

# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

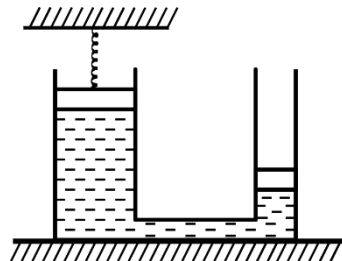
## Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

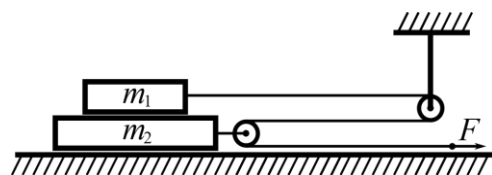
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью  $V_0 = 12$  м/с.
- 1) Через какое время  $t$  после старта скорость камня будет равна по величине  $V_0/3$ ?
  - 2) На какой высоте  $h$ , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине  $V_0/3$ ?
- Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха не учитывать.

2. На горизонтальной поверхности расположены два цилиндрических сообщающихся сосуда (см. рис.), в которых налита жидкость плотности  $\rho$ . На свободных поверхностях жидкости находятся лёгкие поршни. Зазоров между стенками сосудов и поршнями нет. Левый поршень соединён пружиной жёсткости  $k$  с верхней опорой. Разность уровней жидкости в сосудах равна  $h$ . Площадь сечения левого поршня  $S$ , правого  $S/2$ . Трение поршней о стенки сосудов пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения  $g$ .



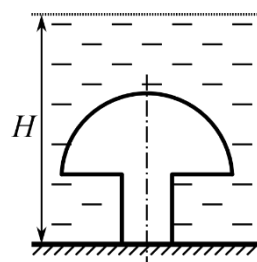
- 1) Найдите деформацию  $x$  пружины.
  - 2) Найдите массу  $m$  груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты  $h = 0,5R$ , здесь  $R$  – радиус планеты. Плотность планеты  $\rho$ . Гравитационная постоянная  $G$ . Объём шара  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ .
- 1) Найдите ускорение  $g$  свободного падения на расстоянии  $2R$  от центра планеты.
  - 2) Найдите период  $T$  обращения спутника.

4. На горизонтальном столе находятся бруски, соединённые нитью с системой блоков (см. рис.). Массы брусков  $m_1 = 2m$ ,  $m_2 = 3m$ . Коэффициент трения скольжения нижнего бруска по столу и верхнего бруска по нижнему равен  $\mu$ . Массы нити и блоков, а также трение в осях блоков пренебрежимо малы.



- 1) Найдите величину  $F_0$  горизонтальной силы, которую следует приложить к свободному концу нити, чтобы нижний брусок скользил по столу, а сила трения, действующая на верхний брусок, была равна нулю.
- 2) Найдите величину  $F$  минимальной силы, при которой нижний брусок скользит по столу, а верхний брусок движется влево относительно нижнего бруска.

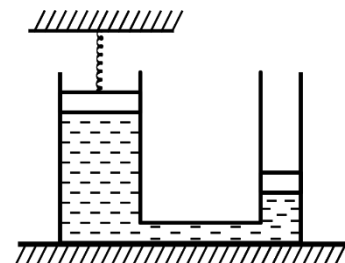
5. Ко дну бассейна глубиной  $H=2,5$  м приклеена осесимметричная конструкция (см. рис.). Клей затвердел. Верхняя поверхность конструкции – полусфера. Объём конструкции  $V = 8$  дм<sup>3</sup>, площадь соприкосновения конструкции с дном через клей  $S = 20$  см<sup>2</sup>. Плотность воды  $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>, атмосферное давление  $P_0 = 100$  кПа. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



- 1) Найдите давление  $P_1$  вблизи дна.
- 2) Найдите величину  $F$  силы (с указанием направления), с которой вода действует на конструкцию.

