




Философские проблемы науки и техники

Лекция 5
Философские основания классической механики.

-
- Если пространство является лишь геометрически, физически нейтральным фоном в картине движущихся тел, то последовательное представление о каузальной связи процессов природы не может ссылаться на пространство и положение тел в пространстве при объяснении их поведения.
 - Идеалом науки будет концепция природы, объясняющая всю совокупность явлений только движениями и взаимодействиями тел.
-
- 

С точки зрения такого идеала,


- силы инерции должны быть объяснены взаимодействием тел, а не отношением тел к пространству.
 - **Подобный принцип был исходным принципом критики Ньютонова абсолютного пространства.**
-



Мах в своей «Механике» критиковал

- Ньютоново определение абсолютного пространства и абсолютного движения и объяснение центробежных сил и вообще сил инерции ускорением тела, отнесенным к пустому пространству.
- **Эйнштейн назвал «принципом Маха» принцип, согласно которому все в природе, включая силы инерции, зависит только от взаимных движений и взаимодействий масс.**




-
- Вводя абсолютное пространство, Ньютон вводит в физику ту самую "гипотезу", которая не может быть доказана одними только средствами механики, но, напротив, представляет собой философско-теоретическую предпосылку, на которой держится физическая теория.
 - Так, первый закон механики Ньютона гласит:
-
- 

ПЕРВЫЙ ЗАКОН

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




-
- **Равномерное прямолинейное движение, т.е. движение по инерции, требует некоторой системы отсчета, или инерционной системы.**
 - **Такая инерционная система у Ньютона - абсолютное пространство.**
-
- 

□ Ньютон знает, что таких инерционных систем, т.е. систем отсчета, может быть много, и Ньютон формулирует эту свою мысль в виде V следствия законов движения: **«Относительные движения друг по отношению к другу тел, заключенных в каком-либо пространстве, одинаковы, покоится ли это пространство или движется равномерно и прямолинейно без вращения».**

- Однако в отличие от Декарта и Гюйгенса, которые считали все инерционные системы в принципе равноправными, поскольку они рассматривали всякое движение как относительное, **Ньютон считал истинным только движение, совершающееся в абсолютном пространстве.**
- О том, что не все инерционные системы в физике Ньютона равноправны, свидетельствуют и те допущения, на которых базируется его "Система мира". Вот первое из этих допущений: **"Центр системы мира находится в покое. Это признается всеми, ибо одни принимают находящимися в этом центре и покоящимися Землю, другие - Солнце"**.





-
- Таким мировым центром Ньютон считает **общий центр тяжести Земли, Солнца и всех планет**, который именно как центр мира не может двигаться, хотя Солнце и находится в постоянном движении, но оно, по Ньютону, **никогда не удаляется значительно от общего с планетами центра тяжести.**
-
- 

□ Поскольку планеты, а также и Солнце, взаимно тяготея друг к другу, находятся в постоянном движении, то их центры именно в силу своей подвижности не могут быть, как убежден Ньютон, центром мира: последний должен быть в покое. «Если бы в этом центре помещалось то тело, к которому все тела наиболее тяготеют... то такое преимущество должно бы предоставить Солнцу. Но так как Солнце само движется, то надо бы избрать такую покоящуюся точку, от которой центр Солнца менее всего отходит...»

□




-
- Разумеется, утверждение Ньютона о том, что центр мира находится в покое, невозможно было подтвердить никакими экспериментами.
 - Это утверждение полностью держится только на его убеждении в **существовании абсолютного пространства.**
-
- 

-
- Возникает противоречие, связанного с понятием абсолютного пространства Ньютона:
 - если это пространство бесконечно, то в нем, как показал Аристотель, в новое время - Николай Кузанский и Джордано Бруно, не может быть центра: **понятие центра предполагает как угодно большое, но конечное тело.**
-
- 

□ Сам Ньютон не замечал этого противоречия, но, как можно видеть в его «Системе мира», изложенной в третьей части «Начал», он реально имеет дело не с бесконечно большим пространством, а с тем **пространством, которое простирается вплоть до неподвижных звезд.**




-
- Первый закон Ньютона не является по форме уравнением, связывающим наблюдаемые величины. Однако он сводится именно к такому уравнению, если его рассматривать как частный случай второго закона – закона пропорциональности между силой и ускорением.
 - **С этой точки зрения первый закон Ньютона сводится к утверждению, что нулевая сила соответствует нулевому ускорению.**
-
- 

-
- В отличие от третьего определения, говорящего об инерции как врожденной силе материи, в первом законе изложена не положительная характеристика материи, а отрицательная характеристика движения.
 - **Закон инерции выступает здесь как частный (нулевой) случай закона пропорциональности между силой и инерцией, и инерция есть частный случай ускорения.**
 - **Ньютон не изменяет своему методу: он исходит из абстрактного отрицательного понятия, чтобы затем перейти к положительному.**
-



