

**КОНКУРС НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НА  
СОИСКАНИЕ ПРЕМИИ ИМЕНИ А.С. ПОПЛАУХИНА**

Тема: «Механическая теория танца»

Общеобразовательная дисциплина: физика

Автор: Гаврил-Оглу Екатерина,  
ученица 10А класса МАОУ СОШ № 8

Руководитель: Кузьмина Н.В.,  
учитель физики МАОУ СОШ № 8

г. Красноуральск

2015г.

## Оглавление

Введение.....	4
1 Теоретическая часть .....	5
1.1 Кинематика вращательного движения .....	5
1.1.1.Вращательное движение тел.....	5
1.1.2.Равномерное вращательное движение.....	5
1.1.3.Равнопеременное вращательное движение.....	5
1.2 Основное уравнение динамики вращательного движения .....	6
1.2.1.Основная задача динамики вращательного движения.....	6
1.2.2.Основное уравнение динамики вращательного движения.....	6
1.2.3.Вычисление момента инерции. ....	6
1.2.4.Вращательные движения на полу. ....	7
1.3 Закон сохранения импульса .....	7
1.3.1.Импульс силы.....	7
1.3.2.Импульс тела.....	8
1.3.3.Закон сохранения импульса.....	8
1.3.4.Закон сохранение момента импульса. ....	9
1.3.5.Момент импульса.....	9
1.3.6.Закон сохранения момента импульса. ....	10
1.4 Деформации .....	11
1.4.1.Деформация растяжения (сжатия). ....	12
1.4.2.Деформация сжатия.....	13
1.4.3.Деформация сдвига.....	13
1.4.4.Деформация изгиба.....	13
1.4.5.Деформация кручения.....	14
1.4.6.Пластическая и упругая деформация.....	14
1.5 Центр масс.....	15
1.6 Сила упругости .....	17
1.7 Румба.....	18
1.7.1 История румбы .....	18

1.7.2	Виды румбы .....	19
1.7.3	Эмоциональное содержание танца.....	19
2	Практическая часть.....	21
2.1	Движение «Скользящие дверцы» .....	21
2.2	Техника исполнения шагов в румбе .....	22
2.3	Движение «Спираль» .....	23
	Заключение .....	24
	Литература .....	25

## **Введение**

Я, Гаврил-Оглу Екатерина, ученица 10 «А» класса решила написать проект по физике на тему «Механическая теория танца».

Эта тема является для меня актуальной, т.к. я в течение 10 лет занимаюсь спортивно-бальными танцами.

Что же такое танец? Танец-это вид искусства, в котором художественные образы создаются средствами пластических движений и ритмически четкой и непрерывной смены выразительных положений человеческого тела. Но всякое движение тел явление механическое. Следовательно, и танец - механическое явление. А чтобы сделать то или иное движение правильно нужно изучить многие физические понятия и законы: закон сохранения импульса, сила трения, сила сопротивления, закон сохранения момента импульса.

Для реализации данного проекта я поставила перед собой цель: изучение физических основ техники бального танца и применение на практике полученных знаний.

Для достижения поставленной цели я решила следующие задачи:

- изучить теоретический материал по данной теме;
- обобщить практический опыт, приобретенный в процессе занятия танцами;
- составить рекомендации для детей младшего возраста, занимающихся танцами.

# 1 Теоретическая часть

## 1.1 Кинематика вращательного движения

**1.1.1. Вращательное движение тел.** Вращательным движением называют такое движение тела, при котором все его точки движутся по окружностям, центры которых лежат на одной прямой, называемой осью вращения, а плоскости окружностей перпендикулярны оси вращения.

Во многих случаях встречаются сложные движения, которые можно рассматривать как сочетание поступательного и вращательного движения. Такое сочетание использовали с давних времен.

**1.1.2. Равномерное вращательное движение.** Если ось вращения закреплена, то тело как целое не перемещается, а только поворачивается вокруг этой оси. Если тело за любые равные промежутки времени поворачивается на одинаковые углы, то такое движение называют равномерным вращательным движением.

Отношение угла поворота тела  $\Delta\delta$  к промежутку времени  $\Delta t$ , в течение которого произошел при равномерном вращательном движении этот поворот, называют угловой скоростью вращения:

$$\omega = \frac{\Delta\delta}{\Delta t}$$

За единицу угловой скорости принимают угловую скорость равномерно вращающегося тела, при которой за 1 с совершается поворот тела на угол в 1 рад (1 рад=360 градусов).

**1.1.3. Равнопеременное вращательное движение.** Равномерное вращательное движение встречается сравнительно редко. Гораздо чаще приходится иметь дело с вращательным движением, при котором угловая скорость с течением времени изменяется. С примерами неравномерного вращательного движения мы встречаемся повседневно.

