Правила оформления лабораторных работ

В работе должны присутствовать следующие важные моменты:

1. грамотно заполнены таблицы:

- таблица должна быть подписана и должны быть проставлены все единицы измерения (обычно в системе СИ),
- числа в каждом столбце (или в строке) должны быть заполнены с одинаковой точностью (одинаковым числом цифр после запятой)

Таблица 2

$N_{изм}$	T_i, c	$S_{<T>}$, c	l, $м$	$S_{<l>}$, $м$	$\langle g \rangle$, $\frac{м}{c^2}$	S_g, $\frac{м}{c^2}$
1	**1.79**	$4.4\cdot10^{-2}$	**1.15**	**0.025**	**10.25**	**0.13**
2	**1.84**					
3	**1.75**					
4	**1.82**					
5	**1.78**					
$\sum$	**8.94**					

2. должен быть представлен полный расчёт каждой величины (все пять раз расчёт одной и той же величины делать не обязательно. Мне необходимо увидеть грамотный расчёт хотя бы один раз, так как все остальные вычисления Вы делаете аналогично. Если ошибка в одном расчёте, то и в остальных тоже самое).

$$[T_1-\langle T\rangle]=c-c=[c] \qquad T_1-\langle T\rangle=1.79c-1.78c=0.01c,$$

$$\left[(T_1-\langle T\rangle)^2\right]=c^2-c^2=[c^2] \qquad (T_1-\langle T\rangle)^2=(0.01c)^2=0.0001c^2=10^{-4}c^2$$

Перед этим необходимо проверить размерность этой величины, подставив в исходную формулу вместо чисел их единицы измерения и провести соответствующие преобразования:

$$S_g^2=\left(\frac{4\pi^2}{\langle T\rangle^2}\right)^2 S_l^2+\left(\frac{-8\pi^2 l}{\langle T\rangle^3}\right)^2 S_T^2+\left(\frac{8\pi\ l}{\langle T\rangle^2}\right)^2 S_\pi^2;$$

$$\left[S_g^2\right]=\left(\frac{1}{c^2}\right)^2 м^2+\left(\frac{м}{c^3}\right)^2 c^2+\left(\frac{м}{c^2}\right)^2 1=\frac{1}{c^4}м^2+\frac{м^2c^2}{c^6}+\frac{м^2}{c^4}=\frac{м^2}{c^4}+\frac{м^2}{c^4}+\frac{м^2}{c^4}=\left[\frac{м^2}{c^4}\right].$$

А затем привести расчёты с подстановкой единиц измерения (все формулы в физике записаны в расчёте на международную систему единиц СИ):

$$S_g^2=\left(\frac{4\cdot3{,}14^2}{(1{,}78c)^2}\right)^2\cdot(0{,}025м)^2+\left(-\frac{8\cdot3{,}14^2\cdot1{,}15м}{(1{,}78c)^3}\right)^2\cdot(4.4\cdot10^{-2}\ c)^2+\left(\frac{8\cdot3{,}14\cdot1{,}15м}{(1{,}78c)^2}\right)^2\cdot(4.4\cdot10^{-2}\ c)^2=0{,}169\frac{м^2}{c^4}$$

$$S_g^2=0{,}169\frac{м^2}{c^4}$$

3. грамотно записан окончательный ответ:

$$g=(10.25\pm0{,}13)\frac{м}{c^2}.$$

При записи результата измерений в стандартной форме необходимо соблюдать следующие правила:

1. погрешность измерений Δx необходимо округлять до двух значащих цифр, если первая из них единица, и до одной значащей цифры во всех остальных случаях.

2.. при записи среднего значения <x> после запятой необходимо оставлять столько же знаков после запятой, сколько и в погрешности.

Более подробно прочитайте в статье "правила построения графиков и заполнения таблиц", которая есть в папке "Для студентов дневного обучения", далее «Лабораторная работа 0-1».

4. Необходимо определить относительную погрешность Вашего эксперимента.

Относительной погрешностью приближенного числа *называется отношение абсолютной погрешности приближенного числа* Δx *к его среднему значению* $\langle x \rangle$*:*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{\langle x \rangle} \cdot 100\%.$$

Если оценка погрешности результата физического измерения не сделана, то можно считать, что измеряемая величина вообще неизвестна, поскольку погрешность может, вообще говоря, быть того же порядка, что и сама измеряемая величина или даже больше.

