

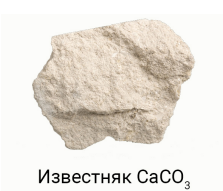
Максимальное количество баллов за олимпиаду — 100

Задание 1. Чем отличаются минералы

Установите соответствие между минералами или горными породами и их характерными признаками.

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

Ответ:

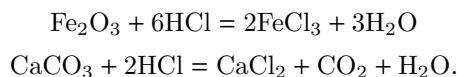
Характерный признак	Минералы и породы
Растворяется в воде	 Поваренная соль NaCl
Реагирует с соляной кислотой без выделения газа, с образованием окрашенного раствора	 Гематит Fe₂O₃
Реагирует с соляной кислотой с выделением газа	 Известняк CaCO₃
Не растворяется в воде, не реагирует с соляной кислотой	 Кварц SiO₂

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

В воде растворяется поваренная соль NaCl. В соляной кислоте растворяются Fe₂O₃ и CaCO₃. Первый — без выделения газа, второй — с выделением:



Кремнезём нерастворим ни в воде, ни в соляной кислоте.

Задание 2. Химические анаграммы

Даны зашифрованные русские названия химических элементов-металлов. Определите эти элементы и запишите их химические символы.

Ответ:

НАМЦАГЕР	Mn
МАЛЬФРОВ	W
СИНЦЕВ	Pb
ПИЛАНТА	Pt

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

НАМЦАГЕР — МАРГАНЕЦ, Mn

МАЛЬФРОВ — ВОЛЬФРАМ, W

СИНЦЕВ — СВИНЕЦ, Pb

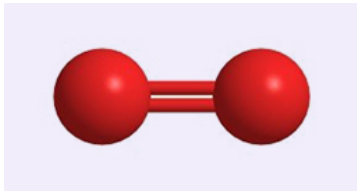
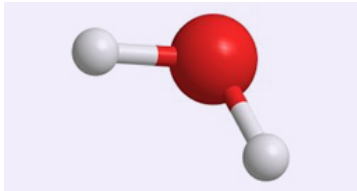
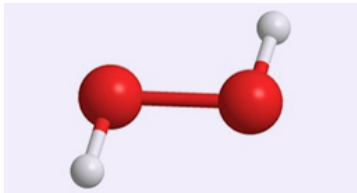
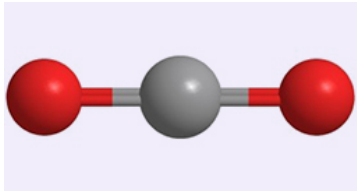
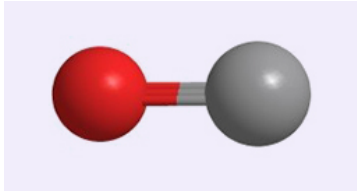
ПИЛАНТА — ПЛАТИНА, Pt

Задание 3. Молекулы, содержащие кислород

Пять веществ содержат в своём составе атомы одного и того же химического элемента — кислорода. Установите соответствие между химическими формулами веществ и моделями их молекул.

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

Ответ:

O ₂	
H ₂ O	
H ₂ O ₂	
CO ₂	
CO	

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего 10 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

Сначала находим простое вещество O₂ — в модели шарики только одного цвета (красного). Модель CO — один красный шарик и один шарик другого цвета (серого). Модель CO₂ — два шарика серого цвета. Модель H₂O — один красный шарик и два маленьких шарика (атомы H). Модель H₂O₂ — 4 шарика.

Задание 4. Штучный синтез

Инопланетянам очень маленького размера для жизни совершенно необходимы вода H₂O и углекислый газ CO₂. Для синтеза воды они взяли по 200 атомов водорода и кислорода, а к оставшимся после синтеза атомам добавили атомы углерода и получили углекислый газ. Все атомы израсходованы полностью.

а) Сколько молекул воды получилось?

Ответ: 100

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Сколько молекул углекислого газа получилось?

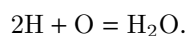
Ответ: 50

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

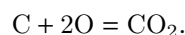
Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Синтез воды:



В реакцию вступают a атомов Н и $\frac{a}{2}$ атомов О, в результате образуется $\frac{a}{2}$ молекул H_2O и остаётся $\frac{a}{2}$ атомов О.
Синтез CO_2 :



Из $\frac{a}{2}$ атомов О образуется $\frac{\frac{a}{2}}{2} = \frac{a}{4}$ молекул CO_2 .

Ответ:

Число молекул воды = $\frac{a}{2}$.

Число молекул углекислого газа = $\frac{a}{4}$.

Задание 5. Горючие материалы

Расположите вещества сверху вниз в порядке увеличения объёма углекислого газа, образующегося при полном сгорании их образцов одинаковой массы.

