

Законы Ньютона

Динамика прямолинейного движения

[Овчинкин] → 2.1.

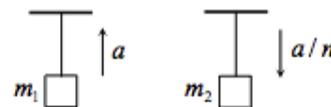
ЗАДАЧА 1. Ракета стартует с поверхности Земли и движется вертикально вверх, разгоняясь с ускорением $5g$. Найдите вес космонавта массой m , находящегося в ракете.

$$6mg = \mathcal{L}$$

ЗАДАЧА 2. К потолку вагона на лёгкой нити подвешен груз. При равноускоренном движении вагона по горизонтальной поверхности нить отклоняется от вертикали на угол α . Чему равно ускорение?

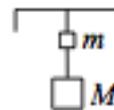
$$v \sin \alpha = v$$

ЗАДАЧА 3. («Росатом», 2011, 10) Верёвка выдерживает груз максимальной массы m_1 при его движении с некоторым ускорением, направленным вверх, и груз максимальной массы m_2 при его движении с ускорением, в n раз меньшим первого по величине и направленным вниз (см. рисунок). Груз какой максимальной массы можно подвесить к верёвке в покое?



$$\frac{m_1 + m_2}{(1+n)m_1} = m$$

ЗАДАЧА 4. («Росатом», 2011, 11) Два тела массами $m = 1$ кг и $M = 2$ кг, связанные невесомой и нерастяжимой нитью, привязаны к потолку кабины лифта. Сила натяжения нижней нити известна и равна $T = 40$ Н. Найти силу натяжения верхней нити. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



$$\left(\frac{M}{m} + 1\right) T = \mathcal{L}$$

ЗАДАЧА 5. (Всеросс., 1996, ОЭ, 9) Тело, масса которого $m = 1$ кг, движется прямолинейно. График зависимости скорости v тела от его координаты x представляет собой прямую с углом наклона $\alpha = 30^\circ$, проходящую через начало координат.

Масштаб графика: по оси x в 1 см — 1 м; по оси v в 1 см — 1 м/с.

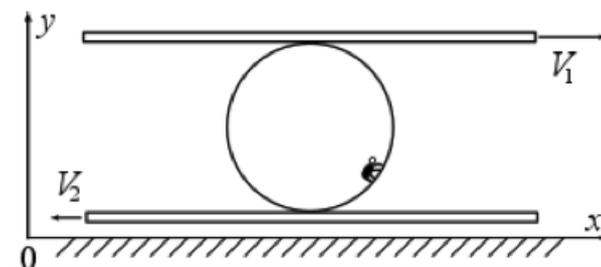
Найдите силу, действовавшую на тело, когда оно находилось в точке с координатой $x_0 = 2$ м.

$$(x\alpha = a) \text{ Н } \frac{m}{g} = 0x_0 \mathcal{L} = \mathcal{L}$$

ЗАДАЧА 11. (Всеросс., 1994, финал, 9) Самолёт летит горизонтально по прямой со скоростью $v_0 = 720$ км/ч. Определите, на сколько должна измениться скорость самолёта, чтобы он смог, оставаясь в горизонтальной плоскости, описать окружность радиуса $R = 8$ км. Каков при этом угол наклона плоскости крыльев самолёта? Подъёмная сила направлена перпендикулярно плоскости крыльев и пропорциональна квадрату скорости самолета (коэффициент пропорциональности в обоих случаях считать одинаковым). Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

$$v_{\text{max}} \approx \left(1 - \frac{\frac{v_0^2}{g} - R}{R} \right) v_0 = v_0 \sqrt{1 - \frac{v_0^2}{gR}} \approx 720 \sqrt{1 - \frac{720^2}{10 \cdot 8000}} = 720 \sqrt{1 - 6.48} = 720 \sqrt{-5.48}$$

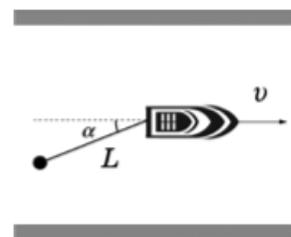
ЗАДАЧА 12. («Физтех», 2019, 10) Тонкостенный полый шар радиуса $R = 0,1$ м зажат между двумя горизонтальными параллельными пластинами, одна из которых движется вправо со скоростью $V_1 = 0,6$ м/с, а вторая — влево со скоростью $V_2 = 0,4$ м/с. Проскальзывания между пластинами и шаром нет. На внутренней поверхности полого шара сидит жук массы $m = 1$ г. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите скорость V центра шара.
2. Найдите максимальную силу P_{max} , с которой жук действует на шар.

