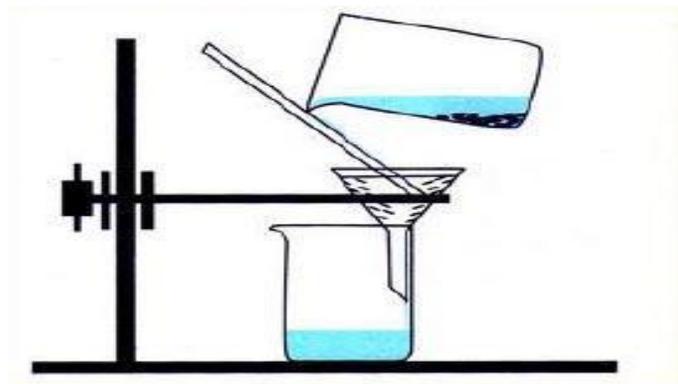


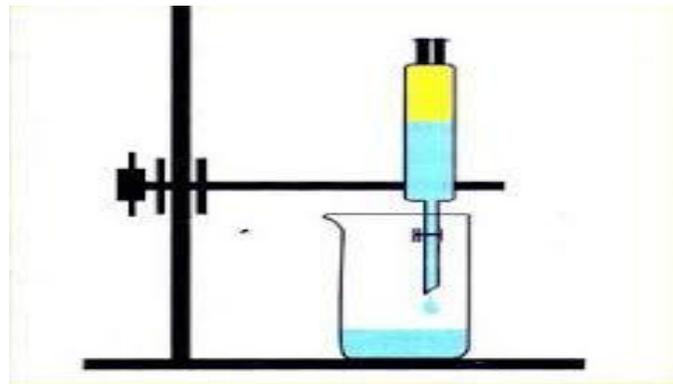
Задание 5 «Перегонка паром»

