

**1**

369202

Регистрационный номер

НИУ МИФИ

Площадка написания

Лист № 1511

Школа

Фамилия Антошкин

210

(не заполнять)

Имя Николай

Отчество Витальевич

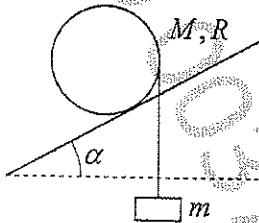
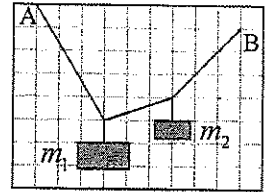
Подпись

«Утверждаю»  
 Председатель оргкомитета олимпиады

НИУ 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**

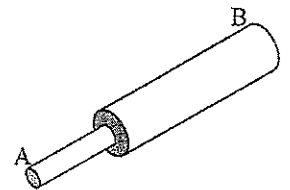
1. Когда в настольную лампу, рассчитанную на работу в бытовой электрической сети, вставили лампочку номинальной мощностью  $P_1 = 60$  Вт, оказалось, что в соединительных проводах лампы выделяется мощность  $P_2 = 10$  мВт. Пренебрегая сопротивлением соединительных проводов по сравнению с сопротивлением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

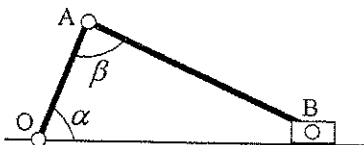
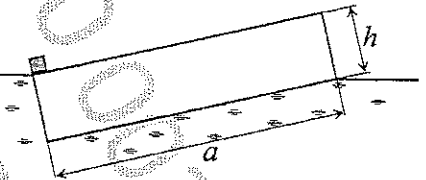


3. На однородный цилиндр радиуса  $R$  и массы  $M$  намотана невесомая нить, к концу которой привязано тело массы  $m$ . Цилиндр аккуратно кладут на наклонную плоскость, по которой он может катиться без проскальзывания, так, что его образующая перпендикулярна направлению быстрого спуска с плоскости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



5. С помощью квадратного пласта плотности  $\rho$  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  $\rho_0$  известна. При любой ли плотности пласта  $\rho$  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.





ШИФР: 210  
(не заполнять)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по ФИЗИКЕ (ИНЖЕНЕРНАЯ)

Дата 27 февраля 2022  
Вариант № 1

Площадка написания:  
НИЯУ МИФИ

ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись
1,5	2	1,5	1	0,5	0,5	7	<i>Коп</i>

~~Дано:~~  
 ~~$P_1 = 60 \text{ Вт}$~~   
 ~~$P_2 = 10 \text{ Вт}$~~   
 ~~$P_3 = 60 \text{ Вт}$~~   
 ~~$P_4 = ?$~~

~~Решение:~~  
 ~~$P = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R} = U \cdot I$~~   
 ~~$U = 220 \text{ В}$~~   
 ~~$I = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} = \frac{3}{11} \text{ А}$~~

~~Цель:~~  
 ~~$I = \frac{P_1}{U} = \frac{60}{220} = \frac{3}{11} \text{ А}$~~

Дано:  
 $P_1 = 60 \text{ Вт}$   
 $P_2 = 10 \text{ Вт}$   
 $P_3 = 60 \text{ Вт}$   
 $P_4 = ?$

Решение:  
 $P = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R} = U \cdot I$   
 Пусть сопротивление сог. проводов  $2 \Gamma$ , а сог. лампы и лампы мощностью  $P_1 = 60 \text{ Вт} - R$ , тогда:  
 I. цель

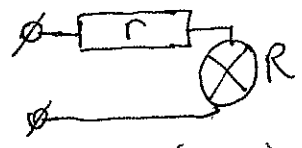
2) Напряжение в сети  $220 \text{ В}$ . Тогда  $P_1 = U_{\text{сети}} \cdot I_{\text{сети}} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow I = \frac{P_1}{U_{\text{сети}}} = \frac{60}{220} = \frac{3}{11} \text{ А}$   
 3) По условию в сог. проводах выделяется мощность  $P_2 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} = 10^{-2} \text{ Вт}$ , тогда  $P_2 =$

$P_1 = 60 \text{ Вт}$   
 $P_2 = 10 \text{ мВт}$   
 $P_3 = 100 \text{ Вт}$   
 $\epsilon = 220 \text{ В}$   
 $P_4 = ?$

Решение:

1)  $P = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R} = U \cdot I$ .

