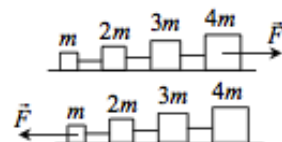


Связанные тела

ЗАДАЧА 1. Два тела массами m и $2m$ связаны лёгкой нерастяжимой нитью и лежат на гладкой горизонтальной поверхности (тело массой m расположено левее). К телу массой m приложена горизонтальная сила F , направленная влево вдоль нити. Найдите силу натяжения нити.

$$\mathcal{A} \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{L}} = \mathcal{L}$$

ЗАДАЧА 2. («Росатом», 2011, 11) Четыре тела с массами m , $2m$, $3m$ и $4m$, находящиеся на гладкой горизонтальной поверхности, связаны невесомыми и нерастяжимыми нитями. На систему тел действует внешняя горизонтальная сила \vec{F} : один раз — на тело массой m , второй раз — на тело массой $4m$. Найти отношение сил натяжения нитей, связывающих грузы m и $2m$, в первом и втором случаях.

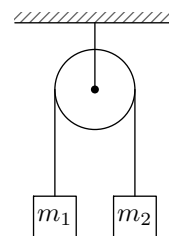


$$6 : 1$$

ЗАДАЧА 3. («Покори Воробьёвы горы!», 2017, 10–11) Три одинаковых груза массы $m = 100$ г связаны попарно (1-й со 2-м, 2-й с 3-м) двумя лёгкими нерастяжимыми нитями. Верхний груз поднимают вверх с ускорением $a = 5$ м/с², два других поднимаются за ним. На сколько ньютонов различаются силы натяжения верхней и нижней нити? Ускорение свободного падения $g \approx 10$ м/с².

$$H \mathcal{E} \Gamma \mathcal{E} H$$

ЗАДАЧА 4. (Машина Атвуда) Грузы массами m_1 и m_2 ($m_1 > m_2$) прикреплены к нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный блок (см. рисунок). Система предоставлена самой себе. Найдите ускорение грузов, силу натяжения нити T и вес системы P (силу давления на ось блока). Массами нити и блока пренебречь. Трение в системе отсутствует.



$$\mathcal{L} \mathcal{Z} = \mathcal{L} \cdot b \cdot \frac{\mathcal{Z} u + \Gamma u}{\mathcal{Z} u - \Gamma u} = \mathcal{L} \cdot b \cdot \frac{\mathcal{Z} u + \Gamma u}{\mathcal{Z} u - \Gamma u} = v$$

ЗАДАЧА 5. («Физтех», 2017, 9) Два груза массами $m_1 = 49$ г и $m_2 = 51$ г висят в поле тяжести на длинной нити, перекинутой через лёгкий блок, который может вращаться без трения. В начальный момент грузу m_1 сообщается скорость $v_0 = 20$ см/с, направленная вниз, а грузу m_2 сообщается такая же скорость, направленная вверх.

- 1) Найти ускорение грузов.
- 2) Найти максимальное смещение груза m_1 вниз.
- 3) Найти путь S , пройденный грузом m_1 через время $\tau = 3$ с после начала его движения. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с².

$$m \mathcal{C} \mathcal{O} \mathcal{S} = S \left(g \cdot m \mathcal{C} \mathcal{O} \Gamma = \frac{v \mathcal{Z}}{0 \mathcal{Z}} = \Gamma x \left(\mathcal{Z} \cdot \mathcal{Z} \mathcal{O} / m \mathcal{Z} \cdot 0 = b \cdot \frac{\Gamma u + \mathcal{Z} u}{\Gamma u - \mathcal{Z} u} = v \right) \right)$$

ЗАДАЧА 6. («Курчатов», 2017, 9–10) Невесомая нерастяжимая нить перекинута через идеальный неподвижный блок. К концам нити подвешены небольшие грузы: к правому — груз массой m_1 , к левому — груз массой m_2 , $m_1 > m_2$. Изначально грузы удерживают неподвижно на одном уровне, затем их отпускают.

