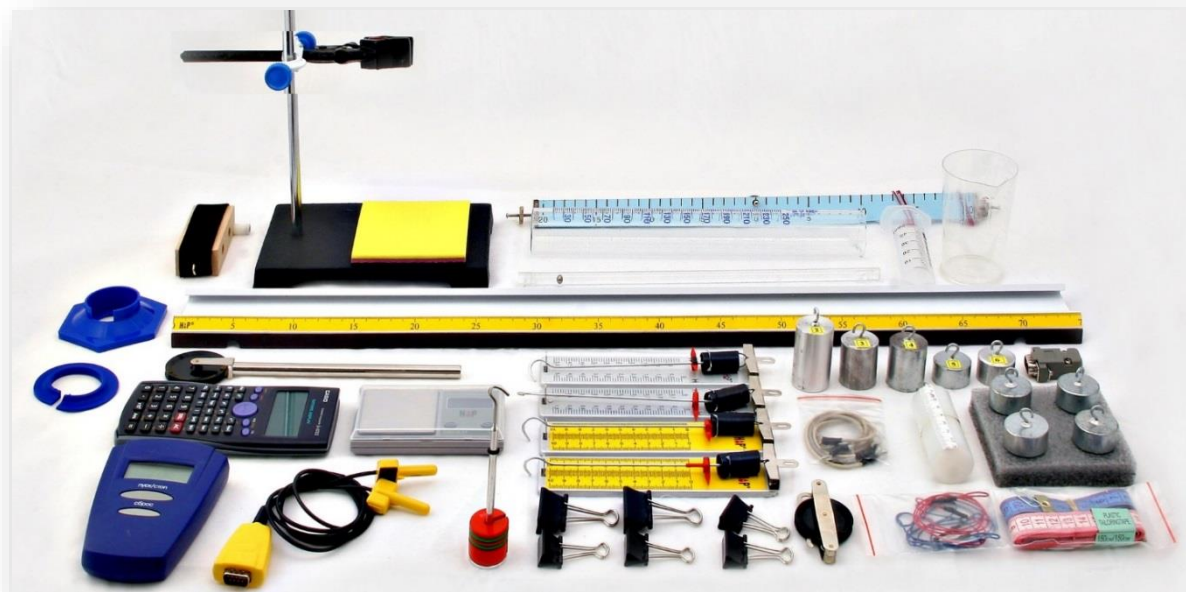


Методические рекомендации по проведению экспериментальных заданий на уроках физики в системе подготовки учащихся к итоговой аттестации.



Учитель высшей категории
Гусева Н. П. МОУ СОШ № 41,
учитель высшей категории
Лушкова Т.Б. МАОУ «Лицей № 36»

**Экспериментальное задание 24 согласно спецификации 2014
года проверяет:**

1) умение проводить косвенные измерения физических величин:
**плотности вещества; силы Архимеда; коэффициента трения
скольжения; жесткости пружины; периода и частоты
колебаний математического маятника; момента силы,
действующего на рычаг; работы силы упругости при подъеме
груза с помощью подвижного или неподвижного блока; работы
силы трения; оптической силы собирающей линзы;
электрического сопротивления резистора; работы и мощности
тока;**

2) умение представлять экспериментальные результаты в вид таблиц, графиков или схематических рисунков и делать выводы на основании полученных экспериментальных данных:

- о зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от степени деформации пружины;**
- о зависимости периода колебаний математического маятника от длины нити;**
- о зависимости силы тока, возникающей в проводнике, от напряжения на концах проводника;**
- о зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления;**
- о свойствах изображения, полученного с помощью собирающей линзы;**

3) умение проводить экспериментальную проверку физических законов и следствий:

• проверка правила для электрического напряжения при последовательном соединении резисторов,

• проверка правила для силы электрического тока при параллельном соединении резисторов.

Каждое задание рассчитано на проведение прямых измерений с использованием стандартных измерительных приборов: линейка, весы, динамометр, мензурка (измерительный цилиндр), амперметр, вольтметр, секундомер (часы).

При этом *объектом оценки становятся прямые измерения* (правильное включение или установка прибора, определение его цены деления и выполнение правил снятия показания прибора или измерительного инструмента).

