1.（外磁场方向斜向上，以圆环的轴线为对称轴，设常数）

（1）解：根据Lenz定律，导体环在磁场中运动产生感应电流，感应电流产生的磁场总是阻碍导体环磁通量的变化，即，导体环在下落的过程中，穿过自身的磁场强度不断减小，故磁通量也不断减小，导体环产生逆时针方向（俯视）的感应电流，感应电流产生的磁场部分补偿减小的磁通量。导体环内的感应电流产生的磁场（或者说，磁矩）与外磁场相互作用，导体环受力平行轴向上，阻碍导体环下落。

在初始状态，导体环受重力作用从静止开始下落，运动速度较小，产生的感应电流较小，感应电流产生的磁场对导体环下落的阻碍较小（小于自身的重力），导体环先加速下落；随着导体环加速下落，其运动速度不断增大，产生的感应电流不断增大，导体环下落受到的阻碍作用越来越强，故导体环的加速度不断减小；由于高度很高，故导体环运动时间足够长，最终导体环加速度减为（感应电流产生的磁场对导体环下落的阻碍等于导体环的重力），达到匀速直线运动状态。此时导体环的动能不再发生改变，又由于不考虑空气阻力和自感（即不考虑感应电流产生的磁场所储存的能量），**其重力势能全部转化为感应电流热效应所产生的热能，即重力做功的功率等于导体环的热功率**，设导体环最终运动速度大小为

其中导体环的质量为

导体环在磁场中运动产生的感应电动势为

根据电阻的决定式，导体环的电阻为

根据Ohm定律，导体环内感应电流为

以上各式联立解得导体环最终运动速度大小为

方向为平行于轴向下。

（2）解：由（1）得导体环内的电流强度为

电流方向为逆时针（俯视）。

对应的磁矩大小为

磁矩方向为平行于轴向上。

（3）解：当导体环最终匀速直线运动时，根据牛顿第一定律，导体环的磁矩受外磁场的力与其自身的重力相平衡

方向平行于轴向上。

（4）答：若考虑自感,则导体最终运动速度更小但方向不变，导体环内的电流更小但方向不变，对应的磁矩更小但方向不变，磁矩受力大小和方向均不变。

原因：若考虑自感，则导体环内感应电流产生的磁场与外磁场同向，阻碍了外磁场的减小，使当地空间内总磁场比不考虑自感时更强。由（1）中公式，磁场越强，导体环运动的最终速度越小，由于显然都是下落运动，故导体环的最终速度方向不变；由（2）中公式，磁场越强，导体环内的电流越小，由于磁场方向不变且磁场通量变化趋势不变，故导体环内的电流方向不变；根据（2）中的公式，磁场越强，磁矩越小，且由于导体环内电流方向不变，故磁矩方向不变；导体环最终处于匀速直线运动状态，故其重力与磁矩因磁场不均匀所受到的力平衡，由于其重力的大小和方向不变，故其磁矩受力大小和方向不变。

2.（1）解：设左边的回路中的电流为，右边的回路中的电流为，两边的回路中的电流均以逆时针为正，两个电感的磁通量同向。

根据

对于左边的回路，根据电磁感应定律

其中

故

对于右边的回路，根据电磁感应定律

其中

故

故电路满足的解为

（2）解：电源电压的复数形式为，设左边的回路中电流的复数形式为，右边的回路中电流的复数形式为，则。

（1）中的方程可化为

其中。

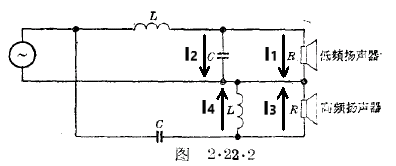
则

两端点间的阻抗为

（3）答：电路不可以发生共振。

解：当，即时，的幅值达到极（最）大值。

故左边的电路的本征频率为，当时，式中根号下的式子达到最小值（其倒数达到最大值），然而根号外的系数未达到最大值，即其右边的电路中的电流的幅值尚未达到最大，故并非右边的电路的本征频率。两边的电路的电流的幅值无法同时达到最大，故电路不可以发生共振。



3.（a）解：设电源电压，如图设各支路上的电流。

根据电磁感应定律

对图中四个回路有

设，则，代入方程组得

解得

输入阻抗为

若，则输入阻抗

为纯电阻。

（b）证明：当每个扬声器接受总功率的一半，则两个扬声器的功率相等，通过两个扬声器的电流幅值相等

其中。

解得交岔网路的频率