



**АКАДЕМИЯ  
ПОСТДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ФГБУ ФНКЦ ФМБА РОССИИ**

**Кафедра клинической лабораторной  
диагностики и патологической анатомии**

Москва, 2020

# Техника приготовления растворов

# Сегодня нам потребуются:

Тетрадь или листы бумаги

Ручка

Калькулятор

Для приготовления реактивов в химии  
пользуются стандартами: ГОСТ 4517-2016 ,  
основанном на Межгосударственном  
стандарте.

# Правила приготовления реактивов

1. При приготовлении растворов следует **соблюдать чистоту**. Вся необходимая посуда должна быть заранее тщательно вымыта. Готовить растворы следует, используя чистые реактивы и дистиллированную воду, а в ряде случаев (для растворов  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) - очищенную от  $\text{CO}_2$ .
2. Подлежащие растворению твердые вещества, особенно труднорастворимые, рекомендуется **измельчать в ступке**, так как растворение крупных кристаллов и комков происходит очень медленно.
3. Некоторые вещества, будучи растертыми в тонкий порошок, имеют свойство плавать по поверхности воды, не смачиваясь. Перед растворением такие порошки следует **растереть в ступке с небольшим количеством воды** до образования однородной кашицы, которую затем смывают водой в стакан и далее растворяют как обычно. Иногда перед растворением смачивают порошок несколькими каплями спирта (если он инертен по отношению к компонентам раствора).
4. Применение для приготовления растворов **горячей воды** при точных работах **не рекомендуется**. Хотя нагревание и ускоряет процесс растворения, оно приводит к изменению концентрации за счет испарения и к неточностям в измерении объемов.

# Правила приготовления реактивов

5. Если растворение происходит медленно, суспензию необходимо перемешивать с помощью механической **мешалки** или, лучше, взбалтывать в закрытой склянке или колбе на механическом встряхивателе.
  6. Легко растворяющиеся твердые вещества и жидкости перемешивают вручную в закрытом сосуде (если не предвидится выделения газов или паров) путем **встряхивания или многократного перевертывания** сосуда; можно перемешивать их **стеклянной лопаточкой** в стакане.
  7. При растворении сильных кислот, особенно серной и азотной, следует **приливать кислоту в воду**, но ни в коем случае не наоборот.
  8. Следует помнить, что **взвешивание жидких кислот, а также летучих жидкостей** можно производить только в **герметически закрывающихся** сосудах. Чаще же нужные количества жидкостей отмеряют мерными цилиндрами или пипетками.
- Плотность жидкости при этом либо измеряют с помощью **ареометра**, либо находят в справочниках. В последнем случае измерение объема жидкости необходимо производить при той же температуре, для которой указана плотность: разница даже в несколько градусов может привести к заметным ошибкам.

# Правила приготовления реактивов

9. Растворение **сухих щелочей** в воде необходимо производить, добавляя **щелочь в воду** небольшими порциями и осторожно перемешивая, не допуская сильного разогревания. Если оставить гранулированную или чешуированную щелочь в сосуде с водой на некоторое время без перемешивания, гранулы слипнутся в единый комок, на растворение которого уйдет очень много времени, даже если перемешивание затем возобновить.
10. **Концентрированные растворы едких щелочей не рекомендуется хранить**; их готовят непосредственно перед употреблением. Если потребность в хранении все же возникает, используют **бутыли из полиэтилена** или покрывают стеклянные бутылки изнутри слоем парафина, поскольку концентрированные щелочи выщелачивают стекло. Для нанесения защитного слоя готовят 10—15%-ный раствор парафина в бензине и наливают его в бутылку в таком количестве, чтобы хватило для равномерного смачивания всей внутренней поверхности. Затем бутылку продувают воздухом до полного удаления паров бензина.
11. Если необходимо приготовить **насыщенный раствор вещества**, растворимость которого в воде неизвестна, вещество добавляют небольшими порциями, каждый раз добиваясь полного растворения, **до тех пор, пока последняя порция уже не будет растворяться**. Следует иметь в виду, что с повышением концентрации раствора скорость растворения падает. Поэтому быть уверенным, что состояние насыщения достигнуто, можно лишь в том случае, если количество твердого вещества не уменьшилось после по крайней мере получасового перемешивания раствора.

Рекомендуется также готовить насыщенный раствор в теплой воде, а затем охладить его до комнатной температуры. Некоторое количество растворенного вещества должно при этом выпасть в осадок. Исключение составляют очень немногие вещества (например, карбонат лития), растворимость которых в воде с повышением температуры уменьшается. Хранят насыщенные растворы как правило с небольшим избытком нерастворившегося твердого вещества.

# Правила приготовления реактив лаборатория ДИАЛАБ

12. Сосуды для растворения и хранения растворов оснований должны быть снабжены хлоркальциевыми трубками, заполненными аскаритом или натронной известью, чтобы защитить раствор от  $\text{CO}_2$ .
13. В некоторых случаях растворы следует хранить в атмосфере инертного газа ( $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ).
14. Растворы веществ, разлагающихся под действием света, например  $\text{AgNO}_3$ , следует хранить в сосудах из коричневого стекла или покрытых черным лаком (в крайнем случае обернутых в черную бумагу).
15. Подлежащие хранению растворы необходимо сразу после приготовления перелить в плотно закрывающиеся сосуды (склянки) и снабдить этикетками с указанием названия и формулы растворенного вещества, концентрации раствора и даты его приготовления. Вместимость сосуда для хранения должна быть такой, чтобы раствор заполнял его почти доверху.

Хранение реактивов без маркировки (название вещества, концентрация, дата приготовления) не допускается!



# По точности выражения концентрации растворы делят на

- приблизительные,
- точные
- и эмпирические.

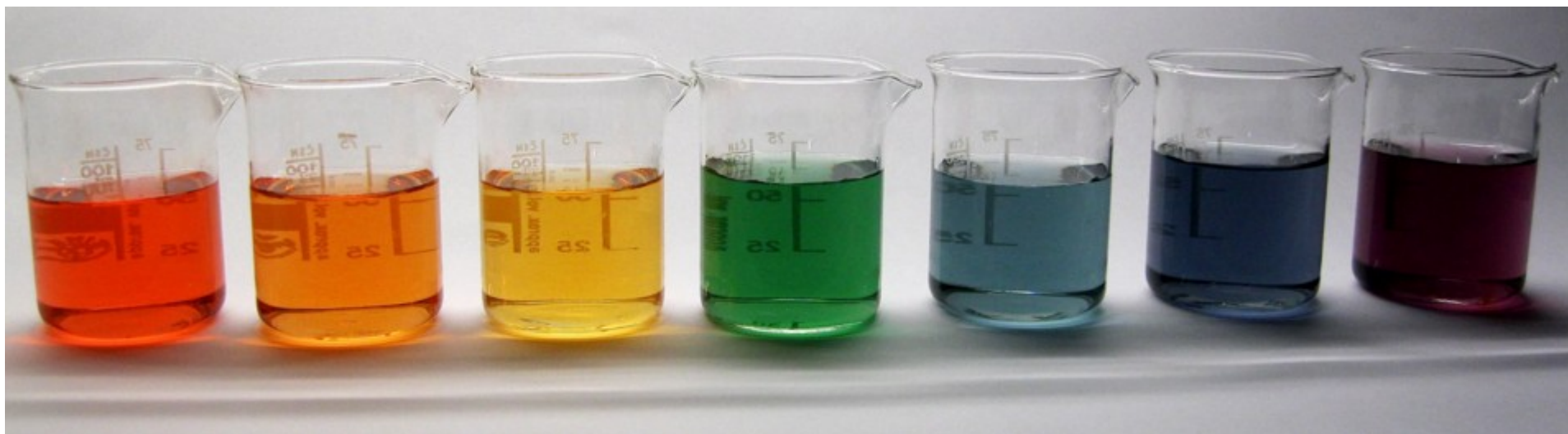
Растворы кислот и оснований приблизительной концентрации служат в качестве вспомогательных реагентов при выполнении аналитических, препаративных и других работ.

Концентрацию подобных растворов рассчитывают либо по степени разбавления исходных веществ (растворов), либо по массе вещества (взвешивается на технических весах), растворенного в известной массе растворителя.

Часто приблизительную концентрацию растворов определяют по величине плотности.

Растворы с точной, заранее установленной концентрацией, называемые рабочими, стандартными или титрованными растворами, служат для определения точной концентрации других растворов.

Концентрации многих растворов вспомогательных веществ (индикаторы, специфические реактивы и др.) устанавливаются эмпирически и приводятся в соответствующих прописях.



# Приготовление водных растворов кислот и щелочей приблизительной концентрации

Растворы с процентной концентрацией (массовой долей) не являются точными и редко используются в аналитической химии.

Для их приготовления используют оборудование с невысокой точностью: технoхимические весы, мерные цилиндры, градуированные стаканы и колбы.



# Мерный цилиндр



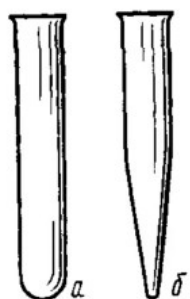


# Химический стакан

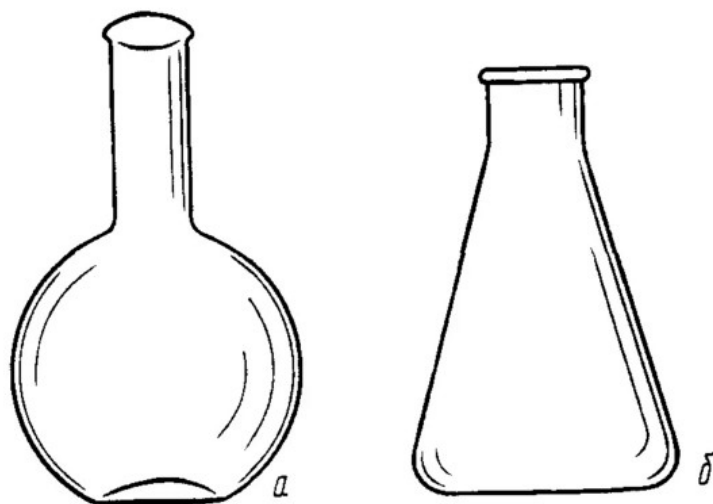


# Мензурка

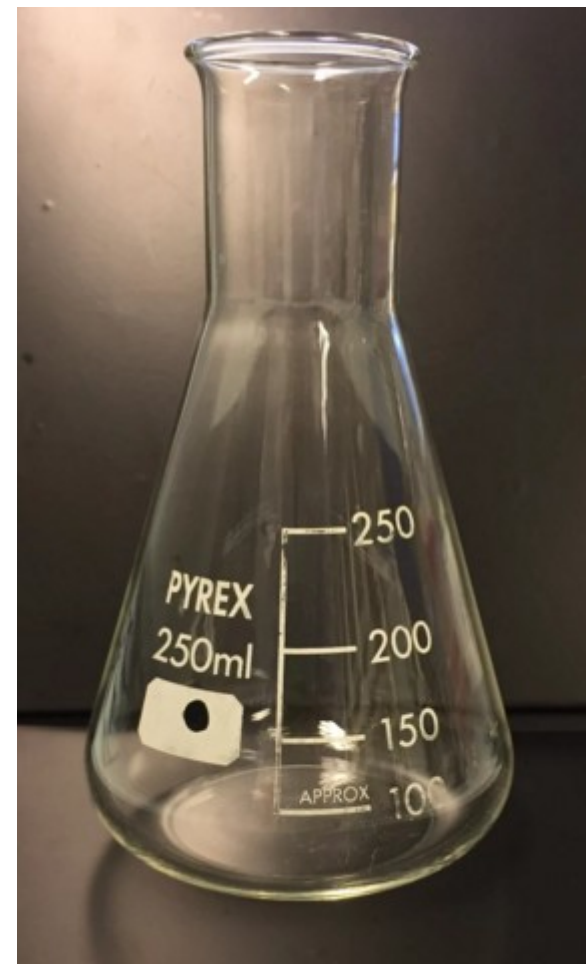




Пробирки: *a* — цилиндрическая, *b* — коническая



Колбы: *a* — круглая плоскодонная, *b* — коническая (Эрленмейера)