Сформированность этих умений оценивается по результатам записи прямых измерений, которые должны укладываться в заданные в каждом случае границы измерений, учитывающие погрешности измерений.

Оценка погрешностей измерений при выполнении экспериментального задания не требуется.

Схема оценивания экспериментального задания 1-го типа

Образец возможного выполнения

1. Схема экспериментальной установки.
2. Запись формулы.
3. Результаты прямых измерений с указанием допустимых границ.
4. *Значение косвенного измерения (с указанием допустимых границ).*

Указание экспертам

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться результат, полученный учеником, который необходимо признать верным, рассчитывается методом границ (*приводится расчет для данного задания*).

Пример 1 (экспериментальное задание 1-го типа)

Используя штатив с муфтой и лапкой, пружину, динамометр, линейку и 2 груза, соберите экспериментальную установку для определения жесткости пружины. Определите жесткость пружины, подвесив к ней два груза. Для определения веса грузов воспользуйтесь динамометром.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;***
- 2) запишите формулу для расчета жесткости пружины;***
- 3) укажите результаты измерения веса грузов и удлинения пружины;***
- 4) запишите численное значение жесткости пружины.***

Характеристика оборудования

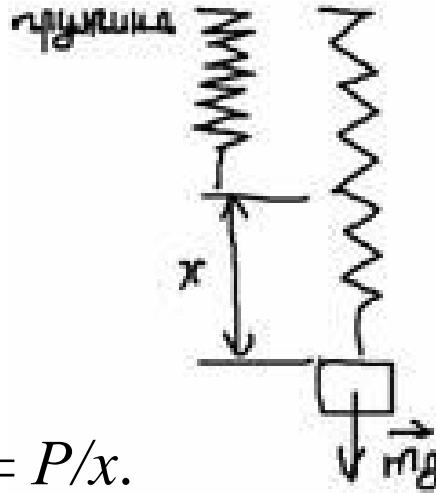
При выполнении задания используется комплект оборудования № 3 в составе:

- штатив лабораторный с муфтой и лапкой;
- пружина жесткостью (40 ± 1) Н/м;
- 2 груза массой по (100 ± 2) г;
- динамометр школьный с пределом измерения 4 Н (погрешность 0,1 Н);
- линейка длиной 20–30 см с миллиметровыми делениями.

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:



2. $F_{\text{упр}} = mg = P$; $F_{\text{упр}} = kx \Rightarrow k = P/x$.

3. $x = 50 \text{ мм} = 0,050 \text{ м}$ (измерение считается верным, если приведено в пределах от 48 до 52 мм, погрешность определяется главным образом погрешностью отсчета);

$P = 2 \text{ Н}$ (измерение считается верным, если приведено в пределах от 1,9 до 2,1 Н).

4. $k = 2/0,05 = 40 \text{ Н/м}$ (значение считается верным, если приведено в пределах от 36 до 44 Н/м).

Указание экспертам

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться результат, полученный учеником, который необходимо признать верным, рассчитывается методом границ.

Так как $k = P/x$, то нижняя граница жесткости $НГ(k) = P/x = 1,9 \text{ Н} / 0,052 \text{ м} = 36,538 \text{ Н/м} \sim 36 \text{ Н/м}$.

Верхняя граница $ВГ(k) = 2,1 \text{ Н} / 0,048 \text{ м} = 43,750 \text{ Н/м} \sim 44 \text{ Н/м}$.

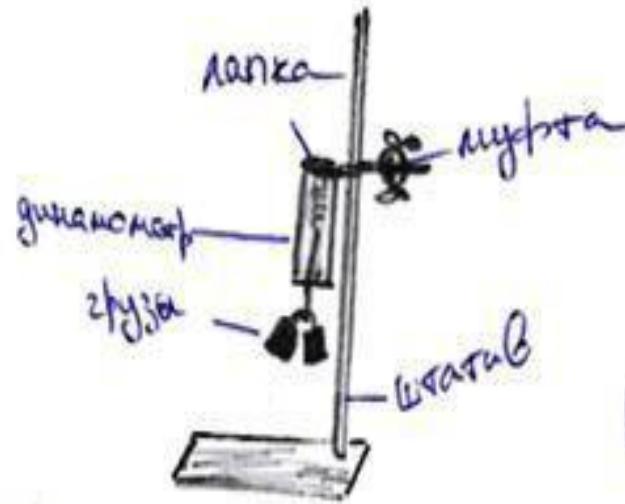
Пример (4 балла)

