

**Курский государственный  
медицинский университет**

**Кафедра общей химии**

**Тема**

**Азеотропные смеси.  
Перегонка**

# План лекции

1. Азеотропные смеси. Диаграммы состояния. Второй закон Коновалова
2. Законы Вревского;
3. Разделение неограниченно растворимых жидкостей. Перегонка.

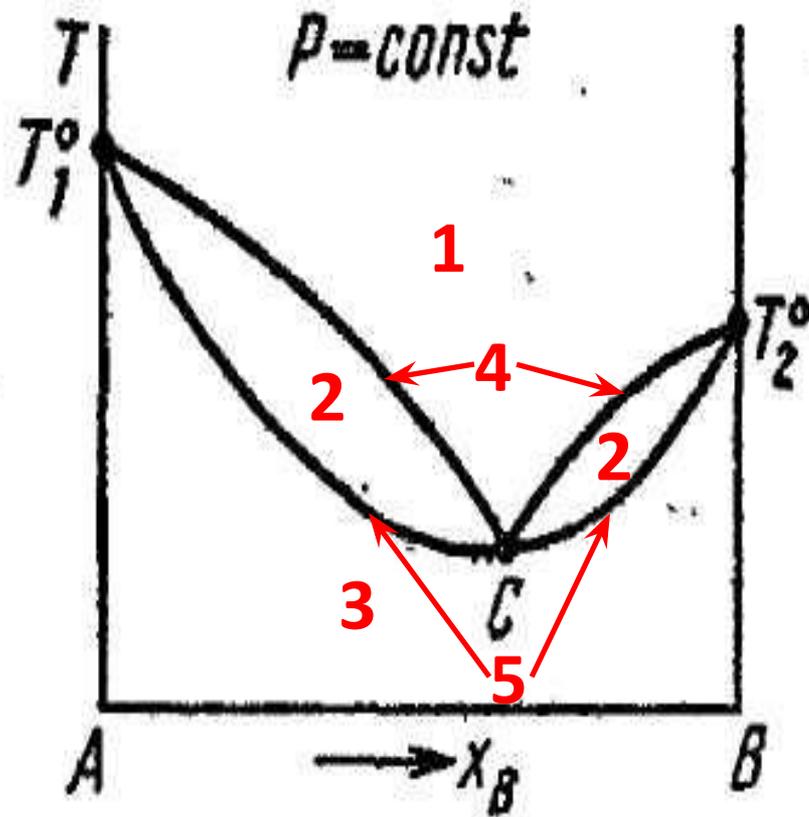
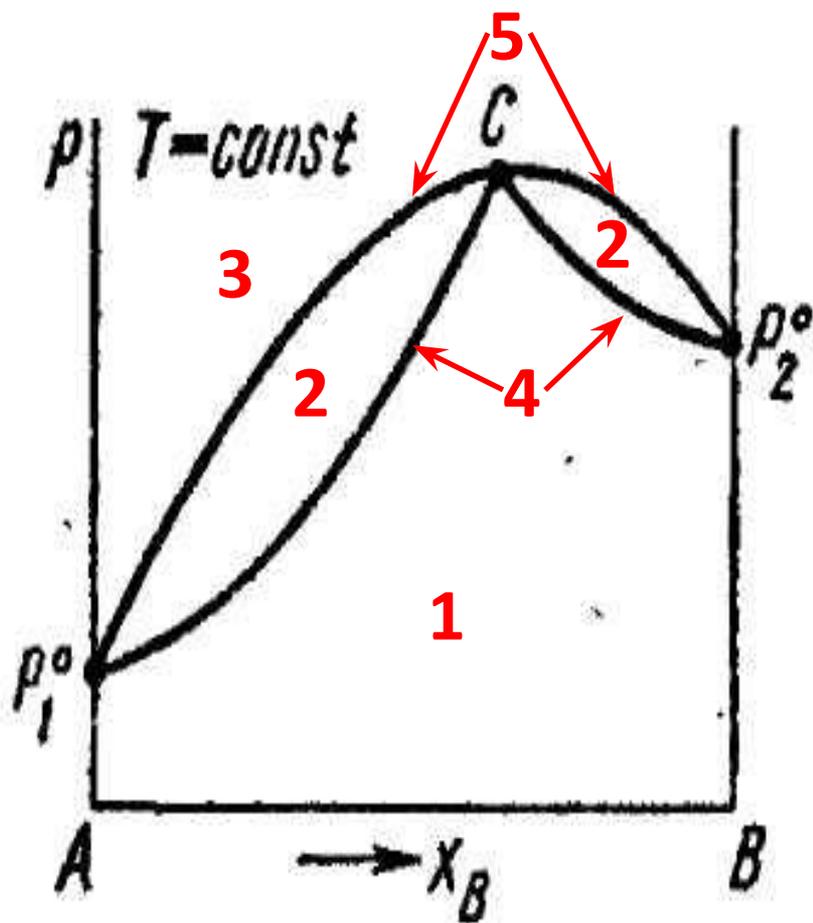
# Азеотропные растворы

