

Вопросы про Ньютона

1. Принципы соответствия в математической физике. Механика Галилея-Ньютона и специальная теория относительности.

// лекция 12-03

\* **Книга 1:** исследование математических вопросов, которые дальше приведут к ЗВТ. Приходит к закону обратных квадратов  
\* Следствие 5: относительное движение не зависит от движения системы отсчёта. Вопрос Галилея о движении корабля. Группа преобразований Галилея-Ньютона. Принципы относительности: Галилей, Гюйгенс, Ньютон. [В дальнейшем будет относительность Эйнштейна, будет требование на скорость света в ИСО; ничего такого Ньютон и Галилей не рассматривали (не связывали свет и относительность)]  
// шпора прошлого года

\* **Принципы соответствия в методологии науки** — утверждение, что любая новая научная теория должна включать старую теорию и ее результаты как частный случай.  
\* **Преобразования Галилея** — преобразования координат и скорости при переходе от одной инерциальной системы отсчета (ИСО) к другой. Преобразования Галилея опираются на принцип относительности Галилея, который подразумевает одинаковость времени во всех системах отсчета.  
\* **Принципы соответствия** в методологии науки — утверждение, что любая новая научная теория должна включать старую теорию и ее результаты как частный случай. Например, закон Бойля — Мариотта является частным случаем уравнения состояния идеального газа в приближении постоянной температуры; кислоты и основания Аррениуса являются частным случаем кислот и оснований Льюиса и т. п.

\* **Пример:** В специальной теории относительности в пределе малых скоростей получаются те же следствия, что и в классической механике.

\* Так, преобразования Лоренца переходят в преобразования Галилея, время течёт одинаково во всех системах отсчёта, кинетическая энергия становится равной  $mv^2/2$  и т.д.

\* **Преобразования Галилея** — в классической механике (механике Ньютона) и нерелятивистской квантовой механике: преобразования координат и скорости при переходе от одной инерциальной системы отсчёта (ИСО) к другой. Преобразования Галилея опираются на принцип относительности Галилея, который подразумевает одинаковость времени во всех системах отсчёта («абсолютное время»<sup>[3]</sup>).

/// инет 1

**Механика Галилея-Ньютона** - Представила с единой теоретической позиции механику как небесных явлений, так и земных. Законы кинематики объяснила с позиций более глубоких законов динамики. Сознательно ограничивала себя только исследованиями комплексов механических явлений, так как её творцы впервые осознали, что сила теорий научного качества покупается дорогой ценой их узкой специализации.

/// объяснение инет 2

передаются мгновенно, с бесконечной скоростью скоростей всех частиц системы в тот же момент времени.

\* Классическая механика основана на законах Ньютона.

\* В соответствии с принципом относительности Галилея законы механики имеют один и тот же вид в любых ИСО.

\* В то же время представление о мироздании базировалось на **механической** картине мира, основанной на механике Галилея – Ньютона (*классической* механике).

\* Однако электромагнитные процессы происходят со скоростями, будет ли справедлив принцип относительности Галилея (важнейший принцип классической механики) для электромагнитных явлений?

\* Альбертом Эйнштейном была выдвинута новая теория пространства и времени, получившая название **специальная теория относительности**.

// фурсов

Физическая программа П. Ньютона.

Ньютон (1643-1727), английский физик, математик, механик и астроном, один из создателей классической физики.

\* придумал резьбу на гурте на монет – чтоб не обрезали деньги

\* вывел ЗНН, закон всемирного тяготения

**Написал книги:**

«математ начала натуральной философии»

1-«о движении тел» (механика)

2-«о движении тел» (гидродинамика)

3-«о системе мира» (небесная механика)

**Несколько понятий масс у Ньютона:**

- количество материи m=τV

- мера количества движения (инертная масса) - мера движения (импульс)

- мера гравитации (гравитационная масса)

**Масса – Законы:**

\* Идея инерции – идея Декарта и Галлея (дали 1й закон)

\* Свои законы на основе уже известных идей Гюйгенса, Кристофера Рена и Кеплера (дали 1 и 2 закон)

1ЗН – скорость тела соps (прямолин движение) если на тела не действуют силы

2ЗН – измени кол-ва движения пропор-но прилож силе, записывал через импульс (кол-ва движения)

3ЗК – сила действ-сила противодействия – складывается физичка векторных величин

\* выводил 3 закона Кеплера из закона всемирного тяготения!

**Проблема обоснования абсолютного пространства в физике Ньютона.**

**Модели пространства и времени** (Проблема про-ва и времени):

\* у Ньютона 2 движени я abc – относительное

\* Абсолютные, относительные, истинные и кажущиеся

**Абсолютное (истинное) время** – время без отношеию к чему чему-лино внешнему, протекает равномерно  
**Относительное (кажущиеся) время** – время постигаемое чувствами, мера продолжительности употребляемое в обьедной жизни (час, день, год)

**Абсолютное про-во** – про-во безотносительно к чему то внешнему, остается всегда одинаковы и неподвижным  
**Относительное про-во** – какая то ограниченная подвижная часть про-ва, ориеделяема нашими чу-ми, опр-ся по положению относительно некоторых тел

Пример: положение воздух относительно Земли

**Место** – часть про-ва занимаемое телом относит про-ва (abc и относит)

**Абсолютное движение** -перемещение из abc места в другое

**Относит движение** -перемещение из относ места в другое

Пример: корабль, относит место тело – трюм, перемещается в другое относит место – палуба (относит место движжя вместе с кораблем)

**Эксперимент с ведром (различия abc и относ движения):**

\* пример различий истинных и кажущихся движений

\* у Ньютона 2 движения abc и относит

Порядок расчета:

0. ведро с водк раскручивают на веревке

1.фаза.

Ведро вращается

Вода спокойна относит Ведро – поверхность плоская как до вращения

\* Относит движение наибольшее - истинное вращательное движение воды еще не началось

2.фаза.

Ведро заставляет Воду участвовать в своем движении

Вода начинает двигаться относительно Ведро (по стенкам)

\*относит Воды движение уменьшилось – постепенное возрастание истинного вращательного движения воды

3.фаза

Вода и Ведро неподвижны относительно друг друга но подвижны относительно земли

\* истинное Воды наибольшее – воды в покое

\*стремление воды удалиться от осн вращения – по этому стремлению обнаруж abc и относ движение

**Вывод:** аналогия – сфера неподвижных звезд; дает различия между истинным и кажущимся

Абсолютные движения не зависят от относительных.

