

2

430750  
Регистрационный номер

МИФИ  
Площадка написания

109  
Школа

Фамилия Егорова

Имя Ольга

Отчество Дмитриевна

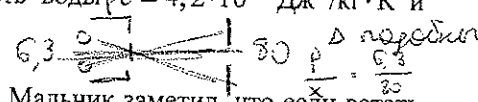
155  
(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиады

НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ «Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 9 класс  
2 вариант

1. В бензиновом двигателе каждую минуту сгорает  $\mu = 20$  г бензина. Одна треть выделившейся теплоты идет на совершение двигателем работы, две трети выделяются в виде тепла. Охлаждение двигателя осуществляется водой, текущей по трубке с площадью поперечного сечения  $\Delta S = 1$  см<sup>2</sup>, опоясывающей двигатель. В установившемся режиме разность температур воды на входе и выходе из трубки равна  $\Delta T = 20^\circ$ . Считая, что все выделяющееся тепло поглощается охлаждающей водой, найти скорость воды в трубке. Удельная теплота сгорания бензина  $q = 4,6 \cdot 10^7$  Дж/кг, удельная теплоемкость и плотность воды  $\rho c = 4,2 \cdot 10^3$  Дж / кг · К и  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup> соответственно.

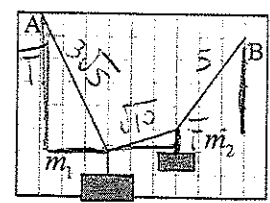


2. На некотором расстоянии от мальчика находится линия электропередач. Мальчик заметил, что если встать лицом к линии и смотреть на поднятый вверх большой палец вытянутой руки правым глазом, то палец закрывает один столб, а если левым глазом, то соседний. Найти расстояние от мальчика до линии электропередач, если расстояние между глазами -  $d = 63$  мм, длина вытянутой руки -  $l = 50$  см, расстояние между столбами линии  $D = 80$  м.

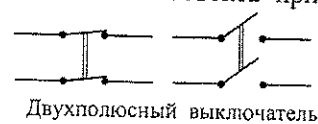
0.5

3. Известно, что при приготовлении смеси некоторых жидкостей объем смеси не равен сумме объемов отдельных компонентов. В частности, при смешивании воды и спирта объем смеси меньше суммы объемов воды и спирта. Смешали два одинаковых объема воды и спирта так, что получился объем смеси  $V = 1$  л массой  $M = 936$  г. При этом 1 литр чистого спирта весит  $m_{cn} = 729$  г, а 1 литр чистой воды -  $m_w = 1000$  г. Какие массы воды и спирта смешали? Найти относительное изменение объема смеси:  $\nu = (V_{см} - (V_w + V_{cn})) / (V_w + V_{cn})$ , где  $V_{см}$ ,  $V_w$  и  $V_{cn}$  - объемы смеси, воды и спирта.

4. Концы невесомой веревки закреплены в точках А и В (см. рисунок). К веревке привязали два груза массами  $m_1$  и  $m_2$ . По приведенному рисунку найти отношение масс грузов  $m_1 / m_2$ .

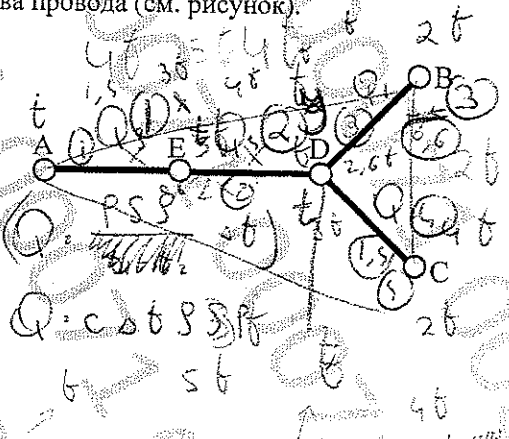


5. При фотографировании в помещении с двумя фотолампами с ограниченным ресурсом работы используется следующая методика работы. При наводке на резкость, выборе экспозиции и т.д. лампы включают не на полную мощность (последовательно), а при фотографировании лампы включают параллельно, обеспечивая максимальную освещенность фотографируемого объекта. Предложите такую схему соединения двух ламп, чтобы лампы были подключены к источнику последовательно, но при включении одного выключателя их соединение с источником менялось на параллельное. Во сколько раз возрастает освещенность объекта при таком переключении? Считать, что вся энергия, выделяющаяся в лампочках, превращается в свет. В распоряжении имеются один идеальный источник электрического напряжения, две одинаковых электрических лампы, один двухполюсный выключатель и провода. Двухполюсный выключатель одновременно замыкает или размыкает два провода (см. рисунок).



