

Неинерциальные системы отсчёта

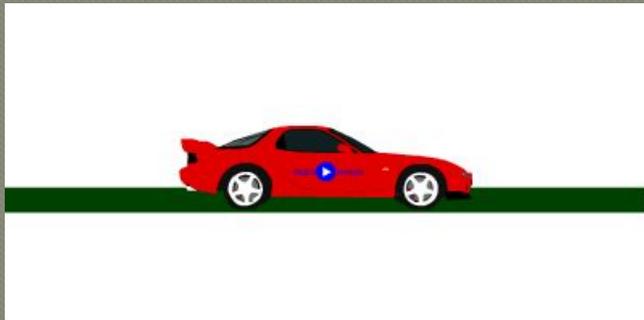


Инерциальная система отсчёта (ИСО)

— система отсчёта, в которой все свободные тела движутся прямолинейно и равномерно, либо покоятся.



$$\vec{U} = \text{const}$$

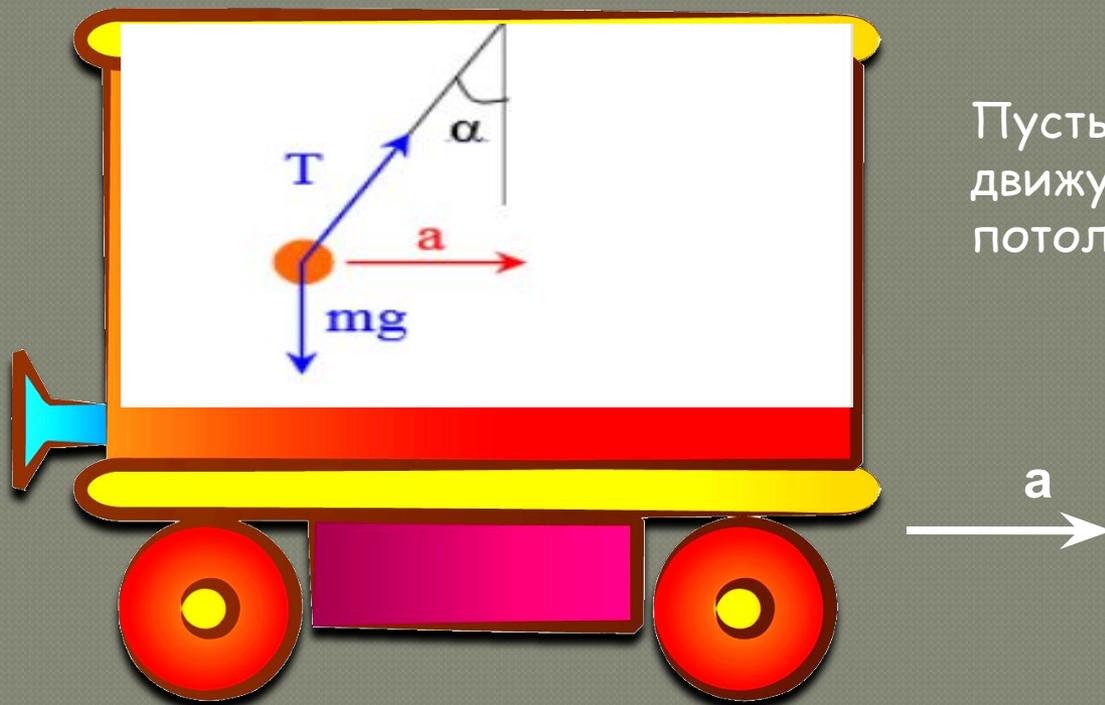


Неинерциальная система отсчёта — система отсчёта, движущаяся с ускорением или поворачивающаяся относительно инерциальной.

Законы Ньютона выполняются только в инерциальных системах отсчёта.

Что бы использовать такие законы в ИСО введём поправку — силы инерции.

Силы инерции при ускоренном поступательном движении системы отсчета



Пусть в равноускоренно движущемся вагоне нитью к потолку привязан шар.

$$\vec{m}\vec{a} = \vec{T} + \vec{m}\vec{g} \quad (1)$$

Второй закон Ньютона в ИСО.