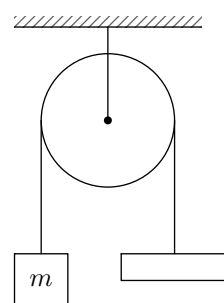
(9) Найдите скорости (модуль и направление) грузов в момент, когда расстояние между ними по вертикали составит h .

(10) Через какое время t после начала движения грузов расстояние между ними по вертикали составит h ?

Ускорение свободного падения g , трение пренебрежимо мало.

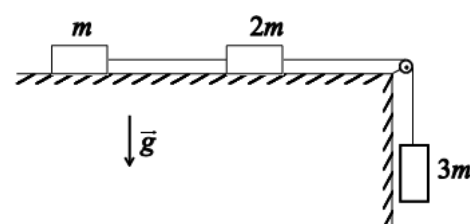
$$\frac{b(\tau u - \nu u)}{y(\tau u + \nu u)} \wedge = \tau \nu b \frac{\tau u + \nu u}{\tau u - \nu u} \wedge = a$$

ЗАДАЧА 7. (МФТИ, 2007) На достаточно длинной невесомой нити, перекинутой через блок, подвешены два груза (см. рисунок). Грузам сообщили некоторую начальную скорость, и систему предоставили самой себе. В некоторый момент скорость левого груза массой $m = 1$ кг направлена вниз и равна $v = 4$ м/с. Через время $t = 2$ с после этого груз остановился. Определите силу натяжения нити. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с².



$$H \tau I = \left(\frac{t}{a} + b\right) u = L$$

ЗАДАЧА 8. («Физтех», 2016, 9) Два груза массами m и $2m$, находящиеся на гладком горизонтальном столе, связаны нитью и соединены с грузом массой $3m$ другой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рисунок). Трением в оси блока можно пренебречь.

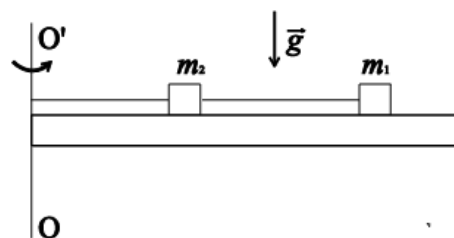


1) Найти ускорение грузов.

2) Во сколько раз сила натяжения нити между грузами на столе меньше силы натяжения другой нити?

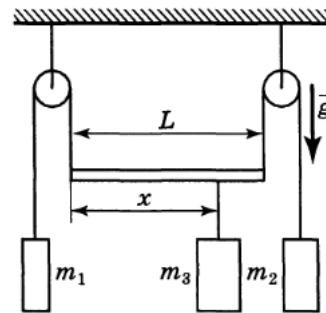
$$(1) a = \nu \quad (2) \tau / b = \nu$$

ЗАДАЧА 9. («Физтех», 2016, 9) Два небольших по размерам бруска находятся на гладкой горизонтальной платформе. Бруски связаны нитью и привязаны другой нитью к оси OO' (см. рисунок). Расстояния брусков от оси OO' отличаются в 3 раза. Отношение масс брусков $m_2/m_1 = 3$. Система вращается вокруг вертикальной оси OO' . Найдите отношение сил натяжения нитей между осью OO' и бруском m_2 и между грузами.



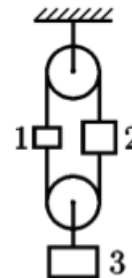
$$\tau = \nu L / z L$$

ЗАДАЧА 10. (Всеросс., 1995, ОЭ, 9) Система, изображённая на рисунке, предоставлена самой себе. При этом оказалось, что невесомый брус длины $L = 1$ м движется вверх с ускорением $g/2$, оставаясь всё время в горизонтальном положении. Определите расстояние x , на котором подвешено тело массы m_3 , если известно, что $m_1 = 2$ кг, $m_2 = 3$ кг. Трением можно пренебречь.



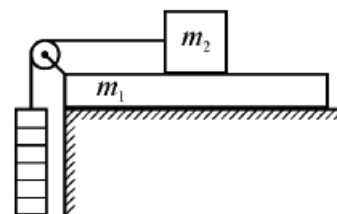
$$m_3 g = \frac{m_1 + m_2}{2} g = x$$

ЗАДАЧА 11. (МОШ, 2007, 10) В системе, изображённой на рисунке, грузы 1 и 2 прикреплены к нитям, массы грузов 1, 2 и 3 равны M , $2M$ и $3M$ соответственно. Найдите их ускорения. Трение отсутствует. Блоки невесомы, нити невесомы и нерастяжимы, не лежащие на блоках участки нитей вертикальны.



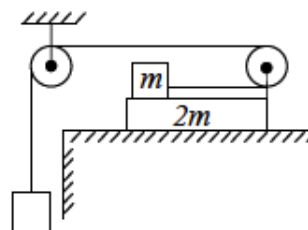
$$0 = \frac{m_1}{2} g = \frac{m_2}{2} g - \frac{m_3}{2} g = \frac{m_1 + m_2 - m_3}{2} g = \frac{M + 2M - 3M}{2} g = 0$$

ЗАДАЧА 12. (МОШ, 2017, 10) На горизонтальном столе лежит доска массой $m_1 = 1$ кг, на которой находится брусок массой $m_2 = 2$ кг. К бруску привязана лёгкая нерастяжимая нить, второй конец которой перекинут через идеальный блок, закреплённый на краю доски. Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,2$. Вертикальный участок нити начинают аккуратно нагружать одинаковыми гирьками массами $\Delta m = 75$ г каждая. При каком минимальном количестве n гирек система придёт в движение? Найдите модули и направления ускорений, с которыми в этом случае начнут двигаться доска и брусок. Трением между доской и поверхностью стола можно пренебречь, модуль ускорения свободного падения можно принять равным $g = 10$ м/с².



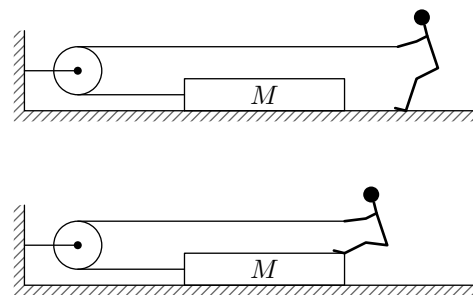
$$n \Delta m g = \mu m_2 g = \mu m_1 g = 0,2 \cdot 2 \cdot 10 = 4 \text{ Н} \Rightarrow n = \frac{4}{0,075} \approx 53,3 \Rightarrow n = 54$$

ЗАДАЧА 13. (МОШ, 2017, 11) На доске массой $2m$ лежит брусок массой m . Коэффициент трения между доской и столом μ , а между доской и грузом — 4μ . При какой минимальной массе M груза, прикрепленного к вертикальному участку нити, начнётся проскальзывание между доской и бруском?



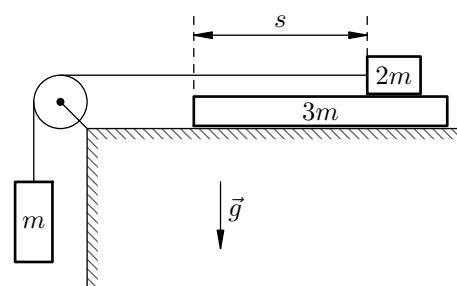
$$\frac{M}{m} = 1$$

ЗАДАЧА 14. (МФТИ, 1998) Человеку массой m требуется подтянуть к стене ящик массой $M = 3m$ с помощью каната, перекинутого через блок. Если человек стоит на горизонтальном полу, то для достижения цели ему нужно тянуть канат с минимальной силой $F_1 = 600$ Н (см. рисунок). С какой минимальной силой F_2 придётся тянуть этому человеку канат, если он упрётся в ящик ногами? Части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами блока и каната пренебречь.



