2 тур, 11 класс

**1)** До того как конденсаторы соединили, заряд первого конденсатора был равен :.

 Сила тока в проводах максимальна в момент, когда соединяют обкладки конденсаторов и равна  , ( *R* – сопротивление проводов).

 Пусть к тому времени, когда сила тока в проводах уменьшается в 3 раза от значения *I*, напряжение на 1-ом конденсаторе равно *U*1, а напряжение на 2-ом конденсаторе равно *U*2. Следовательно, 

 В этот момент времени заряд 2-го конденсатора равен , а заряд 1-го конденсатора равен разности q и q2, тогда .

 Получаем:



 Находим:  и .

Количество теплоты, выделившееся в проводах, равно разности начальной и конечной энергий, запасенных в конденсаторах:

Q=Q1-Q2 Дж.

**Ответ.** Дж

**2)** При равномерном движении протона по этому кольцу за время Δ*t* вектор импульса протона поворачивается на угол Δϕ, изменяясь от  до . Модуль вектора изменения импульса протона равен Δ*p* = *p*Δϕ, (*p* = *p*1 = *p*2). За это же время протон проходит по дуге окружности расстояние , где  . Из записанных формул и из второго закона Ньютона следует:

.

Протоны в коллайдере движутся в магнитном поле, на них действует сила Лоренца: , откуда модуль индукции магнитного поля: B=$\frac{F}{ec}$  Тл.

**Ответ:**  Тл.

**3)**Поток вектора магнитной индукции через плоскость кольца изменяется с течением времени по закону: , ( – площадь кольца).

В кольце действует ЭДС индукции, так как магнитный поток изменяется, и она равна производной от Ф: .

 В кольце протекает переменный электрический ток: I= $\frac{E\_{max}}{R}$ ,его действующее значение равно . Количество теплоты, выделяющееся в кольце за время *t*, равно

  Дж.

 **Ответ:**  Дж.

**4)** Пусть давление в верхней части равно p1, в нижней p2. Из уравнения Менделеева-Клапейрона: pv=$\frac{m}{μ}$RT, можно выразить массу газа: m1=$\frac{3μp\_{1}v}{RT}$ ; m2=$\frac{Vμp\_{2}}{RT}$.

По условию эти массы равны ⇒ p2=3p1. Разность давлений создаётся весом поршня: p2−p1=2p1=const

После нагрева газа: m1=$\frac{μp^{'}1V^{'}1 }{3RT}$=m2=$\frac{μ(p'1+2p\_{1})V'2}{3RT}$, отсюда следует: $\frac{V'1}{V'2} $=$ \frac{p'1+2p\_{1}}{p'1}$=1+2$\frac{p\_{1}}{p'1}$. Применим теперь уравнение состояния к каждому из объёмов до и после нагрева:

верхний объем$=\frac{3V p\_{1}}{T}$= $\frac{p'1V'1}{3T}$

нижний объем= $\frac{(p\_{1}+2p\_{1})V}{T}$ = $\frac{(p'1+2p\_{1})V'2}{3T}$.

Выразим и V′1 и V′2: V′1=$\frac{9p1V}{p'1}$ ; V′2=$\frac{9p1V}{p'1+2p} $. Находим, что V′1+V′2=3V+V=4V, откуда:

 $\frac{p1}{p'1}$ + $\frac{p1}{p'1+2p1}$ =49.

 Пусть Y=$\frac{p1}{p'1}$, тогда Y+$\frac{1}{\frac{q}{Y}+2}$=49

9Y2+5Y−2=0, это уравнение имеет один неотрицательный корень: Y=$\frac{p1}{p'1}$=$\frac{\sqrt{97}-5}{18}$≈0,27. $\frac{V'1}{V'2}$=1+2$\frac{p1}{p'1}$=1+2⋅0,27=1,54.

Ответ.$ \frac{V'1}{V'2}$=1,54.

**5)** Когда груз висит на пружинах и находится в покое, обе пружины растянуты с одинаковой силой-силой тяжести: F=Mg.

Удлинения пружин:

Δl1=$\frac{Mg}{k1}$, Δl2=$\frac{Mg}{k2}.$

Удлинение получившейся пружины является их суммой: l=Δl1+Δl2=Mg($\frac{1}{k1}$+$\frac{1}{k2}$ ).

 Длина пружины в состоянии покоя: L=l1+Δl1+l2+Δl2=l1+l2+ Mg($\frac{1}{k1} $+$ \frac{1}{k2}$ ).

Получившаяся пружина под действием силы F=Mg удлиняется на величину Δl, тогда её жёсткость равна k=$\frac{mg}{Δl}$=$\frac{k1k2}{k1+k2}$.

Период колебаний будет равен T=2π$\sqrt{\frac{М}{к}}$ =2π$\sqrt{\frac{М(k1+k2)}{k1k2}}$

Ответ. Т=2π$\sqrt{\frac{М(k1+k2)}{k1k2}}$

**6)** При замыкании ключа в цепи начнет течь ток, который со временем будет уменьшаться. Через некоторое время напряжение на конденсаторе станет равным ЭДС батареи(E), а ток уменьшится до нуля, через батарею пройдет заряд q, равный заряду конденсатора: q=CU=CE.

Работа батареи: A=Eq=CE2. Часть работы пойдет на увеличение энергии конденсатора, а остальная выделится в виде тепла на сопротивлении: A=Wконд+Wтепл. Энергия, запасенная в конденсаторе, равна Wконд=$\frac{CE^{2}}{2}$ ,следовательно, Wтепл=CE2−$\frac{CE^{2}}{2}$=$\frac{CE^{2}}{2}$

Ответ. Wтепл=$\frac{CE^{2}}{2}$