Анохин Дмитрий, Харьковская гимназия 47

Способы разделения веществ



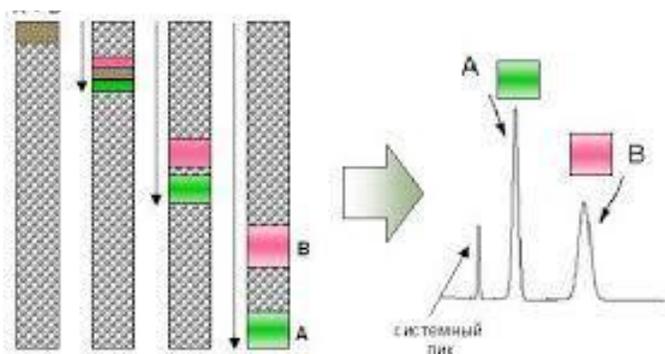
Фильтрация



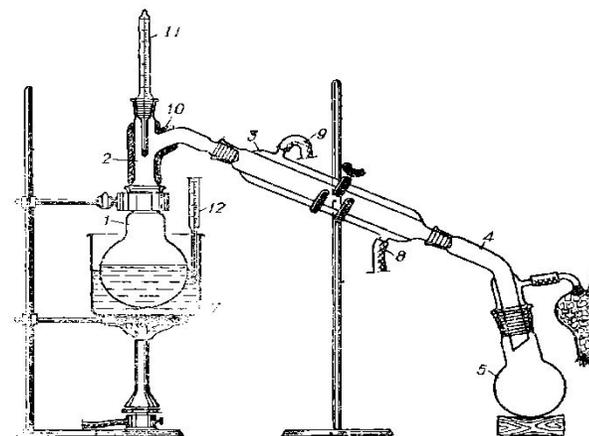
Декантация



Действие магнита

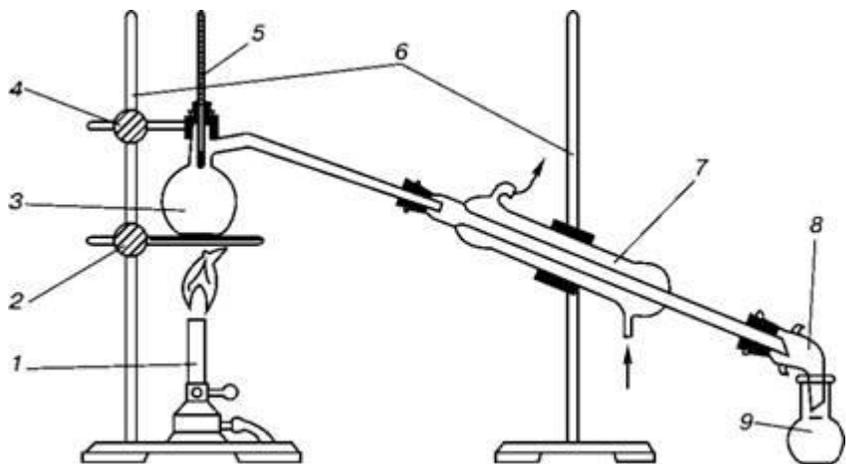


Хроматография

