

---

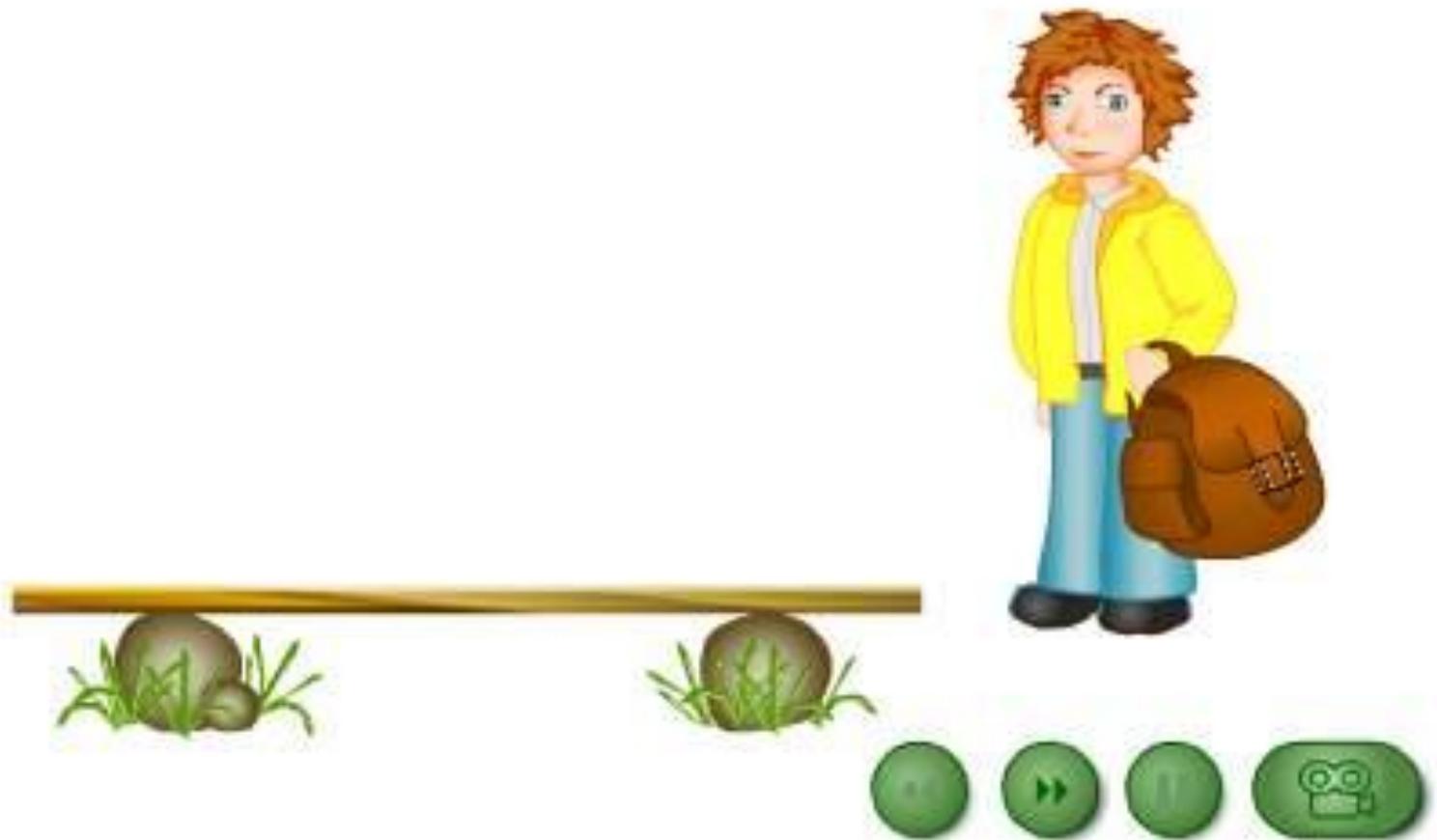
*“Человек без всякого воображения может собирать факты, но никогда не сделает великого открытия, а русский физик-теоретик академик Л. Д. Ландау говорил: “ Самые изобретательные и тонкие эксперименты .... те, которые дают простор своему необузданному воображению, и отыскивает связь между самыми отдаленными понятиями. Даже и тогда, когда эти сопоставления отдаленных понятий грубы и химеричны, они могут доставить другим счастливый случай для великих и важных открытий, до которых никогда не додумались бы рассудительные, медлительные и трусливые “умы”.*

**Тема: Исследование  
зависимости силы  
упругости от  
удлинения с  
использованием  
электронных таблиц  
Excel.**

# Сила упругости. Закон Гука.

---

- Сила упругости.
- Деформация.
- Закон Гука.
- Исследование зависимости силы упругости от удлинение, определение жесткости пружины при различных значениях силы тяжести уравновешивающей силу упругости, на основе закона Гука.







