



# 51-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Первый отборочный этап 2012-2013 уч. года

## Задания по химии

9 класс

**Задание 1.** Если Вы смотрите на окружающий мир не только с позиции потребителя, а еще и задае-тесь вопросом, как он устроен, то легко справитесь с бóльшей частью этого задания. В приведенном кроссворде по горизонтали зашифрованы названия простых веществ и химических элементов, а в одном из столбцов по вертикали – некое слово, имеющее непосредственное отношение ко всем этим элементам.

1. Разгадайте все названия и ключевое слово и объясните, как оно связано с этими элементами.

2. Для каждого из этих элементов среди уравнений реакций а) – и) найдите одно подходящее.

1. Из этого металла сделано множество электрических проводов, делающих Вашу жизнь ярче и светлее.

2. А соединения этого элемента «отвечают» за то, чтобы Ваша жизнь была еще и теплее!

3. С оксидом этого элемента Вы часто играли еще в глубоком детстве. А если летом ходили купаться на пляж, то обязательно видели там его неисчерпаемые запасы. “Do not eat!”.

4. Что характерно, на том же пляже Вы видели не меньшие запасы оксида и этого элемента. А без этого оксида жизни нет никакой вообще!

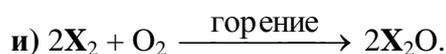
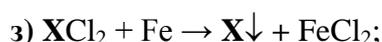
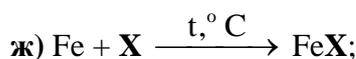
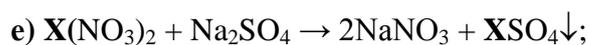
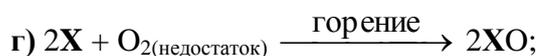
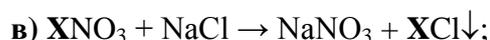
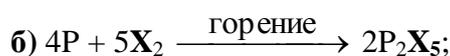
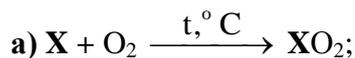
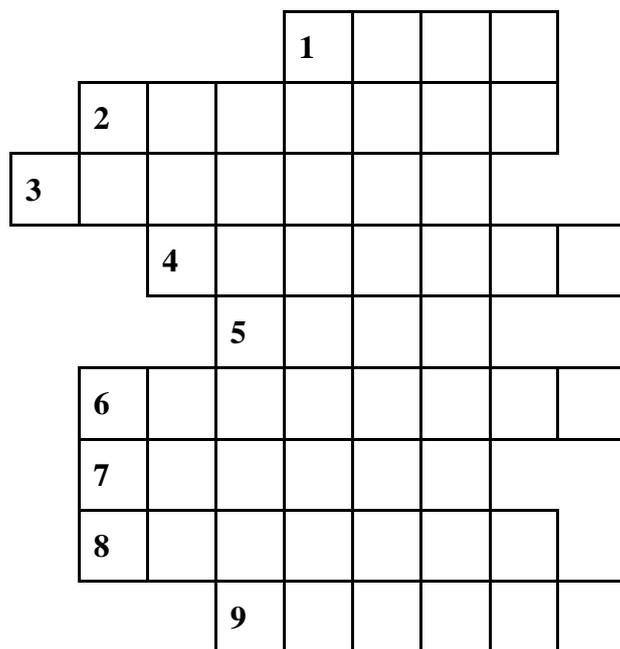
5. Запах оксида этого элемента Вы ощущаете всякий раз, когда зажигаете обыкновенную спичку.

6. Это простое вещество необходимо нам просто как воздух! А точнее, воздух без него нам и вовсе не нужен.

7. Порывшись в карманах или сумочке, Вы почти наверняка обнаружите изделия из этого металла целиком, или содержащие его в составе сплава.

8. А вот изделия из этого металла по карману уже не каждому! Правда, на бóльшей части девушек что-нибудь эдакое все же и найдется.

9. Иногда кажется, что этого тяжелого металла лучше бы и не было вовсе. Ядовитая типографская краска, присадка к бензинам, уродующая экологию, пули и снаряды – вот неполный перечень его «заслуг» перед человечеством. Но ведь есть еще автомобильные аккумуляторы, оплетки силовых кабелей, тяжелые и легкоплавкие сплавы, защита от рентгеновского излучения и т.д.



