

Рис. 6

рисунок 4 и 5, можно поставить в соответствие ее активно-пассивный антитипод. Попробуйте сделать это. [6]

В начале статьи указывалось, что МГД-преобразование энергии в своей основе не предполагает ее качественного превращения. В заключение покажем, что и на макроуровне качественное превращение энергии не является обязательным. На рисунке 6 приведена схема опыта, иллюстрирующего эффект Холла. Здесь $AKCD$ – металлическая пластина. Электрическая энергия, порождаемая источником с ЭДС E_x , течет в контуре x и поглощается резистором R_x . Если включить магнитное поле, перпендикулярное пластине, часть этой энергии будет ответвляться в контур y и поглощаться в резисторе R_y .

Приложение
(подсказки)

1,2. Напомним, что $q_+ = -q_- = q$ и, поскольку плазма в целом нейтральна, $n_+ = n_- = n$, т.е. концентрации носителей тока равны. Чтобы не запутать со знаками, изобразим направления скоростей и сил Лоренца на рисунке. Учтем, что $v_{y_+} = v_{y_-} = V_y$ (где V_y – скорость нейтральной составляющей плазмы), а v_{x_+} и v_{x_-} могут быть направлены (вдоль

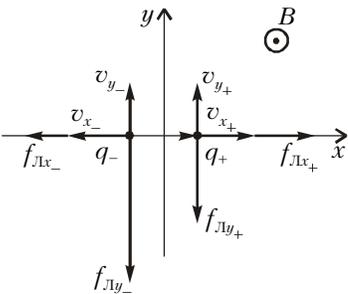


Рис. 7

оси x) произвольно. Для определенности будем считать, что они направлены в противоположные стороны (все другие возможные варианты приводят к аналогичным конечным формулам). Если вектор \vec{B} направлен к читателю, то направление всех сил Лоренца таково, как показано на рисунке 7.

Пусть $\dot{U} = Sl$ – объем плазмы, где l – ее протяженность вдоль оси x , S – площадь ее сечения, перпендикулярного оси x . Тогда

$$P_y = -(n_+ f_{Ly_+} v_{y_+} + n_- f_{Ly_-} v_{y_-})U = -nq(v_{x_+} - v_{x_-})BV_y U.$$

Поскольку плотность тока равна $j = nq(v_{x_+} - v_{x_-})$, а сила тока $I = jS$, то

$$P_y = -IBV_y.$$

Аналогично,

$$P_x = -(n_+ f_{Lx_+} v_{x_+} + n_- f_{Lx_-} v_{x_-})U = nq(v_{x_+} - v_{x_-})BV_y U,$$

или

$$P_x = IBV_y.$$

Так как $F_A = IBl$, то

$$P_y = -F_A V_y,$$

а поскольку $E_{ct} = BV_y$, а $E = E_{ct}l$, то

$$P_x = EI.$$

3. Так как проводник ab движется равномерно, то сила \vec{F}_A должна уравновешивать силу $m\vec{g}$. Соответствующее направление \vec{F}_A показано на рисунке 3,г. Зная направления \vec{F}_A и \vec{B} , определяем направление тока (показано на рисунке). При таком направлении тока аккумулятор разряжается. Отсюда следует, что груз должен подниматься.

4. Пассивные источники на рисунках 3,б,в не имеют собственной направленности действия, т.е. им нельзя приписать какую-либо «полярность». Силы, с которыми они действуют на заряженные частицы, подобны силам трения (механического или электрического). Эти силы возникают только после начала движения частиц и всегда направлены против их скорости.

5. Здесь следует учитывать сопротивление электрической цепи. Полярность электрического источника определяется не полярностью аккумулятора, а знаком величины $E - Ir$. При достаточно больших токах (сколько малой ни была бы величина r) выражение $E - Ir$ становится отрицательным. В этом случае аккумулятор можно рассматривать просто как резистор.

Теперь найдем m_{max} . ЭДС индукции на концах проводника ab равна

$$E_i = E_{ct}l = BV_y l.$$

Сила тока определяется выражением

$$I = \frac{F_A}{Bl} = \frac{mg}{Bl}.$$

Закон Ома для замкнутой цепи запишем в виде

$$E - E_i = Ir.$$

Тогда

$$V_y = \frac{1}{Bl} \left(E - \frac{mg}{Bl} r \right).$$

Если $m = m_{max}$, то $V_y = 0$; следовательно,

$$m_{max} = \frac{EBl}{rg}.$$

6. Для примера рассмотрим МГД-установку, изображенную на рисунке 4,б. С помощью внешнего электрического источника создадим в жидком проводнике круговой ток. Для этой цели можно воспользоваться явлением электромагнитной индукции. Одновременно уберем насос. Тогда электрическая энергия будет превращаться в механическую, что приведет к движению жидкости по трубам.