

选择性必修 第二册

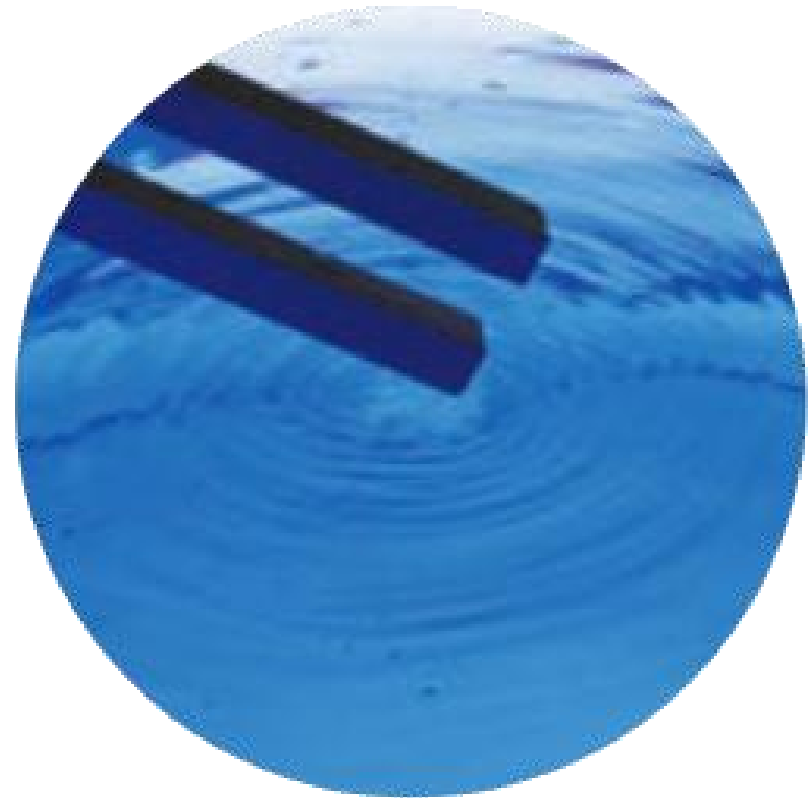


§1 电磁振荡

第四章 电磁振荡与电磁波

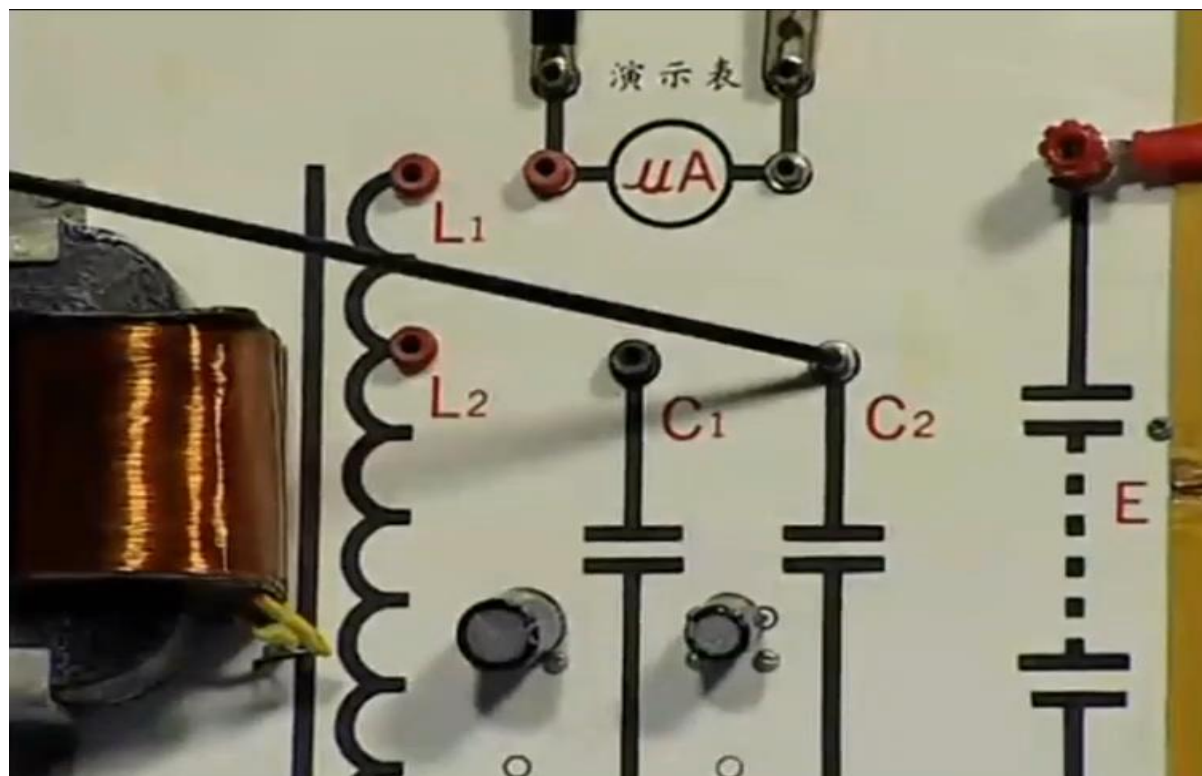
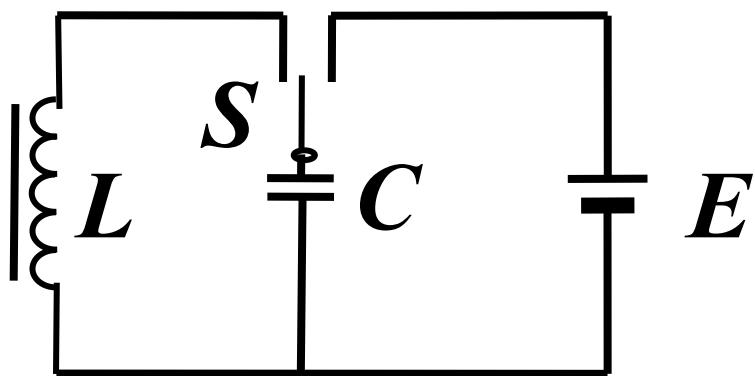
思考与讨论：

