



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Пшеничных Даниил Юрьевич**

Класс: 11

Технический балл: **91**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9218487

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>91</i>
Вопрос	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>10</i>	

Условия

Задача
N1.3.1

Дано:

$$M = 1 \text{ м}$$

$$N = 2 \text{ Вт}$$

$$n = 3$$

$$n = \frac{M}{m}$$

$$\mu = 0,3$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

x = ?

Ищем:

сила и атмосферное давление вращается вокруг своей
вертикали с угловой скоростью $\omega = \mu \omega$

Согласно второму закону Ньютона

$$N = mg = \frac{Mg}{n} \text{ - при атмосферном давлении.}$$

$$ma = F_{\text{уп}}$$

 a - ускорение атмосферного давления относительно земли

$$a = \mu g$$

Согласно второму закону Ньютона при вращении: $Ma_g = F_{\text{уп}}$ a_g - ускорение земли относительно земли.

$$Ma_g = \frac{\mu Mg}{n}$$

$$a_g = \frac{\mu g}{n}$$

Ускорение атмосферного давления относительно земли:

$$\bar{a}_{ag} = \bar{a}_a - \bar{a}_g$$

$$a_{ag} = a_a + a_g = \mu g + \frac{\mu g}{n} = \frac{\mu g (n+1)}{n}$$

$$v = \frac{v^2}{\lambda a_{ag}} = \frac{v^2 \cdot n}{2 \mu g (n+1)}$$

$$N = F_{\text{уп}} \cdot \sigma$$

$$T = \frac{Nn}{Mg}$$

$$x = \frac{N^2 n^3}{2 M^2 g^2 \mu (n+1)} = \frac{(2 \text{ Вт})^2 \cdot 3^3}{2 \cdot (1 \text{ м})^2 \cdot (10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})^2 \cdot 0,3 \cdot (3+1)} = \cancel{0,45 \text{ м}} \cdot 0,045 \text{ м}$$

Ответ: $x = \cancel{0,45 \text{ м}} \cdot 0,045 \text{ м}$

Вопрос:

Решит $\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \dots$ - сумма элементов инерционных
моментов равна сумме моментов инерции. ①

Условием

Задача 2.2.1

Дано:

$$m = 5 \text{ кг}$$

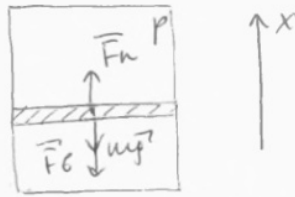
$$V_2 / n = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t = 100^\circ \text{C}$$

$$S = 0,01 \text{ м}^2$$

$$\rho = 10^4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$x = ?$$



$$m \vec{a} = m \vec{g} + \vec{F}_g + \vec{F}_n$$

 $a = 0$ - поршень находится в равновесии

$$F_n = p_0 S$$

при $t = 100^\circ \text{C}$ давление насыщенного пара равнодавлению p_0 .

$$F_g = p \cdot S$$

 p - давление пара

$$O_x: 0 = p_0 S - p S - mg$$

$$p S = p_0 S - mg$$

$$p = \frac{p_0 S - mg}{S}$$

$$p_0 V = p V_1$$

$$V_1 = V + Sx$$

$$p_0 V = \left(\frac{p_0 S - mg}{S} \right) (V + Sx)$$

$$p_0 V = p_0 V + p_0 Sx - \frac{mgV}{S} - mgx$$

$$mgx = p_0 Sx + \frac{mgV}{S}$$

$$x = \frac{mgV}{S(p_0 - p_0 S)} = \frac{5 \text{ кг} \cdot 10^4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{0,01 \text{ м}^2 \cdot (5 \cdot 10^4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 10^5 \text{ Па})} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5 \text{ мм}$$

Ответ: $x = 5 \text{ мм}$ Вопрос: Абсолютной влажностью воздуха (ρ) называют плотность паров воды в воздухе.Относительной влажностью воздуха (φ) называют отношение абсолютной влажности воздуха ρ к плотности ρ_0 насыщенного пара при той же температуре, выраженное в процентах: $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$.

(2)

Черновик

Вопрос:

Непроблемность - под действием разряда электронов из проводников
к равности потенциалов между ними проводником и сердцем.

