

## 专题一：物态变化

### 温度和温度计



总结

#### 1、温度

温度是表示物体冷热程度的物理量，符号  $t$ ，单位：摄氏度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

常见的温度（一个标准大气压）：

冰水混合温度： $0^{\circ}\text{C}$ ，沸水的温度： $100^{\circ}\text{C}$ ，正常人体温度： $37^{\circ}\text{C}$  左右

#### 2、温度计

实验室温度计：液体的热胀冷缩

使用要求：①看：量程、分度值及零刻线——选择合适的温度计

②放：液泡完全浸没；不能触碰杯底、杯壁

③等：等示数稳定后再读数

④读：留在液体中；平视——“俯大仰小”

⑤记：看清“零”刻线；加单位

体温计：可以离开人体读数！

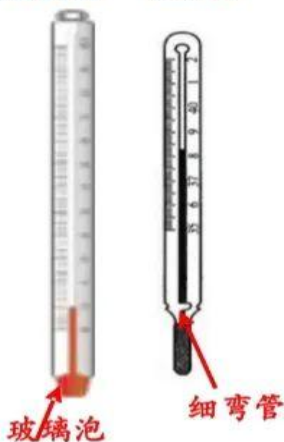
未甩过的体温计（只胀不缩）：高“准”低不变

【注意】温度计读数：随着液柱上升，示数减小→“零下”

随着液柱上升，示数增大→“零上”



实验室温 体温计



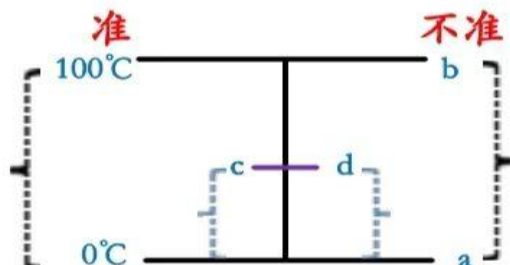
玻璃泡

细弯管

温度计“刻度不准确”相关计算

标准大气压下：沸水→ $100^{\circ}\text{C}$ ；冰水混合物→ $0^{\circ}\text{C}$

比值法求解温度：
$$\frac{c-0^{\circ}\text{C}}{d-a} = \frac{100^{\circ}\text{C}-0^{\circ}\text{C}}{b-a}$$



总结

## 气体温度计：气体热胀冷缩

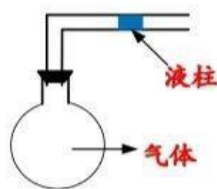
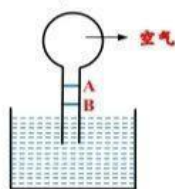
【例】温度降低 → 容器内气体受冷体积减小 → 液面由 B 上升到 A 位置

温度升高 → 容器内气体受热体积增大 → 液面由 A 下降到 B 位置

【例】温度升高 → 瓶内气体受热膨胀 → 把液柱向右推

温度降低 → 瓶内气体受冷收缩 → 把液柱向左推

【注意】提高测量精确度方法：弯管变细或烧瓶变大



## 熔化与凝固



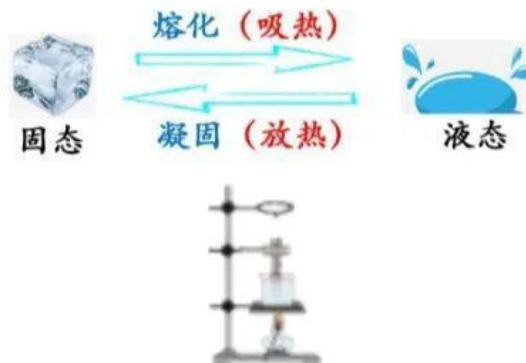
### 1、熔化和凝固

物质从**固态**变成**液态**的过程称为**熔化**，需要**吸收热量**

物质从**液态**变为**固态**的过程称为**凝固**，需要**放出热量**

冰熔化实验注意事项：

- 1、安装实验器材**从下至上**
- 2、“水浴加热法” → 使试管**受热均匀**
- 3、使用碎冰块 → 使温度计均匀受热，且加热时间适当
- 4、石棉网 → 使烧杯**均匀受热**



### 2、固体的分类：晶体和非晶体

晶体：有**确定的**熔点和凝固点；

熔化特点：**不断吸热，温度保持不变（熔点）**

凝固特点：**不断放热，温度保持不变（凝固点）**

晶体熔化条件：(1)达到熔点；(2)持续吸热

晶体凝固条件：(1)达到凝固点；(2)持续放热

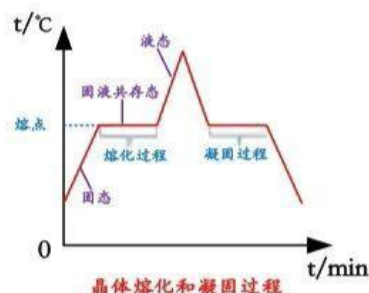
常见的晶体：**海波、食盐、冰、各种固态金属、钻石**

非晶体：**没有确定的**熔点和凝固点

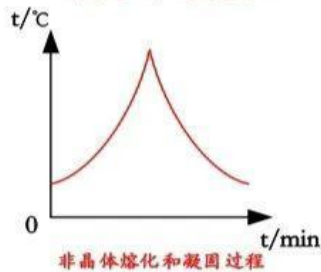
在熔化过程中，不断吸热，温度升高

在凝固过程中，不断放热，温度降低

常见的非晶体：**橡胶、塑料、玻璃、沥青、松香、石蜡**



晶体熔化和凝固过程



非晶体熔化和凝固过程

## 熔点和沸点问题：

**熔点：**晶体物质熔化时的温度

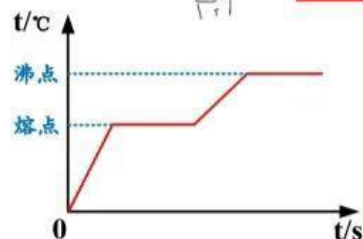
**沸点：**液体沸腾时候的温度

【注意】在一定压力下，同种物质，**熔点大小等于凝固点**

1、温度计的玻璃泡内测温物质选取原则：**熔点 < 测量温度 < 沸点**

2、液体中掺入了其他的杂质：会**升高其沸点，降低其熔点（凝固点）**

【例】冬天在雪中撒盐，会使雪更容易熔化



## 汽化与液化



### 汽化（吸热）：液态→气态

物质从**液态**变成**气态**的过程称为汽化，**汽化吸热**

汽化的两种方式：**蒸发**和**沸腾**

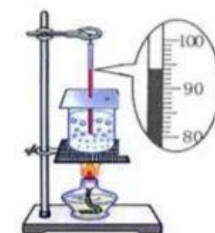
| 比较  |      | 蒸发                | 沸腾          |
|-----|------|-------------------|-------------|
| 相同点 |      | 都是汽化现象，都需要吸热      |             |
| 不同点 | 发生部位 | 液体表面              | 液体内部和表面同时发生 |
|     | 温度条件 | 任何温度              | 一定温度（沸点）    |
|     | 剧烈程度 | 缓慢                | 剧烈          |
|     | 温度变化 | 温度降低              | 温度保持不变      |
|     | 影响因素 | 温度、液体表面积、液体表面空气流速 | 液体表面气压      |

沸腾的条件：温度达到**沸点**，继续**吸热**【两个条件必须同时具备】

气泡变化：沸腾前气泡**变小**，沸腾后气泡**变大**（前小后大）

沸腾的特点：**持续吸热，温度不变**

【注意】影响加热到沸腾时间长短的因素：**水的质量、初温、热损失**



水沸腾实验



总结

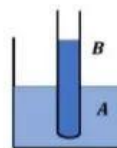
## “杯中杯”问题

### 问题一：开口问题

液体沸腾的条件 → 温度达到沸点，继续吸热

液体沸腾的特点 → 持续吸热，温度不变

烧杯和试管都装水：烧杯中水能沸腾，试管中水不能沸腾 → 试管内水不能持续吸热



### 问题二：密闭问题

气压增大，水的沸点升高；气压减小，水的沸点降低

烧杯和试管都装水：

A 中水不能沸腾 → A 容器中水能达到沸点，但不能持续吸热

B 中水不能沸腾 → B 容器内气压增大，沸点升高，温度达不到沸点



总结

## 液化（放热）：气态 → 液态

物质从气态变成液态的过程称为液化，液化放热。

液化的两种方式：降低温度和压缩体积；

【例】（1）常见的降低温度液化：雾、露水、所有的“白气”现象；

（2）常见压缩体积液化：液化石油气



【注意】（1）生活中看到的“白气”是小水珠，都是水蒸气液化形成的；

（2）水蒸气是看不见的



总结

玻璃上出现小液珠（水蒸气遇到冷的玻璃“液化”形成小水珠）

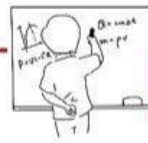
夏天：小水珠出现在窗户的外表面

冬天：小水珠出现在窗户的内表面

总结：“哪侧热，小水珠就出现在哪侧”



# 升华与凝华



## 总结

**升华（吸热）：** 固态 $\rightarrow$ 气态

物质由**固态**直接变成**气态**的过程，称为升华，**升华吸热**；

常见的升华现象举例：**干冰升华、樟脑丸变小、钨丝变细、冬天雪人变小等。**



**凝华（放热）：** 气态 $\rightarrow$ 固态

物质由**气态**直接变成**固态**的过程，称为凝华；**凝华放热**；

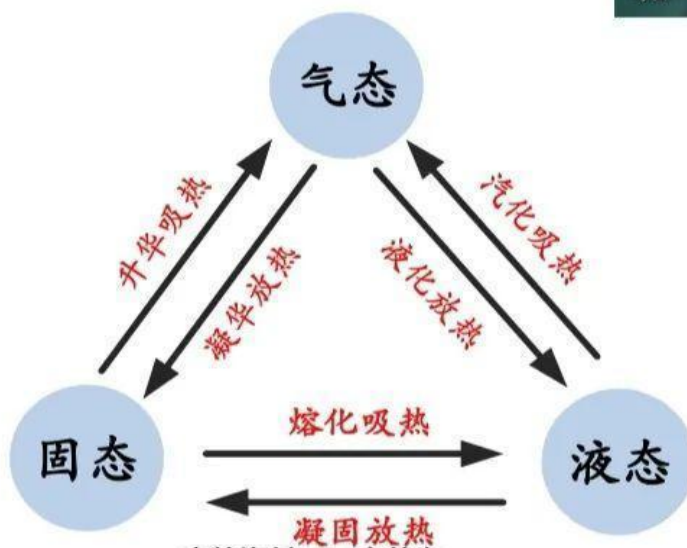
常见的凝华自然现象：**霜，雪，小冰晶，雾凇。**



霜



冰花



# 专题二：内能

## 内能概念



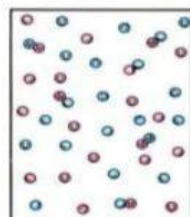
总结

1、内能定义：物体内部所有分子的**分子动能**和**分子势能总和**叫作内能

分子在不停的**做无规则运动**，具有**分子动能**；

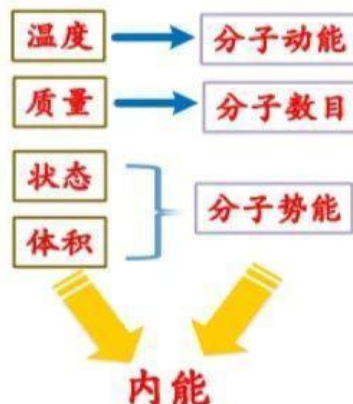
分子间存在相互作用的**引力和斥力**，具有**分子势能**

【注意】“内能”与“机械能”无关



2、内能的大小影响因素：**质量**、**温度**、**状态**及**体积**有关

(比较两物体的内能大小要注意“控制变量”)



3、**一切物体在任何情况下都具有内能**；

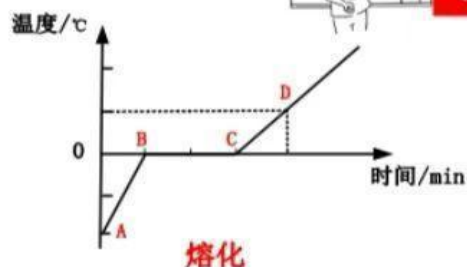
4、物体**温度升高**，内能**增大**；物体**温度降低**，内能**减小** ✓



