

Условие

Задание 3. Три груза

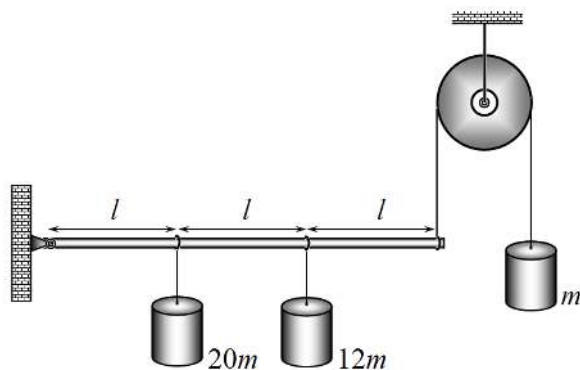
Один конец жёсткого невесомого стержня шарнирно закреплён, к другому концу на перекинутой через невесомый блок нити подвешен груз массой m . Ещё два груза массами $20m$ и $12m$ подвешены на нитях к стержню в точках, делящих его на три равные части (см. рис.). Все нити невесомы и нерастяжимы. Стержень удерживают неподвижно в горизонтальном положении, а затем отпускают. Ускорение свободного падения равно g .

1. Найдите ускорения всех трех грузов сразу после отпускания стержня.

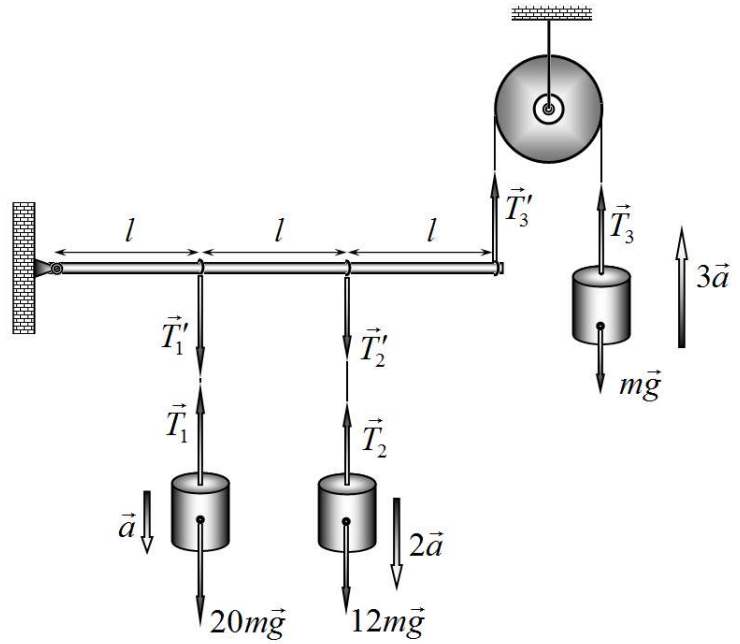
Решение

Задание 3. Три груза.

Действующие в системе силы изображены на рисунке. Т.к. стержень жёсткий, а нити нерастяжимые, ускорения грузов относятся как 1:2:3. Сумма моментов сил, действующих на невесомый стержень, равна нулю. Эти два условия вместе с уравнениями 2-го закона Ньютона для всех грузов дают систему уравнений



$$\begin{cases} 20ma = 20mg - T_1 \\ 12m \cdot 2a = 12mg - T_2 \\ m \cdot 3a = T_3 - mg \\ T_1 l + T_2 \cdot 2l = T_3 \cdot 3l \end{cases} \quad (1)$$



из которой находим

$$a = \frac{41}{77}g. \quad (2)$$

Однако, найденное значение ускорения второго груза $a = \frac{82}{77}g$ получается больше ускорения свободного падения. Это означает, что нить второго груза не будет натянутой, а его ускорение равно g . Также можно показать, что формально из системы уравнений (1) следует, что $T_2 < 0$, чего для нити быть не может. Следовательно, нить, к которой подвешен второй груз, на стержень не действует. Поэтому система уравнений (1) неверно описывает рассматриваемое устройство. Для расчета ускорений стержня и остальных грузов второй груз следует исключить.

Правильные значения ускорений первого и третьего грузов находятся из следующей системы уравнений

$$\begin{cases} 20ma = 20mg - T_1 \\ m \cdot 3a = T_3 - mg \\ T_1 l = T_3 \cdot 3l \end{cases}. \quad (3)$$

Решая эту систему уравнений, окончательно получаем

$$a = \frac{17}{29}g.$$

$$a_1 = \frac{17}{29}g, \quad a_2 = g, \quad a_3 = \frac{51}{29}g. \quad (4)$$