

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии

для 7-8 классов

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1.1

Условие:

Установите соответствие между названием вещества, его составом и строением:

Ответ:

Йод	Простое вещество молекулярного строения
Пищевая сода	Сложное вещество немолекулярного строения
Спирт	Сложное вещество молекулярного строения
Графит	Простое вещество немолекулярного строения
Уксусная кислота	Сложное вещество молекулярного строения

За каждую верную пару — 1 балл. Всего — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

Йод I_2 — простое вещество молекулярного строения.

Пищевая сода $NaHCO_3$ — сложное вещество немолекулярного (ионного) строения.

Спирт C_2H_5OH — сложное вещество молекулярного строения.

Графит C — простое вещество немолекулярного (атомного) строения.

Уксусная кислота — сложное вещество молекулярного строения.

Задание № 1.2

Условие:

Установите соответствие между названием вещества, его составом и строением.

Ответ:

Медь	Простое вещество немолекулярного строения
Углекислый газ	Сложное вещество молекулярного строения
Сахар	Сложное вещество молекулярного строения
Кварц	Сложное вещество немолекулярного строения
Вода	Сложное вещество молекулярного строения

За каждую верную пару — 1 балл. Всего — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение по аналогии с заданием 1.1

Задание № 2.1

Условие:

Человеческий организм состоит из более чем 60 химических элементов, из которых примерно половина относится к жизненно необходимым. Для среднестатистического организма провели анализ и установили количества атомов важнейших элементов. Результат приведён в таблице в пересчёте на 1000 атомов. Установите соответствие между названием элемента и количеством его атомов.

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

Ответ:

Элемент	Количество атомов из 1000
Водород	620
Кислород	240
Кальций	2
Азот	11

За каждый верный ответ — 1 балл. Всего — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Основное вещество в организме — H_2O , следовательно, больше всего в организме атомов Н, на втором месте — О. Азот, наряду с водородом, кислородом и азотом, входит в состав четырёх "элементов жизни", он на третьем месте. На последнем — кальций, он входит в состав костей.

Задание № 2.2

Условие:

Человеческий организм содержит около 60 химических элементов, из которых примерно половина относится к жизненно необходимым. Для среднестатистического организма провели анализ и установили количества атомов важнейших элементов. Результат приведён в таблице в пересчёте на 1000 атомов. Установите соответствие между названием элемента и количеством его атомов.

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

Ответ:

Элемент	Количество атомов из 1000
Водород	620
Кислород	240
Фосфор	2
Азот	11

За каждый верный ответ — 1 балл. Всего — 4 балла

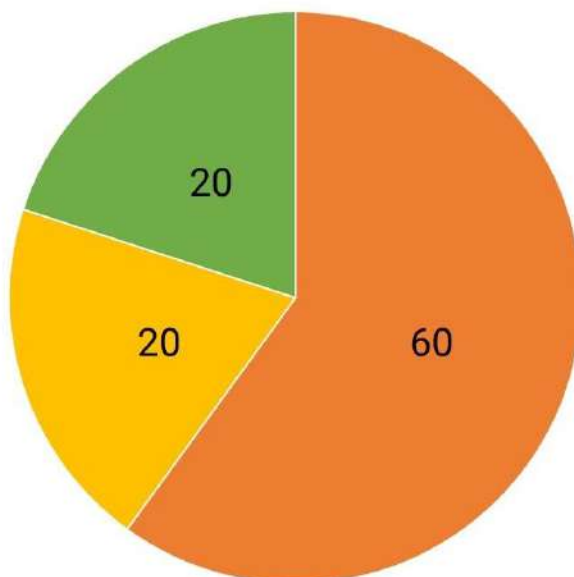
Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 2.1

Задание № 3.1

Общее условие:

Неизвестное вещество встречается в природе в виде нескольких минералов. Его элементный состав, выраженный в процентах, описывается круговой диаграммой.



Условие:

Какое это вещество?

Ответ:

- ☐ NaCl
- ☐ Cu
- ☐ C₂H₄O₂
- ☒ CaCO₃
- ☐ H₂SO₄
- ☐ NaHCO₃

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Вещество состоит из трёх элементов, из предложенного списка остаются $C_2H_4O_2$, $CaCO_3$, H_2SO_4 . Но уксусная кислота и серная кислота — жидкости, они не могут входить в состав минералов. Остаётся $CaCO_3$.

Условие:

Какие это проценты — атомные или массовые?

Ответ:

- ☒ Атомные
- ☐ Массовые

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

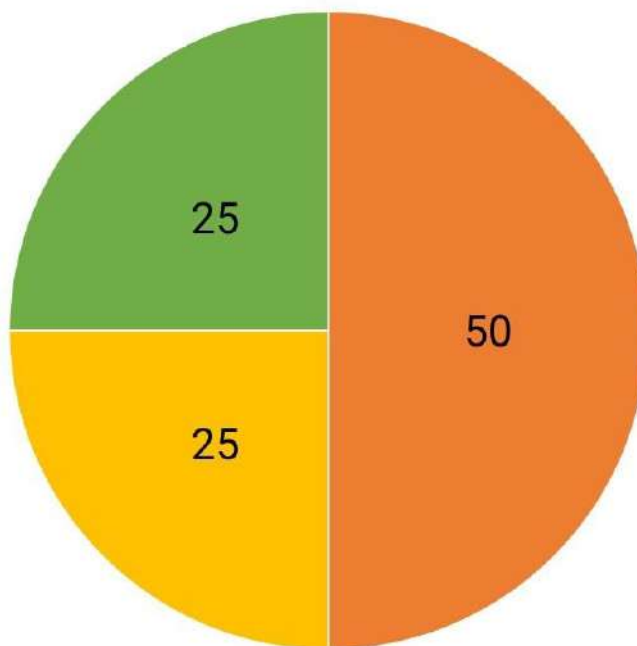
Решение.

Соотношение атомов в $CaCO_3$: $Ca : C : O = 1 : 1 : 3$, что соответствует 20 %, 20 % и 60 %. Таким образом, на диаграмме представлены атомные проценты.

Задание № 3.2

Общее условие:

Неизвестное вещество — жидкость, водный раствор которой используется в быту. Её элементный состав, выраженный в процентах, описывается круговой диаграммой.

**Условие:**

Какое это вещество?

Ответ:

- ☐ NaCl
- ☐ Br₂
- ☒ C₂H₄O₂
- ☐ H₂O₂
- ☐ HNO₃
- ☐ (CuOH)₂CO₃

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Какие это проценты — атомные или массовые?

Ответ:

- ✓ Атомные
- Массовые

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 3.1

Задание № 4.1

Общее условие:

В Периодической системе химических элементов, издаваемой в нашей стране в 1980-е годы, элемент с порядковым номером 104 был назван курчатовием в честь советского физика-ядерщика И.В. Курчатова.

82 Pb СВИНЕЦ 207,19	83 Bi ВИСМУТ 208,980
Ku 104 КУРЧАТОВИЙ [264]	

Условие:

Запишите современный символ этого элемента, утверждённый ИЮПАК.

Ответ: Rf

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Из современной Периодической таблицы находим, что 104-й элемент — резерфордий, символ Rf. Конечно, Резерфорд имеет гораздо больше заслуг перед мировой наукой, чем Курчатов, но для нашей страны Курчатов — легендарная фигура: он не только смог создать ядерное оружие для СССР, но, что важнее, обеспечил мирное применение атомной энергии.

Условие:

В каком периоде находится этот элемент?

Ответ: 7

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3

Решение.

В соответствии с таблицей Менделеева резерфордий находится в седьмом периоде.

Задание № 5.1

Общее условие:

Для эксперимента выбрана смесь двух веществ X и Y, которая может быть разделена как методом отстаивания при добавлении смеси к воде, так и при помощи магнита. Определите вещества X и Y.

Условие:

Определите вещество X.

Ответ:

- ☒ Железо
- ☐ Медь
- ☐ Золото
- ☐ Поваренная соль
- ☐ Кварцевый песок
- ☐ Древесный уголь
- ☐ Мрамор
- ☐ Сахарный песок

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Определите вещество Y.

Ответ:

- ☐ Железо
- ☐ Медь
- ☐ Золото
- ☐ Поваренная соль
- ☐ Кварцевый песок
- ☒ Древесный уголь

- Мрамор
- Сахарный песок

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

С помощью магнита можно отделить железо — вещество 1) из первого списка. При добавлении воды железо останется на дне, значит, другое вещество должно всплывать. Таким свойством обладает древесный уголь (вещество 2) из второго списка) — он легче воды из-за многочисленных пустот в структуре.

Условие:

Что происходит при нагревании этой смеси в кислороде?

Ответ:

- ✓ Горение с образованием светящихся искр, выделение газа
- Только выделение газа
- Взрыв
- Изменений не наблюдается

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Железо горит с образованием светящихся искр, а уголь — с выделением углекислого газа.

Задание № 6.1

Общее условие:

При сжигании смеси угля с серой на воздухе образовалась газовая смесь, в которой на одну молекулу сернистого газа SO_2 приходится четыре молекулы углекислого газа CO_2 .

Условие:

Определите массовую долю серы в исходной смеси. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: 40

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

В исходной смеси на один атом S (масса 32 а.е.м.) приходилось 4 атома C (общая масса $4 \cdot 12 = 48$ а.е.м.). Массовая доля серы: $\omega(\text{S}) = \frac{32}{(32 + 48)} \cdot 100 \% = 40 \%$.

Условие:

Дым представляет собой мельчайшие твёрдые частицы, взвешенные в воздухе. Выберите смеси веществ, при горении которых в избытке кислорода **НЕ** образуется дым:

Ответ:

- ✓ $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{S}$
- ✓ $\text{H}_2 + \text{O}_2$
- $\text{P} + \text{C}$
- $\text{Mg} + \text{S}$

За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Рассмотрим продукты сгорания всех предложенных веществ: CO_2 , SO_2 , H_2O , P_2O_5 , MgO . Из них только оксиды магния и фосфора могут образовать твёрдые частицы при горении, и, соответственно, дым. Поэтому исключаем варианты ответа 3) и 4).

Задание № 7.1

Общее условие:

Атмосфера есть не только у Земли, но и у большинства крупных тел в Солнечной системе. У одного из спутников Юпитера атмосфера (очень тонкая) состоит только из газообразного простого вещества X. Этот газ образуется при разложении твёрдого вещества Y на поверхности спутника под действием солнечного ветра и космического излучения.

