

УДК 373.5:53
ББК 22.3я721
В22

Макет подготовлен при содействии ООО «Айдиономикс».

Вахнина, Светлана Васильевна.

В22 Физика в инфографике / С. В. Вахнина. — Москва : Эксмо, 2022. — 160 с. : ил. — (Наглядно и доступно (в инфографике)).

ISBN 978-5-04-112519-6

В издании с помощью инфографики — наглядных иллюстраций, схем, графиков, рисунков — представлены краткие теоретические сведения по основным темам школьного курса физики.

Большое количество упорядоченной визуальной информации позволит быстрее и эффективнее усвоить учебный материал, повысит интерес и мотивацию учащихся, даст наиболее полное представление о предмете.

Пособие окажет дополнительную помощь школьникам в подготовке к урокам, контрольным работам, экзаменам, будет также полезно учителям и всем, кто интересуется физикой.

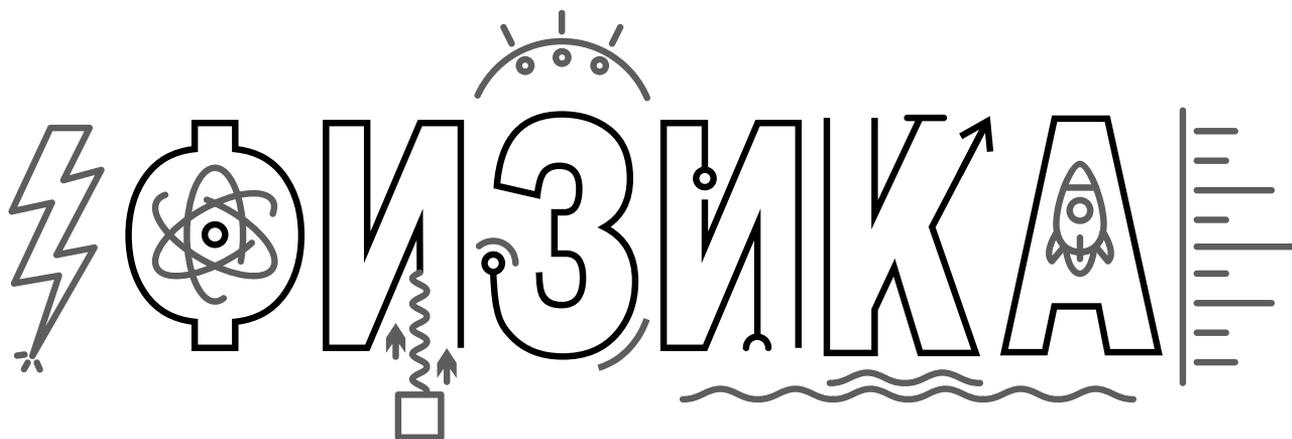
УДК 373.5:53
ББК 22.3я721

ISBN 978-5-04-112519-6

© Вахнина С.В., 2022
© ООО «Айдиономикс», 2022
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4	Магнетизм.....	104
 Физика — наука о природе.....	5	 Электромагнитные колебания и волны.....	114
Основные понятия.....	5	Колебательный контур.....	114
 Механика.....	7	Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток.....	117
Основные понятия.....	7	Электромагнитные волны.....	122
Кинематика.....	9	 Оптика.....	125
Динамика.....	18	Геометрическая оптика.....	125
Статика.....	36	Волновая оптика.....	134
Законы сохранения.....	40	 Основы специальной теории относительности.....	137
Механические колебания и волны.....	46	 Квантовая физика.....	139
 Молекулярная физика.....	55	Корпускулярно-волновой дуализм.....	139
Молекулярно-кинетическая теория.....	55	Физика атома.....	143
Термодинамика.....	69	Физика атомного ядра.....	146
 Электродинамика.....	79	Элементы астрофизики.....	151
Электростатика.....	79		
Законы постоянного тока.....	86		
Электрический ток в средах.....	96		



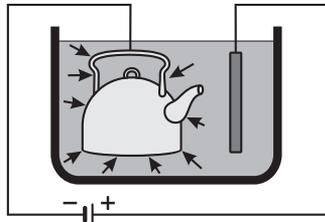
ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое пособие предназначено для систематизации и закрепления знаний учащихся по физике за курс средней школы.

Книга содержит информацию по разделам «Механика», «Молекулярная физика», «Электродинамика», «Электромагнитные колебания и волны», «Оптика», «Основы специальной теории относительности», «Квантовая физика», «Элементы астрофизики».

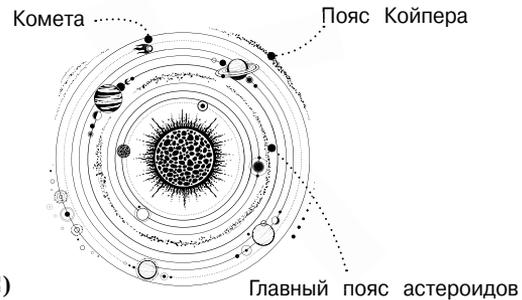
Информация, изложенная в виде инфографики (схемы, графики, диаграммы, рисунки, карты памяти), воспринимается мгновенно и даёт возможность найти и запомнить по-настоящему важные детали, сложить их воедино и получить наиболее полное представление об изучаемом предмете.

