

Олимпиада «Физтех» по физике

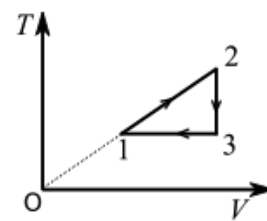
11 класс, 2019 год, вариант 2

1. Самолёт совершает перелёт дальностью $L = 2000$ км на высоте $h \approx 10$ км. Его скорость изменяется так, что отношение подъёмной силы к силе сопротивления воздуха (аэродинамическое качество самолёта) остаётся постоянным и равным $K = 20$ почти всё время перелёта. КПД двигателя $\eta = 40\%$, удельная теплота сгорания топлива $q = 50$ МДж/кг. Масса израсходованного топлива значительно меньше общей массы самолёта. Влиянием ветра пренебречь.

1. Найти отношение x силы тяги (развиваемой двигателем) к силе тяжести, действующей на самолет.
2. Определите долю α массы израсходованного топлива от массы самолёта.

$$\alpha = \frac{Lq}{mgh} = \frac{Lq}{mgh} = \frac{Lq}{mgh} = x \quad (1)$$

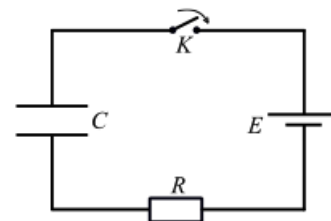
2. На диаграмме зависимости температуры T газа от объема V для гелия в количестве $\nu = 1$ моль показано, что сначала газ переводится из состояния с температурой $T_1 = 100$ К в процессе 1 – 2 прямо пропорциональной зависимости температуры от объема, при этом объем газа увеличивается в 2 раза. Затем газ охлаждается до температуры $T_3 = T_1$ в изохорическом процессе 2 – 3. Далее в изотермическом процессе 3 – 1 газ переходит в начальное состояние, при этом внешнее давление совершает над газом работу $A_1 = 576$ Дж.



1. Найти максимальную температуру газа в этом цикле.
2. Найти работу, совершенную газом в процессе 1 – 2.
3. Найти КПД цикла.

$$T_{\max} = 2T_1 = 200 \text{ К}; \quad A_{12} = \nu RT_1 \ln 2 \approx 831 \text{ Дж}; \quad \eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}} = \frac{A_{12}}{\nu RT_1 \ln 2} = \frac{A_{12}}{A_{12}} = 1 \quad (1)$$

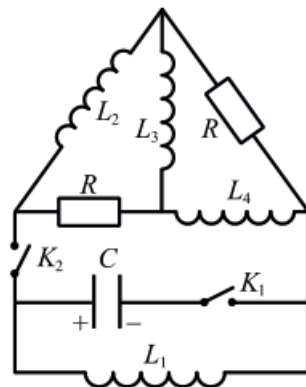
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, их параметры указаны, конденсатор не заряжен. Ключ K замыкают.



1. Какой максимальный ток будет течь через резистор после замыкания ключа?
2. Найти максимальную скорость изменения энергии N_{\max} конденсатора.
3. Найти напряжение на конденсаторе в момент, когда скорость изменения энергии конденсатора равна $5/9$ от максимальной скорости N_{\max} .

$$I_{\max} = \frac{E}{R}; \quad N_{\max} = \frac{dW}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} C U^2 \right) = C U \frac{dU}{dt} = C U I \quad (1)$$

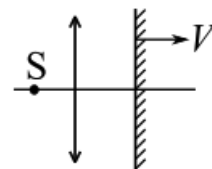
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы идеальные, их параметры указаны, причем $L_1 = L$, $L_2 = 2L$, $L_3 = 3L$, $L_4 = 4L$. Конденсатор емкостью C заряжен до напряжения U_0 , ключи разомкнуты, режим в цепи установился. Когда напряжение на конденсаторе уменьшается в 3 раза, замыкают ключ K_2 .



1. Найти ток I_0 через L_1 непосредственно перед замыканием ключа K_2 .
2. Найти напряжение на конденсаторе C в установившемся режиме после замыкания ключа K_2 .
3. Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа K_2 ?

$$I_0 = \frac{U_0}{L_1} = \frac{U_0}{L}$$

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 16$ см находится муха S на расстоянии $d_1 = 24$ см от линзы (см. рис.). По другую сторону линзы находится плоское зеркало, перемещающееся вдоль главной оптической оси линзы со скоростью $V = 1$ мм/с. В некоторый момент времени t_0 зеркало было на расстоянии $L = 36$ см от линзы.



1. На каком расстоянии от линзы получится изображение мухи при отсутствии зеркала?
2. На каком расстоянии от линзы получится изображение мухи в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?
3. С какой скоростью движется изображение мухи в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?

$$1) f_1 = 48 \text{ см справа от линзы; } 2) f_2 = 48 \text{ см слева от линзы; } 3) v = 8 \text{ мм/с.}$$