



Курсы подготовки к ЕГЭ по физике

Механика. Задание № 29

Учитель физики: Бабчик И.И.

Учебное заведение: МБОУ лицей №1

г. Сургут, 2019 г.



Задание № 29. Основные вопросы

1. Кинематика

- [Задача № 1](#) 2
- [Задача № 2](#) 7

2. Движение по окружности

- [Задача № 3](#) 18
- [Задача № 4](#) 22

3. Динамика

- [Задача № 5](#) 25
- [Задача № 6](#) 29

4. Законы сохранения

- [Задача № 7](#) 32
- [Задача № 8](#) 35



Задача № 1. Кинематика

Тело, свободно падающее с некоторой высоты из состояния покоя, за время $\tau = 1$ с после начала движения проходит путь в $n = 5$ раз меньший, чем за такой же промежуток времени в конце движения.

Найдите полное время движения.

Дано:

$$\tau = 1 \text{ с}$$

$$n = 5$$

$$S_2 = nS_1$$

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти: $t - ?$

Задача № 1. Решение (1)



Пусть t - полное время падения с высоты H , $v_0 = 0$.
Путь, пройденный вначале движения S_1 , а в конце движения S_2 . Причем,

$$S_2 = nS_1 \quad (1)$$

По законам свободного падения из состояния покоя найдем всю высоту падения H , путь S_1 , $H - S_2$.

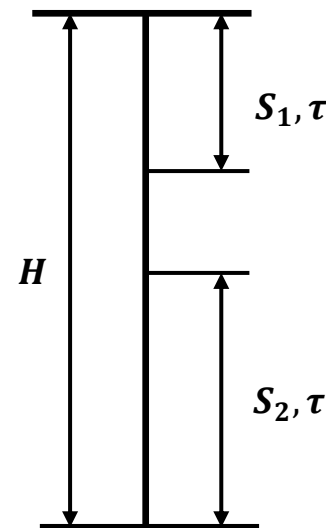
$$H = \frac{gt^2}{2} \quad (2)$$

$$S_1 = \frac{g\tau^2}{2} \quad (3)$$

$$H - S_2 = \frac{g(t - \tau)^2}{2} \quad (4)$$

С другой стороны:

$$H - S_2 = H - nS_1 = \frac{gt^2}{2} - n\frac{g\tau^2}{2} = \frac{g(t^2 - n\tau^2)}{2} \quad (5)$$



Задача № 1. Решение (2)



Приравняем правые части уравнений (4) и (5):

$$\frac{g(t - \tau)^2}{2} = \frac{g(t^2 - n\tau^2)}{2} \quad (6)$$

Сократим на $g/2$.

$$(t - \tau)^2 = (t^2 - n\tau^2) \quad (7)$$

Раскроем скобки:

$$t^2 - 2t\tau + \tau^2 = t^2 - n\tau^2 \quad (8)$$

Сократим t^2 в правой и левой части:

$$n\tau^2 + \tau^2 = 2t\tau \quad (9)$$

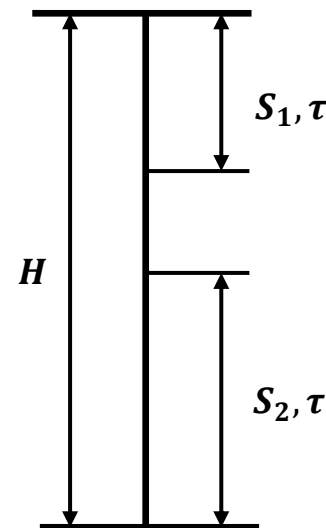
$$\tau(n\tau + \tau) = 2t\tau \quad (10)$$

Сократим τ в правой и левой части:

$$n\tau + \tau = 2t \quad (11)$$

Отсюда:

$$t = \frac{\tau(n + 1)}{2} \quad (12)$$

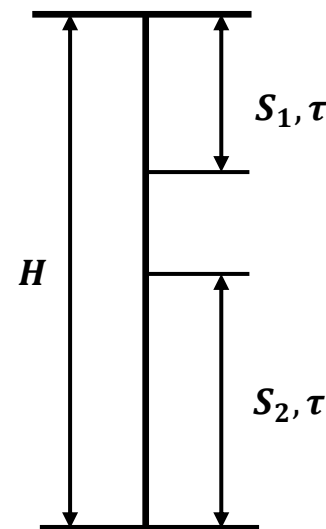


Задача № 1. Решение (3)

В краткой записи решение выглядит так:

$$\begin{aligned}
 &\begin{cases} H = \frac{gt^2}{2} \\ S_1 = \frac{g\tau^2}{2} \end{cases} \Rightarrow H - S_2 = H - nS_1 = \frac{g(t - \tau)^2}{2} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow \frac{gt^2}{2} - n \frac{g\tau^2}{2} = \frac{g(t - \tau)^2}{2} \Rightarrow t = \frac{(n + 1)\tau}{2} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow t = \frac{(5 + 1) \cdot 1\text{с}}{2} = 3\text{ с.}
 \end{aligned} \tag{13}$$

Полное время движения тела $t = 3\text{ с.}$



Ответ: $t = 3\text{ с.}$

Критерии оценки выполнения задания



Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: - правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае — <i>уравнение кинематики свободно падающего тела</i>); - проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ.	3
- Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ - Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ - В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
- В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ - Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ - Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т. п.).	0

Задача № 2. Кинематика

Прибор наблюдения обнаружил летящий снаряд и зафиксировал его горизонтальную координату x_1 и высоту $h_1 = 1655$ м над Землёй (см. рисунок). Через 3 с снаряд упал на Землю и взорвался на расстоянии $l = 1700$ м от места его обнаружения. Известно, что снаряды данного типа вылетают из ствола пушки со скоростью 800 м/с. Какова была максимальная высота H траектории снаряда, если считать, что сопротивление воздуха пренебрежимо мало?

