

9 класс

Задача 9-1

Содержание «активного хлора» в хлорсодержащем веществе определяется соотношением массы газообразного хлора, выделяемого при реакции данного вещества с соляной кислотой, к исходной массе хлорсодержащего вещества. Известно, что кислородсодержащая натриевая соль **А** содержит 95,2% «активного хлора». При продолжительном электролизе водного раствора соли **А** в растворе последовательно накапливаются вещества **Б**, **В** и **Г**, причем мольное содержание кислорода в ряду веществ **А**, **Б**, **В** и **Г** увеличивается.

- а) *Расчетом определите химическую формулу вещества **А**, приведите его название. Запишите уравнение реакции вещества **А** с соляной кислотой. Приведите химические формулы веществ **Б**, **В** и **Г** и их названия.*

Пропускание хлора, полученного путем взаимодействия 1 моль вещества **А** и соляной кислоты, через ледяную воду с 35 % выходом привело к образованию желтых кристаллов необычного вещества **Д** массой 61,08 г. Помещение полученных кристаллов **Д** в герметичный сосуд и последующее нагревание до 200 °С привело к их полному испарению.

- б) *Расчетом установите состав вещества **Д**, учитывая, что оно не является кислотой. К какому типу соединений оно относится?*

Частичное осушение полученных паров и последующее их пропускание над сухим иодидом калия позволило получить неустойчивый дигидрат **Е**, представляющий собой золотисто-желтые кристаллы. Вещество **Е** представляет собой комплексное соединение, в котором центральным атомом в комплексном анионе является атом иода.

- в) *Установите химическую формулу вещества **Е**, если массовая доля хлора в нем составляет 41,24%. Приведите название вещества **Е**, укажите геометрическую конфигурацию аниона вещества **Е**. Запишите уравнение реакции взаимодействия вещества **Е** с хлорной водой.*

Задача 9-2

Смесь алюминия и двух простых веществ обработали избытком раствора гидроксида калия, в результате чего выделилось 13,44 дм³ (н.у.) водорода. В реакцию со щелочью вступил только один компонент смеси, а в растворе образовалось соединение, содержащее 47,6% калия по массе. Если такую же массу исходной смеси обработать избытком соляной кислоты, то выделится 20,16 дм³ (н.у.) водорода, масса смеси уменьшится на 18,1 г и останется непрореагировавший с HCl твердый остаток, а в растворе окажутся две соли. Непрореагировавший твердый остаток можно растворить при

нагревании в $76,08 \text{ см}^3$ 98%-ной серной кислоты ($\rho = 1,84 \text{ г/мл}$) с образованием смеси из двух газов. Плотность по воздуху этой газовой смеси составит 1,977.

а) Расчетom установите состав и массу исходной смеси трех веществ.

Исходную смесь такой же массой, как взятая в предыдущем эксперименте, полностью сожгли в кислороде.

б) Расчетom установите состав и массу твердой смеси после сжигания в кислороде. Увеличилась или уменьшилась масса твердой смеси после сжигания в кислороде?

Задача 9-3

Химическое топливо выделяет энергию в ходе экзотермических реакций при горении. Традиционная углеводородная энергетика, которая по-прежнему формирует наибольшую часть потребления энергии в мире, оставляет так называемый «углеродный след» – совокупность выбросов парниковых газов (CO_2 , CH_4 , O_3 и др.), которые могут вызывать экологические проблемы на нашей планете. Все более популярным считается использование новых углеродно-нейтральных (не вызывающих чистых выбросов парниковых газов при сжигании) видов химического топлива. В качестве перспективных веществ для химического топлива можно рассматривать, например, водород или аммиак, поскольку при их сгорании не происходит образования углекислого газа.

Выделение энергии в ходе химической реакции происходит за счет использования «запаса» энергии, высвобождающейся при перестроении химических связей реагентов в химические связи продуктов. Следовательно, рассчитать тепловой эффект той или иной химической реакции можно, основываясь на величинах энергий химических связей в веществах, участвующих в реакции.

а) Используя необходимые справочные данные, проведите расчеты и сравните, сколько тепла (кДж) выделится при сжигании C_3H_8 в избытке кислорода, и сколько тепла выделится при сжигании H_2 в избытке кислорода, если объем каждого сжигаемого вещества составит 100 дм^3 . Расчет проведите для температуры 150°C и давлении 1 атм.

б) Рассчитайте объем водорода (м^3 , н.у.), необходимого для обеспечения 1 часа работы автомобильного двигателя мощностью 75 кВт, если КПД такого двигателя составляет 20%.

в) Рассчитайте объем газообразного пропана (м^3 , н.у.), необходимого для обеспечения 1 часа работы такого же автомобильного двигателя. Какой

объем займет необходимое количество пропана в виде сжиженного газа ($\rho = 550 \text{ г/дм}^3$)?

- а) Рассчитайте объем (н.у.) углекислого газа, который выделится в атмосферу при сгорании количества пропана, рассчитанного в пункте в). Сравните полученное значение с объемом (н.у.) углекислого газа, который выделится в атмосферу, при производстве водорода, количеством, рассчитанным в пункте б), по реакции метана с водяным паром, если образующийся СО преобразовать в CO_2 .
- д) Предположите, какой из автомобильных двигателей – водородный или на сжиженном газе, более перспективен с точки зрения экологических выбросов и удобства эксплуатации при таком рассмотрении. Какой еще способ получения водорода для топлива можно использовать и откуда можно взять энергию для его получения?

