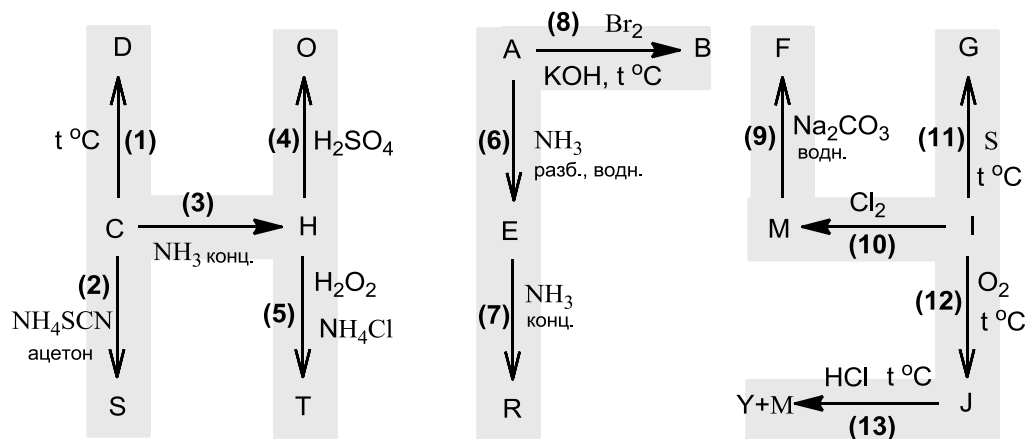
**Задание 1.** «НГУ и химия».*«Мы не сделаем вас умнее, мы научим вас думать!»*

Девиз Новосибирского государственного университета (НГУ)

Вашему вниманию предложена схема, в которой показаны взаимопревращения соединений трех элементов Периодической системы (ПС). В каждой из трех больших русских букв латинскими буквами зашифрованы соединения одного из этих трех элементов. Про сами элементы известно, что они входят в одну



группу ПС и составляют триаду широко известных металлов. Отметим, что количество протонов в ядре атома металла, соединения которого представлены в большой букве «Н», на единицу больше, чем в металле из буквы «У», но на единицу меньше, чем в металле из буквы «Г».

Один из металлов (на схеме он обозначен буквой **I**) известен человеку с древних времен и даже дал название условному «веку», продолжавшемуся с 1200 г до н.э. по 340 г н.э. Более того, этот металл настолько интенсивно нами используется, что для многих людей его название и слово «металл» стали практически синонимами. Соединения второго металла ещё в древнем Египте использовались для изготовления эмали, краски и стекла. Третий же металл был получен в чистом виде лишь в 18 веке, но имеются данные, что его соединения с давних пор применялись в стекловарении для придания стеклу зеленого цвета.

Известно, что вещество **J** получается при горении металла **I** в кислороде (**реакция 13**), а вещество **Y** также может быть получено взаимодействием металла **I** с соляной кислотой (**реакция 14**). Водный раствор вещества **M** имеет желто-коричневый цвет и реагирует с водным раствором карбоната натрия (**реакция 9**) с образованием бурого осадка гидроксида металла **F** и выделением углекислого газа. Вещество **G** получается при нагревании смеси порошков серы и металла **I** (**реакция 11**).

Про вещество **C** известно, что оно является кристаллогидратом соли **D**, обладает розовой окраской и реагирует с раствором нитрата серебра (**реакция 15**) с образованием белого творожистого осадка. При нагревании соединение **C** теряет 45,4 % своей массы и превращается в безводную двухэлементную соль **D** синего цвета с массовой долей металла 45,4 %. Вещества **S**, **H** и **T** являются комплексными соединениями, причем координационное число металла в **S** равно четырем (к иону металла присоединены 4 аниона SCN^-), а в **H** и **T** – шести (в обоих случаях к иону металла присоединены 6 молекул NH_3). В веществе **S** массовая доля металла составляет 18,00 %, а в веществах **H** и **T**, имеющих одинаковое строение и очень близкий состав, но отличающихся степенью окисления металла, – 25,40 и 22,03 %. Вещество **O** относится к классу обычных солей серной кислоты.

