САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Шифр:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ

2015–2016

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады ХИМИЯ **(10 КЛАСС)**

Город, в котором проводится Олимпиада _____

Дата _____

****

10 класс. Вариант X

1. Решите кроссворд

	[1]К		[2]П			[3]О			[4]Г	
[1]Р	А	Ц	Е	М	И	З	А	Ц	И	Я
	Т		Р			О			Д	
[2]Г	А	Л	О	Г	Е	Н			Р	
	Л		К						О	
	[3]И	Н	С	У	[5]Л	И	[6]Н		Ф	
	З		И		Е		И		О	
	А		Д		Й		Т		С	
	Т				Ц		Р		Ф	
[4]Б	О	Р	О	С	И	Л	И	К	А	Т
	Р				Н		Т		Т	

По горизонтали:

1. Процесс превращения одного оптического изомера в смесь, содержащую более одного такого изомера.
2. Элемент, рождающий соль.
3. Гормон пептидной природы, применяющийся при лечении диабета.

4. Стекло, созданное Шоттом в 1987 году, использующееся в химических и медицинских лабораториях. Содержит два элемента, обладающих диагональным сходством.

По вертикали

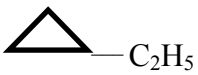
1. Вещество, ускоряющее химическую реакцию.
2. Название бинарных соединений кислорода
3. Аллотропная модификация кислорода
4. Название соли, содержащей фосфор.
5. «Белая» незаменимая аминокислота.
6. Название соли, использующейся в кулинарии.

(20 баллов)

2. *Углеводород А обработали бромоводородом. В результате образовалась смесь двух изомеров В и С (причем одного из изомеров оказалось гораздо больше, чем второго). Если В последовательно обработать водным раствором щелочи, а затем оксидом меди (II) при нагревании, то образуется соединение D, способное обесцветить водный раствор перманганата калия. Изомер С после аналогичных превращений образует вещество Е симметричного строения, содержащее 69,77 % углерода по массе и не обесцвечивающего бромную воду. Установите структурные формулы зашифрованных веществ и напишите уравнения описанных реакций. Какого из изомеров (В или С) оказалось больше? Ответ аргументируйте.*

(30 баллов)

А - этилциклогексан



$$+ HBr \rightarrow \underset{C}{CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH(Br)\text{-}CH_2\text{-}CH_3} + \underset{B}{CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2Br}$$

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2Br + NaOH_{водн} \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH + NaBr$$

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH(Br)\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + NaOH_{водн} \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + NaBr$$

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH + CuO \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}C(O)H + Cu + H_2O$$

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + CuO \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}C(O)\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + Cu + H_2O$$

$$3CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}C(O)H + 2KMnO_4 \rightarrow 2CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOK +$$
$$+ CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH + 2MnO_2 + H_2O$$

Изомера С образуется гораздо больше, потому что реакция присоединения HBr к этилциклопропану идет по правилу Марковникова, т.е. через образование наиболее устойчивого карб-катиона.

3. *0,255 г натриевой соли неизвестной предельной одноосновной карбоновой кислоты растворили в небольшом количестве одномолярной соляной кислоты, а затем общий объём полученного раствора довели до 200 мл дистиллированной водой. Для титрования раствора взяли шесть аликвот объемом 10 мл. Аликвоты оттитровали 0,1 молярным раствором гидроксида натрия: три аликвоты были оттитрованы с использованием индикатора фенолфталеин, а другие три аликвоты – с использованием индикатора*

метилоранж. Результаты титрования (объём 0,1М NaOH, пошедший на титрование, мл) приведены в таблице. Определите формулу соли карбоновой кислоты.

Индикатор	*V_1(NaOH)*	*V_2(NaOH)*	*V_3(NaOH)*
фенолфталеин	*5,1*	*5,1*	*4,8*
метилоранж	*3,1*	*3,2*	*3,2*

(30 баллов)

Из результатов титрования можно сделать вывод, что титруемый раствор состоит из смеси слабой и сильной кислоты. Слабая кислота – неизвестная одноосновная карбоновая кислота $C_nH_{2n+1}COOH$ (n =0,1,2,3….), полученная из соответствующей соли:

$C_nH_{2n+1}COONa + HCl = C_nH_{2n-1}COOH + NaCl$

Сильная кислота- избыток HCl.

pH перехода индикатора метилоранж составляет 3-5, а фенолфталеина 8-10, поэтому титрование с индикатором метилоранж показывает количество NaOH, пошедшего на титрование только сильной кислоты, а титрование с индикатором фенолфталеин показывает количество NaOH, пошедшего на титрование сильной и слабой кислоты.

$C_nH_{2n+1}COOH + NaOH = C_nH_{2n-1}COONa + H_2O$

$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$

Для расчётов титрования используют закон эквивалентов:

$N_1V_1 = N_2V_2$, где N_1 – нормальная концентрация титруемого раствора, V_1 – объем аликвоты, N_2 – нормальная концентрация титранта, V_2 – объем титранта, пошедший на титрования.

Т.к. все титруемые кислоты – однооосновные, а титрант – однокислотный NaOH, то все нормальные концентрации равны молярным концентрациям:

$C(\text{кислоты}) = C_{NaOH}V_{ср.NaOH}/V_{аликв}$, $V_{ср.NaOH} = (V_{1NaOH} + V_{2NaOH} + V_{3NaOH})/3$

Содержание кислоты в 200-мл колбе равно:

$n(\text{кислоты}) = 0{,}2л*C_{NaOH}V_{ср.NaOH}/V_{аликв}$

Таким образом, в 200-мл колбе содержится:

$\nu(C_nH_{2n+1}COOH + HCl) = 0{,}2л*0{,}1моль/л*5мл/10\ мл = 0.01$ моль

$\nu(HCl) = 0{,}2л*0{,}1моль/л*3{,}17\ мл/10\ мл = 0.00634$ моль

$\nu(C_nH_{2n+1}COOH) = 0.01$ моль - 0.00634 моль = 0.00366 моль

$\nu(C_nH_{2n+1}COONa) = \nu(C_nH_{2n+1}COOH) = 0.00366$ моль

$\mu(C_nH_{2n+1}COONa) = m(C_nH_{2n+1}COONa)/\nu(C_nH_{2n+1}COONa) = 0{,}255г/0.00366$ моль = 69,6 г/моль

Составим уравнение: $12n + 2n + 1 + 12+16*2 +23 = 69{,}6$

$n \approx 0$

Таким образом, неизвестная соль – формиат натрия HCOONa.

4. *Смесь двух солей одного металла, содержащую 79,31% металла по массе, растворили в горячей воде. В результате выделилась газовая смесь с плотностью по водороду 12,25. Если аналогичную по массе смесь растворить в соляной кислоте, то объем выделившегося газа окажется в 2 раза меньше. Установите качественный и количественный (в % по массе) состав исходной смеси.*

(20 баллов)

Один из газов – аммиак, т.к. он не выделяется при обработке смеси соляной кислотой Зная молярную массу смеси (24,5 г/моль) и то, что газов одинаковое количество (т.к. объем уменьшается в 2 раза), находим второй газ – силан. Следовательно смесь солей состояла из нитрида и силицида металла.

$M_4Six + 4xH_2O \rightarrow 4M(OH)_x + xSiH_4$

$M_3N_x + 3x\ H_2O \rightarrow 3M(OH)_x + xNH_3$

Так как количества газов равны, то равны и количества солей. Зная массовую долю металла в смеси можно установить металл. Это натрий.
Следовательно $\omega(Na_3N) = 40,89\%$, $\omega(Na_4Si) = 59,11\%$