

3 电感和电容对交变电流的影响

目标定位

1. 了解电感器和电容器对交变电流的阻碍和导通作用。
2. 知道感抗和容抗的物理意义以及与哪些因素有关。
3. 了解电容器和电感器通交流电的特性。

核心提示

- 重点:**1. 电容器和电感器通交流电的特性。
2. 容抗和感抗的物理意义以及影响它们的因素。
- 难点:**电容器和电感器阻碍交变电流的原因。

自主初探·夯基础

温馨提示
如果您在观看本课件的过程中出现压字现象，请关闭所有幻灯片，重新打开可正常观看。

前知回顾

1. 电阻定律和欧姆定律的公式：

$$(1) R = \frac{\rho L}{S}$$

$$(2) I = \frac{U}{R}$$

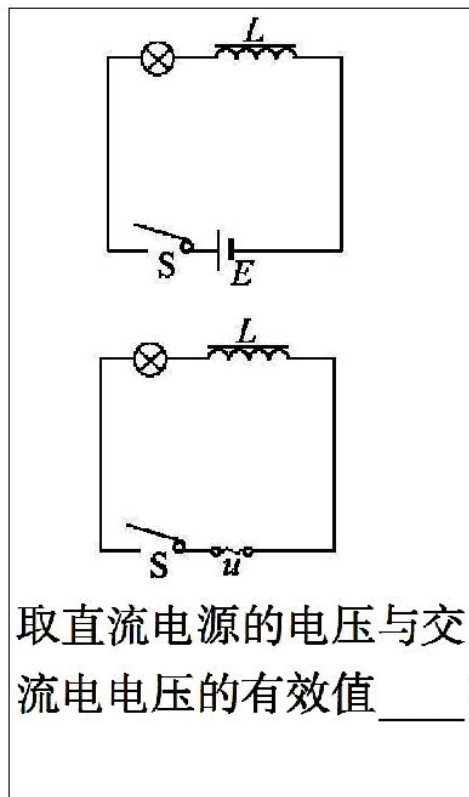
2. 描述交变电流的物理量：

(1) 交变电流变化的快慢用周期和频率描述，关系为 $T = \frac{1}{f}$ 。

(2) 交变电流的“四值”是最大值、瞬时值、有效值和平均值。

一、电感器对交变电流的阻碍作用

1. 实验探究：



实验目的：了解并验证电感线圈对交变电流的阻碍作用

实验现象：接通直流电源时，灯泡**亮些**；接通交流电源时，灯泡**暗些**（两个空均选填“亮些”或“暗些”）

实验结论：电感线圈对交变电流有**阻碍**作用

2. 感抗：

(1) 物理意义：表示电感对交变电流的阻碍作用的大小。

(2) 影响感抗大小的因素：线圈的自感系数越大，交流电的频率越高，感抗越大。

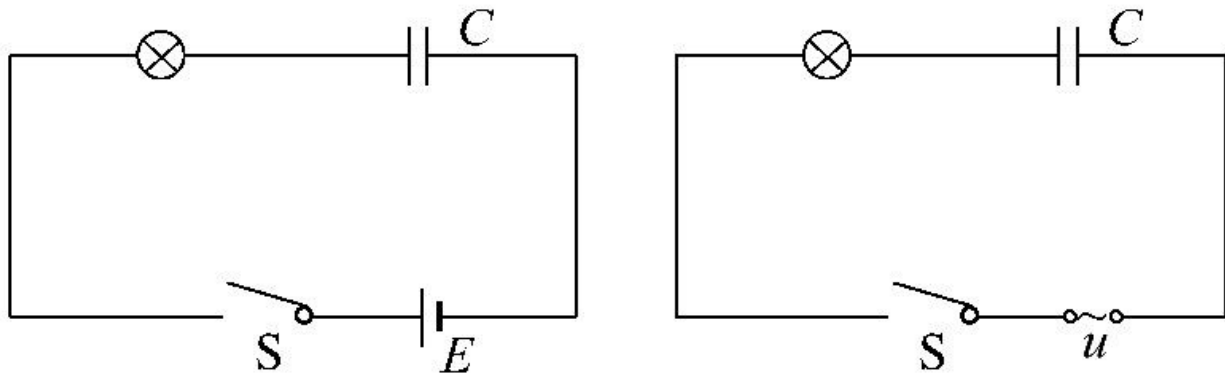
3. 感抗的应用：

类型 区别	低频扼流圈	高频扼流圈
自感系数	较大	<u> </u> 较小
特性	通 <u>直流</u> 、阻 <u>交流</u>	通直流、通 <u>低频</u> 、阻 <u>高频</u>

二、电容器对交变电流的阻碍作用

1. 交变电流能够通过电容器：

(1) 实验电路（如图）：



(2) 实验现象：电路中串有电容器时，接通直流电源，灯泡不亮；接通交流电源，灯泡亮。

