## Тема 3. Механика (4 часа)

ЦЕЛЬ: раскрыть сущность механических движений

ЗАДАЧИ:

* сформировать представление о механическом движении;
* раскрыть значение законов Ньютона для формирования целостной картины;
* освоение знаний о величинах, характеризующих механические движения;
* освоение знаний о законах, которым подчиняются механические движения;
* раскрыть сущность методов научного познания природы и формирование на этой основе представлений о физической картине мира

Форма урока: лекция с элементами беседы и презентацией.

Оборудование: мультимедиа, компьютер.

ПЛАН ЛЕКЦИИ:

1. Механическое движение, его относительность.
2. Законы динамики Ньютона.
3. Силы в природе: упругость, трение, сила тяжести.
4. Закон всемирного тяготения.
5. Реактивное движение.
6. Потенциальная и кинетическая энергия.
7. Закон сохранения механической энергии.
8. Работа и мощность.
9. Механические волны, звук

Ход урока:

1. Организационный момент

2. Вводная беседа

3. Лекция:

1. ***Механическое движение, его относительность.***

Развитие физики в 17-18 веках было подготовлено трудами, наблюдениями, идеями, догадками ученых античности и средневековья. Ньютон сам говорил, что своими успехами он обязан тому, что «…стоял на плечах гигантов». Ньютон создал динамику – учение о движении тел, которое вошло в науку также под названием «механика Ньютона». В самом начале нашего курса были сформулированы так называемые основные мировые загадки, одна из которых – проблема движения (причины, источники, законы движения).

Одним из первых, кто задумался о сущности движения, был Аристотель. Аристотель определяет движение как изменение положения тела в пространстве. Пространство, по Аристотелю, целиком заполнено материей, неким подобием эфира или прозрачной, как воздух субстанцией. Пустоты в природе нет («природа боится пустоты»). Место тела задается материей, которая непосредственно соприкасается с его поверхностью. Поэтому собственное, или истинное движение есть изменение места тела. При увлечении тела средой оно «собственно» покоится», и такое движение не требует никакой действующей на него силы в качестве причины движения. (Так лодка, плывущая по течению, находится «собственно» в состоянии покоя.) Аристотель рассматривает четыре причины движения:

Аристотель ввел понятия естественного и насильственного движений. В чем источник движения? – спрашивает он. Ведь сама материя косна, пассивна. Самодвижущееся тело должно, таким образом, иметь в себе источник движения. Для местных движений, т.е. движений в пределах Земли он вводит понятие «естественного места», стремление к которому заложено в каждом теле, совершающем «естественное движение». Для тяжелых тел таким естественным местом является Земля, а для легких – огонь, или расположенная над воздухом огненная сфера.

*Понятие силы.* В своих рассуждениях Аристотель использовал понятия силы, не давая ему строгого определения. Он различал три вида силы: тягу, давление и удар. Рассматривал он и более сложные виды движения, например, вращательное, и пришел к понятию момента силы F\*r как причины вращения.

Для естественного падения Аристотель постулировал закон V=F/w, где V – скорость, F – сила стремления тела к своему естественному месту, w – сопротивление воздуха. Таким образом, при отсутствии сопротивления воздуха скорость падения тела является бесконечной. Следовательно, пустоты в природе нет. По Аристотелю, сила стремления тела к естественному месту пропорциональна его массе, т.е. тяжелые тела падают быстрее (утверждение, впоследствии опровергнутое Галилеем). Все это, считал Аристотель, справедливо для «естественного», т.е. в пределах Земли движения. Небесные же тела, по Аристотелю, стремятся к «совершенному» движению по окружности, поэтому для их движений не нужно никакой силы.

*Количество движения.* Существенный вклад в формирование механической картины мира внес Рене Декарт – французский математик и философ (1596-1650). Мир Декарта состоит из материи как простой протяженности, наделенной только геометрическими характеристиками, и движения. Декарт сформулировал закон, который утверждает постоянство количества движения mV, равного произведению приложенной силы на время ее действия FDt, называемому импульсом силы. (mV = FDt ). Он также предложил использовать в математике прямоугольную (ортонормированную ) систему координат (X,Y,Z), получившую название декартовой системы координат.

Известно, что Евклид строил свою геометрию, вводя вначале постулаты, аксиомы, определения. Подобным же образом действовал Галилей, создавая свою механику. Подобно тому как Евклид устанавливал соотношения в пространстве, Галилей выявлял характер движения тел. Он ввел определения силы, скорости, ускорения, равномерного движения, инерции, понятия средней скорости и среднего ускорения. Скорость он, в частности, определял как отношение пройденного пути к затраченному времени, а силу сопоставлял такому математическому понятию как вектор, т.е. пользовался практически современным научным языком.

