

Школьный этап по химии

Химия. 10 класс. Ограничение по времени 90 минут

Горение . Вариант №1

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.

При сгорании образца хлорбензола (C_6H_5Cl) образовалось 2,24 л воды (н.у.) и бесцветные газы, в водных растворах которых метиловый оранжевый окрашивается в красно-розовый цвет. Определите массу (кг) образца сгоревшего хлорбензола. В ответе запишите число с округлением до целого.

Правильный ответ:

Формула вычисления баллов: 0-3 1-0

Решение задачи:

Газами, водные растворы которых окрашивают метиловый оранжевый в красно-розовый цвет, то есть обладают кислой реакцией среды, являются хлороводород и углекислый газ. Тогда уравнение реакции сгорания хлорбензола можно записать в виде:



При нормальных условиях вода представляет собой жидкость с плотностью 1000 г/л, тогда масса образовавшейся воды равна 2240 г.

$$\nu(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{2240\text{г}}{18\frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 124,444 \text{ моль}$$

$$\nu(C_6H_5Cl) = 0,5\nu(H_2O) = 0,5 \cdot 124,444 \text{ моль} = 62,222 \text{ моль}$$

$$m(C_6H_5Cl) = \nu(C_6H_5Cl) \cdot M(C_6H_5Cl) = 62,222 \text{ моль} \cdot 112,5\frac{\text{г}}{\text{моль}} = 7\text{кг}$$

За решение задачи **3 балла**

Горение . Вариант №2

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.

При сгорании образца хлорциклопентана (C_5H_9Cl) образовалось 4,48 л воды (н.у.) и бесцветные газы, в водных растворах которых метиловый оранжевый окрашивается в красно-розовый цвет. Определите массу (кг) образца сгоревшего хлорциклопентана. В ответе укажите число с округлением до десятых.

Правильный ответ:

Решение задачи:

Газами, водные растворы которых окрашивают метиловый оранжевый в красно-розовый цвет, то есть обладают кислой реакцией среды, являются хлороводород и углекислый газ. Тогда уравнение реакции сгорания хлорциклопентана можно записать в виде:



При нормальных условиях вода представляет собой жидкость с плотностью 1000 г/л, тогда масса образовавшейся воды равна 4480 г.

$$\nu(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{4480\text{г}}{18\frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 248,888 \text{ моль}$$

$$\nu(C_5H_9Cl) = 0,25\nu(H_2O) = 0,25 \cdot 248,888 \text{ моль} = 62,222 \text{ моль}$$

$$m(C_5H_9Cl) = \nu(C_5H_9Cl) \cdot M(C_5H_9Cl) = 62,222 \text{ моль} \cdot 104,5\frac{\text{г}}{\text{моль}} = 6,5\text{кг}$$

За решение задачи **3 балла**

Стадийный синтез. Вариант №1

Если все варианты одновременно не помещаются в окно браузера, можно воспользоваться сочетанием клавиш *ctrl + (-)* (*cmd + (-)* для Mac) для уменьшения масштаба окна

В лабораторном практикуме студенты в результате выполнения трехстадийного процесса получили нитрат меди (II) из хлорида меди (I). Для этого были использованы 1) HNO_3 конц. 2) водный раствор аммиака 3) ацетилен. Расставьте эти реагенты в том порядке, в котором их использовали студенты.

1

водный раствор аммиака

2

ацетилен

3

HNO_3 конц.

Доступные варианты ответов:

водный раствор
аммиака

HNO_3 конц.

ацетилен

Формула вычисления баллов: 0-3 1-2 2-1 3-0

Решение задачи:



За решение задачи **3 балла**

Стадийный синтез. Вариант №2

Если все варианты одновременно не помещаются в окно браузера, можно воспользоваться сочетанием клавиш *ctrl + (-)* (*cmd + (-)* для Mac) для уменьшения масштаба окна

В лабораторном практикуме студенты в результате выполнения трехстадийного процесса получили хлорид меди (II) из хлорида меди (I). Для этого были использованы 1) $NaOH + O_2$ при нагревании 2) водный раствор аммиака 3) соляная кислота. Расставьте эти реагенты в том порядке, в котором их использовали студенты.

