

Решение задач нового типа ЕГЭ - 2022 по химии

Из опыта работы учителя химии МБОУ
«Гимназия №1 имени Н.М. Пржевальского»
города Смоленска А.М. Федоровой



Изменения в контрольно-измерительных материалах ЕГЭ по химии, представленных в демоверсии ФИПИ в 2022 году

В целом принятые изменения в экзаменационной работе 2022 г. ориентированы на повышение объективности проверки сформированности ряда важных **общеучебных умений, в первую очередь таких:**

- ✓ как анализ текста условия задания, представленного в различной форме (таблица, схема, график),
- ✓ комбинирование аналитической и расчётной деятельности,
- ✓ анализ состава веществ и прогноз возможности протекания реакций между ними,
- ✓ моделирование химических процессов и описание признаков их протекания и другие

Задание №23

Задача относится к заданиям

II (повышенного) уровня сложности

(из спецификации КИМ ЕГЭ-2022):

правильное решение задачи оценивается в 2 балла,

на это отведено 5-7 минут.

Задание ориентировано на проверку умения проводить расчёты на основе данных таблицы, отражающих изменения концентрации веществ (рассчитывать исходные и конечные равновесные концентрации участников реакции)

Способ решения данных заданий состоит

из трех этапов.

Этап 1. Подготовка, которая заключается в следующем:

- а) в установлении исходных концентраций на основании анализа текста (и необходимых расчетов): данное действие осуществляется по мере необходимости;
- б) в нахождении "известного" вещества - по которому будут производиться стехиометрические расчеты.

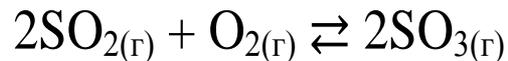
Этап 2. Стехиометрические расчеты по уравнению реакции: на основании изменения концентрации известного вещества определяют изменение концентраций неизвестных веществ.

Этап 3. Нахождение неизвестных концентраций:

ориентиром здесь является то, что у исходных реагентов в ходе реакции происходит уменьшение концентрации, а у продуктов - увеличение.

Задачи ЕГЭ- 2022 № 23. Химическое равновесие

1. В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида серы(IV) и кислорода. В результате протекания обратимой реакции в реакционной системе



установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите равновесную концентрацию оксида серы (IV) (X) и исходную концентрацию кислорода (Y).

Реагент	$\text{SO}_{2(\text{г})}$	$\text{O}_{2(\text{г})}$	$\text{SO}_{3(\text{г})}$
Исходная концентрация, моль/л	0,6		
Равновесная концентрация, моль/л		0,3	0,4

Выберите из списка номера правильных ответов.

- | | |
|---------------|---------------|
| 1) 0,1 моль/л | 4) 0,4 моль/л |
| 2) 0,2 моль/л | 5) 0,5 моль/л |
| 3) 0,3 моль/л | 6) 0,6 моль/л |

Ответ:

X	Y

Решение:

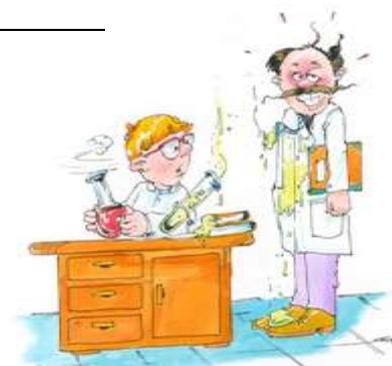
Важно: по условию реактор имеет постоянный объём, тогда изменение количества реагента равно изменению концентрации

Решение очень удобно оформлять в виде таблицы (сначала вносятся известные данные, затем по ходу решения заполняется таблица):

- ✓ **было** – исходные количества или концентрации;
- ✓ **израсходовано** - это сколько прореагировало, т.е. изменение концентрации;
- ✓ **стало** - это равновесные количества веществ или концентрации веществ.