Дано цепь с рез. проводником  $r$ , а нагрузкой  $P_1$  и  $R$ , тогда:



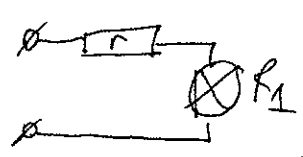
•  $R_{\text{общ}} = r + R$ , тогда  $(P_2 + P_1) = \frac{U_c^2}{R_{\text{общ}}} \Rightarrow R_{\text{общ}} = \frac{U_c^2}{P_1 + P_2}$ , тогда

$I_y = \frac{U_c}{R_{\text{общ}}} = \frac{U_c}{U_c^2} (P_1 + P_2) = \frac{P_1 + P_2}{U_c}$

• (без нагрузки  $\Rightarrow I$  не берём уравнение)

$$\begin{cases} P_1 = I_y^2 \cdot R \Rightarrow R = \frac{P_1}{I_y^2} = \frac{P_1 \cdot U_c^2}{(P_1 + P_2)^2} \\ P_2 = I_y^2 \cdot r \Rightarrow r = \frac{P_2}{I_y^2} = \frac{P_2 \cdot U_c^2}{(P_1 + P_2)^2} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 220 \cdot 220}{(60 + 10^{-2})^2} = \frac{22 \cdot 22}{(60 + 0,01)^2} = \frac{484}{60,01^2} \end{cases}$$

2) Пусть нагрузка  $P_3$  замкнула  $R_1$ , тогда



$P_4$  — мощность в рез. проводнике

То же самое  $r \ll R_1$  и мы можем пренебречь, тогда:

~~$P_3 = \frac{U_c^2}{R_1}$~~   $P_3 = U_c \cdot I \Rightarrow I = \frac{P_3}{U_c}$ , где без нагрузки  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  аналогично на берём уравнение  $\Rightarrow P_4 = I_c^2 \cdot r =$

$$= \frac{P_3^2}{U_c^2} \cdot \frac{P_2 \cdot U_c^2}{(P_1 + P_2)^2} = \left( \frac{P_3}{P_1 + P_2} \right)^2 \cdot P_2$$

Ответ:  $\left( \frac{P_3}{P_1 + P_2} \right)^2 \cdot P_2 = \left( \frac{100}{60 + 0,01} \right)^2 \cdot 10^{-2} = \frac{10000 \cdot 0,01}{3601,2001} = \frac{100}{3601,2001} = 0,02776 \text{ Вт}$

$\approx 0,028 \text{ Вт} \approx 28 \text{ мВт}$



Работа по ФИЗИКЕ (ИНЖЕНЕРНАЯ)

Дата 27 февраля 2022  
Вариант № 1  
Площадка написания:  
ИИЯУ МИФИ  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

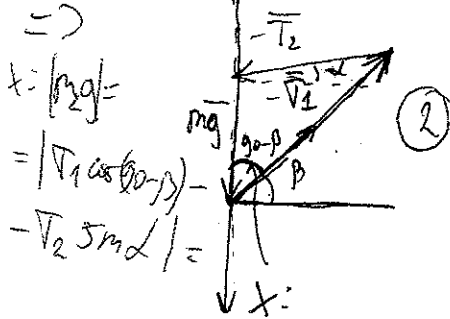
**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Решение:

1) Выберем формулы для  
для участка с  $m_1$  и  $m_2$ :

тогда:  $m_1 g = T_2 + T_1$



$$= T_1 \sin \beta - T_2 \sin \alpha$$

Множим  $\sin \beta$  и  $\sin \alpha$  из рис 1.