-
- **Именно поэтому закон инерции предшествует закону пропорциональности между силой и ускорением.**
 - **Если в третьем определении «Начал» инерция трактовалась как исходное существенное свойство материи, то здесь подчеркивается условный характер инерции, абстрактное, условное устранение силы из картины движения.**
 - **В пояснении к первому закону это выражено еще ярче. Здесь приводится пример брошенного тела, волчка и планет, которые сохраняют скорость, поскольку этому не мешает приложение силы.**
-



-
- **В первом законе инерционного движение составляет одну сторону, одну компоненту реального движения, которое всегда включает и другую сторону, другую компоненту – ускорение.**
 - **Мы приходим к инерции, устраняя ускорения, сводя их к нулю. Это может быть реальным процессом, если мы действительно в эксперименте или в производственной технике устраняем трение, сопротивление воздуха и т.д.**
-
- 

□ Такого реального (разумеется, неполного) устранения достигала экспериментальная техника в ряде опытов, доказывающих основные законы механики.




К ускорению относится **ВТОРОЙ ЗАКОН**
движения:

▣ **«Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует»**



- В современной механике «приложенной действующей силе» соответствует просто сила. Изменение количества движения пропорционально этой величине.
- Здесь Ньютон еще не пользуется понятием ускорения.
- Вместо этого он говорит о количестве движения, предполагая, что сила действует в течение некоторого определенного промежутка времени, впоследствии исходя из принципов исчисления бесконечно малых,
- **Ньютон доказывает, что при самом начале движения, вызванного любой постоянной или переменной силой, пройденный путь пропорционален квадрату времени.**



-
- **Следовательно, на основании законов равноускоренного движения скорость, произведенная силой, действующей «при самом начале движения», пропорциональна времени, а так как масса тела неизменна, то и количество движения изменяется пропорционально времени.**
-
- 

-
- Скорость есть предел отношения пройденного пути ко времени, когда время и пройденный путь становятся бесконечно малыми.
 - Предел отношения приращения скорости ко времени, в течение которого действует сила, пропорционален изменению количества движения. **Эта современная формулировка второго закона Ньютона была дана только в начале 19 века Пуассоном.**



ТРЕТИЙ ЗАКОН:

▣ «Действию всегда противостоит равное и противоположное ему противодействие, иначе говоря, действие тел друг на друга равнопротивоположны».



Третий закон, как говорит Ньютон,

- относится не только к толчкам, но и к притяжению. С точки зрения Ньютона, действие и противодействие можно рассматривать и как силу, приложенную к телу, и как силу инерции этого тела.
- Если тело A толкает тело B , то для B воздействие со стороны A является приложенной силой, а инерция – фиктивной силой, которая как бы сопротивляется этому воздействию.



- Сила инерции B для A является реальной приложенной силой. Если посмотреть внимательно на различие между этими двумя силами, реальной и фиктивной, то мы увидим, что они могут поменяться местами при перемене системы отсчета.
- Реальная сила приложенная к телу, вызывает ускорение, фиктивная сила не приложена к телу и не вызывает ускорения этого тела.
- **Следовательно, различие между реальной и фиктивной силой относительно, оно зависит от того, какое тело мы рассматриваем, которому из двух взаимно движущихся тел мы приписываем истинное движение, с каким телом неподвижно связана система отсчета.**



В пятом следствии Ньютон

- сформулировал принцип относительности прямолинейного и равномерного движения: **«относительные движения друг по отношению к другу тел, заключенные в каком-либо пространстве, одинаковы, покоится ли это пространство или движется равномерно и прямолинейно без вращения».**
- Принцип относительности Ньютон изложил, исходя из представления об абсолютном пространстве.



- Если отказаться от этого понятия, то прямолинейное движение координатных систем теряет определенный смысл, так же как и покой, и, чтобы высказать принцип относительности, надо исходить из понятия инерции.
- Исходным понятием становится инерциальная система, т.е. такая система координат, в которой тело, предоставленное самому себе, движется прямолинейно и равномерно.




□ Принцип относительности классической механики состоит в утверждении, что законы механики остаются справедливыми для бесконечного числа различных инерциальных систем, которые движутся прямолинейно и равномерно относительно друг друга.

□ В равноправности всех систем и состоит Ньютоновский принцип

▶ относительности.


