

2

369568
Регистрационный номерДемонстрационный
Площадка написания

МФТИ

Школа

Фамилия Швацов

Имя Александр

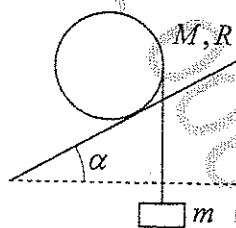
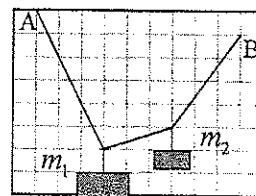
Отчество Андреевич

125
(не заполнять)Швацов
ПодписьУтверждаю
Председатель оргкомитета олимпиады

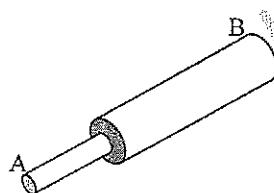
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 10 класс
2 вариант

1. Когда в настольную лампу, рассчитанную на работу в бытовой электрической сети, вставили лампочку номинальной мощностью $P_1 = 60$ Вт, оказалось, что в соединительных проводах лампы выделяется мощность $P_2 = 10$ мВт. Пренебрегая сопротивлением соединительных проводов по сравнению с сопротивлением лампочки, найти, какая мощность будет выделяться в соединительных проводах при использовании лампочки номинальной мощностью $P_3 = 75$ Вт.

2. 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 .



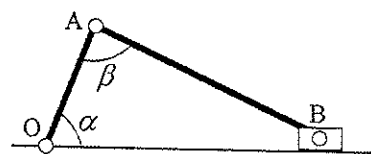
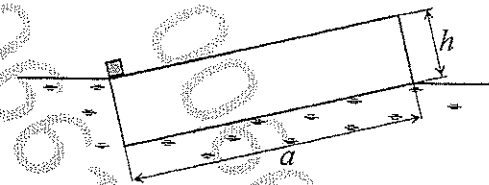
3. На однородный цилиндр радиуса R и массы M намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы m . Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстреего спуска с плоскости (см. рисунок). При каком угле наклона плоскости α цилиндр будет двигаться вверх по плоскости?



4. Тело сварено из двух стержней одного и того же материала. Радиусы поперечных сечений стержней отличаются вдвое, длина более толстого стержня втрое больше длины более тонкого (см. рисунок). Тело нагрето так, что его температура меняется по линейному закону от значения $2T$ на тонком конце А до значения T на толстом конце В. Найти температуру тела после установления равновесия. Потерями тепла в окружающее пространство пренебречь.

5. С помощью квадратного плота плотности ρ перевозят грузы.

Точечный груз ставят на самый край плота, и плот занимает такое положение, что его противоположные края оказываются на поверхности воды (см. рисунок). Найти отношение высоты плота h к его ширине a (см. рисунок). Плотность воды ρ_0 известна. При любой ли плотности плота ρ его можно так расположить в воде (при некоторой массе тела)?



6. Кривошипно-шатунный механизм состоит из кривошипа ОА (стержня, прикрепленного к шарниру О), шатуна АВ (стержня, шарнирно прикрепленного к кривошипу в точке А) и ползуна В (точечной детали, способной перемещаться вдоль поверхности и шарнирно связанного с шатуном). Известно, что механизм находится в равновесии в положении, показанном на рисунке. Найти коэффициент трения между ползуном и поверхностью, если $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 90^\circ$, массы кривошипа и шатуна одинаковы, масса ползуна пренебрежимо мала.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

Демонстрация

ФИО и рег. номер не
указывать!

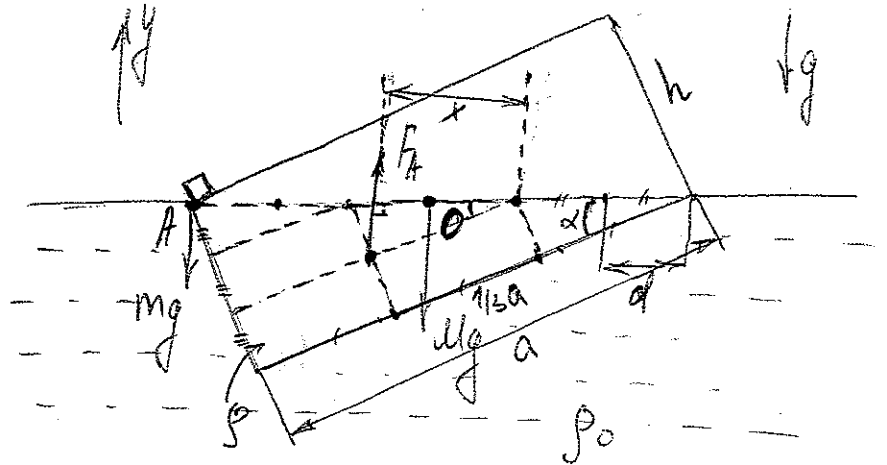
ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	1	0,5	0,5	0,5	0,5	5	<i>HL</i>

Задача 5.

Дано:

ρ, ρ_0
Классический $\frac{h}{a}$ — ?



Решение:

- 1) Составим силы, действующие на тело.
Запишем II закон Ньютона для тела:

$$m\vec{g} + M\vec{g} + \vec{F}_A = 0, \text{ где } F_A - \text{сила Архимеда}$$

на ось Oy : $-mg - Mg + F_A = 0$

2) $F_A = \frac{1}{2} V_{\text{выт}} \rho_0 g = \frac{1}{2} a^2 h \rho_0 g$

$Mg = \rho V_{\text{тела}} g = a^2 h \rho g$

- 3) Запишем уравнение моментов сил относительно центра масс тела $m.c.$:

$$mg \cdot 3d - F_A \cdot (x-d) = 0, \text{ где}$$

Движение

Задача 6 Угол

$$mg \frac{\sqrt{3}}{6} l \cdot \cos 60^\circ = F \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} l \cdot \sin 60^\circ$$

$$\frac{mg}{6l} = F \frac{\sin 60^\circ}{\cos 60^\circ} \cdot \frac{1}{3} = F \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{1}{3} = F \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$F = mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{6}$$

3) II закон Ньютона для массы AB:

$$\vec{F} + m\vec{g} + \vec{f} + \vec{N}_1 = 0$$

95

$$\text{Oy: } N_1 - mg = 0 \quad N_1 = mg$$

$$\text{Ox: } F - f = 0 \quad F = f$$

$$F = f$$

$$mg \frac{\sqrt{3}}{6} = f = \mu N_1 = \mu mg$$

$$\mu = \frac{\sqrt{3}}{6}$$

Ответ: $\mu = \frac{\sqrt{3}}{6}$

Задача 1

Дано:

$$P_1 = 60 \text{ Вт}; R \gg r;$$

$$P_2 = 10 \text{ Вт};$$

$$P_3 = 75 \text{ Вт}$$

Найти: P_4 - ?

Схема 1:

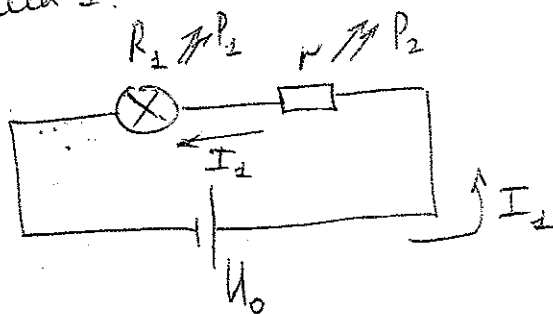
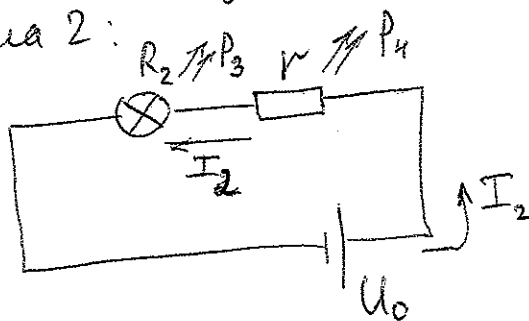