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ (из прямоугольного треугольника DCB)}$$

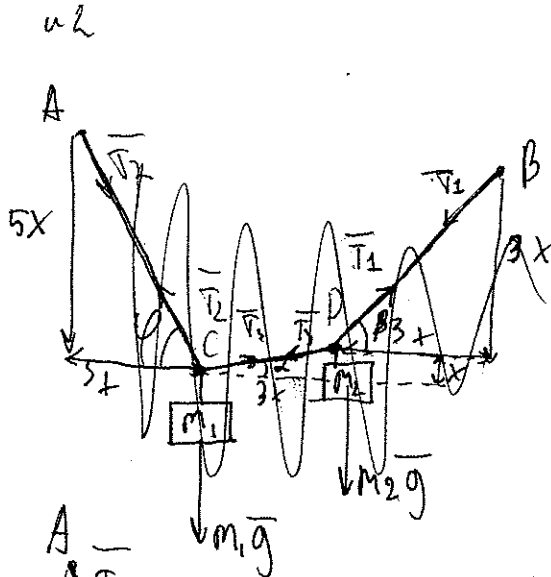
$$\sin \alpha = \left( \frac{1^2 + 3^2}{10} \right)^{1/2} \cdot x =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{10}}, \text{ тогда:}$$

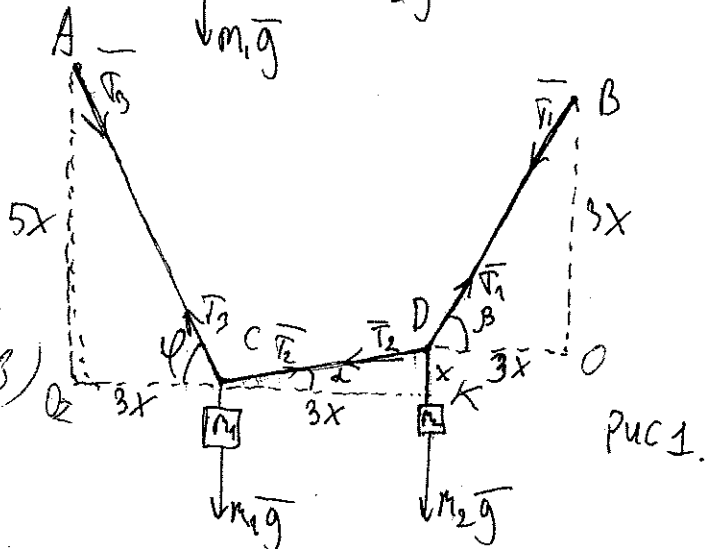
$$m_1 g = \left| T_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} \right| = \frac{1}{\sqrt{2}} \left| T_1 - T_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} \right|$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{10 - 1}{10}} = \frac{3}{\sqrt{10}}$$



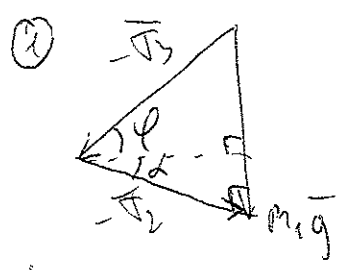
Решить:  
 $\frac{m_1}{m_2} = ?$



2

3) Определить  $\Delta$ -к для груза  $m_1$ :

$$\vec{T}_3 + \vec{T}_2 + m_1 \vec{g} = \vec{0}$$



поэтому  $|\vec{T}_3| \cdot \sin \varphi + |\vec{T}_2| \cdot \sin \alpha = m_1 g$

• Найдём  $\sin \varphi$  из  $\Delta O_2 AC$ :

$$AC = \sqrt{5^2 + 4^2} = \sqrt{25 + 16} = \sqrt{41}$$

$$\sin \varphi = \frac{5}{\sqrt{41}} = \frac{5}{\sqrt{41}} \Rightarrow \cos \varphi = \sqrt{\frac{41 - 25}{41}} = \frac{4}{\sqrt{41}}$$

• Из ① вышло, что  $T_3 \cos \varphi = T_2 \cos \alpha \Rightarrow T_3 = \frac{T_2 \cos \alpha}{\cos \varphi} =$   
 $= T_2 \cdot \frac{4}{\sqrt{41}} \cdot \frac{\sqrt{41}}{4} = T_2 \sqrt{\frac{17}{5}}$  (6)

• Из ② вышло, что  $T_1 \cos \beta = T_2 \cos \alpha \Rightarrow T_1 = \frac{T_2 \cos \alpha}{\cos \beta} =$   
 $= T_2 \frac{4}{\sqrt{41}} \cdot \frac{2}{\sqrt{2}} = T_2 \cdot 3 \sqrt{\frac{1}{5}}$  (7)