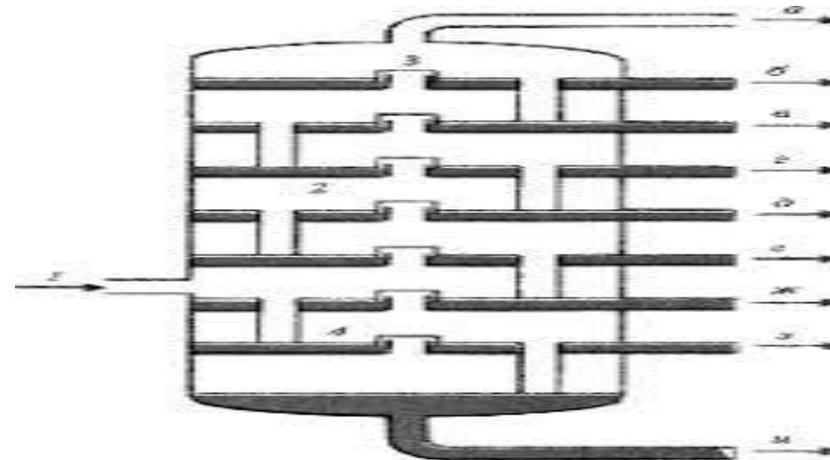


Перегонка

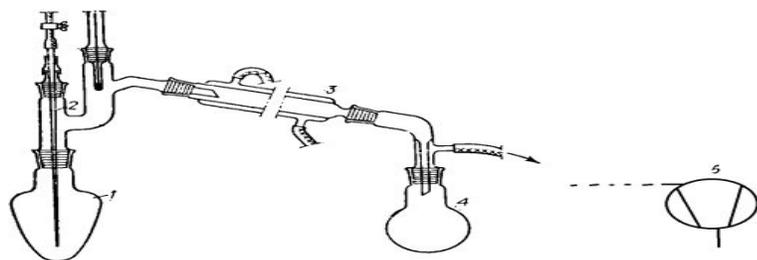
Виды перегонки



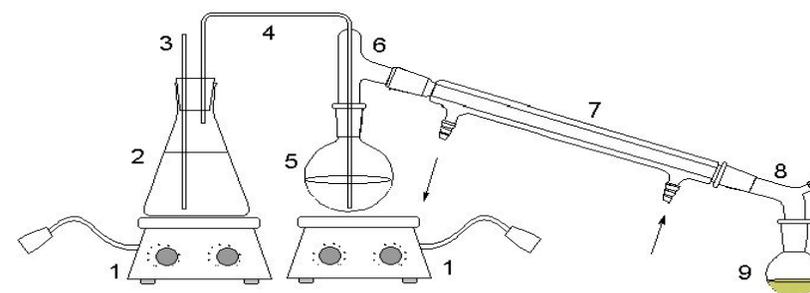
Простая



Фракционная

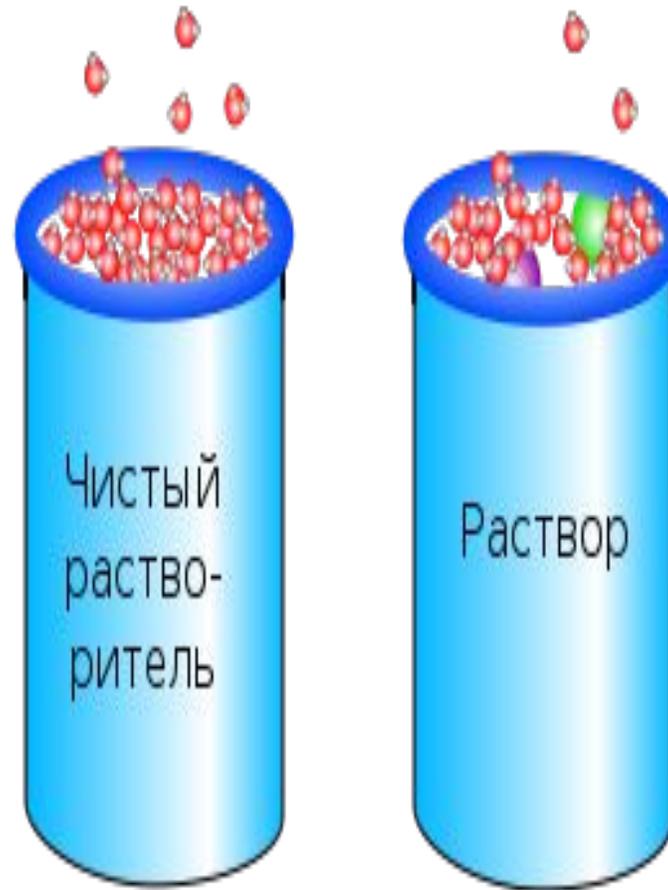
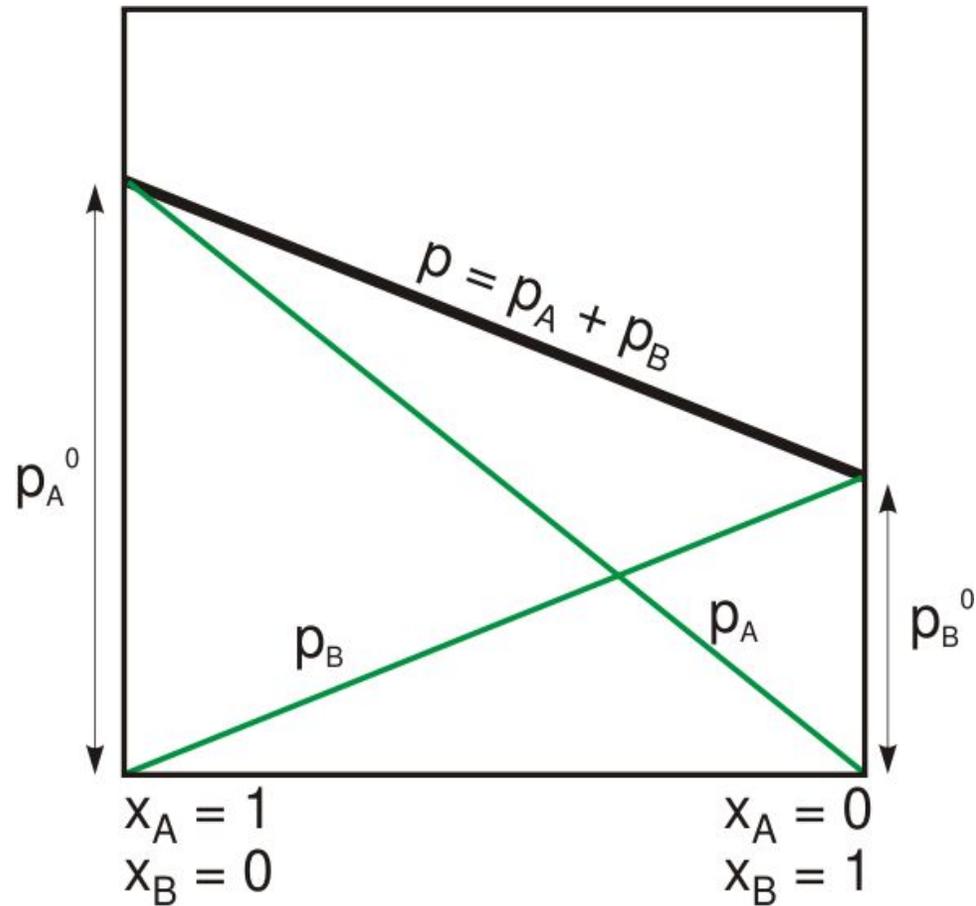