水波是由机械振动形成的。一颗石子投入水面会激起一阵涟漪，但是要形成持续的水波，则需要不断地击打水面。电视、广播接收的是电磁波，要产生持续的电磁波，需要持续变化的电流。怎样才能产生这样的电流呢？



一、电磁振荡的产生—实验

按照如图连成电路，**先**把开关置于电源一侧，为电容器**充电**；稍后**再**把开关置于线圈一侧，使电容器通过线圈**放电**。观察电脑显示器显示的电压波形。



一、电磁振荡的产生—概念

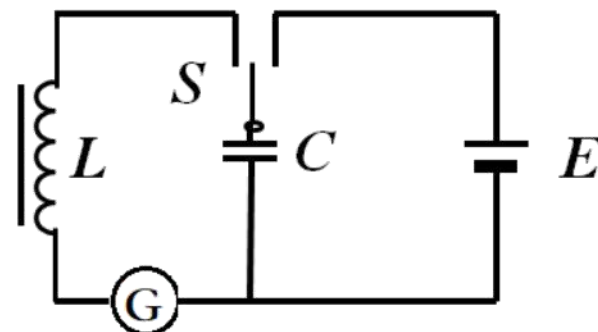
1.概念

①**振荡电流**：大小和方向都做周期性**迅速**变化的电流

想一想与交流电有何区别？

②**振荡电路**：能够产生振荡电流的电路。

