

Олимпиада «Физтех» по физике

2016 год

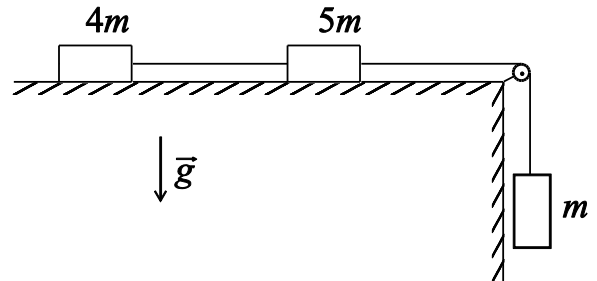
Класс 10

Шифр

(заполняется секретарём)

Билет 10-01

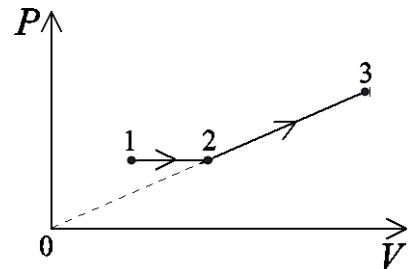
1. Два груза массами $4m$ и $5m$, находящиеся на гладком горизонтальном столе, связаны нитью и соединены с грузом массой m другой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рис.). Трением в оси блока можно пренебречь.



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

2. Гелий в количестве ν моль расширяется от температуры T_1 в изобарическом процессе 1-2, а затем в процессе 2-3 с прямо пропорциональной зависимостью давления P от объема V

(см. рис.). Отношение объемов $\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_2} = \frac{3}{2}$.

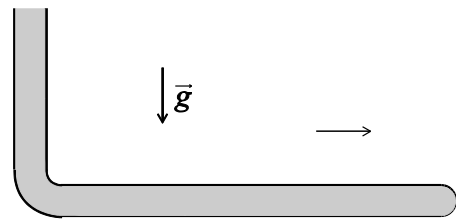


- 1) Найти температуры в состояниях 2 и 3.
- 2) Найти работу, совершенную газом в процессе 1-2-3.
- 3) Найти суммарное количество теплоты, полученное газом в процессе 1-2-3.

3. Один моль гелия находится при температуре $T = 273$ К. Далее газ расширяется так, что объем увеличивается на 3%, а давление уменьшается на 2%. Изменения параметров газа считать малыми.

- 1) Вычислите приращение ΔT температуры газа.
- 2) Какую работу ΔA совершил газ в процессе расширения?
- 3) Найдите молярную теплоемкость C газа в этом процессе.

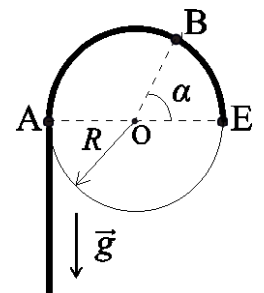
4. Тонкая Г-образная трубка постоянного внутреннего сечения полностью заполнена ртутью (см. рис.). Горизонтальное колено трубки закрыто с одного конца. Вертикальное колено высотой $H = 8$ мм открыто в атмосферу. Атмосферное давление $P_0 = 752$ мм рт. ст.



Ртуть начинает выливаться, если трубку двигать вдоль горизонтального колена с постоянным ускорением, не меньшим чем $a_0 = 0,8g$. При движении трубки с некоторым ускорением a , большим a_0 , выливается слой ртути длиной $L_1 = 19$ см.

- 1) Найти длину L горизонтального колена.
- 2) Найти ускорение a .

5. На гладком закрепленном бревне радиусом R висит массивный однородный канат массой m и длиной $l = 7R$, прикрепленный к бревну в точке E (см. рис.). Точка E и ось O бревна находятся в одной горизонтальной плоскости.



- 1) Найти силу натяжения каната в точке A .
- 2) Найти силу натяжения каната в точке B такой, что угол EOB равен α ($\sin \alpha = 2/3$).

