

С одним из видов неравномерного движения — равноускоренным — вы уже знакомы.

Рассмотрим ещё один вид неравномерного движения — *колебательное*.

Колебательные движения широко распространены в окружающей нас жизни. Примерами колебаний могут служить: движение иглы швейной машины, качелей, маятника часов, вагона на рессорах и многих других тел.

На рисунке 52 изображены тела, которые могут совершать колебательные движения, если их вывести из положения равновесия (т. е. отклонить или сместить от линии OO').

В движении этих тел можно найти много различий. Например, шарик на нити (рис. 52, а) движется криволинейно, а цилиндр на резиновом шнуре (рис. 52, б) — прямоли-

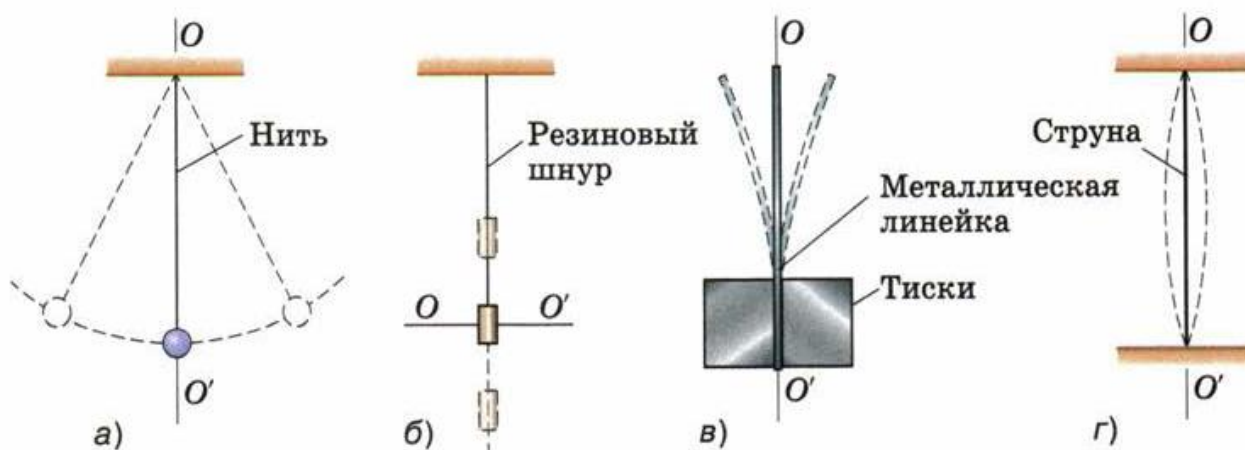


Рис. 52. Примеры тел, совершающих колебательные движения

нейно; верхний конец линейки (рис. 52, в) колеблется с бóльшим размахом, чем средняя точка струны (рис. 52, г). За одно и то же время одни тела могут совершать большее число колебаний, чем другие.

Но при всём разнообразии этих движений у них есть важная общая черта: *через определённый промежуток времени движение любого тела повторяется.*

Действительно, если шарик отвести от положения равновесия и отпустить, то он, пройдя через положение равновесия, отклонится в противоположную сторону, остановится, а затем вернётся к месту начала движения. За этим колебанием последует второе, третье и т. д., похожие на первое.

Повторяющимися будут и движения остальных тел, изображённых на рисунке 52.

Промежуток времени, через который движение повторяется, называется *периодом колебаний*. Поэтому говорят, что *колебательное движение периодически*.

В движении тел, изображённых на рисунке 52, кроме периодичности есть ещё одна общая черта: за промежуток времени, равный периоду колебаний, любое тело дважды проходит через положение равновесия (двигаясь в противоположных направлениях).

Повторяющиеся через равные промежутки времени движения, при которых тело многократно и в разных направлениях проходит положение равновесия, называются механическими колебаниями.

Именно такие колебания и будут предметом нашего изучения.

