

**1**

294134

Регистрационный номер

НИЯУ МИФИ

Площадка написания

1523

Школа

Фамилия ГРУЗИНОВИмя СТАНИСЛАВОтчество МАКСИМОВИЧ

225

(не заполнять)

Подпись

«Утверждаю»

Председатель оргкомитета олимпиады

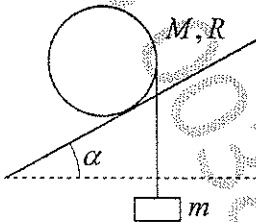
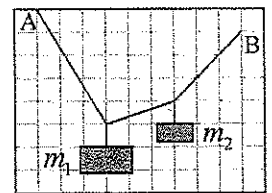
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,  
ВГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ

«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 10 класс

1 вариант

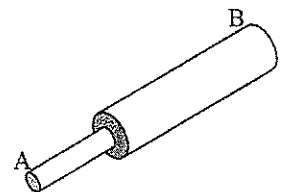
1. Когда в настольную лампу, рассчитанную на работу в бытовой электрической сети, вставили лампочку номинальной мощностью  $P_1 = 60$  Вт, оказалось, что в соединительных проводах лампы выделяется мощность  $P_2 = 10$  мВт. Пренебрегая сопротивлением соединительных проводов по сравнению с сопротивлением лампочки, найти, какая мощность будет выделяться в соединительных проводах при использовании лампочки номинальной мощностью  $P_3 = 100$  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  $m_1/m_2$ .

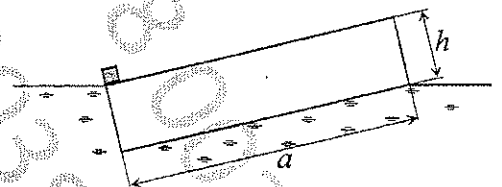


3. На однородный цилиндр радиуса  $R$  и массы  $M$  намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы  $m$ . Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстрого спуска с плоскости (см. рисунок). При каком угле наклона плоскости  $\alpha$  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  $T$  на тонком конце А до значения  $2T$  на толстом конце В. Найти температуру тела после установления равновесия. Потерями тепла в окружающее пространство пренебречь.



5. С помощью квадратного пласта плотности  $\rho$  перевозят грузы. Точечный груз ставят на самый край пласта, и пласт занимает такое положение, что его противоположные края оказываются на поверхности воды (см. рисунок)? Найти отношение высоты пласта  $h$  к его ширине  $a$  (см. рисунок). Плотность воды  $\rho_0$  известна. При любой ли плотности пласта  $\rho$  его можно расположить в воде так, как показано на рисунке (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»

Инженерная олимпиада

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

НИЯУ МИФИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

## ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	10	2	00	-	8	Кор

№1

В бытовой эл. цепи напряжение  $U = 220 \text{ В}$



Общая мощность цепи в  $1^{\text{ом}}$  случае:



, где  $R_1$  - соэф. лампы;  $R_1 = \frac{U^2}{P_1}$

$$P_{01} = \frac{U^2}{R_1 + R'} = \frac{U^2}{\frac{U^2}{P_1} + R'} = P_1 + P_2 \quad (\Rightarrow)$$

$R'$  - соэф. проводов

$$\Rightarrow R' = \frac{U^2}{P_1 + P_2} - \frac{U^2}{P_1} \quad 2$$

Общая мощность во  $2^{\text{ом}}$  случае:

$$P_{02} = \frac{U^2}{R_2 + R'} = P_2 + P_x = \frac{U^2}{\frac{U^2}{P_2} + \frac{U^2}{\frac{U^2}{P_1} + \frac{U^2}{P_1 + P_2}}} = \frac{P_1 P_2 (P_1 + P_2)}{(P_1 + P_2) P_1 + P_1 P_2 + (P_1 + P_2) P_2}$$

$$R_2 = \frac{U^2}{P_2}$$

$$\Rightarrow P_x = \frac{P_1 P_2 (P_1 + P_2)}{P_1 (P_1 + P_2) + P_1 P_2 + P_2 (P_1 + P_2)} - P_2 = 0,028 \text{ Вт}$$

Лист 1 из 3

Ответ: 0,028 Вт

22

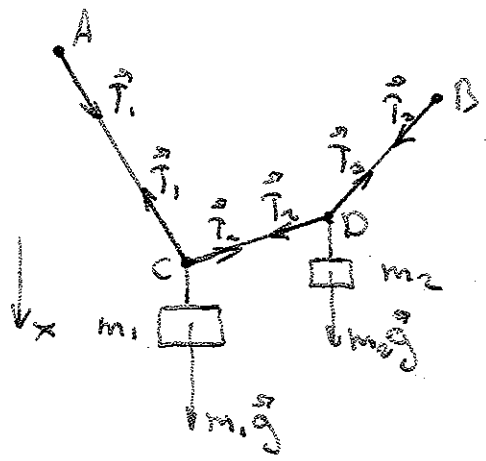
Верёвка находится в равновесии  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \sum \vec{F} = 0.$$

Рассмотрим точку C:

на  $O_x$ :  $m_1 g - T_x \cos \alpha - T \cos \beta = 0$

$$m_1 g = T \left( \frac{5}{\sqrt{34}} + \frac{1}{\sqrt{10}} \right)$$



$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \tan^2 \alpha} = \frac{1}{1 + \frac{25}{23}} = \frac{23}{48} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{\sqrt{23}}{\sqrt{48}} \quad \text{⑤}$$

$$\cos^2 \beta = \frac{1}{1 + \tan^2 \beta} = \frac{1}{1 + 9} = \frac{1}{10} \Rightarrow \cos \beta = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\Rightarrow \frac{25}{34} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{5}{\sqrt{34}}; \cos \beta = \sqrt{\frac{1}{1 + \tan^2 \beta}} = \sqrt{\frac{1}{1 + 9}} = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

Рассмотрим точку D на  $O_x$ :

$$m_2 g + T \cos \beta - T \cos \alpha = 0$$

$$m_2 g = T \left( \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{10}} \right) \quad 2$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{5}{\sqrt{34}} + \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{10}}} = 3$$

Ответ:  $\frac{m_1}{m_2} = 3$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Динамика олимпиада  
Работа по самчике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

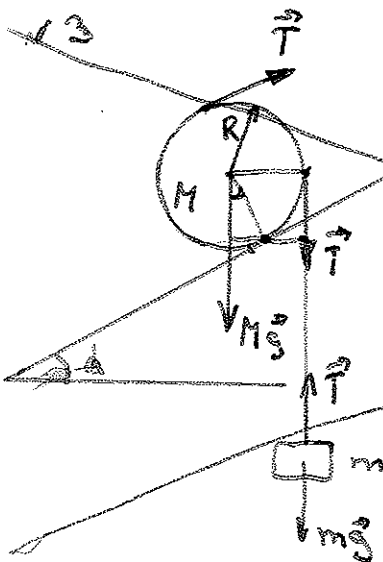
Площадка написания:  
НИЯУ МИФИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

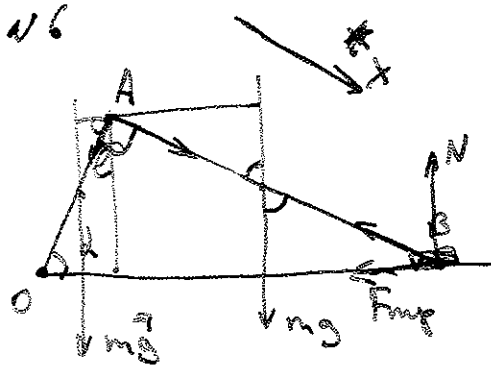
**ОЦЕНКА**

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись



~~Рассмотрим при каком угле  $\alpha$  цилиндр будет покоиться, тогда и тело массой  $m$  тоже будет покоиться.~~



Сист. телог. в равновесии  $\Rightarrow$

$\Sigma M = 0$ ,

Моменты отп. точки A:

$mg l \cos \alpha = mg l \sin \alpha + F_{mp} \cdot 2l \sin \alpha$

~~или  $0 = mg \sin \alpha + mg \cos \alpha = F_{mp} \sin \alpha$~~

~~$F_{mp} = 2mg \frac{\sin \alpha + \cos \alpha}{\sin \alpha}$~~   $F_{mp} = N_{\mu} = 2mg\mu$

~~$\cos \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} + 2 \sin \alpha + 2 \cos \alpha$~~

$\cos \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} + 2 \sin \alpha + 2 \cos \alpha \rightarrow \mu = \frac{-\cos \alpha + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha}}{2 \sin \alpha} = 0,29$

4

Плотность теплопередачи:  $N = \frac{\lambda \Delta T S}{\Delta x}$

В начале  $\frac{\Delta T}{\Delta x} = \text{const}$ , т.к. тело нагревается по линейному закону.  $S = 4\pi r^2$

$\Delta Q = 0$ , т.к. нет потерь в окружающей среде

$\Delta Q' = \frac{\lambda \Delta T_1 S_1}{\Delta x}$ ;  $\Delta Q'' = \frac{\lambda \Delta T_2 S_2}{\Delta x}$

$\Delta Q = 0 = \frac{\lambda S_1}{\Delta x} \Delta T_1 + \frac{\lambda S_2}{\Delta x} \Delta T_2 =$

$= \frac{\lambda}{\Delta x} (S_1 (2T - \frac{5}{4}T) + S_2 (\frac{5}{4}T - T))$ ;  $S_1 = 4\pi R^2$ ;  $S_2 = \pi R^2$

4

4. Рассмотрим отдельно два цилиндра, а граница будет теплопровод.:  $\frac{5}{4}T$

в цилиндре в меньшей поперечной:  $\frac{\frac{5}{4}T + T}{2} = \frac{9}{8}T$

- больше:  $\frac{\frac{5}{4}T + 2T}{2} = \frac{13}{8}T$

меньший цилиндр имеет объем:  $\pi R^2 l$

большой:  $4\pi R^2 l \cdot 3l = 12\pi R^2 l$

общий объем:  $13\pi R^2 l$  2.

$13\pi R^2 l \cdot T_x = 12\pi R^2 l \cdot \frac{13}{8}T + \pi R^2 l \cdot \frac{9}{8}T$

$13T_x = \frac{39}{2}T + \frac{9}{8}T \Rightarrow T_x = 1,59T$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

инженерная олимпиада

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

НИЯУ МИФИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

~~√3~~

~~$$P_0 = F_m ; \frac{1}{2} V \rho g = mg + V \rho g$$

$$\Sigma M = 0 \Rightarrow$$~~

√3

Рассмотрим ~~какую~~ при каком  
угле  $\alpha$  цилиндр будет покоиться

Моментом отн. точки O:

$$Mg R \sin \alpha = TR (1 - \sin \alpha)$$

$$T = mg \Rightarrow \sin Mg \sin \alpha = mg - mg \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{mg}{Mg + mg} = \frac{m}{M+m} \quad 1,5$$

и Ответом:  $\sin \alpha = \frac{m}{M+m}$

✓ 5 Если противолож. край на поверхн. воды,  
то объём погруж. части тела равен  $\frac{V}{2}$ ,  
где  $V$  - весь объём

Усл. равновесия:  $F_A = F_{\text{тяж}} \Rightarrow \frac{V}{2} \rho_0 g = (V \rho + m) g$

$$V = a^3 h$$

Моменты:  $V \rho g = \frac{V}{2} \rho_0 g$

$$\frac{h}{a} = \frac{\rho}{2 \rho_0}$$

0,5

только при  $\rho < \rho_0$ , иначе нет момента