# 第3章 交变电流与远距离输电 章末练习

## 科学认知

1．某兴趣小组利用如图所示的装置给小灯泡供电。矩形闭合导线框 abcd 处于磁感应强度大小为 *B* 的水平匀强磁场中，线框电阻不计。线框绕垂直于磁场的轴 OO′ 以角速度 *ω* 匀速转动，并通过变压器给小灯泡供电。下列说法正确的是



A．图示位置穿过线框的磁通量为零

B．图示位置线框产生的感应电动势为零

C．使用变压器的目的是提高输出功率

D．若灯泡偏暗，可通过稍微减少原线圈匝数来提高灯泡亮度

**【参考解答】**BD

2．如图所示，在线圈上端放置一盛有冷水的金属杯，现接通交流电源，过了几分钟，杯内的水沸腾起来。若要缩短上述加热时间，下列措施可行的有

交流电源

铁芯

A．增加线圈的匝数

B．提高交流电源的频率

C．将金属杯换为瓷杯

D．取走线圈中的铁芯

**【参考解答】**AB

3．汽油发动机内经过压缩的汽油与空气的混合物，需要火花塞来点燃。某汽油发动机火花塞需要高达 10 kV 的电压才能点火，一同学设计了如图所示的点火电路。已知直流电源的电压为 12 V，升压变压器的输出端接到火花塞上，开关是自动控制的。下列说法正确的是

（a）

开关

高压输出

（b）

开关

高压输出

A．两电路都不可能使火花塞点火，因为变压器不能改变直流电压

B．图（a）和（b）的电路中，保持开关闭合，输出端都会获得持续的高压

C．图（a）的电路中，在开关断开瞬间，输出端会产生高压

D．图（b）的电路中，在开关断开瞬间，输出端会产生高压

**【参考解答】**C



4．如图所示，在扶贫工作中，要给某山村供电，需要设计输电方案。现有用 220 V 和 11 kV 电压输电的两种意见。在输电线的材料、输送距离、输送电功率和线路损耗功率一定的情况下，如果用 11 kV 的电压输电，则使用横截面积为 16 mm2 的输电线。那么，在用 220 V 电压输电时，所用同材质导线的直径应是多少？你认为哪一种方案更合适？

**【参考解答】***d* = 12.8 cm。显然这样的导线是不合适的，所以远距离输电必须采用高压输电，即采用 11 kV 电压输电。

5．交流发电机模型如图所示。*n* = 100 匝的矩形闭合导线框 abcd 处于磁感应强度 *B* = T 的水平匀强磁场中，线框面积 *S* = 0.48 m2。线框绕垂直于磁场的轴 OO′ 以角速度 *ω* = 50π rad/s 匀速转动，并与理想变压器相连，变压器副线圈接入一只额定电压12 V的灯泡，灯泡正常发光，线框、输电线路的电阻都不计。



（1）将图示时刻记为 *t* = 0，写出电动势瞬时表达式；

（2）求变压器原、副线圈的匝数比。

**【参考解答】**（1）*e* = 240cos 50π*t* （V）

（2）20∶1

\*6．一种自行车车头灯发电机的结构示意图如图所示。转动轴的一端装有一对随轴转动的磁极，另一端装有摩擦小轮。线圈绕在固定的 U 形铁芯上，自行车车轮转动时，通过摩擦小轮带动磁极转动，使线圈中产生正弦式交变电流，给车头灯供电。已知自行车车轮半径 *r* = 35 cm，摩擦小轮半径 *r*0 = 1.00 cm，线圈匝数 *n* = 800 匝，线圈横截面积 *S* = 20 cm2，总电阻 *R*1 = 40 Ω。磁极在线圈处产生的磁场可视为匀强磁场，其磁感应强度 *B* = 0.01 T，车头灯电阻 *R*2 = 10 Ω。当车轮转动的角速度 *ω* = 8 rad/s 时，车头灯中电流的有效值大约为多少？

车轮

摩擦小轮

U形铁芯

线圈

旋转磁极

N

S

*ω*0

2*r*0

*ω*

**【参考解答】**64 mA

## 科学辨析

7．某发电厂原来用 11 kV 的交变电压输电，后来改用升压变压器将电压升到 220 kV 输电，输送的电功率都是 *P*。若输电线路的电阻为 *R*，下列说法是否正确？请阐述理由。

说法 1 ：根据公式 *I* = ，提高电压后输电线上的电流减小为原来的 。

说法 2 ：根据公式 *I* = ，提高电压后输电线上的电流增大为原来的 20 倍。

说法 3 ：根据公式 *P*损 = *I*2*R* = *R*，提高电压后输电线上的功率损失减小为原来的 。

说法 4 ：根据公式 *P*损 = ，提高电压后输电线上的功率损失增大为原来的 400 倍。

**【参考解答】**输电线路上电流 *I* = ，也可用 *I* = 来表示，其中 Δ*U* 为输电线上电阻 *R* 两端的电压，而不是输送电压，说法 1 正确，说法 2 错误；输电线上的功率损失 *P*损 = *I*2*R* = *R*，说法 3 正确；如果用 *P*损 = ，则 *U* 应为 *R* 上的分压 Δ*U*，说法 4 错误。

