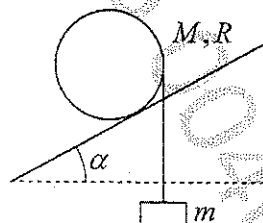
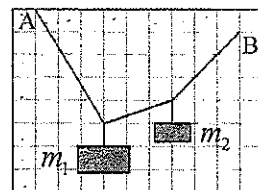


1293459
Регистрационный номерКН СУ МММ
Площадка написания1511
ШколаФамилия Иголкин
Имя Артём
Отчество Ильич280
(не заполнять)
Иголкин
Подпись«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиадыНИЯУ МИФИ, РУТ (МИИТ), НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Самарский университет, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
БГТУ им. В.Г.Шухова, ВлГУ
«Инженерная олимпиада школьников», Заключительный тур, 10 класс
1 вариант

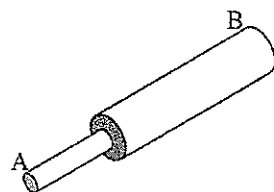
1. Когда в настольную лампу, рассчитанную на работу в бытовой электрической сети, вставили лампочку номинальной мощностью $P_1 = 60$ Вт, оказалось, что в соединительных проводах лампы выделяется мощность $P_2 = 10$ мВт. Пренебрегая сопротивлением соединительных проводов по сравнению с сопротивлением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

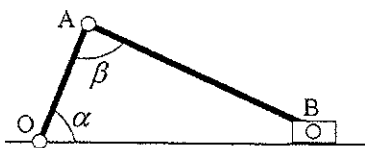
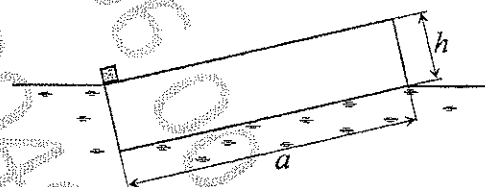


3. На однородный цилиндр радиуса R и массы M намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы m . Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстреего спуска с плоскости (см. рисунок).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

Числовая олимпиада

Работа по физике

Дата 27.01.22
Вариант № 1

Площадка написания:
ХИЗУ МИФИ

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	1	1	1	9	Кер

N1

Пусть V_0 - напряжение в бестоквой цепи.

I_1 - сила тока в I случае.

I_2 - сила тока во II случае.

R_0 - сопротивление проводов.

R_1 - сопр. I лампочки.

Дано:
 $P_1 = 60 \text{ ВТ}$
 $P_2 = 10 \text{ мВТ}$
 $P_3 = 100 \text{ ВТ}$
 $P - ?$

В «номинальном» случае:

$$P_1 = \frac{V_0^2}{R_1^2} \Rightarrow R_1 = \sqrt{\frac{V_0^2}{P_1}}$$

В реальном случае:

$$P_1' = \frac{V_0^2}{(R_0^2 + R_1)^2} \rightarrow \frac{V_0^2}{R_1^2} = P_1$$

т.к. $P_1' \approx P_1$. Аналогично, $P_3' \approx P_3$

$$P_2 = I_1^2 \cdot R_0 \Rightarrow I_1 = \sqrt{\frac{P_2}{R_0}}$$

$$V_0 = \frac{P_1 + P_2}{I_1} = (P_1 + P_2) \sqrt{\frac{R_0}{P_2}}$$

Аналогично, $V_0 = (P + P_3) \sqrt{\frac{R_0}{P_2}}$

$$\text{Cu-no}_1 \quad (P + P_3) \sqrt{\frac{R_0}{P}} = (P_1 + P_2) \sqrt{\frac{R_0}{P_2}} = U_0$$

