

РЭ ВсОШ по химии

22/23 учебный год

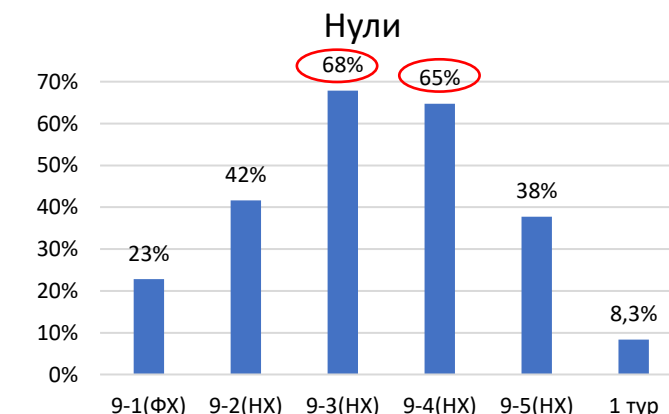
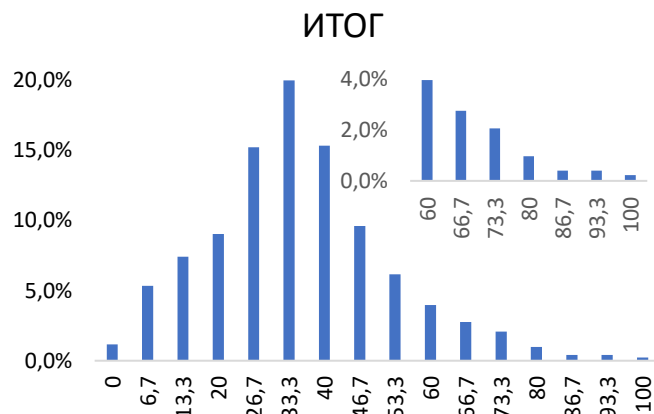
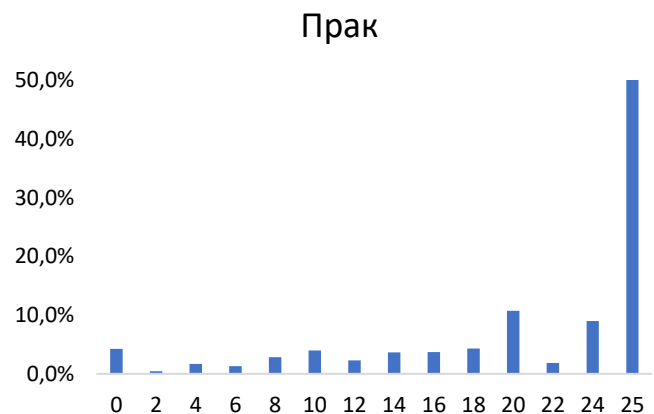
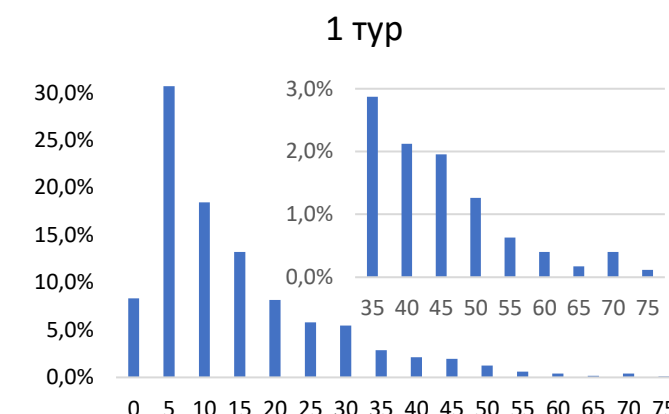
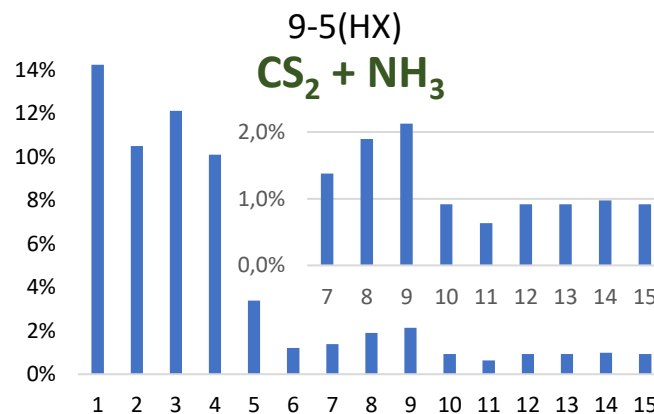
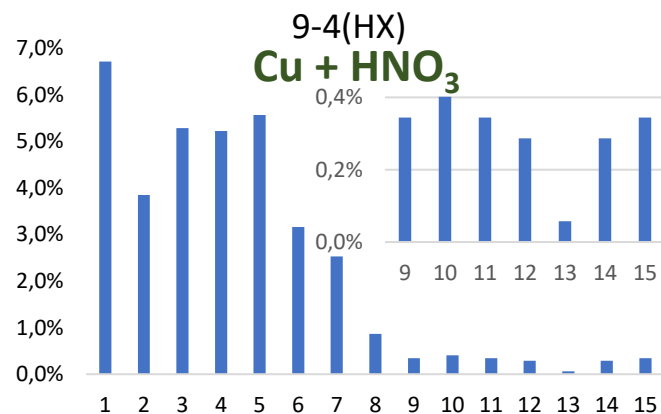
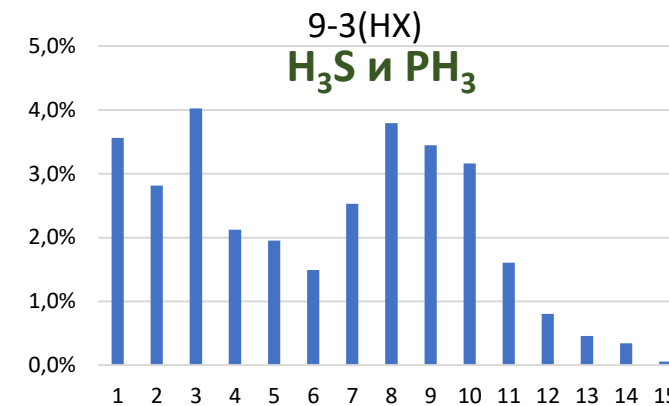
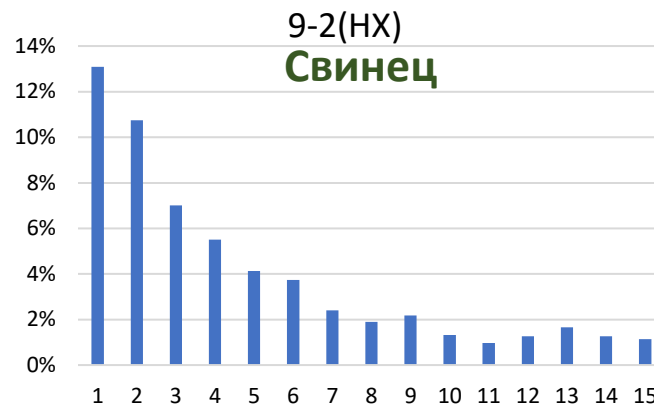
Долженко Владимир Дмитриевич
Доцент химического факультета МГУ