Для характеристики неравномерного вращательного движения недостаточно знать угол поворота и угловую скорость вращения. Надо ввести еще величину, которая характеризовала бы быстроту изменения угловой скорости.

Отношение изменения угловой скорости  $\Delta\omega$  к малому интервалу времени  $\Delta t$ , за который произошло это изменение, называют угловым ускорением:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

Движение, при котором угловая скорость вращающегося тела за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину, называют равноускоренным вращательным движением.

Иначе равноускоренное вращательное движение можно определить как вращение с постоянным угловым ускорением ( $\varepsilon = \text{const}$ ).

## **1.2 Основное уравнение динамики вращательного движения**

**1.2.1. Основная задача динамики вращательного движения.** Изменение скорости поступательного движения тела, т.е. возникновение линейного ускорения, происходит только в результате взаимодействия этого тела с другими телами. Если же на тело не действуют никакие другие тела или силы взаимодействия компенсируют друг друга, то тело находится в покое или движется прямолинейно с постоянной скоростью.

Аналогично этому угловая скорость вращения тела остается постоянной, пока оно не взаимодействует с другими телами.

Действие других тел приводит к возникновению углового ускорения вращения тела. Установление связи углового ускорения вращательного движения тела с силовыми характеристиками взаимодействия его с другими телами и собственными свойствами вращающегося тела представляет основную задачу динамики вращательного движения тела.

**1.2.2. Основное уравнение динамики вращательного движения.** Угловое ускорение вращающегося тела прямо пропорционально сумме моментов всех действующих на него сил относительно оси вращения тела и обратно пропорционально моменту инерции тела относительно этой оси вращения.

$$\varepsilon = \frac{M}{I}$$

Это основное уравнение динамики вращательного движения тела. Полученное уравнение аналогично по форме записи выражению второго закона Ньютона для поступательного движения тела.

Ускорению поступательного движения тела  $a$  соответствует угловое ускорение вращательного движения  $\varepsilon$ , аналогом силы  $F$  при поступательном движении является момент силы  $M$  во вращательном движении, а аналогом массы тела при поступательном движении служит момент инерции тела  $I$  при вращательном движении.

**1.2.3. Вычисление момента инерции.** Момент инерции тела сравнительно простой формы может быть определен путем вычислений. Рассмотрим простейший случай-вращение тела по окружности в случае, когда размеры тела пренебрежимо малы по сравнению с радиусом окружности.

Если тело закреплено на расстоянии  $R$  от неподвижной оси, то под действием силы  $F$ , направленной перпендикулярно связи и оси вращения, оно приобретает касательное ускорение:

$$Ak = \frac{F}{m}$$

так как за очень малый промежуток времени  $\Delta t$  движение тела по окружности можно считать прямолинейным.

**1.2.4. Вращательные движения на полу.** Техника вращения в классическом танце требует от исполнителя умения. Свободно и точно ориентироваться в пространстве, правильно помещать центр тяжести тела на опорную ногу, стойко удерживать прямизну вертикальной оси тела, верно воспроизводить форму исполняемого движения, хорошо чувствовать его ритм и динамику.

Основа, на которую опирается правильное и устойчивое вращение,— это профессионально поставленные и хорошо отработанные движения ног, рук, корпуса и головы, а также хорошо развитая сила мышц, выносливость, волевая выдержка и внимание ученика. Например, малый или большой пируэт начинается не с его изучения, а гораздо раньше — с элементарной постановки всего тела в экзерсисе у станка и на середине зала.

Большое и устойчивое количество пируэтов, исполненное в стремительном темпе, но на низких полупальцах, с угловатыми руками, изогнутыми движениями корпуса или головы, не раскрывает прекрасную природу движения человека. В искусстве классического танца вращение всегда должно быть стройным по форме, устойчивым по технике, стремительным по ритму и вдохновенным по характеру.

### 1.3 Закон сохранения импульса

Исследования взаимодействия тел показали, что существуют такие величины, характеризующие механическое движение тел, которые сохраняются при любых взаимодействиях тел в замкнутой системе. Первой такой величиной является импульс тела.

При взаимодействии двух тел их общий импульс остается неизменным. Закон сохранения импульса действует только в замкнутой системе, то есть в такой системе, в которой нет воздействия внешних сил или их суммарное действие равно нулю.

**1.3.1. Импульс силы.** Покой и движение тела относительны, скорость движения тела зависит от выбора системы отсчета. По второму закону Ньютона независимо от того, находилось ли тело в покое или

двигалось, изменение скорости его движения может происходить только при действии силы, т. е. в результате взаимодействия с другими телами.

Если на тело массой  $m$  в течение времени  $t$  действует сила и скорость его движения изменяется от  $\vec{V}_0$  до  $\vec{V}$ , то ускорение  $a$  движения тела равно:

$$a = \frac{\vec{V}_0 - \vec{V}}{t}$$

На основании второго закона Ньютона для силы  $F$  можно написать выражение:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{(\vec{V}_0 - \vec{V})}{t} \quad (1)$$

Из равенства (1) следует:

$$\vec{F}t = m\vec{V} - m\vec{V}_0 \quad (2)$$

Физическая величина, равная произведению силы  $\vec{F}$  на время  $t$  ее действия, называется импульсом силы.

