

Поволжская открытая олимпиада школьников

«Будущее медицины» 2017 г.

Эталоны ответов 2 этапа

10 класс

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

(10 баллов)

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

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

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

(8 баллов)

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

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

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

Решение:	Баллы
$2\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CuOH})_2\text{CO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 \quad (1)$	2
$m_{\text{р-ра}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 50 \text{ мл} \cdot 1,22 \text{ г/мл} = 61 \text{ г}$ $v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = C \cdot V = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ моль}$	0,5
$m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = 45,5 \text{ мл} \cdot 1,1 \text{ г/мл} = 50,05 \text{ г}$ $m(\text{CuSO}_4) = 50,05 \text{ г} \cdot 0,08 = 4,004 \text{ г}$ $v(\text{CuSO}_4) = \frac{4,004}{160} = 0,025 \text{ моль}$	0,5
<p>Na₂CO₃ в избытке</p> $v(\text{CuSO}_4) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{прореагир.}(1)} = 0,025 \text{ моль}$ $v(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{ост.}(1)} = 0,1 - 0,025 = 0,075 \text{ моль}$	0,5 0,5
$v((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = \frac{v(\text{CuSO}_4)}{2} = 0,0125 \text{ моль}$ $m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 222 \text{ г/моль} \cdot 0,0125 \text{ моль} = 2,775 \text{ г}$	0,5
$v(\text{CO}_2) = v((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 0,0125 \text{ моль}$	0,5
$v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = v(\text{CuSO}_4) = 0,025 \text{ моль}$	0,5
Оставшаяся сода будет вступать в реакцию с выделяющимся CO ₂ :	1

$\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{ост}) + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3 \quad (2)$	
$v(\text{CO}_2) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{прореагир.}(2)} = 0,0125 \text{ моль}$ $v(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{ост.}(2)} = 0,075 - 0,0125 = 0,0625 \text{ моль}$	0,5
$m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{ост.}(2)} = 106 \text{ г/моль} \cdot 0,0625 \text{ моль} = 6,625 \text{ г}$ $v(\text{NaHCO}_3) = 2 \cdot v(\text{CO}_2) = 2 \cdot 0,0125 \text{ моль} = 0,025 \text{ моль}$ $m(\text{NaHCO}_3) = 0,025 \text{ моль} \cdot 84 \text{ г/моль} = 2,1 \text{ г}$	0,5
<p>Итак, в фильтрате содержится:</p> <p>0,025 моль Na_2SO_4, 6,625 г Na_2CO_3 и 2,1 г NaHCO_3.</p> $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,025 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль} = 3,55 \text{ г}$	0,5
$m(\text{конечного раствора}) = m_{\text{р-ра}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) -$ $- m_{\text{осадка}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 61 + 50,05 - 2,775 = 108,275 \text{ г}$	1
$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{3,55}{108,275} = 0,0328 \quad (3,28\%)$ $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{6,625}{108,275} = 0,06119 \quad (6,12\%)$ $\omega(\text{NaHCO}_3) = \frac{2,1}{108,275} = 0,0194 \quad (1,94\%)$	1

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

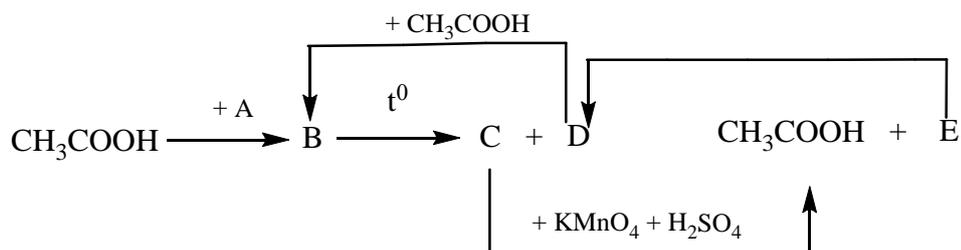
- 1) Назовите неизвестную соль;
- 2) Напишите уравнения протекающих реакций;
- 3) Что произойдет при сплавлении 24 г данной соли с 15 г едкого натра? Напишите уравнение реакции и рассчитайте массу твердого остатка;
- 4) Какую массу 10%-го раствора этой соли нужно взять, чтобы газ, выделившийся на катоде,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