**Условие:**

Известно, что вещества X и Y абсолютно необходимы для поддержания жизни на Земле. В земных лабораториях вещество X получают разложением некоторых солей. Запишите формулу вещества X.

Ответ: O₂

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Совершенно необходимы для жизни на Земле кислород O₂ (вещество X) и вода H₂O (вещество Y). Именно кислород образует тончайший слой на поверхности Европы — второго по величине спутника Юпитера. Он образуется при разложении воды под действием излучения.

Условие:

Заполните пропуски в уравнении разложения Y.

Ответ: $2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$

За каждый верный ответ — 0.5 балла.

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Вода разлагается на простые вещества: $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$.

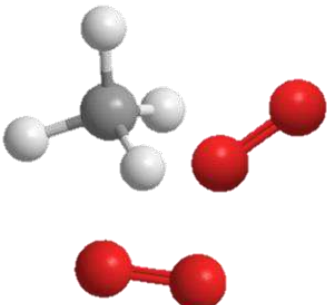
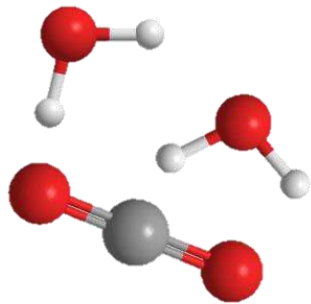
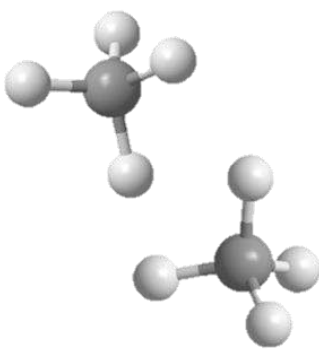
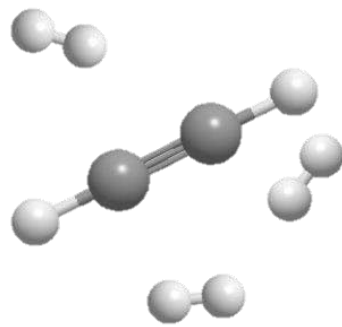
Задание № 8.1

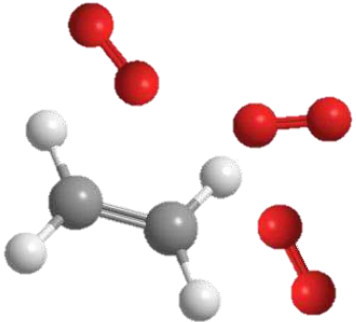
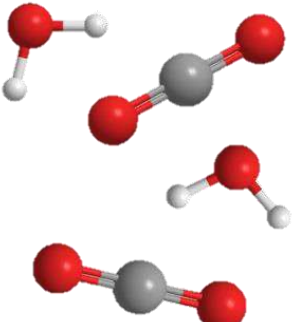
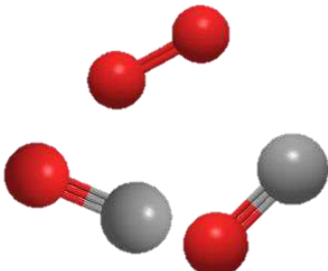
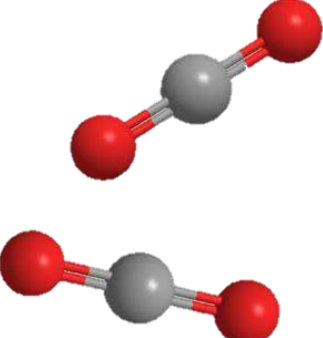
Условие:

Установите соответствие между схемой химической реакции (без коэффициентов) и моделями молекул, вовлечённых в неё реагентов и продуктов. В представленных моделях «шариками» одного цвета показаны атомы одного и того же химического элемента, а молекулы взяты в стехиометрических соотношениях.

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

Ответ:

Реагенты	Продукты	Схема реакции
		$\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
		$\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2$

		$\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
		$\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$

За каждый верный ответ — 1 балл. Всего — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Для решения задачи нет необходимости составлять уравнения, достаточно изучить молекулярные модели реагентов.

В левой части должны быть молекула из 5 атомов — CH_4 и молекула(ы) из двух атомов — O_2 . Подходит вариант 1).

Слева — двухатомная молекула простого вещества O_2 и двухатомная молекула сложного вещества CO , вариант 4).

Слева — только одно вещество, пятиатомная молекула CH_4 , вариант 2).

Слева — двухатомные молекулы простого вещества O_2 и шестиатомные молекулы сложного вещества C_2H_6 , вариант 3).

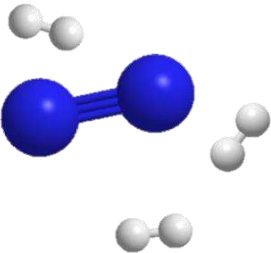
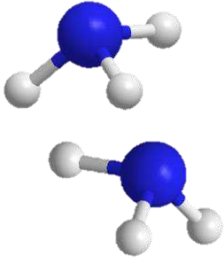
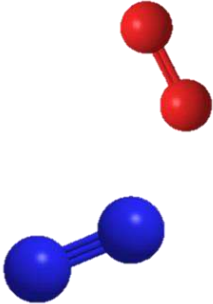
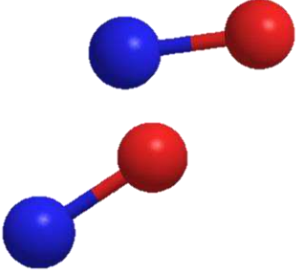
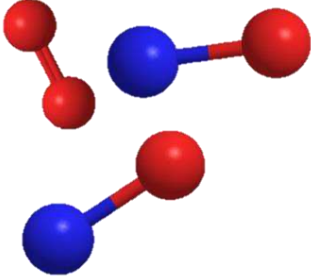
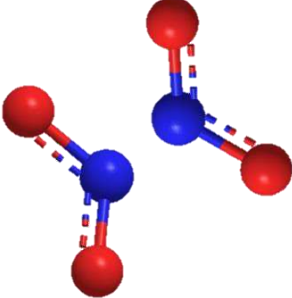
Задание № 8.2

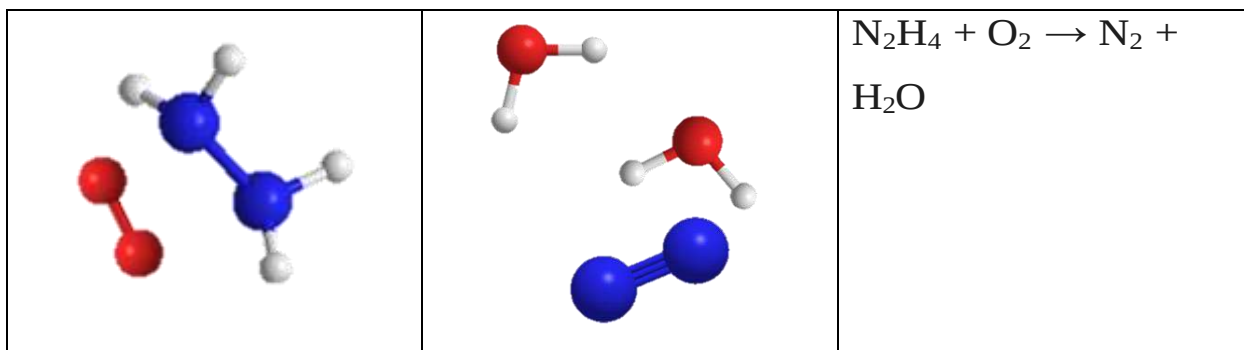
Условие:

Установите соответствие между схемой химической реакции (без коэффициентов) и моделями молекул, вовлечённых в неё реагентов и продуктов. В представленных моделях «шариками» одного цвета показаны атомы одного и того же химического элемента, а молекулы взяты в стехиометрических соотношениях.

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

Ответ:

Реагенты	Продукты	Схема реакции
		$\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$
		$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}$
		$\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$



За каждый верный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 8.1

Задание № 9.1

Общее условие:

Один из самых красивых минералов меди состоит из четырёх элементов: число атомов меди составляет $\frac{1}{5}$ от общего числа атомов, атомов углерода и водорода поровну, а атомов кислорода в 4 раза больше, чем водорода.



Условие:

Определите простейшую формулу минерала.

Ответ: $\text{Cu}_3\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_8$

За каждый верный ответ — 0.5 балла

Решение.

Пусть в формульной единице x атомов С и x атомов Н, тогда атомов О — $4x$, всего — $6x$ атомов неметаллов, что составляет $\frac{4}{5}$ от общего числа атомов. Атомная доля Cu — $\frac{1}{5}$, что в четыре раза меньше, чем неметаллов, т.е. в формульной единице — $\frac{6x}{4} = 1.5x$ атомов Cu. Атомное отношение элементов:

$$\text{Cu} : \text{C} : \text{H} : \text{O} = 1.5x : x : x : 4x = 3 : 2 : 2 : 8.$$

Формула минерала — $\text{Cu}_3\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_8$, это — азурит.

Условие:

Сколько граммов меди содержится в 100 г этого минерала? Ответ округлите до целых.

Ответ: 55 или 56

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

$$m(\text{Cu}) = m \cdot \omega(\text{Cu}) = 100 \cdot \frac{(3 \cdot 64)}{(3 \cdot 64 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 1 + 8 \cdot 16)} = 55.5 \text{ г} \approx 56 \text{ г. Ответ "55 г"}$$

также считался правильным.

Задание № 10.1

Общее условие:

Для получения газа X собрали прибор, как показано на рисунке 1.

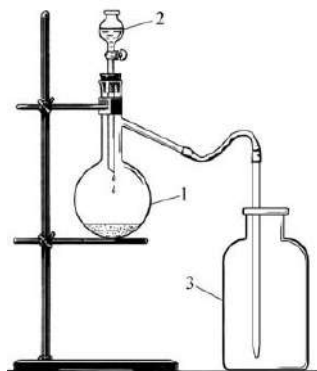


Рисунок 1

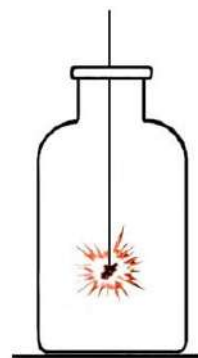


Рисунок 2

В колбу-реактор (1) поместили небольшое количество порошка оксида марганца (IV). Из капельной воронки (2) в колбу (1) добавляли раствор бинарного соединения А. В присутствии оксида марганца (IV) А разлагалось на два вещества: Б и В. Б — одно из самых распространённых соединений на нашей планете.