**1.3.2. Импульс тела.** Выражение (2) показывает, что имеется физическая величина, одинаково изменяющаяся у всех тел под действием одинаковых сил, если время действия силы одинаково. Эта физическая величина, равная произведению массы тела на скорость его движения, называется импульсом тела или количеством движения.

Изменение импульса тела равно импульсу силы, вызывающей это изменение. Импульс тела является количественной характеристикой поступательного движения тел. За единицу импульса в СИ принят импульс тела массой 1 кг, движущегося поступательно со скоростью 1 м/с. Единицей импульса является килограмм-метр в секунду (кг\*м/с).

**1.3.3. Закон сохранения импульса.** Выясним, как изменяются импульсы двух тел при их взаимодействии.

Обозначим скорости тел массами  $m_1$  и  $m_2$  до взаимодействия через  $\vec{V}_1$  и  $\vec{V}_2$ . По третьему закону Ньютона силы, действующие на тела при их взаимодействии, равны по модулю и противоположны по направлению; поэтому их можно обозначить  $\vec{F}$  и  $-\vec{F}$ .

Для изменений импульсов тел при их взаимодействии на основании равенства (2) можно записать:

$$\begin{aligned} \vec{F}t &= m_1\vec{V}_1 - m_2\vec{V}_2 \\ -\vec{F}t &= m_2\vec{V}_2 - m_1\vec{V}_1 \end{aligned}$$



где  $t$  — время взаимодействия тел. Из этих выражений получаем:

$$m_1V_1+m_2V_2= m_1V_1+m_2V_2 \quad (3)$$

Таким образом, векторная сумма импульсов двух тел до взаимодействия равна векторной сумме их импульсов после взаимодействия.

Экспериментальные исследования взаимодействий различных тел — от планет и звезд до атомов и элементарных частиц — показали, что в любой системе взаимодействующих между собой тел при отсутствии действия сил со стороны других тел, не входящих в систему, или равенстве нулю суммы действующих сил геометрическая сумма импульсов тел остается неизменной.

Система тел, не взаимодействующих с другими телами, не входящими в эту систему, называется замкнутой системой.

В замкнутой системе геометрическая сумма импульсов тел остается постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой.

Этот фундаментальный закон природы называется законом сохранения импульса.

Необходимым условием применимости закона сохранения импульса к системе взаимодействующих тел является использование инерциальной системы отсчета.

**1.3.4.Закон сохранение момента импульса.** Закон сохранения момента импульса показывает, что поступательное движение тел обладает количественной мерой (импульсом), сохраняющейся при любых взаимодействиях тел. Однако на основании этого закона нельзя сделать никаких выводов о вращательном движении тел. Наблюдения и опыты показывают, что вращательное движение, как и поступательное, иногда не возникает и никогда не прекращается само собой. Любое изменение угловой скорости вращения тела происходит в соответствии с основным законом динамики вращательного движения, под действием момента внешних сил.

**1.3.5.Момент импульса.** Основное уравнение динамики вращательного тела движения можно представить в виде:

$$M = I\varepsilon = \frac{I\omega_1-\omega_2}{\Delta t} \quad (1)$$

$$M \Delta t = I\omega_2 - I\omega_1$$

Это уравнение оказывается справедливым и тогда, когда момент инерции тела изменяется. В этом случае его можно записать в более общем виде:

$$M\Delta t = I_2\omega_2 - I_1\omega_1, \quad M\Delta t = \Delta(I\omega) \quad (2)$$

Физическая величина, равная произведению момента инерции тела  $I$  на угловую скорость его вращения  $\omega$ , носит название момента импульса и обозначается буквой  $L$ :

$$L = I\omega \quad (3)$$

За единицу момента импульса принимают момент импульса такого тела, у которого момент инерции равен  $1 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , а угловая скорость  $1 \text{ рад/с}$ .

Происхождение названия «момент импульса» станет ясным, если мы рассмотрим равномерное движение тела по окружности, радиус которой намного больше его размеров. Момент инерции тела в этом случае равен произведению массы тела  $m$  на квадрат расстояния  $R$  от тела до оси вращения:

$$I = mR^2$$

Угловая скорость вращения тела связана с линейной скоростью соотношения  $v = \omega R$ . Поэтому момент импульса тела равен:

$$L = I\omega = mR^2\omega = mvR \quad (4)$$

Здесь радиус  $R$  можно рассматривать как своего рода «плечо». И точно так же, как произведение силы на плечо называли моментом силы, произведение импульса  $mv$  на плечо  $R$  называли моментом импульса.

