

# Олимпиада «Физтех» по физике 2018

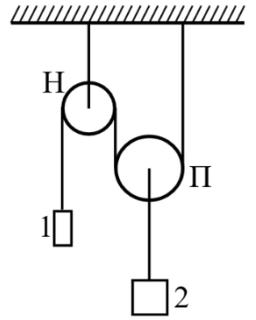
Класс 9

Билет 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

**1.** Система состоит из неподвижного блока Н, подвижного блока П и двух грузов 1 и 2 (см. рис.). Груз 1 движется с ускорением  $a_1 = g/5$ , направленным вниз.



- 1) Найти ускорение груза 2.
- 2) Найти отношение масс грузов 1 и 2?

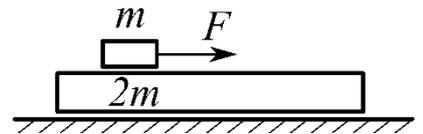
Массами нитей, блоков, а также трением в осях блоков можно пренебречь.

**2.** Пушка 1 установлена так, что может производить выстрелы снарядами под углом  $\alpha$  к горизонту с неизменной (от выстрела к выстрелу) начальной скоростью  $V_0$ . Пушка 2 расположена на горизонтальной поверхности Земли, на одной вертикали с точкой, в которой снаряды, выпущенные из пушки 1, достигают максимальной высоты. Пушка 2 может производить выстрелы снарядами вертикально вверх с некоторой другой неизменной (от выстрела к выстрелу) начальной скоростью.

- 1) Из пушек 1 и 2 поочередно выпускаются снаряды. Найти начальную скорость снарядов, выпускаемых из пушки 2, если максимальная высота их подъёма вдвое больше, чем максимальная высота подъёма снарядов, выпускаемых из пушки 1.
- 2) Через какое время после выстрела из пушки 1 должна выстрелить пушка 2, чтобы произошло столкновение снарядов?

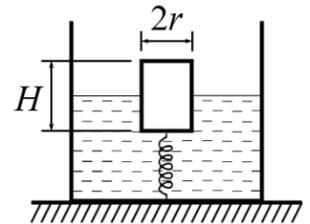
Сопротивление воздуха не учитывать.

**3.** На гладкой горизонтальной поверхности расположена доска массой  $2m$ , на которой лежит брусок массой  $m$ . Коэффициент трения между бруском и доской  $\mu$ .



- 1) Какую минимальную горизонтальную силу  $F_{\min}$  надо приложить к бруску, чтобы он начал двигаться относительно доски?
- 2) За какое время брусок переместится относительно доски на расстояние  $L$ , если к нему приложить силу  $F > F_{\min}$ ?

**4.** Круглый цилиндр высоты  $H$  и радиусом  $r$  прикреплен легкой пружиной жесткостью  $K$  ко дну цилиндрического сосуда с водой (см. рис.). Стенки сосуда вертикальны. Первоначально цилиндр погружен в воду на половину своего объёма, а пружина не деформирована. Воду доливают в сосуд так, что уровень воды совпадает с верхней поверхностью цилиндра.



Плотность воды  $\rho$ .

- 1) Найти массу цилиндра.
- 2) Найти изменение высоты уровня воды в сосуде после долива воды.

**5.** В первом случае в электрический чайник налили некоторое количество воды и включили его в электрическую сеть. При этом вода в чайнике закипела через время  $\tau_1$  после его включения. Во втором случае объём налитой в чайник воды увеличили в 3 раза, а напряжение в сети уменьшилось на 10%.

1) Найти отношение электрических мощностей, потребляемых чайником во втором и первом случаях.

2) Через какое время после включения вода закипит во втором случае?

Сопротивление нагревательного элемента чайника считать не зависящим от температуры. Потерями тепла пренебречь.

# Олимпиада «Физтех» по физике 2018

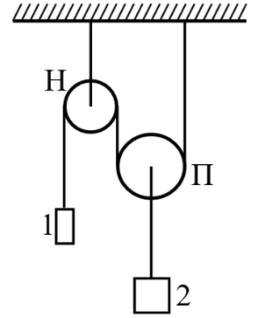
Класс 9

Билет 09-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Система состоит из неподвижного блока Н, подвижного блока П и двух грузов 1 и 2 (см. рис.). Груз 2 движется с ускорением  $a_2 = g/10$ , направленным вниз.



