Контрольно-измерительные материалы
по дисциплине «Химия в медицине»
для специальности «Лечебное дело»

ЗАНЯТИЕ № 9

Тема: Значение поверхностных явлений в медицине

I. Вопросы для контроля усвоения темы занятия:

1. Перечислите и охарактеризуйте поверхностные явления.
2. В чем разница между физической и химической адсорбцией?
3. Роль адсорбционных процессов в биологии.
4. Адсорбционные возможности эритроцитов крови.
5. Как связана биологическая активность белков с их поверхностной активностью?
6. Какова роль адсорбционных процессов детоксикационной терапии — гемосорбции?
7. Роль поверхностно-активных веществ в медицине.
8. Для чего применяется хроматография, опишите механизм этого метода.
9. Приведите классификацию хроматографии.
10. Как классифицируется хроматография по доминирующему механизму?
11. Применение хроматографии в медицине.
12. Где применяется биоспецифическая хроматография?

К **поверхностным явлениям** относятся: адсорбция, образование двойного электрического слоя на поверхности дисперсной фазы, изменение реакционной способности с изменением дисперсности, адгезия, смачивание, капиллярные явления. Все эти процессы сопровождаются уменьшением поверхностной энергии систем, в которых они происходят. Это может быть результатом, как мы уже видели на примере ПАВ, самопроизвольного образования на межфазной границе поверхностных слоев из молекул веществ с меньшим поверхностным натяжением.

Адгезия – явление притяжения (сцепления) приведенных в контакт *разнородных* твердых или жидких тел. Прочность сцепления разнородных фаз при адгезии называется *адгезионной прочностью.* адгезионная прочность является одной из характеристик, описывающих свойства таких лекарственных форм, как пластыри, мази,драже, таблетки и др

К явлениям, происходящим вследствие стремления к самопроизвольному снижению поверхностного натяжения, относится адсорбция.

Адсорбцией называется процесс самопроизвольного перераспределения вещества между поверхностным слоем и объемом фазы.

Фазу, на поверхности которой происходит адсорбция, называют *адсорбентом*. Вещество, которое перераспределяется, называют *адсорбатом* или

адсорбтивом. Обратный переход вещества из поверхностного слоя в объем фазы называют *десорбцией*. Таким образом, адсорбат или адсорбируется на поверхности адсорбента, или десорбируется с его поверхности.

В зависимости от агрегатного состояния смежных фаз, которое придает определенную специфику явлению адсорбции, различают: адсорбцию газов на твердой поверхности, адсорбцию растворенных веществ на границах твердое тело—жидкость и жидкость—жидкость, а также адсорбцию на границе раствор—газ.

Для количественного описания адсорбции применяют, в основном, две величины. Одна измеряется числом моль или граммов вещества (А), приходящихся на единицу поверхности или на единицу массы адсорбента (характеризует адсорбцию на твердом теле). Другая характеристика адсорбции определяется избытком вещества в поверхностном слое по сравнению с его количеством в объеме фазы (Г), также отнесенному к единице поверхности или единице массы адсорбента. Эту величину называют *гиббсовской адсорбцией*, она используется для характеристики адсорбции на жидкой границе.

Адсорбция газа на твердом теле является простейшим случаем адсорбционного процесса, так как система состоит всего из двух компонентов. Примером такой адсорбции может быть адсорбция аммиака на активированном угле.

В основе механизма адсорбции на твердом теле так же, как и в случае адсорбции на жидкой границе, лежит стремление системы твердое тело—газ к уменьшению поверхностного натяжения, а, следовательно, и поверхностной энергии.

В зависимости от природы сил, связывающих адсорбат с твердым адсорбентом, адсорбцию газов разделяют на *физическую* и *химическую* адсорбцию (хемосорбцию).

Для физической адсорбции характерно взаимодействие адсорбента и адсорбата за счет сил Ван-дер-Ваальса и образования водородных связей*. Физическая адсорбция характеризуется следующими признаками:

• теплота адсорбции невелика, от 10 до 40 кДж/моль;

• при понижении концентрации адсорбата над адсорбционным слоем имеет место десорбция;

• при повышении температуры физическая адсорбция понижается, так как она экзотермична, кроме того, увеличивается кинетическая энергия молекул адсорбата, что способствует десорбции;

• физическая адсорбция малоспецифична.

При хемосорбции между адсорбатом и адсорбентом образуются химические связи и может теряться индивидуальность адсорбированного вещества, по сути это поверхностная химическая реакция. Для химической адсорбции характерно следущее:

• теплота адсорбции составляет от 40 до 400 кДж/моль, т. е. на 1 – 2 порядка выше, чем для физической адсорбции;

• процесс часто необратимый, при хемосорбции вместо адсорбированного вещества может десорбироваться другое соединение;

• повышение температуры увеличивает химическую адсорбцию, если она протекает эндотермически, и снижает ее, если она экзотермична;

• химическая адсорбция строго специфична.

Однако, между физической и химической адсорбцией очень трудно провести четкую границу. Нередко физическая адсорбция предшествует химической. Так, при низкой температуре может происходить физическая адсорбция газа, а при повышении температуры газ хемосорбируется. Типичным примером является адсорбция кислорода на угле. При –200° –150° С кислород адсорбируется обратимо, тепло та адсорбции р авна 15.5 кДж/моль. При комнатно й температур е часть кис лорода адсорбируется уже необратимо, а теплота адсорбции равна 290 кДж/моль, что указывает на протекание химической реакции. Десорбируется уже не кислород, а CO и CO_2.

Задача: При нормальных условиях величина предельной адсорбции (A_∞) CO_2 на адсорбенте цеолите равна 0.05 моль/г. Равновесная концентрация CO_2, соответствующая величине адсорбции 0.025 моль/г, равна $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Определите, какую массу цеолита необходимо использовать для снижения в три раза концентрации CO_2 в 100 л воздуха, если начальная концентрация CO_2 равна $4.5 \cdot 10^{-3}$ моль/л. (Ответ: 10 г)

Основные закономерности и понятия хроматографии

Хроматография — это метод разделения веществ, основанный на различии в скоростях движения концентрационных зон исследуемых веществ, которые перемещаются в потоке подвижной фазы (элюента) вдоль слоя неподвижной фазы.

Неподвижная фаза представляет собой адсорбент с развитой поверхностью, а *подвижная* — поток газа (пара) или жидкости, фильтрующийся через слой адсорбента. Исследуемые вещества при этом распределяются между обеими фазами. Различие в распределении компонентов смеси между фазами определяет различие в скоростях движения их концентрационных зон.

Классификация хроматографии:

по агрегатному состоянию подвижной фазы хроматографию делят на *газовую* и *жидкостную*;

по агрегатному состоянию неподвижной фазы газовую хроматографию подразделяют на *газо-твердофазную* (неподвижная фаза — твердый (неподвижная фаза — твердый адсорбент) и *жидкостно-жидкостную* (неподвижная фаза — жидкость, заполняющая поры твердого носителя);

по геометрии неподвижной фазы выделяют *колоночную* и *плоскостную* хроматографию; к плоскостной хроматографии относятся *тонкослойная* и *бумажная* хроматография;

по доминирующему механизму процесса разделения хроматографию подразделяют на:

адсорбционную — основана на различии в физической адсорбции разделяемых компонентов;

ионообменную — основана на различной способности компонентов к ионному обмену с адсорбентом-ионитом;

молекулярно-ситовую — основана на различной проницаемости в неподвижную фазу молекул разделяемых веществ вследствие разного размера молекул;

биоспецифическую — основана на высокой специфичности связывания разделяемых компонентов с неподвижной фазой;

распределительную — основана на различии коэффициентов распреде-ления компонентов в жидкостях подвижной и неподвижной фазы.

Применение различных методов хроматографии.

Выбор того или иного метода хроматографии для разделения или анализа смесей веществ по аппаратурному оформлению, геометрии неподвижной фазы или механизму разделения определяется характером исследуемых веществ и их количеством.

Биологическое значение процессов адсорбции.

Явления адсорбции широко распространены в природе. Адсорбция играет очень важную роль в жизнедеятельности организма человека и животных. Это обусловлено наличием в организме огромного количества самых разнообразных поверхностей раздела — стенок сосудов, альвеол, поверхностей клеток, клеточных ядер, коллоидных частиц протоплазмы, и, наконец, поверхности раздела между организмом и окружающей средой.

Рассмотрим, например, адсорбционные возможности эритроцитов крови, обусловленные в первую очередь величиной суммарной поверхности этих форменных элементов. Эритроциты являются переносчиками различных веществ, в том числе и аминокислот, которые они разносят и передают клеткам и тканям организма. Число эритроцитов в крови взрослого человека примерно $27 \cdot 10^{12}$; учитывая, что диаметр эритроцита 7 – 8 мкм, можно подсчитать, что общая поверхность эритроцитов крови одного человека составляет примерно 3200 $м^2$.

Изучение многих биологических систем, в функционировании которых принимают участие белки, липиды и другие биополимеры или биорегуляторы, показало, что физиологическая активность этих соединений теснейшим образом связана с их поверхностной активностью. Так установлено, что главной причиной чрезвычайно высокой активности и специфичности ферментативного катализа является адсорбция ферментом субстрата, приводящая к образованию активного комплекса, в котором ориентируются и сближаются реагирующие группы фермента и субстрата, в результате чего реакция ускоряется в 10^7 и более раз.

