

# Расчет тайминга движущихся предметов

Практическое занятие

# Законы движения

Рассмотрим суть Ньютоновских законов (здесь не приводятся точные формулировки законов движения).

## **Первый закон Ньютона**

Этот закон гласит, что любой предмет, обладающий весом будет оставаться в статике до тех пор, пока к нему не будет применена внешняя сила. Как только объект начал движение, он будет стремиться двигаться по прямой все время движения до тех пор, пока внешняя сила не изменит его скорость или направление.

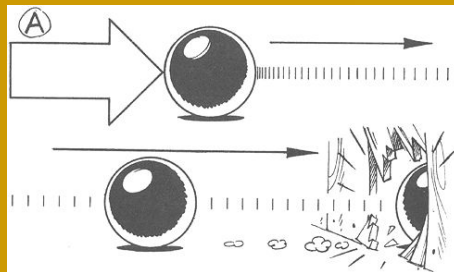
Как правило, объект начинает двигаться медленно, стремясь преодолеть внутреннюю инерцию, затем он начинает наращивать скорость до какого то постоянного значения и движется с этой скоростью почти до момента остановки. Окончание движения сопровождается плавным замедлением. В анимации этот принцип движения получил название «Плавный вход и плавный выход» (Slow-In and Slow-Out).

# Законы движения

## Второй закон Ньютона

Согласно второму закону Ньютона объект начинает движение с ускорением в том же направлении, в котором была применена сила к объекту. При этом чем бОльшая сила была применена к объекту, тем выше будет ускорение. Чем выше масса объекта, тем большей инерцией он обладает, соответственно, больше силы потребуется применить к объекту для того, чтобы сдвинуть его с места.

Вспомните пример с пушечным ядром и воздушным шариком. Для того, чтобы шарик начал движение, достаточно легкого щелчка по его поверхности. При это шарик быстро остановится под действием сопротивления воздуха. Чтобы сдвинуть пушечное ядро, потребуется куда бОльшая сила. При этом пушечное ядро, обладая бОльшей инерцией, разгоняется дольше, чем воздушный шарик.



# Законы движения

## Третий закон Ньютона

Согласно третьему закону Ньютона для каждого действия существует равное ему действие, направленное в противоположную сторону. Это означает, что если к телу применена сила, то тело взаимодействует с силой, равной ей и направленной в противоположную сторону, примененной все к тому же телу.



Сила направлена в одну сторону, ракета движется в противоположную



Пушечное ядро движется вперед, сама пушка передвигается назад

# Законы движения

## Сила гравитации

Кроме трех основных законов движения, Ньютон открыл закон всемирного тяготения. Другой ученый, Галилео Галилей изучал падение различных предметов, сбрасывая их с вершины высокой башни. Американские астронавты, высадившись на Луне, решили продемонстрировать там действие этого закона. Они опустили перо и молоток. Оба эти предмета прилунились одновременно, так как они не встретили сопротивление воздуха. На Земле перо будет падать намного медленнее, чем молоток. Причина, по которой перо падает на Землю медленнее, чем молоток, не имеет ничего общего с силой гравитации. Оно медленно движется за счет трения, создаваемого сопротивлением воздуха. Объект той же массы, что и перо, но с меньшей площадью поверхности будет падать с ускорением так же, как и молоток. Вспомните, как задается тайминг предметов, подброшенных в воздух.



# Законы движения

## Движение по дугам

Подавляющее большинство движений проходит по дугам. Изредка траектории выпрямлены или расположены под углом. Но прямые линии придают большую энергию движению. Как правило, траектория имеет форму прямой линии на коротких дистанциях. На длинных дистанциях она будет представлять собой дугу.

За редкими исключениями, движение всегда должно осуществляться по дуге, иначе анимация не будет работать.



# Задание

Работа выполняется на бумаге. Порядок выполнения работы:

1. Используя секундомер, рассчитайте общее время движения и определите моменты, в которых происходят наиболее важные моменты движения (компоновки).

2. Нарисуйте траектории движения объектов. Выберите компоновки (ключевые моменты движения) и разместите соответствующие рисунки на бумаге в пределах одного рисунка, совместив с траекторией движения.

3. Обозначьте (нарисуйте) компоновки и покажите на траектории движения положение промежуточных фаз. Фазы нужно только отметить!

В случае сложного движения компоновки отдельных участвующих в движении объектов (например, баскетбольной сетки) можно разместить на рисунке рядом.

Заполнить режиссерский лист.

К работе необходимо оформить отчет, содержащий номер варианта, задание, схему расчета времени с указанием компоновок и точками размещения фаз. Объяснить выбор компоновок. **Варианты распределяются согласно номеру студента в списке группы.**

# Задание

1. В кадре: качели раскачиваются. Из-за пределов кадра вылетает мячик, ударяется о сидение качели, отскакивает и улетает за пределы кадра.
2. Ключ летит по параболе в воздухе и попадает в замочную скважину.
3. Зонтик летит по параболе и попадает в корзину.
4. В кадре – баскетбольное кольцо (более сложный случай - баскетбольная сетка). В него попадает баскетбольный мяч и падает на траву.
5. Тяжелый мяч (например, мяч для боулинга) скатывается со ступеньки и сбивает 3 кегли.
6. С яблони осыпаются яблоки и падают на траву.
7. Городошная бита разбивает фигуру.
8. Резиновую игрушку пнули ногой и она скачет по полу.
9. Бумажный самолетик летит по параболе, натывается на препятствие и падает.
10. Коробок со спичками падает со стола на пол.
11. Мячик для пинг-понга падает на жесткую поверхность.
12. Клубок ниток падает со стола (дивана, стула) на пол и разматывается.
13. Из пушки вылетает ядро, долетает до цели (например, небольшого здания) и раскалывается пополам.