自感现象

变压器

远距离输电

发电机

电动机

电磁感应定律的应用

涡流

探究

交流电

小

结

* 基本概念和基本规律

**自感现象**：因线圈中电流变化而在线圈自身引起的电磁感应现象。

**涡流**：在金属块体内形成的闭合感应电流。

**交变电流**：大小和方向都随时间做周期性变化的电流，简称交流电。

**交变电流的最大值**：交变电流一个周期中所能达到的最大值。

**交变电流的有效值**：让交变电流和直流电分别通过相同阻值的电阻，如果在相同时间内产生的热量相等，这一直流电电压、电流的大小就叫做交变电流电压、电流的有效值。

**交变电流的最大值和有效值的关系**：*E* = ，*U* = ，*I* = 。

**变压器**：根据电磁感应原理设计而成的能够升高或降低交变电压的设备。

**理想变压器的电压比和匝数比的关系**： = 。

* 基本方法

通对自感和涡流现象的观察及正弦交变电流模型的建构过程，感受抽象与归纳的方法。

通过变压器的组装、获取数据、发现规律、误差分析等过程，认识实验探究的方法。

* 知识结构图

**复习 巩固**

**与**

1. 如图 7–45 所示，放在 U 形磁体中的线圈 *A* 和线圈 *B* 用导线串联。当用力使线圈 *A* 向右运动时，悬挂着的线圈 *B* 如何摆动？此时的线圈 *A* 和线圈 *B* 在原理上类似于什么？

图 7–46

铁芯

图 7–45

S

S

N

N

*B*

*A*

*v*

1. 如图 7–46 所示，在线圈上端放置一盛有冷水的金属杯。接通交流电源，一段时间后，杯内的水沸腾起来。若要缩短上述加热时间，线圈的匝数和交流电源的频率应该如何改变？哪种家用电器的原理与此类似？
2. 如图 7–47 所示，矩形线圈 *abcd* 在匀强磁场中绕 *OO*′ 轴顺时针（沿 *OO*′ 方向看）匀速转动时，线圈中产生正弦交流电。从线圈转过图示位置开始计时，设沿 adcba 方向为电流正方向，则线圈中产生的交流电图像是图 7–48 中的哪一个？说明判断的理由。

图 7–47

*a*

*b*

*c*

*d*

*O*

*O*′

S

N

图 7–48

*O*

*t*

*i*

(a)

*O*

*t*

*i*

(c)

*O*

*t*

*i*

(b)

*O*

*t*

*i*

(d)

1. 电阻 *R*1、*R*2 和交流电源按照如图 7–49（a）所示的方式连接，*R*1 = 10 Ω，*R*2 = 20 Ω。合上开关 S 后，通过电阻 *R*2 的正弦交流电的电流 *i* 随时间 *t* 变化的情况如图 7–49（b）所示，则通过 *R*1 的电流的有效值为\_\_\_\_\_\_A，*R*2 两端的电压有效值为\_\_\_\_\_\_V。

图 7–49

0

*t* / ×10−2 s

*i*/A

0.6

−0.6

1

2

3

(b)

(a)

S

交流电源

*R*1

*R*2

1. 如图 7–50 所示的电路中，开关 S 断开之前通过灯 L 的电流方向如何？断开之后的瞬间通过灯 L 的电流方向如何？

图 7–50

*a*

*b*

L

S

1. 如图 7–51 所示，用理想变压器给电灯 L 供电，如果只增加副线圈匝数，其他条件不变，则变压器输入电压如何变化？变压器输出电压如何变化？电灯亮度如何变化？变压器输入功率如何变化？简述理想变压器传输交变电流过程中的能量转化规律。

图 7–52

*B*

*A*

*L*

S1

S2

图 7–51

L

*n*2

*n*1

*U*1

1. 如图 7–52 所示，*A*、*B* 是两盏完全相同的白炽灯，*L* 是电阻不计的电感线圈。如果断开开关S1，闭合 S2，*A*、*B* 两灯都能同样发光。如果最初 S1 是闭合的，S2 是断开的，那么，闭合 S2 以后，*A* 灯和 *B* 灯亮度如何变化？此时如果断开 S2，*A* 灯和 *B* 灯亮度又将如何变化？
2. 一个匝数比一定的理想变压器在改变输出交流电的电压大小的同时，输出交流电电压的频率是否也改变了？理想变压器输出电压变化的原因是什么？理想变压器输入电功率变化的原因是什么？
3. 一电热器接在 10 V 的直流电源上，产生一定大小的热功率。现把它改接到交流电源上，要使它产生的热功率是原来的 2 倍，则交流电压的有效值为多少？交流电压的最大值为多少？（不考虑电阻随温度的变化）
4. 如图 7–53 所示，交流电的电压 *u* = 311sin 314 *t*（V），加在一个“220 V 1 000 W”的电饭煲上。试问：

*O*

*t*/s

*u*/V

311

−311

0.01

0.02

图 7–53

（1）这个电饭煲能正常工作吗？

（2）通过这个电饭煲内部电路的电流多大？

（3）电流瞬时值的表达式是怎样的？

1. \*一小型水电站交流发电机的输出功率为 1 000 kW，输出电压为 1 000 V。在输电过程中，要求输电线能量损耗不大于 4%，已知输电线电阻为 16 Ω，用户处的降压变压器输出电压为 240 V。求送电线路中升压变压器与降压变压器各自的变压比。（设升压变压器、降压变压器均为理想变压器）

### 复习与巩固解读

1．参考解答：若线圈 A 和 B 的绕线方向相同，则线圈 B 向右摆动；反之，线圈 B 向左摆动。此时线圈 A 的运动原理类似于发电机，线圈 B 的运动原理类似于电动机。

