

Лабораторная работа

**«Монослой октадекантиола на  
серебре»**

# Актуальность

- В последние годы активно исследуется «нано». Это молодая наука. А потому очень актуальна. Монослои – хоть одна из самых изученных областей играет не последнюю роль.
- Проблема является междисциплинарной, т.е. находится на стыке наук. Потому что получение и исследование столь малых объектов возможно лишь при объединении достижений и методов различных научных дисциплин.
- развитие и практическая реализация нанотехнологий не только окажет огромное преобразующее влияние на жизнь общества, но и породит новые сложные проблемы, которые потребуют неотложного решения общими силами человечества.

# Научная значимость :

- Причина по которой ученых волнуют самособирающиеся монослои на металлических поверхностях, заключается в том, что существует очень мало сценариев в химии, материаловедении, химической инженерии, наноинженерии, когда они знают, именно то, что имеют в наномасштабе.
- В лаборатории любая поверхность почти никогда не будет такой, какой ее представляют
  - Даррен Липоми

# Практическая значимость

- **В первую очередь, это супергидрофобные поверхности в различных областях применения.**
- *Фотореактивные молекулярные сенсоры*

большой недостаток: светоотражение: большая часть падающего света расходуется на отражение или пропускание, когда для возбуждения используется прямое освещение, поскольку молекулярный слой чрезвычайно тонкий, а поглощающая способность обычно очень мала. Это свойство SAM становится серьезной проблемой при практическом применении, поскольку снижает чувствительность фотореактивных молекулярных сенсоров, основанных на SAM.

В свете этой истории настоятельно требовалась разработка метода, который позволил бы эффективно возбуждать монослойные и многослойные тонкие пленки с малым поглощением

# Проблема

Дефекты из-за внешних или внутренних факторов.

- Внешние: чистота основания, метод подготовки и чистота адсорбатов.
- Структура SAMs зависит от кривизны подложки.
- внутреннии: SAM сами по себе образуют дефекты из-за термодинамики образования.

1) Однородность и гладкость поверхности:

Необходимо варьировать сразу несколькими параметрами, чтобы получить качественное, глянцевое покрытие.

Учитывать тонкости многих способов.

- Цель: исследовать ход лабораторной работы, какую роль играет глюкоза и чем друг от друга отличаются краевые углы капель на разных поверхностях.

# Центрально изучаемой темой данной работы будет самособирающийся монослой.

- Это монослой амфифильных молекул, образовавшийся на поверхности подложки (субстрата) путем самосборки.
- Самособирающийся монослой представляет собой простейшую форму органического тонкопленочного материала в нанометровом масштабе, толщиной приблизительно 1-3 нм. [3]
- 3.  
[http://nano-e.ucoz.ru/publ/nanomaterialy\\_i\\_nanotekhnologii/azbuka\\_umnoj\\_nanoehlektroniki\\_chast\\_2\\_ot\\_n\\_ia/15-1-0-549](http://nano-e.ucoz.ru/publ/nanomaterialy_i_nanotekhnologii/azbuka_umnoj_nanoehlektroniki_chast_2_ot_n_ia/15-1-0-549)