③**LC振荡电路**：



当开关置于线圈一侧时，由电感线圈 L 和电容 C 组成的电路，就是最简单的**振荡电路**。

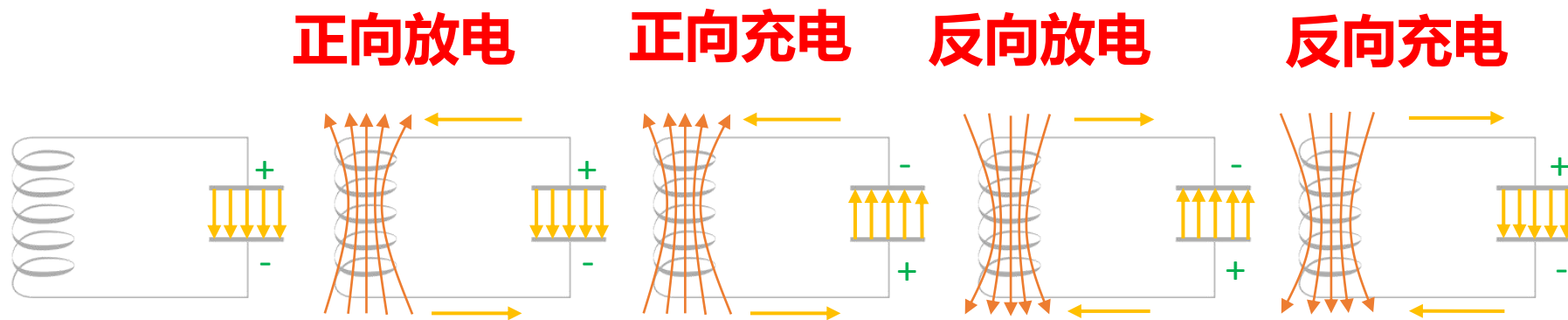
问题：为什么会产生振荡电流？

► 振荡电流实际上就是交变电流，不过习惯上指频率很高的交变电流。

一、电磁振荡的产生——概念

2. 振荡电路的工作原理

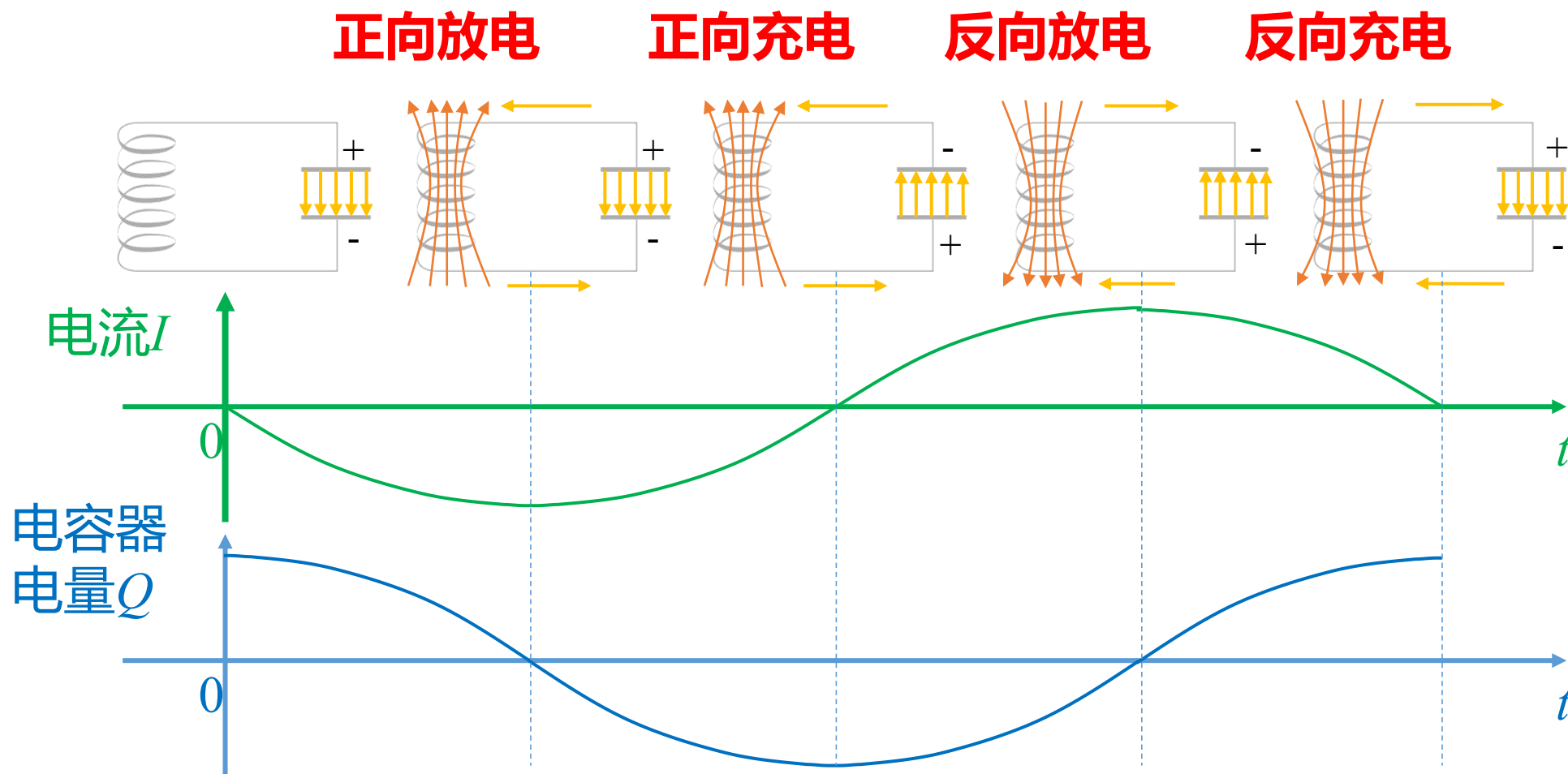
电磁振荡的充放电过程

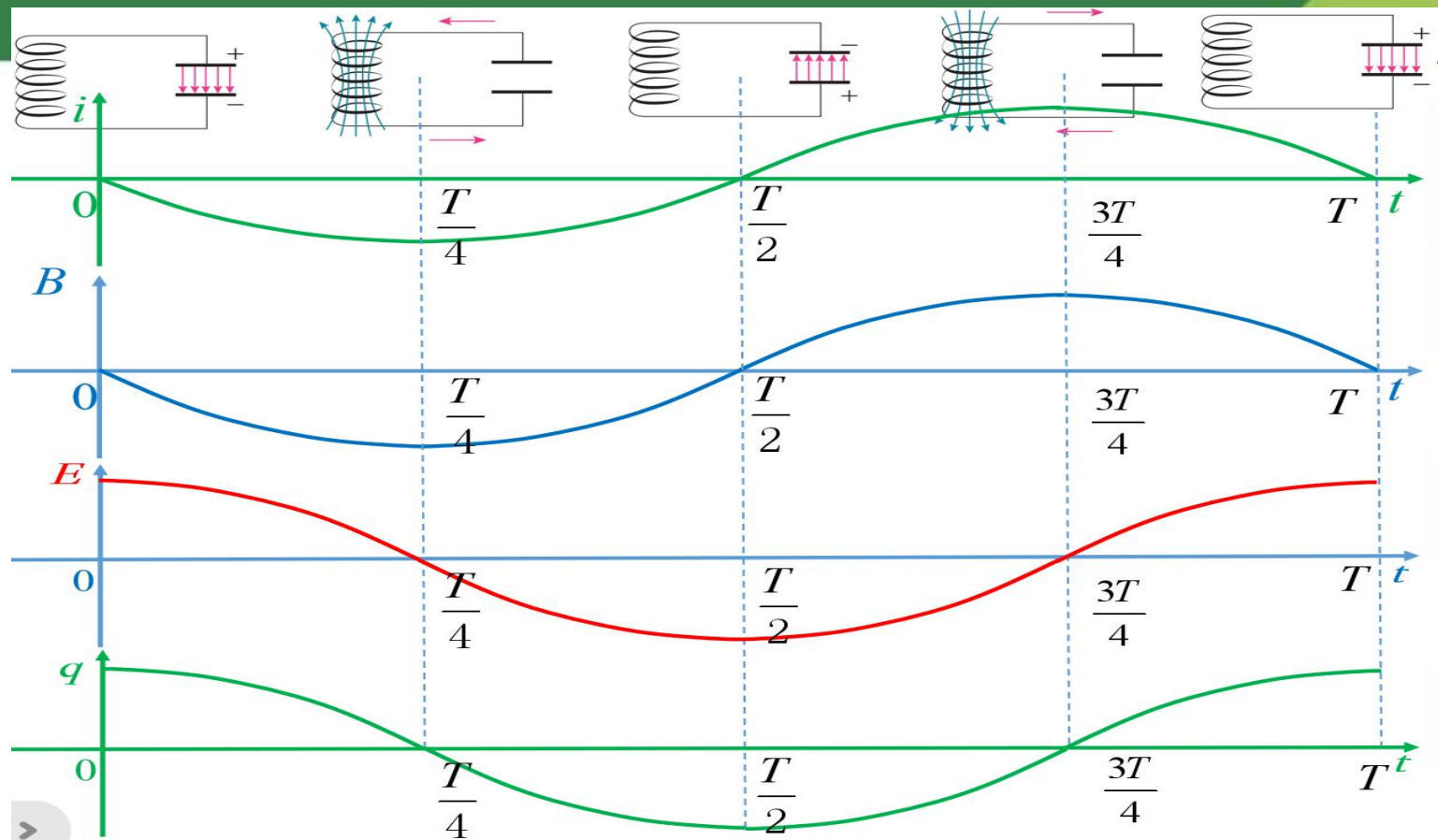


- ① 电容器充电结束，两极板上的**电荷最多**。