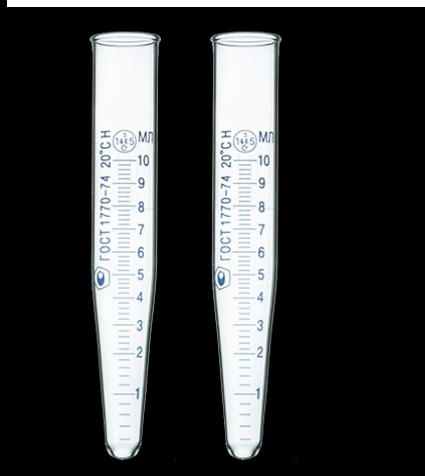
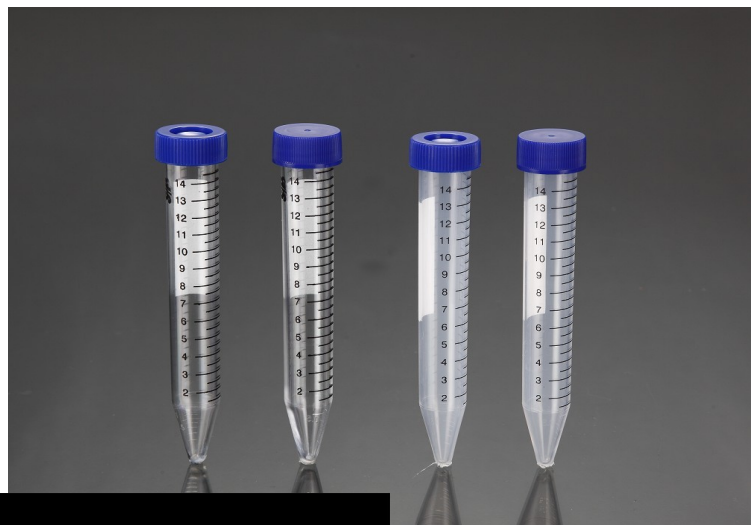


Колба коническая градуированная

# Градуированная посуда (назовите каждый вид)



# Пробирки для центрифугирования



# Технохимические весы

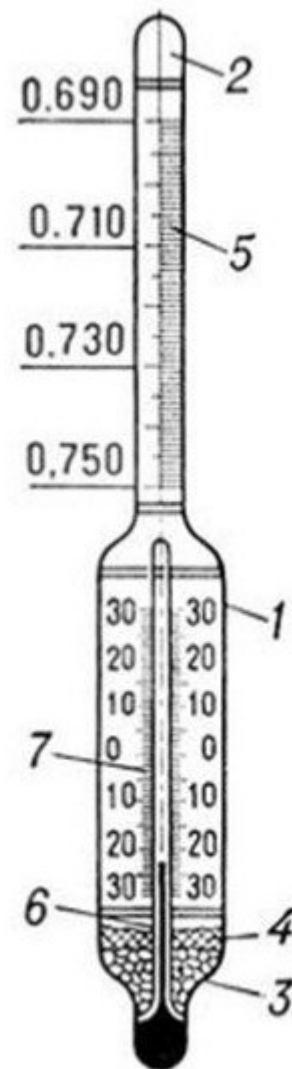


# Ареометр



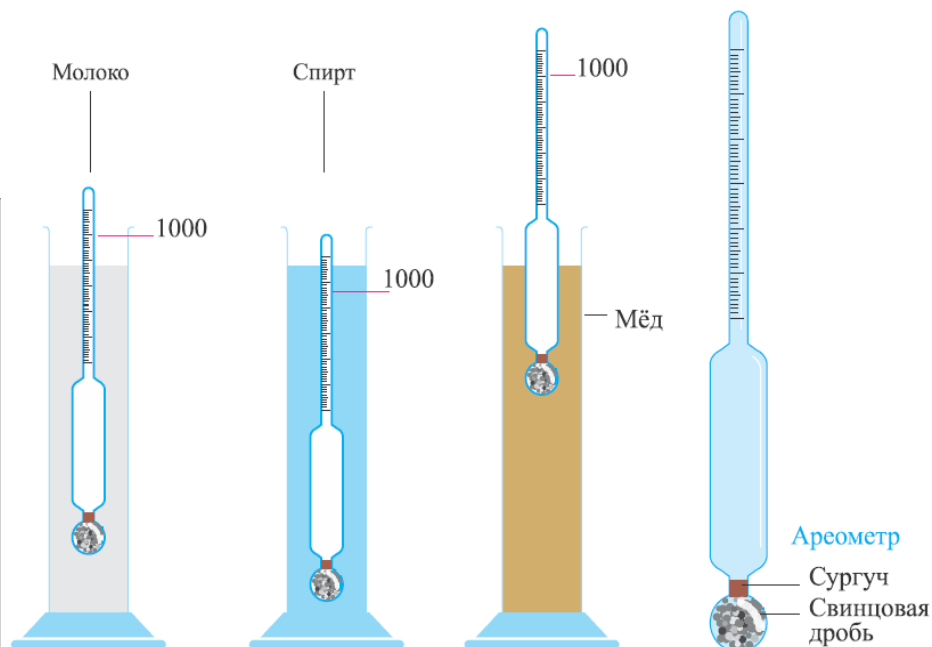
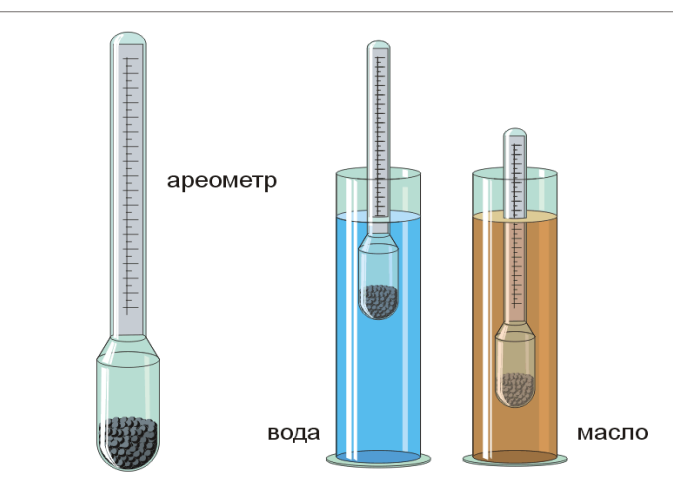
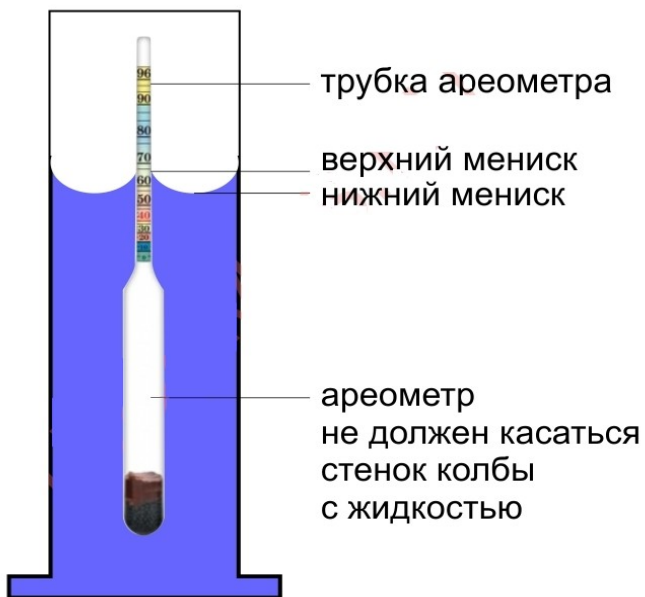
# Устройство ареометра

Ареометр представляет собой стеклянную трубку, нижняя часть которой заполняется дробью или ртутью для достижения необходимой массы. В верхней части находится шкала, которая проградуирована в значениях плотности раствора или концентрации растворенного вещества. Плотность раствора равняется отношению массы ареометра к объему, на который он погружается в жидкость.





# Принцип работы ареометра



# Урометр



Урометр имеет шкалу (обычно от 1.000 до 1.050) и отметку о температуре при которой он был калиброван.

Мочу необходимо наливать в цилиндр, избегая образования пены.

Если пена образовалась, то ее снимают фильтровальной бумагой.

Урометр погружают в цилиндр с мочой аккуратно, не допуская прилипания его к стенкам цилиндра.

Относительную плотность определяют по положению нижнего мениска на шкале урометра после полного прекращения его качания.

# Ступка лабораторная с пестиком



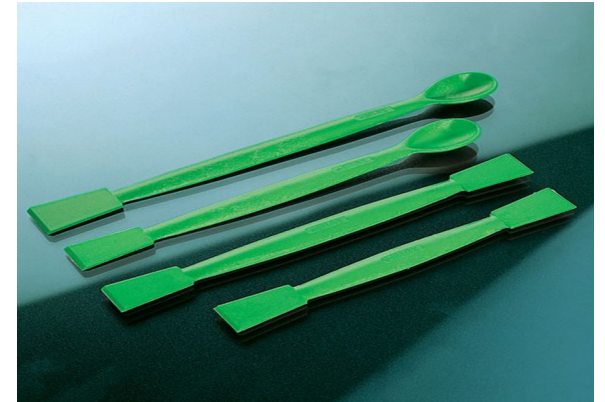
Ступка **не** лабораторная!!!!



# Химические воронки



# Шпатель химический



# Пипетки



Пастера



Транспортировочные



Глазные

Водные растворы кислот ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ) обычно готовят соответствующим разбавлением исходных химически чистых (хч) концентрированных кислот. Разбавление проводят из расчета на объем, так как жидкость всегда легче отмерить, чем взвесить. Чтобы получить разбавленную кислоту (например, 1:5), к 5 объемам воды прибавляют 1 объем кислоты.

Процентное содержание концентрированных кислот контролируют по плотности, определяемой большей частью ареометром. Значения концентрации кислот в зависимости от плотности см. в справочниках.



# Пример приготовления не точного раствора

Приготовление 50%-ного раствора NaOH, не содержащего карбонатов, производят следующим образом: в фарфоровом стакане растворяют при постепенном добавлении и перемешивании 250 г NaOH в 250 мл дистиллированной воды.

После охлаждения раствор переливают в полиэтиленовый сосуд, закрывают пробкой и выдерживают 2-3 недели, до полного осаждения  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Затем прозрачный раствор сифонируют стеклянной трубкой и разбавляют для дальнейшего использования водой, не содержащей  $\text{CO}_2$ .

# Приготовление рабочих растворов точной концентрации

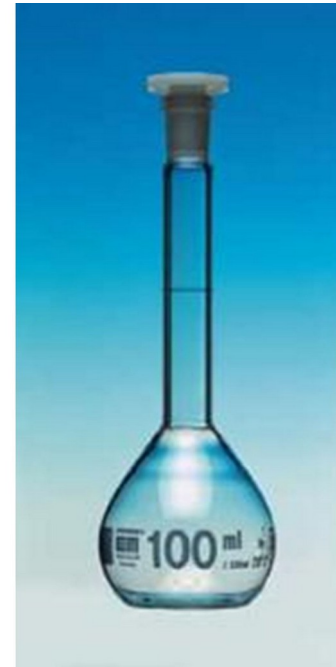
Растворы с точной концентрацией (молярной, нормальной, титр) являются точными.

