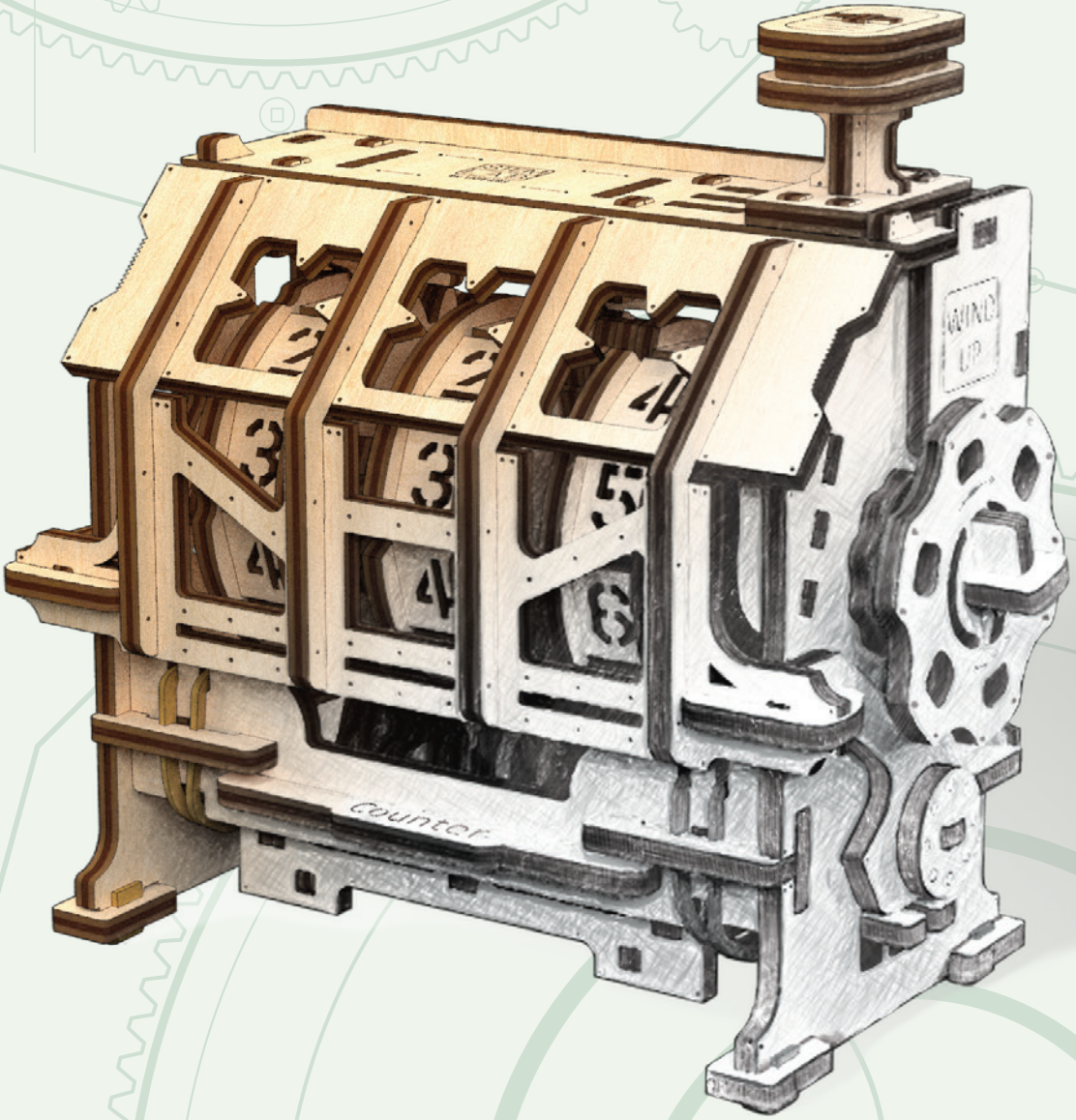
STEM LAB by UGEARS

МЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

СЧЕТЧИК



Справочник юного механика

§1

Вступление

Наш мозг устроен таким образом, что можно легко сбиться при подсчете любых предметов или действий, количество которых больше 10 (количество пальцев на обоих руках). С древних времен люди использовали различные виды счетных устройств и механизмов для измерения пути между поселениями, для определения «геолокации» – сколько осталось пройти каравану до источника воды, для подсчета мешков зерна, привезенных мельнику и т.д.

С развитием промышленности нужно было вести подсчет произведенных на станке деталей, вести учет посетителей всемирных выставок, фиксировать удары каждого спортсмена в боксерских поединках и многое другое.

Счетчик – закрывал все эти потребности с лихвой! Казалось бы такое маленькое и простое устройство, а в том или ином виде применяется практически во всех отраслях человеческой деятельности. Так, например, при входе на борт самолета стюарды и стюардессы подсчитывают количество пассажиров с помощью миниатюрного счетчика, держа его у себя за спиной.

Однако есть одна отрасль, в которой счетчики нашли свое применение и закрепились навсегда – это автомобилестроение.

Да, да… в каждом автомобиле на приборной панели мы видим, как плывут цифры на индикаторе пробега автомобиля – это и есть индикатор счетчика, который входит в систему одометра автомобиля. Название «одометр» происходит от греческих слов «одос»- дорога и «метрон» - мера, другими словами – измеритель пути.

Механическую модель «Счетчик», принцип работы которой мы рассмотрим в этом пособии, также можно использовать для подсчета чего угодно от 1 до 999.