## 科学探究

8．某教学用的可拆变压器如图（a）所示，它有两个外观基本相同的线圈 A、B，线圈外部还可绕线。

（a）

（b）

（1）某同学用一多用电表的同一欧姆挡先后测量了线圈 A、B 的电阻值，指针分别对应图（b）中的 a、b 位置，若两线圈导线材料、横截面积相同，由此可推断线圈 \_\_\_\_\_\_\_\_（选填“A”或“B”）的匝数较多。

（2）如果把它视为理想变压器，现要测定线圈 A 的匝数。提供的器材有一根足够长的绝缘导线、一只多用电表和低压交流电源。请简要叙述实验步骤：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（写出要测的物理量，并用字母表示）；线圈 A 的匝数 *n*A = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（用所测物理量符号表示）。

**【参考解答】**（1）欧姆表示数等于指针示数与挡位的乘积，用同一挡位测电阻，指针偏角越大，所测电阻阻值越小。指针偏角越小，电阻阻值越大。由图示可知，a 位置指针偏转小，线圈 A 的电阻大，线圈 A 的匝数较多。

（2）实验步骤 ① 用绝缘导线在线圈的外部或变压器的铁芯上绕制 *n* 匝线圈；② 将 A 线圈与低压交流电源相连接；③ 用多用电表的交流电压挡分别测量 A 线圈的输入电压 *U*A 和绕制线圈的输出电压 *U*；④ 求线圈 A 的匝数。因为要测量 A 线圈匝数，所以要把 A 线圈与低压交流电源相连接。变压器输入、输出电压都是交流电，所以要用交流电压挡测输入和输出电压。根据变压器电压比等于匝数比 = ，则 *n*A = *n* 。

## 温故知新

9．如图所示，有水平边界的匀强磁场的磁感应强度为 *B*，下方磁场无限大。一个质量为 *m*、边长为 *l*、总电阻为 *R* 的正方形导线框 abcd，从磁场上方某处由静止开始下落。ab 边刚进入磁场时，线框速度的大小为 *v*1。下落过程中，线框平面始终保持在同一个竖直面内，ab 边与磁场的水平边界线平行。在线框运动过程中，不计空气阻力。重力加速度大小为 *g*，求：

*h*

*l*

a

b

c

d

（1）线框 ab 边与磁场上边界的距离 *h* ；

（2）线框 ab 边刚进入磁场时，线框中感应电流的大小和方向；

（3）若线框 cd 边刚要进入磁场时，线框的加速度大小为 ，方向竖直向下，试求此时线框速度 *v*2 的大小。

**【参考解答】**（1）*h* =

（2）*I* =

（3）*v*2 =

10．请根据第 2 章（电磁感应及其应用）和第 3 章（交变电流与远距离输电）的内容，结合你的理解，画出概念图。

## 我的学习总结

# 单元自我检测

**一、选择题（本题共 5 小题。在每小题给出的四个选项中，第 1 ～ 3 题只有一项符合题目要求，第 4、5 题有多项符合题目要求）**

1．如图所示，U 形磁铁和矩形线圈均可绕竖直轴 OO′ 转动。若线圈和转轴之间的摩擦不能忽略，从上向下看，当磁铁逆时针匀速转动时

O

a

N

S

b

d

c

Oʹ

A．线圈将逆时针匀速转动，转速与磁铁相同

B．线圈将逆时针匀速转动，转速一定比磁铁转速小

C．从图示位置磁铁开始转动时，线圈 abcd 中的感应电流的方向是 a → d → c → b → a

D．在磁铁不断转动的过程中，线圈 abcd 中感应电流的方向不会改变

**【参考解答】**B

2．如图所示，某同学把一个带铁芯的线圈、开关和电源用导线连接起来后，将一金属套环置于线圈上，且使铁芯穿过套环。闭合开关的瞬间，套环立刻跳起。另一同学另找来器材再探究此实验：他连接好电路，经重复试验，线圈上的套环均未动。对比前一位同学演示的实验，下列四个选项中，导致套环未动的原因可能是

铁芯

线圈

套环

A．线圈接在了直流电源上

B．电源电压过高

C．所选线圈的匝数过多

D．所用套环的材料与前一位同学的不同

**【参考解答】**D

3．在如图所示电路中，L 为电阻很小的线圈，G1 和 G2 为内阻较小、零点在表盘中央的电流计。当开关 S 闭合时，两表的指针都偏向右方；当 S 断开时，下列情形会出现的是

