

# Олимпиада «Физтех» по физике

2016 год

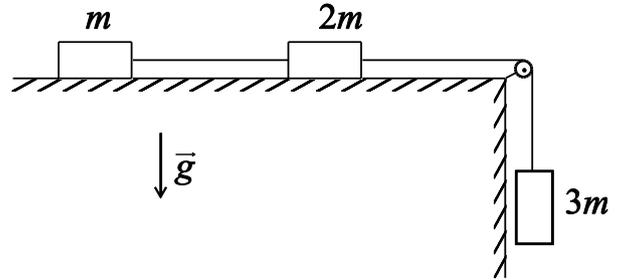
Класс 09

Шифр

(заполняется секретарём)

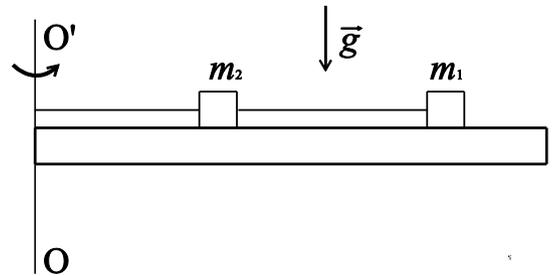
## Билет 09-01

1. Два груза массами  $m$  и  $2m$ , находящиеся на гладком горизонтальном столе, связаны нитью и соединены с грузом массой  $3m$  другой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рис.). Трением в оси блока можно пренебречь.



- 1) Найти ускорение грузов.
- 2) Во сколько раз сила натяжения нити между грузами на столе меньше силы натяжения другой нити?

2. Два небольших по размерам бруска находятся на гладкой горизонтальной платформе. Бруски связаны нитью и привязаны другой нитью к оси  $OO'$  (см. рис.). Расстояния брусков от оси  $OO'$  отличаются в 3 раза. Отношение масс брусков  $m_2 / m_1 = 3$ . Система вращается вокруг вертикальной оси  $OO'$ . Найти отношение сил натяжения нитей между осью  $OO'$  и бруском  $m_2$  и между грузами.



3. Радиус планеты  $R$ . На какой высоте, считая от поверхности планеты, скорость спутника, движущегося по круговой орбите, будет в 2 раза меньше первой космической скорости для этой планеты?

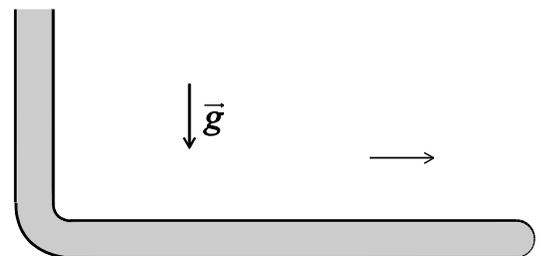
4. Маленький шарик, брошенный под углом  $\alpha = 15^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $V_0 = 10$  м/с, упруго ударяется о вертикальную стену, находящуюся на расстоянии  $L = 4$  м от места броска. Плоскость стены перпендикулярна плоскости траектории шарика.

1) Найдите расстояние (по горизонтали) от места броска, на котором шарик поднимется на максимальную высоту.

2) На каком расстоянии от места броска шарик упадет на горизонтальную поверхность земли?

Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Известно, что при любых углах  $\alpha$  справедливо  $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$ .

5. Тонкая Г-образная трубка постоянного внутреннего сечения полностью заполнена ртутью (см. рис.). Горизонтальное колено трубки закрыто с одного конца и имеет длину  $L = 150$  см. Вертикальное колено высотой  $H = 10$  см открыто в атмосферу. Атмосферное давление  $P_0 = 740$  мм рт. ст. Ртуть начинает выливаться, если трубку двигать вдоль горизонтального колена с постоянным ускорением, не меньшим чем  $a_0$ .



1) Найти давление (в мм рт. ст.) в середине горизонтального колена при движении с ускорением  $a_0$ .

2) Найти длину вылившегося слоя ртути при движении с ускорением  $5a_0 / 4$ .