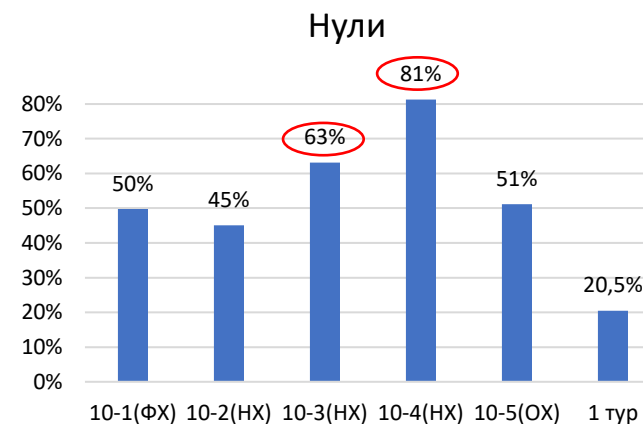
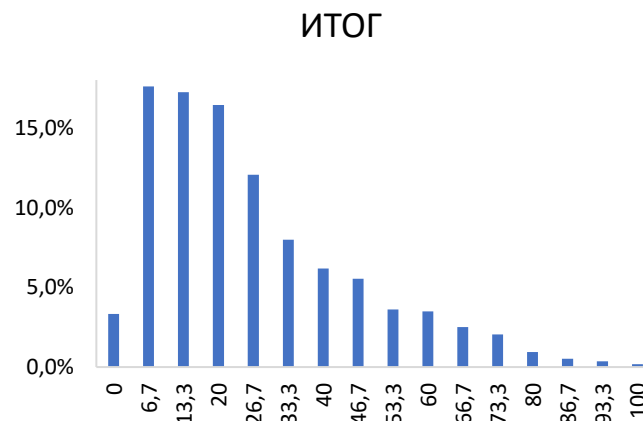
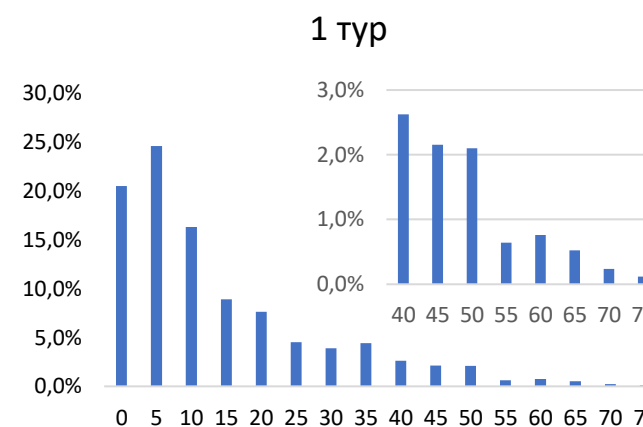
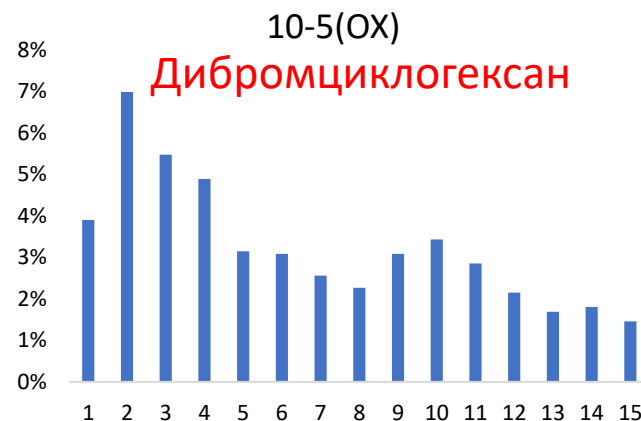
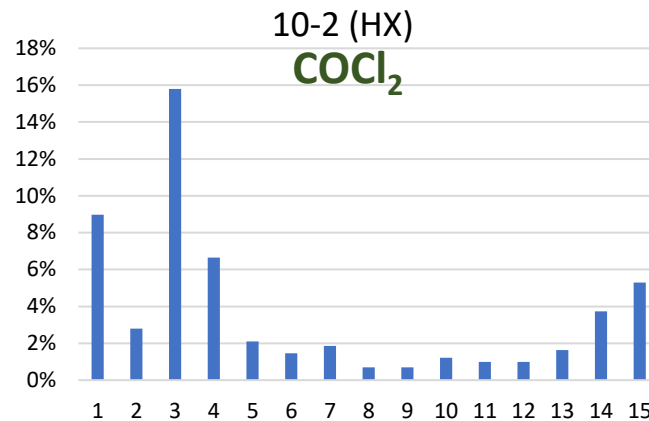
Летняя школа учителей химии МГУ
28 июня 2023 г.

