

# СПОСОБЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРОВ

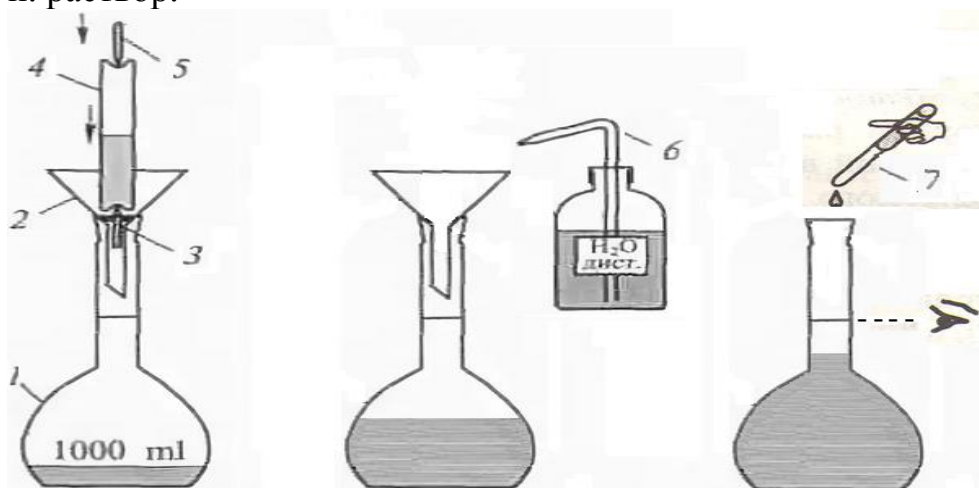
В титриметрическом анализе растворы с *точно известной концентрацией* называют *рабочими*, или *стандартными*. Их можно приготовить несколькими способами:

- по стандарт-титру (фиксаналу).
- по точной навеске исходного вещества
- по приблизительной навеске вещества с последующим определением точной концентрации (стандартизацией) приготовленного раствора по соответствующему стандартному раствору

## Приготовление стандартного раствора из фиксанала

*Фиксанал (стандарт-титр)* - ампула, в которую запаяно точно дозированное количество твердого вещества или раствора.

Фиксанал продается в коробках по 10 ампул. На каждой ампуле имеется штампель или этикетка с обозначением формулы находящегося в ампуле вещества и его количества - 0,1 или 0,01 экв. При количественном перенесении содержимого ампулы в мерную колбу и разбавлении его до 1 л получают точно 0,1 или 0,01 н. раствор.



1. Ампулу (4) ополаскивают дистиллированной водой.
2. В обычную химическую воронку (2) помещают коротким острым концом вверх боек (3) с крестовидным утолщением.
3. Воронку с бойком вставляют в горло мерной колбы (1) вместимостью 1 л.
4. Дно ампулы разбивают осторожным ударом об острый конец бойка, после чего пробивают вторым бойком (5) боковое или верхнее углубление ампулы.
5. Содержимое ампулы тщательно вымывают струей воды из промывалки в мерную колбу(6),
6. Вещество в колбе растворяют, заполнив ее на  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{3}{4}$  водой.
7. Колбу закрывают пробкой и раствор хорошо перемешивают.
8. Доводят объем раствора до метки с помощью капельной пипетки (7).

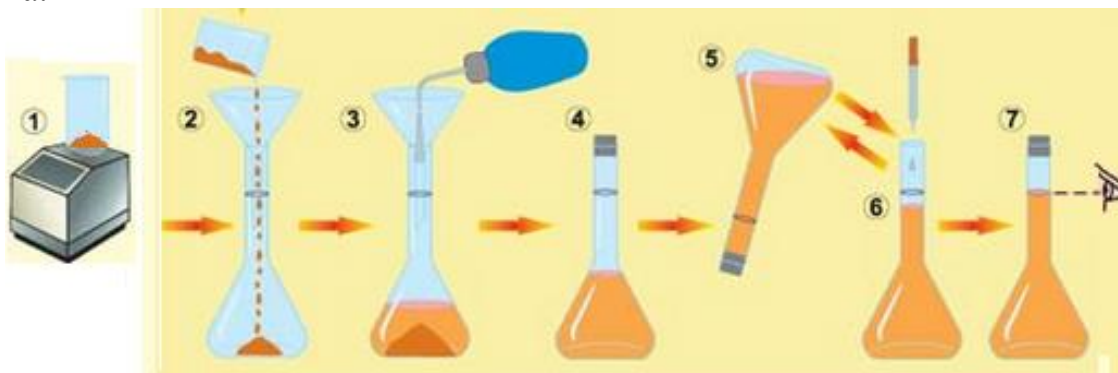
## Приготовление стандартного раствора по точной навеске

В данном способе в качестве исходных веществ для приготовления раствора можно применять только **установочные вещества** (*первичные стандарты*).

