

**ШИФР**

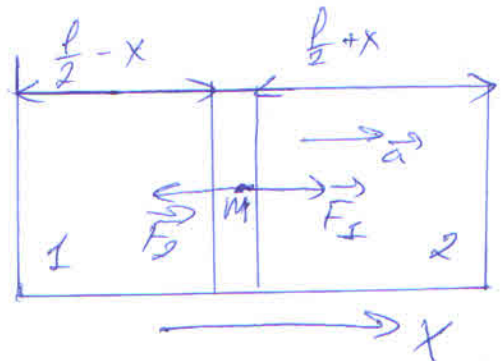
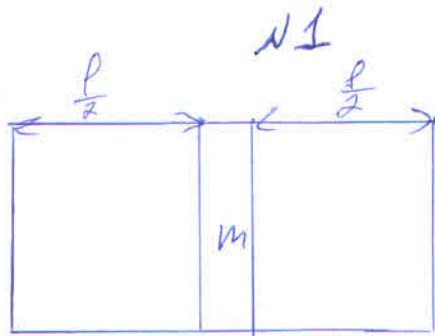
4 3 9 9 5

Класс 11 Вариант 2 Дата Олимпиады 03.02.2019

Площадка написания МБТУ им. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	3	1	5	3	5	5	22	двадцать две	MF

Дано:  $l; m; \rho;$   
 $\rho = ?$



Решение:  
 Выведем шателю из состояния равновесия на малую величину  $x$  ( $x \ll l$ ). Пусть площадь поперечного сечения цилиндра равна  $S$ .  
 Уп-я Менделеева. Кинематика для 1 и 2 частей сосуда:  
 $p_1 V_1 = \rho R T$ ;  $p_2 V_2 = \rho R T$ ;  $v_1 = \frac{dx}{dt}$ ;  $V_1 = (\frac{l}{2} - x)S$ ;  $V_2 = (\frac{l}{2} + x)S$ .

(1)  $p_1 (\frac{l}{2} - x)S = \rho R T$ ; (2)  $p_2 (\frac{l}{2} + x)S = \rho R T$

(1)  $\Rightarrow p_1 = \frac{\rho R T}{(\frac{l}{2} - x)S}$  (2)  $\Rightarrow p_2 = \frac{\rho R T}{(\frac{l}{2} + x)S}$

$p \leq p_H$

II 3-й закон Ньютона:

$0x: F_1 - F_2 = ma$   $ma = -m\ddot{x}$

$p_1 S - p_2 S = -m\ddot{x}$

$\frac{\rho R T S}{(\frac{l}{2} - x)S} - \frac{\rho R T S}{(\frac{l}{2} + x)S} + m\ddot{x} = 0$

$\frac{\rho R T (\frac{l}{2} + x) - \rho R T (\frac{l}{2} - x)}{\frac{l^2}{4} - x^2} + m\ddot{x} = 0 \Leftrightarrow \frac{2\rho R T x}{\frac{l^2}{4} - x^2} + m\ddot{x} = 0$

№1 (продолжение).  
 М. и  $x \ll l$ , то  $x^2 \rightarrow 0$ , то счит-ю к  $\frac{\rho^2}{4}$ .  $\Rightarrow$

$$\frac{8\rho RT x}{m l^2} + m x = 0 - \text{уравнение гармонических колебаний.}$$

$$\omega = \frac{1}{l} \sqrt{\frac{8\rho RT}{m}} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi l \sqrt{\frac{m}{8\rho RT}} = \pi l \sqrt{\frac{m}{2\rho RT}}$$

Ответ:  $\pi l \sqrt{\frac{m}{2\rho RT}}$  (4) (3)

№2. №3

Дано:  $U_0 = 200 \text{ В}$   
 $U_1 = ?$

Решение:

Кол-во тепла, передаваемое термометру со  
 установленной зеркалом:

$$Q_0 = \frac{U_0^2}{R} \Delta t$$

Если установить идеального отражающего зеркала тепло,  
 уходящее в одну сторону от термометра зеркалом, будет воз-  
 вращаться и  $\uparrow$  температуру.

