

Методика решения задач раздела электромагнетизм

Грачев Александр Васильевич
Доцент кафедры общей физики



Физический факультет Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова

Как достичь успеха в изучении физики?

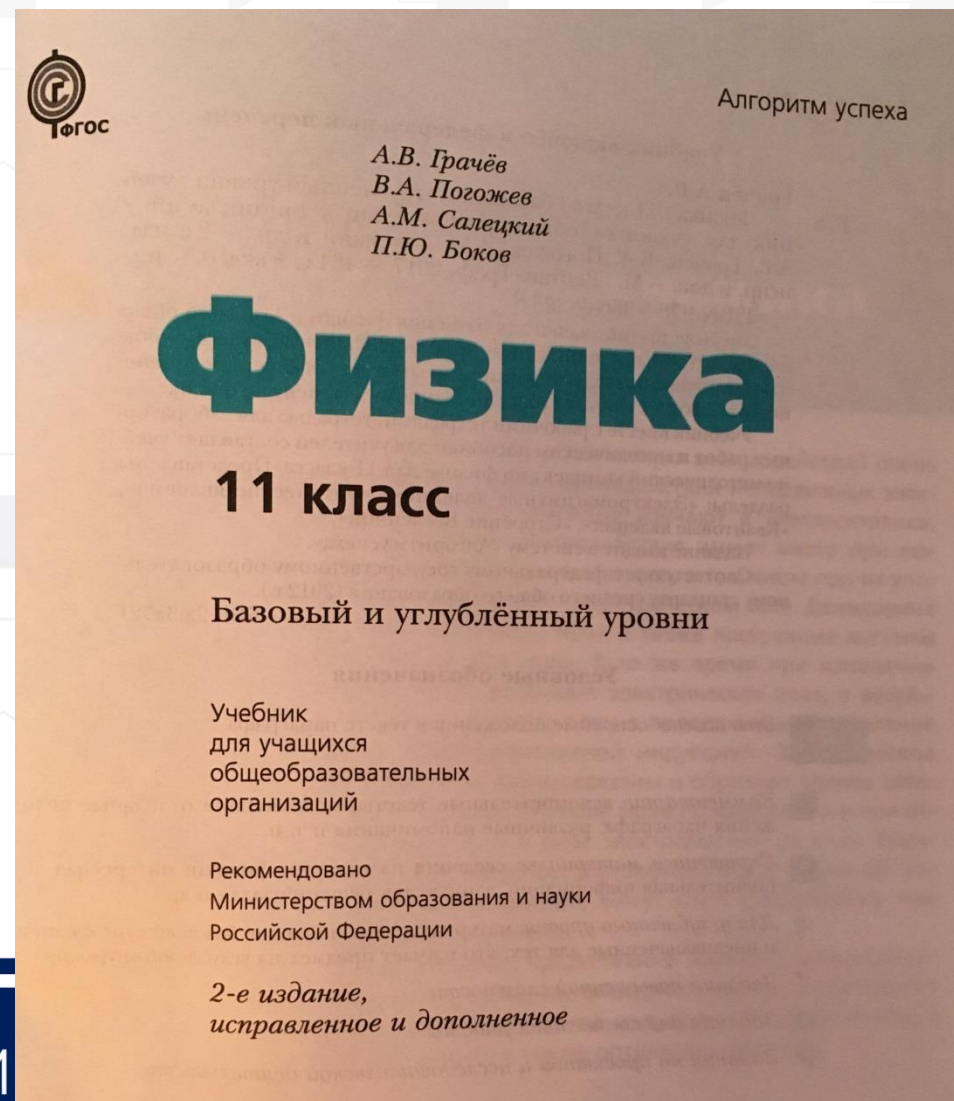
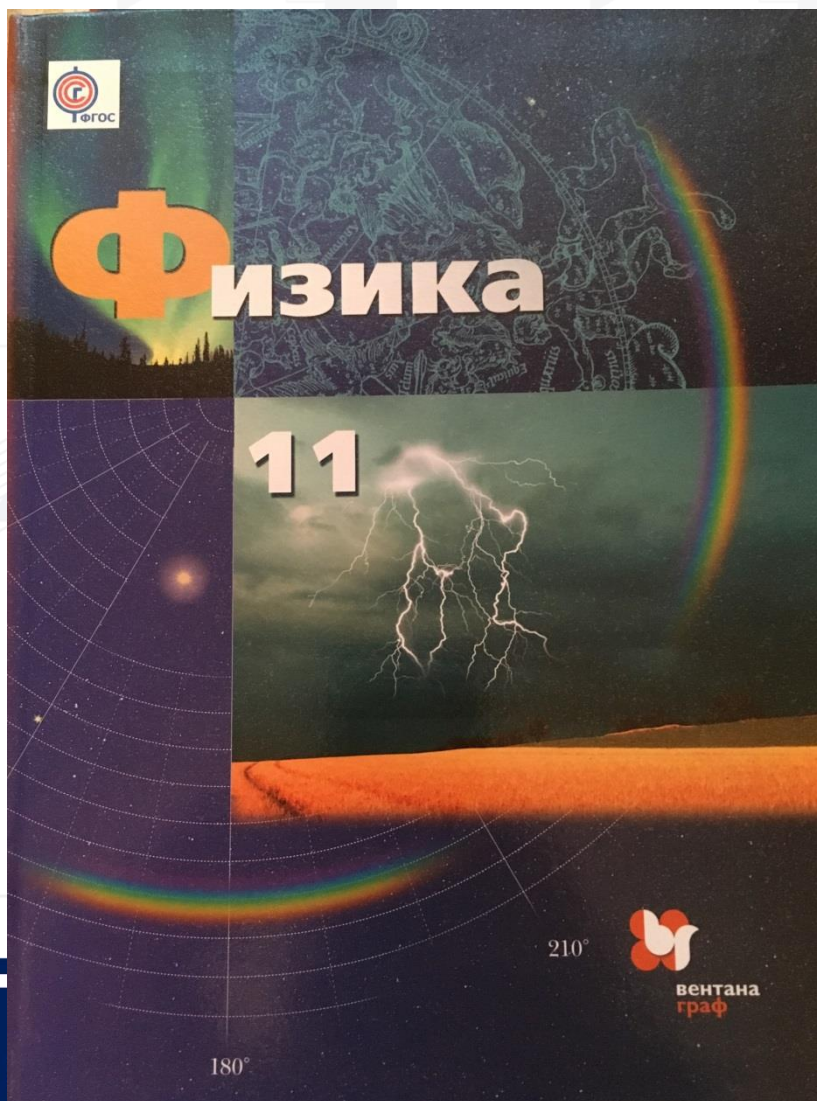
Либо учить

Либо понимать

Выбор за Вами



Есть УМК по физике, который поможет Вашим ученикам ее понимать.

