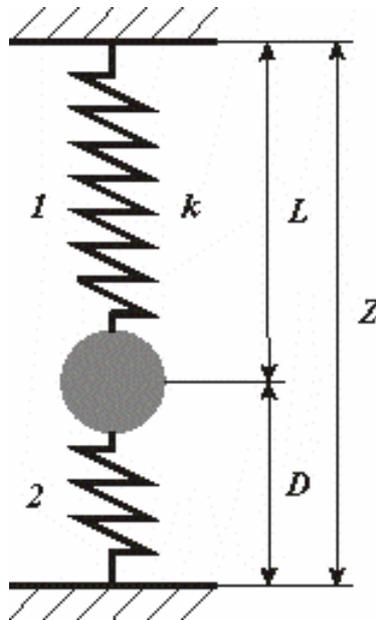


## АСМ и закон Гука

Радача сводится к трем вопросам:

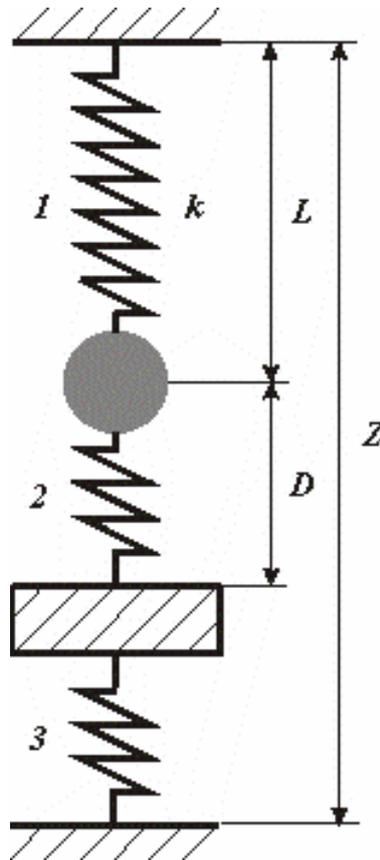
1. Есть вот такая система:



Зависимость силы, действующей на тело со стороны пружины 1, подчиняется закону Гука, а со стороны пружины 2 – не подчиняется, а именно  $F_1 = k\Delta l$ , а  $F_2 = a / D^{13}$ . Измерение производится изменением величины  $Z$  и измерением величины  $F_1 = k\Delta l$ . Ответить, почему зависимость  $F_1(Z)$  будет отличаться от  $F_2(D)$ . По модулю, конечно,  $F_1 = F_2$ .

2. Как в описанной системе определить момент, когда  $D$  перестанет изменяться? С учетом масштабов это, с практической точки зрения, будет соответствовать нулевой величине  $D$ .

3. Как объяснить то, что у системы с той же пружиной 1 изменился наклон линейного участка зависимости  $F_1(Z)$ ? Ясно, что система изменилась на вот такую:



Добавление пружины 3 с гуконвой характеристикой как раз и изменит наклон линейного участка. Таким образом, перед участниками стоит задача свести кантилеверы, зонды и т.п. к не самой сложной задачке вполне в рамках школьного курса физики.

### Решение

1. Участок  $AB$  зависимости  $F(D)$  показывает, что сила отталкивания зонда от поверхности неограниченно возрастает, когда расстояние  $D$  между зондом и поверхностью стремится к нулю. Из-за столь быстрого нарастания силы отталкивания, действующей на зонд, на малых расстояниях  $D$  уменьшение расстояния между основанием кантилевера и образцом  $Z$ , соответствующее участку  $AB$  кривой  $F(Z)$ , приводит только к увеличению изгиба кантилевера вместо того, чтобы изменять расстояние между зондом и поверхностью.

2. Нулевому расстоянию между зондом и поверхностью образца будет соответствовать такое значение  $Z_{D=0}$ , что для всех  $Z \leq Z_{D=0}$  зависимость  $F(Z)$  будет представлять собой прямую линию. Эта прямая линия означает (см. ответ на вопрос 1), что изменение  $Z$  уже не изменяет  $D$ , что соответствует жесткому контакту зонда с поверхностью образца.

3. Учитывая ответы на вопросы 1 и 2, можно заключить, что уменьшение наклона линейного участка кривой  $F(Z)$  при одном и том же кантилевере соответствует случаю деформации участка образца, с которым контактирует зонд. Таким образом, синяя кривая соответствует более мягкому участку поверхности, когда зонд деформирует локальную область образца при нулевом расстоянии  $D$  между ним и поверхностью.