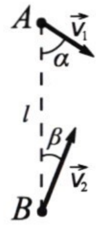
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло:

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ км друг от друга (см. рис.) Скорость корабля $V_1 = 8$ м/с, угол $\alpha = 60^0$, угол $\beta = 30^0$ Скорость V_2 торпеды такова, что торпеда попадет в цель.



1) Найдите скорость V_2 торпеды.

2) На каком расстоянии S будут находиться корабль и торпеда через $T = 25$ с?

2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол α, $\sin\alpha = 0,6$. Из минометa, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом β к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 1,8$ км от точки старта.

1) Под каким углом β к поверхности склона произведен выстрел?

2) Найдите максимальную дальность L стрельбы из такого миномета на горизонтальной поверхности. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. Величина ускорения бруска $a = 2$ м/с^2. Пластилиновый шарик, движущийся по вертикали, падает на брусок и прилипает к нему, а брусок останавливается. Продолжительность полета шарика до соударения $T = 0,2$ с. Начальная скорость шарика нулевая.

1) Найдите скорость V_1 шарика перед соударением.

2) Найдите скорость V_2 бруска перед соударением.

Движение шарика до соударения – свободное падение. Массы бруска и шарика одинаковы.
Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.
Быстрые процессы торможения бруска и деформации пластилина заканчиваются одновременно. В этих процессах действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

4. Два одинаковых шарика движутся по взаимно перпендикулярным прямым и слипаются в результате абсолютно неупругого удара. После слипания скорость шариков $V = 25$ м/с. Скорость одного из шариков перед слипанием $V_1 = 30$ м/с.

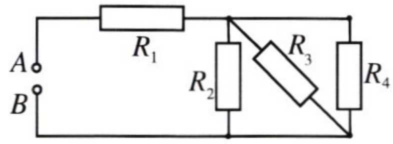
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ ^{0}C. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 8$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2, R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?

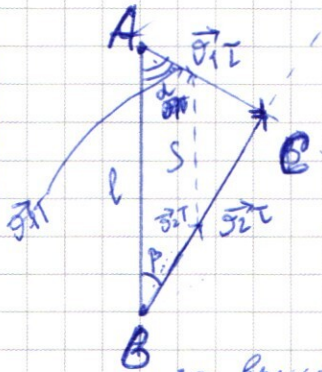


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

$\vartheta_1 = 8 м/с$
$l = 0{,}8 км = 800 м$
$\alpha = 60°$
$\beta = 30°$
$T = 25 с$
$S, \vartheta_2 - ?$

V_1 и V_2 буду писать как ϑ_1 и ϑ_2.



Раз торпеда попадает в корабль, что через какое-то время τ после выпуска торпеды они находятся в 1 точке, значит вектора их перемещений за время τ сойдутся в 1 точке. Торпеда и корабль движутся прямолинейно и равномерно, поэтому вектора их перемещений за время τ равны $\vec{\vartheta_2}\tau$ и $\vec{\vartheta_1}\tau$ соответственно. Пусть их точка встречи C, тогда рассмотрим т. синусов для ΔABC:

$$\frac{AC}{\sin\beta} = \frac{BC}{\sin\alpha}; \quad \frac{\vartheta_1\tau}{\sin\beta} = \frac{\vartheta_2\tau}{\sin\alpha}; \quad \frac{\vartheta_1}{\sin\beta} = \frac{\vartheta_2}{\sin\alpha}; \quad \vartheta_2 = \vartheta_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$$

$$\vartheta_2 = 8 м/с \cdot \frac{\sqrt{3}\cdot 2}{2\cdot 1} = 8\sqrt{3} м/с \approx 14 м/с$$

Найдем время τ, прошедшее от момента пуска ракеты до столкновения торпеды и корабля.