总结

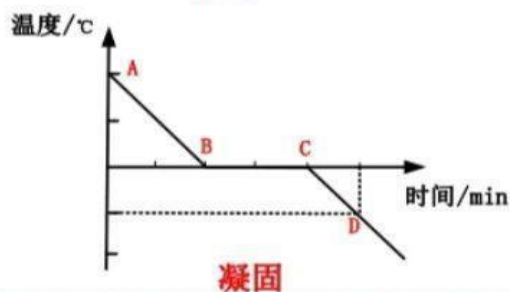
晶体熔化：**熔化吸热**，**温度保持不变**，但**内能增大**

如图：C点内能大于B点



晶体凝固：**凝固放热**，**温度保持不变**，但**内能减小**

如图：C点内能小于B点



# 改变内能的方式



总结

1、改变内能的两种方式：(1) 热传递；(2) 做功；

2、热传递本质：内能的转移

条件：有温差

方向：热量总是从温度高的物体传递到温度低的物体



【注意】物体吸收热量，内能增加，但温度不一定升高（冰融化成水）

物体放出热量，内能减少，但温度不一定降低（水凝固成冰）

3、做功本质：能量的转化

外界对物体做功，其它形式的能转化为内能，物体内能增加

物体对外做功，内能转化为其它形式的能，物体内能减小



4、热量：指的是在热传递过程中内能的改变量，它是一个过程量；

不能说“含有”热量、“具有”热量、...的热量 ✗

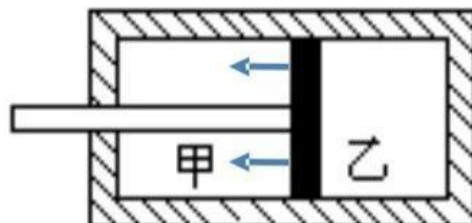
只能说“转移”热量、“吸收”热量、“放出”热量 ✓

## 密闭容器

将拉杆缓慢向外拉的过程中：

活塞对甲气体做功 → 甲气体内能增大 → 温度升高

乙气体对活塞做功 → 乙气体内能减小 → 温度降低



总结

## 实际应用描述

【例】甲图：水吸收热量，内能增大，温度升高

乙图：试管内水蒸气对塞子做功，水蒸气内能减少，温度降低

【例】向下推动活塞，管内空气的内能增大，温度升高，棉花被点燃

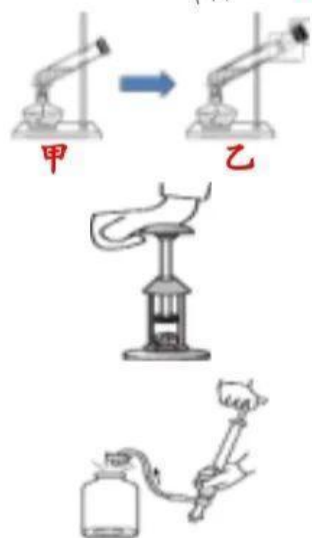
空气内能增大原因：做功

棉花内能增大原因：热传递

【例】给瓶内打气，瓶内的空气推动塞子跳起来时

空气对外做功，瓶内空气的内能减小，温度降低

【注意】瓶口产生的“白气”是水蒸气液化形成的小水珠



## 内能、热量、温度辨析



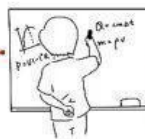
|    | 温度 (°C)   | 内能 (J)            | 热量 (J)         |
|----|-----------|-------------------|----------------|
| 定义 | 表示物体冷热程度  | 物体内所有分子动能和分子势能的总和 | 热传递过程中转移内能的多少  |
| 性质 | 状态量       | 状态量               | 过程量            |
| 表述 | “升高”/“降低” | “具有”/“改变”         | “吸收”/“释放”/“转移” |

## 辨析对错

- A. 温度为  $0^{\circ}\text{C}$  的物体没有内能；→ 错，任何物体都有内能
- B. 温度高的物体含有的热量一定比温度低的物体含有的热量多；→ 错，热量不能“含有”
- C. 物体的内能增加，它的温度一定升高；→ 错，冰熔化成水，吸收热量内能增加，但温度保持不变
- D. 物体的温度升高，它的内能一定增加；→ 正确
- E. 物体吸收了热量，温度一定升高；→ 错，冰熔化成水过程，吸收热量，内能增加，但温度不变
- F. 物体放出了热量，温度一定降低；→ 错，水凝固成冰过程，放出热量，内能减小，但温度不变
- G. 物体温度升高，一定吸收了热量；→ 错，也可能是外界对它做了功
- H. 物体温度升高，一定吸收热传递；→ 错，也可能是外界对它做了功
- I. 温度高的物体，含有的热量多；→ 错，热量不能说“含有”
- J. 热传递是内能大的物体传递给内能小的物体；→ 错，热传递是温度高的物体传递给温度低的物体
- K. 热量总是从高温物体传向低温物体传递；→ 正确

# 专题三：比热容

## 比热容实验探究



总结

“探究不同物质的吸热本领”的实验；

测量工具：温度计、秒表、天平；

实验方法：(1) 控制变量法：控制两种物质的初温、质量相同，加热器材相同；

(2) 转化法：过比较加热的时间长短来反应吸热的多少

实验方案：(1) 加热相同时间，比较升高温度 $\Delta t \rightarrow \Delta t$  越小，吸热能力越大

(2) 升高相同温度 $\Delta t$ ，比较加热时间  $\rightarrow$  加热时间越长，吸热能力越大

实验结论：水的吸热能力强

加热相同时间，水温度变化小，水的吸热能力更强

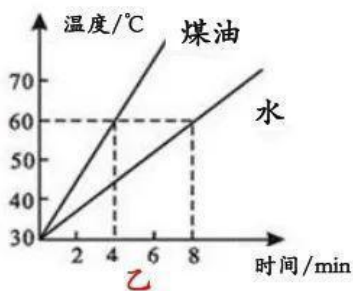
升高温度相同，水加热时间更长，水吸热能力更强



甲

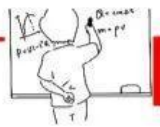


煤油



【注意】(1) 相同的加热器的目的：两种物质在相同的时间内吸收热量相同

(2) 加热时间  $t$  相同  $\rightarrow$  吸收热量  $Q_{\text{吸}}$  相同  $\rightarrow$  内能增加量相同



## 比热容

1、比热容定义：单位质量的物体温度升高（或降低） $1^{\circ}\text{C}$ 吸收（或放出）的热量；

比热容是表示物体吸热能力强弱的物理量，用字母  $c$  表示，单位： $\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。

公式：
$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$$

2、水的比热容： $4.2 \times 10^3 \text{J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$

物理意义： $1\text{kg}$  的水温度升高（或降低） $1^{\circ}\text{C}$ 吸收（或放出）的热量为  $4.2 \times 10^3 \text{J}$

水的比热容大 { 海滨城市的昼夜温差比内陆小，  
汽车用水作为冷却剂  
暖气片用水作为传热物质



3、比热容实质： $c$  越大  $\rightarrow$  吸放热能力越强； $c$  越大  $\rightarrow$  对冷热的反应越不灵敏 ( $\Delta t$  小)

4、变型公式：
$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t} \begin{cases} m = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} \\ \Delta t = \frac{Q}{c \cdot m} \\ Q = c \cdot m \cdot \Delta t \end{cases}$$

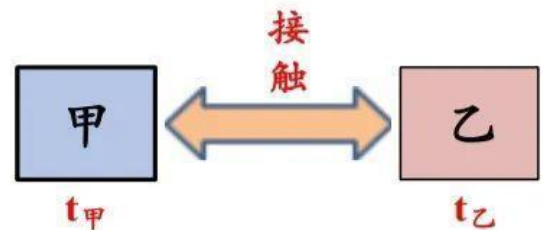


5、两物体“相互接触”问题解题步骤：

(1) 用公式求  $\Delta t = \frac{Q}{c \cdot m}$

(2) 吸收热量，温度升高；放出热量，温度降低

(3) 比较“末温”高低  $\rightarrow$  热量会从“高温”物体传到“低温”物体



# 比热容比值及图像计算

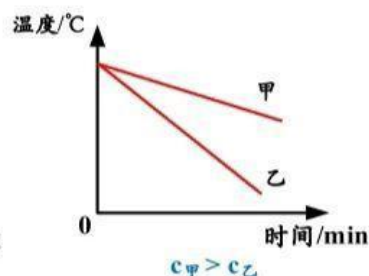
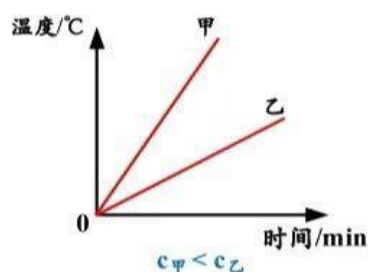


总结

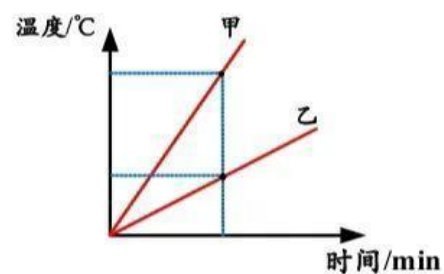
## 比热容比值计算

1、变型公式:  $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$

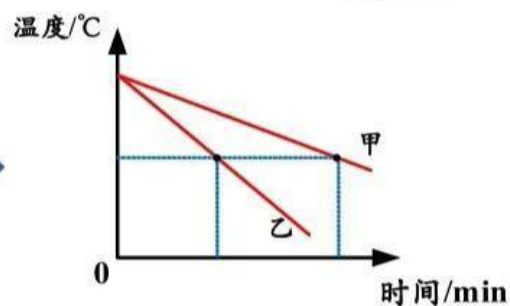
$$\begin{cases} m = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} \\ \Delta t = \frac{Q}{c \cdot m} \\ Q = c \cdot m \cdot \Delta t \end{cases}$$



当  $m$  和  $Q$  相同:  $\frac{c_{\text{甲}}}{c_{\text{乙}}} = \frac{\Delta t_{\text{乙}}}{\Delta t_{\text{甲}}}$



当  $m$  和  $\Delta t$  相同:  $\frac{c_{\text{甲}}}{c_{\text{乙}}} = \frac{Q_{\text{甲}}}{Q_{\text{乙}}} = \frac{\text{甲加热时间}}{\text{乙加热时间}}$



## 2、比值计算方法二: 带入特殊值法

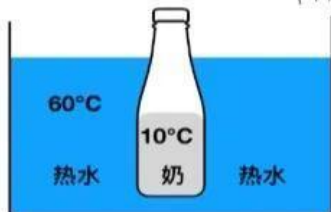
## 比热容综合计算



不计热损失（热平衡）： $Q_{\text{吸}} = Q_{\text{放}}$

$$c_1 \cdot m_1 \cdot \Delta t_1 = c_2 \cdot m_2 \cdot \Delta t_2$$

其中  $\Delta t_1 = t - t_1$ ,  $\Delta t_2 = t_2 - t$ ,  $t$  为热平衡温度



总结

混合物的比热容求解：（1）混合前： $Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot \Delta t$ ,  $Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot \Delta t$

（ $\Delta t$  相同）

（2）混合后： $Q = Q_1 + Q_2 = c_1 \cdot m_1 \cdot \Delta t + c_2 \cdot m_2 \cdot \Delta t$

$$(3) \quad c_{\text{混合}} = \frac{Q}{m_{\text{混合}} \Delta t} = \frac{c_1 m_1 \Delta t + c_2 m_2 \Delta t}{(m_1 + m_2) \Delta t} = \frac{c_1 m_1 + c_2 m_2}{m_1 + m_2}$$

（若  $m_1 = m_2$ , 则  $c_{\text{混合}} = \frac{c_1 + c_2}{2}$ ）



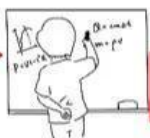
总结

## 熔化热 ( $\lambda$ )

定义：质量为 1kg 的某种晶体物质在完全熔化时所吸收的热量叫做该物质的熔化热

公式： $\lambda = \frac{Q_{\text{吸}}}{m}$ , 单位：J/kg

【注意】 $Q_{\text{吸}}$  与加热时间  $t$  有关



总结

# 专题四：内燃机和热机效率

## 内燃机



总结

### 1、内燃机的四个冲程：吸气冲程、压缩冲程、做功冲程、排气冲程

吸气冲程：进气门打开，吸入气体

压缩冲程：机械能 转化 内能

做功冲程：内能 转化 机械能

排气冲程：排气门打开，排出废气



### 2、内燃机分类：汽油机和柴油机

| 比较   | 汽油机            | 柴油机            |
|------|----------------|----------------|
| 构造   | 火花塞            | 喷油嘴            |
| 工作方式 | 点燃式            | 压燃式            |
| 吸气冲程 | 吸入汽油和空气混合物     | 只吸入空气          |
| 机械效率 | 效率较低 (20%-30%) | 效率较高 (30%-45%) |

