

## 3.1 交变电流

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 授课日期：2023.04.10

本课在课程标准中的表述：通过实验观察交变电流的方向，会分析交变电流的产生过程。

### [学习目标]

- 1.通过实验观察交变电流的方向.
- 2.会分析交变电流的产生过程，会推导交变电流电动势的表达式.
- 3.知道什么是正弦式交变电流，知道正弦式交变电流的瞬时值表达式.
- 4.了解交流发电机的构造及工作原理.

### [课前预习]

#### 一、交变电流

1. 交变电流：大小和方向随时间做\_\_\_\_\_变化的电流叫作交变电流，简称\_\_\_\_\_.
2. 直流：\_\_\_\_\_不随时间变化的电流称为直流.

#### 二、交变电流的产生

交流发电机的线圈在磁场中转动时，转轴与磁场方向\_\_\_\_\_，用\_\_\_\_\_定则判断线圈切割磁感线产生的感应电流方向.

#### 三、交变电流的变化规律

##### 1. 中性面

(1)中性面：与磁感线\_\_\_\_\_的平面.

(2)当线圈平面位于中性面时，线圈中的磁通量\_\_\_\_\_，线圈中的电流\_\_\_\_\_.

2. 从中性面开始计时，线圈中产生的电动势的瞬时值表达式： $e = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $E_m$ 叫作电动势的\_\_\_\_\_， $E_m = \underline{\hspace{2cm}}$ .

3. 正弦式交变电流：按\_\_\_\_\_规律变化的交变电流叫作正弦式交变电流，简称\_\_\_\_\_.

##### 4. 正弦式交变电流和电压

电流表达式  $i = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电压表达式  $u = \underline{\hspace{2cm}}$ .其中  $I_m$ 、 $U_m$  分别是电流和电压的\_\_\_\_\_，也叫\_\_\_\_\_.

#### 四、交流发电机

1. 主要构造：\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_.

##### 2. 分类

(1)旋转电枢式发电机：\_\_\_\_\_转动，\_\_\_\_\_不动.

(2)旋转磁极式发电机：\_\_\_\_\_转动，\_\_\_\_\_不动.

### 即学即用：

判断下列说法的正误.

- (1)只要线圈在磁场中转动，就可以产生交变电流。( )
- (2)线圈在通过中性面时磁通量最大，电流也最大。( )
- (3)线圈在通过中性面时电流的方向发生改变。( )

(4)从线圈平面经中性面时开始计时, 在线圈转动  $90^\circ$  角的时间内, 电流一直增大. ( )

(5)从线圈平面与中性面垂直开始计时, 在线圈转动 2 圈的过程中电流方向改变 4 次. ( )

## [课堂学习]

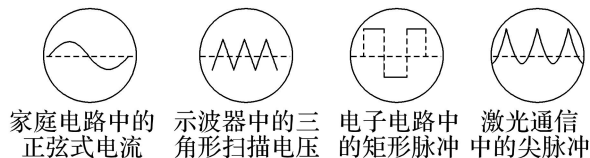
### 一、交变电流与直流

#### 1. 交变电流

大小和方向随时间做周期性变化的电流叫作交变电流, 简称交流.

#### 2. 常见的交变电流的波形图

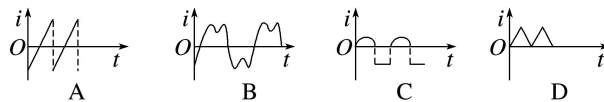
实际应用中, 交变电流有着不同的变化规律, 常见的有以下几种, 如图所示.



#### 3. 直流

方向不随时间变化的电流叫作直流, 大小和方向都不随时间变化的电流叫作恒定电流.

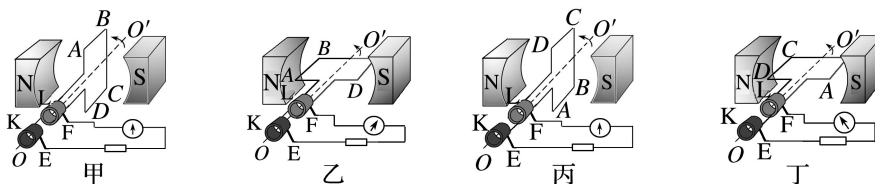
**【例 1】** 下列图像中不属于交变电流的有( )



### 二、交变电流的产生

#### 【导学探究】

假定线圈绕  $OO'$  轴沿逆时针方向匀速转动, 如图所示, 则:



(1)线圈转动一周的过程中, 线圈中的电流方向如何变化?

