



Применение силы

ФИЗИКА • СИЛЫ • ПРИМЕНЕНИЕ СИЛЫ

Глава 1: Силы

• Что относится к четырем силам природы?

К четырем основным силам природы относятся: сила тяготения, электромагнетизм, сильные и слабые ядерные взаимодействия. Сильные и слабые ядерные взаимодействия действуют только на очень коротких расстояниях, сравнимых с диаметром ядра атома, а электромагнитные и гравитационные силы действуют на больших расстояниях.

Сила тяготения всегда притягивает, за счет нее все тела во Вселенной притягивают к себе другие тела. А электромагнитная сила может как и притягивать, так и отталкивать. Противоположные заряды притягиваются друг к другу и образуют “пары”, нейтрализуя силу положительных и отрицательных зарядов. По этой причине на больших расстояниях более существенной является сила тяготения, нежели электромагнитная сила, так как крупные тела, как правило, электрически нейтральны.

Дополнительный вопрос

V1. Насколько слабая сила гравитации?

Благодаря гравитационной силе осуществляется движение больших объектов, таких как планеты, звезды и галактики. По этой причине она часто воспринимается как сверхмощная сила. На самом деле, гравитация является самой слабой из четырех сил природы. Она в триллион триллионов триллионов раз слабее электромагнитных сил. Это несложно продемонстрировать: заряженный шар легко притягивает небольшие кусочки бумаги, т.е. электромагнитная сила (под действием заряда на воздушном шаре) легко преодолевает гравитационную силу (под действием массы Земли), которая тянет бумагу в противоположном направлении.

Причина относительной слабости гравитационной силы неизвестна, но это может быть связано с процессом развития Вселенной вскоре после Большого взрыва. Альтернативные теории полагают, что гравитационная сила “сбегает” в высшие измерения. Но это предположение остается спекулятивным, так как существование этих измерений никогда не было подтверждено экспериментально.

• Рекомендуемые фильмы

- Силы природы
- Факты: Перегрузка

• Какая сила вызывает движение по круговой траектории?



Механизм американских горок основывается на физических силах природы

Первый закон Ньютона гласит: если на тело, находящееся в движении, не подействует внешняя сила, то оно будет продолжать движение с неизменной скоростью в неизменном направлении. Для удержания тел на круговой траектории требуется сила, даже если они движутся с постоянной скоростью, их направление должно постоянно меняться.

Для осуществления кругового движения сила должна быть направлена под прямым углом к направлению движения. Она известна как центростремительная сила. Данная сила образуется различными путями. Если объект кружится на веревке, центростремительную силу создает сила упругости. Для заряженных частиц, которые движутся по кругу в магнитном поле, ее формирует сила, обусловленная магнитным полем. Для планет, вращающихся вокруг звезд, – это гравитационное притяжение.

Дополнительные вопросы**В2. Что такое момент инерции?**

Инерция – это сопротивление тела ускорению. При линейном движении она эквивалентна массе тела. Сопротивление тела изменению ускорения вращательного движения известно как момент инерции. Он зависит не только от массы, но и от расстояния тела от оси вращения. Чем больше расстояние от оси вращения, тем больше момент инерции, и больше сила, необходимая для изменения скорости вращения.

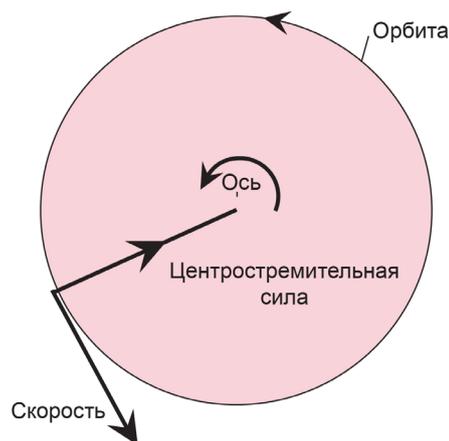
В3. Что такое момент импульса?

