

**1**322322  
Регистрационный номер

Площадка написания

Школа

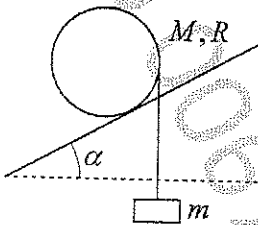
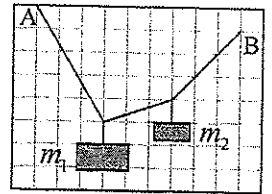
Фамилия ПавловИмя КириллОтчество Сергеевич114  
(не заполнять)

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**

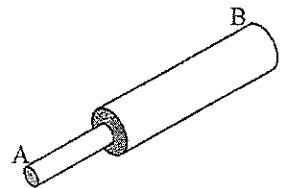
1. Когда в настольную лампу, рассчитанную на работу в бытовой электрической сети, вставили лампочку номинальной мощностью  $P_1 = 60$  Вт, оказалось, что в соединительных проводах лампы выделяется мощность  $P_2 = 10$  мВт. Пренебрегая сопротивлением соединительных проводов по сравнению с сопротивлением 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  $m_1/m_2$ .

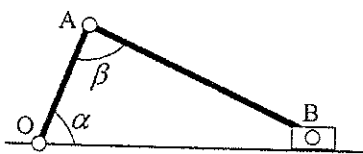
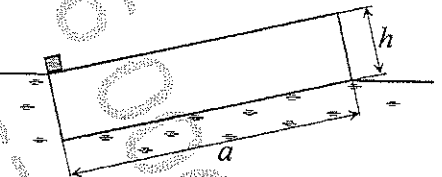


3. На однородный цилиндр радиуса  $R$  и массы  $M$  намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы  $m$ . Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстреего спуска с плоскости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



5. С помощью квадратного плаота плотности  $\rho$  перевозят грузы. Точечный груз ставят на самый край плаота, и плаот занимает такое положение, что его противоположные края оказываются на поверхности воды (см. рисунок)? Найти отношение высоты плаота  $h$  к его ширине  $a$  (см. рисунок). Плотность воды  $\rho_0$  известна. При любой ли плотности плаота  $\rho$  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»

Работа по Физике

Дата 24.02.2022  
Вариант № I  
Площадка написания:  
Экспериментальный  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
2	2	0	2	2	1	9	<i>Л.</i>

Дано  
 $P_1 = 60 \text{ Вт}$   
 $U = 220 \text{ В}$   
 $P_2 = 10 \cdot 10^3 \text{ Вт}$   
 $P_3 = 700 \text{ Вт}$   
 Найти  
 $P_4 = ?$

Решение

$$P_1 = \frac{U^2}{R_{\text{д}}}$$

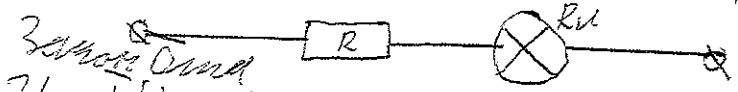
$$R_{\text{д}} = \frac{U^2}{P_1} = \frac{(220)^2}{60} \approx 804 \text{ Ом}$$

$$P_3 = \frac{U^2}{R_{\text{д}'}}$$

$$R_{\text{д}'} = \frac{U^2}{P_3} = \frac{(220)^2}{700} \approx 684 \text{ Ом}$$

R-сопротивление пренебреж

I)



Замкнув цепь  
 $U = I(R_{\text{д}} + R)$

$R \ll R_{\text{д}}$

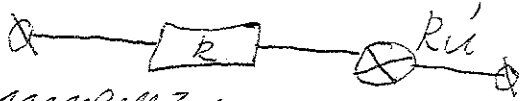
$U = IR_{\text{д}}$

$I = \frac{U}{R_{\text{д}}} = \frac{220}{804} \approx 0,273 \text{ А}$

$P_2 = I^2 R$

$R = \frac{P_2}{I^2} = \frac{10 \cdot 10^3}{(0,273)^2} = \frac{10 \cdot 10^3}{0,0745} \approx 134200 \text{ Ом}$

II)



