

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

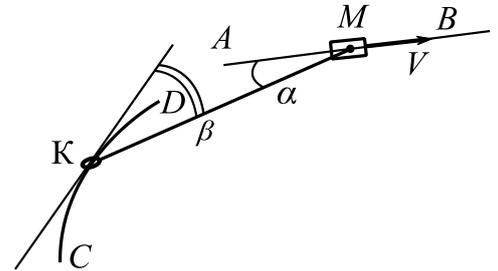
Вариант 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

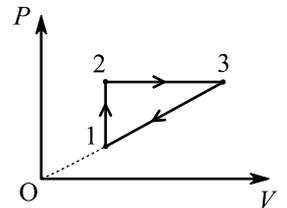
1. Муфту М двигают со скоростью  $V = 68$  см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой  $m = 0,1$  кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом  $R = 1,9$  м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной  $l = 5R/3$ . Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 15/17$ ) с направлением движения муфты и угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 4/5$ ) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления  $P$  от объема  $V$  (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

- 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
- 2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью  $S$ , расстояние между обкладками  $d$  ( $d \ll \sqrt{S}$ ). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии  $0,25d$  от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время  $T$  вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы  $\frac{q}{m} = \gamma$ . Система находится в вакууме.

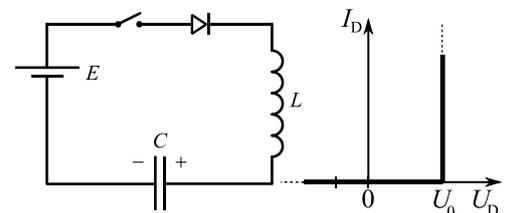
- 1) Найдите скорость  $V_1$  частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину  $Q$  заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью  $V_2$  будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 9$  В, конденсатор емкостью  $C = 40$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 5$  В, индуктивность идеальной катушки  $L = 0,1$  Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  В.

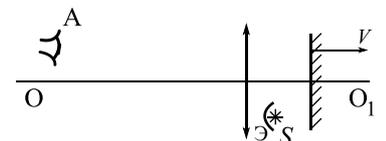
Ключ замыкают.

- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение  $U_2$  на конденсаторе после замыкания ключа.



5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием  $F$ , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси  $OO_1$  линзы. Источник  $S$  находится на расстоянии  $3F/4$  от оси  $OO_1$  и на расстоянии  $F/2$  от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $F$  от линзы.

- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

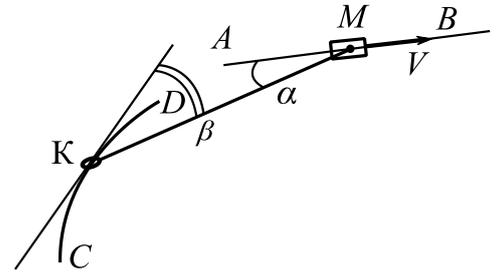
Вариант 11-02

Шифр

(заполняется секретарём)

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

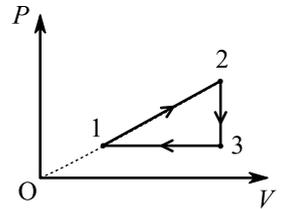
1. Муфту  $M$  двигают со скоростью  $V = 40$  см/с по горизонтальной направляющей  $AB$  (см. рис.). Кольцо  $K$  массой  $m = 1$  кг может двигаться без трения по проволоке  $CD$  в виде дуги окружности радиусом  $R = 1,7$  м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной  $l = 17R/15$ . Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 3/5$ ) с направлением движения муфты и угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 8/17$ ) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления  $P$  от объема  $V$  (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

- 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
- 2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

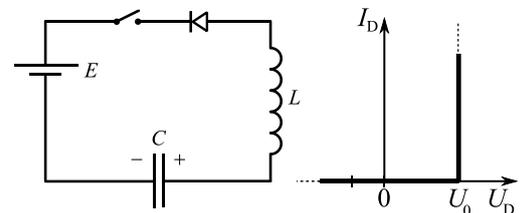


3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния  $d$  между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью  $V_1$  и останавливается между обкладками на расстоянии  $0,2d$  от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы  $\frac{q}{m} = \gamma$ . Система находится в вакууме.