Воздух симметрично нагревается:

$$Q_1 = 2Q_0 = \frac{U_1^2}{R} \Delta t$$

$$Q_1 = \frac{Q_0}{2} \quad (\text{чтобы т-ра не изменилась})$$

$$\frac{U_1^2}{R} \Delta t = \frac{U_0^2}{2R} \Delta t \Rightarrow U_1 = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

$U_1 \approx 141 \text{ В}$  Ответ: 141 В

(4) (5)

$(a \cdot b)c = a(bc)$

$E = mc^2$

$\frac{1}{2}mv^2$

ШИФР

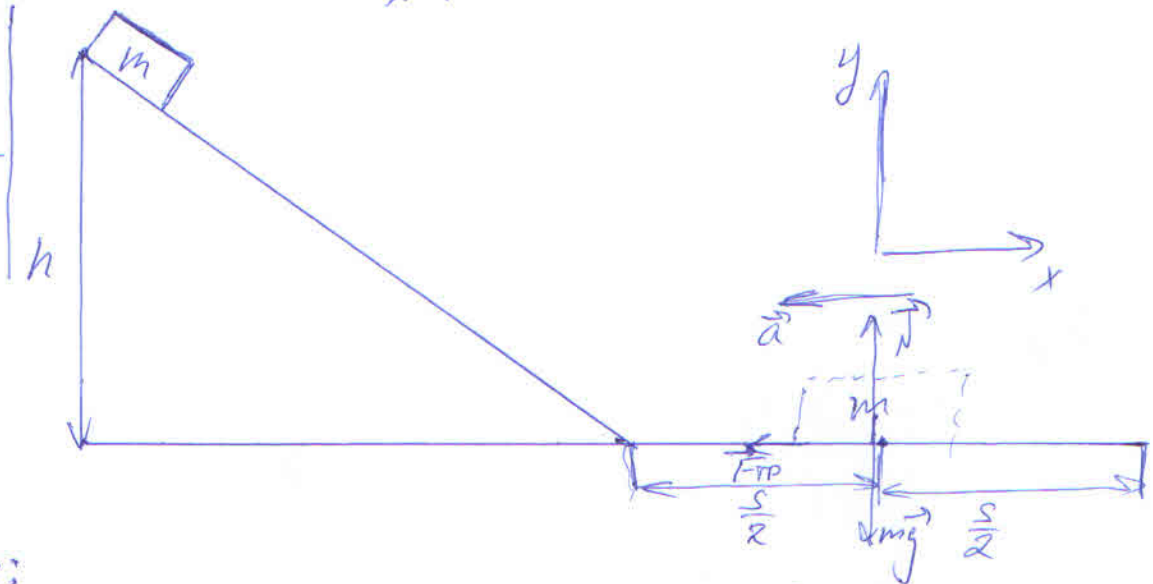
4 3 9 9 5

14

Дано:  $h, b,$

$\rho, \mu$

$m = ?$



Решение:

Запишем закон изм-я мех. механической э-ии;

$0 - mgh = -A_{тр}$

(1);  $mgh = \mu N \cdot S$ , где  $S$  - расстояние, пройденное бруском по горизонтальной поверхности  $m$ -ии.

Запишем II 3-к Ньютона:

$Ox: -F_{тр} = -ma \Leftrightarrow F_{тр} = ma \Leftrightarrow \mu N = ma \Leftrightarrow \mu mg = ma \Rightarrow a = \mu g$  (3)

$Oy: N = mg \rightarrow (1): mgh = \mu mg S$  (2)

~~$P = \frac{A_{тр}}{\frac{S}{2}} = \frac{2A_{тр}}{S} = \frac{2\mu mg S}{S}$~~

$P = \frac{F_{тр} \cdot (\frac{S}{2})}{\Delta t} = \frac{F_{тр} S}{2\Delta t} = \frac{\mu mg S}{2\Delta t} \Rightarrow \mu mg = \frac{2P\Delta t}{S} \rightarrow (2)$

$mgh = 2P\Delta t$  (4)

(3):  $a = \mu g$

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

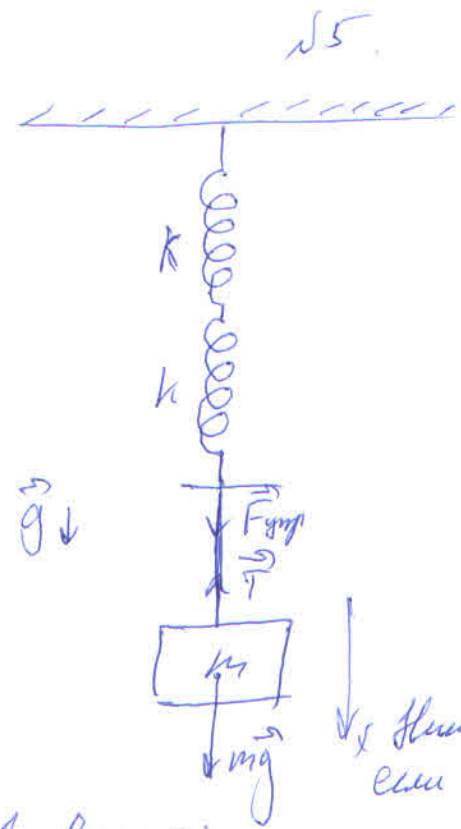
$a = \frac{\sqrt{2gh}}{\Delta t}$

$\mu g = \frac{\sqrt{2gh}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\sqrt{2gh}}{2\mu g}$