Момент силы и момент импульса. Согласно выражению (2) изменение момента импульса тела  $\Delta(I\omega)$  равно произведению момента внешней силы  $M$  на время действия этого момента силы  $\Delta t$ . Следовательно, изменение момента импульса зависит не только от момента внешней силы, но и от времени его действия.

**1.3.6. Закон сохранения момента импульса.** Момент импульса тела — одна из важнейших характеристик его вращательного движения.

Когда суммарный момент сил, действующих на тело, относительно данной оси вращения равен нулю, то

$$\Delta(I\omega) = M\Delta t = 0 \quad (5)$$

Это и есть закон сохранения момента импульса: если суммарный момент внешних сил, действующих на тело, равен нулю, то момент импульса не изменяется:

$$I\omega = \text{const} \quad (6)$$

Замечательной особенностью вращательного движения является свойство вращающихся тел при отсутствии взаимодействий с другими телами сохранять неизменными не только момент импульса, но и направление оси вращения в пространстве. Неизменным ориентиром для путешественников на поверхности Земли служит Полярная звезда в созвездии Большой Медведицы. Примерно на эту звезду направлена ось вращения Земли, и кажущаяся неподвижность полярной звезды на протяжении столетий наглядно доказывает, что в течение этого времени направление оси вращения Земли в пространстве остается неизменным.

Неизменность направления оси вращения тел в пространстве при равенстве нулю момента внешних сил позволяет рассматривать угловую скорость вращения и момент импульса тела как векторные величины особого рода.

При сходной алгебраической форме записи закон сохранения импульса и закон сохранения момента импульса в применении к одному телу имеют существенно разный смысл. Из закона сохранения импульса следует, что тело, не взаимодействующее с другими телами, сохраняет неизменным не только произведение массы  $m$  на скорость  $v$  ( $mv = \text{const}$ ), но из-за постоянства массы  $m$  сохраняется неизменной скорость движения  $v$ .

Иначе обстоит дело в случае вращательного движения. Из закона сохранения момента импульса ( $I\omega = \text{const}$ ) не следует, что при равенстве нулю момента внешних сил угловая скорость вращения тела  $\omega$  должна оставаться неизменной. Так как момент инерции тела  $I$  может изменяться внутренними силами.

## 1.4 Деформации

Под внешним воздействием тела могут деформироваться.

Деформация — изменение формы и размеров тела. Причина деформации заключается в том, что различные части тела совершают неодинаковые перемещения при действии на тело внешних сил. Деформации, которые полностью исчезают после прекращения действия силы, — упругие, которые не исчезают, — пластические.

При упругих деформациях происходит изменение расстояния между частицами тела. В недеформированном теле частицы находятся в определенных положениях равновесия (расстояния между выделенными

частицами), в которых силы отталкивания и притяжения, действующие со стороны других частиц, равны. При изменении расстояния между частицами одна из этих сил начинает превышать другую. В результате возникает равнодействующая этих сил, стремящаяся вернуть частицу в прежнее положение равновесия. Равнодействующая сил, действующих на все частицы деформированного тела, и есть наблюдаемая на практике сила упругости. Таким образом, следствием упругой деформации является возникновение упругих сил.

При пластической деформации, как показали наблюдения, смещения частиц в кристалле имеют совсем другой характер, чем при упругой. При пластической деформации кристалла происходит соскальзывание слоев кристалла относительно друг друга. Это можно увидеть с помощью микроскопа: гладкая поверхность кристаллического стержня после пластической деформации становится шероховатой. Соскальзывание происходит вдоль слоев, в которых больше всего атомов.

При таких смещениях частиц тело оказывается деформированным, но на смещенные частицы при этом не действуют "возвращающие" силы, так как у каждого атома в его новом положении такие же соседи и в таком же числе, как и до смещения.

При расчете конструкций, машин, станков, тех или иных сооружений, при обработке различных материалов важно знать, как будет деформироваться та или иная деталь под действием нагрузки, при каких условиях ее деформация не будет влиять на работу машин в целом, при каких нагрузках наступает разрушение деталей и т.д.

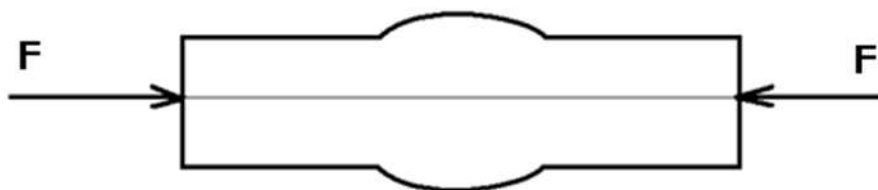
Деформации могут быть очень сложными. Но их можно свести к двум видам: растяжению (сжатию) и сдвигу.