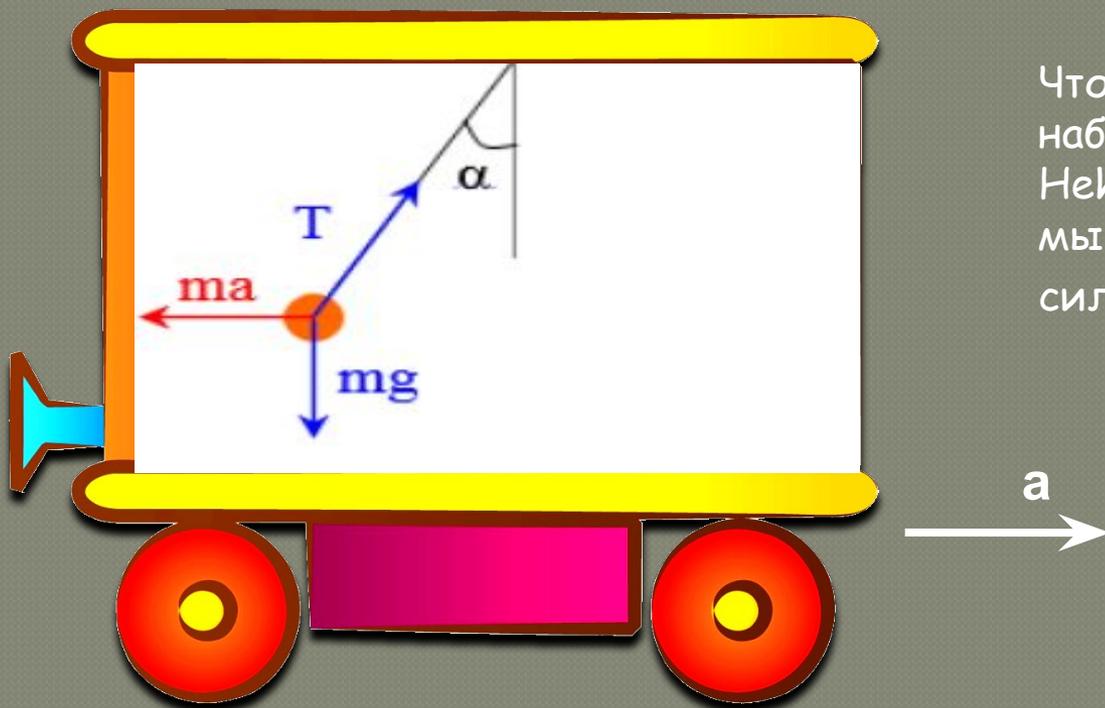
Для наблюдателя в вагоне шар покоится. Его ускорение равно нулю.

Преобразуем равенство (1) :

$$0 = \vec{T} + \vec{m}\vec{g} - \vec{m}\vec{a} \quad (2)$$

Слева ноль. А в правой части (там где располагаются действующие на тело силы) появилось новое слагаемое.

Так как оно находится в «области сил», то и название у него — *сила инерции*.

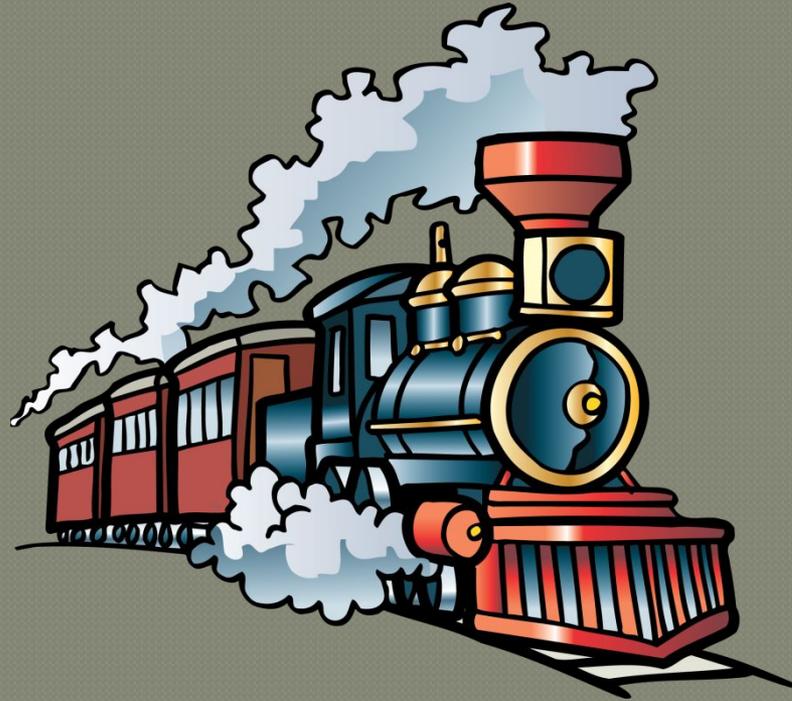


Чтобы с точки зрения наблюдателя, находящегося в НеИСО, объяснить покой тела, мы вынуждены ввести новую силу $F_{\text{ин}} = -ma$.

Приложена сила инерции к центру масс тела, направлена против ускорения НеИСО. Силы инерции вызываются не взаимодействием тел, а ускоренным движением системы отсчета.

Для любого из тел, которые находятся в неинерциальной системе отсчета, силы инерции являются внешними, поэтому, нет замкнутых НеИСО, т. е. в неинерциальных системах отсчета не выполняются также и законы сохранения импульса, энергии и момента импульса.

Проявление сил инерции при поступательном движении мы можем видеть в повседневных явлениях:

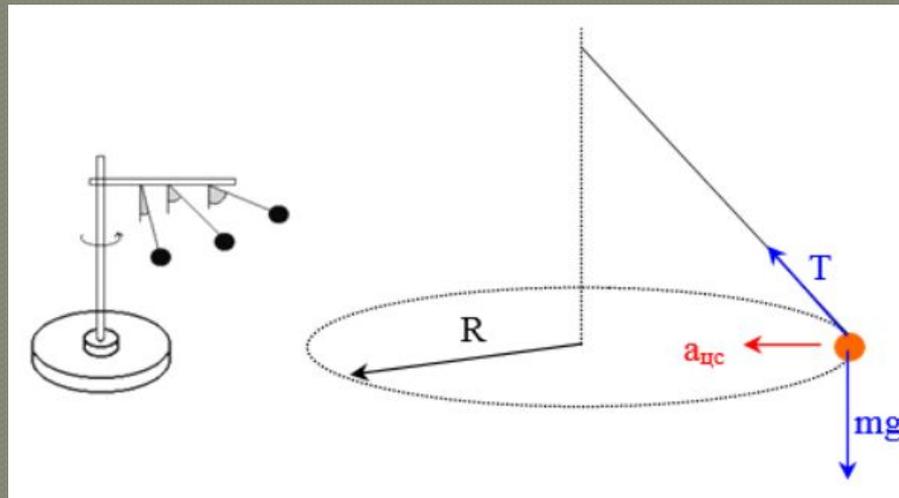


Поезд/автобус/машина набирают скорость, то пассажир, сидящий при этом по ходу поезда, прижимается к спинке сиденья под действием силы инерции. Наоборот, при торможении - пассажир отклоняется от спинки сиденья, т. к. сила инерции направлена в противоположную сторону.

Силы инерции, действующие на тело, покоящееся во вращающейся системе отсчета

Пусть диск равномерно вращается с угловой скоростью $\omega = \text{const}$ вокруг перпендикулярной ему оси, которая проходит через его центр.