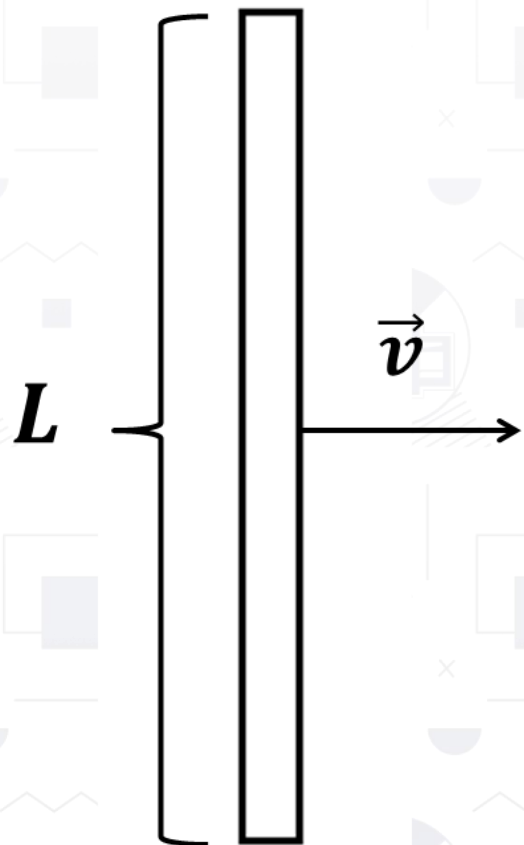


Опыты Фарадея =>

Электромагнитная индукция

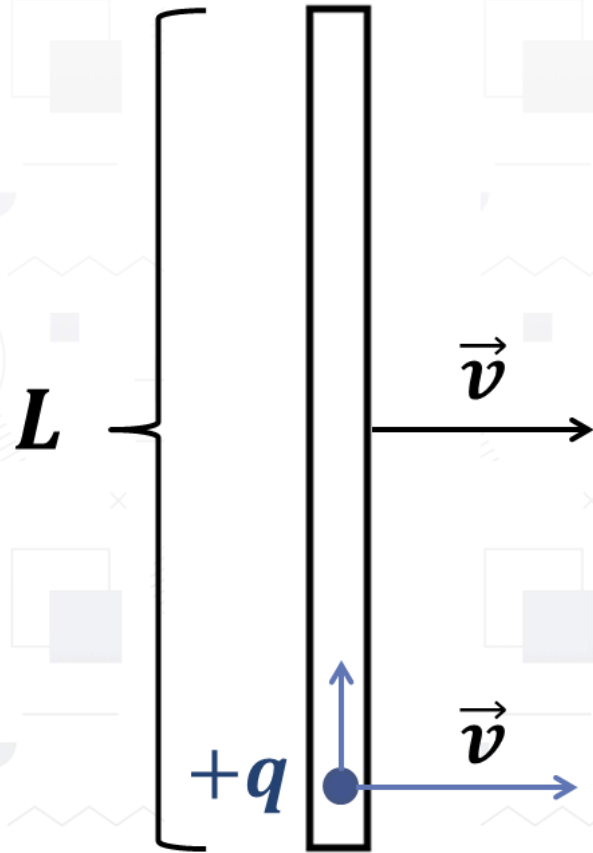
В чём физика?





