

**1**370188  
Регистрационный номерг. Нововоронеж.  
Площадка написания

Школа "Иван Мажово-Томасов"

Фамилия Журавлев

Имя Владимир

Отчество Андреевич

701

(не заполнять)

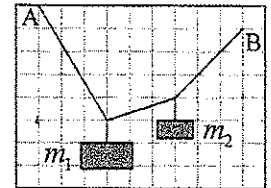
В. Журавлев  
Подпись«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета олимпиадыНИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,  
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ  
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 9 класс  
1 вариант

1. В двигателе внутреннего сгорания каждую минуту сгорает  $\mu = 20$  г бензина. Одна четверть выделившейся теплоты идет на совершение двигателем работы, три четверти 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  $c = 4,2 \cdot 10^3$  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  $D = 100$  м.

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  $m_{сп} = 729$  г, а 1 литр чистой воды -  $m_в = 1000$  г. Какие массы воды и спирта смешали? Найти относительное изменение объема смеси:  $\nu = (V_{см} - (V_в + V_{сп})) / (V_в + V_{сп})$ , где  $V_{см}$ ,  $V_в$  и  $V_{сп}$  - 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  $m_1 / m_2$ .

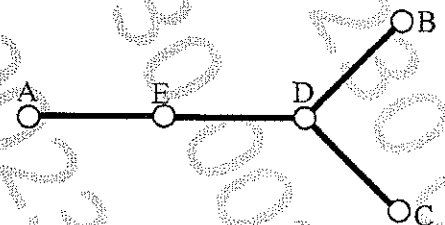


5. При фотографировании в помещении с двумя фотолампами с ограниченным ресурсом работы используется следующая методика работы. При наводке на резкость, выборе экспозиции и т.д. лампы включают не на полную мощность (последовательно), а при фотографировании лампы включают параллельно, обеспечивая максимальную 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 это показано на рисунке. В точках соединения обеспечен тепловой контакт между стержнями. Температуры точек А, В и С поддерживаются равными:  $t_A = t$ ,  $t_B = 2t$ ,  $t_C = 3t$ . 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 можно пренебречь.







ШИФР: 41  
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022  
Вариант № 1  
Площадка написания:  
2. Нововоронеж.  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

ОЦЕНКА  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	2	0	0	8	Л.

№6-0

Задача №1.

$\mu = 20 \text{ Z} = 0,02 \text{ кг}$  - (масса коаксиальной ионизации)

$\Delta S = 1 \text{ см}^2 = 0,0001 \text{ м}^2$

$\Delta T = 20^\circ$

$q = 4,6 \cdot 10^7$

$c = 4,2 \cdot 10^3$

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

$\dot{W} = \frac{3}{4}$  - (выделяется энергии на тепло).

Мы знаем что все тепловая энергия идет на нагрев воды. Запишем уравнение, в котором покажем сколько энергии передано за 1 мин.

$\dot{W} \cdot q \cdot \mu = c m \Delta T$

$m$  - масса воды, которая проактивирована с флуоресценцией за 1 мин.

$V$  - скорость воды.

$t = 1 \text{ мин.}$  - (рассматриваем время контакта дна с водой).

Запишем чему будет равна масса воды.

$$m = V \cdot \Delta S \cdot t \cdot \rho$$

Подставим в первое уравнение.

$$W_{q, \mu} = c \cdot V \cdot \Delta S \cdot t \cdot \rho \cdot \Delta T$$

$$V = \frac{W_{q, \mu}}{c \cdot \Delta S \cdot t \cdot \rho \cdot \Delta T} = \frac{\frac{3}{4} \cdot 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,02 \text{ кг}}{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{C}} \cdot 0,0001 \text{ м}^2 \cdot 1 \text{ мм} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 20^\circ}$$

$$\approx 82,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

2

Ответ:  $V \approx 82,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$  — скорость воды.

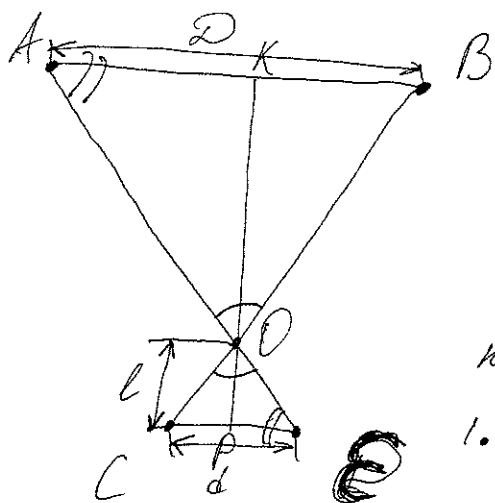
Задача №2.

$$d = 63 \text{ мм} = 0,063 \text{ м.} \quad (- \text{расст. между стек})$$

$$l = 50 \text{ мм} = 0,5 \text{ м.} \quad (- \text{длина ветвящегося рука})$$

$$D = 100 \text{ м} \quad (- \text{расст. между столбами}).$$

Схематично зарисуем данную ситуацию, (вид сверху), т.к. поперек перекинуты стекла, то они направлены по одной линии со столбами.