Ньютон ввел гипотезу о центре мира – он поконится. С ним связали систему отсчета. Это abc центр.

По воронке воды в ведре – ньютон утверждает что есть физич основания различения истии и кажущихся движения.

// фурсов

Галилео Галилей (1564-1642)

\*усовершенствовал подзорную трубу/телескоп

\*открыл фаз венера и спутникик Ю (медицейские тела), кратеры луны

\*открыл закон инерции

\*принцип относит галелея

Пример: падении ядра на корабле или бабочки

\*формат трудов – диалог

\* противоречие с библией – Иисус останоил солнце

Теория коперника просто удобный способ расчета

\* работы по всеоному делу, фортификация (артиллерийские проблемы)

\* наука имеет дело с бесконечной вселенной

\* доказал теорию приливов

\* мысль о подчинении земных предетов и небесных сфер одним законам

5. Книга Ньютона «Математические начала натуральной философии» и её роль в развитии математической физики.

// лекции 12.03 – 19.03 – 26.03 – 02.04 – 09.04

\* 1684 – 1686 – пишет, 1687 - публикует

\* что сделала Ньютон:

- закона механики

- 6 следствий из этих законов

- ЗВТ

- закон отталкивания (задолго до опытов Резерфорда),

- гиперболическая траектория движения.

\* Состав книг - 1-я, 2-я, 3-я книг, В конце 3-й книги пишет о роли бога в движении тел в Солнечной системе.

Также пишет об эфире. Не может объяснить причину существования гравитационного притяжения.

**Книга 1:** исследование математических вопросов, которые дальше приведут к ЗВТ. Приходит к закону обратных квадратов.

- Формулирует три закона механикиЗатем 6 следствий.

- принцип относит Галилея

- два закона тяготения. Два  $F \sim R^{-(2)}$ ;  $F \sim R$ . В (по эллипс, центральное тело -- в фокусе, центральное тело -- в центре)

- закон отталкивания:  $F \sim -1/R^2$ . Траектория -- гипербола.

- законы преломления и отражения, но не лучей света, а частиц, (тип оптика)

- Движение тел соизмеримой массы (. Тогда они движутся вокруг общего центра масс (барицентра) по эллипсам

- Физическое подобие (сюда?)

\* ЗВТ в современном знании можно вывести из принципа подобия и принципа суперпозиции.

- Интерполяционная формула Ньютона - многочлен. (сюда?)

**Книга 2:** движение тел в среде. Например, в воздухе, газе, жидкости

- правило параллелограмма сложения скоростей(Тела имеют простую форму: шар, цилиндр)

\* 3 случая движения

- Движение тел в среде, с сопротивлением.

\* Три основных случая движения: 1) с малой скоростью ( $F \sim v$ , то есть сила сопротивления пропорциональна скорости); 2) большая скорость,  $F \sim v^2$  3) произвольная «средняя» скорость,  $F \sim av + bv^2$  (тогда линейной комбинации).

- Поиск эфира, эфир неподвижен, но проникает в поры движущегося шара, тормозит его.

- следствия – принцип относительности, принцип суперпозиций

- вопрос колебаний молекул жидкости – по sin

- Остывание нагретого тела. Термометр был у Галилея. Шкала температур Ньютона.

- Подобие двух течений жидкости.

**Книга 3:** ЗВТ без гравитац постоянной

- вопрос о центре масс Солнечной системы. центр тяжести системы Солнце-Юпитер находится чуть над поверхностью Солнца

- ЗВТ

- 4 правила умозаключения ньютона

- Как движутся планеты? Ньютон говорит, что орбиты -- конические сечения. Парабола -- неустойчивое, при малейшем возмущении переходит в гиперболу или эллипс (устойчивые ).

- отталкивание по закону обратных квадратов.

- О боже "Бог весь себе подобен". "Природа весьма согласна и подобна себе самой".

\* Говорит, что причина существования тяготения ему неясна.

\* нашёл относ массы планет - Солнце: 1, Юпитер: 1/1067, Сатурн: 1/3021, Земля: 1/169282

- не знал значение гравитац постоянной

**Математические рукописи Ньютона.**

- Анализ, дифф-инт исчисление. Независимо с Лейбницем. Ньютон: флюксия (производная) и флюэнта (интеграл).

- Теория степенных рядов, разложение элементарных функций.

- Дифференциальные уравнения. Название появилось позже, но Ньютон первый решал.

- Метод касательных Ньютона.

- искар знаки числа пи. Теория степенных рядов. Поговорим про его математические результаты.

- Классификация алгебраических кривых 3-го порядка. Такие кривые стали называть кубиками.

- Биномиальный ряд, бином Ньютона. Обобщение на вещественное n.

- Ньютон разработал теорию ОДУ (обыкновенные дифференциальные уравнения).

- В математическом анализе Ньютоном ввёл понятия флюксии (производная) и флюэнты (первообразная).

Лейбниц же ввёл прижившиеся слова: интеграл, дифференциал.

- Метод касательных для уравнений типа f(x) = 0.

- Ряд Тейлора (Маклорена). Формула Тейлора. Их нашёл Ньютон.

- Спор Ньютона и Лейбница МА (мат анализ) одновременно и независимо.

- Контактное число шаров: какое максимальное число шаров могут касаться данного? Ньютон = 12

- Деятельность в монетном дворе. Помогал ловить фальшивомонетчиков

**6. Три методологические революции в физике. «Беседы» Галилея, «Начала» Ньютона, «Трактат» Максвелла.**

//лекции 23.10 – 30.10

**«Беседы» Галилея**

\* Вторая книга, **“Беседы”**, вышла подпольно в 1638.

\* Галилей умрёт в 1642.

**Что включает книга:**

- Первая наука: обобщает понятие подобия -- механическое подобие, подобие в механике.
- Вторая наука: законы кинематики движения тел (в поле тяжести Земли). Провисание каната, закреплённого к двум столбам (гиперболический косинус).
- Первый вариант принципа относительности -- в “Диалоге”.
- Книга разбита на дни, а не на главы.

