

Линеаризованные уравнения возмущенного движения твердого тела имеют вид [4]

$$\begin{cases} (A + ml_1^2)\ddot{\alpha} + C\omega_0\dot{\beta} + ml_1\ddot{\lambda} = -mgl_1\alpha + M_x \cos\phi - M_y \sin\phi, \\ (A + ml_1^2)\ddot{\beta} - C\omega_0\dot{\alpha} + ml_1\ddot{\mu} = -mgl_1\beta + M_x \sin\phi + M_y \cos\phi, \\ C\dot{\phi} = 0, \\ ml^2\ddot{\lambda} + ml_1\ddot{\alpha} = -mgl\lambda + l[F_x \sin\phi + F_y \cos\phi - F_z\alpha] + l\lambda F_z, \\ ml^2\ddot{\mu} + ml_1\ddot{\beta} = -mgl\mu + l[F_x \cos\phi + F_y \sin\phi - F_z\beta] + l\mu F_z. \end{cases}$$

Здесь A и C – главные центральные моменты твердого тела; m – масса твердого тела; l – длина струны; l_1 – расстояние от точки крепления струны до центра масс твердого тела; α, β, ϕ – углы Эйлера–Крылова; λ, μ – углы, определяющие положение струны по отношению к неподвижной системе координат.

Достаточные условия неустойчивости тривиального вращения механической системы имеют вид

$$(\tau_1 - \tau_0)^2 < -4 \frac{d(\tau_0)}{\Phi'(\tau_1)}$$

где $d(\tau_0)$ – вычет в полюсе τ_0 ; $\Phi(\tau)$ – левая часть частотного уравнения.

Проведено исследование зависимости τ_0 от глубины заполнения и плотностей жидкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кононов Ю.Н., Антоньева Н.В. Об устойчивости равномерного вращения волчка Лагранжа с коаксиальной цилиндрической полостью, заполненной двухслойной идеальной жидкостью. // Вестн. Донецкого ун-та. Сер. А. – 2012. – N2. – С.46–50.
2. Антоньева Н.В., Кононов Ю.Н. Влияние стратификации на устойчивость вращения волчка Лагранжа с идеальной жидкостью. // Сб. материалов междунар. науч. школы–конф. «Тараповские чтения». Харьков: ХНУ – 2012. – № 2. – С.64.
3. Шулдякова Н.В., Кононов Ю.Н. Об устойчивости вращения волчка Лагранжа, содержащего двухслойную идеальную жидкость. // Сб. материалов междунар. науч. школы–конф. «Тараповские чтения». Харьков: ХНУ – 2008. – С.149–151.
4. Куликов В.П., Самсонов В.А. О малых колебаниях около тривиального вращения на струне твердого тела с полостью, частично заполненной жидкостью. // МТТ. – 1985. – № 4. – С.33–37.

СИНТЕЗ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ И ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Бахия Т.

МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

Исследование фотонных кристаллов (ФК) за два последних десятилетия превратилось в одну из

наиболее актуальных тематик в физике твердого тела. Структуры фотонных кристаллов могут применяться в качестве элементной базы при создании новых типов волноводов, сверхбыстрых оптических переключателей, фильтров и высокоэффективных светодиодов [1]. Одним из наиболее технологичных и распространенных подходов к синтезу ФК является самосборка коллоидных микрочастиц [2]. В связи с этим наша работа посвящена синтезу коллоидных частиц SiO_2 и ФК на их основе.

Цель данной работы – совершенствование метода синтеза сферических микрочастиц SiO_2 разных размеров с целью выращивания пленок фотонных кристаллов опалового типа.

Задачи:

- синтез сферических коллоидных микрочастиц заданного диаметра;
- достижение максимально узкого распределения их по размерам;
- получение из них пленок фотонных кристаллов с заданным положением стоп-зоны.

Синтез частиц SiO_2 проводился одностадийным и многостадийным методами Штобера. При использовании обычного (одностадийного) метода Штобера получение частиц с дисперсностью, лучшей чем 4–5%, является очень сложной задачей для размеров частиц менее 300 нм [3]. Однако существует многостадийная модификация метода, позволяющая проводить синтез частиц заданного размера, используя многоступенчатое их доращивание. Применительно к данной модификации метода нами были определены условия синтеза сферических частиц SiO_2 со средним диаметром 200–400 нм и относительным стандартным отклонением ~5%. Пленки фотонных кристаллов опалового типа изготавливались методом вертикального осаждения.

В ходе работы была предложена и экспериментально опробована лабораторная методика синтеза узкодисперсных коллоидных микрочастиц SiO_2 заданного размера, основанная на принципах многоступенчатого доращивания:

- введение TEOS мелкими порциями через каждые 10 минут;
- удвоение количества введенного в реакционную смесь TEOS через каждый час;
- удвоение диаметра микрочастиц каждые 3 часа;
- периодическое разбавление раствора во избежание агломерации.

