

Решение задач механики  
различными  
способами





## 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  
дале  
е 2



# При решении любой задачи рационально выделить четыре этапа:

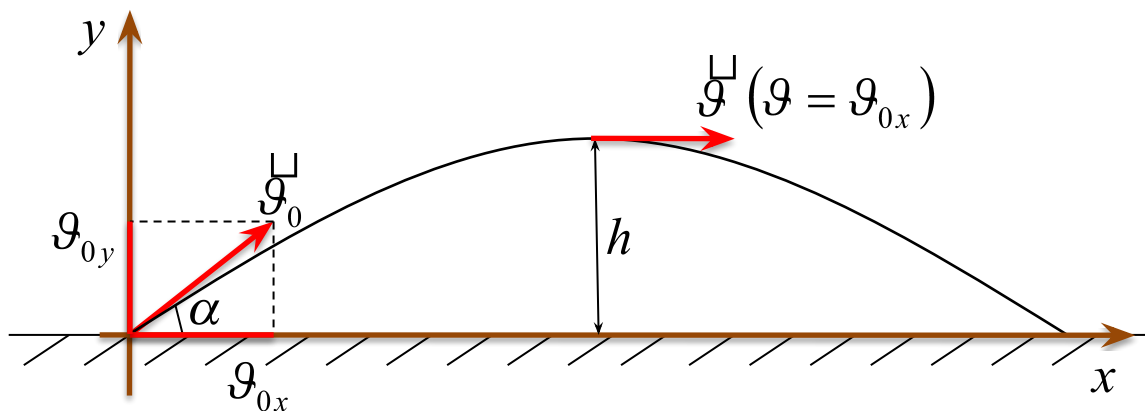
1. Анализ текста задачи(заданного содержания), анализ физического явления и выбор его физической модели.
2. Определение способа (идеи) решения задачи или составление плана решения.
3. Выполнение запланированных действий (решение в общем виде, проведение опытов и др.), получение ответа в виде числа.
4. Анализ решения задачи. Подведение итогов.





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

## Анализ условия задачи







1 Тело брошено со скоростью  $15\text{ м/с}$  под углом  $30^\circ$  к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, на какую высоту  $h$  поднимется данное тело?

**Кинематический**

*Решение на основе законов кинематики*

**Два способа**

**решения задачи**

**Энергетический**

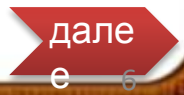
*Решение на основе закона сохранения энергии*

дале

е 5

## 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.





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

Дано:

$$v_0 = 15 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$h = ?$

Решение

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

Из рисунка

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

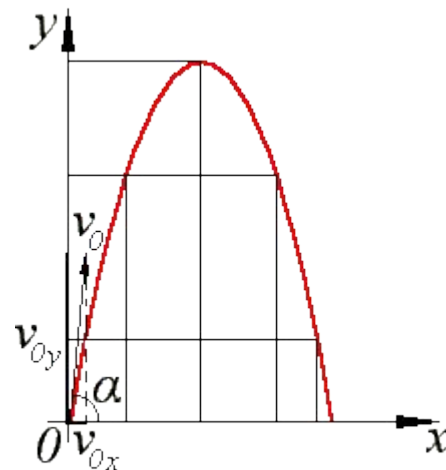
ВИДНО:

$$v_y = v_{0y} - gt \Rightarrow t = \frac{v_{0y} - v_y}{g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g},$$

$$\text{т.к. } v_y = 0$$

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

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



далее

## 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.







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

Дано:

$$\vartheta_0 = 15 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$h - ?$

Решение

Нулевой уровень энергии свяжем с точкой броска.

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

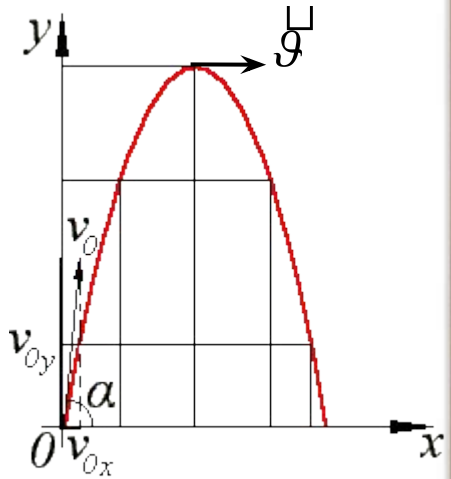
В верхней точке параболы: По закону сохранения энергии:

