

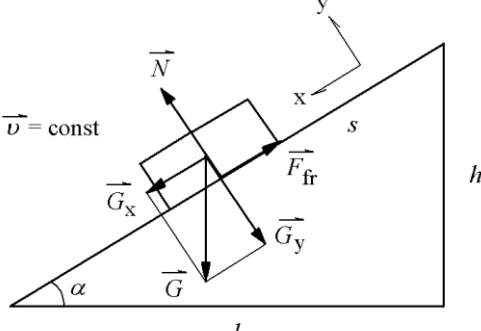
Министерство Образования и Исследований Республики Молдова  
 Национальное Агентство по Куррикулуму и Оцениванию  
**LVII РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ**

КИШИНЁВ, 17-20 марта 2023

**Экспериментальный тур ORF 2023**

**10 класс**

*ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ*

Nr.	Решение	Балл	Суммарный балл
<b>Тема: Определение коэффициента трения скольжения</b>			<b>20,0</b>
<b>1.</b>	<b>Определение коэффициента трения между бруском и наклонной плоскостью при равномерном скольжении бруска</b>		<b>6,0</b>
<b>1.1.</b>	<p>Представьте схематически брусок, равномерно движущийся по наклонной плоскости, и укажите все силы, действующие на него:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Рис. 1. Силы, действующие на брусок при равномерном скольжении по наклонной плоскости.</p> <p><i>Примечание: Если силы указаны некорректно (<math> \vec{G}_y  =  \vec{N} </math>, <math> \vec{G}_x  =  \vec{F}_{fr} </math>), количество баллов будет снижено на 0,1 балл за каждую пару сил.</i></p>		<b>0,5</b>
<b>1.2.</b>	<p>Выведите формулу для нахождения коэффициента трения при движении бруска по наклонной плоскости с постоянной скоростью:</p> $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{mp}$ <p>ОХ: <math>ma = mg \sin \alpha - F_{mp}</math></p> $F_{mp} = \mu N$ <p>ОУ: <math>0 = mg \cos \alpha - N</math></p> $N = mg \cos \alpha$ $ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$ $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad \text{(формула 1)}$ <p><math>v = \text{const} \Rightarrow a = 0</math></p> $\sin \alpha - \mu \cos \alpha = 0$ $\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \text{tg} \alpha$ $\text{tg} \alpha = \frac{h}{l}, \text{ где } h \text{ и } l \text{ – высота и длина основания треугольника (смотри Рис. 1)}$ $\mu = \frac{h}{l} \quad \text{(формула 2)}$ <p><i>NB. Любое другое правильное решение оценивается в 2,5 балла.</i></p>	0,5 0,5 0,5 0,2 0,2 0,2 0,2	<b>2,5</b>

Министерство Образования и Исследований Республики Молдова  
 Национальное Агентство по Куррикулуму и Оцениванию  
**LVII РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ**

КИШИНЁВ, 17-20 марта 2023

**Экспериментальный тур ORF 2023**

**10 класс**

<b>1.3.</b>	Положите брусок на наклонную плоскость (доску) и, изменяя угол наклона плоскости к горизонту, найдите такое положение, при котором брусок начинает скользить с постоянной скоростью (при легком постукивании).																										
<b>1.4.</b>	Зафиксируйте наклонную плоскость под данным углом к горизонту и проведите эксперимент по скольжению бруска.																										
<b>1.5.</b>	Используя имеющееся оборудование, определите величины, необходимые для расчета коэффициента трения. При помощи миллиметровой линейки и миллиметровой бумаги определяются размеры треугольника, образованного наклонной плоскостью, линией горизонта и перпендикуляра, опущенного из верхней точки наклонной плоскости к горизонту: $s$ , $l$ , $h$ . Расчет производится по (формуле 2) из п. 1.2.																										
<b>1.6.</b>	Повторите эксперимент (пункты 1.2 – 1.4) 3-5 раз и найдите среднее значение коэффициента трения.																										
<b>1.7.</b>	Запишите результаты измерений и вычислений в таблицу. Укажите единицы измерения. <i>Например:</i>	<b>2,5</b>																									
	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;">№.</th> <th style="padding: 2px;"><math>h</math>, см</th> <th style="padding: 2px;"><math>l</math>, см</th> <th style="padding: 2px;"><math>\mu</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">14,9</td> <td style="text-align: center;">48,2</td> <td style="text-align: center;">0,309</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">13,5</td> <td style="text-align: center;">43,0</td> <td style="text-align: center;">0,314</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">15,5</td> <td style="text-align: center;">52,4</td> <td style="text-align: center;">0,296</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">...</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">среднее</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,31</td> </tr> </tbody> </table>	№.	$h$ , см	$l$ , см	$\mu$	1	14,9	48,2	0,309	2	13,5	43,0	0,314	3	15,5	52,4	0,296	...				среднее			0,31		
№.	$h$ , см	$l$ , см	$\mu$																								
1	14,9	48,2	0,309																								
2	13,5	43,0	0,314																								
3	15,5	52,4	0,296																								
...																											
среднее			0,31																								
	<i>NB. Если в таблице не указаны единицы измерения, количество баллов будет снижено на 0,1 балл за каждую физическую величину.</i>																										
<b>1.8.</b>	Запишите выводы: Коэффициент трения является безразмерной величиной и для данных деревянных поверхностей равен ...	<b>0,5</b>																									
<b>2.</b>	<b>Определение силы трения между бруском и наклонной плоскостью при скольжении бруска с постоянным ускорением</b>	<b>14,0</b>																									
<b>2.1.</b>	Представьте схематически брусок, движущийся по наклонной плоскости с постоянным ускорением, и укажите все силы, действующие на него:	<b>0,5</b>																									
																											