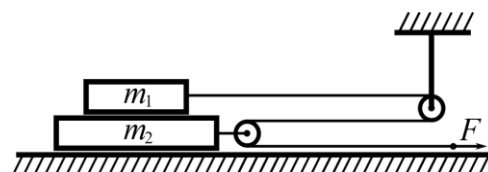
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью  $V_0 = 10$  м/с.
- 1) Через какое время  $t$  после старта скорость камня будет равна по величине  $V_0/2$ ?
  - 2) На какой высоте  $h$ , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине  $V_0/2$ ?
- Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха не учитывать.

2. На горизонтальной поверхности расположены два цилиндрических сообщающихся сосуда (см. рис.), в которых налита жидкость плотности  $\rho$ . На свободных поверхностях жидкости находятся лёгкие поршни. Зазоров между стенками сосудов и поршнями нет. Левый поршень соединён пружиной жёсткости  $k$  с верхней опорой. Деформация пружины равна  $x$ . Площадь сечения левого поршня  $S$ , правого  $S/3$ . Трение поршней о стенки сосудов пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения  $g$ .



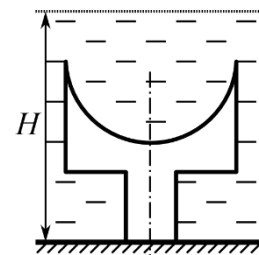
- 1) Найдите разность  $h$  уровней жидкости в сосудах.
  - 2) Найдите массу  $m$  груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты  $h = R$ , здесь  $R$  – радиус планеты. Плотность планеты  $\rho$ . Гравитационная постоянная  $G$ . Объём шара  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ .
- 1) Найдите ускорение  $g$  свободного падения на расстоянии  $3R$  от центра планеты.
  - 2) Найдите период  $T$  обращения спутника.

4. На горизонтальном столе находятся бруски, соединённые нитью с системой блоков (см. рис.). Массы брусков  $m_1 = 3m$ ,  $m_2 = 5m$ . Коэффициент трения скольжения нижнего бруска по столу и верхнего бруска по нижнему равен  $\mu$ . Массы нити и блоков, а также трение в осях блоков пренебрежимо малы.



- 1) Найдите величину  $F_0$  горизонтальной силы, которую следует приложить к свободному концу нити, чтобы нижний брусок скользил по столу, а сила трения, действующая на верхний брусок, была равна нулю.
- 2) Найдите минимальную силу  $F$ , при которой нижний брусок скользит по столу, а верхний брусок движется влево относительно нижнего бруска.

5. Ко дну бассейна глубиной  $H=3$  м приклеена осесимметричная конструкция (см. рис.). Клей затвердел. Верхняя поверхность конструкции – полусфера. Объём конструкции  $V = 5$  дм<sup>3</sup>, площадь соприкосновения конструкции с дном через клей  $S = 10$  см<sup>2</sup>. Плотность воды  $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>, атмосферное давление  $P_0 = 100$  кПа. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



- 1) Найдите давление  $P_1$  вблизи дна.
- 2) Найдите величину  $F$  силы (с указанием направления), с которой вода действует на конструкцию.

# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

Вариант 09-03

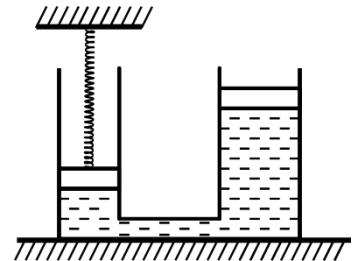
Шифр

(заполняется секретарём)

1. С высокой башни экспериментатор бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью  $V_0 = 10$  м/с. После достижения максимальной высоты камень пролетает рядом с экспериментатором и падает вниз на землю.

- 1) Через какое время  $t$  после броска величина скорости камня будет равна  $2V_0$ ?
- 2) Найдите путь  $S$ , пройденный камнем от момента броска до момента достижения камнем скорости  $2V_0$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха не учитывать.

