

ДИНАМИКА



ГРУППА  
ЧТПЗ

# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И АКСИОМЫ



Г Р У П П А  
Ч Т П З

- Динамика – изучает движение материальных тел под действием сил.

## Аксиома 1 (принцип инерции)

Всякая изолированная материальная точка находится в состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока приложенные силы не выведут ее из этого состояния.

$\bar{v} = 0$  точка находится в состоянии покоя (статическое равновесие)

$\bar{v} \neq 0 = \text{const}$  точка движется равномерно прямолинейно (динамическое равновесие).

*Обычно при решении задач за инерциальную принимают систему отсчета, жестко связанную с землей.*

- **Аксиома 2 (основной закон динамики)**

Ускорение  $\bar{a}$  материальной точки пропорционально действующей силе  $\bar{F}$  и направлено по той прямой, по которой действует эта сила.

$$\bar{F} = m \cdot \bar{a}$$

$m$  – коэффициент пропорциональности, выражающий меру инертности материальной точки (то есть ее масса).

Зависимость между числовыми значениями (модулями) сил и ускорения выражается равенством

$$F = m \cdot a$$

Значение силы тяжести тела в Ньютонах равно произведению его массы на ускорение свободного падения.

$$G = m \cdot g$$

$$g = 9,81 \text{ М/с}^2$$



Г Р У П П А  
Ч Т П З

### Аксиома 3 (закон независимости действия сил)

Если к материальной точке приложена система сил, то каждая из сил системы сообщает точке такое же ускорение, какое бы она сообщила действуя одна.



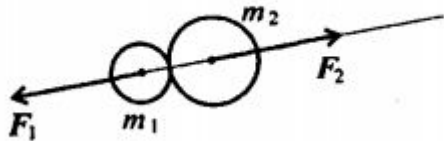
Г Р У П П А  
Ч Т П 3

### Аксиома 4 (закон равенства действия и противодействия)

Две материальные точки действуют друг на друга с силами, равными по модулю и направленными по одной прямой в разные стороны.

ая их этих сил

си  
материале



которую действует.

Силы взаимодействия между двумя материальными точками не уравнивают друг друга, так как одна сила приложена к одной точке, а вторая к другой.

# СВОБОДНАЯ И НЕСВОБОДНАЯ ТОЧКИ



Г Р У П П А  
Ч Т П З

- Материальная точка, движение которой в пространстве не ограничено какими-либо связями, называется *свободной*.

Задачи динамики для свободной материальной точки:

1. По заданному закону движения точки необходимо определить действующую на нее силу или систему сил (первая задача динамики).
2. По заданной системе сил, действующих на точку, определить закон ее движения (вторая задача динамики).

Обе задачи решаются с помощью основного закона динамики, записанного в форме

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}; \vec{F}_{\Sigma} = m \cdot \vec{a}$$



Материальная точка, свобода перемещения которой ограничена связями называется *несвободной*.

Для несвободной материальной точки все ее внешние силы необходимо делить на две категории:

1. Активные (движущие) силы
2. Реакции связи (пассивные силы)

Первая задача динамики несвободной точки сводится к определению реакций связей, по заданному закону движения точки и действующим на нее активным силам.

Вторая задача динамики несвободной точки сводится к тому, что бы зная действующие на точку активные силы определить закон движения точки, а так же реакции связей.



• Если несвободную материальную точку освободить от связей и заменить связи их реакциями, то движение точки можно рассматривать как свободное, а основному закону динамики придать вид:

$$\sum \bar{F}_i + \sum \bar{R}_i = m \cdot \bar{a}$$

$\bar{F}_i$  - активные силы

$\bar{R}_i$  - реакции связей

$m$  - масса точки

$\bar{a}$  - ускорение точки, полученное в результате действия всех внешних сил (активных и реактивных).

