

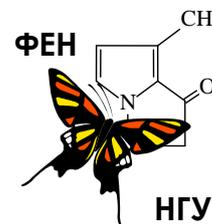


55-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Второй отборочный этап 2016-2017 уч. года

Задания по химии

11 класс



Дорогие ребята!

Вашему вниманию предлагается комплект заданий заочного тура Всесибирской олимпиады школьников по химии 2016-2017 года. В Вашем распоряжении целый месяц времени и все доступные методические ресурсы: библиотеки, книги, задачники, Интернет, школьная лаборатория и т.д. Единственное, о чем мы бы хотели Вас очень сильно попросить: постарайтесь выполнять задания максимально самостоятельно, не переписывая решения друг у друга.

Помните, что для того, чтобы попасть в число призеров, вовсе не обязательно правильно решить все задачи. Даже если Вам удастся найти частичное решение лишь к одному заданию, присылайте нам и его – для Вас это станет первым серьезным шагом на нелегком пути к познанию увлекательной и волшебной науки – химии. Мы, в свою очередь, будем знать о том, что где-то, может быть очень далеко от столицы Сибири, появился еще один любознательный школьник, интересы которого не ограничиваются дискотеками, развлекательными телепередачами, компьютерными играми и социальными сетями.

Для сокращения времени, затрачиваемого на проверку Ваших работ и процедуру подведения итогов, настоятельно просим Вас загружать Ваши решения на сайт и только в исключительных случаях посылать их нам по почте (но в этом случае Вы должны быть уверены, что мы получим их до 25.01.2017 г). Если у Вас нет возможности сканировать листы с решениями, попробуйте их сфотографировать, но обязательно затем проверьте, как они читаются на экране компьютера.

Успехов Вам во всех Ваших делах и начинаниях и с наступающим Новым годом!

С искренним уважением к Вам и Вашим педагогам и наставникам,

Методическая комиссия и жюри Всесибирской открытой олимпиады школьников.

Задание 1. «На десерт».

Поливитаминный комплекс РЕВИТ представляет собой эффективный профилактический препарат, способствующий общему укреплению организма, повышению иммунитета, нормализации обменных процессов, улучшению физического и умственного состояния пациента. Препарат рекомендуется принимать внутрь по 1 драже (то, что Вы называете «витаминкой») приблизительно через четверть часа после еды. Основанием для определения суточной дозы препарата служит возраст пациента. Так, взрослым обычно рекомендуется употреблять препарат 3 раза в сутки, детям от 7 до 15 лет – 2-3 раза в сутки, детям от 3 до 7 лет – 1-2 раза в сутки. Не рекомендовано принимать препарат детям до 3-х лет, а также пациентам с повышенной чувствительностью к отдельным компонентам препарата, что может проявляться в аллергических реакциях.



В инструкции к комплексу РЕВИТ указано точное содержание каждого из витаминов в 1 драже.

| Название компонента препарата | Ретинола пальмитат (витамин А) | Тиамин гидрохлорид (витамин В ₁) | Рибофлавин (витамин В ₂) | Аскорбиновая кислота (витамин С) |
|-------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|
| Общая формула | $C_{36}H_{60}O_2$ | $C_{12}H_{18}Cl_2N_4OS$ | $C_{17}H_{20}N_4O_6$ | $C_6H_8O_6$ |
| Масса, мг | 1,38 | 1,0 | 1,0 | 35,0 |

Помимо собственно витаминов, в состав препарата входит ряд вспомогательных веществ, среди которых сахар, крахмал, мука, патока и т. д. В результате общая масса 1 драже составляет 500 мг.

