

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ**

**Четвертый (зональный) этап**

**ЗАДАЧИ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА**

*Вологда, Воронеж, Ижевск, Омск*

**22-27 марта 1996 г.**

**ДЕВЯТЫЙ КЛАСС**

- 9.1. В смеси магния и серы проинициировали химическую реакцию, по окончании которой всю полученную массу обработали избытком соляной кислоты. Плотность образовавшегося газообразного продукта реакции по воздуху составила 0,90. Затем 3,0 л (н.у.) этого газа сожгли и продукты сгорания пропустили через 100 мл 5%-ного раствора пероксида водорода (его плотность принять равной  $1,0 \text{ г}/\text{см}^3$ ).
- Напишите уравнения химических реакций.
  - Рассчитайте исходный состав смеси магния и серы в массовых долях.
  - Рассчитайте массовую долю кислоты, образовавшейся в растворе пероксида водорода.
  - Какие утверждения необходимо ввести в условие задачи, чтобы она стала более корректной?
- 9.2. Для определения следовых количеств газообразного хлора используется иодкрахмальная бумажка (фильтровальная бумага, пропитанная раствором иодида калия и крахмалом). Если на фильтровальную бумагу (без крахмала) нанести пятно концентрированного раствора иодида калия, то при обработке хлором пятно приобретает вначале коричневую окраску (1), затем окраска становится серовато-фиолетовой (2) и в дальнейшем полностью обесцвечивается (3). Обесцвеченное пятно после просушивания (для удаления избытка хлора) дает кислую реакцию в контакте с индикатором, а повторное нанесение исходного раствора иодида калия возвращает коричневое окрашивание (аналогично 1).

Если исходное пятно иодида калия смочить концентрированной соляной кислотой, то при обработке хлором первые две стадии окраски (1,2) остаются прежними, а обработка избытком хлора дает желтое окрашивание (4). Желтое пятно при добавлении раствора иодида калия вновь дает коричневое окрашивание.

- а) Напишите уравнения реакций, соответствующие цветовым переходам (1-4).
  - б) Каким процессам (уравнения реакций) соответствует образование коричневой окраски при повторном добавлении иодида калия?
  - в) Почему для восстановления коричневой окраски требуются большие, чем исходные, количества иодида калия (большее число капель)?
- 9.3. В рукописях XVI-XVII веков читаем о том, как приготовить свинцовые краски:

*"Как белила делати. Бити свинец тонко молотом, резати полосы и вертети свинец в трубки. Влити в кадь дрожжей и ставить свинец в дрожжах. Покрыть и чтоб духу не выпускать ни сколько..."*

*"Как сурик делати. Возьми белил и положи в железный сосуд и постави на жар, и как белила станут красны, то и сурик готов"*

- а) Что представляют собой с химической точки зрения свинцовые белила и сурик?
- б) Опишите технологию, пользуясь уравнениями химических реакций.
- в) Какие еще виды суриков Вы знаете (укажите название и формулу)?

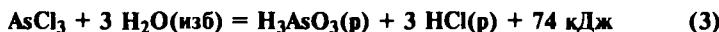
**9.4.** В 200 см<sup>3</sup> 25%-ного раствора хлорида меди поместили 5,4 г алюминиевой проволоки. При этом выделилось 2,7 л газа (н.у.), а вместо проволоки образовалось некое красно-коричневое бесформенное индивидуальное вещество. Раствор над этим веществом оставался прозрачным.

- a) Что это за вещество?
- б) В результате какой реакции оно образуется? Напишите уравнение.
- в) Какова масса этого вещества?
- г) Каково происхождение латинского названия этого вещества?

**9.5.** Минерал блёдит имеет следующий состав: натрия — 13.77%, магния — 7.18%, кислорода — 57.48%, водорода — 2.39%, а остальное приходится на элемент, который Вам предстоит установить.

- а) Выведите брутто-формулу блёдита и установите его химическую природу.
- б) Растворяется ли блёдит в воде?
- в) Приведите 3-4 уравнения, характеризующие химические свойства блёдита.