4) Определить (6) и (7) в соответствии  $\frac{m_1}{m_2}$ :

$$\begin{aligned} m_1 g &= T_3 \sin \varphi + T_2 \sin \alpha \\ m_2 g &= T_1 \frac{1}{\sqrt{2}} + T_2 \frac{1}{\sqrt{10}} \end{aligned} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{T_3 \sin \varphi + T_2 \sin \alpha}{T_1 \sin \beta + T_2 \cos \alpha} =$$

$$= \frac{T_2 \frac{4}{\sqrt{41}} \cdot \frac{5}{\sqrt{41}} + T_2 \cdot \frac{4}{\sqrt{41}}}{T_2 \frac{3}{\sqrt{5}} \cdot \frac{2}{\sqrt{2}} + T_2 \cdot \frac{4}{\sqrt{41}}} = \frac{\frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \frac{5}{4} + \frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \frac{2}{4} + \frac{1}{\sqrt{2}}}$$

(используем углы найденные из  $\Delta POB$ ;  $\Delta CPK$ ;  $\Delta O_2 C$ )

$$= \frac{5 + 1}{3 - 1} = \frac{6}{2} = 3$$

Ответ:  $\frac{m_1}{m_2} = 3$



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Работа по Физике (Иммерная)

Дата 27 февраля  
Вариант № 1  
Площадка написания:  
ИИЯУ МИФИ

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

ФИО и рег. номер не  
указывать!

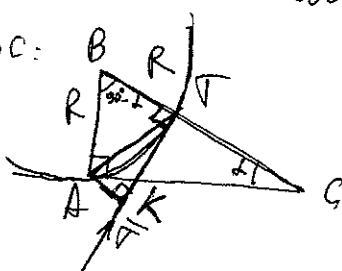
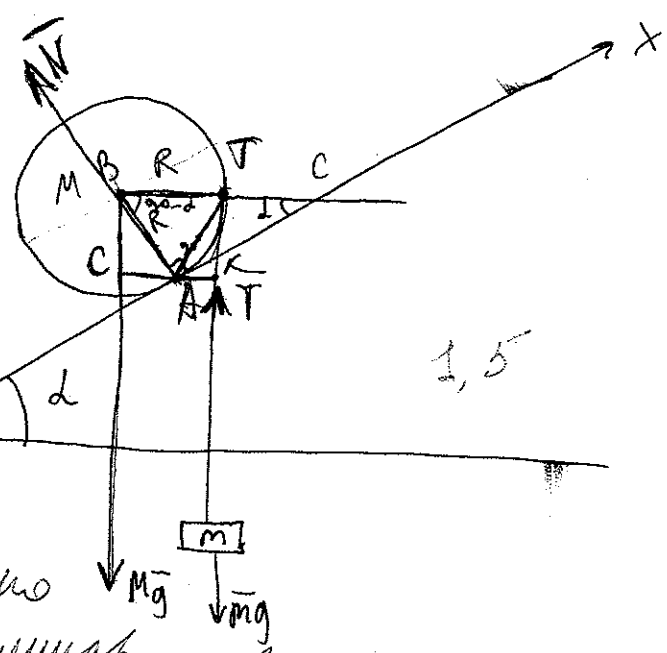
Дано:  $R; M; m$   
 $\alpha$   
 $\alpha$   
Решение:  
~~ИИЯУ МИФИ~~  
1) Часы упились наружные  
хотя-бы в равновесии

Сумма моментов  
вект сил действующих  
на точку касания цилиндра  
и плоскости равна нулю.

Сила тяжести маятника действует по  
часовой и стремится вытолкнуть цилиндр  
по направлению плоскости вверх.

Сила тяжести маятника действует против часовой и мешает цилиндру  
спуститься вниз.

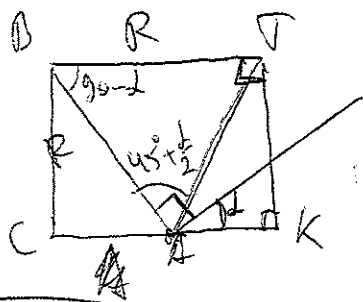
Разными моментами сил относительно точки А:



$a) \angle ABC = 90^\circ - \alpha$   
 $b) \triangle AAT - b/c \Rightarrow \angle AAT = \angle ATA \Rightarrow \angle BAT = \frac{180^\circ - 90^\circ + \alpha}{2} =$   
 $= \frac{90^\circ + \alpha}{2} = 45^\circ + \frac{\alpha}{2}$ , тогда

