



<https://study.physics.itmo.ru/>

Физика

Факультет БИТ

Лекция 1

[Скачать презентацию:](#)





Связь с преподавателями:

- личное общение на занятиях,
- сообщения в ИСУ и на <https://study.physics.itmo.ru/>
- + доп.каналы (преподаватель скажет)

Преподаватели

Сергаева
Ольга Николаевна



Иванов
Виктор Юрьевич



Волков
Илья Андреевич



Хмелевская
Дарья Николаевна



<https://study.physics.it>

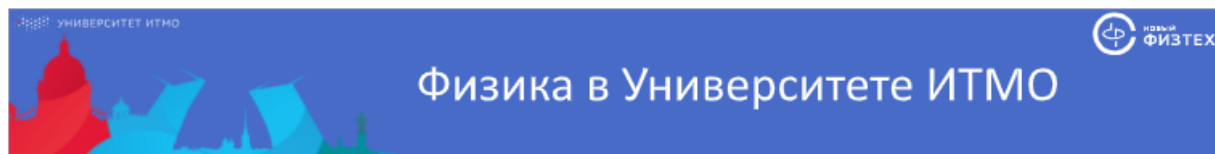
mo.ru/



Log in

ANNOUNCEMENTS

Открыта запись на **консультации** к преподавателям! Записаться можно по...



Информация для студентов, обучающихся дистанционно!

Онлайн-трансляции лекционных и практических занятий по дисциплинам общей физики проводятся с использованием платформы Zoom. Для того, чтобы найти ссылку, студентам необходимо выбрать в **таблице** номер аудитории и подключиться по ссылке в нужное время в соответствии с расписанием в ИСУ.



Лекционные
курсы



Лабораторный
практикум



График консультаций
преподавателей



Информация
по работе комиссии



Демонстрации



Информация
о преподавателях



Расписание занятий



Преподавателям

<https://study.physics.itmo.ru/>



<https://study.physics.itmo.ru/>

Username / email

.....

☐ Remember username

Log in


Forgotten your username or password?

Cookies must be enabled in your browser ?

Some courses may allow guest access

Log in as a guest

Log in using your account on:

 ITMO_ID



Система запросит Ваши логин и пароль на сайте <https://isu.ifmo.ru> и через него произойдет регистрация на сайте <https://study.physics.itmo.ru>.

<https://study.physics.itmo.ru/>

[Лекционные курсы](#) [ЛабПрактикум](#) [Консультации](#) [Демонстрации](#)

[🏠](#) > [Courses](#) > [Лекционные курсы](#) > [Факультет безопасности информационных технологий](#) > [Курсы физики](#)

Course categories: [Лекционные курсы / Факультет безопасности информационных технологий / Курсы физики](#)

Search courses

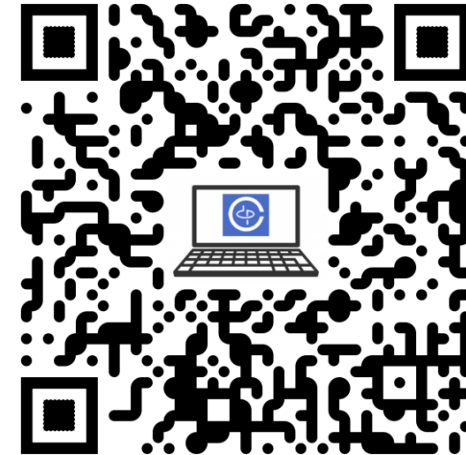


🔖 физика с элементами компьютерного моделирования БИТ весна 2022

🔖 физика БИТ весна 2022



Кликнуть и [записаться](#) на
выбранный курс



Course categories: [Лекционные курсы](#) / [Факультет безопасности информационных технологий](#) / [Курсы физики](#)

Search courses



🔖 физика с элементами компьютерного моделирования БИТ весна 2022

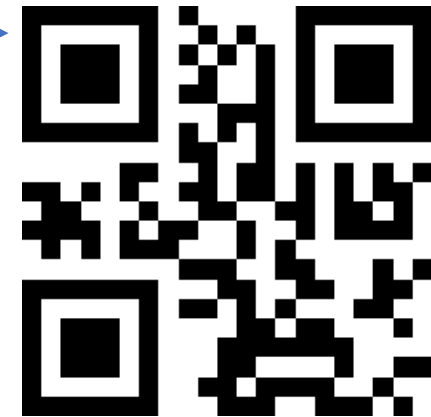
🔖 физика БИТ весна 2022

5ckck3

mshk9r



Если попросит код, то вот он
(он же зашифрован в qr-код)



Физика.
Факультет БИТ.



2. Баллы

Домашнее задание и работа на практических занятиях: 25 баллов

Лабораторные работы (1 вводная за 1 балл + 5 по 5 баллов): 25 официально (на самом деле 26 баллов)

Рубежное тестирование (2 по 10 баллов) :20 баллов

Экзамен: 30 баллов

Дополнительные баллы (задания): 3 балла

Итого: 104 балла можно набрать

Таблица набранных баллов и списки по практикам: <https://docs.google.com>



Чтобы получить положительную оценку за семестр без экзамена необходимо: 1) сдать 3 и более лабораторных работы; 2) набрать от 60.1 балла на «3» и от 74.1 баллов на «4»; 3) получить согласие преподавателя практики.



Физика.
Факультет БИТ.

Расшифровка баллов

Таблица набранных баллов и списки по практикам: <https://docs.google.com>



Расшифровка баллов

Экзамен – устный, 2 вопроса и 1 задача, max 30 баллов;

Рубежное тестирование – 10 задач, max 10 баллов; 2 рубежных теста за семестр.

Работа на практических занятиях – 0.1-0.5 б. за задачу, max 1 б. за пару.

Домашнее задание – 1 балл за 1 дз (срок сдачи – 2 недели, после этого срока домашнее задание может быть принято при условии защиты, за сдачу после окончания модуля, к которому относится работа, –0.5 б).

Лабораторные работы – первая обязательная вводная + 5 работ, до 5 баллов за каждую:

- 3 балла – за выполнение и отчёт (при условии успешной защиты):

за каждый неправильный или незаполненный пункт отчёта и неправильные графики от –0.1 до –0.5 б.
за сдачу после окончания модуля, к которому относится работа, –0.5 б., за сдачу во время сессии –2б.

- 2 балла – за защиту:

3 вопроса по 0.5 б. и 0.5 б. за общее качество ответа или дополнительный вопрос.

Дополнительные задания (творческие и реферат) – max 3 б.



Физика.

Факультет БИТ.

Список лабораторных работ

В осеннем семестре необходимо выполнить 6 лабораторных работ:

в 1 модуле "Механика":

Первая обязательная работа:

1.01 Исследование распределения случайной величины

далее 3 очных лабораторных работы по выбору из:

1.02 Изучение скольжения тележки по наклонной плоскости

1.03 Изучение центрального соударения двух тел. Проверка второго закона Ньютона

1.04 Изучение равноускоренного вращательного движения (маятник Обербека)

1.05 Исследование колебаний физического маятника

для студентов на дистанционном обучении 3 виртуальных лабораторных работы по выбору из:

1.03V Законы сохранения импульса и энергии в процессах столкновения

1.04V Изучение равноускоренного вращательного движения (маятник Обербека)

1.07V Маятник Максвелла

далее во 2 модуле "МКТ и термодинамика"

2 очных лабораторных работы по выбору из:

2.01 Изучение законов идеального газа на примере воздуха. Определение температуры абсолютного нуля

2.02 Определение отношения изобарной и изохорной теплоемкостей методом Клемана-Дезорма

2.04 Определение коэффициента вязкости жидкости

2.05 Определение изменения энтропии при плавлении олова

для студентов на дистанционном обучении 2 виртуальных лабораторных работы по выбору из:

2.07V Определение показателя адиабаты воздуха методом Рюхарда

2.18V Исследование температурной зависимости вязкости водного раствора глицерина (вискозиметр Гепплера)

Правила выполнения и оценки лабораторных работ , кроме 1.01

Порядок выполнения лабораторных работ (полный порядок опубликован на <https://study.physics.itmo.ru/pluginfile.php/51/coursecat/description/manual.pdf>):

1. Студенту нужно зайти в раздел сайта <https://study.physics.itmo.ru> «Лабораторный практикум»
2. Выбрать в соответствии с указаниями лектора (список опубликован на странице курса) лабораторную работу из представленных в общем списке.
3. Внимательно ознакомиться с опубликованными на сайте методическими указаниями к лабораторной работе.
4. Пройти краткий проверочный тест на допуск к выполнению лабораторной работы, состоящий из 10 вопросов по содержанию данной работы.
5. После успешного прохождения теста у студента появляется возможность зарезервировать интервал времени для проведения измерений по данной лабораторной работе. Лабораторные залы работают по адресу: СПб, Биржевая лин. 16, 5 этаж.
6. В выбранное им время студент выполняет измерения, протоколируя их результаты в бланке протокола, опубликованном на https://study.physics.itmo.ru/pluginfile.php/51/coursecat/description/Blank_IFM0.pdf. Время предоставляемое студенту для проведения измерений составляет 50 минут.
7. Вне лаборатории студент оформляет отчет полностью в соответствии со стандартными рекомендациями, включая расчет необходимых величин, оценку погрешностей, построение графиков, формулировку выводов и анализ результатов работы.