Дано:

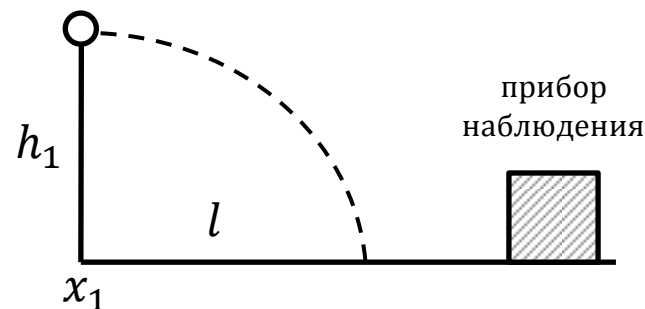
$$h_1 = 1655 \text{ м}$$

$$l = 1700 \text{ м}$$

$$v_0 = 800 \text{ м/с}$$

$$t = 3 \text{ с}$$

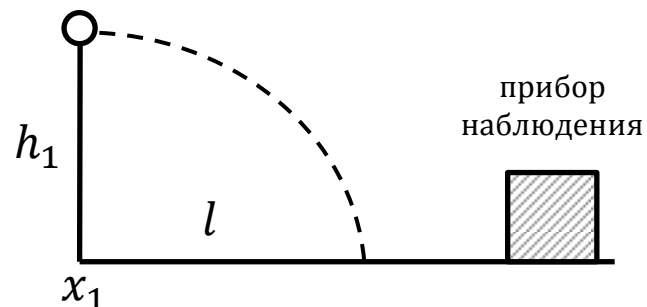
Найти: $H - ?$



Задача № 2. Первое решение (1)

По оси ОХ тело движется равномерно, так как на него не действуют силы в этом направлении.

$$v_{0x} = v_x \quad l = v_x t \quad (1)$$

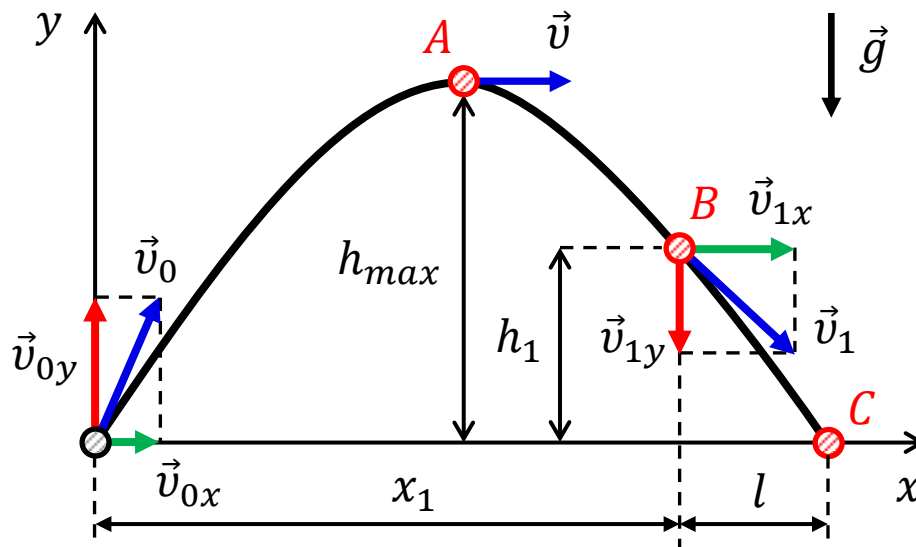


По оси ОУ тело движется равноускоренно под действием силы тяжести.

А – точка подъема снаряда на максимальную высоту;

В – точка, в которой снаряд был зафиксирован;

С – точка падения снаряда на землю в момент взрыва;



Задача № 2. Первое решение (2)

Найдём вертикальную проекцию скорости v_{1y} снаряда в момент обнаружения:

$$h_1 = v_{1y}t + \frac{gt^2}{2} \Leftrightarrow v_{1y} = \frac{h_1 - gt^2/2}{t} \quad (2)$$

где h_1 - высота, на которой был зафиксирован снаряд.

Определим, за какое время τ снаряд долетел из верхней точки траектории в точку, в которой был зафиксирован.

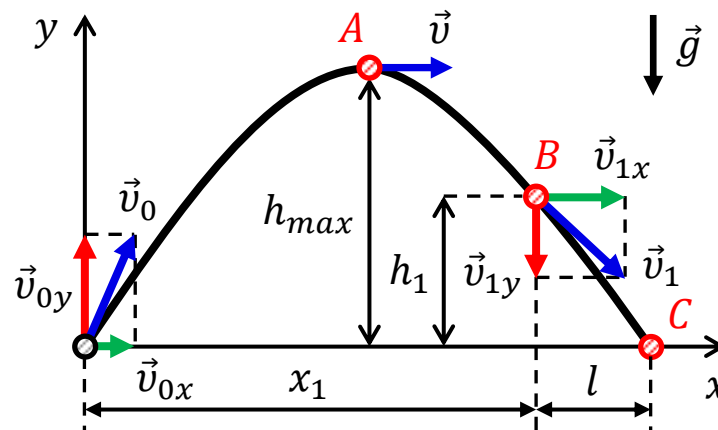
По законам РУД:

$$v_{y1} = v_{y0} + g\tau \quad (3)$$

где $v_{y0} = 0$ скорость в верхней точке траектории на максимальной высоте.

