

Титриметрический анализ



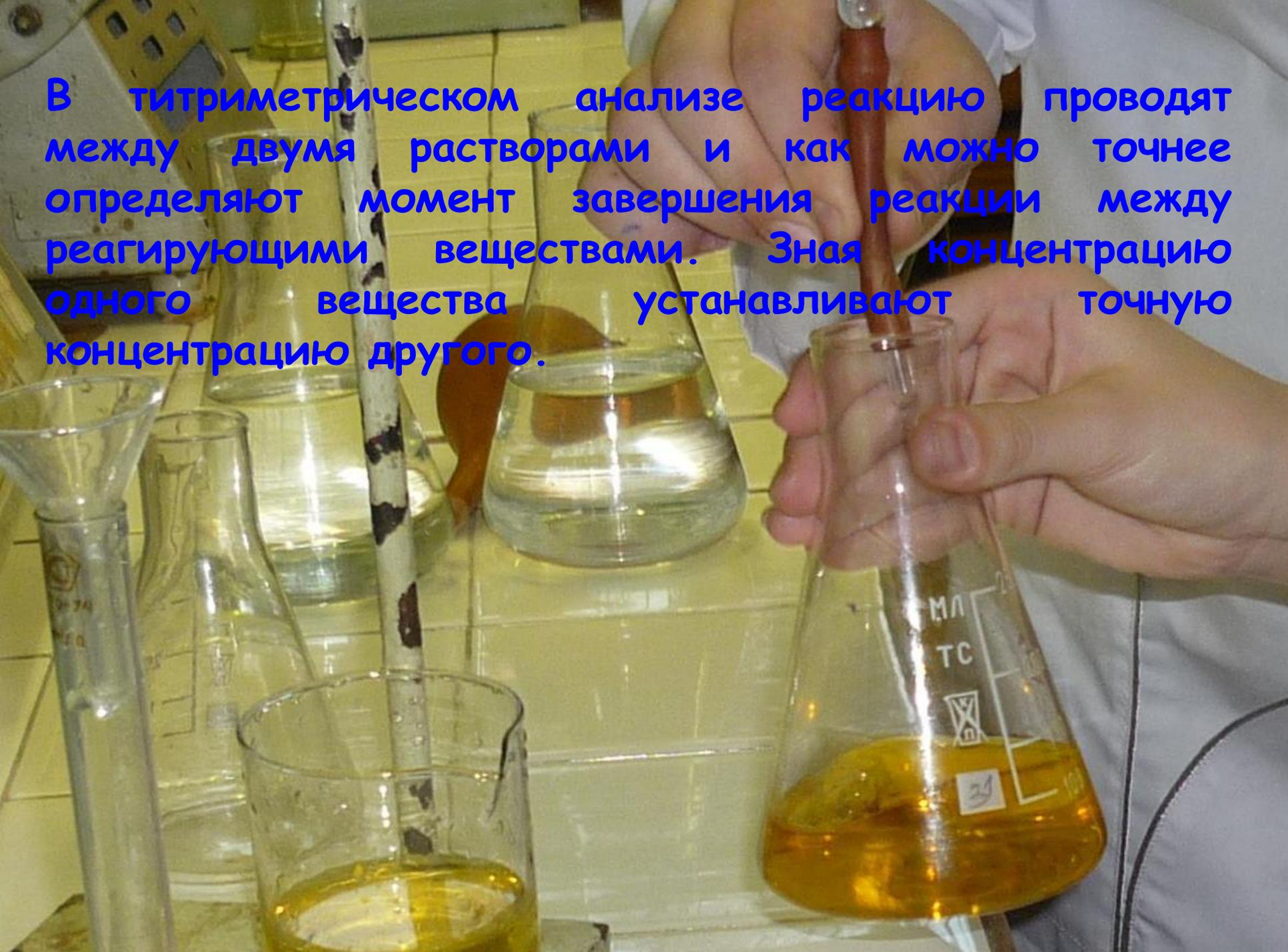
Титриметрический метод анализа - это метод количественного анализа, в котором измеряют количество реактива, затраченного в ходе химической реакции.



Титриметрический метод анализа основан на точном измерении объемов реагирующих веществ.



В титриметрическом анализе реакцию проводят между двумя растворами и как можно точнее определяют момент завершения реакции между реагирующими веществами. Зная концентрацию одного вещества устанавливают точную концентрацию другого.



Реакции, используемые в титриметрическом анализе:

- Реакции кислотно-основного взаимодействия;
- Окислительно-восстановительные реакции;
- Реакции комплексообразования;
- Реакции осаждения.

Требования к реакциям в титриметрическом анализе:

- Реакция должна протекать достаточно быстро;
- Реакция должна быть практически необратимой;
- Для реакций применяют методы, позволяющие установить момент завершения реакции;
- Концентрация одного из используемых веществ должна быть известна с достаточной точностью и в течение определенного времени она не должна изменяться;
- Желательно, чтобы реакция протекала при обычных условиях.

