



## Дисциплина

### «Методы фармакопейного анализа»

МЕТОДЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.  
КЛАССИФИКАЦИЯ.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ, ЖИДКИХ И  
ГАЗООБРАЗНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ.

Лекция 9

(лектор: доцент, к.фарм.н. Тимофеева Ю.А.)

## КЛАССИФИКАЦИЯ

Общее число ФХМА довольно велико – оно составляет несколько десятков. Наибольшее практическое значение среди них имеют следующие группы: спектральные и другие оптические методы, электрохимические, хроматографические и методы разделения и концентрирования.

Первая группа – это методы, основанные на измерении оптических свойств анализируемых систем: спектральный, фотометрический, люминесцентный, рефрактометрический и поляриметрический.

Вторая группа методов основана на измерении электрической проводимости, потенциалов и других свойств, включает в себя электролитический, кондуктометрический, потенциометрический и полярографический.

Третья группа включает экстракцию, хроматографию.

# КЛАССИФИКАЦИЯ

*I группа.* Спектральные методы анализа основаны на измерении оптических свойств вещества (испускание, поглощение, рассеивание, отражение, преломление, поляризация света), проявляющихся при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Оптические методы анализа классифицируют различным образом, а именно:

По изучаемым объектам: атомный и молекулярный спектральный анализ.

По характеру взаимодействия электромагнитного излучения с веществом:

1. Атомно-абсорбционный анализ. В основе метода лежит измерение поглощения монохроматического излучения атомами определяемого вещества в газовой фазе после атомизации вещества.

2. Эмиссионный спектральный анализ. В основе метода лежит измерение интенсивности света, излучаемого веществом при его энергетическом возбуждении, например, в плазме электрического разряда.

## КЛАССИФИКАЦИЯ

3. Пламенная фотометрия. Основана на использовании газового пламени в качестве источника энергетического возбуждения излучения.
4. Молекулярный абсорбционный анализ. В основе метода лежит измерение светопоглощения молекулами или ионами изучаемого вещества.
5. Люминесцентный анализ. В основе метода лежит измерение интенсивности излучения люминесценции, т.е. испускания излучения веществом под воздействием различных видов возбуждения.
6. Спектральный анализ с использованием эффекта комбинационного рассеяния света (Раман-эффекта). Основан на измерении интенсивности излучения при явлении комбинационного рассеяния света.
7. Нефелометрический анализ. Основан на измерении рассеивания света частицами света дисперсной системы (среды).

# КЛАССИФИКАЦИЯ

8. Турбидиметрический анализ. Основан на измерении ослабления интенсивности излучения при его прохождении через дисперсную среду.

9. Рефрактометрический анализ. Основан на измерении показателей преломления веществ.

10. Поляриметрический анализ. Основан на измерении величины оптического вращения – угла вращения плоскости поляризации света оптически активными веществами.

В исследованиях также используются и некоторые другие оптические методы анализа: спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) и многократно нарушенного внутреннего отражения (МНПВО); фотоэлектронная спектроскопия; рентгеноэлектронная спектроскопия; гамма-резонансная спектроскопия (эффект Мессбауэра); электронный парамагнитный резонанс; ядерный магнитный резонанс и др.

# КЛАССИФИКАЦИЯ

По области используемого электромагнитного спектра:

1. Спектроскопия (спектрофотометрия) в УВИ области спектра, т.е. в ближней ультрафиолетовой (УФ) области – в интервале длин волн 200 ... 400 нм и видимой области – в интервале длин волн 400 ... 760 нм.
2. Инфракрасная спектроскопия, изучающая участок электромагнитного спектра в интервале 0,76 ... 1000 мкм ( $1\text{ мкм} = 10^{-6}\text{ м}$ ).

Реже используются: рентгеновская спектроскопия (изучает рентгеновские спектры); микроволновая спектроскопия, изучающая электромагнитное излучение с длинами волн от  $10^{-1}$  до 10 см.

По природе энергетических переходов:

1. Электронные спектры (в основном в УВИ области) возникают при изменении энергии электронных состояний частиц (атомов, ионов, радикалов, молекул, кристаллов).