Проекции:

$$v_{y1} = -v_1, \quad g_y = -g \quad (4)$$





Задача № 2. Первое решение (3)

Тогда получим:

$$v_{1y} = g\tau \Leftrightarrow \tau = \frac{v_{1y}}{g} = \frac{h_1 - gt^2/2}{gt} \quad (5)$$

$$\tau = \frac{1655 \text{ м} - 10 \text{ м/с}^2 \cdot (3 \text{ с})^2/2}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \text{ с}} = 53,7 \text{ с} \approx 54 \text{ с}. \quad (6)$$

Общее время опускания снаряда с максимальной высоты до Земли составляет:

$$T = \tau + t \approx 54 \text{ с} + 3 \text{ с} = 57 \text{ с}. \quad (7)$$

Таким образом, максимальная высота снаряда, с которой он падает за время T по законам свободного падения:

$$H = \frac{gT^2}{2} = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (57 \text{ с})^2}{2} = 16245 \text{ м} \approx 16 \text{ км}. \quad (8)$$

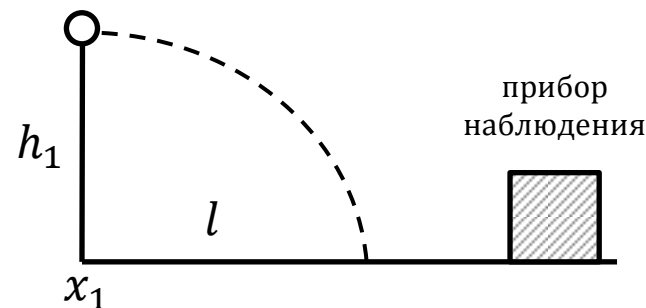
Ответ: $H = 16 \text{ км}$.

Задача № 2. Второе решение (1)



Найдём горизонтальную скорость снаряда:

$$v_{0x} = v_x = \frac{l}{t}, \quad v_x = \frac{1700\text{м}}{3\text{с}} = 566,7 \text{ м/с} \quad (1)$$



эта скорость остается постоянной на протяжении всего полета, т.к. движение по оси OX равномерное.

Модуль начальной скорости снаряда в момент выстрела можно выразить через проекции по теореме Пифагора:

$$v_0^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2 \quad (2)$$

Причем,

$$v_{0x} = v_x, \quad v_{0x}^2 = v_x^2 \quad (3)$$

Определим величину вертикальной проекции скорости в начальный момент:

$$v_{0y}^2 = v_0^2 - v_{0x}^2 \quad (4)$$

Задача № 2. Второе решение (2)



Учтем, что:

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha \quad (5)$$

Тогда

$$v_{0y}^2 = v_0^2 \sin^2 \alpha \quad (6)$$

Максимальная высота подъема тела при РУД равна:

$$H = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g} \quad (7)$$

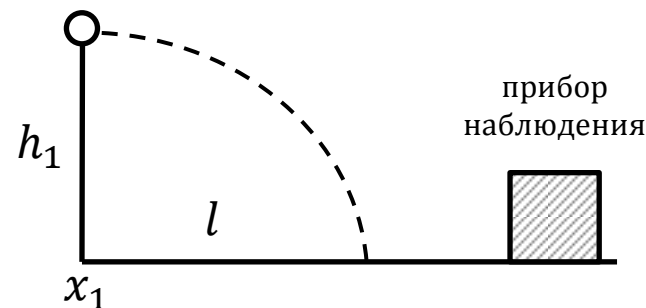
Учтем, что в верхней точке,

$$v_y = 0, \quad g_y = -g, \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha \quad (8)$$

Используя формулу для максимальной высоты брошенного под углом к горизонту тела, получаем:

$$H = \frac{v_0^2 (\sin \alpha)^2}{2g} = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{v_0^2 - v_{0x}^2}{2g} = \frac{(800 \text{ м/с})^2 - (566,7 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 15943 \text{ м} \quad (9)$$

$\approx 16 \text{ км.}$



Ответ: $H = 16 \text{ км.}$

Критерии оценки выполнения задания



Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: - правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае — <i>уравнение кинематики свободно падающего тела</i>); - проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ.	3
- Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ - Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ - В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
- В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ - Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ - Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т. п.).	0

Задача № 3. Движение по окружности



В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью движется тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 20 м, если в этой точке сила давления человека на сидение тележки равна 700 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Дано:

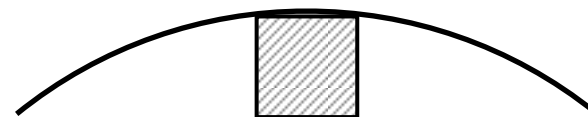
$$m = 70 \text{ кг}$$

$$R = 20 \text{ м}$$

$$F = 700 \text{ Н}$$

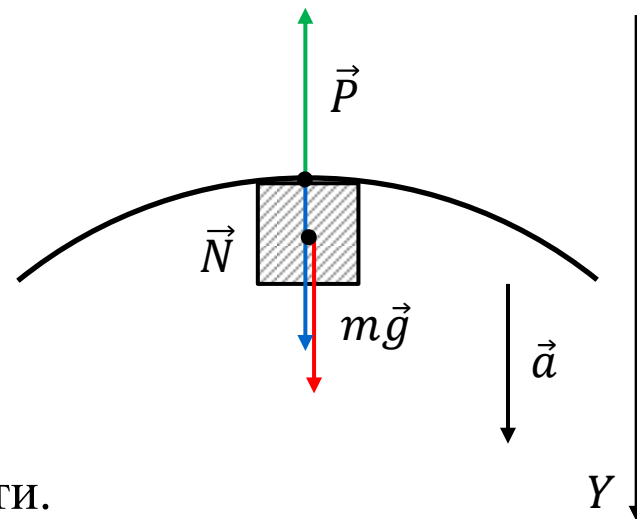
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти: v – ?



Задача № 3. Решение (1)

На тело, движущееся по окружности, действуют: сила тяжести, сила реакции опоры. Равнодействующая этих сил создает центростремительное ускорение. Из верхней точки круговой траектории ускорение, сила тяжести и сила реакции опоры направлены вниз, в центр окружности.



По III закону Ньютона сила давления человека на опору (вес тела) равна силе реакции опоры. С учетом знаков проекций запишем уравнение сил по II закону Ньютона.

$$\text{в векторной форме: } m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}$$

$$\text{в скалярной форме: } ma = mg + N \quad (1)$$

По III закону Ньютона:

$$|N| = |P| \quad (2)$$

Задача № 3. Решение (2)

Центростремительное ускорение равно:

$$a = \frac{v^2}{R} \quad (3)$$

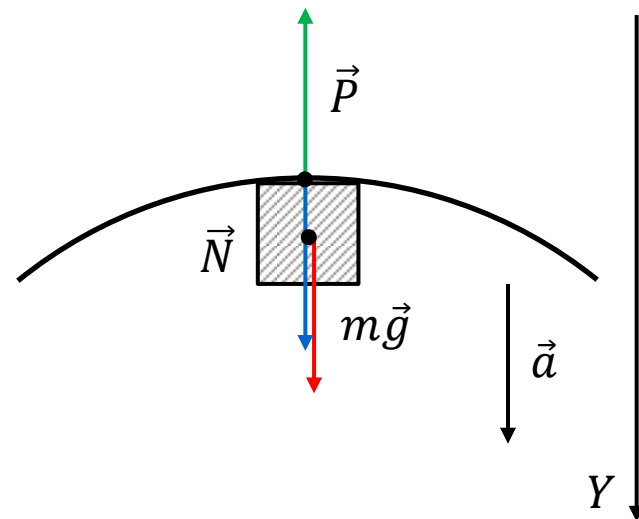
Найдем ускорение из (1), сократив массу тела:

$$a = g + \frac{N}{m} \quad (4)$$

Подставим ускорение в (3). Выразим скорость.

Получим:
$$v = \sqrt{aR} = \sqrt{\left(g + \frac{P}{m}\right)R} \quad (5)$$

$$v = \sqrt{\left(10 \text{ м/с}^2 + \frac{700 \text{ Н}}{70 \text{ кг}}\right) \cdot 20 \text{ м}} = 20 \text{ м/с} \quad (6)$$



Ответ: $v = 20 \text{ м/с}$.

Критерии оценки выполнения задания

№	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение. Сила P давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе N упругости, действующей на человека.	$ma = mg + N$ $ N = P $	1
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = \frac{v^2}{R}$	1
3	Из уравнений пунктов 1 и 2 следует:	$v = \sqrt{aR} = \sqrt{\left(g + \frac{P}{m}\right)R}$ $v = 20 \text{ м/с}$	1
Максимальный балл			3

Задача № 4. Движение по окружности

Небольшой брусок массой $m = 1$ кг начинает соскальзывать с высоты H по гладкой горке, переходящей в мёртвую петлю (см. рисунок). Определите высоту горки H , если на высоте $h = 2,5$ м от нижней точки петли брусок давит на её стенку с силой $F = 5$ Н, радиус окружности $R = 2$ м. Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.

Дано:

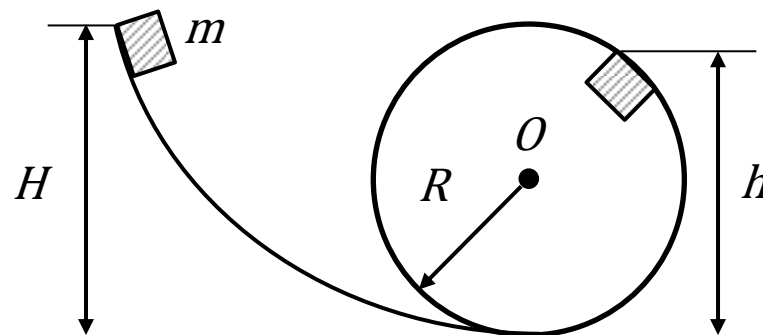
$$h = 2,5 \text{ м}$$

$$R = 2 \text{ м}$$

$$F = 5 \text{ Н}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

Найти: $H - ?$



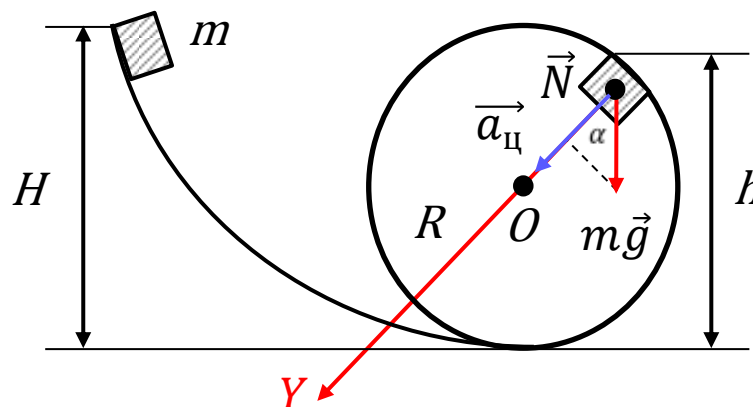
Задача № 4. Решение (1)

Используем закон сохранения механической энергии:

$$E_{п1} + E_{к1} = E_{п2} + E_{к2} \quad (1)$$

$$mgH = mgh + \frac{mV^2}{2} \quad (2)$$

$$\text{В начальный момент } E_{к1} = 0. \quad (3)$$



Сократим массу тела и найдем высоту горки:

$$gH = gh + \frac{v^2}{2} \Leftrightarrow H = h + \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

Скорость бруска на высоте h найдем из законов динамики.