Для их приготовления используют оборудование с высокой точностью: аналитические весы, мерные колбы, градуированные пипетки.

# Аналитические весы

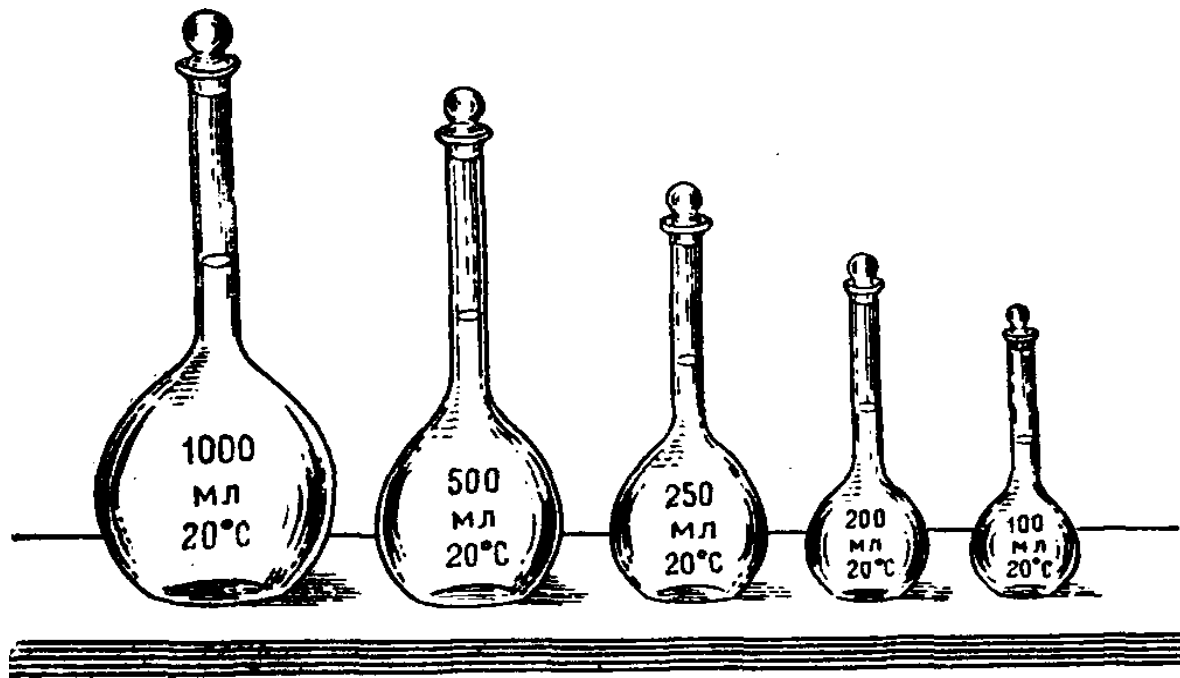


# Мерные колбы



# Объемы мерных колб

2000 мл, 1000 мл, 500 мл, 250 мл, 200 мл, 100  
мл, 50 мл, 25 мл, 10 мл, 5 мл



# Примеры выпускаемых мерных колб



# Пипетки

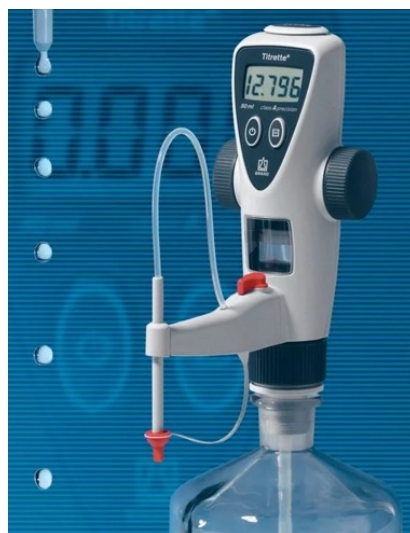
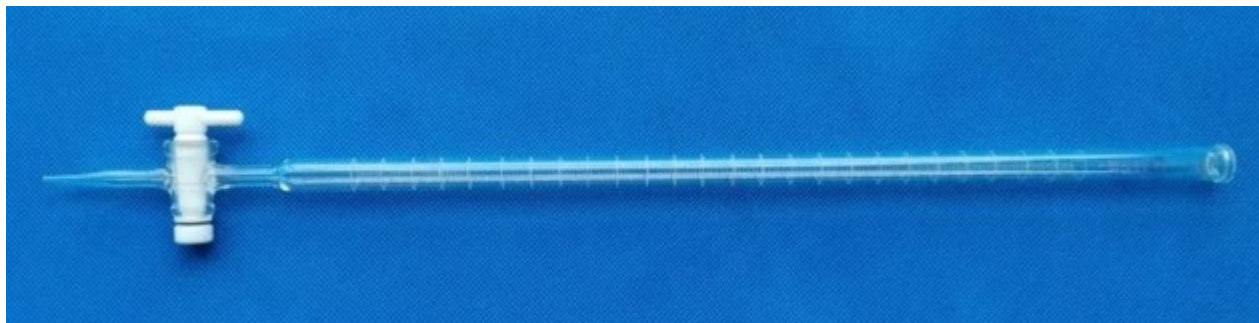


Пипетки автоматические  
(дозаторы)





# Бюретки



# Пример приготовления точного раствора.



Взятую с точностью до 0,0001 г на аналитических весах навеску высушенного стандартного вещества, которая соответствует рассчитанной для получения определенного объема раствора заданной концентрации, аккуратно переносят в мерную колбу и растворяют в небольшом объеме дистиллированной воды, не содержащей  $\text{CO}_2$ .

Полученный раствор при периодическом взбалтывании разбавляют водой, доводя объем раствора в мерной колбе несколько ниже метки.

Затем колбу с раствором выдерживают 15-20 мин при  $20^\circ\text{C}$  и осторожно добавляют воду до метки. Колбу закрывают пробкой и содержимое взбалтывают в течение 15-30 мин.

Полученный раствор перемещают в сосуд для хранения (склянку).

# Приготовление растворов из фиксаналов

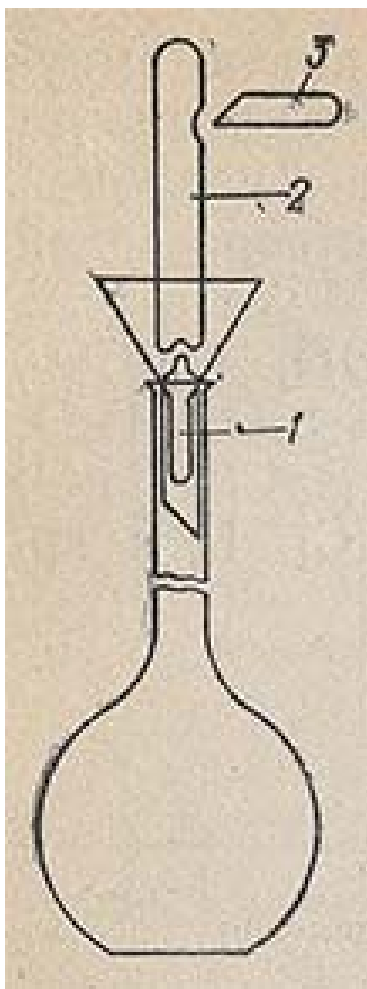


Фиксаналы, или стандарт-титры, представляют собой точно отвешенное количество реактива или его раствора, запаянного в стеклянную ампулу. Как правило, в каждой ампуле содержится 0,1 эквивалента вещества. При количественном перенесении содержимого подобной ампулы в мерную колбу на 1 л и доведении объема раствора водой до метки при 20 °С получаются точно 0,1 н. растворы.

Фиксаналы рекомендуется применять во всех случаях, когда требуется быстро приготовить точный рабочий раствор, не прибегая к взвешиванию.

Выпускаются фиксаналы  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  
 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  
 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{SCN}$ ,  
 $\text{KSCN}$ ,  $\text{NaSCN}$ ,  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{I}_2$  и др.

# Техника приготовления жидкого фиксана



Вначале теплой водой смывают надпись на ампуле и хорошо протирают ее чистым полотенцем.

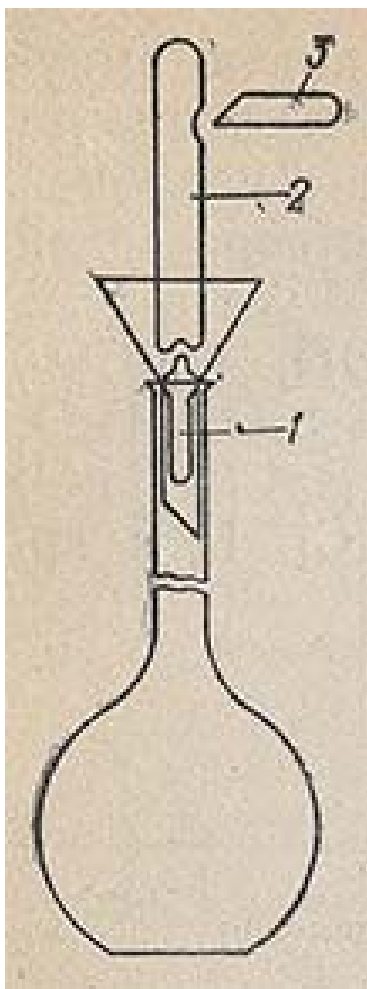
В мерную колбу вместимостью 1 л вставляют воронку с вложенным в нее стеклянным бойком (обычно прилагается к каждой коробке фиксана), острый конец которого должен быть обращен вверх. Ампуле с фиксаналом дают свободно падать так, чтобы тонкое дно ампулы разбилось при ударе об острый конец бойка.

После этого другим стеклянным бойком пробивают боковое углубление ампулы и дают содержимому вытечь.

Не меняя положения ампулы, в образовавшееся верхнее отверстие вставляют оттянутый в капилляр и изогнутый вверх конец трубки промывалки и сильной струей промывают ампулу изнутри. Затем струей воды из промывалки хорошо промывают наружную поверхность ампулы и воронку с бойком.

Удалив ампулу из воронки, доводят уровень жидкости в колбе до метки. Колбу плотно закрывают и тщательно перемешивают раствор.

# Техника приготовления твёрдого фиксаналя



Ампулы с фиксаналями твёрдых веществ ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KMnO}_4$  и др.) вскрывают так же, как описано выше, но воронка должна быть совершенно сухая. Когда ампула разбита, содержимое ее осторожным встряхиванием высыпают в колбу, ампулу и воронку тщательно промывают дистиллированной водой.

# Правила использования фиксаналов

При использовании фиксаналом 0,1 н. йода перед вскрытием ампулы необходимо поместить в мерную колбу 30-40 г KI для полного растворения йода.

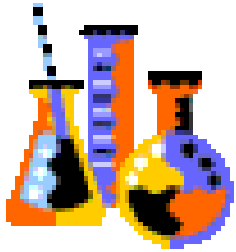
Фиксанал  $\text{AgNO}_3$  при обычных условиях хранения через 2-3 года темнеет. Фиксаналы большинства других твердых веществ и кислот могут храниться неопределенно долгое время.

Фиксаналы NaOH, KOH пригодны только в течение 6 месяцев со дня их выпуска. Помутнение щелочных растворов - признак их порчи.

