

**Особенности проведения
лабораторных работ
в курсе физики
основной и старшей школы
(Занятие 3)**

Альбина Александровна Булатова

По материалам УМК

Л. Э. Генденштейна, А. А. Булатовой,
И. Н. Корнильева, А. В. Кошкиной



7



ФИЗИКА

①



7



ФИЗИКА

②



8



ФИЗИКА

①



8



ФИЗИКА

②



9



ФИЗИКА

①



9



ФИЗИКА

②



УМК «Физика» 7–9 классы,
 10–11 классы (базовый и углублённый уровни)
 Л. Э. Генденштейн, А. А. Булатова,
 И. Н. Корнильев, А. В. Кошкина
 Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»

10



ФИЗИКА

①

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВНИ



10



ФИЗИКА

②

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВНИ



11



ФИЗИКА

①

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВНИ



11



ФИЗИКА

②

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВНИ



10



ФИЗИКА

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ



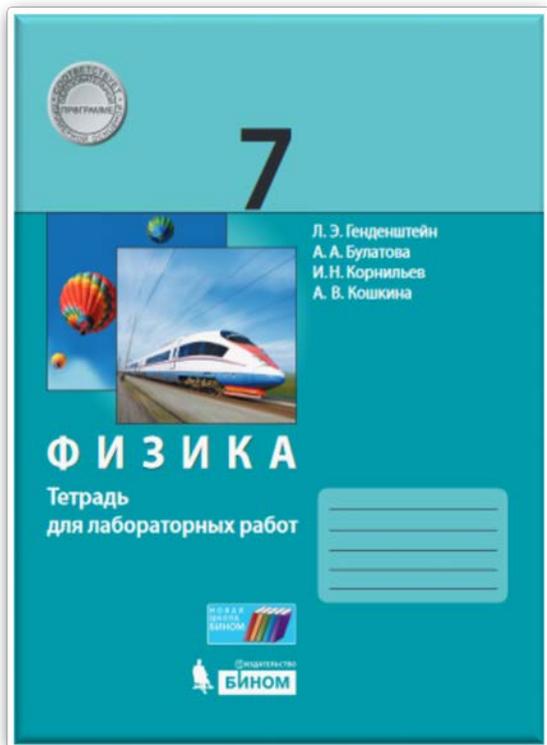
11



ФИЗИКА

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ





Готовятся к печати тетради для лабораторных работ для 10 и 11 классов

Сверим наши планы на сегодня

10 класс

1*) Изучение движения тела, брошенного горизонтально

2) Определение начальной кинетической энергии и начального импульса тела по тормозному пути

3) Нахождение изменения механической энергии с учётом действия силы трения скольжения

11 класс

1) Изучение колебаний пружинного маятника

Лабораторный практикум

Исследование равноускоренного движения без начальной скорости

Лабораторная работа

Изучение движения тела, брошенного горизонтально

Цель работы: изучить на опыте движение тела, брошенного горизонтально.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, изогнутый жёлоб, металлический шарик, листы бумаги, лист копировальной бумаги, отвес, измерительная лента.

Подготовка к работе

1. Изучите описание работы.

*2. Запишите в тетради вывод всех формул, используемых в данной работе (см. § 4).

Лабораторная работа

Изучение движения тела, брошенного горизонтально

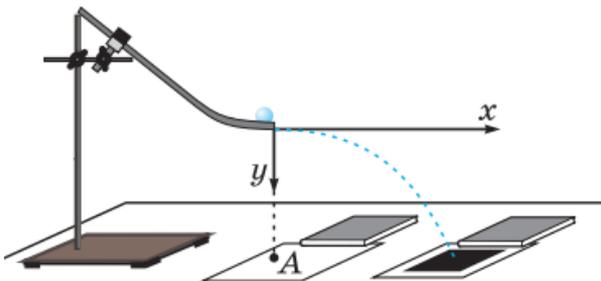
Содержание работы

На рисунке 1 изображена опытная установка для изучения движения тела, брошенного горизонтально. Шарик скатывается по наклонному изогнутому жёлобу, нижний участок которого горизонтален. Оторвавшись от жёлоба, шарик движется по параболе, как тело, брошенное горизонтально.

