

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)  
Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)

**УТВЕРЖДАЮ**

Зав. кафедрой КСУП

\_\_\_\_\_  
Ю.А.Шурыгин

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2018 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

по дисциплине

**Элементы и устройства систем автоматики**

Для бакалавров, обучающихся  
по направлению 27.03.04 Управление в технических системах(Управление  
в робототехнических системах)

Составители:

доцент кафедры КСУП, к.т.н.

инженер кафедры КСУП

Коцубинский В.П.

Изюмов А.А.

" 20 " апреля 2018 г

Томск 2018 г.

## Содержание

Введение.....	2
Тема для самостоятельного изучения №1: Механика .....	3
Тема для самостоятельного изучения №2: Классы рычагов.....	9
Тема для самостоятельного изучения №3 Одинарный и двойной блоки.....	19
Тема для самостоятельного изучения №3: Цепи из шестеренок.....	22
Тема для самостоятельного изучения №4: Изменение передаточного числа .	26
Тема для самостоятельного изучения №5: Уменьшение скорости .....	32
Тема для самостоятельного изучения №6: Зубчатые колеса и цепные приводы	35
Примечание: Идентификационная диаграмма Spur Gear.....	40

### Введение

Следующая информация очень важна для вашей безопасности, а также ваш успех при заполнении модуля механизмов. Убедитесь, что вы внимательно прочитали и понимаете правильное использование и безопасные методы работы со всем оборудованием. Если вы когда-либо сомневаетесь в какой-либо операции, всегда просите своего инструктора о помощи.

#### **Безопасность при работе с механическими системами**

Поддерживайте чистую, безопасную рабочую зону. Технологические лаборатории требуют хороших навыков работы. Если у вас есть вопросы о безопасности конфигураций редуктора, попросите своего инструктора о помощи перед подачей питания в систему.

1. Стенд Mechanisms управляется двигателем и питается от электрической сети 115 В переменного тока. Система контролируется переключателем Вкл./Выкл.

2. Защитный экран всегда должен находиться в нижнем положении всякий раз, когда включается двигателя!

3. Вращающиеся шестерни и цепные приводы могут быть опасны при неправильном использовании! Держите руки и одежду на расстоянии, когда шестерни находятся в движении.

4. НЕ пытайтесь вручную останавливать шестерни в движении или переключать передачи при включенном двигателе.

5. Храните все компоненты в надлежащем месте, когда стенд не используется.

6. Убедитесь, что вы понимаете, как правильно использовать все компоненты перед запуском.

Механика взаимосвязана со всеми другими областями техники, такими как электроника, гидравлическая энергия, связь и производство. Применение в промышленности изменяются каждый день, поэтому важно постоянно обновлять свои знания во всех областях технологий.

Эта курс обеспечит прочные основы и навыки начального уровня, которые могут помочь вам в дальнейшей карьере.

## **Тема для самостоятельного изучения №1: Механика**

### **Цель:**

**Цель этого эксперимента** - ознакомить вас с компонентами стенда, настройками, безопасностью и процедурой запуска. Если вы полностью поймете, как работает стенд Механизмов, вы успешно завершите эксперименты.

### **Необходимые материалы:**

Стенд Mechanisms с контрольной панелью включает следующее:

Прямозубые шестерни - 50 зуб (6), 45 зуб (1), 40 зубцов (1), 30 зубов (1)  
25 зуб (1), 20 зуб (1)

Зубчатые шестерни - 30 зубцов, установленных на 50 зубах(1), 20-зуб (1),  
10-зуб (1)

Стопорные хомуты (15)

Малый вес 8 унций (4)

Большой вес 10 унций (1)

Весовая шкала от 0 до 72 унций. (1)

Конические шкивы (2), один с ручкой

Узел лебедки с кабелем (1)

Шкив холостого хода (1)

Роликовая цепь (1)

Рычаг (1)

Наклонная плоскостная рампа (1)

Гироскоп (1) -опциональный

Аппаратный пакет состоит из крючков для грузов (4),

Шестигранный ключ (1)

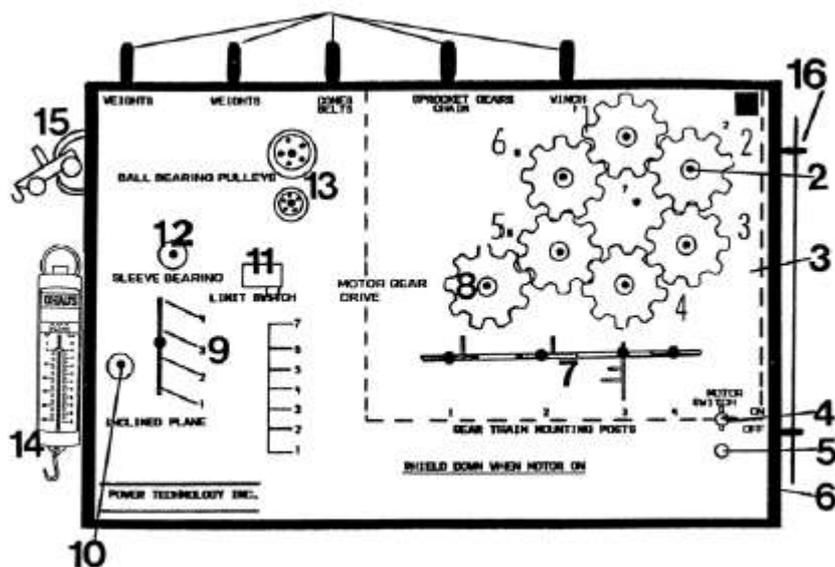
Соединительная муфта (1)

Комплект кабелей состоит из длинного кабеля (1), короткого кабеля и блок (1) шкива.

### **Последовательность действий:**

**ШАГ 1:** Изучите приборную панель вашего стенда, который показан на рисунке. Каждый компонент идентифицируется и определяется его предназначение.

**ШАГ 2:** ознакомьтесь с каждым компонентом и его местом расположения.



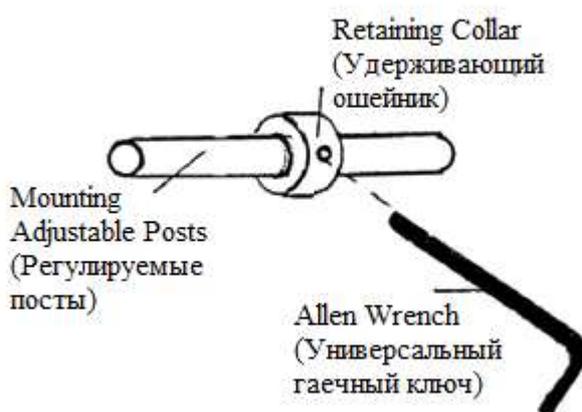
### Основные компоненты

1. Площадки для хранения компонентов 4, 8 унций. веса, конического шкива, звездочки, шестерни и лебедка
2. Стопорные наконечники зубчатых передач для цилиндрической шестерни
3. Защитный экран
4. Кнопка включения / выключения активирует двигатель
5. Индикатор питания указывающий, что питание активировано
6. Модуль питания, расположенный на задней панели, источник питания
7. Монтажные стойки зубчатой шестерни, используемые для проектирования различных конфигурации
8. Привод двигателя
9. Наклонные опоры для регулировки плоскости
11. Ограниченный переключатель защищает двигатель во время эксперимента с лебедкой

12. Втулка подшипника, используемая в экспериментах на шкиве
  13. Шкивы с шарикоподшипниками, используемые в экспериментах со шкивом
  14. Пружинные весы измеряют силу, усиление и сопротивление
  15. Поддерживание груза во время эксперимента
  16. Держатель рычага защищает рычаг
- Обеспечение

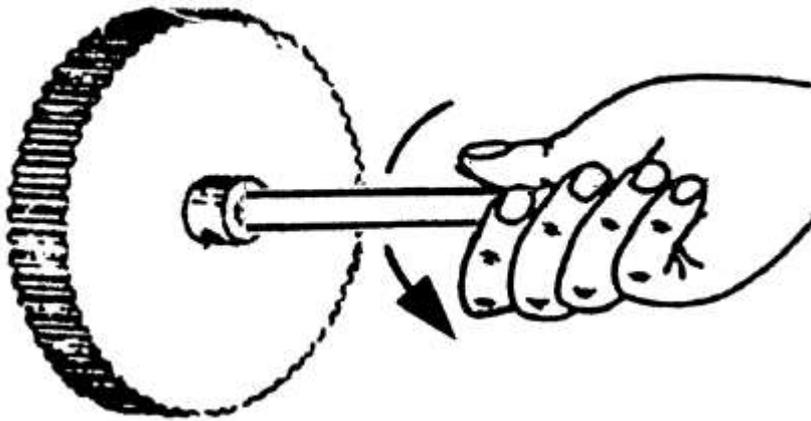
### **Регулируемые наконечники и опорные ошейники**

**ШАГ 3:** Найдите установочные штыри, которые были установлены с удерживающими хомутами. Эти хомуты фиксируются или отпускаются с помощью установочного винта и регулируются шестигранным ключом, как показано ниже.

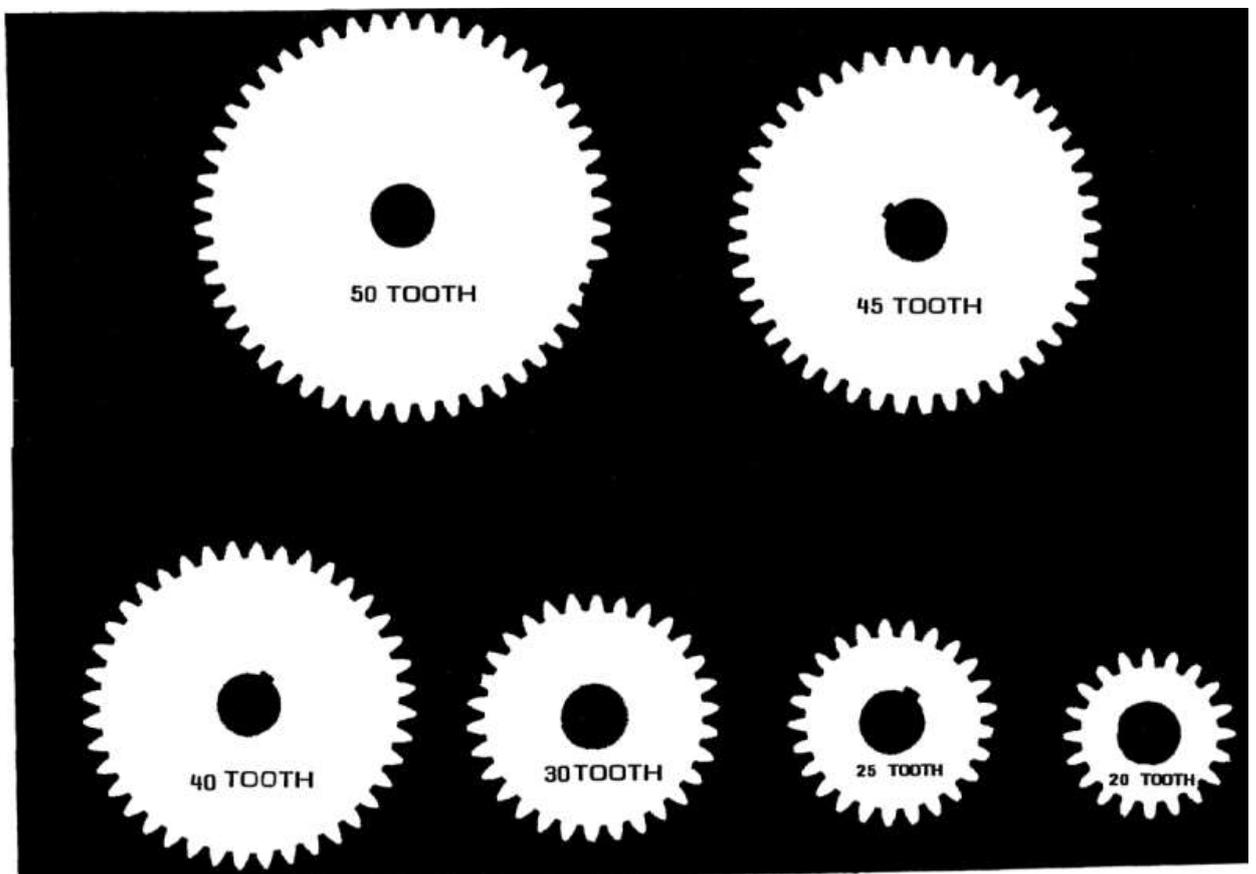


### **Регулируемые стойки**

**ШАГ 4:** Найдите стойки крепления шестерни. Чтобы переместить монтажную стойку зубчатой передачи, ослабьте стойку вручную, повернув ее против часовой стрелки примерно на четверть оборота; сдвиньте ее в нужное положение.



*ШАГ 5:* Ниже представлены изображение с профильным изображением шестерён с различными зубьями для идентификации прямозубой шестерни.



*ПРИМЕЧАНИЕ.* Все зубчатые шестерни, за исключением 20-зубчатой шестерни, имеют зубцы зубчатых колес, отпечатанные на лицевой части шестерни.

*ПРИМЕЧАНИЕ.* Защитный экран был обеспечен, чтобы ваша одежда или руки не касались движущихся передач. Защитный экран оснащен предохранительным выключателем, который не позволяет двигателю привода

работать, если защитный экран находится в верхнем положении. Узел лебедки и концевой выключатель должны использоваться только во время эксперимента лебедки и передачи. Они не предназначены для других целей.

**ШАГ 6:** Включите двигатель стенда Mechanisms и наблюдайте за движением передач.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Защитный экран должен находиться в нижнем положении.

