

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-01

Часть I

1. Клин находится на горизонтальной поверхности стола. Легкая нерастяжимая нить, перекинутая через укрепленный на клине легкий блок, привязана к небольшому по размерам шару и стене (см. рис.). Систему удерживают в покое, отведя шар в сторону так, что нить составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с горизонтом, участок нити СА горизонтален, шар находится на расстоянии H от стола. Затем систему отпускают, она движется, при этом угол α наклона нити к горизонту не изменяется.



- 1) Под каким углом к горизонту направлено ускорение шара? Найти значение любой тригонометрической функции этого угла.
- 2) Найти ускорение клина. Ответ выразить через ускорение свободного падения g .
- 3) Найти отношение массы шара к массе клина.
- 4) Через какое время шар достигнет стола?

Трением в системе пренебречь. Все точки системы перемещаются в вертикальной плоскости. Клин не переворачивается. Шар достигает стола раньше, чем клин доезжает до стены.

2. Гелий в количестве ν моль охлаждается от начальной температуры T_0 в процессе с молярной теплоемкостью, зависящей от температуры T линейно: $C(T) = 2R \frac{T}{T_0}$. Здесь R – универсальная газовая постоянная. Гелий считать идеальным газом.

- 1) Какое количество теплоты Q_1 ($Q_1 > 0$) отдаст газ в таком процессе при уменьшении температуры от T_0 до $\frac{5}{6}T_0$?
- 2) До какой температуры надо охладить газ, чтобы газ совершил минимальную работу?
- 3) Найти эту минимальную работу.

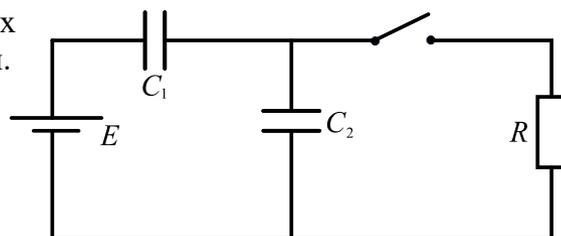
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-01

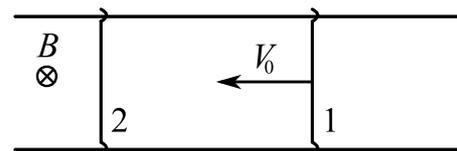
Часть II

3. Цепь собрана из предварительно незаряженных конденсаторов. Ключ разомкнут, режим установился (см. рис.). Параметры цепи указаны на схеме, причем $C_2 = C$, $C_1 = 2C$, источник идеальный. Ключ замыкают.



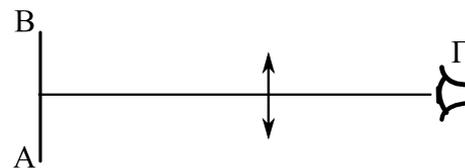
- 1) Найти ток через резистор сразу после замыкания ключа.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа?
- 3) Найти ток в резисторе после замыкания ключа в момент, когда ток через C_1 равен I_0 .

4. По двум параллельным хорошо проводящим рельсам, находящимся в одной горизонтальной плоскости и в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией B могут скользить без трения две перемычки (см. рис.). Расстояние между рельсами L . Перемычка 1 имеет массу m и сопротивление R , у перемычки 2 масса $2m$ и сопротивление $2R$. Вначале перемычки покоились. Затем перемычке 1 сообщили скорость V_0 в направлении второй перемычки. Известно, что перемычки не столкнулись. Индуктивность контура из перемычек и рельсов не учитывать.



- 1) Найдите ускорение перемычки 2 в начальный момент.
- 2) Найдите скорость каждой перемычки через продолжительный промежуток времени.
- 3) Найдите расстояние между перемычками через продолжительный промежуток времени, если в начальный момент расстояние между ними было S_0 .

5. Тонкая линза с фокусным расстоянием 9 см закреплена на штативе. На стене висит небольшая круглая картина АВ диаметром $H = 9$ см на расстоянии 36 см от линзы (см. рис.). Наблюдатель рассматривает глазом Г действительное изображение картины в линзе, аккомодировав глаз на расстояние 24 см. Глаз и центр картины находятся на главной оптической оси линзы.



- 1) На каком расстоянии x от линзы расположен глаз?
- 2) Найти минимальный диаметр D_M линзы, при котором наблюдатель сможет увидеть целиком всё изображение картины.
- 3) На каком расстоянии от линзы и где между картиной и её изображением в линзе следует поместить небольшой непрозрачный экран, чтобы не видеть ни одной детали изображения?

Размерами зрачка глаза и экрана пренебречь по сравнению с диаметром линзы.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-02

Часть I

1. Клин находится на горизонтальной поверхности стола. Легкая нерастяжимая нить, перекинутая через укрепленный на клине легкий блок, привязана к небольшому по размерам шару и стене (см. рис.). Систему удерживают в покое, отведя шар в сторону так, что нить составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с горизонтом, участок нити СА горизонтален, шар находится на расстоянии H от стола. Затем систему отпускают, она движется, при этом угол α наклона нити к горизонту не изменяется.



