

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭНЕРГИИ ДИПОЛЬ-ДИПОЛЬНОГО ВЗАМОДЕЙСТВИЯ ДВУХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ

Жамсуев Б.С., Ципотан А.С.

научный руководитель д-р физ.-мат. наук Слабко В.В.

Сибирский федеральный университет

Технический прогресс в течение нескольких последних десятилетий был основан на успехах в изучении и использовании свойств материалов (в частности, полупроводниковых) на микроуровне. Однако несомненно, что уже в ближайшее десятилетие повсеместное распространение и применение найдут разнообразные сверхминиатюрные устройства (сенсоры, процессоры, компьютеры и т.д.) основанные на достижениях нанотехнологии, предназначенной для проектирования, создания и применения наноразмерных систем.

Большой интерес исследователей вызывают явления самоорганизации, позволяющие надеяться на создание сравнительно дешевой технологии массового производства наномасштабных элементов различного назначения [1, 2]. В связи с этим представляется перспективным использование физических воздействий и, в частности, лазерного излучения для управляемой самоорганизации нанообъектов в кластеры, свойства которых можно задавать в процессе их конструирования. Так в работе [3] в дипольном приближении электродинамического взаимодействия была показана возможность формирования структур с заданной геометрией из резонансных наночастиц металлов, обладающих плазмонным резонансом.

Целью нашей работы является исследование зависимости энергии индуцированного светом диполь-дипольного взаимодействия двух металлических частиц от различных параметров системы, а именно глубины и спектрального положения потенциальной ямы от радиуса частиц, длины волны внешнего поля и расстояния между частицами.

На рисунке 1 приведен график зависимости глубины потенциальной ямы от длины волны внешнего поля.

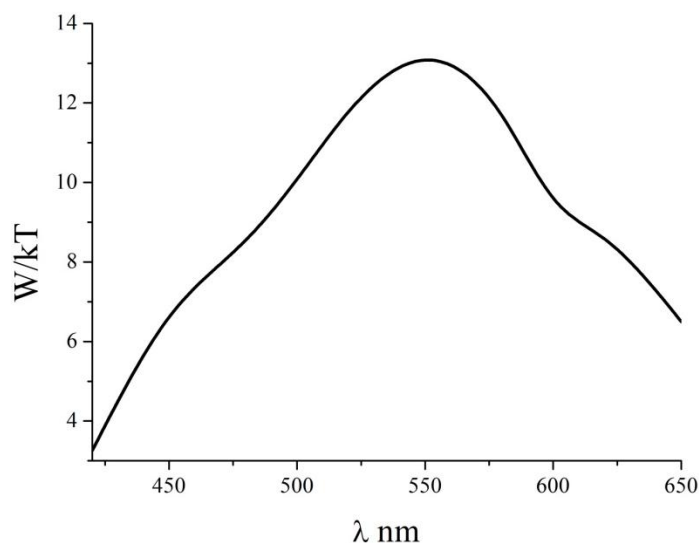


Рисунок 1. Зависимость глубины потенциальной ямы от длины волны внешнего поля.

Обнаружено, что максимум глубины потенциальной ямы будет при длине волны $\lambda=550$ нм. Следовательно, подбирая определенную длину волны можно сформировать пару из двух металлических частиц. Данный вывод соответствует результатам, описанным в статье [3].

На рисунке 2 приведен график зависимости глубины потенциальной ямы от расстояния между частицами. Обнаружено, что при увеличении расстояния между частицами глубина потенциальной ямы уменьшается.

