

Материалы для практических
занятий экспертов по проверке
и оценке заданий с
развернутым ответом

Пример 1 (экспериментальное задание на проверку умения проводить косвенные измерения физических величин)

Используя штатив с держателем, пружину №1 со шкалой (или линейку), динамометр №2 и грузы №1 и №2, соберите экспериментальную установку для измерения жёсткости пружины. Определите жёсткость пружины, подвесив к ней груз. Для измерения веса грузов воспользуйтесь динамометром. Абсолютная погрешность измерения удлинения пружины составляет ± 2 мм, а абсолютная погрешность измерения веса грузов равна $\pm 0,1$ Н.

В бланке ответов №2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта жёсткости пружины;
- 3) укажите результаты измерения веса грузов и удлинения пружины с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите числовое значение жёсткости пружины.

Характеристика оборудования

При выполнении задания используется комплект оборудования № 2 в следующем составе:

Комплект №2	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики ⁽²⁾
• штатив лабораторный с держателем для динамометра	
• динамометр 1	предел измерения 1 Н ($C = 0,02$ Н)
• динамометр 2	предел измерения 5 Н ($C = 0,1$ Н)
• пружина 1 на планшете с миллиметровой шкалой	жесткость (50 ± 2) Н/м
• пружина 2 на планшете с миллиметровой шкалой	жесткость (10 ± 2) Н/м
• три груза, обозначить №1, №2 и №3	массой по (100 ± 2) г каждый
• наборный груз или набор грузов, обозначить №4, №5 и №6	наборный груз, позволяющий устанавливать массу грузов: №4 массой (60 ± 1) г, №5 массой (70 ± 1) г и №6 массой (80 ± 1) или набор отдельных грузов
• линейка и транспортир	длина 300 мм с миллиметровыми делениями
• брусок с крючком и нитью	масса бруска $m = (50 \pm 5)$ г
• направляющая длиной не менее 500 мм. Должны быть обеспечены разные коэффициенты трения бруска по направляющей, обозначить: «А» и «Б»	поверхность «А» - приблизительно 0,2 поверхность «Б» - приблизительно 0,6; или две направляющие с разными коэффициентами трения

Внимание! При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания.

Образец возможного выполнения

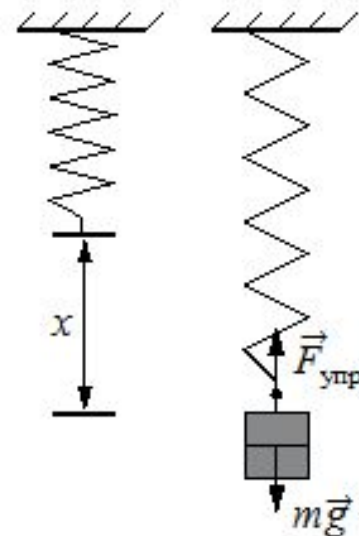
1. Схема экспериментальной установки (см. рисунок).

2. $F_{\text{упр}} = mg = P$; $F_{\text{упр}} = kx$, следовательно, $k = \frac{P}{x}$.

3. $x = (40 \pm 2)$ мм

$P = (2,0 \pm 0,1)$ Н.

4. $k = 2,0 : 0,04 = 50$ Н/м.



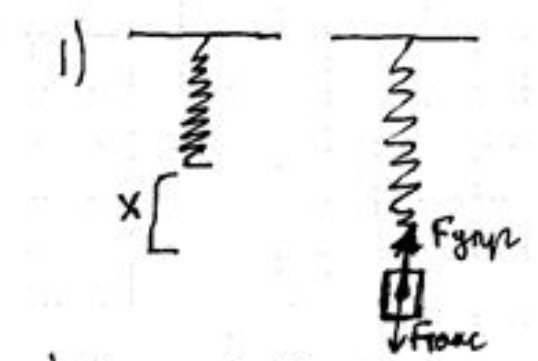
Указание экспертам

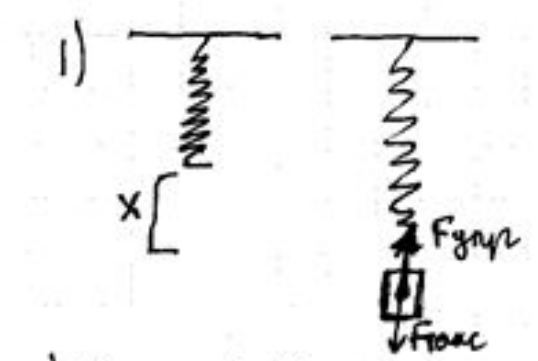
Измерение считается верным, если x приведено в пределах от 38 до 42 мм, а P – в пределах от 1,8 до 2,2 Н.

