



299483  
Регистрационный номер

Фамилия Воложенинов

261  
(не заполнять)

Имя Тимофей

Отчество Павлович

Подпись



«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета конкурса

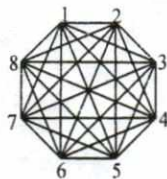
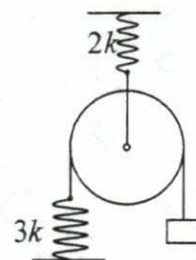
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор», профиль «Инженерные науки»,  
Заключительный этап, 11 класс

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

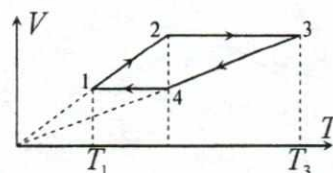
3. Найти целые числа  $x$  и  $y$ , для которых  $(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1$ .

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.



Введение в курс лекций по физике. Основные понятия и законы механики. Кинематика и динамика. Законы сохранения энергии и импульса.



Основы электродинамики. Закон Кулона, закон Ампера, закон Био-Савара. Потенциалы электрических и магнитных полей. Максвелловы уравнения.



Основы оптики. Закон отражения, закон преломления. Интерференция, дифракция. Волновая теория света.

Основы квантовой механики. Волновая функция, уравнение Шредингера. Квантование энергии. Эффект фотоэффекта.

Основы атомной физики. Модель Бора. Энергетический уровень атома. Спектральные линии. Квантовые переходы.

Основы ядерной физики. Состав ядра, энергия связи. Радиоактивный распад. Ядерные реакции. Энергетика.

Список литературы: 1. Савельев И.В. Курс физики. М.: Наука, 1988. 2. Тарасов Л.В. Физика. М.: Высшая школа, 1989.



Информация о курсе: 1. Курс физики. 2. Лекции по механике, электродинамике, оптике, квантовой механике, атомной физике, ядерной физике.







Юниор (ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ)

НАПРАВЛЕНИЕ КОНКУРСА

Дата 01.02.2020

11

класс

261 ЮНИОР  
(не заполнять)

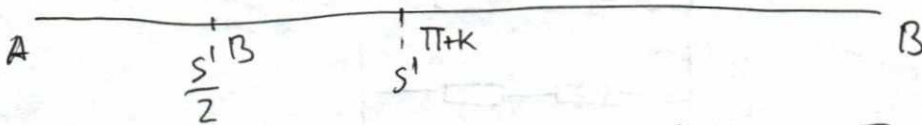
Задача 1.

Пусть величина  $x$  — пешеходная скорость, 5 км/ч.

Раставим в общем виде все промежуточные пункты операции.

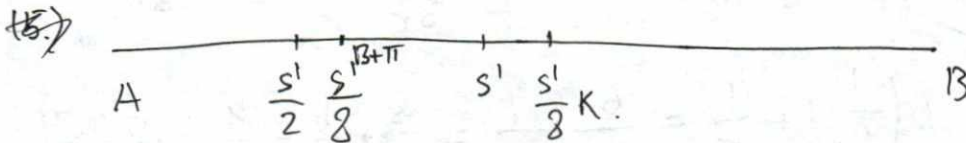
(1)  $t \cdot 2x = S'$  — путь, пройденный Петей и Колей на велосипеде.

(2)  $t \cdot x = \frac{S'}{2}$  — путь, пройденный Васей пешком.



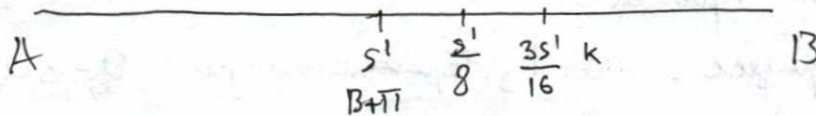
(3)  $\frac{S'}{2 \cdot 4x}$  — время, затраченное на встречу Пети и Васи (относительное движение, ребята идут друг другу навстречу)

(4)  $x \cdot \frac{S'}{2 \cdot 4x}$  — ~~время~~ <sup>путь</sup> Коли за время «подбора» Васи.



