

Олимпиада «Физтех» по физике 2017

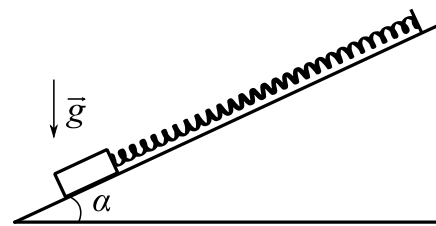
Класс 11

Билет 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. На наклоненной под углом α ($\cos \alpha = 3/4$) к горизонту поверхности лежит брусок, прикрепленный к упругой невесомой и достаточно длинной пружине (см. рис.). Коэффициент трения бруска о поверхность $\mu = 1/6$. Брусок отклоняют вниз вдоль поверхности на расстояние $A_0 = 35$ см от точки O , соответствующей положению равновесия бруска при отсутствии трения. Затем брусок отпускают, и начинаются затухающие колебания. Если брусок подвесить на этой пружине, то она удлинится на $x_0 = 32$ см.



1) На каком расстоянии от точки O окажется брусок при первой остановке?

2) На каком расстоянии от точки O брусок остановится окончательно?

3) Через какое время брусок остановится окончательно?

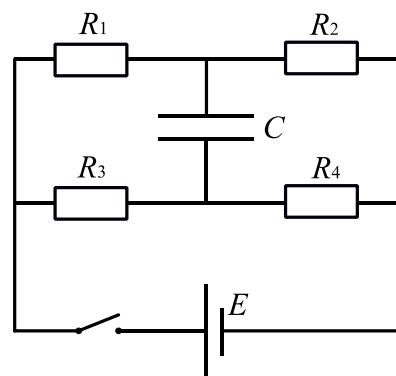
2. Поршень делит объем герметичного вертикально расположенного цилиндра на две части. Стенки цилиндра хорошо проводят теплоту. Снаружи цилиндра поддерживается постоянная температура $T = 373$ К. Поршень создает своим весом дополнительное давление $P = P_0/5$, где P_0 – нормальное атмосферное давление. Под поршнем в объеме $V_0 = 1$ л находится воздух, над поршнем в объеме V_0 – вода массой $m_1 = 1,2$ г и водяной пар. Система в равновесии. Цилиндр переворачивают вверх дном. После наступления равновесия под поршнем находится вода и водяной пар, над поршнем – воздух.

1) Найти объем пара в конечном состоянии.

2) Найти массу воды в конечном состоянии.

Объем воды значительно меньше объема цилиндра, масса воды значительно меньше массы поршня. Трением поршня о цилиндр пренебречь. Молярная масса водяного пара $\mu = 18$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

3. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы можно считать идеальными, ЭДС батареи E , сопротивления резисторов $R_1 = r$, $R_2 = 4r$, $R_3 = 3r$, $R_4 = 2r$. До замыкания ключа ток в цепи отсутствовал. Ключ замыкают, а затем через большой промежуток времени ключ размыкают.

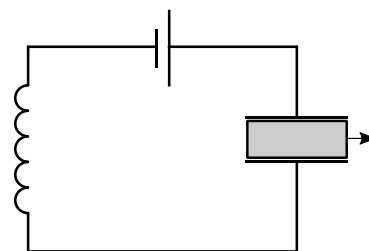


1) Найти напряжение U на конденсаторе в установившемся режиме при замкнутом ключе.

2) Найти количество Q теплоты, выделившейся на резисторе R_1 после размыкания ключа.

3) Найти ток I_0 , текущий через конденсатор сразу после замыкания ключа.

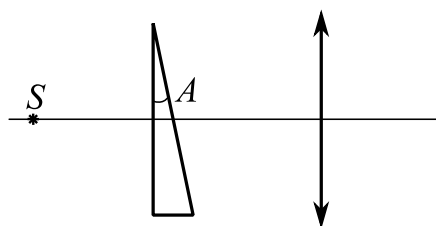
4. Источник с ЭДС E подключен через катушку с индуктивностью L к плоскому конденсатору (см. рис.). Источник и катушка идеальные. В конденсаторе находится пластина из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 3$, полностью заполняющая конденсатор. Емкость пустого конденсатора C . Режим в цепи установился. Пластину быстро извлекают из конденсатора так, что заряд конденсатора не успевает измениться.



1) Найти напряжение на конденсаторе сразу после извлечения пластины.

2) Найти максимальный ток в цепи после извлечения пластины.

5. Тонкая линза с фокусным расстоянием $F = 20$ см создает действительное изображение точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси на расстоянии $d = 60$ см от линзы. Между источником и линзой на расстоянии $L = 30$ см от линзы помещают (см. рис.) тонкую стеклянную призму с малым преломляющим углом $A = 0,04$ радиан при вершине. Призма изготовлена из стекла с показателем преломления $n = 1,5$.



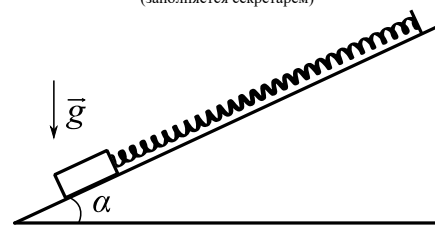
1) Найти расстояние f между линзой и изображением до помещения призмы.

2) На какой угол δ отклонится после прохождения призмы луч, идущий от источника вдоль главной оптической оси линзы?

3) Найти смещение изображения после помещения призмы.

Указание: при малых углах α справедливо $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$.

1. На наклоненной под углом α ($\cos \alpha = 3/4$) к горизонту поверхности лежит брусок, прикрепленный к упругой невесомой и достаточно длинной пружине (см. рис.). Коэффициент трения бруска о поверхность $\mu = 2/7$. Брусок отклоняют вверх вдоль поверхности на расстояние $A_0 = 41$ см от точки O , соответствующей положению равновесия бруска при отсутствии трения. Затем брусок отпускают, и начинаются затухающие колебания. Если брусок подвесить на этой пружине, то она удлинится на $x_0 = 28$ см.



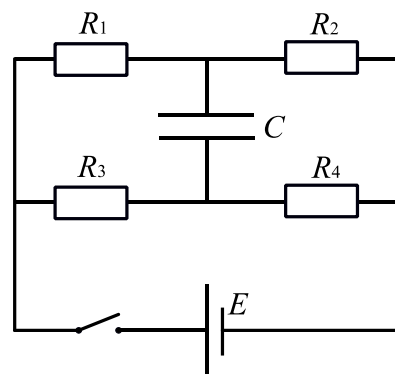
- 1) На каком расстоянии от точки O окажется брусок при первой остановке?
- 2) На каком расстоянии от точки O брусок остановится окончательно?
- 3) Через какое время брусок остановится окончательно?

2. Поршень делит объем герметичного вертикально расположенного цилиндра на две части. Стенки цилиндра хорошо проводят теплоту. Снаружи цилиндра поддерживается постоянная температура $T = 373$ К. Поршень создает своим весом дополнительное давление $P = P_0/5$, где P_0 – нормальное атмосферное давление. Под поршнем в объеме $V_0 = 2/3$ л находится вода массой $m_1 = 0,75$ г и водяной пар, над поршнем в объеме $2V_0$ – воздух. Система в равновесии. Цилиндр переворачивают вверх дном. После наступления равновесия под поршнем находится воздух, над поршнем – вода и водяной пар.

- 1) Найти объем пара в конечном состоянии.
- 2) Найти массу воды в конечном состоянии.

Объем воды значительно меньше объема цилиндра, масса воды значительно меньше массы поршня. Трением поршня о цилиндр пренебречь. Молярная масса водяного пара $\mu = 18$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

3. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы можно считать идеальными, ЭДС батареи E , сопротивления резисторов $R_1 = r$, $R_2 = 3r$, $R_3 = 4r$, $R_4 = 2r$. До замыкания ключа ток в цепи отсутствовал. Ключ замыкают, а затем через большой промежуток времени ключ размыкают.

