

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии

для 9 класса

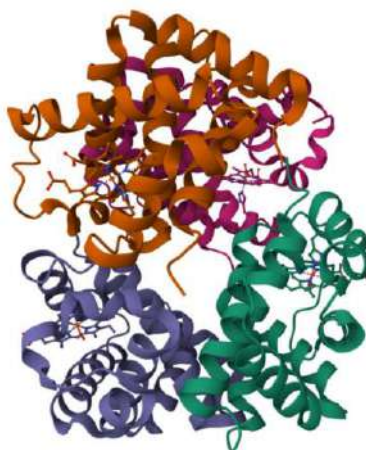
2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1.1

Общее условие:

В организме человека железо содержится главным образом в составе гемоглобина — белка крови. В этом белке железо входит в состав фрагмента, который называется гемом и имеет формулу $C_{34}H_{32}O_4N_4Fe$. Молярная масса гемоглобина составляет около 64500 г/моль; в его составе 4 гема. Примите, что 1 л крови содержит 140 г гемоглобина, а взрослый человеческий организм содержит 5 л крови.



Условие:

Определите массу железа в организме человека, считая, что оно находится только в форме гемоглобина. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [2.4; 2.5]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Чтобы найти массу железа в организме, перемножим количество вещества железа (n_{Fe}) и молярную массу железа (M_{Fe}). Количество вещества железа совпадает с количеством вещества гема, которое, в свою очередь, в 4 раза превышает количество вещества гемоглобина. Количество вещества гемоглобина найдём, зная его массу в организме и молярную массу ($M_{\text{гемоглобин}}$). В свою очередь, масса гемоглобина равна произведению объёма крови (V) на массу, приходящуюся на один литр (c). В итоге имеем:

$$m = \frac{V \cdot c \cdot 4 \cdot M_{\text{Fe}}}{M_{\text{гемоглобин}}} = \frac{5 \cdot 140 \cdot 4 \cdot 55.845}{64500} = 2.4 \text{ г.}$$

Условие:

1 гем способен связать одну молекулу кислорода. Какой максимальный объём кислорода (н.у.) может быть связан гемоглобином, содержащимся в крови взрослого человека? Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [970; 975]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

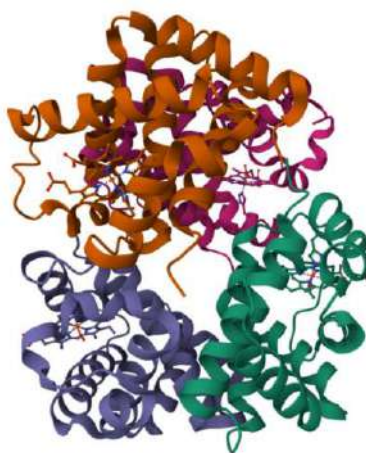
Количество вещества кислорода совпадает с количеством вещества гема, а объём кислорода может быть найден как произведение мольного объёма газа ($V_m = 22.4$ л) на количество. Для перевода в миллилитры используем множитель 1000:

$$V = \frac{V \cdot c \cdot 4 \cdot V_m}{M_{\text{гемоглобин}}} = \frac{5 \cdot 140 \cdot 4 \cdot 22.4}{64500} \cdot 1000 = 972 \text{ мл.}$$

Задание № 1.2

Общее условие:

В организме человека железо содержится главным образом в составе гемоглобина — белка крови. В этом белке железо входит в состав фрагмента, который называется гемом и имеет формулу $C_{34}H_{32}O_4N_4Fe$. Молярная масса гемоглобина составляет около 64500 г/моль; в его составе 4 гема. Примите, что 1 л крови содержит 145 г гемоглобина, а взрослый человеческий организм содержит 5.5 л крови.



Условие:

Определите массу железа в организме человека, считая, что оно находится только в форме гемоглобина. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [2.7; 2.8]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

1 гем способен связать одну молекулу кислорода. Какой максимальный объём кислорода (н.у.) может быть связан гемоглобином, содержащимся в крови взрослого человека? Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1100; 1110]

Точное совпадение ответа — 2 балла

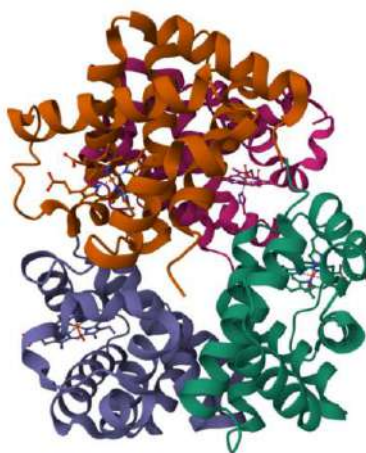
Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 1.1

Задание № 1.3

Общее условие:

В организме человека железо содержится главным образом в составе гемоглобина — белка крови. В этом белке железо входит в состав фрагмента, который называется гемом и имеет формулу $C_{34}H_{32}O_4N_4Fe$. Молярная масса гемоглобина составляет около 64500 г/моль; в его составе 4 гема. Примите, что 1 л крови содержит 135 г гемоглобина, а взрослый человеческий организм содержит 4.8 л крови.