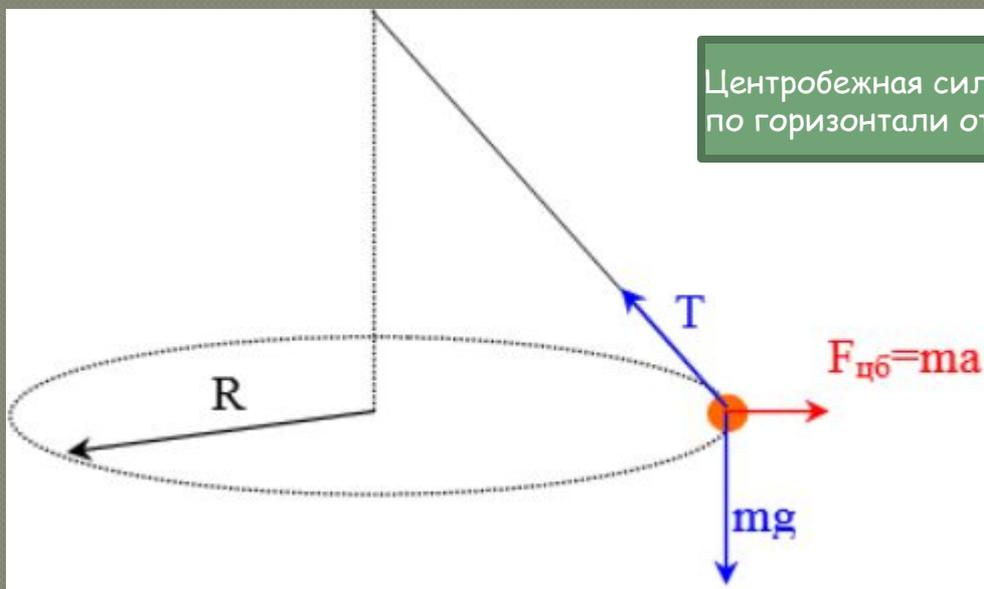
На диске установлены маятники, на разных расстояниях от оси вращения и на нитях висят шарики массой m . Когда диск начнет вращаться, шарики отклоняются от вертикали на некоторый угол.



В инерциальной системе отсчета происходит равномерное вращение шарика по окружности радиусом R . Второй закон Ньютона имеет вид:

$$m\vec{a}_{цс} = \vec{T} + m\vec{g}$$

Относительно системы отсчета, которая связана с вращающимся диском, шарик покоится, что возможно, если силы T и mg уравновешиваются силой $F_{цб}$.



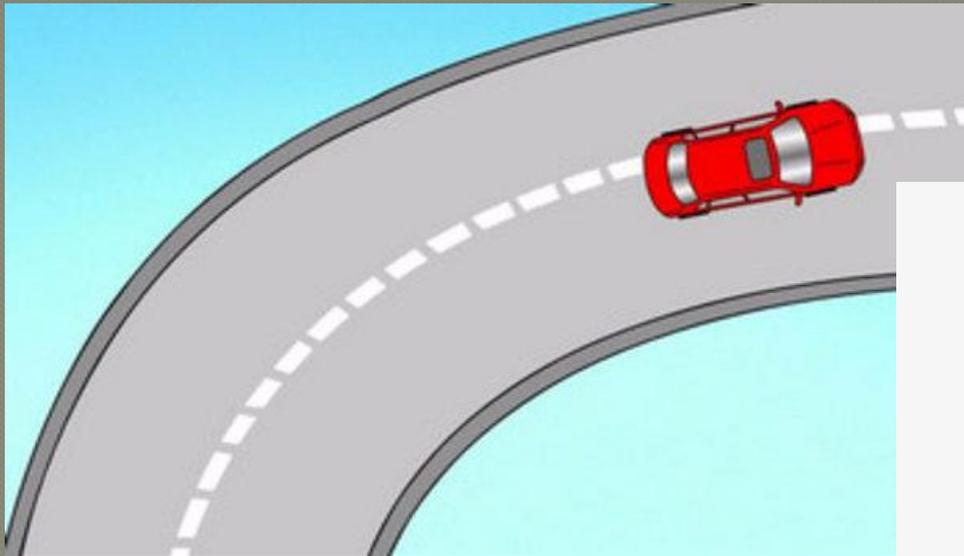
Центробежная сила инерции, направленная по горизонтали от оси вращения диска

