



213283
Регистрационный номер

Фамилия Борисенко
Имя Елизавета
Отчество Николаевна

231
(не заполнять)
ГЛ
Подпись

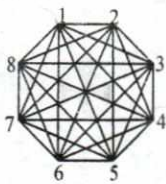
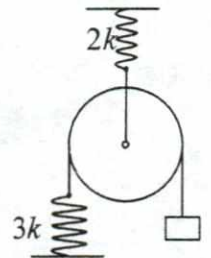


«Утверждаю»
Председатель оргкомитета конкурса

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

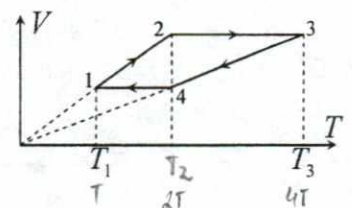
1. Трех товарищам, Пете, Коле и Васе, нужно попасть из пункта A в пункт B , находящихся на расстоянии 20 км друг от друга по шоссе. У них имеется один велосипед, на котором можно передвигаться вдвоем со скоростью 10 км/час и одному – со скоростью 15 км/час. Скорость перемещения по шоссе пешком для каждого 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 $(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1$.

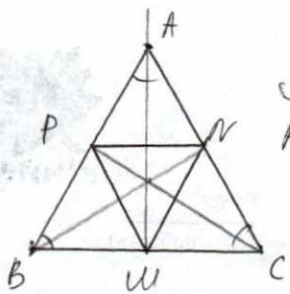
4. Через невесомый блок, прикрепленный к потолку с помощью пружины, перебросили веревку. К одному концу веревки прикрепили тело массой m , к другому пружину, второй конец которой закрепили на полу. Коэффициенты жесткости пружин $2k$ и $3k$ (см. рисунок). На сколько переместится тело по сравнению с положением,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



5. 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.

6. С одним молем 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.





Ал. к. ВР и СР являются высотами правильного ΔABC , то $AN = NC = AP = PC \Rightarrow PN$ - средняя линия $\Delta ABC \Rightarrow PN = \frac{1}{2} BC$ (как и PM и PM)

ΔPNM : $PN = NM = PM \Rightarrow \Delta PNM$ - правильный

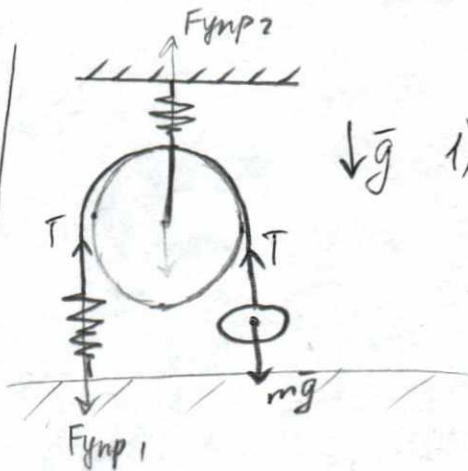
$\Delta PNM \sim \Delta ABC$ (по двум углам)

$$k = \frac{PN}{BC} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{S_{\Delta PNM}}{S_{\Delta ABC}} = k^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} \quad (2)$$

Ответ: $\frac{S_{\Delta PNM}}{S_{\Delta ABC}} = \frac{1}{4}$.

№4.

$m,$
 $2k,$
 $3k,$
 $g.$
е-?



2 закон Ньютона:

$$\left. \begin{aligned} 1) T &= mg \\ T &= F_{\text{упр}1} = 3k \Delta x_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow mg = 3k \Delta x_1 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{mg}{3k}$$

2) 2 закон Ньютона:

$$\left. \begin{aligned} F_{\text{упр}2} &= 2T \\ F_{\text{упр}2} &= 2k \Delta x_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow 2k \Delta x_2 = 2 \cdot 3k \cdot \Delta x_1 \Rightarrow \Delta x_2 = \frac{6k}{2k} \cdot \Delta x_1 = 3 \Delta x_1 = \frac{mg}{3k} \cdot 3 = \frac{mg}{k}$$

3) $l = \Delta x_1 + \Delta x_2 = \frac{mg}{3k} + \frac{mg}{k} = \frac{4}{3} \cdot \frac{mg}{k} \quad (1)$

Ответ: $\frac{4}{3} \cdot \frac{mg}{k}$

№3. $(x^2 - 4y^2) = 24y + 1$, $x \in \mathbb{Z}$; $y \in \mathbb{Z}$.

пусть $n = x^2 - 4y^2$, тогда $n^2 = 24y + 1$

$(n^2 - 1) : 24 \Rightarrow (n^2 - 1) : 8 ; 3$ gibt manon условия

подходит $n = 1, 5, 7, 11, 13, \dots$

$n = 11: 121 = 24y + 1$
 $y = 5$

пусть $n = 1: 1^2 = 24y + 1 \Rightarrow y = 0$ $x^2 - 4 \cdot 0 = 1$ $x^2 - 4 \cdot 25 = 1$
 $x = \pm 1$ $x^2 = 111$