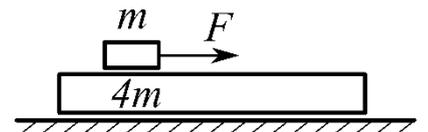
- 1) Найти ускорение груза 1.
- 2) Найти отношение масс грузов 1 и 2?

Массами нитей, блоков, а также трением в осях блоков можно пренебречь.

2. Пушка 1 установлена так, что может производить выстрелы снарядами под углом  $\alpha$  к горизонту с неизменной (от выстрела к выстрелу) начальной скоростью  $V_0$ . Пушка 2 расположена на горизонтальной поверхности Земли, на одной вертикали с точкой, в которой снаряды, выпущенные из пушки 1, достигают максимальной высоты. Пушка 2 может производить выстрелы снарядами вертикально вверх с некоторой другой неизменной (от выстрела к выстрелу) начальной скоростью.

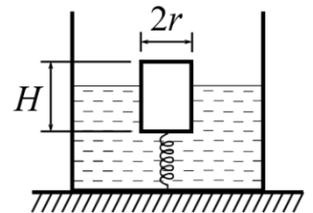
- 1) Из пушек 1 и 2 поочередно выпускаются снаряды. Найти начальную скорость снарядов, выпускаемых из пушки 2, если максимальная высота их подъёма в четыре раза больше, чем максимальная высота подъёма снарядов, выпускаемых из пушки 1.
- 2) Через какое время после выстрела из пушки 1 должна выстрелить пушка 2, чтобы произошло столкновение снарядов?

3. На гладкой горизонтальной поверхности расположена доска массой  $4m$ , на которой лежит брусок массой  $m$ . Коэффициент трения между бруском и доской  $\mu$ .



- 1) Какую минимальную горизонтальную силу  $F_{\text{мин}}$  надо приложить к бруску, чтобы он начал двигаться относительно доски?
- 2) За какое время брусок переместится относительно доски на расстояние  $L$ , если к нему приложить силу  $F > F_{\text{мин}}$ ?

4. Круглый цилиндр высоты  $H$  и радиусом  $r$  прикреплен легкой пружиной жесткостью  $K$  ко дну цилиндрического сосуда с водой (см. рис.). Стенки сосуда вертикальны. Первоначально цилиндр погружен в воду на  $2/3$  своего объёма, а пружина не деформирована. Воду доливают в сосуд так, что уровень воды совпадает с верхней поверхностью цилиндра.



Плотность воды  $\rho$ .

- 1) Найти массу цилиндра.
- 2) Найти изменение высоты уровня воды в сосуде после долива воды.

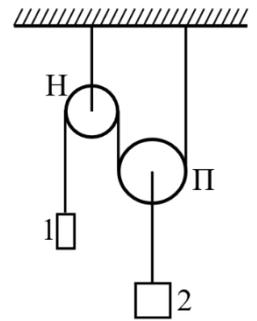
5. В первом случае в электрический чайник налили некоторое количество воды и включили его в электрическую сеть. При этом вода в чайнике закипела через время  $\tau_1$  после его включения. Во втором случае объём налитой в чайник воды увеличили в 2 раза, а напряжение в сети уменьшилось на 20%.

1) Найти отношение электрических мощностей, потребляемых чайником во втором и первом случаях.

- 2) Через какое время после включения вода закипит во втором случае?

Сопротивление нагревательного элемента чайника считать не зависящим от температуры. Потери тепла пренебречь.

1. Два подвешенных на нитях груза 1 и 2 различной массы могут двигаться в системе, состоящей из неподвижного блока Н и подвижного блока П (см. рис.).

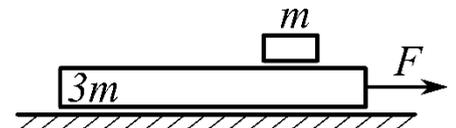


- 1) Найти отношение масс грузов 1 и 2, если подвешенные грузы остаются неподвижными.
- 2) Найти отношение масс грузов 1 и 2, если груз 1 движется с ускорением  $a_1 = g/5$ , направленным вверх?

Массами нитей, блоков, а также трением в осях блоков можно пренебречь.

