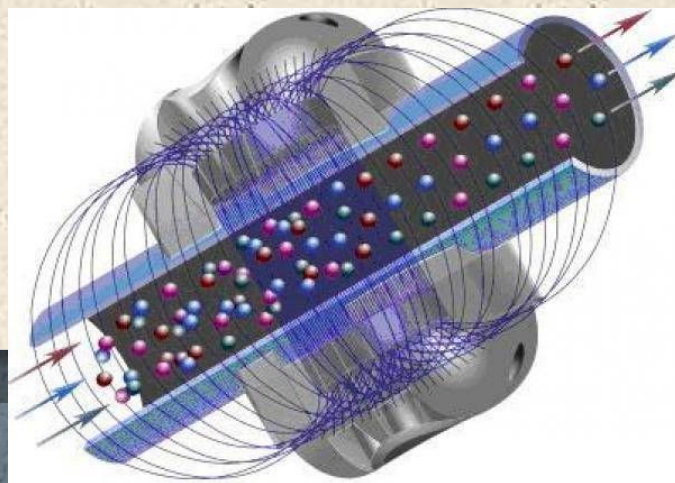


# Магнитный поток

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  $\Delta S$

На рисунке:

$v$  – скорость течения воды

$\Delta S$  – площадь сечения

$\Delta S_{\perp}$  – площадь сечения перпендикулярная скорости

$\alpha$  – угол между сечением и перпендикулярным сечением.

Объем жидкости которая пройдет через сечение  $\Delta S$

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

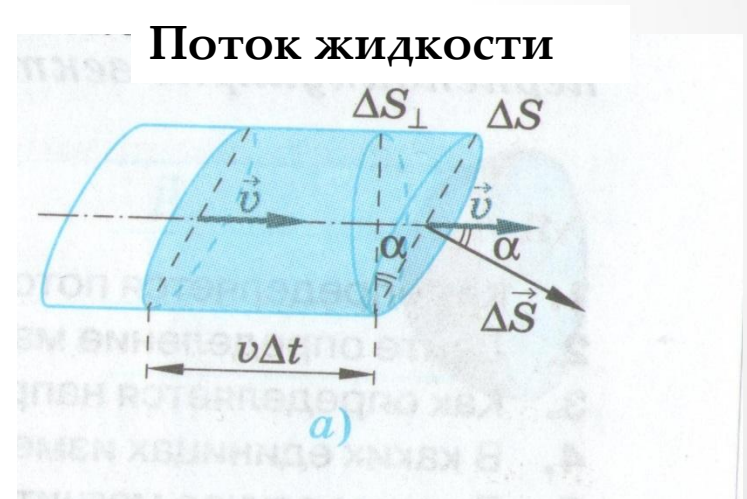


# Аналогия с потоком жидкости

Тогда формула потока жидкости (или поток вектора скорости):

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

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



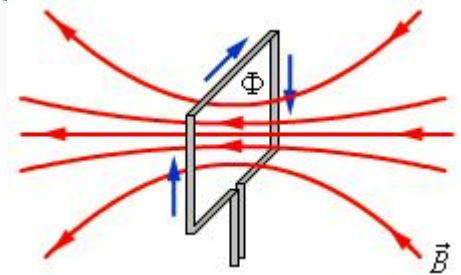
# Магнитный поток



# Магнитный поток

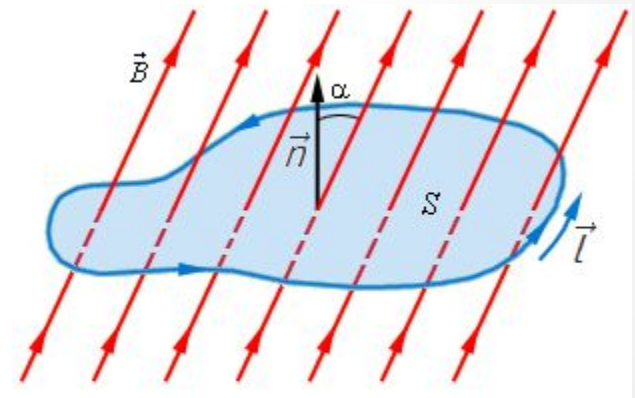
Краткие итоги:

**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 м<sup>2</sup>:



Магнитный поток  $\Phi$ , 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  $60^\circ$  к плоскости  $XZ$  (рис 1, б).