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

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

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

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

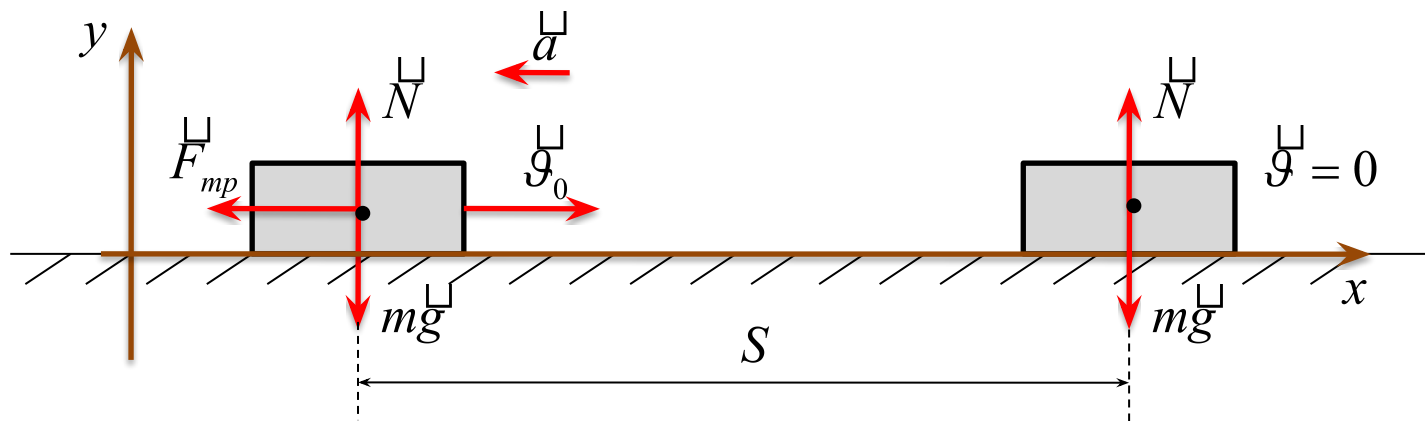


далее



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  $10 \text{ м/с}$ , если коэффициент сопротивления равен  $0,5$ .

**Динамически**  
**й**

*Решение на  
основе  
законов  
Ньютона*

**Два  
способа**

**решения  
задачи**

**Энергетическ**  
**ий**

*Решение на  
основе закона  
сохранения  
энергии*

дале

е 11

## 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.







2

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

Дано:

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,5$$

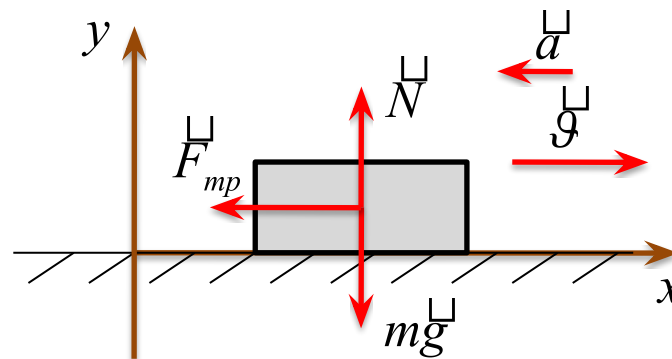
$$v = 0$$

$$S = ?$$

Решение

Основное уравнение динамики:  $N + mg + F_{mp} = ma$

В проекциях на оси координат:  $F_{mp} = -ma$ ,  
 $Oy: N - mg = 0$ .



