

МЯЧИК в верстаке Part

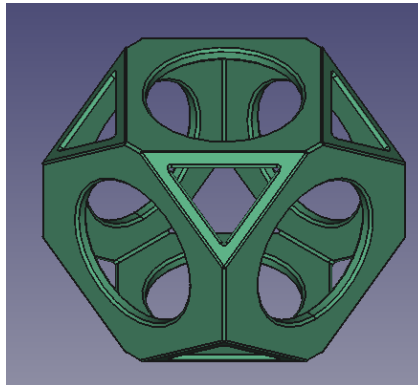
Верстак Part (Деталь) был первым разработанным верстаком. Он предоставляет основные геометрические элементы, которые могут быть использованы в качестве строительных блоков для других верстаков.

Верстак Part предназначен для использования в традиционном рабочем процессе создания конструктивной твердотельной геометрии (CSG).

Для более современного рабочего процесса с использованием эскизов, функции выдавливания и др. функций используйте верстак PartDesign.

Вы попрактикуетесь в:

- вставке примитивов
- изменении параметров этих примитивных объектов
- изменении их [размещения](#) (положения в пространстве)
- выполнении Булевых(логических) операций



Модель шарика дуновения (мячик)

1. Настройка

- 1.1. Откройте FreeCAD и создайте новый пустой документ с помощью Файл → Создать новый, и переключитесь на верстак Part.
- 1.2. Нажмите на кнопку Изометрический Вид, или нажмите **0** на цифровой панели клавиатуры, для переключения в изометрический вид и лучшего представления 3D объектов.
- 1.3. Нажмите кнопку Уместить всё содержимое всякий раз, когда вы добавляете объекты для панорамирования и масштабирования 3D-вида, чтобы все элементы были видны на экране.
- 1.4. Удерживайте нажатой клавишу **Ctrl**, для выбора нескольких элементов. Если вы выбрали что-то неправильно или хотите отменить выбор всего, просто нажмите на пустое место в 3D-виде.

2. Вставка примитивных кубов

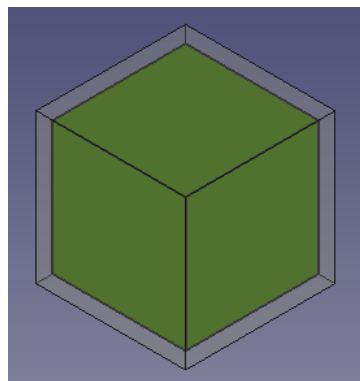
- 2.1. Вставьте примитивный куб, нажав на кнопку Куб.
- 2.2. Выберите Куб в древе проекта.
- 2.3. Измените размеры во вкладке Данные на панели Окна свойств:
 - Length(Длина) - 90 мм.
 - Width(Ширина) - 90 мм.
 - Height(Высота) - 90 мм.
- 2.4. На вкладке Данные панели Окна свойств, нажмите на Placement(Размещение) так что бы появилась кнопка ... справа и перейдите в диалоговое окно Placement(Размещение).
- 2.5. Измените значения Перемещения.
 - X -45 мм.
 - Y -45 мм.

- Z -45 мм.
 - Нажмите кнопку ОК для закрытия диалогового окна.
- 2.6. Повторите этот процесс ещё раз, вставив второй, меньший куб, нажав на кнопку Куб. Второй куб будет создан с тем же именем, но с дополнительным номером, чтобы различать объекты.
- 2.7. Выберите Куб001 в древе проекта, и измените его размеры и положение как и с предыдущим объектом.
- Length - 80 мм.
 - Width - 80 мм.
 - Height - 80 мм.
- 2.8. Откройте диалог Placement.
- X -40 мм.
 - Y -40 мм.
 - Z -40 мм.
 - Нажмите кнопку ОК для закрытия диалога.

3. Изменение визуальных свойств

В предыдущих операциях мы создали меньший куб внутри большего. Чтобы увидеть это, мы можем изменить свойства представления на вкладке Вид в панели Окна свойств.

- 3.1. Выберите Куб001, меньший куб в древе проекта, и измените его вид:
- На вкладке Вид щёлкните на значение Shape Color(Цвет Поверхности) чтобы открыть диалоговое окно Выбора цвета, затем выберите зелёный цвет;
 - а так же измените значение Line Width(Толщина Линии) на 2.0.
- 3.2. Выберите больший куб в древе проекта и измените его прозрачность (transparency) на вкладке Вид - значение Transparency (Прозрачность) = 70.



