

Поволжская открытая олимпиада школьников

«Будущее медицины» 2017 год

Эталоны ответов 2 этапа

9 класс

**1X.** В некоторых областях мира встречается минерал чермигит. Кристаллизуется из термальных источников в районах вулканической деятельности в виде кубических, октаэдрических или кубооктаэдрических кристаллов малинового цвета в свете ламп накаливания, синего в свете ламп «дневного освещения».

Навеску 10 г минерала растворили в воде. Объем раствора довели до 100 мл. Аликвота 10 мл этого раствора при добавлении избытка раствора хлорида бария дает 0,935 г белого осадка (I), нерастворимого в соляной кислоте. Аналогичная аликуота исходного раствора была обработана избытком раствора аммиака. Образовавшийся серо-зеленый осадок был отфильтрован, высушен и прокален. После прокаливания было получено 0,152 г зеленого порошка (II). Фильтрат был выпарен досуха и прокален при 700°C. Был получен белый остаток массой 0,174 г (III).

Вопросы:

1. Определите состав веществ I – III;
2. Определите состав чермигита;
3. Напишите уравнения реакций, проведенных при анализе минерала.

**(15 баллов)**

Решение:	Баллы
Белый осадок (I), который образуется при добавлении избытка раствора хлорида бария и не растворяется в соляной кислоте, может быть сульфатом бария ( $\text{BaSO}_4$ ).	1
$n(\text{BaSO}_4) = m(\text{BaSO}_4) : M(\text{BaSO}_4) = 0,935\text{г} : 233 \text{ г/моль} = 0,004 \text{ моль}$ $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0,004 \text{ моль.}$	1
Серо-зеленый осадок, образованный при действии избытка раствора аммиака на раствор минерала, может соответствовать гидроксиду хрома (III), что согласуется с окраской минерала. Следовательно, зеленый порошок (II) - остаток после прокаливания будет соответствовать оксиду хрома (III) – $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .	1 1
Если предположить, что в растворе минерала присутствуют только ионы $\text{Cr}^{3+}$ и $\text{SO}_4^{2-}$ , то после осаждения гидроксида хрома в фильтрате должен остаться сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , который при 700 °С разлагается без остатка:	

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NH}_3\uparrow + \text{SO}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O} \text{ или}$ $3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow 4\text{NH}_3\uparrow + \text{N}_2\uparrow + 3\text{SO}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}\uparrow$	1
<p>Установим соотношение ионов хрома и сульфат-ионов.</p> $n(\text{Cr}_2\text{O}_3) = m(\text{Cr}_2\text{O}_3) : M(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 0,152\text{г} : 152 \text{ г/моль} = 0,001 \text{ моль}$ $n(\text{Cr}^{3+}) : n(\text{SO}_4^{2-}) = 0,002 : 0,004 = 1:2$ <p>т.е. <math>\text{Cr}^{3+}(\text{SO}_4)_2^{2-}</math> чего не может быть.</p>	1
<p>Т.к. после выпаривания и прокаливания сухого остатка фильтрата был получен белый остаток, то, вероятно, в фильтрате присутствовал сульфат, содержащий катион другого вида. Для электронейтральности в составе минерала может быть однозарядный катион.</p> $\text{Э}^+\text{Cr}^{3+}(\text{SO}_4)_2^{2-}. n(\text{Э}^+) = n(\text{Cr}^{3+}) = 0,002 \text{ моль}.$	1
<p>Формула сульфата однозарядного катиона <math>\text{Э}_2\text{SO}_4</math>. Определим <math>M(\text{Э})</math>.</p> $n(\text{Э}_2\text{SO}_4) = 0,001 \text{ моль}. M(\text{Э}_2\text{SO}_4) = 0,174 \text{ г} : 0,001 \text{ моль} = 174\text{г/моль}$ $M(\text{Э}) = (174 - 96) : 2 = 39 \text{ (г/моль)}, \text{ что соответствует элементу К.}$ <p>Вещество (III) – <math>\text{K}_2\text{SO}_4</math>.</p>	1
<p>В растворе объемом 10 мл содержится 1 г минерала.</p> $M(\text{KCr}(\text{SO}_4)_2) = 283\text{г/моль}.$ $m(\text{KCr}(\text{SO}_4)_2) = 0,002\text{моль} \cdot 283\text{г/моль} = 0,566 \text{ г}.$ <p>Разница в массах <math>(1 - 0,566) = 0,434</math>, может приходиться на кристаллизационную воду.</p> <p>Формула кристаллогидрата - <math>\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot n(\text{H}_2\text{O})</math>.</p>	1
<p>Рассчитаем количество кристаллизационной воды в образце минерала.</p> $n(\text{KCr}(\text{SO}_4)_2) = 0,002\text{моль}; n(\text{H}_2\text{O}) = 0,002n.$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 0,434\text{г} : 18\text{г/моль} = 0,024 \text{ моль}.$ $0,024 = 0,002 n; n = 12.$ <p>Состав минерала <math>\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}</math> что соответствует хромокалиевым квасцам.</p>	1
$\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 + 2 \text{BaCl}_2 = 2 \text{BaSO}_4\downarrow + \text{KCl} + \text{CrCl}_3$	1
$2 \text{KCr}(\text{SO}_4)_2 + 6 \text{NH}_3 + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2

2X. Известно, что вещество X – один из немногих несолеобразующих оксидов, плотность которого близка к плотности воздуха.

Также известно, что вещество X

а) взаимодействует с гидроксидом натрия при 5 атм и температуре  $120^\circ\text{C}$ ;

б) чрезвычайно опасно для организма человека;

в) вступает в реакции соединения с некоторыми металлами (железом, никелем, кобальтом);

г) способно восстанавливать металлы из их оксидов.

Вопросы:

1. Установите вещество X. Приведите примеры других несолеобразующих оксидов;
2. Напишите уравнение реакции вещества X с гидроксидом натрия;
3. Напишите уравнения реакций вещества X с железом, никелем, кобальтом, если массовые доли металлов в образующихся соединениях составляют  $\omega(\text{Fe}) = 28,57\%$ ,  $\omega(\text{Ni}) = 34,50\%$ ,  $\omega(\text{CO}) = 34,20\%$ ;
4. Почему вещество X опасно для организма человека?
5. Напишите уравнения реакций восстановления двух металлов из оксидов веществом X;
6. Вещество Y имеет тот же качественный состав, что и вещество X, и содержит 72,7% кислорода. Учитывая, что энтальпия образования вещества Y  $[\Delta H^0_{\text{обр}}(\text{Y})] = -393,5$  кДж/моль, а для реакции  $\text{X} + n\text{O}_2 \rightarrow \text{Y}$  энтальпия  $\Delta H^0_{\text{реакции}} = -283$  кДж/(моль X), определите энтальпию образования вещества X  $[\Delta H^0_{\text{обр}}(\text{X})]$ .

**(10 баллов)**

Решение:	Баллы
К несолеобразующим оксидам относят $\text{N}_2\text{O}$ , $\text{NO}$ , $\text{CO}$ . Плотность, близкую к плотности воздуха ( $29/22,4 = 1,29$ г/мл) имеют $\text{NO}$ ( $30/22,4 = 1,34$ г/мл) и $\text{CO}$ ( $28/22,4 = 1,25$ г/мл). Оба газа могут реагировать с металлами, оба пагубно влияют на организм. $\text{NO}$ проявляет окислительные свойства, а $\text{CO}$ – восстановительные. $\text{CO}$ может восстанавливать металлы из их оксидов.	1
Определим вещества X и Y. Обозначим формулу оксида Y как $\text{Э}_2\text{O}_n$ . Рассчитаем $A_r(\text{Э})$ . $\omega(\text{O}) = 16n : (2A_r(\text{Э}) + 16n) = 0,727$ . Решая получаем $A_r(\text{Э}) = 3n$ . При $n = 1$ $A_r(\text{Э}) = 3$ (нет вариантов) $n = 2$ $A_r(\text{Э}) = 6$ (нет вариантов) $n = 3$ $A_r(\text{Э}) = 9$ (нет вариантов) $n = 4$ $A_r(\text{Э}) = 12$ (углерод). Если Y – $\text{CO}_2$ , то X – $\text{CO}$ .	2
<b><math>\text{COH} + \text{CO} \rightarrow \text{HCOOK}</math></b>	1
$\text{CO}$ с металлами дает карбонильные соединения общей формулой $\text{M}(\text{CO})_x$ . По данным массовых долей металлов определим формулы продуктов соединения металлов с оксидом углерода (II). Так для $\text{Fe}(\text{CO})_x$	

$\omega(\text{Fe}) = 56 : (56 + 16x) = 0,2857$ . Решая получаем $x = 5$ . $\text{Fe}(\text{CO})_5$ Аналогично устанавливаем формулы $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ; $\text{Co}(\text{CO})_4$ . Уравнения реакций следующие: $\text{Fe} + 5 \text{CO} = \text{Fe}(\text{CO})_5$ $\text{Ni} + 4 \text{CO} = \text{Ni}(\text{CO})_4$ $\text{Co} + 4 \text{CO} = \text{Co}(\text{CO})_4 \text{ (простейшая формула)}$ $2\text{Co} + 8 \text{CO} = \text{Co}_2(\text{CO})_8 \text{ (истинная формула)}$	         
CO соединяется с гемоглобином и миоглобином, нарушая тканевое дыхание и вызывая кислородное голодание тканей, особенно клеток ЦНС.	1
$\text{CuO} + \text{CO} = \text{Cu} + \text{CO}_2$ $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$	 0,5 0,5
$\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2$ ; $\Delta H_p^0 = -283 \text{ кДж}$ По закону Гесса: $\Delta H_p^0 = \Delta H_{\text{обр}}^0 (\text{CO}_2) - \Delta H_{\text{обр}}^0 (\text{CO}) - \frac{1}{2} \Delta H_{\text{обр}}^0 (\text{O}_2)$ $\Delta H_{\text{обр}}^0 (\text{CO}) = \Delta H_{\text{обр}}^0 (\text{CO}_2) - \Delta H_p^0 = -393,5 + 283 = -110,5 \text{ (кДж/моль)}$	1

**3X.** Твердый образец, содержащий смесь меди и нитрата меди прокалили на воздухе. При этом масса твердого остатка после прокаливания оказалась равной массе исходной смеси. Определите состав (% по массе) исходной смеси.

**(5 баллов)**

Решение:	Баллы
Обозначим $n(\text{Cu}) = x$ моль; $n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = y$ моль. $2 \text{Cu} + \text{O}_2 = 2 \text{CuO}$ $2 \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2 \text{CuO} + 4 \text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$	 1 1
$m(\text{Cu}) = 64x$ ; $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188y$ . Масса исходной смеси равна $(64x + 188y)$ . $m(\text{CuO})_1 = 80x$ моль; $m(\text{CuO})_2 = 80y$ моль. Масса конечной смеси равна $(80x + 80y)$ . По условию массы исходной и конечной смесей равны. Т.е. $64x + 188y = 80x + 80y$	 1     1
Решая уравнение получаем $x = 6,75y$ . $m(\text{Cu}) = 64x = 64 \cdot 6,75y = 432y$ . $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188y$ ; $m(\text{исх. смеси}) = 620y$ . $\omega(\text{Cu}) = 432y/620y = 0,6968 \text{ (69,68\%)}$ $\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188y/620y = 0,3032 \text{ (32,32\%)}$	1

**4X.** Определите массу пирита, необходимого для получения такого количества серного ангидрида, при растворении которого в растворе серной кислоты объемом 54,95 мл с массовой долей кислоты 91% и плотностью 1,82 г/мл, получается олеум с массовой долей серного ангидрида 12,5%.

Считать, что массовая доля выхода на стадии окисления оксида серы (IV) в оксид серы (VI) составляет 75%.

Уравнять реакцию обжига пирита методом электронного баланса.

**(10 баллов)**

Решение:	Баллы
Олеум – это раствор серного ангидрида (SO <sub>3</sub> ) в безводной серной кислоте	1
$4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ $\begin{array}{l} \text{Fe}^{+2} - e \rightarrow \text{Fe}^{+3} \\ 2\text{S}^{-1} - 10e \rightarrow 2\text{S}^{+4} \\ \text{O}_2^0 + 4e \rightarrow 2\text{O}^{-2} \end{array} \left  \begin{array}{l} 4 \\ 11 \\ 11 \end{array} \right.$ $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$	2
Рассчитаем массу серной кислоты через которую пропускали SO <sub>3</sub> . $m_p(\text{H}_2\text{SO}_4) = 54,95\text{мл} \cdot 1,82 \text{ г/мл} = 100 \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 100 \text{ г} \cdot 0,91 = 91 \text{ г}; \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 9 \text{ г}.$	1
Рассчитаем m(SO <sub>3</sub> ) которая потребуется на обзвоживание этого раствора.	1
$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 9\text{г} : 18 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ моль}.$ $n(\text{SO}_3) = 0,5 \text{ моль}. \quad m(\text{SO}_3) = 0,5 \text{ моль} \cdot 80 \text{ г/моль} = 40 \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4)_3 = 0,5\text{моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 49 \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) \text{ обезвоженной кислоты} = 91 + 49 = 140 \text{ (г)}.$	1
Рассчитаем массу SO <sub>3</sub> , необходимую для получения 12,5% -ного олеума. $\omega(\text{SO}_3) = \frac{m(\text{SO}_3)}{m(\text{олеума})}$ Пусть $m(\text{SO}_3) = x \text{ моль}.$ $0,125 = \frac{x}{140+x}$ Решая равенство, получили $x = 20 \text{ г}.$	1
Общая масса серного ангидрида составила $(40 + 20) = 60 \text{ (г)}.$ $n(\text{SO}_3)_{\text{практ.}} = 60 \text{ г} : 80 \text{ г/моль} = 0,75 \text{ моль}.$ $n(\text{SO}_3)_{\text{теорет.}} = 0,75 : 0,75 = 1 \text{ моль}.$ По уравнению (1) $n(\text{FeS}_2) = \frac{1}{2} n(\text{SO}_3) = 0,5 \text{ моль}.$ $m(\text{FeS}_2) = 0,5 \text{ моль} \cdot 120 \text{ г/моль} = 60 \text{ г}.$	2

**5X.** Смесь оксида серы (IV), оксида углерода (IV) и оксида углерода (II) пропустили через избыток раствора гидроксида бария. Объем газовой смеси сократился при этом ровно в 2 раза. Полученный осадок массой 30,6 г обработали подкисленным раствором перманганата калия, в котором находилось 0,03 моль  $\text{KMnO}_4$ . К полученному после отделения осадка фиолетовому раствору добавили 3%-ный раствор пероксида водорода до полного обесцвечивания. Всего потребовалось добавить 28,3 г раствора. Вычислите массовые доли газов в исходной газовой смеси.

Для окислительно-восстановительных реакций составить схему электронного баланса.