На диаграммах состояния  $p - f(\text{состав})$  и  $T - f(\text{состав})$  со значительными отклонениями от законов Рауля на линиях жидкости имеются экстремальные точки, где они касаются линии пара. *Это – азеотропные смеси.*

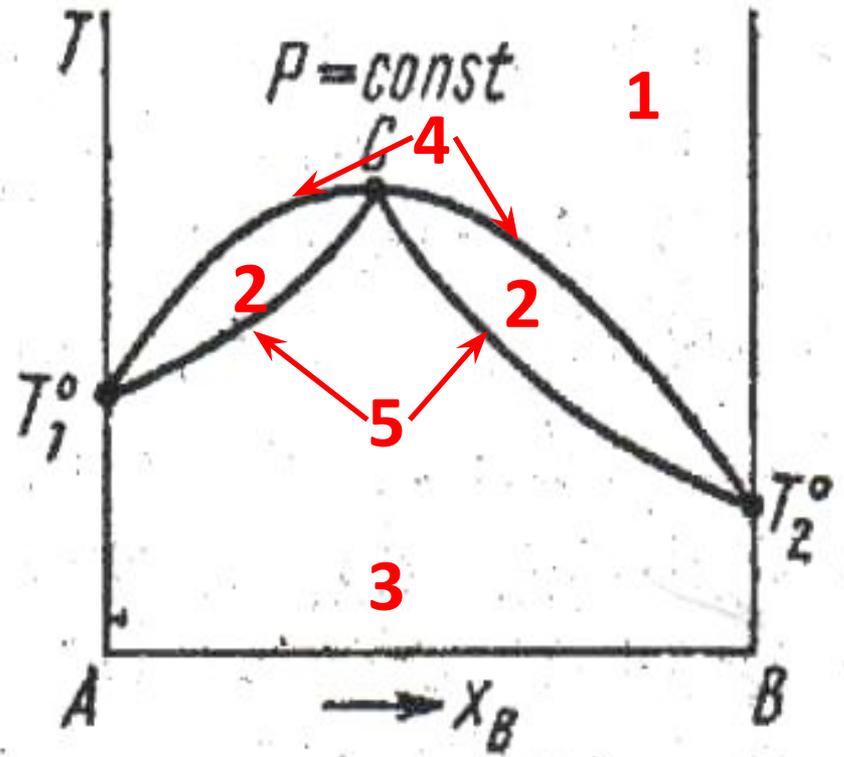
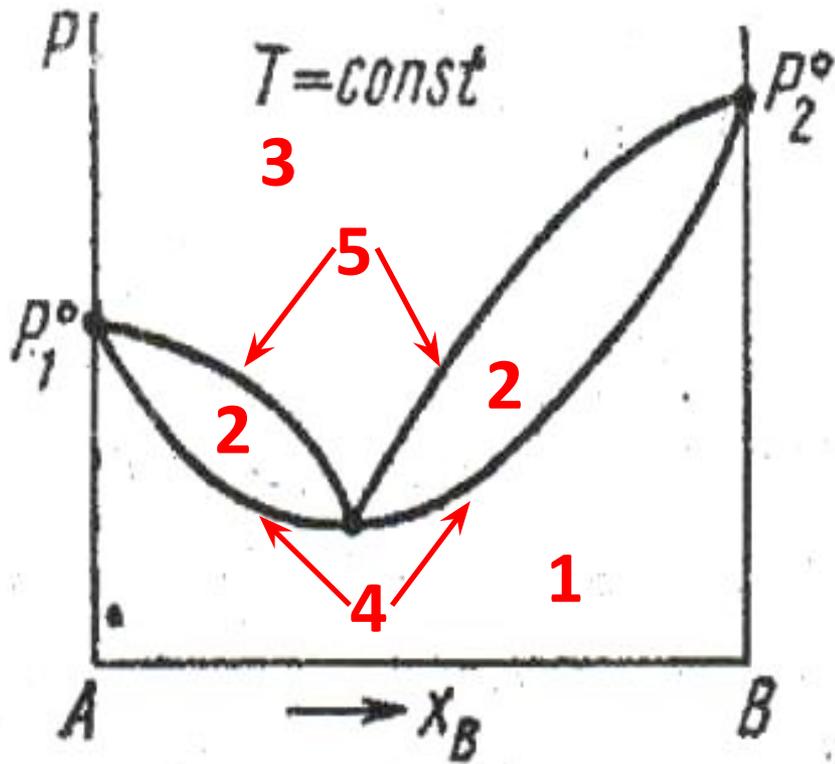
**Азеотропные растворы** - это растворы неограниченно растворяющихся друг в друге жидкостей, при испарении которых образуется пар такого же состава, что и исходная жидкая смесь.

