

Олимпиада «Физтех» по физике 2018

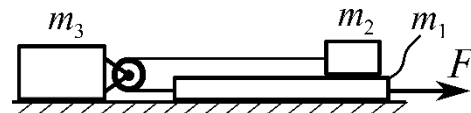
Класс 11

Билет 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

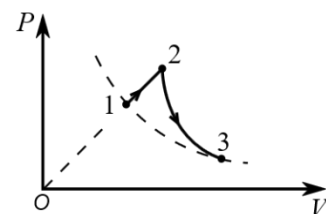
1. Систему из трех брусков, находящихся на горизонтальном столе, приводят в движение, прикладывая горизонтальную силу F (см. рис.). Коэффициент трения между столом и брусками и между соприкасающимися брусками m_1 и m_2 равен μ . Массы брусков $m_1 = m$,



$m_2 = 2m$, $m_3 = 3m$. Массой горизонтально натянутой нити, массой блока и трением в его оси пренебречь.

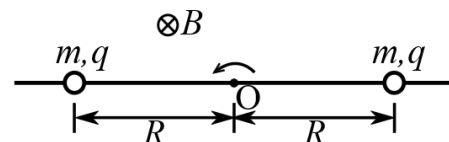
- 1) Найти силу натяжения нити, если бруски m_1 и m_2 скрепить, а параметры F , m , μ подобрать такими, чтобы бруски двигались по столу как одно целое.
- 2) Найти силу натяжения нити, если параметры F , m , μ подобраны так, что нескрепленные бруски m_1 и m_2 движутся друг по другу, а бруски m_1 и m_3 по столу.

2. Газообразный гелий расширяется в процессе 1-2, в котором давление прямо пропорционально объёму (см. рис.). Затем газ расширяется в процессе 2-3 с постоянной теплоёмкостью. Работа, совершенная газом в процессе 1-2, в 6 раз меньше работы, совершенной газом в процессе 2-3. Температуры в состояниях 1 и 3 равны.



- 1) Найти отношение количества теплоты, полученной газом в процессе 1-2, к работе газа в процессе 1-2.
- 2) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.

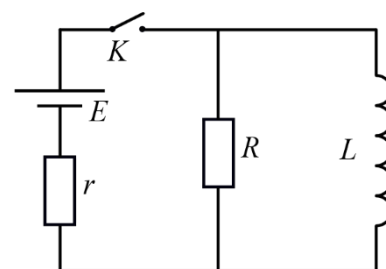
3. Две бусинки, каждая с положительным зарядом q и массой m , могут скользить без трения по жесткому, непроводящему стержню. Систему помещают в однородное магнитное поле с индукцией B и приводят во вращение с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси O , перпендикулярной стержню и параллельной направлению магнитного поля (см. рис.). Оказалось, что шарики находятся в равновесии (относительно стержня) на одном и том же расстоянии R от оси O при двух значениях угловой скорости ω_1 и ω_2 .



- 1) Найти заряд q , считая известными m , B , ω_1 и ω_2 .
- 2) Найти R , считая известными m , B , ω_1 и ω_2 .

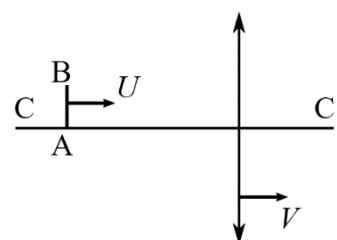
Силой тяжести, силами сопротивления, а также магнитным полем, индуцированным бусинками, пренебречь.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны на схеме, причём $R = 5r$. Ключ K разомкнут, режим в цепи установился. Ключ замыкают на некоторое время, а затем размыкают. К моменту размыкания скорость роста силы тока в катушке индуктивности уменьшается в 1,5 раза.



- 1) Найти скорость роста силы тока в катушке сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти силу тока I_L через катушку непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Какое количество теплоты Q выделится в цепи после размыкания ключа?

5. Линза с фокусным расстоянием $F = 20$ см движется со скоростью $V = 1$ мм/с (см. рис.). Стержень AB длиной $h = 1$ см, расположенный перпендикулярно главной оптической оси линзы CC_1 , движется со скоростью $U = 3V/2$. Все движения поступательные вдоль главной оптической оси линзы. В некоторый момент стержень находится на расстоянии $d = 3F/2$ от линзы.



- 1) На каком расстоянии от линзы будет изображение стержня в этот момент?
- 2) Какой длины будет изображение стержня в этот момент?
- 3) С какой скоростью будет двигаться изображение точки A стержня в этот момент?

Олимпиада «Физтех» по физике 2018

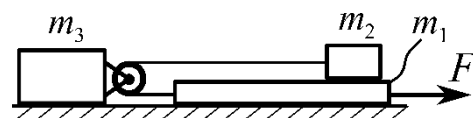
Класс 11

Билет 11-02

Шифр

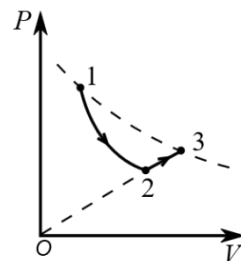
(заполняется секретарём)

1. Систему из трех брусков, находящихся на горизонтальном столе, приводят в движение, прикладывая горизонтальную силу F (см. рис.). Коэффициент трения между столом и брусками и между соприкасающимися брусками m_1 и m_2 равен μ . Массы брусков $m_1 = m$, $m_2 = 2m$, $m_3 = 4m$. Массой горизонтально натянутой нити, массой блока и трением в его оси пренебречь.



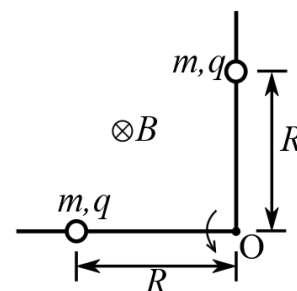
- 1) Найти силу натяжения нити, если бруски m_1 и m_2 скрепить, а параметры F , m , μ подобрать такими, чтобы бруски двигались по столу как одно целое.
- 2) Найти силу натяжения нити, если параметры F , m , μ подобраны так, что нескрепленные бруски m_1 и m_2 движутся друг по другу, а бруски m_1 и m_3 по столу.

2. Газообразный гелий расширяется в процессе 1-2 с постоянной теплоёмкостью. Затем газ расширяется в процессе 2-3, в котором давление прямо пропорционально объёму (см. рис.). Количество теплоты, полученной газом в процессе 2-3, в 4 раза больше работы, совершенной газом в процессе 1-2. Температуры в состояниях 1 и 3 равны.



- 1) Найти отношение работ, совершенных газом в процессах 1-2 и 2-3.
- 2) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 1-2.

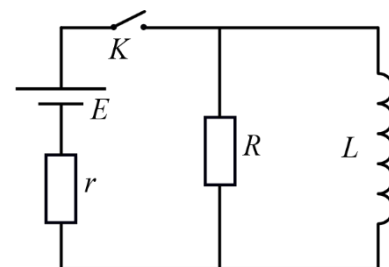
3. Две бусинки, каждая с положительным зарядом q и массой m , могут скользить без трения по жесткому, непроводящему стержню, который согнут под прямым углом. Систему помещают в однородное магнитное поле с индукцией B и приводят во вращение с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси O , перпендикулярной стержню и параллельной направлению магнитного поля (см. рис.). Оказалось, что шарики находятся в равновесии (относительно стержня) на одном и том же расстоянии R от оси O при двух значениях угловой скорости ω_1 и ω_2 .



- 1) Найти B , считая известными m , q , ω_1 и ω_2 .
- 2) Найти R , считая известными m , q , ω_1 и ω_2 .

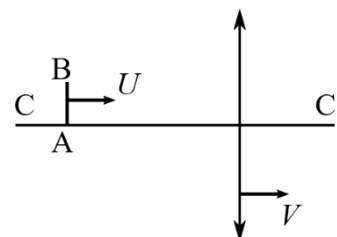
Силой тяжести, силами сопротивления, а также магнитным полем, индуцированным бусинками, пренебречь.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны на схеме, причём $R = 2r$. Ключ K разомкнут, режим в цепи установился. Ключ замыкают на некоторое время, а затем размыкают. К моменту размыкания скорость роста силы тока в катушке индуктивности уменьшается в 2 раза.



