

Решения и система оценивания

В итоговую оценку из 6 задач засчитываются 5 решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается.

Задание 10-1. «Определи металл»

Две одинаковые пластинки из двухвалентного металла опустили на некоторое время в растворы сульфата никеля (II) и сульфата меди (II). Отношение приростов масс пластинок составило 7 : 8. Определите, из какого металла изготовлены пластинки. (Скорости выделения никеля и меди считать одинаковыми).

(Габриелян О.С. Общая химия : задачи и упражнения : пособие для учащихся 11 кл. общеобразоват. учреждений с углубленным изучением химии / О.С.Габриелян, В.Б.Воловик. – М. : Просвещение, 2006, стр.69)

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	
$Me + NiSO_4 = MeSO_4 + Ni$ (1)	1 б
$Me + CuSO_4 = MeSO_4 + Cu$ (2)	1 б
Пусть $n(Me) = X$ моль, $n(Ni) = n(Cu) = X$ моль.	
Прирост массы пластинки в ходе реакции (1) Δm_1 составил $(59X - M(Me)X)$	1,5 б
Прирост массы пластинки в ходе реакции (2) Δm_2 составил $(64X - M(Me)X)$	1,5 б
По условию задачи $\Delta m_1 : \Delta m_2 = 7 : 8$ $(59X - M(Me)X) : (64X - M(Me)X) = 7 : 8$	2 б
Решив алгебраическое уравнение найдем $M(Me) = 24$	
Магний	
Итого:	7 б

Задание 10-2. «Определи состав смеси»

При действии раствора соляной кислоты на 12,6 г сплава, содержащего серебро, алюминий, цинк и кремний, выделилось 5,6 л (н.у.) газа и остался нерастворившийся остаток массой 3,4 г. При действии раствора гидроксида натрия на образец сплава такой же массы выделился газ и также остался нерастворившийся остаток массой 2,7 г. Определите состав сплава в процентах по массе и объем газа (н.у.), который выделился при действии раствора гидроксида натрия на образец сплава.

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	
При действии соляной кислоты на сплав происходят реакции $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$ (1)	1 б
$2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$ (2)	1 б
$n(\text{выделивш.газа}) = 5,6 / 22,4 = 0,25$ моль	0,5б
Нерастворившийся остаток – смесь кремния и серебра. По условию задачи масса нерастворившегося остатка = 3,4 г $m(Si) + m(Ag) = 3,4$ г	0,5б
Масса цинка и алюминия равна $12,6 - 3,4 = 9,2$ г	0,5б
Пусть $n(Zn) = x$ моль; $n(Al) = y$ моль; $65x + 27y = 9,2$	2 б
Исходя из уравнений реакций (1) и (2), количество вещества выделившегося водорода $1,5x + y = 0,25$ моль	
$x = 0,1$ моль; $y = 0,1$ Найдено кол-во вещества цинка или алюминия	
$m(Zn) = 6,5$ г	0,5б
$\omega(Zn) = 6,5 / 12,6 = 0,516$ или 51,6%	0,5б
Найдена массовая доля алюминия 21,4%	0,5б
При действии раствора гидроксида натрия на смесь вступают в реакцию алюминий, цинк и кремний	
$2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$ (3)	1 б
$Zn + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$ (4)	1 б
$Si + 2NaOH + H_2O = Na_2SiO_3 + 2H_2$ (5)	1 б
Нерастворившийся остаток – серебро. Масса серебра = 2,7 г	0,5б
$\omega(Ag) = 2,7 / 12,6 = 0,214$ или 21,4%	0,5б
Так как известна масса кремния и серебра, найдем массу кремния $m(Si) = 3,4 - 2,7 = 0,7$ г	0,5б
$\omega(Si) = 0,7 / 12,6 = 0,056$ или 5,6%	0,5б
Найдено $n(\text{общее кол-во выд.газа в реакциях 3,4,5}) = 0,3$ моль	1,5 б
Найден объем водорода, выделившийся в ходе реакций 3,4,5, – 6,72 л	0,5 б
Итого:	14 б

Задание 10-3. «Определи формулу алкана»

В сосуд (объем 5,5 л) поместили алкан массой 0,88 г. Затем в реактор ввели 4,48 л кислорода (н.у.). После полного сгорания углеводорода давление внутри реактора при температуре 227°C составило 181,31 кПа. Определите формулу алкана.

