

РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ВОШ ПО ХИМИИ 2023-24

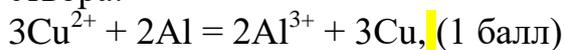
10 класс

Задача 10-1. 1. Дано определение теплоты образования веществ при стандартных условиях. (1 балл).

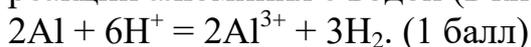
2. $Q(\text{обр}) = -H_f^0_{298}$. За правильное соотношение между теплотой и энтальпией образования веществ. (1 балл).
3. Написано уравнение реакции между оксидом железа (II) с оксидом углерода (II). Вычислен тепловой эффект реакции, равный 14,2 кДж. Записано термохимическое уравнение для данной реакции. (2 балла).
4. Написано уравнение реакции горения оксида углерода (II). Вычислен тепловой эффект реакции, равный 282,9 кДж. Записано термохимическое уравнение для данной реакции. (2 балла).
5. Комбинируя первые две реакции, вычислена теплота образования оксида железа (II), равная 268,7 кДж/моль. Энтальпия образования оксида железа (II) равна – 268,7 кДж. (4 балла).

Задача 10-2. 1. Неизвестное вещество — медь (1 балл)

2. Алюминий восстанавливает медь (красно-коричневое вещество) из раствора:



При этом оксидная пленка на поверхности алюминия разрушается и за счет реакции алюминия с водой (в кислой среде) выделяется водород:



3. Было введено

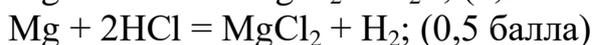
$n(\text{Al}) = 5,4/27 = 0,2$ моль алюминия. (1 балл). Из них

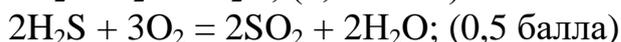
$n_{\text{прореаг}}(\text{Al}) = 2,7/22,4 \cdot (2/3) = 0,08$ моль пошло на выделение водорода. (1 балл). Остаток $n_{\text{ост}}(\text{Al}) = 0,2 - 0,08 = 0,12$ моль пошел на восстановление Cu^{2+} . (1 балл). При этом выделилось $n(\text{Cu}) = 0,12 \cdot 3/2 = 0,18$ моль, или 11,5 г меди. (1 балл). В растворе присутствовало

$m(\text{CuCl}_2) = 200 \cdot 25/100 = 50$ г CuCl_2 , (1 балл), что соответствует 0,37 моль меди, т.е. медь в избытке.

4. Происхождение названия меди *cuprum* — от латинского названия острова Кипр. (1 балл). Всего 10 баллов.

Задача 10-3. 1. Уравнения реакций:





2. Рассчитаем состав смеси. В состав газообразного продукта могут входить водород и сероводород. Средняя относительная молекулярная масса смеси 26,1 ($0,90 \cdot 29$), т.е. в смеси есть оба газа. (1балл)

Пусть в 1 моль смеси x моль H_2 и $(1 - x)$ моль H_2S .

$$\text{Тогда } 2x + (1 - x)34 = 26,1.$$

Решая уравнение, находим $x = 0,25$ моль, (1балл)

значит, сероводорода 0,75 моль (соотношение 1:3, такое же молярное соотношение $\text{Mg} : \text{MgS}$). Следовательно, в исходной смеси на 4 моль магния приходилось 3 моль серы, т.е. на 96 г магния — 96 г серы. Итак, $w(\text{Mg}) = 50\%$, $w(\text{S}) = 50\%$. (1балл)

3. При сгорании 3,0 л газовой смеси (0,75 л или 0,033 моль водорода и 2,25 л или 0,1 моль сероводорода) образовалось 0,133 моль H_2O и 0,1 моль SO_2 . (1балл)

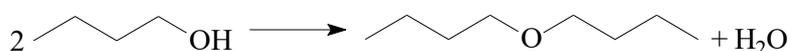
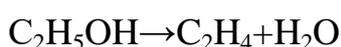
Пероксида водорода в растворе содержится 5 г, или 0,147 моль, т.е. пероксид водорода в избытке. Поэтому серной кислоты образуется 0,1 моль или 9,8 г. (1балл)

Масса полученного раствора равна $109 \text{ г} = 100 + 0,133 \cdot 18 + 0,1 \cdot 64$. (1балл)

Массовая доля серной кислоты в растворе 0,090, или 9,0% ($9,8/109$). (0,5 балла)

4. Побочные реакции сгорания магния и серы на воздухе, отсутствие испарения серы и т.п. (0,5 балла). Всего 10 баллов.

Задача 10-4. При дегидратации могут образоваться простые эфиры и алкены:

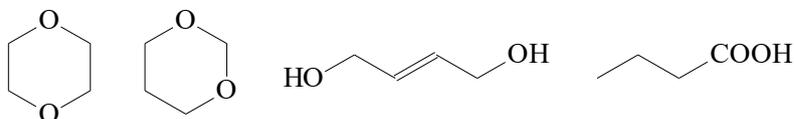


В случае бутанола-1 кроме указанного алкена возможно образование изомерных алкенов вследствие перегруппировок. Кроме этого, могут образоваться простые эфиры бутилового и изобутилового спиртов, изобутилового спирта, небольшие количества эфиров серной кислоты.

