

ФИЗИКА

8

1-я часть

УЧЕБНИК





ГЕЙДАР АЛИЕВ
ОБЩЕНАЦИОНАЛЬНЫЙ ЛИДЕР
АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО НАРОДА

LaVine

Ялчин Исламзаде
Анар Аллахвердиев
Дуньямалы Мамедов

Физика

Учебник по предмету физика для 8-х классов
общеобразовательных заведений (часть I)



часть 1

©Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi



**Creative Commons
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0International
(CC BY-NC-SA 4.0)**

Bu nəşr Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike
4.0 International lisenziyası (CC BY-NC-SA 4.0) ilə
www.trims.edu.az saytında əlçatandır. Bu nəşrin məzmunundan
istifadə edərkən sözügedən lisenziyanın şərtlərini qəbul etmiş
olursunuz:

İstinad zamanı nəşrin müəllif(lər)inin adı göstərilməlidir.



Nəşrdən kommersiya məqsədilə istifadə qadağandır.



Törəmə nəşrlər orijinal nəşrin lisenziya şərtlərilə yayılmalıdır.



Замечания и предложения, связанные с этим изданием,
просим отправлять на электронные адреса:
trm@arti.edu.az и derslik@edu.gov.az
Заранее благодарим за сотрудничество!

Ознакомьтесь с учебником

Первая страница раздела

Представлены интересные сведения из истории науки, природы или техники. Вопросы на странице помогут вам вспомнить предыдущие знания и связать их с темами раздела. Материал этого раздела формирует первоначальное представление о темах, преподаваемых в разделе.

Из раздела вы узнаете

Перечисляются знания и навыки, которые вы получите, изучая темы раздела.

1 Сила

Законы, описывающие связь между силами, действующими на тело, и его движением, были открыты английским учёным Исааком Ньютон. Согласно легенде, Ньютон наблюдал, как яблоко оторвалось от ветки и упало на землю, и выдвинул идею о том, что на него действует сила притяжения Земли. Один автор написал, что падение яблока видел каждый, но только Ньютон задался вопросом о причине этого явления. Впоследствии Ньютон усовершенствовал свои исследования и доказал, что сила взаимного притяжения действует не только между Землей и яблоком, но и всеми телами во Вселенной.

Ньютон представил свои открытия в труде под названием "Математические начала натуральной философии", и этот труд способствовал ориентальному развитию только физики, но и других наук.



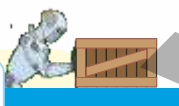
1. С какими телами столкнулись бы живые существа, если бы не было притяжения Земли?
2. Что можно сказать о направлении и величине скорости падающего на Землю тела?

Из раздела вы узнаете

Сила – это мера взаимного воздействия между телами.
Существует несколько видов сил.
Чтобы узнать, как будет двигаться тело, необходимо определить равнодействующую силу.
Для нахождения равнодействующей силы определяются действующие на тело силы и строятся их диаграммы.
В зависимости от значения равнодействующей силы тело может находиться в состоянии покоя, двигаться прямолинейно равномерно, прямолинейно с переменной скоростью или по криволинейной траектории.

1.1 Сила и виды сил

- Что произойдёт, если робот потянет или толкнет ящик, находящийся в состоянии покоя?
- Будет ли ящик, который тянут или толкают, также оказывать воздействие на робота?



Ключевые слова

сила



С младших классов известно, что для того, чтобы привести предметы в движение, на них необходимо оказать воздействие. Невозможно открыть или закрыть дверь в классе, не оказав на неё воздействия, так же, как и достать книгу из рюкзака и положить её на стол без воздействия. Во время письма необходимо оказать воздействие на ручку, чтобы чернила оставили след на бумаге (рис. 1). Ученики иногда закрывают дверь тихо, а иногда захлопывают её. Ручка оставляет на бумаге иногда неглубокие, а иногда глубокие следы. Таким образом, на тела можно оказывать сильное или слабое воздействие. Для выражения направления или значения воздействия одного тела на другое используется физическая величина, называемая **силой**.

Сила

В повседневной жизни можно наблюдать, как в результате взаимодействия покоящиеся тела начинают двигаться, а движущиеся тела останавливаются или же меняют направление своего движения. Например, когда ученик, приводя в движение рюкзак, поднимает его с пола, он также ощущает воздействие рюкзака на себя (рис. 2, а). Велосипедист, оказав воздействие на педали, останавливает

Мотивация

В этой части представлены знакомые ситуации и сопутствующие вопросы. Информация направлена на подготовку к этапам деятельности и объяснения материала урока. Анализируется ситуация, с помощью ответов на вопросы вспоминаются уже имеющиеся знания по теме.

Разъяснение

Объясняется новый материал (тема)

Деятельность

Практическое задание, выполняемое для поиска ответа на поставленный вопрос. В результате этой деятельности внимание концентрируется на основных понятиях новой темы и развиваются процедурные навыки.

Подумай – обсуди – поделись

Представленный вопрос предназначен для обдумывания и обсуждения ответов с одноклассниками. В это время развиваются умения обосновывать свои предположения, самостоятельное мышление и коммуникативные навыки.

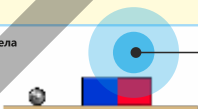
1 Наблюдение за воздействием силы на направление движения тела
Принадлежности: один стальной шарик, один полостной магнит.

Ход работы:

- Положите шарик на стол.
- Медленно приближайте магнит к шару по поверхности стола. После того, как шарик начнёт двигаться, не перемещайте магнит.
- Верните шарик и магнит в исходное положение. Снова приблизьте магнит к шару. После того как шарик начнет двигаться, перемещайте магнит в разных направлениях и наблюдайте за движением шарика.

Обсудите:

- Почему шарик начал двигаться?
- Как изменилась скорость шарика после начала движения?
- Изменилось ли направление движения шарика при перемещении магнита?



ПОДУМАЙ
ОБСУДИ
ПОДЕЛИСЬ

– Действует ли сила на тело, движущееся с постоянной скоростью по окружности? Как вы думаете, почему?

Применение полученных знаний

Вопросы и упражнения в этом блоке помогают применить новые понятия в другой ситуации, а также углубить и закрепить полученные знания.

Примените полученные знания

1. Земля за один год совершает полный оборот вокруг Солнца. Можно ли утверждать, что равнодействующая сил, действующих на Землю не равна нулю? Обоснуйте свой ответ.

2. Какие силы действуют на рюкзак, который ученик держит в руке? Нарисуйте диаграмму этих сил.



3. Вес книги, находящейся на столе равен 5 Н, сила тяжести, действующая на нее, – 5 Н и сила реакции стола также равна 5 Н.

а) Постройте диаграмму сил, действующих на книгу, и найдите равнодействующую силу.

б) Если масса стола составляет 6 кг, постройте диаграмму сил, действующих на стол, и найдите равнодействующую силу.



А знаете ли вы?

Представлены интересные факты и информация из области природы, истории науки, быта или техники.

Знаете ли вы?

Закон Гука был открыт английским учёным Робертом Гуком (1655–1703), современником Исаака Ньютона.

Проверьте полученные знания

1. Что называют силой тяжести и по какой формуле она рассчитывается?
2. Будет ли масса молотка, который астронавт взял с собой с Земли, равна его массе на Луне? Как рассчитать силу тяжести, действующую на молоток на Земле и Луне?
3. Каковы два сходства и одно различие между силой тяжести и весом?
4. Намокшее полено, покоящееся на горизонтальной поверхности, высохло под солнечными лучами. После высыхания его масса уменьшилась в 0,8 раза, а действующая на него сила тяжести уменьшилась на 20 Н. Найдите массу и силу тяжести полена во влажном и сухом состоянии. Постройте диаграмму сил, действующих на полено в обоих случаях.
5. Учащийся измеряет силу тяжести, прикрепив тело к динамометру. Затем динамометр выпадает у него из рук. Чему будут равны показания динамометра, до того, как тело и динамометр достигнут пола?

Проверка полученных знаний

Представленные вопросы и упражнения измеряют уровень овладения темой.

Наука, технология, жизнь

Наука, технология, жизнь

В разделе представлен материал для чтения об историческом развитии, применении или возможных направлениях развития изученных знаний.

До эпохи Галилео Галилея (1564–1642) мнения древнегреческого философа Аристотеля (384–322 гг. до н.э.) считались правильными. По Аристотелю, “естественное состояние” движения – это равномерное движение по окружности: Солнце и планеты движутся вокруг Земли по окружности, и для того, чтобы удержать их на орбите, сила не требуется.

Г. Галилей показал, что, если на тело не действует никакая сила, оно движется не по окружности, а по прямой с постоянной скоростью. Он рассуждал следующим образом:

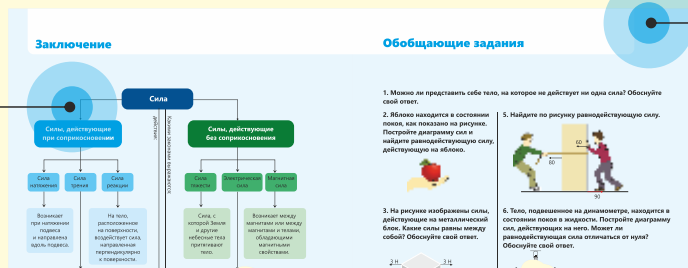
Если мы отпустим шарик в сосуд, он поднимется на ту же высоту с другой стороны. Если уменьшить наклон стенки, мяч снова поднимется на ту же высоту, но пройдет большее



По Аристотелю, для того чтобы небесные тела двигались по кругу, не требуется сила.

Выводы

Помогает запомнить основные понятия, изучаемые в рамках раздела, в последовательной и обобщенной форме с помощью схемы или карты понятий.



Обобщающие задания

Представлены вопросы и задания по всем темам раздела, измеряется уровень знаний и умений, освоенных в разделе.

Раздел 1 Сила

1.1	Сила и виды сил	8
1.2	Равнодействующая сила	13
1.3	Первый закон Ньютона	17
1.4	Второй закон Ньютона	20
1.5	Сила тяжести и вес	23
1.6	Третий закон Ньютона	27
1.7	Сила упругости	30
1.8	Сила трения	33
1.9	Момент силы.	37
1.10	Центр тяжести и равновесие	40
	Наука, технология, жизнь	45
	Заключение	46
	Обобщающие задания	47

Раздел 2 Работа и энергия

2.1	Механическая работа	50
2.2	Мощность	53
2.3	Потенциальная и кинетическая энергии.	56
2.4	От чего зависит потенциальная и кинетическая энергии?	59
2.5	Полная механическая энергия	63
	Наука, технология, жизнь	67
	Заключение.	68
	Обобщающие задания	69

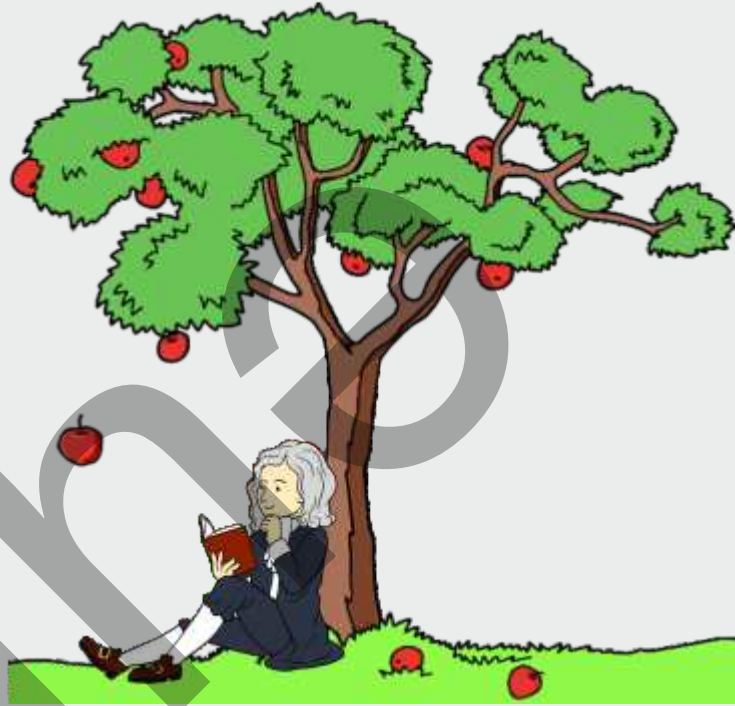
Раздел 3 Давление

3.1	Давление твёрдых тел	72
3.2	Давление жидкостей и газов	75
3.3	Сила Архимеда	80
	Наука, технология, жизнь	83
	Заключение	84
	Обобщающие задания	85
	Словарь.	87

Раздел 1

Сила

Законы, описывающие связь между силами, действующими на тело, и его движением, были открыты английским учёным Исааком Ньютоном. Согласно легенде, Ньютон наблюдал, как яблоко оторвалось от ветки дерева и упало на землю, и выдвинул идею о том, что на него действует сила притяжения Земли. Один из известных людей писал, что падение яблока на землю видел каждый, но только Ньютон задался вопросом о причине этого явления. Впоследствии Ньютон, усовершенствовал свои исследования и доказал, что сила взаимного притяжения действует не только между Землёй и яблоком, но и всеми телами во Вселенной.



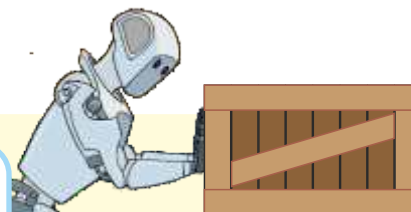
- Ньютон представил свои открытия в труде под названием “Математические начала натуральной философии”, и этот труд способствовал стремительному развитию не только физики, но и других наук.
- 1. С какими трудностями столкнулись бы живые существа, если бы не было притяжения Земли?
2. Что можно сказать о направлении и величине скорости падающего на Землю тела?

Из раздела вы узнаете

- Сила – это мера взаимного воздействия между телами
- Существуют несколько видов сил
- Чтобы узнать, как будет двигаться тело, необходимо определить равнодействующую силу
- Для нахождения равнодействующей силы определяются действующие на тело силы и строится диаграмма сил
- В зависимости от величины равнодействующей силы тело может находиться в состоянии покоя, двигаться прямолинейно равномерно, прямолинейно с переменной скоростью или по криволинейной траектории.

1.1 Сила и виды сил

- Что произойдёт, если робот потянет или толкнет ящик, находящийся в состоянии покоя?
- Будет ли ящик, который тянут или толкают, также оказывать воздействие на робота?



Ключевые слова

сила

С младших классов известно, что для того, чтобы привести предметы в движение, на них необходимо оказать воздействие. Невозможно открыть или закрыть дверь в классе, не оказав на неё воздействия, так же, как и достать книгу из рюкзака и положить её на стол без воздействия. Во время письма необходимо оказать воздействие на ручку, чтобы чернила оставили след на бумаге (рис. 1).

Ученики иногда закрывают дверь тихо, а иногда захлопывают её.

Ручка оставляет на бумаге иногда неглубокие, а иногда глубокие следы. Таким образом, на тела можно оказывать сильное или слабое воздействие. Для выражения величины и направления воздействия одного тела на другое используется физическая величина, называемая **силой**.

Сила

В повседневной жизни можно наблюдать, как в результате взаимодействия покоящиеся тела начинают двигаться, а движущиеся тела останавливаются или же меняют направление своего движения. Например, когда ученик, приводя в движение рюкзак, поднимает его с пола, он также ощущает воздействие рюкзака на себя (рис. 2, а). Велосипедист, оказав воздействие на педали, останавливает движущийся велосипед или меняет направление его движения, оказав воздействие на руль (рис. 2, б).



Рис. 1.

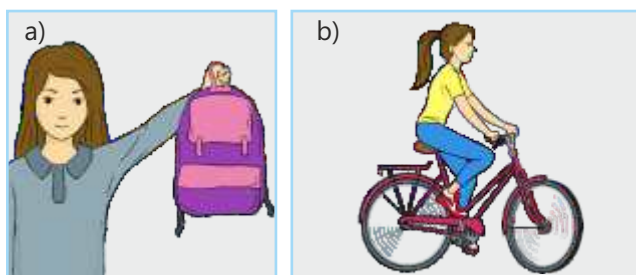


Рис. 2.

Опыты показывают, что увеличение или уменьшение скорости тела, а также изменение его направления движения происходят, когда на него оказывает воздействие другое тело.

Физическая величина, выражающее взаимодействие между телами, называется силой.

Сила – векторная величина, обозначается буквой $\vec{F}$ и измеряется динамометром (рис. 3). Единица измерения силы в СИ – ньютон (1Н), в честь английского ученого И. Ньютона: $[\vec{F}] = 1 \text{ Н}$.

Держа на ладоне яблоко массой 100 г, можно получить представление о силе, равной 1 Н. Сила тяжести, действующая на это яблоко, составляет примерно 1 Н (рис. 4).



Рис. 3.

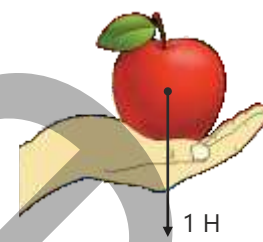


Рис. 4.

1

Деятельность

Наблюдение за воздействием силы на направление движения тела

Принадлежности: один стальной шарик, один полостной магнит.

Ход работы:

1. Положите шарик на стол.
2. Медленно приближайте магнит к шарiku по поверхности стола. После того, как шарик начнёт двигаться, не перемещайте магнит.
3. Верните шарик и магнит в исходное положение. Снова приблизьте магнит к шарiku. После того как шарик начнет двигаться, перемещайте магнит в разных направлениях и наблюдайте за движением шарика.



Обсудите:

1. Почему шарик начал двигаться?
2. Как изменилась скорость шарика после начала его движения?
3. Изменилось ли направление движения шарика при перемещении магнита в разных направлениях?

Сила является причиной движения покоящегося тела, а также изменения скорости или направления движения тела. В ходе деятельности под воздействием магнитной силы шарик начал движение и увеличил свою скорость, то есть двигался с ускорением. Кроме того, под воздействием магнитной силы изменилось и направление движения шарика. Помимо этих воздействий, сила, действующая на тело, может изменить его форму. Например, если к линейке приложить силу, она изгибается и меняет свою форму (рис. 5). Сила является причиной изменения скорости, направления движения и формы тела.

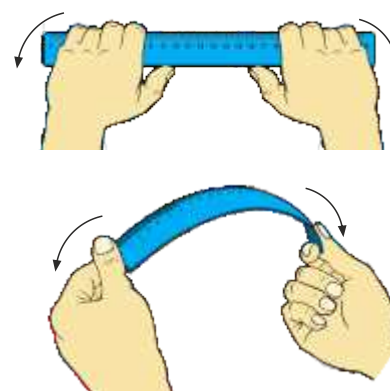


Рис. 5.

2

От чего зависит воздействие силы?

Принадлежности: лист бумаги формата А3, книга.

Ход работы:

1. Положите книгу на листе бумаги формата А3 и нарисуйте на листе пронумерованные стрелки, как показано на рисунке.
2. Медленно толкните книгу пальцем в направлении 2.
3. Верните книгу в исходное положение и повторите шаг 2, приложив большую силу.
4. Снова положите книгу на лист бумаги в прежнее положение. Последовательно приложите к ней равную силу пальцем в направлениях 1, 2 и 3.
5. Сначала подтолкните книгу в направлении 3, а затем, вернув ее в исходное положение, подтолкните в направлении 4.



Обсудите:

- Как движется книга при изменении значения, направления и точки приложения силы?

Знаете ли вы?

Динамометр был изобретён в начале XIX века французским инженером Эдме Ренье.



Во время выполнения деятельности было замечено, что при увеличении значения силы, действующей в направлении 2, скорость движения книги также увеличивалась. Когда силу прикладывали в точке 1, книга вращалась, а при приложении силы в том же направлении, но в точке 2, она двигалась прямолинейно. Сила, приложенная по направлению 3 тоже вращает книгу. Из этого можно сделать вывод, что воздействие силы на тело зависит от её значения, точки приложения и направления. Начало вектора силы указывает точку приложения силы, длина – значение силы, а его направление – направление действия силы (рис. 6).

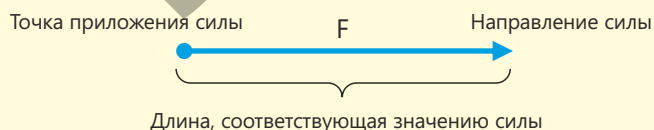
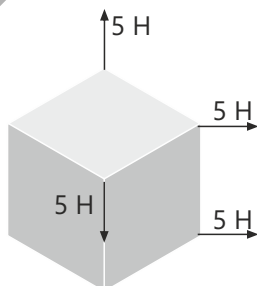


Рис. 6. Схематическое изображение силы

Вопрос

На рисунке изображены силы, действующие на блок. Какие силы равны?



Объяснение. Чтобы силы были равны, их направления должны совпадать, а значения быть равными. Этому условию удовлетворяют только силы, приложенные к правой стороне тела. Хотя численные значения сил, направленных вверх и вниз, равны, они не являются равными, так как их направления различны.

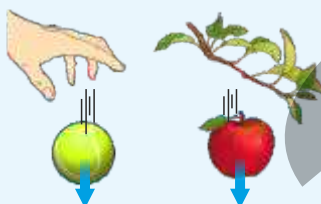
Виды сил

Чтобы узнать, как будет двигаться тело, сначала необходимо определить силы, действующие на него. Для этого необходимо распознать различные силы, существующие в природе. В большинстве случаев на тело может действовать более одной и разных видов сил. В природе и повседневной жизни некоторые силы встречаются чаще других. Например, поскольку все тела имеют массу, сила тяжести действует на каждое из них.

Если тело обладает электрическим зарядом, на него может действовать электрическая сила, а если оно изготовлено из материала, притягиваемого магнитом, – магнитная сила. Некоторые силы, например, магнитная, электрическая и сила тяжести, действуют на тело без контакта, с определенного расстояния. Для воздействия других сил, таких как сила трения или реакции, необходимо, чтобы тела соприкасались друг с другом.

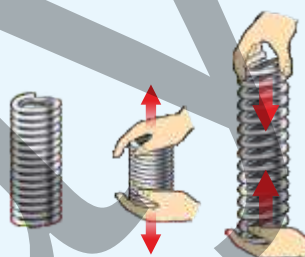
Сила тяжести

Сила тяжести возникает в результате притяжения тел Землей. На все тела на Земле действует сила притяжения. Например, предмет в нашей руке или яблоко на ветке падают на землю под действием силы тяжести.



Сила упругости

Сила упругости возникает при растяжении или сжатии тел. Например, если растянуть или сжать упругую пружину и затем отпустить, она вернется в прежнее состояние под действием силы упругости.



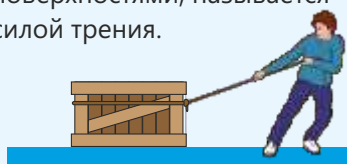
Сила реакции опоры

Когда тело действует на какую-либо поверхность, эта поверхность также оказывает воздействие на тело. Это воздействие всегда направлено перпендикулярно поверхности в сторону тела и называется силой реакции опоры. Например, на книгу, лежащую на столе, или на руку ученика, опирающегося на стену, действует сила реакции опоры.



Сила трения

Когда тело движется, касаясь какой-либо поверхности, на него действует сила, направленная противоположно направлению движения. Эта сила, возникающая между соприкасающимися поверхностями, называется силой трения.



Выталкивающая сила жидкостей и газов

Выталкивающая сила – это сила, действующая на тело, погруженное в жидкости и газы. Эта сила также называется архимедовой силой. Выталкивающая сила всегда направлена вертикально вверх.



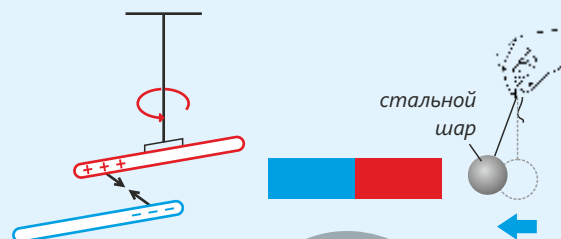
Сила натяжения

Если тело тянут с помощью веревки или троса, то в веревке или тросе возникает сила натяжения. Сила натяжения направлена вдоль веревки или троса.



Электрическая и магнитная силы

Между электрически заряженными телами существует электрическая сила, а между магнитами – магнитная сила. В зависимости от знаков зарядов или от того, какие полюса магнита находятся рядом друг с другом, эти силы могут быть либо отталкивающими, либо притягивающими. На тело, изготовленное из вещества, притягиваемого магнитом, действует только сила притяжения со стороны магнита.

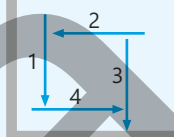


• ПОДУМАЙ
• ОБСУДИ
• ПОДЕЛИСЬ

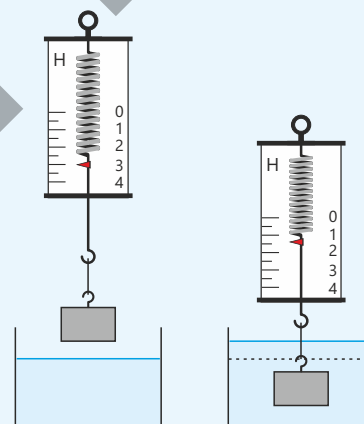
– Действует ли сила на тело, движущееся с постоянной скоростью по окружности? Как вы думаете, почему?

Примените полученные знания

1. Что подразумевается под “взаимодействием” в предложении “Взаимодействие между телами называется силой”? Объясните свою точку зрения, приведя пример взаимодействия.
2. Если измениться направление силы, действующей на тело, какие изменения могут произойти в его движении?
3. Величина каждой из сил, изображенных на рисунке, равна 240 Н. Какие силы равны между собой?

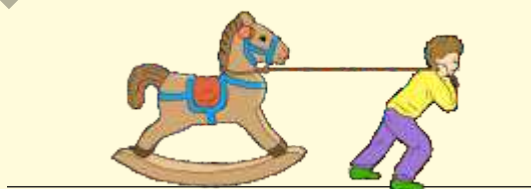


4. При погружении тела, прикрепленного к динамометру, в воду показания динамометра изменяются. По рисунку определите силу тяжести и архимедову силу, действующие на тело.



Проверьте полученные знания

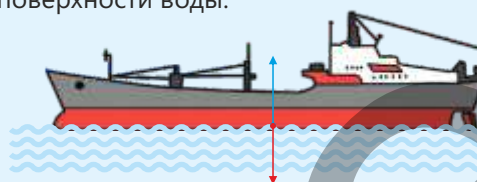
1. Приведите по два примера сил, действующих при контакте и без контакта.
2. Приведите по одному примеру для случаев, когда тело начинает движение из состояния покоя, останавливается и изменяет направление движения под воздействием силы.
3. От чего зависит воздействие приложенной к телу силы?
4. При выполнении каких двух условий силы можно считать равными?
5. Мурад наблюдает, как его младший брат тянет за собой игрушечную лошадку. Он определяет, что на игрушечную лошадку воздействуют четыре силы. Какие это силы?