(13 баллов)

Решение:	Баллы:
<p>Обозначим соль карбоновой кислоты общей формулой RCOONa. Электролиз водного раствора соли карбоновой кислоты протекает по уравнению:</p> $2\text{RCOONa} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R-R} + 2\text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\uparrow + 2\text{NaOH}$ $\begin{matrix} \text{кат}^{\text{од}} & 2\text{H}_2\text{O} + 2e & \longrightarrow & \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^- \\ \text{а}^{\text{нод}} & 2\text{RCOO}^- - 2e & \longrightarrow & \text{R-R} + \text{CO}_2\uparrow \end{matrix}$	<p>1</p> <p>1</p>
<p>На аноде выделилась смесь R-R и CO₂. $D_{\text{He}}(\text{смеси}) = 12,17 \Rightarrow$ $M(\text{смеси}) = D_{\text{He}} \cdot M_{\text{He}} = 12,17 \cdot 4 = 48,68 \text{ г/моль}$</p>	0,5
<p>$M(\text{смеси}) = \varphi(\text{RR}) \cdot M(\text{RR}) + \varphi(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2)$ Пусть $\varphi(\text{RR}) = x$; $\varphi(\text{CO}_2) = (1 - x)$ $48,68 = x \cdot M_{\text{RR}} + (1 - x) \cdot 44$ $48,68 = x \cdot M_{\text{RR}} + 44 - 44x$ $48,68 - 44 = 4,68 = x \cdot M_{\text{RR}} - 44x = x(M_{\text{RR}} - 44)$ $\varphi(\text{CO}_2) = x = \frac{4,68}{M_{\text{RR}} - 44}$</p>	0,5
<p>Предположим, что R-предельный радикал, т.е. C_nH_{2n+1}. Значит RR – алкан. А раз он алкан, то это может быть C₂H₆(этан) или C₄H₁₀(бутан). Проверим молекулярную массу образовавшегося алкана и рассчитаем $\varphi(\text{CO}_2)$. $M(\text{C}_2\text{H}_6) = 2 \cdot 12 + 6 = 30 \text{ г/моль}$. $x = \frac{4,68}{30 - 44}$. Отрицательное значение, такого не может быть</p>	1
<p>$M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 4 \cdot 12 + 10 = 58 \text{ г/моль}$. $x = \frac{4,68}{58 - 44} = 0,3343$ Значит соль – пропионат натрия C₂H₅COONa.</p>	0,5
$\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}_{\text{ТВ}} + \text{NaOH}_{\text{ТВ}} \xrightarrow{t^{\circ}} \text{C}_2\text{H}_6\uparrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$	1
<p>$v(\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}) = \frac{24}{96} = 0,25 \text{ моль}$ – недостаток</p> <p>$v(\text{NaOH}) = \frac{15}{40} = 0,375 \text{ моль}$ – избыток</p>	0,5
<p>$v(\text{C}_2\text{H}_6) = v(\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,25 \text{ моль}$</p>	0,5
<p>$v(\text{NaOH})_{\text{остаток}} = 0,375 - 0,25 = 0,125 \text{ моль}$ $m(\text{NaOH})_{\text{остаток}} = 0,125 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 5 \text{ г}$</p>	0,5

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

5X. Дана схема превращений:



Напишите уравнения химических реакций.

Назовите неизвестные вещества.

(9 баллов)

Решение:	Баллы
Вещество А – может быть $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или CaO (или Sr , или Ba).	1
$2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$	1
В – ацетат кальция $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$	0,5
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} \xrightarrow{t^0} \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_3 + \text{CaCO}_3$	1
С – ацетон $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$	0,5
Д – CaCO_3 карбонат кальция (стронция, бария)	0,5

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

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

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

(10 баллов)

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

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

(15 баллов)

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

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

(10 баллов)

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

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

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

(15 баллов)

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