

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2012/2013 г.
8 класс**

- Какие из приведенных ниже веществ являются простыми и какие - сложными? Укажите, какие три из них наиболее распространены в атмосфере Земли, и расположите их в порядке убывания содержания в атмосфере: N_2 , NH_3 , Fe , SO_2 , O_2 , H_2 , H_2O . (1,5)
 - Рассчитайте массовый процент **i**) воды и **ii**) железа в соли Мора $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ (3)
 - Расположите содержащиеся в соли Мора элементы в порядке увеличения их атомного радиуса. (3)
 - В воде растворили 426 г соли Мора и, разбавляя водой, довели объем раствора до 3,0 литров. Концентрация $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ в растворе равна: **i**) кг/дм³ **ii**) мг/см³ (4,5) (12)

2. Расставьте коэффициенты в следующих уравнениях реакций:

- $Al + O_2 \rightarrow Al_2O_3$ (1,5)
- $CO + O_2 \rightarrow CO_2$ (1,5)
- $N_2 + H_2 \rightarrow NH_3$ (1,5)
- $Fe + H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + H_2 \uparrow$ (1,5)
- $BaCl_2 + Al_2(SO_4)_3 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + AlCl_3$ (1,5)
- $Fe(OH)_3 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$ (1,5)
- $K + H_2O \rightarrow KOH + H_2 \uparrow$ (1,5)
- $K_2SO_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$ (1,5) (12)

3. Металл **Z** имеет два изотопа. Их атомы отличаются друг от друга на два нейтрона; частное от деления значений их атомных масс равно 0,9692. Средняя атомная масса металла **Z** на 1,4 атомных единиц массы (а.е.м.) меньше атомной массы более тяжелого изотопа. Принять массу нейтрона равной 1,00 а.е.м.

- Рассчитайте массы изотопов элемента **Z** в а.е.м. (3)
- Рассчитайте среднюю массу элемента **Z**, найдите в таблице соответствующий ей химический элемент и приведите его название. (2)
- Из каких элементарных частиц состоят атомы обоих изотопов и сколько каких элементарных частиц имеется в каждом изотопе? (2) (7)

4. Химик Рональд проводит органический синтез в диэтиловом эфире (плотность 0,7134 г/см³). После окончания реакции ему нужно очистить полученный раствор с помощью экстракции водой. При экстракции один раствор прибавляют к другому, который не смешивается с первым. Вещества переходят в тот растворитель, где они лучше растворяются. При этом соли переходят в воду, а органические вещества – в эфир.

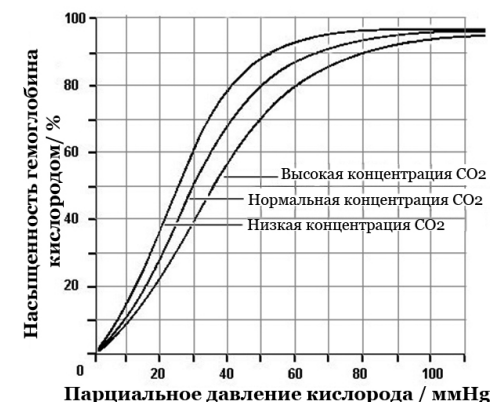
- Рональд должен экстрагировать свою реакционную смесь 5,0%-ным водным раствором $NaHCO_3$. Какую массу $NaHCO_3$ ему нужно взвесить, чтобы с 100 мл воды (плотность 1,000 г/см³) получить 5,0% раствор? (3)
- В ходе проведения экстракции в делительной воронке находятся два слоя жидкости. В котором слое находится органическое вещество (в эфире или воде; в верхнем или нижнем)? Обоснуйте ответ. (3)

с) Можно ли проводить экстракцию водой, если вместо эфира использовался бы этанол? Обоснуйте ответ. (2) (8)

5. Ученик захотел увидеть химический опыт с огнем и искрами. Учитель согласился провести такой опыт при условии, что сначала ученик разгадает задачку про соединение **A**, которое в данном опыте нагревают. Задача следующая: вещество **A** с формулой $(XY_4)_2Z_2W_7$ содержит четыре различных элемента: **X**, **Y**, **Z** и **W**. В элементе с наибольшим числом протонов в 24 раза больше протонов по сравнению с элементом с наименьшим числом протонов. Сумма атомных чисел элементов, из которых состоит вещество **A**, равно 40. Сумма атомных чисел двух элементов равна атомному числу третьего элемента, которое в свою очередь в 3 раза меньше порядкового номера элемента с наибольшим атомным числом. При разложении **A** образуются соединения Y_2W , X_2 и Z_2W_3 , причем в молекуле X_2 на четыре электрона больше, чем в молекуле Y_2W .