Рабочие растворы с точной концентрацией должны быть по возможности свежеприготовленными. Исключение составляют растворы  $\text{KMnO}_4$ , титр которых следует устанавливать не ранее чем через 3-4 дня после их приготовления.

При хранении рабочих растворов следует периодически проверять их концентрацию. Рабочие растворы щелочей и тиосульфата натрия следует защищать от действия  $\text{CO}_2$  (хлоркальциевые трубки с натронной известью или аскаритом).

Сосуды с рабочими растворами должны иметь четкие надписи с указанием вещества, нормальности, поправочного коэффициента, даты изготовления и даты проверки концентрации.



# Расчет концентраций растворов





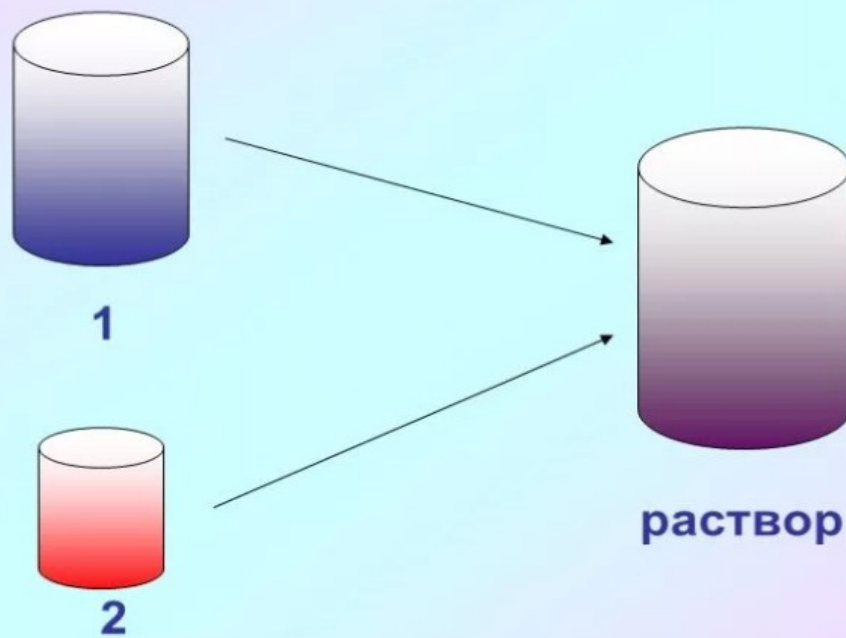
Вспоминаем, что такое раствор?

**Растворы** – однородные смеси  
переменного состава нескольких  
компонентов.

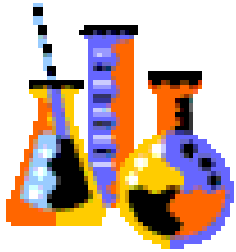
Раствор состоит из растворителя,  
растворенного вещества и  
продуктов их взаимодействия.

# Иными словами:

## Приготовление раствора



**Вспоминаем!**  
**Что такое концентрация?**



**Концентрация** – это  
количественный состав  
растворенного вещества (в  
конкретных единицах) в  
единице объема или массы.

Вспоминаем классификацию растворов по концентрации.

# Классификация растворов по концентрации

- Концентрированные.
- Разбавленные.
- Насыщенные.
- Пересыщенные.

# Способы выражения концентраций растворов



## Физические величины, характеризующие состав раствора – это..

- **массовая доля,**
- **массовый процент,**
- **молярность (молярная концентрация),**
- **мольная доля,**
- **мольный процент,**
- **мольное соотношение,**
- **растворимость (для насыщенных растворов),**
- **объемная доля,**
- **объемный процент,**
- **нормальность или нормальная концентрация,**
- **моляльность,**
- **титр.**



## Способы выражения концентраций растворов

1. **Массовая доля** (или процентная концентрация вещества) – это отношение массы растворенного вещества к общей массе раствора.

Для бинарного раствора, раствора, состоящего из двух веществ - растворённого вещества и растворителя:

$$\omega = \frac{m_{в-ва}}{m_{р-ра}}$$

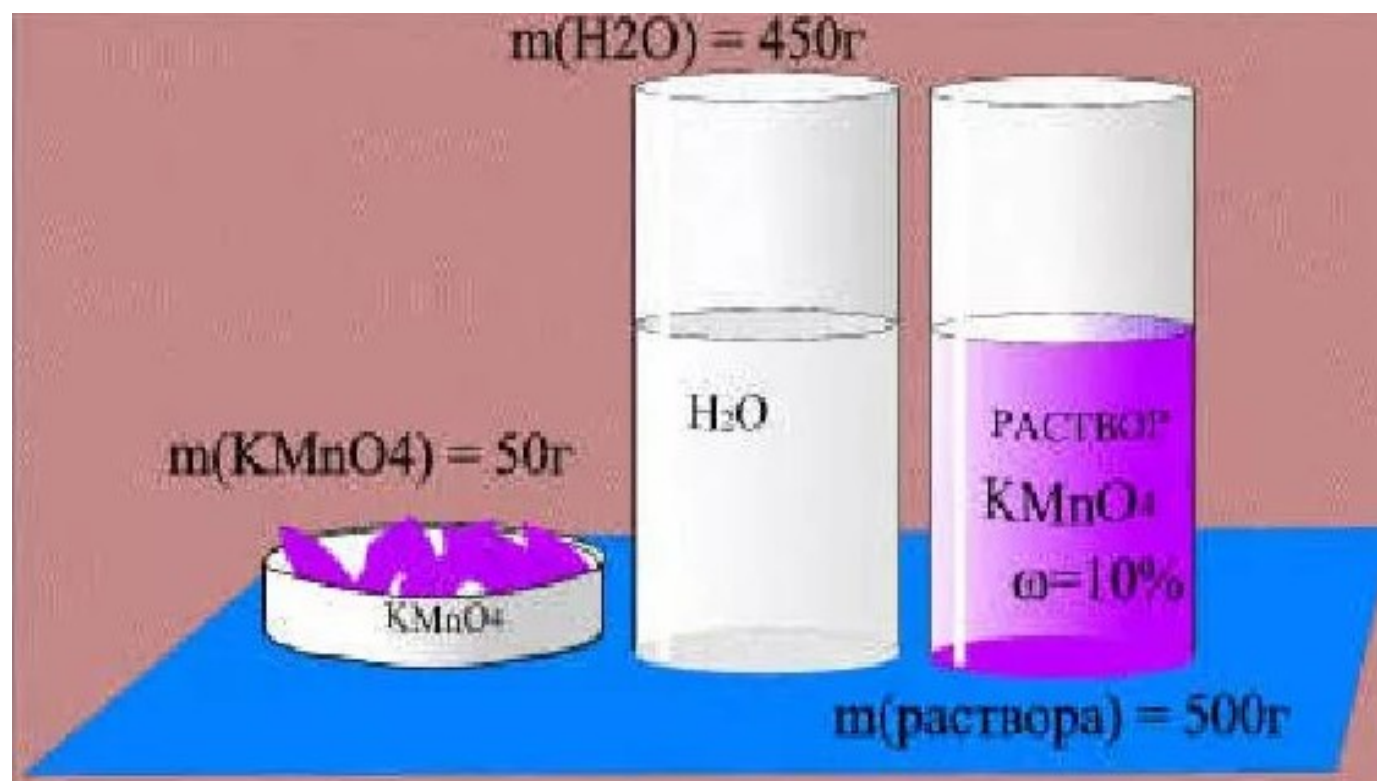
где:  $\omega$  – массовая доля растворенного вещества;

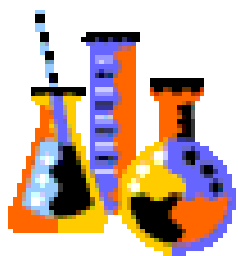
$m_{в-ва}$  – масса растворённого вещества;

$m_{р-ра}$  – масса растворителя.

Массовую долю выражают в долях от единицы или в процентах (массовый процент).

$$\omega = \frac{m_{в-ва}}{m_{р-ра}} \cdot 100 \%$$





## Способы выражения концентраций растворов

2. **Молярная концентрация** или молярность – это количество растворённого вещества — молей ( $n$ ) в одном литре раствора ( $V$ ):

$$C(X) = \frac{n(X)}{V(p-pa)}$$

где:  $C(X)$  – молярная концентрация растворённого вещества, моль/л (возможно также обозначение М, например, 0,2 М HCl);  
 $N(X)$  – количество растворенного вещества, моль;  
 $V(p-pa)$  – объём раствора, л.

Раствор называют молярным или **одномолярным**, если в 1 литре раствора растворено 1 моль вещества, **децимолярным** – растворено 0,1 моля вещества, **сантимолярным** – растворено 0,01 моля вещества, **миллимолярным** – растворено 0,001 моля вещества.

**Моль** — единица измерения количества вещества в Международной системе единиц (СИ). Это такое количество вещества, которое содержит число молекул (частиц, ионов, атомов), равное числу Авогадро  $N=6,02 \cdot 10^{23}$ . Ровно столько атомов содержится в 12 г изотопа углерода  $^{12}\text{C}$ .



## Способы выражения концентраций растворов

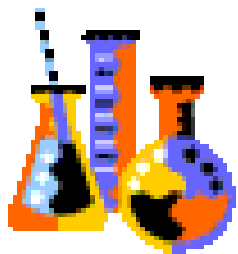
3. **Моляльная концентрация** (моляльность) раствора  $C_{(x)}$  показывает количество растворенного вещества (*моль*) в 1 кг растворителя:

$$C_{m(x)} = \frac{n}{m_{p-ля}}$$

где:  $C_{m(x)}$  – моляльность, моль/кг;

$n$  – количество растворенного вещества, моль;

$m_{p-ля}$  – масса растворителя, кг.



## Способы выражения концентраций растворов

4. **Титр** – содержание вещества в граммах в 1 мл (1 см<sup>3</sup>) раствора:

$$T = \frac{m_{в-ва}}{V_{р-ра}}$$

где:  $T$  – титр растворённого вещества, г/мл;

$m_{в-ва}$  – масса растворенного вещества, г;

$V_{р-ра}$  – объём раствора, мл.



## Способы выражения концентраций растворов

5. **Мольная доля** растворённого вещества – безразмерная величина, равная отношению количества растворенного вещества к общему количеству веществ в растворе (включая растворитель). Если рассчитываем мольную долю вещества и растворителя в растворе, то:

$$N = \frac{n}{n + n_{p-ля}}$$

где:  $N$  – мольная доля растворённого вещества;

$n$  – количество растворённого вещества, моль;

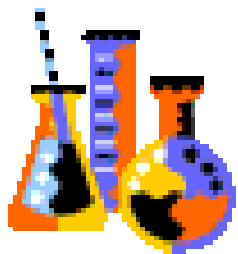
$n_{p-ля}$  – количество вещества растворителя, моль.

Сумма мольных долей должна равняться 1:

$$N(X) + N(S) = 1.$$

где  $N(X)$  - мольная доля растворенного вещества  $X$ ;

$N(S)$  - мольная доля растворителя  $S$ .



## Способы выражения концентраций растворов

6. **Нормальная концентрация** растворов (нормальность или молярная концентрация эквивалента) – число грамм-эквивалентов данного вещества в одном литре раствора.

Грамм-эквивалент вещества – количество граммов вещества, численно равное его эквиваленту.

$$C_H = \frac{z}{V_{p-ra}}$$

где:  $C_H$  – нормальная концентрация (молярная концентрация эквивалента), моль-экв/л;  
 $z$  – число эквивалентности;  
 $V_{p-ra}$  – объём раствора, л.

