



Простые машины



Представлено TryEngineering - www.tryengineering.org
Щелкните здесь, чтобы оставить отзывы и предложения по этому занятию.

Цель занятия

Простые машины: их принципы и использование.

Краткий обзор занятия

Учащиеся изучают базовые принципы простых машин и знакомятся с их повседневным использованием.

- ✦ Простые машины являются "простыми", потому что большинство из них имеет одну движущуюся часть.
- ✦ Машины не уменьшают для нас объем работы, но делают ее легче.
- ✦ "Работа" сделана тогда, когда что-то передвинуто.
- ✦ "Работа" – это произведение силы и расстояния.

Возрастные границы

8-11 – однако, занятие может быть адаптировано для старших учащихся.

Цели

- ✦ Изучение различных типов простых машин.
- ✦ Понимание простых машин как части повседневной жизни.
- ✦ Создание простой машины.

Результаты, ожидаемые от учащихся

В результате работы все учащиеся должны развить свое понимание

- ✦ свойств предметов и веществ
- ✦ положения и движения предметов
 - Положение и движение предметов может быть изменено толканием или тягой. Величина изменений зависит от силы толкания или тяги.

Простые машины: Введение

Простые машины являются "простыми", потому что большинство из них имеет одну движущуюся часть. Если сложить простые машины вместе, получится сложная машина, как например, газонокосилка, автомобиль или даже машинка для удаления волос из носа! Помните, что машина – это любое устройство, которое облегчает работу. В науке под "работой" понимается приведение чего-нибудь в движение. Важно знать, что используя простые машины, вы на самом деле выполняете ту же самую работу – она только кажется легче. Простая машина сокращает усилия, необходимые для передвижения чего-либо, но вы в этом случае перемещаете предмет на большее расстояние, выполняя тот же объем работы. Помните, что использование простых машин – это всего лишь вопрос компромисса в использовании энергии.

Простые машины: Введение (продолжение)

Что такое "работа" в научном понимании?

Для работы простых машин требуется человеческая энергия. "Работа" имеет особое значение в науке. "Работа" сделана тогда, когда что-то передвинуто. Например, толкая стену, вы на самом деле не выполняете работу, так как вы не можете ее передвинуть. Работа состоит из двух частей. Одна – это сила (толкание или тяга), необходимая для выполнения работы. Другая – расстояние, на котором к предмету прикладывается сила. Формула работы:

$$\text{Работа} = \text{сила} \times \text{расстояние}$$

Сила - это тяга или толкание предмета, результатом которой становится движение предмета. Расстояние – это пространство, которое проходит предмет. Таким образом, работа – это приложенная сила, умноженная на пройденное расстояние.

Когда мы говорим, что машина облегчает нам работу, мы имеем в виду, что она требует меньше усилий для выполнения того же количества работы. Кроме того, что машины позволяют нам увеличивать расстояние, на котором мы прилагаем меньшие силы, они также позволяют нами менять направление приложения силы. Машины не уменьшают для нас объем работы, но делают ее легче.

Типы простых машин

См. раздаточные материалы.

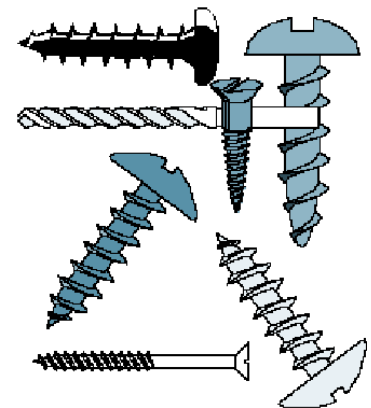
Работа на занятии

Для предварительного просмотра раздаются три следующих материала:

- ✦ Введение в простые машины
- ✦ Типы простых машин.
- ✦ Что такое работа? (рабочее задание)

Для занятий учащихся выдаются четыре пособия:

- ✦ Это – машины?
- ✦ Эксперимент с прыгающей монетой
- ✦ Постройте свою наклонную плоскость
- ✦ Ты – инженер: Решение задач с простыми машинами



Учебные средства / материалы

См. рабочие задание для учащихся и учебные средства преподавателя.

Соответствие основам учебного плана

См. учебный план в приложении.

