

11-1-2

ТЕТРАДЬ

для регионального этапа
всероссийской олимпиады школьников по физике

ученицы 11 класса _____

МОУ Лицей школы _____

Железнодорожного района

Чусовой Анны Ивановны

I тур

Шифр:

11-1-2

№ задачи	Баллы	Подписи членов жюри
1	10	
2	1	
3	3	
4	0	
5	6	

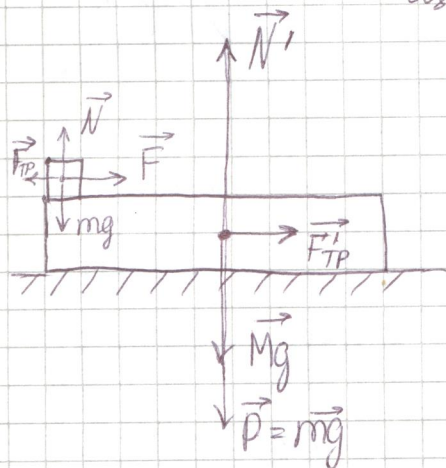
Сумма:

20

Федеральное государственное бюджетное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
ЧИСТОВИ

1.

Показываем силы, действующие на брусок и доску.



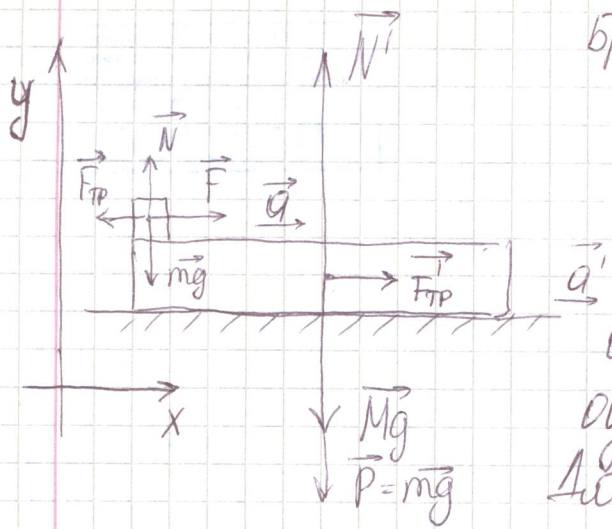
Между доской и бруском трение есть, иначе доска бы не двигалась $F_{TP} \neq 0$

Между доской и поверхностью трения нет, (по условию поверхность гладкая)

На брусок действует сила F и он начинает движение с

ускорением, поэтому возникает сила трения и по 3 закону Ньютона

брусок и доска взаимодействуют равнодействующими и противоположно направленными силами $\vec{F}_{TP} = -\vec{F}'_{TP}$



Брусок:

$$Ox: m\vec{a} = \vec{F} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g},$$

где \vec{a} - вектор ускорения бруска.

$$Ox: ma = F - F_{\text{тр}} \quad (1)$$

$$Oy: N = mg$$

Доска:

$$m\vec{a}' = \vec{F}'_{\text{тр}} + M\vec{g} + m\vec{g} + \vec{N}'$$

$$(1) \quad Ox: ma' = F'_{\text{тр}}, \text{ где } a' - \text{модуль ускорения доски.}$$

$$a' = \frac{F_{\text{тр}}}{m} \quad (1)$$

Тепло Q выделилось за счёт трения бруска о доску, поэтому выделенное тепло равно модулю силы трения:

$$Q = |A_{\text{тр}}| = |F_{\text{тр}} \cdot L \cdot \cos \alpha| \quad \alpha = 180^\circ, \text{ т.к. } F_{\text{тр}} \text{ была направлена противоположно движению бруска.}$$

