

## §4 Заключительный этап: командная часть

В финале профиля «Разработка приложений виртуальной и дополненной реальности» участники выполняли задания по математике и информатике, а после – создавали виртуальный урок по физике, где должны были визуализировать, как положительные и отрицательные заряды притягиваются или отталкиваются по закону Кулона.

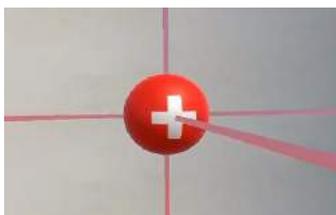
### 4.1 Задание

Необходимо создать проект, в котором нужно реализовать визуализацию взаимодействия положительных и отрицательных электрических зарядов между собой:

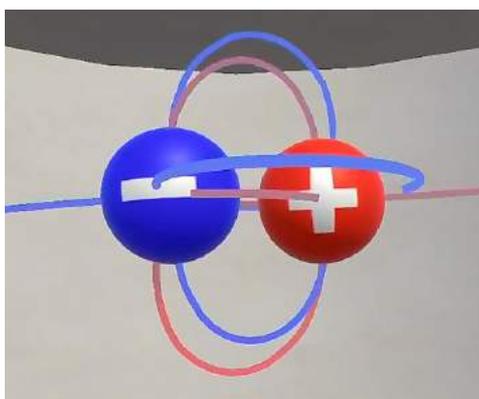
1. Заряд должен отображаться в виде шара.
2. Размер шара должен определяться модулем величины заряда.
3. Цвет шара должен определяться знаком заряда.
4. Должна быть возможность создавать заряды.
5. Созданный заряд размещается в пространстве клавишей действия, а положения заряда задается положением контроллера в пространстве
6. При помощи трэпада должно быть возможно задавать целочисленное значение создаваемого заряда в диапазоне от -4 до +4 условных единиц
7. Любые два заряда взаимодействуют между собой (притягиваются или отталкиваются), учитывая знак зарядов, значение зарядов и расстояний между ними, по закону Кулона (-модуль, +конкретное значение k):

$$\vec{F}_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2}$$

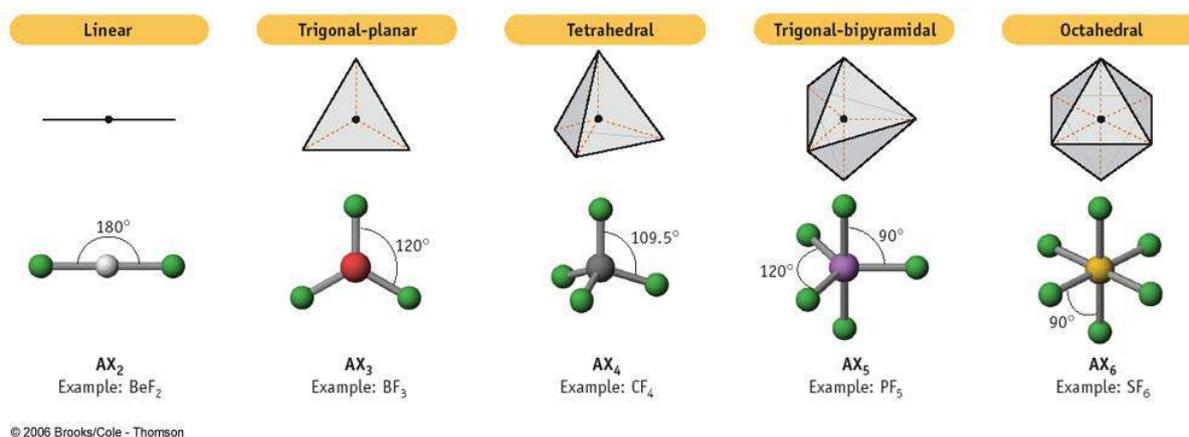
8. Если зарядов в сцене больше одного, действующие на каждый заряд силы складываются (принцип суперпозиции).
9. Инертная масса каждого заряда принимается за 1. Силы гравитации НЕ учитываются.
10. Для каждого заряда следует вывести 6 линий напряженности электростатического поля, выходящих из центра заряда по 3 осям заряда, отображающих электростатическое поле этого заряда. Линия напряженности в каждой точке сонаправлена с градиентом электростатического поля. Длина линии напряженности -- 1 единица в юнити.



11. При взаимодействии зарядов друг другом линии напряжённости электростатического поля должны меняться, отражая картину электростатического поля согласно принципу суперпозиции:



Если вы все сделали правильно, то при взаимодействии зарядов с разными величинами, заряды с меньшими величинами будут располагаться вокруг заряда с большими величинами, следуя принципу молекулярной геометрии



эти конфигурации, наряду с другими, будут использоваться для проверки корректности ваших программ.