Справочные данные:

Связь	C-H	O-H	C-C	O=O	C=O	H-H
Энергия связи, кДж/моль	412	463	348	497	798	436

1 Дж = 1 Вт·с, 1 атм = 101,325 кПа, R = 8,314 Дж/(моль·К)

Задача 9-4

Орешковые чернила использовались для письма в Европе в течение около 1400 лет – начиная с V века и до середины XX века. Основными компонентами таких чернил являются танины и железный купорос. Танины добывались настаиванием в воде различных природных источников, например, чернильных орешков, которые на самом деле орешками не являются, а образуются на листьях дуба личинками некоторых насекомых. Использование чернильных орешков и сформировало название чернил с такой рецептурой – орешковые чернила.



Чернильные орешки на сухих листьях дуба

Согласно рецепту приготовления орешковых чернил, среди прочих ингредиентов необходимо 25,5 г дубильной кислоты (одна из форм танинов, ее химическая формула $\text{C}_{76}\text{H}_{52}\text{O}_{46}$) и 32,8 г железного купороса.

- а) Рассчитайте, в каком мольном отношении необходимо смешать дубильную кислоту и железный купорос согласно данному рецепту.

Железный купорос – голубовато-зеленый гептагидрат. Если цвет этого соединения ярко-зеленый, то это свидетельствует о его загрязнении железом(III).

Навеску технического железного купороса зеленого цвета растворили в воде, содержащей разбавленную серную кислоту. Содержание железа в навеске определили с помощью перманганатометрии – титрования раствором перманганата калия. К бесцветному раствору, содержащему исходную навеску соли, по каплям из бюретки добавляли раствор KMnO_4 концентрацией $0,020 \text{ моль/дм}^3$ до появления у титруемого раствора розовой окраски. На титрование было израсходовано $39,0 \text{ см}^3$ раствора KMnO_4 .

Для определения содержания железа(III) в техническом железном купоросе точно такую же навеску кристаллогидрата растворили в воде, подкисленной разбавленной серной кислотой, и добавили к раствору иодид калия. Образовавшийся в растворе I_2 оттитровывали $0,05 \text{ моль/дм}^3$ раствором тиосульфата натрия в присутствии крахмала ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ при этом переходит в $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$). На такое титрование было затрачено $2,0 \text{ см}^3$ раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

б) Объясните с какой целью навески железного купороса растворялись в воде, содержащей разбавленную серную кислоту. Приведите необходимые уравнения реакций. Запишите в сокращенном ионном виде уравнения реакций, протекающих при титровании в обоих случаях. Зачем при титровании тиосульфатом используется крахмал?

в) Рассчитайте долю (%) ионов Fe^{3+} по отношению к общему содержанию железа в исследованном образце железного купороса.

Задача 9-5

Хемоинформатика – современная область научного знания, которая позволяет решать химические задачи с применением современных методов компьютерного моделирования. В хемоинформатике химические объекты – атомы, молекулы, вещества и химические реакции – «переводятся» на язык, понятный компьютеру, т.е. представляются в понятном для него формате. На текущий момент существует несколько общепринятых унифицированных форматов хранения химических данных для их использования в программировании. Одним из таких форматов является формат SMILES (Simplified Molecular Input Line Entry Specification). Для того, чтобы задать органическую молекулу с помощью этого формата, руководствуются следующими правилами:

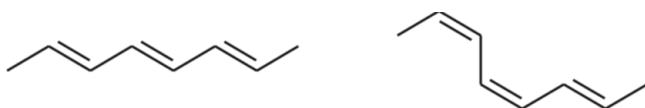
- атомы записываются символами, соответствующими их стандартным обозначениям, например: углерод, кислород, азот, бром – C, O, N, Br соответственно. Атомы водорода в абсолютном большинстве случаев не указываются;

- для обозначения связей используются: дефис (-) (одинарная связь) (но чаще всего при записи одинарная связь не обозначается); двоеточие (:) (ароматическая связь); знак равно (=) (двойная связь); диэз (#) (тройная связь); точка (.) - отсутствие ковалентной связи;
- при разветвлениях молекулы боковой заместитель записывается в круглых скобках;
- различные изомеры молекул могут быть записаны с использованием символов «/» и «\», например: $F/C=C/F$ (*транс*-дифторэтилен); $F/C=C\F$ (*цис*-дифторэтилен).

Например, формула пропана в формате SMILES будет записана как CCC, формула пропионовой кислоты CH_3CH_2COOH будет выглядеть как CCC(=O)O, а 2-метилпропионовой кислоты $CH_3CH(CH_3)COOH$ – как CC(C)C(=O)O.

а) Запишите структурные формулы следующих веществ: 2-метилпропан, 3-бромпропен-1, трихлорметан, циан C_2N_2 . Приведите записи для формул этих веществ в формате SMILES.

б) Запишите в формате SMILES формулы двух изображенных изомеров октатриена-2,4,6:



С помощью формата SMILES можно записывать и химические реакции. Они записываются по схеме «реагенты >> продукты». Каждое из участвующих в реакции веществ заключается в круглые скобки.

в) Запишите с помощью структурных формул реакцию (C(=O)O).(CCO)>>(C(=O)OCC).(O). Назовите реагенты и продукты этой реакции. Назовите тип реакции. К какому классу веществ относится органический продукт реакции.