

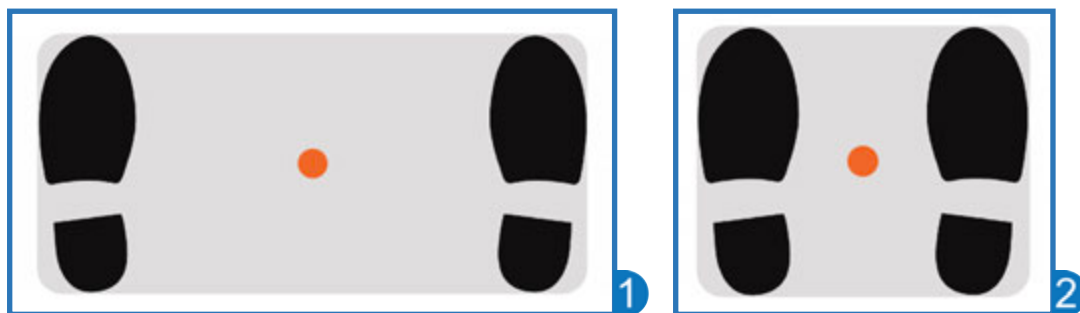
## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОПОРА. ЦЕНТР МАСС

На прошлом уроке мы увидели, что устойчивее всего те конструкции, у которых, во-первых, больше опора, а во-вторых, самые массивные части расположены как можно ближе к основанию (опоре). Ранее мы условились любую технологию рассматривать с точки зрения ее эффективности.

Как оценить устойчивость объекта с точки зрения эффективности?

Для этого необходимо получить численные характеристики устойчивых и неустойчивых объектов, а затем сравнить их. Какие объекты следует считать ключевыми в нашей задаче? Это объекты, которые характеризуют опору и ее положение относительно наиболее массивных элементов изучаемых объектов.

Введем новый для нас термин: **площадь опоры тела - площадь, находящаяся внутри контура, соединяющего точки опоры, на которые опирается тело.** Иными словами, это площадь опорных поверхностей тела и площадь пространства, заключенного между ними.



Обратите внимание, что площадь опоры на рисунке 1 больше, чем на рисунке 2.

Сравним устойчивость человека, у которого ноги находятся в этих положениях. Если осуществлять толчки человека в направлении вперед-назад, то усилия, прилагаемые для того, чтобы его опрокинуть, будут одинаковыми. Но если начать раскачивать человека влево-вправо, то опрокинуть человека в положении 1 будет значительно сложнее.

Вы можете легко в этом убедиться сами, если договоритесь с одноклассниками немного потолкать друг друга. Будьте очень осторожны, чтобы не нанести друг другу травмы.

Как объяснить этот результат математически?

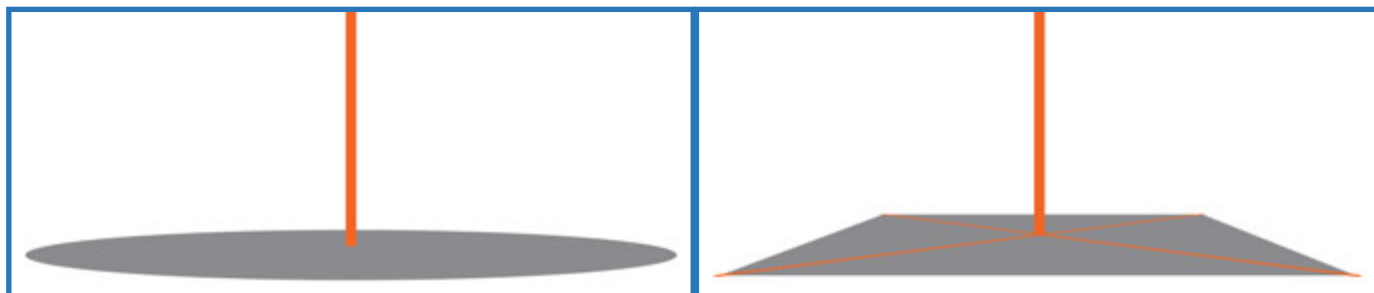
Сделать это можно с помощью понятия центра масс тела.

