



2 6994

ШИШЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ

2017-2018

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады ХИМИЯ (11 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада Саранск

Дата 20.03.2018

Вариант 4

Дорогие одиннадцатиклассники! Перед Вами набор из шести задач. Вы можете решать любые их них, но в зачет идут только пять, в которых Вы наберете наибольшее количество баллов. Постарайтесь грамотно расходовать свои силы и время. Желаем успехов!

Задача №1. «И от химии бывает тепло» (20 баллов)

Для изучения взаимодействия йода и водорода проделали серию экспериментов по измерению тепловое эффекта реакции:

- 1) В реактор поместили 3 г йода и 1 г водорода. Полученную смесь нагрели до 360°C. В результате реакции выделилось 54 Дж тепла.
- 2) В реактор поместили 120 г йода и 1 г водорода. Полученную смесь нагрели до 360°C. В результате реакции выделилось 1,82 кДж тепла.

1. Рассчитайте тепловую эффект реакции йода с водородом при 360°C.
2. Какое количество теплоты выделится в результате взаимодействия 400 г йода и 5 г водорода при 360°C?

Задача №2. «Загадочный минерал» (20 баллов)

Для определения состава некоторого минерала был проведен следующий эксперимент. Навеску вещества массой 10,00 г сплавили со смесью гидроксида и пероксида натрия. Плав обработали горячей водой. При этом получился бесцветный раствор и черный осадок.

Полученный раствор нейтрализовали азотной кислотой и обработали избытком раствора ляписса. Образовалось 27,75 г осадка шоколадного цвета, обработка смеси которого с цинковыми стружками соляной кислотой привела к выделению газа с запахом чеснока. К оставшемуся раствору добавили избыток баритовой воды, при этом образовалось 14,00 г белого осадка, нерастворимого в минеральных кислотах.

Полученный после обработки водой черный осадок растворили в избытке соляной кислоты. При этом выделился газ и получился зеленый раствор, не меняющий цвета при разбавлении водой. При добавлении к раствору реактива Чугаева (диметилглиоксима) выпал красный объемистый осадок, масса которого после высушивания составила 17,33 г.

Определите состав минерала и напишите уравнения описанных превращений.

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева										VIII	
										He	2
										Ne	10
										Ar	18
										Kr	36
										Xe	54
										Rn	86
										Fr	87
										Ra	88
										Ac	89
										Th	90
										Pa	91
										U	92
										Np	93
										Pu	94
										Am	95
										Cm	96
										Bk	97
										Cf	98
										Es	99
										Fm	100
										Md	101
										No	102
										Lr	103
										Lu	71
										Yb	70
										Tm	69
										Er	68
										Hf	72
										Ta	73
										W	74
										Re	75
										Os	76
										Ir	77
										Pt	78
										Au	79
										Hg	80
										Tl	81
										Pb	82
										Bi	83
										Po	84
										At	85
										Rn	86
										Fr	87
										Ra	88
										Ac	89
										Th	90
										Pa	91
										U	92
										Np	93
										Pu	94
										Am	95
										Cm	96
										Bk	97
										Cf	98
										Es	99
										Fm	100
										Md	101
										No	102
										Lr	103

Семейство	Li	Rb	K	Na	Ag	Cs	Fr	Ca	Sr	Ba	Ra	Mg	Zn	Cd	Hg	Pb	Sn	Pb	Hg	Pd	Pt	Au	Cu	Ag	Pt	Au
Щелочные металлы	3	37	39	11	47	55	87	20	38	56	88	12	30	48	80	112	114	116	118	110	110	110	110	110	110	110
Щелочноземельные металлы	2	38	40	8	28	36	54	12	20	28	50	10	18	26	34	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74
Переходные металлы																										
Лантаноиды																										
Актиниоиды																										