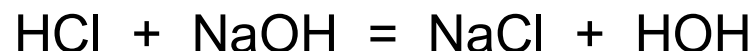
Для записи концентрации таких растворов используют сокращения **н** или **N**. Например, раствор, содержащий 0,1 моль-экв/л, называют децинормальным и записывают как 0,1 н или 0,1N.

**Эквивалент** – это условная единица, равноценная одному иону водорода в кислотно-основных реакциях или одному электрону в окислительно – восстановительных реакциях.



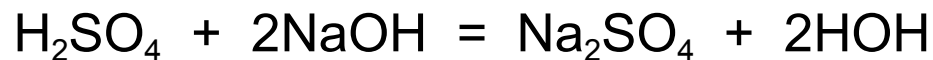
Необходимо помнить, что в любой реакции вещества реагируют в эквивалентных количествах.

Рассмотрим реакцию взаимодействия соляной кислоты и гидроксида натрия.



В этой реакции не может провзаимодействовать 1 молекула HCl с двумя молекулами NaOH. То есть в этой реакции провзаимодействовали 1 эквивалент HCl и 1 эквивалент NaOH.

Рассмотрим еще одну реакцию полного взаимодействия серной кислоты и гидроксида натрия.



В этой реакции провзаимодействовали 1 эквивалент серной кислоты и 2 эквивалента гидроксида натрия. Невозможно взаимодействие 1 эквивалента серной кислоты с 3 эквивалентами щелочи.

Для приготовления растворов, содержащих определенное количество эквивалентов данного вещества, необходимо уметь подсчитать молярную массу эквивалента (эквивалентную массу), т. е. массу одного эквивалента.

Эквивалентная масса кислоты равна ее молярной массе, деленной на основность кислоты (число атомов водорода).

Так, для азотной кислоты  $\text{HNO}_3$  эквивалентная масса равна ее молярной массе. Для серной кислоты эквивалентная масса равна  $98:2 = 49$ . Для трехосновной фосфорной кислоты эквивалентная масса равна  $98:3 = 32,6$ .

Эквивалентная масса основания равна его молярной массе, деленной на степень окисления металла.

Например, эквивалентная масса гидроксида натрия  $\text{NaOH}$  равна его молярной массе, а эквивалентная масса гидроксида магния  $\text{Mg(OH)}_2$  равна  $58,32:2 = 29,16$  г.

Эквивалентная масса соли равна молярной массе соли, деленной на произведение степени окисления металла на число его атомов в молекуле соли.

Так эквивалентная масса сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  равна  $142: (1 \times 2) = 71$  г., а эквивалентная масса сульфата алюминия  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  равна  $342: (3 \times 2) = 57$  г.



## Переход от одних единиц выражения к другим

Иногда при решении задач необходимо переходить от одних единиц выражения к другим:

$$C(X) = \frac{10 \cdot \omega(X) \cdot \rho}{M(X)}$$

$$\omega(X) = \frac{C(X) \cdot M(X)}{10 \cdot \rho}$$

где:  $\omega(X)$  - массовая доля растворенного вещества X, в %;  
 $C(X)$  — молярная концентрация растворенного вещества X, моль/л;  
 $M(X)$  – молярная масса растворенного вещества X, г/л;  
 $\rho$  – плотность раствора .

**Плотность** — физическая величина, характеризующая физические свойства вещества, которая равна отношению массы тела (раствора) к занимаемому этим телом (раствором) объёму.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

где:  $\rho$  — плотность, кг/м<sup>3</sup> (СИ) (г/см<sup>3</sup>; г/мл);  $m$  — масса тела (раствора), кг (г);  $V$  — его объём, м<sup>3</sup> (см<sup>3</sup>, мл).  
 Плотность часто выражают в г/см<sup>3</sup>, г/мл.

**Молярная масса (M)** – это масса одного моля вещества.

$$M = \frac{m}{n}$$



## Расчет молярной массы вещества

$$M = \frac{m}{n}$$

где:  $M$  — молярная масса вещества, г/моль (в системе СИ кг/моль);  $m$  — масса вещества, г (кг);  $n$  — количество вещества, моль.

**Молярная масса вещества** (г/моль) численно равна относительной молекулярной массе (безразмерная величина), если структурными единицами вещества являются молекулы.

**Относительная молекулярная масса** — это физическая величина, равная отношению массы одной молекулы вещества к 1/12 части массы атома углерода.

Вычислить относительную молекулярную массу того или иного вещества поможет таблица Д. И. Менделеева.



## ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																							
	A	I	В	A	II	В	A	III	В	A	IV	В	A	V	В	A	VI	В	A	VII	В	A	VIII	В
1	<b>(H)</b>																					<b>H</b> Hydrogenium Водород	<b>He</b> Helium Гелий	
2	<b>Li</b> Lithium Литий	<b>Be</b> Beryllium Бериллий	<b>B</b> Borum Бор	<b>C</b> Carboneum Углерод	<b>N</b> Nitrogenium Азот	<b>O</b> Oxygenium Кислород	<b>F</b> Fluorum Фтор	<b>Ne</b> Neon Неон																<b>Ar</b> Argon Аргон
3	<b>Na</b> Natrium Натрий	<b>Mg</b> Magnesium Магний	<b>Al</b> Aluminium Алюминий	<b>Si</b> Silicium Кремний	<b>P</b> Phosphorus Фосфор	<b>S</b> Sulfur Сера	<b>Cl</b> Chlorium Хлор	<b>Ar</b> Argon Аргон																
4	<b>K</b> Kalium Калий	<b>Ca</b> Calcium Кальций	<b>Sc</b> Scandium Скандий	<b>Ti</b> Titanium Титан	<b>V</b> Vanadium Ванадий	<b>Cr</b> Chromium Хром	<b>Mn</b> Manganum Марганец	<b>Fe</b> Ferrum Железо	<b>Co</b> Cobaltum Кобальт	<b>Ni</b> Niccolum Никель														
	<b>Cu</b> Cuprum Медь	<b>Zn</b> Zincum Цинк	<b>Ga</b> Gallium Галлий	<b>Ge</b> Germanium Германий	<b>As</b> Arsenicum Мышььяк	<b>Se</b> Selenium Селен	<b>Br</b> Bromum Бром	<b>Kr</b> Krypton Криптон																
5	<b>Rb</b> Rubidium Рубидий	<b>Sr</b> Strontium Стронций	<b>Y</b> Yttrium Иттрий	<b>Zr</b> Zirconium Цирконий	<b>Nb</b> Niobium Ниобий	<b>Mo</b> Molybdaenum Молибден	<b>Tc</b> Technetium Технеций	<b>Ru</b> Ruthenium Рутений	<b>Rh</b> Rhodium Родий	<b>Pd</b> Palladium Палладий														
	<b>Ag</b> Argentum Серебро	<b>Cd</b> Cadmium Кадмий	<b>In</b> Indium Индий	<b>Sn</b> Stannum Олово	<b>Sb</b> Stibium Сурьма	<b>Te</b> Tellurium Теллур	<b>I</b> Iodum Иод	<b>Xe</b> Xenon Ксенон																
6	<b>Cs</b> Cesium Цезий	<b>Ba</b> Barium Барий	<b>La*</b> Lanthanum Лантан	<b>Hf</b> Hafnium Гафний	<b>Ta</b> Tantalum Тантал	<b>W</b> Wolframium Вольфрам	<b>Re</b> Rhenium Рений	<b>Os</b> Osmium Осмий	<b>Ir</b> Iridium Иридий	<b>Pt</b> Platinum Платина														
	<b>Au</b> Aurum Золото	<b>Hg</b> Hydrargyrum Ртуть	<b>Tl</b> Thallium Таллий	<b>Pb</b> Plumbum Свинец	<b>Bi</b> Bismuthum Висмут	<b>Po</b> Polonium Полоний	<b>At</b> Astatium Астат	<b>Rn</b> Radon Радон																
7	<b>Fr</b> Francium Франций	<b>Ra</b> Radium Радий	<b>Ac**</b> Actinium Актиний	<b>Rf</b> Rutherfordium Ферзерфдий	<b>Db</b> Dubnium Дубний	<b>Sg</b> Seaborgium Сиборгий	<b>Bh</b> Bohrium Борий	<b>Hs</b> Hassium Хассий	<b>Mt</b> Meitnerium Мейтнерий															
ФОРМУЛЫ ВЫСШИХ ОКСИДОВ	R <sub>2</sub> O		RO		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		RO <sub>2</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		RO <sub>3</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>		RO <sub>4</sub>									
ФОРМУЛЫ ЛЕГУЧИХ ОДНОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ			RH <sub>4</sub>		RH <sub>3</sub>		RH <sub>2</sub>		RH															
ЛАНТАНОИДЫ*	<b>Ce</b> Cerium Церий	<b>Pr</b> Praseodymium Празеодим	<b>Nd</b> Neodymium Неодим	<b>Pm</b> Promethium Прометий	<b>Sm</b> Samarium Самарий	<b>Eu</b> Europium Европий	<b>Gd</b> Gadolinium Гадолиний	<b>Tb</b> Terbium Тербий	<b>Dy</b> Dysprosium Диспрозий	<b>Ho</b> Holmium Гольмий	<b>Er</b> Erbium Эрбий	<b>Tm</b> Thulium Тулий	<b>Yb</b> Ytterbium Иттербий	<b>Lu</b> Lutetium Лютеций										
АКТИНОИДЫ**	<b>Th</b> Thorium Торий	<b>Pa</b> Protactinium Протактиний	<b>U</b> Uranium Уран	<b>Np</b> Neptunium Нептуний	<b>Pu</b> Plutonium Плутоний	<b>Am</b> Americium Америций	<b>Cm</b> Curium Кюрий	<b>Bk</b> Berkelium Берклий	<b>Cf</b> Californium Калифорний	<b>Es</b> Einsteinium Эйнштейний	<b>Fm</b> Fermium Фермий	<b>Md</b> Mendelevium Менделеевий	<b>No</b> Nobelium Нобелий	<b>Lr</b> Lawrencium Лауренсий										



Возьмем, например, серную кислоту. Ее формула выглядит следующим образом:



Теперь обратимся к таблице и посмотрим, какова атомная масса каждого из входящих в состав кислоты элементов. Серная кислота состоит из трех элементов – водород, сера, кислород. Относительная атомная масса этих элементов ( $A_r$ ) соответственно – 1, 32, 16.

Э Л Е М Е Н Т О						
V A		V I		V I I		V A
				<b>H</b> Hydrogenium Водород	1 1.00794	<b>He</b> Helium Гелий
7 14.007 n	<b>O</b> Oxygenium Кислород	8 15.999		<b>F</b> Fluorum Фтор	9 18.998	<b>Ne</b> Neon Неон
15 30.974 s	<b>S</b> Sulfur Сера	16 32.066		<b>Cl</b> Chlorium Хлор	17 35.453	<b>Ar</b> Argon Аргон

Формула для расчета относительной молекулярной массы вещества:

$$M_r = A_r(1) \cdot x + A_r(2) \cdot y + A_r(3) \cdot z + \dots$$

где:  $M_r$  — относительная молекулярная масса вещества;

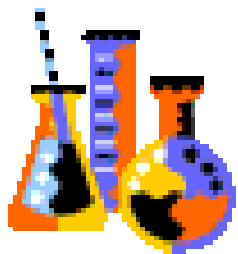
$A_r(1)$ ,  $A_r(2)$ ,  $A_r(3)$  и т. д. - относительные атомные массы атомов, входящих в состав данной молекулы;

$x$ ,  $y$ ,  $z$  — число каждого атома в молекуле (индексы).

Относительная молекулярная масса серной кислоты:

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = A_r(\text{H}) \cdot 2 + A_r(\text{S}) \cdot 1 + A_r(\text{O}) \cdot 4 = 1 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 98.$$

Таким образом, молярная масса серной кислоты ( $M$ ) — 98 г/моль.



