

Олимпиада «Физтех» по физике 2019

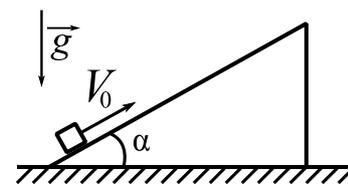
Класс 11

Билет 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

1. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол α такой, что $\cos \alpha = 0,6$. Если шайбе, находящейся у основания клина, сообщить начальную скорость V_0 вдоль поверхности клина (см. рис.), то к моменту достижения шайбой высшей точки траектории скорость шайбы уменьшается в $n = 5$ раз. В процессе движения шайба безотрывно скользит по клину, а клин по столу. Ускорение свободного падения g . Известными считать V_0, n и α .

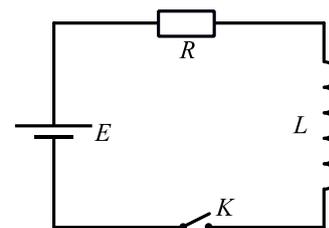


- 1) Найдите отношение m/M массы шайбы к массе клина.
- 2) На какую максимальную высоту H , отсчитанную от точки старта, поднимается шайба в процессе движения по клину?
- 3) Через какое время T после старта шайба поднимается на максимальную высоту?

2. Подвижный поршень делит объем горизонтально расположенного сосуда на два отсека с общим объемом $V = 150$ л. В первый отсек ввели $\nu_1 = 1$ моль воды, а во второй ввели $\nu_2 = 2$ моль азота. Можно считать, что объем введенной воды намного меньше V . В отсеках установилась температура $T_1 = 275$ К. Сосуд вместе с содержимым прогревают до температуры $T_2 = 373$ К. Давление насыщенного пара воды при температуре $T_1 = 275$ К равно $P_H = 705$ Па. Плотность воды $\rho = 1$ г/см³.

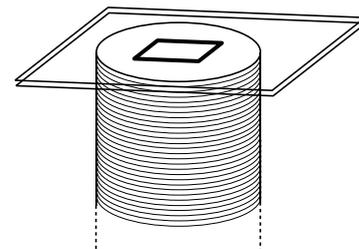
- 1) Найти давление P_1 в сосуде до прогрева.
- 2) Найти объем V_1 первого отсека до прогрева.
- 3) Найти давление P_2 в сосуде после прогрева.

3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, их параметры указаны. Ключ K замыкают.



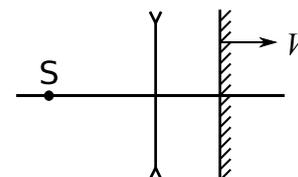
- 1) Найти напряжение на катушке индуктивности сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальную скорость изменения энергии N_m в катушке индуктивности.
- 3) Найти скорость изменения тока в цепи в момент, когда скорость изменения энергии в катушке равна $24/49$ от максимальной скорости N_m .

4. По длинному соленоиду пропускается переменный ток, изменяющийся по гармоническому закону с циклической частотой ω . В результате вдали от торцов соленоида возникает однородное магнитное поле с максимальной индукцией B_0 . В плоскости торца соленоида между двумя закрепленными тонкими гладкими стеклянными пластинами помещена прямоугольная жесткая рамка из проволоки со сторонами a и $2a$ (см. рис.). Зазор между пластинами незначительно больше диаметра проволоки. Сопrotивление единицы длины проволоки ρ . Индуктивность рамки не учитывать. Размеры рамки сравнимы с диаметром соленоида.



- 1) Найти максимальный ток в рамке.
- 2) Найти максимальную силу натяжения длинной стороны рамки.

5. На главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F = -30$ см находится муравей S на расстоянии $d_1 = 45$ см от линзы (см. рис.). По другую сторону линзы находится плоское зеркало, перемещающееся вдоль главной оптической оси линзы со скоростью $V = 6$ мм/с. В некоторый момент времени t_0 зеркало было на расстоянии $L = 6$ см от линзы.



- 1) На каком расстоянии от линзы получится изображение муравья при отсутствии зеркала?
- 2) На каком расстоянии от линзы получится изображение муравья в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?
- 3) С какой скоростью движется изображение муравья в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?