Также известно, что раствор соли **A** зеленого цвета реагирует с раствором нитрата бария (**реакция 16**) с образованием белого осадка, не реагирующего с соляной кислотой. Массовая доля металла в безводной соли **A**, имеющей бледно-желтый цвет, составляет 37,94 %. В реакции водного раствора **A** с недостатком или разбавленным водным раствором аммиака (**реакция 6**) образуется зеленый осадок **E**, растворяющийся в избытке или в концентрированном растворе аммиака (**реакция 7**) с образованием комплексного соединения **R** с массовой долей металла 30,12 %. Вещества **E** и **B** относятся к одному и тому же классу соединений (к такому же, как и вещество **F** из буквы **У**) и отличаются только степенью окисления металла.

1. Установите три неизвестных металла. В какой группе периодической системы они находятся? Укажите, в какой из русских букв зашифрованы соединения каждого из металлов.
2. Расшифруйте схемы превращений (напишите формулы и названия неизвестных веществ).
3. Напишите уравнения реакций, приведенных на схеме (1-13) и описанных в условии задачи (14-16).
4. Из приведенных на схеме латинских букв можно составить фразу из двух слов на английском языке (для неё не надо использовать все буквы). Приведите зашифрованную фразу, зная, что она имеет непосредственное отношение к химии.

Задание 2. «Макро- и микроэлементы».

Вашему вниманию предлагается кроссворд, в котором зашифрованы названия различных макро- и микроэлементов живого мира. В тексте описаны некоторые свойства этих элементов и образуемых ими простых веществ.

1. Около 2/3 от общего содержания этого элемента в человеческом организме входит в состав гемоглобина – сложного белка крови, обеспечивающего доставку кислорода к тканям.

2. Этот элемент VIВ группы ПС усиливает синтез аминокислот, делает более эффективной работу антиоксидантов, в том числе витамина С.

3. Этот макроэлемент входит в состав многих липидов, белков и других важнейших для нашего организма соединений (АТФ, ДНК), но больше всего при его недостатке страдают кости и зубы.

4. А этот микроэлемент, являющийся электронным аналогом серы, входит в активный центр ферментов системы антиоксидантно-антирадикальной защиты организма.

5. Простое вещество, образованное этим элементом, – основа процессов дыхания, горения и гниения.

6. Растворы солей этого неметалла применяют в медицине как успокаивающие средства, в то время, как простое вещество, обладающее отвратительным запахом, является сильным ядом.

7. Недостаток этого микроэлемента в пище приводит к настолько неприятным последствиям (зоб, кретинизм), что его соединения для профилактики добавляют в поваренную соль и питьевую воду.

8. Этот элемент является основой для всего органического мира.

9. А соли этого неметалла добавляют в зубную пасту для профилактики кариеса.

10. Еще один неметалл. Его соединение с водородом в большом количестве содержится в желудочном соке и обеспечивает его кислую среду.

11. Этот элемент входит в состав подавляющего большинства органических веществ, но все-таки не всех.

12 (вправо). Соединения этого красного металла считаются токсичными (ядовитыми), однако риск от его недостатка в организме выше, чем риск от его избытка.

12 (вниз). Этот микроэлемент тоже является металлом. Вам должен быть хорошо знаком фиолетовый (разбавленный – розовый) раствор черно-фиолетовых кристаллов его соединения, входящих в состав аптечки. Этот раствор обычно используют для обработки порезов, ран и ожогов, а также для промывания желудка.