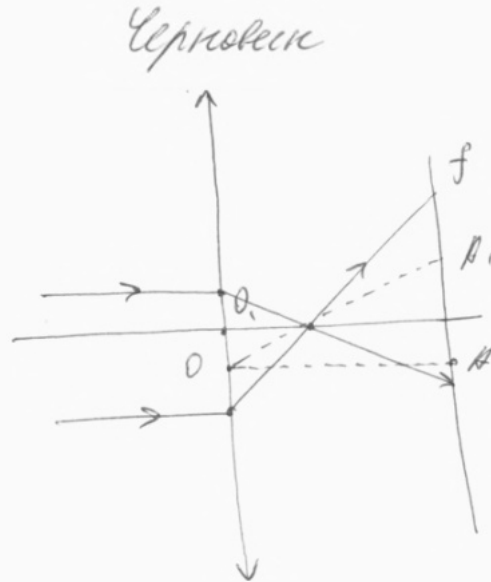
$$C = \frac{Q}{U} \text{ или } C = \frac{E \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}, \text{ где } E - \text{размерность электрического поля.}$$

ϵ_0 - диэлектрическая проницаемость

S - площадь обкладок

d - расстояние между ними.

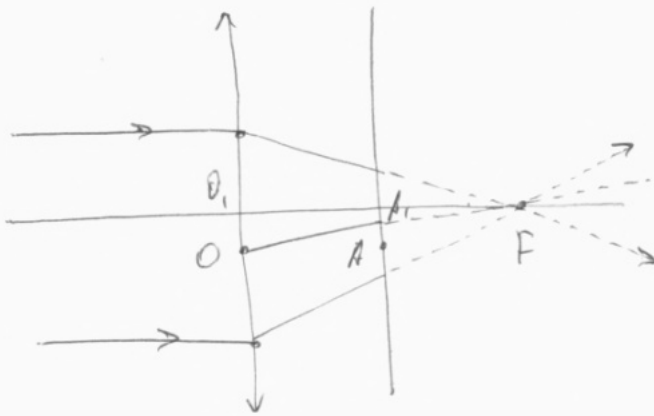
Задача 4.3.1.

 $f = ?$ $l = 20 \text{ см}$ $b = 0,5 \text{ см}$ $\delta = 1 \text{ см}$  $OO_1 = b$ $AA_1 = \Delta$

$$\frac{\delta}{\Delta} = \frac{F}{L}$$

$$F = \frac{\delta \cdot L}{\Delta} = \frac{0,5 \text{ см} \cdot 20 \text{ см}}{1 \text{ см}} = 10 \text{ см}$$

Если экран ~~находится~~ ^{расположен} между линзой и фокусом:



$$\frac{\delta}{F} = \frac{\Delta}{L} \Rightarrow F = \frac{\delta \cdot L}{\Delta}$$

Это означает, что расстояние не зависит от того, как расположен экран по отношению к линзе.

Ответ: $F = 10 \text{ см}$.

Вопрос: Главной фокус линзы — точка, в которой пересекаются лучи после прохождения в объективной линзе, падающие на неё параллельно ~~оптической~~ оптической оси.

Черновики

Задача 4.3.1.

Линза рассеивающая, утолщена в центре. Фокус f перпендикулярно направлению лучей, f — это расстояние в линзе, если лучи падают на линзу перпендикулярно главной оптической оси.

Выводное расстояние — расстояние от оптического центра линзы до ее главного фокуса.

У собирающей линзы фокус положительный, у рассеивающей $f < 0$, у рассеивающей линзы фокус отрицательный $\Rightarrow f < 0$

$f > 0$, у рассеивающей линзы фокус отрицательный $\Rightarrow f < 0$

Отрицательная сила линзы — биплинза, обратная фокусному расстоянию

$D = \frac{1}{f}$, где D — оптическая сила линзы.

Если $D > 0$ — линза собирающая.

$D < 0$ — линза рассеивающая.

Условие

Задача 3.5.1

Дано:

$$\frac{v_1 - ?}{v_1}$$

$$m = 100 \text{ г}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$v_0 = 0$$

$$\epsilon = 13 \frac{\text{км км}}{\text{м}^2}$$

$$q = +3 \text{ мк Кл}$$

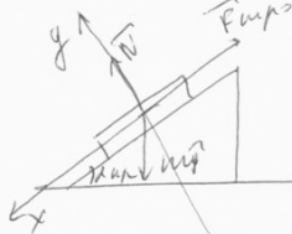
$$\epsilon_0 = 8 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$$

$$\rho = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Решение:

Если масса не меняется при давлении, но есть давление, то действующая сила $F_{\text{др}} = \mu N$

Составляющие силы по закону Ньютона:



$$O_x: 0 = mg \sin \alpha - \mu N$$

$$O_y: 0 = N - mg \cos \alpha$$

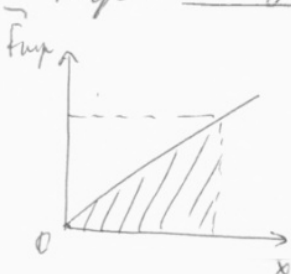
$$\mu = \tan \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Масса не меняется, следовательно часть на шероховатую $\Delta E_k = A_{\text{др}} + A_{\text{мом}}$

$A_{\text{мом}} = mg l \sin \alpha$, где l - путь движения.