Полностью правильное выполнение задания, включающее:

- 1) схематичный рисунок экспериментальной установки;
- 2) формулу для расчета искомой величины по доступным для измерения величинам (в данном случае для жесткости пружины через вес грузов и удлинение пружины);
- 3) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае удлинения пружины и веса грузов);
- 4) полученное правильное числовое значение искомой величины

Материалы: штатив с муфтой, пружина, динамометр, линейка, 2 груза.

Цель: определить жесткость пружины, подвесив к ней 2 груза.



$$F_y = -k \Delta x$$
$$k = \frac{F_y}{\Delta x}$$

$$\Delta x = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$$
$$F_y = 2 \text{ Н}$$

$$k = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Вывод: жесткость пружины при 2х грузах получилась равна $40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

Комментарий: в данном варианте учащийся правильно выполнил задание.

Пример (4 балла)

Цель работы: определить жесткость пружины; зависимость коэффициента жесткости пружины от её деформации.

Приборы и материалы: штатив с муфтой и лапкой, пружина, динамометр, линейка, 2 груза.

Цена деления динамометра: $4 - 3 = 1$
 $1 : 10 = 0,1$.

$$F_y = -k \cdot \Delta x \quad 1) \Delta x_1 = 2,5 \text{ см} = 0,025 \text{ м.}$$

$$k = \frac{F}{|\Delta x|}$$

$$F_y = 1 \text{ Н.}$$

$$k_1 = \frac{1}{0,025} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м.}}$$

$$[k] = \left[\frac{\text{Н}}{\text{м}} \right]$$

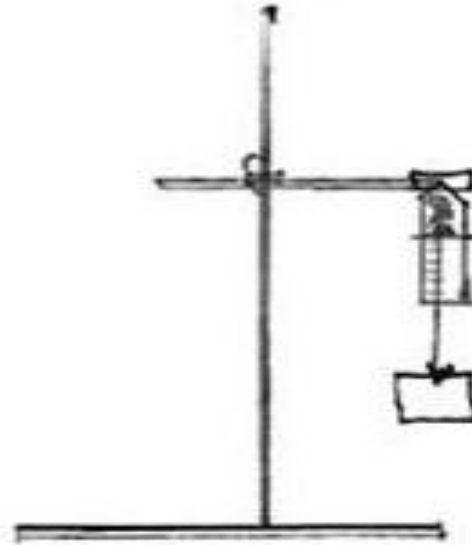
$$2) \Delta x_2 = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м.}$$

$$F_y = 2 \text{ Н.}$$

$$k_2 = \frac{2}{0,05} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м.}}$$

Ответ: k (коэффициент жесткости пружины) $\approx 40 \frac{\text{Н}}{\text{м.}}$

Вывод: коэф. ж.-и пружины (k) не зависит от изменения деформации (длины пружины) \Rightarrow не изменяется.



Комментарий: дополнительные измерения, проведенные учащимся для одного груза, а также сформулированный вывод, не влияют на оценку выполнения задания.

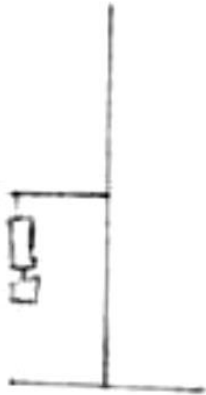
Приведены все элементы правильного ответа 1–4, но – допущена ошибка при вычислении значения искомой величины;

ИЛИ

– допущена ошибка при переводе одной из измеренных величин в СИ, что привело к ошибке при вычислении значения искомой величины;

ИЛИ

– допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует.



