

ААС

Атомно-Абсорбционный Спектрометр – аппаратура, устанавливающая количество определенного металла в жидкости с учетом того, что мы знаем какой металл, мы хотим определить.

Актуальность

Методы атомно-абсорбционной спектрометрии применяют в анализе практически любого технического или природного объекта. Современные методики ААС определения позволяют определить содержание почти 70 элементов Периодической системы. Из технических объектов методами атомно-абсорбционной спектрометрии анализируют металлы, сплавы, продукты гидрометаллургической переработки руд и так далее. Например, в золоте определяют содержание серебра, свинца и меди, в почвах, удобрениях, растениях — цинк, железо, магний, медь и другие элементы. Данный метод часто используют в клинических и различных биологических анализах (кровь, сыворотка крови и другие) на определение свинца, ртути и висмута. Также не мало важную роль ААС выполняет помогая экологам изучать природные источники (загрязнение рек, озер...).

Задачи

- Изучить принцип работы ААС
- Воссоздать 3D модель аппарата на основе полученных знаний
- Узнать количество металлов из воды разных мест и сравнить результаты с ГОСТом установленным для воды подходящей человеку.

История

Впервые спектральные линии поглощения атомов были обнаружены при изучении спектра Солнца в начале XIX века английским врачом и химиком Уильямом Волластоном, а затем и немецким физиком Иосифом Фраунгофером. Связь между видами спектров атомного поглощения и испускания и химическим составом нагретого газа была установлена немецкими учёными Робертом

Бунзеном и Густавом Кирхгофом в 1859—1861 годах. С того времени спектры испускания (эмиссии) атомов стали широко применять в качественном и количественном определении элементов ПСХЭ в пробах разного состава и агрегатного состояния. Спектры поглощения (абсорбции) атомов в аналитических целях стали применять с 1930—1940-х годов для идентификации некоторых элементов в атмосферах звёзд, а также для определения содержания ртути в различных пробах и атмосфере помещений, однако они не были широко распространены в связи с тем, что отсутствовала удобная и высокочувствительная схема измерения.

В 1955 году британско-австралийский физик Алан Уолш предложил простой и легко осуществимый на практике способ количественного определения содержания элементов в растворах, распыляемых в пламя ацетилен—воздух, по поглощению излучения атомных линий от специальных селективных ламп.

Постулаты Бора

В основу ААС легли первые два постулата Бора.

Первый:

Электроны атома могут находиться только на разрешенным им орбиталам, каждым из которых соответствует своя E_n . Такое состояние атома называется стационарным.

Второй:

При переходе атома из одного стационарного состояние в другое испускается или поглощается квант энергии.

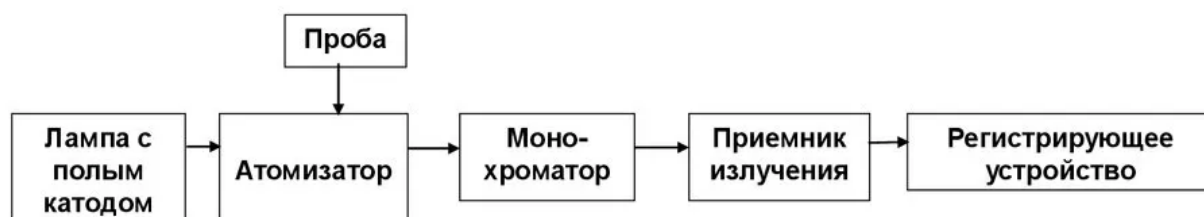
Разберем. В нашем случае квантом энергии является квант света $E=h\nu$ (E – энергия фотона; h – постоянная; ν - частота волны света) При врезании фотона в электрон он передает ему свою энергию. Электрон, получив энергию, переходит на более высокую орбиталь (возбуждается). После он испускает ту же энергию (эмиссия) и возвращается на прежнюю орбиталь (релаксирует).

Надо уточнить:

Электрон может переходить только на разрешенную ему орбиталь и сделать он может это только при получении определенного количества энергии свойственной орбитали. То есть атом можно представить, как многоэтажное здание, где каждый этаж это орбиталь, а электрон – это человек. Человек не может застрять в текстурах здания и чтобы попасть на этаж ему надо нажать соответствующую кнопку лифта. Поэтому у каждого атома спектр линейный.