СИЛА

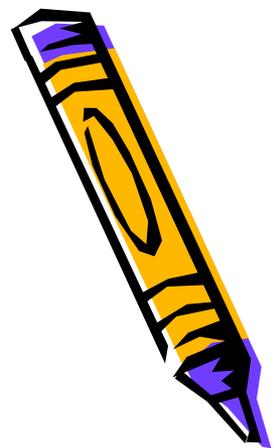
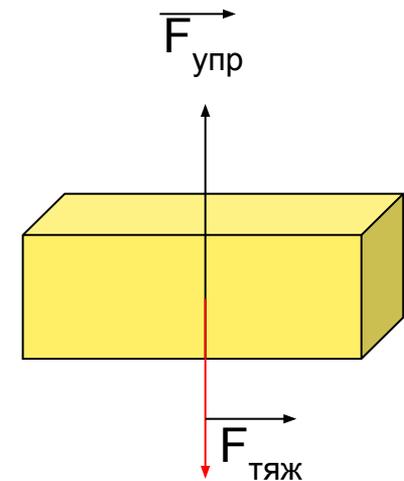
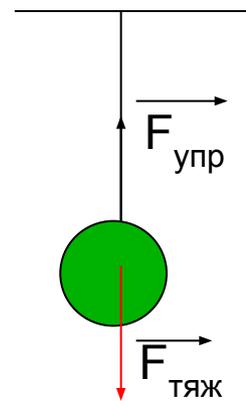


# Сила упругости.

Сила, действующая на тело со стороны опоры или подвеса, называется силой упругости.

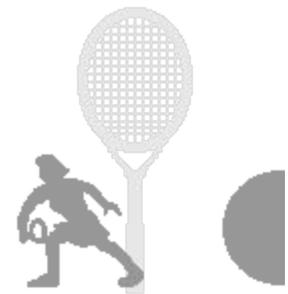
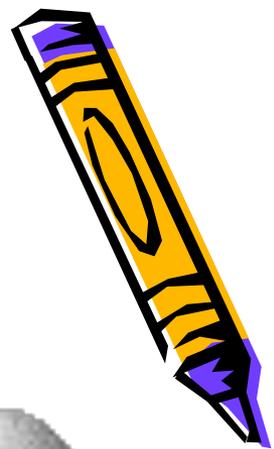
Сила упругости направлена противоположно силе тяжести.

$$F_{\text{упр.}} = F_{\text{тяж}}$$



# СИЛА

- ✓ относится к силам электромагнитной природы
- ✓ возникает при деформации тела;
- ✓ направлена в сторону, противоположную перемещению частиц тела при деформации;
- ✓ приложена к телу;



# ОСОБЕННОСТИ

# СИЛЫ

- возникает при деформации, одновременно у двух тел, участвующих в деформации;
- перпендикулярно деформируемой поверхности
- противоположна по направлению смещению частиц тел



# ДЕФОРМАЦИИ



изменения формы и/или объёма тела под действием внешних сил



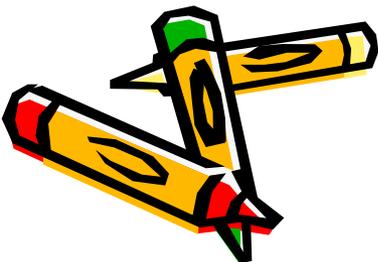
## УПРУГИЕ

полностью исчезают после прекращения действия внешних сил

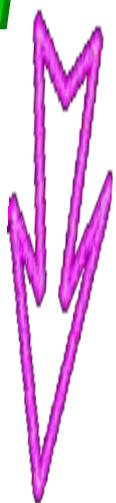
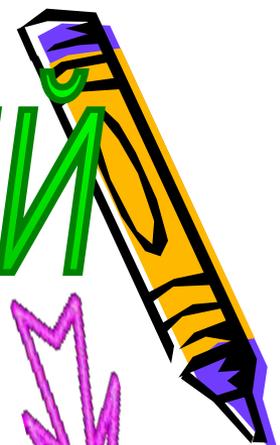