$\angle TAC = 90^\circ - 45^\circ - \frac{\alpha}{2} = 45^\circ - \frac{\alpha}{2}$

• Расстояние от центра



б) ~~АК~~

$$\angle BAK = 360^\circ - 90^\circ - 90^\circ - 90^\circ + \alpha = 90^\circ + \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \angle TAK = 90^\circ + \alpha - 45^\circ - \frac{\alpha}{2} = 45^\circ + \frac{\alpha}{2}$$

$$2) TA = \sqrt{R^2 + R^2 - 2R \cdot \cos(90^\circ - \alpha)} = R \sqrt{2 - 2\sin \alpha}$$

$$AK = TA \cdot \cos\left(45^\circ + \frac{\alpha}{2}\right) = \sqrt{2 - 2\sin \alpha} \cdot R \cdot \cos\left(\frac{90^\circ + \alpha}{2}\right)$$

$$9) \angle BAC = 180^\circ - 90^\circ - \alpha = 90^\circ - \alpha, \text{ тогда } AC = BA \cos(90^\circ - \alpha) = R \cdot \sin \alpha$$

$$10) M_T = AK \cdot mg = \sqrt{2 - 2\sin \alpha} \cdot R \cos\left(\frac{90^\circ + \alpha}{2}\right) \cdot mg$$

$$M_{Mg} = AC \cdot Mg = R \sin \alpha \cdot Mg, \text{ тогда}$$

$$|M_T| \geq |M_{Mg}| \Rightarrow \sqrt{2 - 2\sin \alpha} \cdot R \cos\left(\frac{90^\circ + \alpha}{2}\right) mg \geq R \sin \alpha \cdot Mg$$

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

$$\sin \alpha \in \left[0; \frac{\pi}{2}\right]$$

$$\Rightarrow \sin \alpha \geq 0 \text{ всегда}$$

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

$$\frac{(1 - \sin \alpha)^2}{\sin^2 \alpha} \geq \frac{M^2}{m^2} \Rightarrow \frac{1 - \sin \alpha}{\sin \alpha} \geq \frac{M}{m}$$

$$\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \geq \frac{M}{m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\sin \alpha} \geq \frac{M}{m} + 1 \Rightarrow \frac{1}{\sin \alpha} \geq \frac{M+m}{m}, \text{ тогда: } \sin \alpha \geq \frac{m}{M+m}$$





Работа по Туполе (ИНЖЕНЕРНАЯ)

Дата 27 февраля  
Вариант № 1  
Площадка написания:  
Шяу МИФИ  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись

Дано:  
ρ - один  
один материал.  
A: T  
B: 2T

Ваше решение:  
и4  
1)  $V_1 + V_2 = V_{общ}$   
 $V_1 = V_1$   
 $V_2 = V_2$   
 $V_1 = \pi R^2 \cdot l$      $V_2 = \pi 4R^2 \cdot 3l$

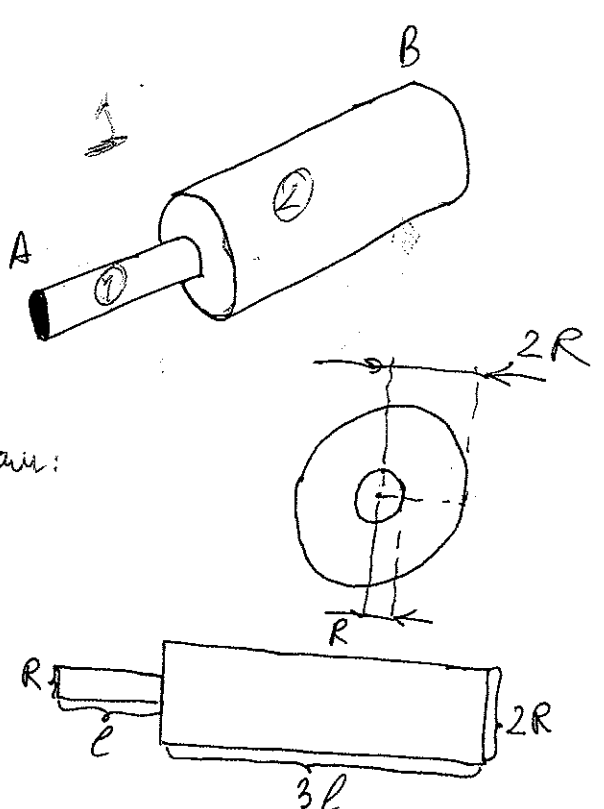
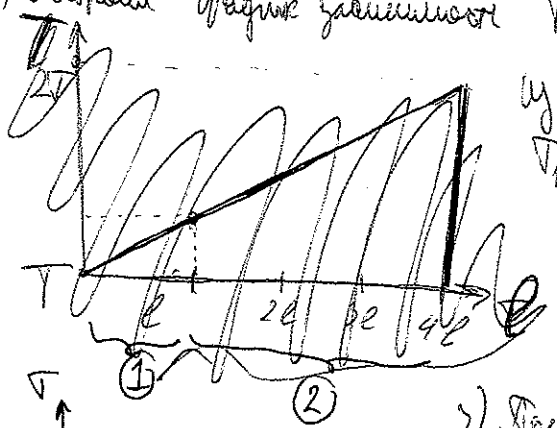
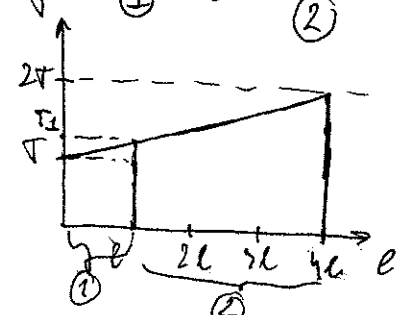


