды висмута и алюминия; в) сульфаты железа II и III; г) хлорная и йодная вода; д) углекислый и сернистый газы; е) трихлорид сурьмы (в избытке) и трихлорид сурьмы (в недостатке). Все реагенты, кроме последнего, в избытке по отношению к исходному, реакции проводят с каждым раствором отдельно. Напишите уравнения реакций и опишите их признаки (с указанием цвета осадка, запаха выделяющегося газа и т.д.).

4. В последнее время в СМИ и на разных уровнях политической власти широко обсуждается проблема энергоэффективности, экологичности и стоимости природного сырья. Все чаще ТЭЦ отказываются от использования мазута и угля и переходят на природный газ (метан).

1. Оцените, сколько тепла выделяется при сгорании 1 кг угля и 1 м³ (н.у.) природного газа. Теплоты образования CO_{2(газ)}, H₂O_(газ) и метана (CH₄) равны 393,5, 241,8 и 74,8 кДж/моль, соответственно.
2. Оцените количество тепла, которое потребуется для нагрева воздуха от 0°C до 25°C в квартире площадью 50 м² и высотой 2,5 м. Теплоемкость воздуха 1005 Дж/(кг·°C).
3. Потребление горячей воды в среднем составляет 150 л в сутки на семью. Оцените сколько тепла потребуется для нагревания этого количества воды от 0°C до 85°C. Теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·°C).
4. Оцените, сколько потребуется угля (в кг) и метана (в м³) для нагревания воздуха и воды в пунктах 2 и 3.
5. Сравните, в какую сумму в сутки ТЭЦ обойдется обеспечение Ваших потребностей, если она работает на угле и если на газе. Отпускная цена бурого угля в России составляет 1,5 руб/кг, а метана 2,2 руб/м³. Учтите, что с учетом обогрева стен и необходимости поддерживать температуру в квартире в течение суток, на самом деле Вам потребуется как минимум в 100 раз больше тепла, чем просто для нагрева воздуха.
6. Попробуйте сформулировать четко преимущества природного газа перед углем (достаточно трех). Какой безусловный недостаток все же есть у газа?
7. Используя Ваши цифры из п. 5 и собственную эрудицию, ответьте, почему для ТЭЦ экономически выгоден переход на природный газ? Как Вы думаете, почему Ваша семья платит за тепло и горячую воду заметно больше, чем Вы насчитали?

5. Основным методом промышленного производства соединения **A** является его получение в процессе комплексной переработки нефелинов. Однако существует еще несколько промышленных способов:

а) Магнезиальный способ основывается на процессе карбонизации (обработка углекислым газом) под давлением 0,5-1,8 МПа суспензии активной магнезии (**B**) в водном растворе хлорида калия (1). Осаждаемую двойную соль Энгеля (**B**) отделяют от раствора хлорида магния и разлагают водой (2) или суспензией гидроксида магния (3) при нагревании. Полученная суспензия фильтруется. Активная магнезия возвращается в процесс, а раствор упаривается, и из концентрированных растворов выделяют кристаллы, которые после сушки упаковывают в виде товарного продукта.

б) В триметиламиновом методе карбонизации под давлением подвергается смесь растворов хлорида калия и триметиламина (4). В процессе охлаждения полученного раствора выделяются кристаллы (**Г**), которые легко могут быть переведены в целевой продукт (5). Остающееся при этом в растворе соединение (**Д**) после соответствующей обработки (6) возвращается в голову процесса.

в) Формиатный способ сводится к обработке сульфата калия суспензией гидроксида кальция под давлением окиси углерода (7). Отфильтрованный раствор упаривают, а остаток прогревают при 800 °С во вращающейся барабанной печи (8), после чего перекристаллизовывают из воды или предыдущих маточных растворов.

г) Известен процесс, в котором смесь сульфата калия нагревают с углем и известняком (9), а из образующегося плава маточными растворами выщелачивают продукт.

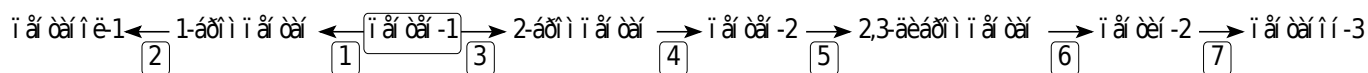
1. О производстве какого продукта идет речь? Рассчитайте точный состав самого продукта, активной магнезии и двойной соли Энгеля. В Вашем распоряжении имеются следующие данные по их термолузу: при нагревании соединений **A** и **B** до 200 °С они теряют 16,36 и 40,19 % массы соответственно, причем 10,00 г **B** выделяют 7561 мл газообразных продуктов ($t=200\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P=1\text{ атм}$). При нагревании **B** и **B** от 20 до 700 °С потеря массы составляет, соответственно, 70,88 и 57,36 %.
2. Напишите уравнения реакций 1-4. Предложите рациональные способы переработки **Г** и **Д** (процессы 5 и 6).
3. Напишите уравнения реакций 7-9. С какой целью процесс 8 проводят во вращающейся барабанной печи? Что произойдет, если ее заменить обычной печью?
4. Способы б) и г) имеют прототипами известные с 1860 и 1790 гг процессы Сольве и Леблана. Чем они отличаются от описанных способов?
5. При комплексной переработке нефелинов, после их спекания с известняком, получают, кроме **A**, еще 3 ценных промышленных продукта. Какие химические элементы составляют основу нефелинов, и какие товарные продукты получают в финале их переработки?

**Всесибирская открытая олимпиада школьников по химии
I тур (2009-2010 уч. год)
11 класс**

1. Первые члены гомологического ряда бензола – бесцветные жидкости со специфическим запахом. Они легче воды и нерастворимы в ней. Хорошо растворяются в органических растворителях, и сами являются хорошими растворителями для многих органических веществ. Бензол и его гомологи широко применяются как химическое сырье для производства лекарств, пластмасс, красителей, ядохимикатов и многих других органических веществ.

1. Напишите общую формулу углеводородов гомологического ряда бензола. Какие Вы знаете гомологи бензола с общей формулой C_8H_{10} ? Приведите их структурные формулы и названия.
2. Напишите уравнения реакций их окисления перманганатом калия в серной кислоте при нагревании и назовите образующиеся органические продукты.
3. Один из изомеров, приведенных Вами в п.1 (назовем его **X**), применяется для получения промышленно важного углеводорода – стирола, используемого при производстве многих видов полимеров. Выберите изомер, о котором идет речь, а также напишите уравнение реакции (с указанием условий ее проведения) получения из него стирола. Приведите 1-2 названия полимеров, для получения которых используется стирол. Хотя в промышленности упомянутый **X** получают из нефти и каменного угля, попробуйте все же написать схему его получения из карбида кальция и любых, не содержащих углерод соединений. Не забудьте указать условия проведения всех реакций, для органических веществ используйте структурные формулы.

2. Пентен-1 наиболее часто образуется в качестве побочного продукта каталитического или термического крекинга нефти. Единственным коммерческим производителем этого алкена является южноафриканская нефтехимическая компания Sasol Ltd. Хотя этот углеводород практически не используется в чистом виде в промышленности, тем не менее, многие его продукты превращения промышленно очень важны. Вашему вниманию предлагается цепочка превращений, в которой в качестве исходного соединения используется пентен-1:



1. Изобразите структурные формулы всех указанных на схеме органических веществ (включая пентен-1).
2. Напишите схемы реакций 1 – 7, представленных в цепочке превращений, с указанием условий их проведения.

3. Сравните попарно взаимодействие водного раствора сульфида натрия с растворами следующих веществ: а) конц. и разб. серная кислота; б) хлориды висмута и алюминия; в) сульфаты железа II и III; г) хлорная и йодная вода; д) углекислый и сернистый газы; е) трихлорид сурьмы (в избытке) и трихлорид сурьмы (в недостатке). Все реагенты, кроме последнего, в избытке по отношению к исходному, реакции проводят с каждым раствором отдельно. Напишите уравнения реакций и опишите их признаки (с указанием цвета осадка, запаха выделяющегося газа и т.д.).

4. В последнее время в СМИ и на разных уровнях политической власти широко обсуждается проблема энергоэффективности, экологичности и стоимости природного сырья. Все чаще ТЭЦ отказываются от использования мазута и угля и переходят на природный газ (метан).

1. Оцените, сколько тепла выделяется при сгорании 1 кг угля и 1 м³ (н.у.) природного газа. Теплоты образования $CO_{2(газ)}$, $H_2O_{(газ)}$ и метана (CH_4) равны 393,5, 241,8 и 74,8 кДж/моль, соответственно.
2. Оцените количество тепла, которое потребуется для нагрева воздуха от 0°C до 25°C в квартире площадью 50 м² и высотой 2,5 м. Теплоемкость воздуха 1005 Дж/(кг·°C).
3. Потребление горячей воды в среднем составляет 150 л в сутки на семью. Оцените сколько тепла потребуется для нагревания этого количества воды от 0°C до 85°C. Теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·°C).
4. Оцените, сколько потребуется угля (в кг) и метана (в м³) для нагревания воздуха и воды в пунктах 2 и 3.

5. Сравните, в какую сумму в сутки ТЭЦ обойдется обеспечение Ваших потребностей, если она работает на угле и если на газе. Отпускная цена бурого угля в России составляет 1,5 руб/кг, а метана 2,2 руб/м³. Учтите, что с учетом обогрева стен и необходимости поддерживать температуру в квартире в течение суток, на самом деле Вам потребуется как минимум в 100 раз больше тепла, чем просто для нагрева воздуха.
6. Попробуйте сформулировать четко преимущества природного газа перед углем (достаточно трех). Какой безусловный недостаток все же есть у газа?
7. Используя Ваши цифры из п. 5 и собственную эрудицию, ответьте, почему для ТЭЦ экономически выгоден переход на природный газ? Как Вы думаете, почему Ваша семья платит за тепло и горячую воду заметно больше, чем Вы насчитали?

5. Основным методом промышленного производства соединения **A** является его получение в процессе комплексной переработки нефелинов. Однако существует еще несколько промышленных способов:

а) Магнезиальный способ основывается на процессе карбонизации (обработка углекислым газом) под давлением 0,5-1,8 МПа суспензии активной магнезии (**B**) в водном растворе хлорида калия (1). Осаждаемую двойную соль Энгеля (**B**) отделяют от раствора хлорида магния и разлагают водой (2) или суспензией гидроксида магния (3) при нагревании. Полученная суспензия фильтруется. Активная магнезия возвращается в процесс, а раствор упаривается, и из концентрированных растворов выделяют кристаллы, которые после сушки упаковывают в виде товарного продукта.

б) В триметиламиновом методе карбонизации под давлением подвергается смесь растворов хлорида калия и триметиламина (4). В процессе охлаждения полученного раствора выделяются кристаллы (**Г**), которые легко могут быть переведены в целевой продукт (5). Остающееся при этом в растворе соединение (**Д**) после соответствующей обработки (6) возвращается в голову процесса.

в) Формиатный способ сводится к обработке сульфата калия суспензией гидроксида кальция под давлением окиси углерода (7). Отфильтрованный раствор упаривают, а остаток прогревают при 800 °С во вращающейся барабанной печи (8), после чего перекристаллизовывают из воды или предыдущих маточных растворов.

г) Известен процесс, в котором смесь сульфата калия нагревают с углем и известняком (9), а из образующегося плава маточными растворами выщелачивают продукт.

1. О производстве какого продукта идет речь? Рассчитайте точный состав самого продукта, активной магнезии и двойной соли Энгеля. В Вашем распоряжении имеются следующие данные по их термолизу: при нагревании соединений **A** и **B** до 200 °С они теряют 16,36 и 40,19 % массы соответственно, причем 10,00 г **B** выделяют 7561 мл газообразных продуктов (t=200 °С, P=1 атм). При нагревании **B** и **B** от 20 до 700 °С потеря массы составляет, соответственно, 70,88 и 57,36 %.
2. Напишите уравнения реакций 1-4. Предложите рациональные способы переработки **Г** и **Д** (процессы 5 и 6).
3. Напишите уравнения реакций 7-9. С какой целью процесс 8 проводят во вращающейся барабанной печи? Что произойдет, если ее заменить обычной печью?
4. Способы б) и г) имеют прототипами известные с 1860 и 1790 гг процессы Сольве и Леблана. Чем они отличаются от описанных способов?
5. При комплексной переработке нефелинов, после их спекания с известняком, получают, кроме **A**, еще 3 ценных промышленных продукта. Какие химические элементы составляют основу нефелинов, и какие товарные продукты получают в финале их переработки?