$$\left( \chi_{\text{пар}} = \chi_{\text{жидкости}} \right)$$

Система с «+» отклонением от закона Рауля  
с максимумом давления пара  
или минимумом температуры кипения



# Система с «-» отклонением от закона Рауля с минимумом давления пара или максимумом температуры кипения



## Второй закон Коновалова

Максимум на кривой общего давления соответствует минимуму на кривой температур кипения и отвечает такому равновесию раствора и его насыщенного пара, при котором составы обеих фаз одинаковы.

# Примеры

## Азеотропные смеси с $t_{\text{кип}}^{\text{min}}$

Этанол – вода

Изобутанол – вода

Ацетон - сероуглерод

## Азеотропные смеси с $t_{\text{кип}}^{\text{max}}$

$\text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$

$\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$

Ацетон – хлороформ

## Условия образования азеотропов:

1. Значительное отклонение свойств растворов от идеальных.
2. Незначительное отклонение от идеальности при близком значении  $p_0$

# Свойства азеотропных растворов

1. Состав пара равен составу жидкости.
2. Кипят при постоянной температуре.
3. Являются условно однокомпонентными.
4. Инвариантны ( $C = 0$ ).
5. Имеют  $\max$  или  $\min$  по сравнению с чистыми компонентами или раствором иного состава.
6. Не подвергаются разделению на чистые компоненты при перегонке.

# Сравнение азеотропной смеси с чистыми веществами

1. Как у чистых веществ состав азеотропного раствора не изменяется при кипении при заданном внешнем давлении и постоянной температуре.
2. При изменении внешнего давления меняется не только  $t_{\text{кип}}$ , но и состав азеотропного раствора, отсюда следует, что

**азеотропная смесь не является химическим соединением: ее состав зависит от температуры, давления и природы веществ.**



**Разделение неограниченно растворимых жидкостей.**

**Перегонка**

# Перегонка (дистилляция)

процесс очистки жидкостей от растворённых в них нелетучих примесей или разделение смеси на фракции, отличающиеся по составу, путём испарения и последующей конденсации паров.