$$\sqrt{P_2} \cdot P - (P_1 + P_2) \sqrt{P} + P_3 \sqrt{P_2} = 0$$

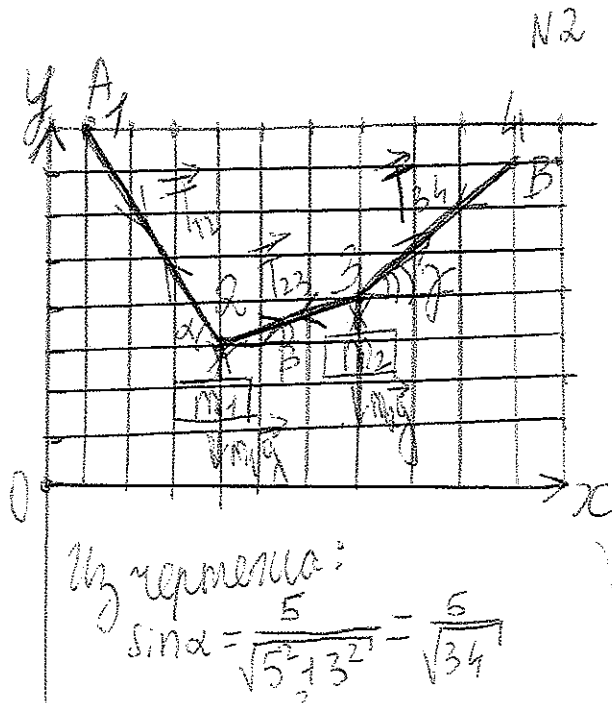
$$\sqrt{P} = \frac{P_1 + P_2 - \sqrt{P_1^2 + 2P_1P_2 + P_2^2 - 4P_2P_3}}{2\sqrt{P_2}}$$

$$P = \frac{(P_1 + P_2 - \sqrt{P_1^2 + 2P_1P_2 + P_2^2 - 4P_2P_3})^2}{4P_2}$$

$$P = \frac{(60 + 0,01 - \sqrt{60^2 + 2 \cdot 60 \cdot 0,01 + 0,01^2 - 4 \cdot 0,01 \cdot 100})^2}{4 \cdot 0,01} =$$

$$= 0,0278 \text{ BT} = 27,8 \text{ mBT}$$

Отвечем: 27,8 мВт.



Из геометрии:

$$\sin \alpha = \frac{5}{\sqrt{5^2 + 3^2}} = \frac{5}{\sqrt{34}}$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{\sqrt{34}}$$

$$\sin \beta = \frac{1}{\sqrt{1^2 + 3^2}} = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\cos \beta = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$\sin \gamma = \frac{1}{\sqrt{2}} = \cos \gamma$$

Напиши: $\frac{m_1}{m_2}$
Используй I, II и III законы Ньютона,

Для 1 тела:

$$OY | T_{12} \cdot \sin \alpha + T_{23} \cdot \sin \beta - m_1 g = 0$$

$$OX | -T_{12} \cdot \cos \alpha + T_{23} \cdot \cos \beta = 0$$

Для 2 тела:

$$OY | T_{34} \cdot \sin \gamma - T_{23} \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta} - m_2 g = 0$$

$$OX | T_{34} \cdot \cos \gamma - T_{23} \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = 0$$

$$\begin{cases} T_{12} \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} + T_{23} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = m_1 g \quad (2) \\ T_{23} \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} - T_{12} \cdot \frac{3}{\sqrt{34}} = 0 \quad (1) \\ T_{34} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - T_{23} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = m_2 g \\ T_{34} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - T_{23} \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} = 0 \end{cases} \Rightarrow m_2 g = T_{23} \cdot \frac{2}{\sqrt{10}}$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Интегральная олимпиада

Работа по физике

Дата 27.02.22
Вариант № 1
Площадка написания:
МНУ МНУ
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

$$(1) T_{23} \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} = T_{12} \cdot \frac{3}{\sqrt{34}}$$

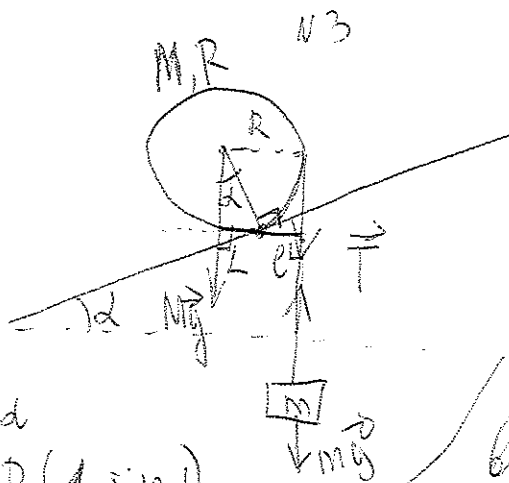
$$T_{12} = \sqrt{\frac{34}{10}} \cdot T_{23}$$

$$(2) T_{12} \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} + T_{23} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{\sqrt{34}}{\sqrt{10}} T_{23} \cdot \frac{5}{\sqrt{34}} + T_{23} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{6}{\sqrt{10}} T_{23} = m_1 g$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{\frac{6}{\sqrt{10}} T_{23}}{\frac{2}{\sqrt{10}} T_{23}} = \underline{\underline{3}}$$

2
Ответ: 3

Сило:
M, R, m
α - ?



$$L = R \cdot \sin \alpha$$

$$l = R - L = R(1 - \sin \alpha)$$

Силой натяжения нити $T = mg$, будет больше момента сил тяжести цилиндра, то есть

$$2 \quad Mg \cdot L < T \cdot l = mgl;$$

$$Mg R \cdot \sin \alpha < mg R(1 - \sin \alpha)$$

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

Выберем ось касания
по которой цилиндр
касается плоскости.