## ПЛАСТИЧЕСКИЕ

не исчезают после прекращения действия внешних сил



# ВИДЫ ДЕФОРМАЦИИ



ИЗГИБ

КРУЧЕНИЕ

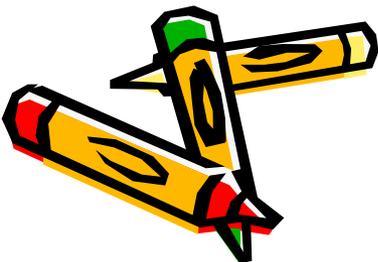
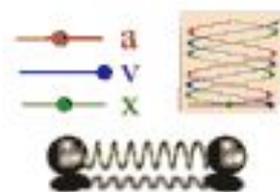
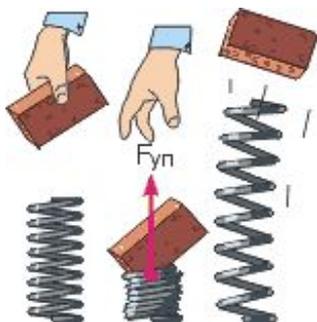
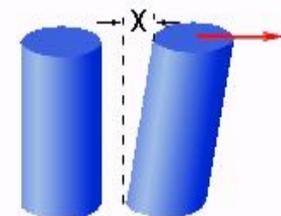
СДВИГ



РАСТЯЖЕНИЕ



СЖАТИЕ



# ЗАКОН ГУКА

Был открыт Робертом Гуком  
в 1676 году.

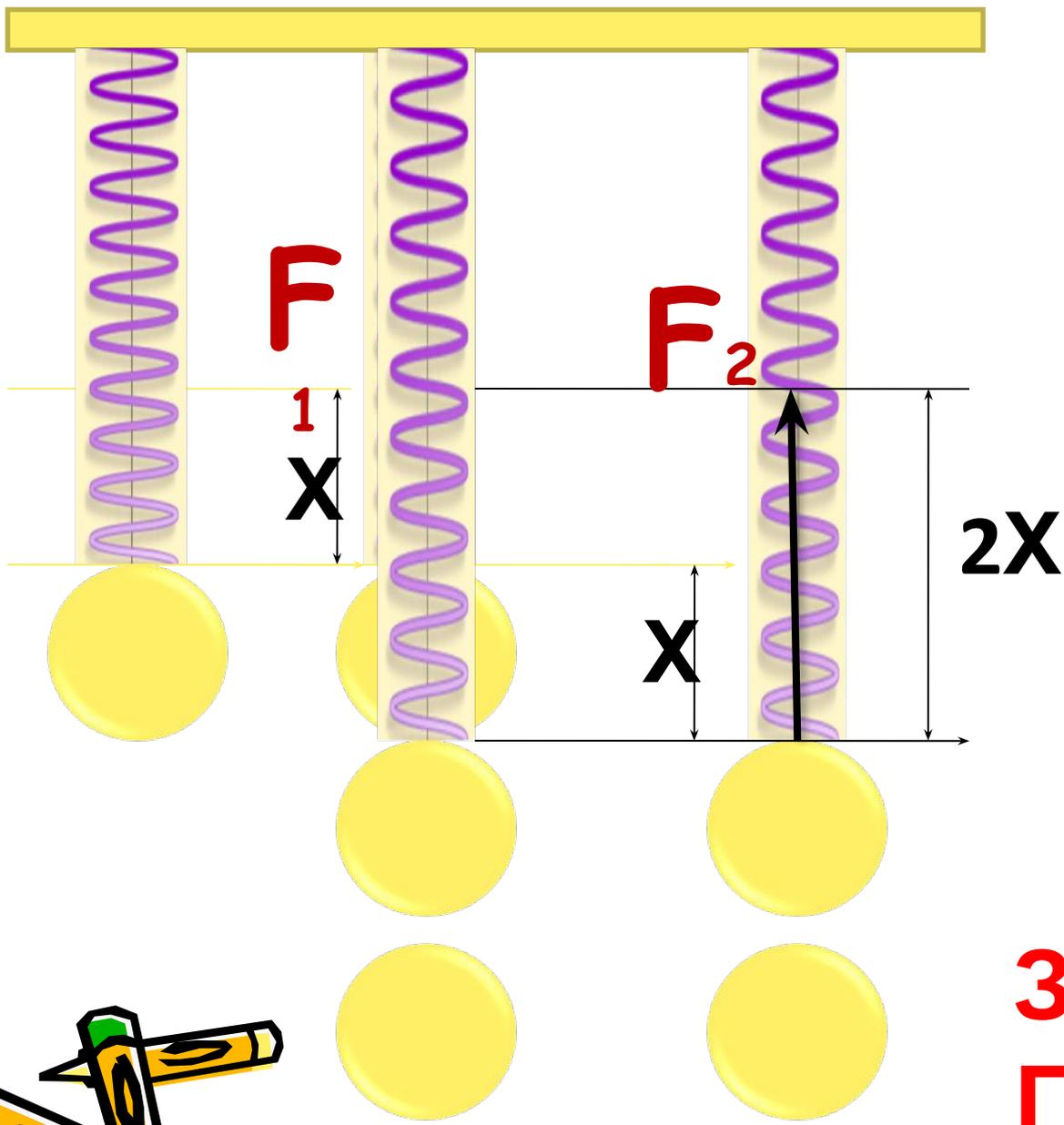
Сила упругости, возникающая  
в теле при упругих  
деформациях, прямо  
пропорциональна его  
удлинению.