Классификация титриметрических методов анализа

(от природы
используемых
растворителей)

(от типа
химических
реакций)

(от способа
определения
конца
титрования)

(от приемов
определения)

(от природы используемых растворителей)

Методы, основанные на использовании водных растворов.

Методы, основанные на использовании неводных растворов.

Методы, основанные на использовании смешанных растворителей.

(от типа химических реакций)

Методы, кислотно-основного титрования (методы нейтрализации), основанные на реакции между кислотным и щелочным реагентами.

Методы окисления-восстановления, основанные на взаимодействии между окислителем и восстановителем.

Методы комплексообразования, основанные на образовании малодиссоциируемых комплексных ионов или молекул.

Методы осаждения, основанные на реакциях образования малорастворимых соединений.

(от способа
определения
конца
титрования)

Индикаторное титрование, основанное на применении индикаторов, веществ способных менять окраску в конце титрования.

Потенциометрическое титрование, в котором роль индикатора выполняет электрод, потенциал которого зависит от концентрации одного из веществ, взаимодействующих в данной реакции.

Амперометрическое титрование, в котором исследуемый раствор помещают в электролизер, снабженный капельным ртутным катодом и большим ртутным анодом. При титровании уменьшается концентрация свободных ионов металла и сила тока. Наиболее резкий скачок наблюдается в конце титрования.

Кондуктометрическое титрование, основанное на изменении электрической проводимости в процессе титрования

Высокочастотное титрование, в котором для установления конечной точки титрования используют переменные токи высокой частоты.

Оптическое титрование, основанное на измерении светопоглощения в процессе титрования.

(от приемов определения)

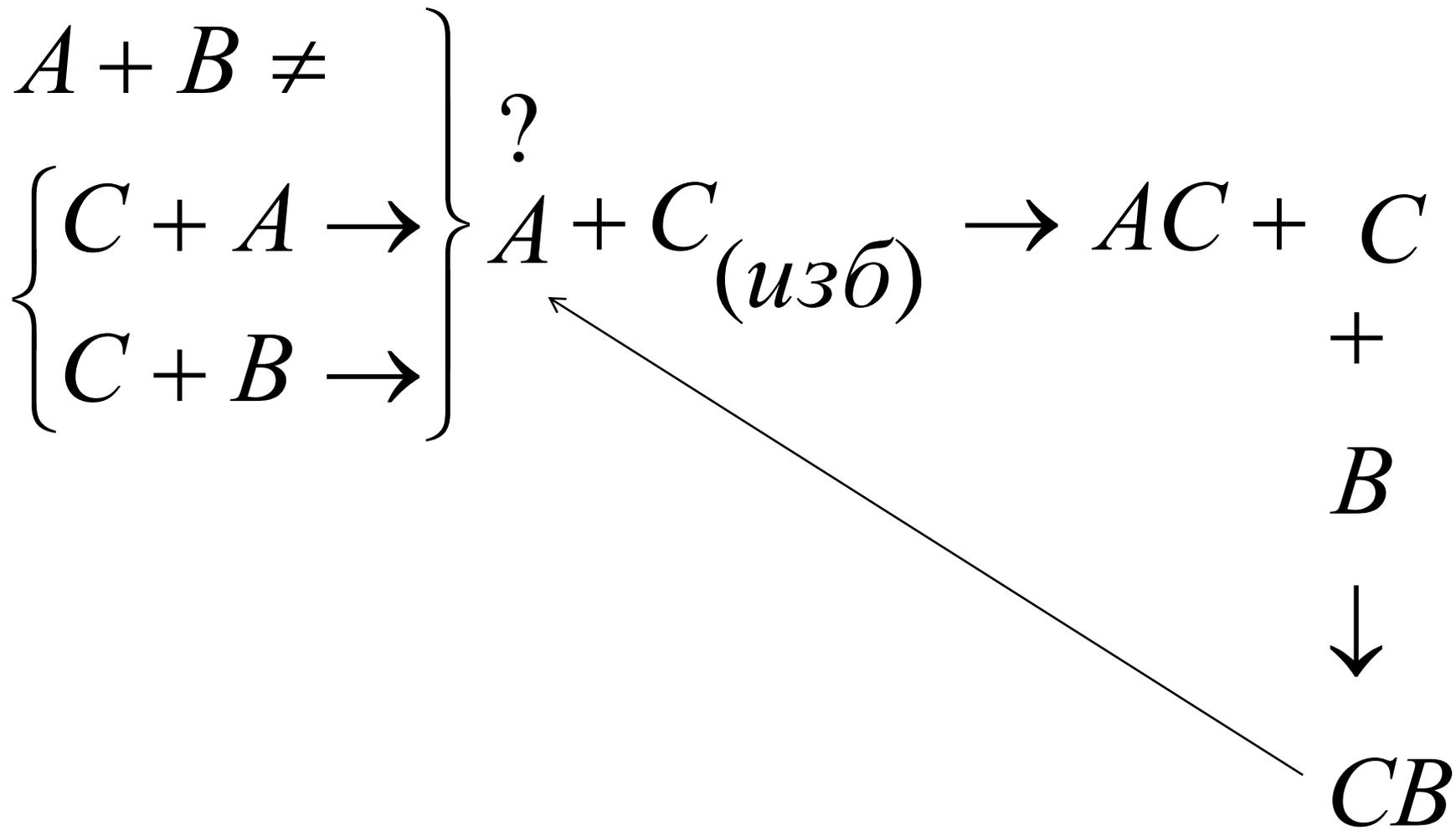
Прямое титрование, в котором непосредственно (прямо) реагируют два раствора, концентрация одного из которых известна, а концентрация другого неизвестна.

