

Соболь В.Р. (д.ф.-м.н., проф., БГПУ, зав. кафедрой)
Томаев С.Т. (к.ф.-м.н., проф. ТарГПУ, доцент)
Зинкевич О.В. (БГПУ, инж.-прогр.)
Кляузо А.С. (БГПУ, студент)

Формализм момента силы при цифровом описании действия блока в школьном лабораторном практикуме

Введение. Рассмотрены некоторые методы организации исследования динамики поступательного и вращательного движения в школьном учебном эксперименте при действии подъемного механизма на основе системы подвижных и неподвижных блоков и способы выявления эффективности трансформирования поступательного вертикального перемещения груза в зависимости от количества и вида дополнительных вращательных степеней свободы системы. Эксперимент моделируется с помощью доступных приборов и устройств, включая грузы переменной массой, динамометр, неподвижных и способных к перемещению блоков. Экспериментальная схема действия механизма из нескольких блоков дополняется полученной из первых принципов расчетной формулой, которая позволяет отображать параметры процесса вертикального перемещения груза в цифровом формате средствами редакторов MathCad и Origin,

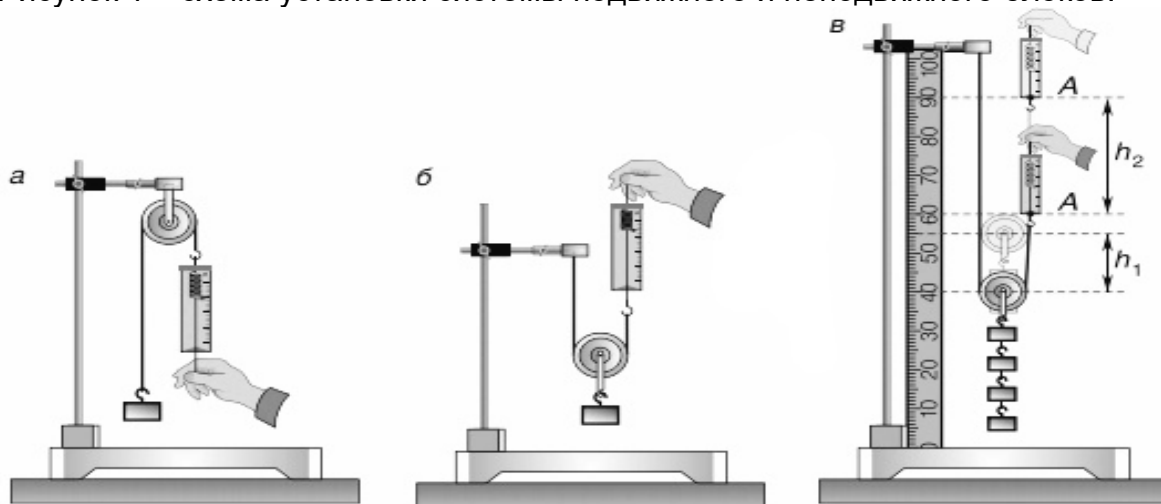
Постановка задачи. Методы исследования. В школьном лабораторном практикуме по физике в 9 классе выполняется работа под названием «Изучение неподвижного и подвижного блоков», в которой ученики выполняют эксперимент по перемещению тела по высоте с помощью системы подвижного и неподвижного блоков. В ходе измерения выявляются практически значимые вопросы обоснования требуемых условий и возможности подъема грузов за счет мускульной силы человека для грузов, превосходящих по своей массе массу поднимающего субъекта. Сущности рассматриваемое исследование по моделированию процесса перемещения тела в вертикальной плоскости имеет определенное практико-ориентированное значение применительно к грамотной организации такелажных работ с подниманием и опусканием грузов за счет мускульной силы одного человека. В сложных подъемных механизмах – башенных, мостовых, козловых кранах также применяются различные блоки для изменения направления движения каната (направляющие и отклоняющие), для выравнивания усилий (уравнительные), при этом неподвижные блоки устанавливаются на головке двуногой стойки, а подвижные — на головке стрелы или в подвижной траверсе, связанной оттяжками со стрелой. В данной работе в ходе экспериментального исследования усваиваются основные принципы действия системы блоков применительно к реализации выигрыша в силе при подъеме одним человеком груза массы превышающей массу человека.