Момент импульса зависит от момента инерции тела и скорости его вращения. Подобно импульсу, момент импульса также подчиняется закону сохранения. Это означает, что момент импульса системы остается неизменным, если только на систему не подействует внешняя сила (момент вращения при вращательном движении).

Вот почему при вращении фигурист ускоряется, когда прижимает руки к телу. Среднее расстояние от вращающегося тела к оси вращения уменьшается, в результате уменьшается момент инерции фигуриста. Для сохранения углового момента, скорость вращения должна увеличиваться.

ДИАГРАММА 01:**Центростремительная сила**

ФИЗИКА • СИЛЫ • ПРИМЕНЕНИЕ СИЛЫ

**• Рекомендуемые фильмы**

- Центростремительная сила
- Американские горки

Глава 2: Трение**• Что такое сила трения?**

Сила трения – это сила, которая противодействует движению и всегда направлена против движения. Она замедляет тела, преобразовывая их кинетическую энергию в тепловую. Сила трения не является основной силой природы, она образуется под действием электромагнитной силы между частицами. Сила трения возникает как и между двумя твердыми поверхностями, так и в газах и жидкостях.

• Рекомендуемые фильмы

- Трение
- Факты: Исследовать трение

Дополнительные вопросы

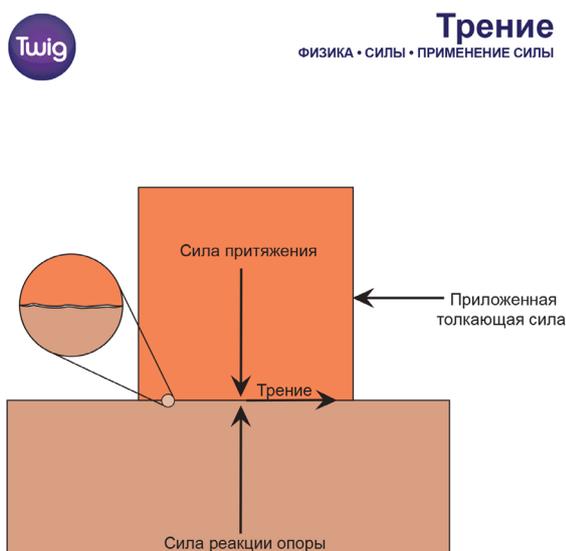
В4. От чего зависит сила трения?

Сила трения между двумя поверхностями равна произведению силы реакции опоры, действующей перпендикулярно поверхностям и прижимающая их друг к другу, и постоянной величины, называемой коэффициентом трения.

Коэффициент трения вычисляется экспериментально. Для статического и кинетического трения существуют два различных значения. Значение для кинетического трения меньше статического, это означает, что легче поддерживать движение, чем начинать его.

Как не удивительно, но площадь соприкосновения поверхностей не влияет на силу трения между ними. Это легко понять на практике: представим блок на горизонтальной поверхности. Вес блока создает силу реакции опоры, а площадь соприкосновения равна грани блока, которая непосредственно взаимодействует с поверхностью.

ДИАГРАММА 02:



Если блок перевернуть на грань с меньшей площадью, т.е. площадь соприкосновения с поверхностью станет меньше, можно было бы ожидать уменьшения силы трения. Тем не менее, масса блока такая же, но она оказывает давление на меньшую площадь, в результате на единицу площади действует большая сила. Уменьшение площади взаимодействия компенсируется увеличением силы на единицу площади, и поэтому она не влияет на силу трения.

В5. Что вызывает вращение колеса?

Когда автомобиль начинает движение, колеса начинают вращаться из-за трения между шиной и дорогой. Нижняя часть колеса "подпирается", и колесо поворачивается, перемещая автомобиль вперед. Если сила, приложенная к колесу, достаточно велика, чтобы преодолеть статическое трение, колесо будет вращаться.

Листья, опадающие на железнодорожные линии, могут затруднить движение поездов: рельсы становятся скользкими, в результате трудно тормозить. Это частая причина задержки поездов на британских и американских железных дорогах.

• Как можно уменьшить трение?

Уменьшение трения необходимо для предотвращения износа механизмов или для минимизирования сопротивления передвижению.

Колеса и подшипники – способы уменьшения трения. При перемещении автомобиля со вращающимися колесами требуется гораздо меньше силы, нежели если колеса были бы неподвижны и не вращались. Причина в том, что трение качения намного меньше трения скольжения.

Трение можно уменьшить также использованием смазочного материала. При смазывании поверхностей уменьшается сила трения между ними и предотвращается либо снижается износ. Масло в автомобильных двигателях используется для этой цели.

• Рекомендуемые фильмы

- Трение в кёрлинге
- Трение

• Что такое лобовое сопротивление?

Лобовое сопротивление является сопротивлением перемещению тела через жидкость или газ. Сопротивление воздуха также является лобовым. В отличие от силы трения между поверхностями, лобовое сопротивление зависит от скорости тела. При движении машины с постоянной скоростью большая часть затрачиваемой энергии уходит на преодоление сопротивления воздуха. Так как лобовое сопротивление увеличивается с увеличением скорости, это ограничивает максимально возможную скорость автомобиля.

• Рекомендуемые фильмы

- Аэродинамика в велоспорте
- Обтекаемость: Дельфины против людей
- Трение



Дельфины плавают быстрее человека, так как они имеют более обтекаемую форму, и на них действует меньше лобового сопротивления

Дополнительные вопросы

В6. Что такое пограничный слой?

Когда поток жидкости (или газа) протекает вдоль поверхности, вблизи поверхности он замедляется из-за соприкосновения с поверхностью. Область, где происходит значительное замедление потока жидкости, называется пограничным слоем.

Именно по этой причине поток воды в реке является самым быстрым в центре, вдали от берега или русла реки, которые замедляют его.

В7. В чем разница между ламинарным и турбулентным течением?

На низкой скорости поток воздуха (или воды) плавно огибает тело. Это известно как ламинарное течение. На более высоких скоростях это происходит не так плавно, поток становится хаотичным. Такой поток называется турбулентным течением.

Мячи для гольфа на поверхности имеют углубления. Это вызывает турбулентный поток при более низких скоростях и уменьшает сопротивление, позволяя мячу преодолевать большие расстояния. Это происходит потому, что преодоление турбулентного пограничного слоя вдоль поверхности шара занимает больше времени, тем самым снижается общее сопротивление.

Глава 3: Механизмы

• Кем был Архимед?



Портрет древнегреческого математика-инженера Архимеда

Архимед – древнегреческий математик и инженер, живший с 287 по 212 гг. до н.э. Он внес огромный вклад в математику, но, пожалуй, больше всего известен за изобретенные им механизмы. Считается, что им были спроектированы различные машины для обороны Сиракуз в Сицилии от атаки римлян во время Второй Пунической войны.

Всем известна история о том, как Архимед решил, действительно ли корона сделана из золота, измерив объем вытесненной короной жидкости. Эта идея пришла к нему, когда он принимал ванну. Хотя и неизвестно, было ли так на самом деле. В своей работе “О плавающих телах” Архимед установил основные законы гидростатики и объяснил принципы плавучести.

Дополнительные вопросы**В8. Что такое винт Архимеда?**

Винт Архимеда состоит из винта внутри полого цилиндра. Если цилиндр наклонен, при вращении винта вода будет подниматься винтом по цилиндру. Считают, что Архимед разработал этот механизм для удаления с кораблей трюмной воды. Винт Архимеда до сих пор имеет применение. Он используется для слива воды и орошения сельскохозяйственных угодий, и так как винты забиваются реже, чем насосы, они часто используются на очистительных сооружениях.

В9. Почему с помощью рычагов легче поднимать тяжелые объекты?

