

Лабораторная работа XIII: Задача многих тел

Задание №1: Система HD 188753

HD 188753 — тройная звёздная система в созвездии Лебедя, удаленная от Солнечной системы примерно на 151 световой год. Главная звезда "HD 188753 A" жёлтый карлик главной последовательности массой 1,06 массы Солнца. На расстоянии 12,3 а. е. от неё друг вокруг друга вращаются звёзды "HD 188753 B" (оранжевый карлик массой 0,6 массы Солнца) и HD 188753 C (красный карлик массой 0,3 массы Солнца). Расстояние между "HD 188753 B" и "HD 188753 C" 4 а.е. Предположительно, в системе находится экзопланета, которая обращается на очень близкой орбите вокруг звезды "HD 188753 A". Смоделируйте гравитационное взаимодействие объектов системы "HD 188753" для различных начальных расположений объектов. Начальные скорости объектов можно определить исходя из формулы:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_{all}}{r}} \quad (1)$$

где M_{all} - сумма масс всех звезд, входящих в систему, а r - расстояние от конкретной звезды до центра масс системы.

Некоторые константы задачи:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н м}^2/\text{кг}^2; \quad (2)$$

$$1 \text{ а.е.} = 149.6 \cdot 10^9 \text{ м}; \quad (3)$$

$$M_{\text{Солнца}} = 1.98847 \cdot 10^{30} \text{ кг}. \quad (4)$$

Задание №2: Заряды в треугольнике

В вершинах равностороннего треугольника со стороной $l = 149 \cdot 10^9 \text{ м}$, находятся заряды $+q$, $+q$ и $-q$, по модулю равные $|q| = \sigma \cdot 10^{20} \text{ Кл}$, где $\sigma \in [1.5, 4.3]$. Смоделируйте движение зарядов в течение некоторого небольшого промежутка времени, определяемого в годах. Начальные скорости зарядов брать в пределах $v \in [10000, 20000] \text{ м/с}$. Начальные положения взять произвольным, наиболее удобным образом.

Задание №3: Заряженный квадрат

В вершинах квадрата со стороной $2a$ расположены четыре заряда, величины которых по модулю равны $|q| = 1,1 \cdot 10^{-13}$ Кл, а массы $m = 1,1 \cdot 10^{-27}$ кг. Вводя систему координат так как показано на (Рис. 1), определите начальные положения (x, y) и компоненты векторов скоростей $\{v_x, v_y\}$ для каждого заряда. Смоделируйте динамику зарядов в промежутке времени $t \in [10^{-7}, 1,5 \cdot 10^{-7}]$ с, если $a = 0,008$ м, а модули векторов скоростей составляют:

- а) $4 \cdot 10^6$
- б) $3 \cdot 10^6$
- б) $2 \cdot 10^6$
- б) $1 \cdot 10^6$

Для каждого из представленных случаев сделайте анимацию.