- 1) Под каким углом к вертикали направлено ускорение шара? Найти значение любой тригонометрической функции этого угла.
- 2) Найти ускорение клина. Ответ выразить через ускорение свободного падения g .
- 3) Найти отношение массы шара к массе клина.
- 4) Через какое время шар достигнет стола?

Трением в системе пренебречь. Все точки системы перемещаются в вертикальной плоскости. Клин не переворачивается. Шар достигает стола раньше, чем клин доезжает до стены.

2. Гелий в количестве ν моль охлаждается от начальной температуры T_0 в процессе с молярной теплоемкостью, зависящей от температуры T линейно: $C(T) = \frac{5}{2}R \frac{T}{T_0}$. Здесь R – универсальная газовая постоянная. Гелий считать идеальным газом.

- 1) Какое количество теплоты Q_1 ($Q_1 > 0$) отдаст газ в таком процессе при уменьшении температуры от T_0 до $\frac{1}{2}T_0$?
- 2) До какой температуры надо охладить газ, чтобы газ совершил минимальную работу?
- 3) Найти эту минимальную работу.

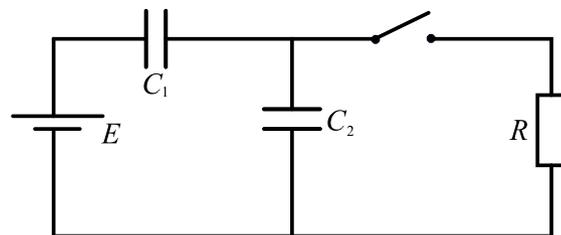
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-02

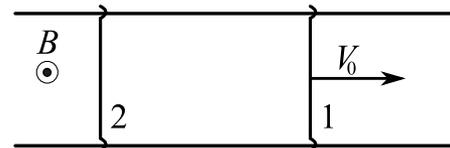
Часть II

3. Цепь собрана из предварительно незаряженных конденсаторов. Ключ разомкнут, режим установился (см. рис.). Параметры цепи указаны на схеме, причем $C_2 = C$, $C_1 = 3C$, источник идеальный. Ключ замыкают.



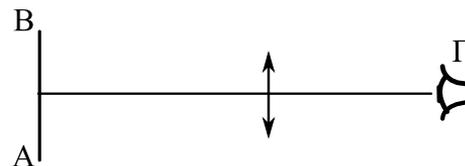
- 1) Найти ток через резистор сразу после замыкания ключа.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа?
- 3) Найти напряжение на резисторе после замыкания ключа в момент, когда ток через C_2 равен I_0 .

4. По двум параллельным хорошо проводящим рельсам, находящимся в одной горизонтальной плоскости и в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией B могут скользить без трения две перемычки (см. рис.). Расстояние между рельсами L . Перемычка 1 имеет массу m и сопротивление R , у перемычки 2 масса $m/2$ и сопротивление $4R$. Вначале перемычки покоились. Затем перемычке 1 сообщили скорость V_0 и она стала удаляться от второй перемычки. Индуктивность контура из перемычек и рельсов не учитывать.



- 1) Найдите ускорение перемычки 2 в начальный момент.
- 2) Найдите скорость каждой перемычки через продолжительный промежуток времени.
- 3) На сколько увеличилось расстояние между перемычками через продолжительный промежуток времени?

5. Тонкая линза с фокусным расстоянием 12 см закреплена на штативе. На стене висят часы с круглым циферблатом АВ диаметром $H = 9$ см на расстоянии 48 см от линзы (см. рис.). Наблюдатель рассматривает глазом Г действительное изображение циферблата в линзе, аккомодировав глаз на расстояние 24 см. Глаз и центр циферблата находятся на главной оптической оси линзы.



- 1) На каком расстоянии x от линзы расположен глаз?
- 2) Найти минимальный диаметр D_M линзы, при котором наблюдатель сможет увидеть целиком всё изображение циферблата.
- 3) На каком расстоянии от линзы и где между часами и изображением циферблата в линзе следует поместить небольшой непрозрачный экран, чтобы не видеть ни одной детали изображения?

Размерами зрачка глаза и экрана пренебречь по сравнению с диаметром линзы.

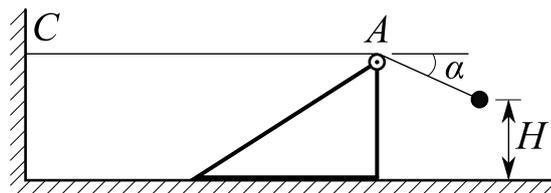
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-03

Часть I

1. Клин находится на горизонтальной поверхности стола. Легкая нерастяжимая нить, перекинутая через укрепленный на клине легкий блок, привязана к небольшому по размерам шару и стене (см. рис.). Систему удерживают в покое, отведя шар в сторону так, что нить составляет угол α ($\cos \alpha = 5/13$) с горизонтом, участок нити СА горизонтален, шар находится на расстоянии H от стола. Затем систему отпускают, она движется, при этом угол α наклона нити к горизонту не изменяется.