1

водный раствор аммиака

2

$NaOH + O_2$ при нагревании

3

соляная кислота

Доступные варианты ответов:

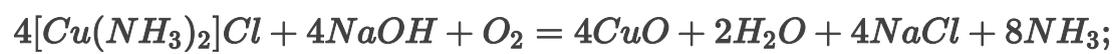
водный раствор
аммиака

$NaOH + O_2$ при
нагревании

соляная кислота

Формула вычисления баллов: 0-3 1-2 2-1 3-0

Решение задачи:



За решение задачи **3 балла**

Жесткость воды. Вариант №1

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.

Жёсткость воды характеризуется суммарным содержанием в ней растворённых солей кальция и магния. В разных странах для количественного выражения жесткости используются различные внесистемные единицы — градусы жёсткости. С 1 января 2014 года в России введён ГОСТ 31865 — 2012, по которому 1°Ж соответствует концентрации щелочноземельного элемента, численно равной $1/2$ его миллимоль на литр. 1 немецкий градус жесткости воды соответствует 10 мг CaO , содержащимся в 1 л воды.

Рассчитайте общую жесткость воды содержащей 240 мг/л иона Mg^{2+} и 1000 мг/л иона Ca^{2+} в немецких градусах (ответ округлите до целых).

Правильный ответ:

3 балла

Определите массу фосфата натрия в граммах, которую необходимо использовать для умягчения 1 м^3 такой воды. (ответ округлите до целых).

Правильный ответ:

3 балла

Решение задачи:

1)

$$C(Mg^{2+}) = \frac{240 \text{ мг/л}}{24 \text{ г/моль}} = 10 \text{ ммоль/л}$$

$$C(Ca^{2+}) = \frac{1000 \text{ мг/л}}{40 \text{ г/моль}} = 25 \text{ ммоль/л}$$

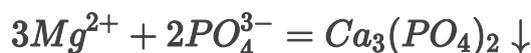
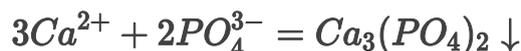
$$C(Ca^{2+}) + C(Mg^{2+}) = 35 \text{ ммоль/л}$$

1 немецкий градус соответствует концентрации щелочно-земельного металла 0,179 ммоль/л

$$C(Ca^{2+}) = C(CaO) = \frac{10 \text{ мг/л}}{56 \text{ г/моль}} = 0,179 \text{ ммоль/л}$$

Жесткость воды в немецких градусах составит $35/0,179 = 196$.

2) Умягчение воды с применением фосфата натрия основано на реакциях



$$n(Ca^{2+}) + n(Mg^{2+}) = 35 \text{ ммоль/л} \cdot 1000 \text{ л} = 35 \text{ моль}$$

$$nNa_3PO_4 = \frac{2}{3} 35 \text{ моль} = 23,3 \text{ моль}$$

$$mNa_3PO_4 = 23,3 \text{ моль} \cdot 164 \text{ г/моль} = 3827 \text{ г}$$

За решение задачи **6 баллов**

Жесткость воды. Вариант №2

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.

Жёсткость воды характеризуется суммарным содержанием в ней растворённых солей кальция и магния. В разных странах для количественного выражения жесткости используются различные внесистемные единицы — градусы жёсткости. С 1 января 2014 года в России введён ГОСТ 31865 — 2012, по которому 1°Ж соответствует концентрации щелочноземельного элемента, численно равной $1/2$ его миллимоль на литр. 1 немецкий градус жесткости воды соответствует 10 мг CaO , содержащимся в 1 л воды.

Рассчитайте общую жесткость воды содержащей 120 мг/л иона Mg^{2+} и 400 мг/л иона Ca^{2+} в немецких градусах (ответ округлите до целых).

Правильный ответ:

3 балла

Определите массу осадка в миллиграммах, который выделится при длительном кипячении 1 л такой воды, в случае если она не содержит других анионов кроме гидрокарбоната (ответ округлите до целых).

Правильный ответ:

3 балла

Решение задачи:

1)

$$C(Mg^{2+}) = \frac{120\text{мг/л}}{24\text{г/моль}} = 5 \text{ ммоль/л}$$

$$C(Ca^{2+}) = \frac{400\text{мг/л}}{40\text{г/моль}} = 10 \text{ ммоль/л}$$

$$C(Ca^{2+}) + C(Mg^{2+}) = 15 \text{ ммоль/л}$$

1 немецкий градус соответствует концентрации щелочно-земельного металла 0,179 ммоль/л

$$C(Ca^{2+} = C(CaO) = \frac{10\text{мг/л}}{56\text{г/моль}} = 0,179\text{ммоль/л}$$