Ответ:

- ✓ Древесина
- ✓ Бурый уголь
- ✓ Каменный уголь

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 6 баллов

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

Меньше всего углерода содержит древесина, она даст наименьший объём углекислого газа. Бурый уголь содержит, кроме углерода, много примесей, он на втором месте по объёму CO_2 . Каменный уголь — это почти чистый углерод, он даст больше всего CO_2 .

Задание 6. Соль с песком

В солонку случайно попал кварцевый песок. Для очистки соли необходимо выполнить несколько действий. Расположите эти действия сверху вниз в правильной последовательности.

Ответ:

- ✓ Высыпать смесь в воду
- ✓ Перемешивать раствор до полного растворения соли
- ✓ Приготовить воронку для фильтрования и поместить в неё фильтр
- ✓ Перелить раствор с осадком на фильтр
- ✓ Дождаться, когда весь раствор пройдёт через фильтр
- ✓ Перелить фильтрат в фарфоровую чашку
- ✓ Поместить фарфоровую чашку на водяную баню и выпарить раствор
- ✓ Собрать выделившееся вещество

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1 балл. Всего 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Смесь необходимо добавить к воде, соль растворится, а песок останется. Затем песок надо отфильтровать, а оставшийся раствор выпарить и собрать чистую соль.

Задание 7. Приготовление растворов

На занятии химического кружка ребята готовили растворы цитрата натрия — хорошо растворимой в воде соли лимонной кислоты. Маша растворила 2 г этой соли в 50 мл воды, Петя — 1 г соли в 100 мл воды, Вика — 4 г соли в 500 мл воды, а Вова взял 200 мл воды и насыпал в неё столько соли, что она вся не растворилась даже при перемешивании. После этого все ребята взяли по 10 г полученных ими растворов, выпарили их, а выделившуюся соль взвесили.

Расположите опыты ребят сверху вниз в порядке возрастания массы соли, полученной при выпаривании.

Ответ:

- ✓ Опыт Вики
- ✓ Опыт Пети
- ✓ Опыт Маши
- ✓ Опыт Вовы

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего 8 баллов**Максимальный балл за задание — 8****Решение.**

Сравним массовые доли соли в растворах, полученных в опытах ребят:

$$\begin{aligned} \text{У Маши: } & \frac{2}{52} \\ \text{У Пети: } & \frac{1}{101} \\ \text{У Вики: } & \frac{4}{504} \end{aligned}$$

Очевидно, что $\frac{4}{504} < \frac{1}{101} < \frac{2}{52}$. Меньше всего соли осталось после Викиного опыта, больше — после опыта Пети, ещё больше — после опыта Маши. А больше всех получил Вовочка, который приготовил насыщенный раствор.

Задание 8. Неизвестный газ

Нетоксичный, негорючий газ без цвета и запаха имеет состав XY_6 , т.е. его молекула состоит из одного атома элемента X и шести атомов элемента Y. Молекула этого газа в 73 раза тяжелее молекулы H_2 . X — элемент-неметалл, входящий в VI группу Периодической системы, Y — элемент-неметалл, входящий в VII группу. Запишите химические символы элементов X и Y.

Ответ:

X	S
Y	F

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 4 балла. Всего 8 баллов**Максимальный балл за задание — 8****Решение.**

Молекулярная масса газа $73 \cdot 2 = 146$ г/моль. Элементу Y может соответствовать только фтор, т.к. из всех галогенов только для фтора (атомная масса 19) выполняется условие $19 \cdot 6 = 114 < 146$. Тогда атомная масса X равна $146 - 114 = 32$, т.е. элемент X — сера.

Задание 9. Орден Победы

В этом году мы отмечаем 80-летие победы в Великой отечественной войне. В то время высшим военным орденом нашей страны был Орден Победы, учреждённый в 1943 г. Он изготовлен из трёх благородных металлов и двух видов драгоценных камней — простого вещества-неметалла и оксида металла.



Определим химический состав ордена, используя следующую информацию:

- вещества пронумерованы в порядке уменьшения их массы в ордене;
- простые вещества III и V показаны на рисунке;
- номера элементов, образующих простые вещества I и III, отличаются на 1;
- элемент II находится в той же группе и подгруппе, что и III, но в предыдущем периоде;
- оксид IV образован двумя элементами — самым распространённым в земной коре неметаллом и самым распространённым в земной коре металлом.

Запишите химические формулы веществ I – V.