- Напишите символы и названия элементов **X**, **Y**, **Z** и **W**, содержащихся в веществе **A**. (6)
- Какие из элементов вещества **A** расположены в одном и том же периоде периодической системы? (1)
- Напишите уравнение реакции разложения вещества **A** и расставьте коэффициенты. (2)
- Какая посуда из перечисленного лучше всего подходит для проведения данного опыта: ступка, мерный цилиндр, объемная пипетка, фарфоровый тигель, аппарат Киппа, бюретка. (2) (11)

6. Гемоглобин (Hb) – содержащийся в крови белок, переносящий кислород к мышцам. Насыщенность гемоглобина кислородом (S_{O_2}) возрастает с ростом парциального давления кислорода (p_{O_2}) в крови (см график). На расположение данного графика влияет также и содержание CO_2 в крови.

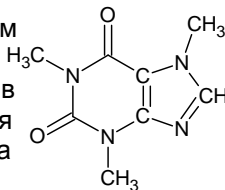


- В тканях $p_{O_2} = 40$ ммHg. Чему в этом случае равен процент насыщенности Hb при нормальной концентрации CO_2 ? (2)
- Чему должно равняться парциальное давление кислорода, чтобы S_{O_2} равнялось 80% в случае **i**) низкой и **ii**) высокой концентрации CO_2 ? (3)
- CO_2 - кислотный оксид. Как изменится pH крови, если содержание CO_2 в крови повысится? (2)
- В каком случае в мышцах наблюдается недостаток O_2 : при высоком или низком значении $c(CO_2)$? (3)(10)

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2012/2013 г.
9 класс**

1. **a)** Напишите, чем являются следующие пары: аллотропами или изотопами:
i) ^{79}Br и ^{81}Br , **ii)** тритий и дейтерий, **iii)** графит и алмаз, **iv)** красный и белый фосфор, **v)** кислород и озон. (2)
b) Как правильно: при приготовлении водного раствора кислоты нужно приливать кислоту в воду, воду в кислоту или возможны оба варианта? Обоснуйте ответ! (2)
c) Следующие соединения представлены в виде суммарных формул. Определите эти неорганические соединения (приведите названия и формулы): CH_2O_3 , CH_5NO_3 , $\text{CH}_8\text{N}_2\text{O}_3$ и $\text{N}_2\text{H}_4\text{O}_3$. (2)
d) Расположите следующие газы в порядке увеличения их плотности: O_2 , He , N_2 , CO_2 , SF_6 , Ar . (2)
e) Плотность жидкого азота при температуре кипения (-196°C) равна $0,807\text{ г/мл}$. Во сколько раз больший объем займет газообразный азот (при норм. условиях), полученный при испарении жидкого азота?(2)(10)

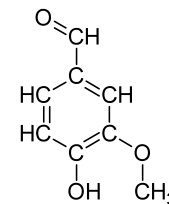
2. Кофеин –психостимулятор с возбуждающим действием (структура приводится на рисунке). Кофеин содержится в кофейных бобах, чае, многих ягодах и в небольшом количестве даже в какао. Средняя смертельная доза кофеина (LD_{50}) для человека равна примерно $0,2\text{ г}$ на 1 килограмм массы.



- a)** Найдите брутто-формулу и молекулярную массу кофеина. (3)
b) Рассчитайте массовую долю элементов в молекуле кофеина. (4)
c) Рассчитайте, сколько чашек кофе в среднем должен выпить взрослый человек, чтобы это могло привести к смертельному исходу. Предположите, что человек весит 70 кг , содержание кофеина в кофе равно 1100 мг/л , объем чашки равен 150 мл . (3)(10)

3. **a)** Приведены 5 оксидов – CO , CO_2 , Na_2O , P_4O_{10} и NO .
i) Распределите оксиды по группам: кислотные, основные и нейтральные. (2,5)
ii) Какие из них реагируют с водой? Напишите соответствующие уравнения реакций, расставив коэффициенты. (4,5)
b) H_2O является оксидом водорода. Напишите формулы пероксида и надпероксида водорода. (2)
c) ZnO и Al_2O_3 являются амфотерными оксидами, то есть они реагируют как с кислотами (образуется соль), так и с основаниями (образуется комплексная соль).
 Например: $\text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
 Напишите и расставьте коэффициенты в уравнении реакции Al_2O_3 с NaOH . (1)(10)

4. Ванилин – твердое органическое вещество с приятным запахом; содержится в бобах ванили. Структура ванилина приводится на рисунке. Растворимость ванилина в воде равна 10 г на 1 кг растворителя, растворимость в этаноле 60 г/кг и растворимость в глицероле ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) 40 г/кг . Плотность этанола равна $0,789\text{ г/см}^3$, глицерола – $1,26\text{ г/см}^3$.