Вакуумная



Перегонка водяным паром

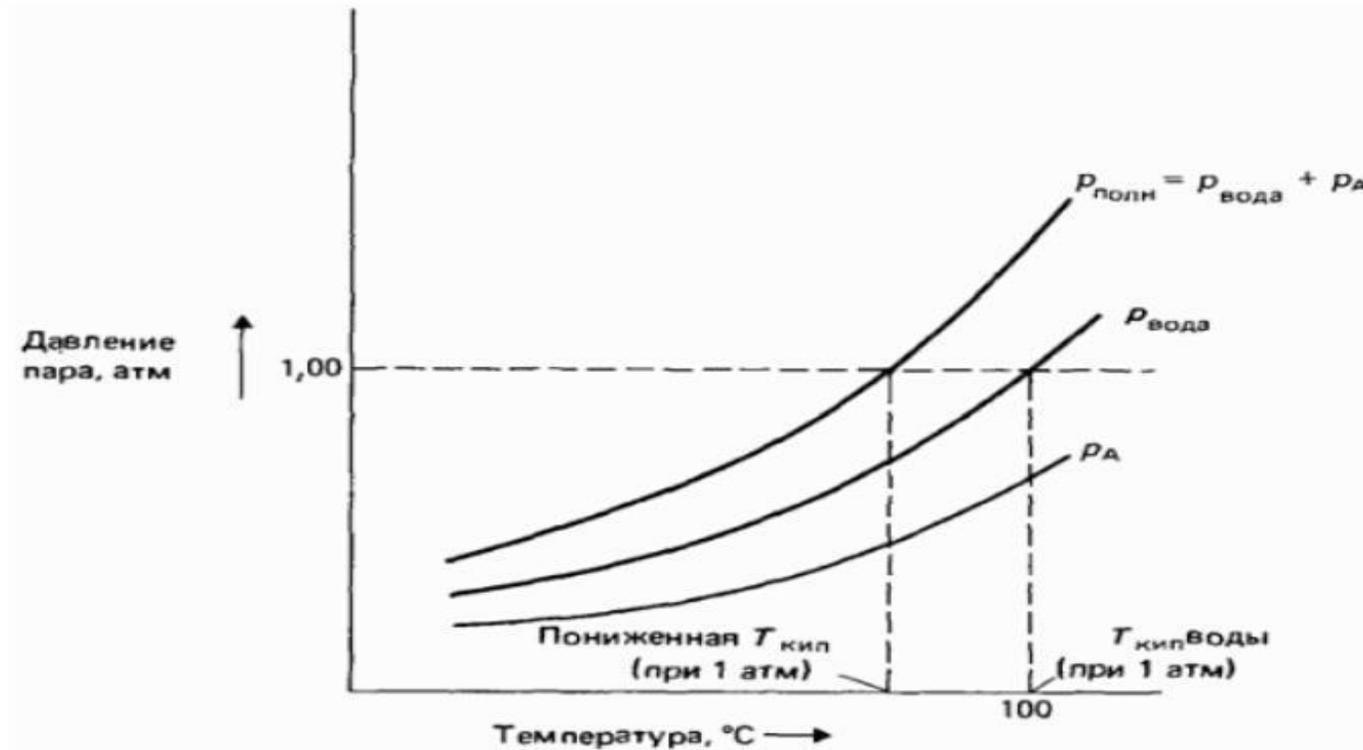
Закон Рауля



$$p_A = p_A^0 \cdot x_A$$
$$p_B = p_B^0 \cdot x_B$$
$$p = p_A + p_B$$

В нашем случае закон не работает

Закон Дальтона



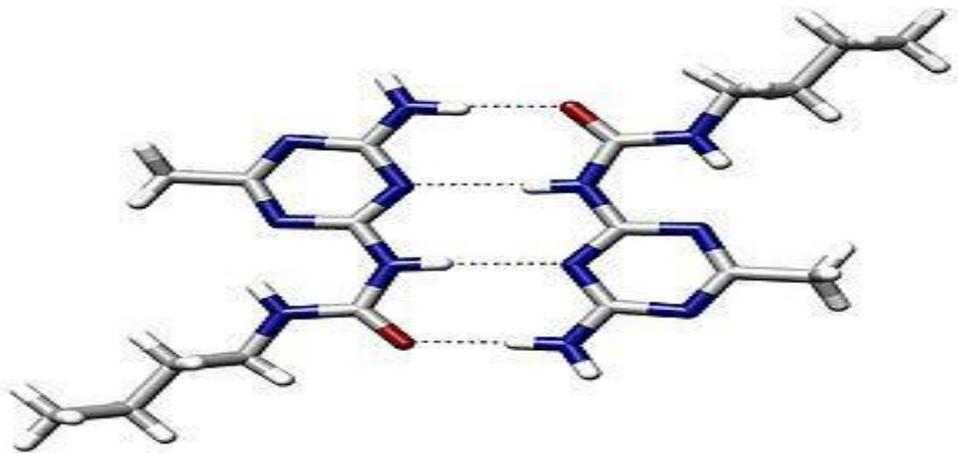
- $P = P_A^* + P_B^*$
-

При перегонке паром температура кипения смеси будет менее 100°C

Силы Ван-дер-Ваальса

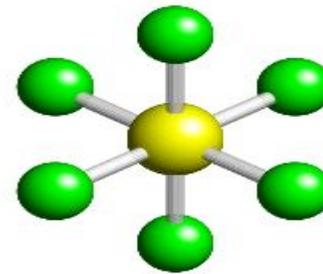
Водородные связи

Водородная связь — связь между электроотрицательным атомом и атомом водорода. Энергия связи не превышает 20 кДж/моль

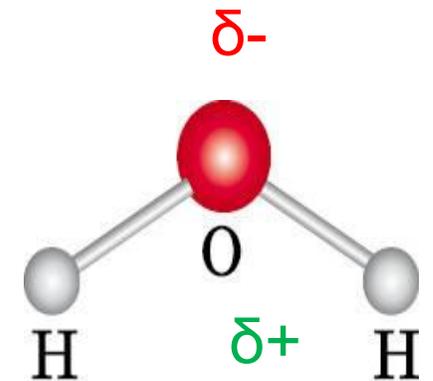


Дипольный момент и диполь-дипольное взаимодействие

- Дипольный момент-это асимметрия распределения заряда. Если он не равен нулю(молекула полярна), то между молекулами наблюдаются диполь-дипольные связи. Такие связи слабее водородных



Неполярна(SF₆)



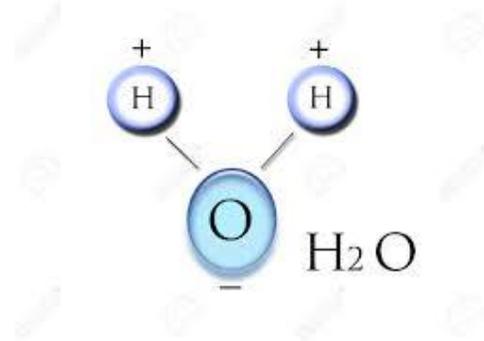
Полярна(H₂O)

Водородные связи

- **Водородная связь** — форма ассоциации между электроотрицательным атомом и атомом водорода **H**, связанным ковалентно с другим электроотрицательным атомом. В качестве электроотрицательных атомов могут выступать N, O или F. Водородные связи могут быть межмолекулярными или внутримолекулярными.