1.2 Равнодействующая сила

Большое грузовое судно находится в состоянии покоя на поверхности воды.

- По какой причине судно остается в состоянии покоя, когда на него воздействуют сила тяжести и сила Архимеда?



Во многих случаях на тело действует не одна, а несколько сил одновременно. Например, на корабль, находящийся в состоянии покоя на воде, действуют направленная вниз сила тяжести и, направленная вверх сила Архимеда.

Ключевые слова

равнодействующая сила, диаграмма сил

Диаграмма сил

Чтобы описать, как будет двигаться тело, необходимо определить силы, действующие на это тело. С этой целью сначала строится диаграмма сил. Диаграмма сил – это схема, на которой показаны все силы, действующие на тело. Например, когда книга находится в состоянии покоя на столе, на нее действуют сила тяжести и сила реакции стола, поэтому на диаграмме сил изображены эти две силы (рис. 1).

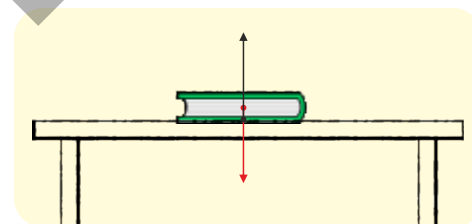
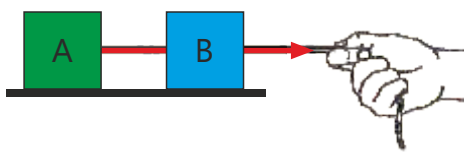


Рис. 1.

При построении таких диаграмм, помимо указания точек приложения и направлений сил, также наносят длину стрелок в соответствии с численным значением сил.

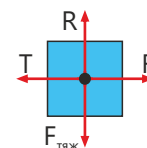
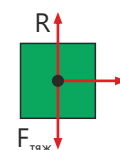
Решение задачи

Блоки А и В с одинаковой массой движутся по горизонтальной поверхности под действием силы натяжения $\vec{F}$. Постройте диаграмму сил для каждого блока. Не учитывайте силу трения.



Решение. Нарисовав каждый блок по отдельности, можно определить действующие на него силы. На блок А действуют: направленная вправо вдоль нити сила натяжения нити (T), направленная вниз сила тяжести ($F_{\text{тяж}}$) и сила реакции опоры, направленная вверх со стороны поверхности (R).

На блок В действуют: направленная влево вдоль нити сила натяжения (T), направленная вправо сила натяжения нити (F), направленная вниз сила тяжести ($F_{\text{тяж}}$) и сила реакции опоры, направленная вверх со стороны опоры (R).



Сложение сил

Чтобы определить, как будет двигаться тело, необходимо найти равнодействующую силу, действующих на него сил.

Сила, действие которой равно воздействию всех сил, приложенных к телу, называется равнодействующей силой.

На тело одновременно могут действовать силы как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Чтобы найти значение и направление равнодействующей силы, сначала определяют силы, действующие в горизонтальном и в вертикальном направлениях. При вычислении ее значения необходимо сложить числовые значения сил, направленных в одну сторону, и вычесть из суммы значение сил, направленных в противоположную сторону. На рисунке 2 показано нахождение равнодействующей силы для сил, действующих на шкаф в горизонтальном направлении.



Равнодействующая
сила = $100\text{ Н} - 60\text{ Н} - 20\text{ Н} = 20\text{ Н}$, влево

Равнодействующая
сила = $90\text{ Н} + 80\text{ Н} - 20\text{ Н} = 150\text{ Н}$, вправо

Рис. 2. Вычисление равнодействующей силы

Силы, сумма которых равна нулю, являются уравновешенными силами.

Поскольку сила тяжести, действующая на покоящийся корабль, по величине равна, а по направлению противоположна архимедовой силе, равнодействующая сила этих двух сил равна нулю. Равнодействующая сил тяжести и реакции опоры, действующих в вертикальном направлении на шкаф, изображенный на рисунке 2, также равна нулю. Однако равнодействующая сил, действующих в горизонтальном направлении, отлична от нуля.

Силы, равнодействующая которых отлична от нуля, являются неуравновешенными силами.

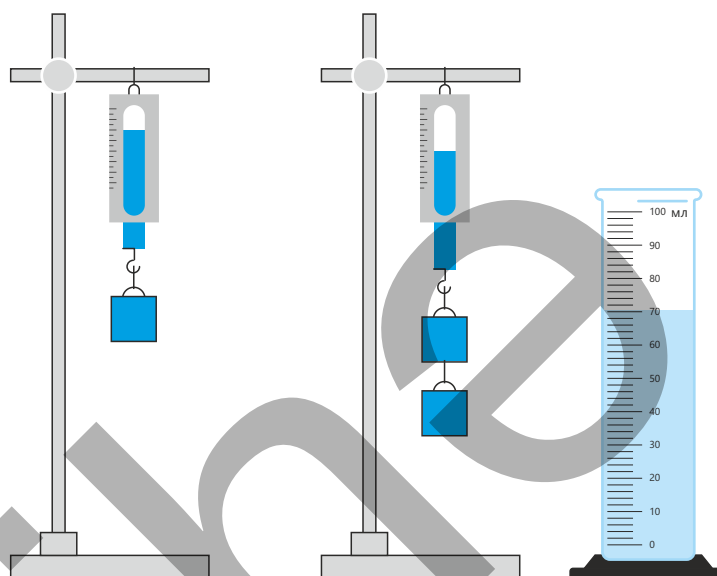
Деятельность

Определение равнодействующей силы

Принадлежности: динамометр, мензурка, два металлических тела разной массы.

Ход работы:

1. Наполните мензурку водой.
2. Измерьте и запишите с помощью динамометра силу тяжести, действующую на каждый груз.
3. Измерьте и запишите силу тяжести, действующую на грузы, подвесив их вместе на динамометре.
4. Не снимая грузы с динамометра, погрузите их в воду и запишите показания динамометра.

**Обсудите:**

1. Каково соотношение между суммой показаний динамометра на втором шаге и показанием динамометра на третьем шаге? Постройте диаграмму сил для обоих случаев.
2. Найдите выталкивающую силу, действующую на грузы, на основе записанных вами показаний динамометра в случаях, когда грузы находятся в воздухе и в воде.
3. Какой вывод вы сделали относительно определения равнодействующей силы для сил, направленных в одну сторону и в противоположные стороны?

Решение задачи

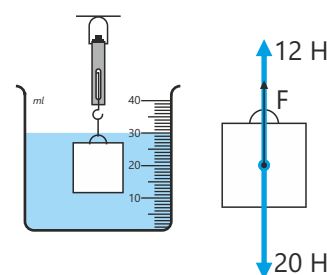
Металлическое тело, подвешенное на динамометре, находится в состоянии покоя в жидкости, как показано на рисунке. На тело действуют архимедова сила 12 Н и сила тяжести 20 Н. Найдите показание динамометра.

Решение. Показание динамометра равно силе натяжения, действующей на груз. Сила тяжести, действующая на груз, направлена вниз, а архимедова сила и сила натяжения нити – вверх. Поскольку тело находится в состоянии покоя, равнодействующая сила равна нулю. Это означает, что сила, направленная вниз, равна сумме сил, направленных вверх:

$$20 \text{ Н} = 12 \text{ Н} + F$$

$$F = 20 \text{ Н} - 12 \text{ Н} = 8 \text{ Н}$$

Ответ: 8 Н.

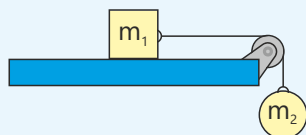


- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

– Если равнодействующая сила равна нулю, сколько минимум сил действует на тело?

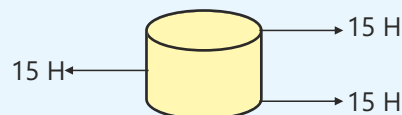
Примените полученные знания

1. Тело покоится на столе.



- Действует ли сила трения на это тело?
- Покажите на диаграмме сил, действующие силы.

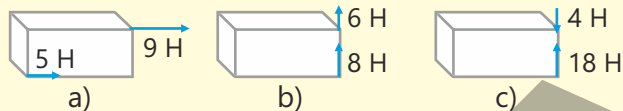
2. Найдите равнодействующую сил, изображенных на рисунке.



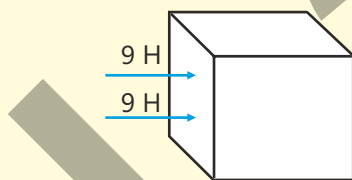
3. Если на тело действует несколько сил в одном направлении, может ли их равнодействующая сила быть равной нулю? Обоснуйте свой ответ, построив диаграмму сил.

Проверьте полученные знания

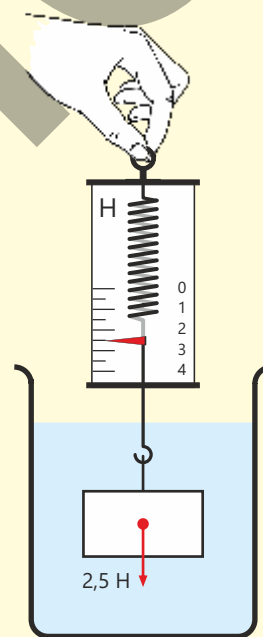
- Что такое равнодействующая сила и как она определяется?
- На каждое из тел, изображенных на рисунке, действуют две силы. В каком случае равнодействующие силы равны?



3. Постройте диаграмму сил, чтобы показать силу, не изображенную на рисунке, учитывая, что равнодействующая сила, действующая на тело, равна нулю.



4. Тело, подвешенное на нити, находится в состоянии покоя в воде. Показание динамометра и сила тяжести указаны. Определите, верно ли показание динамометра. Обоснуйте свой ответ.



1.3 Первый закон Ньютона



- Для чего нужны сиденья в транспортных средствах?
- В какую сторону наклоняются пассажиры, когда скоростной поезд начинает движение?
- Если поезд внезапно снизит скорость, в какую сторону упадет сумка?

Инерция

Если коробка на багажнике автомобиля не закреплен к багажнику, то при начале движения автомобиля он упадет на Землю. Пешеход, зацепившись ногой за препятствие, падает вперед. Когда автобус поворачивает налево, пассажиры наклоняются вправо, а при повороте направо – влево (рис. 1). Все три случая имеют общую особенность. В каждом из этих случаев тела пытаются остаться в первоначальном состоянии. Автомобиль начинает движение, груз остается на прежнем месте и, оказавшись без опоры, падает на Землю. Пешеход падает вперед, продолжая движение в прежнем направлении. Когда автобус поворачивает налево, пассажиры пытаются сохранить прежнее направление движения и наклоняются направо.

Когда на тело действует сила, его попытка сохранить состояние покоя или значение и направление скорости называется инерцией.

В каждом из приведенных выше примеров наблюдается инерция тел: а) когда пытаются привести в движение груз, находящийся в состоянии покоя; б) когда пешеход, движущийся прямолинейно с постоянной скоростью, меняет скорость; с) когда автобус, движущийся прямолинейно с постоянной скоростью, меняет направление движения.

Подобные ситуации можно наблюдать у всех тел, так как все тела обладают инерцией. Инерция учитывается для обеспечения безопасности в транспортных средствах. Например, когда автомобиль сталкивается с другим автомобилем или резко снижает скорость, движение водителя вперед не прекращается мгновенно. Он продолжает движение по инерции и, если не пристегнут ремнем безопасности, может удариться о лобовое стекло машины и получить травму (рис. 2).

Ключевые слова: инерция, первый закон Ньютона



Рис. 1.



Рис. 2.

Поскольку тела обладают инерцией, для изменения их движения всегда требуется определенный промежуток времени.

Деятельность

Определение связи между инерцией и массой

Принадлежности: одна монета номиналом 1 гяпик, одна монета номиналом 50 гяпиков, лист бумаги формата A4.

Ход работы:

1. Положите монету номиналом 1 гяпик на лист бумаги формата A4.
2. Держа за край листа, резко потяните его.
3. Повторите шаги 1 и 2 с монетой номиналом 50 гяпиков.
4. Положите монеты номиналом 1 и 50 гяпиков на лист бумаги формата A4, как показано на рисунке, и несколько раз потяните лист, постепенно увеличивая скорость.



Обсудите:

1. Почему монеты не движутся вместе с листом бумаги, когда его тянут?
2. Почему при постепенном увеличении скорости листа бумаги монета номиналом 50 гяпиков скользит меньше, чем монета номиналом 1 гяпик? Какой вывод можно сделать из этого наблюдения?

В ходе деятельности было замечено, что тело с большей массой обладает большей инерцией. Для изменения скорости движения тела с большей массой требуется большая сила.

Вопрос

Средняя скорость льва больше средней скорости антилопы. Лев, желая поймать антилопу, преследует ее, и когда ему почти удаётся ее догнать, антилопа делает скачок и меняет направление своего движения. Как изменение направления движения антилопы спасает ее от хищника?



Объяснение. Масса льва больше массы антилопы. Когда антилопа делает скачек и меняет направление, лев, обладающий большей инерцией, не может изменить направление за то же время. Льву требуется больше времени, чтобы развернуться в сторону, в которую убегает антилопа. Это дает антилопе время, чтобы уйти от льва.

Первый закон Ньютона

Если тело движется, то для его остановки необходимо приложить силу, а если оно находится в состоянии покоя, то для приведения его в движение необходимо приложить силу. Из темы "Сила" известно, что для изменения направления движения тела на него должна действовать сила. Следовательно, если к телу не приложена сила, оно останется в своём первоначальном состоянии.

В некоторых случаях на тело действует несколько сил, но равнодействующая этих сил равна нулю. И в этом случае состояние покоя или прямолинейное равномерное движение тела не изменяется.

Знаете ли вы?

Инерция происходит от латинского слова "inertia" и означает бездействие.

Когда на тело не действует сила или равнодействующая всех сил равна нулю, тело остается в состоянии покоя или движется прямолинейно равномерно.

Когда на тело не действует никакая сила или действующие силы уравновешены, его движение описывается **первым законом Ньютона**. Согласно первому закону Ньютона:

- а. если тело не движется, то оно останется в состоянии покоя (рис. 4);
- б. если тело движется прямолинейно равномерно, то оно будет продолжать двигаться прямолинейно равномерно (рис. 5).



Рис. 4. Автомобиль не движется ($v = 0$) и равнодействующая сила равна нулю ($F = 0$).



Рис. 5. Равнодействующая сил, действующих на автомобиль, движущийся прямолинейно равномерно ($v = \text{const}$), равна нулю $F = 0$).

• ПОДУМАЙ
• ОБСУДИ
• ПОДЕЛИСЬ

– Какое понятие можно использовать для обоснования того, что на тело, движущееся равномерно по окружности, действует сила?

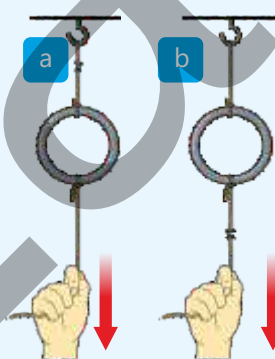
Вопрос

Если скорость перемещения дрона постоянна, то какой вывод можно сделать о действующих на него силах?

Объяснение. Тот факт, что скорость перемещения дрона постоянна, означает, что ее значение и направление не меняются. Согласно первому закону Ньютона, это возможно только в том случае, если равнодействующая сил, действующих на дрон, равна нулю.

Примените полученные знания

1. К металлическому кольцу привязаны одинаковые тонкие нити, как показано на рисунке. Если медленно тянуть нить снизу, рвется верхняя нить (а). Если резко потянуть за нить, то порвется нижняя нить (б). Объясните причину этого явления.



2. стакан, поставленный на стол в самолете, летящем на восток со скоростью $720 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, находится в состоянии покоя. Какой вывод можно сделать о силах, действующих на стакан?



3. Если известна сила тяги поезда, движущегося прямолинейно равномерно, какой вывод можно сделать о действующей на него силе сопротивления?

Проверьте полученные знания

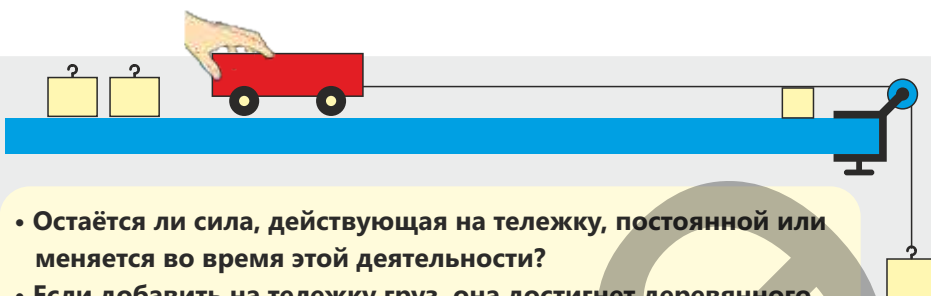
1. Что такое инерция? На основании чего можно сравнить инерцию двух тел?
2. Объясните явление, изображённое на рисунке.



3. К каким движениям применим первый закон Ньютона?
4. На движущейся тележке находятся два тела с разными массами. Если тележка внезапно снизит скорость движения, то как будет отличаться движения этих тел?

1.4 Второй закон Ньютона

Исследуя связь между силой и ускорением, ученики привязывают один конец нити к неподвижной тележке, а другой – к грузу, после чего отпускают груз. Скорость тележки, движущейся вправо, постепенно увеличивается. Затем возвращают тележку в прежнее положение, добавляют на нее грузы и повторяют эксперимент.



- Остается ли сила, действующая на тележку, постоянной или меняется во время этой деятельности?
- Если добавить на тележку груз, она достигнет деревянного барьера быстрее или медленнее?
- Как, по-вашему, изменится ускорение тележки, если сохранить действующую на нее силу постоянной, а массу увеличить?

Ключевые слова

второй закон Ньютона

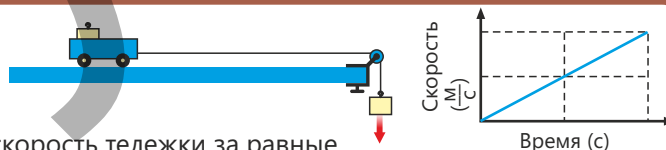
В случаях, когда равнодействующая сила равна нулю, движение тела определяется первым законом Ньютона. Когда на тело действуют неуравновешенные силы, если оно находится в состоянии покоя, оно начинает движение, а если

оно движется, его скорость увеличивается или уменьшается. Изменение скорости выражается величиной ускорения. Следовательно, когда равнодействующая сила отличается от нуля, тело движется с ускорением.

Эксперименты показали, что между равнодействующей силой, действующей на тело, его ускорением и массой существует связь.

Исследование

На груз действует сила тяжести. Эта сила является причиной появления в нити силы натяжения. Сила натяжения, воздействуя на тележку, приводит её в движение. В результате определяется, как меняется скорость тележки за равные промежутки времени, и строится график зависимости скорости от времени.



Обсудите:

1. Как можно определить значение силы, действующей на тележку?
2. Что можно сказать о ускорении тела, исходя из графика?
3. Какой вывод можно сделать из исследования о связи силы и ускорения?

Можно увеличить силу, действующую на тело, сохраняя при этом его массу постоянной, и вычислить ускорение. Так же можно увеличить массу тележки, сохранив силу постоянной. Опыты показывают, что ускорение тела прямо пропорционально действующей на него силе. Когда масса тела остается постоянной, увеличение равнодействующей силы приводит к большему изменению его скорости. А это означает, что ускорение тела становится больше.

Связь между ускорением и массой тела, движущегося под воздействием неуравновешиваемых сил, и действующей на него равнодействующей силы выражается **вторым законом Ньютона**.

Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей силе, действующей на него, и обратно пропорционально его массе

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Ускорение всегда направлено в ту же сторону, что и равнодействующая сила. В решении задачи равнодействующая сила вычисляется и приравнивается к произведению массы на ускорение. Поэтому второй закон Ньютона часто записывается как $F = ma$. Согласно этой формуле, единица силы, являющаяся производной единицей, может быть выражена через основные единицы:

$$[F] = [m] \cdot [a] = 1 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 1 \text{ Н}$$

Решение задачи

Груз массой 50 кг приводится в движение из состояния покоя, приложив силу тяги 200 Н. Сила трения, действующая на него, составляет 150 Н.



- Постройте диаграмму сил.
- Найдите равнодействующую силу и ускорение.
- Чему будет равна путевая скорость груза через 2 секунды?

Решение. На груз действуют сила тяги ($F_{\text{тяги}}$), направленная вправо, сила трения ($F_{\text{тр}}$), направленная влево, сила тяжести (F_g), направленная вниз и сила реакции пола (R), направленная вверх. Согласно второму закону Ньютона, равнодействующая сила равна произведению массы на ускорение:

$$F = ma.$$

Запишем второй закон Ньютона для равнодействующих сил, действующих на груз в горизонтальном и вертикальном направлениях.

- а) Поскольку сила трения направлена противоположно силе тяги, в горизонтальном направлении равнодействующая сила равна их разности: $F_{\text{тяги}} - F_{\text{тр}} = ma$. С учетом значений сил и массы: $200 \text{ Н} - 150 \text{ Н} = 50 \text{ а}$. Отсюда получаем $a = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

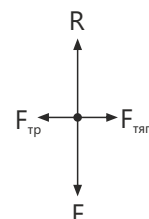
- б) Поскольку сила реакции опоры равна по величине силе тяжести и противоположна по направлению, равнодействующая сила в вертикальном направлении равна нулю:

$$F_{\text{тяж}} - R = ma.$$

Отсюда получается $0 = 50 \cdot a$ или $a = 0$.

Значит, груз движется горизонтально вправо с ускорением $1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Поскольку груз начинает движение из состояния покоя, в формуле $v = v_0 + at$ начальная скорость равна нулю:

$$v = at = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2 \text{ с} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$



• ПОДУМАЙ
• ОБСУДИ
• ПОДЕЛИСЬ

– Можно ли получить первый закон Ньютона, используя второй закон Ньютона?

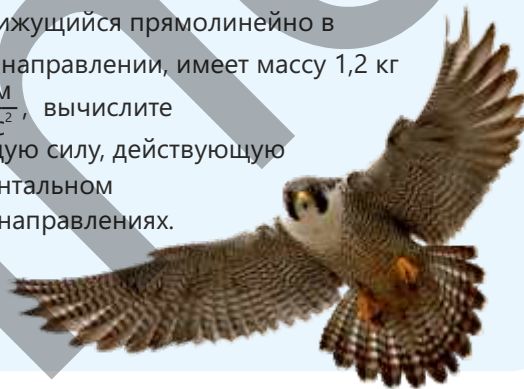
Примените полученные знания

1. Начальная скорость автомобиля массой 1200 кг равна $15 \frac{M}{C}$. Найдите значение и направление равнодействующей силы, действующей на автомобиль, если он остановится через 20 с.



- Постройте график зависимости ускорения тела от равнодействующей силы при постоянной массе.
- Тело движется прямолинейно равномерно. Найдите равнодействующую силу и ускорение тела.
- Когда равнодействующая сила, действующая на тело, увеличивается на 10 Н, его ускорение увеличивается на 2 единицы. Определите начальное значение равнодействующей силы.

- Если сокол, движущийся прямолинейно в горизонтальном направлении, имеет массу 1,2 кг и ускорение $-1 \frac{M}{C^2}$, вычислите равнодействующую силу, действующую на него в горизонтальном и вертикальном направлениях.



Проверьте полученные знания

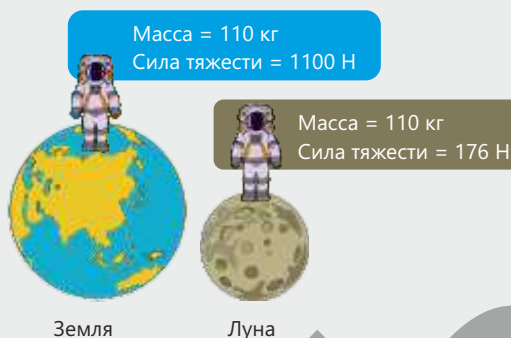
- Как формулируется второй закон Ньютона?
- Может ли тело двигаться ускоренно, если равнодействующая сила направлена против направления движения тела? Обоснуйте свой ответ.
- Скорость автомобиля составляет $10 \frac{M}{C}$. Если равнодействующая сила, действующая на него, равна нулю, то какова будет скорость автомобиля через 5 секунд?
- Начальная скорость автомобиля массой 1000 кг составляет $20 \frac{M}{C}$. Если равнодействующая сила, действующая на него, равна 400 Н, чему будет равна скорость автомобиля через 10 секунд? Через сколько секунд автомобиль остановится?



- Если безоаровый горный козел, обитающий в горах Лачына, начал бежать по прямой и через 5 секунд его скорость составила $15 \frac{M}{C}$, найдите отношение равнодействующей силы, действующей на козла, к его массе.

1.5 Сила тяжести и вес

Общая масса астронавта в скафандре равна 110 кг. На Земле и на Луне его масса одинакова, однако на Луне сила тяжести, действующая на астронавта, в шесть раз меньше, чем на Земле.



- Почему силы тяжести, действующие на астронавта на Земле и на Луне, различны?
- Где астронавту будет легче шагаться, на Луне или на Земле?

Если равнодействующая сил, действующих на тело, равна нулю, то тело либо остается в состоянии покоя, либо движется прямолинейно с постоянной скоростью. Снаряд, брошенный с определенной высоты в горизонтальном направлении, движется по криволинейной траектории и падает на землю. В это время его скорость также увеличивается, поскольку на снаряд действует сила притяжения Земли. Если бы не существовало силы притяжения Земли, то, согласно первому закону Ньютона, снаряд двигался бы прямолинейно (рис. 1). Сила тяжести действует на все тела на Земле. Направление этой силы – к центру Земли (рис. 2). Экспериментально установлено, что вблизи поверхности Земли все тела падают с одинаковым ускорением.

Если тело движется к Земле только под действием силы тяжести, такое движение называется свободным падением. Ускорение свободно падающего тела называется **ускорением свободного падения** и равно $g = 9,8 \frac{м}{с^2}$.

Все тела притягивают друг друга. Например, Земля притягивает яблоко, так же, как и яблоко притягивает Землю (рис. 3). Сила притяжения между телами зависит от их масс и расстояния между ними:

- При увеличении масс тел сила притяжения между телами увеличивается.
- При увеличении расстояния между телами сила притяжения уменьшается.