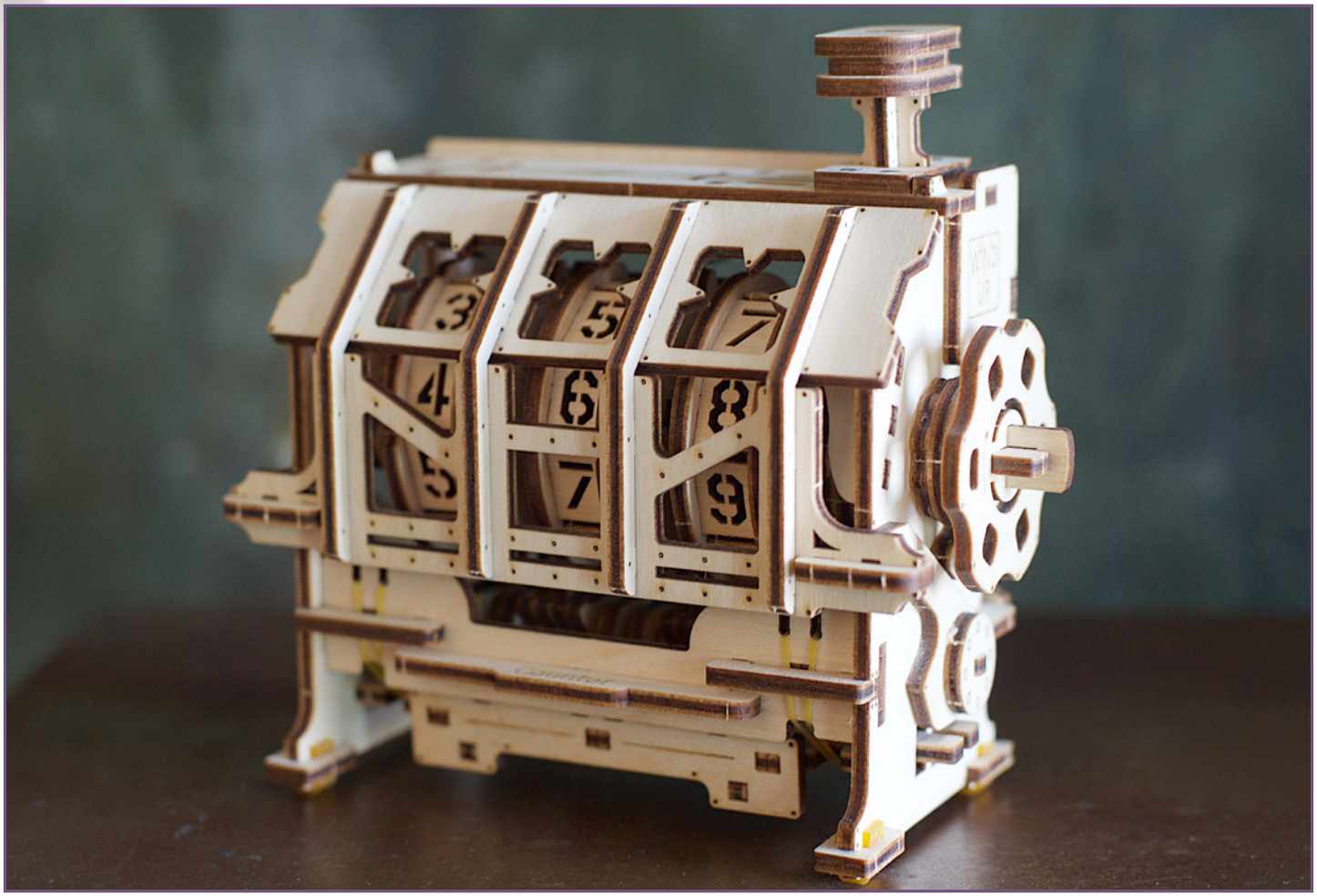
Например, с помощью данной модели вы сможете вести счет ходов при игре в шахматы или вести счет забитых голов в играх с мячом, считать количество пройденных шагов, повторяющихся слов за день и много чего еще..

Конечно пробег автомобиля подсчитать будет сложно, однако подсчитав количество столбов за окном автомобиля и умножив их количество на расстояние между ними, ты получишь дистанцию которую проехал….

Как мы уже отмечали ранее, чаще всего счетчики применяются в составе одометра.

Давай на его примере рассмотрим историю и принцип работы этого удивительного и, на первый взгляд, простого механизма!

Ручной механический счетчик



«Счетчик» линейки STEM
Модель стилизована под элемент
конструкции промышленного станка,
прошлых веков (эры индустриального развития).

§2

Историческая справка

Одометр (в просторечии счетчик) имеет давнюю историю и был изобретен почти 2000 лет назад. В древности его использовали как прибор для определения протяженности дорог. Изобретение первого одометра приписывают сразу трем историческим фигурам. Это китайский изобретатель Чжан Хэн, древнегреческий математик Архимед и античный механик Герон Александрийский.

Первоначальный вид одометра (рисунок 1) напоминал повозку и имел два зубчатых колеса. При полном повороте ступицы* колеса на земле, вертикальное зубчатое колесо поворачивалось на одну зарубку. После каждого полного поворота вертикального зубчатого колеса поворачивалось и горизонтальное зубчатое колесо так, что через отверстие, проделанное в нем, в специальный ящик падал один камень (из заранее заготовленных и уложенных камней). Подсчет выпавших камней давал возможность подсчитать количество оборотов колеса на земле и тем самым измерить путь.

Подобные устройства использовались одновременно в Римской и Китайской империях. Также известно, что с III-го века китайцы называли это устройство «счетчик пути, пройденного телегой» - «the ji li gu che» или «счетчик пути, пройденного повозкой в ли (li)» (современное измерение ли = 500 м = 1640 футов. Пользу одометров оценили в каждой стране мира! Их модифицировали в зависимости от применяемых мер длин, будь то лье, мили или километры. Итак, шли века, повозки сменили кареты а их в свою очередь заменили современные автомобили, но одно осталась неизменно – желание знать, сколько ты проехал. Что же такого важного скрыто в понимании пройденного пути и почему одометр так важен? Давайте попробуем разобраться.

