

Законы Ньютона

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?

$$v \tan \alpha = a$$

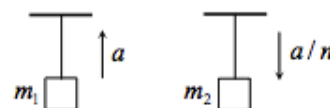
ЗАДАЧА 3. («Физтех», 2016, 9) Автомобиль массой m при движении по выпуклому мосту давит на мост в верхней точке с силой $0,9mg$. С какой силой будет давить на мост в верхней точке этот же автомобиль при движении со скоростью в 2 раза большей?

$$6mg$$

ЗАДАЧА 4. («Физтех», 2016, 10–11) Вагон движется в горизонтальной плоскости со скоростью v по закруглению радиусом R . Во сколько раз возрастёт вес груза в движущемся вагоне по сравнению с весом груза в неподвижном вагоне?

$$\frac{v^2}{R} + g = a$$

ЗАДАЧА 5. («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?



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

ЗАДАЧА 6. («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 7. (Всеросс., 2017, ШЭ, 10) Частица, имеющая массу $m = 0,1$ г и начальную скорость $V = 100$ м/с, попадает в область, в которой на неё в течение некоторого времени действует постоянная по модулю и направлению сила F . К моменту прекращения действия силы частица приобретает скорость $2V$ в направлении, перпендикулярном первоначальному. Под каким углом к первоначальному направлению движения частицы направлена сила F ? Какую работу совершила сила F над частицей за время своего действия? Влиянием других сил можно пренебречь.

$$\cos \alpha = \frac{V}{2V} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

ЗАДАЧА 8. (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.

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = m \cdot \frac{dv}{dx} \cdot v$$

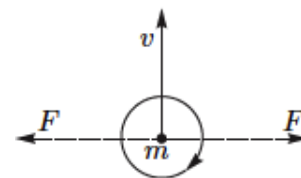
ЗАДАЧА 9. (МОШ, 2018, 9) В вертикальном цилиндре неподвижно удерживают два тонких массивных поршня: верхний — массой m , нижний — массой $2m$. Нижний поршень находится на небольшой высоте H от дна цилиндра, расстояние между поршнями равно $L \gg H$. Выше и ниже поршней вакуум, а между ними содержится газ. Поршни одновременно отпускают. Нижний поршень упал на дно цилиндра через время t после отпускания. На какой высоте над дном находился верхний поршень в момент удара нижнего о пол? Ускорение свободного падения g , трения нет, массой газа по сравнению с массой поршней и изменением давления газа при движении поршней можно пренебречь.

$$h = H + \frac{1}{2} g t^2$$

ЗАДАЧА 10. (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 самолёта (коэффициент пропорциональности в обоих случаях считать одинаковым). Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

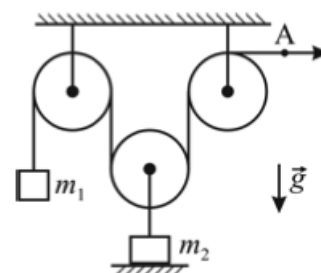
$$\frac{v}{v_0} \approx \left(1 - \frac{g R}{v_0^2} \right)^{1/2} \Rightarrow v = v_0 \left(1 - \frac{g R}{v_0^2} \right)^{1/2}$$

Задача 11. (Всеросс., 2016, финал, 9) На частицу массой m , имеющую скорость v , начинает действовать постоянная по модулю сила F , вектор которой за время действия τ поворачивается с постоянной угловой скоростью на угол 180° (см. рисунок). Векторы скорости частицы и силы всё время находятся в плоскости рисунка. В начальный момент угол между силой F и скоростью частицы составлял 90° . Определите модуль и направление конечной скорости частицы u через время τ после начала действия силы F . Влиянием других сил можно пренебречь.



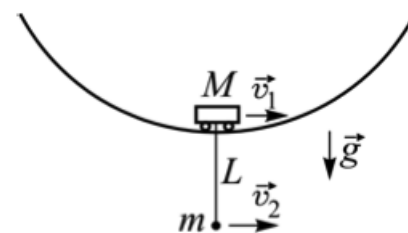
$$\frac{uv}{\tau \omega} \mp a = n$$

Задача 12. (МОШ, 2010, 9) Какую силу F в горизонтальном направлении надо приложить к концу нити в точке A системы, изображённой на рисунке, чтобы груз массой m_2 не отрывался от подставки, а нить, к другому концу которой прикреплен груз массой m_1 , оставалась натянутой? Каким при этом может быть ускорение a груза m_1 ? Нить невесома и нерастяжима, блоки невесома, трение отсутствует, ускорение свободного падения равно g .



$$\left(\frac{1}{\tau} - \frac{v \omega}{\tau} \right) \geq v > b - \frac{\tau}{b \omega} \geq \mathcal{L}$$

