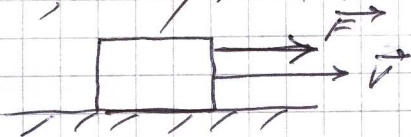


§1. Законы Ньютона: предпосылки их установления, первое систематическое их изложение в "Математических началах натуральной философии".

Фундаментом классической механики являются законы Ньютона. Их установлению предшествовали следующие эпохальные достижения человечества:

- Геометрия Евклида - около 300 г. до н.э.
- Методика Аристотеля - 14 книг - (384-322 г. до н.э.)
- Геоцентрическая система Птолемея - 323-283 г. до н.э.
"Альmagest" (величайшее) - трактат Птолемея стал известен в Европе лишь в 12 веке - это же циклопедия античной астрономии в 13 в.
- Гелиоцентрическая система Коперника - 1543 г.
- Наблюдения Тихо де Браге ^{1546-1601 г.г.} → законы Кеплера
- Законы Кеплера (1571-1630)
- Закон инерции Галилея (1564-1642)
- Законы Ньютона (1643-1727) | Создал Г. Лейбниц (1646-1716) | диф. и интегр.

Загадка движения волновала лучшие умы человечества с древнейших времен. На основе каких законов можно объяснить разницу скорости движения материальных тел? Это было пока что далеко не сразу - по долгому пути исканий, нередко заблуждений. Так великий древнегреческий философ Аристотель, размышляя о природе движения тел, пришел к заключению, что скорость движения ^{тел} пропорциональна движущей силе. Такой вывод был сделан из наблюдений: прикладывая к телу большее усилие, сила, человек двигался быстрее, силу там необходимо увеличить!



$v \propto F$ - по Аристотелю

Чел с большей скоростью должен двигаться Экипаж тел больше в него катить лошадей, казалось, это открыт и равномерный закон, объясняющий движение. Установление Аристотелем закона довел над человечеством вплоть до эпохи Возрождения (XIV-XV вв.). Галилео Галилей (1564-1642), великий итальянский ученый эпохи Возрождения, первый, после долгого мрака средневековья, приоткрыл занавес над тайнами природы и сформулировал несколько, как казалось, правильных утверждений о движении:

Зоологический музей во Флоренции



Картина, на которой изображен Галилей, в окружении учеников, проводящий опыт с шаром по склону. с накл. плоскости - по Челоду.

1. Закон инерции: если отбросить тело от себя, то оно сохр. сох. покоя или равномер. прямол. дв-я
2. $\Delta \vec{v} \propto \vec{F}$ - изменение скорости пропорц. силе

Темней там же изобрёл:

- Маятниковые часы,
- Подзорную трубу,
- Открыл спутники Юпитера.

Закон инерции Галилея и его обратимое объяснение того, что уменьшение скорости $\Delta v \propto F$ пропорционально силе, лежат впоследствии в основе механики Ньютона, сформулированной в его знаменитом трактате:

И. НЬЮТОН (1687)

"Математический начала натуральной философии" - 1687. Для изложения механики Ньютон изобрёл рядовой геом. метод, при этом он не использовал дифференциальное и интегральное исчисление, известные ему в то время! Чтобы не заблуждаться ещё дела. (В)
Помимо всего прочего (он был домохозяйством своей семьи) Ньютон служил канцлером в Лондоне и отвечал за денежную систему Англии, многое сделал для её упорядочения.

Приведем некоторые цитаты из сочинения Ньютона. Из раздела Определение:

Определение 1
• "Количество материи (масса) есть мера таковая, устанавливаемая пропорционально плотности и объёму."

В современных обозначениях: $m = \rho \cdot V$.

Определение 2
• "Количество движения есть мера таковая, устанавливаемая пропорционально скорости и массе."

В современных обозначениях, это не что иное как импульс: $\vec{p} = m \vec{v}$.

Определение 3
• "Врожденная сила материи есть присущая ей способность сопротивляться, по которой всякое отдельно взятое тело, поскольку оно предоставлено самому себе удерживает своё состояние покоя или равномерного прямолинейного движения."

Речь здесь, очевидно, идёт об инерции, присущей всякой массе.

Определение 4
• "Приложенная сила есть действие, производимое над телом, чтобы изменить его состояние покоя или равномерного прямолинейного движения."

и т.д., которую сами можно читать замечат. трактат Ньютона в переводе известного академика - кораблестроителя, А. Н. Крылова с латыни (В).

А вот так, в разделе Почему, Ньютон характеризует категории времени и пространства:

I. Абсолютное истинное ~~время~~ математическое время само по себе и по самой своей сущности без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно, и иначе называется длительностью.

II. Абсолютное пространство по своей сущности безотносительно к чему-либо внешнему, остаётся всегда одинаковым и неподвижным!