Ряд активности металлов / электрический ряд напряжений

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pd Pt Au

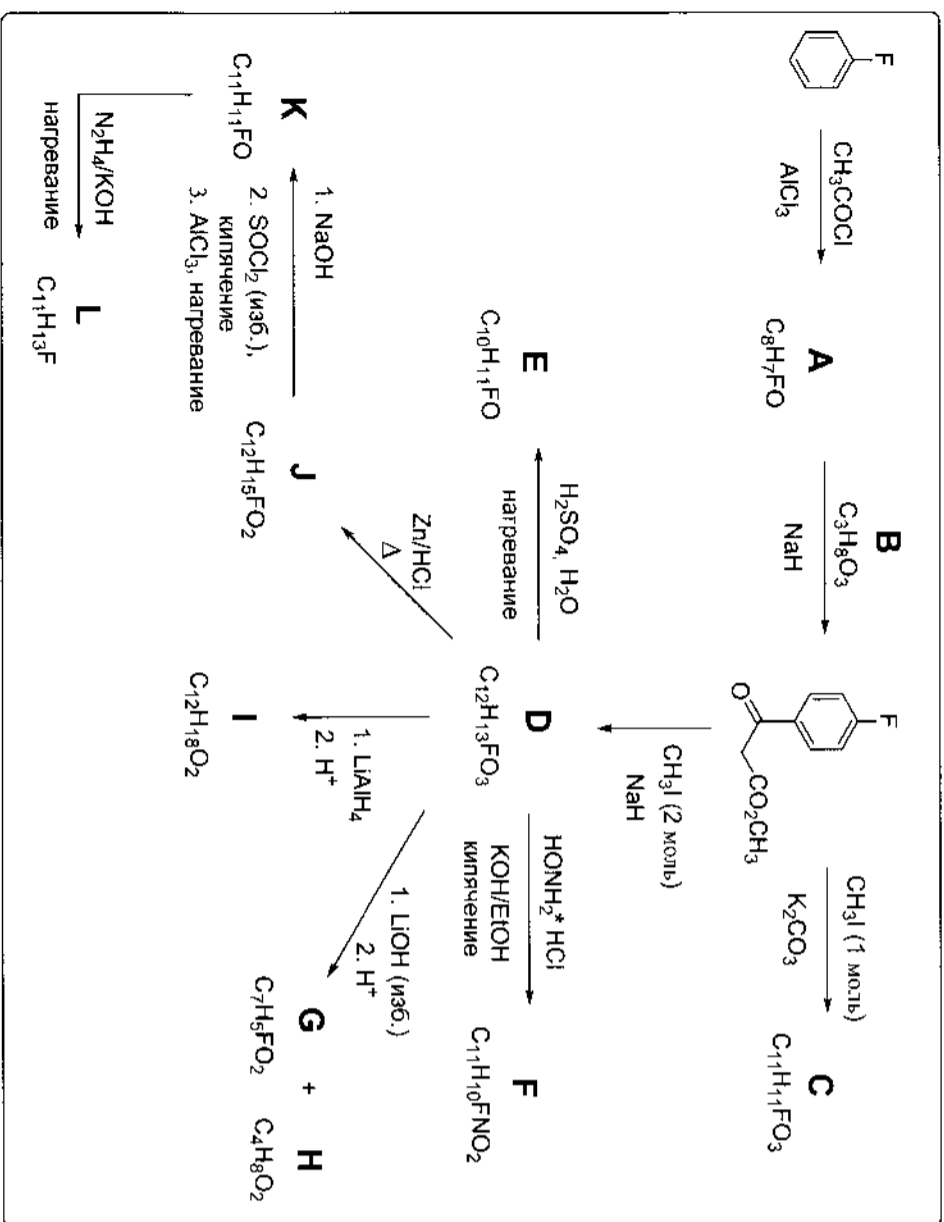
↑ активность металлов уменьшается

Растворимость кислот, солей и оснований в воде

Ионы	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺
OH ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
NO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
F ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Cl ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Br ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
I ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
S ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
SO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
SO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
CO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
SiO ₃ ²⁻	Н	—	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
PO ₄ ³⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
CH ₃ COO ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р

Р — растворимое (больше 10 г на 1000 г воды) М — малорастворимое (от 10 до 0,01 г на 1000 г воды)
Н — нерастворимое (меньше 0,01 г на 1000 г воды) — — вещество разлагается водой или не существует

Расшифруйте цепочку превращений и напишите уравнения реакций:



Задача №4. «Катион-близнец»

(20 баллов)

Неизвестное соединение, состоящее из трех элементов X, Y и Z с массовыми долями 4.3%, 37.4% и 58.3% соответственно, имеет солеобразное строение. В воде оно не растворяется, а реагирует с ней со взрывом. Общее число электронов в катионе в 2.5 раза меньше общего числа электронов в анионе минус 1 электрон. Это соединение может быть получено по реакции синтеза из трех веществ, одно из которых является простым веществом элемента Z, второе, состоящее из элементов Y и Z, может быть получено при реакции оксида Y и водородного соединения Z при нагревании. Третье соединение, состоящее из элементов X и Z, образуется в результате реакции водородного соединения X с простым веществом элемента Z. Назовите неизвестное соединение. Аналогом какого катиона является катион в этом соединении? Запишите реакцию этого соединения с водой, если известно, что в результате этой реакции выделяется газ, который не содержит элементов X, Y и Z.