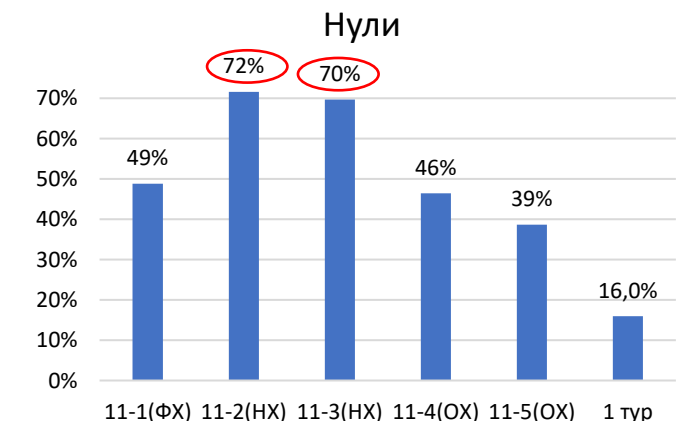
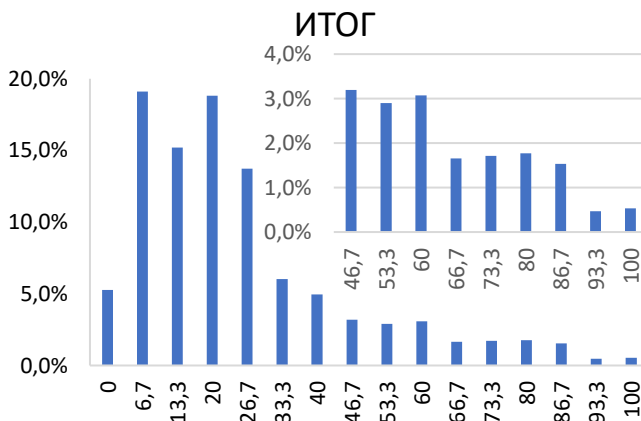
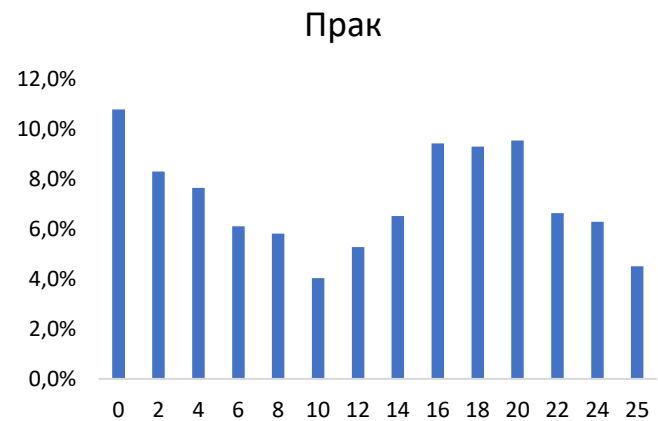
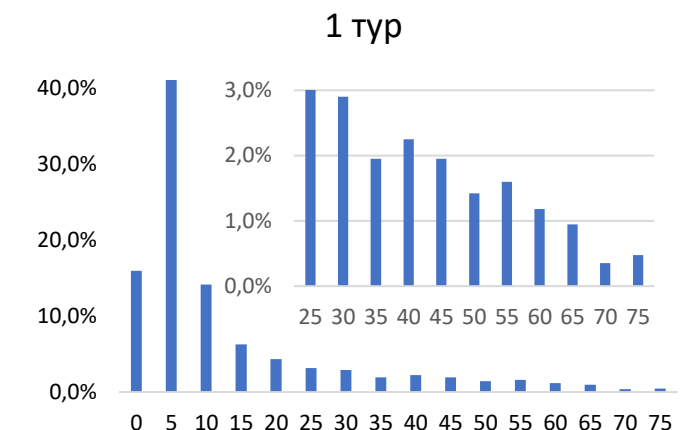
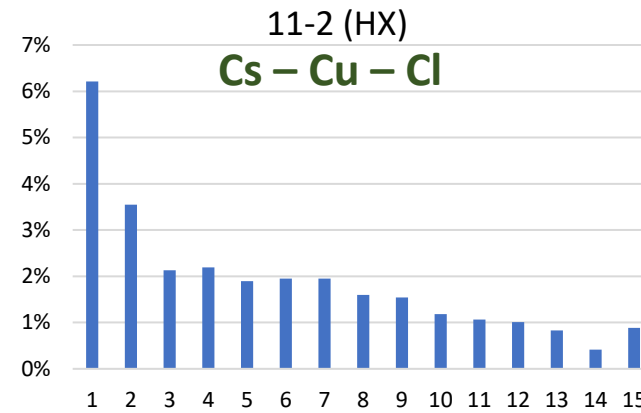
**10. Количество участников, победителей и призёров регионального этапа
2022/23 учебного года по предметам**