Двухполюсный выключатель

6. Четыре одинаковых стержня AE, ED, DB и DC соединены так, как показано на рисунке. В точках соединения обеспечен тепловой контакт между стержнями. Температуры точек А, В и С поддерживаются равными:  $t_A = t$ ,  $t_B = 2t$ ,  $t_C = 4t$ . Найти температуру точки D. Поток тепла по стержню зависит от его длины, площади сечения и материала и пропорционален разности температур его концов (закон Фурье). Поток тепла через боковые поверхности стержней пренебречь.



Председатель методической комиссии, 2022 год

Handwritten calculations and notes for problem 6, including equations like  $Q = c \cdot \sigma \cdot S \cdot \Delta T$  and  $t_D = 3t$ .





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по инженерной Олимпиаде

Дата 27.02.2022  
 Вариант № 2  
 Площадка написания:  
НИЯУ МИФИ  
 ФИО и рег. номер не  
 указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	0,5	1	1	8,5	

н1  
 Дано:  
 $m = 0,02 \text{ кг}$   
 $t = 60 \text{ с}$   
 $\Delta S = 10^{-4} \text{ м}^2$   
 $\Delta T = 20^\circ \text{C}$   
 $q = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{м}}$   
 $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$   
 $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$\tau = ?$

Решение:

Для нагрева массы нейтрона  $Q$ , требуется  
 количество:

$$Q = m q$$

Мы знаем, что  $Q_1 = \frac{2}{3} Q$ , где  $Q_1$   
 нагревает воду:

$$Q_1 = c m \Delta T = c \Delta T \rho S \tau$$

где  $\tau = t \cdot \tau$ . Приравняем

$$\frac{2}{3} m q = c \Delta T \rho S t \tau$$

$$\tau = \frac{2 m q}{3 c \rho S t \Delta T}$$

$$\tau = \frac{2 \cdot 0,02 \cdot 4,6 \cdot 10^7}{3 \cdot 4200 \cdot 1000 \cdot 10^{-4} \cdot 60 \cdot 20} = 1,217 \frac{\text{с}}{\text{с}}$$

Ответ:  $1,217 \frac{\text{с}}{\text{с}}$

н3

Дано:  
 $V = 10^{-3} \text{ м}^3$   
 $m = 0,936 \text{ кг}$   
 $V_1 = V_2$   
 $V_{\text{сп}} = 10^{-3} \text{ м}^3$   
 $m_{\text{сп}} = 0,729 \text{ кг}$   
 $V_{\text{в}} = 10^{-3} \text{ м}^3$   
 $m_{\text{в}} = 1 \text{ кг}$   
 $m_1, m_2, \rho$

Решение:

Все переменные с индексом 1 - вода, 2 - спирт.

$$\rho_1 = \frac{m_{\text{в}}}{V_{\text{в}}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_2 = \frac{m_{\text{сп}}}{V_{\text{сп}}} = 729 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$m_1 + m_2 = m$$

$$V_1 \rho_1 + V_2 \rho_2 = m$$

$$V_1 = V_2 = \frac{m}{\rho_1 + \rho_2} = \frac{0,936}{1729} = 0,541 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$m_1 = V_1 \rho_1 = 0,541 \text{ кг}$$

$$m_2 = V_2 \rho_2 = 0,395 \text{ кг}$$

$$\rho = \frac{m}{V - (V_1 + V_2)} = 0,924 - 1 = -0,076 \text{ кг/м}^3$$

Отвѣт:  $m_1 = 0,541 \text{ м}$ ;  $m_2 = 0,395 \text{ м}$ ;  $V = -0,076$ .

