

Сравним колебания двух одинаковых маятников, изображённых на рисунке 58. Первый маятник колеблется с большим размахом, т. е. его крайние положения находятся дальше

от положения равновесия, чем у второго маятника.

Наибольшее (по модулю) отклонение колеблющегося тела от положения равновесия называется амплитудой колебаний.

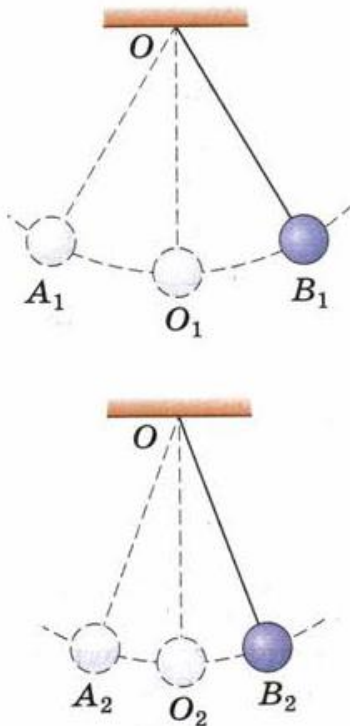


Рис. 58. Колебания маятников, происходящие с разной амплитудой

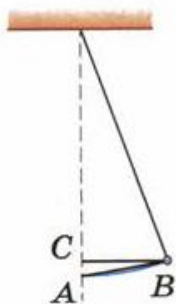


Рис. 59. При колебаниях с малой амплитудой длина дуги $\overset{\frown}{AB}$ равна отрезку AB

Будем рассматривать колебания, происходящие с малыми амплитудами (рис. 59), при которых длину дуги $\overset{\frown}{AB}$ можно считать равной отрезку AB и даже полухорде CB . Поэтому под амплитудой колебаний нитяного маятника можно понимать как дугу, так и любой из этих отрезков. Так, амплитуда колебаний первого маятника (см. рис. 58) равна O_1A_1 или O_1B_1 , а второго — O_2A_2 или O_2B_2 . Амплитуду обозначают буквой A и в СИ измеряют в единицах длины — *метрах* (м), *сантиметрах* (см) и др. Амплитуду можно измерять также в единицах плоского угла, например в градусах, поскольку дуге окружности соответствует определённый центральный угол, т. е. угол с вершиной в центре окружности (в данном случае в точке O).

Амплитуда колебаний пружинного маятника (см. рис. 53) равна длине отрезка OB или OA .

Колеблющееся тело совершает одно полное колебание, если от начала колебаний проходит путь, равный четырём амплитудам. Например, переместившись из точки O_1 в точку B_1 , затем в точку A_1 и вновь в точку O_1 (см. рис. 58), шарик совершает одно полное колебание.

Промежуток времени, в течение которого тело совершает одно полное колебание, называется периодом колебаний.

Период колебаний обозначается буквой T и в СИ измеряется в *секундах* (с).

Подвесим два одинаковых шарика на нитях разной длины и приведём их в колебательное движение. Увидим, что за один и тот же промежуток времени короткий маятник совершит больше колебаний, чем длинный.

Число колебаний в единицу времени называется частотой колебаний.

Обозначается частота греческой буквой ν («ню»). За единицу частоты принято одно колебание в секунду. Эта единица в честь немецкого учёного *Генриха Герца* названа *герцем* (Гц).

Допустим, в одну секунду маятник совершает два колебания, т. е. частота его колебаний равна 2 Гц (или $2 \frac{1}{с}$). Чтобы найти период колебания, необходимо одну секунду разделить на число колебаний в эту секунду, т. е. на частоту:

$$T = \frac{1}{2 \text{ Гц}} = \frac{1}{2} \frac{1}{с} = 0,5 \text{ с.}$$

$$T = \frac{1}{\nu}$$

Таким образом, период колебания T и частота колебаний ν связаны следующей зависимостью:

$$\nu = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{1}{\nu}, \quad \text{или} \quad \nu = \frac{1}{T}.$$

На примере колебаний маятников разной длины приходим к выводу: *частота и период свободных колебаний нитяного маятника зависят от длины его нити. Чем больше длина нити маятника, тем больше период колебаний и меньше частота. (Эту зависимость вы будете исследовать при выполнении лабораторной работы № 3.)*

Свободные колебания в отсутствие трения и сопротивления воздуха называются собственными колебаниями, а их частота — собственной частотой колебательной системы.