Решение:

Реагент	2SO_2	+ O_2	= 2SO_3
Исходная концентрация	0,6	y	
Изменение концентрации			
Конечная концентрация (равновесная)	x	0,3	0,4



Решение

Реагент	2SO_2	+ O_2	$=2 \text{SO}_3$
Исходная концентрация	0,6	y	0
Изменение концентрации			0,4
Конечная концентрация (равновесная)	x	0,3	0,4

Решение:

Реагент	2SO_2	+ O_2	= 2SO_3
Исходная концентрация	0,6	y	0
Изменение концентрации	0,4	0,2	0,4
Конечная концентрация (равновесная)	x	0,3	0,4

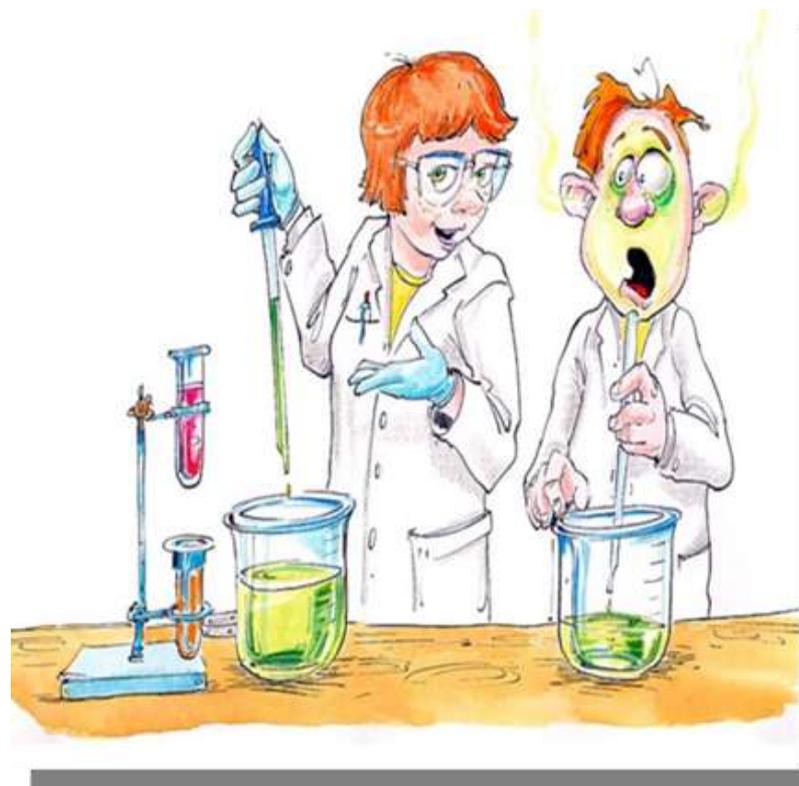


Решение

Реагент	2SO_2	+ O_2	$=2\text{SO}_3$
Исходная концентрация	0,6	$y=0,2+$ $0,3=0,5$	0
Изменение концентрации	0,4	0,2	0,4
Конечная концентрация (равновесная)	$x=0,6-$ $0,4=0,2$	0,3	0,4

Ответ:

x	y
2	5



2. В реактор постоянного объёма поместили пары иода и водорода. В результате протекания обратимой реакции $I_2 (г) + H_2 (г) \leftrightarrow 2HI (г)$

в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите равновесную концентрацию H_2 (X) и исходную концентрацию I_2 (Y)

Реагент	$I_2 (г)$	$H_2 (г)$	$HI (г)$
Исходная концентрация, моль/л		5	
Равновесная концентрация, моль/л	3,5		1

Выберите из списка номера правильных ответов.

- | | |
|---------------|---------------|
| 1) 0,5 моль/л | 4) 3,0 моль/л |
| 2) 1,0 моль/л | 5) 4,0 моль/л |
| 3) 2,5 моль/л | 6) 4,5 моль/л |

Реагент	I_2	+ H_2	= $2HI$
Исходная концентрация	y	5	
Изменение концентрации			
Конечная концентрация (равновесная)	3,5	x	1

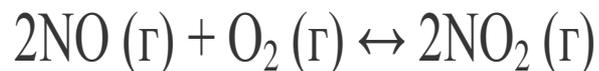
Реагент	I_2	+ H_2	$=2HI$
Исходная концентрация	y	5	0
Изменение концентрации	0,5	0,5	1
Конечная концентрация (равновесная)	3,5	x	1

Реагент	I_2	+ H_2	= $2HI$
Исходная концентрация	$y=3,5+0,5$ =4	5	0
Изменение концентрации	0,5	0,5	1
Конечная концентрация (равновесная)	3,5	$x=5-0,5$ = 4,5	1

Ответ:

x	y
6	5

3. В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида азота (II) и кислорода. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите равновесные концентрации NO (X) и O_2 (Y).