# Олимпиада «Физтех» по физике

2016 год

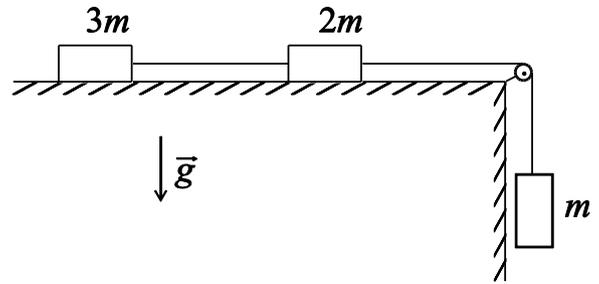
Класс 09

Шифр

(заполняется секретарём)

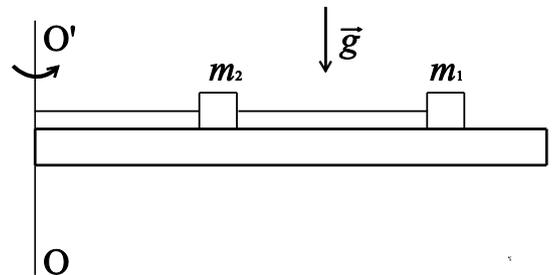
## Билет 09-02

1. Два груза массами  $3m$  и  $2m$ , находящиеся на гладком горизонтальном столе, связаны нитью и соединены с грузом массой  $m$  другой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рис.). Трением в оси блока можно пренебречь.



- 1) Найти ускорение грузов.
- 2) Во сколько раз сила натяжения нити между грузами на столе меньше силы натяжения другой нити?

2. Два небольших по размерам бруска находятся на гладкой горизонтальной платформе. Бруски связаны нитью и привязаны другой нитью к оси  $OO'$  (см. рис.). Расстояния брусков от оси  $OO'$  отличаются в 2 раза. Отношение масс брусков  $m_2/m_1 = 4$ . Система вращается вокруг вертикальной оси  $OO'$ . Найти отношение сил натяжения нитей между осью  $OO'$  и бруском  $m_2$  и между грузами.



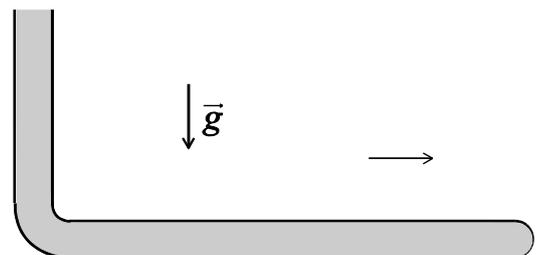
3. Радиус планеты  $R$ . На какой высоте, считая от поверхности планеты, скорость спутника, движущегося по круговой орбите, будет в 3 раза меньше первой космической скорости для этой планеты?

4. Маленький шарик, брошенный под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $V_0 = 20$  м/с, упруго ударяется о вертикальную стену, находящуюся на расстоянии  $L = 15$  м от места броска. После удара шарик падает на горизонтальную поверхность земли на расстоянии  $l_0 = 5$  м от стены. Плоскость стены перпендикулярна плоскости траектории шарика.

- 1) Найдите модуль скорости шарика при ударе о землю.
- 2) Найдите угол  $\alpha$ , под которым был брошен шарик.

Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Известно, что при любых углах  $\alpha$  справедливо  $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$ .

5. Тонкая Г-образная трубка постоянного внутреннего сечения полностью заполнена ртутью (см. рис.). Горизонтальное колено трубки закрыто с одного конца и имеет длину  $L = 100$  см. Вертикальное колено некоторой высоты  $H$  открыто в атмосферу. Атмосферное давление  $P_0 = 745$  мм рт. ст. Ртуть начинает выливаться, если трубку двигать вдоль горизонтального колена с постоянным ускорением, не меньшим чем  $a_0 = 0,75g$ .



- 1) Найти высоту  $H$  вертикального колена.
- 2) Найти длину вылившегося слоя ртути при движении с ускорением  $5a_0/4$ .

# Олимпиада «Физтех» по физике

2016 год

Класс 09

Шифр

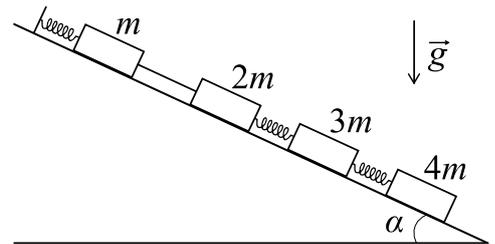
(заполняется секретарём)

## Билет 09-03

1. Камень, брошенный вертикально вверх с поверхности Земли с некоторой скоростью, упал на Землю через 2 с. Через какое время упадет камень, брошенный вертикально вверх с той же скоростью, на Луне? Ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле.