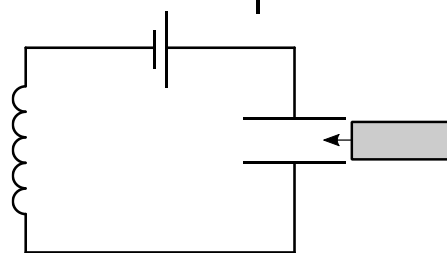


1) Найти заряд q (модуль и знак) на верхней (по рисунку) обкладке конденсатора в установившемся режиме при замкнутом ключе.

2) Найти количество Q теплоты, выделившейся на резисторе R_4 после размыкания ключа.

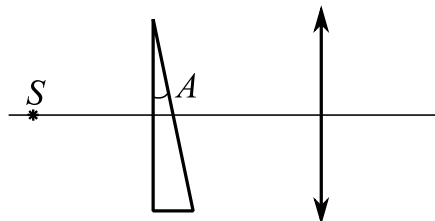
3) Найти ток I_0 , текущий через конденсатор сразу после замыкания ключа.

4. Источник с ЭДС E подключен через катушку с индуктивностью L к плоскому пустому конденсатору емкостью C (см. рис.). Источник и катушка идеальные. Режим в цепи установился. В конденсатор быстро вносят пластину из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 4$ так, что заряд конденсатора не успевает измениться. Пластина полностью заполняет конденсатор.



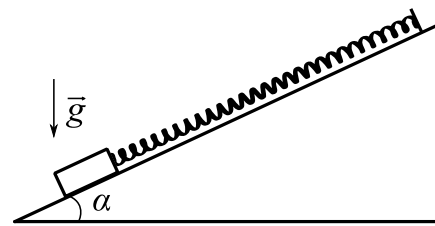
- 1) Найти напряжение на конденсаторе сразу после внесения пластины.
- 2) Найти максимальный ток в цепи после внесения пластины.

5. Тонкая линза с фокусным расстоянием $F = 16$ см создает действительное изображение точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси на расстоянии $d = 28$ см от линзы. Между источником и линзой на расстоянии $L = 20$ см от линзы помещают (см. рис.) тонкую стеклянную призму с малым преломляющим углом $A = 0,03$ радиан при вершине. Призма изготовлена из стекла с показателем преломления $n = 1,5$.



- 1) Найти расстояние f между линзой и изображением до помещения призмы.
 - 2) На какой угол δ отклонится после прохождения призмы луч, идущий от источника вдоль главной оптической оси линзы?
 - 3) Найти смещение изображения после помещения призмы.
- Указание: при малых углах α справедливо $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$.

1. На наклоненной под углом α ($\cos \alpha = 5/7$) к горизонту поверхности лежит брусок, прикрепленный к упругой невесомой и достаточно длинной пружине (см. рис.). Коэффициент трения бруска о поверхность $\mu = 7/30$. Брусок отклоняют вниз вдоль поверхности на расстояние $A_0 = 32$ см от точки O , соответствующей положению равновесия бруска при отсутствии трения. Затем брусок отпускают, и начинаются затухающие колебания. Если брусок подвесить на этой пружине, то она удлинится на $x_0 = 30$ см.



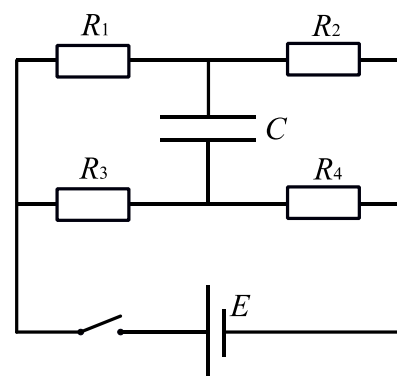
- 1) На каком расстоянии от точки O окажется брусок при первой остановке?
- 2) На каком расстоянии от точки O брусок остановится окончательно?
- 3) Через какое время брусок остановится окончательно?

2. Поршень делит объем герметичного вертикально расположенного цилиндра на две части. Стенки цилиндра хорошо проводят теплоту. Снаружи цилиндра поддерживается постоянная температура $T = 373$ К. Поршень создает своим весом дополнительное давление $P = P_0/4$, где P_0 – нормальное атмосферное давление. Под поршнем в объеме $V_0 = 0,5$ л находится воздух, над поршнем в объеме $3V_0$ – вода массой $m_1 = 0,8$ г и водяной пар. Система в равновесии. Цилиндр переворачивают вверх дном. После наступления равновесия под поршнем находится вода и водяной пар, над поршнем – воздух.

- 1) Найти объем пара в конечном состоянии.
- 2) Найти массу воды в конечном состоянии.

Объем воды значительно меньше объема цилиндра, масса воды значительно меньше массы поршня. Трением поршня о цилиндр пренебречь. Молярная масса водяного пара $\mu = 18$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

3. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы можно считать идеальными, ЭДС батареи E , сопротивления резисторов $R_1 = r$, $R_2 = 2r$, $R_3 = 5r$, $R_4 = 4r$. До замыкания ключа ток в цепи отсутствовал. Ключ замыкают, а затем через большой промежуток времени ключ размыкают.

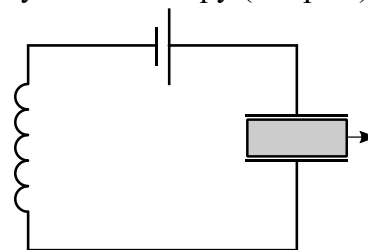


1) Найти напряжение U на конденсаторе в установившемся режиме при замкнутом ключе.

2) Найти количество теплоты Q , выделившейся на резисторе R_3 после размыкания ключа.

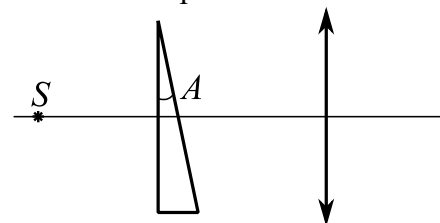
3) Найти ток I_0 , текущий через конденсатор сразу после замыкания ключа.

4. Источник с ЭДС E подключен через катушку с индуктивностью L к плоскому конденсатору (см. рис.). Источник и катушка идеальные. В конденсаторе находится пластина из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 5$, полностью заполняющая конденсатор. Емкость пустого конденсатора C . Режим в цепи установился. Пластину быстро извлекают из конденсатора так, что заряд конденсатора не успевает измениться.



- 1) Найти напряжение на конденсаторе сразу после извлечения пластины.
- 2) Найти максимальный ток в цепи после извлечения пластины.

5. Тонкая линза с фокусным расстоянием $F = 20$ см создает действительное изображение точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси на расстоянии $d = 50$ см от линзы. Между источником и линзой на расстоянии $L = 25$ см от линзы помещают (см. рис.) тонкую стеклянную призму с малым преломляющим углом $A = 0,02$ радиан при вершине. Призма изготовлена из стекла с показателем преломления $n = 1,6$.



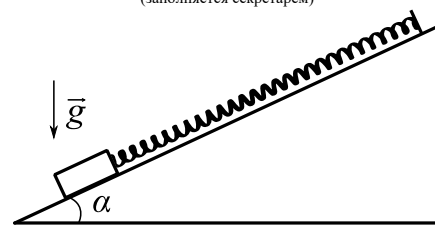
1) Найти расстояние f между линзой и изображением до помещения призмы.

2) На какой угол δ отклонится после прохождения призмы луч, идущий от источника вдоль главной оптической оси линзы?

3) Найти смещение изображения после помещения призмы.

Указание: при малых углах α справедливо $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$.

1. На наклоненной под углом α ($\cos \alpha = 5/6$) к горизонту поверхности лежит брусок, прикрепленный к упругой невесомой и достаточно длинной пружине (см. рис.). Коэффициент трения бруска о поверхность $\mu = 1/5$. Брусок отклоняют вверх вдоль поверхности на расстояние $A_0 = 60$ см от точки O , соответствующей положению равновесия бруска при отсутствии трения. Затем брусок отпускают, и начинаются затухающие колебания. Если брусок подвесить на этой пружине, то она удлинится на $x_0 = 42$ см.



