

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

Задача 10 «Ошибочки и погрешности» (базовая).

Один из основных микроскопических методов, используемых при исследовании наномира, это атомно-силовая микроскопия. Конструкция сканирующей головки такого прибора приведена на рисунке 1. Сканирующий элемент микроскопа (зонд) – кремниевый кантилевер. Качество изображения и точность измеренных значений напрямую зависит от правильной настройки микроскопа. Типичные кантилеверы имеют форму прямоугольной балки длиной $L=200$ мкм, толщиной $t=0.5$ мкм и шириной $w=40$ мкм, модуль Юнга кремния $E=2 \cdot 10^{10}$ Па.

Перед началом работы экспериментатор настраивает лазерную систему детектирования изгиба кантилевера. При этом лазерный луч должен быть настроен на самый край балки – ровно над тем местом, где расположена игла. В свободном состоянии кантилевер расположен горизонтально, а в ходе сканирования на него действует сила со стороны образца и он изгибается. Изгиб фиксируется лазерной системой: лазерный луч отражается от балки и попадает на четырехсекционный фотодиод. Пока кантилевер находится в свободном состоянии, луч попадает в самый центр фотодиода, когда кантилевер изогнут, луч смещается (сигнал Отклонение или Deflection) и это смещение пропорционально изгибу кантилевера. Смещение луча по фотодиоду в свою очередь пересчитывается в высоту, причем методы пересчета могут быть разными (!).

1. Оцените величину относительной ошибки измерений (в %), которая возникает в сигнале Deflection, если лазерный луч существенно удален от края кантилевера (находится в середине балки или еще дальше). **(5 баллов)**
2. К чему приводит эта ошибка на топографическом изображении (сигнал Высота, Height)? **(2 балла)**
3. Существенна ли эта ошибка? При исследовании каких объектов этот эффект должен проявляться сильнее? **(1 балл)**
4. При каких геометрических параметрах кантилевера ошибка будет минимизирована? **(1 балл)**

Рисунок 1. Принципиальная схема сканирующей головки атомно-силового микроскопа.

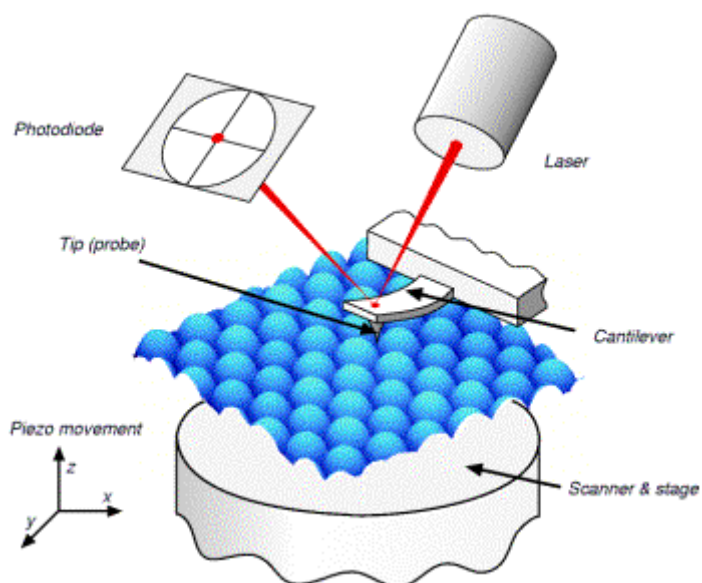
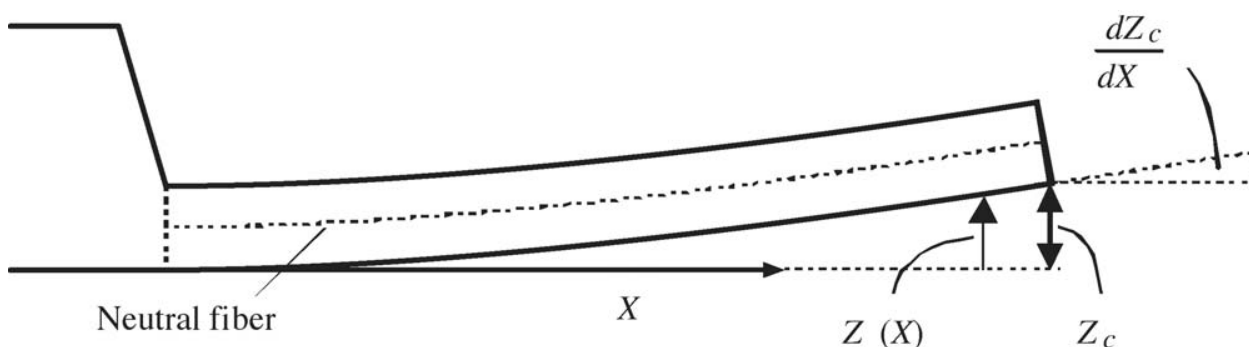


Рисунок 2.



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
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 в качестве участника (этот пароль Вы задавали при регистрации и заполнении анкеты участника).