В ΔABC $\angle A = \alpha = 60°$, $\angle B = \beta = 30°$ => $\angle C = 90°$, тогда по т. Пифагора для ΔABC $l^2 = \vartheta_1^2\tau^2 + \vartheta_2^2\tau^2$;

$$\tau = \sqrt{\frac{l^2}{\vartheta_1^2 + \vartheta_2^2}} = \frac{l}{\sqrt{\vartheta_1^2 + \vartheta_2^2}}, \quad \tau = \frac{800 м}{\sqrt{8^2 м^2/с^2 + 8^2\cdot 3 м^2/с^2}} = 50 с$$

Заметим, что $\tau = 2T$, значит вектора перемещений корабля и торпеды за время T будут равны половинам векторов перемещения их за время τ, значит отрезок, соединяющий концы векторов перемещений за время T (равный S), будет средней линией △ABC. Значит, $S = l/2$;

$$S = 800м/2 = 400м$$

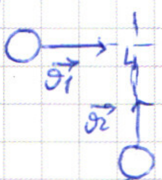
Ответ: $S = 400м$, $\vartheta_a \approx 14 м/с$

№4

Буду писать V, V_1, V_2 как ϑ, ϑ_1 и ϑ_2.

$\vartheta = 25 м/с$	
$\vartheta_1 = 30 м/с$	
$\Delta t = 1{,}35°C$	
$c, \vartheta_2 - ?$	

Пусть масса шариков m (они одинаковы).



~~Т.к. слипание шары~~

Раз произошёл абсолютно неупругий удар, то справедливы следующие ур-я (по ЗСЭ и ЗСИ)

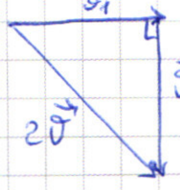
1. $\vec{p_1} + \vec{p_2} = \vec{p}$, где $\vec{p_1}$ – импульс 1 шарика перед слипанием, $\vec{p_2}$ – импульс 2 шарика перед слипанием, $\vec{p}$ – импульс слипшихся шариков.

2. $E_1 = E_2 + Q$, где E_1 – энергия системы до слипания, E_2 – энергия системы после слипания, Q – тепловыделение системы в момент слипания. (масса системы после слипания $2m$)

Исходя из 1 ур-я:

$$m\vec{\vartheta_1} + m\vec{\vartheta_2} = 2m\vec{\vartheta} \quad |:m \quad (т.к.\ m \neq 0)$$

$$\vec{\vartheta_1} + \vec{\vartheta_2} = 2\vec{\vartheta}$$ – нарисуем этот треугольник скоростей.



Т.к. по условию $\vec{\vartheta_1} \perp \vec{\vartheta_2}$, то по т. Пифагора $4\vartheta^2 = \vartheta_1^2 + \vartheta_2^2$; $\vartheta_2 = \sqrt{4\vartheta^2 - \vartheta_1^2} =$

$= \sqrt{(2\vartheta - \vartheta_1)(2\vartheta + \vartheta_1)}$; $\vartheta_2 = \sqrt{(50м/с - 30м/с)(50м/с + 30м/с)} =$

$= \sqrt{20м/с \cdot 80м/с} = 40м/с$

Исходя из 2 ур-я:

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 (продолжение)

$$\frac{m\vartheta_1^2}{2}+\frac{m\vartheta_2^2}{2} = \frac{(2m)\vartheta^2}{2} + mc\Delta t + mc\Delta t \quad \Big|:m \quad (m\neq 0)$$

$\frac{\vartheta_1^2+\vartheta_2^2-2\vartheta^2}{2} = 2c\Delta t$; т.к. $\vartheta_1^2+\vartheta_2^2 = 4\vartheta^2$ (см. выше), то

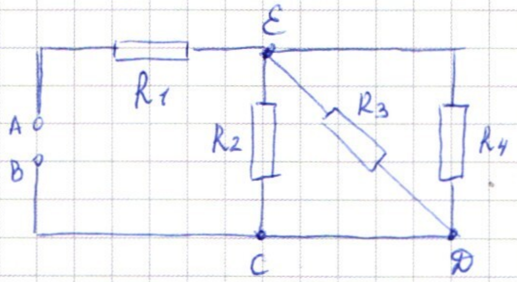
$$\frac{2\vartheta^2}{2} = 2c\Delta t \Rightarrow c = \frac{\vartheta^2}{2\Delta t}; \quad c = \frac{25^2 (м/с)^2}{2\cdot 1{,}35°C} \approx 231{,}5 \frac{Дж}{кг\cdot °C}$$

Ответ: $\vartheta_2 = 40$ м/с; $c \approx 231{,}5 \frac{Дж}{кг\cdot°C}$.

