

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
I	1	Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева							He 2 4,002602 гелий		
II	2	Li 3 6,9412 литий	Be 4 9,01218 бериллий	B 5 10,812 бор	C 6 12,0108 углерод	N 7 14,0067 азот	O 8 15,9994 кислород	F 9 18,99840 фтор	Ne 10 20,179 неон		
III	3	Na 11 22,98977 натрий	Mg 12 24,305 магний	Al 13 26,98154 алюминий	Si 14 28,086 кремний	P 15 30,97376 фосфор	S 16 32,06 сера	Cl 17 35,453 хлор	Ar 18 39,948 аргон		
IV	4	K 19 39,0983 калий	Ca 20 40,08 кальций	Sc 21 44,9559 скандий	Ti 22 47,90 титан	V 23 50,9415 ванадий	Cr 24 51,996 хром	Mn 25 54,9380 марганец	Fe 26 55,847 железо	Co 27 58,9332 кобальт	Ni 28 58,70 никель
	5	Cu 29 63,546 медь	Zn 30 65,38 цинк	Ga 31 69,72 галлий	Ge 32 72,59 германий	As 33 74,9216 мышьяк	Se 34 78,96 селен	Br 35 79,904 бром	Kr 36 83,80 криптон		
V	6	Rb 37 85,4678 рубидий	Sr 38 87,62 стронций	Y 39 88,9059 иттрий	Zr 40 91,22 цирконий	Nb 41 92,9064 ниобий	Mo 42 95,94 молибден	Tc 43 98,9062 технеций	Ru 44 101,07 рутений	Rh 45 102,9055 родий	Pd 46 106,4 палладий
	7	Ag 47 107,868 серебро	Cd 48 112,41 кадмий	In 49 114,82 индий	Sn 50 118,69 олово	Sb 51 121,75 сурьма	Te 52 127,60 теллур	I 53 126,9045 йод	Xe 54 131,30 ксенон		
VI	8	Cs 55 132,9054 цезий	Ba 56 137,33 барий	La 57 138,9 лантан *	Hf 72 178,49 гафний	Ta 73 180,9479 тантал	W 74 183,85 вольфрам	Re 75 186,207 рений	Os 76 190,2 осмий	Ir 77 192,22 иридий	Pt 78 195,09 платина
	9	Au 79 196,9665 золото	Hg 80 200,59 ртуть	Tl 81 204,37 таллий	Pb 82 207,2 свинец	Bi 83 208,9 висмут	Po 84 [209] полоний	At 85 [210] астат	Rn 86 [222] радон		
VII	10	Fr 87 [223] франций	Ra 88 [226] радий	Ac 89 [227] актиний **	Rf 104 [261] резерфордий	Db 105 [262] дубний	Sg 106 [266] сиборгий	Bh 107 [269] борий	Hs 108 [269] хассий	Mt 109 [268] мейтнерий	Ds 110 [271] дармштадтий
	11	Rg 111 [272] рентгений	Cn 112 [285] коперниций	113 [289] флеровий	114 [289] флеровий	115 [293] ливорморий	116 [293] ливорморий	117 [293] ливорморий	118 [293] ливорморий		

* лантаноиды

Ce 58 140,1 церий	Pr 59 140,9 празеодим	Nd 60 144,2 неодим	Pm 61 [145] прометий	Sm 62 150,4 самарий	Eu 63 151,9 европий	Gd 64 157,3 гадолиний	Tb 65 158,9 тербий	Dy 66 162,5 диспрозий	Ho 67 164,9 гольмий	Er 68 167,3 эрбий	Tm 69 168,9 тулий	Yb 70 173,0 иттербий	Lu 71 174,9 лютеций
-------------------------	-----------------------------	--------------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------	----------------------------	---------------------------

** актиноиды

Th 90 232,0 торий	Pa 91 231,0 протактиний	U 92 238,0 уран	Np 93 [237] нептуний	Pu 94 [244] плутоний	Am 95 [243] америций	Cm 96 [247] курий	Bk 97 [247] берклий	Cf 98 [251] калфорний	Es 99 [252] эйнштейний	Fm 100 [257] фермий	Md 101 [258] менделевий	No 102 [259] нобелий	Lr 103 [262] лоуренсий
-------------------------	-------------------------------	-----------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------------	---------------------------	-----------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------------	----------------------------	------------------------------