命题意图：有利于理解发电机和电动机的基本原理和能量守恒定律。

主要素养与水平：运动与相互作用（Ⅰ）；模型建构（Ⅰ）。

2．参考解答：增加线圈的匝数或者增大交流电源的频率都能缩短加热时间，家用电磁炉的工作原理与此类似。

命题意图：有利于知道涡流现象的实际应用。

主要素养与水平：模型建构（Ⅰ）；科学推理（Ⅰ）；科学论证（Ⅰ）。

3．参考解答：图示装置的磁感线竖直向上，*t* = 0 时线圈四条边均不切割磁感线，感应电流为 0；当线圈绕 OOʹ 轴顺时针转 90° 时 ad 边向右切割磁感线，根据“右手定则”判断感应电流的方向是 abcda，此时是负向最大电流；当线圈绕 OOʹ 轴顺时针转 180° 时 ad 边在右边，线圈四条边均不切割磁感线，感应电流为 0；当线圈绕 OOʹ 轴顺时针转 270° 时 ad 边向左切割磁感线，根据“右手定则”判断感应电流的方向是 adcba，此时是正向最大电流；当线圈绕 OOʹ 轴顺时针转 360° 时 ad 边在左边回到原来位置，线圈四条边均不切割磁感线，感应电流为 0。综合上述分析可知图（c）是正确的。

命题意图：通过分析线圈转动过程中切割磁感线的情况，进 一步理解交流电的产生原理。

主要素养与水平：模型建构（Ⅰ）；科学推理（Ⅱ）；科学论证（Ⅱ）。

4．参考解答：*I* = = A = 0.6 A，*U*2 = *IR*2 = 0.6×20 V = 12 V

命题意图：有利于通过 *i* – *t* 图像理解交流电的有效值和最大值之间的关系，用一段电路欧姆定律计算纯电阻两端的电压。

主要素养与水平：科学推理（Ⅱ）；科学论证（Ⅱ）。

5．参考解答：开关 S 断开之前通过灯 L 的电流方向由 a 到 b，断开之后的瞬间通过灯 L 的电流方向由 b 到 a。

命题意图：理解变化的电流通过自感线圈形成自感现象，分析前后两个过程的电流变化特点。

主要素养与水平：模型建构（Ⅰ）；科学推理（Ⅱ）；科学论证（Ⅱ）。

6．参考解答：只增加副线圈匝数，变压器输入电压不变，变压器输出电压变大，电灯变亮，变压器输入功率变大。理想变压器输入的电能经变压器先转化为磁场能，再经变压器将磁场能转化为电能输出。

命题意图：应用变压器的基本原理分析相关物理量的变化和能量转化过程。

主要素养与水平：能量观念（Ⅰ）；模型建构（Ⅰ）；科学推理（Ⅱ）。

7．参考解答：闭合开关 S2 以后，A 灯变亮，B 灯由亮变暗；此时如果断开 S2 时，A 灯立即熄灭，B 灯先亮 一下然后熄灭。

命题意图：变化的电流通过自感线圈形成自感现象，分析前后两个过程的电流变化特点。

主要素养与水平：模型建构（Ⅰ）；科学推理（Ⅱ）；科学论证（Ⅱ）。

8．参考解答：理想变压器输出交流电压的频率始终等于输入交流电压的频率，所以改变交流电的输出电压不会改变输出的交流电压的频率。匝数比一定的理想变压器所输出电压的变化原因是输入电压的变化。变压器输出端负载变化引起输出电流变化，从而引起输出功率变化。理想变压器输入功率等于输出功率，输出功率变化引起输入电功率也发生变化。由于变压器的输入电压（市电）是固定不变，所以输入电流将随输出功率的变化而变化。

命题意图：有利于理解理想变压器原、副线圈之间频率、电压、电流和功率之间的关系。

主要素养与水平：模型建构（Ⅰ）；科学推理（Ⅱ）；科学论证（Ⅱ）。

9．参考解答：*R* = = ，*U*2 = *U*1= 10×= 10V

*U*max = *U*2 = ×10V = 20 V

命题意图：进 一步理解交变电流的功率、最大值和有效值的关系。

主要素养与水平：模型建构（Ⅰ）；科学推理（Ⅱ）；科学论证（Ⅱ）。

10．参考解答：交流电压的有效值为 *U* = = V ≈ 220 V，与电饭煲额定电压相等，电饭煲能正常工作。

（2）*I* = = A = A ≈ 4.55 A

（3）*i* = sin314*t*（A）≈ 6.43sin314*t*（A）

命题意图：从交变电流图像分析最大值和有效值的关系，计算其功率、理解交流电压瞬时表达式中各项的物理意义。

主要素养与水平：模型建构（Ⅰ）；科学推理（Ⅱ）；科学论证（Ⅱ）。

11．参考解答：输电线上损失的电功率 Δ*P* = *I*22*R*

则电线上的电流为 *I*2 = = A = 50 A

则升压变压器输出电压为 *U*2 = = = V = 20×103 V

输电线量损失的电压 Δ*U* = *I*2*R* = 50×16 V = 800 V

降压变压器输入电压 *U*3 = *U*2 − Δ*U* = （20×103 − 800）V = 19 200 V

则 *n*1∶*n*2 = *U*1∶*U*2 = 1 000∶20×103 = 1∶20

*n*3∶*n*4 = *U*3∶*U*4 = 19 200∶240 = 80∶1

命题意图：理解变压器的原理，应用变压器实现远距离输电，知道采用高压输电的原因。

主要素养与水平：能量观念（Ⅱ）；模型建构（Ⅱ）；科学推理（Ⅲ）；科学论证（Ⅳ）。