З. С. Э.:  $mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$  - скорость в начале движения по горизонтальной поверхности  $v_k = 0$  - тело останавливается

$\Delta v = \sqrt{2gh} \Rightarrow mgh = \frac{2P}{2\mu g} \sqrt{2gh} \Rightarrow m = \frac{2P}{\mu g} \sqrt{\frac{2}{gh}}$  (3)

Дано:  $k; m;$   
 $A - ?$



Решение:

Общая жесткость пружин:

$$\frac{1}{k_0} = \frac{1}{k} + \frac{1}{k} \Rightarrow k_0 = \frac{k}{2}$$

Д-во:

$$\sigma = ES; \sigma = \frac{\Delta L}{L} E$$

$$\frac{F}{S} = \frac{\Delta L}{L} E \Rightarrow F = \frac{ES}{L} \Delta L$$

длина в 2 раза больше при 2-х пружинах  $\Rightarrow$

$$k_0 = \frac{k}{2}$$

↓  $x$  Масса ~~не~~ будет все время наименьшей, если пружина не будет растягиваться.

Условие равновесия:

Ох:  $mg = F$      $|F| = |F_{\text{упр}}|$  - III закон Ньютона.

$$mg = F_{\text{упр}}$$

$$mg = k_0 A \Rightarrow mg = \frac{k}{2} A \Rightarrow A = \frac{2mg}{k}$$

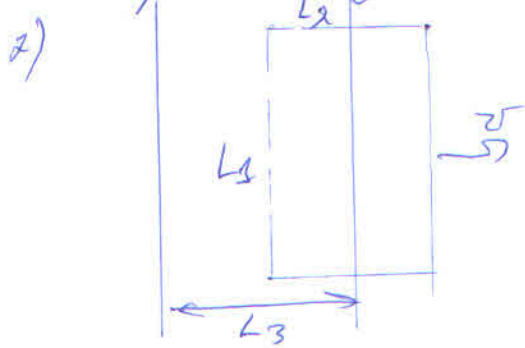
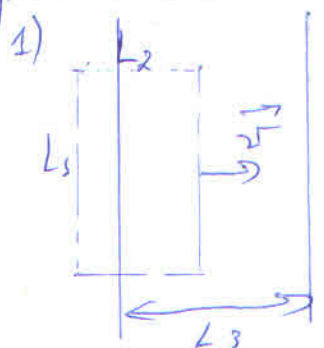
макс. зн-е, при ном. пружина в процессе колебаний не будет растягиваться.

Ответ:  $\frac{2mg}{k}$     (4)    (5)

Дано:  $R = 1 \text{ Ом};$   
 $v = 50 \text{ м/с}; B = 0,5 \text{ Тл};$   
 $L_1 = 0,3 \text{ м}; L_2 = 0,05 \text{ м}$

Решение: N6.

$Q = \frac{\mathcal{E}_i^2}{R} \Delta t$ , т.е.  $Q$  воз-ст при воз-ии  $\mathcal{E}_i$ . По условию длина это будет происходить в моменты, когда магнитный поток изменяется: при входе проводника в магн поле и при выходе.



$Q_1 = \frac{\epsilon_{i1}^2}{R} \Delta t_1 = \frac{B^2 S^2}{\Delta t_1^2} \Delta t_1 = \frac{B^2 L_1^2 L_2^2}{\Delta t_1}$   $\sqrt{6}$  (упрощение)  
 $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \frac{L_2}{v}$

$\epsilon_{i1} = \left| -\frac{\Delta \varphi}{\Delta t_1} \right| = \left| -\frac{B(0-S)}{\Delta t_1} \right| = \frac{BS}{\Delta t_1}; S = L_1 L_2$

$Q_2 = \frac{\epsilon_{i2}^2}{R} \Delta t_2 = \frac{B^2 L_1^2 L_2^2}{\Delta t_2}$

$\epsilon_{i2} = \left| -\frac{\Delta \varphi}{\Delta t_2} \right| = \left| -\frac{B(S-0)}{\Delta t_2} \right| = \frac{BS}{\Delta t_2}; S = L_1 L_2$

