

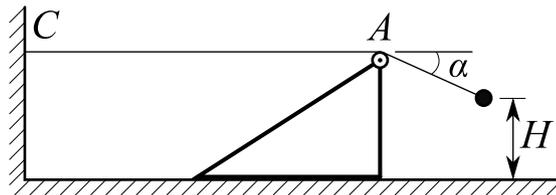
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

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.

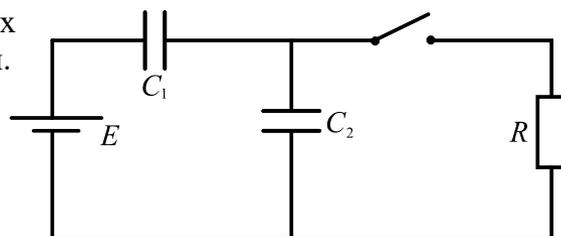
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-01

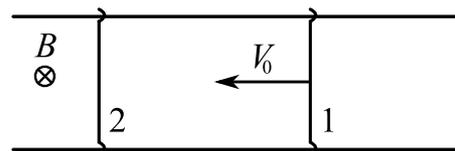
Часть II

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.



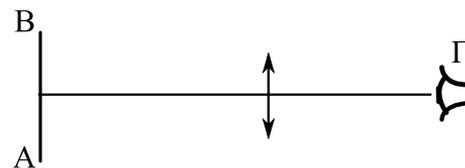
- 1) Найти ток через резистор сразу после замыкания ключа.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа?
- 3) Найти ток в резисторе после замыкания ключа в момент, когда ток через C_1 равен I_0 .

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.

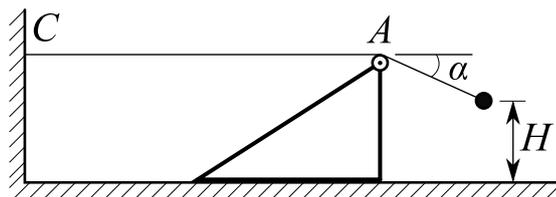
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

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.

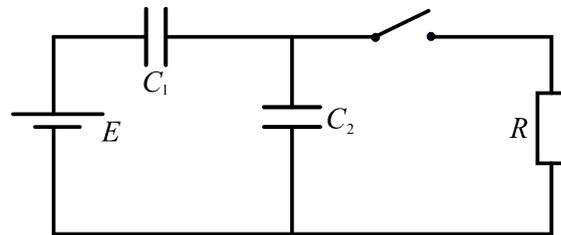
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-02

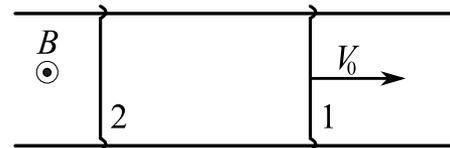
Часть II

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.



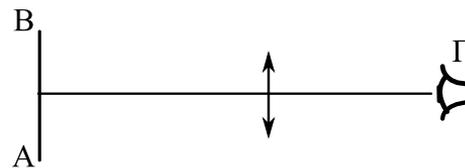
- 1) Найти ток через резистор сразу после замыкания ключа.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа?
- 3) Найти напряжение на резисторе после замыкания ключа в момент, когда ток через C_2 равен I_0 .

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.

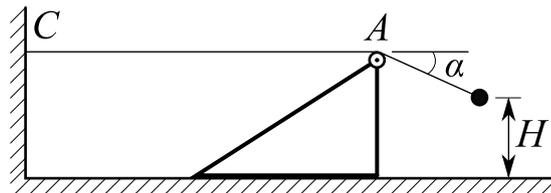
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

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.

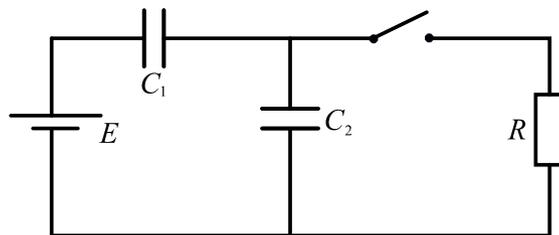
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 11

Вариант 11-03

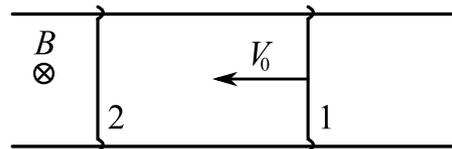
Часть II

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.



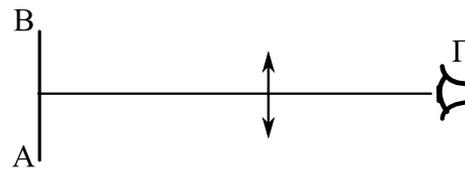
- 1) Найти ток через резистор сразу после замыкания ключа.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа?
- 3) Найти напряжение на резисторе после замыкания ключа в момент, когда ток через C_1 равен I_0 .

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.