В — простое газообразное вещество, входящее в состав земной атмосферы.

Вещество В отводили по газоотводной трубке и собирали в банку (3).

После того, как банка (3) была полностью заполнена газом В, в неё внесли тлеющий уголек (см. рисунок 2). Уголь раскалился и стал интенсивно гореть. При горении угля в газе В образуется газообразное вещество Г. При добавлении в банку с газом Г известковой воды наблюдали её помутнение за счёт образования осадка, вещества Д.

Вещества А — Д содержат в своём составе атомы одного и того же химического элемента X.

Условие:

Запишите химический символ элемента X.

Ответ: O

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Установите состав веществ А — Д. В ответ запишите их формулы.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д
H_2O_2	H_2O	O_2	CO_2	CaCO_3

За каждый верный ответ — 1 балл.

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

Подсказка — вещество В входит в состав атмосферы, а в его атмосфере горит уголь. В — O_2 . Одно из самых распространенных соединений на Земле — вода H_2O (вещество Б). Вода и кислород образуются при разложении пероксида водорода H_2O_2 (вещество А). При сгорании угля образуется углекислый газ (вещество Г), который в реакции с известковой водой превращается в карбонат кальция CaCO_3 (вещество Д). В состав всех этих веществ входит элемент кислород О (элемент Х).

Задание № 11.1

Общее условие:

Химический элемент хром образует оксиды, в которых его валентность равна II, III, IV, VI.

Условие:

Запишите химическую формулу оксида хрома X, в котором содержание кислорода по массе наиболее близко к 50 %.

Ответ: CrO_3

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

При массовом содержании кислорода примерно 50 % на хром приходится тоже примерно 50 %. У хрома атомная масса 52, у кислорода 16, тогда 3 кислорода имеют массу 48, это наиболее близкое число к 52. Значит, формула оксида X — CrO_3 .

Условие:

При нагревании X происходит реакция разложения с выделением газа Y, в атмосфере которого загорается тлеющая лучинка. Вторым продуктом реакции является оксид хрома Z, в котором валентность хрома в 2 раза меньше, чем в оксиде X. Запишите химические формулы веществ Y и Z.

Ответ:

Вещество Y	O_2
Вещество Z	Cr_2O_3

За каждый верный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

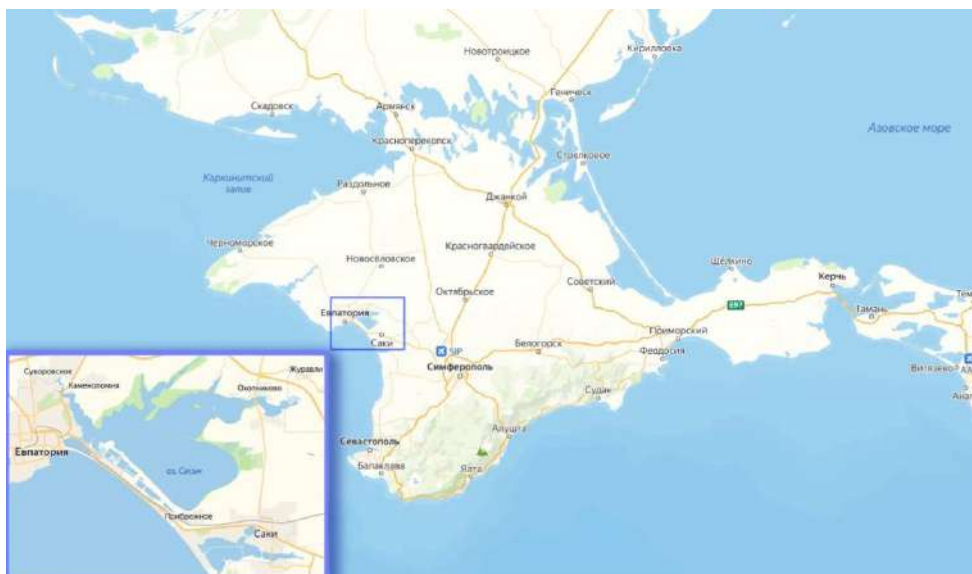
Решение.

Газ Y, поддерживающий горение, — это кислород O_2 . В CrO_3 валентность хрома VI, а в оксиде Z — в 2 раза меньше, т.е. III. Формула оксида хрома(III) — Cr_2O_3 (вещество Z).

Задание № 12.1

Общее условие:

Сасык — это одно из самых крупных солёных озёр в Крыму.



Из воды этого озера добывается поваренная соль. Для этого в начале зимы солёную воду перекачивают в подготовительные бассейны. Вода из бассейнов постепенно испаряется, получается крепкий раствор соли — «рапа». Выпадает осадок механических примесей, частичек ила, песка, кристаллизующихся солей (гипса, карбонатов кальция и железа). В конце весны рапу перекачивают из подготовительных бассейнов в садочные. Летом вода испаряется ещё быстрее, на дно оседает поваренная соль. В конце августа её начинают убирать.

Условие:

Выберите названия методов разделения смесей, которые используются в описанном выше технологическом процессе:

Ответ:

- Перегонка
- Фильтрация
- ✓ Отстаивание
- ✓ Кристаллизация

- Экстракция
- Хроматография

За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 0.5 балла

Решение.

В тексте описаны методы отстаивания и кристаллизации (осаждение соли при испарении воды).

Условие:

Плотность рапы, перекачиваемой в садочные бассейны, составляет 1.08 г/см^3 . Массовая доля хлорида натрия в этом растворе — 7.5 %. Определите теоретически возможную массу поваренной соли, которую можно получить из 1 м^3 рапы. Ответ выразите в килограммах, округлите до целых.

Ответ: 81

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

$1.08 \text{ г/см}^3 = 1.08 \text{ т/м}^3$, следовательно, один кубометр рапы весит 1080 кг. Масса поваренной соли в рапе равна $\frac{1080 \cdot 7.5 \%}{100 \%} = 81 \text{ кг}$.

**Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии
для 9 класса**

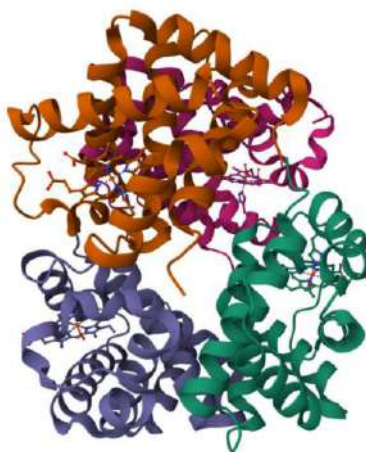
2024/25 учебный год

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.

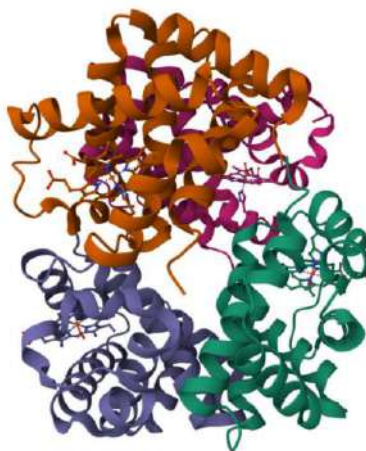
Количество вещества кислорода совпадает с количеством вещества гема, а объём кислорода может быть найден как произведение мольного объёма газа ($V_m = 22.4$ л) на количество. Для перевода в миллилитры используем множитель 1000:

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

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

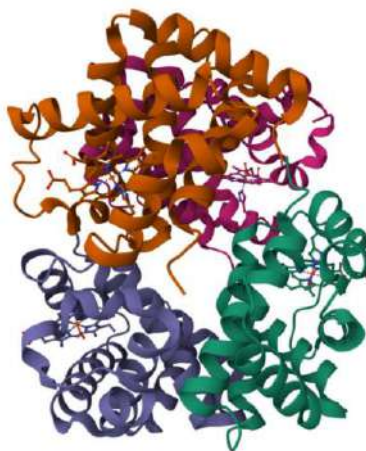
Максимальный балл за задание — 4

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

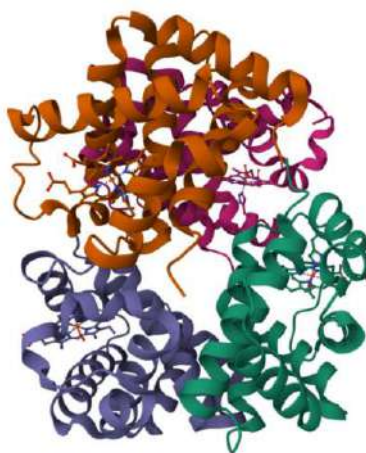
Максимальный балл за задание — 4

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)

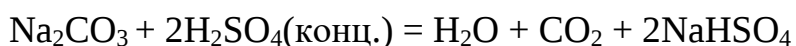
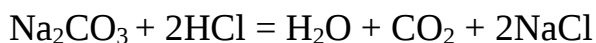
За каждую верную пару — 0.5 балла. Всего 4.5 балла

За каждую ошибку снимается 0.5 балла

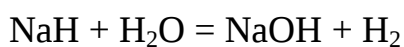
Максимальный балл за задание — 4.5

Решение:

Na_2CO_3 выделяет CO_2 при взаимодействии с кислотами:

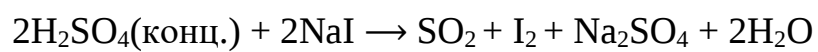


NaN — солеобразный гидрид — выделяет H_2 при гидролизе под действием любых водных растворов:

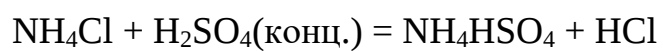
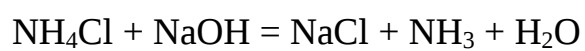


NaI окисляется концентрированной H_2SO_4 до I_2 с выделением газов:





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. SiO_2 входит в состав любого стекла, в чистом виде образует кварцевое стекло, из которого изготавливается специальная лабораторная посуда.
2. Al_2O_3 (основной компонент рубина) используется в качестве рабочего тела в лазерах.
3. Fe_2O_3 входит в состав ржавчины, образующейся в ходе окисления железа.
4. PbO_2 используется в катодах автомобильных аккумуляторов.
5. NO_2 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:



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 0.02 моль/л, а Y — 0.1 М. Во сколько раз объём добавленного раствора X превышает объём раствора Y?

