

Министерство образования, культуры и исследований Республики Молдова

Ион БОТГРОС Виорел БОКАНЧА Владимир ДОНИЧ Николае КОНСТАНТИНОВ

ФИЗИКА

Учебник для VII класса

Издание 4-е, пересмотренное и дополненное

CARTIER
educational

Elaborat conform Curriculum-ului disciplinar în vigoare și aprobat prin Ordinul Ministrului nr. 433 din 25 mai 2012.
Editat din sursele financiare ale Fondului Special pentru Manuale.

Comisia de experți: Virgil Cheptea, *doctor conferențiar universitar*; Marian Constantin, *profesor de fizică, grad didactic întâi*; Titu Mereuță, *profesor de fizică, grad didactic întâi*; Maria Cotoros, *inspector de fizică, grad didactic superior*; Sergiu Burlacu, *profesor de fizică, grad didactic doi*; Miron Potlog, *profesor de fizică, grad didactic superior*.

Recenzenți: Eugen Cheorghîță, *doctor habilitat, profesor universitar*; Nadejda Ovcerenco, *doctor în pedagogie, conferențiar universitar*; Valeriu Podborschi, *conferențiar universitar*; Nelu Vicol, *doctor în filologie, conferențiar universitar*.

CARTIER

Editura Cartier, SRL, str. București, nr. 68, Chișinău, MD2012.
Tel./fax: 20 34 91, tel.: 24 01 95. E-mail: cartier@cartier.md
cartier.md

Cărțile CARTIER pot fi procurate online pe shop.cartier.md și în toate librăriile bune din România și Republica Moldova. Cartier eBooks pot fi procurate pe iBooks, Barnes & Noble și cartier.md

LIBRĂRIILE CARTIER

Librăria din Centru, bd. Ștefan cel Mare, nr. 126, Chișinău. Tel./fax: 21 42 03. E-mail: librariadincentru@cartier.md
Librăria din Hol, str. București, nr. 68, Chișinău. Tel./fax: 24 10 00. E-mail: librariadinhol@cartier.md
Librăria online, shop.cartier.md, tel. 068 555 579. E-mail: vanzari@cartier.md

Colecția *Cartier educațional* este coordonată de Liliana Nicolaescu-Onofrei
Editor: Gheorghe Erizanu
Traducător: Evelina Bocancea
Lectori: Iulia Vorobiova, Irina Subotovici
Coperta: Vitalie Coroban
Design/tehnoredactare: Ana Cioclo, Marina Darii
Prepress: Editura Cartier
Tipărită la Bons Offices

Ион Ботгрос, Виорел Боканча, Владимир Донич, Николае Константинов
ФИЗИКА. УЧЕБНИК ДЛЯ 7-ГО КЛАССА
Ediția a IV-a, iunie 2018

© 2018, 2012, 2007, 2002, Editura Cartier, pentru prezenta ediție.

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Физика: Учебник 7 класса / Ион Ботгрос, Виорел Боканча, Владимир Донич [и др.]; com. de experți: Virgil Cheptea [et al.]; trad.: Evelina Bocancea; М-во образ., культ. и исслед. Респ. Молдова. – Изд. 4-е, пересмотренное и доп. – Chișinău: Cartier, 2018 (Типogr. „Bons Offices”). – 144 p. – (Colecția „Cartier educațional”) coord. de Liliana Nicolaescu-Onofrei, ISBN 978-9975-79-896-9).

Apare din sursele financiare ale Fondului Special pentru Manuale. – 3120 ex.

ISBN 978-9975-86-289-9.

53(075.3)

Ф 503

Учебник является собственностью Министерства образования, культуры и исследований Республики Молдова

Гимназия/Лицей _____ Учебник № _____

Год	Фамилия и имя учащегося, получившего учебник	Учебный год	Состояние учебника	
			при получении	при сдаче
1				
2				
3				
4				
5				

- Преподаватель должен проверить правильность написания фамилии учащегося.
- Учащиеся должны обращаться с учебником бережно и аккуратно, не оставлять записи и рисунки на его страницах.
- Состояние учебника описывается словами: новый, отличное, хорошее, удовлетворительное, плохое.

Дорогие учащиеся!

С этим учебником, предназначенным для второго года изучения физики, вы продолжите ваше знакомство с законами, действующими в мире природы. Вы узнаете о разнообразии природных процессов и явлений, и вещах, ставших известными только благодаря физике – науке по праву признанной фундаментальной. Жизнь доказывает, что физика полезна не только специалистам технических областей; она необходима каждому человеку, независимо от сферы его интересов: будь то искусство или политика, бизнес или наука, спорт или торговля.

К сожалению, в рамках уроков физики изучается большей частью ее использование в технике, в то время как гуманитарный потенциал остаётся нераскрытым. Целью же физики как школьной дисциплины остается интеллектуальное и духовное формирование учащегося, который ежедневно соприкасается с окружающей действительностью. Предлагаемые учебником задания, включающие в себя анализ и исследование реальных ситуаций, встречающихся в повседневной жизни, помогут вам развить способность научного познания мира, узнать много интересного и полезного, самостоятельно решать различные практические задачи.

Содержание учебника кратко и доступно, сопровождается занимательными иллюстрациями, которые помогут вам освоить фундаментальную науку о законах природы и их использовании – физику.

Желаем успеха!

Авторы



Содержание

Глава 1. ДВИЖЕНИЕ И ПОКОЙ	6
1. Теоретическая часть	7
1.1. Положение тела в пространстве	7
1.2. Механическое движение	10
1.3. Описание механического движения	13
1.4. Равномерное прямолинейное движение. Скорость	16
1.5. Графическое представление движения	19
Обобщение	22
Проверь себя	24
2. Практическая часть	25
2.1. Проблемные ситуации	25
А. Выполни упражнения	25
В. Экспериментируй	30
С. Исследуй	31
Суммативный тест	34
Глава 2. СИЛА	35
1. Теоретическая часть	36
1.1. Инерция. Инертная масса	36
1.2. Сила – мера взаимодействия	40
1.3. Сила тяжести. Вес	43
1.4. Сила упругости	46
1.5. Сила трения	49
Обобщение	52
Проверь себя	53
2. Практическая часть	55
2.1. Проблемные ситуации	55
А. Выполни упражнения	55
В. Экспериментируй	59
С. Исследуй	60
Суммативный тест	61
Глава 3. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ. СИЛА АРХИМЕДА	62
1. Теоретическая часть	63
1.1. Давление твердых тел	63
1.2. Давление в жидкостях	66
1.3. Давление в газах. Закон Паскаля	69
1.4. Сообщающиеся сосуды	73
1.5. Атмосферное давление	75

1.6. Сила Архимеда. Условия плавания тел	77
Обобщение	81
Проверь себя	83
2. Практическая часть	84
2.1. Проблемные ситуации	84
А. Выполни упражнения	84
В. Экспериментируй	85
С. Исследуй	88
Суммативный тест	89
Глава 4. МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА, МОЩНОСТЬ	
 И МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ	90
I. Работа, мощность и энергия	91
1. Теоретическая часть	91
1.1. Механическая работа	91
1.2. Механическая мощность	95
1.3. Механическая энергия	98
1.4. Сохранение механической энергии	102
Обобщение	106
Проверь себя	108
2. Практическая часть	109
2.1. Проблемные ситуации	109
А. Выполни упражнения	109
В. Экспериментируй	111
С. Исследуй	113
Суммативный тест	115
II. Простые механизмы	116
1. Теоретическая часть	117
1.1. Рычаг	118
1.2. Блок	121
1.3. Наклонная плоскость	124
1.4. КПД простых механизмов	126
Обобщение	128
Проверь себя	130
2. Практическая часть	131
2.1. Проблемные ситуации	131
А. Выполни упражнения	131
В. Экспериментируй	133
С. Исследуй	133
Суммативный тест	135
Таблица плотности веществ	136
Основные понятия, изучаемые в курсе 7-го класса	137
Ответы	141

Глава 1

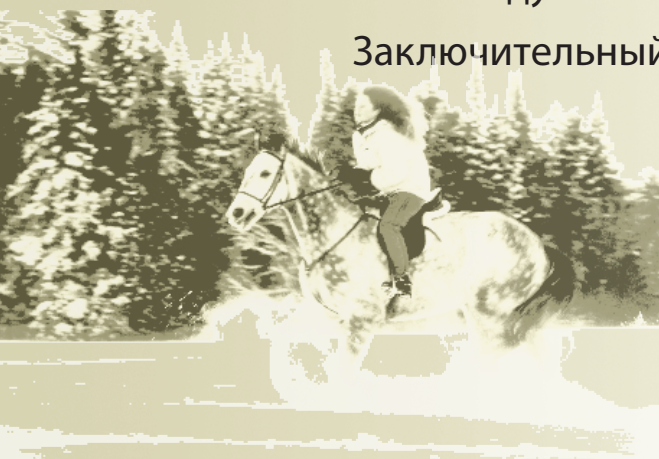
ДВИЖЕНИЕ И ПОКОЙ

1. Теоретическая часть

- 1.1. Положение тела в пространстве
 - 1.2. Механическое движение
 - 1.3. Описание механического движения
 - 1.4. Равномерное прямолинейное движение. Скорость
 - 1.5. Графическое представление движения
- Обобщение
- Проверь себя

2. Практическая часть

- 2.1. Проблемные ситуации
 - А. Выполни упражнения
 - В. Экспериментируй
 - С. Исследуй
- Заключительный тест





1. Теоретическая часть

1.1. Положение тела в пространстве

Информация

Все, что окружает нас: здания и машины, растения и животные, люди, горы и моря, атмосфера Земли, планеты и их спутники, да и сами люди – все это в физике именуется **физическими телами**.

Любое физическое тело занимает определённое место в бескрайнем пространстве окружающего мира.

Подобно всем земным телам и каждый человек в отдельности занимает определенное место в пространстве. Например, на уроке ты находишься в классе за одной из парт. Пространство, в котором находятся все тела классной комнаты, составляет **пространство класса**.

На перемене ты выходишь во двор школы. Всё окружающее тебя здесь – ребята, здание школы, улица, деревья, жилые дома, проезжающие мимо машины – составляет **локальное пространство**.

Если расширить локальное пространство до такой степени, что оно вместит в себя совокупность всех находящихся на Земле тел, оно составит уже **земное пространство**.

Теперь представим себе безграничное пространство, которое объёмлет все космические тела. Это **пространство Вселенной**.



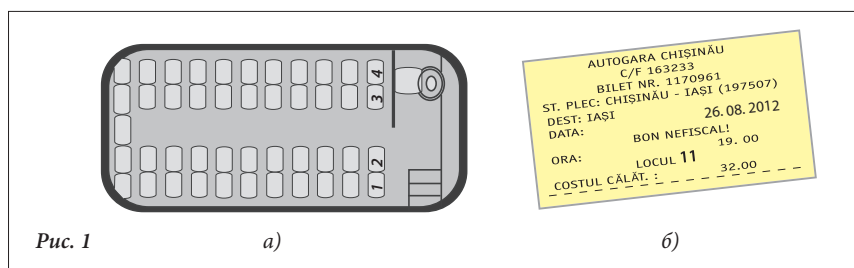
Запомни!

- Каждое тело в природе занимает в данный момент времени определённое **место** в пространстве.
- Место тела в пространстве называется в физике **положением тела**.

Ситуация 1

На рис. 1 представлена схема салона автобуса и билет на маршрут „Кишинэу-Яшь”

- Рассмотрите внимательно этот рисунок вместе с коллегой по парте и ответьте на вопросы.
- Где находится место, указанное на билете, относительно места водителя? Ближе? Далеко? Справа? Слева? В центре? А относительно входной двери автобуса?
- Определите, где находится место № 21 относительно места водителя автобуса? А относительно входной двери?
- Как расположены эти два места относительно центра автобуса?



Вывод: Положение тела в пространстве может быть определено только относительно положения **других тел.**

Определение: Тело, относительно которого определяется положение других тел, называется **телом отсчёта.**

В проанализированной выше ситуации входная дверь автобуса и водительское место, относительно которых может быть определено положение указанного в билете места, являются **телами отсчета.**

Далее проанализируем и другие ситуации из повседневной жизни.

Ситуация 2

По радио прозвучало сообщение: „На трассе Кишинэу-Орхей произошло крупное столкновение” (рис. 2).

- Достаточно ли этих сведений для определения места аварии?
- Каким образом можно уточнить место аварии, чтобы спасательные службы как можно быстрее прибыли на помощь?

Для уточнения места аварии необходимо указать, на каком расстоянии от определенного населённого пункта (точки отсчета) оно находится. Эти сведения можно найти на километровых столбах, установленных на обочине любого крупного шоссе. На рис. 3 представлены две стороны километрового столба, находящегося на трассе Кишинэу-Орхей.



Рис. 2

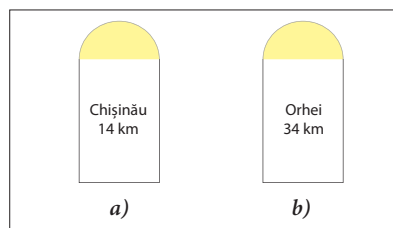


Рис. 3

Вывод: Для определения **положения** тела необходимо знать **расстояние** от него до тела отсчета.

Ситуация 3

На рис. 4, а вы видите неисправный автомобиль и его владельца, вызывающего службу техпомощи. В пути из г. Бэлць в родное село с его автомобилем произошла серьезная поломка. Водитель сообщает службе техпомощи, что находится в 10 км от перекрестка.

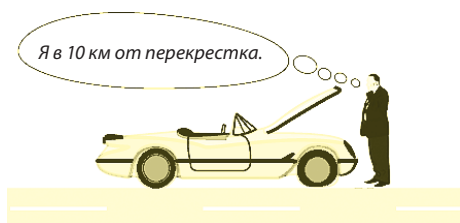


Рис. 4

а)



Бэлць

б)

- Достаточно ли сведения, сообщаемые этим человеком, для точного определения его местонахождения (рис. 4, б).
- Какую дополнительную информацию должен знать работник техпомощи, подъехавший к перекрестку?

Вывод: Для определения **положения** тела необходимо знать не только **расстояние** от него до тела отсчета, но и его **ориентацию** относительно тела отсчета.



На практике ориентацию положения тела на местности без ярко выраженного тела отсчета (в лесу, на море и т. д.) определяют с помощью компаса. Для этого следует установить компас на место, где находится тело отсчета (рис. 5, а и б). Затем надо измерить угол между стрелкой компаса, указывающей на север, и прямой, которая мысленно прокладывается до тела, ориентация которого определяется.

Направление на север указывается синим концом компасной стрелки.

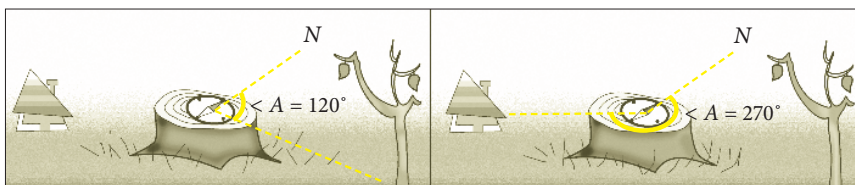


Рис. 5

а)

б)

Запомни!

Для определения точного **положения** тела необходимо знать его **ориентацию** относительно тела отсчета и **расстояние** между этими телами.

Расстояние между телом отсчета и телом, положение которого определяется, и **величина угла**, отражающая ориентацию этого тела относительно тела отсчета, называются **полярными координатами** данного тела.

Проверь свои знания

1. Составьте предложение, используя понятия «физическое тело», «пространство», «время», «определенное место».
2. Дайте определение понятию «тело отсчета». Приведите примеры.
3. Объясните, что означает понятие «положение данного тела». Приведите примеры.
4. Приведите 2-3 примера положения тела относительно различных тел отсчета.
5. Что необходимо знать для определения положения тела на плоскости?
6. Что называется полярными координатами?
7. Что необходимо точно знать, если хочешь навестить друга, сходить в театр, в кино или на тренировку?

1.2. Механическое движение

Информация

В природе встречаются различные движущиеся тела. Планеты Солнечной системы, включая Землю, движутся вокруг Солнца, Луна движется вокруг Земли; в небе летят самолёты, дети бегают во дворе; поезда дви-



Рис. 1

жуются по железной дороге, а по шоссе – машины; в реках течет вода и т. д. Если сравнить все эти тела, общим для них будет одно – **движение**.

Ситуация 1

- Рассмотрите, какое положение занимают три тела: автомобиль, мяч и Луна, представленные на рис. 2, а, б, в.
- Что происходит с положением каждого из этих тел через некоторое время?
- Сформулируйте вывод.

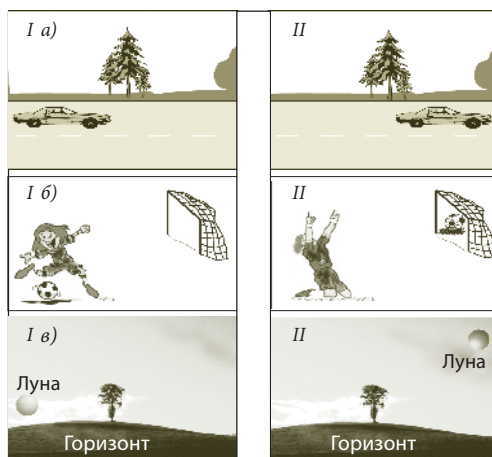


Рис. 2

Определение:

Изменение положения тела во времени относительно других тел называется **механическим движением**.

Узнай больше!

В широком смысле слова под движением понимается любое изменение (например, рост дерева, пожелтение листьев и т.д.). Сама жизнь человека представляет собой движение. **Движение** является фундаментальным физическим понятием. Механическое движение – **это самый простой** вид движения.

Ситуация 2

- На рис. 3 вы видите, как по улице одновременно проезжают троллейбус и автомобиль.
- Что происходит с положением троллейбуса относительно памятника Стефану Великому?



Рис. 3

а)

б)

в)

- Изменяет ли троллейбус свое положение относительно автомобиля?
- А автомобиль относительно троллейбуса?

Вывод:

- Одно и то же тело может быть одновременно **в состоянии движения** относительно одного тела отсчёта и **в состоянии покоя** относительно другого.
- Движение и покой всегда **относительны**.

Когда тело **изменяет** свое положение относительно избранного тела отсчёта, говорят, что оно находится **в состоянии движения**. В случае, если положение тела **не изменяется** относительно тела отсчёта, говорят, что тело находится относительно него **в состоянии покоя**.

Ситуация 3

- На рис. 4 представлено движение автомобиля по шоссе Кишинэу-Хынчешть.
- Определите положение автомобиля в 9.00 и в 9.10.
- В котором часу автомобиль достиг 30-го километра?
- Может ли автомобиль иметь различные положения в одно и то же время?

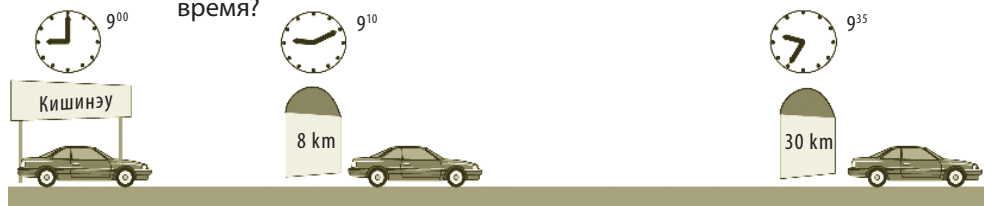


Рис. 4

а)

б)

в)

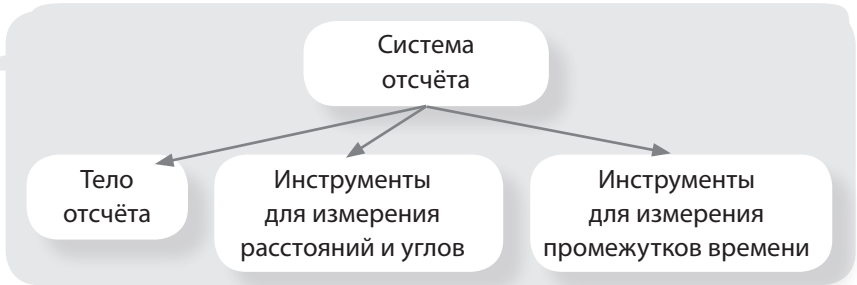
Вывод: Изменение положения тела относительно тела отсчёта происходит в определённый промежуток времени.

Например, если принять за тело отсчёта указатель у выезда из города Кишинэу, тогда промежуток времени, необходимый автомобилю для прохождения расстояния до отметки 8 км, будет составлять 10 минут. Для измерения очень коротких промежутков времени обычно используется **секундомер**.

Определение

Тело отсчёта, инструменты для измерения расстояний, углов и промежутков времени являются элементами одной системы, называемой в физике **системой отсчёта**.

Запомни!



Проверь свои знания

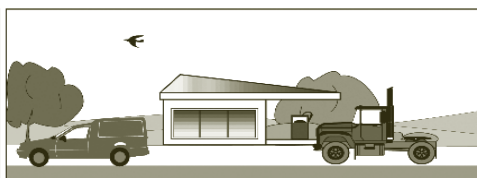
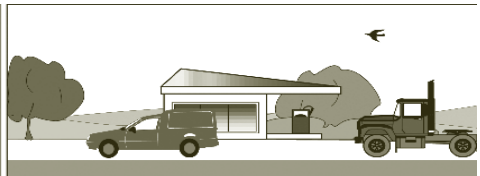
1. Что такое механическое движение?
2. Чем отличается состояние движение от состояния покоя? Приведите примеры.
3. Приведите пример относительности состояния движения и состояния покоя движущегося тела.
4. Назовите составные части системы отсчета.
5. Один из учащихся утверждает, что только некоторые тела находятся в состоянии движения, другой – что все тела во Вселенной постоянно движутся. Кто из них прав? Объясните свой ответ.
6. Перенесите в тетрадь и заполните эти пустые клеточки изученными понятиями.

1)

2)

3)

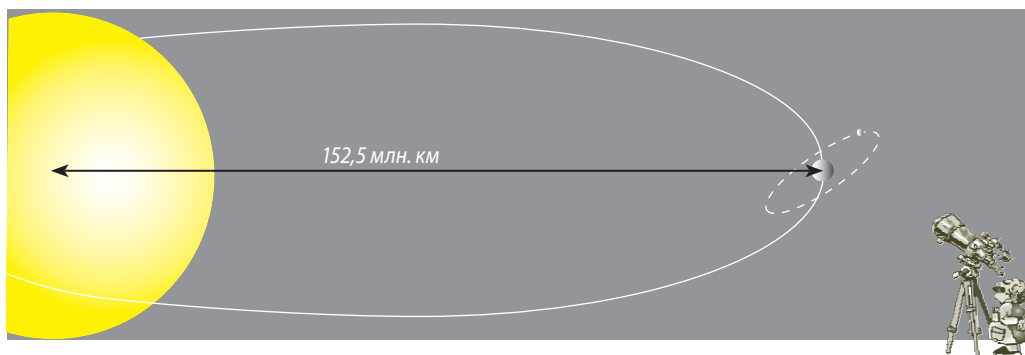
7. На рисунках, расположенных ниже, представлены положения различных тел в определенные промежутки времени. Определите, какие тела находятся в состоянии покоя относительно:
а) ели; б) первого мальчика; в) заправочной станции; г) автомобиля.



1.3. Описание механического движения

Информация > Зачастую движение тела оказывается гораздо более сложным явлением, чем может показаться с первого взгляда, и его описание бывает затруднительно. Для решения этой проблемы физики идут на некоторые упрощения.

Приведём пример подобного упрощения. Автомобиль длиной 4 м отъехал от Кишинева на 100 км. Пройденное им расстояние в 25 000 раз больше его длины. Переместимся в Космос: расстояние от Земли до Солнца примерно в 25 000 раз больше радиуса Земли. В обоих случаях



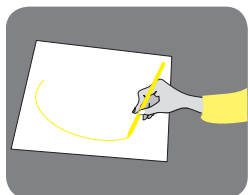
разница между размерами движущихся тел и расстояниями до тел отсчёта настолько велика, что размерами этих тел можно пренебречь. Таким образом, и автомобиль, и Земля, как и другие движущиеся тела в подобных условиях, могут быть представлены в виде **точек**.

Определение: > Тело, размерами которого в данных условиях можно пренебречь, называется **материальной точкой**.

- Ситуация 1** >
- На рисунках ниже вы видите лайнер, плывущий в открытом море и под мостом в проливе.
 - Можем ли мы пренебречь размерами лайнера при расчете пути, пройденного им в море? А под мостом?



Вывод: В некоторых случаях размерами тела можно пренебречь: тело можно условно считать **материальной точкой** и представлять графически в виде точки. Например, полёт самолёта на большой высоте относительно наблюдателя, стоящего на земле, может считаться движением точки в небесном пространстве.



Движение тел в природе очень различно, и описание их представляет собой важную для человеческой деятельности практическую задачу.

Любое тело движется в пространстве по определённой линии. Например, линия, прочерченная авторучкой по листу бумаги, является линией движения кончика авторучки.

Определение: Линия, вдоль которой движется тело, называется **траекторией**.

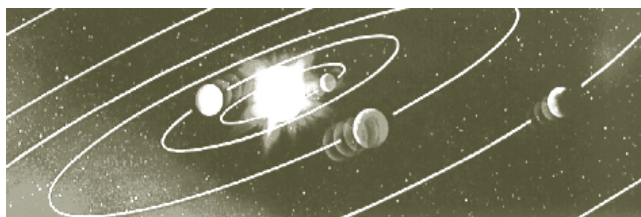
Ситуация 2 • На рисунках ниже вы видите движущиеся корабль и самолет.



- Сравните их траектории.
- Обсудите с коллегой по парте формы этих траекторий.

Запомни! • Если траекторией движущегося тела является прямая линия, движение называется **прямолинейным**.
• Если траекторией движущегося тела является кривая линия, движение называется **криволинейным**.

Самым простым случаем криволинейного движения является **движение по окружности**. Траектория этого движения представляет собой окружность. Примером движения по окружности может служить движение часовых стрелок. Движение планет также принято считать в определенной степени движением по окружности.



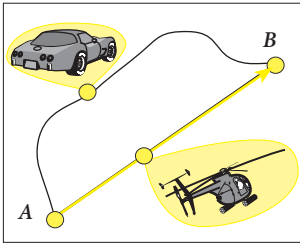


Рис. 1

На рис. 1 представлены траектории движения автомобиля и вертолёта из пункта *A* в пункт *B*. Автомобиль движется по шоссе, преодолевая определенное расстояние. Это расстояние равно длине его траектории.

Траектория движения вертолёта представляет собой прямую линию. Длина её равна расстоянию между пунктом *A* (начальное положение) и пунктом *B* (конечное положение).

Направление этого отрезка обозначается стрелкой (рис. 1).

Определения:

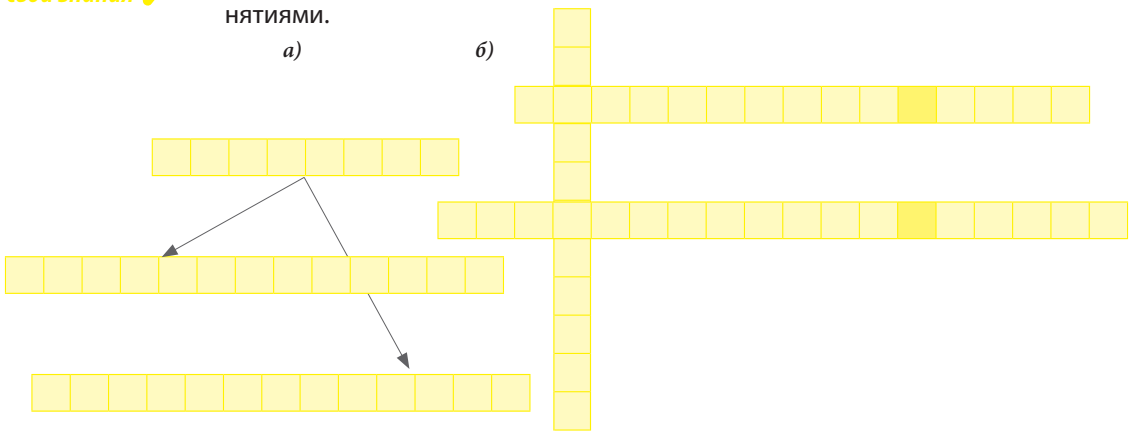
- Длина траектории тела называется **пройденным путем** (или **пройденным расстоянием**).
- Отрезок прямой линии, направленный от начального положения тела к его конечному положению, называется **перемещением**.

Запомни!

Пройденный путь и перемещение являются физическими величинами и измеряются, согласно СИ, в метрах.

Проверь свои знания

1. Перенесите в тетрадь и заполните пустые клеточки изученными понятиями.



2. Приведите примеры тел, которые могут считаться в определенных условиях материальными точками.
3. Что такое траектория?
4. Как классифицируются траектории? Приведите примеры каждого вида.
5. Какие виды механического движения существуют в зависимости от траектории движущегося тела?
6. Дайте определение понятиям „пройденный путь” и „перемещение”. Приведите 2-3 примера.
7. Сравните пройденный путь и перемещение при прямолинейном и криволинейном движении. Сформулируйте выводы.
8. Что берётся в расчёт при оплате услуг такси: пройденный путь или перемещение?

1.4. Равномерное прямолинейное движение. Скорость

Информация

Из предыдущего параграфа вы знаете, что движение любого тела имеет свою траекторию. В зависимости от её формы механическое движение может быть **прямолинейным** или **криволинейным**. Например, поезд идёт прямолинейно по прямому участку железной дороги, а автомобиль движется



по изогнутому шоссе криволинейно. Таким образом, траектория является одной из характеристик механического движения. В природе и в нашей обыденной жизни движение обладает и другими характеристиками.

Эксперимент 1

На столе стоит тележка (рис. 1). Проанализируем два случая:

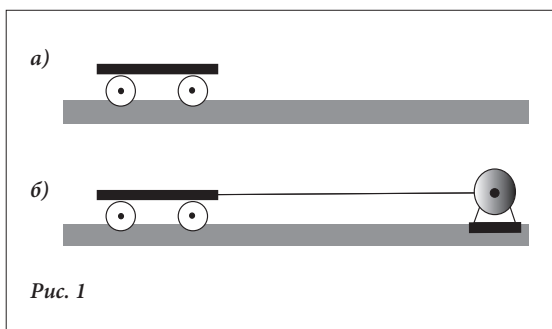


Рис. 1

1. Тележку толкнули, и она движется прямолинейно по поверхности стола (рис. 1, а). Опишите, как изменяется ее движение.
2. Эта же тележка, соединенная нитью с осью электрического моторчика, движется также прямолинейно (рис. 1, б). Как изменится движение тележки в этом случае?

Опишите и сравните прямолинейное движение этой тележки в обоих случаях.

Эксперимент 2

Один конец нити крепится к тележке, другой – к оси электрического мотора (рис. 2, а).

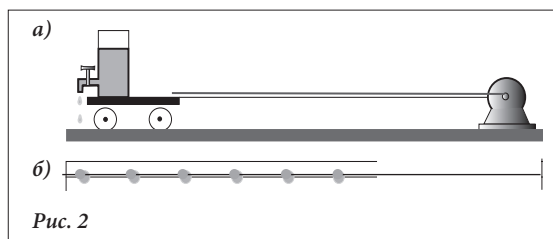


Рис. 2

В сосуд с краном наливается тушь. Кран открыт таким образом, чтобы из него через равные промежутки времени капало по одной капле. Тележка, приведённая в движение мотором, оставляет за собой на бумажной ленте капли туши, расположенные на равном расстоянии одна от другой (рис. 2, б).

Определение:

*Движение, при котором физическое тело проходит равные отрезки пути за равные промежутки времени, называется **равномерным движением**.*

В зависимости от траектории, по которой движется тело, равномерное движение может быть либо **прямолинейным**, либо **криволинейным**.

Равномерное движение очень редко встречается в природе. Приблизительно равномерным может быть движение поезда на определенном участке железной дороги, движение автомобиля на прямом участке шоссе, полёт самолёта, набравшего нужную высоту. Более близким к равномерному движению является движение Земли (и других планет) вокруг Солнца, движение Луны вокруг Земли, а также движение часовых стрелок.

Примеры неравномерного движения в природе гораздо более многочисленны. Так, поезд, отправившийся со станции, проходит за равные промежутки времени всё большие и большие расстояния, и наоборот, прибывающий на станцию, за равные промежутки времени проходит расстояния всё меньшие и меньшие. То же самое происходит и с самолётом во время взлёта и посадки, и с автомобилем, когда он трогается с места и останавливается, проходит поворот и т. д.

Определение:

*Движение, при котором физическое тело проходит различные расстояния за одинаковые промежутки времени, называется **неравномерным** или **изменяющимся движением**.*

Ситуация 1

- На рисунке ниже представлены два движущихся по прямолинейной траектории тела: пешеход и велосипедист.



- Сравните промежутки времени, за которые они проделали свой путь.
- Как движется велосипедист по сравнению с пешеходом?
- Приведите примеры движущихся физических тел, которые за такой же промежуток времени могут проделать больший путь, чем велосипедист.

Вывод: Два случая равномерного движения могут отличаться друг от друга **быстротой**.

Определение:

*Физическая величина, которая характеризует быстроту движения тела, называется **скоростью**.*

При прямолинейном движении скорость количественно равна отношению между пройденным путём (d) и промежутком времени (t), потраченным телом на прохождение данного пути. Скорость обозначается буквой v .

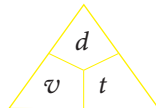
Запомни!

*В прямолинейном движении численное значение скорости всегда **постоянно**.*

Это утверждение имеет следующую математическую форму:

Скорость = $\frac{\text{пройденный путь}}{\text{время}}$ или

$$v = \frac{d}{t}$$



Другими словами, скорость показывает, какой путь проделывает движущееся тело за определённую единицу времени. Единицей измерения скорости в СИ служит 1 метр в секунду.

Таким образом:

$$[v] = \frac{[d]_{\text{СИ}}}{[t]_{\text{СИ}}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Запомни!

1 м/с – это скорость тела, которое преодолевает 1 метр пути за 1 секунду.

Из отношения $v = \frac{d}{t}$ следует, что пройденный телом путь $d = v \cdot t$.

Таким образом, зная скорость тела, движущегося равномерно и прямолинейно, можно узнать расстояние, пройденное им от тела отсчёта в любой момент времени. Начинают измерение времени с того момента, когда положение движущегося тела совпадает с положением тела отсчёта.

Запомни!

Выражение $d = v \cdot t$ указывает на зависимость пройденного пути от времени и характеризует закон изменения положения тела, движущегося равномерно и прямолинейно.

Этот закон выражает отношение трех физических величин: пройденного пути, скорости и времени движения.

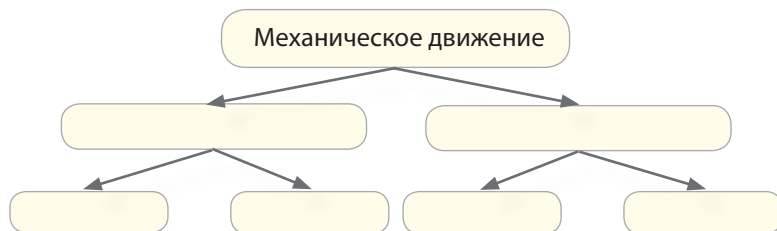
Узнай больше

Когда физическое тело движется неравномерно, его скорость на различных отрезках пути различна. Например, автомобиль, проделывая путь от Кишинэу до Орхей, развил на некоторых отрезках пути скорость 80 км/ч, а на других – меньшую. Доехав до Орхей за час, он прошел путь, равный 48 км. В этом случае говорят, что автомобиль двигался по шоссе Кишинэу – Орхей со средней скоростью 48 км/ч.

Средняя скорость = $\frac{\text{общий пройденный путь}}{\text{общее время}}$ или $\vec{v} = \frac{d_{\text{об}}}{t_{\text{об}}}$.

Проверь свои знания

1. Заполните в тетради схему:

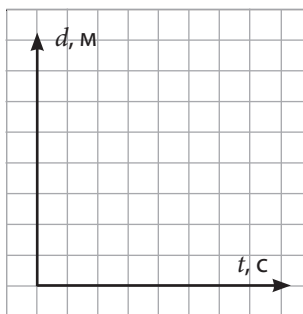


2. Дайте определение понятиям „равномерное движение“ и „неравномерное движение“. Приведите 3-4 примера.
3. Чем отличается равномерное прямолинейное движение от неравномерного прямолинейного? Чем могут отличаться два прямолинейных равномерных движения?
4. Определите скорость прямолинейного равномерного движения. Какова единица ее измерения в СИ?
5. Запишите математическое выражение и назовите физические величины, характеризующие закон равномерного прямолинейного движения.

1.5. Графическое представление движения

Анализируй ситуацию

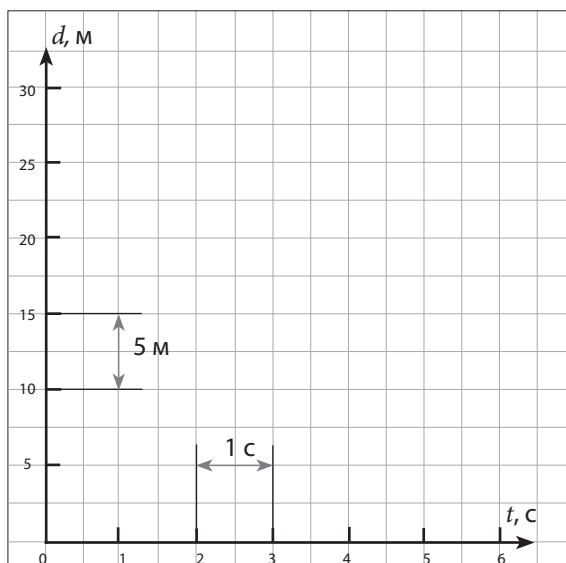
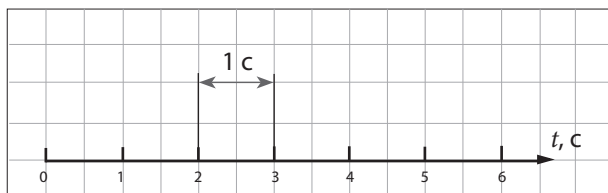
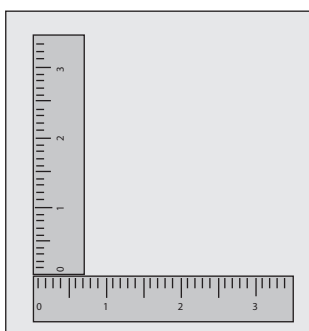
Велосипедист двигался равномерно по дороге со скоростью 5 м/с. Заполните таблицу.



$t, с$	0	1	2	3	4	5	6
$d, м$	0						

- Постройте в тетради систему из двух перпендикулярных осей. Эта система схожа с двумя линейками, которые пересекаются на отметке «ноль». Стрелки на концах осей указывают направление увеличения значений.
- **На горизонтальную ось** нанесите в порядке увеличения численные значения времени, а **на вертикальную ось** – численные значения пройденного пути. Важно выбрать для каждой оси подходящий масштаб (рис. 1).

Рекомендуется, чтобы разница двух последующих значений, обозначенных на оси, равнялась 1, 2, 5, 10 или производным от этих чисел. Эта разница определяется с учётом максимального значения, указанного в таблице, и длины самой оси.



В нашем случае длина оси времени составляет 6 см, при этом максимальное значение времени, согласно таблице, равно 6 секунд. Значит, отрезку оси в 1 см может соответствовать 1 с времени.

Таким образом, отрезку в 1 см на оси времени соответствует одна секунда, а отрезку 3 см – 3 секунды и т.д. Не обязательно, чтобы масштаб вертикальной оси был таким же, как и масштаб горизонтальной оси.

В нашем примере максимальное значение пройденного велосипедистом пути равно 30 м. Длина оси пути – 6 см (рис. 1). Значит, отрезку в 1 см на оси соответствуют 5 м пути.

Рис. 1

Для построения **графика** пройденного велосипедистом пути необходимо найти точки, которые соответствуют парным значениям времени и пройденного пути, указанным в таблице.

Практическая деятельность

Через точку $t = 6$ с, находящуюся на горизонтальной оси, проведите пунктирную линию, параллельную оси пройденного пути. Затем через точку $d = 30$ м, находящуюся на вертикальной оси и соответствующую значению $t = 6$ с из таблицы, проведите пунктирную линию параллельно оси времени. Они пересекутся в определенной точке (6 с, 30 м).

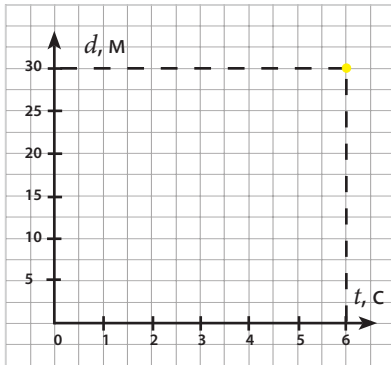


Рис. 2

- Действуя таким же образом, постройте другие точки, которые будут соответствовать остальным парным значениям из таблицы.
- Сколько всего получилось точек?
- Что вы получите, соединив эти точки?

Запомни!

Графиком равномерного движения является **прямая линия**.

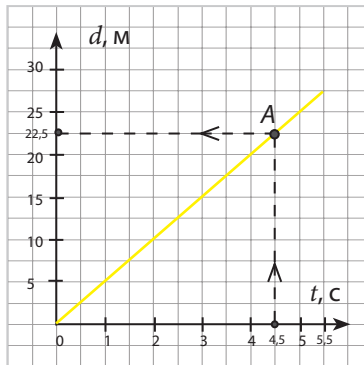
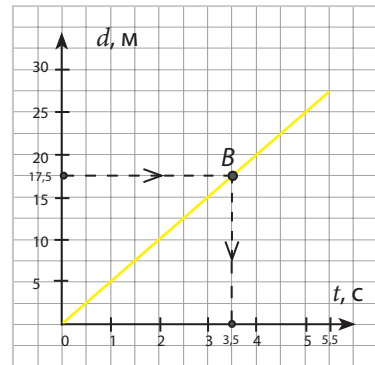


Рис. 3

а)



б)

С помощью этого графика можно определить **пройденный путь** тела за любой промежуток времени.

Например, начертив график пройденного велосипедистом пути, мы можем определить путь, пройденный им за 4,5 с. Для этого через точку $t = 4,5$ с, находящуюся на оси времени, проводим пунктирную линию, параллельную оси пройденного пути. Обозначаем буквой А точку пересечения этой линии с графиком движения. Затем проведём через эту точку линию, параллельную оси времени. Точка $d = 22,5$ м, полученная при пересечении этой линии с осью пройденного пути, указывает путь, проделанный велосипедистом за 4,5 с (рис. 3, а).

С помощью графика движения можно узнать и **время**, за которое движущееся тело проделало определённый путь.

Например, зная график пройденного велосипедистом пути, можем узнать время, за которое он проехал путь $d = 17,5$ м.

Для этого проведём через точку $d = 17,5$ м, находящуюся на оси пройденного пути, пунктирную линию, параллельную оси времени. Обозначим буквой В точку, в которой пересеклись график движения и эта линия. Из точки В проведем пунктирную линию, параллельную оси пути. Точка $t = 3,5$ с, полученная при пересечении этой линии и оси времени, указывает время, необходимое велосипедисту для преодоления 17,5 м пути.

Вывод: Графическое представление равномерного движения позволяет легко определить путь, пройденный физическим телом за любой промежуток времени, и, наоборот, определить время, потраченное физическим телом на преодоление определенного пути.

Проверь свои знания

- Используя график пройденного велосипедистом пути, построенный в тетради, найдите:
 - путь, проделанный велосипедистом за 1,5 с, 5,5 с и 0,5 с;
 - время, потраченное велосипедистом на путь 7,5 м и 28 м.
- Постройте в той же системе координат график пути, пройденного велосипедистом равномерно со скоростью 8 м/с.
 - Сравните полученный график с предыдущим.
 - Сформулируйте соответствующий вывод.

- На рис. 4 изображен график зависимости скорости тела от времени. Как двигалось это тело и какой путь был им пройден за 5 с?

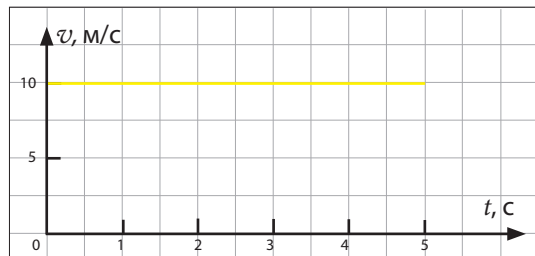


Рис. 4

- На рис. 5 изображен график зависимости пройденного пешеходом пути от времени. Определите скорость пешехода.

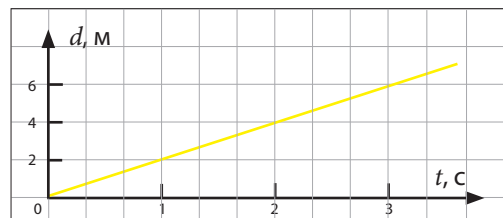


Рис. 5

- Зная, что скорость автомобиля равна 25 м/с, определите время, потраченное им для преодоления дистанции в 60 км.
- Велосипедист проехал расстояние между двумя населенными пунктами равное 63 км за 1 ч 15 мин. Определите среднюю скорость велосипедиста.

Обобщение

Самолет, поезд и велосипедист (рис. 1) являются физическими телами.

Точка взлета для самолета, **станция отправления** для поезда, **линия старта** для велосипедиста представляют собой **тела отсчета**, относительно которых определяется положение каждого из этих тел.

Когда самолет находится на взлетной полосе, поезд – на станции отправления, велосипедист – на линии старта, считается, что эти физические тела находятся **в состоянии покоя**. В то время, когда самолет, поезд и велосипедист **изменяют свое положение** относительно тел отсчета, они находятся **в состоянии движения**. Для определения положения самолета, поезда или велосипедиста во время движения, каждого из них представляют как одно целое, пренебрегая размерами и деталями. Физическое тело, размерами которого можно пренебречь, называют **материальной точкой**.

Линия, по которой относительно тела отсчета движется самолет, поезд или велосипедист называется **траекторией** движения.

Траекторией движения может быть и прямая линия, и кривая, соответственно она будет называться либо **прямолинейной траекторией**



а)



б)



в)

Рис. 1 (рис. 2, а), либо **криволинейной траекторией** (рис. 2, б, в).

В зависимости от траектории тела его механическое движение определяется как **прямолинейное движение** или **криволинейное**.



Рис. 2 а)



б)



в)

И прямолинейное движение, и криволинейное может быть представлено схематично (рис. 3).

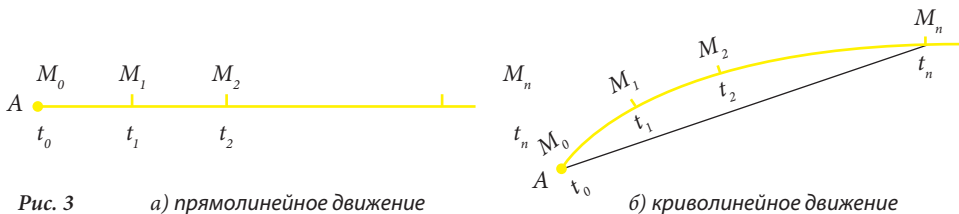


Рис. 3 а) прямолинейное движение

б) криволинейное движение

Точки $M_0, M_1, M_2, \dots, M_n$ представляют собой последовательность положений движущегося тела в соответствующие моменты времени $t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$.

Точка M_0 в момент времени t_0 называется **начальным положением** тела, а точка M_n в момент времени t_n называется **конечным положением** тела. Точки M_1, M_2 и т. д., находящиеся между M_0 и M_n , называются **промежуточными положениями**.

Длина траектории, по которой движется тело от начального положения M_0 к конечному положению M_n за промежуток времени t называется **пройденным путем**. Направленный отрезок прямой, соединяющей начальное и конечное положения тела называется **перемещением** (рис. 3 б). Пройденный путь характеризуется только **численным значением**, которому сопутствует единица измерения длины. На международном уровне единицей измерения длины признан **метр** (м). Таким образом, пройденный путь записывается: 150 м, 300 м и т. д. В отличие от пройденного пути **перемещение** характеризуется и **направлением** движения – от начального положения тела к его конечному положению. При прямолинейном движении пройденный путь тела численно равен его перемещению.

Если в каждый из равных интервалов времени $t_1 = t_2 = \dots$ тело проходит равные отрезки пути $d_1 = d_2 = \dots$, будь то по прямолинейной траектории или по криволинейной, такое механическое движение называется **равномерным**. Наоборот, если в каждый из равных интервалов времени $t_1 = t_2 = \dots$ тело проходит неравные отрезки пути $d_1 \neq d_2 \neq \dots$, движение этого тела называется **неравномерным** или **изменяющимся**.

При равномерном движении некоторые тела движутся быстрее, чем другие, например, самолет быстрее, чем поезд, а поезд, в свою очередь, обычно движется быстрее, чем велосипедист. Физическая величина, характеризующая **быстроту** движения физических тел, называется **скоростью**.

$$\text{Скорость} = \frac{\text{пройденный путь}}{\text{промежуток времени}} \text{ или } v = \frac{d}{t}.$$

Выражение $d = v \cdot t$ указывает на зависимость пройденного пути от времени и характеризует **закон изменения положения тела, движущегося равномерно и прямолинейно**.

Графиком прямолинейного равномерного движения тела является **прямая линия**.

При равномерном движении численное значение скорости постоянно. Единицей измерения скорости, согласно Международной системе единиц, является 1 м/с.

Система, состоящая из тела отсчета и инструментов для измерения расстояний, углов и промежутков времени, называется в физике **системой отсчета**.

ПРОВЕРЬ СЕБЯ

Этот тест предназначен для того, чтобы вы могли определить уровень знаний, сформированных вами при изучении данной главы.

I. В заданиях 1-2 дайте краткий ответ.

1. Продолжите утверждения так, чтобы они были правильными:
 - а) *Положение тела в пространстве* – это..... — 1 балл
 - б) *Телом отсчета* называется тело, относительно которого — 1 балл
 - в) *Механическое движение* представляет собой изменение положения — 1 балл
 - г) *Система отсчета* состоит из — 3 балла
 - д) *Материальной точкой* называется тело, — 1 балл
 - е) *Траекторией* называется линия — 1 балл
 - ж) *Пройденным путем* называется длина — 1 балл
 - з) *Перемещением* называется отрезок прямой, направленный — 2 балла
 - и) *Равномерным механическим движением* называется ... — 1 балл
 - к) *Неравномерным механическим движением* называется — 1 балл
 - л) *Скорость* – это физическая величина, которая характеризует — 1 балл
 - м) *Закон равномерного прямолинейного движения* выражает отношение между — 3 балла
2. Переведите в СИ:

• 360 км/ч.....	— 2 балла	• 72 км/мин. ...	— 2 балла
• 7200 м/ч.....	— 2 балла	• 180 дм/мин. ...	— 2 балла
• 1,2 км/мин. ...	— 2 балла	• 10,8 км/мин. ...	— 2 балла

II. В заданиях 3-4 дайте ответ в свободной форме.

3. Проанализируйте ситуации, используя изученные понятия.
 - а) Определите положение вашего дома относительно двух тел отсчета — 2 балла
 - б) Назовите два тела, расположенные недалеко от вас, которые находятся в состоянии покоя, а также два тела, находящиеся в состоянии движения, определив при этом тела отсчета — 2 балла
 - в) В каких условиях автомобиль может считаться материальной точкой: при определении его скорости или при его парковке? — 2 балла
 - г) В каком случае пройденный путь больше перемещения, а в каком случае они равны? Продемонстрируйте. ... — 2 балла
 - д) Назовите отрезки дороги, на которых поезд движется между двумя станциями равномерно и неравномерно. — 3 балла
4. Напишите сообщение о механическом равномерном прямолинейном движении, используя изученные понятия (10 предложений). — 10 баллов

2. Практическая часть

2.1. Проблемные ситуации

А. Выполни упражнения

В этом параграфе представлены различные ситуации, которые могут быть встречены вами в повседневной жизни. Их решение основывается на знаниях, полученных на предыдущих уроках физики. Рассмотрите их и попробуйте найти решение.

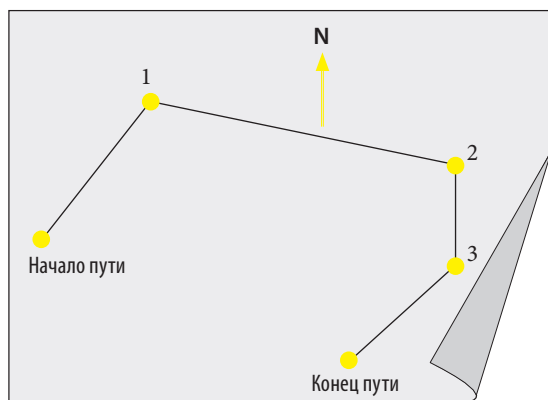


Рис. 1

1. Турист, взяв с собой компас, отправился из пункта А в пункт В по маршруту, обозначенному на рис. 1. Зная, что каждый сантиметр чертежа соответствует 1 км, определите расстояние, пройденное туристом. Представьте себя на его месте. Как бы вы описали свой путь по мобильному телефону?
2. Рассмотрим карту центра Кишинэу (рис. 2). Как вы объясните гостю столицы дорогу от Дома печати до Кинотеатра «Патрия»? От Театра «М. Эминеску» до Посольства Румынии?

3. Найдите на карте свой город или село. Определите ориентацию близлежащих населенных пунктов относительно него и расстояние до них.
4. На рисунке ниже представлена карта острова из знаменитого приключенческого романа Р. Л. Стивенсона „Остров сокровищ“. Опишите положение форта относительно различных тел отсчета.

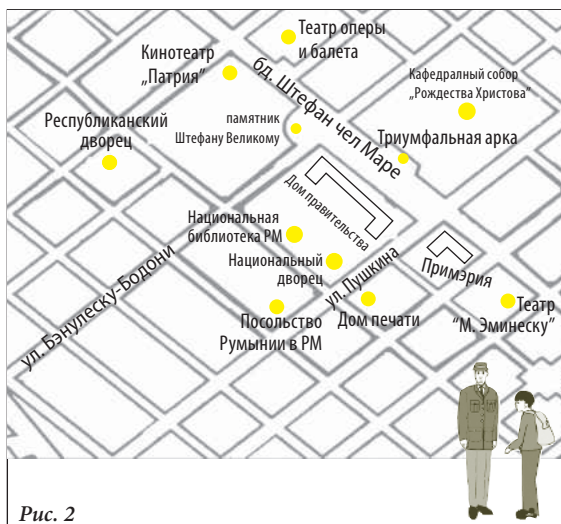
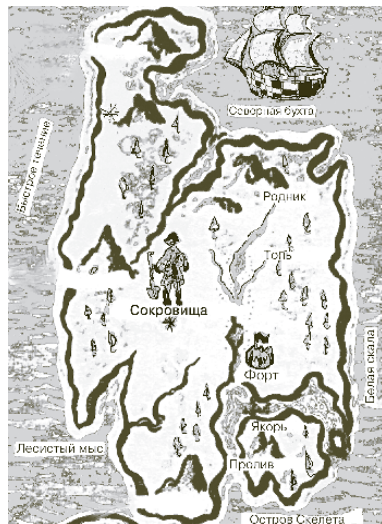
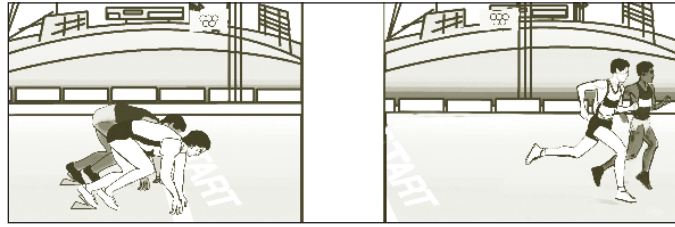


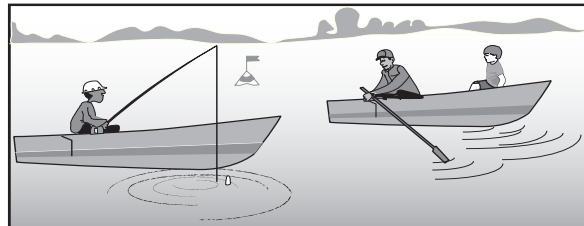
Рис. 2



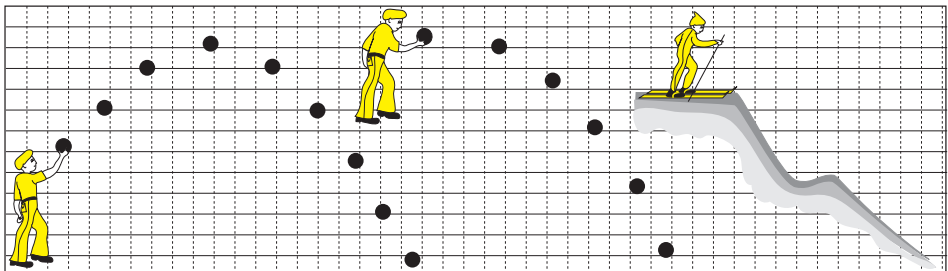
5. Рассмотрите рисунки.

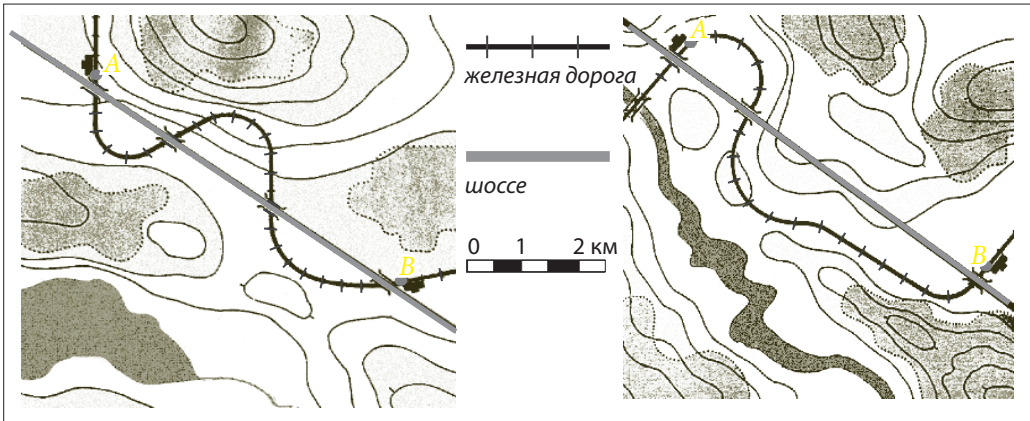


- В каком состоянии находятся спортсмены на рисунке слева? А на рисунке справа?
 - Назовите несколько тел отсчёта, по отношению к которым спортсмены движутся.
 - Приведите другие подобные примеры.
6. Малыш, который едет с родителями в автобусе, удивленно кричит: «Мама, деревья бегут!». Назовите несколько тел отсчёта, относительно которых деревья движутся. Как вы думаете, почему слова ребёнка нам кажутся на первый взгляд абсурдными?
7. Назовите физические тела:
- а) находящиеся в состоянии покоя по отношению к Земле, но в то же время движущиеся относительно других тел;
 - б) находящиеся в состоянии движения по отношению к Земле, но в то же время покоящиеся относительно других тел.
8. Рассмотрите прилагаемый рисунок. Определите на нём 6-7 физических тел. Принимая каждое из этих тел по очереди за тело отсчёта, установите, в состоянии движения или в состоянии покоя находятся другие тела.



9. Автомобиль движется по шоссе. В каких условиях автомобиль может быть принят за материальную точку? Приведите примеры, когда автомобиль не может считаться материальной точкой.
10. Нарисуйте в тетради траектории движения тел, представленных на рисунке. Определите перемещение тел в каждом из этих случаев.





11. Из города A в город B можно доехать по железной дороге и по шоссе. Определите перемещение и пройденный путь автомобиля и поезда на обоих участках.
12. Вертолёт проделал путь между двумя городами, туда и обратно. Определите его пройденный путь и перемещение, если расстояние между городами составляет 100 км.

13. Используя треугольник , определите:

а) $v =$

б) $t =$

в) $d =$

14. Наряду с единицей измерения скорости в СИ (м/с) на практике используется единица км/ч. Переведите 1 км/ч в м/с, и наоборот.
15. Пешеход, двигаясь прямолинейно и равномерно, прошел за 12 мин путь в 360 м. Определите его скорость.
16. Расстояние от Земли до Луны составляет 384 000 км. Определите время, необходимое лучу света для преодоления этого пути, если известно, что скорость света равна 300 000 км/с.
17. Земля движется вокруг Солнца со скоростью 30 км/с. Какой путь проделывает Земля за 1 час?
18. Опишите график движения велосипедиста, представленный на рис. 3.

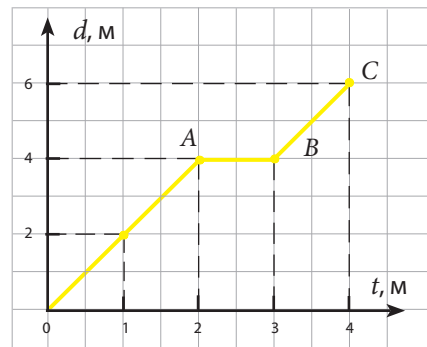
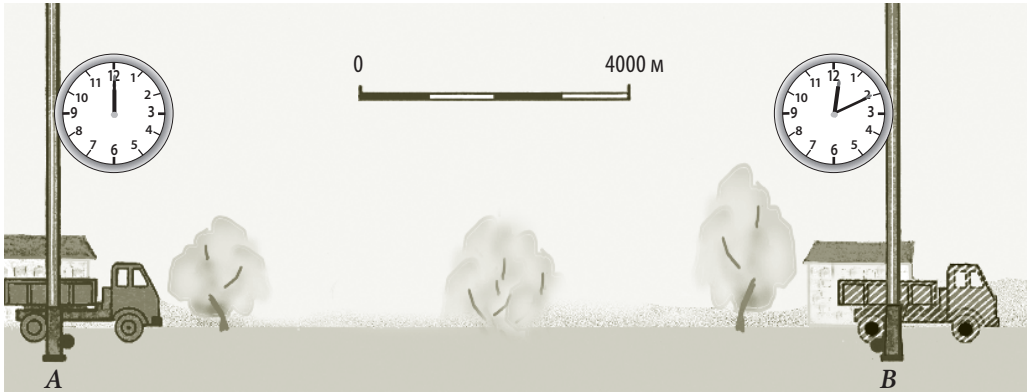
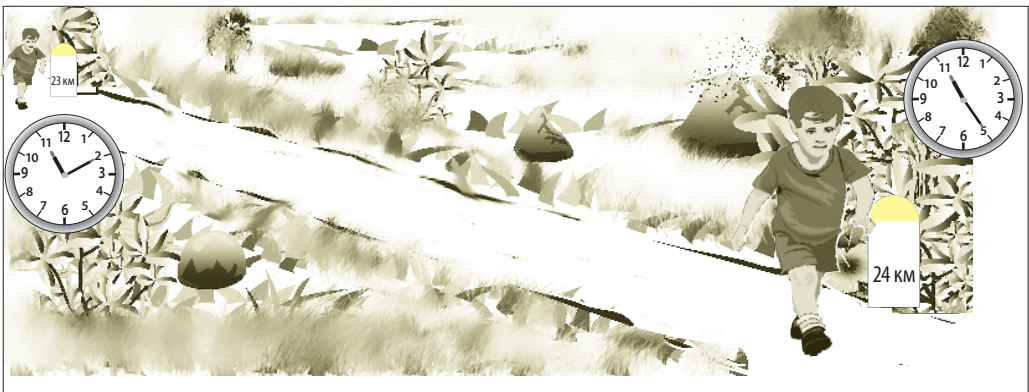


Рис. 3

19. На рисунке ниже зафиксированы моменты времени, в которые грузовик, двигаясь равномерно, миновал пункты A и B . Используя указанный масштаб, определите скорость грузовика.



20. Мальчик на прогулке фиксирует время возле каждого километро-вого столба. Определите, какой путь им пройден, если он двигался равномерно в течение 1 часа.



21. Определите скорость тела, график движения которого представлен на рис. 4. Постройте этот график в тетради. В этой же системе координат постройте график движения другого тела, которое на 8 мин. позже отправилось с того же места и такой же скоростью.

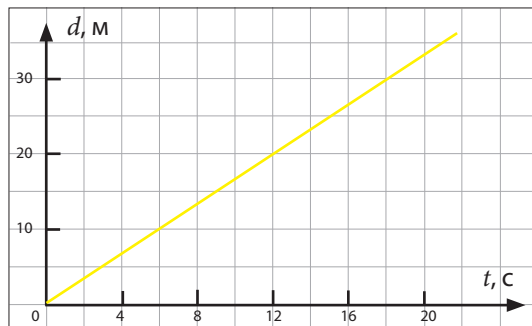


Рис. 4

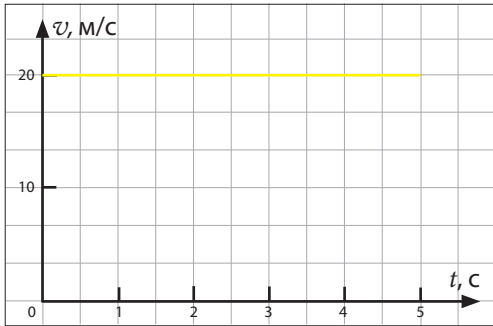


Рис. 5

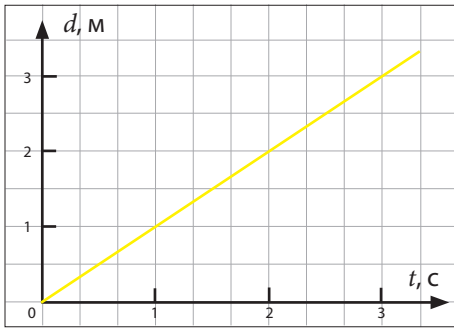


Рис. 6

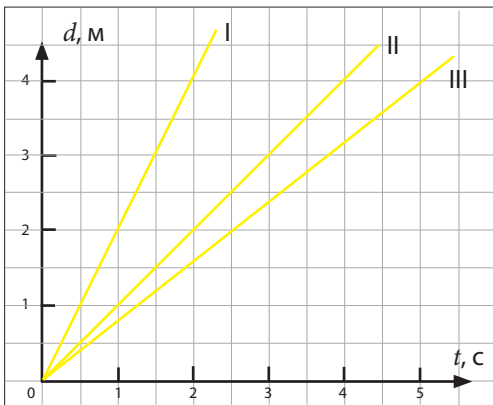


Рис. 7

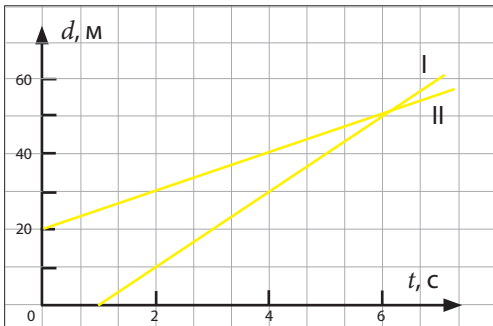
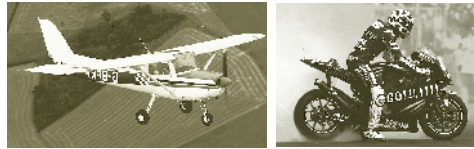


Рис. 8

22. Самолет летел 30 мин со скоростью 450 км/ч, затем 200 км со скоростью 500 км/ч. Определите:

- пройденный путь;
- среднюю скорость.

23. Мотоциклист движется равномерно со скоростью 20 м/с в течение 10 мин, затем останавливается. Через 5 мин он снова отправляется и едет в течение 20 мин со скоростью 15 м/с. Нарисуйте график движения мотоциклиста.



24. На рис. 5 представлен график движения автомобиля.

- Определите скорость автомобиля.
- По какой траектории он движется?
- Какое расстояние проезжает автомобиль за 5 с?

25. На рис. 6 представлен график движения пешехода.

- Определите вид движения пешехода.
- Определите его скорость.

26. На рис. 7 представлены графики движения трех тел.

- Какое из этих тел движется с наибольшей скоростью?
- Подсчитайте скорость каждого тела.
- Каково расстояние между телами при $t = 2$ с.

27. На рис. 8 представлены графики движения двух тел. Определите:

- их скорость;
- положения тел при $t_0 = 0$;
- время и место встречи;
- время, когда расстояние между телами будет $d = 20$ м.

В. Экспериментируй

1. Начертите на отдельном листе бумаги план кабинета физики. С помощью необходимых инструментов определите положение любых трёх тел, находящихся в кабинете, и укажите их на плане. Определите положение второго тела относительно первого, а также третьего тела относительно второго.
2. Группа туристов прошла 5 км по направлению на север, потом 3 км на запад и 1 км на юг. Начертите в тетради траекторию движения этой группы, вычислите перемещение и пройденный путь.
3. Постройте в тетради три траектории движения одного тела так, чтобы:
 - а) пройденный путь был больше перемещения;
 - б) пройденный путь был равен перемещению;
 - в) перемещение было равно нулю.
4. С помощью трех предметов небольшого размера продемонстрируйте состояние движение, состояние покоя и относительность движения.

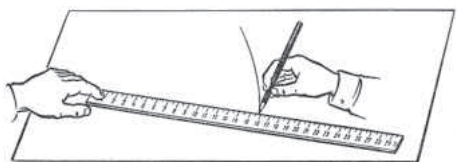


Рис. 1

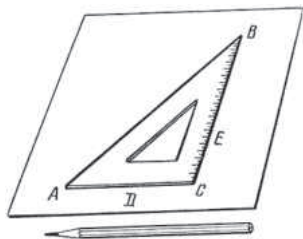


Рис. 2

5. С помощью линейки средней длины (30-35 см), карандаша и листа бумаги формата А4, выполните следующий опыт. Положите линейку на лист бумаги и, удерживая один из ее концов, переместите линейку под определенным углом с помощью карандаша, так чтобы карандаш не двигался относительно линейки (рис. 1). Ответьте на вопросы:
 - а) В каком состоянии находится кончик карандаша относительно листа бумаги? А относительно линейки?
 - б) Какова форма траектории, описываемой кончиком карандаша относительно тела отсчета, находящегося в покое? А относительно тела отсчета, находящегося в движении?
6. С помощью угольника, карандаша и листа бумаги формата А4, выполните следующий опыт. Положите угольник на лист бумаги и отметьте карандашом точки D и E рядом со сторонами прямого угла (рис. 2).
 - а) Переместите кончик карандаша из точки D к точке E вдоль сторон треугольника в направлении $DABE$.
 - б) Определите путь, проделанный кончиком карандаша относительно листа бумаги.
 - в) Определите перемещение кончика карандаша.
 - г) Сравните пройденный путь с перемещением и сформулируйте вывод.
7. С помощью двух линеек средней длины (30-35 см) и небольшого деревянного бруска в форме прямоугольного параллелепипеда выполните следующий опыт. Уложите линейки на стол и брусок на одну из линеек (рис. 3). Затем передвиньте пустую линейку вдоль другой



Рис. 3



Рис. 4

линейки на определенное расстояние, то же проделайте с бруском, стоящим на неподвижной линейке (рис. 4). Определите:

- перемещение бруска, относительно линейки, находящейся в движении;
- перемещение движущейся линейки относительно линейки, находящейся в покое;
- перемещение бруска относительно линейки, находящейся в покое.

8. Прделайте опыт, имея в распоряжении стеклянную пробирку длиной 200-250 мм и внутренним диаметром 7-8 мм, заполненную водой, стеариновый шарик, три резинки, которые могут быть закреплены на пробирке, линейку длиной 30-35 см, резиновую пробку и секундомер.

- Закрытую пробирку с водой и стеариновым шариком внутри поставьте в вертикальное положение и подождите, когда шарик всплывет на поверхность (рис. 4).
- Резко поверните пробирку на 180° , зафиксируйте время, за которое шарик проделает обратный путь и определите его среднюю скорость.
- Закрепите одну резинку на середине пробирки и убедитесь, что шарик проходит $1/2$ длины пробирки за $1/2$ промежутка времени.
- Закрепите три резинки на пробирке на равных расстояниях друг от друга и убедитесь, что стеариновый шарик движется в воде равномерно. Определите его скорость.

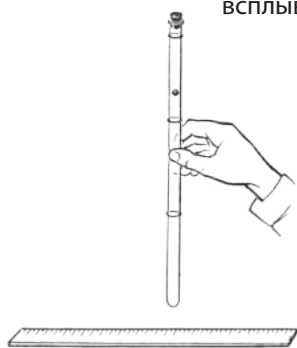


Рис. 5

С. Исследуй

1. Представьте, что вы находитесь в купе поезда, который стоит на станции. В окно виден другой поезд, стоящий на соседнем пути. В определённый момент один из поездов начинает движение.



- Как определить, ваш поезд отправился или соседний?
- В каком случае можно установить, что движется соседний поезд?
- Если бы оба поезда двигались одинаково, изменилось бы тогда положение пассажиров относительно соседнего поезда?

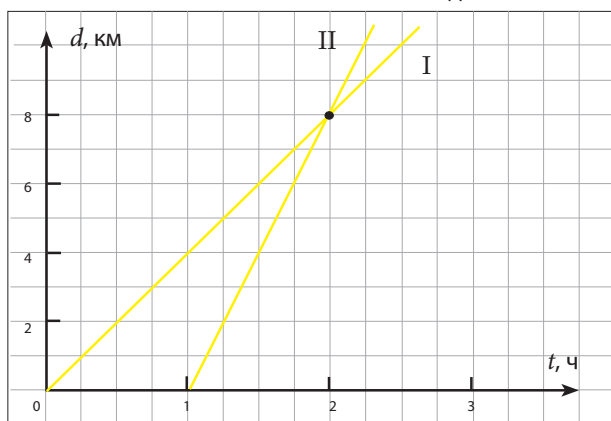


Рис. 1

2. На рис. 1 изображены графики движения двух туристов. Определите:

- скорость движения каждого туриста;
- расстояние, пройденное каждым из туристов, до их встречи;
- через сколько времени с начала движения второго туриста произошла эта встреча.



3. Мотоциклист отправился из населенного пункта A со скоростью 15 м/с . Через 2 мин из того же населенного пункта отправился со скоростью 20 км/ч автомобиль. Постройте графики пройденного пути мотоциклиста и автомобиля. Определите:
- время, через которое автомобиль догнал мотоциклиста;
 - на каком расстоянии от населенного пункта A произошла эта встреча.
4. Ученик идет из школы домой со скоростью 1 м/с . Он должен перейти дорогу, по которой в этот момент едет со скоростью 20 м/с автомобиль. Произойдет ли несчастный случай, если ребенок находится в 20 м , а автомобиль в 400 м от точки пересечения их траекторий? Начертите график движения ученика и автомобиля.
5. Велосипедист объехал вокруг жилого дома, имеющего форму квадрата со стороной 250 м .
- Начертите в тетради траекторию движения велосипедиста.
 - Можно ли считать велосипедиста материальной точкой по сравнению с велосипедом? А по сравнению с пройденным путем?
 - Как изменяется положение велосипедиста в течение его движения относительно его отправной точки?
 - Считая движение велосипедиста равномерным, подсчитайте расстояние, проделанное им за $1/2$ общего промежутка времени его пути.
6. Два автомобиля движутся по прямому шоссе в одном направлении таким образом, что расстояние между ними не изменяется. Проанализируйте эту ситуацию и ответьте на вопросы:
- Относительно какого тела второй автомобиль находится в состоянии покоя? А в состоянии движения?
 - Вычислите скорость первого автомобиля, если известно, что за 5 мин он преодолел расстояние в 6 км .
 - Вычислите путь пройденный вторым автомобилем за 10 мин .
 - Чему равно перемещение каждого автомобиля за 20 мин ?
7. Проанализируйте путь пройденный пешеходом (рис. 2) и выполните задания.
- Опишите движение пешехода на каждом отрезке дороги.
 - Сравните скорости пешехода на каждом отрезке дороги.
 - Вычислите среднюю скорость пешехода на всем протяжении пути.
 - Чему равно перемещение пешехода.

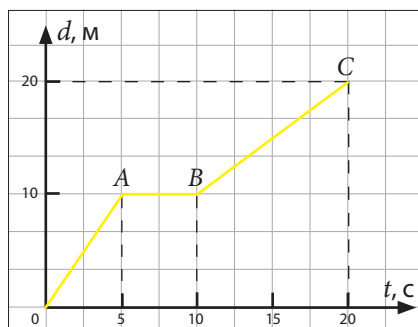


Рис. 2

8. На рис. 3 изображены три тела, движущиеся прямолинейно.
- Определите начальное положение этих трех тел относительно бензозаправки.
 - Вычислите, через сколько времени и где встретятся:
 - автомобиль с грузовиком;
 - автомобиль с мотоциклистом.

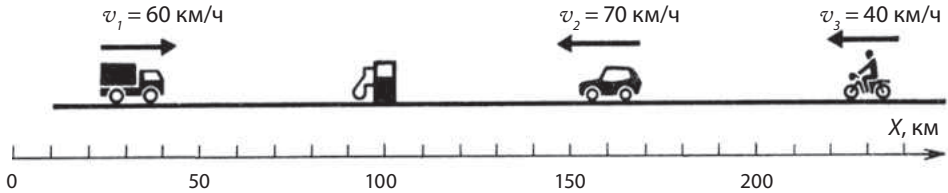
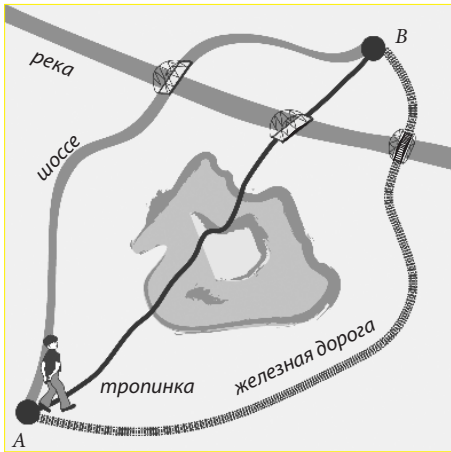


Рис. 3



9. Представьте себе, что вам надо попасть из пункта *A* в пункт *B* (см рис. рядом). Вы можете сделать это разными способами, т. к. в распоряжении имеются:

- велосипед, на котором до пункта *B* можно доехать по шоссе за два часа, а по тропинке – за час;
- поезд, который преодолевает расстояние от пункта *A* до пункта *B* за час.

Какое решение вы примете, чтобы сэкономить время? Проанализируйте два случая:

- ясная погода;
- ненастье, дождь.

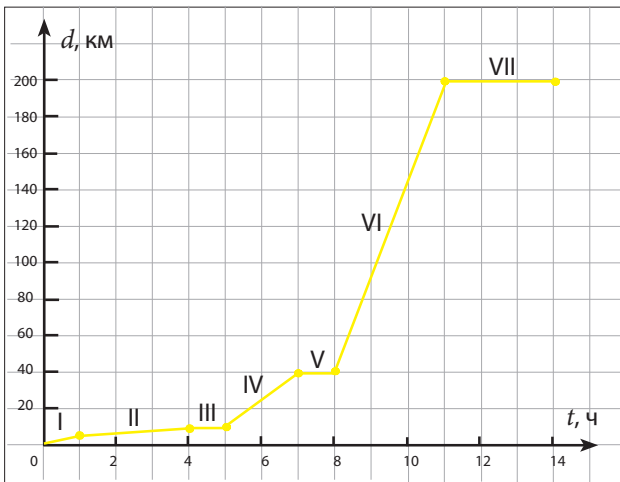


Рис. 5

Дополнительные условия:

- поезд отправляется из пункта *A* каждые два часа;
- во время дождя на велосипеде можно ехать только по шоссе.

10. Используя график, приведённый на рис. 5, ответьте на следующие вопросы:

- Какой была скорость туриста на каждом отрезке пути?
- Какова его средняя скорость на всём пути?

- Как вы думаете, каким видом транспорта пользовался турист на каждом отрезке пути?
- Через какое время турист прибыл на место отдыха, и на каком расстоянии от дома оно находится?

СУММАТИВНЫЙ ТЕСТ

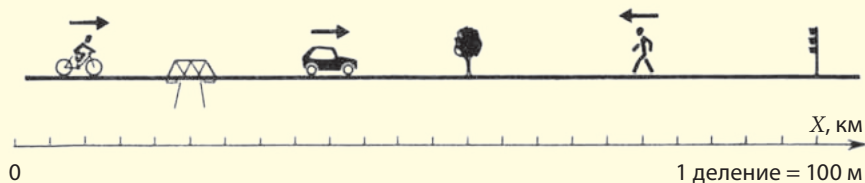
Данный тест предлагается для определения уровня знаний, приобретенных вами при изучении главы «Движение и покой».

I. В таблицу занесены данные о равномерном движении двух тел:

$t, \text{с}$	0	2	4	6	8	10
Тело 1 $d_1, \text{м}$	0	8	16	24	32	40
Тело 2 $d_2, \text{м}$	4	10	16	22	28	34

- Представьте в той же системе координат графики пройденных этими телам путей. — 4 балла
- Определите:
 - скорость какого тела больше; — 2 балла
 - на каком расстоянии друг от друга находятся эти тела в моменты времени $t_0 = 0 \text{ с}$, $t_1 = 2 \text{ с}$, $t_2 = 4 \text{ с}$; — 2 балла
 - каково значение точки пересечения графиков? — 2 балла
- Допустим, что Тело 1 остановилось через 10 с после начала движения.
 - Постройте график пройденного этим телом пути для времени $t > 10 \text{ с}$ — 2 балла
 - Какой промежуток времени необходим Телу 2 для того чтобы достигнуть Тело 1? — 2 балла
 - Через какое время после начала движения они встретятся второй раз? — 2 балла
 - Определите промежуток времени между двумя встречами. — 2 балла
 - Определите расстояние между точками встречи. ... — 2 балла

II. Рассмотрите изображение, на котором представлено прямолинейное шоссе и три движущихся тела: велосипедист, пешеход и автомобиль. Вдоль шоссе проложена координатная ось OX .



- Считая *дерево* телом отсчета, определите перемещение и пройденный путь для трех случаев:
 - автомобиль остановился у светофора. — 2 балла
 - пешеход дошел до дерева. — 2 балла
 - велосипедист доехал до светофора и вернулся к дереву. — 2 балла
- Определите перемещение и пройденный путь каждого тела для тех же трех случаев, считая телом отсчета *мост*. — 12 баллов

Глава 2

СИЛА

1. Теоретическая часть

1.1. Инерция. Инертная масса

1.2. Сила – мера взаимодействия

1.3. Сила тяжести. Вес

1.4. Сила упругости

1.5. Сила трения

Обобщение

Проверь себя

2. Практическая часть

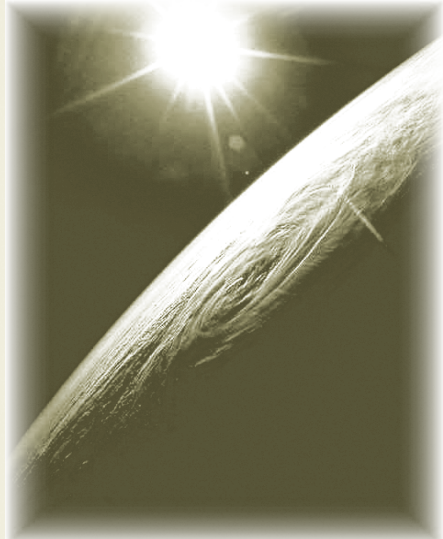
2.1. Проблемные ситуации

А. Выполни упражнения

В. Экспериментируй

С. Исследуй

Суммативный тест





1. Теоретическая часть

1.1. Инерция. Инертная масса

Информация

При езде на велосипеде по плоской местности легко заметить, что его скорость уменьшается, когда перестаешь нажимать на педали. Также и автомобиль уменьшает свою скорость при выключении двигателя.



При каких обстоятельствах эти движущиеся тела сохранят свою постоянную скорость, т.е. не остановятся?

Для ответа на данный вопрос проведите следующий эксперимент.

Эксперимент

Необходимые материалы: наклонная плоскость, шарик, песок и наждачная бумага. Исследуем движение шарика по горизонтальной плоскости стола (рис. 1).

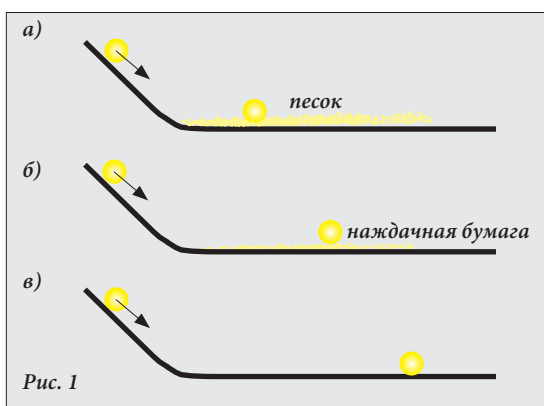


Рис. 1

- Уменьшится ли скорость шарика, если на него не будут действовать другие тела: песок, наждачная бумага, воздух и т.д.?
- Сделайте соответствующий вывод.

Впервые на этот вопрос ответил знаменитый итальянский физик и астроном Галилео Галилей. Он писал: «Когда тело движется по горизонтальной плоскости и не встречает никакого сопротивления, его движение равномерно и может продолжаться вечно, если бы существовала такая бесконечная в пространстве плоскость».

Историческая справка

Галилео Галилей (1564-1642) считается одним из основателей современного естествознания. Он тщательно исследовал инерцию, открыл законы падения тел и качания маятника. Он наблюдал небесные тела и открыл горы на Луне, солнечные пятна, четыре из двенадцати ныне известных спутников Юпитера и многое другое. Галилео Галилей – первый ученый, который использовал в науке экспериментальный метод исследования.



Узнай больше!

Галилео Галилей пришел к этому выводу, анализируя результаты одного из своих экспериментов (рис. 2, а, б).

И в одном, и в другом случае шарик поднимается по противоположной наклонной плоскости на ту же высоту, с которой начал движение. Когда наклон второй наклонной плоскости станет равен **нулю**, шарик продолжит свое движение с постоянной скоростью по всей длине горизонтальной плоскости. Он остановится только под действием других тел.

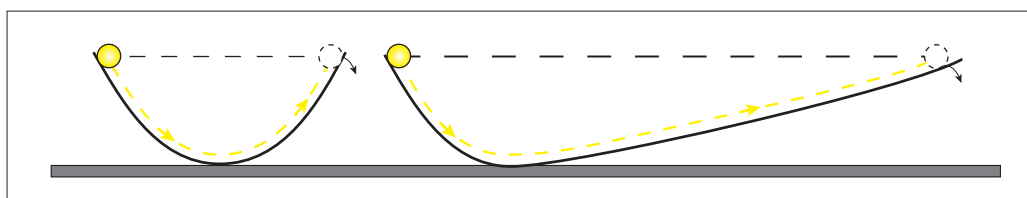


Рис. 2

а)

б)

Запомни!

Движение тела при отсутствии воздействия со стороны других тел называется движением по инерции.

Информация

Часто на практике возникает необходимость изменить скорость тела.

Например, два одинаковых, но по-разному нагруженных грузовика (рис. 3) движутся с одинаковой скоростью (40 км/час). На красном свете светофора водители одновременно нажимают на тормоза.

- Какой из этих грузовиков *быстрее* остановится, снизив скорость с 40 км/ч до нуля?

Красный свет светофора сменился зеленым.

- Какой из этих грузовиков *быстрее* изменит свою скорость с нулевой до 40 км/ч?

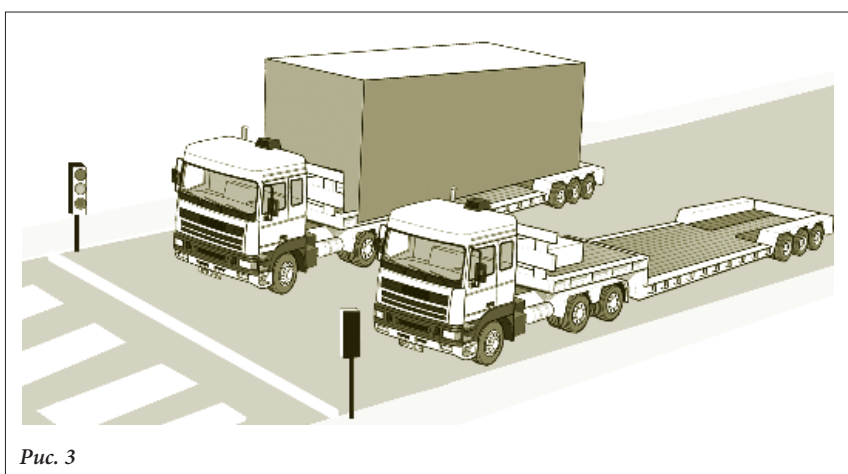


Рис. 3

Вывод: Все тела отличаются **инертностью**, т.е. свойством сопротивляться изменению скорости.

В примере, приведенном выше, нагруженный грузовик **более инертный**, поскольку оказывает большее сопротивление изменению скорости. Таким образом, **инертность** является **измеряемым** свойством, и ей соответствует физическая величина.

Мерой инертности является масса тела, которая характеризуется только численным значением.

Определения:

- Физическая величина, которая характеризует инертность тела, называется **инертной массой**.
- Физическая величина, обладающая только численным значением, называется **скалярной физической величиной**.

Масса обозначается символом m . Единицей измерения массы в Международной системе единиц (СИ) является **килограмм** (кг).

Историческая справка

- На международном уровне эталоном килограмма, как единицы измерения массы, принят цилиндр из сплава платины и иридия (90% платины, 10% иридия) диаметром и высотой 39 мм.
- Этот эталон килограмма хранится во французском городе Севре, что недалеко от Парижа, в Международном бюро мер и весов.

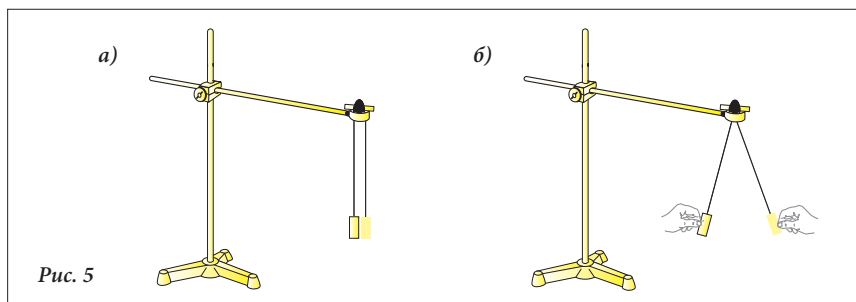


Рис. 4

Эксперимент

Необходимые материалы: штатив, два одинаковых по размеру цилиндра: стальной и алюминиевый.

- Соберите устройство, представленное на рис. 5, а.
- Отклоните оба цилиндра в разные стороны на одинаковое расстояние от исходного положения (рис. 5, б).



- Отпустите их одновременно. Какой из цилиндров приобрел большую скорость после столкновения?
А какой цилиндр имеет большую массу?
Сформулируйте вывод.

Запомни!

Массы тел могут быть сравнимы с помощью их взаимодействия.

На практике этот способ сравнения масс неудобен. Повсеместно для определения массы тела используются **весы**, при взвешивании на которых масса тела сравнивается с массой эталона.

Проверь свои знания

1. Что такое инерция и инертность?
2. Что называется инертной массой?
3. а) На рис. 6, а изображена тележка с деревянным бруском. Тележка движется прямолинейно и равномерно.

Что случится с бруском при столкновении тележки с закрепленным на столе блоком?

Проверьте ответ экспериментальным путем.

- б) На рис. 6, б тележка с бруском находится в состоянии покоя. Что случится с бруском, если тележку резко потянуть вправо?

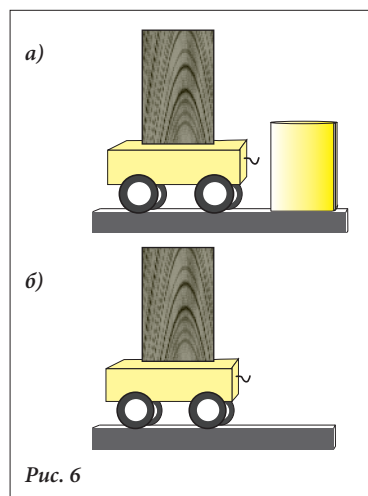


Рис. 6

4. Напишите в тетради предложения, дополнив их:
Тело, которое медленнее изменяет свою скорость, является более... Тело, которое ... изменяет свою скорость, является менее...

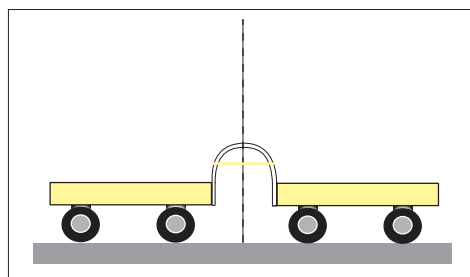


Рис. 7

5. Рассмотрите рис. 7. Изобразите в тетради положение тележек после их взаимодействия, если:
 - а) масса тележек одинакова;
 - б) масса правой тележки больше;
 - в) масса левой тележки больше.
6. Представьте себя водителем автобуса, который едет по шоссе с постоянной скоростью. Что случится с пассажирами, если резко нажать на тормоза? А если резко тронуться с места?
7. Выполните следующие преобразования:

1 кг = ... г;	1 г = ... кг;
1 г = ... мг;	1 мг = ... г;
1 т = ... кг;	1 кг = ... мг.

1.2. Сила – мера взаимодействия

Информация

Из изученного ранее вы знаете о том, что происходит, когда состояние покоя физического тела сменяется состоянием движения вследствие взаимодействия с другим телом (телами). В физике эффекты взаимодействия, которые изменяют механическое состояние физического тела, называются **динамическими эффектами** (эффектами движения). Кроме динамических эффектов существуют **статические эффекты** (эффекты покоя). Например, если за свободный конец пружины подвесим груз, пружина растянется (рис. 1, а, б). В этом случае говорят, что пружина деформировалась. Если тело прекращает свое воздействие (груз снят с пружины), деформация исчезает (рис. 1, в).

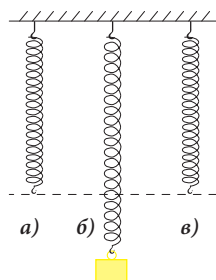


Рис. 1

Деформации, которые исчезают после прекращения воздействия, называются **упругими деформациями**, а эффекты упругой деформации относятся к **статическим эффектам** взаимодействия.

Запомни!

Причины, вызывающие динамические и статические эффекты взаимодействия выражаются физической величиной, называемой **силой**.

Определение:

Физическая величина, характеризующая воздействие одного тела на другое, называется **силой**.

Чем характеризуется сила?

Допустим, что мы действуем с определенной силой на пружину (рис. 2, а). Пружина сжимается.

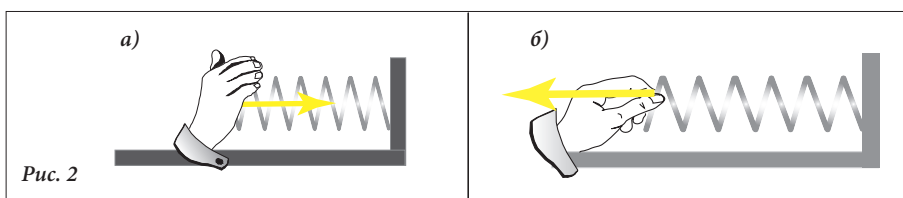


Рис. 2

Если действовать на пружину с такой же силой, но в обратном направлении (рис. 2, б), пружина будет растягиваться.

Вывод: Результат действия силы на эластичное тело зависит не только от численного значения силы, но и от ее ориентации.

Определение:

Физические величины, которые характеризуются не только численным значением (как скалярные величины), но и ориентацией (направлением и знаком направления), называются **векторными физическими величинами**.

Сила является векторной физической величиной и обозначается буквой F со стрелкой вверху (\vec{F}).

Как любая векторная физическая величина, сила графически представляется вектором - отрезком прямой со стрелкой на конце (рис. 3), который имеет:

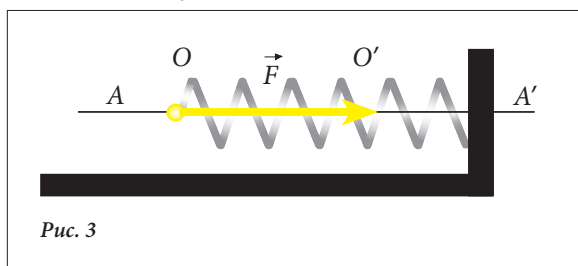


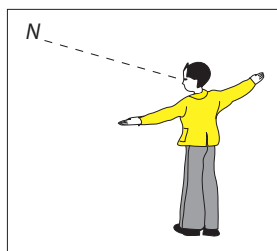
Рис. 3

- **размер** (длина отрезка OO' , пропорциональная численному значению силы), называемый модулем;
- **точку приложения** (точка O), которая называется началом вектора;
- **направление** (прямая AA');

- **знак направления** вектора, указанный острием стрелки (на рисунке вектор силы имеет знак направления вправо).

Практическая деятельность

- Внимательно рассмотрите прилагаемый рисунок.
- Примите такое же положение.



- В каком направлении ориентированы ваши руки?
- Какой знак направления вашей правой руки? Какой - левой?
- Вдоль какого направления вы смотрите?
- Какой знак направления вашего лица? А затылка?
- Вдоль какого направления ориентировано ваше тело?
- Какой знак направления вашей головы? А ног?

Вывод: Любой прямой в пространстве соответствует два противоположных знака направления.

Модуль силы обозначают $|\vec{F}|$ или просто F .

В Международной системе единиц (СИ) единицей измерения силы является *ньютон* (N). Это название дано в честь знаменитого английского физика и математика Исаака Ньютона (1642-1727).

Численное значение (модуль) силы определяется с помощью **динамометра**. Название этого прибора происходит от древнегреческих слов „динамис“ – сила и „метреу“ – измеряю.

Запомни!

Векторные величины характеризуются:

- модулем (отрезок OO');
- началом (точка приложения O);
- направлением (прямая AA');
- знаком направления (указывается стрелкой).

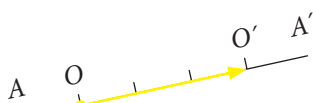
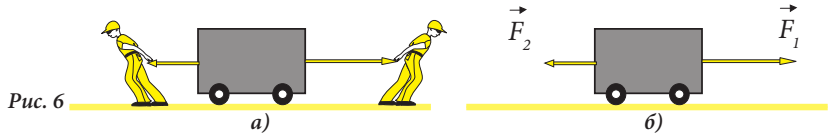
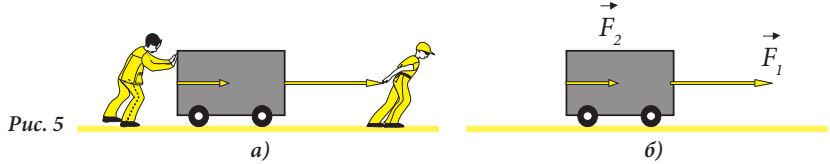


Рис. 4

Определение:

Два вектора, направленные вдоль одной и той же линии действия, называются **сонаправленными векторами**.

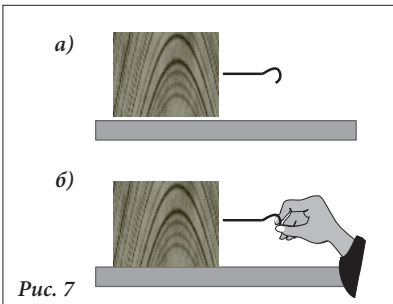
Часто встречаются ситуации, когда на тело воздействуют одновременно две сонаправленные силы, которые могут иметь *один знак направления* (рис. 5 а, б) и *противоположные знаки направления* (рис. 6, а, б).



Запомни!

Воздействие обеих сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 может быть выражено с помощью **резльтирующей силы \vec{R}** .

Эта сила, действуя на тело, производит эффект аналогичный эффекту воздействия на это физическое тело двух сил вместе. Модуль результирующей силы определяется в зависимости от направления этих двух сил. Если их направление совпадает, результирующая сила $R = F_1 + F_2$. Если силы действуют в противоположных направлениях: $R = F_1 - F_2$ (если $F_1 > F_2$) или $R = F_2 - F_1$ (если $F_2 > F_1$).



Проверь свои знания

1. Что называется динамическими и статическими эффектами взаимодействия?
2. Что такое сила?
3. Почему сила является векторной физической величиной?
4. Представьте графически вектор силы и объясните, чем он характеризуется.
5. Какова единица измерения силы в СИ?
6. Деревянный брусок находится в состоянии покоя на горизонтальной поверхности стола (рис. 7 а).
 - а) Сдвиньте брусок вправо, взяв его за крючок (рис. 7 б).
 - б) Нарисуйте в тетради брусок с крючком и изобразите на рисунке силу, действующую на брусок.
 - в) Укажите точку приложения силы, линию действия силы и ее направление.
7. Рассмотрите рис. 8. Какие из векторов, представленных на этом рисунке, имеют:
 - а) равные модули;
 - б) одинаковое направление;
 - в) противоположные знаки направления;
 - г) одинаковые направления и знаки направления?

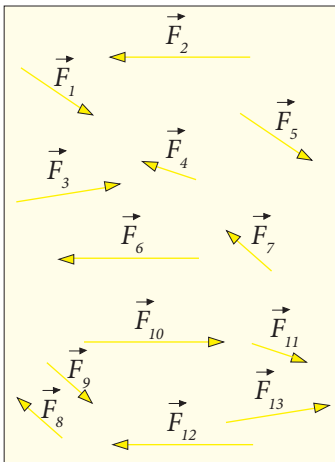


Рис. 8

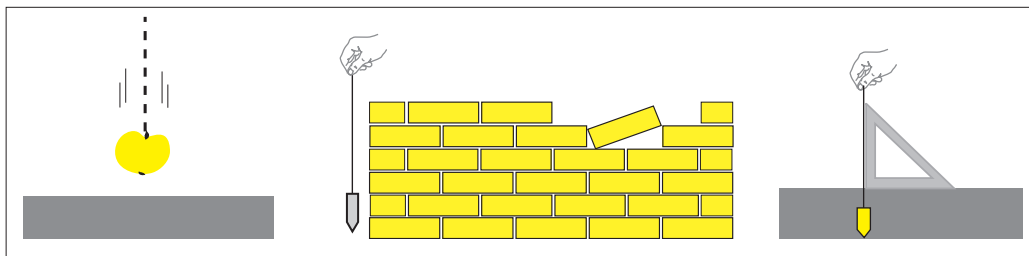
1.3. Сила тяжести. Вес

Информация

Вы знаете, что сила является векторной физической величиной и характеризуется не только численным значением, но и ориентацией (направлением и знаком направления).

Каково направление и знак направления силы тяжести?

Рассмотрите рисунки, расположенные ниже.



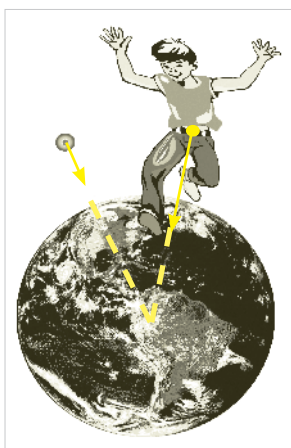
- По какой траектории движется яблоко?
- Какой угол составляет траектория падения яблока с горизонтальной поверхностью?
- Каково направление и знак направления силы тяжести, действующей на груз, закрепленный на нити?

Запомни!

Направление силы тяжести перпендикулярно поверхности планеты.

Знак направления силы тяжести – к центру планеты.

Наряду с силой тяжести в физике используется понятие **тяжести тела**, называемой **весом**.



Определение:

Сила, с которой тело действует на опору или подвес вследствие притяжения к Земле, называется **весом тела**.

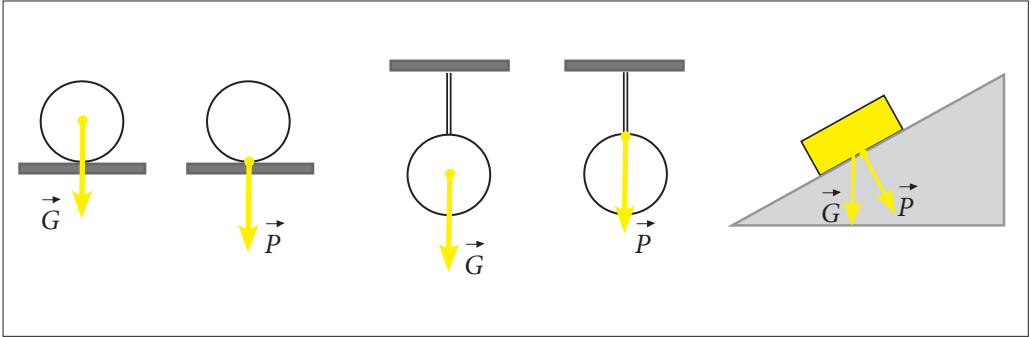
Вес тела обозначается буквой \vec{P} .

Запомни!

Сила тяжести \vec{G} и вес \vec{P} отличаются **точками приложения**.

Выскажи
свое мнение

- Внимательно рассмотрите расположенные ниже рисунки.



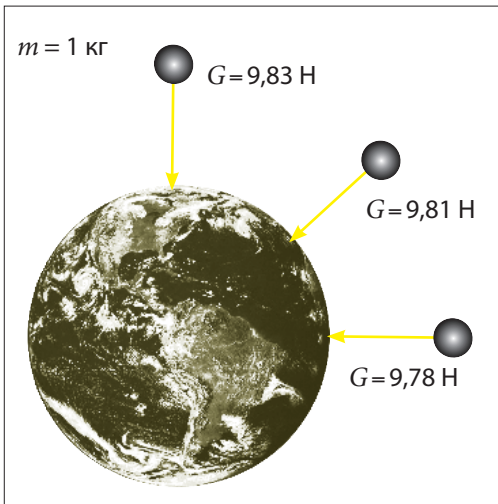
- Где находится точка приложения силы тяжести \vec{G} ? А точка приложения веса тела \vec{P} ?

Вывод: Иногда вес тела может иметь иную величину, чем сила тяжести, действующая на него.

Запомни!

Вес тела равен силе тяжести только в том случае, если тело находится в состоянии покоя или движется прямолинейно и равномерно относительно Земли.

Из курса физики VI класса вам известно, что силу тяжести можно рассчитать по формуле $G = mg$, где m – масса тела, g – гравитационное ускорение. В определённом месте на поверхности Земли g является постоянной величиной.



В географической зоне, где мы проживаем, значение постоянной g равно $9,8 \text{ Н/кг}$. То есть тело массой 1 кг притягивается к Земле с силой в $9,8 \text{ Н}$.

В разных точках земной поверхности тело массой 1 кг будет притягиваться по-разному, например:

- на Северном полюсе – с силой $9,83 \text{ Н}$;
- в Париже – с силой $9,81 \text{ Н}$;
- на экваторе – с силой $9,78 \text{ Н}$.

Величина постоянной g зависит от расстояния до центра планеты.

Например, в горах её величина меньше, чем у подножия гор.

Знаешь ли... >

На высоте 297 км величина постоянной g равна уже не 9,8 Н/кг, а 9 Н/кг.

Узнай больше >

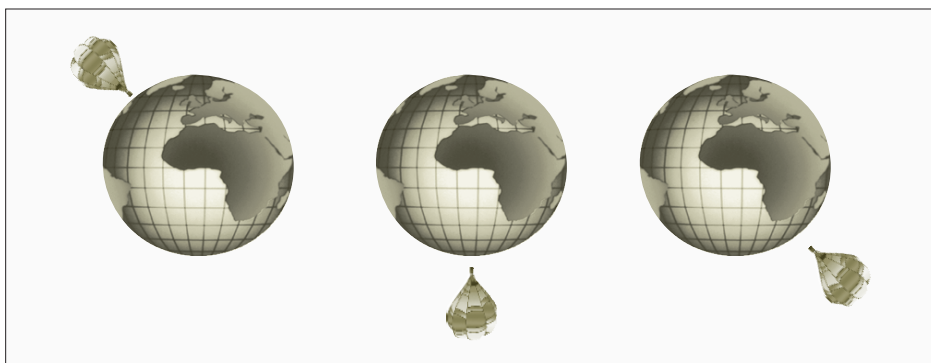
Соотношение $g = G/m$ зависит и от массы планеты. Чем больше масса планеты, тем больше гравитационное ускорение g .

Таблица численных значений постоянной g на поверхности некоторых небесных тел (на экваторе)

Небесное тело	Луна	Меркурий	Венера	Марс	Юпитер	Уран	Нептун
Гравитационное ускорение, g , Н/кг	1,6	3,7	8,8	3,8	23,5	9,8	13,5

Проверь свои знания >

1. Что называется силой тяжести? Что называется весом тела?
2. Перепишите в тетрадь предложения, дополнив их:
 - а) Сила тяжести направлена...
 - б) Знак направления силы тяжести...
3. Представьте графически силу тяжести и вес тела в двух случаях:
 - а) тело находится на горизонтальной поверхности;
 - б) тело подвешено вертикально.
4. Чем отличаются сила тяжести и вес тела? В каком случае эти силы равны?
5. Нарисуйте в тетради динамометр, на крючке которого закреплен шар. Укажите на рисунке вектор силы тяжести, действующей на шар, и вектор веса шара.
6. Согласны ли вы с утверждением: „Вес мешка сахара равен 50 кг“?
7. Представьте на рисунке векторы сил тяжести, которые действуют на воздушный шар.



8. Определите вес грузовика массой 2,4 тонны.

1.4. Сила упругости

На этом уроке вы узнаете о силах, которые появляются при деформации тел.

Информация

Известно, что при взаимодействии тела могут деформироваться. Например, пружина удлиняется, если к ней подвешивают груз (рис. 1). То же происходит с металлической линейкой, расположенной на двух опорах,

если на нее поставить гирию (рис. 2, а). При прекращении воздействия тело принимает исходную форму (рис. 2, б). Подобные деформации называются **упругими**.

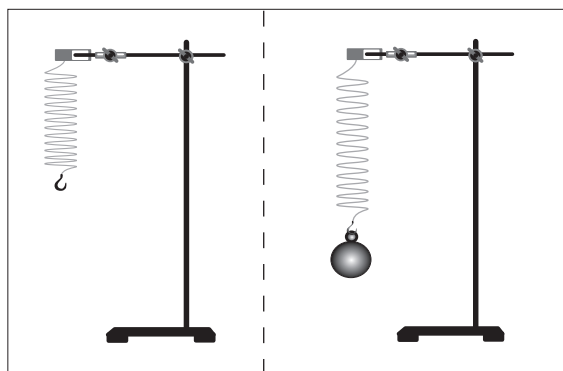


Рис. 1 а)

б)

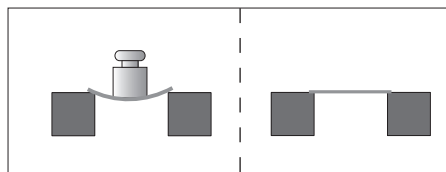


Рис. 2 а)

б)

Вывод: При прекращении действия деформирующей силы упруго деформированное тело под действием другой силы возвращается к исходной форме.

Определение:

Сила, под действием которой упруго деформированное тело принимает исходную форму, называется **силой упругости**.

Сила упругости обозначается $\vec{F}_{\text{упр}}$ и, как любая сила, характеризуется:

- **точкой приложения**, которая совпадает с точкой приложения деформирующей силы;
- **модулем**, который равен модулю деформирующей силы ($F_{\text{упр}} = P$);
- **направлением**, которое совпадает с направлением деформирующей силы;
- **знаком направления вектора**, который противоположен знаку направления вектора деформирующей силы.

Например, если к пружине подвесить тело массой m , пружина деформируется (рис. 3). Сила упругости имеет тот же модуль, ту же точку приложения и направлена вдоль той же линии действия, что и деформирующая сила (вес тела, в данном случае), но ее направление противоположно направлению деформирующей силы.

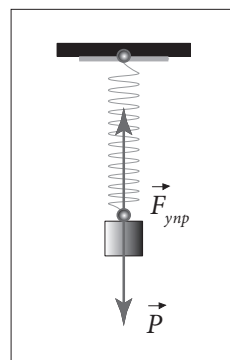


Рис. 3

Практическая деятельность

Лабораторная работа. Закон упругих деформаций

Необходимые приборы и материалы: пружина, штатив, набор маркированных грузов, линейка.

Цель работы: Установление зависимости абсолютного удлинения пружины ($\Delta l = l - l_0$) от деформирующей силы.

Ход работы:

- Составьте план лабораторной работы.
- Согласно составленному плану проведите опыты.
- Полученные результаты занесите в таблицу:

Порядковый номер опыта	l_0 (м)	m (кг)	$F = P$ (Н)	l (м)	$\Delta l = l - l_0$ (м)	$k = \frac{F}{\Delta l} \left(\frac{\text{Н}}{\text{м}} \right)$

Определение:

Величина k , равная отношению деформирующей силы F к абсолютному удлинению тела Δl , называется **жесткостью тела**.

$$\text{Жесткость тела} = \frac{\text{деформирующая сила}}{\text{абсолютное удлинение}}$$

Математически это утверждение записывается следующим образом:

$$k = \frac{F}{\Delta l}$$



Единица измерения жесткости k в СИ:

$$[k]_{СИ} = \frac{[F]_{СИ}}{[\Delta l]_{СИ}} = \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Жесткость характеризует **упругость** тела. Ее можно назвать **постоянной упругости**.

Запомни!

- Абсолютная деформация пропорциональна деформирующей силе, то есть $\Delta l \sim F$.

Так как сила упругости $F_{упр}$ равна по модулю деформирующей силе F ,

$$F_{упр} = k\Delta l.$$

Это отношение называется **законом упругой деформации**.

Закон упругой деформации позволяет изготавливать **приборы для измерения** силы.

Практическая деятельность

Лабораторная работа. Градуировка динамометра

Необходимые приборы и материалы: штатив, динамометр (его шкала закрывается бумагой), 3-5 маркированных грузов по 102 г каждый, линейка.

Ход работы:

- Укрепите на штативе динамометр и обозначьте начальное положение стрелки динамометра (рис. 4). Это будет нулевая отметка.
- Добавляйте к крючку динамометра по одному маркированному грузу.
- Каждый раз отмечайте положение стрелки динамометра. Оно будет соответствовать делениям «1», «2» и т.д.
- Сравните расстояния между делениями.
- Сделайте разметку, соответствующую десятым долям ньютона.

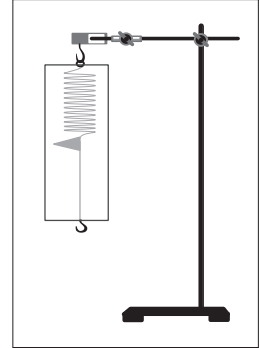


Рис. 4

Проверь свои знания

1. Что такое сила упругости?
2. Что называется упругой деформацией? Что такое деформирующая сила?
3. Каковы причины возникновения силы упругости?
4. Чем характеризуется сила упругости?
5. На пружину в т. *A* действует деформирующая сила \vec{F} (рис. 5), направленная а) вправо; б) влево. Нарисуйте в тетради схему и укажите деформирующую силу и силу упругости для обоих случаев.
6. Рассмотрите изображение справа. Нарисуйте в тетради натянутый лук со стрелой и укажите деформирующую силу и силу упругости.
7. Напишите математическое выражение закона упругой деформации и назовите физические величины, характеризующие закон упругой деформации.

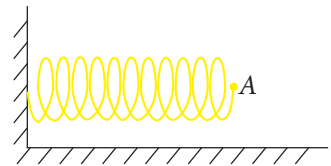
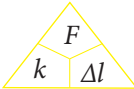


Рис. 5



8. Используя треугольник , определите:

а) $k =$ б) $\Delta l =$ в) $F =$

9. Какая сила действует на пружину жесткостью 10 Н/м, если её абсолютное удлинение равно 2 см?

1.5. Сила трения

Информация > Любое движение на Земле имеет свое начало и свой конец. К примеру, на ледяной горке сани скользят очень быстро, но все-таки через какое-то время останавливаются. Их скорость уменьшается до нуля, поскольку на сани действует сила, противоположная движению.

Определение: > Сила, которая противодействует движению одного тела по поверхности другого, называется **силой трения**

Сила трения обозначается $\vec{F}_{тр}$.

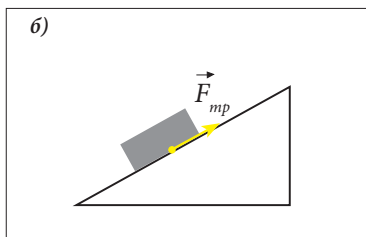
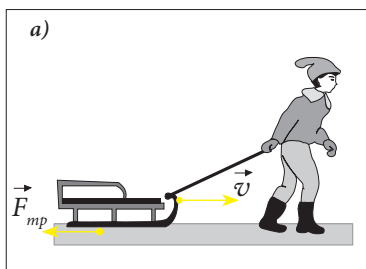


Рис. 1

Эта сила всегда направлена **противоположно** движению одного тела по поверхности другого (рис. 1, а).

Если тело находится в состоянии покоя, сила трения направлена в сторону, **противоположную** возможному движению тела (рис. 1, б).

Именно благодаря силе трения мы не скользим при ходьбе, вбитый гвоздь не выходит из доски, завязанные шнурки не развязываются самостоятельно и т.д.

Какие причины приводят к появлению силы трения?

- Одна из причин – существование шероховатостей на соприкасающихся телах (рис. 2, а), даже на тех поверхностях, которые нам кажутся очень гладкими. Силу трения можно существенно уменьшить, если между трущимися поверхностями твердых тел поместить тонкий слой сглаживающей жидкости (например, масла) (рис. 2, б).

Силу трения можно и увеличить. При этом шероховатости делаются более выраженными. Например, во

время гололеда на колеса автомашин надеваются цепи (рис. 3, а), а зимняя обувь изготавливается с рифленой подошвой, чтобы опасность поскользнуться на снегу была минимальной (рис. 3, б).

- Другая причина силы трения – взаимное притяжение молекул соприкасающихся тел, которые находятся в непосредственном контакте.



Рис. 2

а)

б)

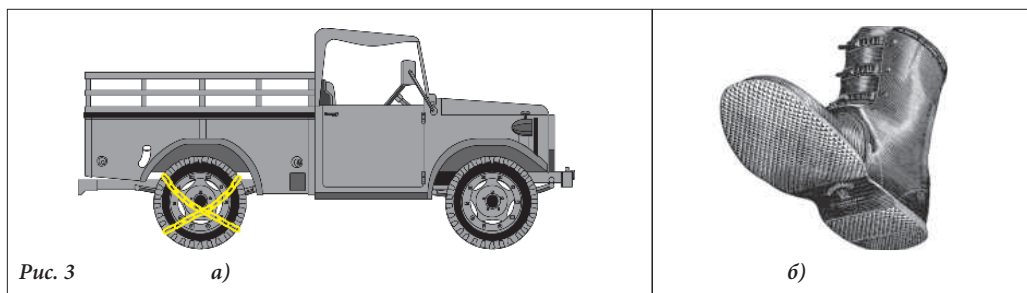


Рис. 3

а)

б)

Практическая деятельность

Лабораторная работа. Исследование трения

Необходимые приборы и материалы: динамометр, деревянный брусок с крючком, маркированные грузы, валик.

Ход работы:

- Зацепите динамометр к крючку деревянного бруска, на котором расположен груз, (рис. 4). Плавно потяните за динамометр. Что вы наблюдаете?

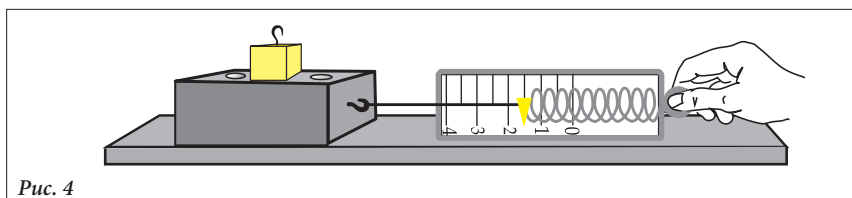


Рис. 4

- Если динамометр тянуть с постоянной скоростью, он будет показывать величину силы трения.
- Повторите эксперимент, положив брусок на меньшую из его боковых сторон. Зависит ли сила трения от площади соприкасающихся поверхностей?
- Повторите эксперимент, прикрепив к крючку динамометра валик (рис. 5).



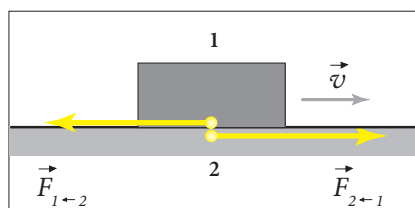
Рис. 5

- Сравните показания динамометра в двух случаях:
 - валик катится по столу;
 - валик скользит по поверхности стола.
- Приведите примеры использования цилиндров (или шаров) для уменьшения силы трения.
- Сформулируйте соответствующие выводы.

Узнай больше!

При соприкосновении двух тел, которые скользят одно относительно другого, появляются две силы трения, называемые **силами трения скольжения** (см. рисунок рядом).

Эти силы имеют одинаковый модуль, ориентированы вдоль контактной плоскости и направлены в противоположные стороны.



Проверь
свои знания

1. Что такое сила трения?
2. Назовите причины возникновения сил трения.
3. В каком случае сила трения больше: при качении или при скольжении?
4. Как измеряется сила трения?
5. Назовите характеристики силы трения.
6. Приведите примеры из техники, когда силу трения намеренно увеличивают или уменьшают.
7. Представьте графически силы трения, действующие на тела, указанные на рис. 6 (стрелки показывают направление движения тел).

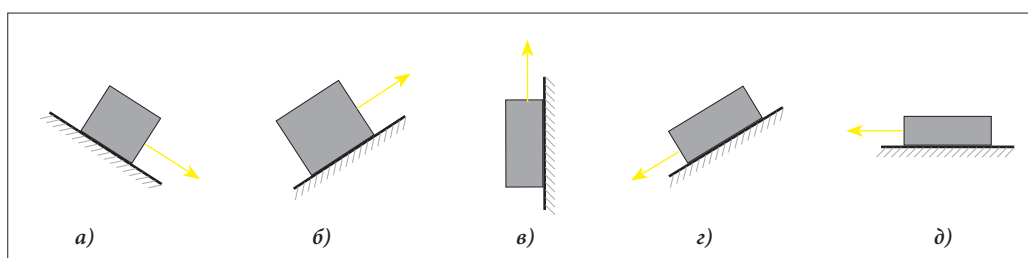
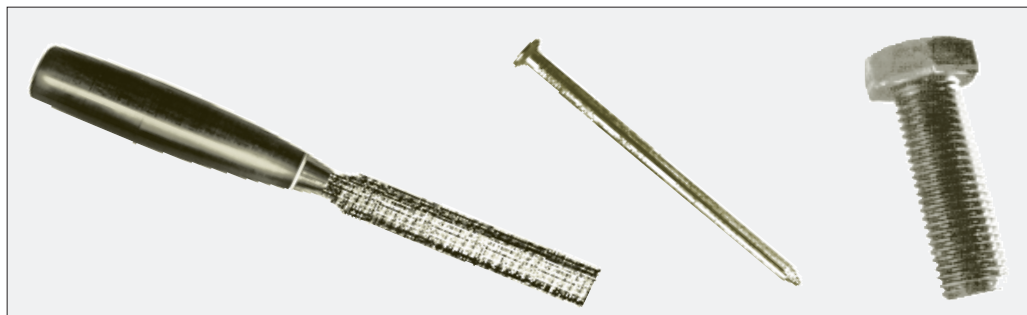


Рис. 6

8. Посмотрите на рисунок, расположенный рядом. Как направлены силы трения во время движения лыжницы?
9. Рассмотрите предметы, представленные ниже. Что делается для увеличения или уменьшения сил трения, появляющихся при контакте этих тел с другими?



Обобщение

В природе все тела взаимодействуют. Взаимодействие и движение являются фундаментальными физическими понятиями, которые существуют неразрывно один от другого и объясняются **причинно-следственными** связями. Взаимодействие является **причиной**, а смена механических состояний тела является **следствием**.

Движение тела при отсутствии воздействия со стороны других тел называется **движением по инерции**. Свойство физического тела сопротивляться изменению скорости называется **инертностью**.

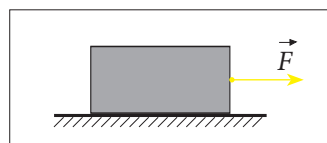
Свойство физического тела или явления, которое можно измерить, называется **физической величиной**. Физическая величина, которая характеризуется численным значением и ориентацией (направлением и знаком направления), называется **векторной физической величиной**.

Физическая величина, которая характеризует инертность тела, называется **инертной массой**. Масса тела обозначается буквой m . Единица измерения в СИ – килограмм (кг).

Физическая величина, характеризующая воздействие одного тела на другое, называется **силой**. Сила является векторной физической величиной, обозначается буквой \vec{F} . Численное значение силы \vec{F} является модулем вектора силы и обозначается $|\vec{F}|$ или F . Единица измерения силы в СИ – **ньютон (N)**. Численную величину силы определяют с помощью динамометра.

Вектор силы, как любая векторная физическая величина, характеризуется:

- **модулем** (численным значением);
- **началом** (точкой приложения);
- **направлением**;
- **знаком направления**.



В механике различают такие виды силы:

- сила тяжести;
- вес;
- сила упругости;
- сила трения.

Сила тяжести является силой действия на расстоянии, а вес, сила упругости и сила трения – контактными силами.

Сила тяжести и вес возникают в результате притяжения Земли, но сила тяжести является силой, с которой тело притягивается Землей, а **вес** этого тела является силой, с которой оно действует на опору или подвес.

Силой упругости называется сила, под действием которой упруго деформированное тело принимает исходную форму.

Силой трения называется сила, противодействующая движению одного тела по поверхности другого.

ПРОВЕРЬ СЕБЯ

Тест предназначен для того, чтобы вы могли определить уровень знаний, сформированных вами при изучении данной главы.

I. На задания 1-2 дайте краткий ответ.

1. Продолжите утверждения так, чтобы они были правильными:
- а) Движение тела при отсутствии воздействия со стороны других тел называется — 1 балл
 - б) Результат действия силы на тело зависит не только от ее численного значения, но и — 1 балл
 - в) Физические величины, которые характеризуются не только численным значением, но и ориентацией, называются ... — 1 балл
 - г) Сила, под действием которой упруго деформированное тело принимает исходную форму, называется — 1 балл
 - д) Сила, противодействующая движению одного тела по поверхности другого, называется — 1 балл
 - е) Тело, которое труднее изменяет свою скорость, называется — 1 балл
 - ж) Пройденным путем называется длина — 1 балл
 - з) Сила трения направлена — 1 балл
 - и) Весом называется сила — 1 балл
 - к) Сила, с которой Земля притягивает тела, находящиеся вблизи нее, называется — 1 балл

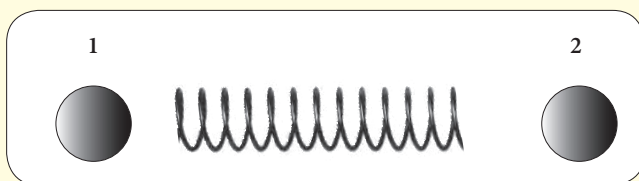


2. Переведите в СИ:

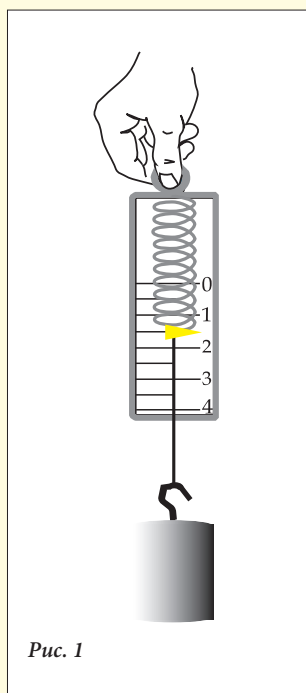
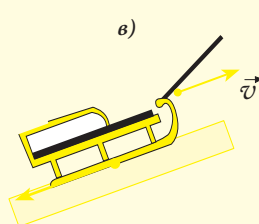
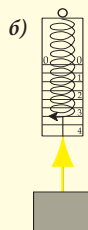
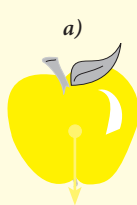
- а) $2,5 \text{ т} = \dots$ — 1 балл
- б) $350 \text{ мг} = \dots$ — 1 балл
- в) $10,5 \text{ г} = \dots$ — 1 балл
- г) $0,45 \text{ т} = \dots$ — 1 балл
- д) $30 \text{ мг} = \dots$ — 1 балл
- е) $0,8 \text{ г} = \dots$ — 1 балл

3. На рисунке представлены два шара после взаимодействия с пружиной. У какого из этих шаров масса больше?

Напишите ответ: — 3 балла



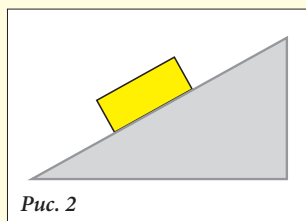
4. Отметьте, какая сила представлена на каждом из рисунков..... — по 1 баллу



5. Определите жесткость пружины динамометра (рис. 1), если расстояние между делениями его шкалы 0 и 1 равно 2 см.
 $k = \dots$ — 3 балла
 Каково значение силы тяжести, действующей на подвешенный груз?
 $G = \dots$ — 1 балл

II. На задания 6-8 дайте полный ответ.

6. Определите вес астронавта массой 100 кг:
 а) на Луне — 2 балла
 б) на Марсе — 2 балла
7. Определите абсолютное удлинение пружины жесткостью 50 Н/м, если:
 а) на нее действуют с силой 1 Н — 1 балл
 б) к ней подвешено тело массой 200 г — 2 балла
8. Как направлена сила трения, которая действует на брус (рис. 2), если:
 а) брус находится в покое — 1 балл
 б) брус равномерно движется по плоскости вверх — 1 балл
 в) брус равномерно движется по плоскости вниз — 1 балл



III. Напишите эссе на тему „Силы в природе”, в котором:

- а) охарактеризуйте каждый из изученных вами видов силы; — 4 балла
 б) приведите по одному примеру действия каждой из этих сил. — 4 балла

2. Практическая часть

2.1. Проблемные ситуации

А. Выполни упражнения

1. Рассмотрите рисунок справа. Какова роль ремня безопасности? Что случится с водителем, если автомобиль резко изменит скорость (затормозит или тронется с места)? Приведите подобные примеры.
2. На каких из приведенных ниже рисунков вы наблюдаете движение по инерции?



3. На рис. 1 представлены три автоцистерны с отмеченным уровнем воды в них.

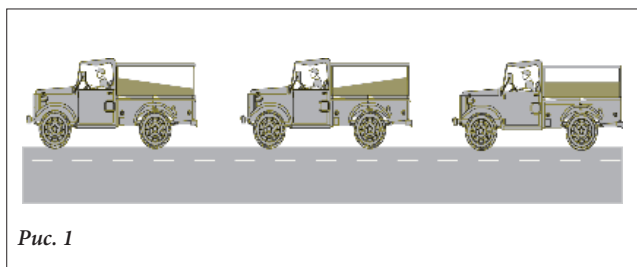


Рис. 1

Какая из автоцистерн:

- тормозит;
- находится в покое (или движется равномерно);
- трогается с места?

4. На рисунке изображены физические тела, которые движутся с постоянной скоростью (самолет – направо, аэростат – вверх). Какие ошибки допущены в изображении траекторий тел, выпавших из самолета и из аэростата? Нарисуйте в тетради правильные траектории движения этих тел.



5. Мальчик выпрыгнул из лодки, и она приобрела определенную скорость. Эта скорость оказалась меньше, чем скорость мальчика после этого прыжка. Сравните массу мальчика с массой лодки.

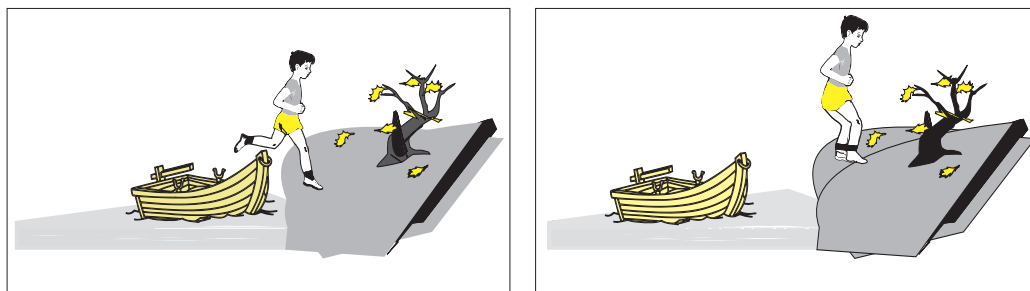


Рис. 2

6. На рис. 3 массы лодок и массы детей равны. Объем мешков одинаков. В какой лодке находятся мешки с мукой, а в какой мешки с отрубями?

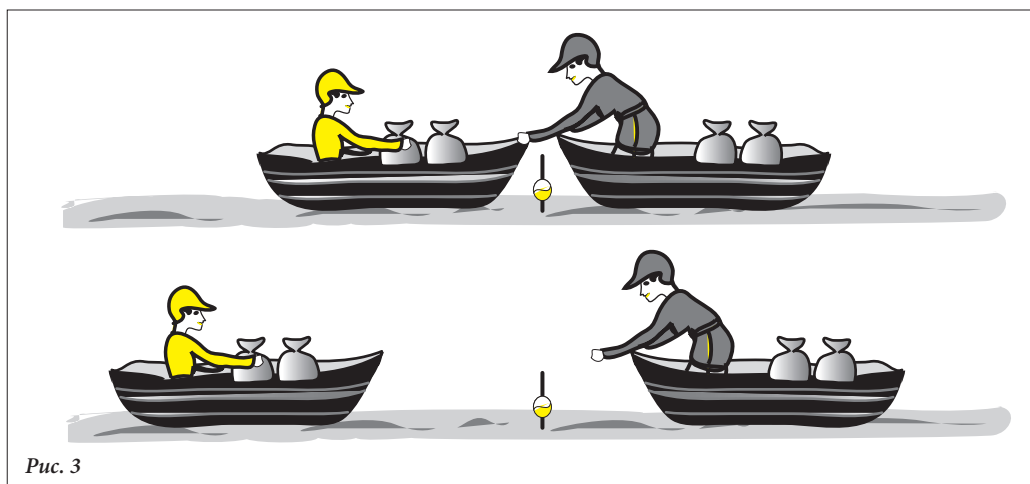
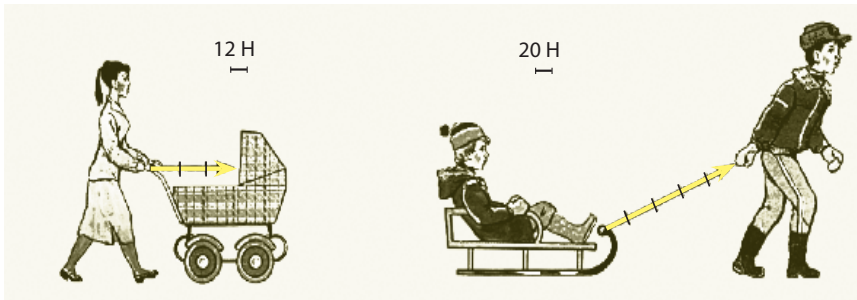


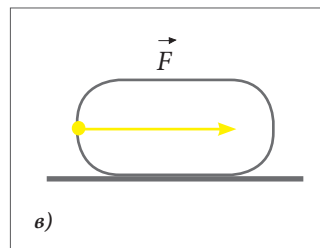
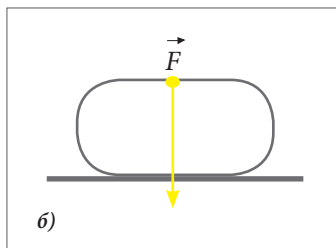
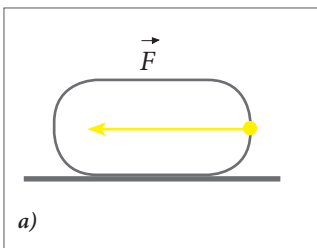
Рис. 3

7. Опишите этапы взвешивания какого-либо физического тела.
8. Заполните пустые клеточки характеристиками векторных величин:

9. Руководствуясь указанными шкалами, определите модули сил.



10. Рассмотрите внимательно рисунки.



Укажите, когда тело:

- а) движется вправо;
- б) движется влево;
- в) находится в покое?

11. Определите модуль результирующей двух сонаправленных сил

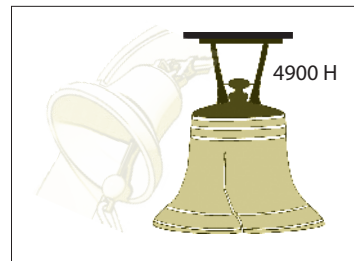
$\vec{F}_1 = 8 \text{ Н}$ и $\vec{F}_2 = 4 \text{ Н}$ для двух случаев (рис. 4, а, б).



Рис. 4

12. Нарисуйте два сонаправленных вектора, которые соответствуют силам 3 Н и 5 Н. Определите их результирующую \vec{R} для двух случаев:

- а) векторы направлены одинаково;
- б) векторы направлены противоположно.



13. Колокол действует на подвес с силой 4900 Н. Определите массу колокола.

14. Космический аппарат, с помощью которого Нейл Армстронг и Эдвин Элдрин 20 июля 1969 г. приземлились на Луне, был массой 14 700 кг. Определите вес этого аппарата на Луне.

15. Динамометр, к которому подвешено тело, показывает 16 Н. Какими были бы его показания на Луне?
16. Заполните таблицу:

	g , Н/кг	m , кг	G , Н
Земля		5	
Луна		7	
Марс			90

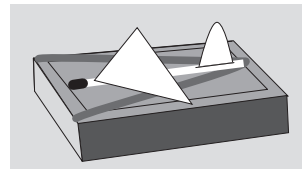
17. Деревянный брусок имеет размеры 10 x 4 x 3 см. Найдите объем бруска, его массу и вес на горизонтальной плоскости, если известно, что плотность дерева равна 500 кг/м³.
18. Какой должна быть масса скафандра, чтобы вес астронавта на Луне был равен весу его собственного тела на Земле? Масса тела астронавта $m = 80$ кг.
19. Вычислите разницу между весом одной тонны на Северном полюсе и на экваторе.
20. На пружину действует сила 20 Н, под действием которой она удлиняется на 4 см. Определите ее жесткость.
21. На сколько удлинится пружина, на которую действует сила 4 Н, если ее жесткость $k = 40$ Н/м?
22. На пружину действует сила 15 Н, под действием которой она удлиняется на 3 см. На сколько сантиметров удлинится пружина, если на нее будет действовать сила 25 Н? Какая сила действует на пружину, если она удлиняется на 4 см?
23. К пружине подвешено тело объемом 0,001 м³ и плотностью 500 кг/см³. Определите удлинение пружины, если ее жесткость равна 100 Н/м.
24. К крючку динамометра подвешен другой динамометр, а к нему, в свою очередь, подвешен груз массой 100 г. Определите разницу показаний динамометров, учитывая, что масса второго динамометра равна 20 г.
25. Представьте графически силу трения между подошвой обуви и полом в двух случаях:
– в начале движения; – при торможении.
26. В каком случае сила трения между двумя свинцовыми пластинами больше: когда пластины отшлифованы или когда они не отшлифованы? Аргументируйте ответ.
27. Санки движутся равномерно и прямолинейно по горизонтальной поверхности под действием силы 250 Н, направленной в сторону движения. Определите величину силы трения.

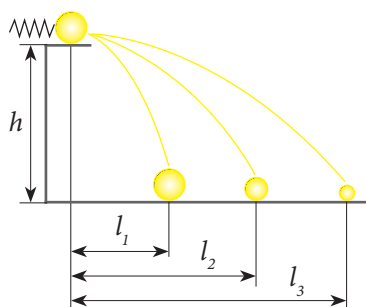


28. Определите величину силы, необходимую для равномерного прямолинейного передвижения каменного блока массой 100 кг по горизонтальной поверхности. Сила трения составляет 40% от веса блока.
29. Деревянный блок передвигают по горизонтальной поверхности с помощью пружины с жесткостью 50 Н/м. Определите массу блока, если известно, что пружина удлинилась на 2,5 см, а сила трения составляет 20% от веса тела.

В. Экспериментируй

1. Составьте план взвешивания капли воды. Подберите необходимое оборудование и проведите эксперимент.
2. Как прикрепить рукоятку к молотку? Объясните ваши действия.
3. Изготовьте из картона две стрелки и расположите их так, чтобы:
 - а) их точки приложения и ориентация совпали;
 - б) точка приложения была одна, а направления – взаимно перпендикулярны;
 - в) точка приложения была одна, а знаки направления – противоположны;
 - г) точка приложения первой стрелки совпадала с концом второй стрелки;
 - д) точки приложения не совпали, а направление и знаки направления были одинаковы
4. Изготовьте динамометр, в котором пружина заменена упругой металлической линейкой.
5. У вас в распоряжении два одинаковых динамометра. Каждый из них предусмотрен для измерения сил от 0 до 4 Н. Можно ли с помощью этих динамометров измерить силу в 6 Н?
6. Изготовьте самолет и пусковую установку для него, как показано на рисунке рядом. Измерьте максимальную силу упругости этой установки.
7. Изготовьте из подручного материала катапульту. Перечислите ее характеристики. Что можно предложить для улучшения ее характеристик?
8. Отвинтите шуруп, затем смажьте его техническим маслом и завинтите обратно. Сравните свои усилия при отвинчивании и завинчивании этого шурупа.
9. Имея в распоряжении динамометр и деревянный брусок, определите силу трения, возникающую между бруском и столом. Как изменится эта сила, если поверхность стола будет стеклянной?





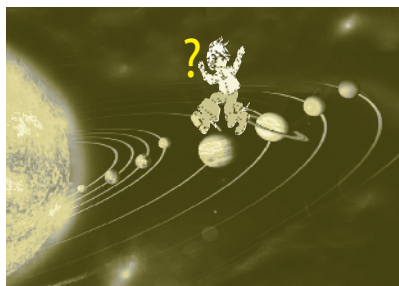
10. Имея в распоряжении три шара массами 1 кг, 0,5 кг и 0,25 кг, пружину и линейку, проделайте следующий эксперимент. Прилагая одинаковую силу, столкните по очереди эти шары с подставки высотой h при помощи пружины, действующей горизонтально, и определите:

- расстояния, на которые упадут три шара от места воздействия (l_1, l_2, l_3);
- отношение между этими расстояниями и массами соответствующих шаров.

Сформулируйте выводы.

С. Исследуй

- Известно, что единица массы драгоценных камней – *карат*. Найдите сведения о самом большом алмазе, найденном к настоящему времени. Какова его масса, выраженная в граммах?
- Напишите сообщение о совершенствовании инструментов для измерения массы.
- Бывает, что нечестные работники торговли с помощью махинаций с весами обманывают покупателей. Как разоблачить таких продавцов?



- Определите вес своего тела на поверхности различных планет. На какой планете его вес будет наибольшим?
- В начальный момент движения лифта вверх мы чувствуем, что будто притягиваемся полом лифта. Изменяется ли при этом:
 - сила тяжести, действующая на нас;
 - наш вес;
 - наша масса?
- Найдите данные об античных катапультах. Что использовалось в них в качестве упругого тела?
- Имея в распоряжении два динамометра и три маркированных груза, предложите план эксперимента.
- Имея в распоряжении две пружины одинаковой жесткости и один маркированный груз, определите, как изменяется жесткость пружин при их последовательном и параллельном соединении.
- Положите на один конец линейки коробок спичек. Приподымайте этот конец до тех пор, пока коробок не начнет скользить по линейке. Изобразите на рисунке: линейку, коробок, силу трения, действующую на коробок, силу трения, действующую на линейку.
- При строительстве египетских пирамид использовались огромные каменные блоки. Найдите информацию о том, как их перемещали.
- Напишите сообщение об эволюции колесного транспорта.

СУММАТИВНЫЙ ТЕСТ

Данный тест предлагается для определения уровня знаний, приобретенных вами при изучении главы «Сила».

I. В заданиях 1-4 дайте полное решение.

- Показания динамометра на Луне – 12 Н.
 - Определите массу тела, подвешенного к динамометру — 2 балла
 - Определите вес этого тела на Земле — 1 балл
- Под действием силы 5 Н пружина удлинилась на 2 см. Определите массу тела, под действием которого пружина удлинится на 5 см ($g = 10 \text{ Н/кг}$). — 4 балла
- Ученик подвесил к пружине деревянный брусок массой 1 кг. Пружина удлинилась на 2 см. С помощью этой же пружины брусок стали тянуть по горизонтальной поверхности. При этом пружина удлинилась на 1 см. Определите:
 - жесткость пружины – — 2 балла
 - величину силы трения – — 2 балла
- Определите жесткость пружины, соединяющей локомотив и прицеп массой 1 т, если известно, что при движении локомотива с постоянной скоростью она удлиняется на 2 см. Сила трения составляет 10% от веса прицепа. — 5 баллов

II. В заданиях 5-6 предложите план действий.

- Имея в распоряжении пружину, линейку, маркированный груз 100 г и куб неизвестной массы, предложите план исследования, которое:
 - определит вес куба. — 3 балла
 - продемонстрирует закон упругой деформации. — 2 балла
 - определит силу трения при движении куба по горизонтальной поверхности. — 1 балл
 - определит плотность вещества, из которого изготовлен куб. — 2 балла
- Имея в распоряжении линейку, пружину, тело неизвестной массы, деревянный брусок и гвоздь, предложите план изготовления пружинных весов. — 5 баллов

Глава 3

АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ. СИЛА АРХИМЕДА

1. Теоретическая часть

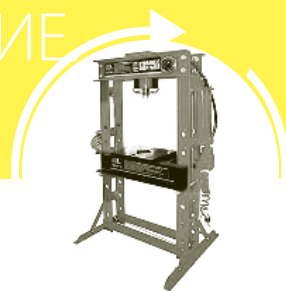
- 1.1. Давление твердых тел
- 1.2. Давление в жидкостях
- 1.3. Давление в газах.
Закон Паскаля
- 1.4. Сообщающиеся сосуды
- 1.5. Атмосферное давление
- 1.6. Сила Архимеда.
Условия плавания тел
Обобщение
Проверь себя

2. Практическая часть

- 2.1. Проблемные ситуации
 - А. Выполни упражнения
 - В. Экспериментируй
 - С. Исследуй
- Суммативный тест



Глава 3. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ СИЛА АРХИМЕДА



1. Теоретическая часть

1.1. Давление твердых тел

Информация > Из §3 предыдущей главы вы уже знаете, что результат воздействия силы зависит не только от её величины, но и от направления. На этом уроке мы ответим на один очень важный вопрос: как зависит результат воздействия силы от площади контактной поверхности.

Ответ на этот вопрос можно найти выполнив следующий эксперимент.

Эксперимент > Нажмите на согнутый в виде буквы **U** гвоздь, опирающийся обоими концами на резиновую поверхность (рис. 1). Какой конец гвоздя легче войдет в резину, если в точках **A** и **B** действуют равные силы.

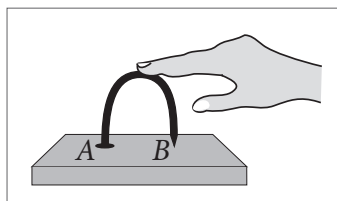


Рис. 1

Вывод: Результат действия данной силы зависит не только от ее модуля и ориентации, но также и от площади поверхности, на которую эта сила действует. Насколько ее площадь меньше, настолько результат действия силы будет больше.

Для характеристики **эффекта силы**, действующей перпендикулярно к поверхности, необходимо ввести новую физическую величину.

Определение: > Скалярная физическая величина, равная отношению модуля силы, действующей перпендикулярно поверхности, к площади этой поверхности, называется **давлением**.

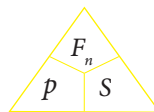
Из определения ясно, что давление вычисляется при помощи формулы:

$$\text{Давление} = \frac{\text{нормальная сила}}{\text{площадь поверхности}} .$$

Нормальная сила – это сила, которая действует перпендикулярно поверхности.

Если обозначим давление буквой p , то это утверждение математически будет представлено следующим образом:

$$p = \frac{F_n}{S} , \quad (1)$$



где F_n – это сила, действующая перпендикулярно к поверхности, а S – площадь поверхности.

Единицей измерения давления в системе СИ является паскаль (Па).

Определение:

1 Па – это давление, производимое силой 1 Н, действующей перпендикулярно к поверхности площадью 1 м².

$$[p]_{СИ} = \frac{[F_n]_{СИ}}{[S]_{СИ}} = \frac{Н}{м^2}. \quad \text{Следовательно: } 1\text{Па} = 1 \frac{Н}{м^2}.$$

Пример: Давление, передаваемое телом массой 102 г на поверхность площадью 1 м², равно 1 Па.

В практике наряду с паскалем используются и другие единицы измерения давления:

1 торр (торр) = 1 мм ртут. столба = 13,6 мм Н₂О ≈ 133,3 Па;

1 атм (физическая атмосфера) = 1,013 · 10⁵ Па;

1 ат (техническая атмосфера) = 98066,5 Па;

1 бар (бар) = 100000 Па.

Кроме этих единиц измерения используются производные паскаля: гектопаскаль (гПа) и килопаскаль (кПа).

1 гПа = 100 Па;

1 кПа = 1000 Па.

Историческая справка

Единица измерения *паскаль* названа в честь знаменитого французского ученого **Блеза Паскаля**.

Блез Паскаль (1623 – 1662) – выдающийся французский ученый, который сделал ценный вклад в математику, физику и технику. Еще в возрасте 12 лет он заново открыл геометрические теоремы Евклида. В физике Блез Паскаль сделал два фундаментальных открытия в области гидростатики: открыл закон о давлении в жидкостях и газах, который носит его имя, и дал научное объяснение атмосферному давлению. Он сконструировал гидравлический пресс, который и по сей день широко используется в технике. Блез Паскаль в своей научной деятельности поддерживал идею о том, что в основе изучения физики должен быть эксперимент.



Проверь свои знания

1. Заполните таблицы:

На лыжах стоят	школьник	молодой человек	мужчина	
Вес, Н	400	800	1000	
Площадь поверхности лыж, м ²	0,24	0,24	0,24	
Давление, Па				
Опора	коньки	туфли на каблучке	кроссовки	лыжи
Вес, Н	650	650	650	650
Площадь поверхности взаимодействия, м ²	0,0012	0,008	0,045	0,24
Давление, Па				

2. Вычислите давление, производимое жалом осы с площадью острия $0,000.000.000.003 \text{ см}^2$, если её жало действует с силой $0,0001 \text{ Н}$. Сравните это давление с результатом, полученным в упр. 4.

3. Молотком ударили по гвоздю и по шурупу (рис. 2). Какой из этих предметов произвел большее давление на доску, если удары были сделаны с одинаковой силой? Аргументируйте ответ.

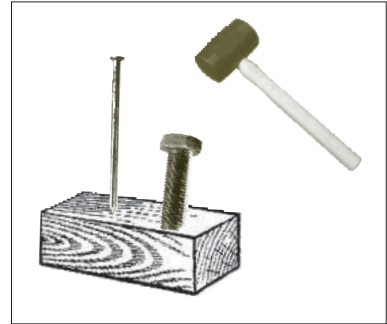
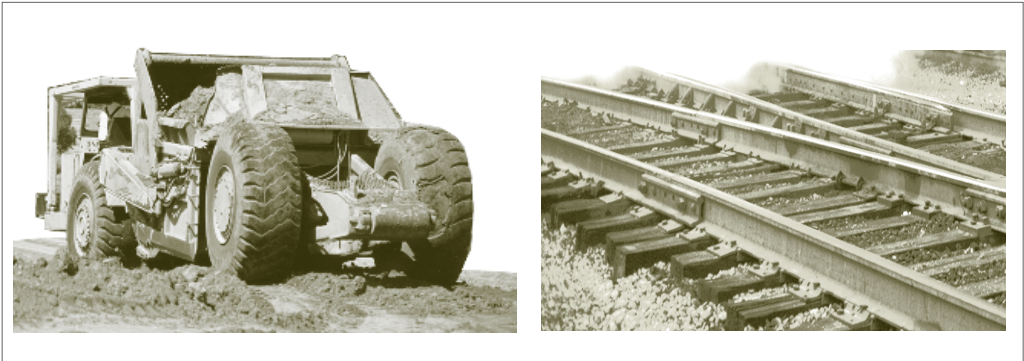


Рис. 2

4. Внимательно рассмотрите иллюстрации, расположенные ниже.



- Почему у тяжелых грузовиков широкие колеса?
- Почему железнодорожные рельсы крепятся на широких шпалах?
- Что бы произошло, если шпалы или колеса грузовика были узкими?
- Приведите подобные примеры.

5. Объясните назначение наперстка (рис. 3).

6. Определите давление, оказываемое ведром весом 100 Н на стул, если площадь контактной поверхности составляет 400 см^2 .



Рис. 3

7. Определите площадь поверхности лыж, если известно, что вес лыжника 640 Н , а давление, оказываемое им на снег равно 1 кПа .

8. Площадь контактной поверхности кирпича с полом равна 200 м^2 . Определите вес кирпича, если известно, что он оказывает на пол давление равное 1 кПа .

9. Определите давление, оказываемое кубом массой 500 г с длиной ребра 10 см .

1.2. Давление в жидкостях

Информация > На предыдущем уроке вы изучали давление твердых тел. Оказывает ли жидкость, находящаяся в сосуде, давление на его стенки и дно?
Для ответа на этот вопрос обратимся к мысленному эксперименту.

Эксперимент > Допустим, что в сосуд цилиндрической формы мы налили воду (рис. 1). Вода действует на поверхность сосуда с силой $P = mg$, направленной перпендикулярно к поверхности площадью S . Как следствие, жидкость оказывает на дно сосуда давление равное

$$p = \frac{P}{S} = \frac{mg}{S}. \quad (1), \quad \text{отсюда } m = \rho V. \quad (2)$$

Объем жидкости в цилиндре:

$$V = S \cdot h, \quad (3)$$

где h – высота столба жидкости (рис. 1).

Подставив выражения (2) и (3) в (1), получим:

$$p = \frac{\rho \cdot S \cdot h \cdot g}{S} = \rho h g.$$

Значит: $p = \rho g h$

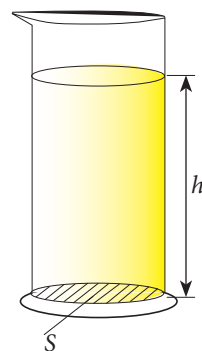


Рис. 1

Запомни! > Давление, производимое жидкостью, не зависит от площади основания сосуда. Оно зависит только от высоты столба жидкости и от ее плотности.

Определение: > Давление, производимое жидкостью, находящейся в состоянии покоя, называется **гидростатическим давлением**.

Производит ли жидкость такое же давление на стенки сосуда, как и на его дно? А на тело, находящееся в ней (в жидкости)?

Для ответа на эти вопросы нам необходимо измерить давление внутри жидкости. Для измерения давления применяется манометр. Одним из самых простых манометров является жидкостный манометр (рис. 4).

Практическая деятельность > **Измерение давления с помощью манометра**

Необходимые приборы и материалы: жидкостный манометр, шприц (2-5 мл).

Ход работы:

- Изучите составные части жидкостного манометра.

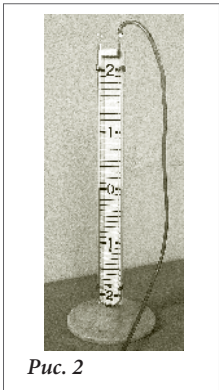


Рис. 2

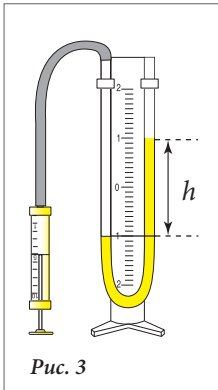


Рис. 3

На рис. 2 вы видите, что жидкостный манометр состоит из:

- стеклянной трубки в форме буквы **U**;
- подкрашенной жидкости внутри трубки;
- шкалы;
- резиновой трубки.
- Изучите принцип действия манометра:
- соедините резиновую трубку со шприцем;
- медленно нажмите на поршень шприца.
- Что вы наблюдаете?

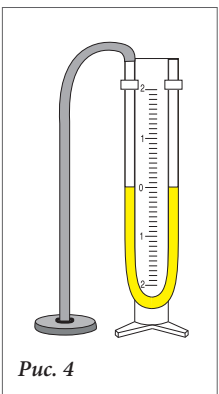


Рис. 4

Давление, производимое воздухом на жидкость в левом колене манометра, равно давлению, производимому столбом жидкости высотой h (рис. 3). Допустим, что $h = 2$ см. Тогда давление, указанное манометром, будет:

$$p = \rho g h = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,02 \text{ м} \approx 200 \text{ Па.}$$

Запомни!

Снижение уровня подкрашенной воды в трубке на 1 см указывает на то, что действует давление ≈ 100 Па.

- Соедините капсулу манометра с резиновой трубкой (рис. 4).
- Продемонстрируйте, что на одинаковой глубине давление одинаково.
- Как изменяется давление с увеличением глубины?
- Сформулируйте вывод.

Проверь свои знания

1. Внимательно рассмотрите иллюстрации.



С каким снаряжением человек может спуститься на самую большую глубину? Почему?

2. Вычислите давление на дне Марианской впадины, если ее глубина составляет 11022 м, а плотность воды $\rho = 1\,026 \text{ кг/м}^3$.
3. В один из сосудов налили чистую воду, а в другой – соленую. Где давление жидкости на дно сосуда будет больше, если известно, что уровень воды в сосудах одинаков?

4. В сосудах с рис. 5 налита одинаковая жидкость. Масса жидкости в первом сосуде в 10 раз больше массы жидкости, налитой во второй сосуд. В каком из этих сосудов жидкость оказывает большее давление на его дно?

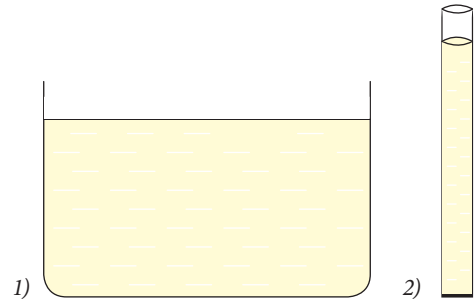


Рис. 5

5. Определите давление, оказываемое водой на уровне:
- верхнего основания цилиндра;
 - нижнего основания цилиндра (рис. 6).
6. Какое давление указывает манометр с рис. 3?
7. Определите среднее давление стоячей воды на плотину канала шириной 5 м, если уровень воды в нем достигает 4 м.

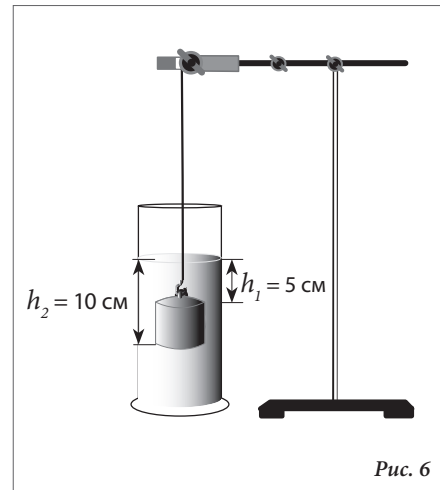


Рис. 6

8. Французский ученый Блез Паскаль в 1648 году проделал такой опыт. Он присоединил к полной бочке узкую высокую трубку (рис. 7) и с высоты балкона налил в нее воду. Бочка не выдержала и лопнула. Объясните, почему так случилось.
9. Какое давление оказывает на воду в бочке столб воды в трубе (рис. 7), если известно, что высота столба жидкости 4 м?
10. Объясните, каким образом измеряется давление с помощью жидкостного манометра.

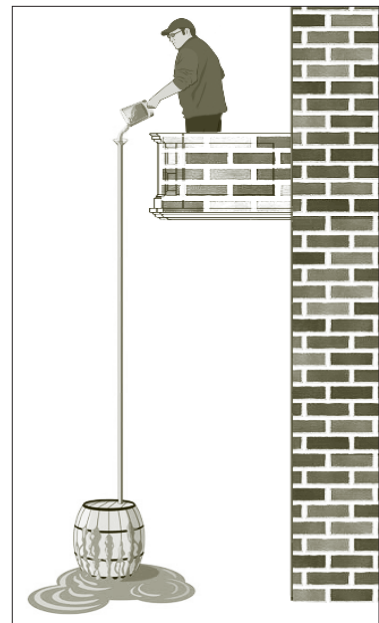


Рис. 7

1.3. Давление в газах. Закон Паскаля

Вы уже знаете, что газообразные тела состоят из мельчайших частиц. Частицы постоянно движутся и взаимодействуют не только друг с другом, но и со всем, что их окружает, например, со стенками сосуда (рис. 1).

Ударяясь о стенки сосуда, частица действует на нее с очень маленькой силой. Но поскольку число частиц огромно, действие их на стенки сосуда создаёт значительное давление.

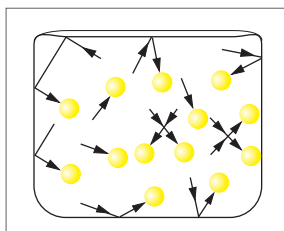


Рис. 1

Так, давление, производимое воздухом в камере автомобиля, составляет примерно 200 кПа. Факт, что давление в газах обусловлено ударами частиц, находящихся в постоянном движении, о стенки сосуда, подтверждается следующим экспериментом.

Эксперимент

Резиновый шарик с небольшим количеством воздуха в нем, помещается под стеклянный колокол (рис. 2 а). При выкачивании воздуха из-под колокола шарик увеличивается в объеме (рис. 2 б).

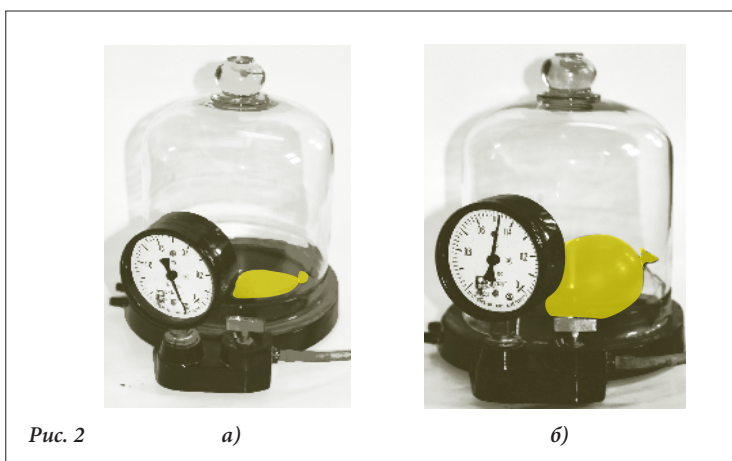


Рис. 2

а)

б)

Запомни!

Давление, производимое газом, обусловлено ударами его частиц о стенки сосуда (шарика).

При выкачивании воздуха шар под колоколом приобретает сферическую форму. Это доказывает, что газ действует на поверхность шара одинаково во всех направлениях.

А как передается давление, производимое на жидкость?

Эксперимент >

- Возьмите шприц объемом 20 мл и наполните его наполовину водой.
- Затем поверните шприц наконечником для иглы вверх и увеличьте до предела объем цилиндра.
- Проколите толстой иглой 3-4 отверстия на боковой поверхности шприца (вблизи отметок 5 и 10).
- Закройте пальцем отверстие шприца и поверните шприц вниз, резко нажав на поршень (рис. 3). Что наблюдаете?
- Сформулируйте вывод.

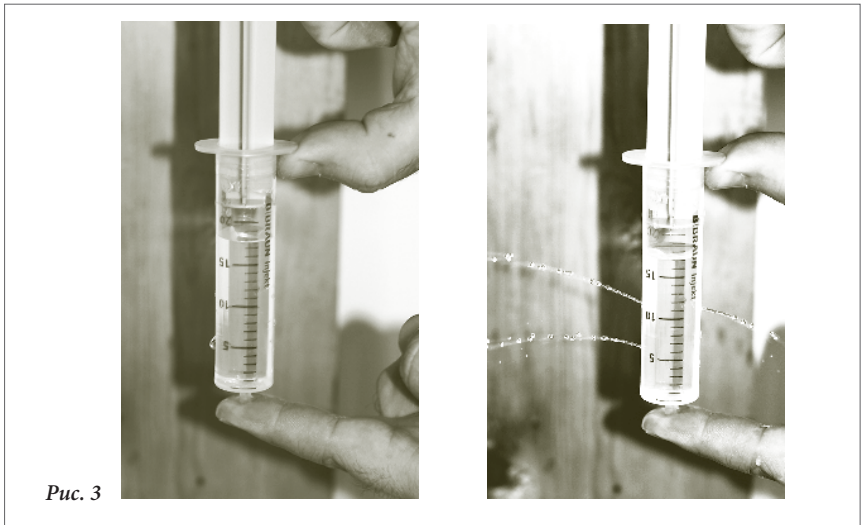


Рис. 3

Запомни! >

Давление, производимое на жидкость или газ, передается одинаково во всех направлениях.

Это утверждение называется законом Паскаля.

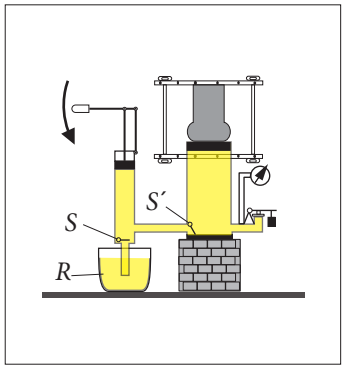


Рис. 4

Закон Паскаля лежит в основе работы гидравлического пресса. Это устройство состоит из двух цилиндров различного диаметра, сообщающихся между собой (рис. 4). Цилиндры снабжены поршнями. Пространство под поршнями заполняется жидкостью (минеральным маслом). Устройство имеет два клапана S и S' и резервуар R . При движении малого поршня вверх клапан S открывается, а клапан S' закрывается. Таким образом, часть масла из резервуара попадает в маленький цилиндр. При движении малого поршня вниз клапан S закрывается, а клапан S' открывается. Часть масла переходит в большой цилиндр.

Согласно закону Паскаля давление p_1 , производимое малым поршнем, передается без изменения всей жидкости. Жидкость, в свою очередь, производит на большой поршень давление

$$p_1 = p_2. \quad (1)$$

Поскольку $p_1 = \frac{F_1}{S_1}$, а $p_2 = \frac{F_2}{S_2}$,

значит: $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$. Или $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$ (2).

Если пренебречь силой трения, правильным будет следующее утверждение:

Запомни!

Гидравлический пресс дает выигрыш в силе во столько раз, во сколько площадь большого поршня больше площади малого поршня.

Продолжим наши рассуждения.

Допустим, малый поршень переместился вниз на расстояние h_1 . Тогда большой поршень переместится вверх на расстояние h_2 .

Объем жидкости, вытесненной из малого цилиндра в большой, равен:

$$S_1 h_1 = S_2 h_2.$$

Следовательно $\frac{S_2}{S_1} = \frac{h_1}{h_2}$ (3).

Заменяя выражение (3) в (2), получим: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{h_1}{h_2}$ (4).

Запомни!

Во сколько раз выигрываем в силе, во столько раз теряем в расстоянии.

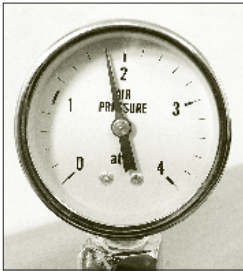


Рис. 5



Рис. 6

Это «золотое правило механики».

Давление жидкостей и газов измеряется с помощью манометров. Принцип работы манометра (рис. 5) можно проиллюстрировать игрушкой-язычком (рис. 6). Деформационный манометр обычно снабжен гибкой металлической трубкой в форме лука (рис. 7), который растягивается при увеличении давления, передвигая стрелку по шкале.



Рис. 7

Таковыми манометрами, как правило, измеряется давление масла в двигателях, давление воздуха в накачанных автомобильных камерах и т. п.

Проверь
свои знания

1. Рассмотрите иллюстрации, расположенные ниже. Давит ли воздух изнутри на стенки этих мячей и шаров? А снаружи?



2. Как изменяется давление воздуха в шинах грузовика при его разгрузке (рис. 8)?
3. В каком случае давление воздуха в камере автомобильной шины будет больше: когда стоите на ней или когда лежите?



Рис. 8

4. Почему баллоны с газом не рекомендуется хранить на солнце?
5. Объясните, почему мыльные пузыри (рис. 9) имеют сферическую форму.
6. Галилео Галилей заметил интересное явление: если ударить деревянным брусом по стеклянной бутылке, она останется целой. Но если ее наполнить водой и закрыть пробкой, а затем ударить по пробке с такой же силой, то бутылка разобьётся. Объясните, почему.
7. Если выстрелить в яйцо, сваренное вкрутую, пуля проделает в нем ровное отверстие. А если выстрелить в сырое яйцо, оно разлетится вдребезги. Почему?



Рис. 9

8. Площадь малого поршня гидравлического пресса равна 5 см^2 , а большого – 500 см^2 . Малый поршень действует с силой 500 Н . Какая сила действует на большой поршень?
9. Под действием силы в 5 Н малый поршень гидравлического пресса сместился на 10 см . Какая сила действует на большой поршень, если он сместился на 1 см ?
10. Какое давление указывает манометр с рис. 5? Переведите это значение давления в единицы СИ.

1.4. Сообщающиеся сосуды

Информация > Из курса VI-го класса вы знаете, что жидкости не имеют собственной формы. Они приобретают форму сосуда, в котором находятся.

Особый интерес представляет то, каким образом распределяется жидкость в сосудах, которые сообщаются.

Анализируй ситуацию! > • Рассмотрите иллюстрации, расположенные ниже.



- Что общего у этих сосудов?
- Что можно сказать об уровне воды в них?

Определение: > *Сосуды, которые сообщаются между собой, называются **сообщающимися сосудами**.*

Эксперимент > • Возьмите прозрачную трубку в форме буквы U (рис. 1). Налейте воду в одно из ее колен. Что вы наблюдаете?

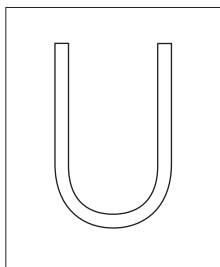


Рис. 1

- Наклоните трубку вправо, затем влево.
- Сформулируйте вывод.

Запомни! > *В сообщающихся сосудах с однородной жидкостью свободные поверхности жидкости всегда находятся на одном уровне.*

Это утверждение и есть **закон сообщающихся сосудов**.

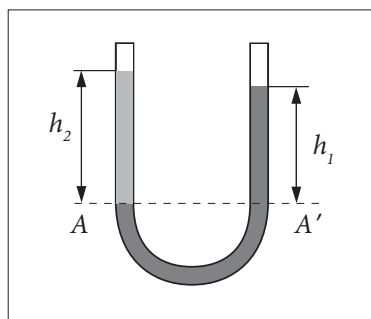


Рис. 2

Закон сообщающихся сосудов соблюдается только в том случае, когда сосуды содержат какую-то одну жидкость. Если в сосуд налиты жидкости разной плотности (к примеру: вода и растительное масло), свободные поверхности этих жидкостей находятся на разных уровнях (рис. 2).

Обозначим AA' линию разделения воды и масла. Так как ниже этой линии находится только вода, давление, производимое столбами воды и растительного масла высотой h_1 и h_2 на уровне AA' , одинаково.

То есть: $p_1 = p_2$.

Так как $p_1 = \rho_1 g h_1$, а $p_2 = \rho_2 g h_2$,

то $\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$.

Или

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2.$$

Из этого равенства следует, что:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2}. \quad (1)$$

Запомни!

В сообщающихся сосудах высота столбов жидкости, находящейся выше линии их разделения, обратно пропорциональна плотности этих жидкостей.

Проверь свои знания

1. Приведите три примера сообщающихся сосудов.

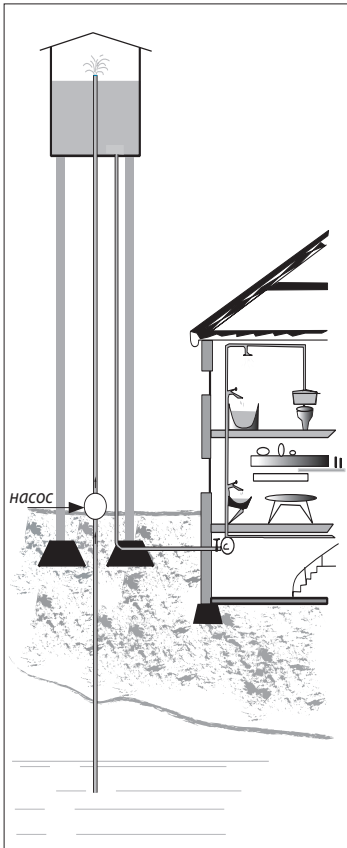


Рис. 4

2. Какая из леек, представленных на рис. 3, имеет лучшую конструкцию? Объясните свой ответ.

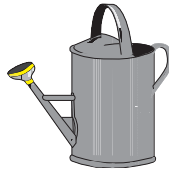


Рис. 3 а)



б)



в)

3. Опишите систему водоснабжения жилого дома (рис. 4).

4. В трубу U-образной формы налили воду и машинное масло ($\rho = 900 \text{ кг/м}^3$). Определите высоту водяного столба, находящегося над линией раздела воды и масла, если известно, что высота масляного столба – 15 см.

5. Соотношение между плотностями двух жидкостей, налитых в сообщающиеся сосуды, составляет 1,7. Каково соотношение между высотами столбов жидкостей, находящихся над уровнем раздела?

1.5. Атмосферное давление

Информация

Известно, что воздух обладает массой. Чтобы убедиться в этом, взвесим сначала сосуд с воздухом, а затем откачаем из него воздух и снова взвесим. Весы покажут нам различные значения. В курсе «Познание мира» вы учили, что Земля окружена атмосферой – особым слоем воздуха толщиной в десятки километров. Эта воздушная оболочка производит давление на все тела, находящиеся внутри нее, точно так же, как вода – на тела, находящиеся в ней.

Определение:

Давление, производимое на тела воздухом, называется **атмосферным давлением**.

Историческая справка

Понятие «атмосферное давление» было введено в науку учеником Галилео Галилея **Евангелистой Торричелли (1608-1647)**. Он также первым предложил метод измерения атмосферного давления.



В 1643 г. Торричелли выполнил следующий эксперимент. Трубка длиной ≈ 1 м, запаянная с одного конца, была наполнена ртутью. Незапаянный конец трубки, плотно заткнутый пальцем, был погружен в сосуд с ртутью (рис. 1).

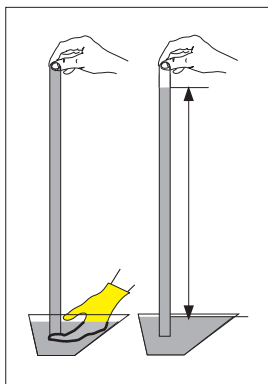


Рис. 1

Палец убрали, и часть ртути вытекла из трубки. При этом в верхней части трубки образовалось пространство, получившее название «вакуум Торричелли». Определили, что высота ртутного столба приблизительно равна $h = 760$ мм относительно уровня ртути в сосуде. Это давление согласно закону Паскаля распространяется одинаково по всей массе ртути.

Мы уже знаем, что гидростатическое давление имеет одинаковую величину в любой точке данной горизонтальной поверхности. Следовательно, на уровне свободной поверхности ртути давление столбика ртути, находящегося в трубке, равно атмосферному давлению.

Таким образом:

$$p_0 = p g h = 13595,1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,80665 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,76 \text{ м} = 101325 \text{ Па.}$$

Такое давление названо **нормальным атмосферным давлением**.

Выполняя наблюдения несколько дней подряд, Торричелли доказал, что атмосферное давление изменяется. Он также предположил, что изменение атмосферного давления связано с изменением погоды. В 1648 г. в ходе опытов с «трубкой Торричелли» оказалось, что атмосферное давление уменьшается с увеличением высоты над уровнем моря. Для демон-

страции этого явления Блез Паскаль предложил измерить атмосферное давление у подножия горы и на ее вершине. Высота ртутного столба на вершине горы уменьшилась на 84,4 мм. Причина этого в уменьшении толщины и плотности воздушного слоя, который давит на этом уровне.

На практике для измерения атмосферного давления применяется барометр aneroid (рис. 2).

Принцип действия барометра aneroid



Рис. 2

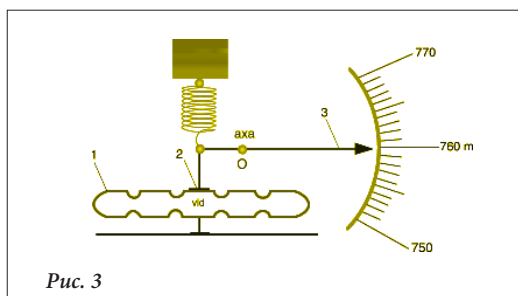


Рис. 3

Из металлической коробки 1 выкачивается часть воздуха (рис. 3). Допустим, атмосферное давление увеличивается. В этом случае мембрана 2 перемещается вниз, увлекая за собой указательную стрелку 3. Напротив, когда атмосферное давление снижается, пружина, прикрепленная к основанию, перемещает мембрану вверх. Показания барометра снижаются.

Проверь свои знания

1. Сосуд с воздухом весит 210 г, после извлечения из него воздуха – 206,4 г. Какова масса извлеченного воздуха?

- Какие из трубок, изображенных на рис. 4, могут быть использованы для измерения атмосферного давления?
- Какой длины пришлось бы сделать стеклянную трубку из опыта Торичелли, если бы ртуть заменили водой?
- Артериальное давление здорового человека варьируется между 70 и 120 мм ртутного столба. Переведите эти величины в систему СИ.

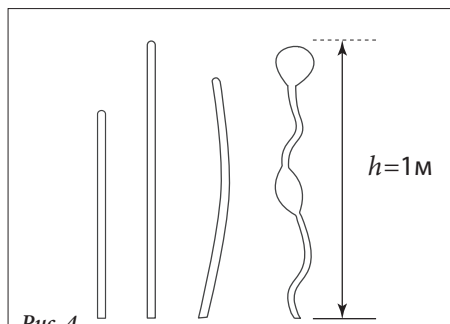


Рис. 4

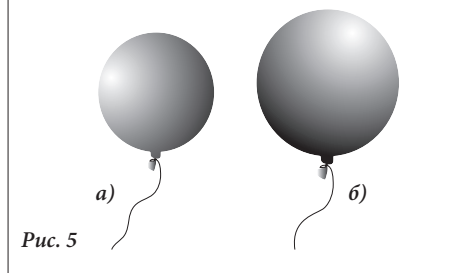


Рис. 5

- На рис. 5 изображены шары с водородом, находящиеся на разной высоте относительно уровня моря. Какой из шаров находится на наибольшей высоте?

6. Почему не вытекает вода из этой трубки (рис. 6)?

- Почему атмосферное давление уменьшается при увеличении влажности воздуха?

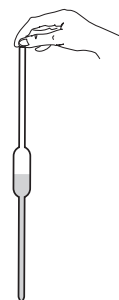


Рис. 6

1.6. Сила Архимеда. Условие плавания тел

Информация

Находясь в воде, легко заметить, что вес нашего тела уменьшается. Это происходит потому что на тела, погруженные в воду действует сила, ориентированная противоположно весу тела.



Запомни!

На тела, погруженные в жидкость, действует сила, направленная вверх, называемая **силой Архимеда**.

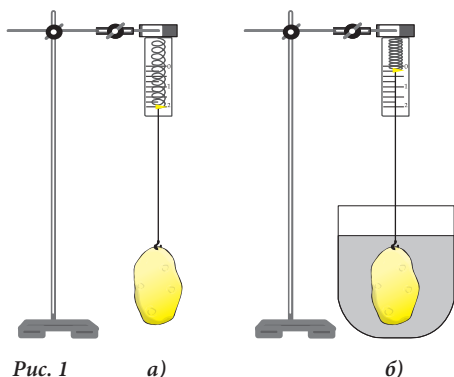


Рис. 1

а)

б)

Далее определим эту силу с помощью эксперимента.

Закрепим к крючку динамометра картофельный клубень (рис. 1, а). Вес клубня $P_1 = 2$ Н. При погружении в сосуд с водой вес картофеля изменяется, $P_2 = 0,2$ Н (рис. 1, б). Вес картофельного клубня изменился под действием силы Архимеда. Следовательно,

$$F_A = P_1 - P_2 \quad (1)$$

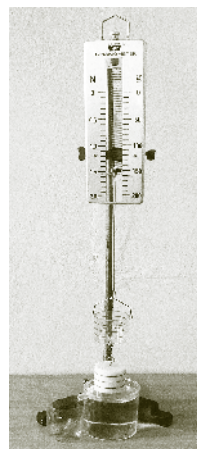
Формула (1) выражает простой **метод определения силы Архимеда**, которые заключается в измерении веса тела в воздухе и в воде и вычислении разницы. Полученная разница веса совпадает с величиной силы Архимеда.

Для определения отношений между силой Архимеда и весом жидкости, вытесненной телом, проделаем следующий эксперимент.

Эксперимент

- Подвесим к динамометру ведро Архимеда, а к нему – цилиндр (рис. 2, а). Отметим показания динамометра.
- Погрузим цилиндр в сосуд с боковым сливом. Сосуд был заранее наполнен водой до уровня отверстия (рис. 2, б). Жидкость, вытесненная цилиндром, собирается в стакан. При этом по показаниям динамометра мы видим, что вес цилиндра при его погружении в жидкость уменьшается благодаря действию силы Архимеда.
- Вытесненную цилиндром жидкость нальем в ведро Архимеда, подвешенное к динамометру. Его показания становятся прежними (рис. 2, в). Следовательно, вес жидкости, вытесненной цилиндром, компенсировал силу Архимеда, т. е.

$$F_A = P_l = m_l \cdot g = \rho_l V_c g.$$



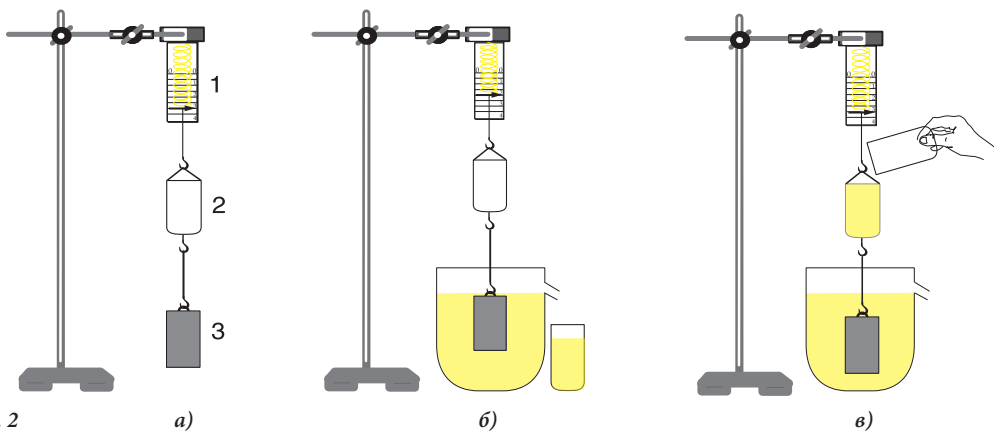


Рис. 2

Запомни!

На тело, погруженное в жидкость (газ), действует сила, направленная вертикально вверх, равная по величине весу жидкости (или газа), вытесненной этим телом.

Этот закон был открыт знаменитым древнегреческим ученым **Архимедом**.

Историческая справка

Архимед (287-212 до н.э.) – знаменитый древнегреческий математик и физик, считается одним из величайших ученых древности. Он родился в Сиракузах, на острове Сицилия.

В физике Архимед открыл закон рычага и является автором закона, носящего его имя. К открытию этого закона привели следующие события. Гиерон – царь Сиракуз – поручил одному мастеру сделать золотую корону. После того как заказ был выполнен, до царя дошли слухи, что часть золота, предназначенного для короны, была заменена серебром. Тогда Гиерон попросил Архимеда расследовать этот случай. Задача осложнялась тем, что еще не был известен ни один способ определения объема короны, то есть тела неправильной формы. Архимед разрешил эту задачу следующим образом: сначала он взял слиток золота такой же массы, что и корона, и измерил объем жидкости (воды), вытесненной им. Затем повторил то же самое со слитком серебра такой же массы. Объем серебряного слитка оказался больше объема золотого слитка той же массы. Измерив объем жидкости, вытесненной короной, Архимед продемонстрировал, что объем короны больше, чем объем золотого слитка такой же массы. Следовательно, корону сделали не из чистого золота. Так была выявлена кража золота и в то же время открыты способ определения объема тела неправильной формы и закон Архимеда.



Узнай больше!

Допустим, тело, имеющее форму правильного параллелепипеда, погружено в сосуд с водой (рис. 3).

На верхнюю грань параллелепипеда действует сила:

$$F_1 = p_1 \cdot S = \rho g h_1 \cdot S,$$

где S – площадь грани, а h_1 – высота столба воды над этой гранью.

На нижнюю грань параллелепипеда действует сила:

$$F_2 = p_2 S = \rho g h_2 \cdot S.$$

Так как $h_2 > h_1$, то и $F_2 > F_1$. Разница этих сил и есть величина силы Архимеда, то есть:

$$F_A = F_2 - F_1 = \rho \cdot g \cdot S \cdot (h_2 - h_1).$$

Произведение $S \cdot (h_2 - h_1)$ составляет объём тела, а также определяет объём жидкости, вытесненной телом из сосуда.

Значит, сила Архимеда: $F_A = \rho g V.$ (1)

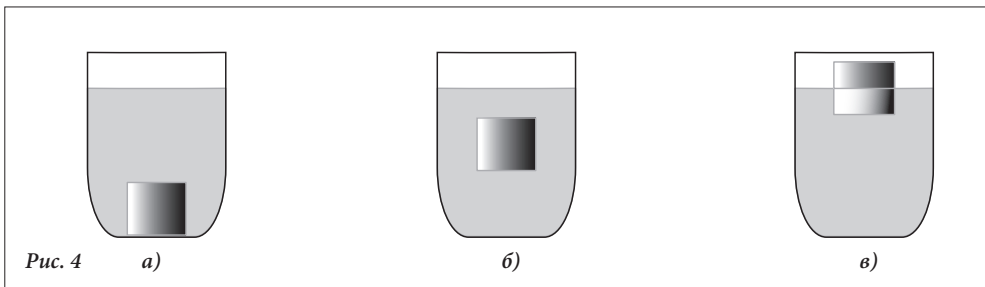
Учитывая, что $\rho \cdot V$ – масса вытесненной жидкости, можем записать:

$$F_A = m g \quad \text{или} \quad F_A = P_{ж}. \quad (2)$$

Применение закона Архимеда

Закон Архимеда даёт возможность определить условия плавания тел.

Допустим, вес погруженного тела больше силы Архимеда, то есть $P > F_A$. В этом случае тело упадёт на дно сосуда (рис 4, а).



Если вес тела равен силе Архимеда ($P = F_A$), тело находится в равновесии на определенном уровне в жидкости (рис. 4 б).

Из этого равенства получается, что $\rho_m V_m g = \rho_{ж} V_{ж} g$, где объём тела V_m равен объёму вытесненной жидкости $V_{ж}$. Сократив объём и гравитационное ускорение, получим:

$$\rho_m = \rho_{ж}$$

Вывод: Если плотность тела равна плотности жидкости, тело будет плавать внутри жидкости.

Аналогично можно продемонстрировать, что при плотности тела меньшей плотности жидкости,

$$\rho_m < \rho_{ж},$$

тело будет плавать на поверхности, находясь частично в воде (рис. 4, в).

Представляет интерес соотношение между объемом части тела, находящейся в жидкости, и общим объемом тела.

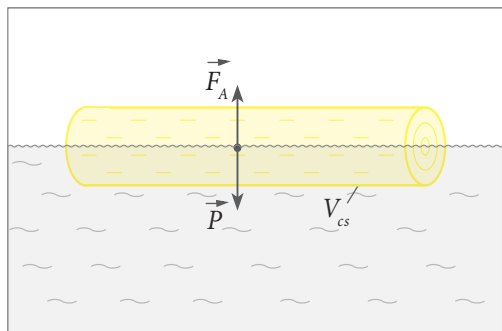


Рис. 5

Например, в озере лежит бревно (рис. 5).

На него действует сила Архимеда

$F_A = \rho_{ж} V_{nm} g$, где V_{nm} – объем той части

бревна, которая погружена в воду. Бревно

действует на воду своим весом $P = m_m$

$g = \rho_m V_m g$, где V_m – общий объем бревна.

Так как модули этих двух сил, силы Архимеда и веса бревна, равны, следовательно

$\rho_{ж} V_{nm} g = \rho_m V_m g$, или $\rho_{ж} V_{nm} = \rho_m V_m$.

Значит:

$$\frac{V_{nm}}{V_m} = \frac{\rho_m}{\rho_{ж}}.$$

Запомни!

Соотношение между объемом части тела, находящейся в жидкости, и общим объемом плавающего тела равно соотношению между плотностью тела и плотностью жидкости.

Проверь свои знания

1. К крючку динамометра подвешен маркированный груз весом 1 Н. При его погружении в воду динамометр показывает 1,8 Н. Определите силу Архимеда.
2. Клубень картофеля погрузили сначала в воду, затем в спирт. В каком случае сила Архимеда больше?
3. Определите силу Архимеда, которая действует на металлический цилиндр объемом 10 см^3 , погруженный в масло ($\rho_{\text{масла}} = 900 \text{ кг/см}^3$).
4. Почему человек держится свободно на поверхности Мертвого моря, а на поверхности других морей – нет?

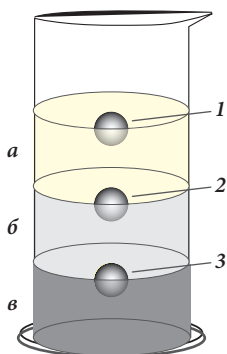


Рис. 6

5. Бутылка, наполненная водой, полностью погружена в сосуд с водой. Погрузится ли полностью бутылка, наполненная ртутью, в сосуд с ртутью?
6. В сосуд с рис. 6 налиты три жидкости: вода, масло и ртуть. Определите:
 - а) в каком порядке расположились эти жидкости;
 - б) какое из тел, находящихся внутри сосуда, изготовлено из стали, какое – из пробки, а какое – из парафина.
7. Чему равен объем куска льда, плавающего в воде, если его часть, находящаяся над уровнем воды, имеет объем 50 м^3 . Плотность воды – 1000 кг/м^3 , а льда – 900 кг/м^3 .



Рис. 1 а)

б)

Обобщение

Результат воздействия силы зависит от площади контактной поверхности. Например, человек на лыжах практически не проваливается в снег (рис. 1, а), в то время как тот же человек без лыж может увязнуть в сугробе (рис. 1, б).

Давление – это физическая величина, которая характеризует эффект силы, действующей перпендикулярно поверхности.

Давление твердых тел вычисляется с помощью формулы $p = \frac{F_n}{S}$, где F_n – это нормальная сила, действующая перпендикулярно поверхности, а S – площадь поверхности.

Например, давление жидкости на дно сосуда $p = \frac{P}{S} = \frac{mg}{S}$, где P – вес жидкости (рис. 2).

Это давление не зависит от площади основания сосуда. Оно зависит только от высоты столба жидкости и ее плотности $p = \rho g h$.

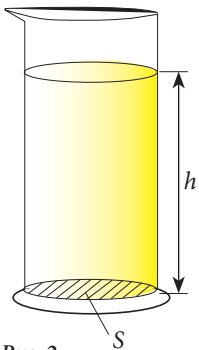


Рис. 2

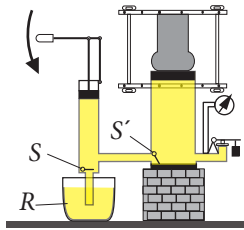


Рис. 3

Давление газа на сосуд объясняется ударами его молекул о стенки сосуда.

Согласно закону Паскаля, давление, оказываемое на жидкость или газ, передается одинаково во всех направлениях. Закон Паскаля лежит в основе работы гидравлического пресса (рис. 3).

Гидравлический пресс дает выигрыш в силе во столько раз, во сколько площадь большого поршня больше площади малого поршня.

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

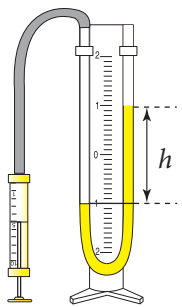


Рис. 4

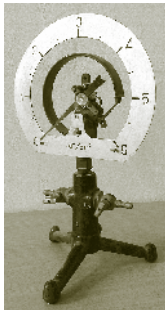


Рис. 5

Давление жидкостей и газов измеряется манометрами. Жидкостный манометр (рис. 4) измеряет избыток давления, оказываемого газом на жидкость, находящуюся в трубке U-образной формы. Оно равно давлению столба жидкости высотой h (рис. 4). Деформационные манометры, снабженные гибкой металлической трубкой в форме лука, действуют благодаря упругой деформации трубки при повышении давления. В результате этой деформации стрелка прибора движется по шкале (рис. 5).

Представляет интерес то, как распределяется жидкость в сообщающихся сосудах. Свободные поверхности однородной жидкости всегда находятся в таких сосудах на одном уровне (рис. 6, а). Свободные поверхности жидкостей с разными плотностями занимают разные уровни (рис. 6, б). В

этом случае высота столбов жидкости над уровнем их раздела обратно пропорциональна плотности этих веществ.

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

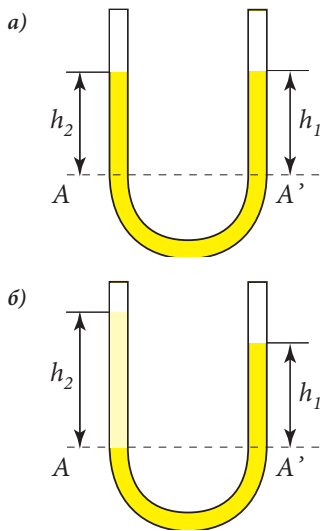


Рис. 6

Давление, производимое на тело воздухом, называется **атмосферным давлением**. Оно обусловлено весом воздуха. На поверхности Земли мы находимся на дне воздушного океана. Нормальное атмосферное давление равно $p_0 = 101\ 325$ Па. В пасмурную погоду атмосферное давление снижается, поскольку воздух с большой концентрацией испарений воды становится легче. В ясную погоду атмосферное давление больше нормального, т. к. сухой воздух тяжелее.

Атмосферное давление измеряется с помощью **барометра анероида**.

Благодаря разнице давления, оказываемого на различные части тела, погруженного в жидкость или газ, на него действует сила, направленная вертикально вверх, называемая **силой Архимеда**.

Величина силы Архимеда определяется при измерении веса тела в воздухе P_1 и в жидкости P_2 и вычислении их разницы: $F_A = P_1 - P_2$.

Согласно закону Архимеда эта сила равна весу жидкости, вытесненной этим телом: $F_A = m_{ж} g = \rho_{ж} V_m g$.

Закон Архимеда позволяет объяснить условия плавания тел.

Если вес погруженного в жидкость тела больше силы Архимеда ($P > F_A$), тело упадет на дно сосуда (рис. 7, а). В этом случае плотность тела больше плотности жидкости ($\rho_m > \rho_{ж}$). Если вес тела равен силе Архимеда ($P = F_A$), тело будет находится в равновесии на каком-либо уровне внутри жидкости (рис. 7, б). В этом случае плотность тела равна плотности жидкости ($\rho_m = \rho_{ж}$).

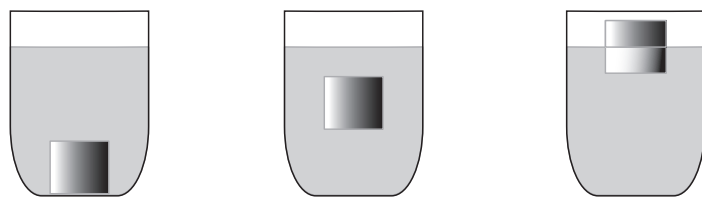


Рис. 7 а) б) в)

Если плотность тела меньше плотности жидкости ($\rho_m < \rho_{ж}$), тело будет плавать на ее поверхности (рис. 7, в).

Отношение объема части тела, находящейся в жидкости, к общему объему тела равен отношению плотности тела к плотности жидкости.

$$\frac{V_{nm}}{V_m} = \frac{\rho_m}{\rho_{ж}}$$

ПРОВЕРЬ СЕБЯ

Тест предназначен для того, чтобы вы могли определить уровень знаний, сформированных вами при изучении данной главы.

I. Выполните задания 1-2, дав краткий ответ.

1. Завершите утверждения так, чтобы они были правильными:

- а) Давлением называется физическая величина, которая выражает — 1 балл
- б) Давление, оказываемое на жидкость или газ, передается — 1 балл
- в) Гидростатическим давлением называется давление, производимое — 1 балл
- г) Атмосферным давлением называется давление — 1 балл
- д) Сила Архимеда – это сила, которая действует на — 1 балл
- е) Давление, производимое газом, обусловлено — 1 балл
- ж) Давление, оказываемое жидкостью на дно сосуда, зависит — 1 балл
- з) В сообщающихся сосудах свободные поверхности жидкости находятся — 1 балл
- и) Гидравлический пресс дает выигрыш в силе во столько раз во сколько — 1 балл
- к) Сила Архимеда, действующая на тело, погруженное в воду (газ), равна — 1 балл

2. Переведите в СИ:

- а) 100 мм рт. ст. = — 1 балл
- б) 5 атм. = — 1 балл
- в) 2,6 гПа = — 1 балл
- г) 0,12 бар = — 1 балл
- д) 250 торр = — 1 балл
- е) 50 мПа = — 1 балл

II. Выполните задания 3-4, ответив в свободной форме.

3. Проанализируйте ситуации, используя изученные понятия:

- а) Приведите из повседневной жизни два примера намеренного увеличения или уменьшения давления. — 4 балла
- б) Какое из транспортных средств глубже погрузится в песок: танк с площадью гусеничной поверхности $1,6 \text{ м}^2$ и массой 8 т или трактор с площадью шинной поверхности $1,4 \text{ м}^2$ и массой 6 т? — 3 балла
- в) На сколько изменится давление на дне цилиндрического сосуда с водой, если в него долить керосин, при условии, что:
– объем керосина равен объему воды в сосуде; — 2 балла
– масса керосина равна массе воды в сосуде. — 2 балла
- г) Определите силу Архимеда, действующую на рыбу объемом 20 см^3 . Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ — 3 балла
- д) Какие жидкости должны быть налиты в сосуды так, чтобы в один из них погрузился кусок льда, а в другом плавал стальной шарик? — 4 балла

4. Напишите сообщение об измерении давления с помощью:

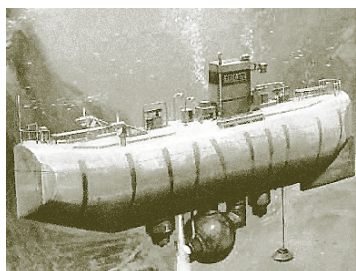
- а) жидкостного манометра, — 5 баллов
 - б) барометра anerоида, — 5 баллов
- охарактеризовав их устройство и принцип действия.

2. Практическая часть

2.1. Проблемные ситуации

А. Выполни упражнения

1. Лед на реке выдерживает максимальное давление в 70 кПа. Выдержит ли лёд, если по нему пройдет трактор массой 5 200 кг и с площадью гусениц 1,4 м²?
2. Конькобежец производит на лед давление в 500 кПа. Найдите массу конькобежца, если длина коньков равно 40 см, а ширина 3 мм.
3. Отец массой 80 кг и сын массой 40 кг стоят на лыжах. Чьи лыжи больше углубились в снег? Известно, что лыжи отца имеют длину 2 м и ширину 7,5 см, а лыжи сына, соответственно, 1,6 м и 6,5 см.
4. Определите длину ребра куба, обладающего массой $m = 500$ г, если давление, оказываемое им на горизонтальную поверхность стола, равно 1 кПа.
5. Турист несет на спине рюкзак массой 10 кг. Определите массу туриста, если, находясь в состоянии покоя, он производит на поверхность давление в 15 кПа. Площадь подошвы его обуви составляет 600 см².
6. В сосуд массой 0,5 кг налили 6 л растительного масла. Определите площадь дна сосуда, если давление, производимое сосудом на поверхность стола, равно 1,3 кПа.



7. На какой глубине находится батискаф, если давление, производимое на него, составляет $9 \cdot 10^7$ Па? $\rho = 1020$ кг/м³.
8. Давление жидкости на дно сосуда равно 600 Па. Определите плотность жидкости, если высота ее в сосуде составляет 10 см.
9. Во сколько раз изменится давление жидкости на дно сосуда, если воду в нем заменить на растительное масло того же объема?

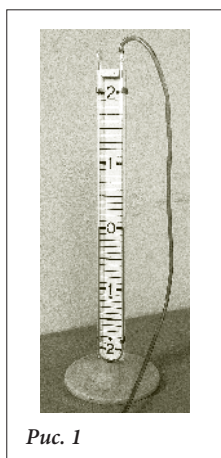
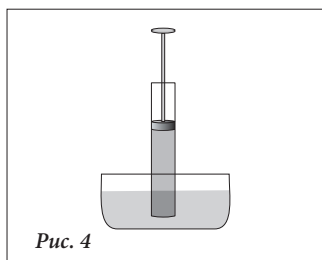
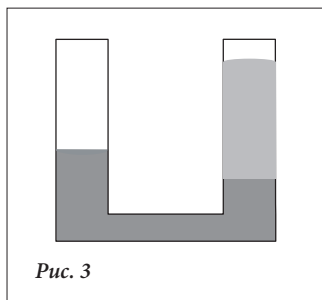
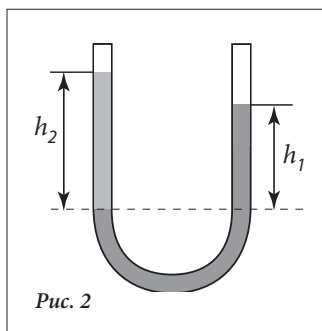


Рис. 1

10. Вычислите максимальное давление, которое можно измерить с помощью манометра, изображённого на рис. 1, если в качестве жидкости используется: а) вода; б) растительное масло, в) спирт. Одно деление манометра – 100 Па.
11. Определите силу, с которой бензин действует на пробку площадью 8 см², находящуюся на дне сосуда. Расстояние от пробки до верхнего уровня жидкости составляет 20 см.
12. При движении автомобиля по песку рекомендуется выпустить из камер часть воздуха. Объясните, почему.
13. Поршни гидравлического пресса находятся на одинаковом уровне. Площадь одного поршня в 12 раз больше другого. На малый поршень помещено тело массой 0,5 кг. Какой массы должно быть тело, помещенное на больший поршень, чтобы они оставались на одном уровне?



14. Какая жидкость добавлена в левое колено сообщающихся сосудов, если в них первоначально была только вода (рис. 2)? Используйте линейку и таблицу плотности жидкостей.
15. В сообщающихся сосудах (рис. 3) находятся ртуть и вода. Высота водяного столба – 68 см. Какой высоты должен быть столб керосина, налитого в левое колено, чтобы уровень ртути в обоих коленах стал одинаковым?
16. В цилиндрические сообщающиеся сосуды налили воду. Площадь поперечного сечения широкого цилиндра в четыре раза больше узкого цилиндра. В узкий цилиндр налили керосин до высоты 20 см. Насколько увеличился уровень воды в широком цилиндре? И насколько уменьшился в узком цилиндре?
17. Давление воды в водопроводной системе на втором этаже жилого дома равно 300 кПа. Определите, на каком уровне относительно этого этажа находится вода в емкости, из которой происходит водоснабжение дома. Сможет ли подняться вода из этой емкости до 16-го этажа? Высота одного этажа 3 м.
18. Цилиндр с поршнем опущен в сосуд с ртутью (рис. 4). Поршень был поднят до самого высокого уровня цилиндра. Какие данные необходимы для ответа на вопрос, до какого уровня поднялась ртуть в цилиндре?
19. Вычислите приблизительную массу земной атмосферы.
20. Определите силу, с которой действует атмосфера Земли: а) на тетрадь; б) на стол.
21. На первом этаже здания барометр показывает 760 мм рт. ст., а на крыше – 758 мм рт. ст. Определите высоту здания, если средняя плотность воздуха составляет $\rho_{\text{в}} = 1,23 \text{ кг/м}^3$.
22. Сила Архимеда, действующая на куб, погруженный в воду, равна 2 Н. Определите вес куба в воздухе, зная, что его вес в воде равен 0,5 Н.
23. Вес цилиндра равен 1,5 Н. Какой вес у него будет при погружении в масло, если величина силы Архимеда при этом будет равна 0,9 Н?
24. На крючок динамометра подвешен камень. Когда камень находится в воздухе, динамометр показывает 50 Н, а при погружении камня в воду – 20 Н. Вычислите: а) вес воды, вытесненной камнем; б) объем камня; в) плотность камня.
25. Сила Архимеда, действующая на погруженную в воду корону объемом 5 см^3 , равна 0,525 Н. Из какого металла изготовлена корона?*
26. Определите объем стальной детали, если при погружении в воду на нее действует сила Архимеда равная 11,7 Н.

* Здесь и далее гравитационное ускорение $g = 10 \text{ Н/кг}$.

27. Цилиндр массой $m = 270$ г подвешен к динамометру. При погружении цилиндра в воду динамометр показывает $\approx 1,7$ Н. Каковы будут показания динамометра при погружении цилиндра в бензин ($\rho_{\text{б}} = 750$ кг/м³)?
28. Цилиндр массой 100 г подвешен к динамометру. При погружении цилиндра в воду, показания динамометра уменьшаются на 0,2 Н. Определите:
- плотность вещества из которого изготовлен цилиндр;
 - вес цилиндра в масле ($\rho_{\text{м}} = 900$ кг/м³).
29. Вес цинковой сферы в воздухе составляет 3,6 Н, а в воде 2,8 Н. Есть ли внутри сферы полость?
30. 70% общего объема однородного тела находится в воде. Определите плотность тела.
31. Куб льда плавает в воде. Определите общий объем куба, если объем его части, погруженной в воду, составляет 7 200 см³.
32. Деревянный брусок плотностью 500 кг/м³ плавает на поверхности жидкости. Определите плотность жидкости, если известно, что объем бруска над ее поверхностью составляет $\approx 36\%$ от общего его объема.
33. Какую площадь должен иметь кусок льда толщиной 40 см, чтобы выдержать на себе человека массой 80 кг?
34. Вычислите плотность своего тела. Сравните её с плотностью обычной морской воды ($\rho = 1010$ кг/м³) и плотностью воды Мертвого моря ($\rho = 1200$ кг/м³).



В. Экспериментируй

- Имея в распоряжении деревянный брус в форме правильного параллелепипеда, вычислите давление, производимое им на поверхность стола в различных положениях.
- Вычислите давление, производимое вашим собственным телом на поверхность пола, когда вы находитесь в состоянии покоя:
 - стоите на одной ноге;
 - на обеих ногах.
- Изготовьте из пластиковой бутылки (рис. 8) устройство, которое демонстрирует, что гидростатическое давление растет вместе с увеличением глубины.
- У вас в распоряжении есть прозрачная трубка длиной 1 м. Какое максимальное давление может быть измерено жидкостным манометром, изготовленным из этой трубки. В качестве жидкости используется вода.
- В прозрачный сосуд с водой погрузите перевернутый вверх дном пустой стакан (рис. 5). Что наблюдаете? Проникла ли вода в стакан и почему?
- В цилиндре под поршнем находится газ (рис. 6). Предложите различные способы изменения давления этого газа.
- Предложите опыт, с помощью которого можно продемонстрировать действие закона Паскаля в газах.

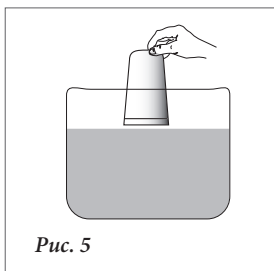


Рис. 5

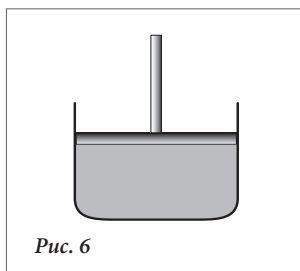


Рис. 6

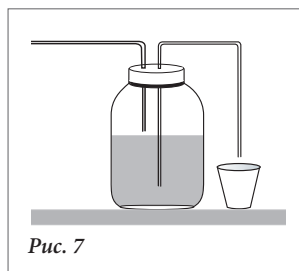


Рис. 7

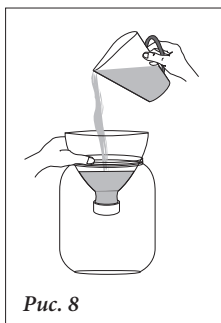


Рис. 8



Рис. 9

8. Как перелить воду из сосуда в стакан (рис. 7), не открывая крышки и не наклоняя сосуда?
9. Имея в распоряжении два шприца разных диаметров, изготовьте гидравлический пресс.
10. Имея в распоряжении U-образную трубку, линейку, воду и растительное масло, составьте и решите несколько экспериментальных задач.
11. Сделайте из пластиковой бутылки объемом 1,5 л воронку. В крышке воронки проделайте отверстие диаметром 3-5 мм. Плотнo приклейте воронку к краям банки (рис. 8) и попробуйте с ее помощью наполнить банку водой. Что наблюдаете? Объясните увиденное.
12. Положите лист толстой бумаги на стакан, наполненный водой. Переверните стакан вверх дном, поддерживая листок рукой. Уберите руку (рис. 9). Что наблюдаете? Сформулируйте вывод.
13. Имея в распоряжении линейку, гирию в 50 г, резиновый шнур, штатив и стакан с водой, определите силу Архимеда, которая действует на клубень картофеля, помещенный в стакан.
14. С помощью динамометра, маркированного груза 100 г и сосуда с водой определите плотность маркированного груза.

С. Исследуй

1. Рассмотрите рисунок. Как бы вы предотвратили этот несчастный случай? Как вы поступите, чтобы помочь этому человеку?

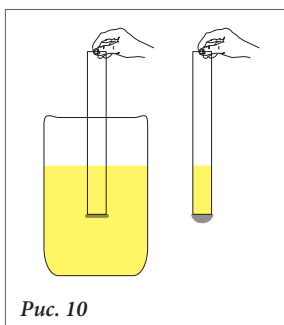


Рис. 10

2. В цилиндрический сосуд с радиусом дна R налита вода до высоты h . Сравните давление воды на дно сосуда со средним давлением, производимым водой на боковые стенки.
3. Имея в распоряжении прозрачную трубку, один конец которой закрыт пленкой (рис. 10), продемонстрируйте, что на определенной глубине давление, производимое жидкостью сверху вниз, равно давлению, производимому жидкостью, снизу вверх.

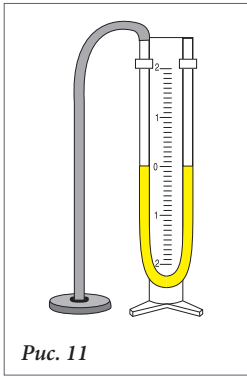


Рис. 11

4. С помощью жидкостного манометра, манометрической капсулы, одного сосуда с водой и другого – с соляным раствором, произведите следующий эксперимент. Присоедините манометрическую капсулу к резиновой трубке (рис. 11). Продемонстрируйте, что на одной глубине в данном сосуде давление одинаково, независимо от направления. Определите:
 - а) как изменяется давление при увеличением глубины;
 - б) в каком из сосудов давление на такой же глубине больше.
5. Напишите сообщение об использовании гидравлического пресса в промышленности и в повседневной жизни.

6. Как определить уровень жидкости в непрозрачном сосуде при помощи тонкой эластичной трубки, присоединенной ко дну сосуда?
7. Изучите принцип действия шлюзов (рис. 12).
8. Подберите из различных источников описание опытов, которые подтверждают существование атмосферного давления.
9. Изготовьте «картезианского водолаза» (рис. 13). Продемонстрируйте с его помощью условия плавания тел.
10. Сконструируйте весы, работа которых основана на применении силы Архимеда. Установите, от чего зависит точность и предел измерения таких весов.

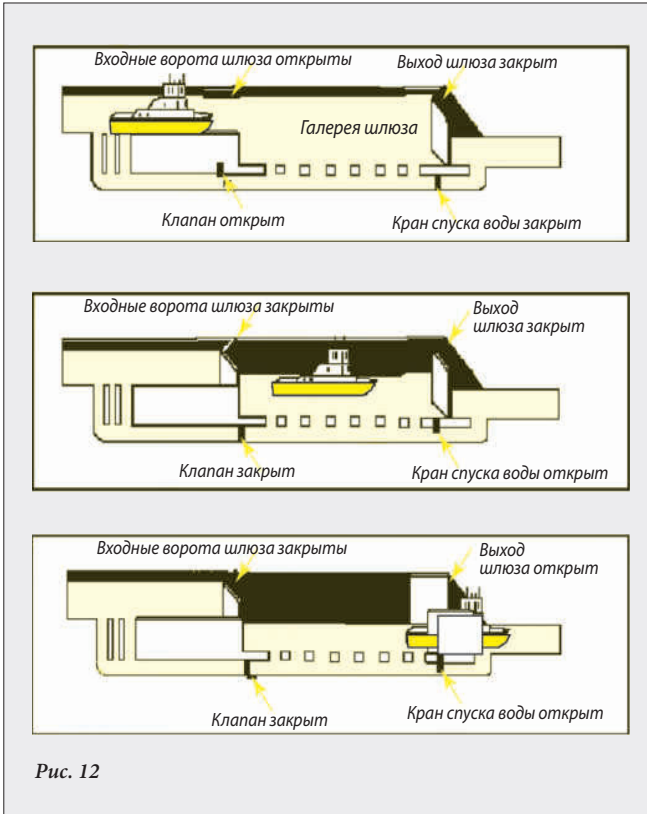


Рис. 12

11. Продемонстрируйте с помощью «картезианского водолаза» действие закона Паскаля.
12. Предложите, как можно изменить трубку с рис. 10 для демонстрации того факта, что давление в жидкости на определенной глубине одинаково во всех направлениях.

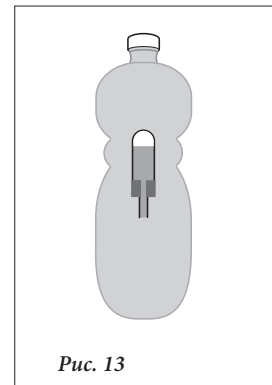


Рис. 13

СУММАТИВНЫЙ ТЕСТ

Данный тест предлагается для определения уровня знаний, приобретенных вами при изучении главы «Атмосферное давление. Сила Архимеда».

I. В заданиях 1-4 представьте полное решение.

1. Используя данные рис. 1, определите:

- силу Архимеда, действующую на цилиндр в воде * — 3 балла
- вес цилиндра в воздухе, при условии, что он изготовлен из стали ($\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$) — 3 балла

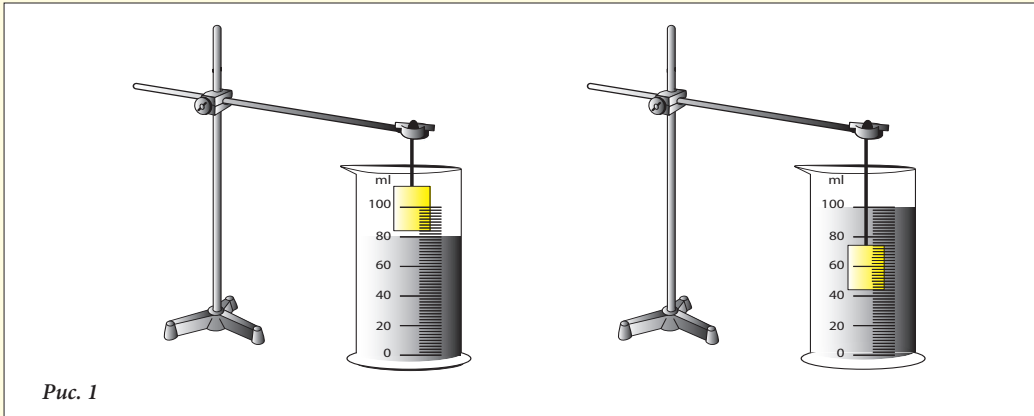
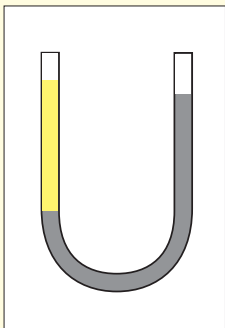


Рис. 1

2. Давление куба с ребром 10 см на горизонтальную поверхность стола равно 2 700 Па. Определите:

- вес куба; — 2 балла
- плотность вещества, из которого изготовлен куб. — 3 балла



- В сообщающихся сосудах, изображенных на рисунке рядом, находятся вода и масло. Высота масляного столба равна 10 см. Определите разницу между уровнями свободных поверхностей воды и масла ($\rho_{\text{м}} = 900 \text{ кг/м}^3$). — 5 баллов
- Определите плотность тела, плавающего на поверхности воды, если $2/3$ его объема погружены в воду — 4 балла

II. Предложите подходящее решение.

- Имея в распоряжении пружину, линейку, цилиндр с жидкостью неизвестной плотности и маркированный груз массой в 100 г, предложите план эксперимента для того, чтобы определить:
 - плотность жидкости; — 5 баллов
 - плотность маркированного груза. — 4 балла

* Здесь и далее гравитационное ускорение $g = 10 \text{ Н/кг}$.

Глава 4

МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА, МОЩНОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

I. Работа, мощность и энергия

1. Теоретическая часть

- 1.1. Механическая работа
- 1.2. Механическая мощность
- 1.3. Механическая энергия

- 1.4. Сохранение механической энергии

Обобщение

Проверь себя

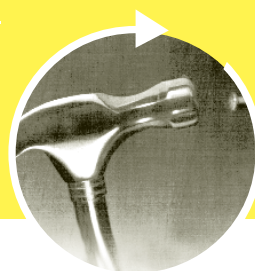
2. Практическая часть

- 2.1. Проблемные ситуации
 - A. Выполни упражнения
 - B. Экспериментируй
 - C. Исследуй
- Суммативный тест



Глава 4. МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА, МОЩНОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

I. Работа, мощность и энергия



1. Теоретическая часть

1.1. Механическая работа

Информация

Каждый человек ежедневно выполняет какие-либо действия. К примеру, поднимается по ступенькам своего подъезда, несет из магазина покупки, вскапывает землю в саду, поднимает грузы на стройке, распиливает доски, везет коляску с ребенком и делает многое другое.

Что общего во всех этих примерах?

В каждом случае на тело, приводимое в движение, воздействуют с определенной силой. Во всех этих случаях можно сказать, что человек выполняет определенную **работу**.

Анализируй ситуацию!

- Внимательно рассмотрите прилагаемые иллюстрации.



Рис. 1

- Под воздействием каких сил движутся тела?
- Сохранят ли эти тела скорость, если на них не будут оказывать действие соответствующие силы? Почему?

Определение:

Сила, которая поддерживает состояние движения тела, компенсируя силу трения, называется **силой тяги**.

Направление силы тяги совпадает с направлением движения тела и противоположно направлению силы трения.

Во всех случаях, приведенных выше, тела перемещаются под действием силы тяги по прямолинейным траекториям. Таким образом, силы, под действием которых тела перемещаются, совершают **механическую работу**.

Рассмотрим самый простой случай, когда тело движется **прямолинейно** и **равномерно** под действием постоянной силы, ориентированной по направлению движения тела (рис. 2).

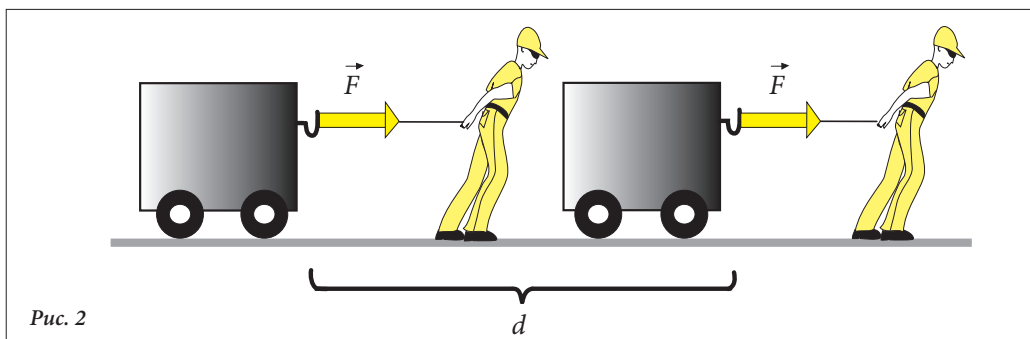


Рис. 2

Определение:

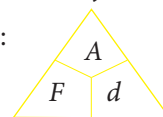
Механическая работа – это скалярная физическая величина, равная произведению модуля силы на путь, пройденный телом в направлении действия этой силы.

Из определения следует:

Механическая работа = сила \times пройденный путь.

Если обозначить механическую работу буквой A , то:

$$A = F \cdot d. \quad (1)$$

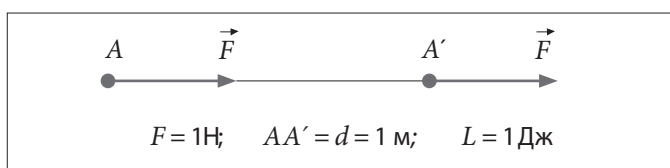


Опираясь на формулу (1), можно написать выражение единицы измерения механической работы A в СИ:

$$[A]_{СИ} = [F]_{СИ} \cdot [d]_{СИ} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}. \quad \text{Таким образом: } 1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}.$$

Определение:

1 джоуль представляет собой механическую работу, совершенную силой в 1 Н при перемещении тела в направлении действия силы на расстояние равное 1 м.



Историческая справка

Джеймс Джоуль (1818–1869), английский физик, один из тех, кто открыл закон сохранения энергии. Первые уроки физики получил у Джона Дальтона. В 1841 году открыл закон зависимости количества теплоты, выделяемой в проводнике при прохождении через него электрического тока (закон Джоуля). В 1843 г. экспериментально доказал, что тепло можно получить при выполнении механической работы. В 1845 году аргументировал теорию, согласно которой внутренняя энергия газа не зависит от его объема. В 1848 году рассчитал зависимость скорости движения молекул газа от его температуры.



На практике часто пользуются единицами производными от джоуля:

$$1 \text{ гДж (гектоджоуль)} = 100 \text{ Дж};$$

$$1 \text{ кДж (килоджоуль)} = 1\,000 \text{ Дж};$$

$$1 \text{ МДж (мегаджоуль)} = 1\,000\,000 \text{ Дж}.$$

Любая сила, которая влияет на механическое состояние движущегося физического тела, выполняет механическую работу. Так, не только сила тяги, под действием которой тело движется, выполняет работу, но и сила трения, которая противодействует движению этого тела, выполняет определенную механическую работу.

Из определения механической работы следует, что сила, действующая на тело, которое остается в состоянии покоя, не совершает механической работы, так как $d = 0$.

Например:

1. Сила тяжести, действующая на некоторое тело, которое движется или находится в состоянии покоя на горизонтальной поверхности, не совершает механической работы.
2. Человек, стоящий на месте, даже если он держит какой-либо груз, не производит никакой механической работы (рис. 3).

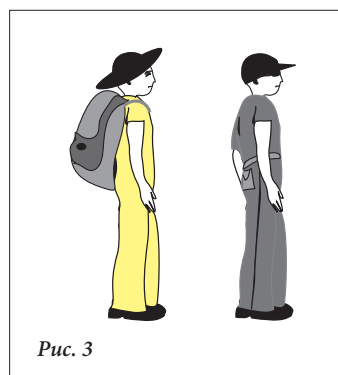


Рис. 3

Узнай больше!

Представляет особый интерес случай, когда тело **движется по инерции**. В этом случае над телом не производится механическая работа, поскольку действие сил компенсируется и в итоге $\vec{F} = 0$.

Проверь свои знания

1. Найдите в толковом словаре разные значения слова *работа*. Приведите для каждого варианта свой пример.
2. Установите, на каком из приведенных ниже рисунков совершается механическая работа? Аргументируйте ответ и укажите там, где необходимо, силу и пройденный путь.



3. При каких условиях механическую работу можно вычислить по формуле $A = F \cdot d$?
4. Сформулируйте определение единицы измерения механической работы.
5. В каком случае сила тяжести выполняет работу, а в каком – нет. Приведите примеры.
6. В четырех случаях, представленных на рис. 5, указаны сила \vec{F} и траектория точки ее приложения, которая двигалась из пункта A в B .

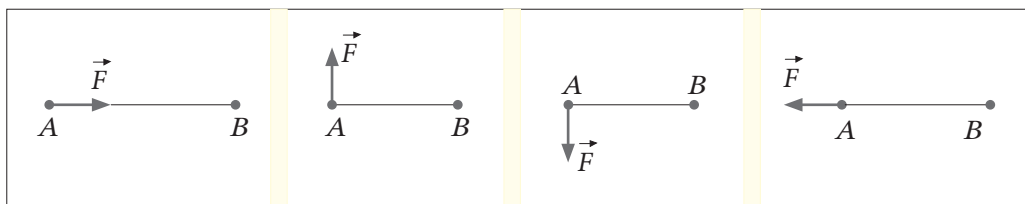


Рис. 5 а)

б)

в)

з)

В каких случаях сила \vec{F} совершила механическую работу? Объясните свой ответ

7. Приведите примеры сил, выполняющих механическую работу.
8. Два ученика поднялись по лестнице с первого этажа школы на второй. Можно ли утверждать, что работа, выполненная ими, одинакова. Объясните свой ответ.
9. Почему, поднимаясь в гору, мы выполняем большую работу, чем проходя то же расстояние по ровной местности?
10. Тело продвинулось прямолинейно на расстояние 15 м по направлению действия силы 20 Н. Определите выполненную механическую работу.
11. Найдите величину силы, которая перемещает тело прямолинейно на расстояние 80 см, выполняя механическую работу 40 Дж.

1.2. Механическая мощность

Информация

Наряду с физическим понятием «механическая работа», с которым вы познакомились на прошлом уроке, в обычной жизни используется термин «мощность».

При определении механической работы мы говорили, что значение этой физической величины определяется численным значением силы, действующей на тело, и пройденным этим телом путем.

Теперь поговорим о **времени**. К примеру, школьник, вскапывая площадку в 25 м^2 за 2 или 4 часа, выполняет одну и ту же работу. Отличается только **время, затраченное** на выполнение этой работы.

Анализируй ситуацию!

- Внимательно рассмотрите рисунки, расположенные ниже.

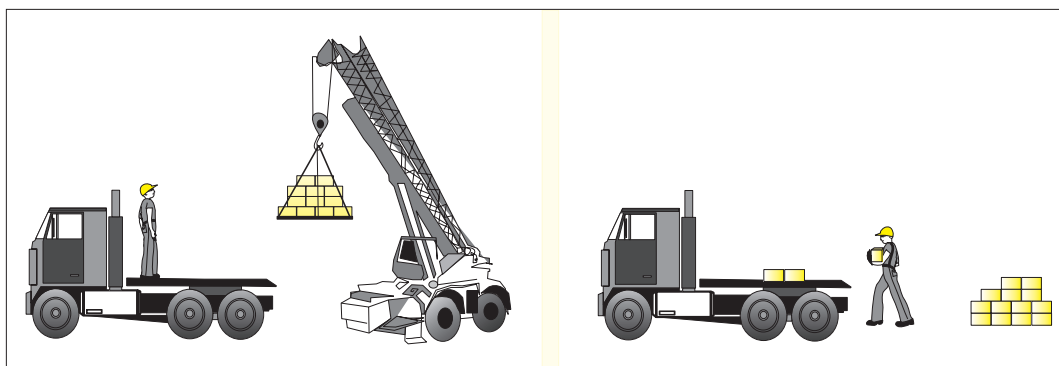


Рис. 1

- В каком из этих двух случаев одинаковая механическая работа будет совершена быстрее?
- Аргументируйте ответ.

Вывод: При совершении механической работы немаловажную роль играет **время**.

Следовательно, необходима физическая величина, характеризующая быстроту совершения механической работы. Эта физическая величина называется **механической мощностью**.

Определение:

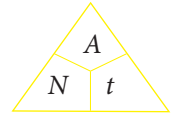
Физическая величина, равная отношению механической работы к интервалу времени, за которое эта работа совершена, называется **механической мощностью**.

Из определения следует:

$$\text{мощность} = \frac{\text{механическая работа}}{\text{время}} .$$

Если обозначим механическую мощность буквой N , то:

$$N = \frac{A}{t} . \quad (1)$$



На основе отношения (1) можно вывести выражение единицы измерения механической мощности в СИ:

$$[N]_{\text{СИ}} = \frac{[A]_{\text{СИ}}}{[t]_{\text{СИ}}} = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \text{Вт} . \quad \text{То есть: } 1\text{Вт} = \frac{1\text{Дж}}{1\text{с}} .$$

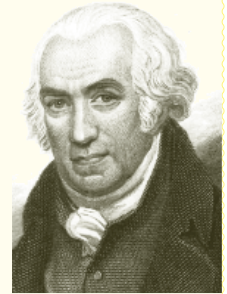
Определение:

Один ватт – это механическая мощность силы, которая за одну секунду совершает работу в 1 джоуль.

Историческая справка

Джеймс Уатт (1736-1819) – шотландский изобретатель. В 1769 г. сконструировал универсальный паровой двигатель. Изобретение Дж. Уатта привело к постепенной замене ручного труда машинным. Уже в 1782 году паровая машина приводила в движение до 40 ткацких станков.

Эти машины работали на фабриках и заводах, пароходах, поездах и электростанциях. Паровые двигатели используются и сегодня, но не так широко.



На практике используются такие производные ватта:

$$1 \text{ гВт (гектоватт)} = 100 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ кВт (киловатт)} = 1\,000 \text{ Вт}$$

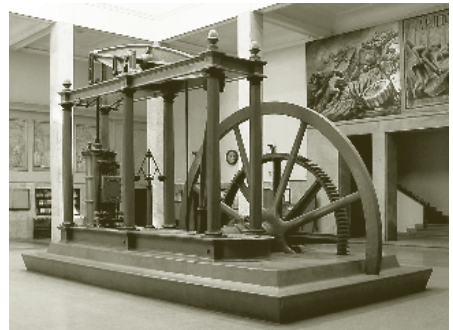
$$1 \text{ МВт (мегаватт)} = 1\,000\,000 \text{ Вт} .$$

Узнай больше!

Из формулы $N = \frac{A}{t}$ следует, что механическая работа $A = N \cdot t$. Поэтому на практике часто используется дополнительная единица измерения работы, названная **киловатт-часом** (кВт-час), которую можно преобразовать в джоули:

$$1 \text{ кВт-час} = 1\,000 \text{ Вт} \cdot 3\,600 \text{ с} = 3\,600\,000 \text{ Дж} = 3,6 \text{ МДж}$$

Таким образом, $1 \text{ кВт-час} = 3,6 \text{ МДж}$.



Паровая машина Джеймса Уатта, хранящаяся в Высшей Технической школе в Мадриде.

Узнай больше! >

Известно, что скорость движения тела

$$v = \frac{d}{t}.$$

Когда точка приложения силы F , совершающей механическую работу A , перемещается равномерно и прямолинейно, мощность будет равна:

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot v. \quad \text{Таким образом: } N = F \cdot v \quad (2)$$

Запомни! >

Механическая мощность постоянной силы равна произведению ее модуля на величину скорости движения ее точки приложения.

Проверь свои знания >

1. Что называется механической мощностью?
2. Что определяет величину механической мощности?
3. Допустим, что человек совершил механическую работу, равную 135 000 Дж, а автомобиль – работу, равную 120 000 Дж. Можно ли сделать вывод, что человек всегда делает большую работу, чем автомобиль? Аргументируйте ответ.
4. Используя единицы измерения работы и времени, объясните физический смысл выражения «мощность машины равна 60 кВт».
5. Один подъемный кран поднимает груз на седьмой этаж за 60 с, а другой – такой же груз на ту же высоту – за 90 с. У какого подъемного крана мощность больше и во сколько раз?
6. Два одинаковых теплохода проходят в одинаковых условиях расстояние между двумя портами за разные промежутки времени. Какой из теплоходов развивает большую мощность? Объясните ответ.
7. Двое учащихся, второклассник и восьмиклассник, вместе поднимаются на второй этаж школы. Можно ли сказать, что их механическая мощность одинакова? Объясните ответ.
8. Моторная лодка перегоняет морское судно гораздо большей мощности, чем она. Объясните, при каких условиях это возможно. Приведите подобные примеры.
9. До второго этажа мальчик поднимался неспеша, но, услышав звонок телефона, раздавшийся с третьего этажа, он быстро взбежал, чтобы поднять трубку. Сравните выполненную работу и механическую мощность мальчика на обоих участках его пути.
10. Мощность двигателя равна 1 кВт. Определите механическую работу, совершенную им за 10 мин.
11. Автомобиль движется по шоссе со скоростью 90 км/ч. Найдите силу тяги его двигателя, если известно, что автомобиль развивает мощность 75 кВт.

1.3. Механическая энергия

Информация

Небольшой предмет, упав со значительной высоты, может нанести серьезные повреждения. Забивая колышки в землю, мы стараемся при ударе поднять молоток выше, чтобы колышек вошел глубже. Другими словами, тело, находящееся в движении, на определенном расстоянии приобретает способность развивать силу.

Выскажи свое мнение

Внимательно рассмотрите прилагаемые иллюстрации.

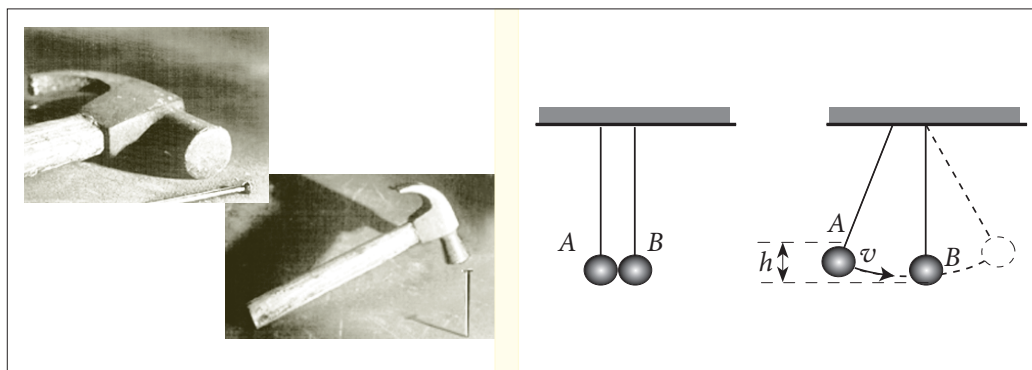


Рис. 1

а)

б)

- Какую способность приобретают молоток и шар, переходя из состояния покоя в состояние движения?
- Обсудите это с коллегой по парте.

Вывод: Физические тела, переходя из состояния покоя в состояние движения, приобретают способность совершать механическую работу

Определение:

- Физическая величина, выражающая способность тела совершать механическую работу, называется **механической энергией**.
- Энергию, которую приобретает тело вследствие своего движения, называют **кинетической энергией** (или энергией движения).

Кинетическая энергия обозначается E_k .

Историческая справка

Термин «**энергия**» был впервые употреблен в 1807 г английским ученым **Томасом Юнгом**. Но широко использоваться он стал только спустя 50 лет, благодаря шотландскому физику Уильяму Ранкину. Он писал: **«Термин «энергия» предполагает любое состояние вещества, которое обладает способностью совершать работу».**

Слово «**энергия**» происходит от греческого слова «**energeia**», что означает «**действие**». Слово «**кинетика**» происходит от греческого слова «**kinetikos**» и означает «**движение**».



От чего зависит кинетическая энергия тела?

Эксперимент

Установите у основания наклонной плоскости деревянный брусок.

- (А)
- С одной и той же высоты наклонной плоскости ($h_1 = h_2$) спустите поочередно два стальных шара с разными массами ($m_1 < m_2$) (рис. 2).
 - Сравните пути d_1 и d_2 , проделанные деревянным бруском после удара каждым из шаров.
- (Б)
- Поочередно спустите два одинаковых стальных шара ($m_1 = m_2$) по наклонной плоскости, но с разной высоты ($h_1 < h_2$) (рис. 3).

Рис. 2

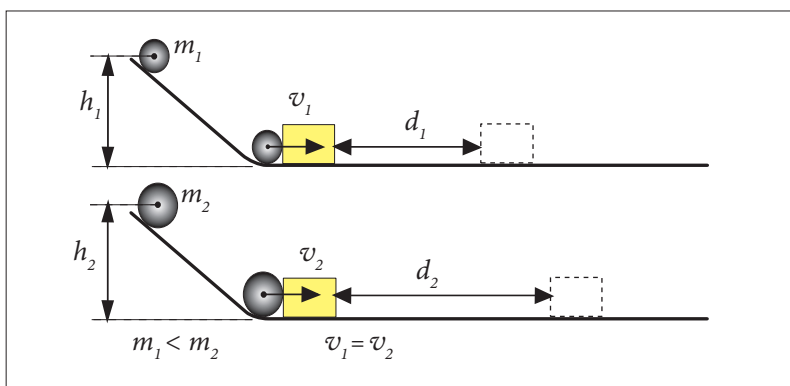
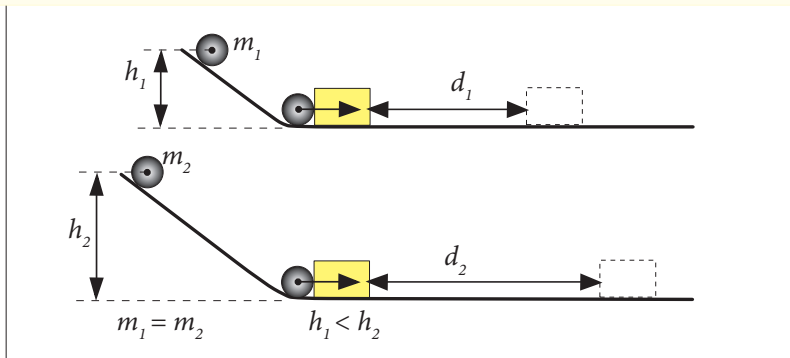


Рис. 3



- Сравните пути d_1 и d_2 , проделанные деревянным бруском после удара каждым из шаров.
- Сформулируйте выводы.

Запомни! >

Кинетическая энергия тела тем больше, чем больше его масса и его скорость.

Из многочисленных опытов было установлено следующее математическое выражение кинетической энергии:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

Например:

Если два автомобиля одинаковой массы m движутся со скоростью 60 км/час и 120 км/час, то говорят, что второй движется в два раза быстрее первого. В этом случае кинетическая энергия второго автомобиля в 2^2 раза больше, чем у первого, то есть в 4 раза.

Известно, что тело может изменить скорость под действием силы. В этом случае сила выполняет над телом механическую работу, изменяя его кинетическую энергию.

Кинетическая энергия измеряется, как и работа, в джоулях (Дж).

Запомни! >

Кинетическая энергия тела изменяется на 1 Дж, если над ним совершена работа в 1 Дж

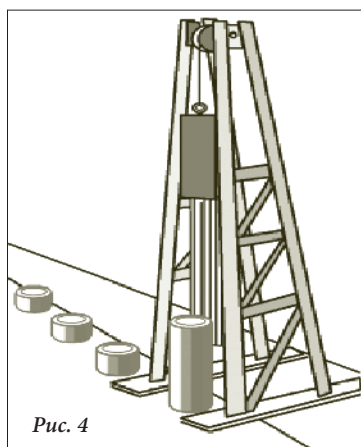


Рис. 4

Наряду с кинетической энергией (энергией движения) существует и энергия положения тела относительно другого тела, как правило, относительно Земли. Эта энергия легко определяется.

Например, если тело поднято на высоту h (рис. 4), оно приобретает способность совершить работу, равную работе силы тяжести

$$G = m \cdot g.$$

Эта работа определяется выражением:

$$A = G \cdot h = mgh.$$

То есть:

$$A = mgh. \quad (2)$$

Вывод: Тело массой m , поднятое на некоторую высоту h , обладает способностью совершать механическую работу, а значит – обладает энергией.

Определение: >

Энергия, полученная телом вследствие своего положения относительно Земли, называется **гравитационной потенциальной энергией** (или энергией положения).

Следовательно, потенциальная энергия характеризует систему тел, в данном случае систему «тело–Земля». Эта энергия обозначается E_n . Потенциальная энергия тела, находящегося на высоте h над Землей, определяется формулой:

$$E_n = mgh. \quad (3)$$

Потенциальная энергия, как и механическая работа, измеряется в джоулях (Дж).

Запомни!

Различают два вида механической энергии:

- **кинетическая энергия;**
- **потенциальная энергия.**

Понятия **кинетической** и **потенциальной энергии** введены в физику для количественного выражения **способности** одного тела или системы тел **совершать механическую работу** при изменении своей **скорости** или/и при изменении своего **положения**.

Кинетическая энергия вместе с потенциальной энергией составляют механическую энергию тела, которую обозначают буквой E .

Таким образом:
$$E = E_k + E_n. \quad (4)$$

Проверь свои знания

1. Составьте предложение, используя следующие понятия: кинетическая энергия, сила, состояние покоя, движение, выполненная механическая работа.
2. Какие физические величины определяют величину кинетической энергии тела? А величину потенциальной энергии?
3. Приведите по три примера тел (или систем тел), обладающих кинетической энергией и потенциальной энергией.
4. Возможно ли, чтобы на тело действовала некоторая сила, но не изменяла его кинетическую энергию?
5. Каждый предмет в вашей комнате образует вместе с Землей отдельную механическую систему. Перечислите 3-4 механические системы в порядке возрастания их потенциальной энергии.
6. Два ученика различной массы влезли на дерево и обладают теперь одинаковыми потенциальными энергиями относительно поверхности Земли. В каком случае это возможно? Объясните ответ.
7. Объясните, в каком случае два тела с разными массами могут обладать одинаковыми кинетическими энергиями?
8. Автомобиль массой 1,5 т движется со скоростью 72 км/ч. Вычислите кинетическую энергию автомобиля.
9. Рабочий поднимает на третий этаж (высота 10 м) тело массой 15 кг. На сколько увеличивается при этом потенциальная энергия системы «тело-Земля»?

1.4. Сохранение механической энергии

Информация

Часто в природе, в технике, в повседневной жизни наблюдаются превращения одного вида механической энергии в другой: потенциальной – в кинетическую и наоборот. Это явление можно наблюдать в ходе следующего эксперимента.

Эксперимент

- Диск, зафиксированный на оси, подвешиваем на двух нитях к подставке. В исходном положении механическая энергия диска равна 0 по отношению к уровню OO' , так как он находится в покое и не может опуститься ниже этого уровня (рис. 1, а).
- Нити, на которые подвешена ось с диском, наматываем на эту же ось и поднимаем диск до верхней части подставки (до высоты h) (рис. 1, б). Таким образом, совершаем механическую работу. В этом положении диск обладает потенциальной энергией. Ее можно вычислить, если известна масса диска m и высота h , на которую его подняли.
- Отпускаем диск. С этого момента он начинает, вращаясь, падать. По мере падения потенциальная энергия диска уменьшается. Одновременно с этим растет его кинетическая энергия. В конце падения (уровень OO') диск обладает максимальной кинетической энергией, а его потенциальная энергия уменьшается до нуля. Затем диск опять поднимается вверх почти до прежней высоты h .

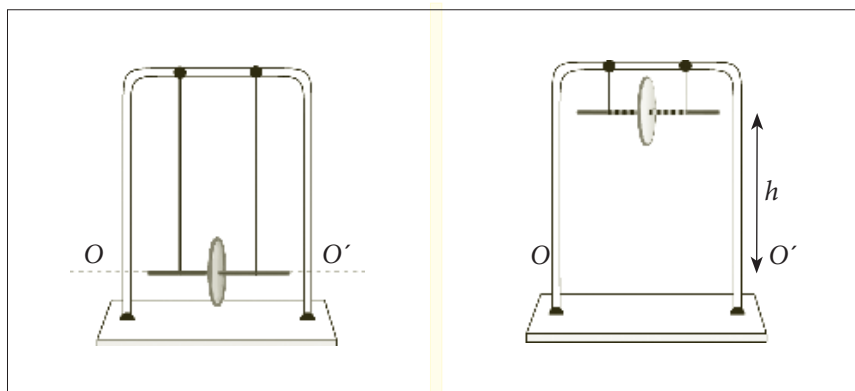


Рис. 1

а)

б)

Вывод: При движении диска **вниз** происходит превращение потенциальной энергии в кинетическую энергию, и наоборот, при движении его **вверх** кинетическая энергия превращается в потенциальную энергию.

Проект исследования

Исследование процесса превращения и сохранения механической энергии

Задачи исследования:

1. Наблюдение и описание процесса превращения потенциальной энергии в кинетическую и наоборот для системы из двух тел (два подвешенных шара).
2. Вычисление потенциальной энергии, кинетической энергии и механической энергии этой системы тел.

Эксперимент

- На тонких нитях подвесьте к штативу два одинаковых шара. В этом состоянии механическая энергия созданной системы равна нулю, так как шары находятся в состоянии покоя и не могут опуститься ниже, чем им позволяют нити (уровень OO') (рис. 2, а)
- Отодвинем шар A влево на некоторую высоту h (рис. 2, б) и отпустим его. Что наблюдаем?

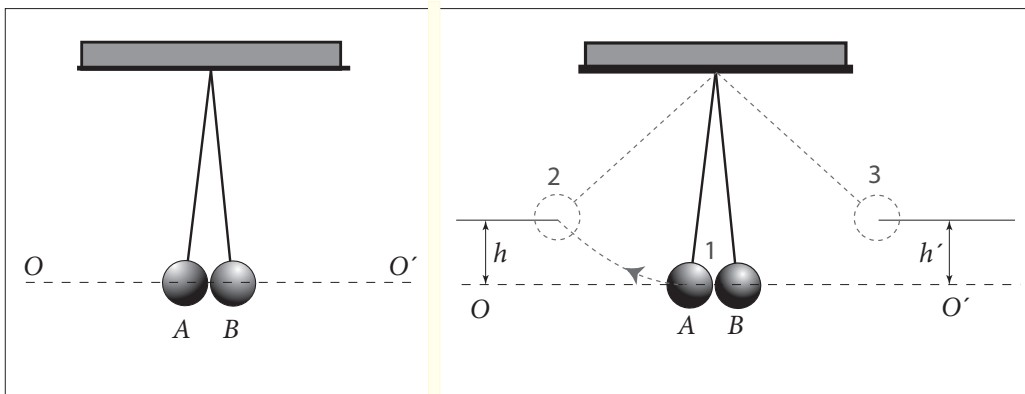


Рис. 2

а)

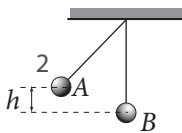
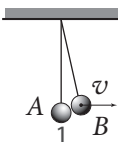
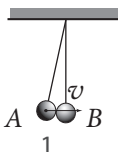
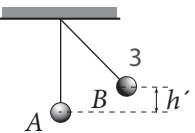
б)

- Перепишите в тетрадь этот текст, заполнив свободные места изученными понятиями.
Отодвинув влево шар A , мы совершили В положении 2 шар A обладает Освободившись, шар A начинает, следовательно, приобретает, одновременно обладая и В положении 1 кинетическая энергия шара A , а потенциальная энергия шара A Следовательно, потенциальная энергия шара превратилась в Вследствие столкновения шара A и шара B (положение 1) последний начинает движение, то есть приобретает При его движении вправо кинетическая энергия шара B , а его потенциальная энергия В положении 3, на высоте h' , шар B обладает максимальной, а его равна нулю.
- Какое соотношение существует между высотами h и h' , если эти два шара образуют замкнутую систему? Почему?

Определение:

Система тел называется **замкнутой (изолированной)**, если она не взаимодействует с другими телами.

- Каково соотношение между высотами h и h' в данном конкретном случае? Почему?
- Вычислите потенциальную, кинетическую и механическую энергию шаров в четырех позициях, представленных ниже.

<p>1) $m_A = m_B = 400$ г, $h = 4$ см Шар A сдвинут влево на высоту h.</p> <p>Определите:</p> $E_n =$ $E_k =$ $E =$ 	<p>3) Шар A сталкивается с шаром B и приобретает скорость v.</p> <p>Определите:</p> $E_n =$ $E_k =$ $E =$ 
<p>2) Шар A свободен. В начальном положении (1) он приобретает скорость v.</p> <p>Определите:</p> $E_n =$ $E_k =$ $E =$ 	<p>4) Шар B смещается вправо до высоты $h' = h$.</p> <p>Определите:</p> $E_n =$ $E_k =$ $E =$ 

- Сформулируйте выводы.

Запомни!

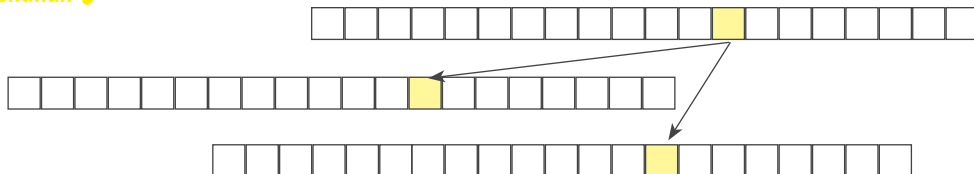
Механическая энергия изолированной системы тел всегда **сохраняется постоянной**.

$$E = E_k + E_n = \text{const.}$$

Это **закон сохранения механической энергии**.

Проверь свои знания

1. Заполните пустые клетки новыми понятиями из этого урока:



2. Объясните, какие превращения энергии происходят в следующих случаях:
- при бросании мяча вертикально вверх;
 - при падении воды с плотины?

3. Ученик бросил мяч вверх, затем поймал его. Объясните, какие превращения механической энергии произошли во время подъема и падения мяча. Приведите подобные примеры.
4. Три тела с одинаковыми массами, но с разными объемами, свободно падают в воздухе. Будут ли равны значения их потенциальных энергий на одной и той же высоте? А значения их кинетических энергий на этой высоте будут равны?
5. Спортсмен разбегается, чтобы его тело приобрело необходимую для прыжка в высоту скорость. Какие превращения механической энергии происходят при этом?
6. Баскетбольный мяч свободно падает с высоты 3,5 м. Может ли мяч подняться на высоту 365 см после столкновения с поверхностью Земли? Аргументируйте свой ответ.
7. Два автомобиля одной марки, один с грузом, а другой порожняком, движутся с одинаковой скоростью. Если каждый из них столкнется с препятствием (например, бетонным столбом), какой из автомобилей будет сильнее поврежден? Почему?