Отчет должен быть представлен не позднее двух недель с момента выполнения на листах А4 в письменной форме или в электронном виде – в виде файла с фотографиями отчёта, загруженного на <https://study.physics.itmo.ru>;

8. Готовый к защите отчет предъявляется преподавателю, ведущему практические занятия по физике.
9. При наличии ошибок отчет может быть возвращен студенту для внесения изменений и исправлений. Все листы с исправлениями не заменяют, а дополняют исходное содержание отчета.

Защита отчета проходит в формате ответов на вопросы преподавателя по отчету.

Критерии оценивания:

До 3 баллов включительно может быть выставлено за выполнение работы и отчёта по ней (при условии успешной защиты):

из них может быть вычтено от 0.1 до 0.5 б. за каждый неправильный или незаполненный пункт отчёта и неправильные графики, также может быть вычтено за сдачу после окончания модуля, к которому относится работа, – 0.5 б., за сдачу во время сессии – 2 б.

До 2 баллов включительно может быть выставлено за защиту:

учитываются ответы на 3 вопроса преподавателя стоимостью 0.5 б. каждый и 0.5 б. за общее качество ответа или дополнительный вопрос по желанию студента.

10. После выставления баллов за лабораторную работу преподаватель практики вносит их в электронный журнал.

1.02 Изучение скольжения тележки по наклонной плоскости

 Методические указания к лабораторной работе 1.02

 Методические указания к лабораторной работе 1.02A

 Тест по работе 1.02

 Запись на проведение измерений

Ограничено Недоступно, пока не выполнено: Элемент курса **Тест по работе 1.02** должен быть отмечен как выполненный, оценка должна быть выше проходного балла

Тест по работе 1.02

Порядок допуска к лабораторной работе

1. Количество попыток по каждому тесту = **5**
2. В каждом тесте 10 вопросов
3. Общее время прохождения теста = **60 минут**
4. Критериальный (проходной) балл = **8 баллов**
5. Навигация по тесту – свободная, то есть студент имеет возможность отвечать на вопросы в произвольном порядке
6. Интервал времени между двумя последовательными попытками = **60 минут**
7. Информация, выдаваемая студенту после прохождения теста: **только набранное количество баллов**
8. Для ознакомления с подробным протоколом попытки студентам следует обращаться к преподавателю, ведущему практические занятия

Разрешено попыток: 5

Ограничение по времени: 1 ч.

Метод оценивания: Высшая оценка

Попыток: 656

Начать тестирование

☰ Навигация по тесту

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10				

Закончить попытку...

Начать новый просмотр

⚙ Настройки

⌵ Управление тестом

🔍 **Просмотр**

> Результаты

Права

Журнал событий

> Управление курсом

Оставшееся время 0:59:42

Вопрос **1**

Пока нет
ответа

Балл: 1,00

🚩 Отметить
вопрос

Какой путь пройдет тело за время $t = 2,5$ с, если его начальная скорость $v_0 = 5,9$ м/с, а ускорение $a = 5,3$ м/с².
Выразите в ответ в м, округлив его до трех значащих цифр.

Ответ:

Следующая страница



ПРЕДЫДУЩИЙ АКТ. ЭЛЕМЕНТ
Методические указания к лабораторной работе 1.02А

СЛЕДУЮЩИЙ АКТ. ЭЛЕМЕНТ
Запись на проведение измерений



Перейти на...

Группа _____ К работе допущен _____

Студент _____ Работа выполнена _____

Преподаватель _____ Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №

1. Цель работы.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

3. Объект исследования.

4. Метод экспериментального исследования.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1				
2				
3				
4				

Примерные вопросы для защиты лабораторных работ

На что обратить внимание в отчете:

1. Подписи осей на графиках с единицами измерения.
2. На графиках не соединять экспериментальные точки, а провести линию тренда, аппроксимируя нужной зависимостью, которую можно понять из формулы (линейная, квадратичная, гиперболическая, ...)
3. Количество знаков после запятой в результатах должно быть одинаковое в самом результате и доверительном интервале; количество знаков после запятой в результатах не может быть больше, чем в измерениях.
- 4.

Для всех работ:

1. Какой теме посвящена лабораторная работа, к какому разделу физики относится?
2. Из чего состоит установка и как она работает?
3. Как выполняли работу, что мерили, что крутили-двигали,...?
4. Как проводили измерения и какие явления изучали? Что наблюдали?
5. Что и как вычисляли при обработке данных, какие графики строили? Что на графике?
6. Какую информацию можно получить из графиков?
7. Какие ошибки были при проведении измерений? Как можно их минимизировать?
8. Если в конце методички есть вопросы, нужно быть готовыми на них ответить.
- 9.



Список рекомендуемой литературы



Краткий список:

Методички:

1. Боярский К. К., Смирнов А. В., Прищепенок О. Б. Механика, часть 1. Кинематика, динамика – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 76 с.
2. Боярский К.К., Смирнов А.В. Механика. Часть 2. Энергия, динамика вращения, основы теории относительности: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2021. – 60 с.
3. Стафеев С.К., Королев А.А. Молекулярная физика и Термодинамика. Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2007. – 70 с.

Книги:

1. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 560 с.
2. Трофимова Т.И. Справочник по физике для студентов и абитуриентов.
3. Савельев И.В. Курс общей физики / Савельев И.В. В 3-х тт. СПб: Изд-во «Лань». (Т.1., Т.2., Т.3.)



Курс физики

*«Физическое представление о мире
составляет сейчас главную часть истинной
культуры нашей эпохи»*

Р. Фейнман

*«Точные науки стремятся к тому, чтобы
свести загадки природы к определению
некоторых величин путем операций над
числами»*

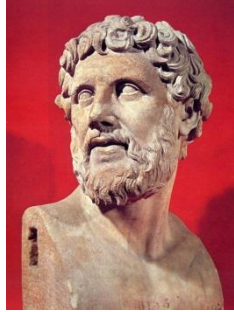
Дж. К. Максвелл

Теснейшая связь физики с многими отраслями естествознания, как отмечал академик С.И.Вавилов (1891 — 1955; российский физик и общественный деятель), привела к тому, что физика глубочайшими корнями выросла в астрономию, геологию, химию, биологию и другие естественные науки.

Цель изучения курса физики

- Формирование у студентов общего физического мировоззрения и физического мышления, умения видеть в практических задачах естественно-научное содержание;
- Приобретение навыков теоретического и экспериментального исследования физических явлений и процессов.

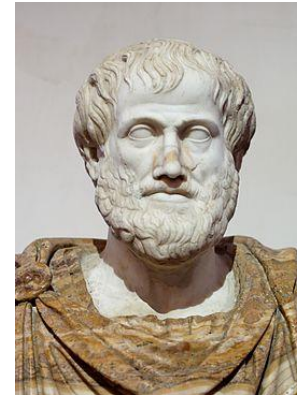
- Физика – наука, основанная на экспериментальных наблюдениях и измерениях физических величин.
- Целью физики является обнаружение и объяснение фундаментальных законов природы.



