

Вход - 19.04  
У  
Вход - 19.04  
У

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 203

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников "Ломоносов"

по Механике и Капеллярности

Уханова Ариэла Олеговна

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«29» февраля 2020 года

Подпись участника

УХ

69-31-51-61  
(73.2)

Условие

Дано:  $a) L_1 = 150 \text{ м}$

$v_1 = 90 \text{ км/ч} = 25 \text{ м/с}$

$x_1 = \text{рас-е автомобиля по пережку} = -500 \text{ м}$

$y_1$  и  $y_2 = \text{рас-е полевой и крайнего вагонов до пережка}$   
соответственно  $= 750 \text{ м}$  и  $900 \text{ м}$ .

$v_a = ? \text{ [ км/ч ]}$

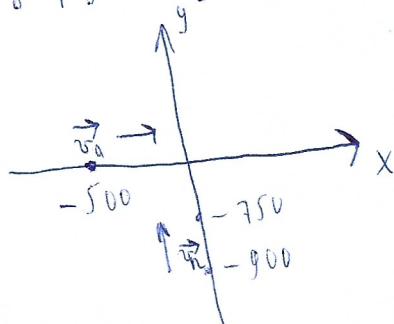
$b) v_a = 45 \text{ км/ч} = 12,5 \text{ м/с}$

Время между авто и поездом  $= ? \text{ [ с ]}$

75 (семьдесят пять)  
лет

Решение:

$a)$  изобразим движение данных тел на системе координат:



Есть два случая, при которых автомобиль и поезд не столкнутся:

1. автомобиль проедет пережку быстрее, чем полевой вагон поезда, т.е.  
 $t_a < t_{\text{п.в.н.}}$

$t = \frac{S}{v} \Rightarrow :$

$\frac{-500}{v_a} < \frac{-750}{25}$

$v_a > \frac{50}{3}$

2. автомобиль проедет пережку медленнее, чем крайний вагон:

$t_a > t_{\text{п.в.н.}}$

$t = \frac{S}{v} \Rightarrow :$

$\frac{-500}{v_a} > \frac{-900}{25}$

$v_a \leq \frac{500}{36}$



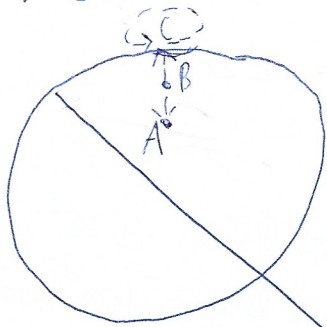
переведём ответ в км/ч:

$v_a > \frac{50}{3} \cdot \frac{3600}{1000} = 60$

$v_a \leq \frac{500}{36} \cdot \frac{3600}{1000} = 50$

Ответ:  $v_a \in (-\infty; 50) \cup (60; +\infty) \text{ км/ч}$

№ 3.



Решение.

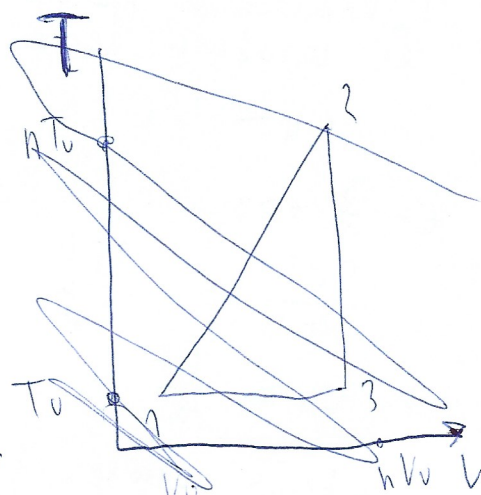
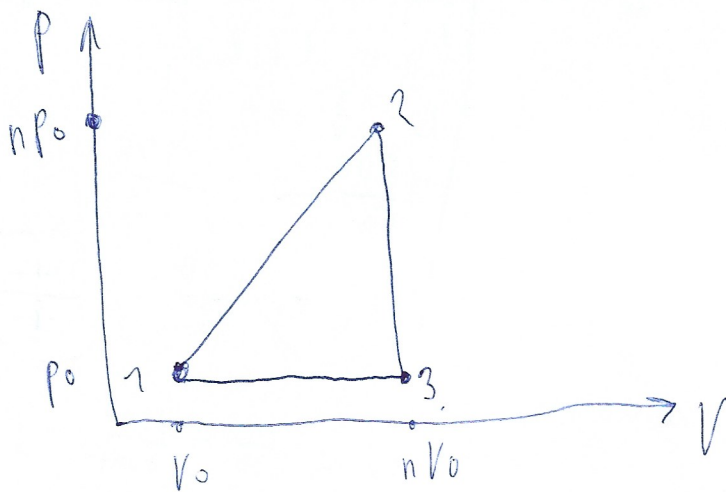
и оба резведа мме  
погода на север или в одну сторо-  
ну, а затем возвращаемся в  
одну и ту же точку, можем

сделать вывоу, что их движение происходит на север-  
ной полсе, и R, которое кавуви у них  
проходит во в торой раз, более достаточо, что-  
бы сделать один или несколько оборотов вок-  
руг себя. Однако мме стит учесть то,  
что первой резведа прошеи вокруг полсе,  
а значит,

№ 4.