- ② 回路中**电流**从**0**开始逐渐增到最大。两极板**电荷量**从最大减为**0**。
- ③ 自感线圈给电容器**正向充电**结束，回路中**电流**从最大减为**0**，两极板**电荷量**从**0**变回最大。
- ④ 电容开始反向放电
- ⑤ 自感线圈给电容器反向充电，于是整个电路回到最开始状态。

一、电磁振荡的产生—概念

3.电磁振荡的图象分析





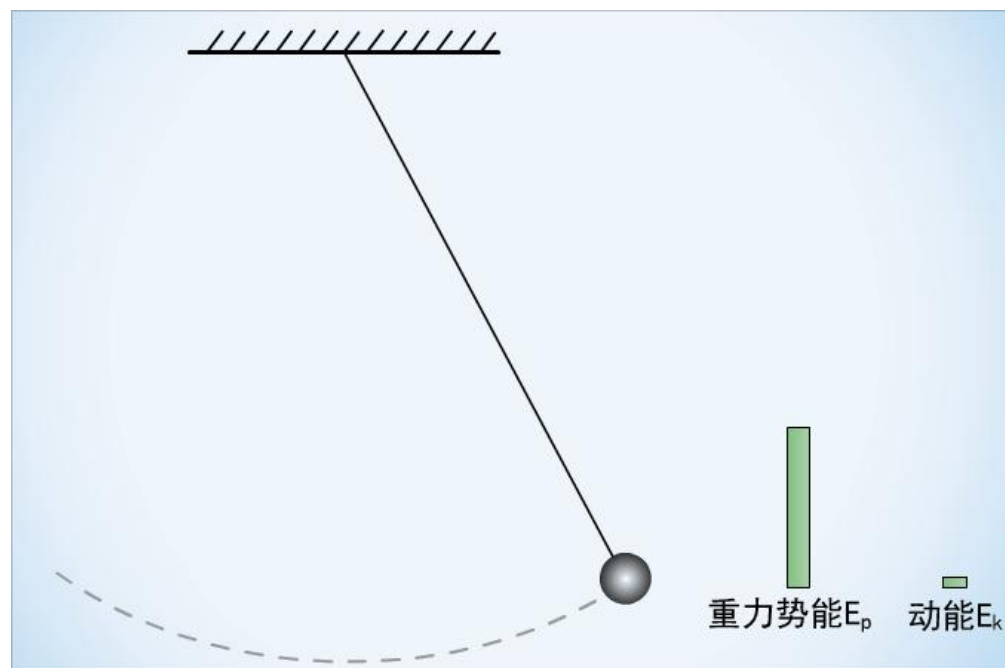
电磁振荡：在整个过程中，电路中的电流 i 、电容器极板上的电荷量 q 、电容器里的电场强度 E 、线圈里的磁感应强度 B ，都在周期性地变化着。这种现象就是**电磁振荡**。

