

**Гомельская научно-практическая конференция
школьников
«ИРИНИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»**

ГУО «Средняя школа № 38 г. Гомеля»

Учебно-исследовательская работа

«Исследование равновесия тел»

Ученика 6 «В» класса ГУО «Средняя
школа № 38 г. Гомеля»
Липницкого Глеба Витальевича

Научный руководитель –
учитель физики ГУО
«Средняя школа № 38 г. Гомеля»
Шейбут Сергей Валентинович

Гомель, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Центр тяжести. Виды равновесия	4
2 Исследование различных факторов, влияющих на равновесие тел.....	6
2.1 Нахождение центра тяжести плоских фигур.....	6
2.2 Зависимость устойчивости тела от положения центра тяжести.....	9
2.3 Зависимость устойчивости тела от высоты предмета.....	12
2.4 Зависимость устойчивости тела от величины площади опоры.....	14
Заключение.....	16
Список литературы.....	17
Приложение 1.....	18
Приложение 2.....	19

Введение

Физика наука экспериментальная, поэтому для более осмысленного и углубленного изучения различных величин необходимо обращаться к постановке экспериментальных работ. Данную работу можно предложить для использования в лабораторном практикуме, на факультативных занятиях, в качестве демонстрационного эксперимента для более углубленного изучения понятия центра тяжести и условия равновесия тел.

Целью данной работы является исследование факторов, влияющих на равновесие тела и экспериментальное определение центра тяжести тела.

Главной задачей данной исследовательской работы является разработка методического пособия в помощь для учителей и учащихся, которые заинтересуются углубленным изучением данной темы, а также создание моделей, демонстрирующих устойчивое равновесие тел.

По теме исследования меня интересовали многие вопросы. Например, всегда было интересно, почему Пизанская башня не падает. Как в цирке артисты могут ходить по тонкому канату или даже ездить на по нему на велосипеде? Зачем человек наклоняется вперед, когда несет мешок за спиной? Размахивает руками при ходьбе? Для меня эта тема кажется интересной и хотелось бы, чтобы и другие ученики получили возможность, используя мою работу, узнать много нового о законах равновесия и почувствовать вкус исследовательской работы.

Теория по данной теме основывается на изучении книги «Забавная физика» Л. Гальперштейн, книги по физике Я. И. Перельман «Занимательная физика», а также «Элементарного учебника физики Г.С. Ландсберга.

1 Центр тяжести. Виды равновесия

«**Центром тяжести** каждого тела является некоторая расположенная внутри него точка - такая, что если за неё мысленно подвесить тело, то оно остается в покое и сохраняет первоначальное положение.» Архимед.

У каждого предмета есть центр тяжести. Изучение этого свойства тел необходимо для понимания понятия равновесия тел, при решении конструкторских задач, расчете устойчивости сооружений и во многих других случаях.

Если тело в покое, значит оно находится в состоянии равновесия.

Существуют три вида равновесия: безразличное равновесие, неустойчивое равновесие, устойчивое равновесие.

Безразличное равновесие. Безразличное равновесие - при малом отклонении тело остается в равновесии. Пример - катящееся по горизонтальной поверхности колесо. Если колесо остановить в любой точке, оно окажется в равновесном состоянии.

Шар, лежащий на плоской горизонтальной поверхности, находится в состоянии безразличного равновесия. Сам по себе шар с места не сдвинется, и расстояние от точки опоры до центра тяжести будет всегда одинаково.

Линейка, подвешенная на горизонтальной оси вращения в точке, где расположен её центр тяжести, будет висеть в любом положении, в каком её оставили, не стремясь повернуться.

Неустойчивое равновесие. Если чуть-чуть сдвинуть или отклонить тело, находящееся в состоянии неустойчивого равновесия, то возникает сила, стремящаяся ещё больше отклонить его от равновесного состояния.

В качестве примера можно привести шарик, лежащий на выпуклой поверхности.

Устойчивое равновесие. Если попытаться вывести тело из состояния устойчивого равновесия, то обязательно возникнет сила, возвращающая его в исходное равновесное состояние.

Шарик на дне чаши находится в единственном состоянии устойчивого равновесия. В этом положении линия, соединяющая точку опоры и центр тяжести тела, вертикальна.

Создатели архитектурных сооружений стремятся, чтобы созданные ими конструкции находились в состоянии устойчивого равновесия. Эйфелева башня в Париже, телевышки во всех странах мира имеют расширение при основании и смещенный вниз центр тяжести. Так Александрийская колонна на Дворцовой площади Санкт-Петербурга при её огромной высоте не имеет врытого в землю фундамента, а спокойно стоит на земле. И это состояние устойчивого равновесия объяснимо: смещенный вниз центр тяжести колонны.

