



К пластинам плоского конденсатора ёмкостью  $C_0$  прикреплена непроводящая пружина жесткостью  $k$ . В этом состоянии расстояние между обкладками  $L$  и пружина расслаблена. Обкладки соединили резистором и включили внешнее постоянное равномерное электрическое поле напряженностью  $E$  так, что вектор поля перпендикулярен пластинам.

- A1 <sup>1.00</sup> Найти конечный заряд на обкладках конденсатора  $q$ .
- A2 <sup>1.00</sup> Найти изменение расстояния  $\Delta x$  между ними, считая процесс перетекания заряда квазистатическим.
- A3 <sup>2.00</sup> Какое количество теплоты  $Q$  выделится при этом процессе на резисторе?

Система приведена в исходное состояние (без резистора и внешнего поля). Конденсатор подключили к источнику электрического тока с постоянным напряжением  $U$ .

- B1 <sup>2.50</sup> Считая, что изменение расстояния между пластинами  $\Delta x \ll L$ , найдите ёмкость  $C$  конденсатора после установления всех переходных процессов.

Зависимость ёмкости  $C$  конденсатора от напряжения  $U$  можно представить в виде:  $C = C_0 (1 + \alpha U^2)$ , где  $\alpha$  – константа, которая не зависит от напряжения.

- C1 <sup>0.50</sup> Чему равно  $\alpha$ ?

Конденсатор подключили к источнику переменного тока, на котором напряжение меняется по закону  $U = U_0 \sin \omega t$ . Зависимость силы тока в цепи от времени можно представить в виде:  $I = I_0 (A_1 \cos \omega t + A_2 \cos 3\omega t)$ , где  $A_1$  и  $A_3$  – безразмерные коэффициенты. Из-за нелинейности в ёмкости конденсатора сила тока в цепи имеет третью гармонику  $A_3 \cos 3\omega t$ .

- D1 <sup>3.00</sup> Найти соотношение амплитуд третьей и основной гармоник  $A_3/A_1$ .
- Считайте, что  $\omega$  намного меньше частоты собственных механических колебаний, т.е. задержкой из-за механической инерции можно пренебречь. Следующее соотношение может быть полезно:  $4 \cos^3 x = 3 \cos x + \cos 3x$ .