

Олимпиада «Физтех» по физике 2018

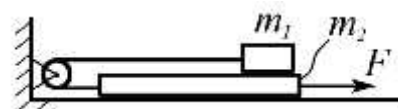
Класс 10

Билет 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Систему из бруска массой $m_1 = m$ и доски массой $m_2 = 2m$, находящихся на горизонтальном столе, приводят в движение, прикладывая к доске горизонтальную силу F (см. рис.). Коэффициент трения между столом и доской и между горизонтальной поверхностью доски и бруском равен μ . Массой горизонтально натянутой нити, массой блока и трением в его оси пренебречь.



1) Найти ускорение a_1 доски, если бы не было трения.

2) Найти ускорение a_2 доски, если есть трение и параметры F, m, μ подобраны так, что есть движение.

2. Пустую стеклянную бутылку опускают в цилиндрический сосуд с водой с вертикальными стенками. Бутылка стала плавать, а уровень воды в сосуде поднялся на $H_1 = 3$ см. Затем в бутылку медленно наливают воду. Когда масса налитой воды достигает некоторой величины, бутылка начинает тонуть. Уровень воды в сосуде за время наливания поднялся ещё на $H_2 = 1$ см. Плотность стекла $\rho_0 = 3$ г/см³, плотность воды $\rho = 1$ г/см³. Площадь внутреннего сечения сосуда $S = 250$ см².

1) Найти массу пустой бутылки.

2) Найти массу воды, налитой в бутылку.

3) Найти вместимость пустой бутылки.

3. Ракета стартует вертикально. К $t_1 = 30$ секунде полёта вес выводимого на орбиту спутника увеличился в $k_1 = 1,5$ раза (относительно веса перед стартом), к $t_2 = 60$ секунде полёта вес спутника был уже в $k_2 = 2,0$ раза больше, чем перед стартом. Считать массовый расход топлива постоянным. Соппротивлением воздуха и изменением ускорения свободного падения с высотой пренебречь. Принять $g = 10$ м/с².

1) Найти ускорение ракеты в момент времени t_1 .

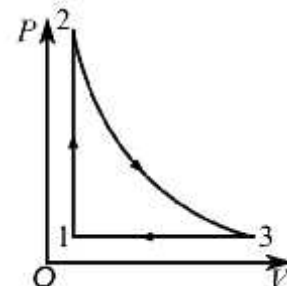
2) Определите скорость u вытекания продуктов сгорания относительно сопла, считая её постоянной.

4. В цилиндре под поршнем находятся в равновесии воздух, водяной пар и вода. Отношение масс жидкости и пара $a = 1/2$. В медленном изотермическом процессе объём влажного воздуха увеличивается в $k = 3$ раза.

1) Найти относительную влажность воздуха j_1 в цилиндре в начале процесса.

2) Найти относительную влажность воздуха j_2 в цилиндре в конечном состоянии.

5. Одноатомный идеальный газ нагревается в изохорическом процессе 1-2, затем расширяется в адиабатическом процессе 2-3 и сжимается в изобарическом процессе 3-1 (см. рис.). Отношение работы газа A_{23} в процессе 2-3 к работе над газом A_{31} ($A_{31} > 0$) в процессе 3-1 $\frac{A_{23}}{A_{31}} = \frac{36}{7}$. В процессе сжатия



объём газа уменьшается в 8 раз.

1) Найти отношение температур T_2/T_3 в состояниях 2 и 3.

2) Найти КПД цикла.

Олимпиада «Физтех» по физике 2018

Класс 10

Билет 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Систему из бруска массой $m_1 = m$ и доски массой $m_2 = 3m$, находящихся на горизонтальном столе, приводят в движение, прикладывая к доске горизонтальную силу F (см. рис.). Коэффициент трения между столом и доской и между горизонтальной поверхностью доски и бруском равен μ . Массой горизонтально натянутой нити, массой блока и трением в его оси пренебречь.



- 1) Найти ускорение a_1 доски, если бы не было трения.
- 2) Найти ускорение a_2 доски, если есть трение и параметры F, m, μ подобраны так, что есть движение.

2. Пустую стеклянную бутылку вместимостью $V=0,8$ л опускают в цилиндрический сосуд с водой с вертикальными стенками. Бутылка стала плавать, а уровень воды в сосуде поднялся на $H_1=2$ см. Затем в бутылку медленно наливают воду. Когда масса налитой воды достигает некоторой величины, бутылка начинает тонуть. Уровень воды в сосуде за время наливания поднялся ещё на H_2 . Плотность стекла $\rho_0 = 2,5$ г/см³, плотность воды $\rho = 1$ г/см³. Площадь внутреннего сечения сосуда $S=250$ см².

- 1) Найти массу пустой бутылки.
- 2) Найти массу воды, налитой в бутылку.
- 3) Найти H_2 .