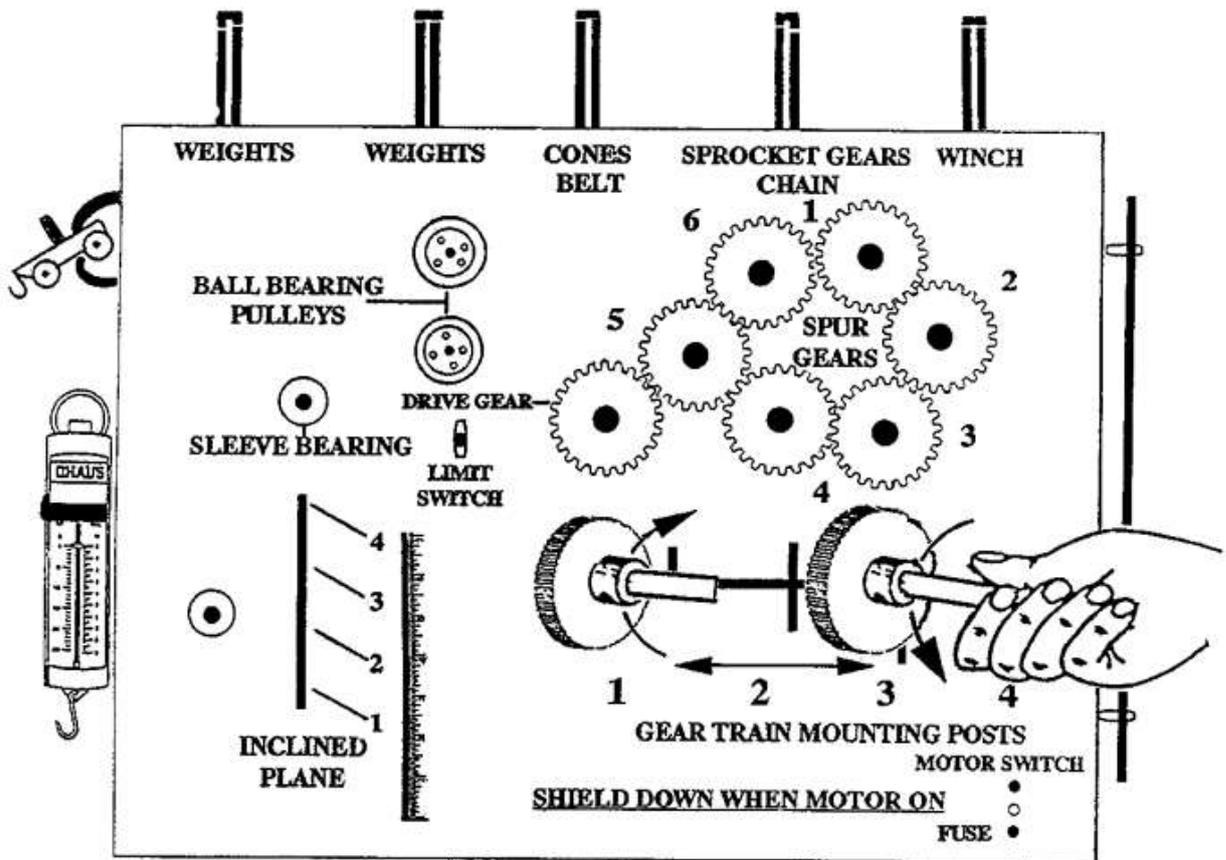
**ШАГ 7:** При вращении шестеренок поднимите защитный экран и следите за остановкой вращения зубчатых колес. Если редукторный двигатель не останавливается, выключите устройство и сообщите об отказе.

**ШАГ 8:** При выключенном питании поднимите защитный экран. Используя прилагаемый шестигранный ключ, ослабьте установочный винт на передаче №3 и снимите стопорную втулку.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Должно быть достаточно четверти оборота ключа.

**ШАГ 9:** Снимите шестерню на столбе №3. Теперь замените шестерню на стойке и закрепите стопорную втулку. Все стопорные втулки будут убраны при использовании стенда.

**ШАГ 10:** При выключенном питании поднимите защитный экран и ослабьте один из монтажных стоек зубчатой передачи. Переместите его в другое положение. Затяните стойку. Четыре монтажных стойки зубчатой передачи и наклонная плоская стойка перемещаются таким же образом. Перемещайте их несколько раз, пока вы не почувствуете себя комфортно.



**ШАГ 11:** Изучите все компоненты, представленные вместе с вашим стендом.

**ШАГ 12:** Пожалуйста, очистите рабочую область модуля и убедитесь, что все было заменено.

**Вывод:** вы научились правильно использовать стенд Mechanisms и можете идентифицировать его компоненты. Помните, что безопасность всегда важна при эксплуатации любого оборудования в лаборатории.

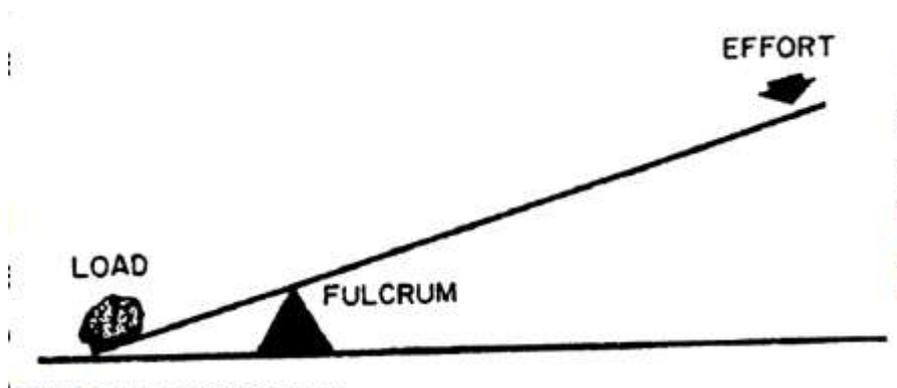
## Тема для самостоятельного изучения №2: Классы рычагов

**Цель:** Целью этой работы является рассмотрение трех отдельных предметов с тремя отдельными, но связанными с ними частями - рычагами первого, второго и третьего классов. Рычаг состоит из рычага и опоры. Рычаг представляет собой твердый кусок материала, который передает и изменяет силу, а опоры - опорой, вокруг которой поворачивается рычаг. Три класса рычагов имеют все преимущества и недостатки. Помните качели или качание? Это тип рычага.

**Необходимые материалы:** 1 Стенд 1 Большой вес (около 16 унций) 4 Малый вес (около 8 унций каждый) 1 Пружинные весы, Крючки для весов 1 Линейка

### Процедура:

**ШАГ 1:** Прочитайте следующие параграфы о рычагах первого класса. Все рычаги первого класса имеют одну общую черту: точка опоры находится между приложенным усилием и перемещением сопротивления (нагрузки).



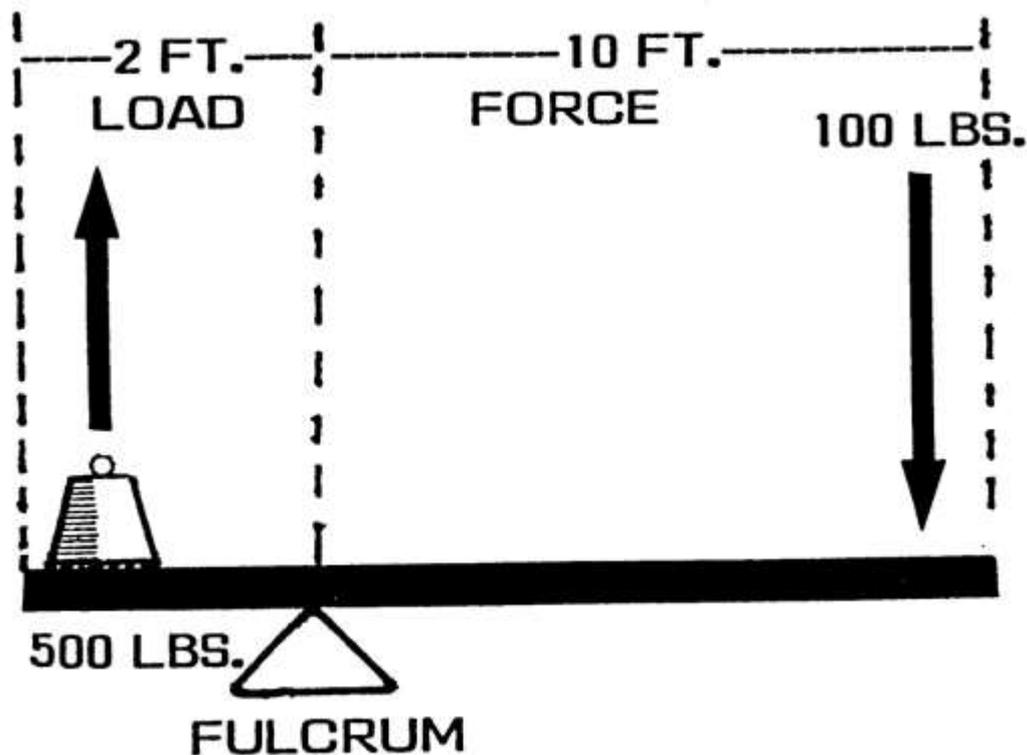
Первый класс рычагов полезны для многих заданий, например, когда требуется увеличение силы. Механическое преимущество рычага первого класса определяется путем сравнения длины усилительного рычага с длиной рычага сопротивления. Чем ближе точка опоры к сопротивлению, тем меньше усилий потребуется для сопротивления.

Когда мы работаем с тремя классами рычагов, мы будем использовать общую формулу для вычисления идеального механического преимущества (ИМА) и фактического механического преимущества (АМА) каждого класса рычагов.

Две формулы

ДЛИНА УСИЛИЯ ЭФФЕКТА ОТ ФУЛКРУМА (ПРИМЕНЯЕМАЯ СИЛА) ДЛИНА  
СОПРОТИВЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗ FULCRUM (НАГРУЗКА)

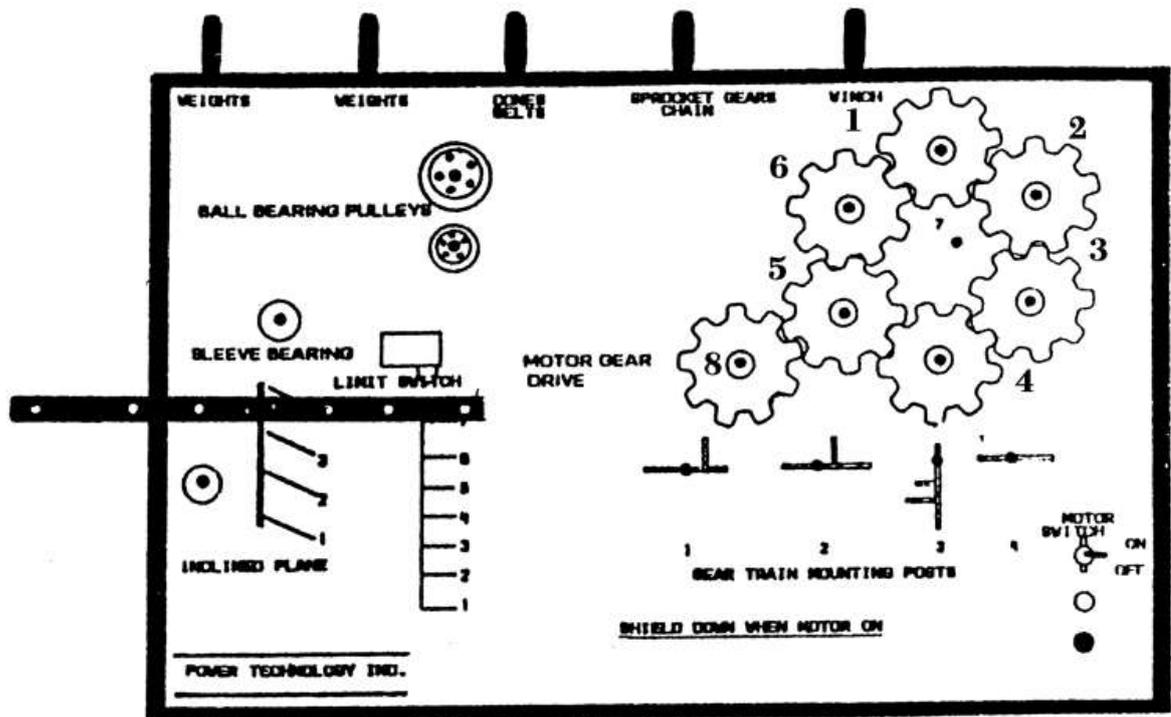
АКТУАЛЬНАЯ НАГРУЗКА (ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ВЕСА) ЭФФЕКТ (ПРИБЫЛЬ  
ПРИБЫТОЙ)



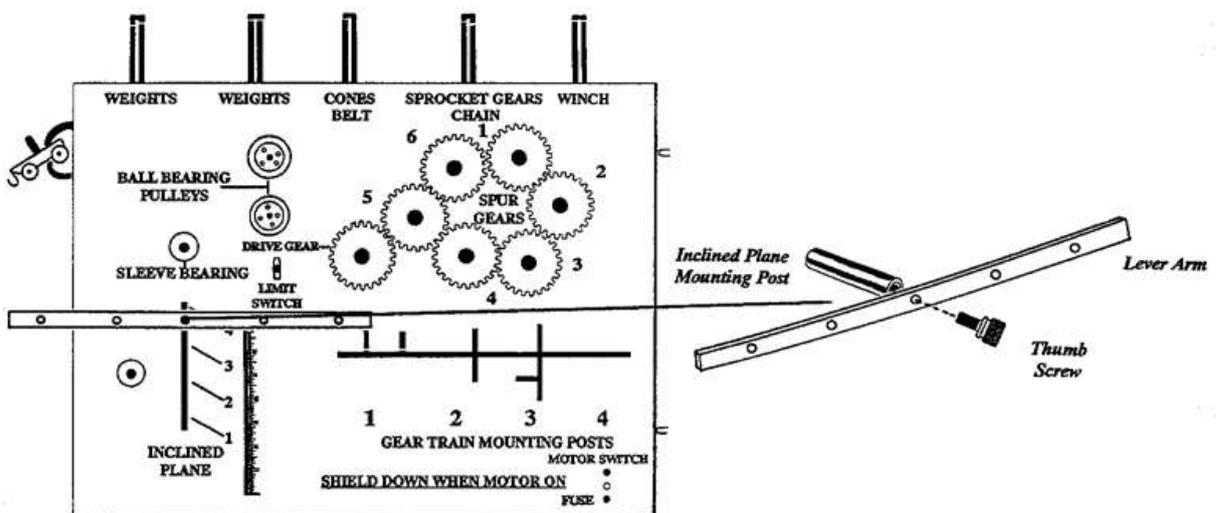
500 LBS. 100 LBS.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Вы не будете работать с точными весами или весами; поэтому многие ваши показания или расчеты могут иметь отклонения от плюс или минус 1/2 "(.5) при измерениях расстояния и приблизительно от 1 до 2 унций в измерениях веса.