$F_{\text{др}} = \frac{\mu N}{L} \cdot x$, где x - путь движения, который и является массой относительно шероховатой поверхности.

$$F_{\text{др}} = \frac{\mu mg \cos \alpha \cdot x}{L}$$



($A_{\text{др}}$) будет равно площади фигуры под графиком

$$F_{\text{др}}(x)$$

$$A_{\text{др}} = \frac{\mu mg \cos \alpha \cdot L}{2}$$

$$\Delta E_k = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = mg l \sin \alpha - \frac{\mu mg \cos \alpha \cdot L}{2}$$

$$E = \frac{6}{2\epsilon_0}$$



$$\Delta E_k = A_{\text{др}} + A_{\text{мом}}$$

Составляющие силы по закону Ньютона:

$$O_y: 0 = N + F_m - mg \cos \alpha$$

$$F_m = E q$$

H

Условием

Задача 3.5.1

$$N_2 = mg \cos \alpha - Eq$$

$$F_{\text{упр}2} = \frac{\mu N_2 x}{l} = \frac{\mu (mg \cos \alpha - Eq) x}{l}$$

$$F_{\text{упр}} = - \frac{\mu (mg \cos \alpha - Eq) l}{l}$$

$$\Delta E_{k2} = \frac{m v_2^2}{2}$$

$$\frac{m v_2^2}{2} = mg l \sin \alpha - \frac{\mu (mg \cos \alpha - Eq) l}{l}$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{mg \sin \alpha - \frac{\mu (mg \cos \alpha - Eq)}{l}}{mg \sin \alpha - \frac{\mu mg \cos \alpha}{l}} =$$

$$= \frac{2 \sin \alpha - \mu (\cos \alpha - \frac{qE}{mg})}{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha} = \frac{2 \sin \alpha - \mu (\cos \alpha - \frac{qE}{2E_0 mg})}{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{2 \sin \alpha - \mu (\cos \alpha - \frac{qE}{2E_0 mg})}{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha}} =$$

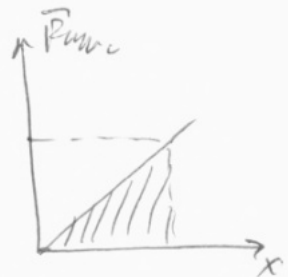
$$= \sqrt{\frac{2 \sin 30^\circ - \frac{1}{\sqrt{3}} (\cos 30^\circ - \frac{3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} \cdot 3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}}{\lambda \cdot 9 \cdot 10^{14} \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 10^{-19} \frac{\text{кг}}{\text{с}^2}})}{2 \sin 30^\circ - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \cos 30^\circ}} = 1,26$$

Ответ: 1,26

Вопрос: минимальное - это отношение заряда основной проволоки к разности потенциалов между ~~этой~~ этой проволокой и осевым

$\epsilon = \frac{Q}{U}$ или $\epsilon = \frac{Q \cdot E_0 \cdot S}{d}$, где E - электрическое поле проволоки
 E_0 - электрическое поле
 S - площадь сечения
 d - расстояние между ними

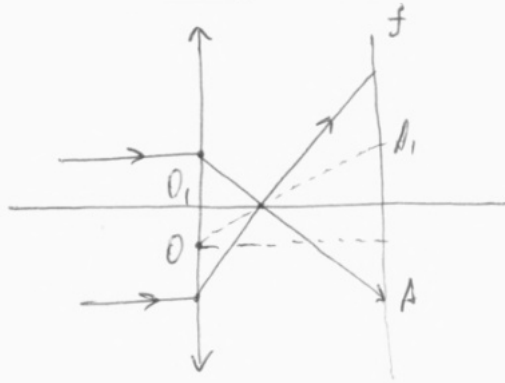
(4)



Условие

Задача 4.3.1

$$\begin{array}{|l} f - ? \\ \hline L = 20 \text{ см} \\ \delta = 0,5 \text{ см} \\ \Delta = 1 \text{ см} \end{array}$$