- 1) Под каким углом к горизонту направлено ускорение шара? Найти значение любой тригонометрической функции этого угла.
- 2) Найти ускорение клина. Ответ выразить через ускорение свободного падения g .
- 3) Найти отношение массы шара к массе клина.
- 4) Через какое время шар достигнет стола?

Трением в системе пренебречь. Все точки системы перемещаются в вертикальной плоскости. Клин не переворачивается. Шар достигает стола раньше, чем клин доезжает до стены.

2. Гелий в количестве ν моль охлаждается от начальной температуры T_0 в процессе с молярной теплоемкостью, зависящей от температуры T линейно: $C(T) = 3R \frac{T}{T_0}$. Здесь R – универсальная газовая постоянная. Гелий считать идеальным газом.

- 1) Какое количество теплоты Q_1 ($Q_1 > 0$) отдаст газ в таком процессе при уменьшении температуры от T_0 до $\frac{3}{5}T_0$?
- 2) До какой температуры надо охладить газ, чтобы газ совершил минимальную работу?
- 3) Найти эту минимальную работу.

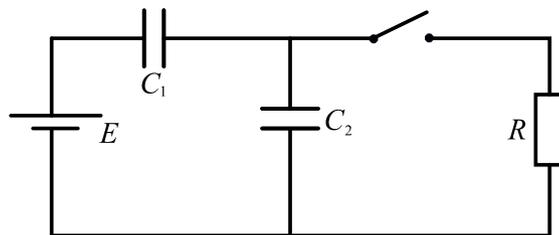
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-03

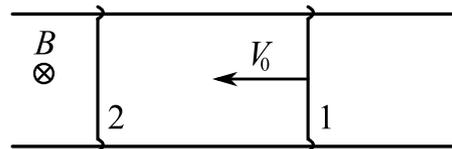
Часть II

3. Цепь собрана из предварительно незаряженных конденсаторов. Ключ разомкнут, режим установился (см. рис.). Параметры цепи указаны на схеме, причем $C_2 = C$, $C_1 = 4C$, источник идеальный. Ключ замыкают.



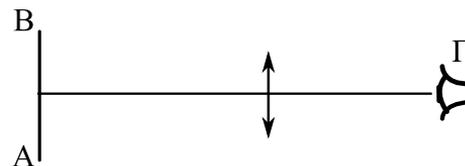
- 1) Найти ток через резистор сразу после замыкания ключа.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа?
- 3) Найти напряжение на резисторе после замыкания ключа в момент, когда ток через C_1 равен I_0 .

4. По двум параллельным хорошо проводящим рельсам, находящимся в одной горизонтальной плоскости и в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией B могут скользить без трения две перемычки (см. рис.). Расстояние между рельсами L . Перемычка 1 имеет массу $2m$ и сопротивление R , у перемычки 2 масса m и сопротивление $3R$. Вначале перемычки покоились. Затем перемычке 1 сообщили скорость V_0 в направлении второй перемычки. Известно, что перемычки не столкнулись. Индуктивность контура из перемычек и рельсов не учитывать.



- 1) Найдите ускорение перемычки 1 в начальный момент.
- 2) Найдите скорость каждой перемычки через продолжительный промежуток времени.
- 3) Найдите расстояние между перемычками через продолжительный промежуток времени, если в начальный момент расстояние между ними было S_0 .

5. Тонкая линза с фокусным расстоянием 18 см закреплена на штативе. На стене висит небольшая круглая картина АВ диаметром $H = 9$ см на расстоянии 72 см от линзы (см. рис.). Наблюдатель рассматривает глазом Г действительное изображение картины в линзе, аккомодировав глаз на расстояние 24 см. Глаз и центр картины находятся на главной оптической оси линзы.



- 1) На каком расстоянии x от линзы расположен глаз?
- 2) Найти минимальный диаметр D_M линзы, при котором наблюдатель сможет увидеть целиком всё изображение картины.
- 3) На каком расстоянии от линзы и где между картиной и её изображением в линзе следует поместить небольшой непрозрачный экран, чтобы не видеть ни одной детали изображения?

Размерами зрачка глаза и экрана пренебречь по сравнению с диаметром линзы.

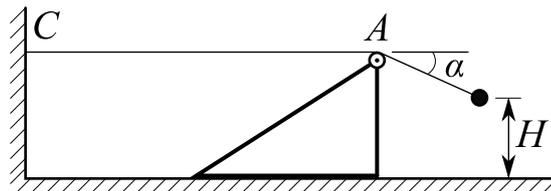
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-04

Часть I

1. Клин находится на горизонтальной поверхности стола. Легкая нерастяжимая нить, перекинутая через укрепленный на клине легкий блок, привязана к небольшому по размерам шару и стене (см. рис.). Систему удерживают в покое, отведя шар в сторону так, что нить составляет угол α ($\cos \alpha = 8/17$) с горизонтом, участок нити СА горизонтален, шар находится на расстоянии H от стола. Затем систему отпускают, она движется, при этом угол α наклона нити к горизонту не изменяется.



