

Поволжская открытая олимпиада школьников

«Будущее медицины» 2017 г.

Эталоны ответов заочного этапа

9 класс

**1X.** Соединение **Ф** (соединения такого типа называют квасцами) представляет собой темно-фиолетовые октаэдрические кристаллы. При растворении **Ф** в воде получается фиолетовый раствор. При добавлении к этому раствору избытка раствора гидроксида калия образуется раствор зеленого цвета (вещество **З**) (реакция 1). Если к полученному раствору добавить пероксид водорода, то раствор станет желтым (вещество **Ж**) (реакция 2). При подкислении раствора вещества **Ж** раствором серной кислоты раствор становится оранжевым (вещество **О**) (реакция 3). Прибавление к оранжевому раствору вещества **О** пероксида водорода и диэтилового эфира приводит к образованию соединения **С**, которое окрашивает слой эфира в синий цвет (реакция 4). При добавлении к подкисленному серной кислотой оранжевому раствору вещества **О** избытка металлического цинка цвет раствора меняется на интенсивно голубой (вещество **Г**) (реакция 5). При добавлении к насыщенному оранжевому раствору вещества **О** концентрированной (90%) серной кислоты и последующем охлаждении выпадает осадок красного цвета (вещество **К**) (реакция 6).

- 1) Приведите название и формулу квасцов (соединение **Ф**), если содержание воды в них 43,4%;
- 2) Приведите формулы соединений в соответствии с их цветом: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый;
- 3) Напишите уравнения реакций образования веществ 1-6.

**(10 баллов)**

Решение	Баллы
Квасцы – соединения с общей формулой $\text{Э}^{\text{I}}\text{Э}^{\text{III}}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . Если содержание воды составляет 43,3%, то из формулы $\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M_r(\text{B-ва})}$ рассчитаем молекулярную массу квасцов. $M_r = \frac{n \cdot M_r(\text{H}_2\text{O})}{\omega(\text{H}_2\text{O})} = \frac{12 \cdot 18}{0,433} = 499$ На сумму относительных атомных масс $\text{Э}^{\text{I}}$ и $\text{Э}^{\text{III}}$ приходится	<b>0,5</b>

$499 - 12 \cdot 18 - 2 \cdot 96 = 91(\text{г})$ Фиолетовый цвет раствора квасцов позволяет предположить, что это – хромовые квасцы, т.е. $\text{Э}^{\text{III}}$ - Cr ( $A_r = 52$ ). Значит на $A_r$ ( $\text{Э}^{\text{I}}$ ) приходится $(91-52) = 39$ . Значит $\text{Э}^{\text{I}}$ – К (калий).	
<b>Ф</b> – хромовокалиевые квасцы $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .	<b>0,5</b>
$\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 + 6\text{KOH} = \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 2\text{K}_2\text{SO}_4$ <i>или</i> $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 + 4\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2] + 2\text{K}_2\text{SO}_4$	<b>1</b>
$2\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{KOH}$ $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}_2 + \text{C}_2\text{H}_5 - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5 = 2\text{CrO}_5 \cdot (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{Zn} = 2\text{CrSO}_4 + 4\text{ZnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CrO}_3 \downarrow + 2\text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	<b>1</b>  <b>1</b>  <b>1</b>  <b>1</b>  <b>1</b>
Красный – $\text{CrO}_3$	<b>0,5</b>
Оранжевый – $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	<b>0,5</b>
Желтый – $\text{K}_2\text{CrO}_4$	<b>0,5</b>
Зеленый – $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ или $\text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$	<b>0,5</b>
Голубой – $\text{CrSO}_4$	<b>0,5</b>
Синий – $\text{CrO}_5$ или $\text{CrO}_5 \cdot (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	<b>0,5</b>
Фиолетовый - $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	

**2X.** После проведения реакции в газовой смеси (с исходной плотностью по воздуху 1,048) ее плотность по воздуху увеличилась до 1,310. При пропускании продуктов реакции через раствор гидроксида натрия объем газа уменьшился вдвое, а плотность остатка по гелию составила 8,000.

- 1) Приведите качественный и количественный состав (в объемных %) исходной газовой смеси;
- 2) Приведите состав смеси после реакции;
- 3) Напишите уравнения происходящих реакций.

**(10 баллов)**

Решение	Баллы
<p>Т.к. плотность исходной газовой смеси по воздуху 1,048, то можно рассчитать <math>M_r</math> (исходной смеси):</p> $M_r = D(\text{возд}) \times M_r(\text{возд}) = 1,048 \times 29 = 30,4$ <p>или <math>M(\text{газов}) = 30,4 \text{ г/моль}</math></p> <p>Молекулярная масса остатка составляет: <math>D(\text{He}) \times M(\text{He}) = 8 \times 4 = 32,0</math> что может соответствовать молекулярной массе кислорода – <math>O_2</math>.</p>	<b>1</b>
<p>Согласно условию задачи один из продуктов реакции поглощается щелочью и при этом объем газовой смеси уменьшился вдвое, следовательно, объемы газов в смеси были равными (равны их количества). Значит <math>n(O_2) = n(\text{газа}2) = 0,5</math> моль.</p>	<b>1</b>
<p><math>M_r</math> (смеси после реакции) = <math>D(\text{возд}) \times M_r(\text{возд}) = 1,31 \times 29 = 37,99</math>.</p> <p>или <math>M(\text{газов}) = 37,99 \text{ г/моль}</math>.</p> <p><math>M(\text{смеси после реакции}) = x \cdot M(O_2) + x \cdot M(\text{газа} 2) = 37,99</math>.  <math>37,99 = 0,5 \cdot 32 + 0,5 \cdot M(\text{газа}2)</math>; <math>M(\text{газа}2) = 44 \text{ г/моль}</math>. Это может быть <math>CO_2</math>.</p>	<b>2</b>
<p>Значит в смеси газов после реакции присутствуют <math>CO_2</math> и <math>O_2</math> (изб). Такая смесь может образоваться после взаимодействия <math>CO</math> и <math>O_2</math> (изб):</p> $2CO + O_2 = 2 CO_2$ $2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$	<b>1</b>
<p>Рассчитаем состав исходной смеси.</p> <p>Пусть общее количество веществ в исходной газовой смеси равно 1 моль. Значит масса исходной смеси газов равна 30,4 г.</p> <p>Обозначим в исходной смеси:</p>	<b>1</b>

$n(\text{O}_2) = x$ моль, тогда $n(\text{CO}) = (1-x)$ моль.	
<p>Рассчитаем состав исходной смеси:</p> $m(\text{смеси}) = x \cdot 32 + (1-x) \cdot 28; 30,4 = 32x + 28 - 28x; 2,4 = 4x; x = 0,6$ $n(\text{O}_2) = 0,6 \text{ моль}; n(\text{CO}) = 0,4 \text{ моль}; n(\text{O}_2) : n(\text{CO}) = 0,6 : 0,4 = 3 : 2$ <p>Состав исходной газовой смеси: 60% <math>\text{O}_2</math> и 40% <math>\text{CO}</math>.</p>	<b>2</b>
<p>Согласно закону сохранения массы, масса смеси газов после реакции равна массе смеси до реакции т.е. = 30,4 г. Количество газов после реакции рассчитаем по формуле :</p> $m(\text{смеси}) : M(\text{смеси}) = 30,4\text{г} : 37,99 \text{ г/моль} = 0,8 \text{ моль.}$	<b>1</b>
<p>Изменение количества смеси газов до и после реакции составила:</p> $(1-0,8) = 0,2 \text{ моль}$ <p>и произошло за счет протекания реакции (1), за счет расходования <math>\text{O}_2</math>. Следовательно в реакцию вступило 0,2 моль <math>\text{O}_2</math> и образовалось 0,4 моль <math>\text{CO}_2</math>. В конечной газовой смеси осталось <math>(0,6 - 0,2) = 0,4</math> моль <math>\text{O}_2</math> (избыток). Состав смеси <math>\text{CO}_2</math> и <math>\text{O}_2</math> : 50% <math>\text{CO}_2</math> и 50% <math>\text{O}_2</math>.</p>	<b>1</b>

**3X.** Смесь двух галогенидов калия общей массой 5,00 г растворили в воде. При добавлении к полученному раствору избытка раствора нитрата серебра было получено 8,58 г осадка.

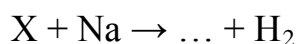
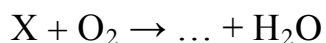
- 1) Какие галогениды калия могли быть взяты в смеси;
- 2) Укажите качественный состав и возможную окраску осадка.

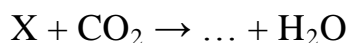
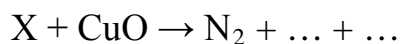
**(10 баллов)**

<b>Решение</b>	<b>Баллы</b>
$\text{KX} + \text{AgNO}_3 = \text{AgX}\downarrow + \text{KNO}_3$ $1 \text{ моль} \qquad \qquad \qquad 1 \text{ моль}$ <p>Где <math>X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}</math>, но не <math>\text{F}</math>, т.к. <math>\text{AgF}</math> – хорошо растворим в воде.</p> <p>Если осадок образован двумя галогенидами, то можно определить общее количество галогенидов в исходной смеси.</p>	<b>1</b>

