

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ОЛИМПИАДА
РОСТГМУ

Шифр

B 25

ЮЖНО-РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
«БУДУЩИЙ ВРАЧ» (ХИМИЯ)
ВТОРОЙ ТУР

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Верева Мария Александровна
(фамилия, имя, отчество)

Номер варианта 3

Время начала: 10:00

Время окончания: 11:43

Подпись участника



Ростов-на-Дону,
24 марта 2019 года

Хлорид аммония массой 16 г растворили в 100 мл 7,4% раствора гидроксида натрия (плотность 1,081 г/мл). Выделившийся при нагревании газ полностью поглотили 300 мл 4,78% раствора фосфорной кислоты (плотность 1,025 г/мл). Определите состав полученного раствора в массовых долях с точностью до десятых.

РЕШЕНИЕ:



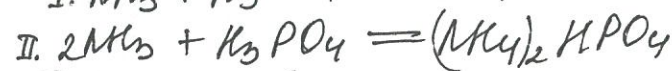
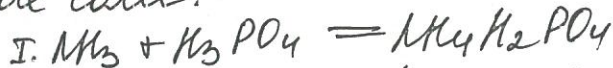
$$1) n(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m}{M} = \frac{16}{53,5} = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{р-ра}} \cdot \omega}{M} = \frac{V \cdot \rho \cdot \omega}{M} = \frac{100 \cdot 1,081 \cdot 0,074}{40} = 0,2 \text{ моль}$$

$n(\text{NH}_4\text{Cl})$ в избытке, поэтому $n(\text{NH}_3) = n(\text{NaOH}) = 0,2 \text{ моль}$

$$2) n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{V \cdot \rho \cdot \omega}{M} = \frac{300 \cdot 1,025 \cdot 0,0478}{98} = 0,15 \text{ моль}$$

$n(\text{NH}_3) : n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2 : 0,15 = 3 : 4$, значит образовалось 2 кис-
лые соли:



Пусть $n_{\text{I}}(\text{NH}_3) = x \text{ моль}$, тогда $n(\text{H}_3\text{PO}_4)_{\text{I}} = n(\text{NH}_3)_{\text{I}} = x \text{ моль}$;
 $n_{\text{II}}(\text{NH}_3) = 2y \text{ моль}$; $n(\text{H}_3\text{PO}_4)_{\text{II}} = \frac{1}{2} n(\text{NH}_3)_{\text{II}} = y \text{ моль}$. Составим
и решим уравнения (систему):

$$\begin{cases} x + y = 0,15 - \text{общее } n(\text{H}_3\text{PO}_4) \\ x + 2y = 0,2 - \text{общее } n(\text{NH}_3) \end{cases}$$

$$1) x = 0,15 - y$$

$$1) x = 0,15 - 0,05 = 0,1$$

$$2) 0,15 - y + 2y = 0,2$$

$$y = 0,05$$

$$n_{\text{I}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = x = 0,1 \text{ моль}; n(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = n(\text{H}_3\text{PO}_4)_{\text{I}} = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = n \cdot M = 0,1 \cdot 115 = 11,5 \text{ г}$$

$$n_{\text{II}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = y = 0,05 \text{ моль}; n((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = n_{\text{II}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,05 \text{ моль}$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = n \cdot M = 0,05 \cdot 132 = 6,6 \text{ г}$$

$$3) m(\text{NH}_3) = n \cdot M = 0,2 \cdot 17 = 3,4 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра } \text{H}_3\text{PO}_4) = V \cdot \rho = 300 \cdot 1,025 = 307,5 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра})_{\text{общ}} = m(\text{NH}_3) + m(\text{р-ра } \text{H}_3\text{PO}_4) = 3,4 + 307,5 = 310,9 \text{ г}$$

$$4) \omega(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = \frac{m}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{11,5}{310,9} \cdot 100\% = 3,7\% = 0,037$$

$$\omega((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = \frac{6,6}{310,9} \cdot 100\% = 2,1\% = 0,021$$

Ответ: $\omega(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 0,037 = 3,7\%$; $\omega((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 0,021 = 2,1\%$

