

随着自由电荷的不断迁移，两导体上**电荷量逐渐减少**，
导体间电势差减小，导线中的**电流逐渐减小**，最后**为零**

问题：

如何在电路中**形成恒定电流**？

问题:如何在电路中形成恒定电流?

对于恒定电流:

$$\oiint_S \vec{j} \cdot d\vec{S} = 0$$

◆ 稳恒电流的电路是闭合的

◆ 稳恒电流的电路中

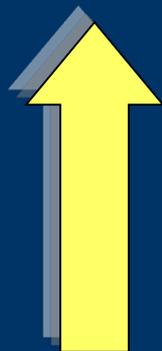
电荷沿着闭合回路运动

$$\text{对比: } \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum q_{in}}{\epsilon_0}$$

问题:

在电路中如何实现让电荷沿着闭合回路运动, 从而形成恒定电流?

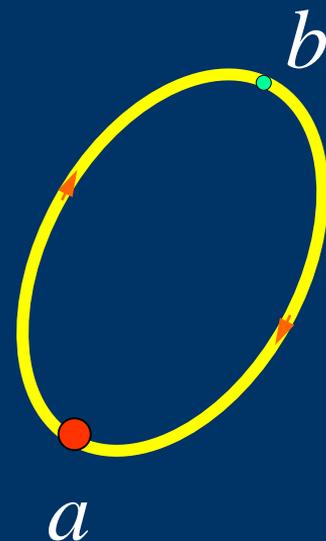
§ 4-5 电源和电动势



引入

问题:

在电路中如何实现让**电荷沿着闭合回路运动**,
从而形成恒定电流?





§ 4-5 电源和电动势



回顾静电力 F_e 的作用效果

F_e 作用对象：正电荷

正电荷在静电力的作用下，

顺着电场方向，从高电势向低电势运动

F_e 作用对象：负电荷

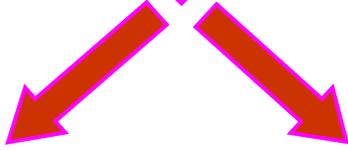
在静电力的作用下，

逆着电场方向，从低电势向高电势运动

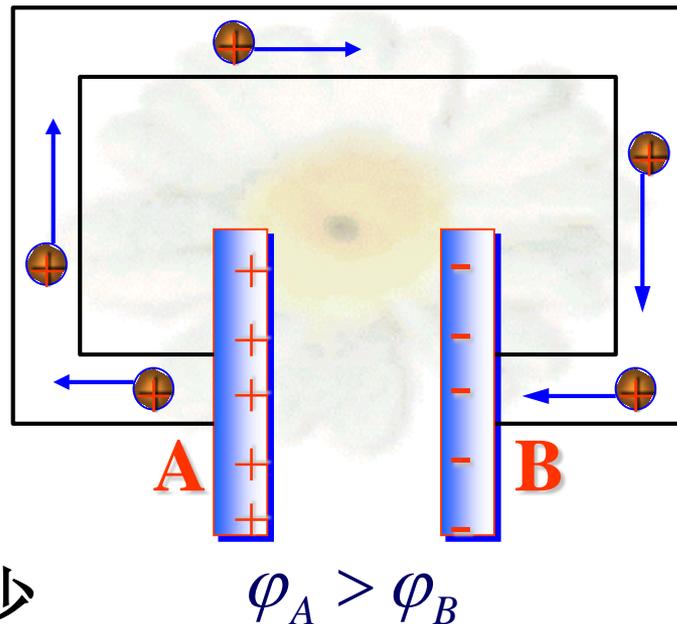


一. 分析电容器放电电路

$\varphi_A > \varphi_B$  在静电力作用下
正电荷从A流向B



电路中形成电流 B上负电荷减少

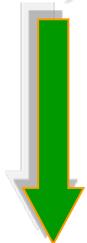

Q减少, U_{AB} , I减小
最终: $Q_A = Q_B = 0, U_{AB} = 0, I = 0$



结论:

仅在**静电力**作用下形成的电流是一种**不稳定,短暂**的电流

不稳定,短暂的电流



原因?