Замкнув цепь

$U = I'(R_{\text{д}'} + R)$

$R \ll R_{\text{д}'}$

$U = I'R_{\text{д}'}$

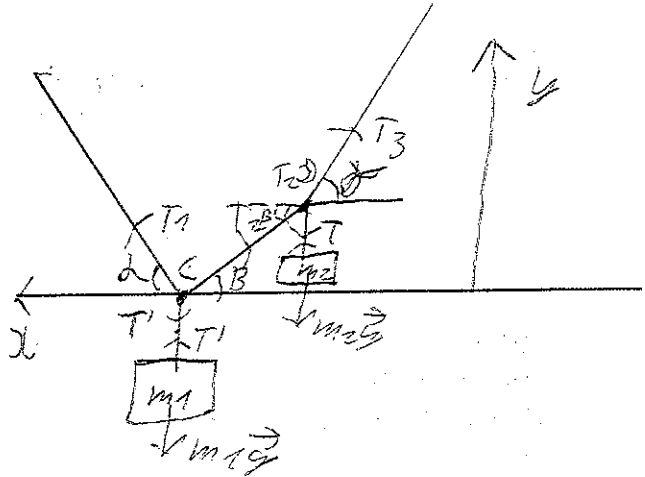
$P_4 = I'^2 R = (0,454)^2 \cdot 134200 = 0,208 \cdot 10^5 \approx 20800 \text{ Вт}$

$I' = \frac{U}{R_{\text{д}'}} = \frac{220}{484} = 0,454 \text{ А}$

Ответ:  $P_4 = 20800 \text{ Вт}$

N2

Решение  
 Система уравнений  
 $\frac{m_1}{m_2}$   
 $\tan \alpha = \frac{5}{3}$   
 $\tan \beta = \frac{1}{3}$   
 $\tan \gamma = 1$



Система II закон Ньютона относительно центра C

0x:  $T_1 \cos \alpha - T_2 \cos \beta = 0$  |  $\cdot \cos \alpha$     0y:  $T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta - T = 0$   
 $T_1 = \frac{T_2 \cos \beta}{\cos \alpha}$   
 $T = T_2 \cos \beta \tan \alpha + T_2 \sin \beta$   
 $T = T_2 (\cos \beta \tan \alpha + \sin \beta)$

Система II закон Ньютона относительно центра D

0x:  $T_2 \cos \beta - T_3 \cos \gamma = 0$     0y:  $T_3 \sin \gamma - T_2 \sin \beta - T = 0$   
 $T_2 \cos \beta = T_3 \cos \gamma$      $T = T_2 \cos \beta \tan \gamma - T_2 \sin \beta$   
 $T_3 = \frac{T_2 \cos \beta}{\cos \gamma}$      $T = T_2 (\cos \beta \tan \gamma - \sin \beta)$

Система III закон Ньютона относительно центра E

0y:  $T_1 - m_1 g = 0$      $T_2 - m_2 g = 0$   
 $T_1 = m_1 g$      $T_2 = m_2 g$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{T_2 (\cos \beta \tan \alpha + \sin \beta)}{T_2 (\cos \beta \tan \gamma - \sin \beta)}$$

$$= \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{\tan \gamma - \tan \beta} = \frac{\frac{5}{3} + \frac{1}{3}}{1 - \frac{1}{3}} = \frac{6}{2} = 3$$

Отсюда  $\frac{m_1}{m_2} = 3$     2



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по фронталь

Дата 24.02.2022

Вариант № I

Площадка написания:

Долгоруцкий

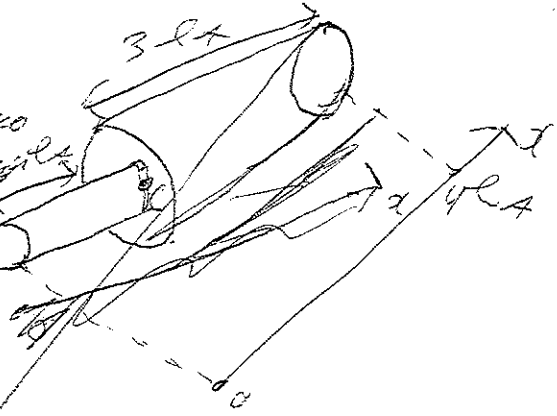
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Даны  
 $2R_A = R_B$   
 $l_B = 3l_A$   
 $T_A = T$   
 $T_B = 2T$   
 Найти  
 $T_C = ?$

Температура  
 Задача о том как найти  
 $T_A = T + k \cdot l = T + k \cdot 0 = T$   
 $T_B = T + k \cdot l = T + 4l \cdot k$   
 $2T = T + 4l \cdot k$



$T = 4l \cdot k$  За единицу промежуточной  $l_A$  изменение  
 $l_A - T$  пропорционально  $l_A$   
 $4l \cdot k = \frac{T}{4}$