- 1) Найдите продолжительность  $T$  движения частицы в конденсаторе до остановки.
- 2) Найдите напряжение  $U$  на конденсаторе.
- 3) Найдите скорость  $V_0$  частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

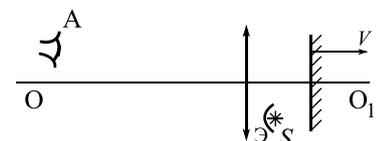
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 3$  В, конденсатор емкостью  $C = 20$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 6$  В, индуктивность идеальной катушки  $L = 0,2$  Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,



пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  В. Ключ замыкают.

- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение  $U_2$  на конденсаторе после замыкания ключа.

5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием  $F$ , плоского зеркала и небольшого экрана  $\mathcal{E}$ , расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси  $OO_1$  линзы. Источник  $S$  находится на расстоянии  $8F/15$  от оси  $OO_1$  и на расстоянии  $F/3$  от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $F$  от линзы.



- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель  $A$  сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

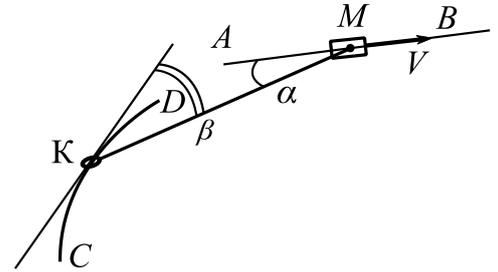
Вариант 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

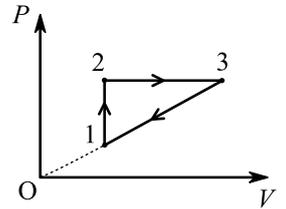
1. Муфту  $M$  двигают со скоростью  $V = 34$  см/с по горизонтальной направляющей  $AB$  (см. рис.). Кольцо  $K$  массой  $m = 0,3$  кг может двигаться без трения по проволоке  $CD$  в виде дуги окружности радиусом  $R = 0,53$  м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной  $l = 5R/4$ . Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 15/17$ ) с направлением движения муфты и угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 3/5$ ) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления  $P$  от объема  $V$  (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

- 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
- 2) Найти в изобарном процессе отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

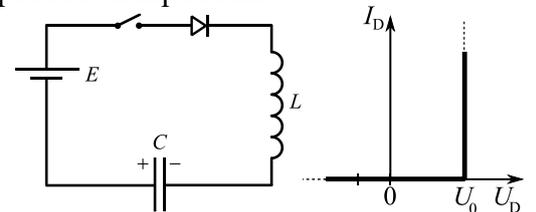


3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, площадью  $S$  каждая. Радиус обкладок намного больше расстояния  $d$  между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии  $0,3d$  от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью  $V_1$ . Удельный заряд частицы  $\frac{|q|}{m} = \gamma$ . Система находится в вакууме.

- 1) Через какое время  $T$  частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?
- 2) Найдите величину  $Q$  заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью  $V_2$  будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

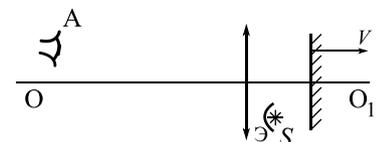
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 6$  В, конденсатор емкостью  $C = 40$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 2$  В, индуктивность идеальной катушки  $L = 0,1$  Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  В. Ключ замыкают.



- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение  $U_2$  на конденсаторе после замыкания ключа.

5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием  $F$ , плоского зеркала и небольшого экрана  $\mathcal{E}$ , расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси  $OO_1$  линзы. Источник  $S$  находится на расстоянии  $3F/4$  от оси  $OO_1$  и на расстоянии  $F/4$  от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $3F/4$  от линзы.

- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель  $A$  сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

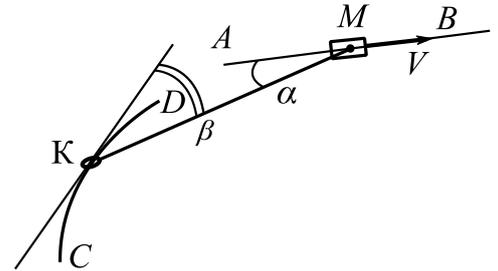
Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

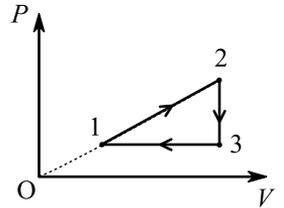
1. Муфту  $M$  двигают со скоростью  $V = 2$  м/с по горизонтальной направляющей  $AB$  (см. рис.). Кольцо  $K$  массой  $m = 0,4$  кг может двигаться без трения по проволоке  $CD$  в виде дуги окружности радиусом  $R = 1,9$  м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной  $l = 17R/15$ . Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 4/5$ ) с направлением движения муфты и угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 8/17$ ) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления  $P$  от объема  $V$  (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

- 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
- 2) Найти для процесса 1-2 отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния  $d$  между обкладками. Напряжение на конденсаторе  $U$ . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью  $V_1$  и останавливается на расстоянии  $0,2d$  от отрицательно заряженной обкладки. Система находится в вакууме.

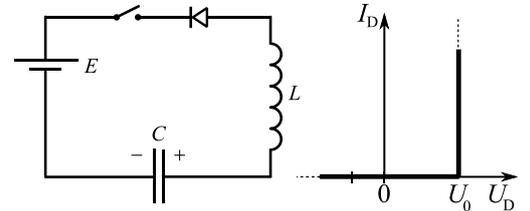
- 1) Найдите удельный заряд частицы  $\gamma = \frac{|q|}{m}$ .
- 2) Через какое время  $T$  после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 3) Найдите скорость  $V_0$  частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 6$  В, конденсатор емкостью  $C = 10$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 9$  В, индуктивность идеальной катушки  $L = 0,4$  Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  В.

Ключ замыкают.

- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение  $U_2$  на конденсаторе после замыкания ключа.

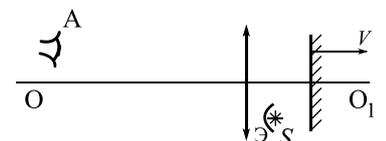


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием  $F$ , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси  $OO_1$  линзы. Источник  $S$  находится на расстоянии  $8F/15$  от оси  $OO_1$  и на расстоянии  $3F/5$  от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $6F/5$  от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель  $A$  сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

Вариант 11-05

Шифр

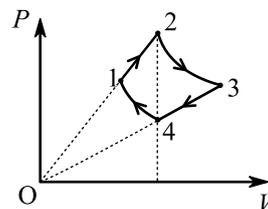
(заполняется секретарём)

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 2 раза, а модули ускорений равны.

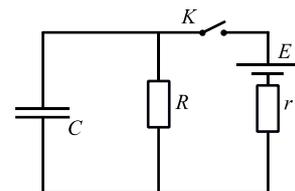
- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой  $T_1$  расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления  $P$  от объема  $V$ . В процессе 1-2 давление увеличивается в  $k = 2$  раза. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной зависимости давления от объема и сжимается в изотермическом процессе 4-1. Объемы газа в состояниях 2 и 4 равны.



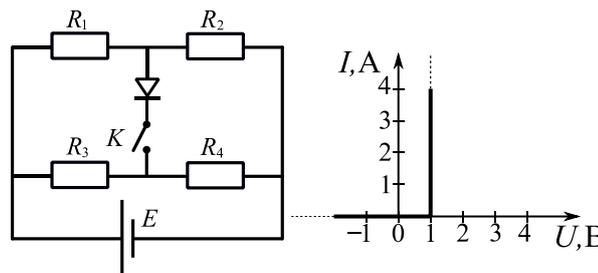
- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение давлений в состояниях 1 и 3.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 1-2.

3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины  $E, R, C$  известны,  $r = R$ . Ключ  $K$  на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.



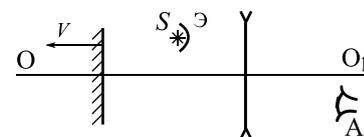
- 1) Найти ток, текущий через конденсатор, сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти ток, текущий через конденсатор, сразу после размыкания ключа.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника  $E = 10$  В,  $R_2 = 12$  Ом,  $R_3 = 8$  Ом,  $R_4 = 2$  Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  В.



- 1) Найти ток через резистор  $R_3$  при разомкнутом ключе  $K$ .
- 2) При каких значениях  $R_1$  ток потечет через диод при замкнутом ключе  $K$ ?
- 3) При каком значении  $R_1$  мощность тепловых потерь на диоде будет равна  $P_D = 1,25$  Вт?

5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием  $-F$  ( $F > 0$ ), плоского зеркала и небольшого экрана  $\mathcal{E}$ , расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси линзы  $OO_1$ . Источник  $S$  находится на расстоянии  $3F/4$  от оси  $OO_1$  и на расстоянии  $F/2$  от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $F$  от линзы.



- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель  $A$  сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

Вариант 11-06

Шифр

(заполняется секретарём)

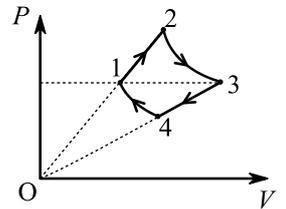
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 2,5 раза, а модули ускорений равны.

- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

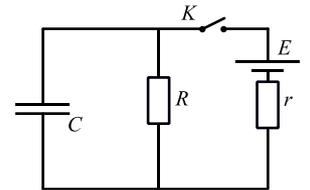
2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой  $T_1$  расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления  $P$  от объема  $V$ . Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной зависимости давления от объема и сжимается в изотермическом процессе 4-1. В процессе 3-4 объем газа уменьшается в  $k = 1,9$  раза.

Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.



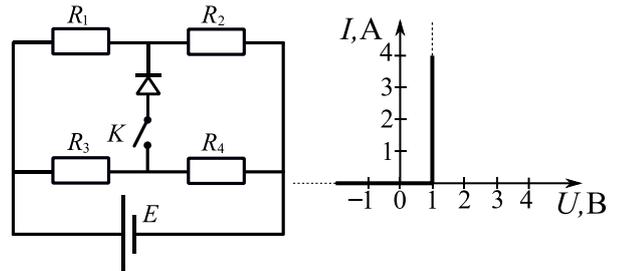
- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение объемов газа в состояниях 2 и 4.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 3-4.

3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины  $E, R, C$  известны,  $r = 2R$ . Ключ  $K$  на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.



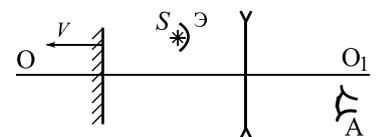
- 1) Найти напряжение на резисторе  $R$  сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти заряд конденсатора непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Найти максимальную скорость роста энергии, запасаемой конденсатором.

4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника  $E = 12$  В,  $R_1 = 5$  Ом,  $R_2 = 1$  Ом,  $R_4 = 22$  Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  В.



- 1) Найти ток через резистор  $R_1$  при разомкнутом ключе  $K$ .
- 2) При каких значениях  $R_3$  ток потечет через диод при замкнутом ключе  $K$ ?
- 3) При каком значении  $R_3$  мощность тепловых потерь на диоде будет равна  $P_D = 3$  Вт?

5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием  $-F$  ( $F > 0$ ), плоского зеркала и небольшого экрана  $\mathcal{E}$ , расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси линзы  $OO_1$ . Источник  $S$  находится на расстоянии  $8F/15$  от оси  $OO_1$  и на расстоянии  $4F/5$  от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $8F/5$  от линзы.



- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель  $A$  сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

Вариант 11-07

Шифр

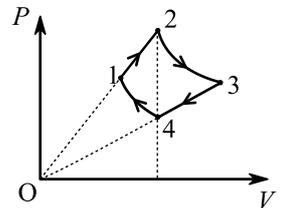
(заполняется секретарём)

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

**1.** Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 3 раза, а модули ускорений равны.

- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

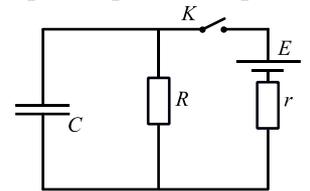
**2.** Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой  $T_1$  расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления  $P$  от объема  $V$ . В процессе 1-2 объем газа увеличивается в  $k = 1,8$  раза. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной зависимости давления от объема и сжимается в изотермическом процессе 4-1. Объемы газа в состояниях 2 и 4 равны.



- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение давлений в состояниях 1 и 3.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 1-2.

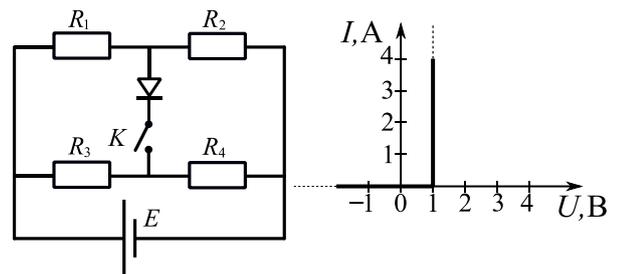
**3.** В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины  $E, R, C$  известны,  $r = 3R$ . Ключ  $K$  на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 1) Найти ток, текущий через источник, сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти ток, текущий через конденсатор, непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?



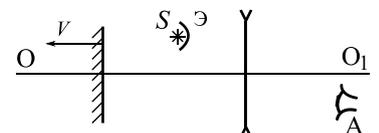
**4.** В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника  $E = 8$  В,  $R_2 = 3$  Ом,  $R_3 = 6$  Ом,  $R_4 = 2$  Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  В.

- 1) Найти ток через резистор  $R_3$  при разомкнутом ключе  $K$ .
- 2) При каких значениях  $R_1$  ток потечет через диод при замкнутом ключе  $K$ ?
- 3) При каком значении  $R_1$  мощность тепловых потерь на диоде будет равна  $P_D = 2$  Вт?



**5.** Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием  $-F$  ( $F > 0$ ), плоского зеркала и небольшого экрана  $\mathcal{E}$ , расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси линзы  $OO_1$ . Источник  $S$  находится на расстоянии  $3F/4$  от оси  $OO_1$  и на расстоянии  $F$  от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $3F/2$  от линзы.

- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель  $A$  сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

## Вариант 11-08

Шифр

(заполняется секретарём)

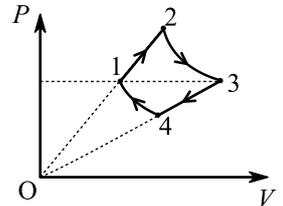
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

**1.** Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 4 раза, а модули ускорений равны.

- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

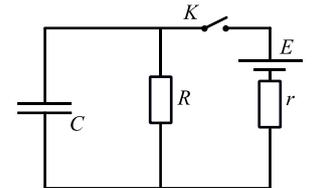
**2.** Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой  $T_1$  расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления  $P$  от объема  $V$ . Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной зависимости давления от объема и сжимается в изотермическом процессе 4-1. В процессе 3-4 давление газа уменьшается в  $k = 1,7$  раза.

Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.



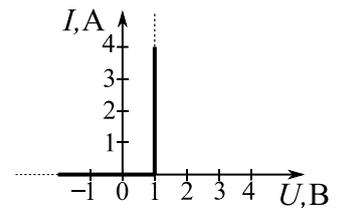
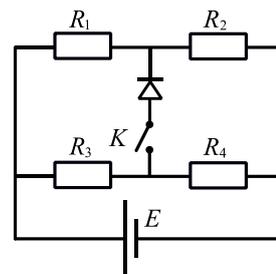
- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение объемов газа в состояниях 2 и 4.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 3-4.

**3.** В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины  $E, R, C$  известны,  $r = 4R$ . Ключ  $K$  на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.



- 1) Найти ток, текущий через резистор  $R$ , сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение на конденсаторе сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти максимальную скорость роста энергии, запасаемой конденсатором.

**4.** В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника  $E = 10$  В,  $R_1 = 5$  Ом,  $R_2 = 5$  Ом,  $R_4 = 15$  Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  В.



- 1) Найти ток через резистор  $R_1$  при разомкнутом ключе  $K$ .
- 2) При каких значениях  $R_3$  ток потечет через диод при замкнутом ключе  $K$ ?
- 3) При каком значении  $R_3$  мощность тепловых потерь на диоде будет равна  $P_D = 0,8$  Вт?

**5.** Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием  $-F$  ( $F > 0$ ), плоского зеркала и небольшого экрана  $\mathcal{E}$ , расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси линзы  $OO_1$ . Источник  $S$  находится на расстоянии  $8F/15$  от оси  $OO_1$  и на расстоянии  $F/3$  от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $11F/18$  от линзы.

- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель  $A$  сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.