Обратное титрование
(титрование по остатку).

Метод замещения
(титрование заместителя).

Обратное титрование (титрование по остатку)

Если раствор A не реагирует с раствором B , но третье вещество C реагирует с A и B . То в этом случае осуществляют реакцию между веществом A и C , которое берут с заведомым избытком, и избыток вещества C заставляют прореагировать с веществом B . Если концентрации веществ B и C известны, то можно определить и концентрацию вещества A .



Метод замещения (титрование заместителя)

Если вещества A и B не взаимодействуют между собой, то можно найти вещество C , которое при взаимодействии с веществом A выделяет эквивалентное количество вещества D , которое взаимодействует с веществом B . По количеству выделенного вещества D можно определить количество вещества A .

$$A + B \neq$$

?

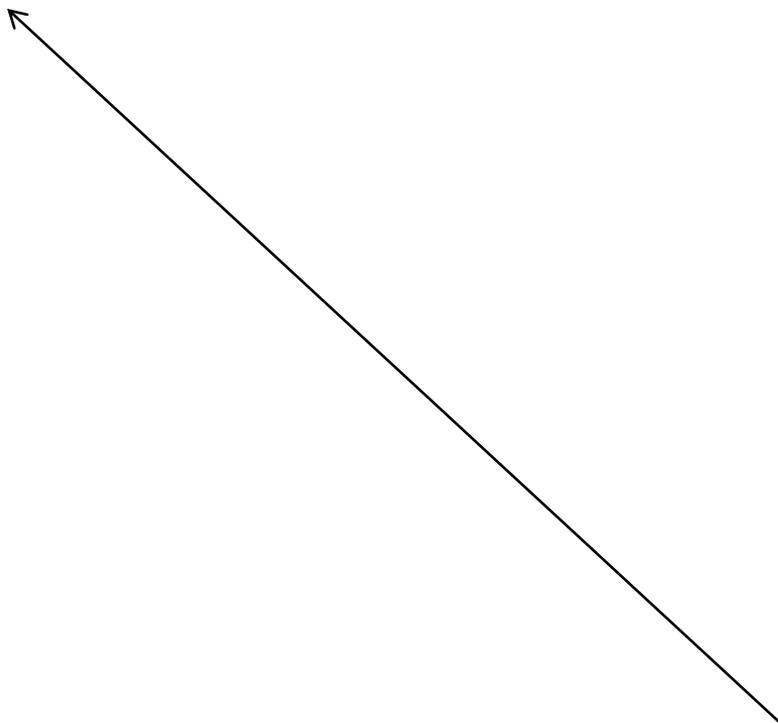
$$A + C \rightarrow AC + D$$

+

B

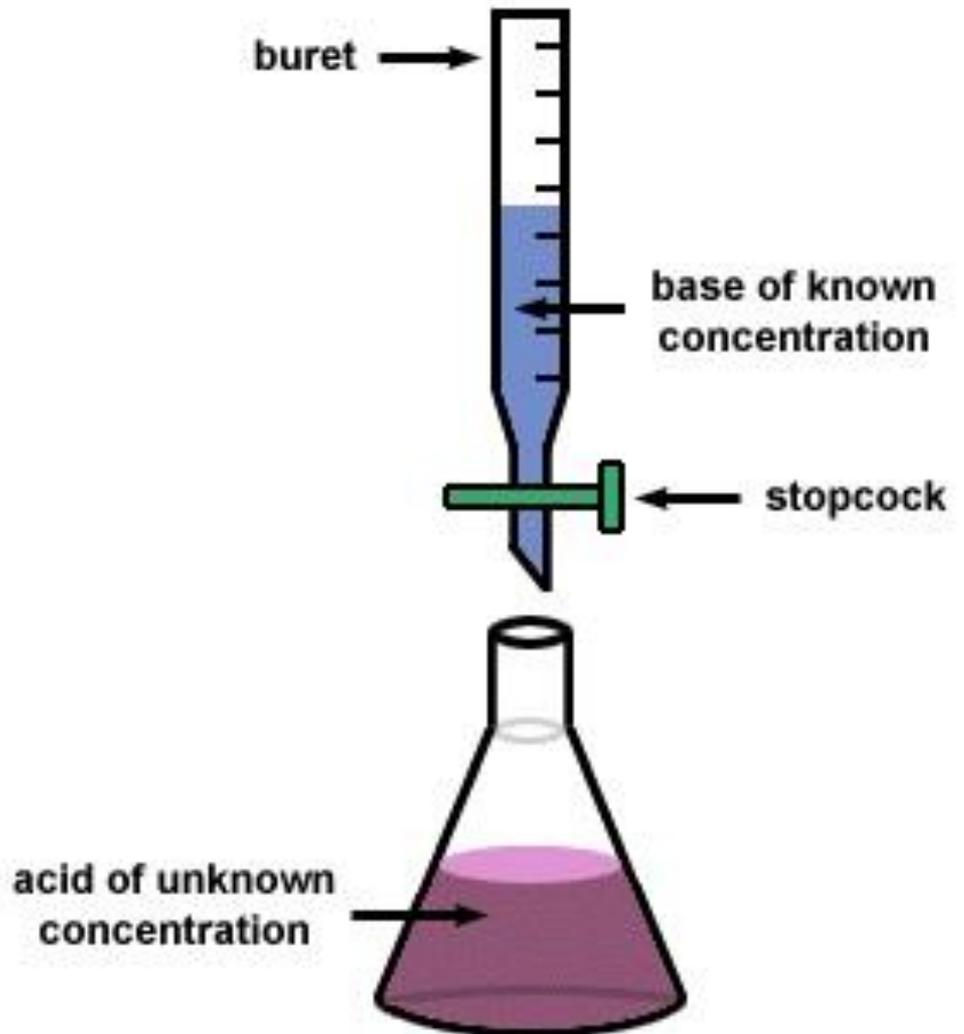
↓

DB



Основные понятия и определения титриметрического анализа

Титрование - это процесс приливания одного из растворов к другому.











Рабочие или стандартные растворы - это растворы с точной концентрацией, применяемые в анализе.

Приготовленные растворы - это титрованные растворы, полученные из точной навески вещества.

Установленные растворы - это растворы, титр которых устанавливают по другому веществу.

Стандартизация - это процесс установления точной концентрации раствора.

Первичные стандарты - это исходные или установочные вещества.

Вторичные стандарты - это растворы с установленным титром.

Способы установления точной концентрации раствора

1. Точную концентрацию раствора определяют по точной навеске вещества, если вещество можно получить в химически чистом виде, если оно устойчиво при хранении и хорошо растворимо, если его состав соответствует строго определенной химической формуле вещества.



2. Растворы веществ готовят по приближенно взятым навескам или объемам соответствующего вещества, в дальнейшем устанавливают их точную концентрацию по другому веществу.
3. Тированные растворы готовят из фиксаналов или стандарт-титров.

Фиксанал - это запаянная стеклянная трубка с количеством вещества, необходимым для приготовления 1 л точно 0,1 н. или 0,01 н. раствора.



Схема титриметрического определения



1. Отбор аликвоты.

Один из растворов отбирают пипеткой и переносят строго определенную долю всего раствора в коническую колбу (метод пипетирования) или в конической колбе растворяют точную навеску вещества в определенном объеме растворителя (метод отдельных навесок).