$$F_{цб} = m \cdot \omega^2 R$$

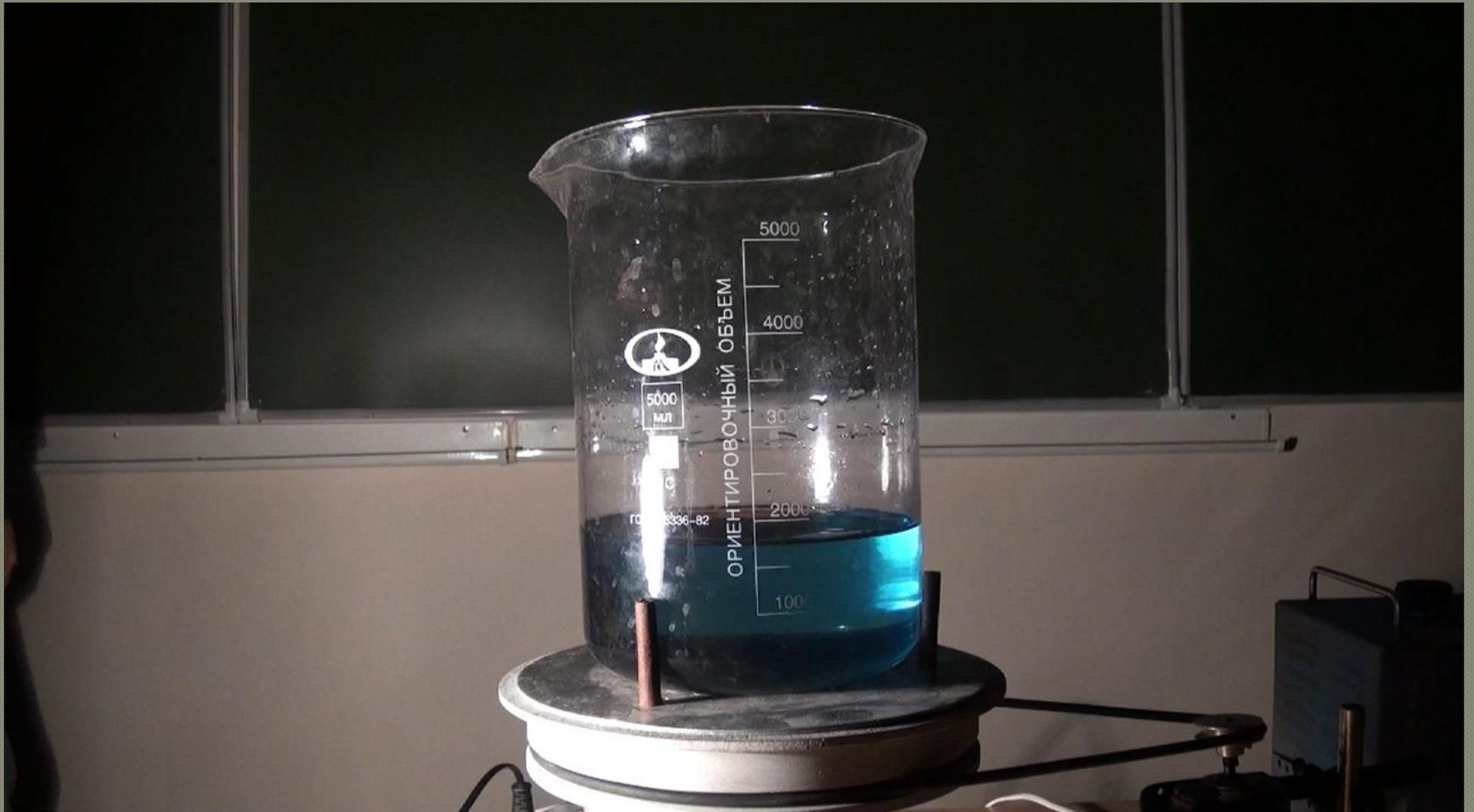
Из формулы следует, что центробежная сила инерции, которая действует на тела во вращающихся системах отсчета и которая направлена в сторону радиуса от оси вращения, зависит от угловой скорости вращения ω и радиуса R , но при этом не зависит от скорости тела относительно вращающихся систем отсчета.