- 1) Найти скорость роста силы тока в катушке сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти силу тока I_E через источник непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Какую мощность P развивает источник непосредственно перед размыканием ключа?

5. Линза с фокусным расстоянием $F = 21$ см движется со скоростью $V = 1$ мм/с (см. рис.). Стержень AB длиной $h = 1$ см, расположенный перпендикулярно главной оптической оси линзы CC_1 , движется со скоростью $U = 4V/3$. Все движения поступательные вдоль главной оптической оси линзы. В некоторый момент стержень находится на расстоянии $d = 4F/3$ от линзы.



- 1) На каком расстоянии от линзы будет изображение стержня в этот момент?
- 2) Какой длины будет изображение стержня в этот момент?
- 3) С какой скоростью будет двигаться изображение точки A стержня в этот момент?

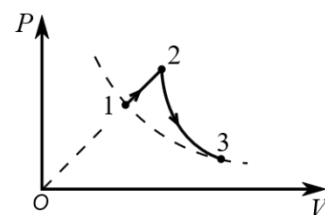
1. Систему из трех брусков, находящихся на горизонтальном столе, приводят в движение, прикладывая горизонтальную силу F (см. рис.). Коэффициент трения между столом и брусками и между соприкасающимися брусками m_1 и m_2 равен μ . Массы брусков $m_1 = 2m$



, $m_2 = m$, $m_3 = 3m$. Массой горизонтально натянутой нити, массой блока и трением в его оси пренебречь.

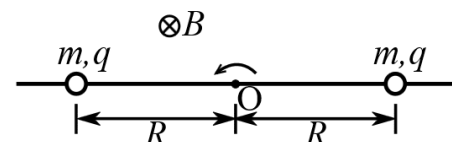
- 1) Найти силу натяжения нити, если бруски m_1 и m_2 скрепить, а параметры F, m, μ подобрать такими, чтобы бруски двигались по столу как одно целое.
- 2) Найти силу натяжения нити, если параметры F, m, μ подобраны так, что нескрепленные бруски m_1 и m_2 движутся друг по другу, а бруски m_1 и m_3 по столу.

2. Газообразный гелий расширяется в процессе 1-2, в котором давление прямо пропорционально объёму (см. рис.). Затем газ расширяется в процессе 2-3 с постоянной теплоёмкостью. Работа, совершенная газом в процессе 2-3, в 2 раза больше количества теплоты, полученной газом в процессе 1-2. Температуры в состояниях 1 и 3 равны.



- 1) Найти отношение работ, совершенных газом в процессах 2-3 и 1-2.
- 2) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.

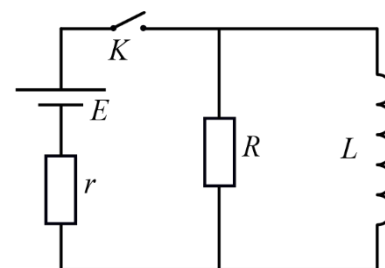
3. Две бусинки, каждая с положительным зарядом q и массой m , могут скользить без трения по жесткому, непроводящему стержню. Систему помещают в однородное магнитное поле с индукцией B и приводят во вращение с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси O , перпендикулярной стержню и параллельной направлению магнитного поля (см. рис.). Оказалось, что шарики находятся в равновесии (относительно стержня) на одном и том же расстоянии R от оси O при двух значениях заряда q , равных q_1 и q_2 .



- 1) Найти ω , считая известными m, R, q_1 и q_2 .
- 2) Найти B , считая известными m, R, q_1 и q_2 .

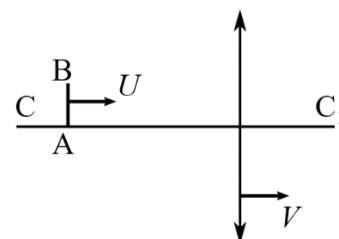
Силой тяжести, силами сопротивления, а также магнитным полем, индуцированным бусинками, пренебречь.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны на схеме, причём $R = 4r$. Ключ K разомкнут, режим в цепи установился. Ключ замыкают на некоторое время, а затем размыкают. К моменту размыкания скорость роста силы тока в катушке индуктивности уменьшается в 3 раза.



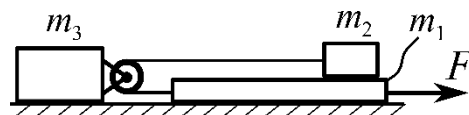
- 1) Найти скорость роста силы тока в катушке сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти силу тока I_L через катушку непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Какое количество теплоты Q выделится в цепи после размыкания ключа?

5. Линза с фокусным расстоянием $F = 24$ см движется со скоростью $V = 1$ мм/с (см. рис.). Стержень AB длиной $h = 1$ см, расположенный перпендикулярно главной оптической оси линзы CC_1 , движется со скоростью $U = 5V/4$. Все движения поступательные вдоль главной оптической оси линзы. В некоторый момент стержень находится на расстоянии $d = 5F/4$ от линзы.



- 1) На каком расстоянии от линзы будет изображение стержня в этот момент?
- 2) Какой длины будет изображение стержня в этот момент?
- 3) С какой скоростью будет двигаться изображение точки A стержня в этот момент?

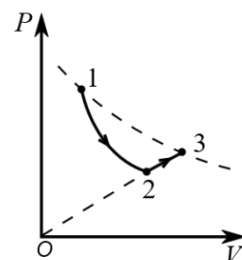
1. Систему из трех брусков, находящихся на горизонтальном столе, приводят в движение, прикладывая горизонтальную силу F (см. рис.). Коэффициент трения между столом и брусками и между соприкасающимися брусками m_1 и m_2 равен μ . Массы брусков



$m_1 = 3m$, $m_2 = m$, $m_3 = 4m$. Массой горизонтально натянутой нити, массой блока и трением в его оси пренебречь.

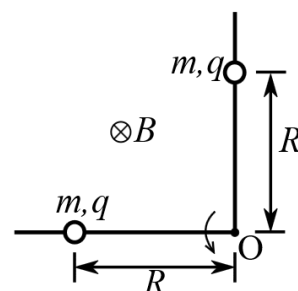
- 1) Найти силу натяжения нити, если бруски m_1 и m_2 скрепить, а параметры F, m, μ подобрать такими, чтобы бруски двигались по столу как одно целое.
- 2) Найти силу натяжения нити, если параметры F, m, μ подобраны так, что нескрепленные бруски m_1 и m_2 движутся друг по другу, а бруски m_1 и m_3 по столу.

2. Газообразный гелий расширяется в процессе 1-2 с постоянной теплоёмкостью. Затем, газ расширяется в процессе 2-3, в котором давление прямо пропорционально объёму (см. рис.). Работа, совершенная газом в процессе 1-2, в 4 раза больше работы, совершенной газом в процессе 2-3. Температуры в состояниях 1 и 3 равны.



- 1) Найти отношение количества теплоты, полученной газом в процессе 2-3, к работе газа в процессе 2-3.
- 2) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 1-2.

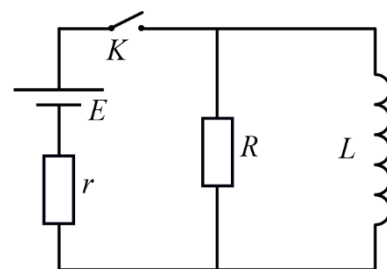
3. Две бусинки, каждая с положительным зарядом q и массой m , могут скользить без трения по жесткому, непроводящему стержню, который согнут под прямым углом. Систему помещают в однородное магнитное поле с индукцией B и приводят во вращение с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси O , перпендикулярной стержню и параллельной направлению магнитного поля (см. рис.). Оказалось, что шарики находятся в равновесии (относительно стержня) на одном и том же расстоянии R от оси O при двух значениях заряда q , равных q_1 и q_2 .



- 1) Найти ω , считая известными m, R, q_1 и q_2 .
- 2) Найти B , считая известными m, R, q_1 и q_2 .

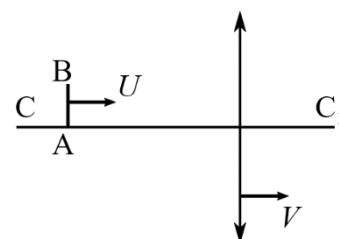
Силой тяжести, силами сопротивления, а также магнитным полем, индуцированным бусинками, пренебречь.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны на схеме, причём $R = 3r$. Ключ K разомкнут, режим в цепи установился. Ключ замыкают на некоторое время, а затем размыкают. К моменту размыкания скорость роста силы тока в катушке индуктивности уменьшается в 2,5 раза.



- 1) Найти скорость роста силы тока в катушке сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти силу тока I_E через источник непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Какую мощность P развивает источник непосредственно перед размыканием ключа?

5. Линза с фокусным расстоянием $F = 30$ см движется со скоростью $V = 1$ мм/с (см. рис.). Стержень AB длиной $h = 1$ см, расположенный перпендикулярно главной оптической оси линзы CC_1 , движется со скоростью $U = 6V/5$. Все движения поступательные вдоль главной оптической оси линзы. В некоторый момент стержень находится на расстоянии $d = 6F/5$ от линзы.

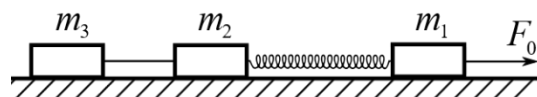


- 1) На каком расстоянии от линзы будет изображение стержня в этот момент?
- 2) Какой длины будет изображение стержня в этот момент?
- 3) С какой скоростью будет двигаться изображение точки A стержня в этот момент?

1. На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся три бруска, соединенные легкой нитью и пружиной жесткостью $k = 22 \text{ Н/м}$ (см. рис.). Масса пружины $m = 0,2 \text{ кг}$ и равномерно распределена вдоль оси ненапряженной пружины. Массы брусков

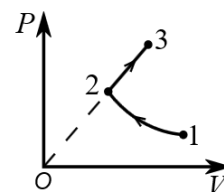
$m_1 = m, m_2 = 2m, m_3 = 3m$. Под действием горизонтальной силы $F_0 = 2,1 \text{ Н}$, приложенной к бруску m_1 , система движется по столу. При этом длина пружины увеличивается на 30% по сравнению с длиной ненапряженной пружины.

- 1) Найти ускорение системы.
- 2) Найти силу T натяжения нити.
- 3) Найти длину L_0 нерастянутой пружины.

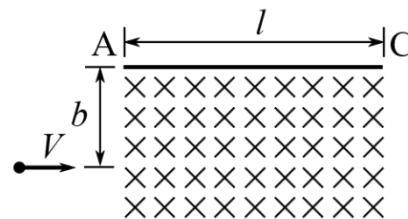


2. Газообразный гелий сжимается в процессе 1-2 с постоянной молярной теплоемкостью $C = 0,5R$. Затем газ расширяется в процессе 2-3, в котором давление прямо пропорционально объёму (см. рис.). В процессе 2-3 к газу подводят количество теплоты Q . Работа внешних сил над газом при сжатии и работа газа при расширении равны.

- 1) Найти работу A внешних сил над газом при сжатии.
- 2) Какое количество Q_{12} теплоты (с учетом знака) получил газ в процессе 1-2?



3. В область однородного магнитного поля с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$ и шириной $l = 30\sqrt{3} \text{ см}$ влетает со скоростью $V = 1 \text{ мм/с}$ положительно заряженный шарик очень малого радиуса с отношением заряда к массе $\gamma = q/m = 10^{-2} \text{ Кл/кг}$ (см. рис.). Направление скорости перпендикулярно направлению магнитного поля и левой границе поля. На расстоянии $b = 15 \text{ см}$ от места, где шарик влетает в область магнитного поля, параллельно его начальной скорости и вектору индукции, располагается непроводящая стена АС.

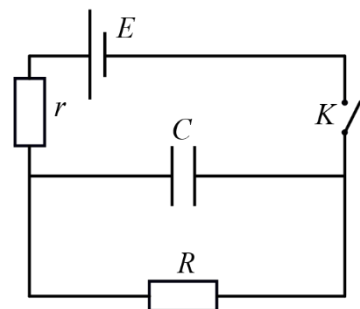


- 1) Найдите радиус кривизны траектории шарика в поле.
- 2) Найдите угол между стеной и вектором скорости шарика непосредственно перед первым ударом.
- 3) Найдите время движения шарика в поле.

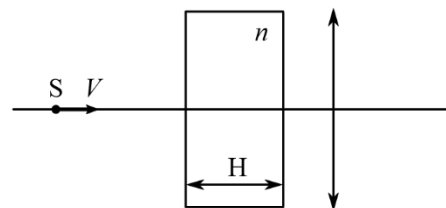
Удары шарика о стену считать абсолютно упругими. Силами сопротивления и силой тяжести пренебречь. Принять $\pi = 3,14$.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны на схеме. Ключ K разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают. В некоторый момент M ток через резистор R оказался в 2 раза меньше максимального тока через него.

- 1) Найти максимальный ток I_m через R после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение U_C на конденсаторе в момент M .
- 3) Найти мощность P , развиваемую источником в момент M .

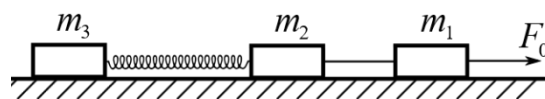


5. Жук S ползет со скоростью $V = 1 \text{ см/с}$ вдоль главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием $F = 10 \text{ см}$ (см. рис.). Между жуком и линзой, перпендикулярно главной оптической оси, расположена стеклянная пластина толщиной $H = 5 \text{ см}$ с показателем преломления $n = 5/3$. В некоторый момент жук находится на расстоянии $d = 14 \text{ см}$ от линзы.



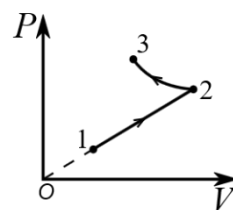
- 1) На каком расстоянии от линзы находилось бы изображение жука при отсутствии пластины?
- 2) На каком расстоянии от линзы находится изображение жука при наличии пластины?
- 3) С какой скоростью движется изображение жука при наличии пластины?

1. На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся три бруска, соединенные легкой нитью и пружиной жесткостью $k = 7,5 \text{ Н/м}$ (см. рис.). Масса пружины $m = 0,3 \text{ кг}$ и равномерно распределена вдоль оси ненапряженной пружины. Массы брусков $m_1 = m, m_2 = 2m, m_3 = 3m$. Под действием горизонтальной силы $F_0 = 2,1 \text{ Н}$, приложенной к бруску m_1 , система движется по столу. При этом длина пружины увеличивается на 40% по сравнению с длиной ненапряженной пружины.



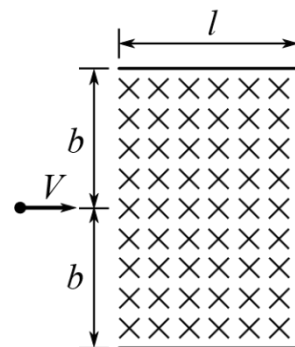
- 1) Найти ускорение системы.
- 2) Найти силу T натяжения нити.
- 3) Найти длину L_0 нерастянутой пружины.

2. Газообразный гелий расширяется в процессе 1-2, в котором давление прямо пропорционально объёму (см. рис.). Затем газ сжимается в процессе 2-3 с постоянной молярной теплоёмкостью $C = 0,75R$. В процессе 1-2 газ совершает работу A . Работа внешних сил над газом при сжатии и работа газа при расширении равны.



- 1) Какое количество Q_{12} теплоты (с учетом знака) получил газ в процессе 1-2?
- 2) Какое количество Q_{23} теплоты (с учетом знака) получил газ в процессе 2-3?

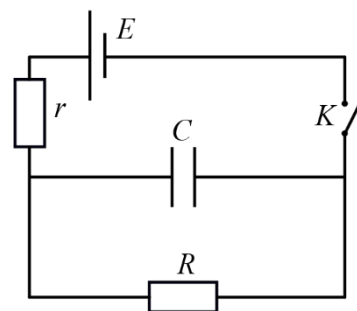
3. В прямоугольную область однородного магнитного поля с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$, ограниченную тремя параллельными магнитному полю непроводящими стенками размерами $l = 10\sqrt{3} \text{ см}$ и $2b = 30 \text{ см}$, влетает со скоростью $V = 1 \text{ мм/с}$ положительно заряженный шарик очень малого радиуса с отношением заряда к массе $\gamma = q/m = 10^{-2} \text{ Кл/кг}$. Скорость шарика перпендикулярна вектору магнитной индукции и открытой границе поля (см. рис.).