Проекция силы тяжести на ось OY равна:

$$F_T = mg \cos \alpha \quad (5)$$

Запишем второй закон Ньютона для бруска на высоте:

$$\vec{N} + \vec{F}_T = \vec{F} \Rightarrow N + mg \cos \alpha = ma_{ц} = m \frac{V^2}{R} \quad (6)$$

Задача № 4. Решение (2)

Из прямоугольного треугольника:

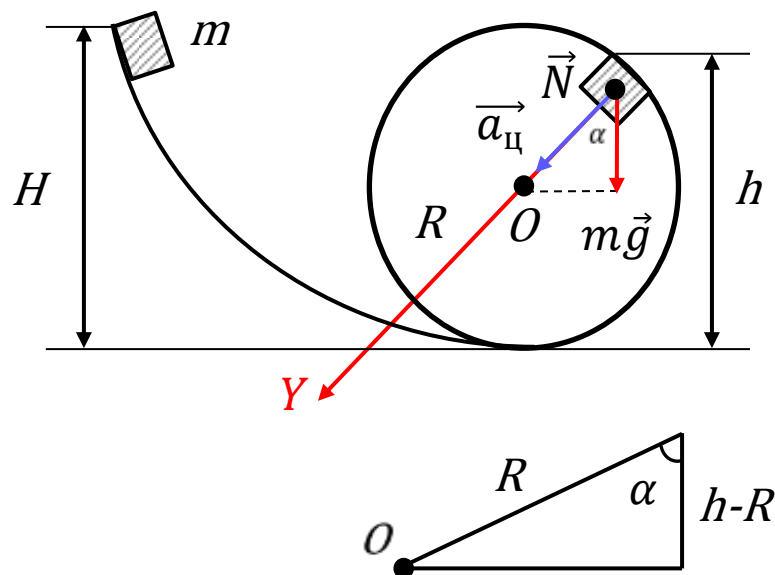
$$\cos \alpha = \frac{h - R}{R} \quad (7)$$

и по третьему закону Ньютона

$$N = F \quad (8)$$

выразим скорость бруска из (6)

$$V^2 = \frac{R}{m} \left(F + mg \frac{h - R}{R} \right) \quad (9)$$



На высоте брусок обладает как кинетической, так и потенциальной энергией. Из закона сохранения энергии найдём искомую высоту:

$$\begin{aligned} mgH &= mgh + \frac{mV^2}{2} \Leftrightarrow H = h + \frac{V^2}{2g} = h + \frac{R}{2mg} \left(F + mg \frac{h - R}{R} \right) \\ &= 2,5\text{ м} + 0,75\text{ м} = 3,25\text{ м}. \end{aligned} \quad (10)$$

Ответ: $H = 3,25\text{ м}.$

Задача № 5. Динамика

Два одинаковых груза массой $M = 100$ г каждый подвешены на концах невесомой и нерастяжимой нити, перекинутой через невесомый блок с неподвижной осью. На один из них кладут перегрузок массой $m = 20$ г после чего система приходит в движение. Найдите модуль силы F , действующей на ось блока во время движения грузов. Трением пренебречь.

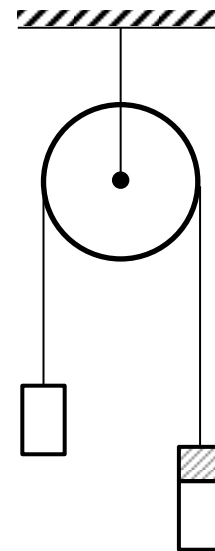
Дано:

$$m = 20 \text{ г} = 0,02 \text{ кг}$$

$$M = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти: $F - ?$



Задача № 5. Решение (1)

Запишем, на основании второго закона Ньютона, уравнения движения для обоих грузов в векторной форме и в проекции на вертикальную ось, направленную вниз (см. рисунок):

$$\vec{F} = \vec{F}_T + \vec{T} \Rightarrow -Ma_1 = Mg - T_1 \quad (1)$$

$$(M + m)a_2 = (M + m)g - T_2 \quad (2)$$

Здесь через a_1 и a_2 обозначены проекции ускорений грузов M и $(M + m)$.

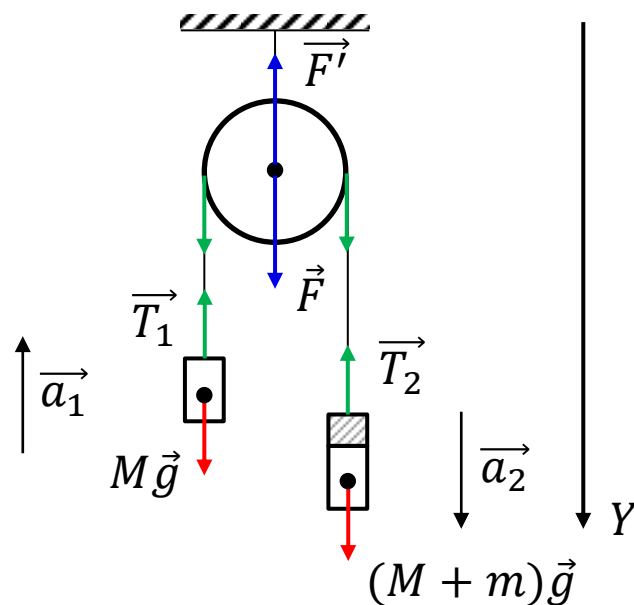
на вертикальную ось, а через T_1 и T_2 — проекции сил натяжения нити на ту же ось.