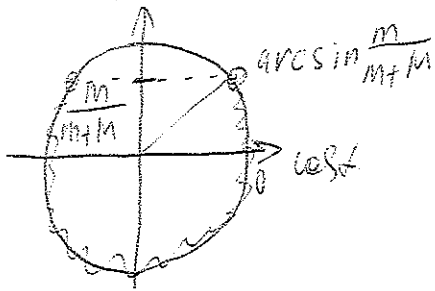
Цилиндр будет двигаться
вверх, если момент, создаваемый

ее торо равно 0.

Сила трения не будет создавать
момента, т.к. в любом случае
ее торо равно 0.

$$M \cdot \sin \alpha - m + m \sin \alpha < 0$$

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



Пусть скручиваем стержень
связем нитью $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$,
нормалью $\alpha \in (0; \arcsin \frac{m}{m+M})$.

Объем: при $\alpha \in (0; \arcsin \frac{m}{m+M})$

Дано:

$$R = 2r$$

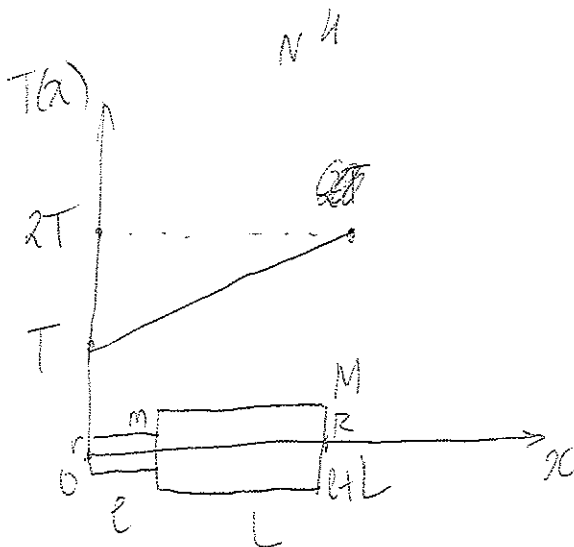
$$L = 3l$$

$$T_A = T$$

$$T_B = 2T$$

$$T(x) = kx + b$$

$T_{AB} = ?$



$$T(x) = kx + b = \frac{2T-T}{l+L} \cdot x + T = \frac{T}{l+L} \cdot x + T$$

Введем понятие линейной массы $\mu = \frac{m}{l}$; $[\mu] = \frac{кг}{м}$,
являющейся характеристикой, показывающей распределение
массы.

Соответственно и понятие линейного кол-ва материи

$$\varphi = \frac{Q}{x}; [\varphi] = \frac{кг}{м}$$

$$\text{Для I стержня: } \mu_1 = \frac{m}{l} = \frac{\rho \pi r^2 l}{l} = \rho \pi r^2$$

$$\text{Для II стержня: } \mu_2 = \frac{M}{L} = \rho \pi R^2$$

Для всей конструкции:

$$\varphi(x) = \begin{cases} \mu_1 T(x), & 0 \leq x \leq l \\ \mu_2 T(x), & l < x \leq l+L \end{cases}$$

$$\varphi(x) = \begin{cases} \rho \pi r^2 \left(\frac{T}{l+L} \cdot x + T \right), & 0 \leq x \leq l \\ \rho \pi R^2 \left(\frac{T}{l+L} \cdot x + T \right), & l < x \leq l+L \end{cases}$$