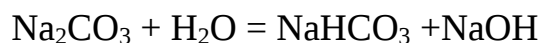
Ответ: 10

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 5 баллов

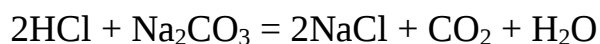
Решение:

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 Na_2CO_3 (Y), так как это вещество выраженно 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:



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:



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:



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.

6. «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°C , поэтому раствор будет замерзать при температуре -1.4°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 $1.86 \text{ K} \cdot \text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}$, 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 $1.86 \text{ K} \cdot \text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}$, 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

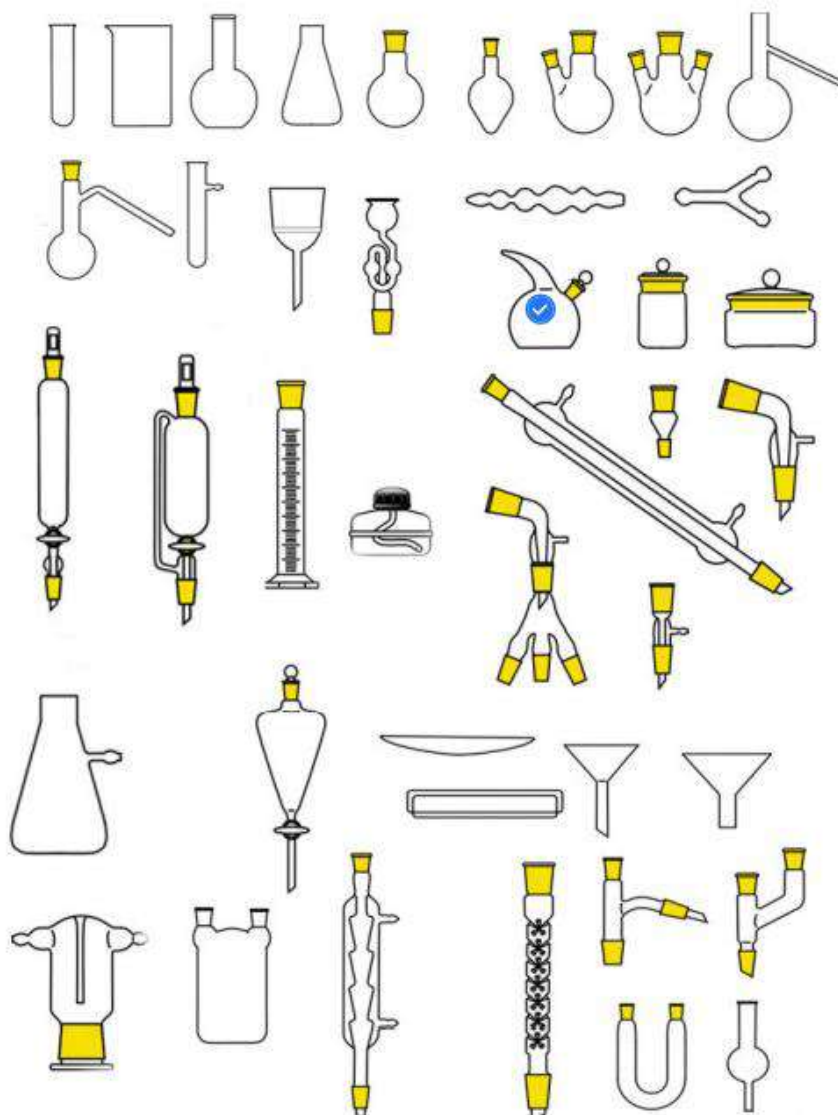
Решение по аналогии с заданием 9.1

Задание № 10.1

Условие:

Выберите на картинке предмет, используемый для хранения раствора фенолфталеина и его добавления к исследуемым растворам:

Ответ:

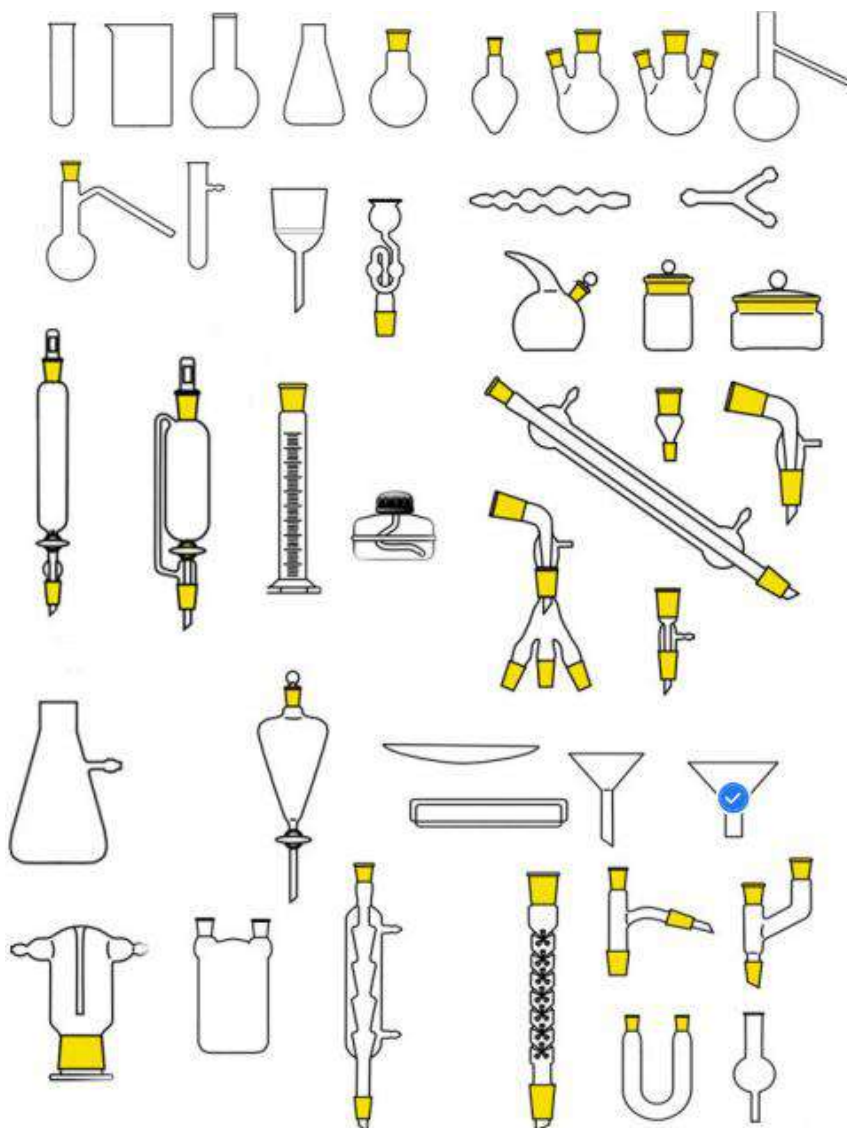


Точное совпадение ответа — 2 балла

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 $\text{H}_3\text{PS}_n\text{O}_{4-n}$ 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 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 $\text{H}_3\text{PS}_n\text{O}_{4-n}$ 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 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 $\text{H}_3\text{PS}_n\text{O}_{4-n}$ 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 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

**Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии
для 10 класса**

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1.1

Общее условие:

Окислители X и Y одинакового качественного состава широко используются в промышленности. Так, X применяют в окислительной переработке сульфидных руд, производстве стали, серной и азотной кислоты; Y — при отбеливании бумаги и очистке воды.

Условие:

Запишите формулу X.

Ответ: O₂

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

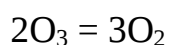
Условие:

Запишите формулу Y.

Ответ: O₃

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Описанные свойства соответствуют кислороду O₂ (X) и озону O₃ (Y). Озон превращается в кислород по реакции:



Условие:

Y обладает невысокой устойчивостью и со временем превращается в X.
Сколько молей X можно получить при полном разложении 2 моль Y?

Ответ: 3

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Количество вещества увеличивается в 1.5 раза — из 2 моль озона можно получить 3 моль кислорода.

Задание № 1.2

Общее условие:

Окислители X и Y одинакового качественного состава широко используются в промышленности. Так, X применяют в окислительной переработке сульфидных руд, производстве стали, серной и азотной кислоты; Y — при отбеливании бумаги и очистке воды.

Условие:

Запишите формулу X.

Ответ: O_2

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Запишите формулу Y.

Ответ: O_3

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Y обладает невысокой устойчивостью и со временем превращается в X. Сколько молей X можно получить при полном разложении 4 моль Y?

Ответ: 6

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 1.1

Задание № 1.3

Общее условие:

Окислители X и Y одинакового качественного состава широко используются в промышленности. Так, X применяют в окислительной переработке сульфидных руд, производстве стали, серной и азотной кислоты; Y — при отбеливании бумаги и очистке воды.

Условие:

Запишите формулу X.

Ответ: O₂

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Запишите формулу Y.

Ответ: O₃

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Y обладает невысокой устойчивостью и со временем превращается в X. Сколько молей X можно получить при полном разложении 6 моль Y?

Ответ: 9

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 1.1

Задание № 1.4

Общее условие:

Окислители X и Y одинакового качественного состава широко используются в промышленности. Так, X применяют в окислительной переработке сульфидных руд, производстве стали, серной и азотной кислоты; Y — при отбеливании бумаги и очистке воды.

Условие:

Запишите формулу X.

Ответ: O₂

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Запишите формулу Y.

Ответ: O₃

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Y обладает невысокой устойчивостью и со временем превращается в X. Сколько молей X можно получить при полном разложении 8 моль Y?

Ответ: 12

Точное совпадение ответа — 1 балл

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 был скрыт в бурых глыбах, как драгоценный камень, но человек раскрыл твою тайну, с помощью электричества и науки вызволил тебя из плена. Ты, лёгкий, как пух, но прочный, как сталь, вырвался из объятий земли, чтобы стать символом нового века! Ты, как волшебник, преобразил мир! Ты в крыльях самолетов, что парят над землёй, в кораблях, что бороздят океаны, в машинах, что мчатся по дорогам. Ты — проводник мысли, что передаёт знания и идеи через пространство и время!

Элемент 2

Твой цвет — цвет ночи, что скрывает тайны, твой запах — запах моря, что плещет у берегов тайных островов, в твоём дыхании — фиолетовый туман. Ты — душа морской воды, что лечит раны и защищает от болезней. Ты — великий алхимик, что превращает обычную соль в лекарство, что спасает жизни. Простые вещества, образованные элементами 1 и 2, бурно реагируют между собой в присутствии небольших количеств воды. Запишите формулу продукта их реакции.

