



Ши

Σ=53

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

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады ХИМИЯ (9 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада Астрахань

Дата 14 марта 2018

\*\*\*\*\*

**Вариант 4**

**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(III), 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
TiCl <sub>4</sub>	Твердое	Изолятор и теплоноситель в вакууме
ClF <sub>5</sub>	Жидкое	Краситель в микрокосмосе
SF <sub>6</sub>	Газообразное	Всплывающая пожаротушитель
OsO <sub>4</sub>	Жидкообразное	Продукт фотохимического синтеза
CF <sub>4</sub>	Газообразное	Продукт фотохимического синтеза
Cs	Твердое	Для фотохимического синтеза

При н.у. три вещества из представленных являются газообразными, одно жидким и два твердыми.  
**Применение:** Практического значения не имеет; Краситель в микрокосмосе; В системах автоматического пожаротушения; Изолятор и теплоноситель в высоковольтной технике; При производстве фотоэлементов и фотоумножителей; Для постановки дымовых завес.

6

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

xx лантаноиды

Сe	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	145,9	150,4	151,9	157,3	158,9	162,5	164,9	167,3	168,9	173,0	174,9	178,5	180,9	183,8	186,2	188,9	191,2	192,2	193,0	197,0	198,9	200,5	201,7	203,7	207,2

xx актиноиды

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	231,0	238,0	237,0	237,0	237,0	244,0	244,0	244,0	243,0	243,0	247,0	247,0	247,0	251,0	251,0	252,0	252,0	257,0	257,0	258,0	258,0	259,0	259,0	262,0	262,0	262,0	262,0

**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 <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>
OH <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
F <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Cl <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Br <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
I <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
S <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Р	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

Задача №3. «Старая банка»

(20 баллов)

Юный химик нашел банку с белым кристаллическим веществом, этикетка которого была частично утрачена, от него остались только фрагмент «рубидия .....». 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, соответствующим успешным экспериментам Юного химика

Объясните, почему раствор неизвестной соли реагирует с растворами перманганата калия, иодида калия и сульфата железа(II) только при подкислении.

*решение см. стр №1 в учебнике*

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 научно обоснованное основание (в ряде случаев — химическое) обоснование. Объясните с точки зрения химика следующие советы:

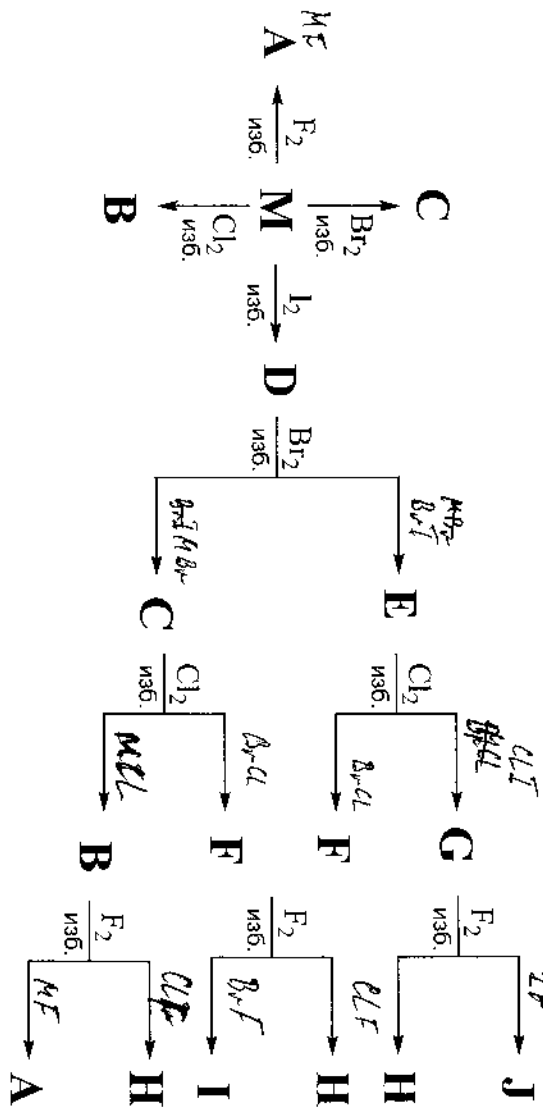
- 1) В хрустальном графине не следует хранить вино, а коньяк и водку хранить можно.
- 2) Если потемнели столовые приборы из мельхиора, положите их в опинкованное ведро и залейте подсолонной водой. Через 3-4 часа они станут совсем светлыми и чистыми.
- 3) Чтобы удалить черноту и зелень с медного или латуниного изделия, протрите его поверхность тампоном, смоченным в нашатырном спирте.
- 4) Предложите еще один совет молодой хозяйке, обосновав его с точки зрения химии.

*4) Если потемнели столовые приборы, положите их в ведро в растворе нашатырного спирта. Медные изделия можно вымыть раствором лимонной кислоты, а изделия из мельхиора — раствором перекиси водорода. Нагреть до кипения и растворить в кипятке. После на стр №2 в учебнике.*

Задача №5. «Талогены»

(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 А, Н, I и J, которая составляла 64,6%, 72,8%, 54,3% и 51,2% соответственно. Идентифицируйте соединения А, J. Напишите уравнения реакций. Как Вы думаете, кто мог быть автором данной рукописи, и когда она могла быть написана? Ответ аргументируйте.

*Решение на стр №3 учебника*

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

В четыре ампулы одинакового объема 50 см<sup>3</sup> 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 <sub>3</sub>	10 мг CaCO <sub>3</sub>	10 мг CaCO <sub>3</sub> + 10 мг графита	20 мг CaCO <sub>3</sub> + 10 мг графита
Температура, °C	500	700	500	700
Давление, атм	2,14 · 10 <sup>-4</sup>	6,33 · 10 <sup>-2</sup>	1,11 · 10 <sup>-3</sup>	0,303

Твердую смесь извлекли из ампул, охладили и промыли теплой водой.

1. Определите массы твердых остатков, оставшихся после промывания.
2. Оцените, какую минимальную массу графита нужно поместить в ампулы объемом 100 см<sup>3</sup>, содержащим по 50 мг карбоната кальция, чтобы при нагревании до температур 500 и 700°С, 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. Проведение растворимости, являющиеся константой равновесия процесса растворения ионного соединения, для сульфата кальция равно  $K_2(\text{CaSO}_4) = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 3,7 \cdot 10^{-5}$ .

Участован

$n = 3$

Рано

$\omega_{Rb} = 64,9\%$

Решение

1) Прогнозируем, что в банке

написан рудус (RbNO<sub>2</sub>)

Проберем

$$M(RbNO_2) = 85 + 14 + 32 = 131$$

$$\omega(Rb) = \frac{85}{131} \cdot 100\% = 64,9\%$$

Средств нет, в банке написано написано рудус RbNO<sub>2</sub>

2) Реакция соли с серной кислотой 20%



Реакция соли с горячей серной кислотой при нагревании



Реакция соли с азотной кислотой



Реакция соли с сульфатом железа



3) В растворе соли азотсодержащего в промышленности стени окислитель N<sup>+3</sup> в воде с галогеном при нагревании ОВР происходит только тогда, когда реакция будет иметь отрицательную энтропию и произойдет не будет.

16