- a)** Рассчитайте молярную концентрацию ванилина в насыщенном **i)** водном, **ii)** этанольном и **iii)** глицерольном растворе. (6)
b) Объясните наиболее просто, почему ванилин растворяется в этаноле лучше, чем в воде. (2)
c) В молекуле глицерола три гидроксильные группы. Нарисуйте плоскостную структурную формулу молекулы глицерола. (2)(10)

5. В таблице приводится растворимость PbI_2 ($\text{г/100г H}_2\text{O}$) при разных температурах.

t (°C)	0	15	30	50	80	100
Растворимость	0,044	0,061	0,09	0,17	0,30	0,436

- a)** Постройте график растворимости PbI_2 в зависимости от температуры. (2)
b) Определите по графику растворимость PbI_2 при 25°C . При какой температуре растворимость PbI_2 равна $0,25\text{ г/100г H}_2\text{O}$? (2)
c) При 30°C 32 мл $0,1\text{ М}$ раствора NaI разбавили водой до объема 150 мл и полученный раствор прибавили к 100 мл $1,05\%$ раствора $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Рассчитайте массу выпавшего осадка PbI_2 . Примите плотность всех растворов $\rho = 1,00\text{ г/мл}$. (6)(10)
6. В лабораторию принесли для анализа железный брусок, который содержал примесь меди. Лаборант напил с него $762,3\text{ мг}$ стружек. Он поместил пробу в колбу объемом $100,00\text{ см}^3$, в которую предварительно было налито $23,00\text{ см}^3$ $10,00\%$ раствора ($1,066\text{ г/см}^3$) серной кислоты. Колбу оставили постоять до тех пор, пока остаток пробы не перестал реагировать (ст. окисл. Fe изменилась на две единицы). Затем пробу разбавили водой до объема 100 см^3 , отмерили из колбы $10,00\text{ см}^3$ раствора, на нейтрализацию которого израсходовалось $23,23\text{ см}^3$ раствора NaOH ($1,00\text{ г/см}^3$). Раствор NaOH был получен растворением $0,412\text{ г}$ NaOH в $100,0\text{ см}^3$ воды ($1,00\text{ г/см}^3$).
a) Напишите уравнения реакций **i)** $\text{Fe} + \text{разб. H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ и **ii)** $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$. (2)
b) Рассчитайте процентное содержание NaOH в приготовленном растворе. (1)
c) Рассчитайте число молей H_2SO_4 **i)** до и **ii)** после реакции с пробой. (5)
d) Найдите процентное содержание примеси в пробе. (2) (10)

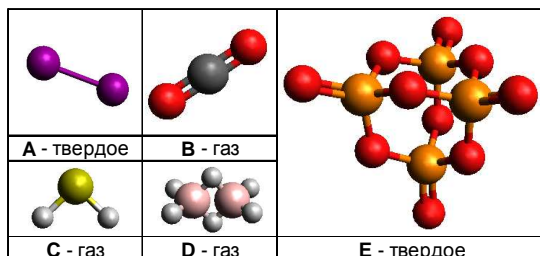
**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2012/2013 г.
10 класс**

За решение каждой задачи можно получить до 10 баллов.

В зачет идут результаты 6 задач, за решение которых получено наибольшее количество баллов.

Для оценивания можно представить любое количество задач.

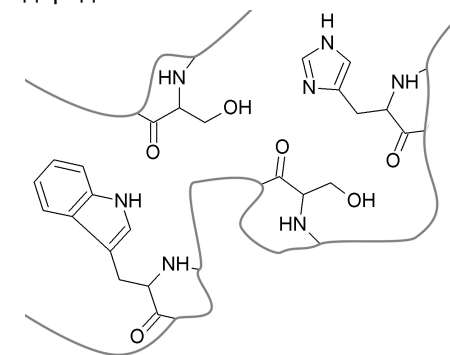
1. В таблице приводятся графические изображения молекулярных веществ (различимы одинарные и двойные связи) и их агрегатное состояние при нормальных условиях. В каждой молекуле содержится один элемент III–VIIA групп, а также кислород или водород. Простое вещество, соответствующее элементу, содержащемуся в соединении **C**, имеет желтый цвет; в соединении **D** содержится элемент, расположенный в той же группе периодической системы, что и элемент, из которого состоит фольга.





- a)** Определите степени окисления элементов III–VIIA групп в молекулах **A–E**.
b) Напишите формулы и названия молекул **A–E**.
2. **a)** Природная вода содержит изотопы кислорода ^{16}O , ^{17}O и ^{18}O и изотопы водорода ^1H (протий), ^2H (дейтерий) и ^3H (тритий). Сколько разных по изотопному составу молекул воды можно из них образовать?
b) Объем мирового океана равен 1,34 миллиарда кубических километров, причем содержание солей в морской воде ($\rho=1030 \text{ кг/м}^3$) в среднем равно 3,50% (по массе). В скольких молекулах воды в мировом океане содержится дейтерий, если на каждый миллион атомов водорода в океане приходится 156 атомов дейтерия?
c) Из 3,96 граммов соединения $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ приготовили водный раствор объемом 100,0 мл. Данный раствор разбавляли 15 раз подряд, причем при каждом разбавлении концентрация раствора уменьшалась ровно в 5 раз. Чему равнялась молярная концентрация нитрат-ионов (в моль/л) в конечном растворе, который был получен из первоначального раствора $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$?
d) Как синтезировать Na_2CO_3 , если можно использовать Na , H_2O , BaCO_3 и раствор HCl ? Напишите соответствующие уравнения реакций.
e) Расположите ионы в порядке увеличения радиуса: I^- , Be^{2+} , H^+ , O^{2-} , Li^+ .
3. Основным компонентом бытового газа является насыщенный углеводород **A** (81,82% углерода и 18,18% водорода), при полном сгорании которого образуются два оксида - **B** и **C** (реакция I). При комнатной температуре и нормальном давлении оксид **B** - газ, оксид **C** - жидкость. При неполном сгорании соединения **A** (при недостатке кислорода), кроме оксидов **B** и **C**, образуются также газообразный оксид **D** и твердое простое вещество **E** (реакция II). Оксид **D** – бесцветный ядовитый газ без запаха, вдыхание которого может быть