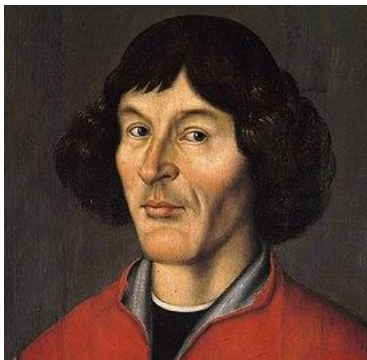
История физики

Первые представления об атоме
(«неделимый»)
– Демокрит (VI-V вв. до н.э.)

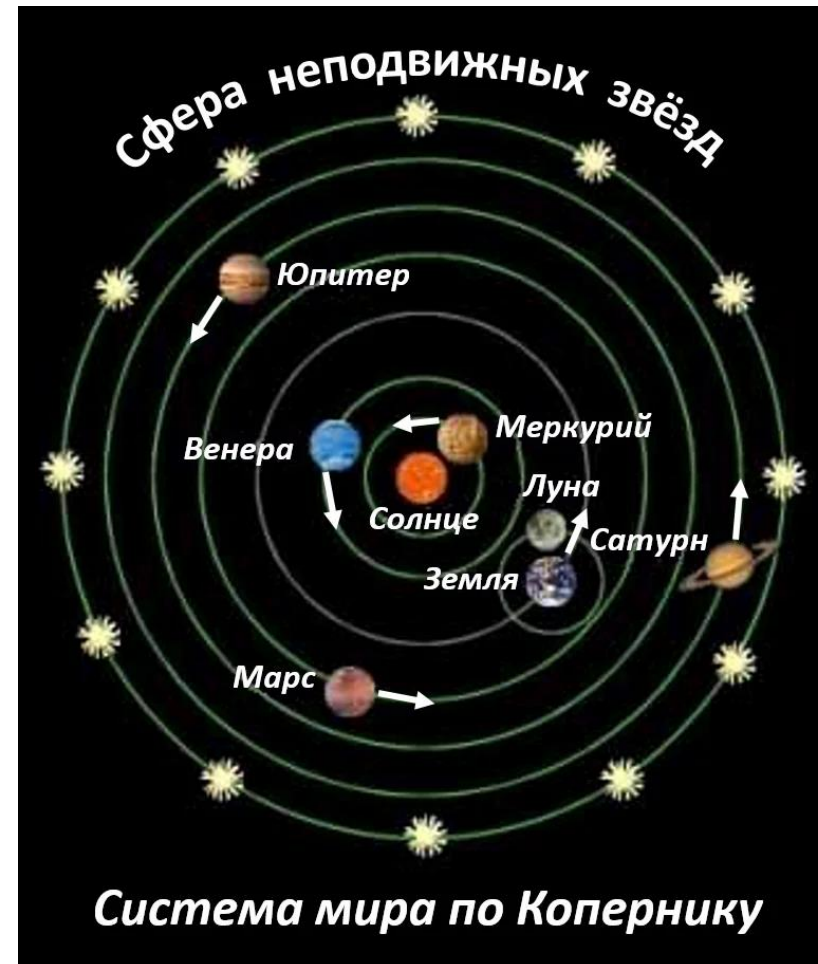
Аристотель (IV в. до н.э.) первым ввел термин «Физика», назвав таким образом одно из своих сочинений. Сформулировал теорию «эфира», заполняющего пространство., геоцентрическую систему устройства мира.



История физики

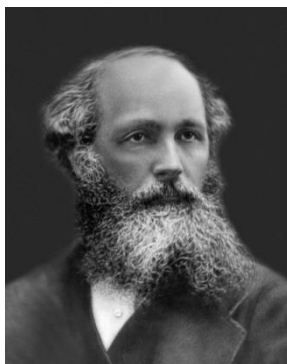


В XVI в. была сформулирована гелиоцентрическая система мира Николаем Коперником



История физики

1686 г. Вышла книга «Математические начала натуральной философии И. Ньютона, подтвердив законы Кеплера и Коперника и заложив основу современной классической механики.



1873г. «Трактат об электричестве и магнетизме», Дж. К. Максвелл, уравнения Максвелла, описывающие электромагнитное поле

История физики

XX век – открытие радиоактивности (А. Беккерель 1896), развитие квантовой механики (М. Планк, 1900г)

Самая радикальная революция в физике произошла в период с конца XIX до конца первой трети XX века: постоянство скорости света в вакууме, периодичность системы элементов, радиоактивность, электрон, изотопы, рентгеновское излучение, атомное ядро, протоны, нейтроны, кванты. Была открыта радиоактивность (1896 г, Беккерель), обнаружено, что химические элементы могут превращаться друг в друга (1903 г, Резерфорд и Содди). Затем Планк ввел понятие о дискретности энергии (1900 г) — начала развиваться квантовая механика. Эйнштейн подверг сомнению неизменность пространства и времени — возникла теория относительности. Полностью изменились представления об устройстве мира на микроуровне. Это дало толчок к взрывному развитию различных областей техники, промышленности и самой науки.



М. Планк
1858–1947

Развитие физики продолжается, углубляя наши знания о мире и приводя к появлению принципиально новых технических устройств и технологий.

Единицы измерения физических величин. Система единиц СИ (le *Système international d'unités* фр.)

Принята 20 мая 1875 г (подписание Метрической Конвенции)

Основные физические величины:

- Длина – метр (м)
- Масса – килограмм (кг)
- Время – секунда (с)
- Сила электрического тока – ампер (А)
- Термодинамическая температура – кельвин (К)
- Количество вещества – моль
- Сила света – кандела (кд)

Все остальные единицы – производные, которые выражаются уравнениями через основные

Эталон (стандарт) физической величины – средство измерений, предназначенное для воспроизведения единицы измерения, ее хранения и передачи ее размера другим средствам измерений