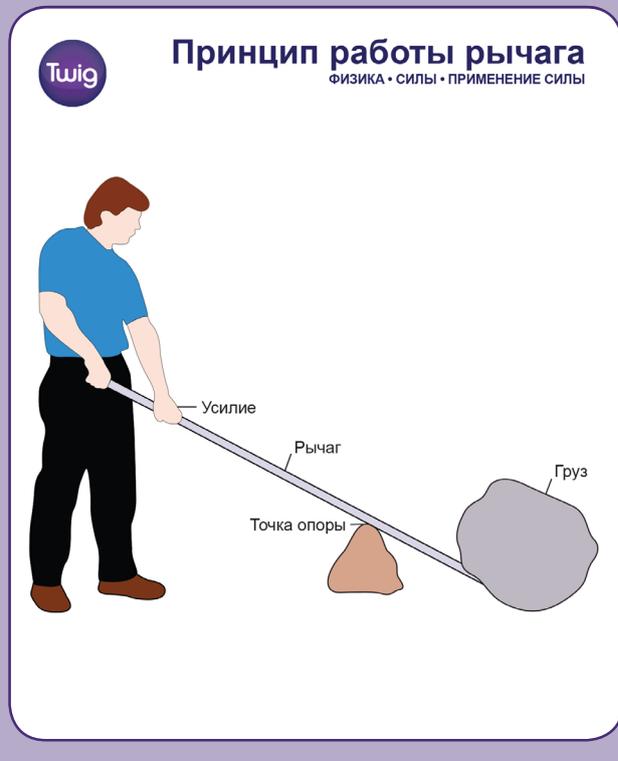
Если для перемещения объекта на небольшое расстояние требуется большая сила, то использование рычага позволяет уменьшить прилагаемую силу на большом расстоянии. Рычаг позволяет людям поднимать объекты, которые иначе невозможно было бы сдвинуть. Архимед не изобрел рычаг, но он объяснил принцип его работы.

Существует несколько различных типов рычага, но, возможно, самым простым является рычаг I рода. Качели являются рычагом I рода. Однако, если расстояние между грузом и точкой опоры сокращается, то прилагаемая сила возрастает. Это принцип работы простых рычагов, которые используются для подъема тяжелых грузов или раскалывания объектов, как например, лом.

В10. В чем преимущество использования колес?

Колеса и вал позволяют относительно легко перемещать тяжелые грузы, так как трение перекатывания намного меньше трения скольжения. Колеса используются уже на протяжении тысячелетий. Однако, некоторые цивилизации не имели одомашненных животных, таких как лошади, которые могли бы тянуть транспортные механизмы на колесах, так что колеса имели ограниченное применение.

Колеса могут использоваться только там, где есть дороги, поскольку они имеют ограниченное применение на топкой или неровной местности. Современные транспортные средства, которые пересекают такие местности, часто используют гусеницы, которые распределяют вес более равномерно и более удобны при малых препятствиях.

ДИАГРАММА 03:**• Рекомендуемый фильм**

- Рычаги, колеса, блоки

• Как строились пирамиды?

В Египте более 100 пирамид. Пирамиды представляют собой огромные каменные сооружения пирамидальной формы, использовавшиеся в качестве гробниц для фараонов Древнего Египта. Они были построены в период длиною в тысячу лет с 2600 года до нашей эры. Самая крупнейшая пирамида высотой почти 150 м состоит из более 2 миллионов блоков, самые тяжелые из которых имеют массу 80 тонн. Многие блоки, общей массой в тысячи тонн, перевозились через сотни миль для использования в строительстве. Во то время когда строились Великие Пирамиды, египтяне не пользовались колесными транспортными средствами, и, вероятно, камни доставлялись на салазках.

Хотя точный механизм строительства все еще является предметом дискуссий, все согласны с тем, что египтяне использовали пандусы, рычаги и рабочую силу в десятки тысяч человек. Считается, что строительство заняло 10 или 20 лет.



Некоторые люди утверждают, что египтяне строили великие пирамиды, используя простые механизмы – наклонные плоскости, рычаги и блоки

• Рекомендуемые фильмы

- Механизмы: Строительство пирамид
- Наклонные плоскости, клинья, винты

• Тест

Силы природы

Основной

• Сколько основных сил природы?

