



315606  
Регистрационный номер

Фамилия Батылова  
Имя Василия  
Отчество Александровна

**И 202**  
(не заполнять)

Батылова  
Подпись



«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета конкурса

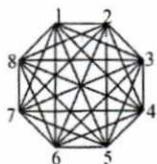
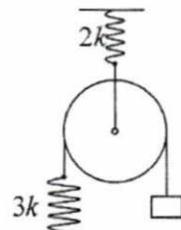
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор», профиль «Инженерные науки»,  
Заключительный этап, 11 класс

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

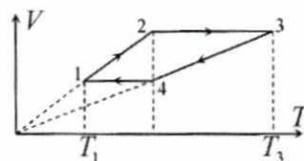
3. Найти целые числа  $x$  и  $y$ , для которых  $(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1$ .

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.



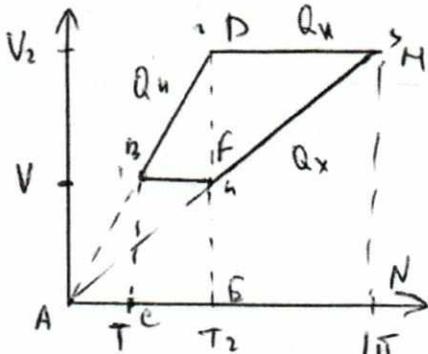


НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»  
конкурс «ЮНИОР»

Дата 1.02.2020  
Вариант № индивидуальные задачи  
Площадка написания:  
ИГТУ  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

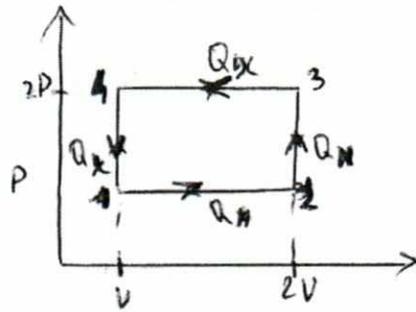
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
1	0	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	<i>[Signature]</i>



NE

$$P_1 = P_2$$

$$P_3 = P_4$$



$$\text{из } \triangle ABC \sim \triangle ADE \Rightarrow \frac{V}{V_2} = \frac{T}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{VT_2}{T}$$

$$\text{из } \triangle AFE \sim \triangle AMN \Rightarrow \frac{V}{V_2} = \frac{T_2}{4T} \Rightarrow \frac{VT}{V_2 T_2} = \frac{T_2}{4T} \Rightarrow T_2 = 2T$$

AB и AM - изобары.

$$P_1 V_1 = \nu R T$$

$$P_1 = \frac{\nu R T}{V} = P$$

$$P_4 V_4 = \nu R T$$

$$P_4 = \frac{\nu R T}{V} = 2P = P_3$$

$$Q = A_{12} + \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$$

$$Q = P(2V - V) + \frac{3}{2} \nu R (2T - T) + \frac{3}{2} \nu R (4T - 2T) = PV + \frac{3}{2} PV + \frac{3}{2} \cdot 2PV = \frac{11}{2} PV$$

$$\Rightarrow \frac{11 \nu R T}{2} = \frac{11 R T}{2}$$

$$\text{КПД} = \frac{A}{Q_1} = \frac{(2P - P)(2V - V)}{\frac{11 PV}{2}} = \frac{PV \cdot 2}{11 PV} \approx 18\%$$

0,5



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»  
конкурс «ЮНИОР»

Дата 1.02.2020  
Вариант № вымышлен.  
Площадка написания:  
ИГТУ  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

NS

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

1)  $24y + 1 \geq 0$   
 $24y \geq -1$   
 $y \geq -\frac{1}{24} \Rightarrow$  т.к.  $y \in \mathbb{R}$  то  $y \geq 0$

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

- увеличим с увеличением  $y$  коэффициент при  $x^2$ ; корень либо  $(x^2 - 1)$  либо  $(x^2 + 1)$   
 $(x^2 - 1) = y$  (см черновики)  $\Rightarrow x = \pm \sqrt{y + 1}$

$$x^2 - 1 \geq 0 \Rightarrow \begin{cases} y \geq 1 \\ \begin{cases} x \geq 3 \\ x \leq -3 \end{cases} \end{cases} \quad \begin{cases} y \geq 0 \\ \begin{cases} x \geq 1 \\ x \leq -1 \end{cases} \end{cases} \quad \begin{cases} y \geq 2 \\ \begin{cases} x \geq 3 \\ x \leq -3 \end{cases} \end{cases} \quad \begin{cases} y \geq 3 \\ \begin{cases} x \geq 2 \\ x \leq -2 \end{cases} \end{cases}$$

