



## 51-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Заключительный этап 2012-2013 уч. года

Задания по химии

8 класс

### Задание 1.

«Citius, Altius, Fortius»

Девиз Олимпийских игр



Летом 2012 года вся планета наблюдала за ходом XXX-ых летних Олимпийских игр проходивших в Лондоне. Более 10 000 спортсменов разыграли 302 золотые, 304 серебряные и 356 бронзовых медалей.

Юный спортсмен Андрей, тоже мечтающий когда-нибудь выиграть олимпиаду и увлекающийся химией, решил узнать состав сплавов, из которых были изготовлены эти медали. Он прочитал в интернете, что в составе бронзы обязательно есть медь, а в качестве легирующих добавок могут входить алюминий, бериллий, марганец, олово, свинец и цинк. Он выяснил, что сплав из которого сделана бронзовая медаль, состоит из трех металлов: доля металла **A** 97,00 %, **B** – 2,50 %, **B** – 0,50 %. Для того чтобы узнать, какие именно металлы вошли в состав медали, Андрей заказал образец этого сплава по интернету и проанализировал его на занятиях в школьном кружке химии.

Навеску сплава массой 4,986 г он попытался растворить при нагревании в концентрированной азотной кислоте. Часть сплава при этом превратилась в белый осадок, который он отфильтровал, прокалил и взвесил. Масса осадка составила 0,032 г. К профильтрованному раствору Андрей добавил избыток разбавленного раствора гидроксида натрия. Выпал осадок голубого цвета, который он тоже отфильтровал, прокалил и взвесил. Масса черного остатка после прокаливания составила 6,053 г. Через раствор, который остался после отделения голубого осадка, он пропустил большое количество углекислого газа, в результате чего выпал еще один белый осадок, с которым он поступил также как с двумя предыдущими. Масса остатка составила 0,155 г.

1. Помогите Андрею определить металлы **A**, **B**, **B**, зная, что во всех трех случаях он взвешивал оксиды этих металлов. Атомные массы элементов, необходимые Вам для расчета, используйте с точностью до сотых долей единиц. Напишите уравнения всех реакций, осуществленных им в ходе анализа.

На покупку образцов серебряного и золотого сплава у Андрея уже никак бы не хватило карманных денег, поэтому он пошел другим путем. Он узнал, что серебряная медаль состоит из сплава серебра и меди, ее диаметр 85 мм, толщина 7 мм, а масса медали составляет 412 г. Плотности серебра и меди он посмотрел в справочнике:  $\rho(\text{Ag}) = 10,5 \text{ г/см}^3$ ,  $\rho(\text{Cu}) = 8,9 \text{ г/см}^3$ .

2. Вычислите плотность сплава серебряной медали и массовые доли компонентов в предположении, что плотность сплава изменяется пропорционально массовым долям входящих в него металлов.

Состав золотой медали хитрый Андрей просто нашел в интернете, а чтобы Вам не было скучно, составил на основе найденных данных для Вас следующую задачу.

Известно, что золотые медали XXX-ой олимпиады, кроме самого золота, содержат еще 2 металла. Если от золотой медали отпилить сегмент массой 5,000 г и покипятить его в концентрированной азотной кислоте, то некоторая его часть общей массой 0,065 г не растворится. После ее отделения и добавления к полученному раствору избытка разбавленной соляной кислоты будет образовываться белый творожистый осадок массой 6,145 г. Если оставшийся после отделения осадка бледно-синий раствор нейтрализовать содой и положить в него гвоздь, то он покроется красным налетом.

3. Назовите эти два металла, напишите уравнения описанных Андреем реакций и вычислите массовые доли всех металлов, входящих в состав чемпионских медалей.

4. Переведите девиз современных Олимпийских игр на русский язык и попробуйте вспомнить, сколько золотых медалей привезла из Лондона российская сборная. Не бойтесь ошибиться, Ваш ответ будет оценен, даже если он окажется не совсем точным.

## Задание 2.

«Всего мгновение потребовалось им, чтобы срубить эту голову, но может и за сто лет Франция не сможет произвести ещё такой».

Великий французский математик Ж.Л. Лагранж

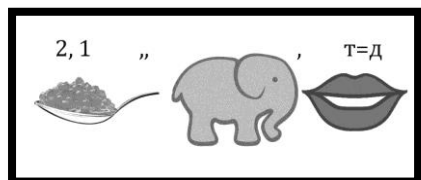
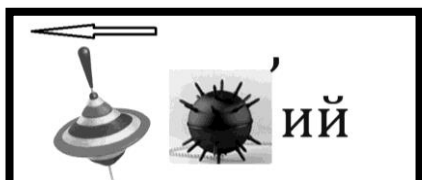

Герой нашей задачи, изображенный на портрете, – известный французский химик (1743-1794), по образованию юрист, происходил из состоятельной буржуазной семьи. Еще обучаясь на юридическом факультете Парижского университета, он активно изучал естественные науки. Часть своего состояния он вложил в обустройство химической лаборатории, оснащенной прекрасным по тем временам оборудованием и ставшей научным центром Парижа. В своей лаборатории ученый провел многочисленные опыты, в которых он определял изменения масс веществ при их прокаливании и горении.