G2

G1

*L*

S

*R*

A．G1 和 G2 的指针都立刻回到零点

B．G1 和 G2 的指针都缓慢地回到零点

C．G1 的指针缓慢地回到零点；G2 的指针先立刻偏向左方，然后缓慢地回到零点

D．G1 的指针先立刻偏向左方，然后缓慢地回到零点；G2 的指针缓慢地回到零点

**【参考解答】**C

4．如图（a）所示，理想变压器原、副线圈的匝数比为 4 ： 1；*R*T 为热敏电阻，其电阻随温度升高而变小，*R* 为定值电阻；电压表和电流表均为理想交流电表，原线圈接如图（b）所示的正弦交流电。下列说法正确的是

A

V1

V2

*u*

*R*

*R*T

（a）

（b）

*O*

*t*/×10−2 s

*u*/V

36

1

−36

2

3

A．原线圈两端电压的瞬时值表达式为 *u* = 36sin 50 πt V

B．*t* = 0.02 s 时，电压表 V2 的示数为 9 V

C．变压器原、副线圈中的输入、输出功率之比为 1∶4

D．*R*T 处温度升高时，电流表的示数变大，电压表 V2 的示数不变

**【参考解答】**BD

5．如图所示，纸面内有一矩形导体闭合线框 abcd。ab 边长大于 bc 边长，置于垂直于纸面向里、边界为 MN 的匀强磁场外。线框两次匀速完全进入磁场，两次速度大小相同，方向均垂直于 MN。第一次 ab 边平行于 MN 进入磁场，线框上产生的热量为 *Q*1，通过线框导体横截面的电荷量为 *q*1；第二次 bc 边平行于 MN 进入磁场，线框上产生的热量为 *Q*2，通过线框导体横截面的电荷量为 *q*2，则

*B*

M

a

b

N

d

c

A．*Q*1 > *Q*2 B．*Q*1 = *Q*2 C．*q*1 = *q*2 D．*q*1 > *q*2

**【参考解答】**AC

**二、非选择题**

6．请完成下面两个实验。

（1）用如图所示的装置做“探究影响感应电流方向的因素”实验。磁体从靠近螺线管的上方由静止开始下落，当磁体运动到如图所示的位置时，流过螺线管的感应电流方向从 \_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“a 到 b”或“b 到 a”）。

a

b

S

N

（2）为了完成“探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系”的实验，必须选用的器材是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填选项前的字母）。

A．有闭合铁芯的原、副线圈 B．无铁芯的原、副线圈 C．交流电源

D．直流电源 E．多用电表

已知该变压器两组线圈的匝数分别为 *n*a = 60、*n*b = 120，有关测量数据见下表。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *U*a/V | 1.80 | 2.80 | 3.80 | 4.90 |
| *U*b/V | 4.00 | 6.01 | 8.02 | 9.98 |

根据测量数据可判断连接电源的线圈匝数是\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“*n*a”或“*n*b”）。

**【参考解答】**（1）b 到 a

（2）ACE，*n*b

7．如图所示，竖直放置的 U 形导轨宽为 *l*，上端接有电阻 *R*，其余导体部分的电阻都忽略不计。磁感应强度为 *B* 的匀强磁场方向垂直于纸面向外。金属棒 ab 的质量为 *m*，与导轨接触良好，不计摩擦。从静止释放后，ab 保持水平下滑。

a

b

*m*

*l*

*R*

（1）判断金属棒 ab 在下滑过程中，棒中产生的感应电流的方向和棒受到的安培力的方向；

（2）求金属棒 ab 下滑的最大速度 *v*m。

**【参考解答】**（1）b → a，向上

（2）

8．如图（a）所示，一线圈匝数 *n* = 2 000，横截面积 *S*1 = 400 cm2，线圈电阻 *R*1 = 1 Ω，在线圈外接一个阻值 *R*2 = 4 Ω 的电阻。在线圈内存在与线圈共轴的圆形磁场区域（虚线圆内），横截面积 *S*2 = 200 cm2，该区域内磁场的方向垂直于线圈平面向里，磁感应强度 *B* 随时间 *t* 变化的规律如图（b）所示。求：

*O*

4

2

2

4

6

*B*/×10−1 T

*t*/s

*R*1

*R*2

b

a

*B*

(a)

(b)

（1）在 *t*1 = 3 s、*t*2 = 5 s 时穿过线圈的磁通量；

（2）在 0～4 s 和 4～6 s 内电路中感应电流的大小。

**【参考解答】**（1）*Φ*1 = 7.0×10−3 Wb，*Φ*2 = 4.0×10−3 Wb

（2）*I*min = 0.4 A，*I*max = 1.6 A