Сила взаимного притяжения существует не только между Землей и телами, но и между всеми телами. Поскольку у тел с

Ключевые слова сила тяжести, ускорение свободного падения, вес

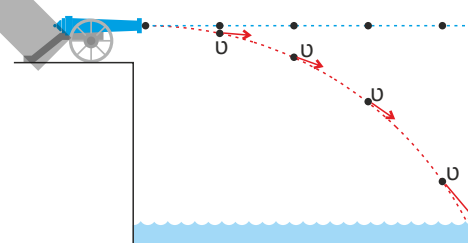


Рис. 1.

*Иногда для упрощения вычислений принимают $g = 10 \frac{м}{с^2}$.

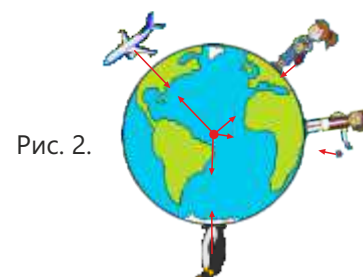


Рис. 2.



Рис. 3.

малой массой сила притяжения очень мала, её можно не учитывать. Например, сила притяжения между учебниками по физике и математике, находящимися на расстоянии 10 см друг от друга, составляет менее одной десятиллиардной ньютона. Поэтому при решении задачи сила притяжения между телами не учитывается.

Сила тяжести

Сила притяжения, действующая на тело со стороны Земли называется *силой тяжести*.

Сила тяжести равна произведению массы тела на ускорение свободного падения: $F = mg$.

Деятельность

Определение зависимости силы тяжести от массы

Принадлежности: динамометр, три груза разной массы.

Ход работы:

1. Нарисуйте таблицу в своей тетради.
2. Запишите массы грузов в левом столбце таблицы.

Масса (кг)	Сила тяжести (Н)

Обсудите:

- Какова связь между силой тяжести и массой?

3. Определите силу тяжести, действующую на каждый груз, и запишите в правом столбце таблицы.

Знаете ли вы?

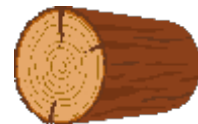
Гравитация происходит от латинского слова "gravitas", что на азербайджанском языке означает "тяжесть".

Как видно из деятельности, по мере увеличения массы тела увеличивается и действующая на него сила тяжести. Из уроков "Природа" вы узнали, что другие небесные тела, такие как Луна и Марс, также оказывают на близлежащие к ним тела гравитационное воздействие.

Решение задачи

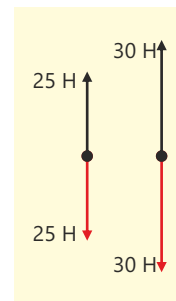
Бревно, находящееся в состоянии покоя на горизонтальной поверхности, намокло от дождевой воды и стало тяжелее. После дождя его масса увеличилась в 1,2 раза, а действующая на него сила тяжести увеличилась на 5 Н.

- а) Найдите массу и силу тяжести бревна до дождя.
- б) Постройте диаграммы сил, действующих на бревно до и после дождя.
- в) Можно ли определить равнодействующую сил, действующих на бревно, в обоих случаях без вычислений? Обоснуйте свой ответ.



Решение

- а) Пусть масса бревна до дождя равна m , а действующая на него сила тяжести – F . После дождя сила тяжести, действующая на него, станет $F + 5$ Н, а масса $1,2m$. На основе данных можно записать выражения для силы тяжести: до дождя: $F = mg$; после дождя: $F + 5$ Н = $1,2mg$. Подставив первое выражение во второе, получаем, $F + 5$ Н = $1,2F$. Отсюда $F = 25$ Н. А из выражения $F = mg$ получим $25 = m \cdot 10$ или $m = 2,5$ (кг).
- б) Поскольку бревно находится в состоянии покоя, на него как до дождя, так и после него действуют сила тяжести и сила реакции опоры. Поэтому диаграммы сил будут выглядеть как на рисунке.
- в) Поскольку бревно находится в состоянии покоя, согласно первому закону Ньютона, действующая на нее равнодействующая сила равна нулю.



Вес

Все тела на поверхности Земли притягиваются Землей, и на них действует сила тяжести. Действие силы тяжести на тело не зависит от того, подвешено оно или находится на опоре. Тело, подвешенное или находящееся на опоре, оказывает воздействие на подвес или опору (рис. 4).

Сила, с которой тело воздействует на опору или подвес в результате действия силы тяжести, называется *весом*.

Вес – векторная величина и обозначается буквой P . Поскольку вес является силой, его единицей в СИ является ньютон.

$$[P] = 1 \text{ Н.}$$

Вес тела на опоре или на подвесе равен силе тяжести, действующей на тело:

$$P = mg.$$

Вес свободно падающего тела равен нулю. Потому что в этом случае отсутствует опора или подвес, на которые это тело оказывает воздействие. Такое состояние тела называется **невесомостью**. Например, вес ручки, падающей из вашей руки, равен нулю, пока он не достигнет земли.

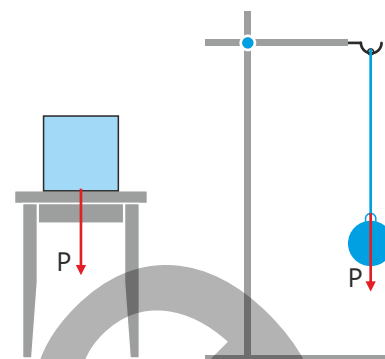


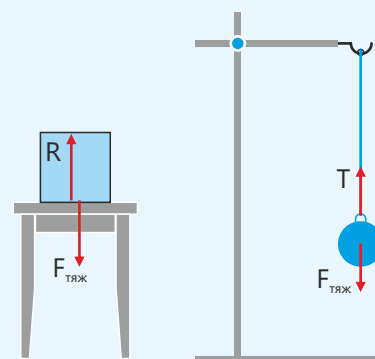
Рис. 4.

Решение задачи

Нарисуйте диаграмму сил, действующих на тела, изображённые на рисунке.

Решение. На тело, лежащее на столе, действует сила тяжести, направленная вниз, и сила реакции опоры, направленная вверх. На тело, подвешенное на веревке, действует сила тяжести, направленная вниз, и сила натяжения веревки, направленное вверх.

Поскольку вес – это сила, действующая на опору или подвес, а не на само тело, силы, приложенные к телу, на диаграмме сил не показаны. Потому что на диаграмме сил указываются силы, действующие на тело, движение которого изучается, а не силы, приложенные к отдельным телам.



- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

– В эпосе “Китаби-Деде Горгуд” говорится, что “камень, брошенный пастухом Караджа, не падал на землю”. Как вы думаете, при каких условиях брошенный камень не упадет на Землю?

Примените полученные знания

1. Земля за один год совершает полный оборот вокруг Солнца. Можно ли утверждать, что равнодействующая сил, действующих на Землю не равна нулю? Обоснуйте свой ответ.

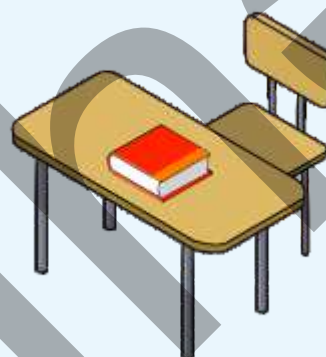
2. Какие силы действуют на рюкзак, который ученик держит в руке? Постройте диаграмму этих сил.



3. Вес книги, находящейся на столе равен – 5 Н, сила тяжести, действующая на нее, 5 Н и сила реакции стола также равна 5 Н.

а) Постройте диаграмму сил, действующих на книгу, и найдите равнодействующую силу.

б) Если масса стола составляет 6 кг, постройте диаграмму сил, действующих на стол, и найдите равнодействующую силу.



Проверьте полученные знания

1. Что называют силой тяжести и по какой формуле она рассчитывается?

2. Будет ли масса молотка, который астронавт взял с собой с Земли, равна его массе на Луне? Как рассчитать силу тяжести, действующую на молот на Земле и Луне?

3. Каковы два сходства и одно различие между силой тяжести и весом?

4. Намокшее полено, покаящаяся на горизонтальной поверхности, высохло под солнечными лучами. После высыхания его масса уменьшилась в 0,8 раза, а действующая на него сила тяжести уменьшилась на 20 Н. Найдите массу и силу тяжести полена во влажном и сухом состоянии. Постройте диаграмму сил, действующих на полено в обоих случаях.

5. Учащийся измеряет силу тяжести, прикрепив тело к динамометру. Затем динамометр выпадает у него из рук. Чему будут равны показания динамометра, до того, как тело и динамометр достигнут пола?

1.6 Третий закон Ньютона



Лодочник, поставив ногу на борт лодки, прыгает на берег. Высадившись на берег, он заметил, что лодка начала двигаться в противоположном направлении и отдаляться от берега.

- Какое воздействие стало причиной того, что лодка стала двигаться в противоположном направлении?
- Куда направлено данное воздействие?

Сила, действующая на тело, выражает взаимодействие этого тела с другим телом. Например, сила тяжести, действующая на каплю дождя, – это сила взаимного притяжения между Землей и этой каплей. Земля притягивает каплю, так же, как и капля притягивает Землю (рис. 1). Сила реакции опоры, действующая на книгу, лежащую на столе, является результатом взаимодействия стола и книги – в этом случае книга также действует на стол (рис. 2). В обоих случаях, если одного из тел не будет, то не будет взаимодействия, то есть силы. Если вы прижмете край стола рукой, ваша нервная система почувствует, что и стол оказывает воздействие на вас. Поскольку вы прикладываете силу к столу, стол также прикладывает силу к вашей руке (рис. 3). Когда два тела взаимодействуют, они прикладывают друг к другу силу.

Третий закон Ньютона помогает определить направление и численное значение данной силы, когда известна одна из сил.

Взаимодействие между двумя телами всегда равно численно и противоположно по направлению (рис. 4):

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Здесь $\vec{F}_1$ – сила, с которой первое тело воздействует на второе, а $\vec{F}_2$ – сила с которой второе тело воздействует на первое. Отрицательный знак указывает на то, что силы направлены в противоположные стороны. Например, если $F_1 = 10 \text{ Н}$ направлена вправо, то $F_2 = 10 \text{ Н}$ направлена влево.

Ключевые слова

третий закон Ньютона



Рис. 1.

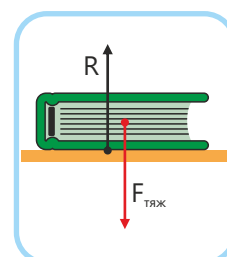


Рис. 2.

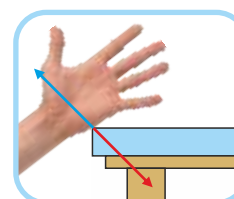


Рис. 3.

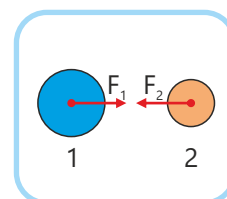


Рис. 4.

Вопрос

Один человек стоит в лодке на воде, другой – на берегу на земле, и они тянут друг друга за веревку. При этом человек в лодке движется, а тот, кто на берегу – нет. Почему только один из них движется? Обоснуйте свой ответ, опираясь на третий закон Ньютона.



Знаете ли вы?

Некоторые морские живые существа для передвижения, сначала заглатывают определенное количество воды, а затем выбрасывают ее. В результате они движутся в направлении, противоположном направлению выброшенной воды.

Объяснение. Первый и второй законы Ньютона объясняют влияние равнодействующей сил, приложенных к одному телу, на его движение. То есть силы воздействуют на одно и то же тело. Третий закон Ньютона описывает силы, действующие на два разных взаимодействующих тела. Сила, приложенная к человеку, стоящему на берегу, не может сдвинуть его с места, так как она меньше силы трения обуви этого человека о землю. А вот человек в лодке движется к берегу под действием силы. Так как сила, действующая на него, больше, чем сила сопротивления воды, действующая на лодку.

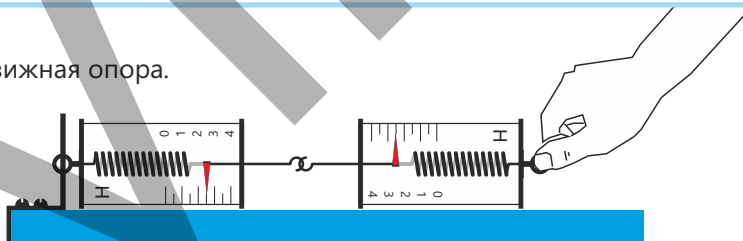
Деятельность

Проверка третьего закона Ньютона

Принадлежности: два динамометра, неподвижная опора.

Ход работы:

1. Прикрепите один из динамометров на неподвижную опору.
2. Крючок второго динамометра зацепите за крючок первого динамометра.
3. Сначала потяните за ручку динамометра с небольшой силой и запишите показания динамометров.
4. Постепенно увеличивайте приложенную к динамометру силу и сравнивайте показания.

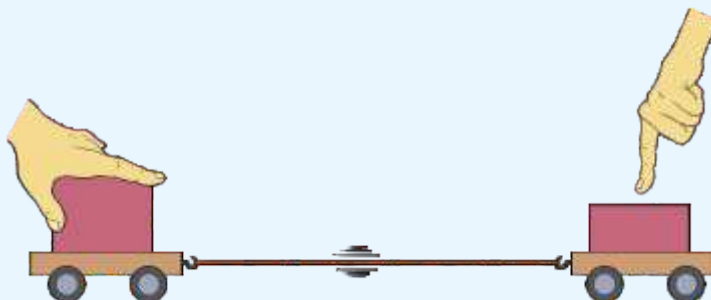


Обсудите:

1. Какой вывод можно сделать из сравнения показаний динамометров?
2. Что можно сказать о направлениях сил, действующих на первый и второй динамометры?

Решение задачи

Тележки, масса которых вместе с блоками составляет 0,2 кг и 0,4 кг соответственно, соединены между собой эластичной резиной. Одна из тележек оттягивается в сторону и отпускается. Вычислите отношение ускорения меньшей тележки к ускорению большей. Какая из тележек быстрее достигнет середины пути?



Решение. Так как на тележки действуют силы, равные по величине и противоположные по направлению, то согласно третьему закону Ньютона: $F_1 = F_2$. Согласно второму закону Ньютона, $F = ma$, следовательно, мы можем записать, что $F_1 = m_1 a_1$, $F_2 = m_2 a_2$. Отсюда получаем, $m_1 a_1 = m_2 a_2$ или $\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$. Таким образом, $\frac{a_1}{a_2} = \frac{0,4}{0,2} = 2$. Поскольку значения сил, действующих на тележки, одинаковы, ускорение меньшей тележки больше, чем ускорение большей тележки. Скорость меньшей тележки увеличивается быстрее, и она достигает половины пути раньше, чем большая тележка.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

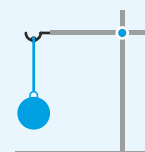
Герой сказки барон Мюнхгаузен любил врать. Однажды он утверждал, что вытащил себя из болота, потянув за волосы



Мог ли Мюнхгаузен поднять себя за волосы?

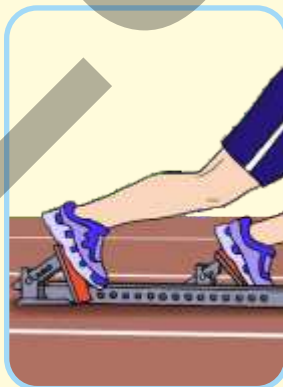
Примените полученные знания

1. Когда водитель оказывает воздействие на автомобиль, автомобиль также оказывает воздействие на водителя. Согласно третьему закону Ньютона, эти силы равны по величине и противоположны по направлению. Как водитель может привести автомобиль в движение?
2. Сила, действующая на одно из двух взаимодействующих тел, равна 5 Н и направлена влево. Определите величину и направление другой силы.
3. Какие силы действуют на шар, подвешенный на штативе? На какие тела шар оказывает воздействие? Объясните свой ответ, построив диаграмму сил.

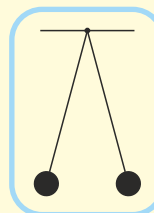


Проверьте полученные знания

1. Существует ли сила, которая оказывает воздействие только на одно тело? Обоснуйте свой ответ.
2. На соревнованиях по бегу спортсмены используют устройство, показанное на рисунке, чтобы начать движение. Объясните, как это устройство помогает спортсмену.



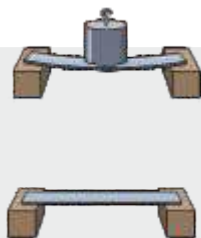
3. Объясните следующие ситуации, на основе третьего закона Ньютона.
 - а) Две заряженные частицы подвешены на нити.
 - б) Дети прыгают на батуте.
 - в) Когда автомобиль врезается в стену, и стена, и автомобиль повреждаются.



4. Определите направление и величину силы притяжения, действующей на Землю со стороны яблока массой 100 граммов.

1.7 Сила упругости

Металлическая пластина прогибается под грузом. При снятии груза она возвращается в прежнее состояние.



- Какая сила уравнивает силу тяжести, действующую на груз?
- Что могло послужить причиной возвращения пластины в прежнее состояние?

Ключевые слова: упругость, закон Гука



Рис. 1.

При воздействии на некоторые тела они изменяют свою форму. Это явление называется **деформацией**. Например, при приложении силы линейка изгибается, а лист бумаги складывается (рис. 1). Некоторые деформированные тела возвращаются в исходное состояние после прекращения действия силы, а другие – нет. Например, если сложить бумагу и отложить в сторону, она не возвращается в исходное состояние. Такая деформация называется **пластической деформацией**. А если согнуть металлическую линейку и отпустить, она возвращается в исходное положение. Такая деформация называется **упругой деформацией**.

Сила, возникающая в теле в результате упругой деформации и возвращающая его, в прежнее состояние, называется силой упругости.

Деятельность

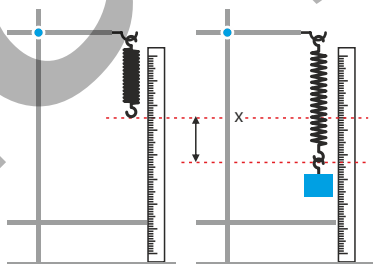
Зависимость силы упругости от удлинения пружины

Принадлежности: пружина, 4 груза весом 1 Н, линейка, штатив.

Ход работы:

1. Нарисуйте таблицу в тетради.

F (Н)				
Δx (м)				
$\frac{F}{\Delta x}$				



2. Измерьте длину пружины перед тем, как подвешивать груз, и, подвесив один груз, запишите в таблицу, на сколько она удлинилась.
3. Повторите предыдущий шаг, поочередно подвешивая к пружине два, три и четыре груза.
4. Определите силу упругости, возникающую в пружине, и рассчитайте отношение этой силы к удлинению пружины.

Обсудите:

1. Какая сила действует на пружину?
2. На основании чего вы определили значение силы упругости пружины?
3. Изменилось ли соотношение силы упругости пружины и ее удлинения?

Из деятельности стало ясно, что во сколько раз увеличивается сила упругости пружины, во столько же раз увеличивается удлинение пружины. Эта зависимость выражается **законом Гука**:

$$F = -k\Delta x.$$

Здесь F – значение силы упругости, Δx – растяжение или сжатие пружины, то есть разница между ее исходной длиной и ее длиной в деформированном состоянии. Знак минус указывает на то, что сила упругости направлена противоположно силе, деформирующей пружину. k – коэффициент жесткости пружины, его единица измерения в СИ – $1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$:

$$[k] = \frac{[F]}{[\Delta x]} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

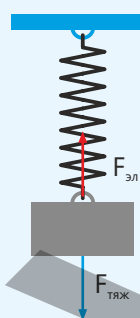
Коэффициент жесткости зависит от размера пружины и вида материала, из которого она изготовлена.

Знаете ли вы?

Закон Гука был открыт английским учёным Робертом Гуком (1655–1703), современником Исаака Ньютона.

Решение задачи

Груз, подвешенный на пружине, находится в состоянии покоя. Сила тяжести, действующая на него, составляет 20 Н, а растяжение пружины – 0,01 м. Постройте диаграмму сил и вычислите коэффициент упругости пружины.



Решение

На груз действует направленная вниз сила тяжести (mg) и направленная вверх сила упругости пружины ($k\Delta x$). Поскольку сила тяжести равна силе упругости пружины, груз находится в состоянии покоя: $mg = k\Delta x$. Поскольку $mg = 20 \text{ Н}$, $\Delta x = 0,01 \text{ м}$, то можно записать $20 \text{ Н} = k \cdot 0,01 \text{ м}$.

Отсюда,

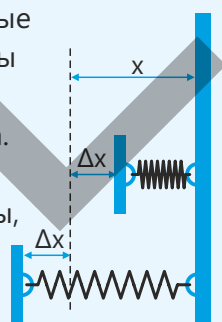
$$k = \frac{20 \text{ Н}}{0,01 \text{ м}} = 2000 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

• ПОДУМАЙ
• ОБСУДИ
• ПОДЕЛИСЬ

– Почему пластилиновый шарик, упавший на пол, не отскакивает вверх?

Примените полученные знания

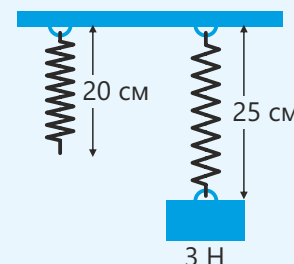
1. Две одинаковые упругие пружины одна сжата, а другая растянута. Если сжатие и удлинение равны, сравните направление и величину сил упругости, возникающих в пружинах.



2. На вертикально расположенную упругую пружину помещен груз массой 2 кг. Если сжатие пружины составляет 10 см, вычислите её коэффициент жесткости.

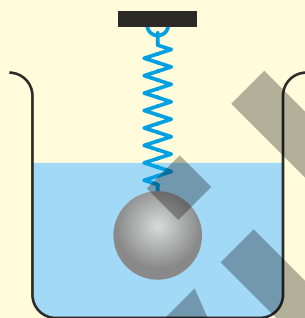
3. При приложении силы 5 Н к эластичной пружине она удлиняется на 20 мм. Рассчитайте коэффициент жесткости пружины и силу, необходимую для растяжения пружины на 7 мм.

4. Каково удлинение пружины на рисунке, если на нее действует сила 5 Н?



Проверьте полученные знания

1. Что такое деформация? Какие ее виды существуют?
2. Когда наблюдается сила упругости?
3. Как выражается закон Гука?
4. Груз, подвешенный на пружине, находится в равновесии в жидкости. Сила тяжести, действующая на груз, равна 45 Н, а сила Архимеда – 15 Н. Найдите величину и направление силы упругости, построив диаграмму сил.
5. Учащиеся подвешивают грузы разной массы к пружине длиной 10 см и измеряют ее удлинение.
 - а) Заполните приведенную ниже таблицу (принять $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$).



Масса груза, подвешенного к пружине / m	100 г	200 г	300 г	400 г
Сила упругости пружины / F	1 Н			
Длина пружины до подвешивания груза / l	15 см	15 см	15 см	15 см
Удлинение пружины / Δx	5 см			

- б) По таблице постройте график зависимости значения силы упругости от удлинения пружины и на основе этого графика найдите коэффициент жесткости.

1.8 Сила трения



После приземления самолета, на взлетно-посадочной полосе аэропорта остаются следы от каучукового материала, из которого изготовлены шины самолета. Эти следы периодически очищаются для обеспечения безопасности полетов.

- Какое явление вызывает появление следов на взлётно-посадочных полосах?
- Какая проблема может возникнуть, если не очищать материал, скапливающийся на полосах?

В зимние месяцы, когда дороги покрываются льдом, автомобили начинают скользить и происходят аварии (рис. 1). Поэтому снег с дорог необходимо убирать до образования льда. На расчищенной дороге трение между шинами автомобиля и дорожным покрытием увеличивается, и автомобиль не скользит. По вымытому полу необходимо передвигаться осторожно. Поскольку трение между мокрым полом и обувью меньше, возникает опасность поскользнуться и упасть (рис. 2). Сила трения возникает между соприкасающимися поверхностями при движении одного тела по-другому. Сила трения возникает также при движении тела в такой среде, как воздух или в вода.

Ключевые слова

сила трения,
коэффициент трения



Рис. 1. На обледенелой дороге автомобили скользят и съезжают с дороги.

Сила, возникающая при движении одного тела по поверхности другого тела или, в результате движения тела в таких средах, как воздух и вода, называется силой трения.

Сила трения, действующую на тело, движущееся в воздухе или воде, называется соответственно сопротивлением воздуха или воды. Сила трения, возникающая при движении тела по поверхности, равна произведению силы реакции опоры на коэффициент трения:

$$F_{\text{тр}} = \mu R.$$

Здесь $F_{\text{тр}}$ – сила трения, μ – коэффициент трения, R – сила реакции поверхности. Коэффициент трения является безразмерной величиной и зависит от шероховатости трущихся поверхностей, а также от вида материала, из которого изготовлены тела.



Рис. 2. На мокром полу высокая вероятность поскользнуться и упасть.

Из уроков “Природа” известно, что для уменьшения трения используют масло. Масло заполняет пространство между поверхностями и позволяет одному телу легко скользить по другому (рис. 3). Это уменьшает трение. Сила трения направлена противоположно движению вдоль линии, соединяющей трущиеся поверхности.

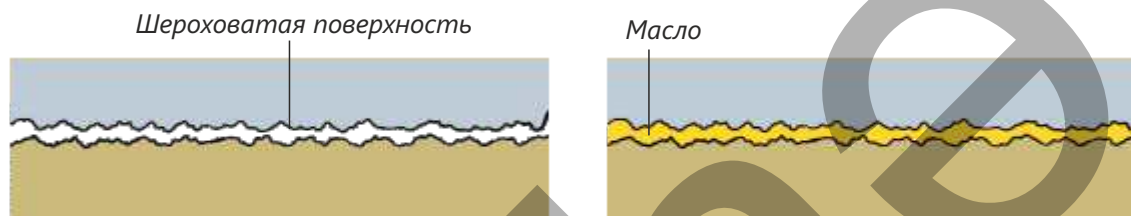
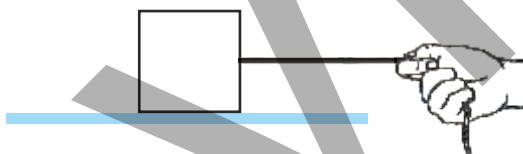


Рис. 3. Слой масла между поверхностями снижает трение.

Решение задачи

На бетонный блок массой m , движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила тяги F . Построив диаграмму сил, запишите выражение для расчёта ускорения блока. Коэффициент трения бетонного блока о поверхность равен μ .



Решение. На блок действуют направленная вниз сила тяжести ($F_{\text{тяж}}$), направленная вверх сила реакции опоры (R), направленная вправо сила тяги (F) и, направленная влево сила трения ($F_{\text{тр}}$). Согласно второму закону Ньютона, равнодействующая сила равна произведению массы тела на ускорение: $F = ma$. Чтобы записать выражение для ускорения, необходимо определить равнодействующую силу.