Данным методом получены коллоидные микрочастицы SiO_2 диаметром от 100 до 300 нм со стандартным отклонением менее 5% (для диаметров свыше 200 нм – со стандартным отклонением менее 4%). Методом вертикального осаждения выращены пленки коллоидных кристаллов, в спектрах пропускания которых наблюдаются глубокие минимумы, связанные с фотонной стоп-зоной (их положение хорошо согласуется с модифицированным законом Брэгга-Вульфа)

ЛИТЕРАТУРА

1. Masalov V.M., Sukhinina N.S., Kudrenko E.A., Emelchenko G.A. Mechanism of formation and nanostructure of Stober silica particles // Nanotechnology. – 2011. – v.22. – P. 275718.
2. Marlow F., Muldarisnur, Sharifi P., Brinkmann R., Mendive C. Opals: status and prospects // Angew. Chem. Int. Ed. – 2009. – v.48. – P. 6212–6233.
3. Werner Stober, Arthur Fink, Ernst Bohn. Controlled Growth of Monodisperse Silica Spheres in the Micron Size Range // J. Colloid Interface Sci. – 1968. – v.26. – P. 62–69.

**ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МАТЕРИИ КАК
ГЕНЕРАТОР ЗАКОНОВ МЕХАНИКИ**

Беловол А.В.

Харьковский национальный автомобильно-
дорожный университет, Украина

Современный ученый или инженер в своей практической деятельности имеет дело со сложными системами, в основе которых лежат различные физические принципы. При этом значительные преимущества сулят универсальные теоретические модели, основанные на наиболее общих законах и использующие современный математический аппарат, позволяющий эффективно использовать вычислительные методы.

Классическая механика исторически развивалась в направлении поиска такой универсальности, что и объясняет распространение ее методов на все области физики. Прогресс был достигнут, с одной стороны, благодаря последовательному переходу, при рассмотрении движения систем, от физического трехмерного пространства к пространству конфигураций и фазовому пространству, которые оказались более естественными, а с другой – благодаря использованию дифференциальных и интегральных вариационных принципов, инвариантных относительно выбора обобщенных координат. Наиболее известны принцип возможных перемещений, принцип Гамильтона и принцип наименьшего действия в форме Якоби.

По мнению автора, дальнейший прогресс в развитии науки может быть достигнут на основе формализации универсальных законов диалектики. Сегодня общие законы физики представляются как озарение, дарованное свыше или как случайная флуктуация в сознании гения. Недоверие к ним, вызванное такими представлениями, снимается физическим экспериментом. Однако следует помнить, что наши представления об окружающем мире являются результатом эволюции с момента зарождения жизни, в том числе эволюции нашего сознания. Иными словами, законы физики уже присутствуют в нашем сознании, задача состоит в том, чтобы извлечь их оттуда и представить явном виде.

В развитие изложенной выше идеи ставится задача получить принципы механики исходя из диалектического закона сохранения материи. Для этого реализуется следующая программа.

Естественным образом осуществляется переход от многомерного пространства, отвечающего механической системе, состоящей из n материальных точек и имеющей s степеней свободы, к многомерному фазовому пространству с метрикой

$$ds^2 = dqdp, \quad (1)$$

где dq — столбец из дифференциалов обобщенных координат точек, dp — строка из дифференциалов обобщенных импульсов.

Связь между обобщенными импульсами и обобщенными скоростями выражается формулой:

$$p = I\dot{q} + a, \quad (2)$$

где $I = \frac{\partial r}{\partial q} M \frac{\partial r}{\partial q}$ — матрица инерции, полученная из

диагональной матрицы M размером $3n \times 3n$, элементами которой являются массы материальных точек, посредством матрицы преобразования координат $\frac{\partial r}{\partial q}$; $a = \frac{\partial r}{\partial q} M \frac{\partial r}{\partial t}$ — часть импульса,

связанная с нестационарностью связей наложенных на систему.

Учитывая, что радиус-вектор точки в фазовом пространстве можно представить в виде столбца (строки), составленного из расположенных последовательно координат и импульсов точек, из закона сохранения материи, учитывая метрику фазового пространства, его однородность, а также предполагая консервативный характер механической системы, можно получить общий вид уравнения движения системы в фазовом пространстве

$$\dot{r} = A \frac{\partial H}{\partial r}, \quad (3)$$

где антисимметричная матрица A имеет клеточную структуру, составленную из нулевой и единичной матриц размером s на s :

$$A = \begin{pmatrix} \mathbf{O} & \mathbf{E} \\ -\mathbf{E} & \mathbf{O} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Переходя в уравнении (3) к обобщенным координатам и обобщенным импульсам легко получить канонические уравнения Гамильтона и общий вид функции Гамильтона:

$$H = (p - a)I^{-1}(p - a) + V(q, t), \quad (5)$$

где первый член является кинетической, а второй потенциальной энергиями.

Таким образом, законы механики можно получить, рассматривая механическую систему в фазовом пространстве, исходя из закона сохранения материи и учитывая априорные представления о свойствах этого пространства.