**9.6.** Напишите уравнение и рассчитайте тепловой эффект реакции образования оксида мышьяка (HI) из простых веществ, используя приведенные ниже термохимические уравнения:

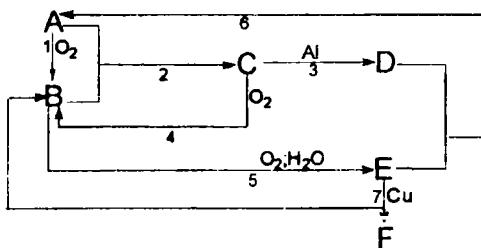


**ДЕСЯТЫЙ КЛАСС**

- 10.1. Пробирку наполнили при  $20^{\circ}\text{C}$  и атмосферном давлении равными объемами водорода и хлора. После этого ее плотно закрыли пробкой и выставили на рассеянный солнечный свет. Через несколько секунд пробка вылетела. На какую глубину (степень превращения, %) прошла реакция к моменту вылета пробки, если для этого необходимо увеличение давления на 10%? (Тепловой эффект реакции ( $Q$ ) составляет 92 кДж на 1 моль  $\text{HCl}$ . Все газы считать идеальными, а их теплоемкости ( $c$ ) одинаковыми и равными 30 Дж/(моль·К). Потерями тепла до вылета пробки пренебречь.)
- 10.2. Некоторые озера юга Псковской области представляют собой слабощелочные ( $\text{pH} 8$ ) буферные растворы. Можно привести и примеры озер, представляющих собой слабокислые буферные системы. (*Буферные растворы имеют способность не менять  $\text{pH}$  среды при добавлении в них незначительного количества кислоты или щелочи, а также при незначительном разбавлении.*)
- В чем сущность буферного действия?
  - Какие компоненты могут быть растворены в озерах, чтобы превратить их в буферные растворы? (Приведите два примера возможного состава.)
  - Откуда могут взяться предполагаемые компоненты буферных растворов?
  - Предложите простые методы, с помощью которых можно подтвердить или опровергнуть ваши предположения.
- 10.3. На плав, полученный при нагревании без доступа воздуха 20,0 г смеси магния и оксида кремния, подействовали избытком соляной кислоты. Запишите уравнения протекающих реакций. В каких

пределах может колебаться объем (н.у.) и плотность по азоту образующихся газообразных продуктов? (При проведении расчетов рассмотрите возможность образования среди газообразных продуктов полисиликанов.)

**10.4.** Изучите схему превращений веществ, зашифрованных буквами.



При нормальных условиях А и В — газообразные, а С и Д — твердые вещества. В результате реакции меди с концентрированной кислотой Е образуется раствор соли F, при охлаждении которого выпадает кристаллический осадок. Элементный анализ раствора 5,0 г этого осадка в 100 мл воды дал следующие результаты: Cu — 1,22%; H — 10,77%; O — 87,4%, недостающую до 100% массовую долю составляет неизвестный экспериментатору элемент.

- Расшифруйте вещества А—F.
- Напишите уравнения химических реакций 1—7 и укажите условия их протекания.
- Рассчитайте массовую долю соли F в растворе, используемом для проведения элементного анализа.

**10.5.** Вещество А под действием некоторого реагента превращается в летучий алкен Б, после бромирования которого эквимолярным количеством брома образуется вещество В. При обработке В

спиртовым раствором едкого кали получается простейший алкин Г. Часть образовавшегося соединения Г при определенных условиях может превратиться в Д (родоначальника некоего гомологического ряда), способного восстанавливаться на платиновом катализаторе в соединение Е. Вещество Г в катализических условиях способно димеризоваться с образованием соединения Ж, при реакции которого с хлороводородом имеется возможность получить важный мономер З для синтеза распространенного синтетического каучука И. При частичном гидрировании Ж образуется соединение К, также используемое для синтеза каучуков. Вещество К, участвуя в реакции Дильтса-Альдера с акриловой кислотой, образует вещество Л.

**Напишите схемы упомянутых превращений и назовите соединения А-Л. По возможности укажите условия протекания процессов и подразумеваемые реагенты.**

**ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС**

**11.1.** При внесении в 15,0 мл воды 0,500 г белого твердого вещества происходит бурная реакция и образуется раствор, который при действии избытка раствора нитрата бария выделяет 1,24 г белого осадка и требует для нейтрализации 12,3 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 0,867 моль/л.

- a)** Что собой представляет исходное белое вещество?
- б)** Установите его количественный состав (с точностью до целых процентов).
- в)** Вычислите массовую долю растворенного вещества в растворе, полученном после внесения белого вещества в воду.

