

**Задание 1**

## Возможное решение и критерии

<p>Гипотетические «Солнце» и «Земля» будут вращаться вокруг общего центра масс, находящегося на расстоянии <math>r = \frac{1}{2} L_{зс}</math> (1) от центра каждого из небесных тел, где <math>L_{зс} = 150</math> млн км – расстояние между центрами «нормальных» Солнца и Земли.</p>	2 балла
<p>По 2 закону Ньютона для любого из этих объектов:</p> $\frac{GM_c^2}{L_{зс}^2} = M_c \omega^2 r ; \quad GM_c = \left( \frac{2\pi L_{зс}}{T} \right)^2 r ;$ <p>→ период вращения гипотетических небесных тел вокруг общего центра масс</p> $T = 2\pi L_{зс} \sqrt{\frac{r}{GM_c}} \quad (2)$	5 баллов
<p>Аналогично, при обычном вращении Земли вокруг Солнца:</p> $T_{обычн} = 2\pi L_{зс} \sqrt{\frac{L_{зс}}{GM_c}} \quad (3)$	2 балла
$\frac{(3)}{(2)} : \quad \frac{T_{обычн}}{T} = \sqrt{\frac{L_{зс}}{r}} ; \quad (1) \Rightarrow \quad \frac{T_{обычн}}{T} = \sqrt{2}$	1 балл

**Ответ** : уменьшится в  $\sqrt{2}$  раз

## Задание 2

Дано:

$$R = 0,2 \text{ м}$$

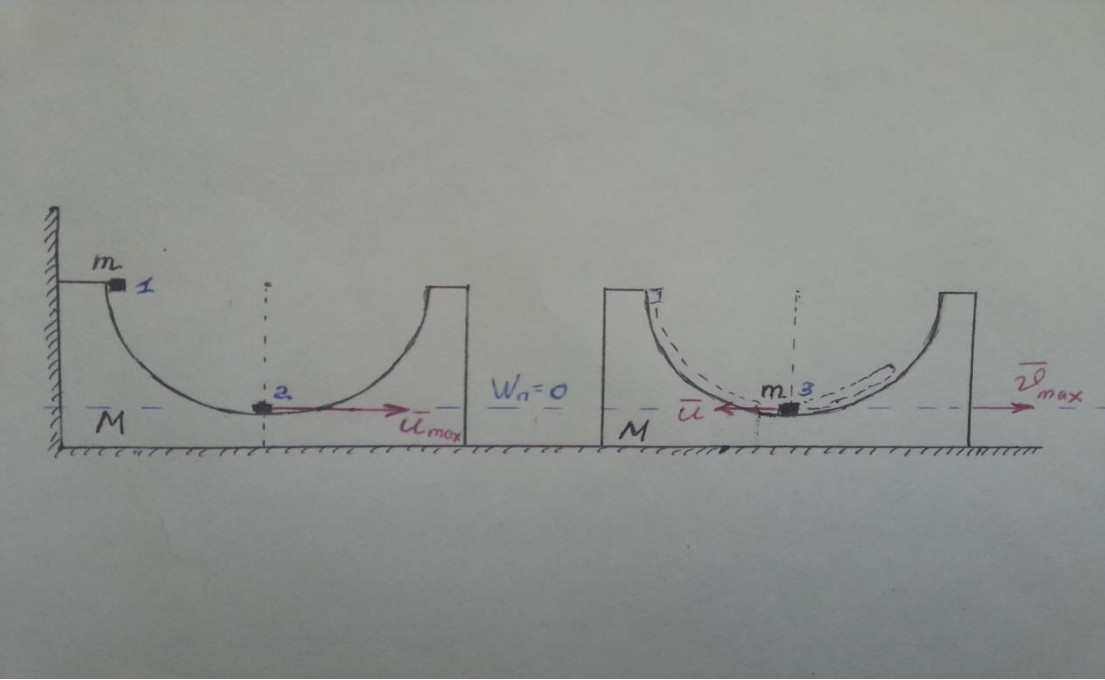
$$M = 150 \text{ г}$$

$$m = 50 \text{ г}$$

---


$$v_{max} - ?$$

Возможное решение и критерии

	2 балла
<p>По закону сохранения энергии для состояний 1 и 2 :</p> $mgR = \frac{mu_{max}^2}{2} \Rightarrow u_{max} = \sqrt{2gR} \quad (1)$	5 баллов
<p>При последующем движении шайбы по правой части углубления она будет действовать на брусок с некоторой силой, имеющей горизонтальную компоненту, направленную вправо. Поэтому скорость бруска будет увеличиваться до момента, пока не шайба окажется в положении 3.</p> <p>По закону сохранения импульса к состояниям 2 и 3 :</p> $mu_{max} = Mv_{max} - mu \Rightarrow u = \frac{M}{m}v_{max} - u_{max} \quad (2)$	2 балла
<p>По закону сохранения энергии для состояний 1 и 3 :</p> $mgR = \frac{Mv_{max}^2}{2} + \frac{mu^2}{2} \quad (3)$	1 балл
<p>(1),(2) → (3) : ..... <math>v_{max} = \frac{2m}{M+m} \sqrt{2gR} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}</math></p>	