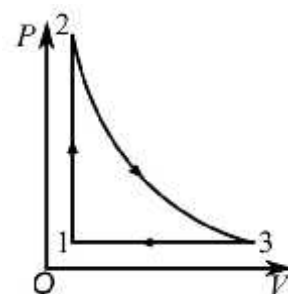
3. Ракета стартует вертикально. К $t_1 = 10$ секунде полёта вес выводимого на орбиту прибора увеличился в $k_1 = 1,2$ раза (относительно веса перед стартом), к $t_2 = 30$ секунде полёта вес прибора был уже в $k_2 = 1,4$ раза больше, чем перед стартом. Считать массовый расход топлива постоянным. Соппротивлением воздуха и изменением ускорения свободного падения с высотой пренебречь. Принять $g = 10$ м/с².

- 1) Найти ускорение ракеты в момент времени t_2 .
- 2) Определите скорость u вытекания продуктов сгорания относительно сопла, считая её постоянной.

4. В цилиндре под поршнем находятся в равновесии воздух, водяной пар и вода. Отношение масс жидкости и пара $a=3/4$. В медленном изотермическом процессе объём влажного воздуха увеличивается в $k=7$ раз.

- 1) Найти относительную влажность воздуха j_1 в цилиндре в начале процесса.
- 2) Найти относительную влажность воздуха j_2 в цилиндре в конечном состоянии.

5. Одноатомный идеальный газ нагревается в изохорическом процессе 1-2, затем расширяется в адиабатическом процессе 2-3 и сжимается в изобарическом процессе 3-1 (см. рис.). Отношение работы газа A_{23} в процессе 2-3 к количеству отведенной от газа теплоты Q_{31} ($Q_{31}>0$) в процессе 3-1 $\frac{A_{23}}{Q_{31}} = \frac{72}{35}$.



. В процессе сжатия объём газа уменьшается в 8 раз.

- 1) Найти отношение температур T_2/T_3 в состояниях 2 и 3.
- 2) Найти отношение количества теплоты Q_{12} , подведенной к газу в процессе 1-2, к Q_{31} .

Олимпиада «Физтех» по физике 2018

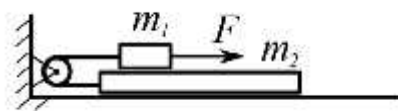
Класс 10

Билет 10-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Систему из бруска массой $m_1 = 2m$ и доски массой $m_2 = m$, находящихся на горизонтальном столе, приводят в движение, прикладывая к бруску горизонтальную силу F (см. рис.). Коэффициент трения между столом и доской и между горизонтальной поверхностью доски и бруском равен μ . Массой горизонтально натянутой нити, массой блока и трением в его оси пренебречь.



- 1) Найти ускорение a_1 доски, если бы не было трения.
- 2) Найти ускорение a_2 доски, если есть трение и параметры F, m, μ подобраны так, что есть движение.

2. Пустую стеклянную колбу массой $m_0 = 750$ г и вместимостью $V = 0,8$ л опускают в цилиндрический сосуд с водой. Стенки сосуда вертикальны. Колба стала плавать, а уровень воды в сосуде поднялся на некоторую высоту H_1 . Затем в колбу медленно наливают воду. Когда масса налитой воды достигает $m = 250$ г, колба начинает тонуть. Уровень воды в сосуде за время наливания поднялся ещё на H_2 . Плотность воды $\rho = 1$ г/см³. Площадь внутреннего сечения сосуда $S = 250$ см².

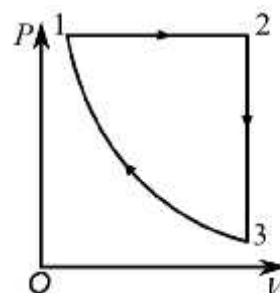
- 1) Найти H_1 .
- 2) Найти H_2 .
- 3) Найти плотность стекла колбы.

3. Два коаксиальных цилиндра разного радиуса $R_1 = 10$ см и $R_2 = 20$ см помещены в вакуум. Вдоль образующей внутреннего цилиндра имеется узкая щель. Вдоль оси системы натянута платиновая проволочка, покрытая тонким слоем серебра. Если проволочку с помощью электротока раскалить, то образуется налёт в виде полосы на боковой поверхности внешнего цилиндра напротив щели. Цилиндры приводят во вращение вокруг их общей оси с угловой скоростью $\omega = 2000$ с⁻¹. В результате на боковой поверхности внешнего цилиндра образуется ещё одна полоса налёта, смещённая относительно первой на $S = 8$ см (расстояние отсчитывается вдоль боковой поверхности). Относительную атомную массу серебра считать $A = 100$.

- 1) Найти среднее время пролета атомом промежутка между цилиндрами.
- 2) Найти среднюю скорость атомов серебра.
- 3) Найти температуру нити.

4. Два сосуда соединены короткой трубкой с закрытым краном. В одном сосуде объёмом $V_1 = 3$ л находится влажный воздух с относительной влажностью $j_1 = 50\%$ при температуре T . В другом сосуде объёмом $V_2 = 2$ л находится влажный воздух с относительной влажностью $j_2 = 75\%$ при той же температуре. Кран открывают, и влажный воздух в сосудах перемешивается. В сосудах устанавливается та же температура T . Найти относительную влажность j воздуха в сосудах.