БАЛЛЫ

1

3

1

5

5

2

1

2

[Large handwritten signature in red ink]

Сумма баллов 20 (прописью двадцать)

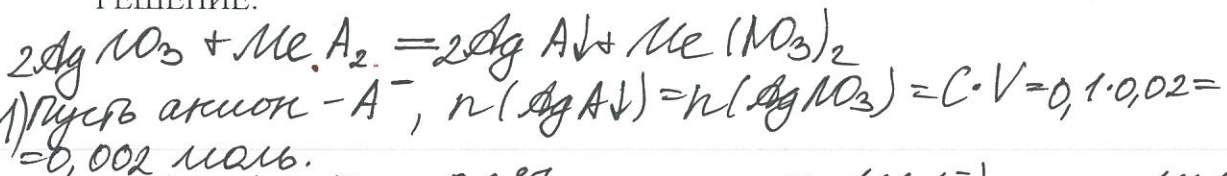
Члены жюри: И.Ф.Р. ()

()

Навеску соли двухвалентного металла растворили в воде, полученный раствор разделили на две равные части. Первую часть раствора подвергли электролизу с инертными электродами в течение некоторого времени, при этом, масса одного из электродов увеличилась на 0,048 г, а для полного осаждения катионов металла, оставшихся в растворе, потребовалось 2 г 1%-ного раствора гидроксида натрия. Для осаждения анионов из второй части раствора понадобилось 20 мл 0,1 М раствора нитрата серебра, масса получившегося осадка оказалась равной 0,287 г. Определите состав исходной соли.

РЕШЕНИЕ:

БАЛЛЫ

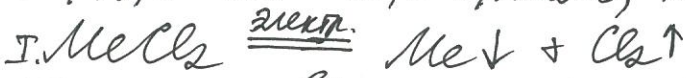


1
2

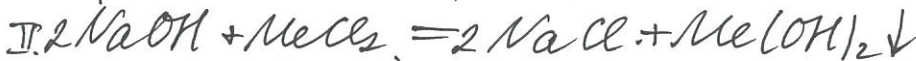
$$M(Ag^+ A^- \downarrow) = \frac{m}{n} = \frac{0,287}{0,002} = 143,5 \text{ г/моль}$$

$$M(A^-) = 143,5 - M(Ag^+) = 143,5 - 108 = 35,5 \text{ г/моль, тогда } A^- = Cl^-$$

4
1



2) Т.к. р-р разделили на 2 части, то $n(MeCl_2) = \frac{1}{2} n(AgNO_3) = 0,001$ моль - и в 1, и во 2 частях р-ра.



$$n(NaOH) = \frac{m \cdot n}{M} = \frac{2 \cdot 0,01}{40} = 0,0005 \text{ моль}$$

$$n(MeCl_2)_{II} = \frac{1}{2} n(NaOH) = \frac{0,0005}{2} = 0,00025 \text{ моль, тогда}$$

$$n_I(MeCl_2) = 0,001 - 0,00025 = 0,00075 \text{ моль}$$

$$n(Me \downarrow) = n_I(MeCl_2) = 0,00075 \text{ моль}$$

$$M(Me) = \frac{m}{n_I} = \frac{0,048}{0,00075} = 64 \text{ г/моль, тогда } Me = Cu$$

$CuCl_2$ - исходная соль

Ответ: $CuCl_2$

1
1
2
2
2
1

Сумма баллов 17 (прописью семнадцать)
Члены жюри: [подпись] (Рамонова)
[подпись] (Токина)

Сухие зерна кукурузы содержат 72 % крахмала. Какую массу медицинского спирта можно получить из 450 кг зерен при условии, что гидролиз протекает с выходом 95%, брожение – с количественным выходом, и спирт образуется в виде раствора с массовой долей воды 8 %?

