

1

322252
Регистрационный номер

казань
Площадка написания

МБОУ «Искра»
Школа

Фамилия Саринев
Имя Даниял
Отчество Агапович

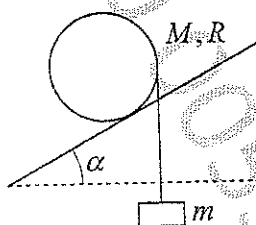
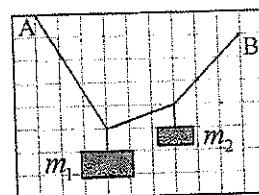
012
(не заполнять)
Агар
Подпись

«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
1 вариант

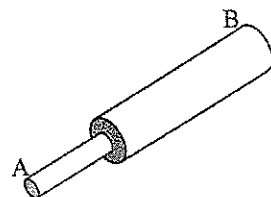
1. Когда в настольную лампу, рассчитанную на работу в бытовой электрической сети, вставили лампочку номинальной мощностью $P_1 = 60$ Вт, оказалось, что в соединительных проводах лампы выделяется мощность $P_2 = 10$ мВт. Пренебрегая сопротивлением соединительных проводов по сравнению с сопротивлением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

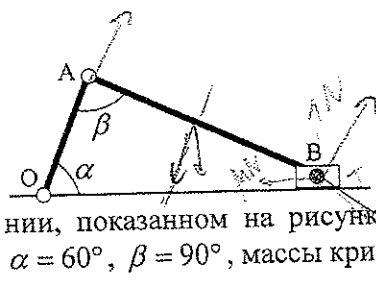
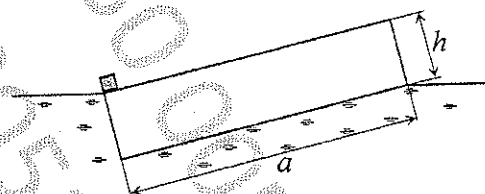


3. На однородный цилиндр радиуса R и массы M намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы m . Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстрого спуска с плоскости (см. рисунок).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

Иммеренная олимпиада школьников

Работа по Физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 3

Площадка написания:

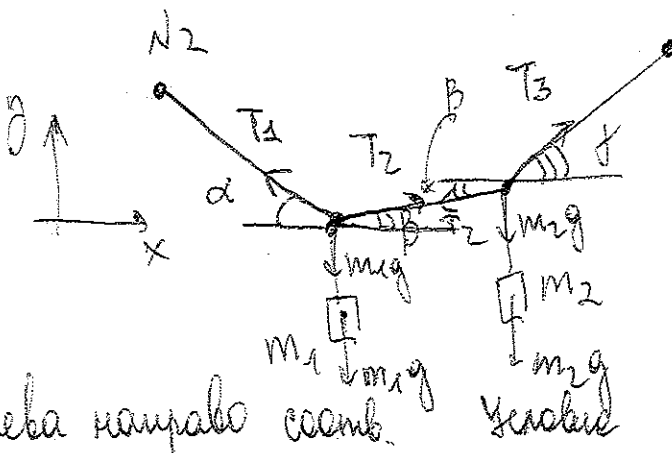
казань

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	2	2	1	1	10	<i>Л.</i>



Обозначим угол между
левой нитью и горизонтом за
 α , между средней нитью и
горизонтом - β , между
правой нитью и горизонтом - γ .
Напряжения нитей - T_1, T_2, T_3
равновесие левой точки подвеса:
Уп. равновес. правой точки подвеса:

слева направо состав.
Условия

$$\begin{aligned} O_x: T_1 \cos \alpha &= T_2 \cos \beta \\ O_y: T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta &= m_1 g. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} O_x: T_2 \cos \beta &= T_3 \cos \gamma \\ O_y: T_2 \sin \beta + T_3 \sin \gamma &= T_2 \sin \beta + m_2 g. \end{aligned}$$

$$\begin{cases} m_2 g = T_3 \sin \gamma - T_2 \sin \beta \\ m_1 g = T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta. \end{cases}$$

$$T_1 = T_2 \frac{\cos \beta}{\cos \alpha}, \quad T_3 = T_2 \frac{\cos \beta}{\cos \gamma}$$

