

Предмет динамики. Аксиомы динамики



ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ДИНАМИКИ

- **Динамикой** называется раздел механики, в котором изучается движение механических систем под действием сил.



Аксиомы динамики

- принцип инерции и принцип относительности Галилея,
- закон равенства действия и противодействия,
- основной закон динамики (второй закон Ньютона),
- закон независимого действия сил

Аксиома 1.

(закон или принцип инерции)

- система сил, приложенная к материальной точке, является уравновешенной, если под ее воздействием точка находится в состоянии относительного покоя или движется равномерно и прямолинейно.

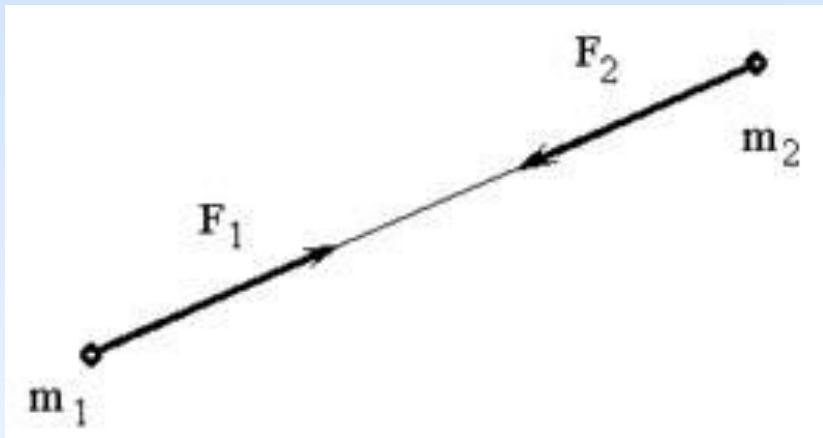
Понятия 1 аксиомы

- Материальная точка, которая не испытывает силовых воздействий со стороны других точек и тел, называется **изолированной точкой**.
- **Инертность** - способность тела сохранять скорость своего движения неизменной, т.е. сохранять полученное ранее механическое движение.

Понятия 1 аксиомы

- Движение, которое совершает точка при отсутствии сил, называется движением по инерции.
- Инерционными системами отсчета (условно неподвижными) называют системы отсчета, относительно которых происходит движение тел с течением времени и выполняется закон инерции.

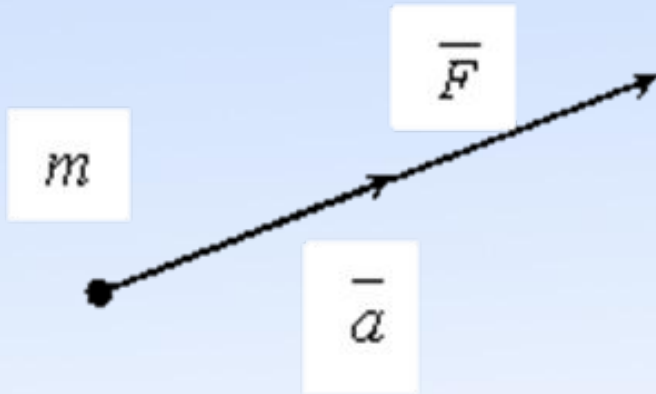
Аксиома 2. Закон равенства действия и противодействия



Силы взаимодействия тел всегда направлены по одной прямой, направлены в противоположные стороны и равны по модулю.

Аксиома 3.

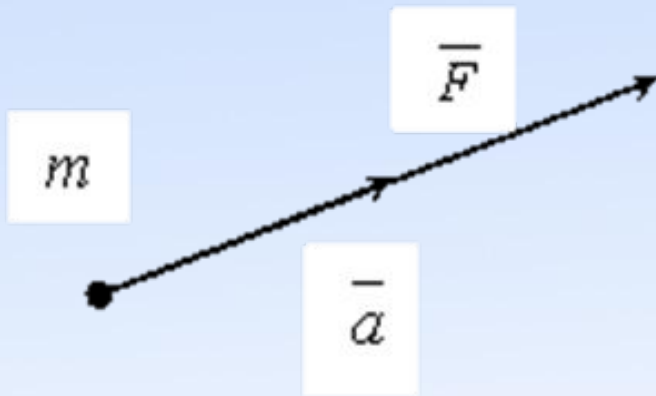
Основной закон динамики



$$ma = F$$

Сила, действующая на свободную материальную точку, сообщает ей ускорение, которое в инерциальной системе отсчета пропорционально этой силе.