### 3、转速问题求解

**1-2-4-1 原则：**1 工作循环，飞轮转 2 圈，有 4 个冲程，其中有 1 个是做功冲程

【例】  $2400\text{r/min} = \frac{2400\text{r}}{60\text{s}} = 40\text{r/s}$   $\longrightarrow$  每秒钟转 40 转  $\longrightarrow$  每秒做功 20 次

## 内燃机综合计算

条件：气缸活塞面积： $S$

做功平均压强： $p$

活塞在气缸中移动距离： $L$

1min 内：做功  $n$  次

公式：压力： $F=p \cdot S$

一次做功： $W=F \cdot L$

总功： $W_{\text{总}}=n \cdot W$

功率： $P = \frac{W_{\text{总}}}{t} = \frac{W_{\text{总}}}{60\text{s}}$

内燃机效率： $\eta = \frac{W_{\text{总}}}{Q_{\text{放}}} \times 100\%$



总结



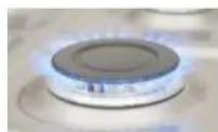


1、燃料燃烧：化学能→内能

2、热值定义：单位质量的某种燃料完全燃烧时放出的热量叫做这种燃料的热值，用  $q$  表示

公式：  $q = \frac{Q}{m}$  或  $q = \frac{Q}{V}$ ，单位：  $\text{J/kg}$  或  $\text{J/m}^3$ ；

变型公式：  $Q = m \cdot q$ ，  $m = \frac{Q}{q}$  或  $Q = V \cdot q$ ，  $V = \frac{Q}{q}$

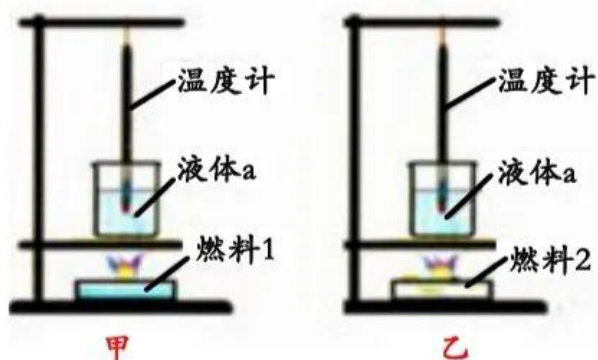


热值是燃料的一种特性，只与燃料的种类有关，与质量、体积和是否完全燃烧等无关

热值的物理意义：表示不同燃料放热能力的物理量

【例】  $q_{\text{氢气}} = 1.4 \times 10^8 \text{J/kg}$ ：完全燃烧  $1\text{kg}$  的氢气，会释放  $1.4 \times 10^8 \text{J}$  的热量

3、燃料热值实验探究：



实验方法：控制变量法 → 燃料质量相同、同种液体质量相同

选择甲和乙，燃料完全燃烧后，通过比较温度计变化来判断不同燃料热值大小

【注意】用此方法计算出的热值将比真实值偏小

原因：在加热过程中有热量损失，燃料不能充分燃烧 →  $q \downarrow = \frac{Q_{\downarrow}}{m}$



1、热机效率： $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{Q_{\text{放}}} \times 100\%$  (效率不能达到 100%)

(1) 烧水问题： $\eta = \frac{Q_{\text{吸}}}{Q_{\text{放}}} \times 100\% = \frac{c \cdot m \cdot \Delta t}{m \cdot q} \times 100\%$

变型公式： $Q_{\text{吸}} = Q_{\text{放}} \cdot \eta$  ,  $Q_{\text{放}} = \frac{Q_{\text{吸}}}{\eta}$

(2) 汽车问题： $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{Q_{\text{放}}} \times 100\% = \frac{F \cdot s}{m \cdot q} \times 100\%$

变型公式： $W_{\text{有}} = Q_{\text{放}} \cdot \eta$  ,  $Q_{\text{放}} = \frac{W_{\text{有}}}{\eta}$



2、提高热机效率：(1) 使燃料充分燃烧；

(2) 尽量减少各种能量损失；

(3) 使用时注意保养，保证良好的机器运转；

(4) 减少因克服摩擦而额外消耗的能量。

3、汽车问题综合计算

汽车问题： $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{Q_{\text{放}}} \times 100\% = \frac{F \cdot s}{m \cdot q} \times 100\%$

常用公式 做功： $W = F \cdot s = P \cdot t$

功率： $P = \frac{W}{t} = F \cdot v$

牵引力： $F = \frac{W}{s} = \frac{P}{v}$

速度： $v = \frac{s}{t} = \frac{P}{F}$

燃料： $Q_{\text{放}} = m \cdot q$  ,  $m = \frac{Q_{\text{放}}}{q}$

已知效率  $\eta$ ： $W_{\text{有用}} = Q_{\text{放}} \cdot \eta$  ,  $Q_{\text{放}} = \frac{W_{\text{有用}}}{\eta}$

匀速直线运动： $f = F$



## “太阳能”问题



总结

### 太阳能烧水问题

太阳辐射功率  $P$ :  $1\text{m}^2$  面积上  $1\text{h}$  接收到的太阳能, 单位:  $\text{J}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$

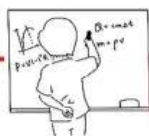
接受的太阳能:  $E_{\text{总}} = P \cdot S \cdot t$

能量转化效率:  $\eta = \frac{Q_{\text{吸}}}{E_{\text{总}}} \times 100\%$

变型公式:  $Q_{\text{吸}} = E_{\text{总}} \cdot \eta$



## “空燃比”问题



总结

空燃比: 空燃比是指气缸内空气和燃油的质量比

解题公式: 一次做功混合气体质量:  $m = \rho \cdot V$

一次做功消耗汽油质量:  $m_0 = \frac{1}{N+1} m$

消耗汽油总质量:  $m_{\text{总}} = n \cdot m_0$

汽油燃烧释放的热量:  $Q_{\text{放}} = m_{\text{总}} q$

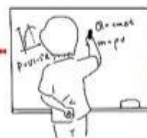
有用功:  $W = P \cdot t$

发动机的效率:  $\eta = \frac{W}{Q_{\text{放}}} \times 100\%$

|      |                               |
|------|-------------------------------|
| 车型   | 某品牌轿车                         |
| 排气量  | 2L                            |
| 最大功率 | 75kW                          |
| 空燃比  | 14:1                          |
| 汽油热值 | $4.5 \times 10^7 \text{J/kg}$ |

# 专题五：电学基础

## 电荷之间的相互作用



总结

- 1、用摩擦的方法使两个不同的物体带电的现象，叫**摩擦起电**

带电体的性质：**吸引轻小物体**

摩擦起电的实质：**电子的转移**

【注意】金属导体中**正电荷不能转移**



- 2、电荷规定：与丝绸摩擦过的**玻璃棒带正电**，**丝绸带负电**

与毛皮摩擦过的**橡胶棒带负电**，**毛皮带正电**



- 3、电荷间的相互作用：**同种电荷相互排斥**，**异种电荷相互吸引**；

相互排斥：一定是**同种电荷**；

相互吸引：可能是**异种电荷**，也可能是**带电体吸引不带电的轻小物**

## 三种“起电”方式



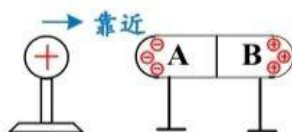
总结

- 1、三种起电方式

摩擦起电：电子的转移（**强得负，弱失正**）

接触起电：电子的转移（**正触得正，负触得负**）

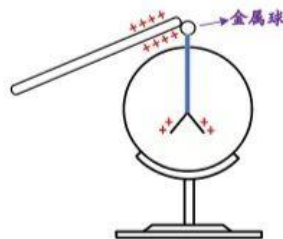
感应起电：物体**内部电荷重新排布**



- 2、验电器的工作原理：**同种电荷相互排斥**。

【例】带**正电**的金属棒与验电器接触，金属箔张开，验电器带**正电**；

验电器**失去电子**，**负电荷**从验电器转移到**金属棒**



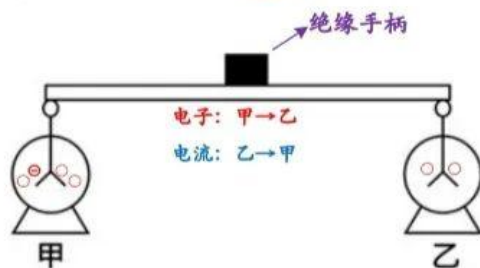
- 3、验电器**甲带负电**，箔片张开一定的角度，**乙不带电**，用一根带绝缘柄的铜棒**连接**两验电器

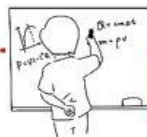
电子方向：**甲→乙**，电流方向：**乙→甲**；

电流的方向与电子移动方向**相反**

甲金属箔片张角**减小**，乙金属箔片张角**增大**；

【注意】带电量增加 → 金属箔片张角**增大**





### 1、电流：电荷的定向移动形成电流

电流方向：规定正电荷定向移动方向为电流方向（负电荷移动方向与电流方向相反）

电路中电流方向从正极出发回到负极；

【注意】金属导体中，定向移动的是自由电子（负电荷）



### 2、电路的基本组成： a.电源→提供电能，使电路中保持持续电流

b.用电器→消耗电能，把电能转化为其它形式能

c.开关→控制电路通断

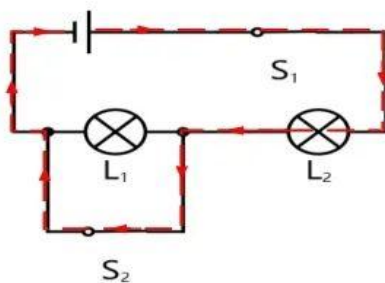
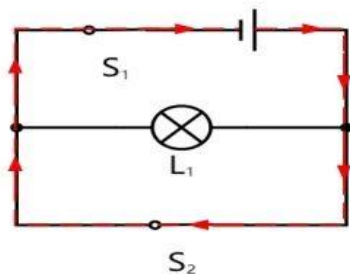
d.导线→连接电器，输送电流

### 电路中的三种状态：

a.通路→处处连通，正常电路

b.断路（开路）→某处断开的电路

c.短路 { 电源短路 → 电源两端被导线直接相连，电源烧坏  
局部短路 → 用电器两端被导线直接相连，该用电器不工作



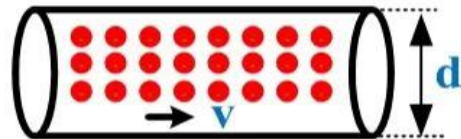
## 【拓展】电流数学表达式的推导

物理学定义：单位时间通过导体横截面积的电荷量叫电流

公式： $I = \frac{Q}{t}$

导体单位体积的电子个数： $n$       每个电子所带电荷量为： $e$

电子在导体中流动速度为： $v$       导体直径为： $d$



推导电流  $I$  数学表达式：

在  $t$  时间内电子移动的距离： $L=vt$

导体的横截面积： $S = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} \pi d^2$

某一横截面的电子数： $N = n \cdot S \cdot L = \frac{n \pi v t d^2}{4}$

$t$  时间内通过导体某一横截面总电荷量： $Q = Ne = \frac{n \pi e v t d^2}{4}$

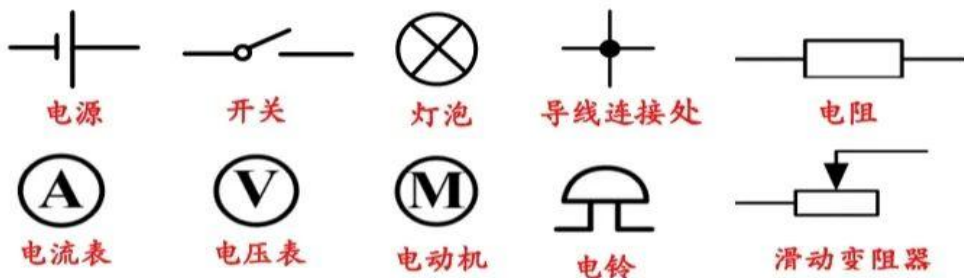
则通过导体的电流： $I = \frac{Q}{t} = \frac{n \pi e v d^2}{4}$

## 电路图与实物图的转化

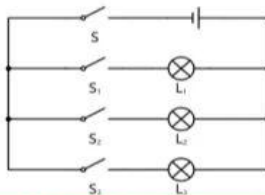


- 1、电路图画法：
  - a、按顺序从正极开始画，通过开关、用电器连接到负极，中间不能有断点。
  - b、元件位置安排要适当，元件的布局要得当、美观均匀
  - c、整个电路图最好画的横平竖直，成方框状
  - d、用电器开关等元件不要画在拐角处

