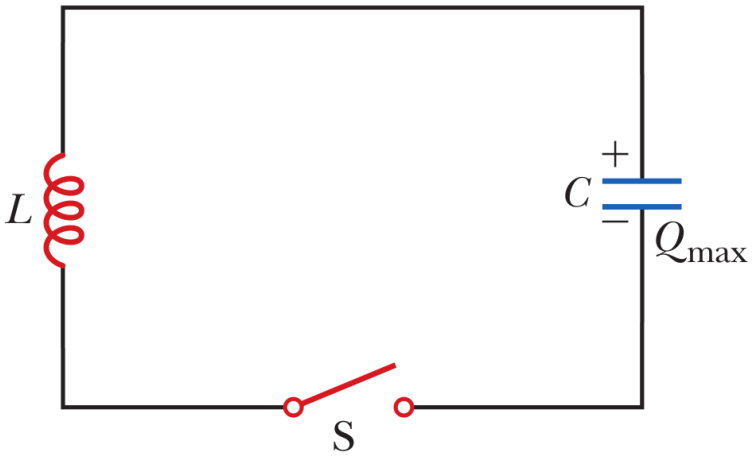
فیزیک ۲
نوسان‌های الکترومغناطیسی و جریان متناوب

محمدرضا مظفری

گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم

بهمن ۱۴۰۰

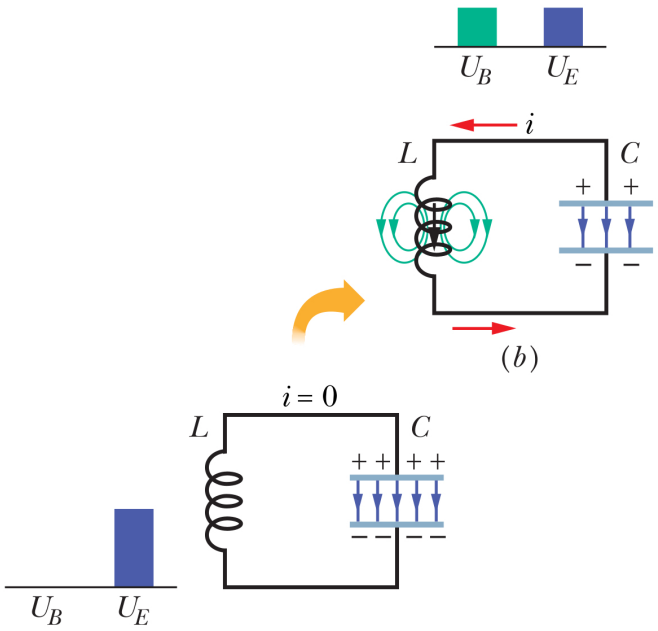
نوسان‌های LC-کیفی



$$U_{\text{کل}} = U_B + U_E$$

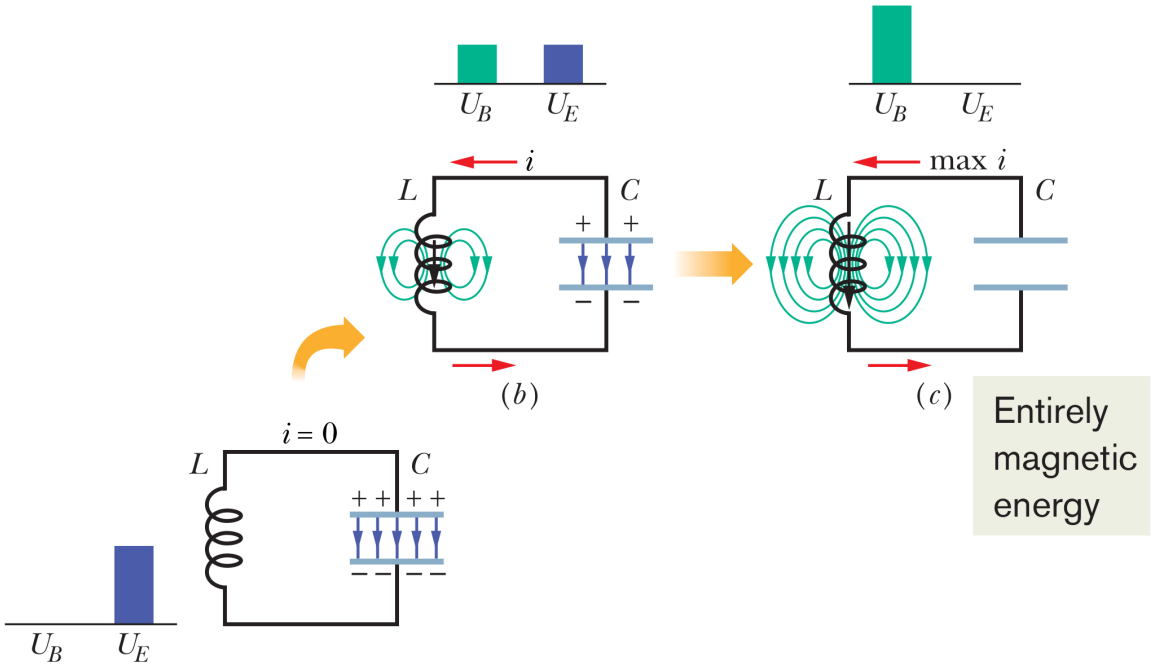
$$U_{\text{کل}} = U = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{q^2}{2C}$$

