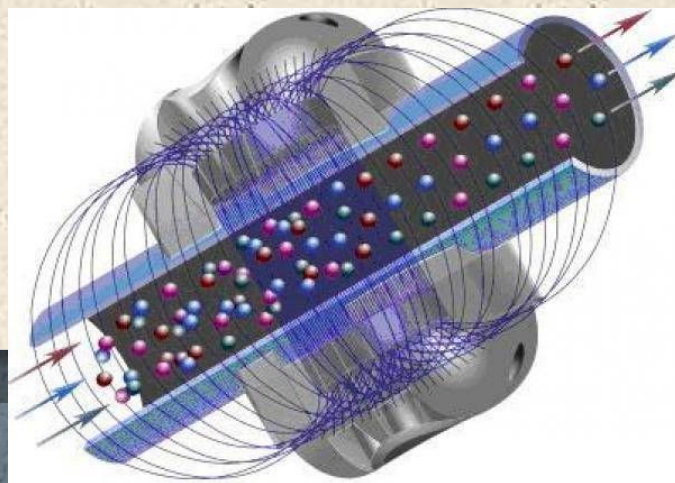


Магнитный поток

Физика 11 класс



Аналогия с ПОТОКОМ ЖИДКОСТИ



Магнитный поток – характеризует магнитное поле в определенной области пространства.

При наборе воды (фото), нас не интересует вся вода ручья (водопада), а только та ее часть которая попадает в плоскость горловины бутылки.

Аналогия с потоком ЖИДКОСТИ

Поток жидкости – объем жидкости протекающей сквозь поперечное сечение трубы за единицу времени.

Пусть жидкость двигается со скоростью v по трубе с площадью сечения ΔS

На рисунке:

v – скорость течения воды

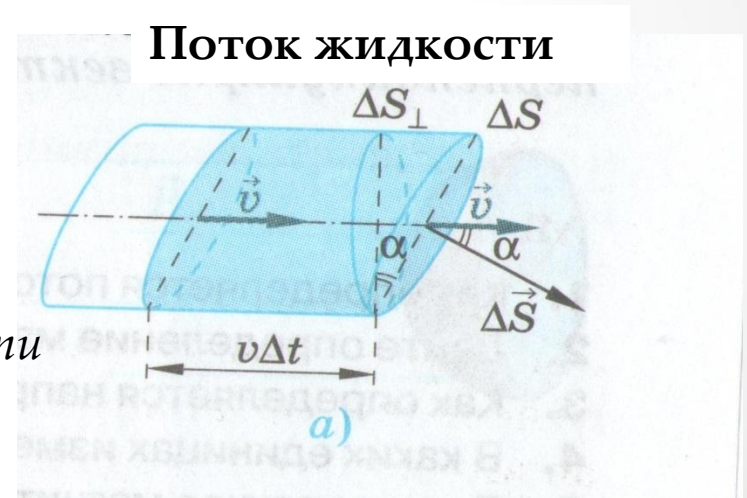
ΔS – площадь сечения

ΔS_{\perp} – площадь сечения перпендикулярная скорости

α – угол между сечением и перпендикулярным сечением.

Объем жидкости которая пройдет через сечение ΔS

$$\Delta V = \Delta S_{\perp} v \Delta t = \Delta S v \Delta t \cos \alpha$$

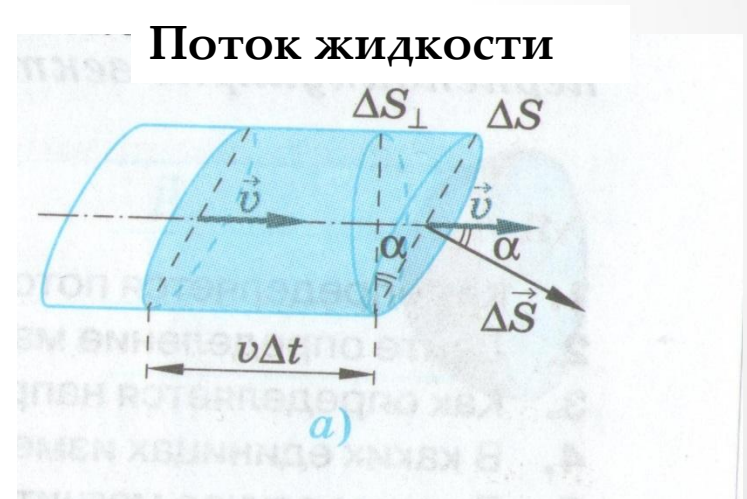


Аналогия с потоком жидкости

Тогда формула потока жидкости (или поток вектора скорости):