Масса (килограмм) до 2019 г



Длина (метр) до 1960 г

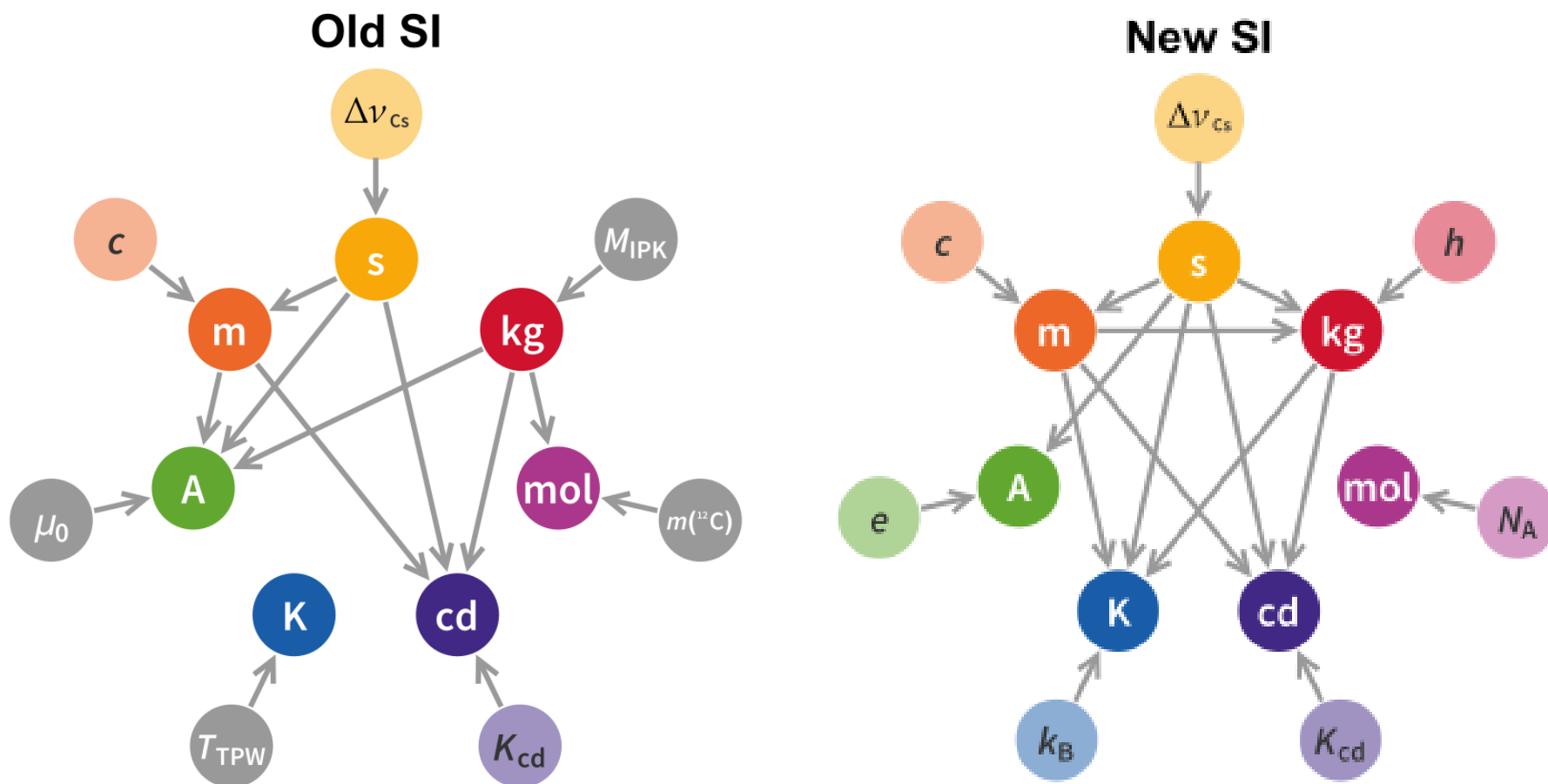


Время (секунда) до 1967 г



$\frac{1}{86400}$ части солнечных суток

Переопределение СИ 20 мая 2019 г.



Michael Stock, Richard Davis, Estefanía de Mirandés and Martin J T Milton. The revision of the SI—the result of three decades of progress in metrology // Metrologia. — 2019. — Vol. 56, № 022001. — [doi:10.1088/1681-7575/ab0013](https://doi.org/10.1088/1681-7575/ab0013)

Международная система единиц, СИ, — это система единиц, в которой

- частота сверхтонкого расщепления основного состояния атома цезия-133 $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ в точности равна 9 192 631 770 Гц;
- скорость света в вакууме c в точности равна 299 792 458 м/с;
- постоянная Планка h в точности равна $6,626\,070\,15 \cdot 10^{-34}$ кг·м²·с⁻¹;
- элементарный электрический заряд e в точности равен $1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19}$ А·с;
- постоянная Больцмана k в точности равна $1,380\,649 \cdot 10^{-23}$ Дж/К;
- постоянная Авогадро N_{A} в точности равна $6,022\,140\,76 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹;
- световая эффективность K_{cd} монохроматического излучения частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц в точности равна 683 лм/Вт.

Основные единицы системы СИ

Секунда

Длительность 9 192 631 770 циклов излучения на переходе между двумя сверхтонкими линиями (подуровнями внутри уровня) основного уровня энергии атома Цезия-133 (рассчитывается через частоту перехода):

$$1\text{с} = \frac{9\,192\,631\,770}{\Delta\nu_{\text{Cs}}}$$

где 9 192 631 770 Гц - частота сверхтонкого расщепления основного состояния атома цезия-133 - $\Delta\nu_{\text{Cs}}$

*про спектральные линии поговорим в следующем семестре

Основные единицы системы СИ

Метр – это длина пути, проходимого в вакууме светом за $1/299\,792\,458$ долю секунды.

$$1_{\text{м}} = \frac{9\,192\,631\,770}{299\,792\,458} \frac{c}{\Delta\nu_{\text{Cs}}}$$

Где $c=299792458$ м/с – скорость света,
 $\Delta\nu_{\text{Cs}} = 9\,192\,631\,770$ Гц - частота сверхтонкого
расщепления основного состояния атома цезия-133

Основные единицы системы СИ

Килограмм

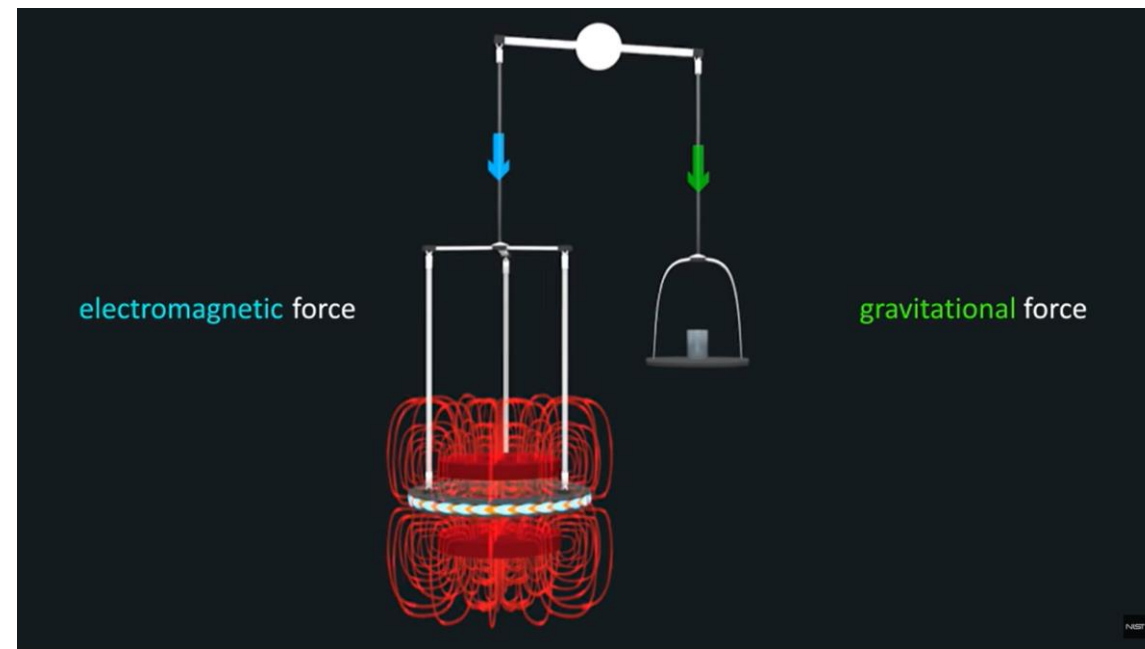
$$1\text{кг} = \frac{(299\,792\,458)^2}{(6.626\,070\,15 \times 10^{-34})(9\,192\,631\,770)} \frac{h\Delta\nu_{\text{Cs}}}{c^2}$$

Где $c=299\,792\,458$ м/с – скорость света,

$6,626\,070\,15 \cdot 10^{-34}$ кг·м²·с⁻¹ - постоянная Планка

Эталоном является груз, который уравнивает силу отталкивания между постоянным магнитом и катушкой, по которой пропускают ток. Таким образом, массу объекта можно найти за счёт равенства электромагнитных и механических сил.

Как работают Киббл-весы: <https://youtu.be/bMYvVgsotlk>



Основные единицы системы СИ

Ампер

$$1A = \frac{e\Delta\nu_{Cs}}{(1.602\ 176\ 634 \times 10^{-19})(9\ 192\ 631\ 770)}$$

Кельвин

$$1K = \frac{1.380\ 649 \times 10^{-23}}{(6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34})(9\ 192\ 631\ 770)} \frac{h\Delta\nu_{Cs}}{k}$$

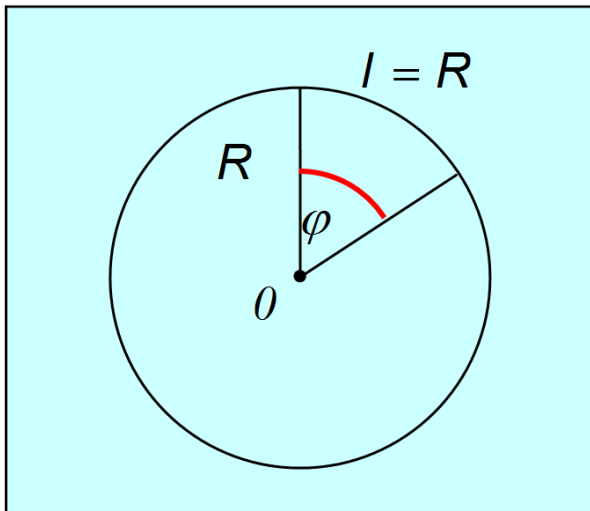
$$1\text{моль} = \frac{6.022\ 140\ 76 \times 10^{23}}{N_A}$$

1 Кандела - сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет $1/683$ Вт/ср

Дополнительные единицы измерения

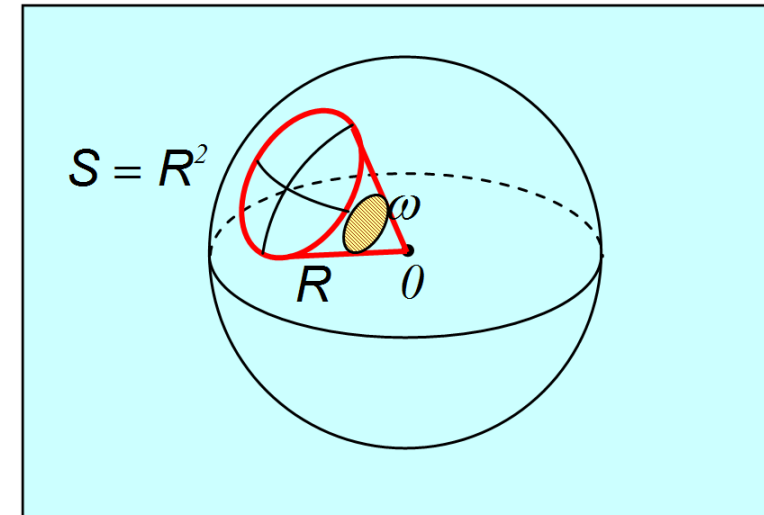
Единица измерения плоского угла $[\varphi]$,
1 рад (радиан).

Радиан — это центральный угол,
опирающийся на дугу, длина которой
равна ее радиусу.



Единица измерения телесного угла $[\omega]$,
1 ср (стерадиан).

Телесный угол в 1 Стерадиан — это телесный угол,
опирающийся на участок сферической
поверхности произвольной формы, площадь
которой равна квадрату ее радиуса.



Системы единиц

СИ

Принята 20 мая 1875 г (подписание
Метрической Конвенции)
Переопределение 20 мая 2019 года на
основе физических констант

Основные физические величины:

Длина — метр (м)

Масса — килограмм (кг)

Время — секунда (с)

Сила электрического тока — ампер (А)

Термодинамическая температура — кельвин
(К)

Количество вещества — моль

Сила света — кандела (кд)

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{4 \pi \epsilon_0 \cdot r^2}$$

СГС

(сантиметр-грамм-секунда)

Использовалась до принятия СИ

Абсолютная физическая система единиц

Основные физические величины:

длина — сантиметр (см);

масса — грамм (г);

время — секунда (с);

Дополнительные единицы являются
производными от основных:

скорость — см/с;

ускорение — гал, см/с²;

сила — дина, г·см/с²;

энергия — эрг, г·см²/с²;

мощность — эрг/с, г·см²/с³;

давление — бария, дин/см², г/(см·с²);

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

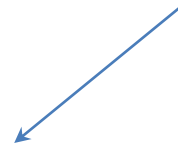
Правила перевода значений физических величин в единицы системы СИ

В науках используются дольные и кратные десятичные приставки к названиям единиц измерения. Независимо от рода физической величины математический смысл приставок постоянен. Наиболее часто встречающиеся приставки:

Множитель	Числовая запись	Приставка			Математический смысл
		Наименование	Обозначение		
			русское	международное	
10^9	1000000000	гига	Г	G	миллиард
10^6	1000000	мега	М	M	миллион
10^3	1000	кило	к	k	тысяча
10^{-1}	0,1	деци	д	d	одна десятая
10^{-2}	0,01	санти	с	c	одна сотая
10^{-3}	0,001	милли	м	m	одна тысячная
10^{-6}	0,000001	микро	мк	μ	одна миллионная
10^{-9}	0,000000001	нано	н	n	одна миллиардная
10^{-12}	0,000000000001	пико	п	p	одна триллионная

Физические величины

- Физические величины качественно описывают свойства материальных объектов



Скалярные

Характеризуются
численным значением



Векторные

Характеризуются
численным значением и
направлением в
пространстве

Курс физики

МЕХАНИКА

КОЛЕБАНИЯ
И ВОЛНЫ

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

ОПТИКА

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА
И ТЕРМОДИНАМИКА

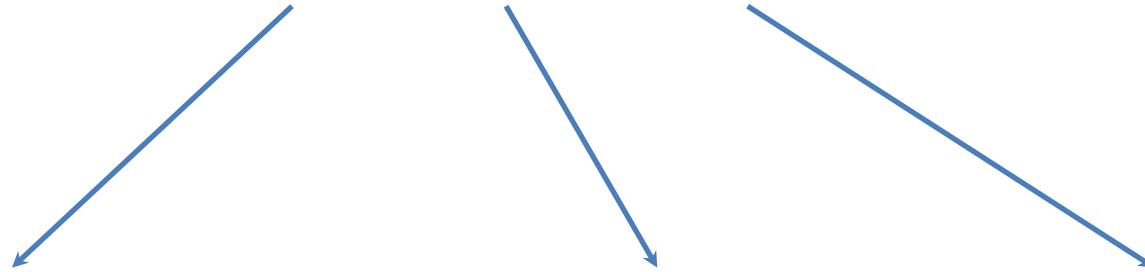
КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

АТОМНАЯ ФИЗИКА

ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА
И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Механика

Раздел физики, посвященный изучению механического движения (расположения тел или их частей в пространстве) и взаимодействию тел.



КИНЕМАТИКА

- изучает движение тел, независимо от причин, его вызывающих

ДИНАМИКА

- изучает причины, вызывающие движение тел

СТАТИКА

- рассматривает условия равновесия тел

Основные постулаты классической механики

***Постулат** – исходное положение, принимаемое без доказательств.
Являются обобщением экспериментальных фактов.*

Пространство	Время
однородно (две любые точки пространства неотличимы)	
изотропно (два любых направления в пространстве неотличимы)	
абсолютно (не зависит от наблюдателя)	
евклидово (свойства описываются аксиомами евклидовой геометрии, размерность = 3)	

Основные понятия классической механики

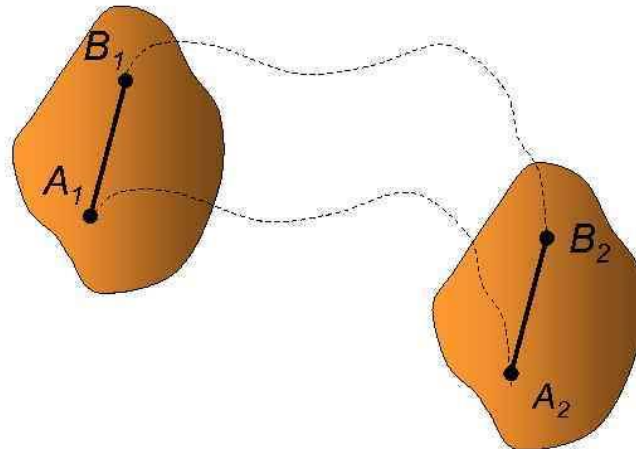
- Материальная точка – *модель* объекта, имеющего массу, размерами которого можно пренебречь в условиях конкретной задачи.





Основные понятия классической механики

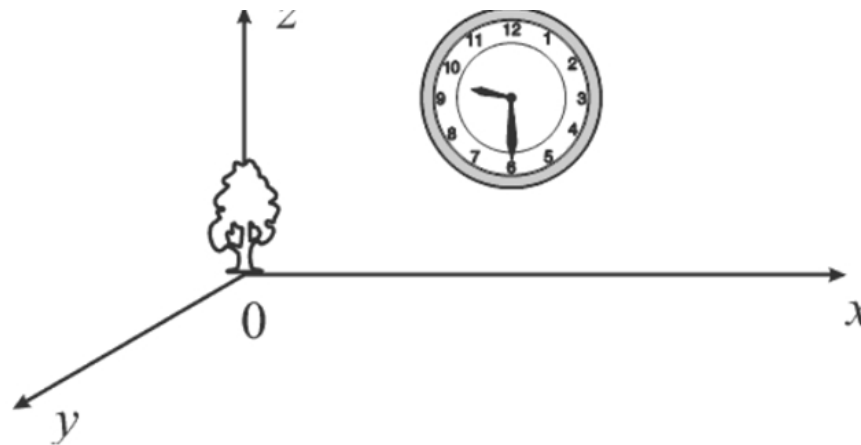
- Абсолютно твердое тело (АТТ) – *модель* объекта, система материальных точек, расстояние между которыми не меняется в процессе движения.





Основные понятия классической механики

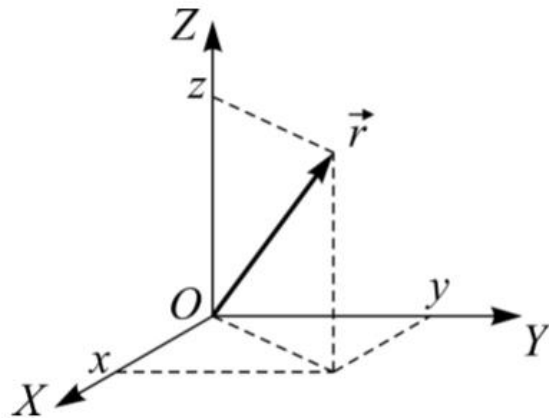
- Система отсчета – совокупность тела отсчета (ОТНОСИТЕЛЬНО которого рассматривается движение механической системы), связанной с ним системы координат и синхронизованных между собой часов.





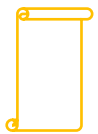
Основные понятия классической механики

- Положение материальной точки в пространстве описывается **радиус-вектором**.



Вектор \vec{r} , проведенный из начала координат в место расположения материальной точки, называется ее **радиус-вектором**

$$|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

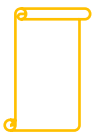


Основные понятия кинематики

- Траектория – непрерывная линия, по которой движется материальная точка в пространстве.

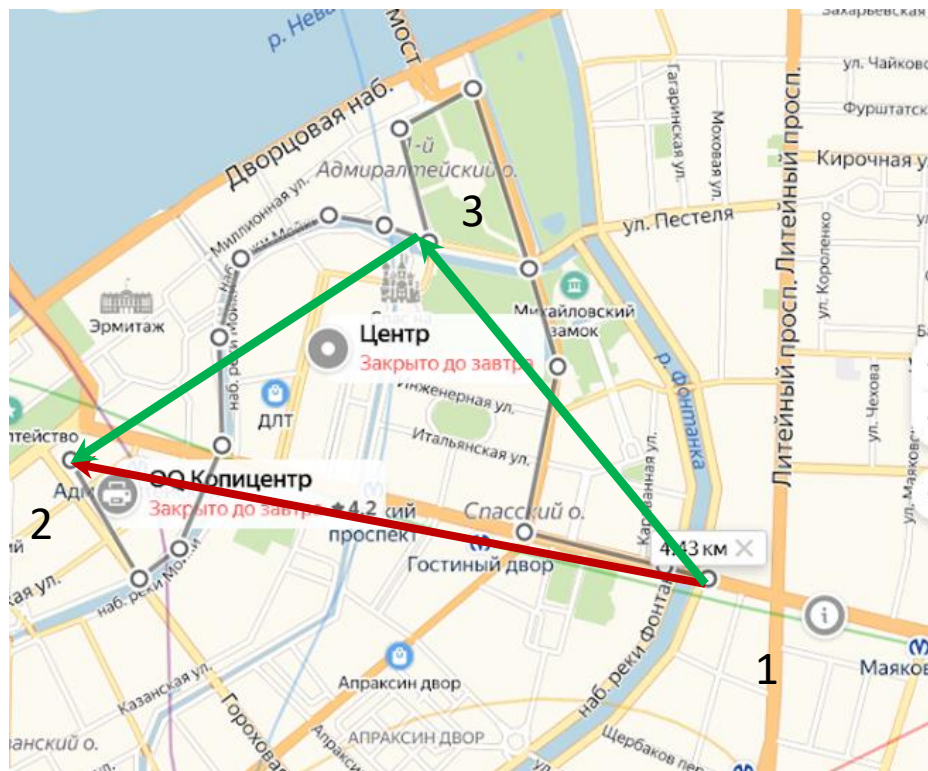
В зависимости от формы траектории различают прямолинейное движение, движение по окружности и другие виды криволинейного движения.

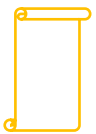




Основные понятия кинематики

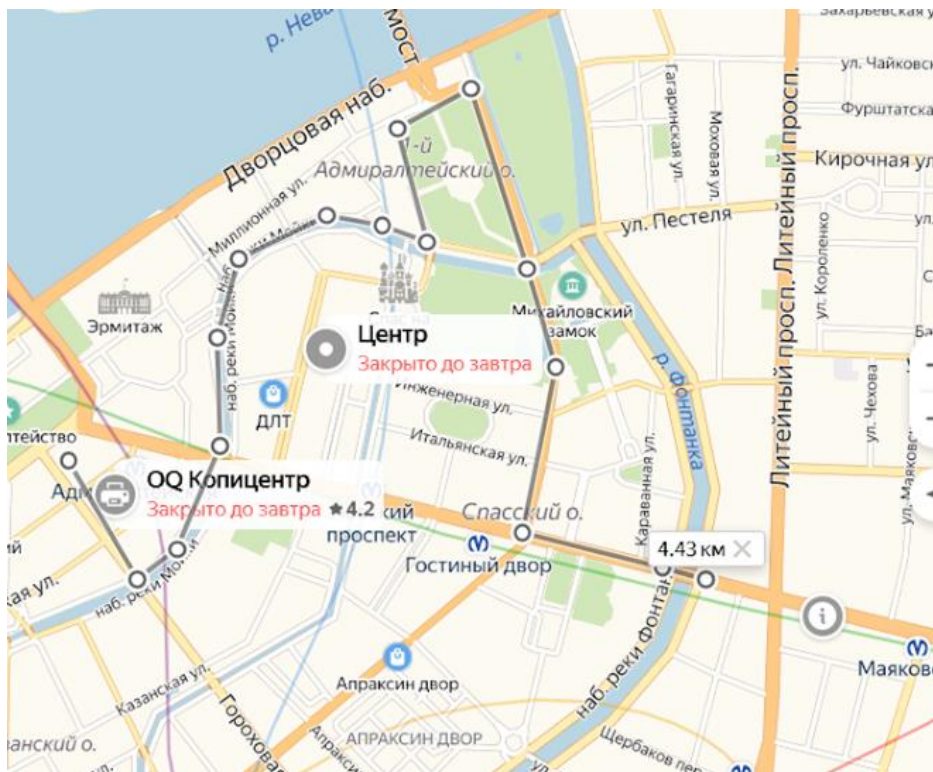
- Перемещение – вектор, проведенный из начальной точки (1) траектории в конечную (2).





Основные понятия кинематики

- Путь (скалярная величина) – длина участка траектории, пройденного за рассматриваемый промежуток времени.



