

Поволжская открытая олимпиада школьников

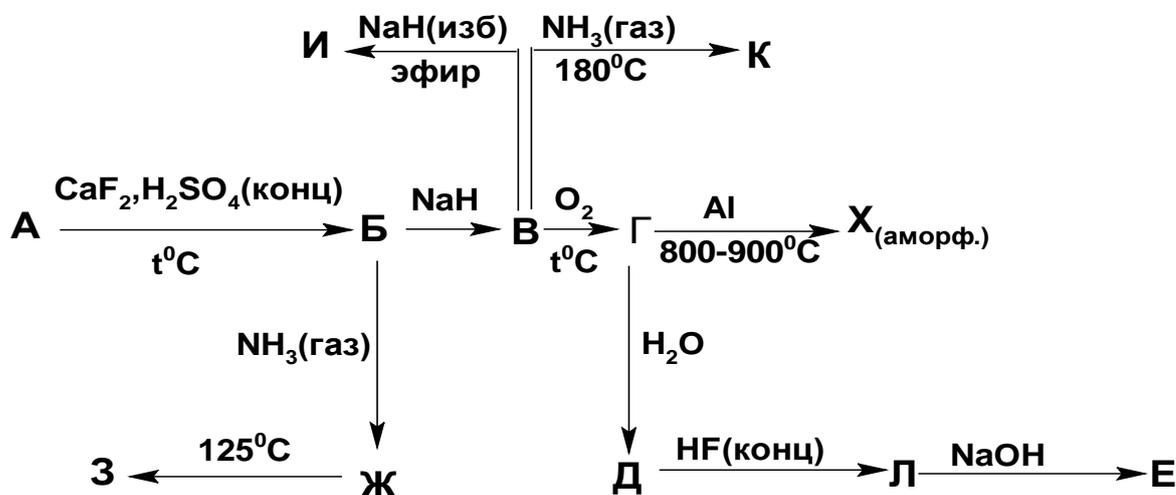
«Будущее медицины» 2017 г.

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 ¹H ЯМР-спектре соединения К наблюдается два сигнала.

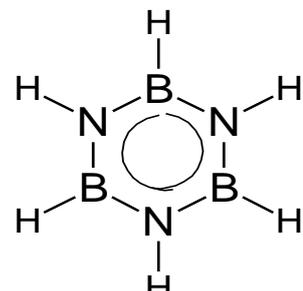


- 1) Определите элемент X. Ответ подтвердите расчетом.
- 2) Приведите формулы соединений А-И, Л. Назовите минерал А.
- 3) Изобразите структурную формулу К и назовите это соединение.
- 4) Напишите уравнения всех приведенных на схеме реакций.

(15 баллов)