смертельно опасным (гемоглобин крови связывает оксид **D** вместо кислорода).

- a) i)** Докажите расчетами формулу углеводорода **A**. **ii)** Приведите название соединения **A**. **iii)** К классу каких соединений относится **A**?
b) Нарисуйте плоскостную и графическую структурные формулы вещества **A**.
c) Приведите формулы и названия веществ **B–E**.
d) Напишите уравнения реакций I и II.
4. Водород образует водородные связи с различными элементами.
a) Назовите три элемента, атомы которых способны образовывать с атомами водорода водородные связи.
b) Какая сила является определяющей при образовании водородных связей: гравитация, электростатическое взаимодействие, сильное взаимодействие или слабое взаимодействие?
 Молекулярная масса и эмпирическая молекулярная формула диметилового эфира $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ и этанола $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ идентичны. Чистый диметиловый эфир при комнатной температуре газообразен (температура кипения $-24 \text{ }^\circ\text{C}$), а чистый этанол – жидкость (температура кипения $78 \text{ }^\circ\text{C}$). Растворимость диметилового эфира в воде (при $20 \text{ }^\circ\text{C}$) равна 7,1 г/100мл, этанол растворяется в воде при данной температуре в любых соотношениях.
c) Обоснуйте причины столь сильного различия в **i)** температурах кипения и **ii)** растворимости в воде диметилового эфира и этанола.
 Аминокислоты являются основным строительным материалом природы. При формировании объемной структуры белков, образованных из аминокислотных остатков, существенную роль играют водородные связи.
d) В большой белковой молекуле аминокислотные остатки расположены в объеме так, как показано на рисунке (кривая линия обозначает границы остальной части большой молекулы белка). Нарисуйте данную молекулу таким образом, чтобы пунктиром были обозначены образовавшиеся водородные связи; участвующие в образовании водородной связи атомы водорода выпишите отдельно (например, вместо -OH обозначьте -O—H).
5. Органическое соединение **A** (%(углерод)=40%) известно уже с античных времен, так как образуется при виноделии как побочный продукт и ухудшает качество вина. В настоящее время оно известно как широко применяемая пищевая добавка E260. Кроме того, основная часть производимого вещества **A** идет на получение полимера **B**. Вещество **B** используют, например, для склеивания древесины и бумаги. Полимер **B** образуется в реакции этена с веществом **A** (берут в соотношении 1:1).



Древние римляне для подслащивания вина использовали соединение **С** (сахар Сатурна), который образовывался при кипячении в свинцовой посуде раствора, содержащего вещество **А**. В настоящее время такой подсластитель запрещен, так как вызывает свинцовое отравление, в свое время очень распространенное среди римской аристократии.

- Определите вещество **А** и приведите его номенклатурное и тривиальное название; ii) напишите уравнение полного сгорания вещества **А**.
- Нарисуйте объемную структуру вещества **А**, обозначив связи, расположенные относительно плоскости листа бумаги сзади и спереди, соответственно прерывистыми  и расширяющимися  линиями. ii) Рассчитайте степени окисления атомов углеродов в соединении **А**.
- Нарисуйте структурную формулу наименьшего повторяющегося звена полимера **В**.
- Нарисуйте уравнение реакции, протекающей при кипячении в свинцовой посуде раствора, содержащего вещество **А**, и ii) приведите номенклатурное название вещества **С**.
- Нарисуйте уравнение реакции, в ходе которой при производстве вина образуется вещество **А**, и приведите название данного процесса.

6. Покупая новую обувь, вы находите внутри коробки маленький мешочек весом примерно 0,5 г. Там содержится силикагель, который впитывает влагу. Основным компонентом силикагеля является соединение **Х**, которое содержится в песке и кварце. Силикагель может поглотить массу воды, которая составляет 40% от массы сухого силикагеля. Чтобы определить, является ли силикагель сухим, к нему прибавляют в качестве индикатора CoCl_2 . Содержание индикатора в силикагеле составляет обычно 0,5% (по массе). Безводный CoCl_2 имеет голубой цвет, но во влажной среде он образует лилово-розовое соединение **Y**, где содержание воды равно 45,4%.

