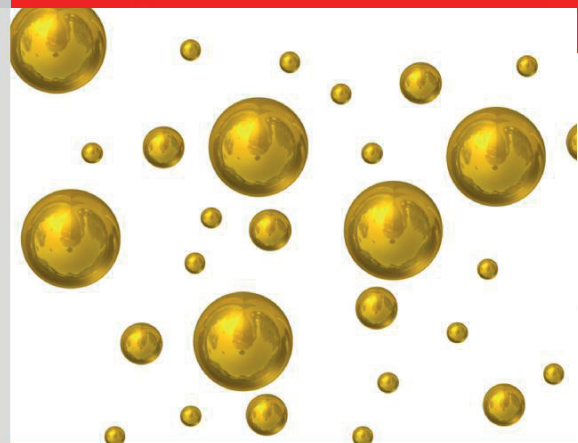




Наночастицы Золота: Размер и Дзета-потенциал с анализатором частиц Litesizer™ 500

Ключевые слова:

электрофоретическое рассеяние света, динамическое рассеяние света, дзета-потенциал, размер частиц, наночастицы золота



1 Введение

Наночастицы золота вызвали большой интерес в физике, химии, биологии и медицине из-за уникальных электронных, оптических и термических свойств. Более того, эти частицы довольно стабильны и нетоксичны, следовательно, потенциально полезны для доставки лекарственных веществ [1] [2].

За последнее десятилетие динамическое рассеяние света (DLS) стало популярным методом измерения размера коллоидных наночастиц, в то время как электрофоретическое рассеяние света (ELS) широко применяется для определения стабильности наночастиц в суспензии [3].

В этом отчете мы определяем размер и коллоидную стабильность наночастиц золота в диапазоне от 2 до 10 нм, используя методы DLS и ELS с помощью анализатора частиц Litesizer™ 500 от Anton Paar.

2 Эксперимент

Наночастицы золота были приобретены у компании Nanocs в виде основных растворов с размерами частиц: 2 нм, 5 нм и 10 нм. Для измерений размера наночастиц, исходные растворы разбавляли до 0,05 мг/мл NaCl (2 mM) и фильтровали (бумагой Whatman размером пор 200 нм). Измерения DLS проводились в кварцевой кювете при температуре 25 °C и с углом рассеяния 90°. Фокусировка и количество прогонов были автоматически подобраны программой. Каждое измерение повторялось четыре раза (всего было проведено пять измерений).

Для измерений дзета-потенциала исходный раствор разбавляли до 0,05 мг/мл натрий-фосфатным буферным раствором (PBS, 0,1 mM). Измерения ELS проводились при температуре 25 °C с использованием специально разработанных омега-образных кювет Anton Paar (по сравнению со стандартной U-образной трубкой, омега-образная капиллярная трубка обеспечивает гораздо более стабильные и воспроизводимые результаты измерений) [4].

К каждому измерению было приложено напряжение 200 В и 200 прогонов. Число повторений - четыре (всего 5 измерений).

3 Обсуждение результатов

Результаты измерений DLS показаны в таблице 1. Стандартное отклонение для частиц размеров 5 нм и 10 нм довольно низкое (около 1%), тогда как для самых маленьких частиц (2 нм) отклонение составляет 5,4%.

Таблица 1: Размеры наночастиц золота (DLS)

Номинальный размер частицы (диаметр) [нм]	Средний гидродинамический диаметр [нм]	Стандарт
10	13.46	0.15 (1.1 %)
5	8.42	0.10 (1.2 %)
2	5.04	0.27 (5.4 %)

Распределение наночастиц золота размером 5 нм основано на трех различных моделях взвешивания; по интенсивности рассеяния, по объему и числу частиц. Графики показаны на Рис.1, Рис.2 и Рис.3 соответственно.

