Решение задач механики различными способами

далее

Урок решения задач для учащихся 10 класса естественно-научного профиля

… Любая задача должна иметь элемент новизны, чтобы не привести к ослаблению развивающей стороны решения задач. Полезно одну и ту же задачу решать разными способами, это приучает школьников видеть в любом физическом явлении разные его стороны, развивает творческое мышление.

Задачи уровня С ЕГЭ, требующие нетрадиционного подхода, решают лишь те учащиеся, которые обладают навыками мыслительной деятельности в совершенстве, представляют задачу в новых условиях, умеют анализировать решение и его результаты…

«Развитие навыков исследовательской деятельности при решении физических задач»
Новикова Л. В.

Лебедева Н.Ю.,
учитель физики МОУ СОШ №4 им. И.С.Черных г. Томск

далее

При решении любой задачи рационально выделить четыре этапа:

1. Анализ текста задачи(заданного содержания), анализ физического явления и выбор его физической модели.

2. Определение способа (идеи) решения задачи или составление плана решения.

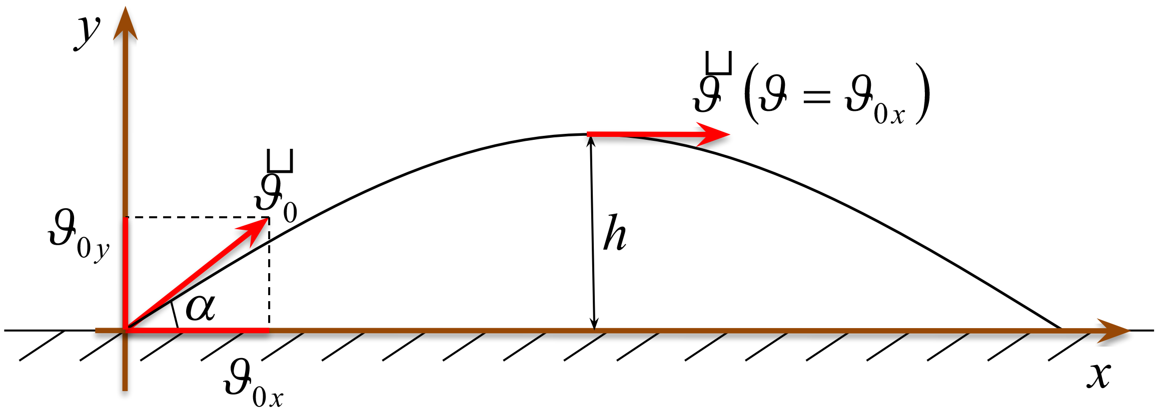
3. Выполнение запланированных действий (решение в общем виде, проведение опытов и др.), получение ответа в виде числа.

4. Анализ решения задачи. Подведение итогов.

далее

Тело брошено со скоростью 15м/с под углом 30^0 к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, на какую высоту *h* поднимется данное тело?

Анализ условия задачи



далее

1 Тело брошено со скоростью 15м/с под углом 30 к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, на какую высоту *h* поднимется данное тело?

Кинематический

Решение на основе законов кинематики

Два способа решения задачи

Энергетический

Решение на основе закона сохранения энергии

далее

Алгоритм решения задач на законы кинематики

1. Краткая запись условия задачи; СИ.
2. Рисунок, направление перемещения, скорости, ускорения.
3. Выбор системы координат, проекции векторов перемещения, скорости, ускорения.
4. Запись уравнение движения тела и уравнений, связывающих кинематические величины.
5. Решение полученной системы уравнений относительно неизвестных.
6. Анализ ответа. Если он противоречит физическому смыслу задачи, то поиск новых идей решения.

далее

1 Тело брошено со скоростью 15м/с под углом 30^0 к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, на какую высоту *h* поднимется данное тело?

Дано:

ϑ_0 = 15м/с

α = 30^0

$h - ?$

Решение

$$h = \vartheta_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$$

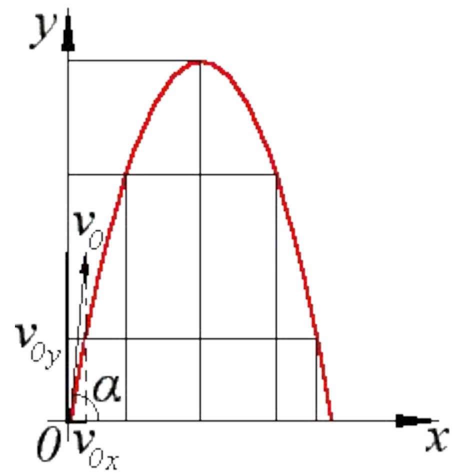
Из рисунка видно: $\vartheta_{0y} = \vartheta_0 \sin\alpha$

$$\vartheta_y = \vartheta_{0y} - gt \Rightarrow t = \frac{\vartheta_{0y} - \vartheta_0}{g} = \frac{\vartheta_0 \sin\alpha}{g},$$

т.к. $\vartheta_y = 0$

$$h = \vartheta_0 \sin\alpha \cdot \frac{\upsilon_0 \sin\alpha}{g} - \frac{g\vartheta_0^2 \sin\alpha^2}{2g^2} = \frac{\vartheta_0^2 \sin\alpha^2}{2g}$$

$$h = \frac{15^2 (м/с)^2 \sin 30^2}{2 \cdot 10 м/с^2} \approx 2{,}8 м$$



далее

2 способ: энергетический

Решение на основе закона сохранения энергии

Алгоритм решения задач на законы сохранения энергии

1. Краткая запись условия задачи; СИ.
2. Чертеж, на котором показать начальное и конечное состояние тела или системы тел, указать, какой энергией обладало тело в каждом состоянии.
3. Запись закона сохранения или изменения энергии и других необходимых уравнений.
4. Решение уравнения в общем виде.
5. Проверка по размерности, выполнение расчетов, оценка достоверность результата, запись ответа.

далее

1 Тело брошено со скоростью 15м/с под углом 30^0 к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите на какую высоту *h* поднимется данное тело?