Реагент	$\text{NO}_{(\text{г})}$	$\text{O}_{2(\text{г})}$	$\text{NO}_{2(\text{г})}$
Исходная концентрация, моль/л	0,25	0,4	
Равновесная концентрация, моль/л			0,1

Выберите из списка номера правильных ответов.

- | | |
|----------------|----------------|
| 1) 0,05 моль/л | 4) 0,35 моль/л |
| 2) 0,15 моль/л | 5) 0,5 моль/л |
| 3) 0,3 моль/л | 6) 0,55 моль/л |

Решение

Реагент	2NO	$+ \text{O}_2$	$=2\text{NO}_2$
Исходная концентрация	0,25	0,4	
Изменение концентрации			
Конечная концентрация (равновесная)	x	y	0,1

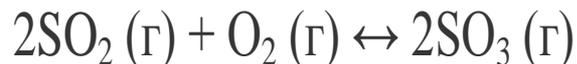
Реагент	2NO	$+ \text{O}_2$	$=2\text{NO}_2$
Исходная концентрация	0,25	0,4	0
Изменение концентрации	0,1	0,05	0,1
Конечная концентрация (равновесная)	$X=$ $0,25-0,1=$ $0,15$	$Y=$ $0,4-0,05=$ $0,35$	0,1

Ответ

x	y
2	4

Примеры заданий 23

4. В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида серы (IV) и кислорода и катализатор. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию SO_2 (X) и равновесную концентрацию O_2 (Y).

Реагент	$\text{SO}_{2(\text{г})}$	$\text{O}_{2(\text{г})}$	$\text{SO}_{3(\text{г})}$
Исходная концентрация, моль/л		1,2	
Равновесная концентрация, моль/л	0,4		0,2

Выберите из списка номера правильных ответов.

- | | |
|---------------|---------------|
| 1) 0,2 моль/л | 4) 0,9 моль/л |
| 2) 0,4 моль/л | 5) 1,0 моль/л |
| 3) 0,6 моль/л | 6) 1,1 моль/л |

Примеры заданий 23

5. В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество аммиака с катализатором и нагрели. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию аммиака (X) и равновесную концентрацию водорода (Y).

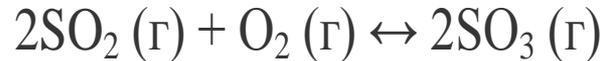
Реагент	$\text{NH}_3 (\text{г})$	$\text{N}_2 (\text{г})$	$\text{H}_2 (\text{г})$
Исходная концентрация, моль/л			
Равновесная концентрация, моль/л	7	1,5	

Выберите из списка номера правильных ответов.

- | | |
|---------------|---------------|
| 1) 1,5 моль/л | 4) 6 моль/л |
| 2) 3 моль/л | 5) 7,5 моль/л |
| 3) 4,5 моль/л | 6) 10 моль/л |

Примеры заданий 23

6. В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида серы (IV) и кислорода. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите равновесную концентрацию SO_2 (X) и исходную концентрацию O_2 (Y).

Реагент	$\text{SO}_{2(\text{г})}$	$\text{O}_{2(\text{г})}$	$\text{SO}_{3(\text{г})}$
Исходная концентрация, моль/л	1,2		
Равновесная концентрация, моль/л		0,6	0,8

Выберите из списка номера правильных ответов.

- | | |
|---------------|---------------|
| 1) 0,2 моль/л | 4) 0,8 моль/л |
| 2) 0,4 моль/л | 5) 1,0 моль/л |
| 3) 0,6 моль/л | 6) 1,2 моль/л |

Задание 26.

Расчёты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе»

Задача относится к заданиям
I (базового) уровня сложности
(из спецификации КИМ ЕГЭ-2022):
правильное решение задачи оценивается
в 1 балл,
на это отведено 3-4 минуты

Базовые знания

Растворимость веществ в воде зависит от температуры.

Растворимость твёрдых веществ в воде увеличивается с повышением температуры, а газов - уменьшается.

Насыщенный раствор - раствор, в котором при данной температуре вещество больше не растворяется



Ненасыщенный раствор- раствор, в котором при данной температуре находится меньше растворенного вещества, чем в его насыщенном растворе.

При охлаждении насыщенного раствора возникает избыток растворённого вещества, оно выпадает в осадок. Если вещество не выпадает в осадок, то образуется перенасыщенный раствор.