Олимпиада «Физтех» по физике

2016 год

Класс 10

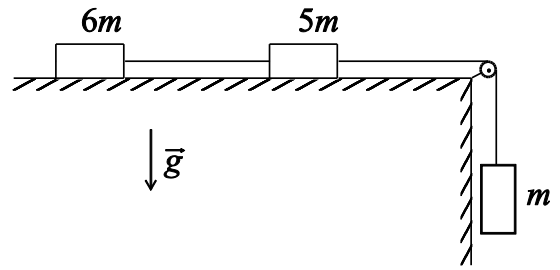
Шифр

(заполняется секретарём)

Билет 10-02

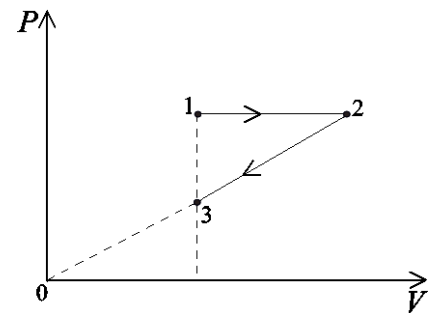
1. Два груза массами $6m$ и $5m$, находящиеся на гладком горизонтальном столе, связаны нитью и соединены с грузом массой m другой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рис.). Трением в оси блока можно пренебречь.

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



2. Гелий в количестве ν моль расширяется от температуры T_1 в изобарическом процессе 1-2, а затем сжимается в процессе 2-3 с прямо пропорциональной зависимостью давления P от объема V , возвращаясь к начальному объему (см. рис.). Отношение объемов $\frac{V_2}{V_1} = 2$.

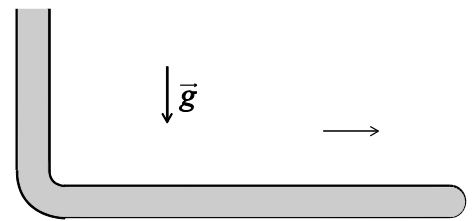
- 1) Найти температуры в состояниях 2 и 3.
- 2) Найти работу, совершенную газом в процессе 1-2-3.
- 3) Найти суммарное количество теплоты, полученное газом в процессе 1-2-3.



3. Один моль гелия находится при температуре $T = 273$ К. Далее газ расширяется так, что объем и давление увеличиваются на 2%. Изменения параметров газа считать малыми.

- 1) Вычислите приращение ΔT температуры газа.
- 2) Какую работу ΔA совершил газ в процессе расширения?
- 3) Найдите молярную теплоемкость C газа в этом процессе.

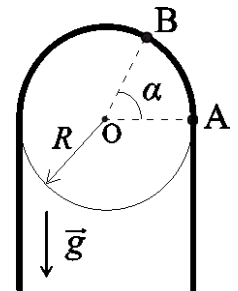
4. Тонкая Г-образная трубка постоянного внутреннего сечения полностью заполнена ртутью (см. рис.). Горизонтальное колено трубки закрыто с одного конца и имеет длину $L = 735$ мм. Вертикальное колено высотой $H = 5$ мм открыто в атмосферу. Ртуть начинает выливаться, если трубку двигать вдоль горизонтального колена с постоянным ускорением, не меньшим чем $a_0 = 0,6g$. При движении трубки с некоторым ускорением a , большим a_0 , выливается слой ртути длиной $L_1 = 62$ см.



- 1) Найти атмосферное давление P_0 (в мм рт. ст.).
- 2) Во сколько раз ускорение a больше ускорения a_0 ?

5. На гладком закрепленном шкиве радиусом R висит массивный однородный канат массой m и длиной $l = 8R$ (см. рис.). Ось O шкива горизонтальна.

- 1) Найти силу натяжения каната в точке A .
- 2) Найти силу натяжения каната в точке B такой, что угол AOB равен α ($\sin \alpha = 3/4$).



Олимпиада «Физтех» по физике

2016 год

Класс 10

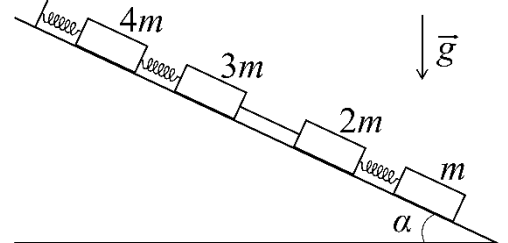
Шифр

(заполняется секретарём)

Билет 10-03

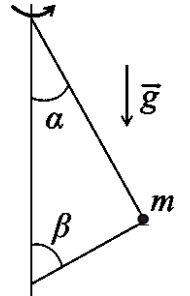
1. Бруски с массами m , $2m$, $3m$ и $4m$, соединенные легкими пружинами и нитью (см. рис.), удерживаются неподвижно с помощью упора на гладкой наклонной поверхности с углом наклона к горизонту α ($\sin \alpha = 1/3$).

- 1) Найти силу натяжения нити.
- 2) Найти ускорение (направление и модуль) бруска с массой $3m$ сразу после пережигания нити.



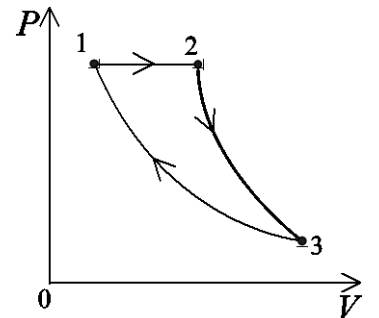
2. Небольшой по размерам шарик массой m движется по окружности в горизонтальной плоскости, находясь от вертикальной оси вращения на расстоянии R . Шарик удерживается двумя нитями (см. рис.), составляющими с осью вращения углы α ($\cos \alpha = 4/5$) и β ($\cos \beta = 3/5$). Сила натяжения верхней нити в 2 раза больше, чем нижней.

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



3. Газообразный гелий совершает цикл, состоящий из изобарического расширения 1-2, адиабатического процесса 2-3 и изотермического сжатия 3-1 (см. рис.). Отношение работы газа в адиабатическом процессе к работе над газом при его сжатии равно β .

- 1) Найти отношение работы газа в процессе 1-2 к работе над газом при его сжатии.
- 2) Найти КПД цикла.



4. 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. Вода начинает выливаться, если трубку двигать вдоль горизонтального колена с постоянным ускорением, не меньшим, чем $a_0 = g/10$.

- 1) Найти длину H слоя воздуха в одном вертикальном колене, когда трубка покоится.
- 2) Найти длину вылившегося слоя воды при движении с ускорением $a_1 = g/8$.



Горизонтальное колено остаётся всегда заполненным водой.

5. Газообразный гелий нагревается (непрерывно повышается температура) от температуры T_0 в процессе, в котором молярная теплоемкость газа зависит от температуры T по закону $C = R \frac{T}{T_0}$.

- 1) Найти температуру T_1 , при нагревании до которой газ совершил работу, равную нулю.
- 2) Найти температуру T_2 , при достижении которой газ занимал минимальный объем в процессе нагревания.

Олимпиада «Физтех» по физике

2016 год

Класс 10

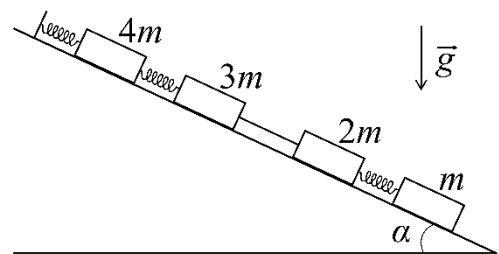
Шифр

(заполняется секретарём)

Билет 10-04

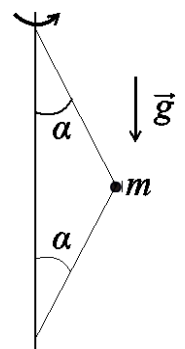
1. Бруски с массами m , $2m$, $3m$ и $4m$, соединенные легкими пружинами и нитью (см. рис.), удерживаются неподвижно с помощью упора на гладкой наклонной поверхности с углом наклона к горизонту α ($\sin \alpha = 1/6$).

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



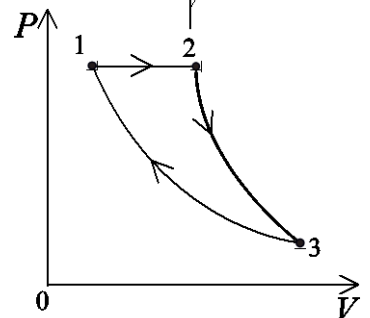
2. Небольшой по размерам шарик массой m движется по окружности в горизонтальной плоскости, находясь от вертикальной оси вращения на расстоянии R . Шарик удерживается двумя нитями (см. рис.), составляющими с осью вращения равные углы α ($\sin \alpha = 8/17$). Сила натяжения верхней нити в 5 раз больше, чем нижней.

