

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии  
2014-2015**

**Инструкция по выполнению заданий**

На выполнение 6 заданий олимпиады отводится 4 часа (240 мин). Каждое из 6 заданий включает условие и вопросы. Прежде чем отвечать на вопросы, внимательно прочитайте условия задания. Постарайтесь ответить на все заданные вопросы. Все задания оцениваются примерно одинаковым количеством баллов, но неравноценны по трудности. Начинайте выполнение заданий с самых лёгких, постепенно переходя к более трудным. При выполнении заданий можно пользоваться периодической системой Д.И.Менделеева, таблицей растворимости, электрохимическим рядом напряжений металлов, калькулятором. Желаем успеха!

**11 класс**

**Задание 11-1. ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ (10 баллов)**

– Принимая во внимание порядок связи в молекуле, надо ожидать существования нескольких изомеров у десятков и десятков веществ, – говорил А.М.Бутлеров В.В. Марковникову. – Думаю, вам известны наши с Поповым результаты?

Собеседник утвердительно кивнул головой.

– Тогда пропиловый спирт должен образовывать два изомера.

– Правильно, а бутиловый – четыре!

Вопросы и задания:

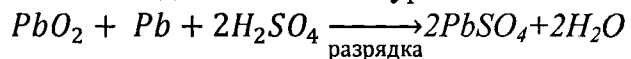
1) Сколько на самом деле имеют изомеров пропиловый и бутиловый спирты? Приведите их структурные формулы и названия.

**Задание 11-2. СВИНЦОВЫЙ АККУМУЛЯТОР (10 баллов)**

«Этот чудесный черный ящик для электричества даёт возможность перевозить энергию, например, из Парижа в Глазго...» - так писал о свинцовом аккумуляторе в одном из номеров газеты «Таймс» за 1881 год известный английский физик Уильям Томсон, будущий лорд Кельвин.

Главным потребителем аккумуляторов является автомобильная промышленность. Сегодня практически все автомобили работают на свинцовых аккумуляторах, роль электролита в которых выполняет разбавленный раствор серной кислоты.

Химические процессы, происходящие в ходе разрядки аккумулятора можно представить в виде химического уравнения:



Вопросы и задания:

1) Снижается или повышается концентрация серной кислоты при разрядке аккумулятора? Ответ обоснуйте

2) Уменьшается или увеличивается при разрядке аккумулятора плотность электролита в аккумуляторе? Ответ обоснуйте

3) Какое вещество при разрядке аккумулятора является окислителем, а какое восстановителем? Ответ подтвердите составлением схемы электронного баланса.

4) Рассчитайте на изменение масс пластин автомобильного аккумулятора емкостью 40 А•ч при условии его полной разрядки. При расчете используйте следующие данные  $1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \cdot \text{с}$ ,  $n = \frac{Q}{F}$  где n- количество электронов (в молях); Q – количество электричества (Кл); F – постоянная Фарадея, равная 96485 Кл.

### **Задание 11-3. ПОЛУЧЕНИЕ АЛЮМИНИЯ (10 баллов)**

По некоторым данным металлический алюминий впервые получил в 1825 году датский физик Ганс Христиан Эрстед из глинозема (оксида алюминия), воздействуя на него газообразным хлором в присутствии угля при температуре выше  $750^\circ\text{C}$  и затем нагревая хлорид алюминия с амальгамой калия.

Впервые алюминий промышленным способом получил французский ученый Сент-Клер Девиль в 1855 году. Этот первый алюминий был необычайно красив и походил на серебро, но стоил, разумеется, очень дорого. Появились алюминиевые украшения, которые стоили дороже золотых. А император Наполеон III решил заменить посуду во дворце Тюильри на алюминиевую. Сегодня алюминий стал важнейшей частью нашей жизни. Он входит в состав огромного количества разных сплавов, из которых делают самолеты, ракеты, промышленное оборудование, строительные конструкции.

#### Вопросы и задания:

- 1) Составьте уравнения реакций получения алюминия по способу Эрстеда.
- 2) Приведите химическую формулу криолита. Какую роль он играет в получении алюминия?
- 3) Приведите уравнение химической реакции, соответствующее промышленному способу получения алюминия
- 5) Почему алюминий в 19 веке ценился дороже золота?
- 6) Составьте уравнения химических реакций алюминия с концентрированным раствором гидроксида натрия.
- 7) Приведите уравнения химических реакций гексагидроксиалюмината натрия с избытком хлороводородной кислоты, углекислого газа, с раствором хлорида алюминия.

### **Задание 11-4. РЕАКЦИЯ ЗИНИНА (10 баллов)**

Подвергая нитробензол обработке сероводородом при нагревании, Н.Н.Зинин предполагал получить продукт, содержащий серу. Однако, бесцветная жидкость А, образовавшаяся после взаимодействия нитробензола с сероводородом, не содержала даже следов серы. Зинин подошел к шкафу, открыл склянку с желтой маслянистой жидкостью и осторожно понюхал. Странно... Запах напоминал ему жидкость, которую он уже видел в лаборатории Фрицше. Неужели это....?

В тот момент полученное Зининым вещество не имело практического применения, но реакция открытая Зининым, давала возможность широко использовать это вещество. Оно стало основой промышленного производства красителей.

#### Вопросы и задания:

- 1) Составьте структурную формулу и дайте современное название вещества А
- 2) Составьте уравнение реакции получения А из нитробензола по методу Зинина. Составьте уравнения реакций нитробензола с раствором соляной кислоты в

присутствии железных опилок, а также с раствором гидроксида натрия в присутствии цинковой пыли.

3) Вещество А нерастворимо в воде, однако растворяется в растворе соляной кислоты, с образованием вещества Б. Составьте уравнение соответствующей химической реакции. Объясните причину растворения вещества

4) Если водный раствор вещества Б, обработать аммиаком, снова образуется вещество А. Составьте уравнение соответствующей химической реакции.

5) При обработке вещества А бромной водой выпадает белый осадок вещества В. Составьте уравнение соответствующей химической реакции. Будет ли растворим, образующийся в ходе реакции продукт в воде?

6) При обработке вещества А веществом Г раствор окрашивается в фиолетовый цвет. Составьте формулу вещества Г и назовите его.

### Задание 11-5. ВОЛЬТОВ СТОЛБ (10 баллов)

В 1800 году 55-летний Вольта взял несколько круглых серебряных и такое же количество цинковых пластинок, сложил их попарно, проложив кусочкам влажного картона, получил прибор (Вольтов столб), оказавшийся прекрасным источником электричества.

Узнав об открытии Вольты, 32-летний врач Энтони Карлайл и его друг 47-летний Уильям Никольсон решили проверить, как работает столб Вольты. Они взяли 17 серебряных монет, такое же количество цинковых кружков, 16 смоченных кусков картона и сложили, согласно рисунку Вольты, столб. К серебряной пластинке припаяли одну проволоку, а к пластинке цинковой припаять не сумели, поэтому проволоку просто прижимали к пластинке, когда включали прибор.

Первые же опыты с построенным столбом вызвали неподдельный восторг экспериментаторов – всё совпадало с описанием самого Вольты. Теперь у Карлайла и Никольсона был свой собственный источник электричества. Они уже представляли, как выступят на заседании Лондонского королевского общества по развитию знаний о природе после официального зачитания письма Вольты и сообщают, что подтверждают его результаты.

Неожиданно столб стал барахлить. Исследователи решили улучшить контакт между проволокой и цинком. Для этого накапали на верхнюю пластинку немного воды, при этом Карлайл заметил, что вокруг прикасавшейся к воде проволоки выделяется газ. Какого было его удивление, что медная проволока, припаянная к серебряной пластине, покрылась черным налетом.

#### Вопросы и задания:

1) Рассчитайте теоретическое значение напряжения электрического тока, которое должны были получить Карлайл и Никольсон в проведенном опыте ( $Zn^{2+} + 2e = Zn$   $E = -0,763$ ;  $Ag^+ + e = Ag$   $E = +0,799$ ).

2) Какой газ выделялся у цинковой пластины при плохом контакте медной проволочки? Изменяется ли масса цинковой в ходе работы вольтова столба? Приведите уравнения полуреакций, происходивший у поверхности цинковой пластины и у поверхности медной проволочки в момент выделения газа. Составьте суммарное уравнение химической реакции.

- 3) Объясните причину почернения медной проволоки, припаянной к серебряной пластине черным налетом, составив соответствующие уравнения, протекающие у поверхности серебра и приводящее к почернению меди.
- 4) Для защиты стальных покрытий их поверхность нередко покрывают слоем цинка (оцинковывают). Объясните механизм такой защиты.
- 5) Гранулу цинка поместили в раствор соляной кислоты, наблюдали выделение водорода. Интенсивность выделения водорода существенно возросла в момент прикосновения гранулы и медной проволоки, причем водород выделялся, в том числе, и на поверхности проволоки. Объясните наблюдаемые явления.

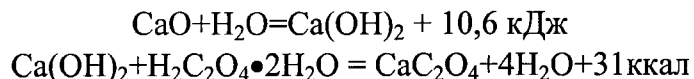
### Задание 11-6. ХИМИЧЕСКАЯ ГРЕЛКА (10 баллов)

*К холоду привыкнуть нельзя  
– его можно только терпеть!*

Ф.Нансен

Холод досаждал не только полярникам. Люди самых различных профессий и увлечений – геологи, строители, охотники, альпинисты – защищались от него всеми возможными средствами.

Ещё в двадцатых годах прошлого столетия в Германии для разогрева пищи в полевых условиях предложили использовать тепло, выделяющееся при гашении водой негашёной извести. Был изготовлен металлический стакан с двойными стенками. Между ними помещали известь, а разогреваемую пищу предполагали помещать внутрь этого стакана. Однако недостаточно большой тепловой эффект этой реакции помешал на первых порах её практическому применению. Шагом вперёд стало сочетание двух реакций: гашения извести и её нейтрализации. Для этого в известь ввели кристаллогидраты щавелевой кислоты. Реакции в грелке шли по следующей схеме:



С помощью этих двух реакций можно в портативном устройстве получать температуру от 100 до 300 °С. Кроме этого использование кристаллогидратов кислот позволяет запускать грелку небольшим количеством воды. А с очередными порциями негашёной извести будет реагировать вода, выделяющаяся при нейтрализации.

#### Вопросы и задания:

- 1) В каком массовом соотношении следует смешивать, оксид кальция с кристаллогидратом щавелевой кислоты, для получения максимального теплового эффекта?
- 2) Какой должна быть минимальная масса смеси для получения энергии достаточной для нагревания стакана воды (200 г) от 4 до 100 °С. Теплоемкость воды составляет 4,2 кДж/кг×градус (1 ккал= 4,19 кДж).
- 3) Одним из наиболее распространенных видов топлив, используемых для отопления жилых, производственных, складских помещений является природный газ. Рассчитайте энергию, которую можно получить из 1 м<sup>3</sup> (н.у.) природного газа, содержащего 98% метана и негорючие примеси, если теплоты образования составляют (кДж/моль): метана – 75, углекислого газа – 393, паров воды – 242.