Схема 2:



Решение:

1) В схеме 1:

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1$$

$$P_2 = I_1^2 \cdot r$$

$$I_1 = \frac{U_0}{R_1 + r} \approx \frac{U_0}{R_1}; \quad R \gg r$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

Беломошудин

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

$$x = \cos \alpha \cdot \frac{1}{3} a = \frac{a}{\sqrt{a^2 + h^2}} \cdot \frac{1}{3} a \quad (\alpha \text{ см. к рис.})$$

$$a = \frac{1}{6} \sqrt{a^2 + h^2}$$

$$\text{Также: } \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{a}$$

4) Ур-ние моментов отн-но т. А:

$$3d \cdot Mg - (4d - x) F_A = 0$$

$$\begin{cases} mg + Mg = F_A \\ 3d \cdot mg = F_A (x - d) \\ 3d Mg = (4d - x) \cdot F_A \end{cases} \Rightarrow$$

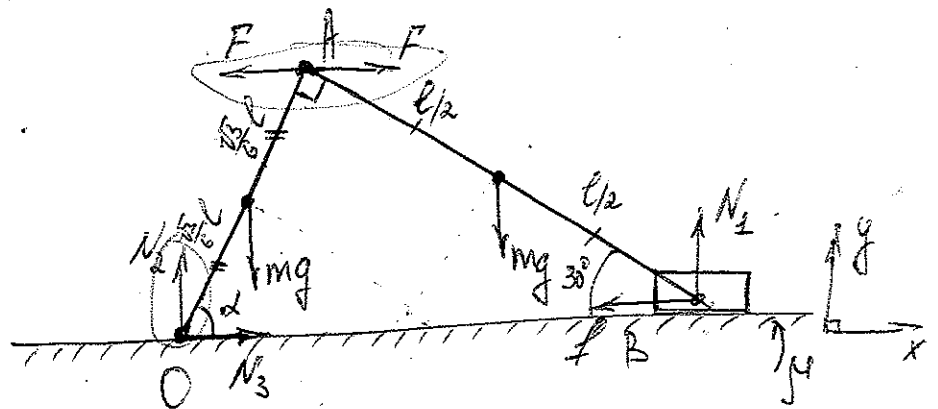
$$F_A \frac{(x-d)}{3d} + F_A \frac{(4d-x)}{3d} = F_A \quad ?$$

$$x-d + 4d-x = 3d$$

Задача 6.

$$\alpha = 60^\circ$$

$$\beta = 90^\circ$$



Решение:

1) $f = \mu N_2$

2) отн-но т. O: $mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{6} l \cdot \cos 60^\circ - F \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} l \cdot \sin 60^\circ = 0$

Задача 1 (прод.-ние)

Учёмобил

2) в случае 2:

$$P_3 = I_2^2 \cdot R_2$$

$$P_4 = I_2^2 \cdot r$$

$$I_2 = \frac{U_0}{R_2 + r} \approx \frac{U_0}{R_2}, \text{ т.к. по условию } R \gg r.$$

Кажется из уравнения P_4 :

$$P_4 = I_2^2 \cdot r = \left(\frac{U_0}{R_2}\right)^2 \cdot r = \frac{U_0^2}{R_2^2} \cdot r$$

$$I_2 = \frac{U_0}{R_2} \Rightarrow U_0 = I_2 R_2 = \frac{P_3}{I_2}$$

$$P_3 = I_2 (I_2 R_2)$$

$$P_2 = I_1^2 \cdot r \Rightarrow I_1^2 = \frac{P_2}{r}$$

$$P_4 = \frac{U_0^2}{R_2^2} \cdot r = \frac{P_3^2}{I_2^2} \cdot \frac{1}{R_2^2} \cdot r = \frac{P_3^2}{I_2} \cdot \frac{r}{R_2^2} = \frac{P_3^2}{P_2} \cdot \frac{r^2}{R_2^2}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = I_1^2 R_1 \\ P_3 = I_2^2 R_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P_2}{P_3} = \left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2 \cdot \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \cdot \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\left. \begin{array}{l} I_1 = \frac{U_0}{R_1} \\ I_2 = \frac{U_0}{R_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\boxed{\frac{P_2}{P_3} = \frac{R_2}{R_1}}$$

$$4) P_2 = I_1^2 \cdot r$$

$$P_4 = I_2^2 \cdot r$$

$$\frac{P_2}{P_4} = \frac{I_1^2}{I_2^2} = \left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2 = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 = \left(\frac{P_2}{P_3}\right)^2 = \frac{P_2^2}{P_3^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_4 = P_2 \cdot \frac{P_3^2}{P_2^2} = 10 \text{ мВт} \cdot \frac{75^2}{60^2} = 15,625 \text{ мВт} \approx 15,6 \text{ мВт}$$

Ответ: $P_4 = 15,6 \text{ мВт}$



Работа по Физике

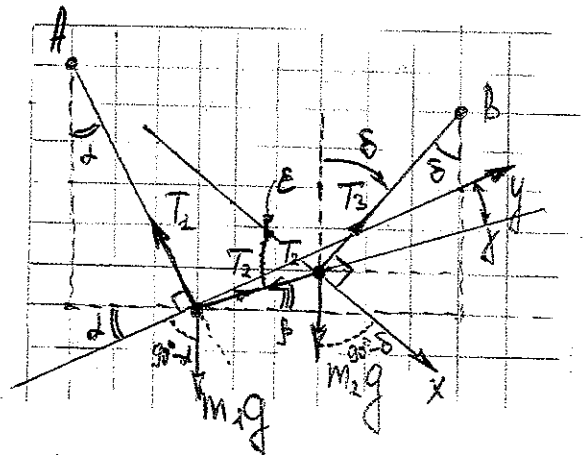
Дата 27.02.2022
Вариант № 2
Площадка написания:
Демонстрационная
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача 2.

Дано:
Чертеж
Найти: $\frac{m_1}{m_2}$ - ?



Решение:

1) Направим ось oy \perp -но ~~к~~ T_1 (см. рис выше).

Угол α равен: $\text{tg } \alpha = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$ (по клеткам)

Угол β равен: $\text{tg } \beta = \frac{2}{3}$

Угол γ равен: $\alpha - \beta = \gamma$

Запишем II закон Ньютона для груза m_1 :

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + m_1 \vec{g} = 0$$

$$oy: 0 + T_2 \cdot \cos \gamma - m_1 g \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = 0. \quad (1)$$

2) Аналогично направим ось ox \perp -но T_3 (см. рис выше).

Угол δ равен: $\text{tg } \delta = \frac{3}{4}$ (по клеткам)

Угол ϵ (между ox и T_2) равен:

$$180^\circ - (90^\circ - \delta) - (90^\circ - \beta) = \epsilon$$

Задача 2 прог-ние:

Чертобык

3) Задача II 3-й Координатной оси по оси:

$$m_2 \vec{g} + \vec{T}_2 + \vec{T}_3 = 0$$

$$\text{ок: } m_2 g \cdot \cos(90^\circ - \delta) - T_2 \cdot \cos \epsilon = 0. \quad (2)$$

$$(1) \Rightarrow T_2 \cos \beta = m_1 g \cdot \cos(90^\circ - \alpha)$$

$$(2) \Rightarrow T_2 \cos \epsilon = m_2 g \cos(90^\circ - \delta)$$

$$\frac{\cos \beta}{\cos \epsilon} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{\cos(90^\circ - \alpha)}{\cos(90^\circ - \delta)}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\cos(90^\circ - \delta)}{\cos(90^\circ - \alpha)} \cdot \frac{\cos \beta}{\cos \epsilon} = \frac{\sin \delta}{\sin \alpha} \cdot \frac{\cos \beta}{\cos \epsilon}$$

$$\sin \delta = \operatorname{tg} \delta \cdot \cos \delta = \operatorname{tg} \delta \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \delta}$$

$$\sin^2 \delta = \operatorname{tg}^2 \delta (1 - \sin^2 \delta)$$

$$\sin^2 \delta = \operatorname{tg}^2 \delta - \sin^2 \delta \operatorname{tg}^2 \delta$$

$$\sin^2 \delta \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \delta) = \operatorname{tg}^2 \delta$$

$$\sin^2 \delta = \frac{\operatorname{tg}^2 \delta}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}, \quad \sin \delta = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}}$$

$$\sin \alpha = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}$$

$$\beta = \alpha - \epsilon$$

$$\epsilon = 180^\circ - (90^\circ - \delta) - (90^\circ - \beta) = 180^\circ - 90^\circ + \delta - 90^\circ + \beta = \delta + \beta$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}} \cdot \frac{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\cos(\delta + \beta)} \quad \text{или}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\sin(\operatorname{arctg}(\frac{3}{4}))}{\sin(\operatorname{arctg}(\frac{1}{2}))} \cdot \frac{\cos(\operatorname{arctg}(\frac{1}{2}) - \operatorname{arctg}(\frac{1}{3}))}{\cos(\operatorname{arctg}(\frac{3}{4}) - \operatorname{arctg}(\frac{1}{3}))} = \boxed{2,4}$$

$$\text{Ответ: } \frac{m_1}{m_2} = \frac{2,4}{1}$$

Дата 27.02.2022Вариант № 2

Площадка написания:

ДальнейшегоФИО и рег. номер не
указывать!

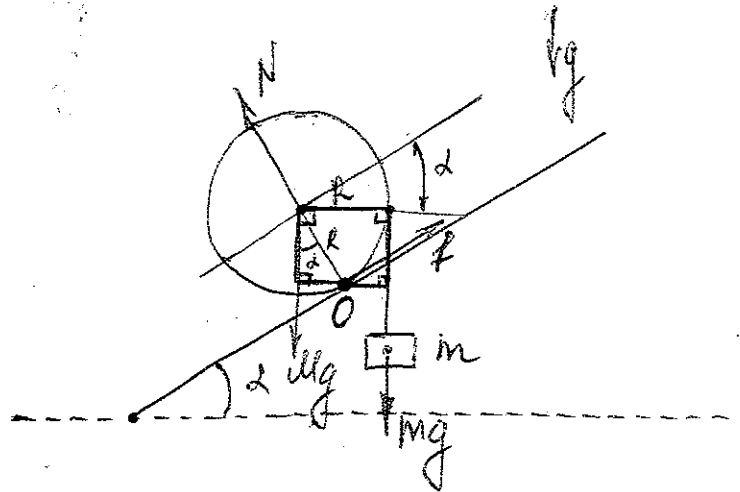
ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача 3.

Дано:

 R, M, m Катити: $\alpha = ?$ 

Решение:

1) Запишем уравнение моментов сил относительно т.О:

$$Mg \cdot R \cdot \cos \alpha + N \cdot 0 + f \cdot 0 - mg \cdot R \cdot (1 - \cos \alpha) = 0$$

Заметим, что на чертеже образовался прямоугольник, и его высота и ширина y все равно R .

$$2) Mg \cdot R \cos \alpha = mgR(1 - \cos \alpha) \quad \text{---}$$

$$\frac{Mg}{mg} = \frac{1 - \cos \alpha}{\cos \alpha} = \frac{1}{\cos \alpha} - 1$$

$$\frac{M}{m} = \frac{1}{\cos \alpha} - 1$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\frac{M}{m} + 1} = \frac{m}{M + m}$$

3) Заметим, что, чем меньше угол α , тем быстрее будет подниматься цилиндр.