Твердотельный куб внутри другого твердотельного куба

4. Вставка примитивных цилиндров

- 4.1. Вставьте простой цилиндр, нажав на кнопку Цилиндр.
- 4.2. Выберите Цилиндр в древе проекта.
- 4.3. Измените размеры на вкладке Данные панели окна свойств:
- Radius(Радиус) - 27.5 мм.
 - Height(Высоту) - 120 мм.
- 4.4. Откройте диалоговое окно Placement(Расположение):
- Z -60 мм.
 - ОК для закрытия диалога.
- 4.5. Повторите процесс и вставьте второй цилиндр, нажав на кнопку Цилиндр.

Второй цилиндр будет создан с тем же именем, но с дополнительным номером, чтобы различать объекты.

4.6. Выберите Цилиндр001 в древе проекта, и измените его размеры и расположение:

- Radius - 27.5 мм.
- Height - 120 мм.
- Расположение - измените Y на 60 мм.
- Измените параметр Вращение на Ось вращения с углом - выберите Ось X, а также укажите Угол 90 град.
- ОК закрыть диалог.

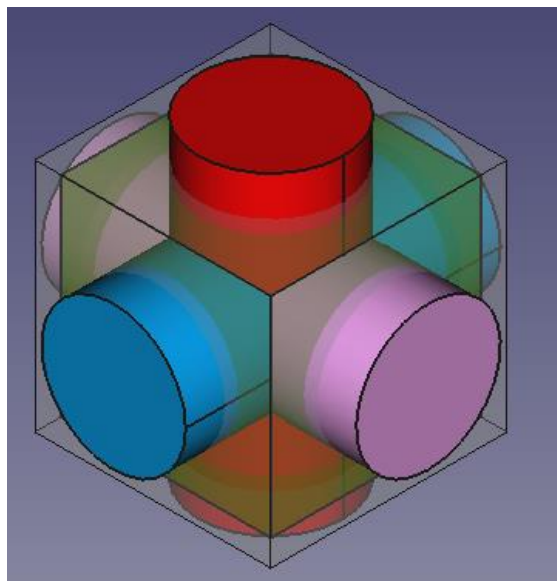
4.7. Вставьте ещё один цилиндр как дубликат, так чтобы его радиус и длина остались прежними, а изменилось только его расположение:

- Выберите Цилиндр001 в древе документа, и перейдите в меню Правка→ Дублировать выбранное. Эта команда создаст Цилиндр002.
- Откройте диалог Placement(Расположение).
- Измените X на -60 мм.
- Измените параметр Вращение на Ось вращения с углом; и выберите Ось Y, а также укажите Угол 90 град.
- ОК для закрытия диалога.

5. Изменение визуальных свойств

Предыдущие операции создают три цилиндра, которые пересекаются друг с другом, а также пересекают кубы. Чтобы лучше увидеть это, мы можем изменить свойства представления в панели окна свойств.

- 5.1. Выберите Куб001, меньший куб, в древе проекта и измените прозрачность на вкладке Вид Transparency(Прозрачности) = 70.
- 5.2. Выберите Цилиндр, на вкладке Вид нажмите на значение Shape Color(Цвет формы), чтобы открыть диалоговое окно Выбор цвета, а затем выберите красный цвет.
- 5.3. Для Цилиндр001 установите синий цвет.
- 5.4. Для Цилиндр002 установите розовый цвет.
- 5.5. Выберите все три цилиндра и на вкладке Вид измените значение Line Width(Ширины Линии) на 2.0.

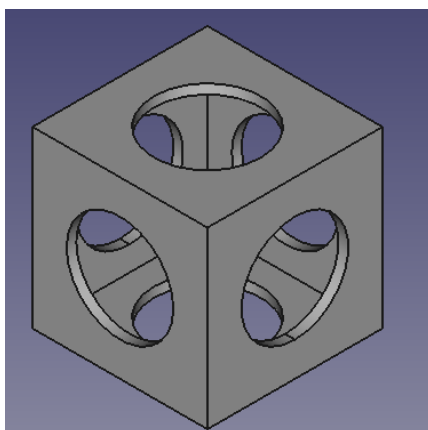


Твердотельные цилиндры, которые пересекаются между собой и твердотельными кубами.

