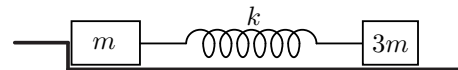


1. На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся бруски массами  $m$  и  $3m$ , к которым прикреплена лёгкая упругая пружина жёсткостью  $k$ , сжатая на величину  $x_0$  (см. рис.). Брусок массой  $3m$  удерживают неподвижно, другой брусок прижат к упору. Затем брусок массой  $3m$  отпускают.



1) Найдите скорость бруска массой  $3m$  в момент отрыва другого бруска от упора.

2) Найдите величину деформации пружины при минимальном расстоянии между брусками в процессе их движения после отрыва от упора.

*Примечание.* Величиной деформации называется модуль разности длин пружины в напряжённом и ненапряжённом состояниях.

Ответ: 1)  $v = x_0 \sqrt{\frac{k}{3m}}$ . 2)  $x = \frac{x_0}{2}$ .

2. С идеальным одноатомным газом провели прямой цикл, состоящий из двух изобар и двух адиабат. Оказалось, что работа газа при изобарическом расширении равна  $A$ , а суммарное количество теплоты, полученной газом за цикл, равно  $Q$ .

1) Какое количество теплоты получил газ при изобарическом расширении?

2) Найдите КПД цикла.

Ответ: 1)  $Q_{12} = \frac{5}{2}A$ . 2)  $\eta = \frac{2Q}{5A}$ .

3. Плоский конденсатор заряжен и отключён от источника постоянного напряжения. В конденсатор вставляют пластину из диэлектрика (см. рис.) так, что диэлектрик заполняет половину объёма конденсатора, из-за чего разность потенциалов между пластинами уменьшается в два раза.

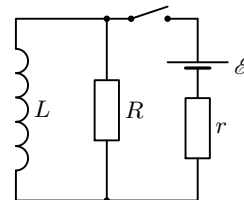


1) Во сколько раз и как изменилась напряжённость электрического поля внутри конденсатора в области без диэлектрика?

2) Найдите диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$  материала диэлектрической пластины.

Ответ: 1) напряжённость уменьшилась в 2 раза. 2)  $\epsilon = 3$ .

4. В схеме, показанной на рисунке, все элементы можно считать идеальными, параметры элементов указаны на рисунке. До замыкания ключа ток в цепи отсутствовал. Ключ замыкают на некоторое время, а затем размыкают. Оказалось, что величина тока через резистор  $R$  непосредственно перед размыканием ключа и сразу после размыкания ключа одинакова.



1) Найдите ток через резистор  $R$  сразу после замыкания ключа.

2) Найдите ток через катушку сразу после размыкания ключа.

3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

Ответ: 1)  $I_{R0} = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ . 2)  $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R+2r}$ . 3)  $Q = \frac{L\mathcal{E}^2}{2(R+2r)^2}$ .

5. Шарик на нити длиной  $l = 40$  см совершает малые колебания в поле тяжести Земли в вертикальной плоскости с угловой амплитудой  $\alpha_0 = 0,1$ . Размеры шарика малы по сравнению с длиной нити. Плоскость колебаний шарика перпендикулярна главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 15$  см и находится на расстоянии  $\frac{4}{3}F$  от линзы. Шарик движется вблизи оси линзы. На экране получено изображение колеблющегося шарика.

1) На каком расстоянии от линзы находится экран?

2) Во сколько раз расстояние между крайними положениями изображения больше расстояния между крайними положениями шарика?

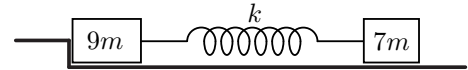
3) Найдите максимальную угловую скорость  $\Omega_0$  шарика.

4) Найдите скорость изображения в те моменты, когда нить составляет угол  $\frac{4}{5}\alpha_0$  с вертикалью.

*Указание:* При малых углах  $\alpha$  можно считать, что  $\sin \alpha \approx \alpha$ ,  $\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$ . Принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: 1)  $f = 4F = 60$  см. 2)  $\Gamma = 3$ . 3)  $\Omega_0 = \alpha_0 \sqrt{\frac{g}{l}} \approx 0,5$  с<sup>-1</sup>. 4)  $v_{\text{из}} = \frac{3}{5}\Gamma \alpha_0 \sqrt{gl} \approx 36 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ .

1. На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся бруски массами  $9m$  и  $7m$ , к которым прикреплена лёгкая упругая пружина жёсткостью  $k$ , сжатая на величину  $x_0$  (см. рис.). Брусок массой  $7m$  удерживают неподвижно, другой брусок прижат к упору. Затем брусок массой  $7m$  отпускают.



- 1) Найдите скорость бруска массой  $7m$  в момент отрыва другого бруска от упора.
- 2) Найдите величину деформации пружины при максимальном расстоянии между брусками в процессе их движения после отрыва от упора.

*Примечание.* Величиной деформации называется модуль разности длин пружины в напряжённом и ненапряжённом состояниях.

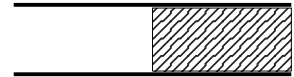
**Ответ:** 1)  $v = x_0 \sqrt{\frac{k}{7m}}$ . 2)  $x = \frac{3}{4}x_0$ .

2. С идеальным одноатомным газом провели прямой цикл, состоящий из двух изобар и двух адиабат. Оказалось, что работа газа при изобарическом расширении равна  $A_1$ , а работа над газом при изобарическом сжатии равна  $A_2$  ( $A_2 > 0$ ).

- 1) Какое количество теплоты получил газ при изобарическом расширении?
- 2) Найдите КПД цикла.

**Ответ:** 1)  $Q_{12} = \frac{5}{2}A_1$ . 2)  $\eta = 1 - \frac{A_2}{A_1}$ .

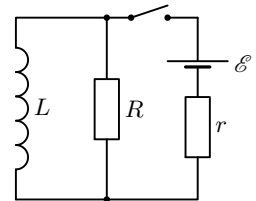
3. Плоский конденсатор заряжен и отключён от источника постоянного напряжения. В конденсатор вставляют пластину из диэлектрика (см. рис.) так, что диэлектрик заполняет половину объёма конденсатора, из-за чего разность потенциалов между пластинами уменьшается в три раза.



- 1) Во сколько раз и как изменилась напряжённость электрического поля внутри конденсатора в области без диэлектрика?
- 2) Найдите диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$  материала диэлектрической пластины.

**Ответ:** 1) Напряжённость уменьшилась в 3 раза. 2)  $\epsilon = 5$ .

4. В схеме, показанной на рисунке, все элементы можно считать идеальными, параметры элементов указаны на рисунке. До замыкания ключа ток в цепи отсутствовал. Ключ замыкают на некоторое время, а затем размыкают. Оказалось, что величина тока через резистор  $R$  непосредственно перед размыканием ключа в два раза больше, чем сразу после размыкания.



- 1) Найдите ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найдите ток через катушку сразу после размыкания ключа.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

**Ответ:** 1)  $I_{\mathcal{E}0} = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ . 2)  $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{2R+3r}$ . 3)  $Q = \frac{L\mathcal{E}^2}{2(2R+3r)^2}$ .

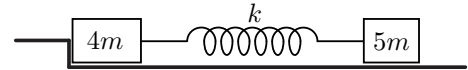
5. Шарик на нити длиной  $l = 90$  см совершает малые колебания в поле тяжести Земли в вертикальной плоскости с угловой амплитудой  $\varphi_0 = 0,15$ . Размеры шарика малы по сравнению с длиной нити. Плоскость колебаний шарика перпендикулярна главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 20$  см и находится на расстоянии  $\frac{3}{2}F$  от линзы. Шарик движется вблизи оси линзы. На экране получено изображение колеблющегося шарика.

- 1) На каком расстоянии от линзы находится экран?
- 2) Во сколько раз расстояние между крайними положениями изображения больше расстояния между крайними положениями шарика?
- 3) Найдите максимальную угловую скорость  $\Omega_0$  шарика.
- 4) Найдите скорость изображения в те моменты, когда нить составляет угол  $\frac{3}{5}\varphi_0$  с вертикалью.

*Указание:* При малых углах  $\alpha$  можно считать, что  $\sin \alpha \approx \alpha$ ,  $\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$ . Принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

**Ответ:** 1)  $f = 3F = 60$  см. 2)  $\Gamma = 2$ . 3)  $\Omega_0 = \varphi_0 \sqrt{\frac{g}{l}} \approx 0,5$  с<sup>-1</sup>. 4)  $v_{\text{из}} = \frac{4}{5}\Gamma\varphi_0\sqrt{gl} \approx 72$   $\frac{\text{см}}{\text{с}}$ .