# Перегонка

## Основная закономерность

В основе метода лежит различие составов жидкости и образующегося из неё пара, т. е. закон Коновалова.

## Использование перегонки

- ✓ очистка жидкостей (например, получение дистиллированной воды );
- ✓ разделение на фракции, которые отличаются по составу;
- ✓ разделение смеси веществ на чистые компоненты.

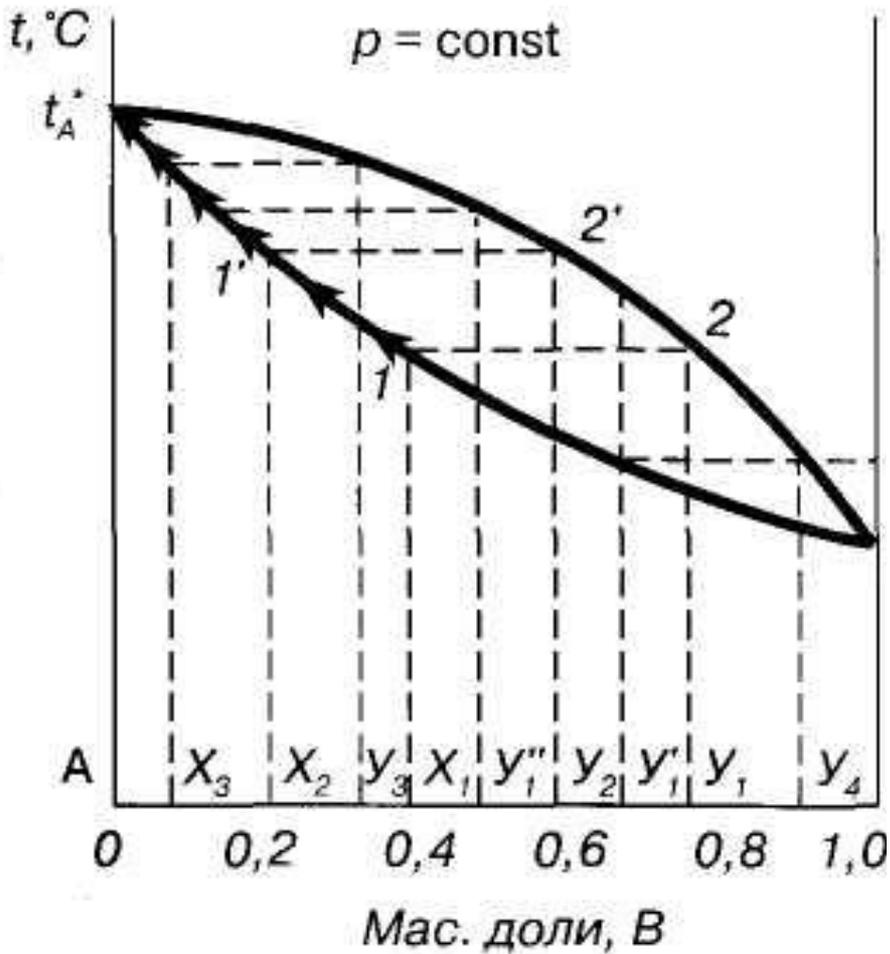
## Разновидности перегонки

1. Простая – однократная;
2. Фракционная – многократная;
3. Ректификация - непрерывная.