**ШАГ 2:** Используя стенд Mechanisms, установите рычаг, как показано ниже.

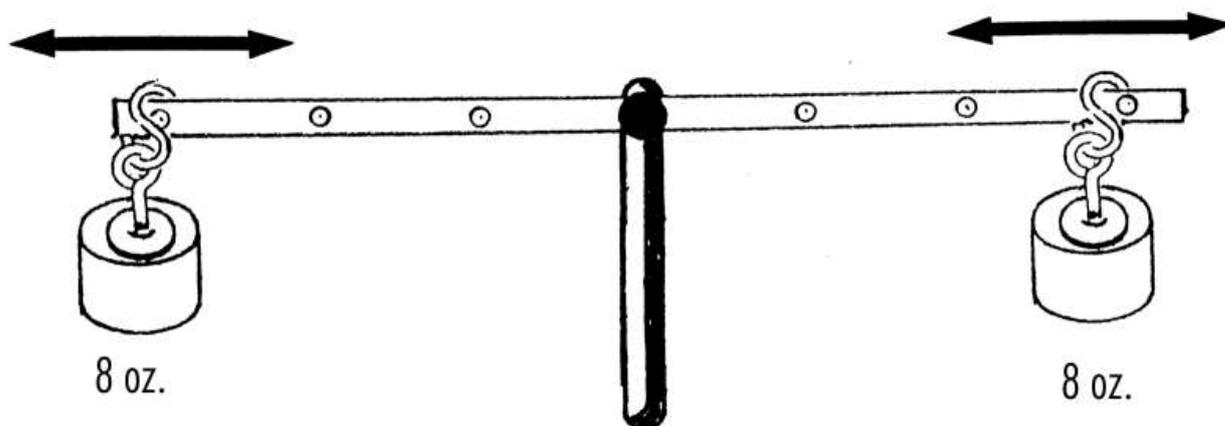


Чтобы установить рычаг, ослабьте и сдвиньте наклонную плоскостную стойку в верхнее положение. Отвинтите стопорный винт, поместите его в положение центрального отверстия рычага и закрепите его на наклонной монтажной стойке, как показано ниже. Не затягивайте фиксирующий винт; ему нужно всего несколько поворотов по часовой стрелке.

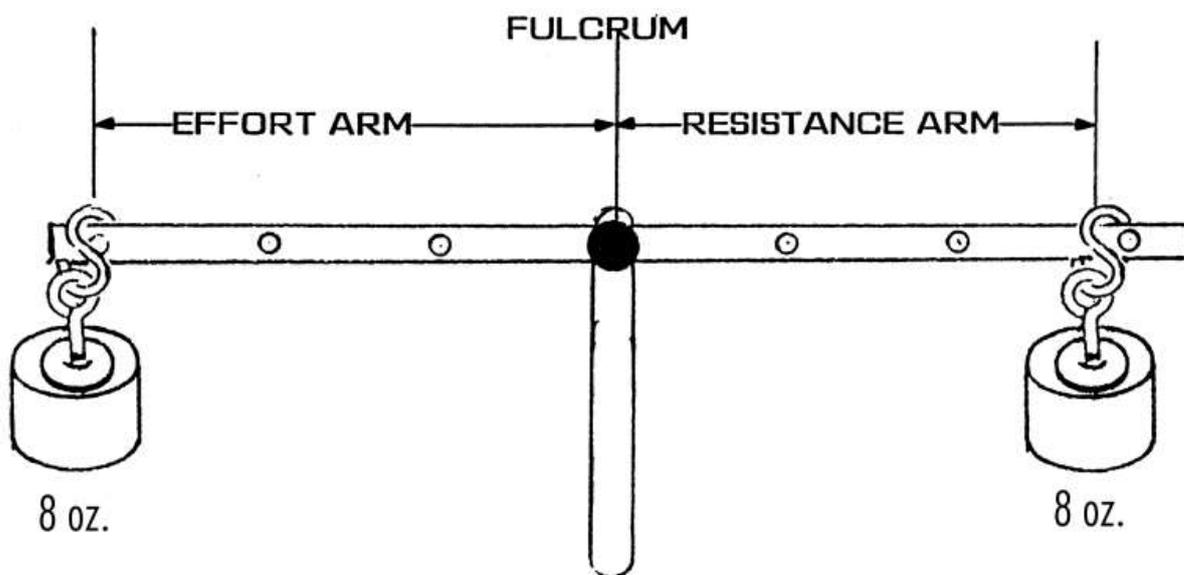


**ШАГ 3:** Найдите эти компоненты и подготовьте их: 1 Большой вес (около 16 унций) 4 Малый вес (около 8 унций) 1 Пружинные весы, крючки для весов  
**ШАГ 4:** Для установки рычага 1 используйте два небольших (8 унций) весов.

Сдвиньте крючки по рычагу до упора, как показано ниже. Не кладите крючки через отверстия в рычаге.



Сопротивление - расстояние от точки опоры до упора справа. Усиление представляет собой расстояние от точки опоры до точки прилагаемого усилия слева, как показано ниже.

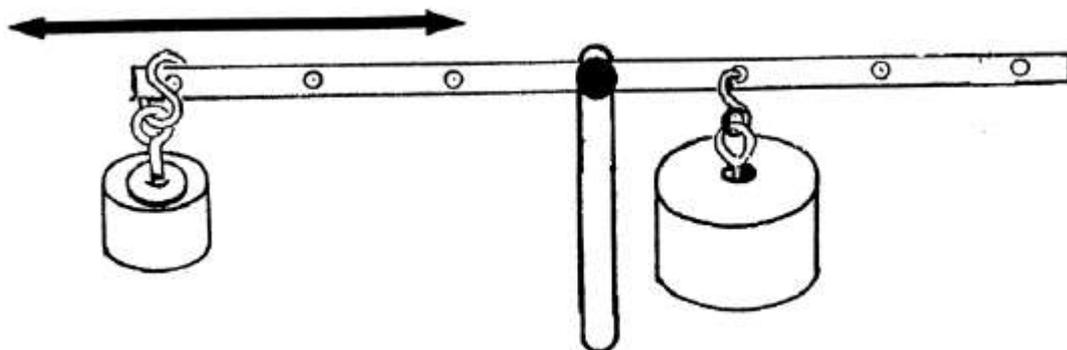


**ШАГ 5:** После того, как рычаг сбалансирован, измерьте рычаг сопротивления и усиление от точки опоры до точек, где весы висят и запишите результаты.

**ШАГ 6:** взвешивайте каждый вес и записывайте свои результаты

**ШАГ 7:** Для установки рычага 2 используйте 16-унцию. вес на стороне сопротивления и 8 унций. вес на стороне усилителя. Большой (16 унций) вес будет вставлен в прорезь рычага, как показано ниже. Небольшой вес (8

унций) будет зацепиться за усиление, чтобы он мог скользить вдоль руки во время эксперимента.

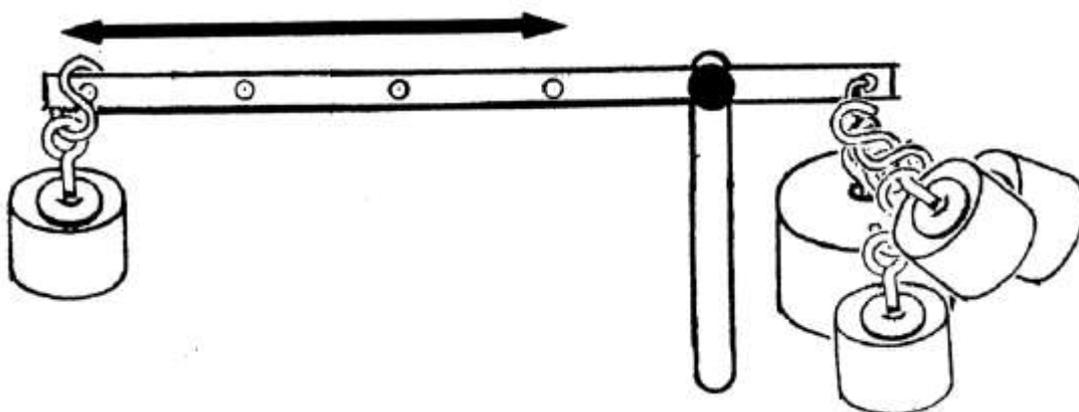


**ШАГ 8.** Сдвиньте небольшой вес вдоль рычага до упора. Обратите внимание, как меньший вес контролирует больший вес.

**ШАГ 9:** Измерьте рычаг сопротивления и усиление и запишите результаты.

**ШАГ 10:** Измеряйте каждый вес и запишите результаты. Рассчитайте АМА и IMA и введите эти результаты.

**ШАГ 11:** Для установки рычага 3 установите большой вес и три небольших веса на стороне рычага сопротивления рычага. Небольшой вес будет зацеплен за рычаг рычага на стороне усилителя, как показано ниже.

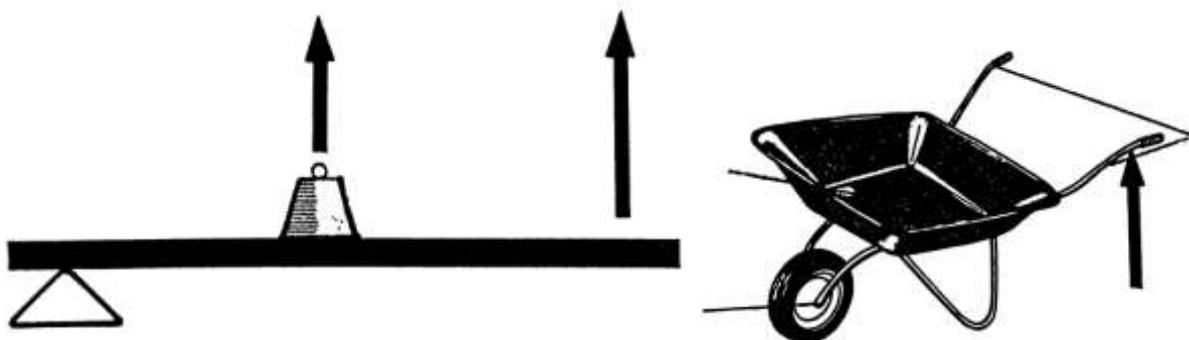


**ШАГ 12:** После того, как рычаг сбалансирован, измерьте рычаг сопротивления и рычаг усиления и запишите результаты.

**ШАГ 13:** Измерьте каждый отдельный вес и запишите эти данные, а также АМА и IMA.

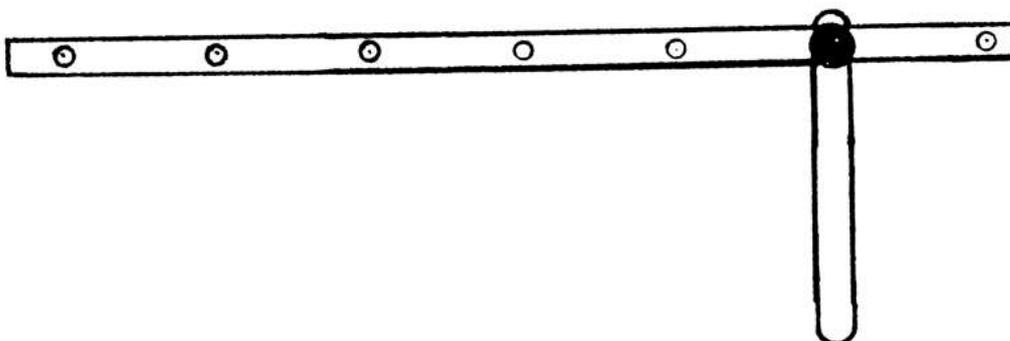
**ШАГ 14:** Прочитайте следующую информацию о рычагах второго класса. Рычаги второго класса обеспечивают простой способ увеличения силы без

изменения направления. Во всех рычагах второго класса нагрузочный вес находится между точкой опоры и усилием, как показано ниже.

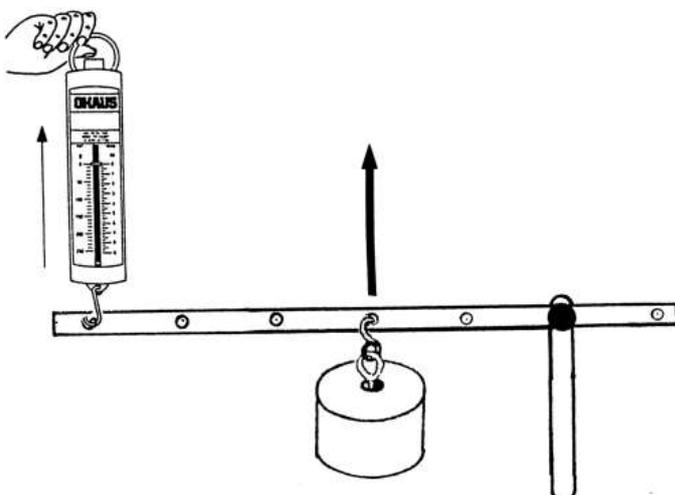


Общим примером применения рычага второго класса является тачка. Ось колес служит опорой; лоток удерживает сопротивление; и усилия прилагаются к ручкам.