Поясняющий рисунок

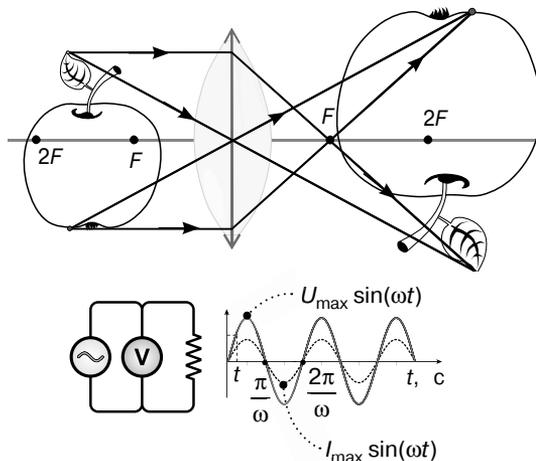


ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ
(ХРОМИРОВАНИЕ, СЕРЕБРЕНИЕ)

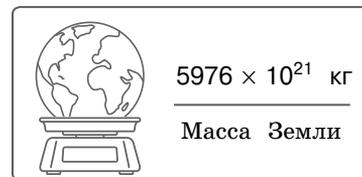
Рисунок с выносками



Схемы и графики



Познавательная статистика



Графическая информация



Надеемся, что пособие поможет учащимся и выпускникам при подготовке к школьным занятиям, различным формам текущего и промежуточного контроля, а также к сдаче основного и единого государственных экзаменов.

Желаем успехов!



ФИЗИКА — НАУКА О ПРИРОДЕ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Физика — наука о наиболее общих закономерностях, определяющих строение и развитие окружающего мира. Задача физики — открывать и изучать законы, которые связывают различные физические явления, происходящие в природе.



ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ



Механические



Оптические



Магнитные



Тепловые



Акустические



Электрические



Атомные

Способы изучения физики

Наблюдение



Опыт



Гипотеза



Эксперимент



Вывод

РАЗДЕЛЫ ФИЗИКИ



Механика



Молекулярная физика и термодинамика



Электричество и магнетизм



Колебания и волны



Физика атома и атомного ядра

ФИЗИЧЕСКИЕ ТЕРМИНЫ

• Физическое тело



КАПЛЯ



ГВОЗДИ

• Вещество



ВОДА



ЖЕЛЕЗО

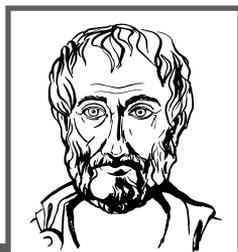
• Материя



ВЕЩЕСТВО

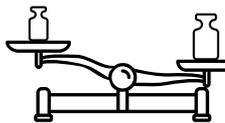


РАДИОВОЛНЫ



Аристотель

• Физическая величина



МАССА



СКОРОСТЬ



М. В. Ломоносов

В IV веке до н. э. ввёл понятие ФИЗИКА (греч. «фюзис» — природа).

Издal первый в России учебник физики и ввёл слово «физика» в русский язык.



Единицы измерения физических величин

Основные

-  Длина — 1 м (метр)
-  Время — 1 с (секунда)
-  Масса — 1 кг (килограмм)
-  Температура — 1 К (кельвин)
-  Сила тока — 1 А (ампер)
-  Давление света — 1 кд (кандела)
-  Количество вещества — 1 моль

Производные

-  Сила — 1 Н (ньютон)
-  Давление — 1 Па (паскаль)
-  Заряд — 1 Кл (кулон)
-  Скорость — 1 м/с (метр в секунду)
-  Плотность — 1 кг/м³ (килограмм на метр в кубе)
-  Сопротивление — 1 Ом (ом)
-  Энергия — 1 Дж (джоуль)

Стандартный вид числа

$a \cdot 10^n$, где $1 \leq a < 10$, $n \in \mathbb{Z}$.

ЗАПИСЬ ЧИСЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ

В физике для упрощения вычислений с очень большими или малыми величинами принято записывать численное значение физической величины в **стандартном виде** либо с помощью десятичных приставок и множителей.

Десятичные приставки к названиям единиц измерения

Кратные приставки

Увеличивают в 100, 1000 раз и т. д.

- г (гекто) — 10^2 (1 гПа = 100 Па)
- к (кило) — 10^3 (1 кг = 1000 г)
- М (мега) — 10^6 (1 МДж = 1 000 000 Дж)
- Г (гига) — 10^9 (1 ГВт = 1 000 000 000 Вт)

Дольные приставки

Уменьшают в 10, 100, 1000 раз и т. д.

- д (деци) — 10^{-1} (1 дм = 0,1 м)
- с (санци) — 10^{-2} (1 см = 0,01 м)
- м (милли) — 10^{-3} (1 мг = 0,001 г)
- мк (микро) — 10^{-6} (1 мкм = 0,000001 м)



Масса Земли — $6 \cdot 10^{24}$ кг



$1,5 \cdot 10^8$ км

Земля

Солнце



Масса атома водорода — $1,7 \cdot 10^{-27}$ кг

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ ПРИСТАВОК

- Обозначение приставки пишется слитно с обозначением единицы, к которой она присоединяется.
- Не разрешается использование двух приставок и более, идущих друг за другом (запись вида «ммкм — миллимикрометр» некорректна).

Килограмм — это тысяча граммов. «Тысяча» заменяется приставкой «кило», которая обозначается как 1000 или 10^3 . В приставке зашифровано количество нулей, их следует поставить после цифры, к которой приставка относится: 2 килограмма = 2000 граммов.

В программировании приставки «кило», «мега» и т. п. в случае применения

к величинам (байтам, битам) означают кратность не 1000, а $1024 = 2^{10}$.



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

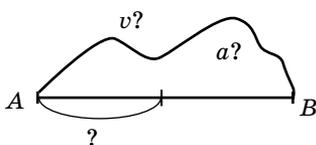
Механика — раздел физики, изучающий законы движения и взаимодействие материальных тел (или частей тела). Основная задача механики — определение положения тела в любой момент времени.



Разделы механики

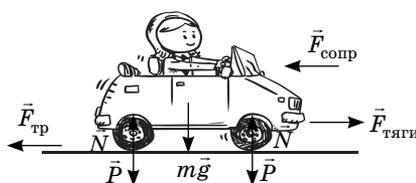
Кинематика

Описание движения тел



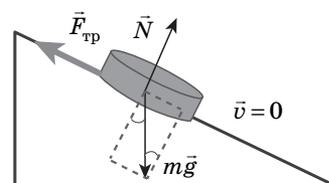
Динамика

Причины возникновения движения



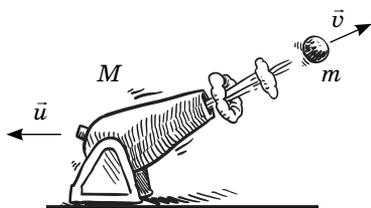
Статика и гидростатика

Условия равновесия тел



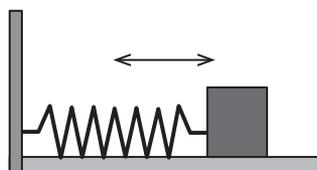
Законы сохранения

Превращение одного вида энергии в другой



Механические колебания и волны

Причины возникновения колебаний



МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

Механическим движением тела называют изменение его положения в пространстве относительно других тел с течением времени.

Классификация механического движения

По траектории

Прямолинейное движение



Криволинейное движение

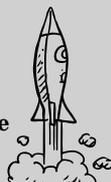


По скорости

Равномерное движение



Неравномерное движение

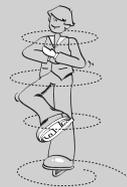


По траектории точек тела

Поступательное движение



Вращательное движение



Колебательное движение



Понятие МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ употребляется не только в физике. В соци-

ально-экономической статистике механическое движение населения — миграция.



ДЕЙСТВИЯ С ВЕКТОРАМИ

Векторные величины, кроме численного значения, характеризуются направлением в пространстве (скорость, перемещение, ускорение, сила, импульс).

ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ ВЕКТОРЫ

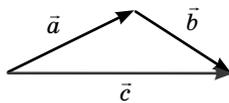
Модули векторов равны, направления противоположны.



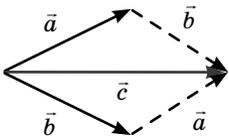
СУММА ВЕКТОРОВ

$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$$

Правило треугольника

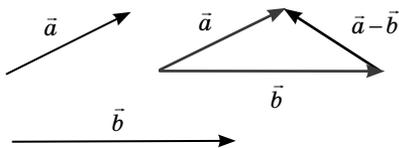


Правило параллелограмма

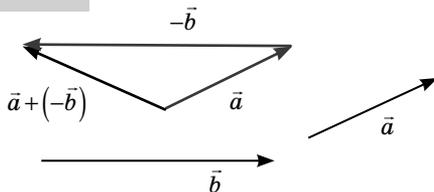


РАЗНОСТЬ ВЕКТОРОВ

$$\vec{a} - \vec{b} = \vec{c}$$



$$\vec{a} + (-\vec{b})$$



ПРОЕКЦИЯ ВЕКТОРА

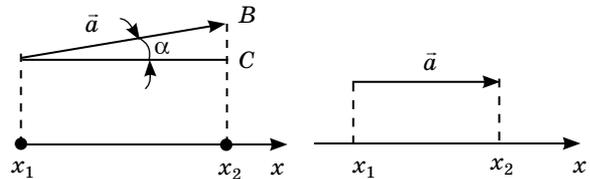
Проекция вектора на ось равна разности координат его конца и начала.

$$a_x = x_2 - x_1 = |\vec{a}| \cdot \cos \alpha,$$

где α — угол, образованный вектором и осью координат.

$$a_x > 0$$

Направление вектора совпадает с направлением оси X.

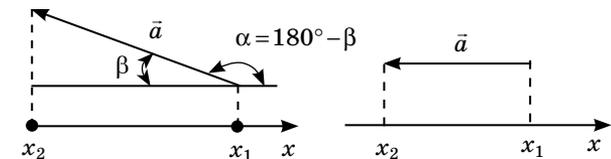


$$a_x = |\vec{a}| \cos \alpha$$

$$a_x = |\vec{a}|$$

$$a_x < 0$$

Вектор направлен в сторону, противоположную направлению оси X.

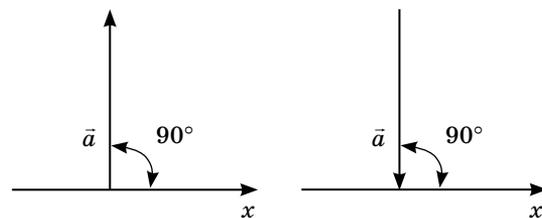


$$a_x = -|\vec{a}| \cos \beta$$

$$a_x = -|\vec{a}|$$

$$a_x = 0$$

Направление вектора перпендикулярно оси X.



Скалярные величины, в отличие от векторных, характеризуются только числен-

ным значением (время, масса, объём, температура, длина, плотность).

КИНЕМАТИКА



Кинематика изучает механическое движение тел и физические величины (скорость, время, пройденный путь, перемещение и т. п.), характеризующие это движение, и не рассматривает причины, которыми вызвано такое движение.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ КИНЕМАТИКИ

Для описания движения тела необходимо задать способ определения его положения в пространстве в любой момент времени: **векторный** или **координатный**.

Для упрощения описания движения тела используется материальная точка — физическая модель реального тела.

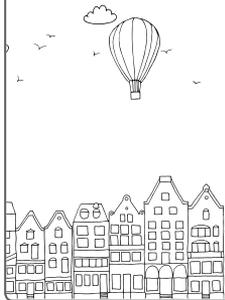
МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА

Материальная точка — тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи. Существует два условия, при которых тело можно считать материальной точкой.

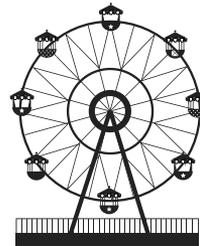


• Размеры тела во много раз меньше расстояния, которое оно проходит.

• Тело движется **поступательно** (все точки тела движутся одинаково, поэтому для описания движения достаточно рассмотреть одну).



Воздушный шар при совершении на нём кругосветного путешествия можно считать материальной точкой, так как его размеры малы по сравнению с пройденным расстоянием.



Кабинки колеса обозрения устроены таким образом, что в процессе движения остаются всегда вертикальными относительно Земли, поэтому все точки кабинки движутся одинаково и можно считать такое движение поступательным.

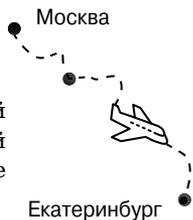
Самолёт совершает разворот в небе и самолёт совершает перелёт Москва — Екатеринбург. В каком случае мы можем считать самолёт материальной точкой?

Ответ:



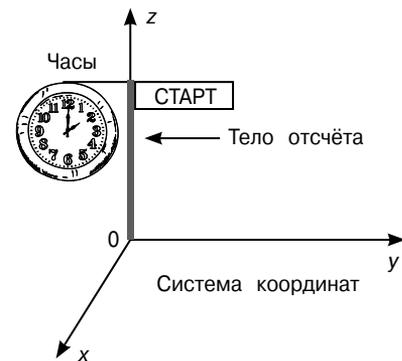
Самолёт, совершающий разворот в небе, не является материальной точкой: важны его размеры, движение не поступательное.

Самолёт, совершающий дальний перелёт, является материальной точкой: рассматривается большое расстояние.



СИСТЕМА ОТСЧЁТА

Система отсчёта — совокупность системы координат и часов, связанных с телом отсчёта.



Одно и то же тело в одной задаче может быть материальной точкой, а в дру-

гой — нет. Всё будет зависеть от условия задачи.



ТЕЛО ОТСЧЁТА

Тело отсчёта — произвольно выбранное тело, относительно которого определяется положение движущейся материальной точки (или тела).



Система координат, связанная с телом отсчёта

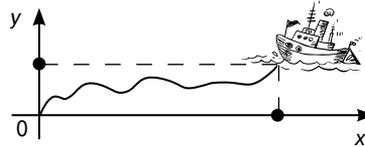
Одномерная

Тело движется вдоль прямой.



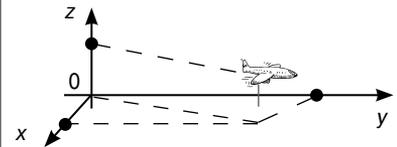
Двухмерная

Тело движется по плоскости.



Трёхмерная

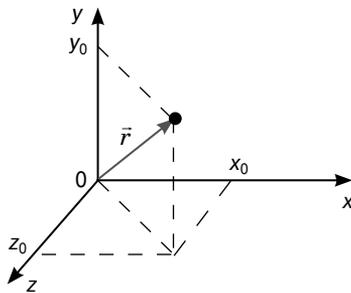
Тело движется в пространстве.



ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ

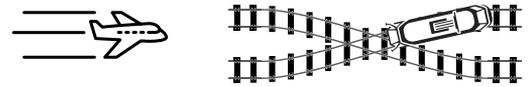
РАДИУС-ВЕКТОР

Для описания движения материальной точки в системе отсчёта надо задать **радиус-вектор** $\vec{r}(t)$, который соединяет начало координат с точкой, в которой находится тело.



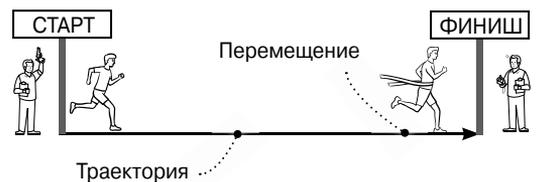
ТРАЕКТОРИЯ

Траектория — линия, которую описывает тело при своём движении.



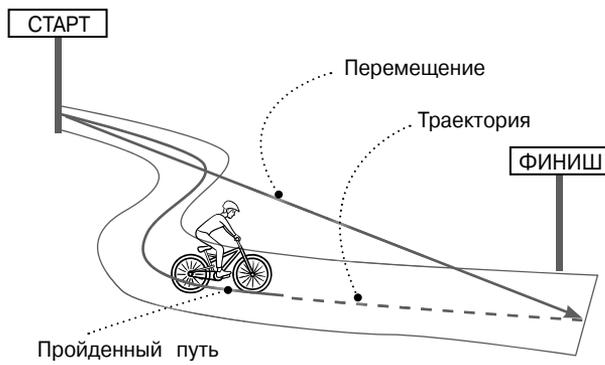
ПЕРЕМЕЩЕНИЕ

Перемещение \vec{s} (м) — вектор, соединяющий начальное и конечное положение тела.



ПРОЙДЕННЫЙ ПУТЬ

Пройденный путь l (м) — длина траектории.



СКОРОСТЬ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Скорость \vec{v} (м/с) материальной точки:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \vec{r}'_t,$$

где $\Delta \vec{r}$ — изменение радиус-вектора, Δt — время, в течение которого это изменение произошло, \vec{r}'_t — производная радиус-вектора по времени.

Модуль перемещения меньше или равен пройденному пути в зависимости

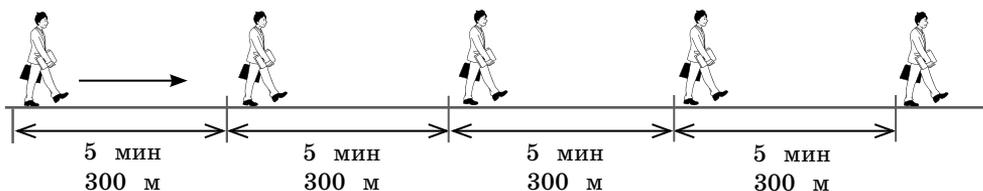
от траектории движения. При замкнутой траектории перемещение равно нулю.



РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Равномерное движение — движение, при котором тело за любые равные промежутки времени проходит равные расстояния.

Равномерное прямолинейное движение — движение тела по прямой с постоянной скоростью.



КИНЕМАТИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ РАВНОМЕРНОГО ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ

- Уравнение скорости:

$$v_x(t) = x'(t) = v_x = \text{const.}$$

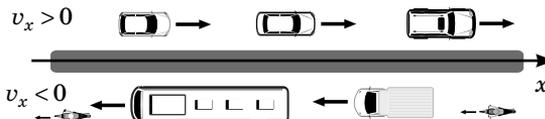
- Уравнение координаты:

$$x(t) = x_0 + v_x t,$$

где x_0 — начальная координата тела, v_x — проекция скорости тела, t — время.

ПРОЕКЦИЯ СКОРОСТИ ТЕЛА

- Если направление вектора скорости совпадает с направлением оси X , то $v_x = v > 0$.
- Если вектор скорости направлен в противоположную сторону, то $v_x = -v < 0$.



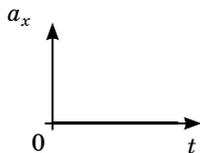
Знак проекции скорости зависит от направления движения тела.

Формулы и графики равномерного прямолинейного движения

Ускорение



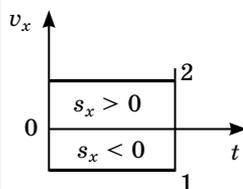
$$a_x = 0$$



Скорость



$$v_x = \text{const}$$

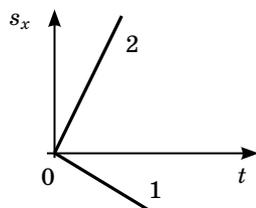


Перемещение



$$s_x = x - x_0$$

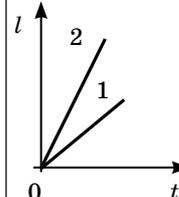
$$s_x = v_x t$$



Путь

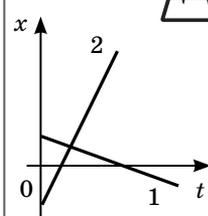


$$l = |v_x t|$$



Координата

$$x = x_0 + s_x = x_0 + v_x t$$



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТЕЛА ПО ГРАФИКУ СКОРОСТИ

Площадь фигуры, ограниченной графиком скорости и осью времени, численно равна проекции перемещения тела (с учётом знака) за заданное время.

Если фигура расположена над осью времени, то проекция перемещения будет положительная, если под осью — отрицательная.

При движении тела путь не может уменьшаться, поэтому при определении

пути берут модуль перемещения (при движении тела в одну сторону).



ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Характеристики механического движения могут быть различными при рассмотрении движения тела относительно разных тел отсчёта.

ИНВАРИАНТНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

Инвариантные физические величины — неизменные физические величины при движении в разных системах отсчёта со скоростью во много раз меньше скорости света.



Время



Масса



Сила



Ускорение

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

Физические величины, которые изменяются при переходе из одной инерциальной системы отсчёта в другую.



Траектория движения



Перемещение



Скорость



Пройденный путь

Траектория, описываемая лопастью вертолёта, будет различной для пилота (окружность) и наблюдателя на Земле (винтовая линия).



ИСО

Инерциальные системы отсчёта (ИСО) — такие системы отсчёта, которые движутся равномерно и прямолинейно относительно друг друга.

ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА В ДВУХ СИСТЕМАХ ОТСЧЁТА, ДВИЖУЩИХСЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ДРУГ ДРУГА

Скорость точки относительно неподвижной системы отсчёта (СО) \vec{v} равна векторной сумме скорости точки относительно подвижной СО (\vec{v}_1) и скорости самой подвижной СО относительно неподвижной (\vec{u}).

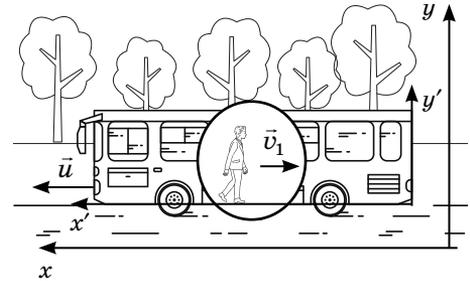
Закон сложения скоростей: $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{u}$.

Закон сложения перемещений: $\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_0$.

Рассмотрим движение автобуса по дороге.

Подвижная система отсчёта: автобус. Если пассажиры покоятся, их скорость равна нулю; траекторией можно назвать точку. Деревья вдоль дороги движутся в сторону, противоположную движению автобуса, со скоростью, равной скорости автобуса.

Неподвижная система отсчёта: Земля. Пассажиры движутся со скоростью автобуса, траектория движения совпадает с дорогой. Деревья покоятся.

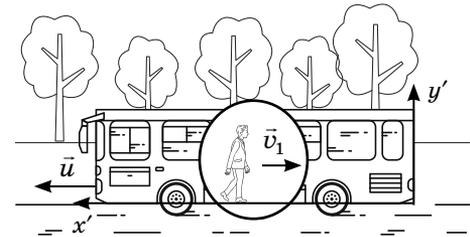


Система отсчёта связана с **ЗЕМЛЁЙ**:

\vec{u} — скорость автобуса;

\vec{v}_1 — скорость пассажира относительно автобуса;

$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{u}$ — скорость пассажира относительно Земли.]



Система отсчёта связана с **АВТОБУСОМ**:

$\vec{u} = 0$ — скорость автобуса;

\vec{v}_1 — скорость пассажира.]

ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ГАЛИЛЕЯ:
все инерциальные системы равноправны.

Законы механики в инерциальных системах отсчёта записываются одинаково.

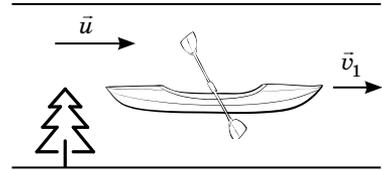
**ДВИЖЕНИЕ В РАЗНЫХ СИСТЕМАХ ОТСЧЁТА**

Рассмотрим движение лодки по реке относительно неподвижной системы отсчёта — берега.

При движении по течению реки

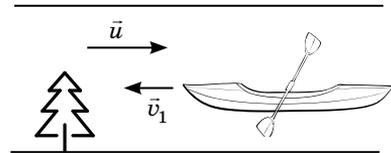
Модуль скорости лодки относительно берега: $v = v_1 + u$, где v_1 — скорость лодки относительно воды (собственная скорость), u — скорость течения (переносная скорость).

Модуль перемещения лодки относительно берега: $s = vt = v_1 t + ut = s_1 + s_0$, где s_1 — перемещение лодки относительно воды, s_0 — расстояние, на которое переместит лодку течение реки.

**При движении против течения реки**

Модуль скорости лодки относительно берега: $v = v_1 - u$.

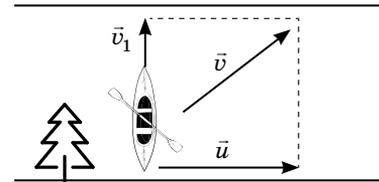
Модуль перемещения лодки относительно берега: $s = s_1 - s_0$.

**При движении перпендикулярно к вектору скорости течения**

Используем теорему Пифагора.

Модуль скорости лодки относительно берега: $v^2 = v_1^2 + u^2$.

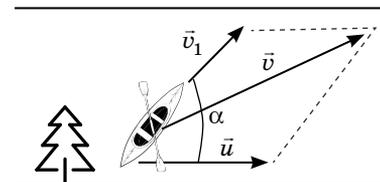
Модуль перемещения лодки относительно берега: $s^2 = s_1^2 + s_0^2$.

**При движении под произвольным углом к течению**

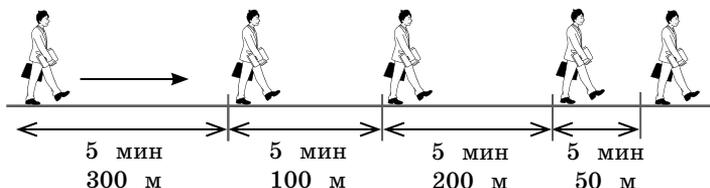
Используем теорему косинусов.

Модуль скорости лодки относительно берега: $v^2 = v_1^2 + u^2 - 2v_1 u \cos(180 - \alpha)$, где α — угол между векторами скорости лодки и скорости течения.

Модуль перемещения лодки относительно берега: $s^2 = s_1^2 + s_0^2 - 2s_1 s_0 \cos(180 - \alpha)$, где α — угол между векторами перемещения лодки и течения.

**НЕРАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ**

Неравномерное движение — движение, при котором тело за равные промежутки времени проходит разные расстояния.

**СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ**

Средняя (путевая) скорость — скалярная величина, равная отношению пути к промежутку времени, за которое данный путь пройден:

$$v_{\text{ср}} = \frac{l}{t},$$

где l — пройденный путь, t — время, затраченное на его прохождение.

Относительно **ПОДВИЖНОЙ** системы отсчёта модуль скорости лодки не зависит

от направления движения и равен собственной скорости лодки.



СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ ПО ПЕРЕМЕЩЕНИЮ

Средняя скорость по перемещению — векторная величина, равная отношению вектора перемещения к промежутку времени, в течение которого данное перемещение совершено:

$$\bar{v} = \frac{\bar{s}}{t}$$

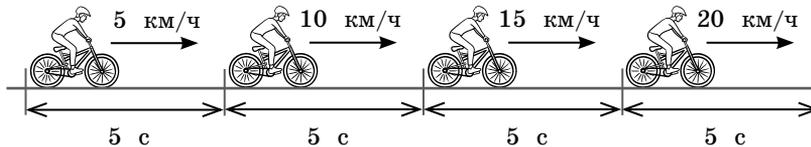
Может равняться нулю даже в том случае, если тело реально двигалось, но в конце промежутка времени вернулось в исходное положение.



РАВНОУСКОРЕННОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Равноускоренное движение — движение, при котором скорость тела за любые равные промежутки времени увеличивается на одну и ту же величину.

Равноускоренное прямолинейное движение — движение тела по прямой с постоянным ускорением.



УСКОРЕНИЕ

Ускорение \bar{a} (м/с^2) — векторная величина, характеризующая быстроту изменения скорости тела. Ускорение показывает, на какую величину скорость изменяется за каждую секунду:

$$\bar{a} = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t} = \frac{\bar{v} - \bar{v}_0}{\Delta t},$$

где \bar{v} — конечная скорость тела, \bar{v}_0 — начальная скорость.

Проекция ускорения на ось X (аналогично на другие оси): $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{\Delta t}$.

УРАВНЕНИЯ РАВНОУСКОРЕННОГО ДВИЖЕНИЯ

Направим ось X вдоль прямой, по которой движется тело.

- Уравнение ускорения:

$$a_x = \text{const.}$$

- Уравнение изменения координаты тела:

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

- Уравнение изменения скорости тела:

$$v_x(t) = v_{0x} + a_x t.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАКА ПРОЕКЦИЙ УСКОРЕНИЯ

Знак проекции ускорения больше нуля > 0

Если направление ускорения совпадает с направлением оси X , то знак проекции ускорения больше нуля.

Знак проекции ускорения меньше нуля < 0

Если вектор ускорения направлен в противоположную сторону оси X , то знак проекции ускорения меньше нуля.

Скорость тела увеличивается:
 $v = 5 + 3t$, $v = -3 - 5t$.

Скорость тела уменьшается:
 $v = -5 + 3t$, $v = -3 + 5t$.

Характер изменения скорости тела зависит только от знака проекции ускорения, он зависит от знаков проекций двух величин. Скорость тела увеличивается, если знаки проекций скорости и ускорения совпадают, и уменьшается, если знаки проекций противоположны.

Примеры равноускоренного движения: запуск ракеты со спутниками; пуля

в стволе автомата; свободно падающее тело; скейтбордист, спускающийся с горы.



Равноускоренное движение $\vec{v}_0 \uparrow \uparrow \vec{a}$, $v_{0x} = v_0 > 0$

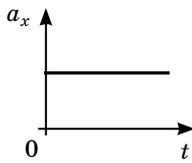
Ускорение



$$a_x = \text{const}$$

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$$

$$a_x = a > 0$$



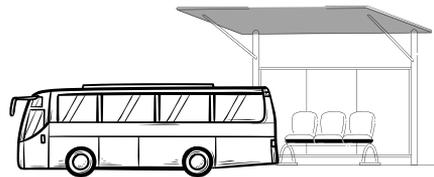
Скорость



$$v_x$$

$$v_x = v_0 + at$$

$$s_x > 0$$



Перемещение



$$s_x$$

$$s_x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$



Путь



$$l$$

$$l = s_x$$



Координата



$$x$$

$$x = x_0 + s_x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$



Равноускоренное движение $\vec{v}_0 \uparrow \downarrow \vec{a}$, $v_{0x} = v_0 > 0$

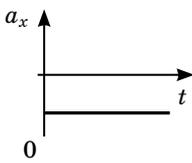
Ускорение



$$a_x = \text{const}$$

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$$

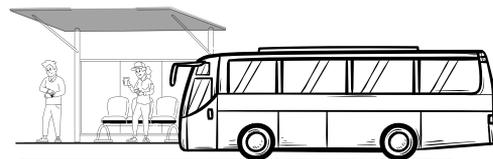
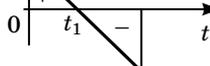
$$a_x = -a < 0$$



