

Тема 3

СВЕДЕНИЯ О ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПОЛЯХ

Векторным полем в трехмерном пространстве (или в некоторой области трехмерного пространства) называется вектор-функция положения и времени:

$$\Phi = \Phi(\mathbf{r}, t).$$

Считаем, что вектор Φ приложен в точке \mathbf{r} . В координатах (как всегда, правая декартова система)

$$\Phi = \Phi_x \mathbf{e}_x + \Phi_y \mathbf{e}_y + \Phi_z \mathbf{e}_z,$$

$$\Phi_x = \Phi_x(x, y, z, t), \quad \Phi_y = \Phi_y(x, y, z, t), \quad \Phi_z = \Phi_z(x, y, z, t).$$

Мы начнем с примеров силовых полей.

С физической точки зрения все макроскопические взаимодействия (т. е. взаимодействия тел с достаточно большим числом атомов) суть сложные комбинации двух фундаментальных взаимодействий между частицами: гравитационного и электромагнитного (последнее особенно богато проявлениями: например, силы упругости, силы трения имеют чисто электромагнитную природу). Это обязывает нас рассмотреть хотя бы частные проявления фундаментальных сил, когда одностороннему воздействию подвергается только одна материальная точка.

Итак, имеем точку массы m . Если в пространстве нет ничего, кроме другой точки массы M , то гравитационное воздействие на m выражается силой

$$\mathbf{F} = -f \frac{mM}{r^2} \frac{\mathbf{r}}{r},$$

где \mathbf{r} — радиус-вектор, проведенный из точки M в точку m , f — универсальная гравитационная постоянная; $[f] = L^3/T^2M$; модуль силы \mathbf{F} обратно пропорционален квадрату расстояния между точками и пропорционален их массам, причем сила направлена от одной массы к другой (притягивающая сила). В этом состоит закон гравитации Ньютона.

Аналогичную структуру имеет сила электростатического взаимодействия (сила Кулона). Материальная точка характеризуется электрическим зарядом q (величина, которая может быть и положительной, и отрицательной, и равной нулю). Если Q — заряд другой точки, и обе они неподвижны, то

$$\mathbf{F} = k \frac{qQ}{r^2} \frac{\mathbf{r}}{r}.$$

Если $Qq > 0$, то сила будет отталкивающей.

Для измерения заряда требуется, вообще говоря, отдельная единица измерения. Можно сделать ее зависимой от единиц массы, длины и времени, выбрав так, чтобы коэффициент в послед-