Условие:

Определите массу железа в организме человека, считая, что оно находится только в форме гемоглобина. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [2.2; 2.3]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

1 гем способен связать одну молекулу кислорода. Какой максимальный объём кислорода (н.у.) может быть связан гемоглобином, содержащимся в крови взрослого человека? Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [895; 905]

Точное совпадение ответа — 2 балла

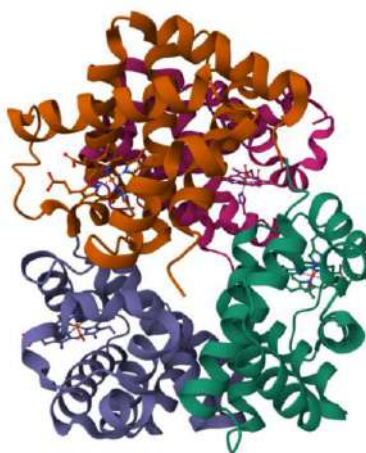
Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 1.1

Задание № 1.4

Общее условие:

В организме человека железо содержится главным образом в составе гемоглобина — белка крови. В этом белке железо входит в состав фрагмента, который называется гемом и имеет формулу $C_{34}H_{32}O_4N_4Fe$. Молярная масса гемоглобина составляет около 64500 г/моль; в его составе 4 гема. Примите, что 1 л крови содержит 150 г гемоглобина, а взрослый человеческий организм содержит 6 л крови.



Условие:

Определите массу железа в организме человека, считая, что оно находится только в форме гемоглобина. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [3.1; 3.2]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

1 гем способен связать одну молекулу кислорода. Какой максимальный объём кислорода (н.у.) может быть связан гемоглобином, содержащимся в крови взрослого человека? Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1245; 1255]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 1.1

Задание № 2.1

Условие:

Чат-бот с искусственным интеллектом написал оды двум разным химическим элементам:

Элемент 1

Ты тяжёлый, как грусть, но гибкий, как вода. В тебе — мощь, что защищает и созидает, и тайна времени, что оставляет свой след на всех вещах, словно небесная печать. Ты — душа старинных труб и пушек, что грохотали на полях сражений. В тебе тайна красок, что оживляют мир своими цветами. Ты — пепел атомов, что несёт в себе бессмертие.

Элемент 2

Ты — дитя огня, яркое, как солнце, но с запахом дыма, с душой вулкана и сердцем молнии! Ты — источник жизни, но и смерти, ты — бог двух ликов, что может как даровать, так и отнять. Ты — душа пороха, что взрывается с оглушительным рёвом, но твоя сила — в простом яйце! Ты — в желтке, что питает зарождающуюся жизнь, и в белке, что защищает от внешнего мира. Догадавшись, что это за элементы, запишите формулу продукта реакции образованных ими простых веществ между собой при нагревании.

Ответ: PbS

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение:

Тяжёлый и гибкий металл, оставляющий след на твёрдых поверхностях, раньше использовавшийся в качестве материала для водопроводных труб и пушечных ядер, входящий в составе красок и являющийся конечным стабильным продуктом распада в радиоактивных рядах — свинец Pb.

Элемент, образующий простое вещество жёлтого цвета, часто встречающееся на вулканах и входящее в состав пороха, также входит в состав аминокислот, образующих белки — сера.

Продуктом их реакции является PbS.

Задание № 3.1

Условие:

Установите соответствие между твёрдыми веществами и растворами, взаимодействие между которыми (при комнатной температуре или умеренном нагревании) приведёт к выделению газа.