\* Между 4-м и 5-я днями (всего 6) есть **приложение**, “О центрах тяжести тел”. Задачи математического анализа (по сути интегрирование). Галилей рассмотрел конус, нашел его центр масс На расстоянии 1/4 от основания. **День 5-й.** Пропорция  $A : B = C : D$ . То же самое:  $AD = BC$ . Геометрия пропорций.

**День 6-й.** Сила удара. Описание, как может разрушаться судно рядом с причалом, если оно ударяется о камни. Крушение Титаника.

**День 4-й:** подвешенный канат / цепочка из звеньев. сильно натянуть - почти точно совпадает с параболой” \*  $y/a = ch(x/a)$ . Коэффициент а отражает физическое подобие. Все катаны (любая длина и любая степень натяжения) подобны. Лейбниц, Бернулли, Гюйгенс -- нашли эту формулу.

**Еще раз достижения Галилея:**

- Галилей собрал телескоп. Имен два увеличения: 3- и 32-кратное.
- Открыл 4 спутника Юпитера, Европа, Ганимед, Каллисто, Ио.
- Открыл солнечные пятна; вращение Солнца вокруг своей оси.
- Стал наблюдать Сатурн, но не смог понять, что там есть кольца (их описал Гюйгенс).
- Галилей первым в мире сделал термометр, 1592 год, без шкалы, просто показывал холодно/теплое.
- Первый телескоп -- в Голландии, причём до сих пор неизвестно кем. Галилей -- первый телескоп в Италии.
- Микроскоп Галилея. изучать насекомых.

\* **Изопериметрическая теорема** (первая формулировка -- у Паппа) - Максимальная площадь при фиксированном периметре. Альтернативно: при фиксированной площади ищем минимальный периметр.

- **Галилей формулировал изопериметрическую теорему** на плоскости и в пространстве без формул, словами.

*Пример:* Кактус, сохраняя влагу

- Первые страницы “Диалога”. Спираль, винтовая линия. Простые линии: прямая и окружность + спираль.
- Галилей формулировал первую версию принципа относительности. Без формул. *Пример:* Плыть на корабле равномерно, но можем определить, движется ли корабль.

\* **геоцентрическая система** -- Коперника, Аристарх Самосский, Галилей **Геоцентрическая система:**

- Аристотель, Птолемей.
- Группа Галилея-Ньютона. Движение точек вдоль простых прямых.
- Галилей: сравнивает Солнце и звёзды, говорит, что они дальше, но имеют ту же структуру.

**6. «Трактат» Максвелла.**

- \* 1864 -- «Динамичекая теория ЭМ поля»
- \* 1873 -- «Трактат об электричестве и магнетизме»
- изменение во времени Э поля приводят к появлению магнитного поля (объяснил эффект фарадея)
- свет распространяется с конечной скоростью -- со скоростью света
- \* объединил множество непохожих явления (эл-ки, магнитных, оптических) в единую систему знаний

**«Начала» Ньютона**

\* Состав книг - 1-я, 2-я, 3-я книга, В конце 3-й книги пишет о роли бога в движении тел в Солнечной системе. Также пишет об эфире. Не может объяснить причину существования гравитационного притяжения.

**Книга 1:** исследование математических вопросов, дальше приведут к ЗВТ. Приходит к закону обратных 2

- Формулирует три закона механики Затем 6 следствий
- принцип относит Галилея
- два закона тяготения. Два  $F \sim R^2(-2)$ ;  $F \sim R$ . В (по эллипс, центральное тело -- в фокусе, центр тело -- в центре)
- закон отталкивания:  $F \sim -1/R^2$ . Траектории -- гипербола.
- законы преломления и отражения, но не лучей света, а частиц. (тип оптика)
- Движение тел соизмеримой массы ( Тогда они движутся вокруг общего центра масс (барицентра) по эллипсам
- Физическое подобие (сюда?)

\* ЗВТ в современном знании можно вывести из принципа подобия и принципа суперпозиции.

- Интерполяционная формула Ньютона -- многочлен. (сюда?)

**Книга 2:** движение тел в среде. Например, в воздухе, газе, жидкости

- правило параллелограмма сложения скоростей(Тела имеют простую форму: шар, цилиндр)
- Движение тел в среде, с сопротивлением.

\* Три основных случая движения: 1) с малой скоростью ( $F \sim v$ , то есть сила сопротивления пропорциональна скорости); 2) большая скорость,  $F \sim v^2$  3) произвольная «средняя» скорость,  $F \sim av + bv^2$  (лин комбин).

- Поиск эфира, эфир неподвижен, но проникает в поры движущегося шара, тормозит его.
- следствия -- принцип относительности, принцип суперпозиций
- вопрос колебаний молекул жидкости -- по  $\sin$
- Остывание нагретого тела. Термометр был у Галилея. Шкаола температур Ньютона.
- Подобие двух течений жидкости.

**Книга 3:** ЗВТ без гравитац постоянной

- системы. центр тяжести системы Солнце-Юпитер находится чуть над поверхностью Солнца
- ЗВТ

- 4 правила умозаключения ньютона
- Как движутся планеты? Ньютон говорит, что орбиты -- конические сечения. Парабола -- неустойчивое, при малейшем возмущении переходит в гиперболу или эллипс (устойчивые ).
- отталкивание по закону обратных квадратов.
- О боте “Бог весь себе подобен”. “Природа весьма согласна и подобна себе самой”.
- \* Говорит, что причина существования тяготения ему неясна.
- \* нашёл относ массы планет - Солнце: 1, Юпитер: 1/1067, Сатурн: 1/3021, Земля: 1/169282
- не знал значение гравитац постоянной

**8. Четыре правила умозаключений в физике, предложенные Ньютоном.**

// фурсов

**Методология Ньютона. Философские проблемы его научной программы.**

**Правила умозаключений (методология -- как должна работать физика -- 4 правила):**

1-простота природы (Бритва Оксума), нужно обходится минимальным набором причин

\*Сама природа проста и обходится минимальным количеством причин вещей

\*философский принцип -- он приписывает природе это сво-во (он хочет чтоб так было), но она не обязана быть такой

2-приписывать теже причины -- таким же проявлениям природы

\*идея аналогия, если сходства между явлениями, то мы должны приходить к одним и тем же причинам этих явлений

Пример: дыхание людей и животных, кухонный очага и солнце (сходство)

3-общие св-ва для всех похожих тел -- что присуще частице то присуще и телу

Пример: протяженность присуще всем телам вообще. У всех тел неделимые частицы твердые.

Пример: Протяженность твердость, непроницаемость и инертность целого -- исходит из -/- частиц.

Пример: Все тела по соседству с 3 тяготеют к 3, пропорционально кол-ву материи каждого из них. -> все тела тяготеют др к другу.

4-опытная физика -- теория выводится индуктивно и должна оставаться верной пока не опровергнута - метод физики индукция!

\*сам ньютон действовал гипотетико-дедуктивно

**Общее поучение (что осталось не решенное в рамках его физики):**

- Причиной движения тел -- закон всемирного тяготения, а не теория вихрей (декарт -- причина движения тел космич вихри)
- все что не мог объяснить объяснял Богом. Бог (интократор) -- повелитель вселенной
- Бог вмеш-ся в физические процессы и Бог управляет миром (физические функции Бога), бог поддерживает в мире постоянство кол-ва движения

\*А у Лейбница -- Бог мировой разум -- бог «часовой дел мастер» -- бога не вмеш-ся в мир. (деизм)

-пространство у Ньютона -- это чувствилище Бога (сенсорיום дей), он знает что и где происходит

Про-во -- его сенсорная система. (теизм)

**Взаимодействие (концепция):**

Сх Декарта (близкодействие) -- причина изменения состояния тела это механ-ий контакт с другим телом

Сх Ньютона (дальнодействие) -- тела взаимодействуют др с др через пустоту. Сюда вписал бога.

\* ньютон проиграл, возникает Электродинамика, концепция поля, волны передаются чем то, близкодействие

\*\*Генрих Герц - первые экспериментально обосновал близкодействие в физике

**Гипотезы Ньютона:**

-в его физике все объясняется силами тяготениями

- гипотеза тяготения -- причину не знаю, но она есть

*Гипотезы ньютона:* абсолютность и непрерывность, про-ва и времени; само идея силы тяготения

-гипотеза эфира

**12. Галилей и Ньютон о физическом подобии. Принцип подобия и пи-теорема.**

// лучшие шпоры

\* метод одобия в механике сплошных сред, потоки жидкостей

**Геометрическое подобие** - точки системы, например траектории л

**Кинематическое подобие** - подобие траекторий тел, связано с движением

**Динамическое подобие** - сила действующее на тело при движении в жидкости

**Пи-теорема** - принцип подобие др словами - свякое физическое соотношение ммездру размерными величинами можно выразить как соотношения между безразмерными величинами

// **пропология шпоры**

**Сэр Исаак Ньютон** (1642 года — 1727 ) — английский физик, математик, механик и астроном, один из создателей классической физики.

**Галилео Галилей (итал. 1564-1642.)** — итальянский физик, механик, астроном, философ, математик, оказавший значительное влияние на науку своего времени.

// **инт**

**Принцип подобия**

4 Подобие - Основной характеристикой подобных объектов являются критерии подобия, с помощью которых устанавливаются критерии взаимосоодначного соответствия модели и оригинала.

4.1 Первая теорема подобия - Явления, подобные в том или ином смысле (полно, приближенно, физически, математически), имеют определенное сочетание параметров (критериев подобия), численно одинаковые для подобных явлений. Теорема Ньютона.

// **лекция №5 антонок и лекция №7**

**Галилео Галилей** Гемо подобие -- физическое подобие - подобие двух систем, описываемых физическими переменными. \*Пи-теорема - лаконичное выражение физического подобия. Это Теорем О произведенных **Ньютон** \* Принцип подобия похож на принцип относительности

\* **Виды Подобия:**

- подобия орбит планет

\*Книга 1. Движение тел соизмеримой массы (нельзя считать, что  $m1 \gg m2$ ). Тогда они движутся вокруг общего центра масс (барицентра) по эллипсам. Подобие эллиптических траекторий: эллипсы отличаются раздуванием.

- законы физики связаны законом подобия

\* Физическое подобие (Галилей, Ньютон), П-теорема (формулировка -- Бертран, 19-й век, название -- 20-й век).

У Ньютона: книга 2, отдел 7. Подобие двух течений жидкости. - самоподобие природы

- самоподобие бога

\* О боте (тоже про подобие, бог -- это вся природа, в частности): “Бог весь себе подобен”. “Природа весьма согласна и подобна себе самой”.

- принцип подобия

\* Размерности Фурье (начало 19-й век). “Аналитическая теория тепла”. Вывел уравнение теплопроводности.

Ввёл понятие размерности. Для П-теоремы нужны размерности. Потом появляется принцип подобия (в частности, Релей). Потом появляется СИ, которая в 2019-м году приобретает новый вид.

\* ЗВТ в современном знании можно вывести из принципа подобия и принципа суперпозиции.

// **лекция ?? - подобия галилей -- ПОДОБИЕ КАНАТОВ 23.10**

\* Вторая книга, **“Беседы”**, вышла подпольно в 1638.

\* Галилей умрёт в 1642.

**Что включает книга:**

- Первая наука: обобщает понятие подобия -- механическое подобие, подобие в механике.
  - Вторая наука: законы кинематики движения тел (в поле тяжести Земли). Провисание каната, закреплённого к двум столбам (гиперболический косинус).
  - Первый вариант принципа относительности -- в “Диалоге”.
- Механическое подобие развивали дальше Ньютон и др. Лорд Релей ввёл динамическое подобие. Через какое-то время -- физическое подобие, подобие двух систем, описываемых физическими переменными. Пи-теорема: (название в начале 20-го века, сама теорема во второй половине 19-го века) лаконичное выражение физического подобия. О произведениях (значок Пи ввёл Гаусс в 1812).
- Книга разбита на дни, а не на главы.

**День 4-й:** подвешенный канат / цепочка из звеньев. сильно натянуть - почти точно совпадает с параболой”

\*  $y/a = ch(x/a)$ . Коэффициент а отражает физическое подобие. Все катаны (любая длина и любая степень натяжения) подобны. Лейбниц, Бернулли, Гюйгенс -- нашли эту формулу.



## Вопросы про Гюйгенса

### 14. Роль Гюйгенса в развитии математической физики.

/// лекции 04.12 – 11.12 – 12.02 – 05.02 – 19.02 – 05.03

\* **Христиан Гюйгенс (1629-1695).**

\* Нидерландский физик, математик, астроном.

\* Гюйгенс -- первый иностранный член лондонского королевского общества (с 1663).

**Достижения Гюйгенса:**

\* Одна из первых работ Гюйгенса -- вычисление числа  $\pi$ . Архимед: первые три знака (3,14) через 96-угольник.

Гюйгенс ускорил алгоритм, для 96-угольника получал в три раза больше десятичных знаков.

\* 1654: теория эволюит и эвольвент. нужна для маятниковых часов. вводятся эволюта и эвольвента. **Эволюта:**

кривая, точки которой являются центрами кривизны исходной кривой. **Эвольвента** -- исходная кривая.

\* построение цепной линии - Линия, образующаяся при подвешивании и провисании каната.

Гюйгенс, Лейбниц, Бернулли одновременно нашли описание провисающей верёвки. **Гиперболический косинус:**

$y = a \cdot \operatorname{ch}(x/a)$ , а -- параметр. Все линии подобны друг другу:  $y/a = \operatorname{ch}(x/a)$ . Из  $y = \operatorname{ch}(x)$  получили

растяжением/сжатием  $x$  и  $y$  в одинаковых пропорциях.

\* Гюйгенс интересовался **астрономией**. Занимался шлифовкой стёкол. После телескопа Галилея самым мощным

какое-то время был телескоп Гюйгенса. Он имел 50х - 92х увеличение, длины 60 метров.

\* открыл кольца Сатурна.

\* Обнаружил спутник Сатурна -- Титан.

\* Теорема Гюйгенса-Штейнера (два автора независимо вывели) - Момент инерции  $I$  тела

(Гюйгенс создал точные механические часы, с маятником. Период колебаний не зависит от амплитуды (изохронный маятник)). Обращается к циклоиде. Циклоида была известна и до Гюйгенса, но он обнаруживает

много её свойства. Маятник циклоидальный: амплитуда маятника ограничена двумя дугами циклоиды.

**Переведённые на русский труды Гюйгенса.** “Три мемуара по механике” (1951).

1) Маятниковые часы.

2) О движении тел под влиянием удара. [Гюйгенс -- один из главных основателей теории удара.]

3) О центробежной силе.

**Полное собрание трудов Гюйгенса (22 тома).** \* Первый том: 1888. Последний: 1950.

**Том 13 (часть 1, 2):** оптика. Волновые фронты Гюйгенса, принцип Гюйгенса. **Том 14:** теория вероятностей..

**Том 15:** астрономические наблюдения. Сатурн быстро вращается, сплюснут. Система колец.

**Том 16:** механика. центробежная сила. Первый ввёл это понятие и нашёл формулу.

**Том 17:** маятник. - работы по физике, механике, технике. **Том 18:** маятник.

**Том 19:** теоретическая механика и физика. **Том 20:** музыка и математика.

**Том 21:** космология (строение вселенной). В те времена вселенная -- это солнечная система

**Избранные сюжеты**

**Том 11.** (изд. 1908). 1645-1651 года работы. Магквадрат - Сумма во всех строках, столбцах и диагоналях -- 18.

**Том 11.** Теоремы о квадратуре гиперболы, эллипса, окружности. Данные об их центре масс.

**Том 15.** (изд. 1925). полосы на Юпитере. Изображение Сатурна с кольцом. Примерные параметры орбиты

Титана (спутника Сатурна).

**Том 17.** Преломление света. Закон Снеллиуса. Кольца Ньютона.

**Том 19.** Статика. Динамика. Метеоры (кометы + землетрясения). Общие свойства материи. Утверждение о

единстве материи. Понятие атома. Твёрдые тела. Вода и капиллярность

**Том 19.** Звук, свет, магнетизм, электричество, гравитация. Описание гармонических колебаний струны.

\* Далее Гюйгенс изучает распространение звука в воздухе и в воде. **Волновые фронты Гюйгенса:** когда

возмущение доходит до точки, она сама становится источником волн. Огибающая всех волн -- общий фронт.

Идея огибающей -- из дифференциальной геометрии.

**Том 13.** (изд. 1916). Входит работа “Диоптрика”. Телескопы и микроскопы.

**Том 21.** (изд. 1944). Шлифовка стёкол. Телескоп Гюйгенса: незакрытая система длиной 60 метров

**Том 21.** Входит работа “Что думать о божестве?”.

**Том 21.** О форме Земли. Было ясно, что планета сплюснута, но неясно, с полюсов или с границ экватора.

Гюйгенс исключил второй вариант.

**Том 21.** Входит работа “Относительность движения и несуществование абсолютного пространства”,

Предпосылки к созданию СТО.

**Том 14** Исчисление вероятностей, труды по чистой математике. Приложение к азартным играм.

**Том 12** Труды по чистой математике. “Об окружности”, о числе  $\pi$ , способы вычисления (упоминает Архимеда).

### 16. Метрическая система и Международная система единиц (СИ) – метрологическая основа математической физики.

\* Метрическая система: 10 декабря 1799 года – во Франции

**Метрическая система мер (СИ)** – международная система единиц

\* результат “**великой франц революции**”

\* готовилась 10 лет!

\* идея – в основе этой системы лежит **метр**

\* ДО ЭТОГО в каждом регионе страны бил свои единицы

**Как все начиналось:**

1) **МЕТР**

\* Мешен и Деламер - труд - "Основы метрической десятичной системы ..."