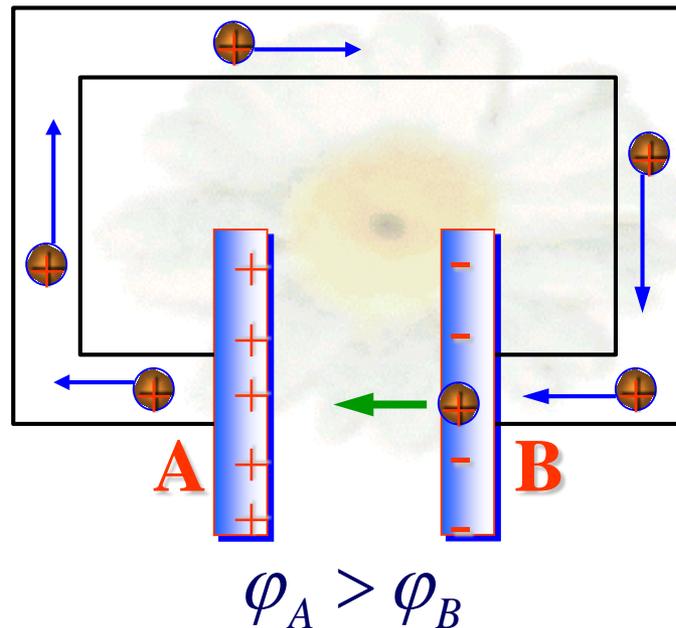
Q减少, U, I减小

若要形成恒定电流:

在电路中除了静电力外,
还要存在某种力,
能把正电荷由电容器内部
从低电势搬到高电势

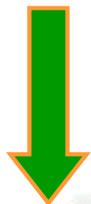


Q_A, Q_B 不变 $\rightarrow U_{AB}$ 不变 $\rightarrow I$ 不变

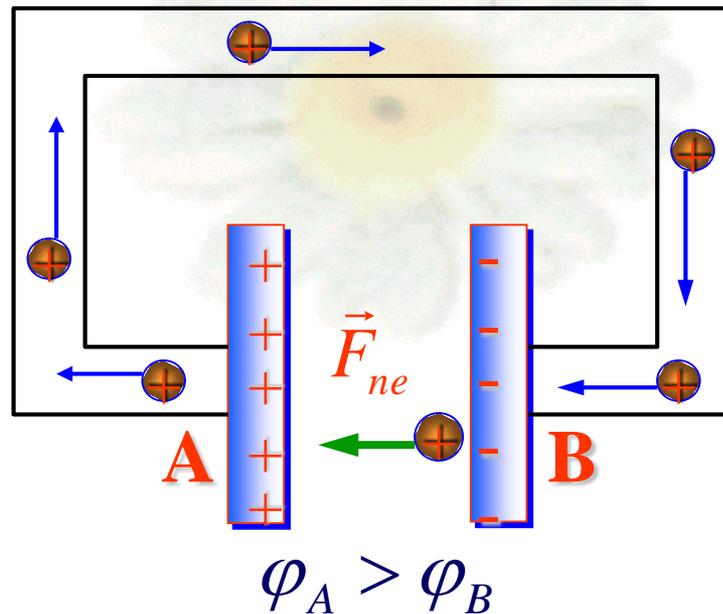


二、非静电力

- 仅在静电力作用下形成的电流是一种不**稳定,短暂**的电流
- 电路中要维持恒定电流,在电路中还要存在**某种力**,这**力**能把正电荷从**低电势**搬到**高电势**



与静电力本质上完全不同,称为**非静电力**,用 \vec{F}_{ne} 表示

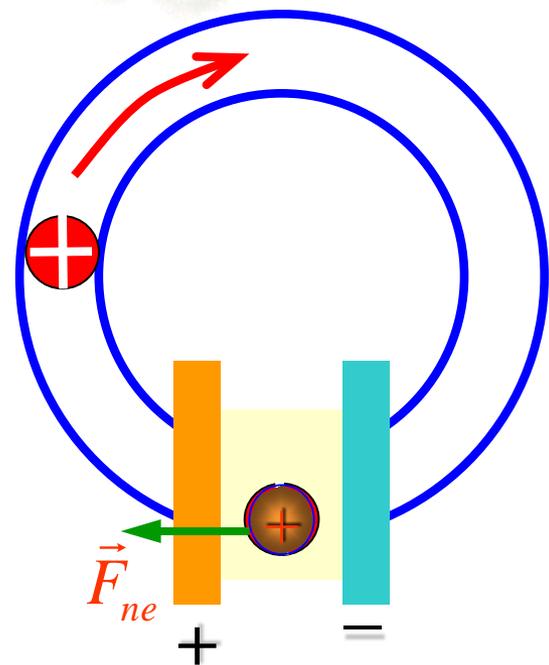


问题:

在电路中如何实现让电荷沿着闭合回路运动，
从而**形成恒定电流**？

答案

在电路中除了**静电力**外，还要存在**非静电力**，
二力共同配合，让电荷沿着闭合回路运动，
从而形成恒定电流



三、电源

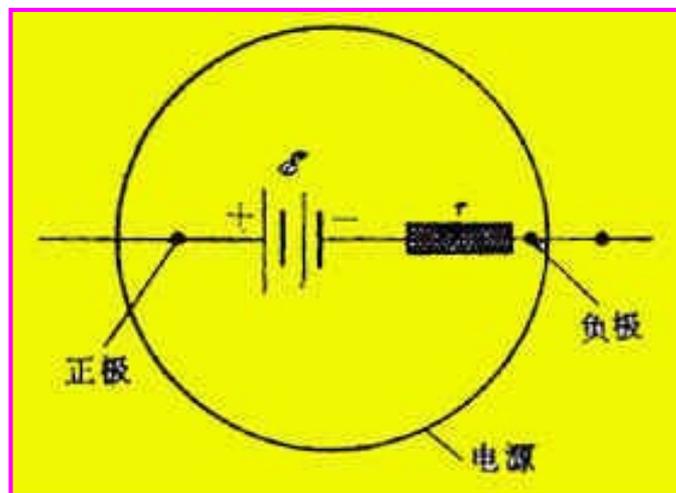
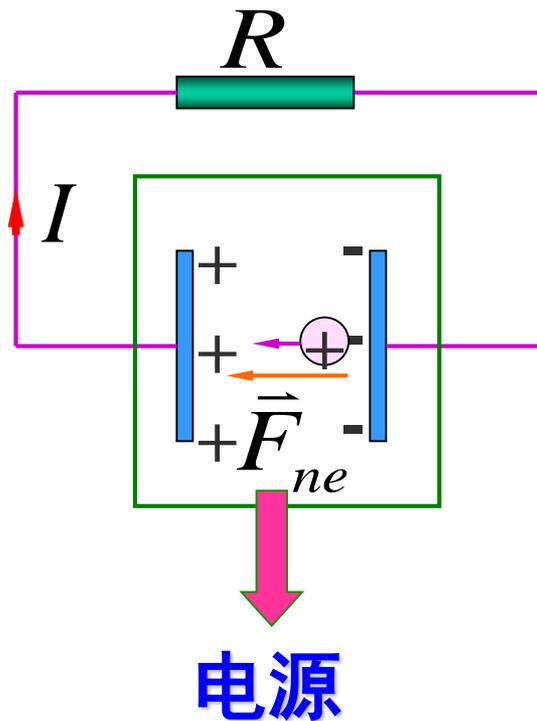
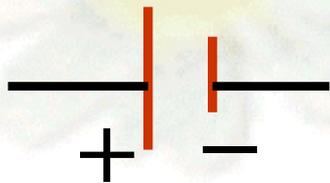
1、电源的定义

