Принцип относительности Галилея

Для изучения механической системы необходимо выбрать систему отсчета. В разных системах отсчета время, вообще говоря, неоднородно, пространство неизотропно и неоднородно, свободное тело может не находиться в покое и т.д.

Можно найти такую систему отсчета, в которой пространство является однородным и изотропным, а время – однородным. Такая система называется инерциальной. В ней свободное тело может покоиться неограниченно долго.

Однородность пространства и времени $\Rightarrow L$ не зависит от $\vec{r}$ и t, т.е. является функцией скорости $\vec{v}$.

Изотропность пространства $\Rightarrow L$ не зависит от направления скорости, т.е. $L = L(\vec{v}^{\,2}) = L(v^2)$.

Таким образом, уравнения Лагранжа в инерциальной системе отсчета имеют вид:

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \vec{v}} = 0 \tag{1}$$

Отсюда следует, что $\vec{v} = const$.

Получили закон инерции: в инерциальной системе отсчета всякое свободное движение происходит с постоянной по величине и направлению скоростью. Отсюда также следует, что если некоторая система движется с постоянной по величине и направлению скоростью относительно инерциальной системы, то она сама будет инерциальной. Таким образом, существует бесконечное множество инерциальных систем отсчета, движущихся друг относительно друга прямолинейно и равномерно. Во всех этих системах свойства пространства и времени одинаковы и одинаковы все законы механики. Это утверждение составляет содержание так называемого принципа относительности Галилея.

Координаты $\vec{r}$ и $\vec{r}'$ одной и той же точки в двух различных инерциальных системах отсчета K и K', из которых вторая движется относительно первой со скоростью $\vec{V}$, связаны друг с другом соотношением:

$$\vec{r} = r' + Vt \tag{2}$$

При этом считается, что ход времени одинаков в обеих системах отсчета:

$$t = t' \tag{3}$$

Формулы $(2, 3)$ называют преобразованиями Галилея. Принцип относительности Галилея можно сформулировать как требование инвариантности уравнений движения механики относительно этих преобразований.