# КЛАССИФИКАЦИЯ

2. Колебательные спектры. Охватывают ИК-область и спектры комбинационного рассеяния света. Колебательные спектры возникают при изменении энергии колебательных состояний частиц (двух- и многоатомных ионов, радикалов, молекул, а также жидких и твердых фаз).

3. Вращательные спектры. Охватывают дальнюю ИК и микроволновую область электромагнитного излучения. Возникают при изменении энергии вращательных состояний молекул, двух- и многоатомных ионов, радикалов.

*II группа.* Электрохимические методы анализа, основаны на электродных реакциях и на переносе электричества через растворы. Электрохимические процессы – это такие процессы, которые сопровождаются одновременным протеканием химических реакций и изменением электрических свойств системы, которую в подобных случаях можно назвать электрохимической системой.

# КЛАССИФИКАЦИЯ

Электрохимические методы анализа классифицируют различным образом, а именно:

По учету природы источника электрической энергии в системе:

1. Методы без наложения внешнего (постороннего) потенциала. Источником электрической энергии служит сама электрохимическая система, представляющая собой гальванический элемент (гальваническую цепь).

К таким методам относятся потенциометрические методы.

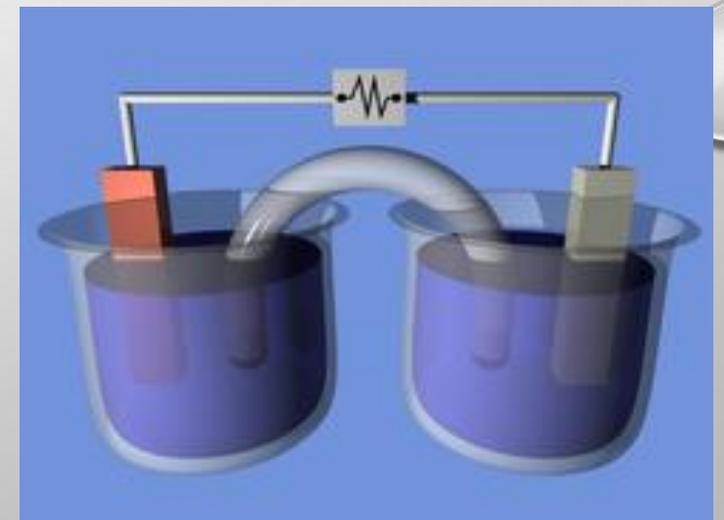
Электродвижущая сила – ЭДС – и электродные потенциалы в такой системе зависят от содержания определяемого вещества в растворе.

2. Методы с наложением внешнего (постороннего) потенциала. К таким методам относятся:



# КЛАССИФИКАЦИЯ

- а) кондуктометрический анализ, основанный на измерении электрической проводимости растворов как функции их концентрации;
- б) вольтамперометрический анализ (полярография), основанный на измерении тока как функции приложенной известной разности потенциалов и концентрации раствора;
- в) кулонометрический анализ, основанный на измерении количества электричества, которое расходуется в ходе электрохимической реакции;
- г) электрогравиметрический анализ, основанный на измерении массы продукта электрохимической реакции;
- д) электролиз – химическое разложение вещества под действием электрического тока.



# КЛАССИФИКАЦИЯ

По способу применения электрохимических методов:

1. Прямые методы. Измеряют электрохимический параметр как известную функцию концентрации раствора и по показанию соответствующего измерительного прибора находят содержание определяемого вещества в растворе.

2. Косвенные методы. Это методы титрования, в которых окончание титрования фиксируют на основании измерения электрических параметров системы.

В соответствии с данной классификацией различают, например, прямую кондуктометрию и кондуктометрическое титрование, прямую потенциометрию и потенциометрическое титрование и т.д.

*III группа.* Значение методов разделения и концентрирования в физико-химических методах анализа трудно переоценить.

