

Отыскание центра масс

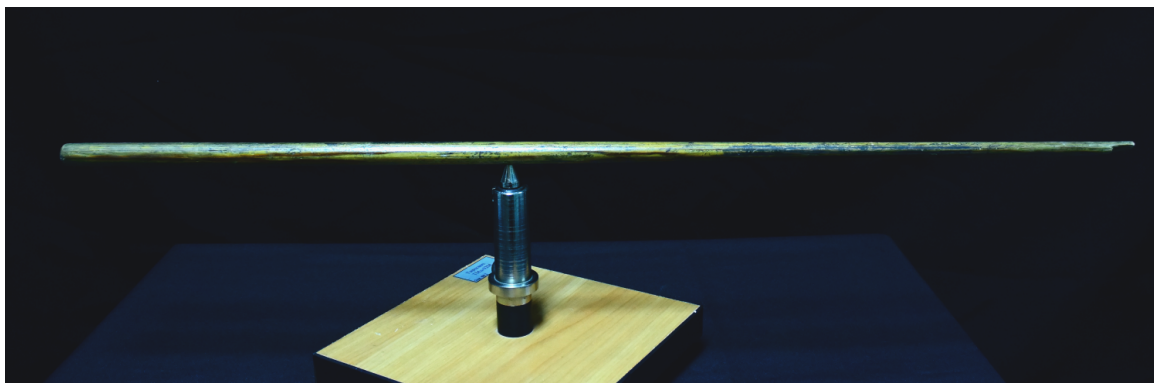


Рис. 1: Демонстрация одного из способов нахождения центра масс, основанного на свойствах сухого трения

Оборудование:

1. Протяженный предмет переменной толщины — указка с дециметровыми делениями или линейка

Основные определения:

Центр масс — центр инерции, геометрическая точка, положение которой характеризует распределение масс в теле или механической системе. Координаты центра масс определяются формулами

$$x_c = \sum \frac{m_i x_i}{M}, y_c = \sum \frac{m_i y_i}{M}, z_c = \sum \frac{m_i z_i}{M}$$

или для тела при непрерывном распределении масс

$$x_c = \frac{1}{M} \int \rho x dV, y_c = \frac{1}{M} \int \rho y dV, z_c = \frac{1}{M} \int \rho z dV$$

где m_i — массы материальных точек, образующих систему, x_i, y_i, z_i — координаты этих точек, $M = \sum m_i$ — масса системы, ρ — плотность, V — объем.

Понятие о центре масс отличается от понятия о центре тяжести тем, что последнее имеет смысл только для твердого тела, находящегося в однородном поле тяжести; понятие же о центре масс не связано ни с каким силовым полем и имеет смысл для любой механической системы. Для твердого тела положения центра масс и центра тяжести совпадают.

Краткое описание:

В ходе демонстрации твердое тело (указка или линейка метровой длины) кладется на пальцы рук. Затем пальцы начинают сдвигать к центру тела. В конечном счете место их соприкосновения произойдет в некоторой точке, которая и окажется центром масс тела.

Теория:

На тело, находящееся в гравитационном поле Земли, всегда действует сила тяжести Mg . Если рассмотреть протяженное тело, например, стержень, расположенный на двух опорах, то со стороны каждой опоры тело будет испытывать силу давления N_1 и N_2 (рис.2,а) или силу реакции опоры. В общем случае эти силы не равны между собой, например, если масса распределена в стержне неоднородно.

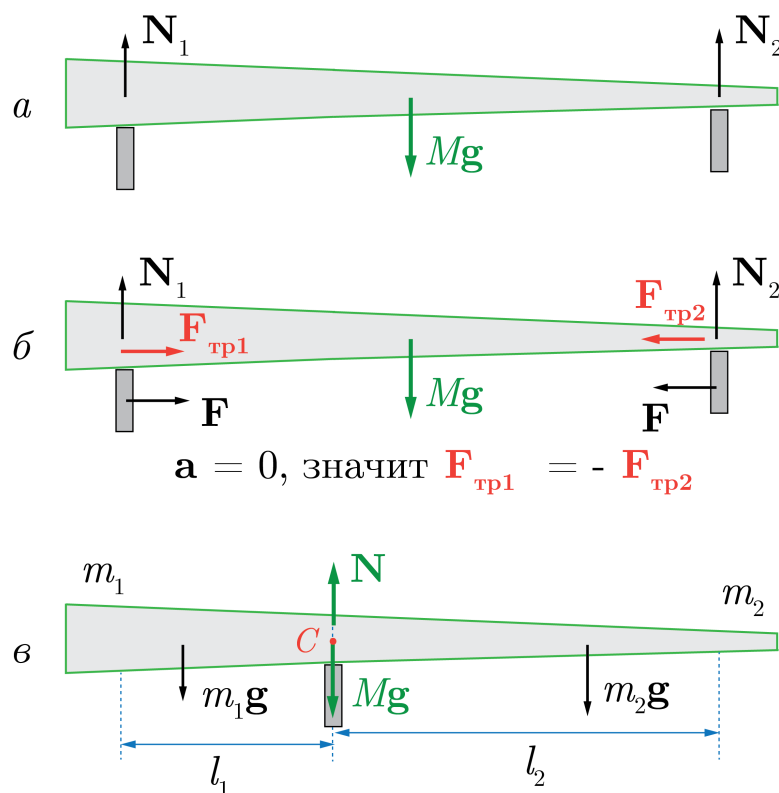


Рис. 2: Схематичное изображение твердого тела неправильной геометрической формы (а). Определение центра масс такого тела определяется из условия его равновесия в однородном поле силы тяжести (б)

Если опоры начнут сближаться под действием постоянной силы F , действующей на каждую опору, то между ними и телом возникнут силы трения $F_{тр1}$ и $F_{тр2}$, также неравные друг другу (рис.2,б).

Из условия, что стержень под действием сил трения и реакции опоры не изменяет своей скорости, следует:

$$a_c = 0 : \mathbf{F}_{\text{тр}1} = \mathbf{F}_{\text{тр}2}, \quad (1)$$

а также:

$$\begin{cases} Mg = N_1 + N_2 \\ N_1 l_1 = N_2 l_2. \end{cases} \quad (2)$$

Используя известную связь между силой трения и силой реакции опоры при скольжении тела, запишем равенство

$$\mu_1 N_1 = \mu_2 N_2 \quad (3)$$

и соотношение

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{l_2}{l_1}. \quad (4)$$

Таким образом, получим следующее выражение:

$$\frac{\mu_2}{\mu_1} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{l_2}{l_1}, \quad (5)$$

откуда следует, что $\mu_1 \neq \mu_2$.