18.09.2026 8-ЭМ-26 Физика Гаврилина О.О.

Оформить конспект. Записать основные определения и формулы. Решить задачи.

Тема: Законы Ньютона

Законам механики подчиняются движения всех окружающих нас тел. Для того чтобы открыть эти законы, Ньютону не потребовались какие-либо сложные приборы. Достаточными оказались простые опыты. Главная задача состояла в том, чтобы в огромном разнообразии движений тел увидеть то существенное, что определяет характер движения каждого тела.

Что является причиной появления ускорения при движении тела?

При каком условии тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения?

Динамика - раздел механики рассматривающий взаимодействия тел, являющиеся причиной изменения движения этих тел, т. е. изменения их скоростей.

Вопрос о выборе системы отсчёта в динамике не является простым. Выберем вначале систему отсчёта, связанную с земным шаром. Движение тел вблизи поверхности Земли будем рассматривать относительно самой земли.

Что вызывает ускорение тел? Если тело, лежащее на полу или на столе, начинает двигаться, то всегда по соседству можно обнаружить предмет, который толкает это тело, тянет или действует на него на расстоянии (например, магнит на железный шар). Поднятый над землёй камень не остаётся висеть в воздухе, а падает. Очевидно, что именно действие Земли приводит к этому.

Изменение скорости тела (а значит, ускорение) всегда вызывается воздействием на него каких-либо других тел.

Футболист ударил по мячу. Ударил — значит, его нога оказала определённое действие на мяч, и скорость мяча увеличилась. А вот какое действие позволяет футболисту быстро устремиться к воротам противника? Одного желания здесь мало. Будь вместо футбольного поля идеально гладкий лёд, а на ногах футболиста вместо бутс с шипами тапочки с гладкой подошвой, это ему не удалось бы. Для того чтобы бежать с ускорением, нужно упираться ногами в землю. Если ноги будут скользить, вы никуда не убежите. Значит, только трение о землю, действие со стороны земли на ноги футболиста позволяет ему, да и всем нам, при беге и ходьбе изменять свою скорость. Точно так же, чтобы остановиться с разбегу, надо упираться ногами в землю.


Рис. 2.3

Явление, при котором тело сохраняет скорость, когда на него не действуют другие тела, называется явлением инерции.

Сила. Масса. Единица массы

Сила — мера взаимодействия тел.

Характеристики силы:

1. **Точка приложения**
2. **Направление**
3. **Модуль (числовое значение)**

На практике для измерения сил применяют **динамометр** (рис. 2.3). **действие основано при упругой деформации удлинение пружины прямо пропорционально приложенной к ней силе.** Поэтому по длине пружины можно судить о значении силы.

Инертность тела. Мы уже говорили о явлении инерции. Именно вследствие инерции покоящееся тело приобретает заметную скорость под действием силы не сразу, а лишь за некоторый интервал времени.

Инертность — свойство тел по-разному изменять свою скорость под действием одной и той же силы.

Ускорение возникает сразу, одновременно с началом действия силы, но скорость нарастает постепенно. Даже очень большая сила не в состоянии сообщить телу сразу значительную скорость. Для этого нужно время. Чтобы остановить тело, опять-таки нужно, чтобы тормозящая сила, как бы она ни была велика, действовала некоторое время.

Именно эти факты имеют в виду, когда говорят, что тела инертны, т. е. одним из свойств тела является инертность, а **количественной мерой инертности является масса.**

Первый закон Ньютона

Закон инерции относится к самому простому случаю движения — движению тела, которое не взаимодействует с другими телами, т. е. движению свободного тела.

Первый закон Ньютона:

Существуют системы отсчёта, называемые инерциальными, относительно которых тело движется прямолинейно и равномерно, если на него не действуют другие тела.

Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. До сих пор систему отсчёта мы связывали с Землёй, т. е. рассматривали движение относительно Земли. В системе отсчёта, связанной с Землёй, ускорение тела определяется только действием на него других тел. **Система отсчёта, связанная с Землёй, является инерциальной**.

если есть одна инерциальная система отсчёта, то любая другая движущаяся относительно неё прямолинейно и равномерно также является инерциальной.

Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. Система отсчёта, связанная с автомобилем, тоже будет инерциальной, если автомобиль

1) движется равномерно по прямолинейному участку шоссе
2) разгоняется по прямолинейному участку шоссе
3) движется равномерно по извилистой дороге
4) по инерции вкатывается на гору

Второй закон Ньютона

На основании экспериментов было выявлено, что отношение модуля силы к модулю ускорения является постоянной величиной, не зависящей от силы:

отношение модуля силы к модулю ускорения является постоянной величиной Величину F/a, равную отношению модуля силы к модулю ускорения, называют массой тела. $\frac{F}{a} = \text{const.}$

Произведение массы тела на ускорение равно сумме действующих на тело сил: ma = $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \ldots$ – 2-ой закон Ньютона

Особенность:

Сила является причиной возникновения ускорения тела, а не скорости

Векторы a и F направлены по одной прямой в одну и ту же сторону

Ускорение зависит от массы.

m – масса, кг -количественная мера инертности

За единицу силы в Международной системе единиц принимается сила, которая сообщает телу массой 1 кг ускорение 1 м/с^2.

