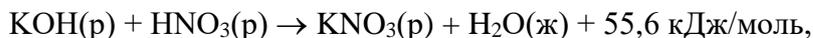


# Тула – 2023

## 11 КЛАСС

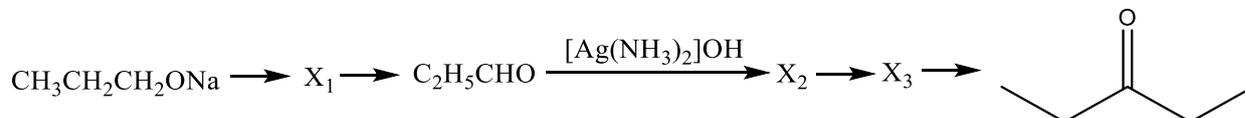
**Задача 11.1 (10 баллов).** Пользуясь термохимическим уравнением



рассчитайте количество теплоты, которое выделится при сливании 22,7 мл 6,20% раствора гидроксида калия плотностью 1,055 г/мл и 46,3 мл 2,00 М раствора азотной кислоты плотностью 1,065 г/мл.

Элементы ответа	Баллы
Количество вещества гидроксида калия и азотной кислоты в растворах: $n(\text{KOH}) = 22,7 \cdot 1,055 \cdot 0,062 / 56 = 0,0265$ (моль). $n(\text{HNO}_3) = 0,0463 \cdot 2,00 = 0,0926$ (моль).	6
Поскольку $n(\text{KOH}) < n(\text{HNO}_3)$ , то азотная кислота находится в избытке, следовательно, количество вещества едкого калия определяет тепловой эффект реакции, который составит:  $Q = 55,6 \text{ кДж/моль} \cdot 0,0265 \text{ моль} = 1,47 \text{ кДж}$ .	4
<b>Итого:</b>	<b>10</b>

**Задача 11.2 (10 баллов).** Используя структурные формулы органических веществ, напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Элементы ответа	Баллы
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaOH}$	2
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	2
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{ONH}_4 \end{array} + 2\text{Ag} + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	2
$2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{ONH}_4 \end{array} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Ca} + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Ca} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3 + \text{CaCO}_3$	2
<b>Итого:</b>	<b>10</b>

**Задача 11.3 (10 баллов).** Азотсодержащее вещество А, являющееся производным вещества природного происхождения, содержит 50,60% углерода, 7,23% водорода и 33,73% кислорода. При кислотном гидролизе вещества А образовалось два вещества в мольном соотношении 2:3. Вещество, полученное в большем количестве - этанол. Идентифицируйте вещество А, напишите уравнение кислотного гидролиза.

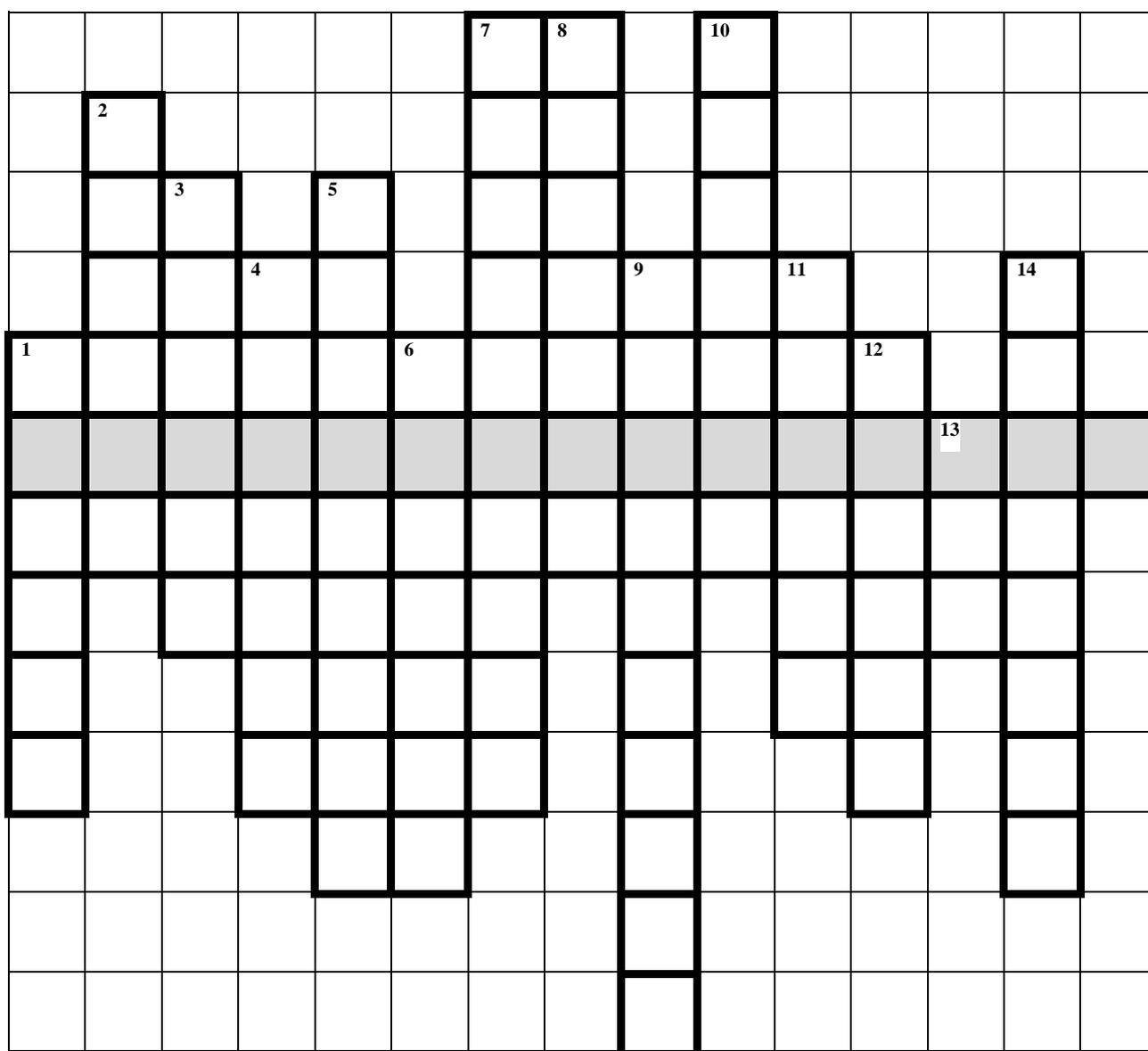
Элементы ответа	Баллы
<p>1. Молекулярная формула вещества А: <math>C_xH_yN_zO_k</math>  <math>\omega(N) = 100 - (50,6 + 7,23 + 33,73) = 8,44\%</math>  <math>x:y:z:k = 50,6/12 : 7,23/1 : 8,44/14 : 33,73/16 = 4,22:7,23:0,6:2,11 = 7:12:1:3,5 = 14:24:2:7</math>. <math>C_{14}H_{24}N_2O_7</math></p>	2
<p>2. Анализ текста задачи позволяет сделать выводы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «вещество природного происхождения»: в азотсодержащее вещество может быть аминокислотой;</li> <li>• «кислотный гидролиз» с образованием продуктов в мольном соотношении 2:3 позволяет предположить, что вещество А - сложный эфир дипептида, образованного одной аминокислотой;</li> <li>• указание в условии на 3 моля спирта свидетельствует о том, что в составе А - 3 сложноэфирных группы;</li> <li>• 2 атома азота в молекулярной формуле позволяют утверждать, что искомое вещество – этиловый эфир дипептида;</li> <li>• аминокислота, входящая в состав дипептида, содержит 4 атома С (из баланса атомов С) составление формулы эфира дипептида позволяет определить, что это - этиловый эфир дипептида аспарагиновой кислоты.</li> </ul> <p>Вещество А- сложный эфир дипептида, образованного одной аминокислотой – аспарагиновой кислотой, и этанола:</p> $  \begin{array}{c}  \text{O} \\  \parallel \\  \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{N}-\text{C}-\text{COOC}_2\text{H}_5 \\    \qquad \qquad   \\  \text{CH}_2 \qquad \qquad \text{CH}_2 \\    \qquad \qquad \qquad   \\  \text{COOC}_2\text{H}_5 \qquad \text{COOC}_2\text{H}_5  \end{array}  $	4
<p>3. Уравнение кислотного гидролиза А:</p> $  \begin{array}{c}  \text{O} \\  \parallel \\  \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{N}-\text{C}-\text{COOC}_2\text{H}_5 \\    \qquad \qquad   \\  \text{CH}_2 \qquad \qquad \text{CH}_2 \\    \qquad \qquad \qquad   \\  \text{COOC}_2\text{H}_5 \qquad \text{COOC}_2\text{H}_5  \end{array}  + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{HCl} \longrightarrow 2 \begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^{\oplus} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COOH} \end{array} + 3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}  $	4
<b>Итого:</b>	<b>10</b>

