

МЕХАНИКА

Лектор: Жақыпов Әлібек Серікұлы

Тел: +7 705 660 69 63

e-mail: Alibek.Zhakupov@kaznu.edu.kz

1 лекция

«Введение в предмет механики»

Цель лекции: сформировать у студентов целостное представление о физике и механике как фундаментальных науках, об их предмете, методах исследования, физических величинах и системе единиц, а также о пространстве, времени и системах отсчета в классической механике.

Задачи лекции:

1. Показать роль физики как основы естественно-научного знания и место механики в системе физических дисциплин.
2. Познакомить с физическим методом исследования, взаимосвязью теории и эксперимента, наблюдения и физического моделирования.
3. Ввести понятие физической величины, раскрыть структуру физической величины и значение размерности.
4. Рассмотреть принципы построения систем единиц и особенности международной системы СИ, основных и производных единиц.
5. Ввести основные идеализированные механические модели материальная точка, абсолютно твердое тело, сплошная среда, упругое и неупругое тело.
6. Объяснить понятия пространства, времени, системы отсчета и инерциальной системы, а также связь симметрий пространства-времени с законами сохранения.

Основные понятия и термины:

Размерность физической величины – это качественная характеристика величины, показывающая, через какие основные величины она выражается. Например, скорость имеет размерность длина, деленная на время, а не просто метры в секунду

Материальная точка – это модель тела, размерами и формой которого в задаче можно пренебречь, важно только его положение в пространстве и масса. Такой моделью удобно описывать движение планеты, автомобиля на трассе и так далее.

Механическое движение – это изменение положения тела относительно других тел с течением времени. Если координаты тела относительно выбранной системы отсчета меняются, говорят, что тело движется.

Система отсчета – это совокупность тела отсчета, связанной с ним системы координат и часов, относительно которых описывают положение и

движение тел. От выбора системы отсчета зависят координаты, скорости и траектории.

Инерциальная система отсчета – это система отсчета, в которой свободное тело, на которое не действуют силы или их равнодействующая равна нулю, движется равномерно и прямолинейно или покоится. В таких системах справедливы законы Ньютона в их обычной форме.

План лекции

1 Введение. Физика как наука и ее роль в системе естествознания. Формы движения материи.

2 Физический метод исследования. Наблюдение, эксперимент, идеализация, построение физических моделей и теорий.

3 Физические величины и измерения. Понятие физической величины, размерность, единицы измерения, прямые и косвенные измерения.

4 Системы единиц. Международная система СИ, основные и производные величины, угловые единицы радиан и стерadian.

5 Предмет и разделы механики. Кинематика, динамика, статика. Идеализированные модели материальная точка, абсолютно твердое тело, сплошная среда, упругое и неупругое тела.

6 Пространство, время и системы отсчета в механике. Инерциальные системы, однородность и изотропность пространства, однородность времени и связанные с ними законы сохранения

«Введение в предмет механики»

Физика — это наука об окружающей нас материи и о наиболее общих законах природы. Она изучает простейшие формы движения материи механическую, тепловую, электрическую, магнитную и другие. Эти элементарные формы движения входят в более сложные химические, геологические, биологические процессы, поэтому физика образует фундамент для всех естественных наук астрономии, химии, биологии, геологии. Материя организована и развивается упорядоченно, что отражается в понятиях физического пространства и времени. Законы, описывающие развитие материальных систем, формулируются на языке математики и проверяются опытом.

Физический метод исследования основан на тесной связи теории и эксперимента. Любое физическое явление сначала наблюдают, затем выделяют его существенные характеристики, строят идеализированную модель и на ее основе формулируют гипотезы и законы. Наблюдение это изучение явлений в естественных условиях, например астрономические наблюдения. Эксперимент это исследование в специально созданных условиях, когда параметры системы можно контролировать, например столкновения частиц в ускорителе. Любая физическая теория должна согласовываться с результатами опытов, иначе она остается лишь умозрительной конструкцией. Развитие физики проходит несколько уровней открытие явлений, установление и систематизация закономерностей, предложение гипотез о строении и эволюции системы и, наконец, построение развернутой физической теории.

