



212385.

212385.

Регистрационный номер

Фамилия СуховИмя МИХАИЛОтчество СЕРГЕЕВИЧ

229

(не заполнять)

Подпись



ЮНИОР

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета конкурса

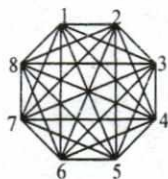
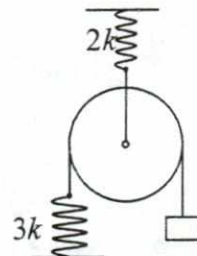
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор», профиль «Инженерные науки»,
Заключительный этап, 11 класс

1. Трем товарищам, Пете, Коле и Васе, нужно попасть из пункта A в пункт B , находящихся на расстоянии 20 км друг от друга по шоссе. У них имеется один велосипед, на котором можно передвигаться вдвоем со скоростью 10 км/час и одному – со скоростью 15 км/час. Скорость перемещения по шоссе пешком для каждого одинаковая и равна 5 км/час. Втроем передвигаться на велосипеде невозможно. Решили действовать так: выходят из пункта A одновременно, Петя и Коля едут на велосипеде вместе в течении t час, а Вася идет пешком. После этого Коля сходит с велосипеда и оставшуюся часть пути до пункта B идет пешком. Петя мгновенно разворачивается, едет в обратном направлении, чтобы забрать идущего пешком Васю. Встретив на шоссе Васю, Петя мгновенно разворачивается, сажает Васю на велосипед, и они едут вместе до пункта B . По договоренности, тот кто прибудет в B раньше, ждет остальных. Временем T окончания операции считается время, когда вся компания соберется в пункте B . Найти значение t , при котором величина T наименьшая. Найти наименьшее значение T .

2. Один из углов остроугольного треугольника ABC равен 60° . Точки M, N, P – основания высот треугольника ABC . Найти наибольшее значение отношения площадей треугольников MNP и ABC .

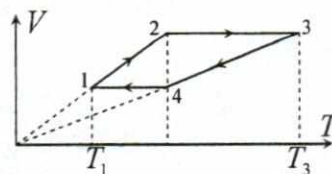
3. Найти целые числа x и y , для которых $(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1$.

3. Через невесомый блок, прикрепленный к потолку с помощью пружины, перебросили веревку. К одному концу веревки прикрепили тело массой m , к другому пружину, второй конец которой закрепили на полу. Коэффициенты жесткости пружин $2k$ и $3k$ (см. рисунок). На сколько переместится тело по сравнению с положением, когда пружины не деформированы?



4. Сопротивление каждой стороны сделанного из проволоки восьмиугольника (см. рисунок) равно r . Каждую вершину восьмиугольника соединили с каждой другой так, что сопротивление каждого соединительного провода также равно r , а электрических контактов между соединительными проводами в точках их пересечения нет. Затем к вершинам 1 и 4 восьмиугольника подводят электрическое напряжение. Найти сопротивление восьмиугольника.

5. С одним моле одноатомного идеального газа проводят циклический процесс. График зависимости объема газа от его абсолютной температуры в этом процессе представлен на рисунке. Известны абсолютные температуры газа в состояниях 1 и 3 - $T_1 = T$ и $T_3 = 4T$. Известно также, что температуры газа в состояниях 2 и 4 одинаковы. Какое количество теплоты получает газ в процессе 1-2-3? Найти термодинамический КПД цикла.



$$\Rightarrow 4-t = 2 + \frac{5}{8}t$$

$$\frac{13}{8}t = 2 \Rightarrow t = \frac{16}{13} \text{ з.}$$

①

Ответ: $t = \frac{16}{13} \text{ з.}$, а T не известно
 $\sqrt{3}$

$$(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1 \quad \left(\begin{array}{l} \text{заметьте, что:} \\ 24y + 1 \geq 0 \\ y \geq -\frac{1}{24} \end{array} \right)$$

$$x^4 - 8y^2x^2 + 16y^4 = 24y + 1$$

Решим квадратное уравнение относительно x^2 :

$$x^2 = 4y^2 \pm \sqrt{16y^4 - 16y^4 + 24y + 1} = 4y^2 \pm \sqrt{24y + 1}$$

$$(x^2 - 4y^2 + \sqrt{24y + 1})(x^2 - 4y^2 - \sqrt{24y + 1}) = 0$$

$$1) \begin{cases} x^2 = 4y^2 + \sqrt{24y + 1} \end{cases}$$

$$2) \begin{cases} x^2 = 4y^2 - \sqrt{24y + 1} \end{cases} \quad \text{Заметьте, что для 2):}$$

