

Поволжская открытая олимпиада школьников

«Будущее медицины» 2017 г.

Эталоны ответов заочного этапа

10 класс

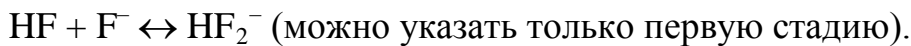
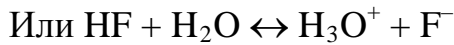
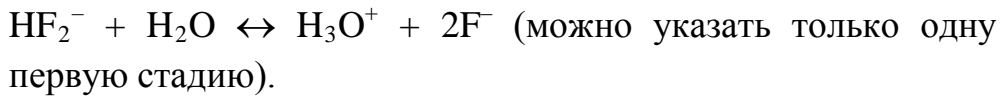
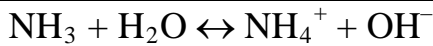
1X. Четыре колбы объемом по 500 мл заполнены при стандартных условиях ($P = 10^5$ Па, $t = 25^\circ\text{C}$) высшими водородными соединениями элементов с порядковыми номерами 6-9.

- 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 CH_4 ,	0,25
аммиак NH_3 ,	0,25
вода H_2O ,	0,25
фтороводород – в основном H_2F_2 (на этом этапе HF допустимо).	0,25
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.	0,25
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> $m(\text{CH}_4) = 10^5 \text{ Па} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 16 \text{ г/моль} / (8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 298 \text{ К}) = 0,323 \text{ г}.$ </p> <p> $m(\text{NH}_3) = 10^5 \text{ Па} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 17 \text{ г/моль} / (8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 298 \text{ К}) = 0,343 \text{ г}.$ </p> <p> $m(\text{H}_2\text{F}_2) = 10^5 \text{ Па} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 40 \text{ г/моль} / (8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 298 \text{ К}) = 0,808 \text{ г}.$ </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 $(\text{HF})_n$, где $n = 1 \div 6$. Большинство молекул имеют $n = 2$, но для точного расчета массы необходимо знать среднее значение n.</p> <p>Вещество Б – это один из хлоридов серы: SCl_2, S_2Cl_2, SCl_4.</p>	<p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,5</p>
<p>Уравнения:</p> <p>$\text{CH}_4 + \text{Na} \neq$</p> <p>$2\text{NH}_3 + 2\text{Na (изб.)} = 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2 \uparrow$</p> <p>$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na (изб.)} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$</p> <p>$\text{H}_2\text{F}_2 + 2\text{Na (изб.)} = 2\text{NaF} + \text{H}_2 \uparrow$</p>	<p>0,25</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>
<p>Метан CH_4 с перечисленными веществами не взаимодействует.</p> <p>NH_3 и H_2F_2 реагируют с образованием кислой или средней соли, а также взаимодействуют с водой, образуя соответственно щелочную и кислую среду:</p> <p>$\text{H}_2\text{F}_2 + 2\text{NH}_3 \text{ (изб.)} = 2\text{NH}_4\text{F}$</p> <p>$\text{H}_2\text{F}_2 + \text{NH}_3 \text{ (недост.)} = \text{NH}_4\text{HF}_2$</p>	<p>0,5</p> <p>0,25</p> <p>0,25</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 ₄ , NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂	CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂	CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂	CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂

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 ₄ , NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂	CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂	NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂	CH ₄ , NH ₃ , H ₂ F ₂

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 ₄ , NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂	CH ₄ , NH ₃ , H ₂ F ₂	NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂	NH ₃ , H ₂ F ₂