- 1-2  $V \uparrow, T = \gamma V^2 \Rightarrow \uparrow$
- 2-3  $V = \text{const}, T \downarrow$  в  $n$  раз
- 3-1  $p = \text{const}, V \downarrow$  в  $n$  раз

$$\eta = \frac{Q_k - Q_x}{Q_n} = 100\%$$



- 1.  $pV = RT \Rightarrow p = \frac{RT}{V} = R \times V$
- 2.  $pV = RT \Rightarrow p = \frac{RT}{V} \Rightarrow p \downarrow$  в  $n$  раз
- 3.  $p = \text{const}, V \downarrow$  в  $n$  раз.

Чертовик.

и ч (процессе)

$$Q = A + \Delta U, \quad A = p \Delta V; \quad \Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T$$

	A	$\Delta U$	Q
1-2	> 0	> 0	> 0
2-3	0	< 0	< 0
3-1	< 0	< 0	< 0

Процесс 1-2 - Q нагревания, т.к. Q > 0

Процессы 2-3 и 3-1 - Q охлаждения, т.к. Q < 0.

$$Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2}$$

$$A_{1-2} = (nV_0 - V_0) \cdot \frac{p_0 + np_0}{2} =$$

$$\frac{V_0(n-1)p_0(1+n)}{2}$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} R \left( \frac{n^3 p_0 V_0}{R} - \frac{p_0 V_0}{R} \right) = \frac{3}{2} p_0 V_0 (n^2 - 1)$$

$$Q = \frac{3}{2} p_0 V_0 (n^2 - 1) + \frac{V_0(n-1)p_0(1+n)}{2}$$

$$Q = \frac{n^3 p_0 V_0 - 3 p_0 V_0 + (V_0 n - V_0)(p_0 + np_0)}{2} =$$

$$= \frac{9 p_0 V_0 + 3 p_0 V_0}{2} = \boxed{6 p_0 V_0} - Q_n$$

Q<sub>2-3</sub>:

$$A_{2-3} = 0$$

$$\Delta U_{2-3} = \frac{3}{2} R \left( \frac{p_0 V_0 (n^2 - n^2)}{R} \right) = \frac{3}{2} p_0 V_0 (n - n^2)$$

Q<sub>3-1</sub>:

$$A = p \Delta V = p(V_0 - nV_0) = pV_0(1-n)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} R \left( \frac{V_0 p_0 - n p_0 V_0}{R} \right) = \frac{3}{2} V_0 p_0 (1 - n)$$

$$Q_x = \frac{3}{2} p_0 v_0 (n^3 - n^2) + p_0 v_0 (n-1) + \frac{3}{2} p_0 v_0 (1-n)$$

$$Q_x = (-3 p_0 v_0) + (- p_0 v_0) + (-1,5 p_0 v_0) =$$

$$= \boxed{-5,5 p_0 v_0}$$

$$\eta = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n} = \frac{6 p_0 v_0 - 5,5 p_0 v_0}{6 p_0 v_0} =$$

$$= \frac{p_0 v_0}{12 p_0 v_0} = \frac{1}{12}$$

Ответ:  $\frac{1}{12}$  ~~не~~ ~~есть~~



№5.

$$y = x^4 + 2020$$

$$y = 2n^2 - 458 - 25n + (n+101)x^2$$

Т.к. прямые должны пересекаться, то знаем:

$$\cancel{x^4 + 2020} \quad 2n^2 - 458 - 25n + (n+101)x^2 = x^4 + 2020$$

$$2n^2 - 458 - 25n + (n+101)x^2 - x^4 - 2020 = 0$$

$$x^4 + (n+101)x^2 - 2n^2 + 25n + 2478 = 0$$

$$D = (n+101)^2 - 4(-2n^2 + 25n + 2478) > 0$$

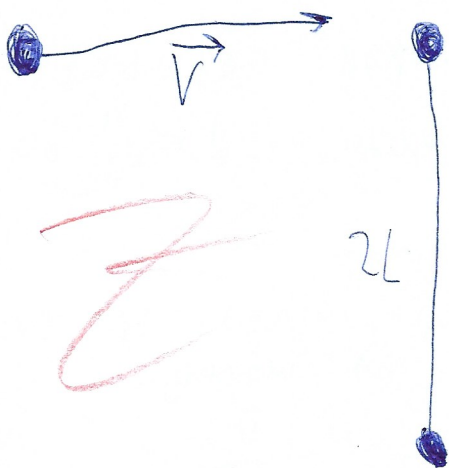
$$D = n^2 + 202n + 10201 + 8n^2 - 100n - 9912 > 0$$

$$D = 9n^2 + 102n + 289 = (3n-17)^2 > 0$$

$$\frac{n+101 \pm 3n-17}{2} = \begin{cases} 2n+42 \\ -n+59 \end{cases}$$

Нет ответа

16.