График -?  
2) Построим график зависимости  $V(r)$  всего графика:

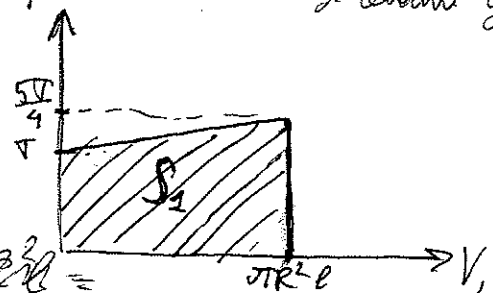


у графика  
 $V_1 - T = \frac{2T - T}{4} = \frac{T}{4} \Rightarrow V_1 = \frac{5T}{4}$



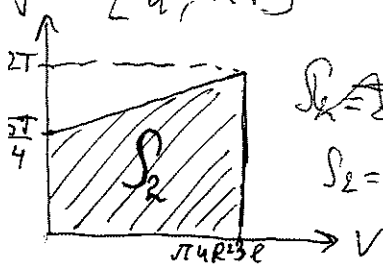
3) Построим график зависимости для каждого тела:  
 $V(r)$ ;  $V_1$  и  $V_2$  зависят от радиуса, так как площадь сечения у 2 деталей

①  $V \in [0; \pi R^2 l]$   
 $T \in [0; \frac{5T}{4}]$



$S_1 = \frac{1}{2} \cdot \pi R^2 l \cdot \frac{5T}{4} = \frac{9T}{8} \pi R^2 l$   
 $= \frac{9T}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \pi R^2 l = \frac{9}{8} T \pi R^2 l$

2)  $V \in [0; \pi 4R^2 3l]$   
 $T \in [\frac{5T}{4}; 2T]$



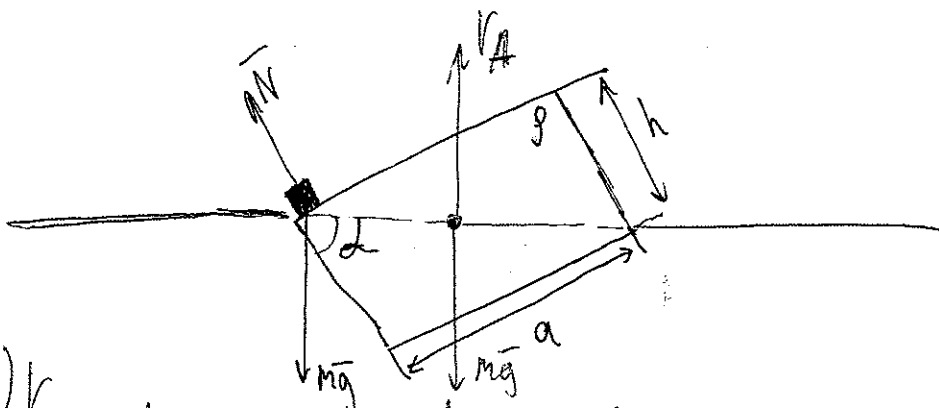
~~$S_2 = \frac{1}{2} \cdot \pi 4R^2 3l \cdot \frac{5T}{4} = 9T \pi R^2 l$~~   
 $S_2 = \frac{1}{2} \cdot \pi 4R^2 3l \cdot \frac{5T}{4} = \frac{39}{2} T \pi R^2 l$