$$4y^2 \geq \sqrt{24y + 1}$$

$$16y^4 \geq 24y + 1$$

$$y^4 \geq \frac{3}{2}y + \frac{1}{16} \Rightarrow \frac{3}{2}y + \frac{1}{16}$$

Случай 1: при x и y - целых:

$$x = \sqrt{4y^2 + \sqrt{24y + 1}}$$

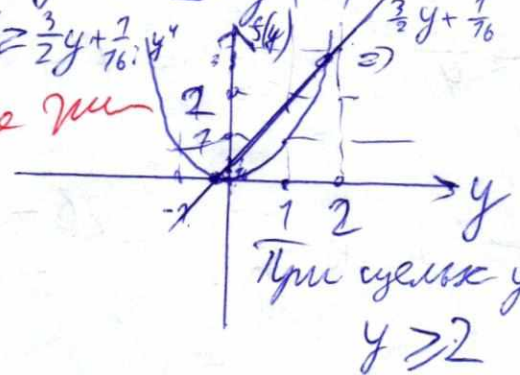
Ответ:

$$\begin{cases} x=1 \\ y=0 \end{cases}; \begin{cases} x=3 \\ y=2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x=3 \\ y=2 \end{cases}; \begin{cases} x=1 \\ y=0 \end{cases}$$

не все мы

①



Дано:

$$T_1 = T$$

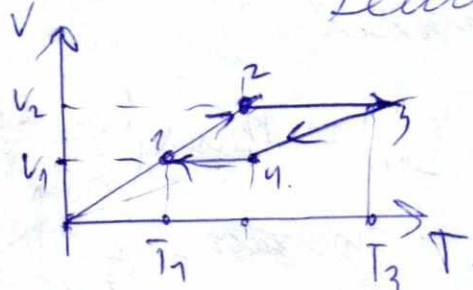
$$Q = \eta_{\max} T_3 = 4T$$

$$T_2 = T_4$$

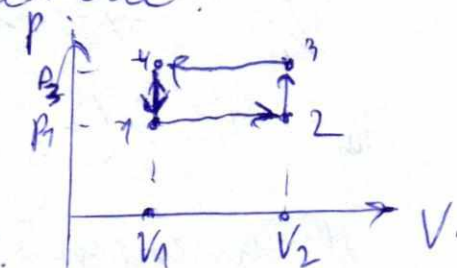
Найти:

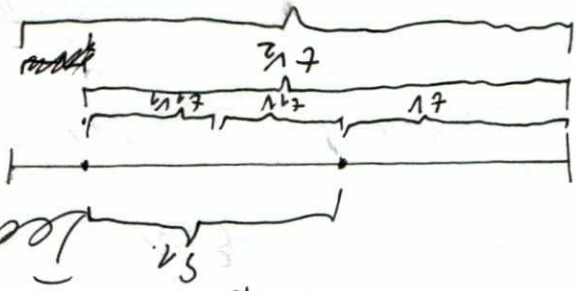
$$Q_{23}, \eta$$

Решение:



Решение:





Вариант:
S = 20 км.
V₁ = 70 км/ч
V₂ = 15 км/ч
V = 5 км/ч.
T-м.н.
Вариант:
t = ?

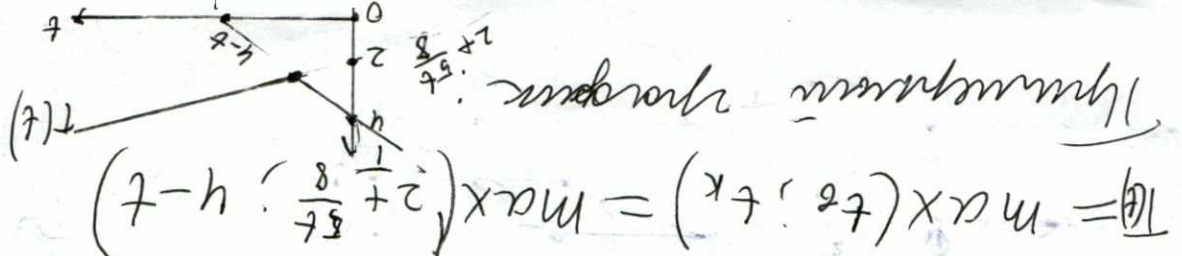
Время для прохождения: $t_k = t + \frac{V}{S - tV_2} = t + \frac{5}{20 - 10t} = t + 4 - 2t = 4 - t$

