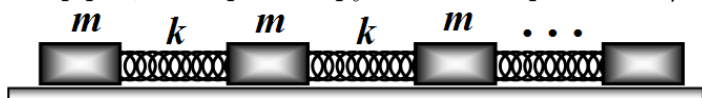


Бруски и пружинки

Условие

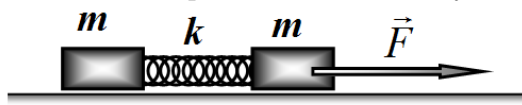
Задача 10-1. «Бруски и пружинки»

В данной задаче рассматривается растяжение цепочки, состоящей из одинаковых брусков и одинаковых пружин, лежащих на горизонтальной поверхности вдоль одной прямой. Массы всех брусков равны m , жесткости пружин - k , массы пружин пренебрежимо малы, коэффициент трения брусков о поверхность - μ .



Часть 1. Два бруска.

1.1 Цепочка состоит из двух брусков. В начальный момент времени бруски покоятся, пружина не деформирована. Какую минимальную постоянно действующую горизонтальную силу $\vec{F}$ необходимо приложить к одному из брусков, чтобы сдвинуть с места второй.



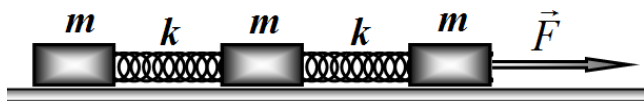
Внимание! Далее (во всех частях задачи) будем рассматривать «квазистационарное» приближение:

приложенная сила изменяется очень медленно, так, что в любой момент времени ускорением брусков можно пренебречь, следовательно, в любой момент времени сумма сил, действующих на каждый брусок равна нулю. Пока не сдвинется последний брусок!

1.2 В системе, описанной в п.1.1, прилагаемая сила медленно возрастает от нуля. При каком значении этой силы сдвинется второй брусок? Чему будет равна деформация пружины в этот момент времени?

Часть 2. Три бруска.

На горизонтальной поверхности расположена цепочка из трех брусков. Бруски покоятся, пружины не деформированы. К крайнему бруску начинают прикладывать горизонтально силу $\vec{F}$, которая медленно возрастает.



В численных расчетах примите, что $\mu mg = f_0 = 1,0$ Н, $\frac{\mu mg}{k} = l_0 = 1,0$ см.

2.1 При какой минимальной силе $F_{\min}$ сдвинутся все бруски?

2.2 Постройте график зависимости суммарного удлинения цепочки x от модуля приложенной силы F при ее изменении от нуля до найденного значения $F_{\min}$. Получите формулы, описывающие каждый характерный этап движения, найдите значения в «узловых» точках.

2.3 Покажите, что энергетический баланс «сходится». Рассчитайте энергию, поступившую в цепочку, укажите и рассчитайте количественно, на что израсходована эта энергия. 2.4 Найдите установившееся (после прекращения колебаний брусков) удлинение цепочки, если приложенная сила достигла значения $2F_{\min}$ и перестала изменяться.

Часть 3. Цепочка из N брусков.**

На горизонтальной поверхности из N брусков. В начальный момент времени все бруски покоятся, пружины не деформированы. К крайнему бруску начинают прикладывать горизонтально силу $\vec{F}$, которая медленно возрастает.

- 3.1 Найдите общую деформацию цепочки к моменту времени, когда сдвинется последний брусок.
- 3.2 Найдите установившееся (после прекращения колебаний брусков) удлинение цепочки, если приложенная сила достигла значения $2N\mu tg$ и перестала изменяться.