

Задание 10-1. (10 баллов).

Непредельный углеводород прореагировал с HBr с образованием 12,3 г вещества А, при взаимодействии которого с металлическим натрием образовалось только одно вещество Б, состоящее из 83,7 % углерода и 16,28 % водорода и имеющего плотность паров по водороду равную 43. Определите строение веществ А и Б, а также исходного углеводорода. Рассчитайте сколько литров бромоводорода при н.у. прореагировало.

Решение 11-2. Критерии оценивания

1.	Поиск формулы вещества Б – C ₆ H ₁₄ – один из изомеров гексана!	2 балла
2.	По условию задачи в реакции Вюрца образовалось только вещество Б. Значит оно симметрично и это может быть либо н-гексан или 2,3-диметилбутан	1 балл
3.	Отсюда следует, что вещество А – C ₃ H ₇ Br – это или 1-бромпропан или 2-бромпропан	1 балл
4.	Если учесть правило Марковникова, то А – это однозначно 2-бромпропан, а исходный углеводород – это пропилен (C ₃ H ₆) и получаемый продукт Б – это 2,3-диметилбутан!	3 балла
5.	За 2 уравнения реакции в общем виде или структурно расписанные уравнения по 1 баллу: C ₃ H ₆ + HBr → C ₃ H ₇ Br 2C ₃ H ₇ Br + 2Na → C ₆ H ₁₄ + 2NaBr	2 балла
6.	n(HBr) = n(C ₃ H ₇ Br) = 12,3 г / 123 г/моль = 0,1 моль или 2,24 л при н.у.	1 балл
7.	Итого	10баллов

Задание 10-2. (10 баллов).

При горении простого вещества А образуется газ Б. Смесь газов Б и В общим объёмом 6,72 л (н. у.) полностью растворили в воде. В полученном растворе лакмус становится красным. На этот раствор действовали нитратом бария, образовался белый осадок Г массой 34,95 г. Осадок отделили, а на оставшийся раствор действовали нитратом серебра, в результате образовался белый осадок Д, его масса составила 43,05 г. В оставшемся бесцветном растворе, масса которого составила 60 г, лакмус тоже становится красным. В этот раствор добавили медь, нагрели, наблюдали выделение бурого газа, которое прекратилось, когда растворилось 9,6 г меди. 1) Установите формулы веществ А–Д, приведите расчёты. 2) Определите объёмное соотношение газов Б и В в смеси. 3) Запишите уравнения всех описанных реакций.

Решение:

При взаимодействии меди с азотной кислотой выделяется бурый газ

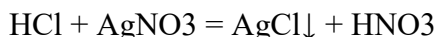
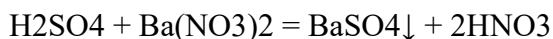


$$\nu(\text{Cu}) = 9,6/64 = 0,15 \text{ моль};$$

азотной кислоты в растворе было 0,6 моль.

При добавлении нитратов бария и серебра получились раствор азотной кислоты и осадки, с которыми она не реагирует. Эти осадки – BaSO₄ и AgCl. Значит, в растворе, образовавшемся при растворении газов, были две кислоты: H₂SO₄ и HCl.

Эти кислоты могут образоваться при окислении сернистого газа хлором в воде.
Уравнения реакций:



$\nu(\text{BaSO}_4) = 34,95 / 233 = 0,15$ моль, следовательно, $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,15$ моль = $\nu(\text{SO}_2)$.
 $\nu(\text{AgCl}) = 43,05 / 143,5 = 0,3$ моль, тогда $\nu(\text{HCl}) = 0,3$ моль, а $\nu(\text{Cl}_2) = 0,15$ моль.

$\nu_{\text{общ.}}(\text{HNO}_3) = 2\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) + \nu(\text{HCl}) = 0,6$ моль, что подтверждает приведённые выше расчёты.

Объёмное соотношение газов: $V(\text{SO}_2) : V(\text{Cl}_2) = \nu(\text{SO}_2) : \nu(\text{Cl}_2) = 1 : 1$.
Зашифрованные вещества: А – S, газы Б и В – SO_2 и Cl_2 , Г – BaSO_4 , Д – AgCl .

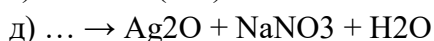
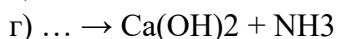
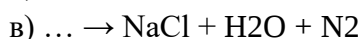
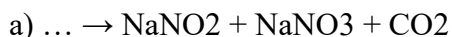
Сернистый газ образуется при горении серы: $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$

Задание 10-2. Критерии оценивания:

1.	За определение каждого вещества по 1 баллу (5 веществ)	5 баллов
2.	Расчёты и рассуждения	2 балла
3.	За каждое уравнение – по 0,5 балла (5 уравнений)	2,5 балла
4.	Соотношение газов в смеси	0,5 балла
Всего за задачу		10 баллов.

Задание 10-3. (5 баллов).