Завершая исторический экскурс данного раздела, процитируем также формулировки Ньютона вдобавок законов механики, из раздела траект.

/// Аксиомы или законы Движения.

Закон 1.

Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.

Закон 2.

Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.

Закон 3.

Действию, всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе — взаимодействия двух тел друг на друга между собою равны и в направлении в противоположные стороны.

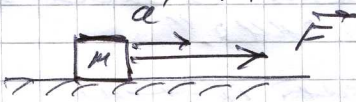
Вот, таким образом, как говорят не убавить, не прибавить, некоторые канонические формулировки

§ 2. Второй и третий законы Ньютона

Первый закон Ньютона уже обсуждался в предыдущих лекциях. Приведем современные формулировки второго и третьего законов.

2-ой закон Ньютона:

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



ускорение с которым движется тело прямо пропорционально результирующей и обратно пропорционально массе тела.

$$\vec{a} \propto \vec{F}, \quad \vec{a} \propto \frac{1}{m}$$

Масса (m) — мера инертности мат. тела.

Сила (F) — мера взаимодействия

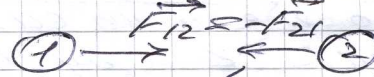
Подчеркнем, это речь идет о порциях. Движение твердого тела. Строже и точнее F — движение материальной точки, тела, размерами которого в данной задаче можно пренебречь.

3-ий закон Ньютона

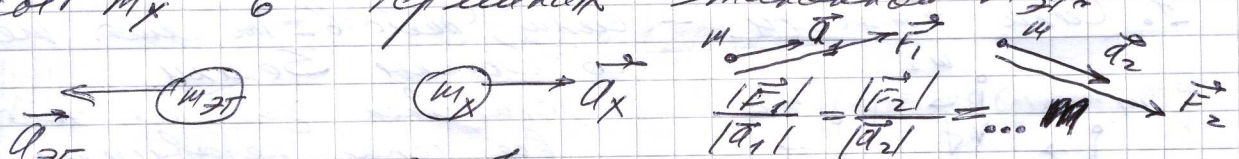
$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

направлена

Сила, с которой первое тело действует на второе \vec{F}_{21} равна по величине и противоположна силе \vec{F}_{12} , с которой второе тело дейст. н



За ед. массы ищет эталон $1 \text{ кг} \equiv m(1 \text{ м}^2, 1 \text{ с}^2)$,
 хранящийся в международных институтах, ч.
 в одном из главнейших из них в г. Севре, Франция.
 Третий закон Ньютона указывает на то, что силы
 в природе встречаются парами.
 Второй и третий законы Ньютона позволяют
 дать операциональное определение любой другой
 массы m_x в термках \rightarrow массой $m_{\text{эт}}$



После некот. взаимодействия $m_{\text{эт}}$ и m_x разлетаются
 в противоположные стороны с ускорениями
 $a_{\text{эт}}$ и a_x , причем, в соответствии со вторым
 и третьим законами:

$$m_{\text{эт}} \vec{a}_{\text{эт}} = -m_x \vec{a}_x \Rightarrow m_x = m_{\text{эт}} \frac{|\vec{a}_{\text{эт}}|}{|\vec{a}_x|}$$

Единица силы в системе СИ — ньютон, определяется посредством 2-го закона Ньютона:

$$1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 1 \text{ кг} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Второму закону Ньютона можно придать следующую
 форму, максимально близкую к формулировке
 самого Ньютона:

$$m \vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \Big|_{m=\text{const}} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}_{\text{ре}} \quad \text{NB}$$

$$\Rightarrow \frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}_{\text{ре}}$$

Скорость изменения
 импульса мат.
 точки определяется
 равнод. всех сил.

Отсюда сразу видно, что $\vec{p} = m\vec{v} = \text{const} \Rightarrow \vec{F}_{\text{ре}} = 0$
 Импульс сохраняется тогда и только тогда,
 когда $\vec{F}_{\text{ре}} = 0$. Кажется бы первый закон
 Ньютона следовал из второго. Но это не так,
 первый закон Ньютона утверждает нечто большее:
существование систем отсчета, называемых
"инерциальными", в которых тело сохраняет
своение покоя или равном. прямол. дв-я...
 а именно, существование инерц. систем отсчета.
 Позже мы покажем как формулируется второй
 закон Ньютона для мат. тел и протяженных объектов
 или для систем мат. точек.

Второй закон Ньютона становится содержательным и
 утверждается если известна закон для сил,
 действующих на частицу как раз и шло по пути установ-
 ления разл. взаимодействий и соответствующих им
 законов сил. Если установить:

- гравит. $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
- ядерные и сильные $R = 10^{-15} \text{ м}$
- слабые 10^{-17} м