2. На горизонтальной поверхности расположены два цилиндрических сообщающихся сосуда (см. рис.), в которые налита жидкость плотности  $\rho$ . На свободных поверхностях жидкости находятся лёгкие поршни. Зазоров между стенками сосудов и поршнями нет. Левый поршень соединён пружиной жёсткости  $k$  с верхней опорой. Разность уровней жидкости в сосудах равна  $h$ . Площадь сечения левого поршня  $S$ , правого  $1,5S$ . Трение поршней о стенки сосудов пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения  $g$ .

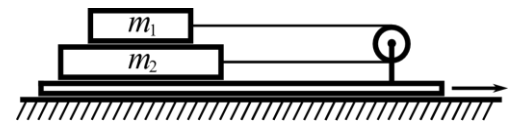


- 1) Найдите деформацию  $x$  пружины.
- 2) На правый поршень положили груз массой  $m$ . Найдите массу  $M$  груза, который следует положить на левый поршень, чтобы пружина стала недеформированной. Поршни при этом не достигают дна.

3. У двух планет Альфа-1 и Альфа-2 одинаковые радиусы  $R$ , а плотности планет равны, соответственно,  $\rho_1 = \rho$  и  $\rho_2 = 2\rho$ . Гравитационная постоянная  $G$ . Объём шара  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ .

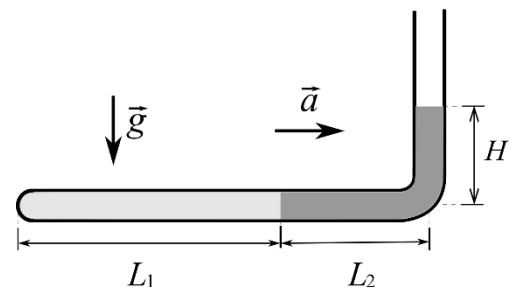
- 1) Найдите ускорение  $g$  свободного падения на расстоянии  $4R$  от центра планеты Альфа-1.
- 2) Найдите отношение  $T_2/T_1$  периодов обращения спутников, которые движутся по круговым орбитам вокруг данных планет. Высоты орбит спутников равны, соответственно  $h_1 = 0,5R$  и  $h_2 = 1,5R$ .

4. На горизонтальном столе находится доска, на которой укреплен неподвижный блок, а также бруски, соединённые нитью. Массы брусков  $m_1 = m$ ,  $m_2 = 2m$ . Коэффициент трения скольжения верхнего бруска по нижнему равен  $\mu$ , трение между доской и нижним бруском отсутствует. Доску приводят в движение с постоянным ускорением, направленным вправо. Массой нити и блока, а также трением в оси блока можно пренебречь.



- 1) Найдите максимальное ускорение  $a_0$  доски, при котором бруски не будут проскальзывать относительно друг друга.
- 2) Найдите силу  $T$  натяжения нити, если доска движется с ускорением  $a > a_0$ .

5. Тонкая изогнутая трубка состоит из горизонтального участка, запаянного с одного конца, и вертикального участка, открытого в атмосферу. Трубка заполнена двумя несмешивающимися жидкостями: плотности  $\rho_1$  в горизонтальном участке, и плотности  $\rho_2$  в горизонтальном и вертикальном участках (см. рис.). Трубка движется с ускорением  $a = g/8$ , направленным горизонтально. Геометрические размеры указаны на рисунке,  $H = L$ ,  $L_1 = 3L$ ,  $L_2 = 2L$ . Атмосферное давление  $P_0$ .



- 1) Найдите давление  $P_1$  в жидкости в месте изгиба трубки.
- 2) Найдите давление  $P_2$  в жидкости у запаянного конца трубки.

# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

## Вариант 09-04

Шифр

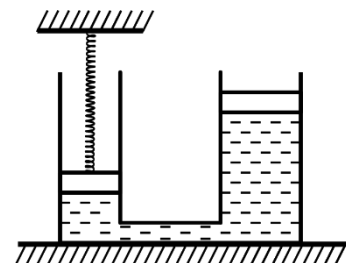
(заполняется секретарём)

1. С высокой башни экспериментатор бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью  $V_0 = 12$  м/с. После достижения максимальной высоты камень пролетает рядом с экспериментатором и падает вниз на землю.