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	
$n(O_2) = 4,48 / 22,4 = 0,2$ моль	0,5 б

$C_nH_{2n+2} + (1,5n + 0,5)O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$	1 б
После реакции в реакторе содержатся газы: углекислый газ, пары воды и, возможно, остаток кислорода	
$n(\text{смеси газов}) = PV / RT = 181,31 \cdot 5,5 / 8,31 \cdot 500 = 0,24$ моль	1,5 б
Пусть $n(\text{алкана}) = X$ моль	0,5 б
$n(\text{вступ. } O_2) = (1,5n + 0,5) \cdot X$ (моль)	0,5 б
$n(CO_2) = n X$ (моль)	0,5 б
$n(H_2O) = (n + 1) \cdot X$ (моль)	0,5 б
$n(\text{оставш. } O_2) = [0,2 - (1,5n + 0,5) \cdot X]$ (моль)	0,5 б
$n(\text{смеси газов}) = n(CO_2) + n(H_2O) + n(\text{оставш. } O_2) =$ $= [0,2 - (1,5n + 0,5) \cdot X] + n X + (n + 1) \cdot X =$ $= 0,2 - 1,5nX - 0,5X + nX + nX + X = 0,2 + 0,5nX + 0,5X$	2 б
$0,2 + 0,5nX + 0,5X = 0,24$ $nX + X = 0,08$	
$n(\text{алкана}) = m(\text{алкана}) / M(\text{алкана}) = 0,88 / (14n + 2) = X$	0,5 б
Решив систему алгебраических уравнений, вычислим значение n $0,88 / (14n + 2) = X$ $nX + X = 0,08$ $n = 3$	
Выведена формула алкана C_3H_8	1 б
Итого:	9 б

Задание 10-4.

Газовую смесь, состоящую из водорода и хлора, объемом 9,972 л при температуре 27°C и давлении 100 кПа облучили ультрафиолетовым светом. По окончании реакции в реакционный сосуд влили 1 л воды. При этом объем смеси уменьшился в 5 раз, а оставшийся газ не реагировал с раствором гидроксида калия. Определите массу исходной газовой смеси и массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.

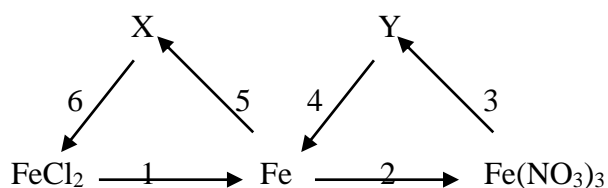
Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	
$H_2 + Cl_2 = 2HCl$	0,5 б
Образовавшийся хлороводород полностью растворился в прилитой воде, поэтому в растворе содержится хлороводород.	0,5 б
Газ, оставшийся после реакции и добавления воды, - это водород, так как именно он, в отличие от хлора, не реагирует с раствором щелочи.	0,5 б
$n(\text{исх. смеси газов}) = PV/RT = 100 \cdot 9,972 / 8,31 \cdot 300 = 0,4$ моль	1 б
Учитывая, что объем смеси газов в ходе реакции не изменился, а после добавления уменьшился в 5 раз, можно рассчитать объем или количество вещества непрореагировавшего (остаточного) водорода: $n(\text{ост. } H_2) = 1/5 n(\text{смеси газов}) = 0,4/5 = 0,08$ моль	0,5 б
Пусть в исходной смеси содержалось X моль хлора. По уравнению реакции $n(\text{вст. } H_2) = n(Cl_2) = X$ моль	2 б

