

Относительное движение по инерции. Если материальная точка движется относительно подвижной системы отсчета прямолинейно и равномерно, то такое движение называют *относительным движением по инерции*. В этом случае относительная скорость $\bar{v}_r$ постоянна по модулю и направлению, а потому относительное ускорение $\bar{a}_r = 0$. Из (3) следует в этом случае

$$\bar{F} + \bar{N} + \bar{\Phi}_e + \bar{\Phi}_x = 0. \quad (4)$$

Это условие для сил при относительном движении точки по инерции.

Относительное равновесие. При покое материальной точки относительно подвижной системы отсчета ее относительные скорость и ускорение равны нулю, т. е. $\bar{v}_r = 0$ и $\bar{a}_r = 0$. Ускорение Кориолиса тоже равно нулю, так как

$$\bar{a}_k = 2(\bar{\omega} \times \bar{v}_r).$$

Из (3) получаем условие относительного равновесия для сил:

$$\bar{F} + \bar{N} + \bar{\Phi}_e = 0. \quad (5)$$

При абсолютном движении по инерции или абсолютном равновесии относительно инерциальной системы отсчета имеем для сил одно и то же условие $\bar{F} + \bar{N} = 0$. Условие относительного равновесия для сил отличается от условия относительного движения по инерции.

Инерциальные системы отсчета. Переносное ускорение в общем случае вычисляется по формуле

$$\bar{a}_e = \bar{a}_0 + \bar{\varepsilon} \times \bar{r} + \bar{\omega} \times (\bar{\omega} \times \bar{r}),$$

где $\bar{a}_0$ — ускорение точки, принятой за полюс, например начало координат подвижной системы координат; $\bar{\omega}$ — угловая скорость вращения подвижной системы координат вокруг выбранного полюса; $\bar{\varepsilon} = d\bar{\omega}/dt$ — угловое ускорение этого вращения; $\bar{r}$ — радиус-вектор движущейся точки относительно выбранного полюса.

Пусть подвижная система отсчета все время движется относительно основной инерциальной системы поступательно, равномерно и прямолинейно. В этом случае переносная и кориолисова силы инерции равны нулю, т. е.

$$\bar{\Phi}_e = -m\bar{a}_e = 0; \quad \bar{\Phi}_x = -m\bar{a}_x = 0,$$

так как при поступательном движении $\bar{\omega} = 0$ и $\bar{\varepsilon} = d\bar{\omega}/dt = 0$. При равномерном и прямолинейном движении $\bar{a}_0 = 0$. Таким

262

образом, в этом случае из (3) получаем уравнение относительного движения

$$m\bar{a}_r = \bar{F} + \bar{N}, \quad (6)$$

которое совпадает с уравнением движения относительно инерциальной системы отсчета (1).

Все подвижные системы отсчета, которые движутся поступательно, равномерно и прямолинейно относительно основной инерциальной системы отсчета, называются тоже *инерциальными*. Относительно всех инерциальных систем отсчета получают одинаковые уравнения движения материальной точки. Ускорения материальной точки относительно всех инерциальных систем отсчета одинаковы.

Отсутствие принципиальной возможности каким-либо механическим опытом, основанным на наблюдении за движением материальных тел, отличить одну инерциальную систему отсчета от другой находится в основе принципа относительности классической механики — принципа Галилея — Ньютона, который утверждает: *все механические явления в различных инерциальных системах отсчета протекают одинаково, или никаким механическим опытом нельзя обнаружить инерциальное движение системы отсчета, участвуя вместе с ней в этом движении*. Наоборот, неинерциальную систему отсчета можно обнаружить и отличить одну от другой по поправкам на неинерциальность.

Скорости материальной точки относительно различных инерциальных систем отсчета разные, но нет возможности из наблюдений за движением материальной точки в различных системах отсчета сделать утверждение, какая из инерциальных систем отсчета является основной, неподвижной, а какая — подвижной.

В специальной теории относительности имеет место принцип относительности Эйнштейна, который утверждает: *все физические явления во всех инерциальных системах отсчета протекают одинаково*. Физические явления кроме механических включают также электромагнитные процессы.

Возьмем две инерциальные системы отсчета: $O_1x_1y_1z_1$ и $Oxyz$ (рис. 15). Примем, что система отсчета $Oxyz$ движется относительно $O_1x_1y_1z_1$ с постоянной по модулю и направлению скоростью v параллельно оси O_1x_1 , причем в начальный момент времени при $t = 0$ начала координат и соответствующие оси координат совпадают. В соответствии с концепцией классической механики время для обеих систем координат одно и то же. Нетрудно

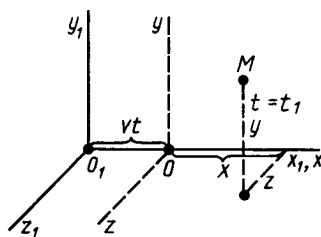


Рис. 15

263

видеть, что координаты какой-либо точки M в двух инерциальных системах отсчета связаны соотношениями параллельного переноса. Имеем:

$$x = x_1 - vt; \quad y = y_1; \quad z = z_1; \quad t = t_1. \quad (7)$$

Эти соотношения называются *преобразованиями Галилея* в частном случае движения двух инерциальных систем отсчета друг относительно друга.

Преобразования Галилея не изменяют формы уравнения движения точки (1), т. е. оно инвариантно по отношению к преобразованиям Галилея.