**Задача 11.4 (35 баллов).** Внесите ответы в вертикальные столбцы кроссворда «Полимеры»:

1. Волокнистый минерал из класса силикатов.
2. Полиамидное волокно.
3. Растение – промышленное сырьё для получения целлюлозы.
4. Биополимер, структурные звенья которого соединены амидной связью.

5. Мономер, образующий нуклеиновые кислоты.
6. Искусственное волокно.
7. Материал, получаемый на основе полимера.
8. Мономер, образующий натуральный каучук.
9. Полимерные материалы, способные размягчаться при нагревании, приобретать заданную форму и сохранять её при охлаждении.
10. Полисахарид, препятствующий свёртыванию крови.
11. Продукт вулканизации каучука.
12. Полиэфирное волокно.
13. Форма, в которой находятся структурные звенья в молекуле натурального каучука.
14. Резервный полисахарид животных организмов.

Правильно указав ответы, вы получите в выделенной строке ключевое слово, обозначающее реакцию синтеза полимера из двух или более мономеров.



Одним из широко распространённых органических полимеров является органическое стекло. Приведите формулу органического стекла и название по систематической номенклатуре,

учитывая, что его мономером является метилметакрилат. Какие преимущества имеет органическое стекло по сравнению с силикатным?

<i>Элементы ответа</i>	<i>Баллы</i>
<p>Указаны ответы на вопросы кроссворда и определено ключевое слово: по 2 баллу за каждый термин.</p> <p>1. асбест; 2. капрон; 3. хлопок; 4. протеин; 5. нуклеотид; 6. вискоза; 7. пластмасса; 8. изопрен; 9. термопласт; 10. гепарин; 11. резина; 12. лавсан; 13. цис; 14. гликоген;</p> <p>ключевое слово – <b>сополимеризация</b>.</p>	30
<p>Приведена формула органического стекла:</p> $\left[ \begin{array}{c} \text{COOCH}_3 \\   \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	2
<p>Составлено название по систематической номенклатуре: поли(метил-2-метилпропеноат).</p>	1
<p>Указаны основные преимущества оргстекла: обладает меньшей плотностью, меньшей теплопроводностью, более высокой ударопрочностью, легче обрабатывается.</p>	2
<b>Итого:</b>	<b>35</b>

**Задача 11.5 (20 баллов).** Безводные соли А, В, С представляют собой сульфаты различных металлов. Их окраска зачастую отличается от окраски образуемых кристаллогидратов и водных растворов. Каковы возможные причины этих изменений окраски? Что означают термины «купорос» и «купоросное масло»?