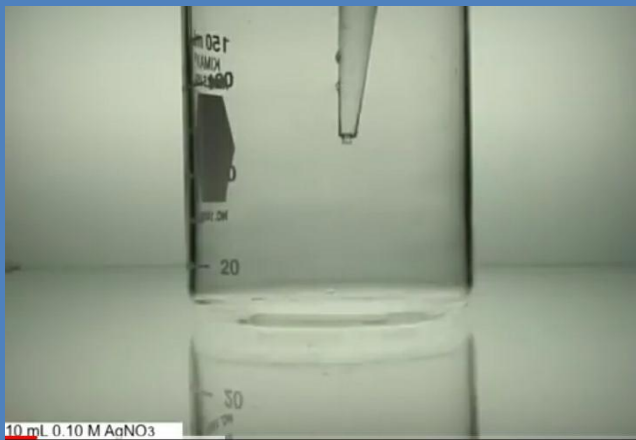
## Ход работы

# Серебряное зеркало

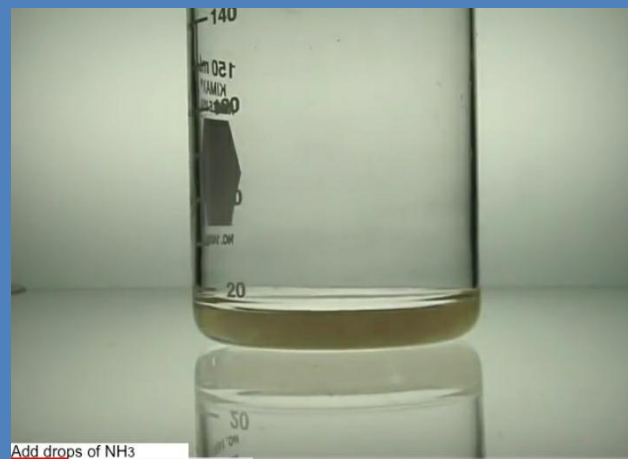
- На основе теста Толленса (метод определения редуцирующих сахаров) формируется начало лабораторной работы.
- В тесте Tollens используется смесь, известная как реагент Tollens, который представляет собой основной раствор, содержащий ионы серебра, координированные с аммиаком:
- Этот реагент имеет короткий срок полезного использования.



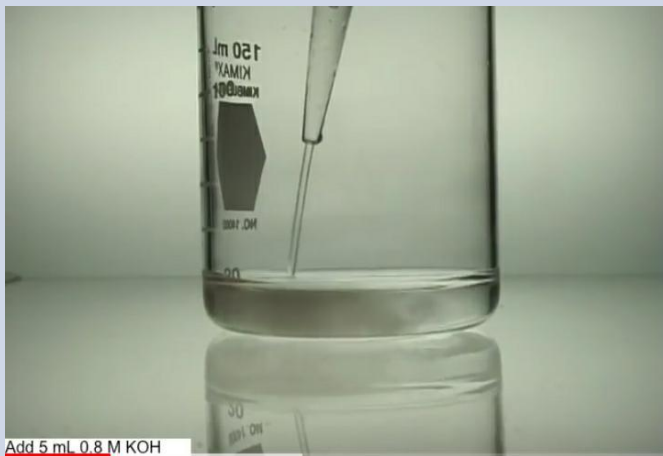
## 1. 10 мл нитрата серебра



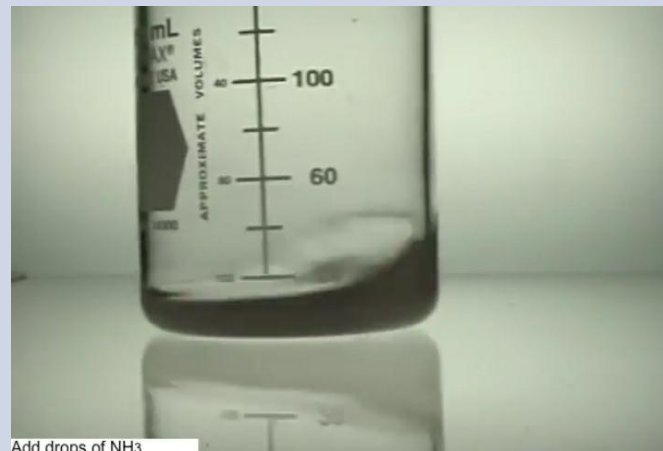
## 2. Добавляем капли водного аммиака (гидрат аммиака $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )



## 3. Затем 5 мл гидроксида калия



## 4. Далее капли водного аммиака



На стекло разместили 4 большие  
капли глюкозы

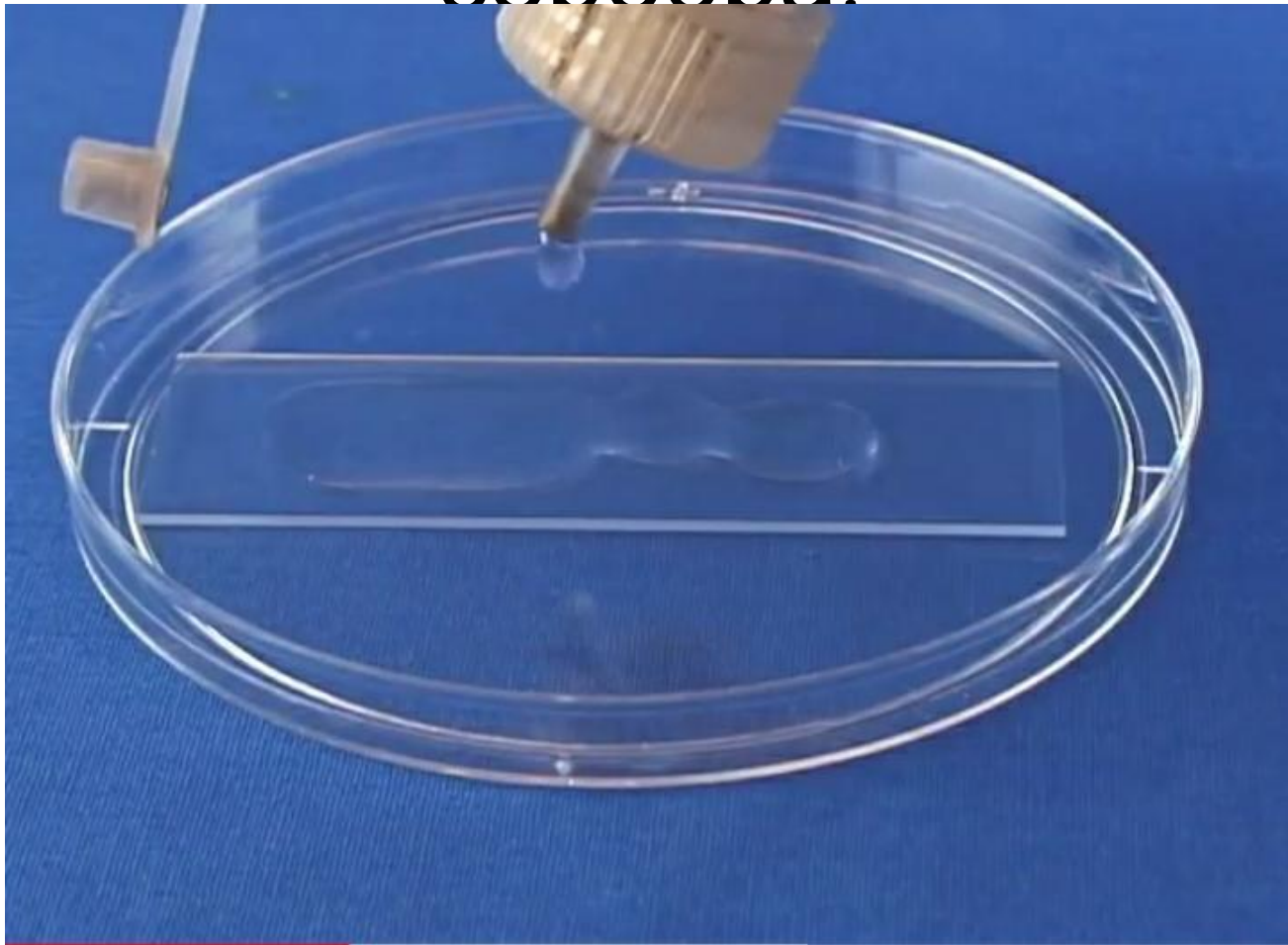


- Глюкоза – органическое соединение/ простой сахар (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>). Самый распространенный моносахарид, простейший углевод.
- Она сочетает свойства **альдегидов** (содержит группу -CHO) и спиртов (включает гидроксил), являясь альдегидоспиртом.
- Из существующих видов углеводов все моносахариды являются восстанавливающими сахарами. Например, **глюкоза**, галактоза и фруктоза действуют как восстановители. [4]
- 4. ([https://ru.wikipedia.org/wiki/Самособирающиеся\\_монослои](https://ru.wikipedia.org/wiki/Самособирающиеся_монослои))