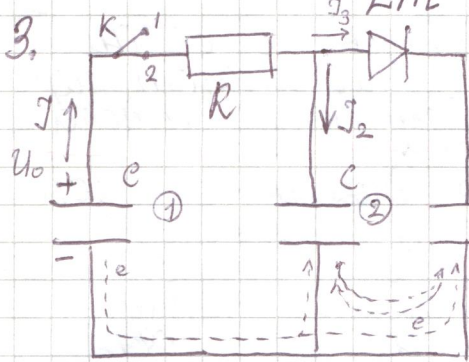
$$|F_{\text{тр}} \cdot L \cdot (-1)| = F_{\text{тр}} \cdot L = Q \quad \rightarrow \quad F_{\text{тр}} = \frac{Q}{L} \quad (2)$$

$$(2) \rightarrow (1)$$

$$a' = \frac{Q}{Lm} \quad (4)$$

Ответ: $a' = \frac{a}{Lm}$

~~10501~~



1) Когда замыкают ключ, в цепи появляется ток I и происходит перераспределение зарядов. Пройдя

резистор, ток разветвляется $I = I_2 + I_3$.

Ток I_3 создает напряжение на диоде U_p (рис 9 в условии). Конденсатор 2 и диод с конденсатором 3 соединены параллельно, поэтому напряжения на этих частях цепи равны. А т.к.

при возникновении тока в диоде появляется напряжение U_p , ток (большая его часть) идет в другую часть цепи с конденсатором 2, заряжая его. Когда ток прекращается, напряжение на диоде резко падает до нуля, и чтобы уравновесить U_2 и U_3 электроны с нижней обкладки конденсатора 2 начинают пере-

7. Ходить на нижнюю обкладку конденсатора

3; в то же время электроны с верхней обкладки конденсатора 3 начинают переходить на нижн. обкладку конденсатора 2.

Несмотря на то, что таким образом электроны совершают $n-p$ переход, при котором перенос заряда осуществляется основными носителями заряда, равновесия между U_2 и U_3 не наступает: как только электроны на верхних обкладках начинают перераспределяться (т.е. в диоде появляется ток) U_0 резко возрастает, напряжение на диоде до значения U_0 и электроны возвращаются на свои места. (на прежние обкладки)

C_3 и диод соединены параллельно последовательно;

а C_2 и $C_3 + \text{диод}$ - параллельно, следовательно.

15. $U_2 = U_0 + U_3$ (1), где U_2 и U_3 - напряжения на конденсаторах 2 и 3 соответственно.

$$U = \frac{q}{C} \quad (2) \quad U_0 = \frac{q_0}{C}$$

Пусть до замыкания ключа на конденсаторе 1 был заряд $q_0 +$

После замыкания ключа:

$$q_1 = q_2 = \frac{q_0}{2} \quad \checkmark$$

16.

Пусть после замыкания К на конден 2 был заряд q' , а на 3 - $\frac{q_0}{2} - q'$

Тогда по равенствам 1 и 2:

$$\frac{q'}{C} = U_0 + \frac{\frac{q_0}{2} - q'}{C} = U_0 + \frac{q_0}{2C} - \frac{q'}{C}$$

$$\frac{2q'}{C} = U_0 + \frac{U_0}{2} \quad \frac{q'}{C} = U_2 = \frac{U_0}{2} + \frac{U_0}{4}$$

$$U_3 = U_2 - U_0 = \frac{U_0}{4} - \frac{U_0}{2} \quad U_1 = \frac{q_0}{2C} = \frac{U_0}{2}$$

3) В диоде при прямом токе заряды переходят основными носителями и $R_D \rightarrow 0$. Поэтому в идеальном диоде выделяющаяся теплом можно пренебречь.