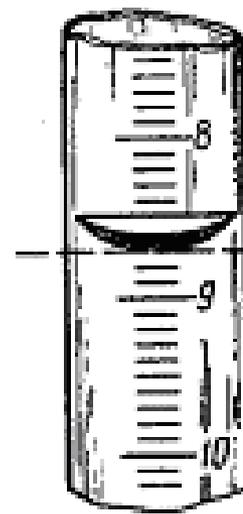
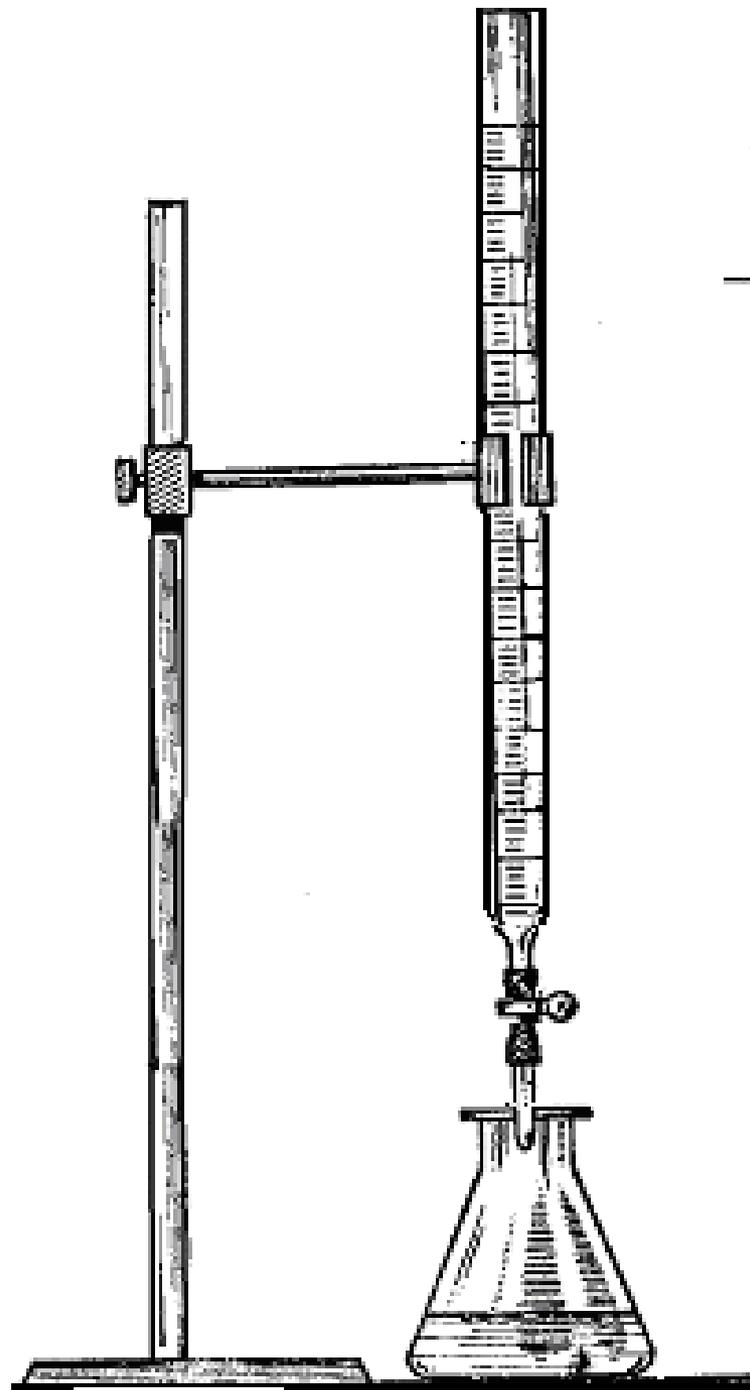
2. Добавляют индикатор или ориентируются на другой способ определения точки эквивалентности.



3. Титрование.

Добавляют второй раствор из бюретки. Устанавливают момент завершения реакции (точку эквивалентности). При проведении титрования проводят не менее трех определений со сходящимися результатами.





ЛИНИЯ
ОТСЧЕТА

4. Проводят
расчет
результатов
анализа.

Титрование р-ра NaOH

V aliquоты NaOH = 20 мл

$C(\text{HCl}) = 1,03 \text{ N}$

$V(\text{HCl}) = 20,2 \text{ мл}$

$$C(\text{NaOH}) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{V(\text{NaOH})} =$$

$$= \frac{1,03 \cdot 20,2}{20} = 1,04 \text{ N}$$

Установление точки эквивалентности (способы индикации)

Самоиндикация.

Точка эквивалентности достигается точным добавлением титранта (раствора которым титруют). В этом случае сам титрант выступает в качестве индикатора.

Использование специальных индикаторов.

Индикаторы – это вещества, которые позволяют установить точку эквивалентности по изменению цвета, появлению или исчезновению мути, свечения