- 1) Под каким углом к вертикали направлено ускорение шара? Найти значение любой тригонометрической функции этого угла.
- 2) Найти ускорение клина. Ответ выразить через ускорение свободного падения g .
- 3) Найти отношение массы шара к массе клина.
- 4) Через какое время шар достигнет стола?

Трением в системе пренебречь. Все точки системы перемещаются в вертикальной плоскости. Клин не переворачивается. Шар достигает стола раньше, чем клин доезжает до стены.

2. Гелий в количестве ν моль охлаждается от начальной температуры T_0 в процессе с молярной теплоемкостью, зависящей от температуры T линейно: $C(T) = \frac{9}{5}R \frac{T}{T_0}$. Здесь R – универсальная газовая постоянная. Гелий считать идеальным газом.

- 1) Какое количество теплоты Q_1 ($Q_1 > 0$) отдаст газ в таком процессе при уменьшении температуры от T_0 до $\frac{3}{4}T_0$?
- 2) До какой температуры надо охладить газ, чтобы газ совершил минимальную работу?
- 3) Найти эту минимальную работу.

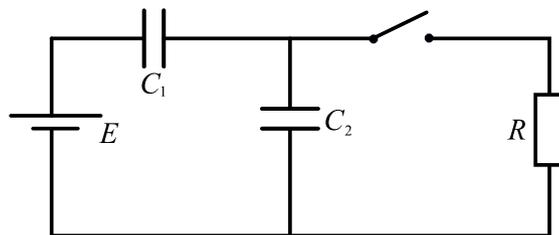
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-04

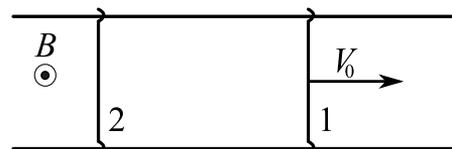
Часть II

3. Цепь собрана из предварительно незаряженных конденсаторов. Ключ разомкнут, режим установился (см. рис.). Параметры цепи указаны на схеме, причем $C_2 = C$, $C_1 = 5C$, источник идеальный. Ключ замыкают.



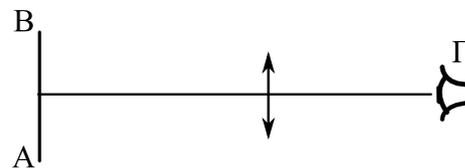
- 1) Найти ток через резистор сразу после замыкания ключа.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа?
- 3) Найти ток в резисторе после замыкания ключа в момент, когда ток через C_2 равен I_0 .

4. По двум параллельным хорошо проводящим рельсам, находящимся в одной горизонтальной плоскости и в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией B могут скользить без трения две перемычки (см. рис.). Расстояние между рельсами L . Перемычка 1 имеет массу $2m$ и сопротивление R , у перемычки 2 масса $m/2$ и сопротивление $5R$. Вначале перемычки покоились. Затем перемычке 1 сообщили скорость V_0 и она стала удаляться от второй перемычки. Индуктивность контура из перемычек и рельсов не учитывать.



- 1) Найдите ускорение перемычки 1 в начальный момент.
- 2) Найдите скорость каждой перемычки через продолжительный промежуток времени.
- 3) На сколько увеличилось расстояние между перемычками через продолжительный промежуток времени?

5. Тонкая линза с фокусным расстоянием 24 см закреплена на штативе. На стене висят часы с круглым циферблатом АВ диаметром $H = 9$ см на расстоянии 96 см от линзы (см. рис.). Наблюдатель рассматривает глазом Г действительное изображение циферблата в линзе, аккомодировав глаз на расстояние 24 см. Глаз и центр циферблата находятся на главной оптической оси линзы.



- 1) На каком расстоянии x от линзы расположен глаз?
- 2) Найти минимальный диаметр D_M линзы, при котором наблюдатель сможет увидеть целиком всё изображение циферблата.
- 3) На каком расстоянии от линзы и где между часами и изображением циферблата в линзе следует поместить небольшой непрозрачный экран, чтобы не видеть ни одной детали изображения?

Размерами зрачка глаза и экрана пренебречь по сравнению с диаметром линзы.

