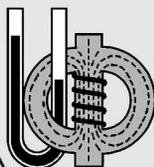


ISSN 2307-5457

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ

*Primum
inter pares*



**УЧЕБНАЯ
ФИЗИКА**

Материалы XXVIII Всероссийской
научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент:
Актуальные проблемы. Современные
решения“

Июль - сентябрь 2023 №3

Издаётся с января 1997 года

СОДЕРЖАНИЕ

Хроника

- Т. Н. Шамало ТАЛАНТЛИВЫЙ ЧЕЛОВЕК ВО ВСЕМ ТАЛАНТЛИВ!
А. П. Усольцев К юбилею Зуева Петра Владимировича 3

Основная школа

- М. Д. Даммер САМОДЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРИ
А. А. Сибгатуллин ИЗУЧЕНИИ СТАТИКИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ.....6
П. А. Демин
П. В. Горбунов

Старшая школа

- В. В. Майер МАЯТНИК ДУБОШИНСКОГО СВОИМИ РУКАМИ 18
И. А. Васильев
И. В. Самарин

М. А. Фаддеев МАГНИТНЫЙ МОМЕНТ — УНИВЕРСАЛЬНАЯ
ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАГНИТНЫХ
ПОЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ
И ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ 26

Высшая школа

- В. В. Майер ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ
Е. И. Вараксина ИСТОЧНИКА ПОСТОЯННОГО ТОКА 39

Исследования

- А. Е. Тарчевский ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА
В СОВРЕМЕННОЙ ОСНОВНОЙ И СТАРШЕЙ ШКОЛЕ .. 51

АВТОРЫ ЖУРНАЛА 63

ABSTRACTS 64

Редакция журнала:

В. В. Майер (главный редактор), Р. В. Акатов, Е. И. Варакина, Л. С. Кропачева

Редакционный совет:

И. В. Гребенев д.п.н., профессор, Нижний Новгород
М. Д. Даммер д.п.н., профессор, Челябинск
П. В. Зуев д.п.н., профессор, Екатеринбург
Ю. А. Сауров д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров

Оргкомитет конференции:

Н. Я. Молотков д.п.н., профессор, Тамбов
Г. Г. Никифоров к.п.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
А. Ю. Пентин к.ф.-м.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
Ф. А. Сидоренко д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург
Я. А. Чиговская-Назарова к.филол.н., доцент, ректор ГГПИ, Глазов
Т. Н. Шамало д.п.н., профессор, Екатеринбург

Перечень ВАК: Журнал «Учебная физика» включен Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Минобрнауки России в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Адрес редакции, издателя и типографии: 427621, Удмуртия, Глазов, Первомайская, 25, Пединститут, Телефон: (341 41) 5–32–29.
E-mail: kropa@bk.ru

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет имени В. Г. Короленко»

Журнал «Учебная физика» зарегистрирован Комитетом Российской Федерации по печати 4 февраля 1997 года, регистрационный № 015686, перерегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 2 мая 2017 года, ПИ № ФС77–69506.

Подписной индекс: 79876.

Использование и перепечатка материалов допускаются только по договоренности с редакцией журнала.

Сдано в набор 01.08.23. Подписано в печать 20.09.23.

Дата выхода в свет: 22.09.23.

Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,0.

Заказ 159. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Демонстрационный эксперимент для изучения источника тока (Майер В. В., Варакина Е. И. Экспериментальное изучение источника постоянного тока // Учебная физика. — 2023. — № 3. — С. 39–50).

УДК 372.853

М. Д. Даммер, А. А. Сibaгатуллин
П. А. Демин, П. В. Горбунов

САМОДЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТАТИКИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Предлагается демонстрационная установка, которая поможет учителю и ученикам при изучении темы «Статика». Подробно описаны конструкция установки, комплект оборудования для опытов, технология изготовления и параметры основных элементов. Приведены примеры практического применения разработанной установки для демонстрации многочисленных явлений статики и экспериментального обоснования результатов решения физических задач различного уровня.

Ключевые слова: обучение физике, статика, простые механизмы, самодельное оборудование.