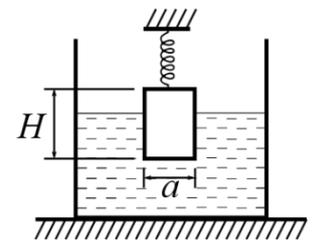
2. Девочка бросает мячик вертикально вверх. Когда мячик достигает максимальной высоты своего полёта, девочка бросает вверх второй мячик, с той же скоростью и с того же места, что и первый. В результате мячики сталкиваются на высоте  $H = 1,8$  м от места броска. Какой максимальной высоты  $H_0$ , считая от места броска, достигал в своём полёте первый мячик? Сопротивление воздуха не учитывать.

3. На гладкой горизонтальной поверхности расположена доска массой  $3m$ , на которой лежит брусок массой  $m$ . Коэффициент трения между бруском и доской  $\mu$ .



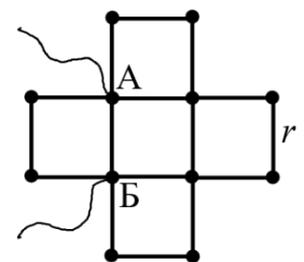
- 1) Какую минимальную горизонтальную силу  $F_{\text{мин}}$  надо приложить к доске, чтобы относительно неё начал двигаться брусок?
- 2) За какое время брусок переместится относительно доски на расстояние  $L$ , если к доске приложить силу  $F > F_{\text{мин}}$ ?

4. Брусок, представляющий собой прямоугольный параллелепипед высотой  $H$  с квадратным поперечным сечением (сторона квадрата равна  $a$ ), висит на пружине и опущен в цилиндрический сосуд с водой (см. рис.). Стенки сосуда вертикальны. Первоначально брусок погружен в воду на  $3/4$  своего объёма, а пружина не деформирована. Воду доливают в сосуд так, что уровень воды совпадает с верхней гранью бруска. Жесткость пружины  $k$ , плотность воды  $\rho$ .



- 1) Найти массу бруска.
- 2) Найти изменение высоты уровня воды в сосуде после долива воды.

5. Проводящий проволочный каркас (см. рис.), составлен из 16 одинаковых отрезков жесткого провода. К клеммам А и Б подано напряжение  $U = 9$  В. При этом, через подводящие провода течёт ток  $I = 1/2$  А.



- 1) Найти сопротивление  $R$  между клеммами А и Б.
- 2) Найти сопротивление  $r$  одного отрезка провода.

# Олимпиада «Физтех» по физике 2018

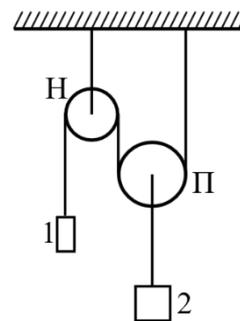
Класс 9

Билет 09-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Два, подвешенных на нитях груза 1 и 2 различной массы могут двигаться в системе, состоящей из неподвижного блока Н и подвижного блока П (см. рис.).

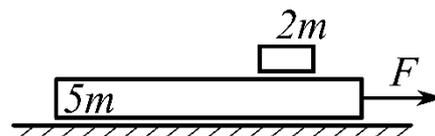


- 1) Найти отношение сил натяжения нитей, на которых подвешены грузы 1 и 2.
- 2) Найти отношение масс грузов 1 и 2, если груз 2 движется с ускорением  $a_2 = g/10$ , направленным вверх.

Массами нитей, блоков, а также трением в осях блоков можно пренебречь.

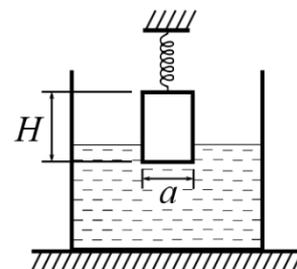
2. Мальчик бросает мячик вертикально вверх. Когда мячик достигает максимальной высоты своего полёта, мальчик бросает вверх второй мячик, с той же скоростью и с того же места, что и первый. В результате мячики сталкиваются на высоте  $H = 2,1$  м от места броска. Какой максимальной высоты  $H_0$ , считая от места броска, достигал в своём полёте первый мячик? Сопротивление воздуха не учитывать.

3. На гладкой горизонтальной поверхности расположена доска массой  $5m$ , на которой лежит брусок массой  $2m$ . Коэффициент трения между бруском и доской  $\mu$ .



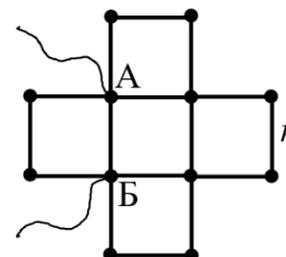
- 1) Какую минимальную горизонтальную силу  $F_{\text{мин}}$  надо приложить к доске, чтобы относительно неё начал двигаться брусок?
- 2) За какое время брусок переместится относительно доски на расстояние  $L$ , если к доске приложить силу  $F > F_{\text{мин}}$

4. Брусок, представляющий собой прямоугольный параллелепипед высотой  $H$  с квадратным поперечным сечением (сторона квадрата равна  $a$ ), висит на пружине и опущен в цилиндрический сосуд с водой (см. рис.). Стенки сосуда вертикальны. Первоначально брусок погружен в воду на  $1/3$  своего объёма, а пружина не деформирована. Воду доливают в сосуд так, что уровень воды совпадает с верхней гранью бруска. Жесткость пружины  $k$ , плотность воды  $\rho$ .



- 1) Найти массу бруска.
- 2) Найти изменение высоты уровня воды в сосуде после долива воды.

5. Проводящий проволочный каркас (см. рис.), составлен из 16 одинаковых отрезков жесткого провода. К клеммам А и Б подано напряжение  $U = 6$  В. При этом, через подводящие провода течёт ток  $I = 1/3$  А.



- 1) Найти сопротивление  $R$  между клеммами А и Б.
- 2) Найти сопротивление  $r$  одного отрезка провода.

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 09-01

1. 1) Т.к. нить нерастяжима, то  $a_2 = \frac{1}{2}a_1 = \frac{g}{10} = 1 \text{ м/с}^2$  (1)

2) Уравнения движения грузов ( $T$  – сила натяжения нити):

$$m_1 g - T = m_1 a_1 \quad (2)$$

$$2T - m_2 g = m_2 a_2 = \frac{1}{2} m_2 a_1 \quad (3)$$

$$\text{Из (2),(3): } (2m_1 - m_2)g = \left(2m_1 + \frac{1}{2}m_2\right)a_1 = \left(2m_1 + \frac{1}{2}m_2\right)\frac{g}{5} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{11}{16}$$

2.  $H$  – максимальная высота подъёма снаряда 1-й пушки.

$U_0$  – начальная скорость снаряда 2-й пушки.

$$1) H = \frac{(V_0 \sin \alpha)^2}{2g} \quad (1)$$

$$\frac{U_0^2}{2g} = 2H = \frac{(V_0 \sin \alpha)^2}{g} \Rightarrow U_0 = \sqrt{2}V_0 \sin \alpha \quad (2)$$

2)  $t_1, t_2$  – времена полета снарядов до столкновения.

$$H = U_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}; \quad gt_2^2 - 2U_0 t_2 + 2H = 0$$

$$t_2 = \frac{U_0 - \sqrt{U_0^2 - 2gH}}{g} \quad (3)$$

$$\text{Из (1) – (3): } t_2 = (\sqrt{2} - 1) \frac{V_0 \sin \alpha}{g}; \quad t_1 = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta t = t_1 - t_2 = (2 - \sqrt{2}) \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

Замечание. Подходит только один корень квадратного уравнения, т.к. по условию 2-я пушка стреляет после 1-й.

3. 1)  $F = F_{\text{мин}}$ , если брусок движется относительно доски без ускорения.

$$\left. \begin{array}{l} F_{\text{мин}} - \mu mg = ma \\ \mu mg = 2ma \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{F_{\text{мин}} - \mu mg}{\mu mg} = \frac{1}{2},$$

$$F_{\text{мин}} = \frac{3}{2} \mu mg$$

2) При  $F > F_{\text{мин}}$ :

$$F - \mu mg = ma_1; \quad a_1 = \frac{F}{m} - \mu g \quad (1)$$

$$\mu mg = 2ma_2; \quad a_2 = \frac{1}{2} \mu g \quad (2)$$

$$\text{Из (1), (2): } a_{1 \text{ отн}} = a_1 - a_2 = \frac{F}{m} - \frac{3}{2} \mu g \quad (3)$$

$$L = \frac{a_{1 \text{ отн}} \cdot \tau^2}{2}$$

$$\text{Из (3): } \tau = \sqrt{\frac{2L}{a_{1 \text{ отн}}}} = \sqrt{\frac{4mL}{2F - 3\mu mg}}$$

4. 1) Условие равновесия вначале:  $\rho_{\text{ц}} \pi r^2 H g = \rho \pi r^2 \frac{H}{2} g \Rightarrow \rho_{\text{ц}} = \frac{\rho}{2}$

Масса цилиндра:  $M = \rho_{\text{ц}} \pi r^2 H = \frac{1}{2} \rho \pi r^2 H$ .