<p>Разница в массах образовавшихся галогенидов серебра и исходных галогенидов калия определяется разницей молярных масс металлов.</p> <p>По уравнению <math>\Delta m = 108 - 39 = 69</math> (г); по условию <math>\Delta m = 3,58</math> (г).</p> <p>Если <math>\Delta m = 69</math>, то 1 моль галогенидов калия вступает в реакцию.</p> <p>Если <math>\Delta m = 3,58</math>, то <math>x</math> моль вступает в реакцию, т.е. количество галогенидов в исходной смеси составляет 0,0519 моль.</p>	<b>1</b>												
<p>Рассмотрим возможные пары исходных галогенидов:</p> <p>1. <math>KCl - KBr</math>. <math>M(KCl) = 74,5</math> г/моль; <math>M(KBr) = 119</math> г/моль</p> <p>Пусть <math>n(KCl) = x</math> моль; <math>n(KBr) = y</math> моль.</p> <p>Составляем и решаем систему уравнений:</p> $\begin{cases} x + y = 0,0519 & x = 0,0264 & m(KCl) = 1,97\text{г}; & m(AgCl) = 3,79\text{г} \\ 74,5x + 119y = 5 & y = 0,0255 & m(KBr) = 3,03\text{г}; & m(AgBr) = 4,79\text{г} \end{cases}$ <p>Такая смесь дает необходимую массу галогенидов серебра.</p>	<b>2</b>												
<p>2. <math>KCl - KI</math>. Решаем аналогичным образом.</p> <p><math>m(KCl) = 2,94\text{г}</math> ; <math>m(AgCl) = 5,67\text{г}</math></p> <p><math>m(KI) = 2,06\text{г}</math> ; <math>m(AgI) = 2,91\text{г}</math></p> <p>Такая смесь также возможна.</p>	<b>2</b>												
<p>3. <math>KBr - KI</math>. 5 г такой смеси не могут дать необходимую массу галогенидов серебра.</p>	<b>1</b>												
<p>4. Если в смеси был <math>KF</math>, то с ним в паре мог находиться только <math>KCl</math>, т.к. бромид калия и йодид калия не могли бы дать такую массу осадка галогенида серебра.</p>	<b>2</b>												
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">Смесь</td> <td style="width: 33%;">Осадок</td> <td style="width: 33%;">Цвет осадка</td> </tr> <tr> <td><math>KCl - KBr</math></td> <td><math>AgCl - AgBr</math></td> <td>светло-желтый</td> </tr> <tr> <td><math>KCl - KI</math></td> <td><math>AgCl - AgI</math></td> <td>желтый</td> </tr> <tr> <td><math>KCl - KF</math></td> <td><math>AgCl</math></td> <td>белый</td> </tr> </table>	Смесь	Осадок	Цвет осадка	$KCl - KBr$	$AgCl - AgBr$	светло-желтый	$KCl - KI$	$AgCl - AgI$	желтый	$KCl - KF$	$AgCl$	белый	<b>1</b>
Смесь	Осадок	Цвет осадка											
$KCl - KBr$	$AgCl - AgBr$	светло-желтый											
$KCl - KI$	$AgCl - AgI$	желтый											
$KCl - KF$	$AgCl$	белый											

**4X.** На схемах приведены превращения соединения X:





Предложите X и запишите уравнения вышеуказанных превращений.

**(10 баллов)**

Решение	Баллы
X = NH <sub>3</sub>	
4NH <sub>3</sub> + 3O <sub>2</sub> = 2N <sub>2</sub> + 6H <sub>2</sub> O или	2
4NH <sub>3</sub> + 5O <sub>2</sub> = 4NO + 6H <sub>2</sub> O (катализатор Pt)	2
2NH <sub>3</sub> + Na = 2NaNH <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>	2
2NH <sub>3</sub> + 3CuO = N <sub>2</sub> + 3Cu + 3H <sub>2</sub> O	2
2NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> S = (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S или	2
NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> S = NH <sub>4</sub> HS	
2NH <sub>3(p)</sub> + CO <sub>2(r)</sub> = (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>(карбамид)</sub> + H <sub>2</sub> O(130 – 140 <sup>0</sup> C, 100 атм)	2

**5X.** Были приготовлены два раствора карбоната натрия. Если смешать 100 г первого раствора и 150 г второго, то действие избытка серной кислоты на полученную смесь приведет к выделению 5,82 л (н.у.) газа. Если же смешать 150 г первого раствора и 100 г второго, то выделится 4,70 л (н.у.).

- 1) Определите массовые доли карбоната натрия в исходных растворах;
- 2) Каково содержание соды в полученных смесях?
- 3) Определите массовую долю сульфата натрия в растворе, полученном при действии эквимолярного количества 20%-ной серной кислоты на второй раствор карбоната натрия;
- 4) Приведите уравнения реакций исходного раствора карбоната натрия и раствора полученного после взаимодействия с серной кислотой, с раствором хлорида стронция.

**(10 баллов)**

Решение	Баллы
Обозначим массовую долю карбоната натрия в первом растворе ω(1) а во втором растворе - ω(2).	1
Тогда m(Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) <sub>1</sub> = 100 · ω(1) , m(Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> = 150 · ω(2).	1
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	

$n(\text{CO}_2)_1 = V(\text{CO}_2)_1/V_m = 5,82\text{л}/22,4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} = 0,26(\text{моль})$ $n(\text{CO}_2)_2 = V(\text{CO}_2)_2/V_m = 4,70\text{л}/22,4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} = 0,21(\text{моль})$ $m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_1 = 0,26\text{моль} \cdot 106\text{г/моль} = 27,56 \text{ г}$ $m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = 0,21\text{моль} \cdot 106\text{г/моль} = 22,26 \text{ г}$	<b>1</b>
<p>Решаем систему уравнений:</p> $\begin{cases} 100 \cdot \omega(1) + 150 \cdot \omega(2) = 27,56 \\ 150 \cdot \omega(1) + 100 \cdot \omega(2) = 22,26 \end{cases}$ $\omega(1) = 0,0467 (4,67\%); \quad \omega(2) = 0,1526 (15,26\%).$	<b>2</b>
<p>2. Рассчитаем массовую долю карбоната натрия в обоих растворах.</p> $m(\text{смеси растворов}) = 250 \text{ г.}$ $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3)_1 = 27,56 : 250 = 0,1102 (11,02\%)$ $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = 22,26 : 250 = 0,089 (8,90\%)$	<b>1</b>
<p>3. Определим массовую долю сульфата натрия в реакции:</p> <p>Обозначим массу второго исходного раствора как <math>m(2) = X \text{ г.}</math></p> <p>Тогда <math>m(\text{Na}_2\text{CO}_3)</math> в нем равна <math>(0,1526 \cdot X) \text{ г};</math></p> $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (0,1526 \cdot X) \text{ г} : 106\text{г/моль} = (1,44 \cdot 10^{-3} \cdot X) \text{ моль.}$ $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = (1,44 \cdot 10^{-3} \cdot X) \text{ моль};$ $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = (1,44 \cdot 10^{-3} \cdot X) \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль} = (0,204 \cdot X) \text{ г}$ $m(\text{CO}_2) = (1,44 \cdot 10^{-3} \cdot X) \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = (0,204 \cdot X) \text{ г}$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = (1,44 \cdot 10^{-3} \cdot X) \text{ моль};$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = (1,44 \cdot 10^{-3} \cdot X) \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = (0,141 \cdot X) \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{р-ра}} = 0,141 X : 0,2 = 0,705 \cdot X (\text{г})$ $m(\text{получ. раствора}) = m(2) + m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{р-ра}} - m(\text{CO}_2) =$ $= X + 0,705 \cdot X - 0,0634 \cdot X = 1,642X (\text{г})$	<b>1</b>  <b>1</b>

$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,204 X : 1,642 X = 0,1245 (12,45\%).$	<b>1</b>
$\text{SrCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2 \text{NaCl} + \text{SrCO}_3\downarrow ; \text{Sr}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{SrCO}_3 .$ $\text{SrCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = 2 \text{NaCl} + \text{SrSO}_4\downarrow ; \text{Sr}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{SrSO}_4$	<b>1</b>

**6Б.** Объясните, за счет чего корни покрытосеменных двудольных растений растут в длину и толщину. В каком направлении растут корни? Что определяет направление роста корней? **(10 баллов)**

*Ответ:*

1. Рост корней происходит за счет деятельности образовательной ткани. **(1 балл)**
2. У покрытосеменных двудольных растений в толщину корни могут расти за счет камбия (в отличие от однодольных, у которых не образуется камбия) **(2 балла)**
3. В длину - за счет находящейся на кончике корня зоны размножения, в которой клетки делятся **(2 балла)**
4. Зоны растяжения – в которой клетки растут. **(2 балла)**
5. Направление роста корней определяется тропизмами. Геотропизм – врожденный механизм обеспечивающий рост корней в сторону действия силы тяжести **(2 балла)**, т.е. вниз, под землю. **(1 балл)**

**7Б.** Как длительный прием антибиотиков может повлиять на нормальную микрофлору в кишечнике человека? Объясните, почему прием антибиотиков может привести к снижению свертываемости крови, анемии (малокровию). **(15 баллов)**

*Ответ:*

1. Прием антибиотиков вызывает гибель многих полезных микроорганизмов, обитающих в кишечнике человека, что приводит к нарушению их полезной жизнедеятельности. Например, прекращению синтеза ими витаминов. **(3 балла)**
2. Некоторые витамины (например В<sub>6</sub> **(1 балл)**, К **(1 балл)**, В<sub>12</sub> **(1 балл)**) синтезируются особыми бактериями, обитающими в толстом кишечнике человека.
3. Витамины – физиологически активные вещества. Они являются обязательной частью ферментов **(1 балл)** и должны поступать с пищей в нужных количествах для нормального хода физиологических и биохимических процессов в организме. **(2 балла)**



4. Таким образом при недостатке витамина К в печени понижается образование протромбина, необходимого для свертывания крови **(3 балла)**
5. Отсутствие или недостаток в организме витамина В<sub>12</sub> приводит к нарушению кроветворения (нарушается синтез гемоглобина) и возникновению анемии (малокровия). **(3 балла)**

**8Б.** Рыбаки знают, что в реках и ручьях, освоенных бобрами, водится больше рыб, чем в водоемах, где нет бобров. Как можно объяснить этот факт? **(10 баллов)**

*Ответ:*

1. Бобры строят плотины. Плотины бобров препятствуют сносу по течению мелких водных животных и питательных веществ. **(3 балла)**
2. Благодаря плотинам образуются запруды. Стоячая и неглубокая вода в запрудах, сооруженных бобрами, лучше прогревается, **(3 балла)** что создает места для нереста **(1 балл)**, способствует большой активности рыб **(1 балл)**, обеспечивает более благоприятные условия для созревания икринок **(1 балл)**, здесь больше корма (фито и зоопланктона). **(1 балл)**

**9Б.** В европейских степных заповедниках до недавнего времени полностью запрещали выпас скота, что привело к быстрому их зарастанию лесом. В африканской саванне, наоборот, из-за того, что стали пасти слишком большие стада домашних животных произошло опустынивание. Объясните эти явления. Как в природе осуществляется поддержание устойчивости травяных экосистем? **(15 баллов)**

*Ответ:*

1. Основа существования травяных экосистем – экологическая связь между злаками (продуцентами) и крупными травоядными млекопитающими – копытными (консументами 1 порядка). **(2 балла)**
2. Стебель злака обладает вставочным ростом, поэтому когда травоядные откусывают его верхнюю часть он не прекращает расти. Поэтому травяные экосистемы обладают высочайшей продуктивностью и могут обеспечить пищей стада диких копытных. **(3 балла)**
3. Прежде всего, копытные выедают подрост деревьев и не дают древесной растительности сменить травянистую. **(1 балл)**
4. Однако обильные стада при постоянном выпасе сильно выедают растительность, до самых корней. С гибелью злаков и их корневой системы ничто не удерживает воду в почве – происходит опустынивание и эрозия. **(3 балла)**
5. Чтобы регулировать численность травоядных необходимы консументы 2 порядка - хищники. **(1 балл)** Они являются санитарами, уничтожающими

ослабленных и больных животных, обеспечивая необходимый баланс в травяной экосистеме. **(2 балла)**

6. Для переработки навоза и трупов павших животных существуют редуценты – личики мух, жуки-навозники, грибы, гнилостные бактерии – они возвращают необходимые для растений микроэлементы и завершают биологический круговорот, что делает травяную экосистему устойчивой. **(3 балла)**

## Поволжская открытая олимпиада школьников

«Будущее медицины» 2017 г.