Далее нам нужно найти разность температур между  
 на концах цилиндра  $l_A$  и  $3l_A$  и  $5l_A$  и  $7l_A$   
 и  $9l_A$  и  $11l_A$  и  $13l_A$  и  $15l_A$  и  $17l_A$  и  $19l_A$  и  $21l_A$  и  $23l_A$  и  $25l_A$   
 и  $27l_A$  и  $29l_A$  и  $31l_A$  и  $33l_A$  и  $35l_A$  и  $37l_A$  и  $39l_A$  и  $41l_A$  и  $43l_A$  и  $45l_A$   
 и  $47l_A$  и  $49l_A$  и  $51l_A$  и  $53l_A$  и  $55l_A$  и  $57l_A$  и  $59l_A$  и  $61l_A$  и  $63l_A$  и  $65l_A$  и  $67l_A$  и  $69l_A$  и  $71l_A$  и  $73l_A$  и  $75l_A$  и  $77l_A$  и  $79l_A$  и  $81l_A$  и  $83l_A$  и  $85l_A$  и  $87l_A$  и  $89l_A$  и  $91l_A$  и  $93l_A$  и  $95l_A$  и  $97l_A$  и  $99l_A$

$Q = C \cdot dm \cdot (T + k \cdot l) = C \cdot dm \cdot k \cdot l$

Заметим что найдем температуру по формуле  
 $T_C = T + k \cdot l = T + \frac{T \cdot l}{4l} = \frac{5}{4} T$   $dm = \rho R^2 dx$

и выведем тогда самое для данного цилиндра  
 $Q = C \cdot dm \cdot k \cdot l$   $dm = 2\pi \rho R^2 dx$

Далее нужно найти все  $l_A$  и  $3l_A$  и  $5l_A$  и  $7l_A$  и  $9l_A$  и  $11l_A$  и  $13l_A$  и  $15l_A$  и  $17l_A$  и  $19l_A$  и  $21l_A$  и  $23l_A$  и  $25l_A$  и  $27l_A$  и  $29l_A$  и  $31l_A$  и  $33l_A$  и  $35l_A$  и  $37l_A$  и  $39l_A$  и  $41l_A$  и  $43l_A$  и  $45l_A$  и  $47l_A$  и  $49l_A$  и  $51l_A$  и  $53l_A$  и  $55l_A$  и  $57l_A$  и  $59l_A$  и  $61l_A$  и  $63l_A$  и  $65l_A$  и  $67l_A$  и  $69l_A$  и  $71l_A$  и  $73l_A$  и  $75l_A$  и  $77l_A$  и  $79l_A$  и  $81l_A$  и  $83l_A$  и  $85l_A$  и  $87l_A$  и  $89l_A$  и  $91l_A$  и  $93l_A$  и  $95l_A$  и  $97l_A$  и  $99l_A$

Дано

Решение

$\beta = 90^\circ$

$\tan 60^\circ = \frac{l_1}{l_2}$

$\alpha = 60^\circ$

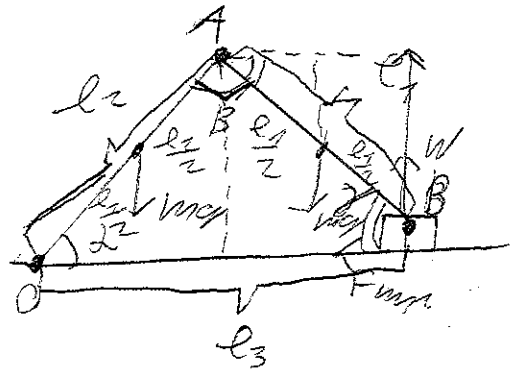
$\sqrt{3} = \frac{l_1}{l_2} \cdot l_2$

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

$l_2 \sqrt{3} = l_1$

Кинематика  
 $F_{упр} = ?$

Затем механика



Тригонометрия

$l_3^2 = l_1^2 + l_2^2 = l_2^2 + 3l_2^2 = 4l_2^2$       $\gamma = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$

$l_3 = 2l_2$

Затем из условия моментов относительно оси вращения  
 момента Окруж бели горизонтальной линии от центра тяжести

$W l_3 = m g \frac{l_2}{2} \cos \alpha + m g (l_3 - \frac{l_1}{2} \cos \gamma)$

$2W l_2 = m g \frac{l_2}{2} \cos 60^\circ + m g (2l_2 - \frac{l_2 \sqrt{3}}{2} \cos 90^\circ) \cdot 1 \cdot l_2$

$2W = \frac{m g}{4} + m g (2 - \frac{3}{4})$

$2W = \frac{m g}{4} + \frac{5 m g}{4} \cdot 1.2$

$W = \frac{5 m g}{8} = \frac{3 m g}{4}$

Затем из условия моментов относительно оси вращения А.

