

LXXV Московская олимпиада школьников по химии

Отборочный этап

11 класс

Каждое задание – 10 баллов

Всего за 10 заданий – 100 баллов

Вариант 1

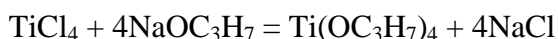
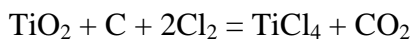
11-1-1. Расположите следующие фенолы в порядке увеличения кислотных свойств: 1) фенол, 2) пара-крезол, 3) 4-нитрофенол, 4) 3-нитрофенол. В ответе запишите последовательность цифр без пробелов и запятых (например: 1234).

Ответ: 2143

Кислотность фенолов определяется электронными эффектами заместителей.

11-1-2. Оксид титана (IV) смешали с углем и нагрели в атмосфере хлора. Полученную жидкость по каплям прибавили к избытку раствора натрия в изопропанол. Рассчитайте относительную молекулярную массу самого тяжелого продукта реакции. В ответе запишите число с точностью до целых (например: 234).

Ответ: 284



11-1-3. Расположите следующие карбонильные соединения в порядке увеличения положительного заряда на карбонильном атоме углерода: 1) уксусный ангидрид, 2) ацетамид, 3) ацетат натрия, 4) ацетон. В ответе запишите последовательность цифр без пробелов и запятых (например: 1234)

Ответ: 3241

Положительный заряд определяется электронными эффектами заместителей.

11-1-4. Период полураспада некоторого элемента 2019 лет. Какая доля (в %) атомов этого элемента распадется за 1 век? В ответе запишите число с точностью до целых (например: 78).

Ответ: 3

$$k = \ln 2 / \tau_{1/2} = 3.433 \cdot 10^{-4} \text{ лет}^{-1}$$

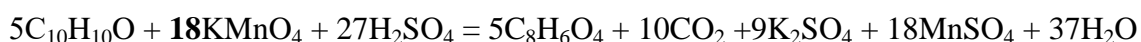
$$C = C_0 e^{-kt}$$

$$\ln(C/C_0) = -kt = -0.03433$$

$$C/C_0 = 0.96625 = 96.625\%, \text{ следовательно осталось } 100 - 96.625 = 3.375\% \approx 3\%$$

11-1-5. Альфа-тетралон окислили подкисленным раствором перманганата калия при нагревании. Какой коэффициент в данном уравнении реакции необходимо поставить перед перманганатом калия? В ответе напишите целое число (например: 11).

Ответ: 18



11-1-6. При полном гидрировании 1 моль бензола выделяется 219 кДж теплоты, а при гидрировании 1 моль циклогексена выделяется 125 кДж теплоты. Исходя из этих данных, рассчитайте энергию сопряжения в бензоле (в кДж/моль). В ответе напишите число с точностью до целых (например: 222).

Ответ: 156

$$E_{\text{сопр.}} = 3Q_{\text{гексен}} - Q_{\text{бензол}} = 3 \cdot 125 - 219 = 156 \text{ кДж/моль}$$

11-1-7. 10 г алюмокалиевых квасцов растворили в 200 мл 0,01 М раствора нитрата алюминия (плотность 1,008 г/мл). Рассчитайте массовую долю (в %) алюминия в полученном растворе. В ответе напишите число с точностью до сотых (например: 21,15).

Ответ: 0,29

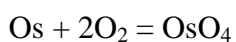
$$m_{\text{р-ра2}} = m_{\text{квасцы}} + m_{\text{р-ра1}} = 10 + 200 \cdot 1,008 = 211,6 \text{ г}$$

$$m_{\text{Al}} = M(\text{Al}) \cdot m_{\text{квасцы}} / M(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) + C \cdot V \cdot M(\text{Al}) = 27 \cdot 10 / 474 + 0,01 \cdot 0,2 \cdot 27 = 0,6236 \text{ г}$$

$$\omega = m_{\text{Al}} / m_{\text{р-ра2}} = 0,6236 / 211,6 = 0,002947 = 0,29\%$$

11-1-8. Порошок металла, обладающего самой высокой плотностью, нагревали длительное время в атмосфере кислорода. Приведите формулу образовавшегося соединения (например:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Ответ:  $\text{OsO}_4$

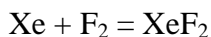


11-1-9. Назовите простое вещество с максимальной массовой долей электронов. В ответе напишите его русское название (например: сера).