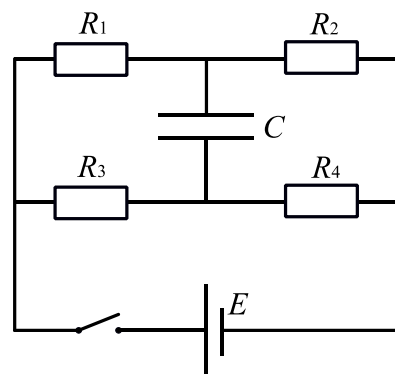
- 1) На каком расстоянии от точки O окажется брусок при первой остановке?
- 2) На каком расстоянии от точки O брусок остановится окончательно?
- 3) Через какое время брусок остановится окончательно?

2. Поршень делит объем герметичного вертикально расположенного цилиндра на две части. Стенки цилиндра хорошо проводят теплоту. Снаружи цилиндра поддерживается постоянная температура $T = 373$ К. Поршень создает своим весом дополнительное давление $P = P_0/4$, где P_0 – нормальное атмосферное давление. Под поршнем в объеме $V_0 = 0,75$ л находится вода массой $m_1 = 1$ г и водяной пар, над поршнем в объеме $5V_0/3$ – воздух. Система в равновесии. Цилиндр переворачивают вверх дном. После наступления равновесия под поршнем находится воздух, над поршнем – вода и водяной пар.

- 1) Найти объем пара в конечном состоянии.
- 2) Найти массу воды в конечном состоянии.

Объем воды значительно меньше объема цилиндра, масса воды значительно меньше массы поршня. Трением поршня о цилиндр пренебречь. Молярная масса водяного пара $\mu = 18$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

3. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы можно считать идеальными, ЭДС батареи E , сопротивления резисторов $R_1 = 2r$, $R_2 = 5r$, $R_3 = 4r$, $R_4 = r$. До замыкания ключа ток в цепи отсутствовал. Ключ замыкают, а затем через большой промежуток времени ключ размыкают.

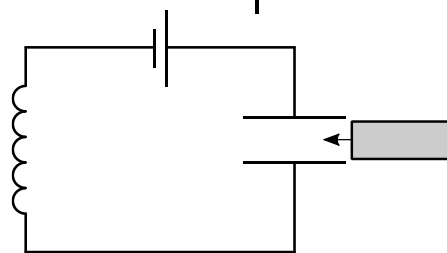


1) Найти заряд q (модуль и знак) на нижней (по рисунку) обкладке конденсатора в установившемся режиме при замкнутом ключе.

2) Найти количество Q теплоты, выделившейся на резисторе R_2 после размыкания ключа.

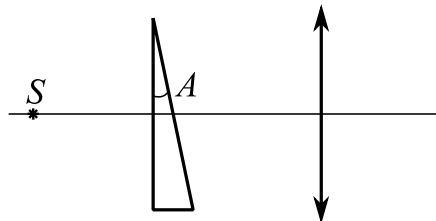
3) Найти ток I_0 , текущий через конденсатор сразу после замыкания ключа.

4. Источник с ЭДС E подключен через катушку с индуктивностью L к плоскому пустому конденсатору емкостью C (см. рис.). Источник и катушка идеальные. Режим в цепи установился. В конденсатор быстро вносят пластину из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 6$ так, что заряд конденсатора не успевает измениться. Пластина полностью заполняет конденсатор.



- 1) Найти напряжение на конденсаторе сразу после внесения пластины.
- 2) Найти максимальный ток в цепи после внесения пластины.

5. Тонкая линза с фокусным расстоянием $F = 24$ см создает действительное изображение точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси на расстоянии $d = 42$ см от линзы. Между источником и линзой на расстоянии $L = 32$ см от линзы помещают (см. рис.) тонкую стеклянную призму с малым преломляющим углом $A = 0,03$ радиан при вершине. Призма изготовлена из стекла с показателем преломления $n = 1,6$.



- 1) Найти расстояние f между линзой и изображением до помещения призмы.
- 2) На какой угол δ отклонится после прохождения призмы луч, идущий от источника вдоль главной оптической оси линзы?
- 3) Найти смещение изображения после помещения призмы.

Указание: при малых углах α справедливо $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$.

Олимпиада «Физтех» по физике

2017 год

Класс 11

Шифр

(заполняется секретарём)

Билет 11-07

1. Груз массой $m = 100$ г прикреплен к концу однородного каната массой $3m$ и длиной $l = 70$ см. Другой конец каната прикреплен к вертикальной оси. Канат и груз вращаются вокруг оси, скользя по гладкой горизонтальной поверхности. Частота вращения $n = 1$ с⁻¹. Размер груза много меньше длины каната.

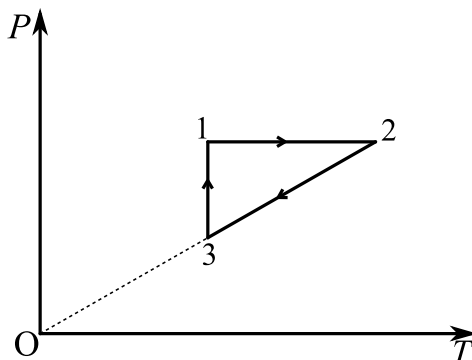
- 1) Найти минимальную силу натяжения каната.
- 2) Во сколько раз максимальная сила натяжения каната больше минимальной?

2. Рабочим веществом тепловой машины является гелий в количестве ν . Цикл машины изображен на диаграмме зависимости давления P от температуры T (см. рис.). Процесс 1-2 изобарный, процесс 2-3 идет с прямо пропорциональной зависимостью давления от температуры, процесс 3-1 изотермический. Температуры в состояниях 2 и 1 отличаются в 2 раза. КПД машины равен η .

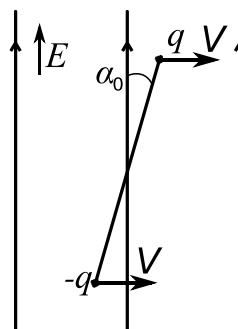
Температура в состоянии 1 равна T_1 .

- 1) Найти работу газа за цикл.
- 2) Найти количество теплоты Q ($Q > 0$), отведенной от газа за цикл.

Замечание: единица количества вещества - моль.



3. В однородное электрическое поле напряжённостью E влетает система из двух небольших шариков массой m , один из которых несет заряд $q > 0$, другой несет противоположный заряд $-q$ (см. рис.). Шарики соединены невесомой твердой незаряженной спицей длины l . В некоторый момент шарики имели одинаковую скорость V перпендикулярную силовым линиям поля, а спица составляла малый угол α_0 с силовыми линиями (и угол $\frac{\pi}{2} - \alpha_0$ с направлением скорости).

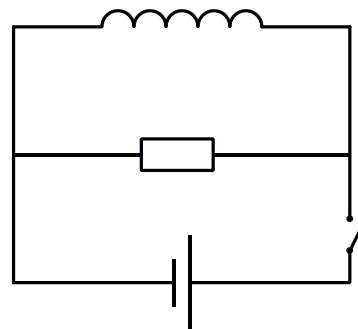


- 1) Через какое минимальное время спица вернется в положение, которое параллельно начальному?
- 2) Найти максимальную скорость шарика с зарядом q .
- 3) Найти угловую скорость вращения спицы в моменты, когда она будет составлять угол $\alpha = \alpha_0 / 3$ с направлением поля.

Действием силы тяжести пренебречь. Скорость V намного меньше скорости света.

4. В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, ключ разомкнут, тока в цепи нет. Ключ на некоторое время замыкают, а затем размыкают. Заряд, протекший через катушку индуктивностью L при разомкнутом ключе, оказался в 3 раза больше заряда, протекшего через катушку при замкнутом ключе. После размыкания ключа в цепи выделилось количество теплоты Q .

- 1) Найти ток, протекавший через резистор сразу после размыкания ключа.
- 2) Найти ток, протекавший через резистор перед размыканием ключа.



5. С помощью линзы на экране получено увеличенное изображение предмета, расположенного перпендикулярно главной оптической оси линзы. Отношение фокусного расстояния линзы к расстоянию между предметом и экраном оказалось равным $3/16$. Найти отношение расстояния между предметом и линзой к расстоянию между предметом и экраном.

