

Откуда

$$q_l = 2\pi\varepsilon_0 RE(N-1)l.$$

**11-4.** Попытаемся разобраться в сущности проходящих процессов. При движении проводника в магнитном поле на свободные заряды в проводнике действует сила Лоренца, которая заставляет заряды двигаться перпендикулярно векторам индукции магнитного поля  $\vec{B}$  и скорости проводника. Наличие этой силы приводит к тому, что на поверхности проводника возникают заряды. Такое движение зарядов будет продолжаться до тех пор, пока сила электрического поля, созданного индуцированными зарядами, не будет компенсировать силу Лоренца. Для металлов время установления такого равновесия чрезвычайно мало ( $\approx 10^{-14}$  с). Поэтому можно считать, что поверхностная плотность индуцированных зарядов  $\sigma$  все время соответствует скорости движения проводника  $v$  (даже если скорость проводника изменяется). Найдем это соответствие. Сила Лоренца  $F_l = evB$ . Сила электрического поля

$$F_{эл} = eE = e \frac{\sigma}{\varepsilon_0}.$$

Поэтому

$$\sigma = \varepsilon_0 vB. \quad (1)$$

Так как скорости проводника изменяется, таким образом изменяется и величина  $\sigma$ . Изменение поверхностной плотности заряда обусловлено электрическим током внутри проводника. Сила этого тока

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = S \frac{\Delta \sigma}{\Delta t} = S \varepsilon_0 B \frac{\Delta v}{\Delta t} = S \varepsilon_0 B a,$$

где  $S = \pi R^2$  — площадь диска, а  $a$  — его ускорение.

Наличие тока приводит к тому, что на диск действует сила Ампера  $F_A$ , направленная вертикально. Причем

$$F_A = IBd = S \varepsilon_0 dB^2 a.$$

Тогда уравнение движения диска имеет вид

$$ma = -kx - S \varepsilon_0 dB^2 a$$

или

$$a = -\frac{k}{m + S \varepsilon_0 dB^2} x.$$

Как видите, это есть уравнение гармонических колебаний, поэтому частота колебаний

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m + Sd\varepsilon_0 B^2}}.$$

Решение этой задачи может вызвать много ассоциаций: например, диск можно рассматривать как конденсатор; интересно рассмотреть влияние потерь энергии вследствие выделения джоулевой теплоты. Остановимся на анализе величины

$$m_{эф} = Sd\varepsilon_0 B^2.$$

Эта величина имеет размерность массы. Что же это за масса? Обратите внимание, что напряженность электрического поля внутри диска  $E = \nu B$ ,

поэтому  $m_{эф} = \frac{Sd\varepsilon_0 E^2}{\nu^2} = \frac{2W}{\nu^2}$ , где  $W = V \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$  — энергия электрического

поля внутри диска, а последнее выражение можно представить в

$$\text{привычной форме } W = \frac{m_{эф} \nu^2}{2}.$$

Иными словами, мы можем приписать некоторую эффективную массу самому электромагнитному полю. Поразмышляйте на эту тему.

**11-5.** Прежде всего попытаемся разобраться, почему происходит исчезновение интерференционной картины?

Если бы источник света был монохроматическим, то интерференционная картина представляла собой бесконечный ряд чередующихся светлых и темных полос. Ширина полосы зависит от длины волны света. Положение нулевой полосы (т.е. полосы, для которой разность хода равна нулю) не зависит от длины волны. Смещение зеркала способствует тому, что мы наблюдаем интерференционные полосы все более высоких порядков. Поэтому возможные такие положения зеркал, при которых максимум интенсивности интерференционной картины для излучения одной длины волны совпадает с минимумом для другой, при этом интерференционная картина исчезает. При другом положении максимумы совпадают, и интерференционная картина видна. Допустим, мы нашли такое положение. Двигая зеркало, мы изменяем разность хода интерферирующих лучей, если зеркало сместить на величину  $\Delta x$ , разность хода изменится на  $2\Delta x$ . При очередном появлении интерференционной картины максимумы опять совпадают, при этом, естественно, необходимо, чтобы на вновь приобретенной разности хода