Дипольный момент

- **Дипольный момент** электрический, векторная величина, характеризующая асимметрию распределения зарядов. Два одинаковых по величине заряда $+q$ и $-q$ образуют электрический диполь с дипольным моментом $m = q l$, где l - расстояние между зарядами. Дипольный момент симметричных молекул равен нулю
- Дипольный момент измеряется в дебаях
- $1 \text{ Д} = 3,33564 \cdot 10^{-30} \text{ Кл.м.}$



Неполярна

Полярна

Этим методом можно определить молярную массу

- Молярную массу жидкости, не смешивающейся с водой, можно вычислить на основании данных, полученных в результате ее перегонки с паром. Согласно закону Рауля, парциальное давление пара жидкости А, молярная масса которой подлежит определению, и мольная доля этой жидкости связаны соотношением $p(A) = p(A)_{\text{полн}} \cdot x(A)$

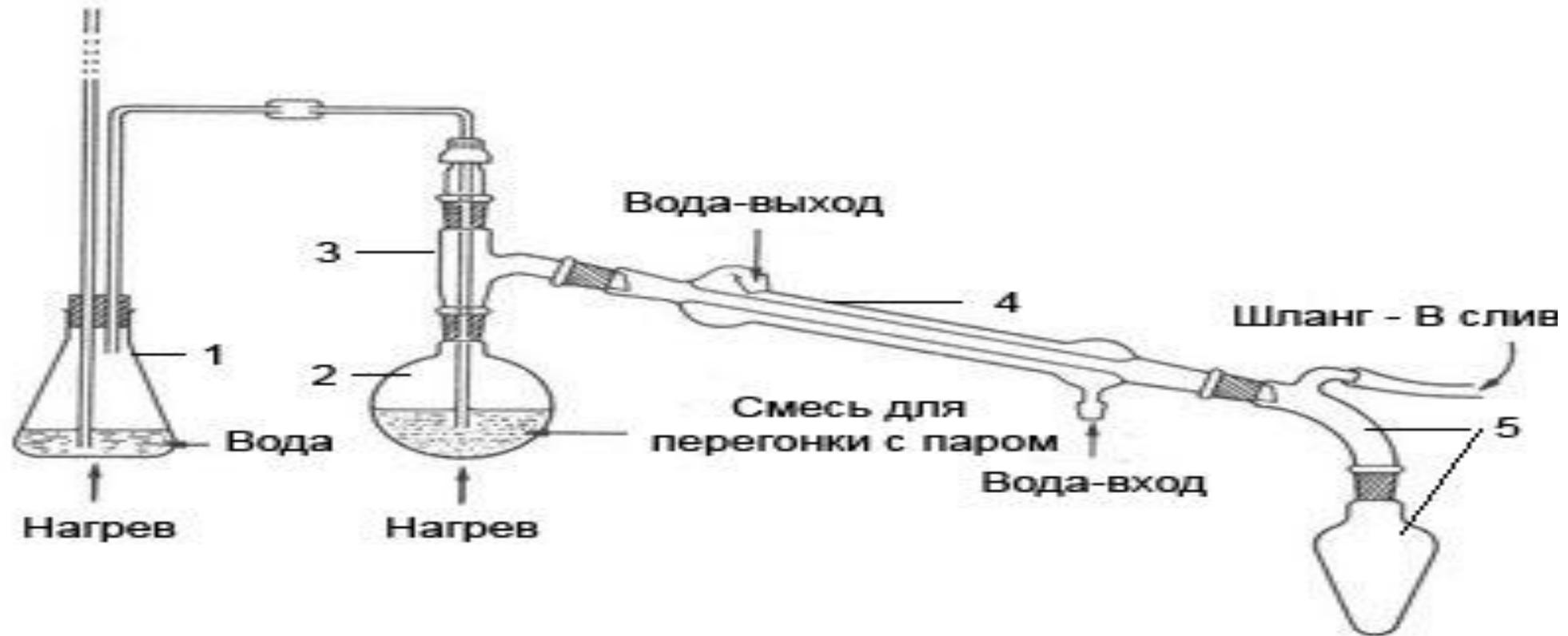
Используя это, получим уравнение $M = p(A) \cdot m(\text{H}_2\text{O}) / (18 \cdot p(\text{H}_2\text{O}) \cdot m(A))$.