Порядок выполнения, методология усвоения и закрепления знания. Учащиеся гимназии, выполняя эту работу, имеют возможности углубить свои умения, навыки и знания из области простейших механизмов и в будущем применять системы блоков как устройства, служащие для преобразования силы. В ходе выполнения лабораторной работы с помощью штатива моделируется высота подъема груза

(закрепление конца троса и оси неподвижного блока), а динамометр позволяет выявить составляющую модуля силы натяжения нити F , линейка служит для измерения высоты в опыте 3 (рис. 1, в). Система подвижного и неподвижного блоков позволяет реализовать выполнения работы по перемещению по высоте грузов, варьирование условий вращения подвижного и неподвижного блоков при измерении динамометром модуля силы натяжения нити F позволяет сформировать базу данных, на основании которой строятся выводы о выигрыше в работе определенного блока.

Схема установки приведена на рисунке 1.

Рисунок 1 – схема установки системы подвижного и неподвижного блоков.



В лабораторной работе в первом опыте (рис. 1, а) предлагается вычислить и занесите в таблицу 1 отношение $\frac{P}{F_1}$ для всех опытов (с 2, 4 и 6 грузами) и сделать вывод о возможности получения выигрыша в силе при использовании неподвижного блока. Во втором опыте (рис. 1, б) предлагается смоделировать и занесите в таблицу 2 отношение $\frac{P}{F_2}$ для всех опытов (с 2, 4 и 6 грузами) и сделать вывод о возможностях получения выигрыша в силе при использовании подвижного блока. В третьем опыте (рис. 1, в) учащиеся определяют работу A_1 силы тяжести груза P и работу A_2 силы упругости F_2 пружины динамометра. Полученные значения после занесения в таблицу 3, дают возможность сопоставить A_1 и A_2 , сделать вывод о реализации золотого правила.

Таблица 1 – таблица значений.

№ опыта	Показания динамометра F_1 , Н	Вес груза $P = gm$, Н	Выигрыш в силе $\frac{P}{F_1}$
1			
2			
3			

Таблица 2 – таблица значений.

№ опыта	Показания динамометра F_2 , Н	Вес груза $P = gm$, Н	Выигрыш в силе $\frac{P}{F_2}$
1			
2			
3			

Таблица 3 – таблица значений.

Вес груза $P = gm$, Н	
Показания динамометра F_2 , Н	
Выигрыш в силе $\frac{P}{F_2}$	
Высота h_1 подъема оси блока, м	
Высота h_2 подъема динамометра, м	
Работа A_1 силы веса груза ($A_1 = 4Ph_1$), Дж	
Работа A_2 силы упругости пружины динамометра	

Заложенные в стандартных печатных тетрадях для лабораторных работ по физике в 9 классе задания для выполнения и защиты результатов целесообразно расширить тем, что рассмотреть перемещение тела по высоте не только в квазистационарном режиме с малой постоянной скоростью, но и ускоренно. Такой режим на практике оправдан в условиях выраженного дефицита времени. Также для профильного расширения для учащихся интересующихся теорией машин и механизмов целесообразно заложить в данную работу построение полиспаста — устройства, состоящего из нескольких пар подвижных и неподвижных блоков.

Показать, что простейший полиспаст, как устройство состоящий из одного подвижного и неподвижного блоков – фактически объединенный вариант заданий а и б выполненного измерения, даёт выигрыш в силе в 2 раза при поднятии груза. Данный опыт на построение полиспаста способствовал бы более продуктивному усвоению знаний, лучшему пониманию законов физики, а также развитию интеллектуального и творческого потенциала учащегося.

Случаи проверки коэффициента полезного действия подвижного блока при подъеме одного, двух, трех, четырех и т.д. грузов отражены в стандартной печатной тетради для лабораторных работ по физике в виде суперзадания. Они позволяют ознакомиться учащимся со всем многообразием физических процессов, реализуемых с помощью лабораторной работы для 9 класса «Изучение неподвижного и подвижного блоков».

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{сов}}} \cdot 100\% = \frac{mgh}{2Fh} \cdot 100\% = \frac{mg}{2F} \cdot 100\%$$

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.
2. Сокольский, А.А. Учебное пособие для 9 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / Л. А. Исаченкова, А. А. Сокольский, Е. В. Захаревич. – Минск: Народная асвета, 2019. – 208 с.