

The background of the slide is a close-up photograph of numerous water droplets of various sizes on a dark blue, reflective surface. The droplets are illuminated from above, creating bright highlights and deep shadows, giving them a three-dimensional appearance. The overall color palette is dominated by shades of blue, from deep navy to a lighter, almost white highlight on the droplets.

Термодинамические свойства дисперсных систем

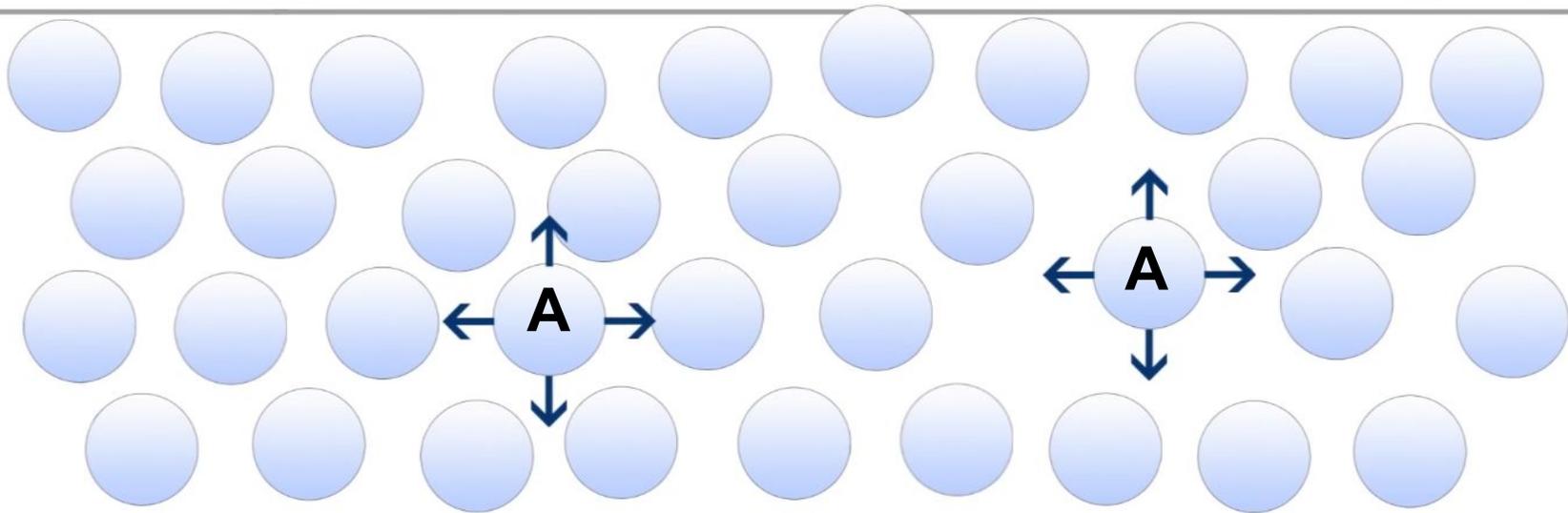


Поверхностное натяжение –

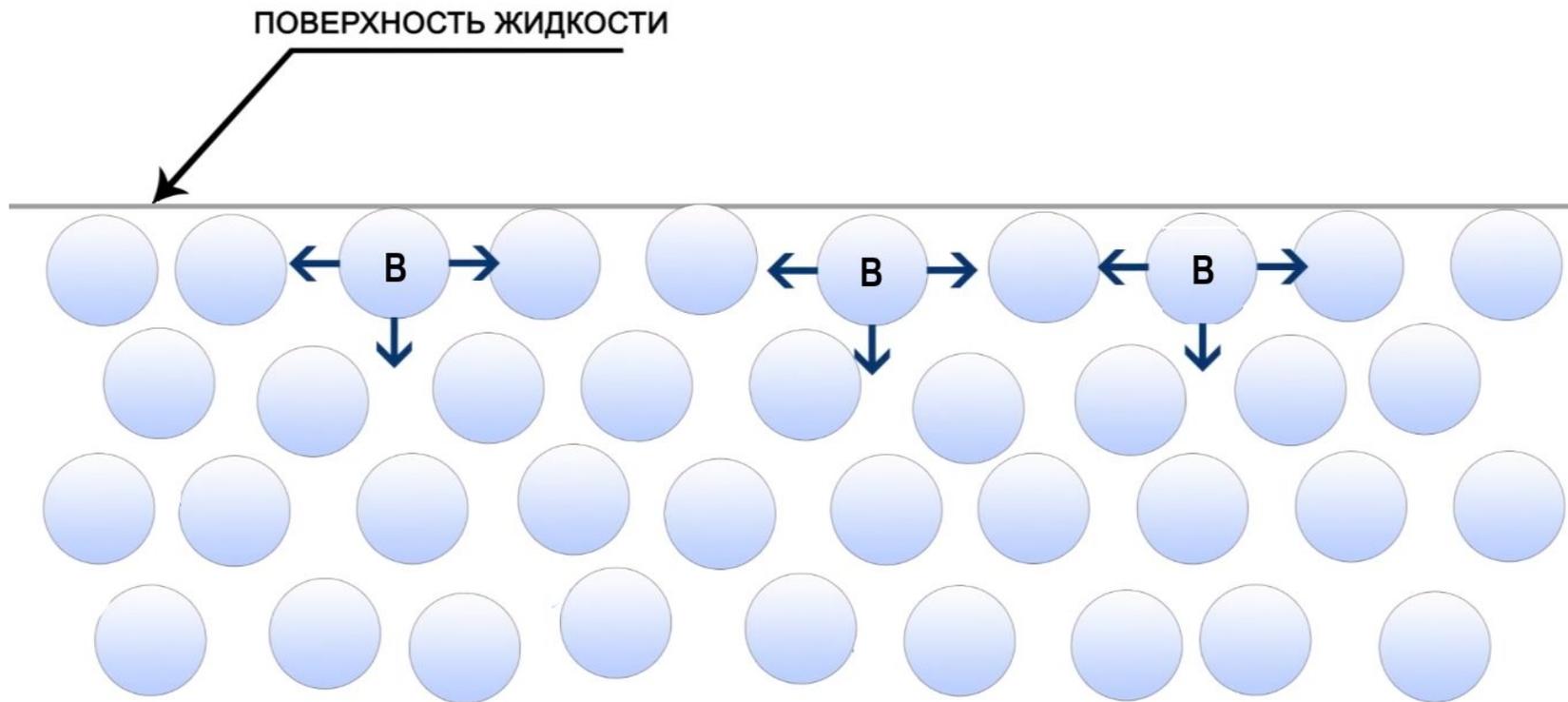
стремление
жидкости сократить
свою свободную
поверхность, т.е.
уменьшить избыток
своей
потенциальной
энергии на границе
раздела с
газообразной фазой.