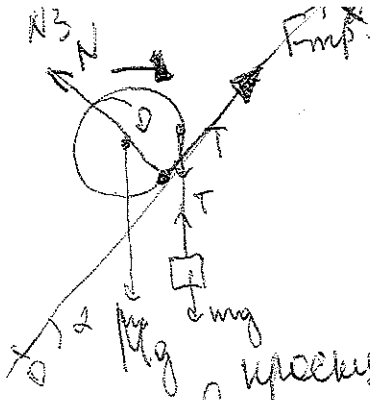
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta}{T_3 \sin \gamma - T_2 \sin \beta} = \frac{T_2 \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} \sin \alpha + T_2 \sin \beta}{T_2 \frac{\cos \beta}{\cos \gamma} \sin \gamma - T_2 \sin \beta} = \frac{T_2 \operatorname{tg} \alpha + T_2 \operatorname{tg} \beta}{T_2 \operatorname{tg} \gamma - T_2 \operatorname{tg} \beta}$$

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} \beta}$. В решении учтено, что вертикальные
нити натянуты и силами $m_1 g$ и $m_2 g$
состав. уп. равновес. узлов.

$\operatorname{tg} \alpha, \operatorname{tg} \beta, \operatorname{tg} \gamma$ найдены из решения, данного в условии:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{5}{3}, \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{1}{3}, \quad \operatorname{tg} \gamma = 1 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{\frac{2}{3}} = 3$$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = 3$ 2



На рисунке указаны силы, действующие на цилиндр. Если цилиндр движется вверх, то сила трения, действующая на него, должна быть направлена вверх

вдоль плоскости (иначе ~~бы~~ сила, проекция всех сил на ось, напр. вдоль наклонной плоскости Ox , направлена отрицательно и ускорение все направлено вниз, а т.к. нач. скорость = 0, то и скорость будет всегда направлена вниз). Условие того, что цилиндр идет вверх:

$$F_{тр} - T \sin \alpha - Mg \sin \alpha \geq 0$$

$$T = mg$$

$$F_{тр} - (M+m)g \sin \alpha \geq 0 \quad (\text{условие того, что ускорение не направлено вниз})$$

Кроме того, если цилиндр идет вверх, то он должен закручиваться по часовой стрелке. Из уравнения вращательного движения следует:

$$M_0 = J \varepsilon \Rightarrow \varepsilon = \frac{M_0}{J} > 0, \quad M_0 \text{ — сумма сил вокруг оси } O, \quad J \text{ — момент инерции вокруг оси } O$$

$$M_0 = (T - F_{тр})R, \quad J = \frac{MR^2}{2} \text{ — момент инерции замкнутого цилиндра.}$$

$$\frac{2(T - F_{тр})}{MR} > 0 \Rightarrow T - F_{тр} > 0$$

$$mg > F_{тр}$$

В крайнем случае:

$$F_{тр} = (M+m)g \sin \alpha$$

$$mg = F_{тр}$$

$$mg = (M+m)g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{m}{M+m}$$

При $\alpha \leq \arcsin \left(\frac{m}{M+m} \right)$ цилиндр поедет вверх.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

интересная задача

Работа по физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

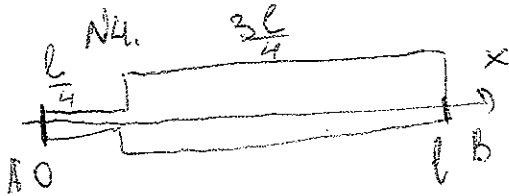
каранд

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись



Пусть l - длина тела

зависимости температуры точки тела от ее координаты:

$$T_x = T \left(1 + \frac{x}{e} \right)$$

Пусть c - удельная теплоемкость тела. Посчитаем тепло, которое может отдать тело, если в до $T=0$:

$$Q = Q_M + Q_B \quad Q = \sum_m c \cdot \Delta m_i \cdot T_i(x)$$

$\Delta m_i = \rho \cdot \pi r^2 \cdot \Delta x$, r - радиус стержня

$$Q_B = \sum c \cdot \Delta m_2 \cdot T_2(x), \quad \Delta m_2 = 4\rho \cdot \pi r^2 \cdot \Delta x$$

$$Q_M + Q_B = c \sum (\Delta m_1 T_1(x) + \Delta m_2 T_2(x)), \quad \text{Круги } T_1 \text{ уменьшаются от } T(0) \text{ до } T(\frac{l}{4})$$