Статика является одним из важнейших разделов механики, так как позволяет разрешить многие задачи, связанные с равновесием, выигрышем в силе, расчетом КПД простых механизмов. В рамках основной школы представлено довольно мало экспериментальных задач и лабораторных работ по данной теме, что вызывает множество вопросов и затруднений при решении задач повышенного уровня, а также задач практической направленности. Для того, чтобы упростить работу с лабораторным оборудованием, расширить спектр возможных опытов и повысить уровень знаний учащихся, нами была разработана и изготовлена многофункциональная демонстрационная установка для использования на уроках физики, которая позволяет экспериментально иллюстрировать различные виды задач, анализировать результаты опытов и выяснять, чем реальная задача отличается от идеальной модели.

Конструкция установки

На рис. 1 представлена основная часть установки — стенд, на котором закрепляются блоки, рычаги и другие приспособления. Стенд выполнен из листа фанеры размером $10 \times 500 \times$

500 мм, в которой проделаны 196 отверстий при помощи шуруповерта. Расстояние между отверстиями 30 мм, диаметр каждого отверстия 5 мм. Масса стенда 1300 г, для его фиксации на демонстрационном столе используются два штатива с лапками.

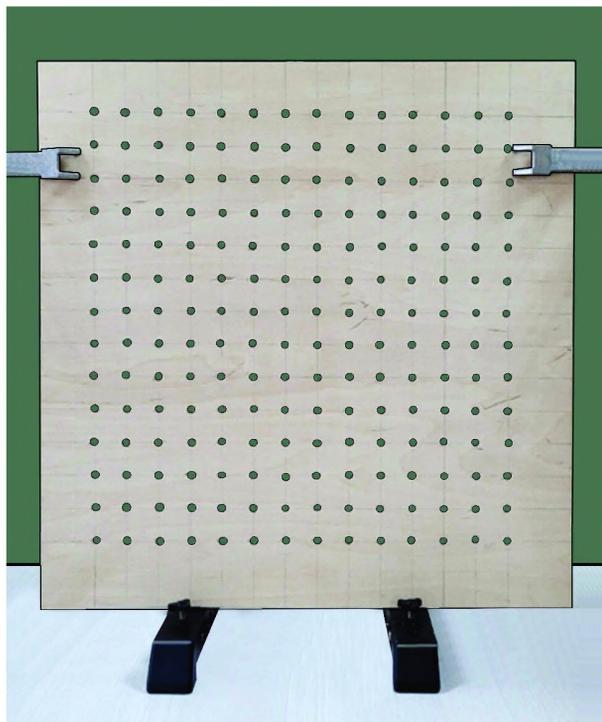


Рис. 1. Стенд с отверстиями

На рис. 2.1 приведена фотография комплекта оборудования для установки: 1 — крепления; 2 — блоки; 3 — грузы массой $m = 100$ г; 4 — рычаги. Все элементы, за исключением грузов и металлических частей, то есть 9 креплений, 11 блоков и 2 рычага были напечатаны на 3D-принтере.

Крепления массой по 7 г представляют собой конструкцию из пластикового каркаса, двух винтов, гайки и шайбы (рис. 2.2). Фиксация механизмов происходит на винте, посредством гайки и шайбы. Само крепление устанавливается на стенд.