# КЛАССИФИКАЦИЯ

Эти методы основаны на выделении или сорбции (десорбции) некоторых или всех компонентов исследуемого образца. Методы разделения и концентрирования делят:

**Экстракция.** Основана на разделении смеси жидких или твердых веществ с помощью избирательных растворителей.

**Хроматография.** Основана на сорбционных процессах.

Хроматографический процесс заключается в перемещении подвижной фазы, содержащей компоненты разделяемой смеси, относительно неподвижной.

Методы классифицируют по следующим признакам:

1. По агрегатному состоянию:

а) газовая хроматография – подвижной фазой здесь являются инертный газ или пар;

# КЛАССИФИКАЦИЯ

- б) жидкостная хроматография – подвижной фазой служит жидкость;
- в) газо-жидкостная хроматография – неподвижной фазой является пленка жидкости на поверхности частиц твердого сорбента.

## 2. По механизму разделения:

- а) адсорбционная хроматография, основанная на различной способности компонентов к адсорбции на том или ином сорбенте;
- б) ионообменная хроматография, основанная на обменной адсорбции, т.е. ионы, содержащиеся в хроматографируемом растворе, обмениваются на эквивалентное количество подвижных ионов, входящих в состав ионообменника;
- в) распределительная хроматография, основанная на распределении растворенных веществ между двумя несмешивающимися растворителями;

# КЛАССИФИКАЦИЯ

г) осадочная хроматография, основанная на принципе последовательного осаждения малорастворимых соединений.

3. По способу ведения процесса:

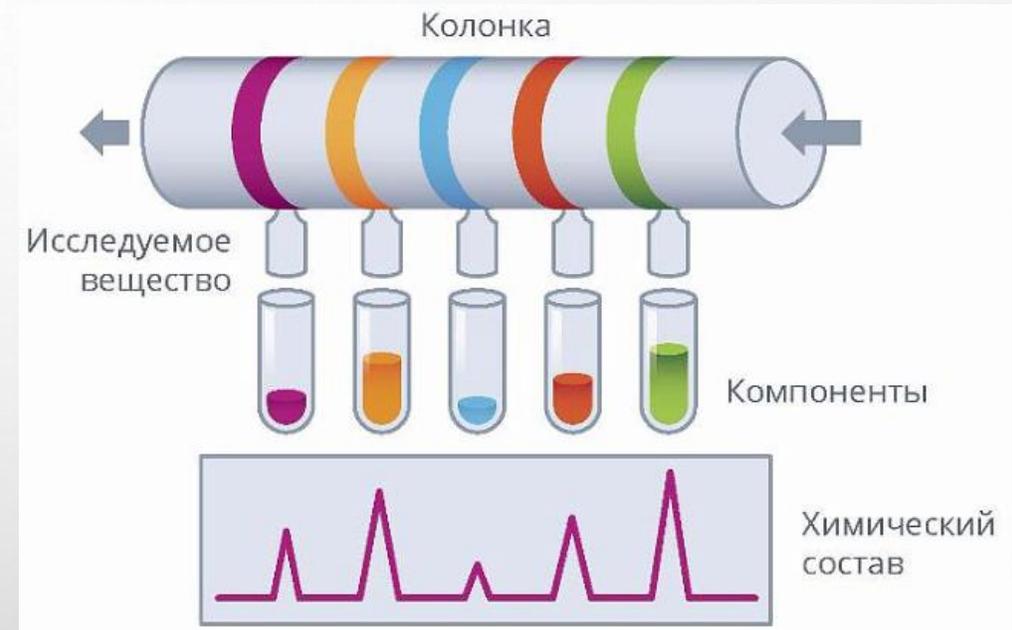
а) колоночная,

б) капиллярная,

в) плоскостная.

Перечень групп является далеко неполным, так как сюда не вошли многие методы (радиометрические, масс-спектрометрические, кинетические и др.).

Эти методы будут рассмотрены отдельно, что, конечно, ни в коей мере нельзя считать признаком их второстепенности.



# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

В медицине широко используются твердые лекарственные вещества, которые имеют ряд физических свойств, определяющих их характеристики и способы применения. Рассмотрим основные физические свойства твердых лекарственных веществ.

