



1 ?? Найдите удлинения пружин Δx_1 , Δx_2 и упругой ленты Δx для двух значений внешней силы: $F = 1,0$ Н и $F = 20$ Н.

Пусть F_1 — сила упругости ленты и первой пружины, а F_2 — сила упругости второй пружины. Сила F , с которой растягивают данную систему, уравнивается данными силами F_1 и F_2 :

$$F = F_1 + F_2.$$

Закон Гука для пружин: $F_1 = k\Delta x_1$ и $F_2 = k\Delta x_2$. Суммарное удлинение первой пружины и ленты равно удлинению второй пружины:

$$\Delta x_1 + \Delta x = \Delta x_2.$$

Из этих уравнений получим:

$$\Delta x = \Delta x(F_1) = \frac{F}{k} - \frac{2}{k}F_1, \tag{1}$$

или

$$F_1(\Delta x) = \frac{F}{2} - \frac{k}{2}\Delta x. \tag{1'}$$

При $F_1 < 1$ Н лента ведёт себя как пружина с коэффициентом жёсткости $k_0 \approx 120$ Н/м, который можно определить с помощью коэффициента наклона касательной к начальному участку графика. Следовательно, зависимость удлинения ленты от растягивающей её силы можно выразить как:

$$F_1 = k_0\Delta x. \tag{2}$$

Подставляя (2) в (1), получим

$$\Delta x = \frac{F}{k} - \frac{2k_0}{k}\Delta x$$

или

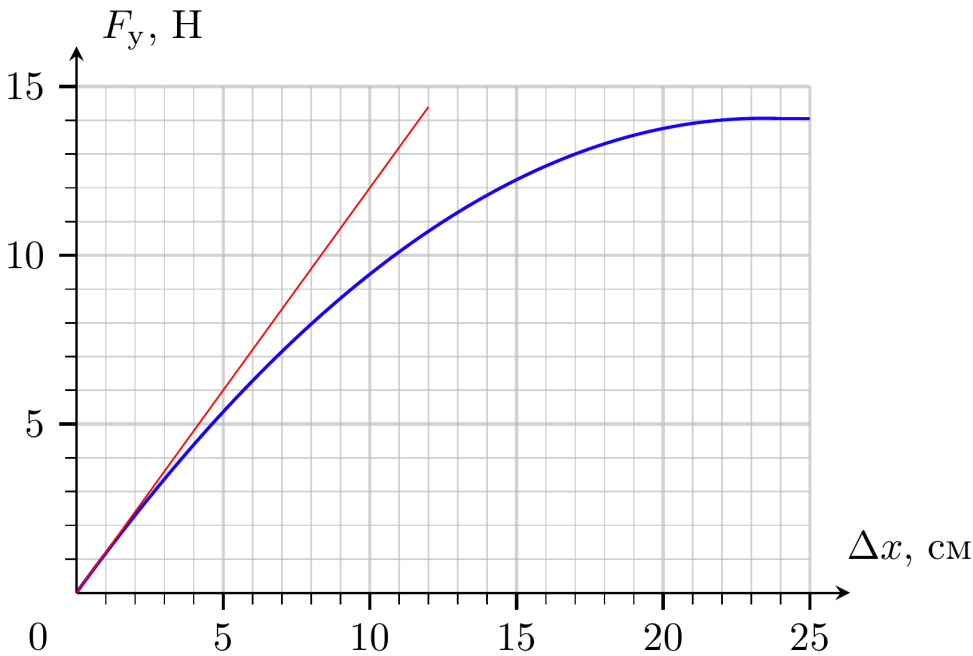
$$\Delta x = \frac{F}{2k_0 + k} \approx 2,9 \text{ мм}.$$

Тогда

$$\Delta x_1 = \frac{F_1}{k} = \frac{k_0}{k}\Delta x = \frac{k_0 F}{(2k_0 + k)k} \approx 3,5 \text{ мм}$$