Задача №5. «Дружеская помощь»

(20 баллов)

Юный химик-аналитик Валя разбирала старую лабораторию и обнаружила колбу с жидкостью. Научный руководитель Вали сказал, что когда-то эта колба использовалась под органический слив, и в ней содержится три изомерных вещества. Он предложил Вале определить количественный и качественный состав смеси.

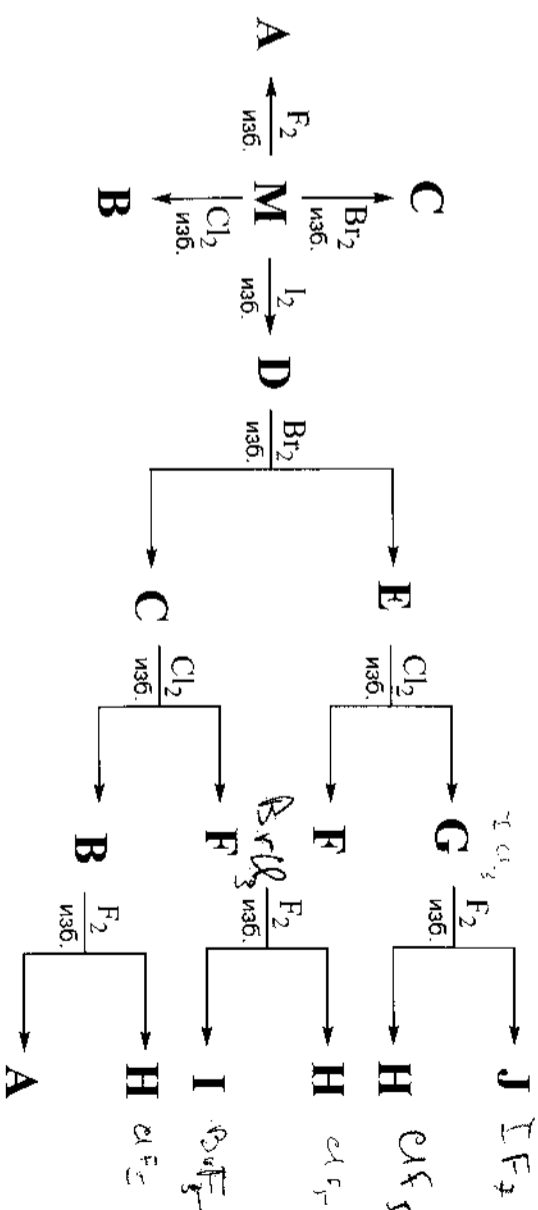
Проведя серию экспериментов, Валя выяснила, что при упаривании этой жидкости не остается твердого остатка. Порция данной смеси массой 2,9 г может обесцветить бромную воду, содержащую 0,03 моль брома, а обработка полученного при этом раствора гидроккарбонатом натрия приводит к выделению газа. При обработке такого же количества смеси избытком реактива Толленса образуется 4,32 г осадка. Однако этих данных оказалось недостаточно, для решения задачи, и Валя обратилась за помощью к своему другу-органику Коле. Коля смог установить, что при полном гидрировании такой же порции этой смеси в соответствующих условиях, образуется жидкость массой 3,0 г, содержащая по данным хроматографического анализа только два вещества.

Помогите Вале установить качественный и количественный (в массовых долях) состав исходной смеси.

Задача №6. «Галогены»


(20 баллов)


В одной старой неопубликованной рукописи неизвестного автора, юный химик обнаружил схему реакции металла M с избытком различных галогенов:



К сожалению, рукопись была сильно изъедена реактивами. Единственное, что можно было разобрать о характеристиках этих веществ, была массовая доля одного из элементов в соединениях A, H, I и J, которая составила 64,6 %, 72,8 %, 54,3 %, и 51,2 % соответственно. Идентифицируйте соединения A-J. Напишите уравнения реакций. Предложите пространственные структуры соединений G, H, I, и J. Как Вы думаете, кто мог быть автором данной рукописи, и когда она могла быть написана? Ответ аргументируйте.