## Задание 2.

Россия является одним из основных поставщиков энергоресурсов на нашей планете. Наша страна обладает огромными запасами нефти и газа. Однако, ввиду теории глобального потепления и общего загрязнения окружающей среды выбросами углекислого и угарного газов, оксидов азота и серы, в последние десятилетия активно разрабатываются так называемые альтернативные или «зеленые» источники энергии. В качестве альтернативы обыденному бензину активно развиваются водородная энергетика и производство биотоплива.



Очевидными преимуществами водорода перед углеродсодержащими топливами является то, что его утечка не наносит ущерба экологии, а продуктом его сгорания является обычная вода. Та же вода, природные запасы которой не ограничены, является универсальным реагентом почти во всех промышленных схемах получения водорода. Старейший способ его получения заключается в нагревании угля с водяным паром при температуре 800-1300°C без доступа воздуха [реакция 1]. В настоящее время примерно половина всего водорода производится нагреванием с водяным паром природного газа – метана (CH<sub>4</sub>) при температуре выше 1000 °C в присутствии катализатора (Ni) [2]. Но наиболее чистый газ получается при электролизе водных растворов хлорида [3] или гидроксида натрия [4].

Одним из наиболее известных видов биотоплива является этиловый спирт (этанол, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), основную часть которого получают брожением органических продуктов, содержащих углеводы. Биэтанол как топливо нейтрален в качестве источника парниковых газов. Он обладает нулевым балансом диоксида углерода, поскольку при его производстве путём брожения и последующем сгорании выделяется столько же CO<sub>2</sub>, сколько до этого было связано из атмосферы использованными для его производства растениями. Существует и синтетический способ получения этанола, заключающийся в присоединении молекулы воды к углеводороду этилену в кислой среде [5]. В отличие от обычного бензина, этанол не содержит серы, что чрезвычайно важно с точки зрения экологии.

Биодизель также является экологически чистым топливом. Основным компонентом биодизеля являются метиловые эфиры жирных кислот, которые получают из растительных жиров (масел). Как показали опыты, при попадании в воду или почву биодизель не причиняет вреда растениям и животным. Кроме того, он подвергается практически полному биохимическому распаду: в почве или в воде микроорганизмы за 28 дней перерабатывают 99 % биодизеля. Точка воспламенения для биодизеля превышает 100 °C, что позволяет назвать биотопливо относительно безопасным веществом.

**1.** Приведите уравнения реакций получения водорода, обозначенных в условии задачи цифрами [1-4]. Для повышения выхода водорода газовую смесь, образующуюся в реакциях [1] и [2], обогащают водяным паром и пропускают над катализатором: нагретой до 400-500 °C окисью железа. Напишите уравнение и этой реакции (т.н. «реакции сдвига»).

**2.** Приведите уравнение реакции получения этанола из этилена [5].

**3.** Напишите уравнения реакций сгорания бензина, водорода, этанола и биодизеля и оцените их тепловые эффекты. Можно принять, что бензин состоит из октана C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>, а основным компонентом биодизеля является метиловый эфир олеиновой кислоты C<sub>19</sub>H<sub>36</sub>O<sub>2</sub>. Нужные Вам для расчетов теплоты образования составляют (кДж/моль): октана 208; воды (газ) 242; CO<sub>2</sub> 394; этанола 235; биодизеля 1304.

**4.** Рассчитайте количество вещества в 1 л каждого из топлив: бензина, жидкого водорода, спирта и биодизеля, если их плотности равны 0,703, 0,07, 0,789 и 0,879 г/см<sup>3</sup>, соответственно. Сколько тепла выделится при сгорании 1 л каждого топлива?

**5.** Оцените объемы (л) жидкого водорода, спирта и биодизеля, которые понадобятся, чтобы доехать из Новосибирска до Москвы, если расстояние между нашими городами 3500 км, а машина в среднем расходует 10 л бензина на 100 км. Объем какого из четырех видов топлива оказался наименьшим?

### Задание 3.

Единственное в России крупное предприятие по извлечению и переработке солей довольно редкого металла **М** находится в Сибири, в г. Новосибирске и называется ЗАО «Завод редких металлов». Завод, в частности, производит такие соединения **М**, как нитрит и нитрат, сульфат и гидросульфат, хлорат и перхлорат, фторид, гидроксид, ди-гидрофосфат, перманганат и многие другие.