Интернет-ресурсы

- ✦ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ✦ IEEE Virtual Museum (www.ieee-virtual-museum.org)
- ✦ International Technology Education Association Standards for Technological Literacy (www.iteawww.org/TAA/PDFs/ListingofSTLContentStandards.pdf)
- ✦ McREL Compendium of Standards and Benchmarks (www.mcrel.org/standards-benchmarks)
Подборка предметных стандартов для учебного плана K-12 в поисковом и просмотрном форматах.
- ✦ National Science Education Standards (www.nsta.org/standards)

Рекомендуемые книги

- ✦ What Are Inclined Planes? (Looking at Simple Machines) by Helen Frost. Publisher: Pebble Books; (January 2001) ISBN: 0736808450
- ✦ Simple Machines (Starting With Science) by Adrienne Mason, Deborah Hodge, the Ontario Science Centre (Publisher: Kids Can Press; (March 2000) ISBN: 1550743996
- ✦ Science Experiments With Simple Machines (Science Experiments) by Sally Nankivell-Aston, Dorothy Jackson (Publisher: Franklin Watts, Incorporated; (September 2000) ISBN: 0531154459
- ✦ Janice VanCleave's Physics for Every Kid : 101 Easy Experiments in Motion, Heat, Light, Machines, and Sound, by Janice VanCleave. John Wiley & Sons ISBN: 0471525057

Дополнительная письменная работа

- ✦ Найдите дома примеры использования простых машин. Написание сочинения (или заметки в зависимости от возраста) о том, как простые машины облегчают жизнь в семье.

Ссылки

Mike Ingram and volunteers from
Chattanooga, TN USA Section of IEEE
URL: <http://ewh.ieee.org/r3/chattanooga>

Простые машины



Для преподавателей:

Соответствие основам учебного плана

Примечание: Все планы занятий этого цикла соответствуют Национальным стандартам в области естественных наук, разработанным Национальным исследовательским советом, и одобрены Национальной ассоциацией преподавателей естественных наук, а также применимы к Стандартам технического образования международной ассоциации преподавателей технических и прикладных наук.

◆ Национальные стандарты образования в области естественных наук - ступени K-4 (возраст 4-9 лет)

ПРЕДМЕТНЫЙ СТАНДАРТ В: Физика

В результате этой работы все учащиеся должны развить свое понимание

- ✦ свойств предметов и веществ
- ✦ положения и движения предметов

ПРЕДМЕТНЫЙ СТАНДАРТ Е: Наука и техника

В результате работы все учащиеся должны развить

- ✦ способность различать естественные предметы и предметы, созданные человеком

ПРЕДМЕТНЫЙ СТАНДАРТ G: История и предмет науки

В результате этой работы все учащиеся должны развить свое понимание

- ✦ науки как человеческих стремлений

◆ Национальные стандарты образования в области естественных наук - ступени 5-8 (возраст 10-14 лет)

ПРЕДМЕТНЫЙ СТАНДАРТ В: Физика

В результате своей работы все учащиеся должны развить свое понимание

- ✦ свойств и изменений свойств материи
- ✦ движения и сил
- ✦ передачи энергии

ПРЕДМЕТНЫЙ СТАНДАРТ G: История и предмет науки

В результате этой работы все учащиеся должны развить свое понимание

- ✦ науки как человеческих стремлений
- ✦ истории науки

◆ Стандарты технического образования - все возрасты

Техника и наука

- ✦ Стандарт 5: Учащиеся развивают свое понимание влияния техники на окружающую среду.
- ✦ Стандарт 7: Учащиеся развивают свое понимание влияния техники на историю.

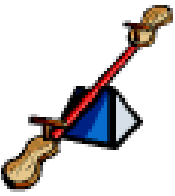


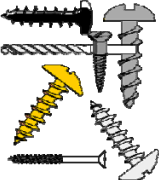

Проектирование

- ✦ Стандарт 10: Учащиеся развивают свое понимание роли поиска и устранения неисправностей, исследования и разработок, изобретения и инновации, экспериментирования в решении проблем.

Простые машины



Для преподавателей:
Это – машины?

