система координат,

в которой положение точки задается тремя действительными числами x, y, z. Более того, опыт убеждает в том, что в нашем распоряжении, если потребуется, всегда будет декартова система координат — такая, в которой расстояние между двумя положениями x_1, y_1, z_1 и x_2, y_2, z_2 равно

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}.$$

Следовательно, в окружающем пространстве действует евклидова геометрия во всем ее богатстве (включая векторную алгебру).

Независимо от системы координат у нас есть

часы

(на практике это некоторый регулярно повторяющийся процесс), отсчитывающие время t. Слово «независимо» здесь очень важно. За ним кроется,

во-первых, предположение о независимости процедур измерения расстояния и времени: не имеет значения, что измерение расстояния занимает некоторое время, а измерение времени разворачивается в пространстве;

во-вторых, предположение о том, что число, обозначающее текущее мгновение времени в одном месте, можно определять по показаниям часов в другом месте; в этом смысле выражение «сейчас» корректно применительно ко всему пространству в целом. Этот исходный тезис механики Ньютона настолько привычен и настолько удобен, что даже отказ от него с позиций специальной теории относительности играет весьма ограниченную роль не только в других разделах физики, но и при применении самой теории относительности для вычислений в конкретных задачах (точные уравнения этой теории заменяются на уравнения Ньютона с поправочными членами).

Система координат вместе с часами — это

система отсчета.

Движение точки в данной системе отсчета задается функциями $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$. Их можно интерпретировать как переменные координаты некоторой движущейся геометрической точки $P(t)$, а также как компоненты ее радиуса-вектора $\mathbf{r} = \overline{OP}$, где O — точка с координатами $(0, 0, 0)$. Итак,

$$\mathbf{r}(t) = x(t)\,\mathbf{e}_x + y(t)\,\mathbf{e}_y + z(t)\,\mathbf{e}_z,$$

где $\mathbf{e}_x$, $\mathbf{e}_y$, $\mathbf{e}_z$ — единичные векторы декартовой системы координат. Они образуют ортонормированный репер. Скорость точки — это вектор, который имеет несколько эквивалентных обозначений:

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \dot{\mathbf{r}} = \frac{dx}{dt}\mathbf{e}_x + \frac{dy}{dt}\mathbf{e}_y + \frac{dz}{dt}\mathbf{e}_z = \dot{x}\mathbf{e}_x + \dot{y}\mathbf{e}_y + \dot{z}\mathbf{e}_z.$$

Аналогично ускорение

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2} = \ddot{\mathbf{r}} = \frac{d^2x}{dt^2}\mathbf{e}_x + \frac{d^2y}{dt^2}\mathbf{e}_y + \frac{d^2z}{dt^2}\mathbf{e}_z = \ddot{x}\mathbf{e}_x + \ddot{y}\mathbf{e}_y + \ddot{z}\mathbf{e}_z.$$

Системы отсчета используются для того, чтобы производить