Обозначим h высоту нижнего края жёлоба, l — дальность полёта шарика после отрыва от жёлоба, v_0 — модуль скорости шарика в момент отрыва от жёлоба. Тело, брошенное горизонтально, движется по параболе, вершина которой находится в начальной точке, где скорость тела направлена горизонтально. Отсюда следует, что

$$h = \frac{gl^2}{2v_0^2}.$$

Эта формула показывает, что начальная высота тела, брошенного горизонтально, пропорциональна *квадрату* дальности полёта (при одной и той же начальной скорости). Измеряя h и соответствующее значение l , можно проверить справедливость утверждения о том, что траекторией движения тела является парабола, а также найти v_0 .



Лабораторная работа

Изучение движения тела, брошенного горизонтально

Ход работы

Задание 1. Опытная проверка того, что форма траектории тела, брошенного горизонтально, является параболой.

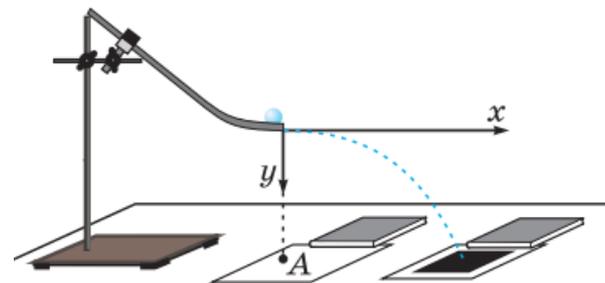
- Соберите установку и проведите две серии опытов: в первой серии установите $h_1 = 40$ см, а во второй — установите $h_2 = 10$ см. Запишите значения h_1 и h_2 .
- Используя измеренные значения начальной высоты и дальности полёта для двух серий опытов, проверьте, пропорциональна ли начальная высота h квадрату дальности полёта l , то есть выполняется ли соотношение

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2}.$$

- Запишите сделанный вами вывод.

Задание 2. Измерение начальной скорости тела.

- По результатам первой серии опытов определите, чему равна начальная скорость шарика в каждой серии опытов.



Лабораторная работа

Изучение движения тела, брошенного горизонтально

Погрешность многократного прямого измерения

Учесть случайную погрешность можно путём многократных измерений одной и той же величины при одних и тех же условиях. Если результаты многократных измерений¹⁾ некоторой физической величины отличаются друг от друга в пределах абсолютной погрешности однократного прямого измерения, то погрешность многократного прямого измерения принимают равной погрешности однократного прямого измерения.

Если же разброс результатов многократных измерений больше, чем погрешность однократного прямого измерения²⁾, то используют усреднение результатов нескольких измерений. При этом вычисляют сначала среднее арифметическое значение измеряемой величины:

$$A_{\text{ср}} = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_N}{N}.$$

Здесь N — число опытов, в которых измеряли данную величину. Погрешность многократного измерения оценивают³⁾ по формуле

$$\Delta(A_{\text{ср}}) = \frac{|A_{\text{ср}} - A_1| + |A_{\text{ср}} - A_2| + \dots + |A_{\text{ср}} - A_N|}{N}.$$

За абсолютную погрешность измерения ΔA принимают бóльшую из двух величин: $\Delta(A_{\text{ср}})$ и погрешность однократного прямого измерения. Результат измерения записывают в виде $A = A_{\text{ср}} \pm \Delta(A_{\text{ср}})$.

Лабораторная работа

Определение начальной кинетической энергии и начального импульса тела по тормозному пути

Цель работы: измерить начальные значения скорости, импульса и кинетической энергии бруска по его тормозному пути.

Оборудование: деревянные брусок и доска¹⁾, весы с разновесами или электронные весы, линейка, динамометр.

Подготовка к работе

1. Изучите описание работы.

*2. Запишите в тетради вывод всех формул, используемых в работе (см. § 3, 9, 13, 16, 17).

Содержание работы

Когда брусок скользит после толчка по горизонтальной поверхности, он движется с ускорением, модуль которого $a = \mu g$, где μ — коэффициент трения между бруском и поверхностью. Измерив коэффициент трения, можно найти ускорение бруска.