На рисунке 53 изображён шарик с отверстием, надетый на гладкую стальную струну и прикрепленный к пружине (другой конец которой прикреплен к вертикальной стойке). Шарик может свободно скользить по струне, т. е. силы трения настолько малы, что не оказывают существенного влияния на его движе-

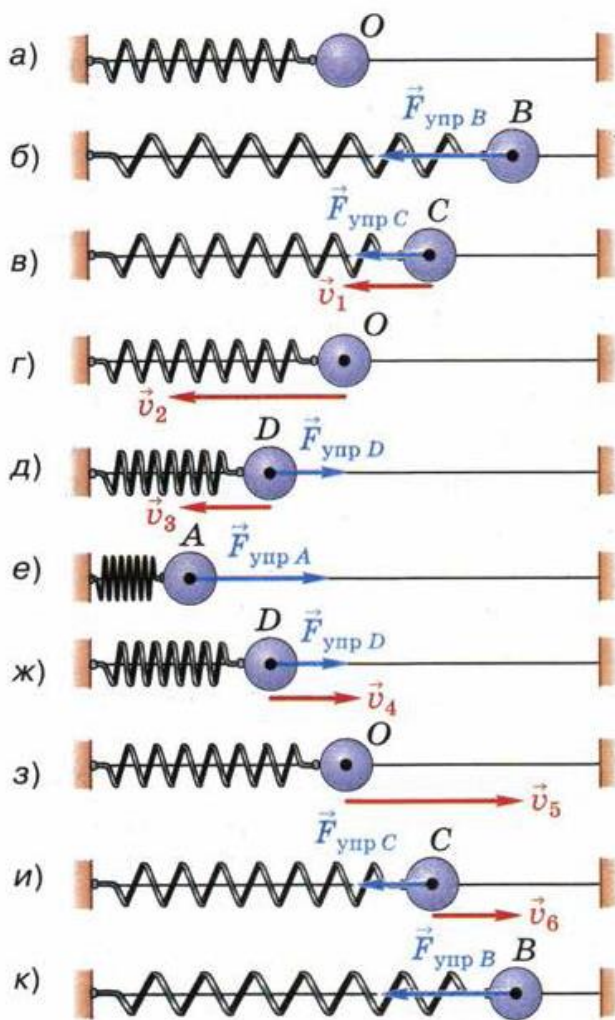


Рис. 53. Динамика свободных колебаний горизонтального пружинного маятника

ние. Когда шарик находится в точке O (рис. 53, а), пружина не деформирована (не растянута и не сжата), поэтому никакие силы в горизонтальном направлении на него не действуют. Точка O — *положение равновесия шарика*.

Переместим шарик в точку B (рис. 53, б). Пружина при этом растянется, и в ней возникнет сила упругости $\vec{F}_{\text{упр } B}$. Эта сила пропорциональна *смещению* (т. е. отклонению шарика от положения равновесия) и направлена противоположно ему. Значит, при смещении шарика вправо действующая на него сила направлена влево, к *положению равновесия*.

Если отпустить шарик, то под действием силы упругости он начнёт ускоренно перемещаться влево, к точке O . Направление силы упругости и вызванного ею ускорения будет совпадать с направлением скорости шарика, поэтому по мере приближе-

ния шарика к точке O его скорость будет всё время возрастать. При этом сила упругости с уменьшением деформации пружины будет уменьшаться (рис. 53, в).

Напомним, что любое тело обладает свойством сохранять свою скорость, если на него не действуют силы или если равнодействующая сил равна нулю. Поэтому, дойдя до положения равновесия (рис. 53, г), где сила упругости станет равна нулю, шарик не остановится, а будет продолжать двигаться влево.

При его движении от точки O к точке A пружина будет сжиматься. В ней снова возникнет сила упругости, которая и *в этом случае*

будет направлена к положению равновесия (рис. 53, *д, е*). Поскольку сила упругости направлена против скорости движения шарика, то она тормозит его движение. В результате в точке *А* шарик остановится. Сила упругости, направленная к точке *О*, будет продолжать действовать, поэтому шарик вновь придёт в движение и на участке *АО* его скорость будет возрастать (рис. 53, *е, ж, з*).

Движение шарика от точки *О* к точке *В* снова приведёт к растяжению пружины, вследствие чего опять возникнет сила упругости, направленная к положению равновесия и замедляющая движение шарика до полной его остановки (рис. 53, *з, и, к*). Таким образом, шарик совершит одно полное колебание. При этом в каждой точке его траектории (кроме точки *О*) на него будет действовать сила упругости пружины, направленная к положению равновесия.

Под действием силы, возвращающей тело в положение равновесия, тело может совершать колебания как бы само по себе. Первоначально эта сила возникла благодаря тому, что мы совершили работу по растяжению пружины, сообщив ей некоторый запас энергии. За счёт этой энергии и происходили колебания.

Колебания, происходящие только благодаря начальному запасу энергии, называются свободными колебаниями.

