

2

344349
Регистрационный номерМИФИ
Площадка написания

Школа

Фамилия ВОРОБЛЕВ143
(не заполнять)Имя ПАВЕЛОтчество АЛЕКСАНДРОВИЧВу
Подпись«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

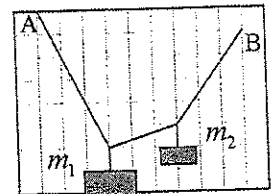
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 9 класс
2 вариант

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 $\Delta S = 1$ см², 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 $c = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/кг·К и $\rho = 1000$ кг/м³ соответственно.

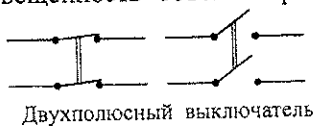
2. На некотором расстоянии от мальчика находится линия электропередач. Мальчик заметил, что если встать лицом к линии и смотреть на поднятый вверх большой палец вытянутой руки правым глазом, то палец закрывает один столб, а если левым глазом, то соседний. Найти расстояние от мальчика до линии электропередач,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

3. Известно, что при приготовлении смеси некоторых жидкостей объем смеси не равен сумме объемов отдельных компонент. 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 - $m_g = 1000$ г. Какие массы воды и спирта смешали? Найти относительное изменение объема смеси: $\nu = (V_{cm} - (V_g + V_{cn})) / (V_g + V_{cn})$, где V_{cm} , V_g 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 .

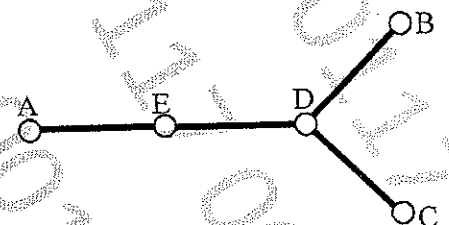


5. При фотографировании в помещении с двумя фотолампами с ограниченным ресурсом работы используется следующая методика работы. При наводке на резкость, выборе экспозиции и т.д. лампы включают не на полную мощность (последовательно), а при фотографировании лампы включают параллельно, обеспечивая максимальную 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.





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по инвариантной олимпиаде

Дата 27.02.2022

Вариант No 2

Площадка написания:

МИФИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	2	0,5	1	9,5	

Дано:

$M = 20 \text{ г}$

$\frac{1}{3}Q \rightarrow A \text{ (вниз)}$
 $\frac{2}{3}Q \rightarrow Q_1 \text{ (вверх)}$

$\Delta S = 1 \text{ см}^2$

$\Delta T = 20^\circ$

$q = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Решение 1.

Пусть t - время с начала сгорания топлива, тогда в любой момент времени: $Q = \mu t q$, м.л. $Q_1 = \frac{2}{3} \mu t q$. Т.к. все вода тепло полая. воды, мо. $l = v_6 t$

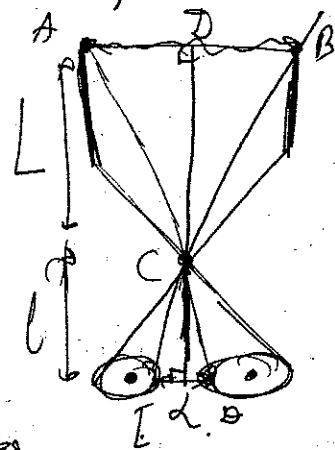
$c m_6 \Delta T = \frac{2}{3} \mu t q$

$m_6 = \rho_6 \cdot V_6$
 $V_6 = \Delta S \cdot v_6 \cdot t \Rightarrow m_6 = \rho_6 \Delta S v_6 t$

$c \rho_6 \Delta S v_6 t = \frac{2}{3} \mu t q \Rightarrow v_6 = \frac{2 \mu q}{3 c \rho_6 \Delta S} = \frac{2 \cdot 0,02 \cdot 4,6 \cdot 10^7}{3 \cdot 4,2 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 20} =$

$= \frac{1840000}{25,2 \cdot 10^3} = 73 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: 1,2 м/с