Перенасыщенный раствор- в нём при данной температуре находится в растворённом состоянии больше вещества, чем в его насыщенном растворе при тех же условиях

Растворимость, или коэффициент растворимости вещества –

это максимальная масса вещества, которая может раствориться в 100г растворителя.

1. В таблице приведена растворимость бромида калия (в граммах КВг в 100 г воды) при различной температуре

Температура,С	10	20	30	40	60	80	100
Растворимость, г в 100 г воды	60	65	71	76	86	95	103

Определите, сколько граммов бромида калия выпадет в осадок при охлаждении 400 г насыщенного при 80 °С раствора до температуры 10 °С.

Запишите число с точностью до целых _____.

Решение:

1. Вычислим массу вещества KBr , которая содержится в 400 г насыщенного при 80 градусах раствора

В 95+100 г раствора содержится 95 г KBr

В 400 г раствора содержится x г KBr

$$x = 96 * 400 / 195 = 194,87 \text{ г}$$



Решение:

2. Вычислим массу воды, которая содержится в 400г насыщенного при 80 градусах раствора. Понятно, что масса воды при охлаждении не изменится.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 400 - 194,87 = 205,13 \text{ г}$$

3. Вычислить массу KBr , которая содержится в таком количестве воды при 10 градусах C .

При 10 C в 100 г H_2O растворяется 60 г KBr

При 10 C в 205,13 г H_2O растворяется x г KBr

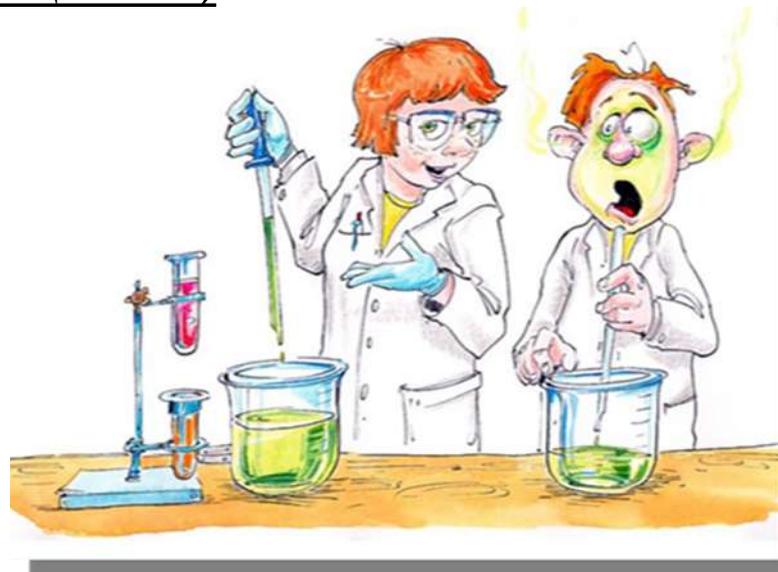
$$X = 60 * 205,13 / 100 = 123,08 \text{ г}$$

Решение:

4. Находим массу выпавшего осадка - это разница между массой вещества в растворе при 80 градусах С и 10 градусах С.

$$m(\text{KBr}) = m(\text{KBr})_{\text{при } 80} - m(\text{KBr})_{\text{при } 10} = 194,87 - 123,08 = 71,79 \text{ г}$$

Ответ: 72 г (с точностью до целых)



Задание 26. Расчёты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе»

2. В таблице приведена растворимость хлорида аммония (в граммах NH_4Cl на 100 г воды) при различной температуре

Температура, С	0	20	30	40	60	80	100
Растворимость, г в 100 г воды	29,4	37,2	41,4	45,8	55,2	65,6	77,3

Определите растворимость хлорида аммония при температуре $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, если при охлаждении 250 г насыщенного при $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ раствора соли выпало 51 г осадка.

Запишите число с точностью до десятых _____.

