

«Танцоры- атлеты Бога»  
Альберт Эйнштейн



Димитровград, 2018

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ  
РАБОТА ПО ТЕМЕ:  
«ФИЗИКА В БАЛЕТЕ»

Выполнила: ученица 8 класса  
МБОУ «СШ №23»  
г. Димитровграда»

Руководитель: учитель физики  
МБОУ «СШ № 23»  
Нечаева Татьяна  
Валентиновна

# АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ



Выбор моей темы обусловлен тем, что занимаясь танцами, мне стало интересно, как физика проявляет себя в мире танцев.

Более точные и красивые движения, которые выполняются танцорами, немыслимы без объяснения законов физики.

# ГИПОТЕЗА

Знание законов физики и применение их в работе танцовщиков поможет им в исполнении танцевальных элементов, а также сможет уменьшить вероятность травмирования артистов.

# ЦЕЛЬ

1. Исследовать влияния знаний законов физики на качество выполнения танцевальных элементов и их безопасность.
2. Научиться находить центр тяжести у предметов правильной и неправильной формы, рассчитывать частоту вращения и угловую скорость при различном положении тела.
3. Выяснить как зависит частота вращения и угловая скорость от положения рук тела.

# ЗАДАЧИ

- 1. Изучить литературу по данному вопросу с точки зрения физики и балетного искусства.
- 2. Познакомиться с законами равновесия тел и их вращения.
- 3. Научиться применять эти знания для выполнения исследовательских работ.

# РАВНОВЕСИЕ



Равновесие является важной частью станка и экзерсиса.

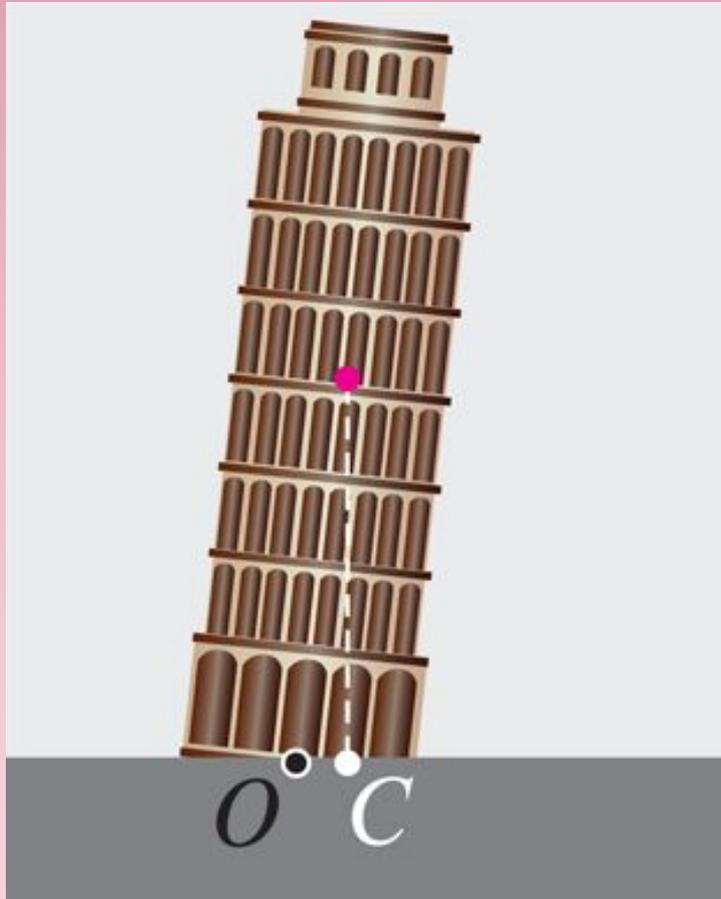
Довольно часто для начинающих танцоров удержать баланс бывает затруднительно, даже имея опору.



Уверенно стоять на ногах, а зачастую даже на одной, поможет соблюдение простого правила: вертикальная проекция центра тяжести должна находиться внутри площади опоры.

Чем выше центр тяжести, тем большее затруднение вызывает сохранение устойчивого положения.

# ПИЗАНСКАЯ БАШНЯ



Наглядный пример этого закона - Пизанская башня, она не падает, так как отвесная линия, проведенная из центра тяжести, не выходит за пределы основания.

# ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ ТЕЛА

Каждая часть тела обладает собственным центром тяжести; объединяясь, они формируют общий центр тяжести тела.

Во все стороны от этой точки по любому направлению моменты сил тяжести взаимно уравниваются.

Сумма всех сил, действующих на все части тела в любом направлении, приложена к общему центру тяжести.

