

## РЕШЕНИЕ

### Задача 8-1

Человечество использует много разных языков. Кроме естественных языков, существуют еще и искусственные языки, среди которых выделяются языки различных наук. Так, в химии используется свой, химический язык. «Буквами» этого языка являются символы химических элементов, «словами» – формулы химических соединений, «предложениями» – уравнения химических реакций. Символ химического элемента обозначает сам элемент или один атом этого элемента. Каждый такой символ представляет собой сокращенное латинское название химического элемента, состоящее из одной или двух букв латинского алфавита. Символ пишется с прописной буквы. Общего правила произношения символов не существует, однако каждый человек, изучающий химию, должен уметь читать слова и предложения, написанные на химическом языке и даже воспринимать их на слух.

Произношение ряда химических формул вслух на русском языке звучит так:

- а) эн-о;
- б) эн-аш-четыре-дважды-эс;
- в) кальций-о-аш-дважды;
- г) аргентум-два-эс-о-четыре;
- д) плюмбум-хлор-два;
- е) калий-два-силициум-о-три;
- ж) купрум-эн-о-три-дважды;
- з) феррум-цэ-о-три;
- и) гидраргирум-иод-два;
- к) кальций-три-пэ-о-четыре-дважды.

Задания:

1. Составьте химические формулы веществ а) – к) по их произношению.
2. Рассчитайте относительные молекулярные массы названных веществ.
3. Вычислите массовые доли элемента кислорода в веществах а), г), е), ж), к).
4. Назовите все перечисленные вещества а) – к).

Ответы внесите в таблицу:

№	Химическая формула вещества	Относительная молекулярная масса	w(O)	Название вещества
а	...	...	...	...
б	...	...	–	...

### Решение

№	Химическая формула вещества	Относительная молекулярная масса	w%(O)	Название вещества
а	NO	30	53	Оксид азота (II)
б	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	68	–	Сульфид аммония
в	Ca(OH) <sub>2</sub>	74	–	Гидроксид кальция
г	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	312	21	Сульфат серебра
д	PbCl <sub>2</sub>	278	–	Хлорид свинца (II)
е	K <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	154	31	Силикат калия

ж	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	188	51	Нитрат меди (II)
з	$\text{FeCO}_3$	116	–	Карбонат железа (II)
и	$\text{HgI}_2$	454	–	Йодид ртути (II)
к	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	310	41	Фосфат кальция

#### Распределение по баллам к задаче 8-3

<i>Содержание верного ответа</i>	<i>Баллы</i>
Составлены формулы веществ	$0,25 \cdot 10 = 2,5$ балла
Найдены относительные молекулярные массы	$0,25 \cdot 10 = 2,5$ балла
Найдены массовые доли кислорода	$0,5 \cdot 5 = 2,5$ балла
Названы вещества	$0,25 \cdot 10 = 2,5$ балла
Итого:	10 баллов

#### Задача 8-2

Ниже приведены некоторые факты из истории или свойства десяти химических элементов. Определите их по этой информации, в ответе укажите их название и атомный символ:

- Самый легкий металл, его плотность составляет всего  $0,543 \text{ г/см}^3$ .
- Металл, применяющийся в аэрокосмической технике, значительным источником сырья для получения которого является морская вода.
- Ионы этого металла окрашивают бесцветное пламя горелки в фиолетовый цвет.
- Этот металл наряду с медью входит в состав латуни.
- В период арабской алхимии этот элемент считался «отцом всех металлов» и обязательной их частью.
- В Древнем Египте этот металл называли «небесным» и ценили гораздо выше золота.
- Этот металл входит в состав таких минералов, как каменная соль, криолит, селитра, мирабилит, бура, нефелин и ультрамарин.
- Этот металл получил свое название (латинское) в честь острова Кипр.
- В газообразном виде это вещество бесцветно, в жидком – светло-голубого цвета, а в твердом – светло-синего.

Этот элемент, недавно появившийся в таблице Менделеева, получил свое имя в честь советского ученого, благодаря идеям которого был получен целый ряд сверхтяжелых (трансурановых) химических элементов.

#### Решение

- Литий
- Магний
- Калий
- Цинк
- Сера
- Железо
- Натрий
- Медь
- Кислород
- Флеровий

#### Распределение по баллам к задаче 8-2

<i>Содержание верного ответа</i>	<i>Баллы</i>
Указаны название и символ каждого загаданного элемента	$1 \cdot 10 = 10$ баллов
Итого:	10 баллов

### Задача 8-3

Какова абсолютная масса одной молекулы аммиака  $\text{NH}_3$ , хлороводорода  $\text{HCl}$ , серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , белого фосфора  $\text{P}_4$ ? Все перечисленные вещества очень токсичны и при попадании с воздухом в дыхательные пути вызывают сильнейшие отравления. Определите число молекул, которые будут находиться в  $1 \text{ м}^3$  воздуха при содержании этих веществ, признанном неопасным, а именно:  $\text{NH}_3 - 0,2 \text{ мг}$ ;  $\text{HCl} - 0,05 \text{ мг}$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4 - 0,3 \text{ мг}$ ;  $\text{P}_4 - 0,1 \text{ мг}$ .

