



Сила тяжести и свободное падение

Термин «свободное падение» непосредственно связан с образом австрийского искателя приключений Феликса Баумгартнера. 14 октября 2012 г. он стал первым человеком, который прыгнул с гелиевого воздушного шара с высоты 38 969,4 метра, пролетев по направлению к Земле около 36,5 км без какого-либо летательного аппарата. Максимальная скорость, которой достиг этот 31-летний экстремал, составила 1 357,6 км/ч. Одной из его задач было преодоление звукового барьера и достижение числа Маха 1,25 (скорость звука около 1 235 км/ч), и он ее успешно выполнил. На высоте около 2500 метров над землей он вытянул кольцо своего парашюта, чтобы замедлить падение и совершить безопасную посадку.

Вряд ли стоит рисковать так, как Баумгартнер, чтобы экспериментально исследовать и понять принципы свободного падения и связанные с ним параметры, законы и расчеты. Для этого будет достаточно простой конструкции.

История

В 55 г. до нашей эры римский поэт и философ Лукреций объяснил, что падающие объекты замедляются только гидродинамическим или аэродинамическим сопротивлением и что по этой причине легкие тела падают медленнее, но все тела должны падать с одинаковой скоростью в вакууме.

По мнению греческого философа Аристотеля (384-322 гг. до н. э.), тяжелые тела должны падать на землю быстрее, чем легкие, поскольку они тонут в воде, а легкие тела всплывают. Предположение Аристотеля было опровергнуто только в 1554 г. Это сделал Джованни Батиста Бенедетти (1530–1590 гг.). Он показал, что две одинаковых сферы, прочно соединенные друг с другом (невесомым) стержнем, падают с одинаковой скоростью.

Гипотеза о том, что тела движутся во время падения с постоянной скоростью, также принадлежит Аристотелю. Она существовала до 1590 г., когда Галилео Галилей постулировал законы свободного падения: в вакууме все тела падают с одинаковым ускорением, вне зависимости от их формы, строения или массы. Скорость их падения пропорциональна времени падения так же, как расстояние, пройденное при падении, пропорционально квадрату времени падения. Это среднее ускорение одинаково для всех тел в этой же точке. В 1659 г. Роберт Бойль подтвердил экспериментом, что тела разной массы в вакууме падают с одинаковой скоростью.

Определения

Термин «свободное падение» описывает ускорение объекта, на который действует только сила тяжести. Человек, который выпрыгивает из самолета, замедляет свое падение благодаря аэродинамическому сопротивлению. Настоящее «свободное падение» возможно только в вакууме, где не могут действовать никакие силы, кроме силы тяжести. Испытательная среда для опытов такого рода имеется в исследовательском центре НАСА имени Гленна в Кливленде, штат Огайо.

Уравнения

Свободное падение (без трения): Сила, действующая на падающее тело, обозначается F и измеряется в ньютонах. Ньютон объединяет массу тела (в кг) и ускорение (в m/c^2), где ускорение равно силе тяжести земли.

$$\text{Ньютон} = \text{кг} * \text{м/с}^2$$



Тела с разными массами в вакууме падают с одинаковой скоростью. Из этих соображений общее уравнение свободного падения выглядит так:

$$h = h_0 - 1/2 gt^2$$

Другими словами, результат не зависит от массы тела. Трудно поверить, но в вакууме гиппопотам падает с такой же скоростью, как и червяк.

h = высота тела в момент t , h_0 = начальная высота без начальной скорости, g = ускорение свободного падения, t = время падения в секундах.

$$s = h - h_0 = 1/2 gt^2$$

определяет расстояние, пройденное телом в свободном падении за время t , когда оно было сброшено из состояния покоя.

Ускорение свободного падения $9,81 \text{ м/с}^2$.

Для расчета скорости в свободном падении используется уравнение $V = gt$. В этом уравнении скорость падения измеряется в метрах в секунду, g — это ускорение силы тяжести в метрах в секунду в квадрате, а t — это время в секундах.

В нашем эксперименте мы не имеем вакуума, поэтому в наших расчетах нам необходимо учесть сопротивление атмосферы. Это означает, что наш эксперимент не позволит правильно определить ускорение свободного падения.

Падение в условиях аэродинамического сопротивления

На объект действуют две противоположные силы: сила веса и сила сопротивления (в вакууме сила сопротивления = 0).

Мы можем получить наибольшую скорость объекта как функцию этих переменных. Действительно, наибольшая скорость достигается в тот момент, когда обе противоположные силы строго равны и объект не может далее ускоряться в своем падении. Большая максимальная скорость может быть достигнута в падении в условиях аэродинамического сопротивления либо путем уменьшения аэродинамического сопротивления, либо путем увеличения массы тела. К падению в условиях аэродинамического сопротивления относится следующее утверждение: Чем тяжелее объект, тем больше максимальная скорость падения (при условии одинаковой формы и свойств поверхности).

Феликс Баумгартнер старался уменьшить аэродинамическое сопротивление своего защитного костюма, чтобы достичь сверхзвуковой скорости как можно быстрее. После этого он увеличил свое сопротивление, открыв парашют, чтобы замедлить скорость до того, как он достигнет земли.

Люди, работавшие в этой области

- Галилео Галилей
- Исаак Ньютон
- Роберт Бойль
- Джованни Батиста Бенедетти

Вы можете найти информативные веб-сайты, используя следующие ключевые слова

- Свободное падение
- Исследовательский центр имени Гленна
- Полет по параболической траектории
- Аэродинамическое сопротивление



<http://www.>