**1.4.1. Деформация растяжения (сжатия).** Деформация растяжения — вид деформации, при которой нагрузка прикладывается продольно от тела, то есть соосно или параллельно точкам крепления тела. Проще всего растяжение рассмотреть на буксировочном тросе для автомобилей. Трос имеет две точки крепления к буксиру и буксируемому объекту, по мере начала движения трос выпрямляется и начинает тянуть буксируемый объект. В натянутом состоянии трос подвергается деформации растяжения, если нагрузка меньше предельных значений, которые может он выдержать, то после снятия нагрузки трос восстановит свою форму.

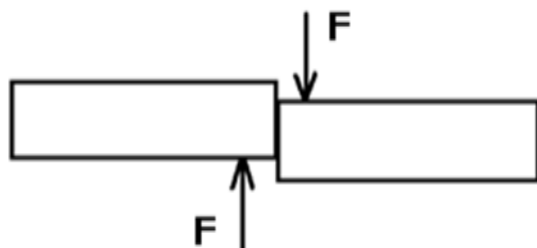


**1.4.2. Деформация сжатия.** Деформация сжатия — вид деформации, аналогичный растяжению, с одним отличием в способе приложения нагрузки, ее прикладывают соосно, но по направлению к телу. Сдавливание объекта с двух сторон приводит к уменьшению его длины и одновременному упрочнению, приложение больших нагрузок образует в теле материала утолщения типа «бочка».

Деформация сжатия широко используется в металлургических процессахковки металла, в ходе процесса металл получает повышенную прочность и заваривает дефекты структуры. Сжатие также важно при строительстве зданий, все элементы конструкции фундамента, свай и стен испытывают давящие нагрузки. Правильный расчет несущих конструкций здания позволяет сократить расход материалов без потери прочности.

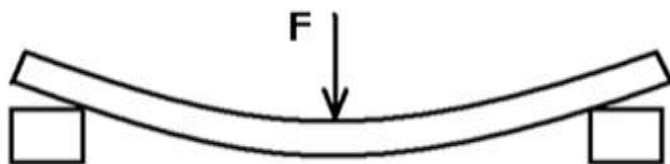


**1.4.3. Деформация сдвига.** Деформация сдвига — вид деформации, при котором нагрузка прикладывается параллельно основанию тела. В ходе деформации сдвига одна плоскость тела смещается в пространстве относительно другой. На предельные нагрузки сдвига испытываются все крепежные элементы — болты, шурупы, гвозди. Простейший пример деформации сдвига — расшатанный стул, где за основание можно принять пол, а за плоскость приложения нагрузки — сидение.

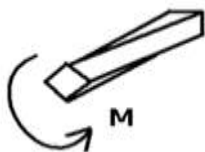


**1.4.4. Деформация изгиба.** Деформация изгиба — вид деформации, при котором нарушается прямолинейность главной оси тела. Деформации изгиба испытывают все тела подвешенные на одной или нескольких опорах. Каждый материал способен воспринимать определенный уровень нагрузки, твердые тела в большинстве случаев способны выдерживать не

только свой вес, но и заданную нагрузку. В зависимости от способа приложения нагрузки при изгибе различают чистый и кривой изгиб. Значение деформации изгиба важно для проектирования упругих тел, таких, как мост с опорами, гимнастический брус, турник, ось автомобиля и другие.



**1.4.5. Деформация кручения.** Деформация кручения – вид деформации, при котором к телу применен крутящий момент, вызванный парой сил, действующих в перпендикулярной плоскости оси тела. На кручение работают валы машин, шнеки буровых установок и пружины.



**1.4.6. Пластическая и упругая деформация.** В процессе деформации важное значение имеет величина межатомных связей, приложение нагрузки достаточной для их разрыва приводит к необратимым последствиям (необратимая или пластическая деформация). Если нагрузка не превысила допустимых значений, то тело может вернуться в исходное состояние (упругая деформация). Простейший пример поведения предметов, подверженных пластической и упругой деформацией, можно проследить на падении с высоты резинового мяча и куска пластилина. Резиновый мяч обладает упругостью, поэтому при падении он сожмется, а после превращения энергии движения в тепловую и потенциальную, снова примет первоначальную форму. Пластилин обладает большой пластичностью, поэтому при ударе о поверхность оно необратимо утратит свою первоначальную форму. За счет наличия деформационных способностей все известные материалы обладают набором полезных свойств – пластичностью, хрупкостью, упругостью, прочностью и другими. Исследование этих свойств достаточно важная задача, позволяющая выбрать или изготовить необходимый материал. Кроме того, само по себе наличие деформации и его детектирование часто бывает необходимо для задач приборостроения, для этого применяются

специальные датчики называемые экстензометрами или по другому тензометрами.

### 1.5 Центр масс

Центр тяжести - это точка, через  $\alpha$  при любом положении тела в пространстве проходит равнодействующая сил тяжести, действующий на все частицы тела.