Олимпиада «Физтех» по физике

2017 год

Класс 11

Шифр

(заполняется секретарём)

Билет 11-08

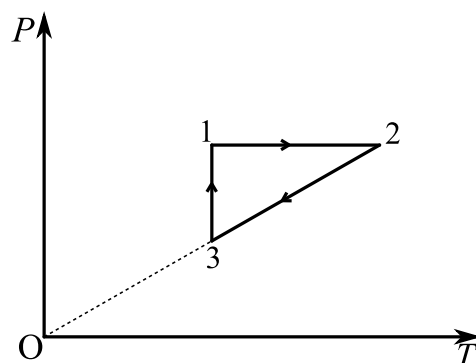
1. Брусок массой $m = 90$ г прикреплен к концу однородной веревки массой $4m$ и длиной $l = 36$ см. Другой конец веревки прикреплен к вертикальной оси. Веревка и брусок вращаются вокруг оси, скользя по гладкой горизонтальной поверхности. Период вращения $T = 0,6$ с. Размер бруска много меньше длины веревки.

- 1) Найти минимальную силу натяжения веревки.
- 2) Во сколько раз максимальная сила натяжения веревки больше минимальной?

2. Рабочим веществом тепловой машины является гелий в количестве ν . Цикл машины изображен на диаграмме зависимости давления P от температуры T (см. рис.). Процесс 1-2 изобарный, процесс 2-3 идет с прямо пропорциональной зависимостью давления от температуры, процесс 3-1 изотермический. Температуры в состояниях 2 и 1 отличаются в 1,5 раза. КПД машины равен η . Количество теплоты, отведенной от газа за цикл, равно Q ($Q > 0$).

- 1) Найти работу газа за цикл.
- 2) Найти температуру газа в состоянии 1.

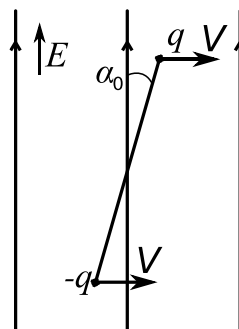
Замечание: единица количества вещества - моль.



3. В однородное электрическое поле напряжённостью E влетает система из двух небольших шариков массой m , один из которых несет заряд $q > 0$, другой несет противоположный заряд $-q$ (см. рис.). Шарiki соединены невесомой твердой незаряженной спицей длины l . В некоторый момент шарiki имели одинаковую скорость V перпендикулярную силовым линиям поля, а спица составляла малый угол α_0 с силовыми линиями (и угол $\frac{\pi}{2} - \alpha_0$ с направлением скорости).

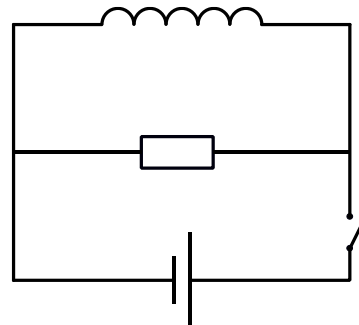
- 1) Через какое минимальное время спица будет параллельна силовым линиям поля?
- 2) Найти максимальную скорость шарика с зарядом $-q$.
- 3) Найти угловую скорость вращения спицы в моменты, когда она будет составлять угол $\alpha = 2\alpha_0/3$ с направлением поля.

Действием силы тяжести пренебречь. Скорость V намного меньше скорости света.



4. В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, ключ разомкнут, тока в цепи нет. Индуктивность катушки равна L . Ключ на некоторое время замыкают, а затем размыкают. Заряд, протекший через источник в 2,5 раза больше заряда, протекшего через резистор после размыкания ключа. После размыкания ключа в цепи выделилось количество теплоты Q .

- 1) Найти ток, протекавший через резистор сразу после размыкания ключа.
- 2) Найти ток, протекавший через резистор перед размыканием ключа.



5. С помощью линзы на экране получено уменьшенное изображение предмета, расположенного перпендикулярно главной оптической оси линзы. Отношение фокусного расстояния линзы к расстоянию между предметом и экраном оказалось равным $2/9$. Найти отношение расстояния между линзой и экраном к расстоянию между предметом и экраном.

Олимпиада «Физтех» по физике

2017 год

Класс 11

Шифр

(заполняется секретарём)

Билет 11-09

1. Груз массой $m = 80$ г прикреплен к концу однородного каната массой $2m$ и длиной $l = 100$ см. Другой конец каната прикреплен к вертикальной оси. Канат и груз вращаются вокруг оси, скользя по гладкой горизонтальной поверхности. Частота вращения $n = 2$ с⁻¹. Размер груза много меньше длины каната.

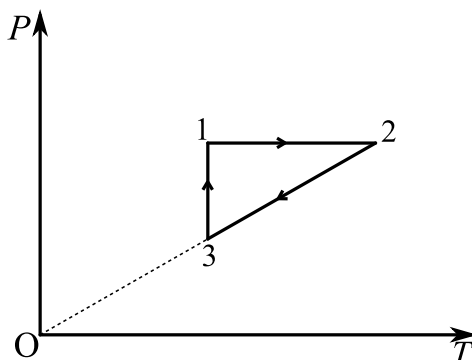
- 1) Найти минимальную силу натяжения каната.
- 2) Во сколько раз максимальная сила натяжения каната больше минимальной?

2. Рабочим веществом тепловой машины является гелий в количестве ν . Цикл машины изображен на диаграмме зависимости давления P от температуры T (см. рис.). Процесс 1-2 изобарный, процесс 2-3 идет с прямо пропорциональной зависимостью давления от температуры, процесс 3-1 изотермический. Температуры в состояниях 2 и 1 отличаются в 3 раза. КПД машины равен η .

Температура в состоянии 1 равна T_1 .

- 1) Найти работу газа за цикл.
- 2) Найти количество теплоты Q ($Q > 0$), отведенной от газа за цикл.

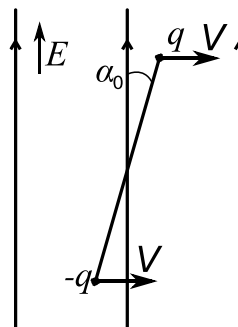
Замечание: единица количества вещества - моль.



3. В однородное электрическое поле напряжённостью E влетает система из двух небольших шариков массой m , один из которых несет заряд $q > 0$, другой несет противоположный заряд $-q$ (см. рис.). Шарики соединены невесомой твердой незаряженной спицей длины l . В некоторый момент шарики имели одинаковую скорость V перпендикулярную силовым линиям поля, а спица составляла малый угол α_0 с силовыми линиями (и угол $\frac{\pi}{2} - \alpha_0$ с направлением скорости).

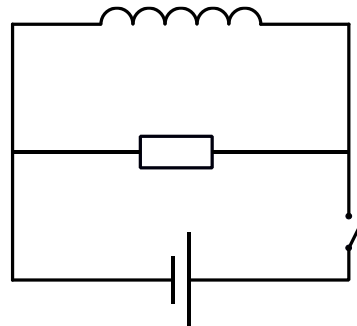
- 1) Через какое минимальное время спица вернется в положение, которое параллельно начальному?
- 2) Найти максимальную скорость шарика с зарядом q .
- 3) Найти угловую скорость вращения спицы в моменты, когда она будет составлять угол $\alpha = \alpha_0 / 4$ с направлением поля.

Действием силы тяжести пренебречь. Скорость V намного меньше скорости света.



4. В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, ключ разомкнут, тока в цепи нет. Ключ на некоторое время замыкают, а затем размыкают. Заряд, протекший через катушку индуктивностью L при замкнутом ключе, оказался в 2 раза больше заряда, протекшего через катушку при разомкнутом ключе. После размыкания ключа в цепи выделилось количество теплоты Q .

- 1) Найти ток, протекавший через резистор сразу после размыкания ключа.
- 2) Найти ток, протекавший через резистор перед размыканием ключа.



5. С помощью линзы на экране получено увеличенное изображение предмета, расположенного перпендикулярно главной оптической оси линзы. Отношение фокусного расстояния линзы к расстоянию между предметом и экраном оказалось равным $5/36$. Найти отношение расстояния между предметом и линзой к расстоянию между предметом и экраном.