Если есть возможность сравнить Ваши результаты с уже известными табличными значениями, то необходимо определить относительную погрешность Вашего эксперимента относительно табличного значения:

$$\varepsilon = \frac{\langle x \rangle_{эксперимента} - x_{табличное}}{x_{табличное}} \cdot 100\%$$

и провести анализ этой относительной ошибки (велика она или незначительна). Если погрешность оказывается значительной, то необходимо указать, с чем это, по Вашему мнению, связано:

Относительная погрешность нашего эксперимента составляет:

$$\varepsilon = \frac{\left| g_{практика} - g_{теория} \right|}{g_{теория}} \cdot 100\% = \frac{10.25\frac{м}{с^2} - 9.81\frac{м}{с^2}}{9.81\frac{м}{с^2}} \cdot 100\% = 4,5\% \cdot$$

Вывод: Полученное значение ускорения свободного падения незначительно отличается от теоретического значения

5. грамотно построены графики:

- на концах осей графика должны быть указаны откладываемые физические величины и их размерности,
- грамотно выбран масштаб (обычно с ценой деления, равной приблизительно удвоенной абсолютной погрешности измерения данной величины $2\Delta x$, которая откладывается на этой оси).

Масштабные деления на оси наносят так, чтобы удобно было наносить экспериментальные данные и снимать показания с графика. Для этого цену деления на оси обычно делают так, чтобы она составляла 1, 2, 5 единиц (или 0.1, 0.2, 0.5, или 10, 20, 50 и т.д.) измеряемой по оси величины.

- график должен быть подписан.

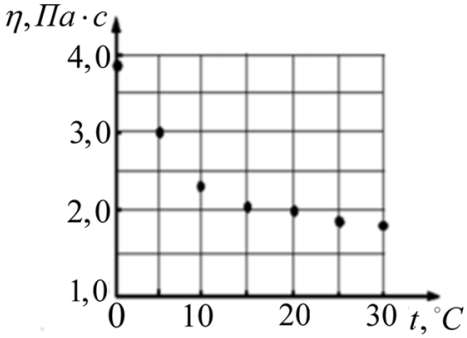

Рис. 1 Зависимость коэффициента динамической вязкости воды от её температуры

Более подробно всё описано в статье **«Правила построения графиков и заполнения таблиц»**, которая есть в этой же папке (на сайте vinoglyadov.ucoz.ru в папке "Для студентов дневного обучения", далее «Лабораторная работа 0-1»)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 0-1:

Обработка результатов физического эксперимента на примере определения ускорения свободного падения с помощью математического маятника.

Студент группа

Допуск_____Выполнение_____Защита_____

***Цель работы*:** получение и закрепление навыков обработки результатов прямых, косвенных и совместных измерений.

Приборы и материалы: математический маятник, измерительная линейка, секундомер.

Упражнение 1. Порядок обработки прямых измерений. Определение периода колебаний математического маятника

Таблица 1

$N_{изм}$	1	2	3	4	5	$\sum$
T_i						
$T_i - \langle T \rangle$						
$(T_i - \langle T \rangle)^2$						

1. Среднее значение периода колебаний математического маятника: $< T > = \dfrac{T_1 + T_2 + \ldots + T_5}{5}$.

Проверим размерность: $[< T >] =$

Рассчитаем среднее значение периода колебаний: $< T > =$

2. Проверим размерность, проведём соответствующие вычисления и заполним таблицу 1:

$[T_1 - \langle T \rangle] =$ $T_1 - \langle T \rangle =$

$[(T_1 - \langle T \rangle)^2] =$ $(T_1 - \langle T \rangle)^2 =$

3. Найдём дисперсию среднего значения периода колебаний маятника

$$S^2_{<T>} = \frac{(T_1 - < T >)^2 + (T_2 - < T >)^2 + \ldots + (T_5 - < T >)^2}{5 \cdot 4}.$$

$[S^2_{<T>}] =$ $S^2_{\langle T \rangle} =$

4. Найдём среднеквадратичное отклонение среднего значения по формуле $S_{<T>} = \sqrt{S^2_{<T>}}$,

$[S_{<T>}] =$ $S_{\langle T \rangle} = \sqrt{S^2_{\langle T \rangle}} =$

5. Результат измерения периода колебаний запишем в виде: $T = < T > \pm t_{p,k} S_{<T>}$

где для вероятности $p = 0.95$ и числа степеней свободы $k = n - 1 = 4$, значение параметра Стьюдента $t_{p,k} = 2.8$

Ответ: $T =$

Вывод :

Упражнение 2. Обработка результатов косвенных измерений. Определение ускорения свободного падения

Таблица 2

$N_{изм}$	T_i,	S_T,	l,	S_l,	$\langle g \rangle$,	S_g,
1						
2						
3						
4						
5						
$\sum$						

1. По формуле $< g >= \dfrac{4\pi^2 l}{< T^2 >}$ вычислим среднее значение ускорения.