Равнодействующая сила, действующая на тело в горизонтальном направлении, равна разности между силой тяги и силой трения:

$$F - F_{\text{тр}} = ma.$$

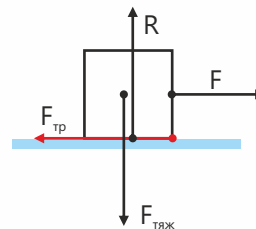
Сила трения равна произведению силы реакции поверхности на коэффициент трения:

$$F_{\text{тр}} = \mu R.$$

Последние два выражения можно использовать для вычисления ускорения.

$$F - \mu R = ma.$$

Отсюда получается выражение $a = \frac{F - \mu R}{m}$ для ускорения бетонного блока. Поскольку силы, действующие на блок вверх и вниз, уравновешены, ускорение тела в этом направлении равно нулю. То есть тело движется только в горизонтальном направлении.

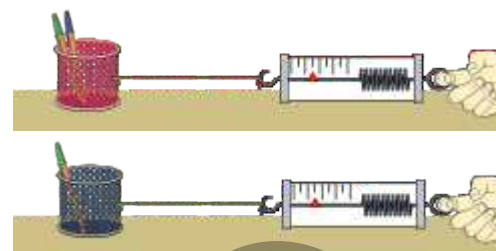


Наблюдение зависимости силы трения от вида материала

Принадлежности: динамометр, пластмассовое и металлическое тело одинаковой массы, деревянная поверхность.

Ход работы:

1. Прикрепите динамометр к пластмассовому телу и перемещайте его по поверхности с постоянной скоростью.
2. Повторите первый шаг с металлическим телом.

**Обсудите:**

1. Какое тело двигалось легче?
2. Какое тело двигалось под воздействием меньшей силы?
3. Чем можно обосновать тот факт, что коэффициент трения тела из пластмассы и металла с поверхностью не одинаковы?

Как видно из деятельности, сила трения также зависит от вида материала, из которого изготовлены тела. Потому что, хотя и плоская поверхность и сила реакции поверхности остаются неизменными, для того чтобы привести тела в движение, потребовались разные силы.

В некоторых случаях сила трения должна быть больше, а в других – небольшой. Например, для хорошей работы тормозов автомобиля сила трения между тормозными колодками и диском колеса должна быть большой. Чтобы пловцы быстрее достигли финиша, необходимо уменьшить сопротивление воды, действующее на них. Для этого их спортивная одежда изготавливается из таких материалов, которые уменьшают силу трения между одеждой и водой.

Знаете ли вы?

Сила трения возникает в результате взаимодействия молекул соприкасающихся поверхностей.

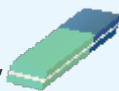


• ПОДУМАЙ
• ОБСУДИ
• ПОДЕЛИСЬ

– Как направлена сила трения, действующая на вашу обувь при ходьбе?

Примените полученные знания

1. Ластик массой 50 граммов перемещается по бумаге под действием силы 0,7 Н. Покажите силы, действующие на ластик, нарисовав диаграмму сил. Если коэффициент трения равен 0,6, рассчитайте ускорение ластика.

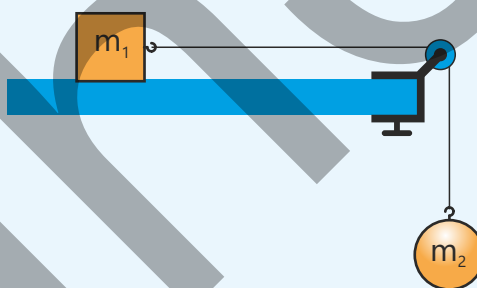


2. С каким из колёс, изображенных на рисунке автомобиль будет двигаться лучше? Как "водяные каналы" на шинах помогают обеспечить безопасность в дождливую погоду?



3. Свободно отпущенное тело массой 1 кг падает на землю под действием силы тяжести. Рассчитайте ускорение тела, если сила трения воздуха, действующая на него, составляет 2 Н. Чему было бы равно ускорение тела, если бы сопротивление воздуха не учитывалось?

4. Тело массой m_2 движется вниз с постоянной скоростью. Найдите коэффициент трения между телом m_1 и поверхностью, если $m_1 = 10$ кг, $m_2 = 8$ кг.



Проверьте полученные знания

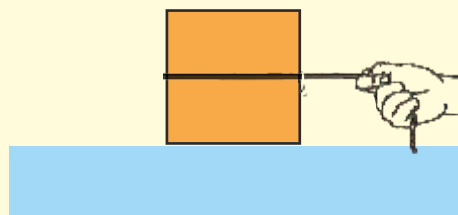
1. Ответьте на следующие вопросы:

- Какая сила называется силой трения? Как определяется его направление?
- Сила трения возникает при соприкосновении или без него?
- Почему возникает сила трения?

2. На тело массой 20 кг, движущееся по горизонтальной поверхности, действует сила трения 140 Н. Найдите коэффициент трения тела о горизонтальную поверхность.

3. Деревянный брусок массой 0,5 кг движется по горизонтальной стеклянной поверхности. Действующая на него сила тяги равна 10 Н, а коэффициент трения между деревом и стеклом равен 0,2. Постройте диаграмму сил, покажите силы, действующие на брусок, и вычислите его ускорение.

4. Постройте график зависимости силы трения от массы тела при постоянном коэффициенте трения.



1.9 Момент силы

Открывать ворота, держась за один из железных прутков, находящихся ближе к стене, труднее, чем открывать их, держась за ручку.

• Как, по-вашему, почему дверные ручки не находятся ближе к стене?



Приложив силу к телу, можно увеличить, уменьшить его скорость или изменить направление его движения. Одним из результатов воздействия силы на тело является его вращение. Например, чтобы повернуть руль автомобиля, открыть и закрыть дверь или закрутить болт, необходимо приложить силу.

Ключевые слова: рычаг, плечо силы, момент силы



Рис. 1. В результате воздействия силы на тело, тело совершает вращательное движение.

В каждом из вышеперечисленных случаев руль, дверь и болт вращаются вокруг неподвижной опоры. Тело, вращающееся вокруг неподвижной опоры, называется **рычагом**. Используя рычаги, можно поднять тела с большим весом, приложив небольшую силу.

На рисунке 2 показан рычаг, с помощью которого сила тяжести, действующая на груз массой 1 кг, уравнивает силу тяжести, действующую на груз массой 10 кг, и пытается повернуть рычаг в противоположном направлении по часовой стрелке.

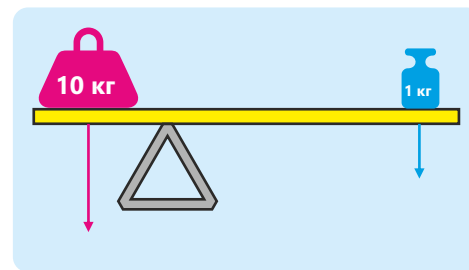


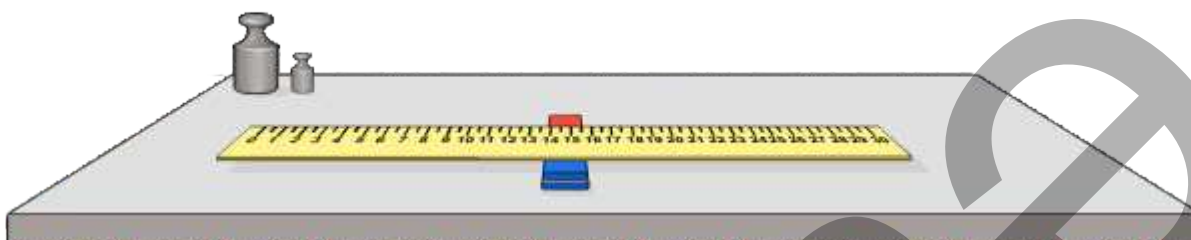
Рис. 2. Уравнивание большой силы с помощью малой силы.

Как можно уравновесить рычаг?

Принадлежности: линейка, ластик, два тела массой 50 и 100 грамм.

Ход работы:

1. Положите ластик на стол, а линейку – на ластик, чтобы она приняла горизонтальное положение и уравновесилась.



2. Положите одно тело на линейку рядом с точкой опоры.
3. Положите второе тело на линейку и отрегулируйте его положение так, чтобы линейка снова оказалась в равновесии.
4. Рассчитайте силу тяжести, действующую на тела, измерьте и запишите расстояние от них до точки опоры.

Обсудите:

1. Какие силы пытаются повернуть линейку по часовой стрелки и против часовой стрелки?
2. Какова связь между отношением сил друг к другу и отношением расстояний от тел до точки опоры?

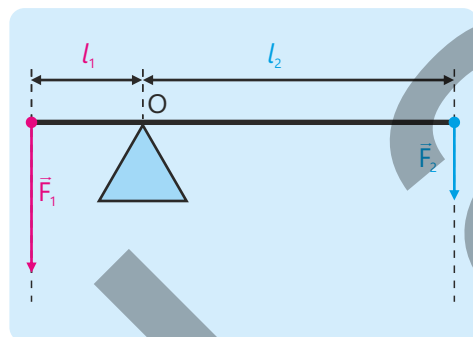


Рис. 3.

Из деятельности видно, что отношение силы, пытающейся вращать линейку по часовой стрелке, к силе, пытающейся вращать ее против часовой стрелки, обратно пропорционально расстояниям тел от точки опоры. Деятельность можно схематически изобразить так, как показано на рисунке 3. Расстояние от точки опоры рычага (точка O) до точки приложения силы называется **плечом силы**. Величина, равная произведению численного значения силы на ее плечо, называется **моментом силы**.

$$M = F \cdot l$$

Единица момента силы в СИ ньютон-метр (1 Н · м).

Чтобы рычаг находился в равновесии, произведение силы, действующей по часовой стрелке на плечо рычага, должно быть равно произведению силы, действующей против часовой стрелки на плечо рычага:

$$F_1 l_1 = F_2 l_2.$$

Условие равновесия рычага можно записать с использованием момента силы следующим образом:

$$M_1 = M_2.$$

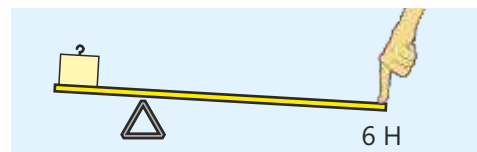
Решение задачи

Отношение плеча силы тяжести, действующей на тело, к плечу силы, приложенной учеником к рычагу, равно $\frac{1}{2}$.

Если рычаг находится в равновесии:

а. Чему равна масса тела?

б. В каком направлении будет вращаться рычаг, если ученик уберет руку от рычага?

**Решение**

а. Поскольку рычаг находится в равновесии, моменты сил, пытающихся вращать его по часовой стрелке и против часовой стрелки, равны $M_1 = M_2$. Отсюда можно записать $F_1 l_1 = F_2 l_2$ или $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$. Учитывая заданные значения, получаем $\frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{2}$.

Так как, $F_2 = 6 \text{ Н}$, получим $F_1 = 12 \text{ Н}$. Поскольку сила F_1 – это сила тяжести, действующая на тело, согласно формуле $F = mg$, масса будет равна $m = 1,6 \text{ кг}$.

б. Когда ученик уберет руку от рычага, сила будет действовать только на левое плечо рычага. В результате сила тяжести, действующая на тело, повернет рычаг против часовой стрелки.

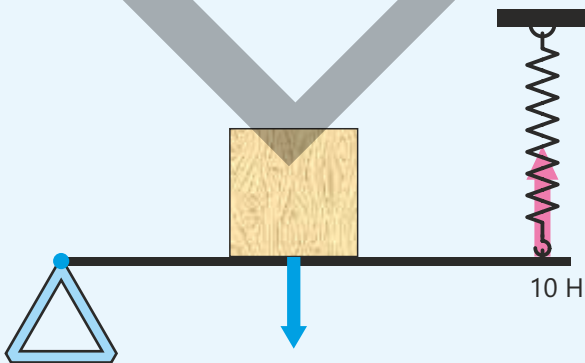
- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

– Держа за какую часть ручки, писать легче? В чем причина этого?

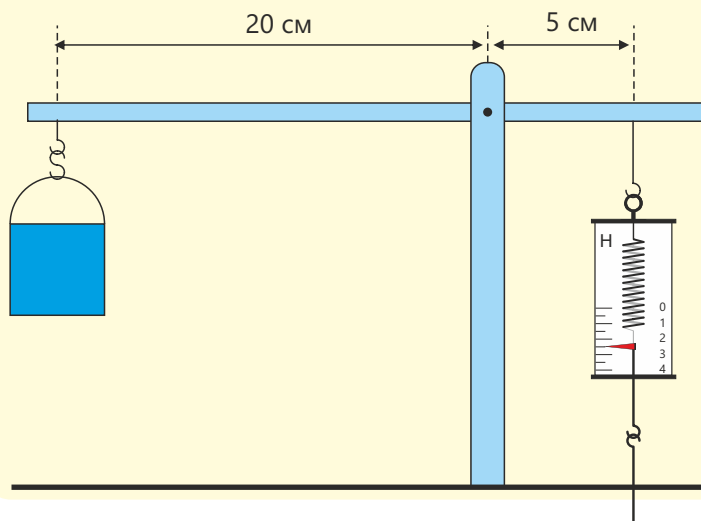
Примените полученные знания

а. Какая из сил, действующих на рычаг, пытается повернуть его по часовой стрелке, а какая – против?

б. Если сила, действующая на кончик рычага, равна 10 Н, какова масса бруска (брусок находится на середине рычага)?

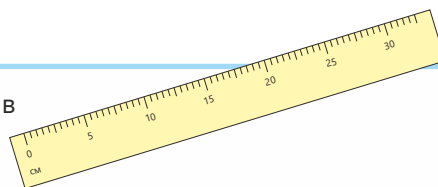
**Проверьте полученные знания**

1. От каких величин зависит момент силы?
2. Какая из сил, действующих на рычаг, стремится повернуть его по часовой стрелке, а какая – против часовой стрелки. Если показание динамометра 2,5 Н, рассчитайте массу сосуда и жидкости в нем.



1.10 Центр тяжести и равновесие

Линейка остается в состоянии равновесия, только если держать ее пальцем в определенной точке. Если сдвинуть ее в любую сторону, равновесие нарушается. Сначала линейка начинает вращаться, затем падает на землю.



- Как, по-вашему, можно уравновесить линейку, используя палец в качестве опоры?
- Что может быть причиной нарушения равновесия линейки, если ее даже слегка сдвинуть?

Ключевые слова центр тяжести, равновесие, условия равновесия

Сила тяжести, действующая на линейку, направлена вниз. Когда она размещена точно по центру на опоре, линейка не вращается и остается в равновесии, так как момент силы тяжести относительно этой точки равен нулю. Однако при небольшом смещении линейки момент силы тяжести относительно опоры становится отличным от нуля. В результате равновесие нарушается, и линейка начинает вращаться (рис. 1).

Сила тяжести действует на все части любого тела. Однако для каждого тела можно найти такую точку, в которой может быть приложена равнодействующая сил тяжести, действующих на отдельные части этого тела.

Точка, в которой действует равнодействующая сил тяготения, действующих на отдельные части тела, называется центром тяжести (рис. 2).

Центр тяжести тел геометрической формы, таких как куб, сфера и прямоугольная призма, находится в их геометрическом центре (рис. 3).

Если масса тела больше сосредоточена на одной его стороне, то центр тяжести таких тел расположены ближе к той части, где масса сосредоточена больше (рис. 4).

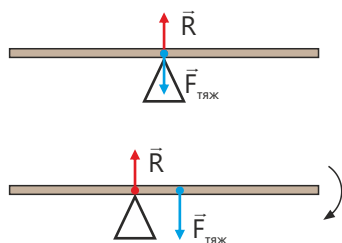


Рис. 1.

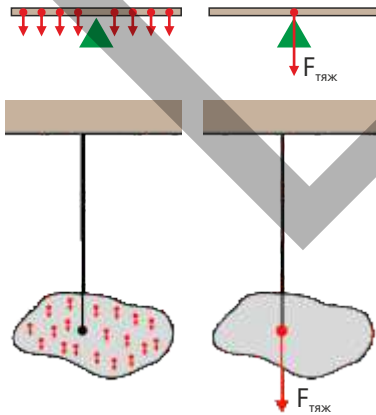


Рис. 2.

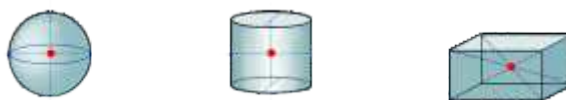


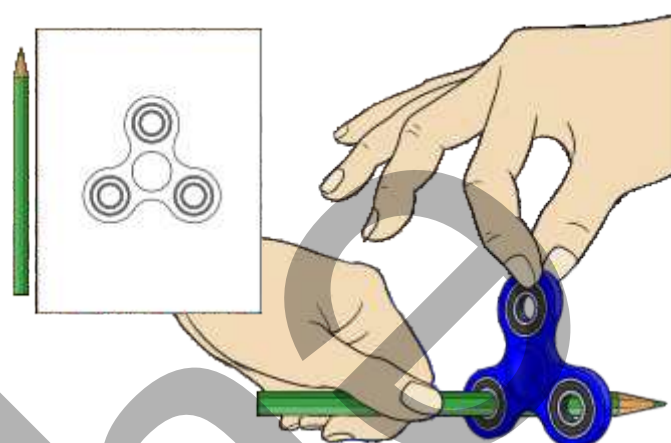
Рис. 3. Центр тяжести сферы, цилиндра и прямоугольной призмы.



Рис. 4. Центр тяжести конуса, пирамиды и полусферы.

Определение центра тяжести колеса**Принадлежности:** спиннер, карандаш, лист бумаги.**Ход работы:**

1. Нарисуйте на листе бумаги схему спиннера.
2. Держите спиннер в вертикальном положении. Вставив острую сторону карандаша в кольцо на краю спиннера, наблюдайте, как он вращается и приходит в состояние равновесия.
3. На схеме проведите прямую линию, проходящую через центр кольца и спиннера.
4. Повторите второй и третий шаги для двух других колец спиннера.
5. Отметьте точку пересечения проведенных вами линий.
6. Уравновесьте спиннер в горизонтальном положении на кончике пальца.

**Обсудите:**

1. Почему спиннер вращался вокруг карандаша?
2. Почему спиннер не вращался, когда вы положили его на палец в горизонтальном положении?
3. Какая точка спиннера является точкой пересечения линий, проведенных на схеме?

В повседневной жизни мы сталкиваемся с тем, что как у живых, так и неживых тел масса распределена по их объему неравномерно. Обычно масса одной части тела больше, чем другой. В этом случае центр тяжести находится в той части тела, где масса больше. Когда тела подвешены за центр тяжести или устанавливаются на опору, момент силы тяжести относительно этой точки равен нулю, и тела остаются в равновесии (рис. 5).



Рис. 5. Когда точка опоры находится под центром тяжести, тело остается в равновесии.

Важно, чтобы емкости с водой, автобусы, бочки и вообще любые тела не опрокидывались под действием силы, то есть были устойчивыми. Например, поскольку корабли постоянно качаются из стороны в сторону под воздействием волн, емкости для воды, используемые на кораблях, имеют специальную конструкцию. Центр тяжести таких емкостей расположен ближе к основанию, а площадь основания – большая, что препятствует их лёгкому опрокидыванию (рис. 6, а). Если центр тяжести расположен высоко, а площадь основания мала, то такое тело при тряске может легко опрокинуться (рис. 6, б).

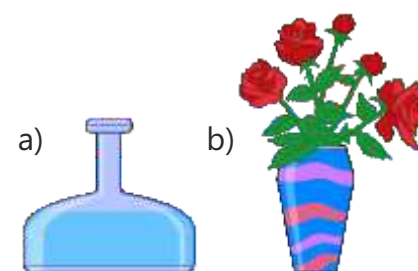
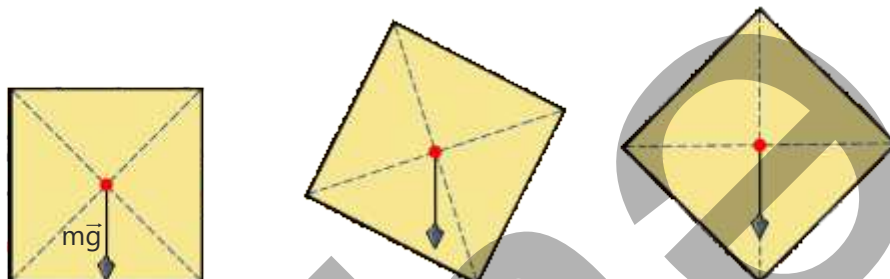


Рис. 6. Устойчивая емкость для воды и неустойчивая ваза.

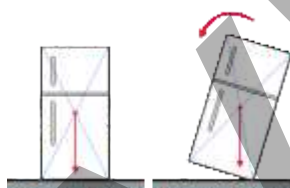
Когда линия действия силы тяжести остается внутри площади опоры тела, момент силы тяжести возвращает тело в прежнее положение. Если же линия действия силы тяжести выходит за пределы площади опоры, то момент силы, действующий на тело, приводит к его опрокидыванию (рис. 7).

Рис. 7. Опрокинется тело под действием силы или нет, зависит от того, находится ли линия действия силы тяжести внутри или снаружи площади опоры.



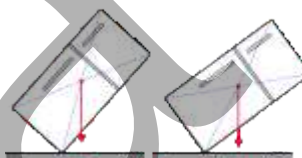
Существует три вида равновесия: **устойчивое равновесие**, **неустойчивое равновесие** и **безразличное равновесие**.

а) Устойчивое равновесие



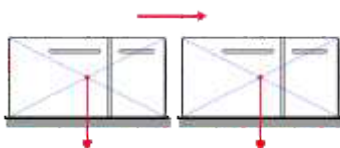
Тело, выведенное из положения равновесия, само возвращается в прежнее состояние под действием момента силы тяжести. При этом его потенциальная энергия не меняется.

б) Не устойчивое равновесие



Тело, находящееся в неустойчивом равновесии, при отклонении от положения равновесия не может вернуться в прежнее состояние. Под действием момента силы тяжести оно опрокидывается. В этом случае потенциальная энергия тела становится меньше, чем была раньше.

в) Безразличное равновесие



Тело, находящееся в состоянии безразличного равновесия, сохраняет своё равновесное состояние. В таком состоянии во всех случаях значение его потенциальной энергии не меняется.

Знаете ли вы?

В спортивной борьбе “дзюдо” основная цель спортсмена — привести соперника в

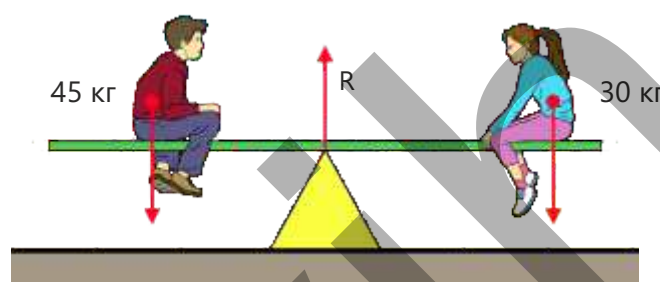
неустойчивое состояние равновесия и, применив момент силы, повалить его.



Чтобы тела находились в равновесии, сумма действующих на них равнодействующих сил и моментов сил должна быть равна нулю. Такое тело не вращается и не движется. Для устойчивого равновесия тело должно иметь большую опорную площадь, а центр тяжести – находиться ближе к основанию.

Решение задачи 1

Ниджат и Лейла сидят на качелях в парке. Масса Ниджата – 45 кг, а масса Лейлы – 30 кг. Определите силу реакции опоры.



Решение. Поскольку качели находятся в состоянии равновесия, равнодействующая сил, действующих на них и моменты сил должны быть равны нулю. Силы тяжести, действующие на Ниджата и Лейлу, направлены вниз. Сила реакции противоположна этим силам:

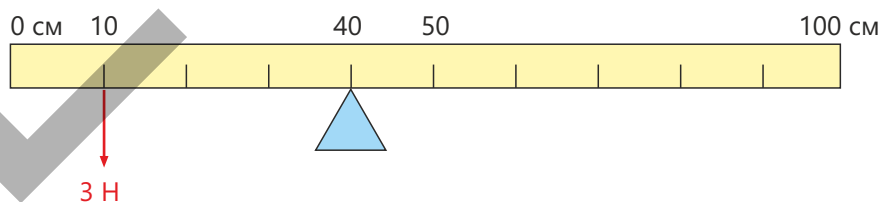
$$R = m_n g + m_l g$$

Отсюда получаем:

$$R = 45 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} + 30 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 750 \text{ Н}.$$

Решение задачи 2

Масса изображенной на рисунке металлической линейки – 1 кг. Определите, находится ли она в равновесии.



Решение. Центр тяжести линейки находится в ее середине. Поскольку опора не расположена по центру линейки, момент силы тяжести не равен нулю. Момент силы, стремящейся повернуть линейку против часовой стрелки, равен $M_1 = 3 \text{ Н} \cdot 0,3 \text{ м} = 0,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$, а момент силы, стремящейся повернуть линейку по часовой стрелке, равен $M_2 = 1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,1 \text{ м} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Так как моменты сил не равны, линейка не может оставаться в состоянии равновесия и вращается по часовой стрелке.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

– Почему количество пассажиров на верхнем этаже двухэтажного автобуса должно быть меньше, чем на нижнем?



Примените полученные знания

1. В каком положении деревянный конус находится в устойчивом, неустойчивом и безразличном равновесии.

a



b



c



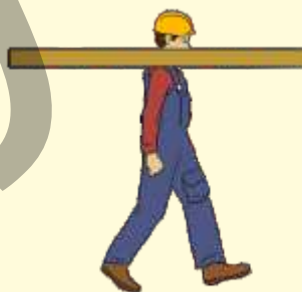
2. На рисунке изображен ученик, поднявший тяжелое тело с помощью рычага. Рычаг длиной 3 м, и массой 20 кг находится в равновесии.

- a) Нарисуйте диаграмму сил и покажите силы, действующие на рычаг.
- b) Найдите значение силы F , которую ученик прикладывает для поддержания рычага в равновесии.
- c) Определите направление и величину силы реакции опоры.

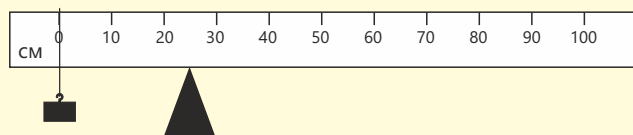


Проверьте полученные знания

1. Что называют центром тяжести?
2. Почему мастер на рисунке не держит балку рукой, чтобы она оставалась в горизонтальном положении?