	<p>Примечания для преподавателей: Доска на перекладине или качели являются примером рычага первого рода. Точка опоры или точка равновесия находится где-то между прилагаемой силой и нагрузкой. Этот тип рычага (первый род) имеет три части: точка равновесия или опоры, рычаг прилагаемой силы и рычаг сопротивления, где располагается передвигаемый предмет.</p>
	<p>Примечания для преподавателей: Монтировка - это тоже рычаг, но рычаг второго рода (если использовать правый конец монтировки, показанной на рисунке). Рычаг второго рода – это рычаг, где сила и сопротивление прикладываются на одной стороне точки опоры. При извлечении гвоздя правым концом монтировки точкой опоры является конец монтировки, шляпка гвоздя представляет собой силу сопротивления, противоположный конец – усилие или работу. Другой пример рычага второго рода – ручная тележка.</p>
	<p>Примечания для преподавателей: Пандус для инвалидной коляски – это наклонная плоскость. Хотя расстояние вдоль пандуса больше, чем расстояние по высоте, усилий для его преодоления требуется меньше.</p>
	<p>Примечания для преподавателей: Винт является другим видом наклонной плоскости. По существу – это наклонная плоскость, завернутая вокруг цилиндра.</p>
	<p>Примечания для преподавателей: Удочка – хороший пример рычага третьего рода. В этом роде рычаг силы находится между точкой опоры и рычагом груза. Этот механизм предполагает относительно большое усилие для перемещения груза. Это – смещение, возможное благодаря перемещению груза на длинное расстояние за счет относительно небольшого движения плеча силы. Вспомните удочку! Благодаря этому отношению мы часто используем этот род рычага, когда хотим переместить небольшой груз на большое расстояние, или преобразовать относительно низкую скорость рычага силы в высокую скорость плеча груза. Рычаг третьего рода имеет место при размахе хоккейной клюшки или бейсбольной биты. Локоть работает как точка опоры в обоих случаях, а руки представляют собой силу (поэтому нижняя часть руки становится частью рычага). Груз (т.е. шайба или мяч) передвигается концом клюшки или биты. Примерами рычагов третьего рода являются: удочка; пинцеты; рука, поднимающая груз; клещи; человек, работающий метлой; хоккейная клюшка; теннисная ракетка; лопата; совок.</p>

Простые машины



Простые машины

Материал подготовлен ИИЭИЭ, как часть веб-сайта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org

Для преподавателей:
Учебная диаграмма

ПРОСТЫЕ МАШИНЫ	ЧТО ЭТО	КАК ПОМОГАЕТ РАБОТАТЬ	ПРИМЕРЫ
РЫЧАГ	Жесткая балка, опирающаяся на основание, называемое точкой опоры	Поднимает или перемещает грузы	Щипчики, совок, щипцы для орехов, качели, монтировка, локоть, пинцет, открывалка
НАКЛОННАЯ ПЛОСКОСТЬ	Пологая поверхность, соединяющая нижний уровень с верхним уровнем	Предметы двигаются по ней вверх или вниз	Горка, лестница, пандус, эскалатор, уклон
КОЛЕСО И ОСЬ	Колесо с тягой, называемой осью, проходящей через центры: обе части двигаются вместе	Поднимает или перемещает грузы	Дверная ручка, точилка, велосипед
БЛОК	Желобчатое колесо с канатом или тросом вокруг него	Поднимает, опускает или перемещает грузы	Палка для шторы, буксир, заслонка, шест для флага, кран

Обычно машины предназначены для того, чтобы уменьшать силу, необходимую для перемещения предмета. Но в результате этого увеличивается расстояние. Наилучшей визуальной иллюстрацией этого является пандус для инвалидного кресла. Так как количество усилий сокращается (сила), реальное расстояние значительно увеличивается. Таким образом, количество фактической работы остается одинаковым.

В то время как типичным назначением машины является уменьшение силы, существуют ситуации, где это не приносит выгоду, т.е. сила не уменьшается или уменьшается реальная выгода – сила увеличивается.

Примером машины, не приносящей выгоду, является простой или одиночный блок. Одиночный блок только меняет направление прикладываемой силы. Пример – шнурок занавески.