**ШАГ 15:** Настройте рычаг, как показано ниже. Вы будете использовать 16-унцию. вес и пружинные весы для выполнения этого эксперимента.



**ШАГ 16:** Для установки рычага 1 поместите вес и весы на плечо рычага, как показано ниже.



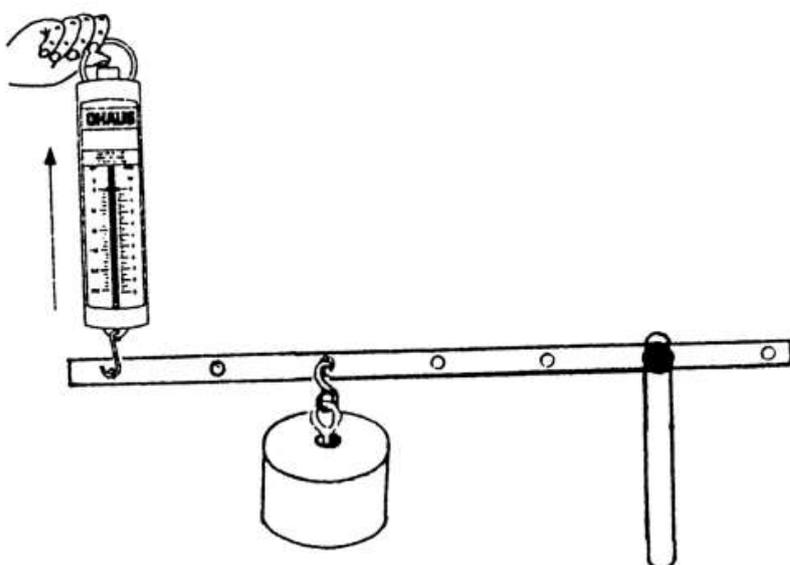
**ШАГ 17:** Потяните вверх весы и соблюдая показания шкалы, удерживая рычаг горизонтально. Запишите усиление (сила, используемое).

**ШАГ 18:** Измерьте и запишите расстояние между усилением и точкой опоры и запишите результаты.

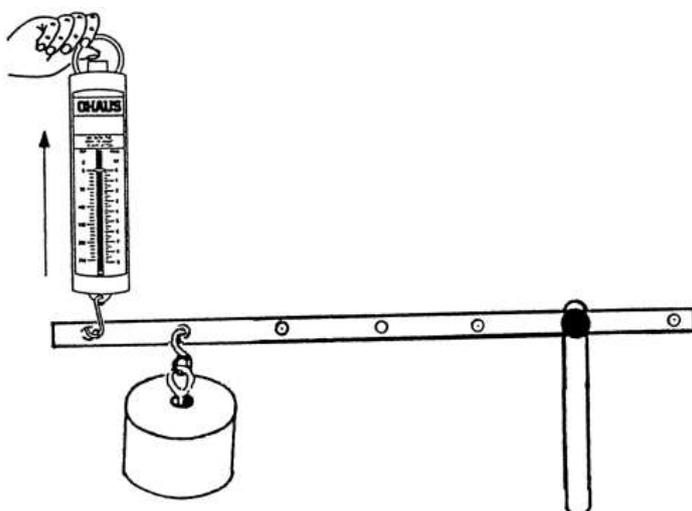
**ШАГ 19:** Измерьте и запишите расстояние между сопротивлением и точкой опоры и запишите результаты.

**ШАГ 20:** Рассчитайте  $AMA$  и  $IMA$ , используя правильные формулы. Запишите эти данные.

**ШАГ 21:** Для установки рычага 2 соберите рычаг, как показано ниже, и повторите шаги с 17 по 20. Запишите все данные.

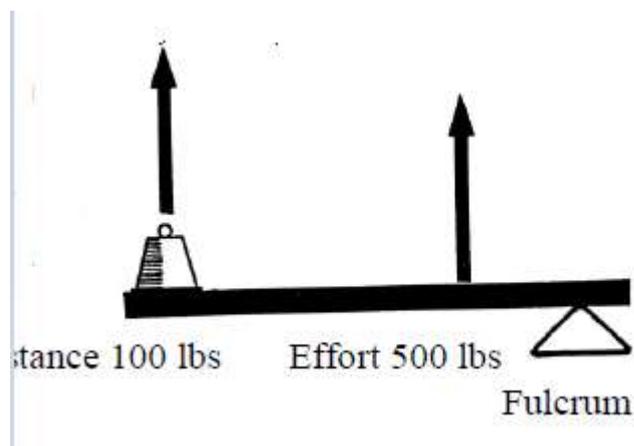


**ШАГ 22:** Для установки рычага 3 соберите рычаг, как показано ниже, и повторите шаг 17 до шага 20. Запишите все данные.

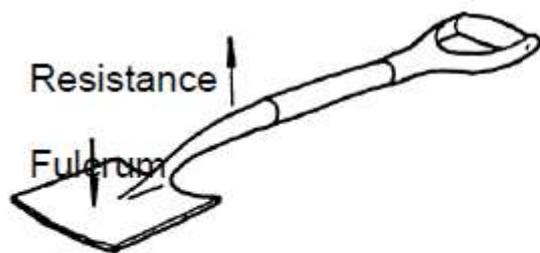


**ШАГ 23:** Теперь, когда мы посмотрели на рычаг второго класса, давайте перейдем к рычагу третьего класса. Прочтите следующую информацию о рычагах третьего класса.

В рычагах третьего класса усилия расположены между точкой опоры и сопротивлением, как показано ниже.

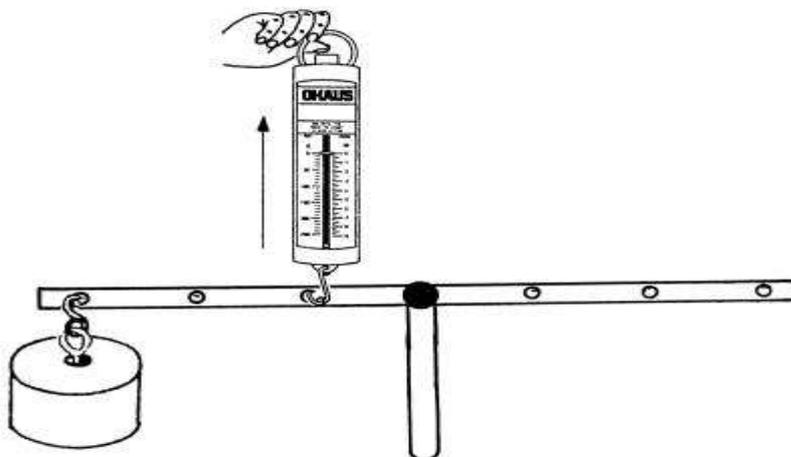


Типичным применением рычага третьего класса является обычная лопата. Принцип рычага третьего класса также проявляется в конструкции тяжелого строительного оборудования, такого как экскаватор, показанного ниже.



Гидравлика может использоваться для питания рычажной системы. Мы создадим две собственные рычажные системы третьего класса и сравним их с рычагами первого и второго классов. Для выполнения этой части эксперимента вы будете использовать большой вес (16 унций) и весеннюю шкалу. Запишите результаты.

**ШАГ 24:** Для установки рычага 1, установите рычаг и компоненты, как показано ниже.



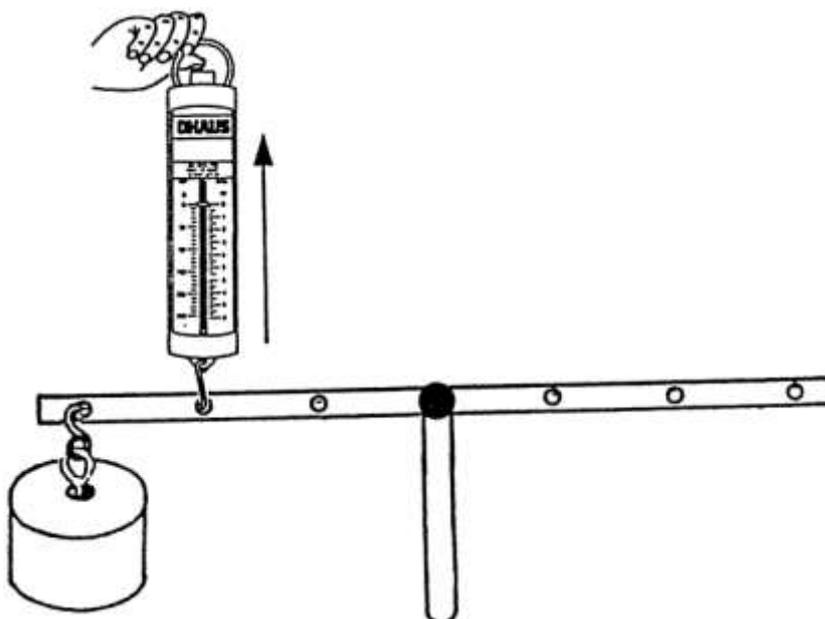
**ШАГ 25:** Потяните вверх пружинные весы соблюдая показания шкалы, удерживая рычаг в горизонтальном положении. Запишите усилие (сила, используемое).

**ШАГ 26:** Измерьте и запишите расстояние между усилением и точкой опоры.

**ШАГ 27:** Измерьте и запишите расстояние между сопротивлением и точкой опоры.

**ШАГ 28:** Рассчитайте АМА и IMA, используя правильные формулы и запишите эти данные.

**ШАГ 29:** Для установки рычага 2 соберите рычаг, как показано ниже, и повторите шаги от 25 до 28 шага. Запишите все данные.



**ШАГ 30:** После записи всех ваших данных разберите весы и поместите их в

соответствующее место хранения. Пожалуйста, очистите рабочую область стенда и убедитесь, что все убрано.

**Вывод:** вы использовали все три класса рычагов и обнаружили, что каждый класс имеет свои собственные преимущества. Вы также узнали, что все рычажные системы перемещаются вокруг точки поворота, называемой точкой опоры. Используя простые формулы, вы можете рассчитать, как фактическое механическое преимущество, так и идеальное механическое преимущество для каждого типа рычага. Поэтому вы можете заявить, что основная цель рычажной системы - предоставить пользователю механическое преимущество. Это также можно назвать умножением силы. Вы обнаружили, что ежедневно используете рычажные принципы. Осмотритесь вокруг и посмотрите, сколько рычажных приложений вы можете найти.

## **Тема для самостоятельного изучения №3 Одинарный и двойной блоки**

### **Цель:**

**Цель этого эксперимента** заключается в том, чтобы понять, механизмы используются одиночные и двойные блоки вместе, для поднятия вес в различном направлении с уменьшением силы. Как простые, так и сложные приложения используют некоторую форму комбинаций блоков. Комплексное применением будет большой строительной конструкция, и более простым применением будет лифт.

### **Необходимые материалы:**

- 1) 1 Механический стенд
- 2) 1 большой вес (около 16 унций)
- 3) 2 малые веса (около 8 унций каждый)
- 4) 1 весовая шкала 1
- 5) блочный блок блока с прикрепленным кабелем

### **Ход работы:**

**ШАГ 1:** Прочтите следующую информацию о одиночном и двойном блоках. Системы блоков, как недорогое решение для перемещения тяжелых предметов, являются эффективными при использовании блоков с шариковыми подшипниками с низким коэффициентом трения, например, на вашем стенде.

Многие формулы используются для определения механических показателей преимуществ для блоков. Однако, поскольку это наш первый контакт с этими устройствами, мы будем использовать одну формулу, которая обеспечит нам фактическое механическое преимущество (АМА).

Наша формула:

**АКТУАЛЬНАЯ НАГРУЗКА (ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ВЕСА) ЭФФЕКТ  
(ЧТЕНИЕ ШКАЛА ВЕСНЫ)**

**100 LBS. ВЕС ПЕРЕДАЕТ 50 LBS. ТРЕБУЕТСЯ СИЛА**

**ШАГ 2.** Откройте журнал. Здесь вы будете записывать все свои ответы.

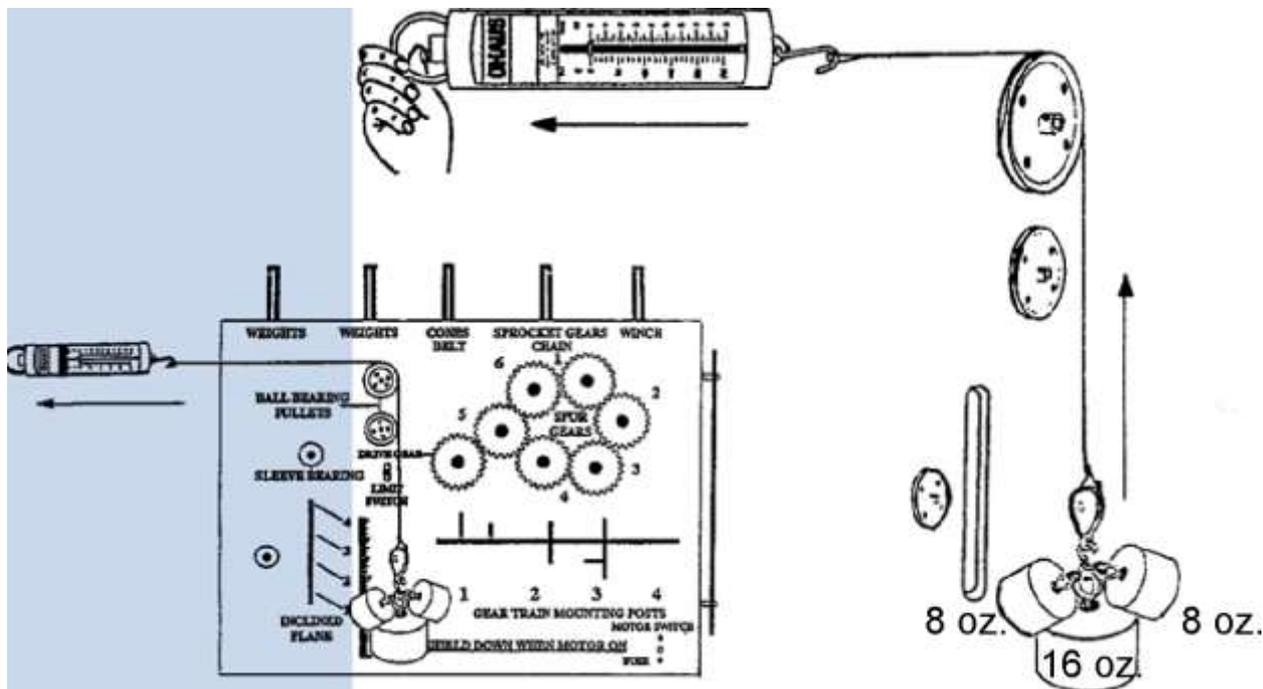
**ШАГ 3:** Подготовьте материалы, необходимые для этого эксперимента.