**(10 баллов)**

Решение:	Баллы
<p>Обозначим <math>n(\text{SO}_2) = x</math> моль, <math>n(\text{CO}_2) = y</math> моль, <math>n(\text{CO}) = z</math> моль  Гидроксид бария поглощает <math>\text{SO}_2</math> и <math>\text{CO}_2</math>.</p> <p><b><math>\text{SO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}</math></b></p> <p><b><math>\text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}</math></b></p> <p>По условию <math>V(\text{CO}) = V(\text{SO}_2 + \text{CO}_2)</math>. <math>n(\text{CO}) = n(\text{SO}_2 + \text{CO}_2)</math>.</p>	<p>1</p> <p>1</p>
<p>После обработки подкисленным раствором <math>\text{KMnO}_4</math></p> <p><b><math>\text{BaSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}</math></b></p> <p><b><math>\text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}</math></b></p> <p><b><math>5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4</math></b></p> <p><math>\text{S}^{+4} - 2e \rightarrow \text{S}^{+6} \quad \left  \begin{array}{l} 5 \\ 2 \end{array} \right.</math></p> <p><math>\text{Mn}^{+7} + 5e \rightarrow \text{Mn}^{+2}</math></p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<p>Фиолетовый цвет раствора доказывает наличие в нем избытка <math>\text{KMnO}_4</math>.</p> <p><b><math>2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}</math></b></p> <p><math>2\text{O}^{-1} - 2e \rightarrow \text{O}_2 \quad \left  \begin{array}{l} 5 \\ 2 \end{array} \right.</math></p> <p><math>\text{Mn}^{+7} + 5e \rightarrow \text{Mn}^{+2}</math></p>	<p>1</p> <p>1</p>
<p><math>m(\text{H}_2\text{O}_2) = 28,3\text{г} \cdot 0,03 = 0,849\text{ г};</math>  <math>n(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,849\text{г} : 34\text{ г/моль} = 0,025\text{ моль}</math>. <math>n(\text{KMnO}_4)_{\text{изб}} = 2/5 n(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,01\text{ моль}</math>.  <math>n(\text{KMnO}_4)_5 = (0,03 - 0,01) = 0,02\text{ моль}</math>. <math>n(\text{SO}_2)_5 = 0,05\text{ моль}</math>.  <math>n(\text{SO}_2)_1 = n(\text{BaSO}_3)_3 = n(\text{SO}_2)_5 = 0,05\text{ моль}</math>.  <math>m(\text{BaSO}_3) = 0,05\text{ моль} \cdot 217\text{г/моль} = 10,85\text{ г}</math>  <math>m(\text{BaCO}_3) = (30,6 - 10,85) = 19,75\text{ г}</math>. <math>n(\text{BaCO}_3) = 19,75\text{ г} : 197\text{ г/моль} = 0,1\text{ моль}</math>. <math>n(\text{CO}_2) = 0,1\text{ моль}</math>.  <math>n(\text{SO}_2 + \text{CO}_2) = 0,05 + 0,1 = 0,15\text{ моль}</math>; <math>n(\text{CO}) = 0,15\text{ моль}</math>.</p>	<p>1</p>
<p><math>m(\text{SO}_2) = 0,05\text{ моль} \cdot 64\text{ г/моль} = 3,2\text{ г}</math>  <math>m(\text{CO}_2) = 0,1\text{ моль} \cdot 44\text{ г/моль} = 4,4\text{ г}</math></p>	<p>1</p>

$m(\text{CO}) = 0,15 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 4,2 \text{ г}$ $m(\text{исх. смеси газов}) = 11,8 \text{ г.}$ $\omega(\text{SO}_2) = (3,2 : 11,8) = 37,3\%$ ; $\omega(\text{CO}_2) = (4,4 : 11,8) = 27,1\%$ ; $\omega(\text{CO}) = (4,2 : 11,8) = 35,6\%$	
--	--

**6Б.** На рисунке найдите биологические ошибки в изображении ландыша майского. Укажите признаки семейства, класса и отдела у данного вида растения **(15 баллов)**



Решение:	
Ошибки на рисунке: 1) У ландыша подземная часть представлена корневищем с придаточными корнями, а не луковицей.	1 балл
2) Вместо плода – ягоды, на рисунке изображена коробочка.	1 балл
Семейство Лилейные.	1 балл
Многолетнее травянистое корневищное растение.	1 балл
Цветки обоеполые, правильные. Околоцветник венчиковидный, сростнолистный; образован из 6 листочков, 6 тычинок, 1 пестика (*O <sub>(3+3)</sub> T <sub>3+3</sub> П <sub>1</sub> ).	1 балл
Плод – ягода.	1 балл
Соцветие кисть.	1 балл
Класс Однодольные.	1 балл
Семена с одной семядолей и эндоспермом.	1 балл
Листья простые с дуговым жилкованием.	1 балл
Корневая система мочковатая.	1 балл
Околоцветник простой (кратен 3).	1 балл
Анатомическое строение стебля травянистое, без камбия.	1 балл
Отдел Покрывосеменные или Цветковые.	1 балл
Наличие цветка, плода. Двойное оплодотворение. 3-плоидный эндосперм.	1 балл

**7Б.** В Московской области на 1 га богатых перегноем полей живет до 4,5 млн. дождевых червей. Рассчитайте, сколько почвы за сутки перерабатывают дождевые черви на площади 20 га, если один дождевой червь может переработать за это время около 0,5 г почвы. Объясните, в чем заключается влияние деятельности дождевых червей на особенности почвы.

**(9 баллов)**

Решение:	
$4,5 \times 0,5 \times 20 = 45 \text{ т.}$	2 балла
Влияние дождевых червей на особенности почвы многообразно.	1 балл

В результате перекапывания червями земли повышается скважность почвы, она делается более рыхлой и ее объем увеличивается.	1 балл
Вследствие этого улучшается доступ в более глубокие слои почвы воды и атмосферного воздуха, необходимых для корней растений и деятельности полезных микроорганизмов.	2 балла
Под влиянием червей изменяются и химические особенности почвы. В переработанной, смешанной с кишечной слизью и выброшенной в виде капролитов почве повышается содержание кальция, магния, аммиака, нитратов, фосфорной кислоты.	2 балла
Многие соединения переводятся в наиболее доступную для усвоения растениями форму.	1 балл

**7Б.** В клетках ряда тканей и органов человека накапливаются пигменты, определяющие их цвет. Укажите, какой пигмент содержат следующие клетки и его биологическую роль:

1. эритроциты
2. клетки пигментированного эпителия, расположенного позади сетчатки глаза
3. пигментированные клетки эпидермиса кожи
4. палочки и колбочки сетчатки глаза

**(11 баллов)**

Решение:	
1. Красный цвет эритроцитов обусловлен наличием гемоглобина,	1 балл
Благодаря гемоглобину эритроциты осуществляют транспорт кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей в сторону легких.	1 балл
2. Меланин в пигментированных клетках эпителия, расположенного позади сетчатки глаза,	1 балл
Поглощает лучи не попавшие на колбочки и палочки (светочувствительные рецепторы) и улучшает зрительные восприятия.	1 балл
3. Меланин в клетках кожи.	1 балл
Защищает организм от губительного действия УФ излучения.	1 балл
4. Зрительный пигмент (пурпур) палочек сетчатки глаза – родопсин.	1 балл
Зрительный пигмент колбочек сетчатки глаза – йодопсин (это общее название нескольких зрительных пигментов).	1 балл
Это важные факторы в зрительном процессе, в восприятии световой энергии и преобразовании ее в нервные импульсы.	1 балл
Родопсин отвечает за сумеречное зрение (восприятие света в условиях низкой освещенности).	1 балл
Йодопсин – за цветное (возбуждение фоторецепторов происходит в трех областях спектра (синем, красном. зеленом))	1 балл



**8Б.** Установлено, что в тропических лесах никогда не наблюдаются вспышки численности отдельных видов, а для тундры характерны массовое размножение леммингов, падения и взлеты численности песцов и других животных. Почему в тропических лесах не бывает резких колебаний численности отдельных видов, а в тундре подобные явления закономерны?  
**(15 баллов)**

Решение	
Сложный многоярусный биогеоценоз тропического леса состоит из множества самых разнообразных видов растений, животных и микроорганизмов.	2 балла
Т.е. в тропическом лесу присутствуют сложные сети питания.	2 балла
Вымирание какого-либо вида существенно не отражается на судьбе тропического леса, поскольку при этом происходит лишь незначительная перестройка его организации. Всегда возможно подобрать равнозначную замену.	4 балла
Тундровый биогеоценоз, насчитывает небольшое количество видов.	1 балл
Следовательно, сети питания неразветвленные.	2 балла
Резкие изменения численности вида здесь объясняются тем, что не хватает видов, которые могли бы заменить основной вид (тот который исчезает) и выступить в качестве, например корма для хищников и т.п.	4 балла

**Поволжская открытая олимпиада школьников**

**«Будущее медицины» 2017 г.**

**Эталоны ответов 2 этапа**

**10 класс**

**1X.** 0,7 моль смеси трех алкенов обработали избытком бромоводорода. Полученная смесь двух бромпроизводных с массовой долей углерода 36,47% была гидролизована избытком воды при нагревании. Гидролизу подвергались только тяжелые бромпроизводные. Водная фаза, полученная после гидролиза, была обработана избытком водного раствора карбоната натрия. Объем выделившегося при этом газа составил 4,48 л (н.у.). Определите строение исходных алкенов, если известно, что молярная масса самого легкого компонента смеси в три раза меньше молярной массы самого тяжелого.

