

Рис. 22. Сцепленные динамометры показывают одинаковые по модулю силы

Вы знаете, что не бывает одностороннего действия одного тела на другое, тела всегда взаимодействуют друг с другом. Например, во время забивания гвоздя не только молоток действует на гвоздь, но и гвоздь, в свою очередь, действует на молоток, в результате чего молоток останавливается.

Что можно сказать о силах, с которыми два тела действуют друг на друга?

Для ответа на этот вопрос сделаем такие опыты.

К укрепленному на штативе демонстрационному динамометру подвесим второй такой же динамометр. При этом стрелки приборов отклонятся в противоположные стороны, но их показания будут одинаковы (рис. 22). Следовательно, динамометры взаимодействуют равными по модулю и противоположно направленными силами.

Тела действуют друг на друга с равными по модулю силами и в том случае, если взаимодействие происходит на расстоянии. Опыт,

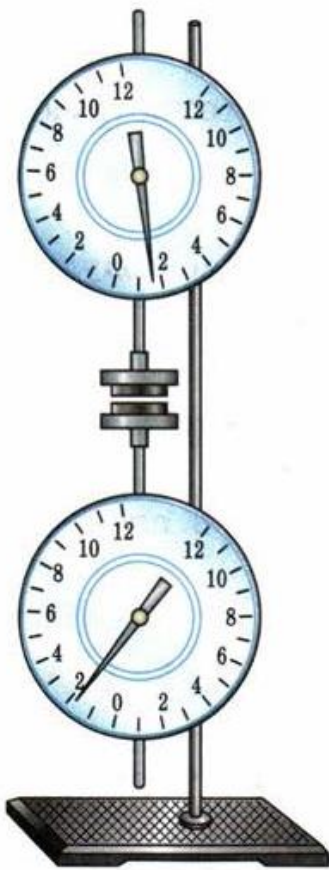


Рис. 23. Взаимодействие магнитов на расстоянии

доказывающий это, изображён на рисунке 23. На стержни динамометров надеты круглые столики, к которым клейкой лентой прикреплены плоские керамические магниты. Магниты отталкиваются, поскольку обращены друг к другу одноимёнными полюсами.

До начала опыта динамометры были разведены на такое расстояние, при котором силы взаимодействия магнитов были практически равны нулю и не регистрировались динамометрами.

Когда один из динамометров стали приближать к другому, их стрелки начали отклоняться от нуля в разные стороны. Это означает, что силы, с которыми магниты действуют друг на друга, противоположны по направлению.

При сближении магнитов показания динамометров возрастают, но в каждый момент они равны друг другу — значит, магниты отталкиваются с равными по модулю силами.

Теперь рассмотрим опыт, в котором силы взаимодействия измеряются в процессе движения взаимодействующих тел. На рисунке 24 изображён самодвижущийся игрушечный трактор, который тянет на буксире металлическую коробку с грузом. В качестве буксирного троса использованы сцепленные друг с другом трубчатые динамометры, один из которых прикреплён к трактору, а второй — к коробке. Показания динамометров одинаковы, значит, движущиеся трактор и коробка

Рис. 24. Взаимодействие движущихся сцепленных тел



действуют друг на друга с равными по модулю силами.

Эти и многие другие опыты свидетельствуют о том, что

силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению.

Этот закон был открыт Ньютоном и называется *третьим законом Ньютона*.

Математически он записывается в следующем виде:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

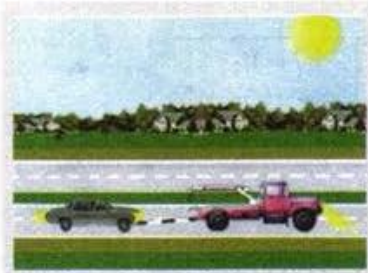
Знак «минус» показывает, что векторы сил направлены в разные стороны.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

Любое из наблюдаемых нами движений различных тел можно объяснить с помощью законов Ньютона.

Например, идущий человек движется вперёд благодаря тому, что он отталкивается ногами от земли, т. е. взаимодействует с ней. Человек и земля действуют друг на друга с одинаковыми по модулю и противоположно направленными силами и получают ускорения, обратно пропорциональные их массам. Поскольку масса Земли огромна по сравнению с массой человека, то ускорение Земли практически равно нулю, т. е. она не меняет свою скорость. Человек же приходит в движение относительно Земли.

