

Элементы содержания:

Сила тяжести. Закон всемирного тяготения. Вес тела. Закон Гука. Сила трения. Решение задач.

Домашнее задание:

Решите задачи: Г. 2.14 № 3, 2.18 № 6.

Самостоятельная работа

1. Примеры решения задач

*Примеры решения задач переписывать в тетрадь не нужно.*

1. На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массой 5 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,12. Определите силу трения между телом и поверхностью, которая возникает при действии на тело горизонтальной силы 8 Н.

Дано:

СИ

$$m_1 = 5 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,12$$

$$F = 8 \text{ Н}$$

$$F_{\text{тр}} = ?$$

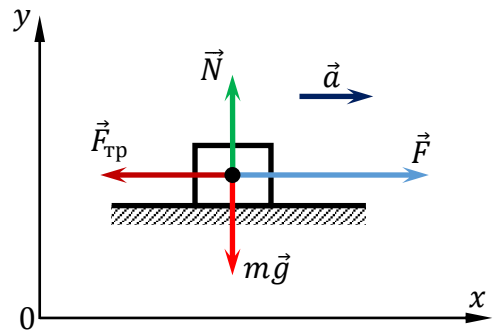
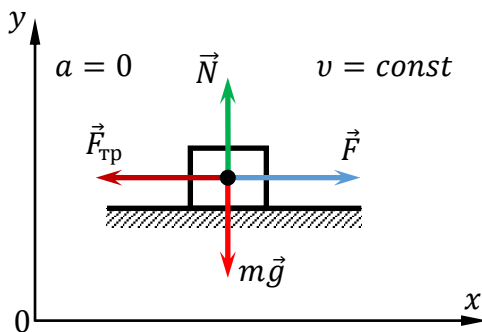
Решение.

На тело, пока оно не начнет двигаться, действует сила трения покоя. По величине она равна силе, приложенной к телу (не превышающей силу трения покоя) и направлена против действующей силы. Когда величина действующей силы превышает силу трения покоя, появляется сила трения, например, скольжения или качения. При этом тело может двигаться как

прямолинейно и равномерно, так и прямолинейно и равноускоренно.

Так как в задаче нет специальных оговорок, то рассмотрим оба варианта.

Выполним построение.



Два варианта решения:

	прямолинейное равномерное	прямолинейное равноускоренное
Второй закон Ньютона:	$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}}$	$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}}$
В проекции на координатную ось $x$ :	$0 = F - F_{\text{тр}}$	$ma = F - F_{\text{тр}}$
Следовательно,	$F = F_{\text{тр}}$	
	дальнейшее решение задачи не имеет смысла, т.к. получен ответ на вопрос задачи: $F_{\text{тр}} = 8 \text{ Н}$ .	
В проекции на координатную ось $y$ :	$0 = N - mg$	$0 = N - mg$
Следовательно,	$N = mg$	$N = mg$

	прямолинейное равномерное	прямолинейное равноускоренное
Сила трения:	$F_{\text{тр}} = \mu N$	$F_{\text{тр}} = \mu N$
	$F_{\text{тр}} = \mu mg$	$F_{\text{тр}} = \mu mg$
Вычисления:	$F_{\text{тр}} = 0,12 \cdot 5 \cdot 10 = 6 \text{ (Н)}$	
Выводы:	Но при равномерном движении сила трения должна быть равна силе, действующей на тело: $F_{\text{тр}} = F = 8 \text{ Н}$	Тело движется с ускорением под действием равнодействующей двух сил: силы трения и горизонтальной силы.
	Следовательно, наше предположение о том, что тело движется равномерно оказалось неверным.	Можно использовать данное решение, например, если бы требовалось дополнительно определить равнодействующую сил, действующих на тело, или ускорение, с которым движется тело.

Ответ:  $m_2 = 25 \text{ кг}$

2. Космонавт, находясь на Земле, притягивался к ней силой 750 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности? Радиус Марса в 2 раза меньше, а масса в 10 раз меньше, чем у Земли.

Дано:	СИ	Решение.
$F_3 = 750 \text{ Н}$	<p>Сила тяжести на поверхности Земли (сила, с которой космонавт массой <math>m</math> притягивается к Земле, находясь на ее поверхности):</p> $F_3 = G \frac{mM_3}{R_3^2}$ <p>Сила тяжести на поверхности Марса (сила, с которой космонавт массой <math>m</math> притягивается к Марсу, находясь на его поверхности):</p> $F_M = G \frac{mM_M}{R_M^2}$	
$R_3 = 2R_M$		
$M_3 = 10M_M$		
$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$		
$F_M = ?$		

Отношение силы тяжести на поверхности Земли к силе тяжести на поверхности Марса (с учетом условий задачи):

$$\frac{F_3}{F_M} = \frac{G \frac{mM_3}{R_3^2}}{G \frac{mM_M}{R_M^2}} = \frac{M_3 R_M^2}{M_M R_3^2}$$