Ответ:

Na_2CO_3 твёрдый	HCl (водный раствор)
Na_2CO_3 твёрдый	H_2SO_4 (конц.)
NaN твёрдый	HCl (водный раствор)
NaN твёрдый	KCl (водный раствор)
NaN твёрдый	KOH (водный раствор)
NaN твёрдый	H_2SO_4 (конц.)
NaI твёрдый	H_2SO_4 (конц.)
NH_4Cl твёрдый	H_2SO_4 (конц.)
NH_4Cl твёрдый	KOH (водный раствор)

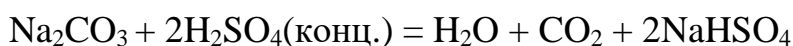
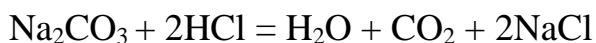
За каждую верную пару — 0.5 балла. Всего 4.5 балла

За каждую ошибку снимается 0.5 балла

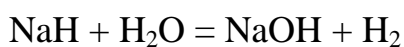
Максимальный балл за задание — 4.5

Решение:

Na_2CO_3 выделяет CO_2 при взаимодействии с кислотами:

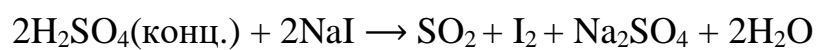


NaN — солеобразный гидрид — выделяет H_2 при гидролизе под действием любых водных растворов:

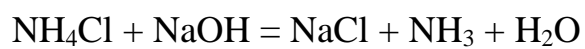


NaI окисляется концентрированной H_2SO_4 до I_2 с выделением газов:





NH_4Cl выделяет аммиак при нагревании со щелочью и хлороводород под действием концентрированной H_2SO_4 :






Задание № 4.1




Условие:

Одним из самых распространённых на Земле классов веществ являются оксиды — соединения элементов с кислородом. Установите соответствие между формулами оксидов и предметами, в которых содержатся эти оксиды.

В этом задании каждому варианту из левого столбца соответствует ровно один вариант из правого столбца. Ответы приведены ниже в нужном порядке.

Ответ:

SiO_2	
Al_2O_3	
Fe_2O_3	

PbO ₂	
NO ₂	
CO ₂	

За каждый верный ответ — 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 3

Решение:

1. SiO₂ входит в состав любого стекла, в чистом виде образует кварцевое стекло, из которого изготавливается специальная лабораторная посуда.
2. Al₂O₃ (основной компонент рубина) используется в качестве рабочего тела в лазерах.
3. Fe₂O₃ входит в состав ржавчины, образующейся в ходе окисления железа.
4. PbO₂ используется в катодах автомобильных аккумуляторов.
5. NO₂ обладает рыжим оттенком и выделяется, например, при погружении медной проволоки в концентрированную азотную кислоту.

6. CO_2 входит в состав воздуха, выдыхаемого человеком.

Задание № 5.1

Условие:

Сколько нужно теплоты, чтобы нагреть воздух в бане размером 5×4 м и высотой 2 м от 25 до 65 °С, если пренебрегать потерями тепла и нагретого воздуха? Теплоёмкость воздуха 0.72 кДж/(кг·°С), плотность при 25 °С — 1.18 кг/м³. Ответ выразите в килоджоулях.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1350; 1360]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Объём комнаты 40 м³, вычислим массу воздуха: $m = 40 \cdot 1.18 = 47.2$ кг.

Теплоты потребуется $Q = Cm\Delta t = 0.72 \cdot 47.2 \cdot 40 = 1359$ кДж

Условие:

Теплота сгорания дров из берёзы и сосны равна 1900 и 1500 кВт · ч/м³ соответственно. 1 м³ берёзовых дров стоит 1800 рублей, а сосновых — 1600 рублей. Какими дровами будет дешевле топить баню?

Ответ:

- Берёзовые
- Сосновые
- Одинаково

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

Для выработки такого количества теплоты потребуется берёзовых дров:

$$\frac{1359}{3600 \cdot 1900} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3, \text{ цена } 0.36 \text{ рубля, а сосновых } \frac{1359}{3600 \cdot 1500} = 2.52 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3,$$

цена 0.40 рубля. Таким образом, берёзовыми дровами топить немного дешевле.

Условие:

Сколько рублей нужно потратить на сосновые дрова, чтобы 10 раз нагреть с их помощью воздух в бане размером 5×4 м и высотой 2 м от 25 до 65 °С? Потерями тепла и нагретого воздуха пренебрегите.

Ответ: 4

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Максимальный балл за задание — 4.5

Решение.

Из стоимости одной топки следует, что на 10 топок потребуется 4 рубля.

Задание № 5.2

Условие:

Сколько нужно теплоты, чтобы нагреть воздух в бане размером 5×5 м и высотой 2 м от 25 до 65 °С, если пренебрегать потерями тепла и нагретого воздуха? Теплоёмкость воздуха 0.72 кДж/(кг·°С), плотность при 25 °С — 1.18 кг/м³. Ответ выразите в килоджоулях.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1690; 1700]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Теплота сгорания дров из берёзы и сосны равна 1900 и 1500 кВт · ч/м³ соответственно. 1 м³ берёзовых дров стоит 1800 рублей, а сосновых — 1600 рублей. Какими дровами будет дешевле топить баню?

