

Е. В. Захаревич

ИССЛЕДУЕМ, ПРОЕКТИРУЕМ, СОЗДАЁМ

ФИЗИКА

Образовательные проекты

7 – 9 классы

КОМПЛЕКТЫ ЗАДАНИЙ

Пособие для учащихся учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования, с белорусским и русским языками обучения и воспитания

*Рекомендовано государственным учреждением образования
«Академия образования»*

Минск
2026

Оглавление

1. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАВНОМЕРНОГО ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ	3
2. СОРТИРОВОЧНАЯ МАШИНА	6
3. АМЕРИКАНСКИЕ ГОРКИ	8
4. БЕЗОПАСНОСТЬ ДОСОК САДХУ С ГВОЗДЯМИ	10
5. КАК МЫ ДЫШИМ	13
6. ОБЛАКА В БАНКЕ	15
7. ФИЗИЧЕСКИЙ МОРОЗИЛЬНИК	17
8. ПОЕЗД НА МАГНИТНОЙ ПОДУШКЕ	19
9. МАЯТНИК НЬЮТОНА	21
10. МОСТ ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ	23

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАВНОМЕРНОГО ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ

Использование компьютерных программ (Excel, Desmos, GeoGebra и др.) на уроках физики является эффективным инструментом, с точки зрения экономии времени и правильности расчетов, при решении задач. В том числе, они достаточно удобны для графического представления физических процессов, для анализа и сравнения полученных графиков.

Выполняя данный проект, вы создадите программный продукт для решения физических задач, который позволит более подробно изучить равномерное прямолинейное движение.

Цель проекта: моделирование равномерного прямолинейного движения тел, создание программного продукта для решения физических задач.

При выполнении проекта вы:

исследуете кинематические характеристики равномерного прямолинейного движения (путь, скорость), их графические зависимости; создадите компьютерные модели равномерного прямолинейного движения.

Оборудование и необходимые материалы: компьютерные программы для построения графических зависимостей (Excel, Desmos и др.).

Ход выполнения проекта

Для того чтобы решить физические задачи с помощью компьютерных программ необходимо придерживаться следующего порядка действий:

- 1) внимательно прочитать условие задачи;
- 2) выделить исходные данные, данные, которые необходимо найти, установить взаимосвязь между данными;
- 3) выделить границы каждой переменной;
- 4) составить математическую модель по данной задаче;
- 5) составить компьютерную модель для решения задачи;
- 6) осуществить тестирование модели, анализ достоверности полученных результатов.

Пример задачи.

Из поселка в направлении озера вышел пешеход и двигался по прямой дороге с постоянной скоростью $v_1 = 5,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Через время $t = 30$ мин из того же поселка начал равномерное движение в том же направлении велосипедист со скоростью $v_2 = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и догнал пешехода у озера. Через какое время после

начала своего движения велосипедист догнал пешехода? Найдите расстояние от поселка до озера. Постройте в одних координатных осях графики зависимости пути от времени движения пешехода и велосипедиста.

Выполнение проекта (на примере офисной программы Microsoft Excel)

Шаг 1. Запишите формулы для определения пути пешехода и велосипедиста.

Шаг 2. Создайте в Excel таблицу (см. рисунок), в которую внесите исходные данные: скорости пешехода и велосипедиста, временной интервал.

В ячейки

Обратите внимание:

- в случае необходимости можно корректировать временной диапазон;
- единицы измерения величин необходимо привести к единообразию или перевести в основные единицы СИ.

Исходные данные				Табличная модель		
Скорость пешехода v_1	=	5 км/ч		Время t , ч	Путь s_1 , км	Путь s_2 , км
Скорость велосипедиста v_2	=	18 км/ч				
Временной интервал $t_{инт}$	=	0 ч				
Шаг изменения времени Δt	=	0,1 ч				

Рис. Создание в Excel таблицы

Шаг 3. Переходите к заполнению табличной модели, для этого необходимо в ячейки H4, I4, J4 внести формулы для нахождения момента времени, пути пешехода и велосипедиста.

Воспользуйтесь функцией автозаполнения.

Примечание. При использовании функции автозаполнения для расчета значения формулы не забывайте про абсолютную и относительную адресацию на ячейки таблицы.

Шаг 4. Постройте графики зависимости пути s от времени t для пешехода и велосипедиста. Во вкладке «Вставка» в группе «Диаграммы» выберите точечную диаграмму.

Выполните оформительские работы для диаграмм: добавьте заголовок, подпишите оси, выноски с данными (метки данных), выберите цветовую гамму для диаграмм.