Ответ: AlI_3

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Лёгкий и прочный металл, получаемый электролизом из бокситов, чаще всего бурого цвета, широко используемый в машиностроении и как материал для проводов — алюминий Al.

Элемент, содержащийся в морской воде, добавляемый к поваренной соли для предотвращения образования зоба, в виде простого вещества имеющий тёмно-коричневый цвет и фиолетовые пары, используемый для дезинфекции ран — иод I.

В результате реакции алюминия с йодом в присутствии капли воды образуется AlI_3 .

Задание № 3.1

Общее условие:

Студенты Кембриджского университета выносили из практикума по органической химии натрий и кидали его в бак с водой, предназначенной для наполнения бассейна ботанического сада, в котором содержатся кувшинки виктория Круса.

Когда растения начали погибать одно за другим, сотрудники сада отобрали пробы остатков воды из бака и провели их исследование, с ужасом обнаружив, что pH воды равен 12.



Условие:

Сколько граммов натрия было брошено студентами в бак, если объём воды в нём составляет 5000 литров? Ответ округлите до целых. Исходный считайте pH равным 7.0.

Ответ: 1149 или 1150

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Вычислим концентрацию гидроксид-ионов, равную в данном случае концентрации ионов натрия:

$\text{pH} = 12 \Rightarrow -\lg[\text{H}^+] = 12 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-12} \text{ моль/л}$; $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ (ионное произведение воды), отсюда $[\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ моль/л}$. Воды в баке 5000 л, соответственно $n(\text{Na}) = 5000 \cdot 10^{-2} = 50 \text{ моль}$. $M(\text{Na}) = 23 \text{ г/моль}$, отсюда $m(\text{Na}) = 50 \cdot 23 = 1150 \text{ г}$.

Условие:

Практикум посетили 12 групп студентов по 10 человек в каждой. На занятии каждому студенту выдали 1 моль натрия для синтеза. Обычно студенты используют половину натрия по назначению, а половину сбрасывают в бак, за исключением тех, кто состоит в партии «зелёных». Какая доля студентов состоит в партии «зелёных»? Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: 16 или 17

Точное совпадение ответа — 1 балл

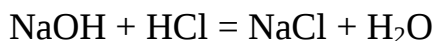
Решение.

Всего было 120 студентов. Каждому студенту даётся 23 г натрия, на руках после практикума у студентов остаётся 11.5 г натрия. Всего у студентов на руках осталось $120 \cdot 11.5 = 1380 \text{ г}$ натрия. $1380 - 1150 = 230 \text{ г}$ натрия

от $\frac{230}{11.5} = 20$ студентов не было брошено в воду. $20/120 \approx 17 \%$ студентов состоят в партии «зелёных».

Условие:

Ситуацию исправили, долив в бассейн 36 %-ной соляной кислоты с плотностью 1.18 г/мл до нейтральной реакции среды. Какой объём кислоты понадобился для этого? Ответ выразите в литрах, округлите до десятых. Считайте, что вся вода из бака оказалась в бассейне.

Ответ: 4.3**Точное совпадение ответа — 2 балла****Максимальный балл за задание — 5***Решение.*

Для нейтрализации 50 моль NaOH потребовалось 50 моль HCl.

$m(\text{HCl}) = 36.5 \text{ г/моль} \cdot 50 = 1825 \text{ г}$. Концентрация кислоты 36 % => масса соляной кислоты составила $\frac{1825}{0.36} = 5069 \text{ г}$, что при плотности 1.18 г/мл соответ-

ствует $\frac{5069}{1.18} = 4296 \text{ мл}$, или 4.3 литра.

Задание № 4.1

Условие:

Определите число изомерных соединений состава C_4H_8 (включая стереоизомеры), соответствующих каждому из условий.

Ответ:

Содержит цикл	2
При окислении подкисленным перманганатом калия образует углекислый газ	2
Оптически активен	0
Реагирует с кислородом с образованием углекислого газа	6
Все атомы углерода лежат в одной плоскости	3

За каждую верную пару — 1 балл. Всего 5 баллов.

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

Изобразим структуры всех изомерных соединений состава C_4H_8 :



Всего существует 6 изомеров. Все они горят, то есть реагируют с кислородом.

Ни одна из представленных молекул не обладает оптической активностью.

С подкисленным перманганатом калия реагируют только алкены; при этом для образования CO_2 необходимо наличие в алкене $=CH_2$ фрагмента. Таких соединений 2.

Все атомы углерода лежат в одной плоскости у структурно жёстких соединений 2, 3 и 4 (3 соединения); у остальных за счёт наличия sp^3 -гибридного атома углерода в середине молекулы наблюдается выход части атомов углерода из плоскости.

Цикл содержит 2 молекулы.

Задание № 5.1

Общее условие:

1.00 л газообразного соединения элемента X с углеродом весит на 15.4 % меньше, чем тот же объём газообразного соединения элемента X с кремнием при одинаковых температуре и давлении.

Условие:

Запишите химический символ элемента X.

Ответ: F

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Количества вещества газов в одинаковом объёме равны, поэтому отношение масс равно отношению молярных масс данных соединений. И углерод, и кремний имеют валентность 4, поэтому их соединения с X в общем виде могут быть записаны как C_nX_4 и Si_nX_4 , где n — валентность элемента X. Тогда имеем:

$$\frac{M(C_nX_4)}{M(Si_nX_4)} = \frac{1 - 0.154}{1} = \frac{12n + 4X}{28n + 4X}$$

Для валентности $n = 1$ сразу получаем решение $X = 19$, что соответствует фтору.

Условие:

Определите массу 1.00 л газообразного соединения элемента X с кремнием при н.у. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых

Ответ: 4.6

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Количество вещества в 1 л равно $\frac{1}{22.4} = 0.0446$ моль, тогда масса вещества равна $(28 + 19 \cdot 4) \cdot 0.0446 = 4.6$ г.

Задание № 5.2

Общее условие:

1.00 л газообразного соединения элемента X с углеродом весит на 15.4 % меньше, чем тот же объём газообразного соединения элемента X с кремнием при одинаковых температуре и давлении.

Условие:

Запишите химический символ элемента X.

Ответ: F

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите массу 2.00 л газообразного соединения элемента X с кремнием при н.у. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых

Ответ: 9.3

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 5.1

Задание № 5.3

Общее условие:

1.00 л газообразного соединения элемента X с углеродом весит на 15.4 % меньше, чем тот же объём газообразного соединения элемента X с кремнием при одинаковых температуре и давлении.

Условие:

Запишите химический символ элемента X.

Ответ: F

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите массу 1.40 л газообразного соединения элемента X с кремнием при н.у. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых

Ответ: 6.5

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 5.1

Задание № 5.4

Общее условие:

1.00 л газообразного соединения элемента X с углеродом весит на 15.4 % меньше, чем тот же объём газообразного соединения элемента X с кремнием при одинаковых температуре и давлении.

Условие:

Запишите химический символ элемента X.

Ответ: F

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Определите массу 0.50 л газообразного соединения элемента X с кремнием при н.у. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых

Ответ: 2.3

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 5.1

Задание № 6.1

Условие:

Если газовый баллон заполнен азотом, то масса его содержимого составляет 11 % от общей. Какую часть от общей массы будет составлять масса газа, если тот же баллон заполнить аргоном при том же давлении и температуре? Считайте, что оба газа ведут себя как идеальные. Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

Ответ: 15

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 3

Решение.

Масса баллона с газом складывается из массы пустого баллона (m_0) и массы газа (m). Масса газа есть произведение количества вещества на молярную массу (nM). Количество вещества в каждом баллоне одинаково, но масса газа различается, так как один баллон заполнен аргоном, а другой — азотом.

В случае азота:

$$0.11 = \frac{28n}{m_0 + 28n} = \frac{28}{\frac{m_0}{n} + 28}$$

Откуда отношение m_0/n составляет 226.55.

Для аргона:

$$W = \frac{40n}{m_0 + 40n} = \frac{40}{\frac{m_0}{n} + 40} = \frac{40}{226.55 + 40} = 0.15, \text{ или } 15 \, \%.$$

Задание № 6.2

Условие:

Если газовый баллон заполнен азотом, то масса его содержимого составляет 9 % от общей. Какую часть от общей массы будет составлять масса газа, если тот же баллон заполнить аргоном при том же давлении и температуре? Считайте, что оба газа ведут себя как идеальные. Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

Ответ: 12

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 3

Решение по аналогии с заданием 6.1

Задание № 6.3

Условие:

Если газовый баллон заполнен азотом, то масса его содержимого составляет 12 % от общей. Какую часть от общей массы будет составлять масса газа, если тот же баллон заполнить аргоном при том же давлении и температуре? Считайте, что оба газа ведут себя как идеальные. Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

Ответ: 16

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 3

Решение по аналогии с заданием 6.1

Задание № 6.4

Условие:

Если газовый баллон заполнен азотом, то масса его содержимого составляет 14 % от общей. Какую часть от общей массы будет составлять масса газа, если тот же баллон заполнить аргоном при том же давлении и температуре? Считайте, что оба газа ведут себя как идеальные. Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

Ответ: 19

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 3

Решение по аналогии с заданием 6.1

Задание № 7.1

Условие:

Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения.

Ответ:

Давление	Миллиметры ртутного столба
Длина	Ангстремы
Масса молекулы	Дальтоны
Энергии	Электронвольты
Заряд	Миллиампер-часы
Мощность	Килокалории в час

За каждую верную пару — 0.75 балла. Всего 4.5 балла

Максимальный балл за задание — 4.5

Задание № 8.1

Условие:

Установите соответствие между названием элемента и тремя словами, которые можно найти в описаниях истории его открытия.

Ответ:

Галлий	Менделеев, ошибка, родина
Протактиний	Фаянс, Менделеев, предшественник
Московский	Кальций, свинец, магическое
Фосфор	Казармы, золото, секрет
Гелий	Уран, жёлтый, вулкан
Франций	Распад, жидкий, хроматография

За каждую верную пару — 0.75 балла. Всего 4.5 балла

Максимальный балл за задание — 4.5

Решение.