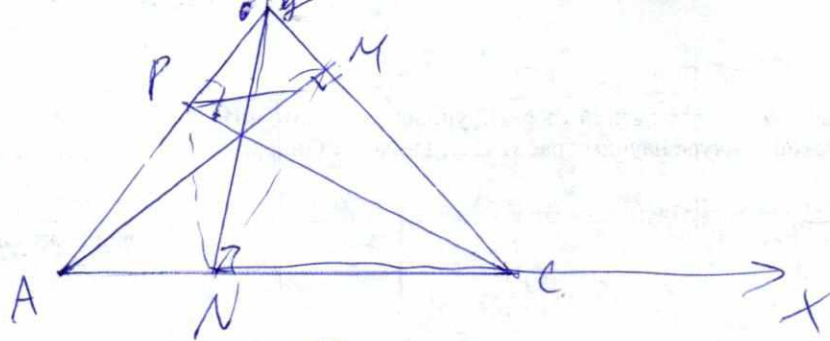
Время для прохождения: $t_0 = t + t_1 + \frac{V_2}{S - tV - t_1V}$

Вариант, что $t_1 = t$
 $t_1 = t = \frac{(V_2 - V)}{S - tV} = \frac{5t}{20 - 10t}$
 $S_1 = t_1V + t_1V_1 = tV + tV_1$
 $S_2 = t_2V + t_2V_2 = t_2V + t_2V_2$
 $S_1 = S_2$
 $tV + tV_1 = t_2V + t_2V_2$
 $t(V + V_1) = t_2(V + V_2)$
 $t = t_2$

$t_0 = t + \frac{V + V_1}{S - tV - t(V_2 - V)} + \frac{V_2}{S - tV - t(V_2 - V)}$
 $= t + \frac{V + V_1}{20 - 5t - 5 \cdot 5t} + \frac{V_2}{20 - 5t - 5 \cdot 5t} = t + \frac{V + V_1}{20 - 25t} + \frac{V_2}{20 - 25t}$
 $= t + \frac{V + V_1 + V_2}{20 - 25t} = t + \frac{V + V_1 + V_2}{20 - 25t}$

$= 2 + \frac{8}{5t}$ (Время для прохождения)
Вариант, что $t_0 = 2 + \frac{8}{5t}$





Дано:
 $\angle BAC = 60^\circ$

Найти:

$$\frac{S_{MNP}}{S_{ABC}} = ?$$

Решение:

Введем декартову систему координат

$$N(0; 0); B(0; x \operatorname{ctg} 60^\circ)$$

$$A(-x; 0); C$$

0,5



$$1) \quad n p_1 = \sigma R T_1$$

$$2) \quad n p_2 = \sigma R T_2$$

$$3) \quad n p_3 = \sigma R T_3 \Rightarrow n p_3 = 4 \sigma R T_1$$

$$4) \quad n p_4 = \sigma R T_2$$

$$T_3 = 4 T_1$$

№(групп.)



Мы считаем, что давление равно $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 \Rightarrow$

$$1) \quad n p_1 = \sigma R T_1$$

$$2) \quad n p_2 = \sigma R T_2$$

$$3) \quad n p_3 = 4 \sigma R T_1$$

$$4) \quad n p_3 = \sigma R T_2$$

$$2) - 1) \Rightarrow p_1 (v_2 - v_1) = \sigma R (T_2 - T_1)$$

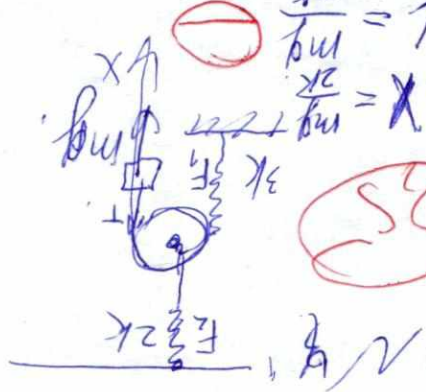
$$= \sigma R \left(T_2 - T_1 + \frac{2}{3} T_2 - \frac{2}{3} T_1 + \frac{2}{3} T_1 - \frac{2}{3} T_2 \right) =$$

$$= \sigma R \left(T_2 - \frac{2}{3} T_1 \right) = \left(\frac{3}{4} \right) \cdot \frac{v_2}{v_1} = \frac{4 T_1}{T_2}$$

0.5

0.5

$$= v_2 p_1 - \frac{2}{3} v_1 p_2$$



Дано:
 $m, 2k, 3k$
Решение:
 $\Delta l = 20 X = \frac{mg}{2k} = \frac{mg}{2k}$
Ищем: $\Delta l = \frac{mg}{2k}$

$$mg = F_1 + \frac{2}{3} F_2$$

$$mg = 3kX + kX$$

$$X = \frac{mg}{4k}$$