МИНОБРНАУКИ РОССИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)

кафедра ФИЗИКИ

Индивидуальное домашнее задание №1 по физике

тема: "Траектория движения тела"

Фамилия И.О.: Николаев В.Ю.

группа: 2302

Преподаватель: Альтмарк А.М.

Крайний срок сдачи ИДЗ: 5.11.22

Итоговый балл:

Санкт-Петербург.

2022 г.

Условие ИДЗ

Два тела (1 и 2) движутся по плоскости. Зависимость координат от времени

описываются следующими выражениями:

;

;

;

.

Найти наибольшее *rmax* расстояние между телами за промежуток времени от 4 с до 10 с относительно начала движения (0 с), найти координату точки (x2, y2) с максимальным модулем ускорения для тела 2.

| Вар. | , м | , | , рад | , рад |  |  | , | , |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 16 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 0.2 | 0.1 |

Табл.1

Решение

Расстояние r между двумя телами в момент времени t считается по формуле:

.

Если у нас максимально расстояние между двумя телами, то максимален и квадрат расстояния R, а максимум квадрата расстояния искать проще.

.

Для поиска Rmax можно воспользоваться программой на языке python:

1. from math import \*
2. A = 1
3. w = 1
4. fi1 = 3
5. fi2 = 1
6. n = 1
7. m = 2
8. alf = 0.2
9. bet = 0.1
10. x1 = lambda t: A \* sin(m \* w \* t ) \* exp(-alf \* t)
11. y1 = lambda t: A \* sin(n \* w \* t + fi1) \* exp(-bet \* t)
12. x2 = lambda t: A \* sin(n \* w \* t ) \* exp(-alf \* t)
13. y2 = lambda t: A \* sin(m \* w \* t + fi2) \* exp(-bet \* t)
14. R = lambda t: (x1(t) - x2(t)) \*\* 2 + (y1(t) - y2(t)) \*\* 2
15. dt = 1e-4
16. rmax = R(4)
17. for i in range(int(4 / dt), int(10 / dt + 1)):
18. t = i \* dt
19. res = max(rmax, R(t))
20. print(sqrt(rmax))

В 1 строке программы подключаются математические функции (sin, exp). С 3 по 10 строки перечисляются константы, взятые из табл.1. С 12 по 15 строки происходит объявление функций x1(t), y1(t), x2(t) и y2(t). В 17 строке происходит объявление функции R(t). В 19 строке задаётся шаг dt (чем меньше dt, тем больше точность вычислений и больше время работы программы). В 21 строке объявляется переменная rmax, в которой после завершения работы программы будет записано Rmax (в начале это R(4)). C 22 по 24 строки идёт расчёт значения R(t+dt) и обновление максимально найденного ранее значения, где t - время при прошлом расчёте. После перерасчёта очередного значения R(t+dt) t увеличивается на dt. В 26 строке выводится корень из найденного значения Rmax.

В результате выполнения программы мы получаем значение

rmax=1.2356745793487236.

Модуль ускорения вычисляется по формуле:

,

где

,

.

Если у нас максимально ускорение тела, то максимален и квадрат ускорение A, а максимум квадрата расстояния искать проще.

.

Найдём момент времени tres от 0 с. до 10 с., в котором ускорение второго тела максимально, а также значение координат второго тела в момент времени tres c помощью программы на языке python:

1. from math import \*
2. A = 1
3. w = 1
4. fi1 = 3
5. fi2 = 1
6. n = 1
7. m = 2
8. alf = 0.2
9. bet = 0.1
10. x2 = lambda t: A \* sin(n \* w \* t ) \* exp(-alf \* t)
11. y2 = lambda t: A \* sin(m \* w \* t + fi2) \* exp(-bet \* t)
12. ax = lambda t: A \* exp(-alf \* t) \* ((alf\*\*2 - n\*\*2 \* w\*\*2) \* sin(n \* w \* t ) - 2 \* alf \* n \* w \* cos(n \* w \* t ))
13. ay = lambda t: A \* exp(-bet \* t) \* ((bet\*\*2 - m\*\*2 \* w\*\*2) \* sin(m \* w \* t + fi2) - 2 \* bet \* m \* w \* cos(m \* w \* t + fi2))
14. a = lambda t: ax(t)\*\*2 + ay(t)\*\*2
15. k = 1e-4
16. amax = a(0)
17. tres = 0
18. for i in range(int(0 / k), int(10 / k + 1)):
19. t = i \* k
20. tmp = a(t)
21. if amax < tmp:
22. amax = tmp
23. tres = t
24. print(amax, x2(tres), y2(tres))

В 1 строке программы подключаются математические функции (sin, exp). С 3 по 10 строки перечисляются константы, взятые из табл.1. С 12 по 15 строки происходит объявление функций x2(t), y2(t), ax(t) и ay(t). В 17 строке происходит объявление функции A(t). В 19 строке задаётся шаг dt (чем меньше dt, тем больше точность вычислений и больше время работы программы). В 21 строке объявляется переменная amax, в которой после завершения работы программы будет записано Amax (в начале это A(0)). 22 строке объявляется переменная tres, в которой после завершения работы программы будет записано tres (в начале это 0). C 23 по 28 строки идёт расчёт значения A(t+dt), обновление максимально найденного ранее значения и обновление tres, если amax увеличилось, где t - время при прошлом расчёте. После перерасчёта очередного значения R(t+dt) t увеличивается на dt. В 30 строке выводятся модуль максимального ускорения тела и координаты, которое имело второй тело в момент времени с максимальным модулем ускорения.

В результате выполнения программы мы получаем значения

amax=3.962743149824852;

x2=0.206156756061803;

y2=0.9693922540448852.

После 10 секунд значение функции

,

поэтому точка, найденная программой является искомой.

Ответ: rmax=1.2356745793487236, x2=0.206156756061803, y2=0.9693922540448852.