$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2S}; \quad F_{mp} = \mu N = \mu mg, \quad (N = mg)$$

$$F_{mp} = ma, \quad \mu mg = \frac{v_0^2}{2S} \Rightarrow S = \frac{v_0^2}{2\mu g}$$

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



далее



2

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

Дано:

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

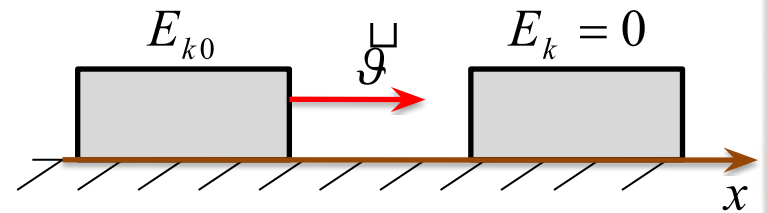
$$\mu = 0,5$$

$$v = 0$$

$$S = ?$$

Решение

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



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

$$A_{mp} = -\mu mg S,$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2}, \quad E_k - E_{k0} = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -\frac{mv_0^2}{2},$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \mu mg S \Rightarrow S = \frac{v_0^2}{2\mu g}$$

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:

$$m = 1000 \text{ т}$$

$$S = 5 \text{ м}$$

$$v_0 = 0$$

$$F = 14 \text{ кН}$$

$$\alpha = 0,4$$

---

$$v = ?$$

## 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:

$$m = 1000 \text{ т}$$

$$S = 5 \text{ м}$$

$$g_0 = 0$$

$$F = 14 \text{ кН}$$

$$\alpha = 0,4$$

$$g - ?$$

СИ

$$10^6 \text{ кг}$$

$$14 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

Решение

Основное уравнение

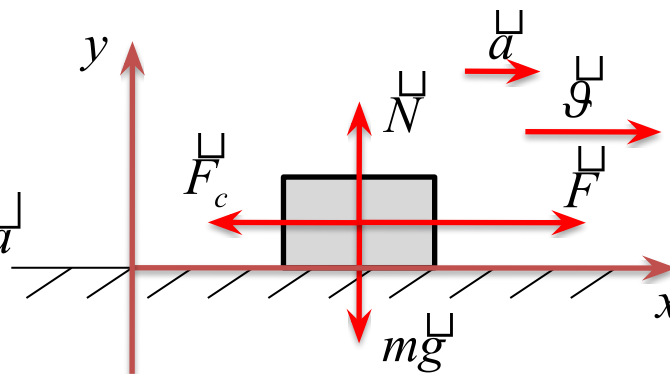
динамики:  $F = ma$ ,

$$N + mg + F + F_{mp} = ma$$

В проекциях на оси координат:

$$Ox : F - F_c = ma,$$

$$Oy : N - mg = 0.$$



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

$$a = \frac{g^2 - g_0^2}{2S}; \quad F - F_c = m \frac{g^2}{2S} \Rightarrow g = \sqrt{\frac{2S \cdot (F - 0,4mg)}{m}}$$

$$g = 10 \text{ м/с}$$





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:

$$m = 1000 \text{ т}$$

$$S = 5 \text{ м}$$

$$v_0 = 0$$

$$F = 14 \text{ кН}$$

$$\alpha = 0,4$$

$$v = ?$$

СИ

$$10^6 \text{ кг}$$

$$14 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

Решение

Так как на тело действует сила трения, применим закон изменения

механической энергии:

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

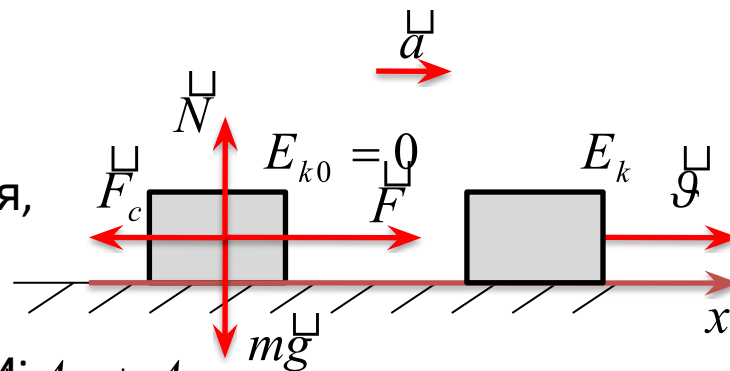
$$A_{F_{тр}} = 0,4mgS \cdot \cos 180^\circ = -0,4mgS, \quad F_c = \alpha \cdot mg,$$

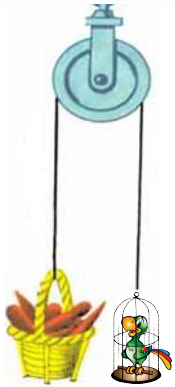
$$A_F = FS \cos 0^\circ = FS, \quad A_{mg} = mg \cos 270^\circ = 0$$