**(10 баллов)**

Решение:	Баллы
Так как при бромировании получены два вещества (а не три), то в исходной смеси алкенов два вещества из трех – изомеры.	0,5
Пусть один алкен $C_nH_{2n}$ , другой $C_mH_{2m}$ . Пусть $m > n$ .	
$C_nH_{2n} + HBr \rightarrow C_nH_{2n+1}Br$ – «легкий»	1
$C_mH_{2m} + HBr \rightarrow C_mH_{2m+1}Br$ – «тяжелый»	1
$C_mH_{2m+1}Br + H_2O \rightarrow C_mH_{2m+1}OH + HBr$	1
$2HBr + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaBr + H_2O + CO_2 \uparrow$	1
$v(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$ $v(C_mH_{2m+1}Br) = v(HBr) = 2 \cdot v(CO_2) = 0,4 \text{ моль}$	0,5
$v(C_mH_{2m}) = v(C_mH_{2m+1}Br) = 0,4 \text{ моль}$ $v(C_nH_{2n}) = 0,7 - 0,4 = 0,3 \text{ моль} = v(C_nH_{2n+1}Br)$	0,5
$M(C_nH_{2n}) \cdot 3 = M(C_mH_{2m})$ $14n \cdot 3 = 14m; \quad 3n = m$	0,5
$v(\text{атомов углерода в } C_nH_{2n+1}Br) = 0,3n \text{ моль}$	0,5

$\nu(\text{атомов углерода в } C_mH_{2m+1}Br) = 0,4m \text{ моль}$	0,5
$m(\text{углерода в смеси бромалканов}) = (0,3n + 0,4m) \cdot 12$	0,5
$m(\text{смеси бромалканов}) = m(C_nH_{2n+1}Br) + m(C_mH_{2m+1}Br)$ $m(\text{смеси бромалканов}) = 0,3 \cdot (14n + 81) + 0,4 \cdot (14m + 81) = 4,2n + 24,3 + 5,6m + 32,4 = 4,2n + 5,6m + 56,7$	0,5
$\omega(\text{углерода}) = 0,3647 = \frac{m(\text{углерода})}{m(\text{смеси})} = \frac{3,6n + 4,8m}{4,2n + 5,6m + 56,7}$ $1,53174n + 2,04232m + 20,567845 = 3,6n + 4,8m$ $20,67845 = 2,06826n + 2,75768m$ $20,67845 = 2,06826n + 2,75768 \cdot 3n$ $20,67845 = 2,06826n + 8,27304n$ $20,67845 = 10,3413n$ $n = 1,9995 \cong 2$ $m = 6$	1
Значит исходная смесь состоит из этена ( $C_2H_4$ ) и двух изомеров гексена ( $C_6H_{12}$ ). Так как при бромировании изомеров гексена образовался один и тот же бромалкан, то предположительное строение исходных алкенов:  $  \begin{array}{ccc}  H_2C=CH_2 & & H_2C=CH_2 \\  \\  \begin{array}{c}  H_3C-C=C-H \\    \quad   \\  CH_3 \quad H-C-CH_3  \end{array} & \text{ИЛИ} & \begin{array}{c}  H_3C-C=C-CH_3 \\    \quad   \\  CH_3 \quad CH_3  \end{array} \\  \\  \begin{array}{c}  H_2C=C-H \\    \quad   \\  CH_3 \quad H_2-C-H_2-CH_3  \end{array} & & \begin{array}{c}  H_2C=C-CH_3 \\    \quad   \\  CH_3 \quad H-C-CH_3  \end{array}  \end{array}  $	1

**2X.** В двух сосудах находятся газы А и В. Оба газа бесцветны. Газ А – с резким запахом, газ В – удушливый. Суммарный объем обоих газов равен 6,72 л (н.у.). при окислении газа А (в присутствии катализатора) образуется 5,4 г воды и газ С, быстро превращающийся в бурый газ D. Газ В хорошо растворяется в воде, его раствор – кислота. При добавлении в эту кислоту

избытка раствора нитрата серебра выпадает 14,35 г белого осадка. При соприкосновении газов А и В образуется соль Е, которая при нагревании опять распадается на газы А и В.

- 1) Назовите все вещества;
- 2) Вычислите количества всех веществ;
- 3) Напишите уравнения протекающих реакций.

**(8 баллов)**

Решение:	Баллы
Начнем с вещества D – бурый газ, значит это NO <sub>2</sub> (оксид азота (IV)).	0,5
Тогда С должен быть NO (оксид азота (II)).	0,5
Газ С получается при каталитическом окислении аммиака. Значит А – аммиак (NH <sub>3</sub> ) – газ с резким запахом.	0,5
$4\overset{-3}{\text{N}}\text{H}_3 + 5\overset{0}{\text{O}}_2 \longrightarrow 4\overset{+2}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}} + 6\text{H}_2\text{O}$ $\begin{array}{l} \text{N}^{-3} - 5\text{e}^- \longrightarrow \text{N}^{+2} \\ 2\text{O}^0 + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{O}^{-2} \end{array} \left  \begin{array}{l} 4 \\ 5 \end{array} \right.$	1
$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{5,4}{18} = 0,3$ моль	0,5
$v(\text{NH}_3) = \frac{4}{6} \cdot v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2}{3} \cdot 0,3 = 0,2$ моль = $v(\text{NO})$	0,5
$v(\text{смеси А+В}) = \frac{6,72}{22,4} = 0,3$ моль = $v(\text{NH}_3) + v(\text{В})$	0,5
$v(\text{В}) = 0,3 - 0,2 = 0,1$ моль	0,5
Газ В – HCl хлороводород. При растворении в воде дает соляную кислоту, которая с нитратом серебра дает белый осадок хлорида серебра AgCl↓.	0,5
$\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$	1
$v(\text{AgCl}) = \frac{14,35}{143,5} = 0,1$ моль = $v(\text{HCl})$	0,5
$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$	1

E – NH <sub>4</sub> Cl хлорид аммония	
$\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{t^\circ} \text{NH}_3\uparrow + \text{HCl}\uparrow$	1

**3X.** К 50 мл раствора карбоната натрия с концентрацией 2 моль/л и плотностью 1,22 г/мл медленно прилили 45,5 мл 8%-го раствора сульфата меди с плотностью 1,1 г/мл. Выпавший осадок зеленого цвета отфильтровали. Вычислите массовые доли веществ в полученном фильтрате. **(10 баллов)**

Решение:	Баллы
$2\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CuOH})_2\text{CO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 \quad (1)$	2
$m_{\text{р-ра}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 50 \text{ мл} \cdot 1,22 \text{ г/мл} = 61 \text{ г}$ $v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = C \cdot V = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ моль}$	0,5
$m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = 45,5 \text{ мл} \cdot 1,1 \text{ г/мл} = 50,05 \text{ г}$ $m(\text{CuSO}_4) = 50,05 \text{ г} \cdot 0,08 = 4,004 \text{ г}$ $v(\text{CuSO}_4) = \frac{4,004}{160} = 0,025 \text{ моль}$	0,5
<p>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в избытке</p> $v(\text{CuSO}_4) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{прореагир.}(1)} = 0,025 \text{ моль}$ $v(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{ост.}(1)} = 0,1 - 0,025 = 0,075 \text{ моль}$	0,5 0,5
$v((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = \frac{v(\text{CuSO}_4)}{2} = 0,0125 \text{ моль}$ $m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 222 \text{ г/моль} \cdot 0,0125 \text{ моль} = 2,775 \text{ г}$	0,5
$v(\text{CO}_2) = v((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 0,0125 \text{ моль}$	0,5
$v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = v(\text{CuSO}_4) = 0,025 \text{ моль}$	0,5
Оставшаяся сода будет вступать в реакцию с выделяющимся CO <sub>2</sub> :	1

$\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{ост}) + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3 \quad (2)$	
$v(\text{CO}_2) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{прореагир.}(2)} = 0,0125 \text{ моль}$ $v(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{ост.}(2)} = 0,075 - 0,0125 = 0,0625 \text{ моль}$	0,5
$m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{ост.}(2)} = 106 \text{ г/моль} \cdot 0,0625 \text{ моль} = 6,625 \text{ г}$ $v(\text{NaHCO}_3) = 2 \cdot v(\text{CO}_2) = 2 \cdot 0,0125 \text{ моль} = 0,025 \text{ моль}$ $m(\text{NaHCO}_3) = 0,025 \text{ моль} \cdot 84 \text{ г/моль} = 2,1 \text{ г}$	0,5
<p>Итак, в фильтрате содержится:</p> <p>0,025 моль <math>\text{Na}_2\text{SO}_4</math>, 6,625 г <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> и 2,1 г <math>\text{NaHCO}_3</math>.</p> $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,025 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль} = 3,55 \text{ г}$	0,5
$m(\text{конечного раствора}) = m_{\text{р-ра}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) -$ $- m_{\text{осадка}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 61 + 50,05 - 2,775 = 108,275 \text{ г}$	1
$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{3,55}{108,275} = 0,0328 \quad (3,28\%)$ $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{6,625}{108,275} = 0,06119 \quad (6,12\%)$ $\omega(\text{NaHCO}_3) = \frac{2,1}{108,275} = 0,0194 \quad (1,94\%)$	1

**4X.** При электролизе водного раствора натриевой соли одноосновной карбоновой кислоты на аноде выделилась смесь газов с плотностью по гелию 12,17.