Используйте различные макеты и шаблоны оформления.

Все изменения и настройки выполняются с помощью команд на вкладках «Конструктор» (Добавить элемент диаграммы, Экспресс-макет, Стили диаграмм), «Формат» (Стили фигур) группы инструментов «Работа с диаграммами».

Также часть команд доступна с помощью кнопок меню справа 

Примечание. Вкладки «Конструктор» и «Формат» появляются после выделения диаграммы.

Шаг 5. Проанализируйте достоверность полученных результатов.

Ожидаемые результаты

В результате проделанной работы вы научитесь с помощью моделирования движения тел решать графическим способом физические задачи в различных компьютерных программах и проводить компьютерный эксперимент.

СОРТИРОВОЧНАЯ МАШИНА

Сортировочные машины используются для автоматизации задач, выполнение которых вручную занимает много времени: в сельском хозяйстве (для сортировки овощей, фруктов и зерна), а также в сфере переработки отходов (для разделения мусора) и промышленности (дробильно-сортировочные комплексы). Разные сортировочные машины решают разные виды задач сортировки, но их объединяет ориентация на сортировку по «свойствам» сортируемых материалов (масса, размер, форма и др.). В этом проекте вы будете разделять шарики разных диаметров с помощью модели гравитационной сортировочной машины.

Выполняя данный проект, вы изучите (освоите) основы инженерного проектирования: определение проблемы, осуществление предварительного исследования, определение требований к разработке, мозговой штурм и принятие решения, создание прототипа, его тестирование и при необходимости доработка.

Цель проекта: создание рабочей модели сортировочной машины.

При выполнении проекта вы:

закрепите знания о практическом применении явления тяготения;
исследуете способы сортировки различных материалов (веществ);
создадите и протестируете модель сортировочной машины.

Оборудование и необходимые материалы: пластиковые стаканчики, палочки для мороженого, бумага, клейкая лента или клей, шарики (бусины) разных диаметров.

Ход выполнения проекта

Это инженерный проект, а значит, не существует единственно «правильного» способа. В инструкции будет описан один из возможных подходов, но не бойтесь вносить изменения или пробовать свои собственные идеи.

Шаг 1. Насыпьте смесь крупных и мелких шариков (бусин) в один пластиковый стаканчик. Встряхните или перемешайте стаканчик, чтобы шарики хорошо перемешались.

Шаг 2. Создание сортировочной машины (см. рисунок).

2.1. Склейте несколько палочек вместе, чтобы получилась решётка, как показано на рисунке. Зазоры между палочками должны быть достаточно большими, чтобы маленькие шарики могли пройти сквозь них, но достаточно маленькими, чтобы большие шарики не проходили.

2.2. Используйте пластиковые стаканчики, другие палочки для поделок, бумагу, клей и скотч, чтобы сделать опорную конструкцию для решётки, которая будет удерживать её под углом над двумя пластиковыми стаканчиками. Один стаканчик должен располагаться прямо под решёткой для сбора мелких шариков, когда они падают, другой — в нижнем конце решётки для сбора более крупных шариков.

2.3. Сверните лист бумаги или аккуратно разрежьте пластиковый стаканчик и используйте его как воронку в верхней части решетки, чтобы было куда высыпать шарики в машину.



Рис. Создание сортировочной машины

Шаг 3. Тестирование и доработка сортировочной машины.

3.1. Высыпьте смесь шариков в воронку и посмотрите, как шарики проходят через вашу машину, проваливаются ли мелкие шарики через решётку.

3.2. Посмотрите содержимое ёмкостей для сбора шариков: идеально ли они отсортированы (все крупные шарики в одной, все мелкие — в другой) или они «загрязнены» шариками из неправильных ёмкостей.

3.3. Попробуйте улучшить или изменить конструкцию, чтобы рассортировать все шарики по нужным чашам.

Ожидаемые результаты

В результате проделанной работы вы исследуете практическое применение явления тяготения, способы сортировки различных материалов (веществ), какие сортировочные машины используются в нашей республике и для каких целей; создадите модель сортировочной машины.

АМЕРИКАНСКИЕ ГОРКИ

Американские горки – один из самых популярных аттракционов в парках развлечений.

Выполняя данный проект, вы изучите основные принципы работы данного аттракциона, а также физические закономерности, которым он подчиняется.

Цель проекта: создание модели «мертвой петли» американских горок.