Галилей сформулировал четыре аксиомы:

1-я аксиома: (Закон инерции). Свободное движение по горизонтальной плоскости происходит с постоянной по величине и направлению скоростью. (Интересно отметить, что это утверждение никак не следует из опыта – ведь на практике мы видим постепенное замедление движения и Галилей использовал принцип идеализации, мысленный эксперимент).

2-я аксиома: свободно падающее тело движется с постоянным ускорением и конечная скорость тела, падающего из состояния покоя, связано с высотой, которая пройдена к этому моменту как V2 = 2gH.

3-я аксиома: свободное падение тел можно рассматривать как движение по наклонной плоскости, а горизонтальной плоскости соответствует закон инерции.

4-я аксиома: (принцип относительности) также построена путем мысленных экспериментов, путем абстракции. Галилей доказал, что траектория падающего тела отклоняется от вертикали из-за сопротивления воздуха и в безвоздушном пространстве тело упадет точно над точкой, из которой началось падение. То же происходит при падении тела с мачты движущегося с абсолютно постоянной скоростью корабля, но человеку, стоящему на берегу, траектория его падения представится в виде параболы. Здесь роль корабля сводится к сообщению телу начальной скорости Vо. Действительно, из курса школьной физики нам известно, что траектория вылетающего из пушки снаряда также представляет собой параболу.

В своем знаменитом труде «Диалог о двух главнейших системах мира: птолемеевой и коперниковой» (1632г.) (ранее уже упоминавшемся), Галилей подробно рассматривал принцип относительности. Он рассматривает мысленный опыт на движущемся корабле. («Сотни раз, сидя в своей каюте, я спрашивал себя: движется ли корабль или стоит на месте?»). Так Галилей сформулировал принцип, получивший название Принципа относительности Галилея следующим образом.

Внутри равномерно движущейся (т.н. инерциальной) системы все механические процессы протекают так же, как и внутри покоящейся.

В этой же книге Галилей опроверг аристотелевские представления о движении.Механическим движением тела называется изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени. Характеристики механического движения тела: *траектория*  (линия, вдоль которой движется тело), *перемещение*  (направленный отрезок прямой, соединяющий начальное положение тела M1 с его последующим положением M2), *скорость* (отношение перемещения ко времени движения - для равномерного движения). Характеристики механического движения относительны, т.е. они могут быть различными в разных системах отсчета.

Виды механического движения - прямолинейное равномерное, прямолинейное равноускоренное, равномерное движение по окружности

В зависимости от формы траектории движение может быть прямолинейным и криволинейным. Движение называется *прямолинейным* и *равномерным*, если за любые сколь угодно малые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.

Движение тела, при котором его скорость за любые равные промежутки времени изменяется одинаково, называется *равноускоренным* движением. Для характеристики этого движения нужно знать скорость тела в данный момент времени или в данной точке траектории, т. е. мгновенную скорость, а также ускорение. *Мгновенная скорость* - это отношение достаточно малого перемещения на участке траектории, примыкающей к этой точке, к малому промежутку времени, в течение которого это перемещение совершается. Ускорение - величина, равная отношению изменения скорости к промежутку времени, в течение которого это изменение произошло. Иначе, ускорение - это быстрота изменения скорости.

При равномерном движении по окружности углы поворота радиуса за любые равные промежутки времени будут одинаковы. При этом движении модуль скорости постоянный, он направлен по касательной к траектории и постоянно меняет направление, поэтому возникает центростремительное ускорение.

1. ***Законы динамики Ньютона***

Законы Ньютона выполняются одновременно, они позволяют объяснить закономерности движения планет, их естественных и искусственных спутников. Иначе, позволяют предвидеть траектории движения планет, рассчитывать траектории космических кораблей и их координаты в любые заданные моменты времени. В земных условиях они позволяют объяснить течение воды, движение многочисленных и разнообразных транспортных средств (движение автомобилей, кораблей, самолетов, ракет). Для всех этих движений, тел и сил справедливы законы Ньютона.

*Первый закон Ньютона.* Существуют такие системы отсчета, относительно которых поступательно движущееся тело сохраняет свою скорость постоянной, если на него не действуют другие тела (или действия других тел компенсируются). Этот закон часто называется законом инерции, поскольку движение с постоянной скоростью при компенсации внешних воздействий на тело называется инерцией.

*Второй закон Ньютона.*  Сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на сообщаемое этой силой ускорение: ускорение прямо пропорционально действующей (или равнодействующей) силе и обратно пропорционально массе тела. *Третий закон Ньютона.* Силы взаимодействия между телами: направлены по одной прямой, равны по величине, противоположны по направлению, приложены к разным телам (поэтому не могут уравновешивать друг друга), всегда действуют парами и имеют одну и ту же природу.