Следует отметить, что силы, возникающие в результате взаимодействия тел, являются силами одной природы. Например, Земля и Луна взаимодействуют друг с другом посредством сил всемирного тяготения, стальной гвоздь и



Силы, действующие на легковой и грузовой автомобили, не уравнивают друг друга, так как они приложены к разным телам



Катер находится в равновесии, так как $\vec{F}_A = -\vec{F}_{тяж}$

магнит притягиваются благодаря действию магнитных сил.

Вы уже знаете, что под действием притяжения к Земле предметы, лежащие на опоре, немного сжимаются сами и сжимают находящуюся под ними опору (обычно эти деформации так малы, что мы не замечаем их). В результате и в самих телах, и в опоре возникают силы упругости, посредством которых тело и опора взаимодействуют друг с другом.

Силу, приложенную к опоре и направленную вертикально вниз, называют *весом тела* \vec{P} , а силу, приложенную к телу и направленную вертикально вверх, — *силой реакции опоры* \vec{N} . Как уже отмечалось, обе эти силы являются силами упругости.

Следует помнить, что *силы, о которых говорится в третьем законе Ньютона, никогда не уравнивают друг друга, поскольку они приложены к разным телам.* (Две равные по модулю и противоположно направленные силы уравнивают друг друга в том случае, если они приложены к одному телу. Тогда их равнодействующая равна нулю, и тело при этом находится в равновесии, т. е. либо покоится, либо движется равномерно и прямолинейно.)

? Вопросы

1. Пользуясь рисунками 22, 23 и 24, расскажите, как проводились изображённые на них опыты и какие выводы были сделаны на основании полученных результатов.
2. Сформулируйте третий закон Ньютона. Как он записывается математически?
3. Что можно сказать об ускорении, которое получает Земля при взаимодействии с идущим по ней человеком? Ответ обоснуйте.
4. Приведите примеры, показывающие, что силы, возникающие в результате взаимодействия двух тел, одинаковы по своей природе.
5. Почему неверно говорить о равновесии сил, возникающих при взаимодействии тел?



Рис. 25

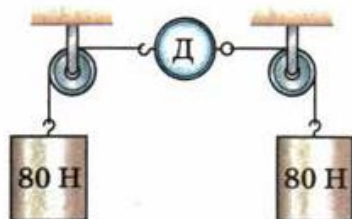


Рис. 26

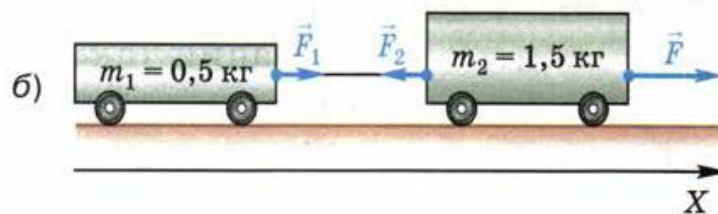
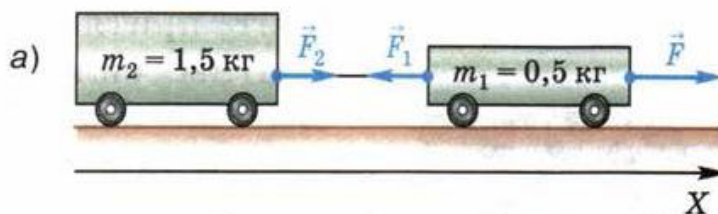


Рис. 27

УПРАЖНЕНИЕ 12

1. На рисунке 25 изображён лежащий на доске камень. Сделайте в тетради такой же рисунок и изобразите стрелочками две силы, которые по третьему закону Ньютона равны друг другу. Что это за силы? Обозначьте их.
2. Будет ли превышен предел измерений динамометра Д, изображённого на рисунке 26, если он рассчитан на измерение сил до 100 Н включительно?
3. На рисунке 27, а изображены две тележки, соединённые между собой нитью. Под действием некоторой силы F тележки пришли в движение с ускорением $a = 0,2 \text{ м/с}^2$.
 - а) Определите проекции на ось X сил \vec{F}_2 и \vec{F}_1 , с которыми нить действует соответственно на вторую и первую тележки. (Трение не учитывайте.)
 - б) Чему будут равны проекции сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , если тележки поменять местами, как показано на рисунке 27, б?
 - в) В каком из двух случаев, показанных на рисунке 27, нить между тележками натянута сильнее?
 - г) Определите проекцию силы \vec{F} , под действием которой тележки пришли в движение.