Аксиома 3. Основной закон динамики



$$ma = F$$

Величина m , которая называется **массой** материальной точки. Она является мерой инертности точки: чем больше масса, тем меньшее ускорение сообщает точке приложенная сила

Примечания:

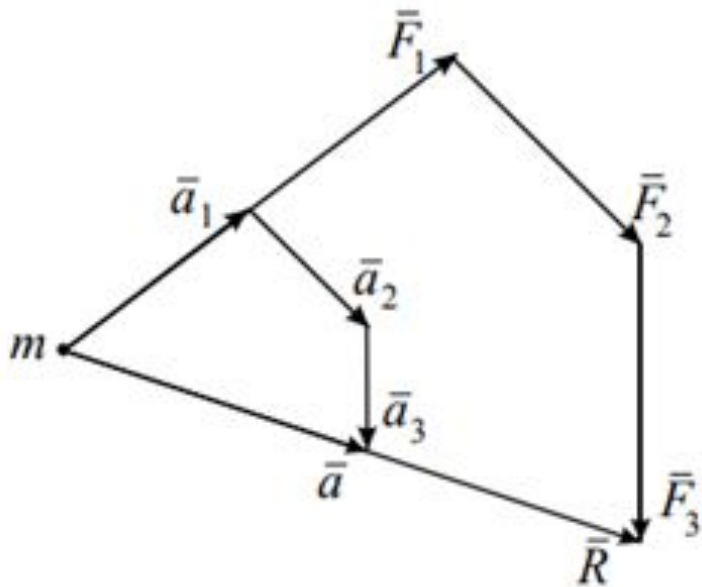
- Если на точку действует несколько сил, то под F в уравнении следует понимать их равнодействующую:

$$m \vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

- Если точка не является свободной, то нужно воспользоваться принципом освобожденности от связей и к действующим на точку силам добавить соответствующие реакции.
- Для описания движения точки в неинерциальной системе отсчета уравнение непосредственно применять нельзя.

Аксиома 4. Закон независимого действия сил

- Если на материальную точку действует несколько сил, то ускорение точки складывается из тех ускорений, которые имела бы точка под действием каждой из этих сил в отдельности : $\mathbf{a}_1 + \mathbf{a}_2 + \dots + \mathbf{a}_n = \mathbf{a}$



$$m \cdot \vec{a}_i = \vec{F}_i; \quad \vec{a} = \sum_i \vec{a}_i$$

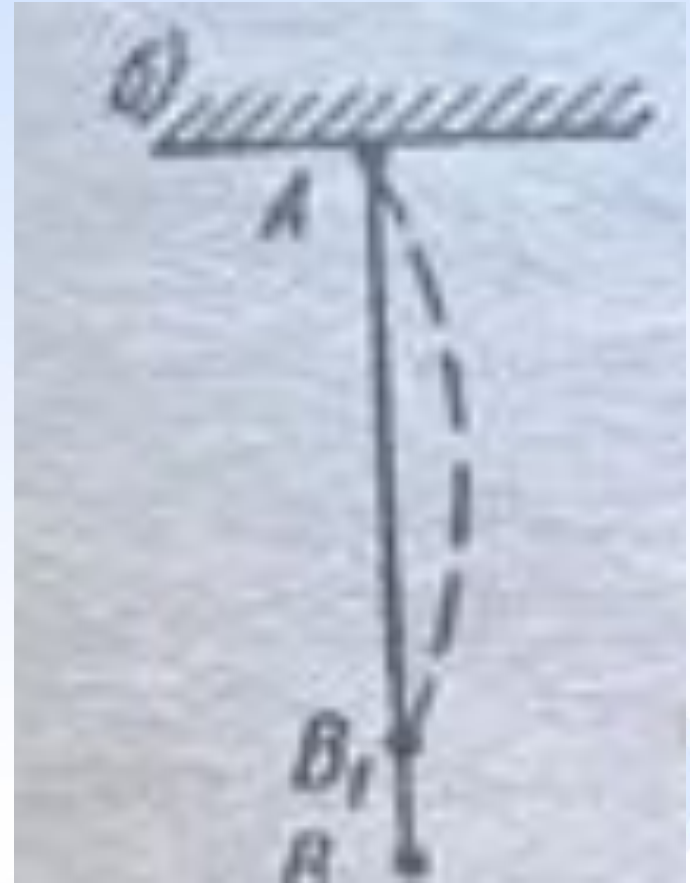
Идеальные и реальные связи

- Если связь препятствует перемещению тела в двух взаимно противоположных направлениях, то она называется **удерживающей, или двусторонней** (жесткий стержень).



Идеальные и реальные связи

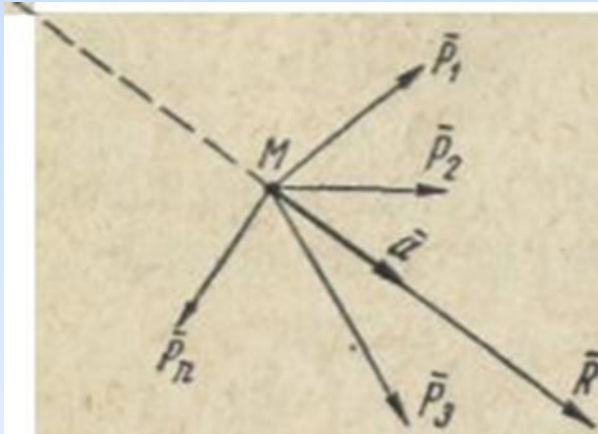
- Если связь препятствует перемещению в противоположном направлении, но допускает перемещение в противоположном направлении, ее называют **неудерживающей, или односторонней** (гибкая нить).



Идеальные и реальные связи

- При определении реакций связей предполагают, что в них нет трения, реакции при этом всегда направлены перпендикулярно к опорной поверхности, такие связи носят названия **идеальных**.
- **В реальных связях** обязательно возникает трение и реакция R всегда отклоняется от нормали.

Принцип Даламбера



Силой инерции движущейся материальной точки называют произведение массы точки на ее ускорение, взятое с обратным знаком.