**Центр масс тела - это геометрическая точка, характеризующая движение тела или системы частиц как целого.**

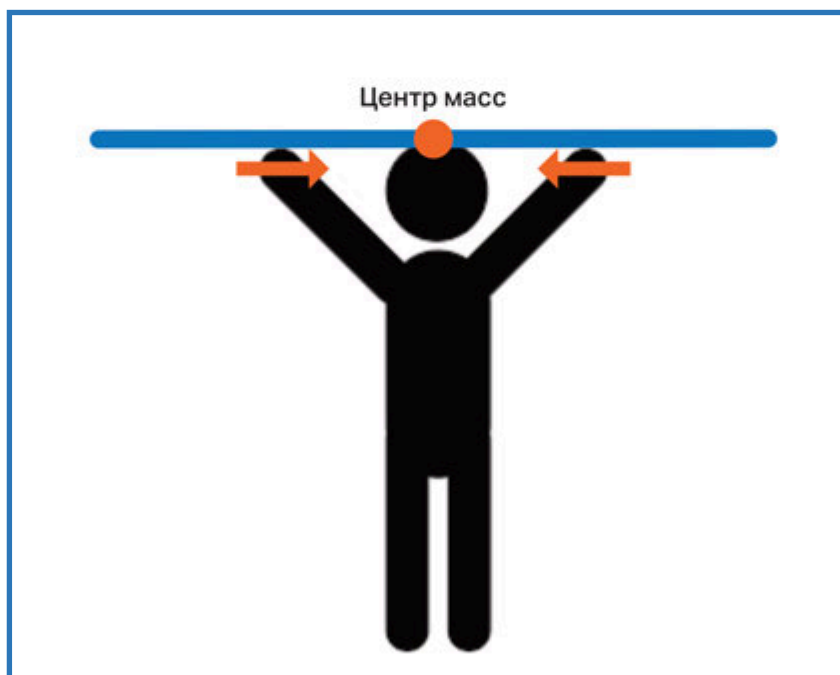
Важно отметить, что в данном случае любое тело рассматривается как система частиц с разной массой. И для того чтобы удобнее было описывать движение тела, на нем находится специальная точка, которая и характеризует движение тела как целого.

Как найти центр масс?

В простых симметричных фигурах центр масс совпадает с точкой симметрии. Например, если круг подвесить на тонкую нерасторжимую нить, прикрепленную к его центру, круг будет уравновешен. Для прямоугольника такой точкой будет пересечение диагоналей.



Так, для того чтобы установить крепление на лыжах, необходимо найти линию, на которой находится центр масс. С этой целью лыжу устанавливают на две руки, разведенные в стороны. Руки сводят друг к другу таким образом, чтобы лыжи не упали. На месте соединения рук и будет искомая линия. Вы можете проделать такой же опыт с пластиной конструктора.

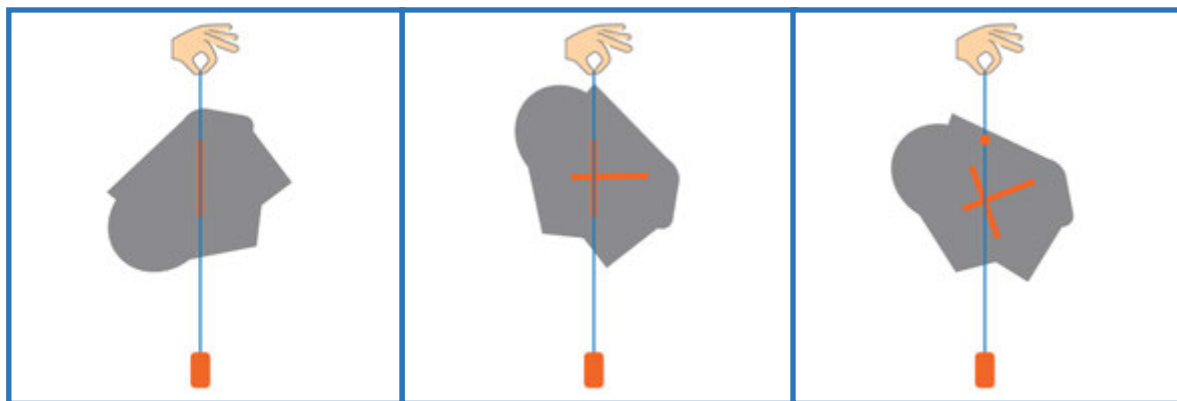


Что делать, если у фигуры нет симметрии?

Для нахождения центра масс у несимметричных фигур используется один из самых простых измерительных приборов - отвес.

**Отвес (шнуровой отвес) - приспособление, состоящее из тонкой нити и грузика на конце ее, позволяющее судить о правильном вертикальном положении.** Отвес незаменим при строительстве: например, сложно представить, как древние мастера справились бы без него с возведением пирамид и строительством других чудес света.

Чтобы найти центр масс с помощью отвеса, тело необходимо подвесить рядом с отвесом, закрепив их в одном месте. При этом вдоль отвеса следует провести на нашем объекте линию. Затем нужно объект повернуть и подвесить за другую точку, снова провести линию, совпадающую с отвесом. В точке пересечения полученных линий и будет центр масс. В этом несложно убедиться, если подвесить нашу несимметричную фигуру за финальную точку.



Таким же образом можно найти и центр масс объемной фигуры. Однако в этом случае вполне вероятны сложности с начертанием линий внутри фигуры. Обратите внимание, что центр масс может находиться и снаружи объемной фигуры.

В этой связи очень интересен «Медный всадник» Этьена Фальконе. Со стороны кажется, что памятник очень неустойчивый. Ведь у него только две точки опоры - задние копыта коня, а следовательно, и центр масс находится не над опорой. Но это не так. На самом деле у памятника три точки опоры: копыта и хвост коня - а центр масс памятника находится как раз над треугольником, образованным тремя опорами.

Итак, совершенно очевидно, что центр масс напрямую влияет на устойчивость конструкций. Теперь мы можем сформулировать условия для повышения устойчивости:

- центр масс фигуры должен находиться как можно ближе к опоре;
- увеличение площади опоры ведет к повышению устойчивости;
- фигура будет опрокинута, если центр масс находится не над ее опорой относительно земли.

