Симулятор электромагнитного взаимодействия

И. В. Сивиринов
Научный руководитель: А. С. Байгашов

Аннотация

Было создана программа для моделирования заряженных частиц в магнитных и электрических полях. Эта программа поможет учителям поехать взаимодействие между частицами ученикам.

Введение

Взаимодействие взаимодействия магнитов, электромагнитов, заряженных частиц является сложным и интересным особенно при добавлении больше одного магнита. А использование моделирования даёт нам возможность максимально верно и детально показать взаимодействия данных нам тел. Так что целью работы является создать программу для моделирования заряженных частиц в магнитных и электрических полях.

Постановка задачи

Для описания действия заряженной частицы использовались данные формулы:

1. $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{kq_1q_0}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (x_1 - x_0)$
2. $\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{kq_1q_0}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (y_1 - y_0)$
3. $\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{kq_1q_0}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (z_1 - z_0)$
4. $\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{GM_1M_0}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (x_1 - x_0)$
5. $\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{GM_1M_0}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (y_1 - y_0)$
6. $\frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{GM_1M_0}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (z_1 - z_0)$

Для описания действия магнита использовались данные формулы:

1. $B_x = \frac{3\mu\mu_d}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{5}{2}}} \cdot (x_1 - x_0)(z_1 - z_0)$
2. $B_y = \frac{3\mu\mu_d}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{5}{2}}} \cdot (y_1 - y_0)(z_1 - z_0)$
3. $B_z = \frac{(2(z_1-z_0)^2-(x_1-x_0)^2-(y_1-y_0)^2)\mu\mu_d}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{5}{2}}}$
4. $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{q}{m}\left(v_yB_z - v_zB_y\right)$
5. $\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{q}{m}\left(v_zB_x - v_xB_z\right)$
6. $\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{q}{m}\left(v_xB_y - v_yB_x\right)$
7. $\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{GM_1M_0}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (x_1 - x_0)$
8. $\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{GM_1M_0}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (y_1 - y_0)$

9. $\frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{GM_1M_0}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (z_1 - z_0)$

Для описания действия заряженной частицы использовались данные формулы:

1. $\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{GM_1M_0}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (x_1 - x_0)$
2. $\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{GM_1M_0}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (y_1 - y_0)$
3. $\frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{GM_1M_0}{((x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2+(z-z_0)^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (z_1 - z_0)$
4. $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{q}{m}\left(E_x + v_yB_z - v_zB_y\right)$
5. $\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{q}{m}\left(E_y + v_zB_x - v_xB_z\right)$
6. $\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{q}{m}\left(E_z + v_xB_y - v_yB_x\right)$

Начальные условия и параметры

Электроны:

x	Вектор x	y	Вектор y	z	Вектор z
10	0	-10	0	10	-50
-10	0	10	0	10	-50

Магниты:

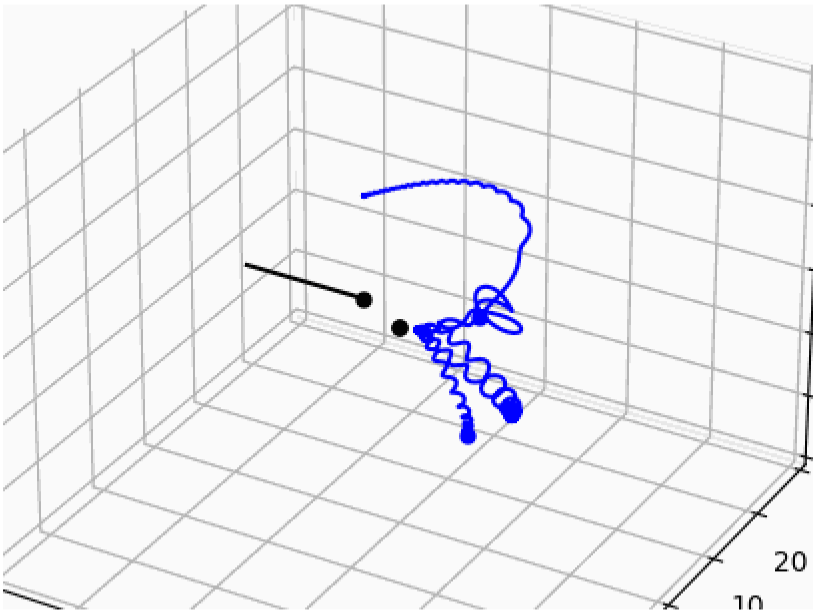
x	Вектор x	y	Вектор y	z	Вектор z	масса	Магнитный момент диполя
-20	0	3	0	0	0	2	5
0	0	0	0	0	0	10	1