Опишем механизм возникновения поверхностного натяжения в жидкостях

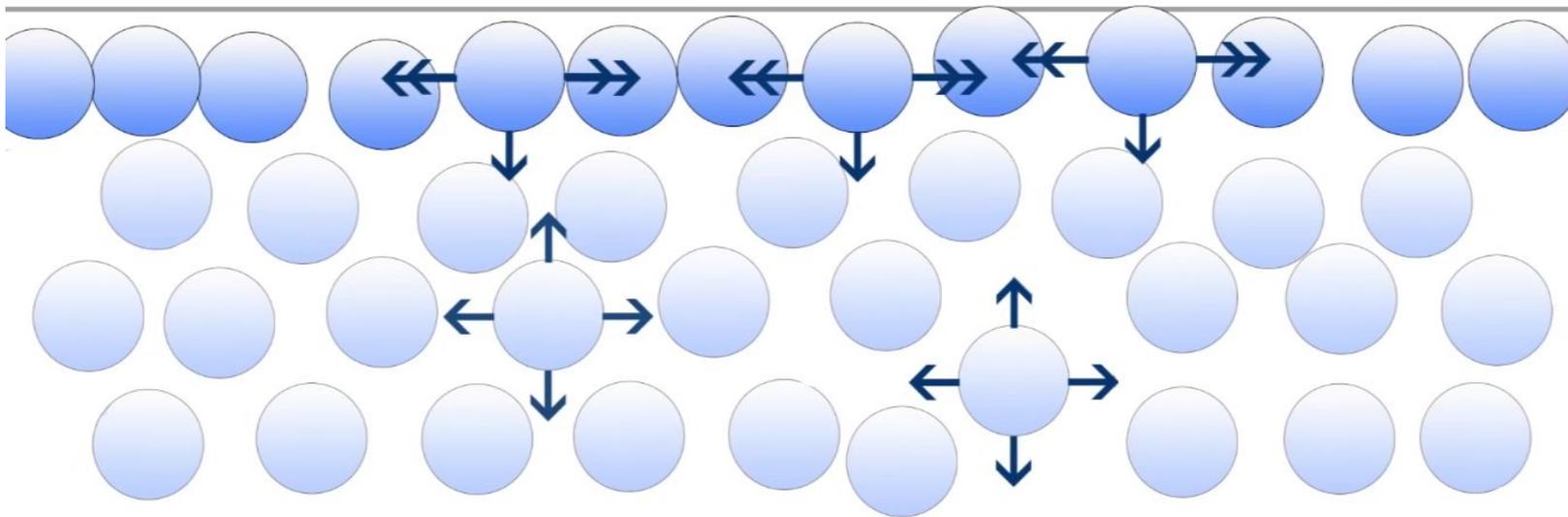
Молекула А окружена другими молекулами жидкости равномерно, поэтому силы, действующие на молекулу А со стороны молекул, попадающих в сферу межмолекулярного взаимодействия, скомпенсированы.



Молекула В с одной стороны окружена молекулами жидкости, а с другой стороны – молекулами газа, концентрация которых значительно ниже, чем концентрация молекул жидкости. Так как со стороны жидкости на молекулу В действует гораздо больше молекул, чем со стороны газа, равнодействующая всех межмолекулярных сил уже не будет равна нулю и будет направлена внутрь объема жидкости.



Таким образом, для того чтобы молекула из глубины жидкости попала в поверхностный слой, нужно совершить работу против не скомпенсированных межмолекулярных сил. А это означает, что молекулы приповерхностного слоя, по сравнению с молекулами внутри жидкости, обладают избыточной потенциальной энергией, которая называется *поверхностной энергией*.



Коэффициент поверхностного натяжения



Коэффициент поверхностного натяжения – это физическая величина, которая характеризует данную жидкость и численно равна отношению поверхностной энергии к площади свободной поверхности жидкости:

$$\sigma = \frac{W}{S}$$

Наличие сил поверхностного натяжения делает поверхность жидкости похожей на упругую растянутую пленку.

Лапка водомерки деформирует водную поверхность, увеличивая тем самым ее площадь. Вследствие этого возникает сила поверхностного натяжения, которая стремится уменьшить подобное изменение площади. Равнодействующая сил поверхностного натяжения будет направлена вверх, компенсируя при этом силу тяжести.



Адгезия — притяжение жидких или твердых тел при их молекулярном контакте, для нарушения которого необходимо внешнее воздействие.



Капли росы на лепестках розы как пример адгезии

Адгезия — поверхностное явление, характерное для любых дисперсных систем. Адгезия возникает на границе раздела фаз тв.–тв., тв.–жидк., жидк.–жидк. Вещества, вступающие в контакт, называют субстратами; вещества, обеспечивающие адгезию субстратов, — адгезивами. Обычно субстраты — твердые тела, адгезивы — жидкости.