**ШАГ 4:** Взвешивайте все 3 груза вместе на весах, как показано ниже.



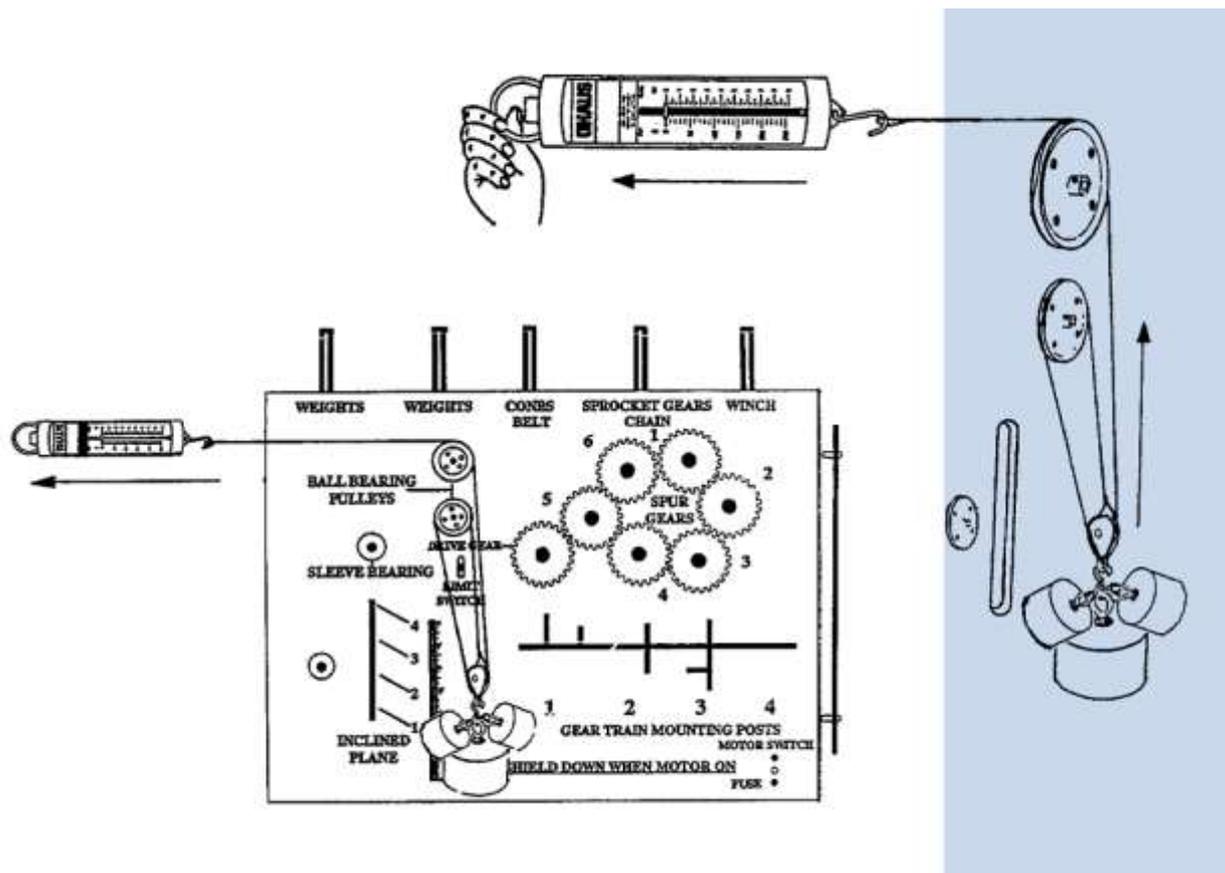
**ШАГ 5:** Запишите вес в вашем журнале.

**ШАГ 6:** Настройте одиночную систему блоков, как показано ниже.



**ШАГ 7:** Медленно поднимите весы, как показано на предыдущей странице. наблюдайте показания веса шкалы при подъеме весов. Запишите усиления по подъему веса в вашем журнале.

**ШАГ 8:** Теперь настройте двойную блочную систему, как показано ниже.



**ШАГ 9:** Медленно поднимите весы. Соблюдайте показания весовой шкалы. Запишите усиления по подъему веса в вашем журнале.

**ШАГ 10:** Используя формулу фактического механического преимущества (АМА), найденную в шаге 1, упражнения 2, вычислите АМА обеих блочных систем. Запишите оба ответа в своем Журнале.

**ШАГ 11:** Сравните и сравните АМА двух систем в своем Журнале.

**ШАГ 12:** Поместите все компоненты в соответствующие места хранения.

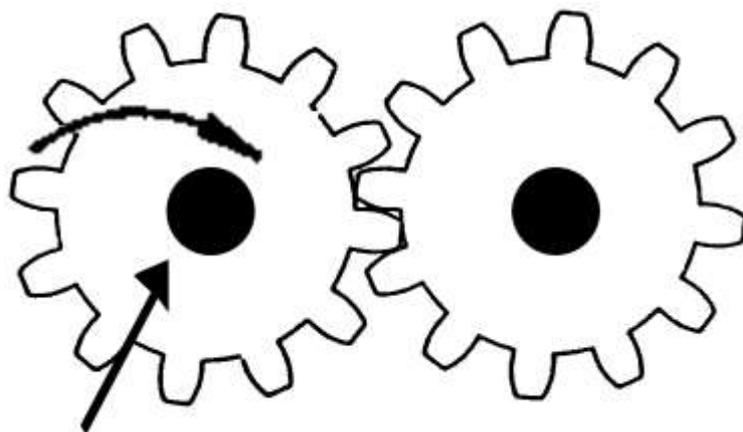
**Вывод:** вы создали как одиночную, так и двойную блочную систему и измерили усиления, необходимые для перемещения веса в этих системах. Вы видели, что при использовании двойной системы блоков усиление намного меньше, чем при использовании одиночной системы шкивов. Используя формулу АМА, вы смогли рассчитать АМА обеих систем.

## Тема для самостоятельного изучения №3: Цепи из шестеренок

### Механизмы для изменения направления силы

#### Цель:

Цель этого эксперимента - понять, как механизмы работают вместе. Механизмы фактически являются вращающимися рычагами (см. Ниже) и, вероятно, являются одним из первых методов преобразования работы вращения. Крутящий момент или сила, приложенная к одной передаче, могут перемещать вторую передачу или больше. Вам предстоит работа с шестереночным механизмом

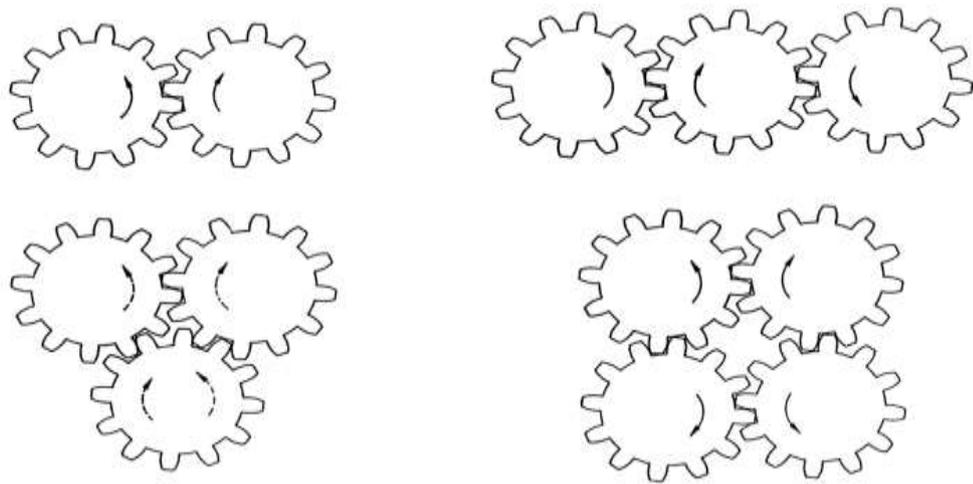


#### Необходимые материалы:

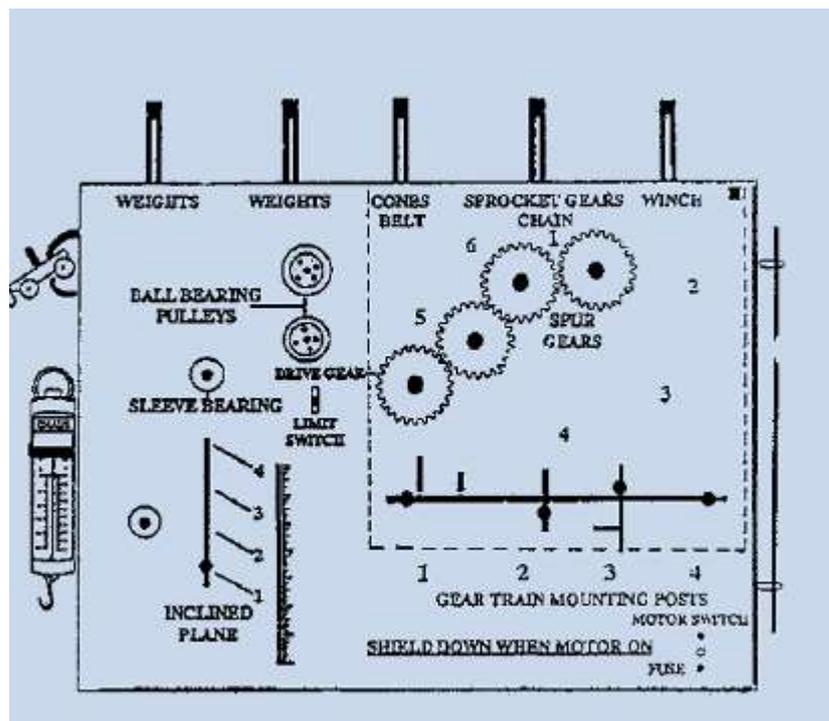
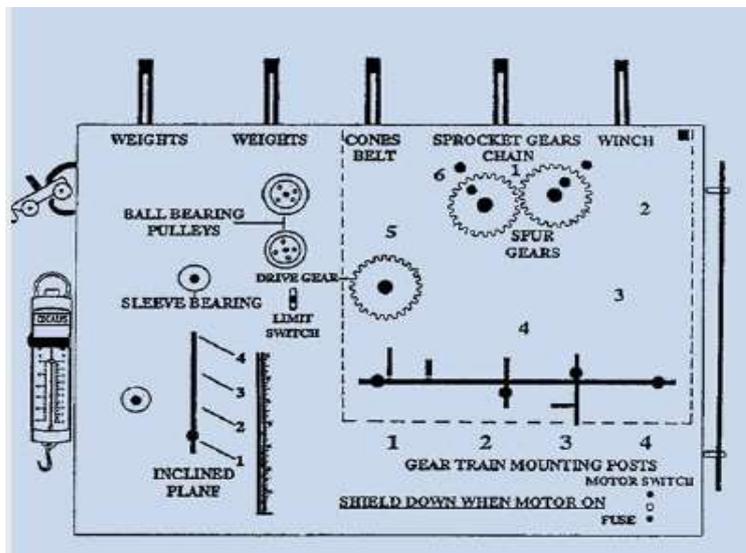
- 1) Стенд Mechanisms
- 2) Различные зубчатые передачи

#### Процедура:

**ШАГ 1:** Зубчатое колесо является простейшей и самой фундаментальной конструкцией механизма. Посмотрите на приведенную ниже иллюстрацию, чтобы увидеть, как шестерни используются для обратного направления. Если движение подается на одну передачу, то выход из другой будет изменен на противоположное.



**ШАГ 2.** Поднимите защитный экран на стенде.

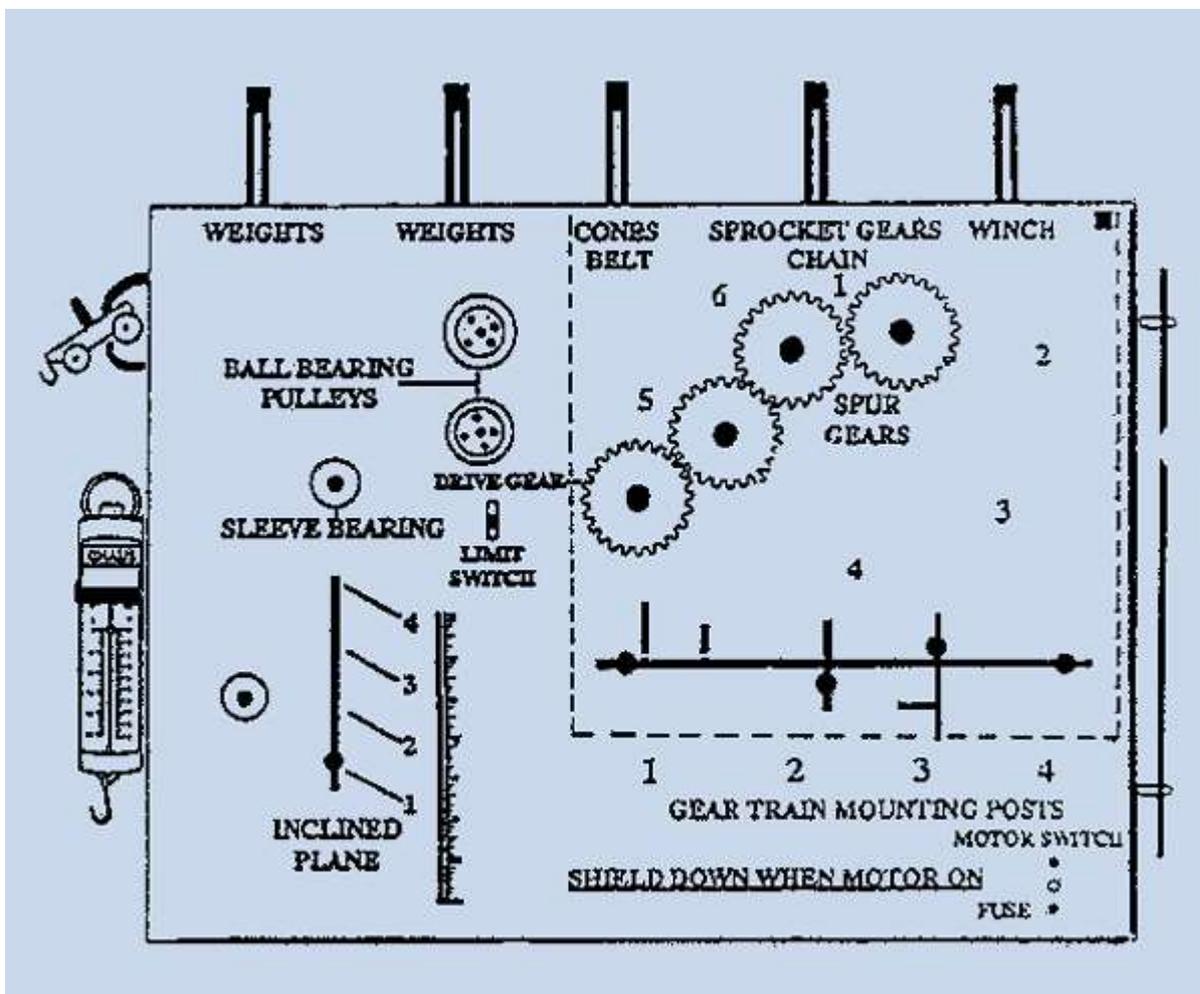


**ШАГ 3:** Ослабьте удерживающие хомуты на передачах 2, 3, 4 и 5. Снимите эти шестерни, оставив только шестерни 1 и 6

**ШАГ 4:** Обратите внимание на небольшие контрольные точки на обеих передачах и лицевой панели. Выровняйте шестерни 1 и 6 со своими соответствующими опорными точками, как показано выше

**ШАГ 5:** Поверните шестерню 6 по часовой стрелке и наблюдайте направление вращения шестерни 1. В каком направлении происходит вращение шестерни 1 по сравнению с шестерней 6?

**ШАГ 6:** Добавить шестерню 5 назад на надлежащую монтажную стойку, как показано ниже.



**ШАГ 7:** Закрепите фиксирующие хомуты на всех трех передачах и обратите внимание, что вы включили шестерню 5 с моторным приводом. Привод двигателя всегда вращается по часовой стрелке. Зная это, как вы думаете, как куда вращается весь механизм?

**ШАГ 8.** Опустите защитный экран и включите выключатель питания. Наблюдайте за вращением шестерни и подтвердите или исправьте оценку вращения. Правильным ли было ваше предсказание?

**ШАГ 9:** При использовании двигателя в качестве входной силы и требования к заявлению о том, что в результате конечная шестерня должна вращаться по часовой стрелке, что вам нужно сделать, чтобы получить свою задачу? Установите 50-зубчатую передачу.

**ШАГ 12:** Опустите защитный экран и внимательно следите за механизмами при включении двигателя. Попробуйте несколько раз. Что вы наблюдали? Наблюдаемое движение называется -люфт. Этот тип действия в движущейся части машины вызывает износ и потерю энергии. Когда инженер проектирует часть оборудования, он или она сильно обеспокоен этим действием.

**ШАГ 13:** При выключенном двигателе замените все шестерни и закрепите их удерживающими хомутами.

**ШАГ 14:** Опустите защитный экран и включите двигатель. Наблюдайте направление движения каждой передачи

**ШАГ 15:** Выключите систему.

**ШАГ 16:** Очистите рабочую область модуля и убедитесь, что все части тренера Механизма помещены в исходное положение.

**Вывод:** Вы провели эксперимент прямозубчатыми шестернями и изменяющих направление. Вы должны были определить, что направление вращения определяется только расположением шестерен. Вы также наблюдали, что каждая другая передача движется в противоположном направлении независимо от количества передач в системе.

## Тема для самостоятельного изучения №4: Изменение передаточного числа

### Цель:

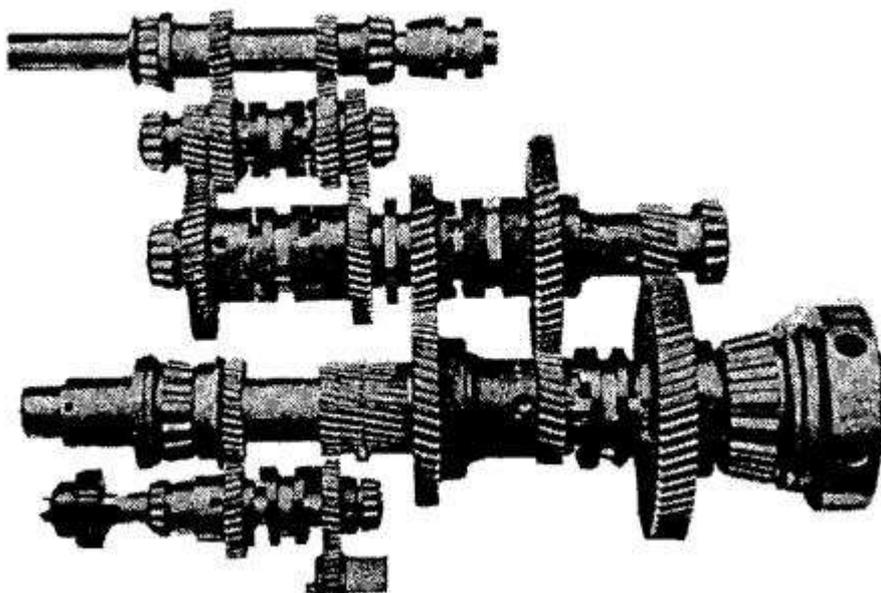
Цель этого эксперимента состоит в том, чтобы понять, как механизмы, используемые в правильной комбинации, могут использоваться для увеличения или уменьшения скорости.

### Необходимые материалы:

- 1) Механический стенд
- 2) Различные зубчатые передачи

### Процедура:

**ШАГ 1:** Прочитайте следующую информацию о скорости вращения зубчатого колеса и скорости. Шестерни могут увеличивать или уменьшать скорость. Обычными применениями для этого типа контроля скорости являются велосипеды, рыболовные катушки и трансмиссии автомобилей (см. Ниже).



Скорость, с которой перемещается зубчатое колесо, измеряется в оборотах или оборотах в минуту, количество оборотов, передаваемых шестерней в минуту.

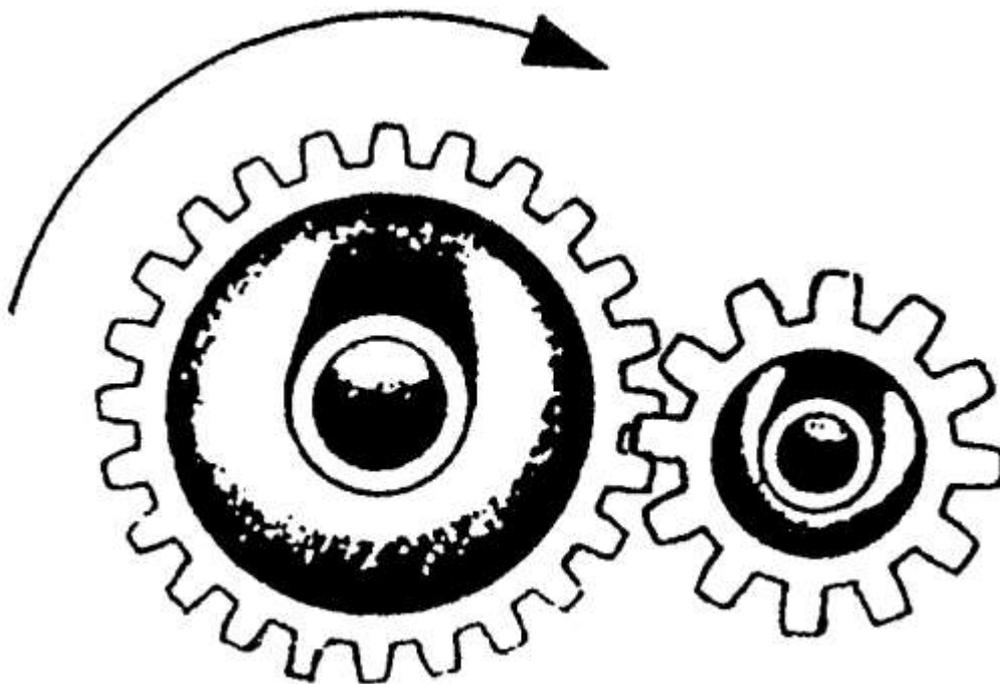
Для получения правильного крутящего момента и скорости автомобильные трансмиссии используют многочисленные комбинации зубчатых колес.

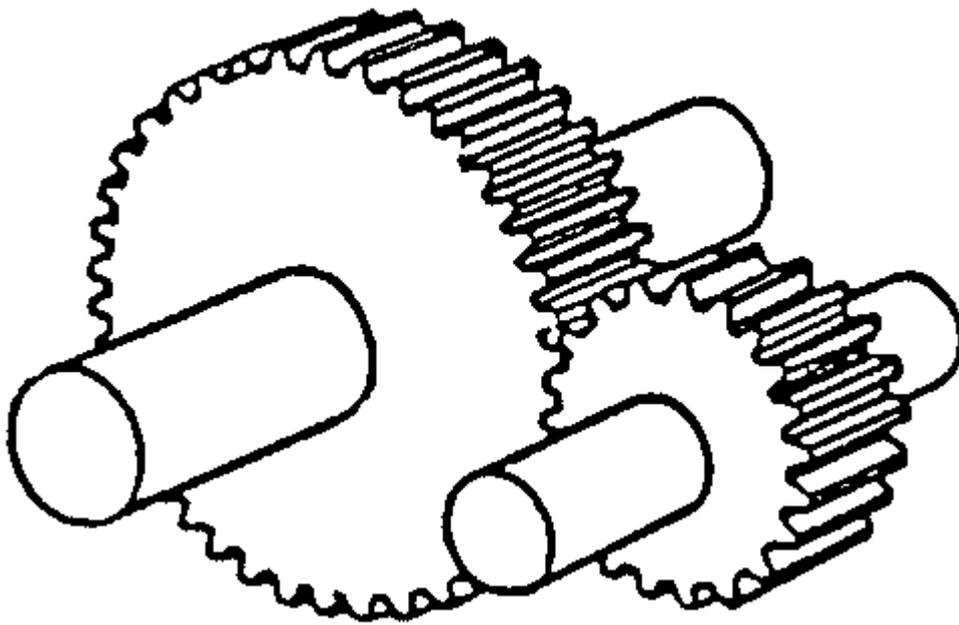
Если 24-зубчатая передача, работающая со скоростью 100 об / мин, управляет 12-зубчатой шестерней, каковы будут RPM 12-зубчатой шестерни?

### **Приводной механизм**

Вы услышите термин передаточное число; это определяется количеством зубьев рассматриваемых зубчатых колес. Например, 10-зубчатая передача, приводящая в движение 30-зубчатое колесо, будет иметь отношение 3 к 1. Для поворота 30-зубчатого редуктора 1 потребуется 10 оборотов зубчатого колеса на 3 оборота.