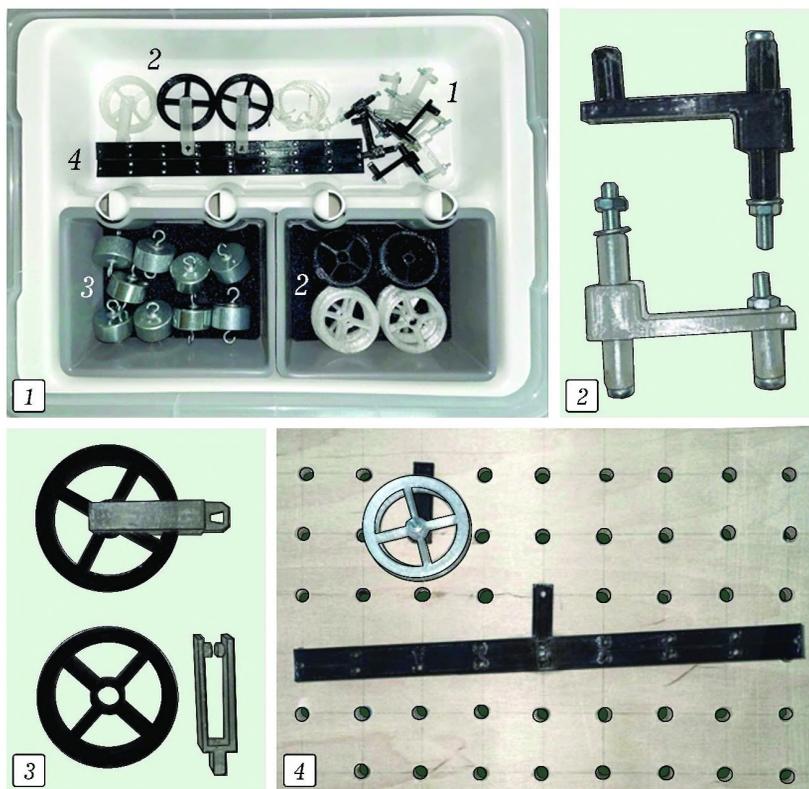


Рис. 2. Оборудование для демонстрационных опытов по статике: 1 — комплект оборудования; 2 — крепления для механизмов; 3 — устройство подвижного блока; 4 — крепление рычага и неподвижного блока на стенде

Из одиннадцати блоков диаметром по 50 мм три являются подвижными. На рис. 2.3 представлено устройство подвижного блока. При желании можно увеличить количество подвижных блоков, напечатав дополнительные крепления для оси. Масса каждого блока без крепления 6 г, масса подвижного блока 9 г. Один из вариантов крепления механизмов представлен на рис. 2.4.

Рычаг (рис. 2.4) представляет собой узкую пластину размерами $1 \times 10 \times 230$ мм. Он содержит 14 пар отверстий, при помощи которых можно закреплять грузы. Расстояние между соседними отверстиями 28 мм, в центре пластины имеется отверстие, которое выполняет роль оси рычага.

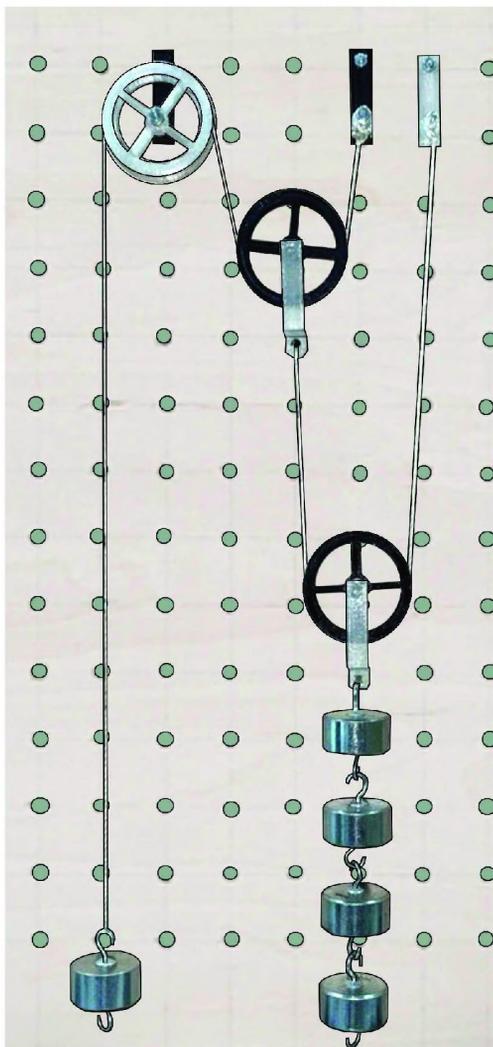


Рис. 3. Параллельное соединение двух подвижных блоков

Практическое применение

Установка может быть широко использована на уроках физики, например, при изучении простых механизмов в 7 классе. Установка позволяет рассмотреть рычаг (рис. 2.4) и установить условия его равновесия.