Ответ:

- Берёзовые
- Сосновые
- Одинаково

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Сколько рублей нужно потратить на сосновые дрова, чтобы 10 раз нагреть с их помощью воздух в бане размером 5×5 м и высотой 2 м от 25 до 65 °С? Потерями тепла и нагретого воздуха пренебрегите.

Ответ: 5

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Максимальный балл за задание — 4.5

Решение по аналогии с заданием 5.1

Задание № 5.3

Условие:

Сколько нужно теплоты, чтобы нагреть воздух в бане размером 4×4 м и высотой 2 м от 25 до 65 °С, если пренебрегать потерями тепла и нагретого воздуха? Теплоёмкость воздуха 0.72 кДж/(кг·°С), плотность при 25 °С — 1.18 кг/м³. Ответ выразите в килоджоулях.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1080; 1090]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Теплота сгорания дров из берёзы и сосны равна 1900 и 1500 кВт · ч/м³ соответственно. 1 м³ берёзовых дров стоит 1800 рублей, а сосновых — 1600 рублей. Какими дровами будет дешевле топить баню?

Ответ:

- Берёзовые
- Сосновые
- Одинаково

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Сколько рублей нужно потратить на сосновые дрова, чтобы 10 раз нагреть с их помощью воздух в бане размером 4×4 м и высотой 2 м от 25 до 65 °С? Потерями тепла и нагретого воздуха пренебрегите.

Ответ: 3

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Максимальный балл за задание — 4.5

Решение по аналогии с заданием 5.1

Задание № 6.1

Условие:

Два «гнома» элементы-соседи по периодической системе. Их бывает сложно отделить друг от друга, в том числе при получении из природного сырья, где они часто встречаются вместе. Для них наиболее характерна одна и та же степень окисления, а их атомные массы различаются всего на 0.4 %. Запишите химический символ элемента с большей атомной массой.

Ответ: Co

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение:

В таблице Менделеева не так уж и много элементов-соседей с близкой атомной массой. «Гном» также намекает на происхождение названий элементов — в честь карликов-хранителей рудников из германской мифологии кобольдов получил свое название кобальт Co, а злобный гном Никель из тех же мест дал название его соседу Ni. Интересно, что имеющий больший атомный номер Ni имеет при этом меньшую массу, поэтому ответ — Co.

Задание № 6.2

Условие:

Два «гнома» элементы-соседи по периодической системе. Их бывает сложно отделить друг от друга, в том числе при получении из природного сырья, где они часто встречаются вместе. Для них наиболее характерна одна и та же степень окисления, а их атомные массы различаются всего на 0.4 %. Запишите химический символ элемента с меньшей атомной массой.

Ответ: Ni

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 6.1

Задание № 7.1

Общее условие:

В распоряжении школьника имелся водный раствор вещества X и водный раствор вещества Y. Опустив в эти растворы универсальные индикаторные бумаги, мальчик обнаружил, что они окрасились в следующие цвета:



Раствор X



Раствор Y

Добавление раствора X к раствору Y привело к интенсивному выделению газа тяжелее воздуха, не имеющего цвета и запаха; в растворе при этом осталось только бинарное соединение Z, кристаллизующееся в виде кристаллов кубической формы. Это вещество в количествах до нескольких килограммов можно найти почти в каждом домохозяйстве.

Условие:

Запишите формулу вещества X.

Ответ: HCl

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Запишите формулу вещества Y.

Ответ: Na₂CO₃

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Известно, что концентрация раствора X составляла 0.02 моль/л, а Y — 0.1 М.

Во сколько раз объём добавленного раствора X превышает объём раствора Y?

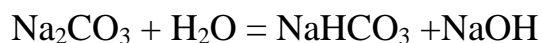
Ответ: 10

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение:

Раствор X имеет кислую среду, раствор Y — щелочную, так что продукт реакции должен быть солью. Вещество Z, вероятнее всего, хлорид натрия NaCl. Реакция кислоты и щёлочи не сопровождается выделением газа, поэтому вполне вероятно, что реакция среды одного из растворов обусловлена гидролизом. Перебор возможных вариантов солей, содержащих натрий, приводит к карбонату Na₂CO₃ (Y), так как это вещество выражено гидролизует и образует при реакции с кислотой газ без цвета и запаха:



Тогда на роль X подходит соляная кислота HCl.

Вещества взаимодействуют в соотношении 2 к 1:



Пусть объём раствора Y — 1 л, тогда там содержится 0.1 моль вещества.