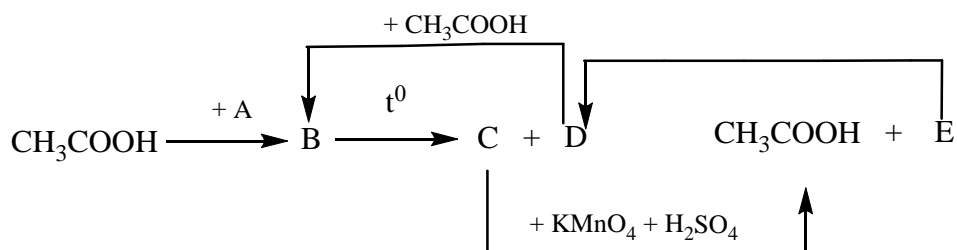
- 1) Назовите неизвестную соль;
- 2) Напишите уравнения протекающих реакций;
- 3) Что произойдет при сплавлении 24 г данной соли с 15 г едкого натра? Напишите уравнение реакции и рассчитайте массу твердого остатка;
- 4) Какую массу 10%-го раствора этой соли нужно взять, чтобы газ, выделившийся на катоде, полностью гидрировал 2,8 л (н.у.) ацетилена?

**(13 баллов)**

Решение:	Баллы:
<p>Обозначим соль карбоновой кислоты общей формулой RCOONa. Электролиз водного раствора соли карбоновой кислоты протекает по уравнению:</p> $2\text{RCOONa} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R-R} + 2\text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\uparrow + 2\text{NaOH}$ $\begin{matrix} \text{кат}^{\text{од}} & 2\text{H}_2\text{O} + 2e & \longrightarrow & \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^- \\ \text{а}^{\text{нод}} & 2\text{RCOO}^- - 2e & \longrightarrow & \text{R-R} + \text{CO}_2\uparrow \end{matrix}$	<p>1</p> <p>1</p>
<p>На аноде выделилась смесь R-R и CO<sub>2</sub>.  <math>D_{\text{He}}(\text{смеси}) = 12,17 \Rightarrow</math>  <math>M(\text{смеси}) = D_{\text{He}} \cdot M_{\text{He}} = 12,17 \cdot 4 = 48,68 \text{ г/моль}</math></p>	0,5
<p><math>M(\text{смеси}) = \varphi(\text{RR}) \cdot M(\text{RR}) + \varphi(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2)</math>  Пусть <math>\varphi(\text{RR}) = x</math>; <math>\varphi(\text{CO}_2) = (1 - x)</math>  <math>48,68 = x \cdot M_{\text{RR}} + (1 - x) \cdot 44</math>  <math>48,68 = x \cdot M_{\text{RR}} + 44 - 44x</math>  <math>48,68 - 44 = 4,68 = x \cdot M_{\text{RR}} - 44x = x(M_{\text{RR}} - 44)</math>  <math>\varphi(\text{CO}_2) = x = \frac{4,68}{M_{\text{RR}} - 44}</math></p>	0,5
<p>Предположим, что R-предельный радикал, т.е. C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>.  Значит RR – алкан. А раз он алкан, то это может быть C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>(этан) или C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>(бутан).  Проверим молекулярную массу образовавшегося алкана и рассчитаем <math>\varphi(\text{CO}_2)</math>.  <math>M(\text{C}_2\text{H}_6) = 2 \cdot 12 + 6 = 30 \text{ г/моль}</math>.  <math>x = \frac{4,68}{30 - 44}</math>. Отрицательное значение, такого не может быть  <math>M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 4 \cdot 12 + 10 = 58 \text{ г/моль}</math>.  <math>x = \frac{4,68}{58 - 44} = 0,3343</math>  Значит соль – пропионат натрия C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COONa.</p>	<p>1</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>
$\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}_{\text{ТВ}} + \text{NaOH}_{\text{ТВ}} \xrightarrow{t^{\circ}} \text{C}_2\text{H}_6\uparrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$	1
<p><math>\nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}) = \frac{24}{96} = 0,25 \text{ моль} - \text{недостаток}</math>  <math>\nu(\text{NaOH}) = \frac{15}{40} = 0,375 \text{ моль} - \text{избыток}</math></p>	0,5
<p><math>\nu(\text{C}_2\text{H}_6) = \nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}) = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,25 \text{ моль}</math></p>	0,5
<p><math>\nu(\text{NaOH})_{\text{остаток}} = 0,375 - 0,25 = 0,125 \text{ моль}</math>  <math>m(\text{NaOH})_{\text{остаток}} = 0,125 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 5 \text{ г}</math></p>	0,5

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,25 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 26,5 \text{ г}$	0,5
$m(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,25 \text{ моль} \cdot 30 \text{ г/моль} = 7,5 \text{ г}$ $m(\text{ост. смеси}) = m(\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}) + m(\text{NaOH})_{\text{исходная}} - m(\text{C}_2\text{H}_6) =$ $= 24 + 15 - 7,5 = 31,5 \text{ г}$ или $m(\text{ост. смеси}) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{NaOH})_{\text{ост.}} = 26,5 + 5 = 31,5 \text{ г}$	1
$\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{H}_2 \xrightarrow{t^0, \text{Pt}} \text{C}_2\text{H}_6$	1
$v(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{2,8}{22,4} = 0,125 \text{ моль}, v(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,125 \text{ моль} = 0,25 \text{ моль}$	0,5
$v(\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}) = 2 \cdot v(\text{H}_2) = 0,5 \text{ моль}$	0,5
$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}) = 0,5 \text{ моль} \cdot 96 \text{ г/моль} = 48 \text{ г}$	
$m(\text{раствора соли}) = \frac{48}{0,1} = 480 \text{ г}$	0,5

5X. Дана схема превращений:



Напишите уравнения химических реакций.

Назовите неизвестные вещества.

(9 баллов)

Решение:	Баллы
Вещество А – может быть $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или $\text{CaO}$ (или $\text{Sr}$ , или $\text{Ba}$ ).	1
$2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$	1
В – ацетат кальция $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$	0,5
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} \xrightarrow{t^0} \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_3 + \text{CaCO}_3$	1
С – ацетон $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$	0,5
Д – $\text{CaCO}_3$ карбонат кальция (стронция, бария)	0,5



$2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CaCO}_3 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	1
$5\text{H}_3\text{C}-\overset{\overset{+2}{\text{C}}}{\underset{\underset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}}-\overset{\overset{-3}{\text{C}}}{\text{H}_3} + 8\overset{\overset{+7}{\text{Mn}}}{\text{O}_4} + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 5\overset{\overset{+3}{\text{C}}}{\text{H}_3}\overset{\overset{-3}{\text{C}}}{\text{O}}\text{OH} + 5\overset{\overset{+4}{\text{C}}}{\text{O}}_2 + 8\overset{\overset{+2}{\text{Mn}}}{\text{SO}_4} + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 17\text{H}_2\text{O}$ $\left. \begin{array}{l} \text{C}^{+2} - 1\text{e}^- \longrightarrow \text{C}^{+3} \\ \text{C}^{-3} - 7\text{e}^- \longrightarrow \text{C}^{+4} \end{array} \right\} - 8\text{e}^- \quad \left  \begin{array}{l} 5 \\ 5 \end{array} \right.$ $\text{Mn}^{+7} + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{+2} \quad \left  \begin{array}{l} 8 \end{array} \right.$ E – углекислый газ ( $\text{CO}_2$ )	2  0,5
$\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	1

**6Б.** Гречишное поле расположено на склоне холма. Один пасечник поставил своих пчел на вершине холма, а второй в более низком месте у основания холма, среди небольших кустарников. У какого пасечника пчелы соберут больше нектара? Ответ обоснуйте.