Простые машины

Учебные средства преподавателя

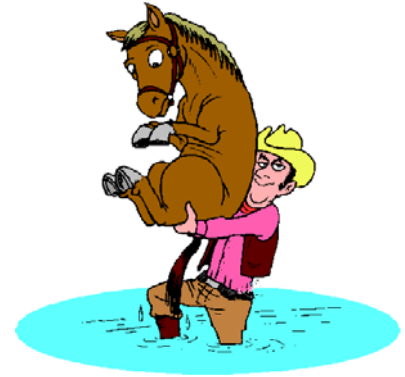


Что такое работа? (решения к учебному заданию)

Работа – это результат силы, приложенной к предмету и перемещение предмета под действием этой силы. Формула, описывающая работу:

$$\text{Работа} = \text{сила} \times \text{расстояние}$$

Работа измеряется в джоулях, Дж (по имени Джеймса Прескотта Джоуля). Сила измеряется в ньютонах, Н (по имени сэра Исаака Ньютона). Расстояние измеряется в метрах, м.



В этом уравнении сила имеет значение только в том случае, если она направлена в сторону движения предмета. В качестве примера, представьте себе, что вы подняли тяжелую лошадь и перенесли ее через реку. После того как вы пересекли реку, единственной работой, которую вы сделали, было поднятие лошади. Пересечение реки, держа лошадь, ничего не добавило к объему работы, которую вы совершили. Имейте в виду, что приложение силы к предмету не всегда равно совершенной работе. Если вы сидите на велосипеде, вы прилагаете силу к седлу, но работа не совершается, так как сила, действующая на сиденье, не вызывает перемещения. Но, если вы приложили силу к сиденью, подняв его с пола, то ваша сила вызвала перемещение в направлении движения, и – работа была совершена.

Другой фактор, который нужно учесть при расчете работы – это расстояние, на которое перемещается предмет. Чтобы передвинуть мяч (к примеру) на расстояние от исходного положения, с мячом необходимо совершить работу. И расстояние является направленным. Это значит, если вы двигаете предмет в положительном направлении, вы сделали положительную работу. А если вы двигаете его в отрицательном направлении, вы сделали отрицательную работу.

Вопрос учащимся А:

Девочка весом 45 кг сидит на 8-килограммовой скамье. Какая работа совершена со скамьей?



Решение: Никакая. Девочка прикладывает силу (45)(8) ньютонов к скамье, но это не заставляет ее двигаться. То есть, расстояние, пройденное под действием силы, равно нулю, а работа = сила \times расстояние, то $(45)(8)(0) = 0$.

Вопрос учащимся В:

Мальчик весом 40 кг поднимает 30-килограммового дракона на 2 метра над землей. Какая работа совершена с драконом?

Решение: Мальчик прикладывает силу, которая заставляет дракона передвинуться на расстояние 2 метра. Так как работа = сила \times расстояние, то совершается работа = $(40)(30)(2) = 2400$ ньютонов на метр или джоулей (1 ньютон на метр = 1 джоуль).

Простые машины

Учебные материалы для учащихся



Простые машины

Материал подготовлен ИИЭИЭ, как часть веб-сайта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org

Что такое работа? - Рабочее задание для учащихся

Работа – это результат силы, приложенной к предмету и перемещение предмета под действием этой силы. Формула, описывающая работу:

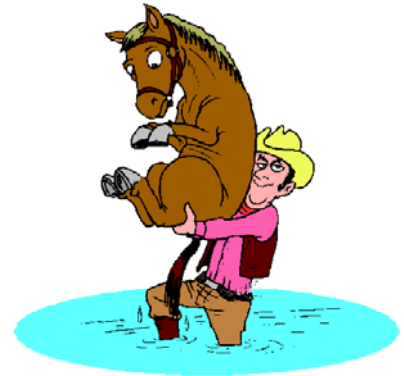
$$\text{Работа} = \text{сила} \times \text{расстояние}$$

Работа измеряется в джоулях, Дж (по имени Джеймса Прескотта Джоуля).

Сила измеряется в ньютонах, Н (по имени сэра Исаака Ньютона).

Расстояние измеряется в метрах, м.

В этом уравнении сила имеет значение только в том случае, если она направлена в сторону движения предмета. В качестве примера, представьте себе, что вы подняли тяжелую лошадь и перенесли ее через реку. После того как вы пересекли реку, единственной работой, которую вы сделали, было поднятие лошади. Пересечение реки, держа лошадь, ничего не добавило к объему работы, которую вы совершили. Имейте в виду, что приложение силы к предмету не всегда равно совершенной работе. Если вы сидите на велосипеде, вы прилагаете силу к седлу, но работа не совершается, так как сила, действующая на сиденье, не вызывает перемещения. Но, если вы приложили силу к сиденью, подняв его с пола, то ваша сила вызвала перемещение в направлении движения, и - работа была совершена.



Другой фактор, который нужно учесть при расчете работы – это расстояние, на которое перемещается предмет. Чтобы передвинуть мяч (к примеру) на расстояние от исходного положения, с мячом необходимо совершить работу. И расстояние является направленным. Это значит, если вы двигаете предмет в положительном направлении, вы сделали положительную работу. А если вы двигаете его в отрицательном направлении, вы сделали отрицательную работу.

Вопрос учащимся А:

Девочка весом 45 кг сидит на 8-килограммовой скамье. Какая работа совершена со скамьей?

Помните, что работа = сила x расстояние. Подсказка: В этом случае сила равна 45 x 8. Каково расстояние? Какова работа?



Вопрос учащимся В:

Мальчик весом 40 кг поднимает 30-килограммового дракона на 2 метра над землей. Какая работа совершена мальчиком с драконом?

Помните, что работа = сила x расстояние. Подсказка: В этом случае сила равна 40 x 30. Каково расстояние? Какова работа?



Простые машины

Учебные материалы для учащихся

Введение в простые машины

Простые машины являются "простыми", потому что большинство из них имеет одну движущуюся часть. Если сложить простые машины вместе, получится сложная машина, как например, газонокосилка,



Простые машины

Стр. 8 из 15

автомобиль или даже машинка для удаления волос из носа! Помните, что машина – это любое устройство, которое облегчает работу. В науке под "работой" понимается приведение чего-нибудь в движение. Важно знать, что используя простые машины, вы на самом деле выполняете ту же самую работу - она только кажется легче. Простая машина сокращает усилия, необходимые для передвижения чего-либо, но вы в этом случае перемещаете предмет на большее расстояние, выполняя тот же объем работы. Помните, что использование простых машин – это всего лишь вопрос компромисса в использовании энергии.

Что означает "работа"?

Для работы простых машин требуется человеческая энергия. "Работа" имеет особое значение в науке. "Работа" сделана тогда, когда что-то передвинуто. Например, толкая стену, вы на самом деле не выполняете работы, так как вы не можете ее передвинуть. Работа состоит из двух частей. Одна – это сила (толкание или тяга), необходимая для выполнения работы. Другая – расстояние, на котором к предмету прикладывается сила. Формула работы:

$$\text{Работа} = \text{сила} \times \text{расстояние}$$

Сила - это тяга или толкание предмета, результатом которой становится движение предмета. Расстояние – это пространство, которое проходит предмет. Таким образом, совершенная работа – это приложенная сила, умноженная на пройденное расстояние.

Когда мы говорим, что машина облегчает нам работу, мы имеем в виду, что она требует меньше усилий для выполнения того же количества работы. Кроме того, что машины позволяют нам увеличивать расстояние, на котором мы прилагаем меньшие силы, они также позволяют нам менять направление приложения силы. Машины не уменьшают для нас объем работы, но делают ее легче.

Простые машины

Учебные материалы для учащихся



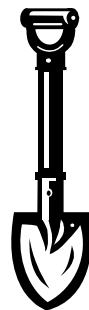
Типы простых машин

Существует четыре типа простых машин, которые образуют основу всех механических машин:

★ Рычаг

Попробуйте выдернуть по-настоящему стойкие сорняки из земли. Сделать это только голыми руками будет сложно или даже больно. Однако, пользуясь инструментом вроде лопаты, вы сможете выиграть битву. Любой инструмент, поднимающий что-нибудь свободное, является рычагом. Рычаг – это плечо, которое "вращается" вокруг "точки опоры". Вспомните захват на конце молотка, которым вы извлекаете гвозди. Это – рычаг. Это – изогнутое плечо, которое опирается в точку опоры на поверхности. Когда вы вращаете изогнутое плечо, оно извлекает гвоздь из поверхности. Вот и вся работа! Существуют три типа рычагов:

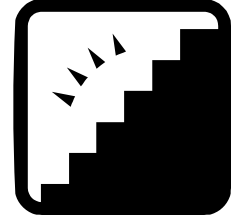
- Рычаг первого рода – когда точка опоры находится между плечом силы и плечом рычага – это рычаг первого рода. По сути многие из нас знакомы с рычагом этого типа. Классический пример – качели.



- Рычаг второго рода – в рычаге второго рода плечо нагрузки находится между точкой опоры и плечом силы. Хороший пример рычага этого типа – это тачка.
- Рычаг третьего рода - в этом случае рычаг силы находится между точкой опоры и рычагом нагрузки. Этот механизм предполагает относительно большое усилие для перемещения нагрузки. Это – смещение, возможное благодаря перемещению груза на длинное расстояние за счет относительно небольшого движения рычага силы. Вспомните удочку!

★ Наклонная плоскость

Плоскость – это плоская поверхность. Например, гладкая доска – это плоскость. Если плоскость ровно лежит на земле, она не поможет вам выполнить работу. Но, если плоскость наклонена или стоит косо, она поможет вам передвигать предметы на расстояние. И это работает! Обыкновенная наклонная плоскость – это скат. Поднимать тяжелый ящик на погрузочную платформу гораздо легче, если двигать его по скату – простой машине.



★ Клин

Вместо использования гладкой стороны наклонной плоскости вы можете использовать острые края для выполнения работы другого рода. Например, вы можете использовать клин для раздвигания предметов. В этом случае наклонная плоскость – это клин. Таким образом, клин – это вид наклонной плоскости. Лезвие топора – это клин. Вспомните клин лезвия. Это - клин гладкой косой поверхности. Это – клин!



Типы простых машин (продолжение)

★ Винт

Теперь возьмите наклонную плоскость и оберните ее вокруг цилиндра. Ее острые края становятся другим простым инструментом: винтом. Положите рядом скат и винт – сходство увидеть сложно, но винт на самом деле всего лишь другой вид наклонной плоскости. Как винт помогает вам делать работу? Каждый поворот металлического винта помогает вам передвигать кусок металла сквозь дерево.



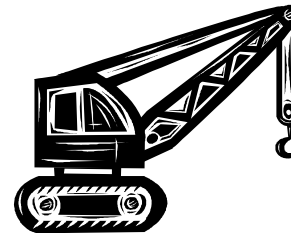
★ Колесо и ось

Колесо – это круглый диск, соединенный с центральным стержнем, называемым осью. Руль автомобиля – это колесо и ось. Часть, на которую мы кладем руки и прикладываем силу (вращающий момент), называется рулем, который вращает небольшую ось. Отвертка – другой пример колеса и оси. Отвинтить туго затянутый винт голыми руками невозможно. Толстая ручка – это колесо, а металлический стержень – это ось. Чем больше ручка, тем меньше сил необходимо для поворота винта.



★ Блок

Вместо оси колесо также может вращать канат или трос. Эта комбинация колеса и оси называется блоком. В блоке колесо обернуто тросом. При вращении колеса трос движется в одном из направлений. Присоединив крюк к тросу, вы можете использовать вращение колеса для подъема и опускания предметов. На флагштоке, например, канат соединен с блоком. На канате обычно бывает два крюка. Трос вращается по блоку и опускает крюк, за который можно зацепить флаг. Затем, вращая трос, вы поднимаете флаг по флагштоку.



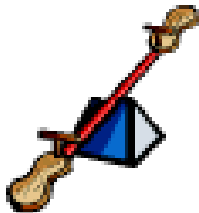


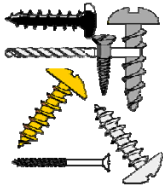

Простые машины

Рабочее задание для учащихся



Это – машины?

Изучите чертежи, представленные ниже, и попробуйте определить, простые ли это машины. Сможете ли вы определить, к какому типу относятся эти машины: рычаг первого рода, рычаг второго рода, рычаг третьего рода, наклонная плоскость.