- 2、常见的元件符号：



- 3、电路图与实物图：电流路径法 → 电流从电源正极出发，沿各条路径回到电源负极



# 串并联电路辨析



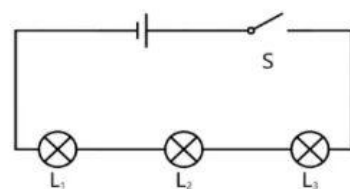
总结

1、**串联**电路特点：a. 电流只有一条路径

b. 用电器之间**互相**影响

c. 开关控制**整个**电路

d. 应用：**节日小彩灯**

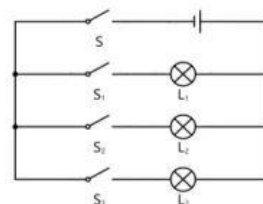


2、**并联**电路特点：a. 电流有**多条**电流路径

b. 用电器之间**互不**影响

c. **干路**开关控制**整个**电路，**支路**开关控制**所在支路**电路

d. 应用：**生活中大多数电路**



3、串并联电路的识别：(1) 定义法 → 首尾顺次连接的用电器是**串联**

首首相连、尾尾相连的用电器是**并联**

(2) 电流路径法 → 只有一条电流路径的电路是**串联**

有多条电流路径的电路是**并联**

## 电路设计

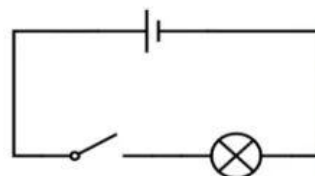
并联电路的特点：用电器之间**不会相互影响**

串联电路：其中一个用电器损坏，**会影响其他的用电器**

1、电路设计：(1) 开关闭合，用电器**工作**

开关断开，用电器**不工作**

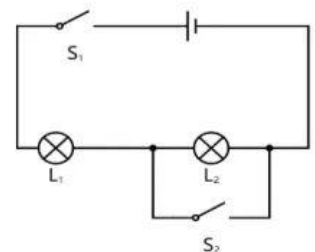
开关与用电器**串联**



(2) 开关闭合，用电器**不工作**

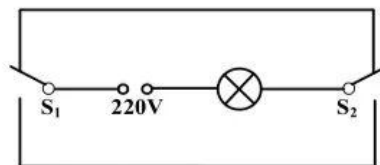
开关断开，用电器**工作**

开关与用电器**并联**



【注意】电路设计中绝对**不允许出现电源短路**

2、室内电灯设计：单刀双掷开关



卧室床头灯电路



总结

# 电流表测量及电流计算



总结

1、电流 (**I**)：电荷的定向移动形成电流，电流的大小是表示电流强弱的物理量

单位：安培，符号是 **A**，换算：1A=1000mA。

2、测量电流的仪器是电流表，符号：



|     | 量程     | 分度值   |
|-----|--------|-------|
| 小量程 | 0~0.6A | 0.02A |
| 大量程 | 0~3A   | 0.1A  |

5倍

电流表的使用：a.使用前调“0”

b.串联在电路中

c.接线：“+”进“-”出

d.选择合适量程：“偏大调大，偏小调小”

e.绝对不允许不经过用电器而将电流表直接连在电源两极上

f.测量对象：串谁测谁，测谁串谁



安德烈·玛丽·安培

【注意】电流表在电路中相当于“导线”

串联电路：电流处处相等 ( $I_a = I_b = I_c$ )

并联电路：干路电流等于各支路电流之和 ( $I_{总} = I_1 + I_2$ )

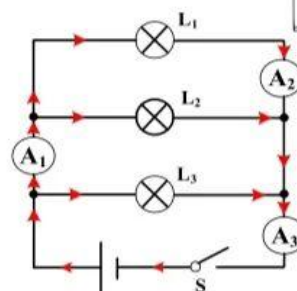
## 特殊并联电路连接

【例 1】 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  并联电路：

电流表  $A_1$  测量  $L_2$  和  $L_3$  电流之和

电流表  $A_2$  测量  $L_1$

电流表  $A_3$  测量  $L_1$ 、 $L_2$  和  $L_3$  电流之和

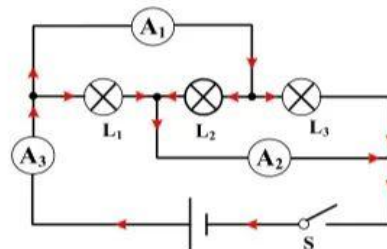


【例 2】 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  并联电路：

电流表  $A_1$  测量  $L_2$  和  $L_3$  电流之和

电流表  $A_2$  测量  $L_1$  和  $L_2$  电流之和

电流表  $A_3$  测量  $L_1$ 、 $L_2$  和  $L_3$  电流之和

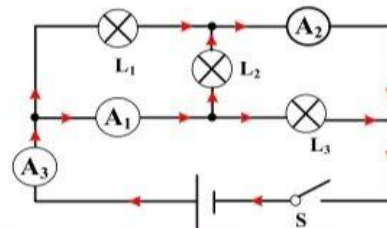


【例 3】 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  并联电路：

电流表  $A_1$  测量  $L_2$  和  $L_3$  电流之和

电流表  $A_2$  测量  $L_1$  和  $L_2$  电流之和

电流表  $A_3$  测量  $L_1$ 、 $L_2$  和  $L_3$  电流之和



总结

# 电压表测量及电压计算



总结

1、电压 ( $U$ ) : 使自由电荷定向移动形成电流

单位: **伏特**; 符号: **V**;

单位换算:  **$1\text{kV}=1000\text{V}$** ;  **$1\text{V}=1000\text{mV}$** ;



2、一节干电池的电压:  **$1.5\text{V}$** ; 一节蓄电池的电压:  **$2\text{V}$**

家庭电路的电压为:  **$220\text{V}$** ; 人体的安全电压: **不高于  $36\text{V}$**



3、测量电压的仪器是**电压表**, 符号:  $\text{---} \bigcirc \text{V} \text{---}$



|     | 量程                                   | 分度值                             |
|-----|--------------------------------------|---------------------------------|
| 小量程 | <b><math>0\sim 3\text{V}</math></b>  | <b><math>0.1\text{V}</math></b> |
| 大量程 | <b><math>0\sim 15\text{V}</math></b> | <b><math>0.5\text{V}</math></b> |

5倍

电压表的使用: a. 使用前**调“0”**

b. **并联**在电路中

c. 接线: “+”进“-”出

d. 选择合适量程: “**偏大调大, 偏小调小**”

f. 测量对象: **并谁测谁, 测谁并谁**

**【注意】** 电压表在电路中相当于“**断路**”

4、电压实验探究注意事项: a. 连接电路时开关应**断开**

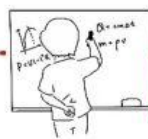
b. **选用不同规格的灯泡**, 多次实验, 使结论更具有普遍性

c. 电压表要与所测用电器**并联**

d. 电压表选择**合适量程**, 正负接线柱**不要接反了**

串联电路: **电路两端的总电压等于各用电器电压之和** ( $U_{\text{总}} = U_1 + U_2$ )

并联电路: **各支路两端电压相等** ( $U_{\text{总}} = U_1 = U_2$ )



总结

## 双表判断问题

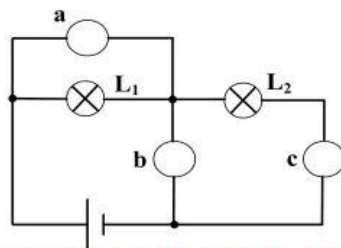
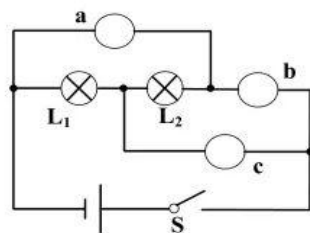
电流表相当于导线 → 电流通过

电压表相当于断路 → 电流不通过

【例】如右图所示：串联 → a 和 c 为电压表、b 为电流表

并联 → a 和 c 为电流表、b 为电压表

【例】如右图所示：串联 → a 和 b 为电压表、c 为电流表



## 综合电路分析计算



总结

综合电路分析分析步骤：(1) 判断串并联电路

(2) 判断电表测量对象

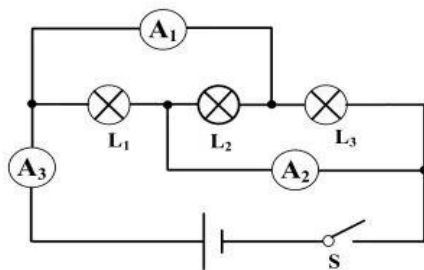
(3) 列方程和公式求解

【例】如右图所示：并联电路

$$I_{A1} = I_2 + I_3 \quad \text{.....①}$$

$$I_{A2} = I_1 + I_2 \quad \text{.....②}$$

$$I_{A3} = I_1 + I_2 + I_3 \quad \text{.....③}$$

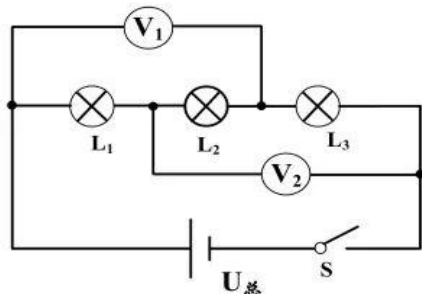


【例】如右图所示：串联电路

$$U_{V1} = U_1 + U_2 \quad \text{.....①}$$

$$U_{V2} = U_2 + U_3 \quad \text{.....②}$$

$$U_{\text{总}} = U_1 + U_2 + U_3 \quad \text{.....③}$$





### 电路故障判断：“断路”or“短路”？

#### 1、串联电路

先判断“有无电流”

- 无I → 断路 → 谁断谁有压，其它都无压
- 有I → 短路 → 谁短谁无压，其它都有压

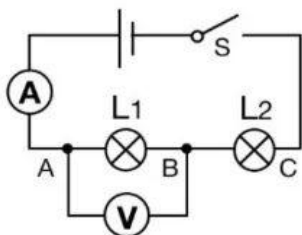


【注意】串联电路，如果电压表串联在电路中，则电压表示数接近于电源电压

#### 2、并联电路

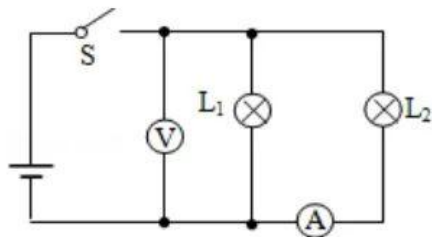
- (1) 并联电路各支路之间互不影响
- (2) 并联电路“一短全短”（电源短路）

【例】如图所示，闭合开关S后发现电路不能正常工作，已知电路每次只有一个故障：



- (1) 若电流表示数为0，电压表示数为电源电压，则故障原因：**L<sub>1</sub> 断路**
- (2) 若电流表、电压表的示数均为0，则故障原因：**L<sub>2</sub> 断路**
- (3) 若电流表示数正常，电压表示数为0，只有一只灯亮，则故障原因：**L<sub>1</sub> 短路**

【例】在如图所示的电路中，闭合开关S，两灯均正常发光；一会儿后，一灯突然熄灭，另一灯仍正常发光，且电压表、电流表示数均不变。



分析：并联电路，一灯熄灭，另一灯仍正常发光，不可能是短路  
故障原因：**L<sub>1</sub> 断路**



总结

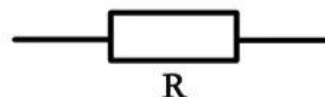
1、在物理学中，用电阻来表示导体对电流的阻碍作用的大小。

不同的导体，电阻一般不同，电阻是导体本身的一种特性；

电阻符号为  $R$ ，单位是欧姆 ( $\Omega$ )； $1k\Omega = 1000\Omega$

电阻影响因素：电阻大小与导体的长度 ( $L$ )、横截面积 ( $S$ )、材料 ( $\rho$ )、温度等因素有关 ( $R = \rho \frac{L}{S}$ )。

【注意】电阻率  $\rho$  单位： $\Omega \cdot m$



2、实验结论：

(1) 当导体长度、材料相同时，横截面积越大，电阻越小；

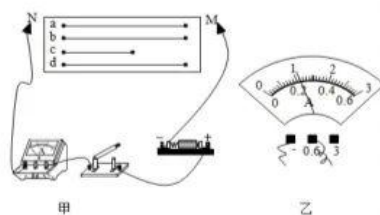
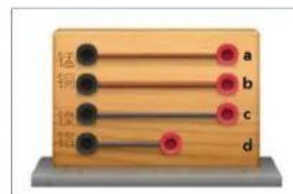
(2) 当导体横截面积、材料相同时，长度越大，电阻越大；