Физические величины и измерения

Физика является наукой количественной. Чтобы описать явление, вводят физические понятия и соответствующие им величины, которые можно измерить и выразить числом. Физическая величина — это количественная характеристика свойства объекта или явления, получаемая в результате измерения. Всякая величина задается тремя элементами физическим смыслом, единицей измерения и числовым значением, показывающим, сколько раз выбранный эталон содержится в данной величине.

Важное свойство физической величины размерность. Под размерностью понимают набор основных параметров, необходимых для ее определения. Например, длина, время и масса не требуют других величин для своего измерения и рассматриваются как величины с собственными размерностями, традиционно обозначаемыми L , T и M . Скорость же характеризует изменение координаты с течением времени, поэтому ее размерность выражается через отношение длины к времени и записывается в виде $L T^{-1}$. Размерность отражает качественное различие между величинами, тогда как единицы измерения могут выбираться произвольно из соображений удобства. Так, скорость можно измерять в сантиметрах в секунду, метрах в секунду или километрах в час, но ее размерность как $L T^{-1}$ при этом не меняется. Сравнивать непосредственно можно только величины с одинаковой размерностью длину с длиной, время с временем и так далее.

Измерение физической величины всегда связано с ее сопоставлением с эталоном. Различают прямые и косвенные измерения. Прямым называют измерение, при котором нужное значение получают непосредственным сравнением с единицей с помощью прибора, например длину измеряют линейкой или штангенциркулем, температуру термометром. Однако прямое измерение не всегда возможно или достаточно точно. В таких случаях используют косвенный способ, когда величину вычисляют по формуле на основе результатов других измерений. К примеру, объем шара удобно находить не прямым измерением, а по радиусу, определенному штангенциркулем, используя соответствующую математическую зависимость. В реальных задачах косвенные измерения применяются очень часто.

Системы единиц и международная система СИ

Для согласованного описания результатов измерений вводят систему единиц, то есть совокупность основных эталонов и производных единиц, определяемых на их основе. Исторически в разных странах существовали свои наборы мер длины и массы, что создавало значительные неудобства. Постепенно была принята единая международная система единиц System International, сокращенно СИ.

Основные физические величины задаются через эталоны. В системе СИ выделяют семь основных величин, для каждой из которых устанавливается размерность и единица измерения.

Величина	Обозначение размерности	Единица	Обозначение
Масса	M	килограмм	кг
Длина	L	метр	м
Время	T	секунда	с
Температура	θ	кельвин	К
Сила тока	I	ампер	А
Сила света	J	кандела	кд
Количество вещества	N	моль	моль

Через основные величины определяют производные, такие как скорость, ускорение, сила, энергия. Их единицы выводятся из формул, которыми эти величины задаются. Например, единица скорости в СИ метр в секунду, поскольку скорость определяется как отношение пути к промежутку времени.

Кроме линейных и временных единиц используют особые угловые единицы радиан и стерadian. Радиан характеризует плоский угол, для которого длина дуги окружности равна ее радиусу. Стерadian описывает телесный угол, вырезающий на сфере площадь, равную площади квадрата со стороной, равной радиусу.

Правила построения физических формул и законов подчиняются принципу независимости законов природы от выбора эталонов основных

величин. Изменение численных значений единиц не должно менять вид законов, что отражает фундаментальную устойчивость физических связей.

Предмет и разделы механики

Механика изучает наиболее простую форму движения материи механическое перемещение тел в пространстве с течением времени, а также условия их покоя и равновесия. В истории науки становление механики связано с именами Архимеда, сформулировавшего законы равновесия рычага и плавающих тел, Галилея, который исследовал падение тел и движение по наклонной плоскости, и Ньютона, окончательно сформулировавшего основные законы механики.

