

# Теоретическая механика

## Задачи

# Динамика

Динамика изучает движение механических систем (систем материальных точек) в связи с причинами, вызывающими или изменяющими это движение.

*Материальной точкой* называется материальное тело, вращательными движениями которого, по сравнению с поступательными, можно пренебречь.

Таким образом, не обязательно понимать под материальной точкой тело очень малых размеров. ***Твердое тело, движущееся поступательно, рассматривается как материальная точка.***

*Изолированной* называется материальная точка, на которую не действуют никакие силы (или сумма всех действующих на нее сил равна нулю).

«Способность» материальной точки «сопротивляться» изменению ее скорости называется *инертностью*.

Количественная мера инертности материальной точки, пропорциональная количеству вещества, заключенного в этой точке, называется ее *массой*. Масса материальной точки считается постоянной величиной, не зависящей от обстоятельств движения.

# Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета

## 1. Законы Ньютона

Основание динамики составляют законы, или аксиомы, Ньютона. Эти аксиомы представляют собой постулаты, справедливость которых подтверждается многовековыми наблюдениями и опытом человечества.

### **Первый закон Ньютона (аксиома инерции).**

*Существуют системы отсчёта, называемые инерциальными, относительно которых изолированные материальные точки находятся в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения.*

Если точка движется с ускорением относительно инерциальной системы отсчета, то на нее действует некоторая **сила**.

*Сила есть причина возникновения ускорения точки; она является **количественной мерой механического действия на точку**, в результате которого возникает ускорение этой точки.*

**Второй закон Ньютона (основная аксиома динамики).**

*В инерциальной системе отсчёта ускорение, которое получает материальная точка с постоянной массой, прямо пропорционально равнодействующей всех приложенных к ней сил и обратно пропорционально её массе.*

При подходящем выборе единиц измерения, этот закон можно записать в виде формулы:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m},$$

где  $\vec{a}$  — ускорение материальной точки;

$\vec{F}$  — равнодействующая (сумма) всех сил, приложенных к материальной точке;

$m$  — масса материальной точки.

## **Третий закон Ньютона (аксиома взаимодействия материальных точек).**

*Если одна материальная точка действует на другую, то и вторая точка действует на первую, причем силы, приложенные к каждой из них, равны по модулю и направлены вдоль прямой, соединяющей эти точки, в противоположные стороны.*

## 2. Инерциальные системы отсчета

**Инерциальная система отсчёта (ИСО)** — система отсчёта, в которой все изолированные материальные точки движутся прямолинейно и равномерно либо покоятся.

Существование систем, обладающих таким свойством, постулируется первым законом Ньютона и подтверждается экспериментальными фактами.

В действительности инерциальных систем не существует, но с большой степенью точности за инерциальную систему отсчета можно принять *систему координат с началом в центре Солнечной системы и осями, направленными на «неподвижные» звезды.*

Для большинства технических задач за инерциальную систему отсчета принимают *систему координат, жестко связанную с Землей.*

# Динамика материальной точки

## § 26. Определение сил по заданному движению

**26.1(26.1).** В шахте опускается равноускоренно лифт массы 280 кг. В первые 10 с он проходит 35 м. Найти натяжение каната, на котором висит лифт.

*Ответ:* 2548 Н.

N 26.1.

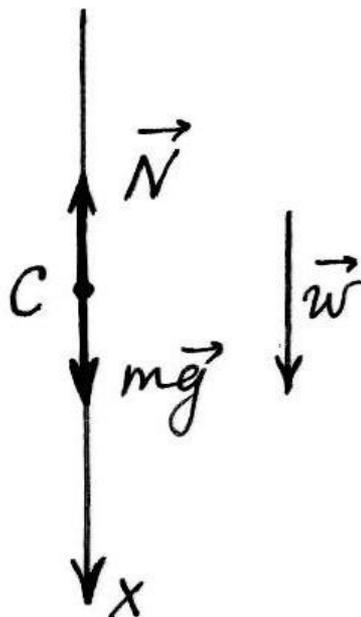
$$m = 280 \text{ кг}$$

$$t_1 = 10 \text{ с}$$

$$z(10) = 35 \text{ м}$$

$$w = \text{const} = w_0$$

$\vec{F}_{\text{нас}} - ?$



Т. С — центр масс лифта.

Считаем, что все силы приложены к Т. С.

Лифт движется поступательно и прямолинейно, поэтому вместе лифта можно рассмотреть движение Т. С.

1) Найдем ур-е движения Т. С.:

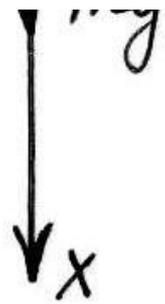
$$\ddot{x} = w_0 \Rightarrow x(t) = \frac{1}{2} w_0 t^2$$

$(v_0 = 0, x_0 = 0)$

$$x(t_1) = z(10) = 35 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 35 = \frac{1}{2} w_0 \cdot 100 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow w_0 = 0,7 \text{ (м/с}^2\text{)}$$



$$x(t_1) = 2(10) = 35 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 35 = \frac{1}{2} \omega_0 \cdot 100 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{\omega_0 = 0,7 \text{ (м/с}^2\text{)}}$$

2) На март (т.с) действуют силы  $\vec{P} = m\vec{g}$  (сила тяжести) и  $\vec{N}$  (сила наката).

II закон Ньютона:  $m\vec{w} = \vec{P} + \vec{N}$ .

$$\begin{aligned} O_x: m\ddot{x} &= mg + N_x \Rightarrow N_x = m\omega_x - mg = \\ &= 280(0,7 - 9,8) = -280 \cdot 9,1 \approx -2548; \end{aligned}$$

$$\underline{|N| \approx 2548 \text{ Н.}}$$

Задача. Лифт массы  $m = 800 \text{ кг}$

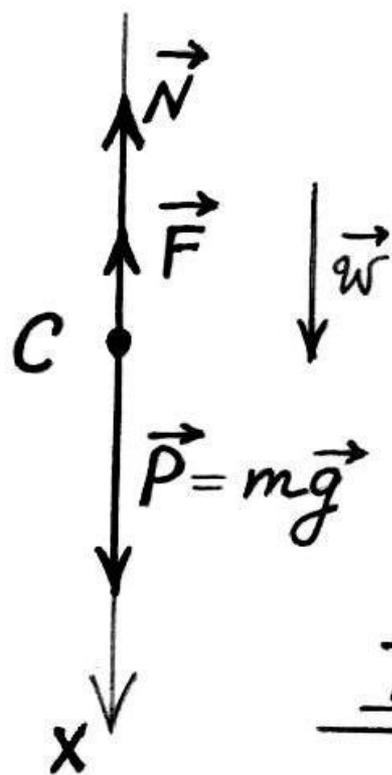
опускается вниз с ускорением

$\vec{a} = 0,4 \vec{g}$ , где  $\vec{g}$  — ускорение силы

тяжести. Определить натяжение

каната, если сопротивление движению  $\vec{F}$  по модулю равно  $0,2$  веса лифта.

Решение.



T. C - центр масс мифта.

К мифту приложены силы

$$\vec{P} = m\vec{g} - \text{вес,}$$

$\vec{F}$  - сила сопротивления,

$\vec{N}$  - сила каната, удерживающая мифт от падения.

II закон Ньютона:

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{N} = m\vec{w}.$$

$$Ox: mg - 0,2 \cdot mg + N_x = m \cdot 0,4g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N_x = -0,4mg \Rightarrow \underline{|N| = 320 \cdot 9,8 \text{ (Н)}}.$$

**Дом. задание :**

**26.2, 26.3, 26.4**

