



196527

Регистрационный номер

Фамилия Смирнов
Имя Николас
Отчество Сергеевич

224

(не заполнять)

Нико
Подпись



«Утверждаю»
Председатель оргкомитета конкурса

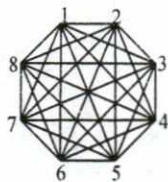
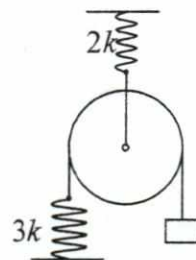
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор», профиль «Инженерные науки»,
Заключительный этап, 11 класс

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 прибывает 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 .

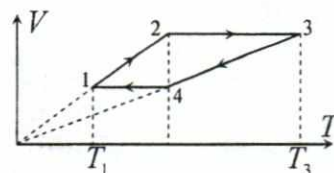
3. Найти целые числа x и y , для которых $(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1$.

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.





Четовник И., Юниор-2020

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийской конкурс научных работ школьников «Юниор»



224
(не заполнять)

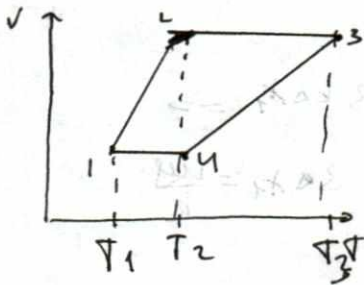
Инженерные науки
НАПРАВЛЕНИЕ КОНКУРСА

Дата 1.02.2020

11

класс

1.6



(1-2) — процесс до к.к. $\Rightarrow$ изобара $P = \text{const} \Rightarrow$

$$V = k_1 T, \text{ где } k_1 = \text{const}$$

(3-4) — процесс до к.к. $\Rightarrow$ изобара $P = \text{const}$

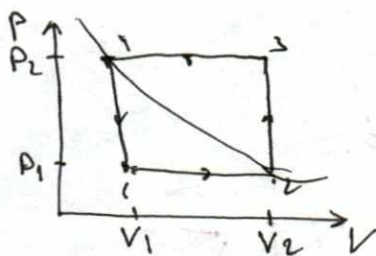
$$V = k_2 T, \text{ где } k_2 = \text{const}$$

$$V_1 = k_1 T_1, \text{ а } V_2 = k_1 T_2$$

$$V_3 = k_2 T_3, \text{ а } V_4 = k_2 T_2, \text{ а } V_3 = V_2, V_4 = V_1 - \text{из графика (изобары)}$$

$$\begin{cases} V_1 = k_1 T_1 \\ V_1 = k_2 T_2 \\ V_2 = k_1 T_2 \\ V_2 = k_2 T_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1 = \frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{T_1}{T_2} \\ 1 = \frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{T_2}{T_3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{k_1}{k_2} = \frac{T_2}{T_1} \\ \frac{k_1}{k_2} = \frac{T_2}{T_3} \end{cases} \Rightarrow T_2 = \sqrt{T_1 T_3} = 2T$$

Перечислим график в координатах P-V. 2-3 и 1-4 $V = \text{const} \Rightarrow$ изохоры
1-2 и 3-4 — до к.к. $\Rightarrow$ изобары



$$Q_n = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_{12} = U_2 - U_1 + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + P(V_2 - V_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \nu R (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R T$$

$$Q_{23} = A_{23} + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R 2T = 3 \nu R T$$

$$① Q_n = (3 + \frac{5}{2}) \nu R T = \frac{11}{2} \nu R T$$

$$② \eta = \frac{A}{Q_n}, \text{ А работа неового в изобаре } \Rightarrow A = \nu R T (T_2 - T_1) = \nu R T$$

$$A = A_{12} + A_{23} = \nu R (T_2 - T_1) + \nu R (T_3 - T_2) = \nu R (T_2 - T_1 + T_3 - T_2) = \nu R T$$

$$\eta = \frac{3 \nu R T}{\frac{11}{2} \nu R T} = \frac{6}{11}$$

$$A = |A_{23} - A_{12}| = \nu R T \Rightarrow \eta = \frac{\nu R T}{\frac{11}{2} \nu R T} = \frac{2}{11}$$

$$(\nu R (T_3 - T_2 - T_2 + T_1) = \nu R (2T - 2T + T) = \nu R T)$$

$$\text{Итого: } Q_{123} = \frac{11}{2} \nu R T$$

$$\eta \geq \frac{6}{11}$$

$$\eta = \frac{2}{11}$$

$\eta < 0!$

0,5



Чешовский №2, Юниор-2020

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийской конкурс научных работ школьников «Юниор»



Инженерные науки
НАПРАВЛЕНИЕ КОНКУРСА

Дата 01.02.2020

11

класс

224
(не заполнять)

№2 (прод.)

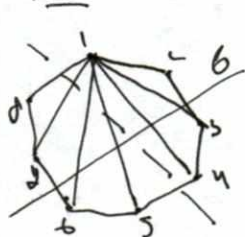
Т. к. BM и CP высоты правильного равнобедренного $\triangle ABC$, то
 $AN = NC = AP = PC \Rightarrow$ в $\triangle ABC$ это средние линии, поэтому
 $PN = \frac{1}{2} BC$,

Аналогичные рассуждения касаются NM и PM

$\triangle PNM$: $PN = NM = PM \Rightarrow \triangle PNM$ - правильный.

$\triangle PNM$ и $\triangle ABC$, они подобны по двум углам (оба правильные, все правильные $\triangle$)
коэффициент подобия $k = \frac{PN}{BC} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{S_{\triangle PNM}}{S_{\triangle ABC}} = k^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$
Ответ: $\frac{S_{\triangle PNM}}{S_{\triangle ABC}} = \frac{1}{4}$.

№5.



$\triangle$ симметрии с осью симметрии. Вершины $2, 4, 6$ и $3, 5, 7$
Проверим симметрию в, относительно которой
центр будет симметричен. В таком случае проекции
векторов на эту ось будут противоположны
соответственно. Проверим, действительно ли это так.

Проверим, что $|r_1| = |r_5| \Rightarrow$ и так же у остальных точек через
(1-2, 1-6...) в проекции, следовательно, все векторы имеют одинаковую длину $\Rightarrow$
 $r_1 = r_2 + r_3 + \dots + r_6 = 0$
Ответ: 0

№3

$(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1$, пусть $x^2 - 4y^2 = t$, тогда $t^2 - 24y - 1 = 0$
кратно 24 $\Rightarrow (t^2 - 1) : 24 = 0 \Rightarrow (t^2 - 1) : 3 = 8$, где такое уравнение
имеет $t = 1, 5, 7, 11, 13, \dots$

допустим $t = 1$: $1^2 = 24y + 1 \Rightarrow y = 0 \Rightarrow x^2 = 1, x = \pm 1$

$t = 5$: $25 = 24y + 1 \Rightarrow y = 1 \Rightarrow x^2 - 4 = 5 \Rightarrow x^2 = 9 \Rightarrow x = \pm 3$

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

$x^2 - 16 = 7$

$x^2 = 23$, при таком значении
целые корни не получаются