### Эталоны ответов заочного этапа

#### 10 класс

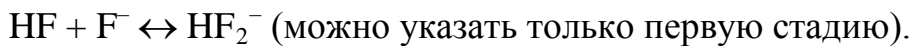
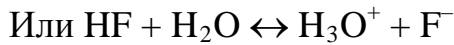
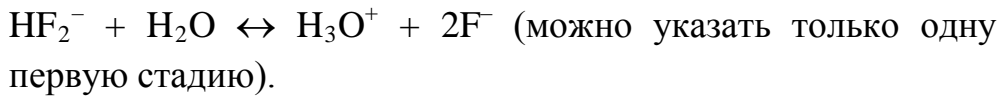
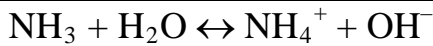
**1X.** Четыре колбы объемом по 500 мл заполнены при стандартных условиях ( $P = 10^5$  Па,  $t = 25^\circ\text{C}$ ) высшими водородными соединениями элементов с порядковыми номерами 6-9.

- 1) Напишите формулы соединений и назовите эти вещества.
- 2) Вычислите массу содержимого каждой из колб. Для какой из этих колб ваш расчет будет являться не очень точной оценкой массы? Почему?
- 3) Как реагирует каждое из этих соединений с избытком металлического натрия (если требуется, при нагревании)? Напишите уравнения реакций.
- 4) Напишите уравнения реакций, соответствующих процессам, протекающим при попарном смешивании этих водородных соединений в выбранных условиях.
- 5) Колбы пронумерованы (№1-4). Определите, какому номеру какое вещество соответствует, если для выбранных условий справедливы следующие утверждения:
  - а) температура кипения третьего вещества больше, чем температура кипения четвертого;
  - б) плотность четвертого вещества выше, чем плотность второго;
  - в) молярная масса первого вещества больше молярной массы четвертого вещества;
  - г) основные свойства первого вещества выражены сильнее, чем у третьего.

**(10 баллов)**

Решение	Баллы
Соединения: метан $\text{CH}_4$ ,	<b>0,25</b>
аммиак $\text{NH}_3$ ,	<b>0,25</b>
вода $\text{H}_2\text{O}$ ,	<b>0,25</b>
фтороводород – в основном $\text{H}_2\text{F}_2$ (на этом этапе HF допустимо).	<b>0,25</b>
Вода при этих условиях является жидкой. Ее плотность равна 1 г/мл, поэтому $m(\text{H}_2\text{O}) = V \cdot \rho = 500 \cdot 1 = 500$ г.	<b>0,25</b>
Остальные вещества – газы. Расчет их масс проводим по	

<p>уравнению Менделеева-Клапейрона:</p> $P \cdot V = m \cdot R \cdot T / M; \quad m = P \cdot V \cdot M / (R \cdot T).$ <p><math>m(\text{CH}_4) = 10^5 \text{ Па} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 16 \text{ г/моль} / (8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 298 \text{ К}) = 0,323 \text{ г.}</math></p> <p><math>m(\text{NH}_3) = 10^5 \text{ Па} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 17 \text{ г/моль} / (8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 298 \text{ К}) = 0,343 \text{ г.}</math></p> <p><math>m(\text{H}_2\text{F}_2) = 10^5 \text{ Па} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 40 \text{ г/моль} / (8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 298 \text{ К}) = 0,808 \text{ г.}</math></p> <p>Для фтороводорода расчет получается не очень точным. Фтороводород в жидком и газообразном состояниях имеет большую склонность к ассоциации вследствие образования сильных водородных связей. При температурах, близких к точке кипения, молекулы фтороводорода в газовой фазе присутствуют в виде различных олигомеров <math>(\text{HF})_n</math>, где <math>n = 1 \div 6</math>. Большинство молекул имеют <math>n = 2</math>, но для точного расчета массы необходимо знать среднее значение <math>n</math>.</p> <p>Вещество Б – это один из хлоридов серы: <math>\text{SCl}_2</math>, <math>\text{S}_2\text{Cl}_2</math>, <math>\text{SCl}_4</math>.</p>	<p><b>0,25</b></p> <p><b>0,25</b></p> <p><b>0,25</b></p> <p><b>0,5</b></p>
<p>Уравнения:</p> <p><math>\text{CH}_4 + \text{Na} \neq</math></p> <p><math>2\text{NH}_3 + 2\text{Na (изб.)} = 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2\uparrow</math></p> <p><math>2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na (изб.)} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow</math></p> <p><math>\text{H}_2\text{F}_2 + 2\text{Na (изб.)} = 2\text{NaF} + \text{H}_2\uparrow</math></p>	<p><b>0,25</b></p> <p><b>0,5</b></p> <p><b>0,5</b></p> <p><b>0,5</b></p>
<p>Метан <math>\text{CH}_4</math> с перечисленными веществами не взаимодействует.</p> <p><math>\text{NH}_3</math> и <math>\text{H}_2\text{F}_2</math> реагируют с образованием кислой или средней соли, а также взаимодействуют с водой, образуя соответственно щелочную и кислую среду:</p> <p><math>\text{H}_2\text{F}_2 + 2\text{NH}_3 \text{ (изб.)} = 2\text{NH}_4\text{F}</math></p> <p><math>\text{H}_2\text{F}_2 + \text{NH}_3 \text{ (недост.)} = \text{NH}_4\text{HF}_2</math></p>	<p><b>0,5</b></p> <p><b>0,25</b></p> <p><b>0,25</b></p>



0,25

0,25

0,25

Определим номера колб, в которых находятся вещества.

Представим четыре колбы, в которых могут находиться вещества:

№1	№2	№3	№4
CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>

а) Самое низкокипящее вещество – метан. Поэтому он не может быть третьим. Самая высококипящая – вода, она не может быть четвертой. Значит, исключаем эти вещества из соответствующих колб. В колбах остались:

№1	№2	№3	№4
CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>

1

б) Метан – самый легкий, он не может быть четвертым. Вода имеет наибольшую плотность и не может быть второй. В колбах остаются:

№1	№2	№3	№4
CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>

1

<p>в) Самые тяжелые молекулы – фтороводорода. Он не может быть четвертым. Самые легкие молекулы – метана. Он не может быть первым. В колбах остаются:</p> <table border="1" data-bbox="284 324 1177 555"> <thead> <tr> <th>№1</th> <th>№2</th> <th>№3</th> <th>№4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>F<sub>2</sub></td> <td>CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>F<sub>2</sub></td> <td>NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>F<sub>2</sub></td> <td>NH<sub>3</sub></td> </tr> </tbody> </table> <p>В колбе №4 остался только аммиак. Значит, исключаем его из других колб.</p> <table border="1" data-bbox="284 678 1177 864"> <thead> <tr> <th>№1</th> <th>№2</th> <th>№3</th> <th>№4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>F<sub>2</sub></td> <td>CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>F<sub>2</sub></td> <td>H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>F<sub>2</sub></td> <td>NH<sub>3</sub></td> </tr> </tbody> </table> <p>Метан присутствует только в колбе №2. Исключаем фтороводород из этой колбы.</p> <table border="1" data-bbox="284 987 1177 1173"> <thead> <tr> <th>№1</th> <th>№2</th> <th>№3</th> <th>№4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>F<sub>2</sub></td> <td>CH<sub>4</sub></td> <td>H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>F<sub>2</sub></td> <td>NH<sub>3</sub></td> </tr> </tbody> </table>	№1	№2	№3	№4	NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	№1	№2	№3	№4	H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	№1	№2	№3	№4	H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	<p><b>1</b></p>
№1	№2	№3	№4																						
NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>																						
№1	№2	№3	№4																						
H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>																						
№1	№2	№3	№4																						
H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>																						
<p>г) Основные свойства воды выражены сильнее, чем у фтороводорода, поэтому вода находится в колбе №1.</p> <table border="1" data-bbox="284 1330 1219 1473"> <thead> <tr> <th>№1</th> <th>№2</th> <th>№3</th> <th>№4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H<sub>2</sub>O</td> <td>CH<sub>4</sub></td> <td>H<sub>2</sub>F<sub>2</sub></td> <td>NH<sub>3</sub></td> </tr> </tbody> </table>	№1	№2	№3	№4	H <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	<p><b>1</b></p>																
№1	№2	№3	№4																						
H <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>																						

**2X.** Какие массы кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и воды необходимо взять для получения 34,43%-ного раствора, насыщенного при 0°C, чтобы при его сливании со 100 мл 70%-ного раствора ( $\rho = 1,65$  г/мл), насыщенного при 70°C, был получен третий раствор, из которого при 50°C (массовая доля соли в насыщенном растворе равна 62,92%) можно выделить 30,0 г кристаллогидрата состава  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ? С каким объемом децимолярного раствора йода (0,1 моль/л) прореагирует полученный третий раствор? Определите концентрации веществ в конечном растворе. Плотность третьего раствора принять равной 1,48 г/мл.