$m g \frac{l_1}{2} \cos \gamma + F_{упр} \cos \gamma \cdot l_1 = W l_1 \cos \gamma \cdot 1 \cdot \cos \gamma l_1$

$\frac{m g}{2} + F_{упр} = W$

$F_{упр} = \mu W$  — коэффициент трения

$F_{упр} = W - \frac{m g}{2}$

$F_{упр} = \frac{3 m g}{4} - \frac{m g}{2} = \frac{m g}{4}$

$\mu W = \frac{m g}{4}$

$\frac{3 m g \mu}{4} = \frac{m g}{4} \quad | : \frac{m g}{4}$

$3 \mu = 1$   
 $\mu = \frac{1}{3}$

Ответ:  $\mu = \frac{1}{3}$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

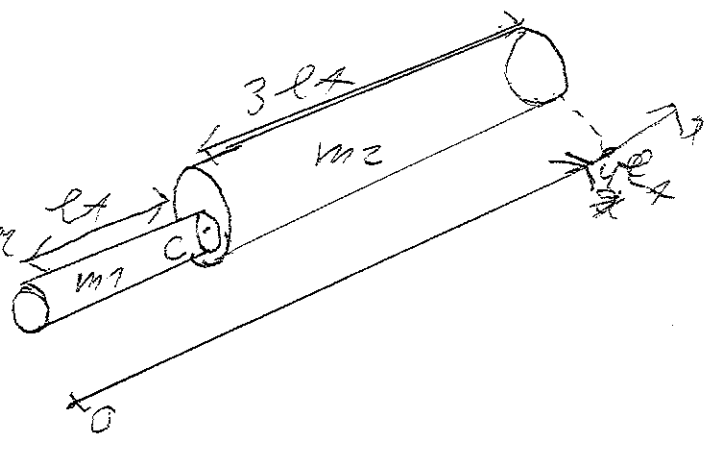
Работа по Физике

Дата 22.02.2022  
Вариант № I  
Площадка написания:  
Самостоятельно  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

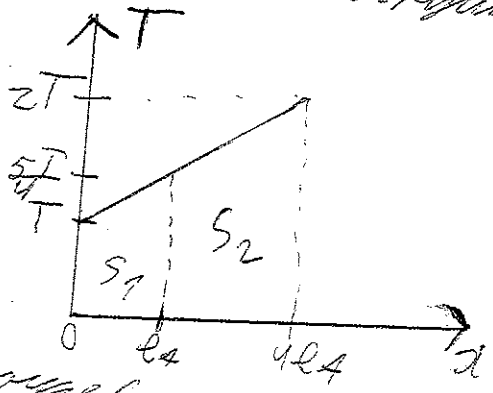
**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Дано  
 $2R_A = R_B$   
 $R_B = 3R_A$   
 $T_A = T$   
 $T_B = 2T$   
 Найти  
 $T_C$   
 $T_A = n = T$



Построим график  
зависимости температуры  
от координаты.



$2T = T + 4kL_A$   
 $T = 4kL_A$   
 $k = \frac{T}{4L_A}$

Найдем температуру в точке C  
 $T_C = T + k \cdot x = T + \frac{L_A T}{4L_A} = T + \frac{T}{4} = \frac{5T}{4}$   
 Построим зависимость температуры от координаты  
 и найдем зависимость температуры от координаты  
 в точке C. Для этого найдем, какой коэффициент  
 пропорциональности.  $S_1 = T \cdot L_A$   
 $S_1 = \frac{5T + T}{2} (L_A - 0) = \frac{6T}{2} L_A = 3TL_A$   
 $T_C \cdot L_A = \frac{9T}{8} L_A$   
 $T_C = \frac{9T}{8}$

$$S_2 = \frac{5F + 2T}{2} (4e_A - e_A) = \frac{5 + 8T}{2} \cdot 3e_A = \frac{73 - 3e_A}{8} = \frac{3e_A T}{8}$$