Тормозной путь бруска выражается формулой $l_{\text{торм}} = \frac{v_0^2}{2a}$, где v_0 — начальная скорость бруска (сообщённая ему при толчке). Измерив тормозной путь и зная модуль ускорения, можно найти начальную скорость бруска.

Измерив массу бруска и зная его начальную скорость, можно рассчитать его начальный импульс и начальную кинетическую энергию.

Лабораторная работа

Определение начальной кинетической энергии и начального импульса тела по тормозному пути

$P, \text{ Н}$	$m, \text{ кг}$	$F, \text{ Н}$	μ	$l_{\text{торм}}, \text{ м}$	$v_0, \text{ м/с}$	$p_0, \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$	$E_0, \text{ Дж}$
----------------	-----------------	----------------	-------	------------------------------	--------------------	--	-------------------

Лабораторная работа

Нахождение изменения механической энергии с учётом действия силы трения скольжения пути

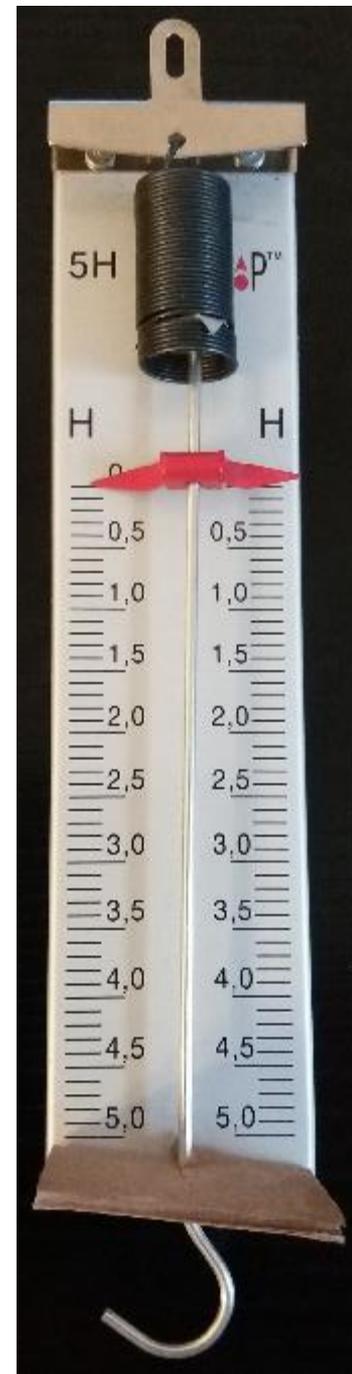
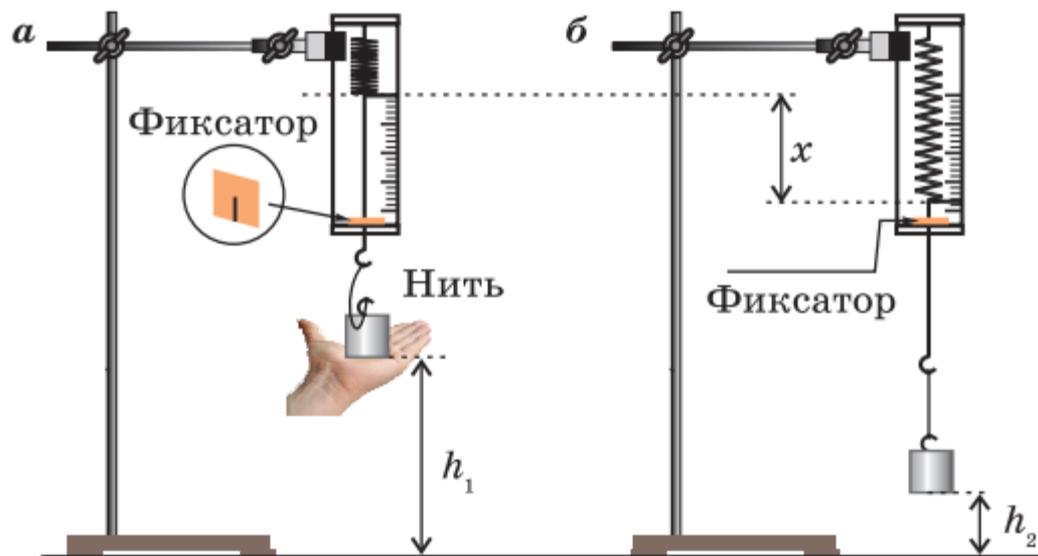
Цель работы: найти изменение механической энергии, обусловленное действием силы трения скольжения.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, динамометр с фиксатором, груз, прочная нить, измерительная лента или линейка с миллиметровыми делениями.