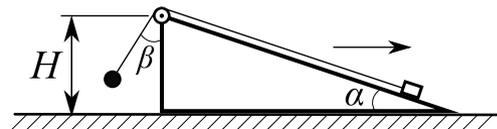
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-05

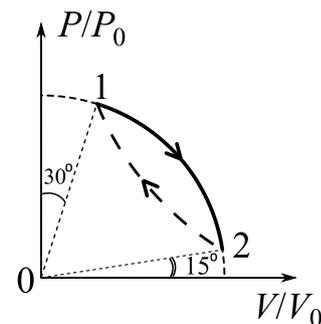
Часть I

1. Клин с углом наклона α ($\cos \alpha = 12/13$) находится на горизонтальном столе. Через невесомый блок, укрепленный на клине, перекинута легкая нерастяжимая нить, к концам которой привязаны шарик массой m и брусок массой $13m$ (см. рис.). Вначале систему удерживают неподвижно, расположив шарик вблизи блока на расстоянии H от стола, нить при этом не провисает. Затем клин стали двигать с постоянным горизонтальным ускорением, а шарик отпустили. Брусок и шарик пришли в движение, при этом нить, привязанная к шарiku, составила угол β ($\cos \beta = 4/5$) с вертикалью. Все точки системы перемещаются в вертикальной плоскости. Трением в оси блока и бруска о клин пренебречь. Шарик достигает стола раньше, чем брусок доезжает до блока.



- 1) Найти ускорение клина.
- 2) С каким ускорением относительно клина движется брусок?
- 3) Через какое время шарик достигнет стола?

2. С идеальным одноатомным газом проводят циклический процесс. Расширение газа (см. рис.) можно описать графиком в виде дуги окружности 1-2 с центром в начале координат на pV -диаграмме (p_0 и V_0 – некоторые фиксированные давление и объём). Неравновесное сжатие газа 2-1 характеризуется пренебрежимо малым теплообменом с окружающей средой. Радиусы, проведённые в точки 1 и 2, составляют углы 30° и 15° с осями p/p_0 и V/V_0 соответственно.



- 1) Найти отношение температур в состояниях 1 и 2.
- 2) Найти угол с горизонтальной осью, который составляет радиус, проведённый в точку с теплоёмкостью равной нулю в процессе расширения 1-2, если такая точка существует. Дать значение любой тригонометрической функции угла.
- 3) Найти отношение работы газа за цикл к работе газа при расширении.

Ответы можно представить в виде числового выражения, не производя окончательного расчёта "до числа".

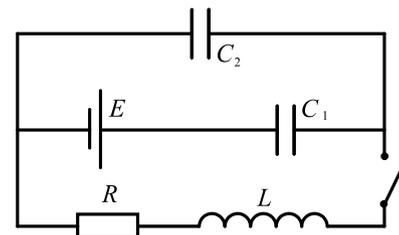
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-05

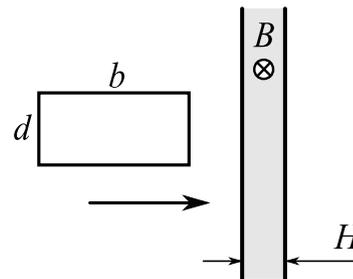
Часть II

3. Цепь собрана из предварительно незаряженных конденсаторов. Ключ разомкнут, режим установился (см. рис.). Параметры цепи указаны на схеме, причем $C_1 = C$, $C_2 = 2C$, источник идеальный. Ключ замыкают.



- 1) Найти скорость возрастания тока в катушке сразу после замыкания ключа.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа.
- 3) Найти ток в катушке после замыкания ключа в момент, когда ток через C_1 равен I_0 .

4. Прямоугольная проводящая рамка массой m со сторонами d и $b = 2d$ движется по гладкой горизонтальной поверхности стола со скоростью V_0 перпендикулярно правой стороне рамки (см. рис.). Сопротивление рамки R . На пути рамки находится область однородного магнитного поля с индукцией B . Ширина поля $H = d/3$, индукция поля вертикальна, скорость рамки перпендикулярна границе поля. Известно, что рамка, двигаясь поступательно, проходит поле и покидает его. Индуктивность рамки не учитывать. Заданными считать m , d , V_0 , R , B .



- 1) Определить ускорение рамки сразу после вхождения в поле.
- 2) Найти скорость V_1 рамки при выходе правой стороны рамки из поля.
- 3) Найти скорость V_2 рамки после выхода рамки из поля.

5. Очень близорукий человек с практически нулевым пределом аккомодации глаза реально не различает с расстояния 25 см буквы мелкого печатного текста. Он имеет очки для рассматривания удаленных предметов и очки для чтения текста с расстояния 25 см. Известно, что отношение оптических сил этих очков равно 2. Считать, что очки расположены вплотную к глазу.

- 1) С какого расстояния x человек может прочитать текст без очков? Найти оптическую силу его очков для рассматривания удаленных предметов.
- 2) Очки какой оптической силы потребуются этому человеку для работы на компьютере при рассматривании экрана с расстояния 50 см?