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

$$E_k - E_{k0} = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2},$$

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





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:

$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

$$a = ?$$

## Работа в группах

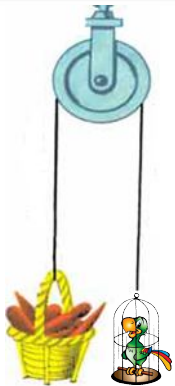
Динамический  
способ

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:

$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

$$a = ?$$

### Решение

Запишем уравнения движения грузов.

$$\text{Для 1 груза: } F = m_1 a, \quad N_1 + m_1 g = m_1 a$$

$$\text{Для 2 груза: } F = m_2 a, \quad N_2 + m_2 g = m_2 a$$

Спроецируем на ось координат.

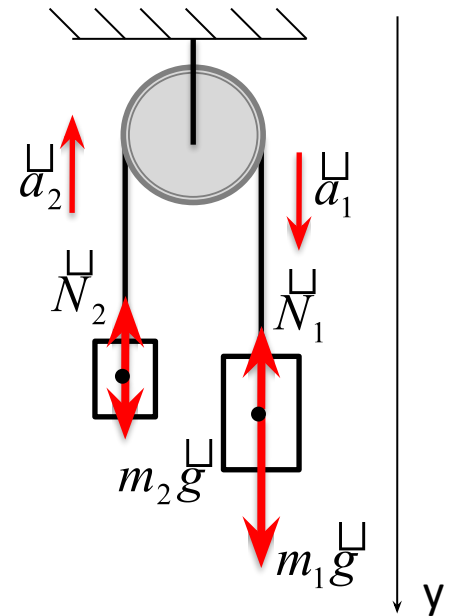
$$\begin{cases} -N_1 + m_1 g = m_1 a \\ -N_2 + m_2 g = -m_2 a \end{cases}$$

Решим систему уравнений

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

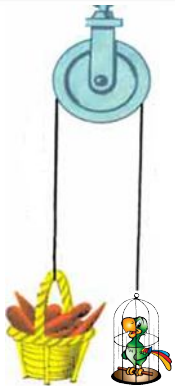
$$a = \frac{g(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)}$$

$$a = \frac{10 \text{ м/с}^2 (1 \text{ кг} - 0,5 \text{ кг})}{(1 \text{ кг} + 0,5 \text{ кг})} = 3,3 \text{ м/с}^2$$



назад

19



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:

$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

$a = ?$

Решение

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

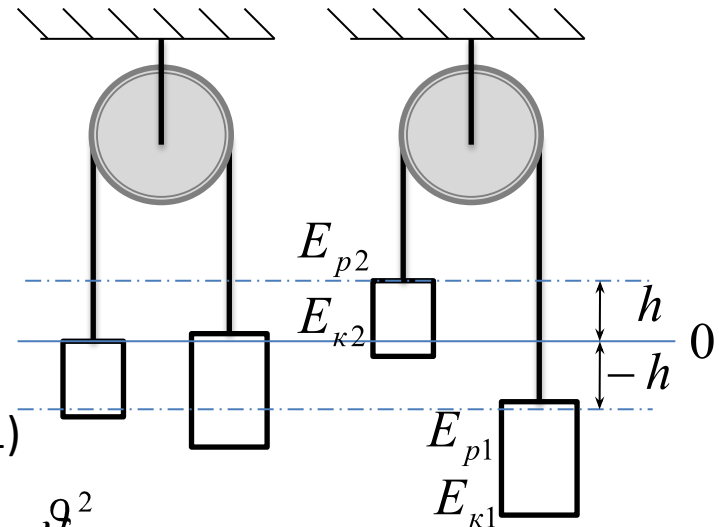
$$0 = E_{p1} + E_{p2} + E_{k1} + E_{k2},$$

$$-m_1gh + m_2gh + \frac{m_1v^2}{2} + \frac{m_2v^2}{2} = 0. \quad (1)$$

$$h = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}, \quad v_0 = 0 \Rightarrow h = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v^2}{2h}$$

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

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



назад

Д 20





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:

$$h = 19,6 \text{ м}$$

$$r = 15 \text{ см}$$

$$\omega = 31,4 \text{ рад/с}$$

$$N - ? \quad \vartheta_A - ?$$

$$\vartheta_B - ?$$

## Работа в группах

Кинематический  
способ

решение

Энергетический  
способ

решение

далее

е 21



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 начальнй и конечный точке его падения.

