



316332  
Регистрационный номер

Фамилия Розинков

Имя Дмитрий

Отчество Александрович

267  
(не заполнять)

[Signature]  
Подпись



«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета конкурса

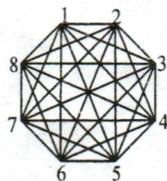
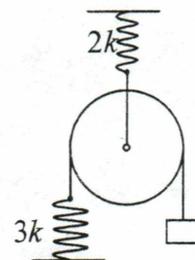
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор», профиль «Инженерные науки»,  
Заключительный этап, 11 класс

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 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  $60^\circ$ . Точки  $M, N, P$  – основания высот треугольника  $ABC$ . Найти наибольшее значение отношения площадей треугольников  $MNP$  и  $ABC$ .

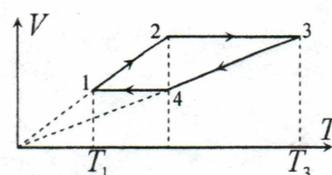
3. Найти целые числа  $x$  и  $y$ , для которых  $(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1$ .

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.





ОТВЕТ

На апелляцию участника

Всероссийского конкурса научных работ школьников «Юниор»-2019/20 учебного года,  
Профиль «Инженерные науки»

ФИО участника Рогозов Д.А.  
Регистрационный номер 316332

Апелляционная комиссия конкурса «Юниор» по профилю «Инженерные науки», рассмотрев апелляцию участника, постановила:

**Решение комиссии:** *аккредитацию уровнем работы, повысить  
оценку с 2,5 баллов до 3 баллов*

По существу рассмотрения работы:

№ задачи	Что сделано, что не сделано	Оценка за задачи
1.	<i>задача не решена</i>	<i>0,5 балла (из 2,5)</i>
2.	<i>не решено, почему наибольшее значение оптимизации достигается решается в смысле ребусов на D-ре</i>	<i>0,5 балла (из 2,5)</i>
3.	<i>набранные не все решения.</i>	<i>0,5 балла (из 2,5)</i>
4.	<i>Решение неверное. В соответствии с критериями и верки можно поставить 1 балл.</i>	<i>1 балл (из 2-х)</i>
5.	<i>не решена</i>	<i>0 баллов (из 2-х)</i>
6.	<i>не замечено, что график цикла вызван циклом тепловых машин</i>	<i>0,5 балла (из 2-х)</i>

Члены апелляционной комиссии

*Муромов*  
*Д*  
*Муромов*  
*Гухарев*

Ответственный секретарь  
Оргкомитета олимпиады

Я.В.Шашков



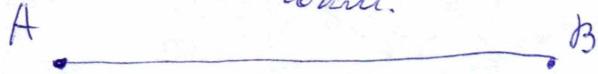
Итеративные науки  
НАПРАВЛЕНИЕ КОНКУРСА

Дата 01.02.2020

11  
класс

267 ЮНИОР  
(не заполнять)

20 км.



1. Дано:

$$V_{\text{Илья}} = 15 \text{ км/ч}$$

$$V_{\text{Илья}} = 10 \text{ км/ч}$$

$$V_{\text{Петя}} = 5 \text{ км/ч}$$

$$t_{AB} = 20 \text{ км}$$

К - Коля

П - Петя

В - Вася

К: если время =  $t$  и  $V = 10 \text{ км/ч}$   
 $\Rightarrow S_{\text{до В}} = 20 - 10t$

$S_{\text{до В}} \text{ или } V = 5 \text{ км/ч} \Rightarrow$

$$t'_{\text{до В}} = \frac{20 - 10t}{5} = 4 - 2t \Rightarrow$$

П. Общ. время Коля =  $(t + 4 - 2t)$

Вася сначала едет  $t$  времени,  
 потом возвращается за Васей и  
 они вместе едут к В  $\Rightarrow$   
 их время в пути одинаково.

Ответ:  $5t + \frac{1}{4}t + \frac{20 - 25t}{10}$

$$\begin{cases} t = 70 \\ t = 4 \end{cases}$$

П: если  $t$ , потом развернул  
 и едет  $t'$  за Васей.