Линии напряженности, при наличии на сцене более двух зарядов, взаимодействуют с ближайшим зарядом

12. При поднесении контроллера к заряду должен появляться индикатор, отображающий возможность прикрепить заряд к контроллеру, при нажатии кнопки действия, при работающем индикаторе, заряд прикрепляется к контроллеру и его можно перемещать в пространстве. Заряд можно освободить от контроллера, нажав на кнопку действия.
13. При нажатии на правую часть тачпада левого контроллера, захваченный в пункте 6 заряд может быть удален
14. Заряды должны двигаться с течением времени под воздействием сил, определяемых законами Кулона и Ньютона.
15. Шаг симуляции должен быть как можно ниже, желательно не более 0.1 секунды
16. Частота кадров должна быть как можно выше, желательно не менее 90 кадров в секунду. Частота кадров не обязана совпадать с шагом симуляции.
17. Виртуальное пространство должно окружено границей, при касании которой заряды останавливаются (т.е. неупруго приклеиваются к виртуальной стене), продолжая при этом оказывать воздействие на остальные заряды. Размер виртуального пространства равен 2.5 м x 2.5 м

18. При нажатии на левую часть тачпада левого контроллера симуляция должна приостанавливаться, при этом кнопка должна иметь индикацию нажатия и индикацию текущего состояния симуляции (запущена/приостановлена).
19. Должна быть возможность произвольно перемещаться внутри виртуального пространства. К программе должна прилагаться инструкция по управлению.
20. При старте программа должна считывать из файла input.txt начальную конфигурацию зарядов. Первая строка файла содержит целое число N -- количество зарядов. Следующие N строк содержат разделённые пробелами вещественные числа: \*величина заряда\* \*координата X\* \*координата Y\* \*координата Z\*

Пример файла:

```
3
2 4.2 5.1 3.0
-1 4.1 3.2 5.7
3 -5 2.4 3.2
```

21. Если файл input.txt отсутствует, программа должна считать, что в начальной конфигурации нет ни одного заряда.
22. Программа должна поддерживать до 50 зарядов без существенного падения производительности.

## 4.2 Критерии оценивания

### Часть I. Функциональные требования

1. Существует возможность увеличивать и уменьшать величину заряда при помощи тачпада на правом контроллере
  - 1 балл - возможность присутствует, но функционал работает иными от тачпада кнопками
  - 2 балла - возможность присутствует, реализовано при помощи горизонтальной оси тачпада
2. При нажатии триггера на правом контроллере, появляется заряд заданной величины, в текущем местоположении контроллера его внешний вид отличается в зависимости от знака заряда
  - 1 балл - заряд появляется в текущем местоположении
  - 2 балла - заряд имеет синий или красный цвет в зависимости от знака заряда
3. Существует возможность удерживать, ранее расположенный на сцене заряд, при помощи триггера левого контроллера и передвинуть его движением этого же контроллера в любое расположение и освободить его опусканием триггера, при освобождении заряд должен продолжить взаимодействовать с остальными зарядами согласно Закону Кулона
  - 0 баллов - не реализовано
  - 1 балл - реализация не соответствует заданию
  - 2 балла - реализация соответствует заданию

4. Существует возможность удалить захваченный в пункте 3. заряд нажатием на правую половину тачпада левого контроллера

0 баллов - не реализовано

1 балл - реализация соответствует заданию

5. Существует возможность приостановить симуляцию, нажатием на левую половину тачпада левого контроллера, при этом все взаимодействие между зарядами должно прекратиться, при нажатии на эту же клавишу - симуляция должна продолжиться

0 баллов - не реализовано

1 балл - симуляция приостанавливается, при продолжении симуляции - возникают ошибки (задержки, рывки, резкие прыжки и иное некорректное поведение зарядов)

2 балла - симуляция приостанавливается и продолжается без видимых задержек и артефактов движения зарядов

## **Часть II. Корректность модели**

1. При размещении одиночного заряда на сцене, он висит неподвижно, на него не действуют силы гравитации

1 балл - при размещении заряд висит неподвижно

2. Размещенный заряд взаимодействует с другими зарядами одинаково, вне зависимости от расположения других зарядов, должны учитываться только величины зарядов и расстояния их друг от друга

1 балл - Если заряды с одинаковыми знаками и с одинаковыми по модулю величинами притягиваются друг к другу с одинаковой силой вне зависимости от углов между ними

1 балл - Если положительный и отрицательный заряды с одинаковыми по модулю величинами отталкиваются друг от друга с одинаковой силой вне зависимости от углов между ними

