Силы тяготения действуют между телами всегда. Не нужно заботиться о том, чтобы привести эти силы в действие, и нет возможности их уничтожить, их можно только скомпенсировать. А вот силы упругости возникают при деформации тел и исчезают, когда она прекращается.

Под деформацией понимают изменение объёма или формы тела.

Для того чтобы различные тела или части одного и того же тела взаимодействовали посредством сил упругости, необходимо определённое условие: тела должны быть деформированы.

Силы упругости возникают только при деформации тел. Значения сил упругости обычно определяются изменениями длины и формы тела.

Для того чтобы резиновый шнур или пружина действовали с некоторой силой на ваши руки, эти тела нужно предварительно растянуть, т.е. деформировать (рис. 3.10). Чтобы упру­ гая сетка батута подбросила акробата, её нужно предварительно про­ гнуть (рис. 3.11). Такой прогиб возникает при прыжке на сетку с некоторой высоты. При исчезновении деформации одновременно исчезают и силы упругости.

При изменении объёма или формы твёрдых тел возникают силы упругости, препятствующие этим изменениям.

Жидкости форму не сохраняют. Вы можете перелить воду из графина в ста­ кан, и это не вызовет появления сил упругости. Однако силы упругости возникают всегда при попытке изменить объём жидкости или газа.

Рассмотрим пружину, находящуюся на идеально гладком столе и одним концом прикреплённую к бруску. Под действием внешней силы пружина, обладающая массой, оказывается растянутой неодинаково по длине. Больше будут растянуты те участки, которые расположены ближе к месту, где приложена сила (рис. 3.12). Ведь здесь сила упругости крайнего правого участка пружины должна сообщить ускорение всей системе - телу и пружине, а сила упругости вблизи противоположного (левого) конца сообщает то же самое ускорение лишь телу. Если массой пружины можно пренебречь (т.е. если она мала по сравнению с массой тела), то деформация всех участков пружины будет одинакова. Точно так же при торможении быстро движущегося тела с помощью силы, приложенной к одному из участков поверхности тела, возникают деформация и сила упругости.

Закон Гука. При малых изменениях формы и объёма тела связь силы упругости тела с этими изменениями проста. Она была установлена экспериментально английским естествоиспытателем, учёным-энциклопедистом Робертом Гуком, современником Исаака Ньютона.

Упругой называется деформация, при которой тело восстанавливает свои первоначальные размеры и форму, как только прекращается действие силы, вызвавшей эту деформацию.

Закон Гука для упругой деформации растяжения нетрудно установить, наблюдая растяжение резинового шнура под действием приложенной к его концу силы.

Пусть длина шнура с подвешенной к нему чашкой. Координатную ось направим вдоль шнура вертикально вниз. Начало отсчёта выберем на уровне нижнего конца шнура, когда он находится в начальном состоянии. Под действием приложенной к шнуру силы, равной весу чашки с находящимися на ней гирьками, его длина станет равной, а координата нижнего конца шнура примет значение.

Обозначим удлинение шнура через.

Меняя число гирек, можно заметить, что сила упру­ гости, равная силе тяжести, прямо пропорциональна изменению длины шнура. В этом и состоит закон Гука.

При равновесии сила упругости растянутого шнура уравновешивает силу тяжести, действующую на чашку с гирьками.

При упругой деформации растяжения или сжатия модуль силы упругости пропорционален модулю изменения длины тела.

Коэффициент пропорциональности называют коэффициентом упругости или жёсткостью.

Учитывая, что координата и проекция силы упругости деформированного тела на ось имеют противоположные знаки, можно также записать.

Эта закономерность хорошо выполняется только при упругих деформациях, при которых удлинение тела мало. Она наблюдается при растяжении стержней из стали, чугуна, алюминия и других твёрдых упругих тел. Закону Гука подчиняется также деформация упругой пружины.

На рисунке 3.14 показана зависимость модуля силы упругости деформированного 1'ела от абсолютного значения его растяжения, а на рисунке 3.15 - зависимость проекции силы упругости того же тела от значения.