Ответ :  $v_{max} = \frac{2m}{M+m} \sqrt{2gR} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

### Задание 3

#### Возможное решение и критерии

Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона :		4 балла
$p_0 V_0 = \nu R T_0$	$\Rightarrow$	$\nu R = \frac{p_0 V_0}{T_0} \quad (1)$
При адиабатном сжатии наибольшей температуры газ достигнет, когда поршень на мгновение остановится. По закону сохранения энергии :		5 баллов
$\frac{mv^2}{2} + \frac{3}{2} \nu R T_0 = \frac{3}{2} \nu R T_{max}$	$\Rightarrow$	$T_{max} = T_0 + \frac{mv^2}{3\nu R} \quad (2)$
(1) $\rightarrow$ (2) :	.....	$T_{max} = T_0 \left(1 + \frac{mv^2}{3p_0 V_0}\right)$

Ответ :  $T_{max} = T_0 \left(1 + \frac{mv^2}{3p_0 V_0}\right)$

### Задание 4

Дано:

$$C = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Ф}$$

$$U = 3 \cdot 10^2 \text{ В}$$

$$R_1 = 1 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 2 \text{ Ом}$$

---


$$Q_1, Q_2 - ?$$

#### Возможное решение и критерии

Так как резисторы соединены параллельно, то при разрядке конденсатора напряжение на резисторах в любой момент времени будет одинаковым. Пусть $U_{cp}$ – среднее значение уменьшающегося до нуля напряжения, $t$ – время разрядки.		4 балла
Тогда $Q_1 = \frac{U_{cp}^2}{R_1} t \quad (1)$ ; $Q_2 = \frac{U_{cp}^2}{R_2} t \quad (2)$		
(2) : (1) :	$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow Q_2 = \frac{R_1}{R_2} Q_1 \quad (3)$	2 балла
В виде теплоты на резисторах выделится энергия электрического поля, запасённая в конденсаторе перед замыканием ключа :		3 балла
$\frac{CU^2}{2} = Q_1 + Q_2 \quad (4)$		
(3) $\rightarrow$ (4) :	..... $Q_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{CU^2}{2} = 6 \text{ Дж}$ ; $Q_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \frac{CU^2}{2} = 3 \text{ Дж}$	1 балл

Ответ :  $Q_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{CU^2}{2} = 6 \text{ Дж}$  ;  $Q_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \frac{CU^2}{2} = 3 \text{ Дж}$

### Задание 5

Дано:

$$m = 25,12 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$B = 151,3 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$$

$$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

$$\rho = 8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\Delta q$  - ?

Возможное решение и критерии

<p>Пусть <math>L</math>, <math>S_{\text{сеч}}</math> – длина и площадь сечения проволоки, <math>r</math> – радиус кольца :</p> $S_{\text{сеч}} = \frac{V}{L} = \frac{m}{\rho 2\pi r} \quad (1)$	1 балл
<p>Сопротивление кольца</p> $R = \frac{\rho L}{S_{\text{сеч}}} = \frac{\rho 2\pi r}{S_{\text{сеч}}} \quad (2)$ <p>(1) → (2) :</p> $R = \frac{4\rho r(\pi r)^2}{m} \quad (3)$	1 балл
<p>Модуль изменения площади витка</p> $\Delta S = S_{\text{круга}} - S_{\text{квадрата}} = \pi r^2 - \left(\frac{L}{4}\right)^2 = \pi r^2 - \left(\frac{\pi r}{2}\right)^2 \rightarrow \Delta S = \frac{\pi(4-\pi)r^2}{4} \quad (4)$	2 балла
<p>По закону электромагнитной индукции : модуль <math>\varepsilon_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B \Delta S}{\Delta t} \quad (5)</math></p> <p>(4) → (5) :</p> $\varepsilon_i = \frac{\pi(4-\pi)Br^2}{4\Delta t} \quad (6)$	2 балла
<p>По закону Ома :</p> $I_i = \frac{\varepsilon_i}{R} \quad (7)$ <p>(3),(6) → (7) :</p> $I_i = \frac{(4-\pi)mB}{16\pi r \rho \Delta t} \quad (8)$	2 балла
<p>Заряд, прошедший по витку за время изменения его площади, <math>\Delta q = I_i \Delta t \quad (9)</math></p> <p>(8) → (9) :</p> $\Delta q = \frac{(4-\pi)mB}{16\pi r \rho} = 430 \text{ мКл}$	2 балла

Ответ :  $\Delta q = \frac{(4-\pi)mB}{16\pi r \rho} = 430 \text{ мКл}$