# Задание

Рассчитать молярные массы следующих веществ (**выделенные красным** — сейчас, остальные - дома):

**HCl, NaOH, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O**, HNO<sub>3</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>,  
K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]·3H<sub>2</sub>O (гексацианоферрат калия),  
глюкозы (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), этилового спирта  
(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), мочевины (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>CO).





# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																			
	A I B A II B A III B A IV B A V B A VI B A VII B A VIII B																			
1	<b>(H)</b>																	<b>H</b> <sup>1</sup> 1.00794 Hydrogenium Водород	<b>He</b> <sup>2</sup> 4.002602 Helium Гелий	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Символ элемента</p> <p>Относительная атомная масса</p> <p>Порядковый номер</p> <p>Название элемента</p> <p>Распределение электронов на энергетических уровнях</p> </div>
2	<b>Li</b> <sup>3</sup> 6.941 Lithium Литий	<b>Be</b> <sup>4</sup> 9.0122 Beryllium Бериллий	<b>B</b> <sup>5</sup> 10.811 Borum Бор	<b>C</b> <sup>6</sup> 12.011 Carboneum Углерод	<b>N</b> <sup>7</sup> 14.007 Nitrogenium Азот	<b>O</b> <sup>8</sup> 15.999 Oxygenium Кислород	<b>F</b> <sup>9</sup> 18.998 Fluorum Фтор	<b>Ne</b> <sup>10</sup> 20.179 Neon Неон											<b>Ar</b> <sup>18</sup> 39.948 Argon Аргон	
3	<b>Na</b> <sup>11</sup> 22.99 Natrium Натрий	<b>Mg</b> <sup>12</sup> 24.305 Magnesium Магний	<b>Al</b> <sup>13</sup> 26.9815 Aluminium Алюминий	<b>Si</b> <sup>14</sup> 28.086 Silicium Кремний	<b>P</b> <sup>15</sup> 30.974 Phosphorus Фосфор	<b>S</b> <sup>16</sup> 32.066 Sulfur Сера	<b>Cl</b> <sup>17</sup> 35.453 Chlorium Хлор	<b>Ar</b> <sup>18</sup> 39.948 Argon Аргон												
4	<b>K</b> <sup>19</sup> 39.098 Kalium Калий	<b>Ca</b> <sup>20</sup> 40.08 Calcium Кальций	<b>Sc</b> <sup>21</sup> 44.956 Scandium Скандий	<b>Ti</b> <sup>22</sup> 47.90 Titanium Титан	<b>V</b> <sup>23</sup> 50.941 Vanadium Ванадий	<b>Cr</b> <sup>24</sup> 51.996 Chromium Хром	<b>Mn</b> <sup>25</sup> 54.938 Manganum Марганец	<b>Fe</b> <sup>26</sup> 55.847 Ferrum Железо	<b>Co</b> <sup>27</sup> 58.933 Cobaltum Кобальт	<b>Ni</b> <sup>28</sup> 58.70 Niccolum Никель										
5	<b>Rb</b> <sup>37</sup> 85.468 Rubidium Рубидий	<b>Sr</b> <sup>38</sup> 87.62 Strontium Стронций	<b>Y</b> <sup>39</sup> 88.906 Yttrium Иттрий	<b>Zr</b> <sup>40</sup> 91.22 Zirconium Цирконий	<b>Nb</b> <sup>41</sup> 92.906 Niobium Ниобий	<b>Mo</b> <sup>42</sup> 95.94 Molybdaenum Молибден	<b>Tc</b> <sup>43</sup> 97.91 Technetium Технеций	<b>Ru</b> <sup>44</sup> 101.07 Ruthenium Рутений	<b>Rh</b> <sup>45</sup> 102.906 Rhodium Родий	<b>Pd</b> <sup>46</sup> 106.4 Palladium Палладий										
6	<b>Cs</b> <sup>55</sup> 132.905 Cesium Цезий	<b>Ba</b> <sup>56</sup> 137.33 Barium Барий	<b>La*</b> <sup>57</sup> 138.9055 Lanthanum Лантан	<b>Hf</b> <sup>72</sup> 178.49 Hafnium Гафний	<b>Ta</b> <sup>73</sup> 180.9479 Tantalum Тантал	<b>W</b> <sup>74</sup> 183.85 Wolframium Вольфрам	<b>Re</b> <sup>75</sup> 186.207 Rhenium Рений	<b>Os</b> <sup>76</sup> 190.2 Osmium Осмий	<b>Ir</b> <sup>77</sup> 192.22 Iridium Иридий	<b>Pt</b> <sup>78</sup> 195.08 Platinum Платина										
7	<b>Fr</b> <sup>87</sup> [223] Francium Франций	<b>Ra</b> <sup>88</sup> [226] Radium Радий	<b>Ac**</b> <sup>89</sup> [227] Actinium Актиний	<b>Rf</b> <sup>104</sup> [261] Rutherfordium Фезерфордий	<b>Db</b> <sup>105</sup> [262] Dubnium Дубний	<b>Sg</b> <sup>106</sup> [263] Seaborgium Сиборгий	<b>Bh</b> <sup>107</sup> [262] Bohrium Борий	<b>Hs</b> <sup>108</sup> [265] Hassium Хассий	<b>Mt</b> <sup>109</sup> [266] Meitnerium Мейтнерий											
ФОРМУЛЫ ВЫСШИХ ОКСИДОВ	R <sub>2</sub> O		RO		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		RO <sub>2</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		RO <sub>3</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>		RO <sub>4</sub>					
ФОРМУЛЫ ЛЕТУЧИХ ОДНОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ				RH <sub>4</sub>		RH <sub>3</sub>		RH <sub>2</sub>		RH										
ЛАНТАНОИДЫ*	<b>Ce</b> <sup>58</sup> 140.12 Cetium Церий	<b>Pr</b> <sup>59</sup> 140.908 Praseodymium Празеодим	<b>Nd</b> <sup>60</sup> 144.24 Neodymium Неодим	<b>Pm</b> <sup>61</sup> 144.91 Promethium Прометий	<b>Sm</b> <sup>62</sup> 150.36 Samarium Самарий	<b>Eu</b> <sup>63</sup> 151.96 Europium Европий	<b>Gd</b> <sup>64</sup> 157.25 Gadolinium Гадолиний	<b>Tb</b> <sup>65</sup> 158.926 Terbium Тербий	<b>Dy</b> <sup>66</sup> 162.50 Dysprosium Диспрозий	<b>Ho</b> <sup>67</sup> 164.930 Holmium Гольмий	<b>Er</b> <sup>68</sup> 167.26 Erbium Эрбий	<b>Tm</b> <sup>69</sup> 168.934 Thulium Тулий	<b>Yb</b> <sup>70</sup> 173.04 Ytterbium Иттербий	<b>Lu</b> <sup>71</sup> 174.967 Lutetium Лютеций						
АКТИНОИДЫ**	<b>Th</b> <sup>90</sup> 232.038 Thorium Торий	<b>Pa</b> <sup>91</sup> 231.04 Protactinium Протактиний	<b>U</b> <sup>92</sup> 238.03 Uranium Уран	<b>Np</b> <sup>93</sup> 237.05 Neptunium Нептуний	<b>Pu</b> <sup>94</sup> 244.06 Plutonium Плутоний	<b>Am</b> <sup>95</sup> 243.06 Americium Америций	<b>Cm</b> <sup>96</sup> 247.07 Curium Кюриум	<b>Bk</b> <sup>97</sup> 247.07 Berkelium Берклиум	<b>Cf</b> <sup>98</sup> 251.08 Californium Калифорний	<b>Es</b> <sup>99</sup> 252.08 Einsteinium Эйнштейний	<b>Fm</b> <sup>100</sup> 257.10 Fermium Фермий	<b>Md</b> <sup>101</sup> 258.10 Mendelevium Менделевий	<b>No</b> <sup>102</sup> 259.10 Nobelium Нобелий	<b>Lr</b> <sup>103</sup> 260.10 Lawrencium Лауренсий						

HCl, NaOH, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, HNO<sub>3</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>, K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]·3H<sub>2</sub>O,  
(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>CO)



# ОТВЕТЫ

Относительная молекулярная масса соляной кислоты:

$$Mr(\text{HCl}) = Ar(\text{H}) \cdot 1 + Ar(\text{Cl}) \cdot 1 = 1 + 35,5 = 36,5.$$

Таким образом, молярная масса соляной кислоты  $M(\text{HCl}) = 36,5$  г/моль.

Относительная молекулярная масса гидроксида натрия:

$$Mr(\text{NaOH}) = Ar(\text{Na}) \cdot 1 + Ar(\text{O}) \cdot 1 + Ar(\text{H}) \cdot 1 = 23 + 16 + 1 = 40.$$

Таким образом, молярная масса гидроксида натрия  $M(\text{NaOH}) = 40$  г/моль.

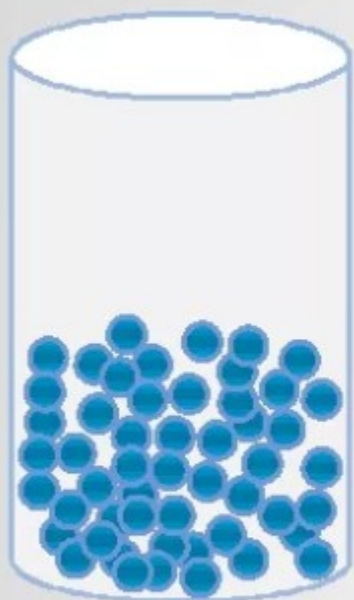
Относительная молекулярная масса кристаллогидрата сульфата меди (медного купороса):

$$Mr(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = Ar(\text{Cu}) \cdot 1 + Ar(\text{S}) \cdot 1 + Ar(\text{O}) \cdot 4 + 5 \cdot (Ar(\text{H}) \cdot 2 + Ar(\text{O}) \cdot 1) = 64 + 32 + 64 + 5 \cdot 18 = 250.$$

Таким образом, молярная масса кристаллогидрата сульфата меди (медного купороса)  $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250$  г/моль.

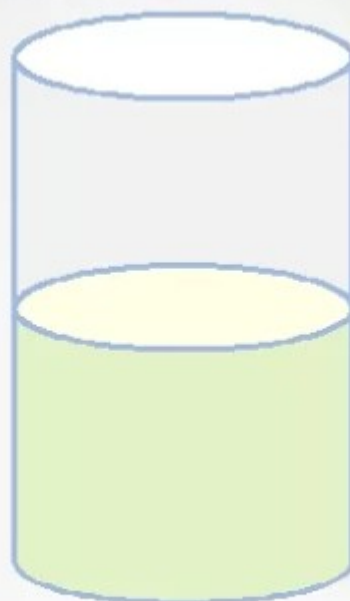
# Задачи

Давайте посчитаем!