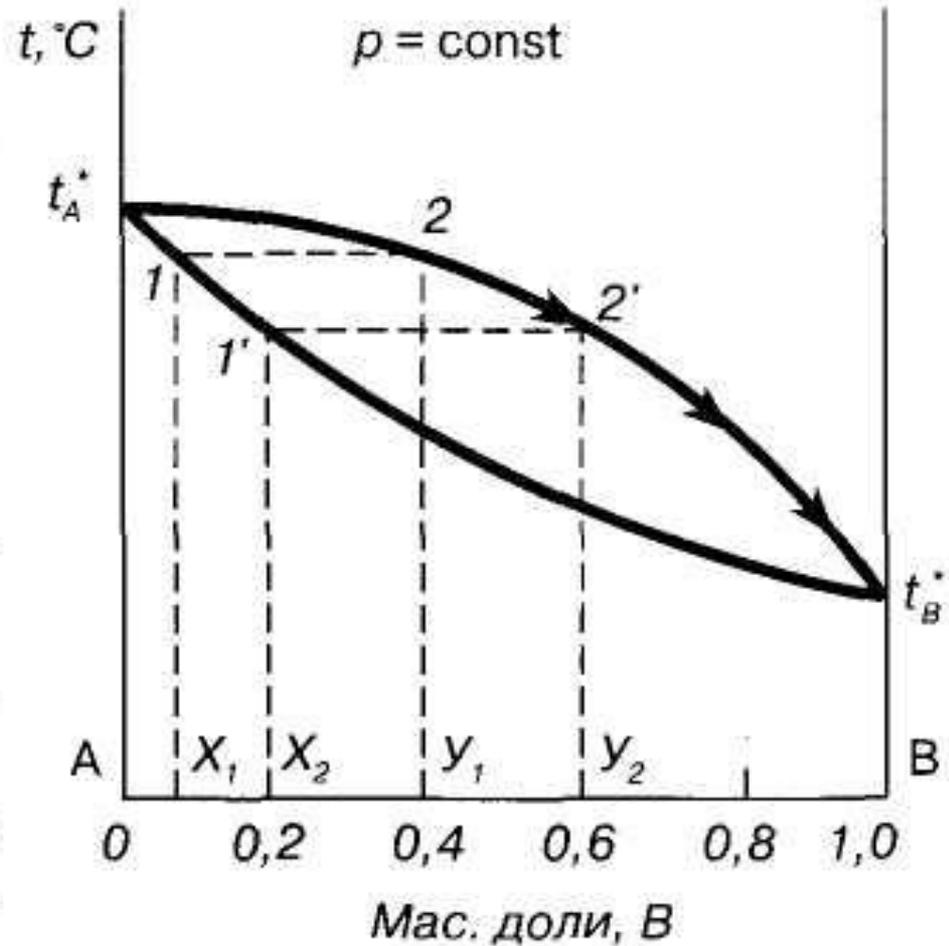
## **Простая перегонка**

закljučается в непрерывном нагревании жидкости с отводом образующегося из нее пара.

# Простая перегонка



Испарение жидкости



Конденсация пара

## Выводы:

- 1) При простой перегонке нельзя полностью разделить смесь, состоящую из двух летучих компонентов, можно лишь получить небольшое количество одного компонента в практически чистом виде.
- 2) Хорошо испаряющийся компонент в результате простой перегонки в чистом виде не выделяется. В конденсате будут оба компонента.
- 3) Эффективна при резком различии температур кипения .
- 4) Применение простой перегонки – простая перегонка применяется лишь тогда, когда не требуется тщательного разделения смеси.

# Дробная (фракционная перегонка)

1. Более эффективна чем однократная перегонка.
2. Применяется для разделения смесей с получением чистых компонентов.
3. Проводится обычно при постоянном давлении.