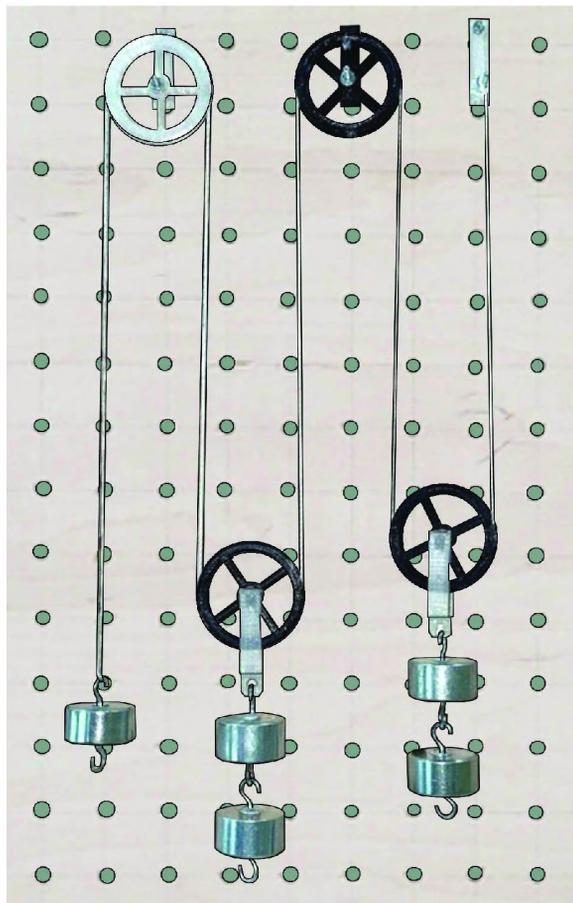


Рис. 4. Последовательное соединение двух подвижных блоков

На стенде также можно демонстрировать подвижный и неподвижный блоки. Выяснить, в чем их отличие. Можно собирать системы подвижных и неподвижных блоков (рис. 3, 4 и 5). Рассматривать, как расположение подвижных блоков влияет на выигрыш в силе системы в целом (рис. 6 и 7).

Установка позволяет рассматривать не только «идеальные», но и реальные практические задачи. Например, на рис. 5 приведена система из трех подвижных и одного неподвижного блоков. Она дает выигрыш в силе в 8 раз. Если же мы уберем

