

1. Проводящую среду (концентрация носителей  $n$ , заряд  $e$ , масса  $m$ ) разделили тонкими изолирующими плоскостями на кубики со стороной  $a$ . Пусть внешним источником в ней создано переменное магнитное поле с частотой  $\omega$ , ориентированное по оси  $y$ . Рассчитайте магнитную проницаемость среды как функцию частоты. При расчете используйте следующие приближения.
- 1) Замените кубики со стороной  $a$  цилиндрами с диаметром  $a$ , ориентированными вдоль оси  $y$ .
  - 2) Магнитное поле предполагайте однородным.
  - 3) Считайте, что все носители заряда движутся как целое и расположены на поверхности цилиндров. Указание: воспользуйтесь определением магнитной проницаемости как коэффициента пропорциональности между  $B$  и  $\mu_0 H$ , определением  $H = B/\mu_0 - M$ , ( $M$  – магнитный момент единицы объема), формулой, выражающей магнитный момент через ток и обтекаемую им площадь, и законом электромагнитной индукции.
2. Решите ту же задачу, считая, что на движущиеся как целое носители заряда действует еще и возвращающая сила, момент которой пропорционален углу поворота относительно оси  $y$ . Собственная частота колебаний равна  $\omega_0$ .
3. Искусственная среда сделана из проводящих квадратных рамок со стороной  $a$ , образующих периодическую структуру (см. рисунок) Зазор между рамками мал, как что период структуры тоже можно считать равным  $a$ . По рамкам текут кольцевые токи  $i$ . Считая, что ток  $i$  в данной рамке известным образом зависит от координаты центра рамки относительно оси  $z$  (т.е. известна зависимость  $i(z)$ ), найдите, чему равна плотность тока  $j(z)$ , получающаяся после усреднения по масштабу много больше  $a$ , – т.е. плотность тока, которую будет видеть наблюдатель, не разрешающий период структуры.