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



3. Газообразный гелий совершает цикл, состоящий из изобарического расширения 1-2, адиабатического процесса 2-3 и изотермического сжатия 3-1 (см. рис.). КПД цикла равен η .

- 1) Найти отношение работы газа за цикл к работе газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение работы газа в процессе 2-3 к работе над газом при его сжатии.



4. 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. Вода начинает выливаться, если трубку двигать вдоль горизонтального колена с постоянным ускорением, не меньшим, чем $a_0 = g/8$.

- 1) Найти длину H слоя воздуха в одном вертикальном колене, когда трубка покоится.
- 2) Найти длину вылившегося слоя воды при движении с ускорением $a_1 = g/6$.



Горизонтальное колено остаётся всегда заполненным водой.

5. Газообразный гелий нагревается (непрерывно повышается температура) от температуры T_0 в процессе, в котором молярная теплоемкость газа зависит от температуры T по закону $C = \alpha R \frac{T}{T_0}$

, где α - неизвестная численная константа.

- 1) Найти α , если известно, что при нагревании до температуры $T_1 = 5T_0/4$ газ совершил работу, равную нулю.
- 2) Найти температуру T_2 , при достижении которой газ занимал минимальный объем в процессе нагревания.

Олимпиада «Физтех» по физике

2016 год

Класс 10

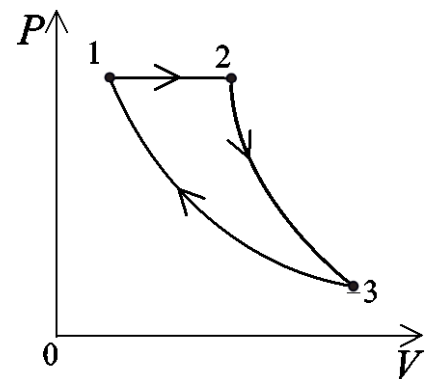
Шифр

(заполняется секретарём)

Билет 10-05

1. Камень, брошенный мальчиком с горизонтальной поверхности Земли под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, через $t_0 = 0,8$ с перелетает через забор с горизонтально направленной скоростью, почти касаясь забора. Сопротивление воздуха не учитывать. Принять ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

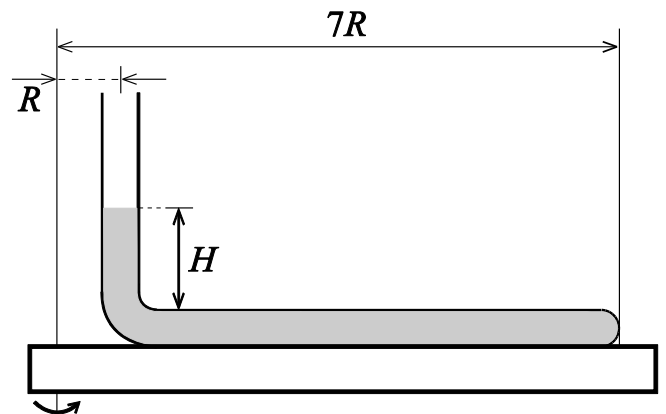
- 1) Найти начальную скорость камня.
- 2) Найти высоту забора.
- 3) Найти расстояние от мальчика до забора.



2. Газообразный гелий совершает цикл, состоящий из изобарического расширения 1-2, адиабатического процесса 2-3 и изотермического сжатия 3-1 (см. рис.). Отношение работы газа в изобарическом процессе к работе над газом при его сжатии равно α .

- 1) Найти отношение работы газа в процессе 2-3 к работе над газом при его сжатии.
- 2) Найти КПД цикла.

3. Тонкая трубка запаяна с одного конца, заполнена жидкостью плотностью ρ и закреплена на горизонтальной платформе (см. рис.). Открытое колено трубки вертикально и заполнено жидкостью до высоты H . Платформа вращается с угловой скоростью ω 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 $4R$ от оси вращения.