Дано:

$$h = 19,6 \text{ м}$$

$$r = 15 \text{ см}$$

$$\omega = 31,4 \text{ рад/с}$$

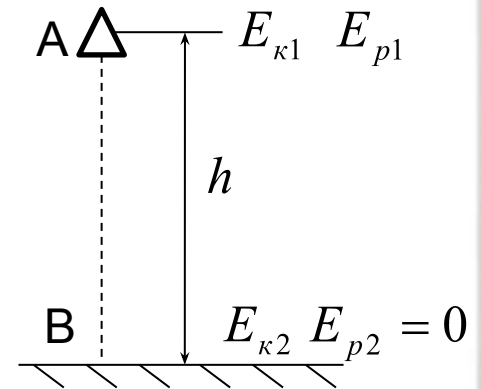
$$N - ? \quad \vartheta_A - ?$$

$$\vartheta_B - ?$$

Решение

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

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

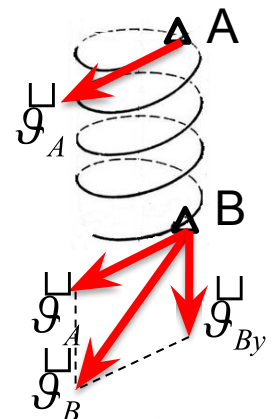


Траектория движения волчка в точке А (окружность):  $\vartheta_A = \omega r;$

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

Д 22



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:

$$h = 19,6 \text{ м}$$

$$r = 15 \text{ см}$$

$$\omega = 31,4 \text{ рад/с}$$

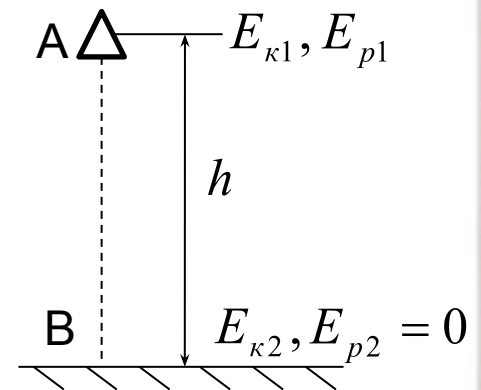
$$N - ? \quad \vartheta_A - ?$$

$$\vartheta_B - ?$$

Решение

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

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



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

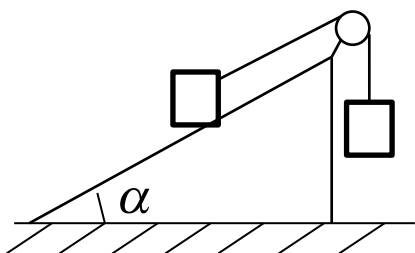
$$\vartheta_A = \omega r;$$

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

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

# 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 углом у основания  $30^\circ$ . 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

Дано:

$$h = 5 \text{ м}$$

$$t - ? \quad \vartheta - ?$$

Решение кинематическим способом

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

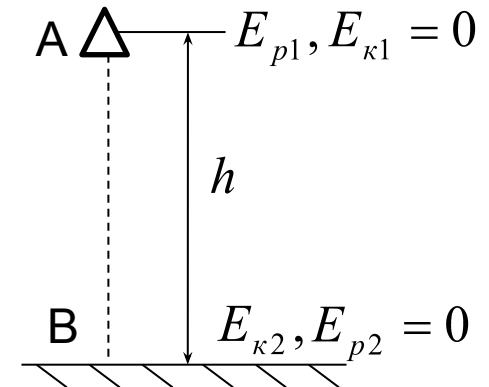
$$h = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2a} = \frac{\vartheta^2}{2g} \Rightarrow \vartheta = \sqrt{2gh}$$

Решение энергетическим способом

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

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

$$h = 1 \text{ с}, \quad \vartheta = 10 \text{ м/с}$$



# Решение 2 задачи проверочной

Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$a = ?$

## Решение динамическим способом

1. Движение по наклонной плоскости.

$$N_1 + mg + F_n = ma_1$$

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

2. Движение по вертикали.