Центр тяжести в однородном гравитационном поле обладает одним замечательным свойством: если линия действия силы проходит через центр масс, то тело движется поступательно.

Определить положение центра тяжести не всегда просто. Пусть тело представляет собой «гантельку» их двух материальных точек массами  $m_1$  и  $m_2$  на расстоянии  $d$  друг от друга.

Поставим вопрос так, где нужно подвесить или подпереть «гантельку», чтобы система находилась в равновесии, очевидно, что в этой точке будет находится центр тяжести.

Эту задачу решил в свое время Архимед, введя понятие «плечо силы» и «момент силы».

$$M_1 = F_1 * d_1, M_2 = F_2 * d_2$$

$$M_1 = m_1 * g * d_1, M_2 = m_2 * g * d_2$$

из условия равновесия следует:

$$M_1 = M_2$$

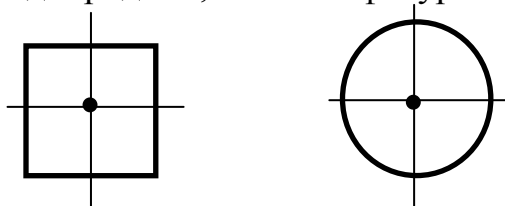
$$M_1 * g * d_1 = m_2 * g * d_2$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Где находится центр тяжести однородного стержня?



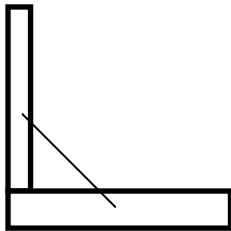
Точно так можно найти центр тяжести любой симметричной, однородной, плоской фигуры



Тела симметричные, это значит они имеют правильную геометрическую форму и однородные, т.е. имеют одинаковую плотность по всему объему.

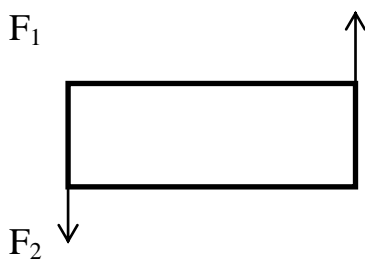
Для тел сложной формы положение центра тяжести находят, мысленно разбивая тело на части, положение центра тяжести  $\alpha$  известно. Так, штатив- это прямоугольное основание массой  $m_1$  и однородной стержень массой  $m_2$ .

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{d_2}{d_1}$$



Если вектор  $\vec{F}$  не проходит через центр тяжести, то тело перемещается в пространстве и вращается вокруг точки  $O$ , поэтому ускорение точки  $O$  определяется по II закону Ньютона, а всех остальных точек с учетом их вращения, т.е. точка  $O$  движется так как будто в ней сосредоточена вся масса тела. Ее еще называют центром масс.

Условие  $\Sigma \vec{F}=0$  необходимое условие равновесия тел, но недостаточное.



В этом случае тело не только может двигаться поступательно и вращаться.

II условие равновесия твердого тела получается из основного уравнения динамики вращательного движения.

$$\Sigma M = J * \epsilon$$

Если  $\omega_0 = 0$  и  $\Sigma M = 0$  отсюда следует, что тело вращаться не будет.

Чтобы твердое тело находилось в равновесии и покоилось, необходимо и достаточно выполнение следующих условий: векторные



суммы сил и моментов сил относительно любой оси должны быть равны 0 при  $V_0=0$  и  $\omega_0=0$ .

Все выше сказанное справедливо для ИСО. В НИСО к действующим силам добавляются силы инерции.

Большое значение имеет вопрос об устойчивости равновесия.

а) если при выведении тела из состояния равновесия возникают силы или моменты сил стремятся вернуть его в исходное положение, то равновесие устойчивое.

б) если при выведении тела из состояния равновесия возникающие силы уводят тело от положения равновесия то равновесие считается неустойчивым.

в) если момент сил и силы не возникают, равновесие считается безразличным.

Аналогичная ситуация возникает при рассмотрении устойчивости тел на опоре.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{2h}$$

где  $\alpha$ -предельный угол наклона

Чем больше длина опоры и ниже центр тяжести, тем устойчивее равновесия тела на опоре.

Тело на опоре можно наклонять до тех пор, пока вертикаль, проведенная через центр тяжести, пересекает площадь опоры.

Точку, в которой как бы сосредоточена масса тела или система тел, называют центром масс.

## 1.6 Сила упругости

Сила упругости — сила, возникающая в теле в результате его деформации и стремящаяся вернуть тело в исходное состояние.

В случае упругих деформаций является потенциальной. Сила упругости имеет электромагнитную природу, являясь макроскопическим проявлением межмолекулярного взаимодействия. В простейшем случае растяжения/сжатия тела сила упругости направлена противоположно смещению частиц тела, перпендикулярно поверхности.

Вектор силы противоположен направлению деформации тела (смещению его молекул). Если исчезает деформация тела, то исчезает и сила упругости.