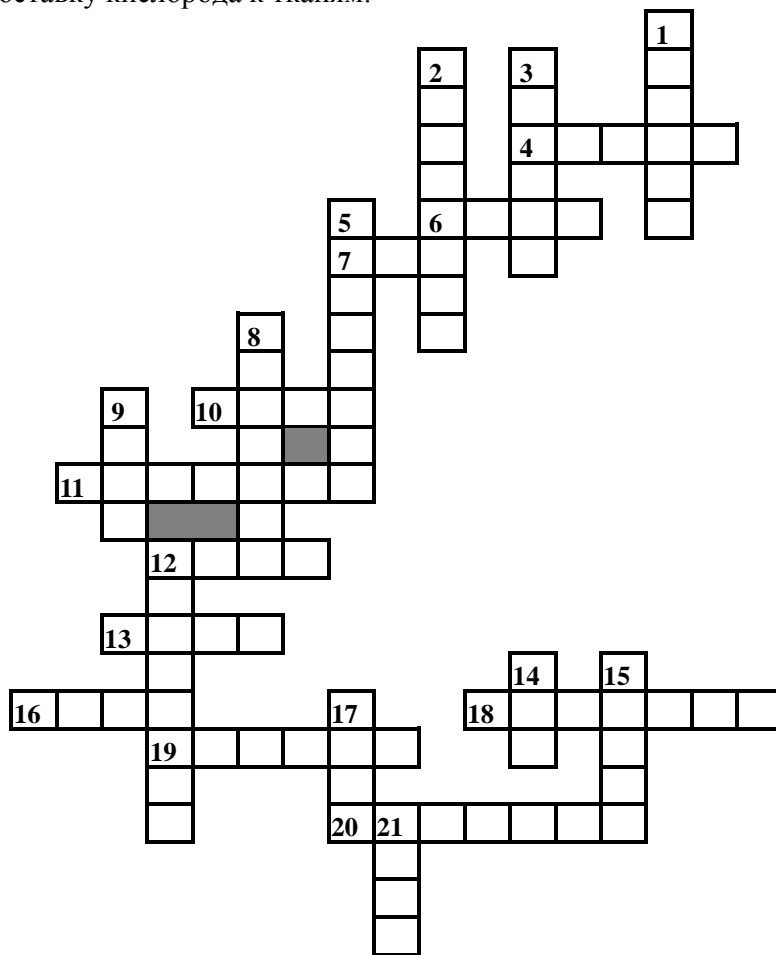
13. Снижение содержания этого микроэлемента в пище приводит к уменьшению скорости роста и увеличению количества холестерина в крови. Тем не менее большинство соединений этого твердого металла являются токсичными, особенно в степени окисления +6.

14. Недостаток этого элемента останавливает развитие растений, поэтому при его дефиците в сельском хозяйстве применяют различные микроудобрения, самым известным из которых является бора.

15. Этот макроэлемент в организме создает условия для мышечных и сердечных сокращений, а в виде простого вещества является очень активным металлом.

16. А этот макроэлемент входит в состав некоторых аминокислот, витаминов, ферментов и ответственен за отвратительный запах протухших яиц.

17. Этот микроэлемент входит в состав ферментов



карбоангидразы и более известной в народе алкогольдегидрогеназы. В виде простого вещества представляет собой активный металл IIВ группы ПС. 18. Этот металл VIIIВ группы входит в состав витамина В₁₂, который называется кобаламин. 19. Этот макроэлемент содержится практически во всех продуктах, хотя большую его часть организм получает из поваренной соли. 20. В организме человека этот элемент в основном находится в скелете и зубах, поэтому при его дефиците увеличивается риск развития остеопороза (непрочность костей). Не забывайте, что главным источником этого элемента для нас являются молочные продукты. 21. Этот элемент занимает 4 место среди других макроэлементов по содержанию его в живых клетках. Он входит в состав белков, аминокислот, хлорофилла, гемоглобина и т.д. и т.п.

1. Разгадайте этот кроссворд. Ответы перепишите в рабочую тетрадь в формате «номер – слово».

Один из важнейших макроэлементов, находящийся в группе IIА ПС, не «вписался» в пределы нашего кроссворда. Он является «главным» атомом в составе хлорофилла, обеспечивающего процесс фотосинтеза в растениях, а в нашем организме, в частности, он необходим для превращения креатинфосфата в АТФ, являющийся поставщиком энергии для живых клеток.