$[< g >] =$ $\langle g \rangle =$

2. Определим дисперсию ускорения свободного падения по формуле:

$$S_g^2 = \left(\frac{4\pi^2}{\langle T \rangle^2}\right)^2 S_l^2 + \left(\frac{-8\pi^2 l}{\langle T \rangle^3}\right)^2 S_T^2 + \left(\frac{8\pi\ l}{\langle T \rangle^2}\right)^2 S_\pi^2;$$

Проверим размерность: $\left[S_g^2\right] =$

В качестве погрешности в определении длины нити математического маятника S_l возьмём квадрат приборной погрешности ***(в качестве приборной погрешности принимается величина, равная половине цены деления шкалы прибора).*** $S_l =$

В качестве погрешности S_π числа π возьмём табличную погрешность ***(в качестве табличной погрешности принимается величина, равная половине единицы последнего разряда округлённой табличной величины).***

$S_\pi =$

Величину S_T^2 рассчитаем по формуле $S_T^2 = \dfrac{\sum \left(T_i - \langle T \rangle\right)^2}{n-1}$, где n – число измерений.

$\left[S_T^2\right] =$ $S_{\langle T \rangle}^2 =$

Вычислим дисперсию ускорения свободного падения:

$S_g^2 =$

3. Найдём среднеквадратичное отклонение ускорения: $S_g = \sqrt{S_g^2}$.

$\left[S_g\right] =$ $S_g =$

4. Результат измерения ускорения запишем в виде: $g = < g > \pm S_g$;

$$g =$$

Относительная погрешность нашего эксперимента составляет:

$$\varepsilon = \frac{\left| g_{практика} - g_{теория} \right|}{g_{теория}} \cdot 100\% =$$

Вывод:

Упражнение 3. Порядок обработки совместных измерений. Определение ускорения свободного падения

Период колебаний математического маятника вычисляется по формуле $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Для того, чтобы воспользоваться методом обработки совместных измерений для зависимости $y = A \cdot x$ введём следующие обозначения: $y = T$; $x = \sqrt{l}$; $A = \frac{2\pi}{\sqrt{g}}$.

Таким образом, зная экспериментальную зависимость $T = A\sqrt{l}$, можем вычислить коэффициент A.

Затем из соотношения $g = \frac{4\pi^2}{A^2}$ определим ускорение свободного падения.

Таблица 3

1	2	3	4	5	6	7	8
	l_i,	T_i,	x_i,	y_i,	$x_i y_i$,	x_i^2,	$(y_i - Ax_i)^2$,
1							
2							
3							
4							
5							
$\sum$							

1. Проведём соответствующие вычисления и заполним графы 6 и 7 таблицы 3.

Проверим размерность: $[xy] =$ $x_1 y_1 =$

Проверим размерность: $[x^2] =$ $x_1^2 =$

2. По формуле $A = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}$ вычислим значение параметра A.

3. Проверим размерность: $[A] =$ $A =$

4. Проведём соответствующие расчеты и заполним графу 8 таблицы 3.

Проверим размерность: $[y - Ax] =$ $y_1 - Ax_1 =$

Проверим размерность: $\left[(y - Ax)^2\right] =$ $(y_1 - Ax_1)^2 =$

5. По формуле $S_A^2 = \dfrac{1}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2} \cdot \dfrac{\sum_{i=1}^{n} (y_i - Ax_i)^2}{n-1}$ вычислим дисперсию параметра A.

Проверим размерность: $\left[S_A^2\right] =$

$S_A^2 =$

6. По формуле $\langle g \rangle = \dfrac{4\pi^2}{A^2}$ вычислим среднее значение ускорения свободного падения.

Проверим размерность: $\left[\langle g \rangle\right] =$ $\langle g \rangle =$

7. По формуле $S_g^2 = \left(\dfrac{8\pi}{A^2}\right)^2 S_\pi^2 + \left(-\dfrac{8\pi^2}{A^3}\right)^2 S_A^2$ вычислим среднеквадратичное отклонение среднего значения ускорения свободного падения.