**(15 баллов)**

Решение:	Баллы
<p>Обозначим 34,43%-ный раствор как <b>раствор 1</b>, 70%-ный – <b>раствор 2</b>, 62,92%-ный – <b>раствор 3</b>.</p>	
<p>1. Пусть <math>m(\text{р-ра } 1) = x \text{ г.}</math>  <math display="block">\omega(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 = \frac{m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1}{m(\text{р} - \text{ра} 1)},</math> <p>где <math>m(\text{р-ра } 1) = m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O}_{\text{добавл.}})</math>.</p> <p>Тогда масса тиосульфата в первом растворе будет равна:</p> <math display="block">m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 = \omega(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 \cdot m(\text{р-ра } 1) = 0,3443 \cdot x \text{ г.}</math> </p>	<p><b>0,5</b></p> <p><b>0,5</b></p>
<p>2. <math display="block">\omega(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_2 = \frac{m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_2}{m(\text{р} - \text{ра} 2)}.</math> <p><math>m(\text{р-ра } 2) = V(\text{р-ра } 2) \cdot \rho(\text{р-ра } 2) = 100 \cdot 1,65 = 165 \text{ г.}</math></p> <math display="block">m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_2 = \omega(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_2 \cdot m(\text{р-ра } 2) = 165 \cdot 0,7 = 115,5 \text{ г.}</math> </p>	<p><b>0,5</b></p> <p><b>0,5</b></p>
<p>3. Массовая доля тиосульфата натрия в растворе 3 будет:</p> $\omega(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_3 = \frac{m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_3}{m(\text{р} - \text{ра} 3)} = 0,6292.$ <p>Поскольку сливали два раствора, а при охлаждении выпал кристаллогидрат в осадок, то масса раствора 3 находится как сумма масс первых двух растворов за вычетом массы осадка (кристаллогидрата <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}</math>):</p> $m(\text{р-ра } 3) = m(\text{р-ра } 1) + m(\text{р-ра } 2) - m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}).$ <p>Тогда масса вещества в растворе 3 состоит из суммы масс тиосульфата в первых двух растворах за вычетом массы <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math>, ушедшей с кристаллогидратом в осадок:</p> $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_3 = m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 + m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_2 - m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_{\text{в к.г.}}$	<p><b>1,5</b></p> <p><b>1,5</b></p>
<p>4. Определим количество осадка.</p> $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) / M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 30 / 248 = 0,121 \text{ моль.}$ $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) + 5 \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 158 + 90 = 248 \text{ г/моль.}$ $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_{\text{в к.г.}} = 0,121 \text{ моль.}$ <p>Значит <math>m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_{\text{в к.г.}} = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_{\text{в к.г.}} \cdot M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,121 \cdot 158 = 19,12 \text{ г.}</math></p>	<p><b>0,5</b></p> <p><b>0,5</b></p>

<p>5. Подставим все данные в выражение массовой доли раствора 3:</p> $\omega(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_3 = \frac{0,3443x + 115,5 - 19,12}{x + 165 - 30} = 0,6292$ <p>Теперь решим уравнение относительно x.</p> $x + 135 = (0,3443x + 96,38)/0,6292$ $x + 135 = 0,547x + 153,18$ $x - 0,547x = 153,18 - 135$ $0,453x = 18,18$ $x = 40,13 \Rightarrow m(\text{p-ра } 1) = 40,13 \text{ г.}$	<b>1,5</b>
<p>6. <math>m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 = 0,3443 \cdot x = 0,3443 \cdot 40,13 = 13,82 \text{ г.}</math></p> <p><math>n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O})</math></p> <p><math>n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 = m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) / M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 13,82/158 = 0,0875</math> МОЛЬ.</p> <p><math>\Rightarrow n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,0875 \text{ моль.}</math></p> <p><math>m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) =</math> <math>= 0,0875 \cdot 248 = 21,7 \text{ г}</math></p> <p>Тогда масса добавленной воды:</p> <p><math>m(\text{H}_2\text{O}_{\text{добавл.}}) = m(\text{p-ра } 1) - m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 40,13 - 21,7 =</math> <math>= 18,43 \text{ г.}</math></p>	<b>0,5</b> <b>0,5</b> <b>0,5</b>
<p>7. <math>2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}</math></p> <p><math>m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_3 = 13,82 + 115,5 - 19,12 = 110,2 \text{ г.}</math></p> <p><math>n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_3 = m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) / M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 110,2/158 = 0,698</math> МОЛЬ.</p> <p><math>n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_3 = 0,698/2 = 0,349 \text{ моль.}</math></p> <p><math>V(\text{конечного p-ра}) = V(\text{p-ра } 3 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) + V(\text{p-ра } \text{I}_2)</math></p> <p><math>n(\text{I}_2) = n(\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6) = 0,349 \text{ моль; } n(\text{NaI}) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,698 \text{ моль.}</math></p> <p>В конечном растворе находятся <math>\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6</math> и <math>\text{NaI}</math>.</p> <p><math>C(X) = \frac{n(X)}{V_{\text{p-ра}}} \Rightarrow V(\text{p-ра } \text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{C(\text{I}_2)} = \frac{0,349}{0,1} = 3,49 \text{ л.}</math></p> <p><math>V(\text{p-ра } 3) = \frac{m(\text{p-ра } 3)}{\rho(\text{p-ра } 3)} = \frac{40,13 + 165 - 30}{1,48} = \frac{175,13}{1,48} = 118,3 \text{ мл} \cong 0,118 \text{ л.}</math></p> <p><math>V(\text{конечного p-ра}) = 0,118 + 3,49 = 3,608 \text{ л.}</math></p>	<b>1,0</b> <b>0,5</b> <b>0,5</b> <b>0,5</b> <b>0,5</b> <b>0,5</b>



$C(\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6) = \frac{n(\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6)}{V_{\text{конечн.р-ра}}} = \frac{0,349}{3,608} = 0,0967 \text{ моль / л.}$	
$C(\text{NaI}) = \frac{n(\text{NaI})}{V_{\text{конечн.р-ра}}} = \frac{0,698}{3,608} = 0,1935 \text{ моль / л.}$	<b>1,0</b>
	<b>1,0</b>

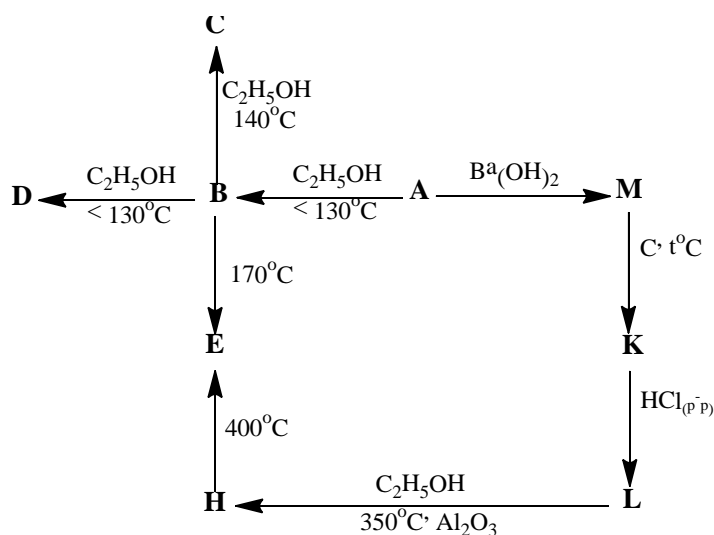
**3X.** Смесь сероводорода и неизвестного алкена, взятых в объемном соотношении 1:2, сжигалась и продукты сгорания полностью поглощали избытком водного раствора гидроксида бария. В результате выпало 20,1 г осадка. При обработке избытком раствора перманганата калия, подкисленного азотной кислотой, масса осадка уменьшилась до 4,66 г. Установите формулу алкена и напишите уравнения упомянутых реакций.

**(10 баллов)**

Решение	Баллы
1. Напишем уравнения реакций горения сероводорода и алкена $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ . $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_n\text{H}_{2n} + 3n/2\text{O}_2 = n\text{CO}_2\uparrow + n\text{H}_2\text{O}$	<b>1</b>  <b>1</b>
2. Продукты сгорания пропустили через избыток водного раствора гидроксида бария. $\text{SO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ Выпавший осадок – карбонат и сульфит бария. Т.е. $m(\text{BaSO}_3) + m(\text{BaCO}_3) = 20,1 \text{ г.}$	<b>1</b>  <b>1</b>  <b>0,5</b>
3. При обработке этого осадка подкисленным раствором перманганата калия: $\text{BaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ $5\text{BaSO}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 6\text{HNO}_3 = 5\text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ Масса осадка уменьшилась до 4,66 г.	<b>1</b>  <b>1</b>

<p>Это масса сульфата бария <math>m(\text{BaSO}_4) = 4,66</math> г.</p> <p><math>v(\text{BaSO}_4) = m(\text{BaSO}_4) / M(\text{BaSO}_4) = 4,66 / 233 = 0,02</math> моль.</p> <p><math>v(\text{BaSO}_4) = v(\text{BaSO}_3) = 0,02</math> моль.</p> <p><math>m(\text{BaSO}_3) = v(\text{BaSO}_3) \cdot M(\text{BaSO}_3) = 0,02 \cdot 217 = 4,34</math> г.</p> <p>Тогда <math>m(\text{BaCO}_3) = 20,1 - m(\text{BaSO}_3) = 20,1 - 4,34 = 15,76</math> г.</p> <p><math>v(\text{BaCO}_3) = m(\text{BaCO}_3) / M(\text{BaCO}_3) = 15,76 / 197 = 0,08</math> моль.</p>	<p><b>0,25</b></p> <p><b>0,5</b></p> <p><b>0,5</b></p> <p><b>0,25</b></p> <p><b>0,5</b></p>
<p>4. По количеству солей бария найдем количества газов <math>\text{SO}_2</math>, <math>\text{CO}_2</math> и <math>\text{H}_2\text{S}</math>.</p> <p><math>v(\text{BaCO}_3) = v(\text{CO}_2) = 0,08</math> моль.</p> <p><math>v(\text{SO}_2) = v(\text{BaSO}_3) = 0,02</math> моль = <math>v(\text{H}_2\text{S})</math>.</p>	<p><b>0,5</b></p>
<p>5. Т.к. <math>V(\text{H}_2\text{S}) : V(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 1 : 2</math>, то <math>v(\text{H}_2\text{S}) : v(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 1 : 2</math>. Значит, можно найти количество алкена.</p> <p><math>v(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 2 \cdot v(\text{H}_2\text{S}) = 2 \cdot 0,02 = 0,04</math> моль.</p>	<p><b>0,5</b></p>
<p>6. По уравнению (2) видно, что <math>v(\text{CO}_2) = v(\text{C}_n\text{H}_{2n}) \cdot n</math>.</p> <p>Т.е. <math>0,08 = 0,04 \cdot n \Rightarrow n = 2</math>. Значит алкен – <math>\text{C}_2\text{H}_4</math> этилен.</p>	<p><b>0,5</b></p>

4X.