## Этапы фракционной перегонки:

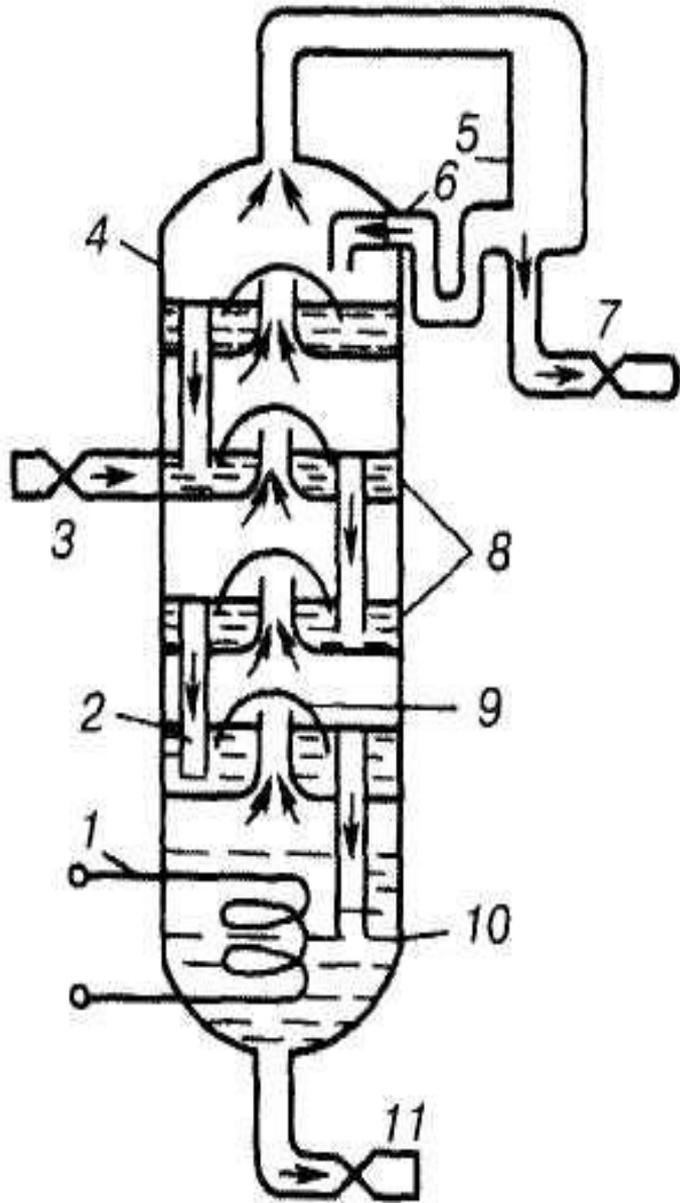
- 1) нагревание исходной жидкой смеси до кипения для получения некоторого количества пара;
- 2) конденсация полученного пара;
- 3) испарение конденсата для получения пара нового состава.

# Фракционная перегонка



# Ректификация

- непрерывная фракционная перегонка.  
Проводится в ректификационных колоннах в автоматическом режиме.



- 1 – нагреватель;
- 2 – трубы для стекания жидкости;
- 3 – кран питания колонны;
- 4 – колонна;
- 5 – конденсатор;
- 6 – подача флегмы;
- 7 – спуск конденсата;
- 8 – тарелки;
- 9 – колпачки для пара;
- 10 – куб;
- 11 – спусковой кран.