$l = 1 \text{ м}$   
 $m = 0,1 \text{ кг}$   
 $v = 10 \text{ м/с}$

Решение:

1. По ЗСУ:

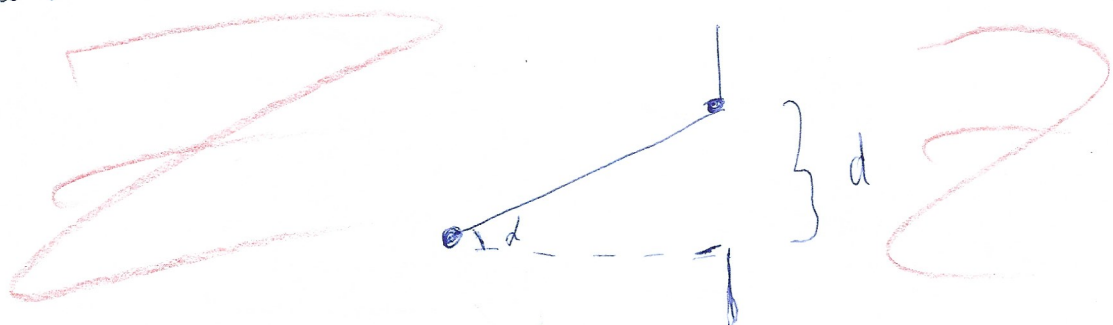
$p_1 = p_2 \Rightarrow mv_1 = 2mv_2 \Rightarrow$   
 $v_2 = \frac{mv_1}{2m} = \frac{1}{2}v_1 = 5 \text{ м/с}$



2. ~~Точка~~ ~~Точка~~ Точка. Будет двигаться как прямолинейно, так и по окружности и её уравнение можно писать так:

$vt + \omega L t$

так, чтобы ~~не~~ не ударилась об стену, необходимо соблюдать следующие условия: т.к. при движении можно считать следующие:



$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{3}l}{2l} = \frac{\sqrt{3}}{2}, \text{ т.е. } \alpha = \frac{\pi}{3}.$$

$\alpha = \frac{\pi}{3}$  - предел, при котором граница угарается об штангу, если  $\alpha < \frac{\pi}{3}$ , то граница штангу не задевает.

3. Итак, рас-н 2 предельных случая при которых граница не угарается об штангу:

$$\alpha = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{и } \alpha = 0$$

в первом случае  $L = (2l)^2 - (\sqrt{3}l)^2 = l^2$ , а во втором

$L =$  диаметру о-кружности, по которой движ. граница, т.е.  $2l$ .

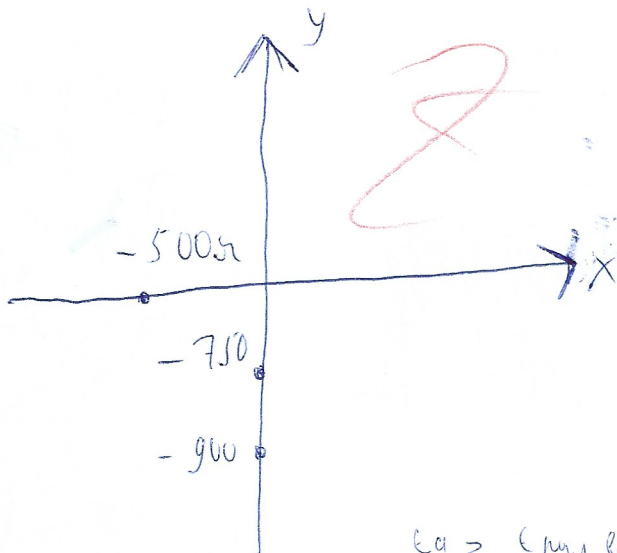


69-31-51-61  
(73.2)

Черновик.

$t = 150 \text{ s}$

$v_h = 90 \text{ км/ч} = 2,5 \text{ м/с}$



a) 1  $t_a < t_b$  гол. вол. моста  $\Rightarrow$   
автомобиль пройдет мосту  
быстрее гол. вол.