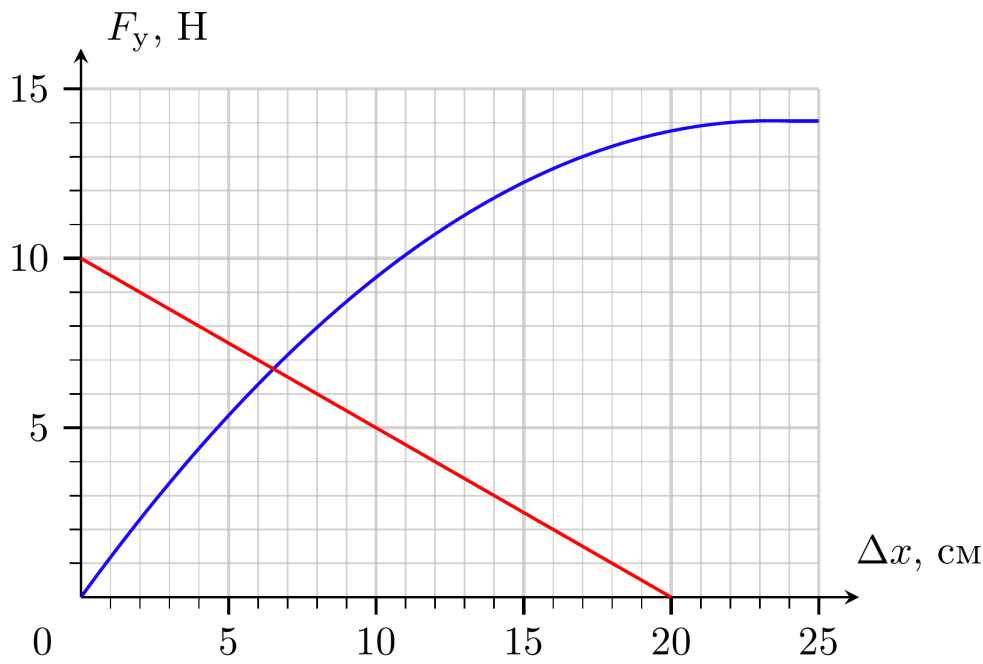
и

$$\Delta x_2 = \Delta x_1 + \Delta x \approx 6,4 \text{ мм}.$$



Ответ: $\Delta x \approx 2,9$ мм, $\Delta x_1 \approx 3,5$ мм, $\Delta x_2 \approx 6,4$ мм.

Для нахождения растяжений при $F = 20$ Н построим зависимость (1') (аналог нагрузочной прямой из электричества) на графике из условия.



Пересечение этих прямой и кривой позволяет найти силу упругости ленты $F_1 \approx 6,7$ Н и её удлинение

$$\Delta x \approx 6,5 \text{ см.}$$

Следовательно, удлинение первой пружины

$$\Delta x_1 = \frac{F_1}{k} \approx 6,7 \text{ см}$$

и удлинение второй пружины

$$\Delta x_2 = \Delta x_1 + \Delta x \approx 13,2 \text{ см.}$$

Ответ: $\Delta x = 6,5$ см, $\Delta x_1 = 6,7$ см, $\Delta x_2 = 13,2$ см.

2?? С какой максимальной внешней силой F_{max} можно растягивать систему, если лента рвётся при удлинении $\Delta x_{\text{max}} = 25$ см?

Угловой коэффициент прямой ($1'$) не зависит от прикладываемой силы. Проведём прямую с таким угловым коэффициентом через крайнюю точку графика (25 см, 14 Н) либо решим уравнение аналитически, подставив в соответствующие значения.

$$F_1 = \frac{F_{\text{max}}}{2} - \frac{k}{2} \Delta x_{\text{max}}.$$

Тогда максимальная сила:

Ответ: $F_{\text{max}} = 53$ Н.

Website in English

2020 — Мы те, кого должны превзойти.