



6210

Z=50

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ
2017-2018**

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады **ХИМИЯ (9 КЛАСС)**

Город, в котором проводится Олимпиада **Москва**

Дата **17.03.18**

Вариант 1

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, хлорат, гипохлорит; катионы алюминия, железа(II), железа(III), свинца, хрома(II), марганца, хрома(III) (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. «Догадливый, но неумелый»

(20 баллов)

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

Вещество	Агрегатное состояние при н.у.	Применение
ClF ₅	жидкое в-во	нефтянотермическое применение
SF ₆	газ	для защиты от коррозии
UF ₆	жидкое в-во	для обогащения урана
ICl	жидкое в-во	для синтеза
SnCl ₄	жидкое в-во	для синтеза
N ₂ H ₄	жидкое в-во	для ракетного топлива

При н.у. два вещества из представленных являются газообразными, одно жидким и три твердыми.
Применение: Добавка для закаливания стекла; Реактив в органическом синтезе; Изолятор и теплоноситель в высоковольтной технике; Практического значения не имеет; Для разделения изотопов; Ракетное топливо.

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		I			II			III			IV			V			VI			VII			VIII																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	H	1,00795	водород	2	He	4,002602	гелий	3	Li	6,9412	литий	4	Be	9,01218	бериллий	5	B	10,812	бор	6	C	12,0108	углерод	7	N	14,0067	азот	8	O	15,9994	кислород	9	F	18,99840	фтор	10	Ne	20,179	неон	11	Na	22,98977	натрий	12	Mg	24,305	магний	13	Al	26,98154	алюминий	14	Si	28,086	кремний	15	P	30,97376	фосфор	16	S	32,06	сера	17	Cl	35,453	хлор	18	Ar	39,948	аргон	19	K	39,0983	калий	20	Ca	40,08	кальций	21	Sc	44,9559	скандий	22	Ti	47,90	титан	23	V	50,9415	ванадий	24	Cr	51,996	хром	25	Mn	54,9380	марганец	26	Fe	55,847	железо	27	Co	58,9332	кобальт	28	Ni	58,70	никель	29	Cu	63,546	медь	30	Zn	65,38	цинк	31	Ga	69,72	галлий	32	Ge	72,59	германий	33	As	74,9216	мышьяк	34	Se	78,96	селен	35	Br	79,904	бром	36	Kr	83,80	криптон	37	Rb	85,4678	рубидий	38	Sr	87,62	стронций	39	Y	88,9059	иттрий	40	Zr	91,22	цирконий	41	Nb	92,9064	ниобий	42	Mo	95,94	молибден	43	Tc	98,9062	технеций	44	Ru	101,07	рутений	45	Rh	102,9055	родий	46	Pd	106,4	палладий	47	Ag	107,868	серебро	48	Cd	112,41	кадмий	49	In	114,82	индий	50	Sn	118,69	олово	51	Sb	121,75	сурьма	52	Te	127,60	теллур	53	I	126,9045	йод	54	Xe	131,30	ксенон	55	Ba	137,33	барий	56	La	138,9	лантан	57	Hf	178,49	гафний	58	Ta	180,9479	тантал	59	W	183,85	вольфрам	60	Re	186,207	рений	61	Pm	[145]	прометий	62	Sm	150,4	самарий	63	Eu	151,9	европий	64	Gd	157,3	гадолиний	65	Tb	158,9	тербий	66	Dy	162,5	диспрозий	67	Ho	164,9	гольмий	68	Er	167,3	эрбий	69	Tm	168,9	тулий	70	Yb	173,0	иттербий	71	Lu	174,9	лютеций	72	Hg	200,59	ртуть	73	Ra	226	радий	74	Ac	227	актиний	75	Th	232,0	тора	76	Pa	231,0	протактиний	77	U	238,0	уран	78	Np	[237]	нептуний	79	Pu	[244]	плутоний	80	Am	[243]	амерций	81	Cm	[247]	калifornий	82	Bk	[247]	берклий	83	Cf	[251]	эйнштейний	84	Es	[252]	фермий	85	Fm	[257]	менделевий	86	Md	[258]	нобелий	87	No	[259]	лоуренсий	88	Lr	[262]	лоренций

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

Ряд активности металлов / электрический ряд напряжений

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⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺
OH ⁻																	
NO ₃ ⁻																	
F ⁻																	
Cl ⁻																	
Br ⁻																	
I ⁻																	
S ²⁻																	
SO ₃ ²⁻																	
SO ₄ ²⁻																	
CO ₃ ²⁻																	
SiO ₃ ²⁻																	
PO ₄ ³⁻																	
CH ₃ COO ⁻																	

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

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

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

— — вещество разлагается водой или не существует

Задача №3. «Ленивый студент»

(25 баллов)

Юный химик нашел банку с белым кристаллическим веществом, этикетка которого была частично утрачена, от надписи остался лишь фрагмент «калия». Юный химик предположил, что в банке находится соль калия и решил провести серию экспериментов, чтобы выяснить, что это за соль. Прежде всего, Юный химик приготовил водный раствор неизвестной соли калия. 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, иодиды 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 45,9% калия 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, иодиды калия и сульфата железа(II) только при подкислении.