- 1) Найдите радиус кривизны траектории шарика в поле.
- 2) Найдите угол между стенкой и вектором скорости шарика непосредственно перед первым ударом.
- 3) Найдите время движения шарика в поле.

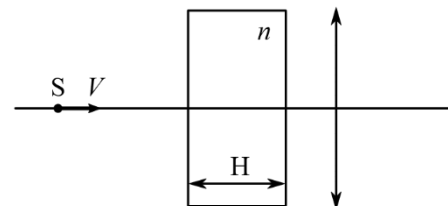
Удары шарика о стенки считать абсолютно упругими. Силами сопротивления и силой тяжести пренебречь. Принять $\pi = 3,14$.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны на схеме. Ключ K разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают. В некоторый момент M ток через конденсатор стал в 4 раза меньше максимального тока через него.



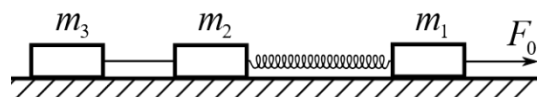
- 1) Найти максимальный ток I_m через конденсатор после замыкания ключа.
- 2) Найти ток через источник в момент M .
- 3) Найти мощность P , развиваемую источником в момент M .

5. Комар S летит со скоростью $V = 3 \text{ см/с}$ вдоль главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием $F = 25 \text{ см}$ (см. рис.). Между комаром и линзой, перпендикулярно главной оптической оси, расположена стеклянная пластина толщиной $H = 10 \text{ см}$ с показателем преломления $n = 5/3$. В некоторый момент комар находится на расстоянии $d = 34 \text{ см}$ от линзы.



- 1) На каком расстоянии от линзы находилось бы изображение комара при отсутствии пластины?
- 2) На каком расстоянии от линзы находится изображение комара при наличии пластины?
- 3) С какой скоростью движется изображение комара при наличии пластины?

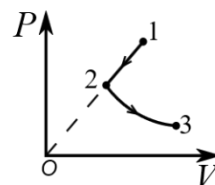
1. На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся три бруска, соединенные легкой нитью и пружиной жесткостью $k = 12$ Н/м (см. рис.). Масса пружины $m = 0,2$ кг и равномерно распределена вдоль оси ненапряженной пружины. Массы брусков



$m_1 = 2m$, $m_2 = 3m$, $m_3 = 4m$. Под действием горизонтальной силы $F_0 = 0,84$ Н, приложенной к бруску m_1 , система движется по столу. При этом длина пружины увеличивается на 35% по сравнению с длиной ненапряженной пружины.

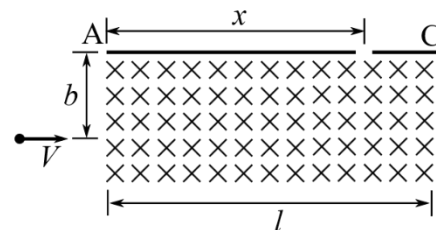
- 1) Найти ускорение системы.
- 2) Найти силу T натяжения нити.
- 3) Найти длину L_0 ненапрянутой пружины.

2. Газообразный гелий сжимается в процессе 1-2, в котором давление прямо пропорционально объёму (см. рис.). Затем газ расширяется в процессе 2-3 с постоянной молярной теплоёмкостью $C = R$. При сжатии внешние силы совершают над газом работу A ($A > 0$). Работа внешних сил над газом при сжатии и работа газа при расширении равны.



- 1) Какое количество Q_{12} теплоты (с учетом знака) получил газ в процессе 1-2?
- 2) Какое количество Q_{23} теплоты (с учетом знака) получил газ в процессе 2-3?

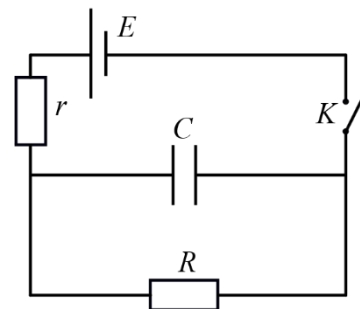
3. В область однородного магнитного поля с индукцией $B = 1$ Тл влетает со скоростью $V = 1$ мм/с положительно заряженный шарик очень малого радиуса с отношением заряда к массе $\gamma = q/m = 10^{-2}$ Кл/кг (см. рис.). Направление скорости перпендикулярно направлению магнитного поля и левой границе поля. На расстоянии $b = 15$ см от места, где шарик влетает в область магнитного поля, параллельно его начальной скорости и вектору индукции магнитного поля, располагается непроводящая стенка AC. В стенке на расстоянии $x = 25\sqrt{3}$ см сделано отверстие. Протяженность l поля достаточно велика.



- 1) Найдите радиус кривизны траектории шарика в поле.
- 2) Найдите угол между стенкой и вектором скорости шарика непосредственно перед первым ударом.
- 3) Найдите время движения шарика в поле.

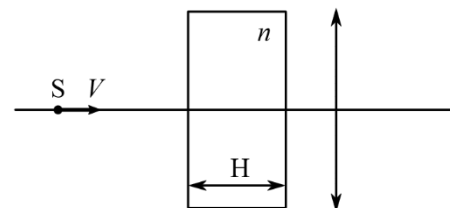
Удары шарика о стенку считать абсолютно упругими. Силами сопротивления и силой тяжести пренебречь. Принять $\pi = 3,14$.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны на схеме. Ключ К разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают. В некоторый момент М ток через резистор R оказался в 3 раза меньше максимального тока через него.



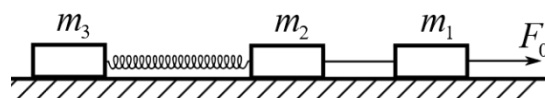
- 1) Найти максимальный ток I_m через R после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение U_C на конденсаторе в момент М.
- 3) Найти мощность P , развиваемую источником в момент М.

5. Мошка S летит со скоростью $V = 4$ см/с вдоль главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием $F = 15$ см (см. рис.). Между мошкой и линзой, перпендикулярно главной оптической оси, расположена стеклянная пластина толщиной $H = 5$ см с показателем преломления $n = 5/3$. В некоторый момент мошка находится на расстоянии $d = 22$ см от линзы.



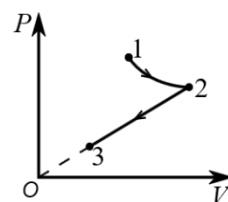
- 1) На каком расстоянии от линзы находилось бы изображение мошки при отсутствии пластины?
- 2) На каком расстоянии от линзы находится изображение мошки при наличии пластины?
- 3) С какой скоростью движется изображение мошки при наличии пластины?

1. На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся три бруска, соединенные легкой нитью и пружиной жесткостью $k = 10$ Н/м (см. рис.). Масса пружины $m = 0,25$ кг и равномерно распределена вдоль оси ненапряженной пружины. Массы брусков $m_1 = 3m$, $m_2 = m$, $m_3 = 2m$. Под действием горизонтальной силы $F_0 = 1,4$ Н, приложенной к бруску m_1 , система движется по столу. При этом длина пружины увеличивается на 25% по сравнению с длиной ненапряженной пружины.



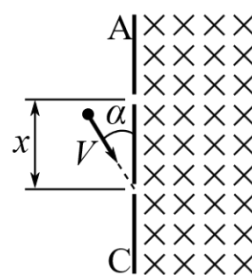
- 1) Найти ускорение системы.
- 2) Найти силу T натяжения нити.
- 3) Найти длину L_0 ненапрянутой пружины.

2. Газообразный гелий расширяется в процессе 1-2 с постоянной молярной теплоемкостью $C = R$. Затем газ сжимается в процессе 2-3, в котором давление прямо пропорционально объёму (см. рис.). В процессе 2-3 от газа отводят количество теплоты Q ($Q > 0$). Работа внешних сил над газом при сжатии и работа газа при расширении равны.



- 1) Найти работу A внешних сил над газом при сжатии.
- 2) Какое количество Q_{12} теплоты (с учетом знака) получил газ в процессе 1-2?