Олимпиада «Физтех» по физике 2019

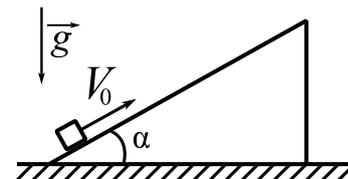
Класс 11

Билет 11-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол $\alpha = \pi/3$. Если шайбе, находящейся у основания клина, сообщить некоторую начальную скорость V_0 вдоль поверхности клина (см. рис.), то шайба поднимается на максимальную высоту H , отсчитанную от точки старта. К этому моменту скорость шайбы уменьшается в $n=4$ раза. В процессе движения шайба безотрывно скользит по клину, а клин по столу. Ускорение свободного падения g . Известными считать α , n и H .



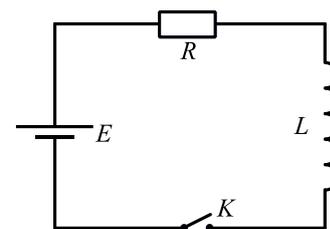
- 1) Найдите отношение M/m массы клина к массе шайбы.
- 2) Найдите начальную скорость V_0 шайбы.
- 3) Через какое время T после старта шайба поднимается на максимальную высоту?

2. Подвижный поршень делит объем горизонтально расположенного сосуда на два отсека с общим объемом $V = 90$ л. В первом отсеке при температуре $T_1 = 373$ К находится $\nu_1 = 0,5$ моль водяного пара, во втором при той же температуре $\nu_2 = 1,5$ моль азота. Сосуд вместе с содержимым охлаждают до температуры $T_2 = 280$ К. Давление насыщенного пара воды при температуре $T_2 = 280$ К равно $P_H = 997$ Па. Плотность воды $\rho = 1$ г/см³. Объем воды, которая может образоваться из пара, намного меньше объема пара.

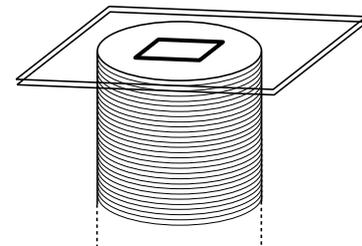
- 1) Найти давление P_1 в сосуде до охлаждения.
- 2) Найти давление P_2 в сосуде после охлаждения.
- 3) Найти объем V_1 первого отсека после охлаждения.

3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, их параметры указаны. Ключ K замыкают.

- 1) Найти напряжение на катушке индуктивности сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальную мощность P_m , потребляемую катушкой индуктивности.
- 3) Найти скорость изменения тока в цепи в момент, когда потребляемая катушкой мощность равна $7/16$ от максимальной мощности P_m .

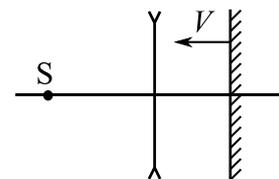


4. По длинному соленоиду пропускается переменный ток, изменяющийся по гармоническому закону с циклической частотой ω . В результате вдали от торцов соленоида возникает однородное магнитное поле с максимальной индукцией B_0 . В плоскости торца соленоида между двумя закрепленными тонкими гладкими стеклянными пластинами помещена прямоугольная жесткая рамка из проволоки со сторонами a и $4a$ (см. рис.). Зазор между пластинами незначительно больше диаметра проволоки. Сопротивление единицы длины проволоки ρ . Индуктивность рамки не учитывать. Размеры рамки сравнимы с диаметром соленоида.



- 1) Найти максимальный ток в рамке.
- 2) Найти максимальную силу сжатия короткой стороны рамки.

5. На главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F = -48$ см находится гайка S на расстоянии $d_1 = 80$ см от линзы (см. рис.). По другую сторону линзы находится плоское зеркало, перемещающееся вдоль главной оптической оси линзы со скоростью $V = 4$ мм/с. В некоторый момент времени t_0 зеркало было на расстоянии $L = 9$ см от линзы.



- 1) На каком расстоянии от линзы получится изображение гайки при отсутствии зеркала?
- 2) На каком расстоянии от линзы получится изображение гайки в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?
- 3) С какой скоростью движется изображение гайки в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?