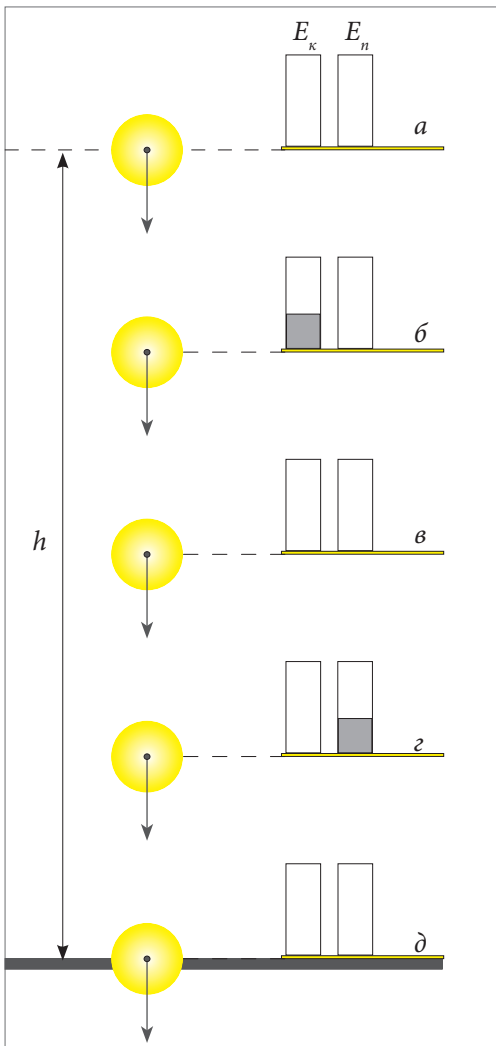


Рис. 3

8. Кинетическая энергия теннисного мяча, брошенного вертикально вверх, через некоторое время уменьшилась на 70%. На сколько процентов увеличилась потенциальная энергия системы «мяч–Земля»?
9. Зарисуйте траектории лыж при спуске с горы и во время прыжка с трамплина. Опишите превращения механической энергии, которые происходят в подобных случаях.
10. Какие превращения энергии происходят, когда мы качаемся на качелях?
11. Металлический шар свободно падает с высоты h на Землю (рис. 3). В любой момент времени система тел «шар–Земля» характеризуется потенциальной энергией E_n и кинетической энергией E_k . На рисунке 3 представлены диаграммы значений E_k и E_n для пяти различных положений шара относительно Земли. Заштрихуйте диаграммы энергии, соответствующие каждому положению. Сравните значения энергий для каждого положения. Объясните выводы о превращении и сохранении энергии шара относительно Земли.

Обобщение

Из предыдущих уроков вы уже знаете, что физические тела могут находиться в различных механических состояниях: в покое или в движении по отношению к другим телам (телам отсчета). Изменение механического состояния означает увеличение или уменьшение скорости и происходит благодаря воздействию на тело сил, выполняющих при этом определенную механическую работу. Таким образом, существуют силы, способствующие движению тел. Они называются силами тяги.

В самом простом случае вектор силы тяги сонаправлен с вектором скорости тела (рис. 1, а). Этот случай вы изучали в данном разделе.

Но существуют силы, тормозящие движение, действующие в противоположную ему сторону. Примером таких сил являются силы трения. Препятствуя движению, они выполняют определенную механическую работу.



Рис. 1

Силы могут выполнять работу только по отношению к телам, находящимся в движении. Согласно выражению механической работы для самого простого случая $A = F \cdot d$, если $d = 0$, то $A = 0$. Следовательно, ни одна сила не выполняет работу по отношению к физическому телу, если это тело остается в состоянии покоя.

Для определения, выполнена или нет данной силой механическая работа по отношению к телу, движение этого тела является необходимым условием, но не достаточным. Еще одним условием является направление действия этой силы. Если сила действует перпендикулярно движению тела, она не выполняет никакую механическую работу. То есть ее действие не влияет на состояние этого тела.

- Сила, которая выполняет механическую работу, обладает определенной мощностью. Развитая мощность на столько больше, на сколько быстрее выполняется работа. Следовательно, сравнив мощности двух машин, выполняющих одну и ту же работу, но за разные промежутки времени, руководствуясь формулой $N = \frac{A}{t}$, можно утверждать, что машина, затратившая на данную работу меньше времени, обладает большей мощностью.



- При равномерном прямолинейном движении тела мощность может быть выражена и другой формулой, с использованием таких физических величин как сила и скорость: $N = F \cdot v$. Эта формула отражает другой аспект мощности, как физической величины. При постоянной мощности двигателя автомобиля сила и скорость являются обратно-пропорциональными величинами. То есть, для того, чтобы двигатель действовал с наибольшей силой, скорость должна быть меньшей. Поэтому на крутом подъеме, когда двигатель должен работать в полную силу, скорость автомобиля снижается.
- Находясь в движении, тела обладают особым свойством: они получают способность выполнять механическую работу. В качестве примера можно привести молоток, забивающий гвоздь. При этом молоток преодолевает силы сопротивления. Движущиеся тела обладают кинетической энергией. Это скалярная физическая величина, которая зависит от массы и скорости тела: $E_k = \frac{mv^2}{2}$. На сколько больше масса движущегося тела, на столько больше его кинетическая энергия.

Кинетическая энергия тела увеличивается с ростом его скорости. При увеличении скорости в два раза, кинетическая энергия возрастает в четыре раза, при увеличении скорости в три раза, кинетическая энергия возрастает в девять раз и т. д.

- Тело, находящееся в покое на определенной высоте h над поверхностью Земли, также обладает механической энергией. Во время падения оно может выполнить работу над другими телами, и тогда его энергия уменьшится. Данная форма механической энергии называется потенциальной гравитационной энергией: $E_n = mgh$. Ее величина растет одновременно с увеличением высоты, на которой находится тело, и уменьшается с ее уменьшением.
- Механическая энергия замкнутой системы тел остается постоянной во времени. Она может превращаться из одной формы в другую или переходить от одного тела к другому в рамках данной системы, но общая величина механической энергии в этой системе останется неизменной.

Таким образом, при свободном падении тела с определенной высоты h потенциальная энергия в системе «тело–Земля» уменьшается, при этом увеличивается кинетическая энергия тела. Если бы эта система была совершенно изолированной, в любой момент времени кинетическая энергия увеличивалась бы ровно на столько, на сколько уменьшилась потенциальная энергия. Для крайних точек системы (верхней и нижней) было бы действительно равенство $E_k = E_n$, то есть, $\frac{mv^2}{2} = mgh$.

Следовательно сумма кинетической и потенциальной энергий целой замкнутой системы, составляющая ее механическую энергию, остается постоянной во времени.

ПРОВЕРЬ СЕБЯ

Тест предназначен для того, чтобы вы могли определить уровень знаний, сформированных вами при изучении данной главы.

I. Выполните задания 1-5, дав краткий ответ.

1. Завершите утверждения так, чтобы они были правильными:
 - а) Энергия движения тел называется — 1 балл
 - б) Сила, которая поддерживает состояние движения тела, называется — 1 балл
 - в) Механическая энергия замкнутой системы тел остается — 1 балл
 - г) Энергия, которой обладает тело благодаря своему положению относительно поверхности Земли, называется — 1 балл
 - д) Механическая работа постоянной силы является скалярной физической величиной равной произведению между ... — 1 балл
 - е) Мощность увеличивается одновременно с быстротой выполнения — 1 балл
 - ж) Величина кинетической энергии тела прямо пропорциональна — 1 балл
 - з) При подъеме лифта его потенциальная энергия — 1 балл

2. Установите с помощью стрелок соответствие между физическими величинами и единицами их измерения:

Механическая работа	МВт	.....	— 1 балл
Механическая мощность	мг	.....	— 1 балл
Сила тяги	Дж	.....	— 1 балл
	кН	.....	— 1 балл

3. Переведите в СИ:

35 кВт	.....	— 2 балла	15 мДж	.....	— 2 балла
24 кВт · ч	.....	— 2 балла	28 МДж	.....	— 2 балла

4. Два одинаковых автомобиля движутся по трассе. Скорость одного из них в два раза больше, чем другого. Во сколько раз различаются их кинетические энергии? — 3 балла

5. Шар, подвешенный на нити, был отклонен от положения равновесия и затем отпущен (рис. 2). Определите положения, в которых шар обладает:

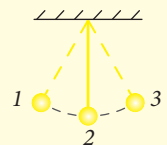


Рис. 2

- а) кинетической энергией и потенциальной энергией — 2 балла
- б) максимальной потенциальной энергией ... — 2 балла

II. Выполните задание 6, представив ответ в свободной форме:

6. Напишите сообщение (10 предложений) на тему «Превращения механической энергии» в ситуации, когда мяч подбросили вверх, а затем поймали. — 10 баллов

2. Практическая часть

2.1. Проблемные ситуации

А. Выполни упражнения

1. Тело переместилось по направлению действия силы на расстояние 50 м. Зная, что работа силы составляет 2 кДж, найдите ее модуль.
2. Под действием силы в 400 Н была совершена механическая работа в 1600 кДж. Определите пройденный путь.
3. Яблоко упало с дерева с высоты 3 м. Найдите работу силы тяжести, если известно, что масса яблока – 200 г (здесь и ниже $g = 10 \text{ Н/кг}$).
4. Вычислите механическую работу, необходимую для прямолинейного равномерного перемещения тележки на расстояние 6 м, если сила трения при этом равна 500 Н.
5. На какую высоту можно поднять тело массой 5 кг, совершив механическую работу 100 Дж?
6. Лифт равномерно поднялся на высоту 9 м. Найдите его массу, если известно, что сила тяги выполнила механическую работу 36 кДж.

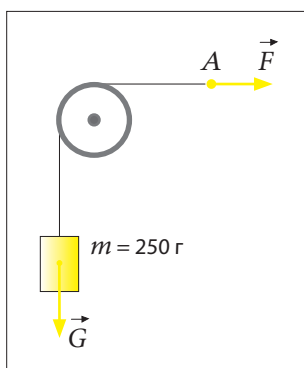


Рис. 1

7. Точка приложения A силы F (рис. 1) перемещается горизонтально с постоянной скоростью на расстояние 2 м. Вычислите механическую работу, совершенную силой F .
8. Для равномерного передвижения порожнего грузовика на расстояние 100 м сила тяги его двигателя выполнила работу в 1,6 МДж, а после загрузки грузовика – 2 МДж. Во сколько раз выросла сила трения во втором случае?
9. Определите механическую работу, совершенную трактором (рис. 2), который вспахал участок площадью 1 га, если ширина плуга 1,2 м, а сила тяги $F_m = 15000 \text{ Н}$.
10. Лошадь равномерно со скоростью 0,8 м/с тянет коляску, действуя при этом с силой 400 Н, направленной горизонтально (рис. 3). Определите механическую работу, совершенную лошадью в течение часа, когда повозка двигалась прямолинейно и равномерно.



Рис. 2



Рис. 3

11. Микроавтобус двигался 1 км под действием силы тяги 2 кН. Определите расстояние, пройденное микроавтобусом под действием силы 1250 Н. Выполненная механическая работа в обоих случаях одинакова.
12. Под действием силы тяги $F_1 = 2000$ Н автобус проехал определенное расстояние. Оставшийся путь автобус преодолел под действием силы $F_2 = 1,6$ кН. Во сколько раз первая часть пути больше второй, если механическая работа, выполненная на первом отрезке пути, в два раза больше, чем та, что была выполнена на втором отрезке пути?
13. Электродвигатель игрушечной машины, совершая работу 15 Дж заставляет ее ехать в течение 10 с. Определите механическую мощность двигателя.
14. Тяжелоатлет поднял вес 180 кг на высоту 2 м за 3 с. Вычислите механическую мощность спортсмена.
15. Самолет, взлетая, за 30 с преодолевает расстояние 1,2 км. Сила тяги его двигателя равна $2 \cdot 10^5$ Н. Какую среднюю мощность развивает двигатель самолета при взлете?
16. Для того чтобы сохранять постоянной скорость автомобиля, равную 108 км/час, необходима сила тяги 500 Н. Какую мощность развивает двигатель автомобиля, чтобы сохранить эту скорость?
17. Мощность двигателя равна 1 Вт. Определите механическую работу, совершенную им за 1 час.
18. Мощность машины равна 8 кВт. Определите механическую работу, совершенную ею за 5 часов 30 мин.
19. Какую мощность развивает человек, поднимая за 10 с ведро воды весом 100 Н из колодца глубиной 15 м?
20. Рассчитайте, какую мощность может развить двигатель трактора, который движется равномерно по прямой дороге, если сила тяги равна 1,2 кН, а путь, пройденный им за час, равен 3,6 км.
21. Ученик равномерно поднимает ведра с водой из колодца. Первое ведро он поднял за 20 с, а второе – за 30 с. В каком случае ученик развил большую мощность и во сколько раз, если он каждый раз прилагал ту же силу?



22. Мощность космического корабля $1,6 \cdot 10^7$ кВт. Чему равна сила тяги двигателей этого корабля, если за 1 с он равномерно проходит 8 км?
23. Игрушечная машинка весом 400 г движется со скоростью 0,5 м/с. Найдите ее кинетическую энергию.
24. Кинетическая энергия автомобиля при скорости 72 км/ч равна 300 кДж. Определите массу автомобиля.
25. Ледокол массой 20 000 т раскалывает лед благодаря своей кинетической энергии. Определите скорость ледокола, при которой кинетическая энергия 1 000 МДж будет достаточна для прохода сквозь льды.

26. Рабочий поднял груз массой 15 кг на высоту 12 м от Земли. Определите потенциальную энергию этого груза относительно Земли.
27. Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх, приобрела максимальную потенциальную энергию 20 Дж. Найдите массу стрелы, если известно, что она поднялась на высоту 25 м.
28. На какую высоту поднялся вертолет массой 7,5 т, если его потенциальная энергия увеличилась на 15 МДж?
29. По канату, подвешенному к потолку, ученик весом 48 кг поднимается за 10 сек со скоростью 0,45 м/с. На сколько увеличится потенциальная энергия системы «ученик–Земля»?
30. На некоторое тело массой m_1 действует горизонтальная сила $F_1 = 5$ Н, которая перемещает тело на расстояние $d_1 = 12$ м. На каком расстоянии должна действовать горизонтальная сила $F_2 = 15$ Н на другое тело массой m_2 , чтобы в конечной точке кинетические энергии этих тел были равны? Известно, что до начала воздействия сил оба тела были в состоянии покоя.
31. Яблоко свободно упало с высоты 3,2 м. С какой скоростью оно столкнулось с поверхностью Земли? Какие из яблок, упавших с этого же дерева, повредились больше и почему?
32. Мяч был брошен вертикально вверх со скоростью 10 м/с. Какой высоты он достигнет, если пренебречь действием воздуха?
33. Кинетическая энергия тела, падающего с высоты 2,4 м, в определенный момент становится в 3 раза больше потенциальной. Определите скорость тела и высоту, на которой это произошло.

В. Экспериментируй

1. Определите механическую работу, совершенную при перемещении тела. Приготовьте необходимое для этого оборудование: линейку, деревянный брусок в виде правильного параллелепипеда, 3-4 маркированных груза по 102 г, динамометр.

Ход работы:

- Прикрепите динамометр к бруску и равномерно тяните его по столу (рис. 4).

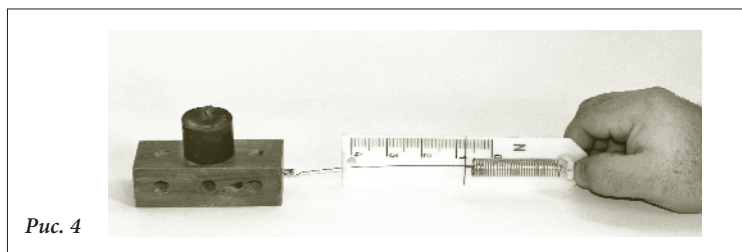


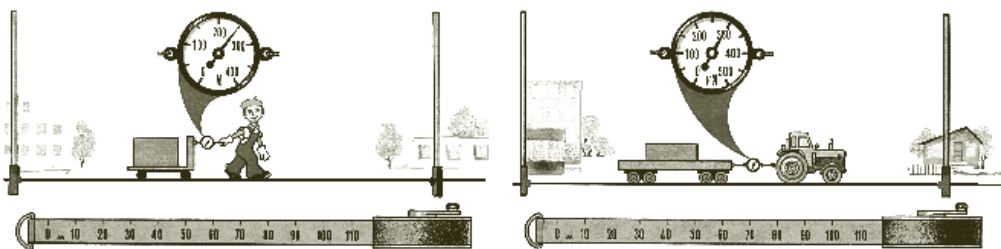
Рис. 4

- Запишите показания динамометра и измерьте пройденный путь бруска.
- Повторите эксперимент, добавляя к бруску по одному маркированному грузу.
- Полученные результаты занесите в таблицу.

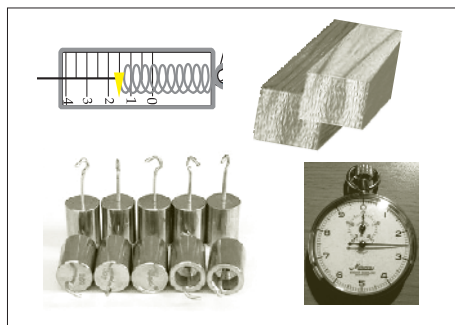
Номер измерения	Сила тяги F , Н	Перемещение d , м	Механическая работа A , Дж
1			
2			
3			

– Сформулируйте выводы.

2. Определите механическую работу, совершенную при перемещении тележки и прицепа, используя данные, представленные на рисунке ниже.



3. Определите в ходе эксперимента механическую мощность при перемещении тела. Приготовьте необходимое для этого оборудование: линейку, деревянный брусок в форме правильного параллелепипеда, 3-4 маркированных груза по 102 г, динамометр, секундомер.

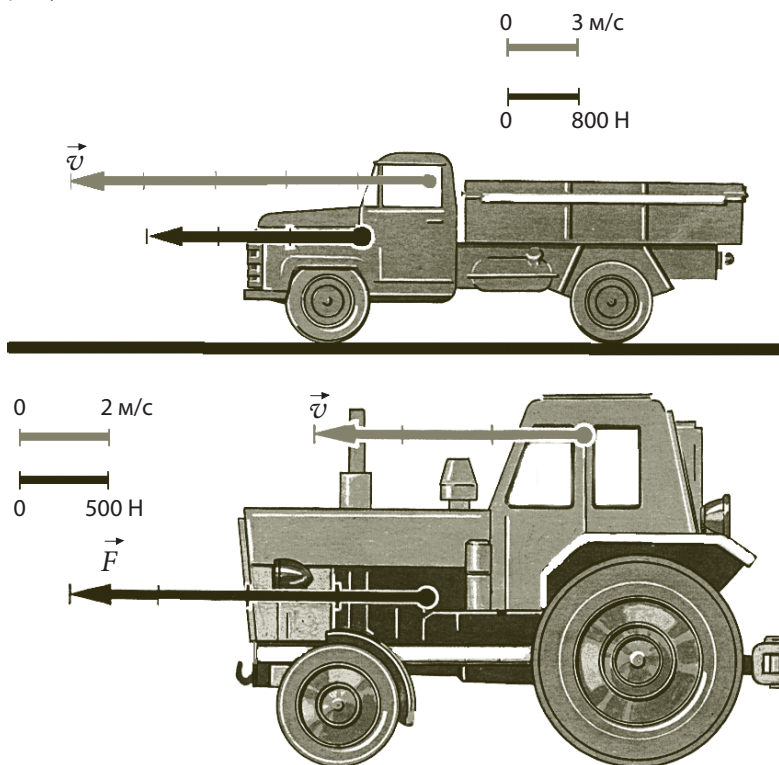


Ход работы:

- Прикрепите динамометр к бруску и равномерно тяните его.
- Запишите показания динамометра и измерьте пройденный путь бруска и время, за которое он был пройден.
- Повторите эксперимент, добавляя к бруску по одному маркированному грузу.
- Полученные результаты занесите в таблицу.
- Сформулируйте выводы.

Номер измерения	Сила тяги, F , Н	Перемещение, d , м	Время, t , с	Механическая работа, A , Дж	Механическая мощность, N , Вт
1					
2					
3					

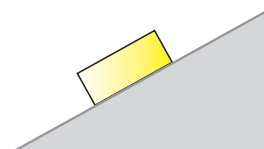
4. Определите мощности, которые могут развить двигатели грузовика и трактора, используя данные, представленные на прилагаемых ниже рисунках.



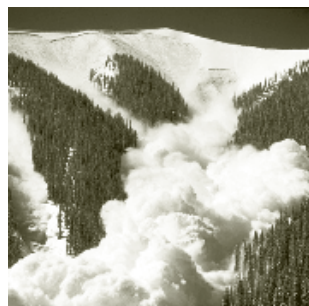
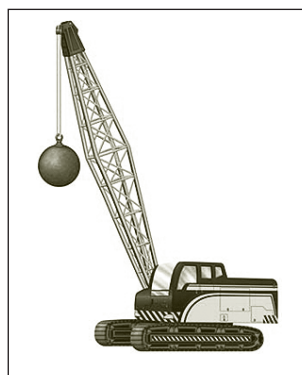
5. Подвесьте к штативу с помощью длинной нити маленький шар или любое другое тело, которое можно считать материальной точкой. Затем выведите шар из состояния покоя и оставьте свободно колебаться. Опишите, какие превращения механической энергии происходят в системе «шар–Земля». Приведите примеры похожих превращений в аналогичных системах.

С. Исследуй

1. Предложите способы экспериментального определения и сравнения механической мощности нескольких учащихся. Перечислите необходимые для этого материалы.
2. Возможно ли, чтобы сила действовала на тело, но не изменяла его кинетическую энергию? Приведите примеры.
3. Опишите превращения механической энергии тела при его скольжении по наклонной плоскости.



4. Какие превращения энергии происходят во время качания качелей?
5. Для разрушения ветхих зданий часто используют машины с подвешенным массивным грузом. Объясните, используя изученные понятия, как именно действуют такие машины.
6. Перед тем как построить здание, строительную площадку подготавливают, уплотняя почву с помощью специальных машин, оснащенных массивными грузами. Объясните принцип их действия.
7. Какие энергетические превращения происходят при столкновении автомобиля с препятствием? Перечислите скрытые опасности быстрой езды, используя такие понятия как «излишек кинетической энергии», «значительная потенциальная энергия».
8. Известно, насколько опасны снежные лавины в горах. Опишите, используя изученные понятия, процесс увеличения снежных масс и, соответственно, их скорости при падении с горных склонов. Приведите подобные примеры.
9. Какие энергетические превращения происходят при выбросе лавы и камней из извергающегося вулкана и, затем, при их падении на землю?
10. Значительную или небольшую потенциальную энергию приобретают водные массы при движении в реках и водопадах? Какой берег, низкий или высокий, может быть сильнее поврежден наводнением или цунами? Что следует предпринять для безопасности во время подобных стихийных бедствий?
11. Почему прыгун в длину считается и хорошим спринтером (бегуном на короткие дистанции)?



СУММАТИВНЫЙ ТЕСТ

Данный тест предлагается для определения уровня знаний, приобретенных вами при изучении раздела «Работа, мощность и энергия» главы «Механическая работа, мощность и механическая энергия».

I. В заданиях 1-3 выберите правильный ответ из предложенных вариантов:

1. Спортсмен метнул копье массой 700 г с начальной скоростью 30 м/с. В начале кинетическая энергия копья была равна: — 2 балла
а) 351 Дж; б) 31,5 Дж; в) 315 Дж; г) 315 кДж; д) другой вариант.
2. Мальчик поднял из колодца глубиной 10 м ведро с водой, выполнив при это работу 784 Дж. Масса ведра с водой равна: — 3 балла
а) 10 кг; б) 9 кг; в) 8 кг; г) 11 кг; д) другой вариант.
3. Мощность двигателя равна 2 Вт. За 2 ч он выполнил работу: — 3 балла
а) 14 кДж; б) 4,14 кДж; в) 1,44 кДж Н; г) 14,4 кДж; д) другой вариант.

II. Выполняя задания 4-7, запишите полное решение задач:

4. Ученик поднял за 2 с штангу весом 16 кг на высоту 2,1 м. Определите:
а) механическую работу, выполненную им; — 2 балла
б) мощность, развитую им; — 3 балла
в) насколько увеличилась потенциальная энергия системы «штанга–Земля». — 2 балла
Гравитационное ускорение $g = 10$ Н/кг.
5. Стрела массой 50 г выпущена из лука вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с. Найдите величину кинетической и потенциальной энергии стрелы:
а) во время взлета ее от поверхности Земли; — 3 балла
б) на максимальной высоте полета. — 3 балла
6. Трактор с силой тяги 7 кН и плугом шириной 1 м работает на поле. Определите:
а) механическую работу трактора при вспахивании 1 га земли; — 2 балла
б) среднюю мощность трактора при вспахивании поля площадью 1,2 га за 1 ч 20 мин; — 3 балла
в) среднюю скорость трактора во втором случае. — 1 балл
7. Кинетическая энергия яблока, упавшего с высоты 5 м, в определенный момент времени становится в два раза больше его потенциальной энергии. Определите:
а) скорость яблока; — 3 балла
б) высоту, на которой находилось оно в это время. — 3 балла

III. В задании 8 представьте ответ в свободной форме:

8. Опишите этапы исследования:
а) собственной мощности; — 5 баллов
б) мощности пассажирского лифта. — 5 баллов
Перечислите необходимые для этого материалы и оборудование.

Глава 4

МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА, МОЩНОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ



II. Простые механизмы

1. Теоретическая часть

1.1. Рычаг

1.2. Блок

1.3. Наклонная плоскость

1.4. КПД простых механизмов

Обобщение

Проверь себя

2. Практическая часть

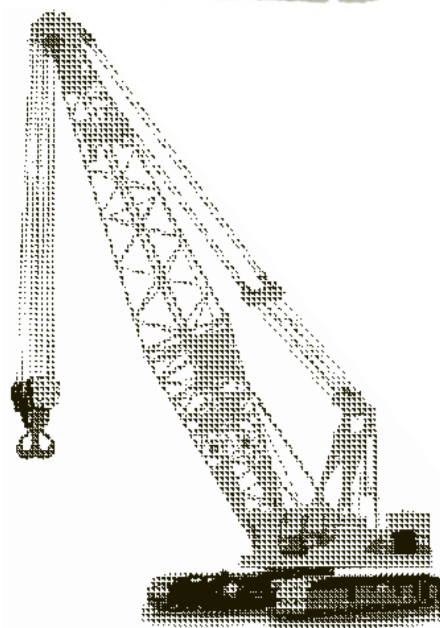
2.1. Проблемные ситуации

А. Выполни упражнения

В. Экспериментируй

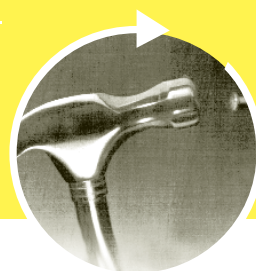
С. Исследуй

Суммативный тест



Глава 4. МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА, МОЩНОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

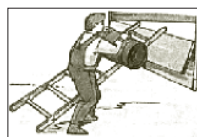
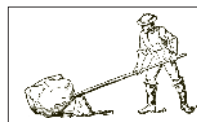
II. Простые механизмы



1. Теоретическая часть

Информация > Наверное, вы уже наблюдали как для перемещения тел, обладающих значительной массой, используются другие тела или простые механизмы. Например, для того, чтобы сдвинуть с места или перенести каменный блок используется лом (длинный металлический шест); для поднятия на большую высоту груза используется система из колесиков и канатов (подъемный кран) и т. д. Действительно, на практике иногда необходимо преобразовать (увеличить или уменьшить) силу, прилагаемую к телу. Для этой цели были изобретены различные приспособления; о некоторых из них вы узнаете далее.

- Сделай открытие!** >
- Внимательно рассмотрите рисунки.
 - Сравните силу, приложенную человеком для подъема каждого из этих тел, с весом этого тела.
 - Для чего используются рычаг и наклонная плоскость?



Определение: > Устройства, которые служат для преобразования прилагаемой силы, называются **механизмами**.

Эти приспособления используются для совершения малыми усилиями работы, изначально требующей значительной по величине силы. Они изменяют прилагаемую силу: ее модуль или направление действия, или и то и другое.

Самыми простыми и часто использующимися в практике механизмами являются: рычаг, блок, наклонная плоскость, клин, ворот и шуруп. Эти механизмы были изобретены многие тысячи лет назад и до сих пор служат человечеству.

Историческая справка >



Пирамида Хеопса

Всем известны знаменитые египетские пирамиды, построенные за несколько тысячелетий до н. э. Самая большая из них – пирамида Хеопса – имеет высоту 147 м и состоит из 2 300 000 кубических блоков. Каждый блок весит в среднем 2,5 т. Согласно Геродоту на строительстве этой пирамиды в течение 30 лет постоянно работало около 100 000 человек, которые сменялись каждые 3 месяца. Строители пирамид использовали для перемещения этих массивных блоков такие простые механизмы, как наклонная плоскость, рычаг и др.

Простые механизмы как компоненты сложных конструкций работают и сейчас в машинах и промышленном оборудовании. Можно перечислить различные инструменты и машины от самых простых до наисложнейших, использующие простые механизмы. Это — ножницы, клещи, лебедка, подъемный кран и др.

Приведите и вы примеры использования простых механизмов.

1.1. Рычаг

Определение:

Простой механизм, в виде перекладки, вращающейся вокруг точки опоры, называется **рычагом**.

Как и любой простой механизм, рычаг служит для преобразования воздействия, оказываемого на тело.

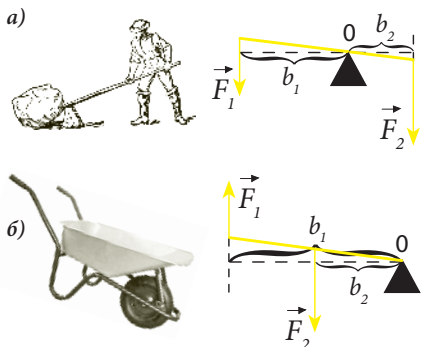


Рис. 1

На рычаг действуют как правило две силы: **активная сила** F_1 (сила, которая прилагается к рычагу для воздействия на тело) и **сила сопротивления** F_2 (сила, которую надо преодолеть) (рис. 1, а, б). В данном случае в понятие силы сопротивления мы не включаем силу трения. В зависимости от расположения точек приложения этих сил **относительно оси вращения O** различаем:

- рычаг первого рода (рис. 1, а);
- рычаг второго рода (рис. 1, б).

В обоих случаях рычаг может, как и любое тело с осью вращения, находиться в положение равновесия. Это происходит, когда рычаг находится в состоянии покоя или равномерно вращается, и зависит от сил, действующих на него и на его плечи.

Определение:

Наименьшее расстояние между осью вращения и точкой приложения силы называется **плечом силы**.

Плечо силы b равно длине перпендикуляра, опущенного из точки O , через которую проходит ось вращения рычага, в точку приложения силы. Точка O также называется **точкой опоры**. На рис. 1, а и 1, б представлены плечи активной силы и силы сопротивления. Представляет интерес соотношение, существующее в каждом из этих случаев между отношением сил и отношением плечей этих сил. Установим это соотношение опытным путем.

Эксперимент

- Используя рычаг, маркированные грузы и динамометр, определите силу сопротивления, активную силу и плечи этих сил в случае, когда на рычаг в состоянии покоя действуют две силы:
 - а) с одним знаком направления (рис. 2, а);
 - б) с противоположными знаками направления (рис. 2, б).
- Какова связь между отношением сил, действующих на рычаг и отношением плечей этих сил?
- Сформулируйте вывод о выигрыше в силе, полученном с помощью этого рычага.

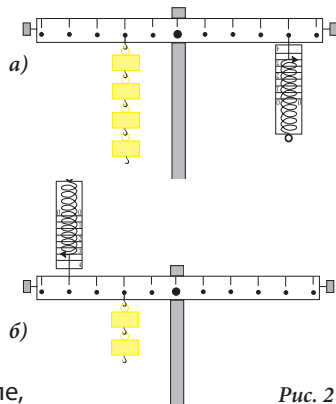


Рис. 2

Запомни!

Когда на рычаг действуют две силы, он будет находиться в равновесии, если отношение сил будет равно обратному отношению плеч этих сил.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{b_2}{b_1} \quad (1)$$

Выражение (1) представляет собой **условие равновесия рычага**, на который действуют две силы.

Отношение (1) показывает, что рычаг преобразует прилагаемую силу во столько раз, во сколько отличаются размеры плеча активной силы и плеча силы сопротивления. Следовательно, выигрыш в силе при работе с рычагом можно регулировать, подбирая подходящую длину того или другого рычажного плеча. Отношение (1) отражает общее правило для всех простых механизмов.

Таким образом, с помощью рычага можно преодолеть малыми усилиями большую силу, переместив тело и тем самым выполнив такую механическую работу, которую нельзя выполнить голыми руками, то есть без использования каких-либо механизмов.

Узнай больше!

У размышляющего ученика может возникнуть вопрос: если есть выигрыш в силе, есть ли выигрыш в работе?

Ответ на этот вопрос можно получить, анализируя движение и путь, проделанный концами рычага под действием активной силы \vec{F}_1 и силы сопротивления \vec{F}_2 . Определите с помощью этого треугольника связь между отношением пройденных путей d_1 и d_2 и отношением плечей b_1 и b_2 . Используя формулу (1) и работу каждой силы: $A_1 = F_1 \cdot d_1$, $A_2 = F_2 \cdot d_2$, установите математическое отношение между A_1 и A_2 . Сформулируйте вывод.

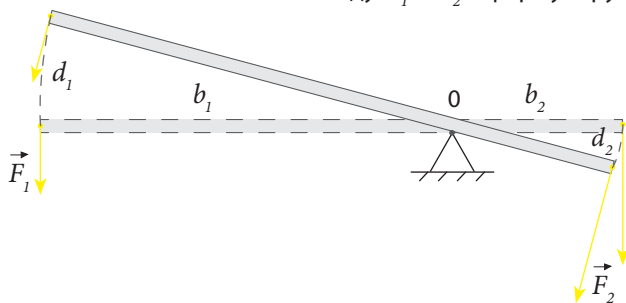


Рис. 3

Запомни!

- Рычаг не дает выигрыша в работе.
- Во сколько раз выигрываем в силе, во столько раз теряем в расстоянии.

Это правило установлено великим ученым античности Архимедом и получило название «Золотое правило механики». Оно действительно для любого простого механизма и подтверждается вековым человеческим опытом.

1. Что такое рычаг? С какой целью он используется?
2. Приведите примеры использования рычага в повседневной жизни и в технике.
3. Что такое равновесие тела?
4. При каких условиях тело с осью вращения находится в состоянии равновесия?
5. Что такое равновесие рычага? Каково условие равновесия рычага?
6. В чем состоит физический смысл «золотого правила механики»?
7. Почему рукоятка ножниц обычно длиннее их режущей части? Какие виды ножниц имеют самую короткую режущую часть, какие — самую длинную? Объясните, почему?
8. Почему при разрезании металлического листа ножницы должны быть раскрыты как можно шире? Что достигается при этом?
9. Прутик легко ломается на две части. Каждую из этих двух частей уже труднее сломать пополам. Почему?
10. Назовите инструменты, используемые в различных областях, с помощью которых выигрыш в силе получают за счет длины рукояти.
11. Объясните, почему строительные подъемные краны оборудованы противовесами. Приведите примеры подобного использования противовесов в других устройствах и конструкциях.
12. Какова роль противовеса при подъеме воды из колодца-журавля? Объясните действие каждой силы в этой системе (рис. 4).
13. Одной из разновидностей рычага является барабанная лебедка, используемая в некоторых колодцах (рис. 5). Объясните необходимость ее использования.
14. Объясните принцип действия консервного ножа (рис. 6).
15. К концам рычага приложены две силы: $F_1 = 15 \text{ Н}$ и $F_2 = 20 \text{ Н}$. Вычислите длину большого плеча, если длина меньшего плеча равна 12 см.



Рис. 4



Рис. 5

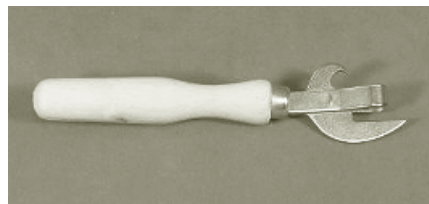


Рис. 6

1.2. Блок

Информация

На рисунке рядом вы видите изображение блока. Этот простой механизм представляет собой колесо с желобом по окружности, вращающееся вокруг своей оси. По желобу проходит канат. К оси прикреплен крючок.



Блоки бывают подвижными и неподвижными.

Сделай открытие!

- Рассмотрите внимательно рис. 1, а и б.
- В чем различие этих блоков?

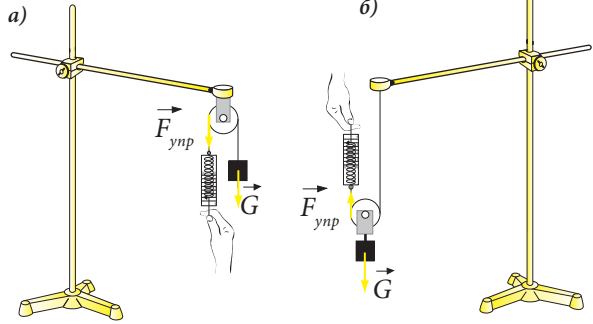


Рис. 1

Определения:

- Простой механизм, представляющий собой диск с желобом, вращающийся вокруг своей оси, называется **блоком**.
- Блок, ось которого находится в состоянии покоя, называется **неподвижным блоком**.
- Блок, ось которого находится в движении, называется **подвижным блоком**.

Каково назначение каждого из этих двух видов блоков?

Ответ на этот вопрос можно получить экспериментально.

Эксперимент

- Закрепите блок к штативу, как это показано на рис. 2. К одному концу веревки подвесьте маркированный груз 100 г, который создаст силу сопротивления $\vec{F}_2 = \vec{G} = m\vec{g}$, а к другому – динамометр, который создаст активную силу \vec{F}_1 .
- Посмотрите показания динамометра, поддерживая систему в равновесии. Затем добавьте по одному и другие грузы, всякий раз фиксируя показания динамометра.
- Занесите полученные результаты в таблицу.

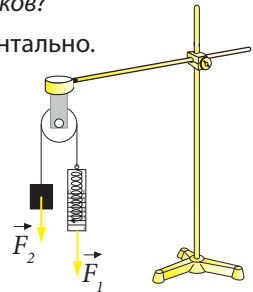


Рис. 2

№ эксперимента	Масса m , г	Сила F_2 , Н	Сила F_1 , Н	Отношение между активной силой F_1 и силой сопротивления F_2
1.				
2.				
3.				

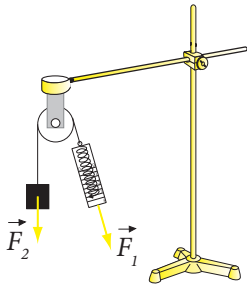


Рис. 3

- Каково отношение между силами F_1 и F_2 ?
- Измените направление действия силы F_1 (рис. 3). Изменяется ли при этом ее величина?
- Можно ли получить выигрыш в силе с помощью неподвижного блока?
- Каково назначение такого блока?
- Какая характеристика силы изменяется при использовании неподвижного блока?

Запомни!

- Неподвижный блок не дает выигрыша в силе, он используется только для изменения направления и знака направления активной силы.
- Модуль активной силы F_1 равен модулю силы сопротивления F_2 в том случае, если неподвижный блок находится в равновесии.

Эксперимент

- Используя подвижный блок, постройте установку, как показано на рис. 4.
- Закрепите один конец веревки за штатив (т. С). Для создания силы сопротивления подвесьте на крючок блока маркированный груз 100 г, а к свободному концу веревки прикрепите крючок динамометра, который будет создавать активную силу F_1 .
- Посмотрите показания динамометра. Повторите эксперимент для различных значений силы F_2 .
- Занесите полученные результаты в таблицу.

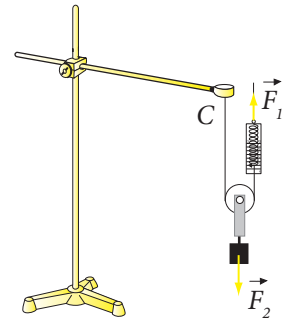


Рис. 4

№ эксперимента	Масса m , г	Сила F_2 , Н	Сила F_1 , Н	Отношение между активной силой F_1 и силой сопротивления F_2
1.				
2.				
3.				

- Какое отношение существует между силами F_1 и F_2 в подвижном блоке?
- Получается ли выигрыш в силе с помощью такого блока?
- Проверьте отношение сил, меняя направление активной силы относительно вертикали.
- Сформулируйте выводы.

Запомни!

В подвижном блоке активная сила F_1 в два раза больше силы сопротивления F_2 : $F_1 = \frac{F_2}{2}$

Подвижный блок дает двойной выигрыш в силе.

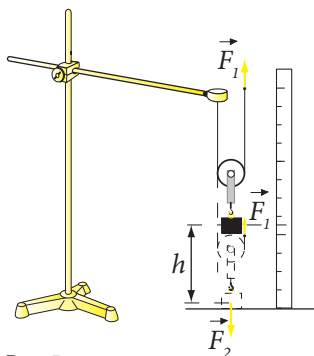


Рис. 5

Повторив эксперимент с подвижным блоком, можем сравнить расстояния, проделанные точками приложения сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 (рис. 5). Устанавливаем, что расстояние, проделанное точкой приложения активной силы \vec{F}_1 в два раза больше расстояния, проделанного точкой приложения силы сопротивления \vec{F}_2 .

Следовательно, получен двойной выигрыш в силе и двойная потеря в расстоянии.

Таким образом подтверждается «золотое правило механики»: во сколько раз выигрываем в силе, во столько раз проигрываем в расстоянии.

Внимательно рассмотрев рис. 6, можно убедиться, что «золотое правило механики» справедливо и для рычага.

Расстояние, проделанное точкой приложения силы \vec{F}_1 , больше, чем расстояние, проделанное точкой приложения силы \vec{F}_2 , во столько раз, во сколько величина силы \vec{F}_2 больше величины силы \vec{F}_1 .

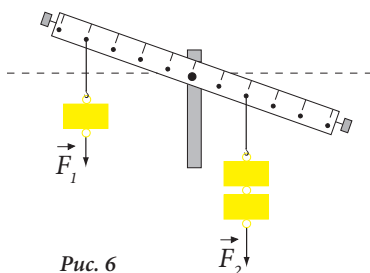


Рис. 6

Узнай больше

«Золотое правило механики» открытое Архимедом, а также различные способы его применения произвели огромное впечатление на его современников. Архимед писал царю Сиракуз Гиерону, что если бы существовала другая Земля и можно было бы достигнуть ее, он смог бы сдвинуть нашу Землю. В истории остался афоризм: «Дайте мне точку опоры, и я сдвину Землю». Современные вычисления доказывают невозможность осуществления идеи древнегреческого ученого. На выполнение такой задачи потребовался бы огромный промежуток времени $\approx 3 \cdot 10^{13}$ лет. Выполните сами эти вычисления, считая, что Архимед должен был бы приложить силу 600 Н, чтобы сдвинуть на 1 см Землю массой $\approx 6 \cdot 10^{24}$ кг.