Дано:

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

Магнитный поток

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

$\Phi$ -?

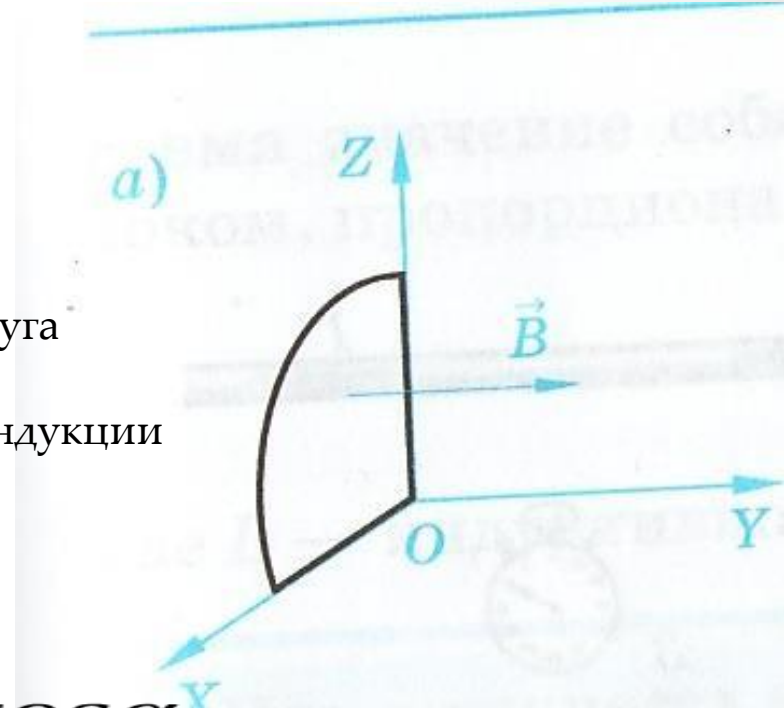
$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha \text{ - площадь четверти круга}$$

$\alpha$  – 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  $60^\circ$  к плоскости  $XZ$  (ри

Дано:

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

Магнитный поток

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

$\Phi$ -?

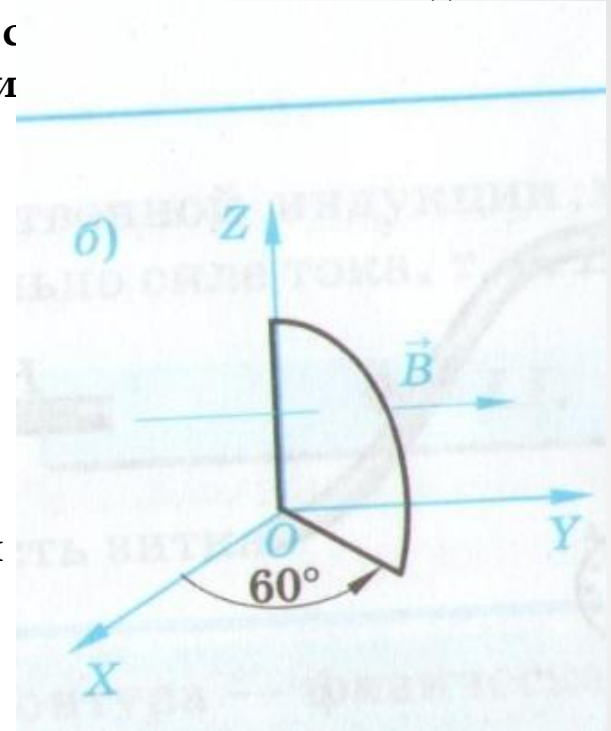
$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha \text{ - площадь четверти круга}$$