В Международной системе единиц (СИ) сила упругости так же, как и все другие силы, измеряется в ньютонах.

Закон Гука

В простейшем случае одномерных малых упругих деформаций формула для силы упругости имеет вид:

$$F = -k\Delta l$$

где  $k$  — жёсткость тела,  $\Delta l$  — величина деформации .

Жесткость тела зависит от его формы и размеров, а также от материала, из которого оно изготовлено.

В словесной формулировке закон Гука звучит следующим образом: Сила упругости, возникающая при деформации тела, прямо пропорциональна удлинению тела и направлена противоположно направлению перемещения частиц тела относительно других частиц при деформации.

## 1.7 Румба

Румба (исп. rumba) — у этого слова есть два различных значения.

Одно из них относится к направлению танцев и музыке, родившихся на Кубе. Каждый из видов румбы имеет свою стилистику музыки и танцевания, но в целом они очень близки.

Другое значение появилось сравнительно недавно и относится к танцу из программы бальных танцев, который входит в программу соревнований. В этом значении Румба является самым медленным из 5 танцев соревновательной латино-американской программы. Остальные четыре это: пасодобль, самба, ча-ча-ча и джайв. Танец и музыка Румбы из соревновательной программы латино-американских танцев происходят от Кубинских музыкальных стилей и танцев болеро и сон.

### 1.7.1 История румбы

Румба появилась в Гаване в 19-м веке в комбинации с европейским контрдансом. Название «Rumba», возможно, происходит от названия танцевальных групп в 1807 году — «gumbosoorquestra», хотя в Испании слово «gumbo» означает «путь» (в русском морской аналог — «румбы», то есть направление). Замечание - российская морская терминология аккуратно заимствована у Нидерландов, поэтому "направление" очевидно не в русском, а в голландском не так.

В настоящее время этот танец известен на всех континентах. Сначала он пришел в кабаре, а затем на телевидение. Существует бальная румба, но она существенно отличается от аутентичного кубинского варианта.

### **1.7.2 Виды румбы**

В начале XIX века на Кубе существовало три варианта румбы, но широкую известность получила румба Гуагуанко (Guaguanco), танец, во время которого кавалер следует за дамой в поисках соприкосновения бедрами, а дама старается этого избежать. В этом танце дама как бы является объектом дерзкого ухаживания и старается сдерживать страсть своего партнера. Возможно из-за этого за румбой и закрепилось название - «танец любви».

Так-же на Кубе существовали различные виды румбы, которые танцевались на праздниках и просто сборищах людей на улице. Ярким представителем является Румба Миметика, в которой изображаются различные сцены из жизни простых людей (Papilote, Mama'buela, Gavilan). Коренную эволюцию румба претерпела, будучи вывезенной в США. Наравне сэкспансивной, эротичной кубинской появилась Румба американская – с более сдержанными движениями и стилем. Именно этот вариант румбы и распространился по всему миру, завоевав сердца нескольких поколений танцоров и просто ценителей латиноамериканской культуры. Гуагуанко в основном состоит из ритмов африканских барабанов, которые накладываются на ритм клавэ (clave), представляющий смещенный акцент, известный как 3-2. Пение без музыкального сопровождения напоминает старинные испанские мелодии, которые накладываются на ритмы африканских барабанов. Исполняется гуагуанко одним или несколькими солистами, тему и слова придумывают по ходу исполнения песни. Структура ритма гуагуанко основывается чаще всего на ритме румбы сон (RumbaSon).

### **1.7.3 Эмоциональное содержание танца**

Среди всех бальных танцев румба характеризуется наиболее глубоким эмоциональным содержанием. В ходе своей эволюции румба приобрела многие черты, характерные для блюза. Существует расхожий штамп, что «румба — танец любви». Контраст ярко выраженного эротического характера танца и драматического содержания музыки создаёт неповторимый эстетический эффект. Вопреки всеобщему мнению о том, что движения в румбе — это танцевальное воплощение эротических чувств, румба изначально была свадебным танцем, а ее движения

обозначали не что иное как семейные обязанности супругов. Немногочисленные современные румбы, написанные в мажоре, имеют свою изюминку, но не оставляют такого глубокого впечатления.

В своем проекте я рассмотрю движение, в котором заключается почти вся техника танца румбы.

## 2 Практическая часть

### 2.1 Движение «Скользятые дверцы»

Для правильного исполнения данного элемента разберем его по частям.

Во-первых, при изгибе тела мышцы спины испытывают деформацию растяжения и сжатия. Это достигается за счет сокращения мышц и расчета силы упругости, возникающей в них.

Во-вторых, при повороте танцор со ступни переходит на носок, перенося на него вес своего тела. Тем самым он увеличивает давление, оказываемое на опору, так как  $p = F/S$ , а  $F=P$ , где  $P$  – вес тела.