2. Молярная масса А равна $3,04 \cdot 29 = 88,16$ (г/моль). Простейшую формулу можно определить из количественного состава: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$. Этой формуле

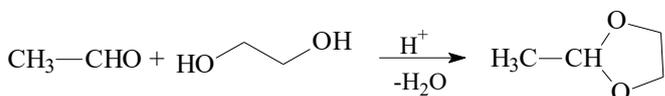
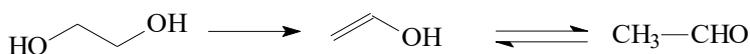
соответствуют формульная масса 44.06. Поскольку молярная масса А равна 88.16, то истинная молекулярная формула А $C_4H_8O_2$. Это 1,4-диоксан.

Возможные структурные изомеры А:



3. При нагревании смеси этанола с концентрированной H_2SO_4 до 110° преимущественно образуется диэтиловый эфир $C_2H_5O C_2H_5$.

4. При нагревании этиленгликоля с серной кислотой могут протекать следующие побочные реакции: дегидратация до уксусного альдегида, образование этиленацетала уксусного альдегида или небольших количеств оксирана. Также могут образовываться олигомеры этиленгликоля (ди-, три-, и т.д. этиленгликоли):



Система оценивания

№ п/п	Элементы решения	Оценки
1	Какие продукты могут образоваться при нагревании первичных спиртов с серной кислотой?	1
2	Приведите соответствующие уравнения для этанола, бутанола-1.	1
3.	Приведите структурную формулу А	1
4	Приведите структурные формулы трех изомеров А.	3
5	Какие еще 3 продукта, кроме А, могут образоваться при нагревании этандиола-1,2 с серной кислотой	2
6	Приведите уравнения соответствующих реакций.	2
	Итого	10

Задача 10-5. Если 1 моль смеси прореагировал с 1 моль HBr , то в молекулах А и В (обозначим Z) имеется либо по одной связи $C=C$, либо по одному малому циклу. Вещество D, очевидно, диол.

Тогда в смеси или 2 алкена, или алкен + циклоалкан.

Запишем исходные данные:

4,2 г 8/25 г

4,2 г 5,5 г

$Z \rightarrow Z \cdot HBr$

$Z \rightarrow Z(OH)_2$

M г ($M + 81$) г

M г ($M + 34$) г

$M = 83$ г/моль

$M = 110$ г/моль

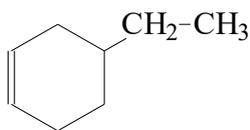
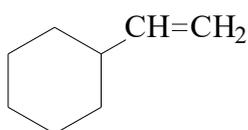
$C_6H_{12} - 0,05$ моль

$C_8H_{14} - 0,04$ моль

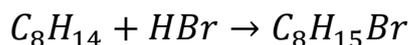
Возникает противоречие: несовпадение формул и количество веществ свидетельствует о том, что оба исходные вещества по-разному реагируют с HBr и $KMnO_4$.

Рассмотрим случай для C_8H_{14} . Если мы имеем дело с двумя алкенами, то углеводороды А и В должны содержать помимо $C=C$ связи еще и один цикл.

Один из примеров:



Однако оба эти изомера по реакции с HBr образуют 7,29 г вещества С:



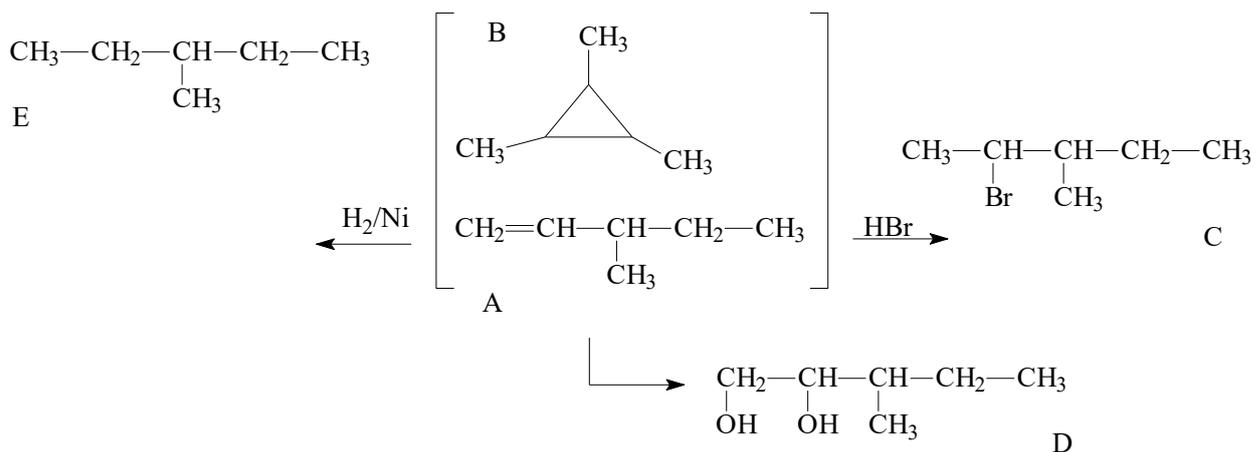
110 г/моль

191 г/моль

4,2 г

x г

Составив пропорцию, получаем: $x=7,29$ г.



Система оценивания

№ п/п	Элементы решения	Оценки
1	Определите вещества A, B, C, D, E, F	6
2	Напишите уравнения соответствующих реакций	2
3	Определите количественный состав исходной смеси.	2
	Итого	10