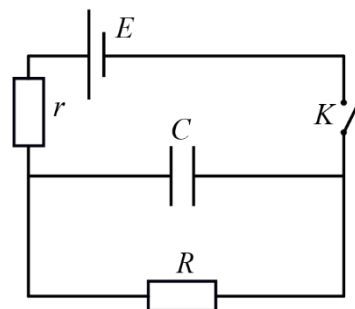
3. В область однородного магнитного поля с индукцией $B = 1$ Тл через отверстие в непроводящей стенке AC, расположенной параллельно вектору индукции магнитного поля, влетает со скоростью $V = 1$ мм/с положительно заряженный шарик очень малого радиуса с отношением заряда к массе $\gamma = q/m = 10^{-2}$ Кл/кг (см. рис.). Угол α между вектором скорости и стенкой равен 30° , скорость перпендикулярна вектору индукции магнитного поля. В стенке на расстоянии $x = 30$ см от места, где шарик влетает в область магнитного поля, сделано другое отверстие. Протяженность поля вдоль стенки и в перпендикулярном стенке направлении достаточно велика.



- 1) Найдите радиус кривизны траектории шарика в поле.
- 2) Найдите угол между стенкой и вектором скорости шарика непосредственно перед первым ударом.
- 3) Найдите время движения шарика в поле.

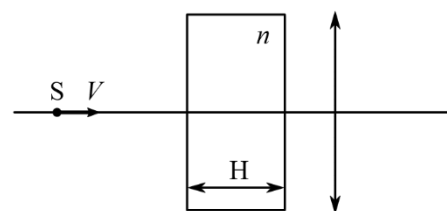
Удары шарика о стенку считать абсолютно упругими. Силами сопротивления и силой тяжести пренебречь. Принять $\pi = 3,14$.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны на схеме. Ключ К разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают. В некоторый момент М ток через конденсатор стал в 5 раз меньше максимального тока через него.



- 1) Найти максимальный ток I_m через конденсатор после замыкания ключа.
- 2) Найти ток через источник в момент М.
- 3) Найти мощность P , развиваемую источником в момент М.

5. Муравей S ползет со скоростью $V = 2$ см/с вдоль главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см (см. рис.). Между муравьем и линзой, перпендикулярно главной оптической оси, расположена стеклянная пластина толщиной $H = 10$ см с показателем преломления $n = 5/3$. В некоторый момент муравей находится на расстоянии $d = 29$ см от линзы.



- 1) На каком расстоянии от линзы находилось бы изображение муравья при отсутствии пластины?
- 2) На каком расстоянии от линзы находится изображение муравья при наличии пластины?
- 3) С какой скоростью движется изображение муравья при наличии пластины?

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 11-01

1. 1) $a_0 = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} - \mu g$. $2T_0 - \mu m_3 g = m_3 a_0$. $T_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_3}{m_1 + m_2 + m_3} F$. $T_0 = \frac{1}{4} F$.

Замечание: ответ можно записать и сразу, так как F делится пропорционально массам.

2) Связь ускорений: $a_1 = a_3 + a$, $a_2 = a_3 - a$ (или $a_1 + a_2 = 2a_3$). По второму закону Ньютона $F - \mu(m_1 + m_2)g - \mu m_2 g - T = m_1(a_3 + a)$, $\mu m_2 g - T = m_2(a_3 - a)$, $2T - \mu m_3 g = m_3 a_3$. Отсюда

$$T \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \frac{4}{m_3} \right) = \frac{F}{m_1} + 2\mu g \left(1 - \frac{m_2}{m_1} \right). \text{ При заданном соотношении масс } T = \frac{6}{17} (F - 2\mu m g).$$

2. $A_{23} = 6A_{12}$. $A_{12} = \frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)$. $Q_{12} = \nu \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + A_{12}$.

$\nu C (T_1 - T_2) = \nu \frac{3}{2} R (T_1 - T_2) + A_{23}$. Отсюда $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4$, $C = -\frac{3}{2} R$.

3. $q\omega_1 R B - \frac{kq^2}{4R^2} = m\omega_1^2 R$, $q\omega_2 R B - \frac{kq^2}{4R^2} = m\omega_2^2 R$. $q\omega_1 B - \frac{kq^2}{4R^3} = m\omega_1^2$, $q\omega_2 B - \frac{kq^2}{4R^3} = m\omega_2^2$. Исключив R из

системы двух последних уравнений, находим $q = \frac{m(\omega_1 + \omega_2)}{B}$. Подставив выражение для q в любое

уравнение системы, получим $R = \sqrt[3]{\frac{km(\omega_1 + \omega_2)^2}{4\omega_1\omega_2 B^2}}$.

Замечание. Можно рассмотреть квадратное уравнение относительно ω и использовать теорему Виета.

4. 1) Сразу после замыкания ключа ток через катушку не идет. Ток через R и источник $I_0 = \frac{\varepsilon}{R+r}$. По второму правилу Кирхгофа для контура из R и катушки $-LI'_{0L} = -I_0 R$. Скорость роста тока сразу после

замыкания $I'_{0L} = \frac{\varepsilon R}{L(R+r)} = \frac{5}{6} \frac{\varepsilon}{L}$.

2) Непосредственно перед размыканием $\varepsilon + (-LI'_L) = I_\varepsilon r$, $(-LI'_L) = -I_R R$, $I_\varepsilon = I_L + I_R$, $I'_L = \frac{2}{3} I'_{0L}$,

$I'_{0L} = \frac{5}{6} \frac{\varepsilon}{L}$, $R = 5r$. Отсюда $I'_L = \frac{1}{3} \frac{\varepsilon}{r}$.

3) $Q = \frac{1}{2} LI_L^2 = \frac{1}{18} \frac{L\varepsilon^2}{r^2}$.

5. 1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. $f = \frac{dF}{d-F} = 3F = 60$ см.

2) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{f}{d} = 2$. Длина изображения $H = \Gamma h = 2h = 2$ см.

3) Скорость стержня относительно линзы $V_{отн} = U - V = \frac{1}{2} V$. Скорость изображения точки А

относительно линзы $V'_{отн} = \Gamma^2 V_{отн} = 2V$. Скорость изображения точки А $V_A = V'_{отн} + V = 3V = 3$ мм/с.

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 11-02

1. 1) $a_0 = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} - \mu g$. $2T_0 - \mu m_3 g = m_3 a_0$. $T_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_3}{m_1 + m_2 + m_3} F$. $T_0 = \frac{2}{7} F$.

Замечание: ответ можно записать и сразу, так как F делится пропорционально массам.

2) Связь ускорений: $a_1 = a_3 + a$, $a_2 = a_3 - a$ (или $a_1 + a_2 = 2a_3$). По второму закону Ньютона $F - \mu(m_1 + m_2)g - \mu m_2 g - T = m_1(a_3 + a)$, $\mu m_2 g - T = m_2(a_3 - a)$, $2T - \mu m_3 g = m_3 a_3$. Отсюда $T \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \frac{4}{m_3} \right) = \frac{F}{m_1} + 2\mu g \left(1 - \frac{m_2}{m_1} \right)$. При заданном соотношении масс $T = \frac{2}{5} (F - 2\mu m g)$.

2. $4A_{12} = Q_{23}$. $A_{23} = \frac{1}{2} P_3 V_3 - \frac{1}{2} P_2 V_2 = \frac{1}{2} \nu R (T_1 - T_2)$. $Q_{23} = \nu \frac{3}{2} R (T_1 - T_2) + A_{23}$.

$\nu C (T_2 - T_1) = \nu \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + A_{12}$. Отсюда $\frac{A_{12}}{A_{23}} = 1$, $C = R$.

3. $q\omega_1 R B - \frac{kq^2}{(R\sqrt{2})^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = m\omega_1^2 R$, $q\omega_2 R B - \frac{kq^2}{(R\sqrt{2})^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = m\omega_2^2 R$.

$q\omega_1 B - \frac{kq^2}{2\sqrt{2}R^3} = m\omega_1^2$, $q\omega_2 B - \frac{kq^2}{2\sqrt{2}R^3} = m\omega_2^2$. Исключив R из системы двух последних уравнений,

находим $B = \frac{m(\omega_1 + \omega_2)}{q}$. Подставив выражение для B в любое уравнение системы, получим

$$R = \sqrt[3]{\frac{kq^2}{2\sqrt{2}\omega_1\omega_2 m}}.$$

Замечание. Можно рассмотреть квадратное уравнение относительно ω и использовать теорему Виета.

