Региональный этап всероссийской олимпиады школьников по физике в 2014/2015 учебном году

Мурманская область

Шифр участника: Ф-10-02

Класс: 10

Количество баллов: 36

Результат участия: призер

Ф-10-02

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
"ЛАПЛАНДИЯ"
183031, г.Мурманск,
пр.Героев-Сталеваров, 2
тел. 31-35-51, 31-34-62
№ _____ от "___"_____ 20___ г.
на исх.№ ____ от "___"_____ 20___ г.

10.1. Задание № 1- 125

Удельное сопротивление ρ найдём из формулы сопротивления:

$$R = \frac{\rho l}{S} \Rightarrow \rho = \frac{RS}{l}$$ +

Где R - сопротивление ~~участка~~ проволки, некоторой длины l и площадью сечения S.

Чтобы найти S найдем радиус проволки r и подставим в $S = \pi r^2$ +

Для этого возьмём шариковую ручку и намотаем на неё проволку витком к витку и измерим ширину получившегося мотка D. Найдём диаметр проволки d поделив D на кол-во витков n $d = \frac{D}{n}$, отсюда $r = \frac{d}{2} = \frac{D}{2n}$. $S = \pi r^2 = \pi \frac{D^2}{4n^2}$ +

Теперь возьмём проволку длины l, зачистим её с двух концов и измерим её сопротивление R с помощью мультиметра.

У нас есть все необходимые величины (R, S, l), чтобы найти удельное сопротивление ρ.

Опыты с намотыванием проволки и измерением сопротивления следует провести несколько раз с разными параметрами. Также при намотывание удобно один конец проволки закрепить в кончике ручки, тогда не нужно будет его натягивать.

Результаты опытов:

	n	D, мм
1	15	2
2	8	1
3	25	4

В опытах измерения сопротивления, дабы получить достаточное сопротивление нужно брать большие длины проволоки, чтобы измерить их ~~длину~~ нужно складывать проволоку вдвое или вчетверо раз.

	l, мм	R, Ом
1	772	2,3
2	384	1,6
3	290	1,4

12б.

Получаем:

$S_1 = 0{,}014$ мм^2 $\quad S_2 = 0{,}012$ мм^2 $\quad S_3 = 0{,}02$ мм^2

$$S \approx \frac{0{,}014 \text{ мм}^2 + 0{,}012 + 0{,}02}{3} = 0{,}015 \text{ мм}^2$$

$$\rho_1 = \frac{2{,}3 \cdot 0{,}015}{77{,}2} = 4{,}5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{см}} = 4{,}5 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$\rho_2 = 6{,}3 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$\rho_3 = 7{,}2 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$\rho \approx \frac{(4{,}5 + 6{,}3 + 7{,}2) \cdot 10^{-2}}{3} = 6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
"ЛАПЛАНДИЯ"
183031, г.Мурманск,
пр.Героев-Североморцев, 2
тел.31-35-51, 31-34-82
№ _____ от "___"_____ 20___ г.
на исх.№ ____ от "___"_____ 20__ г.

Задание №2 - 4б Ф-10-2

Соберём модель показанную рисунке. Проведём опыты, которые указаны в условии. Получим, что $l_1' > l_2'$ (здесь и далее индекс 1 означает, что ниже находится изолента, а 2 – наждачная бумага)

значит $\alpha_1 < \alpha_2$, как и говорилось в задании обнаруживается разница критических наклонов.

Чтобы, найти $\Delta\mu$, делаем следующее: кладём брусок на плоскость так, чтобы брусок не опрокидывался, но одна из

полосок не касалась поверхности. Затем двигаем нижнее ребро горки ближе к большому бруску, тем самым увеличивая α, до тех пор пока брусок не начнёт скользить, затем повторяем то же, но положив брусок на другую полоску.

Тогда всю конструкцию выглядит так:

В обоих случаях найдём l.