вожа

спирт

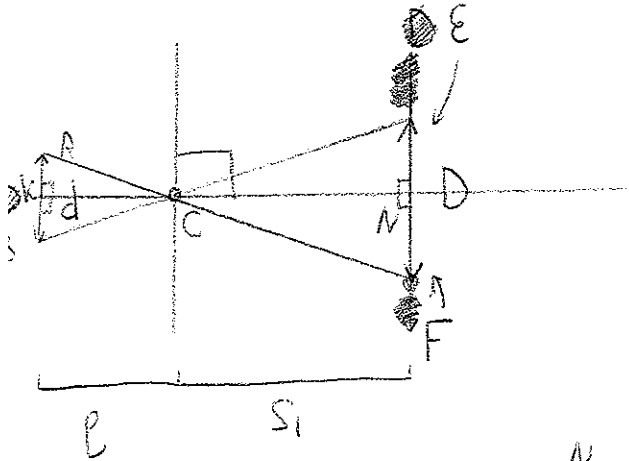
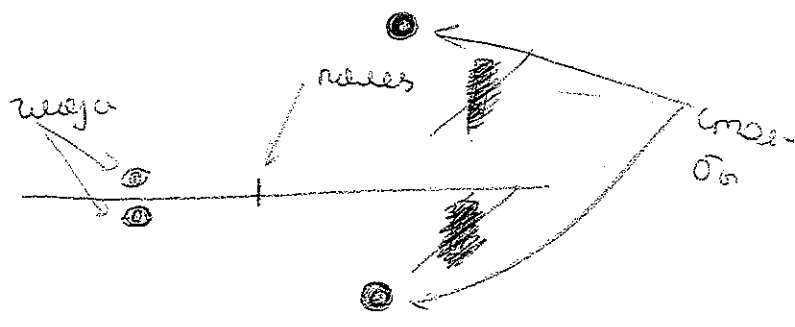
02

Дано:  
 $l = 0,5 \text{ м}$   
 $d = 0,063 \text{ м}$   
 $D = 80 \text{ см}$   


---

 $S$

Решение:  
 (вид сверху)  
 обозначим режу  
 A и B, пилес - C,  
 стабы - E и F



из геометрии  
 $\triangle ABC \sim \triangle FEC$  ( $AB \parallel EF \Rightarrow$   
 соответствующие углы равны)  
 $\Rightarrow \frac{AB}{FE} = \frac{BC}{EC} = \frac{AC}{FC}$ ;  
 треугольники равнобедренные

$\Rightarrow KC$  и  $EN$  высоты и медианы;

$\frac{AB}{FE} = \frac{KC}{EN}$  ,  ~~$AK = KB = \frac{1}{2}d$ ,  $EN = NF = \frac{1}{2}D$~~

$\frac{d}{D} = \frac{l}{S_1}$

$S_1 = \frac{DE}{d} = \frac{80 \cdot 0,5}{0,063} = 634,921 \text{ м}$

$S = S_1 + l = 0,5 + 634,921 = 635,421 \text{ м}$

Отвѣт: 635,421 м.



ШИФР: 155  
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по математической олимпиаде

Дата 27.02.2022  
Вариант № 2  
Площадка написания:  
НИЯУ МИФИ  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

нб

Решение:

Кли мы знаем, стержни  $AE, ED, BD$  и  $CD$  - одинаковые, а значит, имеют одну длину, площадь сечения и материал, соответственно, потоки тепла по этим стержням будут равны (а значит, и нет) лишь за счет разности температур концов стержней.

Пусть  $Q_1$  - поток на стержни  $DB$ ,  $Q_2$  - на  $DC$ ,  $Q_3$  - на  $ED$ ,  $Q_4$  - на  $AE$ .

Пренебрегая тепловыми потерями, можем сказать, что  $Q_1 + Q_2 = Q_3 = Q_4$ . Как известно, ~~температура~~

~~температура~~  $Q$  имеет формулу  $Q = \sigma \pi r^2 L$ ,

стержни одинаковы  $\Rightarrow$   $\pi r^2 L$  у всех них равно, а значит, суммируя разности температур на  ~~$BCD$~~   $B$  и  $C$  равно разности температур на  $A$  и  $E$  и на  $D$  и  $E$ ; а значит, температура точки  $D$  равна  $t$ . Проверим:

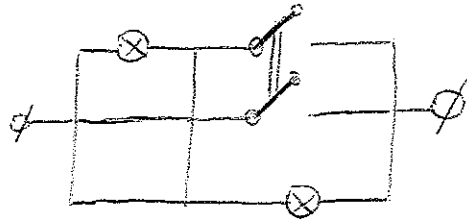
$|2t - t| = |4t - t| = |t - t| = |t - t|$ , где  $t$  - температура точки  $E$ , равная  $5t$ . Выражение верно. Температура в  $D$  равна  $t$ .