Мед – это уникальный продукт, который признают полезным для человеческого организма. Назовите, какие могут быть противопоказания в его употреблении.

**(10 баллов)**

Решение:	
Ульи у основания холма поставлены более правильно и дадут больше меда, т.к:	1 балл
- Пчелам, возвращаясь нагруженными пылью и нектаром, легче лететь от вершины холма к низине.	1 балл
- У основания холма, среди кустарников будет меньше ветра, чем на высоком открытом месте, и пчелы будут вылетать даже в ветреную погоду.	2 балла
- В знойные обеденные часы кустарник будет создавать тень и предохранять ульи от перегрева, а	2 балла
также он будет служить ориентиром для пчел, и им будет легче находить свои ульи.	1 балл
В меде содержатся углеводы (как фруктоза, так и глюкоза). Поэтому его нельзя употреблять при сахарном диабете. Слишком большое количество регулярно съедаемого меда может спровоцировать развитие сахарного диабета.	1 балл
К тому же большое количество меда может вызвать кариес.	1 балл
На мед у многих людей наблюдается аллергическая реакция. Высыпания на коже по типу крапивницы и зуд, а также даже развитие анафилактического шока.	1 балл

**7Б.** Клетки человеческого организма имеют в своем распоряжении молекулы различных органических веществ: жирных кислот, моносахаридов, аминокислот. Объясните, как эти вещества могут использоваться в процессах клеточного метаболизма.

**(15 баллов)**

Решение:	
Глюкоза поступает в бескислородный этап катаболизма - процесс гликолиза, т.к. является основным энергосубстратом.	2 балла
Другие моносахариды превращаются в глюкозу или фруктозу и тоже вовлекаются в гликолиз.	1 балл
Часть сахаров полимеризуется и откладывается в запас в виде гликогена.	1 балл
Жирные кислоты, расщепляются на 2-углеродные фрагменты и соединяясь с коферментом А, образуют ацетил-КоА, подвергаясь дальнейшим превращениям в цикле Кребса. Т.е. они включаются в процесс кислородного дыхания на этапе образования ацетил-КоА.	2 балла
Также жирные кислоты, превращаясь в жир (триацилглицерол), откладываются в запас.	1 балл
И сахара, и аминокислоты (после химических преобразований) могут превращаться в жир.	2 балла
Аминокислоты в первую очередь отправляются в пластический обмен (анаболизм) для синтеза белков.	2 балла
Избыток аминокислот дезаминируется и при необходимости вовлекается в процесс кислородного дыхания.	1 балл
В зависимости от полученной после дезаминирования молекулы их продукты включаются в цикл лимонной кислоты либо на стадии присоединения к КоА, либо в виде компонентов цикла Кребса на соответствующей стадии.	2 балла
Многие промежуточные продукты при распаде этих веществ выступают в роли промежуточных молекул на различных биохимических путях анаболизма.	1 балл

**8Б.** При некоторых заболеваниях врачи рекомендуют накладывать на отдельные части тела (например, на грудь, спину) горчичники. Какое действие на организм оказывают горчичники?

**(10 баллов)**

Решение:	
Горчичники раздражают кожу.	1 балл
В расположенных под кожей тканях и органах рефлекторно расширяются кровеносные сосуды	1 балл
и уменьшается сопротивление кровотоку, в результате усиливается	2 балла

приток крови и по капиллярам ее протекает больше.	
Число функционирующих капилляров увеличивается.	1 балл
Температура поверхностно расположенных органов повышается,	1 балл
активизируется реакция фагоцитоза.	2 балла
Возбудители инфекции гибнут. Все это способствует приближению сроков выздоровления.	2 балла

**9Б.** В крупных городах основным источником экологической опасности является автотранспорт. Объясните, каким образом работа автотранспорта влияет на состояние здоровья человека.

**(15 баллов)**

Решение:	
В результате растущего числа автомашин, и в частности на дизельном топливе, в воздух попадает большое количество вредных для здоровья веществ.	1 балл
В выхлопных газах содержатся главным образом:	
- угарный газ (СО), который прочно связываясь с гемоглобином снижает дыхательную функцию крови. Выхлопные газы представляют опасность для больных, страдающих недостатком мозгового кровообращения, перенесших инфаркт.	2 балла
- оксиды серы, которые в первую очередь вызывает спазмы стенок бронхов, воспаление слизистых оболочек дыхательных путей, хронический бронхит. Увеличивается количество простудных заболеваний горла и носа.	2 балла
- альдегиды, бензапирен, оксиды азота и соли свинца, накапливаясь в клетках организма человека и особенно детей, вызывают отравление, негативно влияют на системы кроветворения и воспроизводства, замедляется рост.	2 балла
Многие из перечисленных веществ обладают канцерогенным действием.	2 балла
Пыль, которая поднимается над проезжей частью, влияет на слизистые оболочки органов дыхания, попадает в глаза, вызывая конъюнктивиты (воспаление эпителия роговицы глаза).	2 балла
Автомобиль расходует кислород, необходимый для дыхания.	2 балла
Шумовое загрязнение вызывает быструю утомляемость, головную боль и повышение давления, снижается производительность труда, ухудшаются слух и зрение.	2 балла

**Поволжская открытая олимпиада школьников**  
**«Будущее медицины» 2017 г.**  
**Эталоны ответов 2 этапа**  
**11 класс**

**1X.** При омылении жира и последующем подкислении было выделено три соединения X, Y, Z. Соединение X реагирует со свежесажженным гидроксидом меди (II) с образованием вещества ярко – синего цвета. Соединения Y и Z окрашивают лакмус в красный цвет. При обработке соединения Y избытком бромной воды получено дибромпроизводное, в молекуле которого содержится 36,2% брома. Соединение Z имеет неразветвленную цепь углеродных атомов, не присоединяет бром, а массовая доля атомов кислорода в нем составляет 36,3%. Установите формулы X, Y, Z. Напишите уравнения всех протекающих реакций. Приведите примеры двух возможных формул, отражающих состав жира.

**(12 баллов)**

Решение:	Баллы
Жир – полный сложный эфир, образованный глицерином и высшими карбоновыми кислотами (предельными и непредельными). Общая формула такого сложного эфира имеет вид:	1
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{- O-C(O)-R}_1 \\   \\ \text{CH - O-C(O)-R}_1 \\   \\ \text{CH}_2\text{- O-C(O)-R}_2 \end{array}$	2
При щелочном гидролизе жира (омыление) образуются глицерин (X) и две соли жирных кислот (Y, Z). $\text{Жир} + 3 \text{NaOH} = \underset{\text{глицерин - X}}{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3} + \underset{\text{Y}}{2\text{R}_1\text{COONa}} + \underset{\text{Z}}{\text{R}_2\text{COONa}}$	1
При подкислении продуктов омыления протекают реакции: $\text{R}_1\text{COONa} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{R}_1\text{COOH}$ $\text{R}_2\text{COONa} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{R}_2\text{COOH}$ Карбоновые кислоты окрашивают лакмус в красный цвет.	0,5
Глицерин как многоатомный спирт образует комплексное соединение синего цвета со свежесажженным гидроксидом меди (II). $2 \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HC}-\text{OH} \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array} + \text{Cu(OH)}_2 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HC}-\text{O} \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array} \begin{array}{c} \nearrow \\ \text{Cu} \\ \longleftarrow \end{array} \begin{array}{c} \text{O}-\text{CH}_2 \\   \\ \text{HO}-\text{CH} \\   \\ \text{HO}-\text{CH}_2 \end{array} + 2\text{H}_2\text{O}$	2

