

**Очный этап отбора на периодические занятия кандидатов сборной Москвы по химии, 9 класс****Общие указания**

- Если в задаче для получения ответа требуются расчёты или логические рассуждения, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается.
- Если задача совсем не получается, переходите к следующей, не тратьте время. Возможно, решение придет в голову чуть позже.
- Если задачу не получается решить целиком, приведите хотя бы часть решения — частичные решения тоже оцениваются.
- Записывая уравнения реакций, не забывайте расставлять коэффициенты и указывать особые условия ее проведения (например, нагревание или повышенное давление).

**Задача 0.**

В этом году занятия в 9 классе будут организованы в двух группах с разным расписанием. Поставьте галочку напротив той группы, на оба занятия из которой вы можете ходить (если вам удобно две группы - это даже лучше, отметьте это):

<b>Группа 1</b>	Неорганика - <b>понедельник</b> , 17:30 - 20:30 Общая и физическая химия - <b>пятница</b> , 17:30 - 20:30	
<b>Группа 2</b>	Неорганика - <b>пятница</b> , 17:30 - 20:30 Общая и физическая химия - <b>среда</b> , 17:30 - 20:30	

Занятия планируются в этом же здании.

### Задача 1. Странное титрование

Возможность образования осадка можно определить с помощью произведения растворимости (ПР): если **произведение** концентраций (в моль/л) ионов  $Kat^+$  и  $An^-$  будет больше произведения растворимости для  $KatAn$ , то вещество  $KatAn$  выпадет в осадок. Если меньше – ионы останутся в растворе. У каждой соли свое значение ПР. Так произведения растворимости для галогенидов серебра составляют  $ПР(AgCl) = 1.8 \cdot 10^{-10}$ ,  $ПР(AgBr) = 6 \cdot 10^{-13}$  и  $ПР(AgI) = 1.1 \cdot 10^{-16}$ .

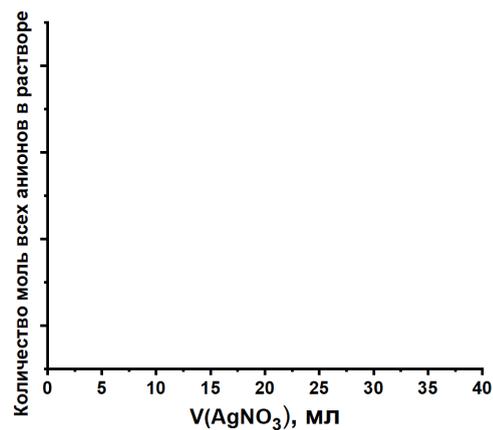
Для определения концентрации веществ, образующих малорастворимые осадки, можно использовать осадительное титрование. Например: к раствору, содержащему неизвестное количество иодид-анионов, добавляют по каплям раствор нитрата серебра известной концентрации, при этом выпадает осадок  $AgI$ . Когда в растворе заканчиваются иодид-анионы (точка эквивалентности), добавление следующей капли  $AgNO_3$  приводит к увеличению концентрации серебра в растворе и изменению окраски специальных индикаторов.

*А) Какую максимальную массу нитрата серебра можно добавить к 1 л 0.1М раствора хлорида натрия, чтобы это не вызвало выпадения осадка? Используйте произведение растворимости для  $AgCl$ .*

В лабораторию поступил на анализ раствор, предположительно содержащий смесь 0.1 М  $NaCl$  и 0.1 М  $NaI$ . Для определения точного состава лаборант решил воспользоваться осадительным титрованием. 10 мл смеси галогенидов были оттитрованы с помощью 0.1 М раствора  $AgNO_3$ .

*Б) В каком порядке будут выпадать осадки  $AgCl$  и  $AgI$ ? Используйте соответствующие произведения растворимости.*

В) Справа изображены оси для графика зависимости количества моль всех анионов в растворе от объема добавленного нитрата серебра. Перенесите график в ваши листы ответов и **изобразите на нем саму зависимость** количества моль анионов в растворе от объема  $\text{AgNO}_3$ .



## Задача 2. Золотые кубики

Популярным направлением в научных исследованиях является катализ химических реакций с помощью наночастиц. Реакция при этом протекает на поверхности частицы. Скорость реакции в таком случае линейно зависит от **суммарной площади** катализирующих наночастиц:  $\vartheta = k * S$ , где  $k$  – некоторая константа.

В распоряжении лаборанта был 1 грамм платины. Он разделил его на две равные части: из первой части лаборант специальным образом приготовил наночастицы, представляющие собой кубики платины с ребром 100 нм ( $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ ), а из второй - наночастицы с ребром куба 150 нм. Потерь платины при изготовлении наночастиц не произошло. Затем оба порошка поместили в пробирки и провели одинаковую реакцию, в которой платина является катализатором.

*А) Во сколько раз отличается скорость реакции в двух пробирках? Обязательно кратко приведите выкладки или рассуждения.*

Б) Определите скорость реакции в первой пробирке, если плотность платины составляет  $21 \text{ г/см}^3$ , а константа  $k$  равна  $10 \text{ моль/(с*м}^2\text{)}$ .

### Задача 3. Солёный снег

Для предотвращения заледенения дорог зимой их посыпают кристаллами соли – соль понижает температуру замерзания воды и, если температура воздуха оказывается выше, лед плавится самостоятельно. Понижение температуры замерзания описывается следующей формулой:

$$\Delta T = \frac{x_i R T_{\text{зам}}^2}{\Delta_{\text{зам}} H^0},$$

где  $x_i = \frac{\nu(\text{ионы})}{\nu(\text{ионы}) + \nu(\text{вода})}$  – мольная доля ионов в растворе с учетом диссоциации,  $T_{\text{зам}}$  – температура замерзания чистой воды в Кельвинах,  $R$  – универсальная газовая постоянная (8.314 Дж/К\*моль),  $\Delta_{\text{зам}} H^0$  – энтальпия замерзания воды, равная 6000 Дж/моль.