Жесткость воды в немецких градусах составит $15/0,179 = 84$

2) При длительном кипячении воды происходят реакции



$$n(CaCO_3) = nCa^{2+} = 10\text{ммоль}$$

$$m(CaCO_3) = 10\text{ммоль} \cdot 100\text{г/моль} = 1000\text{мг}$$

$$n(Mg(OH)_2) = nMg^{2+} = 5\text{ммоль}$$

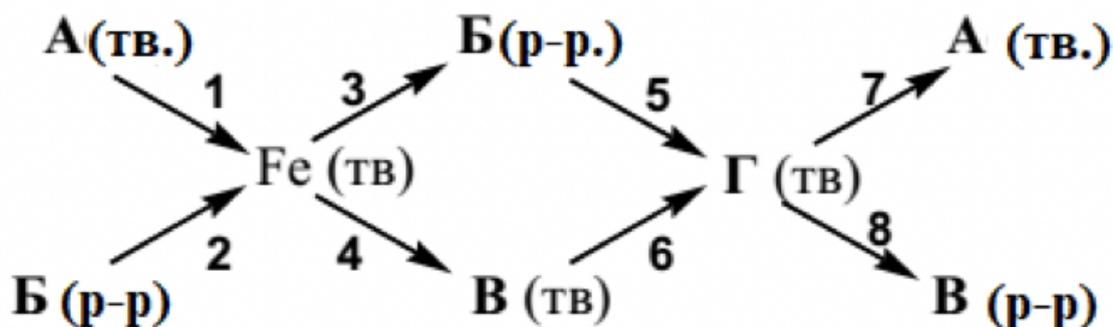
$$m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 5 \text{ ммоль} \cdot 58 \text{ г/моль} = 290 \text{ мг}$$

$$m(\text{CaCO}_3) + m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 1290 \text{ мг}$$

За решение задачи **6 баллов**

Непростая схема. Вариант №1

В схеме превращений



каждому из процессов 1-8 можно сопоставить ее описание, приведенное под одной из букв а-н:

- а) нагревание вещества на воздухе до высокой температуры
- б) нагревание вещества в струе водорода до высокой температуры;
- в) нагревание вещества в струе хлора до при высокой температуре
- г) реакция с разбавленной серной кислотой
- д) реакция с разбавленной соляной кислотой
- е) реакция с разбавленным водным раствором гидроксида натрия;
- ж) реакция с пероксидом водорода в водном растворе, затем реакция с водным раствором гидроксида натрия (2 реакции)
- з) реакция с порошковым магнием в водном растворе.

Составьте уравнения происходящих процессов. В ответе укажите цифру, которая равна сумме коэффициентов перед продуктами, содержащими железо, в обменных реакциях.

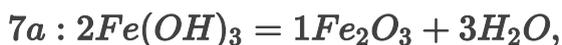
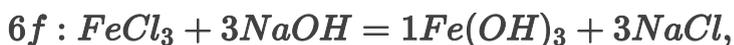
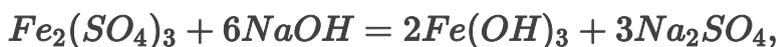
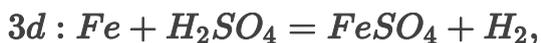
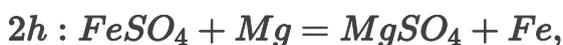
Правильный ответ:

5

Формула вычисления баллов: 0-8 1-0

Решение задачи:

Уравнения процессов

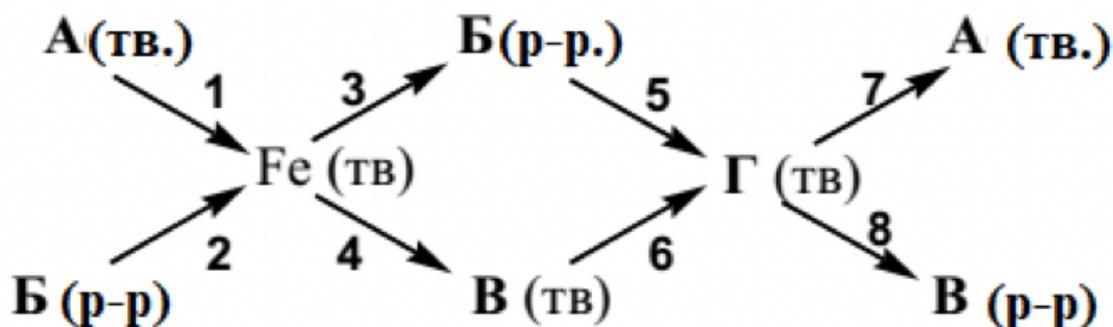


Последние 4 реакции – обменные. Сумма коэффициентов перед продуктами, содержащими железо - 5