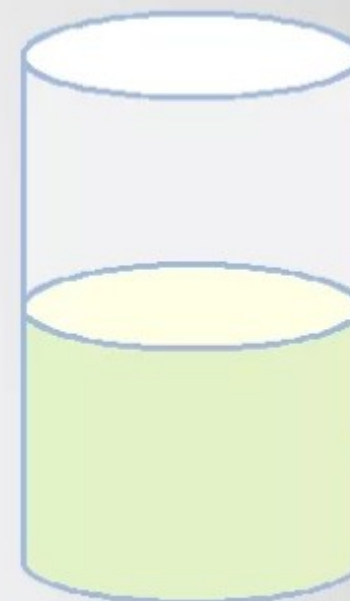
Растворяемое  
вещество

+



Растворитель

=



Раствор

Задачи на массовую долю вещества в  
растворе в долях от единицы и в процентах

Задачи на массовую долю вещества в растворе в долях от единицы и в процентах

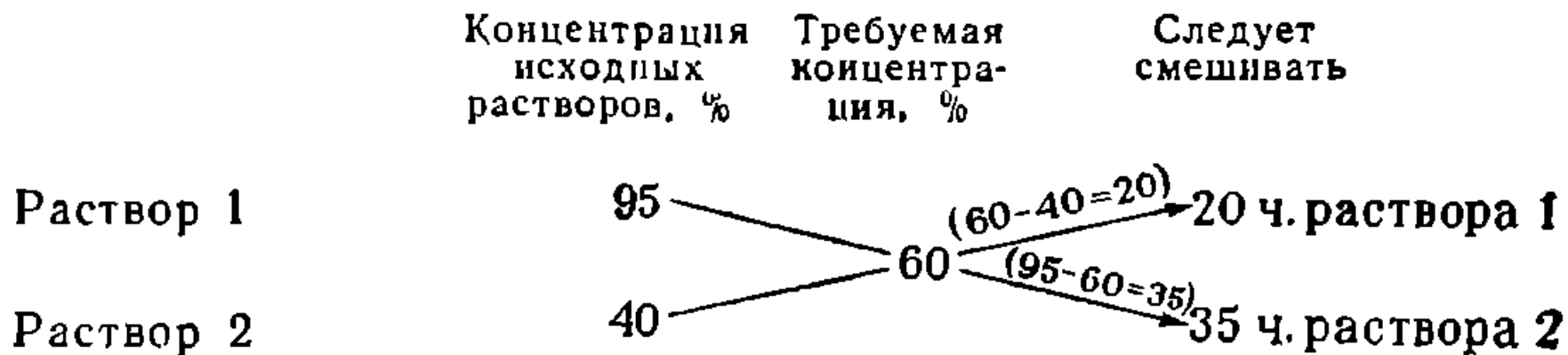
$$\omega = \frac{m_{в-ва}}{m_{р-ра}}$$

$$\omega = \frac{m_{в-ва}}{m_{р-ра}} \cdot 100 \%$$

При приготовлении разбавленных растворов из более концентрированных или путем смешения растворов разных концентраций, для расчета соотношения объемов удобно пользоваться так называемым **правилом креста или смешения**. Это правило может быть иллюстрировано схемой получения 5% (по массе) раствора разбавлением 20% раствора:

Концентрация одного из компонентов, %		Разность	Следует смешать
имеющаяся	требуемая		
20	5	5 - 0	5 частей
0	5	20 - 5	15 частей

«Правилом креста» называют диагональную схему правила смешения для случаев с двумя растворами. Получаемые массовые части показывают в каком соотношении по массе (!) надо слить исходные растворы.



Расчет концентрации по правилу креста не отличается точностью, и пользоваться этим методом можно лишь для приготовления растворов приблизительной концентрации.



# Пример расчета по правилу креста

Определите, сколько нужно взять 10%ного раствора соли и 30%ного раствора соли для приготовления 500 г 20%ного раствора?

Дано:  
 $\omega_1 = 30\%$   
 $\omega_2 = 10\%$   
 $\omega_3 = 20\%$   
 $m_3$  (раствора) = 500 г

---

$m_1$  (раствора) - ?  
 $m_2$  (раствора) - ?

Решение:

Используем "правило креста":

Большая  
концентрация

Получаемая концентрация

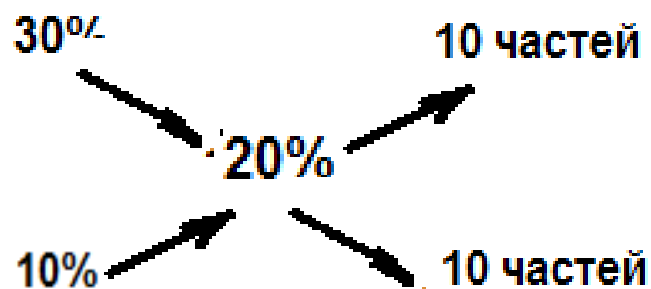
Меньшая  
концентрация

# Расчет

Дано:  $\omega_1 = 30\%$   $\omega_2 = 10\%$   $\omega_3 = 20\%$   $m_3(\text{раствора}) = 500 \text{ г}$

---

$m_1(\text{раствора}) - ?$      $m_2(\text{раствора}) - ?$



Определяем общую сумму всех полученных частей:  
 $10 \text{ частей} + 10 \text{ частей} = 20 \text{ частей}$ .

По пропорции определяем массу каждого раствора:

20 частей - 500 г  
10 частей -  $x$  г

$$x = \frac{10 \text{ ч} \cdot 500 \text{ г}}{20 \text{ частей}} = 250 \text{ г}$$

Ответ:

$m_1(\text{раствора}) = 250 \text{ г}$

$m_2(\text{раствора}) = 250 \text{ г}$

# Решить самостоятельно

Сколько нужно добавить воды к 50 г раствора с массовой долей соли 15%, чтобы получить 5%ный раствор?



1. В растворе массой 100 г содержится хлорид бария массой 20 г. Какова массовая доля хлорида бария в растворе?

В растворе массой 100 г содержится хлорид бария массой 20 г. Какова массовая доля хлорида бария в растворе?

**Д а н о:**

$$m(\text{р-ра}) = 100 \text{ г};$$

$$m(\text{BaCl}_2) = 20 \text{ г}.$$

$$\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}}$$

$$\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100 \%$$

---

Найти:  $w\%(\text{BaCl}_2)$

**Решение:**

Массовая доля  $\text{BaCl}_2$  равна отношению его массы к общей массе раствора:

$$w(\text{BaCl}_2) = m(\text{BaCl}_2)/m(\text{р-ра}) = 20 \text{ г}/100 \text{ г} = 0,2 \text{ или } 20\%.$$

**Ответ:**  $w\%(\text{BaCl}_2) = 0,2 \text{ или } 20\%$

2. Сахар массой 5 г растворили в воде массой 20 г.  
Какова массовая доля (%) сахара в растворе?

$$\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}}$$

$$\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100 \%$$



3. Вычислите массовую долю растворённого вещества, если в 88 г воды растворили 12 г соли.



4. Какие массы нитрата калия и воды необходимо взять для приготовления 2 кг раствора с массовой долей  $\text{KNO}_3$  равной 0,05?





5. Сколько грамм соли и воды нужно для приготовления 300 г 10%-ного раствора?



6. Рассчитайте массы соли и воды, необходимые для приготовления 400г раствора с массовой долей соли 0,15.



Рассчитайте массы соли и воды, необходимые для приготовления 400г раствора с массовой долей соли 0,15.  
**Д а н о**

$$m(\text{р-ра}) = 400 \text{ г};$$

$$w(\text{соли}) = 0,15, \text{ или } 15\%.$$

---

Найти:  $m(\text{соли})$ ;  $m(\text{H}_2\text{O})$

**Ответ:**  $m(\text{соли}) = 60 \text{ г};$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 340 \text{ г}.$$

**Решение:**

1. Определим массу соли, исходя из исходной формулы:

$$w(\text{соли}) = m(\text{соли})/m(\text{р-ра});$$

$$m(\text{соли}) = w(\text{соли}) \cdot m(\text{р-ра}) = 0,15 \cdot 400 \text{ г} = 60 \text{ г}.$$

2. Определим массу воды:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{соли}) + m(\text{H}_2\text{O});$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ра}) - m(\text{соли}) =$$

$$400 \text{ г} - 60 \text{ г} = 340 \text{ г}.$$



7. Какие массы кристаллогидрата сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  и воды надо взять, чтобы получить раствор массой 71 г с массовой долей  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  20%?

Кристаллогидрат содержит воду, которая при приготовлении водных растворов становится частью растворителя. Другими словами, при растворении  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$  (или другого кристаллогидрата) в воде получается раствор  $\text{CuSO}_4$  в воде, а не раствор  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$  в воде.

Какие массы кристаллогидрата сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  и воды надо взять, чтобы получить раствор массой 71 г с массовой долей  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  20%?

**Решение:**

**Дано**

$$m(\text{р-ра}) = 71 \text{ г};$$

$$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 20\%, \text{ или } 0,2$$

**Найти:**  $m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}); m(\text{H}_2\text{O})$

**3.** Вычислим массу воды:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O});$$

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= m(\text{р-ра}) - m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \\ &= 71 \text{ г} - 32,2 \text{ г} = 38,8 \text{ г}. \end{aligned}$$

**Ответ:** для приготовления 71 г раствора надо взять **38,8 г  $\text{H}_2\text{O}$**  и **32,2 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$** .

**1.** Вычислим массу безводного  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , необходимую для приготовления 71 г раствора

$$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = m(\text{Na}_2\text{SO}_4) / m(\text{р-ра});$$

$$\begin{aligned} m(\text{Na}_2\text{SO}_4) &= w(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot m(\text{р-ра}) = \\ &= 0,2 \cdot 71 \text{ г} = 14,2 \text{ г}. \end{aligned}$$

**2.** Вычислим массу кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , необходимого для приготовления раствора:

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль};$$

322 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  содержат 142 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

$$m \text{ г } \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \text{ ----- } 14,2 \text{ г } \text{Na}_2\text{SO}_4$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \text{ г} \cdot 14,2 \text{ г} / 142 \text{ г} = 32,2 \text{ г}$$

8. Какие массы медного купороса и воды надо взять для приготовления 500 г раствора с массовой долей  $\text{CuSO}_4$  16 %?  
Какой станет массовая доля  $\text{CuSO}_4$ , если к полученному раствору добавить 25 г  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ?



Какие массы медного купороса и воды надо взять для приготовления 500 г раствора с массовой долей  $\text{CuSO}_4$  16 %?

**Решение:**

**Дано**

$$m(\text{р-ра}) = 500 \text{ г};$$

$$w(\text{CuSO}_4) = 16\%, \text{ или } 0,16$$

**Найти:**  $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}); m(\text{H}_2\text{O})$

**3.** Вычислим массу воды:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O});$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ра}) - m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) =$$

$$= 500 \text{ г} - 125 \text{ г} = 375 \text{ г}.$$

**Ответ:** для приготовления 500 г раствора надо взять **375г  $\text{H}_2\text{O}$**  и **125г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$** .

**1.** Вычислим массу безводного  $\text{CuSO}_4$ , необходимую для приготовления 500 г раствора

$$w(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4)/m(\text{р-ра});$$

$$m(\text{CuSO}_4) = w(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{р-ра}) =$$

$$= 0,16 \cdot 500 \text{ г} = 80 \text{ г}.$$

**2.** Вычислим массу кристаллогидрата  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , необходимого для приготовления раствора:

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль};$$

250 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  содержат 160 г  $\text{CuSO}_4$

$m$  г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ----- 80 г  $\text{CuSO}_4$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г} \cdot 80 \text{ г} / 160 \text{ г} = 125 \text{ г}$$

9. Какой станет массовая доля  $\text{CuSO}_4$ , если к полученному раствору добавить 25 г  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ?





10. При выпаривании 500 г 10%-го раствора сульфата лития получили раствор массой 200 г. Какова процентная концентрация полученного раствора?



При выпаривании 500 г 10%-го раствора сульфата лития получили раствор массой 200 г. Какова процентная концентрация полученного раствора?