В силу условия задачи из-за нерастяжимости нити ускорения тел равны по модулю:

$$a_1 = a_2 = a \quad (3)$$

а из-за невесомости блока и нити, и отсутствия трения

$$T_1 = T_2 = T \quad (4)$$



Задача № 5. Решение (2)

Кроме того, в силу третьего закона Ньютона F — сила, действующая на ось блока со стороны движущихся грузов

$$F = F' = 2T. \quad (5)$$

(здесь F' — сила, действующая на блок со стороны его оси).

Из написанных уравнений получаем:

Из уравнения (1):

$$T = Ma + Mg \quad (6)$$

Из уравнения (2):

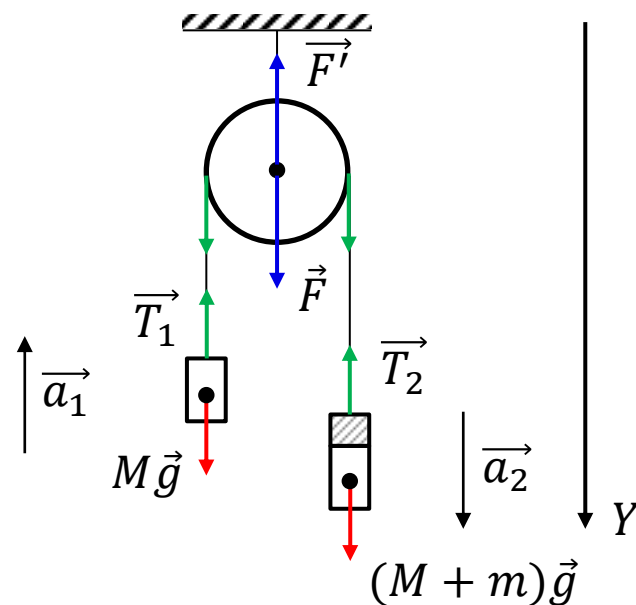
$$(M + t)a = (M + t)g - T$$

$$Ma + ta = Mg + tg - Ma - Mg$$

$$2Ma + ta = tg \quad (7)$$

Тогда:

$$a(2M + t) = tg \Rightarrow a = \frac{t}{m + 2M} g \quad (8)$$



Задача № 5. Решение (3)

Получим силу натяжения из (6):

$$T = Mg + \frac{Mmg}{2M + m} \quad (9)$$

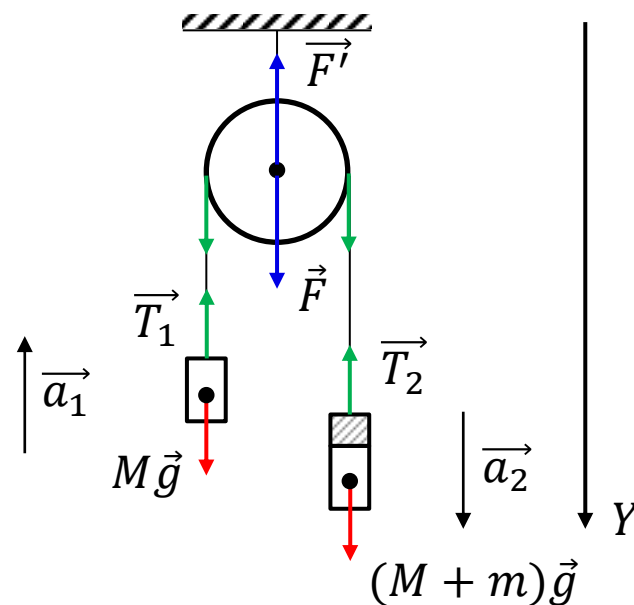
Тогда модуль силы F равен:

$$\begin{aligned} F &= 2T = 2 \left(Mg + \frac{Mmg}{2M + m} \right) \\ &= 2 \left(\frac{2M^2g + mMg + Mmg}{2M + m} \right) \\ &= 2 \left(\frac{M^2g + mMg}{M + m/2} \right) = 2Mg \frac{M + m}{M + m/2} \quad (10) \end{aligned}$$

Подставляя числовые данные и проверяя размерность, имеем:

$$F = 2Mg \frac{M + m}{M + m/2} \approx 2 * 0,1 \text{ кг} * 10 \text{ м/с}^2 * \frac{0,12 \text{ кг}}{0,11 \text{ кг}} = 2,18 \text{ Н.} \quad (11)$$

Сила, действующая на ось блока со стороны движущихся грузов.



Ответ: $F = 2,18 \text{ Н.}$

Задача № 6. Динамика

Тележку массой 1 кг , находящуюся на горизонтальной поверхности, толкнули вбок, она стала двигаться равнозамедленно с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. После этого к тележке подвесили груз на перекинутой через блок невесомой и нерастяжимой нити, она стала двигаться равномерно. Найдите массу груза.

