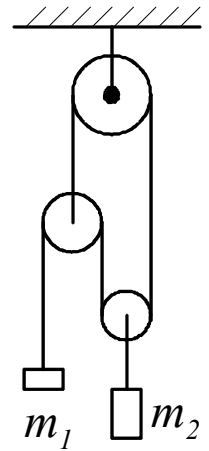


Найти ускорения блоков

Задачник «Кванта», 1994 г.

В изображённой на рисунке системе, нити нерастяжимы, массы блоков и нитей пренебрежимо малы. Найти ускорение подвижных блоков. Размеры блоков подобраны таким образом, что свободные куски нитей вертикальны.

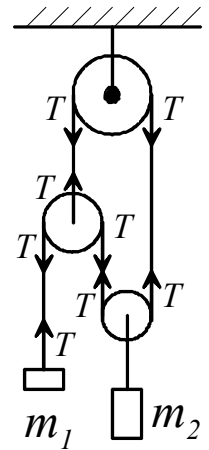
Подсказка.



Подсказка.

Т.к. нить невесома, сила натяжения нити во всех точках нити одинакова. Обозначим силу натяжения нити через T . Тогда на левый подвижный блок вверх действует сила T , а вниз – сила $2T$. Но блок невесомый, следовательно, он должен двигаться в этом случае с бесконечно большим ускорением! Подумайте над этим парадоксом.

Решение.



Решение.

Продолжим рассуждения из подсказки. Очевидно, что с бесконечным ускорением блок двигаться не будет: сумма сил, действующих на невесомый блок, должна быть равна нулю: $2T - T = 0$. Откуда следует, что $T = 0$. Сила натяжения нити **должна** быть равна нулю!

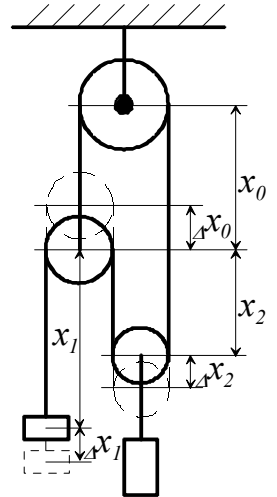
Продолжим рассуждения. Если сила T равна нулю, то на грузы m_1 и m_2 действуют только силы тяжести, поэтому они оба движутся вниз с ускорением g .

Следовательно, ускорение правого подвижного блока направлено вниз и равно g .

Найдём теперь, пользуясь условием нерастяжимости нити, ускорение левого блока. Для этого посчитаем длину нити в некоторый момент времени, а потом посмотрим, что изменилось через очень маленький промежуток времени Δt .

Сначала длина нити равна $L = x_1 + 2x_2 + 2x_0$ (без учёта длины нити, лежащей на блоках: она не изменится). Через малый промежуток времени Δt длина нити станет

$$L = \Delta x_1 + x_1 + 2\Delta x_0 + x_0 + 2\Delta x_2 + x_2 + 2x_0 - \Delta x_0.$$



Приравнивая эти выражения для длины нити (нить нерастяжима), получим условие для смещений: $\Delta x_1 + \Delta x_0 + 2\Delta x_2 = 0$. Деля почленно на Δt и обозначая $\Delta x_i / \Delta t = v_i$, получим связь для скоростей блоков и грузов: $v_1 + v_0 + 2v_2 = 0$. Деля это равенство ещё раз на Δt , получим аналогичное соотношение для ускорений: $a_1 + a_0 + 2a_2 = 0$, где a_1 – это ускорение левого груза, a_2 – ускорение правого груза (и правого подвижного блока), а a_0 – искомое ускорение левого подвижного блока. Подставляя в это соотношение значения для ускорений a_1 и a_2 , получим: $a_0 = -2a_2 - a_1 = -3g$. Знак "-" говорит, что направление перемещения мы выбрали неправильно: левый блок движется тоже вниз, причём с ускорением $3g$!