

2

317168

Регистрационный номер

УФД

Площадка написания

Школа №83

Школа

Фамилия Демидов

Имя Александр

Отчество Александрович

311
(не заполнять)

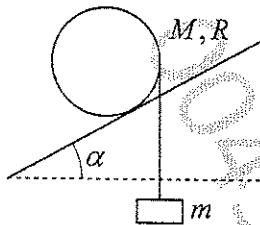
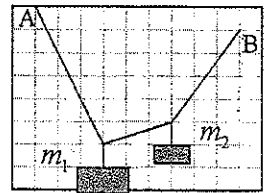
Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

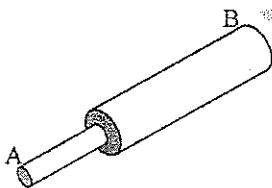
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 10 класс
2 вариант

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 .

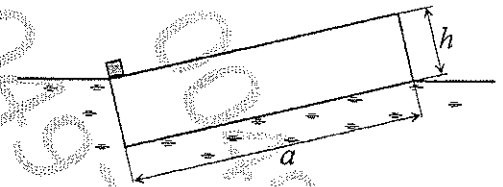


3. На однородный цилиндр радиуса R и массы M намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы m . Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстрого спуска с плоскости (см. рисунок).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



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 27.02.2022

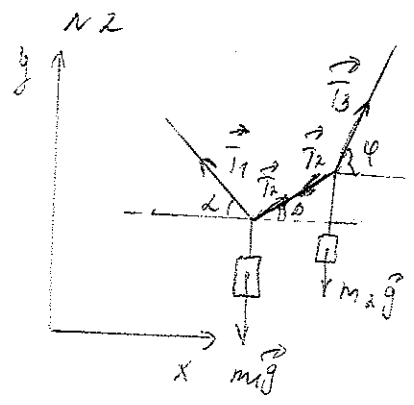
Вариант № 2

Площадка написания:
УФА

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

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



Решение: Введём обозначения углов, указанные на рис. (α, β, φ).

Введём оси Ox, Oy (параллельные сторонам клеток) $\Rightarrow \tan \alpha = \frac{1}{2}, \tan \beta = \frac{1}{3}, \tan \varphi = \frac{4}{3}$
(из рис - ка) $\Rightarrow \begin{cases} \cos \alpha \approx 0,834 \\ \sin \alpha \approx 0,447 \end{cases}, \begin{cases} \cos \beta \approx 0,943 \\ \sin \beta \approx 0,316 \end{cases}, \begin{cases} \cos \varphi \approx 0,6 \\ \sin \varphi \approx 0,8 \end{cases}$

\Rightarrow ~~Условие равновесия~~ \Rightarrow условия равновесия для каждой точки соединения веревок на Ox и Oy :

$Oy: T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta = m_1 g$

$Ox: T_1 \cos \alpha = T_2 \cos \beta$

$Oy: T_3 \sin \varphi = T_2 \sin \beta + m_2 g$

$Ox: T_2 \cos \beta = T_3 \cos \varphi$

$\Rightarrow \begin{cases} T_1 = T_2 \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} \\ T_3 = T_2 \frac{\cos \beta}{\cos \varphi} \end{cases}$

$\Rightarrow T_2 \tan \alpha \cos \beta + T_2 \sin \beta = m_1 g$

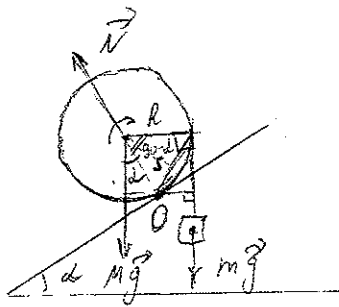
$T_2 \cos \beta \cdot \tan \varphi = T_2 \sin \beta + m_2 g$

$\Leftrightarrow \begin{cases} T_2 (\tan \alpha \cos \beta + \sin \beta) = m_1 g \\ T_2 (\cos \beta \tan \varphi - \sin \beta) = m_2 g \end{cases} \Rightarrow$

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\tan \alpha \cos \beta + \sin \beta}{\cos \beta \tan \varphi - \sin \beta} = \frac{0,7905}{0,9433} = 0,833$

Ответ: 0,833

№3



Решение: П.к. проскальзывания нет \Rightarrow цилиндр будет вращаться вокруг т. O \Rightarrow для того чтобы он поднимался вверх \Rightarrow момент, создаваемый силами приведенными к т.м, должен быть больше или равен M_- (против часовой стрелки) \Rightarrow

$$mg \cdot x \geq MgR \sin \alpha, \text{ где } x = s \cos\left(\frac{90+\alpha}{2}\right), \text{ где:}$$

$$\Rightarrow s = 2R \cos\left(\frac{90+\alpha}{2}\right) \Rightarrow x = 2R \cos^2\left(\frac{90+\alpha}{2}\right)$$

$$2mgR \cos^2\left(\frac{90+\alpha}{2}\right) \geq MgR \sin \alpha$$

$$2mgR (1 - \sin^2\left(\frac{90+\alpha}{2}\right)) \geq MgR \sin \alpha$$

$$2m - 2m \sin^2\left(\frac{90+\alpha}{2}\right) \geq M \sin \alpha,$$

где можно использовать $2 \sin \varphi \cos \varphi = \sin 2\varphi$
 $4 \sin^2 \varphi (1 - \sin^2 \varphi) = \sin^2 2\varphi$
 $4 \sin^2 \varphi - 4 \sin^4 \varphi = \sin^2 2\varphi$

$$2m \cos^2\left(\frac{90+\alpha}{2}\right) \geq M \sin \alpha, \text{ м.к.}$$

$$2m \cos^2\left(\frac{90+\alpha}{2}\right) - m + m \geq M \sin \alpha \cdot 2 \cos^2\left(\frac{90+\alpha}{2}\right) - 1$$

$$m \cos(90+\alpha) + m \geq M \sin \alpha = \cos(90+\alpha)$$

$$m - m \cos(90-\alpha) \geq M \sin \alpha$$

$$m - m \sin \alpha \geq M \sin \alpha$$

$$\frac{m}{m+M} \geq \sin \alpha$$

2

Ответ: $\sin \alpha \leq \frac{m}{m+M} \Rightarrow$ цилиндр будет подниматься вверх.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 27.01.2022

Вариант № 2

Площадка написания:
УФ#

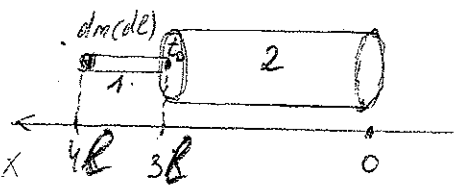
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

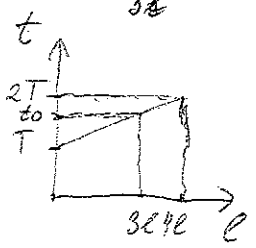
1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

нч

Решение: Заметим, что плотность у обеих стержней одинаковая. Тогда разобьем наше тело на множество кусочков длиной dl (для которых можно считать, что их температура постоянна на весь кусочек) \Rightarrow для 1-го стержня $dm_1 = \rho dl S_1 =$



для 2-го стержня $dm_2 = \rho dl S_2 = \rho dl \cdot (\pi(2R)^2) = 4\pi R^2 \rho dl \Rightarrow$
 $m_1 = \int_{3l}^{4l} \rho \pi R^2 dl = \rho \pi R^2 l$, $m_2 = \int_0^{3l} 4\rho R^2 dl = 12\pi R^2 \rho l \Rightarrow$



у 1-го стержня $t \in [0; 2T]$, где $\frac{t_0 - T}{3l} = \frac{T}{4l}$
 $4t_0 - 4T = 3T$
 $t_0 = 1,75T$ (где t_0 - температура облученного конца)

$\Rightarrow t_{cp1} = \frac{t_0 + 2T}{2} = 1,875T$

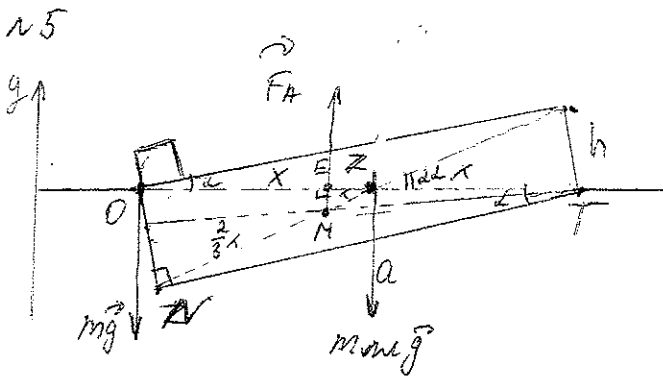
$t_{cp2} = \frac{T + t_0}{2} = 1,375T$

$\Rightarrow Q_c = m_1 c t_{cp1} + m_2 c t_{cp2} = \rho \pi R^2 l c \cdot 1,875T + 12\pi R^2 \rho l \cdot 1,375T \cdot c = 18,375 \rho \pi R^2 l c T = Q_2 =$

$= m_3 c T_x \Rightarrow T_x = \frac{18,375 \rho \pi R^2 l c T}{15 \rho \pi R^2 l c} = 1,41T$

т.к. потерь не было

Ответ: 1,41T



Решение: 1) Заметим, что F_A будет приложена к центру масс m м.к. у нас равновесие \Rightarrow II з-н Ньютона на Oy:

$$F_A = m_{mm} g = mg$$

2) Правило моментов относительно м. O:

$$F_A \cdot OE - m_{mm} g \cdot \overset{OZ}{x} = 0, \quad \text{м.к. } F_A \text{ приложена к точке пересечения медиан}$$

в $\triangle OTN$: м.к. $OE = OZ - EZ$

$$\Rightarrow \text{если } \angle OTN = \alpha \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{a} \Rightarrow \angle OZN = 2\alpha \Rightarrow EZ = MZ \cdot \cos 2\alpha = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} OT \cdot \cos 2\alpha = \frac{1}{6} OT \cdot (2\cos^2 \alpha - 1) = \frac{1}{6} OT \left(\frac{2}{1+\operatorname{tg}^2 \alpha} - 1 \right) = \frac{1}{6} \cdot 2x \cdot \left(\frac{2}{1+\operatorname{tg}^2 \alpha} - 1 \right)$$

$$\Rightarrow OE = x - \frac{1}{3} x \left(\frac{2}{1+\operatorname{tg}^2 \alpha} - 1 \right) \Rightarrow F_A x \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{2}{1+\operatorname{tg}^2 \alpha} - 1 \right) \right) = m_{mm} g x$$

$$\rho_0 \cdot \frac{V}{2} \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{2}{1+\operatorname{tg}^2 \alpha} - 1 \right) \right) g = \rho V g$$

$$\rho_0 \neq 1 - \frac{1}{3} \left(\frac{2}{1+\operatorname{tg}^2 \alpha} - 1 \right) = 2\rho$$

$$1 - \frac{1}{3} \left(\frac{2}{1+\operatorname{tg}^2 \alpha} - 1 \right) = \frac{2\rho}{\rho_0}$$

$$3 \left(1 - \frac{2\rho}{\rho_0} \right) = \frac{2}{1+\operatorname{tg}^2 \alpha} - 1$$

$$3 - \frac{6\rho}{\rho_0} + 1 = \frac{2}{1+\operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{2}{4 - \frac{6\rho}{\rho_0}} - 1$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha = \left(\frac{h}{a} \right)^2 \Rightarrow \frac{h}{a} = \sqrt{\frac{2}{4 - \frac{6\rho}{\rho_0}} - 1}$$

$$\text{Ответ: } \frac{h}{a} = \sqrt{\frac{2}{4 - \frac{6\rho}{\rho_0}} - 1};$$

$3\rho > \rho_0$ - для такого расщепления

$$\frac{2}{4 - \frac{6\rho}{\rho_0}} - 1 \geq 0$$

$$\frac{2}{4 - \frac{6\rho}{\rho_0}} > 1 \Leftrightarrow 2 > 4 - \frac{6\rho}{\rho_0}$$

$$\frac{6\rho}{\rho_0} > 2$$

$$\boxed{3\rho > \rho_0}$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:
УФА

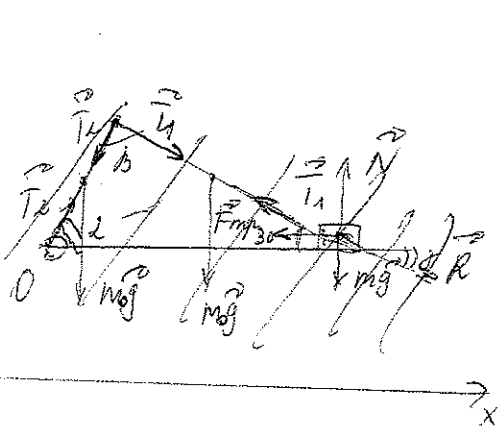
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

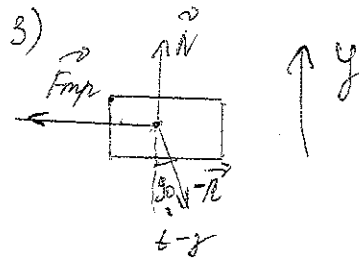
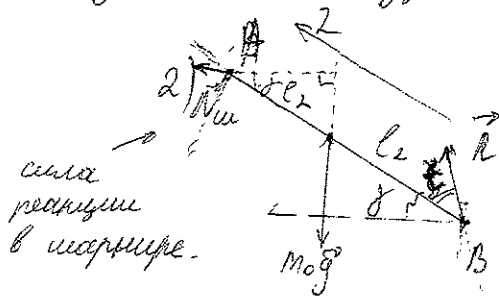
№6