Получим систему уравнений:

$$\begin{cases} \vec{F}_1 + \vec{F}_{g_1} + \vec{N}_1 + m\vec{g} = 0 \\ \vec{F}_2 + \vec{F}_{g_2} + \vec{N}_2 + m\vec{g} = 0 \end{cases}$$

I-й з-н Ньютона

F_g - сила трения между деревом и поверхностью

В проекциях на Ox:

$$\begin{cases} F_1 + F_{тр_1} = mg\sin\alpha_1 \\ F_2 + F_{тр_2} = mg\sin\alpha_2 \end{cases}$$

$$F_2 - F_1 = mg(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

Но $F_2 - F_1 = \mu_2 N_2 - \mu_1 N_1 = mg(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)(\mu_2 - \mu_1)$

Отсюда $\mu_2 - \mu_1 = \dfrac{\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1}{\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1}$

α_i находим из: $tg\,\alpha_i = \dfrac{h}{l_i}$ (h мы измерим при помощи миллиметровки)

В нашем случае:

$h = 49$ мм

$l_1 \approx 91$ мм

$l_2 \approx 75$ мм

Тогда $tg\,\alpha_1 = 0{,}538$ $\quad \alpha_1 \approx 28{,}3^\circ$

$tg\,\alpha_2 = 0{,}653$ $\quad \alpha_2 \approx 33{,}2^\circ$

и в итоге $\mu_2 - \mu_1 = -1{,}69$

$\Delta\mu = |\mu_2 - \mu_1| = +1{,}69$

Наилучший результат получается при минимальном h, т.к. тогда α меняется плавнее и, следовательно, результат получается точнее, хотя можно провести опыты с разными h и находить среднее арифметическое полученных $\Delta\mu$

Абсолютная погрешность измерений:

$\Delta l = \Delta h = 1{,}5$ мм

4б

Тогда относительная погрешность $tg\alpha$:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta h}{h}$$

$\varepsilon_1 = 0{,}0465$ $\varepsilon_2 = 0{,}051$

А абсолютные:

$\Delta tg\alpha_1 = 0{,}025$ $\Delta tg\alpha_2 = 0{,}033$

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
"ЛАПЛАНДИЯ"
183031, г.Мурманск,
пр.Героев-Сев-ов-Арктики, 2
тел. 31-25-51, 31-34-02
№ ____ от "___" _____ 20___ г.
на исх.№ ____ от "___" _____ 20___ г.

Ф-10-02

$$\begin{cases} F_1 + F_{тр1} = mg\sin\alpha_1 \\ F_2 + F_{тр2} = mg\sin\alpha_2 \end{cases}$$

$$F_2 - F_1 = mg(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1) + F_{тр2} - F_{тр1} =$$

$$= mg(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1 + \cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

но $F_2 - F_1 = (\mu_2 - \mu_1)mg(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$

$$\mu_2 - \mu_1 = \frac{\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1 + \cos\alpha_1 - \cos\alpha_2}{\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1}$$

α находим из $tg\alpha = \frac{h}{l}$

(h мы нашли при помощи миллиметровки)

В нашем случае

$h = 42$ мм $\quad l_1 = 81$ мм $\quad l_2 = 75$ мм

$tg\,\alpha_1 = 0{,}538 \Rightarrow \alpha_1 = 28{,}3^\circ$

$tg\,\alpha_2 = 0{,}653 \Rightarrow \alpha_2 = 33{,}2^\circ$

В итоге

$\Delta\mu = |\mu_2 - \mu_1| = 2{,}69$

$\Delta\mu > 1$, хотя $\mu_1, \mu_2 < 1$, видим, что где-то в решении ошибка.

А имен

$h = 49$ мм

$l_1 = \cancel{100\text{ мм}}$ 75 мм

$l_2 = 100$ мм

$tg\alpha_1 = 0,653$ $\alpha_1 = 33,16^\circ$

$tg\alpha_2 = 0,49$ $\alpha_2 = 26,1^\circ$

$\Delta\mu = |\mu_2 - \mu_1| = 0,76$

$h = 49$ мм

$l_1 = 75$ мм

$l_2 = 90$ мм

(l_1 и l_2 надо многократно измерить и найти среднее значение)

$tg\alpha_1 = \cancel{0,54}$ 0,653 $\alpha_1 = 33,16^\circ$

$tg\alpha_2 = 0,54$ $\alpha_2 = 28,57^\circ$

$\Delta\mu = |\mu_2 - \mu_1| = 0,67$

Ответ: 0,67

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
"ЛАПЛАНДИЯ"
183031, г.Мурманск,
пр.Героев-Североморцев, 2
тел. 31-35-51, 31-34-82
№ ____ от "___" _____ 20__ г.
на исх.№ ____ от "___" _____ 20__ г.