Полный путь

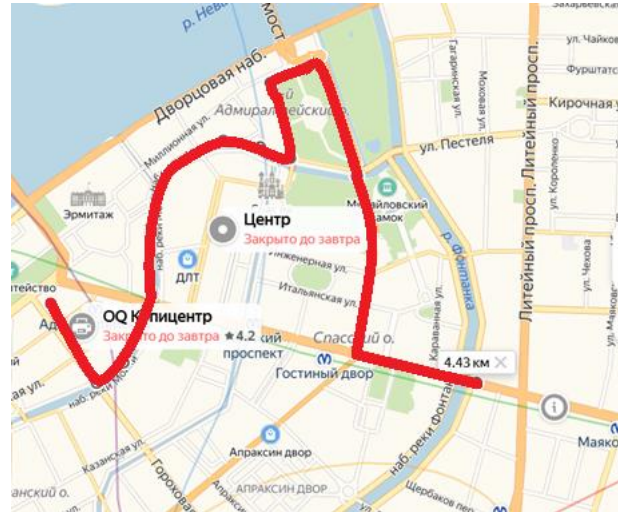
$$s_{12} = \int_1^2 ds = \int_1^2 |d\vec{r}|$$

- интегрирование вдоль траектории от начальной до конечной точки
(суммирование всех бесконечно маленьких участков)

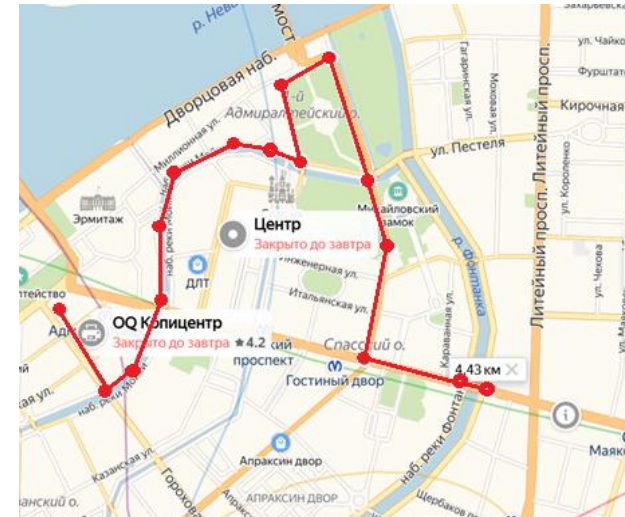


Основные понятия кинематики

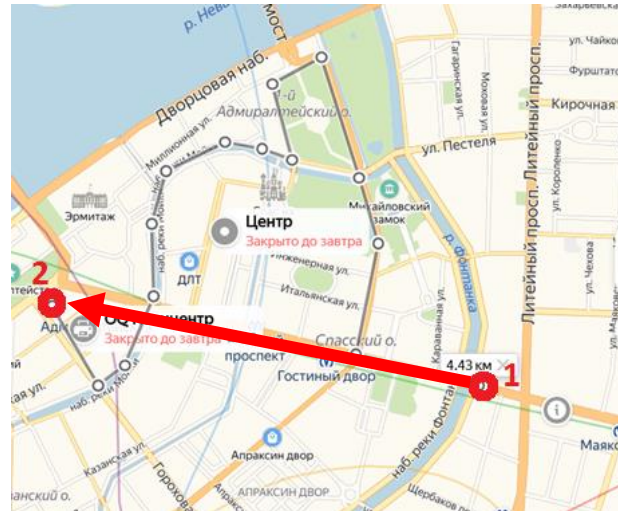
Траектория –
линия, по которой
движется
материальная
точка в
пространстве



Путь – длина
траектории

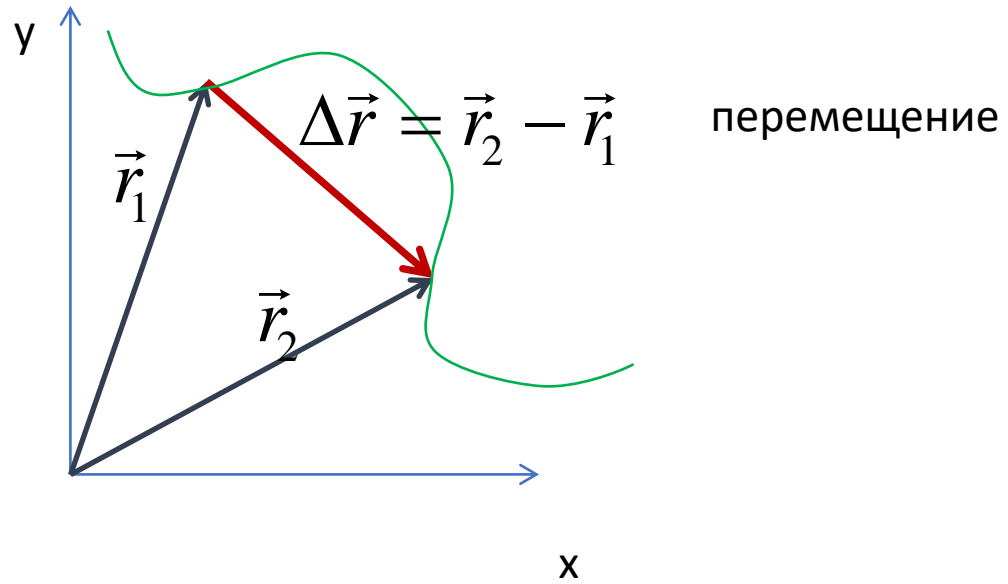


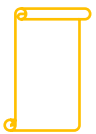
Перемещение –
вектор,
проведенный из
начальной точки в
конечную.



Существует три способа
описания движения —
векторный,
координатный и
траекторный.

Векторный способ описания движения





Скорость

$[v]=\text{м/с}$

Основные понятия кинематики

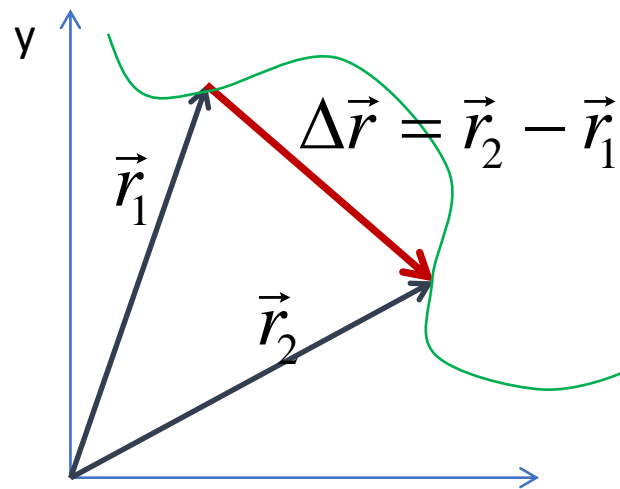
— векторная величина, характеризующая не только быстроту передвижения частицы по траектории, но и направление, в котором движется частица в каждый момент времени.

$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

$$t + \Delta t \rightarrow \vec{r}(t + \Delta t)$$

Средняя скорость:

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$



перемещение

конечное перемещение и
конечный промежуток времени,



Скорость $[v]=\text{м/с}$

Основные понятия кинематики

Мгновенная скорость:

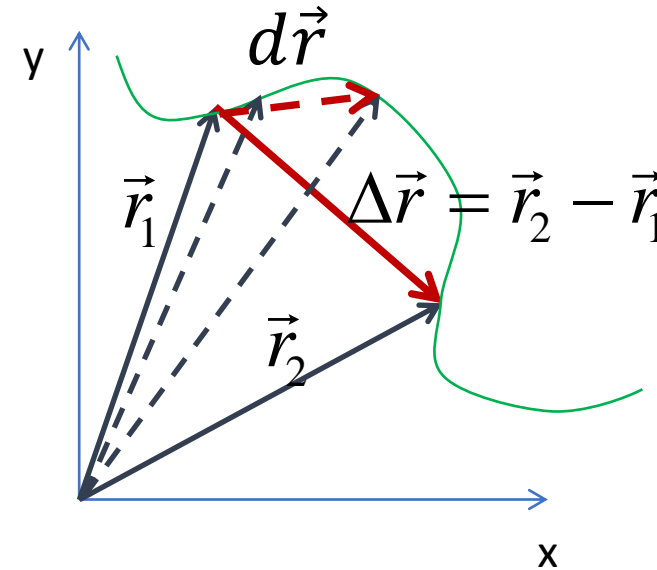
$$\Delta t \rightarrow 0$$

$$\vec{v}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

*конечное перемещение и конечный
промежуток времени,*

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

*бесконечно малое перемещение и
бесконечно малый промежуток времени*



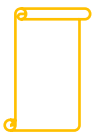
Скорость
направлена по
касательной к
траектории!