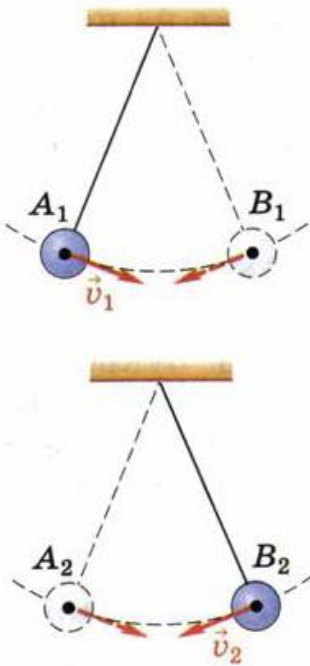


Рис. 60. Колебания маятников, происходящие в противоположных фазах

Не только нитяной маятник, но и любая другая колебательная система имеет определённую собственную частоту, зависящую от параметров этой системы. Например, собственная частота пружинного маятника зависит от массы груза и жёсткости пружины.

Рассмотрим колебания двух одинаковых маятников (рис. 60). В один и тот же момент времени левый маятник из крайнего левого положения начинает движение вправо, а правый маятник из крайнего правого положения движется влево. Оба маятника колеблются с одной и той же частотой (поскольку длины их нитей равны) и с одинаковыми амплитудами. Однако эти колебания отличаются друг от друга: *в любой момент времени скорости маятников направлены в противоположные стороны*. В таком случае говорят, что колебания маятников происходят в *противоположных фазах*.

Маятники, изображённые на рисунке 58, тоже колеблются с одинаковыми частотами. Скорости этих маятников в любой момент времени направлены одинаково. В этом случае говорят, что маятники колеблются в *одинаковых фазах*.

Рассмотрим ещё один случай. В момент, изображённый на рисунке 61, *а*, скорости обоих маятников направлены вправо. Но через некоторое время (рис. 61, *б*) они будут направлены в разные стороны. В таком случае говорят, что колебания происходят с определённой *разностью фаз*.

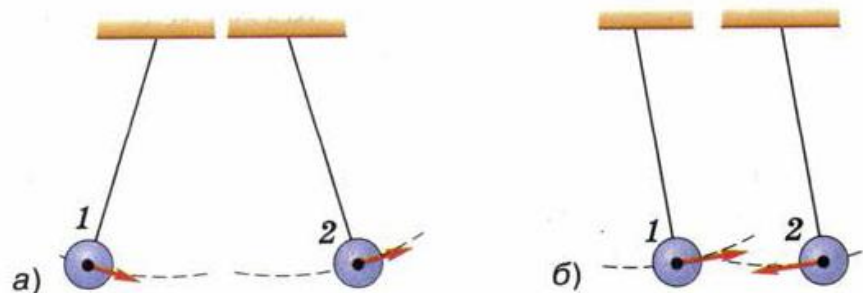


Рис. 61. Колебания маятников, происходящие с некоторой разностью фаз

Физическая величина, называемая *фазой*, используется не только при сравнении колебаний двух или нескольких тел, но и для описания колебаний одного тела.

Формула для определения фазы в любой момент времени будет рассмотрена в старших классах.

Таким образом, *колебательное движение характеризуется амплитудой, частотой (или периодом) и фазой.*

Вопросы

1. Что называется амплитудой колебаний; периодом колебаний; частотой колебаний? В каких единицах измеряется каждая из этих величин?
2. Какая математическая зависимость существует между периодом и частотой колебаний?
3. Как зависят: а) частота; б) период свободных колебаний маятника от длины его нити?
4. Какие колебания называются собственными?
5. Что называется собственной частотой колебательной системы?

