

2

318721

Регистрационный номер

НИЯУ МИФИ
Площадка написания

1580

Школа

Фамилия МелюковИмя ЛЕОНИАОтчество Александрович

202

(не заполнять)

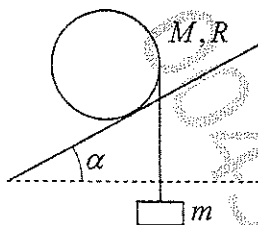
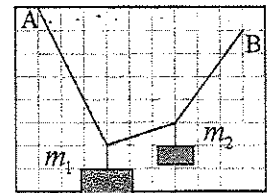
Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

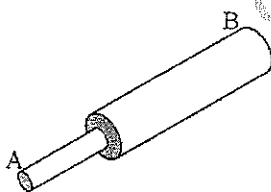
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), ИГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 10 класс
2 вариант

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?

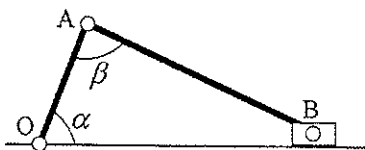
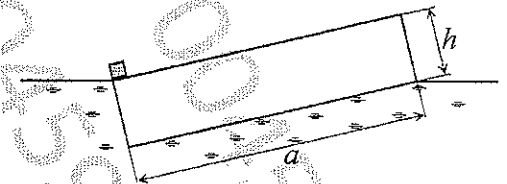


4. Тело сварено из двух стержней одного и того же материала. Радиусы поперечных сечений стержней отличаются вдвое, длина более толстого стержня втрое больше длины более тонкого (см. рисунок). Тело нагрето так, что его температура меняется по линейному закону от значения $2T$ на тонком конце А до значения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

5. С помощью квадратного пласта плотности ρ 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 ρ_0 известна.

При любой ли плотности пласта 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.



Работа по Физике

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
0	2	2	2	0	1	7	<i>[Signature]</i>

① Дано:
 $P_1 = 60 \text{ Вт}$
 $P_2 = 10 \text{ Вт}$
 $P_3 = 75 \text{ Вт}$
 $U = 220 \text{ В}$
Найти:
 $P_4 = ?$

Решение:



$$P = I \cdot U$$

$$P_1 = I_1 \cdot U$$

$$P_2 = I_2 \cdot U$$

$$P_3 = I_3 \cdot U$$

$$P_4 = I_4 \cdot U$$

$$\left. \begin{aligned} I_1 + I_2 &= I_{\text{итог}} \\ I_3 + I_4 &= I_{\text{итог}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_1 + I_2 = I_3 + I_4 \Rightarrow I_4 = I_1 + I_2 - I_3$$

$$I = \frac{P}{U}$$

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1}$$

$$I_2 = \frac{P_2}{U_2}$$

$$I_3 = \frac{P_3}{U_3}$$

$$I_4 = \frac{P_4}{U_4}$$

поиск (*)

$$\frac{P_4}{U} = \frac{P_1}{U} + \frac{P_2}{U} - \frac{P_3}{U} \Rightarrow P_4 = P_1 + P_2 - P_3$$

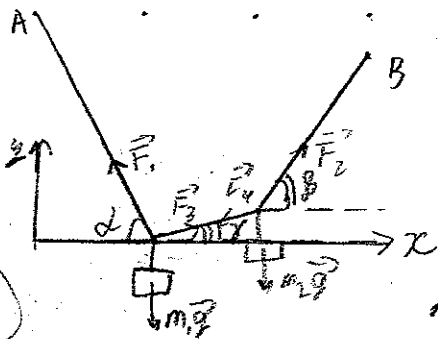
$$P_4 = 60 + 10 - 75 = 9999985 \text{ Вт}$$

Ответ: $P_4 = 9999985 \text{ Вт}$

② найти:

Решение:

$$\frac{m_1}{m_2} = ?$$



по III закону Ньютона:

$$|\vec{F}_3| = |\vec{F}_4| = F'$$

$$1) \tan \alpha = \frac{6}{3} = 2; \tan \beta = \frac{4}{3}; \tan \gamma = \frac{1}{3}$$