提供**非静电力**的装置

2、电源的表示

电势**高**的地方为**正极**，

电势**低**的地方为**负极**。



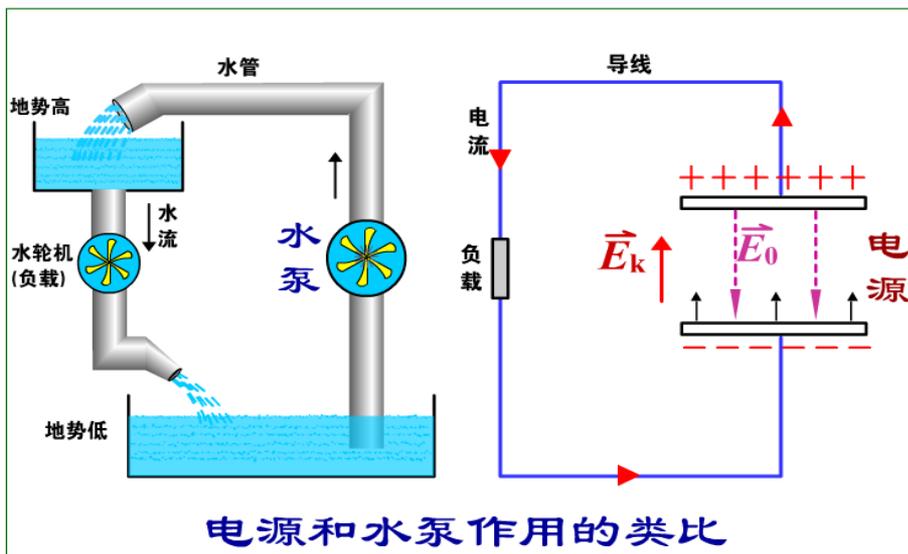
3、电源的作用



分析：

从力的角度

从能量转化的角度



水泵的作用

电源的作用

从力的角度：

克服重力把水从低地势送到高地势

从力的角度：

克服静电力把正电荷从低电势送到高电势

从能量转化的角度：

克服重力做功把其它形式的能量
转化为重力势能

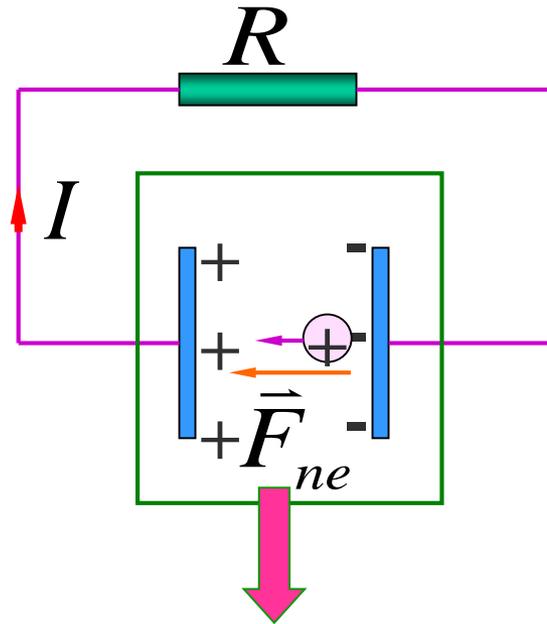
从能量转化的角度：

克服静电力做功把其它形式的能量
转化为电能

从**力**的角度：

电源：

提供**非静电力**的装置



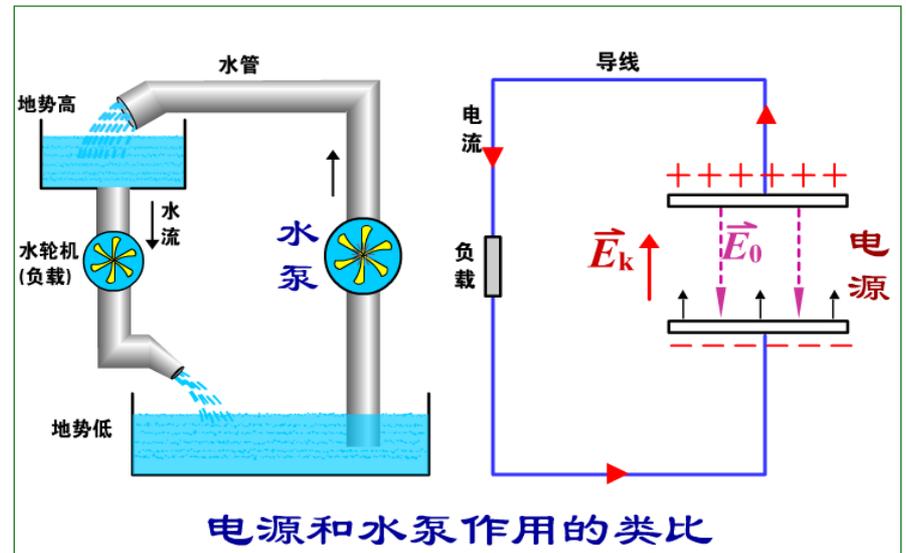
电源