Пример (3 балла)

Определим жесткость пружины

Дано

$$x_1 = 0,025 \text{ м}$$

$$P_1 = 1$$

Решение

$$k_1 = \frac{1}{0,025} = 40 \left(\frac{\text{Н}}{\text{м}} \right)$$

$$k = \frac{P}{x}$$

Дано

$$x_2 = 0,05$$

$$P_2 = 2$$

Решение

$$k_2 = \frac{2}{0,05} = 40 \left(\frac{\text{Н}}{\text{м}} \right)$$

Комментарий: в приведенном примере небрежно выполнен рисунок экспериментальной установки, а также не приведены единицы измеряемых величин

Пример (2 балла)

Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены значения прямых измерений величин, но не записана формула для расчета искомой величины и не получен ответ;

ИЛИ

правильно приведены значения прямых измерений величин, записана формула для расчета искомой величины, но не получен ответ и не приведен рисунок экспериментальной установки;

ИЛИ

правильно приведены значения прямых измерений, приведен правильный ответ, но отсутствуют рисунок экспериментальной установки и формула для расчета искомой величины.

Лабораторная работа.

два груза

$$x = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$$

$$F_y = 2,1 \text{ Н}$$

$$k = \frac{2,1}{0,05} = 42 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

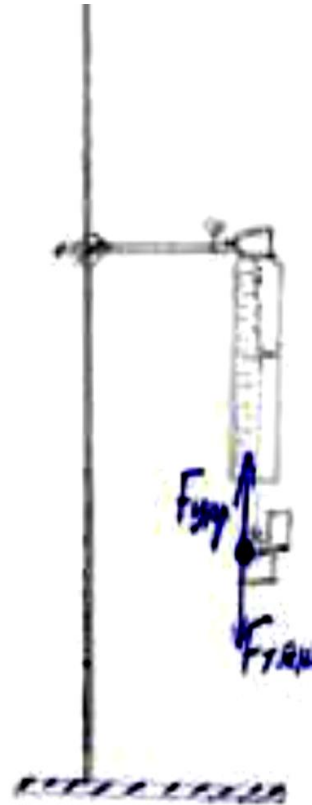
Комментарий: правильно приведены значения прямых измерений, приведен правильный ответ, но отсутствуют рисунок экспериментальной установки и формула для расчета искомой величины.

Пример (1 балл)

Записано только правильные значения прямых измерений;
ИЛИ

приведено правильное значение только одного из прямых измерений, и представлена правильно записанная формула для расчета искомой величины;
ИЛИ

приведено правильное значение только одного из прямых измерений, и сделан рисунок экспериментальной установки.



$$F_{\text{упр}} = -kx$$

$$F_{\text{упр}} = F_{\text{тяж}}$$

$$m = 200 \text{ г}$$

$$p = 1 \text{ Н}$$

$$x = 5 \text{ см}$$

$$k = 2 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$$

Комментарий: в данном варианте присутствует ошибка для одной из измеряемых величин.

В экспериментальном задании, в первую очередь, проверяется *умение проводить измерения*.

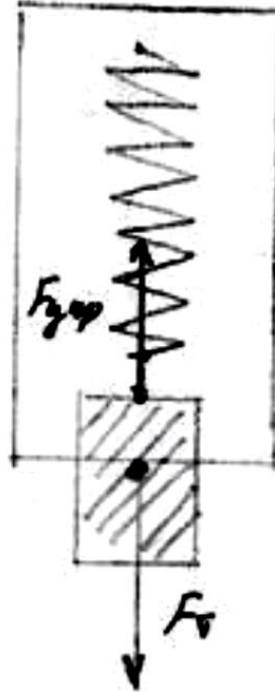
Поэтому записанные результаты прямых измерений при отсутствии других элементов ответа оцениваются в 1 балл.

Выполнение других элементов ответа (выполнение схематичного рисунка экспериментальной установки и запись формулы для расчета искомой величины) при отсутствии результата хотя бы одного прямого измерения оценивается в 0 баллов.

При анализе результатов экзамена экспериментальное задание считается выполненным верно, если экзаменуемый набрал 3 или 4 балла.