Физико-химические способы

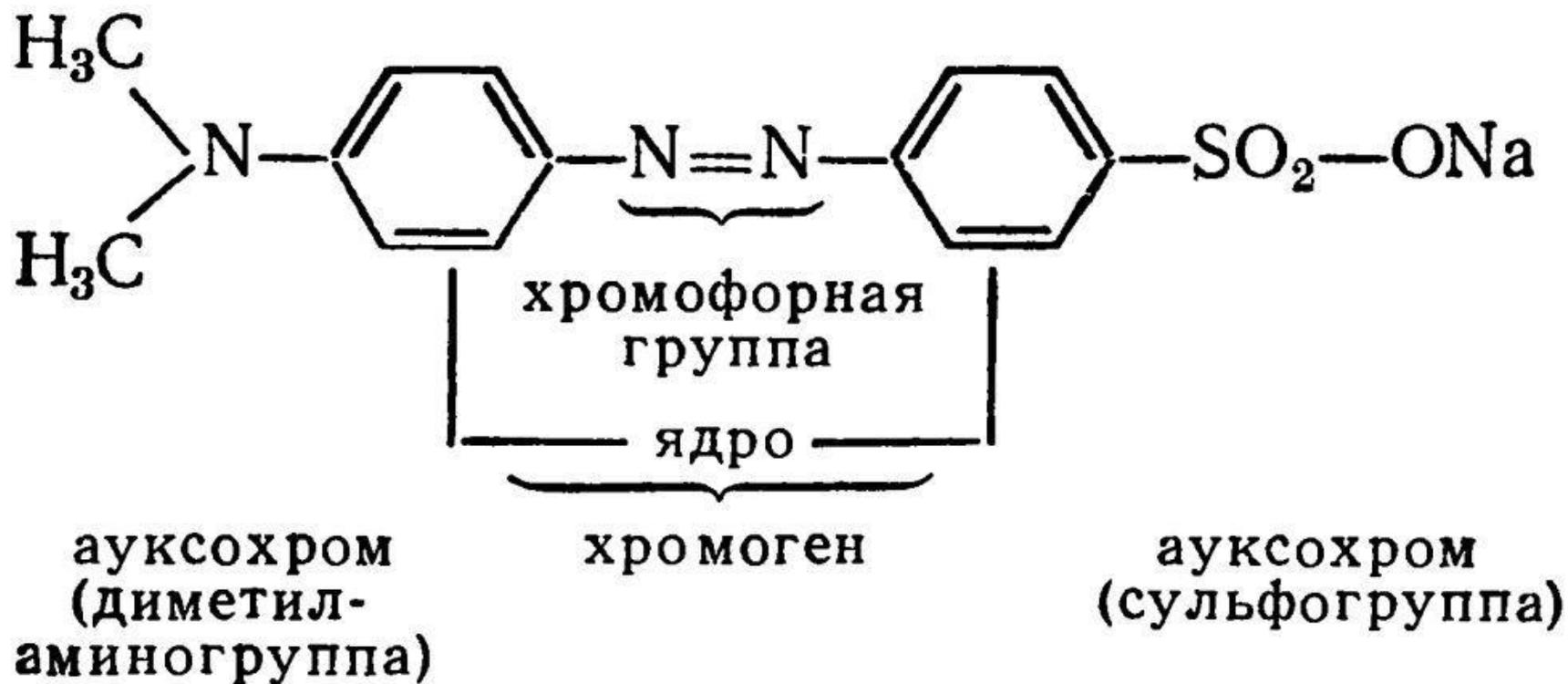
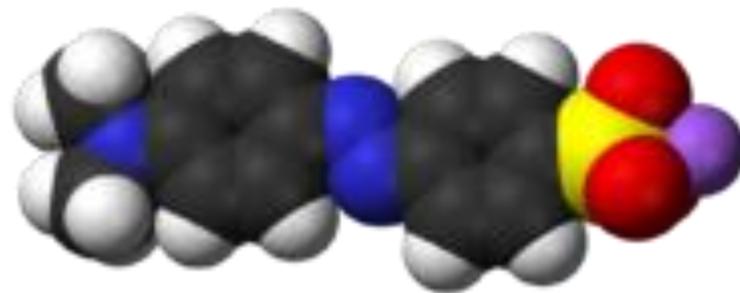
Индикаторы

Индикатором является вещество, которое указывает на определенное равновесие в системе или определенное состояние системы.

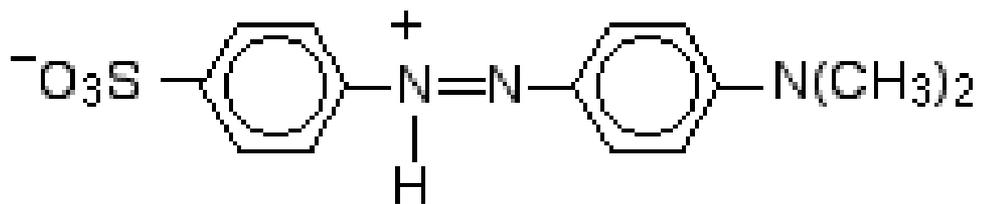
Роль индикатора - указать на то, что к титруемому веществу добавлено эквивалентное количество титранта.



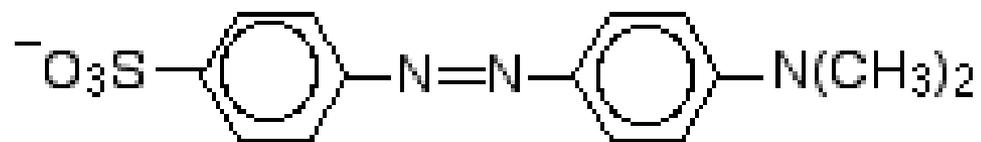
1. Метилловый оранжевый – двухцветный индикатор. Используют для установления конечной точки при титровании сильных кислот, сильных и слабых оснований.