2) 4) $Q_1 = \frac{CU_0^2}{2}$ - начальная ЭН-ца.

$$Q_2 = \frac{CU_0^2}{8} + \frac{C\left(\frac{U_0}{2} + \frac{U_0}{4}\right)^2}{2} + \frac{C\left(\frac{U_0}{4} - \frac{U_0}{2}\right)^2}{2} + Q_R$$

Пренебрегая Q_D диода, можем приравнять Q_1 и Q_2 и найти Q_R

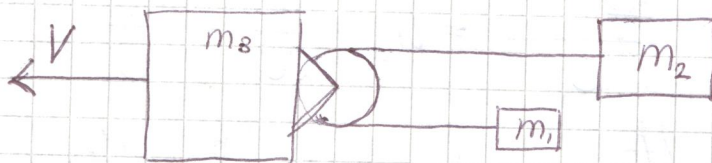
$$Q_R = \frac{CU_0^2}{2} - \frac{CU_0^2}{8} - \frac{C\left(\frac{U_0}{2} + \frac{U_0}{4}\right)^2}{2} + \frac{C\left(\frac{U_0}{4} - \frac{U_0}{2}\right)^2}{2} =$$

$$= \frac{1}{2C} \left(\frac{3U_0^2}{4} - \left(\frac{U_0}{2} + \frac{U_0}{4}\right)^2 - \left(\frac{U_0}{4} - \frac{U_0}{2}\right)^2 \right) =$$

$$= \frac{1}{2C} \left(\frac{3U_0^2}{4} - \frac{U_0^2}{2} - \frac{U_0^2}{8} \right) = \frac{1}{2C} \left(\frac{5}{8} U_0^2 - \frac{U_0^2}{2} \right) =$$

$$= \frac{1}{16} C (U_0^2) - \frac{1}{4} C U_0^2$$

5).



1. Сила T будет максимальна, когда сумма скоростей m_1 и m_2 будет равна удвоенной скорости m_3 ? почему?

$$V_1 + V_2 = 2V'$$

Т.к. до этого ^{удвоенная} скорость бруска m_3 была больше суммы $V_1 + V_2$, брусок m_3 постепенно отдаляется от брусков 1 и 2, растягивая резинку.

А в последующее время будет наблюдаться

$2V < V_1 + V_2$ и бруски 1 и 2 будут двигаться брусок 3, а натяжение резинки будет ослабевать.

Брусок 3 сообщит брускам 1 и 2

одинаковые импульсы $p_1 = p_2$ — ?

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

отсюда $v_2 = \frac{v_1 m_1}{m_2}$

Закон сохр-ния импульса

$$\begin{cases} m_3 v_0 = m_3 v_3' + m_1 v_1 + m_2 v_2 \\ m_1 v_1 = m_2 v_2 \end{cases} \quad + \quad \textcircled{0}$$

$$m_3 v = m_3 v' + 2m_1 v_1 \quad (1)$$

$$v_1 + v_2 = 2v'$$

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{m_1}{m_2}$$

$$\left. \begin{array}{l} v_1 + v_2 = 2v' \\ v_2 = v_1 \cdot \frac{m_1}{m_2} \end{array} \right\} v_1 \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) = 2v' \quad +$$
$$v' = \frac{v_1}{2} \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) \quad + \quad (2)$$

(2) \rightarrow (1)

$$m_3 v = m_3 \cdot \frac{v_1}{2} \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) + 2m_1 v_1$$

$$v_1 \left(\frac{m_3}{2} \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) + 2m_1 \right) = m_3 v$$

$$v_1 = \frac{m_3 v}{\frac{m_3}{2} \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) + 2m_1} = \frac{2m_3 v}{m_3 \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) + 4m_1} = \frac{2m_2 m_3 v}{2m_2 m_3 + m_3 m_1 + 4m_1 m_2}$$

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{m_1}{m_2} = \frac{2m_1 m_3 v}{m_2 \left(m_3 \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) + 4m_1\right)}$$

3.

$$V' = \frac{V_1}{2} \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) = \frac{2m_1 m_3 V V_1 \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right)}{2m_2 \left(m_3 \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) + 4m_1\right)}$$

$$V_1 = \frac{2 \cdot 1 \cdot 3}{3 \left(1 + \frac{1}{2}\right) + 4} = \frac{6}{4 + \frac{3}{2}} = \frac{12}{8 + 3} = \frac{12}{11}$$