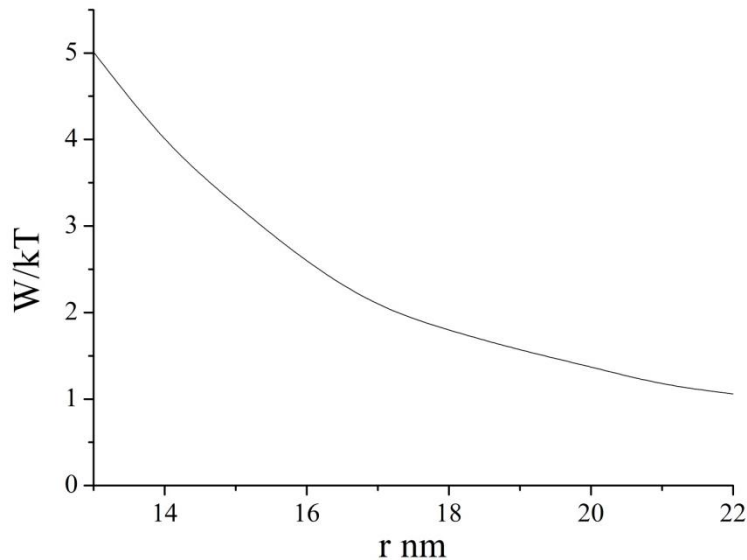


Рисунок 2. Зависимость глубины потенциальной ямы от расстояния между частицами металла.

На рисунке 3 показана зависимость спектрального положения потенциальной ямы от расстояния между частицами.

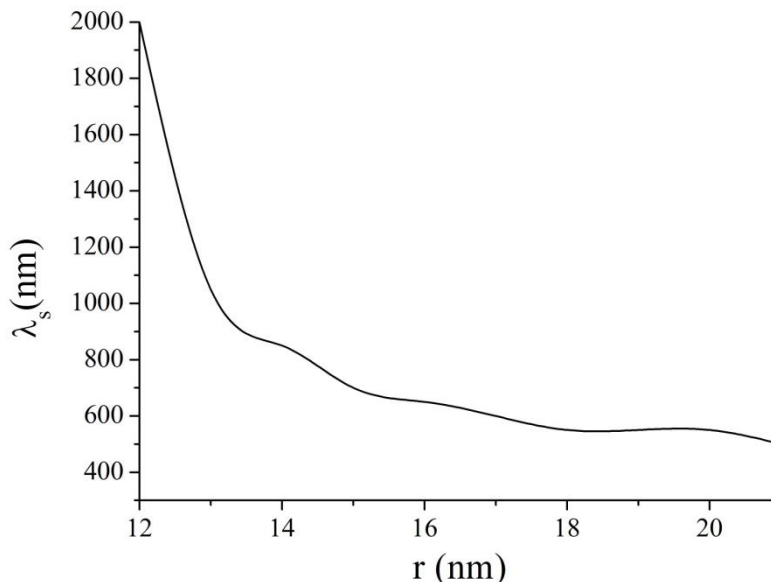


Рисунок 3. Зависимость спектрального положения глубины потенциальной ямы от расстояния между частицами металла.

При увеличении расстояния между центрами частиц потенциальная яма смещается из инфракрасной в видимую область спектра. Так же мы наблюдаем, что при

расстоянии от 14 до 18 нм спектральное положение потенциальной ямы слабо изменяется, в соответствии с рисунком 2 при данном расстоянии между частицами глубина потенциальной ямы превышает kT , поэтому возможно формирование устойчивой структуры.

Таким образом, в данном докладе представлены результаты численного исследования возможности самоорганизации наночастиц металла во внешнем световом поле на примере простейшей двух-частичной модели. При этом рассматривалось взаимодействие частиц через наведенные внешним полем дипольные моменты. Показано, что минимум энергии (потенциальная яма) соответствует определенной конфигурации частиц, частоте и поляризации поля. Приведены зависимости глубины и спектрального положения потенциальной ямы от длины волны внешнего поля, расстояния между частицами.

Список публикаций:

- [1] Ролдугин В. И., Успехи химии, 2004, 73, № 2, с. 123.
- [2] Pawlak D, A., Kolodziejak K., Turczynk S., Chemical Materials, 2006, 18, 2450-245.
- [3] Слабко В. В., Хачатрян Г. Г., Александровский А. С., Письма в ЖЭТФ, 84, вып.6, стр 360-365, (2006).