На основании данных, приведённых в таблице, определите формулы веществ А, В, С и внесите недостающие сведения, характеризующие состав этих солей и продуктов их превращений. Составьте уравнения упоминаемых в таблице химических реакций.

	<i>Безводная соль</i>	<i>Кристаллогидрат</i>	<i>Продукт взаимодействия раствора соли с избытком раствора щёлочи</i>	<i>Продукт взаимодействия раствора соли с избытком раствора аммиака</i>
1. Формула в-ва и окраска	А - ? белая	А·5H <sub>2</sub> O - ? голубая	? голубая	? Синяя
2. Формула в-ва и окраска	В - ? красновато-фиолетовая	В·18H <sub>2</sub> O - ? сине-фиолетовая	? серо-зелёная	? Фиолетовая
3. Формула в-ва и окраска	С - ? светло-жёлтая	С·7H <sub>2</sub> O - ? зелёная	? зелёная	? Фиолетовая

<i>Элементы ответа</i>	<i>Баллы</i>
Указаны формулы 12 веществ, по 1 баллу за каждое вещество: 1. $\text{CuSO}_4$ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ 2. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cr}(\text{OH})_3$ $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_3$ 3. $\text{NiSO}_4$ $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{Ni}(\text{OH})_2$ $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$	12
Составлены уравнения шести химических реакций, по 1 баллу за каждое уравнение: $\text{CuSO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$ $\text{CuSO}_4 + 6\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KOH} \rightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$ $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 18\text{NH}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $\text{NiSO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$ $\text{NiSO}_4 + 6\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Ni}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	6
Названа причина изменения окраски безводных солей при их растворении: гидратация ионов и образование аквакомплексов.	1
Дано разъяснение терминов: купоросы – кристаллогидраты сульфатов некоторых двухвалентных металлов, купоросное масло – концентрированная серная кислота.	1
<b>Итого:</b>	<b>20</b>

**Задача 11.6 (15 баллов).** В лаборатории провели электролиз 218.5 мл 10% раствора поваренной соли (плотностью 1.071 г/мл), использовав два латунных (38% Zn и 62% Cu по массе) электрода массой 72 г. По окончании электролиза масса электролизера уменьшилась на 200 мг. Рассчитайте массовые доли веществ в растворе и в аноде по окончании процесса.

<i>Элементы ответа</i>	<i>Баллы</i>
Уравнения реакции электролиза: Катод: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ Анод: $\text{Zn} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}^{2+}$ <hr/> $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\uparrow + \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow$	4
$n(\text{H}_2) = 0,2 \text{ г} : 2 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль},$ $n(\text{Zn}) = 0,1 \text{ моль}, m(\text{Zn}) = 6,5 \text{ г},$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 0,2 \text{ моль}, m(\text{H}_2\text{O}) = 3,6 \text{ г}.$	2
Масса раствора уменьшается на массу разложившейся воды: $m(\text{исх. раствора}) = 218,5 \text{ мл} \cdot 1,071 \text{ г/мл} = 234,0 \text{ г},$ $m(\text{конеч. раствора}) = 234,0 - 3,6 = 230,4 \text{ (г)}$	2
$\omega(\text{NaCl}) = 234,0 \cdot 0,1 / 230,4 = 0,1016 = 10,16\%.$	2
Масса цинка, меди и их содержание в аноде: $m(\text{Zn}) = 72 \cdot 0,38 - 6,5 = 20,86 \text{ г},$ $m(\text{Cu}) = 72 \cdot 0,62 = 44,64 \text{ г},$ $m(\text{анода}) = 65,50 \text{ г},$ $\omega(\text{Zn}) = 20,86 \text{ г} / 65,50 \text{ г} = 0,3185 = 31,85\%.$ $\omega(\text{Cu}) = 44,64 \text{ г} / 65,50 \text{ г} = 0,6815 = 68,15\%.$	5
<b>Итого:</b>	<b>15</b>