2015 год

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный этап
Решения задач
9 класс

Задача 1.

Элементы содержания	***Решение***	***Баллы***
Определение элементов (по 1 баллу за каждый элемент)	А-элемент кальций-Са Этот элемент находится в одной группе с радием, открытым М.Склодовской-Кюри; в организме человека в составе соединений (карбонат кальция, фосфат кальция) содержится в костной ткани, зубах; соединения кальция(негашеная известь, гашеная известь, известняк, мел, мрамор) используются в строительстве	1 балл
	В-элемент кислород-О Этот элемент образует простое вещество кислород O_2, необходимое для жизни организмов; находится в одном периоде с углеродом, с водородом образует соединение H_2O	1 балл
	С- элемент углерод-С Этот элемент находится в одном периоде с кислородом; является основой всех живых организмов; образует простое вещество уголь, использованное русским химиком Н.Д.Зелинским при изготовлении противогаза.	1 балл
	Д- элемент кремний-Si Этот элемент занимает второе место по распространению в земной коре и образует неустойчивое водородное соединение - силан SiH_4, которое само воспламеняется на воздухе.	1 балл
Формулы веществ (по 1 баллу за каждую формулу)	Простое вещество кислород - O_2	1 балл
	Соединение кислорода с водородом - H_2O	1 балл
	Неустойчивое водородное соединение - силан SiH_4, которое само воспламеняется на воздухе.	1 балл
Уравнения реакций (по 1 баллу за уравнение)	$Ca + 2HCl = CaCl_2 + H_2$	1 балл
	$SiH_4+2O_2 = SiO_2+ 2H_2O$	1 балл
Расчеты, необходимые для обоснования выводов Всего 3 балла	При взаимодействии 160 г простого вещества, образованного элементом А, с соляной кислотой образуется 89, 6 л водорода. $A + 2HCl = ACl_2 + H_2$ 160 г 89,6 л (4 моль) A---------- H_2 х г 22,4л 91 моль) х = 40. Элемент А имеет молярную массу 40 г/моль (Ar=40). Это кальций.	1 балл
	В соединении элемента В с водородом на долю водорода приходится 11.2%. $Mr(BH_2) = x+2$	1 балл

	W(Э) = n (Э)·Ar(Э) / Mr(вещества) W(H) = n (H) ·Ar(H) / Mr(вещества) 0,112 = 2·1/ X+2 0,112(x+2) = 2 0,112x = 2-0,224 0,112x=1,776 x=15,857=16 Элемент В имеет молярную массу 18 г/моль (Ar=16). Это кислород	
	На долю водорода в соединении с элементом Д приходится 12,5%. $Mr(ДH_4)$ = x+4 W(Э) = n (Э)·Ar(Э) / Mr(вещества) W(H) = n (H) ·Ar(H) / Mr(вещества) 0,125 = 4·1/ X+4 0,125(x+4) = 4 0,125x = 4-0,5 0,125x= 3,5 X=28 Элемент Д имеет молярную массу 28 г/моль (Ar=28) . Это кремний	1 балл
		12 баллов

Задача 2

Элементы содержания	***Решение***	***Баллы***
Уравнения реакций (по 1 баллу за уравнение)	$2CиSO_4 + 2H_2O = 2Си + O_2 + 2H_2SO_4$ (электролиз)	1 балл
	$2HgSO_4 + 2H_2O = 2Hg + O_2 + 2H_2SO_4$(электролиз)	1 балл
	H_2SO_4+ 2NaOH = Na_2SO_4+ $2H_2O$	1 балл
	NaOH+ HCl = NaCl+ H_2O	1 балл
Вычисление массы и количества вещества NaOH в растворе	$m_р$ (NaOH) = $V_р$×ρ = 22,5 мл×1,11 г/мл = 24,975 г = 25 г $m_в$(NaOH) = ω×$m_р$ = 25 г ×0,112 = 2,8 г n(NaOH) = m/ M = 2,8 г/ 40 г/моль = 0,07 моль	1 балл
Вычисление количества вещества HCl в растворе	C_M = n/ V n(HCl) = C_M· V = 0,625 моль/л · 0,016л = 0,01 моль	1 балл
Вычисление объема газа хлороводорода, необходимого для приготовления раствора соляной кислоты	V(HCl)=V_m· n(HCl)=22,4 л/моль·0,01 моль =0,224 л	1 балл
Вычисление оставшегося после реакции с серной кислотой количества	x моль 0,01 моль NaOH---------- HCl 1 моль 1 моль	1 балл

вещества NaOH, вступившего в реакцию с соляной кислотой	x = 0,01 моль NaOH вступило в реакцию с HCl	
Вычисление количества вещества NaOH, вступившего в реакцию серной кислотой	0,07 моль – 0,01 моль = 0,06 моль NaOH вступило в реакцию с H_2SO_4	1 балл
Вычисление количества вещества H_2SO_4, образовавшейся при электролизе растворов исходных солей и ступившей в реакцию с NaOH	x моль 0,06 моль H_2SO_4---------- 2NaOH 1 моль 2 моль x = 0,03 моль H_2SO_4 образовалось при электролизе	1 балл
Составление системы двух уравнений с двумя неизвестными для вычисления количества вещества или массы каждой из солей в исходной смеси (возможны другие варианты составления системы уравнений)	M($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) = 160+90 = 250 г/моль M($HgSO_4$) = 297 г/моль A г x моль $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ----------H_2SO_4 250 г 1 моль B г y моль $HgSO_4$----------H_2SO_4 297 г 1 моль A+B = 8,44 x+y =0,03}	2 балла
Решение системы двух уравнений с двумя неизвестными	A= 250x B= 297y y = 0,03-x 250x+297y= 8,44 250x+ 297(0,03-x) = 8,44 250x+8,91-297x= 8,44 0,47= 47x x=0.01 y=0,03-0,01=0,02	1 балл
Вычисление массы каждой соли в исходной смеси	m($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) = M · n = 250 г/моль · 0,01 моль = 2,5 г m($HgSO_4$) = m (смеси) - m($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) = 8,44-2,5= 5,94 г	1 балл
Вычисление массовой доли каждой соли в исходной смеси	ω($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)=$m_в$ / $m_{смеси}$ = 2,5 г/8,44 г = 0,296 (29,6%) ω($HgSO_4$) = 100% - 29,6% = 70,4%	1 балл

(возможно округление ответов)		
		15 баллов

Задача 3.