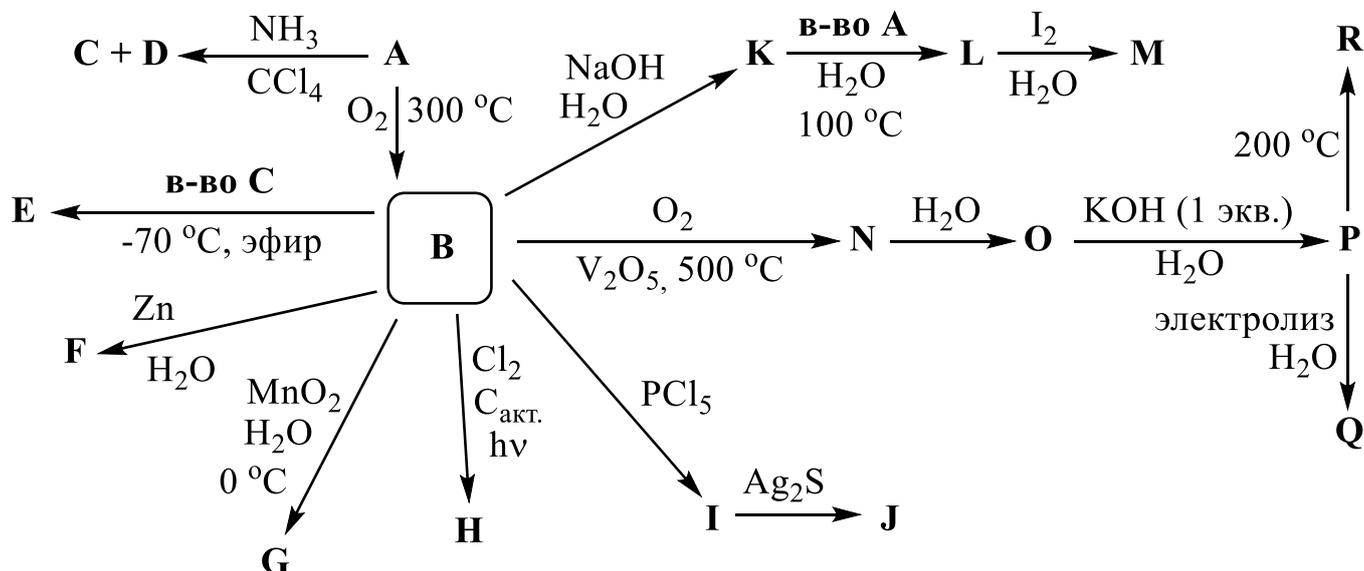
Ответьте на следующие вопросы, приведите необходимые расчеты.

1. Рассчитайте количество протонов и количество нейтронов в молекулах витаминов В₁ и В₂ для случая, когда в их состав входят только самые тяжелые из стабильных изотопов каждого элемента.
2. Для витамина А рассчитайте среднюю массу одной молекулы в граммах, а для витамина С – количество молекул (в штуках), содержащихся в одном драже препарата.
3. Молекул какого из трех витаминов, А, В₁ или В₂, в составе препарата больше, а какого – меньше, чем остальных двух?
4. Рассчитайте общее количество молекул витаминов, содержащихся в одном драже препарата.
5. Вычислите общее количество атомов, входящих в состав молекул витаминов, содержащихся в одном драже препарата.
6. Взрослый человек за месяц с небольшим употребил 100 драже препарата. Предположим, что в результате обмена веществ весь углерод, входивший в состав витаминов, выделился из организма в виде углекислого газа. Вычислите его объем при комнатной температуре (20 °С) и $p = 1$ атм.
7. Кратко (1-2 предложения) объясните своими словами, что такое «витамины».
8. Как Вы думаете (1-3 предложения), почему витамины рекомендуют принимать через четверть часа после еды?

Задание 2. «Множество кислот».

Довольно распространенный элемент X хорошо известен человечеству ещё с древнейших времен. В природе X содержится в земной коре в виде минералов и в самородном состоянии, а также в природном газе. Кроме того, X входит в состав некоторых аминокислот и ферментов, являясь одним из биогенных элементов.

Благодаря своей способности к катенации (образованию цепей со связями X-X) и разнообразию степеней окисления, X образует множество кислородсодержащих кислот различной устойчивости, являясь одним из рекорсменов по их количеству среди всех элементов Периодической системы. В настоящее время известно много способов синтеза этих кислот и их солей, часть из которых зашифрована в приведённой ниже схеме превращений.