4. Маленький шарик массой m подвешен на нити и колеблется в вертикальной плоскости с угловой амплитудой $\varphi_0 = \arccos 0,8$.

- 1) Найти минимальную силу натяжения нити при колебаниях
- 2) Найти максимальную силу натяжения нити при колебаниях.
- 3) Найти касательное ускорение шарика в момент, когда сила натяжения нити в 1,5 раза больше ее минимального значения.

5. Один моль гелия находится при температуре $T = 273$ К. Далее газ сжимают так, что объем уменьшается на 2%, а давление увеличивается на 3%. Изменения параметров газа считать малыми.

- 1) Вычислите приращение ΔT температуры газа.
- 2) Какую работу ΔA совершил газ в процессе сжатия?
- 3) Найдите молярную теплоемкость C газа в этом процессе.

Олимпиада «Физтех» по физике

2016 год

Класс 10

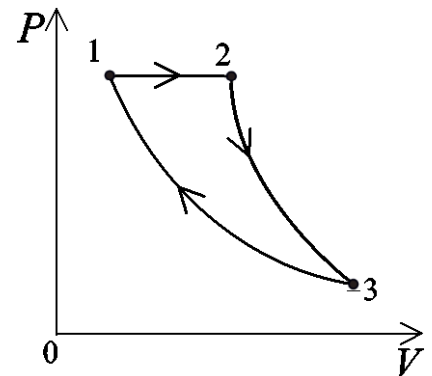
Шифр

(заполняется секретарём)

Билет 10-06

1. Мальчик бросил камень с горизонтальной поверхности Земли под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Максимальная высота подъема камня оказалась $H = 5$ м. Сопротивление воздуха не учитывать. Принять ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

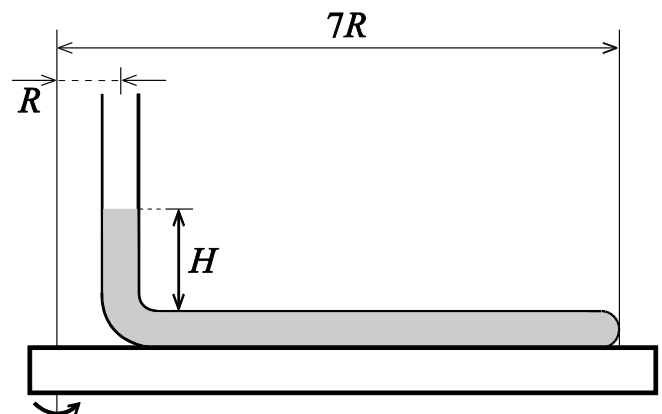
- 1) Найти начальную скорость камня.
- 2) Найти время полета до максимальной высоты подъема.
- 3) Найти расстояние от мальчика до места падения камня.



2. Газообразный гелий совершает цикл, состоящий из изобарического расширения 1-2, адиабатического процесса 2-3 и изотермического сжатия 3-1 (см. рис.). КПД цикла равен η .

- 1) Найти отношение работы газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найти отношение работы над газом при его сжатии к работе в процессе 1-2.

3. Тонкая трубка запаяна с одного конца, заполнена жидкостью плотностью ρ и закреплена на горизонтальной платформе (см. рис.). Открытое колено трубки вертикально и заполнено жидкостью до высоты H . Платформа вращается с угловой скоростью ω 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 $5R$ от оси вращения.

4. Маленький шарик массой m подвешен на нити и колеблется в вертикальной плоскости с угловой амплитудой $\varphi_0 = \arccos 0,75$.

- 1) Найти минимальную силу натяжения нити при колебаниях
- 2) Найти максимальную силу натяжения нити при колебаниях.
- 3) Найти центростремительное ускорение шарика в момент, когда сила натяжения нити на 25% превышает ее минимальное значение.

5. Один моль гелия находится при температуре $T = 273$ К. Далее газ сжимают так, что объем и давление уменьшаются на 1%. Изменения параметров газа считать малыми.

- 1) Вычислите приращение ΔT температуры газа.
- 2) Какую работу ΔA совершил газ в процессе сжатия?
- 3) Найдите молярную теплоемкость C газа в этом процессе.