Ф-10-02

№3

$T - ?$

$l = 0{,}35$ м

$h = 0{,}04$ м

$\rho = 13{,}6 \cdot 10^3$

$g = 10$ м/с^2

$p_0 = 10^5$ Па

$T_0 = 300$ K

$V_3 = V_1 = (l-h)s.$ +

	1	2	3	4	5	Σ
	2	2	3	3	10	20

Рассмотрим пробирки в состояниях 1 и 2

$T = const$, то $\cancel{p_1 V_1 = p_2 V_2}$

$\cancel{p_1 (l-h)s = p_2 (l-h')s, \quad p_2 = p_1 \frac{l-h}{l-h}}$

Из уравнения Клапейрона: $\frac{p_3 V_3}{T} = \frac{p_2 V_2}{T_0}$ +

$$T = \frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} \cdot T_0 = \frac{p_3 V_1}{p_1 V_1} \cdot T_0 = \cancel{\frac{p_3}{p_1} \cdot T_0}$$?

В состоянии 1: $p_1 + \rho g h = p_0 + \rho g l$ +

$p_1 = p_0 + \rho g (l-h)$ +

В состоянии 3: $p_3 + \rho g h = p_0$ +

$p_3 = p_0 - \rho g h$ +

Подставляя полученные данные в уравнение

Проверяли: А.М. Кунгаев, Е.А. Кинязева, Н.Н. Волкова

36

получаем:

$$T = \frac{P_3}{P_1} \cdot T_0 = \frac{P_0 - \rho g h}{P_0 + \rho g (l-h)} \cdot T_0$$

$T = 199{,}5\ K$

Ответ: $199{,}5\ K$

№5

$d - ?$

$v_0; R$

По закону сохр. импульса:

$$m\vec{v}_0 = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 \qquad \vec{v}_0 = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

По закону сохр. энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$v_0^2 = v_1^2 + v_2^2$ – теорема Пифагора

Видим, что $\vec{v}_0$, $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$ образуют прямоугольный треугольник с катетами $|\vec{v}_1|$ и $|\vec{v}_2|$

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБЛАСТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
"ЛАПЛАНДИЯ"
183031, г.Мурманск,
пр.Героев-Североморцев, 2
тел. 31-35-51, 31-34-82
№ ____ от "__"_____ 20__г.
на исх.№ ____ от "__"_____ 20__г.

Ф-10-02

Заметим, что h, высота нашего треугольника, проведённая к гипотенузе, — это проекция $\vec{v}_2$ на ось y. h принимает наибольшее значение при наибольшей площади $\triangle ABC$

$\left(S = \frac{1}{2} h \cdot |\vec{v}_0| \; ; \; |\vec{v}_0| = const \right)$

$S = \frac{1}{2} |\vec{v}_1| \cdot |\vec{v}_2|$

S максимальна при $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2|$

Тогда $\angle BAC = 45^\circ$

Докажем $a \parallel AB$

По II-му закону Ньютона:

$\vec{N} \cdot t = m \Delta \vec{v} \Rightarrow \vec{N} \parallel \Delta \vec{v}$

Но $\Delta \vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}_0 = -\vec{v}_2$

Значит $\vec{N} \parallel \cancel{\Delta \vec{v}}\, -\vec{v}_2$; $a \perp \vec{N} \Rightarrow a \perp \cancel{\Delta \vec{v}}\, -\vec{v}_2$

$\left. \begin{array}{l} a \perp -\vec{v}_2 \\ \vec{v}_1 \perp \vec{v}_2 \end{array} \right\} \Rightarrow a \parallel \vec{v}_1 \Leftrightarrow a \parallel AB$ (+)

Значит общая касательная к шарам образует угол $\alpha = 45^\circ$ с осью Ox

10б.

$d = 2R \cdot \sin\alpha = R\sqrt{2}$

Ответ: $R\sqrt{2}$

№1

A - ?

$k; 2k$

$F = 6H$

$x = 0{,}01м$

Слева чёрного ящика можно представить иначе: как систему двух параллельных пружин:

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
«Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
«ЛАПЛАНДИЯ»
183031, г. Мурманск,
пр. Героев-Североморцев, 2
тел. 31-65-51, 31-34-82
№ ___ от "___" _____ 20___ г.
На № ___ от "___" _____ 20___ г.