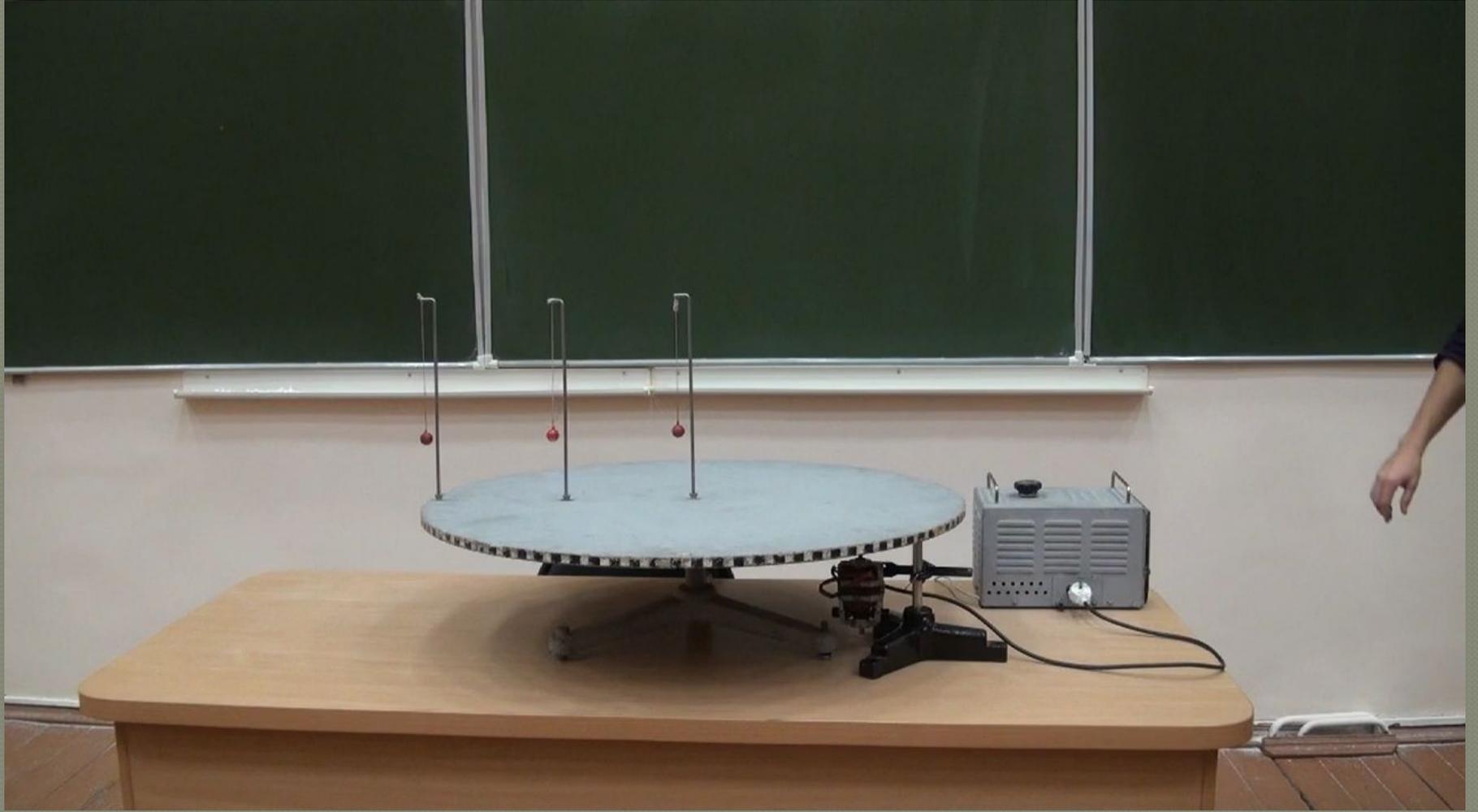
Но реально центробежных сил нет! Это лишь плата за выбор системы отсчета, в которой для объяснения стремления тела двигаться прямолинейно (по инерции) приходится вводить фиктивную силу.

Пример:



Пассажиры в движущемся автобусе на поворотах, летчики при выполнении фигур высшего пилотажа, дети на карусели;





Силы Кориолиса

Силы инерции, которые действуют на тела, движущиеся во вращающейся системе отсчета (например, на человека, идущего от центра к краю вращающейся карусели).



Маятник Фуко — маятник, используемый для экспериментальной демонстрации суточного вращения Земли. Наличие суточного вращения ответственно за постепенный поворот плоскости колебаний маятника.





Спасибо за внимание!