Главная задача механики определить положение тела в пространстве в любой момент времени и установить законы, по которым это положение изменяется. Для систематического изучения механическое описание делят на три взаимосвязанных раздела. Кинематика рассматривает движение без анализа причин, то есть отвечает на вопрос как движется тело. Динамика изучает причины движения и связи между силами и характером перемещения, отвечая на вопрос почему движение имеет данный вид. Статика занимается условиями покоя и равновесия тел.

Механическое движение это изменение положения тела относительно других тел во времени. В простейших задачах используют идеализированные физические модели. Материальная точка это тело, размерами, формой и внутренним строением которого можно пренебречь в заданных условиях, важно лишь положение и масса. Абсолютно твердое тело рассматривается как система точек, расстояния между которыми не изменяются при любых внешних воздействиях в рамках поставленной задачи. Для описания процессов в жидкостях и газах вводят модель сплошной среды, в которой не учитывается молекулярное строение вещества, а масса считается распределенной непрерывно.

В ряде задач важны механические свойства тела. Абсолютно упругое тело деформируется согласно закону Гука и полностью восстанавливает первоначальную форму после прекращения воздействия. Абсолютно неупругое тело сохраняет деформированное состояние и не возвращается к исходным размерам.

Любое сложное движение твердого тела можно представить как комбинацию двух простых видов. Поступательное движение характеризуется тем, что любая прямая, жестко связанная с телом, все время остается параллельной своему первоначальному положению. При вращательном движении каждая точка тела описывает окружность, центры всех этих окружностей лежат на одной прямой, называемой осью вращения.

Пространство, время и системы отсчета в механике

Для количественного описания положения и движения тел вводят систему координат и набор синхронизированных часов. Совокупность тела отсчета или набора тел, неподвижных друг относительно друга, выбранной координатной системы и часов образует систему отсчета. Именно относительно нее определяют координаты, траектории и временные

характеристики движения. Выбор системы отсчета является частью постановки задачи и обязанностью исследователя.

Чаще всего применяют декартову прямоугольную систему координат, но в ряде задач удобнее цилиндрические, сферические и другие; выбор определяется симметрией рассматриваемой системы. Опыт показывает, что существуют величины, значения которых не зависят от выбора системы отсчета, такие величины называют инвариантами. В то же время другие характеристики, например импульс или кинетическая энергия, зависят от движения системы отсчета и требуют правил преобразования при переходе от одной системы к другой.

В инерциальных системах отсчета физическое пространство рассматривается как трехмерное, однородное и изотропное. Однородность означает отсутствие выделенных точек во всей области пространства равноправны по отношению к физическим законам. Изотропность означает отсутствие выделенных направлений. Время однородно и одномерно, законы не зависят от конкретного начала отсчета, в уравнения входят лишь промежутки времени между событиями.

Со свойствами пространства и времени связаны фундаментальные законы сохранения. Однородность пространства приводит к закону сохранения импульса в замкнутой системе. Изотропность пространства связана с законом сохранения момента импульса. Однородность времени лежит в основе закона сохранения энергии. Эти соотношения подчеркивают глубокую связь симметрий пространства-времени и динамики механических систем.

Контрольные вопросы

1. Что такое физическая величина и из каких трех элементов она состоит
2. В чем различие между размерностью физической величины и ее единицей измерения
3. Чем отличаются прямые и косвенные измерения, приведи по одному примеру для каждого случая
4. Какие основные разделы механики выделяют и на какие вопросы отвечает каждый из них
5. Что понимают под системой отсчета и почему законы сохранения связывают со свойствами пространства и времени

Литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Высш. шк., 1990.- 478 с.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики М.: Высш. шк., 1989.- 608 с.
3. Савельев И.В. Общий курс физики. Т1. Механика. Молекулярная физика. М.: Наука, 1988.- 416 с.
4. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики.- М.: Наука, 1985.
5. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. Т.1,2,3.-М.: Наука, 1974,1980

6. Сивухин Д.В. Курс общей Физики. – М.: Наука, 1986. Т. 1.