Решение	Баллы
<p>Бинарное вещество Б образуется при взаимодействии минерала А с CaF_2 в присутствии концентрированной серной кислоты. Можно предположить, что Б, помимо элемента Х, содержит фтор. Учитывая, что ковалентность фтора в соединениях равна 1, Б можно записать в виде XF_n.</p> <p>Определим элемент Х:</p> $\omega(X) = \frac{M(X)}{M(X) + 19,00n}; \quad 0,1595 = \frac{M(X)}{M(X) + 19,00n};$ <p>$M(X)$ – молярная масса элемента Х; n – возможная ковалентность Х в соединении Б. Из уравнения находим, что $M(X) = 3,603n$. Подбирая значения n от 1 до 8, находим, что при $n = 3$ получается единственно разумный вариант $M(X) = 10,81$, т.е. элемент Х – бор, а вещество Б – трифторид бора - BF_3.</p>	<p>1</p> <p>0,5</p>
<p>Найдем состав вещества А – $\text{Na}_x\text{B}_y\text{H}_z\text{O}_m$ $n(\text{Na}) : n(\text{B}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = x : y : z : m$ пусть масса вещества $\text{Na}_x\text{B}_y\text{H}_z\text{O}_m$ 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>$m(\text{H}) = 5,29 \text{ г}; m(\text{O}) = 100 - (12,06 + 11,34 + 5,29) = 71,31 \text{ г}.$ $n(\text{Na}) : n(\text{B}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) =$ $= \frac{12,06}{23} : \frac{11,34}{11} : \frac{5,29}{1} : \frac{71,31}{16} = 0,524 : 1,031 : 5,29 : 4,457 = 1 : 2 : 10 : 8,5 = 2 : 4 : 20 : 17$</p> <p>т.е. вещество А – $\text{Na}_2\text{B}_4\text{H}_{20}\text{O}_{17}$ или $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ - минерал бора.</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>1,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>
<p>При восстановлении BF_3 гидридом натрия образуется бесцветный газ В, вероятнее всего – водородное соединение бора. Т.к. молекулярная масса В близка к молекулярной массе воздуха (29 а.е.м.), В – это диборан B_2H_6 (28 а.е.м.).</p> $2\text{BF}_3 + 6\text{NaNH}_2 = \text{B}_2\text{H}_6 \uparrow + 6\text{NaF}$	<p>0,5</p> <p>0,5</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 И – тетрагидридоборат натрия $\text{Na}[\text{BH}_4]$.</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, Г – B_2O_3</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 Д) 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 Л – $\text{H}[\text{BF}_4]$, которая после обработки раствором гидроксида натрия превращается в тетраборат натрия – вещество Е – $\text{Na}[\text{BF}_4]$.</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. BF_3 – типичная кислота Льюиса (акцептор электронной пары); молекула NH_3 выступает как основание Льюиса, т.к. имеется неподеленная электронная пара на атоме азота. При реакции между собой они образуют соединение Ж - аддукт состава $\text{BF}_3 \cdot \text{NH}_3$. 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 125°C приводит к образованию нитрида бора BN (соединение З):</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 К, содержащий водород, бор и, вероятно, азот. Молекула К имеет плоское строение, ее высокая симметрия указывает на возможный углеродный аналог этого соединения – бензол. Однако, чтобы в молекуле К было два типа атомов водорода и имелась ось симметрии третьего порядка, необходимо в кольце вместо атомов углерода поочередно разместить атомы азота и бора. Соединение К называют неорганическим бензолом (боразол).</p>	<p>0,5</p>
$3B_2H_6 + 6NH_3 \xrightarrow{180^\circ C} 2B_3N_3H_6 + 12H_2$	<p>0,5</p>
	<p>0,5</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 M_xO_y. Т.к. мольная доля (χ) кислорода в оксиде составляет 60%, то $\chi(Me) = 40\%$.</p> <p>$n(M) : n(O) = 0,4 : 0,6 = 2 : 3$. Формула оксида M_2O_3.</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 $A_r(M) = 26,95$.</p> <p>Металл – алюминий. Оксид Al_2O_3.</p>	<p>2</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 CO_2 :	0,5
6. $3 \text{CO}_2 + 2 \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] = 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$ 7. $\text{CO}_2 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0,5
$n(\text{CO}_2)_6 = 0,024$ 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)	0,5

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 (25⁰С, давление 58,0 кПа).
- 2) Рассчитайте Массовые доли растворенных веществ в полученных растворах. Растворимостью сероводорода в полученных растворах пренебречь. **(10 баллов)**

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

$115,36 + 36,5x - 17x = 133,2 + 17x - 48x$ 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 (HCl, N_2) при н.у.: $V(\text{смеси}) = V(\text{HCl}) : \varphi(\text{HCl}) = 7,9 \text{ л} : 0,132 = 60 \text{ л}; n(\text{смеси}) = 2,678 \text{ моль.}$	1
Объем смеси газов при 25^0C и 58 кПа рассчитываем по формуле: $PV=nRT.$ $58 \cdot V = 2,678 \cdot 8,314 \cdot 298 = 114,39 \text{ (л).}$ Масса растворов после реакций $m(\text{раствор1}) = m(\text{раствор2}) = 115,36 + 36,5 \cdot 0,3533 - 17 \cdot 0,3533 = 112,25 \text{ (г).}$	2
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: $\omega(\text{K}_2\text{S}) = \frac{m(\text{K}_2\text{S})}{m(p-pa)} = \frac{5,95}{122,25} = 0,0487(4,87\%)$ $\omega(\text{CuSO}_4) = 0,0216 (2,16\%)$ $\omega(\text{KCl}) = 0,2153 (21,53\%)$ $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1416 (14,16\%).$	2