$$S_2 = \tau_{cp} \cdot 3e_A$$

$$m_2 = \pi (2R_A)^2 \cdot 3e_A = 72\pi R_A^2 e_A$$

$$3T \tau_{cp} e_A = \frac{3e_A T}{8} \cdot 3e_A$$

~~...~~

$$m_1 = \pi R_A^2 \cdot e_A$$

$$\tau_{cp} = \frac{13T}{8}$$

Задание: определить моменты инерции

$$C m_2 (T_k - \tau_{cp}) + C m_1 (T_k - \tau_{cp}) = 0 \quad | : C$$

$$72\pi R_A^2 e_A (T_k - \tau_{cp}) + \pi R_A^2 e_A (T_k - \tau_{cp}) = 0 \quad | : \pi R_A^2 e_A$$

$$72T_k - 72\tau_{cp} + T_k - \tau_{cp} = 0$$

$$73T_k = 72\tau_{cp} + \tau_{cp}$$

$$73T_k = \left(72 \cdot \frac{13T}{8} + \frac{13T}{8}\right) \quad | : 73$$

$$73T_k = \frac{756T + 13T}{8}$$

$$73T_k = \frac{769T}{8} \quad | : 73$$

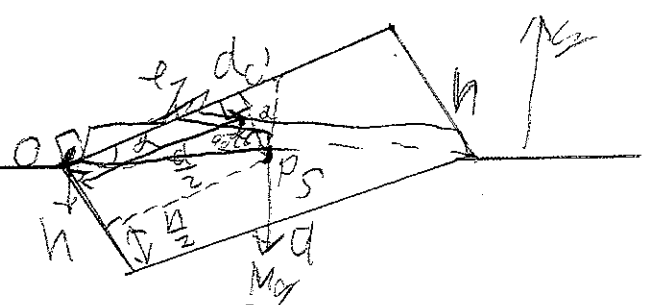
$$T_k = 1,06T$$

Ответ:  $1,06T = T_k$

Дано:  $\sqrt{5}$

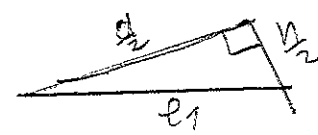
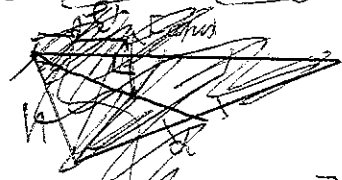
Решение:   
 По известным   
 условиям   
 найти  $V$  и  $S$

$V = S \cdot d = \frac{h \cdot d^2}{2}$    
 По известным   
 условиям   
 найти  $V$  и  $S$



~~Задание: определить моменты инерции~~

~~$M_{cp} = F \cdot a$~~



Задание: определить моменты инерции   
 По известным   
 условиям   
 найти  $I_x$  и  $I_y$

$$I_x = \frac{h^3}{12} + (h/2)^2 \cdot \frac{h \cdot d}{2}$$

$$I_y = \frac{d^3}{12} + (d/2)^2 \cdot \frac{h \cdot d}{2}$$





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике

Дата 22.02.2022

Вариант № 1

Площадка написания:

Электронной

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**

(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Задача II Задача Ньютона

$$Mg - F_{\text{арх}} = \frac{Dh - d^2g}{2}$$

~~Крупная масса~~  
~~значит возможно~~

$$D = \frac{D_0}{2}$$

Заметим, что масса автомобиля мала

$$Mg - F_{\text{арх}} = e^1$$

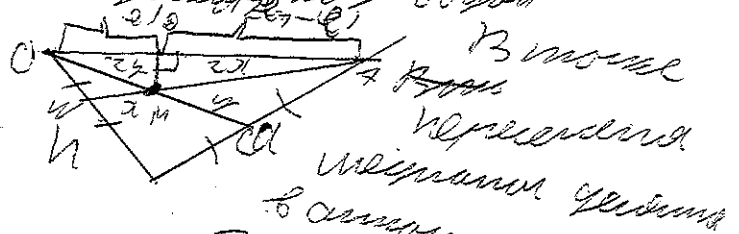
масса автомобиля мала  
вместо  $F_{\text{арх}}$   $F_{\text{арх}} = \frac{D_0}{2} \cdot x$   
через точку перегиба  $M$   $F_{\text{арх}}$   
в направлении, выходящем  
из центра тяжести