(2)线圈转动过程中, 当产生的感应电流有最大值和最小值时线圈分别在什么位置?

#### 【知识深化】

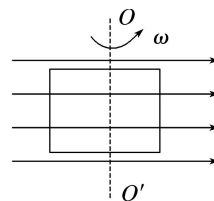
##### 两个特殊位置

1. 中性面位置( $S \perp B$ , 如图中的甲、丙)线圈平面与磁场垂直的位置, 此时  $\Phi$  最大,  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  为 0,  $e$  为 0,  $i$  为 0.

线圈经过\_\_\_\_\_ , 电流方向发生改变, 线圈转一圈电流方向改变\_\_\_\_\_ 次.

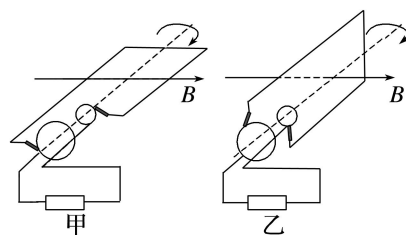
2. 垂直中性面位置( $S \parallel B$ , 如图中的乙、丁)此时  $\Phi$  为 0,  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  最大,  $e$  最大,  $i$  最大.

**【例 2】** 如图所示, 矩形线框绕垂直于匀强磁场且在线框平面内的轴匀速转动, 产生了交变电流, 下列说法正确的是( )



- A. 当线框位于中性面时, 线框中感应电动势最大
- B. 当穿过线框的磁通量为 0 时, 线框中的感应电动势也为 0
- C. 当穿过线框的磁通量为 0 时, 线框中的磁通量变化率最大
- D. 线框经过如图位置时, 电流方向将发生改变

**针对训练** 在水平向右的匀强磁场中, 一线框绕垂直于磁感线的轴匀速转动, 线框通过电刷、圆环、导线等与定值电阻组成闭合回路.  $t_1$ 、 $t_2$  时刻线框分别转到如图甲、乙所示的位置, 图甲中线框与磁感线平行, 图乙中线框与磁感线垂直, 下列说法正确的是( )



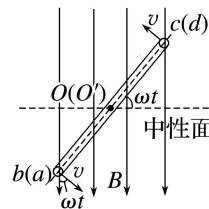
- A.  $t_1$  时刻穿过线框的磁通量最大
- B.  $t_1$  时刻电阻中的电流最大, 方向从右向左
- C.  $t_2$  时刻穿过线框的磁通量变化最快
- D.  $t_2$  时刻电阻中的电流最大, 方向从右向左

### 三、正弦式交变电流的变化规律

#### 【导学探究】

如图所示, 单匝矩形线圈绕  $bc$  边的中点从中性面开始转动, 角速度为  $\omega$ . 经过时间  $t$ , 线圈转过的角度是  $\omega t$ ,  $ab$  边的线速度  $v$  的方向跟磁感线方向间的夹角也等于  $\omega t$ . 设  $ab$  边长为  $L_1$ ,  $bc$  边长为  $L_2$ , 线圈面积  $S=L_1L_2$ , 磁感应强度为  $B$ , 则:

- (1)  $ab$  边产生的感应电动势为多大?
- (2) 整个线圈中的感应电动势为多大?
- (3) 若线圈有  $N$  匝, 则整个线圈的感应电动势为多大?



#### 【知识深化】

1. 正弦式交变电流的瞬时值表达式

(1) 从中性面位置开始计时

$$e = \underline{\hspace{2cm}}, \quad i = \underline{\hspace{2cm}}, \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

(2) 从与中性面垂直的位置开始计时

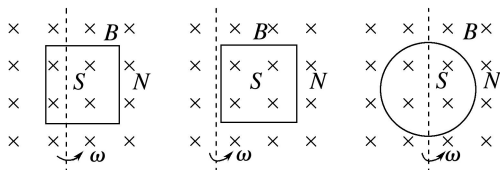
$$e = \underline{\hspace{2cm}}, \quad i = \underline{\hspace{2cm}}, \quad u = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. 正弦式交变电流的峰值

$$E_m = \underline{\hspace{2cm}}, \quad I_m = \underline{\hspace{2cm}}, \quad U_m = \underline{\hspace{2cm}}$$