**Твердость** - Одним из основных физических свойств твердых лекарственных веществ является их твердость. Твердость определяется способностью вещества сопротивляться деформации или разрушению при воздействии внешних сил. Твердые лекарственные вещества должны быть достаточно твердыми, чтобы обеспечить сохранность их формы и структуры при транспортировке и хранении.

**Растворимость** - Еще одним важным физическим свойством твердых лекарственных веществ является их растворимость.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Растворимость определяет способность вещества растворяться в различных растворителях для обеспечения его биодоступности. Растворимость твердых лекарственных веществ может зависеть от различных факторов, таких как температура, рН и тип растворителя.

Плотность - Одно из физических свойств твердых лекарственных веществ - их плотность. Плотность определяется массой вещества на единицу объема и влияет на его фармакокинетику и дозирование. Различные формы лекарственных веществ, такие как таблетки, капсулы и порошки, могут иметь различную плотность и скорость усвоения в организме.

Кристаллическая структура - Многие твердые лекарственные вещества имеют кристаллическую структуру.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Кристаллическая структура обеспечивает устойчивость и стабильность лекарственного вещества, а также влияет на его физические и химические свойства. Изучение кристаллической структуры твердых лекарственных веществ позволяет оптимизировать их производство и хранение. Физические свойства твердых лекарственных веществ играют ключевую роль в их производстве, хранении и использовании. Понимание и учет этих физических свойств позволяет обеспечить качество и эффективность лекарственных средств.

Важным свойством твердых лекарственных веществ является их стабильность. Химическая стабильность вещества определяет его способность сохранять свои качества и эффективность в течение длительного времени при хранении и транспортировке.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Также важным химическим свойством твердых лекарственных веществ является их реакция с другими химическими веществами. Некоторые лекарственные препараты могут образовывать нестабильные соединения при взаимодействии с определенными веществами, что может привести к побочным эффектам или потере эффективности.

В целом, химические свойства твердых лекарственных веществ играют ключевую роль в их эффективности и безопасности использования. Поэтому важно учитывать эти свойства при разработке, производстве и применении лекарственных препаратов.

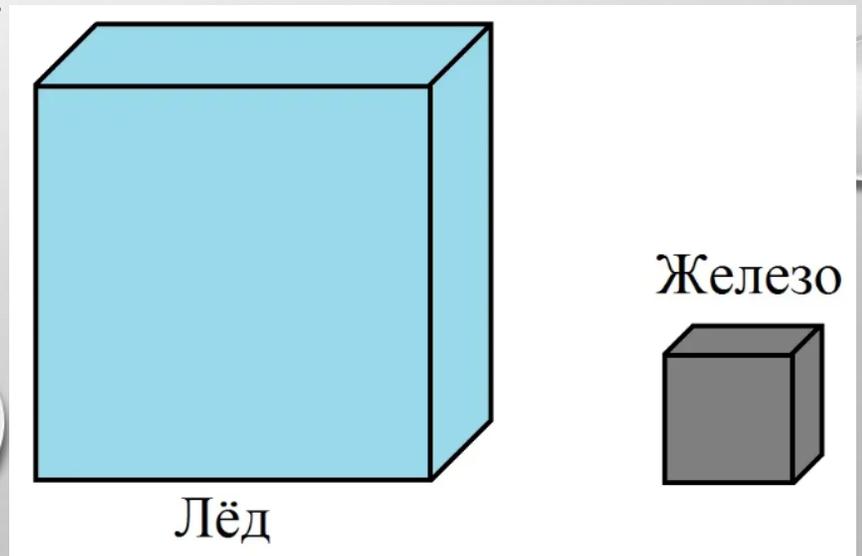


# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Рассмотрим основные свойства жидких лекарственных веществ, которые играют важную роль в их использовании и хранении.

**Температура кипения:** Жидкие лекарственные вещества имеют определенную температуру кипения, при которой они превращаются в пар. Это свойство важно при приготовлении лекарственных препаратов, так как позволяет контролировать процесс их испарения.