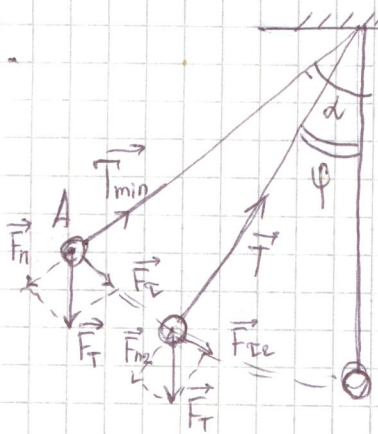
$$V' = \frac{12}{11} \cdot \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{2}\right) = \frac{6}{11} \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{11} \left(\frac{m}{c}\right)$$

Ответ: 1. $V_1 = \frac{2m_3 V}{m_3 \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) + 4m_1}$

$$V_2 = \frac{2m_1 m_3 V}{m_2 \left(m_3 \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) + 4m_1\right)}$$

3 $\frac{9}{11} \frac{m}{c}$

2.



T_{\min} в Т.А.

\vec{F}_T - сила тяжести
 раскладывается на
 \vec{F}_n - сила тяжести нор-
 мальная - и \vec{F}_t - сила
 тяжести тангенциальная.

ускорение \vec{a} раскладывается анало-

шлю: $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau$ $\vec{a}_n \perp \vec{a}_\tau \rightarrow a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$

Пусть в момент, когда $4T_{min} = T$, тело

отклонилось на угол φ .

В т.А. $a_n = 0$, т.к. $a_n = \frac{v^2}{R}$, *неверно*
 а в т.А $a_n = 0$, поэтому *р.к. не так*
глядеть.

$$\vec{T}_{min} + \vec{F}_n = m\vec{a}$$

$$T_{min} - F_n = 0 \quad T_{min} = F_n = F_T \cdot \cos \alpha$$

В точке B

$$m\vec{a}_{n2} = \vec{T} + \vec{F}_{n2} + \vec{F}_{T2} \Rightarrow$$

$$m a_{n2} = T - F_{n2} = 4T_{min} - F_T \cdot \cos \varphi = 4 \cdot mg \cdot \cos \alpha - mg \cdot \cos \varphi \Rightarrow a_{n2} =$$

$$a_{n2} = 4g \cdot \cos \alpha - g \cos \varphi$$

$$\vec{a}_{T2} = \frac{\vec{F}_{T2}}{m} \Rightarrow \frac{F_T \cdot \sin \varphi}{m} = a_{T2} = g \cdot \sin \varphi.$$

$$a_{n2} = (4 \cos \alpha - \cos \varphi) g$$

$$a_{T2} = g \cdot \sin \varphi$$

$$a' = \sqrt{a_{n2}^2 + a_{T2}^2}, \text{ где } a' - \text{ искоемое ускорение.}$$

верно

и 5

$$a' = \sqrt{g((4\cos\alpha - \cos\varphi)^2 + \sin^2\varphi)} =$$
$$= \sqrt{g(16\cos^2\alpha - 8\cos\alpha\cos\varphi + \underbrace{\cos^2\varphi + \sin^2\varphi}_1)}$$

$$= \sqrt{g(16\cos^2\alpha - 8\cos\alpha\cos\varphi + 1)} =$$

$$= \sqrt{g(16\cos^2\alpha - 8\cos\alpha \cdot \cos\varphi + 1)}$$

1 Seite.

региональный этап Всероссийской
олимпиады школьников по физике.
2014 - 2015 учебного года

ТЕТРАДЬ №2-13

для _____

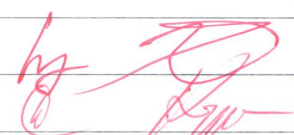
учени _____ класса _____

_____ школы _____

Чусовой Анны Ивановны

11 класс

МОУ Лицей №5

№ задачи	Баллы	Подписи членов жюри
Э1	7	
Э2	5	

Сумма:

11.1. Исследовали зависимость температуры воды T_B от времени.