ρ - плотность
материала
R - радиус
r - радиус
L - длина
l - длина



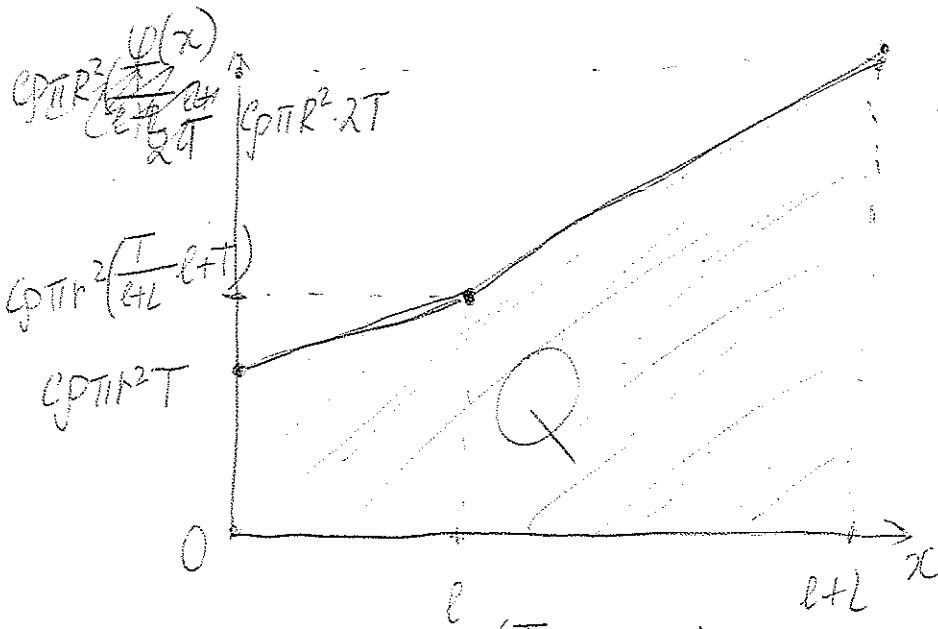
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Украсительная олимпиада
Работа по физике

Дата 29.02.22
Вариант № 1
Площадка написания:
ЖУЗУ МЗФД
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись



Q - внутренняя энергия
конструкции.

$$Q = \frac{c_{\text{р}} \pi r^2 T + c_{\text{р}} \pi r^2 \left(\frac{T}{e+L} l + T \right)}{2} \cdot l + \frac{c_{\text{р}} \pi r^2 \left(\frac{T}{e+L} l + T \right) + c_{\text{р}} \pi r^2 2T}{2} \cdot L =$$

$$= \frac{c_{\text{р}} \pi}{2} \left(r^2 T l + r^2 \frac{T}{e+L} l^2 + r^2 T l + r^2 \frac{T}{e+L} l L + r^2 T L + 2 R^2 T L \right) \in$$

$$\begin{cases} R = 2r \\ L = 3e \end{cases}$$

$$\ominus \frac{c_{\text{р}} \pi}{2} \left(r^2 T e + r^2 \frac{T}{4e} e^2 + r^2 T e + r^2 \frac{T}{4e} e \cdot 3e + r^2 T \cdot 3e + 2 \cdot 4r^2 T \cdot 3e \right) =$$

$$= \frac{c_{\text{р}} \pi}{2} \left(r^2 T e + \frac{1}{4} r^2 T e + r^2 T e + \frac{3}{4} r^2 T e + 3 r^2 T e + 24 r^2 T e \right) =$$

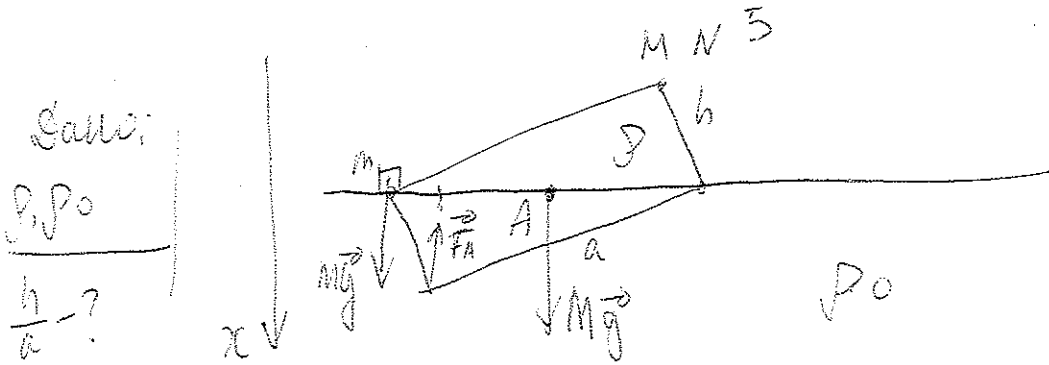
$$= \frac{c_{\text{р}} \pi}{2} \cdot 30 r^2 T e = 15 c_{\text{р}} \pi r^2 T e.$$

$$T_{AB} = \frac{Q}{cM} = \frac{Q}{c(\rho \cdot \pi r^2 l + \rho \pi R^2 L)} = \frac{Q}{c(\rho \pi r^2 l + \rho \pi \cdot 4r^2 \cdot 3l)} = \frac{Q}{13c\rho \pi r^2 l}$$

M-масса конструкции

1

$$\ominus \frac{15c\rho \pi r^2 T l}{13c\rho \pi r^2 l} = \frac{15}{13} T \quad \text{Ответ: } \frac{15}{13} T$$



