

**Всесибирская открытая олимпиада школьников по химии
Заключительный этап 2009-2010 уч. года**

9 класс

Задание 1. Однажды в химической лаборатории начался ремонт, и таблицу Менделеева, висевшую на стене, свернули и убрали в темный угол. Элементы долго и уныло смотрели друг на друга. Наконец, не от хвастовства, а больше от скуки, металлы стали выяснять, кто из них важнее всего для человека. Естественно, спор открыли самые активные:

– Мы самые полезные! – заявила парочка **1** и **2**. – Нас в организме больше всего, мы участвуем почти во всех процессах. Мозг управляет организмом, посылая импульсы по нервам, как по проводам, а это – наша заслуга. Что может быть важнее?

– Да вас, щелочных, никто и в металлическом состоянии-то никогда не видел! Какие вы вообще металлы? – возмутилась рыжая **3**. – А что касается проводов, то их как раз из меня и делают, потому что я не только ток отлично провожу, но и окисляюсь непросто.

– Да что бы ты делала без меня? – обиделось **4**. – А соединять провода как? Пайкой. А чем паять? Мною. Самое красивое, что из тебя делают – бронза. А с чем тебя при этом сплавляют? Снова со мной.

– Пайка – вещь полезная, – тонким голоском прозвенел **5**. – Но раз уж зашла речь о проводах, то лучше всего их делать из меня. Ток провожу не хуже, зато я гораздо легче. Благодаря мне человек вообще летать может.

– Летать... Не забывай, что ты мягкий, – напомнил ему **6** (сосед номера **1**). – Если бы не я, самолет согнулся бы еще на земле! А со мной он не только легче, но и прочнее!

– Прочнее? Может, поговорим о химической прочности? – предложило **7**. – Вы, **4** и **5**, даже в щелочи растворяетесь, а **6**, вообще, с горячей водой реагирует. А я не только ток провожу лучше всех, но еще и благородное. Сколько из меня украшений и денег сделано – все ваши самолеты купить можно.

– Ты? Благородное? – поперхнулось **8**. – Ты тоже недалеко от них ушло, в азотной кислоте, как сахар в воде, растворяешься! Благородство должно быть во всем. Это не только химическая стойкость, но даже цвет, – добавило оно и как бы невзначай сверкнуло желтоватым блеском.

– Быть по-настоящему благородным хорошо, – согласилась **9**. – Но какая от цвета польза? Я, например, уже давно дороже тебя. А почему? Потому что я важнейшие химические процессы ускоряю, но не расходуясь.

– А я расходуясь! – не выдержало **10**. – И, может, больше всех вас, вместе взятых! И горжусь этим! Годовой объем мирового производства стали больше 1,3 млрд. т! А из чего сталь? Из меня!

– Ну, сталь, положим, не только из тебя, – перебил его **11**. – Да и ржавеет она, и ломается, и стирается. А спасаю ее от всего этого я, потому что я самый твердый и стойкий к коррозии металл. Сталь с моими добавками так и называется – нержавеющая.

– А вот в меня ничего не надо добавлять, – гордо заявил **12**. – Я сам и твердый, и легкий, и не ржавею. И тот, кто не скупится, конструирует именно из меня. Если бы гигантский корабль с похожим на меня именем был еще и сделан именно из меня, он бы об айсберг не раскололся.

– Не о том вы говорите, – из самого подвала таблицы пробасил тяжелый **13**, излучающий от недовольства во все стороны смертоносные лучи. – Что человечеству для вашего производства нужно? Энергия! Сожжет скоро человек всю нефть с углем и поймет, что самый необходимый ему металл – я.

– Только не полуразложись от гордости раньше времени, – съязвил тоже не очень легкий **14**. – Если бы мои оболочки, кожухи и экраны не защищали человека от твоих лучей – тебя бы вообще не использовали.

Долго могли еще спорить металлы, увеличивая объем и без того не самой короткой задачи, но, на Ваше счастье, устав от неподвижности, наружу вытекла злодейка **15**, и растворила большинство спорщиков. У нее не было никакого желания хвастаться, да и вообще была она самая вредная.

13. Приведите символы металлов **1-15**, обозначенных в рассказе.