Вещества А, В, D, М, К, L, Н содержат в своем составе элемент X. При стандартных условиях соединения А, В, С, D и Н – жидкости, вещества Е и L – газы.

Определите все эти вещества и элемент X, дайте названия. Напишите уравнения реакций, соответствующих приведенным в цепочке превращениям. Опишите формы нахождения элемента X в природе.

**(15 баллов)**

Решение	Баллы
<p>Логично предположить, что вещество М – бариевая соль неизвестной кислоты. Она дает при прокаливании с углем другую соль бария (К), которая под действием соляной кислоты выделяет газ. Газ может быть CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S...</p> <p>Но, учитывая предыдущие действия, вероятней всего, что М – BaSO<sub>4</sub> (сульфат бария),            К – BaS (сульфид бария),            L – H<sub>2</sub>S (сероводород).            Значит вещество А – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (серная кислота).</p> $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4$ $\text{BaSO}_4 + 4\text{C} = 4\text{CO} + \text{BaS}$ $\text{BaS} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{S} + \text{BaCl}_2$	<p>0,5 0,5 0,5 0,5 1,0 1,0 1,0</p>
<p>При взаимодействии серной кислоты со спиртом получается неустойчивое соединение В – этилсерная кислота C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OSO<sub>3</sub>H.</p> $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3\text{H}$ <p>В зависимости от условий это вещество дает несколько продуктов:</p> <p>С – C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (диэтиловый эфир),            D – C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OSO<sub>2</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (диэтилсульфат).</p> $\text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3\text{H} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3\text{H} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_2\text{OC}_2\text{H}_5$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3\text{H} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C}_2\text{H}_4$	<p>0,5 1,0 0,5 0,5 1,0 1,0 1,0</p>
<p>Оставшиеся вещества:</p> <p>Н – этилмеркаптан C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>SH,            Е – этилен C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>.</p> $\text{H}_2\text{S} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH} = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{S}$ <p>Таким образом, элемент X – это сера S.</p>	<p>0,5 0,5 1,0 1,0 0,5</p>
<p>Содержание серы в земной коре составляет около 0,05 %.            Сера встречается в свободном (самородном) состоянии и в</p>	

связанном виде.

Широко распространены месторождения различных сульфидных соединений. Важнейшие среди них:

$\text{FeS}_2$  – железный колчедан, или пирит,

$\text{ZnS}$  – цинковая обманка, или сфалерит (вюрцит),

$\text{CuFeS}_2$  – медный колчедан (халькопирит),

$\text{PbS}$  – свинцовый блеск, или галенит,

$\text{HgS}$  – киноварь,

$\text{Sb}_2\text{S}_3$  – антимонит.

Сульфиды многих тяжелых металлов входят в состав так называемых полиметаллических сульфидных руд.

Известны также многочисленные месторождения различных сульфатов. Важнейшими природными сульфатами являются:

сульфат натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (кристаллогидрат которого  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  называется глауберовой солью (минерал – мирабилит));

сульфат кальция  $\text{CaSO}_4$  (образующий минерал гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (селенит) или безводный  $\text{CaSO}_4$  (ангидрит));

сульфат магния  $\text{MgSO}_4$  (горькая соль  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ );

сульфата бария  $\text{BaSO}_4$  (барит);

сульфата стронция  $\text{SrSO}_4$  (целестин).

В вулканических местностях часто наблюдается выделение из-под земли газа сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$ . Сероводород встречается и в растворенном виде в серных водах. Вулканические газы часто содержат также сернистый газ  $\text{SO}_2$ .

Кроме того, сера присутствует в нефти, природном угле, природных газах и сланцах. Сера относится к элементам, которые необходимы для живых организмов, так как она является составной частью белков. Белки содержат 0,8-2,4% (по массе) химически связанной серы. Растения получают серу из сульфатов, содержащихся в почве. Неприятные запахи, возникающие при гниении трупов животных, объясняются главным образом выделением соединений серы (сероводорода и меркаптанов), образующихся при разложении белков. В морской воде присутствует около  $8,7 \cdot 10^{-2}$  % серы.

В природных водах встречается в основном в виде сульфат-иона и обуславливает «постоянную» жесткость пресной воды.

**5Б.** В состав солнечного спектра входят электромагнитные волны разной длины. Почему органы зрения животных и человека чувствительны к довольно узкому их спектру, заключенному между УФ и ИК областями? Объясните, с чем связано то, что у некоторых организмов в ходе эволюции произошла утрата зрительного восприятия. **(15 баллов)**

*Ответ:*

1. Атмосфера непрозрачна для большей части солнечного излучения, она поглощает почти всю энергию, оставляя лишь «окно» для той части спектра, которую мы называем видимой частью солнечного спектра. **(2 балла)**
2. Значительная часть УФ поглощается кислородом атмосферы, что приводит к образованию озонового слоя, **(2 балла)** а ИК лучи в большей части поглощаются водяными парами атмосферы. **(1 балл)** Другие ЭМ волны практически не доходят до Земли. **(1 балл)**
3. Поэтому формирование органов зрения в процессе эволюции шло приспособительно к той части солнечного спектра, которая постоянно легко достигала Земли, не поглощаясь атмосферой, т.е. была более доступной. **(4 балла)**
4. Потеря зрительного восприятия является адаптацией к условиям, в которых нет светового воздействия. **(1 балл)** Например, обычно утрачивают зрительные анализаторы, или имеют их в зачаточном состоянии организмы, являющиеся внутренними паразитами, обитающие под землей, в глубинах океана и т.п. **(1 балл)** Предковые формы таких организмов имели зрение, но из-за приспособления к новым условиям существования у них происходили мутации, приводящие к его потере. **(2 балла)** Естественный отбор способствовал сохранению этих мутантов в новой среде обитания, как наиболее адаптированных и выигрывающих в борьбе за существование. **(1 балл)**

**6Б.** Вследствие мутации один из белков-ферментов потерял активность. При исследовании клеток больного человека была выделена ДНК с последовательностью нуклеотидов: ТГАТТГЦТГАЦТГЦГТЦТЦТ  
В то же время известно, что за данный фермент отвечает ген с последовательностью нуклеотидов: ТГАТТГЦТГТАЦТГЦГТЦТЦТ  
Укажите тип мутации, которая произошла в гене, отвечающем за структуру белка- фермента и возможные причины потери им активности. **(10 баллов)**

*Ответ:*

1. Эта генная (точечная) мутация **(1 балл)**. Она заключается в выпадении первого нуклеотида (Т) в четвертом триплете исходного гена **(1 балл)**
2. В результате возникает сдвиг рамки считывания **(2 балла)** и в мутантной молекуле РНК смысловой кодон (АУГ) заменяется на стоп-кодон (УГА). **(2 балла)**

3. Это приводит к укорочению молекулы белка. **(1 балл)** Нарушается его первичная и последующие структуры, а значит и свойства. Фермент стает не активным **(2 балла)** Такие мутации еще называют нонсенс мутациями. **(1 балл)**

**7Б.** Для чего некоторые ткани и органы человека запасают гликоген? Назовите эти ткани и органы. Почему при этом глюкоза запасается в виде гликогена, а не в свободном виде? **(15 баллов)**

*Ответ:*

1. Запас гликогена происходит в клетках печени и мышцах. **(2 балла)**
2. Печень поддерживает гомеостаз глюкозы в организме, длительное время сохраняя глюкозу в виде гликогена. При голодании печень высвобождает глюкозу для поддержания постоянного уровня сахара в крови. **(3 балла)**
3. Это необходимо для нормального функционирования тканей и органов. Например, мозга, который не содержит никаких запасных источников глюкозы. **(2 балла)**
4. Мышцы активно работают, что требует большого количества энергии, а основным источником энергии является глюкоза, которая сохраняется в виде гликогена. **(3 балла)**
5. Хранение глюкозы в свободном виде затруднено осмотическим давлением. **(1 балл)** Осмотическое давление раствора связано с количеством растворенных частиц. **(2 балла)** При полимеризации тысячи молекул глюкозы в единую молекулу гликогена осмотическое давление понижается. **(2 балла)**

**8Б.** В природе существуют кошки с черепаховой окраской. Их шерсть смешанная – состоит из черных и рыжих шерстинок. Известно, что формирование такой окраски возможно только у самок. Коты, в отличие от кошек, бывают либо черными, либо рыжими и никогда не бывают черепаховыми (пестрыми). Чем объясняется формирование такой окраски? Какое потомство получится при скрещивании черепаховой кошки и черного кота? **(10 баллов)**

*Ответ:*

1. Окраска шерсти у кошек и некоторых животных относится к автономным признакам и определяется генотипом клетки, из которой растет шерстинка, а не генотипом организма **(2 балла)**.
2. За окраску шерсти отвечает ген, расположенный в X-хромосоме **(1 балл)**.
3. У кошек гомогаметным является женский пол, т.е. в генотипе по две X-хромосомы, которые могут быть как в гомозиготном, так и гетерозиготном состоянии **(1 балл)**.
4. В клетках гомогаметного пола происходит выборочная случайная инактивация одной из X-хромосом (процесс т.н. лайонизации), т.е. реализуется информация только одной из них: либо  $X^A$ , либо  $X^a$ . Таким

образом, клетки с генотипом  $X^A$  формируют черные шерстинки, а с генотипом  $X^a$  – рыжие. **(2 балла)**

5. В результате у гетерозиготной кошки шерсть становится смешанной (черепаховой), а у гомозиготных – либо черной, либо рыжей **(1 балл)**
6. У котов формирование черепаховой окраски невозможно. Так как самцы являются гетерогаменгами и имеют только одну X-хромосому:  $X^A$  или  $X^a$ , они могут иметь либо черную окраску, либо рыжую **(2 балла)**
7. Потомство: черные и рыжие коты, черные и черепаховые кошки **(1 балл)**