Задача 13. (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 невесома и нерастяжим, трение не учитывать, размерами вагонетки и груза пренебречь.



$$\frac{T}{\tau(\tau a - \tau a)} u + \left(\frac{M}{\tau a} + b \right) (W + u) = N : \left(\frac{T}{\tau(\tau a - \tau a)} + \frac{M}{\tau a} + b \right) u = \mathcal{L}$$

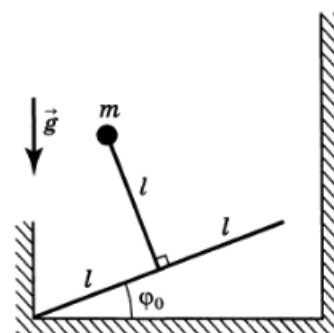
Задача 14. (МОШ, 2018, 10) Через шершавый цилиндрический шкив радиусом R с горизонтальной осью вращения была перекинута длинная невесомая и нерастяжимая верёвка, к концам которой прикреплены грузы массами m и $5m$. Шкив, приводимый в движение электромотором, равномерно вращался с угловой скоростью ω , и грузы висели на одном уровне, не смещаясь по вертикали. В момент времени $t = 0$ направление вращения шкива быстро изменилось на противоположное.

- 1) Какую мощность развивал электромотор до смены направления вращения шкива?
- 2) С какими по модулю ускорениями сразу после смены направления вращения двигались грузы?
- 3) Как модули ускорений грузов зависели от времени после смены направления вращения шкива?

Примечание: отношение модулей сил натяжения лёгкой верёвки по разные стороны от шкива зависит только от коэффициента трения между шкивом и верёвкой.

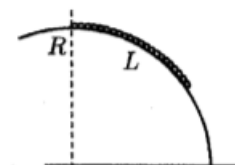
$$\left. \begin{array}{l} \frac{6z1}{H^{\omega}g1} \leq \tau \text{ и } \tau \leq 0 \\ \frac{6z1}{H^{\omega}g1} > \tau > 0 \text{ и } \tau \leq 0 \end{array} \right\} = v \left(\varepsilon : g \frac{z1}{2} = v \right) \left(z : \omega H v m \tau = N \right) (1)$$

Задача 15. (Всеросс., 1994, ОЭ, 10) Лёгкая Т-образная штанга с закреплённым на ней тяжёлым грузом массы m находится на твёрдой шероховатой поверхности. В начальный момент времени система отклонена в плоскости рисунка на угол φ_0 ($\varphi_0 \ll 1$). Найдите минимальное время, за которое система примет первоначальное положение. Размеры штанги указаны на рисунке. Удар штанги о поверхность можно считать упругим.



$$\frac{6}{0\sigma_1} \wedge 8 = \perp$$

Задача 16. (Всеросс., 2010, финал, 11) Однородная цепочка длины L закреплена одним концом на вершине гладкой сферической поверхности радиуса R , причём $L < \frac{\pi R}{2}$ (рис.). Верхний конец цепочки освобождают.

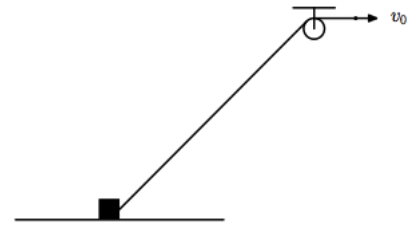


- 1) С каким ускорением a (по модулю) будет двигаться сразу после освобождения каждый элемент цепочки?
- 2) В каком месте цепочки сила натяжения T сразу после освобождения будет максимальной?

Рассмотрите случай, когда длина цепочки L равна $2\pi R/6$.

$$\frac{6}{v} \text{ и } \text{с } \text{ра} = \phi \left(z : \left(\frac{y}{T} \cos - 1 \right) \frac{1}{H^b} = v \right) (1)$$

Задача 17. (МОШ, 2015, 11) К грузу массой m , находящемуся на гладкой горизонтальной поверхности, прикрепена невесомая нерастяжимая нить, перекинутая через блок. Школьник Вася вытягивает горизонтальный конец нити с постоянной скоростью v_0 . С какой скоростью движется груз в момент, когда наклонный участок нити составляет угол α с горизонтом? Чему равна сила натяжения нити в этот момент времени? При каких соотношениях параметров задачи груз оторвётся от горизонтальной поверхности? Блок находится на высоте H , размерами блока и груза можно пренебречь. Ускорение свободного падения равно g .



$$Hb \leq v_0 \sin \alpha \frac{v_0}{g} : \frac{v_0 \sin \alpha H}{v_0 \sin \alpha \frac{v_0}{g}} = L : \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = n$$