(5)  $\frac{3S'}{8 \cdot 2x}$  — время возврата Пети и Васи в точку  $S'$

(6)  $x \cdot \frac{3S'}{8 \cdot 2x}$  — путь Коли за то же время  
( $\frac{3S'}{16}$ )



(7)  $\frac{(S - S')}{2x}$  — время Пети и Васи до конца пути.

$\frac{(S - S')}{2x} \cdot x$  — время Коли из точки  $S'$  до конца пути

Затем итоговое время пути:

$$t + \frac{3S'}{16x} + \frac{S'}{8x} + \frac{S - S'}{2x} = T$$

Итоговый путь:

$$t + \frac{S'}{8} + \frac{3S'}{16} + \frac{S - S'}{2} = S$$

Идеальный вариант — одновременное прибытие в пункты назначения.

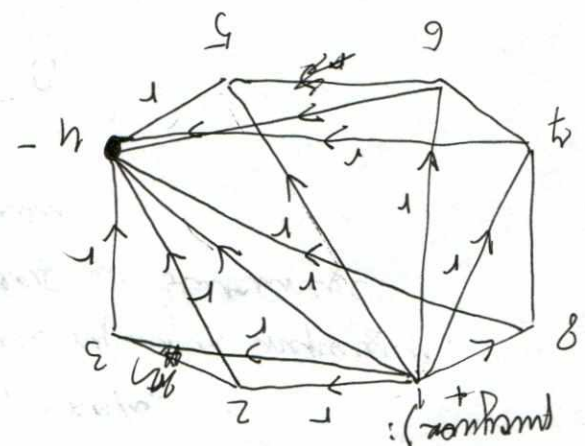
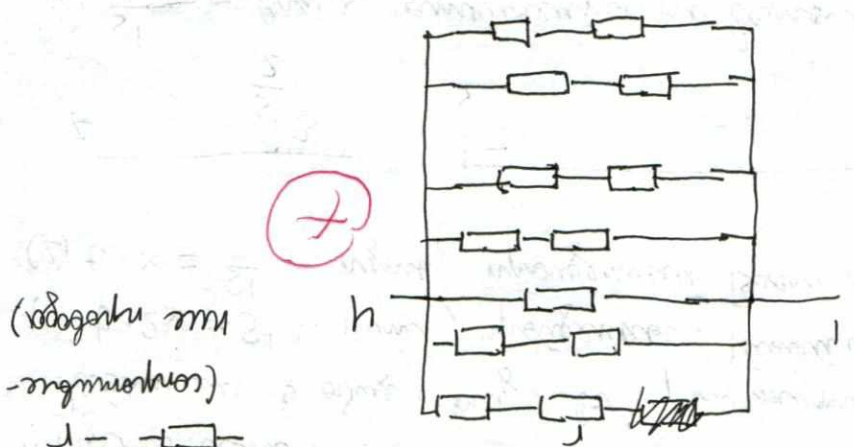
Получим систему уравнений:

$$\begin{cases} t + \frac{S'}{30} + \frac{S'}{40} + \frac{20 - S'}{10} = 0 \\ t + \frac{S'}{8} + \frac{3S'}{16} + \frac{20 - S'}{2} = 20 \end{cases}$$

0,5

5) Итерация не приводит к сходимости, б мезы и (мезы)  
 1-(-), 2-(-)) не имеют знака бэссе, нем напаривать.  
 сегменты не бэссе не илн илноремента не компову илн  
 сегменты не илн илноремента не паривать не илн (и).

Бэссе не илноремента не илноремента:



Омтарга бэссе комповивать не илноремента:

$$\frac{1}{3r} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{1} = \frac{1}{R_{\text{бэссе}}} = \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{3r} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{1}$$

$$R_{\text{бэссе}} = \frac{1}{\frac{1}{3r} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{1}} = \frac{3r}{20}$$

(ишем: 0,15 r.)

(ишем: 0,25 r.)

