

387166
Регистрационный номер

2

Долгопрудный
Площадка написания

МАОУ «Лицей»
Школа

Фамилия Хмельницкий

126
(не заполнять)

Имя Антон

Отчество Алексеевич

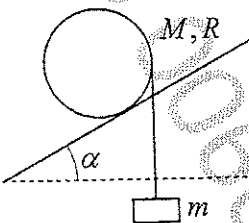
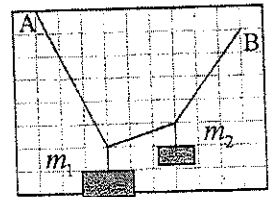
Хмел
Подпись

«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

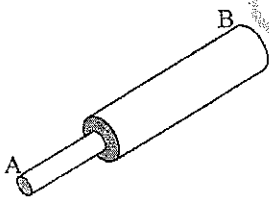
НИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 10 класс
2 вариант

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 .

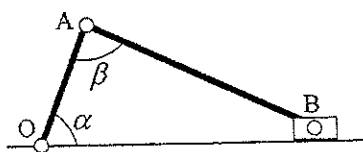
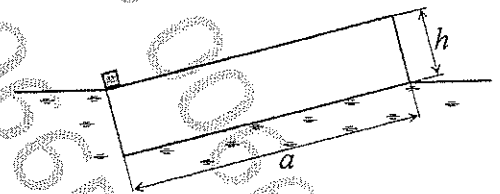


3. На однородный цилиндр радиуса R и массы M намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы m . Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстреего спуска с плоскости (см. рисунок).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



Дата 27.02.2022

Вариант № 2

Площадка написания:

Долгопрудский

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

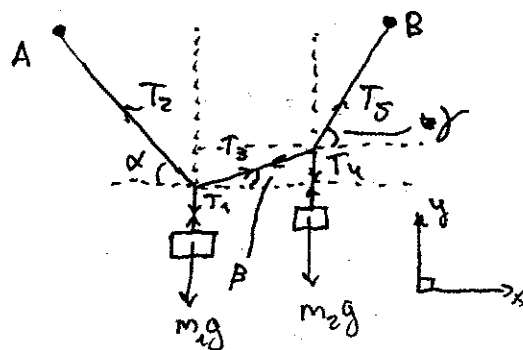
(не заполнять)

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

№2

Решение:

- Обозначим силы натяжения и углы как на рис. 1.
- Спроецируем и запишем условия равновесия для узлов нитей на y и x :



$$\begin{cases} T_2 \cdot \cos \alpha = T_3 \cdot \cos \beta \\ T_5 \cos \gamma = T_3 \cos \beta \\ T_2 \cdot \sin \alpha + T_3 \cdot \sin \beta = T_1 \\ T_4 + T_3 \sin \beta = T_5 \sin \gamma \end{cases} \quad \begin{cases} T_2 = \frac{T_3 \cos \beta}{\cos \alpha} \\ T_5 = \frac{T_3 \cos \beta}{\cos \gamma} \\ \frac{T_3 \cos \beta}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha + T_3 \sin \beta = T_1 \rightarrow T_1 = T_3 (\cos \beta \cdot \operatorname{tg} \alpha + \sin \beta) \\ T_4 + T_3 \sin \beta = \frac{T_3 \cos \beta}{\cos \gamma} \sin \gamma \rightarrow T_4 = T_3 (\cos \beta \cdot \operatorname{tg} \gamma - \sin \beta) \end{cases}$$

$$\left[\frac{T_1}{T_4} = \frac{T_3 (\cos \beta \operatorname{tg} \alpha + \sin \beta)}{T_3 (\cos \beta \operatorname{tg} \gamma - \sin \beta)} = \frac{\cos \beta \operatorname{tg} \alpha + \sin \beta}{\cos \beta \operatorname{tg} \gamma - \sin \beta} \right]$$

Заметим, что по 23.И: $T_1 = m_1 g$; $T_4 = m_2 g$

Тогда $\left[\frac{m_1}{m_2} = \frac{\cos \beta \operatorname{tg} \alpha + \sin \beta}{\cos \beta \operatorname{tg} \gamma - \sin \beta} \right]$ 2