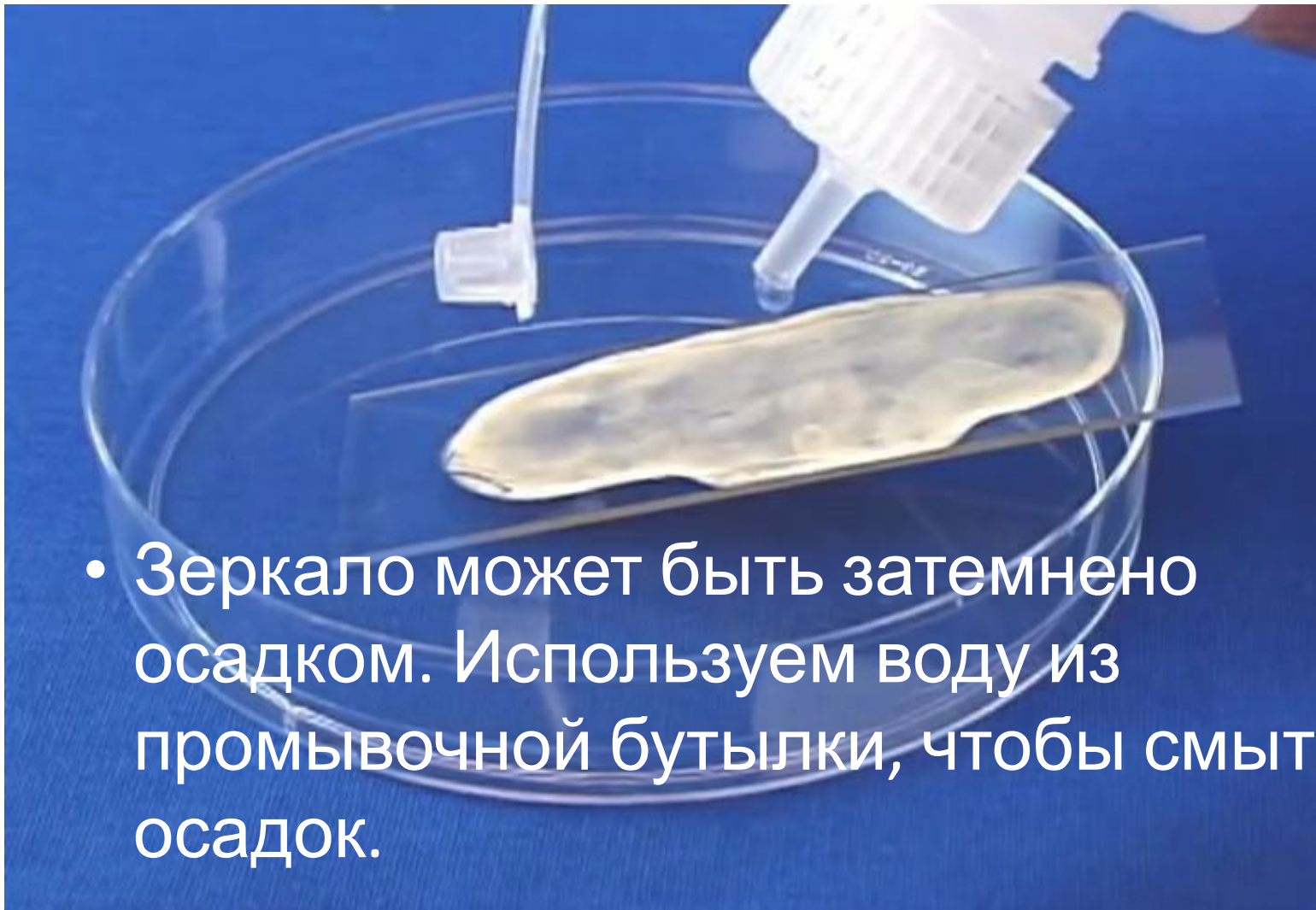
- Восстанавливающий сахар представляет собой углевод, который содержит в своей структуре карбонильную группу ( $C = O$ )..
- Карбонильная группа образована атомом углерода, присоединенным к атому кислорода через двойную связь.
- *Эта группа* может быть найдена в разных положениях в молекулах сахара, что приводит к другим функциональным группам, таким как **альдегиды** и **кетоны**. [5]

- *Альдегиды* являются функциональными группами, которые могут проводить окислительно-восстановительные реакции, которые включают движение электронов между молекулами.
- Восстановление происходит, когда молекула приобретает один или несколько электронов.. [5]

Добавляем 12 больших капель  
активного раствора ионов  
серебра.



