

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач» (химия)

2021 год

Задача №1 (20 баллов)

Через последовательно соединенные электролизеры, содержащие: первый – раствор бромид бария, второй – раствор сульфита натрия с одинаковыми количествами веществ, пропускали электрический ток. Электролиз прекратили, когда в первом электролизере прекратилось повышение концентрации гидроксильных ионов, а на аноде этого электролизера выделилось 2,8 л газа. Полученные в результате электролиза растворы смешали. Определите состав и массу выделившегося осадка. Учитывать, что электроды взяты инертные. (Ответ указать с точностью до тысячных).

Решение и критерии оценивания решения задачи №1:

Наличие полного развернутого ответа с объяснением всех вычислений, написанием всех химических реакций с указанием единиц измерений в каждом действии и формул расчёта.

Критерии	Баллы
Отсутствие единиц измерения в вычислении за каждый пропуск.	- 1
Отсутствие формулы расчёта в каждом действии.	-2
Уравнение реакции на первом электролизере: $\text{BaBr}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \underset{\text{анод}}{\text{Ba}(\text{OH})_2} + \underset{\text{катод}}{\text{Br}_2\uparrow} + \text{H}_2\uparrow$	4
Количество молей брома: $n(\text{Br}_2) = V(\text{Br}_2)/V_m = 2.8 \text{ л}/22,4 \text{ л/моль} = 0,125 \text{ моль}$	3
Выделение 0,125 моль Br_2 на аноде означает образование 0,125 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$ в растворе после электролиза: $n(\text{Br}_2) = n \text{ Ba}(\text{OH})_2 = 0,125 \text{ моль}$	3

<p>Уравнение реакции на втором электролизере:</p> $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\uparrow$ <p>Количество электричества во втором электролизере такое же, т.е. там прошла реакция с образованием 0,125 моль Na_2SO_3. При электролизе Na_2SO_3 кислород не выделяется, пока сульфит не окислится.</p>	4
<p>При смешении растворов выпадает осадок:</p> $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \Rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaOH}$ <p>$n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = 0,125$ моль</p>	3
<p>Находим массу BaSO_4:</p> $n = \frac{m}{M}; \quad m = n * M \quad m(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ г/моль} * 0,125 \text{ моль} = 29,125 \text{ г.}$	3
<p>Ответ: 29,125 г.</p>	20

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач» (химия)

2021 год

Задача №2 (30 баллов)

В лаборатории сожгли 3 г. органического вещества в результате образовалось 0,75 г золы, 0,54 г воды и 7,86 г смеси углекислого и сернистого газов. Сколько процентов серы содержал образец?

Решение и критерии оценивания решения задачи №2:

Наличие полного развёрнутого ответа с объяснением всех вычислений, написанием всех химических реакций с указанием единиц измерений в каждом действии и формул расчёта.

Критерии	Баллы
Отсутствие единиц измерения в вычислении за каждый пропуск.	- 1
Отсутствие формулы расчёта в каждом действии.	-2
Уравнение реакции Органическое в-во + O ₂ = зола + H ₂ O + CO ₂ + SO ₂	3
Количество молей воды: $n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O}) = 0,54 \text{ г}/18 \text{ г/моль} = 0,03 \text{ моль}$	3
Количество молей водорода: $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O})$ $n(\text{H}) = 2 \times 0,03 \text{ моль} = 0,06 \text{ моль}$	3
Определяем массу водорода: $m(\text{H}) = n(\text{H}) \times M(\text{H}) = 0,06 \text{ моль} \times 1 \text{ г/моль} = 0,06 \text{ г}$	3
Определяем массу негорючих примесей и водорода в 3 г органического вещества: Масса золы + масса водорода = 0,75 г + 0,06 г = 0,81 г	4

<p>Определяем массу серы и углерода в органическом веществе:</p> <p>Масса органического в-ва – (Масса золы + масса водорода) = 3 г – 0,81 г = 2,19 г.</p>	3
<p>Если углерода x г., то Серы (2,19 – x) г. $C + O_2 = CO_2$; $S + O_2 = SO_2$</p>	3
<p>Составим уравнение:</p> $\frac{M(CO_2)}{M(C)} * x + \frac{M(SO_2)}{M(S)} * (2,19 \text{ г} - x) = 7,86 \text{ г.}$ $\frac{44}{12} * x + \frac{64}{32} * (2,19 \text{ г} - x) = 7,36 \text{ г.}$ $3,67x + 2 (2,19 \text{ г} - x) = 7,36 \text{ г.}$ $3,67x + 4,38 \text{ г} - 2x = 7,36 \text{ г.}$ $1,67x = 2,98 \text{ г}$ $x = 1,8 \text{ г.} - \text{углерода}$ <p>Масса Серы: 2,19 г – 1,8 г = 0,39 г.</p>	5
<p>Находим процентное содержание серы по пропорции: 3 г (Серы и углерода в образце) = 100 % 0,39 г (Серы) = x % $x \text{ (Серы)} = \frac{0,39 \text{ г.} \times 100\%}{3 \text{ г.}} = 13 \%$</p>	3
<p>Ответ : 13 %</p>	30

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач» (химия)

2021 год

Задача №3 (30 баллов)

При пропускании смеси метиламина и бутана через склянку с соляной кислотой масса последней увеличилась на 7,75 г. Массовая доля бутана в исходной смеси составляла 25%. Определите объем исходной органической смеси (н.у.). (Ответ указать с точностью до десятых).