Поволжская открытая олимпиада школьников

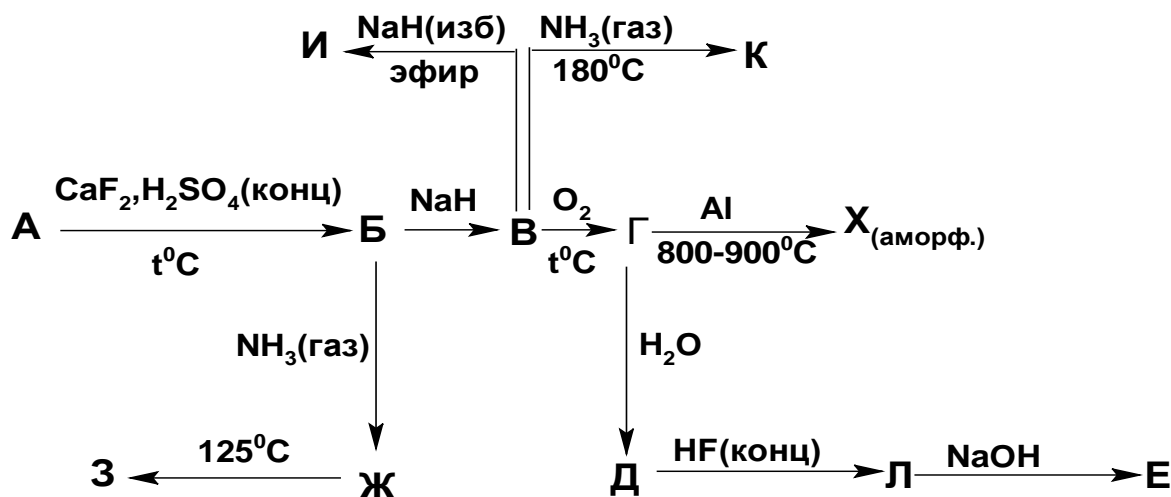
«Будущее медицины» 2017 г.

Эталоны ответов заочного этапа

11 класс

1X. На приведенной схеме представлены превращения соединений А-Л, содержащих в своем составе один и тот же элемент X.

1. Элемент X встречается в природе в виде минерала А (содержание по массе: Na – 12,06%; X – 11,34%; H – 5,29%, остальное – кислород).
2. Б – бинарное соединение, содержащее 15,94% (по массе) X.
3. В – бесцветный газ с плотностью по воздуху около 1.
4. Соединение Д используется в медицине в виде спиртового раствора.
5. α-модификация З схожа с графитом по физическим свойствам.
6. Вещество И широко применяется в органическом синтезе в качестве восстановителя.
7. Молекула К (почти плоская) имеет ось симметрии третьего порядка (при полном повороте вокруг этой оси симметрии молекула К воспроизводит свое положение в пространстве 3 раза); в  $^1\text{H}$  ЯМР-спектре соединения К наблюдается два сигнала.



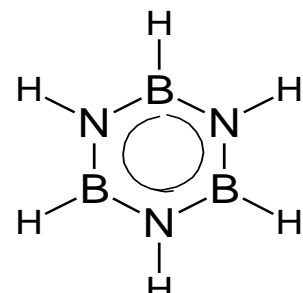
- 1) Определите элемент X. Ответ подтвердите расчетом.
- 2) Приведите формулы соединений А-И, Л. Назовите минерал А.
- 3) Изобразите структурную формулу К и назовите это соединение.
- 4) Напишите уравнения всех приведенных на схеме реакций.

(15 баллов)



Решение	Баллы
<p>Бинарное вещество <b>Б</b> образуется при взаимодействии минерала <b>А</b> с <math>\text{CaF}_2</math> в присутствии концентрированной серной кислоты. Можно предположить, что <b>Б</b>, помимо элемента <b>Х</b>, содержит фтор. Учитывая, что ковалентность фтора в соединениях равна 1, <b>Б</b> можно записать в виде <math>\text{XF}_n</math>.</p> <p>Определим элемент <b>Х</b>:</p> $\omega(X) = \frac{M(X)}{M(X) + 19,00n}; \quad 0,1595 = \frac{M(X)}{M(X) + 19,00n};$ <p><math>M(X)</math> – молярная масса элемента <b>Х</b>; <math>n</math> – возможная ковалентность <b>Х</b> в соединении <b>Б</b>. Из уравнения находим, что <math>M(X) = 3,603n</math>. Подбирая значения <math>n</math> от 1 до 8, находим, что при <math>n = 3</math> получается единственно разумный вариант <math>M(X) = 10,81</math>, т.е. элемент <b>Х</b> – бор, а вещество <b>Б</b> – трифторид бора - <math>\text{BF}_3</math>.</p>	<p><b>1</b></p> <p><b>0,5</b></p>
<p>Найдем состав вещества <b>А</b> – <math>\text{Na}_x\text{B}_y\text{H}_z\text{O}_m</math>  <math>n(\text{Na}) : n(\text{B}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = x : y : z : m</math>          пусть масса вещества <math>\text{Na}_x\text{B}_y\text{H}_z\text{O}_m</math> равна 100 г. Тогда из формулы</p> $\omega(\text{Э})\% = \frac{m(\text{Э})}{m(\text{в} - \text{ва})} \cdot 100\%; \text{ находим, что } m(\text{Na}) = 12,06 \text{ г}; m(\text{B}) = 11,34 \text{ г};$ <p><math>m(\text{H}) = 5,29 \text{ г}; m(\text{O}) = 100 - (12,06 + 11,34 + 5,29) = 71,31 \text{ г}.</math>  <math>n(\text{Na}) : n(\text{B}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) =</math>  <math>= \frac{12,06}{23} : \frac{11,34}{11} : \frac{5,29}{1} : \frac{71,31}{16} = 0,524 : 1,031 : 5,29 : 4,457 = 1 : 2 : 10 : 8,5 = 2 : 4 : 20 : 17</math></p> <p>т.е. вещество <b>А</b> – <math>\text{Na}_2\text{B}_4\text{H}_{20}\text{O}_{17}</math> или <math>\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}</math> - минерал бура.</p> $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 6\text{CaF}_2 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц}) = 4\text{BF}_3 \uparrow + 2\text{NaHSO}_4 + 6\text{CaSO}_4 \downarrow + 7\text{H}_2\text{O}$	<p><b>1,5</b></p> <p><b>0,5</b></p> <p><b>0,5</b></p>
<p>При восстановлении <math>\text{BF}_3</math> гидридом натрия образуется бесцветный газ <b>В</b>, вероятнее всего – водородное соединение бора. Т.к. молекулярная масса <b>В</b> близка к молекулярной массе воздуха (29 а.е.м.), <b>В</b> – это диборан <math>\text{B}_2\text{H}_6</math> (28 а.е.м.).</p> $2\text{BF}_3 + 6\text{NaNH}_2 = \text{B}_2\text{H}_6 \uparrow + 6\text{NaF}$	<p><b>0,5</b></p> <p><b>0,5</b></p>

<p>Взаимодействие диборана с избытком гидрида натрия в эфире приводит к образованию комплексного гидрида, используемого в органическом синтезе в качестве восстановителя.</p> <p>Вещество <b>И</b> – тетрагидридоборат натрия <math>\text{Na}[\text{BH}_4]</math>.</p> $\text{B}_2\text{H}_6 + 2\text{NaNH}_2 \xrightarrow{\text{эфир}} 2\text{Na}[\text{BH}_4] \downarrow$ <p>При сжигании диборана образуется оксид бора, <b>Г</b> – <math>\text{B}_2\text{O}_3</math></p> $\text{B}_2\text{H}_6 + 3\text{O}_2 = \text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>
<p>Восстановление оксида бора алюминием дает аморфный бор.</p> $\text{B}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{800-900^\circ\text{C}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{B}(\text{аморф})$ $\text{B}(\text{аморф}) + 3\text{HNO}_3(\text{конц}) + 4\text{HF}(\text{конц}) = \text{H}[\text{BF}_4] + 3\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ <p>Оксид бора реагирует с водой с образованием ортоборной кислоты (вещество <b>Д</b>) которая в виде спиртового раствора применяется в медицине под названием «борный спирт»).</p> $\text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{BO}_3$	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>
<p>Борная кислота реагирует с концентрированной плавиковой кислотой, образуя комплексную кислоту <b>Л</b> – <math>\text{H}[\text{BF}_4]</math>, которая после обработки раствором гидроксида натрия превращается в тетраборат натрия – вещество <b>Е</b> – <math>\text{Na}[\text{BF}_4]</math>.</p> $\text{H}_3\text{BO}_3 + 4\text{HF}(\text{конц}) = \text{H}[\text{BF}_4] + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}[\text{BF}_4] + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{BF}_4] + \text{H}_2\text{O}$	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>
<p>Реакция трифторида брома с газообразным аммиаком. <math>\text{BF}_3</math> – типичная кислота Льюиса (акцептор электронной пары); молекула <math>\text{NH}_3</math> выступает как основание Льюиса, т.к. имеется неподеленная электронная пара на атоме азота. При реакции между собой они образуют соединение <b>Ж</b> - аддукт состава <math>\text{BF}_3 \cdot \text{NH}_3</math>. Ковалентная связь между атомами бора и азота образуется по донорно-акцепторному механизму.</p> $\text{BF}_3 + \text{NH}_3 = \text{BF}_3 \cdot \text{NH}_3$ <p>Нагревание этого аддукта до <math>125^\circ\text{C}</math> приводит к образованию нитрида бора <math>\text{BN}</math> (соединение <b>З</b>):</p> $4\text{BF}_3 \cdot \text{NH}_3 \xrightarrow{125^\circ\text{C}} \alpha - \text{BN} + 3\text{NH}_4[\text{BF}_4]$	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>

<p>При реакции диборана с газообразным аммиаком при нагревании образуется продукт <b>К</b>, содержащий водород, бор и, вероятно, азот. Молекула <b>К</b> имеет плоское строение, ее высокая симметрия указывает на возможный углеродный аналог этого соединения – бензол. Однако, чтобы в молекуле <b>К</b> было два типа атомов водорода и имела ось симметрии третьего порядка, необходимо в кольце вместо атомов углерода поочередно разместить атомы азота и бора. Соединение <b>К</b> называют неорганическим бензолом (боразол).</p>	<p><b>0,5</b></p>
$3B_2H_6 + 6NH_3 \xrightarrow{180^{\circ}C} 2B_3N_3H_6 + 12H_2$	<p><b>0,5</b></p>
	<p><b>0,5</b></p>

**2X.** В оксиде металла мольная доля кислорода равна 60%, а массовая доля металла равна 52,9%. К порции этого оксида добавили металл и смесь сильно нагрели. В полученной смеси веществ мольная доля кислорода равна 24%, а суммарная массовая доля атомов металлов равна 82,5%. Эту смесь растворили при нагревании в достаточном количестве воды, при этом выделилось 672 мл (н.у.) газа.