$$F_n - mg = ma_2$$

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

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

## Решение энергетическим способом

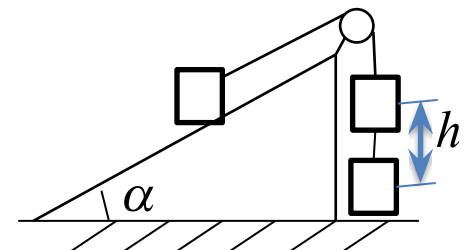
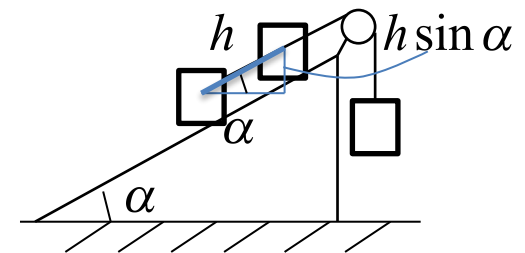
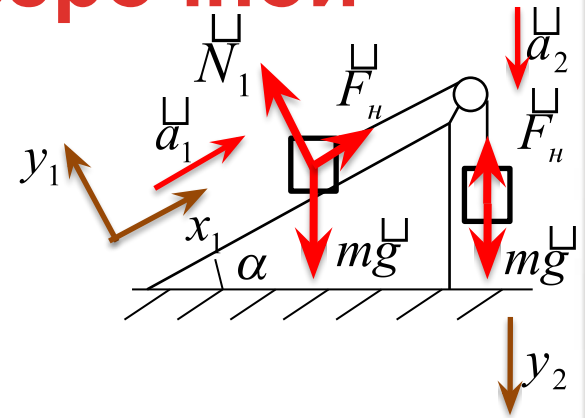
$$0 = E_{p1} + E_{p2} + E_{k1} + E_{k2},$$

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

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

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

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



далее

Решение задач части В  
ЕГЭ

задачи

Решение задач части С  
ЕГЭ

задачи



далее  
е 27

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:**

$$m = 200 \text{ кг}$$

$$L = 60 \text{ м}$$

$$\vartheta_0 = 0$$

$$\mu = 0,14$$

$$\alpha = 0,4$$

---

$$S - ?$$

Динамический  
способ

решение

Энергетический  
способ

решение

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:

$$m = 200 \text{ кг}$$

$$L = 60 \text{ м}$$

$$v_0 = 0$$

$$\mu = 0,14$$

$$\alpha = 0,4$$

$$S = ?$$

Решение

1. Движение по наклонной плоскости.  $F = ma_1$ ,

$$N_1 + mg + F_{mp1} = ma_1$$

$$Ox_1 : mg \sin \alpha - F_{mp1} = ma_1,$$

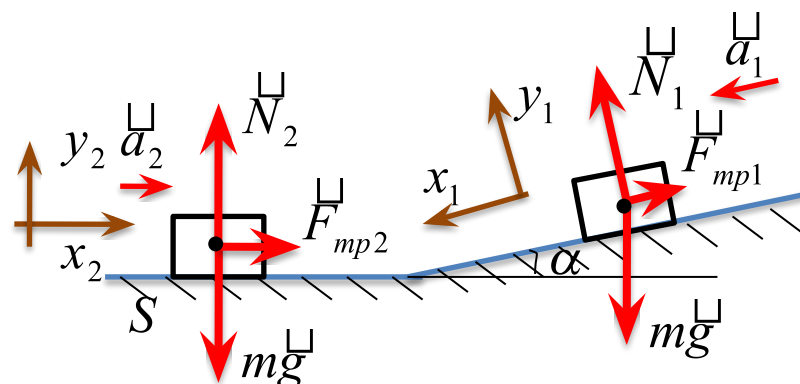
$$Oy_1 : N - mg \cos \alpha = 0.$$

$$N = mg \cos \alpha, \quad F_{mp1} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2L}$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m \frac{v_1^2}{2L},$$

$$v_1^2 = 2Lg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$



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:

$$m = 200 \text{ кг}$$

$$L = 60 \text{ м}$$

$$v_0 = 0$$

$$\mu = 0,14$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$S = ?$$

Решение

2. Движение по горизонтали.

