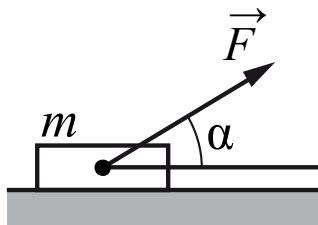


Самостоятельная работа №6

Задание 1

Брусок массой $m = 2$ кг движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Коэффициент трения между бруском и плоскостью $\mu = 0,2$. Модуль силы трения, действующей на брусок, $F_{\text{тр}} = 2,8$ Н. Чему равен модуль силы F ?



Возможное решение

Запишем второй закон Ньютона в проекции на вертикальную ось: $0 = N - mg + F \sin \alpha$.

Выражение для силы трения скольжения имеет вид $F_{\text{тр}} = \mu N$. Выполняя преобразования, получим

$$F_{\text{тр}} = \mu(mg - F \sin \alpha). \text{ В итоге, искомая сила } F = \frac{\mu mg - F_{\text{тр}}}{\mu \sin \alpha} = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 10 - 2,8}{0,2 \cdot 0,5} = 12 \text{ Н.}$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, формула для силы трения скольжения</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0

Работа 1.1

Дано:
 $m = 2 \text{ кг}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\mu = 0,2$
 $F_{\text{тр}} = 2,8 \text{ Н}$
 $F = ?$

$F_{\text{тр}} = \mu N$
 ~~$F_{\text{тр}} = \mu (mg - F \sin \alpha)$~~
 $\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F} = m\vec{a}$

$0x: F \cos \alpha - F_{\text{тр}} = ma$
 $0y: N = mg - F \sin \alpha$
 $F_{\text{тр}} = \mu (mg - F \sin \alpha)$
 $F_{\text{тр}} = \mu N$
 $2,8 = 0,2 \cdot N = 14$
 $N = mg - F \sin 30^\circ$
 ~~$N = mg - F \sin 30^\circ$~~
 $F \sin 30^\circ = 6$
 $F = 12$
 Ответ: 12 Н

Приведено полное верное решение: записаны две необходимых формулы, проведены преобразования, представлены вычисления и верный ответ. (2 балла)

Работа 1.2

Дано:
 $m = 2 \text{ кг}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\mu = 0,2$
 $F_{\text{тр}} = 2,8 \text{ Н}$
 $F = ?$

Решение:
 $N = \frac{F_{\text{тр}}}{\mu} = \frac{2,8}{0,2} = 14 \text{ Н}$
 $N + F \sin \alpha - mg = 0$
 ~~$N = mg - F \sin \alpha$~~
 $F \sin \alpha = mg - N$
 $F = \frac{mg - N}{\sin \alpha} = \frac{2 \cdot 10 - 14}{0,5} = \frac{6}{0,5} = 12 \text{ Н}$

Ответ: 12 Н

Приведено полное верное решение: записаны две необходимых формулы, проведены преобразования, представлены вычисления и верный ответ. (2 балла)

Работа 1.3

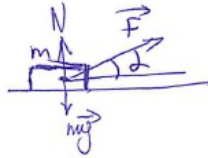
Дано:
 $m = 2 \text{ кг}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\mu = 0,2$
 $F_{\text{тр}} = 2,8 \text{ Н}$

Решение:
 По II закону Ньютона
 $N + F \sin \alpha - mg = 0$
 $F_{\text{тр}} = 2,8 \text{ Н} = \mu N$

~~...~~

$F = \frac{mg - N}{\sin \alpha} = \frac{mg - F_{\text{тр}}/\mu}{\sin \alpha} = \frac{2 \cdot 10 - 2,8/0,2}{\sin 30^\circ} = 12 \text{ Н}$

Ответ: **12 Н**

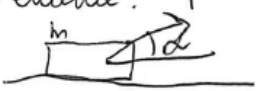


Приведено верное решение и получен верный ответ, но на рисунке не указана сила трения. Неверный рисунок (поскольку его требований к его представлению в тексте задачи отсутствует) отнесен к лишним записям. (1 балл)

Работа 1.4

Дано:
 $m = 2$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\mu = 0,2$
 $F_{\text{тр}} = 2,8 \text{ Н}$
 Найти:
 F

Решение: F'



~~$N + F \sin \alpha - mg = 0$~~

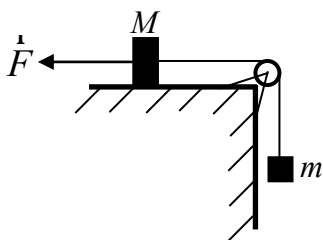
$F = \mu N$ $F = \mu (mg - F \sin \alpha) = 0,2 \cdot (20 - 6) = 0,2 \cdot 14$

$F = 2,8$ Ответ: $F = 2,8$

Приведена только одна верная формула, выражение для силы трения записано неверно (отсутствует обозначение силы трения). (0 баллов)

Задание 2

Груз массой $M = 0,8$ кг, лежащий на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой $m = 0,5$ кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила F (см. рисунок). Второй груз движется из состояния покоя с ускорением 2 м/с², направленным вниз. Коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола равен $0,2$. Чему равен модуль силы F ?



Возможное решение

Грузы связаны лёгкой нерастяжимой нитью, а блок идеальный, следовательно, силы натяжения нити одинаковы и грузы движутся с одинаковыми ускорениями. Запишем для каждого груза второй закон Ньютона в проекции на горизонтальную и вертикальную оси, направленные по направлению движения грузов: $Ma = T - F - F_{\text{тр}}$, $0 = N - Mg$ и $ma = mg - T$.

Выражение для силы трения скольжения имеет вид $F_{\text{тр}} = \mu N$.

Выполняя преобразования, получим $Ma = T - F - \mu Mg$, $ma = mg - T$.

В итоге, получим:

$$F = mg - \mu Mg - (M + m)a = 0,5 \cdot 10 - 0,2 \cdot 0,8 \cdot 10 - (0,8 + 0,5) \cdot 2 = 0,8 \text{ Н}$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, формула для силы трения скольжения</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен <u>правильный</u> ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0

Работа 2.1

Дано

$$M = 0,8 \text{ кг}$$

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

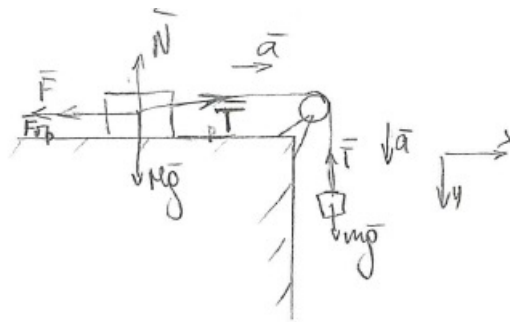
$$\mu = 0,2$$

F = ?

I тело:

$$\begin{cases} \text{Oy: } Mg = N \\ \text{Ox: } T - F - F_{\text{тр}} = Ma \end{cases} \quad (1)$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu Mg \quad (2)$$



II тело

$$mg - T = ma$$

$$T = mg - ma = m(g - a) \quad (3)$$

(2) и (3) \rightarrow (1)

$$m(g - a) - F - \mu Mg = Ma$$

$$F = m(g - a) - M(\mu g + a)$$

$$F = 0,5(10 - 2) - 0,8(0,2 \cdot 10 + 2) = 0,5 \cdot 8 - 0,8 \cdot 4 = 4 - 3,2 = 0,8 \text{ Н}$$

Ответ: 0,8 Н

Приведено полное верное решение: записаны все необходимых формулы, проведены преобразования, представлены вычисления и верный ответ. (2 балла)

Работа 2.2

JSI

Дано:

$$\mu = 0,8 \text{ кг}$$

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$\mu = 0,2$$

F = ?

Решение:

$$\text{Тело } m: \bar{T} + m\bar{g} = m\bar{a} \quad \text{Oy: } mg - T = ma$$

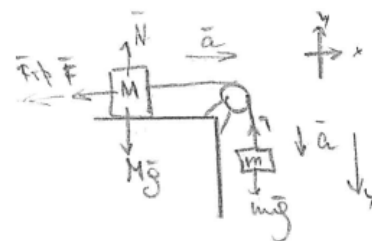
$$\text{Тело } M: \bar{F} + \bar{N} + M\bar{g} = M\bar{a} \quad \text{Ox: } T - F - F_{\text{тр}} = Ma$$

$$\text{Oy: } N = Mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu Mg$$

$$F = mg - ma - \mu Mg - Ma = 0,5 \cdot 8 - 0,8 \cdot (0,2 \cdot 10 - 2) = 4 \text{ Н}$$

Ответ: 4 Н.