$n = 5 \Rightarrow 25 = 24y + 1 \Rightarrow y = 1$

$x^2 - 4 = 25$
 $x^2 = 5 + 4 = 9$
 $x = \pm 3$

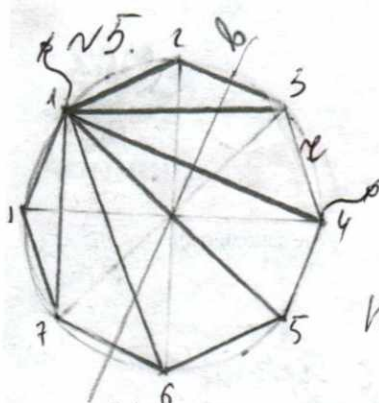
$n = 13: 169 = 24y + 1$
 $y = 7$

$n = 7: 49 = 24y + 1 \Rightarrow y = 2$

$x^2 - 16 = 4$
 $x^2 = 20$
 \emptyset

$x^2 - 4 \cdot 49 = 13$
 $x^2 = 209$
 \emptyset

Ответ: $(1; 0); (-1; 0); (3; 1); (-3; 1)$



Проведем прямую, которая будет
 считаться осью симметрии, и назовем ее b .
 В таком случае все проекции токов выше
 этой прямой будут противоположно
 направлены всем проекциям ниже нее.

Из этого получаем, что токи $|y_{31}| = |y_{54}| \Rightarrow$
 исходя из симметрии, токи через (1-4; 1-6...) в проводках,
 соединяющих вершины, тока не будет.

$$R_{31} = R_{12} + R_{23} + \dots + R_{31} = 8r$$

Ответ: $8r$

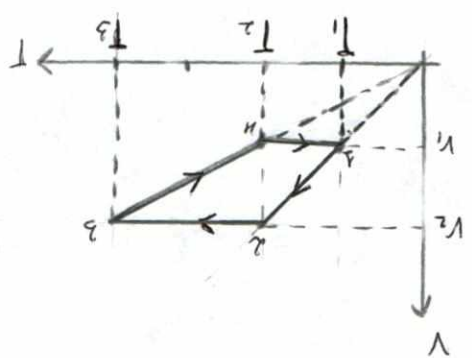
1

№3 (0)



№6.

$l = 3$
 $l = 5 \text{ мкм}$
 $T_1 = T$
 $T_3 = 4T$
 $T_2 = 7T$
 1) $Q_{12} = ?$
 2) $\eta = ?$



$V_1 = k_1 \cdot T_1 = k_1 \cdot T; V_3 = k_1 \cdot T_3 = k_1 \cdot 4T = 4k_1 T$
 $V_2 = k_2 T_2; V_4 = k_2 T_4 = k_2 \cdot 7T = 7k_2 T$
 $V_1 = k_1 T; V_2 = k_2 T$
 $V_3 = k_1 \cdot 4T; V_4 = k_2 \cdot 7T$

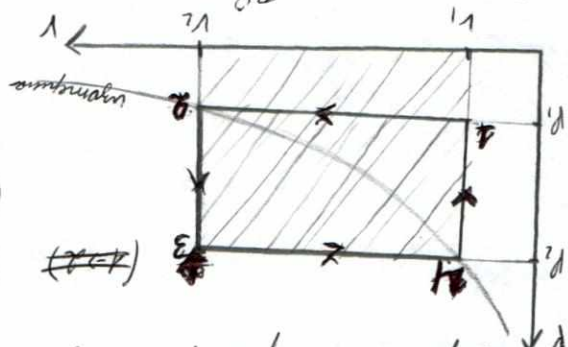
$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} = \frac{V_4}{T_4} = J$
 $\frac{V_1}{T} = \frac{V_2}{4T} = J \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{4} = \frac{k_2 T}{k_1 T} \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = \frac{1}{4}$
 $\frac{V_3}{4T} = \frac{V_4}{7T} = J \Rightarrow \frac{V_4}{V_3} = \frac{7}{4} = \frac{k_2 \cdot 7T}{k_1 \cdot 4T} \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = \frac{4}{7}$

$T_2 = 4T$
 $T_2^2 = 16T^2$
 $T_2 = \sqrt{16T^2} = 4T$

2) По графику мы увидим, что процесс 1-2-3-4-1 является циклическим процессом с обратимыми процессами.

$Q = A + \Delta U$
 $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = U_2 - U_1 + S_{12} = \frac{\alpha}{2} \nu R (T_2 - T_1) + p_1 (V_2 - V_1) = \frac{\alpha}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (4T - T) = \frac{9}{2} \nu R T = 3 \nu R T$

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = U_2 - U_1 + S_{12} = \frac{\alpha}{2} \nu R (T_2 - T_1) + p_1 (V_2 - V_1) = \frac{\alpha}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (4T - T) = \frac{9}{2} \nu R T = 3 \nu R T$



Обратим: $Q_{12} = \frac{11}{2} \nu R T; \eta = \frac{7}{11}$
 $\eta = \frac{\frac{7}{2} \nu R T}{\frac{11}{2} \nu R T} = \frac{7}{11}$
 $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \nu R (T_2 - T_1) + \nu R (T_2 - T_1) = \nu R (4T - T) = 3 \nu R T$
 $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \frac{\alpha}{2} \nu R T + 3 \nu R T = \frac{7}{2} \nu R T$
 $Q_{34} = A_{34} + \Delta U_{34} = \nu R (T_3 - T_2) = \frac{\alpha}{2} \nu R (4T - T) = \frac{3}{2} \nu R T = 3 \nu R T$
 $Q_{41} = A_{41} + \Delta U_{41} = \nu R (T_1 - T_4) = \nu R (T - 7T) = -6 \nu R T$

95