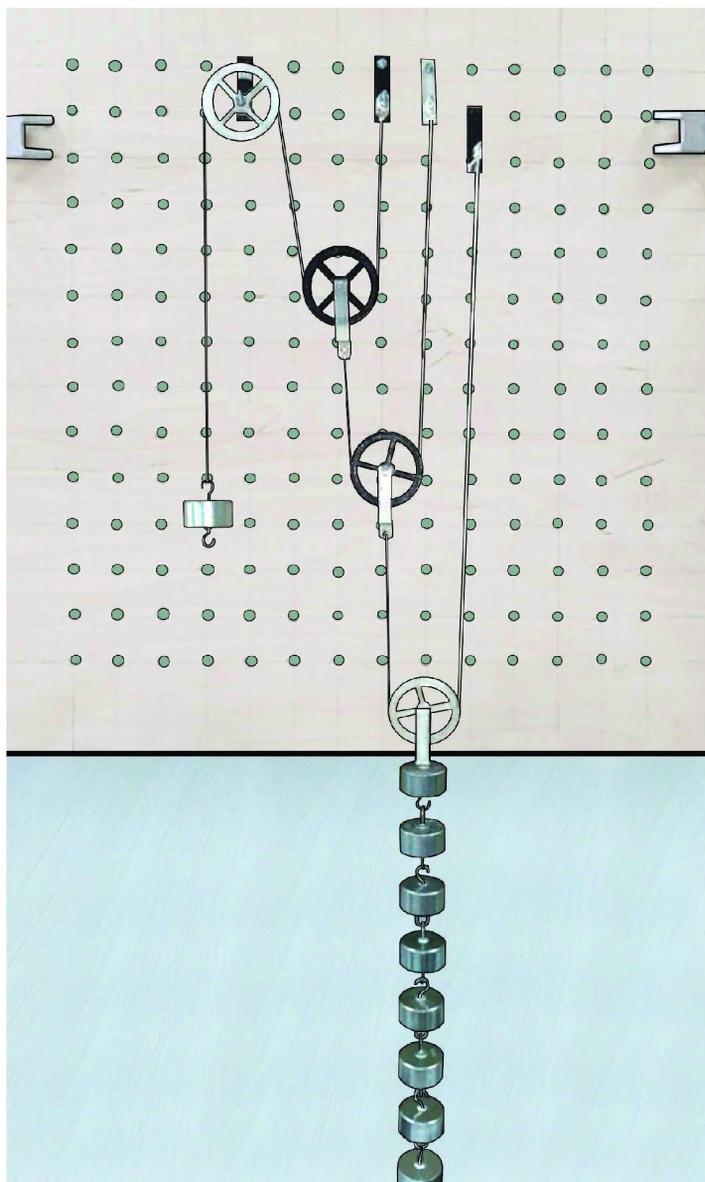


Рис. 5. Параллельное соединение трех подвижных блоков

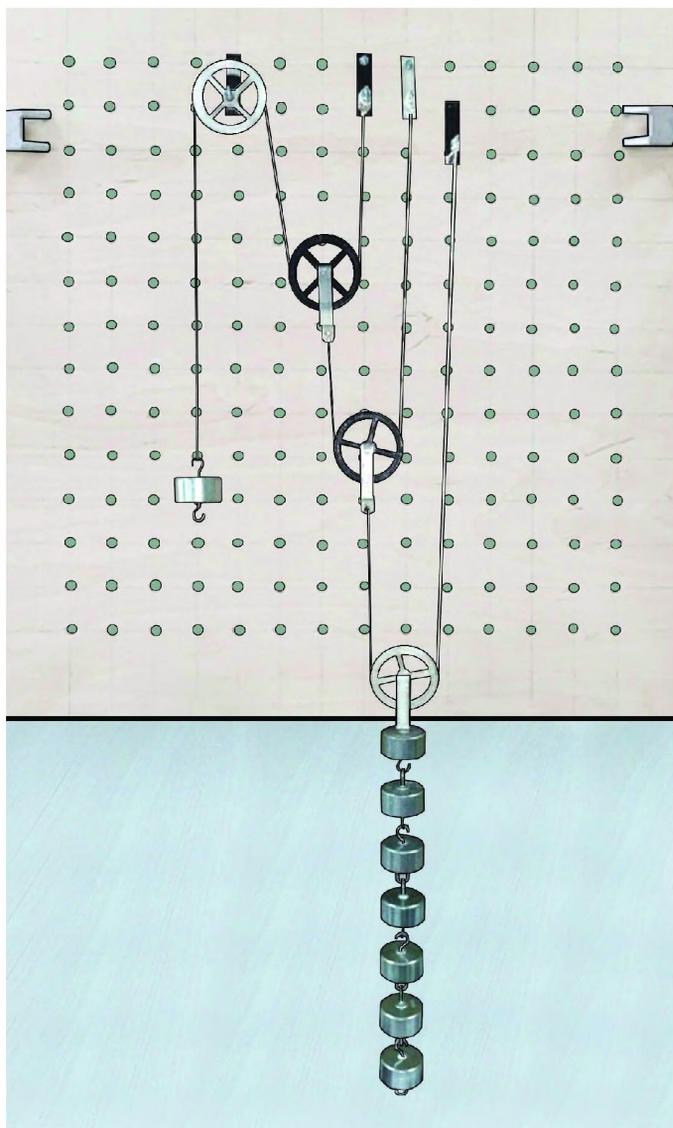


Рис. 6. Демонстрация реальной практической ситуации по задаче, показанной на предыдущем рисунке