Том 1 - 1806, Том 2 - 1807, Том 3 - 1810

\* публикации по истории метрической системы

**Измерение меридиана:** Меридиан идет - начинается на севере во Франции в городе Дюнкерк -

а заканчивается в Испании Барселоне, его необходимо было измерить . меридиан имеет форму

**эллипса**

\* **цель 1** - ввести понятие метра - единицы длины

\* **метро** - вводился как 1/4 меридиана = 10 млн метров

\* Дугу разделили на **2 части** Барселон-Радес, Радес-Дюнкерк

- Мешен - занимался 1 частью, возглавил экспедицию

- Деламер - занимался 2й частью

\* 26 марта 1791 года - решение п создании метрической системы

\* **Процесс триангуляции** - процесс измерения расстояния между 2ми точками на пов-ти земли

\* пример - берем дюнкерк и идем на юг, разбиваются на опорные отрезки (точками -

церквями), строится треугольник, измеряются углы

\* метр - главный результат этой экспедиции

\* Разбиение диреклев воронова - разбиение плоскости на треугольники (треуnguляция)

\* Разбиение Делане - двойственное тому что выше - однои пораждает второе

2) **КИЛОГРАММ** - сдел единица которая была введена

\* 22 июня 1799

\* цилиндр из чистой платины - эталон килограмма

3) **СЕКУНДА**

\* некоторая доля периода вращения земли вокруг оси

**Далее СИ развивается:**

- 1960 - метрич система полулачет **новое название** - Международная система единиц - (или

кратко СИ)

- Последняя реформа системы СИ - новое определение килограмма и всех других единиц

\* когда вводилась метрическая - было всего 3 шт (секунда, метр, килограмм)

\* потом добавлось еще 4 шт

\* Набора **7ми единиц измерения** - секунда, метр, килограмм, ампер, кулон, моль, конделла

\* Набора **7ми фундаментальных констант:** скорость света, пост планка, заряд элеткронна, пост

бользмана, число авагадро + еще 2 константы

- цезия - частота перехода

- кандела - световая эффектиовнь

Итог: **Выразили 7 едини системы СИ** через 7 фундаментальных констант - взаимно

однозначное соотв-ие

\* это освоило СИ от эталонов - в 2019 году - новое по

### 10. Установление Максвеллом электромагнитной природы света.

\* Джеймс Клерк Максвелл, 1831 – 1879 - британский (шотландский) физик и математик.

\* Член Лондонского королевского общества с 1861.

\* 1859 (работал с 1855): трактат “**Об устойчивости движения колец Сатурна**”

\* заинтересовался, является ли кольцо сплошным твёрдым телом или состоит из маленьких

частич. Установил **второе. Кольцо** -- в экваториальной плоскости Сатурна.

\* (1859 -- 1860) начал заниматься разработкой **матмодели движения частиц идеального**

**газа**. Похожая постановка, т.к. в кольце Сатурна тоже много мелких частиц.

\* Получает распределение по скоростям (по модулю скорости). Работа “**Пояснение к**

**динамической теории газов**”. Распределение по вектору скорости -- нормальное.

Распределение Максвелла (хи с тремя степенями свободы). **Распределение по кинетической**

**энергии -- хи-квадрат**.

\* 1861: Максвелл получил первую в мире **цветную фотографию**. Демонстрирует на

заседании ЛКО. Развивает теорию цвета.

\* занимался теорией тепла (вслед за Фурье). 1871: издаёт учебник “**Теория теплоты**”.

\* 1873: “**Трактат об электричестве и магнетизме**”, 2 тома. Уравнения Максвелла. Вывод об

электромагнитной природе света. Давление света (позднее -- Лебедев).

\* 1864 -- 1865: статья “**Динамическая теория электромагнитного поля**”. Много рецензий

(Кельвин, Стокс).

**Достижения:**

- утсновление общих законов (тероя) ЭМ поля (уравнения максвелла)

- доказал что свет это ЭМ волна (связь между оптико и ЭМ)

- скорость волны в вакууме совпадает со скоростью света

### 3. Книга Галилея «Диалог о двух главнейших системах мира птолемеевой и коперниковой».

Птолимей – земля в центре

\* Птолемя называется **геоцентрической**

**Коперник – солнце в центре**

Диалог о двух системах мира

\* подтвердил открытие коперника

- сформирован принцип относительности

\* критика в книге - отсутствие ощущения скорости земной поверхности, хотя она движется

\* контр аргумент - Наблюдения, несовместимые с птолемеевской моделью: например, фазы

Венеры

\* пример в кораблем

\* бяснения приливов и отливов.

1 - геоцентр система мира

2 - аргумент против движ земли - падение ядра правее его подбрасывания

3 - звезды далеко

4 - приливы и отливы

**Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки,**

**относящихся к механике и местному движению.**

Беседы и матем док-ва - матем и механика

- движение тел

-провисение каната

- центр тяжести трег

-пропорции

- сила удара- цепная линия

### 4. Принцип соответствия в математической физике. Евклидова геометрия и неевклидова геометрия.

\* **Постулаты ЕД (аксиомы):**

- принадлежности – через 2 точки 1 прямую

- порядка – 3 точки, не более одной лежит между 2ми другими

- рав-ва отрезков и углов – если 2 отрезка равны 3му, то они равны между собой

- паралл прямых - в плоскости черет точку проходит только 1 прямая // данной

- аксиома Архимеда

\* **Виды НЕД**

\* 1840 гемо **Лобачевский** другую геометрию (кривое про-во) – отрицает 1 аксиому (//

прямыми), через точку проходят 2 прямые

\* поверхность гипербаллического парабалоида (аналог плоскости)

\* Но Евклидова геометрия выводится из него при стремлении кривизны про-ва к 0

\* гемо **Римана** – любые 2 прямые пересекаются (не выполняется -//-)

### 7. Принцип простоты в математической физике. Принцип Ферма.

\* Принцип Ферма́ (принцип наименьшего времени Ферма) — постулат в геометрической

оптике, согласно которому свет выбирает из множества путей между двумя точками тот путь,

который потребует наименьшего времени.

- франц математика, один из создателей анализ геометрии (+ Декарт) и мат анализа

\* **Ферма** "Природа всегда придерживается кратчайшего пути" - в виде 3х томов

\* **Ньютон** природа проста

\* **Птолимей** – явления нужно объяснять простыми гипотезами

\* **Бэкон** – соразмерность и логическая стройность природы

\* **Оккам** – не множить сущности превыше необходимости

\* При наличии нескольких теория – приорететная так которая проще

\* принцип экономии мышления **Маха**

## 9.Принцип соответствия в математической физике. Законы черного излучения.

### 1. Открытие законов излучения

#### 1.1 Закон излучения Кирхгофа

\* В 1859 году **Густав Кирхгоф** установил закон, что **отношение** излучательной способности любого тела к его поглотительной способности одинаково для всех тел при данной температуре

\* Уже в 1862 году Кирхгоф ввёл термин "**абсолютно чёрное тело** - поглотительная способность равна 1

\* к концу 19 века, когда проблема излучения абсолютно чёрного тела вышла на первый план).

