

Максимальное количество баллов за олимпиаду — 100

Задание 1. Юный химик получил задание — разделить смесь, состоящую из речного песка, поваренной соли и измельчённой древесной пробки. В таблице представлены этапы разделения, инструменты и результаты выполнения действий. Заполните таблицу.

Этап

- Выпаривание
- Добавление воды
- Снятие верхнего слоя
- Фильтрование

Инструмент

- Сито или ложка
- стакан с водой
- Стеклянная воронка и фильтр
- Фарфоровая чашка и спиртовка

Результат

- Отделение песка
- Отделение пробки
- Переход соли в раствор
- Получение сухих кристаллов

Ответ:

Этап	Инструмент	Результат

Задание 2.

Выберите лишнее:

- Нефть
- Гранит
- Молоко
- Дистиллированная вода

Охарактеризуйте оставшиеся объекты:

- Простые вещества
- Космические объекты
- Смеси

Задание 3.

Выберите лишнее:

- Кислород
- Озон
- Графит
- Углекислый газ

Охарактеризуйте оставшиеся объекты:

- Оксиды
- Смеси
- Простые вещества

Задание 4.

Выберите лишнее:

- Железо
- Алюминий
- Медь
- Латунь

Охарактеризуйте оставшиеся объекты:

- Сплавы
- Чистые металлы

Задание 5. В высокий цилиндр налили три несмешивающиеся жидкости: ртуть (13.6 г/см^3), воду и керосин (0.8 г/см^3). Затем в цилиндр аккуратно опустили четыре предмета.

Установите соответствие между предметом и его положением.

Дубовый шарик (0.7 г/см^3)	Утонет в воде, но плавает на поверхности ртути
Льдинка	Утонет в керосине, но плавает на поверхности воды
Стеклянная бусинка (2.5 г/см^3)	Утонет во всех жидкостях и лежит на самом дне
Слиток золота (19.3 г/см^3)	Плавает на поверхности керосина

Задание 6. Установите соответствие между явлениями и их типами.

Явления

- На холодных очках в тёплом помещении появился конденсат
- На старой бронзовой статуе со временем появился зелёный налёт
- При сильном нагревании белый сахар превратился в чёрный уголь и выделился газ
- Запах бензина распространился по всему помещению
- При добавлении лимонной кислоты в раствор соды жидкость «закипает»

Типы

- Химическое (признак — плавление)
- Химическое (признак — изменение цвета)
- Химическое (признак — выделение газа)
- Физическое

Задание 7. Дано описание элемента.

- Образует простое вещество, необходимое для дыхания, и поддерживает горение;
- Является самым распространённым элементом в земной коре (47 % по массе);
- Входит в состав песка, большинства камней и минералов;
- Имеет ровно в 2 раза больше электронов, чем бериллий.

Запишите химический символ элемента.

Задание 8. Выберите верные утверждения:

- Молекула азота тяжелее молекулы кислорода
- В молекуле метана (CH_4) массовая доля водорода выше, чем в молекуле сероводорода (H_2S)
- В молекуле сернистого газа (SO_2) массы серы и кислорода практически равны между собой
- В одной молекуле углекислого газа больше атомов, чем в молекуле аммиака
- Угарный газ (CO) и углекислый газ (CO_2) имеют разный качественный состав

Задание 9. Расположите вещества в порядке увеличения общего количества атомов в одной их молекуле. Засчитывается полностью верный ответ.

- Метан — CH_4
- Озон — O_3
- Уксусная кислота — CH_3COOH
- Серная кислота — H_2SO_4
- Сахар (сахароза) — $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

Задание 10. В химии слова «железо», «кислород», «азот» и некоторые другие могут означать как вид атомов (химический элемент), так и реальный объект (простое вещество). Выберите только те утверждения, в которых речь идёт о простом веществе:

- Азот входит в состав всех белков в организме человека
- Жидкий азот используется для мгновенной заморозки продуктов
- При вдыхании чистого аргона человек задыхается, так как в лёгкие не поступает кислород
- Массовая доля кислорода в воде составляет 88.9 %
- Золото — очень пластичный металл, его можно вытянуть в тончайшую проволоку
- В состав ржавчины входят железо, кислород и водород

Задание 11. Элементы-неметаллы X и Y образуют между собой несколько соединений, среди которых есть газообразные вещества A и B. Известно следующее:

- эти вещества реагируют между собой с образованием тёмно-синего оксида C в качестве единственного продукта реакции;
- при нагревании выше 500 °C B разлагается с образованием A;
- при взаимодействии простых веществ упомянутых неметаллов во время грозового разряда образуется вещество A;
- число протонов в молекуле B больше на 8, чем в молекуле A;
- обычно газ A выделяется при взаимодействии восстановителей с разбавленной азотной кислотой, а газ B — при использовании концентрированной кислоты.

Запишите формулы веществ A, B, C.

Задание 12. Какую массу A можно получить при разложении 10.1 г B? Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

Задание 13. Определите массовую долю серной кислоты H_2SO_4 в растворе, полученном при смешении 10 мл концентрированной ($\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98\%$, $\rho = 1.8361$ г/мл) и 10.1 мл дистиллированной воды. Ответ выразите в процентах, округлите до десятых.

Задание 14. Кислотно-основные индикаторы — это химические вещества, окраска которых в их водном растворе зависит от кислотности среды. Например, индикатор фенолфталеин в кислом и нейтральном водных растворах бесцветен, но в щелочной среде приобретает малиновую окраску. На основе этого можно создать методику количественного определения щёлочи или кислоты в водном растворе. При добавлении по каплям (титровании) к раствору щёлочи неизвестной концентрации раствора кислоты известной концентрации можно с помощью индикатора узнать, когда вся щёлочь прореагирует с кислотой (раствор фенолфталеина при этом обесцвечивается), и таким образом рассчитать концентрацию щёлочи в растворе, а затем и её массу в исследуемом образце.

Химик взял 18.25 мл соляной кислоты неизвестной концентрации, добавил к этому раствору немного спиртового раствора фенолфталеина и дотитровал по каплям раствором NaOH с концентрацией 2.00 г/л. Раствор приобрёл малиновую окраску при добавлении 10.07 мл раствора NaOH.

Определите объёмно-массовую концентрацию HCl в соляной кислоте. Ответ выразите в г/л, округлите до тысячных.

Задание 15. Когда в лабораторной практике синтезируется твёрдое вещество, обычно его отделяют от раствора при помощи фильтрования. При этом осадок несколько раз промывают чистым растворителем от остатков раствора во избежание образования примесей в твёрдом веществе при его высыхании. Особенно важно тщательно промывать осадок при выполнении количественного определения веществ.

Химик-аналитик проводит количественное определение сульфат-ионов в растворе объёмом 100.0 мл. Для этого он добавил к нему небольшой избыток раствора BaCl_2 , при этом выпал осадок сульфата бария массой 2.33 г. После фильтрования этот осадок необходимо тщательно промыть водой, поскольку он адсорбирует хлорид-ионы. При этом возможна потеря небольшой части осадка из-за растворения. Обычно потери осадка при промывании не должны превышать 0.0002 г — величины погрешности стандартных аналитических весов.

а) Определите концентрацию сульфат-ионов в анализируемом растворе. Ответ выразите в г/л, округлите до десятых.

б) Какой максимальный объём дистиллированной воды можно использовать для промывания осадка сульфата бария массой 2.33 г, чтобы потери не превысили 0.0002 г? Растворимость сульфата бария в воде равна 0.0000105 моль на 1 литр. Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.