2 Исследование различных факторов влияющих на равновесие тел

Исследование 1. Нахождение центра тяжести плоских фигур

Цель: опытным путем научиться находить положение центра тяжести фигур различной формы, а также проверить действительно ли центр тяжести всегда стремится расположиться как можно ниже.

Гипотеза: Фигуры после подвешивания на игле будут поворачиваться всегда так, что центр тяжести этих фигур располагается как можно ниже (ближе к полу), т.е. на вертикальной прямой прямо под нашей иглой.

Для исследования мы заготовили из картона различные геометрические фигуры. Закрепив в штативе пробку с иглой, подвешивали на нее наши картонные фигуры. К этой же иглке подвешивали грузик на нитке, по которой мы определяли вертикальную линию (Рисунок 1).

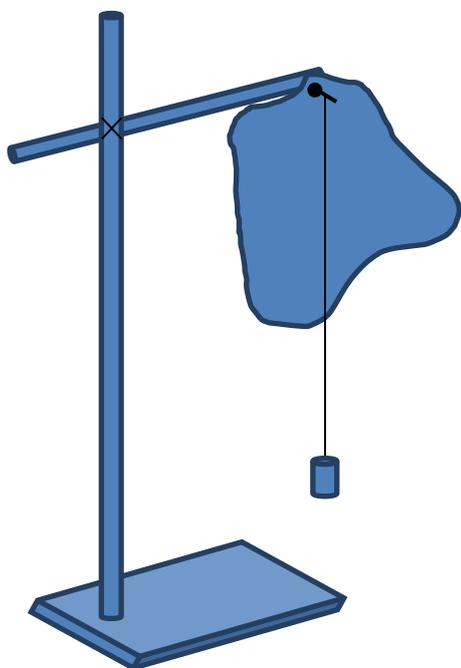


Рисунок 1. Установка для нахождения центра тяжести плоских фигур

Ход работы.

1. С помощью иголки, которая вкалывается в пробку, подвесили пластину и отвес.
2. Карандашом отметили линию отвеса на нижнем и верхнем краях пластины.
3. Сняв пластину, провели на ней линию, соединяющую отмеченные точки.
4. Повторили опыт, подвесив пластину еще в двух точках.
5. Получили общую точку пересечения прямых, которая и является центром тяжести пластины.
6. Убедились в том, что найденная точка является центром тяжести пластины. Для этого расположили пластину горизонтально и поместили ее центр тяжести на острие спицы. Если пластина будет находиться в равновесии, то точка опоры совпадает с центром тяжести.

В ходе работы также провели исследования по определению центра тяжести плоской пластины правильной геометрической формы со смещенным центром тяжести.

Гипотеза: центр тяжести фигуры всегда совпадает с геометрическим центром фигуры.

Для проверки гипотезы на обратную сторону пластины приклеивали скотчем монету. В этом случае центр тяжести плоской фигуры смещался от первоначального положения и уже не совпадал с геометрическим центром фигуры.

Вывод: только для однородного тела центр тяжести фигуры будет совпадать с геометрическим центром фигуры.

Вывод: Точка центра тяжести тела всегда стремится расположиться строго под точкой опоры, что нам и позволяет находить положение центра тяжести предложенным выше способом.

Центр тяжести тела всегда располагается на вертикальной линии, проходящей через точку подвеса. Для получения строго вертикальной линии мы использовали подвес на нити. Гипотеза оказалась верной.

Подвешенные фигуры мне напомнили чашечные весы, чашки которых уравниваются, когда и справа и слева находятся грузы одинаковой массы. В нашем опыте пластины также были уравновешены – значит и в нашем случае справа от вертикальной линии и слева от нее были части равной массы. Эту догадку мы проверили при помощи весов. Разрезали фигуру вдоль одной из линий и положили на весы. Чаши весов уравновесились. Это говорит о том, что вертикальная линия, идущая через центр тяжести тела, делит тело на части равной массы.

Исследование 2. Зависимость устойчивости тела от положения центра тяжести

Цель: проверить опытным путем как зависит устойчивость тела от положения центра тяжести, объяснить причину падения тела при определенном угле наклона плоскости.