3)  $S_1 + S_2 = V_{обг} \cdot \Delta_1$  (Исчерпанье энергии по закону сохранения энергии, т.к. не происходит работы и вытравивания энергии)

$$9T \cancel{R^2} \ell + \frac{5T}{4} \cancel{R^2} \ell = 13 \cancel{R^2} \ell \Delta_1$$

$$\frac{37T \cancel{R^2} \ell}{4 \cdot 13} = \cancel{R^2} \ell \Delta_1 \Rightarrow \Delta_1 = \frac{37}{52} T$$

а5



Замечание:  
 $p \cdot \frac{h}{a} = 1$   
 $p_0$

1)  $V_{исчерпанье} = \frac{1}{2} V_T = \frac{a^2 \cdot h}{2} \Rightarrow F_A = p V_g = p_0 \cdot g \cdot \frac{a^2 \cdot h}{2} = \frac{a^2 h p_0 g}{2}$  0,5

$$mg F_T = V_T \cdot p \cdot g = a^2 \cdot h \cdot p \cdot g$$

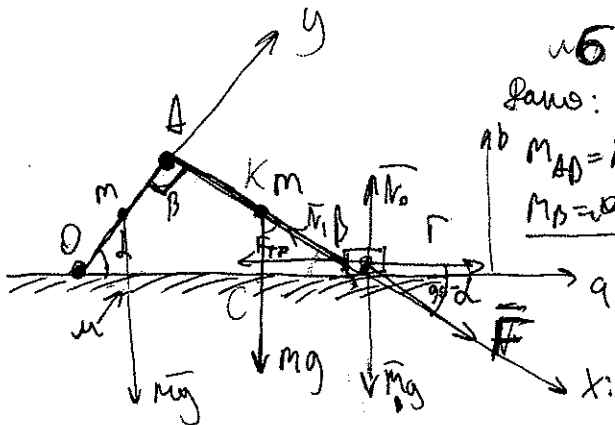


Работа по Физике (Математика)

Дата 27 февраля  
Вариант No 1  
Площадка написания:  
ИИЯУ МИФИ  
ФИО и рег. номер не  
указывать!

**ОЦЕНКА**  
(не заполнять)

1	2	3	4	5	6	ИТОГО	Подпись



$\mu B$   
Дано:  
 $M_{AD} = M_{BA}$   
 $M_B = m g l$

Решение:  
По условию поверхность AB не имеет трения  
будет действовать сила F

Возьмем для AB:

~~$\vec{N}_0 + \vec{F} + \vec{F}_{TP} + \vec{m}g = m\vec{a}$ , где  $\vec{a} = 0$~~   
 ~~$\vec{N}_0 + \vec{F} \cos(\alpha - \beta) = F_{TP}$~~   
 ~~$\vec{N}_0 = F \sin(\alpha - \beta)$~~   
 $\Rightarrow F \cos(\alpha - \beta) = \mu F \sin(\alpha - \beta)$

$\Rightarrow F \sin \alpha = \mu F \cos \alpha$

2) ось r-O:

$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}$

$\frac{mg \cdot \frac{1}{2} l \cos \alpha}{\frac{1}{2} l \cos \alpha} = \frac{F_1}{\cos \alpha} \Rightarrow F_1 = \frac{2mg}{\cos \alpha}$

3)  $F_2 = mg \cos \alpha$  (из  $\Delta KCB$ )

$\Rightarrow F = \frac{2mg}{\cos \alpha} + mg \cos \alpha = \frac{2mg + mg \cos^2 \alpha}{\cos \alpha} = \frac{mg(2 + \cos^2 \alpha)}{\cos \alpha} = \frac{mg(2 + \frac{2}{3}) \cdot 2}{3} = \frac{11mg}{2\sqrt{3}}$

4) По условию поверхность AB не имеет трения  
 $F = F_{TP}$   
 $\mu \cdot F$

0,5