№5

$R_1 = 2r$
$R_2 = R_3 = 4r$
$R_4 = r$
$U = 8В$
$r = 6\ Ом$
$R_{ab}, P - ?$

Будем считать, что ток течет из В в А.



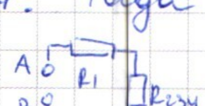
1. Найдем эквивалентное сопротивление цепи.

а) Резисторы R_3 и R_4 соед. параллельно. Заменим их на экв. резистор с сопротивлением R_{34}.

Тогда $R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3+R_4} = \frac{4r\cdot r}{4r+r} = \frac{4}{5}r$

б) Резисторы R_{34} и R_2 соединены параллельно. Заменим их на эквивалентный резистор R_{234}. Тогда

$$R_{234} = \frac{R_{34}\cdot R_2}{R_{34}+R_2} = \frac{0{,}8r\cdot 4r}{0{,}8r+4r} = \frac{2}{3}r$$

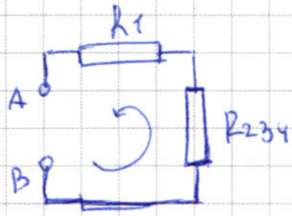


в) Резистор R_{234} соединен последовательно с резистором R_1. Заменим их на экв. резистор с сопротивлением R_{ab}. Тогда $R_{ab} = R_{234}+R_1$; $R_{ab} = \frac{2}{3}r + 2r = \frac{8}{3}r$

2. Найдем сум. мощность на резисторах R_2, R_3 и R_4.

В ходе решения п. 1 было найдено эквивалентное сопротивление резисторов R_2, R_3, R_4, равное R_{234}.

Значит необходимо найти мощность, выделяющуюся на эквив. резисторе R_{234}.



По з. Джоуля-Ленца $P = UI = I^2R$ (для резистора)

Значит, $P = I_0^2 \cdot R_{234}$, где I_0 – сила тока, текущего через резистор R_{234}.

Резисторы R_1 и R_{234} соединены последовательно, значит через них течет ток одинаковой силы I_0. Тогда по II пр. Кирхгофа для контура A-B-A: $I_0 R_{234} + I_0 \cdot R_1 = U$; $I_0 = \frac{U}{R_{234}+R_1} = \frac{U}{\frac{2}{3}r+2r} = \frac{3}{8}\frac{U}{r}$

Тогда $P = \frac{9U^2}{64r^2} \cdot \frac{2}{3}r = \frac{3U^2}{32r}$;

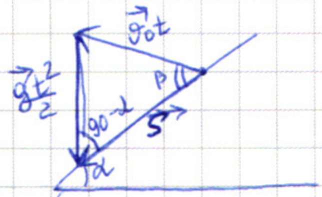
$$P = \frac{3 \cdot (8B)^2}{32 \cdot 6\Omega} = 1\ Вт$$

Ответ: $R_{ab} = \frac{8}{3}r$, $P = 1Вт$

№2

$\sin\alpha = 0,6$
$S = 1,8км = 1800м$
$g = 10м/с^2$

$\beta, L - ?$



~~Шар~~ Мина упала на расстоянии S от точки старта, т.е. ее перемещение за все время полёта t есть $\vec{S}$. При этом t ~~max~~ максимально возможное. ~~Выразим t через начальную скорость снаряда ϑ_0~~, ϑ_0 – начальная скорость мины. Нарисуем треугольник перемещений. Т.к. мина движется с ускорением $\vec{g}$, ее перемещение $\vec{S} = \vec{\vartheta_0}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$. Тогда по т. синусов для треугольника перемещений $\frac{gt^2}{2\sin\beta} = \frac{\vartheta_0 t}{\sin(90-\alpha)}$;