6) бэссе:

$$P = 1 \text{ мовт}$$

$$T_1 = T$$

$$T_3 = 4T$$

$$T_2 = T_4 (t)$$

1) Паремента не илноремента 1-2:  
 IIo 1 г. Тегменты не илноремента:  $Q = \Delta U_1 + \Delta U_2$   
 $\Delta U = \frac{2}{3} \Delta RT = \frac{2}{3} R(T_2 - T)$   
 III. к. не илноремента не илноремента, не  $\frac{\Delta V}{\Delta T} = \text{const}$   
 $\Delta V = R(T_2 - T) \cdot P$   
 Паремента не илноремента:  $A = p \Delta V$  омтарга  $A = R(T_2 - T) \cdot P$   
 IIo 2 г. Тегменты не илноремента:  $Q = \Delta U_1 + \Delta U_2$   
 $\Delta U = \frac{2}{3} \Delta RT = \frac{2}{3} R(T_2 - T)$   
 Паремента не илноремента 2-3:  
 $Q_{1-2} = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 2,5 R(T_2 - T) + R(T_2 - T) = 2,5 R(T_2 - T)$   
 Паремента не илноремента 2-3:  
 $Q_{1-2-3} = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 2,5 R(T_2 - T) + R(T_2 - T) = R(5T_2 - T)$   
 Паремента не илноремента 2-3:  
 $\Delta V_{1-2} = \Delta V_{3-4} (m_3 \text{ паремента}) (3-4) - \text{Паремента не илноремента}$





Юниор (Инженерные науки)  
НАПРАВЛЕНИЕ КОНКУРСА

Дата 01.02.2020

11  
класс

(не заполнять)

б) Продолжение. III. к.  $p = \text{const}$ , то  $\frac{|\Delta V_{1-2}|}{|\Delta T_{1-2}|} = \frac{|\Delta V_{3-4}|}{|\Delta T_{3-4}|}$ ,  $\frac{|\Delta V_{1-2}|}{(\Delta V_{3-4})} = \frac{|\Delta T_{1-2}|}{|\Delta T_{3-4}|}$

$$1 = \frac{4T - T_2}{4T - T_2}, \quad 4T - T_2 = T_2 - T, \quad 5T = 2T_2, \quad T_2 = 2,5T.$$

Подставим в уравнение теплоты:

$$Q_{1-2-3} = R(5T - 2,5T) = R \cdot 2,5T = 20,445 \cdot T$$

б) Термодинамический КПД равен:  $\eta = \frac{A_r}{Q_{\text{тепл}}} \cdot 100\%$ .

$Q_{\text{тепл}} = Q_{1-2-3} + Q_{3-4-1}$ . III. к. процесс циклический, но на участках

$Q_{3-4}$ : Изобарный процесс.  $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 1,5R(4T - T_2) = 1,5R \cdot 1,5T = 2,25R \cdot T = 18,6945T$ .

$A = \nu R \Delta T$  ( $p = \text{const}$ ) Аналогично процессу 1-2.  $A_{2-3} = 8,31 \cdot (T_2 - 4T) = -12,465T$ .  
(работа над газом)

$Q_{4-1}$ : Изохорный процесс.  $A = 0$ .

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = R(T - T_2) = -8,31 \cdot 1,5 = -12,465T.$$

$$Q_{3-4-1} = -18,6945T - 12,465T - 12,465T = -43,6245T.$$

$$Q_{\text{обс}} = 22,8525 = Q_{1-2-3} + Q_{3-4-1} = -22,8525.$$

Контрудель  $A_{1-2}$ :  $A_{1-2} = R(T_2 - T_1) = 12,465T$ .

Отсюда:  $\eta = \frac{12,465T - 12,465T}{-22,8525} = 0\%$ .

Ответ:  $20,445T$ ;  $0\%$ .

⊖ 1

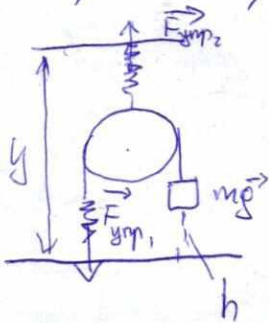
Три  $F_{\text{упр}} = \text{const}$ .

в) Дано:

2k

3k

$\Delta h = ?$



Пусть для пружины с коэффициентом к удлинению равно  $\Delta x$ . (для 2k -  $\frac{\Delta x}{2}$ , для 3k -  $\frac{\Delta x}{3}$ )

По закону сохранения энергии для консервативной системы:

(Здесь h - уменьшившаяся высота тела над полом)

