



5381

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ**

2017-2018

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады ХИМИЯ (9 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада Новосургут

Дата 22.03.2018

Вариант 6

Дорогие девятиклассники! 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. «Ленивый студент» (20 баллов)

В качестве контрольной задачи по качественному анализу студенту был выдан раствор, содержащий 6 ионов (4 катиона и 2 аниона) из следующего списка: сульфат, хлорид, иодид, нитрат, сульфит; катионы бария, стронция, меди, железа(II), алюминия (не считая ионов водорода и гидроксид-ионов). Студент немного подумал и решил ограничиться определением реакции среды раствора: проба с индикаторной бумажкой показала сильно кислую среду. После этого студент сразу сдал правильный ответ преподавателю. Какие же ионы присутствовали в задаче? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

Задача №2. «Кому все это нужно?!» (20 баллов)

Заполните предлагаемую таблицу, используя подсказки об агрегатных состояниях и областях применения веществ:

Вещество	Агрегатное состояние при н.у.	Применение
H ₂ O ₂	жидкое	актисептик
COCl ₂	твёрдое	при производстве алюминия
HF	жидкое	было отобрано в виде воды
SO ₂	газообразное	консервант в виноделии
N ₂ H ₄	жидкое	ракетное топливо
Ga	твёрдое	производство полупроводников

При н.у. одно вещество из представленных является газообразным, три жидкими и два твердыми.
Применение: Ракетное топливо; Производство полупроводников; Боевое отравляющее вещество; При производстве алюминия; Консервант в виноделии; Актисептик.

		Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева																																			
		VIII				VII				VI				V				IV				III				II				I							
		He 2				F 9				O 8				N 7				C 6				B 5				Be 4				Li 3				H 1			
		гелий				фтор				кислород				азот				углерод				бор				литий				водород							
II	2	Li	3	Be	4	B	5	C	6	N	7	O	8	F	9	Ne	10																				
III	3	Na	11	Mg	12	Al	13	Si	14	P	15	S	16	Cl	17	Ar	18																				
IV	4	K	19	Ca	20	Sc	21	Ti	22	V	23	Cr	24	Mn	25	Fe	26	Co	27	Ni	28																
V	5	Ca	20	K	19	Sc	21	Ti	22	V	23	Cr	24	Mn	25	Fe	26	Co	27	Ni	28																
VI	6	Rb	37	Sr	38	Y	39	Zr	40	Nb	41	Mo	42	Tc	43	Ru	44	Rh	45	Pd	46																
VII	7	Ag	47	Cd	48	In	49	Sn	50	Sb	51	Te	52	I	53	Xe	54																				
VIII	8	Cs	55	Ba	56	La	57	Hf	72	Ta	73	W	74	Re	75	Os	76	Ir	77	Pt	78																
IX	9	Au	79	Hg	80	Tl	81	Pb	82	Bi	83	Po	84	At	85	Rn	86																				
X	10	Fr	87	Ra	88	Ac	89	Rf	104	Db	105	Sg	106	Bh	107	Hs	108	Mt	109	Ds	110																
XI	11	Rg	111	Cn	112	Fl	113	Mc	114	Lv	115	Lr	116	Uu	117	Uu	118																				

		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																							
Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71												
140,1	140,9	144,2	[145]	150,4	151,9	157,3	158,9	162,5	164,9	167,3	168,9	173,0	174,9												
церий	празеодим	неодим	прометий	самарий	европий	гадолиний	тербий	диспрозий	гольмий	эрбий	тулий	иттербий	лютеций												
														xx лантаноиды											
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												
232,0	231,0	238,0	[237]	[244]	[243]	[247]	[247]	[251]	[252]	[257]	[258]	[259]	[262]												
торий	протактиний	уран	нептуний	плутоний	америчий	курий	берклий	калifornий	эйнштейний	фермий	менделевий	нобелий	лоуренсий												

↑ активность металлов уменьшается

		Растворимость кислот, солей и оснований в воде																			
		M — малорастворимое (от 10 г до 0,01 г на 1000 г воды) — — — вещество разлагается водой или не существует																			
Ионы		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 ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺		
OH ⁻		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H
NO ₃ ⁻		P	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	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Cl ⁻		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Br ⁻		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
I ⁻		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
S ²⁻		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SO ₃ ²⁻		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SO ₄ ²⁻		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
CO ₃ ²⁻		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SiO ₃ ²⁻		H	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
PO ₄ ³⁻		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
CH ₃ COO ⁻		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

P — растворимое (больше 10 г на 1000 г воды)
H — нерастворимое (меньше 0,01 г на 1000 г воды)

Задача №3. «Старая банка»