Первый подход

Проводник => Есть свободные
носители заряда

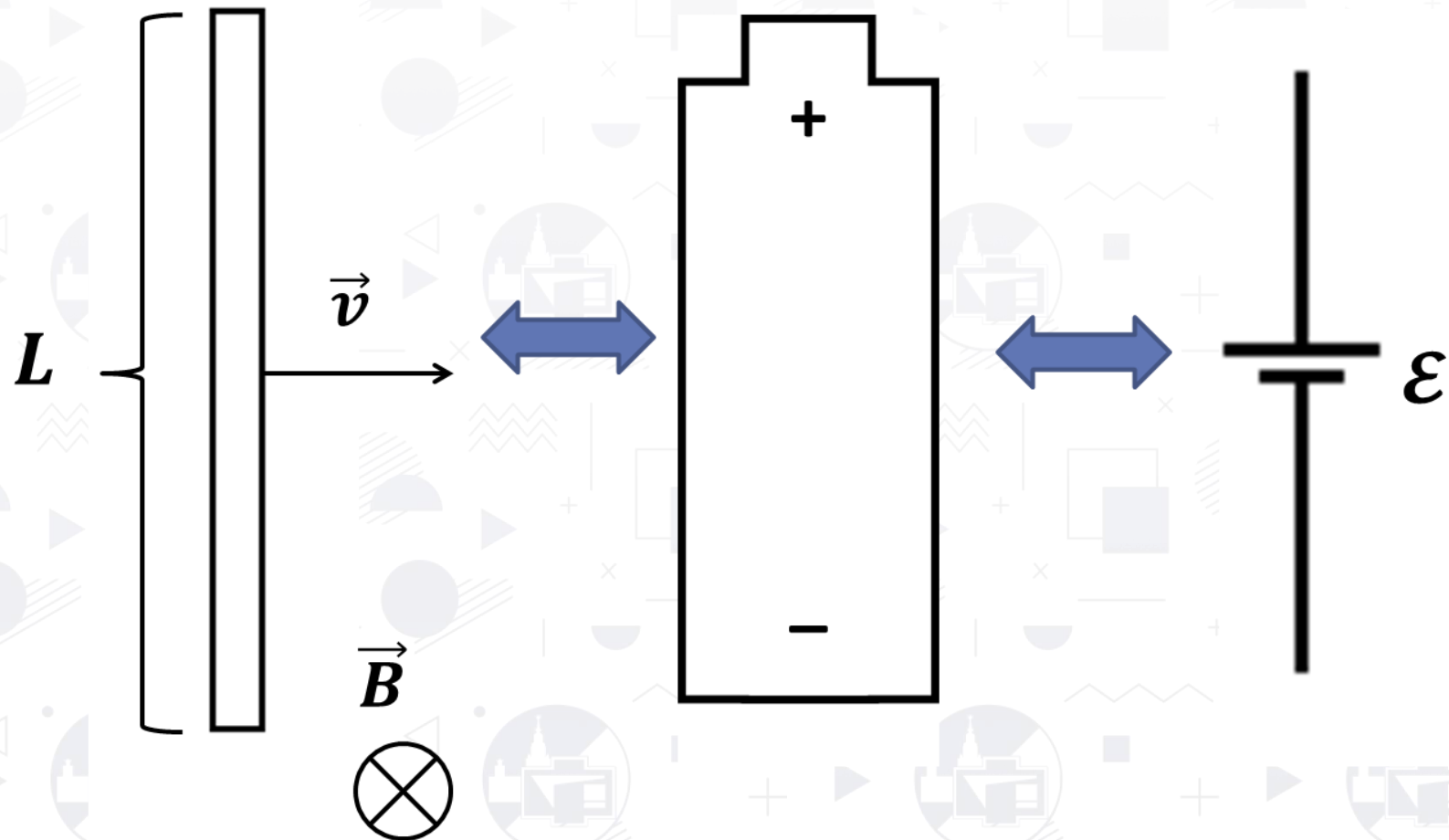


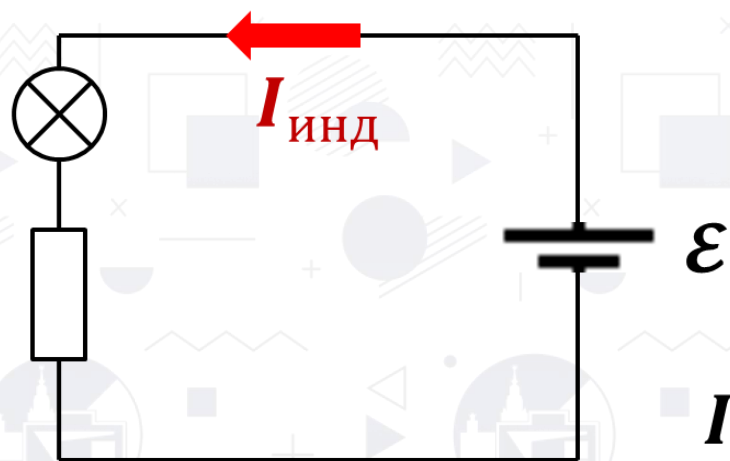
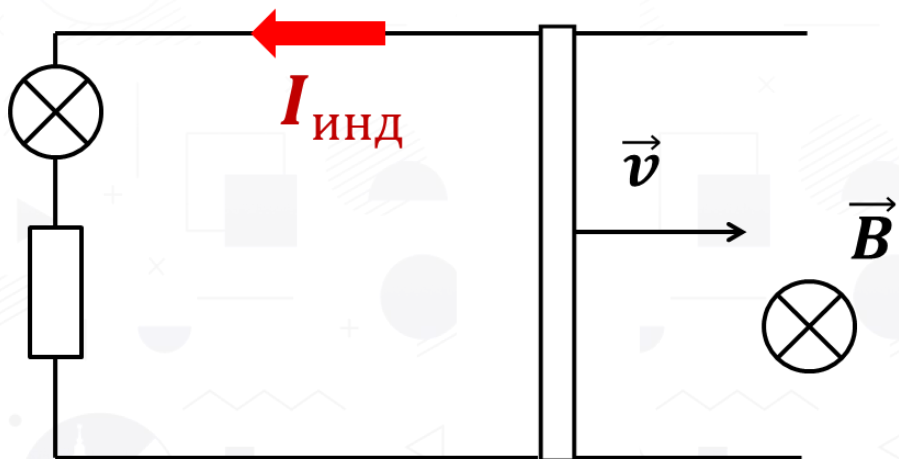
$$F_{\text{м}} = qvB$$

$$A_{\text{ст}} = F_{\text{м}}L$$

$$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{ст}}}{q} = vBL$$



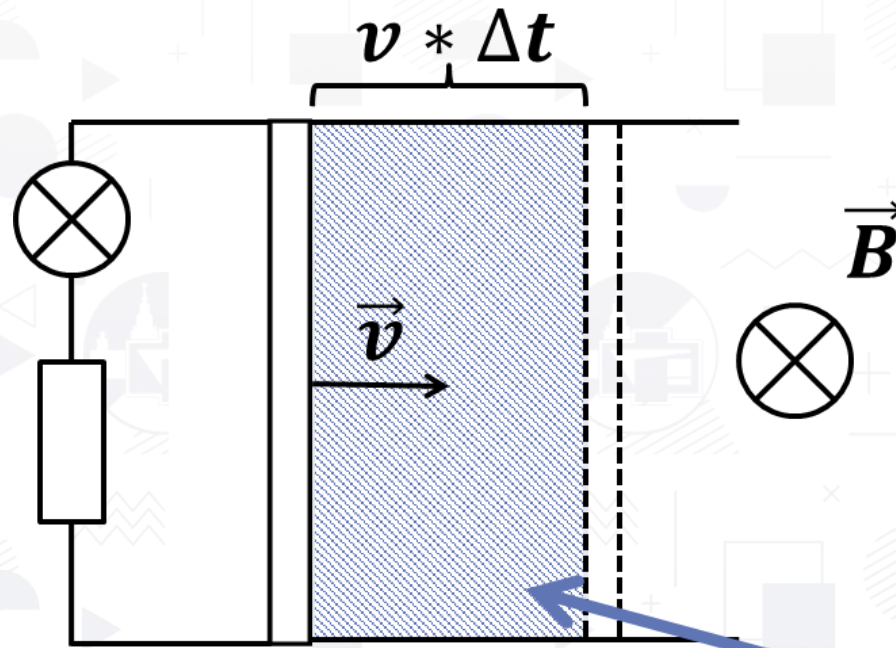




$$I_{\text{инд}} = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{общ}}} = \frac{vBL}{R_{\text{общ}}}$$