Подготовка к работе

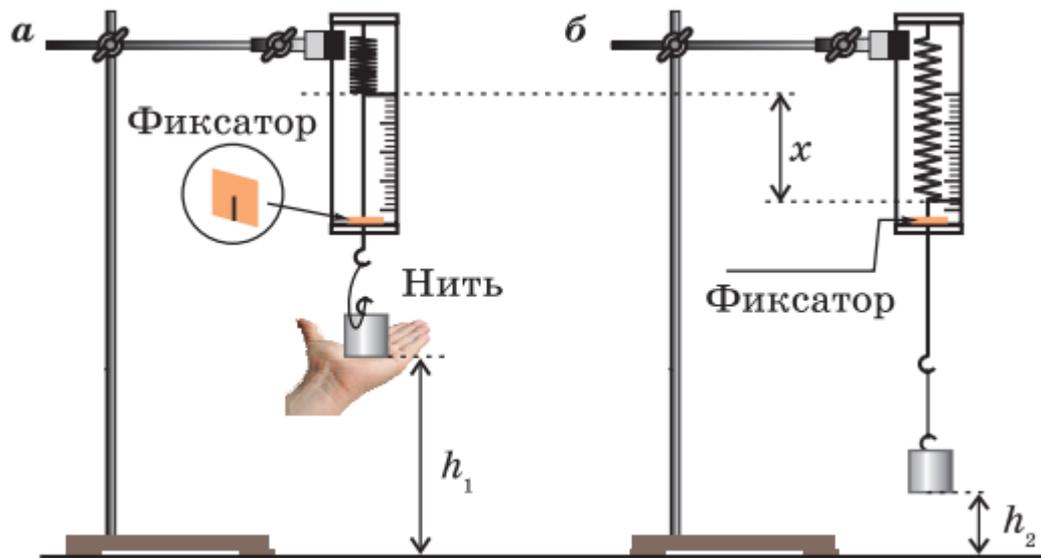
1. Изучите описание работы.

*2. Запишите в тетради вывод всех формул, используемых в работе (см. § 16, 18).



Лабораторная работа

Нахождение изменения механической энергии с учётом действия силы трения скольжения пути



Когда груз движется вниз, изменение его потенциальной энергии

$$\Delta E_{\text{гр}} = mg(h_2 - h_1) \Rightarrow \Delta E_{\text{гр}} < 0,$$

а изменение потенциальной энергии пружины

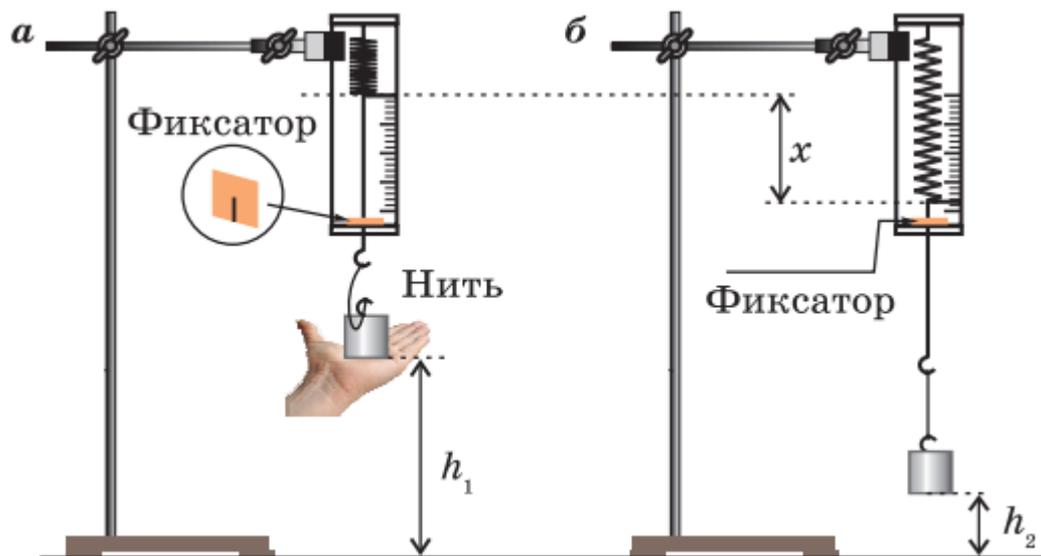
$$\Delta E_{\text{пр}} = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow \Delta E_{\text{пр}} > 0, \quad \Delta E_{\text{пр}} = \frac{Fx}{2}.$$

При наличии силы трения скольжения изменение механической энергии системы равно работе силы трения:

$$A_{\text{тр}} = \Delta E_{\text{мех}} = \Delta E_{\text{пр}} + \Delta E_{\text{гр}}.$$

Лабораторная работа

Нахождение изменения механической энергии с учётом действия силы трения скольжения пути

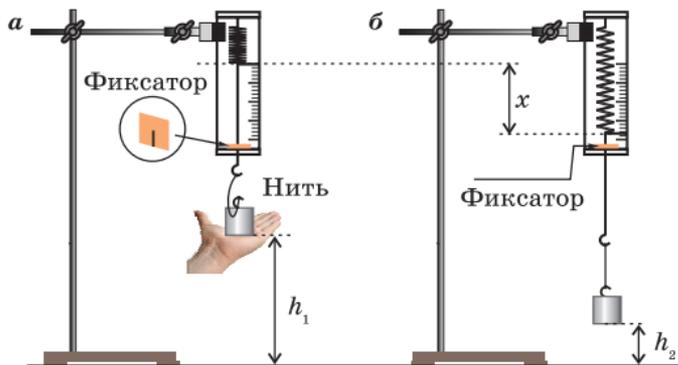


$P, \text{ Н}$	$h_1, \text{ м}$	$h_2, \text{ м}$	$F, \text{ Н}$	$x, \text{ м}$	$\Delta E_{\text{гр}}, \text{ Дж}$	$\Delta E_{\text{пр}}, \text{ Дж}$	$A_{\text{тр}}, \text{ Дж}$
----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------

Лабораторная работа

Нахождение изменения механической энергии с учётом действия силы трения скольжения пути

Удобно использовать стикеры, наклеивая их на стойку штатива



$P, \text{ Н}$	$h_1, 10^{-2} \text{ м}$	$h_2, 10^{-2} \text{ м}$	$F, \text{ Н}$	$x, 10^{-2} \text{ м}$
$1,0 \pm 0,1$	$28,0 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,1$

Лабораторная работа

Нахождение изменения механической энергии с учётом действия силы трения скольжения пути

№

$P, \text{ Н}$	$h_1, 10^{-2} \text{ м}$	$h_2, 10^{-2} \text{ м}$	$F, \text{ Н}$	$x, 10^{-2} \text{ м}$
$1,0 \pm 0,1$	$28,0 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,1$

$$(\Delta E_{\text{пр}})_{\text{max}} = \frac{F_{\text{max}} x_{\text{max}}}{2} = \frac{4,5 \cdot 7,1 \cdot 10^{-2}}{2} = 0,16 \text{ Дж}$$

$$(\Delta E_{\text{пр}})_{\text{min}} = \frac{F_{\text{min}} x_{\text{min}}}{2} = \frac{4,3 \cdot 6,9 \cdot 10^{-2}}{2} = 0,15 \text{ Дж}$$

$$(\Delta E_{\text{пр}})_{\text{ср}} = \frac{(\Delta E_{\text{пр}})_{\text{max}} + (\Delta E_{\text{пр}})_{\text{min}}}{2} = 0,16 \text{ Дж}$$

