

Максимальное количество баллов за олимпиаду — 100

Задание 1. Согласно легенде, однажды в помещении, в котором хранились бочки с белой краской, возникло возгорание. После пожара люди с изумлением обнаружили, что краска приобрела другой цвет. Это связано с образованием в результате химической реакции бинарного соединения, которое также стало использоваться в качестве пигмента.

а) Запишите формулу соединения, образовавшегося в ящиках после пожара, если известно, что массовая доля металла в нём составляет 90.7 %.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 6 баллов

б) Какой цвет приобрела краска?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Задание 2. Чтобы отмыть одного далматина, нужно израсходовать 2 литра воды, предварительно нагретой до кипения. Сколько далматинов можно отмыть, используя для нагревания воды один полный баллон с пропаном? Баллон объёмом 30 литров заполнялся пропаном при $t_1 = 20^\circ\text{C}$ до давления 1.6 МПа, теплота сгорания пропана 2220 кДж/моль, теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг · °C), начальная температура воды $t_2 = 18^\circ\text{C}$.

Примите, что весь пропан из баллона полностью сгорает и вся выделяющаяся при этом теплота используется для нагревания воды в кастрюле. Считайте пропан идеальным газом, поведение которого описывается уравнением $pV = nRT$, где p — давление, V — объём, n — количество газа (моль), $R = 8.314$ Дж/К · моль, T — абсолютная температура (К).

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8



Задание 3. Юному химику на день рождения подарили древнеримскую монету. Поскольку он не интересовался историей или нумизматикой, то решил определить, из чего она сделана. Он отпилил от монеты кусок, который поместил в концентрированный раствор азотной кислоты. Кусок полностью растворился с образованием голубого раствора и выделением газа. После добавления к раствору избытка разбавленной щёлочи и фильтрования выпавшего голубого осадка юный химик получил фильтрат, подкисление которого азотной кислотой привело к образованию белого осадка, растворимого в водном аммиаке.

а) Запишите формулу голубого осадка.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Запишите химический символ металла, входящего в состав белого осадка.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

в) Какого цвета был выделившийся газ?

Ответ:

- Бесцветный
- Бурый
- Жёлто-зелёный
- Синий
- Циановый

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 10

Задание 4. Составьте из букв в фамилиях известных химиков названия химических веществ, например, БутлеРов — бор (В). Каждая буква в фамилии может быть использована только один раз.

Ответ:

Менделеев	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Арбузов	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Кавендиш	Sn
Аррениус	AsH_3
Ломоносов	CaCO_3
Гиллеспи	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего 6 баллов

Выберите фамилию учёного, впервые выделившего в чистом виде новый элемент:

Ответ:

- Менделеев
- Арбузов
- Кавендиш
- Аррениус
- Ломоносов
- Гиллеспи

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Задание 5. Студент Андрей Акинфеев, начинающий свой путь в мире нанотехнологий, нагревал графитовые электроды в электрической дуге в камере, заполненной инертным газом. В результате испарения одного из электродов на стенках камеры осела сажа, содержащая молекулы различных веществ, в том числе вещества X.

а) Запишите формулу вещества X, если известно, что его молярная масса равна 720 г/моль.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) В саже содержалось небольшое число молекул, масса которых на 2.8 % превышает массу молекул X. Запишите формулу газа, которым была заполнена камера.

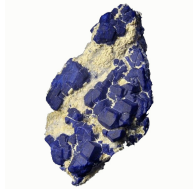
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 8

Задание 6. Установите соответствие между изображениями и описаниями минералов.

В этом задании каждому варианту из левого столбца соответствует ровно один вариант из правого столбца.

Ответ:

Описание	Изображение
Драгоценный камень	
В больших количествах синтезируется в промышленности, используется как средство бытовой химии	
Распространённый минерал, иногда принимаемый за золото	
Ядовитый минерал, раньше использовавшийся в живописи	
Руда марганца	
Употребляется в пищу	

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего 12 баллов

Максимальный балл за задание — 12

Задание 7.

а) В одном химическом соединении массовые доли элементов составляют 65.3 %, 32.7 % и 2.1 %, а доли числа атомов соответствующих элементов от общего количества атомов — 57 %, 14 % и 29 %. Запишите формулу этого соединения.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) В другом соединении массовые доли элементов составляют 28.9 %, 39.2 % и 31.9 %, а доли числа атомов соответствующих элементов от общего количества атомов — 20 %, 60 % и 20 %. Запишите формулу этого соединения.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 8

Задание 8.

Выберите оборудование, которое отсутствует на изображении:



Ответ:

- Штатив
- Делительная воронка
- Пробирка
- Холодильник
- Мензурка
- Весы

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 6 баллов

Максимальный балл за задание — 6

Задание 9. В 1980-х в СССР было начато использование синтина ($C_{10}H_{16}$) в качестве высокоэнергетического углеводородного ракетного топлива. Какое количество теплоты выделится при полном сгорании 500 г синтина, если известно, что стандартные энтальпии образования синтина, H_2O (г) и CO_2 (г) равны 133, -241.81 и -393.51 кДж/моль соответственно? Ответ выразите в мегаджоулях, округлите до целых.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Задание 10. Галогениды щелочных металлов выглядят очень похоже друг на друга — белые кристаллические соли, образующие бесцветные растворы в воде. Однако они отличаются по некоторым химическим и физическим свойствам. Какие реагенты и оборудование помогут различить порошки $NaCl$ и KBr ?

Считайте, что в наличии также имеются дистиллированная вода и пустые ёмкости.

Ответ:

- Горелка с открытым пламенем
- Лакмусовая бумага
- Батарейка типа «Крона» (9 В)
- Na_3PO_4
- $AgNO_3$
- H_2SO_4 (разб)
- H_2SO_4 (конц)
- NH_3

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. За каждую ошибку снимается 2 балла
Всего 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Задание 11. Минеральная вода содержит 250 мг/л ионов кальция, 900 мг/л ионов магния, 1300 мг/л ионов натрия, 2000 мг/л сульфат-ионов, 50 мг/л хлорид-ионов и гидрокарбонат-ионы. Других ионов в значительном количестве не содержится.

а) Определите концентрацию ионов натрия. Ответ выразите в ммоль/л, округлите до десятых.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Определите концентрацию гидрокарбонат-ионов. Ответ выразите в мг/л, округлите до целых.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 8

Задание 12. С каким выходом протекает обжиг пирита при производстве серной кислоты, если из 100 тонн пирита получается 95 тонн 93.6 %-ной серной кислоты, а в серную кислоту превращается 75 % молекул сернистого газа? Ответ выразите в процентах от теоретического, округлите до целых.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8