Элементы содержания	***Решение***	***Баллы***
Отделение двух активных металлов от двух малоактивных	Металлы цинк и железо реагируют с растворами кислот соляной и серной с выделением водорода $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2\uparrow$ или $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2\uparrow$	1 балл
	$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2\uparrow$ или $Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2\uparrow$	1 балл
Разделение соединений железа и цинка	Разделение соединений железа и цинка основано на амфотерности гидроксида цинка $ZnCl_2 + 2NaOH = 2NaCl + Zn(OH)_2\downarrow$ $Zn(OH)_2\downarrow + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4]$	2 балла
	$FeCl_2 + 2NaOH = 2NaCl + Fe(OH)_2\downarrow$ $4Fe(OH)_2\downarrow + O_2\uparrow + 2H_2O = 4Fe(OH)_3\downarrow$	2 балла
Восстановление металла цинка в чистом виде (возможно использование другого восстановителя)	$Na_2[Zn(OH)_4] + CO_2\uparrow = Na_2CO_3 + Zn(OH)_2\downarrow + H_2O$ $Zn(OH)_2\downarrow \xrightarrow{t} ZnO + H_2O$ $ZnO + C \xrightarrow{t} Zn + CO\uparrow$	3 балла
Восстановление металла железа в чистом виде (возможно использование другого восстановителя)	$2Fe(OH)_3\downarrow \xrightarrow{t} Fe_2O_3 + 3H_2O$ $Fe_2O_3 + 3H_2\uparrow = 2Fe + 3H_2O$	2балла
Разделение нерастворимых в соляной кислоте меди и ртути (1 способ)	Разделение нерастворимых в соляной кислоте меди и ртути основано на различной химической активности этих металлов $Cu + HgCl_2 = CuCl_2 + Hg$	1 балл
Восстановление металла меди в чистом виде	Из раствора хлорида меди медь осаждают электролизом $CuCl_2 = Cu + Cl_2\uparrow$	1 балл
Разделение нерастворимых в соляной кислоте меди и ртути (2 способ)	Можно перевести оба металла в раствор действием раствора азотной кислоты $3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$ $3Hg + 8HNO_3 = 3Hg(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$	2 балла

Восстановление металла меди в чистом виде	$2Cи(NO_3)_2 = 2CиO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$ $CиO + H_2\uparrow = Cи + H_2O$	2 балла
Восстановление металла ртути в чистом виде	$Hg(NO_3)_2 = Hg + 2NO_2\uparrow + O_2\uparrow$	1 балл
	Возможны другие варианты разделения смесей металлов. Правильные варианты оценивать 1 баллом за каждое уравнение. Сумма не должна превышать 18 баллов	18 баллов

Задача 4

Элементы содержания	***Решение***	***Баллы***
Формулы и названия веществ (0,5 баллов за каждое вещество и 0,5 баллов за каждое название)	Простое твердое светло-серое вещество А– алюминий Al	1 балл
	Газ Б, выделяющийся при взаимодействии алюминия с кислотой и щелочью и не имеющий цвета и запаха – водород-H_2	1 балл
	Вещество В, образующееся при реакции алюминия с соляной кислотой и образующее белый осадок при реакции со щелочью – хлорид алюминия $AlCl_3$	1 балл
	Вещество Г, образующееся при реакции алюминия со щелочью – тетрагидроксоалюминат натрия $Na[Al(OH)_4]$	1 балл
Уравнения реакций (по 1 баллу за уравнение)	$2Al + 6HCl = AlCl_3 + 3H_2\uparrow$	1 балл
	$2Al + 2NaOH + 3H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$	1 балл
	$AlCl_3 + 3NaOH = Al(OH)_3\downarrow + 3NaCl$	1 балл
	$Al(OH)_3\downarrow + NaOH = Na[Al(OH)_4]$	1балл
Обоснование выводов расчетом (вычисление молярной массы простого вещества А)	$n(H_2) = V/V_m = 13{,}44$ л/ 22,4 л/моль = 0,6 моль x моль 0,6 моль 2A ---------- $3H_2\uparrow$ 2 моль 3 моль x=0,4 моль M(A)= m/ n = 10,8 г/0,4 моль = 27 г/моль -это молярная масса алюминия	2 балла
		10 баллов

Решение к заданию 5.

$Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$ 1 балл

$(NH_4)_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2NH_4Cl$ 1 балл

$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH = 2NH_3\uparrow + 2H_2O + Na_2SO_4$ 1 балл

$Al(NO_3)_3 + 3NaOH = Al(OH)_3\downarrow + 3NaNO_3$ 1 балл

$Al(OH)_3 + 3NaOH = Na_3AlO_3 + 3H_2O$ или $Na\left[Al(OH)_4\right]$ 1 балл

Итого – 8 баллов (3 балла - за определение, 5 баллов – за уравнения реакции)

Общая сумма баллов (с экспериментом)- 63 балла