2) Условие равновесия в конце ( $\Delta l$  – деформация пружины):

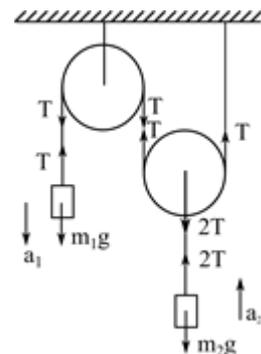
$$\rho \pi r^2 H g = \rho_{\text{ц}} \pi r^2 H g + K \Delta l = \frac{\rho}{2} \pi r^2 H g + K \Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{\rho \pi r^2 H g}{2K}$$

$$h = \frac{H}{2} + \Delta l = \frac{H}{2} \left( 1 + \frac{\pi r^2 \rho g}{K} \right)$$

5.  $R$  – сопротивление нагревательного элемента чайника.

$$1) P_1 = \frac{U^2}{R}, \quad P_2 = \frac{(0,9U)^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 0,81$$

$$2) \left. \begin{array}{l} \frac{U^2}{R} \tau_1 = c_{\text{в}} m (T_{\text{кип}} - T) \\ \frac{(0,9U)^2}{R} \tau_2 = c_{\text{в}} \cdot 3m (T_{\text{кип}} - T) \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\tau_1}{0,81 \cdot \tau_2} = \frac{1}{3}; \quad \tau_2 = \frac{100}{27} \tau_1 \approx 3,7 \tau_1$$



**Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 09-02**

1. 1) Т.к. нить нерастяжима, то  $a_1 = 2a_2 = \frac{g}{5} = 2 \text{ м/с}^2$  (1)

2) Уравнения движения грузов ( $T$  – сила натяжения нити):  
 $T - m_1g = m_1a_1 = 2m_1a_2$  (2)

$m_2g - 2T = m_2a_2$  (3)

Из (2), (3):  $(m_2 - 2m_1)g = (4m_1 + m_2)a_2 = (4m_1 + m_2)\frac{g}{10} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{8}$

2.  $H$  – максимальная высота подъёма снаряда 1-й пушки.

$U_0$  – начальная скорость снаряда 2-й пушки.

1)  $H = \frac{(V_0 \sin \alpha)^2}{2g}$  (1)

$\frac{U_0^2}{2g} = 4H = \frac{2(V_0 \sin \alpha)^2}{g} \Rightarrow U_0 = 2V_0 \sin \alpha$  (2)

2)  $t_1, t_2$  – времена полета снарядов до столкновения.

$H = U_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}; gt_2^2 - 2U_0 t_2 + 2H = 0$

$t_2 = \frac{U_0 - \sqrt{U_0^2 - 2gH}}{g}$  (3)

Из (1) – (3):  $t_2 = (2 - \sqrt{3}) \frac{V_0 \sin \alpha}{g}; t_1 = \frac{U_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta t = t_1 - t_2 = (\sqrt{3} - 1) \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$

Замечание. Подходит только один корень квадратного уравнения, т.к. по условию 2-я пушка стреляет после 1-й.

3.

1)  $F = F_{\text{мин}}$ , если брусок движется относительно доски без ускорения.

$\left. \begin{matrix} F_{\text{мин}} - \mu mg = ma \\ \mu mg = 4ma \end{matrix} \right\} \Rightarrow \frac{F_{\text{мин}} - \mu mg}{\mu mg} = \frac{1}{4},$

$F_{\text{мин}} = \frac{5}{4} \mu mg$

2) При  $F > F_{\text{мин}}$ :

$F - \mu mg = ma_1; a_1 = \frac{F}{m} - \mu g$  (1)

$\mu mg = 4ma_2; a_2 = \frac{1}{4} \mu g$  (2)

Из (1), (2):  $a_{1 \text{ отн}} = a_1 - a_2 = \frac{F}{m} - \frac{5}{4} \mu g$  (3)

$L = \frac{a_{1 \text{ отн}} \cdot \tau^2}{2}$

Из (3):  $\tau = \sqrt{\frac{2L}{a_{1 \text{ отн}}}} = \sqrt{\frac{8mL}{4F - 5\mu mg}}$

4.