نوسان‌های LC-کیفی

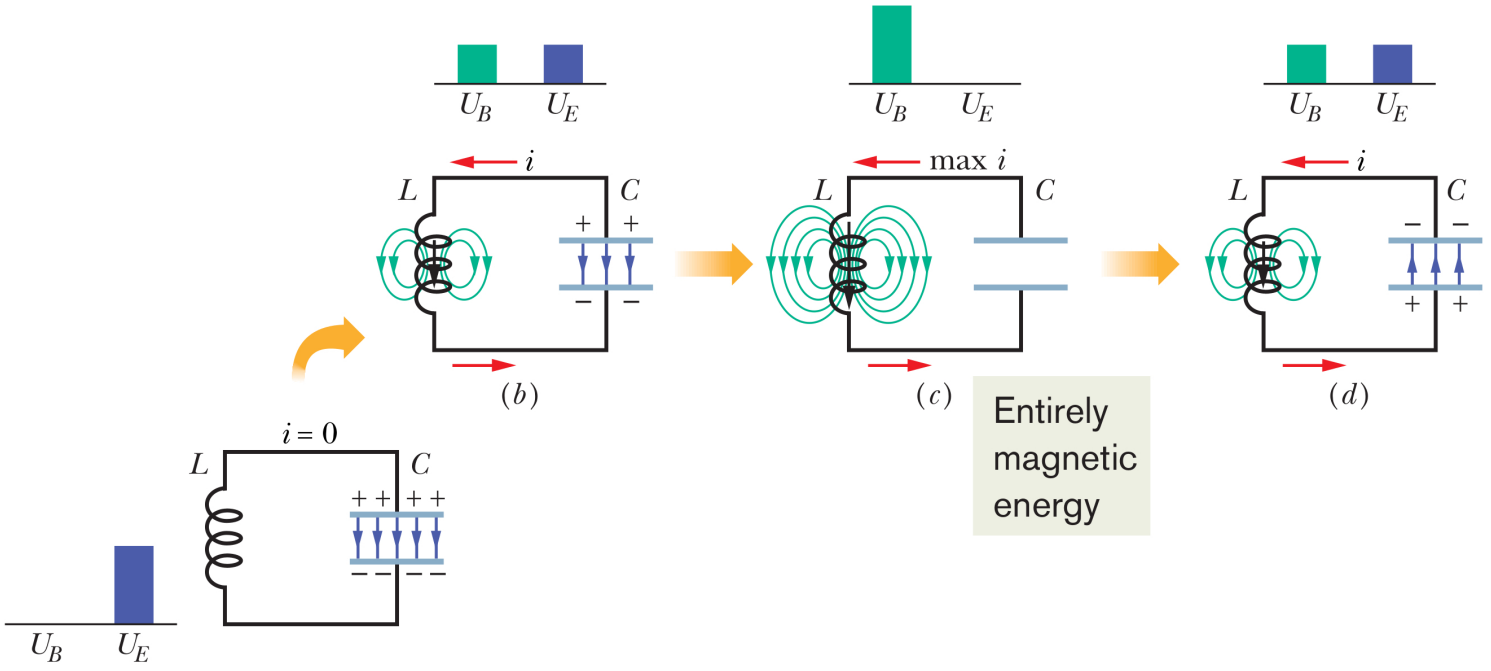


Entirely electrical energy

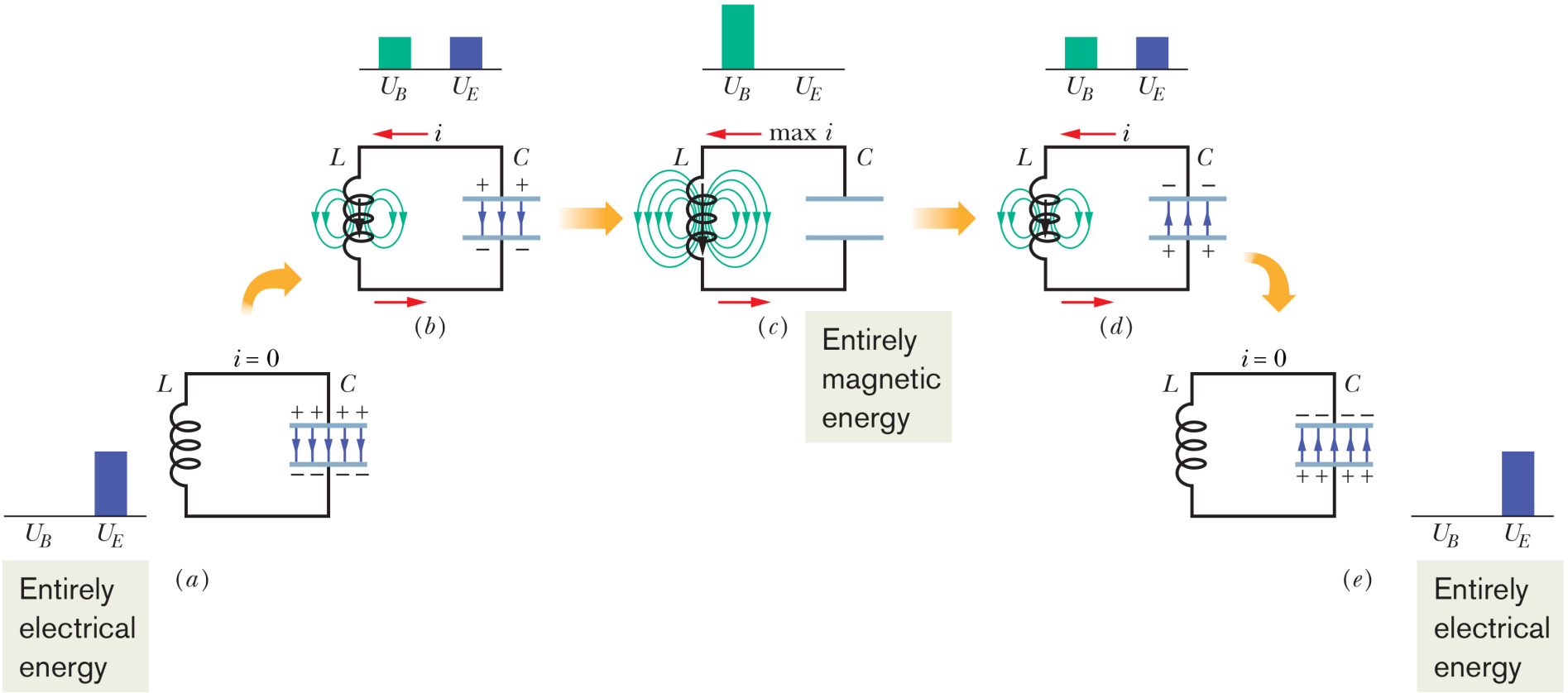
نوسان‌های LC-کیفی



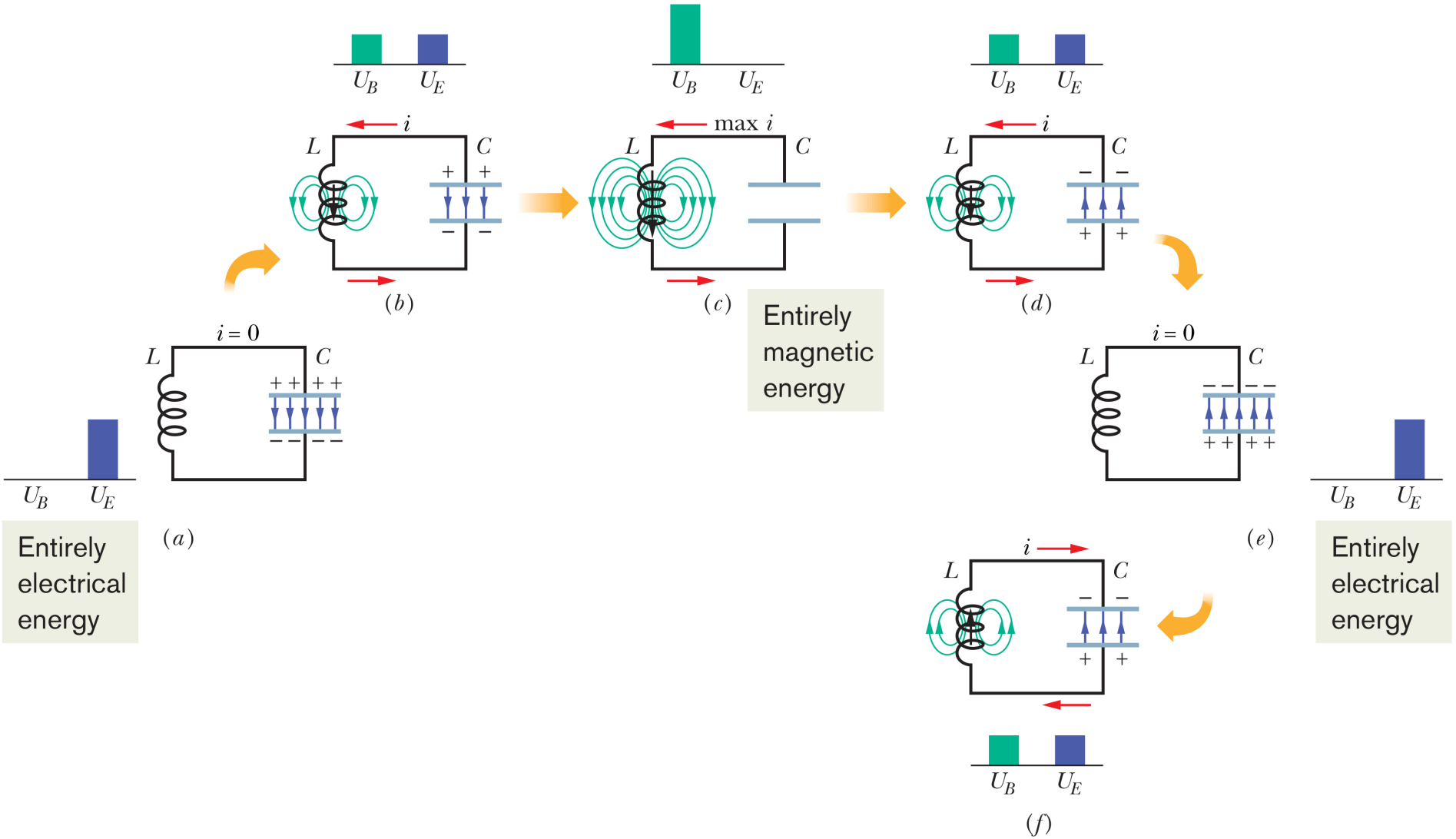
نوسان‌های LC-کیفی



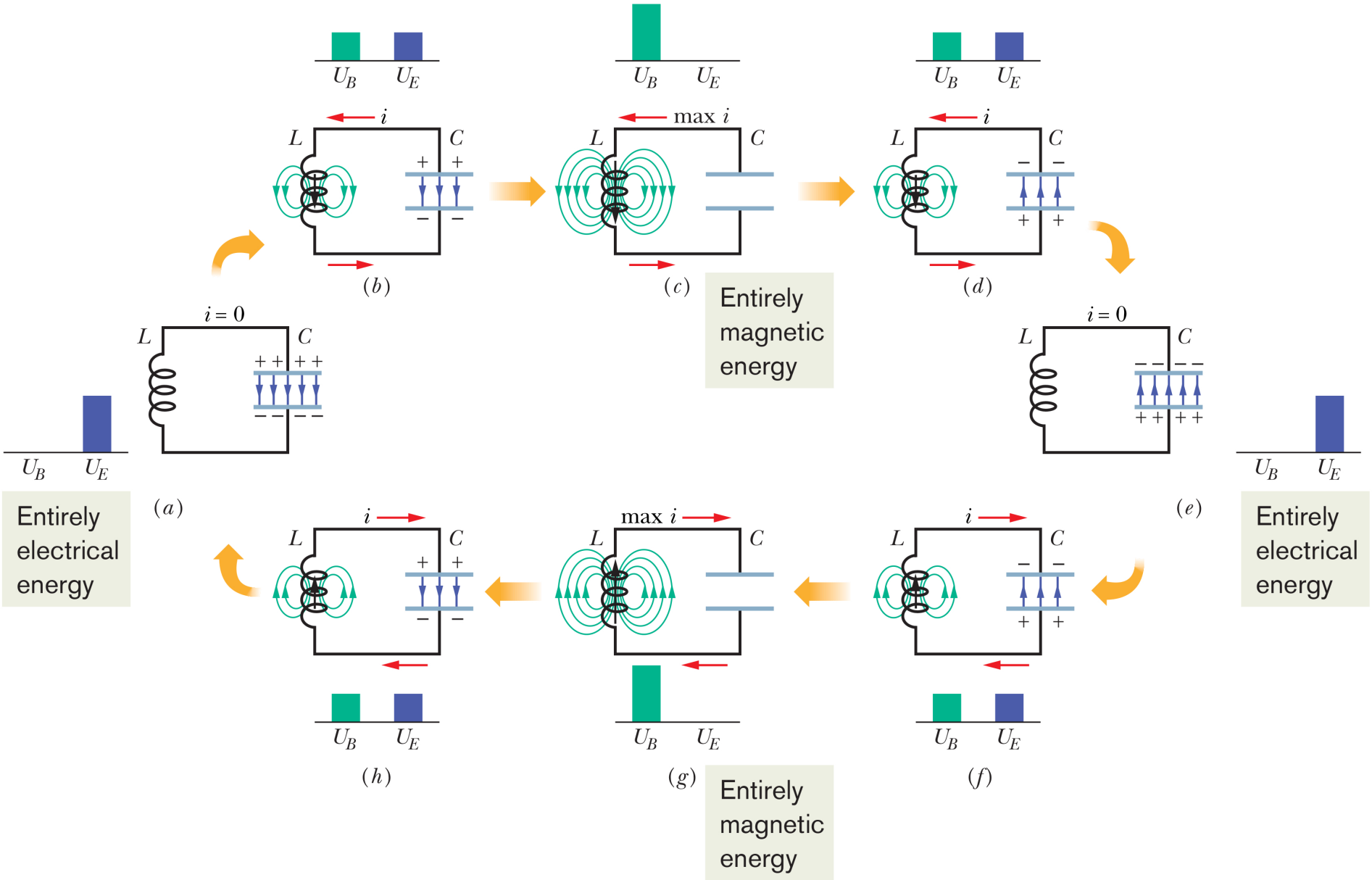