(3) 导体电阻大小与导体的材料有关；

(4) 导体电阻大小与温度有关，金属导体的电阻随温度的升高而增大。

【注意】导线的电阻很小，一般情况下可以忽略不计

实验过程中通过观察电流表示数（或小灯泡亮度）比较导体电阻的大小



电阻： $R = \rho \frac{L}{S}$

一根粗细均匀的铜导线长度拉长为原来2倍，则横截面积变为原来的 $\frac{1}{2}$ 倍，则  $R' = \rho \frac{2L}{\frac{1}{2}S} = 4\rho \frac{L}{S} = 4R$

一根粗细均匀的铜导线对折，长度变为原来 $\frac{1}{2}$ 倍，则横截面积变为原来的2倍，则  $R' = \rho \frac{\frac{1}{2}L}{2S} = \frac{1}{4}\rho \frac{L}{S} = \frac{1}{4}R$



总结

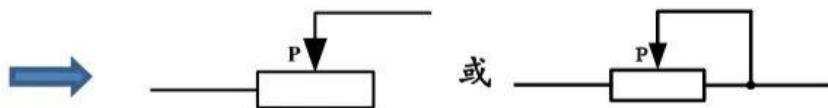
# 滑动变阻器



总结

## 1、滑动变阻器：

- (1) 原理：改变电阻线在电路中的 **长度** 来改变电阻
- (2) 作用：通过改变接入电路中的 **电阻** 来改变电路中的 **电流**
- (3) 铭牌“**50Ω 2A**”表示的意义：**接入电路中的最大电阻是 50Ω，允许通过的最大电流是 2A**

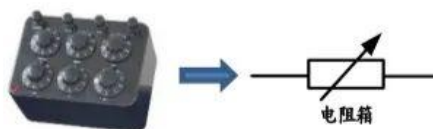


## 2、滑动变阻器使用原则：

- (1) 四个接线柱中接两个，原则：**一上一下**
- (2) 滑片 P 与 **下端** 接线柱之间连入电路的电阻为 **有效电阻**
- (3) 滑片远离底端接线柱滑动变阻器阻值变大
- (4) 为了保护电路，在电路接通前，应把滑片放置在变阻器接入电路 **阻值最大位置处**

**【注意】** 滑动变阻器同时接 **上面两个接线柱** 相当于接 **一根导线**，  
同时接 **下面两个接线柱** 相当于接入 **全部电阻**

## 3、电阻箱：不可连续改变电阻，但 **电阻可读**

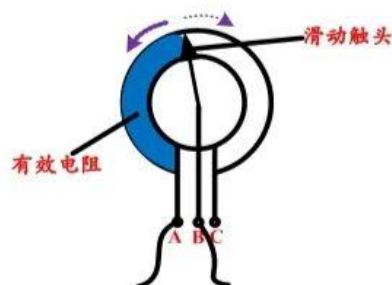
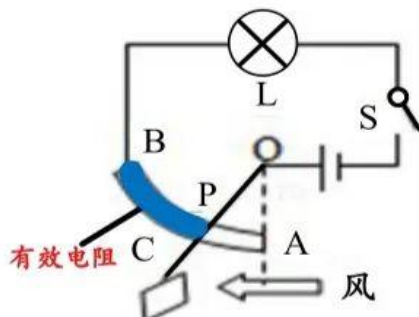
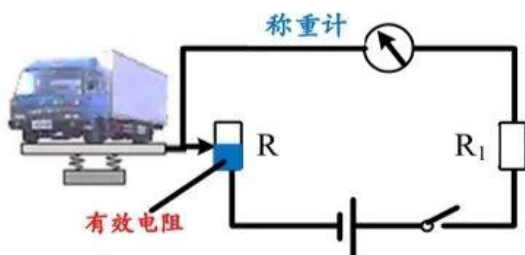


## 滑动变阻器经典应用

方法：找到滑动变阻器接入电路中的 **有效电阻**

若电阻长度变长 → 电阻变大 → 电流变小

若电阻长度变短 → 电阻变小 → 电流变大



总结

## 欧姆定律实验



总结

欧姆定律：导体中的电流，跟导体两端的电压成正比，跟导体的电阻成反比

$$I = \frac{U}{R}$$

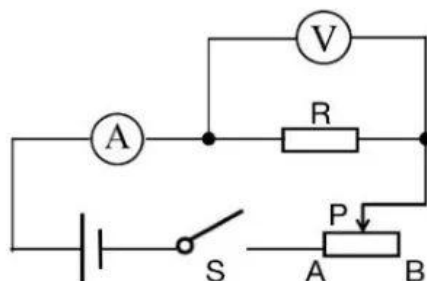
### 1、欧姆定律实验探究（控制变量法）

实验要求：（1）连接电路开关**断开**

（2）实验前滑动变阻器调到**最大阻值处**

（3）用“定值电阻”**不能用“小灯泡”**

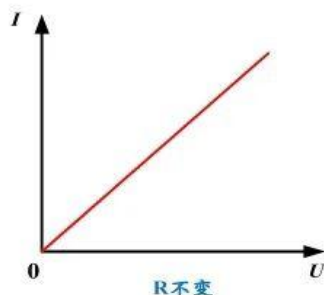
【注意】小灯泡电阻随温度升高而增大



### 2、探究电流与电压关系（控制电阻 R 一定）

滑动变阻器作用：**改变电阻两端的电压**

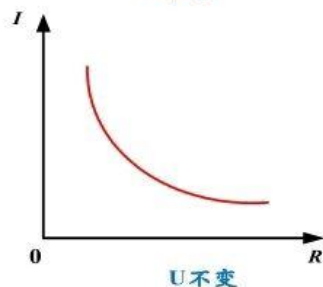
结论：当电阻一定时，通过导体的电流与导体两端电压成正比



### 3、探究电流与电阻关系（控制电压 U 一定）

滑动变阻器作用：**使电压表示数保持不变**

结论：当电压一定时，通过导体的电流与导体电阻成反比



【注意】滑动变阻器的调节：**变大调大，变小调小**（定值电阻变大，滑动变阻器变大）

例：若将  $10\Omega$  电阻的换成  $20\Omega$  的电阻后，将滑片 P 调大到适当位置，使电压表示数不变

### 4、探究电流与电阻关系，求解滑动变阻器规格

要满足实验中用到的全部电阻，根据串联分压： $\frac{R_p}{R_{\max}} = \frac{U_{\text{总}} - U}{U}$ ，可求得滑动变阻器规格

# 欧姆定律的简单计算



总结

欧姆定律:  $I = \frac{U}{R}$

变型公式:  $R = \frac{U}{I}$ ,  $U = I \cdot R$  ;



乔治·西蒙·欧姆

德国物理学家, 1787-1854

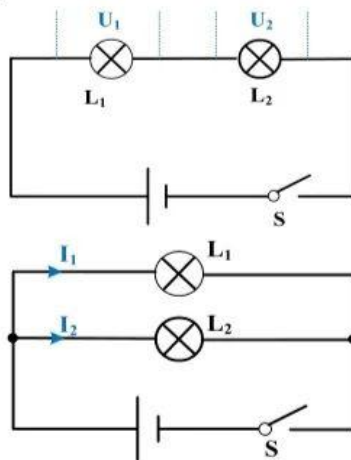
【注意】电阻大小与电压、电流无关

串联分压, 大阻分大压:  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$

串联电路电流处处相等  $\rightarrow I_1: I_2 = 1:1$

并联分流, 大阻分小流:  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$

并联电路各支路两端电压相等  $\rightarrow U_1: U_2 = 1:1$



比值问题求解步骤: (1) 先判断“串并联”

(2) 判断电表测量对象

(3) 根据串联分压, 并联分流写出比值关系

## 内阻问题与方程组计算

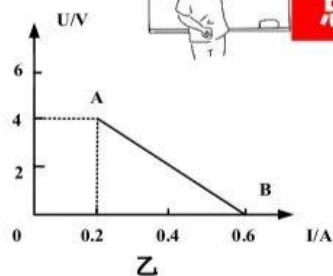
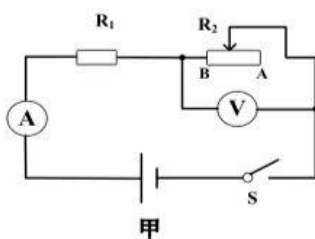


总结

【例】求解电源电压  $U_{总}$  和定值电阻阻值  $R$

方法: 列方程 ( $U_{总}$  不变)

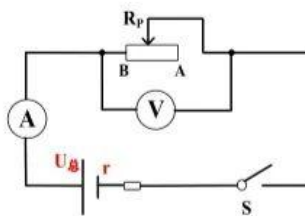
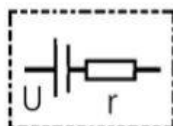
$$\begin{cases} U_{总} = U_1 + U = I \cdot R_1 + U \\ U_{总} = U'_1 + U' = I' \cdot R_1 + U' \end{cases}$$



【例】求解电源电压  $U_{总}$  和电源内阻  $r$

方法: 列方程 ( $U_{总}$  不变)

$$\begin{cases} U_{总} = U_r + U = I \cdot r + U \\ U_{总} = U'_r + U' = I' \cdot r + U' \end{cases}$$



# 图像问题及相关计算

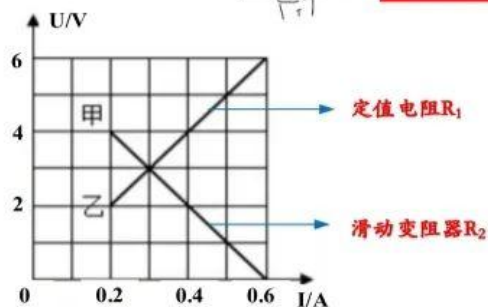
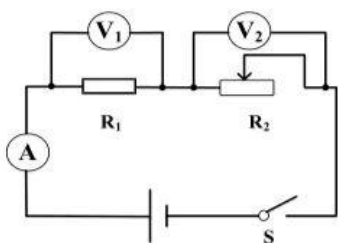


图像问题：画线—找点

【例】定值电阻和滑动变阻器串联电路

甲是滑动变阻器的 U-I 图像

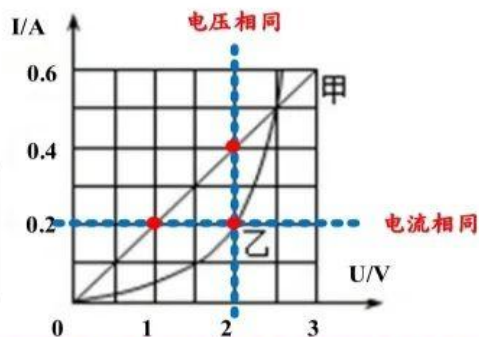
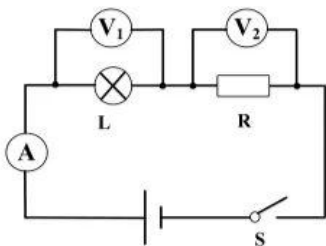
乙是定值电阻的 U-I 图像



【例】定值电阻和小灯泡串联电路

甲是定值电阻的 I-U 图像

乙是小灯泡的 I-U 图像



总结

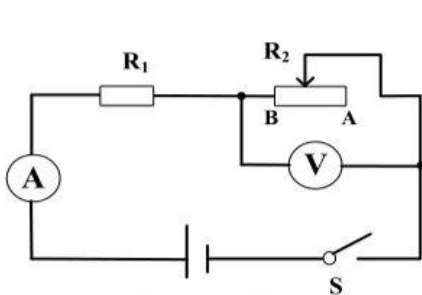
## 动态电路综合分析



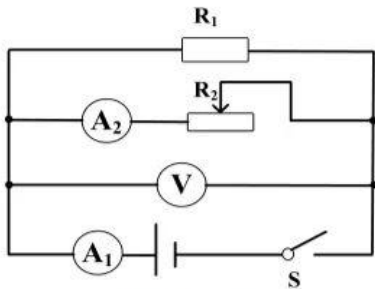
动态电路分析过程：“滑动变阻器  $R_p$ ”

- (1) 先判断电路结构：串联 or 并联 or 混联
- (2) 分析滑动变阻器电阻  $R_p$  阻值变化
- (3) 分析电路中总电阻  $R_{总}$ ：一大总大，一小总小  
(一个电阻变大， $R_{总}$  增大；一个电阻变小， $R_{总}$  减小)
- (4) 分析电路中电流和电压：电阻  $\uparrow \rightarrow$  电流  $\downarrow$ ；串联分压，大阻分大压