Количество вещества HCl должно быть равно 0.2 моль, что соответствует

объёму $\frac{0.2}{0.02} = 10$ л. Тогда объём раствора X должен быть в 10 раз больше объёма раствора Y.

Задание № 7.2

Общее условие:

В распоряжении школьника имелся водный раствор вещества X и водный раствор вещества Y. Опустив в эти растворы универсальные индикаторные бумаги, мальчик обнаружил, что они окрасились в следующие цвета:



Раствор X



Раствор Y

Добавление раствора X к раствору Y привело к интенсивному выделению газа тяжелее воздуха, не имеющего цвета и запаха; в растворе при этом осталось только бинарное соединение Z, кристаллизующееся в виде кристаллов кубической формы. Это вещество в количествах до нескольких килограммов можно найти почти в каждом домохозяйстве.

Условие:

Запишите формулу вещества X.

Ответ: HCl

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Запишите формулу вещества Y.

Ответ: Na_2CO_3

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Известно, что концентрация раствора X составляла 0.01 моль/л, а Y — 0.1 М.

Во сколько раз объём добавленного раствора X превышает объём раствора Y?

Ответ: 20

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение по аналогии с заданием 7.1

Задание № 7.3

Общее условие:

В распоряжении школьника имелся водный раствор вещества X и водный раствор вещества Y. Опустив в эти растворы универсальные индикаторные бумаги, мальчик обнаружил, что они окрасились в следующие цвета:



Раствор X



Раствор Y

Добавление раствора X к раствору Y привело к интенсивному выделению газа тяжелее воздуха, не имеющего цвета и запаха; в растворе при этом осталось только бинарное соединение Z, кристаллизующееся в виде кристаллов кубической формы. Это вещество в количествах до нескольких килограммов можно найти почти в каждом домохозяйстве.

Условие:

Запишите формулу вещества X.

Ответ: HCl

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Запишите формулу вещества Y.

Ответ: Na_2CO_3

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Известно, что концентрация раствора X составляла 0.05 моль/л, а Y — 0.1 М.

Во сколько раз объём добавленного раствора X превышает объём раствора Y?

Ответ: 4

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение по аналогии с заданием 7.1

Задание № 7.4

Общее условие:

В распоряжении школьника имелся водный раствор вещества X и водный раствор вещества Y. Опустив в эти растворы универсальные индикаторные бумаги, мальчик обнаружил, что они окрасились в следующие цвета:



Раствор X



Раствор Y

Добавление раствора X к раствору Y привело к интенсивному выделению газа тяжелее воздуха, не имеющего цвета и запаха; в растворе при этом осталось только бинарное соединение Z, кристаллизующееся в виде кристаллов кубической формы. Это вещество в количествах до нескольких килограммов можно найти почти в каждом домохозяйстве.

Условие:

Запишите формулу вещества X.

Ответ: HCl

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Запишите формулу вещества Y.

Ответ: Na_2CO_3

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Известно, что концентрация раствора X составляла 0.04 моль/л, а Y — 0.1 М.

Во сколько раз объём добавленного раствора X превышает объём раствора Y?

Ответ: 5

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение по аналогии с заданием 7.1

Задание № 8.1

Условие:

В пробирку с разбавленной серной кислотой добавили кусочек неизвестного металла. Наблюдали выделение газа без запаха и образование прозрачного бесцветного раствора. Выберите все верные утверждения об этом процессе:

Ответ:

- Концентрация серной кислоты в растворе снизилась
- Выделившийся газ — SO_2
- В растворе образовался сульфат металла
- Серная кислота является окислителем в реакции
- Произошла реакция нейтрализации
- Металл находится в ряду активности металлов правее водорода

За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

Решение:

1. Сернистый газ (SO_2) имеет характерный запах («запах паленой шерсти» или «паленого рога») — утверждение неверно.
2. «Серная кислота является окислителем в реакции» — утверждение верно.
3. «Концентрация серной кислоты в растворе снизилась» — утверждение справедливо. С одной стороны, часть кислоты прореагировала, с другой — масса раствора увеличилась из-за растворения металла, вытесняющего заведомо меньшую массу водорода.
4. «Произошла реакция нейтрализации» — нет, в реакции нейтрализации вступают кислота и основание, а не металл и кислота.
5. «В растворе образовался сульфат металла» — утверждение справедливо.

б. «Металл находится в ряду напряжений металлов правее водорода» — утверждение ложно. В этом случае в реакцию вступает только концентрированная серная кислота.

Условие:

Какой металл мог быть добавлен?

Ответ:

- Магний
- Кальций
- Цинк
- Никель

За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

Решение.