*Первичные стандарты* должны удовлетворять следующим требованиям:

- строгое соответствие состава химической формуле
- постоянство химического состава во времени
- химическая и физическая устойчивость
- химическая чистота
- по возможности высокая молекулярная масса
- доступность

Стандартные растворы таких веществ готовят растворением точной навески в воде и разбавлением полученного раствора до требуемого объема.



1. Зная концентрацию ( $C$ , моль-экв/л) и объем ( $V$ , мл) раствора, который необходимо приготовить, рассчитывают массу ( $m$ , г) химически чистого соединения с точностью до 4 знака после запятой.
2. Рассчитанную массу взвешивают в контейнере на аналитических весах.
3. Содержимое контейнера количественно переносят в мерную колбу, тщательно вымывают струей воды из промывалки.
4. Вещество в колбе растворяют, заполнив ее на  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{3}{4}$  водой.
5. Колбу закрывают пробкой и раствор хорошо перемешивают.
6. Доводят объем раствора до метки с помощью капельной пипетки.

$$m = C \cdot M \cdot V$$

**Внимание!** Если стандартным веществом является кристаллогидрат, то при расчете массы необходимо учитывать молярную массу воды.

**Пример 1.** Рассчитать, массу навески  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ , необходимую для приготовления 100 мл 0.1 моль-экв/л раствора.

*Решение:*

$$m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}) = \frac{C_{\text{н}} \cdot V \cdot M_{\text{э}}}{1000} = \frac{0.1 \cdot 100 \cdot (381.44 \cdot \frac{1}{2})}{1000} = 1.9072 \text{ г}$$

## Приготовление раствора по приблизительной навеске с последующей стандартизацией

Данный способ основан на приготовлении растворов веществ, *не удовлетворяющих* требованиям для первичных стандартов.

1. Готовят раствор приблизительной концентрации по навеске вещества, взятой на технических весах или по объему вещества, взятой цилиндром.
2. Навеску вещества растворяют в емкости дистиллированной водой, отмеренной при помощи мерного цилиндра. Полученный раствор хорошо перемешивают.
3. Параллельно с этим готовят стандартный раствор какого-либо подходящего установочного вещества.
4. Первичный стандарт титруют раствором, приготовленным по приблизительной навеске, и, зная концентрацию стандартного раствора, вычисляют концентрацию приготовленного раствора по закону эквивалентов.

$$(C_H \cdot V_a)_A = (C_H \cdot V)_B$$

$C_H(A)$ ,  $C_H(B)$  – молярные концентрации эквивалентов определяемого вещества и титранта

$Va(A)$ ,  $V(B)$  – объемы аликвоты определяемого вещества и титранта при титровании



Растворы, концентрацию которых находят в результате титрования, называются **стандартизованными** (*вторичными стандартами или титрованными*) растворами, а установление точной концентрации раствора титрованием называют **стандартизацией раствора**.

Для каждого титриметрического метода разработаны методики стандартизации применяемых титрантов, даются рекомендации по выбору первичных стандартов.

**Пример 2.** На титрование 10,0 мл 0,1000 н стандартного раствора тетрабората натрия израсходовано 9,90 мл раствора соляной кислоты. Вычислить молярную концентрацию эквивалента кислоты.

*Решение:* воспользуемся законом эквивалентов

$$C_{H(HCl)} = \frac{(C_H \cdot V)_{Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O}}{V_{(HCl)}} = \frac{0.1000 \cdot 10.0}{9.90} = 0.1010 \text{ моль} - \text{экв/л}$$

## Приготовление разбавленных растворов из концентрированных

При приготовлении разбавленных растворов из более концентрированных используют в расчетах математическое выражение закона сохранения количества вещества, т. к. количество вещества, выраженное в моль-эквивалентах, молях, а также в граммах, до разбавления и после разбавления остается постоянным, изменяются только концентрация и объем раствора.

Вычисляют объем концентрированного раствора ( $V_{\text{конц}}$ ), необходимый для приготовления заданного объема ( $V_{\text{разб}}$ ) и концентрации ( $C_{\text{Нразб}}$ ) разбавленного раствора.

$$(C_{\text{Н}} \cdot V)_{\text{конц}} = (C_{\text{Н}} \cdot V)_{\text{разб}}$$

$C_{\text{Н(конц)}}$ ,  $C_{\text{Н(разб)}}$  – молярные концентрации эквивалентов концентрированного и разбавленного растворов

$V_{\text{(конц)}}$ ,  $V_{\text{(разб)}}$  – объемы концентрированного и разбавленного растворов

**Пример 3.** Вычислить объем 18,24 моль-экв/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , необходимый для приготовления 500 мл 0,1 моль-экв/л раствора.

*Решение:* воспользуемся законом сохранения количества вещества

$$V_{\text{конц}(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{(C_{\text{Н}} \cdot V)_{\text{разб}(\text{H}_2\text{SO}_4)}}{C_{\text{Нконц}(\text{H}_2\text{SO}_4)}} = \frac{0.1 \cdot 500}{18.24} = 2.74 \text{ мл}$$