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>NH₃, H₂O, H₂F₂</td> <td>CH₄, NH₃, H₂F₂</td> <td>NH₃, H₂O, H₂F₂</td> <td>NH₃</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>H₂O, H₂F₂</td> <td>CH₄, H₂F₂</td> <td>H₂O, H₂F₂</td> <td>NH₃</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>H₂O, H₂F₂</td> <td>CH₄</td> <td>H₂O, H₂F₂</td> <td>NH₃</td> </tr> </tbody> </table>	№1	№2	№3	№4	NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂	CH ₄ , NH ₃ , H ₂ F ₂	NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂	NH ₃	№1	№2	№3	№4	H ₂ O, H ₂ F ₂	CH ₄ , H ₂ F ₂	H ₂ O, H ₂ F ₂	NH ₃	№1	№2	№3	№4	H ₂ O, H ₂ F ₂	CH ₄	H ₂ O, H ₂ F ₂	NH ₃	<p>1</p>
№1	№2	№3	№4																						
NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂	CH ₄ , NH ₃ , H ₂ F ₂	NH ₃ , H ₂ O, H ₂ F ₂	NH ₃																						
№1	№2	№3	№4																						
H ₂ O, H ₂ F ₂	CH ₄ , H ₂ F ₂	H ₂ O, H ₂ F ₂	NH ₃																						
№1	№2	№3	№4																						
H ₂ O, H ₂ F ₂	CH ₄	H ₂ O, H ₂ F ₂	NH ₃																						
<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>H₂O</td> <td>CH₄</td> <td>H₂F₂</td> <td>NH₃</td> </tr> </tbody> </table>	№1	№2	№3	№4	H ₂ O	CH ₄	H ₂ F ₂	NH ₃	<p>1</p>																
№1	№2	№3	№4																						
H ₂ O	CH ₄	H ₂ F ₂	NH ₃																						

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 раствор 1, 70%-ный – раствор 2, 62,92%-ный – раствор 3.</p>	
<p>1. Пусть $m(\text{р-ра } 1) = x \text{ г.}$ $\omega(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 = \frac{m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1}{m(\text{р} - \text{ра} 1)},$ <p>где $m(\text{р-ра } 1) = m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O}_{\text{добавл.}})$.</p> <p>Тогда масса тиосульфата в первом растворе будет равна:</p> $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 = \omega(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 \cdot m(\text{р-ра } 1) = 0,3443 \cdot x \text{ г.}$ </p>	<p>0,5</p> <p>0,5</p>
<p>2. $\omega(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_2 = \frac{m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_2}{m(\text{р} - \text{ра} 2)}.$ <p>$m(\text{р-ра } 2) = V(\text{р-ра } 2) \cdot \rho(\text{р-ра } 2) = 100 \cdot 1,65 = 165 \text{ г.}$</p> <p>$m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_2 = \omega(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_2 \cdot m(\text{р-ра } 2) = 165 \cdot 0,7 = 115,5 \text{ г.}$</p> </p>	<p>0,5</p> <p>0,5</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 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$):</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 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 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>1,5</p> <p>1,5</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 $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_{\text{в к.г.}} = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_{\text{в к.г.}} \cdot M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,121 \cdot 158 = 19,12 \text{ г.}$</p>	<p>0,5</p> <p>0,5</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> $x + 135 = (0,3443x + 96,38)/0,6292$ $x + 135 = 0,547x + 153,18$ $x - 0,547x = 153,18 - 135$ $0,453x = 18,18$ $x = 40,13 \Rightarrow m(\text{p-ра } 1) = 40,13 \text{ г.}$	1,5
<p>6. $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 = 0,3443 \cdot x = 0,3443 \cdot 40,13 = 13,82 \text{ г.}$</p> <p>$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$</p> <p>$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1 = m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) / M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 13,82/158 = 0,0875$ МОЛЬ.</p> <p>$\Rightarrow n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,0875 \text{ моль.}$</p> <p>$m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) =$ $= 0,0875 \cdot 248 = 21,7 \text{ г}$</p> <p>Тогда масса добавленной воды:</p> <p>$m(\text{H}_2\text{O}_{\text{добавл.}}) = m(\text{p-ра } 1) - m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 40,13 - 21,7 =$ $= 18,43 \text{ г.}$</p>	0,5 0,5 0,5
<p>7. $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$</p> <p>$m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_3 = 13,82 + 115,5 - 19,12 = 110,2 \text{ г.}$</p> <p>$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_3 = m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) / M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 110,2/158 = 0,698$ МОЛЬ.</p> <p>$n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_3 = 0,698/2 = 0,349 \text{ моль.}$</p> <p>$V(\text{конечного p-ра}) = V(\text{p-ра } 3 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) + V(\text{p-ра } \text{I}_2)$</p> <p>$n(\text{I}_2) = n(\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6) = 0,349 \text{ моль; } n(\text{NaI}) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,698 \text{ моль.}$</p> <p>В конечном растворе находятся $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ и NaI.</p> <p>$C(X) = \frac{n(X)}{V_{\text{p-ра}}} \Rightarrow V(\text{p-ра } \text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{C(\text{I}_2)} = \frac{0,349}{0,1} = 3,49 \text{ л.}$</p> <p>$V(\text{p-ра } 3) = \frac{m(\text{p-ра } 3)}{\rho(\text{p-ра } 3)} = \frac{40,13 + 165 - 30}{1,48} = \frac{175,13}{1,48} = 118,3 \text{ мл} \cong 0,118 \text{ л.}$</p> <p>$V(\text{конечного p-ра}) = 0,118 + 3,49 = 3,608 \text{ л.}$</p>	1,0 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5

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

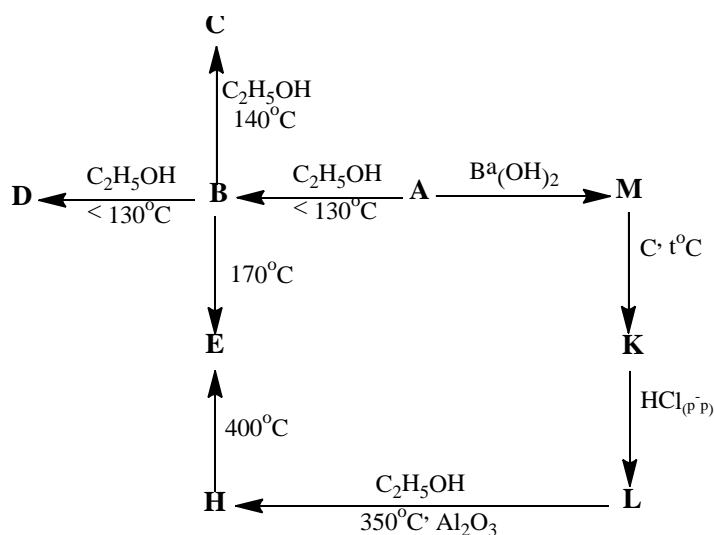
3X. Смесь сероводорода и неизвестного алкена, взятых в объемном соотношении 1:2, сжигалась и продукты сгорания полностью поглощали избытком водного раствора гидроксида бария. В результате выпало 20,1 г осадка. При обработке избытком раствора перманганата калия, подкисленного азотной кислотой, масса осадка 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 C_nH_{2n} . $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_n\text{H}_{2n} + 3n/2\text{O}_2 = n\text{CO}_2\uparrow + n\text{H}_2\text{O}$	1 1
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. $m(\text{BaSO}_3) + m(\text{BaCO}_3) = 20,1 \text{ г.}$	1 1 0,5
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.	1 1