Растворимость	Тип соединения	Летучесть	с водяным паром
Растворимы в воде и в эфире	Низкомолекулярные спирты, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты, сложные эфиры, амины, нитрилы и хлорангидриды кислот	Легко перегоняются. Многие соединения этой группы кипят ниже 100 °С	Перегоняются с паром
Растворимы в воде, но нерастворимы в эфире	Многоатомные спирты, диамины, углеводы, соли аминов, соли металлов, многоосновные кислоты, оксиальдегиды, окикетоны, оксикислоты и аминокислоты	Труднолетучи. За некоторыми исключениями, не могут перегоняться при атмосферном давлении	Не перегоняются с паром
Нерастворимы в воде, но растворяются в растворах NaOH и NaHCO ₃	Высокомолекулярные карбоновые кислоты и фенолы с отрицательно заряженными заместителями	Труднолетучи	Обычно перегоняются с паром. Имеются некоторые исключения. Обычно не перегоняются с паром
Нерастворимы в воде и растворе NaHCO ₃ , но растворимы в растворе NaOH	Фенолы, сульфонамиды первичных аминов, первичные и вторичные нитросоединения, имиды и тиофенолы	Соединения с высокими температурами кипения. Многие из них не способны перегоняться	Обычно не перегоняются с паром
Нерастворимы в воде, но растворимы в разбавленной HCl	Амины, содержащие не более одной ароматической группы у атома азота, органические гидразины	Высококипящие соединения	Многие вещества этой группы перегоняются с водяным паром
Нерастворимы в воде и разбавленных растворах NaOH и HCl. Содержат другие элементы, кроме C, H, O и галогенов	Третичные нитросоединения, амиды, амины с отрицательно заряженными заместителями, сульфонамиды вторичных аминов, азо- и азооксисоединения, алифатические и ароматические нитрилы, нитраты, нитриты, сульфаты, фосфаты	Высококипящие соединения. Многие вещества этой группы не способны перегоняться	Некоторые вещества этой группы перегоняются с водяным паром
Нерастворимы в воде и разбавленных растворах NaOH и HCl, но растворимы в серной кислоте	Спирты, альдегиды, кетоны, сложные эфиры, ненасыщенные соединения	Высококипящие соединения	Обычно могут перегоняться с водяным паром
Нерастворимы в воде, разбавленных растворах NaOH и HCl и серной кислоте	Алифатические и ароматические углеводороды и их галогенпроизводные	Летучи	Перегоняются с паром

В этой таблице приведены некоторые свойства классов органических соединений, а также возможность перегонки водяным паром. Не перегоняются полярные вещества

Оборудование

Типичный прибор для перегонки с паром приведен на рисунке:

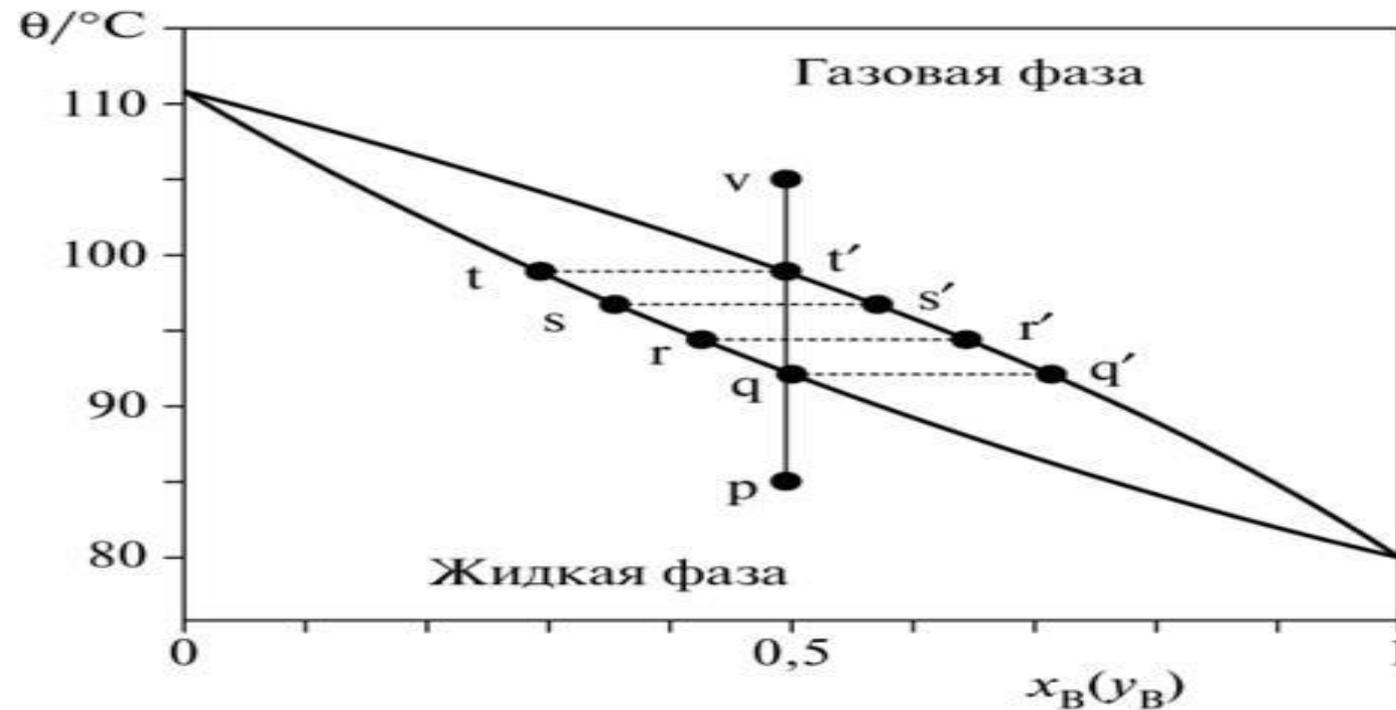


Растворитель	Примеры соединений	Летучесть	Возможность перегонки
Вода и эфир	Низкомолекулярные спирты, альдегид, которые, карбоновые кислоты, амины	Высокая, температура кипения меньше 100 С	Возможна
Вода, но не эфир	Соли аминов и карбоновых кислот, многоатомные спирты и много основные кислоты, углеводы	Труднолетучи	Не перегоняются
Растворы NaOH и NaHCO ₃	Высокомолекулярных карбоновые кислоты	Труднолетучи	Большинство-перегоняются
Раствор NaOH, но не NaHCO ₃	Фенолы, не третичный нитросоединения, имины	Труднолетучи	Обычно не перегоняются
Разбавленная HCl	Амины, гидразины	Труднолетучи	Обычно возможна перегонка
Не вода, не NaOH, не HCl, содержат гетероатомы	Третичные нитросоединения, миль, нитрилы, нитраты, нитриты	Высококипящие	Возможна только для некоторых веществ
H ₂ SO ₄	Спирты, альдегиды, кетоны	Высококипящие	Обычно перегоняются
Ни один из вышеперечисленных растворителей	Насыщенные и ароматические углеводороды	Летучи	Перегоняются

Оценка выхода перегонки

$P = P_a + P_b$ - общее давление пара

$Y(A) = P(a) / P = P(a) / (P(a) + P(H_2O))$ - мольная доля вещества в паре. Количественный состав пара и жидкости различный

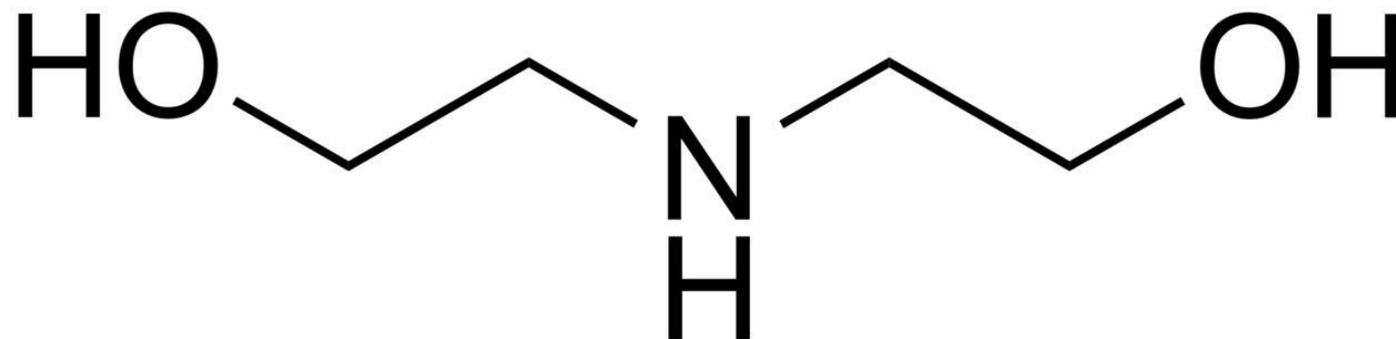


Не перегоняются водяным паром

- Вещества с низким давлением пара при 100С (низкий выход)
- Вещества, разлагающиеся водой
- Вещества, разлагающиеся по 100 С



Перегонка вещества с низким давлением пара



Диэтаноламин:

Ткипения-269 С-с разложением

P100=0.45 мм рт. ст. Выход-меньше 0.5%

Растворяется в воде.

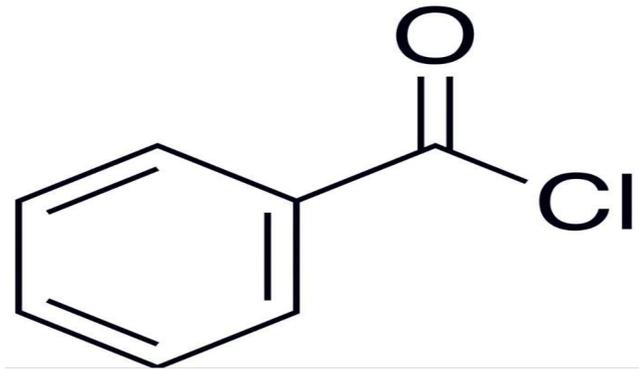
Я предлагаю додекан, температура кипения-216 С

P216=149.66 мм рт. ст.