Олимпиада «Физтех» по физике 2019

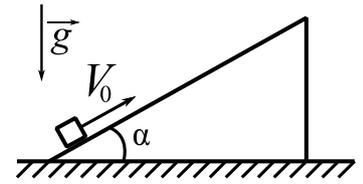
Класс 11

Билет 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом некоторый угол α . Если шайбе, находящейся у основания клина, сообщить начальную скорость V_0 вдоль поверхности клина (см. рис.), то к моменту достижения шайбой высшей точки траектории скорость шайбы уменьшается в $n = 5$ раз. Отношение массы шайбы к массе клина $m/M = 1/3$. В процессе движения шайба безотрывно скользит по клину, а клин по столу. Ускорение свободного падения g . Известными считать V_0 , n и m/M .

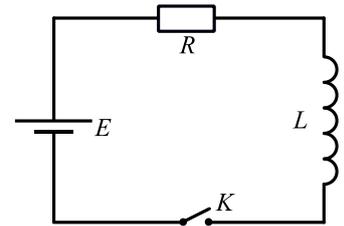


- 1) Найдите угол α .
- 2) На какое максимальное расстояние S в системе отсчета, связанной с клином, удаляется шайба от точки старта?
- 3) Через какое время T после старта шайба оказывается на этом максимальном расстоянии от точки старта?

2. Подвижный поршень делит объем горизонтально расположенного сосуда на два отсека с общим объемом $V = 110$ л. В первый отсек ввели $\nu_1 = 0,6$ моль воды, а во второй ввели $\nu_2 = 10/3$ моль гелия. Можно считать, что объем введенной воды намного меньше V . В отсеках установилась температура $T_1 = 287$ К. Сосуд вместе с содержимым прогревают до температуры $T_2 = 373$ К. В результате часть воды превращается в пар. Давление насыщенного пара воды при температуре $T_1 = 287$ К равно $P_H = 1600$ Па. Плотность воды $\rho = 1$ г/см³.

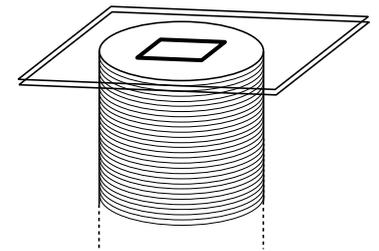
- 1) Найти давление P_1 в сосуде до прогрева.
- 2) Найти объем V_1 первого отсека до прогрева.
- 3) Найти объем V_2 первого отсека после прогрева.

3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, их параметры указаны. Ключ K замыкают.



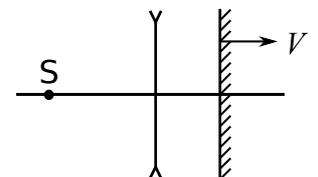
- 1) Найти напряжение на катушке индуктивности сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальную скорость изменения энергии N_m в катушке индуктивности.
- 3) Найти скорость изменения тока в цепи в момент, когда скорость изменения энергии в катушке равна $32/81$ от максимальной скорости N_m .

4. По длинному соленоиду пропускается переменный ток, изменяющийся по гармоническому закону с циклической частотой ω . В результате вдали от торцов соленоида возникает однородное магнитное поле с максимальной индукцией B_0 . В плоскости торца соленоида между двумя закрепленными тонкими гладкими стеклянными пластинами помещена прямоугольная жесткая рамка из проволоки со сторонами a и $3a$ (см. рис.). Зазор между пластинами незначительно больше диаметра проволоки. Сопротивление единицы длины проволоки ρ . Индуктивность рамки не учитывать. Размеры рамки сравнимы с диаметром соленоида.



- 1) Найти максимальный ток в рамке.
- 2) Найти максимальную силу натяжения длинной стороны рамки.

5. На главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F = -42$ см находится жук S на расстоянии $d_1 = 56$ см от линзы (см. рис.). По другую сторону линзы находится плоское зеркало, перемещающееся вдоль главной оптической оси линзы со скоростью $V = 2$ мм/с. В некоторый момент времени t_0 зеркало было на расстоянии $L = 9$ см от линзы.



- 1) На каком расстоянии от линзы получится изображение жука при отсутствии зеркала?
- 2) На каком расстоянии от линзы получится изображение жука в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?
- 3) С какой скоростью движется изображение жука в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?

Олимпиада «Физтех» по физике 2019

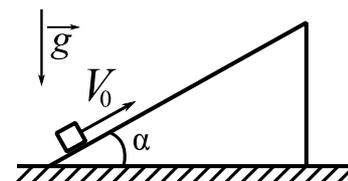
Класс 11

Билет 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол α такой, что $\cos \alpha = 0,8$. Если шайбе, находящейся у основания клина, сообщить некоторую начальную скорость V_0 вдоль поверхности клина (см. рис.), то в системе отсчета, связанной с клином, шайба удаляется от точки старта на максимальное расстояние S . К этому моменту скорость шайбы уменьшается в $n=5$ раз. В процессе движения шайба безотрывно скользит по клину, а клин по столу. Ускорение свободного падения g . Известными считать α , n и S .

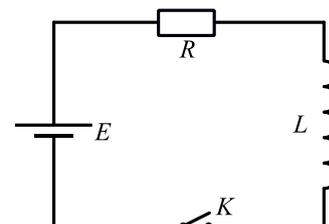


- 1) Найдите отношение m/M массы шайбы к массе клина.
- 2) Найдите начальную скорость V_0 шайбы.
- 3) Через какое время T после старта шайба оказывается на максимальном расстоянии S от точки старта?

2. Подвижный поршень делит объем горизонтально расположенного сосуда на два отсека с общим объемом $V = 100$ л. В первом отсеке при температуре $T_1 = 373$ К находятся вода и водяной пар, общее количество смеси $\nu_1 = 0,5$ моль. Во втором отсеке при той же температуре находится $\nu_2=3$ моль гелия. Сосуд вместе с содержимым охлаждают до температуры $T_2 = 274$ К. Давление насыщенного пара воды при температуре $T_2 = 274$ К равно $P_H = 650$ Па. Плотность воды $\rho = 1$ г/см³. Объем воды, которая может образоваться из пара, намного меньше объема пара.

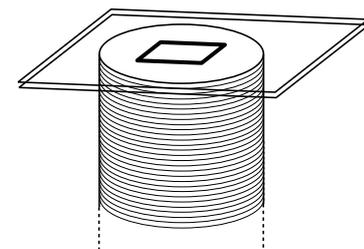
- 1) Найти давление P_1 в сосуде до охлаждения.
- 2) Найти давление P_2 в сосуде после охлаждения.
- 3) Найти объем V_1 первого отсека после охлаждения.

3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, их параметры указаны. Ключ K замыкают.



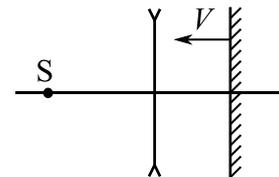
- 1) Найти напряжение на катушке индуктивности сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальную мощность P_m , потребляемую катушкой индуктивности.
- 3) Найти скорость изменения тока в цепи в момент, когда потребляемая катушкой мощность равна $40/49$ от максимальной мощности P_m .

4. По длинному соленоиду пропускается переменный ток, изменяющийся по гармоническому закону с циклической частотой ω . В результате вдали от торцов соленоида возникает однородное магнитное поле с максимальной индукцией B_0 . В плоскости торца соленоида между двумя закрепленными тонкими гладкими стеклянными пластинами помещена прямоугольная жесткая рамка из проволоки со сторонами a и $5a$ (см. рис.). Зазор между пластинами незначительно больше диаметра проволоки. Сопротивление единицы длины проволоки ρ . Индуктивность рамки не учитывать. Размеры рамки сравнимы с диаметром соленоида.



- 1) Найти максимальный ток в рамке.
- 2) Найти максимальную силу сжатия короткой стороны рамки.

5. На главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F = -24$ см находится песчинка S на расстоянии $d_1 = 48$ см от линзы (см. рис.). По другую сторону линзы находится плоское зеркало, перемещающееся вдоль главной оптической оси линзы со скоростью $V = 5$ мм/с. В некоторый момент времени t_0 зеркало было на расстоянии $L = 4$ см от линзы.



- 1) На каком расстоянии от линзы получится изображение песчинки при отсутствии зеркала?
- 2) На каком расстоянии от линзы получится изображение песчинки в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?
- 3) С какой скоростью движется изображение песчинки в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?

Олимпиада «Физтех» по физике 2019

Класс 11

Билет 11-05

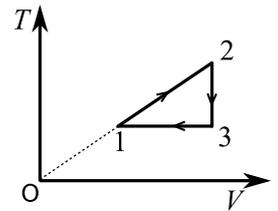
Шифр

(заполняется секретарём)

1. Самолёт совершает перелёт дальностью $L = 2000$ км на высоте $h \approx 10$ км. Его скорость изменяется так, что отношение подъёмной силы к силе сопротивления воздуха (аэродинамическое качество самолёта) остаётся постоянным и равным $K = 20$ почти всё время полёта. КПД двигателя $\eta = 40\%$, удельная теплота сгорания топлива $q = 50$ МДж/кг. Масса израсходованного топлива значительно меньше общей массы самолёта. Влиянием ветра пренебречь.

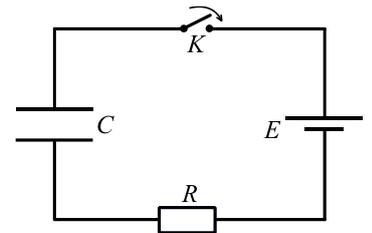
- 1) Найти отношение x силы тяги (развиваемой двигателем) к силе тяжести, действующей на самолет.
- 2) Определите долю α массы израсходованного топлива от массы самолёта.

2. На диаграмме зависимости температуры T газа от объема V для гелия в количестве $\nu = 1$ моль показано, что сначала газ переводится из состояния с температурой $T_1 = 100$ К в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости температуры от объема, при этом объем газа увеличивается в 2 раза. Затем газ охлаждается до температуры $T_3 = T_1$ в изохорическом процессе 2-3. Далее в изотермическом процессе 3-1 газ переходит в начальное состояние, при этом внешнее давление совершает над газом работу $A_{31} = 576$ Дж.



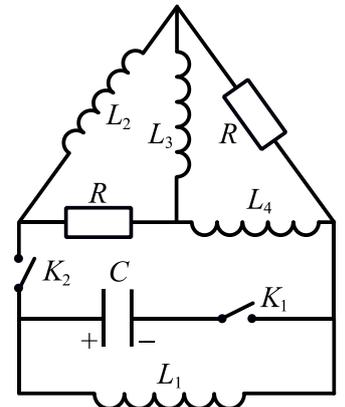
- 1) Найти максимальную температуру газа в этом цикле.
- 2) Найти работу, совершенную газом в процессе 1-2.
- 3) Найти КПД цикла.

3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, их параметры указаны, конденсатор не заряжен. Ключ K замыкают.



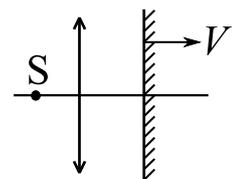
- 1) Какой максимальный ток будет течь через резистор после замыкания ключа?
- 2) Найти максимальную скорость изменения энергии N_m конденсатора.
- 3) Найти напряжение на конденсаторе в момент, когда скорость изменения энергии конденсатора равна $5/9$ от максимальной скорости N_m .

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны, причем $L_1 = L$, $L_2 = 2L$, $L_3 = 3L$, $L_4 = 4L$. Конденсатор емкостью C заряжен до напряжения U_0 , ключи разомкнуты, режим в цепи установился. Ключ K_1 замыкают. Когда напряжение на конденсаторе C уменьшается в 3 раза, замыкают ключ K_2 .



- 1) Найти ток I_0 через L_1 непосредственно перед замыканием ключа K_2 .
- 2) Найти напряжение на конденсаторе C в установившемся режиме после замыкания ключа K_2 .
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа K_2 ?

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 16$ см находится муха S на расстоянии $d_1 = 24$ см от линзы (см. рис.). По другую сторону линзы находится плоское зеркало, перемещающееся вдоль главной оптической оси линзы со скоростью $V = 1$ мм/с. В некоторый момент времени t_0 зеркало было на расстоянии $L = 36$ см от линзы.



- 1) На каком расстоянии от линзы получится изображение мухи при отсутствии зеркала?
- 2) На каком расстоянии от линзы получится изображение мухи в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?
- 3) С какой скоростью движется изображение мухи в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?

Олимпиада «Физтех» по физике 2019

Класс 11

Билет 11-06

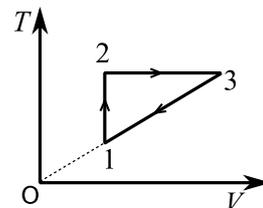
Шифр

(заполняется секретарём)

1. Самолёт совершает перелёт дальностью $L = 1000$ км на высоте $h \approx 3$ км. Его скорость изменяется так, что отношение подъёмной силы к силе сопротивления воздуха (аэродинамическое качество самолёта) остаётся постоянным и равным $K = 40$ почти всё время полёта. Удельная теплота сгорания топлива $q = 50$ МДж/кг. Масса израсходованного топлива от общей массы самолёта составила $\alpha = 0,01$. Можно считать $\alpha \ll 1$. Влиянием ветра пренебречь.

- 1) Найти отношение x силы тяжести (действующей на самолет) к силе тяги, развиваемой двигателем.
- 2) Определите КПД двигателя η .

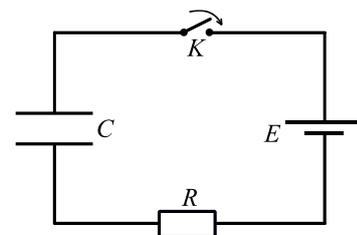
2. На диаграмме зависимости температуры газа T от объема V для гелия в количестве $\nu = 0,5$ моль показано, что сначала газ нагревается в изохорическом процессе 1-2 до температуры $T_2 = 300$ К. Затем газ увеличивает свой объем в 3 раза в изотермическом процессе 2-3, совершив при этом работу $A_{23} \approx 1370$ Дж. Наконец в процессе 3-1 прямо пропорциональной зависимости температуры от объема газ переходит в начальное состояние.



- 1) Найти минимальную температуру газа в цикле.
- 2) Найти работу A_{31} , совершенную над газом в процессе 3-1.
- 3) Найти КПД цикла.

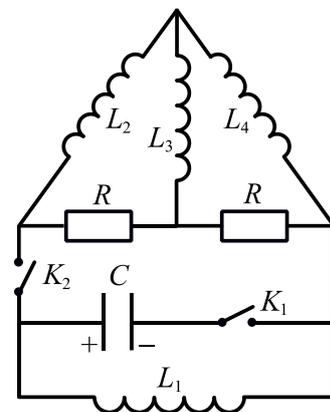
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, их параметры указаны, конденсатор не заряжен. Ключ K замыкают.

- 1) Какой максимальный ток будет течь через источник после замыкания ключа?
- 2) Найти максимальную мощность P_m , потребляемую конденсатором.
- 3) Найти напряжение на конденсаторе в момент, когда потребляемая конденсатором мощность равна $9/25$ от максимальной мощности P_m .

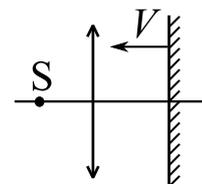


4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны, причем $L_1 = L$, $L_2 = 2L$, $L_3 = 4L$, $L_4 = L$. Конденсатор емкостью C заряжен до напряжения U_0 , ключи разомкнуты, режим в цепи установился. Ключ K_1 замыкают. Когда напряжение на конденсаторе C уменьшается в 4 раза, замыкают ключ K_2 .

- 1) Найти ток I_0 через L_1 непосредственно перед замыканием ключа K_2 .
- 2) Найти напряжение на конденсаторе C в установившемся режиме после замыкания ключа K_2 .
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа K_2 ?



5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 12$ см находится бусинка S на расстоянии $d_1 = 16$ см от линзы (см. рис.). По другую сторону линзы находится плоское зеркало, перемещающееся вдоль главной оптической оси линзы со скоростью $V = 4$ мм/с. В некоторый момент времени t_0 зеркало было на расстоянии $L = 42$ см от линзы.

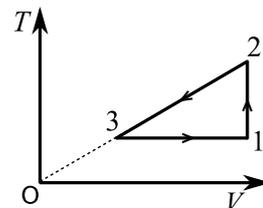


- 1) На каком расстоянии от линзы получится изображение бусинки при отсутствии зеркала?
- 2) На каком расстоянии от линзы получится изображение бусинки в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?
- 3) С какой скоростью движется изображение бусинки в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?

1. Самолёт совершает перелёт дальностью $L = 1500$ км на высоте $h \approx 8$ км. Его скорость изменяется так, что отношение подъёмной силы к силе сопротивления воздуха (аэродинамическое качество самолёта) остаётся постоянным и равным $K = 15$ почти всё время полёта. КПД двигателя $\eta = 50\%$, удельная теплота сгорания топлива $q = 50$ МДж/кг. Масса израсходованного топлива значительно меньше общей массы самолёта. Влиянием ветра пренебречь.

- 1) Найти отношение x силы тяги (развиваемой двигателем) к силе тяжести, действующей на самолет.
- 2) Определите долю α массы израсходованного топлива от массы самолёта.

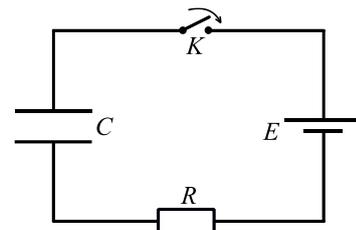
2. На диаграмме зависимости температуры T газа от объема V для гелия в количестве $\nu = 2$ моль показано, что сначала газ нагревается от температуры $T_1 = 50$ К в изохорическом процессе 1-2, затем газ охлаждается до температуры $T_3 = T_1$ в процессе 2-3 прямо пропорциональной зависимости температуры от объема. Наконец, в изотермическом процессе 3-1 газ переходит в начальное состояние, увеличивая свой объем в 3 раза и совершив при этом работу $A_{31} \approx 913$ Дж.



- 1) Найти максимальную температуру газа в цикле.
- 2) Найти работу A_{23} , совершенную над газом в процессе 2-3.
- 3) Найти отношение количества теплоты Q^+ , подведенной к газу в цикле, к количеству теплоты Q^- , отведенной от газа в цикле ($Q^- > 0$).

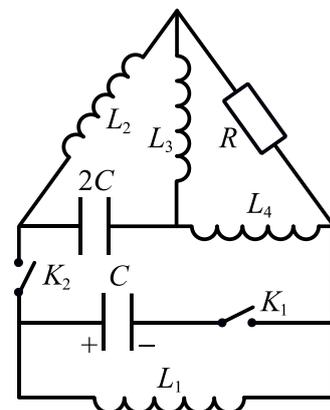
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, их параметры указаны, конденсатор не заряжен. Ключ K замыкают.

- 1) Какой максимальный ток будет течь через резистор после замыкания ключа?
- 2) Найти максимальную скорость изменения энергии N_m конденсатора.
- 3) Найти напряжение на конденсаторе в момент, когда скорость изменения энергии конденсатора равна $11/36$ от максимальной скорости N_m .



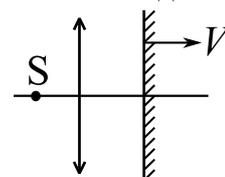
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны, причем $L_1 = L$, $L_2 = 3L$, $L_3 = 4L$, $L_4 = 2L$. Конденсатор емкостью C заряжен до напряжения U_0 , ключи разомкнуты, режим в цепи установился. Ключ K_1 замыкают. Когда напряжение на конденсаторе C уменьшается в 2 раза, замыкают ключ K_2 .

- 1) Найти ток I_0 через L_1 непосредственно перед замыканием ключа K_2 .
- 2) Найти напряжение на конденсаторе C в установившемся режиме после замыкания ключа K_2 .
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа K_2 ?



5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см находится комар S на расстоянии $d_1 = 25$ см от линзы (см. рис.). По другую сторону линзы находится плоское зеркало, перемещающееся вдоль главной оптической оси линзы со скоростью $V = 2$ мм/с. В некоторый момент времени t_0 зеркало было на расстоянии $L = 65$ см от линзы.

- 1) На каком расстоянии от линзы получится изображение комара при отсутствии зеркала?
- 2) На каком расстоянии от линзы получится изображение комара в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?
- 3) С какой скоростью движется изображение комара в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?