#### 1.2 Закон Стефана-Больцмана

\* В 1879 году на основе экспериментальных данных Йозеф **Стефан** определил зависимость полной объемной плотности равновесного излучения *с* и полной **испускающей способности** *и* от температуры:

\* В 1884 году теоретически этот закон был получен **Людвигом Больцманом** из термодинамических соображений.

#### 1.3 Первый закон излучения Вина

\* В 1893 году Вильгельм Вин, воспользовавшись, помимо классической термодинамики, электромагнитной теорией света.

\* Первая формула Вина справедлива для всех частот.

\* Из первой формулы Вина можно вывести закон смещения Вина (закон максимума) и закон Стефана - Больцмана, но нельзя найти значения постоянных, входящих в эти законы.

#### 1.4 Второй закон излучения Вина

\* справедлива лишь в пределе высоких частот (малых длин волн). Она является частным конкретным случаем первого закона Вина.

#### 1.5 Закон Релея-Джинса

В 1900 году **Джон Рэлей** подошёл к изучению спектральных возможностей излучения черного тела с позиции **статистической** физики, воспользовавшись классическим законом распределения по степеням свободы. А в 1905 году **Джеймс Джинс** вывел формулу плотности энергии, уточнив расчеты Рэрея, и получил известный закон Рэрея-Джинса:

### 2. Ультрафиолетовая катастрофа

\* Формула Рэрея-Джинса была верна для больших длин волн, формула Вина - для коротких длин волн. Проблема состояла том, чтобы получить изящное выражение, описывающее излучение во всём диапазоне частот.

### 3. Макс Планк и кванты

\* Макс Планк статью "К теории распределения энергии излучения в нормальном спектре", в которой он ввёл универсальную **постоянную  $h$** .

\* 1900 года, часто считают **днем рождения квантовой теории**.

\* Квантовая гипотеза Планка состояла в том, что для элементарных частиц, любая энергия поглощается или испускается только дискретными порциями (**квантами**). Эти \*Планк получил неизвестные коэффициенты  $C_1$  и  $C_2$ ; во втором законе Вина:

*а* также получил закон Релея-Джинса для больших длин волн

### 4. Законы излучения Эйнштейна

\* До начала 20-го века - свет имеет строго волновую природу.

\* Планк предположил - порциями - квантами.

\* 1905 **Эйнштейна**, которая называется "Об одной эвристической точке зрения, касающейся возникновения и превращения света"

\* Эйнштейн предположил, что световое излучение помимо признаков волны, обладает корпускулярными свойствами.

\* Эйнштейн получил уравнение фотоэффекта

\* В 1916 году применив к описанию вероятностный подход. Он предположил, что атомы могут получать и терять энергию, поглощая или испуская квант света (фотон).

\* Введя коэффициенты вероятности поглощения  $B_{mn}$  индуцированного излучения  $B_{mn}$ , и спонтанного излучения  $A_{mn}$ , называемые коэффициентами Эйнштейна, он выразил интенсивность излучения. Используя эти коэффициенты, можно довольно просто получить скорость излучений или поглощений атома. Чтобы

### 5. Р. Фейнман и создание квантовой электродинамики

\* В 1913 году появляется боровская модель атома. В 1924 году - гипотеза де-Бройля о корпускулярно-волновом дуализме. В 1926 году Шрёдингер получил одноименное уравнение, а в 1927 году был открыт принцип неопределенности Гейзенберга.

\* Полон Дираком была создана **первая полная теория квантового поля**, он представил электромагнитное поле как систему квантовых осцилляторов и учел его взаимодействие с атомами в первом порядке теории возмущений.

\* В 1947 году **Лэмб** и **Ризерфорд** измерили величину **разности между энергиями** состояний атома водорода, так называемый лэмбовский сдвиг.

\* А в 1948 году группа физиков, включавшая **Швингера, Фейнмана, Дайсона** и Томонагу, разработала аппарат для "обуздания бесконечностей" - метод перенормировок, что послужило **началом квантовой электродинамики**

\* В 1948 году очень точно вычислили магнитный момент электрона,

## 11. Математизация как принцип единства физических теорий.

Основные методологические принципы физики методологические принципы физики можно разделить на:

- **целесолагающие** (объяснение, простота, наблюдаемость),

- **порождающие** (сохранение, симметрия, дополнителность) и связности (математизация, соответствие, единство)

- **Математизация как принцип единства физических теорий подчеркивает** необходимость применения математики как языка науки, средства достижения количественных результатов и как эвристического метода — метода фундаментальных научных открытий.

### Математизация

\* введение абстрактных понятий и объектов

Пример: диф и интгральноу исчисления Нбютона для осздания 33Н

\* «единственный пока что способ придать вновь открываемым и уже известным законам природы достаточно универсальный, всеобщий характер ... благодаря (которому) можно уже серьезно и доказательно ставить вопрос о единстве нашего знания.

\* математика в физической науке и соответственно в обучении служит, бесспорно, эффективным языком и безотказной логикой рассуждений, незаменимым инструментом добывания нового физического знания и всегда ожидаемого объединения существующих физических знаний в единое целое

\* математика ДО - Формирует представления о единстве физического знания, сведении всей его совокупности в логически обоснованные и непротиворечивые системы теоретических представлений об отдельных сторонах физической реальности.

\* физики законы и соотношения природы выражаются аналитически, т.е в виде алгебраических уравнений, геометрически (в форме разного вида графиков и векторов), тригонометрических соотношений и с применением элементов дифференциального исчисления.

Пример: максвелл объединил несколько разделов физики

\* как говорил Максвелл, «математическая форма связи одинакова, несмотря на то, что физическая природа их (механическое и тепловое движения, электрическое взаимодействие и др. — *Р. III*.) может быть совершенно различна

### Разные цитатки:

\* **А. Эйнштейн:** Весь предшествующий опыт убеждает нас в том, что природа представляет собой реализацию простейших математически мыслимых элементов.