Олимпиада «Физтех» по физике

2017 год

Класс 11

Шифр

(заполняется секретарём)

Билет 11-10

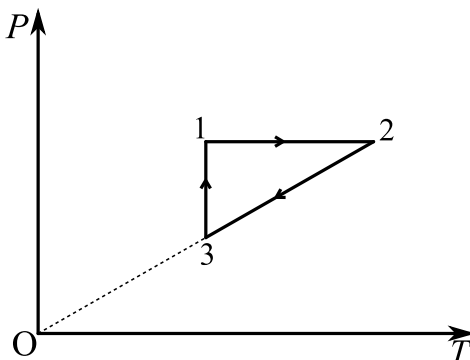
1. Брусок массой $m = 50$ г прикреплен к концу однородной веревки массой $5m$ и длиной $l = 80$ см. Другой конец веревки прикреплен к вертикальной оси. Веревка и брусок вращаются вокруг оси, скользя по гладкой горизонтальной поверхности. Период вращения $T = 1$ с. Размер бруска много меньше длины веревки.

- 1) Найти минимальную силу натяжения веревки.
- 2) Во сколько раз максимальная сила натяжения веревки больше минимальной?

2. Рабочим веществом тепловой машины является гелий в количестве ν . Цикл машины изображен на диаграмме зависимости давления P от температуры T (см. рис.). Процесс 1-2 изобарный, процесс 2-3 идет с прямо пропорциональной зависимостью давления от температуры, процесс 3-1 изотермический. Температуры в состояниях 2 и 1 отличаются в 2,5 раза. КПД машины равен η . Количество теплоты, отведенной от газа за цикл, равно Q ($Q > 0$).

- 1) Найти работу газа за цикл.
- 2) Найти температуру газа в состоянии 1.

Замечание: единица количества вещества - моль.

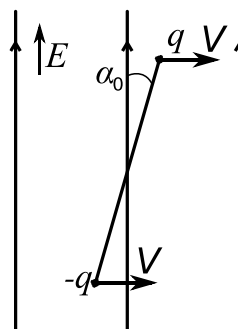


3. В однородное электрическое поле напряжённостью E влетает система из двух небольших шариков массой m , один из которых несет заряд $q > 0$, другой несет противоположный заряд $-q$ (см. рис.). Шарики соединены невесомой твердой незаряженной спицей длины l . В некоторый момент шарики имели одинаковую скорость V перпендикулярную силовым линиям поля, а спица составляла малый угол

α_0 с силовыми линиями (и угол $\frac{\pi}{2} - \alpha_0$ с направлением скорости).

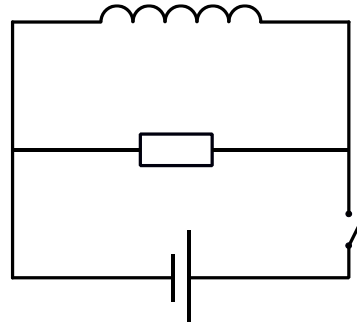
- 1) Через какое минимальное время спица будет параллельна силовым линиям поля?
- 2) Найти максимальную скорость шарика с зарядом $-q$.
- 3) Найти угловую скорость вращения спицы в моменты, когда она будет составлять угол $\alpha = 3\alpha_0 / 4$ с направлением поля.

Действием силы тяжести пренебречь. Скорость V намного меньше скорости света.



4. В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, ключ разомкнут, тока в цепи нет. Индуктивность катушки равна L . Ключ на некоторое время замыкают, а затем размыкают. Заряд, протекший через источник в 3,5 раза больше заряда, протекшего через резистор после размыкания ключа. После размыкания ключа в цепи выделилось количество теплоты Q .

- 1) Найти ток, протекавший через резистор сразу после размыкания ключа.
- 2) Найти ток, протекавший через резистор перед размыканием ключа.



5. С помощью линзы на экране получено уменьшенное изображение предмета, расположенного перпендикулярно главной оптической оси линзы. Отношение фокусного расстояния линзы к расстоянию между предметом и экраном оказалось равным $4/25$. Найти отношение расстояния между линзой и экраном к расстоянию между предметом и экраном.

Олимпиада «Физтех» 26.02.2017. Физика. Решения. Б. 11-03

1. 1) Пусть брусок остановился первый раз по другую сторону от т. O на расстоянии A_1 от нее. Из ЗСЭ можно показать, что $A_0 - A_1 = 2\mu x_0 \cos \alpha = 8$ см. Отсюда $A_1 = A_0 - 2\mu x_0 \cos \alpha = 27$ см.

2) Идут колебания с уменьшающейся амплитудой (расстояние до т. O). Из ЗСЭ можно показать, что при движении как вверх, так и вниз амплитуда уменьшается каждый раз на $\Delta = 2\mu x_0 \cos \alpha = 8$ см. Зона покоя $x < \mu x_0 \cos \alpha = 4$ см, где x – расстояние от т. O . Если остановка в зоне покоя, то остановка навсегда. У нас $A_0 = 35, A_1 = 27, A_2 = 19, A_3 = 11, A_4 = 3$. Совершено 4 полуколебания, остановка на 3 см ниже т. O .

3) Период колебаний без затухания $T = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{x_0/g}$. Каждое полуколебание длится $\tau = T/2$, так как это часть колебания со смещенным положением равновесия из-за действия постоянной силы трения. У нас $t = 4\tau = 4\pi\sqrt{x_0/g} \approx 1,6\sqrt{2} \approx 2,3$ (с).

2. Пар в начальном и конечном состояниях насыщенный, его давление P_0 .

1) Для воздуха $(P_0 + P)V_0 = (P_0 - P)(2V_0 - V)$. $V = \frac{1}{2}V_0 = 0,5$ л.

2) Пусть m – масса пара вначале. $P_0V_0 = \frac{m}{\mu}RT$, $P_0V = \frac{m - (m_2 - m_1)}{\mu}RT$.

$$m_2 = m_1 + \frac{P_0(V_0 - V)\mu}{RT} = m_1 + \frac{P_0V_0\mu}{2RT} \approx 1,2 + 0,3 = 1,5 \text{ (г)}.$$

3. 1) В установившемся режиме ток через конденсатор не идет. $U = \frac{E}{R_3 + R_4}R_3 - \frac{E}{R_1 + R_2}R_1 = \frac{2}{5}E$.

2) $W = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{2}{25}CE^2$. $Q_{13} + Q_{24} = W$, $\frac{Q_{13}}{Q_{24}} = \frac{R_2 + R_4}{R_1 + R_3} = \frac{3}{2}$. $Q_{13} = \frac{3}{5}W = \frac{6}{125}CE^2$. $Q = Q_{13}\frac{R_1}{R_1 + R_3} = \frac{3}{250}CE^2$.

3) $I = \frac{E}{R_1R_3/(R_1 + R_3) + R_2R_4/(R_2 + R_4)} = \frac{12}{25}\frac{E}{r}$. $I_0 = I\frac{R_3}{R_1 + R_3} - I\frac{R_4}{R_2 + R_4} = \frac{1}{5}\frac{E}{r}$.

4. 1) $U = \varepsilon E = 3E$.

2) При максимальном токе напряжение на конденсаторе E . Изменение энергии конденсатора $\Delta W_C = \frac{CE^2}{2} - \frac{C(\varepsilon E)^2}{2} = \frac{CE^2}{2}(1 - \varepsilon^2)$. Работа источника $A = (CE - \varepsilon CE)E = CE^2(1 - \varepsilon)$. По ЗСЭ

$$A = \Delta W_C + \frac{1}{2}LI_m^2. \quad I_m = (\varepsilon - 1)E\sqrt{\frac{C}{L}} = 2E\sqrt{\frac{C}{L}}.$$

5. 1) $f = \frac{dF}{d - F} = 30$ см.

2) $\delta = (n - 1)A = 0,02$ рад.