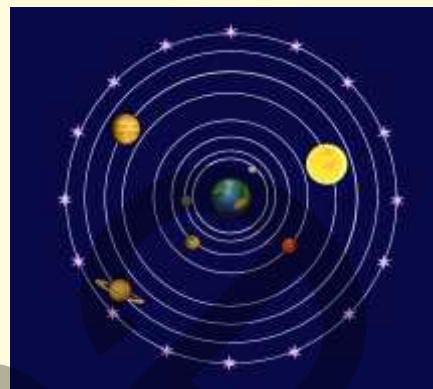
3. Где находится центр тяжести планет? Обоснуйте свой ответ.
3. Линейка на рисунке находится в равновесии. Груз массой 1 кг подвешен на участке с отметкой 0 см, а опора находится на участке с отметкой 25 см. Определите массу линейки.



5. На основе чего можно определить, что тело находится в состоянии устойчивого равновесия?

Наука, технология, жизнь

До эпохи Галилео Галилея (1564-1642) мнения древнегреческого философа Аристотеля (384-322 гг. до н.э.) считались правильными. По Аристотелю, "естественное состояние" движения – это равномерное движение по окружности: Солнце и планеты движутся вокруг Земли по окружности, и для того, чтобы удержать их на орбите, сила не требуется.

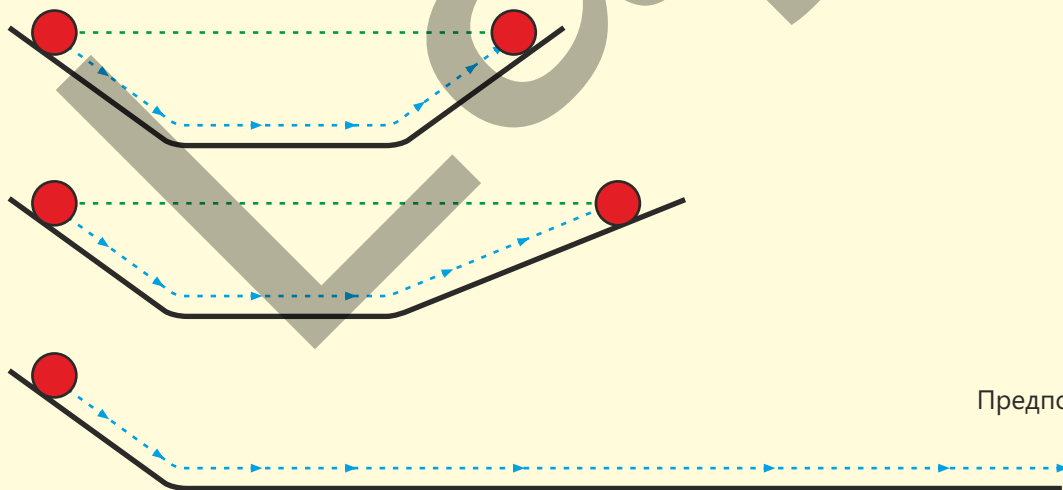


По Аристотелю, для того чтобы небесные тела двигались по кругу, не требуется сила.

Г. Галилей показал, что, если на тело не действует никакая сила, оно движется не по окружности, а по прямой с постоянной скоростью. Он рассуждал следующим образом:

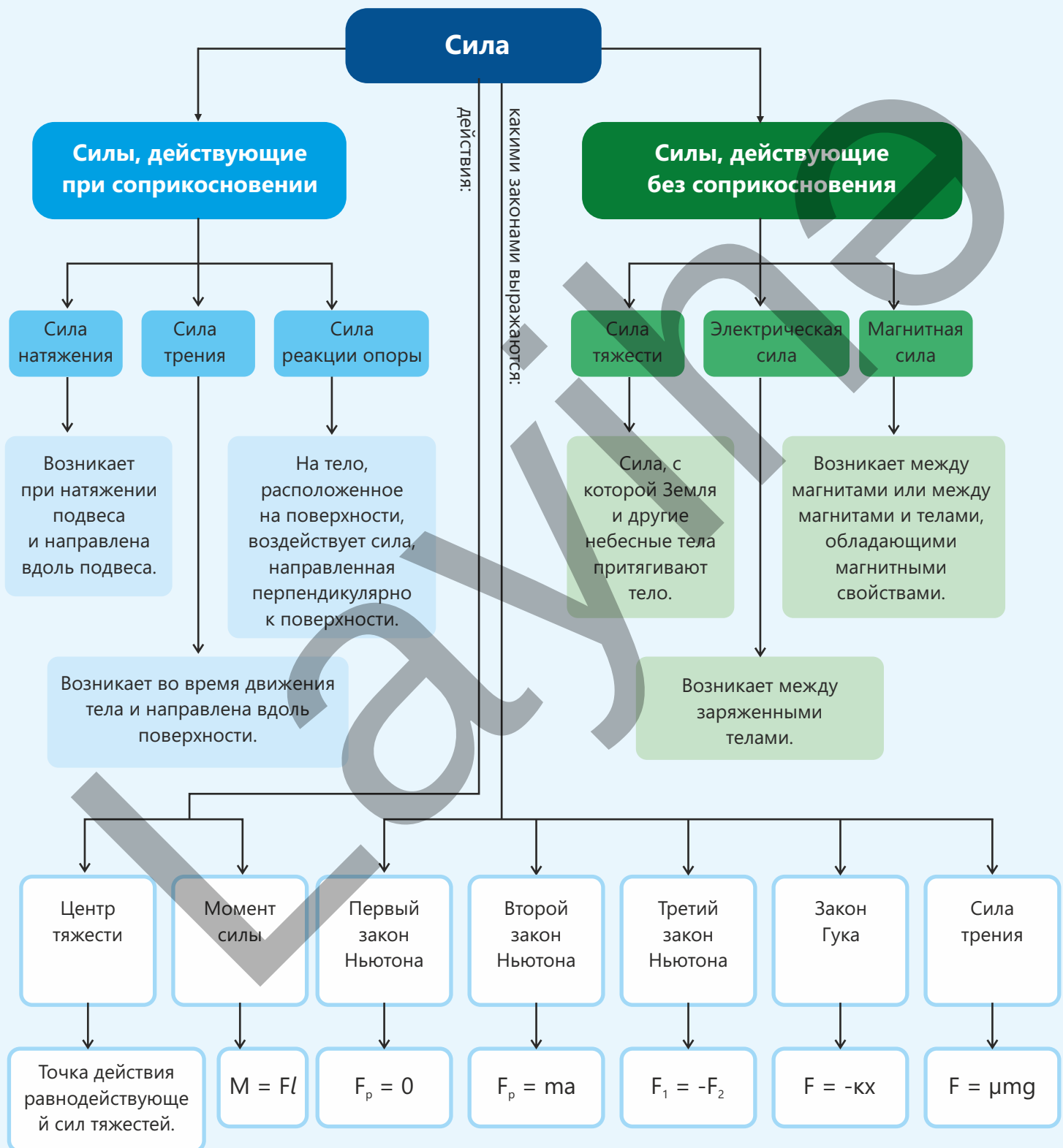
Если мы отпустим шарик в сосуд, он поднимется на ту же высоту с другой стороны. Если уменьшить наклон стенки, мяч снова поднимется на ту же высоту, но пройдет большее расстояние. Если заменить стенку плоскостью, тело будет двигаться бесконечно. Потому что стенки, препятствующей шарiku, больше не существует. Силы, действующие на шарик на горизонтальной части, являются уравновешенными силами. Из этого Галилей сделал вывод, что тело под действием уравновешенных сил продолжает двигаться прямолинейно с постоянной скоростью.

Исаак Ньютон, который также использовал исследования Г. Галилея по инерции и движению, развил и усовершенствовал его работы. С помощью законов Ньютона можно определить, как будет двигаться тело в зависимости от действующих на него сил.



Предположения Галилея

Заключение



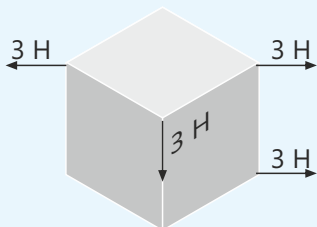
Обобщающие задания

1. Можно ли представить себе тело, на которое не действует ни одна сила? Обоснуйте свой ответ.

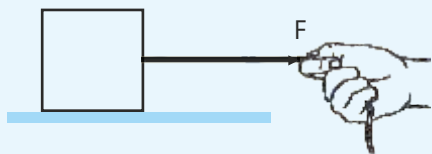
2. Яблоко находится в состоянии покоя, как показано на рисунке. Постройте диаграмму сил и найдите равнодействующую силу, действующую на яблоко.



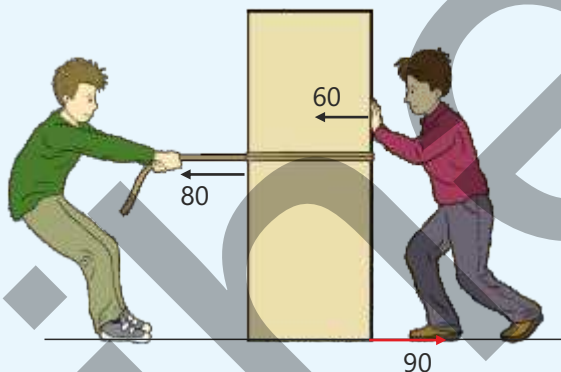
3. На рисунке изображены силы, действующие на металлический блок. Какие силы равны между собой? Обоснуйте свой ответ.



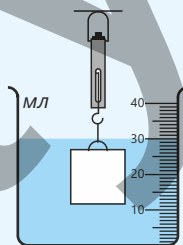
4. Блок, изображённый на рисунке, движется по горизонтальной поверхности под действием силы тяги $\vec{F}$. Постройте диаграмму сил с учетом силы трения.



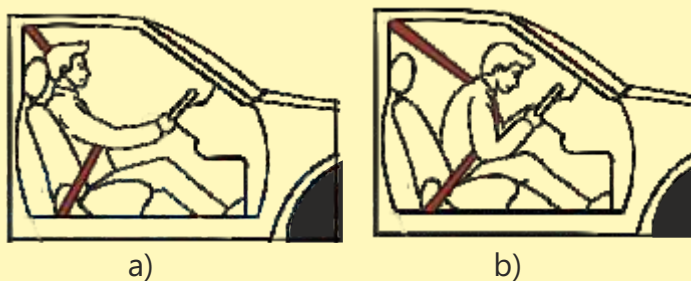
5. Найдите по рисунку равнодействующую силу.



6. Тело, подвешенное на динамометре, находится в состоянии покоя в жидкости. Постройте диаграмму сил, действующих на него. Может ли равнодействующая сила отличаться от нуля? Обоснуйте свой ответ.



7. Объясните изображённое на рисунке явление.



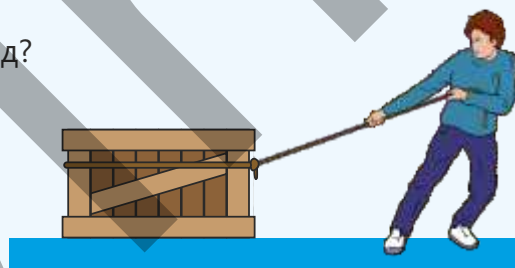
8. Исправьте ошибку в утверждении: “Согласно первому закону Ньютона, если на тело не действует сила, то оно либо остается в покое, либо продолжает прямолинейное равномерное движение”.

9. Какое из следующих утверждений верно?

- а. Если путевая скорость автомобиля постоянна, то действующая на него равнодействующая сила равна нулю.
- б. Если скорость по перемещению автомобиля постоянна, то равнодействующая сила, действующая на него, равна нулю. Обоснуйте свой ответ.

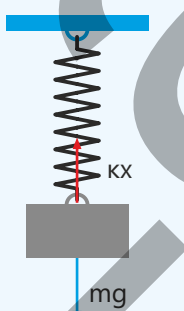
10. Груз массой 50 кг приводится в движение под действием силы тяги 260 Н. Если его ускорение равно $0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ то:

- а) Найдите равнодействующую силу и силу трения.
- б) Какова будет путевая скорость груза через 10 секунд?
- с) Постройте график зависимости ускорения от равнодействующей силы.
- д) Сколько ньютонов составляет сила натяжения веревки, действующая на человека, тянущего груз?

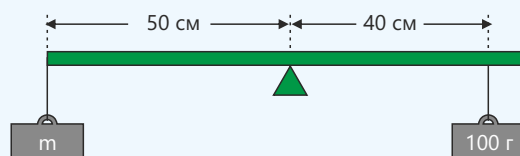


11. Если силу, действующую на упругую пружину, увеличить на 4 Н, и её удлинение увеличится в два раза, найдите силу, действующую на пружину.

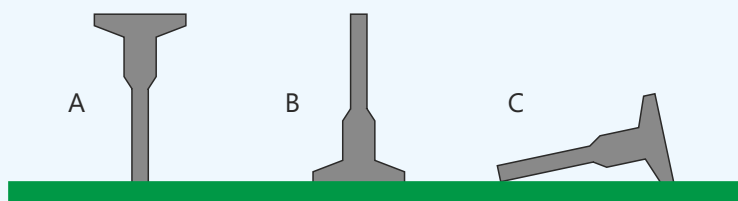
12. Сравните силу, действующую на упругую пружину на рисунке, с силой, действующей на тело, подвешенное на пружине.



13. Определите массу тела, обозначенную буквой m, если опора находится в центре рычага, а рычаг находится в состоянии равновесия.



14. Определите вид равновесия для каждого из следующих случаев.



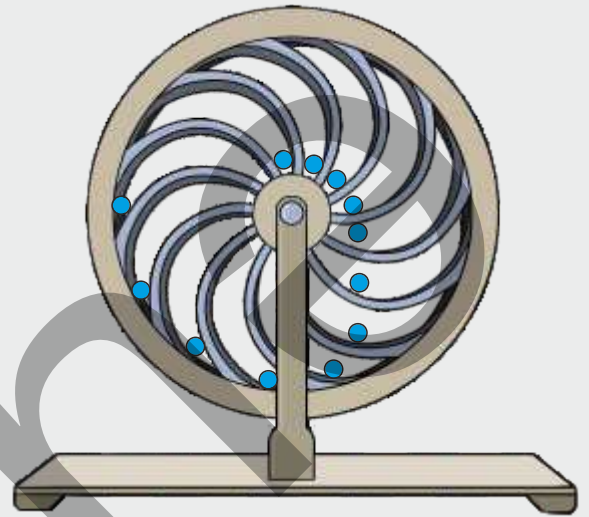
Раздел 2

Работа и энергия

На протяжении веков некоторые изобретатели пытались создать двигатель, который мог бы работать непрерывно после одноразовой подачи энергии. Такому двигателю даже дали название – “perpetuum mobile”, т. е. “вечный двигатель”. Было предложено множество проектов “вечных двигателей”.

Однако испытания показали, что, независимо от конструкции, при работе любого двигателя часть энергии в результате трения преобразуется в тепло, и энергия двигателя постепенно уменьшается.

Поэтому двигателям необходимо постоянно подавать энергию.



- С начала XIX века Академии наук многих стран отказывались рассматривать проекты постоянных двигателей изобретателей. Потому что не существует такого двигателя, в котором часть подводимой энергии не терялась бы. В настоящее время основная цель инженеров – максимально сократить количество энергии, теряемой из-за трения при работе двигателей.

- 1. Откуда поступает энергия, необходимая для работы электродвигателя?
- 2. Для выполнения каких работ используются электродвигатели?
- 3. В какой вид энергии нежелательно преобразование электрической энергии в электродвигателях?

Из раздела вы узнаете

- Живым существам, двигателям и механизмам для выполнения работы нужна энергия
- Возможен точный расчет значения выполненной работы
- Двигатель, выполняющий работу за меньшее время, обладает большей мощностью
- Тело может одновременно обладать как потенциальной, так и кинетической энергией
- Когда на тело действует сила трения, его энергия уменьшается

2.1 Механическая работа

Когда у Ниджата спросили, какую работу он выполнил, он ответил, что сначала передвинул кресло, а затем читал книгу.



- Почему Ниджат должен приложить силу, чтобы передвинуть кресло?
- На основании чего можно определить, что кресло было передвинуто?
- В чем разница между работой, выполняемой при чтении книги, и работой, выполняемой при перемещении кресла?

Ключевые слова

механическая работа

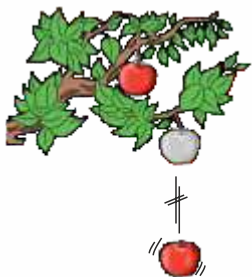


Рис. 1. Когда сила действует на тело и оно меняет свое положение, совершается механическая работа.

Слово “работа” часто используется в повседневной жизни. В данном случае слово “работа” обозначает любую деятельность. Например, когда говорят “Мастер выполняет работу”, имеется в виду, что он переносит кирпичи, а когда говорят “Лейла выполняет работу”, – что Лейла пишет эссе.

Величина “работа”, используемая в физике, отличается от понятия работы, используемого в повседневной жизни. **Работа** или **механическая работа** – это величина, которую можно вычислить и точно определить. Если на какое-либо тело действует сила и при этом оно меняет свое положение, то совершается механическая работа.

Следовательно, сила, действующая на тело, совершает механическую работу только в том случае, если это тело совершает определенное перемещение под действием этой силы. В этом случае говорят: “Сила, действующая на тело, совершила работу” или “Над телом была совершена работа”. Примерами случаев, когда совершается механическая работа, могут служить падение яблока на землю под действием силы тяжести, движение телеги под действием силы тяги лошадей и подъем груза краном под действием силы натяжения (рис. 1).

Величина, равная произведению численного значения силы, действующей на тело, на численное значения перемещения тела, называется механической работой:

$$A = F \cdot s$$

Здесь A – механическая работа, F – численное значение силы, действующей на тело, s – численное значение перемещения. Работа является скалярной величиной.

В СИ единицей работы является **джоуль** (1 Дж), в честь английского ученого Джеймса Джоуля. Если под действием силы 1 Н тело пройдет расстояние 1 м, то совершенная работа будет равна 1 джоулю:

$$[A] = [F] \cdot [s] = 1\text{Н} \cdot 1\text{м} = 1\text{Дж}.$$

В зависимости от направления силы, действующей на тело, механическая работа может быть положительной, отрицательной или нулевой.

1. Работа, совершаемая силой, направленной в сторону движения тела, положительная (рис. 2):

$$A = F \cdot s.$$

Например, если тело движется в направлении силы тяги, то работа, совершаемая этой силой, положительна.

2. Работа, совершаемая силой, направленной против направления движения тела, отрицательна (рис. 3):

$$A = -F \cdot s.$$

Например, сила трения всегда направлена противоположно направлению движения, поэтому работа, совершаемая этой силой, отрицательна.

3. Работа, совершаемая силой, направленной перпендикулярно направлению движения тела, равна нулю (рис. 4):

$$A = 0.$$

Например, когда тело движется по горизонтальной поверхности, направление силы тяжести, действующей на него, перпендикулярно направлению движения, поэтому в этом случае сила тяжести не совершает работу над телом.

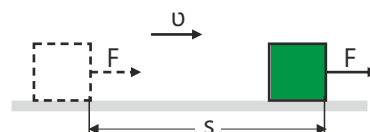


Рис. 2. Сила совершает положительную работу.

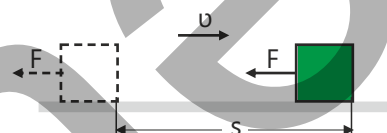


Рис. 3. Сила совершает отрицательную работу.

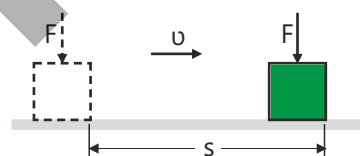


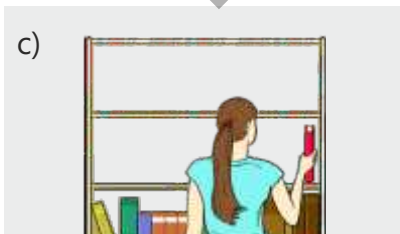
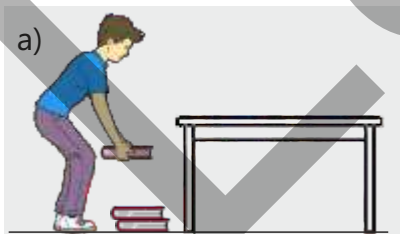
Рис. 4. Сила не совершает работу.

Исследование

От чего зависит механическая работа?

На рисунках изображены ученики, выполняющие различные работы.

1. Ниджат сначала поднимает одну книгу (а), а затем две книги и кладет их на стол (б).
2. Лейла сначала кладет одну книгу на нижнюю полку (с), а затем другую на верхнюю полку (д).

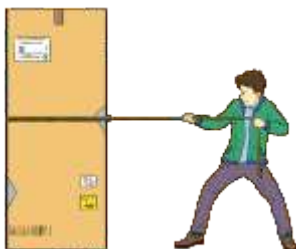


Обсудите:

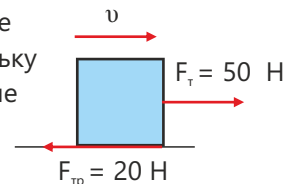
1. В каком из случаев, а и б, выполняется больше работы?
2. В каком из случаев, с и д, выполняется больше работы? Обоснуйте свой ответ.

Решение задачи

Азер тянет коробку с помощью веревки. Если сила тяги равна 50 Н, а сила трения, действующая на ящик, равна 20 Н, вычислите работу, совершаемую равнодействующей силой, действующей на коробку на расстоянии 2 м.



Решение. Укажем силы, действующие на коробку, нарисовав схему. Поскольку силы направлены в противоположные стороны, их равнодействующая сила будет равна:



$$F_p = F_t - F_{тр} = 50 \text{ Н} - 20 \text{ Н} = 30 \text{ Н}.$$

Коробка движется в направлении силы тяги, поскольку эта сила больше силы трения. В этом случае равнодействующая сила совершает положительную работу:

$$A_p = F_p \cdot s = 30 \text{ Н} \cdot 2 \text{ м} = 60 \text{ Дж}.$$

Ответ: 60 Дж.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

– В физике слово “работа” стало использоваться в XIX веке. В древние времена под работой в основном подразумевалась работа, выполняемая живыми существами. Как вы думаете, почему?

Примените полученные знания

1. В каких из изображенных на рисунке случаев не совершается механическая работа?
 - а. Азер толкает дерево, но дерево не двигается.
 - б. Лейла толкает тележку с продуктами, и тележка движется. Обоснуйте свой ответ.



2. На тело, движущееся на горизонтальной плоскости, действуют силы F_1 в направлении движения, и F_2 в противоположном направлении движения. Перемещение тела равно s . Докажите, что сумма работ обеих сил равна работе, совершенной равнодействующей силой.

Проверьте полученные знания

1. Если сила совершает работу в 5 кДж на пути 20 м, то найдите эту силу.
2. Ученик с рюкзаком на плече находится в состоянии покоя. Совершается ли в это время механическая работа над рюкзаком? Обоснуйте свой ответ.



3. Покажите на схеме силы трения и тяжести, действующие на пингвина, скользящего по замерзшей поверхности озера. Если масса пингвина составляет 30 кг, а сила трения, действующая на него, равна 20 Н, то вычислите работу, совершаемую силами тяжести и трения на пути в 5 метров.



2.2 Мощность

В древние времена для вспашки полей использовали волов. В наше время поля чаще всего пахут с помощью трактора.



- Одинакова ли работа, выполняемая волом и трактором при вспашке двух полей с равной площадью?
- В чем преимущество вспашки поля трактором по сравнению с вспашкой волом?

В повседневной жизни, наряду со словом “работа”, часто используется и слово “мощность”. Когда говорят, что какой-то человек сильный, обычно имеют в виду его выносливость или способность выполнять работу за короткое время. В физике величина **мощности** связана с величиной работы и выражает быстроту её выполнения. Например, трактор и вол, вспахивающие поля равной площади, совершают одинаковую работу. Однако трактор вспахивает поле быстрее, чем вол. В этом случае говорят: “Мощность трактора больше, чем мощность вола”. В физике мощность указывает на быстроту выполнения работы.

Ключевые слова: мощность

- **Отношение выполненной работы ко времени, затраченному на ее выполнение, называется мощностью:**

$$N = \frac{A}{t}.$$

Здесь N – мощность, A – работа, t – время, затраченное на совершение работы. Мощность – скалярная величина. В СИ единицей мощности принят **ватт** (1 Вт), названный в честь английского ученого Джеймса Уатта.

Мощность двигателя или механизма, совершающего 1 Дж работы за 1 секунду, равна 1 Вт:

$$[N] = \frac{[A]}{[t]} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1 \text{ Вт}.$$

В некоторых случаях в качестве единицы мощности также используется лошадиная сила (л.с.), которой нет в СИ:

$$1 \text{ л.с.} = 736 \text{ Вт}.$$

Знаете ли вы?

Мощность самого мощного двигателя в мире составляет 80 мегаватт или 110 000 лошадиных сил. Этот двигатель используется для приведения в движение огромного грузового корабля.

Решение задачи

Трактор, вспахивающий поле, движется прямолинейно равномерно. Если его скорость составляет $3,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а сила тяги 46 кН, вычислите мощность двигателя трактора и выразите её в лошадиных силах.



Решение. Учтем выражение механической работы в формуле мощности и то, что движение является прямолинейно равномерным:

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v.$$

Подставив значения силы тяги и скорости в вышеуказанную формулу, мы получаем, что мощность двигателя трактора

$$N = F \cdot v = 46000 \cdot 3,2 = 147200 \text{ (Вт)}.$$

Поскольку 1 л.с. = 736 Вт, то мощность двигателя составляет:

$$N = \frac{147200}{736} = 200 \text{ (л.с.)}.$$

Ответ: 200 л.с.

Деятельность

Связь между механической энергией и работой

Принадлежности: динамометр, два бруска, нить, линейка, секундомер.

Ход работы:

1. Перечертите приведенную ниже таблицу в тетрадь.

Количество брусков	Показания динамометра	Показания секундомера	Совершенная работа	Мощность
1				
2				

2. Прикрепите брусок к динамометру, как показано на рисунке.



3. Медленно тяните динамометр с постоянной силой, и как только брусок начнёт двигаться, включите секундомер.

4. Запишите в таблицу время, затраченное бруском на преодоление расстояния 20 см, и показания динамометра.

5. Положите второй брусок на первый и повторите предыдущий шаг. Отрегулируйте силу тяги так, чтобы бруски преодолели 20 см за то же время, что и в шаге 4.

6. Для обоих случаев рассчитайте выполненную работу и мощность, затем запишите их в таблицу.

Обсудите:

1. Работы, совершаемые над одним и двумя брусками, различаются или одинаковы?

2. Мощности в первом и втором случае различны или одинаковы? Как, по-вашему, почему?

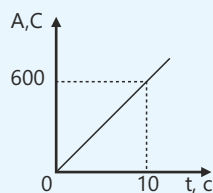
- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

– Ученные пытаются создать искусственное сердце для пациентов, с острой сердечной недостаточностью. Как, по-вашему, какую работу в организме выполняет сердце?