Дано:

ϑ_0 = 15м/с

α = 30^0

$h - ?$

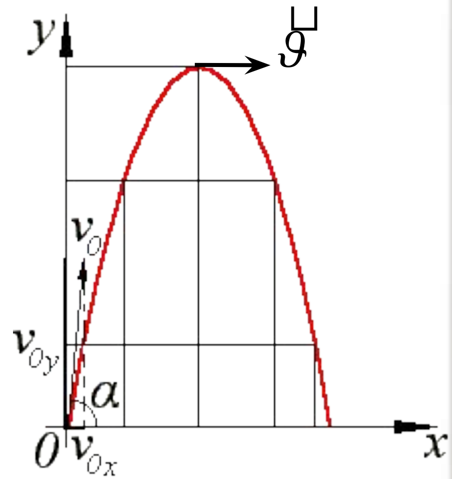
Решение

Нулевой уровень энергии свяжем с точкой броска.

$$E_{k1} = \frac{m\vartheta_0^2}{2},$$

В верхней точке параболы:

$$E_{k2} = \frac{m\vartheta^2}{2}, E_{p2} = mgh,$$



По закону сохранения энергии:

$$\frac{m\vartheta_0^2}{2} = \frac{m\vartheta^2}{2} + mgh, \qquad \vartheta = \vartheta_x = \vartheta_0 \cos\alpha,$$

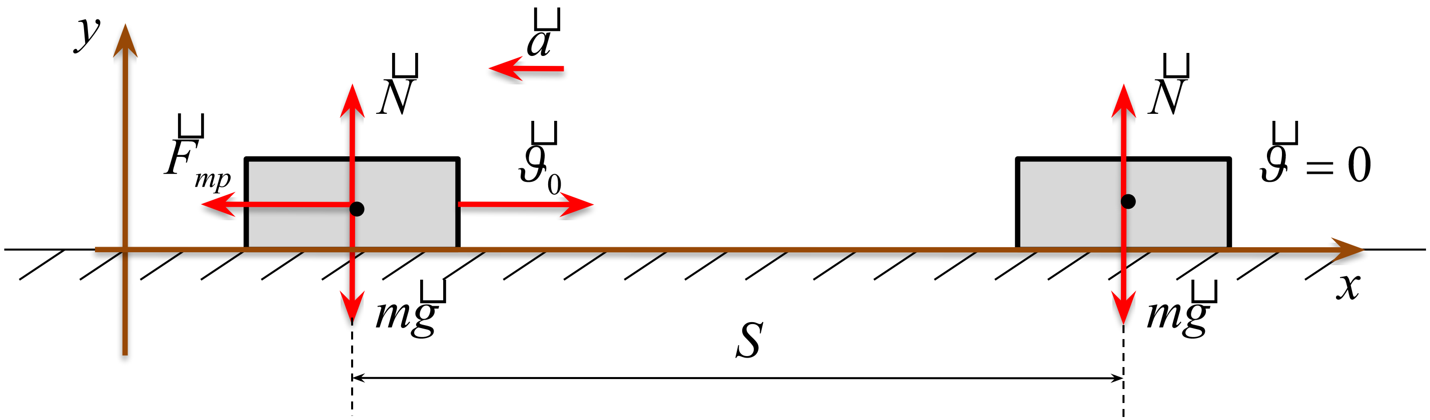
$$h = \frac{\vartheta_0^2 - \vartheta^2}{2g} = \frac{\vartheta_0^2 - \vartheta_0^2 \cos^2\alpha}{2g} = \frac{\vartheta_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$$

$$h = \frac{15^2 (м/с)^2 \sin^2 30^0}{2 \cdot 10 м/с^2} \approx 2{,}8 м$$

далее

Определите тормозной путь троллейбуса, начавшего торможение на горизонтальном участке дороги при скорости 10 м/с, если коэффициент сопротивления равен 0,5.

Анализ условия задачи



далее

2 Определите тормозной путь троллейбуса, начавшего торможение на горизонтальном участке дороги при скорости 10 м/с, если коэффициент сопротивления равен 0,5.

Динамический

Решение на основе законов Ньютона

Два способа

решения задачи

Энергетический

Решение на основе закона сохранения энергии

далее

1 способ: динамический Решение на основе законов Ньютона

Алгоритм решения задач на законы Ньютона

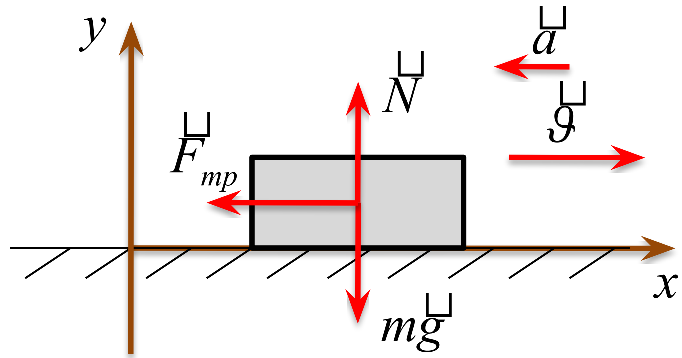
1. Краткая запись условия; СИ.
2. Чертеж. Направление сил, ускорения.
3. Выбор системы координат.
4. Запись второго закона Ньютона в векторном виде.
5. Запись второго закона Ньютона в проекциях на оси X и Y.
6. Решение системы уравнений.
7. Проверка по размерности, расчет числового ответа к задаче и сравнение его с реальными значениями величин.

далее

2

Определите тормозной путь троллейбуса, начавшего торможение на горизонтальном участке дороги при скорости 10 м/с, если коэффициент сопротивления равен 0,5.

Дано:	*Решение*
ϑ_0 = 10 м/с μ = 0,5 ϑ = 0	Основное уравнение динамики: $\vec F = m\vec a$, $\vec N + m\vec g + \vec F_{тр} = m\vec a$ В проекциях на оси координат: $Ox: -F_{тр} = -ma,$ $Oy: N - mg = 0.$
$S - ?$	



$$a = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2S}; \quad F_{тр} = \mu N = \mu mg, \quad (N = mg)$$

$$F_{тр} = ma, \qquad \mu mg = \frac{\vartheta_0^2}{2S} \Rightarrow S = \frac{\vartheta_0^2}{2\mu g}$$

$$S = \frac{(10 м/с)^2}{2 \cdot 0{,}5 \cdot 10 м/с^2} = 10 м$$

далее

2

Определите тормозной путь троллейбуса, начавшего торможение на горизонтальном участке дороги при скорости 10 м/с, если коэффициент сопротивления равен 0,5.

Дано:

ϑ_0 = 10 м/с

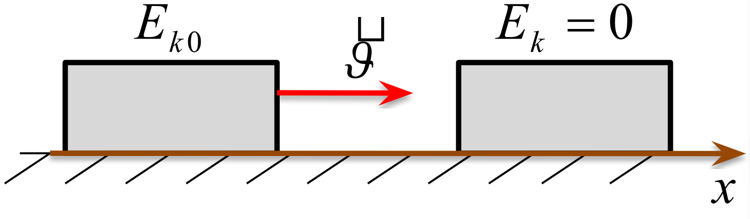
μ = 0,5

ϑ = 0

$S - ?$

Решение

Так как на тело действует сила трения, применим закон изменения механической энергии: $E_k - E_{k0} = A_{mp}$.



$$A_{mp} = F_{mp} S \cos\alpha, \quad F_{mp} = \mu N = \mu mg, \quad \cos 180^0 = -1,$$

$$A_{mp} = -\mu mgS,$$

$$E_k = \frac{m\vartheta^2}{2}, \quad E_k - E_{k0} = \frac{m\vartheta^2}{2} - \frac{m\vartheta_0^2}{2} = -\frac{m\vartheta_0^2}{2},$$

$$\frac{m\vartheta_0^2}{2} = \mu mgS \Rightarrow S = \frac{\vartheta_0^2}{2\mu g}$$

далее

3 Определите скорость тела массой 1000 т, которую оно наберет, пройдя расстояние 5 м без начальной скорости, под действием (горизонтальной) силы тяги 14 кН, если сила сопротивления составляет 40% от силы тяжести.

Дано:

m = 1000 т
S = 5 м
ϑ_0 = 0
F = 14 кН
α = 0,4

$\vartheta - ?$

Работа в группах

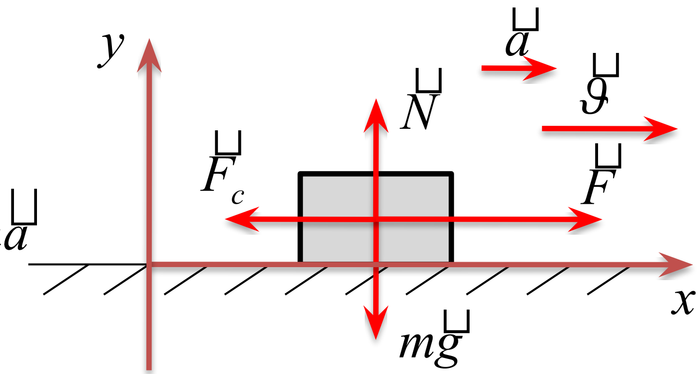
Динамический способ → решение

Энергетический способ → решение

далее

3 Определите скорость тела массой 1000 т, которую оно наберет, пройдя расстояние 5 м без начальной скорости, под действием (горизонтальной) силы тяги 14 кН, если сила сопротивления составляет 40% от силы тяжести.

Дано:	СИ	Решение
m = 1000 т	$10^6\ кг$	Основное уравнение динамики: $\vec{F} = m\vec{a}$,
S = 5 м		$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}$
ϑ_0 = 0		
F = 14 кН	$14 \cdot 10^6\ H$	В проекциях на оси координат:
α = 0,4		
$\vartheta - ?$		$Ox: F - F_c = ma,$ $Oy: N - mg = 0.$



$$F_c = \alpha \cdot mg,$$

$$a = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2S}; \quad F - F_c = m\frac{\vartheta^2}{2S} \Rightarrow \vartheta = \sqrt{\frac{2S \cdot (F - 0{,}4mg)}{m}}$$

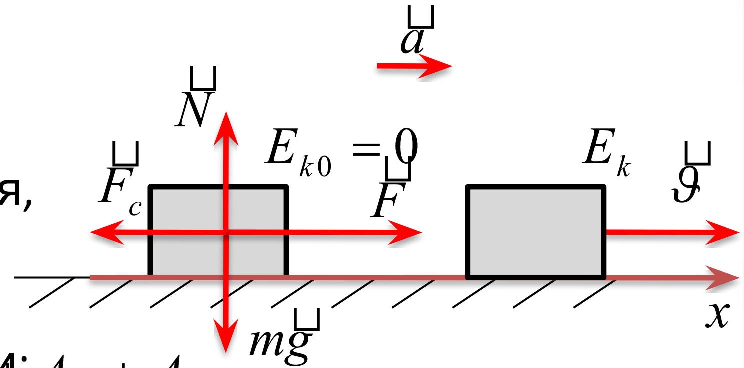
$$\vartheta = 10 м/с$$

назад

3 Определите скорость тела массой 1000 т, которую оно наберет, пройдя расстояние 5 м без начальной скорости, под действием (горизонтальной) силы тяги 14 кН, если сила сопротивления составляет 40% от силы тяжести.

Дано:	СИ
m = 1000 т	10^6 *кг*
S = 5 м	
ϑ_0 = 0	
F = 14 кН	$14 \cdot 10^6$ *Н*
α = 0,4	
$\vartheta - ?$	

Решение



Так как на тело действует сила трения, применим закон изменения механической энергии:

$$E_k - E_{k0} = A_{F_{тр}} + A_F + A_N + A_{mg}$$

$$A_{тр} = 0{,}4mgS \cdot \cos 180^0 = -0{,}4mgS, \quad F_c = \alpha \cdot mg,$$

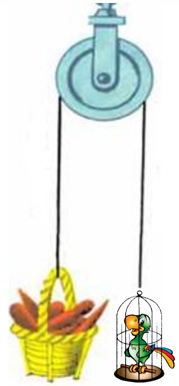
$$A_F = FS \cos 0^0 = FS, \quad A_{mg} = mg \cos 270^0 = 0$$

$$A_N = NS \cos 90^0 = 0,$$

$$E_k - E_{k0} = \frac{m\vartheta^2}{2} - \frac{m\vartheta_0^2}{2} = \frac{m\vartheta^2}{2},$$

$$\frac{m\vartheta^2}{2} = FS - 0{,}4mgS \Rightarrow \vartheta = \sqrt{\frac{2S(F - 0{,}4mg)}{m}}$$

назад



4 На невесомом нерастяжимом шнуре, перекинутом через неподвижный блок, подвешены грузы 1 кг и 0,5 кг. С каким ускорением движется система связанных тел, если трением можно пренебречь?

Дано:

m_1 = 1 кг

m_2= 2 кг

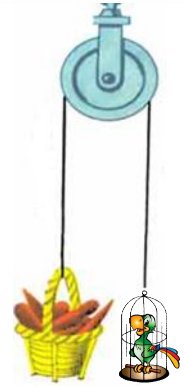
$a - ?$

Работа в группах

Динамический способ → решение

Энергетический способ → решение

далее



4 На невесомом нерастяжимом шнуре, перекинутом через неподвижный блок, подвешены грузы 1 кг и 0,5 кг. С каким ускорением движется система связанных тел, если трением можно пренебречь?

Дано:

m_1 = 1 кг

m_2= 2 кг

$a - ?$

Решение

Запишем уравнения движения грузов.