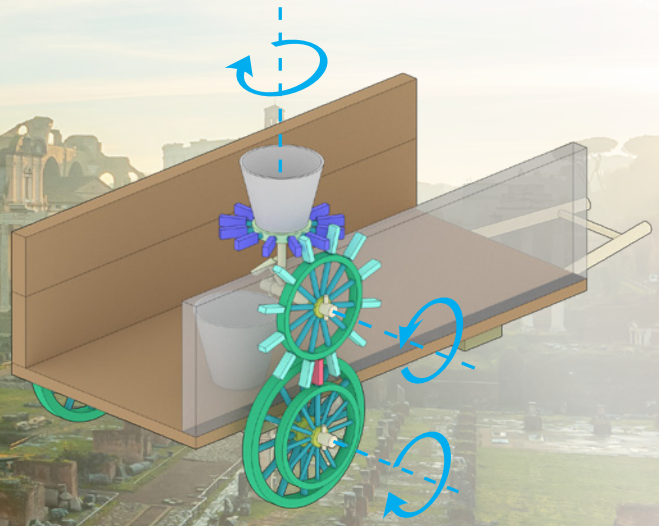
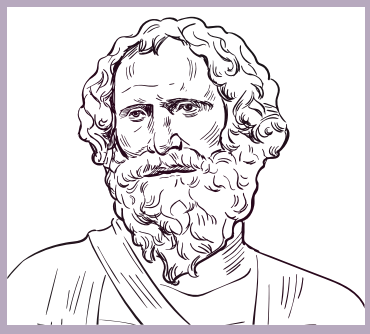


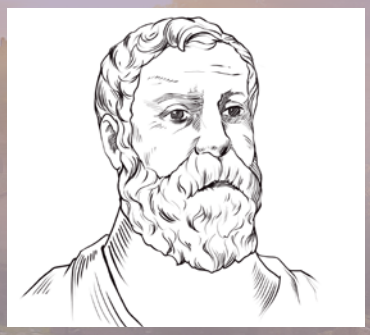
Рисунок 1

* зная длину окружности колеса ($2\pi R$*) и количество оборотов, которое показал счетчик, можно было легко определить расстояние.



Архиме́д — древнегреческий учёный и инженер. Сделал множество открытий в области геометрии. Заложил основы механики, гидростатики, был автором ряда важных изобретений.

Чжан Хэн, взрослое имя Пинцзы — китайский философ, мыслитель-энциклопедист, литератор, поэт, государственный деятель и учёный, которому принадлежат мировые открытия и изобретения в математике, астрономии, механике, сейсмологии, географии.



Геро́н Александри́йский — греческий математик и механик.. Подробности его жизни неизвестны. Герона относят к величайшим инженерам за всю историю человечества.

§3

Что это за механизм и где применяется

Итак, мы уже знаем, что такое одометр – это устройство, которое фиксирует пробег (пройденный путь), как правило, автомобиля в километрах или милях.

Теперь разберемся в том, как он устроен и какие типы одометров существуют на данный момент!

Одометр состоит из трех основных компонентов:

1. Датчик – именно датчик передает информацию на счетчик о том, сколько оборотов сделало, например, колесо автомобиля.

Как правило, датчики размещены в корпусе коробки передач, или в самом колесе. По принципу своего действия могут быть механические (принимают обороты и передают их на счетчик), электронно-механические (принимают обороты и преобразовывают их в электрические сигналы).

2. Счетчик – самое важное устройство! Оно преобразовывает сигнал, поступающий с датчика и выводит его на индикатор. Например, если мы говорим о механическом одометре, то датчик через специальный гибкий трос физически передает вращение на счетчик и приводит его механизм в движение, а вот в электронном счетчике в движение ничего не приводится, а за все отвечают электронные импульсы, которые обрабатываются, и значение выводится на индикатор

3. Индикатор – простыми словами – табло с цифрами или дисплей. То, на что мы смотрим и понимаем, сколько мы проехали.

Исходя из вышесказанного давайте определим, какие типы одометров у нас могут быть:

Механический одометр – это механический датчик + механический счетчик. Самое простое устройство, которое было устроено по принципу передачи вращения через тросик непосредственно на механизм счетчика.

Гибридный, или электронно-механический – это механический датчик + электронный счетчик. В данном случае физическое вращение тросика приводило в движение механизм счетчика, однако индикатор был цифровым, а это значит, что работа механизма счетчика переводилась в электронный вид.

Электронный – электро-механический датчик + электронный счетчик. Самая современная из серийно применяемых схем. В данном случае датчик принимает обороты, преобразовывает их в электронный импульс (это называется датчик Холла) и далее электронный импульс расшифровывается в счетчике и передается на индикатор.

Так что-же такого важного в том, что мы знаем сколько проехали?

С практической точки зрения одометр подсчитывает пройденный путь и показывает «пробег» транспортного средства.