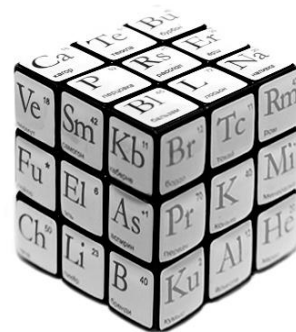
14. Напишите уравнения упомянутых в тексте реакций: **4** и **5** – со щелочью, **6** – с водой, **7** – с азотной кислотой.

15. Как называется, и какой состав имеет жидкость, в которой растворяются и «по-настоящему благородные» **8** и **9**? Напишите уравнения и этих реакций.

16. Кроме различных бронз, металл **3** образует еще один класс широко известных сплавов – латуни. Назовите второй компонент всех латуней.

17. Конечно, **10** забыло упомянуть о неметалле, входящем в состав любой стали (справедливости ради, его содержание от 0,022 до 2,14 %). Что это за компонент? Как называются сплавы **10** с большим содержанием этого металла? А как вообще называется процесс добавления в стали других элементов с целью улучшения нужных характеристик?

18. Как называют жидкие сплавы – растворы металлов в **15**?



Задание 2. Оценки экономистов показывают, что в настоящее время мировой дефицит нефтяных моторных топлив составляет порядка 10 млн. т. Одной из главных альтернатив таким топливам является пропан-бутановая смесь, использование которой в последние годы резко увеличивается в связи с ростом цен на бензин, истощением запасов нефти, ухудшением экологической обстановки в городах и т.д. Заправка автомобилей такой смесью осуществляется на автомобильных газозаправочных станциях (АГЗС).



Пропан-бутан – смесь двух газообразных углеводородов, вырабатываемая из нефти и сконденсированных нефтяных газов. В обиходе ее часто называют просто пропан. Смесь легко сжижается при понижении температуры ($t_{\text{кип}} \sim -42\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $P = 1\text{ атм}$) или повышении давления; критическая температура смеси составляет около $+96\text{ }^{\circ}\text{C}$. Хранят и перевозят жидкую смесь под давлением в 16 атм.

Газовоз привез на АГЗС $3,5\text{ м}^3$ жидкого пропан-бутана с плотностью $0,584\text{ г/см}^3$ (измерения проведены при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$) и массовым содержанием 58 % C_3H_8 и 42 % C_4H_{10} .

11. Рассчитайте мольное отношение компонентов смеси и общее количество молекул и атомов в цистерне газовоза. Во сколько раз больший объем заняла бы эта смесь при н.у. ($t=0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P=1\text{ атм}$)?



12. Напишите уравнения реакций сгорания пропана и бутана и рассчитайте их тепловые эффекты. Стандартные теплоты образования составляют (кДж/моль): $103,9$ ($\text{C}_3\text{H}_{8(\text{г})}$), $126,2$ ($\text{C}_4\text{H}_{10(\text{г})}$), $393,5$ ($\text{CO}_{2(\text{г})}$), $241,8$ ($\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$).

13. Вычислите количество тепла, которое выделится при сгорании всей смеси, содержащейся в газовойзе.

14. На соседнюю заправку (АЗС) завезли бензин в цистерне такого же объема. Считая, что бензин состоит из чистого октана C_8H_{18} ($t_{\text{кип}} = 125,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\rho = 0,703\text{ г/см}^3$, $Q^0_{\text{обр}} = 249,9\text{ кДж/моль}$), рассчитайте количество атомов в цистерне бензовоза и количество тепла, которое выделится при сгорании всего бензина. Какой вид топлива более выгоден для автолюбителя и во сколько раз, если соотношение цен за 1 м^3 топлива на рынке 5:3 не в пользу бензина?

15. Изобразите структурные формулы пропана, бутана (2 изомера) и такого изомера октана, в котором все атомы водорода структурно эквивалентны (неразличимы, т.е. имеют одинаковое атомное окружение).

