# 第四章 电磁振荡与电磁波 复习与提高

A 组共 4 道习题。第 1 题是判断能产生电场和电磁波的 *B*–*t* 图像。第 2 题对生活中部分常用电磁波按频率大小进行排序。第 3 题结合 *LC* 振荡电路的电流随时间变化的图像，分析磁场能的变化情况。第4题应用 *λ* = 计算手机天线的长度。

B 组共 5 道习题。第 1 题要求通过计算，画出 *LC* 振荡电路中电流 *I* 随时间 *t* 变化的图像。第 2 题分析回旋加速器中高频交流电源的电感 *L* 和电容 *C* 的数值关系。第 3 题计算收音机调谐电路的波长，分析调谐电路接收无线电波时电容的变化情况。第 4 题结合力学知识，计算 *LC* 振荡电路中带电灰尘在不同时刻的加速度大小。第 5 题结合实际，分析某高速公路雷达自动测速所测得的汽车速度。

## A 组

1．如图 4–1 所示，在磁感应强度 *B* 随时间 *t* 变化的以下四种磁场中，哪些是能产生电场的？哪些是能产生电磁波的？说明你判断的理由。

*t*

*B*

*O*

甲

乙

丙

丁

图 4–1

*t*

*B*

*O*

*t*

*O*

*B*

*t*

*B*

*O*

*t*

*B*

*O*

甲

乙

图4–1

*t*

*B*

*O*

丙

丁

*t*

*O*

*B*

*t*

*B*

*O*

**参考解答**：根据“变化的磁场产生电场”可知，乙、丙、丁的磁场能产生电场。丙的磁场产生的是恒定电场，乙和丁的磁场产生的是变化的电场。根据“变化的电场产生磁场”可知，乙和丁的磁场能产生电磁波。

2．广播电台的短波、家用微波炉的微波、DVD 机的激光（可见光）、人体透视用的 X 射线，它们的频率分别为 *f*1 、*f*2 、*f*3 、*f*4 ，请将它们按照频率由小到大排列。

**参考解答**：*f*1 < *f*2 < *f*3 < *f*4

3．如图 4–2 所示，*i*–*t* 图像表示 *LC* 振荡电路的电流随时间变化的图像。在 *t* = 0 时刻，回路中电容器的 M 板带正电。在某段时间里，回路的磁场能在减小，而 M 板仍带正电，则这段时间对应图像中哪一段？

*L*

*C*

M

*a*

*b*

*c*

*d*

*i*

*O*

*t*

图 4–2

**参考解答**：c ~ d 段

提示：在 *t* = 0 时刻，回路中电容器的 M 板带正电，说明逆时针方向的电流为正；回路的磁场能在减小，而 M 板仍带正电，说明电流在减小，电流为顺时针方向，故对应 c ~ d 段。

4．已知手机单端天线的长度为载波波长的 时，其感应电动势在天线中将达到最大值。如果手机接收信号的载波频率为 8.00×108 Hz，这种手机的天线应设计为多长？

**参考解答**：9.38 cm

## B 组

1．如图 4–3 所示，线圈的自感系数 0.1 H，电容器的电容 40 μF，电阻 *R* 的阻值 3 Ω，电源电动势 1.5 V，内阻不计。闭合开关 S，待电路达到稳定状态后断开开关 S，*LC* 电路中将产生电磁振荡。如果规定线圈中的电流方向从 *a* 到 *b* 为正，断开开关的时刻 *t* = 0，请画出电感线圈中电流 *I* 随时间 *t* 变化的图像，并标明关键点的坐标值。

S

*a*

*b*

*C*

*L*

*R*

图 4–3

**参考解答**：如图所示。

*i*/A

0.5

−0.5

0

π

*t*/×10−3 s

2π

3π

4π

2．回旋加速器中的磁感应强度为 *B*，被加速的粒子的电荷量为 *q*，质量为 *m*，用 *LC* 振荡器作为带电粒子加速的交流高频电源，电感 *L* 和电容*C* 的数值应该满足什么条件？

**参考解答**：*LC* =

3．有波长分别为 290 m、397 m、566 m 的无线电波同时传向收音机的接收天线，当把收音机的调谐电路的频率调到 756 kHz时，问：

（1）哪种波长的无线电波在收音机中产生的振荡电流最强？

（2）如果想接收到波长为 290 m 的无线电波，应该把调谐电路中可调电容器的电容调大一些还是调小一些？

**参考解答**：（1）397 m

（2）调小

4．如图 4–4，*LC* 电路中，电容 *C* 为 0.4 μF，电感 *L* 为 1 mH。已充电的平行板电容器两极板水平放置。开关 S 断开时，极板间有一带电灰尘恰好静止。当开关 S 闭合时，灰尘在电容器内运动，*g* 取 10 m/s2 。求：