$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \quad 1 + 4 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$\sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha \quad \sin^2 \alpha = 1 - \frac{1}{5} = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$1 + \tan^2 \beta = \frac{1}{\cos^2 \beta} \quad 1 + \frac{16}{9} = \frac{1}{\cos^2 \beta} \Rightarrow \cos \beta = \frac{3}{5}$$

$$\sin^2 \beta = 1 - \cos^2 \beta \quad \sin^2 \beta = 1 - \frac{9}{25} = \frac{16}{25} \Rightarrow \sin \beta = \frac{4}{5}$$

$$1 + \tan^2 \gamma = \frac{1}{\cos^2 \gamma} \Rightarrow \sin \gamma = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$1 + \frac{1}{9} = \frac{1}{\cos^2 \gamma} \Rightarrow \cos \gamma = \frac{3}{\sqrt{10}} \quad \sin^2 \gamma = 1 - \cos^2 \gamma = 1 - \frac{9}{10} = \frac{1}{10} \Rightarrow \sin \gamma = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

2) по II закону Ньютона:

$$Ox: 1) F_2 \cos \gamma - F_1 \cos \alpha = 0$$

$$F' \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} = F_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} \Rightarrow F' = \frac{F_1 \sqrt{2}}{3}$$

$$2) F_2 \cos \beta - F_4 \cos \gamma = 0$$

$$F_2 \cdot \frac{3}{5} = F' \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} \Rightarrow F' = \frac{F_2 \sqrt{2}}{\sqrt{5}}$$

$C: \frac{F_1 \cdot \sqrt{2}}{3} = \frac{F_2 \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \sqrt{3}}{3}$

OY: $F_1 \sin \alpha + F_2 \sin \gamma = m_1 g = 0$

$\frac{F_1 \cdot 2}{\sqrt{3}} + \frac{F_1 \cdot 1}{\sqrt{6}} = m_1 g, \text{ т.к. } F_2 = \frac{F_1 \sqrt{3}}{3}, \text{ то } m_1 g = \frac{F_1 \cdot 2}{\sqrt{3}} + \frac{F_1 \sqrt{3}}{3\sqrt{6}}$

$\Rightarrow m_1 g = \frac{2F_1}{\sqrt{3}} + \frac{F_1}{3\sqrt{6}} = \frac{6F_1 + F_1}{3\sqrt{6}} = \frac{7F_1}{3\sqrt{6}}$

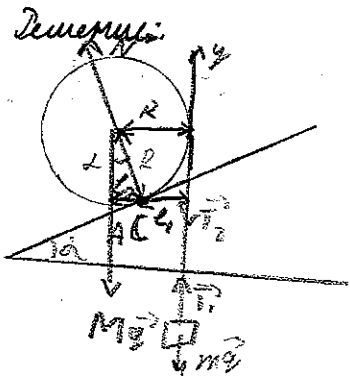
1) $F_2 \sin \beta - F_4 \sin \gamma - m_2 g = 0$

$\frac{4F_2}{5} - \frac{F_1}{\sqrt{10}} = m_2 g, \text{ т.к. } F_1 = \frac{F_1 \sqrt{2}}{3}, F_2 = \frac{F_1 \sqrt{3}}{3}, \text{ то } m_2 g = \frac{4F_1 \sqrt{3}}{3 \cdot 5} - \frac{F_1 \sqrt{2}}{3\sqrt{10}} = \frac{4F_1}{3\sqrt{5}} - \frac{F_1}{3\sqrt{5}} = \frac{3F_1}{3\sqrt{5}} = \frac{F_1}{\sqrt{5}}$

2) $\frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{7F_1 \cdot \sqrt{3}}{3\sqrt{5} \cdot F_1} = \frac{7}{3} = \frac{m_1}{m_2} \approx 2,33$

ответ: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{3} \approx 2,33$

3) Дано:
R, M, m
α, β, γ
?