Таблица 10

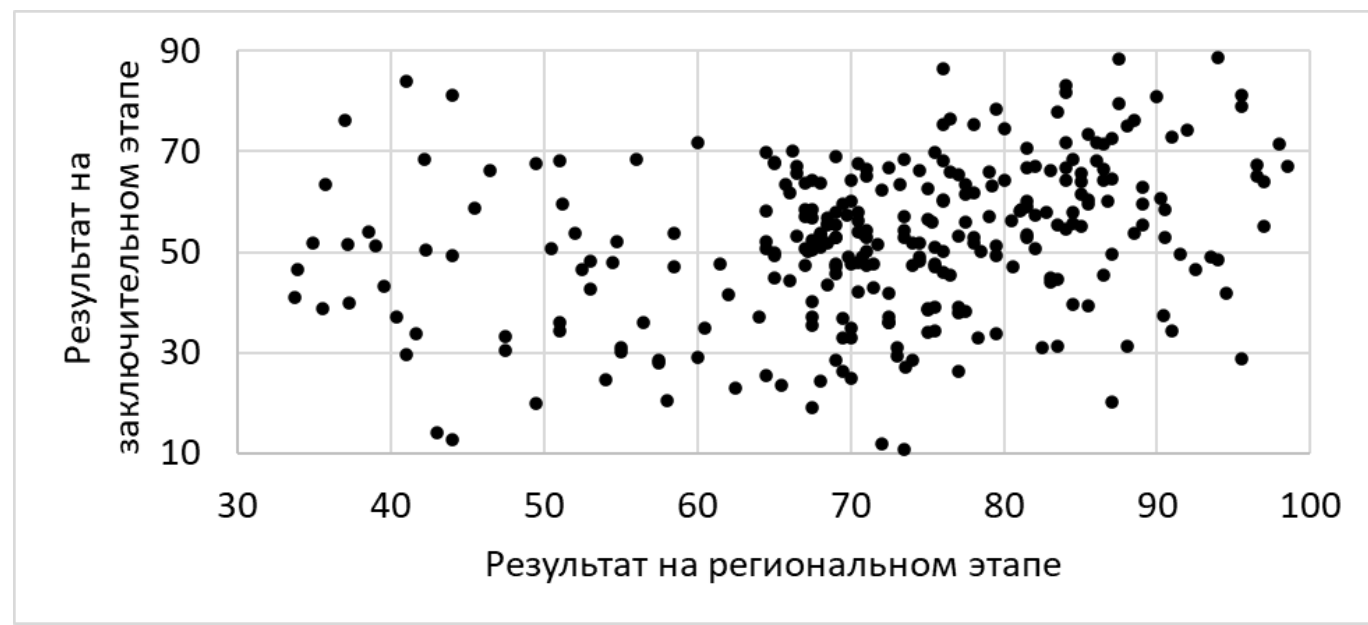
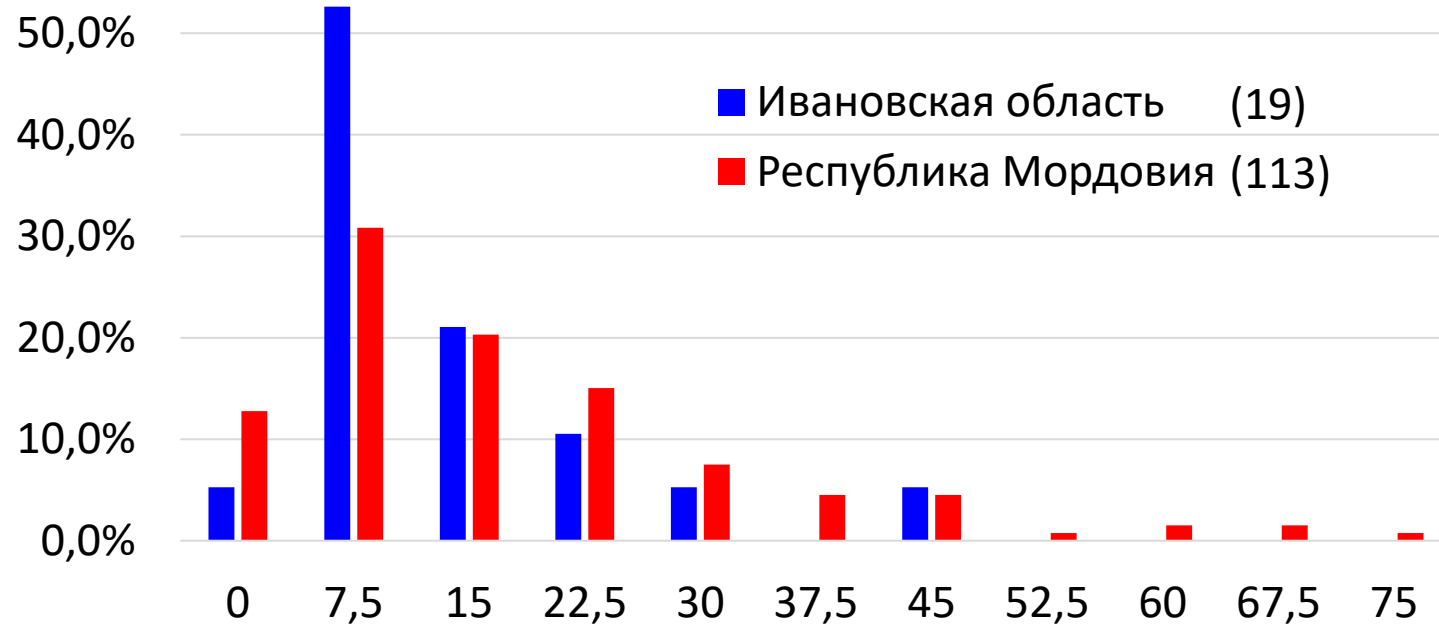
№ п/п	Предмет	Кол-во участников (чел.)	Кол-во победителей (чел.)	Кол-во призеров (чел.)
12	Математика	9 723	420	2 200
13	Немецкий язык	3 168	222	948
14	Обществознание *	13 726	676	3 485
15	Основы безопасности жизнедеятельности	8 870	600	2 599
16	Право	9 713	470	2 470
17	Русский язык *	14 685	423	2 657
18	Технология	6 473	704	1 817
19	Физика	7 266	299	1 515
20	Физическая культура	9 114	572	2 942
21	Французский язык	2 340	166	722
22	Химия	5 973	316	1 429
23	Экология	6 216	512	1 864
24	Экономика	7 144	304	1 454
Итого		179 096	9 769	45 343



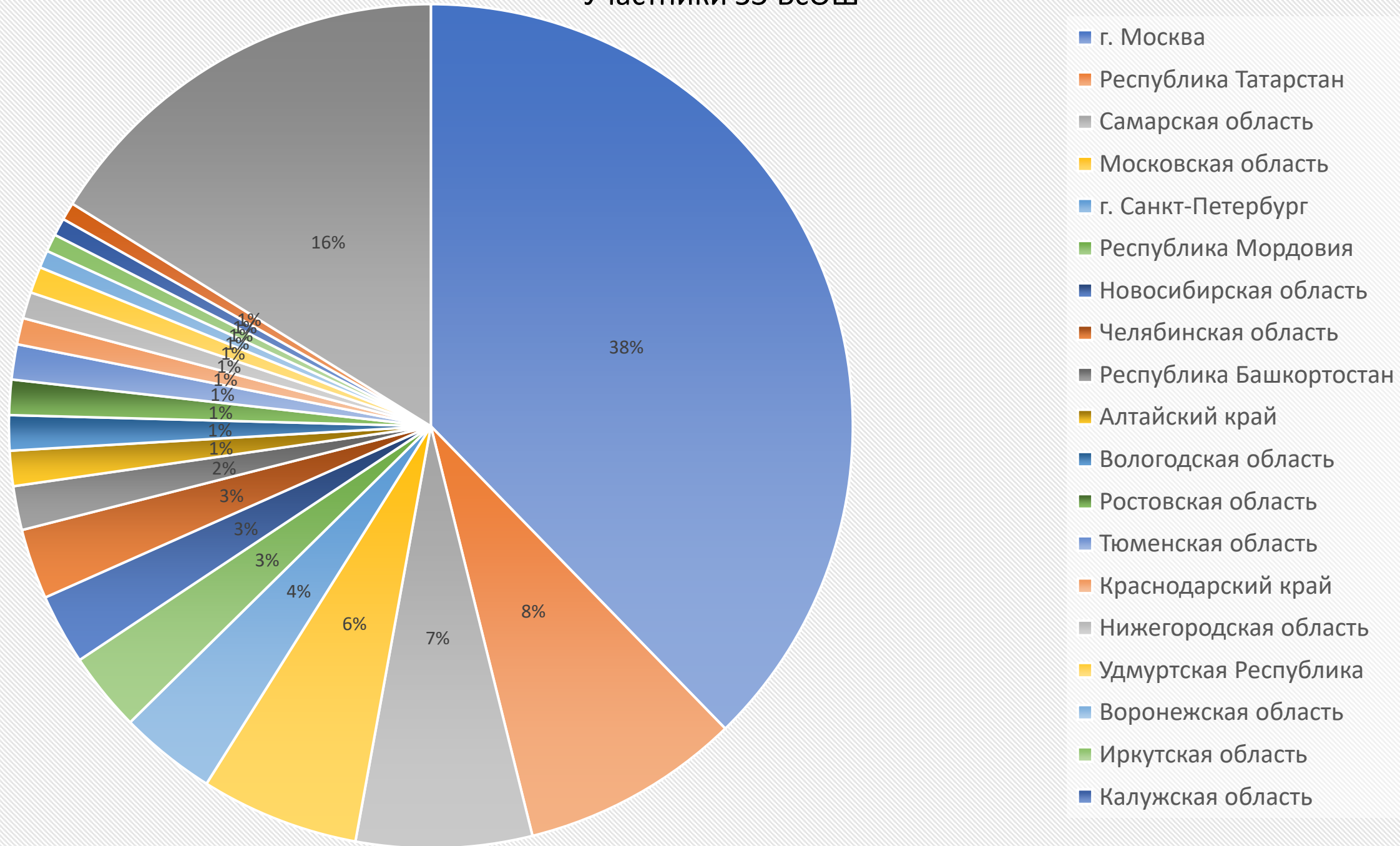




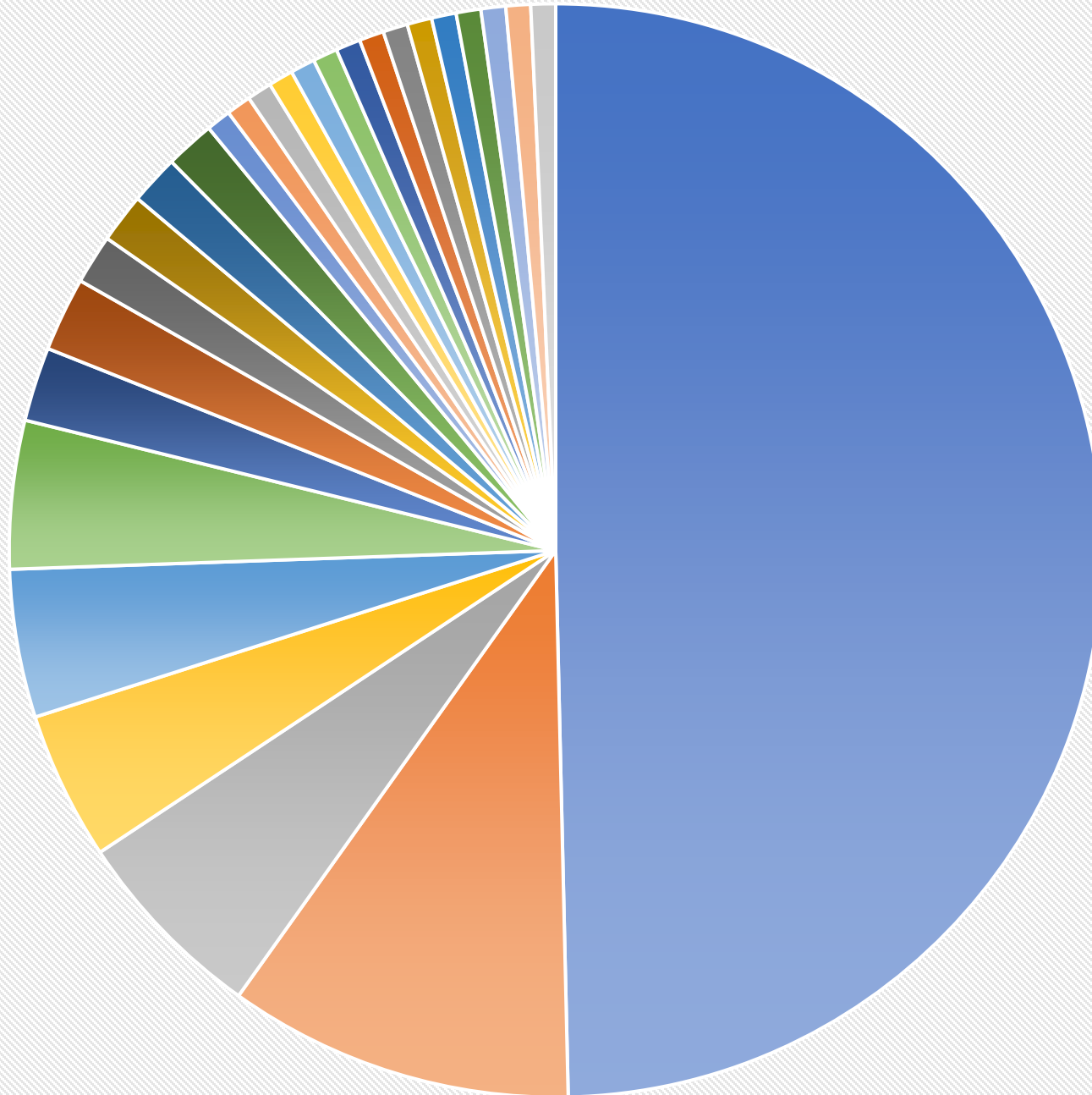
Доля участников набравших баллы за 1 тур



Участники ЗЭ ВсОШ



Дипломы ЗЭ ВсОШ



- г. Москва
- Республика Татарстан
- Московская область
- г. Санкт-Петербург
- Республика Мордовия
- Самарская область
- Краснодарский край
- Республика Башкортостан
- Вологодская область
- Нижегородская область
- Новосибирская область
- Тюменская область
- Алтайский край
- Воронежская область
- Иркутская область
- Калужская область
- Кировская область
- Курганская область

Газообразные при н.у. вещества **X1** и **Y1** участвуют в химических превращениях (схемы 1-4):



X1 содержит H

3) Поглощение концентрированной азотной кислотой:



NO₂ + H₂O

Если для этих реакций взять одинаковые массы **X1** и **Y1**, а затем оттитровать полученные растворы гидроксидом кальция то из раствора **X4** образуется осадок **X5**, а из раствора **Y3** осадок **Y4**, массы осадков одинаковы. Небольшая разница в массах (6.62% от большей массы) возникает, если полученные осадки прокалить до температуры выше 250° (прекращение выделения воды), с образованием средних солей X6 и Y5.



4) Механическое сжатие веществ под давлением, вплоть до $p = 2$ млн. атмосфер:



$M = 18/0.0662 = 272 \cdot n \text{ г/моль}$

2n – натуральное число

В условиях синтеза **X7** имеет кубическую ячейку с атомами одного типа в серединах всех граней и рёбер, и атомами другого типа в центре и вершинах куба. Плотность паров жидкости **Y6** равна 9.05 г/л (175К и давлении 101.3кПа). Вещество **X7**, впервые полученное в 2015 году, обладает уникальной электропроводностью, что стимулировало изучение его аналогов при высоких давлениях. Благоприятная стехиометрия **Y1** заставила проверить и его проводимость при высоком давлении в 2019 году.

Вещества **X1-X7** содержат один общий элемент, вещества **Y1-Y6** – другой, вещества. Газообразная смесь равных масс **X1** и **Y1** имеет плотность 1.52 г/л при н.у..

$M_{cp} = 22.4 \cdot 1.52 = 34.0 \text{ г/моль}$

1. Определите молекулярные формулы 13 неизвестных веществ: **X1-X7** и **Y1-Y7**, ответ обоснуйте.

2. Из какого материала изготовлена «наковальня» для сжатия образцов в схеме 4?

Химики изучили состав продуктов реакции металла **X** с веществом **Y** в присутствии различных количеств воды при комнатной температуре. Степень окисления металла **X** в продуктах реакции одинакова во всех опытах. Эксперименты проводили с одинаковыми навесками **X** массой 1.000 г и избытком **Y** в герметичном сосуде. После того, как **X** полностью прореагировал, сосуд слегка подогревали для полного выделения газов из жидкой реакционной смеси, а затем из газовой фазы отбирали пробы, которые анализировали. Во всех экспериментах было установлено наличие трех газообразных продуктов реакции **A**, **B**, **C**, состоящих из одних и тех же двух элементов, смесь газов окрашена.

Массы этих продуктов в сосуде после окончания каждого эксперимента приведены в таблице.

	$m(A)$, мг	$m(B)$, мг	$m(C)$, мг	Σ , мг	
Эксперимент 1	37.4	176.8	209.1	423	$M + 2n HNO_3 = M(NO_3)_n + nNO_2 + nH_2O$
Эксперимент 2	24.7	89.3	253.3	367	$3 M + 4n HNO_3 = 3 M(NO_3)_n + nNO + 2n H_2O$
Эксперимент 3	10.2	382.5	214.2	607	$8 M + 10n HNO_3 = 8 M(NO_3)_n + nN_2O + 5n H_2O$

Вопросы:

1. Определите элементы, входящие в состав газообразных продуктов, и формулу вещества **Y**.
2. Определите формулы соединений **A**, **B**, **C**. Ответ подтвердите расчетом.
3. В каком из экспериментов было взято минимальное количество воды, а в каком – максимальное?
4. С помощью расчета определите, какой металл **X** был использован в экспериментах. Запишите уравнения реакций, протекающих в ходе описанных экспериментов.
5. При использовании вместо **X** некоторых других металлов среди продуктов реакции можно обнаружить также газы **D** и **E**. Приведите их формулы.

200 г 20% водного раствора индивидуальной соли **X**, имеющей щелочную реакцию среды и окрашивающей пламя горелки в жёлтый цвет, прокипятили в течение некоторого времени и охладили до 20 °С. В результате из раствора выпало 40.0 г кристаллов **Y**, при прокаливании до 120 °С уменьшающих свою массу на 25.2 г в результате полной потери кристаллизационной воды. При последующем охлаждении оставшегося раствора до 0 °С может быть получено ещё 21.3 г **Y**.

Известно, что растворимость **Y** (г/100 г воды) *в расчёте на безводную соль* при 20 °С втрое превышает растворимость при 0 °С.

1. Установите формулы солей **X** и **Y**. Ответ подтвердите расчётами.
2. Чему равна массовая доля соли в растворе после кипячения при 100 °С и после охлаждения раствора до 0 °С и выпадения осадка?
3. Какая масса **Y** могла бы выпасть в осадок, если сразу после кипячения раствор охладили бы до 10 °С? Считайте, что растворимость при 10 °С равна среднему арифметическому растворимостей при 20 и 0 °С.
4. Приведите тривиальные названия солей **X** и **Y**.

$$25.2/40 = 18 \cdot n/M(Y), \Rightarrow M(Y) = 28.6 \, n \text{ г/моль},$$

$$M(\text{безв. Y}) = M(Y) - 18 \, n = 10.6 \, n \text{ г/моль}.$$

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M(безв. Y)	10.6	21.2	31.8	42.4	53	63.6	74.2	84.8	95.4	106
Соль	-	-	-	NaF	-	-	NaClO	NaNO ₃	-	Na ₂ CO ₃

200 г 20% водного раствора индивидуальной соли **X**, имеющей щелочную реакцию среды и окрашивающей пламя горелки в жёлтый цвет, прокипятили в течение некоторого времени и охладили до 20 °С. В результате из раствора выпало 40.0 г кристаллов **Y**, при прокаливании до 120 °С уменьшающих свою массу на 25.2 г в результате полной потери кристаллизационной воды. При последующем охлаждении оставшегося раствора до 0 °С может быть получено ещё 21.3 г **Y**. **Y = Na₂CO₃ · 10H₂O**

Известно, что растворимость **Y** (г/100 г воды) в расчёте на безводную соль при 20 °С втрое превышает растворимость при 0 °С.

1. Установите формулы солей **X** и **Y**. Ответ подтвердите расчётами.
2. Чему равна массовая доля соли в растворе после кипячения при 100 °С и после охлаждения раствора до 0 °С и выпадения осадка?
3. Какая масса **Y** могла бы выпасть в осадок, если сразу после кипячения раствор охладили бы до 10 °С? Считайте, что растворимость при 10 °С равна среднему арифметическому растворимостей при 20 и 0 °С.
4. Приведите тривиальные названия солей **X** и **Y**.

начальное содержание соли и воды в растворе после кипячения при 100 °С как m_c^0 и m_b^0 соответственно.

$$S(20^\circ\text{C}) / 100 = \frac{m_c^0 - 14.84}{m_b^0 - 25.2} \qquad S(0^\circ\text{C}) / 100 = \frac{m_c^0 - 14.84 - 7.84}{m_b^0 - 25.2 - 13.32} = \frac{m_c^0 - 22.68}{m_b^0 - 38.52}$$

$$\frac{S(20^\circ\text{C})}{S(0^\circ\text{C})} = \frac{(40 - 14.84)(m_b^0 - 38.52)}{(m_b^0 - 25.2)(40 - 22.68)} = \frac{25.16(m_b^0 - 38.52)}{17.32(m_b^0 - 25.2)} = 3 \qquad m_b^0 = 12.7 \text{ г}$$

200 г 20% водного раствора индивидуальной соли **X**, имеющей щелочную реакцию среды и окрашивающей пламя горелки в жёлтый цвет, прокипятили в течение некоторого времени и охладили до 20 °С. В результате из раствора выпало 40.0 г кристаллов **Y**, при прокаливании до 120 °С уменьшающих свою массу на 25.2 г в результате полной потери кристаллизационной воды. При последующем охлаждении оставшегося раствора до 0 °С может быть получено ещё 21.3 г **Y**. **Y = Na₂CO₃ · 10H₂O**

Известно, что растворимость **Y** (г/100 г воды) *в расчёте на безводную соль* при 20 °С втрое превышает растворимость при 0 °С.