6. Объединение и вырезка

- 6.1. В древе проекта выберите Куб001 (внутренний, меньший куб) и три цилиндра, затем нажмите Объединение(Fuse). Это создаст объект Fusion.
- 6.2. Выполните Булеву (логическую) обрезку Куба(большого куба) и нового объекта Fusion(слияния):
 - В древе проекта сначала выберите Куб, а затем Fusion.
 - Нажмите кнопку Обрезать. Это создаст объект Cut.

Примечание: порядок, в котором вы выбираете объекты, важен для операции вырезания. Сначала выбирается базовый объект, а потом вырезаемый.
- 6.3. Если цвета выглядят странно, выберите новый объект вырезки Cut, перейдите на вкладку Вид, нажмите на значение Shape Color(Цвета формы), чтобы открыть диалоговое окно Выбор цвета, затем выберите серый цвет; также измените значение Line Width(ширины линии) на 2.0



Пустотелая форма, полученная вырезанием куба и трёх цилиндров из большего куба.

7. Вставка кубов для обрезки углов незаконченного тела

Теперь мы создадим ещё несколько кубиков, которые будут использоваться в качестве режущих инструментов для обрезки углов ранее полученного объекта Cut.

- 7.1. Вставьте новый Куб.
- 7.2. Выберите Куб002 в древе проекта, и измените его размеры и расположение:
 - Length(Длина) - 140 мм.
 - Width(Ширина) - 112 мм.
 - Высота - 112 мм.
- 7.3. Откройте диалог Placement(Расположение):
 - X -70 мм.
 - Y -56 мм.
 - Z -56 мм.
 - Нажмите ОК.
- 7.4. Вставьте новый Куб.
- 7.5. Выберите Куб003 в древе проекта, и измените его размеры и расположение:
 - Length(Длина) - 180 мм.
 - Width(Ширина) - 180 мм.
 - Height(Высота) - 180 мм.
- 7.6. Откройте диалог Placement(Расположение).
 - X -90 мм.

- Y -90 мм.
- Z -90 мм.
- Нажмите ОК.

Мы снова продублируем два предыдущих объекта, чтобы еще раз использовать их в качестве режущих объектов.

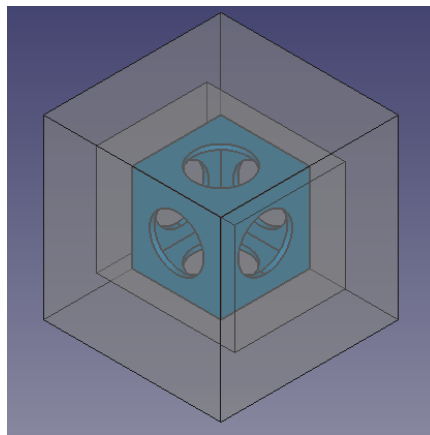
7.7. Выберите только Куб002 в древе проекта и перейдите в меню Правка → Дублировать выбранное. Это создаст Куб004.

7.8. Выберите только Куб003 в древе проекта и перейдите в меню Правка → Дублировать выбранное. Это создаст Куб005.

Чтобы лучше увидеть это, мы можем изменить значения свойств на вкладке Вид в панели окна свойств.

7.9. Выберите вырезанный объект Cut и на вкладке Вид в диалоговом окне Select color(Выбор цвета) выберите синий цвет.

7.10. Выберите все новые кубы, Куб002, Куб003, Куб004 и Куб005, на вкладке Вид измените значение Transparency(Прозрачности) на 80.



Дополнительные внешние кубы, которые будут использоваться в качестве режущих объектов для внутреннего твердого тела.

8. Срезание углов 1

8.1. В древе проекта выберите Куб002 и Куб003.

8.2. Откройте диалог Placement(Расположение).

8.3. Отметьте опцию (поставьте галочку) Применить дополнительные изменения; обратите внимание, что все значения Перемещение сбрасываются на нули.