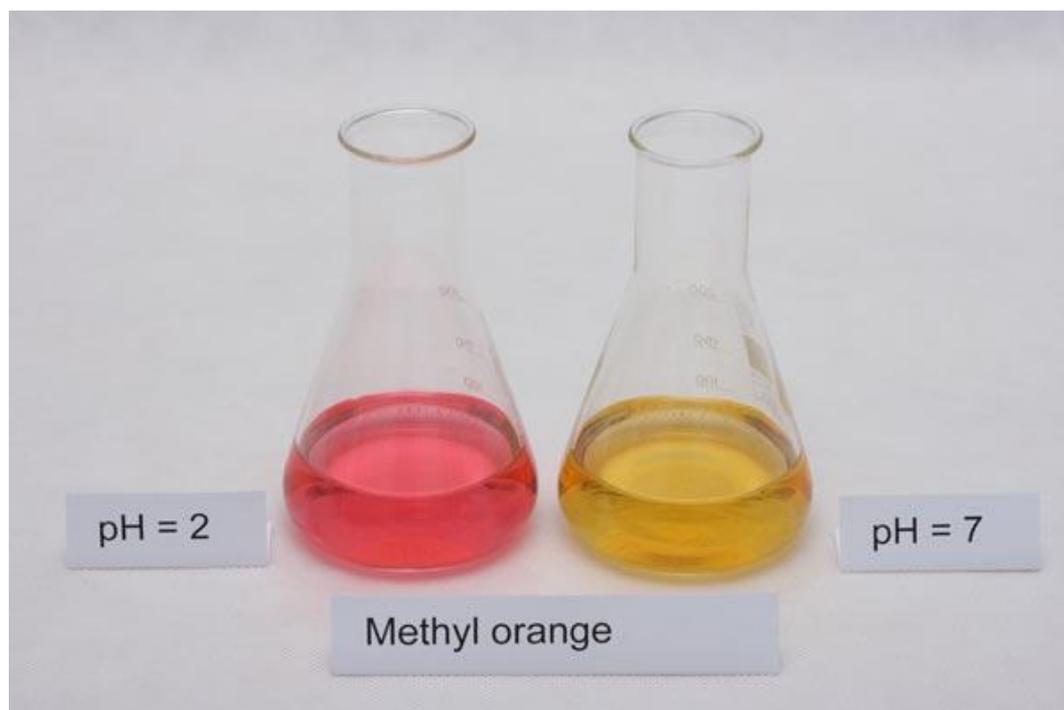




red form of methyl orange



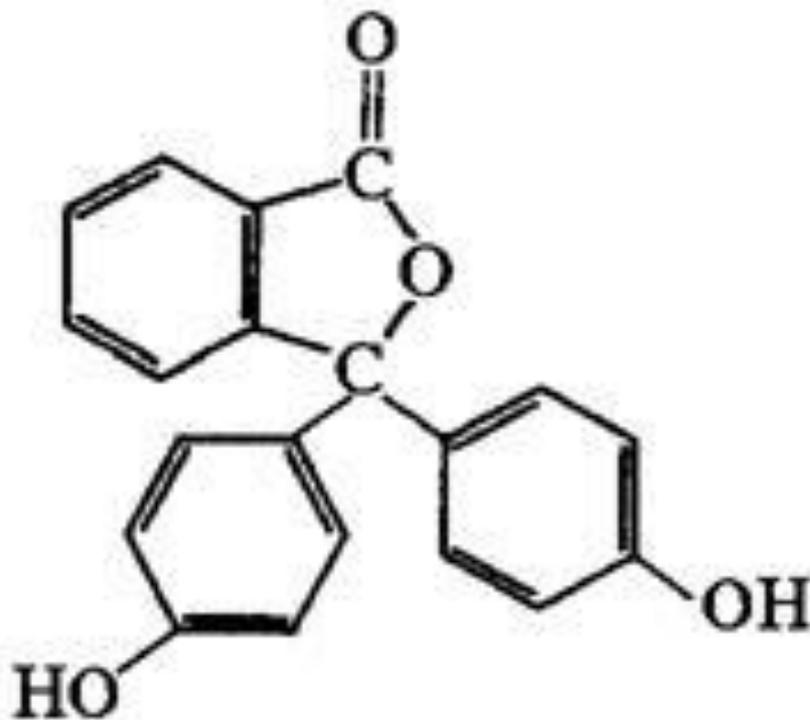
yellow form of methyl orange



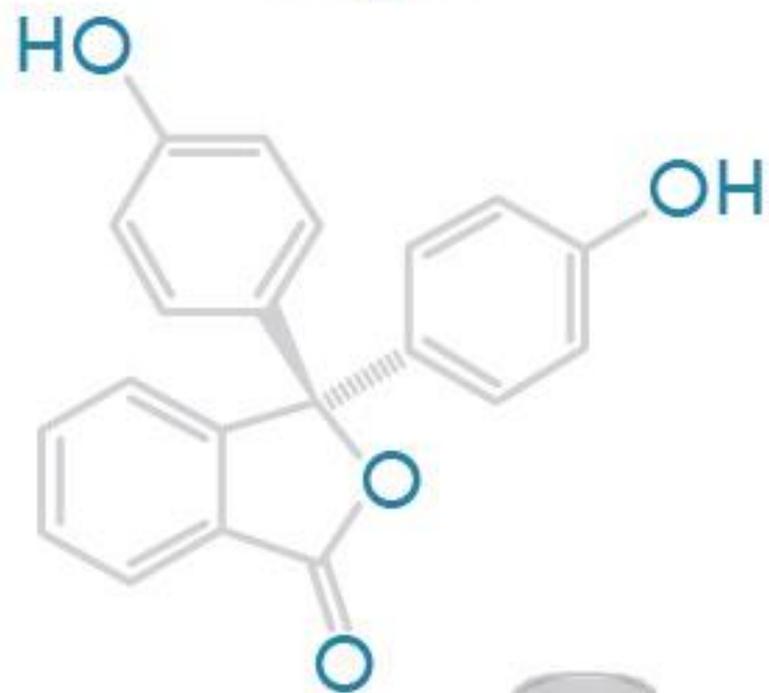


2. Фенолфталеин - одноцветный индикатор.