В-третьих, танцору необходимо удерживать равновесие, для этого он переносит центр тяжести вперед, чтобы равновесие было устойчивым.

Позвоночник является осью всего тела, осью вращения и прыжка, существует специальный термин «поставить спину». В то же время он, как и в классическом танце, является осью движения, но эта ось не всегда направлена строго вертикально, а часто изгибается и поворачивается в различных отделах. При напряжении невозможно движение отдельных центров, например, бедер или грудной клетки, в то время как при достаточном расслаблении все движения возможны.

Основная задача танцора – добиться достаточной свободы позвоночника, чтобы совершать движения различных его частей. Но в то же время тело должно быть достаточно напряженным. Умение распределять напряжение в позвоночнике называется релаксацией. Распределение напряжения и расслабление – основы техники танца.

## 2.2 Техника исполнения шагов в румбе

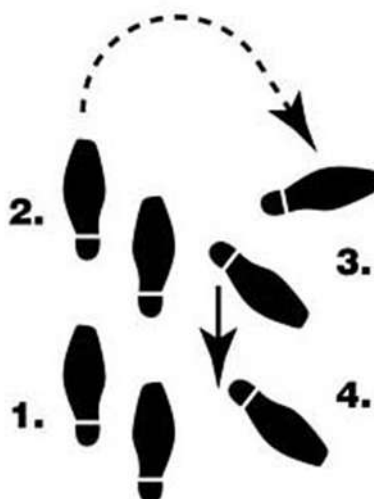
Все шаги румбы исполняются с носка на всю стопу: вначале подушечка касается пола, а затем каблук с давлением веса корпуса опускается на пол. При этом вес корпуса переносится только после того, как вся стопа коснется пола. Одновременно с переносом веса корпуса колени выпрямляются, и бедро опорной ноги выводится в сторону. В это же время каблук свободной ноги нужно приподнять от пола, а носок и бедро свободной ноги слегка развернуть в выворотное положение

Бедренный сустав при этом испытывает деформацию кручения, поэтому шаги выполняются со сдержанным физическим усилием, стопой оказывая давление на пол. Исполняют румбу без резких подъемов, опусканий и наклонов корпуса. Эластичные и как бы непрерывные шаги румбы, с плавными движениями бедер, исполняются благодаря контролируемому переносу веса корпуса с ноги на ногу.



### 2.3 Движение «Спираль»

Данный элемент выполняется в паре. Левая рука партнера и правая партнерши вверху, левая рука партнерши отведена в сторону. Партнерша стоит на опорной правой ноге, перенося на нее весь свой вес, левая отведена в сторону. Партнер дает первоначальный толчок левой рукой, придавая партнерше импульс. Партнерша группирует левую руку, прижимая ее к правому бедру, и делает поворот – спираль. Выполнение данного элемента требует знание закона сохранения импульса тела при вращательном движении. При группировке рук уменьшается расстояние до оси вращения, при этом увеличивается угловая скорость вращения.



## **Заключение**

Итак, в своей работе я рассмотрела применение физических законов для овладения техникой исполнения элементов в спортивно-бальных танцах и убедилась в том, что физика и танец связаны между собой.

На основе изученного материала, я разработала методические рекомендации по исполнению следующих элементов: «Скользящие дверцы», «Основные шаги румбы», «Спираль», применила их на занятиях с детьми младшего возраста.

Итогом моей работы стало создание учебного фильма «Механическая теория танца».

Я считаю, что данная работа актуальна для меня, может быть использована как методическое руководство для работы с танцевальными парами, а также индивидуально.

В дальнейшем свою жизнь я планирую связать с танцами, получить образование хореографа и думаю, что полученные знания помогут мне в этом.



## Литература

1. Н.М.Шахмаев, С.Н.Шахмаев, Д.Ш.Шодиев. Физика. 9 класс – Москва, «Просвещение», 1994 г.
2. Ц.Б. Кац. Биофизика на уроках физики, издание второе, Москва, «Просвещение», 1988 г.
3. О. Ф. Кабардин, В.А. Орлов, А.В. Пономарев. Факультативный курс физики. 8 класс. Издание третье- Москва, «Просвещение», 1985 г.
4. Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. Физика. Учебно-методическое пособие, Екатеринбург, 2014 г.
5. А.В. Перышкин. Десятое издание. Физика. 7 класс-Москва, , «Дрофа», 2006 г.
6. А.В. Перышкин. Одиннадцатое издание. Физика. 8 класс-Москва, 2008 г.
7. А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. Одиннадцатое издание. Физика. 9 класс-Москва, «Дрофа», 2009 г.
8. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%F3%EC%E1%E0>
9. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%E8%EB%E0\\_%F3%EF%F0%F3%E3%EE%F1%F2%E8](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%E8%EB%E0_%F3%EF%F0%F3%E3%EE%F1%F2%E8)