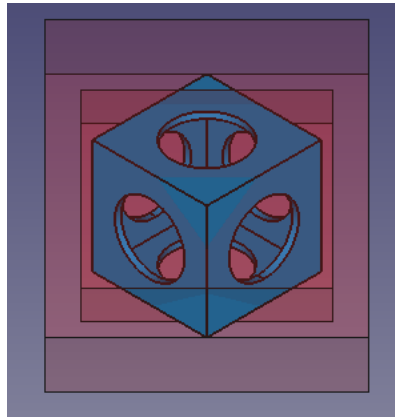
- Измените Вращение на Ось вращения с углом; укажите Ось X, и Угол 45 град, затем нажмите Применить. Это применит вращение вокруг оси X, и сбросит значение Угла на ноль.
- Измените ещё раз Вращение, но теперь вокруг Оси Z, и укажите Угол 45 град, затем нажмите Применить. Это применит вращение вокруг оси Z, и сбросит значение Угла на ноль.
- Нажмите ОК для закрытия диалога.

8.4. В древе проекта отмените ранее выбранные объекты; а затем выберите сначала Куб003, больший куб, а затем Куб002, меньший куб.

8.5. Нажмите Обрезать → будет создан Cut001 - пустотелое тело, которое пересекает первоначальное тело Cut только в определённых углах.

8.6. Чтобы лучше увидеть это, мы можем изменить свойства представления на вкладке Вид в окне свойств:

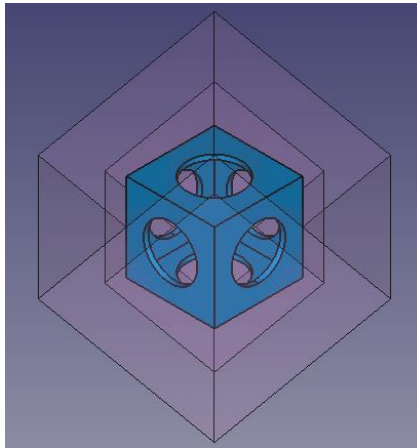
- Выберите Куб004 и Куб005, на вкладке Вид измените значение свойства Visibility(Видимость) на false(ложь), или просто нажмите Space на клавиатуре.
- Выберите Cut001, щёлкните на значение свойства Shape Color(Цвет формы) и выберите красный цвет;
- Поменяйте значение Transparency(Прозрачность) на 90.



Повернутое, пустотелое твёрдое тело, которое будет использоваться в качестве режущего объекта для некоторых углов внутреннего твёрдого тела.

9. Срезание углов 2

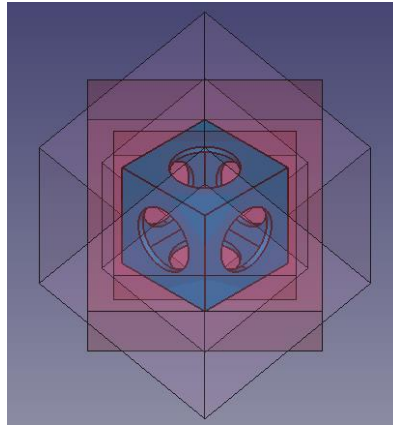
- 9.1. В древе проекта выберите Cut001, на вкладке Вид измените значение Visibility(Видимость) на false(ложь) или нажмите Space(Пробел) на клавиатуре.
- 9.2. В древе проекта выберите Куб004 и Куб005, на вкладке Вид измените значение Visibility(Видимость) на true(истина) или просто нажмите Space(Пробел) на клавиатуре.
- 9.3. Откройте диалог Расположение.
 - Отметьте опцию (поставьте галочку) Применить дополнительные изменения; обратите внимание, что все значения Перемещение сбрасываются на нули.
 - Измените Вращение на Ось вращения с углом; укажите Ось X, и Угол 45 град, затем нажмите Применить. Это применит вращение вокруг оси X, и сбросит значение Угла на ноль.
 - Измените ещё раз Вращение, но теперь вокруг Оси Z, и укажите Угол -45 град, затем нажмите Применить. Это применит вращение вокруг оси Z, и сбросит значение Угла на ноль.
 - Нажмите ОК для закрытия диалога.
- 9.4. В древе проекта отмените ранее выбранные объекты; а затем выберите сначала Куб005, больший куб, а затем Куб004, меньший куб.
- 9.5. Нажмите Обрезать → будет создан Cut002 - пустотелое тело, которое пересекает первоначальное тело Cut только в определённых углах.
- 9.6. Чтобы лучше увидеть это, мы можем изменить свойства представления на вкладке Вид в окне свойств:
 - Выберите Cut002, щёлкните на значение свойства Shape Color(Цвет формы) и выберите розовый цвет;
 - Поменяйте значение Transparency(Прозрачность) на 90.