Отношение силы тяжести на поверхности Земли к силе тяжести на поверхности Марса (с учетом условий задачи):

$$\frac{F_3}{F_M} = \frac{10M_M R_M^2}{M_M 4R_M^2} = \frac{10}{4} = 2,5$$

Сила тяжести на поверхности Марса в 2,5 раза меньше силы тяжести на поверхности Земли:

$$F_M = \frac{F_3}{2,5}$$

Вычисления:

$$F_M = \frac{750}{2,5} = 300 \text{ (Н)}$$

Ответ:  $F_M = 300 \text{ Н}$

3. Каково ускорение свободного падения на высоте, равной половине земного радиуса? Ускорение свободного падения на поверхности Земли считайте равным  $10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

Дано:	СИ	Решение.
$h = \frac{R_3}{2}$		Сила тяжести на поверхности Земли: $F = mg$
$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$		Закон всемирного тяготения: $F = G \frac{mM_3}{R_3^2}$
$g_h - ?$		

Следовательно<sup>1</sup>,

$$mg = G \frac{mM_3}{R_3^2}$$

или

$$g = G \frac{M_3}{R_3^2}$$

Ускорение свободного падения на высоте, равной половине земного радиуса:

$$g_h = G \frac{M_3}{\left(R_3 + \frac{R_3}{2}\right)^2} = G \frac{M_3}{\frac{9}{4}R_3^2} = G \frac{4M_3}{9R_3^2}$$

Отношение ускорения свободного падения на поверхности Земли к ускорению свободного падения на высоте, равной половине радиуса Земли:

$$\frac{g}{g_h} = \frac{G \frac{M_3}{R_3^2}}{G \frac{4M_3}{9R_3^2}} = \frac{9}{4}$$

Ускорение свободного падения на высоте, равной половине радиуса Земли:

$$g_h = \frac{4g}{9}$$

Вычисления:

$$g_h = \frac{4 \cdot 10}{9} = 4,44 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)$$

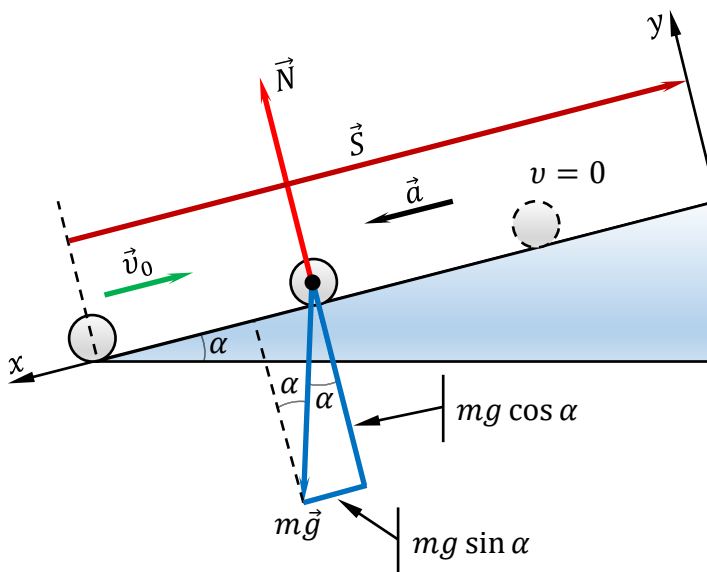
Ответ:  $g_h = 4,44 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

<sup>1</sup> Силы, вычисленные по закону всемирного тяготения,  $F = G \frac{M_3m}{R_3^2}$  и сила тяжести, определяемая по формуле:  $F_T = mg$ , несколько отличаются. Это связано с тем, что Земля, вследствие ее суточного вращения, не является строго инерциальной системой отсчета. Но поскольку различие между указанными силами существенно меньше каждой из них, эти силы можно считать приблизительно равными.

4. Шарик катится вверх по гладкой наклонной плоскости, составляющей угол  $30^\circ$  с горизонтом, и проходит до полной остановки путь 40 см. Определите начальную скорость шарика.

Дано:	СИ
$\alpha = 30^\circ$	0,4 м
$S = 40 \text{ см}$	
$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	
$v_0 = ?$	

Решение.



Второй закон Ньютона<sup>2</sup>:

$$m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g}$$

В проекции на координатную ось  $x$ :

$$-ma = -mg \sin \alpha$$

или

$$a = g \sin \alpha$$

Перемещение при равноускоренном движении:

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

В проекции на ось  $x$ :

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

Уравнение скорости:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + at$$

В проекции на ось  $x$  (с учетом условий задачи):

$$0 = v_0 - at$$

или

$$v_0 = at$$

Решаем систему уравнений:

$$\begin{cases} S = v_0 t - \frac{at^2}{2} \\ v_0 = at \\ a = g \sin \alpha \end{cases}$$

$$t = \frac{v_0}{a}$$

или

$$t = \frac{v_0}{g \sin \alpha}$$

Перемещение при равноускоренном движении:

$$S = v_0 \frac{v_0}{g \sin \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \left( \frac{v_0}{g \sin \alpha} \right)^2$$

$$S = \frac{v_0^2}{g \sin \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \frac{v_0^2}{(g \sin \alpha)^2} = \frac{v_0^2}{2g \sin \alpha}$$

<sup>2</sup> Так как шарик катится по гладкой поверхности, то в данной задаче силой трения можно пренебречь.

