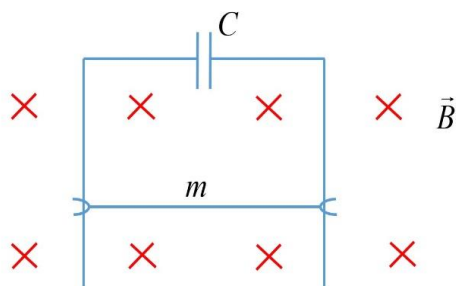


Интернет-олимпиада школьников по физике
Теоретические задания заключительного (очного) тура

11 класс. Контур с конденсатором в магнитном поле (15 баллов)



В горизонтальном однородном магнитном поле с индукцией $B=2.8$ Тл перпендикулярно направлению поля установлена вертикально П-образная проводящая рамка, в верхнюю часть которой включён конденсатор ёмкостью $C=25$ мФ (см. рисунок). По рамке может без трения скользить проводящая перемычка массой $m=2$ г и длиной $L=42$

см. Перемычку удерживают, а в момент начала отсчёта времени отпускают. Определите:

1. Скорость v перемычки в момент времени $t=8$ с.
2. Значение тока J в перемычке в этот момент времени.
3. Энергию конденсатора W в этот момент времени.

Ответы вводите с точностью не хуже, чем до одного процента. Активным сопротивлением контура можно пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным 9.8 м/с².

Введите ответ:

$V =$ м/с
 $J =$ мА
 $W =$ мДж

Решение.

1. Ускорение перемычки определяется разностью силы тяжести и силы Ампера

$$ma = mg - JLB. \quad (1)$$

2. Поскольку активное сопротивление контура равно нулю, ЭДС индукции E определяет напряжение U на конденсаторе

$$E = U = QC. \quad (2)$$

Ток в контуре выразим через производную от ЭДС индукции по времени:

$$J = dQ/dt = C dE/dt. \quad (3)$$

а её, в свою очередь, определим по закону Фарадея:

$$E = BLv = BLat. \quad (4)$$

$$dE/dt = BLa. \quad (5)$$

Подставляя (5) и (3) в (1), находим ускорение перемычки

$$a = \frac{g}{1 + B^2 L^2 C / m} = 0.536 \text{ м/с}^2. \quad (6)$$

3. Согласно (6), скорость перемычки в указанный момент времени

$$v = at = 4.29 \text{ м/с}. \quad (7)$$

4. Из (5) и (3) определяем значение тока

$$J = C dE/dt = CBLa = 15.75 \text{ мА}. \quad (8)$$

5. Учитывая (4), находим энергию конденсатора в момент времени t

$$W = \frac{CE^2}{2} = \frac{CB^2 L^2 a^2 t^2}{2} = 318 \text{ мДж}. \quad (9)$$