Гипотеза: чем выше располагается центр тяжести тела, тем менее оно устойчиво (тем при меньшем угле наклона тело начинает падать)

Для проверки нашей гипотезы мы собрали опытную установку (см. Приложение 1), которая включала в себя: наклонную плоскость, с закрепленным на ней упором, штатив, набор одинаковых деревянных брусков, мерная лента.

Ход работы.

1. Собрали установку: в качестве упора закрепили спичку к наклонной плоскости при помощи скотча. Наклонную плоскость закрепили на штативе при помощи подвижного зажима.
2. Скрепили несколько деревянных брусков и один железный брусок скотчем и установили полученное тело у упора.
3. Аккуратно поднимали край наклонной плоскости до тех пор, пока бруски не опрокинулись.
4. Фиксировали высоту подъема края наклонной плоскости мерной лентой и результаты записывали в Таблицу 1.
5. Пункты 2-4 выполнили для тел, состоящих из того же количества брусков, изменяя только положение железного бруска (по счету третьим, пятым, седьмым).
6. Для каждого случая опыт провели не менее 5 раз.

Таблица 1.

№	Положение железного груза	Высота подъема планки h, см	Среднее значение h, см
1	После 2-го	13,0	13, 56
2		13,5	
3		14,0	
4		13,5	
5		13,8	
1	После 4-го	13,5	12, 83
2		12,7	
3		13,0	
4		12,1	
5		12,8	
1	После 6-го	12,9	12,72
2		12,8	
3		12,1	
4		13,1	
5		12,7	

Выводы:

Гипотеза подтвердилась. Чем выше располагался железный брусок в теле, тем на меньшую высоту нужно было поднять край опорной доски, прежде чем тело опрокинется. При более низком положении железного бруска, тело было более устойчиво.

Падало тело в тот момент, когда точка центра тяжести располагалась не над площадью опоры тела, а выходила за ее пределы.

1. Тело падает, когда точка центра тяжести выходит за границу площади опоры тела.

2. Чем выше находится центр тяжести тела, тем меньше необходимо усилий, чтобы его опрокинуть.

Эти выводы поясняют рисунки 2 и 3.

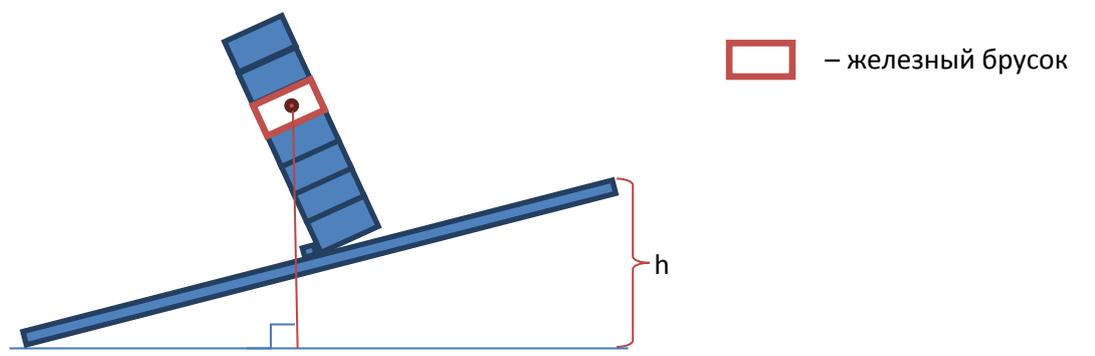


Рисунок 2.

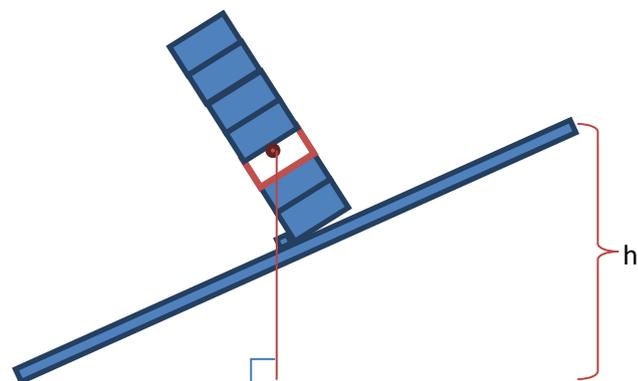


Рисунок 3.

Исследование 3. Зависимость устойчивости тела от его высоты

Цель: проверить опытным путем как зависит устойчивость тела от его высоты, объяснить причину падения тела.

Гипотеза: чем выше тело, тем менее оно устойчиво (тем при меньшем угле наклона тело начинает падать).

Для проверки нашей гипотезы мы использовали установку, описанную выше.

Ход работы.

1. Скрепили несколько брусков вместе скотчем и установили их у упора.
2. Аккуратно поднимали край наклонной плоскости до тех пор, пока бруски не опрокинулись.
3. Фиксировали высоту подъема края наклонной плоскости мерной лентой и результаты записывали в Таблицу 2.
4. Пункты 2-4 выполнили для тел, состоящих из разного количества брусков (двух, четырех, шести), изменяя тем самым высоту тела.
5. Для каждого случая вычисления провели не менее 5 раз.

Выводы:

Гипотеза подтвердилась. Чем выше наш предмет, тем на меньшую высоту нужно было поднять край опорной доски, т.е. угол наклона плоскости был меньшим. Чем ниже было тело, тем более оно было устойчиво.

Это было связано с положением центра тяжести.

Как и в предыдущем опыте тело опрокидывалось в тот момент, когда точка центра тяжести располагалась не над площадью опоры тела, а выходила за ее пределы.

Так как тело у нас было однородным, то центр тяжести находился в его центре. Нарисовав схему эксперимента, с обозначенным центром тяжести, стало ясно, почему более высокие тела падали гораздо раньше, т.е. при меньшем угле наклона.

Таблица 2.

№	Количество брусков n, шт	Высота h, см	Среднее значение h, см
1	2	22,8	21,02
2		21,1	
3		21,2	
4		20,2	
5		19,8	
1	4	16,3	15,72
2		16,1	
3		15,9	
4		15,3	
5		15,0	
1	6	12,5	12,74
2		13,0	
3		12,9	
4		12,8	
5		12,5	

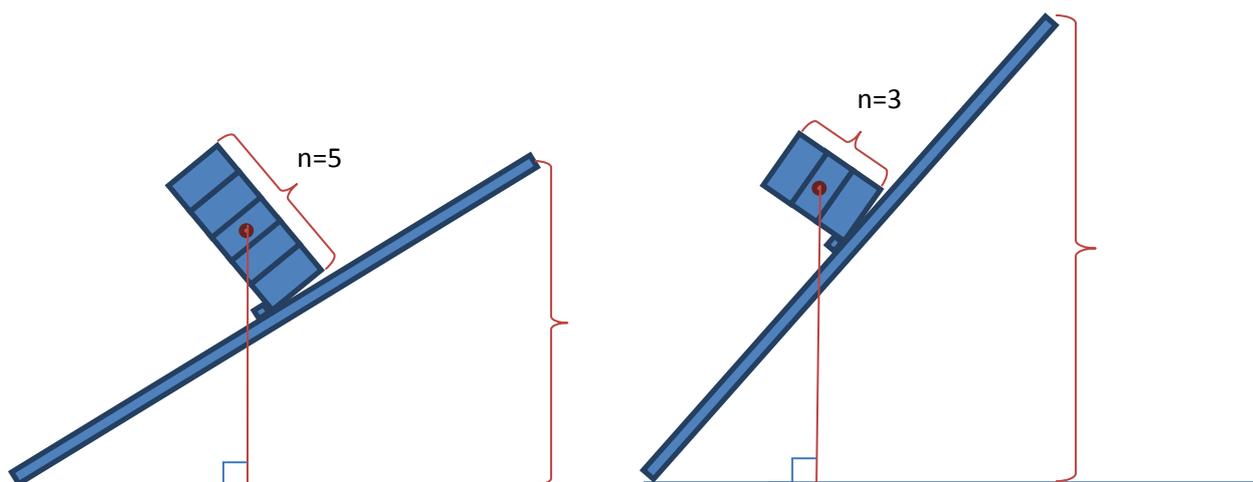


Рисунок 4.

Исследование 4. Зависимость устойчивости тела от величины площади опоры

Цель: выяснить зависит ли устойчивость тела от площади его опоры.

Гипотеза: чем шире тело, тем более оно устойчиво (тем при большем угле наклона тело начинает падать).

Для проверки нашей гипотезы мы использовали установку, описанную выше.

Ход работы.

1. Скрепили несколько одинаковых столбиков брусков вместе скотчем и установили их у упора.
2. Аккуратно поднимали край наклонной плоскости до тех пор, пока бруски не опрокинулись.
3. Фиксировали высоту подъема края наклонной плоскости мерной лентой и результаты записывали в Таблицу 3.
4. Пункты 2-4 выполнили для тел, состоящих из разного количества рядов брусков (одного, двух, трех), изменяя тем самым площадь опоры тела.
5. Для каждого случая вычисления провели не менее 5 раз.

Выводы:

Гипотеза подтвердилась. Чем шире наш предмет, тем на большую высоту нужно было поднять край опорной доски, т.е. угол наклона плоскости был большим. Чем шире тело, тем оно более устойчиво. Как и в предыдущих случаях это было связано с положением центра тяжести. Тело опрокидывалось в тот момент, когда точка центра тяжести располагалась не над площадью опоры тела, а выходила за ее пределы.

Центр тяжести тела в данном эксперименте находился в его центре. Чем шире было тело, тем дальше от края располагалась точка центра тяжести, и

тем больший угол наклона требовался, чтобы эту точку центра тяжести вывести за пределы площади основания.

Таким образом, чем больше площадь основания тела, тем более оно устойчиво (см. Рисунок 5).

Таблица 3.

№	Площадь основания	Высота подъема планки h , см	Среднее значение h , см
1	1* S	55.5	54,2
2		56.0	
3		53.0	
4		53.0	
5		53.5	
1	2*S	75.5	69,5
2		68.5	
3		67.5	
4		69.0	
5		67.0	
1	3*S	73.5	73,2
2		72.5	
3		73.0	
4		74.0	
5		73.0	

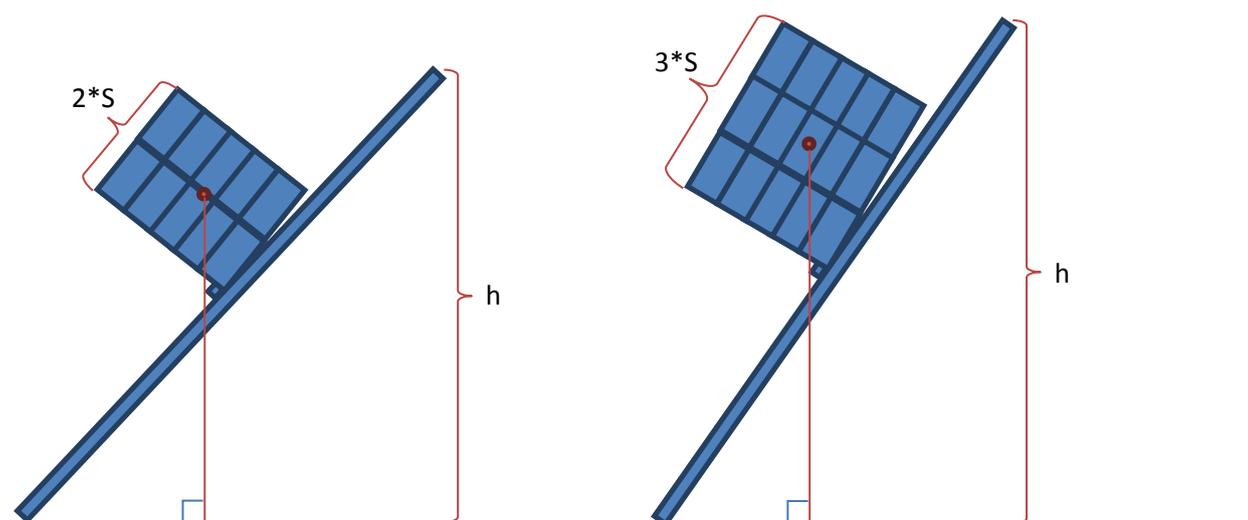


Рисунок 5.

Заключение

В результате изучения и исследования данной темы можно сделать вывод о том, что цели и задачи, поставленные в начале данной работы, были реализованы.

Главной задачей данной исследовательской работы является разработка методического пособия в помощь для учителей и учащихся, которые заинтересуются углубленным изучением данной темы.

Целью данной работы являлось исследование факторов, влияющих на равновесие тела и экспериментальное определение центра тяжести тела.

Было установлено, что точка центра тяжести тела всегда стремится расположиться строго под точкой опоры; центр тяжести фигуры не всегда совпадает с геометрическим центром фигуры (только для однородного тела); чем выше находится центр тяжести тела, тем меньше необходимо усилий для его опрокидывания; чем ниже было тело, тем оно более устойчиво; чем шире тело, тем оно более устойчиво.

Это все связано с положением центра тяжести. Тело опрокидывалось в тот момент, когда точка центра тяжести располагалась не над площадью опоры тела, а выходила за ее пределы.