1) Условие равновесия в начале:  $\rho_{\text{ц}} \pi r^2 H g = \rho \pi r^2 \frac{2}{3} H g \Rightarrow \rho_{\text{ц}} = \frac{2}{3} \rho$

Масса цилиндра:  $M = \rho_{\text{ц}} \pi r^2 H = \frac{2}{3} \rho \pi r^2 H$ .

2) Условие равновесия в конце ( $\Delta l$  – деформация пружины):

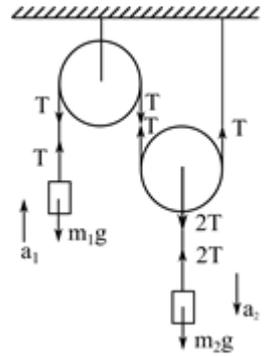
$\rho \pi r^2 H g = \rho_{\text{ц}} \pi r^2 H g + K \Delta l = \frac{2}{3} \rho \pi r^2 H g + K \Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{\rho \pi r^2 H g}{3K}$

$h = \frac{H}{3} + \Delta l = \frac{H}{3} \left( 1 + \frac{\pi r^2 \rho g}{K} \right)$

5.  $R$  – сопротивление нагревательного элемента чайника.

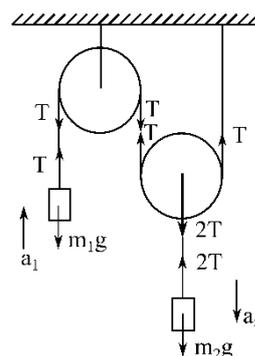
1)  $P_1 = \frac{U^2}{R}, P_2 = \frac{(0,8U)^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 0,64$

2)  $\left. \begin{matrix} \frac{U^2}{R} \tau_1 = c_{\text{в}} m (T_{\text{кип}} - T) \\ \frac{(0,8U)^2}{R} \tau_2 = c_{\text{в}} \cdot 2m (T_{\text{кип}} - T) \end{matrix} \right\} \Rightarrow \frac{\tau_1}{0,64 \cdot \tau_2} = \frac{1}{2}; \tau_2 = \frac{25}{8} \tau_1 \approx 3,1 \tau_1$



**Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 09-03**

1. 1) Условие равновесия грузов:  $T = m_1g$ ;  $2T = m_2g \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2}$   
 2) Уравнения движения грузов ( $T$  – сила натяжения нити):  
 $T - m_1g = m_1a_1$  (1)  
 $m_2g - 2T = m_2a_2$  (2)  
 Из (1), (2):  $(m_2 - 2m_1)g = m_2a_2 + 2m_1a_1$  (3)  
 Т.к. нить нерастяжима, то  $a_1 = 2a_2$  (4)



Из (3), (4):

$$(m_2 - 2m_1)g = \left(2m_1 + \frac{m_2}{2}\right)a_1 = \left(2m_1 + \frac{m_2}{2}\right)\frac{g}{5} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{8}$$

2.

$$H_0 = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gH_0} \quad (1)$$

$t$  – время до столкновения, отсчитанное от момента достижения 1-м мячиком высоты  $H_0$ .

$$\frac{gt^2}{2} + \left(V_0t - \frac{gt^2}{2}\right) = H_0; \quad t = \frac{H_0}{V_0} \quad (2)$$

$$H_0 - H = \frac{gt^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{H_0^2}{V_0^2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{H_0^2}{2gH_0} = \frac{H_0}{4} \Rightarrow H_0 = \frac{4}{3}H = \frac{4}{3} \cdot 1,8 = 2,4 \text{ м}$$

3.