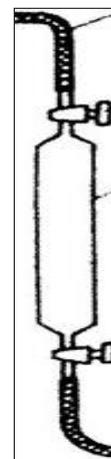
Металл **М** был открыт в 1860 году немецкими учёными Р. В. Бунзеном и Г. Р. Кирхгофом в водах минерального источника методом спектрального анализа. В металлическом состоянии он впервые был выделен в 1882 году шведским химиком К. Сеттербергом с помощью электролиза. Температура плавления **М** близка к комнатной, и не очень чистый металл при нормальных условиях может оказаться жидким. Чистый **М** – очень мягкий вязкий металл, являющийся одним из трех интенсивно окрашенных в свободном виде металлов. По окраске он больше всего напоминает хорошо известный благородный металл, но вот по реакционной способности является его полной противоположностью. Активность его настолько высока, что он самовоспламеняется на воздухе и взрывается при контакте с водой. Уже при комнатной температуре или слабом нагревании он легко реагирует с хлороводородом, бромом, серой, водородом, иодом, а при нагревании выше 300°C – и с песком.

Несмотря на сообщения, встречающиеся в средствах массовой информации, обычный, природный **М** и его соединения не радиоактивны. Радиоактивен только искусственно получаемый изотоп  $^{137}\text{M}$ , который претерпевает бета-распад (период полураспада 30,17 лет) с образованием устойчивого атома следующего за ним в Периодической системе элемента с такой же массой (137 а.е.м.).

1. Допустив, что металл **М** одновалентен, напишите формулы солей, производимых на заводе (например, хлорид –  $\text{MCl}$  и т.д.)
2. Назовите два других (широко известных) металла, имеющих интенсивную окраску, и укажите их цвет. В какой цвет окрашен металл **М**? Каким словом принято характеризовать цвет всех остальных металлов?
3. Назовите, наконец, металл, о котором идет речь в задаче. Как называется семейство металлов, к которым он относится?
4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых в задаче охарактеризована химическая активность **М** (всего 8 реакций).
5. Основной природный источник **М** – минерал поллуцит состава  $\text{M}_x\text{Na}_{1-x}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$  ( $0,5 \leq x \leq 0,7$ ), из которого завод и получает все соединения этого металла. Рассчитайте минимальное и максимальное значения массы металла **М**, содержащегося в 3 т поступившего на завод поллуцита.

### Задание 4.

Студенты Даша и Гоша выполняли лабораторную работу по получению хлора. Они обрабатывали перманганат калия концентрированной соляной кислотой, а хлор, пропущенный через склянку с концентрированной серной кислотой, собирали в одинаковые газовые пипетки (это такая трубка с двумя краниками, см. рис.) объемом 0,480 л, предварительно их взвесив. Массы пипеток с воздухом у каждого составляли по 150,60 г. Оба закрепили свои пипетки в штативе вертикально, но один из них присоединил шланг от прибора с хлором к верху пипетки, открыв оба краника, а второй – к низу (краники, правда, тоже открыл). По окончании опыта, закрыв краники и отсоединив шланги, они снова взвесили пипетки. Масса пипетки с хлором у Даши составила 151,43 г, а у Гоши 151,17 г. Когда же они стали вычислять молярные массы собранного газа (молярный объем газа при температуре опыта составляет 24,0 л/моль), у Даши вышло 41,5 г/моль, а у Гоши 57,5 г/моль. Немного удивившись своим ответам, они сверили их, и поразились еще больше. После этого они решили определить химически, сколько же именно хлора каждому из них удалось собрать в пипетке. По результатам анализа оказалось, что Даша набрала в пипетку 0,0199 моль хлора, а Гоша 0,0136 моль.



- 1.** Напишите формулы веществ, с которыми работали студенты. Зачем они пропускали хлор через склянку с конц. серной кислотой?
- 2.** Что именно могло удивить Дашу и Гошу в своих ответах, и чему они поразились, когда их сверили? Оба студента неправильно рассчитали молярную массу газа, содержащегося в пипетке, или только один из них? Попробуйте повторить их расчеты, и тогда Вам будет легче ответить на вопрос, почему они получили «неправильные» ответы. Известно, что арифметических ошибок студенты не допускали.
- 3.** Рассчитайте объемную долю хлора в каждой из пипеток после опыта. Кто из студентов присоединил шланг от прибора с хлором к низу пипетки? Кстати, один из них на предыдущем занятии получал водород. Как Вы думаете, кто именно? Обоснуйте свои ответы.
- 4.** Напишите уравнение реакции, по которой Даша и Гоша получали хлор. Когда они стали мыть посуду, на стенках реактора оставался бурый налет, не смывавшийся водой. Что это за налет, как он получился, и чем его можно отмыть (уравнения реакций)?