$\alpha$  – 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:

$$a=0,1 \text{ м}$$

$$v=3 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

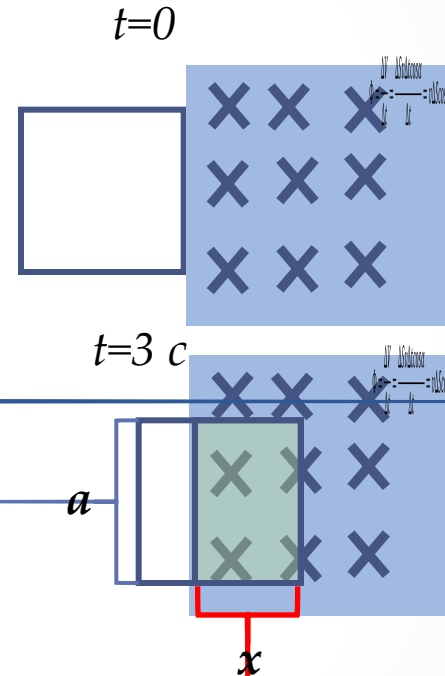
$$B=10^{-2} \text{ Тл}$$

$$t=2 \text{ с}$$

Магнитный поток

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

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



$\Phi$ -?

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

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

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  $180^\circ$  относительно вертикальной оси (см. рис.) Индукция магнитного поля перпендикулярна плоскости чертежа. Найдите изменение магнитного потока сквозь кольцо в результате его поворота.

Магнитный поток

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

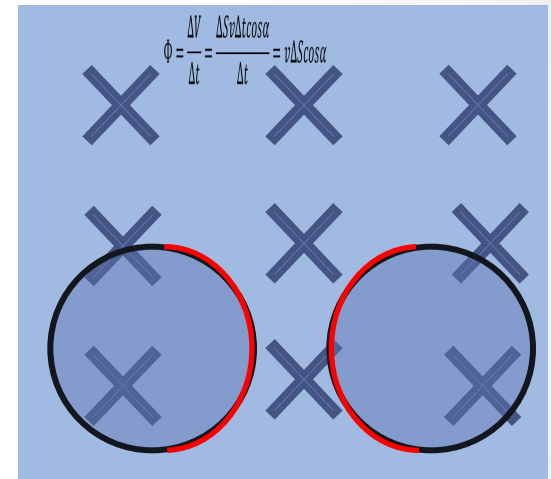
В первом случае  $\alpha = 0^\circ \Rightarrow \cos 0^\circ = 1$

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

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

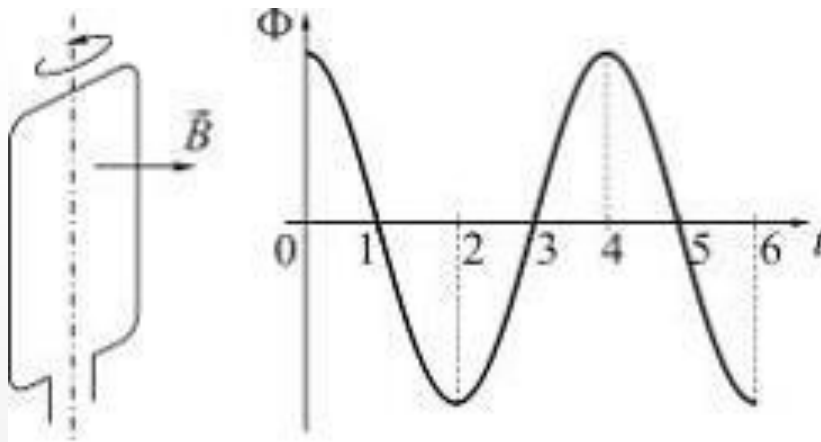
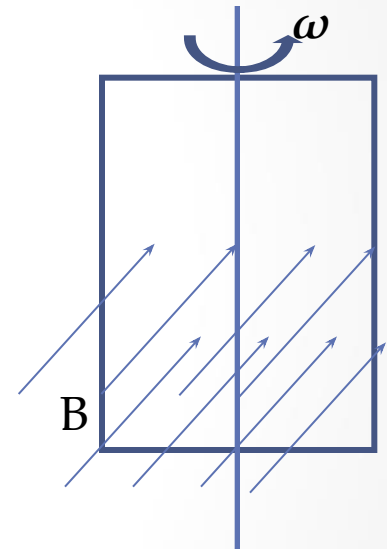
### Магнитный поток

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

Угловая скорость  $\omega$  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

$$S = \pi R^2$$

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