Вычислите объем углекислого газа, который следует пропустить через полученный раствор до прекращения выделения осадка.

**(10 баллов)**

Решение	Баллы
<p>Обозначим исходный оксид как <math>M_xO_y</math>. Т.к. мольная доля (<math>\chi</math>) кислорода в оксиде составляет 60%, то <math>\chi(Me) = 40\%</math>.</p> <p><math>n(M) : n(O) = 0,4 : 0,6 = 2 : 3</math>. Формула оксида <math>M_2O_3</math>.</p> <p>По массовой доле металла в оксиде определим металл.</p> $\omega(M) = \frac{n \cdot A_r(M)}{M_r(M_2O_3)}; \quad \omega(M) = \frac{2 \cdot A_r(M)}{2A_r(M) + 3A_r(O)}; \quad 0,529 = \frac{2A_r(M)}{2A_r(M) + 48};$ <p>Решая уравнение получаем, что <math>A_r(M) = 26,95</math>.</p> <p>Металл – алюминий. Оксид <math>Al_2O_3</math>.</p>	<p><b>2</b></p>



5. $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{NaOH} = \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ По уравнению (5) $n(\text{NaOH}) = 3 \cdot 0,016 = 0,048$ (моль); $n(\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]) = 0,016$ моль. Осталось $n(\text{NaOH}) = 0,06 - 0,048 = 0,012$ (моль). Реакции с $\text{CO}_2$ :	<b>0,5</b>
6. $3 \text{CO}_2 + 2 \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] = 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$	<b>0,5</b>
7. $\text{CO}_2 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $n(\text{CO}_2)_6 = 0,024$ моль; $n(\text{CO}_2)_7 = 0,006$ моль; $n(\text{CO}_2)_{\text{общ}} = 0,03$ моль. $V(\text{CO}_2) = 0,03 \cdot 22,4 = 0,672$ (л)	<b>0,5</b>

**3X.** Через два последовательно соединенных сосуда, в первом из которых содержалось 103 мл раствора сульфида калия с массовой долей соли 22,0% и плотностью 1,12 г/мл, а во втором – 111 мл раствора сульфата меди (II) с концентрацией соли 1,74 моль/л и плотностью 1,20 г/мл, пропустили смесь азота и хлороводорода, имеющую плотность при н.у. 1,30 г/л. Газ прекратили пропускать, как только массы растворов сравнялись.

- 1) Рассчитайте объем пропущенной через растворы газовой смеси (25<sup>0</sup>С, давление 58,0 кПа).
- 2) Рассчитайте Массовые доли растворенных веществ в полученных растворах. Растворимостью сероводорода в полученных растворах пренебречь. **(10 баллов)**

Решение	Баллы
$m(p\text{-pa}1) = V \cdot \rho = 103 \text{ мл} \cdot 1,12 \text{ г/мл} = 115,36 \text{ г};$ $m(\text{K}_2\text{S}) = m_p \cdot \omega = 115,36 \text{ г} \cdot 0,22 = 25,38 \text{ г};$ $n(\text{K}_2\text{S}) = m(\text{K}_2\text{S}) : M(\text{K}_2\text{S}) = 25,38 \text{ г} : 110 \text{ г/моль} = 0,231 \text{ моль}.$	<b>0,5</b>
$m(p\text{-pa}2) = V \cdot \rho = 111 \text{ мл} \cdot 1,2 \text{ г/мл} = 133,2 \text{ г};$ $n(\text{CuSO}_4) = C(\text{CuSO}_4) \cdot V = 1,74 \text{ моль/л} \cdot 0,111 \text{ л} = 0,193 \text{ моль}.$ $m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,193 \text{ моль} \cdot 160 \text{ г/моль} = 30,9 \text{ г}.$	<b>0,5</b>
1. $\text{K}_2\text{S} + 2 \text{HCl} = 2 \text{KCl} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 2. $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$	<b>0,5</b> <b>0,5</b>
Пусть в реакцию (1) вступило $x$ моль $\text{HCl}$ . $m(\text{HCl}) = (36,5 x) \text{ г}.$ Тогда: $n(\text{KCl}) = x$ моль; $m(\text{KCl}) = (74,5 \cdot x) \text{ г}.$ $n(\text{H}_2\text{S}) = 0,5 x$ моль; $m(\text{H}_2\text{S}) = (0,5x \cdot 34) = 17x \text{ г}.$ $n(\text{CuS}) = 0,5 x$ моль; $m(\text{CuS}) = (0,5x \cdot 96) = 48x \text{ г}.$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5x$ моль; $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = (0,5x \cdot 98) = 49x \text{ г}.$ Массы растворов после реакции: $m_p(\text{K}_2\text{S}) + m(\text{HCl}) - m(\text{H}_2\text{S}) = m_p(\text{CuSO}_4) + m(\text{H}_2\text{S}) - m(\text{CuS})$	<b>1</b>       <b>1</b>

$115,36 + 36,5x - 17x = 133,2 + 17x - 48x$ Решая уравнение, определяем $x = 0,3533$ моль Т.е. $n(\text{HCl}) = 0,3533$ моль. $V(\text{HCl}) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 0,3533 \text{ моль} = 7,9 \text{ л.}$	
Для определения объема смеси газов, определим объемные доли $\varphi(\text{HCl})$ и $\varphi(\text{N}_2)$ в смеси. $M(\text{смеси HCl и N}_2) = (1,37 \cdot 22,4 \text{ л/моль}) : 1 \text{ л} = 29,12 \text{ г/моль.}$ $M_r = \varphi(\text{HCl}) M(\text{HCl}) + (1-\varphi)(\text{N}_2) M(\text{N}_2).$ $29,12 = \varphi 36,5 + (1-\varphi)28$ Решая уравнение, получаем: $\varphi(\text{HCl}) = 0,132$ (13,2% по объему). $\varphi(\text{N}_2) = 100\% - 13,2\% = 86,8\%.$ Рассчитаем объем исходной смеси ( $\text{HCl}, \text{N}_2$ ) при н.у.: $V(\text{смеси}) = V(\text{HCl}) : \varphi(\text{HCl}) = 7,9 \text{ л} : 0,132 = 60 \text{ л}; n(\text{смеси}) = 2,678 \text{ моль.}$	<b>1</b>
Объем смеси газов при $25^0\text{C}$ и $58 \text{ кПа}$ рассчитываем по формуле: $PV=nRT.$ $58 \cdot V = 2,678 \cdot 8,314 \cdot 298 = 114,39 \text{ (л).}$ Масса растворов после реакций $m(\text{раствор1}) = m(\text{раствор2}) = 115,36 + 36,5 \cdot 0,3533 - 17 \cdot 0,3533 = 112,25 \text{ (г).}$	<b>2</b>
Массы веществ в растворах: $m(\text{K}_2\text{S})_1 = n(\text{K}_2\text{S}) M(\text{K}_2\text{S}) = 0,5 \cdot 0,3533 \cdot 110 = 19,43 \text{ (г).}$ $m(\text{CuSO}_4)_2 = 0,5 \cdot 0,3533 \cdot 160 = 28,26 \text{ (г).}$ $m(\text{K}_2\text{S})_{\text{конечн.}} = 25,38 - 19,43 = 5,95 \text{ (г)}$ $m(\text{CuSO}_4)_{\text{конечн.}} = 30,9 - 28,26 = 2,64 \text{ (г)}$ $m(\text{KCl}) = 0,3533 \cdot 74,5 = 26,32 \text{ (г)}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \cdot 0,3533 \cdot 98 = 17,31 \text{ (г)}$ Массовые доли веществ в конечных растворах: $\omega(\text{K}_2\text{S}) = \frac{m(\text{K}_2\text{S})}{m(p-pa)} = \frac{5,95}{122,25} = 0,0487(4,87\%)$ $\omega(\text{CuSO}_4) = 0,0216 (2,16\%)$ $\omega(\text{KCl}) = 0,2153 (21,53\%)$ $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1416 (14,16\%).$	<b>2</b>

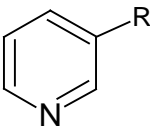
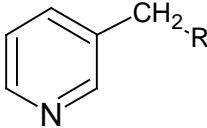
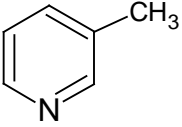
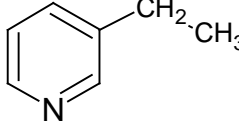
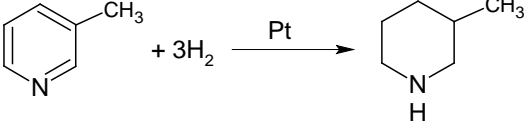
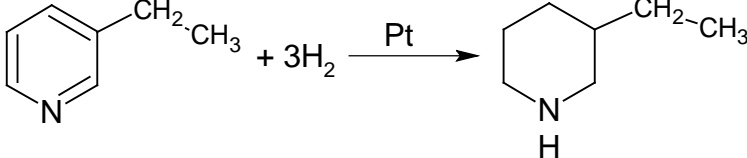
**4X.** Порцию 1,6-дибромгексана обработали натрием. В полученной смеси веществ первичных атомов углерода оказалось в 15 раз меньше, чем вторичных атомов углерода. После удаления всей соли к смеси добавили 14 мл гексадиена (плотность 0,7 г/мл), при этом массовая доля брома составила 10%. Вычислите количество вещества натрия, вступившего в реакцию.