$\frac{gt}{2\sin\beta} = \frac{\vartheta_0}{\cos\alpha}$; $t = \frac{2\vartheta_0 \sin\beta}{g\cos\alpha}$; 2, ϑ_0, g, $\cos\alpha$ – константы, значит время меняется

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 (продолжение)

от изменения $\sin\beta$. Синус ~~нового~~ угла может принимать значения от -1 до $+1$, значит

(т.к. $\cos\alpha > 0$)

$\frac{2\vartheta_0 \sin\beta}{g\cos\alpha} \le \frac{2\vartheta_0}{g\cos\alpha} \Rightarrow t \le \frac{2\vartheta_0}{g\cos\alpha}$, а max достигается при $\sin\beta = 1$, т.е. при $\beta = 90^\circ$

Значит треугольник перемещений — прямоугольный, а $t = \frac{2\vartheta_0}{g\cos\alpha}$. Тогда по т. Пифагора

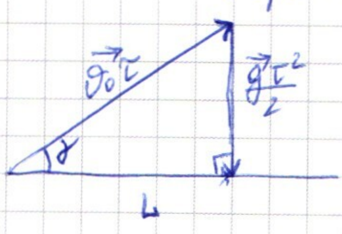
$$\vartheta_0^2 t^2 + \frac{g^2 t^4}{2} = S^2; \quad \cancel{\vartheta_0^2 = \frac{S^2}{t^2} + \frac{g^2 t^2}{2}};$$

$\cancel{\vartheta_0^2 = \frac{S^2 \cdot g^2 \cdot \cos^2\alpha}{4\vartheta_0}}$ Подставим t:

$$S^2 = \vartheta_0^2 \cdot \frac{4\vartheta_0^2}{g^2\cos^2\alpha} + \frac{g^2 \cdot 16\vartheta_0^4}{2 \cdot g^4 \cdot \cos^4\alpha} = \frac{4\vartheta_0^2 \cdot \cos^2\alpha + 8\vartheta_0^4}{g^2\cos^4\alpha},$$

$$\vartheta_0^4 = \frac{S^2 g^2 \cos^4\alpha}{4\cos^2\alpha + 8}; \quad \vartheta_0^2 = \frac{S g \cos^2\alpha}{2\sqrt{\cos^2\alpha + 2}}$$

Определим, под каким углом необходимо бросать мину для max дальности полета на горизонтали. Пусть мина выпущена под углом γ к горизонту, дальность полета L, время полета τ. Нарисуем треугольник перемещений (он прямоугольный). Для него справедливы равенства:



$$L = \vartheta_0 \tau \cos\gamma; \quad \vartheta_0 \tau \sin\gamma = \frac{g\tau^2}{2}$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{2\vartheta_0 \sin\gamma}{g} \Rightarrow L = \frac{2\vartheta_0^2 \cdot \sin(2\gamma)}{g}$$

$1 \geq \sin(2\alpha) \geq -1 \Rightarrow L \leq \frac{\vartheta_0^2}{g}$; значит максимальная дальность полета (достигается при $\beta = 45^\circ$, $\sin 90^\circ = 1$) $L = \frac{Sg\cos^2\alpha}{2g\sqrt{2+\cos^2\alpha}}$;

$L = \frac{S\cos^2\alpha}{2\sqrt{2+\cos^2\alpha}}$. По основному тригонометрическому тождеству $\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$, значит $\cos^2\alpha = 1 - \sin^2\alpha$;

$\cos^2\alpha = 1 - 0,36 = 0,64$

$$L = \frac{1800\text{м} \cdot 0,64}{2 \cdot \sqrt{2,64}} \approx 353\text{ м}$$

Ответ: $\beta = 90^\circ$; $L = 353$ м

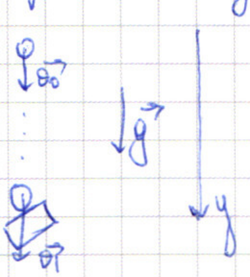
№3

$a = 2\text{ м/с}^2$
$T = 0,2\text{ с}$
$\vartheta_0 = 0\text{ м/с}$
$g = 10\text{ м/с}^2$
$\vartheta_1, \vartheta_2 - ?$

V_1 и V_2 буду писать как ϑ_1 и ϑ_2.