Задание 3. На столе в один ряд стоят четыре стаканчика с растворами солей. В каждом из растворов содержится по одной соли, причем катионы и анионы у всех солей разные. Растворы отличаются друг от друга цветом, объёмом и концентрацией солей. Точно известно, что:

XXIX. В **первом** стаканчике соль **натрия**.

XXX. В стаканчике с раствором **голубого** цвета соль **меди**.

XXXI. Стаканчик с **фиолетовым** раствором находится непосредственно справа от стаканчика с **голубым** раствором.

XXXII. В одном из стаканчиков растворён **сульфат хрома(III)**.

XXXIII. Раствор объёмом **150 мл** находится рядом с раствором с концентрацией **0,03 моль/л (М)**.

XXXIV. Раствор объёмом **100 мл** окрашен в **жёлто-коричневый** цвет.

XXXV. Раствор объёмом **160 мл** содержит соль **калия**.

XXXVI. Раствор в **третьем** стаканчике содержит **хлорид**.

XXXVII. Рядом с раствором объёмом **150 мл** находится раствор **трииодида**.

XXXVIII. Концентрация раствора объёмом **250 мл** равна **0,004 М**.

XXXIX. Раствор соли **натрия** находится рядом с раствором **зелёного** цвета.

XL. Концентрация раствора **зелёного** цвета равна **0,001 М**.



XLI. В фиолетовом растворе содержится перманганат.

Юный химик Дима, пытаясь разобраться на бумаге, в каком из стаканов находится раствор с наибольшей массовой долей, понял, что ему не хватает данных, и решил немного поэкспериментировать. При смешивании растворов зелёного и голубого цветов видимых изменений не произошло – получился сине-зелёный раствор. Тогда Дима к фиолетовому (несколько не прозрачному) раствору начал приливать раствор жёлто-коричневого цвета (также совсем не прозрачный). Увидев, что из раствора выпадает очень тёмный осадок, он обрадовался, и смешал оба раствора целиком. Через некоторое время он аккуратно отфильтровал осадок и обнаружил, что смесь растворов стала совершенно прозрачной и бесцветной. Масса осадка после сушки в вакууме при 250 °С составила 1,391 г.

– Вот, теперь всё сходится! – обрадовался Дима, проведя необходимые расчёты, и дописал в своём журнале все молярные и массовые концентрации растворов.

9. Воспользовавшись данными I-XIII, установите, какие катионы и анионы содержатся в каждом из стаканов. Какие цвета, объёмы и молярные концентрации имеют налитые в них растворы? Ответ на этот вопрос удобно представить в виде таблицы, в которой, однако, одна клетка пока останется пустой.

Стаканчик	1	2	3	4
Катион				
Анион				
Цвет				
Объём				
Концентрация, М				

10. Напишите уравнение реакции, проведённой Димой, повторите его вычисления и завершите заполнение таблицы.

11. Рассчитайте массовые концентрации солей в растворах, приняв плотность растворов 1 г/см³.

12. Опишите превращения, которые наблюдал бы юный химик Дима, если бы он смешивал желто-коричневый раствор с голубым, а зелёный – с фиолетовым? Приведите уравнения реакций.

Задание 4. Жил когда-то Мудрый Химик (МХ), была у него лаборатория и ученик способный, Юный Химик (ЮХ). Однажды МХ понадобилось срочно отлучиться, а что бы ЮХ не скучал, МХ придумал для него занятие:

– Возьми банку с ... (**хлорид А** с массовой долей хлора 66,28 %), пробирку, спиртовку и универсальную индикаторную бумагу (в нейтральной среде она желтая, в кислой – красная, в щелочной – синяя). Перенеси немного вещества в пробирку,крепи ее и нагрей в пламени спиртовки. Когда увидишь пары (**газ Б**) над отверстием пробирки – опусти полоску влажной индикаторной бумажки прямо в них и запиши ее цвет.

– И всё? – удивился ЮХ.

МХ таинственно улыбнулся и вышел.

ЮХ сделал всё, как велел учитель, поднёс бумажку...

– Удивительно, – пробормотал ЮХ, глядя на сине-зелёную окраску бумажки (**результат 1**).

Решил он проверить результат, использовал еще полоску индикаторной бумаги, и удовлетворенно хмыкнул, увидев слабую красную окраску (**результат 2**). На дне пробирки тем временем уже ничего не осталось.