نوسان‌های LC-کیفی



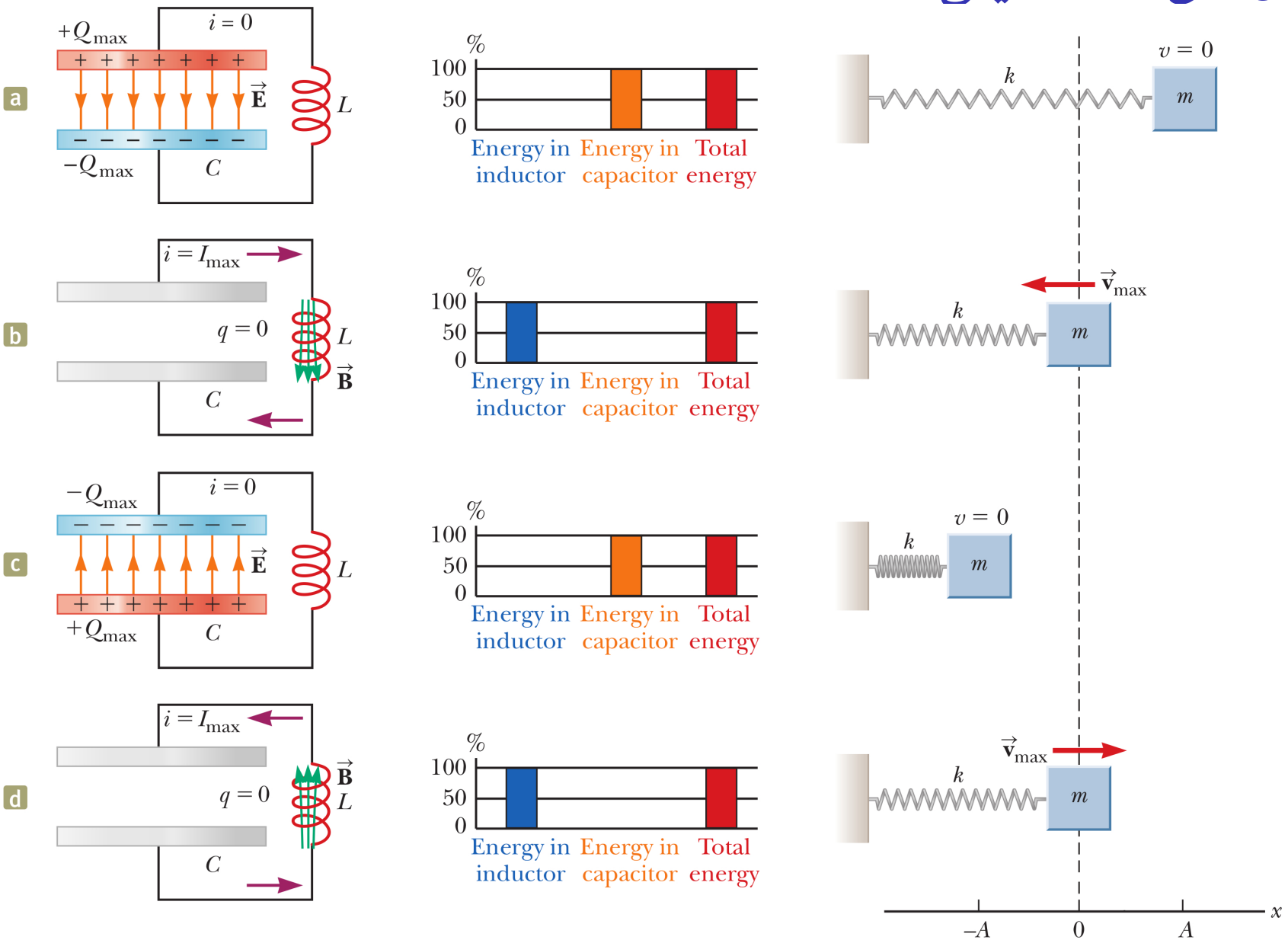
نوسان‌های LC-کیفی



نوسان‌های LC-کیفی



نوسان‌های LC-کیفی



نوسان‌های LC-کمی

انرژی دستگاه جرم و فنر

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

$$E = \text{ثابت}$$

$$\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t} = 0 \Rightarrow mv\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + kx\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = 0$$

$$v\left(m\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2} + kx\right) = 0 \Rightarrow \begin{cases} v = 0, & \text{غیر قابل قبول} \\ m\dfrac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2} + kx = 0 \end{cases}$$

معادله دیفرانسیل حرکت دستگاه جرم و فنر

$$m\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2} + kx = 0, \quad x(t=0) = x_0, \quad v(t=0) = v_0$$

$$x = A\cos(\omega t + \phi), \quad \omega = \sqrt{k/m}$$

که A و ϕ با توجه به شرایط اولیه مشخص می‌شوند.