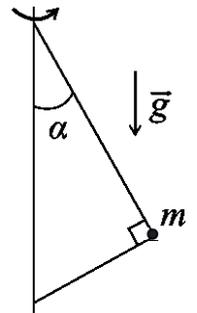
2. Брусочки с массами  $m$ ,  $2m$ ,  $3m$  и  $4m$ , соединенные легкими пружинами и нитью (см. рис.), удерживаются неподвижно с помощью упора на гладкой наклонной поверхности с углом наклона к горизонту  $\alpha$  ( $\sin \alpha = 1/3$ ).

- 1) Найти силу натяжения нити.
- 2) Найти ускорение (направление и модуль) бруска с массой  $m$  сразу после пережигания нити.



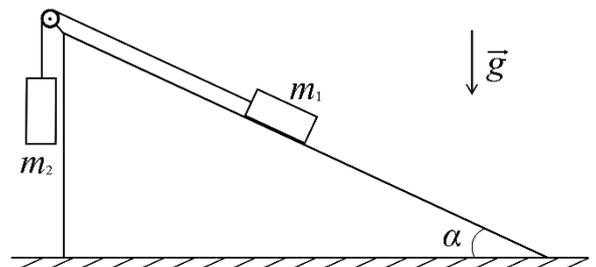
3. Небольшой по размерам шарик массой  $m$  движется по окружности в горизонтальной плоскости, находясь от вертикальной оси вращения на расстоянии  $R$ . Шарик удерживается двумя нитями, угол между которыми  $90^\circ$  (см. рис.). Верхняя нить составляет с осью вращения угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 4/5$ ). Сила натяжения верхней нити в 3 раза больше, чем нижней.

- 1) Найти силу натяжения верхней нити.
- 2) Найти угловую скорость вращения.



4. Клин массой  $m$  находится на шероховатой горизонтальной поверхности стола (см. рис.). Через блок, укрепленный на вершине клина, перекинута лёгкая нерастяжимая нить, связывающая грузы, массы которых  $m_1 = 2m$  и  $m_2 = 3m$ . Грузы удерживают, затем отпускают. После этого грузы движутся, а клин покоится. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол  $\alpha$  ( $\sin \alpha = 0,6$ ).

- 1) Найдите ускорение грузов.
- 2) Найдите силу нормальной реакции, действующей на клин со стороны стола.



5. Тонкая U - образная трубка постоянного внутреннего сечения с горизонтальным коленом длиной  $L$  и двумя одинаковыми вертикальными коленами, открытыми в атмосферу, заполнена водой не полностью (см. рис.). В каждом вертикальном колене остается слой воздуха длиной  $H$ . Вода начинает выливаться, если трубку двигать вдоль горизонтального колена с постоянным ускорением, не меньшим, чем некоторая величина  $a_0$ .

- 1) Найти ускорение  $a_0$ .
- 2) Найти длину вылившегося слоя воды при движении с ускорением  $4a_0/3$ .



Горизонтальное колено остаётся всегда заполненным водой.

# Олимпиада «Физтех» по физике

2016 год

Класс 09

Шифр

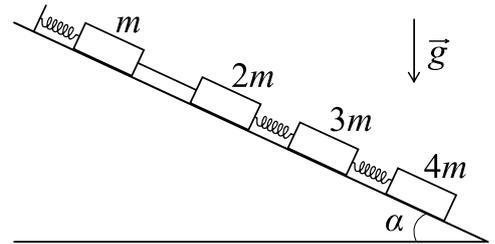
(заполняется секретарём)

## Билет 09-04

1. Максимальная высота подъема камня, брошенного вертикально вверх с некоторой скоростью с поверхности Земли, оказалась 9 м. Найти максимальную высоту подъема камня, брошенного вертикально вверх с той же скоростью на Луне. Ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле.

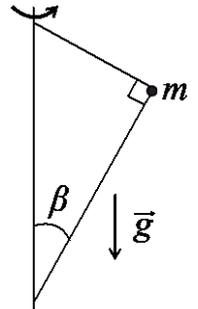
2. Бруски с массами  $m$ ,  $2m$ ,  $3m$  и  $4m$ , соединенные легкими пружинами и нитью (см. рис.), удерживаются неподвижно с помощью упора на гладкой наклонной поверхности с углом наклона к горизонту  $\alpha$  ( $\sin \alpha = 1/6$ ).

- 1) Найти силу натяжения нити.
- 2) Найти ускорение (направление и модуль) бруска с массой  $2m$  сразу после пережигания нити.