(20 баллов)

Юный химик нашел банку с белым кристаллическим веществом, этикетка которого была частично утрачена, от надписи остался лишь фрагмент «рубилия». Юный химик предположил, что в банке находится соль рубидия и решил провести серию экспериментов, чтобы выяснить, что это за соль. Прежде всего, Юный химик приготовил водный раствор неизвестной соли рубидия. Юный химик разлил раствор по нескольким пробиркам. К первой пробирке Юный химик добавил 20% раствор серной кислоты. При этом выделился бесцветный газ, медленно бурлящий на воздухе. Ко второй, третьей и четвертой пробирке Юный химик добавил растворы перманганата калия, иодида калия и избыток раствора сульфата железа(II). Видимого эффекта не наблюдалась. Затем Юный химик добавил к каждой пробирке немного раствора серной кислоты. В итоге, раствор с перманганатом калия обесцветился, а растворы с иодидом калия и сульфатом железа(II) приобрели бурый цвет. Продукт взаимодействия неизвестной соли с сульфатом железа(II) был прозрачный, хоть и имел бурую окраску. Юный химик смеялся, что образовано комплексное соединение железа. Юный химик пошел к своему другу, студенту-физику и попросил помочь с определением формулы. Студент-физик с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии выяснил, что неизвестная соль содержит 64,9% рубидия по массе. Помогите Юному химику определить, что это была за соль в банке.

- 1) Определите, какая соль была в банке, напишите ее формулу.
 - 2) Напишите уравнения всех реакций, соответствующих успешным экспериментам Юного химика.
- Объясните, почему раствор неизвестной соли реагирует с растворами перманганата калия, иодида калия и сульфата железа(II) только при подкислении.

Задача №4. «1000 советов молодой хозяйке»

(20 баллов)

В литературе приводится много различных советов молодым хозяйкам. Хотя они и выведены эмпирически, опытным путем, большинство из них имеет под собой вполне логичное научное (в ряде случаев – химическое) обоснование. Объясните с точки зрения химика следующие советы:

- 3) В хрустальном графине не следует хранить фруктовые соки, а минеральную воду наливать можно;
- 4) Если потемнели стальные приборы из мельхиора, положите их в оцинкованное ведро и залейте подсоленной водой. Через 3-4 часа они станут совсем светлыми и чистыми.
- 5) Старые пятна от иода на ткани практически не поддаются удалению. Однако можно попробовать намочить ткань с таким пятном раствором иодида калия (1 чайная ложка на стакан воды) и сразу же промыть водным раствором тиосульфата натрия (2 чайные ложки на стакан воды).
- 8) Предложите еще один совет молодой хозяйке, обосновав его с точки зрения химии.

3) Соль сернистым органическим соединением, а мельхиорная вода больше кератиновое. Кератиновое вещество разрушается сернистым соединением иуда, от иуда кератиновое вещество разрушается.

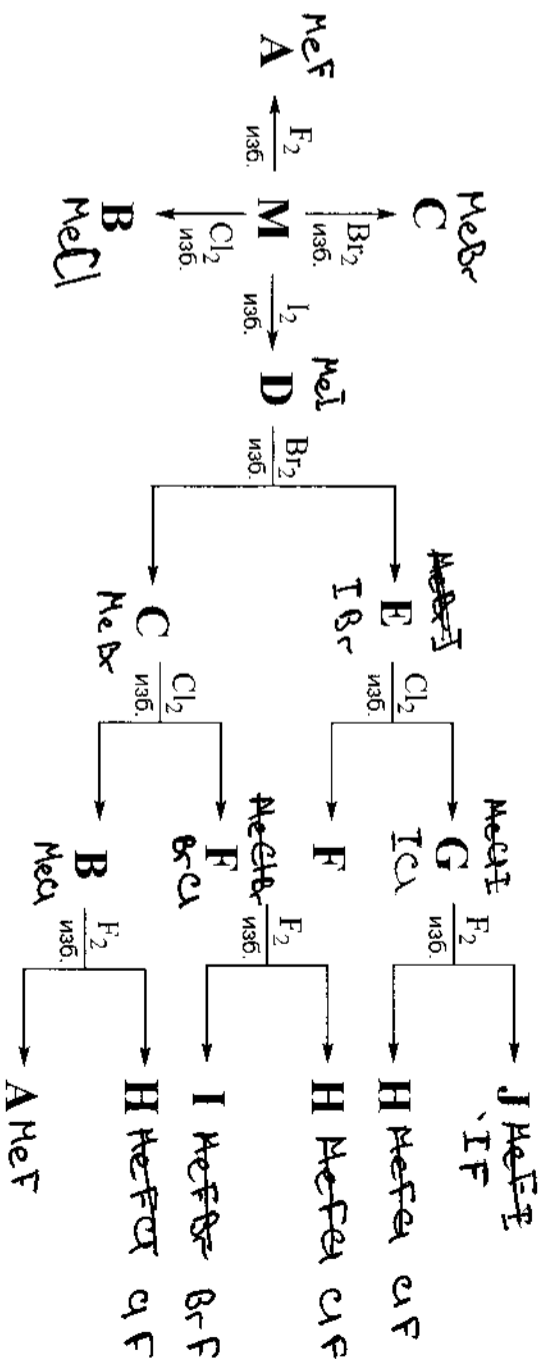
4) Пятна от иода на ткани практически не поддаются удалению. Однако можно попробовать намочить ткань с таким пятном раствором иодида калия (1 чайная ложка на стакан воды) и сразу же промыть водным раствором тиосульфата натрия (2 чайные ложки на стакан воды).

Т.к. в воде присутствует иодид I^- , но I^- и Cl^- могут реагировать с Fe^{2+} образуя осадок FeI_2 и $FeCl_2$.

Задача №5. «Галогены»

(20 баллов)

В одной старой неопубликованной рукописи неизвестного автора, юный химик обнаружил схему реакции металла М 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 D, E, G и J, которая составляла 81, 9%, 61,4 %, 54,4 %, и 48,8 % соответственно. Идентифицируйте соединения A-J. Напишите уравнения реакций. Как Вы думаете, кто мог быть автором данной рукописи, и когда она могла быть написана? Ответ аргументируйте.

Задача №6. «Четыре ампулы». (20 баллов)

В четыре ампулы одинакового объема 100 см³ поместили навески, вакуумировали и нагрели. Через некоторое время измерили давление, установившееся в ампулах. Данные о составе навесок, температуре и давлении приведены в таблице.

	Ампула №1	Ампула №2	Ампула №3	Ампула №4
Состав навески	27,4 мг BaCO ₃	27,4 мг BaCO ₃	27,4 мг BaCO ₃ + 10 мг графита	55 мг BaCO ₃ + 10 мг графита
Температура, °C	500	700	500	700
Давление, атм	2,14 · 10 ⁻⁴	6,33 · 10 ⁻²	1,11 · 10 ⁻³	0,303

- Твердую смесь извлекли из ампул, охладили и промыли теплой водой.
1. Определите массы твердых остатков, оставшихся после промывания.
 2. Определите, какую минимальную массу графита нужно поместить в ампулы объемом 200 см³, содержащим по 100 мг карбоната бария, чтобы при нагревании до температур 500 и 700°C, давление оказалось таким же, как и в описанном эксперименте?
 3. Почему с ростом температуры давление в ампулах растет?
 4. К растворам, полученным после промывания 10 мл воды твердых остатков добавили по 20 мл сульфата натрия. Определите массы образовавшихся осадков. Произведение растворимости, являющееся константой равновесия процесса растворения ионного соединения, для сульфата бария равно $K_s(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 1,1 \cdot 10^{-10}$.

Учимся

Задача №1

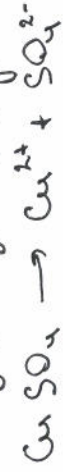
Компоненты Ba^{2+} и Sr^{2+} не могут находиться в р-ре, м.к. Это можно установить методом

Анион SO_4^{2-} не может находиться в р-ре, м.к. Это можно установить к-мт

Значит в р-ре компоненты Cu^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Al^{3+} . ✓

Анион I^- не может находиться в р-ре. м.к. с Cu^{2+} и Fe^{3+} анион

не существует в водном растворе ✓



среда кислая



среда кислая



среда кислая



среда кислая



среда кислая



чем KCl .

Задача №3

$$1) \omega(\text{Rb}) = \frac{M(\text{Rb})}{M(\text{RbX})} = 0,649$$

Предположим, что $\text{Rb} : \text{X} = 1 : 1$

$$\frac{85}{85 + x} = 0,649$$

$$85 = 55,165 + 0,649x$$

$$29,835 = 0,649x$$

$$x = 45,97 \approx 46 - \text{NO}_2^-$$

Предположим, что $\text{Rb} : \text{X} = 2 : 1$

$$\frac{2 \cdot 85}{2 \cdot 85 + x} = 0,649$$

$$2 \cdot 85 = 110,33 + 0,649x$$

$$59,67 = 0,649x$$

$$x = 91,9 \approx 92 - \text{тем самым аниона}$$



17

кислот H_2SO_4 и HNO_3 ,