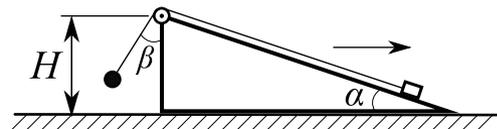
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-06

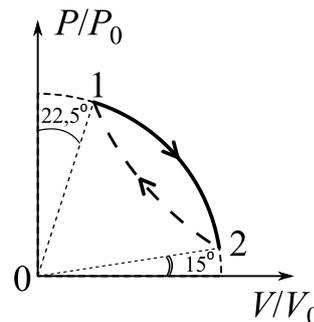
Часть I

1. Клин с углом наклона α ($\cos \alpha = 4/5$) находится на горизонтальном столе. Через невесомый блок, укрепленный на клине, перекинута легкая нерастяжимая нить, к концам которой привязаны шарик массой m и брусок массой $2m$ (см. рис.). Вначале систему удерживают неподвижно, расположив шарик вблизи блока на расстоянии H от стола, нить при этом не провисает. Затем клин стали двигать с постоянным горизонтальным ускорением, а шарик отпустили. Брусок и шарик пришли в движение, при этом нить, привязанная к шарiku, составила угол β ($\cos \beta = 12/13$) с вертикалью. Все точки системы перемещаются в вертикальной плоскости. Трением в оси блока и бруска о клин пренебречь. Шарик достигает стола раньше, чем брусок доезжает до блока.



- 1) Найти ускорение клина.
- 2) С каким ускорением относительно клина движется брусок?
- 3) Через какое время шарик достигнет стола?

2. С идеальным двухатомным газом (молярная теплоёмкость в изохорном процессе $C_V = \frac{5}{2}R$) проводят циклический процесс. Расширение газа (см. рис.) можно описать графиком в виде дуги окружности 1-2 с центром в начале координат на pV -диаграмме (p_0 и V_0 – некоторые фиксированные давление и объём). Неравновесное сжатие газа 2-1 характеризуется пренебрежимо малым теплообменом с окружающей средой. Радиусы, проведённые в точки 1 и 2, составляют углы $22,5^\circ$ и 15° с осями p/p_0 и V/V_0 соответственно.



- 1) Найти отношение температур в состояниях 1 и 2.
- 2) Найти угол с горизонтальной осью, который составляет радиус, проведённый в точку с теплоёмкостью равной нулю в процессе расширения 1-2, если такая точка существует. Дать значение любой тригонометрической функции угла.
- 3) Найти отношение работы газа за цикл к работе газа при расширении.

Ответы можно представить в виде числового выражения, не производя окончательного расчёта "до числа".

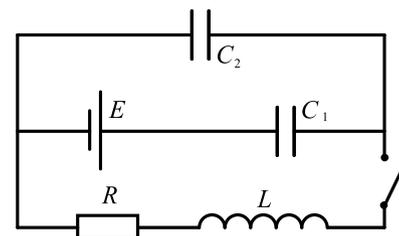
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-06

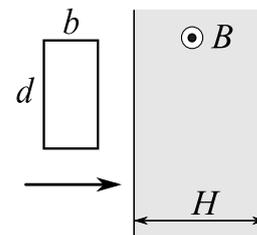
Часть II

3. Цепь собрана из предварительно незаряженных конденсаторов. Ключ разомкнут, режим установился (см. рис.). Параметры цепи указаны на схеме, причем $C_1 = C$, $C_2 = 3C$, источник идеальный. Ключ замыкают.



- 1) Найти скорость возрастания тока в катушке сразу после замыкания ключа.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа.
- 3) Найти напряжение на резисторе после замыкания ключа в момент, когда ток через C_2 равен I_0 .

4. Прямоугольная проводящая рамка массой m со сторонами d и $b = d/4$ движется по гладкой горизонтальной поверхности стола со скоростью V_0 перпендикулярно правой стороне рамки (см. рис.). Сопротивление рамки R . На пути рамки находится область однородного магнитного поля с индукцией B . Ширина поля $H = 2d$, индукция поля вертикальна, скорость рамки перпендикулярна границе поля. Известно, что рамка, двигаясь поступательно, проходит поле и покидает его. Индуктивность рамки не учитывать. Заданными считать m , d , V_0 , R , B .



- 1) Определить ускорение рамки сразу после вхождения правой стороны рамки в поле.
- 2) Найти скорость V_1 рамки при выходе правой стороны рамки из поля.
- 3) Найти скорость V_2 рамки после выхода рамки из поля.

5. Очень близорукий человек с практически нулевым пределом аккомодации глаза реально не различает с расстояния 25 см буквы мелкого печатного текста. Он имеет очки для рассматривания удаленных предметов и очки для чтения текста с расстояния 25 см. Известно, что отношение оптических сил этих очков равно $7/3$. Считать, что очки расположены вплотную к глазу.

- 1) С какого расстояния x человек может прочитать текст без очков? Найти оптическую силу его очков для рассматривания удаленных предметов.
- 2) Очки какой оптической силы потребуются этому человеку для работы на компьютере при рассматривании экрана с расстояния 50 см?