Задача №4. «1000 советов молодой хозяйке»

(20 баллов)

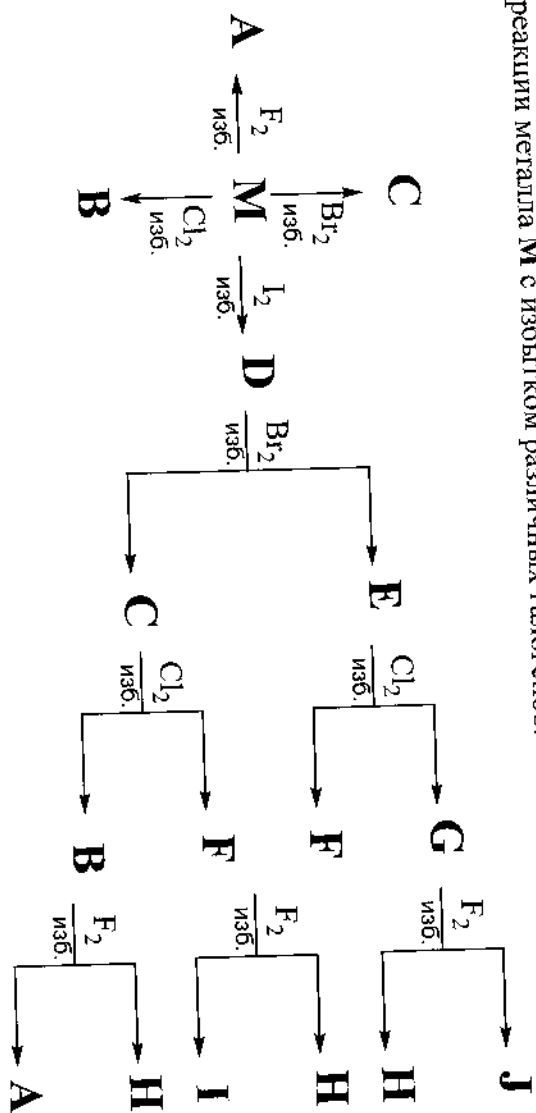
В литературе приводится много различных советов молодым хозяйкам. Хотя они и выведены эмпирически, опытным путем, большинство из них имеет под собой вполне логичное научное (в ряде случаев – химическое) обоснование. Объясните с точки зрения химика следующие советы:

- 1) Поверхность золотых и позолоченных изделий со временем темнеет. Вернуть ювелирным изделиям первоначальный яркий вид помогает выдерживание в крепком (25%-м) водном растворе аммиака.
- 2) В хрустальном графине не следует хранить вино, а коньяк и водку хранить можно.
- 3) Старые пятна от иода на ткани практически не поддаются удалению. Однако можно попробовать намочить ткань с таким пятном раствором иодиды калия (1 чайная ложка на стакан воды) и сразу же промыть водным раствором тиосульфата натрия (2 чайные ложки на стакан воды).
- 4) Предложите еще один совет молодой хозяйке, обосновав его с точки зрения химии.

Задача №5. «Галогены»

(25 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 50 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	10 мг CaCO ₃	10 мг CaCO ₃	10 мг CaCO ₃ + 10 мг графита	20 мг CaCO 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. Определить массы твердых остатков, оставшихся после промывания.
2. Оцените, какую минимальную массу графита нужно поместить в ампулы объемом 100 см³, содержащим по 50 мг карбоната кальция, 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 10 мг сульфата натрия. Определите массы образовавшихся осадков. Произведение растворимости, являющегося константой равновесия процесса растворения ионного соединения, для сульфата кальция равно $K_s(\text{CaSO}_4) = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 3,7 \cdot 10^{-5}$.

Тверотон

Состав
 $Mn^{2+}, Cr^{3+}, Se^{2-}$
 Cl⁻

	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺	Pb ²⁺	Cr ²⁺	Cr ³⁺	Mn ²⁺
SO ₄ ²⁻	P	P	P	H	P	P	P
Cl ⁻	P	P	P	M	P	P	P
I ⁻	-	P	P	H	P	P	P
ClO ₃ ⁻					P	P	P
ClO ⁻			-	γ	P	P	P

(7)

Углекислот по розам красит от слабо кислой среды из-за
 присутствия в р-ре углекислоты, т.к. среда слабо кислая,
 то углекислот по розам не окислит.

Окисление



Сила окислительности увеличивается в ряду



Глобулин



N4
 2) Вернее всего, белковая р-та
 Cr и может стон в результате окисления, и
 ивентно водному, когда сульфид с высоким окисно-
 редокс потенциалом "поглощает" O₂ и в итоге окисляется.
 C водной талосе не происходит, т.к. вод гидратирован
 O₂ при ст. у. Cr³⁺OH не реагирует

3) Дело в том, что вод I₂ плохо растворяется
 в воде и при добавлении KI он образует
 KI₃ (KI + I₂ → KI₃), которое и окисляет
 р-р-м

А изобиток KI взаимно не будет с Na₂S₂O₃
 $2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$ с образующимся
 гидросульфатом, который в воде отбелит ст. у.

Список