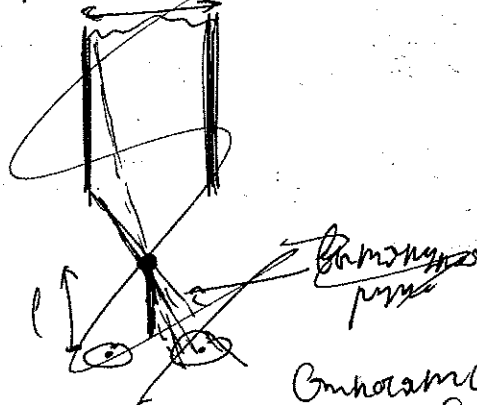
$L = \rho$ (он больше высоты, го...)
Заметим, что $\triangle ABC \sim \triangle DEC \Rightarrow \frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EC} = \frac{AC}{DC}$

Известно, что высота подобных Δ -ков
Относятся как кор. подобия $\Rightarrow \frac{L}{l} = \frac{D}{d} \Rightarrow L = \frac{D}{d} l$

$\rho_{\text{исполн}} = L + l = \frac{D}{d} l + l = l \left(\frac{D+d}{d} \right) = 0,5 \cdot \left(\frac{80 + 0,063}{0,063} \right) \approx 635,4 \text{ м}$

Ответ: 635,4 м

Решение 2



Дано:
 $d = 63 \text{ мм}$
 $l = 50 \text{ см}$
 $D = 80 \text{ м}$

Решением, ищите элетропередачу -!
(L+d).

Dano: $V_b = V_{cn}$
 $V_{cm} = 1 \text{ l} = 1000 \text{ cm}^3$
 $M = 936 \text{ g}$
 $n_{\text{d.ch.}} = 7292$
 $n_{\text{d.b.}} = 10002$
 $m_b = ?$
 $m_{cn} = ?$
 $D = \frac{V_{cm} - (V_b + V_{cn})}{V_b + V_{cn}} = ?$

Решение! n_3
 По закону сохранения массы $m_b + m_{cn} = M \Rightarrow \rho_b V_b + \rho_{cn} V_{cn} = M$,
 так как $V_b = V_{cn}$, то $V_b (\rho_b + \rho_{cn}) = M \Rightarrow V_b = \frac{M}{\rho_b + \rho_{cn}} \Rightarrow m_b = \frac{M \rho_b}{\rho_b + \rho_{cn}}$

так $m_{\text{d.ch.}} = 7292$, то
 $\rho_{cn} = 729 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0,729 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, а так как $\rho_b = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
 $m_b = \frac{M \rho_b}{\rho_b + \rho_{cn}} = \frac{936 \cdot 1}{1 + 0,729} \approx 541,42$

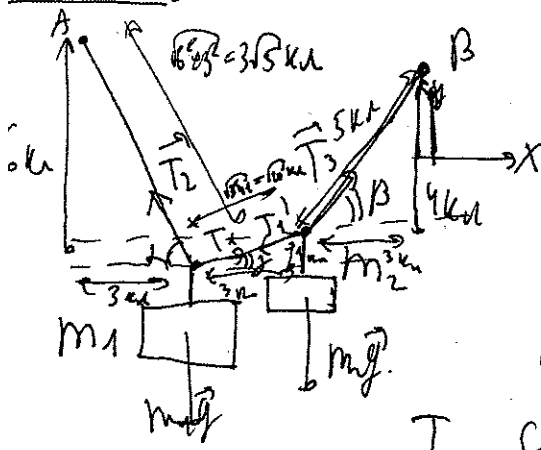
$m_{cn} = \frac{M \rho_{cn}}{\rho_b + \rho_{cn}} = \frac{936 \cdot 0,729}{1 + 0,729} \approx 394,62$

$$D = \frac{V_{cm} - (V_b + V_{cn})}{V_b + V_{cn}} = \frac{V_{cm} - \frac{2M}{\rho_b + \rho_{cn}}}{\frac{2M}{\rho_b + \rho_{cn}}} = \frac{V_{cm}(\rho_b + \rho_{cn}) - 2M}{2M}$$

$$= \frac{V_{cm}(\rho_b + \rho_{cn})}{2M} - 1 = \frac{1000 \cdot (1 + 0,729)}{2 \cdot 936} - 1 = -0,08 - \text{Отн. изменение объема смеси}$$