Задача 3. Упр-ние: Учебник

Тогда цилиндр будет гнаться вверх по плоскости при $d \leq \arccos\left(\frac{m}{m+m}\right)$ и $\frac{m}{m+m} \leq 1$

Ответ: $d \leq \arccos\left(\frac{m}{m+m}\right)$

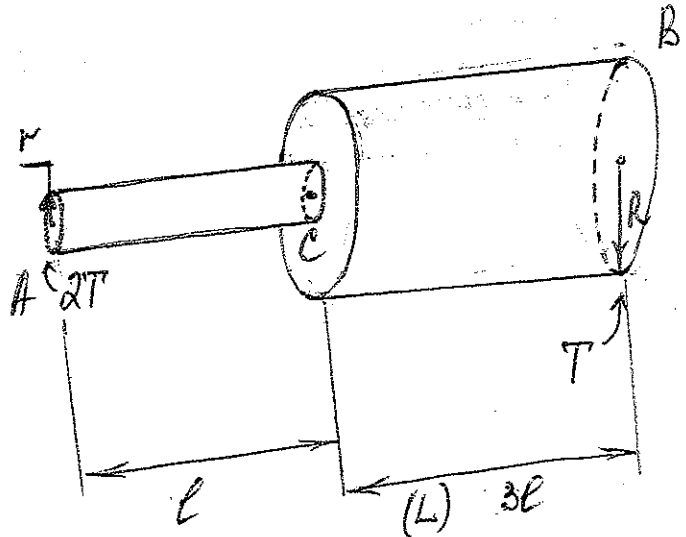
Задача 4.

Зако:

$R = 2r; L = 3l$

(A) $2T$ и T (B)

Найти: T_2 - ?



Решение:

1) Найдем температуру в м.с:

$$T_c = T + \frac{2T - T}{3l + l} \cdot 3l = T + \frac{3}{4} \cdot T = 1,75 T = \frac{7}{4} T$$

2) Т.к. система замкнута, нет потерь с окружающей средой, то найдем среднюю установившуюся температуру у стержня AC: T_{AC} ; и среднюю у стержня BC: T_{BC} . Как-будто "отрезанный" сначала стержень.

Т.к. температура линейно меняется на стержнях, то $T_{AC} = \frac{1}{2}(T_A + T_c)$, т.е. средняя температура в стержне, т.к. стержень однородный и цилиндрический, т.е. радиус не меняется.

Аналогично для стержня BC: $T_{BC} = \frac{1}{2}(T_B + T_c)$

$$T_{AC} = \frac{1}{2}(T_A + T_c) = \frac{1}{2}\left(2T + \frac{7}{4}T\right) = \frac{15}{8}T$$

$$T_{BC} = \frac{1}{2}(T_c + T_B) = \frac{1}{2}\left(T + \frac{7}{4}T\right) = \frac{11}{8}T$$

3) Далее присоединим стержень и найдем конечную установившуюся температуру T_2 .



ШИФР: 125
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

Демонстрация

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача 4 (прод-ние)

$$m_{\text{Ac}} = \rho \cdot l \cdot \pi r^2; \quad m_{\text{Be}} = \rho L \cdot \pi R^2 = \rho \cdot 3l \cdot \pi \cdot 4r^2 = 12 \rho \pi l r^2$$

$$m_{\text{Ac}} \cdot c \cdot (T_2 - T_{\text{Ac}}) + m_{\text{Be}} \cdot c \cdot (T_{\text{Be}} - T_2) = 0 \quad | \cdot \frac{1}{c}$$

(c - удельная теплоемкость стержней.)

$$\rho \pi l r^2 \cdot (T_2 - \frac{15}{8} T) + 12 \rho \pi l r^2 \cdot (T_2 - \frac{4}{8} T) = 0 \quad | \cdot \frac{1}{\rho \pi l r^2}$$

$$T_2 - \frac{15}{8} T + 12 T_2 - 12 \cdot \frac{4}{8} T = 0$$

$$13 T_2 = 18 \frac{3}{8} T \quad | \cdot 8$$

$$T_2 = \frac{18 \frac{3}{8} T}{13} = \frac{147}{104} T$$

Ответ: $T_2 = \frac{147}{104} T$