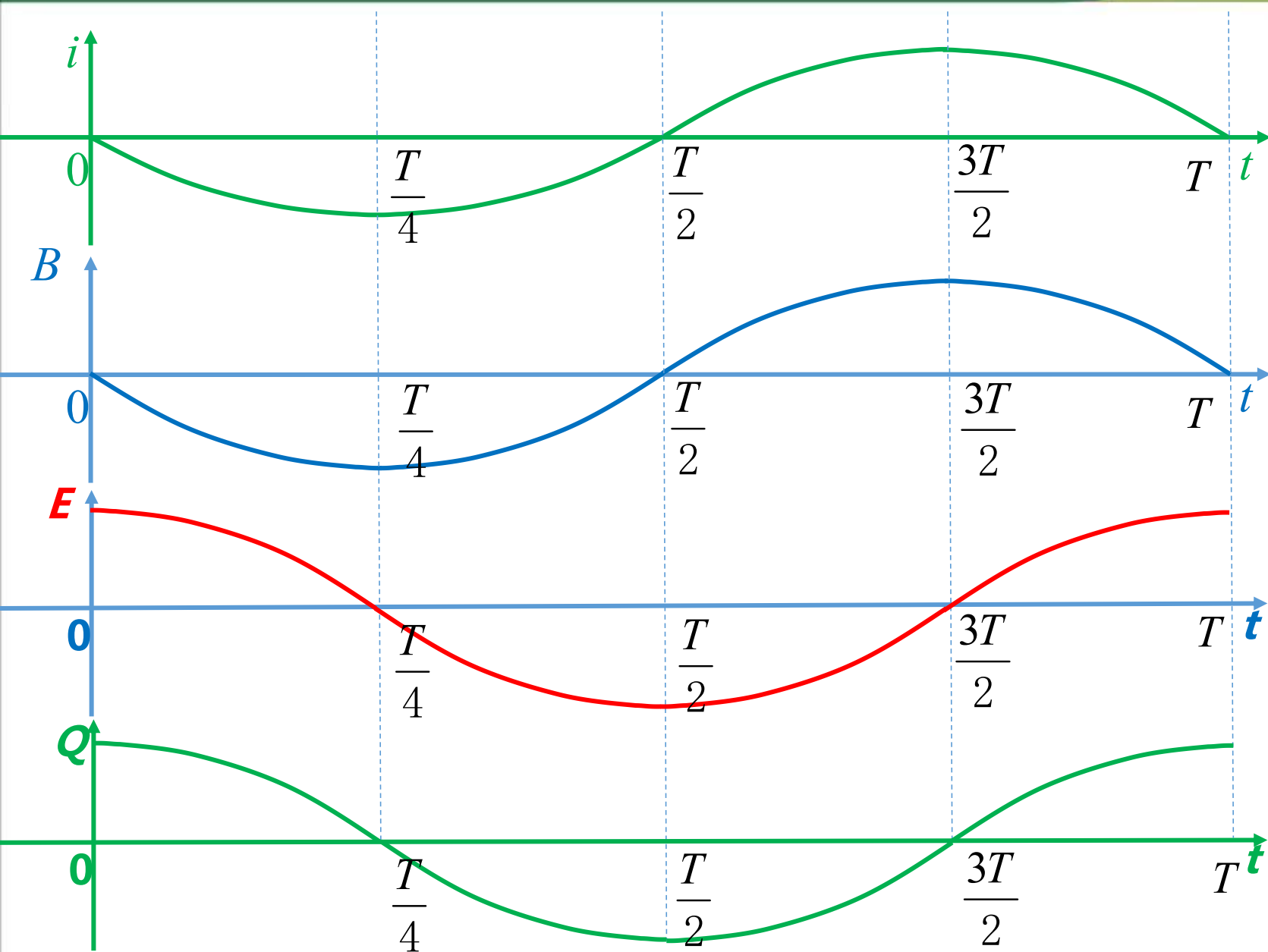


思考与讨论

电磁振荡与机械振动虽然有着本质的不同，但它们还是具有一些共同的特点。在机械振动中，例如在单摆的振动中，位移 x 、速度 v 、加速度 a 这几个物理量周期性地变化。在电磁振荡中，电荷量 q 、电流 i 、电场强度 E 、磁感应强度 B 这几个物理量也在周期性地变化。