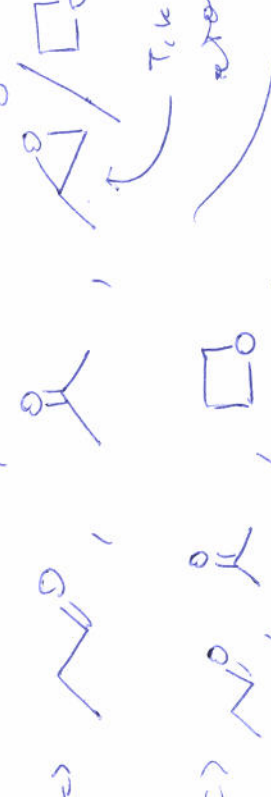

Учитывая: №6. $M_H = \frac{19n}{0,728} = 26,1n$, $n_{PM} n = 5 \Rightarrow (30,5 = 1) Cl F_5$.
 $M_I = \frac{9n}{5,113} = 35n$, $n_{PM} n = 5 \Rightarrow 175 = 1) Br F_5$,
 $M_J = \frac{9n}{0,512} = 37,11n$, $n_{PM} n = 7 \Rightarrow 260 = 1) IF_7$.

$M_A = \frac{19n}{0,606} = 29,4n$, $n_{PM} n = 10 \Rightarrow 294 \Rightarrow Cr_2 F_{10}$  $(\frac{F}{F})_6 Cr$ $(F)_6 Cr$
 B - $CrCl_3$, M - Cr (хром), C - $CrBr_3$, D - CrI_3 , E - IBr, F - $BrCl_3$,
 G - IF_3 , 2 CrF_5 $\Rightarrow Cr_2 F_{10}$ / (CrF_5) , $Cr + 2e_2 \Rightarrow CrCl_3$,

$Cr + 2e_2 \Rightarrow CrBr_3$; $Cr + 2e_2 \Rightarrow CrI_3$; $Cr + 3e_2 \Rightarrow Cr_2 F_{10}$ $\Rightarrow Cr + 3e_2 + 3I$ $\Rightarrow Cr + 3I$ $\Rightarrow Cr + 3I$
 $I + 3e_2 + 3Br \Rightarrow IBr_3$ $\Rightarrow I + 3e_2 + 3Cl \Rightarrow IF_3$.
 $Br + 3e_2 + 10F_2 \Rightarrow 3BrF_5 + 10F_2$; $2e_2 + 2F_2 \Rightarrow 2e_2 F_4 + e_2 F_2$ $\Rightarrow 2e_2 F_4 + e_2 F_2$ $\Rightarrow 2e_2 F_4 + e_2 F_2$ $\Rightarrow 2e_2 F_4 + e_2 F_2$


№5. $n(Hg) = \frac{432}{108} = 0,04$ моле / 7,4. $g_{Ag} (Ag_2O)_{ON}$
 \Rightarrow $среша$ б.б. $среша$ $ангелы$ / $мг$ $победитель$ $к-та$.
 $n_{M_2} = \frac{3 - 2,9}{2} = 0,05$ моле.

$M_{r_1} = M_{r_2} = M_{r_3}$ / $Hydro$ $n_1 = x$, $n_2 = y$, $n_3 = z$.
 $M_r (x + y + z) = 2,9$. $n_1 = 0,03$, $n_2 = 0,04 - 0,03 = 0,01$,
 $M_r (0,03 + 0,01 + z) = 2,9 = M_r (0,04 + z) = 2,9$
 $n_{out}(z) = 0,05 - 0,03 - 0,01 = 0,01$ моле \Rightarrow

$\Rightarrow M_r = \frac{2,9}{0,05} = 58 \Rightarrow C_3H_6O$
 \Rightarrow  \Rightarrow 
 $n_{PM} n, n_{PM} n, n_{PM} n$ \Rightarrow $n_{PM} n, n_{PM} n, n_{PM} n$
 $n_{PM} n, n_{PM} n, n_{PM} n$

$\omega(N_2) = \frac{0,03 \cdot 58}{2,9} = 0,6$ (60%), $\omega(I_2) = \frac{0,01 \cdot 58}{2,9} = 0,2$ (20%)
 $\omega(O_2) = 1 - 0,6 - 0,2 = 0,2$ (20%)
 Испаряется H_2O