1)  $F = F_{\text{мин}}$ , если брусок движется относительно доски без ускорения.

$$\left. \begin{aligned} F_{\text{мин}} - \mu mg &= 3ma \\ \mu mg &= ma \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{F_{\text{мин}} - \mu mg}{\mu mg} = 3,$$

$$F_{\text{мин}} = 4\mu mg$$

2) При  $F > F_{\text{мин}}$ :

$$F - \mu mg = 3ma_1; \quad a_1 = \frac{F}{3m} - \frac{\mu g}{3} \quad (1)$$

$$\mu mg = ma_2; \quad a_2 = \mu g \quad (2)$$

$$\text{Из (1), (2): } a_{1 \text{ отн}} = a_1 - a_2 = \frac{F}{3m} - \frac{4}{3}\mu g \quad (3)$$

$$L = \frac{a_{1 \text{ отн}} \tau^2}{2}$$

$$\text{Из (3): } \tau = \sqrt{\frac{2L}{a_{1 \text{ отн}}}} = \sqrt{\frac{6mL}{F - 4\mu mg}}$$

4.

1) Условие равновесия вначале:  $\rho_6 a^2 Hg = \rho a^2 \cdot \frac{3}{4} Hg \Rightarrow \rho_6 = \frac{3}{4}\rho$

Масса бруска:  $M = \rho_6 a^2 H = \frac{3}{4}\rho a^2 H$ .

2) Условие равновесия в конце ( $\Delta l$  – деформация пружины):

$$\rho a^2 Hg = \rho_6 a^2 Hg + k\Delta l = \frac{3}{4}\rho a^2 Hg + k\Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{\rho a^2 Hg}{4k}$$

$$h = \frac{H}{4} + \Delta l = \frac{H}{4} \left(1 + \frac{a^2 \rho g}{k}\right)$$

5.

$$1) R = \frac{U}{I} = \frac{9}{1/2} = 18 \text{ Ом}$$

2) Сопротивление квадратной ячейки между двумя ближайшими точками:

$$r_{\text{КВ}} = \frac{3r \cdot r}{3r + r} = \frac{3}{4}r \quad (1)$$

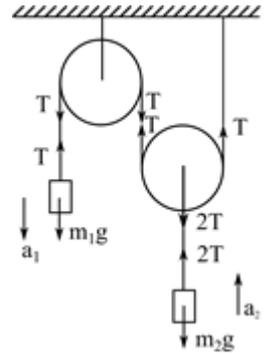
$$R = \frac{3r_{\text{КВ}} \cdot r_{\text{КВ}}}{3r_{\text{КВ}} + r_{\text{КВ}}} = \frac{3}{4}r_{\text{КВ}} \quad (2)$$

$$\text{Из (1), (2): } R = \frac{9}{16}r \Rightarrow r = \frac{16}{9}R = \frac{16}{9} \cdot 18 = 32 \text{ Ом}$$

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 09-04

1.

- 1) Т.к. блоки невесомые, то  $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2}$
- 2) Уравнения движения грузов ( $T$  – сила натяжения нити):
- $$m_1 g - T = m_1 a_1 \quad (1)$$
- $$2T - m_2 g = m_2 a_2 \quad (2)$$
- Из (1), (2):  $(2m_1 - m_2)g = 2m_1 a_1 + m_2 a_2$  (3)
- Т.к. нить нерастяжима, то  $a_1 = 2a_2$  (4)



Из (3), (4):

$$(2m_1 - m_2)g = (4m_1 + m_2)a_2 = (4m_1 + m_2) \frac{g}{10} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{11}{16}$$

2.  $H_0 = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH_0}$  (1)

$t$  – время до столкновения, отсчитанное от момента достижения 1-м мячиком высоты  $H_0$ .

$$\frac{gt^2}{2} + \left( v_0 t - \frac{gt^2}{2} \right) = H_0; \quad t = \frac{H_0}{v_0} \quad (2)$$

$$H_0 - H = \frac{gt^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{H_0^2}{v_0^2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{H_0^2}{2gH_0} = \frac{H_0}{4} \Rightarrow H_0 = \frac{4}{3}H = \frac{4}{3} \cdot 2,1 = 2,8 \text{ м}$$

3.