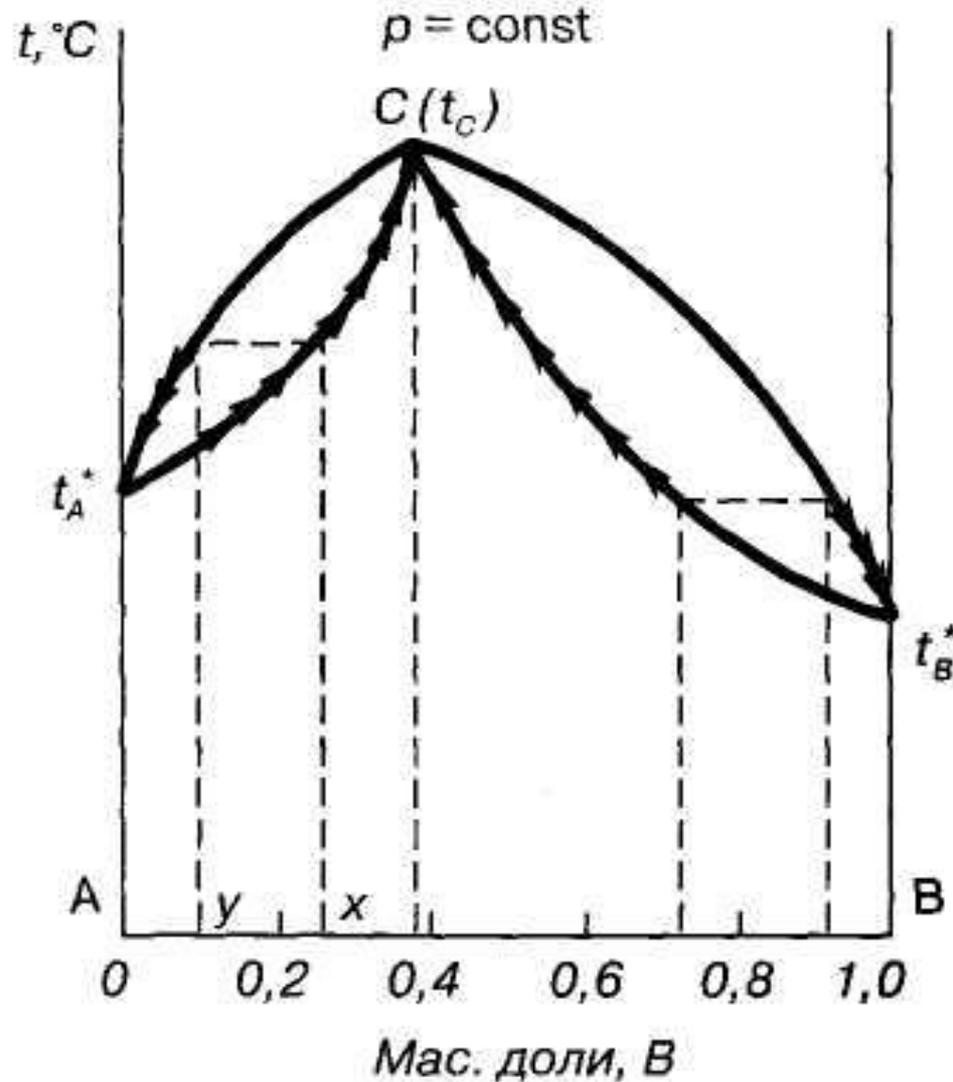
## Полнота разделения смеси зависит от:

- разности составов жидкости и пара;
- от числа отдельных перегонок (числа тарелок);
- конструкции колонны.

# Оптимальные условия ректификации:

1. Различие  $t_{\text{кип}}$  компонентов смеси.
2. Коэффициент разделения  $\alpha \neq 1$ .
3. Обеспечение полного равновесного распределения компонентов между паром и жидкостью.
4. Оптимальная высота колонны.
5. Оптимальное соотношение интенсивности нагрева и охлаждения.

# Ректификация систем с min или max на кривой давления пара



# Выводы:

1. Полного разделения на компоненты провести невозможно:
  - для систем с  $t_{\text{кип}}^{\text{min}}$  в остатке - один из компонентов в чистом виде, в дистилляте – азеотроп;
  - для систем с  $t_{\text{кип}}^{\text{max}}$  в остатке – азеотроп, в дистилляте – один из компонентов в чистом виде.
2. В чистом виде получают компоненты, содержание которых в разделяемой смеси больше, чем в азеотропе.

# Методы разделения азеотропных смесей

1. Химическое связывание одного из компонентов азеотропной смеси.
2. Разделение азеотропной смеси путём добавления третьего компонента.
3. Путём последовательной ректификации на двух колоннах с различным давлением.

## Список используемой литературы

- 1. Физическая и коллоидная химия: Учебник/Под ред. Проф. А.П. Беляева. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.-704с.
- 2. Физическая химия. В 2 кн. Кн.1/Под ред. К.С. Краснова - М: Высшая школа, 2001.-512с.