При выполнении проекта вы:

закрепите знания о потенциальной и кинетической энергиях, законе сохранения энергии;

изготовите модель «мертвой петли», исследуете зависимость высоты спуска шарика для прохождения «мертвой петли»;

создадите дополнительные элементы американских горок (петли, повороты и др.).

Оборудование и необходимые материалы: изоляционная труба, канцелярский нож, скотч (малярная лента), шарик.

Ход выполнения проекта

В инструкции будет описан один из возможных подходов, но не бойтесь вносить изменения или пробовать свои собственные идеи.

Шаг 1. Разрежьте изоляционную трубу пополам, чтоб получилось два U-образных канала.

Шаг 2. Формирование «мертвой петли» (см. рисунок).

2.1. Сверните один конец трубы в петлю нужного диаметра.

2.2. Закрепите петлю скотчем (малярной лентой). Убедитесь, что скотч не перекрывает внутреннюю часть желобка.

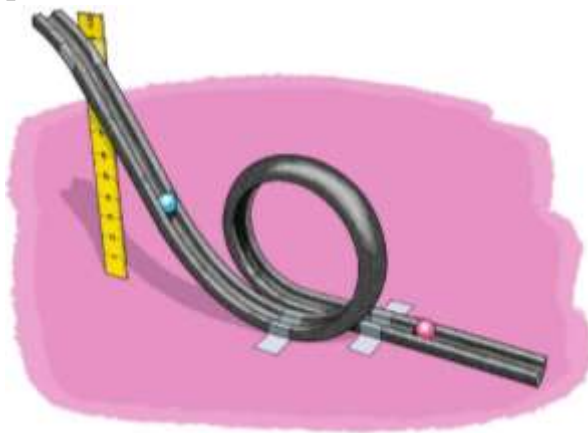


Рис. Формирование «мертвой петли»

Шаг 3. Тестирование модели «мертвой петли».

3.1. Запустите шарик с разных высот. Зафиксируйте высоту, при спуске с которой шарик успешно пройдет по петле.

Шаг 4. Дополнение модели американских горок другими элементами.

4.1. Добавьте к своим американским горкам другие элементы, например, повороты, спирали и другие элементы. Опытным путем определите высоту спуска, чтобы шарик успешно преодолел все элементы.

Ожидаемые результаты

В результате проделанной работы вы создадите модель «мертвой петли», сможете на ее примере объяснить явление превращения энергии из одного вида в другой.

БЕЗОПАСНОСТЬ ДОСОК САДХУ С ГВОЗДЯМИ

Возможно, вы видели, как цирковые артисты исполняют трюк с кроватью из гвоздей, йоги практикуют стояние на специальных досках с гвоздями (рис. 1). В чём же здесь секрет? В ходе выполнения данного проекта с помощью демонстрационной версии доски и прозрачного воздушного шара, вы можете увидеть научную основу этих трюков.



Рис 1. Доска Садху с гвоздями

Цель проекта: изготовление демонстрационной модели и определение безопасных условий применения досок для гвоздестояния.

При выполнении проекта вы:

исследуете зависимость давления от площади и силы;

изготовите модель доски для гвоздестояния и оцените ее безопасность.

Оборудование и необходимые материалы: деревянная доска (фанера) (2 шт.), деревянные штифты, гвозди, сверла разных диаметров (одно, которое имеет аналогичный размер гвоздям, а другое, которое имеет аналогичный размер диаметру деревянных штифтов), воздушные шары.

Ход выполнения проекта

В инструкции будет описан один из возможных подходов, но не бойтесь вносить изменения или пробовать свои собственные идеи.

Осторожно! Будьте внимательны при работе с гвоздями. Выполняйте данные работы под присмотром взрослых.

Шаг 1. Подготовка досок (рис. 2).

Начните с подготовки нижней доски, предварительно просверлив отверстия для 98 гвоздей, которые будут установлены в демонстрационной модели (можно сделать несколько моделей с разным шагом гвоздей). Затем на каждом конце просверлите отверстия для штифтов, которые будут использоваться для выравнивания верхней доски.

Просверлите такие же отверстия на концах верхней доски, чтобы доска могла свободно скользить вверх и вниз по штифтам.

