

Задача 4

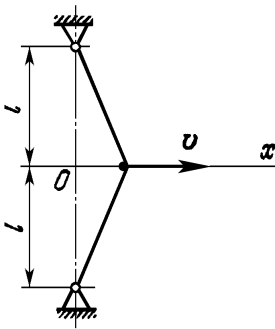
(Задача 8.9. Сборник задач по теоретической механике/ Под ред. К.С. Колесникова. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 320 с.)

Материальная точка массы m , двигавшаяся прямолинейно по гладкой горизонтальной плоскости (совпадающей с плоскостью рисунка) с постоянной скоростью v_0 , в некоторый момент времени ($t = 0$) касается упругой нити в ее середине и при дальнейшем движении растягивает эту нить. В момент касания скорость v_0 точки перпендикулярна нити. Предварительное натяжение нити пренебрежимо мало и при ее растяжении возникает сила упругости $T = c \cdot \lambda$, где λ – деформация нити, $c = \text{const} > 0$.

Найти максимальную величину силы натяжения нити.

Для решения задачи использовать следующие значения параметров:

$$m = 1 \text{ кг}, v_0 = 2 \text{ м/с}, c = 8 \text{ Н/м}.$$

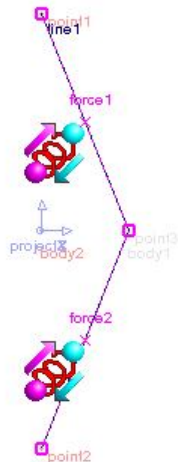


Точный теоретический ответ

Максимальная величина силы натяжения нити определяется по формуле

$$T_{\text{max}} = \frac{v_0}{2} \cdot \sqrt{2 \cdot c \cdot m}.$$

Решение задачи в EULER



Система состоит из двух звеньев.

- Инерциальное звено (body2). В проекте инерциальное звено отображается двумя точками point1 и point2.
- Материальная точка (body1). Она отображается точкой point3 и телом solid1.

Начальная скорость материальной точки задана с помощью объекта «условие состояния механизма» condition1. Упругая нить моделируется двумя силовыми элементами force1 и force2 типа «поступательная пружина с коэффициентом жесткости». Для определения силы натяжения нити используется датчик силы T. Для фиксации максимального значения натяжения нити используется датчик maxT типа «максимальное значение датчика».

Для решения задачи используется команда command1 «расчет динамики движения» с временем интегрирования 1 [s] и заданным постоянным шагом.

Результаты моделирования

Относительное отличие решения задачи в EULER в зависимости от шага численного интегрирования (использовался постоянный шаг интегрирования) представлено в следующей таблице.

Шаг интегрирования [s]	Относительное отличие от теоретического решения Tmax_delta_rel [-]
0.01	0.000 091
0.001	0.000 001 8
0.000 1	0.000 000 000 92

Текст проекта в EULER

```

scalar m=1 [ kg ];
scalar c=8 [ N/ m ];
scalar v0=2 [ m/ s ];
point point1=point( 0 [ m ], 0.2 [ m ], 0 [ m ] );
point point2=point( 0 [ m ], -0.2 [ m ], 0 [ m ] );
point point3=point( 0 [ m ], 0 [ m ], 0 [ m ] );
solid solid1=sphere( point3, 1[mm], mass = m );
body body1=body( color = RGB( 229, 229, 229 ) );
body body1 < ( point3, solid1 );
body body2=body( color = RGB( 255, 153, 153 ) );
set ground = body2;
body body2 < ( point1, point2 );
line line1=polyLine( list( point1, point3, point2 ) );
condition condition1=transVelocity( body2, projectX, body1, point3, v0 );
force force1=spring( body2, point1, body1, point3, c );
force force2=spring( body2, point2, body1, point3, c );
sensor T=force( force:, body1, point3, vectorPP( point3, point1 ), force1, fixing = unlock: );
sensor Tmax=max( T );
sensor Tmax_theoretical=v0*sqrt( c*m/2 );
sensor Tmax_delta_rel=abs( ( Tmax - Tmax_theoretical ) / Tmax_theoretical );
command command1=constRK4( 1.00000e+000 [ s ], 1.00000e-002 [ s ] );

```

```

////////////////////////////////////
Λ Список главных команд;
set dynamics = command1;

```

```

////////////////////////////////////
Λ Единицы измерения;
set units = SI;

```