(3) 实验结论：交变电流能够通过电容器，直流不能通过电容器。

2. 容抗：

(1) 物理意义：表示电容对交变电流的阻碍作用的大小。

(2) 影响容抗大小的因素：电容器的电容越大，交流的频率越高，容抗越小。

(3) 特性：电容器具有“隔直流、通交流”的作用。

【思考辨析】

1. 判断正误：

(1) 绕制线圈的导线的电阻可以忽略时，线圈对交流没有阻碍作用。 ()

(2) 交流电的频率越高，电感对交流的阻碍作用越大。 ()

(3) 高频扼流圈可以“通高频，阻低频”。 ()

(4) 直流电流能通过电容器。 ()

(5) 电容器的电容越大，容抗就越大。 ()

(6) 电气设备和电子仪器的金属外壳都应该接地。 ()

提示：（1）×。线圈导线电阻可以忽略时，线圈对交流有阻碍作用。

（2）√。交流电的频率越高，电感的感抗越大。

（3）×。高频扼流圈可以“通低频，阻高频”。

（4）×。直流电流不能通过电容器，交流电流能通过电容器。

（5）×。电容器的电容越大，容抗越小。

（6）√。为了确保安全，电气设备和电子仪器的金属外壳都应该接地。

2. 问题思考：

(1) 电感线圈对交变电流的阻碍作用为什么随线圈的自感系数、交变电流的频率的增大而增大呢？

提示：电感线圈的阻碍作用是由交变电流通过线圈时产生的自感电动势引起的，自感系数越大时产生的自感电动势也越大；交变电流的频率越高，电流的变化率也越大，感应电动势也就越大，所以阻碍作用就越大，感抗也就越大。

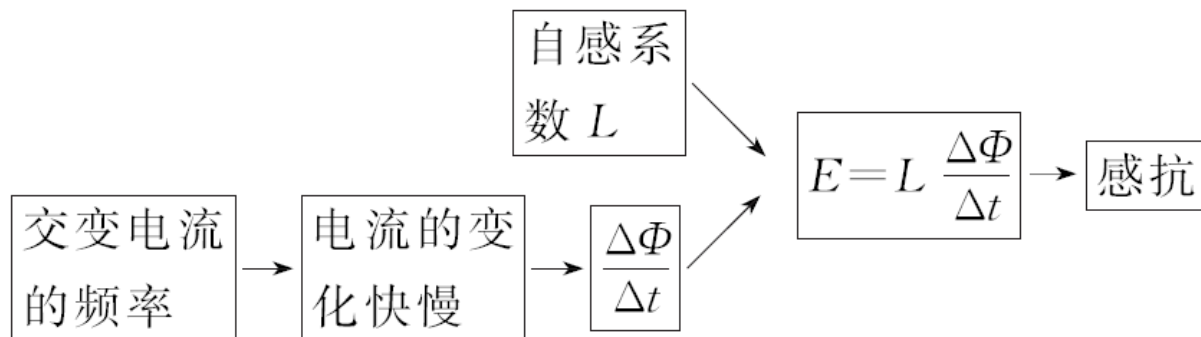
(2) 加在电容器两端的交变电流的频率越高时，电容器的容抗为什么越小？

提示：交变电流的频率越高，电容器充、放电的过程越快，电路中的电流越大，所以电容器的容抗越小。

— 对感抗和容抗的理解

1. 电感对交变电流阻碍作用的成因：交变电流通过电感器时，由于电流时刻都在变化，因此在线圈中就会产生自感电动势，而自感电动势总是阻碍原电流的变化，故电感器对交变电流产生阻碍作用。