Для 1 груза: $\vec{F} = m_1\vec{a}, \quad \vec{N}_1 + m_1\vec{g} = m_1\vec{a}$

Для 2 груза: $\vec{F} = m_2\vec{a}, \quad \vec{N}_2 + m_2\vec{g} = m_2\vec{a}$

Спроецируем на ось координат.

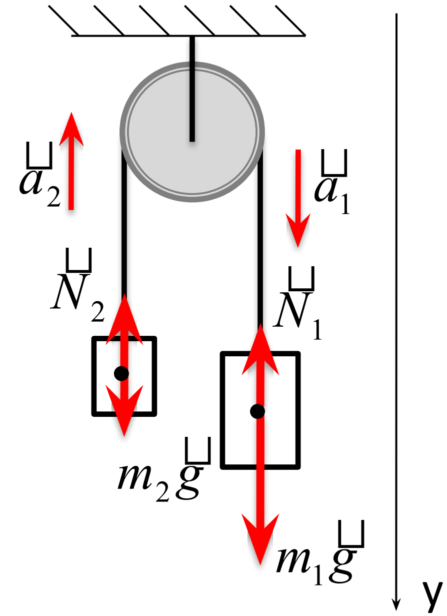
$$\begin{cases} -N_1 + m_1 g = m_1 a \\ -N_2 + m_2 g = -m_2 a \end{cases}$$

Решим систему уравнений

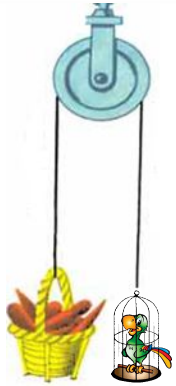
$$g(m_1 - m_2) = (m_1 + m_2)a,$$

$$a = \frac{g(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)}$$

$$a = \frac{10м/с(1кг - 0,5кг)}{(1кг + 0,5кг)} = 3,3м/с$$



назад



4 На невесомом нерастяжимом шнуре, перекинутом через неподвижный блок, подвешены грузы 1 кг и 0,5 кг. С каким ускорением движется система связанных тел, если трением можно пренебречь?

Дано:

m_1 = 1 кг

m_2= 2 кг

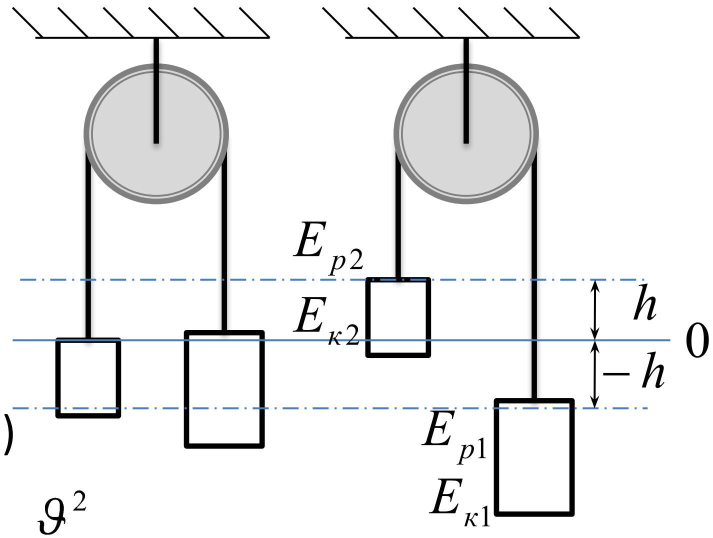
$a - ?$

Решение

В отсутствии сил трения полная механическая энергия замкнутой системы тел не изменяется:

$$0 = E_{p1} + E_{p2} + E_{k1} + E_{k2},$$

$$-m_1gh + m_2gh + \frac{m_1\vartheta^2}{2} + \frac{m_2\vartheta^2}{2} = 0. \quad (1)$$



$$h = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2a}, \quad \vartheta_0 = 0 \Rightarrow h = \frac{\vartheta^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{\vartheta^2}{2h}$$

Из уравнения (1): $\vartheta^2 \dfrac{m_1 + m_2}{2} = h(m_1 - m_2)g \Rightarrow \dfrac{\vartheta^2}{2h} = \dfrac{(m_1 - m_2)g}{(m_1 + m_2)}$

$$a = \frac{g(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)}$$

назад

5 Волчок, имея угловую скорость 31,4 рад/с свободно падает с высоты 19,6 м. Сколько оборотов сделает волчок за это время) Чему равна линейная скорость точек волчка, которые находятся на расстоянии 15 см от его оси, в начальный и конечный точке его падения.

Дано:

h = 19,6 м

r = 15 см

ω = 31,4 рад/с

$N - ?$ $\vartheta_A - ?$

$\vartheta_B - ?$

Работа в группах

Кинематический способ — решение

Энергетический способ — решение

дале е

5 Волчок, имея угловую скорость 31,4 рад/с свободно падает с высоты 19,6 м. Сколько оборотов сделает волчок за это время) Чему равна линейная скорость точек волчка, которые находятся на расстоянии 15 см от его оси, в начальный и конечный точке его падения.

Дано:

h = 19,6 м

r = 15 см

ω = 31,4 рад/с

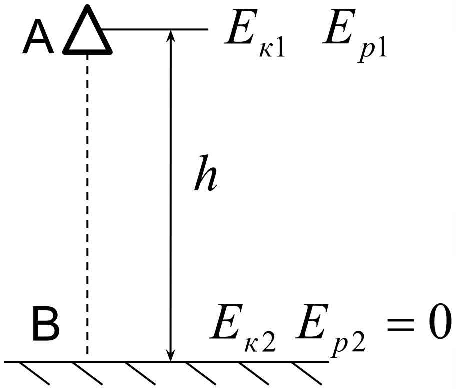
$N - ?$ $\vartheta_A - ?$

$\vartheta_B - ?$

Решение

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \qquad T = \frac{2\pi}{\omega};$$

$$N = \frac{t}{T} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \frac{\omega}{2\pi}.$$

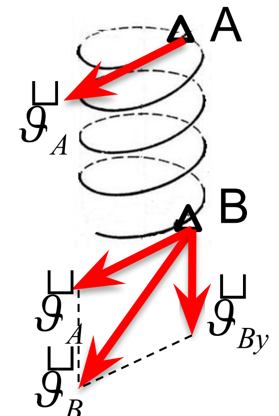


Траектория движения волчка в точке А (окружность): $\vartheta_A = \omega r;$

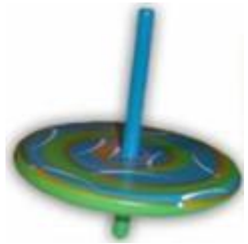
Траектория движения волчка в точке (спираль) В:

$$h = \frac{\vartheta_{By}^2}{2g} \Rightarrow \vartheta_{By} = \sqrt{2gh}$$

$$\vartheta_B = \sqrt{2gh + \omega^2 r^2}$$



назад



5 Волчок, имея угловую скорость 31,4 рад/с свободно падает с высоты 19,6 м. Сколько оборотов сделает волчок за это время) Чему равна линейная скорость точек волчка, которые находятся на расстоянии 15 см от его оси, в начальный и конечный точке его падения.