$\begin{cases} x \leq -1 \\ x \geq 1 \end{cases}$  см черновики



$\Downarrow \begin{cases} x = -1 \\ x = 1 \end{cases} \Rightarrow y = 1 - 1 = 0$   
 $y \geq 0$

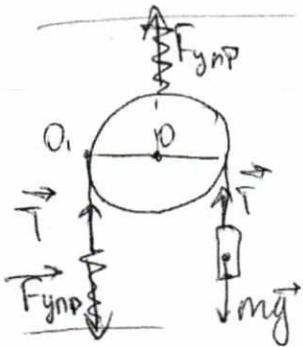




Дата 1.02.2020  
Вариант № 1111  
Площадка написания:  
ИФГУ  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись



№3  
Рассмотрим все рычаги относительно O.

$$F_{упр} = mg \ell$$

$$3k \Delta x_1 = mg$$

$$\Delta x_1 = \frac{mg}{3k}$$

Рассмотрим относительно O1:

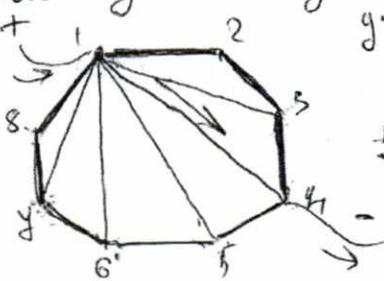
$$2k \Delta x_2 \ell = 2\ell \cdot mg$$

$$\Delta x_2 = \frac{mg}{k}$$

$$h = \Delta x_1 + \Delta x_2 = \frac{mg}{3k} + \frac{mg}{k} = \frac{4mg}{3k}$$

Ответ:  $\frac{4mg}{3k}$  ⊖ 0,5

№4  
Точка имеет по пути наименьшего сопротивления:



участки 1-4 и  
6 участков по 2r  
5x6 участков по 3r

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

$$R = \frac{r}{4}$$

Ответ:  $R = \frac{r}{4}$

⊖ 0



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

конкурс «ЮНИОР»

Дата 01.02.2020

Вариант № шшшш

Площадка написания:

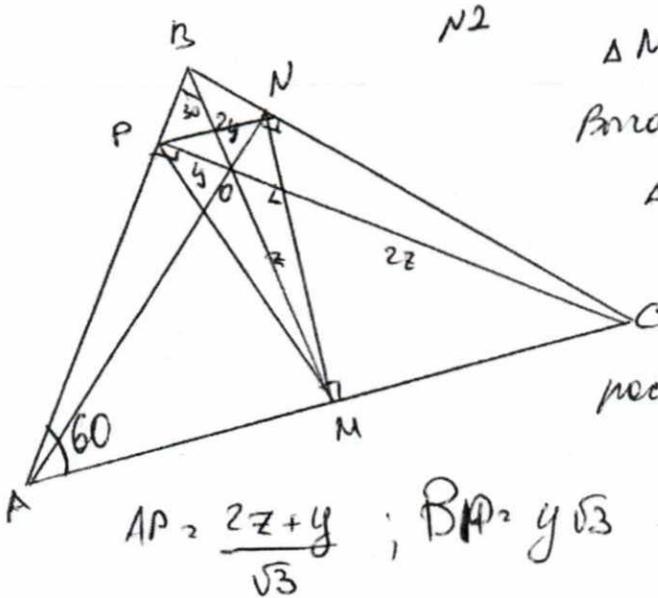
НГТУ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись



$\triangle MNP$  - ортоцентрический. По св. ортотранга  
Вместо  $\triangle ABC$  вписаны высоты

$\triangle MNP$

Пусть  $MO = z$  тогда по св  
 $OP = y$  тригонометрического  
рассеивания  $CO, OB$

$$AP = \frac{2z+y}{\sqrt{3}}; BP = y\sqrt{3} \Rightarrow AB = \frac{2z+4y}{\sqrt{3}}$$

$$S_{ABC} = \frac{(2z+y)(2z+4y)}{2\sqrt{3}}$$

$$S_{MNP} = \frac{2z(y+\frac{z}{2})}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{S_{ABC}}{S_{MNP}} = \frac{(2y+z)z\sqrt{3}}{(2z+4y)(2z+y)} \quad \text{Ⓚ}$$