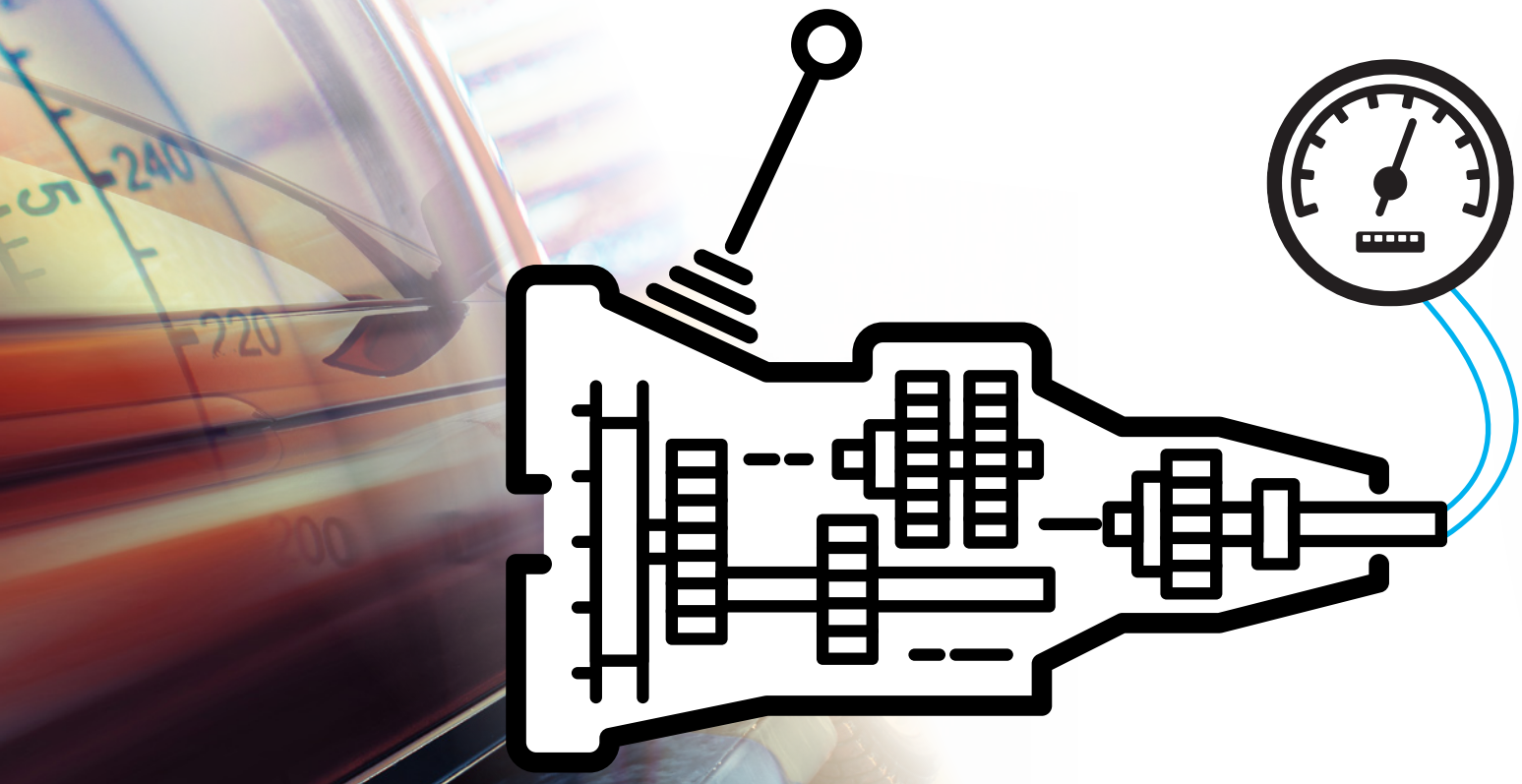
- Показатель пробега авто помогает выяснить, когда пришло время для очередного технического обслуживания.
- Обнулив данные одометра (или засекая значения) перед поездкой, можно точно высчитать расстояние от точки А до точки В либо сколько автомобиль может проехать на одной заправке.
- Также, при покупке или продаже автомобиля по показаниям пробега часто определяют остаточный ресурс автомобиля, а он влияет на его стоимость.
- Пробег определяет стоимость поездки в такси и т.д.

Для удобства одометр располагают рядом со спидометром - еще одним механизмом, который определяет скорость авто.

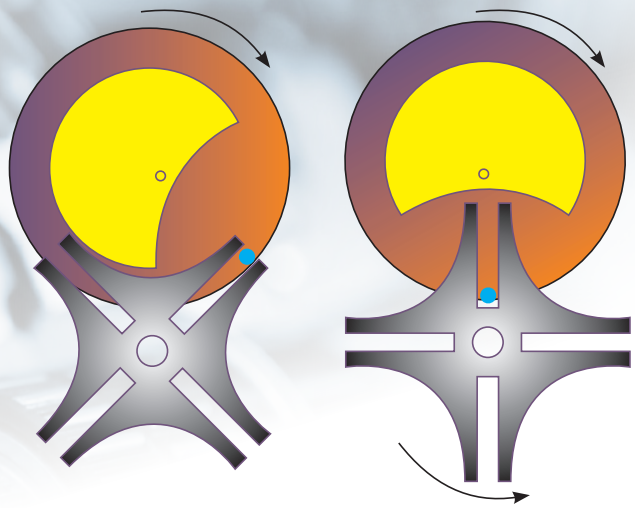
Если бы наш счетчик входил в состав системы одометра, тогда это был бы механический одометр.

Давай детальнее рассмотрим что же происходит внутри механического счетчика, когда датчик начинает работать.

Рассмотрим, как устроен автомобильный механический одометр, в котором счетчик – его основной механизм. Принцип его действия: за один пройденный автомобилем километр колесо осуществляет одинаковое число оборотов. Зная, сколько оборотов оно сделало в дороге, можно посчитать пройденное расстояние.



Мальти́йский механи́зм — механизм прерывистого движения, преобразующий равномерное вращательное движение в прерывистое вращательное движение.



Завели машину и поехали. Как мы уже писали, датчики наиболее часто размещают в коробке передач. А где именно? Да почему именно в коробке передач, а не на самом колесе? Ответ прост. Это удобно! Плюс в коробке передач есть место, которое может дать нам понять, с какой скоростью мы сейчас едем, а значит, и с какой скоростью вращаются колеса.

Коробка передач преобразует обороты, поступающие с вала двигателя и в зависимости от выбранной передачи занижает их, увеличивает или реверсирует (в случае с задней передачей). Эти обороты мы можем получить, если подключим наш датчик к выходному валу коробки передач. Ведь именно с него обороты поступают далее на колеса. Вращение вала передаются механизму датчика, а он в свою очередь передает их на гибкий тросик, подключенный к счетчику.

Внутри счетчика тросик передает вращение входному валу системы червячных передач (их мы пока рассматривать не будем). Далее зубчатое колесо последней червячной передачи приводит в движение первый барабан индикатора (те самые барабаны, которые мы видим в машине). Барабан-1 начинает вращаться и отсчитывать первую величину пути – сотые километра (каждые 10 метров). Отсчитав до 10 позиций (т.е. мы проехали 100 метров), он проворачивает на одну единицу следующий барабан-2, который обозначает 10-е километра (каждые 100 метров) и продолжает вращаться дальше. Когда показатели второго барабана доходят до 10, он проворачивает на единицу барабан-3, показывающий километры пройденного пути и так далее.

Как же так получается, что дойдя до 10 барабан проворачивает соседний на одну единицу и продолжает вращаться дальше? Ответ кроется в **Мальтийском механизме.**

Принцип работы этого механизма заложен и в модель «Коробка передач» линейки СТЕМ. **Собрав эту модель, ты поймешь, как устроен этот несложный механизм.**

Итак принцип работы не изменился со времен Древнего Рима, только вместо камушков в современном счетчике – цифры на шестеренках с количеством пройденных километров и метров.