*C*

*L*

S

图 4–4

（1）从 S 闭合开始计时，经 2π×10-5 s 时，电容器内灰尘的加速度大小为多少？

（2）当灰尘的加速度多大时，线圈中电流最大？

**参考解答**：（1）20 m/s2

（2）10 m/s2

5．某高速公路自动测速装置如图 4–5 甲所示，雷达向汽车驶来的方向发射脉冲电磁波，相邻两次发射时间间隔为 *t*。当雷达向汽车发射电磁波时，在显示屏上呈现出一个尖形波；在接收到反射回来的无线电波时，在显示屏上呈现出第二个尖形波。根据两个波在显示屏上的距离，可以计算出汽车至雷达的距离。显示屏如图 4-5 乙所示，请根据图中 *t*1、*t*、*t*2 的意义，结合光速 *c* 求出汽车车速的表达式。

*t*1

*t*

*v*

雷达

*t*2

图 4–5

甲

乙

**参考解答**：

提示：汽车两次反射无线电波时离雷达的距离分别为：*x*1 = *c* ，*x*2 = *c* ，两次反射无线电波的时间间隔 Δ*t* = *t* + − ，汽车的位移 Δ*x* = *x*1 – *x*2，汽车车速 *v* = ，解得 *v* = 。

# 四、“复习与提高”参考答案与提示

A 组共 4 道习题。第 1 题是判断能产生电场和电磁波的 *B*–*t* 图像。第 2 题对生活中部分常用电磁波按频率大小进行排序。第 3 题结合 *LC* 振荡电路的电流随时间变化的图像，分析磁场能的变化情况。第 4 题应用 *λ* = 计算手机天线的长度。

B 组共 5 道习题。第 1 题要求通过计算，画出 *LC* 振荡电路中电流 *i* 随时间 *f* 变化的图像。第 2 题分析回旋加速器中高频交流电源的电感 *L* 和电容 *C* 的数值关系。第 3 题计算收音机调谐电路的波长，分析调谐电路接收无线电波时电容的变化情况。第 4 题结合力学知识，计算 *LC* 振荡电路中带电灰尘在不同时刻的加速度大小。第 5 题结合实际，分析某高速公路雷达自动测速所测得的汽车速度。

## A 组

1．根据“变化的磁场产生电场”可知，乙、丙、丁的磁场能产生电场。丙的磁场产生的是恒定电场，乙和丁的磁场产生的是变化的电场。根据“变化的电场产生磁场”可知，乙和丁的磁场能产生电磁波。

2．*f*1 < *f*2 < *f*3 < *f*4

3．c ~ d 段

提示：在 *t* = 0 时刻，回路中电容器的 M 板带正电，说明逆时针方向的电流为正；回路的磁场能在减小，而 M 板仍带正电，说明电流在减小，电流为顺时针方向，故对应 c ~ d 段。

4．9.38 cm

提示：*λ* = = m = 0.375 m，*l* = *λ* = 9.38 cm。

## B 组

1．如图 4–3 所示。

*i*/A

0.5

−0.5

0

π

*t*/×10−3 s

2π

3π

4π

提示：由题意可知，开始时电流为正方向。*I*m = = A = 0.5 A，*T* = 2π= 2πs = 4π×10−3 s。

2．*LC* =

提示：粒子回旋的周期 *T*1 = ，振荡器的周期 *T*2 = 2π，由 *T*1 = *T*2 得 *LC* = 。

3．（1）397 m （2）调小

提示：（1）频率为 756 kHz 的无线电波的波长 *λ* = = m = 397 m。

（2）由 *λ* = 、*f* = 可知，波长 *λ* 减小，频率 *f* 增加，电容器的电容 *C* 减小，故应该把调谐电路中可调电容器的电容调小。

4．（1）20 m/s2 （2）10 m/s2

提示：（1）开关 S 断开时，带电灰尘恰好静止，有 *mg* = *Eq*。开关 S 闭合后，*LC* 振荡电路的周期 *T* = 2π= 2πs = 4π×10−5 s。所以 *t* = 2×10−5 s 时，电容器内电场刚好与初始时刻大小相等、方向相反，有 *mg* + *Eq* = *ma*1，解得 *a*1 = 2*g* = 20 m/s2。

（2）线圈中电流最大时，电容器两极板的电压为 0，有 *mg* = *ma*2，得 *a*2 = 10 m/s2。

5．

提示：汽车两次反射无线电波时离雷达的距离分别为：*x*1 = *c* ，*x*2 = *c* ，两次反射无线电波的时间间隔 Δ*t* = *t* + − ，汽车的位移 Δ*x* = *x*1 – *x*2，汽车车速 *v* = 。解得 *v* = 。