- A – одна
- B – четыре
- C – три
- D – пять

• Как называется сила, которая притягивает нас к земле?

- A – гравитационная сила
- B – трение
- C – магнетизм
- D – сильная ядерная сила

• Как действует сила гравитации?

- A – действует только на заряженные тела
- B – отталкивает или притягивает тела друг к другу
- C – притягивает тела друг к другу
- D – притягивает тела друг к другу на небольшом расстоянии между ними

Углубленный

• Как сила тяготения зависит от массы?

- A – не зависит от массы
- B – чем больше масса, тем больше сила тяготения
- C – чем меньше масса, тем больше сила тяготения
- D – действует только на тела с очень большой массой

• Какова сила гравитации?

- A – слабее, чем другие силы природы
- B – слабее, чем электромагнитная сила, но сильнее остальных сил природы
- C – сильнее всех природных сил
- D – такая же, как и другие силы природы

• Как действует электромагнитная сила?

- A – притягивает разноименные заряды друг к другу
- B – притягивает тела друг к другу
- C – отталкивает разноименные заряды друг от друга
- D – притягивает тела друг к другу на близком расстоянии

Силы природы

Основной

• Как сила тяготения зависит от расстояния?

- A – сила тяготения действует только на очень малых расстояниях
- B – не зависит от расстояния
- C – чем больше расстояние, тем больше сила тяготения
- D – чем меньше расстояние, тем больше сила тяготения

• Какой из вариантов ответов описывает электромагнитные силы в действии?

- A – преобразование нейтронов в протоны
- B – вращение планет вокруг Солнца
- C – поведение магнитов
- D – падение тела на Землю

Углубленный

• Каково значение слабых ядерных сил?

- A – это самые сильные из основных сил природы
- B – они создают гравитационное притяжение
- C – они притягивают разноименные заряды друг к другу
- D – они преобразовывают протоны в нейтроны и обратно

• Какая сила “поддерживает” ядро атома?

- A – сила тяготения
- B – сильные ядерные силы
- C – слабые ядерные силы
- D – магнетизм

Трение

Основной

• Что такое трение?

- A – сила, которая притягивает нас к Земле
- B – сила сопротивления движению
- C – тепло, высвобождаемое при горении
- D – сила между двумя заряженными частицами

• Какой из вариантов не является примером трения?

- A – торможение машины
- B – замедление объекта при скольжении
- C – сгорание метеорита при вхождении в нашу атмосферу
- D – падение мяча на землю

• Что произойдет в итоге с машиной, если не использовать тормоз?

- A – остановится под действием силы гравитации
- B – остановится, так как не действуют никакие силы
- C – остановится под действием силы трения между дорогой и колесами
- D – будет продолжать двигаться

Углубленный

• Как масса тела, перемещаемого по поверхности, влияет на трение?

- A – чем больше масса, тем меньше трение
- B – никак не влияет
- C – чем больше масса, тем больше трение
- D – влияет только при очень большой массе

• Что такое лобовое сопротивление?

- A – сила трения, возникающая при трении твердых поверхностей
- B – сила трения, действующая на тело в космосе
- C – сила трения, возникающая после смазывания
- D – сила трения, возникающая при перемещении тела в жидкости или воздухе

• Почему перо падает гораздо медленнее молотка?

- A – на него действует большее сопротивление воздуха по отношению к массе
- B – тяжелые объекты всегда падают быстрее
- C – большие объекты всегда падают быстрее
- D – на него действует меньшее сопротивление воздуха по отношению к массе

Трение

Основной

• Что происходит с энергией тела, которое замедляется под действием силы трения?

- A – остается неизменным
- B – преобразуется в тепловую энергию
- C – увеличивается
- D – преобразуется в потенциальную энергию

Углубленный

• Почему на Луне перо падает с такой же скоростью, что и молоток?

- A – сила гравитации на Луне очень маленькая
- B – на Луне нет сопротивления воздуха
- C – сила гравитации на Луне очень большая
- D – на Луне очень холодно

Центростремительная сила

Основной

• В каких случаях действует центростремительная сила?