УПРАЖНЕНИЕ 24

1. На рисунке 62 изображены пары колеблющихся маятников. В каких случаях два маятника колеблются: в одинаковых фазах по отношению друг к другу; в противоположных фазах?
2. Частота колебаний стометрового железнодорожного моста равна 2 Гц. Определите период этих колебаний.

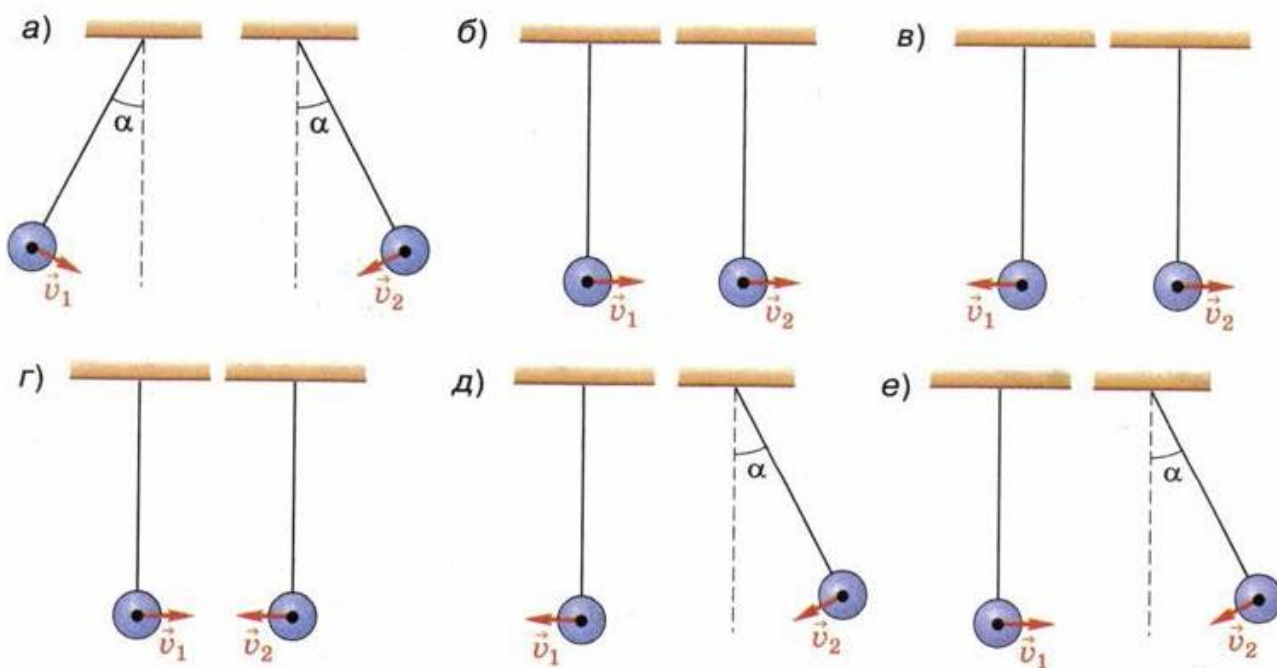


Рис. 62

3. Период вертикальных колебаний железнодорожного вагона равен 0,5 с. Определите частоту колебаний вагона.
4. Игла швейной машины делает 600 полных колебаний в минуту. Какова частота колебаний иглы?
5. Амплитуда колебаний груза на пружине равна 3 см. Какой путь от положения равновесия пройдёт груз за время, равное $\frac{1}{4} T$; $\frac{1}{2} T$; $\frac{3}{4} T$; T ?
6. Амплитуда колебаний груза на пружине равна 10 см, частота 0,5 Гц. Какой путь пройдёт груз за 2 с?



ЗАДАНИЕ

- Спланируйте эксперимент с участием магнитных сил, имитирующих увеличение ускорения свободного падения и действующих на колеблющийся нитяной маятник. Проведите этот эксперимент и сделайте вывод о качественной зависимости периода колебаний от ускорения свободного падения.