A, B — столбы.

C, E — стекла.

O — точкой пересечения.

KO, DO — высоты.

Рассмотрим равные треугольники.

$$1. \angle AOB = \angle COE \quad (- \text{верт. углы,}$$

т.к. AC и CB — прямые (прод. линии)).

2. Т.к. AB || CE (в плоскости можно, если ветвь имеет, и линия между стеклами и столбами параллельны). Сл.  $\angle BAO = \angle CEO$  — (накрест. углы).



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022  
Вариант № 1  
Площадка написания:  
г. Нововоронеж  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача 2. (Туралтмак).

Эти треугольники подобны  $\triangle ABO \sim \triangle ECO$ .  
- (по двум углам).

Т.к.  $\triangle ABO \sim \triangle ECO$ , их основания и высоты,  
имеют подобие. Запишем это

$$\frac{AB}{EC} = \frac{KO}{OP}$$

$$KO = \frac{AB \cdot OP}{EC} = \frac{D \cdot l}{d}$$

$$= \frac{100 \text{ м} \cdot 0,5 \text{ м}}{0,63 \text{ м}} \approx 793,65 \text{ м.}$$

$AB = D.$   
 $PO = l.$   
 $EC = d.$   
 $KO$  - высота  $\triangle ABO$ , т.е.  
 это ~~высота~~ расстояние  
 от линии электропередач до  
 палочки, висящей на руке.

$S$  - расстояние от линии электропередач до  
палочки.

$$S = KO + l = 793,65 + 0,5 = 794,15 \text{ м.}$$

Ответ:  $S = 794,15 \text{ м.}$

### Задача 13.

$V_{\text{см}} = 1 \text{ л}$  - (объем смеси).

$M_{\text{см}} = 936 \text{ г}$  - (масса смеси).

$m_1 = 729 \text{ г}$  - (масса 1 л. спирта).

$m_2 = 1000 \text{ г}$  - (масса 1 л. воды).

$m_2$  - масса воды, которую смешали.

$m_1$  - масса спирта, который смешали.

Найдем плотность воды и спирта, т.к.

мы знаем массу 1 л каждого вещества.

$$\rho_1 = \frac{729 \text{ г}}{1 \text{ л}} = 729 \frac{\text{г}}{\text{л}} \text{ - (плотность спирта).}$$

$$\rho_2 = \frac{1000 \text{ г}}{1 \text{ л}} = 1000 \frac{\text{г}}{\text{л}} \text{ - (плотность воды).}$$

По закону сохранения массы, масса смеси равна сумме масс компонентов.

Запишем для этого уравнение.

$$m_1 + m_2 = M. \quad V_1 \text{ - объем спирта, до смешивания.}$$

$V_2$  - объем воды, до смешивания.

$$m_1 = V_1 \rho_1$$

$$m_2 = V_2 \rho_2. \text{ Подставим в первое уравнение.}$$

$$V_1 \rho_1 + V_2 \rho_2 = M. \quad V_1 = V_2 \text{ - т.к. в условии сказано, что объемы одинаковы.}$$

Подставим это в уравнение.

$$V_1 \rho_1 + V_1 \rho_2 = M$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022  
Вариант № 1  
Площадка написания:  
2. Новое время.  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача 13. (Упрощение)

$$V_1 (\rho_1 + \rho_2) = M$$

$$V_1 = \frac{M}{(\rho_1 + \rho_2)} = \frac{936 \text{ г}}{729 \frac{\text{г}}{\text{л}} + 1000 \frac{\text{г}}{\text{л}}} \approx 0,54135 \text{ л.}$$

$$V_1 = V_2 = 0,54135 \text{ л.}$$

Теперь найдем массы.

$$m_1 = V_1 \rho_1 = 0,54135 \text{ л.} \cdot 729 \frac{\text{г}}{\text{л}} \approx 394,64415 \text{ г.}$$

$$m_2 = V_2 \rho_2 = 0,54135 \text{ л.} \cdot 1000 \frac{\text{г}}{\text{л}} = 541,35 \text{ г.}$$

$$u = \frac{(V_{\text{см}} - (V_2 + V_1))}{V_2 + V_1} \quad \left. \begin{array}{l} \text{— относительное} \\ \text{изменение объема} \\ \text{смеси} \end{array} \right\}$$