从**能量转化**的角度

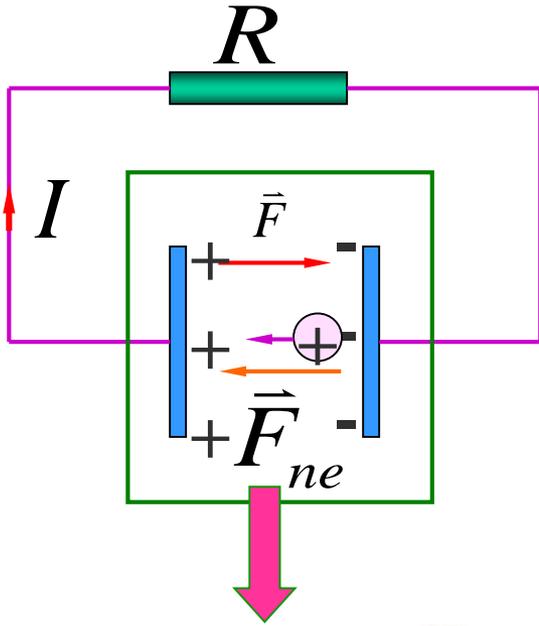
电源：

能够把其它形式的能量

转化为电能的装置



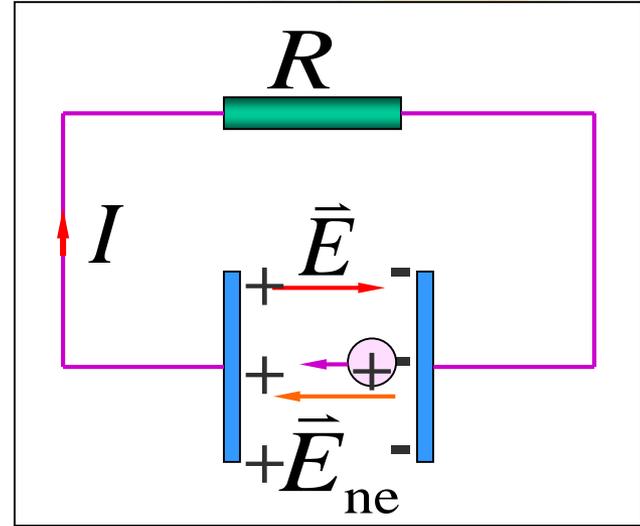
5、非静电场强



电源

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} : \text{静电场强}$$

$$\text{非静电场强: } \vec{E}_{ne} = \frac{\vec{F}_{ne}}{q}$$



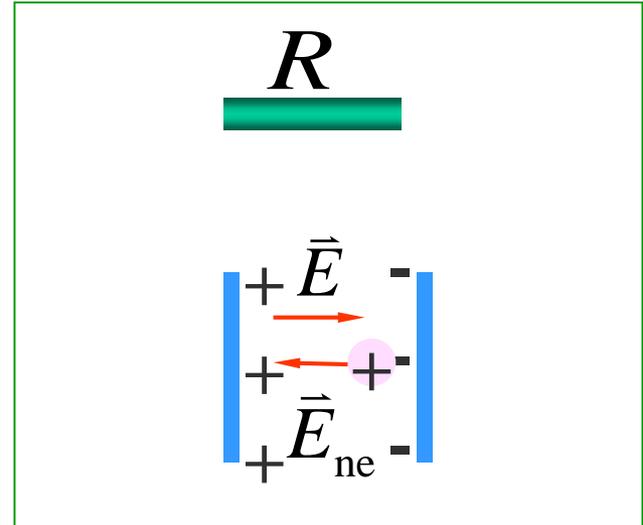
- 电源内部，非静电场强
从电源**负极**指向**电源正极**
- 对一**确定电源**，
非静电场强**大小**保持不变

6、电源的工作过程

(1) 电路未接通:

电源内部非静电力把正电荷

从负极经过电源内部送到正极



形成静电场，场强方向从正极指向负极

静电力阻碍正电荷向正极移送

开始时: $E_{ne} > E$

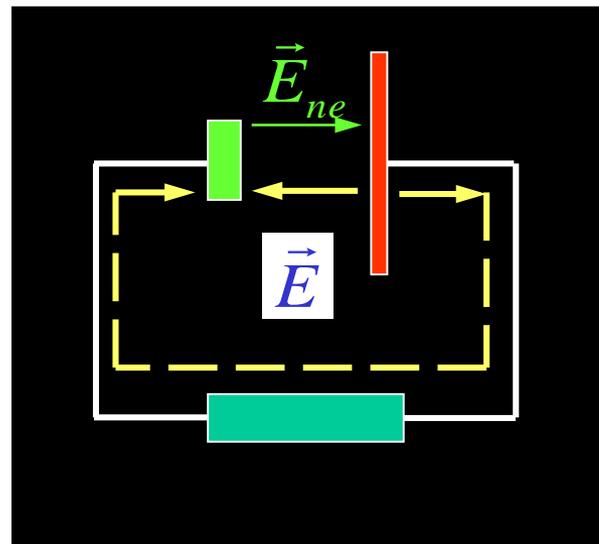
当 $\vec{E}_{ne} + \vec{E} = 0$: 正、负极间有一定电势差

(2) 电路接通:

外电路:

正电荷从正极经过外电路流向负极

形成电流



$\vec{E} \downarrow$, 而 \vec{E}_{ne} 不变

$E_{ne} > E$, $F_{ne} > F$

向正极移送正电荷过程重新开始

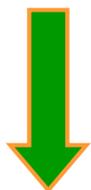
使两极间电势差不变
以上过程持续进行,
形成稳恒电流



电源的工作过程

电源的内部:

$$\vec{J} = \sigma(\vec{E} + \vec{E}_{ne})$$

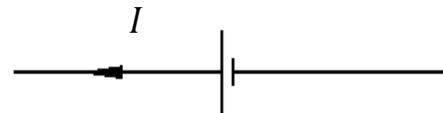
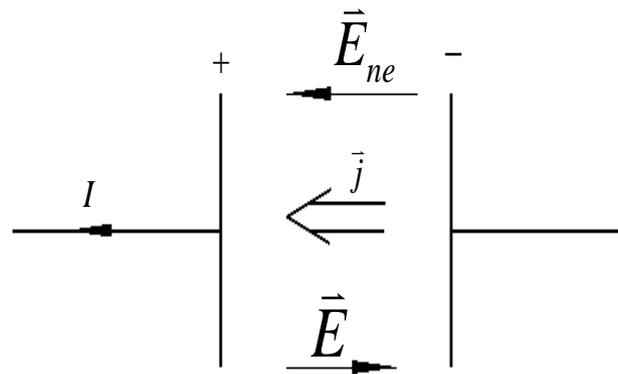
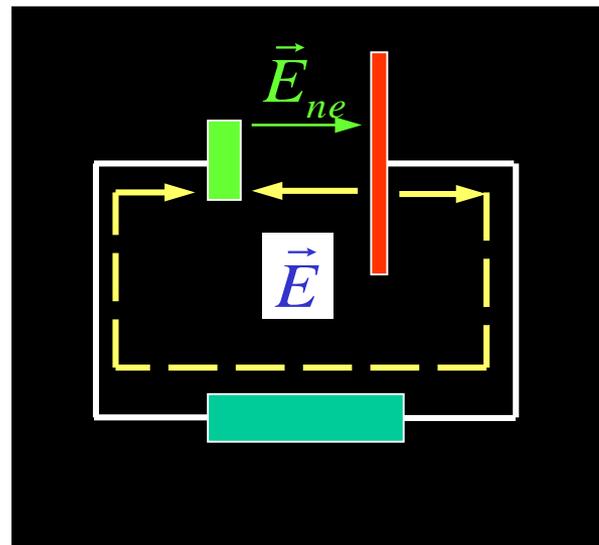


普遍的欧姆定律的微分形式

电源的外部:

$$\vec{E}_{ne} = 0$$

$$\vec{J} = \sigma\vec{E}$$



§ 4-5 电源和电动势

问题:

在电路中如何实现让电荷沿着闭合回路运动，从而**形成稳恒电流**？

分析电容器**放电**电路



非静电力 → **电源**

定义

作用

非静电场强

工作过程