Искомый металл должен соответствовать следующим требованиям: стоит в ряду напряжений левее водорода, образует растворимый в воде сульфат, раствор сульфата не окрашен. Из перечисленных металлов этому требованию соответствуют магний и цинк: сульфат кальция малорастворим в воде (образует муть), сульфат никеля в растворе имеет зелёный цвет.

Задание № 9.1

Условие:

Растворённые в воде вещества снижают температуру её замерзания на величину ΔT , определяемую уравнением:

$$\Delta T = i \cdot K \cdot c_m$$

где i — количество ионов, образующихся при диссоциации молекулы вещества (например, 2 для NaCl), K — криоскопическая константа, равная $1.86 \text{ К} \cdot \text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}$, а c_m — моляльная концентрация растворённого вещества, выраженная в моль вещества на 1 кг растворителя.

Определите температуру замерзания водного раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, содержащего 10 г соли в 260 г раствора.

Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых. Не забудьте указать знак.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1.3; 1.4]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение:

При диссоциации 1 моль нитрата кальция образуется 3 иона ($i = 3$). Найдём моляльную концентрацию соли.

Масса растворителя равна: $260 - 10 = 250 = 0.25 \text{ кг}$.

Количество вещества соли $n = \frac{10}{164} = 0.061 \text{ моль}$, тогда

$$c_m = \frac{0.061}{0.25} = 0.244 \text{ моль/кг.}$$

Расчёт по финальной формуле даёт $\Delta T = 0.244 \cdot 3 \cdot 1.86 = 1.4$. Чистая вода замерзает при $0 \text{ }^\circ\text{C}$, поэтому раствор будет замерзать при температуре $-1.4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задание № 9.2

Условие:

Растворённые в воде вещества снижают температуру её замерзания на величину ΔT , определяемую уравнением:

$$\Delta T = i \cdot K \cdot c_m$$

где i — количество ионов, образующихся при диссоциации молекулы вещества (например, 2 для NaCl), K — криоскопическая константа, равная $1.86 \text{ К} \cdot \text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}$, а c_m — моляльная концентрация растворённого вещества, выраженная в моль вещества на 1 кг растворителя.

Определите температуру замерзания водного раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, содержащего 5 г соли в 110 г раствора.

Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых. Не забудьте указать знак.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1.6; 1.7]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 9.1

Задание № 9.3

Условие:

Растворённые в воде вещества снижают температуру её замерзания на величину ΔT , определяемую уравнением:

$$\Delta T = i \cdot K \cdot c_m$$

где i — количество ионов, образующихся при диссоциации молекулы вещества (например, 2 для NaCl), K — криоскопическая константа, равная $1.86 \text{ К} \cdot \text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}$, а c_m — моляльная концентрация растворённого вещества, выраженная в моль вещества на 1 кг растворителя.

Определите температуру замерзания водного раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, содержащего 7 г соли в 200 г раствора.

Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых. Не забудьте указать знак.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1.2; 1.3]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 9.1

Задание № 9.4

Условие:

Растворённые в воде вещества снижают температуру её замерзания на величину ΔT , определяемую уравнением:

$$\Delta T = i \cdot K \cdot c_m$$

где i — количество ионов, образующихся при диссоциации молекулы вещества (например, 2 для NaCl), K — криоскопическая константа, равная $1.86 \text{ К} \cdot \text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}$, а c_m — моляльная концентрация растворённого вещества, выраженная в моль вещества на 1 кг растворителя.

Определите температуру замерзания водного раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, содержащего 4 г соли в 100 г раствора.

Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых. Не забудьте указать знак.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1.4; 1.5]