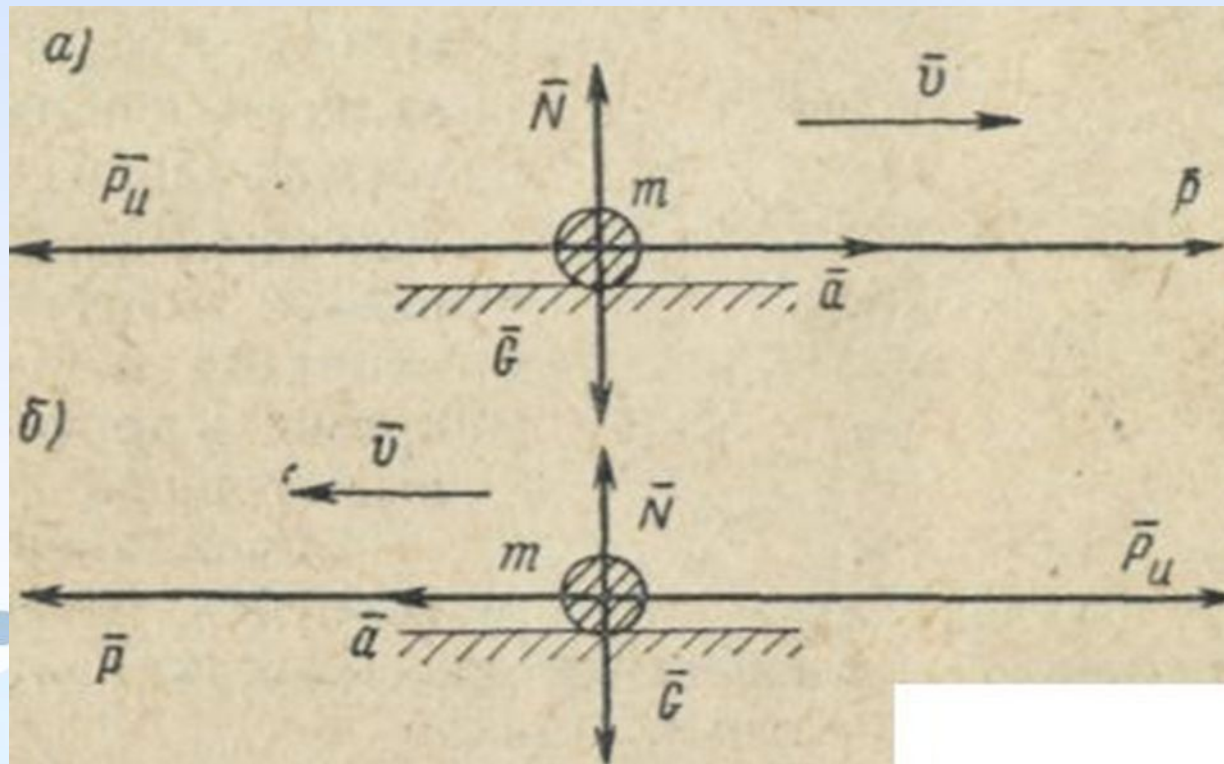
На основании аксиомы 3 динамики точка под действием сил получит такое же ускорение, как если бы на эту точку действовала лишь одна сила, равная геометрической сумме заданных сил

Принцип Даламбера

Принцип д'Аламбера : в каждый данный момент силы, приложенные к материальной точке, уравновешиваются силами инерции.

Метод кинетостатики : если ко всем реально действующим на точки движущегося тела силам условно приложить силы инерции, то под действием всех этих сил тело можно , рассматривать как бы находящимся в равновесии.

Сила инерции при прямолинейном движении материальной точки



Сила инерции при прямолинейном движении материальной точки

При прямолинейном движении направление ускорения совпадает с траекторией. Сила инерции направлена в сторону, противоположную ускорению, и величина ее определится по формуле:

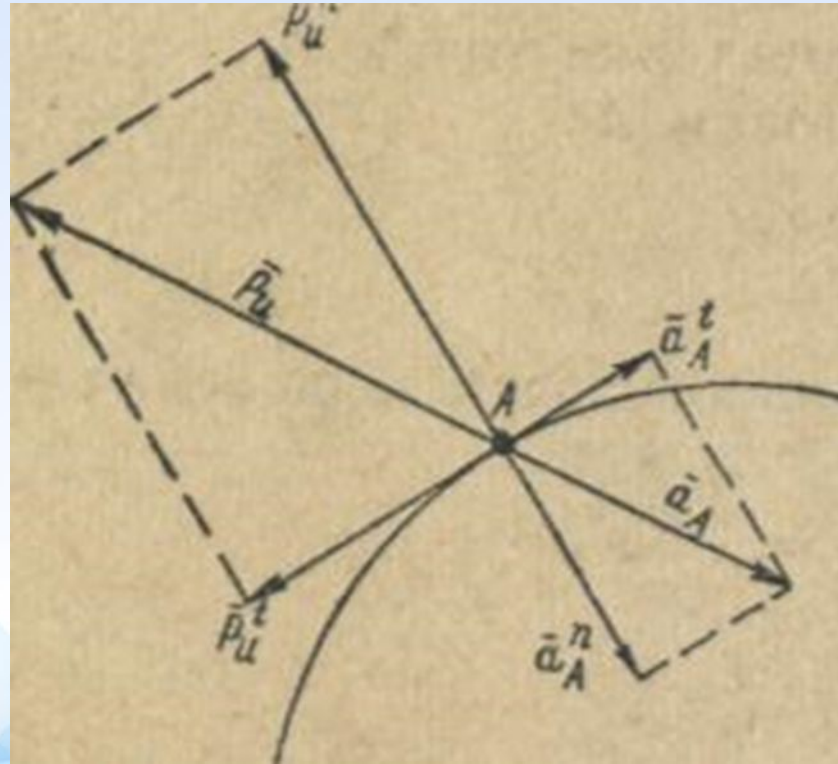
$$P = ma = \frac{G}{g}a$$

Сила инерции при прямолинейном движении материальной точки

При ускоренном движении направление ускорения и скорости совпадает, и сила инерции действует в сторону, противоположную движению.