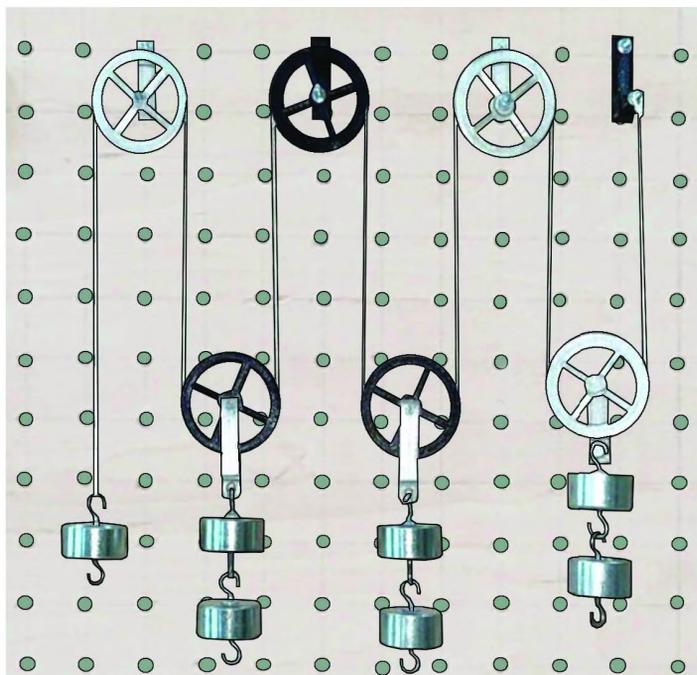


Рис. 7. Последовательное соединение трех подвижных блоков

один груз (рис.6), то увидим, что система так же остается в равновесии, но выигрыш в силе равен 7. То есть, в этой задаче нужно учитывать массу блоков и трение нити. Можно рассчитать КПД такой установки и сделать вывод о том, чем реальная задача отличается от идеальной модели.

Примеры задач с решением

Данная установка имеет широкий спектр применения. Рассмотрим варианты заданий из сборника задач для подготовки к олимпиадам по физике под редакцией М.Ю.Замятина [1] и наглядно представим описанные задачные ситуации.

Задача 1. Система, состоящая из двух однородных стержней, трех нитей и неподвижного блока, находится в равновесии (рис.8). Все нити вертикальны. Масса верхнего стержня $m_1 = 3$ кг. Найдите массу m_2 нижнего стержня.

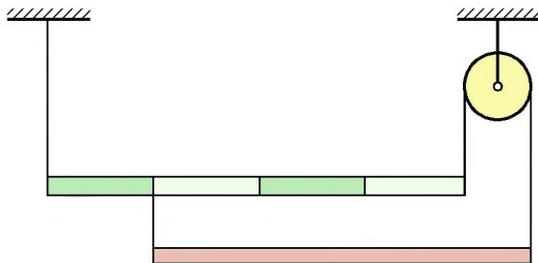


Рис. 8. Система из двух стержней и блока

Решение. Рассмотрим установку и расставим силы, действующие в данной системе на каждый из рычагов и неподвижный блок (рис. 9).

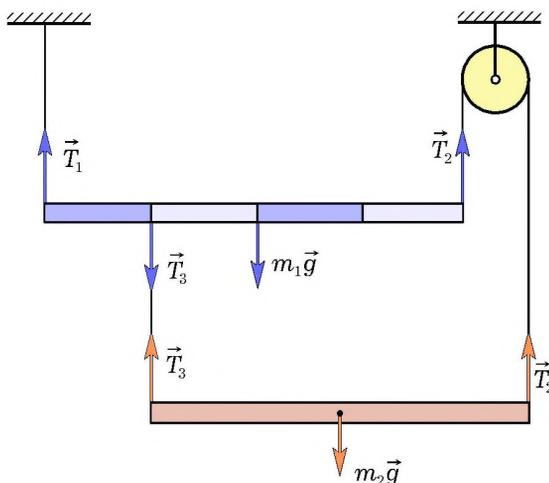


Рис. 9. Силы, действующие на элементы системы

Пусть длина нижнего стержня l_2 . Применим для него правило моментов относительно центра: $T_3 l_2 / 2 = T_2 l_2 / 2$. Отсюда следует, что $T_2 = T_3$. Запишем условие равновесия:

$$2T_2 = m_2 g. \quad (1)$$

Перейдем к рассмотрению верхнего стержня. Так как сила T_1 является неизвестной величиной, запишем правило моментов