Свободно колеблющиеся тела всегда взаимодействуют с другими телами и вместе с ними образуют систему тел, которая получила название *колебательной системы*. В рассмотренном примере в колебательную систему входят шарик, пружина и вертикальная стойка, к которой прикреплён левый конец пружины. В результате взаимодействия этих тел и возникает сила, возвращающая шарик к положению равновесия.

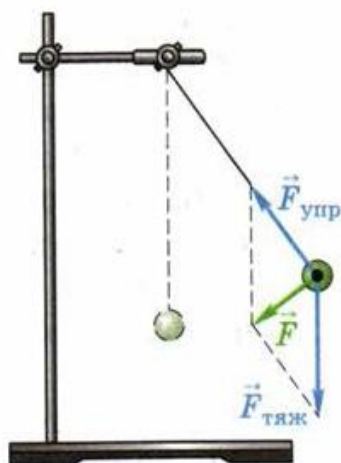


Рис. 54. Нитяной маятник



Рис. 55. Пружинный маятник

На рисунке 54 изображена колебательная система, состоящая из шарика, нити, штатива и Земли (Земля на рисунке не показана). В данном случае шарик совершает свободные колебания под действием двух сил: силы тяжести и силы упругости нити. Их равнодействующая направлена к положению равновесия.

Системы тел, которые способны совершать свободные колебания, называются колебательными системами.

Одно из основных общих свойств всех колебательных систем заключается в возникновении в них силы, возвращающей систему в положение устойчивого равновесия.

Колебательные системы — довольно широкое понятие, применимое к разнообразным явлениям.

Рассмотренные колебательные системы называются **маятниками**. Существует несколько типов маятников: *нитяные* (см. рис. 54), *пружинные* (см. рис. 53, 55) и т. д.

В общем случае

маятником называется твёрдое тело, совершающее под действием приложенных сил колебания около неподвижной точки или вокруг оси.

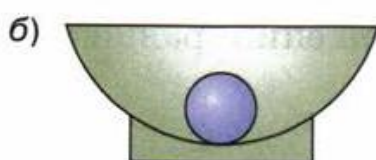
Колебательное движение будем изучать на примере пружинного и нитяного маятников.

? Вопросы

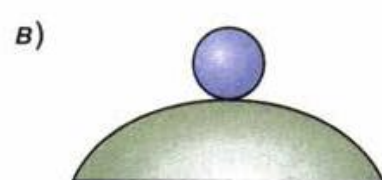
1. Приведите примеры колебательных движений.
2. Как вы понимаете утверждение о том, что колебательное движение периодически?
3. Что называется механическими колебаниями?
4. Пользуясь рисунком 53, объясните, почему по мере приближения шарика к точке O с любой стороны его скорость увеличивается, а по мере удаления от точки O в любую сторону скорость шарика уменьшается.
5. Почему шарик не останавливается, дойдя до положения равновесия?
6. Какие колебания называются свободными?
7. Какие системы называются колебательными? Приведите примеры.



Шарик на горизонтальной поверхности



Шарик на дне чаши



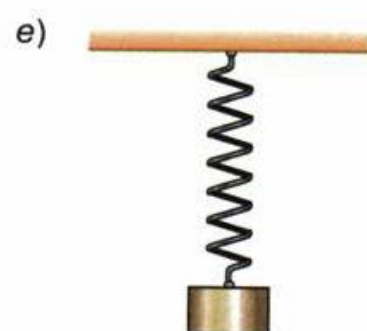
Шарик на выпуклой поверхности



Тонкая ветка дерева



Поршень в цилиндре



Пружинный маятник

Рис. 56



УПРАЖНЕНИЕ 23



Рис. 57

1. Рассмотрите рисунок 56 и укажите, какие системы являются колебательными, а какие — нет.
2. На рисунке 57 изображён металлический диск, подвешенный на трёх резиновых шнурах. Если диск немного повернуть вокруг вертикальной оси и отпустить, то он будет в течение некоторого времени поворачиваться вокруг этой оси то по ходу часовой стрелки, то против. Объясните: а) под действием какой силы происходят колебания диска; б) возникла бы эта сила или нет, если бы диск не действовал на шнуры своим весом; в) какие тела входят в эту колебательную систему; г) является ли эта система маятником.
3. Что общего в колебательном движении подвешенного к нити груза (см. рис. 52, а) и движении по окружности шара легкоатлетического молота (см. рис. 41)? Чем отличаются эти движения?