Примените полученные знания

1. Приведен график зависимости совершенной двигателем работы от времени. На основе графика вычислите мощность двигателя и работу, выполненную за 5 минут.



2. Вилочный погрузчик поднимает контейнер массой 2 тонны на высоту 4 м за 5 секунд с постоянной скоростью.

- Рассчитайте силу, приложенную погрузчиком к контейнеру.
- Рассчитайте работу, совершенную над контейнером.
- Рассчитайте мощность двигателя погрузчика.



3. Нигяр поднимает один из двух тел одинаковой массы на 4-й этаж быстрее, чем Ниджат.

- Совершили ли Нигяр и Ниджат равную работу над поднятыми ими телами? Обоснуйте свой ответ.
- У Нигяр или у Ниджата больше мощность?



- Выразите единицу мощности в основных единицах СИ.
- Какой из двух автомобилей ускоряется быстрее: тот, у которого мощность больше, или тот, у которого мощность меньше?



Проверьте полученные знания

- Какая величина выражает быстроту выполнения работы?
- Какова единица мощности?
- Насос, который подает воду с озера на поле, выполняет работу в 1,8 МДж за 1 час. Рассчитайте мощность насоса.



4. Сила тяги двигателя автомобиля, движущегося прямолинейно равномерно, равна 7,36 кН, а скорость – $72 \frac{\text{км}}{\text{час}}$. Рассчитайте мощность двигателя автомобиля и выразите ее в л.с.

5. Если сердце человека выполняет работу в 126 000 Дж за сутки, рассчитайте мощность сердца.

2.3 Потенциальная и кинетическая энергии

Ученики бегают на уроке физкультуры.



- Каким видом энергии обладает ученик, когда он бежит?
- Как ученик получает энергию, необходимую для бега?
- Какова роль мышц ног во время бега?

Ключевые слова

механическая энергия, потенциальная энергия, кинетическая энергия



Рис. 1. Гидро- и ветряная электростанции.

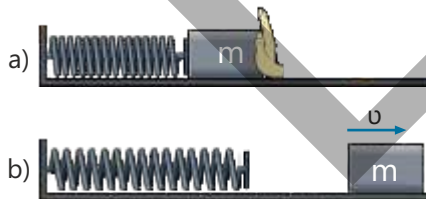


Рис. 2. Работа, совершаемая сжатой пружиной.

Из уроков по предмету “Природа” известно, что энергия обеспечивает жизнедеятельность живых существ и выполнение различных работ. Живые существа получают необходимую им энергию из пищи.

Не только живым существам, но и двигателям и механизмам для выполнения работы необходима энергия. Например, если источник тока не будет обеспечивать энергией, электродвигатель не сможет работать. Существует множество видов энергии: тепловая энергия, химическая энергия, электрическая энергия и **механическая энергия**. Механическая энергия – это энергия, которой тело обладает в результате движения и взаимодействия. Она бывает двух видов: **потенциальная** и **кинетическая** энергии.

Одним из важных свойств энергии является ее преобразование из одного вида в другой. Например, на гидроэлектростанциях потенциальная энергия воды, на высоте преобразуется в электрическую энергию, а на ветровых электростанциях кинетическая энергия дующего ветра преобразуется в электрическую энергию (рис. 1).

Опыты показывают, что существует связь между энергией и работой. Когда над телом совершается работа, его энергия изменяется. Также тело может совершать работу только в том случае, если оно обладает определенной энергией. Например, при сжатии упругой пружины она подвергается деформации и взаимодействия между ее частицами усиливаются. В результате в пружине накапливается энергия (рис. 2, а). При отпуске пружины она возвращается в исходное положение (рис. 2, б). В это время пружина совершает работу, перемещая груз, и энергия пружины расходуется на совершение этой работы.

- Энергия взаимодействия тел или частиц тела называется **потенциальной энергией**.

Наряду со сжатой или растянутой пружиной, тело, находящееся на определённой высоте над поверхностью Земли, также обладает потенциальной энергией. Причина этого в существовании силы взаимного притяжения между телом и Землей. *Когда сжатая пружина распрямляется (рис. 2), ее потенциальная энергия преобразуется в кинетическую энергию бруска.*

Знаете ли вы?

С латинского "potentialis" означает возможность, а с греческого "kinema" – движение.

Энергия, которой обладает тело в результате своего движения, называется кинетической энергией.

Стрела, выпущенная из лука, летящая птица и бегущий ученик обладают кинетической энергией. Потому что в этом случае каждый из них находится в движении. Энергия – скалярная физическая величина и ее единицей в СИ, как и единица работы, является джоуль.

• ПОДУМАЙ
• ОБСУДИ
• ПОДЕЛИСЬ

– Что вы чувствуете, когда потираете руки?
Как вы думаете, в чем причина этого?



Деятельность

Связь между механической энергией и работой

Принадлежности: тележка, линейка, картонная пластина, песок.

Ход работы:

1. Согните картонную пластину, чтобы получилась наклонная плоскость и горизонтальная поверхность, как показано на рисунке.
2. Поставив тележку на наклонную плоскость, отпустите ее. Измерьте путь, пройденный им по горизонтальной части, и запишите в тетради.



3. Посыпьте немного песка на горизонтальную часть и повторите шаг 2, выпустив тележку с той же высоты.

Обсудите:

1. Какой энергией обладала тележка до того, как начала двигаться?
2. В каком случае тележка проехала большее расстояние? Почему?
3. В какой вид энергии, по вашему мнению, была преобразована энергия, потерянная на горизонтальном участке?

Во ходе деятельности, когда на горизонтальную поверхность насыпали песок, расстояние, пройденное тележкой, сократилось. В обоих случаях тележка была отпущена с одинаковой высоты, поэтому её потенциальные энергии были равны. Следовательно, в обоих случаях работы, совершаемые против силы трения, должны быть одинаковыми. Согласно формуле работы $A = F \cdot s$, при увеличении силы трения расстояние, пройденное тележкой, стало меньше.

Вопрос

– Какие из изображенных на рисунке тел обладают только потенциальной энергией? Обоснуйте свой ответ.



1. Летящий орёл.



2. Яблоко, падающее с дерева.



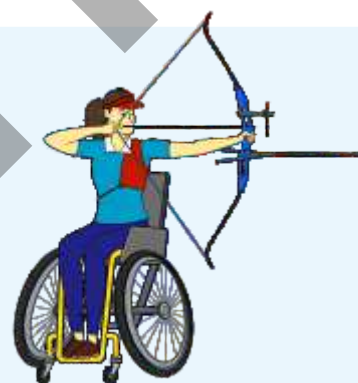
3. Рюкзак, висящий на вешалке

Объяснение. Орел и яблоко находятся на определенной высоте над поверхностью Земли, поэтому они обладают потенциальной энергией относительно Земли, а также кинетической энергией, так как находятся в движении. Рюкзак обладает только потенциальной энергией, поскольку он не движется, а находится на определенной высоте над поверхностью Земли.

Примените полученные знания

Спортсмен участвует в соревнованиях по стрельбе из лука.

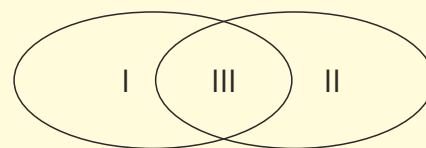
- Выполняет ли спортсмен работу, натягивая лук?
- Когда лук натянут и удерживается, какой энергией он обладает?
- На основе чего можно утверждать, что эластичный лук выполняет работу, когда его отпускают?
- В какую энергию превращается энергия натянутого лука? Обоснуйте свой ответ.



Проверьте полученные знания

- Какие существуют виды механической энергии?
- Какой энергией обладает сжатая пружина?
- Определите соответствующие пункты на диаграмме Эйлера-Венна.
 - Является скалярной величиной.
 - Единицей измерения является джоуль.
 - Это энергия, которой обладает тело в результате движения.
 - Это энергия взаимодействия тел или частиц тела.
 - Это вид механической энергии.

Потенциальная энергия Кинетическая энергия



2.4 От чего зависит потенциальная и кинетическая энергии?

Нигяр, присутствовавшая на параде, заметила, как один из двух одинаковых самолетов пролетел ниже и обогнал другой.

- У какого самолёта потенциальная энергия больше?
- У какого самолёта кинетическая энергия больше?



От чего зависит потенциальная энергия?

Деятельность

От чего зависит потенциальная энергия тела?

Принадлежности: тележка, картонная доска, пустая коробочка, линейка, карандаш, маленький камушек.

Ход работы:

1. Перечертите таблицу в тетрадь.

	3-й шаг	4-й шаг	5-й шаг
Путь, пройденный тележкой			

2. Сделайте из картонной доски наклонную плоскость. Поместите пустую коробку на горизонтальную часть, как показано на рисунке, и отметьте ее положение карандашом.
3. Отпустите тележку с самой верхней точки наклонной плоскости и измерьте путь, пройденный тележкой после столкновения с коробкой, и запишите его в таблицу.
4. Повторите эксперимент, положив на тележку камушек.
5. Повторите эксперимент, отпустив пустую тележку с середины наклонной плоскости.

Ключевые слова

масса, высота, скорость



Обсудите:

1. Как изменился путь, пройденный тележкой после того, как на нее положили камушек? Как, по-вашему, почему?
2. Как изменился путь, пройденный тележкой после уменьшения высоты? Как, по-вашему, почему?

Чтобы поднять тело над поверхностью Земли, необходимо совершить работу против силы тяжести (рис. 1, а). В это время увеличивается потенциальная энергия тела. Если отпустить тело, то сила тяжести совершает положительную работу, так как направлена в сторону движения (рис. 1, б):

$$A = F_{\text{тяж}} \cdot h = mgh.$$

В это время потенциальная энергия тела уменьшается на величину совершённой работы, то есть на mgh . За высоту тела условно принимается его высота от поверхности Земли или пола.

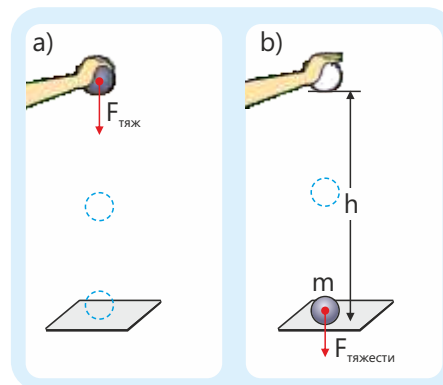


Рис. 1. Сила совершает работу.

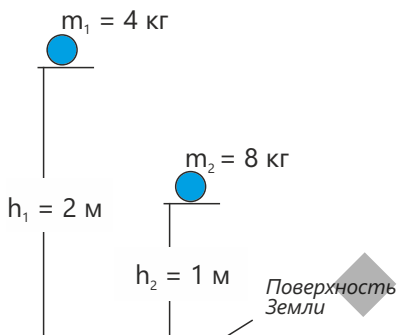
Потенциальная энергия (E_n) тела, находящегося на определенной высоте от поверхности Земли или пола, вычисляется по формуле:

$$E_n = mgh.$$

Таким образом, потенциальная энергия взаимодействия тела с Землей зависит от его массы, ускорения свободного падения и высоты над поверхностью.

Решение задачи

Вычислите отношение потенциальных энергий тел, изображенных на рисунке, относительно поверхности Земли ($\frac{E_{n1}}{E_{n2}}$).



Решение. Написав формулу потенциальной энергии $E_p = mgh$ для этих двух случаев, вычислим их потенциальную энергию:

$$E_{n1} = 4 \cdot 10 \cdot 2 = 80 \text{ (Дж)},$$

$$E_{n2} = 8 \cdot 10 \cdot 1 = 80 \text{ (Дж)}.$$

Для отношения потенциальных энергий получим

$$\frac{E_{n1}}{E_{n2}} = \frac{80 \text{ Дж}}{80 \text{ Дж}} = 1.$$

Ответ: 1.

Когда упругие тела, например, пружину, растягивают или сжимают, сила взаимодействия между её частицами создаёт силу упругости:

$$F_{\text{упр}} = k\Delta x \text{ (рис. 2).}$$

Поскольку энергия взаимодействия этих частиц является потенциальной энергией пружины, можно сказать, что потенциальная энергия пружины зависит от ее жесткости (k) и растяжения или сжатия (Δx).

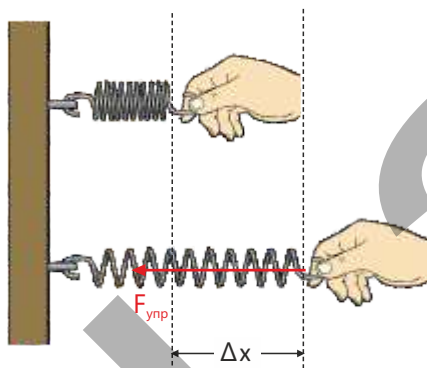


Рис. 2. В растянутой пружине возникает сила упругости.

Потенциальная энергия упруго деформированной пружины равна половине произведения ее жесткости на квадрат растяжения или сжатия пружины:

$$E_n = \frac{k(\Delta x)^2}{2}.$$

• ПОДУМАЙ
• ОБСУДИ
• ПОДЕЛИСЬ

– В каких механизмах используется потенциальная энергия сжатой или растянутой пружины?

От чего зависит кинетическая энергия?

Деятельность

От чего зависит кинетическая энергия тела?**Принадлежности:** тележка, картонная доска, карандаш, камушек.**Ход работы:**

1. Сделайте из картонной доски наклонную плоскость.
2. Аккуратно подтолкните тележку вверх по наклонной плоскости, и отметьте карандашом высоту, на которую она поднялась.
3. Повторите шаг 2, придав тележке большую скорость.
4. Поместите камень на тележку и толкните ее так, чтобы она поднялась на ту же высоту, что и в шаге 3.

**Обсудите:**

1. Как изменяется высота, на которую поднимется тележка, при увеличении ее скорости?
2. В каком случае тележка совершает большую работу, при малой или большой скорости?
3. В каком случае требуется совершить больше работы, чтобы поднять пустую или загруженную тележку на ту же высоту? Как, по-вашему, почему?

Когда в деятельности тележку толкают и приводят в движение, над ней совершается работа и кинетическая энергия тележки увеличивается. Тело, обладающее энергией, может совершать работу. Когда скорость тележки высока, её кинетическая энергия тоже увеличивается. В этом случае тележка совершает больше работы против силы тяжести и может подниматься выше. Следовательно, кинетическая энергия тела зависит от его скорости (рис. 3).

Для того чтобы нагруженная тележка поднялась на ту же высоту, что и пустая, нужно выполнить больше работы против силы тяжести. Потому что сила тяжести, действующая на тело с большей массой, тоже больше. Для того чтобы нагруженная тележка поднялась на ту же высоту, что и пустая, к ней необходимо приложить большую работу, то есть большую силу. Следовательно, кинетическая энергия тела также зависит от его массы (рис. 4). Таким образом, кинетическая энергия тела зависит от его скорости и массы.



Рис. 3. Из автомобилей одинаковой массы тот, у которого скорость выше, имеет большую кинетическую энергию.



Рис. 4. У автомобилей с одинаковой скоростью кинетическая энергия больше у того, у которого масса больше.

Кинетическая энергия тела равна половине произведения его массы на квадрат его скорости:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Знаете ли вы?

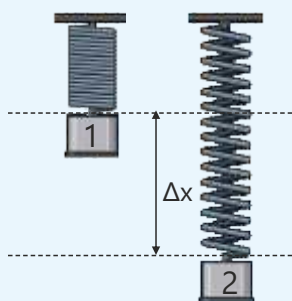
На дорожных знаках указывается ограничение скорости автомобилей. Это связано с тем, что у быстро движущегося автомобиля больше кинетическая энергия, и он не может остановиться на коротком расстоянии.



Примените полученные знания

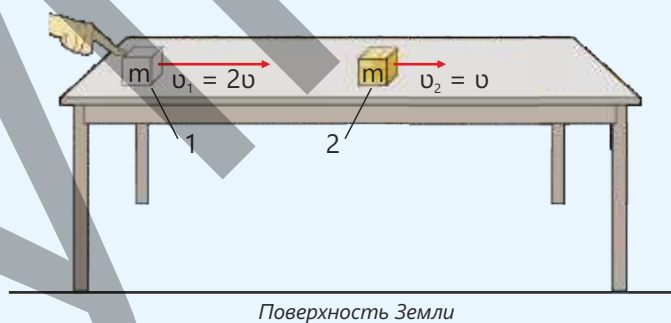
1. Когда Лейла подвешивает к пружине груз массой 2 кг, пружина деформируется и переходит из состояния 1 в состояние 2.

- Какая сила вызывает деформацию пружины?
- Как при этом изменяется потенциальная энергия груза относительно поверхности Земли? Обоснуйте свой ответ. Определить упругую потенциальную энергию пружины, если ее жесткость равна $500 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, а удлинение – 4 см.



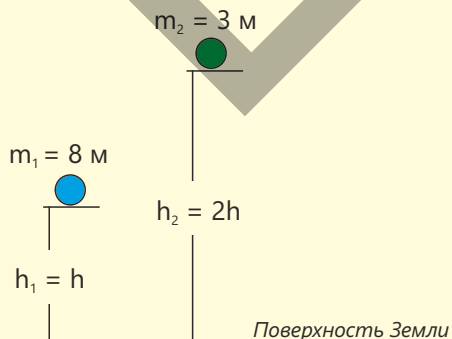
2. Когда скорость тела, движущегося по горизонтальной поверхности, переходит из состояния 1 в состояние 2, его скорость уменьшается в 2 раза.

- Изменяется ли при этом потенциальная энергия тела относительно поверхности Земли? Обоснуйте свой ответ.
- Если кинетическая энергия тела в состоянии 1 равна E , чему она будет равна в состоянии 2?



Проверьте полученные знания

- От чего зависит потенциальная энергия пружины?
- У какого из тел потенциальная энергия относительно поверхности Земли больше? Обоснуйте свой ответ.



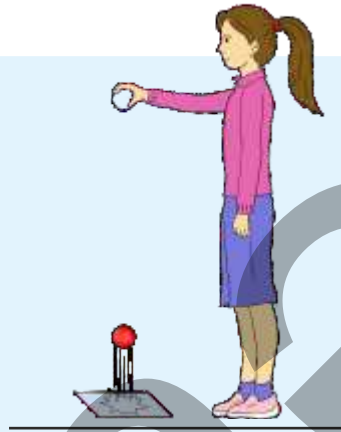
- Если масса автобуса, изображенного на рисунке, вместе с пассажирами составляет 3,5 тонны, а скорость – $72 \frac{\text{км}}{\text{час}}$, то вычислите его кинетическую энергию и выразите ответ в кДж.



2.5 Полная механическая энергия

Лейла выпускает мяч из руки. Мяч подпрыгивает после удара об пол.

- Каким видом энергии обладает мяч, когда он в руках у Лейлы?
- Какую энергию имеет мяч, когда он движется вниз?
- После того, как мяч ударяется о пол, за счёт какой энергии он подпрыгивает вверх?



Тело, находящееся на определенной высоте относительно поверхности Земли или пола и движущееся, имеет как потенциальную, так и кинетическую энергию.

Сумма потенциальной и кинетической энергий тела называется *полной механической энергией*:

$$E_{\text{полн}} = E_{\text{п}} + E_{\text{к}}.$$

Потенциальная энергия тела может быть преобразована в кинетическую энергию, или наоборот. Например, мяч, выпущенный свободно с высоты h , имеет нулевую начальную скорость, поэтому он обладает только потенциальной энергией. В это время потенциальная энергия достигает максимального значения и равна полной механической энергии (рис. 1, A):

$$E_{\text{полн}} = E_{\text{п(макс)}} = mgh.$$

По мере того, как мяч движется вниз, его потенциальная энергия уменьшается, а кинетическая энергия увеличивается. В результате на произвольной высоте h_B ($h_B < h$) мяч обладает как потенциальной, так и кинетической энергией (рис. 1, B):

$$E_{\text{полн}} = E_{\text{п(B)}} + E_{\text{к(B)}} = mgh_B + \frac{mv_B^2}{2}.$$

Ключевые слова

полная механическая энергия

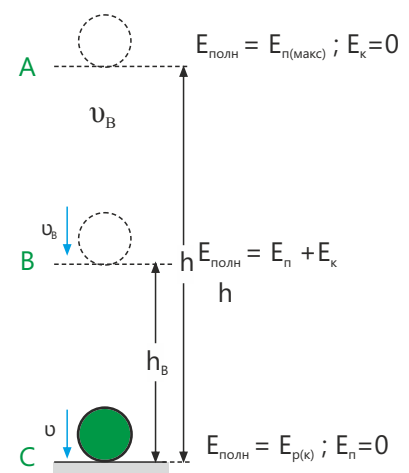


Рис. 1. Изменение механической энергии

Мяч, когда он достигает пола, имеет $h = 0$, поэтому его потенциальная энергия равна нулю (рис. 1, В). В этом случае потенциальная энергия мяча полностью превращается в кинетическую энергию. В результате полная механическая энергия мяча равна максимальному значению кинетической энергии:

$$E_{\text{полн}} = E_{k(\text{макс})} = \frac{mv^2}{2}.$$

Если мяч находится в упругом взаимодействии с поверхностью Земли, он отскакивает вертикально вверх. В это время кинетическая энергия тела постепенно превращается в потенциальную энергию. При уменьшении кинетической энергии потенциальная энергия увеличивается. Отсюда можно сделать вывод, что при отсутствии трения значение полной механической энергии движущегося тела остается постоянной:

$$E_{\text{полн}} = E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = \text{const.}$$

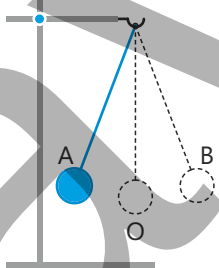
Это выражение является законом сохранения полной механической энергии. Под воздействием силы трения полная механическая энергия тела уменьшается и постепенно преобразуется в тепловую энергию.

Почему механическая энергия уменьшилась?

Принадлежности: нитяной маятник.

Ход работы:

1. Оттяните шарик маятника в сторону и отпустите его.
2. Наблюдайте за движением шарика, пока он не остановится.



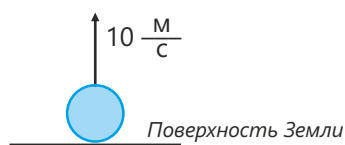
Обсудите:

1. Какой энергией обладает шарик, если его притянуть в точку А и удерживать там?
2. Как изменяются потенциальная и кинетическая энергия шарика при его движении к точке О?
3. Как вы думаете, почему шарик останавливается через определенное время?

Как видно из деятельности, шарик маятника через некоторое время останавливается. Если после того, как он остановится измерить температуру шарика, то окажется, что он немного нагрелся. Потому что под действием силы трения полная механическая энергия превратилась в тепловую. Закон сохранения энергии можно сравнить с тратой школьником карманных денег. Например, если у Лейлы есть 12 манат, и она покупает тетрадь за 2 маната и воду за 1 манат, то, не пересчитывая денег в кармане, она может сделать вывод, что у нее осталось 9 манатов. Если у Лейлы в кармане останется 8 манатов, она не подумает, что 1 манат исчез, а попытается вспомнить, на что она их потратила. Потому что и энергия, и деньги не могут появляться или исчезать сами по себе.

Решение задачи

Тело брошено вертикально вверх с поверхности Земли со скоростью $10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. На какой высоте над поверхностью Земли кинетическая энергия тела будет в 3 раза больше его потенциальной энергии? Не учитывайте сопротивление воздуха.



Решение. Поскольку сопротивление воздуха не учитывается, мы можем воспользоваться законом сохранения полной механической энергии. Если учесть условие $E_k = 3E_n$, то получим

$$E = E_n + E_k = E_n + 3E_n = 4E_n.$$

Когда тело брошено вертикально вверх с поверхности Земли ($h = 0$), его потенциальная энергия равна нулю. Однако его кинетическая энергия максимальна и равна полной механической энергии:

$$E = E_{k(\text{макс})} = 4E_n.$$

Если подставить выражения для кинетической и потенциальной энергии в формулу и провести расчеты, получим:

$$\frac{mv_0^2}{2} = 4mgh \rightarrow h = \frac{v_0^2}{8g} = \frac{10^2}{80} = 1,25 \text{ (м)}$$

Ответ: 1,25 м.

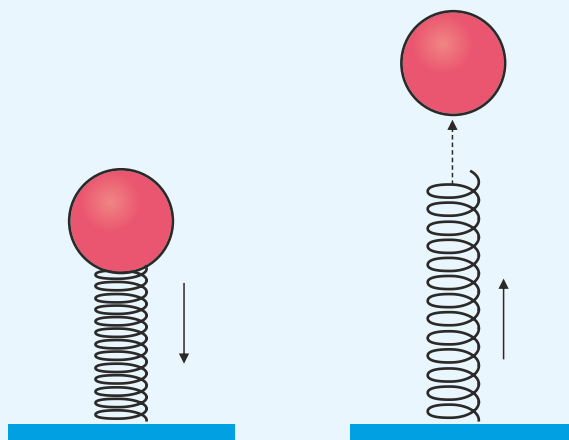
- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

– Как вы думаете, равна ли полная механическая энергия, которой обладает парашютист в воздухе, полной механической энергии, которой он обладает в момент приземления? Выполняется ли в этом случае закон сохранения механической энергии? Почему?

**Примените полученные знания**

Нигяр сжала пружину и поставила на нее мяч. Она заметила, что, когда она отпустила пружину, мяч поднялся вертикально вверх (сопротивлением воздуха не учитывается).

- а. Какую энергию имеет пружина, когда она сжата?
- б. Когда пружина возвращается в исходное положение, как меняются потенциальная энергия пружины и как меняется кинетическая и потенциальная энергия тела?
- в. Когда мяч отрывается от пружины и движется вверх, как изменяются его кинетическая и потенциальная энергия? Сохраняется ли при этом полная механическая энергия?



Проверьте полученные знания

1. В каком случае выполняется закон сохранения полной механической энергии?

2. Рассчитайте полную механическую энергию орла, летящего на высоте 100 м над землей, если его скорость равна $36 \frac{\text{км}}{\text{час}}$, а масса 8 кг.

3. Велосипедист движется с постоянной скоростью по горизонтальной плоскости. Он нажимает на тормоза, велосипед скользит и останавливается. На рисунке, сделанном тепловой камерой, изображено колесо велосипеда после того, как он остановился.



На изображениях тепловой камеры участки с более высокой температурой отображаются красным цветом.