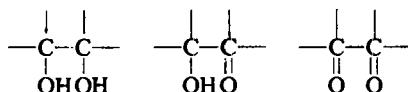
**11.2.** Аминоуксусная кислота представляет собой твердое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде и разлагающееся при нагревании, не плавясь. Орто- и пара-аминобензойные кислоты также являются твердыми веществами, значительно менее растворимыми в воде и имеющими четкие температуры плавления (соответственно равные 145°C и 187°C).

- а)** Какую окраску будет иметь метиловый оранжевый в водных растворах этих кислот? Ответ мотивируйте.
- б)** Объясните закономерности в изменении температур плавления и растворимости предложенных кислот.

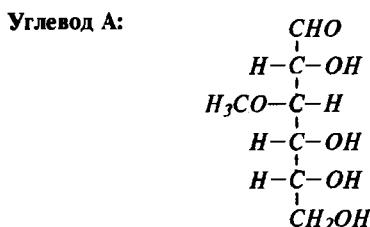
**11.3.** Через трубку, содержащую 20,0 г оксида меди (II), пропущено при нагревании 5,60 л смеси оксидов углерода (II) и (IV). Содержимое трубки после этого обработано 60,0 мл 85%-ной серной кислоты (плотность раствора 1,80 г/мл) при нагревании. При этом 42,7% кислоты вступило в реакцию.

- а) Напишите уравнения проведенных реакций.  
 б) Вычислите объемные доли оксидов углерода в исходной смеси.

**11.4. Иодная кислота — специфический окислитель, применяемый для расщепления связей С—С между атомами углерода, связанными со следующими кислородсодержащими заместителями:**

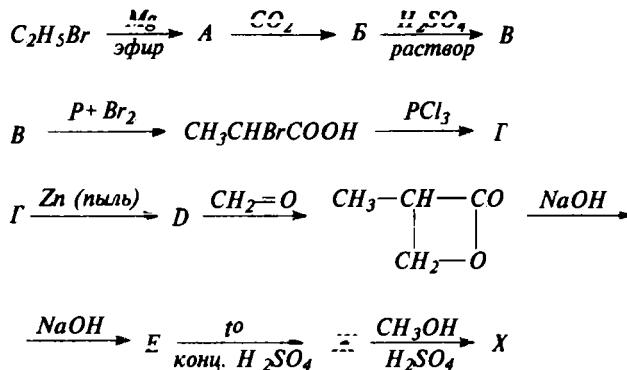


Для установления строения углевода А было проведено его окисление иодной кислотой в различных условиях



- а) Укажите, какие продукты (структурные формулы продуктов и их соотношение в молях) образуются при окислении углевода А избытком иодной кислоты при слабом нагревании ( $30^{\circ}\text{C}$ ) (в реакции расходуется 3 моля кислоты).  
 б) Что образуется при окислении углевода А одним молем иодной кислоты при  $5^{\circ}\text{C}$ ?

**11.5.** Вещество X, широко используемое для получения органического стекла, может быть получено по следующей схеме превращений:



X —————> *Органическое стекло*

- Расшифруйте эту схему превращений, заменив буквы А–Х структурными формулами.
- Поясните превращения, протекающие на стадиях  $\Gamma \rightarrow \dots \rightarrow E$ , обсудив характер протекающих реакций (распределение электронной плотности в реагентах и характер разрыва и образования связей).
- Предложите другую схему для получения X, например, из ацетона.

**11.6.** При взаимодействии двух газообразных веществ А и В в присутствии катализатора образовалась газовая смесь Х, имеющая плотность 1,57 г/л. Смесь Х изменяет окраску водного раствора перманганата калия и не реагирует с раствором гидрокарбоната натрия.

При сжигании 0,896 л смеси Х в избытке кислорода после охлаждения продуктов горения получено 3,52 г оксида углерода (IV) и 1,085 г жидкости Y. Эта жидкость Y при действии нитрата

серебра выделяет 1,435 г белого осадка, а полученный при этом раствор выделяет при действии гидрокарбоната натрия 224 мл газа (объемы и плотность газов даны в пересчете на нормальные условия).

- a)** Установите, какие газы и в каком соотношении входят в состав смеси X.
- б)** Установите, какие газы и в каком объемном отношении были взяты для проведения реакции.
- в)** Напишите уравнения всех описанных в условии задачи реакций.