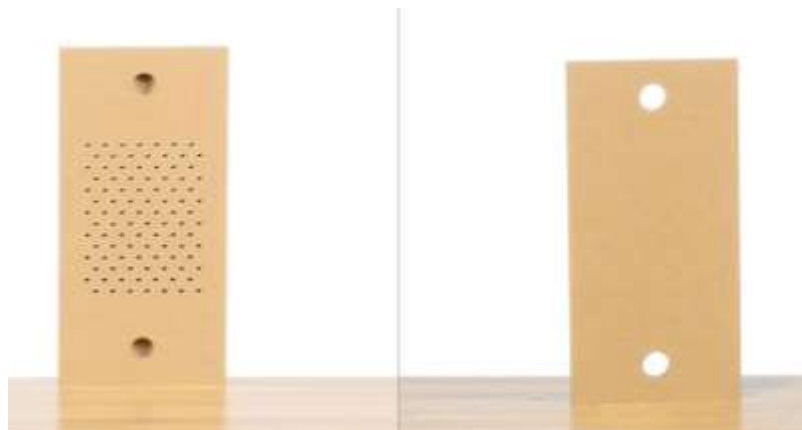


Рис. 2. Подготовка досок

Шаг 2. Проверка «безопасности» доски с одним гвоздем (рис. 3).

2.1. Вставьте в нижнюю доску один гвоздь.

2.2. Надуйте воздушный шарик, прижмите его к гвоздю. Объясните наблюдаемое явление с точки зрения физики.



Рис. Проверка «безопасности» доски с одним гвоздем

Шаг 3. Проверка «безопасности» демонстрационной модели доски для гвоздестояния.

3.1. Вставьте оставшиеся гвозди. Совет: высота гвоздей должна быть одинаковой.

3.2. Надуйте шарик и поместите его на поверхность с гвоздями.

3.3. Установите верхнюю доску на место и начните давить на шарик (рис. 4).



Рис. 4. Создание модели легких

3.4. Объясните наблюдаемое явление с точки зрения физики. При необходимости доработайте конструкцию.

Шаг 4. Модификация досок.

Попробуйте расположить гвозди по-другому. Исследуйте, как расстояние между гвоздями влияет на давление, которое может выдержать шарик.

Ожидаемые результаты

В результате проделанной работы вы создадите модель досок для гвоздестояния, сможете на ее примере исследовать зависимость давления от площади опоры, оцените безопасность использования данных досок.

КАК МЫ ДЫШИМ

Наши легкие позволяют не только вдыхать необходимый организму кислород, но и выполняют другие важные функции.

В этом проекте вы сделаете модель лёгкого и с её помощью легко изучите, как воздух входит и выходит из лёгких.

Цель проекта: создание модели работы легких, анализ ее работы с точки зрения физических закономерностей.

При выполнении проекта вы:

закрепите знания о давлении;

создадите модель легких, объясните принцип их функционирования с точки зрения физики.

Оборудование и необходимые материалы: пластиковая бутылка, 2 воздушных шарика, ножницы, нож для разрезания бутылки.

Ход выполнения проекта

В инструкции будет описан один из возможных подходов, но не бойтесь вносить изменения или пробовать свои собственные идеи.

Шаг 1. Создание модели легких.

1.1. Отрежьте дно у бутылки.

Осторожно! Будьте внимательны при работе с ножом.

1.2. Отрежьте верхнюю часть у одного из шариков. Закрепите оставшуюся часть шарика к бутылке.

1.3. Протолкните второй шарик внутрь бутылки и натяните кольцо шарика на ее горлышко (см. рисунок).



Рис. Создание модели легких

Шаг 2. Испытание модели легких.

2.1. Осторожно потяните нижнюю пленку вниз. Наблюдайте, что происходит с шариком внутри бутылки.

2.2. Отпустите нижнюю пленку в нейтральное положение, а затем вдавите во внутрь бутылки. Наблюдайте, что происходит с шариком внутри бутылки.

2.3. Повторите шаги 2.1, 2.2 несколько раз. Предложите аналогию с дыхательной системой человека. Что в рассмотренной модели имитирует диафрагму, лёгкие и т.д.

Совет: если ваша модель работает хорошо, воздух будет поступать в шарик, когда вы тянете шарик наружу, и выходить, когда вы вдавливаете его вовнутрь.

2.4. Объясните принцип дыхания с точки зрения физики.

Ожидаемые результаты

В результате проделанной работы вы создадите простейшую модель работы легких, сможете на ее примере исследовать процесс дыхания с точки зрения физики.

ОБЛАКА В БАНКЕ

Вы когда-нибудь задумывались, как образуются облака? При выполнении данного мини-проекта вы сможете создать собственное облако и увидеть его своими глазами.

Цель проекта: наглядная демонстрация образования облаков.

При выполнении проекта вы:

исследуете круговорот воды в природе;

продемонстрируете образование облаков;

оцените влияние техногенных факторов на метеорологические явления.