Адгезия может быть вызвана

```
graph TD; A[Адгезия может быть вызвана] --- B[Образованием двойного электрического слоя за счет переноса зарядов с одного субстрата на другой.]; A --- C[Образованием ковалентных или межмолекулярных связей между адгезивом и субстратами]; A --- D[Механическим сцеплением фаз (механическая адгезия)];
```

Образованием двойного электрического слоя за счет переноса зарядов с одного субстрата на другой.

Образованием ковалентных или межмолекулярных связей между адгезивом и субстратами

Механическим сцеплением фаз
(механическая адгезия)

КОГЕЗИЯ — сцепление частиц вещества, составляющих одну фазу. Когезия обусловлена силами межмолекулярного притяжения различной природы.



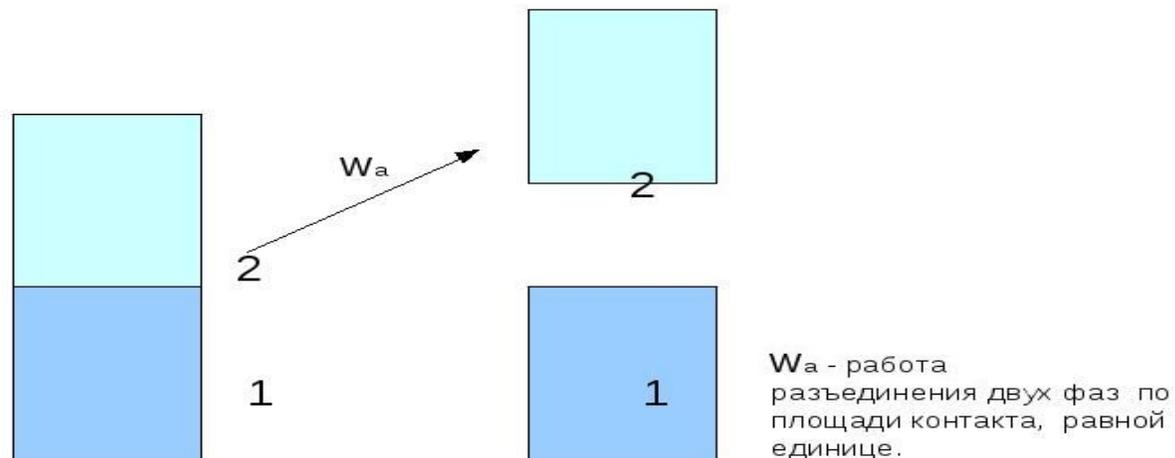
Работа когезии

В случае легкоподвижных жидкостей обратимая работа когезии равна удвоенному значению удельной свободной поверхностной энергии, или поверхностного натяжения. Для твёрдых тел часто используют понятие когезионной прочности — предельно высокой прочности, которой обладало бы данное тело, имей оно идеальную структуру. Прочность реальных тел из-за дефектов структуры может быть в сотни и тысячи раз ниже когезионной. Когезия определяет важнейшие физические и физико-химические свойства минералов: твёрдость, плавкость, растворимость и др.

Адгезия и когезия

Когезионные характеристики веществ учитывают при разработке рецептур искусственных и синтетических многокомпонентных материалов, выборе конструкционных материалов с оптимальными технологическими и эксплуатационными свойствами. Величина и соотношение сил когезии и адгезии в многофазных горных породах влияют на характер их разрушения в различных естественных и технологических процессах.