2. 影响感抗大小的因素：



感抗的大小由线圈的自感系数 L 和交变电流的频率 f 共同决定。

3. 电容器对交变电流阻碍的原因：当接到交流电源上时，电源使导线中的自由电荷向某一方向定向移动，对电容器进行“充放电”，电容器在充放电的过程中，电容器两极板上聚集着等量异种电荷，从而在两极板间存在着电场，此电场的电场力阻碍着电荷的定向移动，其表现就是电容器在交变电流通过时的阻碍作用。

4. 影响电容器容抗大小的两因素：

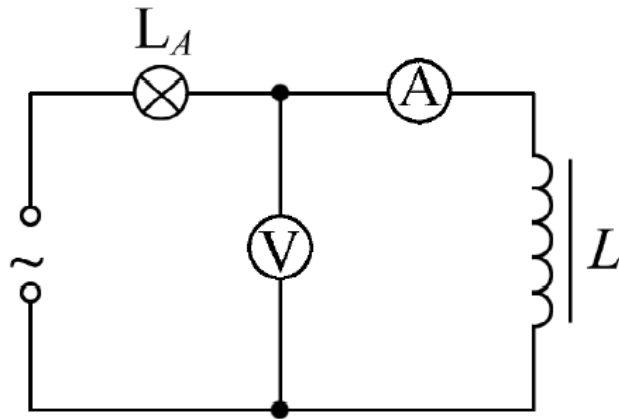
(1) 电容器的电容越大，电容器容纳电荷的本领就越大，即在容纳相同电荷的情况下，电容大时电压小，电场力对电荷充电时的阻碍作用力就小，所以容抗就小。

(2) 交变电流的频率越高，充电和放电的时间就短，相同电路电容器上聚集的电荷就少，电容器所达到的电压就小，排斥充电和放电的电场力就小，从而阻碍作用就小，所以容抗就小。

【特别提醒】（1）电感器的感抗是由于变化的电流在线圈中产生的感应电动势引起的，与制成线圈导体的电阻无关。

（2）电容器能通交变电流，是电容器“充、放电”的结果，并不是电荷真的穿过了电容器。

【典例 1】（多选）如图所示电路中， L 为电感线圈， L_A 为灯泡，电流表内阻为零，电压表内阻无限大，交流电源的电压 $u=220\sqrt{2}\sin 100\pi t\text{V}$ 。若保持电压的有效值不变，只将电源频率改为 100Hz ，下列说法正确的是（ ）