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⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Hg ₂ ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺
OH ⁻		P	P	P	—	P	M	M	H	H	H	H	H	H	—	—	H	H	H	H
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	P	P
F ⁻	P	P	P	P	P	M	H	M	P	H	P	P	M	P	—	M	M	H	M	M
Cl ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	H	P	P	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	M	H	P	P	P	P
I ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	H	—	H	H	P	—	P	P
S ²⁻	P	P	P	P	H	—	—	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	—	—
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	M	M	M	M	H	M	H	—	H	—	—	—	M	—	—	—
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	M	H	M	P	P	P	P	P	H	P	P	M	P	P	P	P
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	—	—	H	—	—	H	H	—	—	—
SiO ₃ ²⁻	H	—	P	P	H	H	H	H	H	H	H	—	H	—	—	—	H	—	—	—
PO ₄ ³⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P

P — растворимое (больше 10 г на 1000 г воды)

M — малорастворимое (от 10 г до 0,01 г на 1000 г воды)

H — нерастворимое (меньше 0,01 г на 1000 г воды)

— — вещество разлагается водой или не существует

6817



2

53

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ

2018–2019

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ХИМИЯ (10 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада г. Санкт-Петербург

Дата 14 марта 2019

ВАРИАНТ 2

Задача 1. «Старый реактив»

(20 баллов)

Студент Никита нашел на полке 2 склянки с неизвестными растворами без крышки. Он спросил у лаборанта, что это за реактивы, а тот ответил, что в точности не помнит, помнит только, что в обеих банках находятся растворы одной и той же соли щелочного металла с массовой долей катиона 55,2% и одна из банок стоит здесь довольно давно, а другая недавно. В распоряжении Никиты оказались только раствор щелочи (NaOH), а также баритовая вода и соляная кислота. При добавлении к неизвестным растворам щелочи видимых изменений не произошло. При добавлении кислоты к давно стоящему раствору выделился газ без цвета и запаха, а при добавлении к свежему раствору – газ не выделился. Никита очень удивился и провел еще один эксперимент. Он отобрал по 100 мл каждого из растворов и упарил их. Масса твердого остатка в первом случае оказалась 21,84 г, а во втором 14,84 г. Твердые остатки Никита снова растворил и обработал растворы баритовой водой. В результате в первом случае выпало 35,00 г осадка, а во втором 21,14 г. Остатки после упаривания растворов Никита прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 0,63 г, а второго не изменилась. Выпавшие после обработки баритовой водой осадки Никита так же прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 1,54 г, а второго не изменилась. Предложите возможный состав соли. Определите молярные концентрации и массовые доли веществ в исходных растворах (плотность растворов примите равной 1 г/мл).

Задача 2. «Химические источники тока»

(20 баллов)

На данный момент в различных электронных устройствах в качестве элементов питания используются химические источники тока (батареи и аккумуляторы), в которых энергия химических реакций превращается в электрическую энергию. Принцип работы таких источников тока основан на ОВР, протекающих внутри батареи (аккумулятора), при этом электроны от восстановителя к окислителю переносятся через внешнюю электрическую цепь.

Юный инженер Леша создал электронное устройство, которое помогает хомяку крутить колесо. Для создания химического источника тока Леша использовал те реактивы, которые сумел найти. В ход было пущено белое кристаллическое вещество, подписанное как АБ, при этом на этикетке дополнительно было указано «ω(А) = 15,33 %; ω(Б) = 84,67 %».

Леша провел электролиз 15,89 г 20 %-го водного раствора вещества АБ (с плотностью 1,18 г/см³) в разделенной электролитической ячейке. Леша отметил, что на катоде наблюдалось выделение

газа, а на аноде образование осадка. Масса вещества, образующегося на аноде, по окончании процесса, оказалась равной 3,175 г. После Леша объединил содержимое анодного и катодного пространства, полученный раствор был нагрет, при этом раствор потерял бурое окрашивание. После охлаждения раствора Леша собрал образовавшийся белый кристаллический осадок и в дальнейшем использовал его в работе батареи.

Для получения второго компонента батареи Леша взял у отца пиротехника банку, подписанную «BaO₂». Навеску вещества, взятого из этой банки он обработал избытком раствора серной кислоты, после чего отфильтровал осадок, а фильтрат использовал для работы батареи.

Определите состав вещества АБ. Ответ подтвердите расчетами.

Запишите уравнения всех описанных реакций.