относительно оси, проходящей через точку приложения данной силы. Пусть l — длина одного отрезка стержня, тогда: $T_2 l + m_1 g \cdot 2l = T_2 \cdot 4l$ и

$$3T_2 = 2m_1 g. \quad (2)$$

Подставим значение силы (1) в уравнение (2) и получим: $3m_2 g = 4m_1 g$. Сокращая ускорение свободного падения g и подставляя значение массы $m_1 = 3$ кг, получим $m_2 = 4$ кг.

Ответ: $m_2 = 4$ кг.

Задача 2. Рычаг, длина которого $l = 23$ см, находится в равновесии (рис. 10). На каком расстоянии от оси вращения (точка O) подвешен второй груз? Массы грузов соответственно равны $m_1 = 200$ г и $m_2 = 300$ г. Массой рычага и блоков пренебречь.

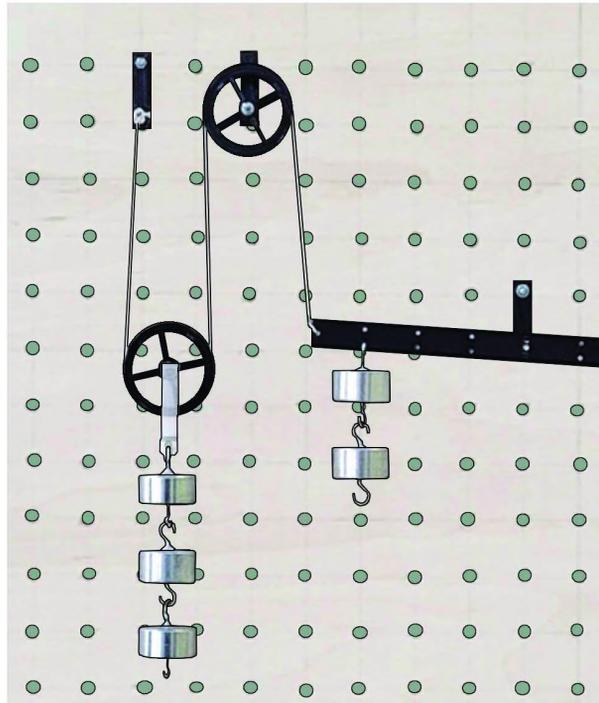


Рис. 10. Система из подвижного блока и рычага

Решение. Расставим все силы, действующие в данной системе (рис. 11). Пусть расстояние от оси вращения до второго

грузика x см. Определим значение силы F , действующей на рычаг. Так как система имеет один подвижный блок, следует что мы имеем выигрыш в силе в 2 раза, а значит:

$$F = \frac{P_1}{2} = \frac{m_1 g}{2}.$$

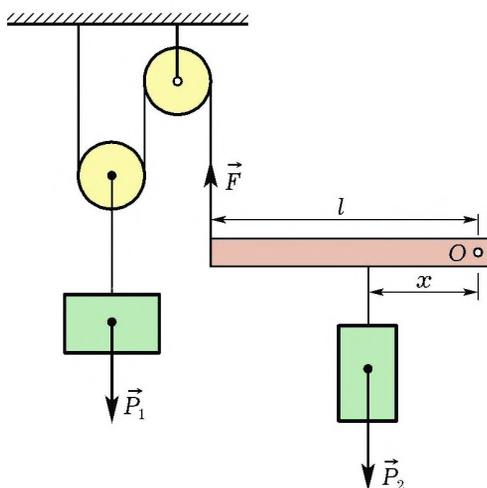


Рис. 11. Силы, действующие на рычаг и подвижный блок

Применим правило моментов для рычага $F l = x P_2$:

$$x = \frac{F l}{P_2} = \frac{l \cdot m_1 g / 2}{m_2 g} = \frac{m_1 l}{2 m_2}.$$

Все величины, присутствующие в итоговой формуле, известны по условию. Следовательно, при подстановке мы получаем ответ $x = 7,6$ см. **Ответ:** $x = 7,6$ см.