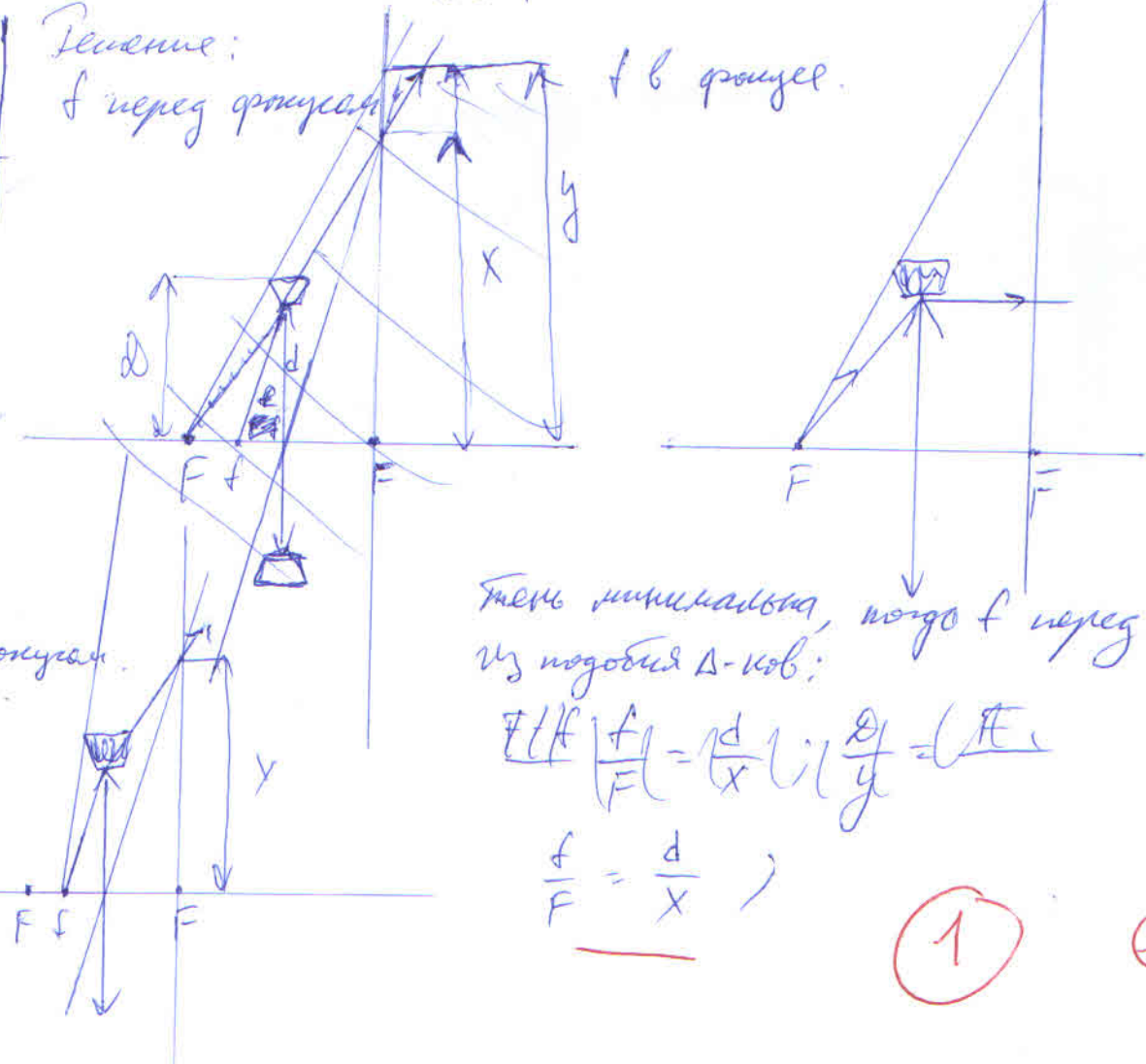
$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{2B^2 L_1^2 L_2^2}{\frac{L_2}{v}} = 2B^2 L_1^2 L_2 v$

(4) (5)

$Q = 2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,05 \cdot 50 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}; 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$

Дано:  $F, d, \theta, f$   
 Найти: ?

Решение:  
 $f$  перед фокусом  $f < b$  фокус



Тема: минимальная, когда  $f$  перед фокусом.  
 Из подобия  $\Delta$ -ков:

$\frac{F(f)}{F} = \frac{d}{x} \text{ и } \frac{\theta}{y} = \frac{F}{x}$

$\frac{f}{F} = \frac{d}{x}$

(1) (2)