- A. 电流表示数增大
- B. 电压表示数增大
- C. 灯泡变暗
- D. 灯泡变亮

【解题探究】 (1) 由电压的表达式 $u=20\sqrt{2}\sin 100\pi t$ V，可知交变电流的频率为 **50** Hz。

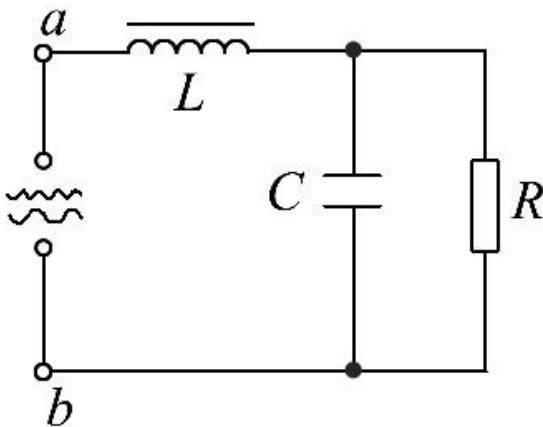
(2) 当电源频率增大时，电感线圈的感抗**增大**。

【标准解答】 选 B、C。由 $u=20\sqrt{2}\sin 100\pi t$ V 可得电源原来的频率为 $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi}$ Hz = 50 Hz。当电源频率由原来的 50 Hz 增为 100 Hz 时，线圈的感抗增大；在电源电压有效值不变的情况下，电路中的电流减小，选项 A 错误；灯泡的电阻 R 是一定的，电流减小时，实际消耗的电功率 ($P=I^2R$) 减小，灯泡变暗，选项 C 正确，D 错误；因电源电压有效值不变，而灯泡两端电压减小，所以 L 两端电压增大，电压表示数增大，选项 B 正确。

【总结提升】 含电感、电容的交流电路的分析方法

- (1) 明确电路中除电感器和电容器之外还有哪些用电器及电路元件或仪表等。
- (2) 明确电路的连接方式，仪表示数的意义。
- (3) 根据交变电流频率的变化情况，判断线圈感抗及电容器的容抗的变化。
- (4) 判断电路中电流及电压的变化。

【变式训练】（多选）在如图所示电路中，**a**、**b** 两端连接的交流电源既含高频交流，又含低频交流；**L** 是一个 **25mH** 的高频扼流圈，**C** 是一个 **100pF** 的电容器，**R** 是负载电阻。下列说法中正确的是（ ）



A.L 的作用是“通低频，阻高频”

B.C 的作用是“通交流，隔直流”

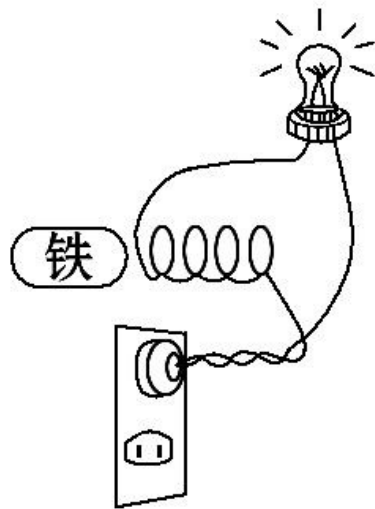
C.C 的作用是“通高频，阻低频”

D. 通过 R 的电流中，低频交流所占的百分比远远大于高频交流所占的百分比

【解析】选 A、C、D。L 是一个自感系数很小的高频扼流圈，其作用是“通低频，阻高频”，选项 A 正确。C 是一个电容很小的电容器，在题图所示电路中，对高频交流的容抗远小于对低频交流的容抗，其作用是“通高频，阻低频”，选项 C 正确；因电路中无直流电流，选项 B 错误。由于 L 对高频交流的阻碍作用和 C 对高频交流的旁路作用，使得通过 R 的电流中，低频交流所占的百分比远大于高频交流所占的百分比，选项 D 正确。

【变式备选】 一个灯泡通过一个粗导线的线圈与交流电源相连接，如图所示，一块铁插进线圈之后，该灯将（ ）

- A. 变亮
- B. 变暗
- C. 没有影响
- D. 无法判断



【解析】选 B。在线圈内由于磁场变化而产生的感应电动势总是反抗电流变化。正是这种反抗变化的特性（电惰性）使线圈产生了感抗。加入铁芯改变了电感的自感系数，自感系数增大，感抗增大，线圈的电压增大，灯泡上的电压减小，所以灯变暗，故答案为 B。