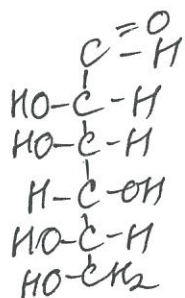
РЕШЕНИЕ:

БАЛЛЫ

$$1) m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5)_{\text{крахм}} = m(\text{зерен}) \cdot \omega = 450 \cdot 0,72 = 324 \text{ кг}$$

$$m_{\text{теор}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5)_{\text{крах}} = 324 \text{ кг},$$

$$m_{\text{пр}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \omega(\text{вых}) \cdot m(\text{теор}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5)_{\text{н}}) = 324 \cdot 0,95 = 307,8 \text{ кг}$$



$$2) n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{m}{M} = \frac{307800}{180} = 1710 \text{ моль}$$

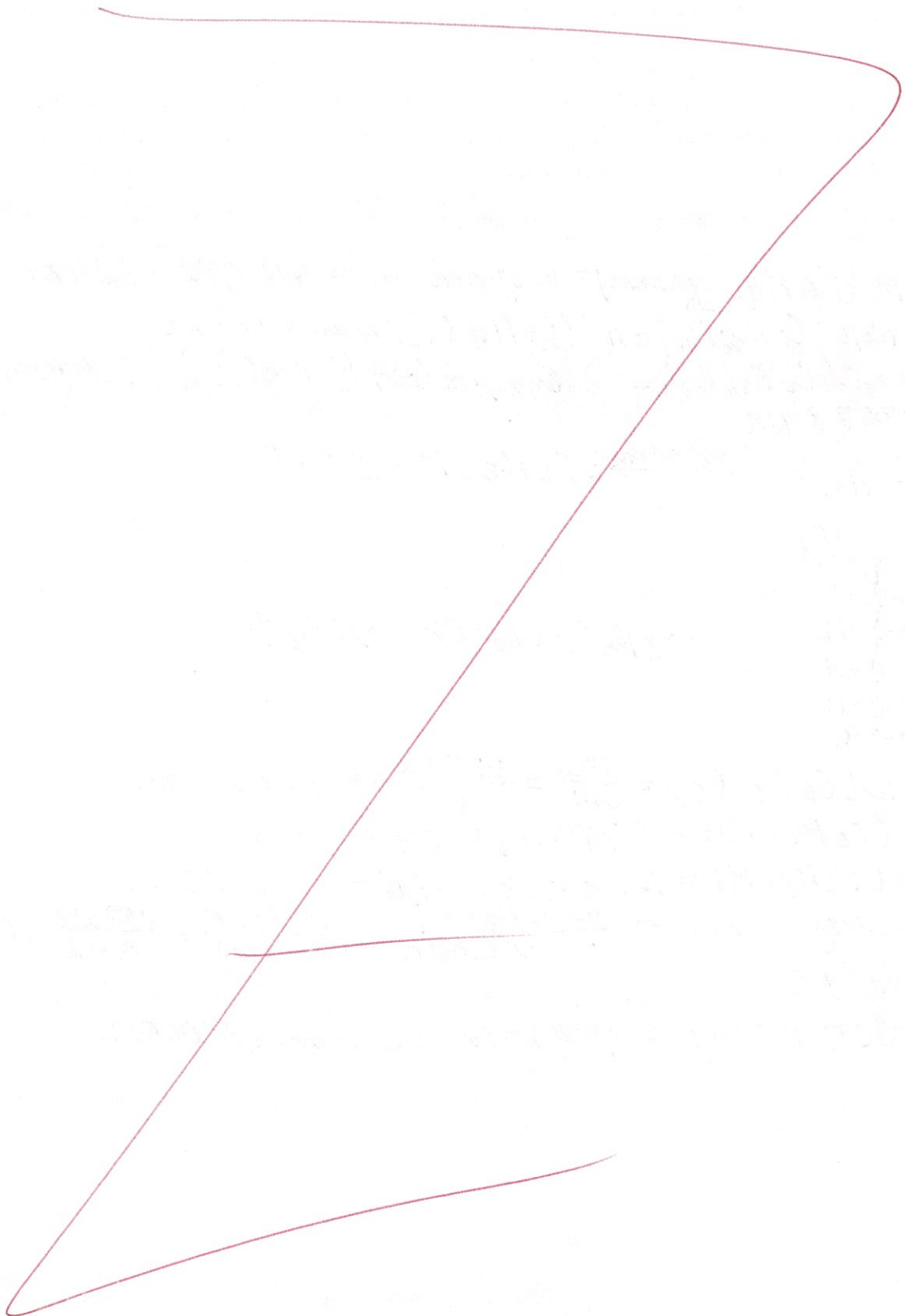
$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 2n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 3420 \text{ моль}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = n \cdot M = 3420 \cdot 46 = 157320 \text{ г}$$