## Условия равновесия тела:

1. Геометрическая сумма всех внешних сил, приложенных к телу, равна нулю.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \dots = 0$$

2. Сумма моментов всех внешних сил, действующих на тело относительно любой оси, равна нулю.

$$M_1 + M_2 + M_3 \dots = 0$$

3. Момент силы - это произведение силы на плечо( кратчайшее расстояние от оси вращения).

$$M = F \cdot l$$

# ПОДДЕРЖКИ



Поддержка - один из красивейших элементов балетных номеров.

Танцовщик легко соблюдает устойчивость при исполнении различных поддержек, следя лишь, чтобы общий центр тяжести исполнителей всегда находился точно над его ступнями.

# ВРАЩЕНИЕ



Техника вращений также немало важна в классическом танце, как ни странно, они напрямую зависят от равновесия, но в данных случаях действуют несколько иные законы. Примеры вращений: pirouette (пируэт), fouetté (фуэте) и др.



Исполнительница вытягивается, подобно струне, и отставляет ногу или руку перпендикулярно выполняемому движению. Главным помощником танцовщицы является закон сохранения момента импульса.



**Пируэт**  
(pirouette). Начиная пируэт, танцовщик ставит опорную стопу на носок, отталкивается рабочей ногой от пола, сообщая себе вращательный импульс.



**Фуэте (fouetté).**  
При выполнении  
fouetté действует  
принцип проявления  
закона сохранения  
момента импульса.

Момент импульса -  
это вектор,  
направленный  
перпендикулярно и  
пропорционально  
скорости углового  
вращения.

$$L = m\omega r^2 = const -$$

МОМЕНТ ИМПУЛЬСА

**Пример выполнения Фуэте:  
Фуэте из балета «Дон Кихот»,  
исп. Крысанова**



# ПРЫЖКИ



Прыжки - это наиболее трудоемкая и красивейшая часть урока классического танца. Подготовка к прыжкам занимает огромное количество времени, для того чтобы укрепить мышцы и наработать силу ног.

# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1: «НАХОЖДЕНИЕ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ У ТЕЛ ПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ»

**ЦЕЛЬ:**

Научиться определять центр тяжести тел правильной формы.

**ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ:**

Фломастер, нитка, скотч, книги.

# ХОД РАБОТЫ:

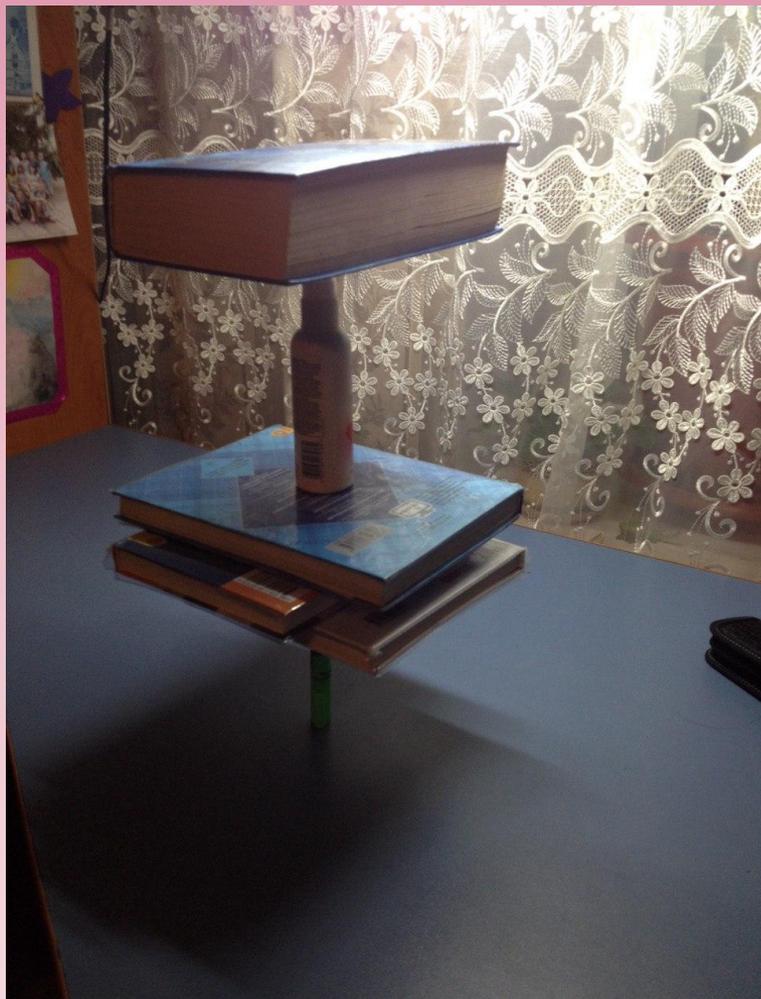
1) Нитками отметим диагонали у тела правильной формы (учебника).