	<p>Рис. 2. Силы, действующие на брусок при его скольжении по наклонной плоскости с постоянным ускорением.</p> <p><i>Примечание: Если силы указаны некорректно (<math> \vec{G}_y  =  \vec{N} ,  \vec{G}_x  &gt;  \vec{F}_{fr} </math>), количество баллов будет снижено на 0,1 балл за каждую пару сил.</i></p>																										

Министерство Образования и Исследований Республики Молдова  
 Национальное Агентство по Куррикулуму и Оцениванию  
**LVII РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ**

КИШИНЁВ, 17-20 марта 2023

**Экспериментальный тур ORF 2023**

**10 класс**

<b>2.2.</b>	<p>Выведите формулу для нахождения коэффициента трения при движении бруска по наклонной плоскости с постоянным ускорением:                  Из п. 1.2. следует, что  <math display="block">a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad \text{(формула 1)}</math> <math display="block">\mu = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha}</math> <math display="block">\mu = \operatorname{tg} \alpha - \frac{a}{g \cos \alpha}</math> <math display="block">s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2}</math> <math display="block">\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{l}, \quad \cos \alpha = \frac{l}{s}, \quad \text{где } s, h \text{ и } l - \text{размеры треугольника (смотри Рис. 2)}</math> <math display="block">\mu = \frac{h}{l} - \frac{2s^2}{gt^2 l} = \frac{1}{l} \left( h - \frac{2s^2}{gt^2} \right) \quad \text{(формула 3)}</math> <p><i>NB. Любое другое правильное решение оценивается в 3,0 балла.</i></p> </p>	<p>3,0</p> <p>0,2</p> <p>0,2</p> <p>0,2</p> <p>1,0</p> <p>0,2 + 0,2</p> <p>1,0</p>																																					
<b>2.3.</b>	<p>Положите брусок на наклонную плоскость и, изменяя угол наклона плоскости к горизонту, найдите такое положение плоскости, при котором брусок скользит с некоторым ускорением.</p>																																						
<b>2.4.</b>	<p>Зафиксируйте наклонную плоскость под данным углом к горизонту и проведите эксперимент по скольжению бруска.</p>																																						
<b>2.5.</b>	<p>Используя имеющееся оборудование, определите необходимые величины и рассчитайте коэффициент трения.                  При помощи миллиметровой линейки и миллиметровой бумаги определяются размеры треугольника, образованного наклонной плоскостью, линией горизонта и перпендикуляра, опущенного из верхней точки наклонной плоскости к горизонту: <math>s, l, h</math>. При помощи секундомера замеряется время скольжения бруска от верхней до нижней точки.                  Расчет производится по <b>(формуле 3)</b> из п. 2.2.</p>																																						
<b>2.6.</b>	<p>Повторите эксперимент (пункты 2.2 – 2.4) 5-7 раз и найдите среднее значение коэффициента трения.</p>																																						
<b>2.7.</b>	<p>Запишите результаты измерений и вычислений в таблицу. Укажите единицы измерения. <i>Например:</i></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">№.</th> <th style="width: 15%;">s, см</th> <th style="width: 15%;">h, см</th> <th style="width: 15%;">l, см</th> <th style="width: 15%;">t, с</th> <th style="width: 10%;">μ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>60</td> <td>18,0</td> <td>57,8</td> <td>2,03</td> <td>0,281</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>60</td> <td>19,9</td> <td>57,0</td> <td>1,66</td> <td>0,302</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>60</td> <td>21,5</td> <td>56,5</td> <td>1,23</td> <td>0,294</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>среднее</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,29</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>NB. Если в таблице не указаны единицы измерения, количество баллов будет снижено на 0,1 балл за каждую физическую величину. Проверяется правильность единиц измерения для s, h и l (в метрах) при расчете значения μ.</i></p>	№.	s, см	h, см	l, см	t, с	μ	1	60	18,0	57,8	2,03	0,281	2	60	19,9	57,0	1,66	0,302	3	60	21,5	56,5	1,23	0,294	...	...	...	...	...	...	среднее					0,29	<b>6,0</b>	
№.	s, см	h, см	l, см	t, с	μ																																		
1	60	18,0	57,8	2,03	0,281																																		
2	60	19,9	57,0	1,66	0,302																																		
3	60	21,5	56,5	1,23	0,294																																		
...	...	...	...	...	...																																		
среднее					0,29																																		

Министерство Образования и Исследований Республики Молдова  
 Национальное Агентство по Куррикулуму и Оцениванию  
**LVII РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ**

КИШИНЁВ, 17-20 марта 2023

**Экспериментальный тур ORF 2023**

**10 класс**

<b>2.8.</b>	<p>Выведите формулу для расчета абсолютной <math>\Delta\mu</math> и относительной <math>\varepsilon_{rel}</math> погрешностей:</p> $\mu = \frac{h}{l} - \frac{2s^2}{gt^2l} \text{ (формула 3)}$ <p>Обозначим <math>\mu = \mu_1 - \mu_2</math>, где <math>\mu_1 = \frac{h}{l}</math>, <math>\mu_2 = \frac{2s^2}{gt^2l}</math></p> $\varepsilon_1 = \frac{\Delta\mu_1}{\mu_1} = \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta l}{l}, \quad \varepsilon_2 = \frac{\Delta\mu_2}{\mu_2} = 2 \frac{\Delta s}{s} + \frac{\Delta g}{g} + 2 \frac{\Delta t}{t} + \frac{\Delta l}{l}$ $\Delta\mu_1 = \mu_1 \varepsilon_1 = \frac{h}{l} \left( \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta l}{l} \right), \quad \Delta\mu_2 = \mu_2 \varepsilon_2 = \frac{2s^2}{gt^2l} \left( 2 \frac{\Delta s}{s} + \frac{\Delta g}{g} + 2 \frac{\Delta t}{t} + \frac{\Delta l}{l} \right)$ $\Delta\mu = \Delta\mu_1 + \Delta\mu_2$ $\Delta\mu = \frac{h}{l} \left( \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta l}{l} \right) + \frac{2s^2}{gt^2l} \left( 2 \frac{\Delta s}{s} + \frac{\Delta g}{g} + 2 \frac{\Delta t}{t} + \frac{\Delta l}{l} \right) \text{ (формула 4)}$ $\varepsilon_{rel} = \frac{\Delta\mu}{\mu}, \text{ где } \Delta\mu \text{ определяется по формуле 4, } \mu \text{ – по формуле 3.}$ <p><i>NB. Любое другое правильное решение оценивается в 3,0 балла.</i></p>		<b>3,0</b>
<b>2.9.</b>	<p>Рассчитайте абсолютную и относительную погрешности для одного измерения. Запишите конечный результат.</p> <p>Для прямых измерений используются следующие погрешности приборов:  <math>\Delta h = \Delta l = \Delta s = 0,5</math> мм (цена деления миллиметровой линейки 1 мм),  <math>\Delta g = 0,01</math> м/с<sup>2</sup> (для <math>g = 9,81</math> м/с<sup>2</sup>),  <math>\Delta t = 0,01</math> с (цена деления электронного секундомера 0,01 с).  <math>\Delta\mu = \dots</math>  <math>\varepsilon_{rel} \approx \dots</math>  <math>\mu = \dots \pm \dots</math></p>		<b>1,0</b>
<b>2.10</b>	<p>Запишите выводы:</p> <p>Коэффициент трения является безразмерной величиной и для данных деревянных поверхностей равен ... Значения, полученные для коэффициента трения в заданиях 1 и 2 (для равномерного и равноускоренного скольжений бруска по наклонной плоскости), примерно совпадают, поскольку... Ошибки измерения могут быть связаны с ...</p>		<b>0,5</b>