Дополнительно известно, что:

- А – простое вещество, В, С, D, J, N – бинарные соединения, остальные вещества содержат три элемента.
- Продуктами взаимодействия А с аммиаком в этих условиях (см. схему) являются только вещества С и D.
- Дипольный момент всех связей в соединении С отличен от нуля.
- Вещество D представляет собой золотистые кристаллы, его молекулы имеют циклическое строение.
- Массовая доля элемента X в некоторых веществах составляет: D – 69,60 %, E – 65,34 %, F – 33,14 %, G – 29,82 %, J – 80,03 %, M – 47,46 %, Q – 23,72 % (значения атомных масс взяты с точностью до 0,01 г/моль).
- Соединения E и M содержат по два типа атомов X в соотношении 1:1.

1. Приведите формулы и названия соединений А–R (все они содержат элемент X).
2. Напишите уравнения реакций, представленных на схеме.
3. Изобразите структурные формулы соединений E, F, G, J, L, M, Q, R (если соединение является солью, то приведите структурную формулу соответствующего аниона).
4. Для каких целей химии обычно используют реакцию раствора соединения L с иодом?

Задание 3. «Смертельный яд»

«Она узнала этот запах: запах плавящегося А, запах смертельного яда».

Дэн Браун. «Цифровая крепость».

По распространенности в земной коре элемент X занимает второе место в Периодической системе. Его соединения окружают нас повсюду: горные и осадочные породы, песок, стекло, цемент – везде содержится X. Кроме того, сверхчистое простое вещество А, образованное элементом X, оказалось незаменимым материалом в электронике и энергетике будущего (процессоры компьютеров, микросхемы, элементы солнечных батарей и т.д.).

В свободном виде элемент X был выделен 205 лет назад. В 1811 г. французы Ж. Гей-Люссак и Л. Тенар получили простое вещество А пропусканием паров фторида X над металлическим калием [реакция 1], однако не описали его как новый элемент. Лишь в 1823 г. шведский химик Й. Берцелиус дал описание А, как простого вещества элемента X, получив его при нагревании смеси калия с калиевой солью комплексного фторида X [2].

В лаборатории А можно получить прокаливанием измельченного песка с магнием [3], с последующим отделением побочного продукта растворением в соляной кислоте [4]. Технический А получают в больших количествах в электрических печах путем восстановления кварцевого песка коксом [5].

«Солнечный» **A** получают из «технического» следующим способом: обрабатывают его хлором [6], затем очищают полученное соединение фракционной перегонкой, а потом восстанавливают его водородом [7] или цинком [8]. «Электронный» **A** («девять девяток») получают выращиванием монокристалла из расплава чистого **A** по методу Чохральского (медленное «вытягивание») или методом многократной бестигельной зонной плавки. Полученные стержни разрезают на шайбы, шлифуют и полируют, добиваясь идеально ровной зеркальной поверхности (см. рис.).



1. Назовите элемент **X**. С каким другим элементом Периодической системы **X** соединен ковалентными связями в подавляющем большинстве природных веществ? Какие координационные числа имеет **A** в этих соединениях (число ближайших соседних атомов)? Какова геометрия структурных фрагментов, в центре которых находится атом **A**?
2. Какое физическое свойство **A** обусловило его «незаменимость» в электронике и энергетике будущего? Что означает словосочетание «девять девяток»?
3. Насколько, однако, был прав Дэн Браун (см. эпитафия)? Ядовит ли сам **A** и такие его бинарные соединения, как, скажем, хлорид, оксид, сульфид? Поясните свои ответы; где это необходимо, напишите уравнения реакций.
4. Напишите уравнения реакций [1]-[4] и [6]-[8], описанных в условии задачи.