Проверь свои знания

1. Что такое блок? Какие виды блоков вы знаете?
2. Чем отличаются подвижный и неподвижный блоки? Для чего они предназначены?
3. Проведите аналогию между блоком и рычагом.
4. Какой вид блока дает выигрыш в силе и во сколько раз?
5. Дает ли блок выигрыш в механической работе? Объясните ответ.
6. Человек может поднять вес 700 Н на высоту 3 м. Какой вид блока можно использовать для поднятия на такую же высоту груза массой 120 кг? Объясните ответ.

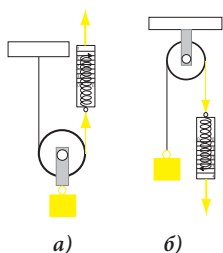
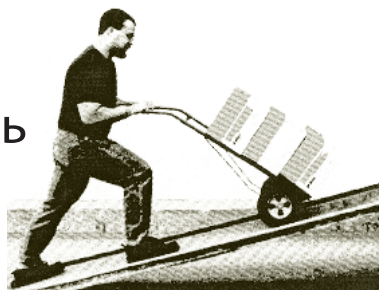


Рис. 7

7. Какие виды блока используются в подъемном кране для поднятия грузов? Какова их роль?
8. В каких случаях используются системы нескольких блоков? Расскажите о преимуществах таких систем.
9. Приведите примеры использования блока в технике и других областях человеческой деятельности.
10. Определите показания динамометра с рис. 7, если вес тела равен 15 Н. На какую высоту поднимется тело в каждом случае, если свободный конец шнура перемещается на 2 м? Определите работу активной силы в каждом случае.

1.3. Наклонная плоскость

В некоторых случаях проблема передвижения массивных тел решается с помощью наклонной плоскости.



Определение:

Плоскость, которая образует с горизонтальной плоскостью острый угол, называется **наклонной плоскостью**.

Допустим, что брус массой m должен быть равномерно поднят над определенным уровнем на высоту h . К брусу можно приложить вертикально действующую силу \vec{F} , равную по модулю с его весом, но имеющую противоположный знак направления (рис. 1, а). В этом случае работа, произведенная этой силой будет равна $A = mgh$ (1).

Но этот брус можно поднять и с гораздо меньшей силой, используя при этом наклонную плоскость с высотой h и длиной l . Для этого на брус действуют активной силой \vec{F} , направленной вдоль наклонной плоскости. Эта сила преодолевает действие силы сопротивления \vec{G}_t , которая является следствием действия силы тяжести \vec{G} ($G = mg$) (рис. 1, б).

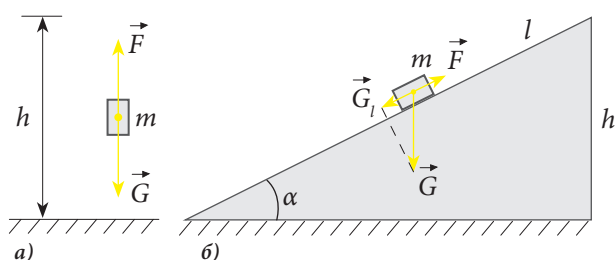


Рис. 1

Исследуем равномерное движение бруса по наклонной плоскости. Будем считать эту плоскость идеально гладкой, то есть пренебрежем силой трения. Как следствие, сила сопротивления \vec{G}_t , обусловленная силой тя-

жести, является единственной силой, которая должна быть преодолена. Работа, выполненная активной силой при равномерном поднятии бруса по плоскости вычисляется по уже известной формуле:

$$A = F \cdot l \quad (2).$$

Так как в обоих случаях тело поднимается на ту же высоту, величина выполненной работы остается такой же. Значит:

$$Fl = mgh \quad (3).$$

Из (3) можно написать выражение силы \vec{F} .

$$F = mg \cdot \frac{h}{l} \quad (4).$$

Так как $h < l$, отношение $\frac{h}{l} < 1$. Исходя из формулы (4), активная сила F меньше силы тяжести G во столько раз, во сколько длина наклонной плоскости больше ее высоты: $\frac{G}{F} = \frac{l}{h}$. Именно поэтому грузы легче подымать по более длинным, а значит пологим наклонным плоскостям.

Запомни!

- С помощью наклонной плоскости достигается выигрыш в силе во столько раз, во сколько раз активная сила \vec{F} меньше силы тяжести \vec{G} .
- Отношение между этими силами равно отношению между длиной и высотой наклонной плоскости: $\frac{G}{F} = \frac{l}{h}$.

Сделай открытие!

Продемонстрируйте, что и в случае наклонной плоскости соблюдается «золотое правило механики».

Подготовка сообщения

Использование простых механизмов

План работы:

1. Изучите дополнительные источники информации по этой теме.
2. Выберите необходимую информацию.
3. Сравните вашу информацию с тем, что нашли одноклассники, и проверьте ее точность. В случае необходимости, посоветуйтесь с учителем.
4. Изложите ваше сообщение письменно ясно и кратко, расположив подобранные материалы в логической последовательности и используя схемы, таблицы, графики, диаграммы и пр.
5. Оцените собственный труд.

Проверь свои знания

1. Что такое наклонная плоскость?
2. Каково предназначение наклонной плоскости?
3. Приведите примеры использования наклонной плоскости в технике и в быту.
4. Объясните, почему в многоэтажных домах используются наклонные лестницы, а не вертикальные.
5. Опишите, как можно поднять велосипед по крутому склону, прилагая силу тяги меньшую, чем при подъеме на этот склон по прямой. Почему?
6. Какого типа дорогу обычно прокладывают от подножия горы до ее вершины? Почему?
7. При использовании наклонной плоскости для поднятия грузов выигрывают в расстоянии, в силе или в механической работе?
8. Укажите силы, действующие на тело, которое тянут за веревку по наклонной плоскости?
9. Во сколько раз выигрывают в силе с помощью наклонной плоскости. Как это зависит от ее размеров?
10. Высота наклонной плоскости – 1,2 м, а ее длина – 3 м. Какой будет выигрыш в силе?



1.4. КПД простых механизмов

Информация

Изучая простые механизмы, мы исследовали идеальные случаи, в которых активная сила использовалась только для преодоления силы сопротивления, которую в большинстве случаев представлял вес тела. На практике, используя такие механизмы, надо рассчитывать, что придется преодолевать не только силу сопротивления самого тела, обычно, гравитационного происхождения, но и другие силы. Например, при поднятии тела с помощью подвижного блока, активная сила преодолевает вес тела и вес блока, а также силы трения (между канатом и блоком, между блоком и осью, на которой он закреплен).

Определения:

- Величина механической работы, выполненной простым механизмом непосредственно для достижения поставленной цели, называется **полезной работой**.
- Механическая работа, выполненная активной силой, называется **полной (затраченной) работой**.

Полезная работа равна увеличению потенциальной энергии тела относительно ее значения в начальном положении.

Например, при поднятии тела массой m по наклонной плоскости высотой h , полезная работа равна $A_n = mgh$. А затраченная работа вычисляется как произведение активной силы F на длину плоскости l : $A_з = F \cdot l$.

Для оценки эффективности работы механизма или машины используется величина, называемая коэффициентом полезного действия (КПД).

Определение:

Отношение полезной механической работы к затраченной механической работе называется **коэффициентом полезного действия (КПД)**.

Коэффициент полезного действия обозначается греческой буквой η («эта») и определяется отношением:

$$\eta = \frac{A_n}{A_з} \quad \text{или} \quad \eta = \frac{A_n}{A_з} \cdot 100\%.$$

Таким образом, КПД показывает долю полезной работы в полной затраченной работе.

Практическая деятельность

Обсудите с коллегами предложенные вопросы и дайте ответ:

- Может ли КПД механизма быть больше 100%?
- Каким образом можно увеличить КПД простых механизмов?
- Соблюдается ли на практике «золотое правило механики»?
- От чего зависит КПД наклонной плоскости?

Лабораторная работа

Определение КПД наклонной плоскости

Необходимые приборы и материалы: трибометр, штатив, динамометр, деревянный брусок, маркированные грузы по 100 г.

Ход работы:

- Закрепите трибометр на штативе и по получившейся наклонной плоскости равномерно с помощью динамометра тяните брусок. Запишите величину активной силы, показанную динамометром.

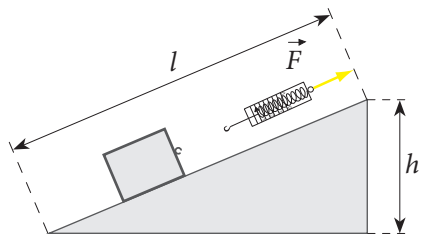


Рис. 1

- Измерьте динамометром вес тела $P = mg$, а также определите длину l и высоту h наклонной плоскости.
- Повторите эксперимент несколько раз, добавляя к бруску маркированные грузы и постепенно увеличивая общую массу.

- Обработайте результаты измерений и заполните таблицу:

№ эксперимента	$F, \text{Н}$	$P = mg, \text{Н}$	$l, \text{м}$	$h, \text{м}$	Полезная работа $A_n = mgh, \text{Дж}$	Общая работа $A_{об} = Fl, \text{Дж}$	КПД $\eta = \frac{A_n}{A_{об}} \cdot 100\%$
1.							
2.							
3.							

- Сравните численные значения полезной работы и затраченной.
- Вычислите коэффициент полезного действия наклонной плоскости для каждого случая.
- Сформулируйте вывод.

Проверь свои знания

1. Раскройте физический смысл коэффициента полезного действия механизма или машины?
2. Что такое механический КПД?
3. Как определить затраченную работу при поднятии грузов с помощью простого механизма? А как определить полезную работу в этом случае?
4. Величина КПД может быть равна единице, меньше единицы или больше единицы? Объясните ответ.
5. КПД одного рычага равен 90%, а другого – 95%. Что определяет разницу этих величин? С каким из этих рычагов можно поднять больший груз, прилагая одинаковую активную силу?
6. Зная, что неподвижный блок изменяет только направление действия активной силы при поднятии грузов, а точки приложения активной силы и силы сопротивления проделывают равные расстояния, объясните, почему затраченная работа больше, чем работа полезная.
7. Проанализируйте действие двух блоков, изображенных на рис. 2, поднимающих груз на одинаковую высоту. Зная, что силы трения между диском и канатом в обоих блоках равны, определите, какой из этих блоков обладает большим КПД. Объясните ответ.
8. Рабочий поднимает ведро с раствором массой 20 кг с помощью неподвижного блока, прилагая при этом силу 220 Н. Определите КПД этого блока.
9. Для поднятия ящика массой 40 кг на высоту 50 см была использована в качестве наклонной плоскости доска длиной 175 см. Вычислите КПД получившегося простого механизма, если известно, что для равномерного перемещения ящика была приложена сила тяги равная 140 Н.

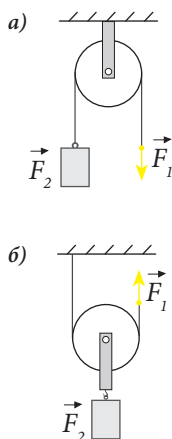


Рис. 2

Обобщение

В данном разделе детально описаны некоторые простые механизмы: рычаг, подвижный и неподвижный блоки, наклонная плоскость. Установлены закономерности, характеризующие каждый из них: выигрыш в силе, принцип действия. У каждого из этих простых механизмов есть свои особенности, но общим для них является «золотое правило механики»: «Во сколько раз выигрываем в силе, во столько раз проигрываем в расстоянии».

- Простые механизмы были изобретены для облегчения физического труда, для того чтобы малыми усилиями преодолевать значительные силы сопротивления. Обобщая, можно сказать, что простые механизмы предназначены для преобразования действующих (активных) сил.

Каждый из этих механизмов изобретен для использования в определенных условиях. Выбор простого механизма для выполнения работы диктуется рациональными соображениями.

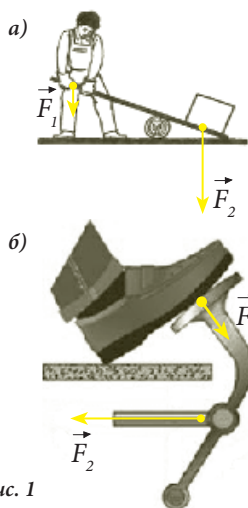


Рис. 1

В исследованных в ходе уроков случаях в качестве силы сопротивления чаще всего выступал вес тела (рис. 1, а). В деталях машин и промышленного оборудования сила сопротивления может быть и другого рода. Например, в конструкции автомобильных педалей, пневматических и гидравлических устройств, клапанов паровых котлов используется рычаг, и в качестве силы сопротивления выступает сила упругости пружины, поддерживающая рычаг в определенном положении (рис. 1, б).

Конечно, можно встретить и другие варианты устройств, использующих рычаг в различных формах.

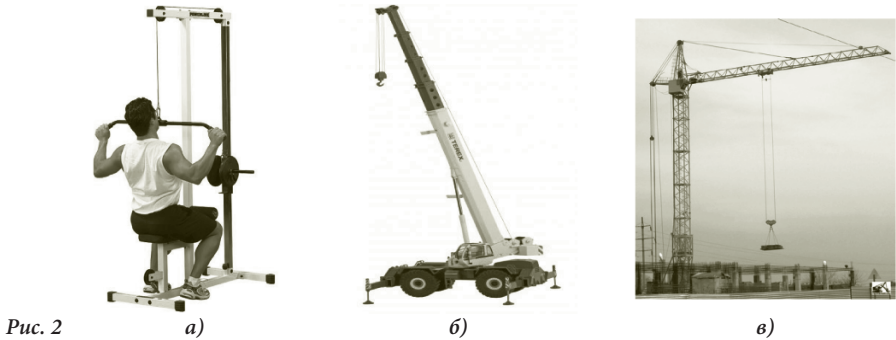
При использовании рычага выигрыш в силе достигается подбором размера плечей сил таким образом, чтобы выполнялось условие равновесия:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{b_2}{b_1}.$$

- Выигрывая в силе, не выигрываем в работе. Из изученного вами ранее установлено, что, действительно, точки приложения активной силы и силы сопротивления передвигаются на различные расстояния, и отношение этих расстояний равно отношению плечей сил. Следовательно, эти силы выполняют одинаковую по величине работу.

- В случаях, когда возникает необходимость изменить не модуль силы, а ее направление, используется неподвижный блок. Он не дает выигрыш в силе, но позволяет выбрать более удобное для данной ситуации направление воздействия. Таким образом, решается проблема подъема

груза вверх при условии, что активная сила может быть направлена только вниз. Неподвижный блок также используется в подъемных кранах для перенаправления тросов (рис. 2, б, в) и в тренажерных залах (рис. 2, а).



Подвижный блок используется для поднятия грузов, если достаточен выигрыш в силе в два раза. Этот простой механизм широко используется в подъемных кранах и различных технических устройствах (рис. 2, б, в).



Рис. 3

- Наклонная плоскость широко используется для подъема и передвижения грузов значительной массы путем их перекачивания или скольжения. В этом случае изменяется как модуль активной силы относительно силы сопротивления, так и направление ее действия. Выигрыш в силе определяется отношением длины плоскости к ее высоте:

$$\frac{G}{F} = \frac{l}{h}.$$

Чем больше это отношение, тем больше выигрыш в силе. Наклонная плоскость используется для перемещения грузов на складах, на стройках, в проектах по строительству дорог и др.

- Коэффициент полезного действия любого механизма характеризует его эффективность. Насколько его величина близка к единице (100%), настолько механизм эффективнее. Формула, определяющая КПД: $\eta = \frac{A_n}{A_s}$, где $A_n = mgh$, а A_s – полная работа активной силы по преодолению сил сопротивления. В идеальных случаях, рассмотренных при изучении простых механизмов, мы считали силой сопротивления только вес поднимаемого тела. В действительности при работе простых механизмов проявляются и другие силы, противодействующие активной силе, например, силы трения. Они уменьшают КПД механизмов, поскольку приводят к вынужденному увеличению работы активной силы. Поэтому на практике всегда принимаются меры по уменьшению этих сил.

ПРОВЕРЬ СЕБЯ

Тест предназначен для того, чтобы вы могли определить уровень знаний, сформированных вами при изучении данной главы.

I. Выполните задания 1-2, дав краткий ответ.

1. Завершите утверждения так, чтобы они были правильными:
 - а) Устройства, служащие для преобразования прилагаемой силы, называются — 1 балл
 - б) Блок, ось которого находится в движении, называется — 1 балл
 - в) Во сколько раз выигрываем в силе, во столько раз — 1 балл
 - г) Механическая работа, выполненная активной силой, называется — 1 балл
 - д) Отношение между полезной и затраченной механической работой называется — 1 балл
 - е) Неподвижный блок используется для — 1 балл
 - ж) Наклонная плоскость формирует острый угол с — 1 балл
 - з) Отношение модулей сил, действующих на рычаг в положении равновесия, равно обратному отношению — 1 балл
2. На какую высоту поднимется тело, если свободный конец каната переместится на 2 м:
 - а) вниз, в случае неподвижного блока? — 2 балла
 - б) вверх, в случае подвижного блока? — 2 балла
3. Выберите шкалу для плечей рычага и для прилагаемых к нему сил, представив в виде диаграммы положение равновесия ... — 3 балла



4. Нарисуйте векторы сил, действующих на рычаг школьных весов в положении равновесия — 3 балла



II. В заданиях 5-6 выберите правильный ответ из числа приложенных:

5. КПД простого механизма может быть:
 - а) равен единице; б) больше единицы;
 - в) меньше единицы — 2 балла
6. Тело массой 50 кг равномерно поднимается с помощью подвижного блока. Сила тяги при этом равна:
 - а) 490 Н; б) 445 Н; в) 245 Н; г) 425 Н; д) другие варианты ... — 3 балла

III. Выполните задание 7, представив ответ в свободной форме:

7. Напишите сообщение (10 предложений) об использовании изученных простых механизмов. — 10 баллов

2. Практическая часть

2.1. Проблемные ситуации

А. Выполни упражнения

1. Плечи сил, которые действуют на рычаг, находящийся в равновесии, равны соответственно 15 см и 90 см. Меньшая из действующих сил, равна 1,2 Н. Определите величину наибольшей силы.
2. Тяжелые предметы можно сдвинуть с места или приподнять с помощью металлического лома. В зависимости от своей длины он дает выигрыш в силе до 20 раз. Определите массу тела, которое может быть сдвинуто ломом, если допустить, что на него действуют с силой 600 Н (здесь и далее $g = 10 \text{ Н/кг}$).
3. На концы рычага действуют силы 25 Н и 150 Н. Плечо большей силы равно 3 см. Определите длину рычага, если известно, что под действием этих сил он расположен горизонтально и находится в равновесии.

4. На концы рычага действуют силы 2 Н и 18 Н. Длина рычага равна 1 м. Определите, где расположена точка опоры, если известно, что рычаг находится в равновесии.
5. На какую высоту поднимется тело массой m , когда свободный конец шнура переместится вниз на 2 м (рис. 1)?

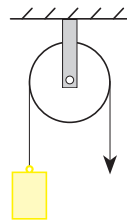


Рис. 1

6. Какой вес может быть поднят с помощью подвижного блока, если его собственный вес равен 20 Н, а к свободному концу шнура прилагается сила 210 Н? Силой трения пренебречь.
7. С помощью подвижного блока весом 20 Н при приложении активной силы 100 Н поднято тело весом 165 Н. Определите величину силы трения.

8. Ящик с кирпичами был поднят с помощью подвижного блока на высоту 12 м за 0,5 мин. Чему равна мощность, развитая при подъеме ящика, если величина приложенной силы равна 320 Н?

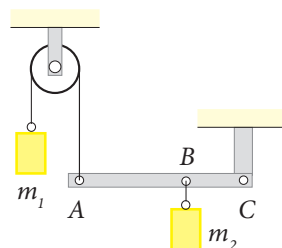


Рис. 2

9. Планка AC, весом которой можно пренебречь, подвижно закреплена в точке C и сохраняет равновесие системы грузов m_1 и m_2 (рис. 2). Определите массу m_2 , если $m_1 = 2 \text{ кг}$, общая длина планки $AC = l$, а $BC = \frac{1}{3} l$.
10. Высота наклонной плоскости – 3 м, а длина – 5 м. Какой выигрыш в силе можно получить с помощью этой плоскости? Силой трения пренебречь.

11. Одна наклонная плоскость имеет длину 6 м, и высоту 1,5 м, а другая – длину 7,2 м и высоту 1,8 м. Какая из этих плоскостей дает больший выигрыш в силе? Силой трения пренебречь.
12. Какой должна быть длина наклонной плоскости высотой 1 м для равномерного подъема по ней груза массой 90 кг под действием силы 180 Н?
13. Каково соотношение высоты и длины наклонной плоскости (h/l), если выигрыш в силе при ее использовании составляет 5 раз?
14. Тело массой 400 г равномерно поднимается по гладкой наклонной плоскости длиной 0,5 м и высотой 20 см. Какая сила параллельная плоскости должна быть приложена при этом?
15. Рабочий равномерно поднимает тело массой 100 кг, используя наклонную плоскость длиной 2 м и высотой 1 м. Определите модуль активной силы, прилагаемой рабочим.
16. Какова масса тела поднимаемого равномерно по наклонной плоскости, если под действием активной силы 2 Н, направленной параллельно плоскости, выигрыш в силе составляет 5 раз? Силой трения пренебречь.
17. По наклонной плоскости длиной 16 м равномерно поднимается на высоту 8 м тело массой 500 кг. Вычислите работу активной силы, если сила трения равна 1кН (рис. 3).

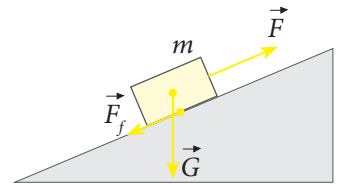


Рис. 3

18. С помощью рычага было равномерно поднято на высоту 1 м тело массой 150 кг. Зная, что сила, приложенная к большему плечу рычага, выполнила работу 1,6 кДж, найдите КПД этого простого механизма.
19. С помощью рычага, КПД которого равно 80%, было поднято на высоту 40 см тело массой 120 кг. На какое расстояние сместилось большее плечо рычага, если величина приложенной силы равна 500 Н?
20. Подвижный блок с КПД 70% поднимает тело на высоту 2 м. Найдите массу тела, если к свободному концу каната прилагается сила 500 Н.
21. С помощью одного подвижного и одного неподвижного блоков был равномерно поднят на высоту 8 м груз весом 80 Н. Какая сила была приложена к свободному концу шнура и какая работа затрачена при поднятии груза, если КПД данного механизма составляет 80%.
22. Груз весом 3,5 кН поднят по наклонной плоскости на высоту 1,8 м. Зная, что КПД наклонной плоскости равен 60%, найдите работу, выполненную при этом активной силой.
23. Высота наклонной плоскости 1,2 м, а высота ее – 10,8 м. Для поднятия тела массой 180 кг по этой плоскости была приложена сила 250 Н. Определите КПД наклонной плоскости и силу трения.

В. Экспериментируй

1. Изготовьте рычаг и продемонстрируйте экспериментально такое соотношение двух сил, при котором его плечи находятся в положении равновесия.
2. Выберите из числа школьных принадлежностей предметы, которыми вы пользуетесь как рычагами. Представьте некоторые из них в действии.
3. Перечислите материалы необходимые для изготовления весов и изготовьте такие весы.
4. Имея в распоряжении доску, деревянный брусок, линейку, резинку и тела известной массы, опишите способ определения КПД наклонной плоскости.
5. Перечислите предметы, которые бы вы взяли в поход для использования в качестве рычагов.
6. С какой силой следует потянуть шнур, чтобы поднять тело массой 500 г (рис. 4)? Выполните эксперимент, используя маркированные грузы по 100 г, и проверьте правильность вычислений с помощью измерения динамометром, прикрепленным к шнуру.
7. Проверьте экспериментально, на какое расстояние по горизонтальной плоскости переместится тело весом P , если свободный конец шнура опустится вниз на 0,4 м (рис. 5)?

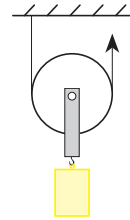


Рис. 4

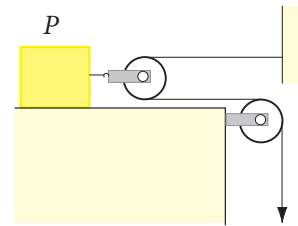


Рис. 5

С. Исследуй

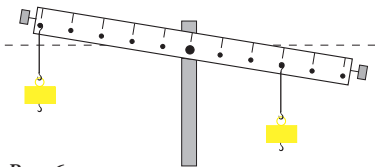


Рис. 6

1. Находится ли в равновесии рычаг, изображенный на рис. 6? Нарисуйте его в тетради и отметьте плечи сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 . Определите величину отношений $\frac{F_1}{F_2}$ и $\frac{b_2}{b_1}$. Сравните их и сформулируйте вывод.

2. С какими силами надо действовать на точку B рычагов, изображенных на рис. 7 а и б для того, чтобы они находились в состоянии покоя?

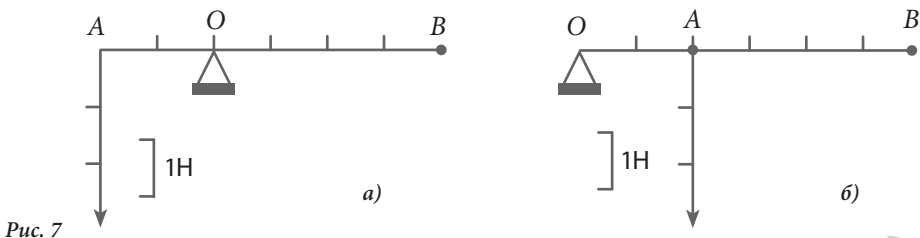


Рис. 7

3. Нарисуйте модели рычагов аналогичных по функциям с неподвижным блоком и с подвижным.
4. Рабочий должен поднять груз на определенную высоту с помощью рычага. Он может использовать в качестве рычага стальную перекладину или алюминиевую, одинаковую со стальной по размерам. Какой из этих вариантов более выгоден с точки зрения величины КПД и почему?
5. Груз может быть поднят на определенную высоту двумя способами: с помощью неподвижного блока и с помощью блока подвижного. Известно, что оба блока одинаковы, и силы трения, возникающие при их работе, равны. Можно ли сказать, что их КПД также одинаковы? Объясните ответ.

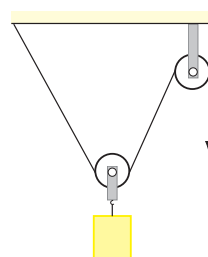


Рис. 8

6. Дает ли двойной выигрыш в силе использование в системе с рис. 8 подвижного блока? Объясните ответ. Изменяется ли и как именно модуль активной силы во время подъема груза, в случае, если можно пренебречь силой трения и весом самого блока.
7. Что легче: удерживать груз на наклонной плоскости или равномерно перемещать его по ней?
8. Цилиндр равномерно поднимается по наклонной плоскости длиной 1 м и высотой 0,5 м (рис. 9). В каком из этих двух случаев а) и б) поднимать тело легче? Объясните ответ.
9. Какова роль длинного шеста в руках эквилибриста, идущего по натянутому канату под куполом цирка?
10. Перечислите механизмы автомобилей или других машин, выполняющих роль рычага.
11. Подберите сведения о простых механизмах – вариантах наклонной плоскости. Объясните принцип их действия, сравнив с наклонной плоскостью, изученной в этом разделе.

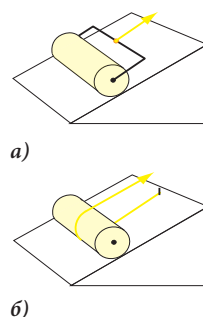


Рис. 9

12. Имея в распоряжении трибометр, деревянный брусок, тележку, динамометр и сантиметровую ленту, предложите план по исследованию зависимости КПД наклонной плоскости от вида силы трения. Выполните это исследование.
13. Объясните принцип действия качелей с рис. 10, используя знания о простых механизмах.



Рис. 10

СУММАТИВНЫЙ ТЕСТ

Данный тест предлагается для определения уровня знаний, приобретенных вами при изучении раздела «Простые механизмы» главы «Механическая работа, мощность и механическая энергия».

I. В заданиях 1-3 выберите правильный ответ из предложенных вариантов:

1. Плечи рычага относятся как 2:3. Величины сил, приложенных к этому рычагу, относятся как: — 2 балла
а) 2:2; б) 2:3; в) 3:2; г) 3:3; д) другие варианты.
2. Для равномерного поднятия с помощью подвижного блока тела массой 100 кг прилагается сила: — 3 балла
а) 980 Н; б) 890 Н; в) 940 Н; г) 490 Н; д) другие варианты.
3. По наклонной плоскости высотой 1 м было равномерно поднято тело массой 50 кг, при этом затраченная работа составила 700 Дж. КПД наклонной плоскости равен: — 3 балла
а) 60%; б) 70%; в) 80%; г) 90%; д) другие варианты.

II. Выполните задания 4-7, представив полное решение задач:

4. Рабочий должен поднять с помощью подвижного блока с КПД 80% груз массой 96 кг. Определите величину силы тяги, которая должна быть приложена для этого. — 4 балла
5. Определите максимальную высоту, на которую рабочий поднимает груз массой 250 кг, используя гладкую наклонную плоскость длиной 6,25 м и прилагая активную силу 200 Н. — 4 балла
6. К концам рычага длиной 1 м, находящегося в равновесии, подвешены два груза массой 0,5 кг и 2 кг. На каком расстоянии от конца, к которому было подвешено более легкое тело, находится точка опоры? — 5 баллов
7. Вычислите КПД рычага, с помощью которого было равномерно поднято на высоту 6 см тело массой 245 кг. При воздействии на большее плечо силой 500 Н, точка ее приложения опустилась вниз на 0,3 м. — 4 балла
Какую мощность развила активная сила, если эта точка опускалась вниз в течение 2 с? — 2 балла

III. Выполните задания 8-9, представив ответ в свободной форме:

8. Опишите этапы исследования по определению КПД наклонной плоскости. — 10 баллов
9. Напишите сообщение (10 предложений) о действиях, которые бы вы предприняли, чтобы самостоятельно передвинуть ящик массой 30 кг горизонтально на несколько метров, а затем загрузить его в кузов грузовика. Объясните ваши действия, используя изученные в этом разделе понятия. — 10 баллов

Таблица плотности веществ, ρ , кг/м³ (при 20°C)

Твердые тела	
Алмаз – 3400-3600	Отруби – 150
Алюминий – 2700	Парафин – 870-920
Бетон – 1800-2800	Платина – 21460
Бронза – 8300-8700	Пробка – 220-260
Бумага – 700-1200	Резина – 910-1400
Воск – 960-980	Рубин – 4000
Золото – 19320	Сахар – 1600
Картон – 690	Свинец – 11300
Кирпич – 1800	Серебро – 10500
Лед – 900	Соль поваренная – 2200
Медь – 8900	Сталь – 7800
Мел – 1800-2600	Стеарин – 970-1000
Мука – 400-500	Стекло оконное – 2400-2700
Нафталин – 1150	Фарфор – 2200-2500
Никель – 8900	Цинк – 7100
Олово – 7300	Шифер – 2800
Оргстекло – 1180	Янтарь – 1100
Жидкости	
Ацетон– 781	Мазут – 890-1000
Бензин – 710-750	Масло машинное – 900-920
Бензин – 730-940	Масло подсолнечное – 926
Вода пресная – 1000	Мед – 1345
Вода морская – 1010-1050	Молоко сгущенное с сахаром – 1280
Глицерин – 1260	Ртуть – 13600
Керосин – 790-820	Спирт этиловый – 790
Кровь – 1050	Эфир этиловый – 710

Основные понятия, изучаемые в курсе 7-го класса

А

Атмосферное давление > Давление, производимое на тела воздухом.

Б

Блок > Простой механизм, представляющий собой диск с желобом, вращающийся вокруг своей оси.

В

1 Ватт (Вт) > Механическая мощность силы, которая за одну секунду совершает работу в 1 джоуль.

Вес тела > Сила, с которой тело действует на опору или подвес вследствие притяжения к Земле.

Г

Гидростатическое давление > Давление, производимое жидкостью, находящейся в состоянии покоя.

Д

Давление > Скалярная физическая величина, равная отношению модуля силы, действующей перпендикулярно поверхности, к площади этой поверхности.

Движение по инерции > Движение тела при отсутствии воздействия со стороны других тел.

1 Джоуль (1 Дж) > Механическая работа, совершенная силой в 1 Н при перемещении тела в направлении действия силы на расстояние равное 1 м.

З

Закон Архимеда > На тело, погруженное в жидкость (газ), действует сила, направленная вертикально вверх, равная по величине весу жидкости (газа), вытесненной этим телом.

Закон Паскаля > Давление, производимое на жидкость или газ, передается одинаково во всех направлениях.

Закон сохранения механической энергии > Механическая энергия E замкнутой системы тел остается неизменной: $E = E_k + E_n = const$.

Закон упругой деформации > Абсолютная деформация пропорциональна деформирующей силе, то есть: $\Delta l \sim F$.

Замкнутая (изолированная) система > Система тел, не взаимодействующая с другими телами.

Затраченная (полная) работа > Механическая работа, выполненная активной силой.

Золотое правило механики > Во сколько раз выигрываем в силе, во столько раз теряем в расстоянии.

И

Инертность > Свойство тела сопротивляться изменению скорости.

К

Кинетическая энергия > Энергия, которую приобретает тело вследствие своего движения.

КПД (коэффициент полезного действия) > Отношение полезной механической работы к затраченной механической работе.

Криволинейное движение > Движение, при котором траекторией движущегося тела является кривая линия.

М

Масса тела > Физическая величина, которая характеризует инертность тела.

Материальная точка > Тело, размерами которого в данных условиях можно пренебречь.

Механизмы > Устройства, которые служат для преобразования прилагаемой силы.

Механическая мощность > Физическая величина, равная отношению механической работы к промежутку времени, за которое эта работа была совершена.

Механическая работа постоянной силы > Скалярная физическая величина, равная произведению модуля силы на путь, пройденный телом в направлении действия этой силы.

Механическая энергия > Физическая величина, выражающая способность тела совершать механическую работу.

Механическое движение > Изменение положения тела во времени относительно других тел.

Н

Наклонная плоскость > Плоскость, которая образует с горизонтальной плоскостью острый угол.

Неподвижный блок > Блок, ось которого находится в состоянии покоя.

Неравномерное движение > Движение, при котором физическое тело проходит за одинаковые промежутки времени различные расстояния.

П

1 Паскаль (1 Па) > Давление, производимое силой 1 Н, действующей перпендикулярно к поверхности площадью 1 м.

Перемещение > Отрезок прямой линии, соединяющий начальное положение тела с его конечным положением.

Плечо силы > Наименьшее расстояние между осью вращения и точкой приложения силы.

Подвижный блок > Блок, ось которого находится в движении.

Полезная работа > Величина механической работы, выполненной простым механизмом непосредственно для достижения поставленной цели.

Положение тела > Место тела в пространстве.

Постоянная упругости тела (жесткость) > Величина k , равная отношению деформирующей силы F к абсолютному удлинению тела Δl .

Потенциальная гравитационная энергия > Энергия, полученная телом вследствие своего положения относительно Земли.

Пройденный путь (пройденное расстояние) > Длина траектории.

Прямолинейное движение > Движение, при котором траекторией движущегося тела является прямая линия.

Р

Равномерное движение > Движение, при котором физическое тело проходит равные отрезки пути за равные промежутки времени.

Рычаг > Простой механизм, в виде перекладины, вращающейся вокруг точки опоры.

С

Сила трения > Сила, которая противодействует движению одного тела по поверхности другого.

Сила тяги > Сила, которая поддерживает состояние движения тела.

Сила упругости > Сила, под действием которой упруго деформированное тело принимает исходную форму.

Система отсчета > Тело отсчета вместе с инструментами для измерения расстояний, углов и промежутков времени.

Скорость тела > Физическая величина, которая характеризует быстроту движения тела.

Сообщающиеся сосуды > Сосуды, соединенные ниже свободной поверхности жидкости.

Т

Тело отсчета > Тело, относительно которого определяется положение других тел.

Траектория > Линия, вдоль которой движется тело.

У

Условие равновесия рычага > Отношение сил, действующих на рычаг, равно обратному отношению плечей этих сил.

Ответы >

Глава 1. ДВИЖЕНИЕ И ПОКОЙ

- с. 21. 1. а) 7,5 м; 27,5 м; 2,5 м. б) 1,5 с; 5,6 с. 3. 50 м. 4. 2 м/с. 5. 40 мин.
6. 14 м/с.
- с. 27. 12. 200 км; 0. 15. 0,5 м/с. 16. 1,28 с. 17. 108 000 км.
- с. 28. 20. 4 км.
- с. 29. 22. а) 425 км. б) 472,2 км/ч. 24. а) 1 м/с. с) 100 м. 25. б) 1 м/с.
26. б) I – 2 м/с; II – 1 м/с; III – 0,8 м/с. 27. а) I – 5 м/с; II – 10 м/с;
б) I – в движении ($d = 20$ м); d) $t = 1$ с. II – в покое ($d = 0$).

Глава 2. СИЛА

- с. 45. 8. 23,52 кН.
- с. 48. 9. 0,2 Н.
- с. 57. 9. 36 Н, 100 Н. 11. а) 4 Н; б) 12 Н. 12. а) 8 Н; б) 2 Н. 13. 500 кг.
- с. 58. 15. 98 Н. 16. 49 Н; 11,2 Н; 23,68 кг. 17. 120 см³; 60 г; 0,588 Н.
18. 440 кг. 19. 50 Н. 20. 500 Н/м. 21. 10 см. 22. 5 см.
23. 4,9 см. 24. $\approx 0,2$ Н. 27. 250 Н.
- с. 59. 28. 392 Н. 29. $\approx 0,64$ кг.

Глава 3. ДАВЛЕНИЕ. СИЛА АРХИМЕДА

- с. 65. 2. $3,3 \cdot 10^{13}$ Па. 6. 2500 Па. 7. 0,32 м². 8. 20 Н. 9. 490 Па.
- с. 67. 2. $\approx 110,8$ МПа.
- с. 68. 5. а) 490 Па; б) 980 Па. 7. а) 49 кПа; б) 24,5 кПа. 9. 39,2 кПа.
- с. 72. 8. 50 кН. 9. 50 Н. 10. 1,8 атм; $\approx 1,82 \cdot 10^5$ Па.
- с. 74. 4. 13,5 см. 5. $\approx 0,59$.
- с. 76. 1. 3,6 г. 3. $\approx 10,33$ м.
- с. 80. 1. 0,2 Н. 3. $\approx 0,09$ Н. 7. 500 м³.
- с. 84. 1. Да. 2. $\approx 61,2$ кг. 3. Лыжи отца. 4. 7 см. 5. ≈ 80 кг. 6. 450 см².
7. 9 км. 8. 600 кг/м³. 9. Уменьшится примерно в 1,1 раза.
10. а) 3920 Па; б) 3630 Па; с) 3097 Па. 11. $\approx 1,15$ Н.
- с. 85. 13. 13,6 кг. 14. Бензин или нефть. 15. ≈ 85 см. 16. 3,2 см; 12,8 см.
17. ≈ 30 м; Нет. 21. ≈ 22 м. 22. 2,5 Н. 23. 0,6 Н. 24. а) 30 Н; б) 3 л;
с) 1667 кг/м³. 25. Серебро. 26. 150 см³.
- с. 86. 27. 1,95 Н. 28. а) 5000 кг/м³; б) 0,82 Н. 29. Да. 30. 700 кг/м³.
31. 8000 см³. 32. ≈ 781 кг/м³. 33. 2 м².

Глава 4. МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА, МОЩНОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

I. Работа, мощность и энергия

- с. 94. 6. В случаях а) и г). 10. 300 Дж. 11. 50 м.
- с. 97. 5. Первая; в 1,5 раза. 10. 600 кДж. 11. 3 кН.
- с. 101. 8. 300 кДж. 9. 1470 Дж.
- с. 105. 4. Да. 6. Нет. 7. Автомобиль с грузом. 8. Увеличилась на 70 %.
- с. 109. 1. 40 Н. 2. 4000 м. 3. 6 Дж. 4. 3 кДж. 5. 2 м. 6. 400 кг. 7. 5 Дж.
8. 4 кН. 9. 125 МДж. 10. 1152 кДж.
- с. 110. 11. 1,6 км. 12. В 1,6 раза. 13. 1,5 Вт. 14. 1,2 кВт. 15. 8 МВт. 16. 15 кВт.
17. 3,6 кДж. 18. 157,4 МДж. 19. 150 Вт. 20. 1,2 кВт. 21. В первом случае; в 1,5 раза. 22. 2 МН. 23. 0,05 Дж. 24. 1,5 т. 25. 10 м/с.
- с. 111. 26. 1,8 кДж. 27. 80 г. 28. 200 м. 29. 2,16 кДж. 30. 4 м. 31. 8 м/с.
32. 5 м. 33. 9 м/с; 1,35 м.
- с. 113. 4. 36 кВт; 12 кВт.

II. Простые механизмы

- с. 120. 15. 16 см.
- с. 123. 10. а) 7,5 Н; 1 м; 15 Дж; б) 15 Н; 2 м; 30 Дж.
- с. 125. 10. В 2,5 раза.
- с. 127. 8. 89 %. 9. 80 %.
- с. 131. 1. 7,2 Н. 2. 1,2 т. 3. 21 см. 4. 0,9 м. 5. 2 м. 6. 40 кг. 7. 15 Н. 8. 256 Вт.
9. 6 кг. 10. 2.
- с. 132. 11. Выигрыш в силе в 4 раза. 12. 5 м. 13. 0,2. 14. 1,6 Н. 15. 500 Н.
16. 1 кг. 17. 56 кН. 18. $\approx 94\%$. 19. 1,2 м. 20. 58,8 кг. 21. 50 Н; 800 Дж.
22. 10,5 кДж. 23. 80 %; 50 Н.
- с. 133. 6. 2,45 Н. 7. 0,2 м.

