3.2. Кинематический принцип относительности. Преобразования Галилея

Пусть по-прежнему K'-система отсчёта движется относительно инерциальной K-системы отсчёта поступательно прямолинейно и равномерно вдоль оси Ox со скоростью $\vec{V}$. Но теперь наблюдатели, находящиеся в K-системе и в K'-системе изучают общий объект. Например, они изучают движение одной и той же материальной точки под действием силы $\vec{F}$ (рис. 3.2).

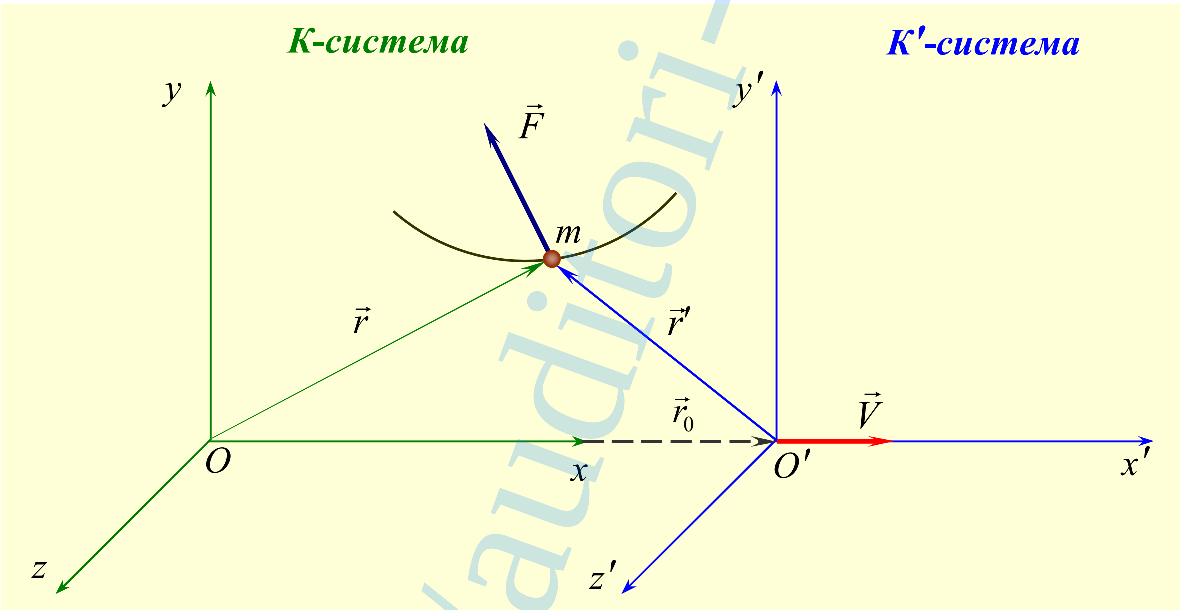

Рис. 3.2. Наблюдение одного объекта из различных систем отсчёта

Начальные условия в этом случае не могут быть одинаковыми: если, например, в начальный момент времени точка покоилась относительно K-системы, то относительно K'-системы в этот момент она двигалась со скоростью $\vec{u}_0' = -\vec{V}$. Кинематические уравнения движения и траектории точки в K-системе и в K'-системе также будут разными. Сила $\vec{F}$ не зависит от того, в какой системе отсчёта её рассматривают, но она различным образом зависит от координат и скорости материальной точки в различных системах отсчёта. Эти различия отражает кинематический принцип относительности.

Кинематический принцип относительности

Движение тел относительно различных инерциальных систем отсчёта воспринимается и описывается по-разному.

В задаче, схема которой показана на рис. 3.2, положение точки относительно системы *K* определяется радиусом-вектором $\vec{r}$, а относительно системы *K′* – радиусом-вектором $\vec{r}'$. Если провести вектор $\vec{r}_0$ из начала *K*-системы (точка *O*) в начало *K′*-системы (точка *O′*), то связь между векторами можно найти из векторного равенства:

$$\vec{r} = \vec{r}' + \vec{r}_0 . \tag{3.1}$$

В классической механике считается, что время течет одинаково в различных инерциальных системах отсчёта. При условии синхронизации часов системы *K* и системы *K′* можно положить $t = t'$, где *t* – время, отсчитанное по часам *K*-системы, а t' – время, отсчитанное по часам *K′*-системы. Тогда

$$\vec{r}_0 = \vec{V}t . \tag{3.2}$$

Подставив (3.2) в (3.1), получим пространственно-временные преобразования, при переходе из системы отсчёта *K′* в систему отсчёта *K*:

$$\vec{r} = \vec{r}' + \vec{V}t, \quad t = t' . \tag{3.3}$$

Проектируя (3.3) на оси координат, получим преобразования координат и времени:

$$x = x' + Vt ; \quad y = y' ; \quad z = z' ; \; t = t' . \tag{3.4}$$

Здесь x, y, z – координаты точки относительно *K*-системы; x', y', z' – координаты точки относительно *K′*-системы.

Соотношения (3.3) или (3.4) называют **преобразованиями Галилея** при переходе из системы отсчёта *K′* в систему отсчёта *K*.

При обратном переходе из системы отсчёта *K* в систему отсчёта *K′* преобразования Галилея для координат и времени имеют вид:

$$x' = x - Vt ; \quad y' = y ; \quad z' = z ; \; t' = t . \tag{3.5}$$

Продифференцировав векторное равенство (3.3) по времени $t = t'$, получим **классическое правило сложения скоростей**:

$$\vec{u} = \vec{u}' + \vec{V}, \tag{3.6}$$

где $\vec{u} = \dfrac{d\vec{r}}{dt}$ – скорость материальной точки относительно K-системы отсчёта;

$\vec{u}' = \dfrac{d\vec{r}'}{dt'}$ – скорость материальной точки относительно K'-системы отсчёта.

В отличие от динамического, кинематический принцип относительности рассматривает описание одного и того же явления из различных систем отсчёта. Поэтому данный принцип связан с формально-математическими преобразованиями координат и времени, отражающими переход из одной системы отчета в другую.

Кинематический принцип относительности является основой пространственно-временных преобразований при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой.