

Олимпиада «Физтех» по физике 2018

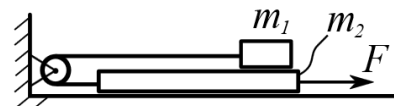
Класс 10

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.

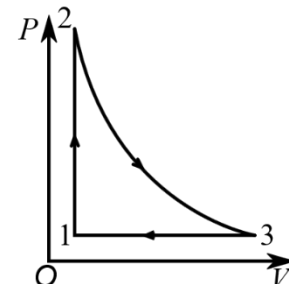
3. Ракета стартует вертикально. К $t_1 = 30$ секунде полёта вес выводимого на орбиту спутника увеличился в $k_1 = 1,5$ раза (относительно веса перед стартом), к $t_2 = 60$ секунде полёта вес спутника был уже в $k_2 = 2,0$ раза больше, чем перед стартом. Считать массовый расход топлива постоянным. Сопротивлением 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 $\alpha = 1/2$. В медленном изотермическом процессе объём влажного воздуха увеличивается в $k = 3$ раза.

- 1) Найти относительную влажность воздуха φ_1 в цилиндре в начале процесса.
- 2) Найти относительную влажность воздуха φ_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

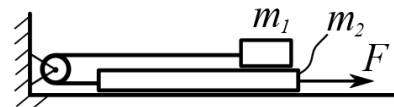
Класс 10

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.

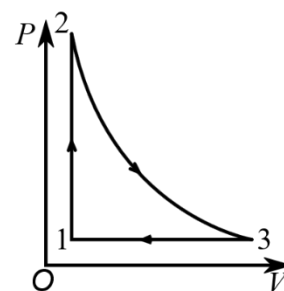
2. Пустую стеклянную бутылку вместимостью $V=0,8$ л опускают в цилиндрический сосуд с водой с вертикальными стенками. Бутылка стала плавать, а уровень воды в сосуде поднялся на $H_1=2$ см. Затем в бутылку медленно наливают воду. Когда масса налитой воды достигает некоторой величины, бутылка начинает 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. Сопротивлением 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 $\alpha=3/4$. В медленном изотермическом процессе объём влажного воздуха увеличивается в $k=7$ раз.

- 1) Найти относительную влажность воздуха φ_1 в цилиндре в начале процесса.
- 2) Найти относительную влажность воздуха φ_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

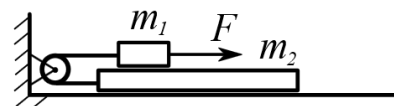
Класс 10

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.

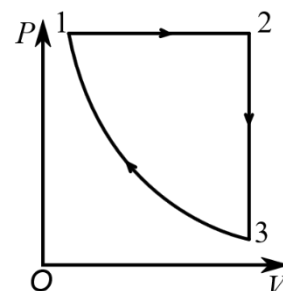
- 1) Найти H_1 .
- 2) Найти H_2 .
- 3) Найти плотность стекла колбы.

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 $\phi_1 = 50\%$ при температуре T . В другом сосуде объёмом $V_2 = 2$ л находится влажный воздух с относительной влажностью $\phi_2 = 75\%$ при той же температуре. Кран открывают, и влажный воздух в сосудах перемешивается. В сосудах устанавливается та же температура T . Найти относительную влажность ϕ воздуха в сосудах.

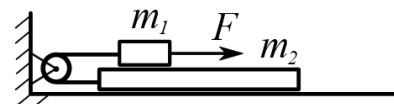
5. Одноатомный идеальный газ расширяется в изобарическом процессе 1-2, затем охлаждается в изохорическом процессе 2-3 и сжимается в адиабатическом процессе 3-1 (см. рис.). Отношение работы газа A_{12} в процессе 1-2 к работе над газом A_{31} ($A_{31} > 0$) в процессе 3-1 равно $\frac{A_{12}}{A_{31}}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

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.

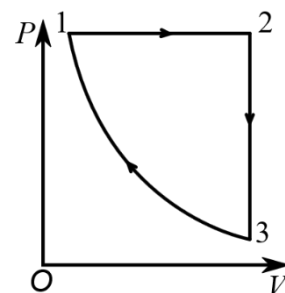
3. Два коаксиальных цилиндра разного радиуса $R_1 = 5$ см и $R_2 = 25$ см помещены в вакуум. Вдоль образующей внутреннего цилиндра имеется узкая щель. Вдоль оси системы натянута платиновая проволочка, покрытая тонким слоем серебра. Если проволочку с помощью электротока раскалить до температуры $T = 1000$ 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 $\phi_1 = 40\%$ при температуре T . В другом сосуде объёмом $V_2 = 2,5$ л находится влажный воздух с относительной влажностью $\phi_2 = 60\%$ при той же температуре. Кран открывают, и влажный воздух в сосудах перемешивается. В сосудах устанавливается та же температура T . Найти относительную влажность ϕ 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} , подведенной к газу в процессе 1-2, к количеству теплоты Q_{23} ($Q_{23} > 0$), отведенной от газа в процессе 2-3.

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 10-01

1. 1) $a_1 = \frac{F}{m_1 + m_2} = \boxed{\frac{F}{3m}}.$

2) По второму закону Ньютона $F - \mu(m_1 + m_2)g - \mu m_1 g - T = m_2 a_2$, $T - \mu m_1 g = m_1 a_2$. Отсюда

$$a_2 = \frac{F - \mu(3m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2} = \boxed{\frac{F - 5\mu mg}{3m}}.$$

2. Пусть m_0 - масса пустой бутылки, m - масса налитой воды, V - вместимость бутылки.

1) $m_0 g = \rho g H_1 S$. $\boxed{m_0 = \rho H_1 S = 750}$ г.

2) $mg = \rho g H_2 S$. $\boxed{m_0 = \rho H_2 S = 250}$ г.

3) $\rho \left(V + \frac{m_0}{\rho_0} \right) g = (m_0 + m)g$. $V = \frac{m_0 + m}{\rho} - \frac{m_0}{\rho_0} = \boxed{S \left(\frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} H_1 + H_2 \right) = 750}$ см³.

3. 1) Пусть m_c - масса спутника, a_1 - ускорение в момент t_1 . Вес спутника до старта $P_0 = m_c g$. Вес к моменту t_1 , когда ускорение a_1 , $P_1 = m_c (a_1 + g)$. По условию $P_1 = k_1 P_0$. Отсюда $\boxed{a_1 = (k_1 - 1)g = 5}$ м/с².

2) Пусть m_0 - начальная масса ракеты. Тогда $m = m_0 - \mu t$ - масса в момент t . Здесь $\mu = -\frac{\Delta m}{\Delta t}$ - массовый расход топлива. За малое время Δt $-mg\Delta t = m\Delta V - u(-\Delta m)$. Отсюда $-mg = m \frac{\Delta V}{\Delta t} + u \frac{\Delta m}{\Delta t}$. Здесь $\frac{\Delta V}{\Delta t} = a$ - ускорение. Имеем $(m_0 - \mu t)(g + a) = \mu u$. Если к моменту времени t , когда ускорение a , вес увеличился в k раз, то $km_c g = (a + g)m_c$. Из последних двух уравнений $(m_0 - \mu t)kg = \mu u$. Для моментов t_1 и t_2 имеем $(m_0 - \mu t_1)k_1 g = \mu u$, $(m_0 - \mu t_2)k_2 g = \mu u$. Отсюда $\boxed{u = \frac{k_1 k_2 g (t_2 - t_1)}{k_2 - k_1} = 1800}$ м/с.

4. 1) $\boxed{\varphi_1 = 1(100\%)}$.

2) Пусть вначале m - масса пара, V - объем влажного воздуха. Пусть P_H - давление насыщенного пара, T - температура, μ - молярная масса воды. Предположим, что вся вода испарилась. Тогда

$P_H V = \frac{m}{\mu} RT$, $\varphi_2 P_H 3V = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT$. Отсюда $\varphi_2 = \frac{1}{2}$, то есть пар ненасыщенный. Предположение правильное. Итак, $\boxed{\varphi_2 = \frac{1}{2}(50\%)}$.

5. 1) ЗСЭ в процессе 2-3: $0 = \nu C_V (T_3 - T_2) + A_{23}$. $A_{31} = P_1 (V_3 - V_1) = \nu R (T_3 - T_1)$. $\frac{T_3}{T_1} = \frac{V_3}{V_1} = 8$. $\frac{A_{23}}{A_{31}} = \frac{36}{7}$. Из

записанных уравнений $\boxed{\frac{T_2}{T_3} = 4}$.

2) $\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = 1 + \frac{Q_{31}}{Q_{12}} = 1 - \frac{\nu C_P (T_3 - T_1)}{\nu C_V (T_2 - T_1)} = \boxed{\frac{58}{93}}.$

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 10-02

1. 1) $a_1 = \frac{F}{m_1 + m_2} = \boxed{\frac{F}{4m}}.$

2) По второму закону Ньютона $F - \mu(m_1 + m_2)g - \mu m_1 g - T = m_2 a_2$, $T - \mu m_1 g = m_1 a_2$. Отсюда

$$a_2 = \frac{F - \mu(3m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2} = \boxed{\frac{F - 6\mu mg}{4m}}.$$

2. Пусть m_0 - масса пустой бутылки, m - масса налитой воды.

1) $m_0 g = \rho g H_1 S$. $\boxed{m_0 = \rho H_1 S = 500}$ г.

2) $\rho \left(V + \frac{m_0}{\rho_0} \right) g = (m_0 + m) g$. $\boxed{m = \rho \left(V + \frac{m_0}{\rho_0} \right) - m_0 = \rho \left(V - H_1 S \frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} \right) = 500}$ г.

3) $mg = \rho g H_2 S$. $\boxed{H_2 = \frac{m}{\rho S} = \frac{V}{S} - H_1 \frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} = 2}$ см.

3. 1) Пусть m_c - масса прибора, a_2 - ускорение в момент t_2 . Вес прибора до старта $P_0 = m_c g$. Вес к моменту t_2 , когда ускорение a_2 , $P_2 = m_c (a_2 + g)$. По условию $P_2 = k_2 P_0$. Отсюда $\boxed{a_2 = (k_2 - 1)g = 4}$ м/с².

2) Пусть m_0 - начальная масса ракеты. Тогда $m = m_0 - \mu t$ - масса в момент t . Здесь $\mu = -\frac{\Delta m}{\Delta t}$ - массовый расход топлива. За малое время Δt $-mg\Delta t = m\Delta V - u(-\Delta m)$. Отсюда $-mg = m \frac{\Delta V}{\Delta t} + u \frac{\Delta m}{\Delta t}$.
Здесь $\frac{\Delta V}{\Delta t} = a$ - ускорение. Имеем $(m_0 - \mu t)(g + a) = \mu u$. Если к моменту времени t , когда ускорение a , вес увеличился в k раз, то $km_c g = (a + g)m_c$. Из последних двух уравнений $(m_0 - \mu t)kg = \mu u$. Для моментов t_1 и t_2 имеем $(m_0 - \mu t_1)k_1 g = \mu u$, $(m_0 - \mu t_2)k_2 g = \mu u$. Отсюда $\boxed{u = \frac{k_1 k_2 g (t_2 - t_1)}{k_2 - k_1} = 1680}$ м/с.

4. 1) $\boxed{\varphi_1 = 1(100\%)}$.

2) Пусть вначале m - масса пара, V - объем влажного воздуха. Пусть P_H - давление насыщенного пара, T - температура, μ - молярная масса воды. Предположим, что вся вода испарилась. Тогда $P_H V = \frac{m}{\mu} RT$, $\varphi_2 P_H 7V = \frac{7}{4} \frac{m}{\mu} RT$. Отсюда $\varphi_2 = \frac{1}{4}$, то есть пар ненасыщенный. Предположение правильное. Итак, $\boxed{\varphi_2 = \frac{1}{4}(25\%)}$.

5. 1) ЗСЭ в процессе 2-3: $0 = \nu C_V (T_3 - T_2) + A_{23}$. $-Q_{31} = \nu C_P R (T_1 - T_3)$. $\frac{T_3}{T_1} = \frac{V_3}{V_1} = 8$. $\frac{A_{23}}{Q_{31}} = \frac{72}{35}$. Из

записанных уравнений $\boxed{\frac{T_2}{T_3} = 4}$.

2) $\frac{Q_{12}}{Q_{31}} = \frac{\nu C_V (T_2 - T_1)}{\nu C_P (T_3 - T_1)} = \boxed{\frac{93}{35}}.$

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 10-03

1. 1) $a_1 = \frac{F}{m_1 + m_2} = \boxed{\frac{F}{3m}}.$

2) По второму закону Ньютона $T - \mu(m_1 + m_2)g - \mu m_1 g = m_2 a_2$, $F - \mu m_1 g - T = m_1 a_2$. Отсюда

$$a_2 = \frac{F - \mu(3m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2} = \boxed{\frac{F - 7\mu mg}{3m}}.$$

2. Пусть ρ_0 - плотность стекла колбы.

1) $m_0 g = \rho g H_1 S$. $\boxed{H_1 = \frac{m_0}{\rho S} = 3}$ см.

2) $mg = \rho g H_2 S$. $\boxed{H_2 = \frac{m}{\rho S} = 1}$ см.

3) $\rho \left(V + \frac{m_0}{\rho_0} \right) g = (m_0 + m) g$. $\boxed{\rho_0 = \frac{\rho m_0}{m_0 + m - \rho V} = 3,75}$ г/см³.

3. 1) $S = \omega R_2 t$. $t = \frac{S}{\omega R_2} = 0,2$ мс.

2) $V = \frac{R_2 - R_1}{t} = \frac{(R_2 - R_1) \omega R_2}{S} = 500$ м/с.

3) $\frac{1}{2} m_0 V^2 = \frac{3}{2} kT$. $T = \frac{1}{3} \frac{m_0}{k} V^2 = \frac{1}{3} \frac{\mu}{R} V^2 = \frac{1}{3} \frac{\mu}{R} \left(\frac{(R_2 - R_1) \omega R_2}{S} \right)^2 = 1000$ К. Здесь $\mu = 100$ г/моль.

4. Пусть P_H - давление насыщенного пара. $m_1 = \frac{\mu}{RT} \varphi_1 P_H V_1$, $m_2 = \frac{\mu}{RT} \varphi_2 P_H V_2$, $m_1 + m_2 = \frac{\mu}{RT} \varphi P_H (V_1 + V_2)$.

$$\boxed{\varphi = \frac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V_1 + V_2} = 0,6, \varphi = 60\%}.$$

5. 1) ЗСЭ в процессе 3-1: $0 = \nu C_V (T_1 - T_3) + (-A_{31})$. $A_{12} = P_1 (V_2 - V_1) = \nu R (T_2 - T_1)$. $\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} = 8$. $\frac{A_{12}}{A_{31}} = \frac{56}{9}$.

Из записанных уравнений $\boxed{\frac{T_1}{T_3} = 4}$.

2) $T_1 = 4T_3, T_2 = 8T_1 = 32T_3$. $\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = 1 + \frac{Q_{23}}{Q_{12}} = 1 + \frac{\nu C_V (T_3 - T_2)}{\nu C_P (T_2 - T_1)} = \boxed{\frac{47}{140}}.$

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 10-04

1. 1) $a_1 = \frac{F}{m_1 + m_2} = \boxed{\frac{F}{4m}}.$

2) По второму закону Ньютона $T - \mu(m_1 + m_2)g - \mu m_1 g = m_2 a_2$, $F - \mu m_1 g - T = m_1 a_2$. Отсюда

$$a_2 = \frac{F - \mu(3m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2} = \boxed{\frac{F - 10\mu mg}{4m}}.$$

2. Пусть V - вместимость колбы.

1) $m_0 g = \rho g H_1 S$. $\boxed{H_1 = \frac{m_0}{\rho S} = 2}$ см.

2) $mg = \rho g H_2 S$. $\boxed{H_2 = \frac{m}{\rho S} = 2}$ см.

3) $\rho \left(V + \frac{m_0}{\rho_0} \right) g = (m_0 + m) g$. $\boxed{V = \frac{m_0 + m}{\rho} - \frac{m_0}{\rho_0} = 800}$ см³.

3. 1) $\frac{1}{2} m_0 V^2 = \frac{3}{2} kT$. $V = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \boxed{\sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = 500}$ м/с. Здесь $\mu = 100$ г/моль.

2) $t = \frac{R_2 - R_1}{V} = \frac{R_2 - R_1}{\sqrt{3RT/\mu}} = 0,4$ мс.

3) $S = \omega R_2 t$. $\omega = \frac{S}{R_2 t} = \frac{S \sqrt{3RT/\mu}}{(R_2 - R_1) R_2} = 700$ с⁻¹.

4. Пусть P_H - давление насыщенного пара. $m_1 = \frac{\mu}{RT} \varphi_1 P_H V_1$, $m_2 = \frac{\mu}{RT} \varphi_2 P_H V_2$, $m_1 + m_2 = \frac{\mu}{RT} \varphi P_H (V_1 + V_2)$.

$$\boxed{\varphi = \frac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{29}{60} \approx 0,48, \varphi \approx 48\% }.$$

5. 1) 3СЭ в процессе 3-1: $0 = \nu C_V (T_1 - T_3) + (-A_{31})$. $Q_{12} = \nu C_P (T_2 - T_1) = \nu \frac{5}{2} R (T_2 - T_1)$. $\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} = 8$.

$\frac{A_{31}}{Q_{12}} = \frac{9}{140}$. Из записанных уравнений $\boxed{\frac{T_1}{T_3} = 4}$.

2) $T_1 = 4T_3$, $T_2 = 8T_1 = 32T_3$. $x = \frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{\nu C_P (T_2 - T_1)}{-\nu C_V (T_3 - T_2)} = \boxed{\frac{140}{93}}.$

Критерии оценивания. Ол-да «Физтех». 2018 г.
Билеты 10-01, 10-02

Задача 1. (10 очков) [В.И. Чивилёв]

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

Задача 2. (10 очков) [А.А. Шеронов]

- 1) Ответ на 1-й вопрос 3 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос Б10-01 3 очка
- Ответ на 2-й вопрос Б10-02 4 очка
- 3) Ответ на 3-й вопрос Б10-01 4 очка
- Ответ на 3-й вопрос Б10-02 3 очка

Задача 3. (10 очков) [В.А. Бабинцев]

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

Задача 4. (10 очков) [А.А. Шеронов]

- 1) Ответ на 1-й вопрос 2 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос 8 очков

Задача 5. (10 очков) [А.А. Шеронов]

- 1) Ответ на 1-й вопрос 5 очков
- 2) Ответ на 2-й вопрос 5 очков

Критерии оценивания. Ол-да «Физтех». 2018 г.
Билет 10-03

Задача 1. (10 очков) [В.И. Чивилёв]

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

Задача 2. (10 очков) [А.А. Шеронов]

- 1) Ответ на 1-й вопрос 3 очка
2) Ответ на 2-й вопрос 3 очка
3) Ответ на 3-й вопрос 4 очка

Задача 3. (10 очков) [В.А. Бабинцев]

- 1) Правильная связь между s , ω , R_2 и t 3 очка
 Ответ на 1-й вопрос 1 очко
2) Правильная связь между $R_2 - R_1$, V и t 2 очка
 Ответ на 2-й вопрос 1 очко
3) Правильная связь между v и T 2 очка
 Ответ на 3-й вопрос 1 очко

Задача 4. (10 очков) [А.А. Шеронов]

- Правильно записаны все необходимые ур-я 4 очка
Аналитический ответ 4 очка
Численный ответ 2 очка

Задача 5. (10 очков) [А.А. Шеронов]

- 1) Ответ на 1-й вопрос 5 очков
2) Ответ на 2-й вопрос 5 очков

Критерии оценивания. Ол-да «Физтех». 2018 г.
Билет 10-04

Задача 1. (10 очков) [В.И. Чивилёв]

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

Задача 2. (10 очков) [А.А. Шеронов]

- 1) Ответ на 1-й вопрос 3 очка
2) Ответ на 2-й вопрос 3 очка
3) Ответ на 3-й вопрос 4 очка

Задача 3. (10 очков) [В.А. Бабинцев]

- 1) Правильная связь между v и T 2 очка
 Ответ на 1-й вопрос 1 очко
2) Правильная связь между $R_2 - R_1$, V и t 2 очка
 Ответ на 2-й вопрос 1 очко
3) Правильная связь между S , ω , R_2 и t 3 очка
 Ответ на 1-й вопрос 1 очко

Задача 4. (10 очков) [А.А. Шеронов]

- Правильно записаны все необходимые ур-я 4 очка
Аналитический ответ 4 очка
Численный ответ 2 очка

Задача 5. (10 очков) [А.А. Шеронов]

- 1) Ответ на 1-й вопрос 5 очков
2) Ответ на 2-й вопрос 5 очков