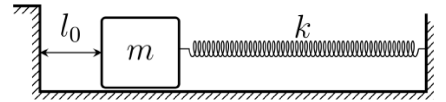


## Олимпиада «Физтех» по физике

## 11 класс, 2025 год, вариант 2

1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой  $m$  прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью  $k$ . На расстоянии  $l_0$  от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на  $11l_0/4$ , тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. После первого удара тела о уступ максимальное сжатие пружины оказалось  $5l_0/2$ . Все удары о уступ считать частично упругими, при которых отношение кинетических энергий после удара и до удара можно считать постоянным. Каждая точка тела движется вдоль одной горизонтальной прямой.

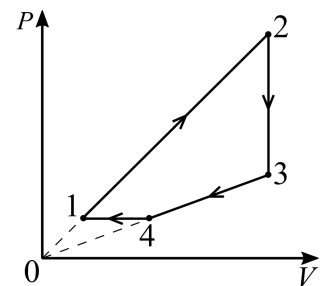


1. Определите скорость тела при прохождении положения равновесия перед первым ударом.
2. Определите величину максимального сжатия пружины после второго удара.
3. Сколько времени прошло между моментом отпускания тела и моментом максимального сжатия пружины после первого удара?

В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

$$\left( \frac{3}{2} \arcsin \frac{11}{4} + \frac{11}{4} \arcsin \frac{3}{4} + \pi \right) \frac{3}{4} \sqrt{\Lambda} = \pi \left( \frac{3}{2} \arcsin \frac{5}{2} \sqrt{\Lambda} = \pi x \left( \frac{3}{2} \arcsin \frac{5}{4} \sqrt{\Lambda} \right) \arcsin \frac{5}{11} = \pi \Lambda \right) (1)$$

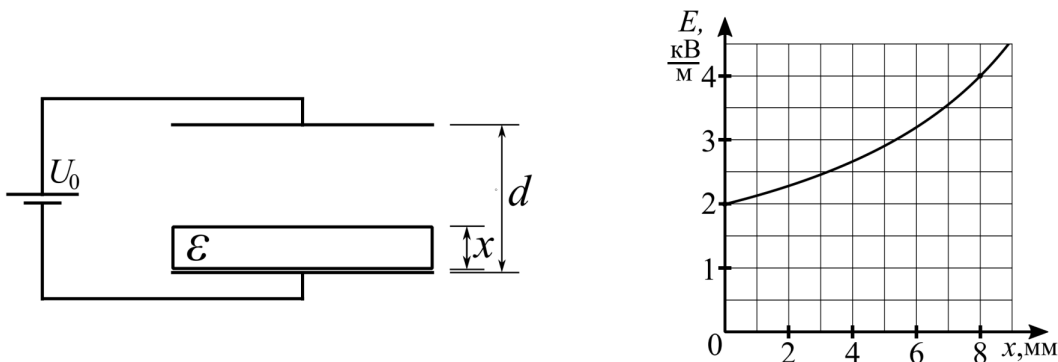
2. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1–2–3–4–1, является идеальный газ (см. рис.). Участки цикла 1–2 и 3–4 лежат на прямых, проходящих через начало координат, 2–3 — изохора, 4–1 — изобара. На каждом из участков 2–3 и 4–1 от газа было отведено количество теплоты  $Q$  ( $Q > 0$ ). Молярная теплоёмкость газа в процессе 3–4 равна  $C = 3R$ ,  $R$  — универсальная газовая постоянная. Отношение температур  $T_4/T_1 = 5/2$ .



1. Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4–1.
2. Найти работу газа за цикл.
3. Найти КПД цикла.

$$(1) C_{v1} = \frac{7}{2} R; (2) A = \frac{3}{2} Q; (3) \eta = \frac{27}{25}$$

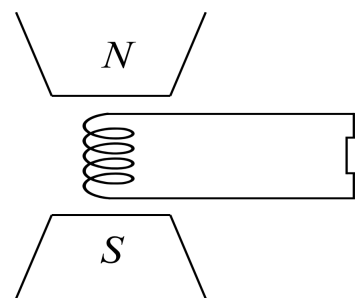
3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками  $d = 12$  мм (см. рис.). В конденсатор вставляется пластина из диэлектрика толщиной  $x$  (пластина занимает часть объема конденсатора, равную  $x/d$ ). Известна часть графика зависимости напряженности электрического поля в воздушном зазоре от толщины пластины  $x$  (см. рис.). Диэлектрическую проницаемость воздуха принять равной единице.



1. Найти напряжение  $U_0$  источника.
2. Найти диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$  диэлектрика.

4. Катушка с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением  $R$ . Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до  $I_1$ .

$$1) U_0 = E(0) \cdot d = 24 \text{ В}; 2) \epsilon = 4$$

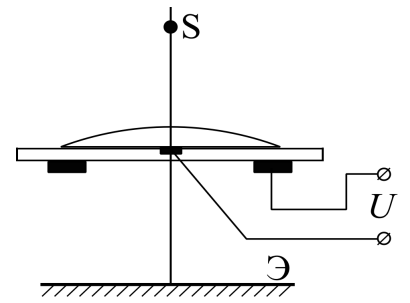


1. Найти скорость возрастания тока через время  $\tau/3$  от начала выключения.
2. Найти заряд  $q$ , протекший через резистор от момента начала выключения поля до момента, когда ток через резистор станет нулевым.
3. Найти индуктивность  $L$  катушки.

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

$$1) \frac{dI}{dt} = \frac{2}{\tau} I_1; 2) q = \frac{1}{2} I_1 \tau; 3) L = \frac{2}{3} I_1 R \tau$$

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления  $n = 1,4$  покоится на тонкой смачиваемой прозрачной горизонтальной диэлектрической подложке (см. рис.). Капля используется в качестве тонкой плосковыпуклой линзы для получения изображения маленького светящегося шарика-светодиода  $S$  на экране  $\mathcal{E}$ . Источник  $S$  можно перемещать вдоль главной оптической оси линзы. Плоскость экрана перпендикулярна оси и находится на расстоянии  $b = 6$  см от линзы.



Расстояние от источника до линзы значительно больше диаметра пучка света, проходящего через линзу. Если под каплей соосно расположить два электрода, так что небольшой центральный электрод непосредственно контактирует с жидкостью, а периферийный (кольцо) изолирован от неё, то можно изменять радиус  $R$  кривизны верхней поверхности линзы по линейному закону в зависимости от напряжения  $U$ , прикладываемого к электродам. Если светодиод на высоте  $a_1 = 12$  см над каплей, то изображение на экране при  $U_1 = 1$  В. Если светодиод на высоте  $a_2 = 18$  см, то изображение на экране при напряжении  $U_2 = 2$  В.

1. Выведите формулу для фокусного расстояния  $F$  плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны  $R$  и показателя преломления  $n$ .
2. Определите радиус кривизны  $R_0$  капли при нулевом напряжении.
3. Считая, что светодиод излучает одинаковую световую мощность по всем направлениям, определите отношение средних освещённостей  $E_1/E_2$  первого и второго изображений. Поглощением света в подложке пренебречь. Освещённость — энергия света, падающего на единицу площади в единицу времени.

$$\boxed{1 = \frac{F}{1} (1 - n) \frac{R}{1} (2) R_0 = 1,4 \text{ см}; 3) E_1/E_2 = 1}$$