4. 1) Сразу после замыкания ключа ток через катушку не идет. Ток через R и источник $I_0 = \frac{\varepsilon}{R+r}$. По второму правилу Кирхгофа для контура из R и катушки $-LI'_{0L} = -I_0 R$. Скорость роста тока сразу после замыкания $I'_{0L} = \frac{\varepsilon R}{L(R+r)} = \frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{L}$.

2) Непосредственно перед размыканием $\varepsilon + (-LI'_L) = I_\varepsilon r$, $I'_L = \frac{1}{2} I'_{0L}$, $I'_{0L} = \frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{L}$, $R = 2r$. Отсюда

$$I_\varepsilon = \frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{r}.$$

3) $P = I_\varepsilon \varepsilon = \frac{2}{3} \frac{\varepsilon^2}{r}$.

5. 1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. $f = \frac{dF}{d-F} = 4F = 84$ см.

2) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{f}{d} = 3$. Длина изображения $H = \Gamma h = 3h = 3$ см.

3) Скорость стержня относительно линзы $V_{отн} = U - V = \frac{1}{3} V$. Скорость изображения точки А относительно линзы $V'_{отн} = \Gamma^2 V_{отн} = 3V$. Скорость изображения точки А $V_A = V'_{отн} + V = 4V = 4$ мм/с.

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 11-03

1. 1) $a_0 = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} - \mu g$. $2T_0 - \mu m_3 g = m_3 a_0$. $T_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_3}{m_1 + m_2 + m_3} F$. $T_0 = \frac{1}{4} F$.

Замечание: ответ можно записать и сразу, так как F делится пропорционально массам.

2) Связь ускорений: $a_1 = a_3 + a$, $a_2 = a_3 - a$ (или $a_1 + a_2 = 2a_3$). По второму закону Ньютона $F - \mu(m_1 + m_2)g - \mu m_2 g - T = m_1(a_3 + a)$, $\mu m_2 g - T = m_2(a_3 - a)$, $2T - \mu m_3 g = m_3 a_3$. Отсюда $T \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \frac{4}{m_3} \right) = \frac{F}{m_1} + 2\mu g \left(1 - \frac{m_2}{m_1} \right)$. При заданном соотношении масс $T = \frac{3}{17} (F + 2\mu mg)$.

2. $A_{23} = 2Q_{12}$. $A_{12} = \frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)$. $Q_{12} = \nu \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + A_{12}$.

$\nu C (T_1 - T_2) = \nu \frac{3}{2} R (T_1 - T_2) + A_{23}$. Отсюда $\frac{A_{23}}{A_{12}} = 8$, $C = -\frac{5}{2} R$.

3. $q_1 \omega R B - \frac{k q_1^2}{4R^2} = m \omega^2 R$, $q_2 \omega R B - \frac{k q_2^2}{4R^2} = m \omega^2 R$. $\omega R B - \frac{k q_1}{4R^2} = \frac{m \omega^2 R}{q_1}$, $\omega R B - \frac{k q_2}{4R^2} = \frac{m \omega^2 R}{q_2}$. Исключив B

из системы двух последних уравнений, находим $\omega = \sqrt{\frac{k q_1 q_2}{4R^3 m}}$. Подставив выражение для ω в любое

уравнение системы, получим $B = \sqrt{\frac{k m (q_1 + q_2)^2}{4R^3 q_1 q_2}}$.

Замечание. Можно рассмотреть квадратное уравнение относительно q и использовать теорему Виета.

4. 1) Сразу после замыкания ключа ток через катушку не идет. Ток через R и источник $I_0 = \frac{\varepsilon}{R+r}$. По второму правилу Кирхгофа для контура из R и катушки $-LI'_{0L} = -I_0 R$. Скорость роста тока сразу после замыкания $I'_{0L} = \frac{\varepsilon R}{L(R+r)} = \frac{4\varepsilon}{5L}$.

2) Непосредственно перед размыканием $\varepsilon + (-LI'_L) = I_\varepsilon r$, $(-LI'_L) = -I_R R$, $I_\varepsilon = I_L + I_R$, $I'_L = \frac{1}{3} I'_{0L}$, $I'_{0L} = \frac{4\varepsilon}{5L}$, $R = 4r$. Отсюда $I_L = \frac{2\varepsilon}{3r}$.

3) $Q = \frac{1}{2} LI_L^2 = \frac{2}{9} \frac{L \varepsilon^2}{r^2}$.

5. 1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. $f = \frac{dF}{d-F} = \frac{5F}{4} = 120$ см.

2) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{f}{d} = 4$. Длина изображения $H = \Gamma h = 4h = 4$ см.

3) Скорость стержня относительно линзы $V_{отн} = U - V = \frac{1}{4} V$. Скорость изображения точки А относительно линзы $V'_{отн} = \Gamma^2 V_{отн} = 4V$. Скорость изображения точки А $V_A = V'_{отн} + V = 5V = 5$ мм/с.

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 11-04

1. 1) $a_0 = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} - \mu g$. $2T_0 - \mu m_3 g = m_3 a_0$. $T_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_3}{m_1 + m_2 + m_3} F$. $T_0 = \frac{1}{4} F$.

Замечание: ответ можно записать и сразу, так как F делится пропорционально массам.

2) Связь ускорений: $a_1 = a_3 + a$, $a_2 = a_3 - a$ (или $a_1 + a_2 = 2a_3$). По второму закону Ньютона $F - \mu(m_1 + m_2)g - \mu m_2 g - T = m_1(a_3 + a)$, $\mu m_2 g - T = m_2(a_3 - a)$, $2T - \mu m_3 g = m_3 a_3$. Отсюда $T\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \frac{4}{m_3}\right) = \frac{F}{m_1} + 2\mu g\left(1 - \frac{m_2}{m_1}\right)$. При заданном соотношении масс $T = \frac{1}{7}(F + 4\mu m g)$.

2. $4A_{23} = A_{12}$. $A_{23} = \frac{1}{2}P_3V_3 - \frac{1}{2}P_2V_2 = \frac{1}{2}\nu R(T_1 - T_2)$. $Q_{23} = \nu \frac{3}{2}R(T_1 - T_2) + A_{23}$.

$\nu C(T_2 - T_1) = \nu \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) + A_{12}$. Отсюда $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = 4$, $C = -\frac{R}{2}$.

3. $q_1 \omega R B - \frac{kq_1^2}{(R\sqrt{2})^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = m\omega^2 R$, $q_2 \omega R B - \frac{kq_2^2}{(R\sqrt{2})^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = m\omega^2 R$.

$\omega R B - \frac{kq_1}{2\sqrt{2}R^2} = \frac{m\omega^2 R}{q_1}$, $\omega R B - \frac{kq_2}{2\sqrt{2}R^2} = \frac{m\omega^2 R}{q_2}$. Исключив B из системы двух последних уравнений,

находим $\omega = \sqrt{\frac{kq_1 q_2}{2\sqrt{2}R^3 m}}$. Подставив выражение для ω в любое уравнение системы, получим

$$B = \sqrt{\frac{km(q_1 + q_2)^2}{2\sqrt{2}R^3 q_1 q_2}}.$$

Замечание. Можно рассмотреть квадратное уравнение относительно q и использовать теорему Виета.

4. 1) Сразу после замыкания ключа ток через катушку не идет. Ток через R и источник $I_0 = \frac{\varepsilon}{R+r}$. По второму правилу Кирхгофа для контура из R и катушки $-LI'_{0L} = -I_0 R$. Скорость роста тока сразу после замыкания $I'_{0L} = \frac{\varepsilon R}{L(R+r)} = \frac{3}{4} \frac{\varepsilon}{L}$.

2) Непосредственно перед размыканием $\varepsilon + (-LI'_L) = I_\varepsilon r$, $I'_L = \frac{2}{5}I'_{0L}$, $I'_{0L} = \frac{3}{4} \frac{\varepsilon}{L}$, $R = 3r$. Отсюда $I_\varepsilon = \frac{7}{10} \frac{\varepsilon}{r}$.

3) $P = I_\varepsilon \varepsilon = \frac{7}{10} \frac{\varepsilon^2}{r}$.