Средний модуль скорости

- Скалярная величина,

$$\langle v \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$





Скорость

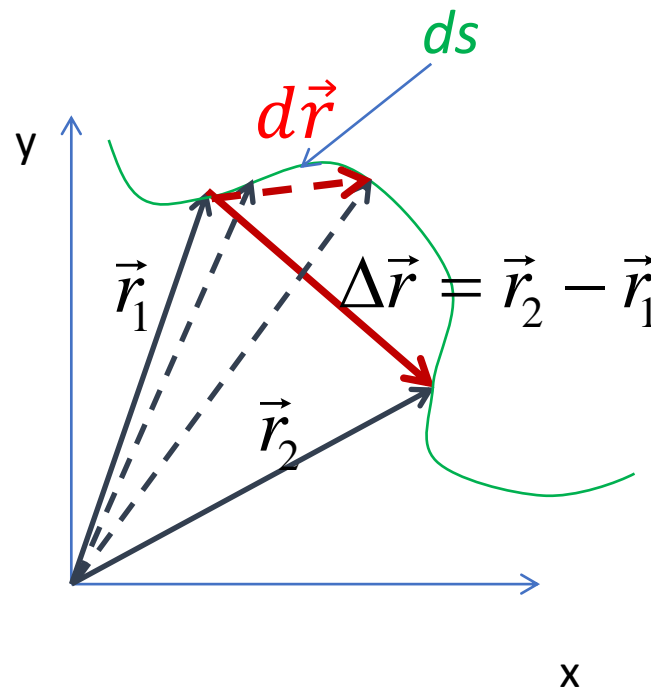
Основные понятия кинематики

Модуль скорости:

$$\Delta t \rightarrow 0$$

$$v = |\vec{v}(t)| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right| =$$

$$= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$



Проекции вектора скорости на оси координат:

$$v_x = \frac{dx}{dt}; \quad v_y = \frac{dy}{dt}; \quad v_z = \frac{dz}{dt}$$

Модуль вектора скорости: $|\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$

Косинусы углов, которые вектор скорости составляет с осями Ox , Oy , Oz :

$$\cos \alpha = \frac{v_x}{|\vec{v}|}; \quad \cos \beta = \frac{v_y}{|\vec{v}|}; \quad \cos \gamma = \frac{v_z}{|\vec{v}|}$$



Вычисление пройденного пути

$$v \cong \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{при} \quad \Delta t \rightarrow 0$$

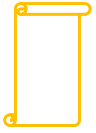
$$s = \Delta s_1 + \Delta s_1 + \dots + \Delta s_N = \sum_{i=1}^N \Delta s_i \cong$$

$$\cong \sum_{i=1}^N v_i \Delta t_i$$

Путь:

$$s = \lim_{\Delta t_i \rightarrow 0} \sum_{i=1}^N v_i \Delta t_i = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$$

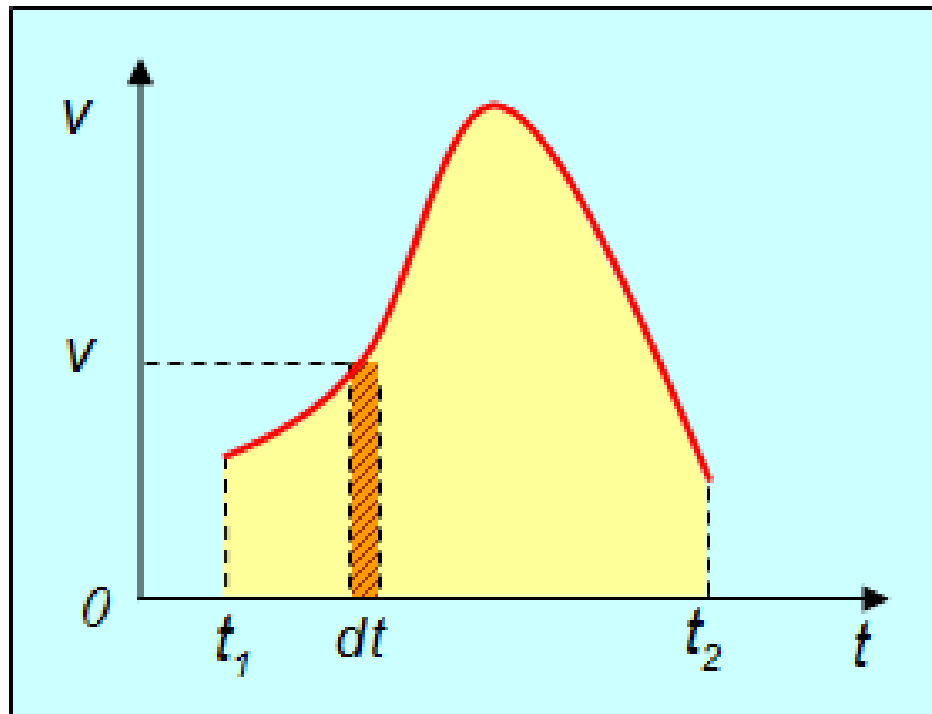
модуль скорости



Вычисление пройденного пути

$$s = \lim_{\Delta t_i \rightarrow 0} \sum_{i=1}^N v_i \Delta t_i = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$$

*Геометрический
смысл интеграла* –
площадь под графиком





Прямолинейное равномерное движение

– движение по прямой, при котором за любые равные промежутки времени тело совершает равные перемещения.

При таком движении скорость тела не изменяется: $\vec{v} = \vec{v}_0 = \text{const.}$

Уравнение перемещения: $\vec{s} = \vec{v}t.$

Координатное уравнение: уравнение: $x = x_0 + v_{0x}t.$

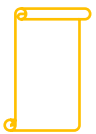
Для координат вдоль других осей формула выглядит аналогично.



Путь при равномерном движении

$$s = \lim_{\Delta t_i \rightarrow 0} \sum_{i=1}^N v_i \Delta t_i = \lim_{\Delta t_i \rightarrow 0} v \sum_{i=1}^N \Delta t_i = v \lim_{\Delta t_i \rightarrow 0} \sum_{i=1}^N \Delta t_i = v \int_{t_1}^{t_2} dt = vt$$





Ускорение

$[a] = \text{м/с}^2$

Основные понятия кинематики

- это скорость (быстрота) изменения скорости.

Ускорение

$$\vec{a}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$\vec{a}(t) = \dot{\vec{v}} = \ddot{\vec{r}}$$

$$t_1 = 0$$

$$t_2 = t$$

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

скорость

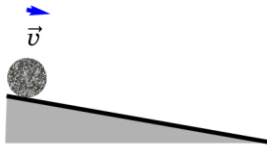
$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \int_0^t \vec{a}(t) dt$$



Прямолинейное равнопеременное движение

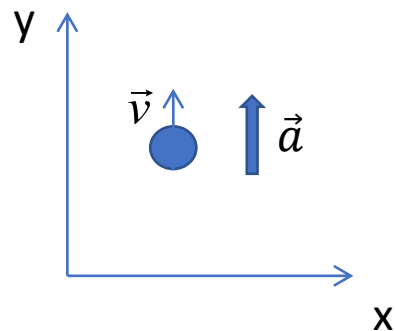
- **Равнопеременное движение** – это движение с постоянным ускорением.

$$s = \int_0^t v dt = \int_0^t (v_0 + at) dt = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$



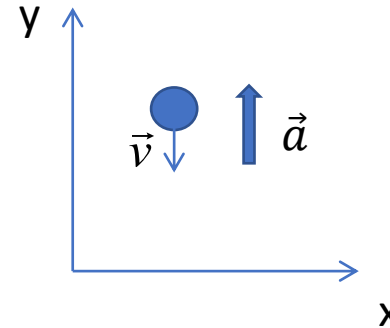
Равноускоренное

*Ускорение и скорость
сонаправлены*



Равнозамедленные

*Ускорение и скорость
противоположно
направлены*





Закон равноускоренного движения материальной точки

При равноускоренном движении ($\vec{a} = \text{const}$)

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}(t - t_0)$$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0(t - t_0) + \frac{\vec{a}(t - t_0)^2}{2}$$

При $t_0=0$:

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

Для каждой из координат могут быть записаны аналогичные выражения:

$$y(t) = y_0 + v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$$