Пример (0 баллов)

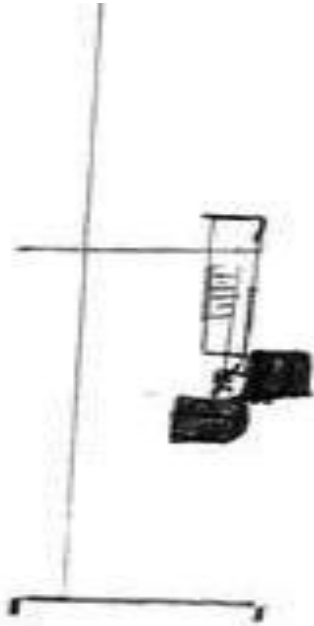
Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов.
Разрозненные записи.
Отсутствие попыток выполнения задания



$$F = kx \quad F_{\text{упр.}} = F_{\text{упр.}}$$
$$x = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$
$$F = 0,8 \text{ Н}$$
$$k = \frac{F}{x} = \frac{0,8}{2 \cdot 10^{-2}} = 40 \text{ Н/м}$$

Комментарий: в данном варианте присутствуют ошибки для обеих измеряемых величин.

Пример (0 баллов)



$$1 \text{ микрон} = 10^{-6} \text{ м} = 1 \text{ мк}$$

$$k = \frac{m}{x} \quad [k] = \left[\frac{\text{м}}{\text{м}} \right]$$

$$1) \quad k_1 = \frac{1}{0,005}$$
$$k = 400 \frac{\text{м}}{\text{мк}}$$

$$x = 0,005 \text{ м}$$
$$m = 1 \text{ мк}$$

$$2) \quad k_2 = \frac{2}{0,005}$$
$$k = 400 \frac{\text{м}}{\text{м}}$$

$$x = 0,005 \text{ м}$$

$$m = 2 \text{ мк}$$

Комментарий: в данном варианте присутствуют ошибки для обеих измеряемых величин.

Схема оценивания экспериментального задания 2-го типа

Образец возможного выполнения

1. *Схема экспериментальной установки.*
2. Результаты прямых измерений с указанием допустимых границ.
3. Вывод о качественной зависимости одной физической величины от другой.

Пример 2 (экспериментальное задание 2-го типа)

Используя штатив с муфтой и лапкой, пружину, динамометр, линейку и набор из 3 грузов, соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от степени растяжения пружины. Определите растяжение пружины, подвешивая к ней поочередно один, два и три груза. Для определения веса грузов воспользуйтесь динамометром.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) укажите результаты измерения веса грузов и удлинения пружины для трех случаев в виде таблицы (или графика);
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от степени растяжения пружины.

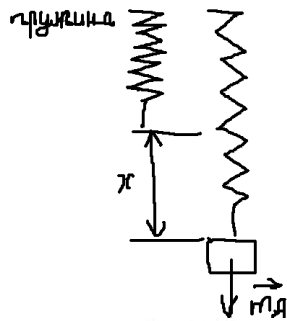
Характеристика оборудования

При выполнении задания используется комплект оборудования № 3 в составе:

- штатив лабораторный с муфтой и лапкой;
- пружина жесткостью (40 ± 1) Н/м;
- 3 груза массой по (100 ± 2) г;
- динамометр школьный с пределом измерения 4 Н (погрешность 0,1 Н);
- линейка длиной 20-30 см с миллиметровыми делениями.

Образец возможного выполнения

1. Схема экспериментальной установки:



2.