Ответ: $m_b = 541,42$; $m_{cn} = 394,62$; $D = -0,08$

Решение: n_4



$T_1 = T_1'$, так как нить невесомая и нерастяжимая.
 P/c системы тел: 0
 II 3.Н.: $\vec{T}_2 + \vec{T}_3 + \vec{T}_1 + \vec{T}_1' + m_1 \vec{g} + m_2 \vec{g} = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \vec{T}_2 + \vec{T}_3 + (m_1 + m_2) \vec{g} = 0$. γ, α, β - отмерены на рисунке
 OX: $T_3 \cos \beta = T_2 \cos \alpha$ (каждый из условий не отменяется)

$$T_2 = \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} T_3 = \frac{3}{5} T_3$$

$$Oy: T_2 \sin \alpha + T_3 \sin \beta = (m_1 + m_2) g \Rightarrow (m_1 + m_2) g = T_2 \cdot \frac{2}{5} + T_3 \cdot \frac{4}{5} = \frac{3\sqrt{5}}{5} \cdot \frac{2}{5} T_3 + T_3 = 2T_3 \Rightarrow m_1 = \frac{2T_3}{g} - m_2$$

P/c тела по отдельности:
 $\begin{cases} \vec{T}_1 + \vec{T}_2 + m_1 \vec{g} = 0 \\ \vec{T}_1 + \vec{T}_3 + m_2 \vec{g} = 0 \end{cases} \Rightarrow 2\vec{T}_1 + \vec{T}_2 - \vec{T}_3 + (m_1 - m_2) \vec{g} = 0$
 $T_3 = \frac{3\sqrt{5}}{5} T_1$

$$Ox: 2T_1 \cos \gamma = T_2 \cos \alpha + T_3 \cos \beta$$

$$2T_1 \cdot \frac{3}{5} = T_2 \cdot \frac{1}{5} + T_3 \cdot \frac{3}{5} = T_2 \cdot \frac{3\sqrt{5}}{5} \cdot \frac{1}{5} + T_3 = \frac{6}{5} T_1 \Rightarrow$$

$$T_3 + \frac{6}{5} T_1 - \frac{4}{5} T_1 = (m_1 - m_2) g \Rightarrow m_1 = \frac{4T_1}{5g} + m_2$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{10}{5} T_3$$

$$Oy: 2T_1 \sin \gamma + T_2 \sin \alpha - T_3 \sin \beta = (m_1 - m_2) g$$

$$\frac{2\sqrt{5}}{5} T_1 \cdot \frac{1}{5} + T_2 \cdot \frac{3\sqrt{5}}{5} \cdot \frac{2}{5} - T_3 \cdot \frac{4}{5} = (m_1 - m_2) g$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по интервенции в магнетизме

Дата 24.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

МИФИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

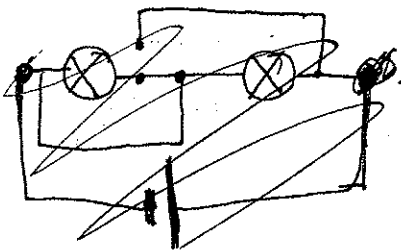
ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

$$\left\{ \begin{aligned} m_1 &= \frac{4T_3}{5g} + m_2 \\ m_1 &= \frac{2T_3}{g} - m_2 \end{aligned} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} m_1 &= \frac{4T_3}{5g} \\ m_2 &= \frac{3T_3}{5g} \end{aligned} \right. \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{4T_3}{5g} \cdot \frac{5g}{3T_3} = \frac{4}{3}$$

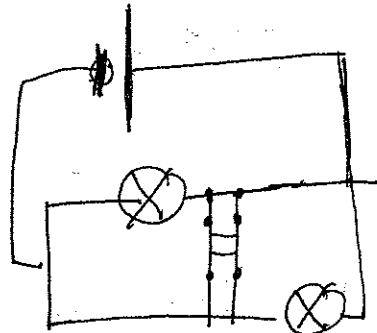
Отвечает: $\frac{4}{3}$.