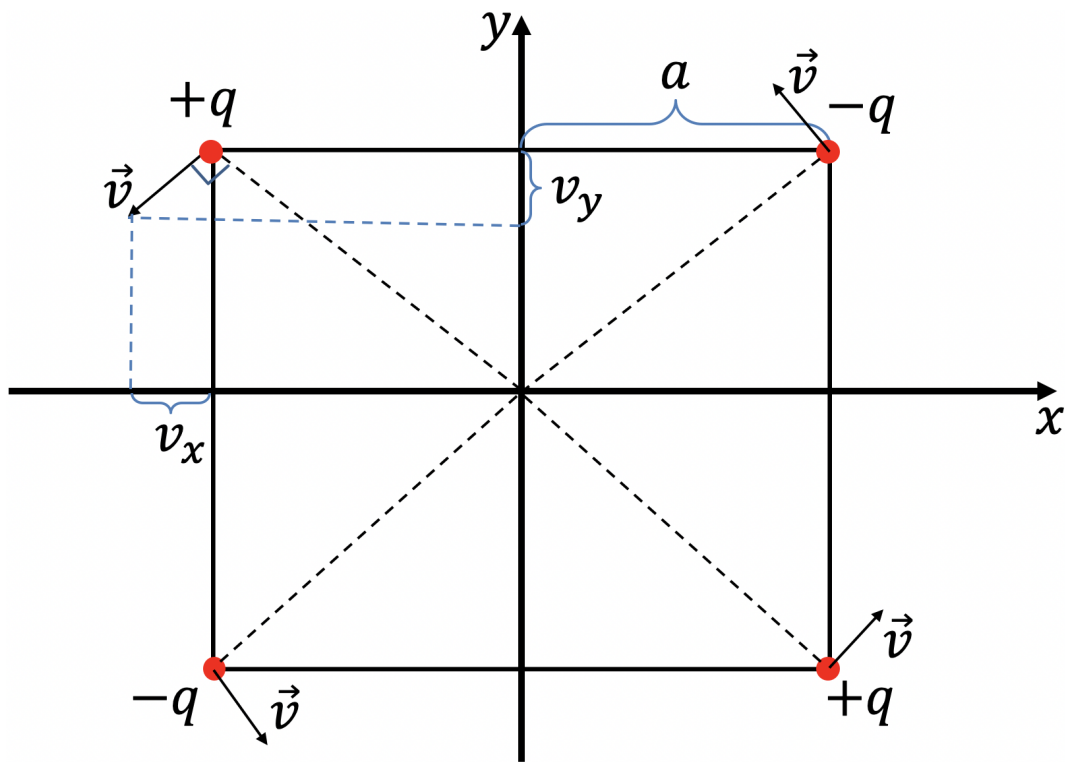


Рис. 1: Начальные положения и скорости зарядов

Задание №4: Генератор распределений частиц

Создайте функцию на вход которой подаются значения:

- r - радиус окружности,
- N - количество частиц, равномерно распределяемых по окружности, заданного радиуса,
- v - модуль вектора скорости, направленного по касательной в каждой точке окружности
- x_0, y_0 - координаты центра окружности.

Функция должна возвращать два массива значений для координат и скоростей каждой точки (прим.: `return coordinate, velocity`).

После чего посредством команд:

- `plt.arrow(x[i], y[i], vx[i], vy[i])` - команда отрисовки вектора, начало которого находится в точке с координатами $(x[i], y[i])$, а конец в точке с координатами $(vx[i], vy[i])$,
- `plt.scatter(x, y)` - команда отрисовки точек, для двух массивов с координатами,

постройте изображения для нескольких распределений точек, аналогично (Рис. 2).

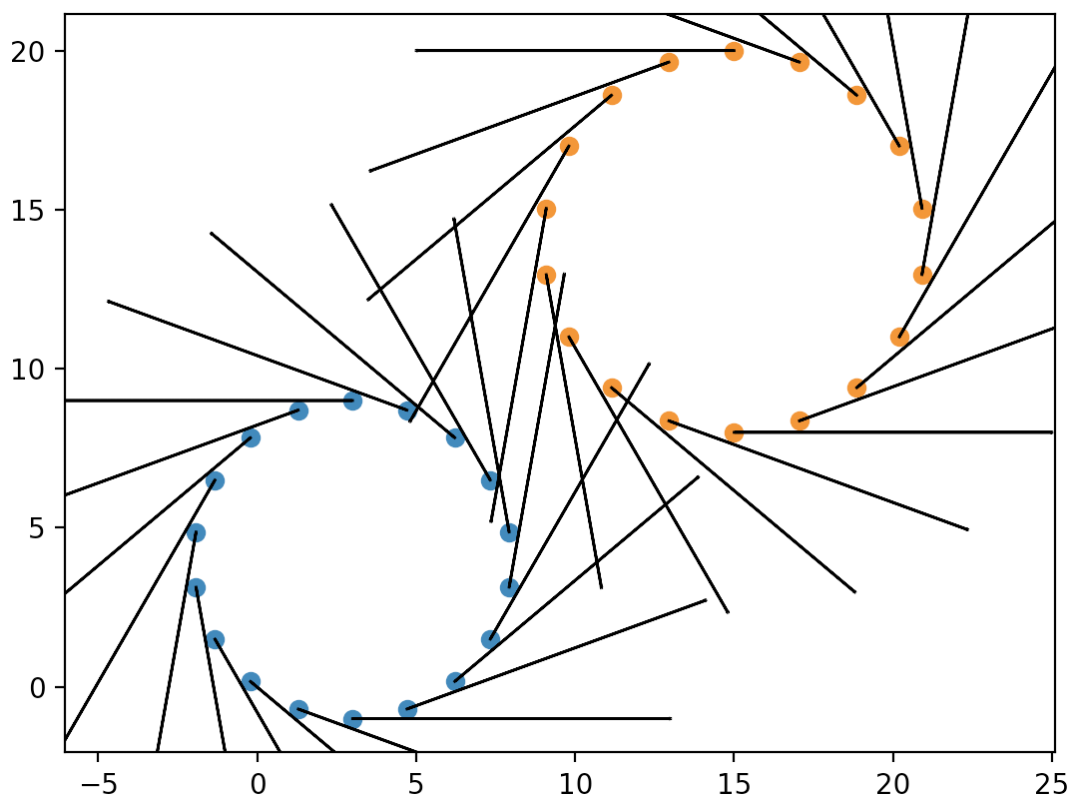


Рис. 2: Распределение частиц на двух окружностях