Олимпиада «Физтех» по физике 2019

Класс 11

Билет 11-08

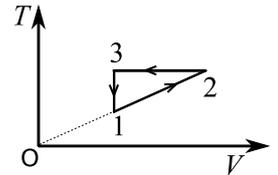
Шифр

(заполняется секретарём)

1. Самолёт совершает перелёт дальностью $L = 600$ км на высоте $h \approx 5$ км. Его скорость изменяется так, что отношение подъёмной силы к силе сопротивления воздуха (аэродинамическое качество самолёта) остаётся постоянным и равным $K = 30$ почти всё время полёта. Удельная теплота сгорания топлива $q = 50$ МДж/кг. Масса израсходованного топлива от общей массы самолёта составила $\alpha = 0,02$. Можно считать $\alpha \ll 1$. Влиянием ветра пренебречь.

- 1) Найти отношение x силы тяжести (действующей на самолет) к силе тяги, развиваемой двигателем.
- 2) Определите КПД двигателя η .

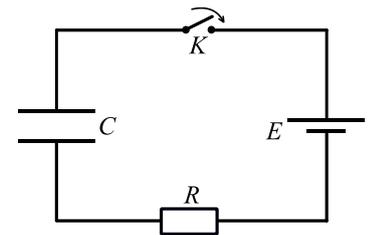
2. На диаграмме зависимости температуры газа T от объема V для гелия в количестве $\nu = 1,5$ моль показано, что сначала газ увеличивает свой объем в 2 раза, нагреваясь до температуры $T_2 = 100$ К в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости температуры от объема. Затем внешнее давление сжимает газ в изотермическом процессе 2-3, совершив над газом работу $A_{23} \approx 860$ Дж. Наконец, в изохорическом процессе 3-1 газ переходит в начальное состояние.



- 1) Найти минимальную температуру газа в цикле.
- 2) Найти работу A_{12} , совершенную газом в процессе 1-2.
- 3) Найти отношение количества теплоты Q^- , отведенной от газа в цикле ($Q^- > 0$), к количеству теплоты Q^+ , подведенной к газу в цикле.

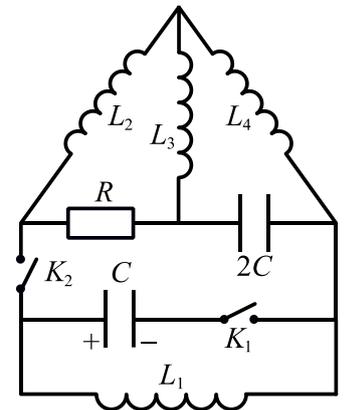
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, их параметры указаны, конденсатор не заряжен. Ключ K замыкают.

- 1) Какой максимальный ток будет течь через источник после замыкания ключа?
- 2) Найти максимальную мощность P_m , потребляемую конденсатором.
- 3) Найти напряжение на конденсаторе в момент, когда потребляемая конденсатором мощность равна $15/64$ от максимальной мощности P_m .

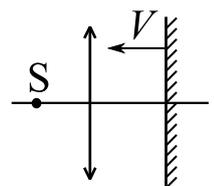


4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны, причем $L_1 = L$, $L_2 = L$, $L_3 = 5L$, $L_4 = 2L$. Конденсатор емкостью C заряжен до напряжения U_0 , ключи разомкнуты, режим в цепи установился. Ключ K_1 замыкают. Когда напряжение на конденсаторе C уменьшается в 5 раз, замыкают ключ K_2 .

- 1) Найти ток I_0 через L_1 непосредственно перед замыканием ключа K_2 .
- 2) Найти напряжение на конденсаторе C в установившемся режиме после замыкания ключа K_2 .
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа K_2 ?



5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 24$ см находится дробинка S на расстоянии $d_1 = 40$ см от линзы (см. рис.). По другую сторону линзы находится плоское зеркало, перемещающееся вдоль главной оптической оси линзы со скоростью $V = 6$ мм/с. В некоторый момент времени t_0 зеркало было на расстоянии $L = 66$ см от линзы.



- 1) На каком расстоянии от линзы получится изображение дробинки при отсутствии зеркала?
- 2) На каком расстоянии от линзы получится изображение дробинки в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?
- 3) С какой скоростью движется изображение дробинки в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?