Какие два реагента вступили в реакцию, если получились только следующие вещества (приведены все продукты реакций без стехиометрических коэффициентов):

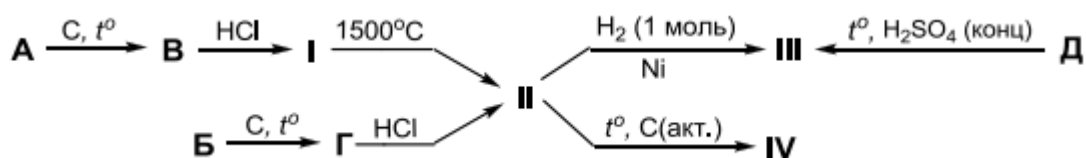


Система оценки:

Содержание верного ответ и указания по оцениванию	Баллы
Баллы 4 (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	
а) $2\text{NO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{p-p}) \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{CO}_2\uparrow$	1
б) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}(\text{изб.}) \xrightarrow{t} \text{NO}\uparrow + 2\text{HNO}_3(\text{разб.})$	1
в) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_2 \xrightarrow{t} \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\uparrow$	1
г) $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3\uparrow$ или $\text{Ca}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3\uparrow$	1
д) $2\text{NaOH}(\text{p-p}) + 2\text{AgNO}_3(\text{p-p}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание:	5 баллов

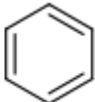
Задание 10-4. (25 баллов).

Уголь и углеводороды Используя оксиды А и Б, а также уголь в качестве единственного источника углерода, можно получить углеводороды I – IV, являющиеся простейшими представителями своих гомологических рядов. Оксид А широко встречается в природе, как в чистом виде, так и в виде сложных минералов, составляет основу глины и драгоценных камней: рубина и сапфира. Молярные массы оксидов А и Б различаются в 1.82 раза. Оксиды А и Б сплавили с избытком угля при высокой температуре (реакции 1 и 2), а затем полученные бинарные соединения В и Г обработали соляной кислотой (реакции 3 и 4). Углеводород I, образующийся в реакции 3, при быстром нагревании до 1500°C превращается в углеводород II (реакция 5), который далее можно превратить в углеводород III действием одного эквивалента водорода (реакция 6). Углеводород III можно получить и действием концентрированной серной кислоты при нагревании на жидкость Д (реакция 7). Нагревание углеводорода II в присутствии активированного угля приводит к веществу IV (реакция 8). Все описанные превращения отражены на схеме:



1. Установите формулы веществ А – Д, если дополнительно известно, что массовая доля кислорода в Д равна 34.78%. Ответ подтвердите расчетом.
2. Установите брутто-формулы углеводородов I – IV, приведите их названия и укажите тип гибридизации атомов углерода в этих соединениях. К каким классам углеводородов они относятся? Изобразите структурные формулы углеводородов II и IV.
3. Напишите полные уравнения реакций 1–8.

Решение и Критерии оценивания

№	Элемент ответа (допускаются иные формулировки и способы решения, удовлетворяющие условию задачи)	Баллы
1.	При сплавлении некоторых оксидов с углем образуются бинарные соединения – карбиды, которые способны разлагаться водой и кислотами с выделением газообразных углеводородов. Среди карбидов можно выделить метаниды, которые содержат углерод в степени окисления –4 и разлагаются с выделением метана CH_4, а также ацетилениды, которые фактически являются солями очень слабой кислоты – ацетилена C_2H_2 и выделяют его при действии более сильных кислот. Превращение $\text{I} \rightarrow \text{II}$ – известный промышленный процесс пиролиза метана с образованием ацетилена. Самым распространенным карбидом-метанидом является карбид алюминия Al_4C_3 (вещество В), а карбидом-ацетиленидом – карбид кальция CaC_2 (вещество Г). Тогда А – оксид алюминия Al_2O_3, который действительно входит в состав глины и драгоценных камней, а Б – оксид кальция CaO. $M(\text{Al}_2\text{O}_3) / M(\text{CaO}) = 102 / 56 = 1.82$, что соответствует условию. При неполном гидрировании ацетилена можно получить этилен C_2H_4, который также получается при дегидратации этилового спирта $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, в котором $\omega(\text{O}) = 16 / 46 = 0.3478$ (34.78%), что также соответствует условию. При нагревании ацетилена с активированным углем происходит его тримеризация с образованием бензола C_6H_6. Таким образом, А – Al_2O_3, Б – CaO, В – Al_4C_3, Г – CaC_2, Д – $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	1 б 16 1×5 = 5 б
2.	Углеводород I – метан CH_4, простейший представитель класса алканов, содержит атом углерода в sp^3-гибридизации. Углеводород II – ацетилен (этин) C_2H_2, простейший представитель класса алкинов, содержит атомы углерода в sp-гибридизации. Углеводород III – этилен (этен) C_2H_4, простейший представитель класса алкенов, содержит атомы углерода в sp^2-гибридизации. Углеводород IV – бензол C_6H_6, простейший представитель класса аренов, содержит атомы углерода в sp^2-гибридизации. Структурные формулы ацетилена и бензола: $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ 	2 б 2 б 2 б 2 б 2×1 = 2 б

3.	Реакция 1: $2\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{C} = \text{Al}_4\text{C}_3 + 6\text{CO}$ (при нагревании) Реакция 2: $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$ (при нагревании) Реакция 3: $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{HCl} = 4\text{AlCl}_3 + 3\text{CH}_4$ Реакция 4: $\text{CaC}_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ Реакция 5: $2\text{CH}_4 = \text{HC}\equiv\text{CH} + 3\text{H}_2$ (1500°C) Реакция 6: $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2 = \text{CH}_2=\text{CH}_2$ (Ni) Реакция 7: $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--OH} = \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (t°, H_2SO_4) Реакция 8: $3 \text{H--C}\equiv\text{C--H} \xrightarrow{t^\circ, \text{C(акт.)}} \text{C}_6\text{H}_6$	8×1 = 8 б
4.	Итого	25 баллов

Всего 50 баллов .