1. Найдем ϑ_1. Пусть ϑ_0 – начальная скорость шарика, равная 0.

Шарик падает вертикально вниз с ускорением $\vec{g}$, значит справедливо ур-е:



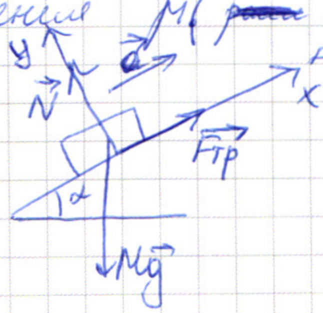
$\vec{\vartheta_1} = \cancel{\vec{\vartheta_0}} + \vec{g}T$. Вектора $\vec{\vartheta_1} \uparrow\uparrow \vec{g}$, поэтому

$\vartheta_1 = gT$ (в проекции на Oy)

Значит $\vartheta_1 = 10\text{ м/с}^2 \cdot 0,2\text{ с} = 2\text{ м/с}$

2. Пусть угол наклона плоскости α.

Рассмотрим движение системы массой M с коэф. трения μ (~~масса M для того, чтобы можно было подставлять различные~~) На нее д-ют сила тяжести $M\vec{g}$, сила реакции опоры $\vec{N}$ и сила трения $\vec{F_{тр}}$



По II з. Ньютона $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$;

Oy: $N - Mg\cos\alpha = 0$; $N = Mg\cos\alpha$

Ox: $F_{тр} - Mg\sin\alpha = Ma$

тело движется => по з. Кулона-Амонтона

$F_{тр} = \mu N = \mu Mg\cos\alpha \Rightarrow \mu Mg\cos\alpha - Mg\sin\alpha = Ma$;

$\mu = \frac{a + g\sin\alpha}{g\cos\alpha}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3 (продолжение)

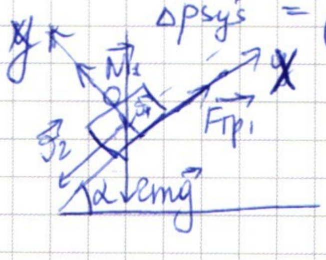
Пусть у тел массы m.

В момент перед соприкосновением пластилина с бруском скорость бруска равна $\vec{\vartheta_2}$ и направлена вдоль наклонной плоскости.

Рассмотрим изменение импульса системы пластилин-брусок с момента их соприкосновения до момента окончания деформации пластилина (пусть это произойдет за время Δt)

Тогда по II з. Ньютона в импульсной форме $\Delta \vec{p_{sys}} = \Sigma(\vec{F_{внеш}}) \cdot \Delta t$, где к внешним силам относится сила реакции опоры $\vec{N_1}$, равная $Mg\cos\alpha$, где $M = 2m$ и сила трения $\vec{F_{тр}}$ равная $\mu Mg\cos\alpha$, где $M = 2m$. (т.к. по условию g-е сил тяжести пренебрежимо мало)

$$\Delta \vec{p_{sys}} = (m\vec{\vartheta_1} + m\vec{\vartheta_2}) - 2m \cdot 0 = m\vec{\vartheta_1} + m\vec{\vartheta_2}$$



Тогда $m\vec{\vartheta_1} + m\vec{\vartheta_2} = (\vec{N_1} + \vec{F_{тр1}}) \cdot \Delta t$.