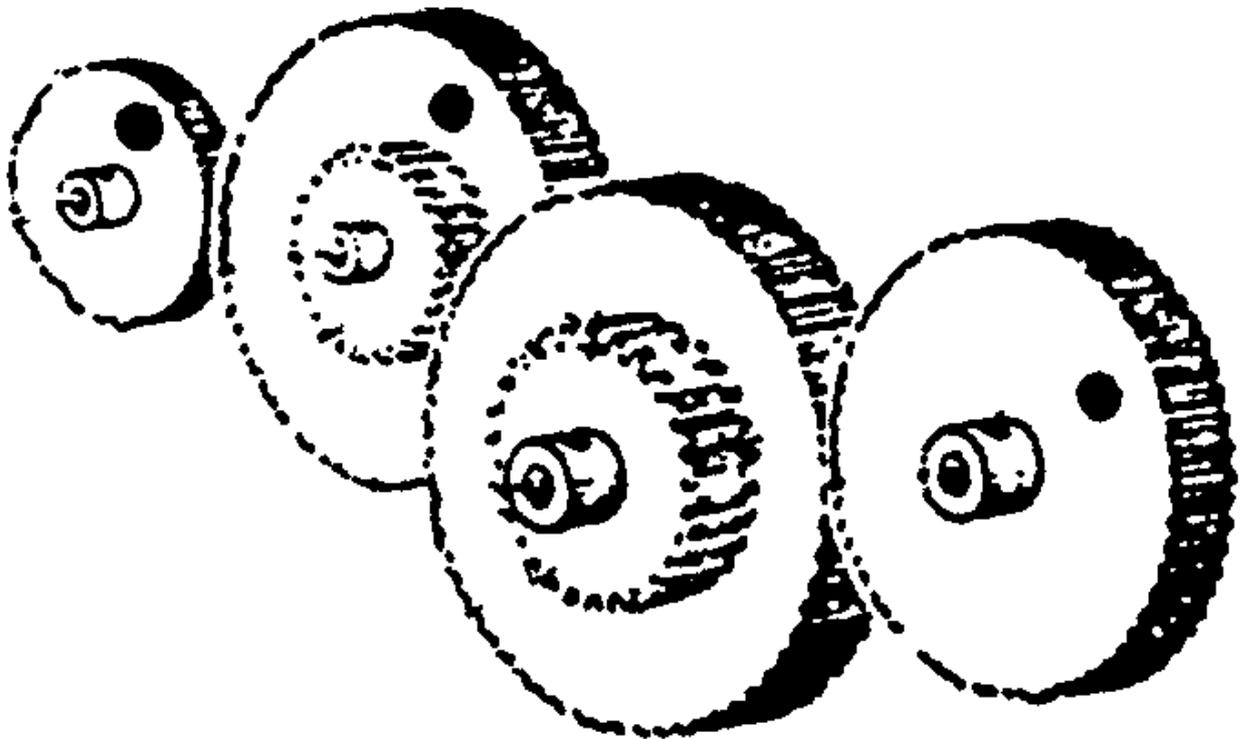
Простая зубчатая передача состоит из двух или более зубчатых передач, где валы передач параллельны, и на каждом валу есть только одна зацепляемая шестерня. На рисунке ниже показана простая зубчатая передача с двумя зубчатыми передачами.





Driving Gear \* Driven Gear RPM = RPM of Driven Gear

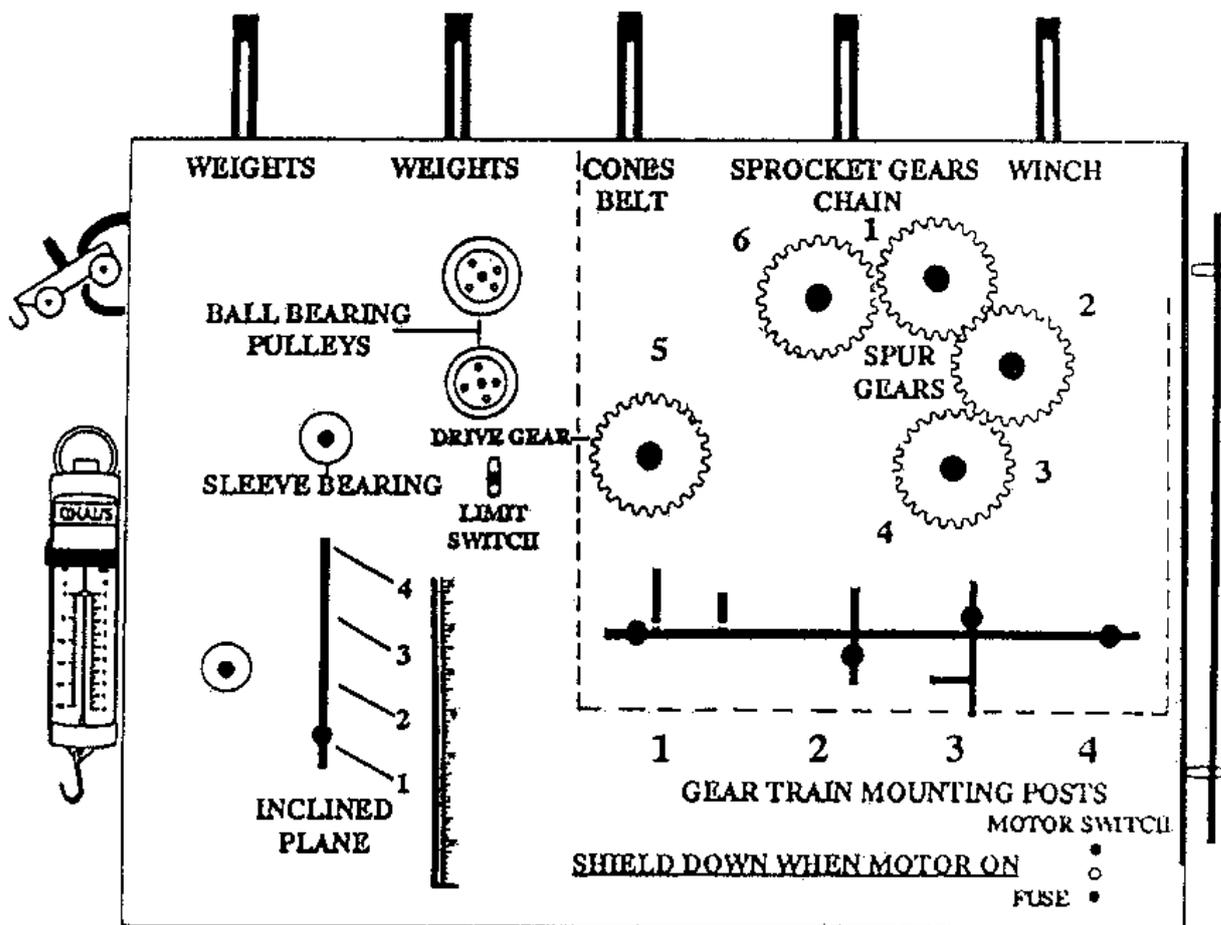
Составная зубчатая передача состоит из двух пар или более зубчатых передач с параллельными зубчатыми валами, как показано ниже.



Машина может быть сделана более сложной путем добавления шестерней. Однако это не всегда является хорошим решением при проектировании машины. Шестерни вызывают повышенное трение и потерю

энергии. Количество трения можно контролировать с помощью хорошо спроектированной конструкции; однако плохой дизайн приведет к неэффективности.

**ШАГ 2:** Снимите шестерни 4 и 5 и отложите их, как показано ниже.



**ШАГ 3:** Найдите монтажные стойки и шестерни 40, 20 и 45 зубьев.

Отрегулируйте монтажные стойки для шестерней так, чтобы 40-ка зубчатая шестерня на стойке №1 задействована с приводом и другими двумя шестернями. Пример отображен на рисунке 1.

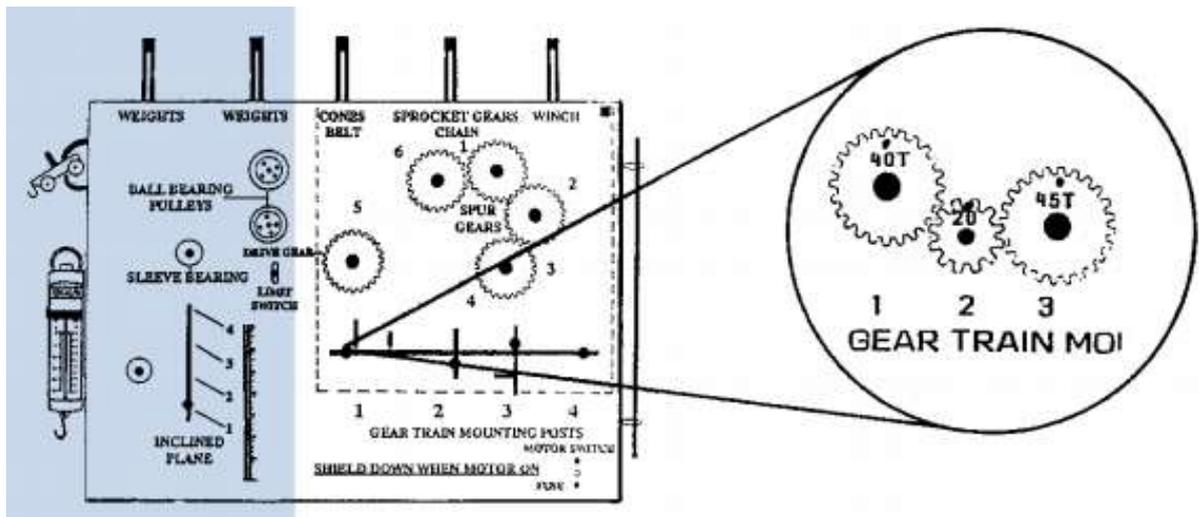


Рисунок 1 – крепление шестерен на стойках

**ШАГ 4:** Опустите защитный экран и включите двигатель.

**ШАГ 5:** Рассчитайте количество оборотов шестерни, начиная с наименьшей (20-зубчатая) шестерни. Используя шестерню с 40 зубцами в качестве приводной шестерни.

Запишите количество оборотов шестерён для 20, 45 и 40 зубчатых шестерён.

**ШАГ 6:** Переключите двигатель, для движения 40-ка зубчатой шестерни (№1) сделав 10 полных оборотов подсчитав количества оборотов 20-зубчатой шестерни. Выключите двигатель и запишите количество оборотов 20-зубчатой шестерни.

**ШАГ 7:** Включите двигатель и поверните 40-зучатую шестерню.

**ШАГ 8.** Чтобы увидеть большую разницу в скорости, открепите три шестерни (40, 20 и 45-зуб) от монтажных стоек зубчатых передач; поместив 50-зуб шестерня на монтажную стойку №1 и 25-зубчатую передачу на монтажную стойку №2.

**ШАГ 9:** Отрегулируйте 50-зубчатую передачу так, чтобы она взаимодействовала с приводной шестернёй; 25-зубчатая шестерня должна зацепляться с шестерней 50 зубцов.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Точки индикатора счетчика передач должны оба находятся в положении 12 часов (вверх).

**ШАГ 10:** Поместите удерживающие хомуты на монтажную стойку и зафиксируйте их шестигранным ключом.

**ШАГ 11:** Опустите защитный экран.

**ШАГ 12:** Включите двигателя и поверните 50- зубчатую шестерню на 5 полных оборотов. Подсчитайте количество оборотов для 25-зубчатой шестерни, запишите результаты

**ШАГ 13:** Переверните положение редуктора и используйте шестерню с 25 зубцами в качестве ведущей шестерни. Поверните его на 5 полных оборотов и подсчитайте для 50-зубчатой шестерни обороты. Запишите результаты. Посмотрите, дает ли формула расчета снаряжения те же самые ответы, которые вы записали.

**ШАГ 14:** Очистите рабочую область модуля и убедитесь, что все части механизмов расположены в исходные позиции.

## **Тема для самостоятельного изучения №5: Уменьшение скорости**

### **Цель:**

Цель этого эксперимента состоит в том, чтобы понять, что при нескольких сокращениях скорости используется серия передач для уменьшения или увеличения скорости конечного рабочего устройства. Этот тип конфигурации называется зубчатой передачей. Зубчатая передача может также обеспечивать переменную скорость от одного источника приводной шестерни.

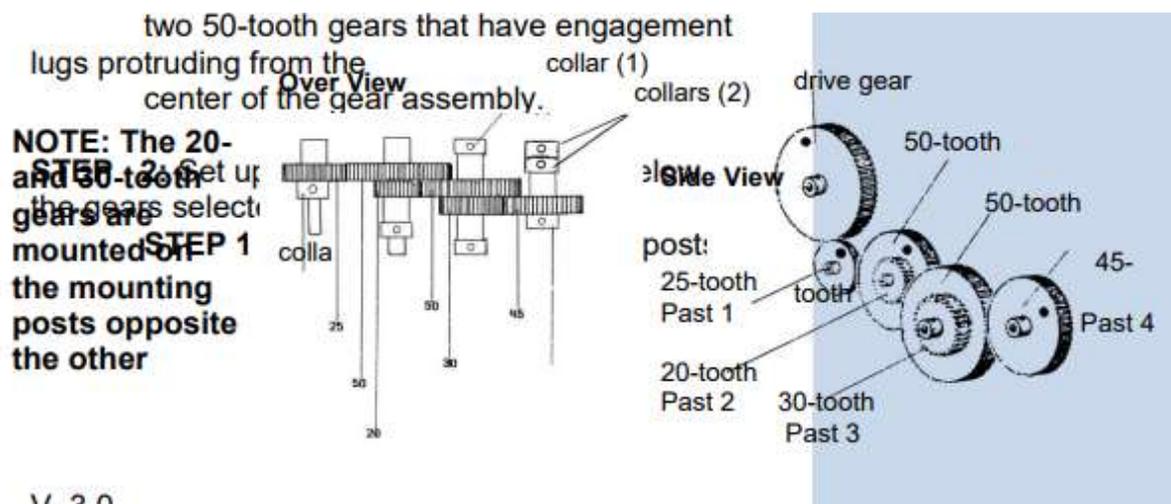
### **Последовательности действий:**

Несколько редукторов с пониженной скоростью находятся в автомобильных трансмиссиях, бытовой технике и электроинструментах. Фактически, двигатель, используемый на вашем стенде, является мотор с редуктором, который понижает до 4 об / мин.

**ШАГ 1:** Вы собираетесь построить зубчатый тренажер, который даст конечной передаче минимально возможную скорость. Выберите 45-, 30-, 25- и 20-зубчатые шестерни и две 50-зубчатые шестерни, которые имеют зацепляющие выступы, выступающие из центра редуктора.