- Реагент Толленса окисляет альдегиды, которые присутствуют в соответствующих восстанавливающих сахарах.
- Реакция альдегидов с аммиачным раствором гидроксида серебра (реактивом Толленса) сопровождается появлением «серебряного зеркала» [5]



- Зеркало может быть затемнено осадком. Используем воду из промывочной бутылки, чтобы смыть осадок.

Далее покрываем часть серебра  
несколькими каплями раствора  
алкантиола



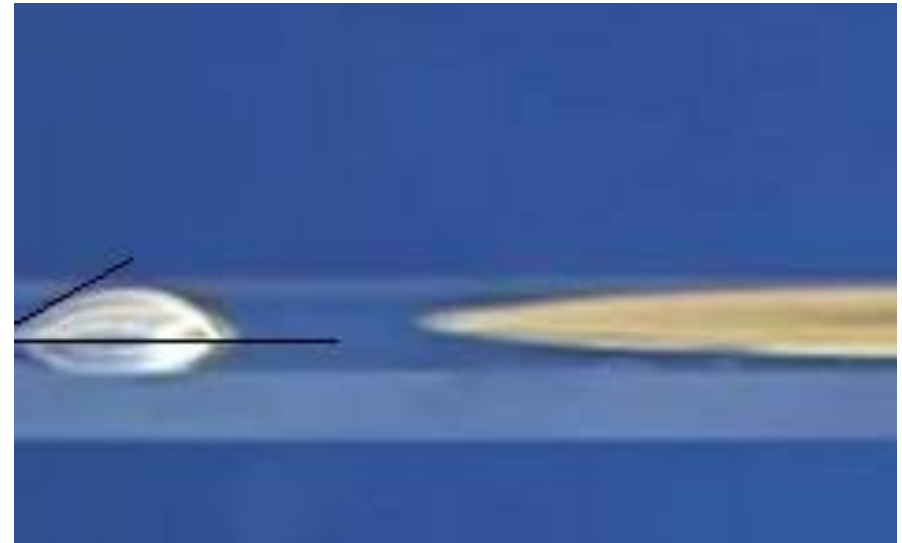
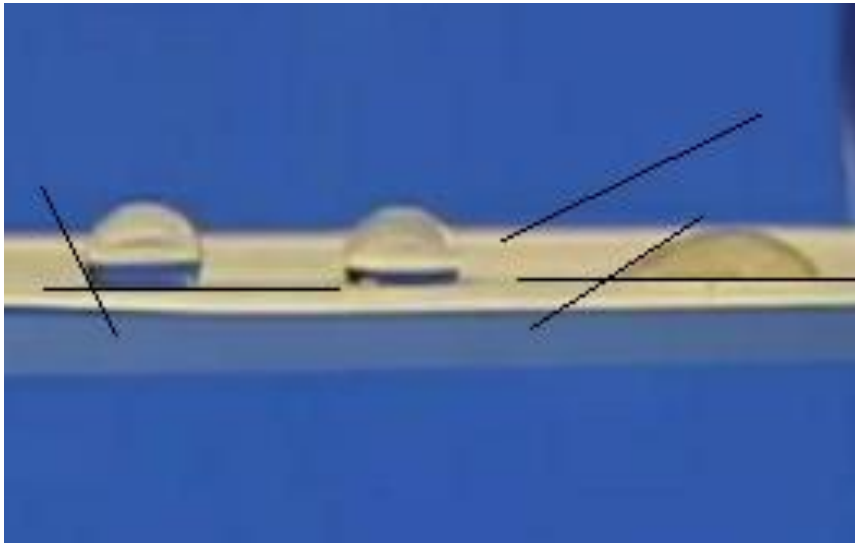
- *Алкантиол* представляет собой своего рода активное поверхностно-активное вещество, имеющее гидрофобную алкильную цепь и тиольную группу в качестве поверхностного якоря.
- ПАВ имеют **дифильное строение молекул.**
- В молекулах дифильных веществ одновременно присутствуют как полярные (гидрофильные), так и неполярные (гидрофобные) группы.

- Используется алкантиол в качестве раствора, где добавляется небольшое количество (едва заметное) длинноцепочечного алкантиола, такого как октадекантиол, к 20 мл абсолютного этанола.
- *Октадекантиол:*  
*C<sub>18</sub>H<sub>38</sub>S*
- Он растворим лишь в диэтиловом эфире, этаноле.