Используют для установления точки эквивалентности при титровании слабых кислот.



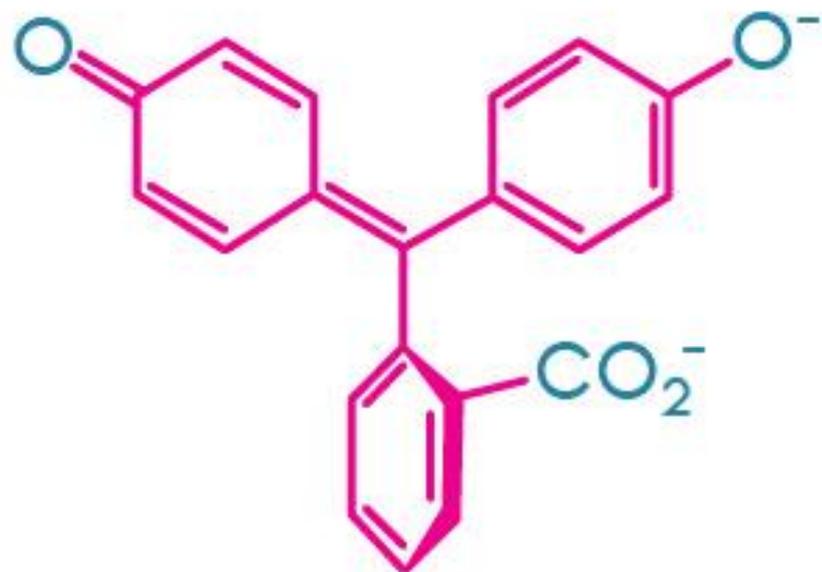
H_2In



Colorless
pH 0-8.2



In^{2-}



Pink
pH 8.2-12





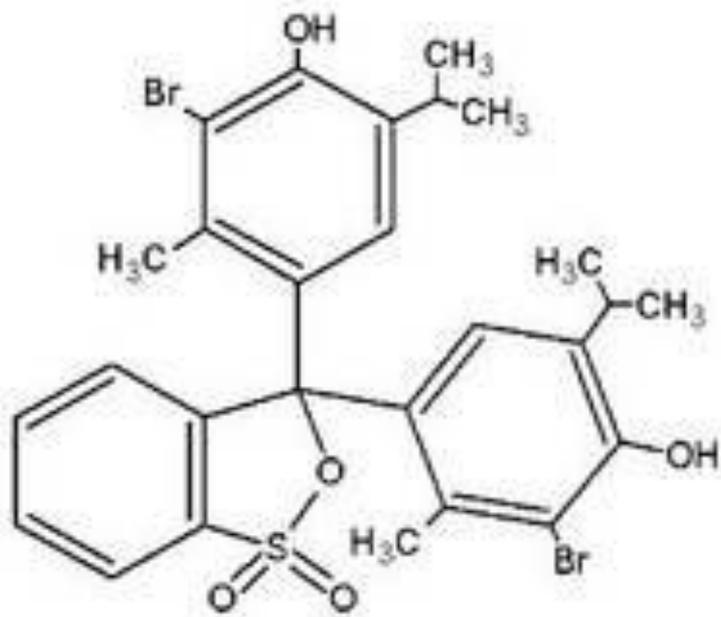
Deborah Spurlock



Deborah Spurlock



3. Тимоловый голубой -
многоцветный индикатор.





ОКРАСКА ИНДИКАТОРОВ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Индикатор \ Среда	Кислотная ($\text{pH} < 7$)	Нейтральная ($\text{pH} = 7$)	Щелочная ($\text{pH} > 7$)
Лакмус	Красный	Фиолетовый	Синий
Метилоранж	Красный	Оранжевый	Желтый
Фенол-фталеин	Бесцветный	Бесцветный	Розовый
Тимоловый синий	Красно-розовый	Желтый	Синий



Интервал перехода индикатора – это интервал значений pH, при котором индикатор изменяет свою окраску.

Показатель титования (pT) – это значение pH, при котором наиболее резко изменяется окраска индикатора.

pT (метилоранжа) = 4

pT (фенолфталеина) = 9

Интервал перехода окраски индикаторов

Индикатор	Интервал перехода окраски (pH)	Окраска протонированной формы	Окраска депротонированной формы
Метилловый фиолетовый	0,1-0,5	желтая	зеленая
	1,0-1,5	зеленая	синяя
	2,0-3,0	синяя	фиолетовая
Метилловый оранжевый	3,1-4,4	красная	желто-оранжевая
Метилловый красный	4,4-6,2	красная	желтая
Лакмус	5,0-8,0	красная	синяя
Фенолфталеин	8,0-10,0	бесцветная	Красно-фиолетовая (малиновая)
Тимолфталеин	9,4-10,6	бесцветная	голубая