Такое же количество теплоты получит стержень в конце:

$$Q = c \cdot M \cdot T_k$$

Идеи подсказаны под фраз. T_2 - от $T(\frac{l}{4})$ до $T(l)$

M - общ. масса
 T_k - кон. темп.
 $M = \frac{13}{4} \rho \pi r^2 l$

$$\Delta m_1 \cdot T_1(x) = \rho \pi r^2 \Delta x \cdot T(x)$$

$$\Delta m_2 \cdot T_2(x) = 4\rho \pi r^2 \Delta x \cdot T(x)$$

$$\sum_{\frac{l}{4}}^l \Delta x \cdot T_2(x) = \frac{2,25T}{2} \cdot \frac{1}{4} l = \frac{2,25Tl}{8}$$

$$\sum_{\frac{l}{4}}^l (\Delta m_1 T_1(x) + \Delta m_2 T_2(x)) = M \cdot T_k$$

~~$$\int_{\frac{l}{4}}^l \rho \pi r^2 T(x) dx + \int_{\frac{l}{4}}^l 4\rho \pi r^2 T(x) dx = M \cdot T_k$$~~

~~$$M = \rho \pi r^2 \frac{l}{4} + 4\rho \pi r^2 \cdot \frac{3l}{4} = \frac{13}{4} \rho \pi r^2 l$$~~

~~$$M \cdot T_k = \int_{\frac{l}{4}}^l \rho \pi r^2 T \left(1 + \frac{x}{e} \right) dx + \int_{\frac{l}{4}}^l 4\rho \pi r^2 T \left(1 + \frac{x}{e} \right) dx$$~~

~~$$M = \frac{13}{4} \rho \pi r^2 l = \frac{13}{4} T_k l = T \cdot \frac{1}{4} l + T \cdot \frac{1}{16} l + 4 \cdot T \cdot \frac{3}{4} l + 4 \cdot T \cdot \frac{1}{16} l = T \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{16} + 3 + \frac{1}{4} \right) = T \cdot \frac{13}{4}$$~~

$$\sum \Delta m_1 T_1(x) = \frac{2,25}{2} T \ell$$

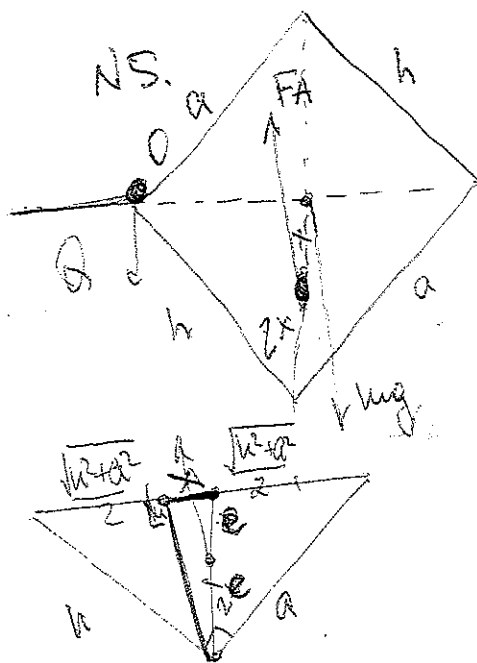
$$\sum \Delta m_2 T_2(x) = \frac{9,75}{2} T \ell$$

$$M \cdot T_k = \frac{13}{4} \rho \pi r^2 T_k = 4 \rho \pi r^2 \cdot \frac{9,75}{2} T \ell + \rho \pi r^2 \frac{2,25}{2} T \ell$$

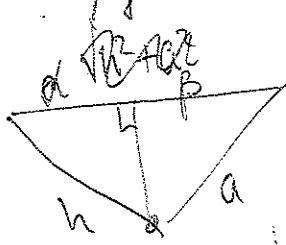
$$\frac{13}{4} T_k = \frac{9,75}{2} T + \frac{2,25}{2} T$$

$$T_k = \frac{4}{13} \left(\frac{9,75}{2} + \frac{2,25}{2} \right) T \approx 2,6 T \quad \left(= \frac{165}{104} T \right)$$

Ответ: $T_k = \frac{165}{104} T$



Сила Архимеда приложена к центру масс перевернутой рамы. Центр масс перевернутой рамы — точка пересечения медиан прямоуг. треугольника. Найдём меру силы Архимеда, выходящей из м. O:



$$(\sqrt{a^2 + h^2})^2 + a^2 = h^2$$

$$a^2 = (\sqrt{a^2 + h^2})^2 + h^2$$

$$\begin{cases} h^2 = \alpha \beta + \alpha^2 \\ a^2 = \alpha \beta + \beta^2 \end{cases}$$

$$a^2 - h^2 = \beta^2 - \alpha^2$$

$$h^2 = \alpha(\beta + \alpha)$$

Пусть l — мера силы Архимеда.