$$m(\text{мед спирта}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{157320}{(1-0,08)} = \frac{157320}{0,92} = 171000 \text{ г}$$

$$= 171 \text{ кг}$$

Ответ: $m(\text{мед спирта}) = 171 \text{ кг}$ или 171000 г

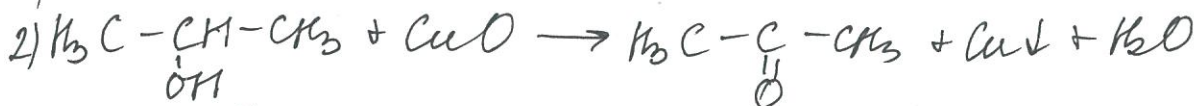


Сумма баллов 7 (прописью семь)

Члены жюри: [Signature] (Дебелов В.В.)
[Signature] (Филиппов С.Е.)

Смесь спиртов, состоящую из пропанола-1, пропанола-2 и 2-метилпропанола-2 обработали при нагревании оксидом меди (II) при этом выделился осадок массой 20,48 г. На полное сгорание исходной смеси спиртов потребовалось 217,6 л воздуха. Вычислите массовую долю 2-метилпропанола-2 в исходной смеси спиртов.

РЕШЕНИЕ:



$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ — третичный спирт, не подвержен окислению в присутствии CuO.

1) Пусть $n_1(\text{Cu}) = x$ моль, $n(\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}) = x$ моль
 $n_2(\text{Cu}) = y$ моль, $n(\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{C}}-\text{CH}_3) = y$ моль; $m(\text{Cu} \downarrow) = (x+y) \cdot 64 = 20,48$



2) $m(\text{воздуха}) = n \cdot M = \frac{V}{V_m} \cdot M = \frac{217,6}{22,4} \cdot 29 = 281,7142$

$m(\text{O}_2) = m(\text{возд.}) \cdot \omega(\text{O}_2) = 281,714 \cdot 0,21 = 59,162$

$n(\text{O}_2) = \frac{m}{M} = \frac{59,16}{32} = 1,849$ моль *объемное!*

$n(\text{Cu}) = \frac{m}{M} = \frac{20,48}{64} = 0,32$ моль, тогда $n(\text{пропанола-1}) + n(\text{пропанола-2}) = 0,32$ моль

$n(\text{O}_2)$ на пропанола-1 и -2 = $\frac{9}{2} n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = \frac{9 \cdot 0,32}{2} = 1,44$ моль

$n(\text{O}_2)$ на $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} = n(\text{O}_2)_{\text{об}} - n(\text{O}_2)_{\text{на C}_3\text{H}_8\text{O}} = 1,849 - 1,44 = 0,409$ моль

$n(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}) = \frac{1}{6} n(\text{O}_2) = \frac{0,409}{6} = 0,0682$ моль

3) $m(\text{C}_3\text{H}_8\text{O} - \text{спирта уцелевшего}) = n \cdot M = 0,32 \cdot 60 = 19,22$

$m(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}) = n \cdot M = 0,0682 \cdot 74 = 5,052$

$m(\text{см}) = 19,2 + 5,05 = 24,252$

$\omega(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}) = \frac{m(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O})}{m(\text{см})} \cdot 100\% = \frac{5,05}{24,25} \cdot 100\% = 20,825\%$

Ответ: $\omega(\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3) = 20,825\%$

БАЛЛЫ

1

1

1

3

3



2

Сумма баллов 26 (прописью двадцать шесть)
Члены жюри: А (Александрова В.И.)
Мед (Годякова И.А.)