

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 Закон сохранения момента импульса. Кинетическая энергия вращательного движения абсолютно твёрдого тела.

## 1.1 Скамья Жуковского.

### 1. Общая теория

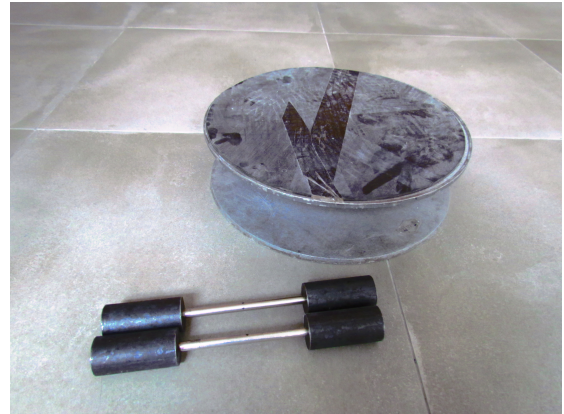
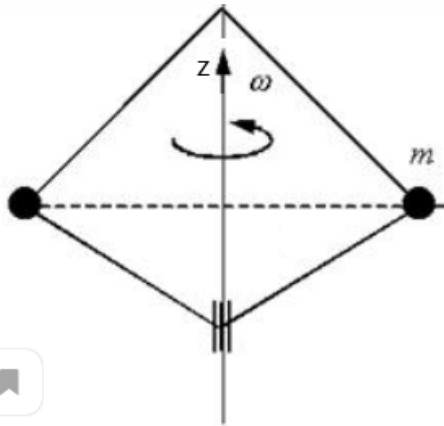


Рис. 1: Скамья Жуковского

В данной статье будут рассмотрены идеализированные условия для вращения тела на скамье Жуковского, т.е. отсутствуют потери импульса и энергии за счет диссипативных сил.

Телу на скамье Жуковского сообщается угловая скорость  $\omega_1$ . Соответственно тело приобретает момент импульса

$$L_z = I_1 \omega_1 \quad (1)$$

$z$  - ось, проходящая через центр скамьи Жуковского и направленная вверх. В данном эксперименте тело представляет собой человек, который держит в руках гантели. Так как момент внешних сил, действующих на тело, равен 0, то выполняется закон сохранения момента импульса, согласно которому

$$L_z = const \quad (2)$$

Предположим, что в начале эксперимента руки человека с гантелями были прижаты к телу. Тогда он обладал моментом инерции  $I_1$ . Затем человек разводит руки с гантелями в сторону, при этом момент инерции тела  $I_2$  возрастает, так как момент инерции твердого тела вычисляется по формулле :

$$I_z = \int_V \rho r^2 dV \quad (3)$$

где  $\rho$  - плотность тела,  $V$  - объем тела,  $r$  - расстояние от элемента  $dV$  до оси  $z$ .

Даже при грубой оценке, считая плотность тела постоянной во всем объеме, можно утверждать, что момент инерции человека с гантелями при разведении рук в сторону увеличится относительно момента инерции человека с прижатыми к телу руками, так как расстояние от гантелей до оси  $z$  увеличивается, соответственно подинтегральная положительная функция также увеличивается, при этом значение интеграла по объему будет также увеличено. Исходя из закона сохранения импульса следует

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2 \quad (4)$$

Как уже было написано выше  $I_1 < I_2$ . Тогда получается, что  $\omega_1 > \omega_2$ . Действительно, эксперимент подтверждает, что при разведении рук в сторону, его угловая скорость вращения уменьшается, и, наоборот, при прижатии рук к телу, скорость вращения увеличивается.

Подобный эксперимент на скамье Жуковского можно провести с вращающимся колесом, которое человек держит в руках [2].

### 2. Описание установки

Скамья Жуковского представляет собой платформу на подшипниках, позволяющих ей свободно вращаться вокруг вертикальной оси. Также к установке прилагаются гантели, которые необходимы для проведения эксперимента.

### 3. Ход демонстрации

Человек с гантелями встает на скамью Жуковского. Ему сообщается угловая скорость. При разведении рук вращение замедляется, при сведении рук вращение будет ускоряться.

## Список литературы

- [1] Видеодемонстрация скамьи Жуковского
- [2] М.В. Семенов, А.А. Якута, Механика. Лекционный эксперимент, стр. 95 ;