5. 1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. $f = \frac{dF}{d-F} = \frac{6F}{5} = 180$ см.

2) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{f}{d} = 5$. Длина изображения $H = \Gamma h = 5h = 5$ см.

3) Скорость стержня относительно линзы $V_{отн} = U - V = \frac{1}{5}V$. Скорость изображения точки А относительно линзы $V'_{отн} = \Gamma^2 V_{отн} = 5V$. Скорость изображения точки А $V_A = V'_{отн} + V = 6V = 6$ мм/с.

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 11-05

1. 1) $a = \frac{F_0}{7m} = 1,5 \text{ м/с}^2$. 2) $T = \frac{3}{7} F_0 = 0,9 \text{ Н}$.

3) Можно показать, что для удлинения пружины $k\Delta L = \frac{1}{2}(F_1 + F_2)$, где F_1 и F_2 - силы на концах пружины. У нас $F_1 = \frac{6}{7} F_0$, $F_2 = \frac{5}{7} F_0$. Тогда $\Delta L = \frac{11}{14} \frac{F_0}{k}$. $\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha$, где $\alpha = 0,3$. $L_0 = \frac{11}{14} \frac{F_0}{k\alpha} = 25 \text{ см}$.

2. 1) $A_{23} = -A_{12} = A$. $A_{23} = \frac{1}{2} P_3 V_3 - \frac{1}{2} P_2 V_2 = \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_2)$. $Q = \nu \frac{3}{2} R (T_3 - T_2) + A$. Отсюда $A = \frac{Q}{4}$.

2) $Q_{12} = \nu \frac{R}{2} (T_2 - T_1)$, $Q_{12} = \nu \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + (-A)$. Отсюда, с учетом выражения для A ,
 $Q_{12} = \frac{A}{2} = \frac{Q}{8} > 0$.

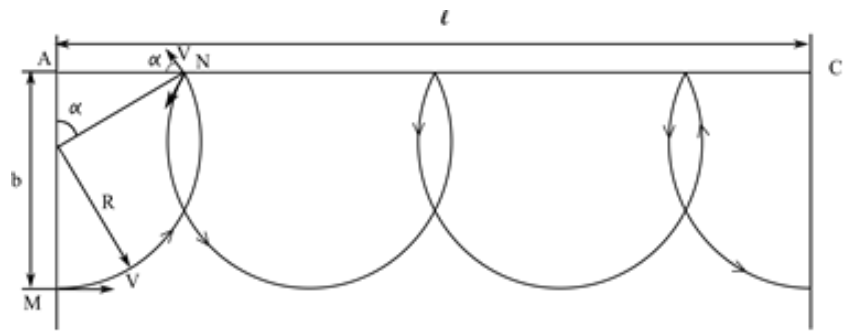
3. 1) $\frac{mV^2}{R} = qVB$. $R = \frac{mV}{qB} = \frac{V}{\gamma B} = 10 \text{ см}$.

2) $\cos \alpha = \frac{b-R}{R} = \frac{1}{2}$, $\alpha = \frac{\pi}{3}$.

3) $AN = R \sin \alpha = 5\sqrt{3} \text{ см}$.

$t_{MN} = \frac{(\pi - \pi/3)R}{V} = \frac{2\pi R}{3V} = \frac{2\pi}{3\gamma B}$.

$\frac{l}{AN} = 6$. $t = 6t_{MN} = \frac{4\pi}{\gamma B} = 1256 \text{ с}$.



4. 1) $I_m = \frac{\varepsilon}{r+R}$.

2) $U_c = \frac{1}{2} I_m R = \frac{R\varepsilon}{2(r+R)}$.

3) $\varepsilon = Ir + \frac{1}{2} I_m R$. $I = \frac{\varepsilon(2r+R)}{2r(r+R)}$. $P = \varepsilon I = \frac{\varepsilon^2(2r+R)}{2r(r+R)}$.

5. 1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$. $f_1 = \frac{dF}{d-F} = 35 \text{ см}$.

2) Из-за пластины предмет сместится к линзе на $\Delta = \frac{n-1}{n} H = 2 \text{ см}$. $d_2 = d - \Delta = 12 \text{ см}$.

$f_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = 60 \text{ см}$.

3) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{f_2}{d_2} = 5$. Скорость изображения $u = \Gamma^2 V = 25V = 25 \text{ см/с}$.

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 11-06

1. 1) $a = \frac{F_0}{7m} = 1 \text{ м/с}^2$. 2) $T = \frac{6}{7} F_0 = 1,8 \text{ Н}$.

3) Можно показать, что для удлинения пружины $k\Delta L = \frac{1}{2}(F_1 + F_2)$, где F_1 и F_2 - силы на концах пружины. У нас $F_1 = \frac{4}{7} F_0$, $F_2 = \frac{3}{7} F_0$. Тогда $\Delta L = \frac{F_0}{2k}$. $\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha$, где $\alpha = 0,4$. $L_0 = \frac{1}{2} \frac{F_0}{k\alpha} = 35 \text{ см}$.

2. 1) $A_{12} = A = \frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)$. $Q_{12} = \nu \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + A$. Отсюда $Q_{12} = 4A$.

2) $Q_{23} = \nu \frac{3}{4} R (T_3 - T_2)$, $Q_{23} = \nu \frac{3}{2} R (T_3 - T_2) + (-A)$. Отсюда $Q_{23} = A > 0$.

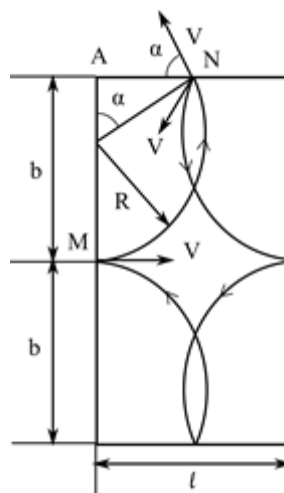
3. 1) $\frac{mV^2}{R} = qVB$. $R = \frac{mV}{qB} = \frac{V}{\gamma B} = 10 \text{ см}$.

2) $\cos \alpha = \frac{b-R}{R} = \frac{1}{2}$, $\alpha = \frac{\pi}{3}$.

3) $AN = R \sin \alpha = 5\sqrt{3} \text{ см}$.

$t_{MN} = \frac{(\pi - \pi/3)R}{V} = \frac{2\pi R}{3V} = \frac{2\pi}{3\gamma B}$.

$\frac{l}{AN} = 2$. $t = 4t_{MN} = \frac{8\pi}{3\gamma B} = 837 \text{ с}$.



4. 1) $I_m = \frac{\varepsilon}{r}$.

2) $\varepsilon = Ir + \left(I - \frac{1}{4} I_m\right) R$. $I = \frac{\varepsilon(4r+R)}{4r(r+R)}$.

3) $P = \varepsilon I = \frac{\varepsilon^2(4r+R)}{4r(r+R)}$.

5. 1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$. $f_1 = \frac{dF}{d-F} \approx 94 \text{ см}$.

2) Из-за пластины предмет сместится к линзе на $\Delta = \frac{n-1}{n} H = 4 \text{ см}$. $d_2 = d - \Delta = 30 \text{ см}$.

$f_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = 150 \text{ см}$.

3) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{f_2}{d_2} = 5$. Скорость изображения $u = \Gamma^2 V = 25V = 75 \text{ см/с}$.

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 11-07

1. 1) $a = \frac{F_0}{10m} = 0,42 \text{ м/с}^2$. 2) $T = \frac{2}{5} F_0 \approx 0,34 \text{ Н}$.

3) Можно показать, что для удлинения пружины $k\Delta L = \frac{1}{2}(F_1 + F_2)$, где F_1 и F_2 - силы на концах пружины. У нас $F_1 = \frac{4}{5} F_0$, $F_2 = \frac{7}{10} F_0$. Тогда $\Delta L = \frac{3}{4} \frac{F_0}{k}$. $\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha$, где $\alpha = 0,35$. $L_0 = \frac{3}{4} \frac{F_0}{k\alpha} = 15 \text{ см}$.

2. 1) $A_{12} = -A = \frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)$. $Q_{12} = \nu \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + (-A)$. Отсюда $Q_{12} = -4A < 0$.