\* Дж. **К. Максвелл:** Первый этап в развитии физической науки состоит в отыскании системы величин, относительно которых можно предположить, что от них зависят явления, рассматриваемые данной наукой.

\* **Ю. Вигнер:** В своей повседневной работе физик использует математику для получения результатов, вытекающих из законов природы, и для проверки применимости условных утверждений этих законов к наиболее часто встречающимся или интересующим его конкретным обстоятельствам. Чтобы это было возможным, законы природы должны формулироваться на математическом языке.

\* **Ф. Дайсон:** Математика для физика это не только инструмент, с помощью которого он может количественно описать любое явление, но и главный источник представлений и принципов, на основе которых зарождаются новые теории.

\* **В. Гейзенберг:** Развитие физики выглядит так, словно в конце его будет установлена очень простая формулировка закона природы... До сих пор основные уравнения физики записывались простыми математическими формулами [21, с. 37).

\* **Л. Д. Фаддеев:** Сформировавшаяся физическая теория наиболее адекватно формулируется на математическом языке.

\* **С. Вайнберг:** Математика сама по себе никогда ничего не объясняет — это лишь средство, с помощью которого мы используем совокупность одних фактов для объяснения других, и язык, на котором мы выражаем наши объяснения...

\* **П. А.М. Дирак:** Вполне может оказаться, что следующий решающий успех в физике придет именно так: сначала удастся открыть уравнения, и только спустя несколько лет выяснятся физические идеи, лежащие в основе этих уравнений.

\* **Л. Д. Фаддеев:** Примем за факт то, что по мере все более глубокого понимания структуры материи законы физики будут неизбежно формулироваться на языке математики

10.Философия науки Э. Маха. Принцип экономии мышления.

**Экономия мышления:**

- не изобретать велосипед каждый раз
- Функции Мышления – **адаптация опыта**
- **В природе нет причины и следствия**, сущность связей есть только в абстракции, которую мы построили. То , что нам стало привычно ( идея простоты)
- \* **Инструментализм** - рассматривающее научные понятия, теории и гипотезы как инструменты, необходимые для ориентации человека в его взаимодействии с **природой и обществом**.
- \* атом нереален, это фиктивные представления ( Больцман был с ним не согласен), но это не значит что атомы не полезны для физики

11.Структура и функции физической теории в концепции П. Дюгема.

\* Д - Позитивист и Инструменталист

Цель физической теории: - описания явлений (правильный по догему)

\* В 1м случае (объяснять) мы ссылаемся на метафизическую концепцию

= **Физическая теория** – не есть объяснение, целью **выразить** возможно проще полнее и точнее цельную систему экспериментально установленных законов.

\* **Правильная теория** таковая наиболее удовлетворительным образом **выражает группу экспериментально установленных законов**.

Неправильная теория – группа положений, несогласованная с экспериментально установленными законами( а не попытку объяснения, построенную на допущениях, противоречащих действительности)

*Критерий истинности физической теории – **Согласие ее с данными опыта***

**Эмпиризм** - направление в **теории познания**, признающее **чувственные ощущения** источником **знания** и предполагающее, что содержание знания может быть либо представлено как описание этого ощущения, либо сведено к нему

\* **Гипотетика** ледуктивной **схемы формирования физической теории:**

- Определение и измерение физических величин ( оперируем только измеряемыми величинами)
- выбор гипотез (гипотезы о связи величин, которые мы можем измерить, например I –U/R)
- Математическое развитие теорий (предполагает вывод следствий из гипотез, предсказаний)
- Сравнение теорий с опытом (проверим следствия, которые должны согласоваться с теорией)

\* Тезис **о теоретической нагруженности:** Мы исп-ем прибор, но этот прибор уже основан на какой-то теории

**Тезис Дюгема-Куайна.**

\* В физической теории это значит,что если эксперимент не согласуется с теорией, то ее надо опровергнуть - Все лебеди Белые, нашли черного лебедя -> опровергли теорию о белых лебедях

\* Дюгем говорит, что нельзя опровергнуть только одну теорию, всегда будет целая группа, потому что когда мы принимаем одну гипотезу, мы молчаливо предположили несколько других

\* Дюгем выступает против выделения одной взятой теории в физике,

\* **Тезис Дюгема Куайна**- Физик никогда не может подвергнуть контролю опыта одну какую-нибудь гипотезу в отдельности, а всегда только целую группу гипотез.

\* Когда же опыт его оказывается в противоречии с предсказаниями, то он может отсюда сделать лишь один вывод, а именно, что, по меньшей мере, одна из этих гипотез неприемлема и должна быть **видоизменена**, но он отсюда не может ещё заключить, какая именно гипотеза неверна (тезис Дюгема)

\* ИЛИ - Любое утверждение может рассматриваться как **истинное**, несмотря ни на что, если мы сделаем достаточно решительные корректировки в каком-то ином фрагменте системы  
Т.е мы **Можем** (но не обязаны) спасти любую теорию, видоизменив некоторые гипотезы или заменив их

13.Роль гипотез в научном познании по А. Пуанкаре.

Позиция **Эмпиризма** правильная позиция для физики для Пуанкаре.

- **Опыт – единственный источник истинны**

\* Только опыт может научить нас чему-то новому, вооружить достоверностью

\* **Обобщение** делается возможным благодаря **единству и простоте** природы.

**3 типа гипотез:**

- **Естественная гипотеза** (дальнействий)
  - **Безразличные гипотезы** - Газ – ансамбль молекул, или Газ – непрерывная среда
  - **Обобщения**- Цель подтвердить или опровергнуть опыт – Температура замерзает при температуре около нуля
- Проблема развития науки в концепции А. Пуанкаре.**

\* **рушится эфир, теплорода**

\* Теории не простые физические рецепты ( позиция Маха).

\* Уравнения выражают **отношения. Природу мира познать мы не можем, а структуру можем**

\* Жидкости Кулона возрождаются под именем электрона. (Поним почему ток течет? ☺)

\* Теория теплорода. Циклы Карно были построена на теории теплорода, но актуальны и сейчас

**Важное методологическое следствие:-** Противоречие в теориях - Противоречивые теории могут сосущ-ть

\* Теории связаны с реальностью через системы основных математических уравнений теорий.