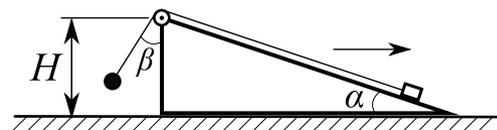
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-07

Часть I

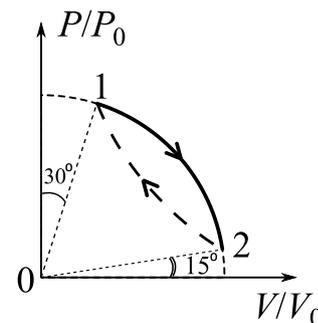
1. Клин с углом наклона α ($\cos \alpha = 5/13$) находится на горизонтальном столе. Через невесомый блок, укрепленный на клине, перекинута легкая нерастяжимая нить, к концам которой привязаны шарик массой m и брусок массой $m/2$ (см. рис.).



Вначале систему удерживают неподвижно, расположив шарик вблизи блока на расстоянии H от стола, нить при этом не провисает. Затем клин стали двигать с постоянным горизонтальным ускорением, а шарик отпустили. Брусок и шарик пришли в движение, при этом нить, привязанная к шарiku, составила угол β ($\cos \beta = 3/5$) с вертикалью. Все точки системы перемещаются в вертикальной плоскости. Трением в оси блока и бруска о клин пренебречь. Шарик достигает стола раньше, чем брусок доезжает до блока.

- 1) Найти ускорение клина.
- 2) С каким ускорением относительно клина движется брусок?
- 3) Через какое время шарик достигнет стола?

2. С идеальным одноатомным газом проводят циклический процесс. Расширение газа (см. рис.) можно описать графиком в виде дуги окружности 1-2 с центром в начале координат на pV -диаграмме (p_0 и V_0 – некоторые фиксированные давление и объём). Неравновесное сжатие газа 2-1 характеризуется пренебрежимо малым теплообменом с окружающей средой. Радиусы, проведённые в точки 1 и 2, составляют углы 30° и 15° с осями p/p_0 и V/V_0 соответственно.



- 1) Найти отношение разности температур в состояниях 1 и 2 к температуре в состоянии 2.
- 2) Найти угол с горизонтальной осью, который составляет радиус, проведённый в точку с теплоёмкостью равной нулю в процессе расширения 1-2, если такая точка существует. Дать значение любой тригонометрической функции угла.
- 3) Найти КПД тепловой машины, работающей по такому циклу.

Ответы можно представить в виде числового выражения, не производя окончательного расчёта "до числа".

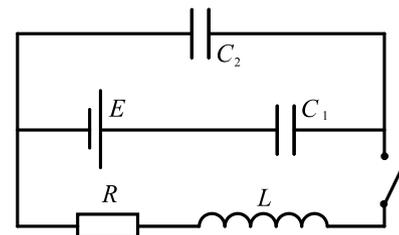
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-07

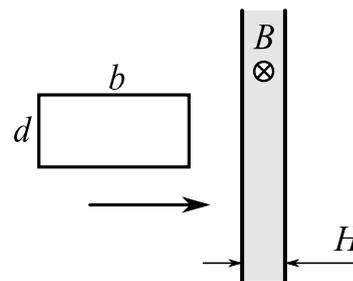
Часть II

3. Цепь собрана из предварительно незаряженных конденсаторов. Ключ разомкнут, режим установился (см. рис.). Параметры цепи указаны на схеме, причем $C_1 = C$, $C_2 = 4C$, источник идеальный. Ключ замыкают.



- 1) Найти скорость возрастания тока в катушке сразу после замыкания ключа.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа.
- 3) Найти ток в резисторе после замыкания ключа в момент, когда ток через C_1 равен I_0 .

4. Прямоугольная проводящая рамка массой m со сторонами d и $b = 3d$ движется по гладкой горизонтальной поверхности стола со скоростью V_0 перпендикулярно правой стороне рамки (см. рис.). Сопротивление рамки R . На пути рамки находится область однородного магнитного поля с индукцией B . Ширина поля $H = d/5$, индукция поля вертикальна, скорость рамки перпендикулярна границе поля. Известно, что рамка, двигаясь поступательно, проходит поле и покидает его. Индуктивность рамки не учитывать. Заданными считать m , d , V_0 , R , B .



- 1) Определить ускорение рамки сразу после вхождения в поле.
- 2) Найти скорость V_1 рамки при выходе правой стороны рамки из поля.
- 3) Найти скорость V_2 рамки после выхода рамки из поля.

5. Очень близорукий человек с практически нулевым пределом аккомодации глаза реально не различает с расстояния 25 см буквы мелкого печатного текста. Он имеет очки для рассматривания удаленных предметов и очки для чтения текста с расстояния 25 см. Известно, что отношение оптических сил этих очков равно 3. Считать, что очки расположены вплотную к глазу.

- 1) С какого расстояния x человек может прочитать текст без очков? Найти оптическую силу его очков для рассматривания удаленных предметов.
- 2) Очки какой оптической силы потребуются этому человеку для работы на компьютере при рассматривании экрана с расстояния 50 см?

