

Министерство образования и науки Курской области
Решения заданий для муниципального 2023/2024 учебном году

10 класс

Задание 10-1.

Вычислите относительную плотность по азоту смеси газов, состоящей из бутана и углекислого газа, если в этой смеси на три атома углерода приходится один атом кислорода.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Пусть смесь содержит один моль атомов кислорода $n(\text{O}) = 1$ моль, тогда $n(\text{C}) = 3$ моль.	1
2. Вычислим количество вещества углекислого газа и количество вещества углерода в углекислом газе: $n(\text{CO}_2) = n(\text{O}) / 2 = 1 \text{ моль} / 2 = 0,5 \text{ моль}$ $n_1(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,5 \text{ моль}$	2
3. Вычислим количество вещества углерода в бутане и количество вещества бутана: $n_2(\text{C}) = 3 \text{ моль} - 0,5 \text{ моль} = 2,5 \text{ моль}$ $n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = n_2(\text{C}) / 4 = 2,5 \text{ моль} / 4 = 0,625 \text{ моль}$	2
4. Вычислим среднюю молярную массу смеси бутана и углекислого газа: $M(\text{ср.}) = \frac{0,625 \text{ моль} \times 58 \text{ г/моль} + 0,5 \text{ моль} \times 44 \text{ г/моль}}{(0,625 + 0,5) \text{ моль}} = 51,78 \text{ г/моль}$	2
5. Вычислим относительную плотность смеси газов по азоту: $D_{N_2}(\text{смеси газов}) = 51,78 / 28 = 1,85$ Ответ: 1,85	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	8

Задание 10-2.

Смесь оксидов одного и того же металла М обработали избытком разбавленной серной кислоты. При этом образовался раствор голубого цвета и осадок красного цвета массой 0,318 г. Осадок отделили, раствор нейтрализовали, нагрели до 60°C и подействовали на него избытком раствора гидрокарбоната натрия, в результате чего выпал осадок светло-зеленого цвета, а также выделился газ объемом 1,01 л (н.у.). В последнем осадке массовые доли элементов составляют С – 5,43%, О – 36,2%, Н – 0,914%, остальное – металл М.

1. Назовите оксиды металла, использованные в эксперименте, укажите их формулы.
2. Установите эмпирическую формулу светло-зеленого осадка, напишите его молекулярную формулу, назовите его. Назовите природный минерал аналогичного состава.
3. Запишите уравнения реакций, описанных в задаче.
4. Рассчитайте исходную массу смеси оксидов.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. По цвету раствора, образовавшегося при растворении оксидов в серной кислоте, можно сделать вывод о том, что неизвестный металл	2

М – медь, и для эксперимента была взята смесь ее оксидов: оксид меди (I) CuO и оксид меди (II) Cu ₂ O.	
2. Массовая доля меди в светло-зеленом осадке составляет: $\omega(\text{Cu}) = 100 - \omega(\text{C}) - \omega(\text{O}) - \omega(\text{H}) = 100 - 5,43 - 36,2 - 0,914 = 57,46\%$. Тогда соотношение между элементами в осадке Cu _a C _b O _c H _d равно: $a : b : c : d = (57,46/64) : (5,43/12) : (36,2/16) : (0,914/1) =$ $= 0,9 : 0,45 : 2,26 : 0,9 = 2 : 1 : 5 : 2$. Эмпирическая формула осадка – Cu ₂ CO ₃ H ₂ . Отсюда можно предположить молекулярную формулу осадка Cu ₂ CO ₃ (OH) ₂ – дигидроксид-карбонат димеди (ее также можно записать как (CuOH) ₂ CO ₃ или CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂). Такому составу соответствует минерал малахит.	4
3. Уравнения реакций: CuO + H ₂ SO ₄ = CuSO ₄ + H ₂ O, Cu ₂ O + H ₂ SO ₄ (разб.) = CuSO ₄ + Cu↓ + H ₂ O, 2CuSO ₄ + 4NaHCO ₃ = Cu ₂ CO ₃ (OH) ₂ ↓ + 2Na ₂ SO ₄ + 3CO ₂ ↑ + H ₂ O.	3
4. Расчет массы исходной смеси: $n(\text{Cu}) = 0,318 / 64 = 0,005$ моль. $n(\text{Cu}_2\text{O}) = n(\text{Cu}) = 0,005$ моль. $m(\text{Cu}_2\text{O}) = (64 \cdot 2 + 16) \cdot 0,005 = 0,72$ г. $n(\text{CO}_2) = 1,01 / 22,4 = 0,045$ моль. $n(\text{CuSO}_4) = 2/3 \cdot n(\text{CO}_2) = 2/3 \cdot 0,045 = 0,03$ моль. $n(\text{CuO}) = n(\text{CuSO}_4) - 2n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,03 - 2 \cdot 0,005 = 0,02$ моль. $m(\text{CuO}) = (64 + 16) \cdot 0,02 = 1,6$ г. $m(\text{смеси}) = 0,72 + 1,6 = 2,32$ г.	8
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	17

Задание 10-3.

При сгорании 6 г этана выделилось 312 кДж. При сгорании 34,4 г смеси пентана и гептана выделилось 1680 кДж. Каково молярное соотношение пентана и гептана в смеси, если известно, что в гомологическом ряду алканов энтальпия сгорания увеличивается на 660 кДж на каждый моль CH₂ – групп?

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Определяем энтальпию сгорания этана по термохимическому уравнению: C ₂ H ₆ (г) + 7/2O ₂ (г) = 2CO ₂ (г) + 3H ₂ O(ж) + Q При сгорании 6 г этана выделяется 312 кДж, следовательно, при сгорании 30 г этана выделится 1560 кДж.	2
2. Рассчитываем энтальпию сгорания пентана и гептана, учитывая, что на один моль CH ₂ – групп энтальпия сгорания увеличивается на 660 кДж: $\Delta H_{\text{сгор}}^0(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 1560 + 660 \cdot 3 = 3540$ кДж/моль $\Delta H_{\text{сгор}}^0(\text{C}_7\text{H}_{16}) = 1560 + 660 \cdot 5 = 4860$ кДж/моль	2
3. Найдем количество вещества каждого газа в смеси. Пусть $n(\text{C}_5\text{H}_{12}) = x$ моль, а $n(\text{C}_7\text{H}_{16}) = y$ моль, тогда составим систему уравнений: $72x + 100y = 34,4$	3

$3540x + 4860y = 1680$ $x = 0,2$ моль, $y = 0,2$ моль	
4. Находим молярное соотношение газов в смеси: $n(\text{C}_5\text{H}_{12}) : n(\text{C}_7\text{H}_{16}) = 0,2 : 0,2 = 1 : 1$ Ответ: 1 : 1	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	8

Литература:

1. Свитанько И. В., Кисин В. В., Чуранов С. С. Стандартные алгоритмы решения нестандартных химических задач. – М., Химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, 2012. - 253с.
2. Олимпиадные задания по химии/ Сост.: Глазкова О.В., Лазарева О.П.; МО РМ, МРИО.- Саранск, 2005. – 43 с.
3. Химия: сборник олимпиадных задач. Школьный, муниципальный, региональный этапы. 9-11 классы: учебно-методическое пособие/ Под ред. В.Н. Доронькина.-Изд. 4-е.- Ростов н/Д: Легион, 2013.-280 с.
4. Всероссийская олимпиада школьников по химии [Электронный ресурс]
http://vos.olimpiada.ru/upload/files/Arhive_tasks/2011-2012/region_tasks/new-cut/chem/tasks-chem-10-teor-2011-2.pdf