3) Смещение источника $h = (d - L)\delta$. Смещение изображения

$$H = h\frac{f}{d} = \frac{(d - L)\delta f}{d} = \frac{(d - L)(n - 1)AF}{d - F} = 0,3 \text{ см}.$$

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-04

1. 1) Пусть брусок остановился первый раз по другую сторону от т. O на расстоянии A_1 от нее. Из ЗСЭ можно показать, что $A_0 - A_1 = 2\mu x_0 \cos \alpha = 12$ см. Отсюда $A_1 = A_0 - 2\mu x_0 \cos \alpha = 29$ см.

2) Идут колебания с уменьшающейся амплитудой (расстояние до т. O). Из ЗСЭ можно показать, что при движении как вверх, так и вниз амплитуда уменьшается каждый раз на $\Delta = 2\mu x_0 \cos \alpha = 12$ см. Зона покоя $x < \mu x_0 \cos \alpha = 6$ см, где x – расстояние от т. O . Если остановка в зоне покоя, то остановка навсегда. У нас $A_0 = 41, A_1 = 29, A_2 = 17, A_3 = 5$. Совершено 3 полуколебания, остановка на 5 см ниже т. O .

3) Период колебаний без затухания $T = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{x_0/g}$. Каждое полуколебание длится $\tau = T/2$, так как это часть колебания со смещенным положением равновесия из-за действия постоянной силы трения. У нас $t = 3\tau = 3\pi\sqrt{x_0/g} \approx 0,6\sqrt{7} \approx 1,6$ (с).

2. Пар в начальном и конечном состояниях насыщенный, его давление P_0 .

1) Для воздуха $(P_0 - P)2V_0 = (P_0 + P)(3V_0 - V)$. $V = \frac{5}{3}V_0 = \frac{10}{9}$ л.

2) Пусть m – масса пара вначале. $P_0V_0 = \frac{m}{\mu}RT$, $P_0V = \frac{m - (m_2 - m_1)}{\mu}RT$.

$$m_2 = m_1 + \frac{P_0(V_0 - V)\mu}{RT} = m_1 - \frac{2P_0V_0\mu}{3RT} \approx 0,75 - 0,26 = 0,49 \text{ (г)}.$$

3. 1) В установившемся режиме ток через конденсатор не идет. $U = \frac{E}{R_3 + R_4}R_3 - \frac{E}{R_1 + R_2}R_1 = \frac{5}{12}E$.

$$q = \frac{5}{12}CE$$

2) $W = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{25}{288}CE^2$. $Q_{13} + Q_{24} = W$, $\frac{Q_{13}}{Q_{24}} = \frac{R_2 + R_4}{R_1 + R_3} = 1$. $Q_{24} = \frac{W}{2} = \frac{25CE^2}{2 \cdot 288}$. $Q = Q_{24} \frac{R_4}{R_2 + R_4} = \frac{5}{288}CE^2$.

3) $I = \frac{E}{R_1R_3/(R_1 + R_3) + R_2R_4/(R_2 + R_4)} = \frac{1}{2} \frac{E}{r}$. $I_0 = I \frac{R_3}{R_1 + R_3} - I \frac{R_4}{R_2 + R_4} = \frac{1}{5} \frac{E}{r}$.

4. 1) $U = E/\varepsilon = E/4$.

2) При максимальном токе напряжение на конденсаторе E . Изменение энергии конденсатора

$$\Delta W_C = \frac{\varepsilon CE^2}{2} - \frac{\varepsilon C(E/\varepsilon)^2}{2} = \frac{CE^2}{2\varepsilon}(\varepsilon^2 - 1). \text{ Работа источника } A = (\varepsilon CE - CE)E = CE^2(\varepsilon - 1). \text{ По ЗСЭ}$$

$$A = \Delta W_C + \frac{1}{2}LI_m^2. \quad I_m = (\varepsilon - 1)E\sqrt{\frac{C}{\varepsilon L}} = 3E\sqrt{\frac{C}{4L}}.$$

5. 1) $f = \frac{dF}{d - F} \approx 37$ см.

2) $\delta = (n - 1)A = 0,015$ рад.

3) Смещение источника $h = (d - L)\delta$. Смещение изображения

$$H = h \frac{f}{d} = \frac{(d - L)\delta f}{d} = \frac{(d - L)(n - 1)AF}{d - F} = 0,16 \text{ см}.$$

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-05

1. 1) Пусть брусок остановился первый раз по другую сторону от т. O на расстоянии A_1 от нее. Из ЗСЭ можно показать, что $A_0 - A_1 = 2\mu x_0 \cos \alpha = 10$ см. Отсюда $A_1 = A_0 - 2\mu x_0 \cos \alpha = 22$ см.

2) Идут колебания с уменьшающейся амплитудой (расстояние до т. O). Из ЗСЭ можно показать, что при движении как вверх, так и вниз амплитуда уменьшается каждый раз на $\Delta = 2\mu x_0 \cos \alpha = 10$ см. Зона покоя $x < \mu x_0 \cos \alpha = 5$ см, где x – расстояние от т. O . Если остановка в зоне покоя, то остановка навсегда. У нас $A_0 = 32, A_1 = 22, A_2 = 12, A_3 = 2$. Совершено 3 полуколебания, остановка на 2 см выше т. O .

3) Период колебаний без затухания $T = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{x_0/g}$. Каждое полуколебание длится $\tau = T/2$, так как это часть колебания со смещенным положением равновесия из-за действия постоянной силы трения. У нас $t = 3\tau = 3\pi\sqrt{x_0/g} \approx 0,3\sqrt{30} \approx 1,6$ (с).

2. Пар в начальном и конечном состояниях насыщенный, его давление P_0 .

1) Для воздуха $(P_0 + P)V_0 = (P_0 - P)(4V_0 - V)$. $V = \frac{7}{3}V_0 = \frac{7}{6}$ л.

2) Пусть m – масса пара вначале. $P_0 3V_0 = \frac{m}{\mu} RT$, $P_0 V = \frac{m - (m_2 - m_1)}{\mu} RT$.

$$m_2 = m_1 + \frac{P_0(3V_0 - V)\mu}{RT} = m_1 + \frac{2P_0 V_0 \mu}{3RT} \approx 0,8 + 0,2 = 1 \text{ (г)}.$$

3. 1) В установившемся режиме ток через конденсатор не идет. $U = \frac{E}{R_3 + R_4} R_3 - \frac{E}{R_1 + R_2} R_1 = \frac{2}{9} E$.

2) $W = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{2}{81} C E^2$. $Q_{13} + Q_{24} = W$, $\frac{Q_{13}}{Q_{24}} = \frac{R_2 + R_4}{R_1 + R_3} = 1$. $Q_{13} = \frac{1}{2} W = \frac{1}{81} C E^2$. $Q = Q_{13} \frac{R_3}{R_1 + R_3} = \frac{5}{486} C E^2$.

3) $I = \frac{E}{R_1 R_3 / (R_1 + R_3) + R_2 R_4 / (R_2 + R_4)} = \frac{6}{13} \frac{E}{r}$. $I_0 = I \frac{R_3}{R_1 + R_3} - I \frac{R_4}{R_2 + R_4} = \frac{1}{13} \frac{E}{r}$.

4. 1) $U = \varepsilon E = 5E$.

2) При максимальном токе напряжение на конденсаторе E . Изменение энергии конденсатора $\Delta W_C = \frac{CE^2}{2} - \frac{C(\varepsilon E)^2}{2} = \frac{CE^2}{2} (1 - \varepsilon^2)$. Работа источника $A = (CE - \varepsilon CE) E = CE^2 (1 - \varepsilon)$. По ЗСЭ

$$A = \Delta W_C + \frac{1}{2} L I_m^2. \quad I_m = (\varepsilon - 1) E \sqrt{\frac{C}{L}} = 4E \sqrt{\frac{C}{L}}.$$

5. 1) $f = \frac{dF}{d - F} \approx 33$ см.

2) $\delta = (n - 1) A = 0,012$ рад.