<p>Т.к. одна из кислот (Y) реагирует с избытком брома с образованием дибромопроизводного, то, вероятно, ее молекула содержит одну двойную связь. Общая формула ненасыщенных кислот с одной двойной связью <math>C_nH_{2n-1}COOH</math>.</p> $C_nH_{2n-1}COOH + Br_2 = Br_2C_nH_{2n-1}COOH$ $\omega(Br) = \frac{2A_r(Br)}{M_r(\nu - \nu a)}; \quad \omega(Br) = \frac{160}{160 + 12n + 2n - 1 + 45} = \frac{160}{14n + 204};$ $0,362 = \frac{160}{14n + 204};$ Решая равенство, определили $n = 17$ . Формула непредельной кислоты $C_{17}H_{33}COOH$ – олеиновая кислота.	<p>0,5</p> <p>1</p> <p>1</p>
<p>Кислота Z – предельная с общей формулой <math>C_nH_{2n+1}COOH</math>.</p> $\omega(O) = \frac{2A_r(O)}{M_r(\nu - \nu a)}; \quad \omega(O) = \frac{32}{12n + 2n + 1 + 45} = \frac{32}{14n + 46};$ $0,363 = \frac{32}{14n + 46};$ Решая равенство, определили $n = 3$ . Формула предельной кислоты $C_3H_7COOH$ – масляная кислота.	<p>1</p> <p>1</p>
<p>Возможные формулы исходного жира:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} H_2C-O-C(=O)-C_{17}H_{33} \\   \\ CH-O-C(=O)-C_{17}H_{33} \\   \\ H_2C-O-C(=O)-C_3H_7 \end{array}</math> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} H_2C-O-C(=O)-C_{17}H_{33} \\   \\ CH-O-C(=O)-C_3H_7 \\   \\ H_2C-O-C(=O)-C_3H_7 \end{array}</math> </div> </div>	<p>1</p>

**2X.** Смесь ацетальдегида и глюкозы массой 2,68 г растворили в воде и полученный раствор добавили к аммиачному раствору оксида серебра, приготовленному из 35,87 мл 34%-ного раствора нитрата серебра (плотность 1,4 г/мл). Выпавший при небольшом нагревании осадок отфильтровали и к нейтрализованному азотной кислотой фильтрату прибавили избыток раствора хлорида натрия. При этом образовался осадок массой 5,74 г. Рассчитайте массовые доли веществ в исходной смеси. Напишите необходимые уравнения реакций.

**(10 баллов)**

Решение:	Баллы
Аммиачный раствор оксида серебра готовят непосредственно перед реакцией, добавляя к раствору нитрата серебра избыток раствора	



Решение:	Баллы
<b><math>C_6H_5COOH + Br_2 \rightarrow</math> не идет</b>	1
<b><math>C_6H_5OH + 3 Br_2 = C_6H_2Br_3OH\downarrow + 3 HBr</math></b>	1
$m(Br_2) = 1500 \cdot 0,032 = 48 \text{ г}$ $n(Br_2) = 48 \text{ г} : 160 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль}$ $n(C_6H_5OH) = 1/3 n(Br_2) = 0,1 \text{ моль}$ $n(C_6H_2Br_3OH) = n(C_6H_5OH) = 0,1 \text{ моль}$ $m(C_6H_5OH) = 0,1 \text{ моль} \cdot 94 \text{ г/моль} = 9,4 \text{ г}$	2
После реакции с бромной водой в реакционной смеси присутствуют три вещества, которые реагируют с гидроксидом натрия. <b><math>C_6H_5COOH + NaOH = C_6H_5COONa + H_2O</math></b> <b><math>C_6H_2Br_3OH + NaOH = C_6H_2Br_3ONa + H_2O</math></b> <b><math>HBr + NaOH = NaBr + H_2O</math></b>	1 1 1
Рассчитаем количество NaOH пошедшее на нейтрализацию раствора: $m_p(NaOH) = V \cdot \rho = 180,2 \text{ мл} \cdot 1,11 \text{ г/мл} = 200 \text{ г}$ $m(NaOH) = m_p \cdot \omega = 200 \cdot 0,1 = 20 \text{ г}$ $n(NaOH) = 20 \text{ г} : 40 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ моль}$ $n(HBr) = n(Br_2) = 0,3 \text{ моль}; \quad n(NaOH)_4 = 0,3 \text{ моль}$ $n(NaOH)_3 = 0,1 \text{ моль}$ $n(NaOH)_2 = 0,5 - 0,3 - 0,1 = 0,1 \text{ (моль)}$ $n(C_6H_5COOH) = n(NaOH) = 0,1 \text{ моль}$ $m(C_6H_5COOH) = 0,1 \text{ моль} \cdot 122 \text{ г/моль} = 12,2 \text{ г}$	2
$m(\text{исходной смеси}) = m(C_6H_5OH) + m(C_6H_5COOH) = 9,4 \text{ г} + 12,2 \text{ г} = 21,6 \text{ г.}$ $\omega(C_6H_5OH) = 9,4 \text{ г} : 21,6 \text{ г} = 0,4352 \text{ (43,52\%)}$ $\omega(CH_3C(O)H) = 12,2 \text{ г} : 21,6 \text{ г} = 0,5648 \text{ (56,48\%)}$ .	1

**4X.** К раствору гидрофосфата натрия объемом 350 см<sup>3</sup> с молярной концентрацией соли 0,250 моль/дм<sup>3</sup> добавили олеум с массовой долей оксида серы (VI) 5%. В результате реакции массовые доли кислых солей ортофосфорной кислоты в полученном растворе сравнялись. Вычислите массу добавленного олеума.

**(10 баллов)**

Решение:	Баллы
Олеум – раствор SO <sub>3</sub> в безводной серной кислоте.	1
При добавлении олеума к раствору гидрофосфата натрия идут	

реакции:	1
$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$	2
$2 \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$	1
$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = V_p (\text{Na}_2\text{HPO}_4) \cdot C (\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,35\text{см}^3 \cdot 0,25\text{моль/см}^3 = 0,0875 \text{ моль}$	
Пусть в реакцию (2) вступило $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = x$ моль Тогда $n(\text{NaH}_2\text{SO}_4) = 2x$ моль; Прореагировало $n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 2x$ моль. Осталось $n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = (0,0875 - 2x)$ моль В конечном растворе массы кислых солей равны. Т.е. $m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = (0,0875 - 2x)\text{моль} \cdot 142 \text{ г/моль};$ $m(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 2x \text{ моль} \cdot 120 \text{ г/моль}.$ $(0,0875 - 2x) \cdot 142 = 2x \cdot 120$	1
Решая равенство находим, что $x = 0,0237$ . $n(\text{H}_2\text{SO}_4)_2 = 0,0237$ моль	1
Пусть $m(\text{олеума}) = y$ г. Тогда в олеуме: $m(\text{SO}_3) = y \cdot 0,05$ (г) $n(\text{SO}_3) = (y \cdot 0,05) \text{ г} : 80 \text{ г/моль} = 0,000625y$ моль $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = (y \cdot 0,95) \text{ г}$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = (0,95 y) \text{ г} : 98 \text{ г/моль} = 0,00969 y$ моль	2
$n(\text{H}_2\text{SO}_4)_1 = n(\text{SO}_3) = 0,00625y$ моль Общее количество вещества $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,000625y + 0,00969y$ . Т.е. $0,000625y + 0,00969y = 0,0237; 0,010315y = 0,0237$ $y = 2,29 \text{ г}$ Масса добавленного олеума = 2,29 г.	1

**5X.** Два стакана одинаковой массы, в одном из которых находится 100 г раствора соляной кислоты с массовой долей HCl 10,95%, а в другом – 100 г раствора сульфата меди с массовой долей соли 16%, поместили на две чашки весов. К соляной кислоте добавили 20 г карбоната кальция. Пренебрегая растворимостью оксида углерода (IV), рассчитайте какую массу железа нужно добавить во второй стакан, чтобы весы уравновесились.