1. ***Силы в природе: упругость, трение, сила тяжести***

Опыты с различными телами показывают, что при взаимодействии двух тел оба тела получают ускорения, направленные в противоположные стороны. При этом отношение абсолютных значений ускорений взаимодействующих тел равно обратному отношению их масс. Влияние же другого тела, вызывающего ускорение, коротко называется *силой*.

В механике рассматриваются сила тяжести, сила упругости и сила трения. *Сила тяжести* - это сила, с которой Земля притягивает к себе все тела, находящиеся вблизи ее поверхности. Сила тяжести приложена к самому телу и направлена вертикально вниз.

*Сила упругости* возникает при деформации тела, она направлена перпендикулярно поверхности соприкосновения взаимодействующих тел. Сила упругости пропорциональна удлинению.

Сила, возникающая в месте соприкосновения тел и препятствующая их относительному перемещению, называется *силой трения*. Если тело скользит по какой-либо поверхности, то его движению препятствует сила трения скольжения. Сила трения скольжения всегда направлена против движения тела.

Сила тяжести и сила упругости - это силы, зависящие от координат взаимодействующих тел относительно друг друга.

Сила трения зависит от скорости тела, но не зависит от координат.

Как в природе, так и в технике эти силы проявляются одновременно или парами. Например, сила трения увеличивается при увеличении силы тяжести. В быту часто полезное трение усиливают, а вредное - ослабляют (применяют смазку, заменяют трение скольжения трением качения).

1. ***Закон всемирного тяготения***

Этот закон был открыт Ньютоном в 1666 г. Он гласит, что сила гравитационного притяжения между двумя материальными точками массы и, разделёнными расстоянием, пропорциональна обеим массам и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

Согласно этому закону между любой парой тел во Вселенной действует сила взаимного притяжения.

Относительно этого закона нужно сделать несколько важных замечаний. Во-первых, его действие в распространяется на все без исключения физические материальные тела во Вселенной. В частности, сейчас вы и эта книга испытываете равные по величине и противоположные по направлению силы взаимного гравитационного притяжения. Конечно же, эти силы настолько малы, что их не зафиксируют даже самые точные из современных приборов, — но они реально существуют, и их можно рассчитать. Точно так же вы испытываете взаимное притяжение и с далеким квазаром, удаленным от вас на десятки миллиардов световых лет. Опять же, силы этого притяжения слишком малы, чтобы их инструментально зарегистрировать и измерить.

Второй момент заключается в том, что сила притяжения Земли у ее поверхности в равной мере воздействует на все материальные тела, находящиеся в любой точке земного шара. Прямо сейчас на вас действует сила земного притяжения. Если вы что-нибудь уроните, оно под действием всё той же силы равноускоренно устремится к земле.

Закон всемирного тяготения объясняет механическое устройство Солнечной системы.

1. ***Реактивное движение***

Под *реактивным* понимают движение тела, возникающее при отделении некоторой его части с определенной скоростью относительно тела. При этом возникает т.н. реактивная сила, сообщающая телу ускорение.

Среди растений реактивное движение встречается у созревших плодов бешеного огурца. При созревании растения его плод отцепляется от плодоножки. Под большим давлением из плода выбрасывается жидкость с семенами, которая направлена в противоположное направление движению плода.

Среди животного мира реактивное движение встречается у кальмаров, осьминогов, медуз, каракатиц и других. Перечисленные животные передвигаются, выбрасывая вбираемую ими воду.

Но ни один учёный, ни один писатель-фантаст за многие века не смог назвать единственного находящегося в распоряжении человека средства, с помощью которого можно преодолеть силу земного притяжения и улететь в космос. Это смог осуществить русский учёный К. Э. Циолковский(1857-1935). Он показал, что единственный аппарат, способный преодолеть силу тяжести - это ракета, т.е. аппарат с реактивным двигателем, использующим горючее и окислитель, находящиеся на самом аппарате.

*Реактивный двигатель*-это двигатель, преобразующий химическую энергию топлива в кинетическую энергию газовой струи, при этом двигатель приобретает скорость в обратном направлении.

Каждый знает, что выстрел из ружья сопровождается отдачей. Если бы вес пули равнялся бы весу ружья, они бы разлетелись с одинаковой скоростью. Отдача происходит потому, что отбрасываемая масса газов создаёт реактивную силу, благодаря которой может быть обеспечено движение как в воздухе, так и в безвоздушном пространстве. И чем больше масса и скорость истекающих газов, тем большую силу отдачи ощущает наше плечо, чем сильнее реакция ружья, тем больше реактивная сила. Это легко объяснить из закона сохранения импульса, который гласит, что *геометрическая (т.е. векторная) сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, остаётся постоянной при любых движениях и взаимодействиях тел системы*

1. ***Потенциальная и кинетическая энергия***

Энергия - характеристика состояния тела. Потенциальная энергия характеризует взаимодействующие тела, а кинетическая энергия – движущиеся тела. И потенциальная, и кинетическая энергия изменяются только в результате такого взаимодействия тел, при котором действующие на тела силы совершают работу, отличную от нуля.