- Напишите i) формулу и название соединения **Х** и ii) формулу соединения **Y**.
- Рассчитайте, чему равна максимальная масса воды, которую может поглотить содержащиеся в одном мешочке: i) соединение **Х**, ii) индикатор. Является ли количество воды, поглощаемое индикатором, значительным?
- Сколько молекул воды связывается с одной молекулой соединения **Х** во влажном силикагеле?
- Мешочки силикагеля заменяют уже до «насыщения» водой (обычно, когда силикагель поглотил количество воды, составляющее всего 10% от массы сухого силикагеля). i) Почему это делается? ii) Какой риск для окружающей среды из этого следует?
- Приведите еще одно вещество, изучаемое в курсе школьной химии, которое тоже подходит в качестве индикатора степени сухости силикагеля.

7. Катрин изучала скорость коррозии железа в морской воде. Для этого она поместила очищенную тонкую железную пластинку (размером 8,0 x 3,3 см) в 200 мл 3,0% раствора NaCl и через 300 минут достала пластинку из раствора.

- Какие соединения образуются из железа под действием кислорода и воды? После этого Катрин отпипетировала 10,0 мл раствора в колбу объемом 20 мл, прибавила несколько капель H_2O_2 (окислитель), 1 cm^3 раствора KSCN и

заполнила колбу до метки водой. При прибавлении KSCN раствор стал кроваво-красным.

- Напишите уравнения протекающих реакций.

Используя спектрофотометр, Катрин определила, что в колбе содержится 0,38 мг железа на каждый миллилитр раствора.

- Рассчитайте, сколько граммов железа подвергается коррозии в растворе в течение одного часа на поверхности в один квадратный метр, если в данном опыте коррозии подвергались обе поверхности пластины.
- Чему равна толщина слоя железа, подвергшегося коррозии в течение i) одного часа, ii) одного года? Плотность железа равна $7,85 \text{ г/см}^3$.

8. Некоторые метеориты состоят в основном из металлов **А** и **В**, которые реагируют с разбавленной серной кислотой. В данной реакции образуются комплексы $[\text{A}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ и $[\text{B}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ и выделяется легкое газообразное простое вещество **Д** (жидкость **С** образуется в реакции **Д** с кислородом). При прибавлении к полученному раствору водного раствора вещества **Е** (средство от обморока) раствор становится темно-синим. При нагревании исходного раствора в остатке остаются сине-зеленые соли $[\text{A}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ и $[\text{B}(\text{C})_6]\text{SO}_4$. При дальнейшем нагревании данных солей образуются желтые сульфаты **А** и **В**; при повышении температуры часть осадка разлагается, выделяя ядовитые газы **Г** и **З**, и образуется красно-коричневое соединение **Н**, являющееся основным компонентом ржавчины (остальная часть осадка сохраняет свой желтый цвет). Сульфат металла **В** используют для защиты металла **А** (при гальваническом покрытии для предотвращения образования **Н**). **В** широко используется при изготовлении монет и украшений, но может вызывать аллергию.

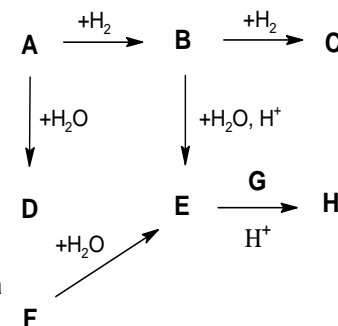
- Напишите формулы и названия веществ, соответствующих буквам **А-Н**.
- Напишите уравнение реакции вещества **А** с разбавленной серной кислотой.
- Напишите уравнение реакции разложения соли $[\text{B}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ при нагревании.
- Напишите уравнение реакции разложения сульфата **А** при нагревании.
- Напишите уравнение реакции комплекса $[\text{B}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ с водным раствором вещества **Е**.

9. Решите задачу, используя схему реакций и приведенную информацию.

- Нарисуйте структурные формулы **А-Н**.
- Нарисуйте 4 изомера **В**.

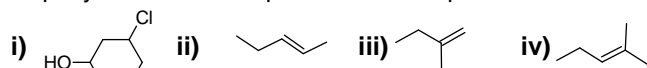
Дополнительная информация:

- А** - ненасыщенный углеводород;
- в реакции $\text{A} \rightarrow \text{В}$ может образоваться (в зависимости от условий) два изомера **В**;
- молярная масса **С** больше молярной массы **А** в 1,075 раза;
- Е** содержит четыре углерода и одну гидроксильную группу, которая находится не на конце углеродной цепи;
- молярные массы **Е** и **Г** равны;
- Г** - карбоновая кислота;
- В** содержит один атом галогена;
- В**: $\%(\text{H}) = 6,6 \%$.