*А) Максимальное понижение температуры замерзания ограничено растворимостью соли в воде при низких температурах. Наиболее концентрированные растворы NaCl остаются жидкими до -21,1 °С. Определите концентрацию (в моль/л) насыщенного при низких температурах раствора NaCl. Изменением плотности пренебречь.*

Описанный эффект можно использовать для изготовления ледяной бани в лаборатории для проведения экспериментов при пониженных температурах. При приготовлении ледяной бани лаборант задумался, не будет ли эффективнее вместо NaCl использовать MgCl<sub>2</sub>.

*Б) Будет ли температура замерзания раствора ниже при использовании MgCl<sub>2</sub> вместо такой же массы NaCl? Считайте растворы сильно разбавленными, так что в знаменателе для выражения мольной доли стоит только количество воды.*

#### **Задача 4. Опасная смесь**

Про газообразную смесь простого вещества **X** с аммиаком объемом 257.6 л известно следующее:

- в смеси находится  $1.1558 \cdot 10^{26}$  электронов;
- плотность смеси составляет 1.42 г/л;
- атом элемента, составляющего X, имеет одинаковое количество нейтронов и протонов.

*A) Определите вещество X.*

Описанная смесь начинает взаимодействовать при температуре  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  (аммиак в этих условиях является жидким). В результате этого процесса с 2.5% выходом образуется устойчивый только при очень низких температурах порошок красного цвета **Y**, характеризующийся ионной структурой, и бурый газ **Z**.

*Б) Напишите уравнение реакции получения вещества **Y**. Известно, что при его синтезе образовался такой объем газа **Z**, который после его приведения к нормальным условиям занял 840 мл. Вещества в исходной смеси взяты в стехиометрическом соотношении.*

### **Задача 5.**

При взаимодействии неизвестного металла с двумя различными газообразными простыми веществами А и Б могут быть получены бинарные соединения В (содержит 88.75 масс. % элемента А) и Г (содержит 18.18 масс. % элемента Б), характеризующиеся одинаковым строением. При этом Г не растворяется в воде, а В - растворяется, однако, при кипячении из этого раствора выпадает осадок Д, который не содержит элемента А. Если Д прокалить, то образуется вещество Е, обладающее уникальным строением, удивительно большой твердостью и инертностью.

*Определите все неизвестные вещества.*

### Задача 6.

Растворимое в воде соединение А дает осадки с  $\text{KHF}_2$  (соединение Б), с  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  (соединение В), с  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (соединение Г). При этом, если продукт термического разложения Г сплавить с Si в присутствии CaO, то удастся получить простое вещество Д, которое возможно растворить и в воде, и в жидком аммиаке.

*А) Предложите способ получения пероксида Д из А, если А содержит 10.14% Д.*

*Б) Предложите способ получения Г из Б*

*В) Предложите способ получения Б из Г.*

### **Задача 7.**

Вещества А и В бурно реагируют между собой с образованием продукта С. При обработке С оксидом углерода (IV) выделяется вещество В и получается продукт D, содержащий 8.14 масс. % углерода и 32.5 масс. % кислорода.

*Определите вещества, напишите уравнения реакций, упомянутых в задаче.*

### Задача 8.

Неизвестный металл поместили в атмосферу кислорода, где он сгорел фиолетовым пламенем с образованием соединения А. Над веществом А был пропущен угарный газ, который полностью поглотился, а в твердом остатке оказалось вещество В. При высыпании В в баритовую воду выпал белый осадок, который растворим в соляной кислоте с образованием газа С.

*А) Определите вещества А, В и С. Напишите уравнения реакций.*

*Б) Как С реагирует с А? Где это может быть использовано на практике?*

**Задача 9.**

В выданной вам навеске массой 1 г находится смесь бромидов калия и натрия.

*Предложите способ определения количественного состава смеси*

1	1																2	
	H																He	
	1,008																4,0026	
2	3	4											5	6	7	8	9	10
	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
	6,941	9,0122											10,811	12,011	14,007	15,999	18,998	20,180
3	11	12											13	14	15	16	17	18
	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
	22,990	24,305											26,982	28,086	30,974	32,066	35,453	39,948
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	39,098	40,078	44,956	47,867	50,942	51,996	54,938	55,845	58,933	58,693	63,546	65,39	69,723	72,61	74,922	78,96	79,904	83,80
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	85,468	87,62	88,906	91,224	92,906	95,94	98,906	101,07	102,91	106,42	107,87	112,41	114,82	118,71	121,75	127,60	126,91	131,29
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	132,91	137,33	138,91	178,49	180,9	183,84	186,21	190,23	192,22	195,08	196,97	200,59	204,38	207,20	208,98	[209]	[210]	[222]
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
	[223]	[226]	[227]	[265]	[268]	[271]	[270]	[277]	[276]	[281]	[280]	[285]	[284]	[289]	[288]	[293]	[294]	[294]

*	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	140,12	140,91	144,24	[145]	150,36	151,96	157,25	158,93	162,50	164,93	167,26	168,93	173,04	174,97
*	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
	232,04	231,04	238,029	[237]	[242]	[243]	[247]	[247]	[251]	[252]	[257]	[258]	[259]	[262]

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ																				
	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	M	H	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	H	H	H	M	?
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	-	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	-	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	?	?	?	H	H	M	?	P
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
«H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды); «-» – в водной среде разлагается  
«?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ  
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au  
активность металлов уменьшается →

*Черновик*

*Черновик*

*Черновик*

*Черновик*