$$N_2 + mg + F_{mp2} = ma_2$$

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

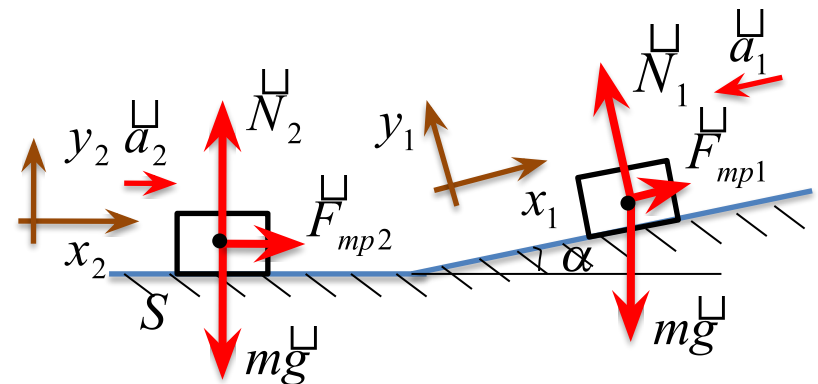
$$Oy_2 : N - mg = 0.$$

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

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2S}. \text{ Так как } v_2 = 0, \quad a = \frac{v_1^2}{2S}$$

$$\mu g = \frac{v_1^2}{2S} \Rightarrow S = \frac{v_1^2}{2\mu g} = \frac{2Lg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{2\mu g} = \frac{L(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{\mu}$$

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



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:

$$m = 200 \text{ кг}$$

$$L = 60 \text{ м}$$

$$g_0 = 0$$

$$\mu = 0,14$$

$$\alpha = 0,4$$

$$S = ?$$

Решение

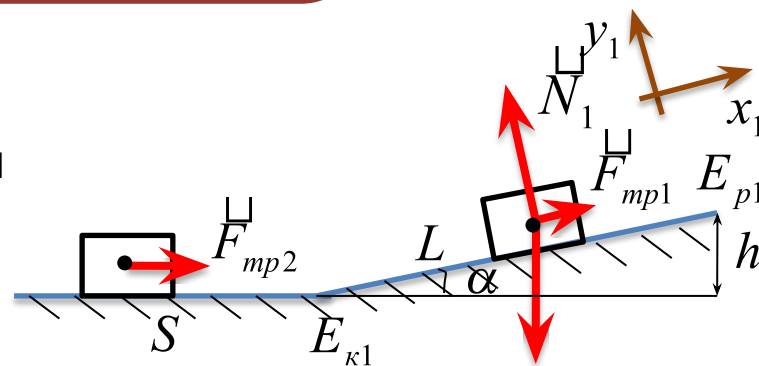
В качестве нулевого уровня отсчета потенциальной энергии выберем горизонтальную плоскость. По закону сохранения энергии:

$$E_{p1} = mgh ; \quad A_{mp1} = F_{mp1}L = \mu mg \cos \alpha \cdot L;$$

$$A_{mp2} = F_{mp2}S = \mu mgS;$$

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

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





Решение задач  
расти С  
ЭТЭ



дале

е

32



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?

## Анализ решения задачи

Дано:

$$m, 2L$$

$$q, Q$$

$$T_2 = 3T_1$$

$$\frac{q_1}{q_2} = ?$$

$$q_2$$

1. Сместим бусинку на малое расстояние от положения равновесия.

2. На бусинку действуют кулоновские силы со стороны зарядов  $+q$ .

3. Так как  $F_{\text{рез}} \neq 0$ , появилось ускорение, но оно перемещает бусинку, которая начинает совершать гармонические колебания.

$$x = x_{\text{max}} \cos \omega t,$$

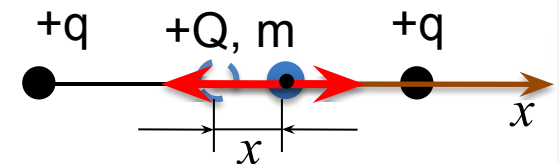
$$\mathcal{V} = x' = -x_{\text{max}} \omega \sin \omega t,$$

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

5. Период колебаний можно выразить через  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ;

6. Частоту можно найти из уравнения ускорения или скорости тела.

7. Выразив частоту, найдем искомую величину.



далее

е 33

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  $T$ .