В устройстве механического счетчика применяются червяные передачи.

Для того, чтобы был виден нужный результат, водителями/пользователями часто

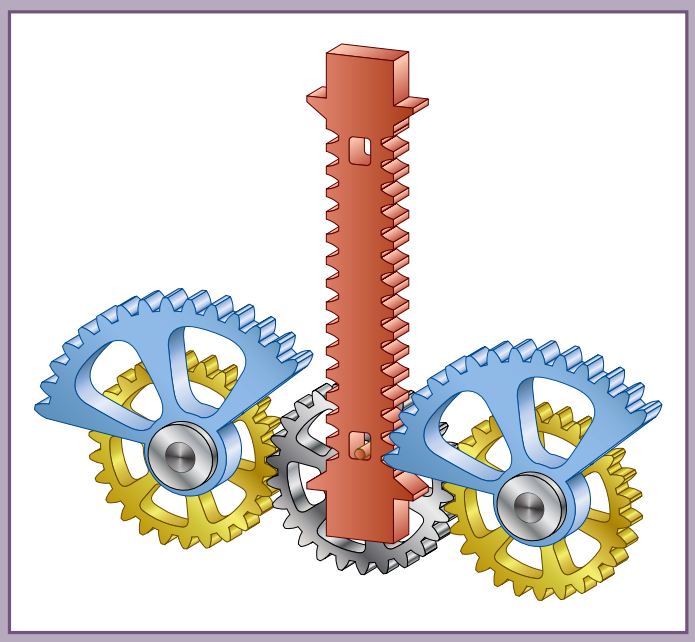
Червячная передача (зубчато-винтовая передача) — механическая передача, осуществляющаяся зацеплением червяка (простыми словами, винта) и сопряжённого с ним червячного колеса (зубчатого колеса).

используется корректировка одометров, например, если был изменен диаметр колеса и т.д.

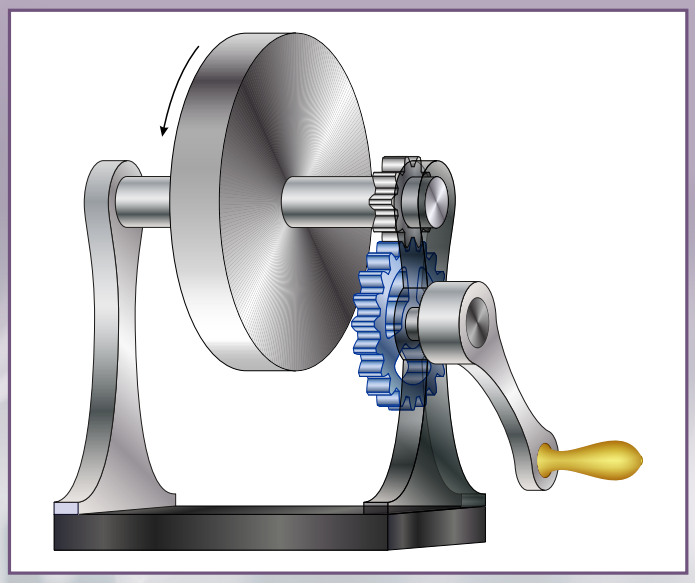
Теперь, когда мы знаем, как устроен автомобильный механический одометр, рассмотрим его механизм и принцип работы на примере STEM-модели Ugears «Счетчик». Данная модель представляет собой сборку счетчик + индикатор. А датчиком оборотов у нас служит тот, кто делает подсчет своими рукам, нажимая на кнопку-кликер или вращая колесо вала, расположенное на правой стороне модели, другими словами – ты сам!

«Счетчик» состоит: из трех барабанов с цифрами от 0 до 9; колеса для быстрой промотки значений индикатора, совершающего **вращательное движение;** кнопки для переключения/счета, совершающей **возвратно-поступательное движение;** откидной крышки для «обнуления» результатов.

В основе работы счетчика лежит Мальтийский механизм!



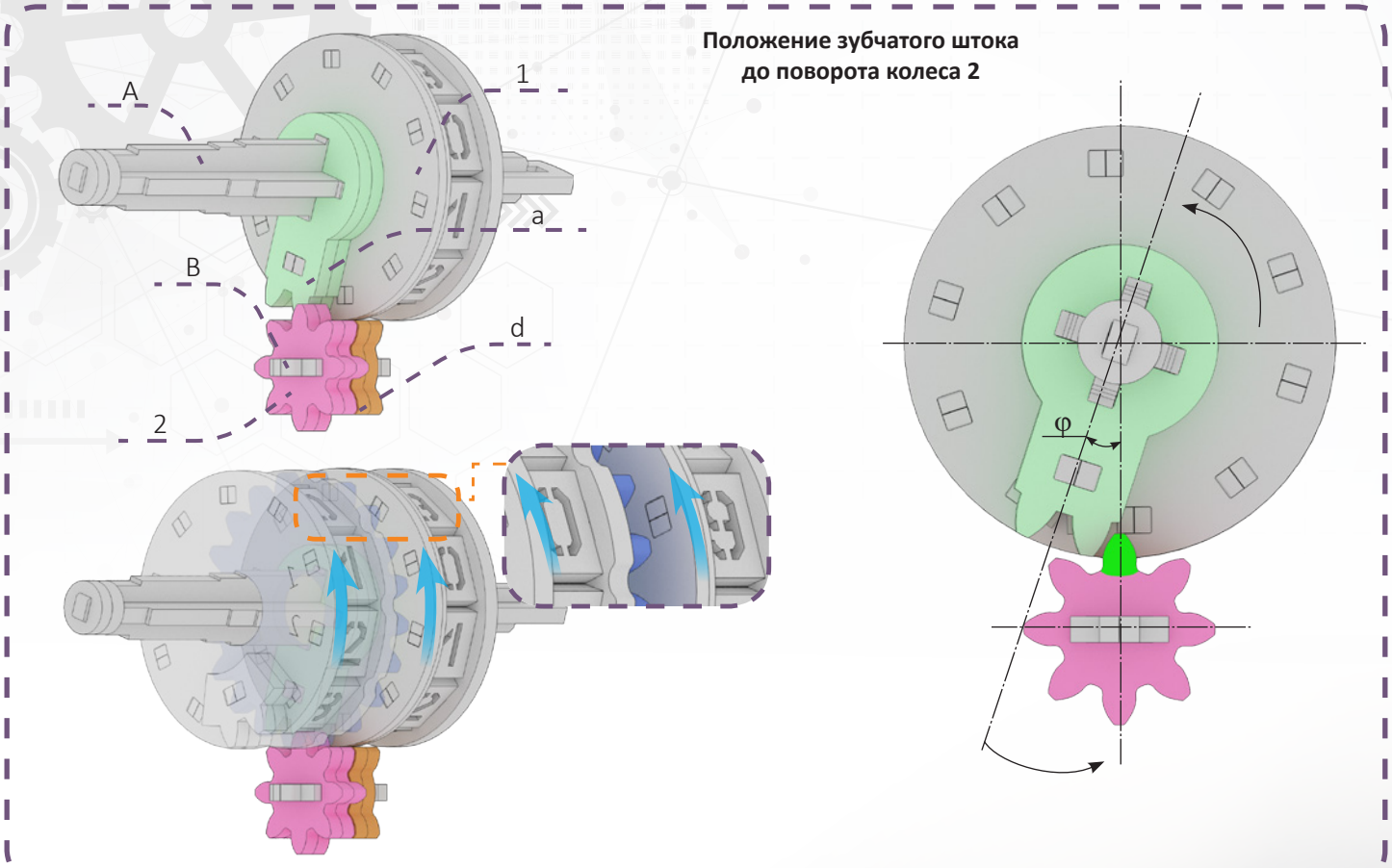
Возвратно-поступательное движение представляет собой повторяющееся линейное движение вверх-вниз или вперед- вперед-назад. Этот принцип применяется в широком спектре механизмов, включая поршневые двигатели

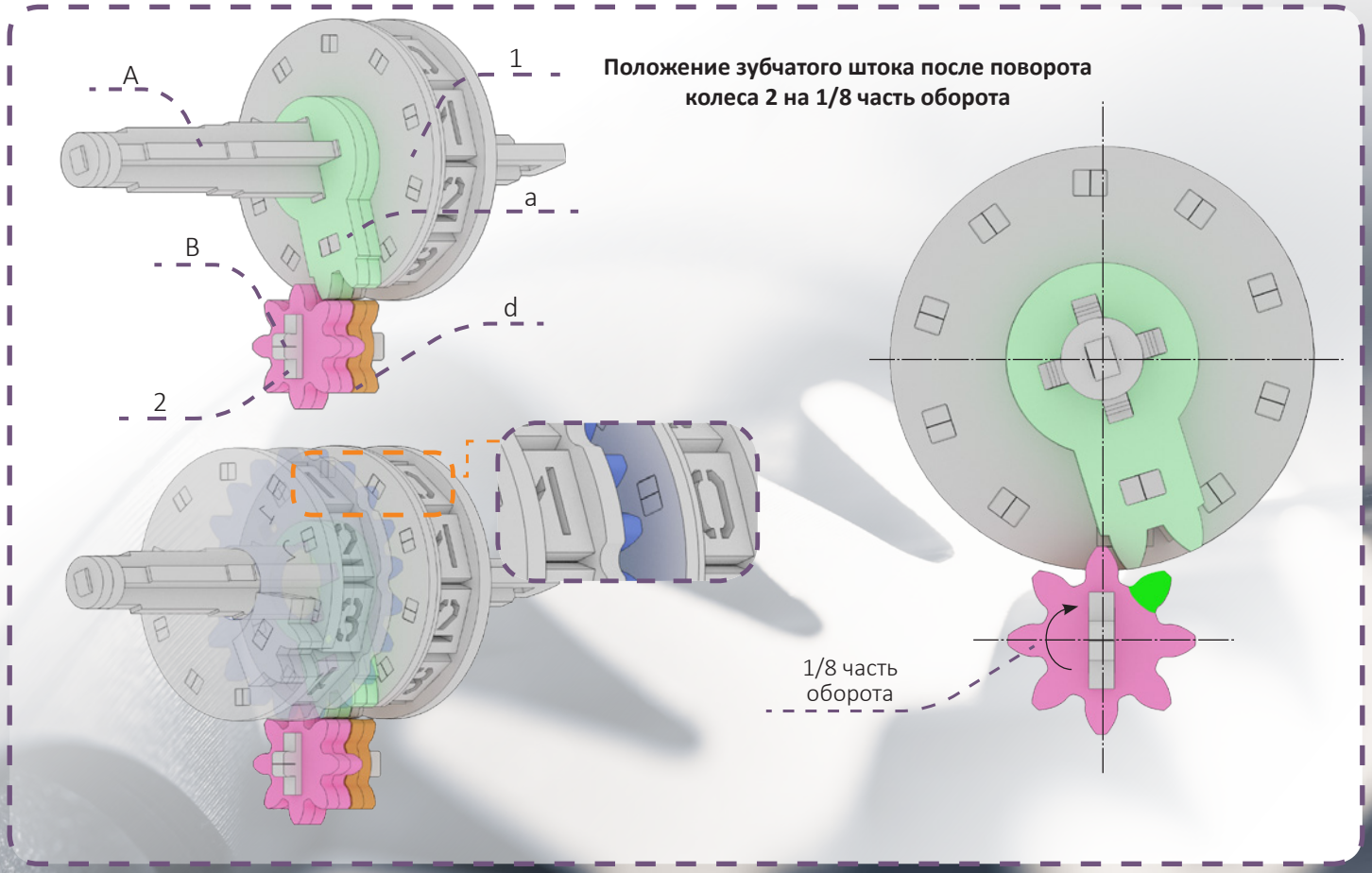


Вращательное движение — вид механического движения. При вращательном движении материальная точка (очень маленькая точка находящаяся на объекте вращения) описывает окружность

Мальтийский механизм на примере счетчика:

Барабан 1, вращающийся по оси А, имеет зубчатый шток а, периодически входящий в зацепление с зубьями d колеса 2, вращающийся на оси В. При повороте колеса 1 (рис. 2.1) на угол φ колесо 2 поворачивается на 1/8 часть оборота (рис. 2.2).