1. Установите формулы солей **X** и **Y**. Ответ подтвердите расчётами.
2. Чему равна массовая доля соли в растворе после кипячения при 100 °С и после охлаждения раствора до 0 °С и выпадения осадка?
3. Какая масса **Y** могла бы выпасть в осадок, если сразу после кипячения раствор охладили бы до 10 °С? Считайте, что растворимость при 10 °С равна среднему арифметическому растворимостей при 20 и 0 °С.
4. Приведите тривиальные названия солей **X** и **Y**.

начальное содержание соли и воды в растворе после кипячения при 100 °С как m_c^0 и m_b^0 соответственно.

$$S(20^{\circ}\text{C}) / 100 = \frac{m_c^0 - 14.84}{m_b^0 - 25.2} \qquad S(0^{\circ}\text{C}) / 100 = \frac{m_c^0 - 14.84 - 7.84}{m_b^0 - 25.2 - 13.32} = \frac{m_c^0 - 22.68}{m_b^0 - 38.52}$$



40 г **25.2 г**

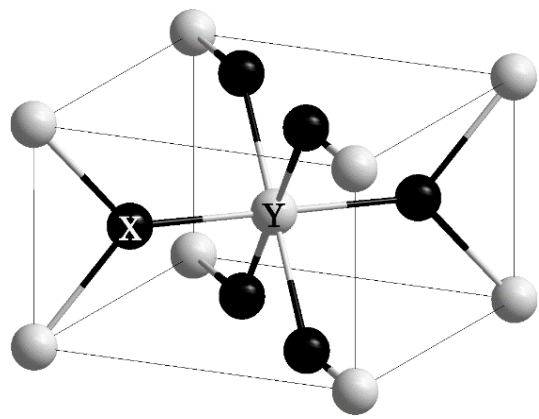
$m_b^0 = 74.5 \text{ г}$

$$\frac{S(20^{\circ}\text{C})}{S(0^{\circ}\text{C})} = \frac{(25.2 - 14.84)(m_b^0 - 38.52)}{(m_b^0 - 25.2)(25.2 - 22.68)} = \frac{10.36(m_b^0 - 38.52)}{2.52(m_b^0 - 25.2)} = 3$$

Элементы **X** и **Y** образуют ряд бинарных соединений **A – E**. Для анализа веществ **A – C** на содержание **Y** навеску каждого из них сплавляли с избытком хлората и гидроксида натрия (*р-ция 1-3*). После завершения реакции плав охладили, растворили в воде, полученный раствор подкислили раствором серной кислоты (*р-ция 4*), перенесли в мерную колбу на 100 мл и довели до метки. Для анализа **D** навеску вещества растворили в разбавленном растворе серной кислоты, раствор перенесли в колбу на 100 мл и довели до метки. Далее во всех случаях к аликвоте 10 мл добавляли избыток иодида натрия (*р-ция 5*) и титровали коричневый раствор стандартным раствором тиосульфата натрия ($C = 0.100$ моль/л) (*р-ция 6*). Вещество **E** чёрного цвета реагирует с соляной кислотой с выделением жёлто-зелёного газа (*р-ция 7*).

Массы исходных навесок и средний объём тиосульфата натрия, пошедший на титрование одной аликвоты, приведены в таблице:

	A	B	C	D	E
$T_{пл}, K$	разлагается (р-ция 8)	~2700	разлагается	470	разлагается
Масса навески, мг	187.0	228.5	232.6	305.0	
Средний объём раствора тиосульфата натрия, мл	8.25	9.02	8.58	9.15	

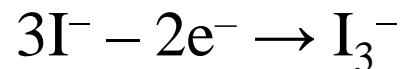


Структура **E**

Вопросы:

- 1. Определите неизвестные элементы **X** и **Y**, вещества **A – E**. Ответ подтвердите расчётом.
- 2. Запишите уравнения реакций **1 – 8**, если известно, что в реакции **8** не образуется газообразных продуктов.

Полуреакции иодометрии:



n – изменение степени окисления
«исследуемого вещества» **Y**

После завершения реакции плавы охладили, растворили в воде, полученный раствор подкислили раствором серной кислоты, перенесли в мерную колбу на 100 мл и довели до метки.

Далее во всех случаях к аликвоте 10 мл добавляли избыток иодида натрия и титровали коричневый раствор стандартным раствором тиосульфата натрия ($C = 0.100$ моль/л).

$$n \cdot v(\text{Y}) = v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$$

$$M(\text{в-ва}) = \frac{m(\text{навески})}{v(\text{Y}) \cdot 10} = \frac{m \cdot n}{10 \cdot v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = \frac{m \cdot n}{10 \cdot C \cdot V} :$$

	A	B	C	D
M/n , г/моль	22.67	25.33	27.11	33.33
$3 \cdot M/n$, г/моль	68.00	76.00	81.33	100.00

	A	B	C	D
ΔM , г/моль	0	8.00	13.33	32.00

