

## ЗАДАНИЯ

1. При сливании водных растворов солей А и Б выпадает темный осадок вещества В. Осадок растворяется в концентрированной соляной кислоте с образованием соли А и с выделением газа Г. Если газ Г пропустить в водный раствор газа Д выпадает осадок простого вещества Е, который можно растворить в концентрированной азотной кислоте. Что могут представлять собой вещества А—Е? Напишите уравнения упомянутых реакций.

2. Углеводород, содержащий одну двойную и одну тройную связь (но не содержащий циклов), смешали с эквивалентным количеством кислорода и сожгли. После сгорания общее число молей в системе не изменилось. Определите структурную формулу углеводорода. Что можно сказать о его химических свойствах? (приведите не более 4 реакций).

3. Смесь алкена с водородом общим объемом 26,88 л (н.у.) пропустили над платиновым катализатором при 200 °С. При этом прореагировало 75 % алкена, и объем смеси уменьшился до 20,16 л (н.у.). При пропускании исходной смеси через склянку с бромной водой весь углеводород прореагировал, и масса склянки увеличилась на 16,8 г. Определите состав исходной смеси (в % по объему) и строение исходного алкена.

4. Атом углерода в органических соединениях называют первичным, вторичным, третичным или четвертичным, в зависимости от того, с каким числом соседних углеродных атомов он связан (с одним, двумя, тремя или четырьмя). В таблице представлены сведения о структуре некоторых углеводородов, не содержащих кратных связей.

Алкан	Число первичных атомов	Число вторичных атомов	Число третичных атомов	Число четвертичных атомов
А	4	1	0	1
Б	2	5	0	0
В	4	1	2	0
Г	1	2	1	0
Д	3	0	3	0
Е	8	0	4	1
Ж	2	0	0	0
З	0	0	0	0

Изобразите структурные формулы углеводородов А—З

5. Имеется сплав двух металлов А и Б в молярном отношении 1 : 1. Один и тот же объем водорода — 1120 мл (н.у.) — получается при растворении сплава массой 1,02 г (в виде порошка) в избытке соляной кислоты или при обработке 1,70 г сплава избытком раствора NaOH. Определить металлы А и Б и их массовые доли в сплаве.

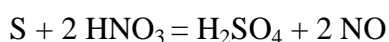
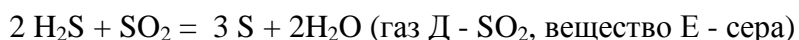
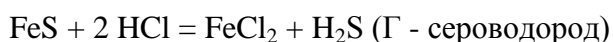
10-6. В анализ природной воды входит определение множества параметров, например, цветность, жесткость, содержание металлов, нефтепродуктов, и т.д. Один из параметров носит название БПК и определяется как убыль в воде некоторого компонента за время инкубации (выдержки) воды при 20°С в темноте без доступа воздуха. Этот показатель рассчитывают как разность количеств этого компонента в воде до и после инкубации. Для определения количества указанного компонента к образцу воды прибавляют раствор хлорида или сульфата марганца(II) и щелочной раствор иодида калия. После прибавления выпадает белый осадок, который быстро темнеет. Смесь выдерживают без доступа воздуха от 10 мин до 24 часов. Затем добавляют соляную кислоту, при этом осадок растворяется, а раствор окрашивается в желтый цвет. Раствор титруют тиосульфатом натрия до слабозеленого цвета. После этого добавляют раствор крахмала и титруют до исчезновения синей окраски. 1) Какой компонент определяют по описанной методике? 2) Напишите уравнения происходящих реакций. 3) На что расходуется описанный компонент в процессе инкубации? 4) В каком случае для правильного определения БПК требуется разбавление исходной воды в несколько раз? (в этом случае полученный результат умножают на кратность разбавления).

## РЕКОМЕНДАЦИИ К РЕШЕНИЮ

1. При сливании растворов выпадает осадок сульфида металла. Для того, чтобы удовлетворять условию задачи, сульфид должен быть нерастворим в воде, но растворим в соляной кислоте, кроме того, он должен быть темным. Все эти условия выполняются для железа:  $\text{FeCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} = \text{FeS}$

тогда В - сульфид железа, А - хлорид железа, а Б - сульфид щелочного металла.

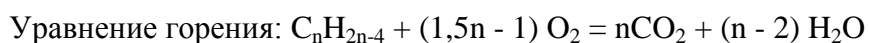
Помимо железа, подходят некоторые другие сульфиды, например, сульфид никеля, но не сульфид меди, так как сульфид меди не растворяется в соляной кислоте, а растворяется только с окислением, то есть в азотной кислоте.



Вместо  $\text{SO}_2$ , подходят другие окислители, но только являющиеся газообразными веществами и существующие в виде водных растворов. Например,  $\text{Cl}_2$ .

2.