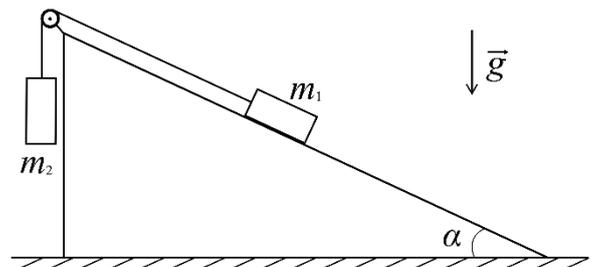
3. Небольшой по размерам шарик массой  $m$  движется по окружности в горизонтальной плоскости, находясь от вертикальной оси вращения на расстоянии  $R$ . Шарик удерживается двумя нитями, угол между которыми  $90^\circ$  (см. рис.). Нижняя нить составляет с осью вращения угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 4/5$ ). Сила натяжения верхней нити в 4 раза больше, чем нижней.

- 1) Найти силу натяжения верхней нити.
- 2) Найти угловую скорость вращения.



4. Клин массой  $2m$  находится на шероховатой горизонтальной поверхности стола (см. рис.). Через блок, укрепленный на вершине клина, перекинута лёгкая нерастяжимая нить, связывающая грузы, массы которых  $m_1 = m$  и  $m_2 = 2m$ . Грузы удерживают, затем отпускают. После этого грузы движутся, а клин покоится. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол  $\alpha$  ( $\sin \alpha = 0,8$ ).

- 1) Найдите ускорение грузов.
- 2) Найдите силу нормальной реакции, действующей на клин со стороны стола.



5. Тонкая U - образная трубка постоянного внутреннего сечения с горизонтальным коленом и двумя одинаковыми вертикальными коленами, открытыми в атмосферу, заполнена водой не полностью (см. рис.). В каждом вертикальном колене остается слой воздуха длиной  $H$ . Вода начинает выливаться, если трубку двигать вдоль горизонтального колена с постоянным ускорением, не меньшим, чем  $a_0 = g/20$ .

- 1) Найти длину горизонтального колена.
- 2) Найти длину вылившегося слоя воды при движении с ускорением  $a_1 = g/16$ .

Горизонтальное колено остаётся всегда заполненным водой.



# Олимпиада «Физтех» по физике

2016 год

Класс 09

Шифр

(заполняется секретарём)

## Билет 09-05

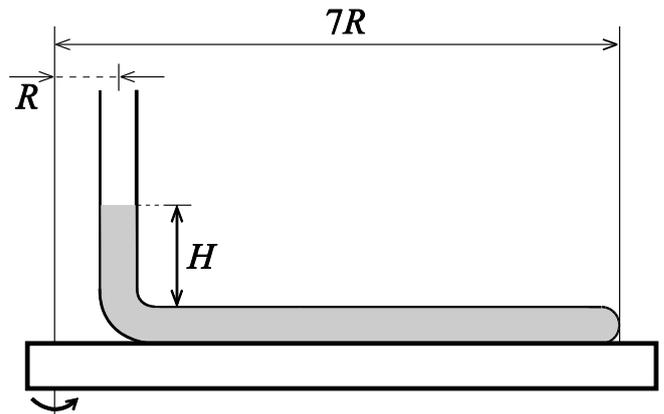
1. Камень брошен с поверхности Земли под углом к горизонту со скоростью  $V_0 = 10$  м/с. В верхней точке траектории скорость камня оказалась  $V = 6$  м/с. Сопротивление воздуха не учитывать. Принять ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

- 1) Найти вертикальную составляющую скорости камня при броске.
- 2) Найти время полета камня до верхней точки траектории.

2. На какой высоте, считая от поверхности Земли, ускорение свободного падения на 19% меньше, чем на поверхности Земли? Радиус Земли равен  $R$ .

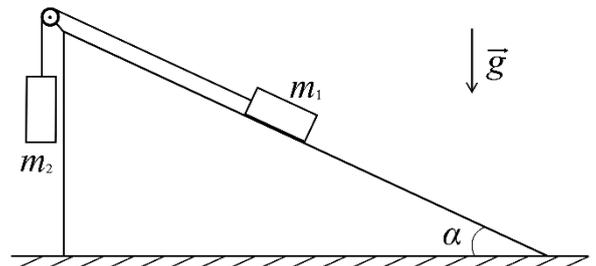
3. Автомобиль массой  $m$  при движении по выпуклому мосту давит на мост в верхней точке с силой  $0,9mg$ . С какой силой будет давить на мост в верхней точке этот же автомобиль при движении со скоростью в 2 раза большей?