Оборудование и необходимые материалы: банка с крышкой, горячая вода (можно подкрашенная), лак для волос, кубики льда.

Ход выполнения проекта

В инструкции будет описан один из возможных подходов, но не бойтесь вносить изменения или пробовать свои собственные идеи.

Шаг 1. Подготовка информации о таких метеорологических элементах, как облачность и осадки, влияние техногенных факторов на метеорологические явления.

Шаг 2. Демонстрация образования облаков.

2.1. Осторожно налейте в банку горячую воду. Слегка покрутите её, чтобы нагреть стенки банки.

Совет: перед тем, как налить воду в банку, подкрасьте её пищевым красителем в синий цвет. Это не обязательно, но поможет отличить облако от воды.

2.2. Накройте банку крышкой, на которую положите несколько кубиков льда. Дать постоять секунд 20.

2.3. Снимите крышку и распылите в банку немного лака для волос. Закройте банку крышкой со льдом. Совет: данные действия следует выполнять быстро!

2.4. Наблюдайте за формированием облака.

2.5. Уберите крышку и «выпустите» облако из банки (см. рисунок).



Рис. «Выпуск» облака из банки

Шаг 3. Объясните происходящие явления с точки зрения физики, какую роль в данном эксперименте играет лак для волос.

Ожидаемые результаты

В результате проделанной работы вы, опираясь на знания о процессах испарения и конденсации, продемонстрируете образование облаков, сможете объяснить влияние техногенных факторов на метеорологические явления.

ФИЗИЧЕСКИЙ МОРОЗИЛЬНИК

Аккумулятор холода — полезный аксессуар для термосумок и сумок-холодильников, используемых на пикниках, в поездках или на даче. Выполняя данный проект, вы создадите аккумулятор холода из простых и доступных материалов. Вы не только получите готовое к применению устройство, но и исследуете с физической точки зрения парадокс «лед–соль», при котором соль, посыпаемая на лед, не только заставляет его таять при температуре ниже нуля, но и при определенных условиях вызывает охлаждение окружающей среды.

Цель проекта: исследование рабочего механизма охлаждения без использования холодильника.

При выполнении проекта вы:

изучите процессы плавления и кристаллизации в окружающем мире, их практическое применение;

исследуете влияние добавления поваренной соли в лед (воду) на температуру плавления/замерзания смеси;

создадите и протестируете солевой аккумулятор холода.

Оборудование и необходимые материалы: миска металлическая, чашка металлическая, колотый лед, поваренная соль, прихватки, термометр, пластиковая бутылка, вода.

Ход выполнения проекта

В инструкции будет описан один из возможных подходов, но не бойтесь вносить изменения или пробовать свои собственные идеи.

Шаг 1. Исследование принципа работы «физического морозильника».

1.1. На дно миски налейте немного воды и поставьте в нее чашку со льдом. Измерьте температуру тающего льда (равна 0°C).

1.2. Добавьте в лед соль и перемешайте. Измерьте температуру полученной смеси.

Осторожно! Охлажденные емкости следует брать с помощью прихваток.

1.3. Наблюдайте за процессами, происходящими с водой в миске.

1.4. Наблюдайте за изменением скорости охлаждения и замерзания воды в миске при изменении соотношения соли и льда.

Шаг 2. Создание и тестирование аккумулятора холода.

2.1. В пластиковую бутылку налейте солевой раствор.

Совет: необходимо учитывать, что вода при замерзании увеличивается в объеме.

2.2. Заморозьте бутылку с раствором в морозилке.

2.3. Подберите способ протестировать аккумулятор холода, например, с помощью термосумки. Можно провести сравнительный анализ с аналогичной бутылкой с обычной водой.

Ожидаемые результаты

В результате проделанной работы вы исследуете практическое применение процессов плавления и кристаллизации (охлаждение продуктов, обработка дорог солевой смесью в зимний период и др.); влияние добавления поваренной соли в лед (воду) на температуру плавления/замерзания смеси; познакомитесь с экологическими проблемами, возникающими при обильном посыпании солью обледенелых дорог; получите готовый к применению солевой аккумулятор холода.

ПОЕЗД НА МАГНИТНОЙ ПОДУШКЕ

На сегодняшний день поезда на магнитной подушке (маглевы) являются наиболее быстрым видом наземного транспорта. Несмотря на сложность конструкции в основе их движения лежит взаимодействие магнитов.