在机械振动中，动能与势能周期性地相互转化。那么，在电磁振荡中，能量是如何转化的？

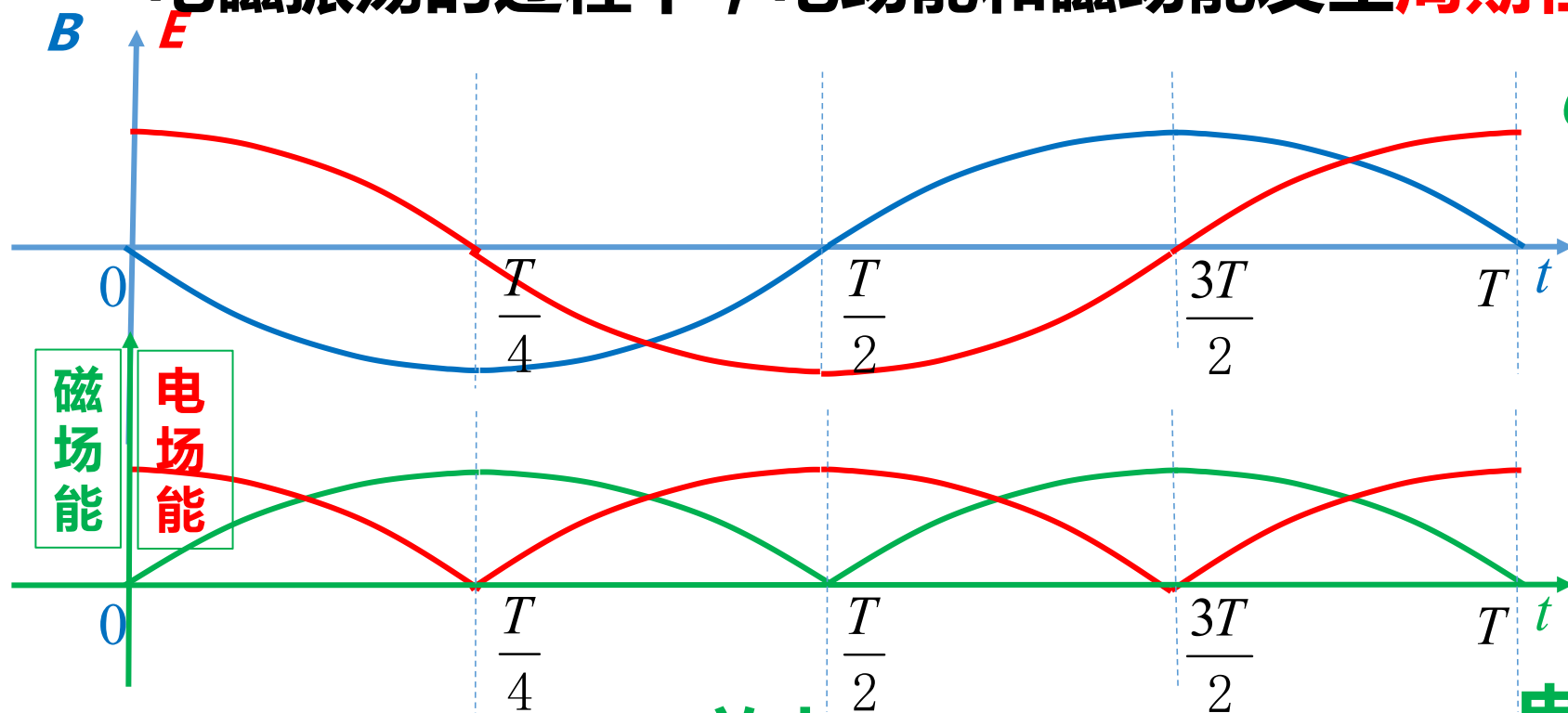




时间 t	电流 I	电量 Q	电场能	磁场能
0	零	最大	最大	零
$\frac{T}{4}$	最大	零	零	最大
$\frac{T}{2}$	零	最大	最大	零
$\frac{3T}{2}$	最大	零	零	最大
T	零	最大	最大	零