Ответ:

I	Pt
II	Ag
III	Au
IV	Al ₂ O ₃
V	C

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего 10 баллов

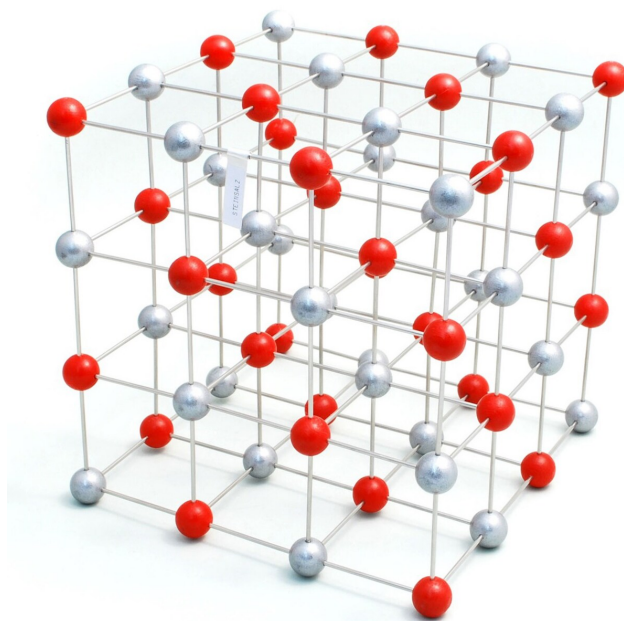
Максимальный балл за задание — 10

Решение.

Очевидно, что благородный металл III — золото Au, простое вещество V — углерод C (бриллианты). Золото имеет порядковый номер 79, предыдущий номер 78 принадлежит благородному металлу платине Pt (вещество I — его больше всего в ордене). Соседом золота по подгруппе IV является серебро Ag (вещество II). Самый распространённый в земной коре металл — алюминий, формула его оксида — Al₂O₃ (вещество IV — драгоценный камень рубин).

Задание 10. Зачем химику геометрия?

На рисунке изображена модель кристаллического вещества, состоящего из двух элементов: красными шариками обозначены атомы элемента X, белыми — элемента Y.



а) Сколько ближайших атомов-соседей есть у каждого атома X?

Ответ: 6

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Сколько ближайших атомов-соседей есть у каждого атома Y?

Ответ: 6

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

в) Запишите формулу вещества, используя всё те же обозначения X и Y.

Ответ: XY

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

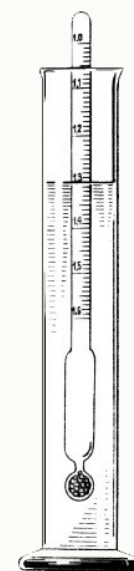
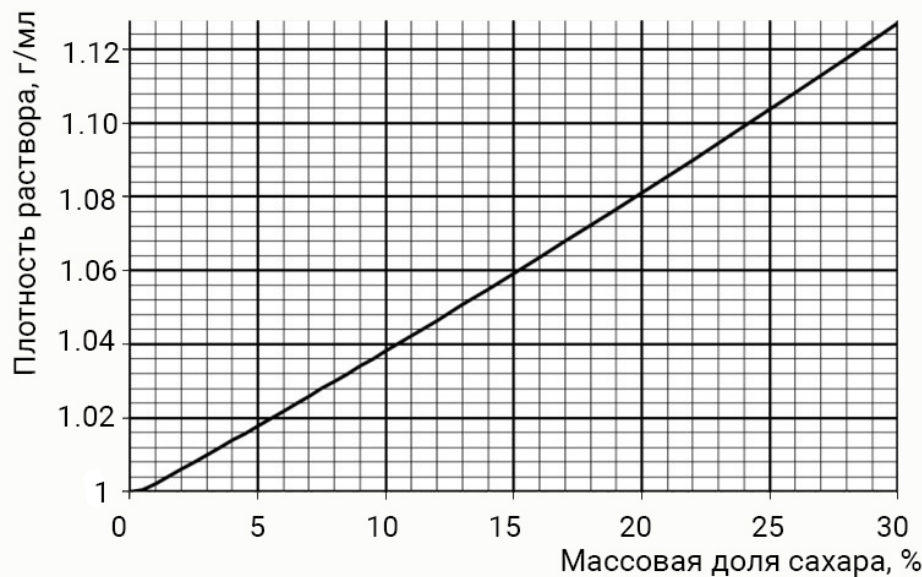
а) Рассмотрим центральный красный шарик. Он связан с 6 соседними белыми шариками.

б) Белые и красные шарики чередуются, причём их число одинаково. Поэтому число ближайших соседей атома Y такое же, как у атома X, т.е. 6.

в) Число атомов X равно числу атомов Y, простейшая формула вещества — XY.

Задание 11. Контролируем сахар

Приготовили 200 мл раствора сахара (сахарозы). С помощью ареометра измерили плотность полученного раствора, она составила 1.104 г/мл.



