Сумма векторов

Кириллов А.М., учитель гимназии № 44 г. Сочи (http://kirillandrey72.narod.ru/)

Известно, что физические величины бывают *скалярными* (характеризующимися только числовым значением) и *векторными* (кроме числового значения имеют также направление). Примерами скалярных величин могут служить, например, масса, объем, путь и т.д. Примеры векторных величин: скорость, сила, напряженность электрического поля, индукция магнитного поля и т.д.

В физике существует, так называемый, *принцип суперпозиции*. Заключается он в следующем. Если имеется система объектов, характеризуемая каким-либо физическим свойством, то соответствующая физическая величина может быть найдена как сумма значений этой величины для каждого объекта системы в отдельности. Т.е. другие объекты системы не влияют на свойства рассматриваемого тела. Поэтому принцип суперпозиции, другими словами - это *принцип независимости*.

Принцип суперпозиции в физике применяется, например, для сил, напряженности электрического поля, индукции магнитного поля и др. Указанные величины являются векторными, поэтому суммировать их надо векторно (или, другими словами, геометрически).

Вспомним правила сложения векторов и приведем примеры из физики.

1. Правило треугольника

Правилом треугольника сложения векторов называется следующий способ: Пусть есть произвольные векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$. Надо от конца вектора $\vec{a}$ отложить вектор $\vec{b}$, равный вектору $\vec{b}$. Тогда вектор, начало которого совпадает с началом вектора $\vec{a}$, а конец совпадет с концом вектора $\vec{b}$, будет суммой $\vec{a}+\vec{b}$.

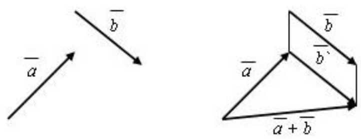

Рисунок 1 – Правило треугольника

2. Правило параллелограмма

Правилом параллелограмма сложения векторов называется следующий способ:

Пусть есть векторы $\overrightarrow{AB}$ и $\overrightarrow{AC}$, у которых начала векторов совпадают, а концы не совпадают.

Достроим данный угол до параллелограмма, так что $\overrightarrow{AC}=\overrightarrow{BD}$и $\overrightarrow{AB}=\overrightarrow{CD}$.

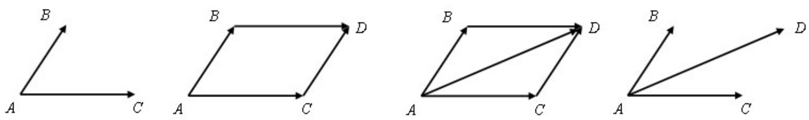

Рисунок 2 – Правило параллелограмма

Тогда $\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{BD}=\overrightarrow{AD}$, а т.к. $\overrightarrow{BD}=\overrightarrow{AC}$, то $\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{AC}=\overrightarrow{AD}$.

Примеры применения в физике

1. Принцип суперпозиции сил. Равнодействующая сил

Если на тело действует одновременно несколько сил $\vec{F}_i$, то их совокупное действие на тело эквивалентно действию одной силы $\vec{F}_R$, равной векторной (геометрической) сумме всех действующих на тело сил (см. рис. 3):

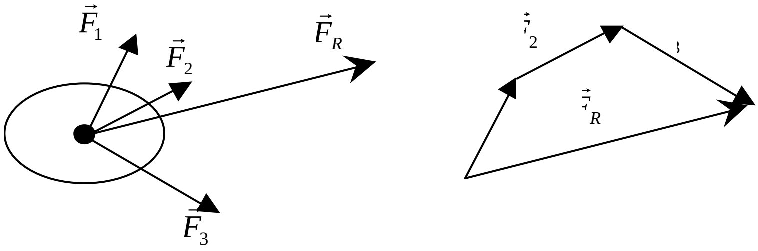

Рисунок 3 – Суперпозиция сил

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots + \vec{F}_N = \sum_{i=1}^{N} \vec{F}_i \,. \tag{1}$$

<u>Равнодействующая сила</u> $\vec{F}_R$ - это сила, которая производит на тело такое же действие, какое производит на него совокупность сил.