二、电磁振荡中的能量变化

电磁振荡的过程中，电场能和磁场能发生周期性的转化



Q 、 B 、 i 、 E 变化周期

T

电场能、磁场能变化周期

$\frac{T}{2}$

同步变化

电场能

两极间场强 E

电容器带电量 q

放电

充电

磁场能

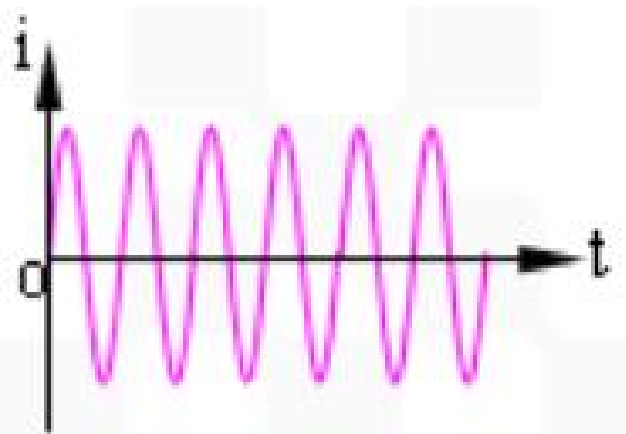
磁感强度 B

电路中电流 i

同步变化

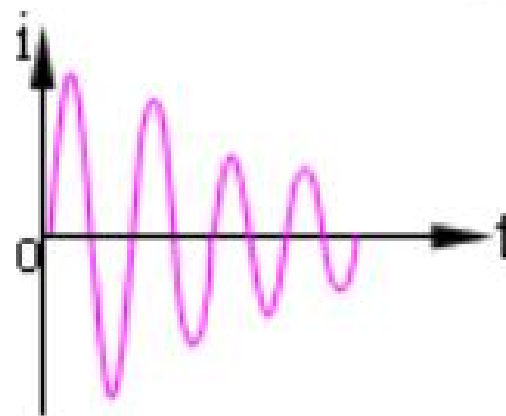
二、电磁振荡中的能量—能量损耗

理想情况



理想情况

实际情况



能量有损耗 {
 内能
 电磁波

如果能够适时地把能量补充到振荡电路中，以补偿能量损耗，就可以得到振幅不变的等幅振荡。实际电路中由**电源**通过电子器件为LC电路**补充能量**。

问题：怎样描述振荡电流变化的快慢？

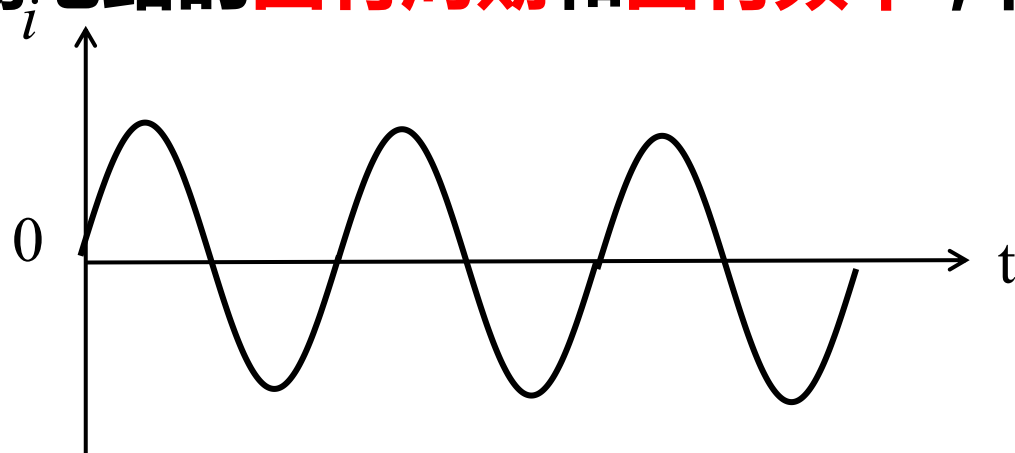
三、电磁振荡的周期和频率——概念

1.周期和频率：

(1) 周期：电磁振荡完成一次**周期性变化**需要的时间。

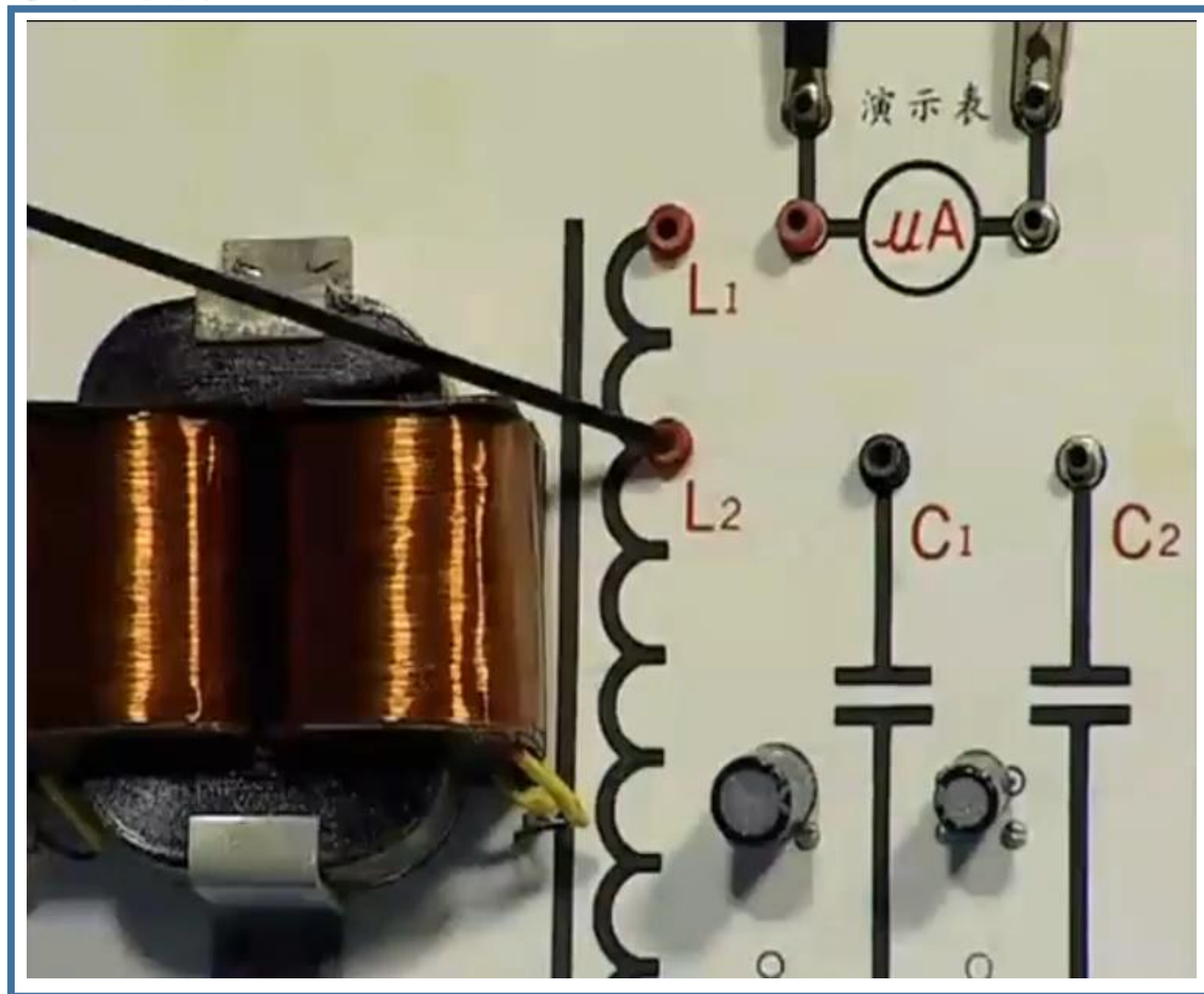
(2) 频率：1 s内完成的**周期性变化的次数**。

(3) 振荡电路里在不受其他外界条件影响下发生**无阻尼振荡**时的周期和频率叫振荡电路的**固有周期**和**固有频率**，简称振荡电路的周期和频率。