§4

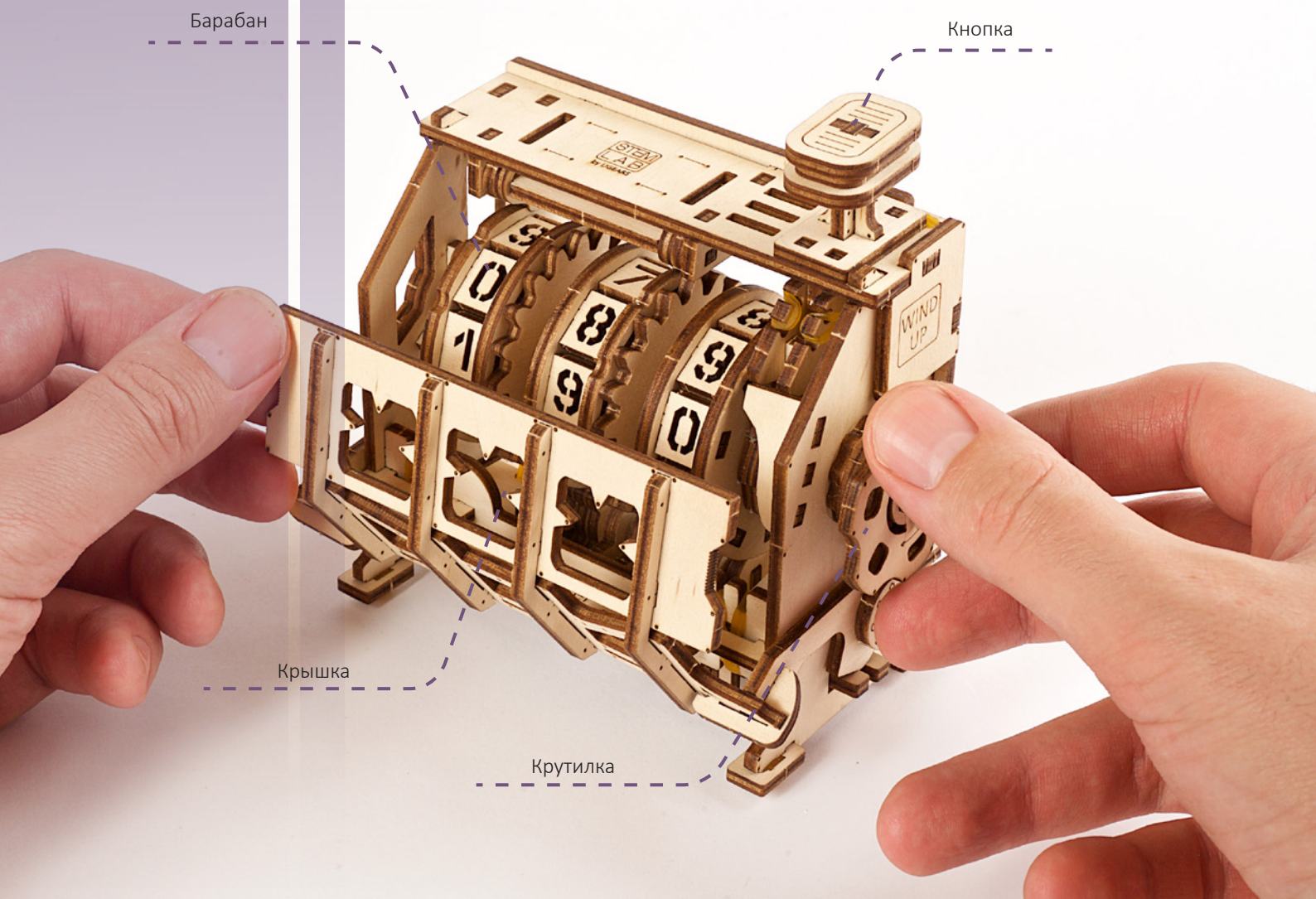
Как устроен и как работает механизм

Как он работает

При нажатии кнопки-кликера меняется значение индикации на одно деление (если вращать ручку, то за 1 полный оборот-значение первого барабана-регистра изменится на 10 значений, а 2й барабан провернется на 1 значение). Когда барабан доходит до отметки «10» – идет зацепление по принципу мальтийского механизма и изменяется значение следующего регистра (механизм переключает следующий барабан на одно деление при полном повороте предыдущего барабана и изменяется значение следующего регистра, и т.д. до тех пор, пока 2й регистр не подойдет к отметке 10. Тогда в зацепление входит мальтийский механизм 3-го регистра). Всего, три барабана-регистра индикатора позволяют сделать замер значений от 1 до 999.

Храповики в механизме не позволяют сделать обратный отсчет или сброс значений, когда крышка модели закрыта. Этим обеспечивается отсчет в правильной последовательности.

В модели предусмотрена возможность обнулить одометр. Открываем переднюю крышку и, вращая каждый барабан, выставляем в ряд все значение на «0».



§5 Лабораторные задания

Для решения задач вам понадобится:

Формула 1. Формула для расчета длины окружности

$$C = 2\pi R \text{ (м)}$$

Где:
C – длина окружности, метры (м);
R- радиус окружности, метры (м);
π - математическая константа, которая выражает отношение длины окружности к её диаметру, и приблизительно равна 3,14.

Формула 2. Формула для расчета длины отрезка пройденного пути:

$$l = \frac{S}{N} \text{ (м)}$$

Где:
S – длина пройденного пути метры (м);
N – количество одинаковых отрезков пути, штуки (шт.)

Формула 3. Формула для расчета средней скорости движения:

$$\upsilon = \frac{S}{t} \text{ (м/с)}$$

Где:
S – длина пройденного пути метры (м);
t – время потраченное на преодоление пути, секунды (с).