Дано:

h = 19,6 м

r = 15 см

ω = 31,4 рад/с

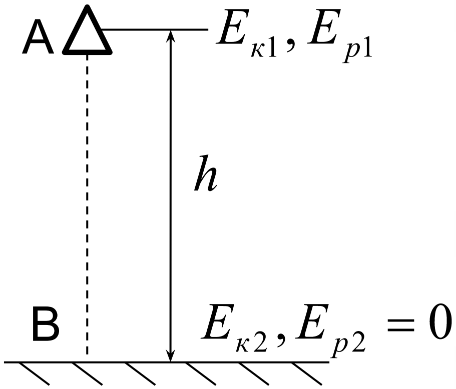
$N - ?$ $\vartheta_A - ?$

$\vartheta_B - ?$

Решение

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \qquad T = \frac{2\pi}{\omega};$$

$$N = \frac{t}{T} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \frac{\omega}{2\pi}.$$



По закону сохранения энергии: $E_{pA} + E_{kA} = E_{kB}$,

$$\vartheta_A = \omega r;$$

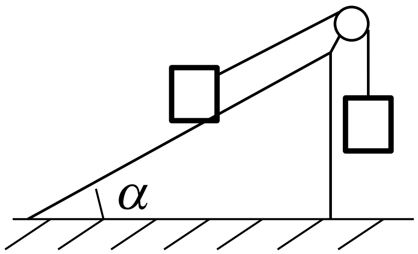
$$mgh + \frac{m\vartheta_A^2}{2} = \frac{m\vartheta_B^2}{2} \Rightarrow mgh + \frac{m\omega^2 r^2}{2} = \frac{m\vartheta_B^2}{2}$$

$$\vartheta_B = \sqrt{2gh + \omega^2 r^2}$$

назад

Проверочная работа

1 Камень падает с высоты 5 м. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите время падения и конечную скорость камня.



2 Два тела одинаковой массой соединены нерастяжимой нитью, перекинутой через блок. Одно из тел без трения скользит по наклонной плоскости с^{0} углом у основания 30 . Определите ускорение тел. Массами блока и нитей пренебречь.

Кинематический или динамический способ
1 вариант

решение

Энергетический способ
2 вариант

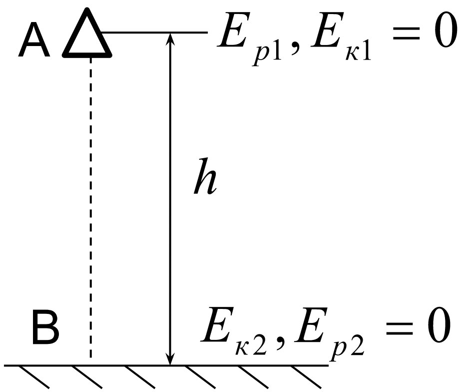
решение

далее

Решение 1 задачи проверочной работы

Дано:
h = 5 м

$t - ?\quad \vartheta - ?$



Решение кинематическим способом

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}};$$

$$h = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2a} = \frac{\vartheta^2}{2g} \Rightarrow \vartheta = \sqrt{2gh}$$

Решение энергетическим способом

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}};$$

$$E_{pA} = E_{kB},\quad mgh = \frac{m\vartheta^2}{2} \Rightarrow \vartheta = \sqrt{2gh}$$

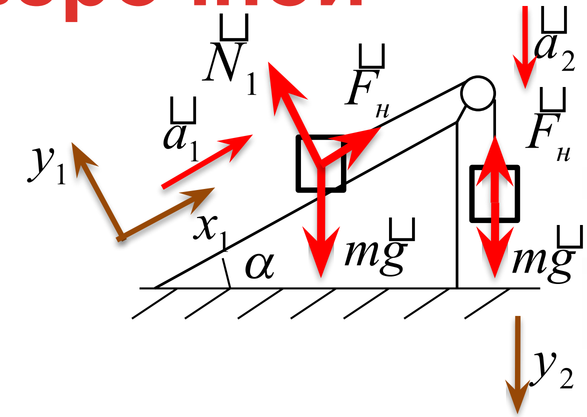
$$h = 1c, \vartheta = 10 м/c$$

далее

Решение 2 задачи проверочной работы

Дано:
$\alpha = 30^0$

$a - ?$



Решение динамическим способом

1. Движение по наклонной плоскости.

$$\vec F = m\vec a_1,\quad \vec N_1 + m\vec g + \vec F_н = m\vec a_1$$

$$Ox_1 : -mg\sin\alpha + F_н = ma_1,$$

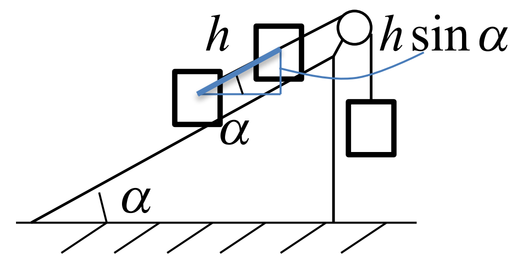
2. Движение по вертикали.

$$\vec F = m\vec a_2,\quad m\vec g + \vec F_н = m\vec a_2$$

$$Oy_2 : mg - F_н = ma_2 \Rightarrow F_н = mg - ma_2$$

$$-mg\sin\alpha + mg - ma_2 = ma_1,\quad a_1 = a_2 = a \Rightarrow a = \frac{g(1-\sin\alpha)}{2}$$

Решение энергетическим способом

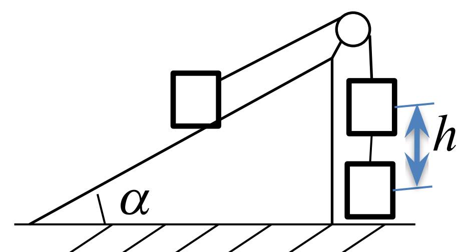


$$0 = E_{p1} + E_{p2} + E_{k1} + E_{k2},$$

$$-mgh\sin\alpha + mgh = \frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{m\vartheta^2}{2}.$$

$$gh(1-\sin\alpha) = \vartheta^2$$

$$h = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2a},\ \vartheta_0 = 0 \Rightarrow h = \frac{\vartheta^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{\vartheta^2}{2h}$$



$$a = \frac{g(1-\sin\alpha)}{2},\qquad a = 2{,}5\,м/с^2$$

далее

Решение задач части В ЕГЭ

задачи

Решение задач части С ЕГЭ

задачи

дале
е

6 Санки с грузом 200 кг скатываются с горки под углом 14 к горизонту. Длина спуска 60 м, коэффициент трения скольжения саней 0,14. Определите, на какое расстояние по горизонтали прокатятся санки после спуска до полной остановки. Считать , что на переходе от наклонной плоскости к горизонтали трение отсутствует.)