У каждого атома свое расстояние между ядром и орбиталями, у разных атомов разный заряд ядра, значит, для каждого нужна разная энергия, чтобы возбудить электрон. Следовательно, у каждого атома разный спектр. Спектр – цвета, которые может поглотить атом или испустить. **Важно:** Цвет – это длина волны λ , $\nu=1/\lambda$, следовательно, энергия напрямую зависит от цвета света $E=h\nu$. Так у атомов металлов валентных электронов мало, спектр поглощения у них не большой и у каждого есть свой цвет, который присущ только ему среди металлов. Этой особенностью металлов и пользуется ААС.

Аппаратура ААС



ЛАМПА С ПОЛЫМ КАТОДОМ

Лампа с полым катодом представляет собой стеклянный или кварцевый баллон, заполненный инертным газом Ar под низким давлением. Внутри находится катод в виде цилиндра без одного основания и анод – кольцо. Катод - отрицательно заряженный электрод, а анод - положительно. Электролитом (средой) здесь является Ar. При подачи напряжения (подключения к источнику питания) на электроды возникает тлеющий разряд с формированием положительно заряженных ионов газа Ar. Тлеющий разряд – это ионизация газа, то есть электроны, перелетая с катода на анод в газе сталкиваются с его атомами и почти всегда их энергии достаточно чтобы выбить электрон газа и сделать атом положительно заряженным (очень редко электрон поглощается газом и становится отрицательно заряженным). При ионизации газа происходит выделение виде энергии и место между катодом и анодом начинает светиться. После положительные ионы газа начинают двигаться к катоду т.к на нем много электронов и в буквальном смысле выбивают из него атомы металла. Поэтому катод сделан такой формой. Когда атомы металла выбило из катода, они снова ударяются о положительные ионы газа и получают такой же заряд. Затем они сразу релаксируют с испусканием энергии в виде фотонов. Поток вылетевших фотонов направлен в пламя атомизатора. **Важно:** катод

испускает свет свойственный металлу, из которого он сделан. Следовательно катод должен быть сделан из того же металла, количество которого мы хотим узнать. По сути, лампа с полым катодом работает на том, что уничтожает сама себя. Создатель вложил часть своей души в это изобретение.

АТОМИЗАТОР

Атолизатор представляет собой щелевую горелку. Внутри нее находится распылитель, в который поступает проба через маленькую трубочку. Внутри распылителя входит канал с газом под давлением, который по эффекту Вентури начинает выходить из отверстия распылителя т.к там диаметр отверстия меньше, чем у трубочки. Эффект Вентури следует из закона Бернулли и говорит, что в месте сужения трубки давление жидкости меньше чем там, где она расширяется. Газ подхватывает с собой воздух, находящийся в распылителе и создает вакуум, который стремится заполнить проба. Таким образом и поступает проба в распылитель. Разлетается проба на мелкие капли из-за того, что в буквальном смысле на большой скорости (которую дает ей газ под давлением и по закону Бернулли) врезается в воздух. Капли пробы выпрыскиваются внутрь атолизатора, куда еще поступают трубка с кислородом и горючий газ ацетилен. Внутри атолизатора находится импеллер (турбина), которая направляет смесь вещества с газом к щели. Часть смеси конденсируется и выводится. Все что пошло в щель поджигается пьезоэлементом. При сгорании газ образует большую температуру, из-за которой последующая смесь самовоспламеняется. Атолизатор нужен, что бы разорвать связи металла в веществе и его валентные электроны смогли поглотить фотоны. Распыляем газ для создания большей и равномерной площади соприкосновения со светом.

МОНОХРОМАТОР

Атолизатор находится в открытом пространстве из-за этого есть много погрешностей со светом. В щель выхода попадая лишние лучи: окружающей среды; свет, полученный при эмиссии атомов металла; свет от огня (хотя его стараются сделать прозрачным, но это не возможно). Что бы отсеять лишние лучи кроме света от эмиссии и поглощенный свет от лампы с полым катодом нужен монохроматор. Пучки света влетают внутрь маленького отверстия, которое прорезают лазером и попадают на вогнутое зеркальце, которое перенаправляет

его либо на дифракционную решетку, либо на призму. Дифракционная решетка представляет собой зеркальце, перед которым вряд поставлены металлические палочки. Свет попадает на эти палочки и частично поглощается, а остальная часть огибает их и отражается от стеклышка либо дальше идет вдоль решетки с уменьшением интенсивности света. В призме пучок света попадает в другую среду и расстояние между лучами расширяется, и потом они обратно преломляются. **Важно:** разбить на спектр не значит создать новые цвета, это значит увеличить расстояние между лучами в пучке. Каждый цвет будет иметь разный угол преломления. Потом преломленные лучи попадают на зеркальце, которое настроено специально так, чтобы вылетел только нужный нам луч света из отверстия.