Ответ:  $t$ .

н5

~~Решение~~

составить схему



При такой подключении (параллельная) освещенность  
объекта возрастет так же, как и мощность ламп.

Рассмотрим 2 случая и сравним.

① последовательное соединение

по закону Джоуля - Ленца  $A = I^2 R t$ ,



~~$\Rightarrow$  мощность  $P_1 = I^2 R_1, P_2 = I^2 R_2, P = I^2 R$~~

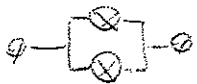
$$P_1 = \frac{U^2}{R}$$

мощность одинакова  $\Rightarrow R_1 = R_2; R = 2R_1$

Итак,  $P_1 = \frac{U^2}{2R_1}$

② параллельное

по 1-му Джоуля - Ленца  $A = I^2 R t$ ;



$$P_2 = \frac{U^2}{R}$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}; R_1 = R_2 \Rightarrow R = \frac{R_1^2}{2R_1} = \frac{R_1}{2}$$

$$P_2 = 2 \frac{U^2}{R_1}$$

Получается, что мощность возрастет в  $\frac{P_2}{P_1} = 2$  раза,  
так же и освещенность.

Ответ: в 2 раза; смотри рисунок.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

ШИФР: 155  
(не заполнять)

Работа по интервал амплитуд

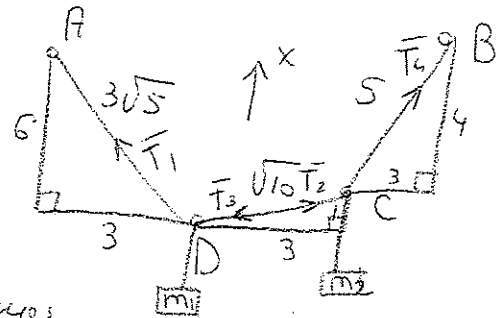
Дата 27.02.2022  
Вариант № 2  
Площадка написания:  
МИФИ  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

нч

из геометрии по т. Пифагора находим AD, DC, BC  
и подставим на рисунке, а  
также известные стороны  
(указаны в клетках, как в  
любой задаче нужно лишь их  
отношения); по 2 законам Ньютона:



①  $m_1$ ;  $F = m_1 a$

$$m_1 \vec{a}_x = T_{1x} + T_{2x} + F_{T_1x}$$

нить нерастяжима  $\Rightarrow T_1 = T_2 = T_3 = T_4$

$$m_1 g = T \left( \frac{6}{3\sqrt{5}} + \frac{1}{\sqrt{10}} \right)$$

$$m_1 = \frac{T}{g} \cdot \frac{2\sqrt{2} + 1}{\sqrt{10}}$$

②  $m_2$ ;  $F = m_2 a$

$$m_2 \vec{a}_x = T_{3x} + T_{4x} + F_{T_2x}$$

$$m_2 g = T \left( \frac{4}{5} - \frac{3}{\sqrt{10}} \right)$$

$$m_2 = \frac{T}{g} \cdot \frac{8 - 3\sqrt{10}}{10}$$

Значит,  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{T}{g} \cdot \frac{2\sqrt{2} + 1}{\sqrt{10}}}{\frac{T}{g} \cdot \frac{8 - 3\sqrt{10}}{10}} = \frac{(2\sqrt{2} + 1) \cdot 10}{(8 - 3\sqrt{10}) \cdot \sqrt{10}} = \frac{\text{Лист } 3 \text{ из } 3}{\frac{20\sqrt{2} + 10}{8\sqrt{10} - 30}} = \frac{10\sqrt{2} + 5}{4\sqrt{10} - 15}$

Ответ:  $\frac{10\sqrt{2} + 5}{4\sqrt{10} - 15}$