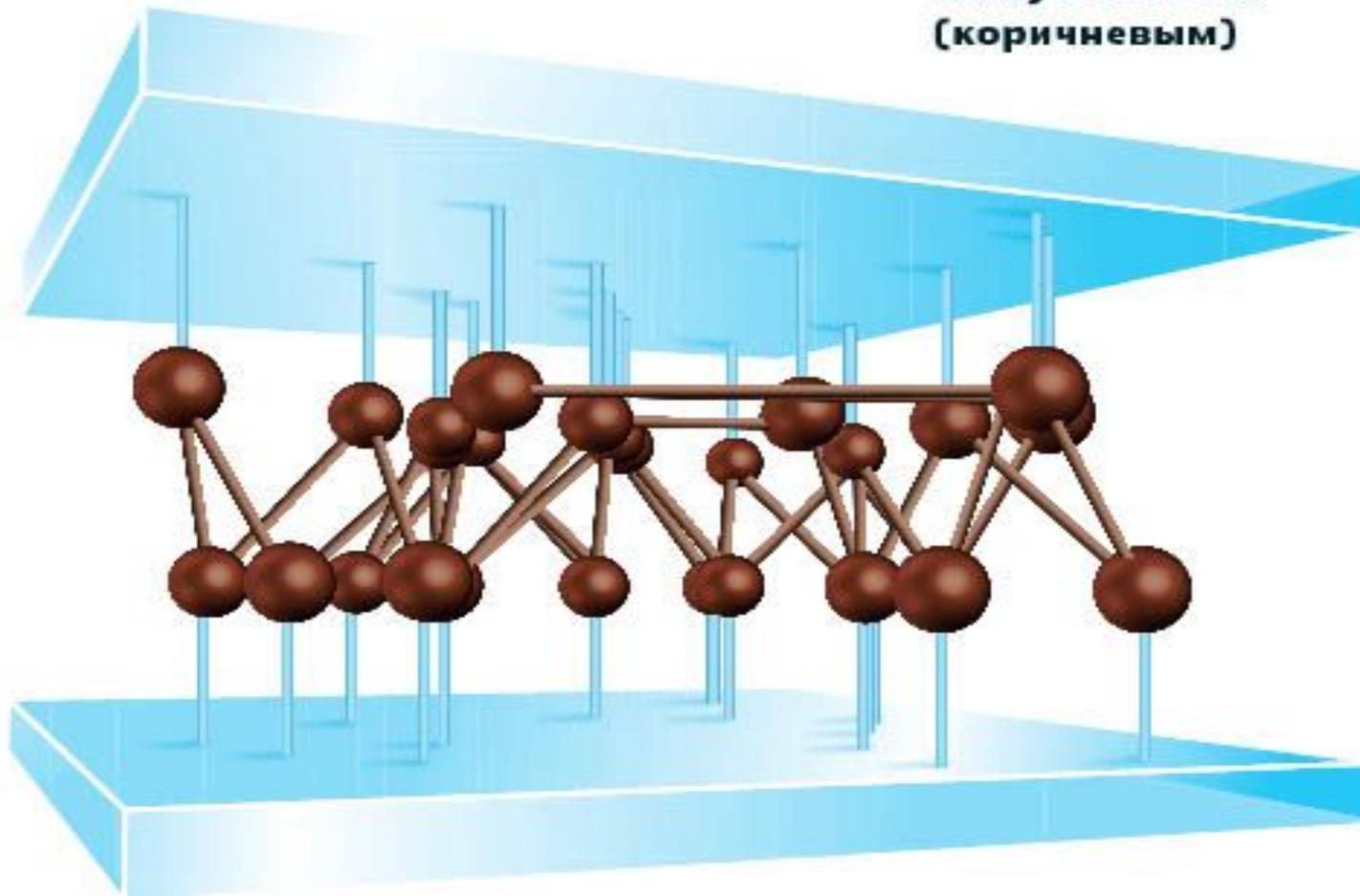
Адгезия и когезия



Пример когезии

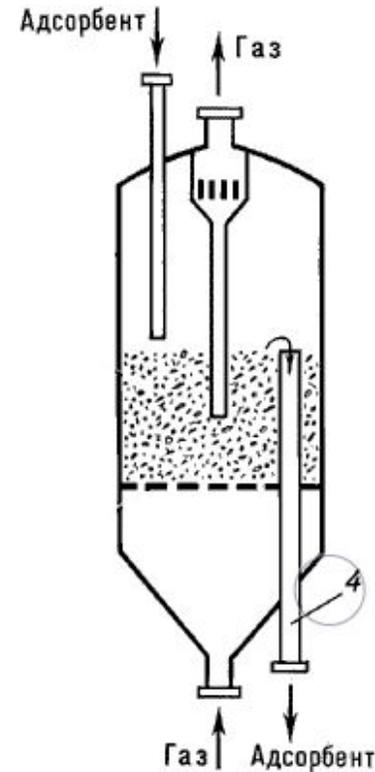
СИЛЫ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОГО
СЦЕПЛЕНИЯ ПРИ СКЛЕИВАНИИ

**ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕ-
ВОГО СОЕДИНЕ-
НИЯ** определяется
силами адгезии
(показаны голу-
бым) и когезии
(коричневым)



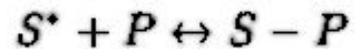
Адсорбция