Оборудовали: алюминиевый стакан с горячей водой, крышка к стакану, мерный стакан, термометр, секундомер, комнатный термометр.

Цель работы - определить коэффициент α , зависимости температуры воды от времени.

План работы.

1. Проведу 6 опытов, в которых буду измерять начальную температуру воды T_B , изменение температуры воды ΔT и время Δt , за которое это изменение произошло. Температуру T_K возьмем из показаний комнатного термометра.
2. Полученные данные занесу в таблицу.

3. Вычисляю α для каждого опыта.

4. Построю график зависимости α от разности температур $(T_B - T_K)$.

5. Сделав вывод о предположении, что кол-во теплоты, отдаваемое горящим телом в ед. времени прямо пропорционально разности температур между горящим и холодным телом.

Ход работы.

1. Опыт

Для построения графика необходимы разные значения $(T_B - T_K)$ поэтому в каждом опыте необходимо брать разную массу воды разной температуре (в нашем случае смешивать горячую и холодную в разных пропорциях.)

Я налил горячей воды в мерный стакан 150 грамм, и, вылив её в алюминиевый стакан, измерил, термометром температуру горячей воды.

Затем я включил секундомер и измерил время Δt и изменение температуры ΔT за это время.

Аналогичные опыты я проделаю

в сумме 6 раз. Все результаты я
занесла в таблицу.

Таблица

3 балла.

№ опыта	$T_B, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, \text{c}$	$T_K, ^\circ\text{C}$
1	82	3	210	19
2	73	3	260	19
3	68	2	207	19
4	64	2	230	19
5	55	2	316	20
6	50	1	212	20

Из формулы

$$C\Delta T = d(T_B - T_K)\Delta t$$

выражаем d

$$d = \frac{C\Delta T}{(T_B - T_K)\Delta t}$$

формула

2 балла

$$C = m_B c_B = 4200 \cdot 0,15 = 630 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$$

и вычисляем d для каждого опыта.

Полученные значения заносим в
таблицу для построения графика.

№ опыта	α	$T_B - T_K, ^\circ\text{C}$
1	0,143	63
2	0,135	54
3	0,124	49
4	0,122	45
5	0,114	35
6	0,099	30

И строим график: на оси ординат откладываем коэф. α (1 см = 0,01)

А на оси абсцисс откладываем разность температур ($T_B - T_K$) (1 см = 5 $^\circ\text{C}$).

(см. график на отдельном вложенном листе)

Погрешности:

Погрешность часов: складывается из инструментальной погрешности и погрешности скорости реакции ставящего опыт.

Инструментальная погрешность часов пренебрежимо мала.

Чтобы определить погрешность скорости реакции ставящего опыт, я провела 1 опыт 3 раза и получила значения t

$$\Delta t_1 = 207 \text{ c} \quad \Delta t_2 = 213 \text{ c} \quad \Delta t_3 = 210 \text{ c}.$$

В таблицу я занесла среднее значение ($\Delta t = 210 \text{ c}$), а погрешность по принципу

Корнфельда:

$$t_{\text{погр}} = \frac{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}}{2} = \frac{213,00 - 207,00}{2} = 3 \text{ (c)} = 3,00 \text{ (c)}.$$

Погрешность термометра (инструментальная) равна половине ⁴ цены деления прибора:

$$T_{\text{погр}} = \frac{C}{2} = \frac{1}{2} = 0,50^\circ \text{C}$$

такова же погрешность комнатного термометра.