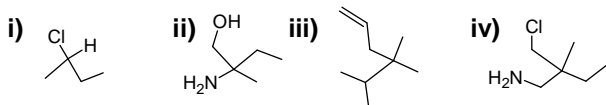


Задачи регионального тура олимпиады по химии 2012/2013 г.
11 класс

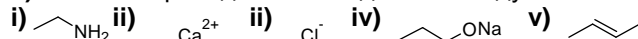
1. а) У каких из приведенных соединений имеется геометрическая изомерия? Нарисуйте все геометрические изомеры. (2)



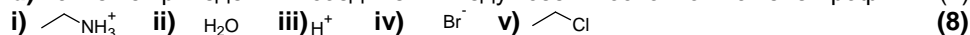
- б) У каких из приведенных соединений имеются энантиомеры? (2)



- в) Какие из приведенных соединений ведут себя как нуклеофилы? (2)



- г) Какие из приведенных соединений ведут себя в основном как электрофилы? (2)



2. Для определения содержания белка в растворе к нему прибавляют реагент, при связывании которого с белком изменяется поглощение света раствором. Зависимость поглощения света от концентрации поглощающего вещества выражается формулой: $A = c \cdot l \cdot \epsilon$, где A - показатель поглощения (безразмерная величина), c - концентрация белка, l - толщина слоя раствора и ϵ - константа поглощения, характерная данному поглощающему веществу. Эксперимент проводят в буферном растворе, который поддерживает pH в нужных пределах.

В ходе эксперимента готовят растворы с известной концентрацией из стандартного вещества, измеряют поглощение света в этих растворах и по этим данным определяют содержание белка в пробе. Для определения белка в молоке отобрали пипеткой 5,0 мл молока и разбавили его буферным раствором до 200 мл. Затем взвесили 1,571 г альбумина (белок, используемый в качестве стандартного вещества) и растворили его в 500 мл буферного раствора. Из раствора альбумина разбавлением приготовили растворы с концентрацией 0,4 и 1,8 мг/мл. К растворам прибавили реагент и измерили поглощение в растворах стандартного вещества, чистого буферного раствора и в пробе раствора молока. Получили результаты:

раствор	Альбумин 0,4 мг/мл	Альбумин 1,8 мг/мл	Не содержащий белка буферный раствор	Разбавленная проба молока
поглощение	0,0910	0,2380	0,0487	0,1217

- а) Рассчитайте, сколько исходного раствора альбумина и буферного раствора потребовалось для получения 1 мл растворов с концентрацией 0,4 и 1,8 мг/мл. (5)
б) Определите содержание белка в молоке. (5)(10)

3. Вещество **A** можно обнаружить как в космосе, так и на Земле, где его используют как пищевую добавку с обозначением E 260. **A** реагирует с ядовитым металлом **X**, образуя сладкое вещество **B** (сахар Сатурна; % (углерода)=14,8%). Высокое содержание данного металла в пище считается одной из причин гибели Римской империи. Вещество **A** получают бактериальным окислением вещества **C**. В реакции между

веществами **C** и **A** образуется соединение **D** (распространенный растворитель, используемый как в химической лаборатории, так и в лаке для ногтей). В газовой фазе вещество **A** находится в виде димера, отщеплением от которого молекулы воды получаем вещество **E** [% (углерода)= 47,1%], ведущее себя в органических реакциях как сильный электрофил. Отщеплению воды проходит довольно сложно, поэтому в лабораторных условиях вещество **E** можно синтезировать через промежуточное соединение **F** [% (углерода)=30,6%], которое получают прибавлением к веществу **A** тионилхлорида (SOCl_2). При этом выделяются также SO_2 и HCl . При прибавлении вещества **A** к соединению **F** получают вещество **C**.

- а) Напишите уравнения всех перечисленных реакций. (7,5)
б) Напишите структурные формулы и названия веществ **A-D, X**. (1,5)
в) Напишите структурную формулу димера вещества **A** и объясните причину его стабильности в газовой фазе. (2)(12)

4. Ученик нашел в школьной лаборатории банку без этикетки с прозрачной жидкостью. Он определил, что вещество имеет брутто-формулу $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ и что в его структуре имеется карбонильная группа $\text{C}=\text{O}$. Ученик определил структуру вещества, приготовив его водный раствор и поместив в него лакмусовую бумажку.

- а) Нарисуйте все структурные формулы изомеров (кроме оптических), соответствующих брутто-формуле $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ и содержащих группу $\text{C}=\text{O}$. Напишите названия этих соединений. (7)
б) Как ученику удалось определить структуру данного соединения с помощью лакмусовой бумаги? (1) (8)

5. Осенью на одном молочном производстве Эстонии разлилось 900 дм³ азотной кислоты ($\rho = 1522 \text{ кг/м}^3$). Для ее нейтрализации спасатели могли использовать как питьевую соду (NaHCO_3), едкий натр (NaOH), так и гашеную известь.