Ареометр

а) Используя график зависимости плотности раствора от массовой доли сахара, определите массовую долю растворённого вещества в приготовленном растворе. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: 25

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Сколько граммов сахара содержится в одном стакане (200 мл) такого раствора? Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

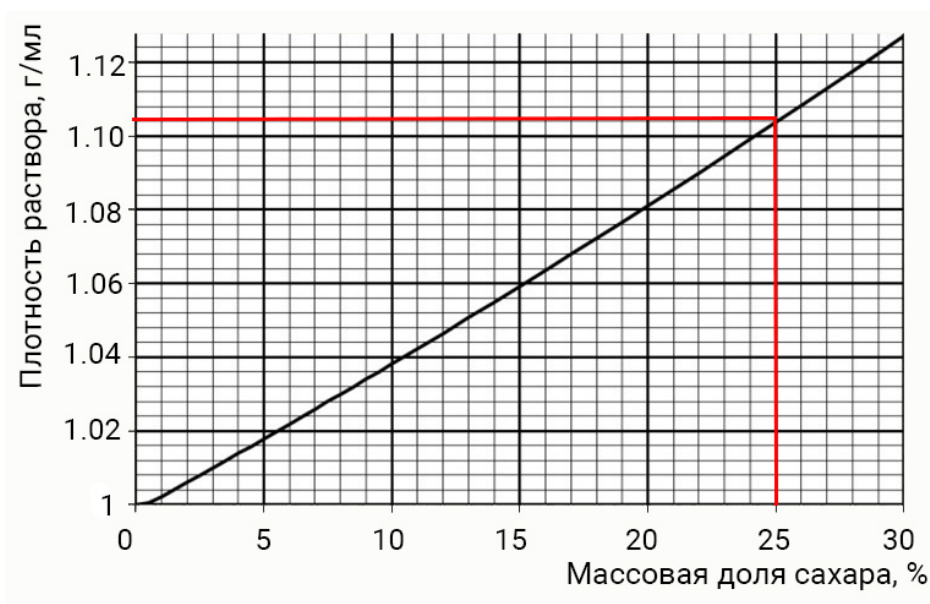
Ответ: 55.2

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а)



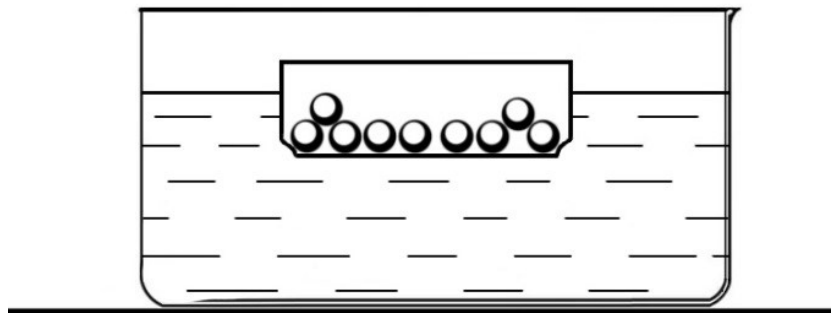
б) Масса раствора:

$$m(\text{р-ра}) = 200 \text{ мл} \cdot 1.104 \text{ г/мл} = 220.8 \text{ г.}$$

$$m(\text{сахара}) = \frac{220.8 \cdot 25 \%}{100 \%} = 55.2 \text{ г.}$$

Задание 12. Плавает или тонет

В сосуде с водой плавает стальной коробок. В него помещают алюминиевые шарики.



Если в коробок положить 20 одинаковых алюминиевых шариков, то коробок ещё плавает, а вот с 21 шариком — тонет.

Металл	Плотность, г/см ³
Алюминий	2.70
Медь	8.94
Свинец	11.37

Используя данные из таблицы, ответьте на следующие вопросы.

а) Представьте, что в коробок вместо алюминиевых шариков положили медные, имеющие такой же диаметр. Какое максимально возможное число медных шариков можно положить в коробок, чтобы он ещё плавал?

Ответ: 6

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Примите, что объём каждого алюминиевого шарика составляет 0.5 см³. Определите максимально возможный объём свинцового кубика, который можно поместить в коробок, чтобы последний гарантированно плавал. Ответ выразите в кубических сантиметрах, округлите до сотых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [2.30; 2.40]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) Пусть объём каждого алюминиевого шарика x см³, тогда масса 20 шариков равна $2.7 \cdot 20 \cdot x = 54x$ г. Число медных шариков такого же объёма равно $\frac{54x}{8.94 \cdot x} = 6.04$. Максимально возможное число медных шариков — 6.

б) Масса всех алюминиевых шариков равна $0.5 \cdot 2.7 \cdot 20 = 27$ г. Объём свинцового кубика — $\frac{27}{11.37} \approx 2.37$ см³.