~~$u = \frac{(V_{\text{см}} - (V_2 + V_1))}{V_2 + V_1} = \frac{1 \text{ л} - (0,54135 \text{ л} + 0,54135 \text{ л})}{0,54135 \text{ л} + 0,54135 \text{ л}}$~~

Т.к.  $V_1 = V_2$ , заменим  $V_2$  в этом уравнении.

$$u = \frac{(V_{\text{см}} - (V_1 + V_1))}{V_1 + V_1} = \frac{V_{\text{см}} - 2V_1}{2V_1} = \frac{1 \text{ л} - 2 \cdot 0,54135 \text{ л}}{2 \cdot 0,54135 \text{ л}}$$

$$\approx -0,07638.$$

Задача 3. (Гипотеза Эйнштейна).

Даны  $m_1 = 394,64 \cdot 10^6$  г. - (масса урана);  $m_2 = 541,35$  г. - (масса кобальта);

$m_1 = 394,64 \cdot 10^6$  г. - (масса урана);  $u = -0,07638$  -

- (коэффициент ускорения облучения урана).

Задача 4.

Точка A -

- точка B.

Точка C -

сплошная линия  $m_1$ .

$T_1$  - масса  $m_1$  в точке A.

$T_2$  - масса  $m_2$  в точке B.

$T_3$  - масса  $m_3$  в точке C.

Задача 5.

$$\tan \alpha = \frac{1}{3} = \frac{1}{\tan \beta} \Rightarrow \beta = 18,4^\circ$$

$$\beta = \alpha = 18,4^\circ$$

Задача 6.

$$\tan \alpha = \frac{5}{12} = \frac{1}{\tan \beta} \Rightarrow \beta = 11,3^\circ$$

$$\alpha = \beta = 11,3^\circ$$

Задача 7.

$$\tan \alpha = \frac{3}{4} = \frac{1}{\tan \beta} \Rightarrow \beta = 36,9^\circ$$

$$\alpha = \beta = 36,9^\circ$$

Задача 8. Задача 9. Задача 10.

Задача 11. Задача 12.

Задача 13. Задача 14.

Задача 15.

Задача 16. Задача 17.

Задача 18. Задача 19.

Задача 20. Задача 21.

$$y: T_1 \sin \alpha + T_3 \sin \beta = m_1 g \quad (1)$$

$$x: T_1 \cos \alpha = T_3 \cos \beta \quad (2)$$





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

г. Нововоронеж.

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача №4 (Продолжение).

Найти  $\alpha$  и  $\beta$  в равновесии груза  $m_2$ .

~~Для груза  $m_2$ .~~

$$y: T_2 \sin \alpha - T_3 \sin \beta = m_2 g \quad (3)$$

$$x: T_3 \cos \beta = T_2 \cos \alpha \quad (4)$$

Цифры в кружках рядом с уравнениями —  
условные номера.

Теперь решим полученную систему уравнений.  
 $\alpha = 45^\circ$ , т.е.,  $\cos \alpha = \sin \alpha$ .

Задача 14 (Трехжонки).

$$T_1 \sin \alpha + T_3 \sin \beta = m_1 g \quad (1)$$

$$T_1 \cos \alpha = T_3 \cos \beta. \quad (2)$$

$$T_2 \sin \gamma - T_3 \sin \beta = m_2 g \quad (3)$$

$$T_3 \cos \beta = T_2 \cos \gamma \quad (4)$$

Т.к.  $\cos \gamma = \sin \gamma$ ,  $T_2 \sin \gamma = T_2 \cos \gamma$ .

Из уравнения (3)  $T_3 \cos \beta = T_2 \sin \gamma$ . (5)

Из (5) уравнения (4).

$$T_3 \cos \beta - T_3 \sin \beta = m_2 g.$$

$$T_3 = \frac{m_2 g}{(\cos \beta - \sin \beta)} \quad (6)$$

Из (6) уравнения (1) и (2).

$$T_1 \sin \alpha + \frac{m_2 g}{(\cos \beta - \sin \beta)} \sin \beta = m_1 g \quad (7)$$

$$T_1 \cos \alpha = \frac{m_2 g}{(\cos \beta - \sin \beta)} \cos \beta. \quad (8)$$

Из (8) уравнения  $T_1$  в (7).

$$\frac{m_2 g \cos \beta \sin \alpha}{(\cos \beta - \sin \beta) \cos \alpha} + \frac{m_2 g \sin \beta}{(\cos \beta - \sin \beta)} = m_1 g.$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по физике.