-
- Что означает неизменность законов механики для всех инерциальных систем? Законы механики говорят об ускорениях, пропорциональных силам, что касается скорости движущихся тел, то они, разумеется, различны в зависимости от того, к каким координатам относить движение тел.
 - Можно вычислить скорость движущегося тела и его координаты в каждый момент времени в некоторой инерциальной системе, если знать скорости и координаты в другой инерциальной системе. Некоторые величины при этом не меняются.
-




-
- Если мы имеем два тела, сохраняющие одинаковое расстояние между собой, то разница между их координатами не зависит от того, в какой координатной системе мы рассматриваем эти тела.
 - Подобная величина называется инвариантной относительно перехода от одной системы координат к другой.
-
- 

-
- В случае поворота координатных систем инвариантным оказывается расстояние тела от начала координат.
 - В случае если одна система движется относительно другой прямолинейно и равномерно со скоростью v , мы можем направить координатные оси в каждой системе таким образом, чтобы в обеих системах, например оси X совпадали; тогда мы приходим к двум координатным системам, из которых одна движется по отношению к другой по оси X .
-



-
- Чему будут равны координаты движущихся тел, если их отнести не первой системе, а ко второй, движущейся по отношению к первой со скоростью v , помноженной на время t .
 - ▣ Координаты y и z не изменятся в результате переноса, а координата x в новой системе будет меньше, чем в старой, на величину переноса, т.е. на vt .
-
- 

-
- Таким образом, обозначив координаты во второй системе через x' , y' , z' , мы получим уравнение преобразования при переходе от одной координатной системы к другой:
 - $x' = x - vt$, $y' = y$, $z' = z$,
 - Эти преобразования называются преобразованиями Галилея. Теперь можно сформулировать принцип относительности классической механики в следующей форме: законы механики инвариантны относительно преобразований Галилея.
-
- 

Закон всемирного тяготения.

- В 18-19 вв. в развитии науки основную роль играли позитивные результаты, к которым Ньютон пришел в «Началах». Они выполняли роль аксиом, из которых при помощи математических, главным образом, аналитических, методов, получались новые выводы.
 - В 20 веке для развития науки наибольшее значение имела критика некоторых исходных понятий Ньютоновой механики: понятие абсолютного пространства, выводимое из сил инерции, демонстрирующее абсолютный характер ускоренного движения, и понятие абсолютного времени, как независящее от того, с какой скоростью движется система, в которой оно измерено.
-



- **В механике Ньютона гарантией независимости времени от движения, гарантией существования единого времени для всей Вселенной, служит мгновенное распространение взаимодействия.**
- **Если основа Ньютоновой абсолютизации пространства состоит в силах инерции, в возникновении сил, не связанных с взаимодействием тел, то основа Ньютоновой абсолютизации времени – это мгновенное действие на расстоянии.**




□ Мгновенное распространение взаимодействия – более общая и фундаментальная идея классической физики, чем действие на расстоянии в обычном пространственном смысле, то есть игнорирование среды, передающей взаимодействие тел.



- Универсальное, мгновенно распространяющееся взаимодействие тел выражается в их тяжести. Стремление тел вверх объясняется лишь относительным, кажущимся отсутствием тяжести, которое сводится к большей тяжести окружающих тел.
- Из равенства ускорений всех падающих тел, доказанного многочисленными экспериментами, Ньютон выводит, что веса тел, равностоящих от центра Земли, относятся как количества материи или массы тел.



-
- При одном и том же расстоянии от центра Земли силы, с которыми тела притягиваются к себе Землю, соответственно также пропорциональны массам.
 - Отсюда следует, что сила тяготения, исходящая от тела, складывается из силы тяготения ее частей. Поэтому все земные тела притягиваются друг к другу с силой, пропорциональной количеству материи, массе каждого тела.
-
- 


□ Ньютон показал, что

центростремительное ускорение планет не зависит ни от каких других величин, кроме расстояния между планетой Солнцем.

□ **Центростремительное ускорение обратно пропорционально квадрату расстояния.**

□ **Сила, служащая причиной центростремительного ускорения планеты, направлена, как и само ускорение, к Солнцу.**

▶ Она равна ускорению, умноженному на массу

-
- С другой стороны, тяжесть, сообщающая телам направленное к центру Земли ускорение, также пропорциональна массе.
 - Ньютон предположил здесь тождество: он отождествил движение небесных тел с падением грузов на Землю.
 - **Это было завершением объединения астрономии и земной механики.**
-
- 

- Если **Галилей** не отделял инерции от силового поля, искривляющего движения тел, то в физике 18-19 вв. разграничение инерционного, свободного движения и движения в силовом поле (основа всей механики и физики) стало итогом механики.
- У Галилея движение брошенного тела рассматривалось в земных масштабах, Ньютон придает задаче космический масштаб. Космическое движение небесных тел происходит по коническим сечениям по инерции и под воздействием притяжения, направленного к фокусу.
- **Параболическое движение брошенного тела было, в сущности, частным случаем такого движения. Здесь была налицо инерция первоначального толчка и сила тяготения.**