Он первым показал, что масса продуктов горения серы и фосфора больше, чем масса сгоревших веществ, и что объем воздуха, в котором горел фосфор, уменьшился на 1/5 часть. Приобретя несколько алмазов, он накалил их до температуры горения, определил состав получившегося газа и тем самым установил химическую природу алмаза. Нагревая ртуть с определенным объемом воздуха, получил "ртутную окалину" и "удушливый воздух", непригодный для горения и дыхания. Прокаливая ртутную окалину, он разложил ее на ртуть и "жизненный воздух". Этими и многими другими опытами ученый показал сложность состава атмосферного воздуха и впервые правильно истолковал явления горения и обжига как процесс соединения веществ с "жизненным воздухом". Этого не смогли сделать английский химик и философ Джозеф Пристли и шведский химик Карл-Вильгельм Шееле, а также другие естествоиспытатели, которые сообщили об открытии этого газа раньше. Позднее он установил состав воды, осуществив как ее синтез, так и разложение. Пропуская ее пары через раскаленный ружейный ствол, он получил «горючий воздух» и «железную окалину».

Этот ученый стал одним из основоположников классической химии. Он открыл закон сохранения веществ, ввел понятия "химический элемент" и "химическое соединение", доказал, что дыхание подобно процессу горения и является источником теплоты в организме. В 29 лет он был избран действительным членом Парижской Академии наук. Потратив практически все состояние на занятия наукой, в том же 1772 г. он вступил в Главный откуп (став, по сути, сборщиком налогов), чтобы продолжать свои эксперименты. Эта деятельность в итоге стоила ему жизни – 8.05.1794 великий французский химик был гильотинирован по решению революционного трибунала якобы «за участие в заговоре против французского народа». Тем не менее, его имя внесено в список величайших ученых Франции, помещенный на первом этаже Эйфелевой башни.

1. Приведите современные названия «ртутной и железной окалины, удушливого, жизненного и горючего воздуха». Дайте и современные определения понятиям «химический элемент» и «химическое соединение».
2. Напишите уравнения осуществленных ученым реакций горения серы, фосфора и алмаза, а также разложения ртутной окалины и воды.
3. Укажите, какие из следующих веществ могут гореть на воздухе, а какие - нет: Na, Mg, N<sub>2</sub>, Ar, I<sub>2</sub>. Напишите возможные уравнения реакций горения.
4. При сжигании на воздухе 5,4 г простого вещества было получено 10,2 г вещества, в котором элемент X проявляет валентность III. Установите элемент X, напишите уравнение реакции.
5. Разгадайте представленные ниже ребусы, впишите отгаданные слова в поле кроссворда, и Вы получите фамилию этого гениального ученого. Попробуйте также вспомнить его полное имя.

1	2	3
		

4 	5 	6 
7 	8 	

1												
			2									
			3									
			4									
		5										
		6										
7												
		8										

### Задание 3.

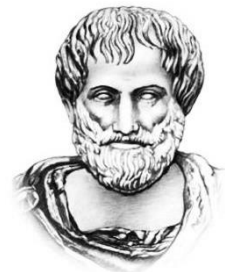
В четырех запаянных ампулах при нормальных условиях находятся простые вещества, образованные элементами одной подгруппы Периодической системы (ПС). Все 4 вещества чрезвычайно реакционноспособны и сами по себе ядовиты, тем не менее, атомы составляющих их элементов играют важнейшую роль в жизни любого человека. С одним из этих элементов (в виде спиртового раствора того самого простого вещества) Вы сталкиваетесь всякий раз, когда заботливые родители обрабатывают Ваши садины и порезы. Другой элемент входит в состав белого порошка, присутствующего практически на каждом обеденном столе.



1. В какой подгруппе ПС расположены элементы, о которых идет речь в задаче? Каково общее название этой подгруппы элементов и что оно означает?
2. Приведите формулу и химическое название белого порошка, без которого не обходится большинство процессов приготовления пищи.
3. Два элемента из 4 встречаются в горных породах, два других не образуют сколько-нибудь значимых месторождений. Назовите эти пары элементов, приведите по одному примеру минералов для первой из них (формула и минералогическое название). Откуда добывают элементы второй пары?
4. У этих 4 элементов есть еще один «родственник», совсем редко встречающийся в природе. Что это за элемент и в чем причина его малой распространенности?
5. Ампулы пронумерованы. Определите, какие номера соответствуют каждому из веществ, если о содержимом известно следующее:
  - а) в 1-й и 3-й ампулах содержимое полностью газообразное;
  - б) элементы из 2-й и 3-й ампул химиками обозначают однобуквенными символами.
6. Каждая ампула имеет объем 5 мл и полностью заполнена. Для содержимого 1-й и 3-й ампул посчитайте массу, а для содержимого 2-й и 4-й - количество вещества. Для двух веществ (сами догадайтесь, каких) известны значения плотности – 3,12 и 4,93 г/см<sup>3</sup>.