3) Смещение источника $h = (d - L) \delta$. Смещение изображения

$$H = h \frac{f}{d} = \frac{(d - L) \delta f}{d} = \frac{(d - L)(n - 1) A F}{d - F} = 0,2 \text{ см}.$$

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-06

1. 1) Пусть брусок остановился первый раз по другую сторону от т. O на расстоянии A_1 от нее. Из ЗСЭ можно показать, что $A_0 - A_1 = 2\mu x_0 \cos \alpha = 14$ см. Отсюда $A_1 = A_0 - 2\mu x_0 \cos \alpha = 46$ см.

2) Идут колебания с уменьшающейся амплитудой (расстояние до т. O). Из ЗСЭ можно показать, что при движении как вверх, так и вниз амплитуда уменьшается каждый раз на $\Delta = 2\mu x_0 \cos \alpha = 14$ см. Зона покоя $x < \mu x_0 \cos \alpha = 7$ см, где x – расстояние от т. O . Если остановка в зоне покоя, то остановка навсегда. У нас $A_0 = 60, A_1 = 46, A_2 = 32, A_3 = 18, A_4 = 4$. Совершено 4 полуколебания, остановка на 4 см выше т. O .

3) Период колебаний без затухания $T = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{x_0/g}$. Каждое полуколебание длится $\tau = T/2$, так как это часть колебания со смещенным положением равновесия из-за действия постоянной силы трения. У нас $t = 4\tau = 4\pi\sqrt{x_0/g} \approx 0,4\sqrt{42} \approx 2,6$ (с).

2. Пар в начальном и конечном состояниях насыщенный, его давление P_0 .

1) Для воздуха $(P_0 - P)\frac{5}{3}V_0 = (P_0 + P)\left(\frac{8}{3}V_0 - V\right)$. $V = \frac{5}{3}V_0 = \frac{5}{4}$ л.

2) Пусть m – масса пара вначале. $P_0V_0 = \frac{m}{\mu}RT$, $P_0V = \frac{m - (m_2 - m_1)}{\mu}RT$.

$$m_2 = m_1 + \frac{P_0(V_0 - V)\mu}{RT} = m_1 - \frac{2P_0V_0\mu}{3RT} \approx 1 - 0,3 = 0,7 \text{ (г)}.$$

3. 1) В установившемся режиме ток через конденсатор не идет. $U = \frac{E}{R_3 + R_4}R_3 - \frac{E}{R_1 + R_2}R_1 = \frac{18}{35}E$.

$$q = -CU = -\frac{18}{35}CE$$

2) $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{18^2}{2 \cdot 35^2}CE^2$. $Q_{13} + Q_{24} = W$, $\frac{Q_{13}}{Q_{24}} = \frac{R_2 + R_4}{R_1 + R_3} = 1$. $Q_{24} = \frac{W}{2} = \frac{18^2 CE^2}{4 \cdot 35^2}$. $Q = Q_{24} \frac{R_2}{R_2 + R_4} = \frac{27}{490}CE^2$.

3) $I = \frac{E}{R_1 R_3 / (R_1 + R_3) + R_2 R_4 / (R_2 + R_4)} = \frac{6}{13} \frac{E}{r}$. $I_0 = I \frac{R_3}{R_1 + R_3} - I \frac{R_4}{R_2 + R_4} = \frac{3}{13} \frac{E}{r}$.

4. 1) $U = E/\varepsilon = E/6$.

2) При максимальном токе напряжение на конденсаторе E . Изменение энергии конденсатора

$$\Delta W_C = \frac{\varepsilon CE^2}{2} - \frac{\varepsilon C(E/\varepsilon)^2}{2} = \frac{CE^2}{2\varepsilon}(\varepsilon^2 - 1).$$

Работа источника $A = (\varepsilon CE - CE)E = CE^2(\varepsilon - 1)$. По ЗСЭ

$$A = \Delta W_C + \frac{1}{2}LI_m^2. \quad I_m = (\varepsilon - 1)E\sqrt{\frac{C}{\varepsilon L}} = 5E\sqrt{\frac{C}{6L}}.$$

5. 1) $f = \frac{dF}{d - F} = 56$ см.

2) $\delta = (n - 1)A = 0,018$ рад.

3) Смещение источника $h = (d - L)\delta$. Смещение изображения

$$H = h \frac{f}{d} = \frac{(d - L)\delta f}{d} = \frac{(d - L)(n - 1)AF}{d - F} = 0,24 \text{ см}.$$

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-07

1. 1) $F_{MIN} = m\omega^2 l = m(2\pi n)^2 l \approx 2,8 \text{ Н.}$

2) По второму закону Ньютона $F_{MAX} - F_{MIN} = M\omega^2 \frac{l}{2}$. $F_{MAX} / F_{MIN} = 1 + \frac{M}{2m} = \frac{5}{2}$.

2. $Q_{12} = \nu C_p (T_2 - T_1) = \nu \frac{5}{2} RT_1$. $\eta = \frac{A}{Q_{12}}$. $Q_{12} - Q = A$.

1) $A = \frac{5}{2} \nu R \eta T_1$.

2) $Q = \frac{5}{2} \nu R (1 - \eta) T_1$.

Замечание: ответы $A = (1 - \ln 2) \nu R T_1$, $Q = (1,5 + \ln 2) \nu R T_1$ тоже правильные.

3. Период колебаний $T = 2\pi \sqrt{\frac{l/2}{qE/m}} = 2\pi \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$. Циклическая частота $\Omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{2qE}{lm}}$.

1) $t = T = 2\pi \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$.

2) $V_{MAX} = V + \Omega \alpha_0 \frac{l}{2} = V + \alpha_0 \sqrt{\frac{qEl}{2m}}$.

3) $\left(\frac{\alpha_0/3}{\alpha_0}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{\Omega \alpha_0}\right)^2 = 1$. $\omega = \frac{4}{3} \alpha_0 \sqrt{\frac{qE}{lm}}$.

4. 1) $Q = \frac{1}{2} LI_0^2$. $I_0 = \sqrt{\frac{2Q}{L}}$.

2) При замкнутом ключе $I_R = \text{const}$, I_L изменяется от нуля до I_0 в течение τ . Тогда $q_{R-ON} = I_R \tau$, $q_{L-ON} = \frac{1}{2} I_0 \tau$, $q_{R-OFF} = q_{L-OFF}$. Можно показать, что $q_{R-ON} = q_{R-OFF}$. По условию $q_{L-OFF} = 3q_{L-ON}$. Отсюда

$I_R = \frac{3}{2} I_0 = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{2Q}{L}}$.

5. По условию $\frac{F}{d+f} = \frac{3}{16}$. По формуле линзы $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. Надо найти $x = \frac{d}{d+f}$. Ответ: $x = \frac{1}{4}$.

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-08

1. 1) $F_{MIN} = m\omega^2 l = m(2\pi/T)^2 l \approx 3,5 \text{ Н.}$

2) По второму закону Ньютона $F_{MAX} - F_{MIN} = M\omega^2 \frac{l}{2}$. $F_{MAX} / F_{MIN} = 1 + \frac{M}{2m} = 3$.

2. $Q_{12} = \nu C_p (T_2 - T_1) = \frac{5}{4} \nu R T_1$. $\eta = \frac{A}{Q_{12}}$. $Q_{12} - Q = A$.

1) $A = \frac{\eta}{1-\eta} Q$.

2) $T_1 = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{1-\eta} \cdot \frac{Q}{\nu R}$.

Замечание: ответы $A = \frac{2-4\ln 1,5}{3+4\ln 1,5} Q$, $T_1 = \frac{4Q}{(3+4\ln 1,5)\nu R}$ тоже правильные.

3. Период колебаний $T = 2\pi \sqrt{\frac{l/2}{qE/m}} = 2\pi \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$. Циклическая частота $\Omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{2qE}{lm}}$.

1) $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$.

2) $V_{MAX} = V + \Omega \alpha_0 \frac{l}{2} = V + \alpha_0 \sqrt{\frac{qEl}{2m}}$.

3) $\left(\frac{2\alpha_0/3}{\alpha_0}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{\Omega \alpha_0}\right)^2 = 1$. $\omega = \frac{\sqrt{10}}{3} \alpha_0 \sqrt{\frac{qE}{lm}}$.