Заключение

В данной статье мы рассмотрели лишь часть вариантов применения разработанной установки на уроках физики. Есть возможность использования конструкции на лабораторных работах, физическом практикуме, при подготовке учеников к олимпиадам. Она может быть использована при разработке задач, путем моделирования ситуации и изменения ее условий.

Помимо рассмотрения простых механизмов, данная установка может быть использована при изучении и других тем школьного курса физики, например, с ее помощью можно демонстрировать работу динамометра, колебания математического маятника и груза на пружине.

Школьникам, особенно в 7 классе, будет интересно «поиграть» с установкой, собирая различные системы и проверяя теоретические знания на практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы механики: сборник задач для подготовки к олимпиадам по физике / А. А. Киреев, Г. М. Корепанов, И. О. Зыков, Г. С. Зикрацкий; под ред. М. Ю. Замятина. — Сочи: СОЧИ ПРЕСС, 2017. — 336 с.
2. Ненашев И. Ю. Физика. 8 класс: Сборник задач / И. Ю. Ненашев. — Харьков: Веста, 2010. — 176 с.

Южно-Уральский государственный
гуманитарно-педагогический
университет

Поступила в редакцию 23.05.23.

ABSTRACTS

Shamalo T.N., Usoltsev A.P. A talented person is talented in everything! To the anniversary of Peter Vladimirovich Zuev. The paper is devoted to the anniversary of Professor Peter Vladimirovich Zuev. *Keywords:* Russian physics education, Professor Peter Vladimirovich Zuev, teacher, scientist.

Dammer M.D., Sibagatullin A.A., Demin P.A., Gorbunov P.V. Homemade equipment for the study of statics in physics lessons. A demonstration installation is offered that helps the teacher and students when studying statics. The design of the installation, a set of equipment for experiments, manufacturing technology and parameters of the main elements are described in detail. Examples of practical application of the developed installation for demonstration of numerous static phenomena and experimental substantiation of the results of solving physical problems of various levels are given. *Keywords:* teaching physics, statics, simple mechanisms, homemade equipment.

Mayer V.V., Vasiliev I.A., Samarin I.V. Homemade Duboshinsky's pendulum. The technology of manufacturing by students of the main parts for the assembly of Duboshinsky's magnetic pendulum is proposed. The purpose of optional practical activity of teachers and students is to test the possibility of manufacturing an educational model of this device using standard equipment of the school physics room. *Keywords:* Duboshinsky's pendulum, operating model, physics room, educational equipment.

Faddeev M.A. Magnetic moment — universal physical characteristic of magnetic fields of electric currents and permanent magnets. The paper considers magnetic fields of constant electric currents and permanent magnets. We have shown the universality of the magnetic moment as a characteristic that adequately describes the magnetic fields of circular electric currents and permanent magnets. *Keywords:* magnetic field, magnetic moment, circular electric current, permanent magnet, school physics experiment.

Mayer V.V., Varaksina E.I. Experimental study of a DC source. We propose to perform an experimental study of a DC thermoelectric source and give a simple explanation of the experimental results before considering a galvanic cell in a general physics course. The advantage of this approach is that the elementary theory of a thermoelectric source is quite accessible to students, does not require knowledge of electrochemical processes and is justified by simple and visual demonstration experiments. *Keywords:* thermoelectric source, direct current, electromotive force, Fermi level.

Tarchevsky A.E. Organization of a physical workshop in a modern primary and high school. The main author's principles of the organization and implementation of a modern and original physical workshop in high school are considered. *Keywords:* modern school, physical workshop, organization, basic principles.