**Плотность:** Плотность жидких лекарственных веществ определяет их массу на единицу объема. Это позволяет учитывать объем при измерении дозировки и смешивании компонентов.



# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

**Вязкость:** Вязкость жидких лекарственных веществ определяет их способность к перемещению. Она играет важную роль при процессе введения лекарственных средств, а также при их смешивании с другими компонентами.

**Растворимость:** Жидкие лекарственные вещества могут быть растворимыми или нерастворимыми в различных растворителях. Это важное свойство определяет их эффективность и действие на организм.

**Поверхностное натяжение:** Это свойство жидких лекарственных веществ определяет их способность к снижению поверхностного натяжения жидкости. Это важно при создании лекарственных препаратов с различными формами выпуска.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Физические свойства жидких лекарственных веществ играют важную роль при их использовании и хранении. Понимая эти свойства, мы можем лучше контролировать процессы приготовления и применения лекарственных средств для достижения максимальной эффективности и безопасности.

Растворимость жидких лекарственных веществ играет важную роль в их эффективности и скорости действия. Растворимость определяет, насколько эффективно лекарственное вещество может быть распределено в организме и взаимодействовать с целевыми клетками или тканями. Вода является одним из наиболее распространенных растворителей для жидких лекарственных веществ из-за своей универсальности и способности взаимодействовать с многими молекулами. Однако, не все лекарственные вещества хорошо растворяются в воде.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Некоторые могут быть лучше растворимы в органических растворителях, таких как этанол или масла. Скорость и эффективность действия лекарственных веществ напрямую зависят от их растворимости. Чем лучше растворимо вещество, тем быстрее оно может быть абсорбировано в организме и начать проявлять свои терапевтические свойства. Низкая растворимость может привести к медленному и неэффективному действию вещества. Поэтому при разработке лекарственных препаратов важно учитывать их растворимость в различных растворителях, чтобы обеспечить оптимальное воздействие на организм и достичь желаемого терапевтического эффекта.

Кислотно-основные свойства играют важную роль, поскольку они могут влиять на стабильность и действие лекарственных веществ.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

pH окружающей среды может влиять на растворимость и стабильность лекарственных веществ. Например, многие лекарственные вещества являются слабыми кислотами или основаниями и могут менять свою структуру в зависимости от pH окружающей среды. При изменении pH раствора, лекарственное вещество может изменять свою растворимость и скорость абсорбции. Например, при пероральном приеме лекарственного вещества, pH желудочного сока может влиять на его растворимость и скорость поглощения. Примерами жидких лекарственных веществ с кислотно-основными свойствами включают в себя антациды, антигистаминные препараты, противогрибковые препараты и антисептики.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Например, антациды, такие как магниевые и алюминиевые соли, используются для нейтрализации избыточной соляной кислоты в желудке и облегчения симптомов изжоги. Антигистаминные препараты, такие как цетиризин, блокируют рецепторы гистамина, что помогает уменьшить аллергические реакции. Таким образом, знание кислотно-основных свойств лекарственных веществ позволяет адекватно подбирать их для конкретного пациента и обеспечивать эффективное лечение.

Окислительные свойства являются одним из важнейших свойств многих химических веществ, включая лекарственные препараты. При контакте с кислородом окислители способны отдавать электроны другим веществам, что может привести к различным химическим реакциям.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Жидкие лекарственные вещества также могут обладать окислительными свойствами, особенно если они содержат металлические ионы или другие соединения способные подвергаться окислительной реакции. При воздействии на ткани пациента такие вещества могут вызывать окислительное повреждение, что может привести к различным нежелательным последствиям. Реакции окисления могут привести к образованию свободных радикалов, которые способны повреждать клетки и ткани организма. Это может вызвать воспаление, аллергические реакции, а также другие нежелательные эффекты у пациента. Поэтому важно тщательно контролировать окислительные свойства лекарственных препаратов и принимать меры предосторожности для минимизации их негативного влияния на организм.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Таким образом, понимание окислительных свойств лекарственных веществ и контроль за их воздействием на организм является важным аспектом в области фармакологии и медицины.

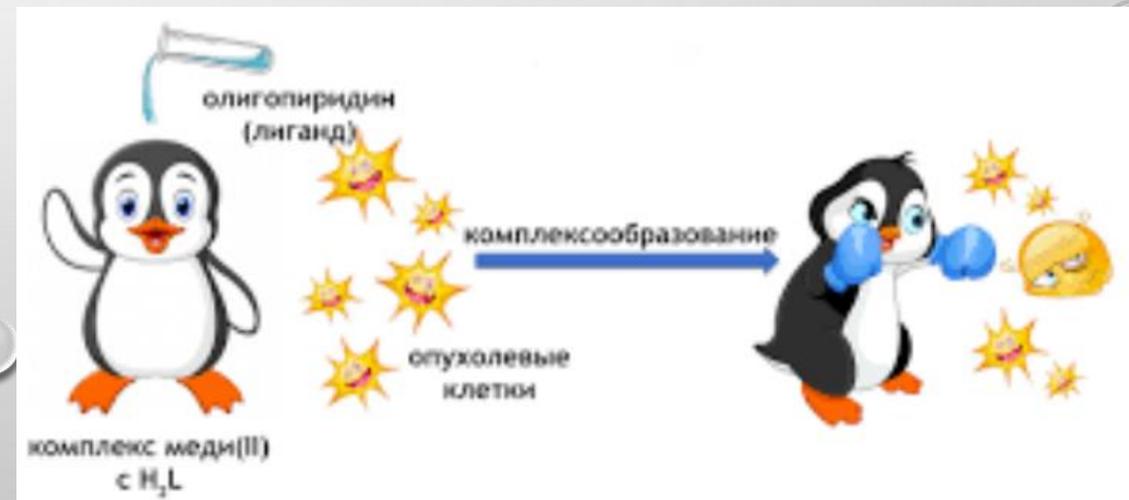
Комплексообразование - это процесс, при котором два или более химических вещества образуют стабильный комплексный соединение. В медицинской сфере, комплексообразование играет важную роль, особенно при создании лекарственных препаратов. Одной из важных особенностей комплексообразования в медицине является возможность образования комплексов между жидкими лекарственными веществами и другими химическими соединениями. Эти комплексы могут быть более стабильными и эффективными, чем просто смесь лекарственных веществ.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Комплексообразование также может усилить действие лекарственных препаратов, что позволяет уменьшить дозировку и снизить побочные эффекты.

Например, комплексы с железом могут улучшить всасывание железа в организме и повысить эффективность лечения анемии.

Таким образом, комплексообразование играет важную роль в медицине, позволяя создавать более эффективные и безопасные лекарственные препараты для лечения различных заболеваний.



# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЗООБРАЗНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Газообразные лекарственные вещества применяются в медицине для лечения различных заболеваний дыхательной системы, а также для обезболивания и седации пациентов.

Газообразные лекарственные вещества обладают высокой летучестью, что позволяет им быстро проникать в организм через дыхательную систему. -

Они обычно имеют низкую молекулярную массу, что облегчает их распределение по организму и быструю выведение из него. - Газообразные

лекарственные вещества могут легко проникать через гематоэнцефалический барьер, что позволяет им оказывать быстрое и эффективное действие на центральную нервную систему.

Оксид азота - применяется в анестезии для обезболивания.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЗООБРАЗНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Хлор - используется в медицине для обеззараживания воздушных пространств и поверхностей.

Газообразные лекарственные вещества обладают уникальными химическими свойствами, которые позволяют им эффективно и быстро оказывать свое действие в организме. - Использование газообразных лекарственных веществ широко распространено в медицине и позволяет достичь быстрых и эффективных результатов в лечении различных заболеваний.



**ВОЗНИКШИЕ ВОПРОСЫ ПО МАТЕРИАЛАМ  
ЛЕКЦИИ**

**ПРОСЬБА НАПРАВЛЯТЬ НА ПОЧТУ**

**[timofeeva@volgmed.ru](mailto:timofeeva@volgmed.ru)**

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**