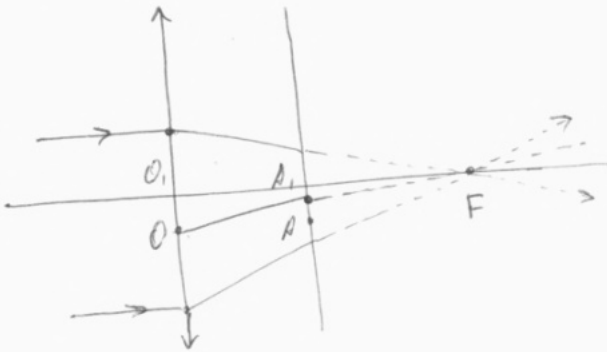
$$OO_1 = \delta$$

$$AA_1 = \Delta$$

$$\frac{\delta}{\Delta} = \frac{F}{L}$$

$$F = \frac{\delta \cdot L}{\Delta} = \frac{0,5 \text{ см} \cdot 20 \text{ см}}{1 \text{ см}} = 10 \text{ см}$$

Если экран расположен между линзой и фокусом:



$$\frac{F}{F} = \frac{\Delta}{L}$$

$$F = \frac{\delta \cdot L}{\Delta}$$

Это означает, что экран не является тем, как экраном, экран по отношению к линзе.

Ответ: $F = 10 \text{ см}$

Вопрос: Каким фокус линза - точка, в которой пересекаются лучи после прохождения в собирающей линзе, параллельные ей параллельно оптической оси.

Линза рассеивающая, зная в главном фокусе пересекаются преломленные лучи, параллельные ей. Если лучи параллельны ей параллельно главной оптической оси.

Вопрос: расстояние - расстояние от оптического центра линзы

(5)

3

Шевцован

Задача 4.3.1.

рО еО плоско фокус.

У собирающей линзы фокус действительный, а
 значит $F > 0$, у рассеивающей линзы мнимый $\rightarrow F < 0$

Отношение всех линз - величина, обратная фокусному расстоянию.

$P = \frac{1}{F}$, где D - оптическая сила линзы.

Если $D > 0$ - линза собирающая

$D < 0$ - линза рассеивающая.

Цепочка

Задача 2.2.1

Дано:

$m = 5 \text{ м}$

$v = 1 \text{ м}$

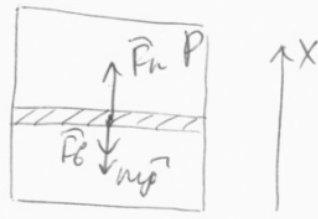
$t = 100^\circ \text{C}$

$S = 0,01 \text{ м}^2$

$\rho = 10 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$

$p_0 = 10^5 \text{ Па}$

$x = ?$



$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_g + \vec{F}_u$

$a = 0$ - поршень находится в равновесии

$F_u = p \cdot S$

при $t = 100^\circ \text{C}$ давление нагреваемого

воздуха равно давлению

$F_g = p \cdot S$

p - давление воздуха

$0 = p \cdot S - p \cdot S - mg$

$p \cdot S = p_0 \cdot S - mg$

$p = \frac{p_0 \cdot S - mg}{S}$

$p_0 V = p V_1$

$V_1 = V + Sx$

$p_0 V = \left(\frac{p_0 S - mg}{S} \right) (V + Sx)$

$p_0 V = p_0 V - \frac{mgV}{S} + p_0 Sx - \frac{mgSx}{S}$

$p_0 V = p_0 V + p_0 Sx - \frac{mgV}{S} - mgx$

$mgx = p_0 Sx = \frac{mgV}{S}$

$mgx = p_0 Sx + \frac{mgSx}{S}$

$x = \frac{mgV}{S(p_0 S - mg)} = \frac{5 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{0,01 \text{ м}^2 \cdot (10^5 \text{ Па} - 10 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3} \cdot 0,01 \text{ м}^2 \cdot 10 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3})} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{10^5 - 10^5} = 0$

$x = \frac{mgV}{S(p_0 S - mg)}$

Handwritten calculations for the denominator:

$$\frac{19990}{5/40} - \frac{100000}{99950} = \frac{99950}{119990} = \frac{49}{45} = \frac{5}{50-100}$$

Ответ:

Возраст: Абсолютное давление воздуха (p) в цилиндре находится в равновесии с давлением воздуха.



Задание 2.4.1.
 Отв: $\varphi = \frac{P}{P_0} \cdot 100\%$

Через Черновки

Относительное изменение объема φ равно отношению абсолютного изменения объема ΔV к исходному объему V_0 при той же температуре, выраженное в процентах.