*Кинетическая энергия* — энергия механической системы, зависящая от скоростей движения её точек. Кинетическая энергия – энергия движущегося тела. Часто выделяют кинетическую энергию поступательного и вращательного движения.

Более строго, кинетическая энергия есть разность между полной энергией системы и её энергией покоя; таким образом, кинетическая энергия — часть полной энергии, обусловленная движением.

Кинетическая энергия зависит от того, с каких позиций рассматривается система. Если рассматривать макроскопический объект (например, твёрдое тело видимых размеров), то тело неподвижно как единое целое, и можно говорить о такой форме энергии, как внутренняя энергия. Кинетическая энергия в этом случае появляется лишь тогда, когда тело движется как целое.

То же тело, рассматриваемое с микроскопической точки зрения, состоит из атомов и молекул, и внутренняя энергия обусловлена движением атомов и молекул и рассматривается как следствие теплового движения этих частиц, а абсолютная температура тела прямо пропорциональна средней кинетической энергии такого движения атомов и молекул. Таким образом, чем больше масса и скорость тела, тем выше его кинетическая энергия.

В физике *потенциальной энергией* называют энергию, которая определяется взаимным положением взаимодействующих тел или частей одного и того же тела. Потенциальная энергия - энергия взаимодействия, и она не зависит от скорости, а зависит от координаты тела (от высоты). То есть, если тело поднято над землей, то оно обладает возможностью падая, произвести какую-либо работу. И возможная величина этой работы будет равна потенциальной энергии тела на высоте.

Работа - мера изменения энергии. Работа действующих сил, приложенных к телу, равна изменению кинетической энергии.

1. ***Закон сохранения механической энергии***

Сумму кинетической и потенциальной энергий тела называют его полной механической энергией. Полная механическая энергия замкнутой системы тел, взаимодействующих силами тяготения или упругости, остается неизменной при любых движениях тел системы. Это утверждение является законом сохранения энергии в механических процессах. На примере свободно падающего тела можно показать, что при его движении потенциальная энергия переходит в кинетическую. При этом потенциальная энергия уменьшается ровно на столько, на сколько увеличивается кинетическая энергия, т. е. полная механическая энергия во все время падения остается неизменной, хотя потенциальная энергия превращается в кинетическую.

1. ***Работа и мощность***

*Механическая работа* – это физическая величина, равная произведению модуля силы на модуль перемещения и косинус угла между ними.

Работа - величина скалярная. Измеряется работа в джоулях (Дж).

В зависимости от направлений векторов силы и перемещения механическая работа может быть положительной, отрицательной или равной нулю.

Мощность машины или механизма - это отношение совершенной работы ко времени, в течение которого она совершена. Измеряется мощность в ваттах (Вт), 1 Вт = 1 Дж/с.

Простые механизмы: наклонная плоскость, рычаг, блок. Их действие подчиняется “золотому правилу механики”: во сколько раз выигрываем в силе, во столько же раз проигрываем в перемещении. На практике совершаемая с помощью механизма полная работа всегда несколько больше полезной. Часть работы совершается против силы трения в механизме и перемещения его отдельных частей.

1. ***Механические волны, звук***

*Механические волны* - это распространяющиеся в упругой среде возмущения (отклонения частиц среды от положения равновесия). Если колебания частиц и распространение волны происходят в одном направлении, волну называют продольной, а если эти движения происходят в перпендикулярных направлениях, - поперечной. Продольные волны, сопровождаемые деформациями растяжения и сжатия, могут распространяться в любых упругих средах: газах, жидкостях и твердых телах. Поперечные волны распространяются в тех средах, где появляются силы упругости при деформации сдвига, т. е. в твердых телах. При распространении волны происходит перенос энергии без переноса вещества.

Скорость, с которой распространяется возмущение в упругой среде, называют скоростью волны. Она определяется упругими свойствами среды. Расстояние, на которое распространяется волна за время, равное периоду колебаний в ней, называется длиной волны.

Звуковые волны - это продольные волны, в которых колебания частиц происходят вдоль ее распространения. Скорость звука в различных средах разная, в твердых телах и жидкостях она значительно больше, чем в воздухе. На границе сред с упругими свойствами звуковая волна отражается. С явлением отражения звука связано эхо. Это явление состоит в том, что звук от источника доходит до какого-то препятствия, отражается от него и возвращается к месту, где он возник, через промежуток времени не менее 1/15 с. Через такой интервал времени человеческое ухо способно воспринимать раздельно следующие один за другим звуки.