#### Задание 4.

«Движение должно существовать всегда»  
Аристотель. «Физика»



В физике и химии энергия является мерой перехода движения материи из одних форм в другие. Ещё в Древней Греции Аристотель сформулировал утверждение, которое сегодня нам известно как закон сохранения энергии.

Энергия необходима человечеству для самых разных целей: для освещения и отопления; для того, чтобы производить материалы и создавать полезные в быту вещи; для того, чтобы ездили автомобили. Такие примеры можно перечислять бесконечно! Основным источником энергии сегодня служат реакции горения различных химических веществ – при этом выделяется тепловая энергия, которую в специальных устройствах можно преобразовать в кинетическую, потенциальную, электрическую.

**1.** Дайте современную формулировку закона сохранения энергии.

На уроке химии учащиеся 8 класса Миша и Маша решили проверить эти утверждения на практике. Миша собрал аппарат Киппа, в который Маша поместила цинковые гранулы. Миша залил серной кислоты, а Маша воскликнула: «Ого! Серная кислота как будто закипела! Это так бурно протекает реакция?». «Да» — ответил Миша и написал на бумажке уравнение реакции.

**2.** Как устроен аппарат Киппа (сделайте схематичную иллюстрацию)? Для чего его используют в химических лабораториях? Напишите уравнение реакции, проведённой Машей и Мишей.

— Давай соберём этот газ **A**! — предложил Миша.

— Давай! — охотно согласилась Маша и побежала наполнять кристаллизатор (это такая большая глубокая химическая «тарелка») водой.

**3.** Зачем Маше понадобилась вода? Объясните, как ребята планируют собрать образующийся газ **A** (можно дорисовать на Вашей картинке с аппаратом Киппа)? Предложите ещё два способа получения газа **A** (приведите уравнения химических реакций).

Миша собрал газ **A** в пробирку и поднёс её открытым концом к пламени спиртовки. Раздался достаточно громкий «лающий» звук.

— Ещё недостаточно чистый... — вполголоса заметил Миша.

Подождав немного, ребята снова собрали газ **A**. На этот раз газ сгорел с тихим хлопком.

— Вот теперь давай заполним эту консервную банку! — предложила Маша.

— Тут не всё так просто — отвечал ей Миша, — для наибольшего эффекта мы должны смешать газ **A** с газом **B** в соотношении 2:1 — в таких отношениях они реагируют согласно уравнению реакции. Но проблема в том, что **B** в воздухе всего 1/5 часть. Наша банка цилиндрической формы — значит я легко рассчитаю её объём, зная, что диаметр 8 см и высота 10 см. Но вот никак не могу сообразить, какой же объём воздуха мне необходимо вытеснить, чтобы в банке образовалась смесь газов **A** и **B** в соотношении 2:1?

— Это же элементарная математика! — весело ответила Маша.

**4.** Что же могла предложить Маша? Определите газ **B**. Посчитайте объём консервной банки. Будем считать, что при заполнении банки газом **A** происходит вытеснение воздуха. Рассчитайте какой объём воздуха нужно «заменить» газом **A**, чтобы соотношение объёмов газа **A** и газа **B**, которого в оставшемся воздухе будет тоже только 1/5 часть, составило 2:1.

Миша и Маша произвели необходимые расчёты, перевернули банку вверх дном, сделали в донышке небольшое отверстие и заполнили банку необходимым объёмом газа **A**. Затем ребята подожгли его с помощью длинной лучинки. Раздался очень громкий хлопок, а банка взлетела в воздух.

— Да уж, не зря смесь газов **A** и **B** в соотношении 2:1 называют «гремучей» — заметила Маша.

— А опыт заслуженно получил название «прыгающая банка» — вторил ей Миша. - Интересно, а на какую высоту она могла бы подлететь, если бы не ударилась о потолок?

**5.** Помогите любознательному Мише найти ответ на этот вопрос. Нам известно, что в лаборатории Миши и Маши было тепло (+25°C), а давление нормальное. В этих условиях 1 моль любого газа занимает объём 24,4 л. При взаимодействии 1 г газа **A** с газом **B** выделяется 121 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение реакции между газами **A** и **B** (в таких уравнениях помимо реагентов и продуктов указывают также и количество теплоты, которое выделяется или поглощается в ходе реакции). Однако только 1% теплоты превращается в кинетическую энергию. При расчёте высоты нужно пренебречь сопротивлением воздуха и учесть, что масса банки равна 200 г.