Петя едет  $S' = 10t$   
 Вася едет  $S'' = 5t$   
 затем они движутся  
 на встречу друг другу.

$$\Rightarrow \frac{5t}{5+5} = \frac{5t}{10} = \frac{14}{4} = t'_{\text{до В}}$$

0.5

потом они едут

до В.  $S_{\text{до В}} = 20 - (5t + 5 \cdot \frac{1}{4}t)$

$$S_{\text{до В}} = 20 - \frac{25t}{4} \Rightarrow$$

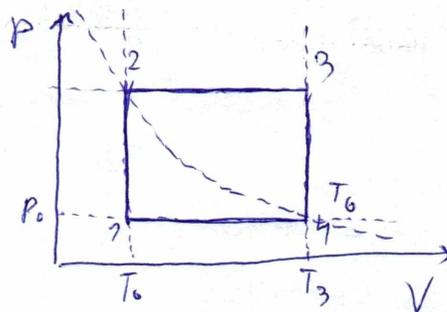
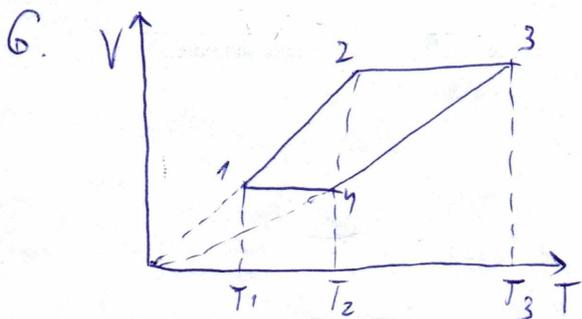
$$t' = \frac{20 - \frac{25t}{4}}{10} \Rightarrow t_{\text{общ}} =$$

$$5t + \frac{1}{4}t + \frac{20 - 25t}{10}$$

сравним времена.

$$5t + \frac{1}{4}t + \frac{20 - 25t}{10} > t + 4 - 2t \quad (t < 4)$$

$$\Rightarrow T = 5t + \frac{1}{4}t + \frac{20 - 25t}{10} \quad (t > 0)$$



$$P_0 V_0 = \nu R T$$

$$24 - P_0 V_2 = \nu R T_0 \Rightarrow \frac{P_0 V_2}{P_4 V_0} = \frac{P_0}{P_4} = \frac{V_2}{V_0} = \text{const} \Rightarrow k P_0 = P_4$$

$$P_4 V_0 = \nu R T_0$$

$$Q_{123} = \Delta U_{31} + A_{12} + A_{23} = U_3 - U_1 + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_0 = \frac{3}{2} \nu R T + P_0 (k V_0 - V_0)$$

$$= \frac{3}{2} \nu R T + P_0 V_0 (k - 1)$$

$$3: k P_0 k V_0 = \nu R T_0 \Rightarrow k^2 = \frac{T_0}{T} \Rightarrow k = 2$$

$$\Rightarrow Q_{123} = \frac{3}{2} \nu R T + P_0 V_0 (2 - 1) = \frac{11}{2} \nu R T$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{11}{2} \nu R T$$

$$A = A_{12} + A_{34} = P_0 V_0 - 2 P_0 V_0 = -P_0 V_0 = -\nu R T$$

$$A_{23} = A_{41} = 0 \Rightarrow \eta = \frac{|A|}{Q_H} = \frac{\nu R T}{\frac{11}{2} \nu R T} = \frac{2}{11}$$

Answer:  $Q_{123} = \frac{11}{2} \nu R T$   $\ominus$

$$\eta = \frac{2}{11} \ominus 0,5$$

Nº 5  $\ominus 0$

3.  $(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1$        $y \geq 0$ .     $y$  и  $x \in \mathbb{Z}$

проверим  $y=0$ .

$y=0 \Rightarrow x = \pm 1$

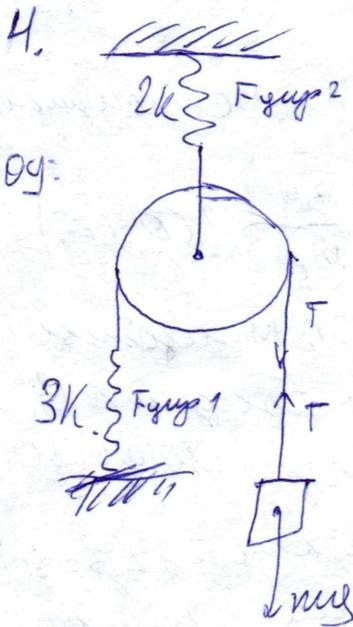
$y=1 \Rightarrow x = \pm 3$

$y=2 \Rightarrow x = \notin \mathbb{Z}$

начиная с  $y=2$   $x^2$  увеличивается не целыми и возрастает  
 $x$  будет иррац.

Ответ:  $\begin{cases} y=0 \\ x=\pm 1 \end{cases}; \begin{cases} y=1 \\ x=\pm 3 \end{cases}$ .

0,5



второй закон Ньютона для груза.

0y:  $T - mg = 0 \Rightarrow T = mg$

33Н физм2.  $T = F_{\text{физм1}} \Rightarrow mg = 3K \Delta x_1 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{mg}{3K}$

33Н. физм1 сила.

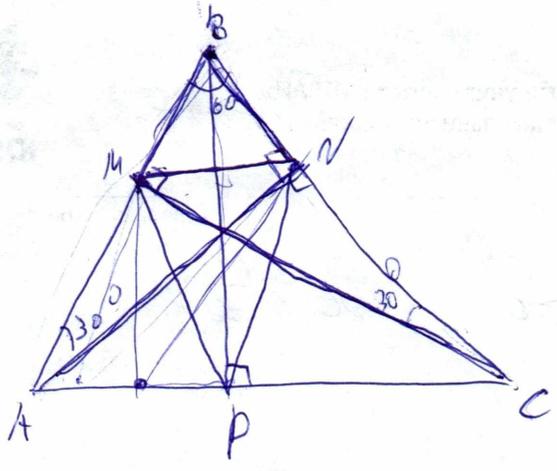
$F_{\text{физм2}} = 2T \Rightarrow 2K \Delta x_2 = 2 \cdot 3K \Delta x_1$

$\Delta x_2 = 4 \cdot \Delta x_1 = \frac{4mg}{3K}$

Ответ:  $\Delta x_2 = \frac{4mg}{3K}$

0,5

2.



Пусть  $\angle B = 60^\circ$

① две высоты  $BM$  и  $CN$  <sup>в  $\Delta$</sup>  ~~отрезков~~  
 $\Delta$   $\sim$  исходному  $\Delta$   $ABC$   
 $\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma$

$\Rightarrow \Delta MBN \sim \Delta CBA \quad k = \frac{1}{2}$   
 $\Rightarrow \frac{S_{\Delta MBN}}{S_{\Delta CBA}} = \frac{1}{4}$

$\Rightarrow$  отношение  $\frac{S_{\Delta MNP}}{S_{\Delta ABC}}$

т.к.  $\Delta MBN$  и  $\Delta CBA$   
 являются фигурами  $\Delta ABC$ ,  
 то они заданы сторонами  
 $BC$  и  $AB$ .

зависит от положения

т.к.  $BM$  и  $CN$  — высоты.

точки  $P$ , т.к. точки  
 $M$  и  $N$  зафиксированы.

в  $\Delta MBN$  и  $\Delta CBA$  равны,  
 походя из вышереченных

~~но, т.к.  $BM$  и  $CN$  — высоты, то  $\Delta MBN$  и  $\Delta CBA$  подобны.~~

$\Delta MBN = \Delta CBA \Rightarrow \Delta ABC$  — равнобедренный <sup>(равносторонний)</sup>

$\Rightarrow$  точка  $P$  — середина

$\Delta MBN \sim \Delta CBA$  (по двум углам)

$AC$ .  $\Rightarrow$  исходя из ①

~~или~~  $S_{\Delta MBN} = S_{\Delta AMP} = S_{\Delta MNP} =$

$\frac{BN}{BA} = \frac{BM}{BC} (\cos 60^\circ)$

$S_{\Delta CNP} \Rightarrow \frac{S_{\Delta MNP}}{S_{\Delta ABC}} = \frac{1}{4}$   $\Delta MBN$  и  $\Delta CBA$  подобны  
 и имеют общий  $\angle B$ .

т.к.  $\Delta ABC$  заданы  $AB$  и  $BC$ .

(соответственно,  $\angle B = 60^\circ$ )

но значение  $AB$  и  $BC$  не заданы.

$\Rightarrow$  точка пересечения  $BM$  и  $CN$

одна и та же, так и

точка пересечения  $BC$  и  $AN$

$\Rightarrow \Delta MBN$  и  $\Delta CBA$  заданы,  
 следовательно  $\frac{S_{\Delta MNP}}{S_{\Delta ABC}} = \frac{1}{4}$

Ответ:  $\frac{1}{4}$ .

0,5