~~погрешность 1 балла~~

$$\Delta_{\text{max}} = \frac{C \Delta T_{\text{max}}}{(T_{\text{Bmin}} - T_{\text{Kmax}}) \Delta t_{\text{min}}} = \frac{630 \cdot (210 + 3) \cdot 3}{(82 - 0,5 - (19 + 0,5)) \cdot (210 - 3)} = \frac{1890}{62 \cdot 207} = 0,147.$$

$$\Delta_{\text{min}} = \frac{C \Delta T}{(T_{\text{Bmax}} - T_{\text{Kmin}}) \Delta t_{\text{max}}} = \frac{630 \cdot 3}{(82 + 0,5 - (19 - 0,5)) \cdot (210 + 3)} = \frac{1890}{64 \cdot 213} = 0,139.$$

Погрешность Δ , опять же, рассчитываем по принципу Корнфельда:

$$\Delta \Delta = \frac{\Delta_{\text{max}} - \Delta_{\text{min}}}{2} = \frac{0,147 - 0,139}{2} = 0,004.$$

По графику видно, что, учитывая погрешность $\Delta x = \pm 0.004$, через точки можно провести линию (ломаную, близкую к прямой).

Эта линия не попадает в начало координат, хотя угол ее наклона к оси Ox не сильно отличается от угла наклона линии, проведенной через начало координат и одну из точек графика (максимально удаленную от оси Ox , ординат).

Отсюда можно сделать вывод, что коэффициент α не точно прямо пропорционален разности температур $(T_B - T_K)$, но близок к этой пропорциональности поэтому при решении задач на теплообмен этими небольшими отклонениями пренебрегают.

11.2.

Оборудование: деревянный брусок с полоской из изоляционной ленты шириной 2 см, линейка, штатив, грузы, динамометр, угломер, секундомер, лист бумаги.

Цель работы: найти метод нахождения разности Δr , вывести формулу для расчета Δr , провести несколько измерений и рассчитать Δr .

План работы: провести опыты.

2 Рассмотреть крайнее положение бруска
расписать 2 закон Ньютона.

3 Вывести формулу r .

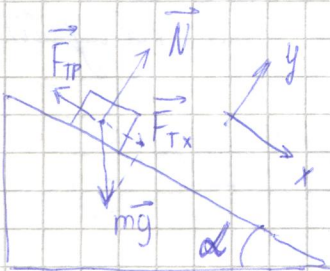
4 Вывести метод нахождения Δr .

5. Рассчитать Δr .

Ход работы.

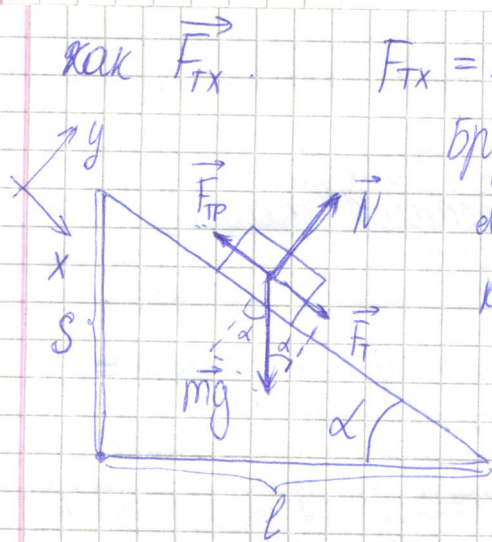
Я провела опыты по условию.

Когда снизу находится полоска из изоляционной ленты, брусок начинает скользить при большем угле.



Решим силы, действующие в этот момент на брусок:

Обозначим составляющую силы тяжести, параллельную оси Ox ,



как $\vec{F}_{ТХ}$

$$F_{ТХ} = \sin \alpha \cdot mg$$

брусок сдвигается с места в тот момент,

когда $F_{ТХ}$ превысит $F_{тр}$

т.е. в момент начала

движения бруска

$$F_{ТХ} \approx F_{тр}$$

По 2 закону Ньютона:

$$Ox: \vec{F}_{ТХ} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}$$

$$F_{ТХ} = F_{тр}$$

$$mg \cdot \sin \alpha = \mu N \quad (1)$$

$$Oy: \vec{N} = mg \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

$$(2) \rightarrow (1)$$

$$mg \cdot \sin \alpha = \mu \cdot mg \cdot \cos \alpha$$

$$\mu = \tan \alpha$$

На опыте мы можем измерить $\tan \alpha$, поделив высоту бруска дел. равносторон. s на расстояние l