В соответствии со стехиометрией реакции [5] на 5 весовых частей песка требуется 2 части кокса. Однако это не единственная реакция, протекающая при нагревании такой смеси. Параллельно в небольшой степени идет реакция [5*], требующая иного соотношения реагентов. В результате один из реагентов остается в избытке, и взаимодействует с продуктом реакции [5] с образованием химически очень прочного побочного продукта **B** [5**], загрязняющего **A**. Например, если смешать 600 кг кварцевого песка с 240 кг высококачественного кокса, то в ходе реакции при температуре 2000 °С в инертной атмосфере образуется 292 кг пека (остаток после спекания). Для того чтобы не допустить образования побочного продукта, исходную смесь готовят с точно рассчитанным избытком одного из реагентов. В этом случае выход **A** оказывается близок к 100 %.

5. Определите формулу вещества **B** и назовите его по химической номенклатуре. Напишите уравнения реакций [5], [5*] и [5**].
6. Оцените массовую долю вещества **B** в полученном пеке и выход вещества **A** в ходе описанной реакции.
7. Какой из двух реагентов следует добавить к 840 кг стехиометрической смеси, и какова должна быть его масса, чтобы выход **A** оказался близок к 100 %? Соотношение скоростей реакций [5] и [5*] (соотношение количества получаемых в этих реакциях продуктов) можно считать постоянным.
8. Так мешающее нам в процессе получения **A** вещество **B** само по себе тоже является ценным промышленным продуктом с объемом мирового производства более 100 тыс. тонн в год. Приведите простейший способ его получения, техническое название и укажите три его ценных свойства.

Для получения монокристаллов **A** с особыми электрофизическими свойствами используют различные легирующие добавки. Чтобы получились однородные кристаллы, легированные элементом **Y**, найдено изящное технологическое решение, заключающееся в облучении монокристаллов **A** медленными нейтронами. Природный **X** состоит из смеси трех стабильных изотопов, массовые числа которых отличаются на единицу (содержание самого распространенного 92,27 масс. %). При облучении один из них присоединяет нейтрон, становится β -излучателем (период полураспада 2,6 ч), и в итоге превращается в единственный стабильный изотоп **Y**. Два других изотопа в превращениях не участвуют.

9. Установите элемент **Y**. Напишите уравнения описанных ядерных реакций.

10. Для подвергнутого облучению монокристалла **A** исходной массой 5617 г оцените:

- а) Максимальное содержание **Y** в масс. % и штуках атомов;
- б) Время, за которое количество радиоактивных изотопов снизится в 10^{23} раз.

Задание 4. «Ку!»

«Если у меня немножко КЦ есть, я имею право носить жёлтые штаны. И передо мной пацак должен не один, а два раза присесть. Если у меня много КЦ есть, я имею право носить малиновые штаны. И передо мной и пацак должен два раза присесть, и чатланин «Ку!» делать. И эцилоп меня не имеет права бить по ночам. Никогда!..»

Художественный фильм «Кин-дза-дза»



На планете Плюк (215 в Тентуре, галактика Кин-дза-дза в Спирали), показанной в знаменитом фильме режиссера Г. Данелия, главной валютой и символом богатства служит **КЦ** – смесь веществ, содержащаяся в головке обыкновенных спичек. Прибывшие на Плюк земляне по незнанию сожгли некоторое количество КЦ, вызвав полное недоумение местных жителей.

В таблицах приведены тривиальные названия индивидуальных веществ, входящих в состав спичечной головки, а также в состав намазки коробка.

| Состав головки спички | | |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| | Вещество | Предназначение |
| 1. | Бертолетова соль | окислители |
| 2. | Хромпик | |
| 3. | Сера | горючее |
| 4. | Мел | для увеличения силы трения |
| 5. | Стекло кварцевое молотое | |
| 6. | Свинцовый сурик | пигменты |
| 7. | Белила цинковые | |

| Состав намазки («тёрки») | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | Вещество | Предназначение |
| 1. | Антимонит | восстановители |
| 2. | Красный фосфор | |
| 3. | Мел | для увеличения силы трения |
| 4. | Стекло кварцевое молотое | |
| 5. | Белила цинковые | пигменты |
| 6. | Железный сурик | |

1. Приведите химические формулы всех упомянутых в таблице веществ.