№	$F_{\text{упр}} = mg = P$ (Н)	x (м)
1	1	0,025
2	2	0,05
3	3	0,075

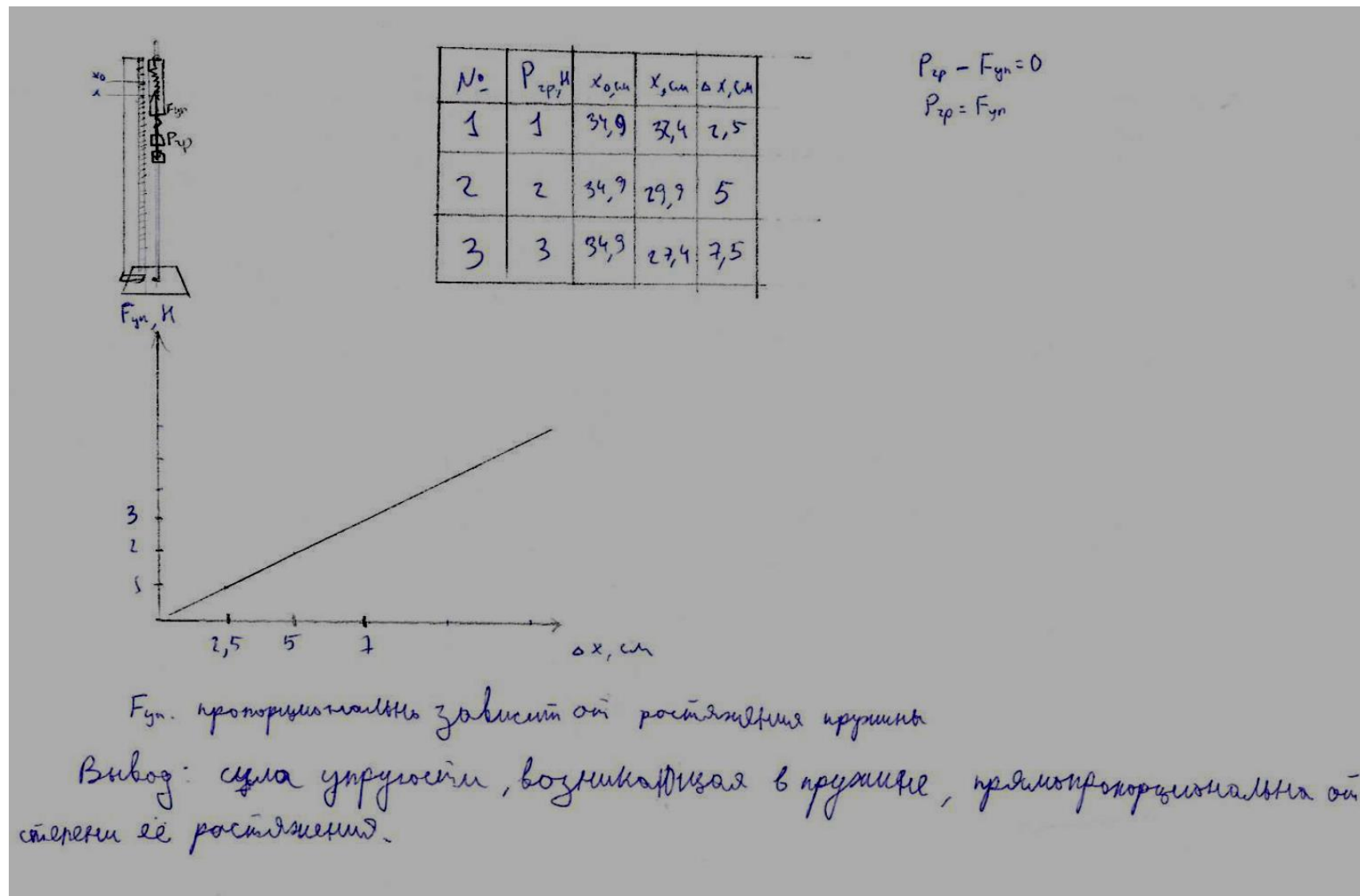
3. Вывод: при увеличении растяжения пружины сила упругости, возникающая в пружине, также увеличивается.

Пример (4 балла)