# ПОНЯТИЕ О ТРЕНИИ. ТРЕНИЕ СКОЛЬЖЕНИЯ

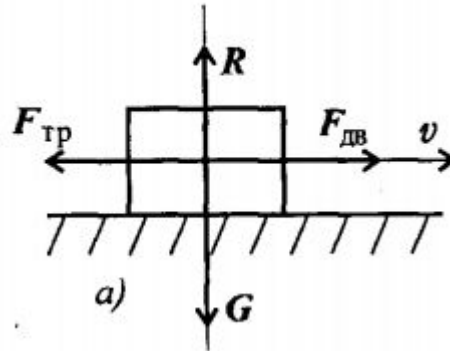


Г Р У П П А  
Ч Т П З

Трение – сопротивление возникающее при движении одного шероховатого тела по поверхности другого.

## Трение скольжения.

Сила сопротивлению движению при скольжении называется *силой трения скольжения*.





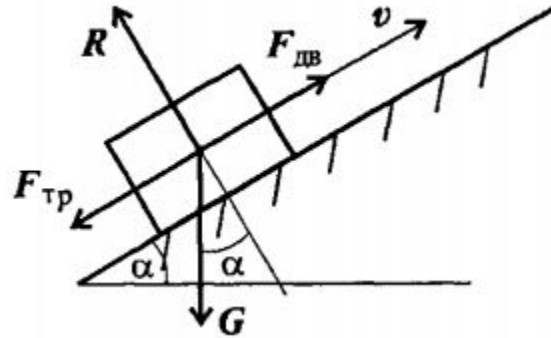
- **Законы трения скольжения.**

1. Сила трения скольжения прямо пропорциональна реакции опорной поверхности  $F_{\text{тр}} = F_f = f \cdot R$

$R$  – сила реакции, направлена перпендикулярно опорной поверхности;

$f$  – коэффициент трения скольжения.

В случае движения тела по наклонной плоскости  $R = G \cdot \cos \alpha$   
 $\alpha$  – угол наклона опорной поверхности.



*Сила трения всегда направлена в сторону, обратную направлению движения.*



Г Р У П П А  
Ч Т П З



2. Сила трения меняется от нуля до некоторого максимального значения, называемого силой трения покоя (статическое трение).

$$0 < F_f \leq F_{f_0}$$

$F_{f_0}$  - статическая сила трения (сила трения покоя)

3. Сила трения при движении меньше силы трения покоя.

Сила трения при движении называется динамической силой трения  $F_f$ .

$$F_f \leq F_{f_0}$$

Коэффициент трения скольжения зависит от следующих факторов:

- От материала;
- От наличия смазки;
- От скорости взаимного перемещения.

# СИЛЫ ИНЕРЦИИ



Г Р У П П А  
Ч Т П З

- Сила, численно равная произведению массы материальной точки на приобретенное ею ускорение и направленная в сторону, противоположную ускорению, называется силой инерции.

$$\overline{F_{ин}} = -m \cdot \overline{a}$$

Сила инерции в действительности не приложена к получившей ускорение материальной точке, а действует на точку или тело, которое сообщает ускорение этой точке.

При криволинейном движении материальной точки возникают две составляющие силы инерции:

- Нормальная (центробежная) сила инерции  $\overline{F_{ин_n}} = -m \cdot \overline{a_n}$
- Касательная (тангенциальная) сила инерции  $\overline{F_{ин_t}} = -m \cdot \overline{a_t}$

- Значение нормальной силы инерции определяют по формуле  $F_{ин_n} = \frac{m \cdot v^2}{\rho}$  или

$$F_{ин_n} = m \cdot \omega^2 \cdot \rho$$

# ПРИНЦИП ДАЛАМБЕРА



Г Р У П П А  
Ч Т П З

- Прикладывая условно силу инерции  $\overline{F}_{\text{ин}}$  к движущейся материальной точке можем считать, что активные силы  $\overline{F}_i$ , реакции связей  $\overline{R}_i$  и сила инерции  $\overline{F}_{\text{ин}}$  образуют уравновешенную систему сил.

Тогда равенство  $\sum \overline{F}_i + \sum \overline{R}_i = m \cdot \overline{a}$  запишем в виде

$$\sum \overline{F}_i + \sum \overline{R}_i - m \cdot \overline{a} = 0 \quad \text{или}$$

$$\sum \overline{F}_i + \sum \overline{R}_i + \overline{F}_{\text{ин}} = 0$$

*Решение задач Динамики с помощью принципа Даламбера иногда называют методом Кинестатики.*