

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО"

Университет ИТМО

Физико-технический факультет

ОБЩАЯ ФИЗИКА ЛЕКЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Методические рекомендации
к проведению лекционных демонстраций по разделам:
механика, термодинамика, электромагнетизм, оптика, атомная физика

Санкт-Петербург, 2020

1 Механика

1.1 Импульс МТ, АТТ. ЗСИ, реактивное движение

1.2 Конус, катящийся вверх

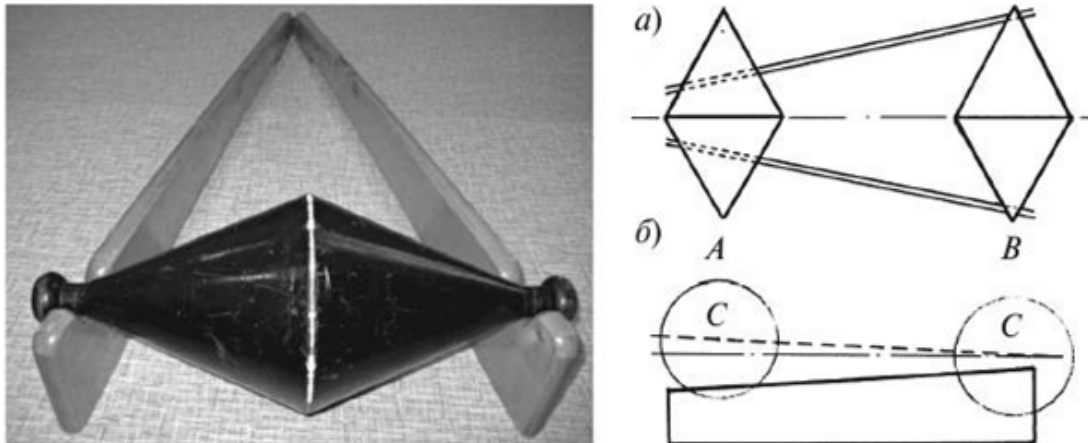


Рис. 1: Конус

1. Общая теория:

Разбив тело на элементарные массы m_i , можно представить его как систему материальных точек, взаимное расположение которых остается неизменным. Любая из этих элементарных масс может находиться под воздействием как внутренних сил, обусловленных ее взаимодействием с другими элементарными массами рассматриваемого тела, так и внешних сил. В нашем случае тело находится в поле сил земного тяготения, на каждую элементарную массу тела действует внешняя сила, равная $m_i g$.

Напишем для каждой элементарной массы уравнение второго закона Ньютона:

$$m_i \vec{a} = F_i^i \vec{n} + F_i^e \vec{x}t,$$

где $F_i^i \vec{n}$ - результирующая всех внутренних сил, а $F_i^e \vec{x}t$ - результирующая всех внешних сил, приложенных к данной элементарной массе.

Сложив все уравнения для всех элементарных масс, получим:

$$\sum m_i \vec{a}_i = \sum F_i^i \vec{n} + \sum F_i^e \vec{x}t$$

Однако сумма всех внутренних сил, действующих в системе, равна нулю. Поэтому уравнение упрощается:

$$\sum m_i \vec{a}_i = \sum F_i^e \vec{x}t$$

Сумму, стоящую в левой части формулы, можно заменить произведением массы тела на ускорение его центра инерции W_c .

Действительно, согласно тому, что

$$m \vec{r}_c = \sum m_i \vec{r}_i,$$

продифференцировав это соотношение дважды по времени и приняв во внимание, что

$$\ddot{\vec{r}}_i(t) = \vec{a}_i, \text{ а } \ddot{\vec{r}}_c(t) = W_c, \text{ можно написать: } \sum m_i \vec{a}_i = m \vec{W}_c$$

Получим уравнение $m \vec{W}_c = \sum F_i^e \vec{x}t$, которое означает, что центр инерции твердого тела движется так, как двигалась бы материальная точка с массой, равной массе тела, под действием всех приложенных к телу сил.

Потенциальная энергия твердого тела в поле силы тяжести определяется выражением $E_p = mgh$, где h отсчитывается от произвольного уровня. Изменение потенциальной энергии твердого тела будет определяться изменением положения центра инерции твердого тела.

Если рассматривается цилиндрический брусок, то положение его центра инерции в верхней части наклонной плоскости находится на большей высоте, чем в нижней части наклонной плоскости. Следовательно, под действием силы тяжести цилиндрический брусок будет скатываться сверху вниз.

У конуса центр инерции в верхней части наклонной плоскости находится на меньшей высоте, чем в нижней части наклонной плоскости. Следовательно, под действием силы тяжести конус из нижнего положения будет подниматься в верхнее положение.

Таким образом, в обоих случаях центр инерции перемещается, как и должно быть, сверху вниз. Опыт представляет собой иллюзию "подъема" конуса вверх по уклону.

2. Ход демонстрации:

Установить наклонную плоскость на стол. В начале взять цилиндрический брусок и поместить его в верхнюю часть наклонной плоскости. Брусок придет в движение и скатиться вниз. Далее взять конус и установить его в нижнее положение наклонной плоскости. Конус придет в движение. Будем наблюдать, что конус поднимается вверх по наклонной плоскости.

Список литературы

- [1] Д.В. Сивухин, Том 1, Механика
- [2] И.В.Москалев, Лекционные демонстрации
- [3] Ландсберг, Том 1, Механика