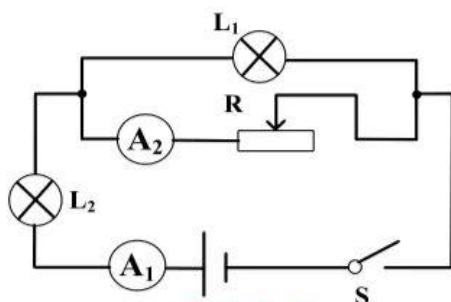
【注意】并联电路：电压  $U$  不变，各支路互不影响



串联电路

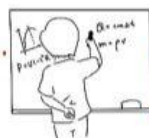


并联电路



混联电路

总结

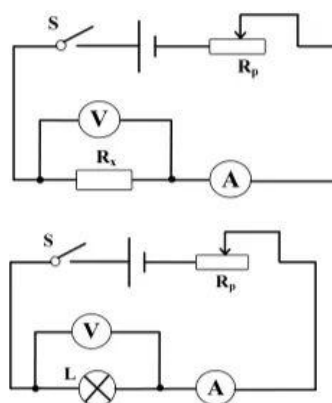


### 伏安法测电阻

1、实验原理： $R = \frac{U}{I}$

#### 2、实验电路图

连图注意事项：开关断开；滑动变阻器滑片P放在阻值最大处  
连图后，注意检查（电表正负接线柱）



#### 3、实验步骤

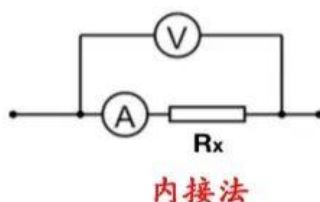
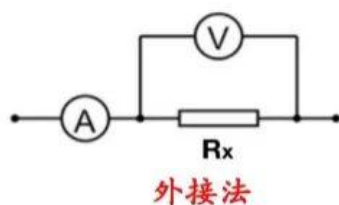
【测定值电阻】连好实物图，闭合开关，多次改变滑动变阻器的滑片位置，记录电流表和电压表示数，计算出每次的电阻，最后求平均值，得到待测电阻大小。

【测小灯泡电阻】测量出小灯泡正常发光时的额定U、I值，利用欧姆定律变形公式，计算出小灯泡正常发光的时候的电阻，即为灯泡电阻；

【注意】测小灯泡电阻不可以求平均值 → 原因：小灯泡灯丝电阻随温度的升高而变大

#### 4、实验反思：

- (1) 滑动变阻器的作用：保护电路；改变待测电阻两端电压
- (2) 电流表内、外接误差分析：（内、外接法是根据电流表位置区分）



外接法：测量结果比实际电阻偏小

内接法：测量结果比实际电阻偏大

【简记】“外小内大”

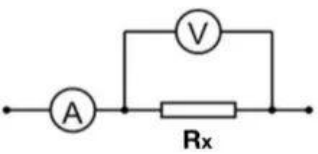
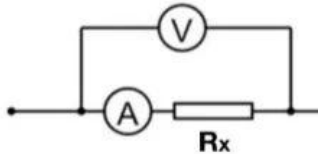
# “外接法”和“内接法”



总结

【注意】电流表也是有电阻，也能分得一部分电压

电压表也不是断路，也能通过一部分电流

| 电流表外接                                                                                               | 电流表内接                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  $I_A = I_X + I_V$ |  $U_V = U_X + U_A$ |
| 原因分析：电压表测量准确，电流表测量值<br>$I$ 偏大，由 $R = \frac{U}{I}$ 可知，电阻测量值偏小                                        | 原因分析：电流表测量准确，电压表测量值<br>$U$ 偏大，由 $R = \frac{U}{I}$ 可知，电阻测量值偏大                                         |
| 误差本质：电压表有内阻，测量值是电压表<br>与 $R_X$ 并联的总电阻： $R_{测} = R_{并} = \frac{R_X R_V}{R_X + R_V}$                  | 误差本质：电流表有内阻测量值是电流表与<br>$R_X$ 串联的总电阻： $R_{测} = R_{串} = R_X + R_A$                                     |
| 误差分析：所测电阻偏小，适合测小电阻                                                                                  | 误差分析：所测电阻偏大，适合测大电阻                                                                                   |

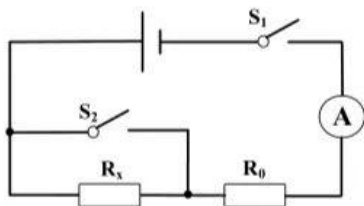
【总结】外接法测量结果偏小，内接法测量结果偏大（外小内大）



### 特殊法测量电阻

当电路中缺少“电压表”或“电流表”有以下5种常见特殊方法可以测量电阻 $R_X$

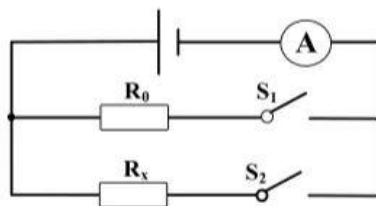
#### (1) 单安法 (典型器材: 电流表、定值电阻、开关)



先闭合 $S_1$ , 记下电流表示数为 $I_1$

再闭合 $S_2$ , 记下电流表示数为 $I_2$

$$I_1 (R_0 + R_X) = I_2 \cdot R_0 \rightarrow R_X = \frac{(I_2 - I_1) R_0}{I_1}$$

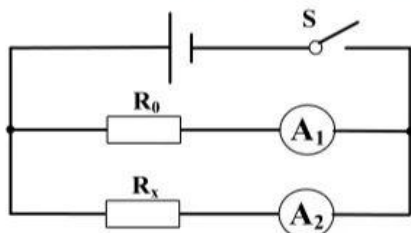


只闭合 $S_1$ , 记下电流表示数为 $I_1$

只闭合 $S_2$ , 记下电流表示数为 $I_2$

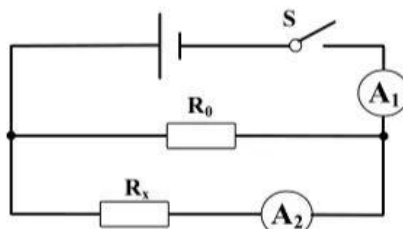
$$I_1 \cdot R_0 = I_2 \cdot R_X \rightarrow R_X = \frac{I_1 R_0}{I_2}$$

#### (2) 双安法 (典型器材: 电流表、定值电阻、开关)



闭合 $S$ , 记下电流表示数为 $I_1$ 和 $I_2$

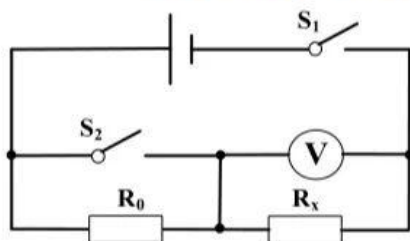
$$I_1 \cdot R_0 = I_2 \cdot R_X \rightarrow R_X = \frac{I_1 R_0}{I_2}$$



闭合 $S$ , 记下电流表示数为 $I_1$ 和 $I_2$

$$(I_1 - I_2) R_0 = I_2 \cdot R_X \rightarrow R_X = \frac{(I_1 - I_2) R_0}{I_2}$$

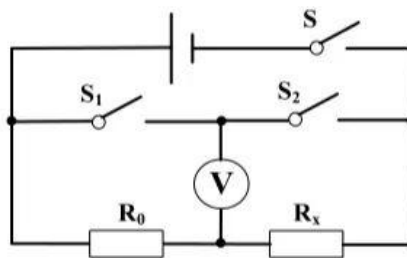
#### (3) 单伏法 (典型器材: 电压表、定值电阻、开关)



先闭合 $S_1$ , 记下电压表示数为 $U_1$

再闭合 $S_2$ , 记下电压表示数为 $U_2$

$$R_X = \frac{U_X}{I} = \frac{U_1}{\frac{U_2 - U_1}{R_0}} = \frac{U_1 R_0}{U_2 - U_1}$$



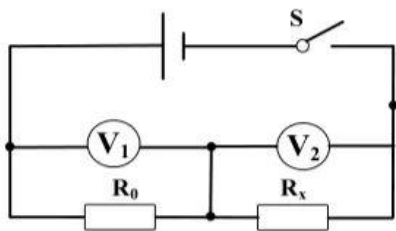
【注意】错误电路:

只闭合 $S$ 、 $S_1$ , 电压表上正下负,

只闭合 $S$ 、 $S_2$ , 电压表上负下正,

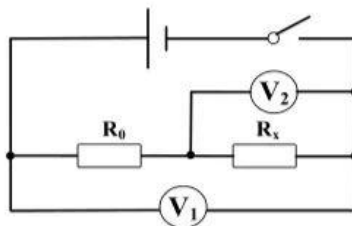
错误原因: 电压表正负接线柱会接

(4) 双伏法 (典型器材: 电压表、定值电阻、开关)



闭合 S, 记下两个电压表示数为  $U_1$ ,  $U_2$

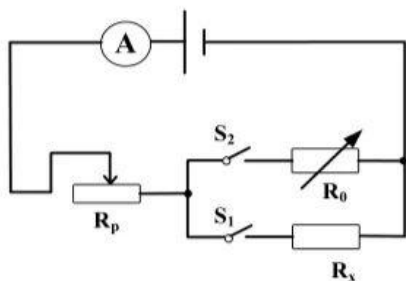
$$\frac{U_1}{R_0} = \frac{U_2}{R_x} \rightarrow R_x = \frac{U_2 \cdot R_0}{U_1}$$



闭合 S, 记下两个电压表示数为  $U_1$ ,  $U_2$

$$\frac{U_1 - U_2}{R_0} = \frac{U_2}{R_x} \rightarrow R_x = \frac{U_2 \cdot R_0}{U_1 - U_2}$$

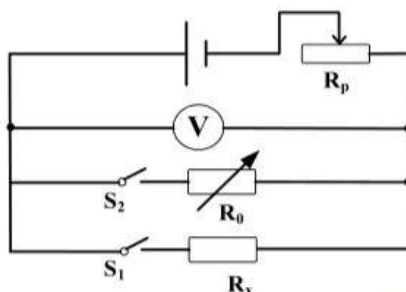
(5) 等效替代法 (典型器材: 电阻箱)



只闭合  $S_1$ , 调  $R_p$ , 记下电流表示数为  $I$ ,

只闭合  $S_2$ ,  $R_p$  不动, 调节电阻箱, 使电流表示数为  $I$  不变,

记下电阻箱的阻值  $R_0$ , 未知电阻阻值:  $R_x = R_0$

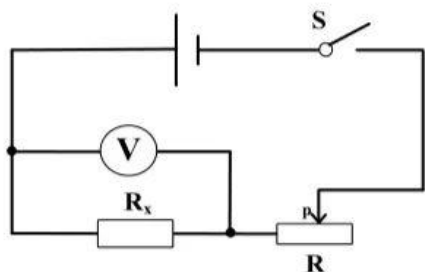


只闭合  $S_1$ , 调  $R_p$ , 记下电压表示数为  $U$ ,

只闭合  $S_2$ ,  $R_p$  不动, 调节电阻箱, 使电压表示数为  $U$  不变,

记下电阻箱的阻值  $R_0$ , 未知电阻阻值:  $R_x = R_0$

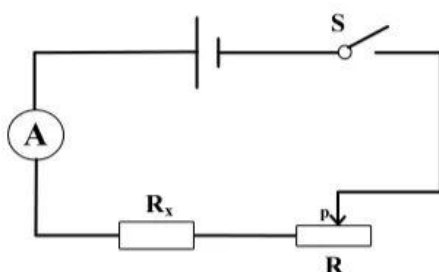
【补充】已知滑动变阻器最大阻值为  $R$ , 求  $R_x$  (典型器材: 滑动变阻器)



闭合 S, 滑片 P 滑到最左端记下电压表示数为  $U_1$

滑片 P 滑到最右端记下电压表示数为  $U_2$

$$U_{\text{总}} = U_1 = U_2 + \frac{U_2}{R_x} \cdot R \rightarrow \text{解得: } R_x = \frac{U_2 R}{U_1 - U_2}$$



先闭合 S, 滑片 P 滑到最左端记下电流表示数为  $I_1$

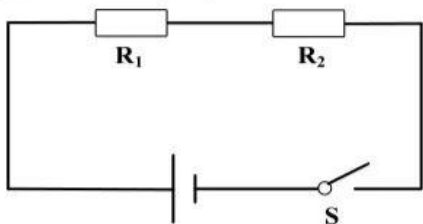
滑片 P 滑到最右端记下电流表示数为  $I_2$

$$U_{\text{总}} = R_x \cdot I_1 = (R_x + R) I_2 \rightarrow \text{解得: } R_x = \frac{I_2 R}{I_1 - I_2}$$