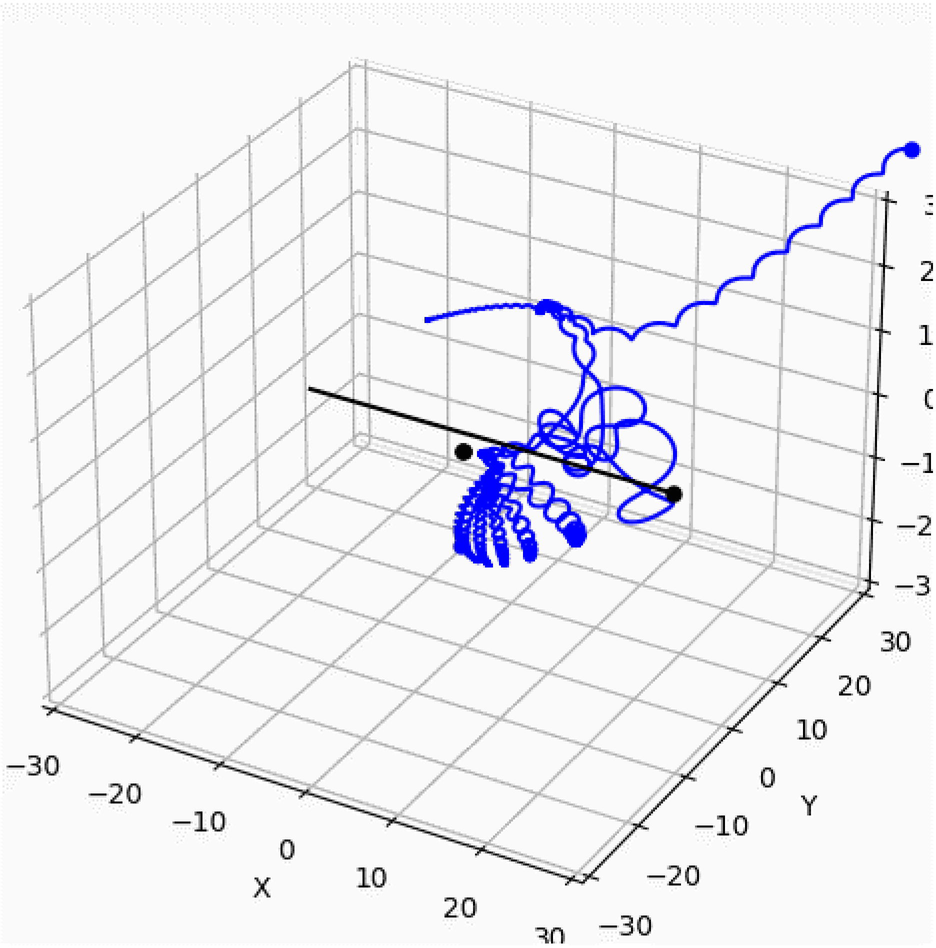
Электрическое поле:

x	Вектор x	y	Вектор y	z	Вектор z	масса	E_x	E_y	E_z	B_x	B_y	B_z
20	0	3	0	0	0	1	0.000000001	0	0	0.000000002	0	0

Результаты моделирования

В проведённых ниже изображениях мы можем увидеть детальное моделирование заряженных частиц в магнитных и электрических полях:





Заключение и перспективы

В будущем на базе этой программы будет написана игра-песочница, в которой можно будет увидеть взаимодействия частиц. На пример можно будет создать модель действия звёздного ветра на планеты.