Решение: ~~Метод виртуальных перемещений~~

~~$(R) = (T)_{\perp}$ $T_{\perp} = T \sin \alpha$ $m g < T \Rightarrow$
по II закону Ньютона для ползуна
для ползуна по Ox и Oy :
 $Ox: R \cos \alpha = F_{mp}$
 $Oy: N = R \sin \alpha \Rightarrow R \cos \alpha$~~

Рассмотрим по отдельности каждую из частей механизма (именно внешние силы)



1) Правило моментов для стержня OA вокруг т. O:

$$m g l_1 \cos \alpha = N \sin \varphi \cdot 2 l_1$$

$$m g \cos \alpha = 2 N \sin \varphi$$

$$N \sin \varphi = \frac{m g \cos \alpha}{2}$$

программист (16)

2) правило синусов относительно м. А (где сторона AB):

$$m_0 l_2 \cos \varphi = 2 l_2 R \sin t$$

$$m_0 \cos \varphi = 2 R \sin t$$

3) II 3-х плоскостях где сторона AB вдоль OZ:

$$m_0 \cos(90 - \varphi) + R \cos t - m_0 \sin \delta = 0, \text{ где } \delta = 180 - \alpha - \beta = 30^\circ$$

$$m_0 \sin \varphi + R \cos t = m_0 \sin \delta$$

$$\frac{m_0 \cos \alpha}{2} + R \cos t = m_0 \sin \delta$$

$$\begin{cases} R \cos t = m_0 \left(\sin \delta - \frac{\cos \alpha}{2} \right) \\ 2 R \sin t = m_0 \cos \delta \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2 \operatorname{tg} t = \frac{\cos \delta}{\sin \delta - \frac{\cos \alpha}{2}}$$

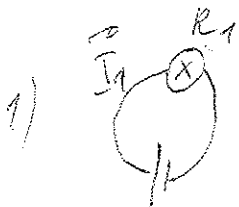
$$\operatorname{tg} t = \frac{\frac{1}{2} \cos \delta}{\sin \delta - \frac{\cos \alpha}{2}}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2} - \frac{1}{4}} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4}}{\frac{1}{4}} = \sqrt{3}$$

0,5

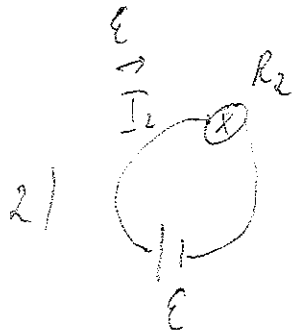
$\Rightarrow t = 60^\circ \Rightarrow R \cos(90 - t - \delta) = F_{\text{пр}}$ (по II 3-х плоскостях где параллельно OX)
 на OY II 3-х плоскостях: $R \cos(90 - t - \delta) = N$, $F_{\text{пр}} = MN$.

н1



Решение: 1) П.к $\Gamma_{\text{пр}} \ll R_1 \Rightarrow$ м.к. $\frac{E^2}{R_1} = P_1$

$$\frac{E}{R_1} = I_1 \text{ (из 3-на ОМО)} \Rightarrow P_2 = I_1^2 \Gamma_{\text{пр}} = \frac{E^2}{R_1^2} \Gamma_{\text{пр}}$$



2) П.к $\Gamma_{\text{пр}} \ll R_2 \Rightarrow$ из 3-на ОМО; $E = I_2 R_2 \Rightarrow$

$$I_2 = \frac{E}{R_2}, \text{ но } \frac{E^2}{R_2} = P_3, \text{ и макс } I_2^2 \Gamma_{\text{пр}} = P_4 \Rightarrow$$

$$P_4 = \frac{E^2}{R_2^2} \Gamma_{\text{пр}} = \frac{E^2}{R_2^2} \left(\frac{P_2 R_1^2}{E^2} \right) = \frac{P_2 R_1^2}{R_2^2} = P_2 \cdot \frac{\left(\frac{E^2}{P_1} \right)^2}{\left(\frac{E^2}{P_3} \right)^2} =$$

$$= P_2 \cdot \frac{\frac{E^4}{P_1^2}}{\frac{E^4}{P_3^2}} = \frac{P_3^2 \cdot P_2}{P_1^2} = 0,016 \text{ Вт}$$

Ответ: 0,016 Вт