Дано:

m = 200 кг

L = 60 м

ϑ_0 = 0

μ = 0,14

α = 0,4

$S - ?$

Динамический способ → решение

Энергетический способ → решение

дале е

6 Санки с грузом 200 кг скатываются с горки под углом 14 к горизонту. Длина спуска 60 м, коэффициент трения скольжения саней 0,14. Определите, на какое расстояние по горизонтали прокатятся санки после спуска до полной остановки. Считать , что на переходе от наклонной плоскости к горизонтали трение отсутствует.)

Дано:

m = 200 кг

L = 60 м

ϑ_0 = 0

μ = 0,14

α = 0,4

$S - ?$

Решение

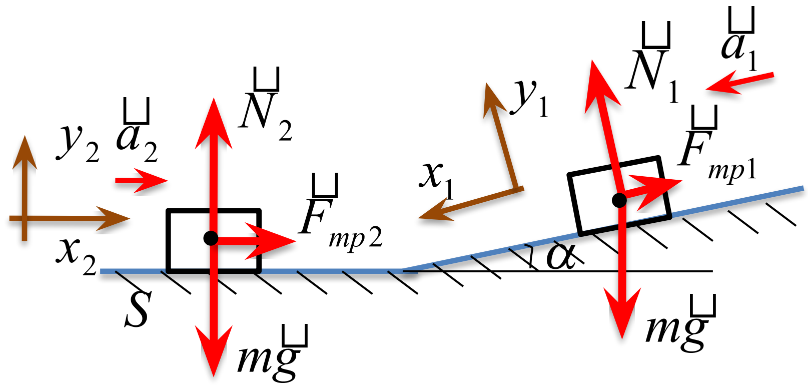
1. Движение по наклонной плоскости. $\vec{F} = m\vec{a}_1,$

$$\vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_{тр1} = m\vec{a}_1$$

$$Ox_1 : mg\sin\alpha - F_{тр1} = ma_1,$$

$$Oy_1 : N - mg\cos\alpha = 0.$$

$$N = mg\cos\alpha, \quad F_{тр1} = \mu N = \mu mg\cos\alpha$$



$$S = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{\vartheta_1^2 - \vartheta_0^2}{2L}$$

$$mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = m\frac{\vartheta_1^2}{2L},$$

$$\vartheta_1^2 = 2Lg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$$

далее

6 Санки с грузом 200 кг скатываются с горки под углом 14 к горизонту. Длина спуска 60 м, коэффициент трения скольжения саней 0,14. Определите, на какое расстояние по горизонтали прокатятся санки после спуска до полной остановки. Считать , что на переходе от наклонной плоскости к горизонтали трение отсутствует.)

Дано:

m = 200 кг

L = 60 м

ϑ_0 = 0

μ = 0,14

α = 30^0

$S - ?$

Решение

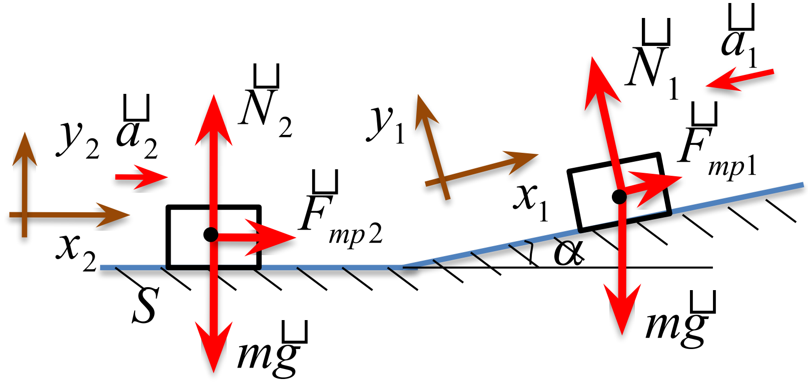
2. Движение по горизонтали.

$\vec{F} = m\vec{a}_2,$

$\vec{N}_2 + m\vec{g} + \vec{F}_{mp2} = m\vec{a}_2$

$Ox_2 : -F_{mp2} = -ma_2,$

$Oy_2 : N - mg = 0.$



$$F_{mp2} = \mu N = \mu mg, \Rightarrow \mu mg = ma \Rightarrow a = \mu g$$

$$S = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{\vartheta_2^2 - \vartheta_1^2}{2S}.$$ Так как $\vartheta_2 = 0, \quad a = \dfrac{\vartheta_1^2}{2S}$

$$\mu g = \frac{\vartheta_1^2}{2S} \Rightarrow S = \frac{\vartheta_1^2}{2\mu g} = \frac{2Lg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{2\mu g} = \frac{L(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{\mu}$$

$$S = \frac{60м(\sin 30^0 - 0{,}14\cos 30^0)}{0{,}14} \approx 162{,}3м$$

назад

6 Санки с грузом 200 кг скатываются с горки под углом 14 к горизонту. Длина спуска 60 м, коэффициент трения скольжения саней 0,14. Определите, на какое расстояние по горизонтали прокатятся санки после спуска до полной остановки. Считать , что на переходе от наклонной плоскости к горизонтали трение отсутствует.)