- 1)  $F = F_{\text{мин}}$ , если брусок движется относительно доски без ускорения.

$$\left. \begin{aligned} F_{\text{мин}} - 2\mu mg &= 5ma \\ 2\mu mg &= 2ma \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{F_{\text{мин}} - 2\mu mg}{2\mu mg} = \frac{5}{2},$$

$$F_{\text{мин}} = 7\mu mg$$

- 2) При  $F > F_{\text{мин}}$ :

$$F - 2\mu mg = 5ma_1; \quad a_1 = \frac{F}{5m} - \frac{2}{5}\mu g \quad (1)$$

$$2\mu mg = 2ma_2; \quad a_2 = \mu g \quad (2)$$

Из (1), (2):  $a_{1 \text{ отн}} = a_1 - a_2 = \frac{F}{5m} - \frac{7}{5}\mu g$  (3)

$$L = \frac{a_{1 \text{ отн}} \tau^2}{2}$$

Из (3):  $\tau = \sqrt{\frac{2L}{a_{1 \text{ отн}}}} = \sqrt{\frac{10mL}{F - 7\mu mg}}$

4.

- 1) Условие равновесия вначале:  $\rho_6 a^2 H g = \rho a^2 \cdot \frac{1}{3} H g \Rightarrow \rho_6 = \frac{\rho}{3}$

Масса бруска:  $M = \rho_6 a^2 H = \frac{1}{3} \rho a^2 H$ .

- 2) Условие равновесия в конце ( $\Delta l$  – деформация пружины):

$$\rho a^2 H g = \rho_6 a^2 H g + k \Delta l = \frac{1}{3} \rho a^2 H g + k \Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{2 \rho a^2 H g}{3k}$$

$$h = \frac{2}{3} H + \Delta l = \frac{2}{3} H \left( 1 + \frac{a^2 \rho g}{k} \right).$$

5.

1)  $R = \frac{U}{I} = \frac{6}{1/3} = 18 \text{ Ом}$

- 2) Сопротивление квадратной ячейки между двумя ближайшими точками:

$$r_{\text{КВ}} = \frac{3r \cdot r}{3r + r} = \frac{3}{4} r \quad (1)$$

$$R = \frac{3r_{\text{КВ}} \cdot r_{\text{КВ}}}{3r_{\text{КВ}} + r_{\text{КВ}}} = \frac{3}{4} r_{\text{КВ}} \quad (2)$$

Из (1), (2):  $R = \frac{9}{16} r \Rightarrow r = \frac{16}{9} R = \frac{16}{9} \cdot 18 = 32 \text{ Ом}$

**Критерии оценивания. Ол-да «Физтех». 2018 г.  
Билеты 09-01, 09-02**

**Задача 1. (10 очков)**

- 1) Ответ на 1-й вопрос ..... 3 очка
- 2) Уравнения движения для грузов ..... 4 очка
- Ответ на 2-й вопрос ..... 3 очка

**Задача 2. (10 очков)**

- 1) Ответ на 1-й вопрос ..... 4 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос ..... 6 очков

**Задача 3. (10 очков)**

- 1) Ответ на 1-й вопрос ..... 4 очка
- 2) Есть все необходимые уравнения ..... 3 очка
- Ответ на 2-й вопрос ..... 3 очка

**Задача 4. (10 очков)**

- 1) Ответ на 1-й вопрос ..... 3 очка
- 2) Есть все необходимые уравнения ..... 3 очка
- Ответ на 2-й вопрос ..... 4 очка

**Задача 5. (10 очков)**

- 1) Ответ на 1-й вопрос ..... 3 очка
- 2) Есть все необходимые уравнения ..... 3 очка
- Ответ на 2-й вопрос ..... 4 очка

**Критерии оценивания. Ол-да «Физтех». 2018 г.  
Билеты 09-03, 09-04**

**Задача 1. (10 очков)**

- 1) Ответ на 1-й вопрос ..... 3 очка
- 2) Есть связь ускорений..... 2 очка
- Есть все уравнения движения..... 2 очка
- Ответ на 2-й вопрос ..... 3 очка

**Задача 2. (10 очков)**

- Есть все необходимые уравнения ..... 4 очка
- Ответ..... 6 очков

**Задача 3. (10 очков)**

- 1) Ответ на 1-й вопрос ..... 4 очка
- 2) Есть все необходимые уравнения..... 3 очка
- Ответ на 2-й вопрос ..... 3 очка

**Задача 4. (10 очков)**

- 1) Ответ на 1-й вопрос ..... 3 очка
- 2) Есть все необходимые уравнения ..... 3 очка
- Ответ на 2-й вопрос ..... 4 очка

**Задача 5. (10 очков)**

- 1) Ответ на 1-й вопрос ..... 3 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос ..... 7 очков