$\left[S_g^2\right] =$

$S_g^2 =$

8. Окончательный результат запишем в виде $g = \langle g \rangle \pm S_g$.

$g =$

9. Для проверки соответствия зависимости $y = A \cdot x$ экспериментальным данным применим F - критерий (критерий Фишера). Для этом вычислим следующее соотношение

$$F = \frac{S_{ад}^2}{S_{оп}^2},$$

где $S_{оп}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - < y >)^2}{n-1}$ - дисперсия опыта с числом степеней свободы равным n - 1, где n - число прямых измерений величины $y_i = T_i$. Значения T_i возьмём из первого упражнения (n = 5), а

$S_{ад}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - Ax_i)^2}{n-1}$ - дисперсия адекватности, где n - число измерений.

$\left[S_{оп}^2\right] =$ $\qquad$ $S_{оп}^2 =$

$\left[S_{ад}^2\right] =$ $\qquad$ $S_{ад}^2 =$

$$F =$$

Проверим двухстороннее неравенство $\frac{1}{F_{табл}^{(d-1),(n-m)}} \le \frac{S_{ад}^2}{S_{оп}^2} \le F_{табл}^{(n-m),(d-1)}$, где $F_{табл}^{(n-m),(d-1)} = 6.59$

$$\frac{S_{ад}^2}{S_{оп}^2} =$$

10. Вывод*:*

11. Построим график зависимости $T = A\sqrt{l}$, там же нанесём звездочками экспериментальные данные $\left(T_i, \sqrt{l_i}\right)$

Пример полного оформления лабораторной работы с расчётами

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 0-1:

Обработка результатов физического эксперимента на примере определения ускорения свободного падения с помощью математического маятника.

Студент ***Иванов Андрей*** группа **МО - 232**

Допуск_____Выполнение_____Защита_____

***Цель работы*:** получение и закрепление навыков обработки результатов прямых, косвенных и совместных измерений.

Приборы и материалы: математический маятник, измерительная линейка, секундомер.

***Упражнение 1.* Порядок обработки прямых измерений.**
Определение периода колебаний математического маятника.

Таблица 1

$N_{изм}$	1	2	3	4	5	$\sum$
T_i, c	**1.79**	**1.84**	**1.75**	**1.82**	**1.78**	**8.98**
$T_i - \langle T \rangle$, c	**- 0.01**	**0.04**	**- 0.05**	**0.02**	**- 0.02**	**-**
$(T_i - \langle T \rangle)^2$, $\cdot 10^{-4} c^2$	**1**	**16**	**25**	**4**	**4**	**50**

1. Среднее значение периода колебаний математического маятника найдём по формуле:

$$< T >= \frac{T_1 + T_2 + \ldots + T_5}{5}.$$

$$[< T >] = \frac{c + c + \ldots + c}{5} = c$$

$$< T >= \frac{1.79\ c + 1.84\ c + 1.75\ c + 1.82\ c + 1.78\ c}{5} = 1.80\,c$$

2. Аналогично проведём соответствующие вычисления и заполним таблицу 1.

$$[T_1 - \langle T \rangle] = c - c = c$$

$$T_1 - \langle T \rangle = 1.79\,c - 1.80c = -0.01c,$$

$$\left[(T_1 - \langle T \rangle)^2\right] = c^2 - c^2 = c^2$$

$$(T_1 - \langle T \rangle)^2 = (-0.01c)^2 = 0.0001c^2 = 10^{-4}c^2$$

3. Найдём дисперсию среднего значение периода колебаний маятника

$$S^2_{<T>} = \frac{(T_1 - < T >)^2 + (T_2 - < T >)^2 + \ldots + (T_5 - < T >)^2}{5 \cdot 4}.$$

$$[S^2_{<T>}] = \frac{(c - c)^2 + (c - c)^2 + \ldots + (c - c)^2}{1} = c^2.$$

$$S^2_{<T>} = \frac{(1{,}79\,c - 1{,}80\,c)^2 + (1{,}84\,c - 1{,}80\,c)^2 + \ldots + (1{,}78\,c - 1{,}80\,c)^2}{5 \cdot 4} = 2.5 \cdot 10^{-4}\ c^2$$

4. Найдём среднеквадратичное отклонение среднего значения по формуле $S_{<T>} = \sqrt{S^2_{<T>}}$.