Франций быстро претерпевает радиоактивный распад. Исходя из положения франция в периодической системе, следует ожидать, что он будет жидким при комнатной температуре, точная температура плавления неизвестна. В 1953 г. М. Пере и Ж. Адлов разработали экспресс-метод выделения франция-223 с помощью бумажной хроматографии.

Менделеев предсказал существование элемента между торием и ураном и назвал его экатанталом. В 1913 г. К. Фаянс и О. Гёрлинг обнаружили среди продуктов распада урана короткоживущий изотоп протактиния. Слово протактиний переводится с греческого как “предшественник актиния”.

Гелий был открыт в спектре солнечной короны, ему соответствует жёлтая линия D. Затем он был обнаружен в газах, выделяемых вулканами, а также в руде урана.

Галлий был предсказан Менделеевым, а открыт Лекоком де Буабодраном, который назвал его в честь своей родины — Франции. При этом он совершил ошибку в определении его плотности, на которую указал Менделеев.

Фосфор был открыт алхимиком Брандом, который перегонял мочу из казарм, надеясь превратить её в золото. Метод получения фосфора он некоторое время держал в секрете.

Флеровий был получен путём реакции ядер кальция-48 и плутония. Он является электронным аналогом свинца и имеет номер 114, которое соответствует так называемому магическому числу протонов, что теоретически должно приводить к большей стабильности ядра.

Задание № 9.1

Общее условие:

Нестабильный изотоп X с массовым числом 215 и зарядовым числом 88 претерпевает последовательно два α -распада с выделением ядер гелия и два β^+ распада с выделением позитрона.

Условие:

Определите массовое число образовавшегося после распадов изотопа

Ответ: 207

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Запишите символ образовавшегося после распадов элемента.

Ответ: Pb

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Используя сведения о массовом и зарядовом числах исходного изотопа, рассчитаем массовое и зарядовое число образовавшегося вследствие распада нуклида. Два α -распада приводят к уменьшению массового числа на 8 и зарядового числа на 4, поскольку вследствие одного α -распада излучается одно ядро гелия с массовым числом равным 4 и зарядовым — 2. При каждом β^+ -распаде излучается позитрон, что приводит к уменьшению заряда ядра изотопа на 1. Вследствие двух распадов зарядовое число уменьшается на 2. Таким образом, массовое число A и зарядовое число Z нового изотопа вычисляется следующим образом:

$$A = 215 - 8 = 207$$

$$Z = 88 - 4 - 2 = 82$$

Указанные характеристики присущи изотопу свинца $^{207}_{82}\text{Pb}$

Условие:

Элемент X очень опасен тем, что при попадании внутрь организма замещает другой элемент. Какой?

Ответ:

- ☐ Ba
- ☒ Ca
- ☐ K
- ☐ C
- ☐ Na

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Изотоп X с массовым числом 215 и зарядовым числом 88 — это изотоп радия $^{215}_{88}\text{Ra}$. Радий, согласно периодическому закону, имеет сходство с элементами второй группы. Кальций — элемент второй группы, занимающий пятое место по распространённости в организме человека. Радий, попадая внутрь, замещает кальций и накапливается в костях.

Задание № 9.2

Общее условие:

Нестабильный изотоп X с массовым числом 214 и зарядовым числом 88 претерпевает последовательно два α -распада с выделением ядер гелия и два β^+ распада с выделением позитрона.

Условие:

Определите массовое число образовавшегося после распадов изотопа

Ответ: 206

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Запишите символ образовавшегося после распадов элемента.

Ответ: Pb

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Элемент X очень опасен тем, что при попадании внутрь организма замещает другой элемент. Какой?

Ответ:

- ☐ Ba
- ☒ Ca
- ☐ K
- ☐ C
- ☐ Na

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 9.1

Задание № 9.3

Общее условие:

Нестабильный изотоп X с массовым числом 212 и зарядовым числом 88 претерпевает последовательно два α -распада с выделением ядер гелия и два β^+ распада с выделением позитрона.

Условие:

Определите массовое число образовавшегося после распадов изотопа

Ответ: 204

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Запишите символ образовавшегося после распадов элемента.

Ответ: Pb

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Элемент X очень опасен тем, что при попадании внутрь организма замещает другой элемент. Какой?

Ответ:

- ☐ Ba
- ☒ Ca
- ☐ K
- ☐ C
- ☐ Na

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

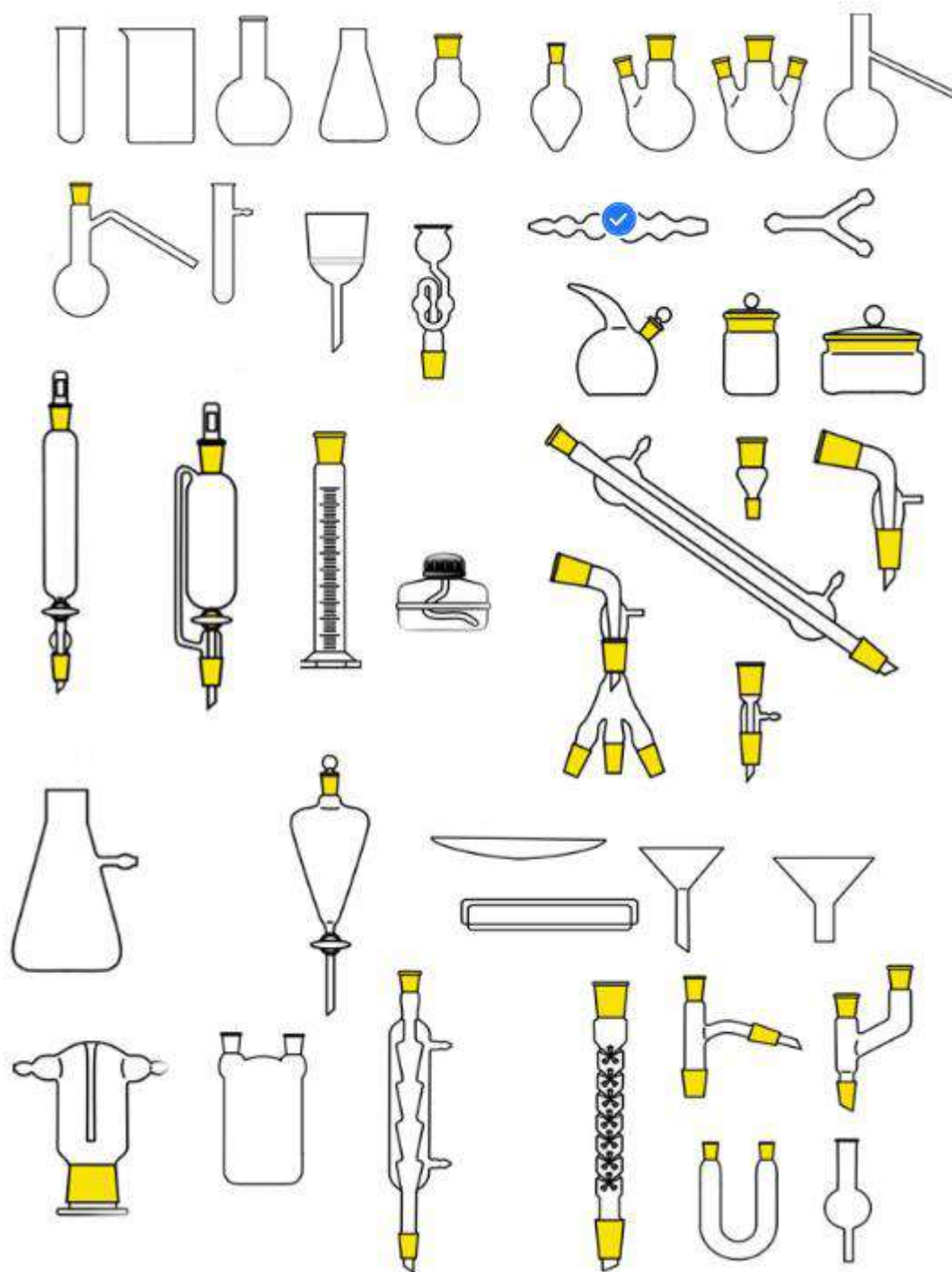
Решение по аналогии с заданием 9.1

Задание № 10.1

Условие:

Выберите на картинке предмет, используемый для соединения двух резиновых трубок между собой:

Ответ:

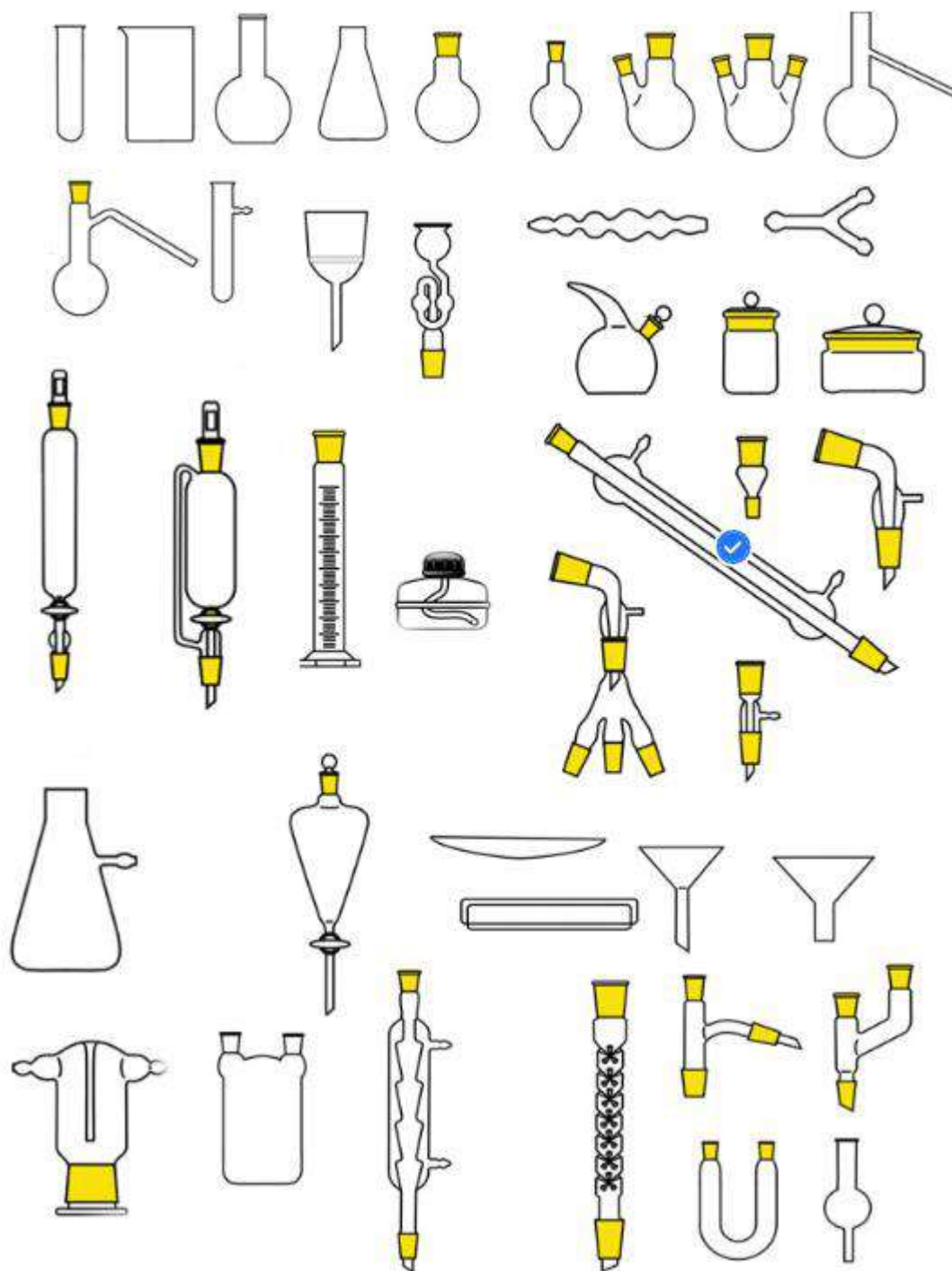


Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Выберите на картинке предмет, используемый для конденсации паров вещества при простой перегонке:

Ответ:



Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Речь идет о стеклянном переходнике, на который с обоих концов надеваются резиновые трубки, и прямом холодильнике Либиха, через внешнюю рубашку которого обычно подается вода, охлаждающая пары перегоняемого вещества.

Задание № 11.1

Общее условие:

Имеются две слабые кислоты, HX и HY , для которых известно, что $\text{pK}_a(\text{HX}) > \text{pK}_a(\text{HY})$.

Условие:

Какая из кислот является более сильной?

Ответ:

- ☐ HX
- ☒ HY
- ☐ Кислотные свойства одинаковы

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Имеются водные растворы этих кислот: раствор 1 (HX , 0.1 М), раствор 2 (HY , 0.1 М), раствор 3 (HX , 0.1 М и HY , 0.1 М) и раствор 4 (HX , 0.05 М и HY , 0.05 М). Расположите эти водные растворы в порядке увеличения pH.

Ответ:

- ☒ Раствор 3
- ☒ Раствор 2
- ☒ Раствор 4
- ☒ Раствор 1

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

pK_a — это десятичный логарифм константы кислотности, взятый со знаком минус, то есть $K_a = 10^{-\text{pK}_a}$. Поэтому чем выше pK_a , тем ниже K_a . K_a , в свою

очередь, характеризует способность кислоты к диссоциации: чем выше эта величина, тем кислота сильнее. Поэтому более сильной является кислота НУ.

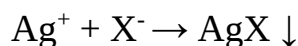
При равной концентрации рН раствора более слабой кислоты будет выше, то есть среда раствора будет менее кислой. Поэтому $\text{pH} (1) > \text{pH} (2)$. Раствор 4 имеет идентичную общую концентрацию кислот, но представлен смесью, поэтому будет иметь промежуточное значение. Наконец, раствор 3 содержит вдвое большую концентрацию кислот, поэтому его рН будет самым низким.

Верный порядок: 3, 2, 4, 1.

Задание № 12.1

Общее условие:

Для количественного определения содержания хлорид- и бромид-ионов (X^-) в водных растворах можно использовать метод Мора — титрование раствора галогенида раствором $AgNO_3$ известной концентрации (индикатор — капля раствора K_2CrO_4), при этом протекает реакция:



Условие:

Аналитическим сигналом при титровании по Мору является образование красного осадка, явно контрастирующего с галогенидом серебра. Запишите формулу вещества, из которого состоит этот осадок.

Ответ: Ag_2CrO_4

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

При условиях титрования в водном растворе в значимых количествах присутствуют только два типа анионов: X^- и CrO_4^{2-} . Так как красный осадок образуется только после связывания всего X^- в нерастворимый AgX , то единственным возможным осадком может быть хромат серебра Ag_2CrO_4 .

Условие:

Для анализа состава 1.00 г порошка неизвестного галогенида щелочного металла был растворён в 100 мл дистиллированной воды. При параллельном титровании алиquot по мл полученного раствора на титрование ушло 23.5, 23.6, 23.4, 23.5 мл 0.1 М раствора $AgNO_3$. Запишите формулу проанализированного галогенида.

Ответ: LiCl

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Пусть в $V_{\text{МК}}$ мл растворили m г галогенида щелочного металла (то есть $\frac{m}{M} = n$ моль, где M — молярная масса галогенида в г/моль). Тогда в анализируемой аликвоте объёмом $V_{\text{ал}}$ мл содержится $\frac{V_{\text{ал}}}{V_{\text{МК}}} n = \frac{V_{\text{ал}}}{V_{\text{МК}}} \frac{m}{M}$ моль галогенида. Так как реакция нитрата серебра с галогенидом щелочного металла протекает всегда в мольном соотношении 1 : 1, то количество галогенида в аликвоте равно количеству пошедшего на титрование нитрата серебра:

$$\frac{V_{\text{ал}}}{V_{\text{МК}}} \frac{m}{M} = c_{\text{AgNO}_3} V_{\text{AgNO}_3} \Rightarrow M = \frac{V_{\text{ал}} m}{V_{\text{МК}} c_{\text{AgNO}_3} V_{\text{AgNO}_3}}.$$

При титровании нескольких аликвот раствора необходимо рассчитать среднее значение V_{AgNO_3} и использовать в формуле его. При расчёте среднего важно, чтобы значения объёма попадали в погрешность бюретки (± 0.1 мл). Видно, что значения объёмов (23.5, 23.6, 23.4, 23.5 мл) попадают в диапазон (23.5 ± 0.1) , значит среднее значение $V_{\text{AgNO}_3} = 23.5$ мл.

Подставим числа из условия задачи в формулы и определим галогениды:

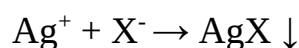
$$M = \frac{10 \cdot 1}{100 \cdot 0.1 \cdot 0.0235} = 42.5 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Галогенид — LiCl

Задание № 12.2

Общее условие:

Для количественного определения содержания хлорид- и бромид-ионов (X^-) в водных растворах можно использовать метод Мора — титрование раствора галогенида раствором $AgNO_3$ известной концентрации (индикатор — капля раствора K_2CrO_4), при этом протекает реакция:



Условие:

Аналитическим сигналом при титровании по Мору является образование красного осадка, явно контрастирующего с галогенидом серебра. Запишите формулу вещества, из которого состоит этот осадок.

Ответ: Ag_2CrO_4

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Для анализа состава 0.87 г порошка неизвестного галогенида щелочного металла был растворён в 100 мл дистиллированной воды. При параллельном титровании аликвот по мл полученного раствора на титрование ушло 8.55, 8.35, 8.45, 8.40 мл 0.1 М раствора $AgNO_3$. Запишите формулу проанализированного галогенида.

Ответ: NaBr

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 12.1

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии

для 11 класса

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Условие:

Природный углерод содержит два устойчивых изотопа — ^{12}C и ^{13}C . Природный хлор также содержит два устойчивых изотопа — ^{35}Cl и ^{37}Cl . Сколько изотопомеров (молекул, отличающихся изотопным составом) можно составить для четырёххлористого углерода CCl_4 , используя только природные устойчивые изотопы углерода и хлора?

Ответ: 10

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

$^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_4$, $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_3^{37}\text{Cl}$, $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_2^{37}\text{Cl}_2$, $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl}_3$, $^{12}\text{C}^{37}\text{Cl}_4$, $^{13}\text{C}^{35}\text{Cl}_4$, $^{13}\text{C}^{35}\text{Cl}_3^{37}\text{Cl}$,
 $^{13}\text{C}^{35}\text{Cl}_2^{37}\text{Cl}_2$, $^{13}\text{C}^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl}_3$, $^{13}\text{C}^{37}\text{Cl}_4$ — всего 10 вариантов.

Задание № 2

Условие:

Тёмно-коричневый порошок, являющийся оксидом элемента X, сплавляли с гидроксидом калия и нитратом калия. Полученный сплав растворяли в воде и обрабатывали избытком хлора. При этом получилось яркоокрашенное соединение A, обладающее антисептическими свойствами. При нагревании соединение A разлагается, а среди продуктов разложения присутствуют оксид X элемента и кислород. Определите элемент X. В ответ запишите его порядковый номер.

Ответ: 25

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Чёрный порошок — MnO_2 . При его сплавлении с гидроксидом калия и нитратом калия образуется манганат калия K_2MnO_4 . Обработка манганата калия хлором даёт перманганат калия A — KMnO_4 . При нагревании перманганат калия разлагается на манганат калия, оксид марганца (IV) и кислород. Таким образом, элемент X — марганец, его порядковый номер 25.

Задание № 3

Условие:

Жёлтое кристаллическое вещество Y нерастворимо в воде, но растворимо в 10 % азотной кислоте. Выберите вещества, подходящие на роль Y:

Ответ:

- ☐ AgI
- ☒ Ag_3PO_4
- ☐ AgCl
- ☐ FeS
- ☒ CdS
- ☐ Na_2CrO_4
- ☐ BaCO_3

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Жёлтыми веществами являются AgI, Ag_3PO_4 , CdS и Na_2CrO_4 . Na_2CrO_4 растворимо в воде. Осадок AgI является солью сильной кислоты и в азотной кислоте не растворяется. Остаются только фосфат серебра и сульфид кадмия — Ag_3PO_4 и CdS.

Задание № 4

Условие:

При окислении 50 г насыщенного первичного одноатомного спирта получили 34.2 г альдегида. Выход составил 70 % от теоретического. Определите молярную массу исходного спирта. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

Ответ: 88

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

При окислении первичного спирта до альдегида количество атомов водорода в молекуле уменьшается на 2. Теоретическая масса альдегида равна

$\frac{34.2}{0.7} = 48.86$ г. Поскольку количество вещества в ходе реакции не меняется, со-

ставим уравнение: $\frac{50}{M} = \frac{48.86}{M-2}$. Решая уравнение, находим, что $M = 88$ г/моль.

Задание № 5

Условие:

При поликонденсации терефталевой кислоты $C_6H_4(COOH)_2$ и этиленгликоля $HOCH_2CH_2OH$ образующийся полимер содержит, помимо полиэтилентерефталата, некоторое количество полиэтиленгликолевых звеньев. Для поликонденсации взяли 16.6 г терефталевой кислоты и 9.3 г этиленгликоля. Определите массовую долю полиэтиленгликолевых звеньев $-OCH_2CH_2-$ в полученном полимере, если известно, что непрореагировавших мономеров в реакционной смеси не осталось, а концевые группы в полимере можно не учитывать. Ответ выразите в процентах, округлив до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [9; 11]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Найдём количества взятых для полимеризации мономеров:

$$n(\text{терефталевой кислоты}) = \frac{16.6 \text{ г}}{166 \text{ г/моль}} = 0.1 \text{ моль}$$

$$n(\text{этиленгликоля}) = \frac{9.3 \text{ г}}{62 \text{ г/моль}} = 0.15 \text{ моль}$$

Масса воды, выделившейся при поликонденсации, $= (0.1 \text{ моль} + 0.15 \text{ моль}) \cdot 18 \text{ г/моль} = 4.5 \text{ г}$. Следовательно, масса полученного полимера будет составлять $16.6 \text{ г} + 9.3 \text{ г} - 4.5 \text{ г} = 21.4 \text{ г}$. На образование полиэтилентерефталата пойдёт эквимольное количество терефталевой кислоты и этиленгликоля, т.е. по 0.1 моль. Получается, что на образование полиэтиленгликолевых звеньев пойдёт $0.15 - 0.1 = 0.05 \text{ моль}$ этилен гликоля. Молярная масса мономерного звена полиэтиленгликоля $-OCH_2CH_2-$ составляет 44 г/моль. Тогда масса полиэти-

ленгликольных звеньев равна $0.05 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 2.2 \text{ г}$. Таким образом, массовая доля полиэтиленгликольных звеньев в полученном полимере равна

$$\frac{2.2 \text{ г}}{21.4 \text{ г}} = 0.103 = 10.3 \% \approx 10 \%$$

Задание № 6

Условие:

Выберите вещества, в структуре которых присутствуют гомоядерные ковалентные связи (т.е. связи между атомами одного и того же элемента):

Ответ:

- ✓ BaO₂
- TiO₂
- ✓ Hg₂Cl₂
- NH₄NO₃
- ✓ С (графит)
- HCOONa
- ✓ N₂O
- N₂O₅

За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Пероксид бария содержит в ионе O₂²⁻ связи между атомами кислорода; хлорид ртути (I) Hg₂Cl₂ содержит связи между атомами ртути; в графите присутствуют ковалентные связи между атомами углерода; в оксиде азота (I) есть связь между атомами азота: N=N=O.

Задание № 7

Условие:

Расположите следующие кислоты в порядке увеличения их силы.

Ответ:

- ✓ 4-Метоксибензойная кислота
- ✓ 4-Метилбензойная кислота
- ✓ Бензойная кислота
- ✓ 4-Хлорбензойная кислота
- ✓ 3-Хлорбензойная кислота
- ✓ 4-Нитробензойная кислота

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

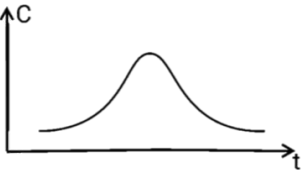
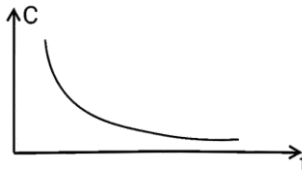
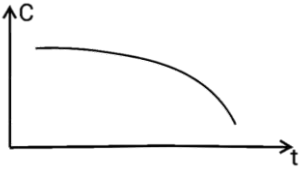
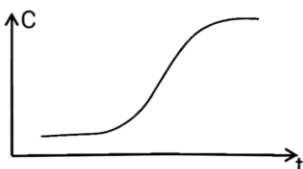
Сила кислот зависит от стабильности их анионов. Отрицательный заряд в анионах будет стабилизироваться акцепторными группами и дестабилизироваться донорными. Самой слабой будет 4-метоксибензойная кислота, поскольку метокси-группа обладает +М-эффектом. Далее идёт 4-метилбензойная кислота, в которой метильная группа является индуктивным донором. Затем идет бензойная кислота, не содержащая заместителей. Самой сильной будет 4-нитробензойная кислота, нитро-группа которой является и индуктивным, и мезомерным акцептором. Поскольку акцепторные свойства хлора в данном случае выражены индуктивным эффектом, 3-хлорбензойная кислота будет сильнее, чем 4-хлорбензойная кислота, так как индуктивный эффект ослабевает при удалении функциональной группы.

Задание № 8

Условие:

Этанол окисляют подкисленным раствором дихромата калия. Установите соответствие между веществом и графиком зависимости его концентрации в реакционной смеси от времени

Ответ:

Вещество	Зависимость концентрации от времени
Этанол	 ☐
	 ☒
	 ☐
	 ☐

	○ ○
Ацетальдегид	✓ ○ ○ ○

	○ ○
Уксусная кислота	○ ○ ○

	A graph with concentration C on the vertical axis and time t on the horizontal axis. The curve starts at a low constant value, then rises in an S-shape (sigmoidal), and finally levels off at a higher constant value. ✓ A graph with concentration C on the vertical axis and time t on the horizontal axis. The curve starts at a constant value, dips down to a minimum, and then rises back to the original constant value. ○ A graph with concentration C on the vertical axis and time t on the horizontal axis. The curve starts at a low constant value and then increases exponentially. ○
Дихромат калия	A graph with concentration C on the vertical axis and time t on the horizontal axis. The curve starts at a low constant value, rises to a single peak, and then falls back to the original constant value. ○ A graph with concentration C on the vertical axis and time t on the horizontal axis. The curve starts at a high value and decreases exponentially towards zero. ✓

	○ ○ ○ ○
--	--

За каждый верный ответ — 1.5 балла. Всего — 6 баллов

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

Этанол входе реакции расходуется, при этом по мере его расходования скорость реакции будет снижаться, поэтому для него зависимость концентрации от времени будет описываться вогнутой убывающей кривой (Б); 2) ацетальдегид является промежуточным продуктом окисления, поэтому его концентрация сначала

будет расти, а затем падать (А); 3) уксусная кислота является конечным продуктом окисления, сначала, с ростом концентрации ацетальдегида, её концентрация будет с расти с увеличивающейся скоростью, однако затем, по мере расходования реагентов, скорость роста будет замедляться, поэтому для неё зависимость концентрации от времени будет описываться возрастающей кривой с перегибом (Г); 4) дихромат калия, как и этанол будет расходоваться в ходе реакции, поэтому зависимость его концентрации от времени имеет тот же вид, что и у этанола (Б).

Задание № 9

Условие:

Энергия связи C–H в метане составляет 438.4 кДж/моль, связи H–Cl — 431.6 кДж/моль, связи Cl–Cl — 242.6 кДж/моль. Определите энергию связи C–Cl в хлорметане, если известно, что при хлорировании 1 моль метана до хлорметана выделяется 56.5 кДж теплоты. Ответ выразите в кДж/моль, округлите до десятых.

Ответ: 305.9

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Запишем уравнение хлорирования метана: $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 = \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$. В ходе данной реакции разрушаются связи C–H и Cl–Cl и образуются связи C–Cl и H–Cl. Тепловой эффект реакции равен разности между энергиями образующихся и разрушающихся связей: $Q = (E(\text{C–Cl}) + E(\text{H–Cl})) - (E(\text{C–H}) + E(\text{Cl–Cl}))$. Подставив в это выражение данные из условия получаем уравнение: $56.5 = (E(\text{C–Cl}) + 431.6) - (438.4 + 242.6)$, откуда $E(\text{C–Cl}) = 305.9$ кДж/моль.

Задание № 10

Условие:

Установите соответствие между веществом и способом его промышленного получения.

Ответ:

Формальдегид	Окисление метанола
Уксусная кислота	Карбонилирование метанола
Ацетилен	Гидролиз карбида кальция
Метан	Очистка природного газа

За каждую верную пару — 1 балл. Всего — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Задание № 11

Общее условие:

Лизин является незаменимой аминокислотой. Он содержится во многих продуктах питания. Дана таблица с ценами на продукты и содержанием лизина в них:

Продукт	Цена за кг, руб.	Содержание лизина, %
Красная икра	6500	2.35
Курица	480	1.59
Свинина	500	1.24
Крупа гречневая	65	0.53
Картофель	32	0.14

Условие:

Расположите приведённые в таблице продукты в порядке увеличения стоимости в расчёте на 1 г лизина.

Ответ:

- ✓ Крупа гречневая
- ✓ Картофель
- ✓ Курица
- ✓ Свинина
- ✓ Красная икра

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Пересчитаем стоимости продуктов на стоимость лизина по формуле:

$$\frac{1 \cdot \text{цена}}{(\text{содержание} \cdot 10)} \cdot$$

Продукт	Цена за кг, руб.	Содержание ли- зина, %	Стоимость 1 г лизина, руб.
Красная икра	6500	2.35	277
Курица	480	1.59	30
Свинина	500	1.24	40
Крупа греч- невая	65	0.53	12
Картофель	32	0.14	23

Задание № 12

Условие:

Установите соответствие между химическим элементом и количеством неспаренных электронов в его атоме в основном состоянии.

Ответ:

Химический элемент	Количество неспаренных электронов в атоме
Cu	1
P	3
Cr	6
Fe	4
Ca	0
Zn	0
Se	2
Si	2

За каждую верную пару — 0.5 балла. Всего — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Поскольку внутренние орбитали атомов в основном состоянии полностью заполнены, неспаренных электронов на них нет. Чтобы определить количество неспаренных электронов запишем электронные конфигурации валентных уровней и учтём правило Хунда для числа неспаренных электронов в пределах подуровня:

Cu — $4s^1 3d^{10}$, 1 е.

P — $3s^2 3p^3$, 3 е.

Cr — $4s^1 3d^5$, 6 е.

Fe — $4s^2 3d^6$, 4 е.

Ca — $4s^2$, 0 е.

Zn — $4s^23d^{10}$, 0 e.

Se — $4s^24p^4$, 2 e.

Si — $3s^23p^2$, 2 e.