$$F_{упр} = - kx$$

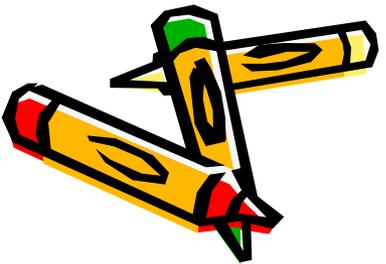
где  $k$  - жёсткость пружины [Н/м],

$x$  - удлинение тела [м].



$$F \sim X$$

**ЗАКОН  
ГУКА**

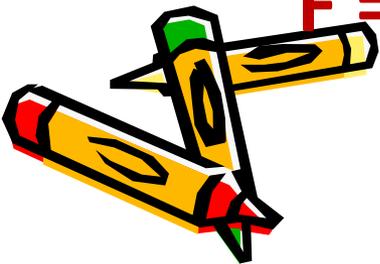


Для каждой ситуации  
В упругой деформации  
Закон везде один:  
Все силы, как и водится,  
В пропорции находятся  
К увеличению длин.

А если при решении  
У длин есть уменьшение,  
Закон и тут закон:  
Пропорции упрямые  
Прямые (те же самые),  
Но знак у них сменен.

Ну что это за мука:  
Закон запомнить Гука!  
Но мы пойдем на риск,  
Напишем слева силу,  
А справа, чтобы было  
Знак «минус», «k» и «x».

