

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.

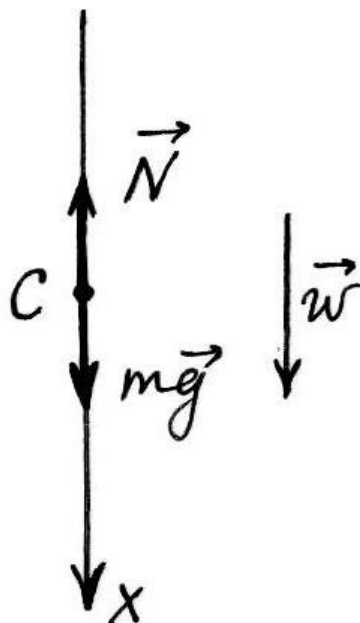
$$m = 280 \text{ кг}$$

$$t_1 = 10 \text{ с}$$

$$z(10) = 35 \text{ м}$$

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

$\vec{F}_{\text{нас}} - ?$



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.:

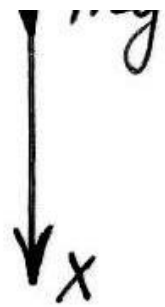
$$\ddot{x} = w_0 \Rightarrow x(t) = \frac{1}{2} w_0 t^2$$

$(v_0 = 0, x_0 = 0)$

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

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

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



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

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

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

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 $m = 800 \text{ кг}$

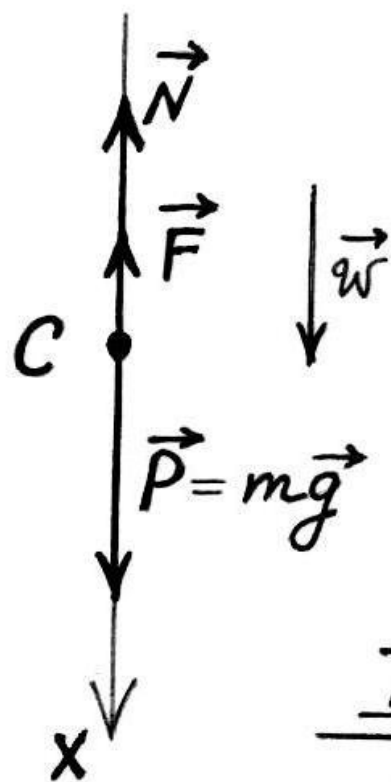
опускается вниз с ускорением

$\vec{a} = 0,4 \vec{g}$, 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 шфта.

К шфту приложены силы

$$\vec{P} = m\vec{g} - \text{вес,}$$

\vec{F} - сила сопротивления,

\vec{N} - сила каната, удерживающая шфт 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