Повернутое, пустотелое твёрдое тело, которое будет использоваться в качестве режущего объекта для некоторых углов внутреннего твёрдого тела.

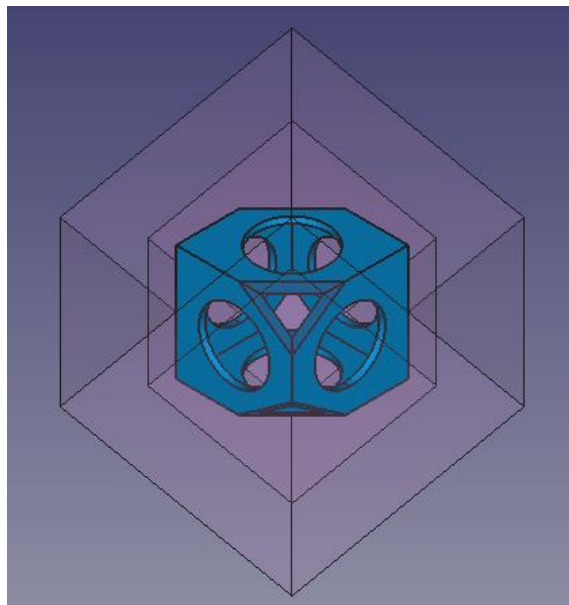
10. Завершаем модель

- 10.1. Убедитесь что все объекты видимые. В дереве проекта выберите все объекты, на вкладке Вид измените значение Visibility(Видимость) на true(истина), или нажмите Пробел на клавиатуре.



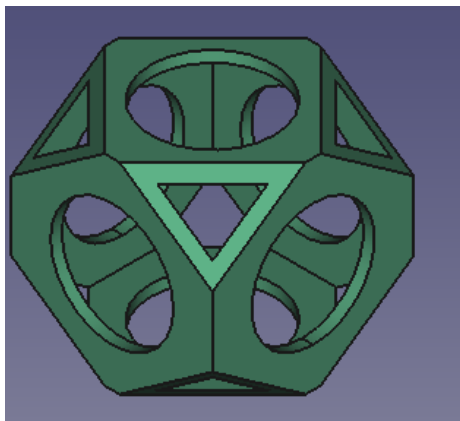
Внутреннее пустотелое твёрдое тело вместе с внешними телами, которые будут использоваться для его резки.

- 10.2. В дереве проекта снимите выделение со всех объектов;
 10.3. Выберите первым Cut, а потом Cut001.
 10.4. Нажмите Обрезать → будет создан Cut003.



Внутреннее тело, обрезанное Cut001.

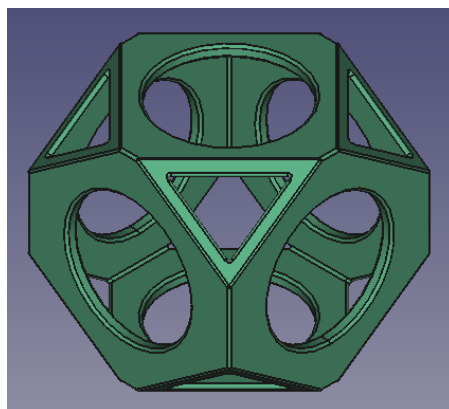
- 10.5. В дереве проекта снимите выделение с объектов.
- 10.6. Выберите первым Cut003, а затем Cut002.
- 10.7. Нажмите Обрезать → будет создан Cut004 - окончательная модель.
- 10.8. Выберите Cut004, щёлкните на значение Shape Color(Цвет Формы) и выберите зелёный цвет; а также поменяйте значение Line Width(Толщина Линии) на 2.0.



Результат операций вырезания

Реальные объекты не имеют идеально острых краев или углов, поэтому применение скругления к краям может быть сделано для уточнения модели.

- 10.9. В дереве проекта выберите Cut004 и нажмите Скругление.
- 10.10. На панели задач Скруглить рёбра перейдите в раздел Выделение, выберите Выбрать рёбра и нажмите Все. В качестве Тип скругления выберите Постоянный радиус, затем установите Радиус равным 1 мм.
- 10.11. Нажмите ОК. Это создаст объект Fillet.
- 10.12. На вкладке Вид, измените значение Line Width(Толщина Линии) на 2.0.



Окончательная модель whiffle ball (шарик дуновения) со скруглениями на кромках