نوسان‌های LC-کمی

انرژی دستگاه القاگر و خازن

$$U_{\text{کل}} = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$$

$$U_{\text{کل}} = \text{ثابت}$$

$$\frac{\mathrm{d}U_{\text{کل}}}{\mathrm{d}t} = 0 \Rightarrow Li\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + \frac{1}{C}q\frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} = 0$$

$$q\left(L\frac{\mathrm{d}^2q}{\mathrm{d}t^2} + \frac{q}{C}\right) = 0 \Rightarrow \begin{cases} i = 0, & \text{غیر قابل قبول} \\ L\dfrac{\mathrm{d}^2q}{\mathrm{d}t^2} + \dfrac{q}{C} = 0 \end{cases}$$

معادله دیفرانسیل حرکت دستگاه القاگر و خازن

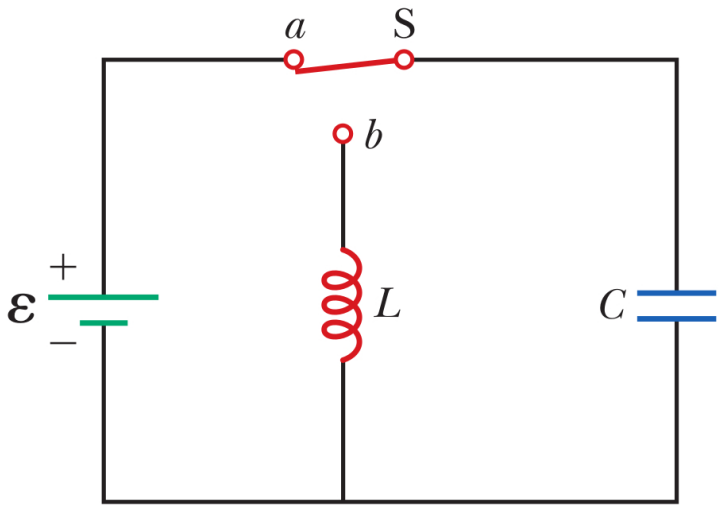
$$L\frac{\mathrm{d}^2q}{\mathrm{d}t^2} + \frac{q}{C} = 0, \quad q(t=0) = q_0, \quad i(t=0) = i_0$$

$$q = A\cos(\omega t + \phi), \quad \omega = 1/\sqrt{LC}$$

که A و ϕ با توجه به شرایط اولیه مشخص می‌شوند.

نوسان‌های LC-کمی

مسئله-۱:



وقتی کلید S بر روی b بسته باشد،

$$L\frac{\mathrm{d}^2q}{\mathrm{d}t^2}+\frac{q}{C}=0$$

$$q(t=0)=Q=C\varepsilon,\quad i(t=0)=0$$

$$q=A\cos(\omega t+\phi),\quad \omega=1/\sqrt{LC}$$

وقتی کلید S بر روی a بسته باشد، خازن C بطور کامل پر می‌شود. بار ذخیره شده در این حالت برابر است با

$$Q=C\varepsilon$$

نوسان‌های LC-کمی

مسئله-۱:

$$L\frac{\mathrm{d}^2q}{\mathrm{d}t^2}+\frac{q}{C}=0,\quad q(t=0)=Q,\ \ i(t=0)=0$$

$$q=A\cos(\omega t+\phi),\quad \omega=1/\sqrt{LC}$$

اعمال شرایط اولیه :
$$\begin{cases} q(t=0)=Q\Rightarrow Q=A\cos\phi \\ i(t=0)=0\Rightarrow 0=-\omega A\sin\phi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\sin\phi\Rightarrow\phi=0 \\ \phi=0\Rightarrow A=Q \end{cases}$$

$$\begin{cases} q=Q\cos\omega t \\ i=-\omega Q\sin\omega t \end{cases}$$

$$U_B=\frac{1}{2}Li^2=\frac{1}{2}L\omega^2Q^2\sin^2\omega t=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}\sin^2\omega t$$

$$U_E=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}\cos^2\omega t$$

نوسان‌های LC-کمی

مسئله-۱:

$$L\frac{\mathrm{d}^2q}{\mathrm{d}t^2}+\frac{q}{C}=0,\quad q(t=0)=Q,\ \ i(t=0)=0$$

$$\begin{cases} q=Q\cos\omega t \\ i=-\omega Q\sin\omega t \end{cases},\quad \omega=1/\sqrt{LC}$$

$$\begin{cases} U_B=\dfrac{1}{2}\dfrac{Q^2}{C}\sin^2\omega t \\ U_E=\dfrac{1}{2}\dfrac{Q^2}{C}\cos^2\omega t \end{cases}$$

$$U_{\text{کل}}=U_B+U_E=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}\sin^2\omega t+\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}\cos^2\omega t$$