Решение:

1. Вычисляем массу вещества NH_4Cl , которая содержится в 250 г насыщенного при 80 градусах S раствора

В 65,6+100 г раствора содержится 65,6 г NH_4Cl

В 250 г раствора содержится x г NH_4Cl

$$x = 65,6 * 250 / 165,6 = 99,03 \text{ г}$$

2. Вычисляем массу воды, которая содержится в 250 г насыщенного при 80 градусах раствора, она не изменится и при 10 градусах S

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 250 - 99,03 = 150,97 \text{ г}$$

Решение:

3. Вычисляем массу вещества, которое содержится в таком количестве воды при 10 градусах С

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 99,03 - 51,0 = 48,03 \text{ г}$$

4. Вычисляем растворимость NH_4Cl при 10 градусах С

В 150,97 г H_2O - 48,03 г NH_4Cl

В 100 г H_2O - x г NH_4Cl

$$X = 100 * 48,03 / 150,97 = 31,81 \text{ г}$$

Ответ: 31,8 г с точностью до десятых

Задание 26. Расчёты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе»

3. В таблице приведена растворимость бромида калия (в граммах KBr в 100 г воды) при различной температуре

Температура, С	10	20	30	40	60	80	100
Растворимость, г в 100 г воды	60	65	71	76	86	95	103

В 250 г насыщенного при температуре 100 °С раствора бромида калия добавили 25 мл воды и 10 г соли. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

Запишите число с точностью до целых _____.

Решение:

1. Вычисляем массу KBr , которая содержится в 250 г насыщенного при 100 градусах раствора:

В 103+100 г раствора содержится 103 г KBr

В 250 г раствора содержится x г KBr

$$x = 103 * 250 / 203 = 126,85 \text{ г}$$

2. Вычисляем массу KBr после добавления соли:

$$m(KBr)_2 = 126,85 + 10 = 136,85 \text{ г}$$

Решение:

3. Вычисляем массу раствора после добавления воды и соли:

$$m(\text{KBr})_2 = 250 + 10 + 25 (25\text{мл} * 1\text{г/мл}) = 285\text{г}$$

4. Вычислить массовую долю вещества KBr в образовавшемся растворе:

$$W((\text{KBr})_2) = m(\text{KBr})_2 / m \text{ p-ра} = 136,85 / 285 = \\ = 0,4802 \text{ или } 48\%$$

Ответ: $W((\text{KBr})_2) = \underline{48\%}$ с точностью до целых

Задания пробного ЕГЭ январь 2022

26 В 115 г насыщенного при определённой температуре раствора карбоната калия содержится 62 г соли. Чему равна растворимость карбоната калия при этой температуре (в г соли на 100 г воды)?

(Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: 117 г.

27 Термохимическое уравнение сгорания этана имеет вид:



Сколько литров этана (н. у.) вступило в реакцию, если в результате выделилось 445 кДж теплоты?

(Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: 6,4 л.

28 Из смеси 1 м³ угарного газа и 2 м³ водорода получен 1 кг метанола. Чему равен выход метанола (в %)? Объёмы газов даны при нормальных условиях.

(Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: 70 %.

Задания пробного ЕГЭ январь 2022

33

Навеску сульфида меди(II) массой 14,4 г сожгли в атмосфере кислорода. Твёрдый остаток растворили в строго необходимом количестве 10 %-й серной кислоты, а полученный раствор подвергли электролизу с инертным анодом, в результате чего на аноде выделилось 1,12 л газа (н. у.). Рассчитайте массу полученного после электролиза раствора и массовые доли веществ в нём. Примите $A_r(\text{Cu}) = 64$.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

Решение:

1. Процесс сгорания CuS:



$$n(\text{CuS}) = 14,4 / 96 = 0,15 \text{ моль}, \quad n_1(\text{CuO}) = 0,15 \text{ моль}$$

2. Растворение CuO в H₂SO₄:



$$n_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,15 \text{ моль},$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,15 * 98 / 0,1 = 147 \text{ г}$$

$$m \text{ получ. р-ра} = 0,15 * 80 + 147 = 159 \text{ г},$$

$$n_2(\text{CuSO}_4) = 0,15 \text{ моль},$$

Решение:

3. Процесс электролиза CuSO_4 :



$n_3(\text{O}_2) = 1,12 / 22,4 = 0,05$ моль, соль разложилась не полностью

б) $n_{\text{прореаг}}(\text{CuSO}_4) = 2n_3(\text{O}_2) = 0,1$ моль,

$n_{\text{ост}}(\text{CuSO}_4) = 0,15 - 0,1 = 0,05$ моль,

$n_3(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1$ моль,

$m_{\text{ост. р-ра}} = 159 - 0,1 * 64 - 0,05 * 32 = 151$ г

в) $W_{\text{ост}}(\text{CuSO}_4) = 100 * 0,05 * 160 / 151 = 5,3\%$

$W(\text{H}_2\text{SO}_4) = 100 * 0,1 * 98 / 151 = 6,5\%$

Задания пробного ЕГЭ январь 2022

33

Навеску сульфида железа(II) массой 14,08 г сожгли в атмосфере кислорода. Твёрдый остаток растворили в строго необходимом количестве 10%-й соляной кислоты, а в полученный раствор добавили порошок железа массой 20 г, нерастворившийся порошок отфильтровали. Рассчитайте массу полученного раствора и массовую долю соли в нем.