**(8 баллов)**

Решение:	Баллы
В первом стакане:	
$2 \text{HCl} + \text{CaCO}_3 = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	1
$m(\text{HCl}) = 100 \cdot 0,1095 = 10,95 \text{ (г)}$	
$n(\text{HCl}) = 10,95 \text{ г} : 36,5 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль}$	1
$n(\text{CaCO}_3) = 20\text{г} : 100 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$	



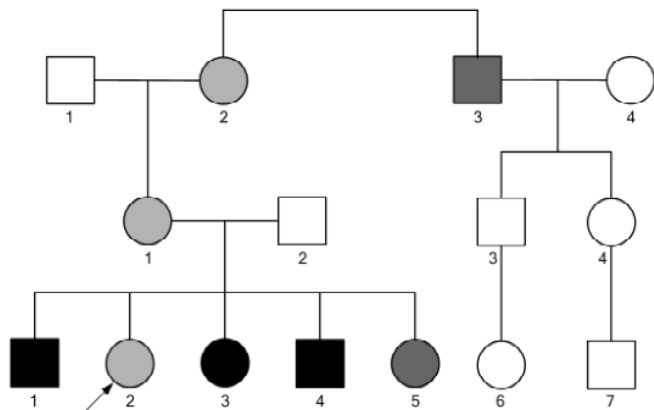
$n(\text{HCl}) : n(\text{CaCO}_3) = 0,3 : 0,2 = 1,5 : 1$ ; HCl – в недостатке. По уравнению (1) $n(\text{CaCO}_3) = \frac{1}{2} n(\text{HCl}) = 0,15$ моль	1
$n(\text{CaCO}_3)_{\text{изб}} = (0,2 - 0,15) = 0,05$ (моль) $n(\text{CO}_2)_1 = \frac{1}{2} n(\text{HCl}) = 0,15$ моль, который реагирует с избытком $\text{CaCO}_3$ . $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ По уравнению (2) $n(\text{CO}_2)_2 = n(\text{CaCO}_3)_{\text{изб}} = 0,05$ моль Из раствора выделится $n(\text{CO}_2) = 0,15 - 0,05 = 0,1$ моль $m(\text{CO}_2) = 0,1 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 4,4$ г Масса первого стакана после реакций: $100 + 20 - 4,4 = 115,6$ (г) Масса первого стакана увеличилась на 15,6 г.	1  1  1
Во втором стакане: При добавлении Fe к раствору $\text{CuSO}_4$ идет реакция: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ Так как в этой реакции не выделяется газ, то для сохранения равновесия во второй стакан следует добавить железо массой, равной изменению массы в первом стакане, т.е. 15,6 г.	1  1

**6Б.** Известно, что в процессе эволюции РНК появилась раньше, чем ДНК. Выскажите ваши предложения, в силу каких причин именно молекулы ДНК, а не РНК выполняют функцию хранения и передачи генетической информации у большинства живых существ?  
**(10 баллов)**

Решение:	
Молекула ДНК отличается от РНК присутствием дезоксирибозы. В дезоксирибозе во втором положении отсутствует гидроксильная группа. Это значительно понижает уровень полярных взаимодействий с окружающими ионами и молекулами других веществ, что приводит к дополнительной устойчивости молекулы ДНК, в отличие от РНК к гидролитическому расщеплению в слабощелочных водных растворах. Именно такие растворы были в древних водоемах и сохранились в современных клетках.	4 балла
Дополнительный запас прочности связан со способностью ДНК укладываться в двойную спираль. В каждой паре комплементарных нуклеотидов двух полинуклеотидных цепей ДНК между азотистыми основаниями устанавливаются многочисленные двойные (между А и Т) или тройные (Г и Ц) водородные связи, которые придают молекуле ДНК дополнительную прочность структуры	4 балла
Наличие двух комплементарных цепей обеспечивает процессы репликации и репарации (исправления ошибок, возникающих в	2 балла

любой из этих двух цепочек) ДНК.

**7Б.** В данной генетической задаче на родословную:



- 1) определите и объясните тип наследования заболевания;
- 2) объясните, с чем связана разная интенсивность окрашивания символов на родословной.
- 3) определите степень проявления признака и вероятность рождения больных дочерей, в браке пробанда (указан стрелочкой) с мужчиной, таким же по генотипу, как ее отец.

**(11 баллов)**

<b>Решение:</b>	
При анализе родословной, можно предположить, что наследование признака осуществляется по митохондриальному типу, т.к. у больных женщин и здоровых мужчин (слева) - дети больны, а у больного мужчины и здоровой женщины (справа) – дети здоровы.	3 балла
Разной интенсивностью окрашивания обозначены больные с различной степенью проявления заболевания.	2 балла
В данной родословной вероятность рождения больных дочерей – 100%, т.к. наследование признака митохондриальное, и мать обладает этим признаком.	3 балла
Степень проявления признака будет неодинаковой, в связи с разной степенью экспрессии (выраженности). Степень течения заболевания будет зависеть от изначального количества и распределения по клеткам унаследованных дефектных митохондрий, от возможных мутаций, от функционирования систем самого организма и факторов внешней среды.	3 балла

**8Б.** Ежемесячно в женском организме происходит созревание фолликула и овуляция. Объясните, почему с началом беременности не происходит созревание новой яйцеклетки? При каких условиях в женском организме созревает новый овоцит?

**(14 баллов)**

Решение:	
Фолликул – структурный компонент яичника, состоящий из яйцеклетки, окруженной слоем фолликулярных клеток. В фолликуле содержится овоцит 1 порядка – незрелая яйцеклетка, из которой в ходе мейоза образуется зрелая яйцеклетка. Овуляция – выход овоцита из яичника в маточную трубу в результате разрыва зрелого яичника под воздействием гормонов передней доли гипофиза, в частности, лютеинизирующего гормона (ЛГ).	4 балла
Остаток фолликула, внутри которого созрел овоцит 1 порядка - после овуляции превращается во временную железу внутренней секреции (желтое тело), вырабатывающую гормон прогестерон. Под воздействием прогестерона слизистая оболочка матки подготавливается к возможной беременности и имплантации оплодотворенной яйцеклетки, а также происходит «торможение» созревания очередной яйцеклетки, защищающее зародыш от возможного «соперничества». Со временем эту функцию берет на себя сформировавшаяся позднее плацента.	5 баллов
Если оплодотворения не произошло и, беременность не наступила, то через 12-14 дней «желтое тело» уменьшается в размерах и затем перестает функционировать. Постепенно прекращается продуцирование им прогестерона, тормозящим появление новой яйцеклетки, что ведет к началу менструации. Под воздействием фолликулостимулирующего гормона передней доли гипофиза происходит стимуляция для образования новых половых клеток.	5 баллов

**9Б.** Объясните явление пограничного эффекта. Почему вредители в большей степени сконцентрированы в краевой полосе агроценозов? Почему численность насекомых-вредителей сельскохозяйственных культур значительно выше на небольших полях? Какие меры можно порекомендовать для сокращения степени повреждения сельскохозяйственных культур насекомыми-фитофагами, учитывая особенности их распространения?  
(15 баллов)

Решение:	
Пограничная зона занимает промежуточное положение между соседними биоценозами и отличается от них температурным режимом, влажностью, освещенностью. В ней как бы переплетаются типичные условия граничащих сообществ, происходит взаимопроникновение. В результате в переходной зоне произрастают растения, характерные для обоих биоценозов. Обилие растительности привлекает сюда и разнообразных животных, типичных для граничащих между собой сообществ. Такое явление носит название пограничного	4 балла

эффекта, суть которого в том, что переходная зона, как правило, более богата жизнью, чем каждое из смежных сообществ.	
На краях полей проявляется действие пограничного эффекта. В переходной полосе (на границе между биоценозами и агроценозами) произрастают растения, характерные для обоих сообществ. Их видовое разнообразие привлекает сюда насекомых-фитофагов. Конкуренция с сорняками, обилие которых наблюдается именно по краям полей, ослабляет культурные растения и снижает уровень защитных реакций, поэтому они менее устойчивы к действию вредителей.	4 балла
Миграция вредителей происходит с малой скоростью направленного перемещения от краев полей к центру, поэтому на маленьких полях они быстрее занимают территорию и они многочисленнее, чем на больших полях.	3 балла
Для сокращения степени повреждения сельскохозяйственных культур рекомендуется: 1) увеличение площади полей;	2 балла
2) своевременное уменьшение численности насекомых-фитофагов в первую очередь на границах агроценозов.	2 балла