$$[S_{<T>}] = \sqrt{c^2} = c. \qquad S_{\langle T \rangle} = \sqrt{S^2_{\langle T \rangle}} = \sqrt{2.5 \cdot 10^{-4}\ c^2} = 1.6 \cdot 10^{-2}\ c$$

5. Результат измерения периода колебаний запишем в виде: $T = < T > \pm t_{p,k} S_{<T>}$

где для вероятности $p = 0.95$ и числа степеней свободы $k = n - 1 = 4$, значение параметра Стьюдента $t_{p,k} = 2.8$.

$$T = \left(1.80 \pm 2.8 \cdot 1.6 \cdot 10^{-2}\right)c = \left(1.80 \pm 0.04\right)c$$

Ответ: $T = (1.80 \pm 0.04)c$ для $p = 0.95$ и $n = 5$

Вывод : На примере определения периода колебаний математического маятника я научился обрабатывать прямые измерения.

***Упражнение 2.* Обработка результатов косвенных измерений. Определение ускорения свободного падения**

Таблица 2

$N_{изм}$	T_i, c	$S_{<T>}$, c	l, $м$	$S_{<l>}$, $м$	$\langle g \rangle$, $\frac{м}{c^2}$	S_g, $\frac{м}{c^2}$
1	1.79	$1.6\cdot10^{-2}$	0.80	0.025	10.25	0.13
2	1.84					
3	1.75					
4	1.82					
5	1.78					
$\sum$	8.98					

4. По формуле $< g >= \dfrac{4\pi^2 l}{< T^2 >}$ вычислим среднее значение ускорения.

$[< g >] = \dfrac{м}{c^2}$. $\qquad \langle g \rangle = \dfrac{4\cdot 3{,}14^2\cdot 0{,}80м}{(1{,}80c)^2} = 9{,}75\dfrac{м}{c^2}$

5. Вычислим дисперсию ускорения свободного падения по формуле:

$$S_g^2 = \left(\frac{4\pi^2}{\langle T\rangle^2}\right)^2 S_l^2 + \left(\frac{-8\pi^2 l}{\langle T\rangle^3}\right)^2 S_T^2 + \left(\frac{8\pi\ l}{\langle T\rangle^2}\right)^2 S_\pi^2;$$

$$\left[S_g^2\right] = \left(\frac{1}{c^2}\right)^2 м^2 + \left(\frac{м}{c^3}\right)^2 c^2 + \left(\frac{м}{c^2}\right)^2 1 = \frac{1}{c^4}м^2 + \frac{м^2c^2}{c^6} + \frac{м^2}{c^4} = \frac{м^2}{c^4} + \frac{м^2}{c^4} + \frac{м^2}{c^4} = \frac{м^2}{c^4}.$$

В качестве погрешности в определении длины нити математического маятника S_l возьмём квадрат приборной погрешности ***(в качестве приборной погрешности принимается величина, равная половине цены деления шкалы прибора).***

$S_l = 0.025$ м

В качестве погрешности числа π S_π возьмите табличную погрешность ***(в качестве табличной погрешности принимается величина, равная половине единицы последнего разряда округлённой табличной величины).***

$S_\pi = 0.005$

Величину S_T^2 рассчитаем по формуле $S_T^2 = \dfrac{\sum\left(T_i - \langle T\rangle\right)^2}{n-1}$, где n – число измерений.

$\left[S_T^2\right] = \dfrac{\sum\ (\ c - c)^2}{1} = c^2;$ $\qquad S_{\langle T\rangle}^2 = \dfrac{50\cdot10^{-4}\ c^2}{4} = 12.5\cdot10^{-4}\ c^2$.

$$S_g^2 = \left(\frac{4\cdot3{,}14^2}{(1{,}80c)^2}\right)^2\cdot(0{,}025м)^2 + \left(-\frac{8\cdot3{,}14^2\cdot0{,}80м}{(1{,}80c)^3}\right)^2\cdot12.5\cdot10^{-4}\ c^2 + \left(\frac{8\cdot3{,}14\cdot0{,}80м}{(1{,}80c)^2}\right)^2\cdot(0.005)^2\ ,\quad \Rightarrow$$

$$S_g^2 = 927{,}91\cdot10^{-4}\frac{м^2}{c^4} + 1466{,}34\cdot10^{-4}\frac{м^2}{c^4} + 95.01\cdot10^{-4}\frac{м^2}{c^4} = 2489{,}26\cdot10^{-4}\frac{м^2}{c^4} = 0{,}25\frac{м^2}{c^4},\quad \Rightarrow\quad S_g^2 = 0{,}25\frac{м^2}{c^4}$$