2. Напишите название этого элемента. Какой цвет имеет хлорофилл и какое отношение он имеет к хлору?

3. Напишите уравнения реакций между избытком устойчивого простого вещества, составленного из атомов элемента, расположившегося в нашем кроссворде под № 5 и следующими простыми веществами с номерами из кроссворда: а) № 3; б) № 8; в) № 11; г) № 12 (вправо); д) № 13; е) № 14; ж) № 17; з) № 19; и) № 20.

Задание 3. «Необычное лекарство».

Всем известно, что если долго находиться в холодном помещении, то можно сильно простудиться. Всем, кроме Чебурашки, который однажды решил полакомиться апельсинами в холодном подвале. Вскоре у него поднялась температура, и начался жуткий кашель. Крокодил Гена не замешкался и принес Чебурашке много разных лекарственных препаратов, самым странным из которых оказался жёлтый порошок (вещество А), который необходимо было есть, насыпая его на хлеб. Выздоровев, наш любознательный герой решил узнать, что же это был за порошок. По дороге в библиотеку он встретил старуху Шапокляк, которая дала ему баночку с другим порошком (серым) и посоветовала смешать его со странным лекарством и поджечь. Поскольку читал Чебурашка с трудом, совет старухи ему понравился больше, чем перспектива сидеть в библиотеке несколько часов. Он пришел домой, смешал оба порошка и поджег. Смесь резко вспыхнула и опалила Чебурашке уши. Оправившись от шока, Чебурашка решил посмотреть, что написано на той баночке, что ему дала Шапокляк. Банка была старой и этикетка почти слезла, удалось разглядеть только первые и последние буквы: «ал...ий» (вещество В). Чебурашка заглянул в Периодическую систему и быстро нашел там такой элемент. После этого он взвесил твердое вещество, которое получилось после сжигания смеси (вещество Р), и вычислил состав желтого порошка.



1. Чебурашка легко нашел элемент, название которого совпало с названием серого порошка. Напишите и Вы символическое обозначение элемента Y, из атомов которого состоит вещество В, и его название.

2. Установите элемент X, из которого состоит желтый порошок А, зная, что и этот порошок является простым веществом. Дополнительно известно, что Чебурашка приготовил смесь из 5 г серого порошка и 9 г желтого порошка, а масса вещества Р, полученного после сгорания, составила 13,89 г. Можно считать, что серый порошок полностью вошел в состав вещества Р, которое является индивидуальным и не содержит примесей. Ответ подтвердите расчетом.

3. Напишите уравнение реакции образования вещества Р (реакция 1).

После установления состава желтого порошка Чебурашка заинтересовался другими лечебными свойствами соединений элемента X. Гена рассказал, что если погреть вещество А в водороде, то получится соединение С, являющееся основным действующим компонентом серных вод, которые обладают известными лечебными свойствами при лечении заболеваний сердца. В библиотеке Чебурашка нашел простую методику получения водорода, но Гена запретил ему проводить эксперименты с этим газом. Свое решение Гена объяснил тем, что водород с одним из компонентов воздуха образует «гремучую смесь», которая очень взрывоопасна. Кроме того, вещество С Чебурашка может легко получить, подействовав водой на уже полученное им вещество Р.

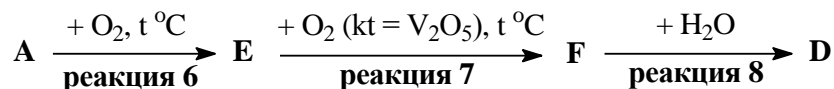
4. Напишите уравнения реакций взаимодействия вещества А с водородом (реакция 2) и вещества Р с водой (реакция 3).

5. Приведите один известный Вам лабораторный метод получения водорода (**реакция 4**). Какие компоненты, и в каком соотношении входят в «гремучую смесь»? Напишите уравнение реакции, происходящей при взрыве этой смеси (**реакция 5**).