- A – при падении
- B – при поворотах на большой скорости
- C – когда машина при прямолинейном движении резко затормаживает
- D – когда ракета ускоряется вверх

• Как действует центростремительная сила?

- A – движет тело по круговой траектории
- B – притягивает тела к Земле
- C – останавливает движущиеся тела
- D – отталкивает заряженные тела друг от друга

• Что оказывает центростремительную силу на искусственные спутники Земли?

- A – электромагнитная сила
- B – не нужно никакой центростремительной силы
- C – гравитационная сила
- D – сила трения

• Что всегда необходимо для движения по круговой территории?

- A – гравитационная сила
- B – магнитная сила
- C – сила трения
- D – центростремительная сила

Углубленный

• Как действует первый закон Ньютона для тел, двигающихся по круговой траектории?

- A – ускорение тела равно отношению силы к массе
- B – не нужно прилагать силу, так как скорость тела не изменяется
- C – необходима сила для удержания тела на траектории
- D – любое действие имеет противодействие

• Какое из утверждений о вращающемся теле верно?

- A – оно остановится, если к нему не приложена сила для поддержания вращения
- B – сила необходима только для того, чтобы начать вращение, а не остановить
- C – скорость вращения будет изменяться, если не приложена внешняя сила
- D – оно будет вращаться, пока не приложена внешняя сила для его остановки

• Что такое момент инерции тела?

- A – сопротивление изменению скорости при вращении
- B – масса тела
- C – вращательная скорость тела
- D – сила, необходимая для остановки вращения тела

Центростремительная сила

Основной

Углубленный

• Что такое ось вращения?

- А – изначальное положение тела перед вращением
- В – любая линия, проведенная через вращающееся тело
- С – линия, вокруг которой вращается тело
- Д – линия, вдоль которой действует сила, вызвавшее вращение

• Как влияет среднее расстояние тела от оси на момент инерции?

- А – чем больше расстояние, тем больше момент инерции
- В – чем больше расстояние, тем меньше момент инерции
- С – никак не влияет: момент инерции зависит только от массы
- Д – никак не влияет: момент инерции зависит только от скорости тела

• Ответы

Силы природы

Основной

• Сколько основных сил природы?

А – одна

С – три

D – пять

• Как называется сила, которая притягивает нас к земле?

В – трение

С – магнетизм

D – сильная ядерная сила

• Как действует сила гравитации?

А – действует только на заряженные тела

В – отталкивает или притягивает тела друг к другу

С – притягивает тела друг к другу

Углубленный

• Как сила тяготения зависит от массы?

А – не зависит от массы

С – чем меньше масса, тем больше сила тяготения

D – действует только на тела с очень большой массой

• Какова сила гравитации?

В – слабее, чем электромагнитная сила, но сильнее остальных сил природы

С – сильнее всех природных сил

D – такая же, как и другие силы природы

• Как действует электромагнитная сила?

В – притягивает тела друг к другу

С – отталкивает разноименные заряды друг от друга

D – притягивает тела друг к другу на близком расстоянии

Силы природы

Основной

• Как сила тяготения зависит от расстояния?

- A – сила тяготения действует только на очень малых расстояниях
- B – не зависит от расстояния
- C – чем больше расстояние, тем больше сила тяготения
- D – чем меньше расстояние, тем больше сила тяготения

• Какой из вариантов ответов описывает электромагнитные силы в действии?

- A – преобразование нейтронов в протоны
- B – вращение планет вокруг Солнца
- C – поведение магнитов
- D – падение тела на Землю

Углубленный

• Каково значение слабых ядерных сил?

- A – это самые сильные из основных сил природы
- B – они создают гравитационное притяжение
- C – они притягивают разноименные заряды друг к другу
- D – они преобразовывают протоны в нейтроны и обратно

• Какая сила “поддерживает” ядро атома?

- A – сила тяготения
- B – сильные ядерные силы
- C – слабые ядерные силы
- D – магнетизм

Трение

Основной

• Что такое трение?