- 2) Точка пересечения диагоналей будет являться центром тяжести.
- 3) Найдя центр тяжести, мы можем поместить учебник на длинную опору с маленькой площадью.



4) Давайте, усложним задачу.



# ВЫВОД

- 1) Устойчивое положение создается центром тяжести.
- 2) С помощью равновесия можно удержать сложную конструкцию на одной опоре.
- 3) Устойчиво то тело, у которого площадь опоры больше.

# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2: «НАХОЖДЕНИЕ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ У ТЕЛ НЕПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ»

## ЦЕЛЬ:

Научиться определять центр тяжести тела неправильной формы.

## ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ:

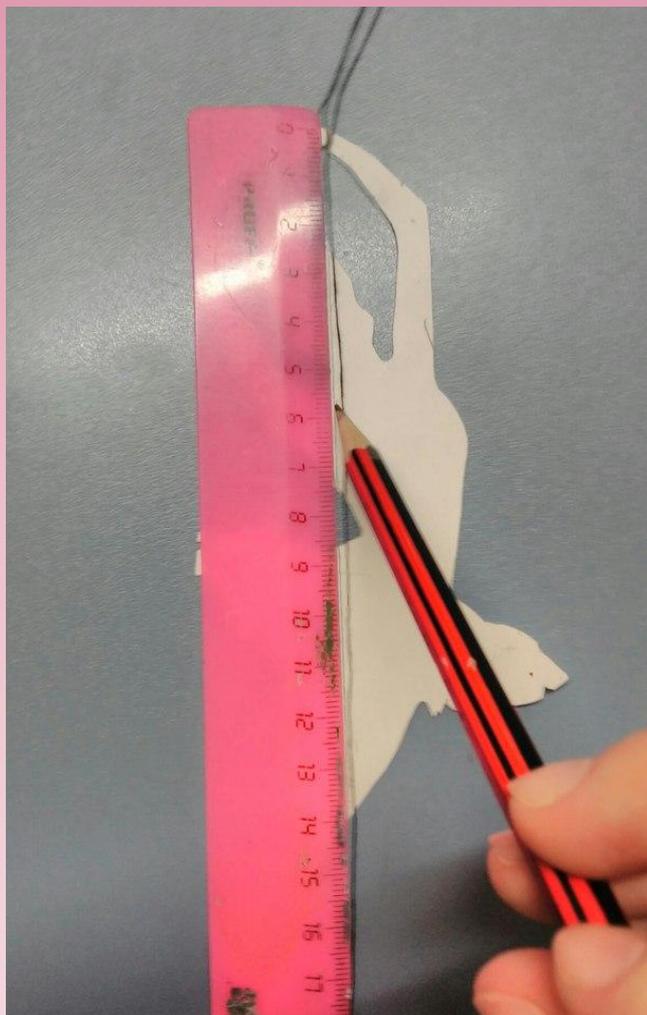
Ручка, фигура из картона, нитки, груз, карандаш, линейка.

# ХОД РАБОТЫ:

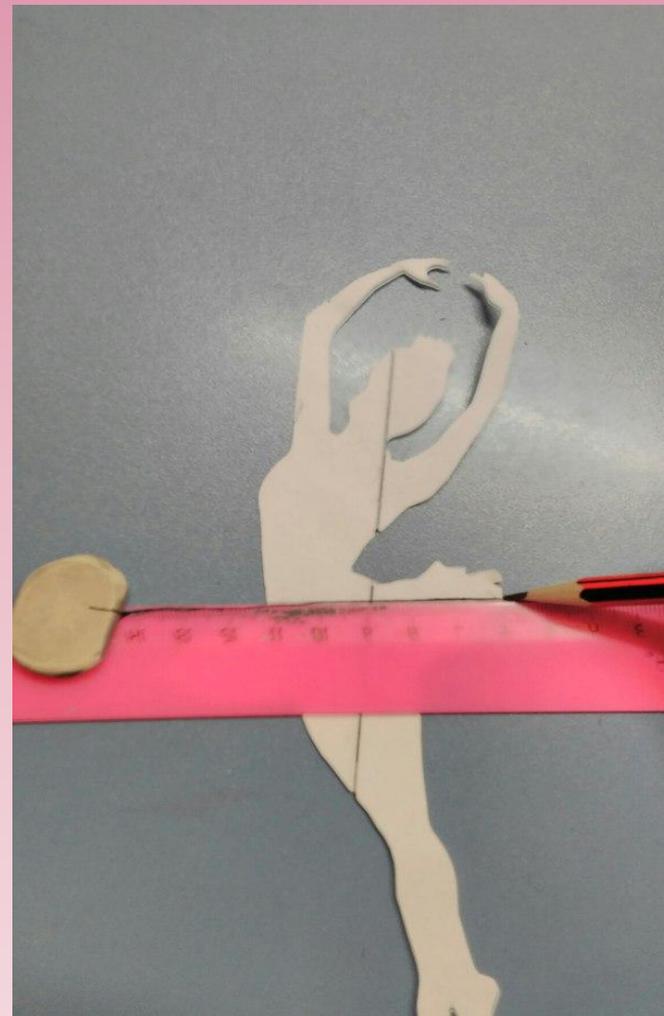
- 1) Прикрепим фигуру из картона к нити.
- 2) К нити прикрепим грузик ( отвес).