Ox: $m\vartheta_2 + m\vartheta_1\sin\alpha = F_{тр1} \cdot \Delta t$

$m\vartheta_2 + m\vartheta_1 \sin\alpha = 2mg\cos\alpha \cdot \mu \cdot \Delta t$;

$\vartheta_2 = 2\mu g\cos\alpha\Delta t - \vartheta_1 \sin\alpha = 2\Delta t(a + g\sin\alpha) - \vartheta_1\sin\alpha$

Oy: $m\vartheta_1\cos\alpha = N_1\Delta t$;

$m\vartheta_1\cos\alpha = 2mg\cos\alpha\Delta t$;

$\vartheta_1 = 2g\Delta t$; $\Delta t = \frac{\vartheta_1}{2g}$.

$\Rightarrow \vartheta_2 = \frac{\vartheta_1}{g}(a + g\sin\alpha) - \vartheta_1\sin\alpha = \frac{\vartheta_1 a}{g} + \vartheta_1\sin\alpha - \vartheta_1\sin\alpha = \frac{\vartheta_1 a}{g}$;

$\vartheta_2 = \frac{2 м/с \cdot 2 м/с^2}{10 м/с^2} = 0{,}4 м/с$

№3(продолжение 2)

Ответ: $\vartheta_1 = 2$ м/с, $\vartheta_2 = 0,4$ м/с

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

11-03

$l = 0{,}8$ км

$\vartheta_1 = 8$ м/с

$\alpha = 60^\circ$

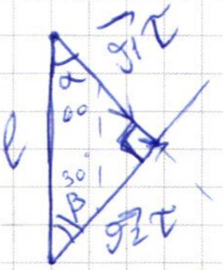
$\beta = 30^\circ$

$\vartheta_2 = ?$

$\tau = 25$ с

$S - ?$

$S = 0{,}4$ км



$$\frac{\vartheta_1 \tau}{\sin\beta} = \frac{\vartheta_2 \tau}{\sin\alpha}$$

$$\vartheta_2 = \vartheta_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$$

$$\vartheta_2 = 8\text{ м/с}\ \frac{\sqrt{3}\cdot 2}{2} = 8\sqrt{3}\text{ м/с}$$

$$\Delta p_{sys} = F\cdot\Delta t$$

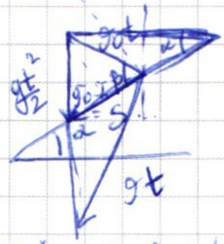
$$\Delta p_{sys} = \cancel{2m}$$

$$\tau^2(\vartheta_2^2 + \vartheta_1^2) = l^2$$

$$\tau^2 = \frac{l^2}{\vartheta_1^2+\vartheta_2^2} = \frac{0{,}800^2}{8^2+8^2\cdot 3} = \frac{100^2}{4} = 50^2$$

$\sin\alpha = 0{,}6$

$S = 1{,}8$ км



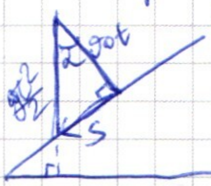
$$\frac{\vartheta_0 t}{\cos\alpha} = \frac{g t^2}{2\sin\beta}$$

$$t = \frac{2\vartheta_0 \sin\beta}{g\cos\alpha} \qquad t_{max} \text{ при } \sin\beta = 1$$

$\Rightarrow$ при $\beta = 90^\circ$

$$\vartheta_0 t\cos\beta + \frac{g t^2}{2}\sin\alpha = S$$

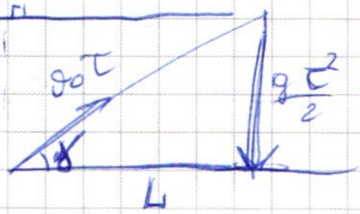
$$t_{max} = \frac{2\vartheta_0}{g\cos\alpha}$$



$$S^2 = \frac{g^2 t^4}{2} + \vartheta_0^2 t^2 = \frac{g^2\, 16\vartheta_0^4}{2 g^4\cos^4\alpha} + \frac{\vartheta_0^2\cdot 4\vartheta_0^2}{g^2\cos^2\alpha} =$$

$$S^2 = \frac{8\vartheta_0^4 + 4\vartheta_0^4\cos^2\alpha}{g^2\cos^4\alpha}$$

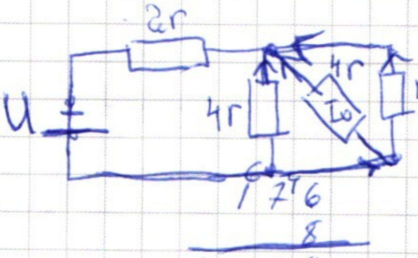
$$\vartheta_0^2 = \sqrt{\frac{S^2 g^2\cos^4\alpha}{8+4\cos^2\alpha}} = \frac{S g\cos^2\alpha}{2\sqrt{2+\cos^2\alpha}}$$



$$L = \vartheta_0\tau\cos\gamma = \frac{\vartheta_0^2\sin(2\alpha)}{g} \ \& \ \frac{\vartheta_0^2}{g} = \frac{S\cos^2\alpha}{2\sqrt{2+\cos^2\alpha}}$$

$$\vartheta_0\tau\sin\gamma = \frac{g\tau^2}{2}; \quad \tau = \frac{2\vartheta_0\sin\gamma}{g}$$

$R_1 = 2r$



$176 \times 8 = 14{,}08$

177×177: 1239, 1239, 177 — $3{,}1329$

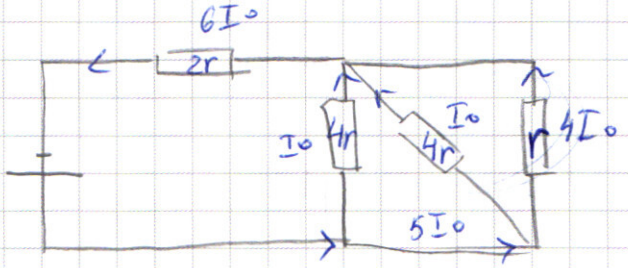
176×176: 1056, 1232, 176 — $3{,}0976$

173×173: 519, 861, 173 — $2\,6\,9\,2\,9$

175×175: 825, 945, 175 — $2\,7\,7\,7\,5$

179×179: 1611, 1253, 179 — $3{,}2041$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)



$4I_0 r + 12 I_0 r = U$

$16 I_0 r = U$

$I_0 = \frac{U}{16 r}$

$4rI_0^2 + 4rI_0^2 + 16 rI_0^2 =$

$= 24 r I_0^2 = \frac{24 r \cdot U^2}{16^2 \cdot r^2} =$

$= \frac{3U^2}{32 r}$

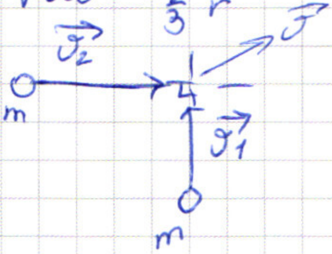
$P = \frac{3 \cdot 8^2}{32 \cdot 6}$ Вт $= 1$ Вт

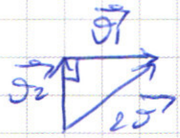
$\frac{4r}{5}$

$\frac{0{,}8 \cdot 4}{4{,}8} r = \frac{2}{3} r$

$\frac{2}{3} + 2 = \frac{8}{3} r$

$R_{ab} = \frac{8}{3} r$





$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 + Q$

$\frac{m\vartheta_1^2}{2} + \frac{m\vartheta_2^2}{2} = \frac{2m\vartheta^2}{2} + 2mc\Delta t$

$m\vec{\vartheta_1} + m\vec{\vartheta_2} = 2m\vec{\vartheta}$

$\vartheta_2 = \sqrt{4\vartheta^2 - \vartheta_1^2} = \sqrt{}$

$\vartheta_2 = \sqrt{(2 \cdot 25 - 30)(2 \cdot 25 + 30)} = \sqrt{20 \cdot 80} = 40$ м/с

$c = \frac{\vartheta_1^2 + \vartheta_2^2 - 2\vartheta^2}{2 \cdot 2\Delta t} = \frac{\vartheta^2}{2\Delta t}$