4. Тонкая трубка запаяна с одного конца, заполнена жидкостью плотностью  $\rho$  и закреплена на горизонтальной платформе (см. рис.). Открытое колено трубки вертикально и заполнено жидкостью до высоты  $H$ . Платформа вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг вертикальной оси. Вертикальное колено находится на расстоянии  $R$ , а конец горизонтального - на расстоянии  $7R$  от оси вращения. Атмосферное давление  $P_0$



- 1) Найти давление жидкости в месте изгиба трубки.
- 2) Найти давление жидкости в горизонтальном колене на расстоянии  $2R$  от оси вращения.

5. Клин массой  $4m$  находится на шероховатой горизонтальной поверхности стола (см. рис.). Через блок, укрепленный на вершине клина, перекинута лёгкая нерастяжимая нить, связывающая грузы, массы которых  $m_1 = 3m$  и  $m_2 = m$ . Грузы удерживают, затем отпускают. После этого грузы движутся, а клин покоится. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол  $\alpha$  ( $\sin \alpha = 0,8$ ).



- 1) Найдите ускорение грузов.
- 2) Найдите силу трения, действующую на клин со стороны стола.

# Олимпиада «Физтех» по физике

2016 год

Класс 09

Шифр

(заполняется секретарём)

## Билет 09-06

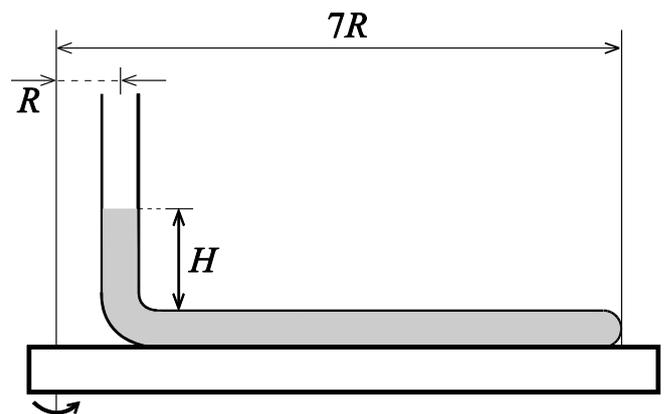
1. Камень брошен с поверхности Земли под углом к горизонту со скоростью  $V_0 = 10$  м/с. В верхней точке траектории скорость камня оказалась  $V = 8$  м/с. Сопротивление воздуха не учитывать. Принять ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

- 1) Найти вертикальную составляющую скорости камня при броске.
- 2) Найти максимальную высоту подъема камня.

2. На какой высоте, считая от поверхности Земли, ускорение свободного падения на 36% меньше, чем на поверхности Земли? Радиус Земли равен  $R$ .

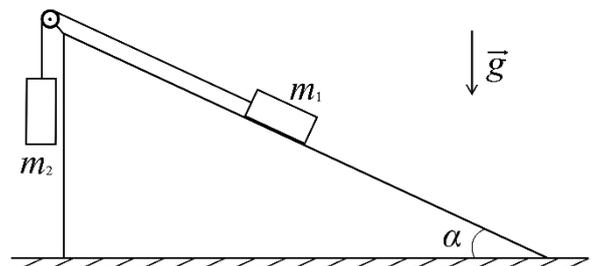
3. Автомобиль массой  $m$  при движении по выпуклому мосту давит на мост в верхней точке с силой  $0,8mg$ . С какой силой будет давить на мост в верхней точке этот же автомобиль при движении со скоростью в 2 раза меньшей?

4. Тонкая трубка запаяна с одного конца, заполнена жидкостью плотностью  $\rho$  и закреплена на горизонтальной платформе (см. рис.). Открытое колено трубки вертикально и заполнено жидкостью до высоты  $H$ . Платформа вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг вертикальной оси. Вертикальное колено находится на расстоянии  $R$ , а конец горизонтального - на расстоянии  $7R$  от оси вращения. Атмосферное давление  $P_0$



- 1) Найти давление жидкости в месте изгиба трубки.
- 2) Найти давление жидкости в горизонтальном колене на расстоянии  $3R$  от оси вращения.

5. Клин массой  $2m$  находится на шероховатой горизонтальной поверхности стола (см. рис.). Через блок, укрепленный на вершине клина, перекинута лёгкая нерастяжимая нить, связывающая грузы, массы которых  $m_1 = 3m$  и  $m_2 = 2m$ . Грузы удерживают, затем отпускают. После этого грузы движутся, а клин покоится. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол  $\alpha$  ( $\sin \alpha = 0,6$ ).



- 1) Найдите ускорение грузов.
- 2) Найдите силу трения, действующую на клин со стороны стола.