**ШАГ 2:** Установите шестерню, как показано ниже. Использование шестерни, выбранные в ШАГ 1 на монтажных стойках зубчатой передачи.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Передачи 20 и 30 зубцов установлены на монтажных стойках напротив другого



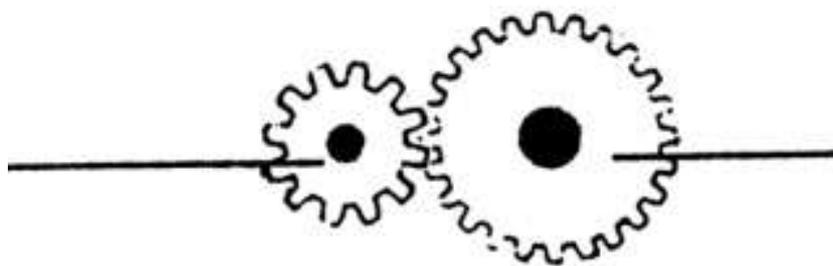
**ШАГ 3:** Включите 20- и 30-зубчатые шестерни с шестернями с 50 зубцами с выступающими зажимами.

**ШАГ 4:** Закрепите фиксирующие хомуты на всех монтажных стойках зубчатой передачи.

**ШАГ 5:** Опустите защитный экран.

**ШАГ 6:** Включите двигатель и поверните 25-зубчатую шестерню 10 полных оборотов при подсчете оборотов 45-зубчатой шестерни.

**ШАГ 7:** Вы уменьшили скорость конечной передачи с помощью зубчатой передачи с несколькими шестернями. Чтобы добиться более резкого уменьшения скорости, снимите все шестерни с монтажных столбов 2, 3 и 4 и поместите 45-зубчатую шестерню на установочную опору 2. Включите его с зубчатой шестерней 25 зубцов, как показано на



рисунке.

**ШАГ 8:** Опустите защитный экран.

**ШАГ 9:** Включите мотор и поверните 25-зубчатую шестерню 10 полных оборотов, подсчитайте количество оборотов 45-зубчатой шестерни. Обратите внимание на разницу в скорости 45-зубчатой шестерни.

**ШАГ 10:** Теперь используйте разные комбинации шестерён постарайтесь достичь наименьшей скорости для конечной шестерни.

**ШАГ 11:** Ответьте на следующие вопросы.

а) Определите RPM.

б) Каково отношение зубчатой передачи с использованием зубчатого колеса 10 зубцов в качестве ведущей шестерни и шестерни 50 зубцов в качестве ведомой шестерни?

с) Какова формула для расчета RPM?

д) Как повлияет малая передача, если она будет управляться более крупной шестерней?

**ШАГ 12:** Пожалуйста, очистите рабочую зону и убедитесь, что все части механизма станда на своих местах.

**Вывод:**

Механизмы и зубчатые передачи увеличивают или уменьшают скорость. Когда одиночные шестерни используются в тандеме друг с другом, мы называем их простой шестерней. Созданная зубчатая передача называется составной зубчатой передачей - она состоит из кратных зубчатых колес, которые используются вместе с некоторыми жестко связанными. Механическое преимущество либо зависит только от количества зубьев на приводной передаче и конечной шестерни. Промежуточные шестерни между водителем и конечной шестерней не влияют на механическое преимущество. Механизмы широко используются во всей отрасли, поэтому важно понимать их.

## Тема для самостоятельного изучения №6: Зубчатые колеса и цепные приводы

### Цель:

Цель этого эксперимента состоит в том, чтобы понять, что шестерни и цепные приводы в основном представляют собой шестерню и ремень. Дизайнер всегда учитывает механическое преимущество устройства при проектировании оборудования. Устройство имеет механическое преимущество, когда оно обеспечивает изменение силы, расстояния или направления.

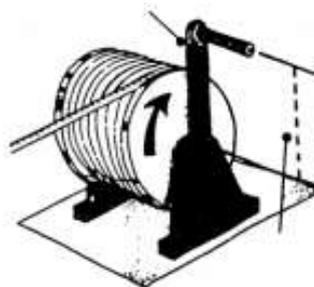
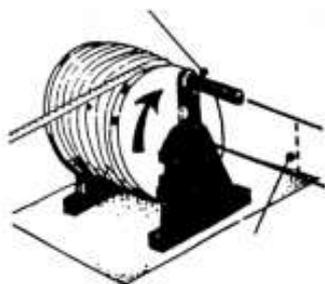
### Процедура:

**ШАГ 1:** Прочтите следующее о крутящем моменте.

Вы используете крутящий момент, когда используете гаечный ключ, чтобы ослабить или затянуть болт. Вы увеличиваете крутящий момент за счет увеличения длины используемого рычага: чем длиннее рычаг, тем больше крутящий момент. Крутящий момент определяется умножением силы на длину плеча рычага.

$$F * L = \text{Torque (момент)}$$

Если вы удвоите длину рычага, вы удвоите крутящий момент, что значительно облегчит поворот. На приведенном ниже рисунке показано 2 рычажных рычага: один длиной 1 фут, другой - 2 фута. Представьте себе, что вес (сила), который вам нужно поднять, составляет 330 фунтов.



Использование формулы может определить, сколько крутящего момента необходимо для поднятия веса с помощью каждого рычага.

Используя рычаг рычага длиной 1 фут:

Крутящий момент = Сила x Длина рычага

Крутящий момент = 330 фунтов x 1 фут

Крутящий момент = 330 фунтофут

Используя рычаг рычага длиной 2 фута:

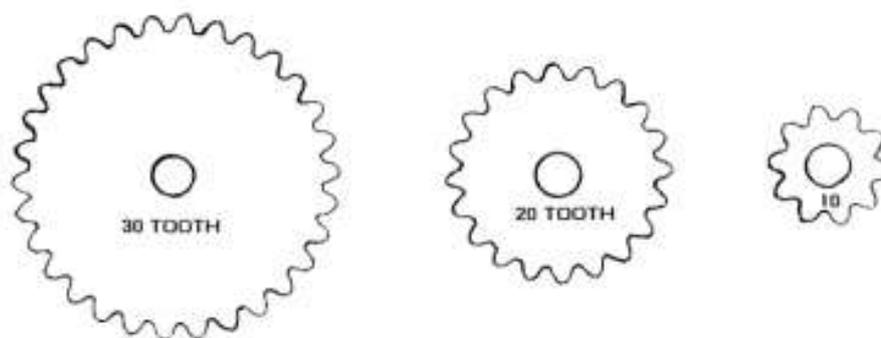
Крутящий момент = Сила x Длина рычага

Крутящий момент = 330 фунтов x 2 фута

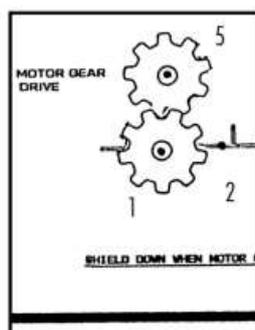
Крутящий момент = 660 фунтофут

Вы можете ясно видеть, что чем длиннее рычаг, тем больше крутящий момент и чем больше крутящий момент, тем легче вызвать поворот.

Во время этого эксперимента вы будете использовать три шестерни, как показано ниже. Зубчатая шестерня с 30 зубцами будет установлена на 50-зубчатой шестерне, чтобы обеспечить средство взаимодействия с главной приводной шестерней. Записывайте свои данные.



**ШАГ 2.** Используя ТОЛЬКО 50-зубчатые цилиндрические шестерни, настройте тренажер, как показано ниже.

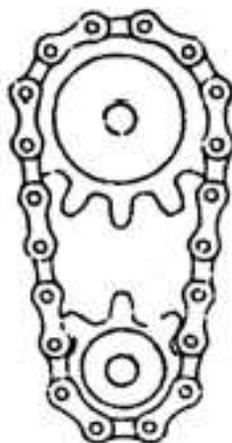


**ШАГ 3:** Опустите защитный экран.

**ШАГ 4:** Включите двигатель и проверьте две 50-зубчатые цилиндрические шестерни и направление их движения. Запишите направления шестерён.

**ШАГ 5:** Остановите двигатель, поднимите защитный экран и снимите 50-зубчатую шестерню с монтажной стойки №1. Установите шестерню с 30 зубцами, прикрепленную к 50-зубчатому колесу на монтажной стойке №1. Отрегулируйте шестерни так, чтобы они включались. Закрепите их фиксаторами.

**ШАГ 6:** Повесьте цепь на шестерне звездочки, как показано ниже.



**ШАГ 7:** Вставьте 20-зубчатую шестерню звездочки в нижнюю висячую часть цепи. Удостоверьтесь, что зубья шестерни вложены в цепные звенья. Пусть цепь и шестерня вывешиваются свободно.

**ШАГ 8:** Опустите защитный экран.

**ШАГ 9:** Включите двигатель и обратите внимание на направление вращения обоих зубчатых колес. Запишите направления обоих передач.

**ШАГ 10:** Выключите двигатель и поднимите защитный экран.

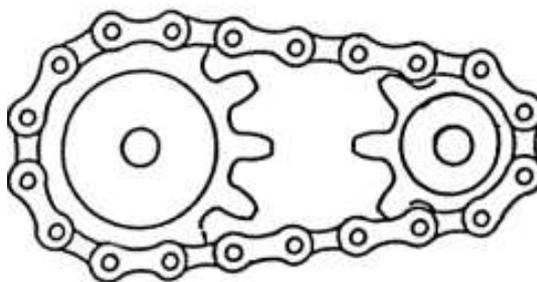
**ШАГ 11:** Очистить монтажный пост № 3 от всех передач. Поместите два фиксирующих хомута на монтажную стойку №3 и ослабьте стойку № 3, чтобы она могла легко перемещаться.

**ШАГ 12:** Поместите шестерню 20-зубчатой звездочки на монтажную стойку №3, убедившись, что точка обращена к ней, и закрепите ее стопорным кольцом.

**ШАГ 13:** Отрегулируйте и затяните монтажную стойку №3, чтобы было среднее натяжение цепи. Смотри ниже.

Внимание: звездочки и цепные приводы могут быть опасными! Держите руки, пальцы и одежду свободными от движущихся приводов!

**ШАГ 14:** Опустите защитный экран.



Монтажная стойка

**ШАГ 15:** Включите двигатель и поверните 30-зубчатую шестерню на 10 оборотов. Подсчитайте и запишите количество оборотов 20-зубчатой звездочки.

**ШАГ 16:** Выключите двигатель. Замените шестерню с 20 зубцами с зубчатой шестерней на 10 зубьев. Используйте монтажный пост № 4 для зубчатой шестерни 10 зубьев. Опустите защитный экран. Включите двигатель. Поверните шестерню с 30 зубьями 10 полных оборотов. Опустите защитный экран. Подсчитайте и запишите количество оборотов 10-зубчатой звездочки.

**ШАГ 17:** Выключите двигатель. Разберите все зубчатые передачи и разместите все компоненты по своим местам.

**ШАГ 18:** Ответьте на следующие вопросы.

1) Устройство имеет механическое преимущество, когда оно обеспечивает изменение в чем?

2) Если для привода 10-зубчатой шестерни используется 30-зубчатая передача, каково соотношение передач?

3) Определите шестерню звездочки и цепной привод.

**ШАГ 19:** Пожалуйста, очистите рабочую область модуля.

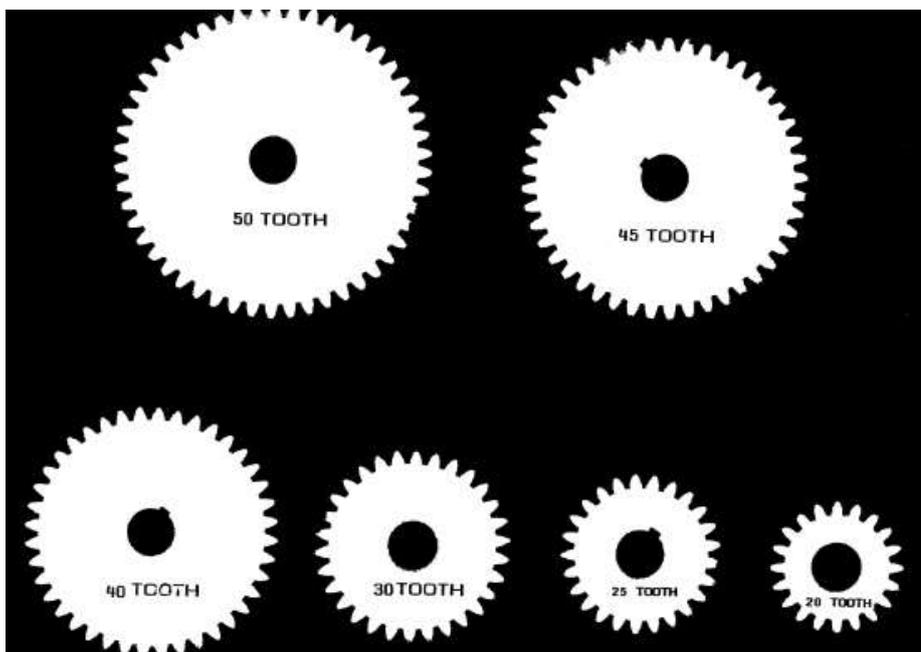
**Вывод:**

Вы видели разницу между направленным движением цилиндрической шестерни и шестерней с цепным приводом. Мы знаем, что большая сила и крутящий момент могут генерироваться цепью и цепным приводом. При правильной работе цепь и звездочки обеспечивают надежное движение во многих приложениях.

## Примечание: Идентификационная диаграмма Spur Gear

Эта схема была предоставлена для облегчения идентификации зубчатых передач, поставляемых вместе с инструктором механизмов.

Чтобы идентифицировать цилиндрическую шестерню, заложите фактическое зубчатое колесо по контуру зубчатой передачи.



Все цилиндрические шестерни, за исключением зубчатой шестерни 20 зубьев, имеют зубчатое колесо, отпечатанное на лицевой части шестерни, как показано на иллюстрации