$\vartheta_1^2 + \vartheta_2^2 = 4\vartheta^2$

$c = \frac{25^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 1{,}35 °C} = \frac{25^2}{2{,}7}$

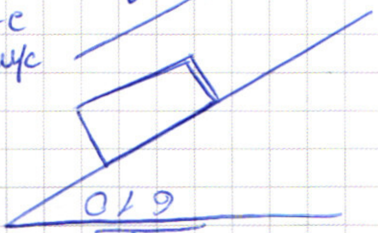
$\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot °C}$ $\frac{Дж}{кг \cdot °C}$

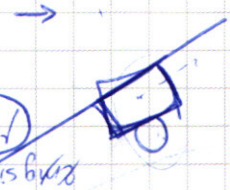
$Дж = Н \cdot м = \frac{м^2}{с^2} \cdot кг$ $\frac{Дж}{кг} = \frac{м^2}{с^2}$

$a = 2$ м/с²

$T = 0{,}2$ с

$\vartheta_0 = 0$ м/с





☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

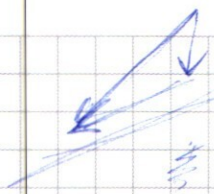
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\Delta p_{sys_x} = F \cdot \Delta t$

$F = \cancel{2mg}\ 2\mu m \vec{g} \cos\alpha$



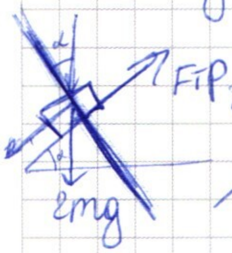
$\Delta p_{sys} =$

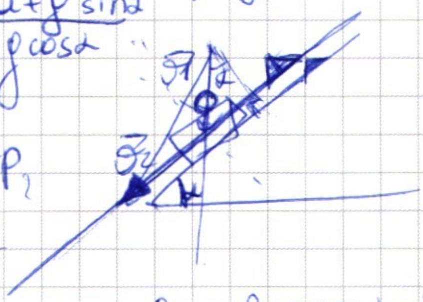
$m\vec{\vartheta}_1 \sin\alpha\ m\vec{\vartheta}_2 = 2\mu m g \cos\alpha \cdot \Delta t$

$\mu = \frac{a + g\sin\alpha}{g\cos\alpha}$

$\cancel{\vec{\vartheta}_1 + \vec{\vartheta}_2}$

$\vartheta_1 \sin\alpha + \vartheta_2 = a_2 \Delta t$





$a_2 = 2\mu g\cos\alpha$

$\vartheta_1 \sin\alpha + \vartheta_2 = 2(a + g\sin\alpha) \cdot g\Delta t$

$a_2 = 2\mu g\cos\alpha - 2mg\sin\alpha$

$F_{TP2} = 2\mu mg\cos\alpha$

$N = 2mg\cos\alpha$

$\vartheta_1 \sin\alpha + \vartheta_2 \overset{?}{=} 2\mu g\cos\alpha\, \Delta t$

$\frac{m^2}{c^4}$

$\sin\alpha = 0$?

$\alpha = 0°$

$\Delta t = \frac{\vartheta_1}{2g}$

$\mu \cancel{M} g\cos\alpha = \cancel{M} g\sin\alpha = \cancel{M} a$ cos

$\mu = \frac{a + g\sin\alpha}{g\cos\alpha}$

$m\vartheta_1 \cancel{\cos\alpha} = 2mg\cancel{\cos\alpha}\,\Delta t$

$\vartheta_2 + \vartheta_1 \sin\alpha = 2\cancel{mg\cos\alpha}(a + g\sin\alpha)\Delta t$

$\vartheta_2 = 2ga\Delta t\ \ 2g\sin\alpha\Delta t - \vartheta_1\sin\alpha$

$\vartheta_2 = 2a\Delta t = \frac{2a\vartheta_1}{g}$

$2 \cdot 2 \cdot 2$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)