$$F_A = \rho_0 x \cdot a h g, \quad x \text{ — толщина.}$$

$$\frac{\rho_0 x a h g \ell}{2} = m g \frac{\sqrt{a^2 + h^2}}{2} \quad m g = \rho a h x g$$

$$\rho_0 a h x g \ell = \rho a h x g \sqrt{a^2 + h^2}$$

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

Высота l в пр. тр.:

$$M = \sqrt{h^2 + a^2} = a h \Rightarrow M = \frac{a h}{\sqrt{h^2 + a^2}}$$

медиана:

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

Раши. см мед. го впр. тр.: $x = \sqrt{M^2 - h^2} = \sqrt{\frac{a^2 + h^2}{2} - \frac{a^2 h^2}{a^2 + h^2}} = \sqrt{\frac{a^2 + h^4}{2(a^2 + h^2)}}$

$\frac{1}{2} x \cdot \frac{\sqrt{a^2 + h^2}}{2} = \frac{1}{2} x = l$ (ис. подобия) $\Rightarrow l = \frac{\sqrt{a^2 + h^4}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{a^4 + h^4}{a^2 + h^2}}$ мера сил



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Иммерсионная спектроскопия

Работа по Физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 3

Площадка написания:

Калашев

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

проделан. NS:

$$\rho_0 = \left(\frac{\sqrt{a^2 + h^2}}{2} - \frac{1}{3} \sqrt{\frac{a^4 + h^4}{2(a^2 + h^2)}} \right) = \rho \sqrt{a^2 + h^2}$$

$$h = ka, \quad k = ?$$

$$\rho_0 \left(\frac{a\sqrt{k^2 + 1}}{2} - \frac{1}{3} \sqrt{\frac{a^4 + k^4 a^4}{2(a^2 + k^2 a^2)}} \right) = \rho \cdot a \sqrt{1 + k^2}$$

$$\rho_0 \frac{\sqrt{k^2 + 1}}{2} - \frac{\rho_0}{3} \sqrt{\frac{k^4 + 1}{2 + 2k^2}} = \rho \sqrt{k^2 + 1}$$

$$\sqrt{k^2 + 1} = b, \quad k^4 + 1 = (k^2 + 1)^2 - 2k^2$$

$$k^2 + 1 = b^2 \Rightarrow b^4 - 2b^2 + 1 = k^4 + 1 = (b^2 - 1)^2$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_0 b}{2} - \frac{\rho_0}{3} \cdot \frac{b^2 - 1}{\sqrt{2} b} = \rho b$$

$$\left(\frac{\rho_0}{2} - \rho \right) b = \frac{\rho_0}{3} \cdot \frac{b^2 - 1}{\sqrt{2} b}$$

$$\left(\frac{\rho_0}{2} - \rho \right) b^2 = \frac{\rho_0}{\sqrt{2} \cdot 3} (b^2 - 1) \Rightarrow \frac{\rho_0}{\sqrt{2} \cdot 3} = \left(\frac{\rho_0}{\sqrt{2} \cdot 3} - \frac{\rho_0 - \rho}{2 + \rho} \right) b^2$$

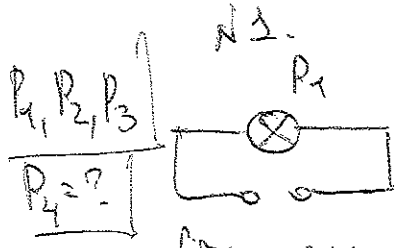
$$b^2 = \frac{\rho_0}{3\sqrt{2} \left(\frac{\rho_0}{3\sqrt{2}} - \frac{\rho_0 - \rho}{2 + \rho} \right)} = k^2 + 1$$

$$k = \sqrt{\frac{\rho_0}{3\sqrt{2} \left(\frac{\rho_0}{3\sqrt{2}} - \frac{\rho_0 - \rho}{2 + \rho} \right)} - 1}$$

Такое возможно, если $k > 0$, т.е.

$$\frac{3\rho_0}{\sqrt{2}} - \rho 3\sqrt{2} > 0, \text{ т.е.}$$

$$\rho_0 > 2\rho$$



Пусть r - сопр. потерь, R_1 - сопр. первой нагрузки, R_2 - второй, U - напряжение.
Означим, что U - наименьшее напряжение.