Тогда, $n(\text{исх. H}_2) = (X + 0,08)$ моль	
$n(\text{исх. смеси газов}) = n(\text{исх. H}_2) = n(\text{Cl}_2)$ $X + 0,08 + X = 0,4$ $X = 0,16$ моль	
$n(\text{исх. Cl}_2) = 0,16$ моль $n(\text{вст. H}_2) = 0,16$ моль	
$n(\text{исх. H}_2) = 0,16 + 0,08 = 0,24$ моль	0,5 б
$m(\text{исх. Cl}_2) = 0,16 \cdot 71 = 11,36$ г	1 б
$m(\text{исх. H}_2) = 0,24 \cdot 1 = 0,24$ г	
$m(\text{исх. смеси газов}) = 11,36 + 0,24 = 11,6$ г	
$n(\text{HCl}) = 0,32$ моль	0,5 б
$m(\text{HCl}) = 0,32 \cdot 36,5 = 11,68$ г	0,5 б
$m(\text{H}_2\text{O}) = 1000$ г	0,5 б
$m(\text{р-ра}) = m(\text{HCl}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 11,68 + 1000 = 1011,68$ г	0,5 б
$\omega(\text{HCl}) = 11,68/1011,68 = 0,0115$	0,5 б
Итого:	9 б

Задание 10-5. «Расшифруйте схему превращений»

Расшифруйте схему превращений, напишите уравнения соответствующих реакций:



Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	
Определены вещества X и Y – по 1 баллу	2 б
Составлены уравнения реакций – по 1 баллу	6 б
Итого:	8 б

Задание 10-6. «Распознайте вещества»

В Вашем распоряжении находятся пронумерованные пробирки с порошками цинка, оксида цинка, сульфата меди(II), карбоната кальция, карбоната калия, нитрата натрия, сульфата натрия, а также с растворами гидроксида натрия и гидроксида бария.

Предложите, как без использования других реактивов, кроме дистиллированной воды, по физическим и химическим свойствам можно распознать эти вещества.

В ответе опишите ход определения, наблюдения, составьте уравнения реакций.

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	
Анализ внешнего вида указанных веществ. Цинк - единственный порошок серого цвета (остальные - белые)	1 б
Определение растворимости веществ в воде. Растворяются сульфат меди, карбонат калия, нитрат натрия, сульфат натрия, не растворяются оксид цинка и карбонат кальция.	1 б
Сразу определяем сульфат меди, образующий голубой раствор.	1 б
Если в три пробирки с растворами карбоната калия, нитрата натрия, сульфата натрия добавить по несколько капель одного из имеющихся растворов щелочей, и во всех трех пробирках не выпадает осадка, то добавляемый раствор - раствор гидроксида натрия.	1 б
Если в те же пробирки с растворами солей добавить второй раствор щелочи $\text{Ba}(\text{OH})_2$, в двух пробирках выпадают белые осадки. Это пробирки с растворами карбоната калия и сульфата натрия, в оставшейся пробирке - нитрат натрия.	1 б
$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCO}_3\downarrow + 2\text{KOH}$	1 б
$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaOH}$	1 б
Внешний вид осадков не позволяет различить растворы карбоната калия и сульфата натрия	
Для распознавания растворов карбоната калия и сульфата натрия в каждую пробирку необходимо добавить по капле раствора сульфата меди. В пробирке с карбонатом калия выпадет зеленый осадок основного карбоната меди:	1 б
$3\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = (\text{CuOH})_2\text{CO}_3\downarrow + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{KHCO}_3$	1 б
К пробам двух нерастворимых веществ (оксид цинка и карбонат кальция) необходимо добавить раствор гидроксида натрия. Оксид цинка растворяется:	1 б
$\text{ZnO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$	1 б
В оставшейся пробирке - карбонат кальция	1 б
Итого:	12 б