Начальная скорость:

$$2Sg \sin \alpha = v_0^2$$

или

$$v_0 = \sqrt{2Sg \sin \alpha}$$

Вычисления<sup>3</sup>:

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 0,5} = \sqrt{3,3} = 2 \left( \frac{\text{М}}{\text{с}} \right)$$

Ответ:  $v_0 = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$

На шероховатой поверхности лежит тело массой 3 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,2. Определите равнодействующую силу, которая возникает при действии на тело горизонтальной силы 7 Н.

Дано: СИ

Решение.

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$F = 7 \text{ Н}$$

$$\mu = 0,2$$

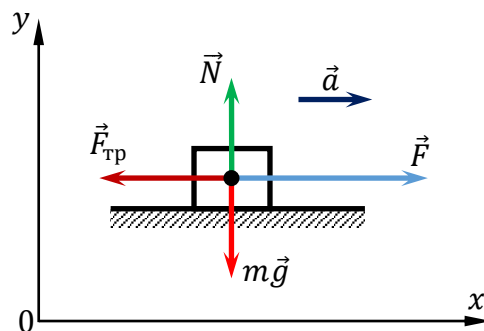
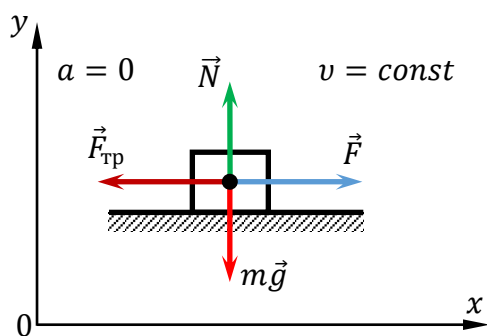
$$g = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$$

$$R = ?$$

На тело, пока оно не начнет двигаться, действует сила трения покоя. По величине она равна силе, приложенной к телу (не превышающей силу трения покоя) и направлена против действующей силы. Когда величина действующей силы превышает силу трения покоя, появляется сила трения, например, скольжения или качения. При этом тело может двигаться как прямолинейно и равномерно, так и прямолинейно и равноускоренно.

Так как в задаче нет специальных оговорок, то рассмотрим оба варианта.

Выполним построение.



Два варианта решения:

	прямолинейное равномерное	прямолинейное равноускоренное
Второй закон Ньютона <sup>4</sup> :	$\vec{R} = \vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}}$	$\vec{R} = \vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}}$
В проекции на координатную ось $x$ :	$0 = F - F_{\text{тр}}$	$R = F - F_{\text{тр}}$
Следовательно,	$F = F_{\text{тр}}$	
	дальнейшее решение задачи не имеет смысла, т.к. получен ответ на вопрос задачи: $F_{\text{тр}} = 7 \text{ Н}$ .	
В проекции на координатную ось $y$ :	$0 = N - mg$	$0 = N - mg$
Следовательно,	$N = mg$	$N = mg$
Сила трения:	$F_{\text{тр}} = \mu N$	$F_{\text{тр}} = \mu N$
	$F_{\text{тр}} = \mu mg$	$F_{\text{тр}} = \mu mg$

<sup>3</sup>  $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,87$ ,  $\sin 30^\circ = \frac{1}{2} = 0,5$

<sup>4</sup> Во втором законе Ньютона:  $\vec{R} = m\vec{a}$ .

	прямолинейное равномерное	прямолинейное равноускоренное
Вычисления:	$F_{\text{тр}} = 0,2 \cdot 3 \cdot 10 = 6 \text{ (Н)}$	
Выводы:	Но при равномерном движении сила трения должна быть равна силе, действующей на тело: $F_{\text{тр}} = F = 8 \text{ Н}$	Тело движется с ускорением под действием равнодействующей двух сил: силы трения и горизонтальной силы: $R = F - F_{\text{тр}}$
	Следовательно, наше предположение о том, что тело движется равномерно оказалось неверным.	Вычисления: $R = 7 - 6 = 1 \text{ (Н)}$

Ответ:  $R = 1 \text{ Н}$

## 2. Выполните домашнее задание

*Решите задачи (ответьте на вопросы письменно, в тетради):*

Г. 2.14 № 3, стр. 37

На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массой 3 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,2. Определите силы трения между телом и поверхностью, которая возникает при действии на тело горизонтальной силы 8 Н.

Г. 2.18 № 6, стр. 44

Два бруска массами 1 кг и 4 кг, соединенные шнуром, лежит на столе. Ко второму из них приложили силу 20 Н, направленную горизонтально. Чему равна сила натяжения шнура при движении, если коэффициент трения скольжения брусков о стол равен 0,2.

По желанию: решите задачи (тексты задач размещены в колонке «Дополнительно»).

**Учителю никаких документов высылать не надо!**