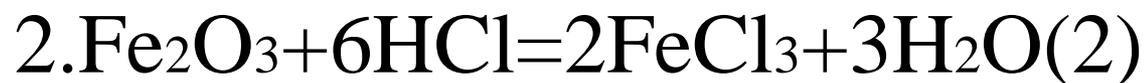
В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

Решение:



$$n_1(\text{FeS}) = 14,08 / 88 = 0,16 \text{ моль,}$$

$$n_1(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,08 \text{ моль}$$



$$n_2(\text{HCl}) = 0,08 * 6 = 0,48 \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-ра HCl}} = 0,48 * 36,5 / 0,1 = 175,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{получ.р-ра}} = 175,2 + 0,08 * 160 = 188 \text{ г}$$

$$n_2(\text{FeCl}_3) = 0,16 \text{ моль}$$

Решение:

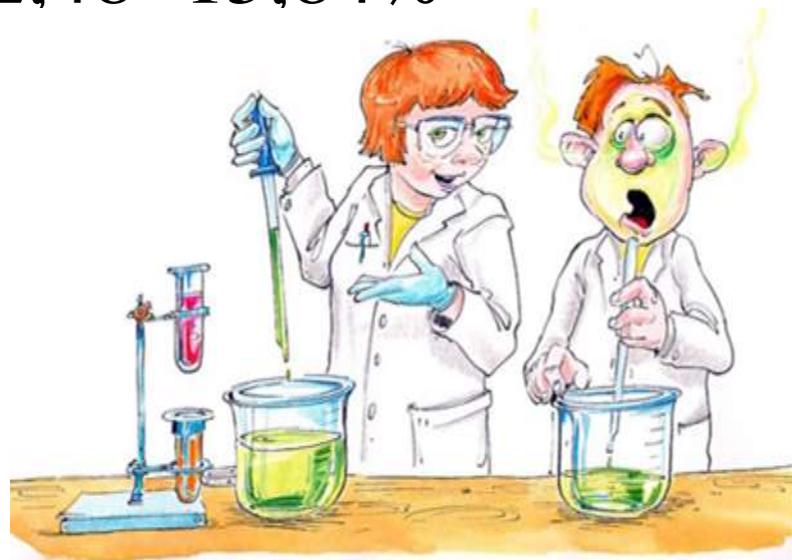


$$n_3(\text{Fe}) = 0,5n_2(\text{FeCl}_3) = 0,08 \text{ моль}$$

$$n_3(\text{FeCl}_2) = 0,24 \text{ моль}$$

$$m \text{ конечн.р-ра} = 188 + 0,08 * 56 = 192,48 \text{ г}$$

$$W(\text{FeCl}_2) = 100 * 0,24 * 127 / 192,48 = 15,84\%$$



Задания пробного ЕГЭ январь 2022

34

Органическое вещество представляет собой нелетучую, высококипящую жидкость со слабым характерным запахом, с водой смешивается в любых соотношениях. Его используют в качестве антифриза при противогололёдной обработке самолётов. При сжигании 11,4 г этого вещества было получено 10,08 л углекислого газа (н. у.) и 10,8 г воды. Установите молекулярную формулу вещества и определите его строение, если известно, что оно реагирует с натрием, а при дегидратации под действием серной кислоты превращается в соединение, содержащее шестичленный цикл. Напишите уравнение дегидратации (в уравнении используйте структурные формулы органических веществ).