Выполняя данный проект, вы постройте базовую версию поезда на магнитной подушке, которая позволит вам понять основные принципы его работы. Конечно, как только вы разберётесь с базовой конструкцией, вы сможете дать волю своему воображению и построить более сложные вариации поезда и рельсов.

Вы также освоите основы инженерного проектирования: определение проблемы, осуществление предварительного исследования, определение требований к разработке, мозговой штурм и принятие решения, создание прототипа, его тестирование и при необходимости доработка.

Цель проекта: создание модели поезда на магнитной подушке.

При выполнении проекта вы:

исследуете взаимодействие магнитов;

создадите модель поезда на магнитной подушке.

Оборудование и необходимые материалы: детали конструктора Лего, неодимовые магниты, клейка лента (или клей).

Ход выполнения проекта

В инструкции будет описан один из возможных подходов, но не бойтесь вносить изменения или пробовать свои собственные идеи.

Шаг 1. Создание и тестирование поезда на магнитной подушке (простая модель для демонстрации принципа работы).

1.1. Для строительства трассы сделайте устойчивую конструкцию из деталей Лего с двумя «упорами» по бокам.

1.2. Приклейте магниты к верхней части деталей. На этом этапе важно помнить, что все магниты должны быть ориентированы в одну сторону.

1.3. Подберите экспериментальным путем устойчивую конструкцию «поезда», к которому также будут прикреплены магниты. Совет: на данном этапе важно убедиться, что магниты на «рельсах» и «поезде» отталкиваются.

1.4. Протестируйте поезд (см. рисунок).

Вы сможете свободно его перемещать вперед и назад.

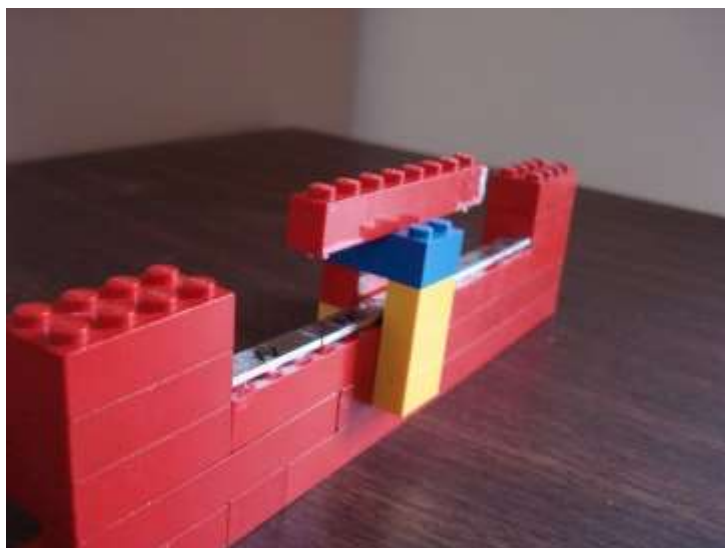


Рис. Тестирование поезда

Шаг 2. Дополнительно можно исследовать, как изменяется расстояние между парящим «поездом» и «рельсами» по мере увеличения веса «поезда».

Шаг 3. Подготовка научного объяснения (на основе имеющихся знаний) демонстрационного опыта.

Ожидаемые результаты

В результате проделанной работы вы сможете понять основные принципы работы поездов на магнитной подушке, отработать навыки инженерного проектирования (создание продукта, его тестирование, доработка).

МАЯТНИК НЬЮТОНА

Маятник Ньютона (рис. 1) – не просто игрушка, а устройство для экспериментов, демонстрирующих как передается импульс и как энергия превращается из одной формы в другую, никуда не исчезая – ведь в мире действует закон сохранения энергии.

Выполняя данный проект, вы создадите устройство, которое наглядно продемонстрирует законы сохранения импульса и энергии.



Рис. Маятник Ньютона

Цель проекта: исследование физических принципов работы маятника Ньютона.

При выполнении проекта вы:

изучите принципы работы маятника Ньютона;

создадите модель маятника, а также сможете оценить влияние параметров (масса шариков, длина подвеса) на его работу.

Оборудование и необходимые материалы: металлические или стеклянные шарики – 5-6 шт., прочная нить или леска, материалы для каркаса: палочки для рукоделия (допустимы варианты с проволочным каркасом и деревянной подставкой и др.), клеевой пистолет.

Ход выполнения проекта

В инструкции будет описан один из возможных подходов, но не бойтесь вносить изменения или пробовать свои собственные идеи.

Шаг 1. Изучение физических принципов работы маятника Ньютона.

Шаг 2. Подготовка эскиза модели с оценкой необходимых параметров (высота стойки, размеры шаров, расстояние между подвесами и др.).

Шаг 3. Изготовление модели маятника Ньютона (один из вариантов реализации).

3.1. Соберите каркас из палочек для рукоделия. Для этого их необходимо склеить, чтобы получился куб.

3.2. Прикрепите шарики (с помощью клея) к центрам нитей (лески).

3.3. Прикрепите нити с шариками к каркасу на одинаковом расстоянии.

Совет: шарики должны висеть на одной горизонтальной линии, при этом они должны касаться друг друга, но не сдавливать (рис. 2).



Рис. 2. Прикрепление нитей с шариками к каркасу

Шаг 4. Тестирование работы маятника.

Потяните один из крайних шариков вверх и отпустите, наблюдайте за работой маятника. При необходимости доработайте модель.

Шаг 5. Изменение параметров маятника и повторное тестирование его работы (например, массы шариков).

5.1. выдвиньте гипотезу о том, как изменится работа маятника при изменении массы шариков.

5.2. заменить шарики в модели.

5.3. проведите эксперимент и сделайте вывод о том, верна ли ваша гипотеза.

Ожидаемые результаты

В результате проделанной работы вы создадите модель маятника Ньютона, исследуете принципы его работы с точки зрения физики.

МОСТ ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ

Леонардо да Винчи был не только выдающимся художником, он также был ученым, изобретателем и математиком. Помимо множества других своих изобретений, Леонардо проектировал различные типы мостов.

Выполняя данный проект, вы построите мост по проекту Леонардо да Винчи, который собирается без единого крепежного инструмента, а его прочность увеличивается с увеличением нагрузки.

Цель проекта: создание модели моста без крепежных инструментов и исследование его прочности.

При выполнении проекта вы:

исследуете математические основы арочных мостов (для группового проекта);

построите мост и экспериментально исследуете его прочность.

Оборудование и необходимые материалы: палочки для рукоделия (или палочки от мороженого, толстые деревянные шпажки и др.).

Ход выполнения проекта

В инструкции будет описан один из возможных подходов, но не бойтесь вносить изменения или пробовать свои собственные идеи.

Шаг 1. Исследование математических основ арочных мостов: расчет (на конкретном примере) уравнения парабол, описывающих арочный мост. Допустима работа с компьютерными программами для построения графических зависимостей (Excel, Desmos, GeoGebra).

1.1. Найдите фотографию и размеры определенного арочного моста, например, пешеходный мост не Немиге (г. Минск), рис. 1:



Рис. 1. Пешеходный мост не Немиге

1.2. Определите координаты вершины моста (m , n).

Подход к решению этой проблемы может быть следующим: воспользуйтесь фотографией моста и, выполнив измерения на фотографии (в нашем примере известная ширина моста – 3,7 м) с учетом масштаба, и получите некоторые значения (m , n) для работы.

1.3. Подставьте полученные значения в уравнение параболы $y = a(x - m)^2 + n$, определите a .

1.4. Постройте график с помощью любой программы, соотнесите его форму с формой моста. Определите возможные причины несовпадения (рис. 2).