Второй подход Закон электромагнитной индукции



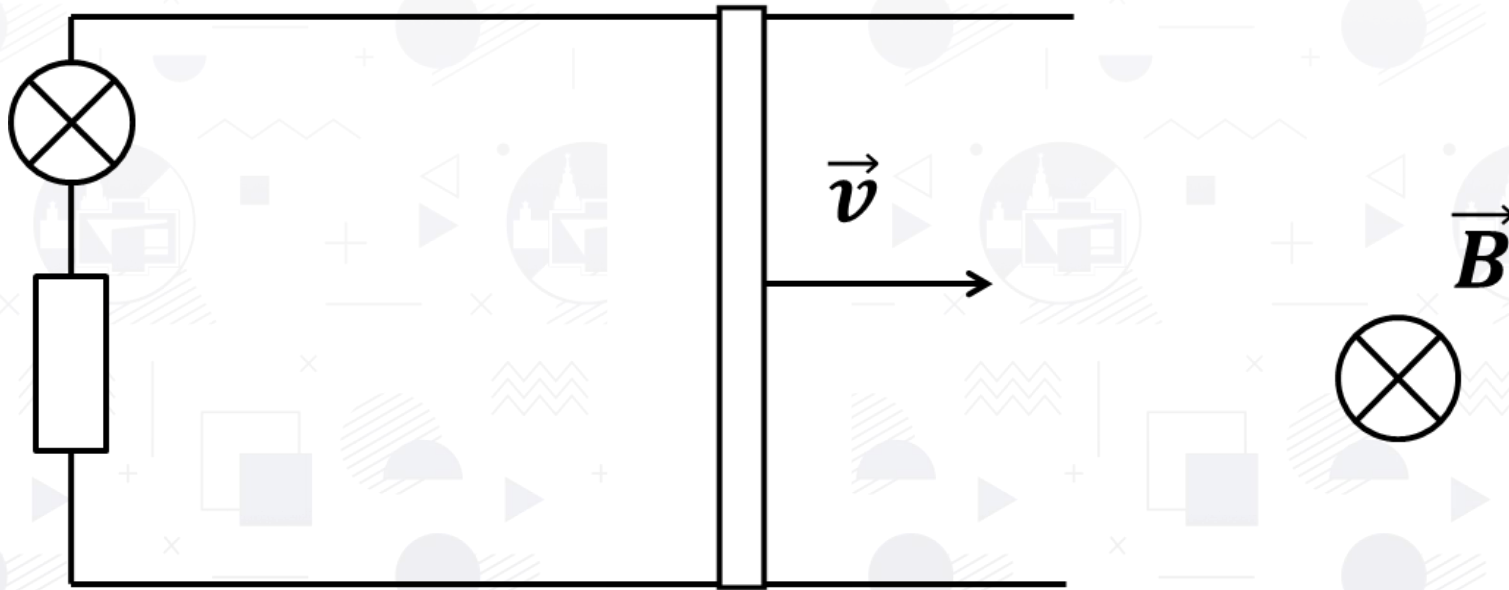
$$\Delta S = v * \Delta t * L$$

$$\Delta \Phi = B * \Delta S$$

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -v * B * L$$

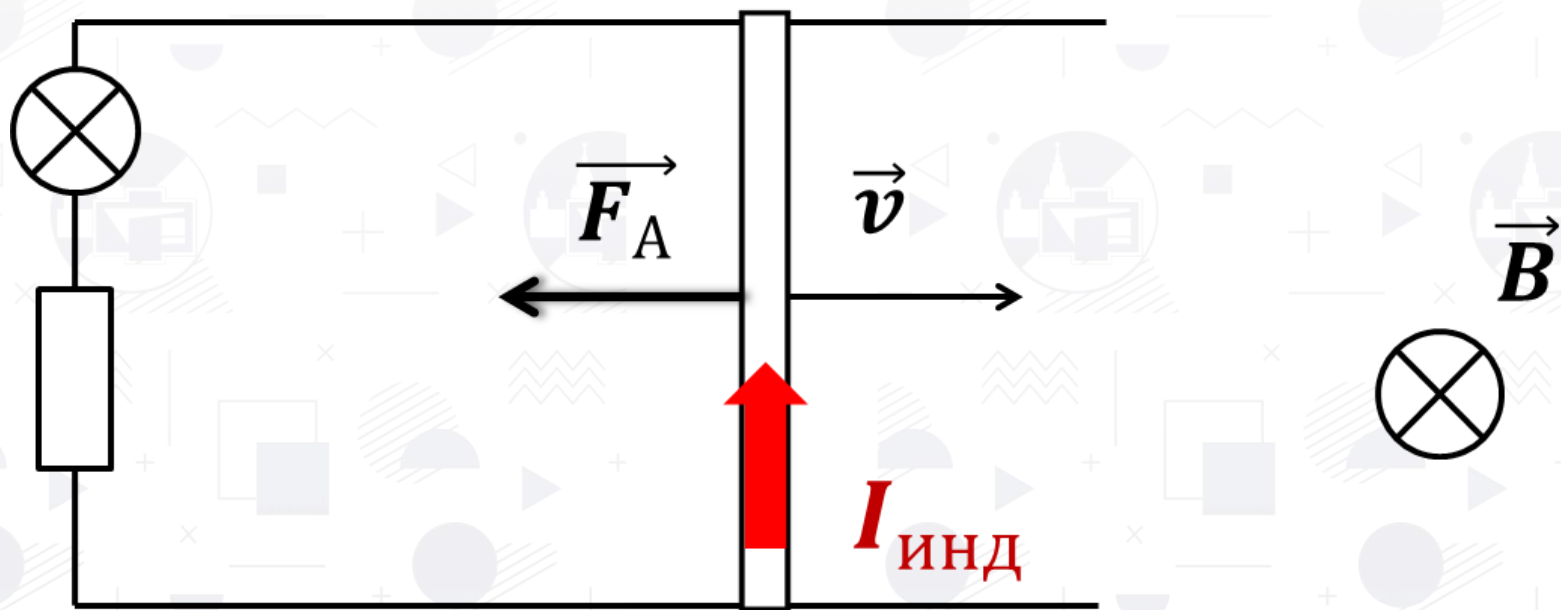


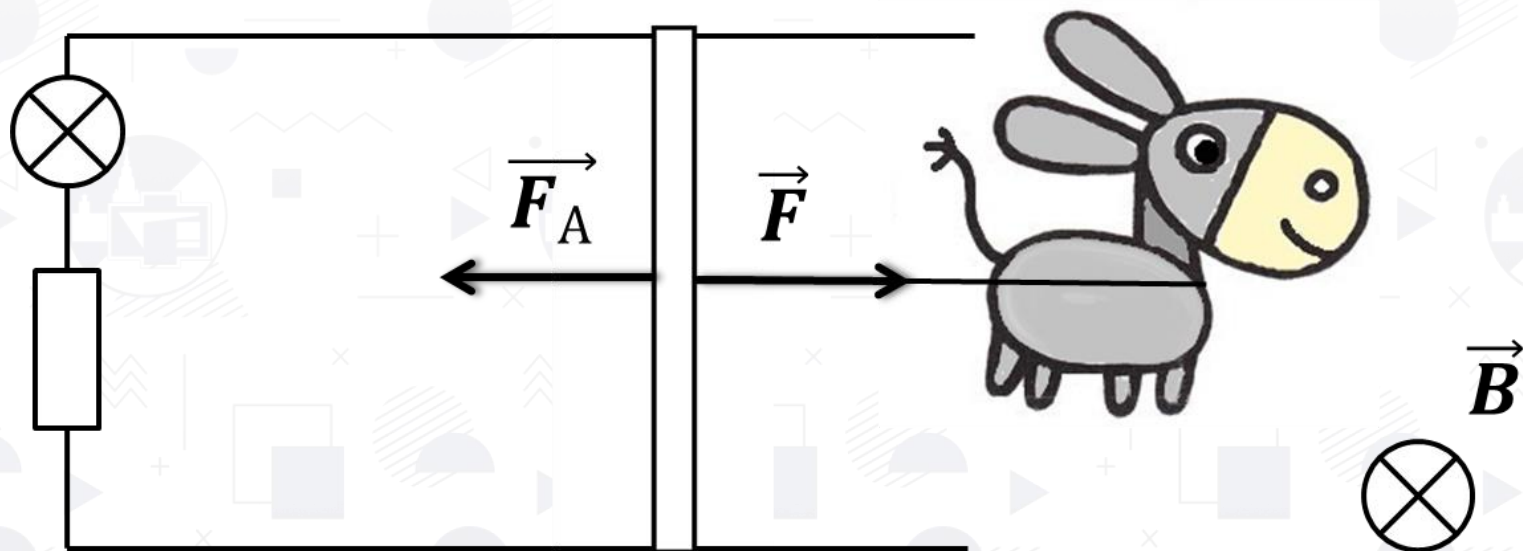
Что с энергией?