Эта единица называется ньютоном (сокращённое обозначение — Н). Наименование ньютона: 1 Н = 1 кг • 1 м/с^2.

Измерить массу тела также можно на основе явления инерции. Ускорение тела, согласно второму закону Ньютона, прямо пропорционально силе, действующей на тело, и обратно пропорционально его массе. Если на два тела действуют одинаковые силы, то отношение масс равно обратному отношению ускорений: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$.

Если у нас есть тело, массу которого мы знаем, то, измерив ускорения этого тела и тела с неизвестной массой, движущихся под действием одинаковых сил, определим неизвестную массу по формуле (2.3). Определяемая таким способом масса является инертной массой.

1. **Легкоподвижную тележку массой 3 кг толкают силой 6 Н. Чему равно ускорение тележки в инерциальной системе отсчёта?**
2. **В инерциальной системе отсчёта сила F сообщает телу массой m ускорение a. Как изменится ускорение тела, если массу тела и действующую на него силу увеличить в 2 раза?**

Если на тело одновременно действуют несколько сил, то, как показывают эксперименты, **ускорение тела будет пропорционально геометрической сумме всех этих сил**.

Это положение называется принципом суперпозиции (наложения) сил. Таким образом, мы заменяем несколько сил одной силой.

Сила, которая производит на тело такое же действие (вызывает такое же движение), как несколько сил, одновременно приложенных к телу, называется равнодействующей.

Рассмотрим сначала случай, когда на тело действуют две силы, направленные вдоль одной прямой.

Если силы направлены в одну сторону (рис. 2.11), **то равнодействующая $\vec{F}_p = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$**, её модуль равен $F_p = F_1 + F_2$.

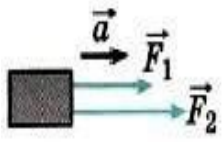

Рис. 2.11

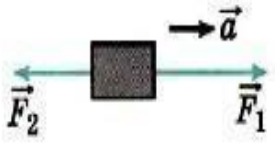

Рис. 2.12

В случае когда **силы направлены в противоположные стороны** (рис. 2.12), их **равнодействующая равна** векторной сумме сил $\vec{F}_p = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, но **её модуль равен $F_p = F_1 — F_2$.** Очевидно, что ускорение тела направлено в сторону большей по модулю силы.

Третий закон Ньютона

В третьем законе Ньютона формулируется одно общее свойство всех сил, рассматриваемых в механике: любое действие тел друг на друга носит характер взаимодействия. Это означает, что если тело А действует на тело В, то и тело В действует на тело А.

Вы действуете на верёвку, и верёвка действует на вас

Взаимодействие тел. Примеров взаимодействия тел и сообщения ими друг другу ускорений можно привести сколь угодно много. Когда вы, находясь в одной лодке, начнёте за верёвку подтягивать другую лодку, то и ваша лодка обязательно будет двигаться к ней (рис. 2.24). Вы действуете на верёвку, и верёвка действует на вас.

Если вы ударите ногой по футбольному мячу или толкнёте плечом товарища, то ощутите обратное действие на ногу или плечо. Всё это проявления закона взаимодействия тел.

Действия тел друг на друга носят характер взаимодействия не только при непосредственном контакте тел. Положите на гладкий стол два сильных магнита разноимёнными полюсами навстречу друг другу, и вы тут же обнаружите, что они начнут двигаться навстречу друг другу.

Изменения скоростей обоих взаимодействующих тел легко наблюдаются лишь в тех случаях, когда массы этих тел мало отличаются друг от друга. Если же взаимодействующие тела значительно различаются по массе, заметное ускорение получает только то из них, которое имеет меньшую массу. Так, при падении камня мы видим, что камень движется с ускорением, но ускорение Земли (а ведь камень тоже притягивает Землю!) практически обнаружить нельзя, так как оно очень мало.

Третий закон Ньютона

Силы, с которыми тела действуют друг на друга, равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны.

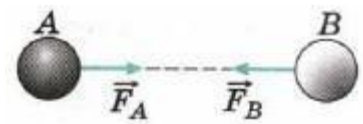

Рис. 2.26

Если на тело А со стороны тела В действует сила А (рис. 2.26), то одновременно на тело В со стороны тела А будет действовать сила В, причём A = -B (2.9)

Отметим, что силы взаимодействия двух тел — силы одной физической природы, время их действия одинаково, но они приложены к разным телам, следовательно, действие первого тела на второе не может быть скомпенсировано действием второго тела на первое.

Используя второй закон Ньютона, равенство (2.6) можно записать так:

$m_1 a_1 = -m_2 a_2$. (2.10)

Отсюда следует, что

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} = \text{const},$$

т. е. отношение модулей ускорений a_1 и a_2 взаимодействующих друг с другом тел обратно пропорционально их массам .

Решить задачи:

1. Порожний грузовой автомобиль массой 4 т начал движение с ускорением 0,3 м/с^2. Какова масса груза, принятого автомобилем, если при той же силе тяги он трогается с места с ускорением 0,2 м/с^2?
2. С каким ускорением двигался при разбеге реактивный самолет массой 60 т, если сила тяги двигателей 90 кН?