Ответ: водород

11-1-10. Элементы X и Y образуют газообразные (при н.у.) простые вещества. При УФ-облучении эти вещества реагируют между собой, образуя бесцветное кристаллическое вещество. В качестве ответа введите символы соответствующих элементов через пробел (например: K La)

Ответ: Xe F (или F Xe), учитывать также пару Rn F и F Rn



## Вариант 2

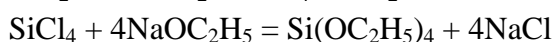
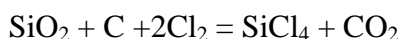
11-2-1. Расположите следующие анилины в порядке увеличения основных свойств: 1) анилин, 2) пара-анизидин, 3) 4-нитроанилин, 4) 3-нитроанилин. В ответе запишите последовательность цифр без пробелов и запятых (например: 1234).

Ответ: 3412

Основность анилинов определяется электронными эффектами заместителей.

11-2-2. Кремнезем смешали с углем и нагрели в атмосфере хлора. Полученную жидкость по каплям прибавили к избытку раствора натрия в этаноле. Рассчитайте относительную молекулярную массу самого тяжелого продукта реакции. В ответе запишите число с точностью до целых (например: 234).

Ответ: 208



11-2-3. Расположите следующие карбонильные соединения в порядке увеличения положительного заряда на карбонильном атоме углерода: 1) бензальдегид, 2) ацетофенон, 3)

бензоат натрия, 4) бензамид. В ответе запишите последовательность цифр без пробелов и запятых (например: 1234)

Ответ: 3421

Положительный заряд определяется электронными эффектами заместителей.

11-2-4. Период полураспада некоторого элемента 2019 лет. Какая доля (в %) атомов этого элемента распадется за 1 тысячелетие? В ответе запишите число с точностью до целых (например: 78).

Ответ: 29

$$k = \ln 2 / \tau_{1/2} = 3.433 \cdot 10^{-4} \text{ лет}^{-1}$$

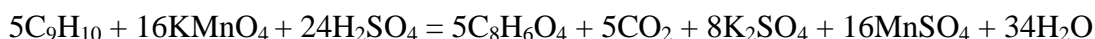
$$C = C_0 e^{-kt}$$

$$\ln(C/C_0) = -kt = -0.3433$$

$$C/C_0 = 0.7094 = 70.94\%, \text{ следовательно осталось } 100 - 70.94 = 29.06\% \approx 29\%$$

11-2-5. Индан окислили подкисленным раствором перманганата калия при нагревании. Какой коэффициент в данном уравнении реакции необходимо поставить перед перманганатом калия? В ответе напишите целое число (например: 11).

Ответ: 16



11-2-6. При полном гидрировании 1 моль нафталина выделяется 355 кДж теплоты, а при гидрировании 1 моль циклогексена выделяется 121 кДж теплоты. Исходя из этих данных, рассчитайте энергию сопряжения в нафталине (в кДж/моль) (например: 222). В ответе напишите число с точностью до целых

Ответ: 250

$$E_{\text{сопр.}} = 5Q_{\text{гексен}} - Q_{\text{нафталин}} = 5 \cdot 121 - 355 = 250 \text{ кДж/моль}$$

11-2-7. 20 г глауберовой соли растворили в 300 мл 0,07 М раствора карбоната натрия (плотность 1,011 г/мл). Рассчитайте массовую долю (в %) ионов натрия в полученном растворе. В ответе напишите число с точностью до сотых (пример: 21,15).

Ответ: 1,18

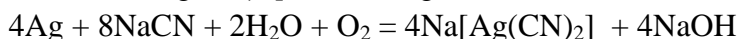
$$m_{\text{р-ра2}} = m_{\text{соль}} + m_{\text{р-ра1}} = 20 + 300 \cdot 1,011 = 323,3 \text{ г}$$

$$m_{\text{Na}} = 2M(\text{Na}) \cdot m_{\text{соль}} / M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) + 2C \cdot V \cdot M(\text{Na}) = 2 \cdot 23 \cdot 20 / 322 + 2 \cdot 0,07 \cdot 0,3 \cdot 23 = 3,823 \text{ г}$$

$$\omega = m_{\text{Na}} / m_{\text{р-ра2}} = 3,823 / 323,3 = 0,01182 = 1,18\%$$

11-2-8. Порошок самого электропроводного металла растворили в водном растворе цианида натрия в присутствии воздуха. Приведите формулу образовавшегося соединения (например: Al(OH)3).

Ответ: Na[Ag(CN)2] или NaAg(CN)2

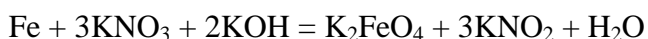


11-2-9. Назовите химические элементы образующие жидкие (при н.у.) простые вещества. В качестве ответа введите символы соответствующих элементов через пробелы (например: Cr Fe Sc).