Общая формула такого углеводорода  $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}$



Так как число молей в системе не изменилось

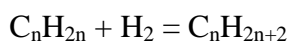
$$1 + 1,5n - 1 = n + n - 2 \text{ Отсюда } 1,5n = 2n - 2$$

$$n = 4$$

Таким образом, неизвестный углеводород имеет формулу  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$

Так как в молекуле имеется двойная и тройная связь, то его химические свойства включают реакции 1,2-присоединения по двойной либо тройной связи, а также 1,4-присоединение различных реагентов ( $\text{H}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{Br}_2$ ), замещение атома водорода при тройной связи при реакции с аммиачным раствором оксида серебра и другие реакции, известные для алкенов и алкинов.

3.



В реакцию вступает 2 моля газов (углеводород и водород), а образуется один моль (алкан). Таким образом, уменьшение объема смеси равно объему водорода, который вступил в реакцию, либо объему прореагировавшего алкена.

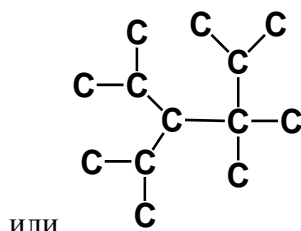
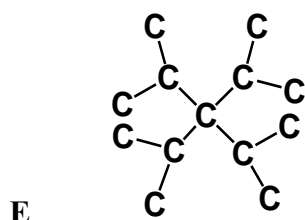
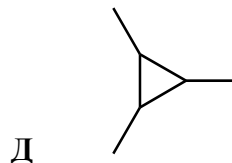
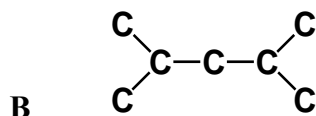
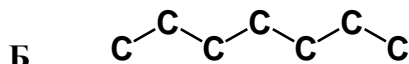
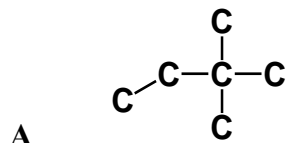
Этот объем составляет  $26,88 - 20,16 = 6,72$  л, то есть 0,3 моль. Так как прореагировало 75% алкена, то всего его было 0,4 моль.

При пропускании через бромную воду масса склянки увеличилась на массу углеводорода, т.е. 0,4 моль алкена весят 16,8 г. Молярная масса  $16,8/0,4 = 42$  г/моль.

Алкен с такой молярной массой -  $\text{C}_3\text{H}_6$ , пропен.

Состав смеси: 0,4 моль пропена занимают объем 8,96 л. Это составляет 33% (1/3) от объема смеси. Остальное - 67% (2/3) - водород.

#### 4. Формулы углеводородов:



(атомы водорода не указаны)

#### 5.

Так как при растворении в соляной кислоте и в щелочи, степень окисления металла - одна и та же, очевидно, что во втором случае растворяется только один металл.

Пусть первая навеска содержит  $X$  моль каждого из металлов,  $M_A$  и  $M_B$  - их молярные массы,  $a$  и  $b$  - валентности.

объем водорода соответствует 0,05 моль

тогда  $Xa + Xb = 0,05 \cdot 2 = 0,1$  (для растворения в HCl)

$(1,70/1,02) Xb = 0,1$  (для растворения в NaOH)

отсюда  $(a + b)/b = 1,67$  или  $a : b = 2 : 3$ , т.е. степени окисления металлов 2 и 3.

так как  $Xa + Xb = 0,1$ ,  $X = 0,02$

$XM_A + XM_B = 1,02$  отсюда  $M_A + M_B = 1,02/X = 1,02/0,02 = 51$

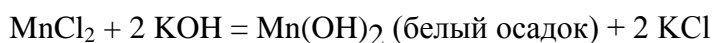
Трехвалентный амфотерный металл скорее всего алюминий (остальные слишком тяжелые), второй металл  $51 - 27 = 24$  магний.

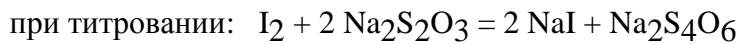
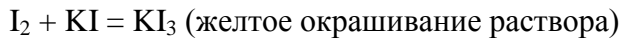
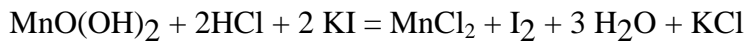
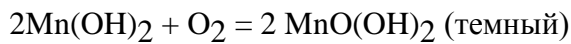
Массовые доли металлов:  $27/51 = 53\%$  и  $47\%$ .

#### 6.

1. По описанной методике определяют содержание растворенного кислорода

2. Уравнения происходящих реакций





3. БПК - биологическое потребление кислорода, т.е. в процессе инкубации кислород поглощается в результате жизнедеятельности микроорганизмов, а также окисления легкоокисляющихся веществ.

4. Если после инкубации кислород в растворе отсутствует, значит он израсходовался слишком рано, и неизвестно, сколько еще осталось в воде «потребителей кислорода», процесс должен проходить в аэробных условиях (т.е. должен быть избыток кислорода). Так как количество кислорода в растворе равновесное (при разбавлении не меняется), а количество его потребителей снижается в соответствии с кратностью разбавления, то в этом случае нужно повторить эксперимент в разбавленном растворе.