Критерии оценки выполнения задания

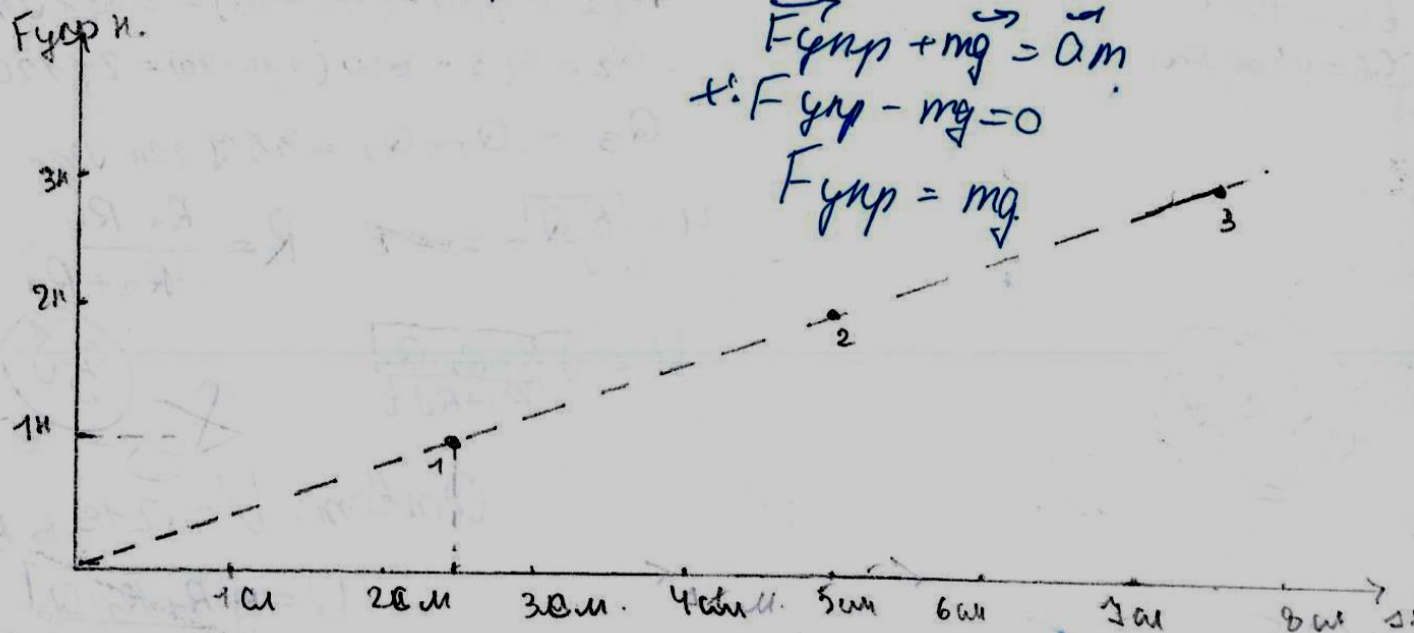
Полностью правильное выполнение задания, включающее:

- 1) схематичный рисунок экспериментальной установки;
- 2) правильно записанные результаты прямых измерений;
- 3) сформулированный правильный вывод.



Пример (4 балла)

№	Груз. н.	м. кг	Δx
1)	1 н.	0,1 кг	0,025 м.
2)	2 н.	0,2 кг	0,5 м.
3)	3 н.	0,3 кг	0,045 м.



По 2 закону Н.
 $\vec{F}_{\text{спр}} + \vec{mg} = \vec{0}$
 $\therefore F_{\text{спр}} - mg = 0$
 $F_{\text{спр}} = mg$

Мы на графике видим прямую зависимость $y = kx$, а y нас $F_{\text{спр}}$ зависит от $\Delta x \Rightarrow$
 $\Rightarrow F_{\text{спр}} = \Delta x \cdot k$. y нас зависимость прямая - параболы нет.

Комментарий:
 присутствуют все элементы правильного ответа. Ошибку при заполнении таблицы (для удлинения при подвешивании двух грузов) можно не учитывать, так как результаты прямых измерений на графике представлены верно.

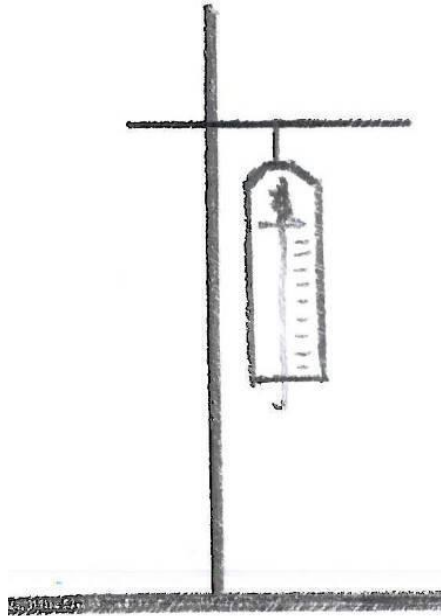
Пример (3 балла)

Приведены все элементы правильного ответа 1–3, но – допущена ошибка при переводе одной из измеренных величин в СИ при заполнении таблицы (или при построении графика);

ИЛИ

– допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует.

m	T	l
0,1 кг	1 Н	0,25 м
0,2 кг	2 Н	0,5 м
0,3 кг	3 Н	0,75 м



Вывод: чем больше l , тем больше T при.