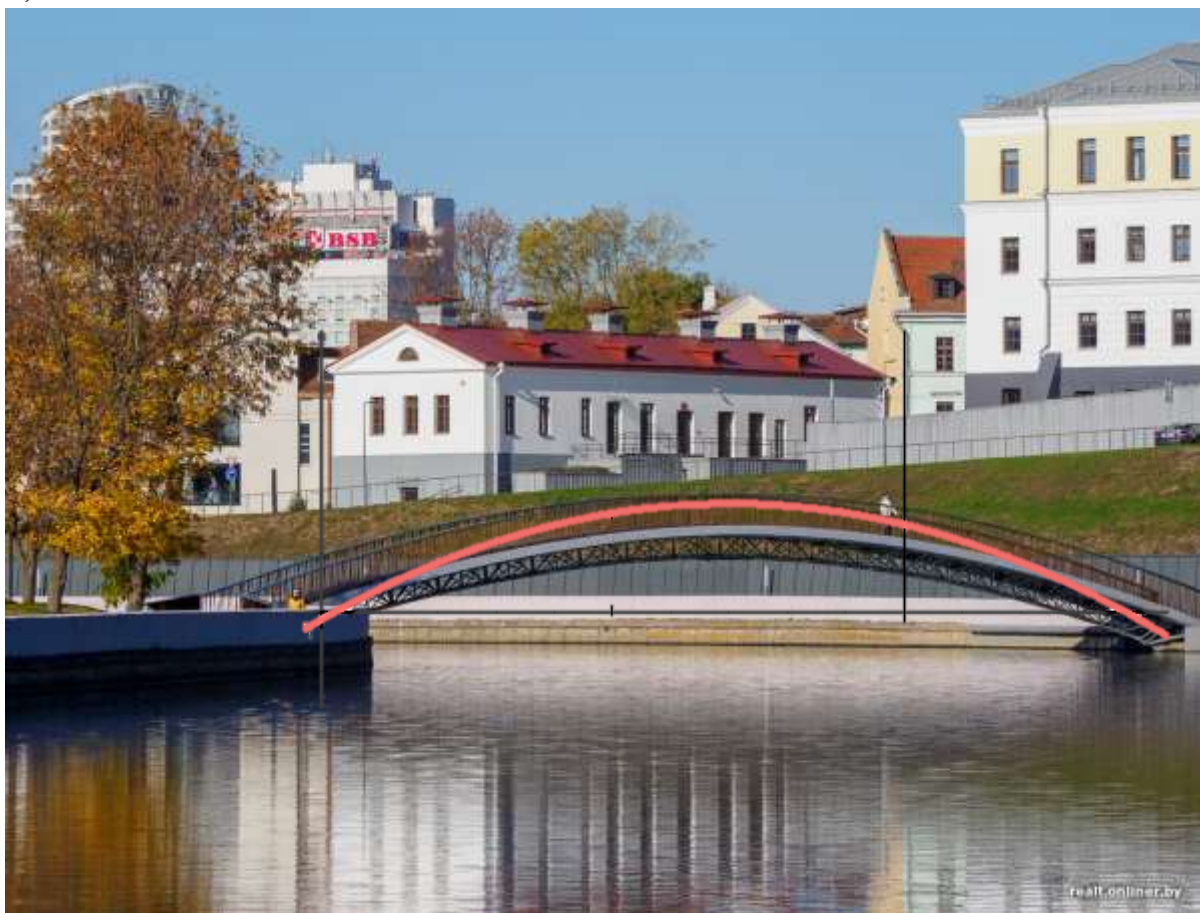


Рис. 2. Построение графика

Шаг 2. Создание моста Леонардо да Винчи.

2.1. Положите одну палочку «А» на стол перед собой.

2.2. Положите две палочки «В» и «С» параллельно друг другу, но перпендикулярно палочке «А», расположив их поперёк неё так, чтобы они выступали над первой.

2.3. Поместите четвёртую палочку «D» поверх двух предыдущих. Получившаяся конструкция должна напоминать символ хэштега.

2.4. Осторожно поднимите первую палочку «А» и проденьте следующие две «Е» и «F» (снаружи «В» и «С», проходя под «А», но над «D»).

2.5. Просуньте под все еще одну подъемную палочку «Н». Параллельно палочкам «А» и «D».

2.6. Осторожно поднимите палочку «Н», вставьте еще две палочки «I» и «J» параллельно палочкам «Е» и «F» под палочку «Н», но над палочкой «А».

2.7. Повторите шаги 5 и 6 столько раз, сколько сможете, чтобы сделать мост (рис. 3):

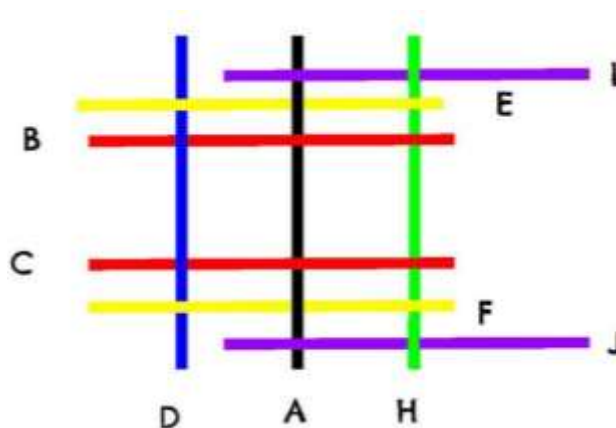


Рис. 3. Последовательность создания моста Леонардо да Винчи

Шаг 3. Исследовать прочность моста (например, поставить на мост легкую чашу, в которую постепенно можно добавлять монеты, рис. 4).



Рис. 4. Исследование прочности моста

Ожидаемые результаты

В результате проделанной работы вы постройте мост Леонардо да Винчи, экспериментально исследуете его прочность, а в случае выполнения проекта группой осуществите дополнительное исследование математических основ арочных мостов.