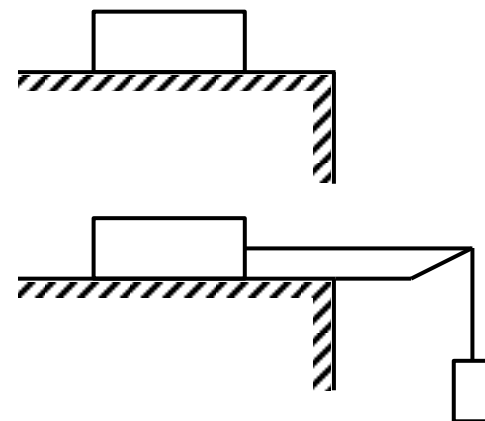
Дано:

$$M = 1 \text{ кг}$$

$$a = 0,5 \text{ м/с}^2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти: $m - ?$



Задача № 6. Решение (1)

Рассмотрим первый случай. Тележка движется равнозамедленно. На тележку действуют три силы: тяжести, трения и реакция опоры.

Согласно второму закону Ньютона

$$M\vec{a} = M\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} \quad (1)$$

Запишем проекции сил на горизонтальную и вертикальную оси:

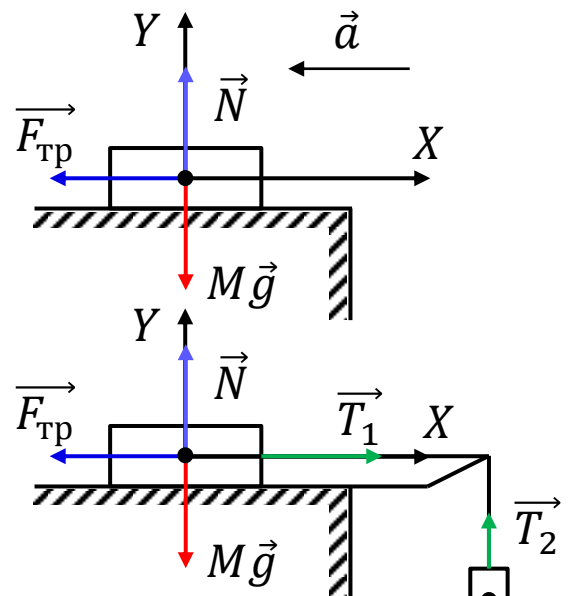
$$\begin{cases} -Ma = -F_{\text{тр}} \\ 0 = N - Mg \end{cases} \quad (2)$$

Сила трения связана с силой реакции опоры соотношением

$$F_{\text{тр}} = \mu N, \quad N = Mg, \quad F_{\text{тр}} = \mu Mg \quad (3)$$

Откуда:

$$Ma = F_{\text{тр}} = \mu N = \mu Mg \Leftrightarrow \mu = \frac{a}{g} = \frac{0,5 \text{ м/с}^2}{10 \text{ м/с}^2} = 0,05 \quad (4)$$



Задача № 6. Решение (2)

Рассмотрим теперь второй случай. Так как тело движется равномерно, его ускорение равно нулю. Нить нерастяжима, поэтому груз также движется равномерно. Запишем второй закон Ньютона для тележки и груза:

$$\begin{cases} M\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + \vec{T}_1 = 0 \\ m\vec{g} + \vec{T}_2 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} N - Mg = 0 \\ T_1 - F_{\text{тр}} = 0 \\ T_2 - mg = 0 \end{cases} \quad (5)$$

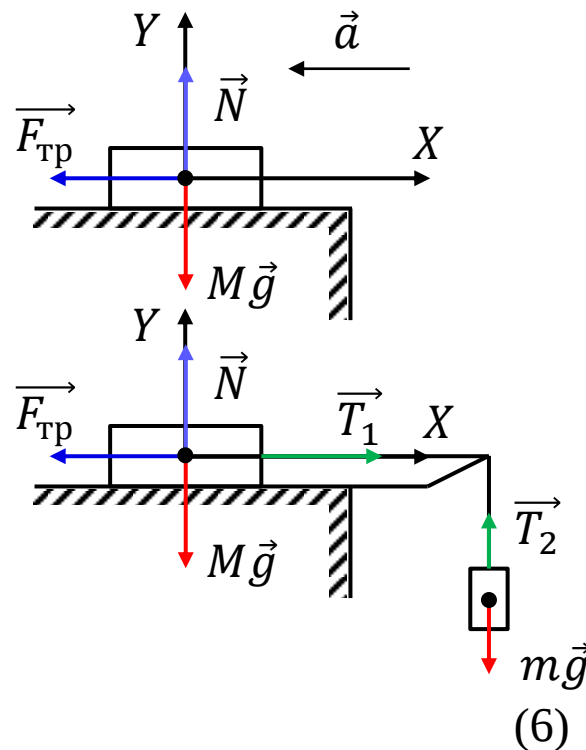
Нить невесома, поэтому $T_1 = T_2 = T$

В итоге из (5) получаем:

$$N = Mg, \quad T = F_{\text{тр}} = \mu Mg, \quad T = mg \quad (7)$$

Тогда:

$$mg = \mu Mg \Rightarrow m = \mu M = 0,05 \cdot 1 \text{ кг} = 0,05 \text{ кг} \quad (8)$$



Ответ: $m = 0,05 \text{ кг}$.



Задача № 7. Законы сохранения

Брусек массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты h и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным брусом массой $m_2 = 300$ г. В результате абсолютно неупругого соударения общая кинетическая энергия брусков становится равной 2,5 Дж. Определите высоту наклонной плоскости h . Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

Дано:

$$m_1 = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$$

$$m_2 = 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}$$

$$E = 2,5 \text{ Дж}$$

Найти: $h - ?$

Задача № 7. Решение (1)



Кинетическая энергия брусков после столкновения равна:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} \quad (1)$$

где v - скорость системы после удара.