Представлены необходимые уравнения, получен верный ответ в общем виде, но допущена ошибка в записи второго закона Ньютона в векторной форме (оценен как лишняя запись), ошибка в вычислениях и числовом ответе. (1 балл)

Работа 2.3

Дано:

$$M = 0,8 \text{ кг}$$

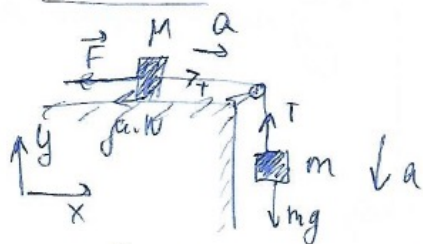
$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \downarrow$$

$$\mu = 0,2$$

$$F = ?$$

Решение:



Запишем 2-ой (и третий) законы Ньютона на тела (на оси x и y , обозначенные на рисунке):

на M :

$$\begin{cases} \text{на } x: T - F - \mu \cdot N = M \cdot a \\ \text{на } y: N - Mg = 0 \end{cases}$$

на m :

$$\begin{cases} \text{на } y: -mg + T = -ma \\ T = m \cdot (g - a) \end{cases}$$

$$\Rightarrow -F = Ma + \mu \cdot N - T$$

$$F = T - \mu \cdot Mg - Ma$$

$$F = m \cdot (g - a) - M \cdot (\mu g + a) =$$

$$\Rightarrow F = 0,5 \cdot (9,8) - 0,8 \cdot (2 + 2) = 0,8 \text{ (Н)}$$

Ответ: $0,8 \text{ (Н)}$

Приведено полное верное решение: записаны все необходимых формулы, проведены преобразования, представлены вычисления и верный ответ. (2 балла)

Работа 2.4

NS

Дано:

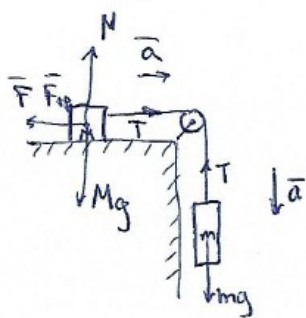
$$M = 0,8 \text{ кг}$$

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,2$$

$$a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F = ?$$



Структурируем силы по осм (2-з. Ньютона)

$$\begin{cases} F_{\text{тр}} = \mu N \\ N = Mg - \text{на } ay \\ T - F - F_{\text{тр}} = Ma \\ mg - T = ma \end{cases}$$

$$Ma + ma = mg - F - F_{\text{тр}}$$

$$F = mg - \mu Mg - Ma - ma = 0,8 \text{ Н}$$

Ответ: $0,8 \text{ Н}$

Верно записаны все необходимых формулы, проведены преобразования, получен ответ в общем виде и верный числовой ответ, но не представлены вычисления. (1 балл)

Работа 2.5

№2. Дано

$$M = 0,8 \text{ кг}$$

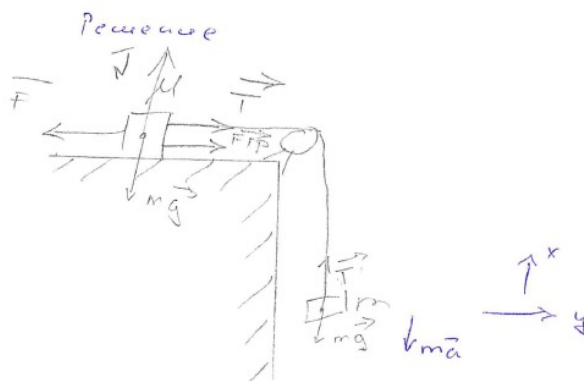
$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$F =$$

$$a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$M = 0,2$$

$$|F| = ?$$



Тело m
по $\vec{F}_{\text{тяг}} + \vec{T} = m\vec{a}$ закону Ньютона

$$0 \vec{F}_{\text{тяг}} + \vec{T} = m\vec{a}$$

$$0 y: T = mg + ma$$

Тело M

$$m\vec{g} + \vec{F} + \vec{T} + \vec{N} + \vec{T} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$$

$$0 x: F - T + F_{\text{тр}} = Ma$$

$$0 y: N = Mg$$

$$T = 5 + 1 = 6 \text{ Н} \quad \text{т.к. нить}$$

нерастяжима $\Rightarrow T_1 = T_2$

$$F = 1,6 + \mu \cdot N + 6$$

$$N = Mg$$

$$F = 1,6 + 0,2 \cdot 8 + 6 = \cancel{4} \text{ Н}$$

$$\text{Ответ! } \cancel{4} \text{ Н.}$$

Сделан неверный рисунок с указанием сил для груза массой M , соответственно, неверно записан второй закон Ньютона для этого груза. (0 баллов)