Решим О. Заметим  
теорему Пифагора

$$OC^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + h^2 \quad 3y = OC$$

$$OC = \sqrt{h^2 + \frac{a^2}{4}} \quad y = \frac{OC}{3}$$

$$y = \sqrt{h^2 + \frac{a^2}{4}} \cdot \frac{1}{3}$$



Заметим теорему

Пифагора  $\Delta AMB$   $\Delta AMB$   $\Delta AMB$

$$AM^2 = MB^2 + AB^2$$

$$MB^2 = AM^2 - AB^2$$

$$OM^2 = MB^2 + OB^2$$

Заметим теорему Пифагора  $\Delta AN$

$$AN^2 = a^2 + \left(\frac{h}{2}\right)^2$$

$$AM^2 - AB^2 = OM^2 - OB^2$$

$$AN = \sqrt{a^2 + \frac{h^2}{4}}$$

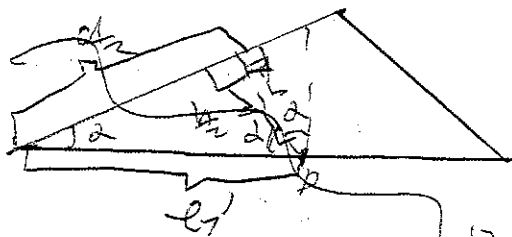
$$y \cdot \frac{a^2 + h^2}{4} - \frac{a^2 + h^2}{4} = \frac{a^2 + h^2}{4} - e^2$$

$$\frac{y(a^2 + h^2)}{4} - \frac{a^2 + h^2}{4} = \frac{a^2 + h^2}{4} - e^2$$

$$e' \sqrt{a^2 + h^2} = \frac{76h^2 + 4a^2 + 9a^2 + 9h^2 - 76d^2 - 4h^2}{36}$$

$$e' \sqrt{a^2 + h^2} = \frac{27h^2 - 3a^2}{36}$$

$$e' = \frac{27h^2 - 3a^2}{36 \sqrt{a^2 + h^2}}$$



~~P = ...~~  
~~d = 90 - 2~~

$$4h^2 = (2e_1 - e')^2 = 4e_1^2 - e'^2$$

$$4h^2 + 4e_1^2 - 4e_1 e' + e'^2 = 4h^2 - e'^2$$

$$\frac{4(a^2 + h^2)}{4} - 4e_1^2 + 4e_1 e' - e'^2 = 4 \frac{(a^2 + h^2)}{4} - e'^2$$

$$\frac{4a^2 + h^2}{4} - \frac{4(a^2 + h^2)}{4} + \frac{4 \sqrt{a^2 + h^2} e'}{2} = \frac{a^2 + 4h^2}{4}$$

$$2 \sqrt{a^2 + h^2} e' = \frac{a^2 + 4h^2 - 4a^2 - h^2 + (a^2 + h^2)}{2}$$

$$2 \sqrt{a^2 + h^2} e' = \frac{3h^2 - 3a^2}{2} + 9a^2 + 9h^2$$

$$2 \sqrt{a^2 + h^2} e' = \frac{7 \cdot 2h^2 + 6a^2}{2}$$

$$e' = \frac{6(2h^2 + a^2)}{18 \sqrt{a^2 + h^2}}$$

$$e' = \frac{2h^2 + a^2}{3 \sqrt{a^2 + h^2}}$$

2

$$M_g e_1 = F_{ana} e'$$

$$\frac{M_g \sqrt{a^2 + h^2}}{2} = \frac{F_{ana} (2h^2 + a^2)}{3 \sqrt{a^2 + h^2}} \cdot \sqrt{a^2 + h^2}$$

$$\frac{M_g (a^2 + h^2)}{2} = \frac{F_{ana} (2h^2 + a^2)}{3}$$

$$\frac{p h^2 - a(a^2 + h^2)}{2} = \frac{p_0 h^2 a (2h^2 + a^2)}{3} \quad | \cdot \frac{h^2 a}{2}$$

$$p a^2 + p h^2 = \frac{2}{3} h^2 p_0 + \frac{p_0 a^2}{3}$$

$$a^2 (p - \frac{p_0}{3}) = (\frac{2}{3} p_0 - p) h^2$$

$$\frac{a^2}{h^2} = \frac{(\frac{2}{3} p_0 - p)}{p - \frac{p_0}{3}} \quad \text{Og } \frac{2}{3} p_0 - p > 0 \quad \frac{2}{3} p_0 - p > 0$$

$$\frac{a}{h} = \sqrt{\frac{(\frac{2}{3} p_0 - p)}{p - \frac{p_0}{3}}} \quad \text{Ambelini: } \frac{a}{h} = \sqrt{\frac{(\frac{2}{3} p_0 - p)}{p - \frac{p_0}{3}}} \quad \text{Og } \frac{2}{3} p_0 - p > 0 \quad \frac{2}{3} p_0 - p > 0$$