二 电阻、感抗、容抗的比较

对比
分析

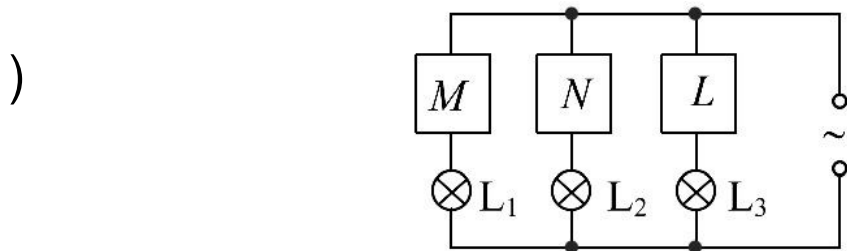
	电 阻	感 抗	容 抗
产生原因	定向移动的自由电荷与不动的离子间的碰撞	电感线圈的自感现象阻碍电流的变化	电容器两极板上积累的电荷对向这个方向定向移动的电荷的反抗作用
在电路中的特点	对直流、交流均有阻碍作用	只对变化的电流，如交流有阻碍作用	不能通直流，只能通交变电流。对交流的阻碍作用随频率的降低而增大

	电 阻	感 抗	容 抗
决定因素	由导体本身 (长短、粗细、 材料) 决定， 与温度有关	由线圈本身的自 感系数和交流电 的频率决定 (成 正比)	由电容的大小和 交流电频率决定 (成反比)
能量转化	电流通过电阻 做功，电能转 化为内能	电能和磁场能往 复转化	电能与电场能往 复转化

【特别提醒】（1）电感器和电容器在交变电流的电路中，电压和电流有效值的分配关系同恒定电流的电路。

（2）电感器、电容器接到交流电源上时，电能与磁场能或电场能往复转化，所以电感、电容上不会消耗电能，而电流通过电阻时，必然会产生焦耳热，从而造成电能的损耗。

【典例 2】 如图所示，在电路两端加上正弦交流电，保持电压有效值不变，使频率增大，发现各灯的亮暗情况是：灯泡 L_1 变亮，灯 L_2 变暗，灯 L_3 不变，则 M 、 N 、 L 中所接元件可能是（



A.M 为电阻，N 为电容器，L 为电感线圈

B.M 为电感线圈，N 为电容器，L 为电阻

C.M 为电容器，N 为电感线圈，L 为电阻

【解题探究】 交流电路的电压有效值不变，频率增大。

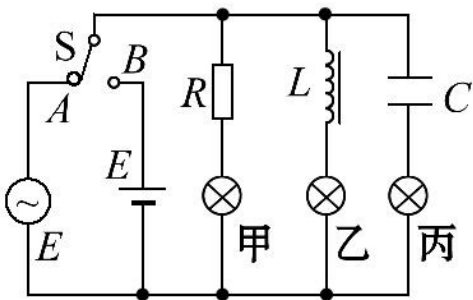
(1) 对电阻来说，阻值不变，与其串联的灯泡亮度不变。

(2) 对电容器来说，容抗减小，与其串联的灯泡变亮。

(3) 对电感线圈来说，感抗变大，与其串联的灯泡变暗。

【标准解答】选C。交变电流电压的有效值不变，频率增大时，对电阻电路阻值不变，电流不变，灯泡的亮度不变，所以L可能是电阻；对电容器电路容抗减小，电流增大，灯泡的亮度增加；对电感电路感抗增大，电流减小，灯泡的亮度减小；所以M可能为电容器，N可能为电感线圈，故C正确。

【变式训练】（多选）（2013·唐山高二检测）如图所示，三个灯泡相同，而且足够耐压，电源内阻忽略。单刀双掷开关 **S** 接 **A** 时，三个灯亮度相同，那么 **S** 接 **B** 时（ ）



