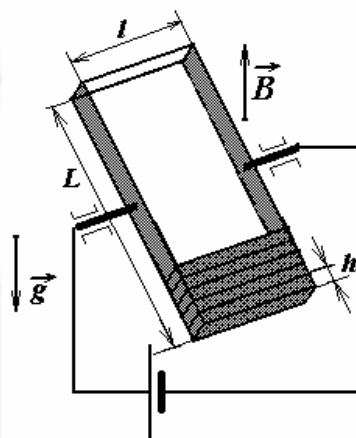


1. При постоянной скорости горизонтального движения трамвая  $30 \text{ км/час}$  в цепи электромотора протекает ток  $30 \text{ А}$ . Максимальная скорость равномерного горизонтального движения трамвая равна  $70 \text{ км/час}$ . Считая силу сопротивления пропорциональной скорости трамвая, а активное 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  $380 \text{ В}$ ,  $550 \text{ В}$ ,  $660 \text{ В}$ ).

2. 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.



3. 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

$$U(r) = \frac{a}{r^{12}} - \frac{b}{r^6}, \quad \text{где } a, b - \text{некоторые положительные константы. Выразите через}$$

параметры  $a, b, m$  следующие характеристики кристалла:

а) плотность  $\rho$ ; б) удельную теплоту сублимации (перехода из кристаллического в газообразное состояние)  $\lambda$ ; в) модуль Юнга кристалла  $E$ ; г) предел прочности на разрыв (максимальное механическое напряжение, который может выдержать кристалл без разрушения) -  $\sigma_{np}$ ; д) максимальное относительное удлинение кристалла до его разрушения  $\epsilon_{np}$ ; е) линейный коэффициент термического расширения кристалла  $\alpha$ .

(Сила взаимодействия двух тел связана с потенциальной энергией соотношением  $F = -U'_r$ , где  $U'_r$  - 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

$$x: \quad (1+x)^\alpha \approx 1 + \alpha x + \frac{\alpha(\alpha-1)}{2} x^2, \quad \text{в которой вы можете использовать столько}$$

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