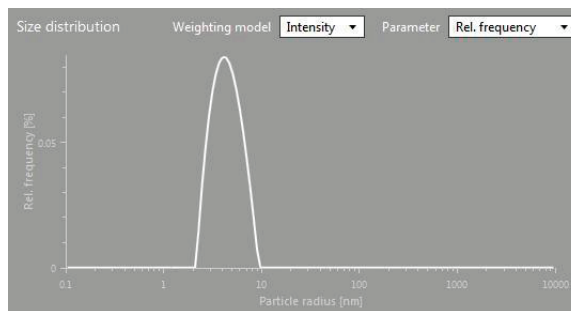


Рис. 1 Распределение размеров частиц по интенсивности рассеяния

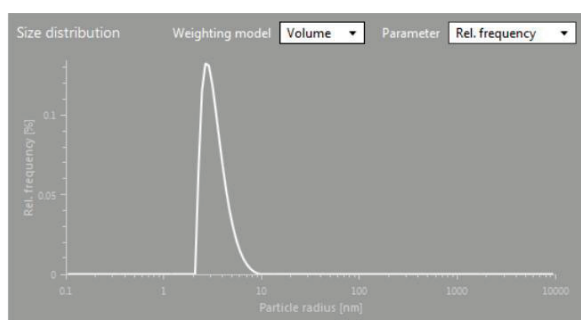


Рис. 2 Распределение размеров частиц по объёму

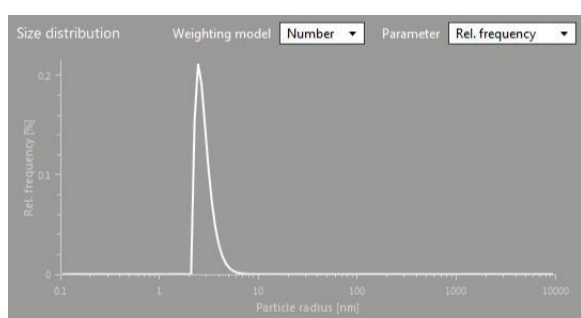


Рис.3 Распределение размеров по количеству частиц

Распределение размеров по интенсивности рассеяния (рис.1) показывает довольно размытый максимум, означающий возможную агрегацию наночастиц золота. Преобразовав график в распределение по объёму (рис.2), пик был сужен, а его положение смещено к значению, приближенному к его номинальному размеру. Далее, рассматривая график распределения размеров по числу частиц (рис.3) пик сильнее сужается, а положение максимума приближается к номинальному размеру. Следовательно, по количеству частиц в образце преобладают наночастицы диаметром около 5 нм.

Измеренный дзета-потенциал наночастиц золота размерами 10 нм и 5 нм составил $-18,68 \pm 1,01$ мВ и $-48,28 \pm 4,35$ мВ соответственно (см. Таблицу). На графике показана серия измерений (частиц 10 нм). Все пять измерений дают четкий и резкий пик, а отклонение между максимумами невелико, что доказывает надежность и повторяемость результатов.

Таблица 2: Дзета-потенциал 10 нм и 5 нм методом ELS

Номинальный размер частицы (диаметр) [нм]	Среднее значение Дзета-потенциала [мВ]	Стандарт
10	-18.68	1.01 (5.4 %)
5	-48.28	4.35 (9.0 %)

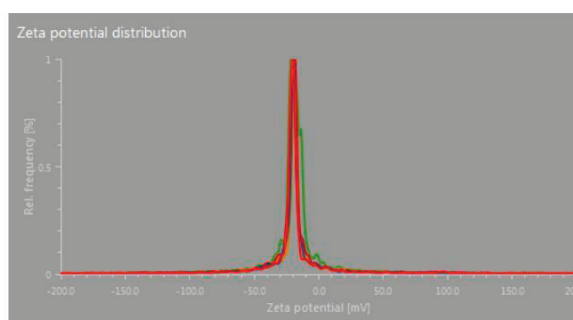


Рис. 4 Распределение измерений дзета-потенциала 10 нм наночастиц золота (10 нм)

4 Заключение

С помощью анализатора частиц Litesizer 500 с большой точностью и надежностью были проведены измерения дзета-потенциала и распределения по размеру наночастиц золота от 2 до 10 нм.

Результаты измерений размеров частиц были показаны через данные интенсивности рассеяния, объёмного и количественного распределения, каждое из которых дает выгодную информацию об образце.

5 Ссылки

- [1] N. Sanvicens, M.P. Marco, Trends Biotechnol. 26, 425 (2008)
- [2] B. Fadeel, A.E. Garcia-Bennett, Adv. Drug Delivery Rev. 62, 362 (2010)
- [3] K. Satinder Brar, M. Verma, Trends Anal. Chem., 30, N.1, (2011)
- [4] B. Petrillo, M. Wu, Zeta Potential Cell Lifetime, Application Report, Anton Paar (2015)

Измерения: Dr. Betty Petrillo
Текст: Dr. Ming Wu

Контакт: Anton Paar GmbH

Tel: +43 316 257 7073 pc-application@anton-paar.com
<http://www.anton-paar.com>

Эксклюзивный дилер в России:
ООО "АВРОРА"
paar@avrora-lab.com
www.paar.ru
+7(495)-258-83-05/-06/-07