Запишем закон сохранения импульса на горизонтальном участке:

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P} \quad P_1 + P_2 = P, \quad P_2 = 0 \quad (2)$$

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v \quad (3)$$

$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} \quad (4)$$

где v_1 - скорость первого бруска в момент перед столкновением.

Возведем скорость v в квадрат:

$$v^2 = \left(\frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} \right)^2 \quad (5)$$

Исключая из уравнения (1) скорость v^2 получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot \left(\frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} \right)^2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} \quad (6)$$

Задача № 7. Решение (2)



Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении 1 бруска по наклонной плоскости:

$$E_{п1} + E_{к1} = E_{п2} + E_{к2} \quad (7)$$

$$E_{к1} = 0, \quad E_{п2} = 0 \quad (8)$$

$$m_1 gh = \frac{m_1 v_1^2}{2} \quad (9)$$

Подставляя это равенство в (6), получаем:

$$E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} m_1 gh \quad (10)$$

Следовательно:

$$h = \frac{E(m_1 + m_2)}{gm_1^2} = \frac{2,5 \text{ Дж} \cdot (0,5 \text{ кг} + 0,3 \text{ кг})}{10 \text{ м/с}^2 \cdot (0,5 \text{ кг})^2} = 0,8 \text{ м} \quad (11)$$

Ответ: $h = 0,8 \text{ м}$.

Задача № 8. Законы сохранения



Два шарика, массы которых $m = 0,1$ кг и $M = 0,2$ кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях одинаковой длины l (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол $\alpha = 90^\circ$ и отпускают с начальной скоростью, равной нулю. В результате абсолютно неупругого удара шариков выделяется количество теплоты $Q = 1$ Дж. Определите длину нитей l .

Дано:

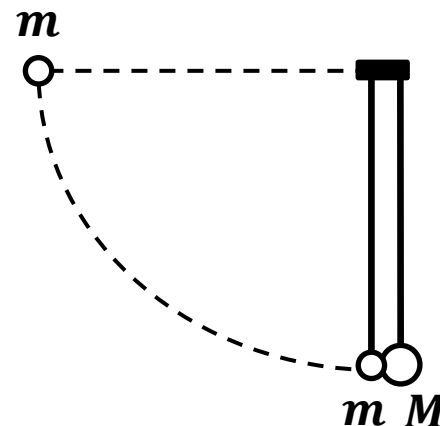
$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$M = 0,2 \text{ кг}$$

$$Q = 1 \text{ Дж}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

Найти: $l - ?$



Задача № 8. Решение (1)



Запишем закон сохранения механической энергии для 1 шарика до удара:

$$E_{п1} + E_{к1} = E_{п2} + E_{к2} \quad (1)$$

$$E_{к1} = 0, \quad E_{п2} = 0 \quad (2)$$

$$h = l, \quad mgl = \frac{mv^2}{2} \quad (3)$$

Сократим массу и выразим скорость:

$$v^2 = 2gl \quad (4)$$

Закон сохранения импульса при ударе двух шаров:

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P} \quad P_1 + P_2 = P, \quad P_2 = 0 \quad (5)$$

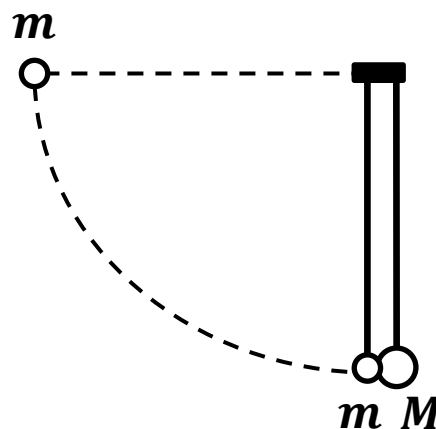
$$mv = (m + M)V \quad (6)$$

Скорость после неупругого удара:

$$V = \frac{mv}{(m + M)} \quad (7)$$

Закон сохранения энергии для двух шаров перед ударом и после удара:

$$E_{к1} = E_{коб} + Q \quad (8)$$



Задача № 8. Решение (2)

Количество теплоты, выделившееся при ударе:

$$Q = E_{k1} - E_{k06} \quad (9)$$

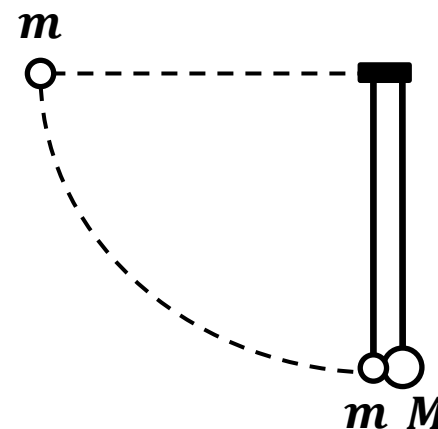
$$Q = \frac{mv^2}{2} - \frac{(m+M)V^2}{2} \quad (10)$$

$$Q = \frac{2mgl}{2} - \frac{(m+M)m^2v^2}{2(m+M)^2} = mgl - \frac{m^2gl}{(m+M)} \\ = gl \left(m - \frac{m^2}{(m+M)} \right) \quad (11)$$

Отсюда

$$l = \frac{Q}{g(m - m^2/(m+M))} = \frac{Q(m+M)}{mMg} \quad (12)$$

$$l = \frac{1 \text{ Дж} \cdot (0,1 \text{ кг} + 0,2 \text{ кг})}{0,1 \text{ кг} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 1,5 \text{ м} \quad (13)$$



Ответ: $l = 1,5 \text{ м}$.



Спасибо за внимание!

<http://www.surwiki.admsurgut.ru>