Тогда

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{U^2}{P_1}, \quad R_2 = \frac{U^2}{P_2}$$

~~Можно~~ Так в первом сл. $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{P_1}{U}$,

I_2 - во втором: $I_2 = \frac{P_3}{U}$.

$$P_2 = I_1^2 r \Rightarrow r = \frac{P_2}{I_1^2}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{P_3}{P_1} \Rightarrow \frac{I_2^2}{I_1^2} = \frac{P_3^2}{P_1^2}$$

$$P_4 = I_2^2 r \Rightarrow \boxed{P_4 = \frac{I_2^2}{I_1^2} \cdot P_2}$$

$$P_4 = P_2 \cdot \frac{P_3^2}{P_1^2}$$

$$P_4 = P_2 \cdot \frac{P_3^2}{P_1^2} \Rightarrow P_4 = 10 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{100}{60}\right)^2 \approx 27,7 \text{ мВт.}$$

Ответ: $P_4 = 27,7 \text{ мВт.}$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Итимерная олимпиада школьников

Работа по Физике

Дата 27.02.2022

Вариант № 3

Площадка написания:

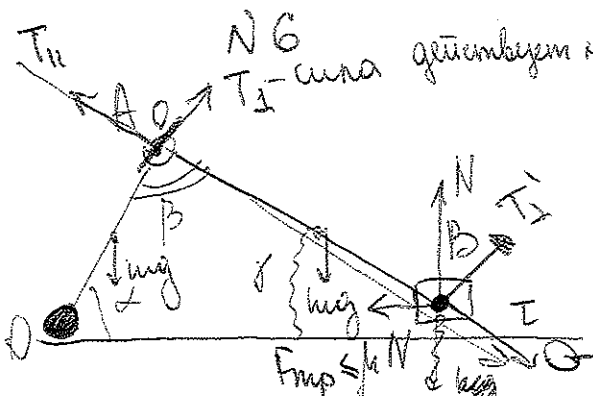
каранд

ФИО и рег. номер не
указывать!

ОЦЕНКА

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись



сила действует на т. А стержня АВ.

m - масса обеих стержней.

Разобьем силу реакции АВ в т. А на две составляющие: T_{11} и T_{12} .

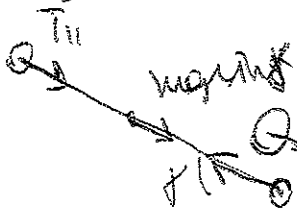
Тогда по условию равно равновесия моментов сил на АО вокруг т. О:

$$T_{11} \cdot l = mg \cos \alpha \cdot \frac{l}{2} \Rightarrow$$

$$T_{11} = \frac{mg \cos \alpha}{2}$$

Проведем ось ОТ вдоль стержня АВ. на него действует:

T_{11} вдоль АВ, $mg \sin \alpha$ вдоль АВ и реакция шарнира направленная \perp к АВ и координ. Q.



$$Q = mg \sin \alpha + T_{11} = mg \left(\sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{2} \right)$$

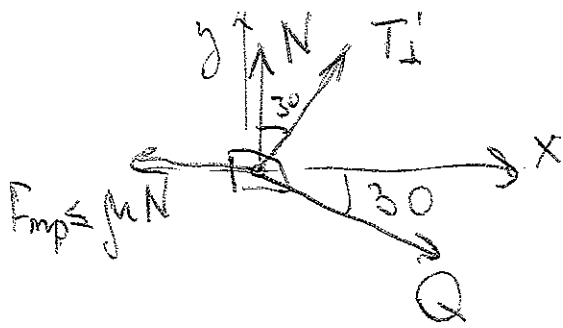
Такая же сила Q действует на координ.

T_{12} - сила, действующая со стороны координ на АВ.

По усл. равновесия моментов отн. точки А:

$$mg \frac{l}{2} \cos \alpha = T_{12} \cdot l \Rightarrow T_{12} = \frac{mg \cos \alpha}{2}$$

Теперь рассмотрим силы на координ



$$Q_x = \mu N$$

$$Q \cos 30 + T_{\perp} \sin 30 \leq \mu N$$

$$Q_y: N + T_{\perp} \cos 30 = Q \sin 30$$

$$Q = mg \left(\mu \cos 30 + \frac{\cos 60}{2} \right) = \frac{3}{4} mg$$

$$T_{\perp} = \frac{mg}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$N = \frac{3}{8} mg - T_{\perp} \cos 30 = \frac{3}{8} mg - \frac{mg \sqrt{3} \cdot \sqrt{3}}{4 \cdot 2} = ?$$