$$F = -kx$$



F, Н

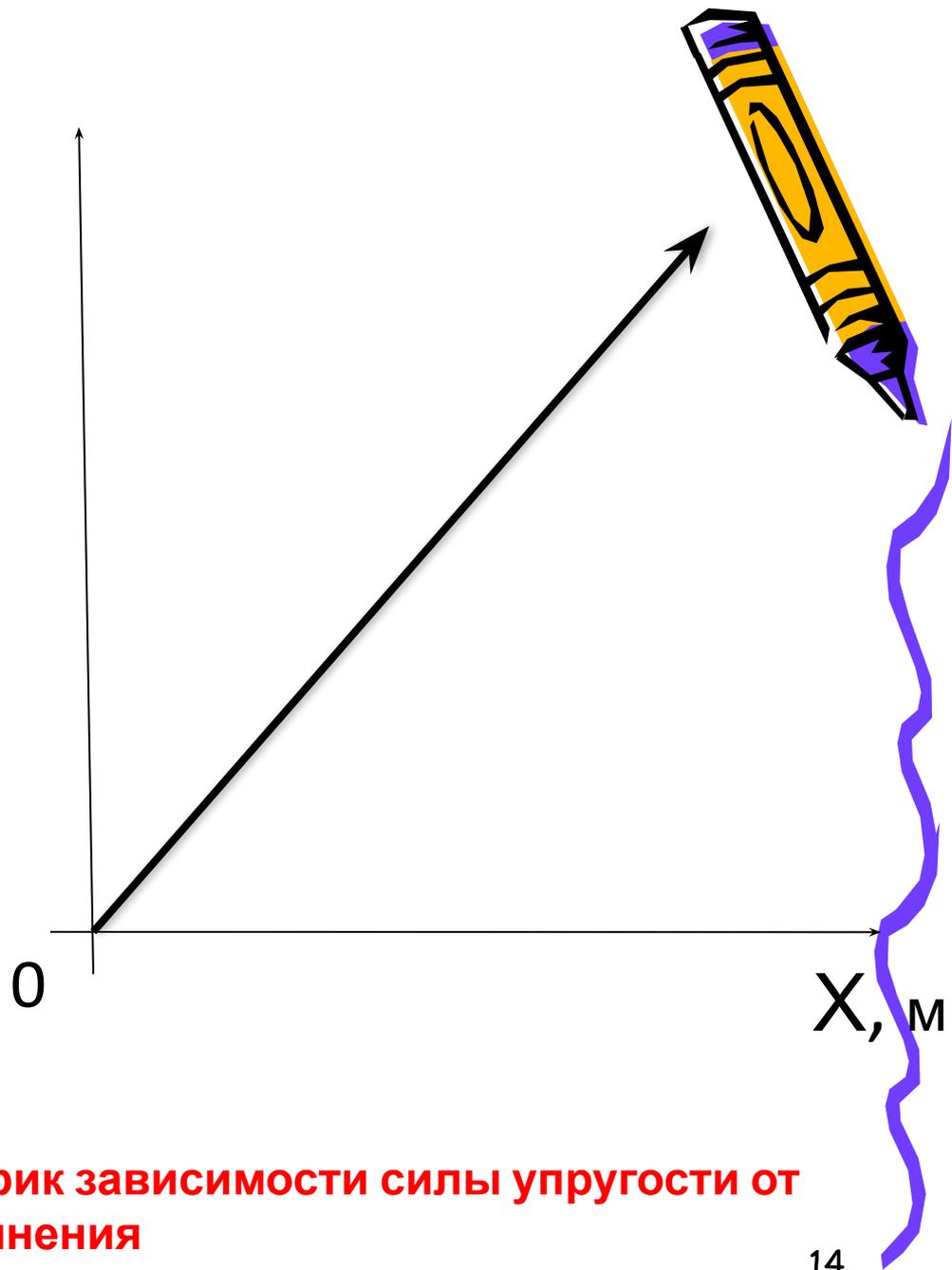
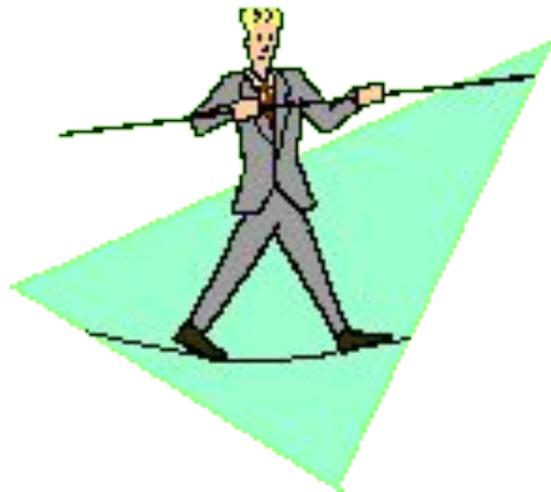
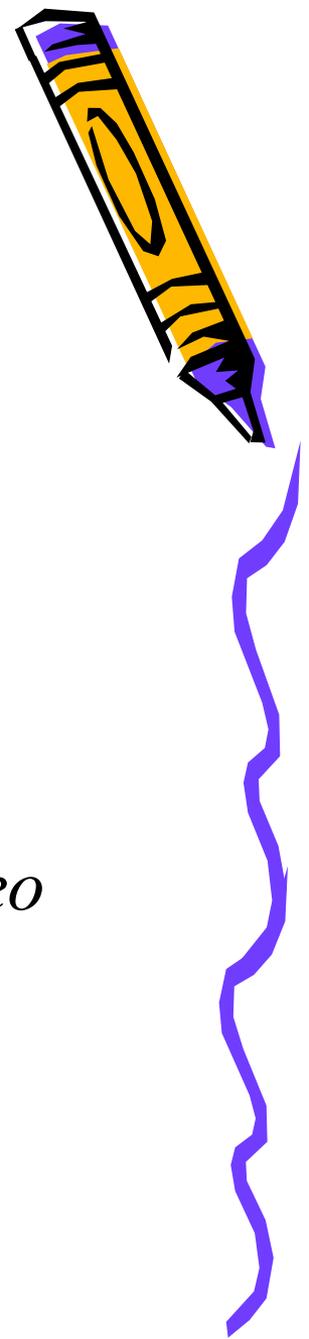