1) $\vec{T}_1 = \vec{T}_2 = T$

2) $0 = T_1 - m_2 g \Rightarrow T_1 = m_2 g = T$

3) $Mg \cdot l_2 - m_2 g l_1 \leq 0$
Вектор на касательной к поверхности равен нулю
Вектор на нормали к поверхности равен нулю
Вектор на касательной к поверхности равен нулю
Вектор на нормали к поверхности равен нулю
Вектор на касательной к поверхности равен нулю
Вектор на нормали к поверхности равен нулю
Вектор на касательной к поверхности равен нулю
Вектор на нормали к поверхности равен нулю

3) $l_2 = R \sin \alpha, l_2 + l_1 = R \Rightarrow l_1 = R - l_2 = R - R \sin \alpha = R(1 - \sin \alpha) \Rightarrow Mg \cdot R \sin \alpha - m_2 g R(1 - \sin \alpha) \leq 0$

$M \sin \alpha \leq m_2 (1 - \sin \alpha)$
 $M \sin \alpha \leq m_2 - m_2 \sin \alpha$
 $(1 + m_2) \sin \alpha \leq m_2$

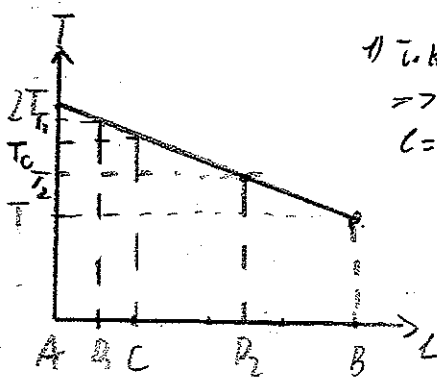
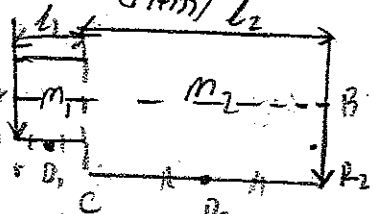
$\sin \alpha \leq \frac{m_2}{1 + m_2}$ т.к. $\alpha \in [0; \frac{\pi}{2}] \Rightarrow \alpha \leq \arcsin(\frac{m_2}{1 + m_2})$

Дано:

$l_1 = 2l_1$
 $l_2 = 3l_1$
 $l_3 = 2l_1$
 $l_4 = l_1$

сумма:

$T_C = \frac{8T}{4} - \frac{T}{4} = \frac{7T}{4}$



1) т.к. $T(l)$ - линейная $\Rightarrow T(l) = 2T - C \cdot l$; $T(A); T(B); T(C) = T_1$
 $C = 4l_1, m \cdot e$
 $T = 2T - 4l_1 \cdot k$
 $4l_1 \cdot k = T \Rightarrow k = \frac{T}{4l_1}, m \cdot e$
 $T(l) = 2T - \frac{T}{4l_1} \cdot l$

если D_1 - центр тяжести участка; D_2 - центр тяжести участка, тогда:

$2T - \frac{T}{4l_1} \cdot \frac{l_1}{2} = \frac{16T}{8} - \frac{T}{8} = \frac{15T}{8}$

$2T - \frac{T}{4l_1} \cdot \frac{5l_1}{2} = \frac{16T}{8} - \frac{5T}{8} = \frac{11T}{8}$

$m_1 = \rho l_1 \cdot 2l_1^2$

$m_2 = \rho l_1 \cdot 2l_1^2 = \rho \cdot 3l_1 \cdot 2l_1^2 = 6\rho l_1^3 = 17\rho l_1^3 \Rightarrow l_1^2 = 17 \rho l_1^3$



Работа по физике

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

4) Тонкий стержень: Охлаждение с T_1 до T_K :

$$Q_1 = m_1 c (T_K - T_1) = -m_1 c \left(\frac{15T}{8} - T_K \right)$$

Толстый стержень: нагрев с T_2 до T_K :

$$Q_2 = m_2 c (T_K - T_2) = 12m_1 c \left(T_K - \frac{11T}{8} \right)$$

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_1 c \left(T_K - \frac{15T}{8} \right) + 12m_1 c \left(T_K - \frac{11T}{8} \right) = 0 \Leftrightarrow m_1 c \left(T_K - \frac{15T}{8} \right) = 12m_1 c \left(\frac{11T}{8} - T_K \right)$$

$$T_K - \frac{15T}{8} = \frac{132T}{8} - 12T_K$$

$$13T_K = \frac{132T + 15T}{8} = \frac{147T}{8}$$

$$T_K = \frac{147T}{8 \cdot 13} = \frac{147}{104} T \approx 1,41 T$$

Ответ: $T_K = \frac{147}{104} T \approx 1,41 T$

6) Дано:

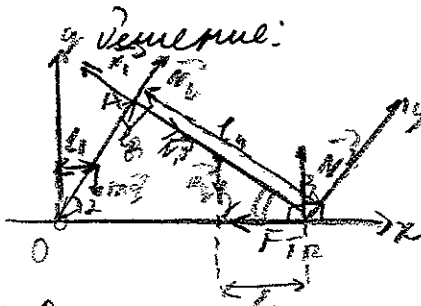
$$\left. \begin{aligned} L=60^\circ \\ \beta=90^\circ \end{aligned} \right\} \Rightarrow \gamma=30^\circ$$

$$m_{OA} = m_{AB} = m$$

$$F_B = 0$$

Найти:

μ



по III з Ньютона: $N_1' = N_1$

1) Для участка OA, отн TO:

$$0 = N_1 l_2 - m g l_1; \quad l_1 = \frac{1}{2} l_2 \cos L \Rightarrow l_2 = 2 \cdot \frac{l_1}{\cos L}$$

$$m g l_1 = N_1 \cdot \frac{2 l_1}{\cos L}$$

$$m g = \frac{2 N_1}{\cos L} \Rightarrow N_1 = \frac{m g \cos L}{2}$$

2) Для участка AB, отн TB:

$$0 = m g l_3 - N_2 l_4; \quad l_4 = 2 \cdot \frac{l_3}{\cos \gamma} \Rightarrow m g l_3 = N_2 \cdot 2 l_3 / \cos \gamma \Rightarrow m g = \frac{2 N_2}{\cos \gamma} \Rightarrow N_2 = \frac{m g \cos \gamma}{2}$$

3) Для AB по II з Ньютона:

$$OX: 0 = N_2 \cos L - F_{TR} + N_1 \cos \gamma \cdot \cos \gamma$$

$$F_{TR} = \frac{m g \cos L \cdot \cos \gamma + m g \cos \gamma \cdot \cos \gamma}{2} = \frac{2 m g \cdot (\cos L \cdot \cos \gamma + \cos^2 \gamma)}{2}$$

$$F_{TR} = \mu N_1 \Rightarrow$$

$$\mu N_1 = \frac{2 m g}{2} \cdot (\cos L \cdot \cos \gamma + \cos^2 \gamma)$$

$$OY: 0 = N_1 + N_2 \sin L + N_1 \sin \gamma - m g$$

$$N_1 = m g - N_2 \sin L - N_1 \sin \gamma$$

1

$$N_2 = mg \frac{mg \cos \alpha \cdot \sin \gamma - mg \cos \gamma \cdot \sin \alpha}{2}$$

$$N_2 = mg \cdot \left(1 - \frac{\cos \alpha \cdot \sin \gamma + \cos \gamma \cdot \sin \alpha}{2}\right), \text{ по условию } \mu = 0$$

$$N_2 = mg \cdot \left(1 - \frac{\cos \alpha \cdot \sin \gamma + \cos \gamma \cdot \sin \alpha}{2}\right) = mg \cos \alpha \cdot \cos \gamma$$

$$\mu \cdot (2 - (\cos \alpha \cdot \sin \gamma + \cos \gamma \cdot \sin \alpha)) = 2 \cos \alpha \cdot \cos \gamma$$

$$1 \cdot \left(2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$1 \cdot \left(2 - \frac{1}{4} - \frac{3}{4}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\mu \cdot \left(2 - \frac{1+3}{4}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\mu \cdot (2 - 1) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\mu = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,866$$

$$\text{ответ: } \mu = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,866$$

2) При плотности плота $\rho \geq \frac{\rho_0}{2}$ при погружении груза таким образом, чтобы плота будет накрытым по всей

т.к. плот - квадратный $\Rightarrow \frac{b}{a} = 1$

ответ: $\frac{b}{a} = 1$

0