- а) Напишите уравнения трех реакций нейтрализации. Оцените pH образующихся растворов ($>7, =7, <7$). Нейтрализующие реагенты взяты в избытке. (4)
б) Покажите расчетами, какого основного реагента расходуется меньше всего (по массе) для нейтрализации ровно 1 моль азотной кислоты. (2,5)
в) Чему равнялось процентное содержание азотной кислоты, если в ходе реакции выделилось 5,73 м³ водяного пара (н.у.), что составляло 2,03% от образовавшегося в реакции общего количества воды? (4,5)(11)

6. Пробу чистого Li поместили в сосуд объемом $V_0=1000 \text{ дм}^3$, наполненный воздухом ($\text{N}_2, \text{O}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{Ar}$, **газовая смесь 1**). После окончания реакции в сосуде, кроме непрореагировавшего лития, осталось два простых газа (**газовая смесь 2**) и четыре твердых ионных вещества, два из которых содержат азот и два - кислород; в одном анионом является NH_2^- ион.

- а) i) Напишите уравнения всех возможных реакций.
ii) Какие соединения были в сосуде на момент установления равновесия. (8)
В реакции полученной газовой смеси с хлором образуется газ, который реагируя с литием, дает вновь один из компонентов **газовой смеси 2** и 339,0 мг соли лития.
б) i) Напишите уравнения реакций упомянутых процессов.
ii) Чему равна масса содержащейся в воздухе воды (мг), прореагировавшей с литием, в результате чего образовалось данное количество соли лития? (2)(10)

Задачи регионального тура олимпиады по химии 2012/2013 г.
12 класс

1. Тест:

- a)** Энергия, необходимая для разрушения химической связи, зависит от длины разрушаемой связи. Предскажите, к какому ряду возрастает энергия, необходимая для разрушения следующих химических связей: **H-F, H-Cl, H-Br, H-I**. (2)
- b)** Расположите следующие кислоты в порядке возрастания их силы: **HCOOH, HCl, HI, H₂O**. (2)
- c)** Расположите следующие растворители в порядке возрастания их полярности: **CH₃CH₂OCH₂CH₃, H₂O, CH₃CH₂OH**. (2)
- d)** Перечислите, какие функциональные группы может содержать соединение с формулой **C₃H₆O**. (2)
- e)** Рассчитайте, сколько водяного пара (в литрах) выделилось в реакции между **5,0 г** твердого **NaOH** (сухого) и газообразного **HCl** (HCl – в избытке) при **300°С** и давлении **1,3 атм**. **R=8,314 Дж·К⁻¹·моль⁻¹** (3)
- (11)**

2. Ученик нашел в школьной лаборатории колбу с прозрачной жидкостью, надпись на этикетке была неразборчива. Он смог установить, что в колбе **C₃H₆O₂** и что в структуре вещества непрерывная углеродная цепь, в которой нет циклов. Ученик предположил, что в веществе нет связей O-O, так как взрывоопасные пероксиды в школьной лаборатории не хранятся. Нарисовав структуры вещества, он обнаружил, что только некоторые структуры стабильны.

- a)** Нарисуйте все соответствующие условиям задачи **i)** стабильные и **ii)** нестабильные структуры (не учитывайте геометрическую и оптическую изомерию!). В случае нестабильных енолов стабильной формой является таутомерная кетонная форма данного соединения (один водород меняет место расположения). Нарисуйте эти стабильные таутомеры. (9)

Для полного определения структуры вещества ученик попробовал измерить pH универсальным индикатором. Однако этого оказалось недостаточно, поэтому он сделал дополнительный анализ с помощью ¹H ЯМР, из которого следовало, что у атомов углерода имеется соответственно **3, 2 и 0** атомов водорода.

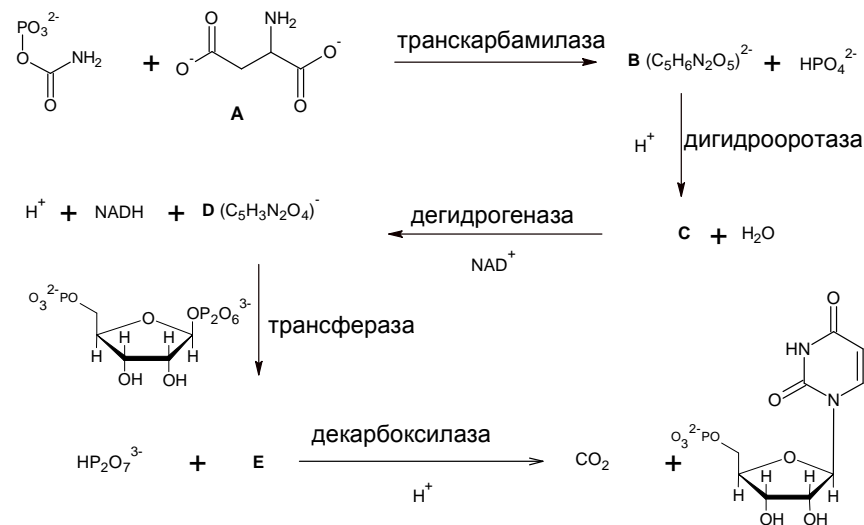
- b)** Объясните, как по приведенным данным можно определить содержащееся в колбе вещество. (1)(10)