- A. 三个灯亮度不再相同
- B. 甲灯最亮，丙灯不亮
- C. 甲灯和乙灯亮度相同，丙灯不亮
- D. 只有丙灯不亮，乙灯最亮

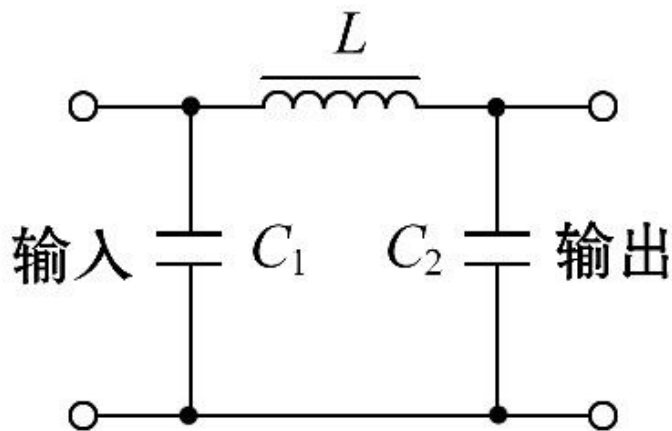
【解析】选 A、D。S 接 A 时，为交流电源，此时 R、L、C 对交变电流的阻碍作用相同；S 接 B 时，变为直流电源，故三灯亮度不再相同，其中乙灯最亮，而丙灯不亮，故 A、D 正确。

备选例题

考查内容

电感和电容在交流电路中的应用

【典例】 如图所示是电视机电源部分的滤波装置，当输入端输入含有直流成分、交流低频成分的电后，能在输出端得到较稳定的直流电，试分析其工作原理及各电容和电感的作用。



【标准解答】 当含有多种成分的电流输入到 C_1 两端时，由于 C_1 的“通交流，隔直流”功能，电流中的交流成分被衰减，而线圈 L 有“通直流，阻交流”功能，直流成分电流顺利通过 L 。一小部分交流通过 L ，到达 C_2 两端时， C_2 进一步滤除电流中残余的交流成分，这样就在输出端得到较稳定的直流电，这个直流电供电视机内芯正常工作。

答案： 见标准解答



易错辨析

电阻、电容、电感导电特性的辨析

电阻、电容、电感在电路中的导电特性是不同的，在电路分析中要特别注意频率对这三种元件的影响，分析此类问题时要注意以下三点：

- (1) 电阻对直流电路和交变电流没有区别，频率变化对于电阻也没有影响。
- (2) 频率越大，容抗越小。
- (3) 频率越大，感抗越大。

【案例展示】关于电阻、电感、电容对电流阻碍作用的说法正确的是（ ）

- A. 电阻对直流电和交流电的阻碍作用相同
- B. 电感对直流电和交流电均有阻碍作用
- C. 电容器两极板间是绝缘的，故电容支路上没有电流通过
- D. 交变电流的频率增加时，电阻、电感、电容的变化情况相同

【标准解答】选 A。电阻对直流电和交流电的阻碍作用相同，A 正确；电感对直流电没有阻碍作用，对交流电有阻碍作用，B 错误；由于电容器不断地充放电，电路中存在充电电流和放电电流，C 错误；电阻的阻值与交流电的频率无关，感抗随交流电频率的增大而增大，容抗随交流电频率的增大而减小，D 错误。

【易错分析】 本题易错选项及错误原因分析如下：

易错选项	错误原因
B	不理解电感对交变电流的阻碍作用是由于变化的电流在线圈中产生感应电动势引起的，而恒定电流在线圈中的磁场不变，故不能产生感应电动势，因而没有阻碍作用
C	不理解电容器通过充放电可以使得有电容器的支路上有交变电流通过
D	不清楚感抗随交变电流频率的增大而增大，容抗随交变电流频率的增大而减小，电阻的阻值与交变电流的频率无关

学业测试·速达标

1. (多选) (基础理论辨析题) 关于电感和电容, 下列说法中正确的是 ()

A. 电感线圈对交流和直流都有感抗

B. 电感线圈的感抗的大小只取决于线圈的自感系数

C. 高频扼流圈对高频交变电流的阻碍作用较大, 对低频交变电流阻碍作用较小

D. 交流电路中, 自由电荷可以穿过电容器

E. 交流电的频率越高, 电容器的容抗就越小

F. 电阻、感抗、容抗形成的原因相同, 在电路中表现的特征也相同

【解析】选 C、E。电感线圈只对交流产生感抗，A 错；感抗的大小取决于自感线圈和交流的频率，B 错；高频扼流圈“通低频，阻高频”，C 正确；在交流电路中，电容器通过“充、放电”形成交变电流，自由电荷并没有穿过电容器，D 错误；频率越高，容抗越小，E 正确；电阻、感抗、容抗形成的原因不同，在电路中的特征也不同，F 错误。