5. Одноатомный идеальный газ расширяется в изобарическом процессе 1-2, затем охлаждается в изохорическом процессе 2-3 и сжимается в адиабатическом процессе 3-1 (см. рис.). Отношение работы газа A_{12} в процессе 1-2 к работе над газом A_{31} ($A_{31} > 0$) в процессе 3-1 равно $\frac{A_{12}}{A_{31}} = \frac{56}{9}$. В



процессе расширения объём газа увеличивается в 8 раз.

- 1) Найти отношение температур T_1/T_3 в состояниях 1 и 3.
- 2) Найти КПД цикла.

Олимпиада «Физтех» по физике 2018

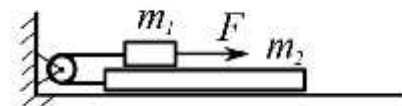
Класс 10

Билет 10-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Систему из бруска массой $m_1 = 3m$ и доски массой $m_2 = m$, находящихся на горизонтальном столе, приводят в движение, прикладывая к бруску горизонтальную силу F (см. рис.). Коэффициент трения между столом и доской и между горизонтальной поверхностью доски и бруском равен μ . Массой горизонтально натянутой нити, массой блока и трением в его оси пренебречь.



- 1) Найти ускорение a_1 бруска, если бы не было трения.
- 2) Найти ускорение a_2 бруска, если есть трение и параметры F, m, μ подобраны так, что есть движение.

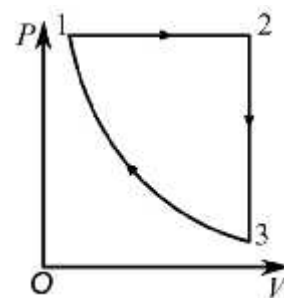
2. Пустую стеклянную колбу массой $m_0 = 500$ г опускают в цилиндрический сосуд с водой. Стенки сосуда вертикальны. Колба стала плавать, а уровень воды в сосуде поднялся на некоторую высоту H_1 . Затем в колбу медленно наливают воду. Когда масса налитой воды достигает $m = 500$ г, колба начинает тонуть. Уровень воды в сосуде за время наливания поднялся ещё на H_2 . Плотность воды $\rho = 1$ г/см³, плотность стекла $\rho_0 = 2,5$ г/см³. Площадь внутреннего сечения сосуда $S = 250$ см².

- 1) Найти H_1 .
 - 2) Найти H_2 .
 - 3) Найти вместимость пустой колбы.
3. Два коаксиальных цилиндра разного радиуса $R_1 = 5$ см и $R_2 = 25$ см помещены в вакуум. Вдоль образующей внутреннего цилиндра имеется узкая щель. Вдоль оси системы натянута платиновая проволочка, покрытая тонким слоем серебра. Если проволочку с помощью электротока раскалить до температуры $T = 1000$ К, то образуется налёт в виде полосы на боковой поверхности внешнего цилиндра напротив щели. Цилиндры приводят во вращение вокруг их общей оси с некоторой угловой скоростью ω . В результате на боковой поверхности внешнего цилиндра образуется ещё одна полоса налёта, смещённая относительно первой на $S = 7$ см (расстояние отсчитывается вдоль боковой поверхности). Относительную атомную массу серебра считать $A = 100$.

- 1) Найти среднюю скорость атомов серебра.
 - 2) Найти среднее время пролета атомом промежутка между цилиндрами.
 - 3) Найти угловую скорость ω системы.
4. Два сосуда соединены короткой трубкой с закрытым краном. В одном сосуде объёмом $V_1 = 3,5$ л находится влажный воздух с относительной влажностью $j_1 = 40\%$ при температуре T . В другом сосуде объёмом $V_2 = 2,5$ л находится влажный воздух с относительной влажностью $j_2 = 60\%$ при той же температуре. Кран открывают, и влажный воздух в сосудах перемешивается. В сосудах устанавливается та же температура T . Найти относительную влажность j воздуха в сосудах.

5. Одноатомный идеальный газ расширяется в изобарическом процессе 1-2, затем охлаждается в изохорическом процессе 2-3 и сжимается в адиабатическом процессе 3-1 (см. рис.). Отношение работы над газом A_{31} ($A_{31} > 0$) в процессе 3-1 к количеству теплоты Q_{12} , полученной газом в процессе

1-2, равно $\frac{A_{31}}{Q_{12}} = \frac{9}{140}$.



В процессе расширения объём газа увеличивается в 8 раз.

- 1) Найти отношение температур T_1/T_3 в состояниях 1 и 3.
- 2) Найти отношение количества теплоты Q_{12} , подведённой к газу в процессе 1-2, к количеству теплоты Q_{23} ($Q_{23} > 0$), отведённой от газа в процессе 2-3.