1) Через какое время  $t$  после броска величина скорости камня будет равна  $3V_0$ ?

2) Найдите путь  $S$ , пройденный камнем от момента броска до момента достижения камнем скорости  $3V_0$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха не учитывать.

2. На горизонтальной поверхности расположены два цилиндрических сообщающихся сосуда (см. рис.), в которые налита жидкость плотности  $\rho$ . На свободных поверхностях жидкости находятся лёгкие поршни. Зазоров между стенками сосудов и поршнями нет. Левый поршень соединён пружиной жёсткости  $k$  с верхней опорой. Деформация пружины равна  $x$ . Площадь сечения левого поршня  $S$ , правого  $2S$ . Трение поршней о стенки сосудов пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения  $g$ .



1) Найдите разность  $h$  уровней жидкости в сосудах.

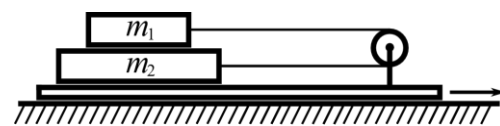
2) На правый поршень положили груз массой  $m$ . Найдите массу  $M$  груза, который следует положить на левый поршень, чтобы пружина стала недеформированной. Поршни при этом не достигают дна.

3. У двух планет Альфа-1 и Альфа-2 одинаковые радиусы  $R$ , а плотности планет равны, соответственно,  $\rho_1 = \rho$  и  $\rho_2 = 3\rho$ . Гравитационная постоянная  $G$ . Объём шара  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ .

1) Найдите ускорение  $g$  свободного падения на расстоянии  $5R$  от центра планеты Альфа-1.

2) Найдите отношение  $T_2/T_1$  периодов обращения спутников, которые движутся по круговым орбитам вокруг данных планет. Высоты орбит спутников равны, соответственно  $h_1 = R$  и  $h_2 = 2R$ .

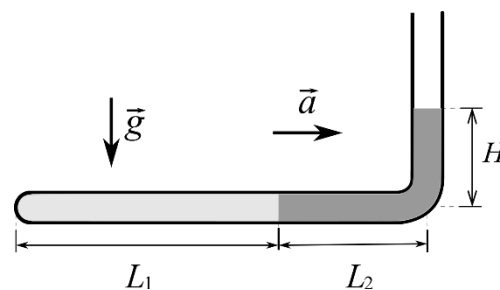
4. На горизонтальном столе находится доска, на которой укреплен неподвижный блок, а также бруски, соединённые нитью. Массы брусков  $m_1 = 2m$ ,  $m_2 = 3m$ . Коэффициент трения скольжения верхнего бруска по нижнему равен  $\mu$ , трение между доской и нижним бруском отсутствует. Доску приводят в движение с постоянным ускорением, направленным вправо. Массой нити и блока, а также трением в оси блока можно пренебречь.



1) Найдите максимальное ускорение  $a_0$  доски, при котором бруски не будут проскальзывать относительно друг друга.

2) Найдите силу  $T$  натяжения нити, если доска движется с ускорением  $a > a_0$ .

5. Тонкая изогнутая трубка состоит из горизонтального участка, запаянного с одного конца, и вертикального участка, открытого в атмосферу. Трубка заполнена двумя несмешивающимися жидкостями: плотности  $\rho_1$  в горизонтальном участке, и плотности  $\rho_2$  в горизонтальном и вертикальном участках (см. рис.). Трубка движется с ускорением  $a = g/6$ , направленным горизонтально. Геометрические размеры указаны на рисунке,  $H = L$ ,  $L_1 = 4L$ ,  $L_2 = 3L$ . Атмосферное давление  $P_0$ .



1) Найдите давление  $P_1$  в жидкости в месте изгиба трубки.

2) Найдите давление  $P_2$  в жидкости у запаянного конца трубки.