3) правильно записанные результаты прямых измерений с учетом заданных абсолютных погрешностей измерений

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчёта искомой величины (<i>в данном случае: для жёсткости пружины через вес груза и удлинение пружины</i>); 3) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений (<i>в данном случае: удлинения пружины и веса груза</i>); 4) полученное правильное числовое значение искомой величины <p>Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но в одном из элементов ответа (1, 2 или 4) присутствует ошибка.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но один из элементов ответа (1, 2 или 4) отсутствует</p>	<p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">2</p>
<p>Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но в элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записан правильный результат с учётом заданной абсолютной погрешности измерения только для одного из прямых измерений. В элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют</p>	<p style="text-align: center;">1</p>
<p>Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2 или 3 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания</p>	<p style="text-align: center;">0</p>
<p><i>Максимальный балл</i></p>	<p style="text-align: center;">3</p>

Пример 1.1 (3 балла). В комплекте оборудования была пружина 40 Н/м.



1) 

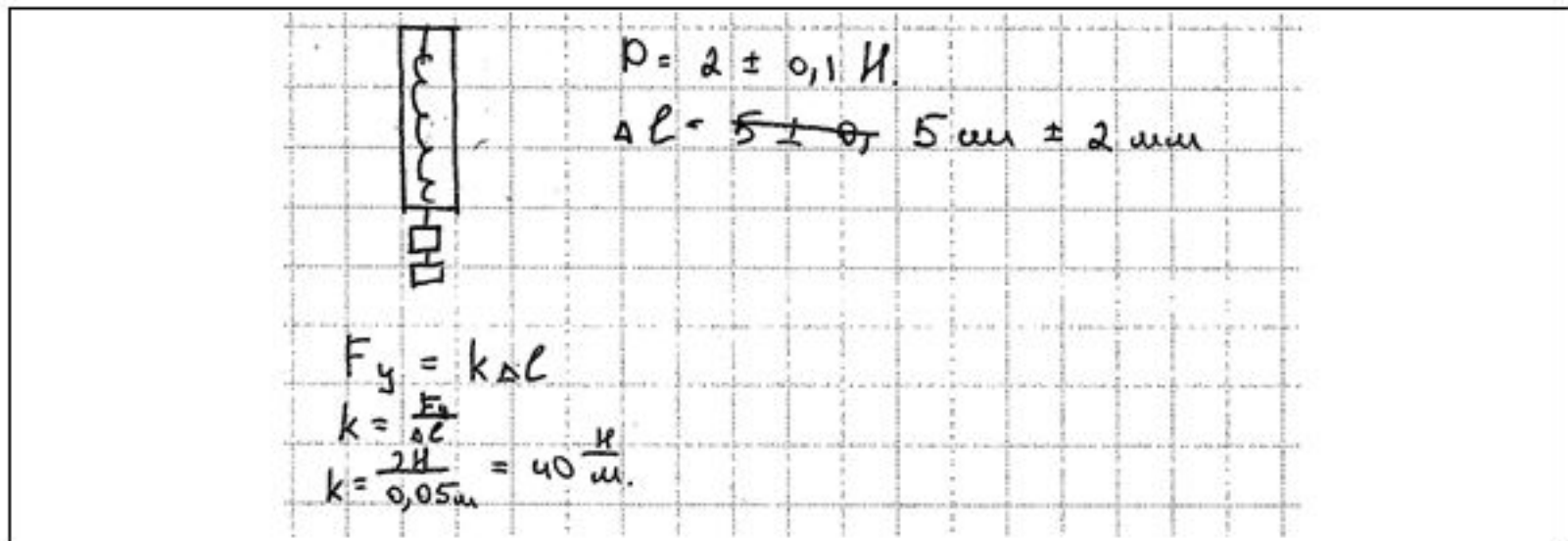
2) $F_{упр} = kx$
 $k = \frac{F_{упр}}{x}$

3) $P = 2 \text{ Н} \pm 0,1 \text{ Н}$
 $x = 0,05 \text{ м} \pm 2 \text{ мм}$

4) $k = \frac{2 \text{ Н}}{0,05 \text{ м}} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

Комментарий: представлено полностью верное выполнение задания.