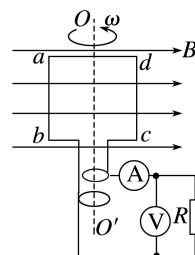
**说明** 电动势峰值  $E_m = N\omega BS$  由线圈匝数  $N$ 、磁感应强度  $B$ 、转动角速度  $\omega$  和线圈面积  $S$  决定，与线圈的形状无关，与转轴的位置无关。

如图所示的几种情况中，如果  $N$ 、 $B$ 、 $\omega$ 、 $S$  均相同，则感应电动势的峰值均相同。



**【例 3】** 如图所示，匀强磁场的磁感应强度  $B = \frac{\sqrt{2}}{\pi}$  T，边长  $L = 10$  cm 的正方形线圈  $abcd$  共 100 匝，线圈总电阻  $r = 1 \Omega$ ，线圈绕垂直于磁感线的轴  $OO'$  匀速转动，角速度  $\omega = 2\pi$  rad/s，外电路电阻  $R = 4 \Omega$ 。求：

- (1) 转动过程中线圈中感应电动势的最大值。
- (2) 从图示位置(线圈平面与磁感线平行)开始计时，感应电动势的瞬时值表达式。
- (3) 由图示位置转过  $30^\circ$  角时电路中电流的瞬时值。
- (4) 线圈从开始计时经  $\frac{1}{6}$  s 时线圈中的感应电流的瞬时值。
- (5) 外电路  $R$  两端电压的瞬时值表达式。



### 【知识深化】

#### 确定正弦式交变电流电动势瞬时值表达式的基本方法

1. 确定线圈转动从哪个位置开始计时，以确定瞬时值表达式是按正弦规律变化还是按余弦规律变化。
2. 确定线圈转动的角速度。
3. 确定感应电动势的峰值  $E_m = N\omega BS$ 。
4. 写出瞬时值表达式  $e = E_m \sin \omega t$  或  $e = E_m \cos \omega t$ 。

#### 四、交变电流的图像

如图甲、乙所示，从图像中可以得到以下信息：

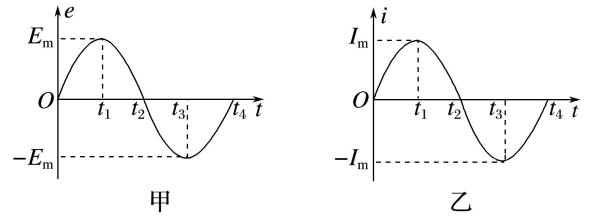
(1) 交变电流的峰值  $E_m$ 、 $I_m$ 。

(2) 两个特殊值对应的位置：

①  $e=0$  (或  $i=0$ ) 时：线圈位于中性面上，此时  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=0$ ， $\Phi$  最大。

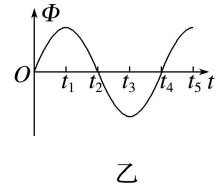
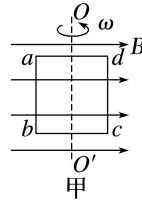
②  $e$  最大 (或  $i$  最大) 时：线圈平行于磁感线，此时  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  最大， $\Phi=0$ 。

(3)  $e$ 、 $i$  大小和方向随时间的变化规律。



**【例 4】** 一闭合矩形线圈  $abcd$  绕垂直于磁感线的固定轴  $OO'$  匀速转动，线圈平面位于如图甲所示的匀强磁场中。通过线圈的磁通量  $\Phi$  随时间  $t$  的变化规律如图乙所示，下列说法正确的是( )

- A.  $t_1$ 、 $t_3$  时刻通过线圈的磁通量变化率最大
- B.  $t_2$ 、 $t_4$  时刻线圈中感应电流方向改变
- C.  $t_2$ 、 $t_4$  时刻线圈中磁通量最大
- D.  $t_1$ 、 $t_3$  时刻线圈中感应电动势最小



**[课后作业]** 完成课后作业

**[课后感悟]** \_\_\_\_\_