При замедленном движении, когда ускорение направлено в сторону, обратную скорости, сила инерции действует по направлению движения.

Сила инерции при криволинейном движении материальной точки



Сила инерции при криволинейном движении материальной точки

Материальная точка, имеющая массу m , перемещается по произвольной траектории с ускорением

$$\mathbf{a}_A = \mathbf{a}_A + \mathbf{a}_A.$$

Работы силы

Работой силы A при прямолинейном перемещении точки ее приложения называется произведение величины силы P на величину перемещения S и на косинус угла между направлением, силы и направлением перемещения, т. е.

$$A = PS \cos(P, S)$$

где $\cos(P, S) = \cos \alpha$ - косинус угла между направлением силы и направлением перемещения.

Работы силы

Когда сила с направлением перемещения составляет острый угол, она называется *движущей* силой, ее работа всегда положительна.

Если между направлениями силы и перемещения тупой угол, сила оказывает сопротивление движению, совершает отрицательную работу и носит название *силы сопротивления* (силы резания, силы трения, силы сопротивления воздуха).

Случаи определения работы постоянной силы:

- сила F действует на тело в направлении вектора перемещения $U/A = FU$;
- сила F направлена перпендикулярно вектору перемещения $U/A = 0$;
- сила F направлена в сторону, противоположную вектору перемещения $U/A = -FU$.

Теоремы работы силы

Теорема 1. Работа равнодействующей силы на некотором перемещении равна алгебраической сумме работ составляющих силы на том перемещении.

Теорема 2. Работа силы на результирующем перемещении равна алгебраической сумме работ этой силы на составляющих перемещениях.

Работа силы тяжести

1. Работа силы тяжести равна произведению силы тяжести на вертикальное перемещение ее точки приложения.

Работа силы тяжести

2. Работа силы тяжести зависит только от начального и конечного положений точки приложения силы тяжести и не зависит от вида траектории этой точки:

- если точка перемещается сверху вниз, то работа силы тяжести положительная : $A = mgH$;

- если точка перемещается снизу вверх, то работа силы тяжести отрицательная: $A = - mgH$.

Работа силы тяжести на замкнутом пути равна нулю.

Работа упругой силы

Упругая сила, возникающая в деформируемом теле, пропорциональна перемещению точки приложения силы от некоторого равновесного положения.

Закон изменения упругой силы имеет вид:

$$P_{\text{упр}} = cS,$$

где S — перемещение точки приложения силы;

c — коэффициент пропорциональности, называемый также коэффициентом жесткости:

$$c = P/S$$

Мощность. Коэффициент полезного действия

Мощностью называется работа, совершаемая силой в течение единицы времени, т.е. мощность есть первая производная от работы по времени:

$$N = P \frac{dA}{dt} = \frac{P dS \cos \alpha}{dt};$$

$$N = P_v \frac{dS}{dt}$$

Мощность. Коэффициент полезного действия

Отношение работы сил полезных сопротивлений $A_{пс}$ (полезной работы) к работе движущих сил $A_{дс}$ (к затраченной работе) называется *коэффициентом полезного действия*.

$$\eta' = \frac{A_{пс}}{A_{дс}} \text{ или } \eta' = \frac{A_{пс}}{A_{дс}} \cdot 100\%$$

Коэффициент потерь:

1. Машина движется и выполняет полезную работу при $1 > \dot{\eta} > 0$
2. Работа в холостую: $\dot{\eta} = 0$
3. Машина находится в заклиненном стане:
 $\dot{\eta} < 0$

Спасибо за внимание!