При сложении сил (рис. 3) применено правило треугольника (многоугольника).

2. Принцип суперпозиции электрических полей

Если на электрический заряд q действуют одновременно электрические поля нескольких зарядов, то результирующая сила оказывается равной геометрической сумме сил, действующих со стороны каждого поля в отдельности. Это свойство электрических полей означает, что поля подчиняются *принципу суперпозиции*: если в данной точке пространства различные заряженные тела создают электрические поля с напряженностями $\vec{E}_i$, то **вектор напряженности электрического поля равен сумме векторов напряженности всех полей** (рис. 4):

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \ldots + \vec{E}_N = \sum_{i=1}^{N} \vec{E}_i \,. \tag{2}$$

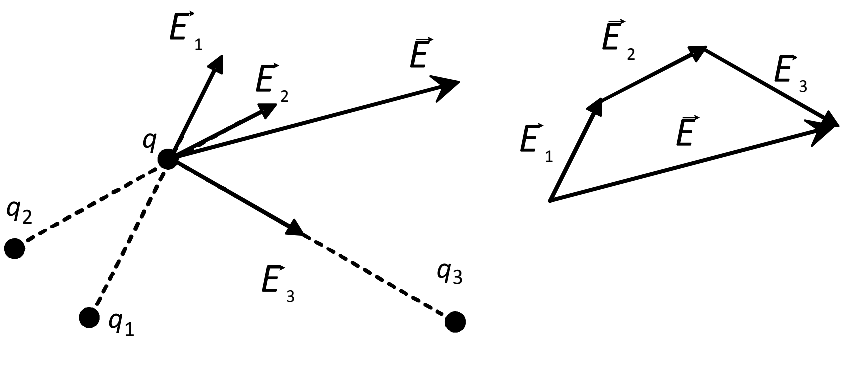

Рисунок 4 – Суперпозиция электрических полей

3. Поле между двумя плоскостями. Конденсатор

Пусть поле создаётся двумя равномерно заряженными разноименными зарядами плоскостями с поверхностными плотностями +σ и –σ. Согласно принципу суперпозиции поле плоскостей можно найти как векторную сумму полей, создаваемых каждой плоскостью в отдельности (рис. 5). На рисунке верхние стрелки соответствуют полю $+\vec{E}$ от положительно заряженной плоскости, нижние – от отрицательной плоскости $-\vec{E}$. Можно видеть, что справа и слева от плоскостей напряженности полей $+\vec{E}$ и $-\vec{E}$ направлены навстречу друг другу, поэтому здесь напряженность поля $\vec{E}=(+\vec{E})+(-\vec{E})=0$. В области между плоскостями $E=(+E)+(-E)$, т.к. **вектора имеют одинаковое направление, то их модули складываются алгебраически**.

Таким образом, поле внутри конденсатора (между его пластинами) $E=\dfrac{\sigma}{2\varepsilon\varepsilon_0}+\dfrac{\sigma}{2\varepsilon\varepsilon_0}=\dfrac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}$.

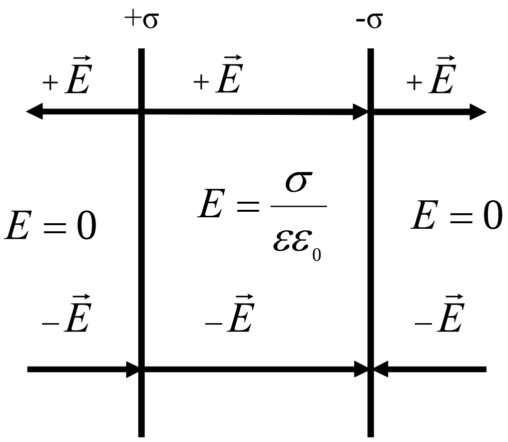

Рисунок 5 – Поле двух заряженных плоскостей.

Итак, напряженность поля между двумя разноименно заряженными плоскостями (поле конденсатора):

$$E=\frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}. \tag{3}$$