2. Напишите уравнения реакций (не более 5), которые могут происходить между компонентами КЦ и намазкой коробка в процессе зажигания КЦ, а также между компонентами КЦ в процессе ее сгорания.

Для быстрого передвижения по планете и за её пределами плюккане обычно используют **пепелацы** (от груз. «пепела» – «бабочка») – небольшие летательные аппараты. Топливом для пепелаца служит **луц**, который может быть получен из обычной воды. При сгорании луца вновь образуется вода, которую используют в полёте.

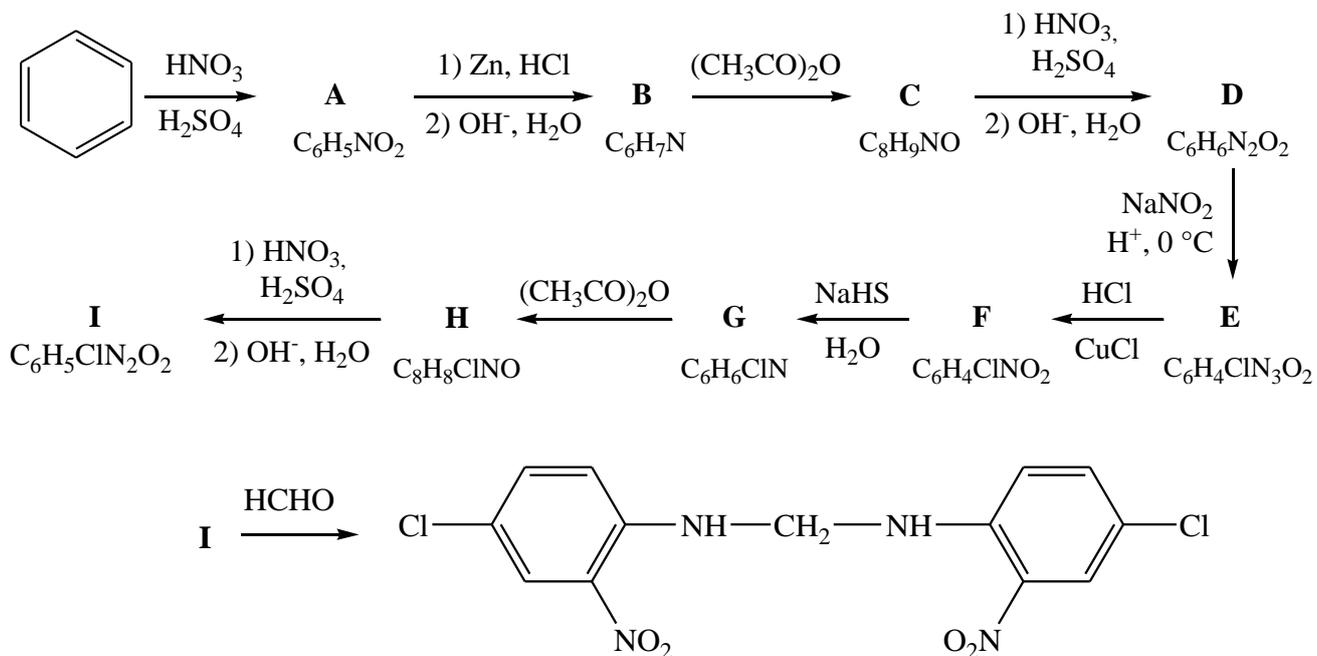
3. Определите состав луца, если известно, что из 18 мл воды при 100 % выходе можно получить 22,4 л (н. у.) луца. Предложите способ получения луца из воды (уравнение реакции с указанием условий) без использования дополнительных реагентов (вещества, которые не расходуются, использовать можно).

Для полёта на расстояние 160 км необходим один заряд луца массой 0,769 кг. Объём бака пепелаца составляет 44,8 л, а плотность жидкого луца 0,07 г/см³.