1. На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся бруски массами  $4m$  и  $5m$ , к которым прикреплена лёгкая упругая пружина жёсткостью  $k$ , сжатая на величину  $x_0$  (см. рис.). Брусок массой  $5m$  удерживают неподвижно, другой брусок прижат к упору. Затем брусок массой  $5m$  отпускают.



- 1) Найдите скорость бруска массой  $5m$  в момент отрыва другого бруска от упора.
- 2) Найдите величину деформации пружины при минимальном расстоянии между брусками в процессе их движения после отрыва от упора.

*Примечание.* Величиной деформации называется модуль разности длин пружины в напряжённом и ненапряжённом состояниях.

**Ответ:** 1)  $v = x_0 \sqrt{\frac{k}{5m}}$ . 2)  $x = \frac{2}{3}x_0$ .

2. С идеальным одноатомным газом провели прямой цикл, состоящий из двух изобар и двух адиабат. Оказалось, что при изобарическом сжатии над газом совершили работу  $A$  ( $A > 0$ ), а работа газа за цикл равна  $A_0$ .

- 1) Какое количество теплоты отвели от газа при изобарическом сжатии?
- 2) Найдите КПД цикла.

**Ответ:** 1)  $-Q_{34} = \frac{5}{2}A$ . 2)  $\eta = \frac{2A_0}{2A_0 + 5A}$ .

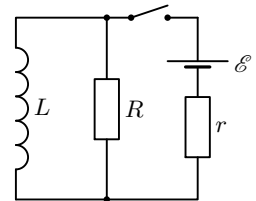
3. Плоский конденсатор заряжен и отключён от источника постоянного напряжения. В конденсатор вставляют пластину из диэлектрика (см. рис.) так, что диэлектрик заполняет треть объёма конденсатора, из-за чего разность потенциалов между пластинами уменьшается в два раза.



- 1) Во сколько раз и как изменилась напряжённость электрического поля внутри конденсатора в области без диэлектрика?
- 2) Найдите диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$  материала диэлектрической пластины.

**Ответ:** 1) Напряжённость уменьшилась в 2 раза. 2) Отсюда  $\epsilon = 4$ .

4. В схеме, показанной на рисунке, все элементы можно считать идеальными, параметры элементов указаны на рисунке. До замыкания ключа ток в цепи отсутствовал. Ключ замыкают на некоторое время, а затем размыкают. Оказалось, что величина тока через резистор  $R$  непосредственно перед размыканием ключа в три раза меньше, чем сразу после размыкания.



- 1) Найдите ток через резистор  $R$  сразу после замыкания ключа.
- 2) Найдите ток через катушку сразу после размыкания ключа.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

**Ответ:** 1)  $I_{R0} = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ . 2)  $I_0 = \frac{3\mathcal{E}}{R+4r}$ . 3)  $Q = \frac{9L\mathcal{E}^2}{2(R+4r)^2}$ .

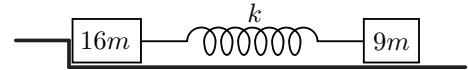
5. Шарик на нити длиной  $l = 10$  см совершает малые колебания в поле тяжести Земли в вертикальной плоскости с угловой амплитудой  $\alpha_0 = 0,05$ . Размеры шарика малы по сравнению с длиной нити. Плоскость колебаний шарика перпендикулярна главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 10$  см и находится на расстоянии  $\frac{6}{5}F$  от линзы. Шарик движется вблизи оси линзы. На экране получено изображение колеблющегося шарика.

- 1) На каком расстоянии от линзы находится экран?
- 2) Во сколько раз расстояние между крайними положениями изображения больше расстояния между крайними положениями шарика?
- 3) Найдите максимальную угловую скорость  $\Omega_0$  шарика.
- 4) Найдите скорость изображения в те моменты, когда нить составляет угол  $\frac{4}{5}\alpha_0$  с вертикалью.

*Указание:* При малых углах  $\alpha$  можно считать, что  $\sin \alpha \approx \alpha$ ,  $\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$ . Принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

**Ответ:** 1)  $f = 6F = 60$  см. 2)  $\Gamma = 5$ . 3)  $\Omega_0 = \alpha_0 \sqrt{\frac{g}{l}} \approx 0,5$  с<sup>-1</sup>. 4)  $v_{\text{из}} = \frac{3}{5}\Gamma\alpha_0\sqrt{gl} \approx 15$  см/с.