За решение задачи **8 баллов**

Непростая схема. Вариант №2

В схеме превращений



каждому из процессов 1-8 можно сопоставить ее описание, приведенное под одной из букв а-н:

- а) нагревание вещества на воздухе до высокой температуры
- б) нагревание вещества в струе водорода до высокой температуры;
- в) нагревание вещества в струе хлора до при высокой температуре
- г) реакция с разбавленной серной кислотой
- д) реакция с разбавленной соляной кислотой
- е) реакция с разбавленным водным раствором гидроксида натрия;
- ж) реакция с пероксидом водорода в водном растворе, затем реакция с водным раствором гидроксида натрия (2 реакции)
- з) реакция с порошковым магнием в водном растворе.

Составьте уравнения происходящих процессов. В ответе укажите цифру, которая равна сумме коэффициентов перед продуктами, содержащими железо, в окислительно-восстановительных реакциях.

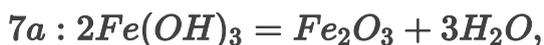
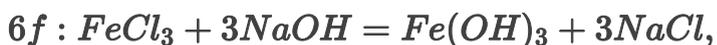
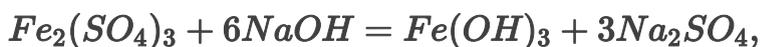
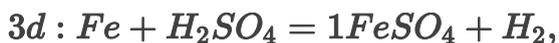
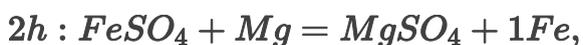
Правильный ответ:

7

Формула вычисления баллов: 0-8 1-0

Решение задачи:

Уравнения процессов



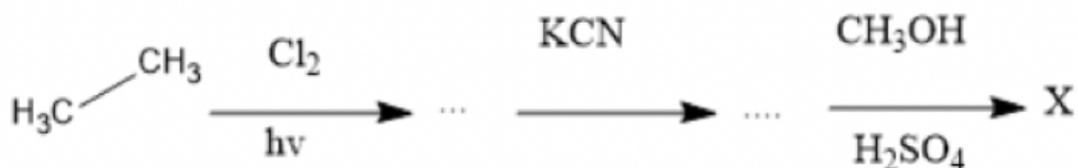
Первые 5 реакций – окислительно-восстановительные. Сумма коэффициентов перед продуктами, содержащими железо – 7

За решение задачи **8 баллов**

Цианид – не только яд. Вариант №1

Формулу запишите БЕЗ пробелов, знаков препинания и дополнительных символов, используйте только ЛАТИНСКИЕ символы (например, H₂S)

Составьте уравнения реакций, указанных в цепочке превращений. В ответе напишите молекулярную формулу соединения X без пробелов.



Правильные ответы:

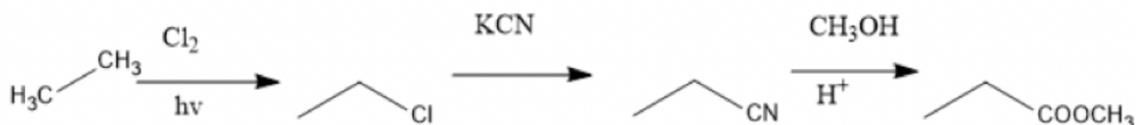
C₂H₅COOCH₃

C₄H₈O₂

Формула вычисления баллов: 0-5 1-0

Решение задачи:

В 1 реакции получается хлорэтан, далее хлор замещается на цианид-ион, далее идет сольволиз нитрила с образованием сложного эфира метилпропионата $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3$.



За решение задачи **5 баллов**

Цианид – не только яд. Вариант №2

Формулу запишите БЕЗ пробелов, знаков препинания и дополнительных символов, используйте только ЛАТИНСКИЕ символы (например, H₂S)

Составьте уравнения реакций, указанных в цепочке превращений. В ответе напишите молекулярную формулу соединения X без пробелов.



Правильные ответы:

C₃H₇COOH

C₄H₈O₂

Формула вычисления баллов: 0-5 1-0

Решение задачи:

Сначала получается 2-бромпропан, далее бром замещается на цианид-ион, далее идет гидролиз нитрила с образованием кислоты **C₃H₇COOH**.



