

Здесь будет титульный лист.

РЕФЕРАТ

Здесь будет реферат.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 4 |
| 1 Теоретическая часть | 5 |
| 1.1 Описание модели | 5 |
| 1.2 Формулы | 6 |
| 2 Вторая глава | 9 |
| 3 Третья глава | 10 |
| Список использованных источников | 11 |

ВВЕДЕНИЕ

Здесь будет введение. [1]

1 Теоретическая часть

1.1 Описание модели

Тело. Абсолютно твёрдое тело в форме круга равномерной плотности (центр масс в центре круга) обладающее массой (m), коэффициентом трения (μ), радиусом (r), начальной скоростью (\vec{v}_0), положением (координаты x и y или радиус-вектор \vec{r}). На тело действует сила трения ($F_{\text{тр.}}$). **TODO**

Точка. Неподвижная точка в пространстве, определена через координаты.

Линия. Неподвижная прямая линия в пространстве, может быть ограничена точкой с двух или одной сторон образуя отрезок или луч соответственно. Определена через общее уравнение прямой.

Сцена. Множество тел, линий, точек и постоянных (например, ускорение свободного падения).

Обновлённая сцена – сцена, в которой обновлены параметры тел, линий, точек или постоянных.

Сцена через время Δt – обновлённая сцена, в которой все тела обновлены так, что новая начальная скорость равна скорости в этот момент времени (1).

$$v_{0_{\text{new}}}^{\rightarrow} = \vec{v}(\Delta t) \quad (1)$$

где $v_{0_{\text{new}}}^{\rightarrow}$ – новая начальная скорость;

$\vec{v}(\Delta t)$ – старая скорость в момент времени Δt .

Модель. Множество пар (t, S) , где t – момент времени, а S – сцена. Иными словами, модель представляет собой цепочку сцен, для каждой из которой указан момент времени.

Сцена в момент времени t_1 – такая сцена S_0 через время $t_1 - t_0$, где пара (t_0, S_0) является членом модели, при этом соблюдается (2).

$$\forall (t, S) \in M \quad (t \leq t_0 \vee t > t_1) \quad (2)$$

где M – модель;

t_0 – время, выбранное для получения модели в момент времени t_1 ;

Иными словами, для того чтобы получить сцену в момент времени, надо из цепочки сцен найти такую, у которой время будет максимально, но при этом меньше требуемого момента времени и получить сцену через разность требуемого и найденного времени по формуле (1).

Столкновение. Так как тела не могут пересекаться, и при этом передвигаются, могут происходить столкновения. Так же тела не могут пересекаться с точками и линиями. Т.е. тела могут сталкиваться с телами, или линиями, или точками. Уравнение столкновения тела с телом (3)-через радиус-вектор, (4)-через координаты.

$$|\vec{r}_1 - \vec{r}_2| = r_1 + r_2 \quad (3)$$

где \vec{r}_1 – радиус-вектор положения первого тела;

\vec{r}_2 – радиус-вектор положения второго тела;

r_1 – радиус первого тела;

r_2 – радиус второго тела.

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} = r_1 + r_2 \quad (4)$$

где x_1 – координата положения первого тела по оси X ;

y_1 – координата положения первого тела по оси Y ;

x_2 – координата положения второго тела по оси X ;

y_2 – координата положения второго тела по оси Y .

Эти уравнения получены исходя из того что разность векторов является вектором из центра одного тела в центр другого [3, с. 39]. И тогда, если его длина равна сумме радиусов этих тел, значит тела столкнулись.

1.2 Формулы

Скорость при равноускоренном движении (5) **TODO** [2, с. 96].

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}t \quad (5)$$

где $\vec{v}(t)$ – вектор скорости тела в момент времени t ;

\vec{v}_0 – вектор начальной скорости тела;

\vec{a} – вектор ускорения тела;

t – момент времени.

Причём вектор $\vec{v}(t)$ должен быть сонаправлен вектору \vec{v}_0 , а вектор \vec{a} противоположен. Для того чтобы выяснить, при каких t сонаправленность векторов $\vec{v}(t)$ и \vec{v}_0 в уравнении (5) соблюдается, достаточно увидеть, что длина вектора \vec{v}_0 должна быть больше длине вектора $\vec{a}t$ и получить неравенство для t (6).

$$t < \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|} \quad (6)$$

А для остальных t , $\vec{v}(t)$ следует принять нулю. Тогда получится система (7).

$$\vec{v}(t) = \begin{cases} \vec{v}_0 + \vec{a}t, & 0 \leq t < \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}, \\ 0, & t \geq \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}. \end{cases} \quad (7)$$

Проекции на ось абцисс (8) и ординат (9):

$$v_x(t) = \begin{cases} v_{0x} + a_x t, & 0 \leq t < \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}, \\ 0, & t \geq \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}. \end{cases} \quad (8)$$

где $v_x(t)$ – проекция вектора скорости тела $\vec{v}(t)$ в момент времени t на ось X ;
 v_{0x} – проекция вектора начальной скорости тела \vec{v}_0 на ось X ;
 a_x – проекция вектора ускорения тела \vec{a} на ось X .

$$v_y(t) = \begin{cases} v_{0y} + a_y t, & 0 \leq t < \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}, \\ 0, & t \geq \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}. \end{cases} \quad (9)$$

где $v_y(t)$ – проекция вектора скорости тела $\vec{v}(t)$ в момент времени t на ось Y ;
 v_{0y} – проекция вектора начальной скорости тела \vec{v}_0 на ось Y ;
 a_y – проекция вектора ускорения тела \vec{a} на ось Y .

Теперь найдём формулу для траектории движения тела. Формуле, соответствующей (5), только для траектории, соответствует (10):

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2} \quad (10)$$

где $\vec{r}(t)$ – радиус-вектор положения тела в момент времени t ;

\vec{r}_0 – радиус-вектор начального положения тела.

Исходя из (7), уравнение для траектории с учётом того, что вектор скорости должен быть противоположен вектору ускорения, будет (11):

$$\vec{r}(t) = \begin{cases} \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}, & 0 \leq t < \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}, \\ \vec{r}_0, & t \geq \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}. \end{cases} \quad (11)$$

Соответствующие проекции на ось абсцисс (12) и ординат (13):

$$x(t) = \begin{cases} x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}, & 0 \leq t < \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}, \\ x_0, & t \geq \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}. \end{cases} \quad (12)$$

где $x(t)$ – координата положения тела $\vec{r}(t)$ в момент времени t на ось X ;

x_0 – координата начального положения тела \vec{v}_0 на ось X .

$$r_y(t) = \begin{cases} y_0 + v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}, & 0 \leq t < \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}, \\ y_0, & t \geq \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}. \end{cases} \quad (13)$$

где $y(t)$ – координата положения тела $\vec{r}(t)$ в момент времени t на ось Y ;

y_0 – координата начального положения тела \vec{v}_0 на ось Y .

Формулы (12) и (13) являются ключевыми в этой работе.

2 Вторая глава

Здесь будет вторая глава

3 Третья глава

Здесь будет третья глава

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Здесь будет список использованных источников.
2. Роуэлл, Г. Физика : учебное издание / Г. Роуэлл, С. Герберт. – Москва : Просвещение, 1994. – 576 с. – ISBN 5-09-002920-2.
3. Math for Programmers **TODO** <https://www.manning.com/books/math-for-programmers>