思考： LC 电路的周期（频率）与电容 C 、电感 L 有什么样的关系？

实验探究：



$$L_1 > L_2 \quad C_1 > C_2$$

第一次的振荡周期
大于第二次的振荡周期

三、电磁振荡的周期和频率—规律

分析表明，LC电路的周期 T 与电感 L 、电容 C 的关系是

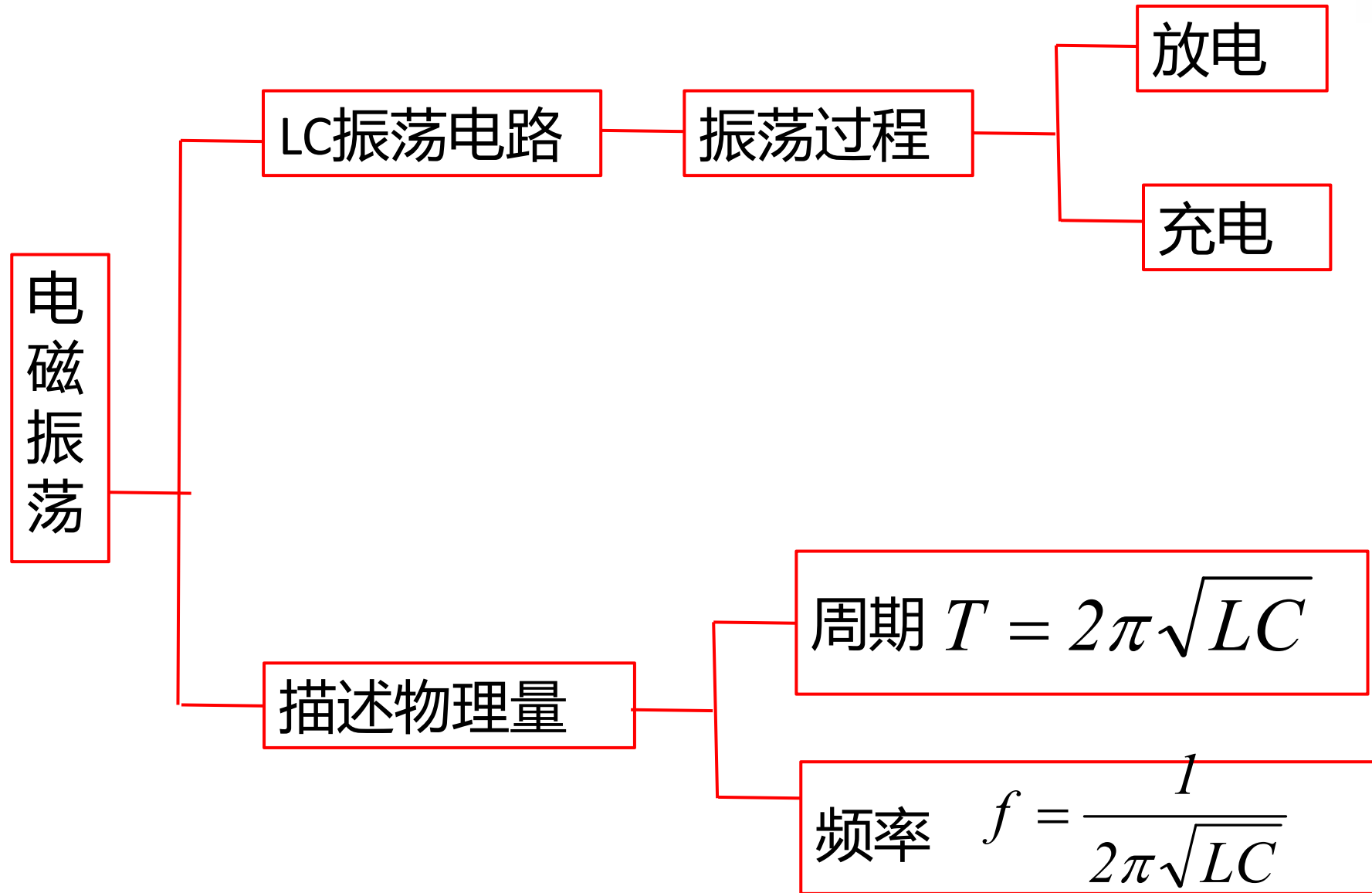
$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

①式中各物理量 T 、 L 、 C 、 f 的**单位**分别是 s 、 H 、 F 、 Hz 。

②改变周期的方法： $\left\{ \begin{array}{l} L : \text{线圈的大小、形状、匝数、铁芯。} \\ C = \frac{\varepsilon S}{4k\pi d} \end{array} \right.$

课堂总结



1. 在理想LC振荡电路中的某时刻，电容器极板间的场强 E 的方向如图所示， M 是电路中的一点。若该时刻电容器正在充电，据此可判断此时（ **B** ）

- A. 电路中的磁场能在增大
- B. 流过 M 点的电流方向向左
- C. 电路中电流正在增加
- D. 电容器两板间的电压在减小

