

Соболь В.Р. (д.ф.-м.н., проф., БГПУ, зав. кафедрой)

Бижигитов Т.М. (д.ф.-м.н., проф. ТарГПУ, декан)

Турец Е.Б. (гимн. №20, уч. физики высш. кат.)

Жданко Е.М. (БГПУ, студент)

Законы динамики при моделировании скольжения тела вдоль наклонной поверхности

Введение. Рассмотрен ряд аспектов представления движения тела под действием комплекса сил в реальном и цифровом формате на примере инерционного неконсервативного скатывания вдоль поверхности, применительно к оптимизации рассмотрения и усвоения материала во время лабораторных занятий в школе. Движение вдоль наклонной плоскости с выявлением основных факторов действия сил скатывания, инерции, трения-скольжения различного уровня и методов выявления эффективности действия наклонной плоскости как механизма для практического перемещения грузов рассмотрено методически для уровня лабораторной базы отвечающей девятому классу общеобразовательной и профильной школы, включая постановку эксперимента в реальном масштабе времени с применением приборов – грузов переменной массой, динамометра, поверхностей различной длины и шероховатости, секундомера и цифровой модели расчета параметров процесса на основе MathCad.

Постановка проблемы. В школьном лабораторном практикуме выполняется работа под названием «Изучение наклонной плоскости и измерение ее КПД» (9 класс). В данной работе школьники моделируют с помощью простейших приборов динамику тела на наклонной плоскости, в сущности работа имеет большое практико-ориентированное значение поскольку производство такелажных работ с перемещением грузов в ограниченном по объему пространству помещениях зачастую осуществляется с помощью наклонных слег (прочных брусков, по которым например тяжелые ящики перемещаются, затаскиваются на платформу автомобиля). Ученики школы выполняя эту работу обретают умения и навыки правильного использования такого простейшего механизма как наклонная плоскость.

В ходе выполнения лабораторной работы «Изучение наклонной плоскости и измерение ее КПД» с помощью штатива моделируется угол наклона, а динамометр позволяет выявить составляющую силы вдоль поверхности требуемую для преодоления силы трения-скольжения и равномерного перемещения грузика. Схема

установки приведена на рисунки 1. Варьирование угла наклона, длины поверхности, массы перемещаемого грузика позволяет сформировать базу данных, на основании которой строятся зависимости, которые позволяют выявить выигрыш в силе от угла наклона.

Возможное расширение методологии исследования. В данной работе предлагается сравнить значение силы упругости с весом бруска с грузами и сделать вывод о выигрыше в силе, который получается при использовании наклонной плоскости, а также сравнить каким образом зависит коэффициент полезного действия от угла наклонной плоскости при 30° и 45° . Все данные заносятся в таблицу 1, что позволяет визуально оценить изменение значений при различных углах наклонной плоскости.

Рисунок 1 – схема установки наклонной плоскости

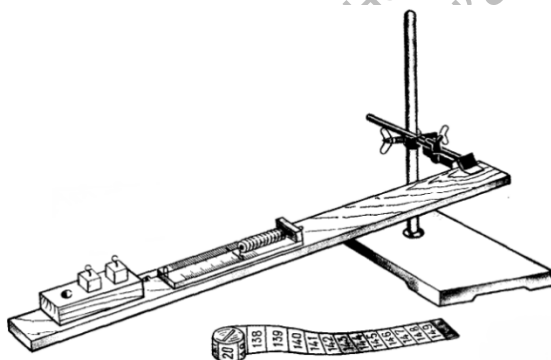


Таблица 1 – таблица значений

	Угол наклона	
	$\alpha_1 = 30^\circ$	$\alpha_2 = 30^\circ$
Вес P бруска с грузами, Н		
Сила упругости $F_{упр}$, Н		
Длина l наклонной плоскости, м		
Совершенная работа $A_{сов}$, Дж		
Высота h наклонной плоскости, м		
Полезная работа $A_{пол}$, Дж		
КПД η , %		

Заложенные в стандартных тетрадях для лабораторных работ задания для выполнения и защиты результатов целесообразно расширить тем, что рассмотреть перемещение тела по плоскости не только в режиме постоянной скорости, но и

ускоренно в условиях выраженного дефицита времени. Соответственно затраченные усилия будут больше, чем при квазистатическом перемещении и мощность, требуемая подобному механизму для поднятия, будет возрастать, а также на энергетические затраты будут влиять условия по наклону и по трению поверхностей. Данные дополнения создадут условия максимально приближенные к реальным, что позволит учащимся не только познакомиться с таким простым механизмом как наклонная плоскость, но и сформировать умения и навыки грамотного использования механизма с учетом реальных условий.

Для более расширенного рассмотрения приводим выражение для КПД устройства, которое выражено как функция угла наклона, коэффициента трения, времени подъема, высоты рассмотрения предельных случаев малого и вертикального углов.

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{сов}}} \cdot 100\% = \frac{mgh}{Fl} \cdot 100\%$$

$$F = ma$$

$$S = \frac{h}{\sin\alpha}$$

$$a = g(\sin\alpha + \cos\alpha\mu)$$

$$\eta = \frac{mgh}{Smg(\sin\alpha + \cos\alpha\mu)} = \frac{\sin\alpha}{\sin\alpha + \cos\alpha\mu}$$

Случаи малого и вертикального углов отражены и в лабораторной тетради в виде суперзадания, они позволяют ознакомить учащихся со всем многообразием физических процессов реализуемых с помощью лабораторной работы для 9 класса «Изучение наклонной плоскости и измерение ее КПД».

Литература

1. Исаченкова, Л.А. Тетрадь для лабораторных работ по физике для 9 класса / Л.А. Исаченкова, Е. В. Захаревич, А. А. Сокольский. – Минск: Аверсэв, 2019. – 80 с.