ФОТОЭЛЕМЕНТ

После из монохроматора выходит два луча: луч лампы с полым катодом после поглощения электронами металлов и луч при эмиссии этих же атомов метала (прошли они через монохроматор т.к являются идентичными). И летят они к фотоэлементу. Но фотоэлемент фиксирует только свет от лампы. Это происходит, потому что фотоэлемент работает с периодами и из-за того что свет при эмиссии имеет не большую задержку он не успевает зафиксироваться фотоэлементом. Существует два вида фотоэлементов работающих на двух разных фотоэффектов: внутренний и внешний. Нас интересует внешний фотоэффект (полупроводниковый фотоэлемент). Внешний фотоэффект означает, что при попадании фотонов света на поверхность материала они выбивают из него электроны.

Важно:

Законы Внешнего Фотоэффекта:

- I. Сила фототока (Электроны, вылетающие из вещества при внешнем фотоэффекте, называются *фотоэлектронами*, а электрический ток, образуемый ими при упорядоченном движении во внешнем электрическом поле, называется *фототоком*) насыщения прямо пропорциональна интенсивности светового излучения.

- II. Максимальная кинетическая энергия вырываемых светом электронов возрастает с частотой света и не зависит от его интенсивности.
- III. Для каждого вещества при определённом состоянии его поверхности существует граничная частота света, ниже которой фотоэффект не наблюдается. Эта частота и соответствующая длина волны называется красной границей фотоэффекта.

Квантовый выход

Важной количественной характеристикой фотоэффекта является квантовый выход γ — число эмитированных электронов в расчёте на один фотон, падающий на поверхность тела. Величина γ определяется свойствами вещества, состоянием его поверхности и энергией фотонов.

Векториальный фотоэффект

Векториальным фотоэффектом называется зависимость фототока от направления поляризации падающего света, являющаяся следствием проявления волновых свойств света. Особенно сильно фототок увеличивается, когда вектор напряжённости электрического поля лежит в плоскости падения (чувствительность значительно больше по величине и спектральная характеристика имеет избирательный максимум) по сравнению с тем, когда он перпендикулярен плоскости падения (фототок монотонно возрастает с увеличением частоты). Векториальный фотоэффект объясняется фототоком электронов, находящихся в поверхностном слое металла, где действует электрическое поле двойного слоя, создающее потенциальный барьер.

P-N переход

Есть элемент, например Ge, при попадании на него фотона электроны вылетают и в месте связи с другим атомом образуется дырка. N тип — это материал у атомов которого свободных электронов больше чем дырок (заряд -). P тип — это материал у которого дырок больше чем свободных электронов (заряд +). Эти оба материала соединяют, и электроны из n типа переходят в p тип, а дырки из p типа в n, пока это все не уравнивается. В какой-то момент на границе образуется ряд положительных и ряд отрицательных ионов, которые создают электрическое поле, препятствующее дальнейшему передвижению электронов и дырок. Но при попадании света на материал, энергии фотонов хватает, чтобы преодолеть поле и продолжить обмен. N-

P тип подключают к цепи и получается полупроводниковый фотоэлемент. В общем, при попадании света на фотоэлемент он испускает ток (фототок), который фиксирует компьютер.

ГРАДУИРОВОЧНЫЕ ГРАФИКИ

Не все атомы поглощают свет, но количество этих атомов постоянно, для этого и строят Градуировочные графики. Перед тем как пустить раствор пробы в аппарат берут несколько колб с таким же объемом раствора, где известно количество металла. Эти колбы пропускают через аппарат и фиксируют показатели. На основе которых делают график где одна ось - это сила тока, показанная фотоэлементом, а другая - количество металла. После этого определяем силу тока, выделившуюся при пропускании пробы, и смотрим на графике какое количество металла будет с такими показателями силы тока.