ЮХ догадался, в чем подвох, а Вы?

1. Установите формулу и приведите название **хлорида А**. Подтвердите ответ расчетом.

2. Напишите уравнение реакции, приводящей к образованию паров **газа Б** и назовите продукты реакции.

3. **Результат 1** явно вызвал недоумение у ЮХ. Какой цвет индикатора он ожидал увидеть и почему? Вслед за ЮХ попробуйте и Вы объяснить **результаты 1 и 2**. В качестве аргументов используйте уравнения реакций и простейшие физические законы.

В справочнике по свойствам неорганических веществ находим следующие характеристики **хлорида А**. Белый порошок, летучий, термически малоустойчивый. Хорошо растворим в воде, кристаллогидратов не образует. Разлагается концентрированными серной и азотной кислотами, щелочами; при спекании реагирует с типичными металлами, оксидами, карбонатами, нитритами металлов.

4. Напишите уравнения реакций **хлорида А**, которыми охарактеризованы его свойства: с $H_2SO_{4(к)}$, $HNO_{3(к)}$, $NaOH$, Mg , ZnO , CuO , $CaCO_3$, $NaNO_2$. Поскольку именно с такими реакциями Вы могли раньше и не сталкиваться, сначала подумайте, как могли бы реагировать с этими веществами продукты разложения **хлорида А**, а затем пишите требуемые уравнения.



Задание 5. Оксиды элементов **X** и **Y** – одни из основных компонентов техногенного смога. Являясь химически активными веществами, они разрушают живые ткани, вызывая удушье, а в экстремальных случаях и гибель людей. Их присутствие в воздухе вызывает такое хорошо известное явление, как кислотные дожди, что сопровождается увяданием растений, коррозией металлических конструкций, а также разрушением резины, красителей и других материалов.



Однако есть и хорошие новости. За два последних десятилетия было установлено, что один из оксидов **X** (оксид **A**) обладает широким спектром биологического действия, в том числе регуляторным и защитным. В частности, его молекула участвует в регуляции систем внутри- и межклеточной сигнализации. В журнале "Science" в 1992 году молекула **A** была названа молекулой года, а в 1998 г трое американских ученых – Фурчготт, Игнаро и Мюрад – были удостоены премии Нобелевского комитета по физиологии «за открытия, касающиеся **A** как сигнальной молекулы в сердечно-сосудистой системе».



Правда сам оксид **A** в смоге отсутствует, поскольку на воздухе уже при комнатной температуре легко присоединяет кислород, образуя соединение **B**. А вот присутствующий в смоге оксид элемента **Y** (оксид **B**) с кислородом реагирует только в специальных условиях (образуется соединение **Г**). Плотность паров соединения **B** по водороду при 135 °С равна 23, а соединения **Г** – 40.

1. Установите элементы **X** и **Y**, вещества **A-Г**. Ответы подтвердите расчётами. Напишите уравнения реакций оксидов **A** и **B** с кислородом. Предложите по одному промышленному и лабораторному способу получения оксидов **A** и **B**. Укажите условия протекания всех реакций.
2. Вычислите объёмный состав такой смеси оксидов **A** и **B**, в которой равны массовые доли элементов **X** и **Y**. Рассчитайте объём кислорода (л), необходимый для реакции с 1 л этой смеси.

При пропускании оксида **B** в безводную азотную кислоту при охлаждении можно получить соединение **Б**. Это же вещество получается при взаимодействии оксида **A** с 75% серной кислотой при одновременном доступе кислорода. Оно представляет собой бесцветные кристаллы, плавящиеся при 73 °С и является ключевым промежуточным продуктом несколько устаревшего способа получения серной кислоты. С холодной водой быстро реагирует с образованием светло-голубого раствора, содержащего неустойчивое вещество **Б**. При повышении температуры раствор теряет окраску, происходит образование оксида **A**. При обработке водой 2,54 г вещества **Б** и последующем прибавлении избытка раствора хлорида бария выпадает 4,67 г белого осадка. При нагревании этого раствора выделяется 0,299 л оксида **A** (н.у.), с осадком же ничего не происходит.

3. Установите вещества **Б** и **Б**, напишите уравнения всех описанных реакций.