3. В реакции металла **A** с безводной концентрированной серной кислотой образуется сульфат **A**, вещество **C** и выделяется ядовитый газ **D** с резким запахом. Мелкий порошок сплава, состоящего из металлов **A** и **B**, реагирует с горячим водным раствором концентрированной серной кислоты. Образуются комплексы **[A(C)₆]₂(SO₄)₃** и **[B(C)₆]SO₄**. При прибавлении к раствору вещества **[B(C)₆]SO₄** водного раствора газа **E** [M(E)=17 г/моль] (используют как противоморочное средство) сначала образуется осадок. При дальнейшем прибавлении водного раствора вещества **E** осадок растворяется и образуется темно-синий раствор. При выпаривании досуха

первоначального раствора, содержащего комплексы металлов, остаются **[A(C)₆]₂(SO₄)₃** и синий **[B(C)₆]SO₄**. При дальнейшем нагревании данных солей образуется сульфат **A** и серо-белый сульфат **B**. При более высоких температурах соли разлагаются, при этом выделяется газ **F**, являющийся причиной кислотных дождей, и образуются основной компонент ржавчины **G** (из сульфата **A**) и соединение **H** (из сульфата **B**). Металл **B** используют вместо металла **A** при изготовлении труб, так как в условиях эксплуатации труб из **A** очень легко образуется **G**.

- a)** Приведите соответствующие буквам **A-H** формулы или обозначения химических веществ или элементов; приведите названия **A-H**. (8)
- b)** Напишите уравнение реакции **A** с **безводной горячей серной кислотой**. (1)
- c)** Напишите уравнение реакции разложения соли **[B(C)₆]SO₄** до образования сульфата **B**. (1)
- d)** Напишите уравнение реакции **[B(C)₆]SO₄** с водным раствором **E** (образуется осадок). (1)
- e)** Напишите уравнения термического разложения сульфатов **A** и **B**. (1)(12)

4. Из курса биологии известно, что синтез белка происходит с помощью РНК. Менее известным является то, что сами нуклеотиды синтезируются из аминокислот. Ниже приводится схема биосинтеза мономера РНК урацил-фосфата.



Известно, что амидный азот является более слабым нуклеофилом, чем аминный. Соединение **C** – циклическое; в соединении **D** все находящиеся в цикле атомы имеют sp² гибридизацию (NB! Азот со свободной парой электронов способен принимать участие в sp² гибридизации).

- a)** Напишите структурные формулы веществ **B – E**. (8)

5. По крайней мере трое ученых 20-го века своими работами спасли человечество от гибели. В результате работ этих ученых, лауреатов Нобелевской премии, запретили использование фреонов. Находящийся в высоких слоях атмосферы озон защищает Землю от опасного ультрафиолетового излучения. В 1970-ых годах в аэрозольных упаковках использовались фреоны (например, CF_2Cl_2). Попадая в атмосферу, фреоны разлагаются под действием UV-излучения на радикалы, которые реагируют с озоном. Для восстановления озонового слоя требуются столетия.

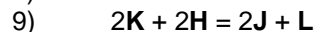
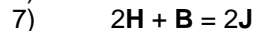
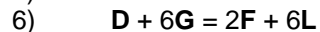
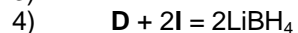
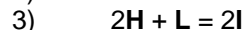
a) Напишите уравнения реакций образования озона в природе. (2)

b) i) Напишите уравнение реакции разложения CF_2Cl_2 под действием UV-излучения. ii) Напишите уравнения реакций разложения озона (2 шт) радикалом хлора, если известно, что активный продукт первой реакции реагирует с веществом, являющимся исходным при образовании озона, и что в результате второй реакции образуется снова радикал хлора. iii) Какую функцию (приведите общее название) выполняет радикал хлора в данной системе? (4)

c) Озон является сильным окислителем. Оцените расчетами (в %), на сколько меньше пропана требуется для нагревания до кипения одного литра воды, если в качестве окислителя вместо кислорода использовать озон. $\Delta_{\text{H}}^{\text{f}0}(\text{озон}) = 143 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$, $\Delta_{\text{H}}^{\text{f}0}(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$, $\Delta_{\text{H}}^{\text{f}0}(\text{пропан}) = -104 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$, $\Delta_{\text{H}}^{\text{f}0}(\text{H}_2\text{O}) = -242 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$ (5) (11)

6. О веществах, участвующих в приведенных ниже реакциях, известно следующее:

- Все соединения - неорганические
- **A, B, E, H и L** – простые вещества
- **B, D, E и L** – газы
- **F и K** относятся к одному классу веществ
- Соединение **M** – ароматическое (его называют также неорганическим бензеном)
- Li - единственный металл, участвующий в данных реакциях



a) Напишите формулы веществ **A-N**. (7)

b) Напишите структурную формулу соединения **M**. (1)(8)