- Формирование монослоя начинается с взаимодействия полярной части («головы») отдельных молекул с поверхностью субстрата.
- Молекулы обладают головной группой, которая имеет сильное сродство к субстрату и прикрепляет молекулу к нему. Общие головные группы включают тиолы , силаны , фосфонаты и т. Д.
- «Головные группы» собираются вместе на субстрате, тогда как хвостовые группы собираются вдали от субстрата. Области плотноупакованных молекул зарождаются и растут до тех пор, пока поверхность подложки не будет покрыта одним монослоем

- Насколько притягиваются капли воды к поверхности, покрытой монослоем? К серебряной поверхности или стеклу?

# Интенсивность смачивания характеризуется краевым углом смачивания



- Итак, поверхность на стекле и серебре гидрофильная, на монослое – гидрофобная

- В результате образуется слой неполярного октадекантиола.
- В этом коротком эксперименте создаётся супергидрофобная поверхность, благодаря *полярно-неполярным взаимодействиям и окислительно-восстановительной химии.*

## ВЫВОД

- Итак, рассмотрена лабораторная работа в ее теоретической части. Отдельно выявлено непосредственное значение ГЛЮКОЗЫ.

- В отличие от металлов 1А подгруппы медь, серебро и золото способны к *комплексобразованию*. Объясняется это следующим образом. Из сущности донорно-акцепторной связи следует, что роль комплексобразователей играют атомы или положительные ионы металлов, которые координируют вокруг себя отрицательные ионы или *полярные молекулы* соединений. [7]



# Комплексное соединение



- В комплексных соединениях различают комплексообразователь, внешнюю и внутреннюю сферы.
- Комплексные соединения, имеющие внешнюю сферу, в водном растворе полностью диссоциируют на комплексный мало диссоциирующий катион или анион.
- **Внутренняя сфера** комплексного соединения — центральный атом со связанными с ним *лигандами*, то есть, комплексная частица.
- **Внешняя сфера** комплексного соединения — остальные частицы, связанные с комплексной частицей ионной или межмолекулярными связями, включая водородные.

- отрицательно заряженная часть — анион
- положительная часть — катион
- **Комплексообразователем** обычно является катион или нейтральный атом.
- **Внутреннюю сферу** составляет определённое число ионов или нейтральных молекул, которые прочно связаны с комплексообразователем. Их называют

**лигандами:**

- полярные молекулы —  $\underline{NH_3}$ ,  $H_2O$ ,  $CO$ ,  $NO$ ;
- простые ионы —  $F^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ,  $H^+$ ;
- сложные ионы —  $CN^-$ ,  $SCN^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $OH^-$ .

- **Лиганды (Адденды)** — атомы или изолированные группы атомов, располагающиеся вокруг комплексообразователя. Лигандами могут быть частицы, до образования комплексного соединения представлявшие собой молекулы ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$  и др.), анионы ( $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  и др.), а также катион водорода  $\text{H}^+$ .
- Остальные ионы, не разместившиеся во внутренней сфере, находятся на более далеком расстоянии от центрального иона, составляя **внешнюю координационную сферу**.

# гидроксид диамминсеребра

- Аммин (это название аммиака, когда он действует как лиганд)
- термин: для координированного аммиака — аммин
- Гидроксид (балансирующий ион)

- Обнаружено, как дополнение, что пленка обладает большей гидрофобностью с участием этаноловой цепи(или примеси) в тиоле( или алкантиоле)

- **Донорно-акцепторное взаимодействие** — перенос заряда между молекулами донора и акцептора без образования между ними химической связи (обменный механизм); или передача неподеленной электронной пары от донора к акцептору, приводящая к образованию связи (донорно-акцепторный механизм). [6]
- **Координационное число (КЧ)** — число связей, образуемых центральным атомом с лигандами.
- Число лигандов определяет (КЧ) комплексообразователя.  
6. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Донорно-акцепторное взаимодействие](https://ru.wikipedia.org/wiki/Донорно-акцепторное_взаимодействие)

- Ссылаясь на

- 

1. <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/alkanethiol#:~:text=Алкантиол%20это%20своего%20рода%20активное,осаждения%20для%20получения%20супергидрофобных%20поверхностей>