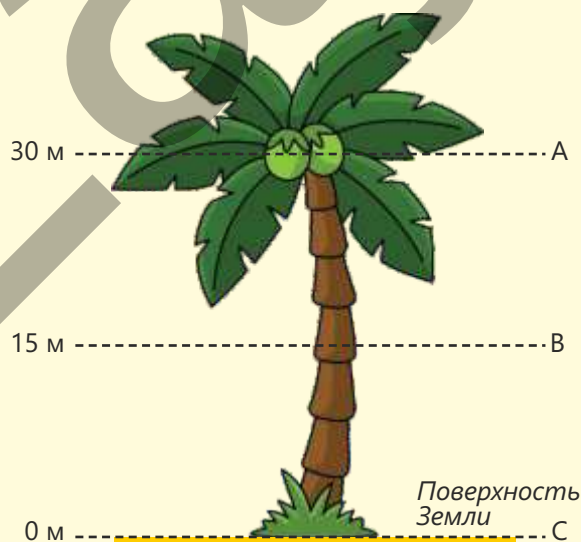
- Какой вид энергии имел велосипед во время движения?
- Какая сила привела к остановке велосипеда?
- В какой тип энергии была преобразована механическая энергия велосипеда после остановки? Обоснуйте свой ответ.

4. Высота плода кокосовой пальмы на рисунке составляет 30 метров от поверхности Земли. Плод массой 1,2 кг, отрывается от дерева и падает.

- Нарисуйте таблицу в тетради и заполните ее.

Положение	Высота	Потенциальная энергия	Кинетическая энергия	Полная механическая энергия
A	30 м	360 Дж	0 Дж	
B				
C				

- Какой закон вы использовали для заполнения таблицы?
- Что следует не учитывать при применении этого закона?

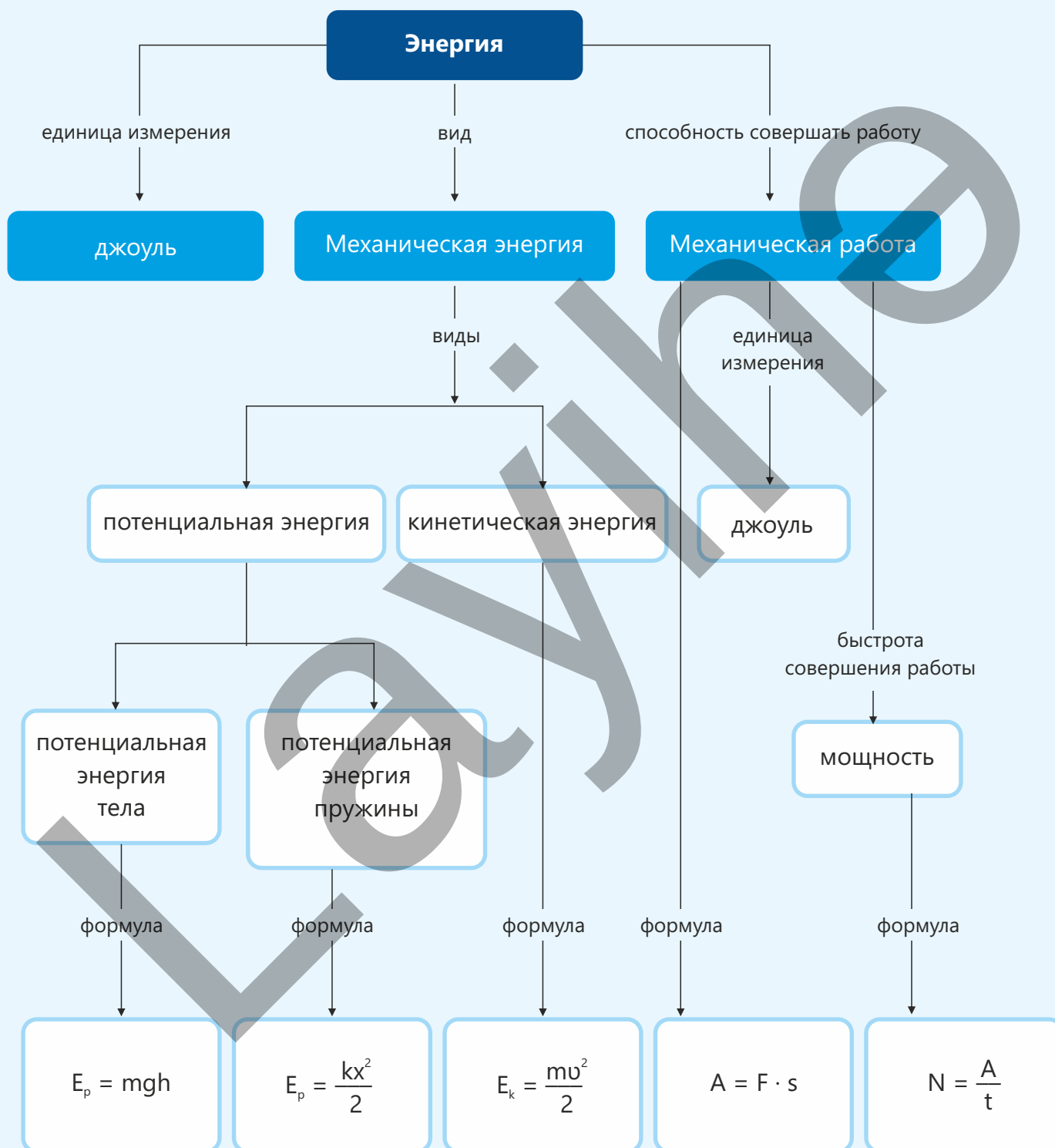


Наука, технология, жизнь

После того как Дж. Уатт усовершенствовал паровой двигатель, он захотел продемонстрировать его мощность людям. Так как паровые двигатели в то время были новыми изобретениями, для перевозки грузов в шахтах все еще использовались лошади. Дж. Уатт рассчитал работу, совершаемую лошадьми в шахтах, и сравнил ее с работой, совершаемой за то же время паровым двигателем. Для этого в качестве единицы мощности он выбрал "лошадиную силу" (л.с.). Таким образом, Джеймс Уатт продемонстрировал, что паровой двигатель выполняет ту же работу за более короткое время, чем несколько лошадей, и обладает большей мощностью.



Заключение

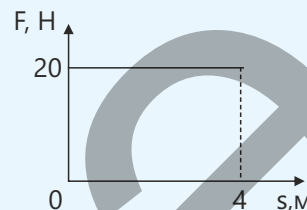


Обобщающие задания

1. Приведите пример для каждого случая, когда работа положительная, отрицательная, а также когда работа не выполняется.

2. По графику найдите работу равнодействующей силы.

F – значение равнодействующей силы, s – значение перемещения тела под действием этой силы.



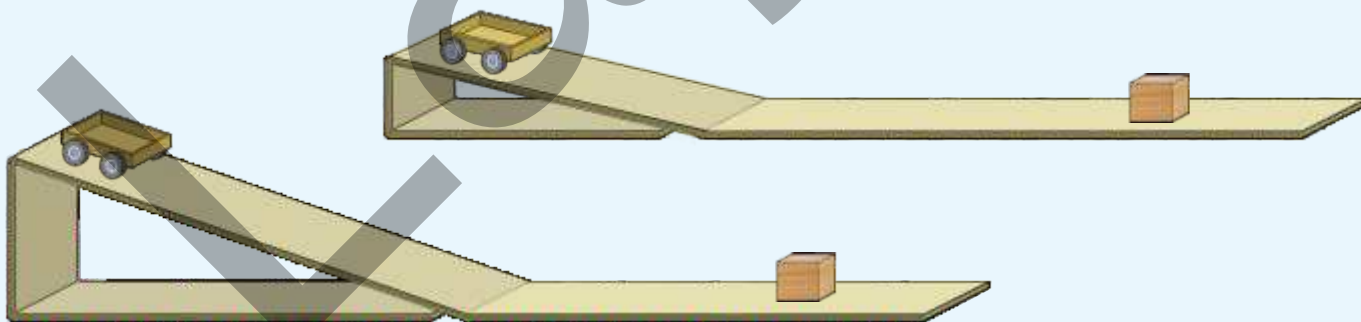
3. Азер поднимает коробку с Земли.

- Совершается ли механическая работа при подъеме коробки? Обоснуйте свой ответ.
- Как в это время изменится потенциальная энергия коробки относительно поверхности Земли?
- Совершает ли Азер механическую работу, удерживая коробку на определенной высоте?



4. Тележка, свободно отпускаемая с разной высоты, сталкивается с бруском. В результате брусок совершает определенные перемещения.

- В каком случае перемещение бруска больше? Обоснуйте свой ответ.
- В каком случае над бруском совершается больше работы? Почему?
- Если, сохраняя высоту, на тележку поместить дополнительный груз, увеличив ее массу, изменится ли работа, совершенная над бруском?



5. Подъемный кран поднимает груз массой 6 тонн на высоту 3 м за 5 секунд с постоянной скоростью.

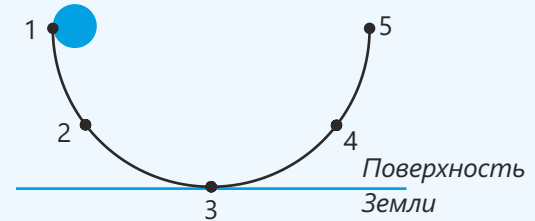
- Рассчитайте силу, действующую на груз со стороны крана.
- Рассчитайте мощность двигателя крана.



6. Шар отпускают с точки 1. Трение не учитывается.

В какой точке или точках:

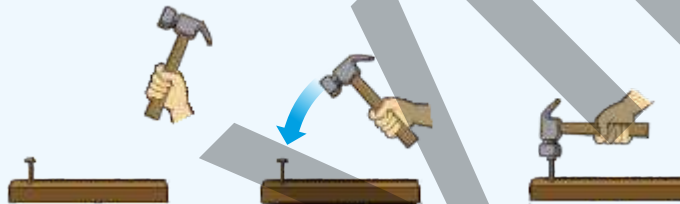
- a. потенциальная энергия шара относительно поверхности Земли наибольшая?
- b. шар обладает наибольшей кинетической энергией?
- c. шар обладает как потенциальной, так и кинетической энергией?



7. Найдите скорость тела массой 2 кг, движущегося прямолинейно, если его кинетическая энергия равна 50 Дж.

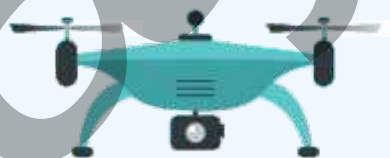
8. Чтобы забить гвоздь в доску, мастер сначала поднимает молоток, а затем быстро ударяет по гвоздю.

- a. Какую энергию имеет молоток, когда его поднимают и удерживают?
- b. Как меняются виды механической энергии при быстром опускании молотка?
- c. Совершается ли работа над гвоздём, забитым в доску? Обоснуйте свой ответ.



9. Дрон массой 6 кг летит на высоте 0,5 км над поверхностью Земли.

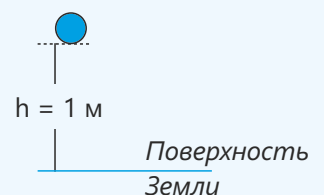
Определите полную механическую энергию дрона, если его скорость равна $36 \frac{\text{км}}{\text{час}}$.



10. Стальной шар массой 0,5 кг свободно отпускается с высоты 1 м. Сопротивлением воздуха не учитывается.

- a. Каковы потенциальная, кинетическая и полная механическая энергии шара в момент его свободного отпускания?
- b. Какова кинетическая энергия шара, когда он находится на высоте 0,4 м над поверхностью Земли?
- c. Каковы потенциальная, кинетическая и полная механическая энергии шара в момент его удара о поверхность Земли?

$m = 0,5 \text{ кг}$



раздел

3

Давление

Жировой слой в горбе верблюдов, приспособленных к жизни в пустыне, служит для них источником питания в условиях отсутствия растительности.

Большая площадь их ступни позволяет верблюдам передвигаться, не погружаясь в песок. Поэтому их иногда называют "кораблями пустыни".

Клюв дятла, питающегося насекомыми под корой деревьев, острый. Благодаря этому дятел может наносить сильные удары по коре и пробивать её.



- В зависимости от назначения у некоторых инструментов, таких как молоток и сани, рабочая поверхность широкая, а у других, таких как ножницы и лопата, режущая часть имеет небольшую площадь. Чтобы автомобили не увязали на песчаной или грязной дороге под действием силы тяжести, используются широкие шины.

Когда сила действует на тело на небольшой площади, его легче порезать, поцарапать или проколоть.

- Как, по-вашему, почему заточка режущих инструментов, таких как ножи и топоры, облегчает их использование?

Из раздела вы узнаете

- Воздействие силы на поверхность зависит от площади этой поверхности
- Твердые тела воздействуют на опору, а жидкости и газы – на стенки сосуда
- Для объяснения воздействия тела на поверхность используется величина давления
- Архимедова сила возникает из-за изменения давления внутри жидкости с высотой

3.1 Давление твёрдых тел

Для сгибания и перекусывания металлической проволоки можно использовать плоскогубцы, изображенные на рисунке.



- Какие плоскогубцы предназначены для перекусывания проволоки?
- Какая разница между плоскогубцами позволяет использовать их для разных целей?

Ключевые слова

давление, давление твердого тела

При выполнении повседневных работ к телам применяется сила с использованием таких инструментов, как ножницы, нож, молоток и плоскогубцы. У плоскогубцев, используемых для перекусывания проволоки, губки острые, а у тех, что предназначены для сгибания, – плоские. Это связано с тем, что действие силы, приложенной к телам с помощью различных инструментов, зависит также от площади поверхности, на которую воздействует эта сила (рис. 1).

Рис. 1. Плоскогубцы, используемые для перекусывания и сгибания проволоки

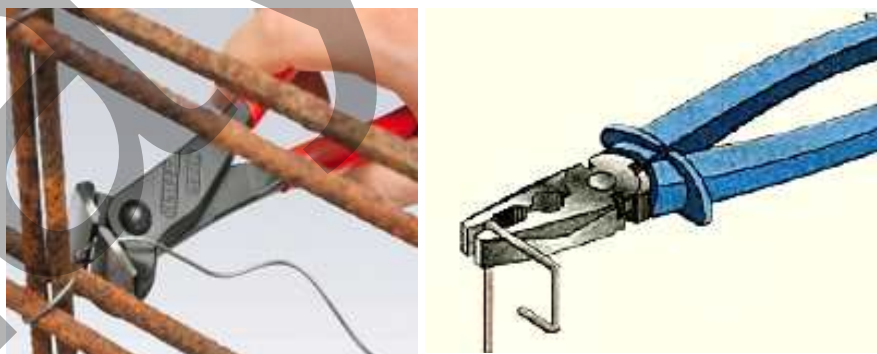
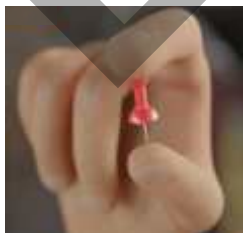


Рис. 2. Острый конец булавки вызывает боль в пальце.



Когда канцелярскую кнопку сжимают между двумя пальцами, согласно третьему закону Ньютона, силы, действующие на пальцы, равны по величине. Однако, хотя головка кнопки не причиняет вреда пальцу, ее острый кончик травмирует палец и вызывает ощущение боли (рис. 2). Потому что площадь соприкосновения кнопки с большим и указательным пальцем различны. Для объяснения действия силы на поверхность используется величина **давления**.

Отношение силы, действующей перпендикулярно поверхности, к площади поверхности называется давлением:

$$p = \frac{F}{S}$$

Здесь F – сила, действующая перпендикулярно поверхности, S – площадь поверхности, p – давление. Давление – скалярная величина, его единица измерения названа в честь французского ученого Блеза Паскаля – паскаль (Па). Давление, создаваемое силой давления 1 Н на площади 1 м², равно 1 паскалю:

$$[p] = \frac{F}{S} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 1 \text{ Па}$$

Деятельность

В каком случае давление больше?

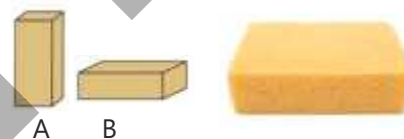
Принадлежности: кирпич, губка, линейка, весы.

Ход работы:

1. Вычислите площадь большой и малой поверхностей кирпича и измерьте его массу.
2. Перечертите таблицу в тетрадь.

	В положении А	В положении В
Давление		

3. Поместив кирпич на губку, как в положении А, вычислите его давление на губку и запишите в соответствующую ячейку таблицы
4. Повторите третий шаг для положения В.



Обсудите:

1. В каком положении губка изменила свою форму больше всего?
2. В обоих случаях силы, действующие перпендикулярно поверхности, равны или различны?
3. В каком положении давление кирпича на губку было больше? В чем причина этого?

Во время деятельности сила тяжести, действующая на кирпич, следовательно, и силы, приложенные кирпичом к поверхности, равны. Однако при изменении площади его соприкосновения с губкой давление, оказываемое кирпичом на губку, также меняется. Кроме того, если, не изменяя площади соприкосновения кирпича с губкой, на него сверху положить второй кирпич, давление увеличится вдвое. Из повседневной жизни можно привести множество примеров зависимости воздействия силы на поверхность от площади этой поверхности. Например, у гвоздя шляпка широкая, чтобы не деформироваться под воздействием силы, а кончик – острый, чтобы легко входить в древесину (рис. 3).

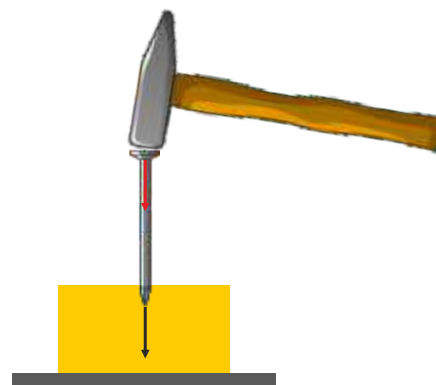


Рис. 3. Поскольку кончик гвоздя острый, он легко входит в древесину.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

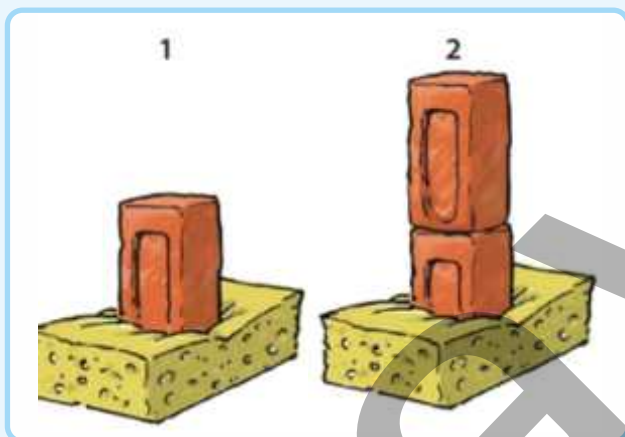
Как, по-вашему, почему колеса грузовых автомобилей бывают широкими?



Примените полученные знания

1. Сначала Ниджат поместил один из двух одинаковых кирпичей на губку, затем положил второй кирпич поверх первого, как показано на рисунке.

- а) Как изменятся сила, действующая на губку, и давление, оказываемое на ее поверхность, если положить второй кирпичик поверх первого?
- б) Изменятся ли сила, действующая на губку, и давление на поверхность губки, если второй кирпич положить на первый горизонтально, а не вертикально?

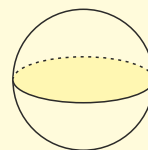
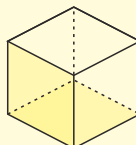
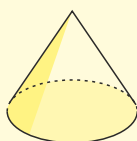
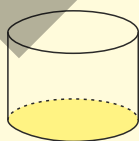


2. Почему железнодорожные рельсы укладываются на деревянные шпалы?



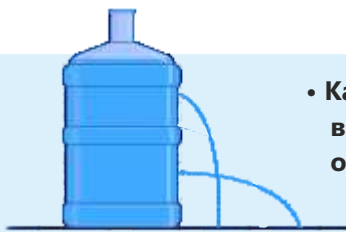
Проверьте полученные знания

1. Скольким кПа равно давление, оказываемое на пол учеником массой 60 кг и площадью одной подошвы обуви – 200 см²?
2. На рисунке изображены различные пространственные фигуры, сделанные из стали. Давление каких фигур на поверхность зависит от того, как они расположены на столе? Обоснуйте свой ответ.



3.2 Давление жидкостей и газов

Изображенный на рисунке сосуд с водой, проколот в трех разных местах. Вода, вытекающая из отверстий, выливается на разные расстояния от сосуда.



• Как, по-вашему, почему вода, вытекающая из самого нижнего отверстия, течет дальше всего?

Давление жидкостей

Из темы “сила упругости” известно, что при сжатии упругой пружины возникает сила упругости, действующая в противоположном направлении. Аналогично, при сжатии жидкости увеличивается сила отталкивания между ее молекулами. В результате хаотического движения молекул жидкости внешнее воздействие на нее передается равномерно во всех направлениях.

Поэтому по мере увеличения воздействия на поверхность жидкости растет и ее давление. Например, дайвер чувствует большее давление по мере погружения в воду (рис. 1).

Ключевые слова

давление жидкостей, давление газов, манометр, барометр



Рис. 1.

Давление газов

Поскольку расстояние между молекулами газа больше, чем между молекулами жидкости, сила притяжения между молекулами газа слабее, чем сила притяжения между молекулами жидкости. Поэтому молекулы газа движутся хаотично, сталкиваются как друг с другом, так и со стенками сосуда, в котором они находятся. В результате этих столкновений возникает давление газа.

Во время многих явлений можно наблюдать давление газов. Например, давление воздуха используется в автомобильной шине (рис. 2). Давление газов и жидкостей измеряется с помощью прибора, называемого манометром (рис. 3). Во многих случаях давление жидкостей рассчитывается и без использования манометра.



Рис. 2.



Рис. 3.

Гидростатическое давление

Давление, оказываемое покоящимися жидкостями, называется гидростатическим давлением.

Давление, оказываемое жидкостью в каком-либо сосуде, а также водой в озерах, морях и океанах, называется гидростатическим давлением.

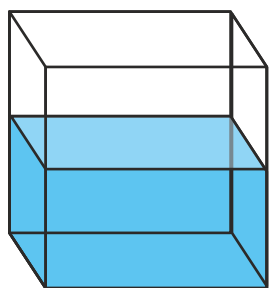


Рис. 4.

Можно вывести формулу для расчета давления, оказываемого жидкостью на дно сосуда с площадью основания S и высотой h (рис. 4). Поскольку сила тяжести, действующая на эту жидкость, равна mg , масса жидкости – $m = \rho V$, объем – $V = Sh$, а формула давления – $p = \frac{F}{S}$, давление, создаваемое жидкостью в сосуде, можно рассчитать следующим образом:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Vg}{S} = \frac{\rho Shg}{S}.$$

Отсюда выводится формула **гидростатического давления**:

$$p = \rho gh.$$

Как видно, если даже гидростатическое давление зависит от высоты столба и плотности жидкости, оно не зависит от площади основания сосуда.

Решение задачи

Вычислите давление, оказываемое ртутным столбом высотой 2 см на нижнюю часть термометра, и выразите его в кПа. Плотность ртути $13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Поскольку 2 см = 0,02 м, то согласно формуле гидростатического давления, значение давления ртутного столба будет:

$$p = \rho Shg = 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,02 \text{ м} = 2720 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2} = 2,72 \text{ кПа}.$$



Рис. 5.

Закон сообщающихся сосудов

Некоторые открытые сосуды, используемые в повседневной жизни для наполнения жидкостей, состоят из нескольких частей, соединенных между собой. Такие сосуды называются

сообщающимися сосудами. Например, чайник состоит из носика и корпуса, которые соединены (рис. 5). Поскольку

жидкости в сообщающихся сосудах находятся в равновесии, давления всегда равны. Представим себе сосуд в форме буквы U, с керосином с одной стороны и водой с другой (рис. 6).

Поскольку плотность керосина меньше плотности воды, столб керосина будет выше, чтобы уравнять давление с обеих сторон. Записав формулу гидростатического давления для обеих сторон и приравняв их, можно найти связь между высотой столбов жидкости и их плотностью. Обозначим плотность керосина через ρ_1 , высоту столба керосина – h_1 , плотность воды – ρ_2 , столб воды – h_2 . Тогда давление столба керосина будет $p_1 = \rho_1 gh_1$, а давление столба воды $p_2 = \rho_2 gh_2$.

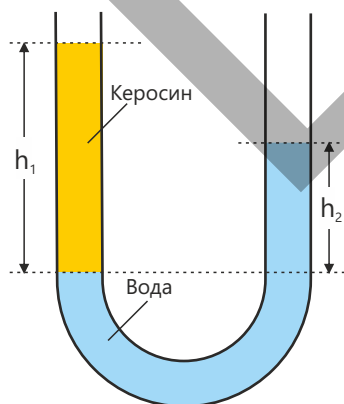


Рис. 6.

Поскольку $p_1 = p_2$, можно записать: $\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$. Отсюда получается **закон сообщающихся сосудов**:

Высота столбов жидкости в сообщающихся сосудах обратно пропорциональна их плотности:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2}.$$

Знаете ли вы?

Поскольку для первого измерения давления использовался ртутный столб, в прогнозах погоды в качестве единицы давления используется 1 мм ртутного столба.

Решение задачи

В одном колене сообщающихся сосудов находится вода, в другом – керосин. Если высота столба воды составляет 4 см, а высота столба керосина – 5 см, найти плотность керосина ($\rho_{\text{вода}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$).

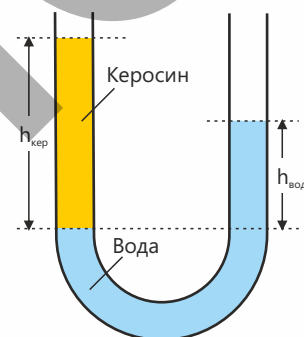
Согласно закону сообщающихся сосудов, плотности столбов жидкости обратно пропорциональны их высоте:

$$\frac{h_{\text{вода}}}{h_{\text{кер}}} = \frac{\rho_{\text{кер}}}{\rho_{\text{вода}}}.$$

Подставив значения в формулу:

$$\frac{4}{5} = \frac{\rho_{\text{кер}}}{1000},$$

отсюда получаем: $\rho_{\text{кер}} = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.



Гидравлическая машина

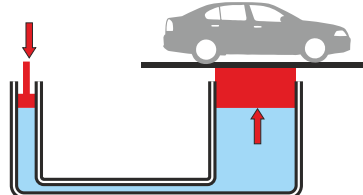
Молекулы жидкости и газа движутся хаотично. При воздействии на жидкость или газ в любом закрытом сосуде это воздействие передается молекулами жидкости или газа равномерно во всех направлениях. Это явление называется **законом Паскаля**. Закон Паскаля широко применяется в технике. Например, домкраты работают по закону Паскаля (рис. 7). Механизмы, работающие по закону Паскаля, называются **гидравлическими машинами**. Поскольку давление с обеих сторон гидравлической машины одинаково, то соотношение между силами, действующими на поршни, и площадями поршней можно найти по формуле давления.