#### Решение

- 1) Составляем формулы для расчетов массы одной молекулы и количества молекул веществ:

$$M = n \cdot M = N \cdot M / N_A$$

$$N = n \cdot N_A = m \cdot N_A / M$$

- 2) Рассчитываем массу одной молекулы и количество молекул названных в задаче веществ в  $1 \text{ м}^3$ :

$$m(\text{NH}_3) = 17 / (6,02 \cdot 10^{23}) = 2,82 \cdot 10^{-23} \text{ (г)}$$

$$N(\text{NH}_3) = 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} / 17 = 0,07 \cdot 10^{20} \text{ (молекул)}$$

$$m(\text{HCl}) = 36,5 / (6,02 \cdot 10^{23}) = 6,063 \cdot 10^{-23} \text{ (г)}$$

$$N(\text{HCl}) = 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} / 36,5 = 0,0082 \cdot 10^{20} = 8,2 \cdot 10^{17} \text{ (молекул)}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 / (6,02 \cdot 10^{23}) = 16,279 \cdot 10^{-23} \text{ (г)}$$

$$N(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} / 98 = 0,0184 \cdot 10^{20} = 1,84 \cdot 10^{18} \text{ (молекул)}$$

$$m(\text{P}_4) = 124 / (6,02 \cdot 10^{23}) = 20,6 \cdot 10^{-23} \text{ (г)}$$

$$N(\text{P}_4) = 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} / 124 = 0,00485 \cdot 10^{20} = 4,85 \cdot 10^{17} \text{ (молекул)}$$

#### Распределение по баллам к задаче 8-3

<i>Содержание верного ответа</i>	<i>Баллы</i>
Составлены формулы для нахождения массы одной молекулы и количества молекул	2 балла
Найдены массы одной молекулы каждого вещества из условия задачи	4*1=4 балла
Найдено количество молекул каждого вещества из условия задачи в $1 \text{ м}^3$	4*1=4 балла
Итого:	10 баллов

### Задача 8-4

Имеется сплав меди с цинком массой  $10,0 \text{ г}$ . Если ввести в сплав дополнительно  $2,0 \text{ г}$  цинка, то процентное содержание цинка в новом сплаве окажется в  $1,25$  раз выше, чем в первоначальном. Определите состав первоначального сплава. Что будет наблюдаться при обработке порошка такого сплава соляной кислотой? Напишите уравнение реакции.

#### Решение

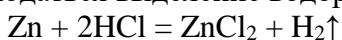
Обозначим содержание цинка в исходном сплаве за  $x \text{ г}$ . Его процентное содержание составит:  $x/10 \cdot 100\%$ .

В конечном сплаве  $(x + 2) \text{ г}$  цинка, масса сплава уже  $12 \text{ г}$ . Процентное содержание цинка в сплаве составит  $(x + 2)/12 \cdot 100\%$ . По условию задачи составляем уравнение:

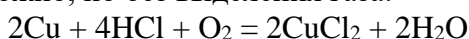
$$1,25 \cdot \frac{x}{10} = \frac{x + 2}{12}$$

Решая уравнение, получаем  $x = 4$ . Таким образом, состав исходного сплава –  $4 \text{ г}$  цинка и  $6 \text{ г}$  меди.

Реакция с соляной кислотой. При обработке порошка сплава соляной кислотой будет наблюдаться выделение водорода (бесцветного газа без запаха) в результате растворения цинка.



Реакция  $\text{Cu} + \text{HCl}$  не идёт, так как медь стоит правее водорода в ряду напряжений и не вытесняет водород из кислот. Однако если раствор насыщен кислородом, растворение меди возможно, но без выделения газа:

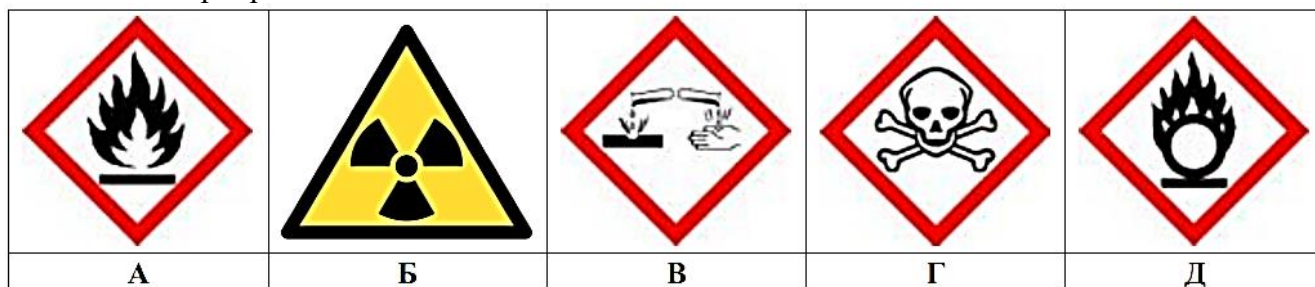


Распределение по баллам к задаче 8-4

<i>Содержание верного ответа</i>	<i>Баллы</i>
Выражено процентное содержание цинка в исходном сплаве	1 балл
Выражено процентное содержание цинка в конечном сплаве	1 балл
Составлено уравнение	1 балла
Определен состав первоначального сплава	2 балла
Описан наблюдаемый эффект при обработке порошка сплава соляной кислотой	1 балл
Составлено уравнение взаимодействия цинка с соляной кислотой	1 балл
Сделан вывод о том, что реакция меди с соляной кислотой при обычных условиях не идет	1 балл
Составлено уравнение реакции меди с соляной кислотой при насыщении раствора кислородом	2 балла
Итого:	10 баллов

**Задача 8-5**

Знания техники безопасности спасли не одного химика от тяжелых увечий или даже гибели. Свод правил поведения в лаборатории при работе с химическими приборами, оборудованием и химическими реактивами в прямом смысле написан кровью. Строгое соблюдение этих правил, применение специальной одежды и специальных средств защиты позволяет безопасно работать в химических лабораториях и на производствах, использующих химические вещества. Для правильного обращения с химическими веществами используется специальная маркировка на таре, которая позволяет определить с какой степенью осторожности следует работать с реактивом, и какие средства защиты нужно при этом применять. Ниже приведены некоторые типы таких маркировок.



Кратко (1-3 слова) поясните, о каких опасных свойствах вещества предупреждает каждый из представленных видов маркировки.

Алхимику необходимо было приготовить 1 л 20 % раствора серной кислоты (его плотность 1,26 г/мл) в воде (плотность 1 г/мл). Он правильно рассчитал необходимые количества концентрированной серной кислоты (массовая доля 98 %, плотность 1,84 г/мл) и воды. Затем он отмерил с помощью мерного цилиндра серную кислоту, перелил ее в литровый стакан и начал медленно добавлять к ней отмеренный объем воды. Однако смесь очень быстро забулькала, и ее брызги попали прямо на пальцы алхимика.

Какой объем концентрированной серной кислоты и воды отмерил алхимик (приведите необходимые расчеты)?

Какие два основных правила техники безопасности, которые надо соблюдать при приготовлении раствора серной кислоты, нарушил этот алхимик?

Какие действия необходимо предпринять, если кислота все-таки попадет на кожу?

При необходимости напишите уравнение реакции.

**Решение**

Информацию о маркировке можно найти в соответствующих документах, например, ГОСТ 31340-2013 (Предупредительная маркировка химической продукции. Общие требования).

				
А Горючее вещество	Б Радиоактивное вещество	В Коррозионное вещество	Г Ядовитое вещество	Д Окислитель

Определим массу необходимого раствора серной кислоты:  $1000 \text{ мл} \cdot 1,26 \text{ г/мл} = 1260 \text{ г}$ , самой серной кислоты в нем будет  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1260 \text{ г} \cdot 0,2 = 252 \text{ г}$ .

Рассчитаем массу раствора концентрированной серной кислоты

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{(конц.)}}) = 252/0,98 = 257,1 \text{ г},$$

следовательно, воды необходимо

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1260 - 257,1 = 1002,9 \text{ г},$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1002,9/1 \approx 1003 \text{ мл}.$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{(конц.)}}) = 257,1/1,84 = 139,8 \approx 140 \text{ мл}.$$

При работе с кислотами необходимо надевать защитные очки на глаза и резиновые перчатки на руки.

При разбавлении концентрированной серной кислоты необходимо добавлять кислоту в воду, а не наоборот. Это связано с тем, что растворение серной кислоты сильно экзотермичный процесс (выделяется тепло), вода быстро закипает и ее выбрасывает.

Если кислота попадает на руки необходимо как можно быстрее промыть пораженный участок кожи холодной проточной водой, а затем 5% раствором гидрокарбоната натрия (для нейтрализации остатков серной кислоты).

Уравнение реакции:



<i>Содержание верного ответа</i>	<i>Баллы</i>
Маркировка	1*5=5 баллов
Определены объемы серной кислоты и воды	2 балла
Указаны нарушения при разбавлении	1 балл
Предложены меры по удалению серной кислоты	1 балла
Составлено уравнение реакции	1 балл
Итого:	10 баллов