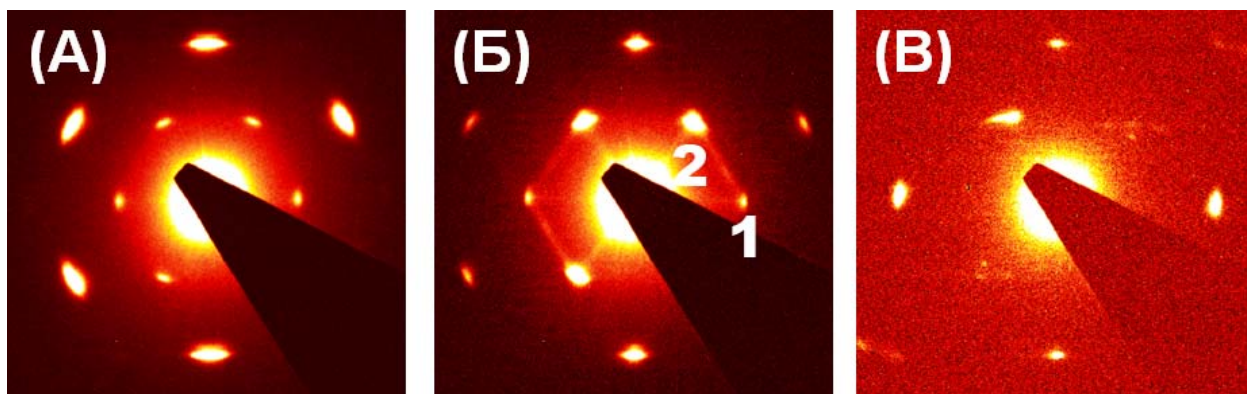


## Физика наносистем и наноустройства (студенты, аспиранты, молодые ученые).

### Задача 12 «Фотонные кристаллы» (физико - материаловедческая).

Коллоидные кристаллы привлекают огромное внимание исследователей в связи с возможностью их использования в качестве фотонных кристаллов (ФК), материалов с пространственно-периодическим изменением диэлектрической проницаемости на масштабах длин волн того или иного вида излучения. Основным свойством ФК является наличие в спектрах их собственных электромагнитных состояний фотонных запрещенных зон (ФЗЗ) - спектральных областей, в пределах которых распространение электромагнитного излучения подавлено во всех или в некоторых кристаллографических направлениях фотонного кристалла. Часто ФК рассматривают как оптические аналоги полупроводниковых материалов. В настоящее время интерес к фотонным кристаллам, в особенности для видимого и ближнего инфракрасного диапазонов, связан с множеством перспективных практических применений (создание лазеров с низким порогом генерации, светоизлучающих элементов с высоким КПД, а также оптических логических элементов).

На рис. 1 приведены дифракционные картины для пленки коллоидного кристалла, состоящего из плотноупакованных сферических частиц из полиметилметакрилата диаметром 400 нм (длина волны рентгеновского излучения  $0.8 \text{ \AA}$ ). Угол падения отсчитывается от нормали к поверхности пленки. Дифракционный эксперимент проведен в геометрии «на пропускание».



**Рис. 1.** Дифракционные картины для коллоидного кристалла. Угол падения рентгеновского излучения на образец: (А) 0, (Б) 35, (В) 55 градусов.

*Чему равен дифракционный угол  $2\theta$  для первого дифракционного максимума? (1 балл)*

*Проиндицируйте все рефлексы на приведенных дифракционных картинах. (2 балла)*

*Какова структура изученного коллоидного кристалла (исходя из дифракционных данных)? (3 балла)*

Есть ли на данных дифрактограммах особенности, не свойственные монокристаллам? Если да, то каковы они и с чем они связаны? (2 балла)

Почему интенсивность дифракционного максимума, обозначенного цифрой 1 на рис. 1Б во много раз меньше, чем интенсивность отражения под номером 2 на том же рисунке? Ответ подтвердите расчетом. (2 балла)

Попробуйте нарисовать спектр пропускания такой пленки, расположенной на подложке из ИТО (стекло с тонким проводящим слоем из индий-оловянного оксида), в диапазоне от 200 до 3000 нм при нормальном падении света на образец. Рассчитайте положения наиболее значимых особенностей на данном спектре. (4 балла)

Как будет изменяться положение наиболее интенсивного минимума в спектре пропускания при изменении угла падения света на образец от 0 до 60 градусов? Ответ подтвердите расчетами. (2 балла)

#### Методические замечания:

1. Задача решается в рамках базовых знаний и здравого смысла
2. Вопросы можно задать в специальном разделе форума <http://www.nanometer.ru/forum/viewforum.php?f=19> или найти ответ самостоятельно (в том числе изучив доступные Вам Лекции на сайте Олимпиады <http://www.nanometer.ru/lectures.html?UP=156195> )
3. Решение оформляется и отсылается только в электронном виде, как описано в инструкциях к работе с задачами и решениями заочного теоретического тура, приведенных в разделе «Олимпиада» [http://www.nanometer.ru/olymp2\\_o4.html](http://www.nanometer.ru/olymp2_o4.html)
4. Подписывать решения не надо, Ваша фамилия, имя и отчество будут зашифрованы при проверке, идентификация для системы проверки производится по логину и паролю, который Вы вводите при входе на сайт Олимпиады [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) в качестве участника (этот пароль Вы задавали при регистрации и заполнении анкеты участника).