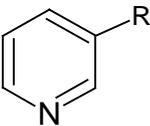
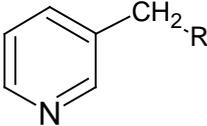
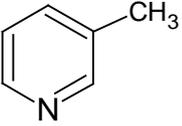
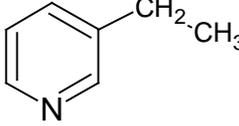
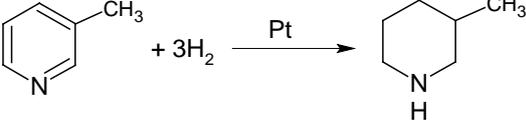
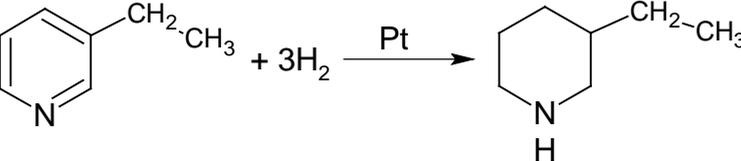
4X. Порцию 1,6-дибромгексана обработали натрием. В полученной смеси веществ первичных атомов углерода оказалось в 15 раз меньше, чем вторичных атомов углерода. После удаления всей соли к смеси добавили 14 мл гексадиена (плотность 0,7 г/мл), при этом массовая доля брома составила 10%. Вычислите количество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

(5 баллов).

Решение	Баллы
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>	1
Т.к. после реакции осталось вещество с первичными атомами углерода, то значит, 1,6-ДБГ был в избытке.	0,5
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;	0,5
В 1,6 –ДБГ $n(\text{перв.С}) = 2(x - 0,5y)$; $n(\text{втор.С}) = 4(x - 0,5y)$. $n(\text{Br}) = 2(x - 0,5y)$.	0,5
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: $x = 0,615y$.	0,5
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: $m(1,6\text{-ДБГ}) = (x - 0,5y) \cdot 244 \text{ (г)}$ $m(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 0,5y \cdot 84 \text{ (г)}$.	0,5
$\omega(\text{Br}) = \frac{m(\text{Br})}{m(\text{смеси})}; \quad 0,1 = \frac{2(x - 0,5y) \cdot 80}{9,8 + 0,5y \cdot 84 + (x - 0,5y) \cdot 244};$	0,5
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.	1

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>	2
<p>Т.к. количественные соотношения гомологов 2:1, то $n(\text{R-пиридина}) = 0,667$ моль, а $n(\text{R-CH}_2\text{-пиридина}) = 0,333$ моль. $M_r(\text{смеси}) = D_{\text{He}} \cdot M_r(\text{He}) = 24,417 \cdot 4 = 97,72$. $97,72 = 0,667(78+R) + 0,333(92+R)$. Решая уравнение получаем $R = 15$. $R = \text{CH}_3$.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>$M_r(\text{CH}_3\text{- пиридина}) = 93$</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>$M_r(\text{C}_2\text{H}_5\text{-пиридина}) = 107$</p> </div> </div>	1
<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;"> $M_r(\text{CH}_3\text{- пиперидина}) = 99$ </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> $M_r(\text{C}_2\text{H}_5\text{- пиперидина}) = 113$ </div> </div>	2
<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>	1
<p>Пусть в реакцию гидрирования вступило $2y$ моль ($\text{CH}_3\text{-пиридина}$) и y моль ($\text{C}_2\text{H}_5\text{-пиридина}$). Израсходовано $9y$ моль H_2. Тогда после реакции:</p> <p>осталось</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div>$n(\text{CH}_3\text{- пиридина}) = (0,667 - 2y)$ моль;</div> <div>1</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div>$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{-пиридина}) = (0,333 - y)$ моль;</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div>$n(\text{H}_2) = (30 - 9y)$ моль.</div> </div> <p>образовалось:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div>$n(\text{CH}_3\text{- пиперидина}) = 2y$ моль;</div> <div>1</div> </div>	1

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

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 Н), что не позволит установить отцовство. (**2 балла**)