2. 电感对交变电流影响的说法中，正确的是（ ）

A. 电感对交变电流没有阻碍作用

B. 电感对交变电流阻碍作用的大小叫感抗

C. 电感对交变电流的阻碍作用跟交变电流的频率无关

D. 线圈的自感系数越大，交变电流的频率越高，电感对交变电流的阻碍作用就越小

【解析】选 B。电感对交流电有影响，其阻碍作用的大小和线圈的自感系数 L 、交流电的频率 f 有关， L 越大， f 越高，阻碍作用越大，故选项 A、C、D 均错误；电感对交变电流阻碍作用的大小叫感抗，B 项正确。

3. 电容对交变电流影响的下列说法中，正确的是（ ）

A. 交变电流能通过电容器

B. 电容器具有通直流、阻交流的作用

C. 电容器的电容越小，它的容抗越小

D. 交变电流的频率越高，电容器对交变电流的阻碍作用就越大

【解析】选 A。电容器“通交流、隔直流”，对交流电有阻碍作用，电容越大，频率越高，容抗越小，所以选项 B、C、D 均错误，选项 A 正确。

4. 对扼流圈的以下说法中，正确的是（ ）

A. 扼流圈是利用电感阻碍交变电流的作用制成的

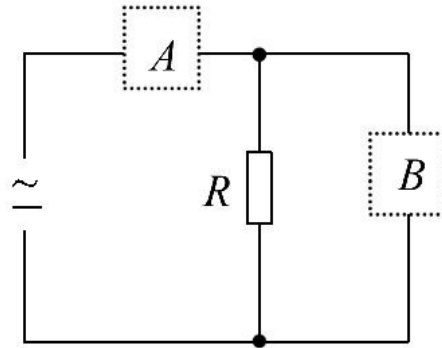
B. 低频扼流圈用来“通低频、阻高频”

C. 高频扼流圈用来“通直流、阻交流”

D. 高频扼流圈对低频交变电流的阻碍作用大，对高频交变电流的阻碍作用小

【解析】选 A。低频扼流圈用来“通直流、阻交流”，对低频交变电流的阻碍作用也很大。高频扼流圈对高频交变电流的阻碍作用大，对低频交变电流的阻碍作用小，故选项 A 正确。

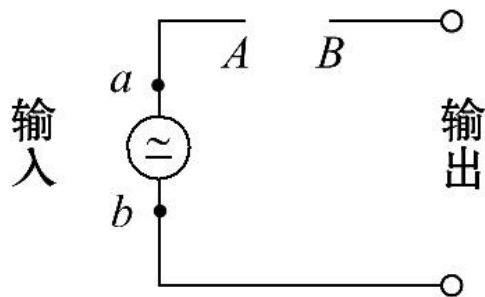
5. (2013·扬州高二检测) 某电源输出的电流中既有交流又有直流成分, 如果需要在 R 上得到直流成分, 应在如图所示电路中的 A 、 B 两处连接合适的元件。合理的连接方式是 ()



- A. A 、 B 处均接电感
- B. A 、 B 处均接电容
- C. A 处接电感, B 处接电容
- D. A 处接电容, B 处接电感

【解析】选 C。由于直流和交流都可以通过电感线圈，而电容只允许交流通过，故 A 处接电感，B 处接电容，就可以使 R 上得到直流成分，C 正确。

6. 如图所示，从 ab 输入的信号中，有直流电流和交变电流，现要求信号到达输出端只有交流而没有直流成分，需在 AB 间接一个什么元件？该元件的作用是什么？



【解析】 因为输出端不需要直流电，只需要交流电，根据电容器有“通交流，隔直流”的特点，应该在 AB 之间接入一个电容器，该电容器隔开直流，通过交流。

答案： 电容器 隔开直流，通过交流



课时提升卷



点击进入
Word版可编辑套题