АДСОРБЦИЯ - поглощение вещества из газа или раствора поверхностным слоем жидкого или твёрдого адсорбента (используется в химии, технике и т.п. для разделения и очистки веществ).



Физическая адсорбция

Физическая адсорбция является обратимым процессом, условие равновесия определяется равными скоростями адсорбции молекул адсорбтива P на вакантных местах поверхности адсорбента S^* и десорбции – освобождения адсорбата из связанного состояния $S - P$

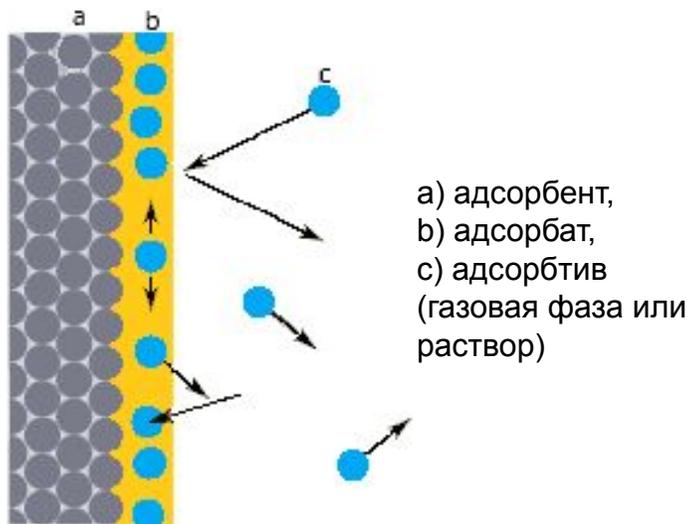


уравнение равновесия в таком случае:

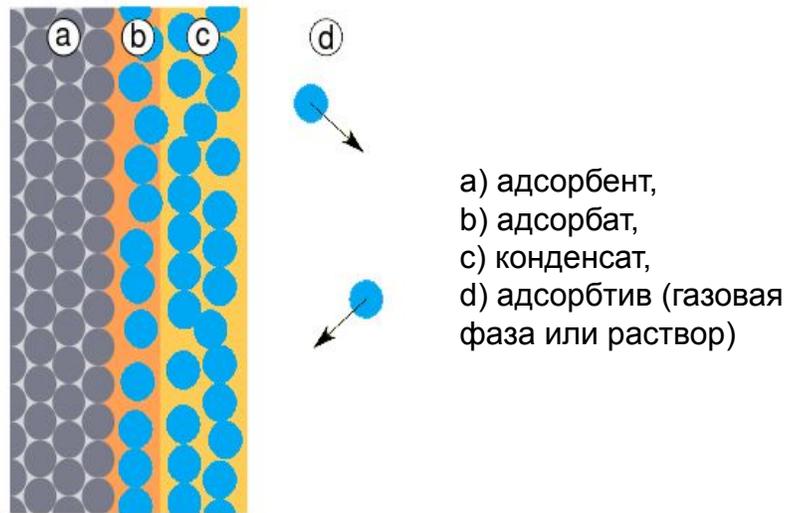
$$K = \frac{[S - P]}{[S^*][P]}$$

Модели физической адсорбции

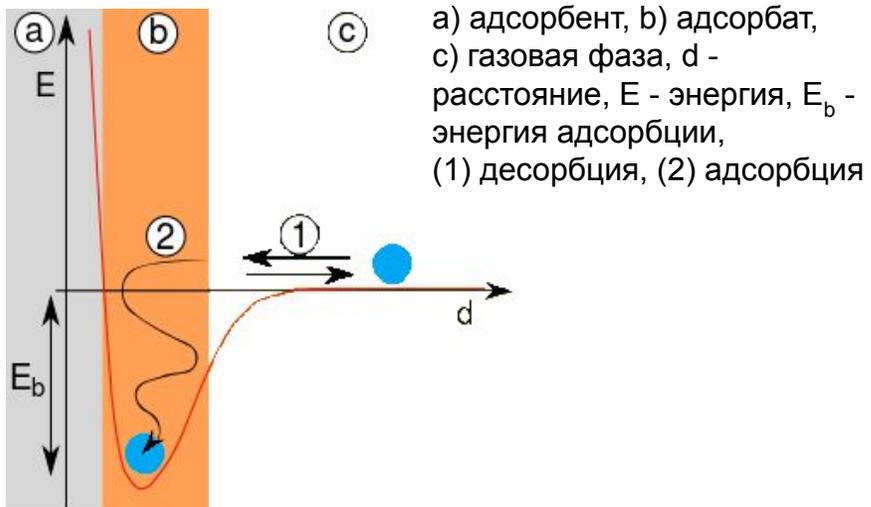
Образование монослоя



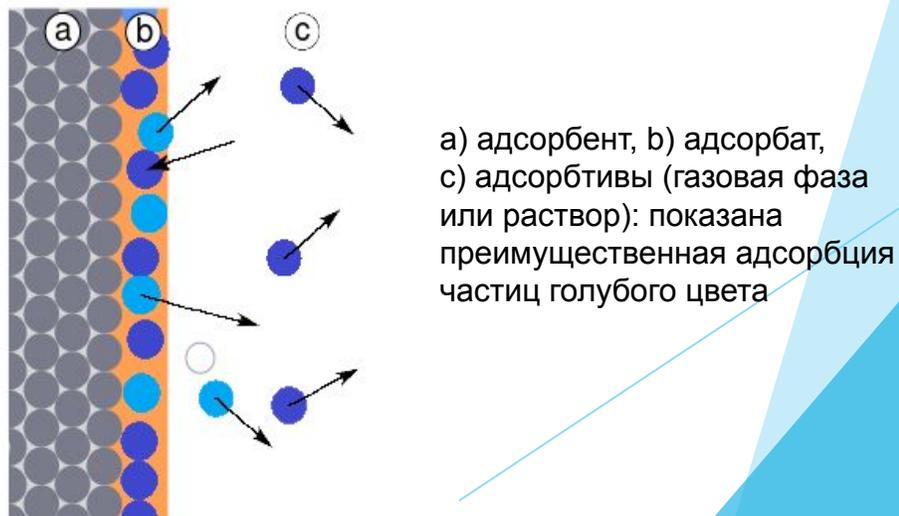
Поликонденсация



Энергетическая диаграмма



Избирательная адсорбция



Значение адсорбции

Адсорбция — всеобщее и повсеместное явление, имеющее место всегда и везде, где есть поверхность раздела между фазами. Наибольшее практическое значение имеет адсорбция поверхностно-активных веществ и адсорбция примесей из газа либо жидкости специальными высокоэффективными адсорбентами. В качестве адсорбентов могут выступать разнообразные материалы с высокой удельной поверхностью: пористый углерод (наиболее распространённая форма — активированный уголь), силикагели, цеолиты, а также некоторые другие группы природных минералов и синтетических веществ.

Смачивание

Смáчивание — физическое взаимодействие жидкости с поверхностью твёрдого тела или другой жидкости.

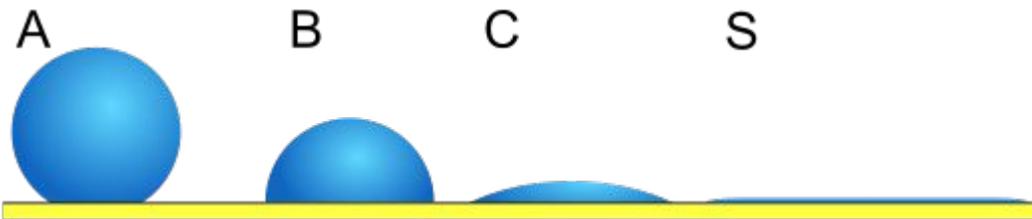
Смачивание бывает двух видов:

- *Иммерсионное* (вся поверхность твёрдого тела контактирует с жидкостью)
- *Контактное* (состоит из трёх фаз — твердая, жидкая, газообразная)

Смачивание зависит от соотношения между силами сцепления молекул жидкости с молекулами (или атомами) смачиваемого тела (адгезия) и силами взаимного сцепления молекул жидкости (когезия).

Если жидкость контактирует с твёрдым телом, то существуют две возможности:

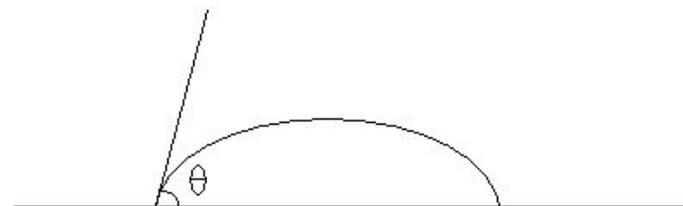
1. молекулы жидкости притягиваются друг к другу сильнее, чем к молекулам твёрдого тела. В результате силы притяжения между молекулами жидкости собирают её в капельку. Так ведёт себя ртуть на стекле, вода на парафине или «жирной» поверхности. В этом случае говорят, что жидкость **не смачивает** поверхность;
2. молекулы жидкости притягиваются друг к другу слабее, чем к молекулам твёрдого тела. В результате жидкость стремится прижаться к поверхности, расплывается по ней. Так ведёт себя ртуть на цинковой пластине, вода на чистом стекле или дереве. В этом случае говорят, что жидкость **смачивает** поверхность.



На рисунке показано смачивание твёрдой поверхности жидкостью. *A* — очень слабое смачивание, капля практически шарообразная. *B* и *C* — смачивание с большей площадью контакта капли жидкости с твёрдой поверхностью, *S* — полное смачивание, жидкость растекается по поверхности.

Степень смачивания характеризуется углом смачивания.

Угол смачивания (или краевой угол смачивания) — это угол, образованный касательными плоскостями к межфазным поверхностям, ограничивающим смачивающую жидкость, а вершина угла лежит на линии раздела трёх фаз. Измеряется методом лежащей капли. В случае порошков надёжных методов, дающих высокую степень воспроизводимости, пока не разработано. Предложен весовой метод определения степени смачивания, но он пока не стандартизован.



Угол смачивания

Методы измерения

Измерение степени смачивания весьма важно во многих отраслях промышленности (лакокрасочная, фармацевтическая, косметическая и т. д.). К примеру, на лобовые стёкла автомобилей наносят особые покрытия, которые должны быть устойчивы против разных видов загрязнений. Состав и физические свойства покрытия стёкол и контактных линз можно сделать оптимальным по результатам измерения контактного угла.

К примеру, популярный метод увеличения добычи нефти при помощи закачки воды в пласт исходит из того, что вода заполняет поры и выдавливает нефть. В случае мелких пор и чистой воды это далеко не так, поэтому приходится добавлять специальные ПАВ. Оценку смачиваемости горных пород при добавлении различных по составу растворов можно измерить различными приборами.