Выход 16.45%

При более высоких температурах разложение диэтаноламина будет более заметным.

Перегонка вещества, реагирующего с водой



- Бензоилхлорид:
- $T_{\text{кип}} = 197 \text{ C}$
- Реагирует с кипящей водой и водяным паром
- Я предлагаю масляную кислоту $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ с $t_{\text{кипения}} = 163 \text{ C}$,
- При 163 C давление хлорида 304.8 мм рт. ст.
- Выход 28.63%

Перегонки вещества, разлагающегося
при температуре перегонки

Жидкости, которые можно использовать в перегонке помимо воды

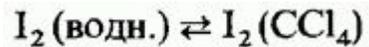
- Вода-достаточно универсальное вещество, но ее не всегда используют в перегонке. Жидкость, которая пригодна для перегонки, не должна взаимодействовать с веществом и должна иметь низкую температуру кипения. Например, для полярных веществ можно использовать эфир или низкомолекулярные алканы.

Перегонка в токе инертного газа.

1. Если вещество взаимодействует с водой, то вместо пара используется тот газ, который не взаимодействует с веществом. К примеру, можно использовать азот.
2. Азот имеет значительно более низкую температуру кипения, чем пар, поэтому температура перегонки будет соответственно ниже.
3. При перегонке газом некоторая часть вещества уносится с газом
4. Отделить вещество от газа достаточно сложно

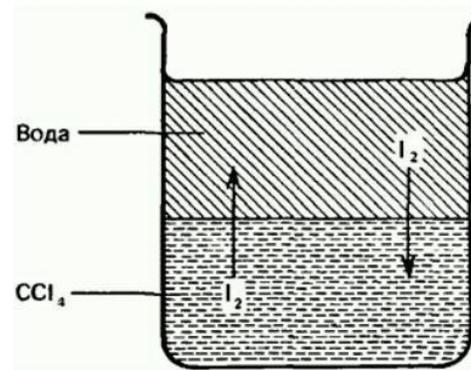
Закон распределения

Закон распределения основан на экспериментальных наблюдениях. Рассмотрим, например, распределение иода между двумя несмешивающимися растворителями – водой и тетрахлорометаном. Если встряхивать иод с этими двумя растворителями, часть его растворится в воде, а часть в тетрахлорометане. В конце концов в системе устанавливается динамическое равновесие. При этом скорость, с которой иод переходит из ТХМ в воду, уравнивается со скоростью, с которой иод переходит из воды в тетрахлорметан.

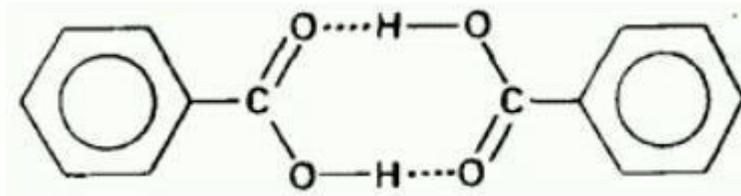


$$K = I_2(\text{H}_2\text{O}) / I_2(\text{CCl}_4)$$

Для этого равновесия, как и для любого, существует ЗДМ. В этом случае $K=85$. То есть, содержание иода в ТХМ в 85 раз больше, чем в воде. На этом основан метод экстракции.



- Столь большое различие объясняется тем, что иод является неполярным растворимым веществом. Поэтому он гораздо лучше растворим в неполярных растворителях, чем в полярных, подобных воде. Коэффициент распределения иода в бензоле и воде достигает 400.
- Закон распределения выполняется лишь при определенных условиях, а именно: 1) при постоянной температуре; 2) при достаточном разбавлении обоих растворов; 3) при условии, что растворенное вещество не реагирует, не ассоциирует и не диссоциирует в обоих растворителях.
- Например, коэффициент распределения для бензойной [кислоты](#) в бензоле и воде возрастает при повышении концентраций в обоих слоях. Это обусловлено образованием димеров бензойной кислоты в слое бензола. Образование димеров происходит вследствие возникновения [водородных связей](#) между двумя молекулами бензойной кислоты.



Экстракция растворителем

- Две несмешивающиеся жидкости иногда используются как селективные растворители для компонентов какой-либо смеси. Таковую смесь сначала встряхивают с двумя несмешивающимися жидкостями, а затем отделяют одну жидкость от другой. Каждый слой по несколько раз подвергают экстракции с другим растворителем.
- Такой способ используется для выделения солей урана из продуктов ядерного деления. Например, нитрат уранила можно отделить от хлорида натрия с помощью бутанола и воды. С этой целью может использоваться методика противоточной экстракции. $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ лучше растворима в бутаноле, NaCl лучше растворим в воде.

Вывод

- В данной презентации я затронул тему очистки веществ, в частности перегонку паром. Данный метод используется в том случае, если вещество не взаимодействует с водой и не устойчиво при кипении, но устойчиво при температуре кипения воды. В иных случаях используются другие парообразователи.

*СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!*