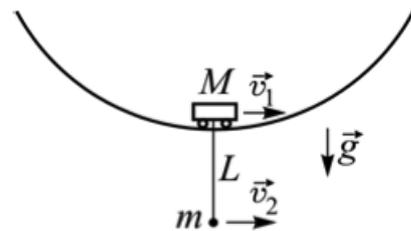
$$P_{\text{max}} = m \left(g + \frac{V_1^2 + V_2^2}{2R} \right) = 1 \cdot 10^{-3} \left(10 + \frac{0.6^2 + 0.4^2}{2 \cdot 0.1} \right) = 1 \cdot 10^{-3} (10 + 10) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

ЗАДАЧА 13. (Всеросс., 2019, РЭ, 10) Катер едет посередине прямого длинного канала фиксированной ширины с постоянной скоростью v . За катером на натянутом все время тросе длиной L курсирует от одного берега канала до другого воднолыжник. В момент времени, когда расстояние между лыжником и правым берегом увеличивалось со скоростью u , а трос составлял с направлением движения катера угол α_0 , спортсмен оторвался от воды. Пренебрегая вертикальной составляющей скорости, найдите модуль скорости u_0 спортсмена в этот момент. Какова в этот же момент сила натяжения троса T , если масса спортсмена m ? На рисунке в качестве иллюстрации показан вид сверху в некоторый момент движения воднолыжника.



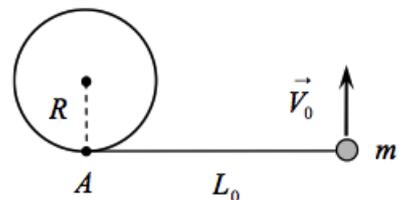
$$u_0 = \frac{v}{\sin \alpha} = \frac{v}{\sin \alpha_0} = \frac{v}{\sin \alpha_0} = \frac{v}{\sin \alpha_0}$$

ЗАДАЧА 14. (МОШ, 2010, 10) По вогнутому мосту, образующему дугу окружности радиусом R , движется вагонетка массой M . К вагонетке привязан трос длиной L , на конце которого закреплён груз массой m (см. рисунок). В момент, когда вагонетка проходила нижнюю точку моста, трос был расположен вертикально, а скорости вагонетки и груза были равны v_1 и v_2 соответственно. Найдите в этот момент силу натяжения троса T и силу N , с которой вагонетка давит на рельсы. Трос невесом и нерастяжим, трение не учитывать, размерами вагонетки и груза пренебречь.



$$\frac{T}{z(z^2 - r^2)} u + \left(\frac{y}{z^2} + b \right) (W + u) = N : \left(\frac{T}{z(z^2 - r^2)} + \frac{y}{z^2} + b \right) u = L$$

ЗАДАЧА 15. («Курчатов», 2019, 10) На гладкой горизонтальной поверхности неподвижно закреплён вертикальный столб радиуса $R = 20$ см. К точке A , лежащей на поверхности столба, прикреплён конец невесомой нерастяжимой нити длины $L_0 = 4$ м. К другому концу нити прикреплена маленькая шайба массы $m = 50$ г. В начальном положении шайба неподвижна, а нить направлена по касательной к окружности столба в точке A (см. вид сверху на рисунке). Шайбе сообщают скорость $V_0 = 2$ м/с, направленную перпендикулярно нити. В результате нить начинает наматываться на столб. Считая, что нить всё время остаётся горизонтальной, найдите следующие величины:



1. Число N оборотов нити вокруг столба к моменту, когда сила натяжения нити станет равна $T_0 = 0,1$ Н. Числовой ответ округлите до десятых.
2. Время τ , за которое нить сделает это число оборотов. Числовой ответ выразите в секундах.

Трение не учитывайте, шайбу считайте материальной точкой.

$$z \varrho \Gamma = \left(\left(\frac{0L}{z^2 \Lambda u} \right) - \frac{0T}{z} \right) \frac{y^0 \Lambda z}{1} = L \quad (z : g' \Gamma = \left(\frac{0L}{z^2 \Lambda u} - 0T \right) \frac{y^0 z}{1} = N \Gamma)$$