Пример 1.2 (2 балла). В комплекте оборудования была пружина 40 Н/м.



$P = 2 \pm 0,1 \text{ Н}$
 $\Delta L = 5 \pm 0,5 \text{ см} \pm 2 \text{ мм}$

$F_y = k \Delta L$
 $k = \frac{F_y}{\Delta L}$
 $k = \frac{2 \text{ Н}}{0,05 \text{ м}} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

- Комментарий: на рисунке экспериментальной установки не указано равенство сил упругости и веса тела, соответственно, не обоснован способ измерения жесткости пружины.

Пример 1.3 (2 балла). В комплекте оборудования была пружина 40 Н/м.

$$F_{\text{упр}} = k \Delta l$$

$$k = \frac{F_{\text{упр}}}{l}$$

$$F_{\text{упр}} = F_{\text{тяж}}$$

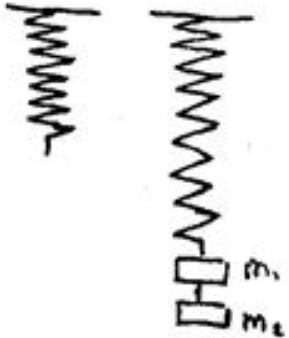
$$F_m = 2 \text{ Н} \pm 0,1 \text{ Н}$$

$$l = 0,05 \text{ м} \pm 2 \text{ мм}$$

$$k = \frac{2 \text{ Н}}{0,05 \text{ м}} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Комментарий: в приведенном ответе отсутствует рисунок экспериментальной установки.

Пример 1.4 (1 балл). В комплекте оборудования была пружина 50 Н/м.



$F = k \Delta l$
 $k = \frac{F}{\Delta l}$

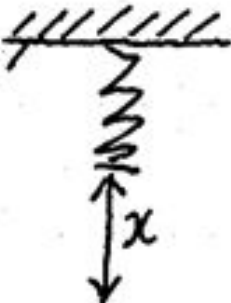

$F = 2\text{Н} \pm 0,1\text{Н}$
 $\Delta l = 4\text{см} = 0,04\text{м}$

$k = \frac{2\text{Н}}{0,04\text{м}} = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

Ответ: $50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

Комментарий: в данном варианте только одно из прямых измерений указано с учетом абсолютной погрешности.

Пример 1.5 (0 баллов). В комплекте оборудования была пружина 40 Н/м.

1)  

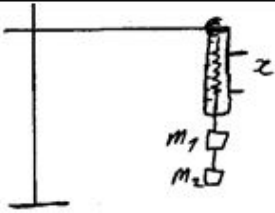
2) $F_{упр} = kx \Rightarrow k = \frac{F_{упр}}{x}$

3) $F_{упр} = 2\text{ Н} ; x = 0,05\text{ м}$

4) $k = \frac{2\text{ Н}}{0,05\text{ м}} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

Комментарий: результаты прямых измерений представлены без указания абсолютных погрешностей.

Пример 1.4 (0 баллов). В комплекте оборудования была пружина 40 Н/м.

1. 

2. $F_{\text{упр}} = kx \Rightarrow k = \frac{F_{\text{упр}}}{x}$

3. $m_1 = m_2 = 100 \text{ г} \pm 2 \text{ г}$. $m_1 + m_2 = 200 \text{ г} \pm 4 \text{ г}$. $x = 5 \text{ см}$.

$P = F_m = mg = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 2 \text{ Н}$ см

4. $k = \frac{F_{\text{упр}}}{x}$ $F_{\text{упр}} = F_m = 2 \text{ Н}$ $|200 \text{ г} = 0,2 \text{ м}; 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}|$

$k = \frac{2 \text{ Н}}{0,05 \text{ м}} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ Ответ: $k = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

Комментарий: прямое измерение удлинения пружины представлено без указания абсолютной погрешности измерения; измерение веса тела заменено на расчет силы тяжести.