6. Найдём среднеквадратичное отклонение ускорения: $S_g = \sqrt{S_g^2}$. $\qquad S_g = \sqrt{0{,}25\dfrac{м^2}{c^4}} = 0{,}5\dfrac{м}{c^2}$

7. Результат измерения ускорения запишем в виде: $g =< g > \pm S_g$; $\qquad g = (9.8\pm0{,}5)\dfrac{м}{c^2}$

Вывод: Из сравнения значения ускорения свободного падения, полученного в результате проведённого эксперимента с теоретическим значением: $g_{практика} = (9.8\pm0{,}5)\dfrac{м}{c^2}$,

$g_{теория} = (9.81\pm0{,}05)\dfrac{м}{c^2}$, видно, что их значения незначительно отличаются. Относительная погрешность нашего эксперимента составляет $\varepsilon = \dfrac{\left|g_{практика} - g_{теория}\right|}{g_{теория}}\cdot100\% = \dfrac{\left|9.80\dfrac{м}{c^2} - 9.81\dfrac{м}{c^2}\right|}{9.81\dfrac{м}{c^2}}\cdot100\% = 0{,}1\%$

По моему мнению, это связано в основном со случайными погрешностями измерений, возникающими во время эксперимента. **(упражнение № 3 сделайте по аналогии самостоятельно)**

Правила оформления задач РГЗ

1. Должно быть записано полное условие задачи.

Задача 2,4. Электрон влетает со скоростью 5 Мм/с в однородное электростатическое поле, напряженность которого 10 В/мм и направлена так же, как и скорость электрона. Сколько времени будет двигаться электрон до момента остановки и какой путь он при этом пройдет?
Заряд электрона $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл, его масса $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг.

По этому условию будет произведён опрос теории при защите задачи.

2. Должна быть представлена краткая запись условия задачи согласно международным обозначениям в системе СИ

Дано:

$\upsilon_0 = 5 \cdot 10^6$ м/с
$E = 10^3$ В/м
$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл
$m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг

---

t_1–? S–?

3. Сделан рисунок согласно условию задачи

Сделаем рисунки для характерных моментов времени($t = 0\,c$ и $t = t_1 c$):

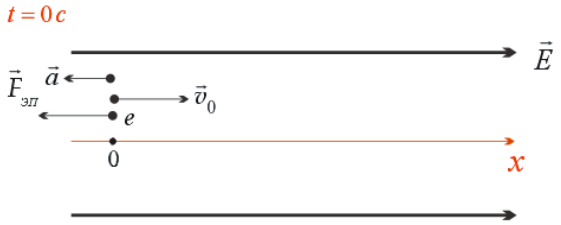

Рис. 1

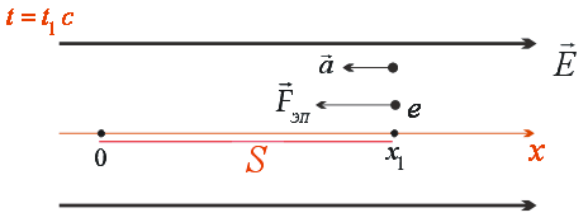

Рис. 2

4. Приведены пояснения по ходу решения задачи

Ускорение электрона, с которым он двигался в электрическом поле, найдём, записав для него второй закон Ньютона:

$$\vec{F}_{ЭП} = m\vec{a} \qquad (1)$$

5. Получен ответ в окончательном виде и проверена его размерность

$$S = \frac{m_e \upsilon^2}{2eE}$$

$$[S] = \frac{кг \cdot \left(\frac{м}{с}\right)^2}{Кл \cdot \frac{В}{м}} = \frac{кг \cdot м^3}{Кл \cdot В \cdot с^2} = \frac{кг \cdot м^3}{Дж \cdot с^2} = \frac{кг \cdot м^3}{\frac{кг \cdot м^2}{с^2} \cdot с^2} = [м]$$

6. В окончательную формулу поставлены величины с единицами измерения в системе СИ

$$S = \frac{9{,}1 \cdot 10^{-31}\,Кл \cdot \left(5 \cdot 10^6 \frac{м}{с}\right)^2}{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,Кл \cdot 1 \cdot 10^3 \frac{В}{м}} = 7 \cdot 10^{-2}\,м$$

7. Записан ответ. Ответ: $S = 7 \cdot 10^{-2}\,м$.