В книгах наш сказочный экспериментатор нашёл, что элемент **X** является одним из компонентов, входящих в состав соединения **D**, которое часто называют «кровью химии».

6. Установите состав соединения **D**, если известно, что оно содержит 33 % элемента **X**, 65 % кислорода и 2 % водорода по массе.

Ниже приведена схема синтеза соединения **D** из простого вещества **A**.



7. Установите молекулярные формулы веществ **E** и **F**. Напишите уравнения реакций, представленных на схеме (**реакции 6-8**).

Задание 4. «Загадочные элементы».

В Периодической системе имеются 4 элемента **A**, **B**, **B**, **Г** про которые попарно известно, что

- 1) простые вещества элементов **A** и **B** при н.у. твёрдые (в любой аллотропной модификации);
- 2) простые вещества элементов **B** и **Г** при н.у. газообразные;
- 3) элементы **B** и **Г** принадлежат одной группе Периодической системы (ПС);
- 4) элементы **B** и **Г** находятся во втором периоде ПС;
- 5) простые вещества элементов **A** и **B** могут реагировать между собой, образуя плохо растворимое в воде соединение **D**, в котором массовая доля элемента **A** 78,3 %;
- 6) простые вещества элементов **B** и **Г** реагируют друг с другом при нагревании с образованием бинарного соединения **E** с массовыми долями элементов по $\frac{1}{2}$, а с помощью каталитического процесса из **E** и простого вещества элемента **Г** можно получить бинарное соединение **Ж**.
- 7) элементы **B** и **B** образуют 5 бинарных соединений, но в реакции простых веществ этих элементов в основном образуется газообразное при н. у. бинарное соединение **З** с плотностью по водороду $\rho(\text{H}_2) = 73$ и массовой долей **B** $\omega(\text{B}) = 78,0\%$;
- 8) простые вещества элементов **A** и **B** при нагревании реагируют между собой, образуя растворимую соль **И** ($\omega(\text{A}) = 81,0\%$), водный раствор которой имеет сильно щелочную среду;
- 9) простое вещество элемента **A** легко вступает в реакцию с простым веществом элемента **Г**, образуя бинарное соединение **К**, растворяющееся в воде с выделением большого количества теплоты. А в избытке простого вещества элемента **Г** и при нагревании до 500°C из **A** образуется нерастворимое в воде бинарное соединение **Л**, из которого действием раствора H_2SO_4 получают бинарное соединение **М** ($\omega(\text{Г}) = 94,1\%$). Соединение **М** проявляет окислительно-восстановительную двойственность, например, в реакции соединения **М** с раствором перманганата калия степень окисления **Г** увеличивается, а в реакции **М** с раствором сульфита натрия – уменьшается;
- 10) простые вещества элементов **B** и **Г** между собой напрямую не реагируют, хотя бинарные соединения этих элементов известны – в таких соединениях элемент **Г** находится в необычной для него степени окисления. Например, существует вещество **Н** с массовой долей элемента **B** **около 70 %**.

1. Установите элементы **A**, **B**, **B**, **Г**, о которых идёт речь в задаче.

2. Для любых двух названных элементов укажите по 2 аллотропные модификации простых веществ.

3. Определите формулы бинарных веществ **D–H** и напишите уравнения реакций их образования, упомянутые в пп. 5–9 (всего 8 уравнений). С помощью уравнения реакции в ионной форме и необходимых комментариев объясните, почему водный раствор **И** имеет сильно щелочную среду.

4. Установите формулу бинарного вещества **Н**, которое не образуется в прямой реакции между простыми веществами элементов **B** и **Г**. Определите степень окисления **Г** в этом соединении. Почему она необычна: какие степени окисления наиболее характерны для соединений **Г**?

5. Напишите уравнения реакций вещества **М** с растворами перманганата калия и сульфита натрия. Укажите, как изменяется степень окисления **Г** в этих реакциях: в какой реакции **М** выступает в роли окислителя, а в какой – в роли восстановителя?