Ф-10-02

Вторая пружина имеет коэффициент k, потому что из-за подвижного блока, она действует на нить с силой вдвое меньшей $F_{упр2} = 2kx$.

Благодаря такому представлению мы видим, что пружины удлиняются одинаково. По первому закону Ньютона:

$$\vec{F} + 2\vec{F}_{упр} = 0$$

$$F - 2F_{упр} = 0$$

$$F = 2kx$$

Удлиняя пружины дальше мы действуем с силой F_2 равной:

$$\cancel{F_2 = 2k2x = 2F} \qquad F_2 = 2k\,1{,}5x = 3F$$

?

2б.

Тогда работа силы:

~~$A = F_2 \cdot \frac{x}{2} = 2F\frac{x}{2}$~~

~~$A = 0{,}12$ Дж $0{,}06$ Дж~~

~~Ответ: $0{,}12$ Дж $0{,}06$ Дж~~

~~$A = F_2 \cdot \frac{x}{2} = \frac{4Fx}{2}$~~

~~$A = 0{,}09$ Дж~~

~~Ответ: $0{,}09$ Дж~~

~~$A = 0{,}12$ Дж~~

~~Ответ: $0{,}12$ Дж~~

№2

η - ?

$A_1 = 5$ Дж

$A_2 = 4$ Дж

Т.к. $V_2 > V_1$ $A_{12} > 0$ (+)

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = A_{12} > 0$ (+)

На участке 12 газ получает тепло.

Т.к. на участке 41 $Q = 0$; $Q_{24} < 0$ (X)

$V_4 < V_3 \Rightarrow A_{34} < 0$; $Q < 0$ (X)

Изобразим процесс в TV-диаграмме:

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
"ЛАПЛАНДИЯ"
183038, г.Мурманск,
пр.Героев-Североморцев, 2
тел. 31-35-51, 31-34-82
№ _____ от "___" _____ 20___ г.
На исх.№ _____ от "___" _____ 20___ г.

Ф-10-02

Видим, что $\Delta T_{23} = \Delta T_{14}$ (+)

то:

$$\left.\begin{array}{l} V_{23} = V_{14} \\ Q_{23} = Q_{14} = 0 \end{array}\right\} \Rightarrow A_{23} = A_{14} \quad (+)$$

$$A_{12} = A_1 - A_{21} - A_{41} \quad (+)$$

$$A_{34} = A_2 - A_{42} - A_{23} =$$
$$= A_2 + A_{24} + A_{14} \quad (+)$$

2б

$$A_{12} + A_{34} = A_1 + A_2 \quad (+)$$
$$A_{34} - A_{12} = A_2 - A_1 + 2(A_{24} + A_{14}) \quad (+)$$

$$\eta = \frac{Q_{34}}{Q_{12}} = \frac{A_{34}}{A_{12}} \; ?$$

№4

$V - ?$

U, ρ_1, ρ_2

Удельное сопротивление в середине проводника: $\rho_{сер} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$ (+)

$2l$ - длина проводника

$$R_1 = \frac{\left(\frac{\rho_2+\rho_{сер}}{2}\right) l}{2S} = \frac{(3\rho_2+\rho_1) l}{8S}$$ +

Аналогично

$$R_2 = \frac{(3\rho_1+\rho_2) l}{8S}$$ +

$$R_3 = \frac{(3\rho_1+\rho_2) l}{4S} = 2R_2$$ +

$$R_4 = \frac{(3\rho_2+\rho_1) l}{4S} = 2R_1$$ +

3б.

$I_1 + I_V = I_2$

$I_3 = I_V + I_4$

$I = I_1 + I_3$

$I = I_2 + I_4$

$-I_1R_1 - I_VR_V + 2R_2I_3 = 0$

$2R_2I_3 - V - I_1R_1 = 0$

$-I_2R_2 + 2R_1I_4 + V = 0$

$I_1 + I_3 = I_2 + I_4$

$I_1 - I_2 = I_4 - I_3$

$I_1 = I_4 \quad I_2 = I_3$

$2R_2I_2 - V - I_1R_1 = 0$

$2R_1I_1 + V + I_2R_2 = 0$

$3 I_2 R_2 = - I_1 R_1$ (неверно выбрали направление тока на проводнике)