2) $Q_{23} = \nu R (T_3 - T_2)$, $Q_{23} = \nu \frac{3}{2} R (T_3 - T_2) + A$. Отсюда $Q_{23} = -2A < 0$.

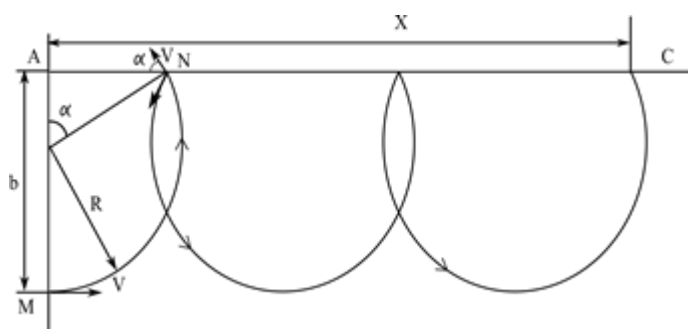
3. 1) $\frac{mV^2}{R} = qVB$. $R = \frac{mV}{qB} = \frac{V}{\gamma B} = 10 \text{ см}$.

2) $\cos \alpha = \frac{b-R}{R} = \frac{1}{2}$, $\alpha = \frac{\pi}{3}$.

3) $AN = R \sin \alpha = 5\sqrt{3} \text{ см}$.

$t_{MN} = \frac{(\pi - \pi/3)R}{V} = \frac{2\pi R}{3V} = \frac{2\pi}{3\gamma B}$.

$\frac{x}{AN} = 5$. $t = 5t_{MN} = \frac{10\pi}{3\gamma B} = 1047 \text{ с}$.



4. 1) $I_m = \frac{\varepsilon}{r+R}$.

2) $U_c = \frac{1}{3} I_m R = \frac{R\varepsilon}{3(r+R)}$.

3) $\varepsilon = Ir + \frac{1}{3} I_m R$. $I = \frac{\varepsilon(3r+2R)}{3r(r+R)}$. $P = \varepsilon I = \frac{\varepsilon^2(3r+2R)}{3r(r+R)}$.

5. 1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$. $f_1 = \frac{dF}{d-F} \approx 47 \text{ см}$.

2) Из-за пластины предмет сместится к линзе на $\Delta = \frac{n-1}{n} H = 2 \text{ см}$. $d_2 = d - \Delta = 20 \text{ см}$.

$f_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = 60 \text{ см}$.

3) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{f_2}{d_2} = 3$. Скорость изображения $u = \Gamma^2 V = 9V = 36 \text{ см/с}$.

Олимпиада «Физтех». 2018 г. Физика. Решения. Билет 11-08

1. 1) $a = \frac{F_0}{7m} = 0,8 \text{ м/с}^2$. 2) $T = \frac{4}{7} F_0 = 0,8 \text{ Н}$.

3) Можно показать, что для удлинения пружины $k\Delta L = \frac{1}{2}(F_1 + F_2)$, где F_1 и F_2 - силы на концах пружины. У нас $F_1 = \frac{3}{7} F_0$, $F_2 = \frac{2}{7} F_0$. Тогда $\Delta L = \frac{5}{14} \frac{F_0}{k}$. $\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha$, где $\alpha = 0,25$. $L_0 = \frac{5}{14} \frac{F_0}{k\alpha} = 20 \text{ см}$.

2. 1) $A_{23} = -A$. $A_{23} = \frac{1}{2} P_3 V_3 - \frac{1}{2} P_2 V_2 = \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_2)$. $-Q = \nu \frac{3}{2} R (T_3 - T_2) + (-A)$. Отсюда $A = \frac{Q}{4}$.

2) $Q_{12} = \nu R (T_2 - T_1)$, $Q_{12} = \nu \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + A$. Отсюда, с учетом выражения для A , $Q_{12} = -2A = -\frac{Q}{2} < 0$.

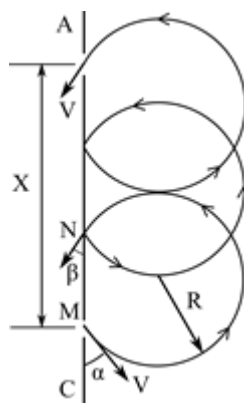
3. 1) $\frac{mV^2}{R} = qVB$. $R = \frac{mV}{qB} = \frac{V}{\gamma B} = 10 \text{ см}$.

2) $\beta = \alpha = \frac{\pi}{6}$.

3) $MN = 2R \sin \alpha = R$.

$t_{MN} = \frac{(2\pi - \pi/3)R}{V} = \frac{5\pi R}{3V} = \frac{5\pi}{3\gamma B}$.

$\frac{x}{MN} = 3$. $t = 3t_{MN} = \frac{5\pi}{\gamma B} = 1570 \text{ с}$.



4. 1) $I_m = \frac{\mathcal{E}}{r}$.

2) $\mathcal{E} = Ir + \left(I - \frac{1}{5} I_m\right) R$. $I = \frac{\mathcal{E}(5r + R)}{5r(r + R)}$.

3) $P = \mathcal{E}I = \frac{\mathcal{E}^2(5r + R)}{5r(r + R)}$.

5. 1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$. $f_1 = \frac{dF}{d - F} \approx 64 \text{ см}$.

2) Из-за пластины предмет сместится к линзе на $\Delta = \frac{n-1}{n} H = 4 \text{ см}$. $d_2 = d - \Delta = 25 \text{ см}$.

$f_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = 100 \text{ см}$.

3) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{f_2}{d_2} = 4$. Скорость изображения $u = \Gamma^2 V = 16V = 32 \text{ см/с}$.

Критерии оценивания. Ол-да «Физтех». 2018 г.
Билеты 11-01, 11-02, 11-03, 11-04

Задача 1. (10 очков) [В.И. Чивилёв]

- 1) Есть все ур-я для ответа на 1-й вопрос 2 очка
 Ответ на 1-й вопрос 3 очка
2) Есть связь ускорений 2 очка
 Есть все ур-я для ответа на 2-й вопрос 1 очко
 Ответ на 2-й вопрос 2 очка

Задача 2. (10 очков) [А.А. Шеронов]

- Есть все ур-я для ответа на 1-й и 2-й вопросы по 2 очка
за каждый вопрос
Ответ на 1-й вопрос 3 очка
Ответ на 2-й вопрос 3 очка

Задача 3. (10 очков) [Л.М. Колдунов]

- Есть все ур-я для ответа на 1-й и 2-й вопросы по 2 очка
за каждый вопрос
Ответ на 1-й вопрос 3 очка
Ответ на 2-й вопрос 3 очка

Задача 4. (10 очков) [В.И. Плис]

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

Задача 5. (10 очков) [В.И. Чивилёв]

- 1) Ответ на 1-й вопрос 2 очка
2) Ответ на 2-й вопрос 3 очка
3) Найдена относительная скорость стержня 1 очко
 Найдена относительная скорость изображения 2 очка
 Ответ на 3-й вопрос 2 очка

**Критерии оценивания. Ол-да «Физтех». 2018 г.
Билеты 11-05, 11-06, 11-07, 11-08**

Задача 1. (10 очков) [В.И. Чивилёв]

- 1) Ответ на 1-й вопрос 2 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос 3 очка
- 3) Аналитический и численный ответ с доказательством (график, интегрирование) 5 очков
- Аналитический и численный ответ без доказательства 2 очка
- (слова о линейности силы – не доказательство)
- Есть численный ответ в «см», независимо от способа решения, в интервале Б-05 $25 \pm 2,3$; Б-06 35 ± 5 ; Б-07 15 ± 1 ; Б-08 20 ± 4 ... 1 очко

Задача 2. (10 очков) [В.И. Плис]

- 1) Есть все ур-я для ответа на 1-й вопрос 2 очка
- Ответ на 1-й вопрос 3 очка
- 2) Есть все ур-я для ответа на 2-й вопрос 2 очка
- Ответ на 2-й вопрос 3 очка

Задача 3. (10 очков) [Л.М. Колдунов]

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

Задача 4. (10 очков) [А.А. Шеронов]

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

Задача 5. (10 очков) [В.И. Чивилёв]

- 1) Ответ на 1-й вопрос 2 очка
- 2) Найдено смещение предмета 3 очка
- Ответ на 2-й вопрос 1 очко
- 3) Ответ на 3-й вопрос 4 очка