$$\frac{mv^2}{2} = Q_{\text{дж}}$$





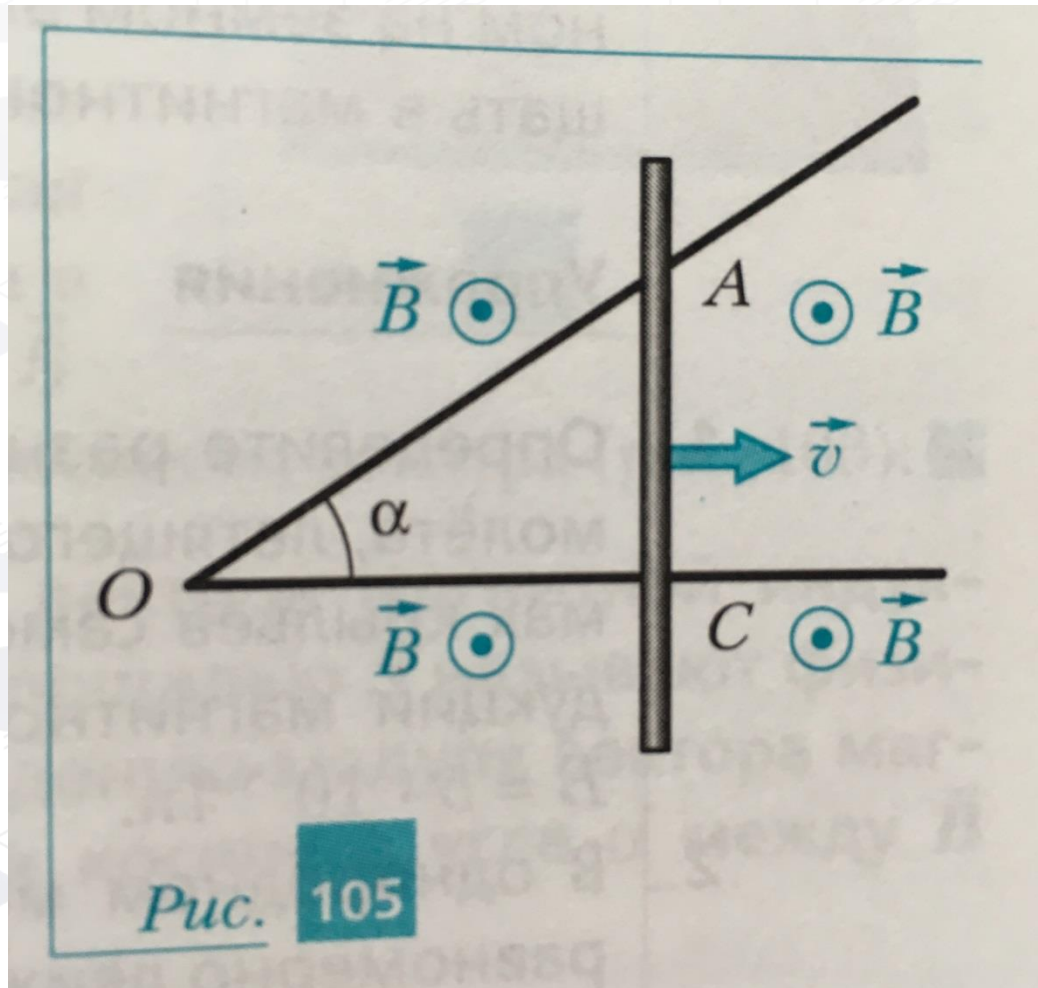


Электростанция



Физический факультет МГУ

Физика 11, стр. 133



$$\mathcal{E}(t) = ?$$

$$I(t) = ?$$



Возможно применение обоих методов!
Физический факультет МГУ

А есть ли отличия? Когда какой?

Чтобы ответить, необходимо
понимать:

В чем природа ЭДС индукции?

Где локализована ЭДС индукции?

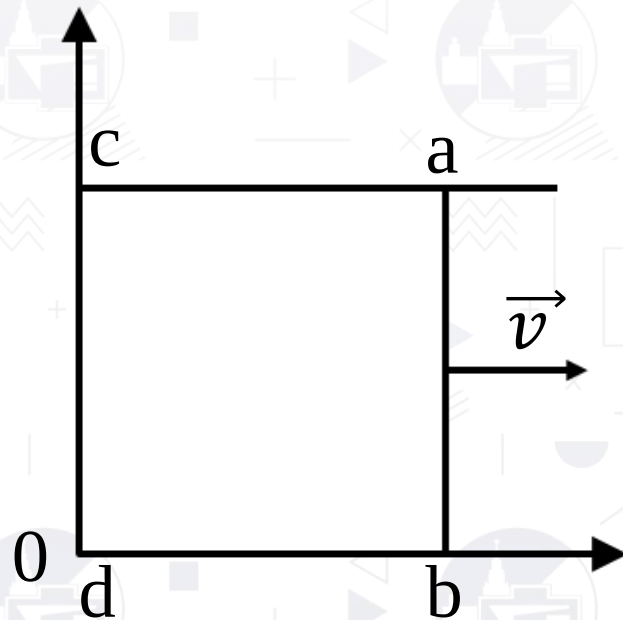


**ЭДС индукции возникает при
относительном движении проводника
относительно магнитного поля (или поля
относительно проводника)**

=> Выбор метода (первый или
второй) зависит от нашего знания
этого относительного движения.



По П-образному проводнику $acdb$ постоянного сечения скользит со скоростью $\vec{v}$ медная перемычка ab длиной l из того же материала и такого же сечения (см. рис.). Проводники, образующие контур, помещены в постоянное однородное магнитное поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости проводников и равен по модулю B . Определить разность потенциалов U между точками a и b в тот момент, когда $ac = 2ab$.

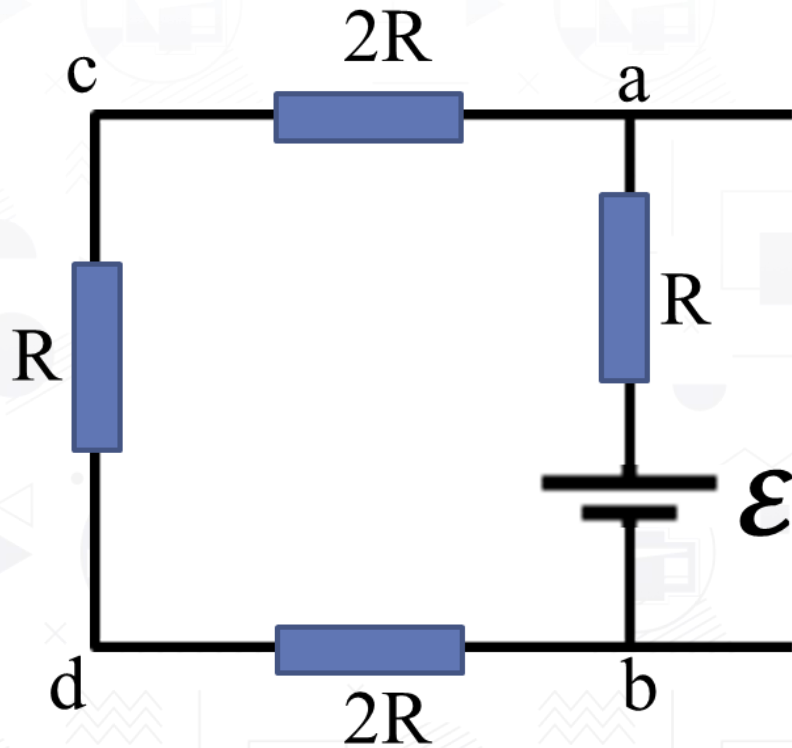


Где $\mathcal{E}$?

