



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Родфест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Кристову Евгения Егоровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«12» апреля 2025 года

Подпись участника

[Signature]

14-57-13-88
(156.3)

49

1	10	4	22
2	0	2	22
3	10	15	27
4	2	5	27

срок делов

3м

Значит

т.е.

т.е.

т.е.

Чистовик.

Задача 1:
Вопрос: Вектора равных скоростей v образуют
1/5 грани. треугольник. $v_{\text{отн. 3.}}$ - гипотенуза
этого треугольника: $c^2 = a^2 + b^2$ по Тл. Пифагора
 $v_{\text{отн. 3.}}^2 = v^2 + v^2$
 $v_{\text{отн. 3.}}^2 = v^2 + v^2 \Rightarrow v_{\text{отн. 3.}} = \sqrt{v^2 + v^2} =$
 $\sqrt{2v^2} = v\sqrt{2}$ ✓
Ответ: $v\sqrt{2}$

Задача: $t=0$ Рассмотрим начало: $t=0$
1) $\angle$ - всегда одинаково, $n, v, v_{k1} = v_{k2} = v_k$
2) $v_{k3} = v_{\text{всего}}$
Маленький $t_1 = 400\text{с.}$

Автомобиль по МЗ:
1) $v_{\text{отн. 1}} = v_a + v_b$
2) $s_1 = t_1(v_a + v_b)$
Маленький $t_2 = 995\text{с.}$
Автомобиль по К1:
1) $v_{\text{отн. 2}} = v_a - v_k$
2) $s_2 = t_2(v_a - v_k) + \frac{t_1}{v_2}(v_a - v_k)$

Маленький t_3 :
1) $v_{\text{отн. 3}} = v_a + v_k$
2) $s_3 = t_3(v_a + v_k)$

Заметим, что $v_b = v_k$
Сравним s_1 и s_3 : $s_1 = t_1(v_a + v_b)$ подставим v_k
 $s_3 = t_3(v_a + v_k)$
 $s_1 = t_1(v_a + v_k)$
 $s_3 = t_3(v_a + v_k) \Rightarrow t_1 = t_3$

$t_3 = t_1 = 400\text{с}$
Ответ: 400с.

Чистовик.

Задача 2.

Задача:

Вопрос: Температурная шкала Цельсия представляет собой некий узкий слой с ртутью (в большинстве случаев). Принцип работы: при нагревании сосуда и соот. передаче тепла сосудом к ртутной, капля ртуть, а точнее их расстояние увеличивается, соот. увеличивается объем жидкости на это время, смотря на мерную шкалу, которая показывает изменение объема ртутной соот. температуры.

Задача:

$$V = 1 \text{ л.}$$

$$V_A = 0,8 \text{ л}$$

$$V_B = 0,2 \text{ л.}$$

$$T_{\text{нач.}} = 42 \text{ мм.}$$

$$C_B = 4,2 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°C)}$$

$$\lambda = 336 \text{ кДж/кг,}$$

$$\rho_B = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_A = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

I. Ответ: 40 мм.

II. Ответ: 80 мм.

$$Q = \lambda m = \lambda \rho V$$

$$Q = cm \Delta t$$

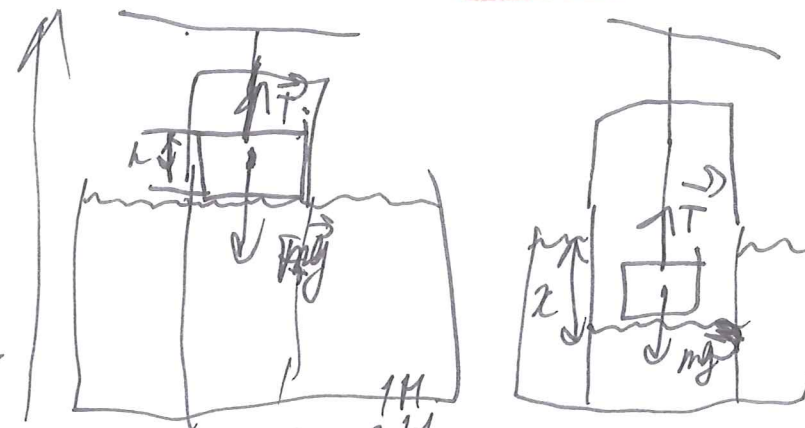
$$Q = \rho m$$

Черновик.

Л3

Заг:

$$h = 4 \text{ см.}$$



$$x = 0 \text{ см}$$

$$x_1 = 4 \text{ см}$$

$$x_2 = 12 \text{ см}$$

$$x_3 = 16 \text{ см}$$

$$F_A = \rho g V_A$$

$$T = 1,5 \text{ Н} = F_T = \rho g V_A$$

$$= mg = 0,75 \text{ Н.}$$

$$1) \text{ отв. } 1,5 \text{ Н.}$$

$$2) \text{ отв. } 0$$

$$T_0 = 2 \text{ Н.}$$

$$T_1 = 4,5 \text{ Н.}$$

$$T_2 = 5,5 \text{ Н.}$$

$$T_3 = 7 \text{ Н.}$$

$$T_4 = 8,5 \text{ Н.}$$

$$T_5 = 10 \text{ Н.}$$

$$T_6 = 11,5 \text{ Н.}$$

$$T_7 = 13 \text{ Н.}$$

$$T_8 = 14,5 \text{ Н.}$$

$$T_9 = 16 \text{ Н.}$$

$$T_{10} = 17,5 \text{ Н.}$$

$$T_{11} = 19 \text{ Н.}$$

$$T_{12} = 20,5 \text{ Н.}$$

$$T_{13} = 22 \text{ Н.}$$

$$T_{14} = 23,5 \text{ Н.}$$

$$T_{15} = 25 \text{ Н.}$$

$$T_{16} = 26,5 \text{ Н.}$$

$$T_{17} = 28 \text{ Н.}$$

$$T_{18} = 29,5 \text{ Н.}$$

$$T_{19} = 31 \text{ Н.}$$

$$T_{20} = 32,5 \text{ Н.}$$

$$T_{21} = 34 \text{ Н.}$$

$$T_{22} = 35,5 \text{ Н.}$$

$$T_{23} = 37 \text{ Н.}$$

$$T_{24} = 38,5 \text{ Н.}$$

$$T_{25} = 40 \text{ Н.}$$

$$T_{26} = 41,5 \text{ Н.}$$

$$T_{27} = 43 \text{ Н.}$$

$$T_{28} = 44,5 \text{ Н.}$$

$$T_{29} = 46 \text{ Н.}$$

$$T_{30} = 47,5 \text{ Н.}$$

$$\Delta x = 8 \text{ см}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

$$\frac{4}{12} = \frac{4,5}{5,5}$$

Черновик.

$$\mu g - \mu mg = \mu mg \Rightarrow \mu g = \mu mg + \mu mg$$

$$S = vt$$

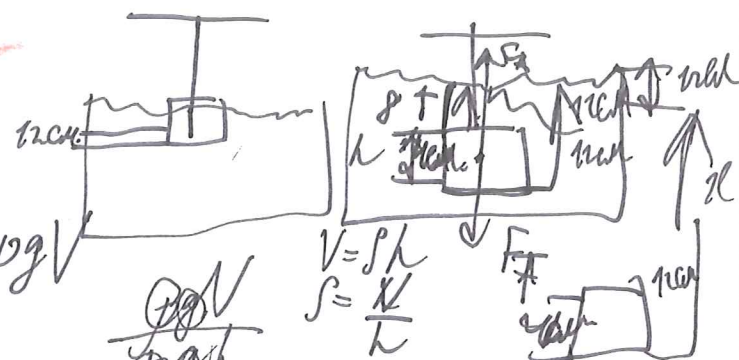
$$S =$$

$$v = at +$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2\mu g} =$$

Заг. 3 -

Вопрос. $L = 4 \text{ см.}$



$$F_A - F_T = ma$$

$$P_A = F_T$$

$$p g V = mg$$

$$p g V = p V g$$

$$p g S h = mg$$

$$p g S h - p g S h g = 0$$

$$V = 1 \text{ л.}$$

$$V_k = 0,8 \text{ л.}$$

$$V_v = 0,2 \text{ л.}$$

$$\Delta t =$$

$$Q = \lambda m$$

$$Q = cm \Delta t$$

$$N = \frac{Q}{T} p = \frac{m}{V}$$

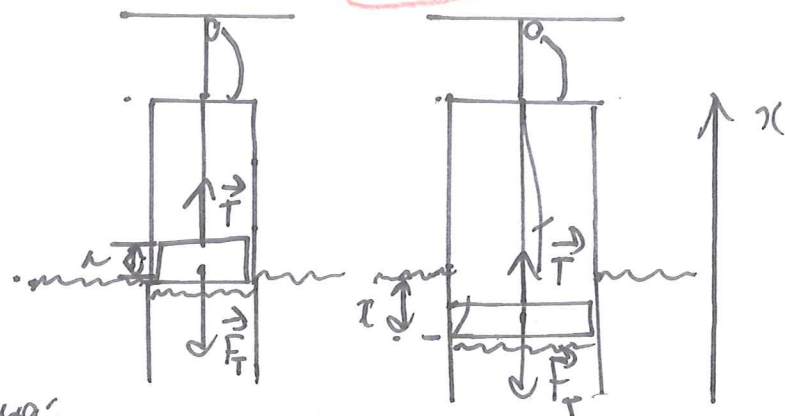
$$N \left(\frac{Q}{T} \right) = k \Delta t$$

$$t = 42 \text{ мин.}$$

$$N = \frac{A}{T}$$

Чистовик.

Задание 3.
Задача:
 $L = 4 \text{ см}$



по условию:

Если $x_1 = 4 \text{ см}$, то $T_1 = 4,5 \text{ Н.}$

$x_2 = 12 \text{ см}$, то $T_2 = 5,5 \text{ Н.}$

Заг $x_3 = 16 \text{ см}$, то $T_3 = 1 \text{ Н}$

Заметим, что это линейная зависимость.

1) Найдем $\Delta x_{1-2} = x_2 - x_1 = 12 \text{ см} - 4 \text{ см} = 8 \text{ см}$, тогда $\Delta T_{1-2} = T_2 - T_1 = 5,5 \text{ Н} - 4,5 \text{ Н} = 1 \text{ Н}$, и так:

на каждые 8 см T уменьшается на 1 Н, следовательно на два и получим, что $x = +4 \text{ см}$, $T = -1 \text{ Н.}$

Теперь найдем T_3 при $x_3 = 16 \text{ см}$.

$x_2 = 12 \text{ см}$, $T_2 = 5,5 \text{ Н.}$ Если добавим 4 см $\Rightarrow$ T уменьшится на 1 Н.

Значит при $x_3 = 16 \text{ см}$ $T_3 = T_2 - 1 \text{ Н} = 5,5 \text{ Н} - 1 \text{ Н} = 4,5 \text{ Н.}$

2) Спроецируем силы дейст. на цилиндр на ось x :

Ох: $\vec{T} - \vec{F}_T = m\vec{a}$ (по II закону Ньютона)

Распишем: $T - mg = 0$ / $a = 0$, т.е. система не движется. Значит $T = mg \Rightarrow T = F_T$, сделав вывод, что конструкция не будет опускаться, когда $F_s = T = 0$, проверим наоборот, что по линейной зависимости из $T = 0$ действовало, чтобы $T = 0$:

$x_3 = 16 \text{ см}$, $T_3 = 4,5 \text{ Н}$; $x_4 = 20 \text{ см}$, $T_4 = 3,5 \text{ Н}$; $x_5 = 24 \text{ см}$, $T_5 = 2,5 \text{ Н}$; $x_6 = 28 \text{ см}$, $T_6 = 1,5 \text{ Н}$; $x_7 = 32 \text{ см}$, $T_7 = 0,5 \text{ Н}$; $x_8 = 34 \text{ см}$, $T_8 = 0 \text{ Н}$ $\Rightarrow$ Итого при $x_8 = 34 \text{ см}$ $T_8 = 0 \text{ Н}$

Ответ: 1) 4,5 Н
2) 34 см.

Чистовик.

Задача 4:

Вопрос:

Мы знаем, что $F_{тр} = \mu N$, $N = mg \Rightarrow F_{тр} = \mu mg$.

Начальная скорость — v_0

$$v(t) = v_0 - \mu g t$$

Далее мы знаем, что $S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$, подставим $v(t)$:

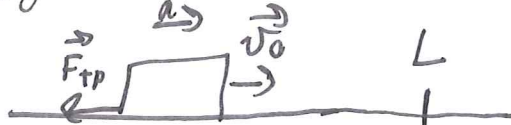
$$\Rightarrow \frac{(v_0 - \mu g t)^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$= \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow \text{подставим: } \frac{(v_0 - \mu g t)^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$\text{упростим: } \Rightarrow \frac{(v_0 - \mu g t)^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

Ответ: $\frac{(v_0 - \mu g t)^2 - v_0^2}{v - v_0}$

Задача:



I. 1) Скорость нормальная: $v(t) = v_0 - \mu g t$

2) Скорость $v_0 = 0$ м/с, $\mu = 0,1$, $g \approx 10$ м/с²

3) $a = \mu g$; $F_{тр} = \mu N = \mu mg$

4) $S = S_{\text{по тр}} = v_0 t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2}$

5) $L = \frac{at^2}{2} + \mu g t \frac{at^2}{2} + \frac{v_0 - \mu g t}{t} =$

$$= \frac{\mu g t}{2} - \frac{\mu g t}{2} = \frac{\mu g t}{2} - \mu g$$

6) $t = \frac{2(L + \mu g)}{\mu g} = \frac{2(16 + 0,1 \cdot 10)}{0,1 \cdot 10} =$

$$= 33 \text{ с.}$$

I. Ответ: 33 с.

II. Скорость $v_0 = ?$, $v_0 \neq 0$ м/с.

$$2) L = \frac{v_0^2}{2a} + \frac{v_0 - \mu g t}{2} =$$

$$v_0 = \frac{L + \mu g}{2} = \frac{16 + 0,1 \cdot 10}{2} = 8,5 \text{ м/с}$$

Ответ: 8,5 м/с

ответ неверен.

Черновик.

1.

Вопрос: 1) Векторы скоростей v образуют ряд
геометрический. Δv . $v_{\text{полн. земл.}}$ — гипотенуза. Это
предела. Соответственно мы можем ее найти
по теореме Пифагора: $c^2 = a^2 + b^2$. $v_{\text{полн. земл.}} =$
 $v^2 + v^2 \Rightarrow v_{\text{полн. земл.}} = \sqrt{v^2 + v^2} = 2\sqrt{v}$

$$\sqrt{2v^2}$$

$$\sqrt{2v}$$

$$\sqrt{2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

$$\sqrt{v^2 + v^2}$$

Задача: 4) $t=0$ $S_{\text{от } k_2 \text{ и } k_1}$ одинак. всегда.

$$v_{k1} = v_{k2}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

$$v_{\text{полн.}} = v_{ab} + v_{\text{полн.}}$$

Черновик.

из А: $t_1 = 400 \text{ с.}$
 $S = v_{\text{ам}} \cdot t_1$

$v_{\text{ам}} = v_A + v_B$
 $S = t_1(v_A + v_B)$

$v_B(t_1 + t_2) = v_A(t_1 + t_2)$
 $v_B = v_A$

К₁ и А:

$t_2 = 495 \text{ с.}$

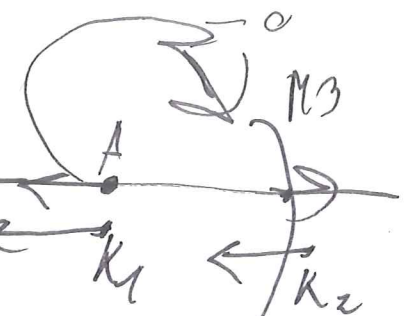
К₁ и А: $S' = v_{\text{ам}}(t_2 + t_1)$

$v_{\text{ам}} = v_A - v_K$

$S' = (v_A - v_K)(t_1 + t_2)$

$S_{K2} = v_K(t_1 + t_2)$

К₁ и К₂:
 $v_{\text{ам}} = v_K - v_K = 0$



205

К₂ и А:

$v_{\text{ам}} = v_A + v_K$

$S'' = (v_A + v_K)(t_3)$

$t_3 = \frac{S''}{v_A + v_K}$

$t_1(v_A + v_B) + (t_1 + t_2)(v_A - v_K) = v_K(t_1 + t_2)$

$v_K = \frac{t_1(v_A + v_B) + v_A - v_K - v_K}{t_1(v_A + v_B) + v_A - 2v_K - v_K}$

$t_1(v_A + v_B) + v_K$

$t_1(v_A + v_K) + t_2(v_A - v_K) + t_3(v_A + v_K)$

$t_1 + \frac{t_1}{v_2} + t_3 = t_3$
 $t_1 + \frac{t_1}{v_2} = -t_3$

Чистовик.

III. $L = v_0 t$

$t = \frac{L}{v_0}$

$t = \frac{16}{8,5}$

$t \approx 1,88 \text{ с}$

Ответ: 1,88 с.

Задача 3:

Вопрос:

$h = 4 \text{ см}$

$h' = 12 \text{ см}$

Найти:

$\frac{\rho g h}{\rho g v_m}$

$v_{km} = v_m \frac{\rho g h}{\rho g v_m} = \frac{h}{v_m} = \frac{h}{S h} = \frac{12}{4} = 3 \text{ р.}$

Ответ: 3 раз.