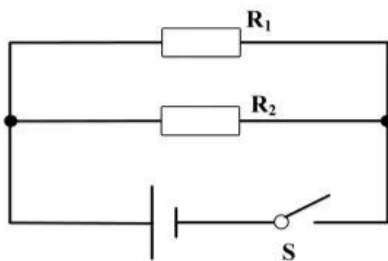


总结

## 串并联电阻计算



串联:  $R_{\#} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$



并联:  $\frac{1}{R_{\#}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$

【注意】如果  $R_1$  和  $R_2$  两个电阻并联,  $\frac{1}{R_{\#}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \rightarrow R_{\#} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$  (简记: 积在和上飞)

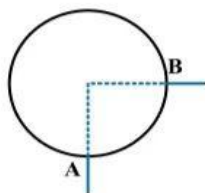
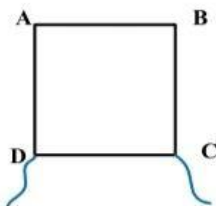
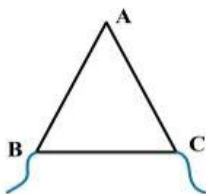
规律总结: 1、电阻越串越大 ( $R_{\#} > R_1, R_{\#} > R_2$ ), 越并越小 ( $R_{\#} < R_1, R_{\#} < R_2$ );

2、串联和并联总电阻随着其中任何一个电阻的增大而增大, 减小而减小

(一大总大, 一小总小)

3、两个电阻并联, 总电阻由小电阻决定

## 电阻丝 (R) 弯折问题: 求解 $R_{\#}$



解题方法: 将电阻丝拆分为两个  $R_1$  和  $R_2$  两个电阻并联

以等边三角形图形为例, BC 接入电路中阻值为:  $R_{BC} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\frac{1}{3}R \cdot \frac{2}{3}R}{R} = \frac{2}{9}R$

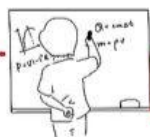
以正方形图形为例, CD 接入电路中阻值为:  $R_{CD} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\frac{1}{4}R \cdot \frac{3}{4}R}{R} = \frac{3}{16}R$

以圆形图形为例, AB 接入电路中阻值为:  $R_{AB} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\frac{1}{4}R \cdot \frac{3}{4}R}{R} = \frac{3}{16}R$



总结

# 混联电路及综合计算

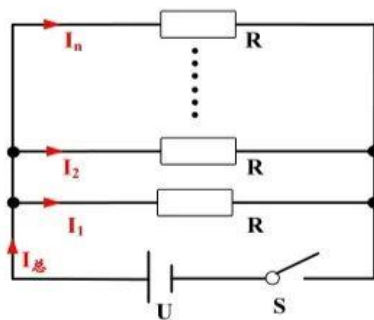


总结

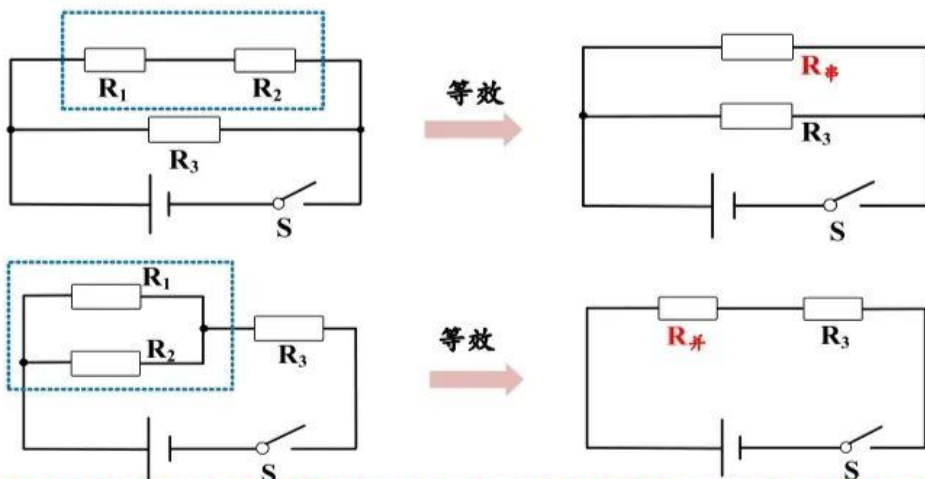
有  $n$  个相同的电阻  $R$  并联，并联后的等效电阻： $R_{\text{并}} = \frac{R}{n}$

证明：并联

$$\begin{aligned} I_{\text{总}} &= I_1 + I_2 + \dots + I_n \\ \frac{U}{R_{\text{并}}} &= \frac{U}{R} + \frac{U}{R} + \dots + \frac{U}{R} \\ \frac{1}{R_{\text{并}}} &= \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R} \\ \frac{1}{R_{\text{并}}} &= n \cdot \frac{1}{R} \\ R_{\text{并}} &= \frac{R}{n} \end{aligned}$$



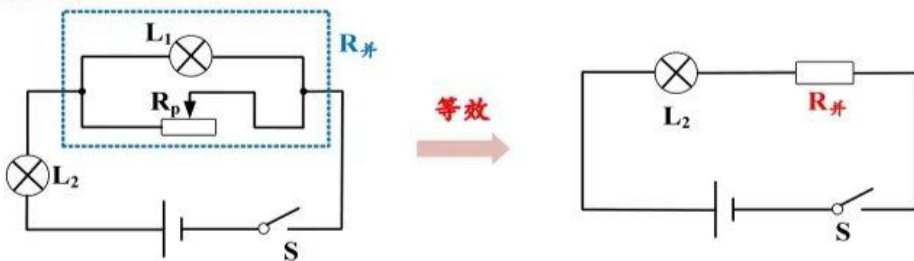
混联电路的“等效”思想：将混联电路等效为串联或并联电路



总结

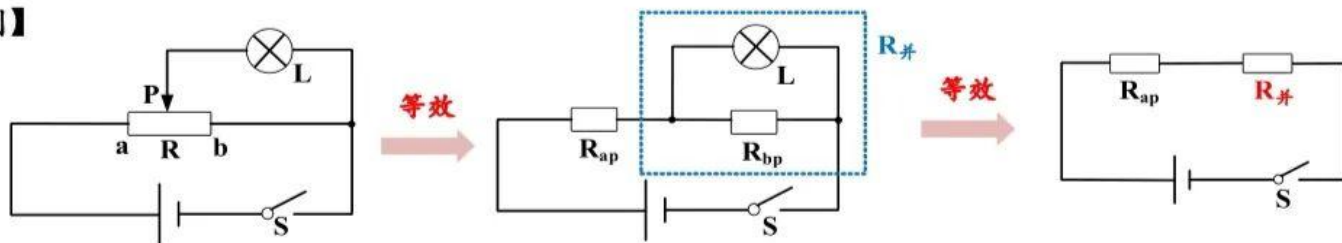
混联电路动态电路分析

【例】

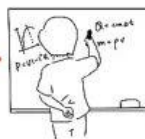


将  $L_1$  和  $R_p$  等效为  $R_{\text{并}}$ ： $R_p \uparrow \rightarrow R_{\text{并}} \uparrow \rightarrow U_{\text{并}} \uparrow \rightarrow U_{L_2} \downarrow$ ； $R_p \uparrow \rightarrow R_{\text{总}} \uparrow \rightarrow I_{\text{总}} \downarrow \rightarrow L_2$  变暗

【例】

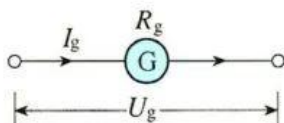


将滑动变阻器拆分为两部分，将  $R_{bp}$  和  $L$  等效为  $R_{\text{并}}$ ： $R_{bp} \uparrow \rightarrow R_{\text{并}} \uparrow \rightarrow U_{\text{并}} \uparrow \rightarrow U_{ap} \downarrow$



### 电流表和电压表改装

#### 1、灵敏电流计：



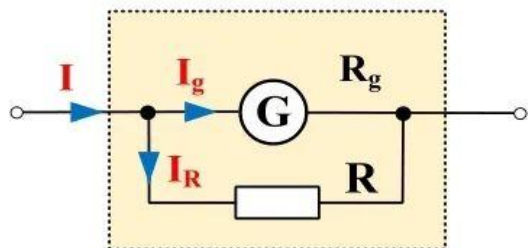
$I_g$ : 满偏电流

$R_g$ : 电流计电阻

$U_g$ : 满偏电压

$$U_g = I_g \cdot R_g$$

#### 2、电流表的改装（并联一个小电阻，分担一部分电流）



$I$ : 改装后电流表的量程

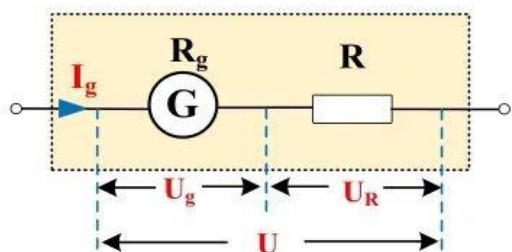
$I_g$ : 灵敏电流计的满偏电流

$$I_R = I - I_g$$

$$U_R = U_g = I_g \cdot R_g$$

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{I_g \cdot R_g}{I - I_g}$$

#### 3、电压表的改装（串联一个大电阻，分担一部分电压）



$U$ : 改装后电压表的量程

$I_g$ : 灵敏电流计的满偏电流

$$U_R = U - U_g$$

$$I_R = I_g$$

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{U - U_g}{I_g}$$

**【注意】** 电流表改装是并联一个小电阻  $R$ ，使  $I_{\text{总}}$  增大 → 解题方法：并联  $I_{\text{总}} = I_g + I_R$   
电压表改装是串联一个大电阻  $R$ ，使  $U_{\text{总}}$  增大 → 解题方法：串联  $U_{\text{总}} = U_g + U_R$

# 专题七：家庭电路

## 家庭电路的构成与连接



总结

1、家庭电路的构成：进户线、电能表、空气开关、漏电保护器、插座、用电器等

进户线：火线和零线，火线和零线之间的电压是 220V

电能表：检测消耗电能的装置

空气开关：当电流过大时，会自动断开电路，保护电路

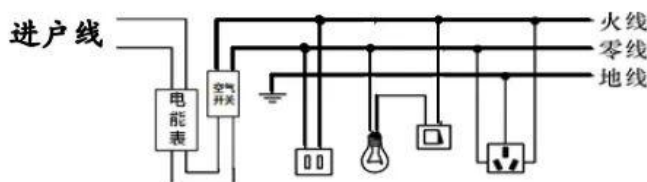
漏电保护器：当出现漏电时，漏电保护器自动断开开关



2、家庭电路连接：（1）三孔插座：左“零”右“火”上“接地”

（2）开关和保险丝一定要接火线

（3）连接家庭电路，可以将火线看成电源“+”极，零线看成电源“-”极



## 家庭电路安全用电原则



总结

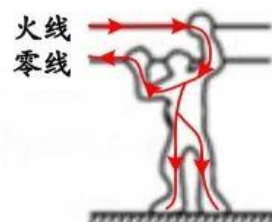
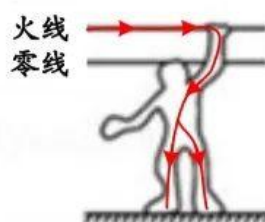
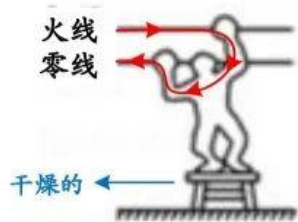
用电安全：（1）人体安全电压：不大于 36V

（2）家庭电路出现短路或电流过大时空气开关跳闸

（3）大功率用电器的金属外壳要接地

（4）当火线与零线的电流不相等时，漏电保护器会检测电流差异而自动断开

（5）人触电时，电流会经过人体，对人造成伤害



# 试电笔使用和家庭电路故障



总结

## 试电笔:

组成: 笔尖金属体、大阻值电阻、氖管、弹簧、笔尾金属体

作用: 识别火线和零线, 辅助判断电路故障

使用方法: **手接触笔尾金属体**, 笔尖接触判断导线.