$\mathcal{E}$ – на $[ba]$

– есть внутреннее сопротивление





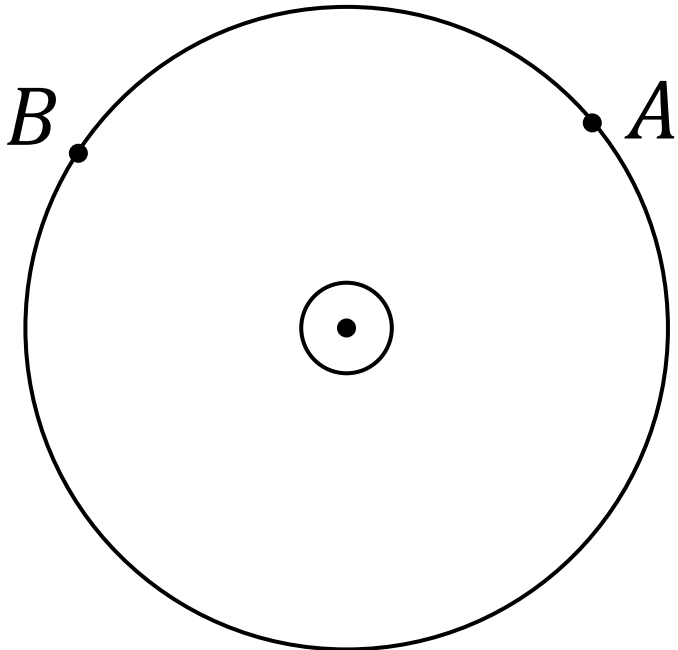
$$(1) \quad \mathcal{E} = vBl$$

$$(2) \quad \mathcal{E} = I(R + 2R + 2R + R) = I * 6R$$

$$(3) \quad \varphi_a - \varphi_b = I(R + 2R + 2R) = \mathcal{E} - IR$$

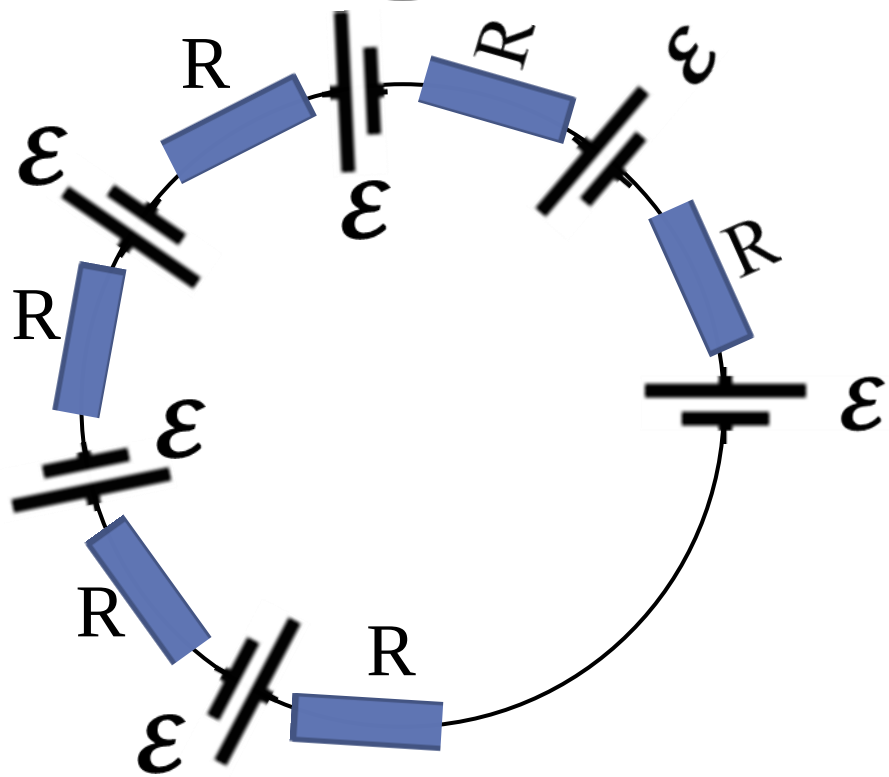
$$\Rightarrow \varphi_a - \varphi_b = I * 5R = \frac{\mathcal{E}}{6R} * 5R = \frac{5}{6} vBl$$





$$\varphi_a - \varphi_b = ?$$

$$B(t) = B_0 - kt$$

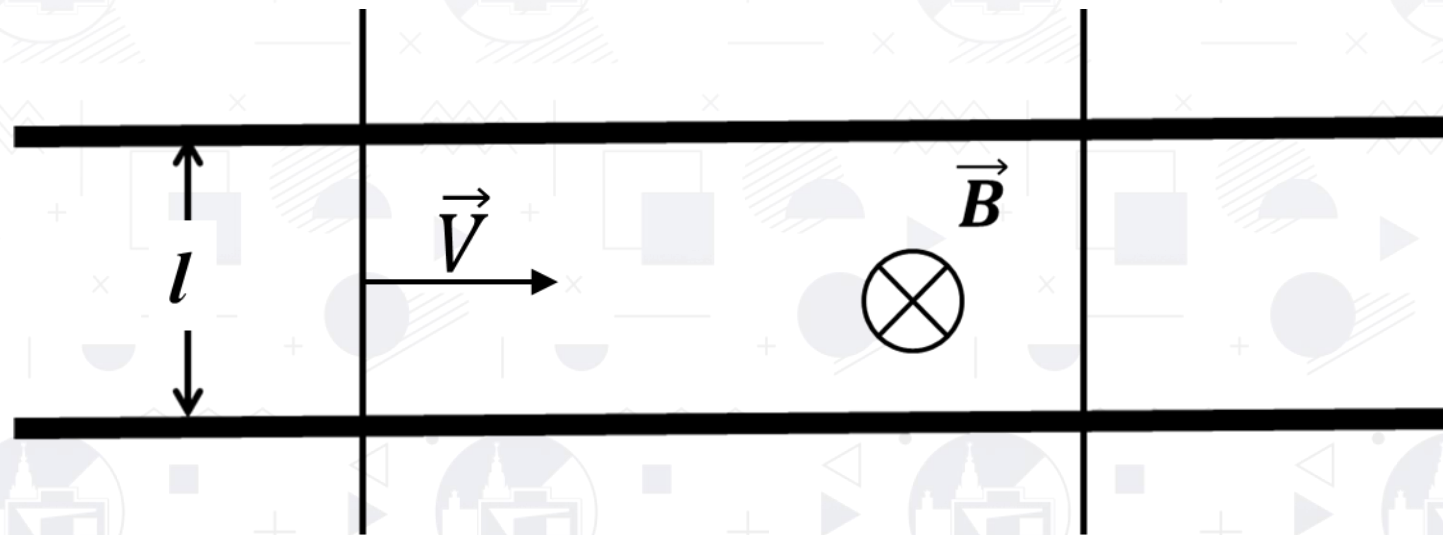


$$I = \frac{N\mathcal{E}}{NR}$$

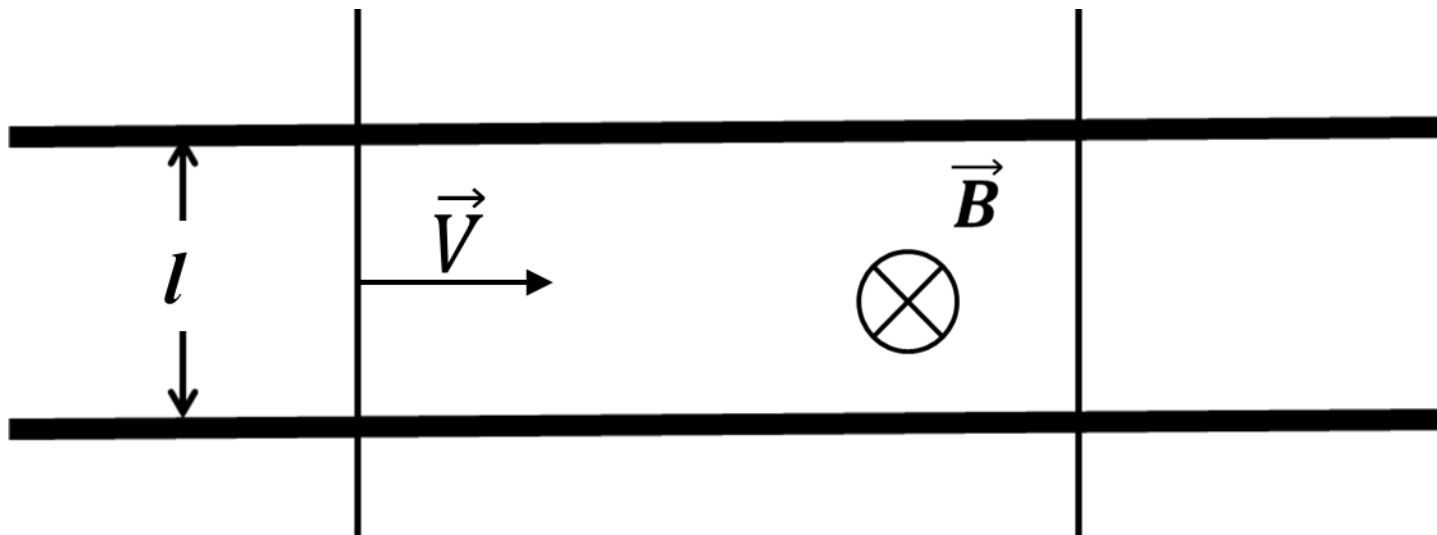
$$\varphi_a - \varphi_b = 0$$

$$\varphi_a - \varphi_b = \mathcal{E} - IR$$

Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция $\vec{B}$ которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью $\vec{V}$, а правый — постоит. С какой скоростью $\vec{U}$ надо перемещать правый проводник направо, чтобы в два раза увеличить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)

