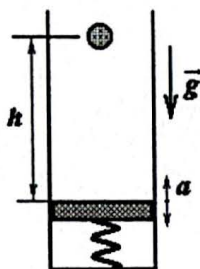
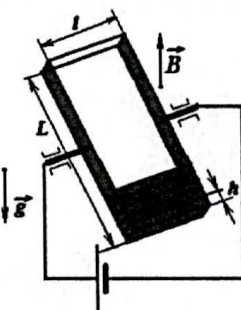


1. Небольшие упругие шарики в произвольные моменты времени бросают с высоты $h = 1,0 \text{ м}$ на массивную горизонтальную платформу, которая колеблется в вертикальном направлении по гармоническому закону с амплитудой $a = 1,0 \text{ см}$ и частотой $\nu = 50 \text{ Гц}$. Удары шариков о платформу абсолютно упругие, сопротивлением воздуха можно пренебречь. Определите, какая доля шариков после удара подпрыгнет выше первоначального уровня. С какой частотой ν_1 должна колебаться платформа (при той же амплитуде), чтобы 99% шариков подпрыгнуло выше первоначального уровня?



2. При постоянной скорости горизонтального движения трамвая 30 км/час в цепи электромотора протекает ток 30 А . Максимальная скорость равномерного горизонтального движения трамвая равна 70 км/час . Считая силу сопротивления пропорциональной скорости трамвая, а активное сопротивление двигателя постоянным, оцените какой ток пойдет в цепи мотора неподвижного трамвая. (Для компенсации больших значений силы тока в цепь включается реостат, который в данной задаче не учитывается. Стандартные значения напряжения, используемого в промышленности и на транспорте равны 380 В , 550 В , 660 В).



3. Легкая прямоугольная обойма шириной l и длиной L с проводящими торцами может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через ее середину. Торцы подключены к источнику постоянного тока, ЭДС которого равно \mathcal{E} , а внутреннее сопротивление r . В обойму вкладывают проводящие пластинки массой m и толщиной $h = L/20$, электрическое сопротивление которых значительно меньше внутреннего сопротивления источника. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле индукции B . Найдите зависимость угла наклона устойчивого положения обоймы от количества вложенных в нее пластинок.

4. Рассмотрите свойства идеального кристалла с кубической решеткой, образованного одинаковыми атомами массой m . Потенциальная энергия взаимодействия двух атомов зависит от расстояния между их центрами r по закону $U(r) = \frac{a}{r^{12}} - \frac{b}{r^6}$, где a, b - некоторые положительные константы. Выразите через параметры a, b, m следующие характеристики кристалла:

а) плотность ρ ; б) удельную теплоту сублимации (перехода из кристаллического в газообразное состояние) λ ; в) модуль Юнга кристалла E ; г) предел прочности на разрыв (максимальное механическое напряжение, который может выдержать кристалл без разрушения) - $\sigma_{нр}$; д) максимальное относительное удлинение кристалла до его разрушения $\epsilon_{нр}$; е) линейный коэффициент термического расширения кристалла α . (Сила взаимодействия двух тел связана с потенциальной энергией соотношением $F = -U'$, где U' - производная энергии по r . При расчете всех характеристик можно учитывать взаимодействие атома только с его ближайшими соседями.

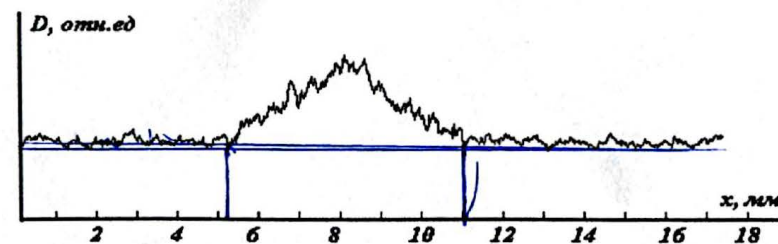
Рекомендуем использовать приближенную формулу, справедливую при малых величинах x : $(1+x)^a \approx 1 + ax + \frac{a(a-1)}{2} x^2$, в которой вы можете использовать

столько членов, сколько требуется в конкретной ситуации. Увеличение размеров тела при нагревании описывается формулой $l = l_0(1 + \alpha \Delta T)$, где α - линейный коэффициент термического расширения).

5. При взаимодействии мощных световых потоков с некоторыми веществами, возможен процесс, в результате которого молекула одновременно поглощает два световых кванта (двухфотонное поглощение) и переходит в возбужденное состояние. Обратный переход молекулы в невозбужденное состояние возможен с испусканием одного фотона (люминесценция). Если возбуждение люминесценции происходит благодаря двухфотонному поглощению, то ее интенсивность I_x пропорциональна квадрату интенсивности падающего потока I_0 :

$$I_x = k I_0^2.$$

Описанное явление используется для измерения длительности сверхкоротких световых импульсов. Традиционная схема таких измерений приведена на рис.1. Световой импульс 1 прямоугольной формы направляется на светоделительную пластинку, где разделяется на два равных по интенсивности импульса 2,3, которые после отражения от зеркал следуют навстречу друг другу вдоль одной прямой в кювете, заполненной раствором люминесцирующего красителя. В результате двухфотонного поглощения вдоль пути следования импульсов возбуждается люминесцентный след, который фотографируется с выдержкой значительно превышающей длительность импульса. На рис.2 приведена зависимость почернения на фотопленке D следа импульсов в кювете, как функция расстояния от стенки кюветы. Так как вероятность



двухфотонного поглощения мала, то можно пренебречь изменением интенсивности импульсов при их прохождении через раствор. Опишите аналитически эту зависимость при отсутствии случайных помех. Определите длительность импульса. Показатель преломления раствора равен $1,5$.