Точное совпадение ответа — 4 балла

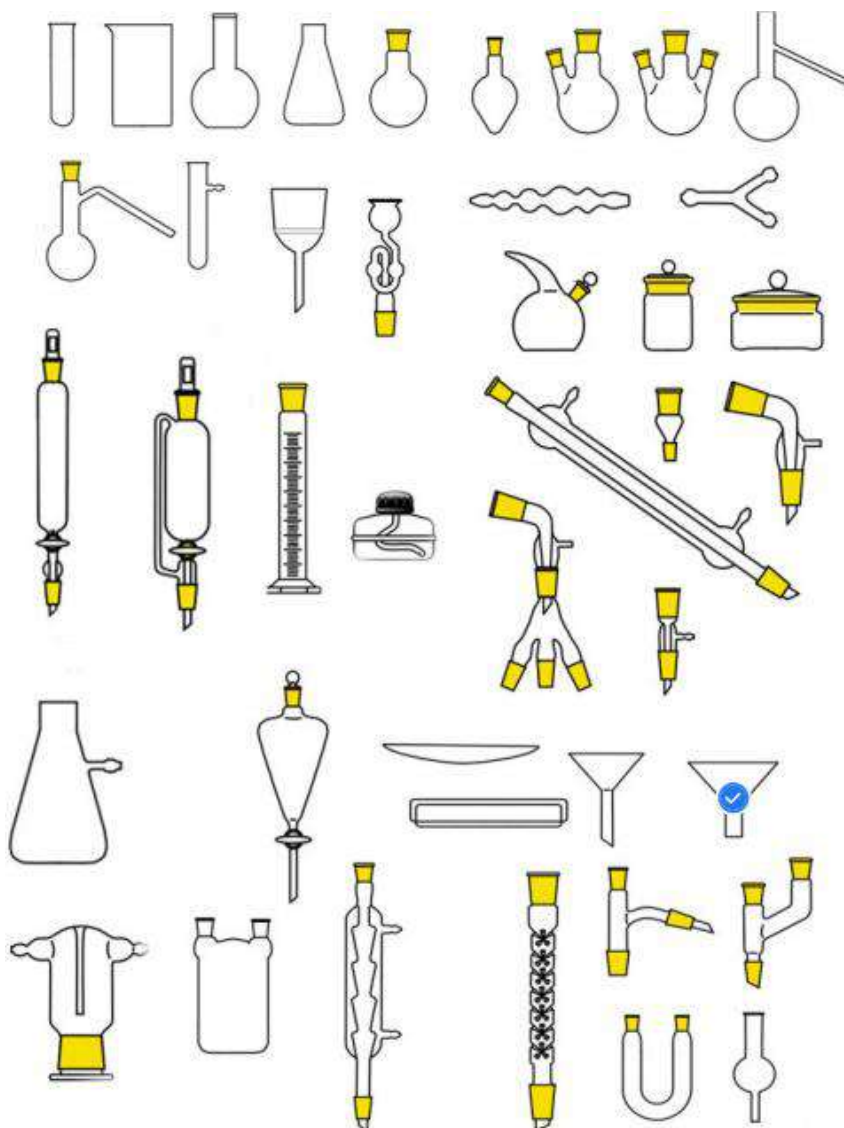
Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 9.1

Условие:

Выберите на картинке предмет, используемый для добавления порошкообразных веществ в колбу:

Ответ:



Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение:

Речь идёт о капельнице Шустера, часто используемой для работы с растворами индикаторов, и воронке с более широким горлом, через которое удобно насыпать твёрдые вещества.

Задание № 11.1

Условие:

Каждый из анионов X^- и Y^- образован двумя элементами, заряд ядра которых отличается на единицу. Y^- может быть получен окислением X^- ; при этом из 1.000 г калиевой соли аниона X^- образуется 1.188 г калиевой соли аниона Y^- .
Какая масса калиевой соли X^- необходима для получения 1.000 г калиевой соли Y^- ? Ответ выразите в граммах, округлите до сотых.

Ответ: 0.84

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите формулы X^- и Y^- . В ответ запишите формулу калиевой соли аниона Y^- .

Ответ: KNO_3

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение:

Большая часть двухэлементных анионов содержит кислород, поэтому предположим, что зашифрованные вещества также содержат кислород. Отличающийся от кислорода на 1 заряд ядра имеют фтор и азот, однако фтор не образует оксоанионы. Тогда речь идёт об анионах, содержащих азот и кислород. Проверка показывает, что условию удовлетворяют нитрит- и нитрат-ионы:

$$\frac{M(KNO_3)}{M(KNO_2)} = \frac{101}{85} = \frac{1.188}{1.000}$$

Масса, необходимая для получения 1.000 г KNO_3 , может быть найдена по аналогичной пропорции:

$$\frac{M(\text{KNO}_3)}{M(\text{KNO}_2)} = \frac{101}{85} = \frac{1.000}{x}$$

Отсюда $x = 0.84$ г

Задание № 11.2

Условие:

Каждый из анионов X^- и Y^- образован двумя элементами, заряд ядра которых отличается на единицу. Y^- может быть получен окислением X^- ; при этом из 1.000 г калиевой соли аниона X^- образуется 1.188 г калиевой соли аниона Y^- . Какая масса калиевой соли X^- необходима для получения 2.000 г калиевой соли Y^- ? Ответ выразите в граммах, округлите до сотых.

Ответ: 1.68

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите формулы X^- и Y^- . В ответ запишите формулу калиевой соли аниона Y^- .

Ответ: KNO_3

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 11.1

Задание № 11.3

Условие:

Каждый из анионов X^- и Y^- образован двумя элементами, заряд ядра которых отличается на единицу. Y^- может быть получен окислением X^- ; при этом из 1.000 г калиевой соли аниона X^- образуется 1.188 г калиевой соли аниона Y^- . Какая масса калиевой соли X^- необходима для получения 1.500 г калиевой соли Y^- ? Ответ выразите в граммах, округлите до сотых.