4. 1) $Q = \frac{1}{2} L I_0^2$. $I_0 = \sqrt{\frac{2Q}{L}}$.

2) При замкнутом ключе $I_R = \text{const}$, I_L изменяется от нуля до I_0 в течение τ . Тогда $q_{R-ON} = I_R \tau$, $q_{L-ON} = \frac{1}{2} I_0 \tau$. Можно показать, что $q_{R-ON} = q_{R-OFF}$. По условию $q_{R-ON} + q_{L-ON} = \frac{5}{2} q_{R-OFF}$. Отсюда

$I_R = \frac{1}{3} I_0 = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2Q}{L}}$.

5. По условию $\frac{F}{d+f} = \frac{2}{9}$. По формуле линзы $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. Надо найти $x = \frac{f}{d+f}$. Ответ: $x = \frac{1}{3}$.

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-09

1. 1) $F_{MIN} = m\omega^2 l = m(2\pi n)^2 l \approx 13 \text{ Н.}$

2) По второму закону Ньютона $F_{MAX} - F_{MIN} = M\omega^2 \frac{l}{2}$. $F_{MAX} / F_{MIN} = 1 + \frac{M}{2m} = 2$.

2. $Q_{12} = \nu C_p (T_2 - T_1) = 5\nu RT_1$. $\eta = \frac{A}{Q_{12}}$. $Q_{12} - Q = A$.

1) $A = 5\nu R\eta T_1$.

2) $Q = 5\nu R(1 - \eta)T_1$.

Замечание: ответы $A = (2 - \ln 3)\nu RT_1$, $Q = (3 + \ln 3)\nu RT_1$ тоже правильные.

3. Период колебаний $T = 2\pi\sqrt{\frac{l/2}{qE/m}} = 2\pi\sqrt{\frac{lm}{2qE}}$ Циклическая частота $\Omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{2qE}{lm}}$.

1) $t = T = 2\pi\sqrt{\frac{lm}{2qE}}$.

2) $V_{MAX} = V + \Omega\alpha_0 \frac{l}{2} = V + \alpha_0\sqrt{\frac{qEl}{2m}}$.

3) $\left(\frac{\alpha_0/4}{\alpha_0}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{\Omega\alpha_0}\right)^2 = 1$. $\omega = \frac{\sqrt{30}}{4}\alpha_0\sqrt{\frac{qE}{lm}}$.

4. 1) $Q = \frac{1}{2}LI_0^2$. $I_0 = \sqrt{\frac{2Q}{L}}$.

2) При замкнутом ключе $I_R = \text{const}$, I_L изменяется от нуля до I_0 в течение τ . Тогда $q_{R-ON} = I_R\tau$, $q_{L-ON} = \frac{1}{2}I_0\tau$, $q_{R-OFF} = q_{L-OFF}$. Можно показать, что $q_{R-ON} = q_{R-OFF}$. По условию $q_{L-ON} = 2q_{L-OFF}$. Отсюда $I_R = \frac{1}{4}I_0 = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{2Q}{L}}$.

5. По условию $\frac{F}{d+f} = \frac{5}{36}$. По формуле линзы $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. Надо найти $x = \frac{d}{d+f}$. Ответ: $x = \frac{1}{6}$.

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-10

1. 1) $F_{MIN} = m\omega^2 l = m(2\pi/T)^2 l \approx 1,6 \text{ Н}$.

2) По второму закону Ньютона $F_{MAX} - F_{MIN} = M\omega^2 \frac{l}{2}$. $F_{MAX} / F_{MIN} = 1 + \frac{M}{2m} = \frac{7}{2}$.

2. $Q_{12} = \nu C_P (T_2 - T_1) = \frac{15}{4} \nu R T_1$. $\eta = \frac{A}{Q_{12}}$. $Q_{12} - Q = A$.

1) $A = \frac{\eta}{1-\eta} Q$.

2) $T_1 = \frac{4}{15} \cdot \frac{1}{1-\eta} \cdot \frac{Q}{\nu R}$.

Замечание: ответы $A = \frac{6-4\ln 2,5}{9+4\ln 2,5} Q$, $T_1 = \frac{4Q}{(9+4\ln 2,5)\nu R}$ тоже правильные.

3. Период колебаний $T = 2\pi \sqrt{\frac{l/2}{qE/m}} = 2\pi \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$. Циклическая частота $\Omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{2qE}{lm}}$.

1) $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$.

2) $V_{MAX} = V + \Omega \alpha_0 \frac{l}{2} = V + \alpha_0 \sqrt{\frac{qEl}{2m}}$.

3) $\left(\frac{3\alpha_0/4}{\alpha_0}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{\Omega\alpha_0}\right)^2 = 1$. $\omega = \frac{\sqrt{14}}{4} \alpha_0 \sqrt{\frac{qE}{lm}}$.

4. 1) $Q = \frac{1}{2} L I_0^2$. $I_0 = \sqrt{\frac{2Q}{L}}$.

2) При замкнутом ключе $I_R = \text{const}$, I_L изменяется от нуля до I_0 в течение τ . Тогда $q_{R-ON} = I_R \tau$, $q_{L-ON} = \frac{1}{2} I_0 \tau$. Можно показать, что $q_{R-ON} = q_{R-OFF}$. По условию $q_{R-ON} + q_{L-ON} = \frac{7}{2} q_{R-OFF}$. Отсюда

$I_R = \frac{1}{5} I_0 = \frac{1}{5} \sqrt{\frac{2Q}{L}}$.

5. По условию $\frac{F}{d+f} = \frac{4}{25}$. По формуле линзы $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. Надо найти $x = \frac{f}{d+f}$. Ответ: $x = \frac{1}{5}$.

Олимпиада «Физтех». 26.02.2017. МФТИ
Критерии оценивания
Билеты 11-03, 11-04, 11-05, 11-06

Задача 1. (10 очков)

- 1) Ответ на 1-й вопрос 2 очка
 - 2) Ответ на 2-й вопрос 4 очка
 - 3) Аналитический ответ на 3-й вопрос без объяснения 1 очко
Аналитический ответ на 3-й вопрос с объяснением 4 очка
- За отсутствие численного ответа на 3-й вопрос оценку не снижать.

Задача 2. (10 очков)

- 1) Есть понимание, что давление пара равно P_0 2 очка
Ответ на 1-й вопрос 3 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос 5 очков

Задача 3. (10 очков)

- 1) Ответ на 1-й вопрос 3 очка
- 2) Есть понимание, как делится тепло при посл. и парал. соедин. 1 очко
Ответ на 2-й вопрос 2 очка
- 3) Есть понимание, что C закорочен (эquiv. схема, слова) 1 очко
Ответ на 3-й вопрос 3 очка

Задача 4. (10 очков)

- 1) Ответ на 1-й вопрос 2 очка
- 2) Найдено напряжение или заряд на C при макс. токе 2 очка
Записан ЗСЭ 1 очко
Найдено изменение энергии конденсатора 1 очко
Найдена работа источника 1 очко
Ответ на 2-й вопрос 3 очка

Задача 5. (10 очков)

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

Олимпиада «Физтех». 26.02.2017. МФТИ
Критерии оценивания
Билеты 11-07, 11-08, 11-09, 11-10

Задача 1. (10 очков)

- 1) Аналитический ответ на 1-й вопрос 2 очка
- Численный ответ на 1-й вопрос 1 очко
- 2) Правильное ур-е 2 зак. Ньютона для каната (веревки) 3 очка
- Ответ на 2-й вопрос 4 очка

Задача 2. (10 очков)

- 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)

- 1) Найден период 3 очка
- Ответ на 1-й вопрос 2 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос 2 очка
- 3) Ответ на 3-й вопрос 3 очка

Задача 4. (10 очков)

- 1) Ответ на 1-й вопрос 3 очка
- 2) Есть понимание, что $I_R = \text{const}$ 1 очко
- Есть понимание, что I_L линейный 1 очко
- Показано, что заряд через R при зам. и раз. ключе одинаков 2 очка
- Ответ на 2-й вопрос 3 очка

Задача 5. (10 очков)

- Есть все необходимые ур-я 2 очка
- Ответ 8 очков