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$



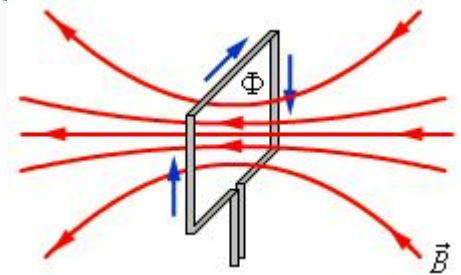
Магнитный поток



Магнитный поток

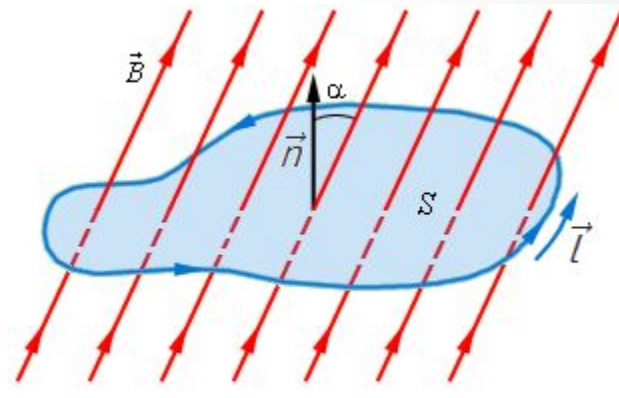
Краткие итоги:

Магнитный поток, или поток вектора магнитной индукции — скалярная величина, которая количественно описывает прохождение магнитного поля через некоторую поверхность.



$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

Магнитный поток, равный 1 Вб, создается магнитным полем с индукцией 1 Тл, пронизывающим по направлению нормали плоский контур площадью 1 м²:



Магнитный поток Φ , пронизывающий площадь контура, зависит от:

- величины вектора магнитной индукции;
- площади контура;
- его ориентации относительно линий индукции магнитного поля.

Задачи

Задача 1.

Индукция однородного магнитного поля $B=0,1$ Тл направлена по оси Y . Найдите магнитный поток сквозь четверть круга радиусом $R=10$ см, расположенную в плоскости XZ (рис. 1, а) под углом 60° к плоскости XZ (рис 1, б).

Дано:

$$B=0,1 \text{ Тл}$$
$$R=0,1 \text{ м}$$

Магнитный поток

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

Φ -?

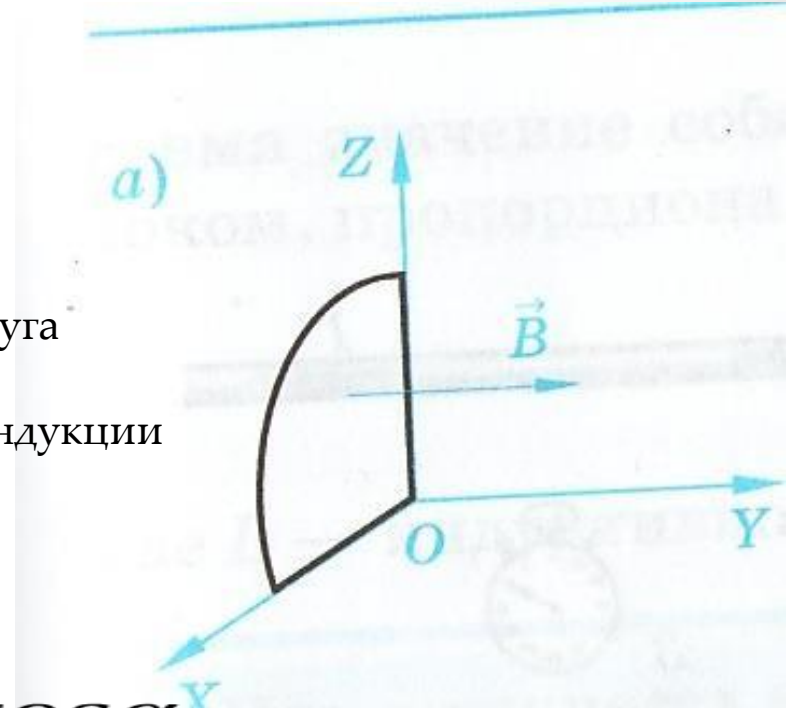
$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha \text{ - площадь четверти круга}$$

α – угол между вектором нормали и вектором индукции

$\alpha = 0$ для первой ситуации $\Rightarrow \cos 0 = 1$

Поэтому получаем:

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$



Задачи

Задача 1.