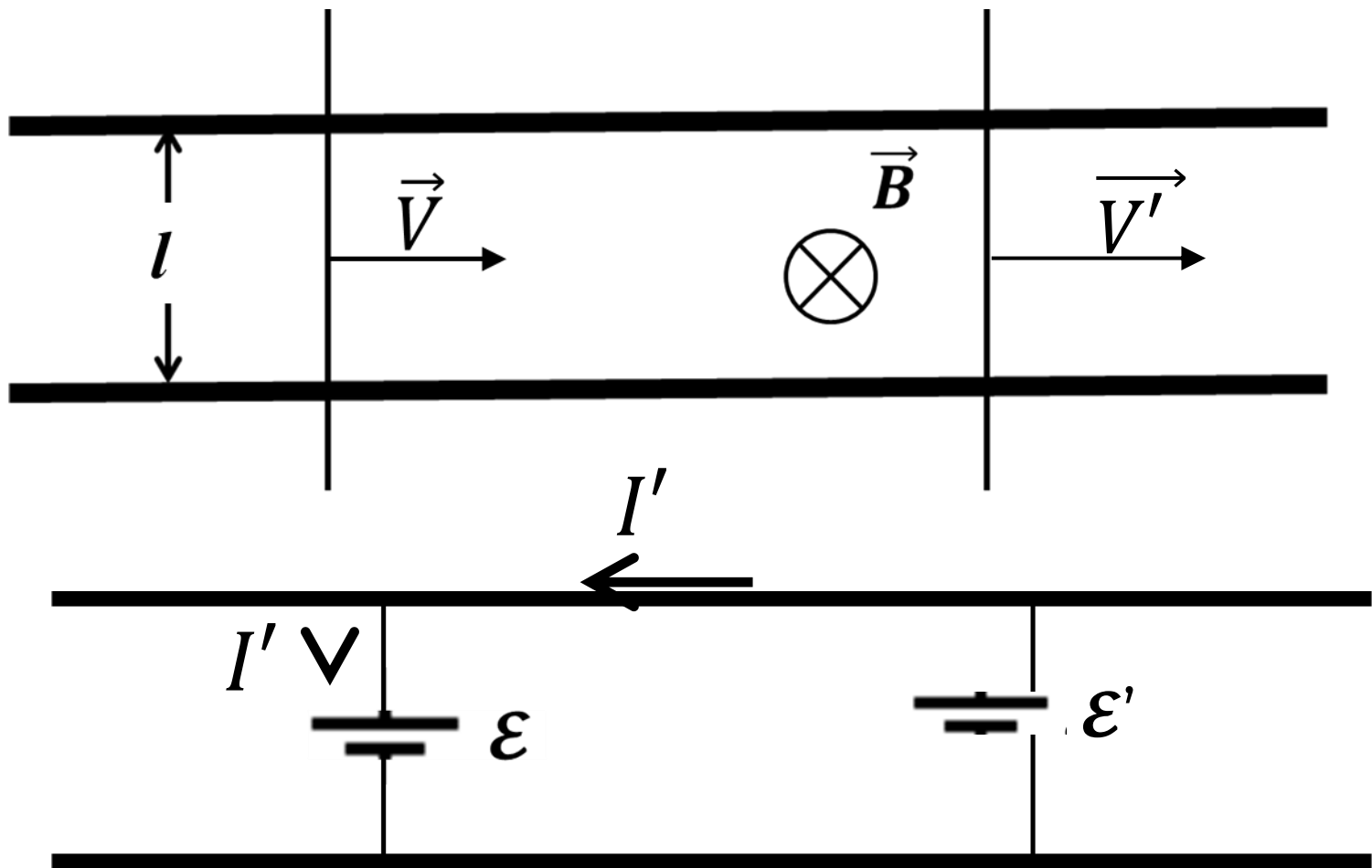


Было



$$\mathcal{E} = vBl \qquad I = \frac{\mathcal{E}}{R} \qquad F_A = IBl$$

Стало



$$I' = \frac{\mathcal{E}' - \mathcal{E}}{R} \quad \mathcal{E}' = V' Bl \quad F'_A = I' Bl$$

$$\frac{F'_A}{F_A} = \frac{I'}{I} = \frac{\mathcal{E}' - \mathcal{E}}{\mathcal{E}} = \frac{V' - V}{V} = 2 \Rightarrow V' = 3V$$

Примеры

Физика 11, стр. 142

 Рассмотрим пример такого действия.

Задача

Заряд Q равномерно распределён по тонкому диэлектрическому кольцу массой M , лежащему на гладкой горизонтальной плоскости. Кольцо находится в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$, магнитные линии направлены вертикально. Определите угловую скорость, которую приобретёт кольцо после выключения магнитного поля.