3) Из рисунка: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{6}{3} = 2$; $\operatorname{tg} \gamma = \frac{4}{3}$; $\sin \beta = \frac{1}{\sqrt{1+3^2}} = \frac{1}{\sqrt{10}}$; $\cos \beta = \frac{3}{\sqrt{10}}$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\cos \beta \operatorname{tg} \alpha + \sin \beta}{\cos \beta \operatorname{tg} \gamma - \sin \beta} = \frac{\frac{3}{\sqrt{10}} \cdot 2 + \frac{1}{\sqrt{10}}}{\frac{3}{\sqrt{10}} \cdot \frac{4}{3} - \frac{1}{\sqrt{10}}} = \frac{\frac{7}{\sqrt{10}}}{\frac{3}{\sqrt{10}}} = \frac{7}{3} \approx 2,33$$

Лист 1 из 3

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

$\sqrt{3}$
 (M, m)
 (R)
 $\alpha = ?$

Решение:

1) Р-м нить и груз, пусть сила натяжения T , тогда

з.з.н : $T = mg$

2) Р-м момент вращения цилиндра относительно точки касания O цилиндра и наклонной плоскости:

Тогда запишем моменты всех сил

$$M_{Tmg} = T \cdot (R - R \sin \alpha) \quad (\text{сила } T \text{ на плечо } (R - R \sin \alpha) - \text{геометрия})$$

$$= mg(R - R \sin \alpha)$$

$$M_{Mg} = Mg \cdot R \sin \alpha$$

$$M_N = N \cdot 0 = 0$$

3) Чтобы цилиндр двигался вверх по наклонной, его момент должен быть больше груза:

$$M_T \geq M_{Mg}$$

$$T(R - R \sin \alpha) \geq Mg R \sin \alpha$$

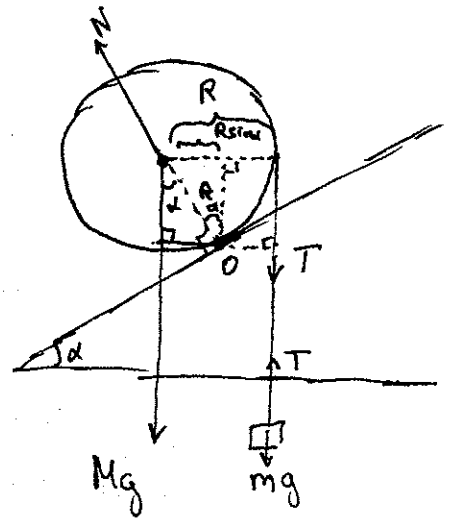
$$mg R (1 - \sin \alpha) \geq Mg R \sin \alpha$$

$$m(1 - \sin \alpha) \geq M \sin \alpha$$

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

$$\left(\sin \alpha \leq \frac{m}{m+M} \right)$$

Ответ: при углах α , при которых $\sin \alpha \leq \frac{m}{m+M}$





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

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

√4

Решение:

1) Построим график ~~т(х)~~ $t(x)$, где x - расстояние от А до точки на оси АВ.

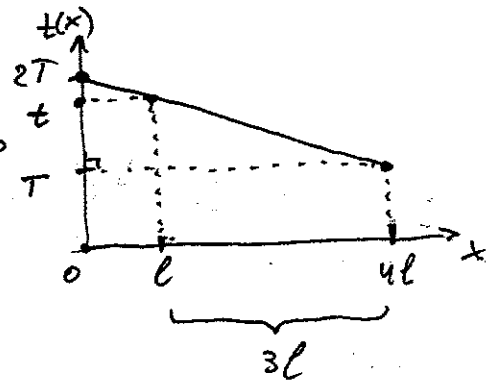
По условию график - прямая

Пусть l - длина стержня тонкого, $\Rightarrow 3l$ - толстого

В силу подобия: если t - темп. на

$$\text{границе, то } \frac{t-T}{T} = \frac{4l}{4l} \frac{3l}{4l} = \frac{3}{4}$$

$$t = \frac{7}{4} T$$



2) $Q = c m \Delta t = c \cdot v \cdot \rho \Delta t = c \rho \cdot \pi R^2 \cdot l \Delta t$

Заметим, для тонкого стержня $Q = c \rho \pi R^2 \cdot l \Delta t$.

для толстого - $Q = c \rho \pi R^2 \cdot 3l \Delta t$ (c и ρ - константы, т.к. один матер.)

$l \cdot \Delta t = S_{\text{граф.}}$ - площадь под графиком $t(x)$

Тогда для тонкого $S_1 = \frac{t+2T}{2} \cdot l = \frac{\frac{7}{4}T+2T}{2} l = \frac{T(\frac{15}{4})}{2} l = \frac{15}{8} Tl$

для толстого $S_2 = \frac{T+\frac{7}{4}T}{2} \cdot 3l = \frac{\frac{11}{4}T}{2} \cdot 3l = \frac{33}{8} Tl$

3) Получаем уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$c \rho \pi R^2 l \left(\frac{15}{8} T - \frac{15}{8} T \right) + c \rho \pi R^2 l \left(\frac{33}{8} T - \frac{33}{8} T \right) = 0$$

$$r^2 (t_k - \frac{15}{8}T) + R^2 (3t_k - \frac{33}{8}T) = 0$$

$$r^2 (t_k - \frac{15}{8}T) + 4r^2 (3t_k - \frac{33}{8}T) = 0$$

$$t_k - \frac{15}{8}T + 4t_k - \frac{33}{2}T = 0$$

~~$$t_k - \frac{15}{8}T + 4t_k - \frac{33}{2}T = 0$$~~

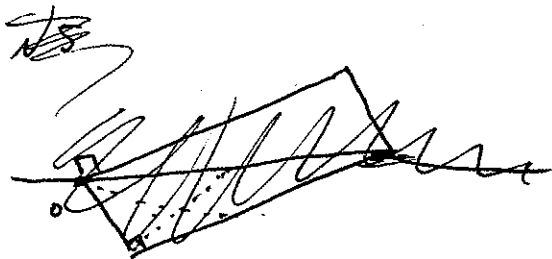
~~$$5t_k - \frac{132+15}{8}T = 0$$~~

$$13t_k = T \left(\frac{33}{2} + \frac{15}{8} \right)$$

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

$$t_k = \frac{147}{104}T \approx 1,41T$$

Ответ: $t_k \approx 1,41T$



У1

- 1) Обозначим R_1 - компл. сопр. для 60 Вт, R_2 - реал. сопр., R_3 - компл. сопр. для 75 Вт, R_4 - реал. сопр. для 75 Вт, R_4 - ?

2) $P_1 = \frac{U^2}{R_1}$ - компл. мощность, т.е. идеальное

$P_1 - P_2 = \frac{U^2}{R_2}$ - реальная мощность, с реальными сопротивлениями.

3) Аналогично $P_3 = \frac{U^2}{R_3}$; $P_3 - P_4 = \frac{U^2}{R_4}$

Заметим, что $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ - погрешность одинакова.

Значит $\frac{P_1 - P_2}{P_1} = \frac{P_3 - P_4}{P_3} \Rightarrow \frac{60 - 0,01}{60} = \frac{75 - P_4}{75}$

$$P_4 = 75 - 75 \cdot \frac{60 - 0,01}{60} = 75 \left(1 - \frac{60 - 0,01}{60} \right) = 75 \cdot \frac{0,01}{60} = \frac{75}{6} \cdot 10^{-3}$$

$$= 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} = 12,5 \text{ мВт}$$

Ответ: 12,5 мВт



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по _____

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

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

№6

Решение:

1) З.к. для ползуна:

- Силы: \vec{N} - от шатуна давление
 \vec{N}' - сила реакции пов-сти
 $\vec{F}_{тр}$ - сила трения

$$\begin{cases} 0 = N \cdot \cos \alpha - F_{тр} \\ N' = N \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad \begin{cases} N \cdot \cos \alpha = F_{тр} \\ N' = N \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

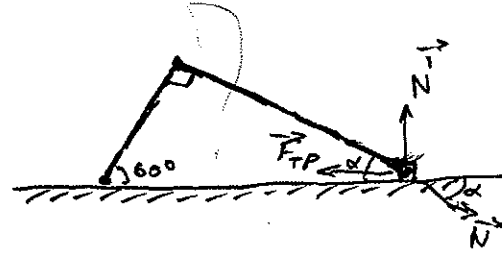
$F_{тр} \leq \mu N$, т.к. скольжение нет $\Rightarrow N \cdot \cos \alpha = F_{тр} \leq \mu N' = \mu N \sin \alpha$

$$N \cos \alpha \leq \mu N \sin \alpha$$

$$\mu \geq \operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{ctg} 30^\circ$$

$$\mu \geq \frac{\cos 30^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3} \approx 1,7$$

Ответ: $\mu = 1,7$



0,5