现象: 正常情况下, 试电笔**接触火线氖管发光**, **接触零线氖管不发光**

当带电体、试电笔、人体和大地构成通路, 电流非常小, 不会对人体造成伤害, 并且带电体和大地之间的电位差超过一定数值, 氖管就会发光



总结

用试电笔检测家庭电路故障: 画“**电流路径**”去判断故障位置

【例】如图所示灯泡不亮

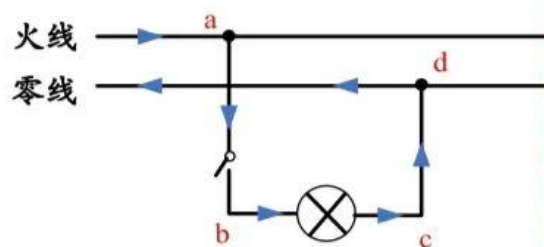
测电笔检测 **a** 点亮, **b** 点不亮 → **a、b 之间发生断路**

测电笔检测 **a、b** 点亮, **c** 点不亮 → **b、c 之间发生断路**

测电笔检测 **a、b、c** 点亮, **d** 点不亮 → **c、d 之间发生断路**

测电笔检测 **a、b、c、d** 点都亮 → **进户零线发生断路**

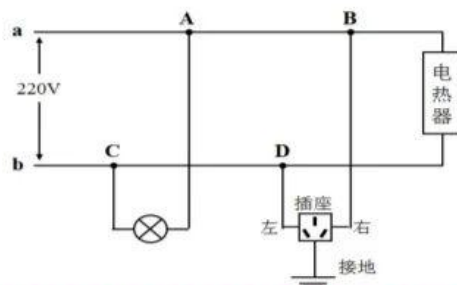
测电笔检测 **a、b、c、d** 点都不亮 → **进户火线发生断路**



【例】如图所示的家庭电路中, 用电器突然**都不工作**.

试电笔分别检测插座的左右两孔, 发现**氖管均发光**,

造成这一现象的原因: **进户零线断了**



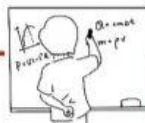
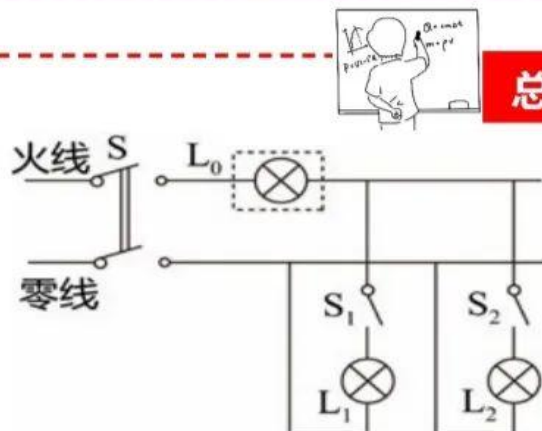
“**检验灯  $L_0$** ”检测电路故障 ( $L_0$  的规格 220V)

【例】开关闭合 S 和  $S_1$  闭合,  $L_0$  与  $L_1$  串联

若检验灯  $L_0$  **发光较暗** → **电路正常**

若检验灯  $L_0$  **正常发光** →  **$L_1$  发生短路**

若检验灯  $L_0$  **不发光** →  **$L_1$  发生断路**



总结

# 专题八：电功率计算

## 电功和电功率基础理



总结

1、电功：电流做功的多少叫做电功

公式：  $W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t$  （纯电阻电路通用）

- 【注意】
- (1) 电功的单位与电能单位相同，在国际单位制中都是“焦耳”，
  - (2) 电功是电流做的功（过程量），电能是能的一种形式（状态量），二者有区别
  - (3) 给蓄电池充电的过程中，电能转化为化学能

2、电功率：电流在单位时间内所做的功，表示电流做功的快慢。

公式：  $P = \frac{W}{t} = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$  （纯电阻电路通用）

【注意】单位时间内电流通过导体时消耗的电能越多，电功率就越大

3、电能单位：千瓦时（kW·h）

换算：  $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$

【注意】1 kW·h 的电能就是我们生活中的“1 度电”



## 电功率简单计算



总结

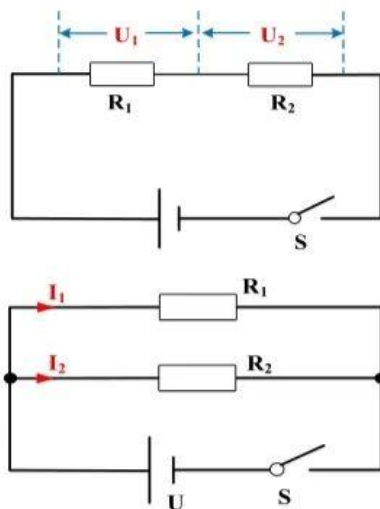
### 电功率比值计算

串联电路：电流  $I$  相同

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{U_1 \cdot I}{U_2 \cdot I} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

并联电路：电压  $U$  相同

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{U \cdot I_1}{U \cdot I_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$



## 电功率—灯泡问题

小灯泡的亮度与实际功率有关，实际功率越大，灯泡亮度越大

【注意】额定电压  $U$  — 额定电流  $I$  — 额定功率  $P$ ，三者对应

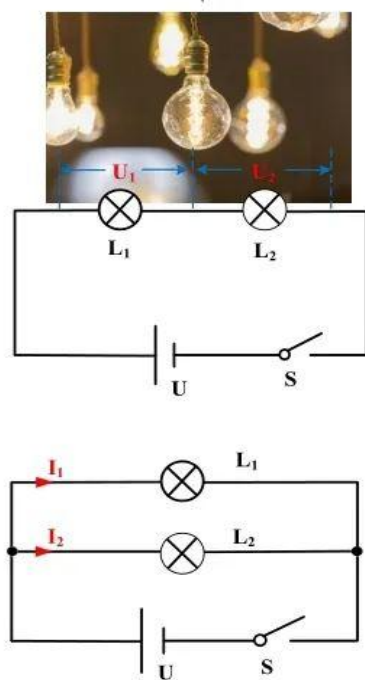
串联电路：电流  $I$  相同  $\rightarrow P = I^2 R$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{I^2 \cdot R_1}{I^2 \cdot R_2} = \frac{R_1}{R_2} \rightarrow \text{串联：灯泡 } R \text{ 越大} \rightarrow P \text{ 越大} \rightarrow \text{灯泡越亮}$$

并联电路：电压  $U$  相同  $\rightarrow P = \frac{U^2}{R}$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{U^2}{R_1}}{\frac{U^2}{R_2}} = \frac{R_2}{R_1} \rightarrow \text{并联：灯泡 } R \text{ 越小} \rightarrow P \text{ 越大} \rightarrow \text{灯泡越亮}$$

【解题思路】求出灯泡的电阻  $R$



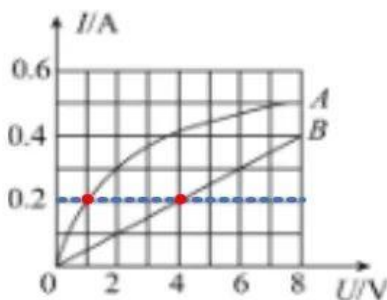
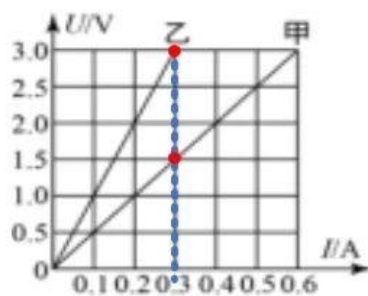
## 电功率图像问题



## 电功率图像问题

一般解题步骤：

- (1) 先判断电路是“串联”还是“并联”
- (2) 若已知“电压”或“电流”，画线  $\rightarrow$  找点
- (3) 若已知电功率：找点  $\rightarrow$  画线



【注意】对于定值电阻  $R$ ，线段越靠近“ $U$ ”轴，对应的定值电阻的阻值越大

对于小灯泡  $L$ ，其电阻随温度的升高而增大

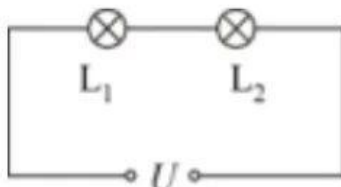
## 电功率综合计算



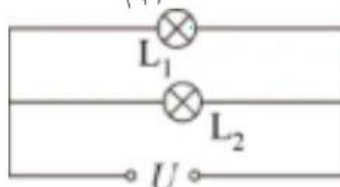
相同电阻  $R$  在不同电路中的比值情况

【例】灯  $L_1$  在甲图中功率  $P_1$ ,

灯  $L_1$  在乙图中功率  $P_1'$



甲



乙

总结

$$\text{推导 1: } \frac{P_1}{P_1'} = \frac{\frac{U_1^2}{R_1}}{\frac{(U_1')^2}{R_1}} = \frac{U_1^2}{(U_1')^2} \rightarrow \frac{U_1}{U_1'} = \sqrt{\frac{P_1}{P_1'}}$$

$$\text{推导 2: } \frac{P_1}{P_1'} = \frac{I_1^2 \cdot R_1}{(I_1')^2 \cdot R_1} = \frac{I_1^2}{(I_1')^2} \rightarrow \frac{I_1}{I_1'} = \sqrt{\frac{P_1}{P_1'}}$$

## 电能表综合计算



电能表

2500r/kW·h 的含义: 电路中每消耗  $1\text{kW} \cdot \text{h}$  的电能, 电能表的转盘转了 2500 转

电路中短时间允许最大总功率为:  $P_{\text{最大}} = U \cdot I = 220\text{V} \times 20\text{A} = 4400\text{W}$

【例】求解“用电器实际功率”

一般解题步骤: (1) 求解消耗电能:  $W = \frac{n}{N} \times 1\text{kW} \cdot \text{h}$

$$(2) P = \frac{W}{t} \quad \text{或} \quad t = \frac{W}{P}$$



总结

【例】求解“实际电压”:  $P_{\text{实}} = \frac{U_{\text{实}}^2}{R} \rightarrow U_{\text{实}} = \sqrt{P_{\text{实}} \cdot R}$

解题一般步骤: (1) 求解消耗电能:  $W = \frac{n}{N} \times 1\text{kW} \cdot \text{h}$

(2) 求解实际功率:  $P_{\text{实}} = \frac{W}{t}$

(3) 根据用电器规格, 求出电阻:  $R = \frac{U_{\text{额}}^2}{P_{\text{额}}}$

(4) 实际电压为:  $U_{\text{实}} = \sqrt{P_{\text{实}} \cdot R}$

【注意】计算过程中要注意单位换算: “焦耳 (J)” 对应 “秒 (s)”,

“千瓦时 (kW·h)” 对应 “小时 (h)”

# 专题九：电热综合计算

## 电流热效应实验



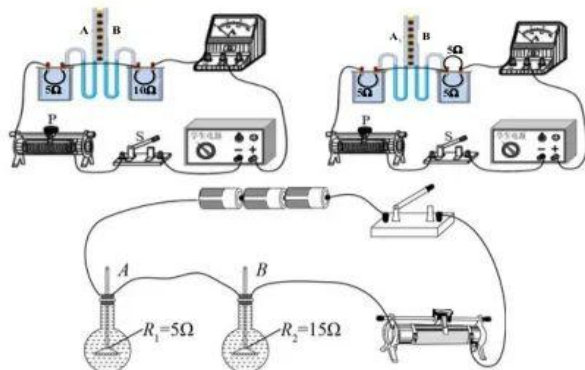
总结

1、电流的热效应：电流通过导体时，导体会**发热**的现象（电熨斗、电饭锅）

2、实验探究：

影响电流产生热量的因素：**电流**、**电阻**和**通电时间**

实验方法：**控制变量法**和**转换法**



3、实验反思：

通过观察**U形管中液面高度差**或**温度计示数变化**来比较电流通过电阻丝产生热量的多少  
调节**滑动变阻器的电阻**来改变**电流大小**

4、实验结论：

在电流和电阻相同时，**通电时间越长**，产生的热量越多

在电流和通电时间相同的情况下，**电阻越大**，产生的热量越多

在通电时间和电阻相同的情况下，**电流越大**，产生的热量越多

## 焦耳定律计算



总结

焦耳定律：电流通过导体产生的热量跟**电流的二次方成正比**，跟**导体的电阻成正比**，跟**通电时间成正比**

公式： $Q = I^2 \cdot R \cdot t$

变形公式： $R = \frac{Q}{I^2 \cdot t}$  或  $t = \frac{Q}{I^2 \cdot R}$  或  $I = \sqrt{\frac{Q}{R \cdot t}}$

电热功率： $P_{\text{热}} = I^2 \cdot R$

纯电阻电路中，电能全部转化为内能， $W = Q \rightarrow W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t = Q$

非纯电阻电路中，只有部分电能转化为内能， $W > Q \rightarrow U \cdot I \cdot t > I^2 \cdot R \cdot t$

【例】电动机→电能转化为**机械能**和**内能**  $\rightarrow W_{\text{电}} = W_{\text{机械}} + Q$