В процессе выполнения работы для более глубокого понимания темы было проведено множество опытов на устойчивое равновесие, опытов по сохранению равновесия, созданы несколько моделей демонстрирующих условия равновесия (Приложение 2). Наличие собранного материала, не вошедшего в работу, натолкнуло нас на идею создания медиатеки состоящей из видеороликов, демонстрирующих в увлекательной форме закономерности равновесия тел.

Будущий проект поможет заинтересовать учеников наукой физики посредством демонстраций и видеозаданий, которые могут быть использованы также на тематических неделях физики, в конкурсах, интеллектуальных играх и т.д. Таким образом, мы видим перспективу развития темы «Условия равновесия тел», чем и будем заниматься в дальнейшем.

Список использованных источников и литературы

1. Элементарный учебник физики. Т.1 под редакцией Г.С. Ландсберга. М: Наука, 1972
2. Физика. 9 класс: учебник для общеобразовательных учреждений (базовый уровень) / С.В.Громов, Н.А.Родина, 2000
3. Хрестоматия по физике 8-10 под редакцией Б. И. Спасского. М.: Просвещение
4. Физика в играх / Б. Донат пер. с нем. А. Абрамов. М.: Дет.издат. 1937
5. Забавная физика: Научно-популярная книга / Л. Гальперштейн. М.: Дет. Лит., 1993
6. Занимательная физика. Книга1. Я. И. Перельман. М.: Просвещение, 1976

Приложение 1



Опытная установка для исследования устойчивости тела от положения центра тяжести

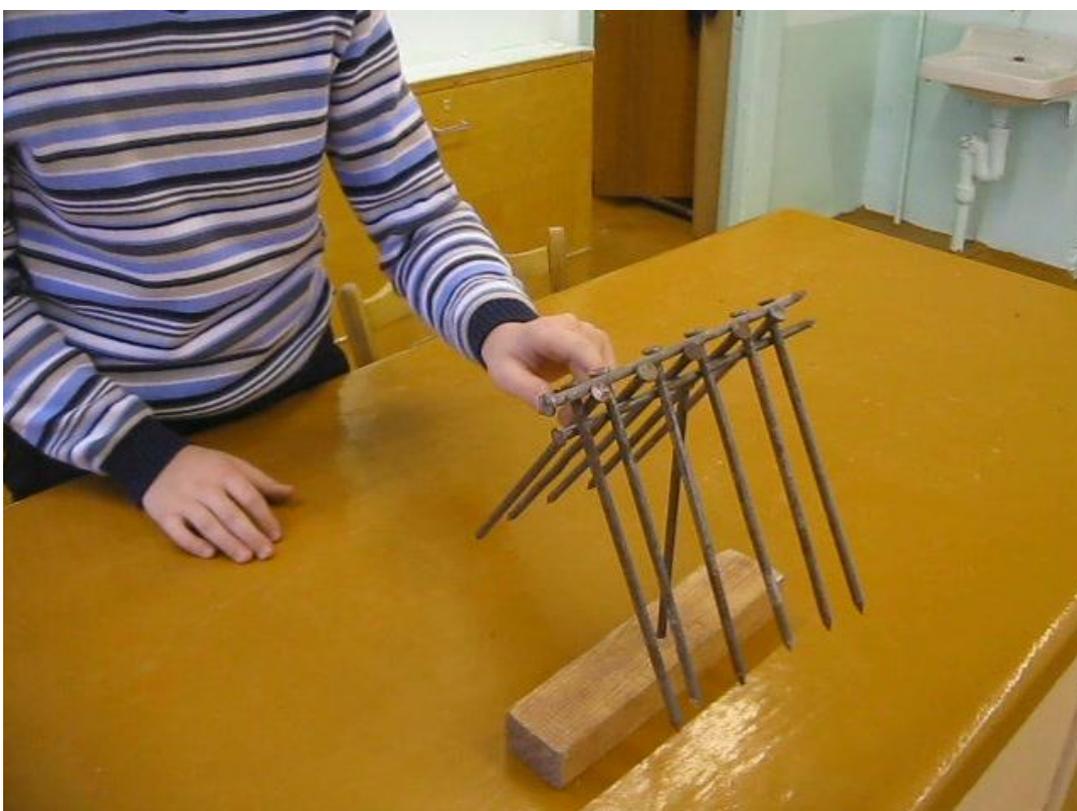


Процесс исследования устойчивости тела от положения центра тяжести

Приложение 2



Процесс создание моделей, демонстрирующих устойчивое равновесие тел



Проведение демонстраций на устойчивое равновесие