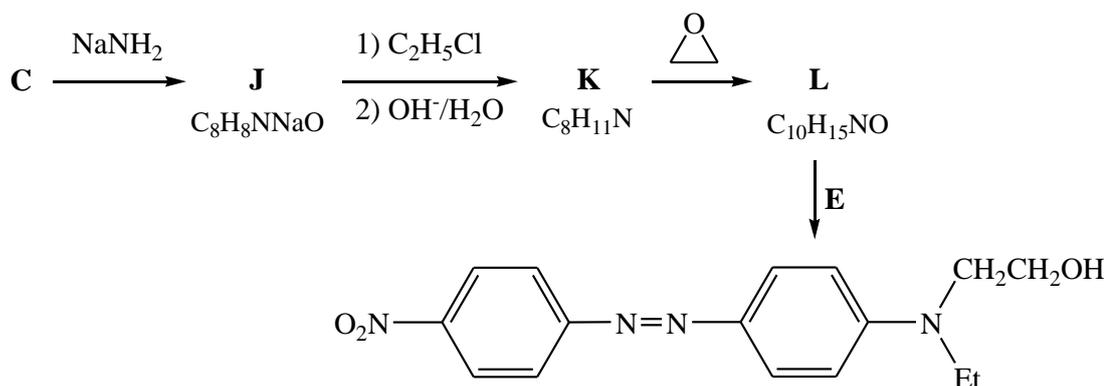
4. Какое расстояние смогут преодолеть плюккане на пепелаце, если заполнят бак газообразным луцем при н. у., а какое – если жидким (правда, для этого потребуется содержать его при очень низкой температуре). Вычислите объём воды, который можно получить в полете, израсходовав полный бак жидкого луца.

Зажиточных плюккан, обладающих КЦ, можно опознать по цвету штанов. Авторам задачи удалось побывать на Плюке и разузнать секрет производства красителей, используемых для окрашивания штанов в основные опознавательные цвета. Схемы синтеза красителей приведены ниже.

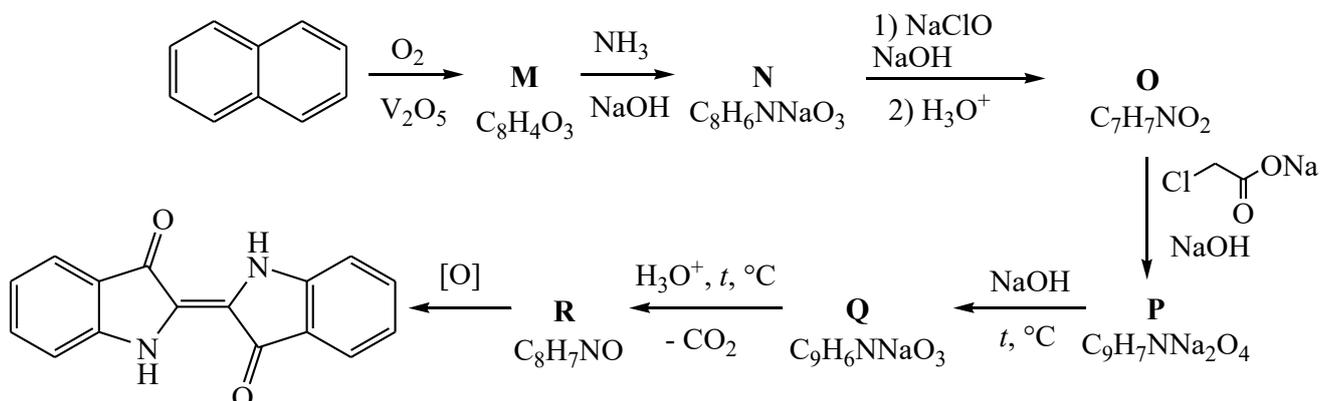
Желтый.



Малиновый.



Голубой (носит правитель планеты Плук).



5. Изобразите структурные формулы веществ **A-R**.