- 3) С помощью линейки и карандаша проведём линию по отвесу.
- 4) Прикрепим фигурку с отвесом за другую произвольную точку.



5) Повторим пункты 2 и 3.



- 6) Точка пересечения диагоналей будет являться центром тяжести. Для нахождения центра тяжести необходимо как минимум 2 линии.
- 7) Найдя центр тяжести, мы можем поместить фигуру на длинную опору с маленькой площадью. Фигура будет находиться в равновесии.



# ВЫВОД

- 1) Устойчивое положение создается центром тяжести.
- 2) С помощью равновесия можно удержать сложную конструкцию на одной опоре.
- 3) Устойчиво то тело, у которого площадь опоры больше.

# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3: «НАХОЖДЕНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ И УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ ТЕЛА»»

## ЦЕЛЬ:

Рассчитать частоту вращения и угловую скорость с разным положением рук, исследовать зависимость угловой скорости от положения тела.

## ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ:

Пуанты, секундомер, тренировочный костюм, фотоаппарат.

# ХОД РАБОТЫ:



1. Измерения:

$N = 15$  оборотов

$t = 10$  секунд.

2.  $\nu = \frac{N}{t}$  - формула

нахождения частоты вращения.

3.  $\nu = \frac{15}{10\text{с}} = 1,5 \text{ Гц}$

4.  $\omega = 2\pi\nu$  - формула  
вычисления угловой скорости.

5.  $\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,5 \text{ Гц} = 9,42 \text{ рад/с}$

# ХОД РАБОТЫ:



1. Измерения:

$N = 9,5$  оборотов,

$t = 10$  секунд.

2.  $\nu = \frac{N}{t}$  - формула

нахождения частоты вращения.

3.  $\nu = \frac{9,5}{10\text{с}} = 0,95$  Гц

4.  $\omega = 2\pi\nu$  - формула  
вычисления угловой скорости.

5.  $\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,95$  Гц = 5,97 рад/с

# ВЫВОД

- 1) Научилась находить частоту вращения и угловую скорость при разных положениях тела.
- 2) Убедилась, что для увеличения частоты и угловой скорости вращения нужно приблизить части тела к оси вращения.
- 3) Если точки тела расположить дальше от оси вращения, то частота и угловая скорость вращения уменьшаются.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате своей исследовательской работы я убедилась в том, что, зная законы вращения и равновесия, а также умея управлять центром тяжести своего тела, я смогу более уверенно выполнять сложные элементы классического балета и избежать вероятность травмирования. Умение использовать законы физики напрямую связано с танцевальными возможностями балерины.

Таким образом, танцор - это не только «атлет от Бога», как сказал выдающийся учёный Альберт Эйнштейн, но и в какой-то степени физик.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

1. Перышкин, А. В. Физика. 7 кл.: учеб. для общеобразовательных учреждений / А. В. Перышкин. - 2-е изд., стереотип. - М.: Дрофа, 2013. - 221, [3] с.
2. Перышкин, А. В. Физика. 9 кл.: учебник / А. В. Перышкин, Е. М. Гутник - М.: Дрофа, 2014. - 319, [1] с.
3. Физика. 10 класс : учеб. Для общеобразоват. Учреждений: базовый и профил. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под ред. В. И. Николаева, Н. А. Парфентьевой. - 19-е изд. - М.: Просвещение, 2010. - 366 с.
4. Чернов Н. А. Физика движений - (<https://drofa-ventana.ru/material/fizika-v-tantsevalnykh-dvizheniyakh-7523>).
5. Анатомия человека / Медицинская энциклопедия - (<http://www.medical-enc.ru/anatomy/centr-tyazhesti-tela-cheloveka.shtml>).
6. Физика труднейшего движения в балете / Ted-Ed - (<http://prosvesheniye.com/blog/TED/5283.html>)
7. Физика в балете / Информио - (<http://www.informio.ru/publications/id2799/Fizika-v-balete>)



СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!!!