**Д а н о**

$$m_1(\text{р-ра}) = 500 \text{ г};$$

$$w_1(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 10\%, \text{ или } 0,1$$

$$m_2(\text{р-ра}) = 200 \text{ г};$$

---

**Найти:**  $w_2(\text{Li}_2\text{CO}_3)$

**Ответ:**  $w_2(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 25\%$

**Решение:**

1. Определяем массу  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  в исходном растворе:

$$w_1(\text{Li}_2\text{CO}_3) = m(\text{Li}_2\text{CO}_3)/m(\text{р-ра});$$

$$m(\text{Li}_2\text{CO}_3) = w(\text{Li}_2\text{CO}_3) \cdot m_1(\text{р-ра}) = \\ = 0,1 \cdot 500 \text{ г} = 50 \text{ г}.$$

2. Определяем процентную концентрацию полученного раствора (масса  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  при выпаривании не изменилась):

$$w_2(\text{Li}_2\text{CO}_3) = m(\text{Li}_2\text{CO}_3)/m(\text{р-ра}) = \\ = 50 \text{ г}/200 \text{ г} = 0,25 \text{ или } 25\%.$$

11. К 250 г 10%-ного раствора глюкозы прилили 150 мл воды. Какова массовая доля (в %) глюкозы в полученном после разбавления растворе?



12. В 200 г воды растворили 67,2 л хлороводорода HCl (н. у.).  
Определить массовую долю хлороводорода в полученном растворе.

В 200 г воды растворили 67,2 л хлороводорода HCl (н. у.).  
Определить массовую долю хлороводорода в полученном растворе.

**Д а н о:**

$$V(\text{HCl}) = 67,2 \text{ л}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ г};$$

---

**Найти:**  $w(\text{HCl})$

**Ответ:**  $w(\text{HCl}) = 0,3538$   
или 35,38%

**Решение:**

1. Определим количество вещества HCl

$$n(\text{HCl}) = V(\text{HCl})/V_m = 67,2 \text{ л}/22,4 \text{ л/моль} = 3 \text{ моль.}$$

2. Определим массу HCl:

$$m(\text{HCl}) = M(\text{HCl}) \cdot n(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль} \cdot 3 \text{ моль} = 109,5 \text{ г}$$

3. Определим массу раствора:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{HCl}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 109,5 \text{ г} + 200 \text{ г} = 309,5 \text{ г.}$$

4. Определим массовую долю HCl в растворе:

$$w(\text{HCl}) = m(\text{HCl})/m(\text{р-ра}) = 109,5 \text{ г}/309,5 \text{ г} = 0,3538$$

или 35,38%

13. Смешали два раствора соли: 120 г 5%-ного раствора и 130 г 15%-ного раствора. Вычислите массовую долю соли в образовавшемся растворе.



14. Как изменится процентная концентрация раствора, если к 10%-ному раствору соли массой 100 г добавить 20 г воды.



15. Как изменится процентная концентрация раствора, если к 10%-ному раствору соли массой 100 г добавить 20 г соли?





Задачи на молярную  
концентрацию вещества в  
растворе

$$M = \frac{m}{n} \quad C(X) = \frac{n(X)}{V(p-pa)}$$

$$Mr = Ar_1 \cdot x + Ar_2 \cdot y + Ar_3 \cdot z + \dots$$

16. Приготовить 2 л 0,5М раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Приготовить 2 л 0,5М раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

**Дано:**

$V(\text{р-ра}) = 2 \text{ л};$

$C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,5 \text{ моль/л.}$

---

**Найти:**  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$

**Ответ:**  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г.}$

Для приготовления 2 л 0,5М раствора карбоната натрия требуется 106 г соли.

<b>C</b> Carboneum Углерод 6 12.011	<b>Na</b> Natrium Натрий 11 22.99	<b>O</b> Oxygenium Кислород 8 15.999
---	---	--

$$M = \frac{m}{n} \quad C(X) = \frac{n(X)}{V(\text{р-ра})}$$

$$Mr = Ar_1 \cdot x + Ar_2 \cdot y + Ar_3 \cdot z + \dots$$

**Решение:**

1. Вычислим молярную массу карбоната натрия с помощью таблицы Менделеева:

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = Mr(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 4 = 106 \text{ г/моль};$$

2. Вычислим число моль в 2 л 0,5 М раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ :

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = C(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V(\text{р-ра}) = 0,5 \text{ моль/л} \cdot 2 \text{ л} = 1 \text{ моль};$$

3. Определим массу 1 моля карбоната натрия:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 106 \text{ г.}$$

# Для приготовления точного раствора необходимо использовать:



Аналитические весы

Химический стакан для  
взвешивания соли

Мерная колба объемом 2 л

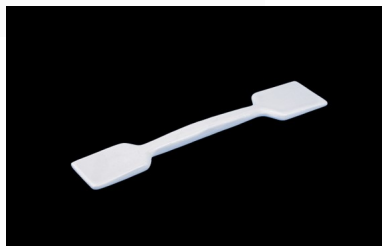
Химическая воронка

Стеклянная палочка

Шпатель химический

Кристаллический карбонат  
натрия

Дистиллированная вода



1. Подготовить и проверить аналитические весы.
2. Сделать навеску 106,0000 г карбоната натрия в стеклянном химическом стакане.
3. В стакан с навеской добавить достаточный для растворения карбоната натрия объем дистиллированной воды и тщательно перемешать смесь стеклянной палочкой до полного растворения.
4. Полученный раствор **количественно** перенести в мерную колбу на 2 литра с помощью стеклянной химической воронки.
5. Довести объем раствора в мерной колбе до 2 литров (метка на горлышке) по нижнему мениску дистиллированной водой.
6. Колбу закрыть плотно крышкой и перемешать содержимое переворачивая мерную колбу.
7. Приготовленный раствор **перелить** в подходящую склянку с герметичной крышкой.
8. **Сделать этикетку** на склянке с указанием названия растворенного вещества, концентрации и даты приготовления.

17. Раствор объемом 500 мл содержит NaOH массой 5 г. Определить молярную концентрацию этого раствора.



18. Вычислите молярную концентрацию раствора поваренной соли, если в 500 мл этого раствора содержится 0,5 моль хлорида натрия.



19. Вычислите молярную массу вещества, если известно, что в 24 л раствора с молярной концентрацией 6 моль/л было растворено 2880 г вещества.





20. Вычислить массу хлорида натрия  $\text{NaCl}$ , содержащегося в растворе объемом 200 мл, если его молярная концентрация 2 моль/л.



21. Вычислить молярную концентрацию раствора серной кислоты, если массовая доля  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в этом растворе 12 %. Плотность раствора 1,08 г/мл при 20°C.  
**Расчет с помощью обычных формул и с помощью формулы пересчета.**

Вычислить молярную концентрацию раствора серной кислоты, если массовая доля  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в этом растворе 12 %. Плотность раствора 1,08 г/мл при 20°C.

**Д а н о:**

$$\rho(\text{р-ра}) = 1,08 \text{ г/мл};$$

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 12 \% \text{ или } 0,12;$$

---

**Найти:**  $C(\text{H}_2\text{SO}_4)$

**4.** Найдём молярную концентрацию серной кислоты в растворе:

$$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4)/V(\text{р-ра}) =$$

$$1,32 \text{ моль/1 л} = 1,32 \text{ моль/л}$$

**Ответ:**  $C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,32 \text{ моль/л}$

Решение:

**1.** Чтобы перейти от массовой доли к молярной концентрации, надо рассчитать какую массу имеют 1000 (или 100, или 10) мл раствора:

$$m(\text{р-ра}) = \rho(\text{р-ра}) \cdot V(\text{р-ра}) =$$

$$1,08 \text{ г/мл} \cdot 1000 \text{ мл} = 1080 \text{ г.}$$

**2.** Вычислим массу  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в этом растворе:

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4)/m(\text{р-ра});$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = w(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot m(\text{р-ра}) = 0,12 \cdot 1080 \text{ г} = 129,6 \text{ г.}$$

**3.** Найдём сколько моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$  содержится в 129,6 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4)/M(\text{H}_2\text{SO}_4);$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 129,6 \text{ г}/98 \text{ г/моль} = 1,32 \text{ моль.}$$

Вычислить молярную концентрацию раствора серной кислоты, если массовая доля  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в этом растворе 12 %. Плотность раствора 1,08 г/мл при 20°C.

**Д а н о:**

$\rho(\text{р-ра}) = 1,08 \text{ г/мл}$

$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 12 \% \text{ или } 0,12;$

$$C(X) = \frac{10 \cdot \omega(X) \cdot \rho}{M(X)}$$

(моль/л)

---

Найти:  $C(\text{H}_2\text{SO}_4)$

**Решение:**

Найдём молярную концентрацию серной кислоты в растворе по формуле:

$$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 10 \cdot w(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho / M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 10 \cdot 12 \% \cdot 1,08 \text{ г/мл} / 98 \text{ г/моль} =$$

1,32 моль/л

**Ответ:**  $C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,32 \text{ моль/л или } 1,32\text{M}$

22. Молярность раствора гидроксида калия (едкого кали) KOH равна 3,8 моль/л, его плотность 1,17 г/мл. Вычислить массовую долю (%) KOH в этом растворе.



23. Требуется приготовить 500 мл 0,1 н. раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Расчет сейчас, описание приготовления дома

Требуется приготовить 500 мл 0,1 н. раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

**Д а н о:**

$$C_n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ н.}$$

$$V(\text{р-ра}) = 500 \text{ мл} = 0,5 \text{ л}$$

---

**Найти:**  $m(\text{Na}_2\text{SO}_4)$

**Ответ:**  $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 3,5510 \text{ г}$

**Решение:**

1. Определим эквивалентную массу соли  
 $E(\text{Na}_2\text{SO}_4) = M/(2 \cdot 1) = 142,04 \text{ г/моль}/2 = 71,02 \text{ г}$

2. Определим количество эквивалентов сульфата натрия в 0,5 л раствора:

$$C_n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = z(\text{Na}_2\text{SO}_4)/V(\text{р-ра});$$

$$z(\text{Na}_2\text{SO}_4) = C_n(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{р-ра}) = 0,1 \text{ н} \cdot 0,5 \text{ л} = 0,05 \text{ экв};$$

3. 1 эквивалент -----71,02 г

0,05 экв ----- X г

$$X = 71,02 \text{ г} \cdot 0,05 \text{ экв}/1 = 3,5510 \text{ г}$$

24. Приготовить 500 мл 0,1 н. раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  из концентрированной кислоты ( $\omega$  96%,  $\rho$  1,8355 г/мл).

Расчет сейчас, описание приготовления дома.



25. Рассчитать молярность, нормальность, титр, моляльность, мольную долю для 40 %-ного раствора серной кислоты, если плотность этого раствора равна  $1,303 \text{ г/см}^3$ .



27. Приготовить 150 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты из исходного раствора HCl плотностью 1,089 г/мл.

Спасибо за внимание!






**АКАДЕМИЯ  
ПОСТДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ФГБУ ФНКЦ ФМБА РОССИИ**

**Отдел повышения квалификации,  
ординатуры и образовательных технологий**

 **(495) 601 91 79 ;**

 **(495) 491-35-27**


 **[opk@medprofedu.ru](mailto:opk@medprofedu.ru)**

 **[www.medprofedu.ru](http://www.medprofedu.ru),**  
**[www.sdo.medprofedu.ru](http://www.sdo.medprofedu.ru)**



**Москва,  
Волоколамское шоссе,  
д. 91**

**Кафедра Клинической лабораторной  
диагностики и патологической  
анатомии**

 **Телефон +7-499-409-23-09**

 **(в том числе WhatsApp)**

 **[email.com](mailto:email.com)**

 **[denisova\\_ov@inbox.ru](mailto:denisova_ov@inbox.ru)**