Дано:

m = 200 кг

L = 60 м

ϑ_0 = 0

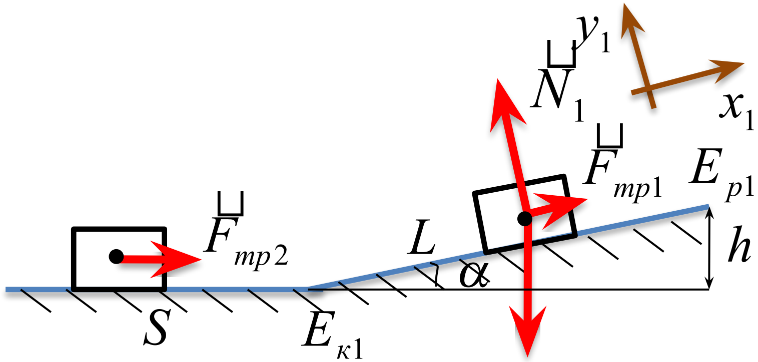
μ = 0,14

α = 0,4

$S - ?$

Решение

В качестве нулевого уровня отсчета потенциальной энергии выберем горизонтальную плоскость. По закону сохранения энергии: $E_{p1} = A_{тр1} + A_{тр2}$;



$E_{p1} = mgh$; $A_{тр1} = F_{тр1} L = \mu mg\cos\alpha \cdot L;$

$A_{тр2} = F_{тр2} S = \mu mgS;$

$mgh = \mu mg\cos\alpha + \mu mgS;$ $h = L\sin\alpha;$

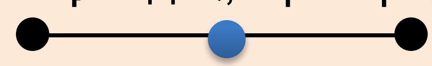
$$S = \frac{L(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{\mu}$$

назад

Решение задач части С ЕГЭ

далее

7 По гладкой горизонтальной направляющей длины 2*L* скользит бусинка с положительным зарядом *Q > 0* и массой *m*. На концах направляющей находятся положительные заряды q > 0. Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен *T*.



Во сколько раз следует уменьшить заряд бусинки, чтобы период ее колебаний увеличился в 3 раза?

Анализ решения задачи

Дано:

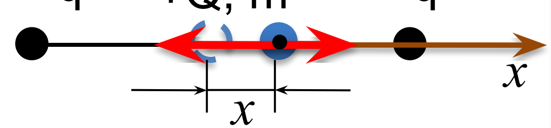
$m,\ 2L$

$q,\ Q$

$T_2 = 3T_1$

$\dfrac{q_1}{q_2} - ?$

1. Сместим бусинку на малое расстояние от положения равновесия.



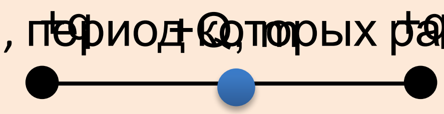
2. На бусинку действуют кулоновские силы со стороны зарядов +q.
3. Так как $F_{рез} \neq 0$, появилось ускорение, но оно переменное.
4. Бусинка начинает совершать гармонические колебания.

$$x = x_{\max}\cos\omega t,$$
$$\vartheta = x' = -x_{\max}\omega\sin\omega t,$$
$$a = \vartheta' = x'' = -\omega^2 x_{\max}\cos\omega t = -\omega^2 x,\quad a + \omega^2 x = 0.$$

5. Период колебаний можно выразить через ω: $T = \dfrac{2\pi}{\omega};$
6. Частоту можно найти из уравнения ускорения или скорости тела.
7. Выразив частоту, найдем искомую величину.

далее

7 По гладкой горизонтальной направляющей длины 2*L* скользит бусинка с положительным зарядом *Q > 0* и массой *m*. На концах направляющей находятся положительные заряды q > 0. Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен *T*.



Во сколько раз следует уменьшить заряд бусинки, чтобы период ее колебаний увеличился в 3 раза?

Дано:

$m,\ 2L$

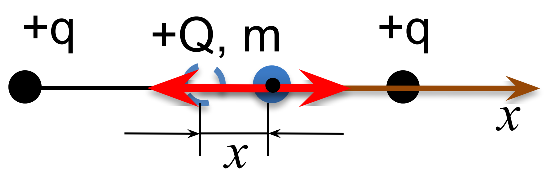
$q,\ Q$

$T_2 = 3T_1$

$\dfrac{q_1}{q_2} - ?$

Решение

Динамический способ



$$\vec F = m\vec a, \qquad F_1 = k\frac{qQ}{(L-x)^2}, \qquad F_2 = k\frac{qQ}{(L+x)^2},$$

$$ma = k\frac{qQ}{(L+x)^2} - k\frac{qQ}{(L-x)^2} = kqQ\left(\frac{1}{(L+x)^2} - \frac{1}{(L-x)^2}\right) = kqQ\left(\frac{(L-x)^2 - (L+x)^2}{(L+x)^2(L-x)^2}\right)$$

далее

Рассмотрим знаменатель. По условию $x \ll L \Rightarrow (L-x) \approx (L+x) \approx L \Rightarrow$

$$(L-x)^2 \cdot (L+x)^2 = L^4$$

Рассмотрим числитель.

$$(L-x)^2 - (L+x)^2 = L^2 - 2Lx + x^2 - \left(L^2 + 2Lx + x^2\right) = -4Lx$$

$$ma = -\frac{4kqQ}{L^3}x \quad \text{или} \quad a = -\frac{4kqQ}{mL^3}x \Rightarrow \quad a + \frac{4kqQ}{mL^3}x = 0$$

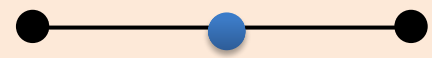
Получили уравнение гармонических колебаний $a + \omega^2 x = 0, \quad \omega = \sqrt{\dfrac{4kqQ}{mL^3}},$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{mL^3}{4kqQ}}$$

Из полученной формулы видно, чтобы период колебаний увеличился в 3 раза, заряд бусинки надо уменьшить в 9 раз.

далее

7 По гладкой горизонтальной направляющей длины $2L$ скользит бусинка с положительным зарядом $Q > 0$ и массой m. На концах направляющей находятся положительные заряды $q > 0$. Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен T.



Во сколько раз следует уменьшить заряд бусинки, чтобы период ее колебаний увеличился в 3 раза?

Дано:

$m,\ 2L$

$q,\ Q$

$T_2 = 3T_1$

$\dfrac{q_1}{q_2} - ?$

Решение

<u>Энергетический способ</u>

далее

8 Полый металлический шарик массой 3 г подвешен на шелковой нити длиной 50 см над положительно заряженной плоскостью, создающей однородное электрическое поле напряженностью $2\cdot10^{6}$ В/м. Электрический заряд шарика отрицателен и по модулю равен $3\cdot10^{-8}$ Кл. Определите период свободных гармонических колебаний маятника.

Дано:

$m = 3г$

$L = 50см$

$E = 2\cdot 10^6\, В/м$

$q = -3\cdot 10^{-8}\, Кл$

$T - ?$

Решение

Энергетический способ

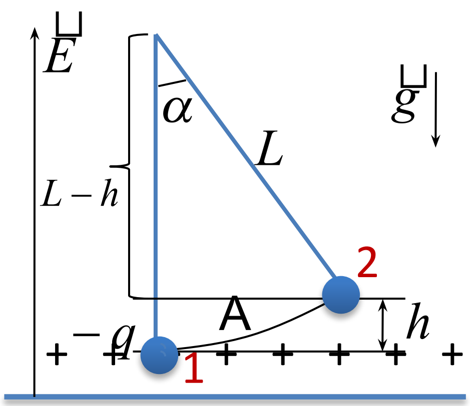
В состоянии 1: $E_{k1} = \dfrac{m\upsilon_{\max}^2}{2}, \quad E_{p1} = q\varphi_1;$

В состоянии 2: $E_{k2} = 0, \quad E_{p2} = q\varphi_2 + mgh;$

По закону сохранения энергии:

$$E_{k1} = \frac{m\upsilon_{\max}^2}{2} + q\varphi_1 = q\varphi_2 + mgh;$$

$$\frac{m\vartheta_{\max}^2}{2} = mgh - q\Delta\varphi_{12} \quad (1)$$



Так как поле однородно $\Delta\varphi_{12} = Eh, \quad (2)$

Из рисунка $h = L - (L-h) = L - L\cos\alpha = L(1-\cos\alpha) = L\cdot 2\sin^2(\alpha/2)$

Колебания гармонические, если угол мал $\sin(\alpha/2) = \alpha/2 \Rightarrow h = L\dfrac{\alpha^2}{2} = \dfrac{A^2}{2L}, \quad (3)$

где $A = L\alpha -$ амплитуда колебаний.

далее

Подставим уравнения (2) и (3) в уравнение (1), получим

$$\frac{m\vartheta_{\max}^2}{2} = mgh - qEh = (mg - qE)\frac{A^2}{2L},$$

$$\vartheta_{\max} = \sqrt{\frac{g}{L} - \frac{qE}{mL}} \cdot A.$$

При свободных незатухающих колебаниях **максимальная скорость** связана с **амплитудой** законом

$$\vartheta_{\max} = \omega A = \frac{2\pi}{T}A, \qquad \left(\vartheta = x' = -x_{\max}\,\omega \sin \omega t\right).$$

Тогда $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\dfrac{mL}{mg - qE}}$

$$T = 2 \cdot 3{,}14\sqrt{\frac{3 \cdot 10^{-3}\,кг \cdot 0{,}5\,м}{3 \cdot 10^{-3}\,кг \cdot 10\,м/с^2 + 3 \cdot 10^{-8}\,Кл \cdot 2 \cdot 10^{6}\,В/м}} \approx 0{,}81\,с$$

далее

8 Полый металлический шарик массой 3 г подвешен на шелковой нити длиной 50 см над положительно заряженной плоскостью, создающей однородное электрическое поле напряженностью $2·10^{6}$ В/м. Электрический заряд шарика отрицателен и по модулю равен $3·10^{-8}$ Кл. Определите период свободных гармонических колебаний маятника.

Дано:

$m = 3г$

$L = 50см$

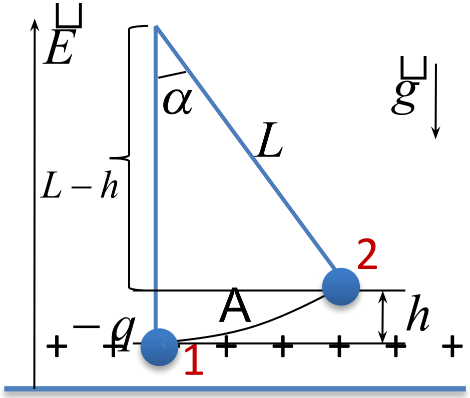
$E = 2 \cdot 10^6 В/м$

$q = -3 \cdot 10^{-8} Кл$

$T - ?$

Решение

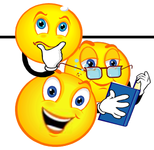
Динамический способ



далее

Рефлексия

Если ты умеешь правильно судить себя, значит, ты поистине мудр.
Антуан де Сент-Экзюпери

Участвовал в открытии нового	Справился с затруднением	Работа в группе	Все получилось (проверочная работа)	Надо тренироваться
				

Оцени свою работу на уроке по предложенным параметрам по трех бальной системе.

Домашнее задание

<u>Повторить:</u>

1. Алгоритм решения задач кинематическим способом
2. Алгоритм решения задач динамическим способом
3. Алгоритм решения задач энергетическим способом

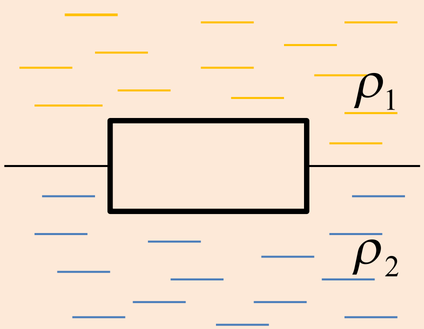
<u>Составить задачу</u>, которую можно решить различными способами.

<u>Решить задачи:</u>

1. Кинетическая энергия тела в момент бросания вертикально вверх равна 400 Дж. Определить, до какой высоты может подняться тело, если его масса равна 2 кг?

2. Однородный цилиндр массой 0,2 кг с площадью поперечного сечения 10^{-2} м плавает на границе несмешивающихся жидкостей с разной плотностью, причем $\rho_1 < \rho_2$ $\rho_2 = 1000 м^3$. , где ρ_1 Пренебрегая сопротивлением жидкостей, определите , если период малых вертикальных колебаний цилиндра равен π/5 с.

Решить задачи по выбору:



далее

Спасибо за хорошую работу на уроке

Литература

1. Дряпина А.А. Рефлексия деятельности на уроке. Радуга успеха. Сайт кафедры развития образовательных систем НМЦ ЮВОУО. http://experiment.nmc.uvuo.ru/
2. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Учебник для 10 класса ООУ. - М.: Просвещение, 2009.
3. Орлов В.Ф. Практика решения физических задач: 10-11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений/ В.А. Орлов, Ю.А. Сауров. – М.: Вентана-Граф, 2010.
4. Парфентьева Н.А. Сборник задач по физике: базовый и профил. Уровни: для 10-11 кл. общеобразоват. Учреждений/ Н.А. Парфентьева. – М.: Просвещение, 2007.
5. Фоминых О.Ю. Решение задач механики динамическим и энергетическим способами.- Газета «Физика» №2/99
6. Шабалин Е.И. Репетитор по физике. Задачи ЕГЭ. http://www.reppofiz.info/ege.html