1. На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся бруски массами  $16m$  и  $9m$ , к которым прикрепена лёгкая упругая пружина жёсткостью  $k$ , сжатая на величину  $x_0$  (см. рис.). Брусок массой  $9m$  удерживают неподвижно, другой брусок прижат к упору. Затем брусок массой  $9m$  отпускают.



1) Найдите скорость бруска массой  $9m$  в момент отрыва другого бруска от упора.  
2) Найдите величину деформации пружины при максимальном расстоянии между брусками в процессе их движения после отрыва от упора.

*Примечание.* Величиной деформации называется модуль разности длин пружины в напряжённом и ненапряжённом состояниях.

**Ответ:** 1)  $v = \frac{x_0}{3} \sqrt{\frac{k}{m}}$ . 2)  $x = \frac{4}{5} x_0$ .

2. С идеальным одноатомным газом провели прямой цикл, состоящий из двух изобар и двух адиабат. Оказалось, что работа газа при изобарическом расширении равна  $A$ , а при изобарическом сжатии от газа отвели количество теплоты  $Q$  ( $Q > 0$ ).

- 1) Какое количество теплоты получил газ при изобарическом расширении?
- 2) Найдите КПД цикла.

**Ответ:** 1)  $Q_{12} = \frac{5}{2} A$ . 2)  $\eta = 1 - \frac{2Q}{5A}$ .

3. Плоский конденсатор заряжен и отключён от источника постоянного напряжения. В конденсатор вставляют пластину из диэлектрика (см. рис.) так, что диэлектрик заполняет треть объёма конденсатора, из-за чего разность потенциалов между пластинами уменьшается в три раза.

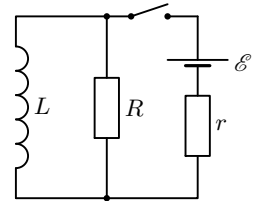


1) Во сколько раз и как изменилась напряжённость электрического поля внутри конденсатора в области без диэлектрика?

- 2) Найдите диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$  материала диэлектрической пластины.

**Ответ:** 1) Напряжённость уменьшилась в 3 раза. 2) Отсюда  $\epsilon = 7$ .

4. В схеме, показанной на рисунке, все элементы можно считать идеальными, параметры элементов указаны на рисунке. До замыкания ключа ток в цепи отсутствовал. Ключ замыкают на некоторое время, а затем размыкают. Оказалось, что величина тока через резистор  $R$  непосредственно перед размыканием ключа в два раза меньше, чем сразу после размыкания.



- 1) Найдите ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найдите ток через катушку сразу после размыкания ключа.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

**Ответ:** 1)  $I_{\mathcal{E}0} = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ . 2)  $I_0 = \frac{2\mathcal{E}}{R+3r}$ . 3)  $Q = \frac{2L\mathcal{E}^2}{(R+3r)^2}$ .

5. Шарик на нити длиной  $l = 8,1$  см совершает малые колебания в поле тяжести Земли в вертикальной плоскости с угловой амплитудой  $\varphi_0 = 0,045$ . Размеры шарика малы по сравнению с длиной нити. Плоскость колебаний шарика перпендикулярна главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 12$  см и находится на расстоянии  $\frac{5}{4}F$  от линзы. Шарик движется вблизи оси линзы. На экране получено изображение колеблющегося шарика.

- 1) На каком расстоянии от линзы находится экран?
- 2) Во сколько раз расстояние между крайними положениями изображения больше расстояния между крайними положениями шарика?
- 3) Найдите максимальную угловую скорость  $\Omega_0$  шарика.
- 4) Найдите скорость изображения в те моменты, когда нить составляет угол  $\frac{3}{5}\varphi_0$  с вертикалью.

*Указание:* При малых углах  $\alpha$  можно считать, что  $\sin \alpha \approx \alpha$ ,  $\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$ . Принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

**Ответ:** 1)  $f = 5F = 60$  см. 2)  $\Gamma = 4$ . 3)  $\Omega_0 = \varphi_0 \sqrt{\frac{g}{l}} \approx 0,5$  с<sup>-1</sup>. 4)  $\Omega = \frac{4}{5} \Gamma \varphi_0 \sqrt{gl} \approx 13 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ .