

1. Хрусталик глаза Рыси представляет собой плосковыпуклую линзу, радиус кривизны сферической поверхности которой равен  $R = 26$  см, толщина  $3,04$  см, показатель преломления вещества, из которого она изготовлена  $n=1,52$ . Вычислите фокусное расстояние  $f$  линзы и найдите положение изображения объекта, находящегося на расстоянии  $75$  см от ближайшей поверхности линзы и расположенного со стороны: 1) выпуклой поверхности; 2) плоской поверхности.

2. По длинному сверхпроводящему соленоиду с индуктивностью  $L_0 = 1$  Гн, содержащему  $N = 200$  витков, течет ток  $I_0 = 0,1$  А. Рысь-экспериментатор издала подносит к соленоиду замкнутый сверхпроводящий виток того же радиуса, что и витки соленоида. Индуктивность этого витка  $L_1 = 10^{-3}$  Гн. Рысь вставляет виток между витками соленоида соосно с ними. Как изменится ток, текущий по соленоиду? Каким будет ток витка? Как все это объяснит Рысь?

3. Рысь нашла герметичный цилиндр длиной  $L = 1$  м и сечением  $S = 10$  см<sup>2</sup>. Внутри цилиндра находится тонкий поршень массой  $M = 200$  г, который может перемещаться вдоль цилиндра без трения. Первоначально ось цилиндра горизонтальна, а поршень находится посередине цилиндра. По обе стороны от поршня находятся одинаковые количества  $m = 0,4$  г воды и её паров при атмосферном давлении. Рысь повернула цилиндр в вертикальное положение. На сколько при этом смещается поршень, если во всём цилиндре поддерживается температура  $T = 100$  °С? Как изменится ответ, если  $m = 0,8$  г?

4. В молекулярных кристаллах упорядоченно расположены сравнительно слабо связанные друг с другом структурные единицы, представляющие собой отдельные атомы (или группы сильно связанных между собой атомов). Простейшие молекулярные кристаллы могут образовывать атомы инертных газов, например, аргона Ar. Кристалл аргона и изучается в данной задаче.

На сравнительно больших расстояниях друг от друга атомы инертных газов притягиваются слабыми силами, называемыми силами Ван-дер-Ваальса. При значительном сближении атомов проявляется их интенсивное отталкивание. Такое взаимодействие неплохо описывается так называемым потенциалом Леннарда-Джонса:

$$U(r) = 4\varepsilon \left( \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right).$$

Здесь  $U(r)$  - потенциальная энергия двух атомов, находящихся на расстоянии  $r$  друг от друга;  $\varepsilon$  и  $\sigma$  - постоянные величины, которые для атомов аргона имеют следующие значения  $\varepsilon = 0,0104$  эВ,  $\sigma = 3,40$  А.

1) Изобразите схематично вид зависимости  $U(r)$ .

2) Определите равновесное расстояние  $r_0$ , на котором находились бы два атома аргона в отсутствии других атомов.

Элементарная ячейка кристалла аргона (рис. 26) представляет собой гранецентрированный куб. Атомы, которые можно считать классическими частицами, движутся вблизи узлов решётки, совпадающих с вершинами куба и центрами его граней. Кинетическая энергия атомов мала по сравнению с потенциальной энергией. В этом приближении приемлема показанная на рисунке 26 модель элементарной ячейки, состоящей из неподвижных шаров, расположенных в узлах решётки.

3) Покажите, что энергия взаимодействия атома аргона с кристаллом  $E$  (энергия связи) может быть представлена в виде:

$$E = 4\varepsilon \left( A \left( \frac{\sigma}{r_1} \right)^{12} - B \left( \frac{\sigma}{r_1} \right)^6 \right),$$

где  $r$  - расстояние между ближайшими соседями. Найдите численные значения коэффициентов  $A$  и  $B$ , учитывая только вклад от шести групп ближайших атомов (в каждую группу входят атомы, находящиеся на равном расстоянии от рассматриваемого атома).

4) Определите постоянную решётки  $a$  (рис. 26) для кристалла аргона.

5) Найдите модуль всестороннего сжатия  $\chi$  кристалла аргона, то есть величину, характеризующую изменение его объёма  $dV$  при изменении внешнего давления на  $dp$ :

$$\chi = -V \frac{dp}{dV}$$

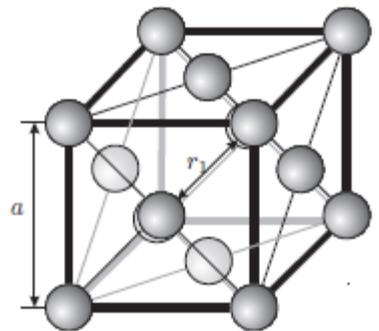


Рис. 26.