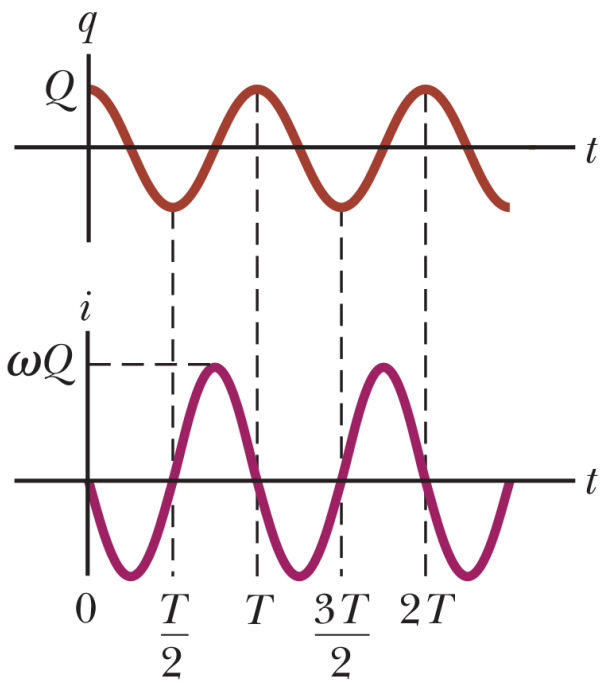
$$U_{\text{کل}}=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}(\sin^2\omega t+\cos^2\omega t)$$

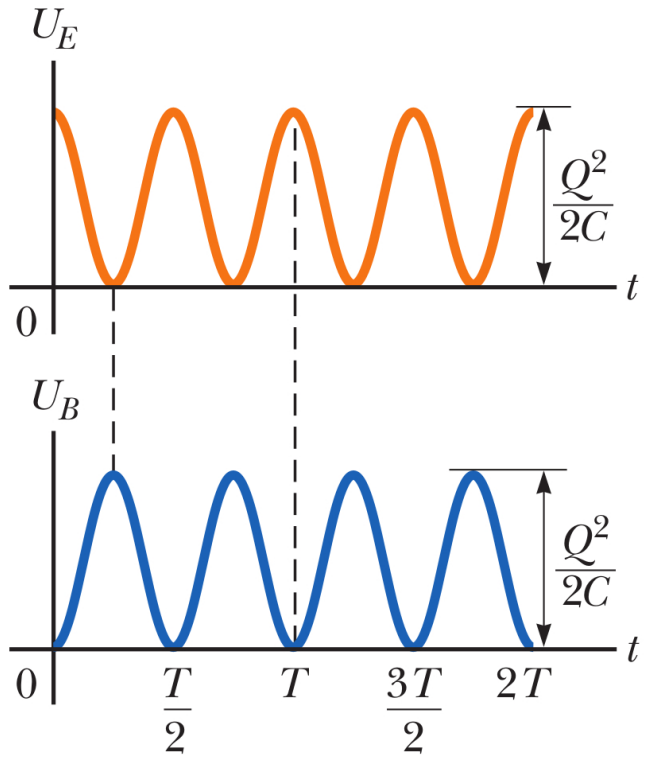
$$U_{\text{کل}}=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}=\text{ثابت}$$

نوسان‌های LC-کمی

مسئله-۱:

$$\begin{cases} q = Q\cos\omega t \\ i = -\omega Q\sin\omega t \end{cases}, \quad \begin{cases} U_B = \dfrac{1}{2}\dfrac{Q^2}{C}\sin^2\omega t \\ U_E = \dfrac{1}{2}\dfrac{Q^2}{C}\cos^2\omega t \end{cases}, \quad \omega = 1/\sqrt{LC}$$





نوسانات میرا در مدار RLC