Общ прок. $2/3$ высоты A;

$$\frac{\sqrt{a^2+h^2}}{2} mg = \left(\frac{\sqrt{a^2+h^2}}{2} - \frac{h^2}{\sqrt{a^2+h^2}} \right) \rho_0 g \frac{a^2 h}{2}$$

$$\frac{\sqrt{a^2+h^2}}{2} \cdot a^2 h \cdot \rho = \left(\frac{\sqrt{a^2+h^2}}{2} - \frac{h^2}{\sqrt{a^2+h^2}} \right) \rho_0 \cdot \frac{a^2 h}{2}$$

$$\text{OX} / Mg + mg - F_A = 0$$

$$a^2 h \rho g + mg - \rho_0 \frac{a^2 h}{2} g = 0$$

$$m = \rho_0 a^2 h \left(\frac{\rho_0}{2} - \rho \right) \rightarrow \text{м.к. } m > 0; \quad \frac{\rho_0}{2} > \rho$$

(условие, при котором это

$$\frac{\sqrt{a^2+h^2}}{2} a^2 h \left(\frac{\rho_0}{2} - \rho \right) = \left(\frac{\sqrt{a^2+h^2}}{2} - \frac{h^2}{\sqrt{a^2+h^2}} \right) \rho_0 \frac{a^2 h}{2}$$

$$\frac{\rho_0 \sqrt{a^2+h^2}}{4} - \frac{\rho \sqrt{a^2+h^2}}{2} = \frac{\rho_0 \sqrt{a^2+h^2}}{4} - \frac{\rho_0 h^2}{\sqrt{a^2+h^2}}$$

$$\frac{\rho \sqrt{a^2+h^2}}{2} = \frac{\rho_0 h^2}{\sqrt{a^2+h^2}}$$

$$\rho a^2 = 2\rho_0 h^2 - \rho h^2$$

$$\rho(a^2+h^2) = 2\rho_0 h^2$$

$$\frac{h^2}{a^2} = \frac{2\rho_0 - \rho}{2\rho} \quad ; \quad \frac{h}{a} = \sqrt{\frac{\rho}{2\rho_0 - \rho}}$$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

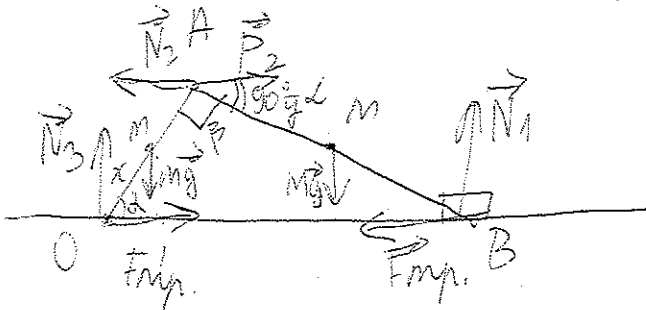
Дата 27.02.22
Вариант № 1
Площадка написания:
ХИХУ МХУХ
ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

$$\frac{h}{a} = \sqrt{\frac{P}{2P_0 - P}}$$

Ответ: $\frac{h}{a} = \sqrt{\frac{P}{2P_0 - P}}$; это возможно при $P_0 > 2P$



Дано: m ; найти: μ
 $\beta = 90^\circ, \alpha = 60^\circ$

$$N_1 = N_2 = P$$

$$F_{fr} = F_{fr}' = N_2 = P_2 = \mu N_1 = \mu N_3 = \mu mg$$

Пусть $\frac{OA}{2} = x, \frac{AB}{2} = y$. Оси ос. прох. ч/з середины AO, AB

$$F_{fr}' \cdot x \sin \alpha + N_2 \cdot x \cdot \sin \alpha - N_3 \cdot x \cdot \cos \alpha = 0$$

$$P_2 \cdot y \cdot \sin(90^\circ - \alpha) + F_{fr} \cdot y \cdot \sin(90^\circ - \alpha) - N_1 \cdot y \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = 0$$

$$\mu mg \cdot \sin \alpha + \mu mg \cdot \sin \alpha - mg \cos \alpha = 0$$

$$\mu mg \cdot \cos \alpha + \mu mg \cdot \cos \alpha - mg \cdot \sin \alpha = 0$$

$$2\mu \sin \alpha = \cos \alpha$$

$$\mu \cos \alpha = \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{\cos \alpha}{2 \sin \alpha} = \frac{1}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

Ответ: $\frac{1}{2\sqrt{3}}$