Комментарий: в приведенном примере допущена ошибка при переводе одной из измеренных величин в СИ при заполнении таблицы.

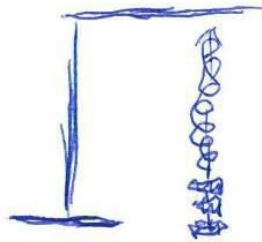
Пример (2 балла)

Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены значения прямых измерений величин, но не сформулирован вывод;

ИЛИ

сделан рисунок экспериментальной установки, сформулирован вывод, но в одном из экспериментов присутствует ошибка в прямых измерениях.

Комментарий: сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены значения прямых измерений, но не сформулирован вывод.

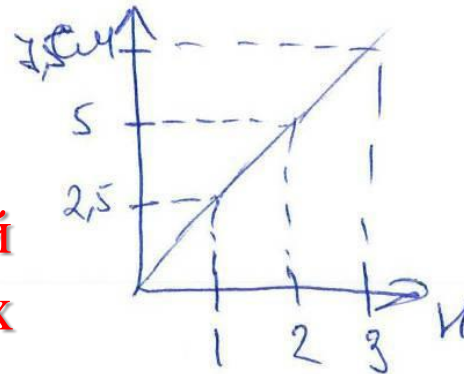


$$F = 1 \text{ Н.}$$

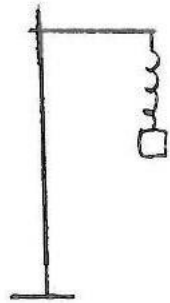
При одном грузе пружина растягивается на 2,5 см

При 2-х грузах пружина растягивается на 5 см.

При 3-х грузах пружина растягивается на 7,5 см



Пример (2 балла)



1Н	1 см
1Н	2,5 см
2Н	5 см
3Н	7 см

1

Вывод: сила действует вертикальная в процессе прямолинейного движения
на растянутой пружине.

Комментарий: в одном из экспериментов присутствует ошибка в прямых измерениях (для удлинения пружины при подвешивании трех грузов).

Пример (1 балл)

Записаны только
правильные
значения прямых
измерений;
ИЛИ
сделан рисунок
экспериментальной
установки, и
частично приведены
результаты верных
прямых измерений

23

1)



m	N	cm
100 г	1	2,5
200 г	2	5
300 г	3	7,5

3) при увеличении массы груза пружина удлиняется.

Комментарий: в данном варианте частично приведены результаты верных прямых измерений (для удлинения пружины).

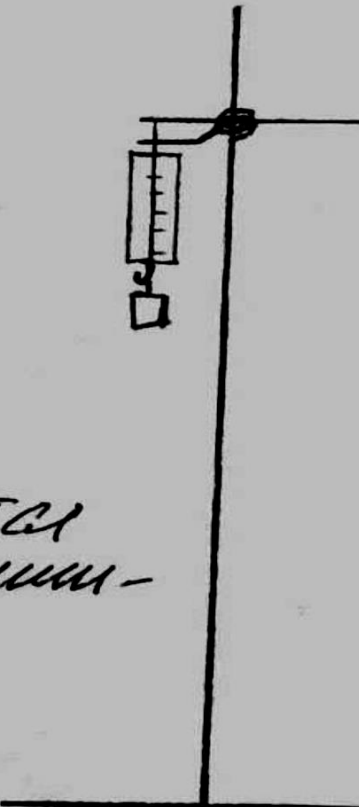
Пример (0 баллов)

Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов.
Разрозненные записи.
Отсутствие попыток выполнения задания

123

	1	2	3
m	20г	45г	70г
x	2см	45см	7см

Вывод:
при увеличении
массы увеличивается
расстояние \Rightarrow увеличива-
ется $F_{упр}$.



Комментарий: в данном варианте присутствуют ошибки для обеих измеряемых величин.