$$\tan \alpha = \frac{s}{l}$$

~~2.2~~

~~2.2~~

В первом случае. (полоска над бумажкой ниже)

$$\mu_1 = \frac{S}{l_1} \quad \checkmark$$

во втором - $\mu_2 = \frac{S}{l_2} \quad \checkmark$

1.9
1

$S_{\text{пр}} = 78,0 \text{ мм}$. (примерная высота)

Погрешность $\Delta S = \frac{C}{2} = 0,5 \text{ мм}$. C - цена деления.

$$S = S_{\text{пр}} \pm \Delta S$$

$$S = (78,0 \pm 0,5) \text{ мм}$$

$l_{\text{пр}1} = 127,0 \text{ мм}$ (когда наждачная полоска ниже)

$l_{\text{пр}2} = 141,0 \text{ мм}$ (когда полоска изоленты ниже)

Погрешность $\Delta l = \frac{C}{2} = 0,5 \text{ мм}$. \checkmark

$$l_1 = (127 \pm 0,5) \text{ мм}$$

$$l_2 = (141 \pm 0,5) \text{ мм}$$

Разность $\Delta \mu$ можно рассчитать

3.9

по формуле $\Delta \mu = \mu_1 - \mu_2 =$
 $= \frac{S}{l_1} - \frac{S}{l_2} = S \left(\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l_2} \right) = S \cdot \frac{l_2 - l_1}{l_1 l_2} \quad \checkmark$

1

$$\Delta \mu_{\text{max}} = \frac{S_{\text{max}} (l_{2\text{max}} - l_{1\text{min}})}{l_{2\text{max}} l_{1\text{min}}} = \frac{78,5 \cdot (141,5 - 126,5)}{141,5 \cdot 126,5} \quad \left. \vphantom{\frac{78,5 \cdot (141,5 - 126,5)}{141,5 \cdot 126,5}} \right\} \text{ не смотреть}$$

$$= \frac{78,5 \cdot 15}{17899,75} = 0,000438 \dots \} \text{ не смотреть.}$$

$$\Delta \mu_{\max} = \mu_{1\max} - \mu_{2\min} = \frac{S_{\max}}{l_{1\min}} - \frac{S_{\max}}{l_{2\max}} =$$

$$= S_{\max} \left(\frac{l_{2\max} - l_{1\min}}{l_{2\max} \cdot l_{1\min}} \right) =$$

$$= \frac{78,5 \cdot (141,5 - 126,5)}{141,5 \cdot 126,5} = \frac{78,5 \cdot 15}{17899,75} = 0,000438 \dots$$

$$\Delta \mu_{\min} = \mu_{1\min} - \mu_{2\max} = S_{\min} \left(\frac{l_{2\min} - l_{1\max}}{l_{1\max} \cdot l_{2\min}} \right) =$$

$$= \frac{(140,5 - 127,5) \cdot 77,5}{127,5 \cdot 140,5} = \frac{13 \cdot 77,5}{17913,75} = 0,056$$

$$\Delta \mu_{\text{гр}} = \frac{\Delta \mu_{\max} + \Delta \mu_{\min}}{2} = 0,061 \text{ (приблизительный коэффициент)}$$

$$\Delta \mu_{\text{погр}} = \frac{\Delta \mu_{\max} - \Delta \mu_{\min}}{2} = 0,005 \text{ (приближенное значение Корнеловского)}$$

$$\Delta \mu = \Delta \mu_{\text{гр}} \pm \Delta \mu_{\text{погр}}$$

$$\Delta \mu = 0,061 \pm 0,005.$$

$$\text{Ответ: } \Delta \mu = 0,061 \pm 0,005. \quad \checkmark$$