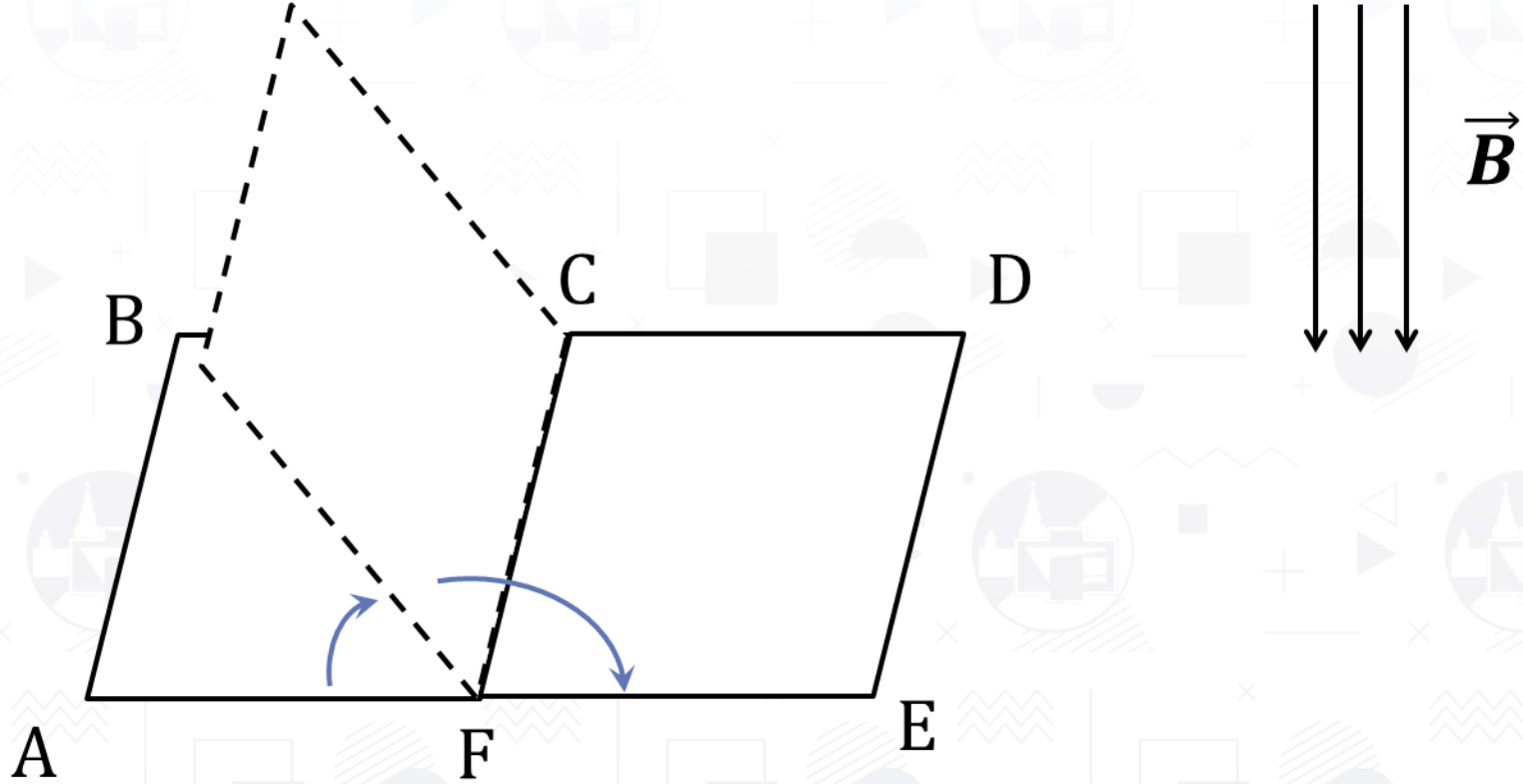


Физика 11, стр. 138

Задача

Плоская прямоугольная рамка из тонкого провода расположена в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$. В начальный момент времени плоскость рамки перпендикулярна магнитным линиям. Площадь поверхности, ограниченной рамкой, равна S . Общее сопротивление провода рамки равно R . Рамку медленно поворачивают вокруг одной из её сторон на 180° . Определите заряд q , который протечёт через поперечное сечение провода рамки в результате её поворота.





$$R_{AB} = R_{BC} = R_{CD} = R_{DE} = R_{EF} = R_{FA} = R_{CF} = R$$

$$q_{CF} = ?$$



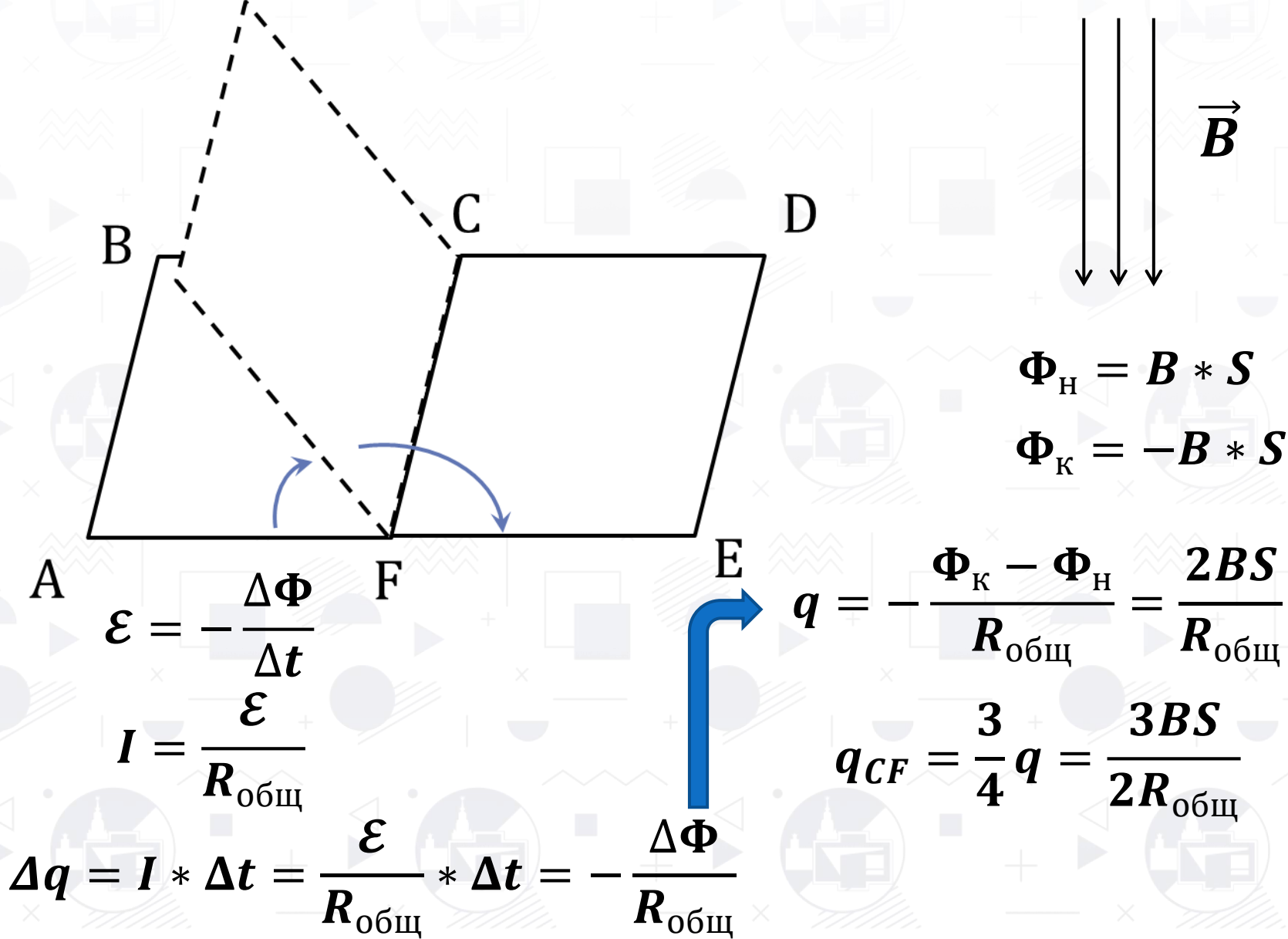


Diagram illustrating a rectangular loop ABCD in a magnetic field $\vec{B}$. The loop is partially folded along diagonal AC, with points A, B, C, D, E, and F labeled. Blue arrows indicate rotation. A blue arrow points from the diagram to the equations.

$$\Phi_H = B * S$$

$$\Phi_K = -B * S$$

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}}}$$

$$\Delta q = I * \Delta t = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}}} * \Delta t = -\frac{\Delta\Phi}{R_{\text{общ}}}$$

$$q = -\frac{\Phi_K - \Phi_H}{R_{\text{общ}}} = \frac{2BS}{R_{\text{общ}}}$$

$$q_{CF} = \frac{3}{4}q = \frac{3BS}{2R_{\text{общ}}}$$

