



222 909
Регистрационный номер

Фамилия Джусма

230

(не заполнять)

Имя Юрий

Отчество Владимирович Джусма
Подпись



ЮНИОР

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета конкурса

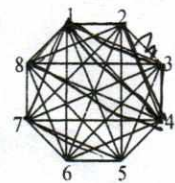
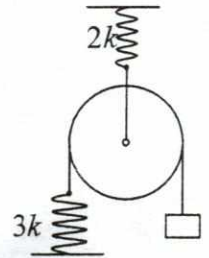
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор», профиль «Инженерные науки»,
Заключительный этап, 11 класс

1. 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 прибедет 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 .

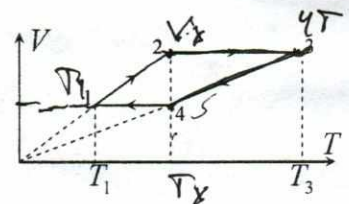
3. Найти целые числа x и y , для которых $(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1$.

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 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.



THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
RECEIVED

TO THE DIRECTOR OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO
FROM THE DIRECTOR OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
RECEIVED

TO THE DIRECTOR OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO
FROM THE DIRECTOR OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
RECEIVED

TO THE DIRECTOR OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO
FROM THE DIRECTOR OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
RECEIVED

TO THE DIRECTOR OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO
FROM THE DIRECTOR OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
RECEIVED



W1

Дано:

$L = 20 \text{ км}$
 $v_{B2} = 10 \text{ км/ч}$
 $v_{B4} = 15 \text{ км/ч}$
 $v_{п} = 5 \text{ км/ч}$

$T(t) - \min = ?$

1) Найдем время пути пеш, в начале он едет + времени на велосипеде, а потом ост. част. идет пешком

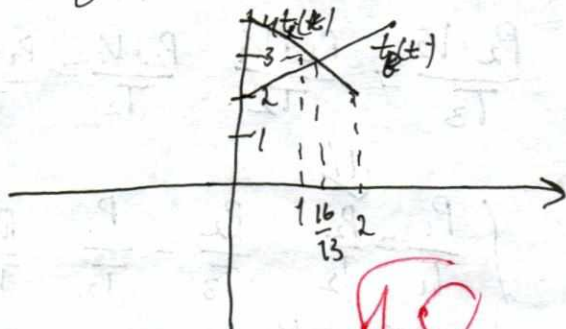
$$t_k = t + \frac{S_1}{v_n} = t + \frac{L - v_{B2}t}{v_n} = t + \frac{20 - 10 \cdot t}{5} = 4 - t \text{ (ч)}$$

2) П.к. времени Пети и Васи в пути одинаковы. т.к. они одновременно пребывают в пункт назначения, то найдем время Васи t_B - 1) Он вначале идет t часов, потом еще идет какое-то время t_x , пока к нему не подойдет разбурнувшийся петя и $t_x = \frac{v_{B2} \cdot t - v_n \cdot t}{v_n + v_{B4}}$

а затем преодолевает оставшееся расстояние, за t_y и $t_y = \frac{L - v_n(t + t_x)}{v_{B2}} \Rightarrow t_B = t + t_x + t_y$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow t + \frac{v_{B2} \cdot t - v_n \cdot t}{v_n + v_{B4}} + \frac{L - v_n \left(t + \frac{v_{B2} \cdot t - v_n \cdot t}{v_n + v_{B4}} \right)}{v_{B2}} &= t + \frac{10 \cdot t - 5 \cdot t}{20} + \\ + \frac{20 - 5 \left(t + \frac{10 \cdot t - 5 \cdot t}{20} \right)}{10} &= t + \frac{1}{4}t + 2 - \frac{5}{8}t = \frac{5}{4}t - \frac{5}{8}t + 2 = 2 + \frac{5}{8}t \end{aligned}$$

3) нарисуем графики $t_B(t)$ и $t_k(t)$, заметим, что



$t \leq \frac{L}{v_{B2}}$
 $t \leq 2$

а $T(t) = \max(t_B(t); t_k(t))$, а как видно из граф. T_{\min} , когда $t_B = t_k \Rightarrow 4 - t = 2 + \frac{5}{8}t$

Ответ: $T_{\min} = \frac{36}{13} \text{ ч}$ при $t = \frac{16}{13} \text{ ч}$

$T_{\min} = \frac{36}{13} \text{ ч}$

$t = \frac{16}{13} \text{ ч}$, а

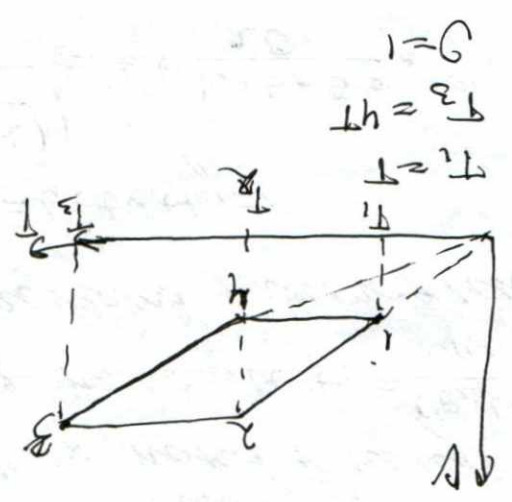
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{P_2 T_1}{P_1 T_3} = 2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_1}{T_3}$$

$$\left. \begin{aligned} P_1 T_1 &= P_2 T_2 \\ P_2 T_2 &= P_3 T_3 \\ \frac{P_1}{P_2} &= \frac{T_2}{T_1} \\ \frac{P_2}{P_3} &= \frac{T_3}{T_2} \\ \frac{P_1}{P_3} &= \frac{T_3}{T_1} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{P_1 T_1}{P_2 T_2} = \frac{P_2 T_2}{P_3 T_3} = \frac{P_2 \cdot \frac{T_2}{P_1} \cdot \frac{T_3}{T_2}}{P_3 T_3} = \frac{P_2 \cdot T_3}{P_1 \cdot T_3} = \frac{P_2}{P_1}$$

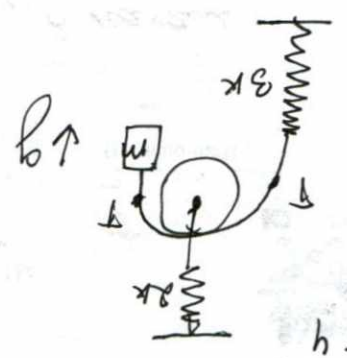
а 2-й шаг, 2-3 } угловое
 7. вынос одних ~~сил~~
 моментов V_1 , моменты $2,3-V_2$
~~и моменты V_2 и моменты~~
 6 1-2-P1, a 3-4-P2, a моменты
 6 2-4-T2



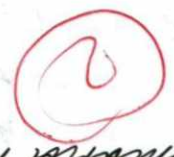
Ответ: $d_{lyga} = \frac{2mg}{3k}$

$d_{lyga} = ?$

Дано:
 3k
 2k
 m



$d_{lyga} = \frac{2mg}{3k}$



равновесие груза не падает
 значит сила тяжести не гнет

1) Круга естественная $T = mg$ и $T = 3k \cdot l_1$
 где T - напряжение нити d_{l_1} - расстояние нити $3k$
 и $2k \cdot d_{l_2} = 2T$ d_{l_2} - расстояние нити $2k$
 $d_{lyga} = d_{l_1} + 2d_{l_2}$
 $d_{l_1} = \frac{mg}{3k}$ $d_{l_2} = \frac{mg}{k}$, а суммарная $d_{lyga} = \frac{2mg}{3k}$



WS(2)

т.к. $\frac{P_2}{P_1} = 2$, тогда $\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$, $\Rightarrow T_2 = 2T_1 = 2T \Rightarrow V_2 = 2V_1$
 $P_1 V_1 = \nu R T_1$

\Downarrow

$$Q = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + P_1 \cdot (V_2 - V_1) = \frac{3}{2} \nu R \cdot 3T + P_1 V_1 = \frac{9}{2} \nu R T + \nu R T$$

$\Rightarrow \frac{11}{2} \nu R T$, а работа газа в цикле $A = P_2 \cdot (V_2 - V_1) = P_1 \cdot (V_2 - V_1)$

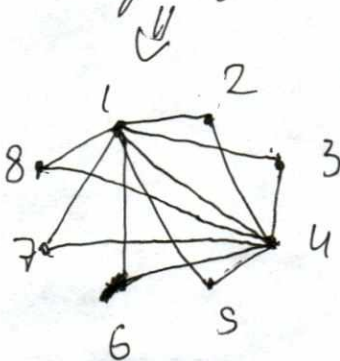
$\Rightarrow 2P_1 V_1 - P_1 V_1 = P_1 V_1 = \nu R T \Rightarrow \eta = \frac{A}{Q} = \frac{2}{11} \approx 0,182$

Ответ: $Q_{1-2-3} = \frac{11}{2} \nu R T$ ~~$\eta = 0,18$~~ $\eta = \frac{2}{11} \approx 0,182$

0,5
 $\eta < 0!$

WS

I) Так как точки узлов не соединены
к источнику равнозначны т.к. если рассмотреть
например соединение $1 \rightarrow 2$ и $1 \rightarrow 6$ то разницы
нет т.к. каждый узел соединен с каждым
проводником \Rightarrow потенциалы в узлах
 $2, 3, 5, 6, 7, 8$ - одинаковы \Rightarrow между ними
ток не течёт \Rightarrow нарисуем аналогичную
схему с учётом этого значения



$\Rightarrow R_{1,4} = 6 \cdot \frac{1}{r}$

$$\frac{1}{R_{1,4}} = 6 \cdot \frac{1}{2r} + \frac{1}{r} = \frac{6}{2r} + \frac{1}{r} = \frac{4}{r}$$

\Downarrow
 $R_{1,4} = \frac{1}{4} r$

2

Ответ: $R_{1,4} = \frac{1}{4} r$

u2

I) Рассмотрим треугольник близкий к
прямоугольному и заметим, что
 $S_{\triangle MNP} \rightarrow 0$, а при $\angle A = \angle B = \angle C$ $S_{\triangle MNP} = \frac{1}{4} S_{\triangle ABC}$

Ответ \downarrow
 $\max \left(\frac{S_{\triangle MNP}}{S_{\triangle ABC}} \right) = \frac{1}{4}$

u3

$$(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1$$

$$x^4 - 8x^2y^2 + 16y^4 = 24y + 1 = 0$$

т.к. у нас есть решение, то x^4 кратен
одному из множителей

$$x^4 : 16y^4 - 24y + 1 \quad 16y^4 - 24y + 1 \equiv$$

$$\equiv (4y + 3 + 2\sqrt{2})(4y + 3 - 2\sqrt{2})$$

$16y^4 + 24y + 1$ - нечет, то x^4 - тоже нечет!
 $16y^4 = (4y)^2 = 16y^2$

$$x^4 = (2k+1)^4 = (4k^2 + 4k + 1)^2 =$$

=

1.5

Ответ: $(-1, 0); (-3, 1); (3, 1); (-3, 2); (3, 2)$