

**ПРИНЦИП РАВЕНСТВА ДЕЙСТВИЯ  
И ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ.  
УСЛОВИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РАВНОВЕСИЯ ТЕЛА**

**§ 1. Принципы равенства действия и противодействия**

1. В постулатах механики, введенных в гл. VII и объединенных в основном уравнении динамики, рассматриваются только силы, приложенные к одной и той же материальной точке. Так как теперь мы приступаем к изучению механики тел, каждое из которых должно рассматриваться как совокупность материальных точек, то нам придется рассматривать системы сил, приложенных к различным материальным точкам, *о взаимодействии* которых упомянутые постулаты ничего не говорят. Поэтому необходимо опять обратиться к данным опыта, чтобы на основании их установить некоторый новый принцип.

Рассматривая две материальные точки  $P$  и  $Q$ , предположим, что при некоторых определенных обстоятельствах можно установить, что на одну из этих точек, например на точку  $P$ , действует сила  $F$ , *источником которой является другая точка  $Q$* , понимая под этим то, что сила  $F$  будет отсутствовать, как только будет устранена точка  $Q$ , а все остальное, насколько это возможно, останется неизменным. Чтобы привести наиболее наглядный пример, укажем на действия, производимые друг на друга материальными элементами  $P$  и  $Q$  двух тел при их соприкосновении: эти действия прекращаются всякий раз, как прекращается соприкосновение. Представим себе, например, ножку  $Q$  стола, которая давит на точку  $P$  пола, или конец  $Q$  веревки, привязанной к крюку  $P$ . Давление на пол или сила, действующая на крюк, представляют собой, очевидно, действия другого тела  $Q$  (ножки стола или веревки).

Во всех таких случаях опыт учит, что действие, производимое точкой  $Q$  на  $P$ , вызывает прямо противоположную силу — *реакцию* со стороны точки  $P$  на  $Q$ : так, в только что указанных примерах ножка стола испытывает сопротивление, равное давлению, которое она производит на опору. Конец веревки, прикрепленной к крюку, испытывает действие растягивающей силы, противоположной силе, с которой веревка действует на крюк. В более общем случае несвободной материальной точки реакции, которую она испытывает со стороны связи, всегда соответствует прямо противоположная сила, испытываемая самой связью; эта последняя сила, представляющая собой давление точки на связь, всегда должна быть по

величине меньше некоторого определенного предела, чтобы связь могла выдержать ее действие.

Эти наблюдения разъясняют на простых случаях содержание следующего постулата, впервые высказанного Ньютоном и обычно называемого принципом равенства действия и противодействия.

*Всякий раз, когда материальная точка  $P$  вследствие наличия другой материальной точки  $Q$  подвергается действию некоторой силы  $F$ , существует как в условиях покоя, так и в условиях движения равная и прямо противоположная ей сила —  $F$  (реакция), действующая со стороны  $P$  на  $Q$ .*

Отметим, что когда речь идет о силах, действующих между материальными точками  $P$  и  $Q$ , которые не находятся в непосредственном соприкосновении, только что сформулированный принцип требует, чтобы эти силы имели в качестве общей линии действия прямую, соединяющую обе эти точки, так как обе силы взаимодействия между точками должны быть прямо противоположны и приложены соответственно в  $P$  и  $Q$ .

## § 2. Необходимые условия равновесия, общие для всех материальных систем

2. Внешние и внутренние силы. Пусть  $S$  есть какая угодно материальная система, т. е. система, состоящая из одного или нескольких тел (твердых, жидких или газообразных). Мы будем рассматривать ее как совокупность материальных точек и предполагать, что она находится под действием системы сил, в которую входят также и реакции. Эти реакции представляют собой действия связей, которые ограничивают свободу перемещения отдельных материальных точек системы.

Для механического изучения заданной системы основное значение имеет следующее замечание. Выбрав произвольную материальную точку  $P$  системы  $S$ , мы всегда сможем указать, какие из всех сил, действующих на систему (как активных, так и реакций связей), приложены к точке  $P$ , и разделить их на две категории:

1) силы, представляющие собой действия на точку  $P$  других точек системы  $S$  и, в частности, точек, смежных с  $P$ ; эти силы называются *внутренними силами* (активными или реакциями связей);

2) силы другого происхождения, представляющие собой действия на точку  $P$  материальных точек и тел, внешних по отношению к системе  $S$ , например вес, если система  $S$  предполагается находящейся в обычном поле силы тяжести, или *реакции опоры*, не входящей в  $S$ , и т. д. Силы этой категории (как активные, так и реакции связей) называются *внешними*.

Заметим, что обычно, когда говорят без дальнейшего уточнения о силах, действующих на систему, при этом подразумевают только внешние силы.