Следует также упомянуть о роли адсорбционных процессов в разработанной (Ю. М. Лопухин) детоксикационной терапии — гемосорбции, основанной на избирательной адсорбции токсинов или метаболитов из крови, лимфы или плазмы пациентов, страдающих от острого отравления, поражения печени и ряда других заболеваний.

Поверхностно-активные вещества, благодаря их способности адсорбироваться в различных дисперсных системах, создавая защитные пленки и снижая энергию этих систем, применяются при консервации крови, при лечении отравлений тяжелыми металлами и другими токсическими веществами. Они

регулируют реакцию среды и солевой обмен в организме, адсорбируют хлористый натрий при гипертонической болезни, снижая этим артериальное давление, используются при лечении язвенной болезни и эррозий желудочно-кишечного тракта.

Применение хроматографии в медицине

Биоспецифическая хроматография применяется при изучении ферментативной активности, для удаления нежелательных белковых компонентов из крови, лимфы и плазмы при клинической детоксикации, например, при лечении различных иммунологических заболеваний, для чего в кровообращение больного включается колонка со специфическим иммуносорбентом.

В фармакологии и фармации основное направление использования хроматографии — это идентификация лекарственных веществ, определение их чистоты, количества и состава примесей, количественное определение биологически активных компонентов в растительном сырье, в полупродуктах, в сложных лекарственных смесях. Хроматография служит для контроля производства лекарств, для изучения стабильности лекарственных форм, для выбора метода оценки стабильности и т. д.

Наибольшее значение хроматография приобрела в клинической фармакологии и фармакокинетике — для определения минимальных концентраций лекарств в биосредах организма и для исследования путей их метаболизма, что особенно важно в педиатрии и при лечении пожилых больных.

Наконец, исключительно эффективно применение хроматографии при лечении психотропными препаратами, особенно при длительном применении, когда длительный прием их вызывает изменение метаболизма в зависимости от индивидуальных особенностей пациента и требуется дифференцированный подход к больному.

Необходимо отметить, что исторически свое первое применение в медицине хроматография получила в судебной токсикологии, когда в 1955 году в Англии было раскрыто дело об убийстве детей путем введения им барбитуратов. Ни один из до тех пор известных методов определения отравляющих веществ не давал возможности быстрого и точного анализа примененного яда. И только использование бумажной хроматографии позволило решить эту проблему и закончить столетнюю историю поисков методов определения растительных алкалоидов и их синтетических аналогов.

Варианты индивидуального письменного задания

Вариант 1

1. Роль поверхностно-активных веществ в медицине.
2. Где применяется биоспецифическая хроматография?

Вариант 2

1. Перечислите и охарактеризуйте поверхностные явления.
2. Как связана биологическая активность белков с их поверхностной активностью?

Вариант 3

1. Адсорбционные возможности эритроцитов крови.
2. Какова роль адсорбционных процессов детоксикационной терапии — гемосорбции?

Вариант 4

1. Как связана биологическая активность белков с их поверхностной активностью?
2. Для чего применяется хроматография, опишите механизм этого метода.

Вариант 5

1. В чем разница между физической и химической адсорбцией?
2. Перечислите и охарактеризуйте поверхностные явления.

Вариант 6

1. Где применяется биоспецифическая хроматография?
2. Адсорбционные возможности эритроцитов крови.

Вариант 7

1. Применение хроматографии в медицине.
2. Как связана биологическая активность белков с их поверхностной активностью?

Вариант 8

1. Какова роль адсорбционных процессов детоксикационной терапии — гемосорбции?
2. Как классифицируется хроматография по доминирующему механизму?

Вариант 9

1. Приведите классификацию хроматографии.
2. Где применяется биоспецифическая хроматография?

Вариант 10

1. Для чего применяется хроматография, опишите механизм этого метода.
2. В чем разница между физической и химической адсорбцией?

Вариант 11

1. Роль поверхностно-активных веществ в медицине.
2. Приведите классификацию хроматографии.

Вариант 12

1. Какова роль адсорбционных процессов детоксикационной терапии — гемосорбции?
2. Где применяется биоспецифическая хроматография?

Вариант 13

1. Как связана биологическая активность белков с их поверхностной активностью?
2. Для чего применяется хроматография, опишите механизм этого метода.

Вариант 14

1. Адсорбционные возможности эритроцитов крови.
2. Перечислите и охарактеризуйте поверхностные явления.

Вариант 15

1. Роль адсорбционных процессов в биологии.
2. Где применяется биоспецифическая хроматография?

Вариант 16

1. В чем разница между физической и химической адсорбцией?
2. Как связана биологическая активность белков с их поверхностной активностью?