

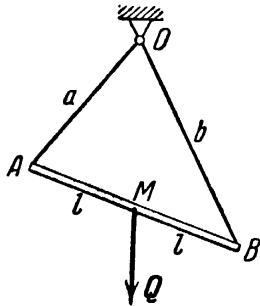
## Задача 1

( Задача 32. Сборник задач по теоретической механике. И.Н. Веселовский. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1955. – 500 с. )

Однородная палочка весом  $Q=mg$  длиной  $2l$  подвешена на двух нитях длиной  $a$  и  $b$  к неподвижной точке  $O$ . Определить натяжения нитей при равновесии.

Для решения задачи использовать следующие значения параметров:

$a = 3$  м,  $b = 5$  м,  $l = 2$  м,  $m = 10$  кг.



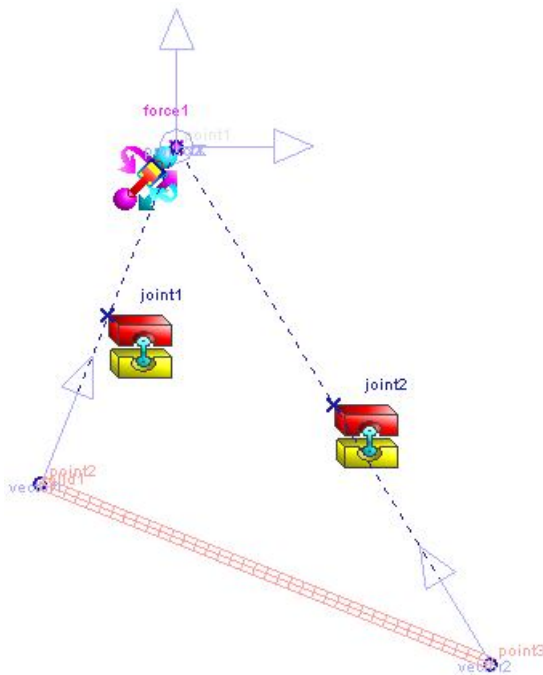
### Точный теоретический ответ

Натяжения нитей определяется по следующим формулам:

$$T_1 = \frac{m \cdot g \cdot a}{\sqrt{2 \cdot a^2 + 2 \cdot b^2 - 4 \cdot l^2}};$$

$$T_2 = \frac{m \cdot g \cdot b}{\sqrt{2 \cdot a^2 + 2 \cdot b^2 - 4 \cdot l^2}}.$$

### Решение задачи в EULER



Система состоит из двух звеньев.

- Инерциальное звено (body1). В проекте звено отображается точкой point1.
- Палочка (body2). Звено отображается цилиндром solid1 и имеет массу m.

Нити моделируются шарнирами joint1 и joint2 типа «тяга со сферическими наконечниками». Для определения натяжения нитей созданы датчики сил T1 и T2. В проекте задана гравитация с ускорением свободного падения  $9.81$  [m/ s<sup>2</sup>].

Для успокоения колебаний системы используется силовой элемент force1 типа «вращательно-поступательный демпфер между двумя точками». Для расчёта равновесного состояния используется команда command1 типа «расчет динамики движения методом Рунге-Кутта с постоянным шагом» с шагом 0.01 [s] и на отрезке интегрирования 50[s].

### **Результаты моделирования**

Относительное отличие полученного решения от теоретического составляет:

T1\_delta\_rel = 0.000 000 021 [-];  
T2\_delta\_rel = 0.000 000 007 6 [-].

### **Текст проекта в EULER**

```

scalar a=3 [ m ];
scalar b=5 [ m ];
scalar l=2 [ m ];
scalar m=10 [ kg ];
scalar g=9.81 [ m/ s2 ];
point point1=point( 0 [ m ], 0 [ m ], 0 [ m ] );
point point2=point( 0 [ m ], -a, 0 [ m ] );
point point3=intersectionCC( point1, b, point2, l*2, projectZ );
solid solid1=cylinder( point2, point3, 0.05 [ m ], mass = m );
body body1=body( color = RGB( 229, 229, 229 ) );
set ground = body1;
body body1 < ( point1 );
body body2=body( color = RGB( 255, 153, 153 ) );
body body2 < ( solid1, point2, point3 );
joint joint1=sphericalSpherical( body1, point1, body2, point2 );
joint joint2=sphericalSpherical( body1, point1, body2, point3 );
vector vector1=vectorPP( point2, point1, point = point2 );
vector vector2=vectorPP( point3, point1, point = point3 );
gravity gravity1=parallel( reverse( projectY ), g = g );
force force1=damperComplex( body2, point1, body1, point1, 100 [ kg/ s ], 100 [ kg m2/ s rad ] );
sensor T1=jointForce( force:, body2, point2, vector1, joint1, fixing = unlock: );
sensor T2=jointForce( force:, body2, point3, vector2, joint2, fixing = unlock: );
sensor T1_theoretical=m*g*a/sqrt ( 2*a*a + 2*b*b - 4*l*l );
sensor T2_theoretical=m*g*b/sqrt ( 2*a*a + 2*b*b - 4*l*l );
sensor T1_delta_rel=abs( T1 - T1_theoretical)/ T1_theoretical );
sensor T2_delta_rel=abs( T2 - T2_theoretical)/ T2_theoretical );
command command1=constRK4( 5.00000e+001 [ s ], 1.00000e-002 [ s ] );

```

////////////////////////////////////

Λ Список главных команд;  
set dynamics = command1;

////////////////////////////////////

Λ Единицы измерения;  
set units = SI;