-
- **Закон инерции необходимо предполагает бесконечное изотропное пространство и однородную материю, составляющую вещество как земных, так и космических тел.**
 - **Эти обе предпосылки являются общими у Декарта и Ньютона, как, впрочем, и у двух других научных программ - атомистической и лейбницевской.**
 - **Это те моменты, которые составляют общий фундамент научного мышления XVII в. и отличают понятие науки этого периода от античного и средневекового.**
-



- С критикой ньютоновской научной программы, как мы уже говорили, выступили очень многие ученые и философы.
- Одни из них уделяли больше внимания принципам механики Ньютона, другие - философским предпосылкам последней. К числу тех, кто оспаривал важнейшие положения ньютоновской механики, принадлежал Христиан Гюйгенс. Гюйгенс признавал только относительное движение.
- **Гюйгенс высказывается как против абсолютного пространства, так и против истинного движения, не считая возможным ни в каком эксперименте отличить истинное движение от относительного.**



- Что же касается главного вопроса - эксперимента с ведром как свидетельства о том, что существует в мире явлений возможность различить реальные и относительные движения, то здесь Гюйгенс с присущей ему основательностью дает опровержение ньютоновской интерпретации этого эксперимента.
- В Лейденском архиве Гюйгенса были найдены его рукописи, посвященные этому вопросу. Вот что писал Гюйгенс: **«Долгое время я считал, что вращательное движение в появляющихся в нем центробежных силах содержит критерий для истинного движения. По отношению к другим явлениям фактически будет одно и то же, вращается ли рядом со мной круглый диск или колесо, или же я двигаюсь вокруг покоящегося диска.»**




□ Гюйгенс не согласен с Ньютоном относительно действия на расстоянии и относительно понятия абсолютного пространства и абсолютного времени, но согласен с пониманием относительности покоя и движения.




- Однако если на край диска положить камень, то камень отбрасывается только в том случае, если движется диск. Из этого я раньше делал вывод, что вращательное движение диска не является относительным по отношению к какому-либо другому предмету.
- А между тем этот феномен показывает только то, что части колеса в силу давления на периферию приводятся в некоторое по отношению друг к другу относительное движение в разных направлениях. Вращательное движение есть поэтому лишь относительное движение частей, толкаемых в различных направлениях, но удерживаемых вместе благодаря связи или их соединению.



-
- Возможно ли, однако, чтобы два тела двигались относительно друг друга и в то же время сохраняли одинаковую дистанцию? Это возможно в том случае, если что-то препятствует увеличению дистанции между ними. Против этого препятствия существует противоположное относительное движение к периферии.
 - Большинство придерживаются того взгляда, что истинное движение тела будет происходить в том случае, если тело выводится из определенного фиксированного места в мировом пространстве. Этот взгляд ложен. Так как пространство простирается бесконечно во все стороны, то в чем же должна заключаться определенность или неподвижность какого-либо места?
-
- 

- **Быть может, можно было бы в коперниканской системе действительно принимать за покоящиеся неподвижные звезды. Они могут быть неподвижными по отношению друг к другу. Но если их взять все вместе, то можно ли сказать о них, что они находятся в покое по отношению к какому-нибудь другому телу, или благодаря чему можно было бы исключить очень быстрое их движение в каком-либо направлении?**
- **Следовательно, в бесконечном пространстве о теле нельзя сказать ни что оно движется, ни что оно покоится. Следовательно, покой и движение только относительны».**

-
- Вопрос об относительном и абсолютном движении был одним из важнейших методологических вопросов механики конца XVII-первой половины XVIII в. и полемика Гюйгенса с Ньютоном имела продолжение в физике не только в XVIII, но и в XIX в.
 - В конечном счете победителем в этой полемике стал Гюйгенс, но проблема, поставленная Ньютоном и Лейбницем, не была полностью снята с повестки дня, она только получила новую формулировку.
-
- 

-
- Гюйгенс был не только выдающимся экспериментатором XVII в., но и выдающимся теоретиком, чья научная программа сыграла в развитии естествознания нового времени очень большую роль.
 - О том, что Гюйгенс считал эксперимент сам по себе, без основательной теории, нерезультативным, свидетельствует его отношение к Бойлю,



□ В одном из писем Гюйгенс так охарактеризовал деятельность Р. Бойля: "Мистер Бойль умер... Кажется странным, что он ничего не создал на основе множества экспериментов, которыми наполнены его книги; но это трудное дело, и я никогда не считал его способным на такое большое применение [разума], которое необходимо для создания убедительных принципов".



□ Соображение Гюйгенса о том, что в бесконечном пространстве не может быть абсолютно фиксированного центра и вообще абсолютных мест, представляется нам бесспорным: здесь у Ньютона действительно содержится противоречие, которого он, по-видимому, не замечает.