**(5 баллов).**

<b>Решение</b>	<b>Баллы</b>
Обозначим количество вещества 1,6 – дибромгексана (1,6-ДБГ) за $x$ моль, а $n(\text{Na}) = y$ моль. $\text{CH}_2(\text{Br}) - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}_2(\text{Br}) + 2\text{Na} \rightarrow (\text{CH}_2)_6 + 2 \text{NaBr}$ <p style="text-align: center;">1,6-дибромгексан (1,6-ДБГ)      цикло- гексан</p>	<b>1</b>
Т.к. после реакции осталось вещество с первичными атомами углерода, то значит, 1,6-ДБГ был в избытке.	<b>0,5</b>
Следовательно, после реакции в реакционной системе: $n(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 0,5y$ моль; $n(1,6\text{-ДБГ}) = (x - 0,5y)$ моль;	<b>0,5</b>
В 1,6 –ДБГ $n(\text{перв.С}) = 2(x - 0,5y)$ ; $n(\text{втор.С}) = 4(x - 0,5y)$ . $n(\text{Br}) = 2(x - 0,5y)$ .	<b>0,5</b>
В циклогексане $n(\text{втор.С}) = 0,5y \cdot 6 = 3y$ . Общее $n(\text{втор.С}) = 4x - 2y + 3y = 4x + y$ . По условию $\frac{4x + y}{2x - y} = 15$ . Решая уравнение, получаем: $x = 0,615y$ .	<b>0,5</b>
Рассчитаем массу добавленного гексадиена. $m(\text{C}_6\text{H}_{10}) = 14 \text{ мл} \cdot 0,7 \text{ г/мл} = 9,8 \text{ г}$ . В смеси: $m(1,6\text{-ДБГ}) = (x - 0,5y) \cdot 244 \text{ (г)}$ $m(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 0,5y \cdot 84 \text{ (г)}$ .	<b>0,5</b>
$\omega(\text{Br}) = \frac{m(\text{Br})}{m(\text{смеси})}; \quad 0,1 = \frac{2(x - 0,5y) \cdot 80}{9,8 + 0,5y \cdot 84 + (x - 0,5y) \cdot 244};$	<b>0,5</b>
Решая уравнение получаем: $0,1 (9,8 + 42y + 244x - 122y) = 160x + 80y$ ; $0,1 (9,8 + 244y - 80y) = 160x + 80y$ ; $0,98 = 11,4y$ ; $y = 0,086$ моль.	<b>1</b>

**5X.** Смесь двух соседних гомологов пиридина с молярным соотношением низшего и высшего 2:1 имеет плотность по гелию 24,417. Один объем паров смеси веществ смешали с 30 объемами водорода и пропустили над никелевым катализатором, получив на выходе газовую смесь с плотностью по водороду 2,78. Вычислите общий выход гомологов пиперидина (считать, что реакции идут с одинаковой скоростью, ароматическое кольцо гидрируется полностью при этом разрыва кольца не происходит).

**(10 баллов)**

Решение	Баллы
<p>Пусть количество веществ исходной смеси гомологов пиридина равно 1 моль. Обозначим гомологи пиридина формулами</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	<b>2</b>
<p>Т.к. количественные соотношения гомологов 2:1, то <math>n(\text{R-пиридина}) = 0,667</math> моль, а <math>n(\text{R-CH}_2\text{-пиридина}) = 0,333</math> моль.  <math>M_r(\text{смеси}) = D_{\text{He}} \cdot M_r(\text{He}) = 24,417 \cdot 4 = 97,72</math>.  <math>97,72 = 0,667(78+R) + 0,333(92+R)</math>. Решая уравнение получаем <math>R = 15</math>. <math>R = \text{CH}_3</math>.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><math>M_r(\text{CH}_3\text{- пиридина}) = 93</math></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><math>M_r(\text{C}_2\text{H}_5\text{-пиридина}) = 107</math></p> </div> </div>	<b>1</b>
<p>При гидрировании идут реакции:</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 20px;">  </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;"> <math>M_r(\text{CH}_3\text{- пиперидина}) = 99</math> </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <math>M_r(\text{C}_2\text{H}_5\text{- пиперидина}) = 113</math> </div> </div>	<b>2</b>
<p>Т.к. газообразные вещества реагируют в одинаковых условиях, то соотношения объемов соответствуют соотношению количеств веществ (согласно следствию из закона Авогадро). Общее количество исходных веществ равно 31 моль.</p>	<b>1</b>
<p>Пусть в реакцию гидрирования вступило <math>2y</math> моль (<math>\text{CH}_3\text{-пиридина}</math>) и <math>y</math> моль (<math>\text{C}_2\text{H}_5\text{-пиридина}</math>).  Израсходовано <math>9y</math> моль <math>\text{H}_2</math>. Тогда после реакции:</p> <p>осталось</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div><math>n(\text{CH}_3\text{- пиридина}) = (0,667 - 2y)</math> моль;</div> <div><b>1</b></div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div><math>n(\text{C}_2\text{H}_5\text{-пиридина}) = (0,333 - y)</math> моль;</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div><math>n(\text{H}_2) = (30 - 9y)</math> моль.</div> </div> <p>образовалось:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div><math>n(\text{CH}_3\text{- пиперидина}) = 2y</math> моль;</div> <div><b>1</b></div> </div>	<b>1</b>



$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{-пиперидина}) = y \text{ моль.}$	
Общее количество веществ в конечной смеси равно $(31 - 9y)$ моль. $m(\text{конечн. смеси}) = (0,667 - 2y) 93 + (0,333 - y) 107 + 2y 99 + y 113 + (30 - 9y) 2 = 157,662 \text{ (г)}$ $M(\text{смеси}) = 2,78 \cdot 2 = 5,56.$ $5,56 = \frac{157,662}{31 - 9y} ; \quad y = 0,294. \quad \eta = \frac{0,294}{0,333} = 0,8828(88,28\%)$	<b>1</b>

**6Б.** Объясните механизм, благодаря которому вода достигает листьев, расположенных на вершине стометрового дерева. **(15 баллов)**

*Ответ:*

1. Передвижение воды на высоту более 100 метров происходит за счет нескольких механизмов: капиллярности, разницы в осмотическом давлении и присасывающего действия надземных органов за счет испарения воды листьями. Вода поступает через корни. Механизм этого процесса в общих чертах представляет собой диффузию в ответ на осмотический градиент (осмос). Вода движется в клетки и из клеток растений благодаря осмосу. **(2 балла)**
2. У наземных растений осмос происходит через клеточные мембраны корневых волосков. Осмотическое давление в этих клетках и клетках, проводящих воду от корневого волоска до сосудов ксилемы и далее, много выше, чем осмотическое давление почвенной воды, вследствие высокой концентрации растворенных солей и сахаров в клетках. **(2 балла)**
3. Поскольку существует градиент в концентрации воды от почвы к корневым волоскам, далее к клеткам энтодермы и ксилеме, вода фактически течет в направлении этого осмотического градиента под давлением, известным как корневое давление. **(1 балл)**
4. Корневое давление однако бывает достаточным, чтобы столб жидкости поднялся только не более чем на 10 метров. Передвижение воды также обеспечивается капиллярностью **(1 балл)**, основанной на способности молекул воды к натяжению-сцеплению, или на степени, с которой ее поляризованные молекулы проявляют тенденцию притягивать друг друга, Вместе эти свойства дают возможность тонкому непрерывному слою воды, который существует в сосудах дерева противостоять разрыву и вытеканию через боковые стенки сосудов ксилемы. **(4 балла)**
5. Движение воды в этих непрерывных столбиках осуществляется благодаря тому, что клетки листьев используют часть ее на вершине столба для фотосинтеза **(2 балла)**
6. Также теряют некоторую ее часть через устьица в результате испарения, т.е. благодаря присасывающему действию надземных органов за счет испарения воды листьями. **(3 балла)**

**7Б.** Какие из этапов энергетического обмена НЕ происходят в эритроцитах? Объясните почему. Что служит источником энергии в эритроцитах? **(10 баллов)**

*Ответ:*

1. НЕ происходят подготовительный этап **(1 балл)** и кислородное дыхание **(1 балл)**.
2. Вместе с потерей лизосом и митохондрий при созревании эритроциты теряют способность синтезировать АТФ иным путем, кроме гликолиза. **(5 баллов)**
3. Эритроциты полностью зависят от глюкозы, которую в процессе гликолиза перерабатывают в лактат. **(3 балла)**

**8Б.** Камбала быстро изменяет окраску в зависимости от цвета грунта. Слепленная камбала теряет такую способность, становясь почти черной. Исходя из приведенных данных, укажите значение и механизм изменения окраски камбалы. **(10 баллов)**

*Ответ:*

1. Изменение окраски – защитное приспособление, благодаря которому камбала скрывается от хищников **(3 балла)**
2. Чем светлее грунт, тем сильнее возбуждение в зрительном анализаторе (глаз) **(2 балла)**, сигналы передаются в мозг **(1 балл)**, а затем к клеткам кожи, в которых пигментные зернышки изменяют свое положение и окраска меняется **(2 балла)**
3. У ослепленных рыб такая реакция невозможна. **(2 балла)**

**9Б.** В Индии был описан следующий случай. В семье гетерозиготных родителей, где отец имел вторую группу крови, а мать - третью, родилась девочка с первой группой крови. Она вышла замуж за мужчину со второй группой крови (гомозигота), и у них родились две девочки: первая с 4 группой крови и вторая со 2 группой крови. Появление в третьем поколении девочки с 4 группой крови вызвало недоумение. Как можно объяснить это явление? Исходя из предложенной гипотезы, установите вероятностные генотипы всех трех поколений, Можно ли для подтверждения отцовства по группам крови использовать кровь девочки из второго поколения (F2)? Ответ поясните. **(15 баллов)**

*Ответ:*

1. Это явление объясняется редким рецессивным эпистатическим геном, способным подавлять действие генов, определяющих группы крови А, В и АВ. **(1 балл)**

2. Решение задачи: Родители – мать  $\text{HhI}^{\text{B}}\text{i}$ , 3 группа крови (**2 балла**) отец –  $\text{HhI}^{\text{A}}\text{i}$ . 2 группа крови (**2 балла**)
3. Дочь F2 –  $\text{hhI}^{\text{B}}\text{i}$ , 1 группа крови, т.к. произошел эпистаз (**2 балла**) Ее муж –  $\text{HHI}^{\text{A}}\text{I}^{\text{A}}$ , 2 группа крови (**2 балла**)
4. Первая дочь F3 –  $\text{HhI}^{\text{A}}\text{I}^{\text{B}}$ , 4 группа крови (**2 балла**)
5. Вторая дочь F3 –  $\text{HhI}^{\text{A}}\text{i}$ , 2 группа крови (**2 балла**)
6. Нет, для подтверждения отцовства по группам крови использовать кровь девочки из второго поколения нельзя, у нее в крови из-за эпистаза не обнаружится никаких антигенов(ни А, ни В, ни H), что не позволит установить отцовство. (**2 балла**)