$$\Delta(\Delta E_{\text{пр}}) = \frac{(\Delta E_{\text{пр}})_{\text{max}} - (\Delta E_{\text{пр}})_{\text{min}}}{2} = 0,01 \text{ Дж}$$

$$\Delta E_{\text{пр}} = (0,16 \pm 0,01) \text{ Дж}$$

$$(\Delta E_{\text{гр}})_{\text{max}} = P_{\text{max}} (h_2_{\text{max}} - h_1_{\text{min}}) = 1,1 \cdot (3,6 - 27,9) \cdot 10^{-2} = -0,27 \text{ Дж}$$

$$(\Delta E_{\text{гр}})_{\text{min}} = P_{\text{min}} (h_2_{\text{min}} - h_1_{\text{max}}) = 0,9 \cdot (3,4 - 28,1) \cdot 10^{-2} = -0,22 \text{ Дж}$$

$$(\Delta E_{\text{гр}})_{\text{ср}} = \frac{(\Delta E_{\text{гр}})_{\text{max}} + (\Delta E_{\text{гр}})_{\text{min}}}{2} = -0,25 \text{ Дж}$$

$$\Delta(\Delta E_{\text{гр}}) = \frac{(\Delta E_{\text{гр}})_{\text{max}} - (\Delta E_{\text{гр}})_{\text{min}}}{2} = -0,03 \text{ Дж}$$

$$\Delta E_{\text{гр}} = -(0,25 \pm 0,03) \text{ Дж}$$

$$A_{\text{тр}} = \Delta E_{\text{мех}} = -(0,09 \pm 0,02) \text{ Дж}$$

Лабораторная работа

Изучение колебаний пружинного маятника

Цель работы: изучить зависимость периода колебаний пружинного маятника от удлинения пружины, когда подвешенный к ней груз находится в равновесии.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, пружина²⁾, грузы из набора по механике, секундомер или часы с секундной стрелкой, линейка.

Подготовка к работе

1. Изучите описание работы и повторите соответствующий материал в учебнике (§ 9, п. 1).

*2. Запишите в тетради вывод формулы, связывающей период колебания подвешенного к пружине груза с удлинением пружины, когда подвешенный к ней груз находится в равновесии (§ 9).

Содержание работы

Обозначим x_1 удлинение пружины¹⁾ жёсткостью k под весом *покоящегося* груза массой m .

Используя условие равновесия груза, закон Гука и формулу для периода колебаний подвешенного на пружине груза, докажите, что период колебаний пружинного маятника связан с удлинением пружины под весом *покоящегося* груза соотношением

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{x_1}{g}}.$$

Отсюда следует, что *квадрат* периода колебаний пропорционален удлинению пружины под весом *покоящегося* груза.

Лабораторная работа

Изучение колебаний пружинного маятника

Ход работы

- Закрепите пружину в лапке штатива и подвесьте к пружине один из предложенных вам одинаковых грузов. Измерьте удлинение пружины x_1 . Запишите результаты измерений в таблицу (ниже приведён заголовок таблицы).

x_1 , м	T_1 , с	x_2 , м	T_2 , с	$\frac{T_1^2}{T_2^2}$	$\frac{x_1}{x_2}$
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------------------	-------------------

- Рукой отведите вниз подвешенный к пружине груз так, чтобы пружина удлинилась на 1—2 см, и отпустите. Измерьте период колебаний T_1 методом рядов (для этого измерьте, например, продолжительность двадцати колебаний, после чего разделите её на 20). Запишите результаты измерений в таблицу.
- Повторите эксперимент, подвесив к пружине ещё один такой же груз. Результаты измерений (с индексом 2) записывайте в таблицу.
- Проверьте справедливость равенства $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{x_1}{x_2}$. Запишите вывод.