Решение и критерии оценивания решения задачи №3:

Наличие полного развёрнутого ответа с объяснением всех вычислений, написанием всех химических реакций с указанием единиц измерений в каждом действии и формул расчёта.

Критерии	Баллы
Отсутствие единиц измерения в вычислении за каждый пропуск.	- 1
Отсутствие формулы расчёта в каждом действии.	-2
Уравнение реакции: Метиламин поглощается соляной кислотой: $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow [\text{CH}_3\text{NH}_3]\text{Cl}$.	4
Рассчитаем количество метиламина: 7,75 г – это масса поглощенного метиламина. $n(\text{CH}_3\text{NH}_2) = m / M = 7,75 \text{ (г)} / 31 \text{ (г/моль)} = 0,25 \text{ (моль)}$,	4
Рассчитаем объём метиламина: $V(\text{CH}_3\text{NH}_2) = n * V_m = 0,25 \text{ (моль)} * 22,4 \text{ (л/моль)} = 5,6 \text{ (л)}$.	4
Рассчитаем массу бутана: По условию, масса бутана в смеси в три раза меньше, чем масса метиламина (25% и 75%, соответственно, то есть 25% составляет 1/3 часть от 75%):	6

$m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 7,75 \text{ (г)} * \frac{1}{3} = 2,58 \text{ (г)},$	
<p>Рассчитаем количество бутана:</p> $n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = m / M = 2,58 \text{ (г)} / 58 \text{ (г/моль)} = 0,0445 \text{ (моль)},$	4
<p>Рассчитаем объём бутана:</p> $V(\text{C}_4\text{H}_{10}) = n * V_m = 0,0445 \text{ (моль)} * 22,4 \text{ (л/моль)} = 1,0 \text{ (л)}.$	4
<p>Рассчитаем общий объём смеси:</p> <p>Общий объём смеси равен $V = 5,6 \text{ (л)} + 1,0 \text{ (л)} = 6,6 \text{ (л)}.$</p>	4
Ответ: 6,6 л.	30

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач» (химия)

2021 год

Задача №4 (20 баллов)

Через 10 г смеси бензола, фенола и анилина пропустили ток сухого хлороводорода, при этом выпало 2,59 г осадка. Его отфильтровали, а фильтрат обработали водным раствором гидроксида натрия. Верхний органический слой отделили, его масса уменьшилась на 4,7 г. Определите массы веществ в исходной смеси. (Ответ указать с точностью до десятых).

Решение и критерии оценивания решения задачи №4:

Наличие полного развёрнутого ответа с объяснением всех вычислений, написанием всех химических реакций с указанием единиц измерений в каждом действии и формул расчёта.

Критерии	Баллы
Отсутствие единиц измерения в вычислении за каждый пропуск.	- 1
Отсутствие формулы расчёта в каждом действии.	-2
При пропускании через смесь сухого хлороводорода выпадает осадок хлорида фениламмония, который нерастворим в органических растворителях: $C_6H_5 - NH_2 + HCl \rightarrow [C_6H_5 - NH_3]^+ Cl^-$	4
Рассчитаем количество хлорида фениламмония: $n(C_6H_5NH_3Cl) = m/M = 2,59 \text{ (г)} / 129,5 \text{ (г/моль)} = 0,02 \text{ моль}$	3
$n(C_6H_5NH_3Cl) = n(C_6H_5NH_2) = 0,02 \text{ моль}$, рассчитаем массу анилина $m(C_6H_5NH_2) = n * M = 0,02 \text{ моль} * 93 \text{ (г/моль)} = 1,86 \text{ г}$.	3
Уменьшение массы органического слоя на 4,7 г произошло за счет реакции фенола с гидроксидом натрия: $C_6H_5-OH + NaOH \rightarrow C_6H_5-ONa + H_2O$	3
Фенол перешел в водный раствор в виде фенолята натрия, значит масса фенола составляет 4,7 г.	4
Масса бензола в смеси составляет: $m(C_6H_6) = m(\text{смеси}) - m(C_6H_5OH) - m(C_6H_5NH_2)$	3

$m(\text{C}_6\text{H}_6) = 10 - 4,7 - 1,86 = 3,44 \text{ г.}$	
Ответ: Состав смеси: 1,86 г анилина, 4,7 г фенола, 3,44 г бензола.	20