Рис. 7.

Исследование

Площадь малого поршня гидравлической машины обозначим через S_1 , силу, действующую на него – F_1 , площадь большого поршня – S_2 , а силу, действующую на него – F_2 .



• Используя закон Паскаля, определите связь между силами, действующими на поршни, и площадями поршней.

Атмосферное давление

Воздушная оболочка, окружающая Землю, называется атмосферой. Молекулы, составляющие атмосферу, притягиваются Землей и создают давление под действием силы тяжести (рис. 8).



Рис. 8.

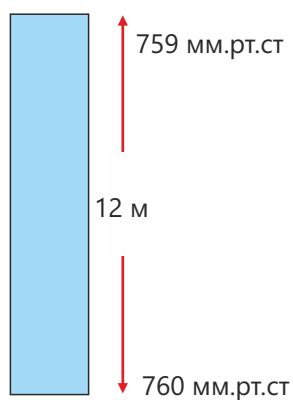


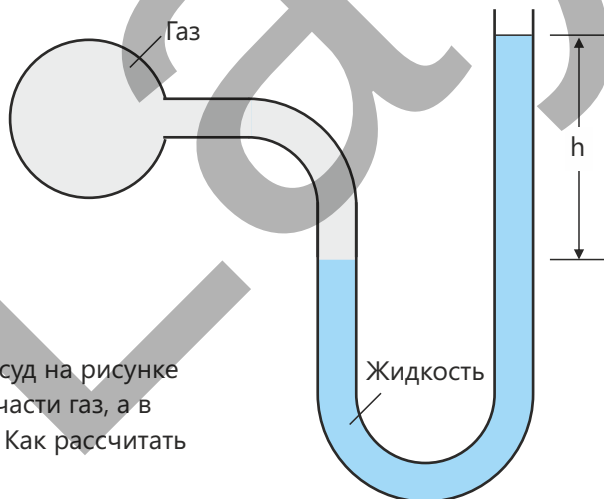
Рис. 9.

По мере подъема над поверхностью Земли плотность воздуха уменьшается. Поэтому атмосферное давление невозможно рассчитать по формуле гидростатического давления.

Атмосферное давление измеряется прибором, называемым барометром. В качестве единицы давления наряду с паскалем используется также единица, называемая ртутным столбом.:

$$1 \text{ мм.рт.ст} = 136 \text{ Па.}$$

На каждые 12 метров подъема над поверхностью Земли атмосферное давление уменьшается на 1 мм рт. ст. (136 Па) (рис. 9).



Вопрос

Сообщающийся сосуд на рисунке содержит в одной части газ, а в другой – жидкость. Как рассчитать давление газа?

Объяснение. Поскольку часть жидкости в сообщающемся сосуде находится на одинаковой высоте с обеих сторон, они уравнивают друг друга. Так как правое колено сосуда открыто, на жидкость также действует атмосферное давление (p_0). Поэтому давление газа равно сумме атмосферного давления и гидростатического давления дополнительного столба жидкости в правом колене сосуда:

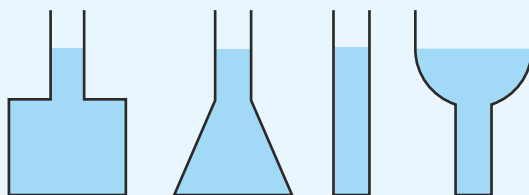
$$p = p_0 + \rho gh.$$

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

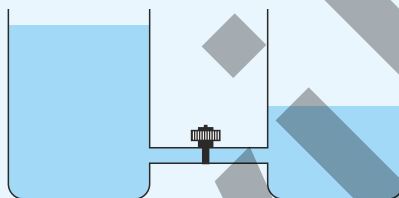
Почему атмосферное давление уменьшается по мере удаления от поверхности Земли?

Примените полученные знания

1. Найдите давление на дне озера глубиной 10 м. Плотность воды озера составляет $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, а давление, создаваемое атмосферой на поверхность воды, равно 760 мм рт. ст.
2. Сравните давления в сосудах разной формы, изображенных на рисунке. Обоснуйте свой ответ.



3. В одном из сообщающихся сосудов, изображенных на рисунке, содержится ртуть, а в другом – вода. Сравните давления p_1 и p_2 .



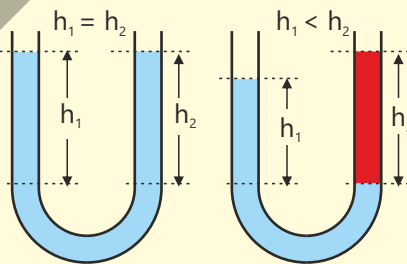
4. Покажите, что 1 мм рт. ст. равен 136 паскалей.

Проверьте полученные знания

1. Как создается давление жидкостей и газов?
2. Рассчитайте давление, создаваемое 5 мм ртутного столба на основании.
3. Сравните давления в сосудах различных форм. Обоснуйте свой ответ.



4. Согласно закону сообщающихся сосудов, объясните каждую из ситуаций, изображенных на рисунке.



5. Разница атмосферных давлений между уровнем моря и самой высокой вершиной горы Муров составляет около 310 мм. рт. ст. Выразите эту разницу в паскалях. Найдите высоту вершины горы Муров над уровнем моря.

3.3 Сила Архимеда

Вода Мертвого моря содержит большое количество растворенной соли. Здесь туристы лежат неподвижно на поверхности воды и не тонут.



- Как, по-вашему, меняется плотность воды по мере увеличения количества растворенной соли?
- Какая сила уравнивает силу тяжести, действующую на туриста, чтобы он не тонул в воде?

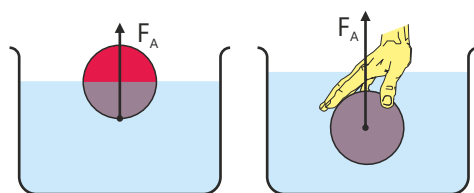


Рис. 1. На мяч действует выталкивающая сила воды.

Из уроков "Природа" известно, что на мяч, погруженный в воду, действует выталкивающая сила, направленная вверх (рис. 1). По мере увеличения объема части мяча, находящегося в воде, значение этой силы также увеличивается. На тело, погруженное не только в воду, но и в любую жидкость, действует выталкивающая сила, создаваемая жидкостью.

На тело, частично или полностью погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, направленная вверх.

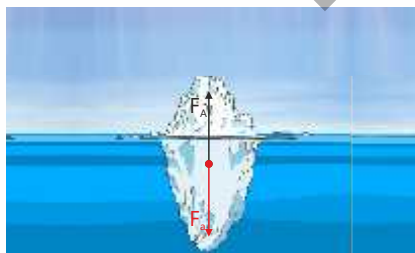
Выталкивающая сила жидкости также называется силой Архимеда и ее значение рассчитывается по следующей формуле:

$$F_A = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{п}}$$

Здесь $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, $V_{\text{п}}$ – объемом погруженной части тела, g – гравитационная постоянная.

Решение задачи

Какой процент объема айсберга, плотностью $0,9 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ останется под водой? Примите плотность океанской воды равной $1,03 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.



Решение. На айсберг действуют равные по значению сила тяжести и архимедова сила. Из уравнения

$$F_{\text{тяж}} = mg = \rho_a V_a g, F_A = \rho_o V_{\text{п}} g.$$

Здесь ρ_a – плотность айсберга, ρ_o – плотность океанской воды, V_a – общий объем айсберга, $V_{\text{п}}$ – объем погруженной в воду части айсберга.

Из равенства

$$\rho_a V_a g = \rho_o V_{\text{п}} g$$

получаем:

$$\frac{V_{\text{п}}}{V_a} = \frac{\rho_a}{\rho_o} = \frac{0,9}{1,03} = 0,87.$$

Объем погруженной в воду части айсберга составляет примерно 87% от его общего объема.

Газы также оказывают действие силы Архимеда на тела. Например, на окружающие тела действует направленная вверх сила Архимеда со стороны окружающего их воздуха. Сила Архимеда, действующая на тела со стороны газов, рассчитывается по следующей формуле:

$$F_A = \rho_r g V_c$$

Здесь ρ_r – плотность газа, V_c – объём тела, а g – гравитационная постоянная.

Во многих случаях значение выталкивающей силы воздуха значительно меньше значения силы тяжести, действующей на тело. Поэтому в большинстве случаев выталкивающая сила не учитывается. Однако для тел с большим объёмом, таких как воздушный шар, выталкивающую силу учитывать необходимо. Например, архимедова сила, действующая на гигантский воздушный шар, больше, чем сила тяжести, действующая на него. В результате такой шар поднимается в воздух (рис. 2).



Рис. 2. Воздушные шары

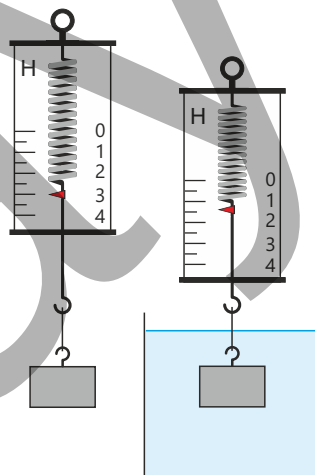
Деятельность

Измерение силы Архимеда

Принадлежности: динамометр, металлическое тело, сосуд с водой.

Ход работы:

1. Измерьте силу тяжести, действующую на тело.
2. Постепенно погружайте тело в воду.
3. Наблюдайте, как изменяются показания динамометра по мере погружения тела в воду.



Обсудите:

1. Почему показания динамометра стали уменьшаться по мере погружения тела в воду?
- 2 Числовое значение равнодействующей каких сил показывает динамометр, при погружении тела в воду? Объясните, нарисовав схему.
3. В каком случае выталкивающая сила, действующая на тело, была наибольшей? Чему равна архимедова сила в этом случае?

До погружения тела в воду, на него воздействуют сила тяжести и выталкивающая сила воздуха. Однако, поскольку выталкивающая сила воздуха очень мала по сравнению с силой тяжести, эта сила не принимается во внимание. Выталкивающая сила воды, действующая на тело при его погружении в воду, значительно больше выталкивающей силы, действующей на него в воздухе.

Потому что плотность воды во много раз превышает плотность воздуха. Сила Архимеда, действующая на тело, прямо пропорциональна как плотности жидкости, в которую погружено тело, так и объему погруженной части тела. Поэтому по мере погружения тела в воду сила Архимеда, действующая на него, увеличивается.

• ПОДУМАЙ
• ОБСУДИ
• ПОДЕЛИСЬ

Почему легче поднять камень под водой, чем на берегу?

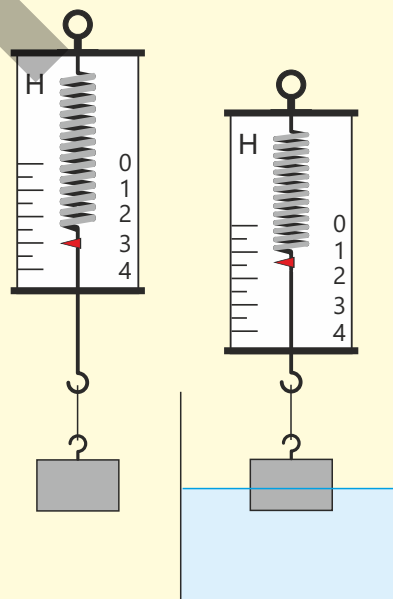
Примените полученные знания

Учащиеся измеряют силу Архимеда, действующую на тело, погруженное в воду.

- Как изменится сила Архимеда, если воду в сосуде заменить морской водой?
- Какие силы действуют на тело и как они направлены?
- Если масса тела известна, как можно рассчитать силу Архимеда?

Проверьте полученные знания

- Что называется силой Архимеда? От каких величин зависит ее численное значение?
- До погружения тела в воду показание динамометра равно 5 Н, а при погружении тела в воду до половины – 3 Н. Сколько ньютонов составляет сила Архимеда, действующая на тело? Построив диаграмму сил укажите силы, действующие на тело и их равнодействующую.
- Если плотность погружаемого в воду металлического предмета равна $7,600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, а его объем составляет $0,008 \text{ м}^3$, то чему равна сила Архимеда, действующая на него?



Наука, технология, жизнь

Один из первых экспериментов, демонстрирующих существование атмосферного давления, был проведен в 1654 году в немецком городе Магдебурге. Ученый по имени Отто фон Герике с помощью изобретенного им воздушного насоса откачал воздух между двумя металлическими полушариями, прижатыми друг к другу, а затем попытался разъединить полушария с помощью лошадей. Однако сила, прижимающая полушария друг к другу под действием атмосферного давления, была настолько велика, что даже лошадям не удалось их разъединить.



Отто фон Герике



А когда на одном из полушарий открывали вентиль и позволяли воздуху попасть внутрь, внутреннее и внешнее давление выравнивалось, и их можно было легко разъединить.

Этим экспериментом Отто фон Герике также продемонстрировал, что утверждение Аристотеля о том, что "в природе не может существовать пустоты", ошибочно.

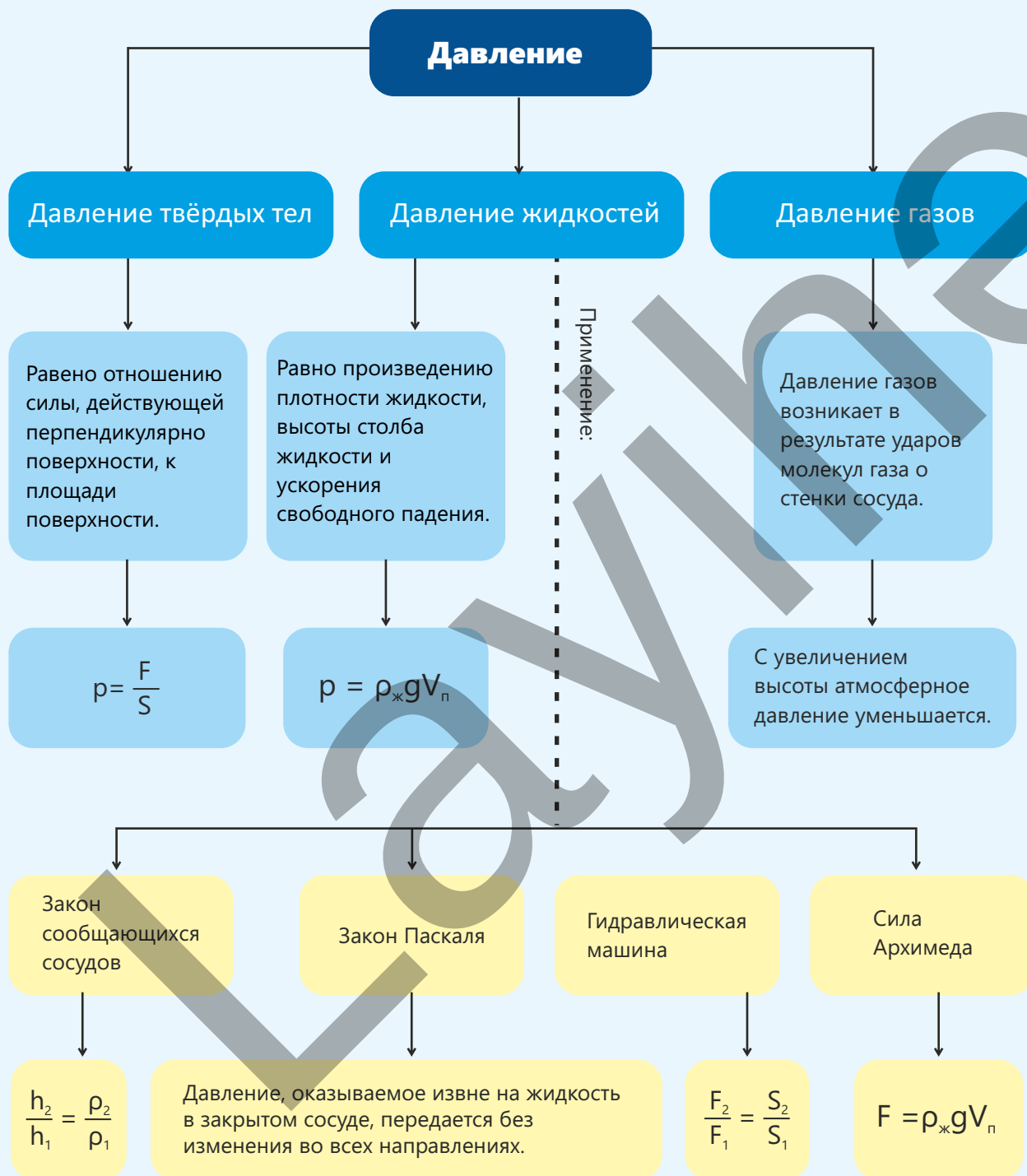


Магдебургские полушария, использованные для демонстрации атмосферного давления.



Памятник
"Магдебургский эксперимент"
в городе Магдебург.

Заключение

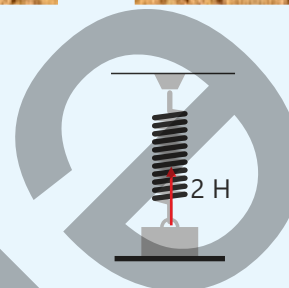


Обобщающие задания

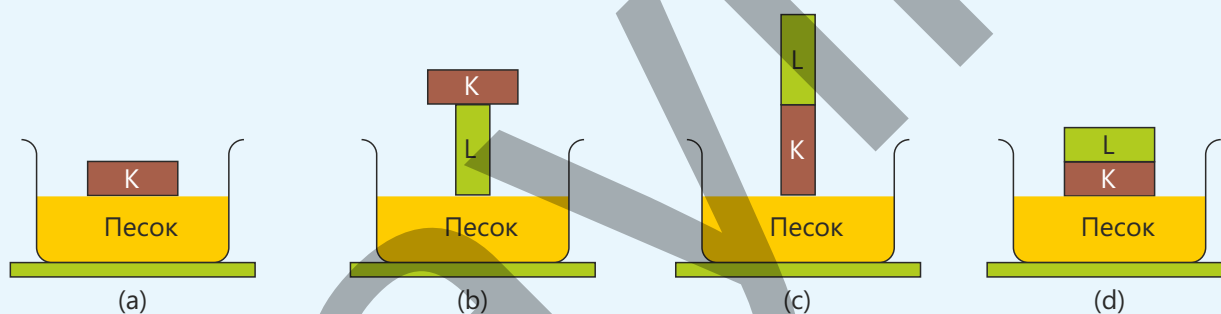
1. Глиняный кирпич сначала укладывается вертикально, а затем горизонтально на мягкую поверхность. Объясните, почему в первом случае поверхность деформируется больше.



2. Брусек массой 1 кг находится в покое на горизонтальной поверхности, площадь его основания составляет 25 см^2 . Действующая на него сила упругости равна 2 Н. Укажите на диаграмме силу, с которой брусок действует на горизонтальную поверхность, и рассчитайте его давление на поверхность.



3. На рисунке изображены тела, размещенные на песке в разных положениях. В каких случаях давления тел на песок равны? Обоснуйте свой ответ.



4. Рассчитайте гидростатическое давление, действующее на водолаза, находящегося на глубине 2 м от поверхности воды. Плотность воды составляет $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

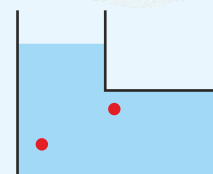
5. Определите давление, оказываемое столбом керосина высотой 10 мм на основание. Плотность керосина равна $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

6. Какое из следующих правил можно применить к чайнику?

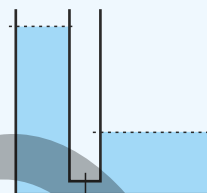
- а. Закон Паскаля
- б. Закон сообщающихся сосудов
- с. Гидравлическая машина



7. На рисунке изображен сосуд с водой. Сравните давления в двух указанных точках.

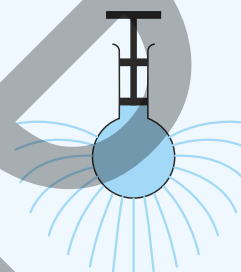


8. В сообщающихся сосудах слева находится керосин, справа – вода. Найдите отношение высоты столба воды к высоте столба керосина, если плотность керосина равна $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, а плотность воды – $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

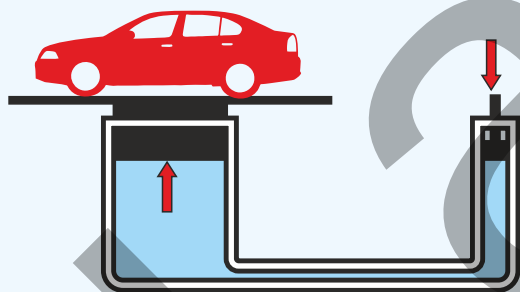


9. Согласно закону Паскаля, внешнее воздействие на жидкость или газ в закрытом сосуде передается равномерно во всех направлениях. На основании этой информации ответьте на следующие вопросы:

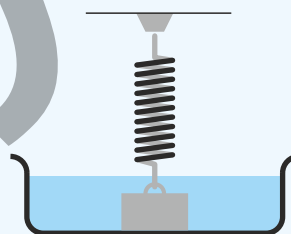
- Какова причина передачи воздействия внутри жидкости или газа?
- Почему в твердых телах воздействие не передается так, как в жидкостях или газах?
- Если воздействие передается равномерно, то какова причина отклонения вниз струй воды, вытекающих из сосуда, изображенного на рисунке?



10. Что такое гидравлическая машина? На каком законе основан принцип ее работы? Обоснуйте свой ответ, опираясь на рисунок и записав формулу.



11. Металлический брусок массой 1 кг, прикрепленный к упругой пружине, покоится в жидкости. На него действуют сила упругости 2 Н, сила Архимеда 4 Н и сила тяжести. Рассчитайте силу и давление, оказываемые бруском на дно сосуда, начертив диаграмму сил. Площадь основания бруска равна 25 см^2 .



12. Одна из самых высоких горных вершин Азербайджана расположена в хребте Муровдаг. Высота вершины Джамышдаг равна 3724 м над уровнем моря.

- Где атмосферное давление больше на уровне моря или на вершине Муровдага?
- Сколько мм рт. ст. составляет атмосферное давление на этой высоте?

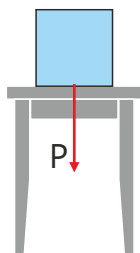
13. Если атмосферное давление у подножия горы на 25 мм рт. ст. больше, чем на ее вершине, то сколько метров составляет высота горы?

14. Учитывая, что тело массой 1 кг, и объемом 25 см^3 погружено в жидкость на $\frac{3}{5}$ своей части, рассчитайте действующую на него силу Архимеда.

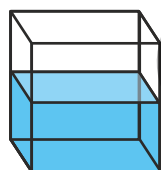
Атмосферное давление – давление, оказываемое воздухом на поверхность в результате действия силы тяжести.



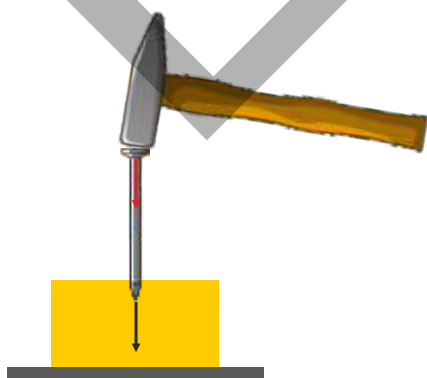
Вес – сила, с которой тело действует на опору или подвес, под воздействием силы тяжести.



Гидростатическое давление – давление, создаваемое покоящимися жидкостями.



Давление – величина, равная отношению силы, действующей перпендикулярно поверхности, к площади этой поверхности.



Деформация – изменение формы тела под действием силы.



Диаграмма сил – диаграмма, показывающая все силы, действующие на тело.

Закон сохранения полной механической энергии – закон, который гласит, что полная механическая энергия тела остается неизменной, если на него не действует сила трения.

Закон Гука – закон, который гласит, что сила упругости пружины прямо пропорциональна ее растяжению или сжатию.

Инерция – свойство тела сохранять состояние покоя или значение и направление своей скорости, если на него не действует сила.

Механическая работа – величина, равная произведению численного значения силы, действующей на тело, на численное значение перемещения тела.

Механизм – любое устройство, состоящее из различных частей для выполнения определенной функции.

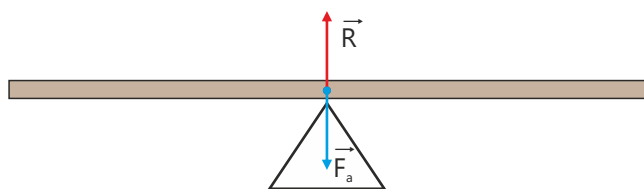
Момент силы – величина, равная произведению численного значения силы на ее плечо.

Мощность – величина, равная отношению совершенной работы ко времени, затраченному на ее выполнение.

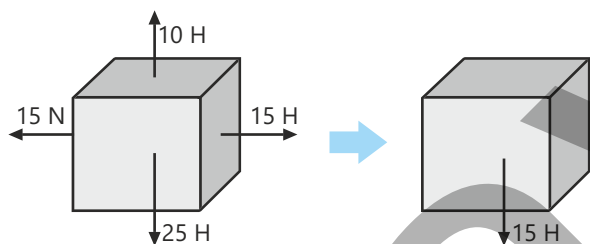
Неустойчивое равновесие – состояние, при котором тело не может вернуться в прежнее состояние под действием силы тяжести и может опрокинуться при небольшом воздействии.

Полная механическая энергия – сумма потенциальной и кинетической энергий тела.

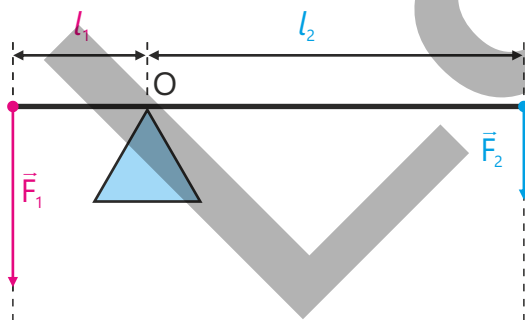
Равновесие – состояние, при котором равнодействующая сила и сумма моментов сил, действующих на тело, равна нулю.



Равнодействующая сила – сила, действие которой равно действию всех сил, приложенных к телу.



Рычаг – твердое тело, вращающееся вокруг неподвижной опоры.



Сила – физическая величина, выражающая взаимодействие между телами.

Сообщающиеся сосуды – сосуды с открытыми поверхностями, соединенные между собой.



Устойчивое равновесие – состояние, при котором тело может вернуться в первоначальное положение под действием силы тяжести.

Центр тяжести – точка, в которой действует равнодействующая сил тяжести, действующих на отдельные части тела.