За решение задачи **5 баллов**

Смесь газов. Вариант №1

Смесь углекислого газа, пропена и угарного газа имеет плотность по водороду 17,75. Эту смесь объёмом 40 л (н.у.) пропустили через избыток раствора щёлочи. После этого объём смеси уменьшился до 30 л. Найдите объём угарного газа в исходной смеси (в л, н.у.). Проводите вычисления с точностью до сотых. Ответ округлите до десятых.

Правильный ответ:

20

Решение задачи:

С раствором щелочи реагирует только углекислый газ.

Средняя молярная масса смеси равна

$M(\text{смеси}) = 17,75 \cdot 2 \text{ г/моль} = 35,5 \text{ г/моль}$, причем из 40 л объём углекислого газа равен 10 л, тогда объёмная доля CO_2 равна 0,25,

откуда:

$$35,5 = 0,25 \cdot M_r(\text{CO}_2) + x M_r(\text{CO}) + (1 - x - 0,25) M_r(\text{C}_3\text{H}_6),$$

Решая уравнение, находим $x = 0,5$, тогда объём угарного газа равен 20 л.

За решение задачи **3 балла**

Смесь газов. Вариант №2

Смесь углекислого газа, пропена и угарного газа имеет плотность по водороду **19.03**. Эту смесь объемом **36** л (н.у.) пропустили через бромную воду. После этого объем смеси уменьшился до **24** л. Найдите объем угарного газа в исходной смеси (в л, н.у.) Ответ округлите до целого числа.

Правильный ответ:

12

Решение задачи:

С бромной водой реагирует только пропен.

Средняя молярная масса смеси равна

$M(\text{смеси}) = 19.03 \cdot 2 \text{ г/моль} = 38.06 \text{ г/моль}$, причем из **36** л объем пропена равен **12**л, тогда объемная доля C_3H_6 равна **0.33**,

откуда:

$$38,06 = 0,33 \cdot M_r(C_3H_6) + xM_r(CO) + (1 - x - 0,33)M_r(CO_2),$$

Решая уравнение, находим $x = 0.33$, тогда $1 - 0.33 - 0,33 = 0.34$, тогда объем угарного газа равен **12, 24**л.

За решение задачи **3 балла**

Обрывки фраз. Вариант №1

В качестве ответа укажите **ОДНО** слово в именительном падеже **БЕЗ** пробелов, знаков препинания и дополнительных символов, например, олимпиада.

Из предложенных словосочетаний составьте фразу.

В ответ запишите термин, соответствующий составленному определению.

положительно заряженный атом углерода

кратная связь

органические катионы

свободные радикалы

в молекуле

органические анионы

кислота Льюиса

содержащие

делокализация заряда



Правильный ответ:

Карбокатионы

Формула вычисления баллов: 0-2 1-0

Решение задачи:

Органические катионы, содержащие положительно заряженный атом углерода.

За решение задачи **2 балла**

Обрывки фраз. Вариант №2

В качестве ответа укажите **ОДНО** слово в именительном падеже **БЕЗ** пробелов, знаков препинания и дополнительных символов, например, олимпиада.

Из предложенных словосочетаний составьте фразу.

В ответ запишите термин, соответствующий составленному определению.

химическая реакция
гибридизация
незаряженные частицы
спаренный электрон
металлорганические соединения
устойчивость алкиланионов
содержащие



Правильный ответ:

Свободные радикалы

Формула вычисления баллов: 0-2 1-0

Решение задачи:

Незаряженные частицы, содержащие неспаренный электрон.

За решение задачи **2 балла**

Неорганическая кислота. Вариант №1

Формулу запишите БЕЗ пробелов, знаков препинания и дополнительных символов, используйте только ЛАТИНСКИЕ символы (например, H2S)

В кислотном остатке ЭO_4^{2-} содержится 58 электронов. Установите формулу кислоты и запишите ее в ответе без пробелов.

Правильный ответ:

H2CrO4

Формула вычисления баллов: 0-2 1-0

Решение задачи:

Определим неизвестный элемент по числу электронов в анионе:

$Ne = 58 - 8 \cdot 4 - 2 = 24$. Элемент- хром. Формула кислоты H_2CrO_4 .

За решение задачи **2 балла**

Неорганическая кислота. Вариант №2

Формулу запишите БЕЗ пробелов, знаков препинания и дополнительных символов, используйте только ЛАТИНСКИЕ символы (например, H2S)

В кислотном остатке ЭO_4^- содержится 58 электронов. Установите формулу кислоты и запишите ее в ответе без пробелов.