Запишите молекулярное уравнение реакции, лежащей в основе работы батареи.

Запишите ионно-электронные уравнения процессов окисления и восстановления, лежащих в основе реакции, протекающей в батарее.

На какое время работы устройства хватит полученного из АБ вещества, если известно, что средняя сила тока в нем составляет 0,3А? (заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл).

Считайте, что выходы всех представленных реакций равны 100%.

Задача 3.

(20 баллов)

При монохлорировании изобутана на свету образуется смесь производных. Известно, что при стандартных условиях соотношение относительных скоростей замещения у первичного, вторичного и третичного атомов углерода составляет 1:3,3:5,5. Определите мольные доли компонентов в газовой и жидкой фазах при 25 и 500 °С, если известно, что исходные вещества прореагировали полностью, стандартные теплоты сгорания газообразных 1-хлор-2-метилпропана и 2-хлор-2-метилпропана составляют 2503 и 2479 кДж/моль соответственно, а стандартные энтропии этих веществ S° практически одинаковы.

Испарением органических жидкостей и растворимостью хлороводорода в них при стандартных условиях пренебречь.

Для справки: константа равновесия реакции связана с ее термодинамическими характеристиками уравнением:

$$\ln K = -\Delta_r H^\circ / RT + \Delta_r S^\circ / R.$$

Задача 4.

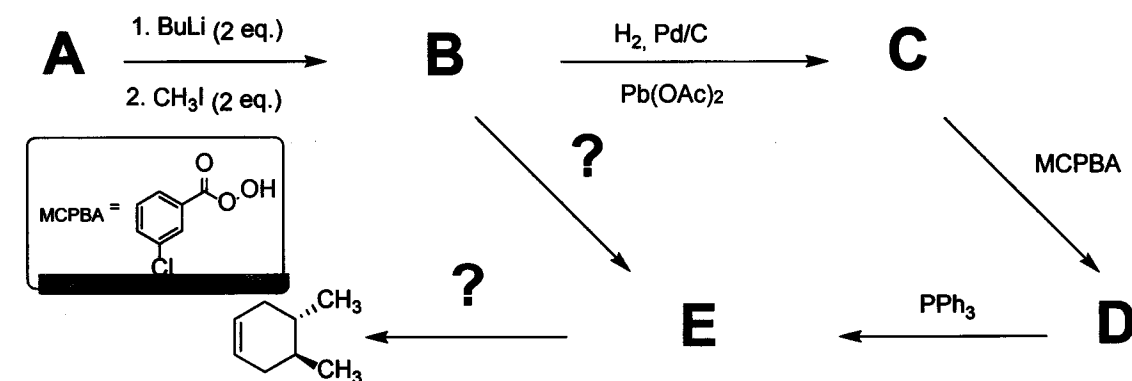
(20 баллов)

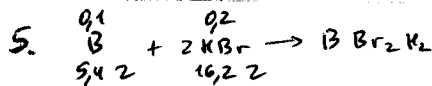
Для качественного анализа содержащей некоторое количество крезоло смеси сложных эфиров X и Y, образованных одним спиртом и двумя разными одноосновными карбоновыми кислотами, провели следующие эксперименты. Порцию такой смеси массой 36 г обработали 16% раствором гидроксида натрия, на количественное взаимодействие пошло 100 г раствора щелочи. Такую же порцию исходной смеси разделили на две равные части, первую обработали избытком бромной воды и получили 34,5 г осадка, а вторую обработали избытком реактива Толленса, выпавший осадок отфильтровали и высушили, его масса составила 20,35 г. Обработка этого осадка избытком соляной кислоты уменьшает его массу на 11,67%. Установите структуры эфиров X и Y и напишите уравнения описанных реакций.

Задача 5.

(20 баллов)

Расшифруйте цепочку превращений, если известно, что 5,4 г. соединения B способно прореагировать с 16,2 г бромоводорода с образованием дибромида. Предложите механизм образования E из D.