Лабораторная работа

Изучение колебаний пружинного маятника

Использовать пружину динамометра нельзя из-за большого трения

$$l_0 = (7,2 \pm 0,1) \text{ см}$$

$$l_1 = (17,2 \pm 0,1) \text{ см}$$

$$l_2 = (29,2 \pm 0,1) \text{ см}$$

$$x_1 = l_1 - l_0 = (10,0 \pm 0,2) \text{ см}$$

$$x_2 = l_2 - l_0 = (22,0 \pm 0,2) \text{ см}$$

$$N = 20$$

$$t_1 = (15 \pm 1) \text{ с}$$

$$t_2 = (21 \pm 1) \text{ с}$$

$$T_1 = \frac{t_1}{N} = (0,75 \pm 0,05) \text{ с}$$

$$T_2 = \frac{t_2}{N} = (1,05 \pm 0,05) \text{ с}$$



Лабораторная работа

Изучение колебаний пружинного маятника

$$x_1 = l_1 - l_0 = (10,0 \pm 0,2) \text{ см}$$

$$x_2 = l_2 - l_0 = (22,0 \pm 0,2) \text{ см}$$

$$T_1 = \frac{t_1}{N} = (0,75 \pm 0,05) \text{ с}$$

$$T_2 = \frac{t_2}{N} = (1,05 \pm 0,05) \text{ с}$$

$$\left(\frac{x_1}{x_2}\right)_{\max} = \frac{x_{1\max}}{x_{2\min}} = \frac{10,2}{21,8} = 0,47$$

$$\left(\frac{x_1}{x_2}\right)_{\min} = \frac{x_{1\min}}{x_{2\max}} = \frac{9,8}{22,2} = 0,44$$

$$\left(\frac{x_1}{x_2}\right)_{\text{cp}} = \frac{\left(\frac{x_1}{x_2}\right)_{\max} + \left(\frac{x_1}{x_2}\right)_{\min}}{2} = 0,46$$

$$\Delta\left(\frac{x_1}{x_2}\right) = \frac{\left(\frac{x_1}{x_2}\right)_{\max} - \left(\frac{x_1}{x_2}\right)_{\min}}{2} = 0,02$$

$$\frac{x_1}{x_2} = (0,46 \pm 0,02)$$

$$\left(\frac{T_1^2}{T_2^2}\right)_{\max} = \frac{T_{1\max}^2}{T_{2\min}^2} = \left(\frac{0,80}{1,00}\right)^2 = 0,64$$

$$\left(\frac{T_1^2}{T_2^2}\right)_{\min} = \frac{T_{1\min}^2}{T_{2\max}^2} = \left(\frac{0,70}{1,10}\right)^2 = 0,40$$

$$\left(\frac{T_1^2}{T_2^2}\right)_{\text{cp}} = \frac{\left(\frac{T_1^2}{T_2^2}\right)_{\max} + \left(\frac{T_1^2}{T_2^2}\right)_{\min}}{2} = 0,5$$

$$\Delta\left(\frac{T_1^2}{T_2^2}\right) = \frac{\left(\frac{T_1^2}{T_2^2}\right)_{\max} - \left(\frac{T_1^2}{T_2^2}\right)_{\min}}{2} = 0,1$$

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = (0,5 \pm 0,1)$$



Лабораторная работа

Изучение колебаний пружинного маятника

$$\frac{x_1}{x_2} = (0,46 \pm 0,02) \quad \frac{T_1^2}{T_2^2} = (0,5 \pm 0,1)$$



Лабораторный практикум

Исследование равноускоренного движения

без начальной скорости

Задание. Проверка гипотезы: «Движение шарика по желобу является равноускоренным движением без начальной скорости».

Используя тот факт, что пути, проходимые за равные последовательные промежутки времени при прямолинейном равноускоренном движении без начальной скорости, относятся как последовательные нечетные числа, начиная с единицы, докажите, что движение шарика по наклонному желобу является равноускоренным движением без начальной скорости.

При проведении эксперимента подберите такой угол наклона желоба, чтобы шарик, движущийся по нему из состояния покоя, скатывался по желобу за время, не меньшее трёх секунд. Измерения пути, пройденного шариком, проводите не менее трёх раз.

Сайт
«БИНОМ. Лаборатория
знаний»
lbz.ru

Ждём Вас на наших вебинарах!

До новых встреч!