Правильный ответ:

HMnO4

Формула вычисления баллов: 0-2 1-0

Решение задачи:

Определим неизвестный элемент по числу электронов в анионе:

$N_e = 58 - 8 \cdot 4 - 1 = 25$. Элемент- марганец. Формула кислоты ***HMnO₄***.

За решение задачи **2 балла**

Вот в чем соль!. Вариант №1

В трех пробирках находятся водные растворы нитратов трех разных металлов с одинаковой молярной концентрацией катионов. Катионы имеют одинаковую электронную конфигурацию $[Ne]$. Установите формулы этих солей. С помощью каких реактивов их можно различить? Выберите один ответ.

- метилоранж и серная кислота
- фенолфталеин и гидроксид натрия
- фенолфталеин и соляная кислота
- метиолоранж и гидроксид натрия

Решение задачи:

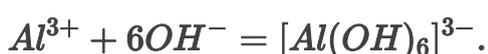
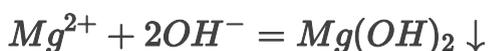
Катионы металлов с данной электронной конфигурацией – Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} .

Формулы солей – $NaNO_3$, $Mg(NO_3)_2$, $Al(NO_3)_3$.

Нитраты магния и алюминия в водном растворе гидролизуют по катиону с образованием кислой среды. Метилоранж изменит окраску на розовую.

Определяем раствор нитрата натрия.

Действием раствора щелочи в избытке определяются катионы магния и алюминия:



За решение задачи **5 баллов**

Вот в чем соль!. Вариант №2

В трех пробирках находятся водные растворы средних солей натрия одинаковой молярной концентрации с анионами, в которых центральные атомы имеют одинаковую электронную конфигурацию [Ne]. Установите формулы этих солей. С помощью каких реактивов их можно различить? Выберите один ответ.

- фенолфталеин и гидроксид натрия
- метиолоранж и гидроксид натрия
- фенолфталеин и соляная кислота
- метилоранж и серная кислота

Решение задачи:

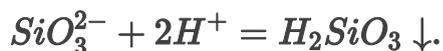
Электронную конфигурацию неона имеют Si^{+4} , P^{+5} , S^{+6} .

Формулы солей: Na_2SiO_3 , Na_3PO_4 , Na_2SO_4 .

Силикат и фосфат натрия гидролизуют по аниону с образованием щелочной среды. Фенолфталеин изменит окраску на малиновую.

Определяем раствор сульфата натрия.

Действием раствора соляной кислоты определяются силикат-анионы:



За решение задачи **5 баллов**

Мощный аккумулятор . Вариант №1

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.

В вашем распоряжении есть аккумулятор с емкостью **4000** мА·ч. Какую массу меди (г) можно осадить электролизом с помощью этого аккумулятора из раствора хлорида меди (II) при отсутствии потерь? Для расчетов примите $F = 96500$ Кл/моль, молярную массу металла округляйте целых. Ответ округлите до десятых.

Правильный ответ:

4.8

Решение задачи:

Емкость аккумулятора - это заряд, который он содержит.

1 А·час = 3600 Кл.

По закону Фарадея $m(Me) = \frac{M(Me) \cdot Q}{n \cdot F}$

$$m(Cu) = \frac{64 \text{ г/моль} \cdot 4 \cdot 3600 \text{ Кл}}{2 \cdot 96500 \text{ Кл/моль}} = 4,775 \text{ г} \approx 4,8 \text{ г}.$$

За решение задачи **3 балла**

Мощный аккумулятор . Вариант №2

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов) быть не должно. Пример: -3,14.

В вашем распоряжении есть аккумулятор с емкостью **3600** мА·ч. Какую массу никеля можно осадить электролизом с помощью этого аккумулятора из раствора сульфата никеля (II) без учета побочных реакций и потерь в процессе? Для расчетов примите $F = 96500$ Кл/моль, молярную массу металла округляйте целых. Ответ округлите до целых.

Правильный ответ:

4

Решение задачи:

Емкость аккумулятора - это заряд, который он содержит.

1 А·час = **3600** Кл.

По закону Фарадея $m(Me) = \frac{M(Me) \cdot Q}{n \cdot F}$

$$m(Ni) = \frac{59 \text{ г/моль} \cdot 3,6 \cdot 3600 \text{ Кл}}{2 \cdot 96500 \text{ Кл/моль}} = 3,96 \text{ г} \approx 4 \text{ г}$$

За решение задачи **3 балла**