Ответ: Br Hg (или Hg Br)

11-2-10. Самый дешевый металл прореагировал при нагревании с калийной селитрой и едким кали. При этом образовалось вещество, образующее красно-фиолетовый раствор. Приведите формулу соединения, содержащего этот металл (например: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Ответ: K<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub>



### Вариант 3

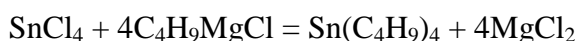
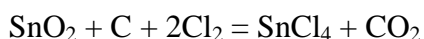
11-3-1. Расположите следующие анилины в порядке увеличения основности: 1) 4-нитроанилин, 2) 2-метоксианилин, 3) 3-метоксианилин, 4) 3-фторанилин. В ответе запишите последовательность цифр без пробелов и запятых (пример 1234)

Ответ: 1432

Основность анилинов определяется электронными эффектами заместителей.

11-3-2. Оксид олова (IV) смешали с углем и нагрели в атмосфере хлора. Полученную жидкость по каплям прибавили к избытку раствора бутилмагнийхлорида в диэтиловом эфире. Рассчитайте относительную молекулярную массу самого тяжелого продукта реакции. В ответе запишите число с точностью до целых (например: 234).

Ответ: 347



11-3-3. Расположите следующие карбонильные соединения в порядке увеличения положительного заряда на карбонильном атоме углерода: 1) ацетон, 2) ацетилхлорид, 3) ацетальдегид, 4) метилацетат. В ответе запишите последовательность цифр без пробелов и запятых (например 1234)

Ответ: 4132

Положительный заряд определяется электронными эффектами заместителей.

11-3-4. Период полураспада некоторого элемента 2019 лет. Какая доля (в %) атомов этого элемента распадется за 500 лет? В ответе запишите число с точностью до целых (пример: 78).

Ответ: 16

$$k = \ln 2 / \tau_{1/2} = 3.433 \cdot 10^{-4} \text{ лет}^{-1}$$

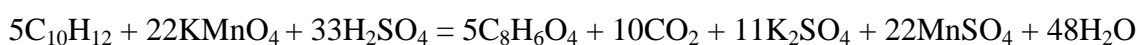
$$C = C_0 e^{-kt}$$

$$\ln(C/C_0) = -kt = -0.17165$$

$$C/C_0 = 0.8423 = 84.23\%, \text{ следовательно осталось } 100 - 84.23 = 15.77\% \approx 16\%$$

11-3-5. Тетралин окислили подкисленным раствором перманганата калия при нагревании. Какой коэффициент в данном уравнении реакции необходимо поставить перед перманганатом калия? В ответе напишите целое число (например: 11).

Ответ: 22



11-3-6. При полном гидрировании 1 моль антрацена выделяется 620 кДж теплоты, а при гидрировании 1 моль циклогексена выделяется 124 кДж теплоты. Исходя из этих данных, рассчитайте энергию сопряжения в антраcene (в кДж/моль). В ответе напишите число с точностью до целых (например: 222).

Ответ: 248

$$E_{\text{сопр.}} = 7Q_{\text{гексен}} - Q_{\text{антрацен}} = 7 \cdot 124 - 620 = 248 \text{ кДж/моль}$$

11-3-7. 15 г буры растворили в 150 мл 0,01 М раствора борной кислоты (плотность 1,012 г/мл). Рассчитайте массовую долю (в %) атомов бора в полученном растворе. В ответе напишите число с точностью до сотых (пример: 21,15).

Ответ: 1,05

$$m_{\text{р-ра2}} = m_{\text{соль}} + m_{\text{р-ра1}} = 15 + 150 \cdot 1,012 = 166,8 \text{ г}$$

$$m_{\text{B}} = 4M(\text{B}) \cdot m_{\text{соль}} / M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) + C \cdot V \cdot M(\text{B}) = 4 \cdot 11 \cdot 15 / 382 + 0,01 \cdot 0,15 \cdot 11 = 1,744 \text{ г}$$

$$\omega = m_{\text{B}} / m_{\text{р-ра2}} = 1,744 / 166,8 = 0,01046 = 1,05\%$$

11-3-8. Назовите металл с самым широким при атмосферном давлении температурным интервалом жидкого состояния. В качестве ответа введите символ соответствующего элемента (пример: Al).

Ответ: Ga

11-3-9. Назовите металлы, имеющие окраску, отличную от серо-серебристой. В качестве ответа введите символы соответствующих элементов в порядке увеличения атомной массы через пробелы (пример: Cr Fe Sm).

Ответ: Cu Cs Au

11-3-10. Элементы X и Y образуют жидкое и твердое простые вещества соответственно. При взаимодействии они образуют известный минерал, не растворимый в концентрированной соляной кислоте. В качестве ответа введите символы элементов X и Y через пробел (пример: Ti La).

Ответ: Hg S