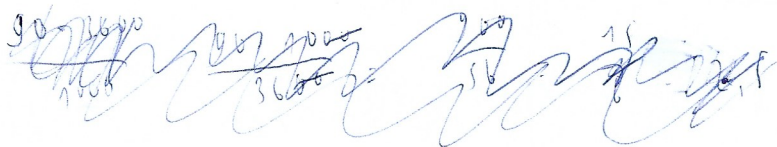


$t = \frac{s}{v} \Rightarrow$

$\frac{-500}{x} < \frac{-750}{2,5} =$

$t_a > t_b$  гол. вол. моста  $\Rightarrow$   
автомобиль пройдет мосту  
позже крайнего вол. моста

$\frac{-500}{x} > \frac{-900}{2,5}$



$\frac{1}{x} \Rightarrow \frac{-900}{-11250}$

$x < \frac{11250}{900} = \frac{125}{90}$

$x < \frac{25}{18}$

$\frac{1}{x} > \frac{-750}{-11250}$

$x > \frac{-11250}{-750} = \frac{25}{15} = 1\frac{2}{3}$

$x > 1\frac{2}{3}$

$\frac{-500}{x} < \frac{-750}{2,5}$

$\frac{1}{x} < \frac{30}{500}$

$x > \frac{50}{3}$

$x > 16\frac{2}{3}$

$x < \frac{25}{18}$

$\frac{-500}{va} > \frac{-450}{25 \text{ s}}$

$va < \frac{500}{36}$

$\frac{50 \cdot 1200}{9000} =$





$$\frac{pV}{T}$$

~~$$pV = RT$$~~

$$pV = RT$$

$$T = \frac{pV}{R}$$

$$T = \frac{n p_0 n V_0}{R}$$



$$V_0 \left( \frac{n-1}{n} \right) \frac{p_0 (1+n)}{2}$$

$$\Delta T = \frac{n p_0 n V_0}{R} - \frac{n p_0 V_0}{R}$$

$$\Delta T = \frac{V_0 p_0 - n p_0 V_0}{R}$$

$$\begin{array}{r} \times 101 \\ \times 101 \\ \times 101 \\ \times 101 \\ \times 10201 \\ \times 9912 \end{array}$$

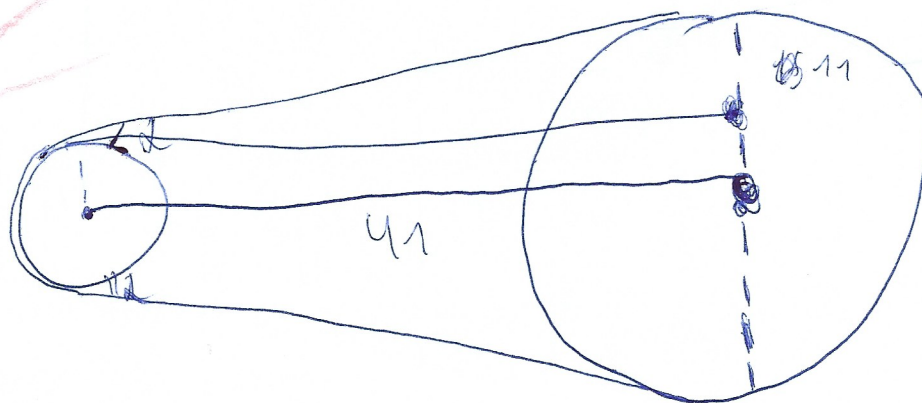
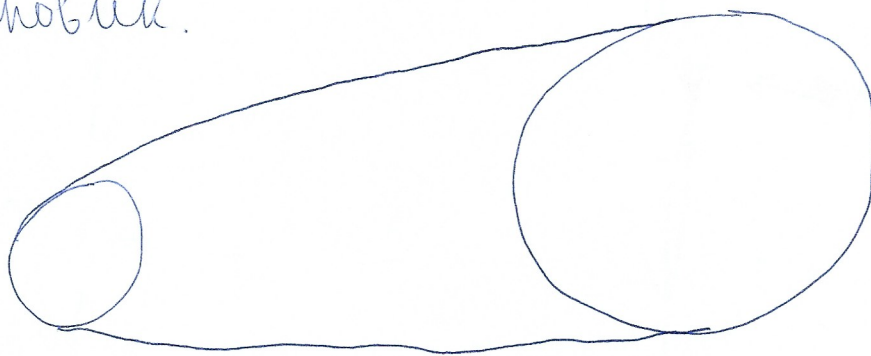
$$\sqrt{289} = 17$$

$$3n - 17$$

$$4n + 24 = 2n + 92$$

$$-2n + 118 = -n + 59$$

Черновики.



41  
x 41

~~41~~  
~~264~~  
~~2681 + 121 = 2802~~  
~~41 41~~

2681 + 121 = 2802