Пример схемы:

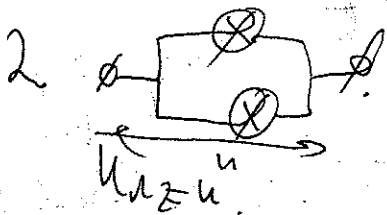
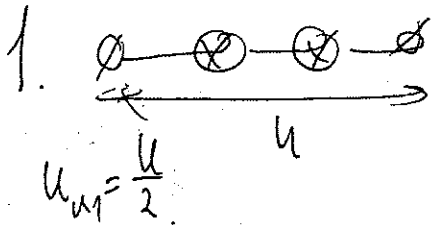


⊗ - лампа, | - идеальный источник напряжения
⚡ - двухполюсный выключатель.

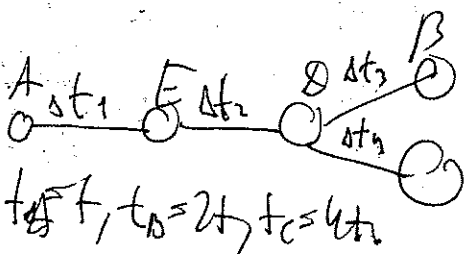
Схема:



2 составные:



Из условия ясно, что чем больше напряжение на лампе, тем больше освещенность. Значит при переключении из (1) в (2) освещенность увеличивается в $\frac{U_{л2}}{U_{л1}} = 2$ раза. Отвечает: в 2 раза.



№6. $\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3, \Delta t_4$ - разность температур между m
A и E, E и B, B и C, C и D
Лист 2 из 2 составлено.

По закону Фурье: так как тепло передается по стержню пропорционально разности температур на его концах, то для каждого из стержней $Q = \lambda S \frac{\Delta t}{l}$

$M_{AE} = k \Delta t_1$
 $M_{ED} = k \Delta t_2$
 $M_{DB} = k \Delta t_3$
 $M_{BC} = k \Delta t_4$

где k - коэффициент пропорциональности, G - груз, v - скорость
 на первом участке, $m \cdot k$ - коэффициент пропорциональности на втором участке
 груза, m - масса груза, v - скорость на втором участке

Пусть x и y - неизвестные моменты E и D соответственно

$$\begin{cases}
 \Delta t_1 = \frac{M_{AE}}{k} = x - t \quad (1) \\
 \Delta t_2 = \frac{M_{ED}}{k} = y - x + t \quad (2) \\
 \Delta t_3 = \frac{M_{DB}}{k} = 2t - y \quad (3) \\
 \Delta t_4 = \frac{M_{BC}}{k} = t - y \quad (4)
 \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
 & 2 \cdot (3) - (4) = 4t - 2y - t + y = -y = \\
 & = 2\Delta t_3 - \Delta t_4 \Rightarrow y = \Delta t_4 - 2\Delta t_3 = \\
 & = \frac{M_{BC}}{k} - 2 \frac{M_{DB}}{k} = \frac{M_{BC} - 2M_{DB}}{k}
 \end{aligned}$$

$(1) + (2):$ $x - t + y - x = y - t = \Delta t_2 + \Delta t_1 = \frac{M_{AE} + M_{ED}}{k}$

$$\Rightarrow y = \frac{M_{AE} + M_{ED} + t \cdot k}{k}$$

$(2) + (3):$ $y - x + 2t - y = 2t - x = \frac{M_{ED} + M_{DB}}{k} \Rightarrow 2t = \frac{M_{ED} + M_{DB}}{k} + x$

подставим в (1): $2 \frac{M_{ED} + M_{DB}}{k} + 2x - y = \frac{M_{BC}}{k}$

$(1) + (2) + (3) + (4):$ $x - t + y - x + t - y + 4t - y = 5t - y = \frac{M_{AE} + M_{ED} + M_{DB} + M_{BC}}{k}$

$$= \frac{M_{BC} - 2M_{DB} + t \cdot k + M_{ED} + M_{BC}}{k} = \frac{M_{BC}}{k} + t$$

\Rightarrow III. К. сумма записываем, но \bar{e} неизвестны $k = t \cdot k \Rightarrow$
 на втором участке $t + 2t + 4t = 7t$, что равно $(1) + (2) + (3) + (4)$ $M_{AE} + M_{ED} + M_{DB} + M_{BC}$
 $= x - t + y - x + 2t - y + 4t - y = 5t - y \Rightarrow y = 2t$ (где \bar{e} не
 известно, $m \cdot k$
 зависит не от
 массы груза или
 от m, k и v)

Ответ: $2t$.