

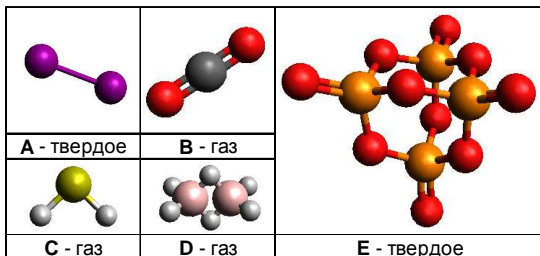
**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2012/2013 г.
10 класс**

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.

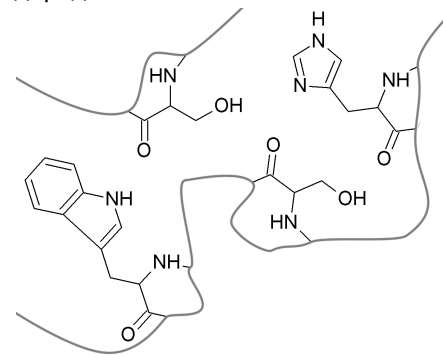
1. В таблице приводятся графические изображения молекулярных веществ (различимы одинарные и двойные связи) и их агрегатное состояние при нормальных условиях. В каждой молекуле содержится один элемент III–VIIA групп, а также кислород или водород. Простое вещество, соответствующее элементу, содержащемуся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



- а)** Определите степени окисления элементов III–VIIA групп в молекулах **А–Е**.
б) Напишите формулы и названия молекул **А–Е**.
2. **а)** 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?
б) 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?
в) 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 $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$?
д) Как синтезировать Na_2CO_3 , если можно использовать Na , H_2O , BaCO_3 и раствор HCl ? Напишите соответствующие уравнения реакций.
е) Расположите ионы в порядке увеличения радиуса: I^- , Be^{2+} , H^+ , O^{2-} , Li^+ .
3. Основным компонентом бытового газа является насыщенный углеводород **А** (81,82% углерода и 18,18% водорода), при полном сгорании которого образуются два оксида - **В** и **С** (**реакция I**). При комнатной температуре и нормальном давлении оксид **В** - газ, оксид **С** - жидкость. При неполном сгорании соединения **А** (при недостатке кислорода), кроме оксидов **В** и **С**, образуются также газообразный оксид **Д** и твердое простое вещество **Е** (**реакция II**). Оксид **Д** – бесцветный ядовитый газ без запаха, вдыхание которого может быть

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

- а) i)** Докажите расчетами формулу углеводорода **А**. **ii)** Приведите название соединения **А**. **iii)** К классу каких соединений относится **А**?
б) Нарисуйте плоскостную и графическую структурные формулы вещества **А**.
в) Приведите формулы и названия веществ **В–Е**.
д) Напишите уравнения реакций **I** и **II**.
4. Водород образует водородные связи с различными элементами.
а) Назовите три элемента, атомы которых способны образовывать с атомами водорода водородные связи.
б) 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.
в) 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.
д) 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 $-\text{OH}$ обозначьте $-\text{O}-\text{H}$).



5. Органическое соединение **А** (%(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 **А** идет на получение полимера **В**. Вещество **В** используют, например, для склеивания древесины и бумаги. Полимер **В** образуется в реакции этена с веществом **А** (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 **У**, где содержание воды равно 45,4%.

- Напишите i) формулу и название соединения **Х** и ii) формулу соединения **У**.
- 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 **Ж**, 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**: $\%(\text{H}) = 6,6 \%$.