A – сила, которая притягивает нас к Земле

B – сила сопротивления движению

C – тепло, высвобождаемое при горении

D – сила между двумя заряженными частицами

• Какой из вариантов не является примером трения?

A – торможение машины

B – замедление объекта при скольжении

C – сгорание метеорита при вхождении в нашу атмосферу

D – падение мяча на землю

• Что произойдет в итоге с машиной, если не использовать тормоз?

A – остановится под действием силы гравитации

B – остановится, так как не действуют никакие силы

C – остановится под действием силы трения между дорогой и колесами

D – будет продолжать двигаться

Углубленный

• Как масса тела, перемещаемого по поверхности, влияет на трение?

A – чем больше масса, тем меньше трение

B – никак не влияет

C – чем больше масса, тем больше трение

D – влияет только при очень большой массе

• Что такое лобовое сопротивление?

A – сила трения, возникающая при трении твердых поверхностей

B – сила трения, действующая на тело в космосе

C – сила трения, возникающая после смазывания

D – сила трения, возникающая при перемещении тела в жидкости или воздухе

• Почему перо падает гораздо медленнее молотка?

A – на него действует большее сопротивление воздуха по отношению к массе

B – тяжелые объекты всегда падают быстрее

C – большие объекты всегда падают быстрее

D – на него действует меньшее сопротивление воздуха по отношению к массе

Трение

Основной

• Что происходит с энергией тела, которое замедляется под действием силы трения?

A – остается неизменным

B – преобразуется в тепловую энергию

C – увеличивается

D – преобразуется в потенциальную энергию

Углубленный

• Почему на Луне перо падает с такой же скоростью, что и молоток?

A – сила гравитации на Луне очень маленькая

B – на Луне нет сопротивления воздуха

C – сила гравитации на Луне очень большая

D – на Луне очень холодно

Центростремительная сила

Основной

• В каких случаях действует центростремительная сила?

A – при падении

B – при поворотах на большой скорости

C – когда машина при прямолинейном движении резко затормаживает

D – когда ракета ускоряется вверх

• Как действует центростремительная сила?

A – движет тело по круговой траектории

B – притягивает тела к Земле

C – останавливает движущиеся тела

D – отталкивает заряженные тела друг от друга

• Что оказывает центростремительную силу на искусственные спутники Земли?

A – электромагнитная сила

B – не нужно никакой центростремительной силы

C – гравитационная сила

D – сила трения

• Что всегда необходимо для движения по круговой территории?

A – гравитационная сила

B – магнитная сила

C – сила трения

D – центростремительная сила

Углубленный

• Как действует первый закон Ньютона для тел, двигающихся по круговой траектории?

A – ускорение тела равно отношению силы к массе

B – не нужно прилагать силу, так как скорость тела не изменяется

C – необходима сила для удержания тела на траектории

D – любое действие имеет противодействие

• Какое из утверждений о вращающемся теле верно?

A – оно остановится, если к нему не приложена сила для поддержания вращения

B – сила необходима только для того, чтобы начать вращение, а не остановить

C – скорость вращения будет изменяться, если не приложена внешняя сила

D – оно будет вращаться, пока не приложена внешняя сила для его остановки

• Что такое момент инерции тела?

A – сопротивление изменению скорости при вращении

B – масса тела

C – вращательная скорость тела

D – сила, необходимая для остановки вращения тела

Центростремительная сила

Основной

Углубленный

• Что такое ось вращения?

А – изначальное положение тела перед вращением

В – любая линия, проведенная через вращающееся тело

С – линия, вокруг которой вращается тело

Д – линия, вдоль которой действует сила, вызвавшее вращение

• Как влияет среднее расстояние тела от оси на момент инерции?

А – чем больше расстояние, тем больше момент инерции

В – чем больше расстояние, тем меньше момент инерции

С – никак не влияет: момент инерции зависит только от массы

Д – никак не влияет: момент инерции зависит только от скорости тела