График зависимости силы упругости от  
удлинения

# Применение силы упругости

Силы упругости работают в технике и природе: в часовых механизмах, в амортизаторах на транспорте, в канатах и тросах, в человеческих костях и мышцах т.д.





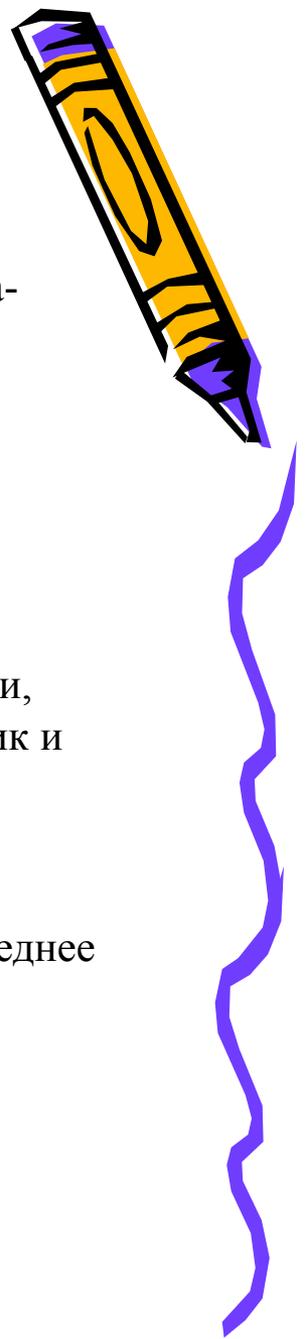
**«Исследование зависимости силы упругости от удлинения, определение жесткости пружины».**

- **Цель работы:** исследовать зависимость силы упругости от удлинения, определить жесткость пружины при различных значениях силы тяжести  $F=mg$ , уравновешивающей силу упругости, на основе закона Гука:  $K=F/x$ .
- **Оборудование:** набор грузов, масса каждого равна 100г, линейка с миллиметровыми делениями, штатив, динамометр.



# Ход работы:

1. Закрепите на штативе динамометр.
2. Рядом с пружиной динамометра установите линейку.
3. Отметьте и запишите то деление линейки, против которого приходится стрелка-указатель динамометра.
4. Подвесьте к пружине груз известной массы (100 гр.) и измерьте вызванное удлинение пружины.
5. К первому грузу добавьте второй, третий грузы, записывая каждый раз удлинение –  $x$  (м).
6. По результатам заполните измерений заполните таблицу.
7. По результатам измерений постройте график зависимости силы от удлинения и, пользуясь им (визуально разделите на 2 равные половины полученный график и опустите пунктирные прямые на оси, полученные значения будут средними значениями силы упругости и удлинения), определите среднее значение жесткости  $k_{\text{ср}} = F_{\text{ср}} / x_{\text{ср}}$ .
8. Рассчитайте наибольшую относительную погрешность, с которой найдено среднее значение жесткости:  $E_k = E_m + E_g + E_x$  ( $E_m = 0,02$ ;  $E_g = 0,002$ ;  $E_x = 0,04$ ).
9. Найдите  $\Delta k = E_k \cdot k_{\text{ср}}$  и запишите ответ в виде:  $k = k_{\text{ср}} \pm \Delta k$ .
10. Сделайте вывод о зависимости силы упругости от удлинения.



Номер опыта	$m, \text{кг}$	$mg, \text{Н}$	$X, \text{м}$
1.			
2			
3			

