

$\langle m_2 \rangle$, Г	$X_{\text{нач}}$, мм	$X_{\text{конеч}}$, мм	X , мм	v_2 , м/с	$\langle m_3 \rangle$, Г	$X_{\text{нач}}$, мм	$X_{\text{конеч}}$, мм	X , мм	v_3 , м/с
7,1	60				19,3	60			

Примечание: жёлтым цветом выделены ячейки таблиц с исходными данными, которые берутся из таблицы вариантов в конце этого файла.

Расчёты:

Берём данные своего варианта из таблицы исходных данных (в конце файла) и вычисляем смещение x баллистического маятника (см. рис.) по формуле (1).

1. Расчёт абсолютной и относительной погрешностей результатов прямых измерений величины x .

1.1. Среднее значение смещения баллистического маятника:

$$\langle x \rangle = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} =$$

1.2. Среднеквадратичная погрешность:

$$S_x = \sqrt{\frac{(x_1 - \langle x \rangle)^2 + (x_2 - \langle x \rangle)^2 + (x_3 - \langle x \rangle)^2}{3 \cdot (3 - 1)}} =$$

1.3. Случайная и приборная погрешности:

$$\Delta x_{cl} = t_{0,9;3} \cdot S_x = \quad \Delta x_{np} = \frac{\gamma}{2} = \frac{1 \text{ мм}}{2} = 0,5 \text{ мм}$$

$t_{0,9;3} = 2,9$ – коэффициент Стьюдента

1.4. Абсолютная и относительная погрешности:

$$\Delta x = \sqrt{\Delta x_{np}^2 + \Delta x_{cl}^2} = \quad \varepsilon_x = \frac{\Delta x}{\langle x \rangle} =$$

1.6. Запись ответа в стандартной форме:

$$x = (\langle x \rangle \pm \Delta x), \text{ мм}$$

$$\varepsilon_x = \dots \% \text{ (умножаем на 100\%)}$$

$$\alpha = 0,9$$

2. Расчёт скорости пули (смещение маятника $\langle x \rangle$ и x переводим из мм в метры!!!).

2.1. Рассчитываем скорость 1-й пули из табл. 1 по формуле (2):

$$\langle v_1 \rangle =$$

2.2. Рассчитываем скорости 2-й и 3-й пуль из табл. 2 по формуле (3):

$$v_2 =$$

$$v_3 =$$

3*. Расчёт абсолютной и относительной погрешностей результатов косвенных измерений скорости пули.

(* Указание: Данный пункт не делают студенты, претендующие на оценку «удовл». На оценку «хор» - только расчёт ε_{v_1} , Δv_1 . На оценку «отл»: расчёт ε_{v_1} , Δv_1 и вывод формулы для ε_{v_1})

3.1. Расчёт относительной и абсолютной погрешностей скорости пули:

$$\varepsilon_{v_1} = \sqrt{\left(\frac{\Delta M}{\langle M \rangle + \langle m_1 \rangle}\right)^2 + \left(\frac{\langle M \rangle \Delta m_1}{\langle m_1 \rangle (\langle M \rangle + \langle m_1 \rangle)}\right)^2 + \left(\frac{\Delta x}{\langle x \rangle}\right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{\Delta g}{\langle g \rangle}\right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{\Delta l}{\langle l \rangle}\right)^2}$$

=

$$\Delta v_1 = \varepsilon_{v_1} \langle v_1 \rangle =$$

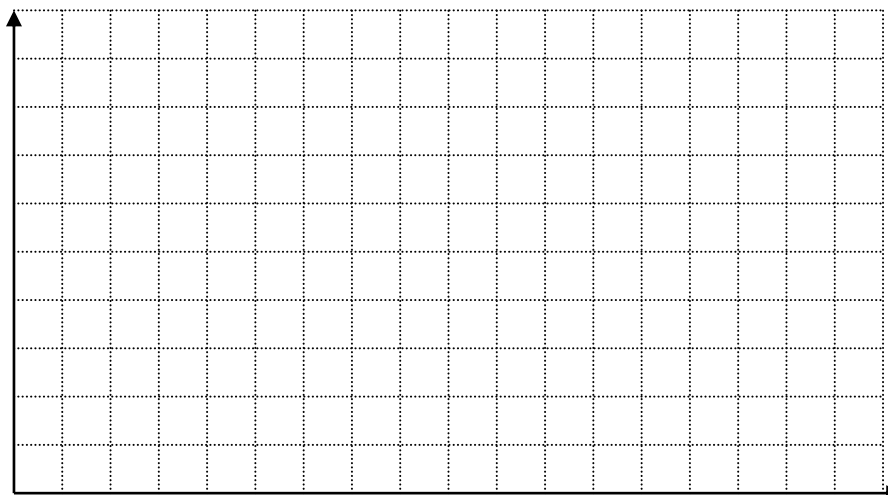
3.2. Запись ответа в стандартной форме:

$$v_1 = (\langle v_1 \rangle \pm \Delta v_1), \text{ м/с}$$

$$\varepsilon_{v_1} = \dots \% \text{ (умножаем на 100\%)}$$

$$\alpha = 0,9$$

v , м/с



$\frac{1}{\sqrt{m}}, \Gamma^{-1/2}$

Вывод:

Задание к работе №3

1. Сделайте заготовку протокола к лабораторной работе.
2. Получите допуск к выполнению лабораторной работы у преподавателя.
3. Соблюдая правила техники безопасности, зарядите пружинный пистолет пулей с наибольшей массой.
4. Подготовьте устройство N к измерению горизонтального смещения маятника. Запишите численное значение начальной координаты $x_{нач}$ маятника по линейке отсчётного устройства N.
5. Осуществите первый выстрел, нажав пусковую кнопку пистолета. Запишите численное значение конечной координаты $x_{кон}$, определив его по линейке отсчётного устройства N. Вычислите смещение маятника для первого опыта: $x = |x_{кон} - x_{нач}|$.
6. Запишите величину x в таблицу измерений.
7. Проведите опыт с той же пулей несколько раз, чтобы в дальнейшем провести статистическую обработку этих прямых измерений.
8. Проведите однократные измерения смещения маятника для пуль с другой массой (см. п. 3, 4, 5).
9. Проведите статистическую обработку прямых многократных измерений смещения маятника для первой пули. Результаты внесите в таблицу измерений.
10. Получите оценку истинного значения скорости пули $\langle v_1 \rangle$, для которой были проведены многократные измерения. Результат внесите в таблицу измерений.
11. Получите оценку абсолютной погрешности косвенных измерений скорости этой пули, **предварительно выведя соответствующую формулу для ε_{v_1} (для получения оценки «отл»)**. Прежде чем применять полученную формулу, следует отдельно вычислить (приблизённо) каждый из членов этой формулы, чтобы сравнить их. Сравнение покажет, от каких аргументов сильнее всего зависит величина погрешности Δv_1 , а какие члены формулы можно не учитывать. Результат внесите в таблицу измерений
12. Вычислите скорости пуль с другой массой. Погрешность для этих однократно проведённых опытов оценивать не надо.
13. Постройте ожидаемый график зависимости скорости пули v от величины $\sqrt{\frac{1}{m}}$ для диапазона численных значений, соответствующего используемым в опытах массам пуль и полученным для них скоростям.
14. Нанесите на этот же график точки, соответствующие полученным в опытах значениям скорости для каждой пули.
15. Укажите на графике для каждой экспериментальной точки диапазон, внутри которого лежит истинное значение скорости, то есть графически укажите найденную погрешность. При этом считайте, что оценка погрешности, найденная для скорости только одной пули, является такой же для скоростей остальных пуль.
16. Сравнив полученные экспериментальные результаты с ожидаемой теоретической зависимостью, сделайте выводы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под упругим и неупругим центральным ударом тел?
2. Что такое импульс тела и импульс силы?
3. Запишите законы сохранения импульса и энергии для абсолютно упругого удара.
4. Запишите закон сохранения импульса и закон изменения энергии для абсолютно неупругого удара **(для получения оценки «хор»)**.

5. Выведите расчётную формулу $v = \frac{(M + m)}{m} x \sqrt{\frac{g}{l}}$ для определения скорости пули исходя из законов сохранения энергии и импульса **(для получения оценки «отл»)**.

Таблица исходных данных по вариантам для ЛР3

№ вар-та	$x_{\text{кон}}$, мм для $\langle m_1 \rangle$, табл. 1	$x_{\text{кон}}$, мм для $\langle m_2 \rangle$, табл. 2	$x_{\text{кон}}$, мм для $\langle m_3 \rangle$, табл. 2
1	{79;84; 80}	101	122
2	{80;83; 82}	99	121
3	{83;78; 84}	102	119
4	{84;80; 82}	98	120
5	{82;79; 84}	100	122
6	{85;83; 80}	99	121
7	{79;81; 84}	101	119
8	{83;80; 85}	102	120
9	{80;85; 81}	100	120
10	{85;80; 83}	98	121
11	{78;83; 81}	101	119
12	{83;86; 82}	100	120
13	{82;80; 78}	102	122
14	{79;84; 80}	101	122
15	{80;83; 82}	99	121
16	{83;78; 84}	102	119
17	{84;80; 82}	98	120
18	{82;79; 84}	100	122
19	{85;83; 80}	99	121
20	{79;81; 84}	101	119
21	{83;80; 85}	102	120
22	{81;88; 82}	101	121
23	{85;80; 83}	98	121
24	{78;83; 81}	101	119
25	{83;86; 82}	100	120
26	{82;79; 84}	100	122
27	{85;83; 80}	99	121
28	{79;81; 84}	101	119
29	{83;80; 85}	102	120
30	{81;78; 82}	100	122

Литература

1. Трофимова, Т. И. Курс физики [Текст]: учеб. пособие / Т. И. Трофимова. – 21-е изд., стер. – М.: Академия, 2015. – 560 с.

2. Федорук, В. А. Руководство к лабораторным работам по физике. Теория погрешностей. Механика и явления переноса [Текст]: учебно-методическое пособие: [по всем специальностям и направлениям] / В. А. Федорук, А. В. Тюкин, Н. А. Иванов ; ред. В. А. Федорук; СибАДИ, Кафедра "Физика". – Омск: СибАДИ, 2015. – 60 с. + Полный текст на эл. жестк. диске. – Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/epd1021.pdf>