	Примечания:
	Примечания:
	Примечания:
	Примечания:
	Примечания:

Простые машины

Простые машины



Эксперимент с прыгающей монетой

Цель:

Определить, в каком месте нажать на рычаг, чтобы получить наилучший подъем.

Материалы:

- ✦ линейка
- ✦ карандаш
- ✦ две большие монеты



Ход работы:

- ✦ Положите карандаш под линейку и установите монету на один конец.
- ✦ Уроните другую монету с высоты 30 см так, чтобы она ударила по линейке на отметке 8 см. Заметьте, насколько высоко монета подпрыгнула в воздух.
- ✦ Уроните монету еще раз, но уже на конец линейки с той же высоты. Посмотрите, как высоко подпрыгнула монета.

Вопросы:

Что произойдет, если под линейку положить предмет большего диаметра, чем карандаш?

Попробуйте выполнить такой эксперимент: Передвиньте карандаш в разные места под линейкой и повторите эксперимент. Отличаются ли результаты или нет?

Простые машины

Рабочее задание для учащихся

Постройте свою наклонную плоскость

Цели:

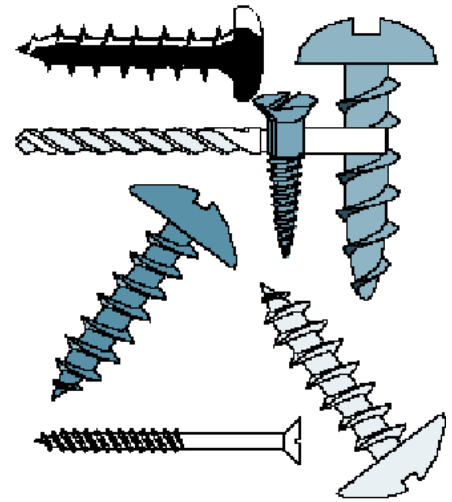
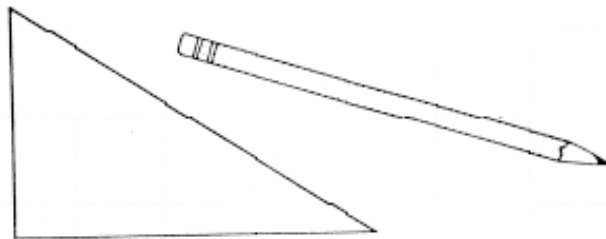
Покажите, что винт – это наклонная плоскость.

Материалы:

- ◆ бумага
- ◆ карандаш
- ◆ лента
- ◆ мел

Ход работы:

- ◆ Выдайте каждому учащемуся бумажный прямоугольный треугольник, самая длинная сторона которого должна быть цветной.
- ◆ Привяжите лентой одну из неокрашенных сторон треугольника к карандашу.
- ◆ Обмотайте треугольник вокруг карандаша и привяжите его лентой.
- ◆ Треугольник закручивается в спираль



Детали занятия:

- ◆ Объясните наклонные плоскости и покажите несколько примеров, включая примеры того, как они облегчают жизнь или уменьшают работу.

Простые машины



Рабочее задание для учащихся: Ты – инженер!
Решение задач с простыми машинами

◆ Инструкции

Ты – инженер! Работая в команде, разработайте план с использованием простых машин, как помочь большой собаке, имеющей проблемы с позвоночником, забраться в багажник пикапа или внедорожника. Собака не может самостоятельно прыгать и слишком тяжела, чтобы ее поднял хозяин.

Шаг первый:

Нарисуйте машину или решение вашей команды в поле ниже.

Шаг второй:

Создайте работающую модель собственной конструкции, используя детали, которые вы найдете в классе, или которые были использованы в предыдущем задании к занятию. Не беспокойтесь, если ваша модель не соответствует масштабу и не выдерживает вес настоящей собаки – инженеры все время работают с разными масштабами.

Шаг третий:

Используя метод мозговой атаки в группе, придумайте другие ситуации, где найденное вами решение будет полезно людям или другим животным. Перечислите их ниже:

1.

2.

Шаг четвертый:

Представьте ваш чертеж, модель, пример похожей проблемы и ее решения классу!