Ответ: 1.26

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите формулы X^- и Y^- . В ответ запишите формулу калиевой соли аниона X^- .

Ответ: KNO_2

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 11.1

Задание № 11.4

Условие:

Каждый из анионов X^- и Y^- образован двумя элементами, заряд ядра которых отличается на единицу. Y^- может быть получен окислением X^- ; при этом из 1.000 г калиевой соли аниона X^- образуется 1.188 г калиевой соли аниона Y^- . Какая масса калиевой соли X^- необходима для получения 1.200 г калиевой соли Y^- ? Ответ выразите в граммах, округлите до сотых.

Ответ: 1.01

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите формулы X^- и Y^- . В ответ запишите формулу калиевой соли аниона X^- .

Ответ: KNO_2

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 11.1

Задание № 12.1

Общее условие:

Серосодержащие аналоги фосфорной кислоты с общей формулой $\text{H}_3\text{PS}_n\text{O}_{4-n}$ называются тиофосфорными кислотами, а их соли тиофосфатами. В зависимости от значения n различают моно- ($n = 1$), ди-, три- и тетратиофосфаты.

Условие:

Некоторый тиофосфат калия содержит 51.4 % металла по массе. Определите значение n для этого образца.

Ответ: 1

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Средний дитиофосфат некоторого одновалентного металла содержит 11 молекул кристаллизационной воды. Массовая доля фосфора в нём составляет 4.28 %. Запишите химический символ металла, содержащегося в составе соли.

Ответ: Cs

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение:

Зададим формулу калиевой соли в общем виде как $\text{K}_3\text{PS}_n\text{O}_{4-n}$ и составим выражение для массовой доли калия в соли:

$$\omega(\text{K}) = \frac{39 \cdot 3}{39 \cdot 3 + 31 + 32 \cdot n + 16 \cdot (4 - n)}$$

Решая уравнение с массовой долей $\omega(\text{K}) = 0.514$, получаем $n = 1$.

Аналогично выразим в общем виде формулу соли как $M_3PS_2O_2 \cdot 11H_2O$ и массовую долю фосфора в ней:

$$\omega(P) = \frac{31}{3X+31+32 \cdot 2+16 \cdot 2+18 \cdot 11}$$

Решая уравнения, получаем

$X = 133$, соответствующий цезию (Cs).

Задание № 12.2

Общее условие:

Серосодержащие аналоги фосфорной кислоты с общей формулой $H_3PS_nO_{4-n}$ называются тиофосфорными кислотами, а их соли тиофосфатами. В зависимости от значения n различают моно- ($n = 1$), ди-, три- и тетрадиофосфаты.

Условие:

Некоторый тиофосфат калия содержит 48.0 % металла по массе. Определите значение n для этого образца.

Ответ: 2

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Средний дитиофосфат некоторого одновалентного металла содержит 11 молекул кристаллизационной воды. Массовая доля фосфора в нём составляет 4.28%. Запишите химический символ металла, содержащегося в составе соли.

Ответ: Cs

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 12.1

Задание № 12.3

Общее условие:

Серосодержащие аналоги фосфорной кислоты с общей формулой $H_3PS_nO_{4-n}$ называются тиофосфорными кислотами, а их соли тиофосфатами. В зависимости от значения n различают моно- ($n = 1$), ди-, три- и тетрадиофосфаты.

Условие:

Некоторый тиофосфат калия содержит 45.0 % металла по массе. Определите значение n для этого образца.

Ответ: 3

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Средний дитиофосфат некоторого одновалентного металла содержит 11 молекул кристаллизационной воды. Массовая доля фосфора в нём составляет 5.32%. Запишите химический символ металла, содержащегося в составе соли.

Ответ: Rb

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 12.1

Задание № 12.4

Общее условие:

Серосодержащие аналоги фосфорной кислоты с общей формулой $H_3PS_nO_{4-n}$ называются тиофосфорными кислотами, а их соли тиофосфатами. В зависимости от значения n различают моно- ($n = 1$), ди-, три- и тетрадиофосфаты.

Условие:

Некоторый тиофосфат калия содержит 42.4 % металла по массе. Определите значение n для этого образца.

Ответ: 4

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Средний дитиофосфат некоторого одновалентного металла содержит 11 молекул кристаллизационной воды. Массовая доля фосфора в нём составляет 8.95%. Запишите химический символ металла, содержащегося в составе соли.

Ответ: Li

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 12.1