Решение:

1. Найдем молекулярную формулу $C_xH_yO_z$

$$n(C) = n(CO_2) = 10,08 / 22,4 = 0,45 \text{ моль}$$

$$n(H) = 2n(H_2O) = 2 * 10,8 / 18 = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(O) = (11,4 - (0,45 * 12 + 1,2 * 1)) / 16 = 0,3 \text{ моль}$$

$$x:y:z = 0,45:1,2:0,3 = 1,5:4:1 = 3:8:2$$

молекулярная формула : $C_3H_8O_2$

Решение:

2. Установим структурную формулу вещества:

- ✓ данной молекулярной формуле могут соответствовать предельные кислородсодержащие соединения :
неполный метиловый эфир этиленгликоля или двухатомные спирты пропиленгликоли;
- ✓ реагировать с натрием могут как неполный эфир, так и **пропиленгликоли;**
- ✓ поскольку вещество является антифризом - скорее всего, это - **пропиленгликоль.**

Решение:

- ✓ при межмолекулярной дегидратации под действием серной кислоты циклизуются в шестичленные циклы диолы -1,2 , следовательно, искомое вещество - **пропандиол- 1, 2**



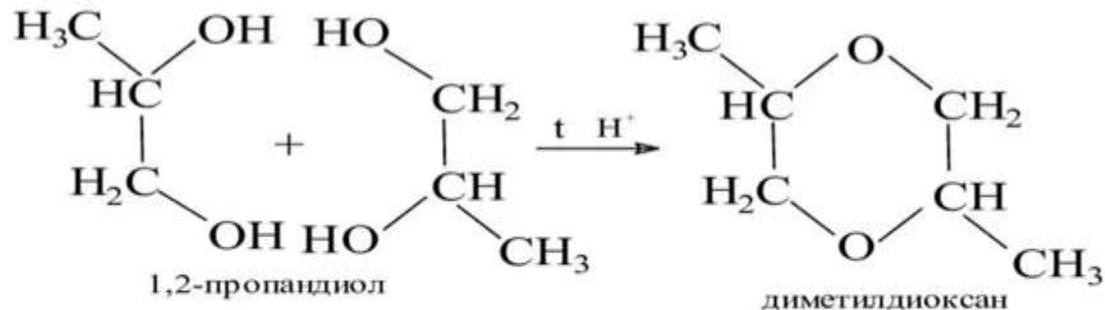
Решение:

3. Уравнение циклизации - образуется смесь диоксанов: 2,6-диметил-1,4-диоксан и 2,5-диметил-1,4-диоксан

Многоатомные спирты

- Дегидратация
- Межмолекулярная

При нагревании с сильными кислотами (серной или ортофосфорной) образуют циклические эфиры



Задания пробного ЕГЭ январь 2022

34

Органическое вещество представляет собой летучую жидкость с характерным приятным запахом. При сжигании 11,1 г этого вещества было получено 10,08 л углекислого газа (н. у.) и 8,1 г воды. Установите молекулярную формулу вещества и определите его строение, если известно, что оно даёт реакцию «серебряного зеркала» и гидролизуется с образованием двух органических соединений. Напишите уравнение реакции вещества с аммиачным раствором оксида серебра (в уравнении используйте структурные формулы органических веществ).

Решение:

1. Найдем молекулярную формулу вещества $C_xH_yO_z$:

$$\text{а) } n(C) = n(CO_2) = 10,08 / 22,4 = 0,45 \text{ моль}$$

$$n(H) = 2n(H_2O) = 2 * 8,1 / 18 = 0,9 \text{ моль}$$

$$n(O) = (11,1 - (0,45 * 12 + 0,9 * 1)) / 16 = 0,3 \text{ моль}$$

$$\text{б) } x:y:z = 0,45:0,9:0,3 = 3:6:2,$$

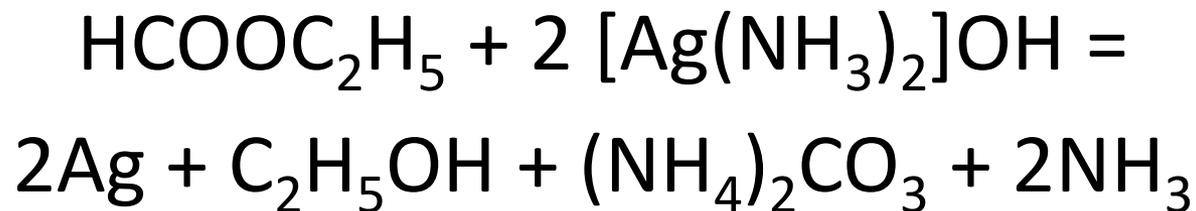
молекулярная формула : $C_3H_6O_2$

Решение:

Согласно условию задачи это –

сложный эфир (поскольку гидролизуетя с образованием двух веществ) **муравьиной кислоты** (так как дает реакцию "серебряного зеркала"), **этилформиат**.

3. Уравнение реакции:



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