3. При взаимодействии зарядов с разными величинами, заряды с меньшими величинами располагающиеся вокруг заряда с большими величинами, располагаются вокруг заряда с большими величинами равноудалено,

2 балла - заряды с меньшими величинами располагаются вокруг заряда с большими величинами равно удаленно, для всех случаев взаимодействия (1к2, 1к3, 1к4)

4. Если на сцене представлено больше двух зарядов, то они взаимодействуют между собой по принципу суперпозиции, то есть их силы взаимодействия складываются по правилу сложения векторов (см. иллюстрацию)

2 балла - принцип суперпозиции – работает

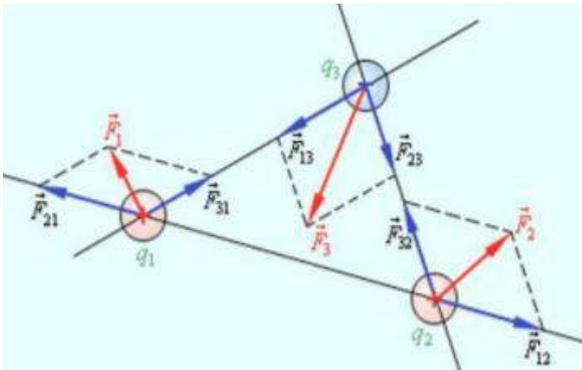


Рисунок - красными стрелками - итоговые векторы силы каждого заряда

- Линии напряженности реализованы, работают в реальном времени корректно и реагируют на другие ближайšie к заряду – заряды.

2 балла - линии напряженности реализованы и работают без задержек

### Часть III. Пользовательский интерфейс

- При взаимодействии с интерфейсом - кнопками паузы, удаления заряда, увеличения и уменьшения величины заряда - кнопки должны иметь индикацию нажатия - кнопки должны продавливаться, изменять цвет при нажатии, издавать звук

1 балл - кнопки имеют индикацию нажатия

- Индикация текущего состояния - кнопка паузы, должна отображать текущее состояние симуляции (запущена/приостановлена), правый контроллер - должен иметь интерфейс отображающий величину вновь созданного заряда

1 балл - индикация присутствует и работает корректно

#### \*Условности

- При столкновении заряды складываются алгебраически, в симуляции - заряды не сталкиваются и не обмениваются зарядами при притяжении
- В реальном мире, силы взаимодействия действуют на заряды при любом расстоянии, если применить это в симуляции, то:
  - если в течение короткого времени на сцене будут преобладать заряды с положительной или же отрицательной величиной, то все заряды удалятся на недостижимое для пользователя расстояние
  - если добавлять заряды последовательно, то они все собьются в одно облако, что может ненаглядно отображать действие закона

В обоих случаях, при нахождении большого количества зарядов на сцене, при взгляде на определенный заряд или группу зарядов, будет неявно, какие еще силы взаимодействия с другими зарядами, не попадающими в область обзора пользователя, влияют на них, и почему эти заряды двигаются именно так.

Поэтому следует ограничить расстояние на котором взаимодействуют заряды

### ***\*Инструкция по работе с Эмулятором***

Выбор устройства:

Шлем - Клавиша [0]

Правый контроллер - Клавиша [1]

Левый контроллер - Клавиша [2]

Управление выбранным устройством

- i. Управление контроллерами
  - a. [W] Движение вперед
  - b. [S] Движение назад
  - c. [D] Движение вправо
  - d. [A] Движение влево
  - e. [E] Движение вверх
  - f. [Q] Движение вниз
  - g. [C] Вращение по оси Z+
  - h. [Z] Вращение по оси Z-
  - i. [X] Сбросить вращение
  - j. [ArrowUp] Вращение по оси X+
  - k. [ArrowDown] Вращение по оси X-
  - l. [ArrowRight] Вращение по оси Y+
  - m. [ArrowLeft] Вращение по оси Y-
  - n. [MouseMove] Вращение по осям
  - o. [MouseLeft] Кнопка действия
  - p. [MouseRight] Кнопка трекпада
  - q. [MouseMiddle] Кнопка Grip
  - r. [Hold Shift + MouseMove] Управлением Тачем Трекпада
- ii. Управление Шлемом
  - a. [T] Движение вперед
  - b. [G] Движение назад
  - c. [H] Движение вправо
  - d. [F] Движение влево
  - e. [Y] Движение вверх
  - f. [R] Движение вниз
  - g. [N] Вращение по оси Z+
  - h. [V] Вращение по оси Z-
  - i. [B] Сбросить вращение
  - j. [I] Вращение по оси X+
  - k. [K] Вращение по оси X-
  - l. [L] Вращение по оси Y+
  - m. [J] Вращение по оси Y-