- 2. [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.53f1341f-633b78be-371caa3f-74722d776562/https/www.sciencedirect.com/topics/chemistry/alkanethiol](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.53f1341f-633b78be-371caa3f-74722d776562/https/www.sciencedirect.com/topics/chemistry/alkanethiol)

- 3. [http://nano-e.ucoz.ru/publ/nanomaterialy\\_i\\_nanotekhnologii/azbuk\\_a\\_umnoj\\_nanoehlektroniki\\_chast\\_2\\_ot\\_n\\_ja/15-1-0-549](http://nano-e.ucoz.ru/publ/nanomaterialy_i_nanotekhnologii/azbuk_a_umnoj_nanoehlektroniki_chast_2_ot_n_ja/15-1-0-549)

- 4. ([https://ru.wikipedia.org/wiki/Самособирающиеся\\_монослои](https://ru.wikipedia.org/wiki/Самособирающиеся_монослои))

- **редуцирующие сахара** это биомолекулы, которые действуют как восстановители; то есть они могут пожертвовать электроны другой молекуле, с которой они реагируют.



- **Альдегиды** и кетоны находятся в молекулах простых сахаров или моносахаридов. Эти сахара классифицируются в кетозах, если они имеют карбонильную группу внутри молекулы (кетон), или в альдозах, если они содержат ее в терминальном положении (альдегид).

- $8\text{AgNO}_3 + 9\text{KOH} + 17\text{NH}_3 \rightarrow 8\text{Ag}(\text{NH}_3)_2 + 9\text{KNO}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
- Аммиачный раствор гидроксида серебра(реагент)
- Альдегиды, в отличие от кетонов, легко окисляются мягкими окислителями

- **Поверхностное натяжение** — это величина, которая показывает стремление жидкости сократить свою свободную поверхность, то есть уменьшить избыток своей потенциальной энергии на границе раздела с газообразной фазой
- **Поверхностно-активное вещество** — химическое соединение, которое, концентрируясь на поверхности раздела термодинамических фаз, вызывает снижение поверхностного натяжения.
- Строго говоря, очень многие вещества при соответствующих условиях могут проявить поверхностную активность, т. е. адсорбироваться под действием межмолекулярных сил на той или иной поверхности, понижая её свободную энергию.

- Примером полярных групп могут служить  $-\text{OH}$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{CN}$ ,  $-\text{OSO}_3$  и т.д. неполярной частью молекулы обычно являются углеродные радикалы.
- К ПАВам относятся карбоновые кислоты, их соли, спирты, амины, сульфокислоты и другие вещества.

- Предложенной интеркаляции, возможно, способствовала линейная структура молекул растворителя и сильные межмолекулярные взаимодействия (притяжение Ван-дер-Ваальса) между молекулами растворителя и алкильными цепями адсорбатов.
- авторы предположили, что молекулы неполярного растворителя встроились в структуру монослоя во время формирования, тем самым повышая свободную энергию на границе раздела фаз.  
[https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.1d1e8aa3-633a19b0-170d799b-74722d776562/https/www.science-direct.com/topics/nursing-and-health-professions/self-assembled-monolayer](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.1d1e8aa3-633a19b0-170d799b-74722d776562/https/www.science-direct.com/topics/nursing-and-health-professions/self-assembled-monolayer)

- **Адгезия** - это тенденция разнородных частиц или поверхностей прилипать друг к другу ( когезия означает тенденцию одинаковых или идентичных частиц / поверхностей прилипать друг к другу).
- Тиольная группа всегда связана с поверхностью чистого металла, но никогда с окисленной поверхностью.

- Природа, в которой хвостовые группы организуются в упорядоченный монослой, зависит от межмолекулярного притяжения или сил Ван-дер-Ваальса между хвостовыми группами. Чтобы минимизировать свободную энергию органического слоя, молекулы принимают конформации, которые допускают высокую степень Ван-дер-Ваальсовых сил с некоторой водородной связью. Малый размер молекул SAM здесь важен, потому что силы Ван-дер-Ваальса возникают из-за диполей молекул и, таким образом, намного слабее, чем окружающие поверхностные силы в больших масштабах.