<p>Это масса сульфата бария $m(\text{BaSO}_4) = 4,66$ г.</p> <p>$v(\text{BaSO}_4) = m(\text{BaSO}_4) / M(\text{BaSO}_4) = 4,66 / 233 = 0,02$ моль.</p> <p>$v(\text{BaSO}_4) = v(\text{BaSO}_3) = 0,02$ моль.</p> <p>$m(\text{BaSO}_3) = v(\text{BaSO}_3) \cdot M(\text{BaSO}_3) = 0,02 \cdot 217 = 4,34$ г.</p> <p>Тогда $m(\text{BaCO}_3) = 20,1 - m(\text{BaSO}_3) = 20,1 - 4,34 = 15,76$ г.</p> <p>$v(\text{BaCO}_3) = m(\text{BaCO}_3) / M(\text{BaCO}_3) = 15,76 / 197 = 0,08$ моль.</p>	<p>0,25</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,25</p> <p>0,5</p>
<p>4. По количеству солей бария найдем количества газов SO_2, CO_2 и H_2S.</p> <p>$v(\text{BaCO}_3) = v(\text{CO}_2) = 0,08$ моль.</p> <p>$v(\text{SO}_2) = v(\text{BaSO}_3) = 0,02$ моль = $v(\text{H}_2\text{S})$.</p>	<p>0,5</p>
<p>5. Т.к. $V(\text{H}_2\text{S}) : V(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 1 : 2$, то $v(\text{H}_2\text{S}) : v(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 1 : 2$. Значит, можно найти количество алкена.</p> <p>$v(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 2 \cdot v(\text{H}_2\text{S}) = 2 \cdot 0,02 = 0,04$ моль.</p>	<p>0,5</p>
<p>6. По уравнению (2) видно, что $v(\text{CO}_2) = v(\text{C}_n\text{H}_{2n}) \cdot n$.</p> <p>Т.е. $0,08 = 0,04 \cdot n \Rightarrow n = 2$. Значит алкен – C_2H_4 этилен.</p>	<p>0,5</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 CO₂, SO₂, H₂S...</p> <p>Но, учитывая предыдущие действия, вероятней всего, что М – BaSO₄ (сульфат бария), К – BaS (сульфид бария), L – H₂S (сероводород). Значит вещество А – H₂SO₄ (серная кислота). H₂SO₄ + Ba(OH)₂ = 2H₂O + BaSO₄ BaSO₄ + 4C = 4CO + BaS BaS + 2HCl = H₂S + BaCl₂</p>	<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 C₂H₅OSO₃H. H₂SO₄ + C₂H₅OH = H₂O + C₂H₅OSO₃H</p> <p>В зависимости от условий это вещество дает несколько продуктов: С – C₂H₅OC₂H₅ (диэтиловый эфир), D – C₂H₅OSO₂OC₂H₅ (диэтилсульфат).</p> <p>C₂H₅OSO₃H + C₂H₅OH = H₂SO₄ + C₂H₅OC₂H₅ C₂H₅OSO₃H + C₂H₅OH = H₂O + C₂H₅OSO₂OC₂H₅ C₂H₅OSO₃H = H₂SO₄ + C₂H₄</p>	<p>0,5 1,0 0,5 0,5 1,0 1,0 1,0</p>
<p>Оставшиеся вещества:</p> <p>Н – этилмеркаптан C₂H₅SH, Е – этилен C₂H₄.</p> <p>H₂S + C₂H₅OH = H₂O + C₂H₅SH C₂H₅SH = C₂H₄ + H₂S 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:

FeS_2 – железный колчедан, или пирит,

ZnS – цинковая обманка, или сфалерит (вюрцит),

CuFeS_2 – медный колчедан (халькопирит),

PbS – свинцовый блеск, или галенит,

HgS – киноварь,

Sb_2S_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 Na_2SO_4 (кристаллогидрат которого $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ называется глауберовой солью (минерал – мирабилит));

сульфат кальция CaSO_4 (образующий минерал гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (селенит) или безводный CaSO_4 (ангидрит));

сульфат магния MgSO_4 (горькая соль $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$);

сульфата бария BaSO_4 (барит);

сульфата стронция SrSO_4 (целестин).

В вулканических местностях часто наблюдается выделение из-под земли газа сероводорода H_2S . Сероводород встречается и в растворенном виде в серных водах. Вулканические газы часто содержат также сернистый газ 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 триplete 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 гетерогаметами 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)**