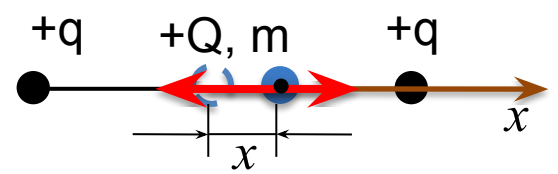


Во сколько раз следует уменьшить заряд бусинки, чтобы период ее колебаний увеличился в 3 раза?

Дано:  
 $m, 2L$   
 $q, Q$   
 $T_2 = 3T_1$   
 $\frac{q_1}{q_2} = ?$

Решение

Динамический способ



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

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



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.

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

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

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

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

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



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:*

$$m, 2L$$

$$q, Q$$

$$T_2 = 3T_1$$

$$\frac{q_1}{q_2} = ?$$

$$q_2$$

*Решение*

Энергетический способ



далее



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

Дано:

$$m = 3\text{г}$$

$$L = 50\text{см}$$

$$E = 2 \cdot 10^6 \text{ В/м}$$

$$q = -3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$T = ?$$

Решение

В состоянии 1:  $E_{k1} = \frac{mv_{\max}^2}{2}$ ,  $E_{p1} = q\varphi_1$ ;

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

По закону сохранения энергии:

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

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

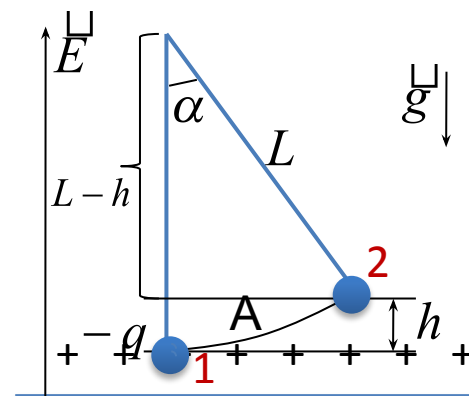
Так как поле однородно  $\Delta\varphi_{12} = Eh$ , (2)

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  $\sin(\alpha/2) = \alpha/2 \Rightarrow h = L \frac{\alpha^2}{2} = \frac{A^2}{2L}$ , (3)

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

Энергетический способ



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

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

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

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



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

Дано:

$$m = 3\text{г}$$

$$L = 50\text{см}$$

$$E = 2 \cdot 10^6 \text{ В/м}$$

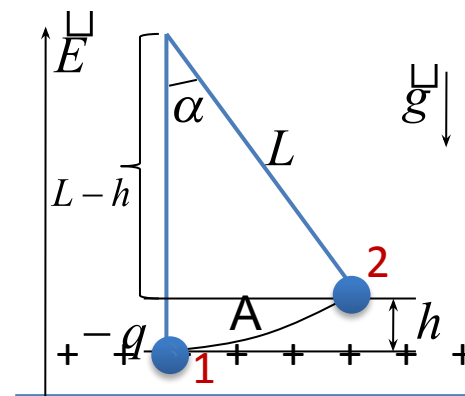
$$q = -3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

---


$$T - ?$$

Решение






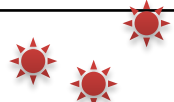
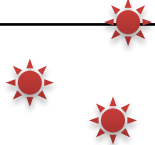
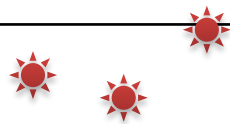
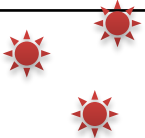
Динамический способ



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

## Повторить:

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

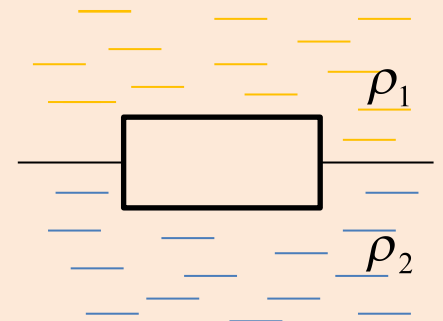
Составить задачу, которую можно решить различными способами.

## Решить задачи:

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<sup>2</sup> плавает на границе несмешивающихся жидкостей с разной плотностью, причем  $\rho_2 = 1000 \text{ м}^3$ .

, где  $\rho_1$  Пренебрегая сопротивлением жидкостей, определите  $T$ , если период малых вертикальных колебаний цилиндра равен  $\pi/5$  с.



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>