Индукция однородного магнитного поля $B=0,1$ Тл направлена по оси Y . Найдите магнитный поток сквозь четверть круга радиусом $R=10$ с плоскости XZ (рис. 1, а) под углом 60° к плоскости XZ (ри

Дано:

$$B=0,1 \text{ Тл}$$
$$R=0,1 \text{ м}$$

Магнитный поток

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

Φ -?

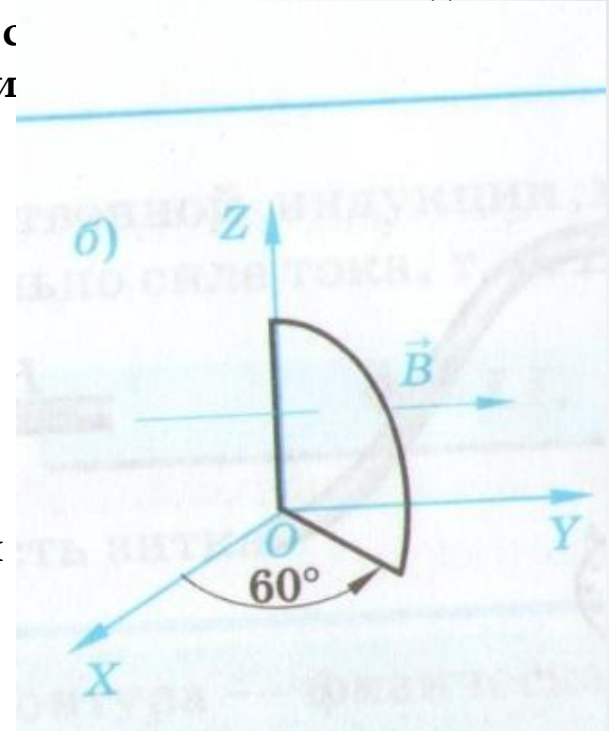
$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha \text{ - площадь четверти круга}$$

α – угол между вектором нормали и вектором индукции

$\alpha = 60^\circ$ для второй ситуации $\Rightarrow \cos 60^\circ = 0,5$

Поэтому получаем:

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$



Задачи

Задача 2.

Квадратная рамка со стороной $a=10$ см движется со скоростью $v=3$ см/с в однородное магнитное поле с индукцией $B=10^{-2}$ Тл, направленной перпендикулярно плоскости рамки, Найдите магнитный поток сквозь рамку в момент времени $t=2$ с

Дано:

$$a=0,1 \text{ м}$$

$$v=3 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

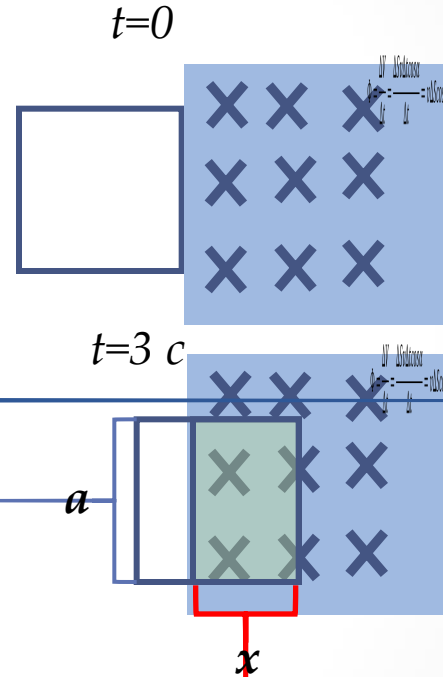
$$B=10^{-2} \text{ Тл}$$

$$t=2 \text{ с}$$

Магнитный поток

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

$$\alpha = 0^\circ \Rightarrow \cos 0^\circ = 1$$



Φ -?

$$\left. \begin{aligned} \Phi &= \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha \\ \Phi &= \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

Поэтому получаем:

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

Задачи

Задача 3.