$$F_2 = \frac{F_1}{2} = \frac{600}{2} = 300 \text{ Н}$$

ЗАДАЧА 15. (МФТИ, 2001) Систему из груза массой m , бруска массой $2m$ и доски массой $3m$ удерживают в покое (см. рисунок). Брусок находится на расстоянии $s = 49$ см от края доски. Систему отпускают, и брусок движется по доске, а доска — по горизонтальной поверхности стола. Коэффициент трения скольжения между бруском и доской $\mu_1 = 0,35$, а между доской и столом $\mu_2 = 0,10$.



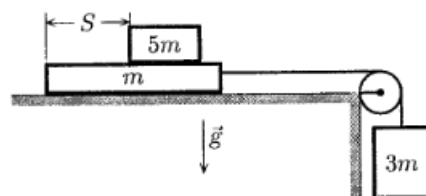
1) Определить ускорение бруска относительно стола при движении бруска по доске.

2) Через какое время брусок достигнет края доски?

Считать, что за время опыта доска не достигает блока. Массу нити, блока и трение в оси блока не учитывать.

$$v \approx \frac{6(2\mu_1 g + \mu_2 g - 1)}{s g} \sqrt{\dots} = \dots$$

ЗАДАЧА 16. (МФТИ, 2001) Систему из доски массой m , бруска массой $5m$ и груза массой $3m$ удерживают в покое (см. рисунок). Затем систему отпускают, и доска движется по горизонтальной поверхности стола, а брусок движется по доске. Через время $t = 1,4$ с брусок достигает края доски, а доска ещё не доходит до блока. Коэффициент трения скольжения бруска о доску $\mu_1 = 0,1$, а доски о стол $\mu_2 = 0,3$.



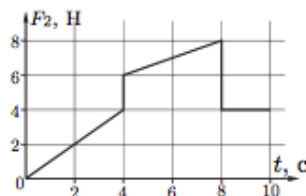
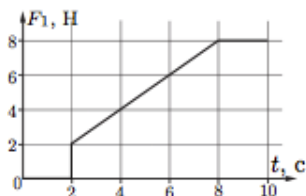
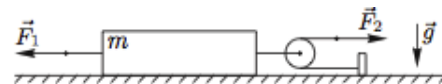
1) Определить ускорение бруска относительно стола при движении бруска по доске.

2) На каком расстоянии от края доски находился брусок до начала движения?

Массу нити, блока и трение в оси блока не учитывать.

$$v \approx \frac{16(2\mu_1 g - \mu_2 g - 1)}{s g} \sqrt{\dots} = \dots$$

ЗАДАЧА 17. (Всеросс., 2014, РЭ, 9) К системе, приведённой на рисунке справа, прикладывают в указанном направлении внешние силы F_1 и F_2 , графики зависимости которых от времени даны на рисунках снизу. Масса бруска $m = 1$ кг, коэффициент трения между плоскостью и бруском $\mu = 0,4$, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Нити лёгкие, нерастяжимые и длинные. Блок невесомый. На какое расстояние переместится брусок за 10 секунд, если изначально он покоится?



р 9г

ЗАДАЧА 18. («Росатом», 2014, 9–10) Два стержня соединены в форме буквы «Г». Один из стержней расположен горизонтально, другой — вертикально. На стержни надеты маленькие невесомые колечки, которые могут без трения перемещаться по стержням. К колечкам прикреплена невесомая нить. На нить надета массивная бусинка, которая может без трения перемещаться по нити. В начальный момент бусинку удерживают так, что нить натянута, длина её горизонтального участка равна l , а вертикального — $2l$. Бусинку отпускают. Найти её ускорение. Через какое время бусинка достигнет вертикального стержня?



$$\frac{6}{l} \sqrt{z} = t, \quad \frac{z}{b} = v$$