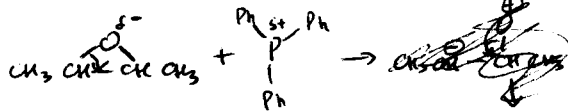
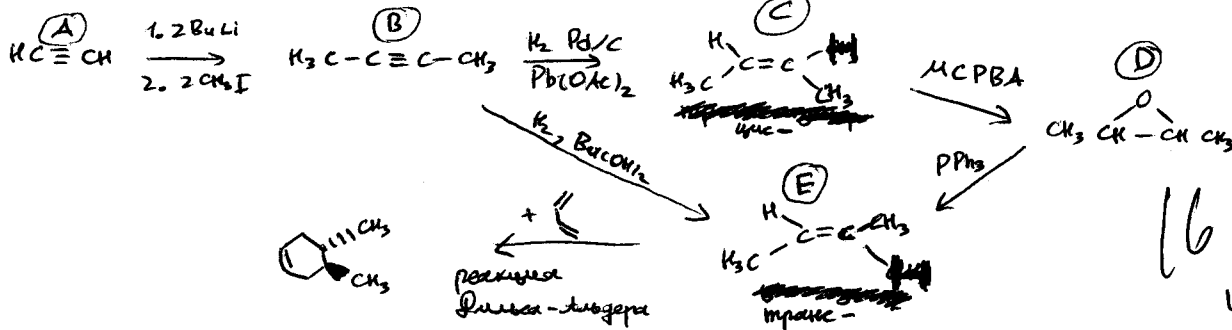


$n(MBr) = 0,2$
 $M(B) = 54 \rightarrow C_4H_6$

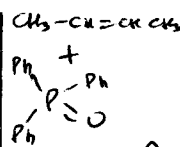
это может быть: $HC \equiv C-CH_2CH_3$
 $HC \equiv C-C \equiv C-CH_3$
 $H_2C=C=C=CH_3$
 $HC=CH-CH=CH_2$

Более вероятно, что B - это $H_3C-C \equiv C-CH_3$, тогда

A был $HC \equiv CH$



Санкт-Петербургский
государственный
университет



1. W из Me = 0,552

Если флого ставили р-р выделяет газ с кислотой, то вероятнее всего сам подвергся гидролизу, и в р-ре появились CO_3^{2-} или HCO_3^- ионы, пришедшие из воздуха

Такое могло случиться с PO_4^{3-}

Если из Me Li , то $1Li$ $M_{акт} = 5,7$ -
 $2Li$ $M_{акт} = 11,4$ -
 $3Li$ $M_{акт} = 17,1$ -
 Na : $1Na$ $M_{акт} = 18,7$ -
 $2Na$ $M_{акт} = 37,3$ -
 $3Na$ $M_{акт} = 56$ -

K : $1K$ $M_{акт} = 31,6$ -
 $2K$ $M_{акт} = 63,2$ -
 $3K$ $M_{акт} = 94,8$ - PO_4^{3-}

$M_{K_3PO_4} = 212$

Предположим, что в смеси есть K_3PO_4 ✓

или K_3PO_4 со щелочью ($NaOH$) не даёт видимых изменений

Новый K_3PO_4 с HCl не даёт ничего

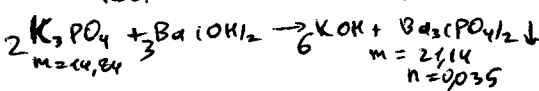
Старый K_3PO_4 с HCl может дать газ из-за поглощения CO_2 из воздуха

Упаривание нового р-ра должно дать меньшую массу - $14,842 = m_{K_3PO_4}$
 $n_{K_3PO_4, \text{нов.}} = 0,04$

Тогда $m_{K_3PO_4} + m_{K_2CO_3} = 21,842$

нов.

$m = 601$



$K_3PO_4 \xrightarrow{HCl}$ нет газов
 $Ba_3(PO_4)_2 \xrightarrow{HCl}$ нет газов

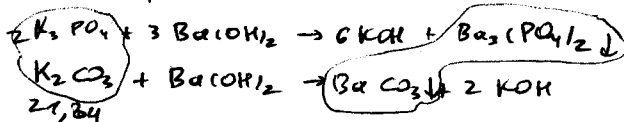
$n_{K_3PO_4} = 0,04$ моль

$V_{HCl} = 0,1$ л

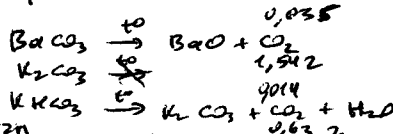
$C_{K_3PO_4, \text{нов.}} = 0,4$ М

$W_{K_3PO_4, \text{нов.}} = \frac{14,84}{100} = 14,84\%$

стар.



$m = 352$



по расчетам
 K_2CO_3 не подходит,
 следовательно тут
 что-то другое