Дата 27.02.2022  
Вариант № 1  
Площадка написания:  
г. Новосибирск.  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача 14. (Сферическое).

$$\frac{m_2 \cos \beta \sin \alpha}{(\cos \beta - \sin \beta) \cos \alpha} + \frac{m_2 \sin \beta \cos \alpha}{(\cos \beta - \sin \beta) \cos \alpha} = m_1$$

$$\frac{m_2 (\cos \beta \sin \alpha + \sin \beta \cos \alpha)}{(\cos \beta - \sin \beta) \cos \alpha} = m_1$$

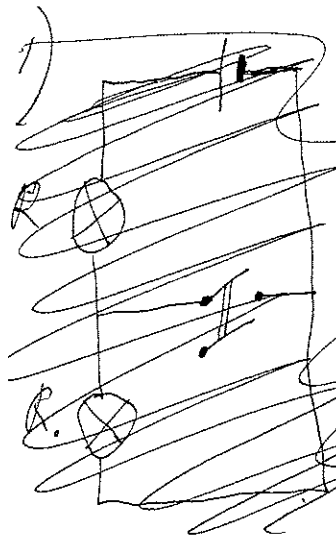
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\cos \beta \sin \alpha + \sin \beta \cos \alpha}{(\cos \beta - \sin \beta) \cos \alpha} = 2$$

$$= \frac{\cos 18,4^\circ \cdot \sin 59^\circ + \sin 18,4^\circ \cdot \cos 59^\circ}{(\cos 18,4^\circ - \sin 18,4^\circ) \cos 59^\circ} = 2,9377 \approx 3$$

~~$\frac{m_1}{m_2} = 2,9377$~~   $\frac{m_1}{m_2} = 3.$

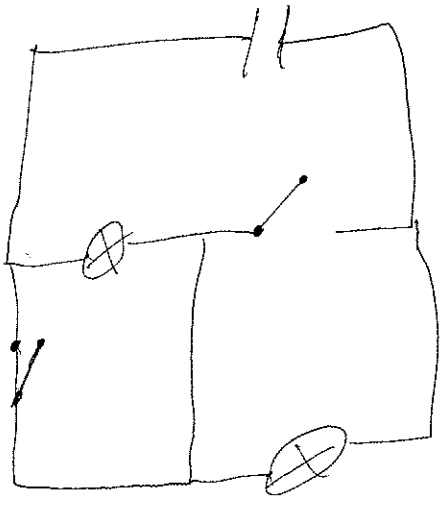
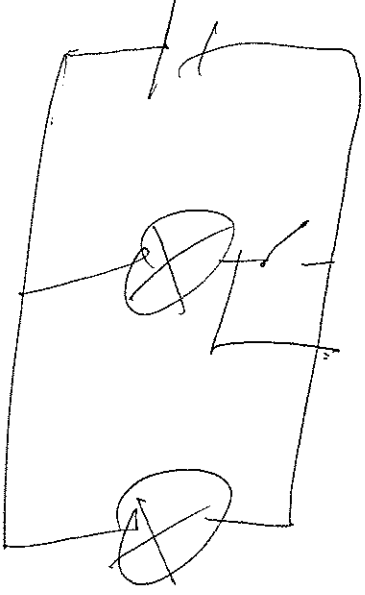
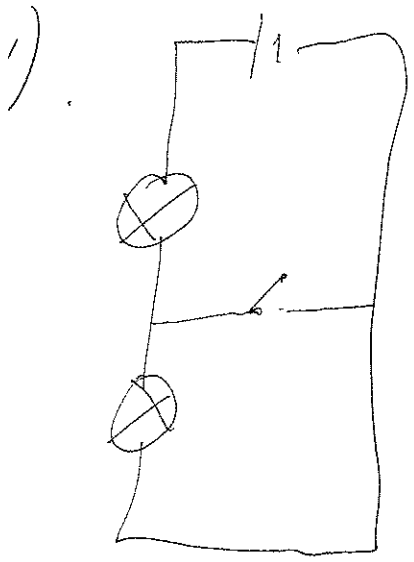
Ответ:  ~~$\frac{m_1}{m_2} = 2,9377$~~   $\frac{m_1}{m_2} = 3.$

# Задача 15.



Нам необходимо сделать  
 выключатель, но можно  
 использовать и реверсивной.  
 В таком случае одна  
 часть выключателя  
 закрывается не будет.

2)  $R$  - сопротивление лампочки. Т.к. они  
 одинаковые, их сопротивления равны.



○