Скорость

$$v_x$$

$$v_x = v_0 - at$$

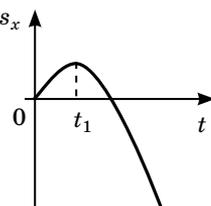


Перемещение



$$s_x$$

$$s_x = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

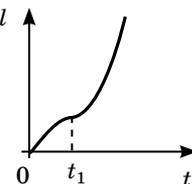


Путь



$$l$$

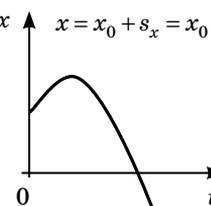
$$l = s_{x1} + |s_{x2}|$$



Координата



$$x = x_0 + s_x = x_0 + v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

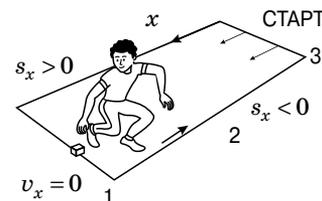
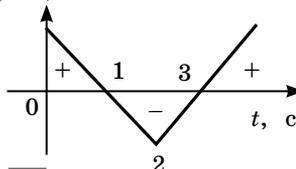


ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПО ГРАФИКУ

Площадь фигуры под графиком скорости численно равна перемещению тела.

При определении перемещения по графику скорости следует учитывать знаки проекций перемещения: проекция скорости положительная — проекция перемещения положительная, проекция скорости отрицательная — проекция перемещения отрицательная.

v_x , м/с



Тело остановилось и продолжило движение в противоположную сторону (точки 1 и 3).

При изменении направления движения пройденный путь равен сумме переме-

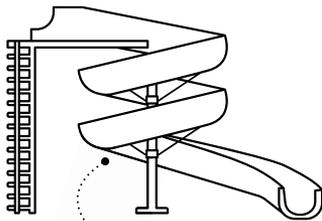
щений: перемещения до остановки и модуля перемещения после остановки.



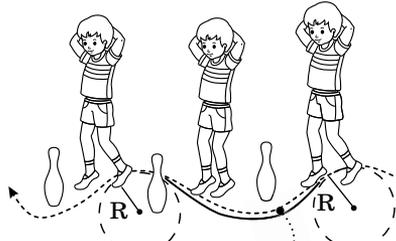
КРИВОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Криволинейное движение — такое движение, при котором траектория не является прямой линией.

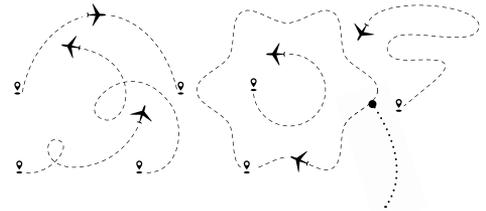
КОМБИНАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ПО ПРЯМОЛИНЕЙНЫМ УЧАСТКАМ И ПО ДУГАМ ОКРУЖНОСТЕЙ РАЗНЫХ РАДИУСОВ



Слалом

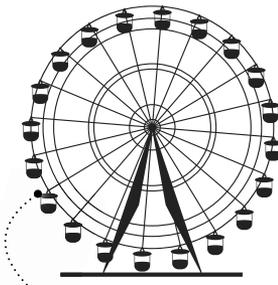


Упражнение «змейка»

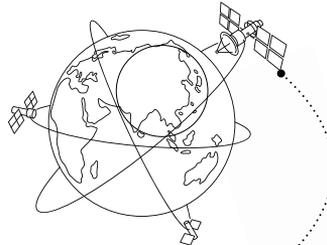


Самолёт, выполняющий фигуры высшего пилотажа

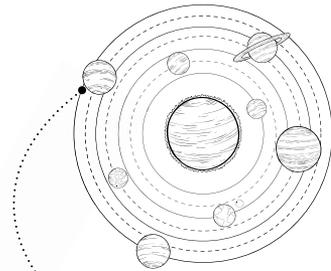
ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ



Колесо обозрения

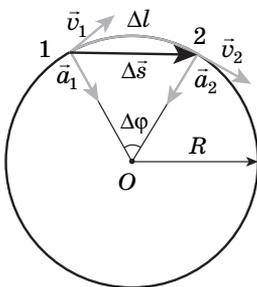


Спутник вокруг Земли



Планеты вокруг Солнца

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ ПО ОКРУЖНОСТИ



Движение материальной точки по окружности из точки 1 в точку 2:

R — радиус окружности, $\Delta\varphi$ — угол поворота, Δl — пройденный путь (длина дуги), $\Delta\vec{s}$ — перемещение точки (хорда окружности), \vec{v}_1 и \vec{v}_2 — линейные скорости, \vec{a}_1 и \vec{a}_2 — ускорения тела.



ЛИНЕЙНАЯ СКОРОСТЬ

Линейная скорость \vec{v} (м/с) — скорость, с которой точка движется по окружности, всегда направлена по касательной к окружности (либо к дуге окружности):

$$v = \frac{l}{t} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu,$$

где l — пройденный путь (длина дуги), t — время, за которое это перемещение произошло, R — радиус окружности, T — период вращения.

УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ

Угловая скорость ω (рад/с) характеризует быстроту угла поворота радиус-вектора:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}, \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu, \quad \omega = \frac{v}{R},$$

где $\Delta\varphi$ — угол поворота при перемещении тела на величину l , T — период вращения.

ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ — движение, при котором все точки тела движутся по окружностям, центры которых лежат на одной прямой — оси вращения.