Формула 4. Формула для расчета длины пройденного пути в зависимости от длины окружности и количества оборотов.

$$S = C \cdot N \text{ (м)}$$

Где:
C - длина окружности (м);
N - количество полных оборотов, сделанных окружностью (например колесом)

***Задание №1.* «Шелковый путь»**

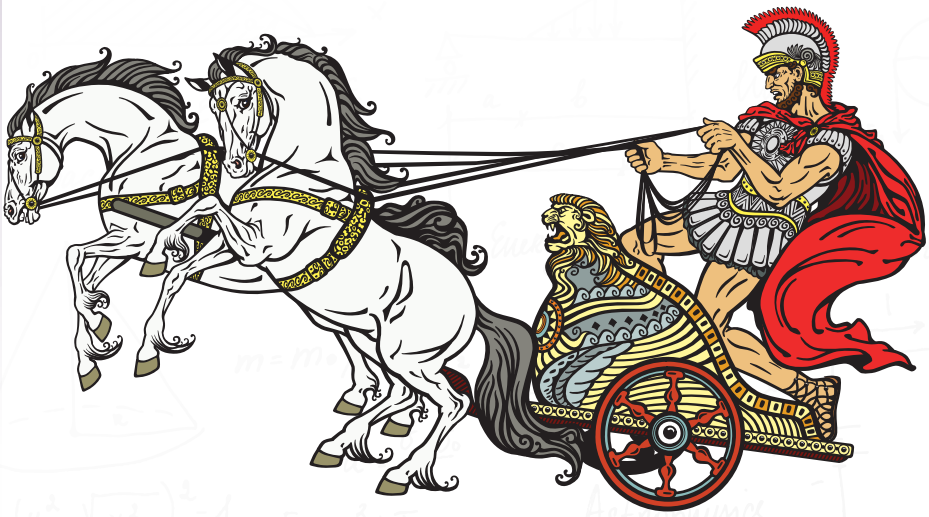
Известно, что за день обоз двигался 6 часов. Колесо «телеги» делало 1800 оборотов в час, а его диаметр составлял 1,5 м.

Рассчитай длину пути, пройденного обозом по «шелковому пути», используя Формулу 1 и Формулу 4

***Задание №2.* «Колизей»**

Римский воин проехал по Колизею на колеснице 4 круга и победил. Длина окружности «Колизея» 500 пассов (Passus — это историческая римская мера длины, так называемая двойной шаг, около 1,48 метра.). Диаметр колеса – 1 м.

Сколько оборотов сделало колесо римской колесницы на соревнования в Древнем Риме? Для расчета используй формулу 1 и Формулу 4.



***Задание №3.* «Длина шага»**

Сделайте 10-20 шагов (N) в помещении. Для счета используйте счетчик. Измерьте с помощью рулетки или измерительной ленты длину этого отрезка своего пути. Длина пути - S = _____метров. По числу шагов и измеренному пути рассчитайте длину своего шага по формуле 2. Для более точного значения повторите измерения несколько раз и найдите среднее значение.

***Задание №4.* «Средняя скорость твоего движения»**

Вычисление средней скорости движения, используя Формулу 3. Выберите маршрут своего движения, например, от дома к парку. С помощью счетчика рассчитайте количество шагов, которое вы делаете, чтобы преодолеть этот путь. Число шагов обозначим – N = _____. Измерьте время своего движения по этой траектории. Время движения t измерьте с помощью часов либо секундомера и запишите в секундах. t = _____ секунд. Зная длину своего шага (значения возьмите из предыдущего задания) и число шагов на пройденном пути, определите длину пути S по Формуле 2. А теперь найдите среднюю скорость, которую Вы развивали при ходьбе используя Формулу 3.

Упражнение №1

Давай посчитаем количество автомобилей проезжающих мимо.

Чтобы не сбиться при подсчете, например, проезжающих синих автомобилей, используйте «счетчик» одометра. В течении 10 минут считайте количество проезжающих синих автомобилей. Через 10 минут сбросьте показатели на «0», запомнив число.

Следующие 10 минут считайте белые автомобили. Каких машин проехало больше – синих или белых?

Упражнение №2

Вариант 1. Подсчитайте количество шагов от дома (пункт А) до стадиона/магазина/школы (пункт Б) и назад. Преодолев дистанцию от пункта А до пункта Б, запомните цифровой показатель одометра. После этого сбросьте этот показатель на «0» с помощью специальной кнопки. Теперь проделайте путь от пункта Б до пункта А – сравните показатели шагов. Сходятся ли они?

Вариант 2. Пройдите путь другой дорогой: сравните показатели шагов. Сходятся ли они, насколько один путь оказался длинее/короче второго?

ТЕСТ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

1. Устройство для точного подсчета пройденного расстояния это:

☐ а) спидометр;
☐ б) тахометр;
☐ в) одометр;

2. Авторству Архимеда приписывают усовершенствование мощности и точности катапульты, а также изобретение…

☐ а) винта;
☐ б) летального аппарата;
☐ в) одометра;

3. Первые одометры описывают как повозку с механизмом передачи, который бросал камень в корзинку после каждой пройденной мили…

☐ а) нет;
☐ б) этот факт научно не доказан;
☐ в) да;

4. Сколько барабанов в модели «Счетчик»…

☐ а) пяти;
☐ б) семи;
☐ в) трех;

5. Какими не бывают одометры…

☐ а) механические;
☐ б) электронные;
☐ в) полноприводные;

6. Какая деталь не позволяет обратный отсчет, когда крышка одометра закрыта….

☐ а) зубчатое колесо;
☐ б) ось;
☐ в) храповик;

7. От чего зависит средняя скорость движения человека…

☐ а) расстояния;
☐ б) силы;
☐ в) длины шага;

8. При равномерном движении длина шага…

☐ а) увеличивается;
☐ б) уменьшается;
☐ в) не изменяется;

Поздравляем, Вы сделали это!

Спасибо, что Вы прошли этот путь с нами и надеемся, что это путешествие в мир механики было интересным.