Проволочное кольцо радиусом R , находящееся в плоскости чертежа, поворачивается на 180° относительно вертикальной оси (см. рис.) Индукция магнитного поля перпендикулярна плоскости чертежа. Найдите изменение магнитного потока сквозь кольцо в результате его поворота.

Магнитный поток

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

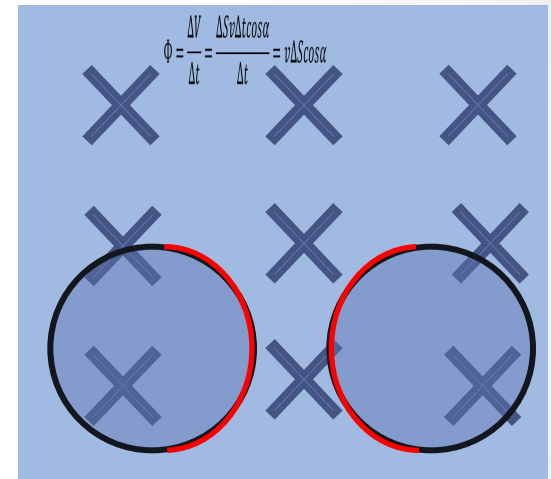
В первом случае $\alpha = 0^\circ \Rightarrow \cos 0^\circ = 1$

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

Во втором случае $\alpha = 180^\circ \Rightarrow \cos 180^\circ = -1$

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$



1

2

Задачи

Задача 4.

Найдите магнитный поток Φ в произвольный момент времени t , пронизывающий прямоугольную рамку со сторонами a и b , вращающуюся с угловой скоростью ω . Индукция однородного магнитного поля B перпендикулярна плоскости чертежа. Постройте график зависимости $\Phi(t)$.

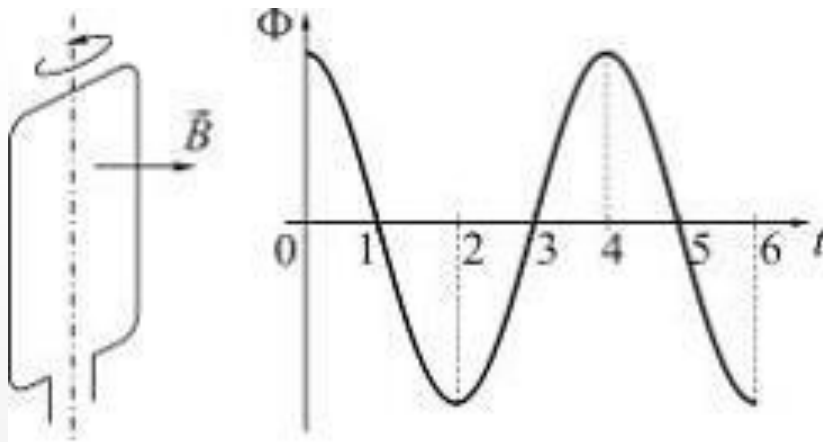
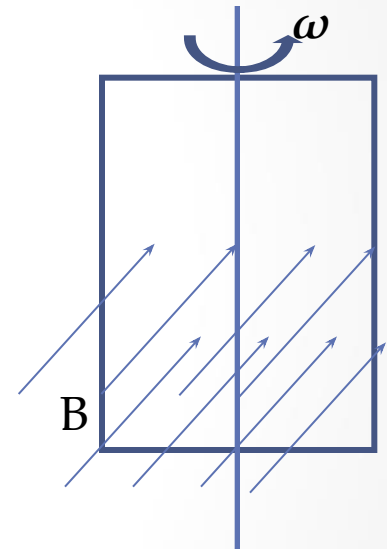
Магнитный поток

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

Угловая скорость ω показывает на какой угол повернется рамка за время t

Поэтому $\alpha = \omega t$.

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$



Задачи

Задача 5.

Найдите магнитный поток создаваемый однородным магнитным полем с индукцией B и проходящий сквозь полусферу радиусом R

Магнитный поток

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

Из чертежа хорошо видно, что поток в этом случае равен потоку через поперечное сечение полусферы, т.е. круг

$$S = \pi R^2$$

$$\Phi = B \pi R^2$$