Черный

Задача 3.5.1

Дано:

$$v_2 = ?$$

$$v_1 = ?$$

$$m = 100 \text{ г}$$

$$\alpha_{\text{нр}} = 30^\circ$$

$$v_0 = 0$$

$$\epsilon = 13 \frac{\text{мкКн}}{\text{м}^2}$$

$$q = +3 \text{ мкКн}$$

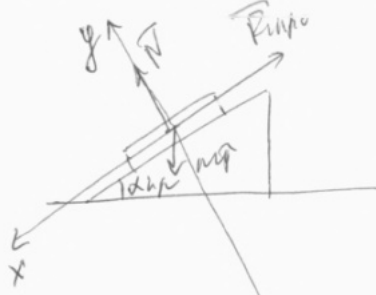
$$\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$$

$$\rho = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Решение:

Если двигаться понашему при $\alpha_{\text{нр}}$, то сила трения
назад, действующая на нас: $F_{\text{тр}} = \mu N$

Силама вправо по направлению:



$$O_x: 0 = mg \sin \alpha_{\text{нр}} - \mu N$$

$$O_y: 0 = N - mg \cos \alpha_{\text{нр}}$$

$$0 = \mu mg \sin \alpha_{\text{нр}} - \mu mg \cos \alpha_{\text{нр}}$$

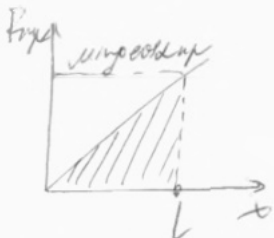
$$\mu = \tan \alpha_{\text{нр}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Механика переходом с одной части на другую

$$\Delta E_k = A_{\text{тр}} + A_{\text{мех}}$$

 $A_{\text{мех}} = mg l \sin \alpha_{\text{нр}}$, где l - длина механизма ~~l - длина механизма~~ $F_{\text{тр}} = \frac{\mu m g}{l} \cdot x$, где x - длина механизма, которая и равна
полю механизму от начала на шероховатой поверхности.

$$F_{\text{тр}} = \frac{\mu m g \cos \alpha_{\text{нр}} \cdot x}{l}$$

 $|F_{\text{тр}}|$ будет равно модулю силы по уравнению

$$F_{\text{тр}}(x)$$

$$A_{\text{тр}} = - \frac{\mu m g \cos \alpha_{\text{нр}} \cdot l}{2}$$

$$\Delta E_k = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = mg l \sin \alpha_{\text{нр}} - \frac{\mu m g \cos \alpha_{\text{нр}} \cdot l}{2}$$

Если рассмотреть ρ и μ и $\alpha_{\text{нр}}$ заданы, то можно
определить, но механика, физика по решению механики. (9)

Условие

Задача 3.51

Находим в однородном неэлектризованном поле напряженности

$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, перпендикулярно поверхности пластины



$$\delta E_{\Sigma 2} = \Delta p_{\Sigma 2} + \Delta m_{\Sigma 2}$$

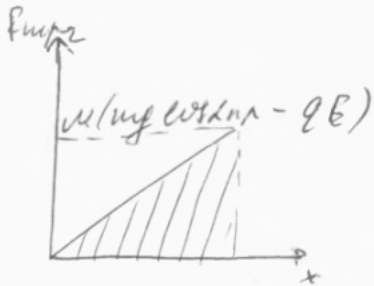
Составим уравнение равновесия

$$Oy \quad 0 = N_2 + F_{\text{тр}} - mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = E \cdot q$$

$$N_2 = mg \cos \alpha - Eq$$

$$F_{\text{эл} \Sigma 2} = \frac{\mu N_2}{L} = \frac{\mu (mg \cos \alpha - Eq)}{L}$$



$$A_{\text{эл}} = \frac{\mu (mg \cos \alpha - Eq) L}{2}$$

$$\delta E_{\Sigma 2} = \frac{m v_2^2}{2L}$$

$$\frac{m v_2^2}{2} = mg L \sin \alpha - \frac{\mu (mg \cos \alpha - Eq) L}{2}$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{mg L \sin \alpha - \frac{\mu (mg \cos \alpha - Eq) L}{2}}{mg L \sin \alpha - \frac{\mu mg \cos \alpha L}{2}}$$

$$= \frac{2 \sin \alpha - \mu \left(\cos \alpha - \frac{qE}{mg} \right)}{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha} = \frac{2 \sin \alpha - \mu \left(\cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon_0 mg} \right)}{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{2 \sin \alpha - \mu \left(\cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon_0 mg} \right)}{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha}} = \frac{2 \sin 30^\circ - \frac{1}{3}}{2 \sin 30^\circ - \frac{1}{3}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \sin 30^\circ - \frac{1}{3} \left(\cos 30^\circ - \frac{3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м} \cdot 3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}}{2 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \right)}{2 \sin 30^\circ - \frac{1}{3} \cdot \cos 30^\circ}} = 1,26$$

Ответ: 1,26

(10)