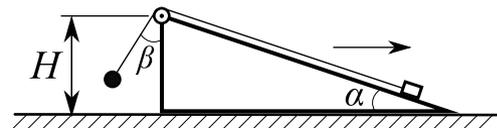
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-08

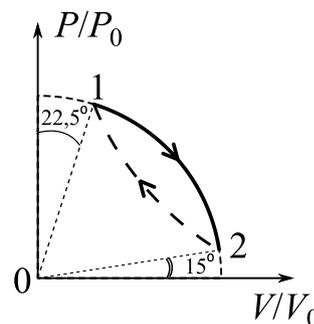
Часть I

1. Клин с углом наклона α ($\cos \alpha = 3/5$) находится на горизонтальном столе. Через невесомый блок, укрепленный на клине, перекинута легкая нерастяжимая нить, к концам которой привязаны шарик массой m и брусок массой $5m$ (см. рис.). Вначале систему удерживают неподвижно, расположив шарик вблизи блока на расстоянии H от стола, нить при этом не провисает. Затем клин стали двигать с постоянным горизонтальным ускорением, а шарик отпустили. Брусок и шарик пришли в движение, при этом нить, привязанная к шарiku, составила угол β ($\cos \beta = 5/13$) с вертикалью. Все точки системы перемещаются в вертикальной плоскости. Трением в оси блока и бруска о клин пренебречь. Шарик достигает стола раньше, чем брусок доезжает до блока.



- 1) Найти ускорение клина.
- 2) С каким ускорением относительно клина движется брусок?
- 3) Через какое время шарик достигнет стола?

2. С идеальным двухатомным газом (молярная теплоёмкость в изохорном процессе $C_V = \frac{5}{2}R$) проводят циклический процесс. Расширение газа (см. рис.) можно описать графиком в виде дуги окружности 1-2 с центром в начале координат на pV -диаграмме (p_0 и V_0 – некоторые фиксированные давление и объём). Неравновесное сжатие газа 2-1 характеризуется пренебрежимо малым теплообменом с окружающей средой. Радиусы, проведённые в точки 1 и 2, составляют углы $22,5^\circ$ и 15° с осями p/p_0 и V/V_0 соответственно.



- 1) Найти отношение разности температур в состояниях 1 и 2 к температуре в состоянии 2.
- 2) Найти угол с горизонтальной осью, который составляет радиус, проведённый в точку с теплоёмкостью равной нулю в процессе расширения 1-2, если такая точка существует. Дать значение любой тригонометрической функции угла.
- 3) Найти КПД тепловой машины, работающей по такому циклу.

Ответы можно представить в виде числового выражения, не производя окончательного расчёта "до числа".

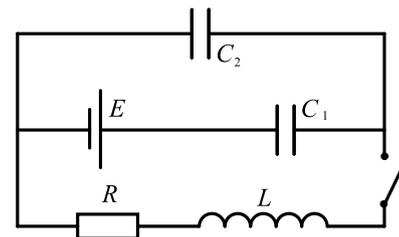
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-08

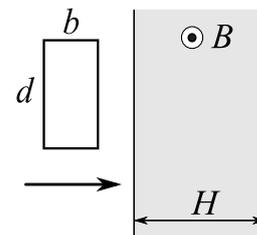
Часть II

3. Цепь собрана из предварительно незаряженных конденсаторов. Ключ разомкнут, режим установился (см. рис.). Параметры цепи указаны на схеме, причем $C_1 = C$, $C_2 = 5C$, источник идеальный. Ключ замыкают.



- 1) Найти скорость возрастания тока в катушке сразу после замыкания ключа.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа.
- 3) Найти напряжение на резисторе после замыкания ключа в момент, когда ток через C_2 равен I_0 .

4. Прямоугольная проводящая рамка массой m со сторонами d и $b = 2d/3$ движется по гладкой горизонтальной поверхности стола со скоростью V_0 перпендикулярно правой стороне рамки (см. рис.). Сопротивление рамки R . На пути рамки находится область однородного магнитного поля с индукцией B . Ширина поля $H = 3d$, индукция поля вертикальна, скорость рамки перпендикулярна границе поля. Известно, что рамка, двигаясь поступательно, проходит поле и покидает его. Индуктивность рамки не учитывать. Заданными считать m , d , V_0 , R , B .



- 1) Определить ускорение рамки сразу после вхождения правой стороны рамки в поле.
- 2) Найти скорость V_1 рамки при выходе правой стороны рамки из поля.
- 3) Найти скорость V_2 рамки после выхода рамки из поля.

5. Очень близорукий человек с практически нулевым пределом аккомодации глаза реально не различает с расстояния 25 см буквы мелкого печатного текста. Он имеет очки для рассматривания удаленных предметов и очки для чтения текста с расстояния 25 см. Известно, что отношение оптических сил этих очков равно 5. Считать, что очки расположены вплотную к глазу.

- 1) С какого расстояния x человек может прочитать текст без очков? Найти оптическую силу его очков для рассматривания удаленных предметов.
- 2) Очки какой оптической силы потребуются этому человеку для работы на компьютере при рассматривании экрана с расстояния 50 см?