

## 13.2 电路的组成与连接方式

### 与教材不同之处

更详细描述短路的概念；更详细描述电路的连接类型和分辨方法；更详细描述如何画电路图；更详细描述如何连接实物图。

### 电流

什么是电流？

电荷的流动（或者也叫电荷的定向移动），叫做电流。

需要强调的是，电流的方向是有规定的。物理学上规定，正电荷的定向移动的方向为电流方向。

在金属导体中，能移动的电荷不是正电荷，而是带负电的电子。因此，如果是电子发生定向移动，则电子定向移动的方向与电流方向恰好相反。

### 什么是电路

如果把干电池，灯泡，开关用导线连接起来，当闭合开关时，灯泡会发光，这说明了在

导线中、灯泡中、开关处有了电流，如图 13-2-1 所示。

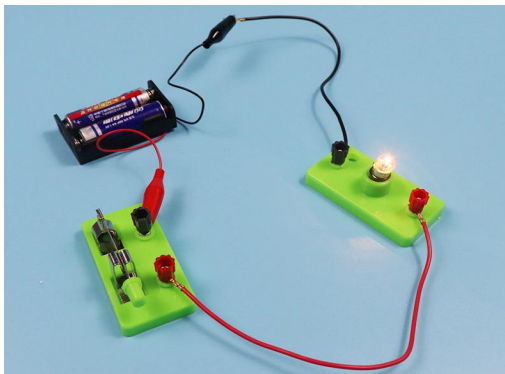


图 13-2-1

显然，电流的驱动来自干电池，因此，干电池在物理学上称为电源。

电荷流过灯泡时，会使灯丝发光发热，这说明，灯泡需要消耗电能来发光发热，因此，灯泡在物理学上称为用电器。

什么是电路呢？

如图 13-2-1 所示，通过导线将电源、用电器、开关连接起来而形成的路径，叫做电路。

因此，一个电路的组成至少有四部分：电源、用电器、开关、导线。缺少一个，都不是完整的，正常的电路。

闭合开关后，电路中的用电器有电流通过而工作，这种电路称为通路。

如果电路在某处断开，使得电路中的用电器没有电流通过而不能工作，这种电路称为开路，也称为断路。

开路的原因有多种，比如开关未闭合、导线与用电器、开关等元件的接头处松脱，导线

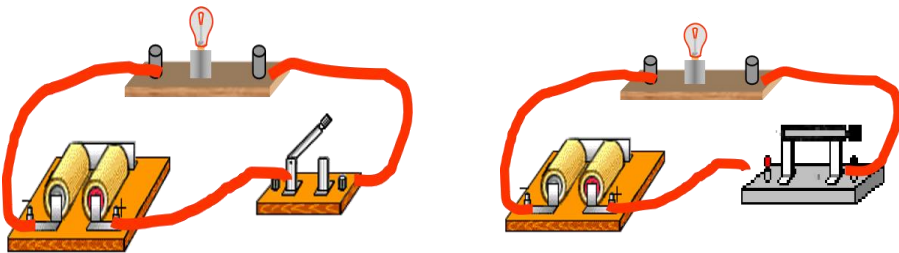


图 13-2-2

断开，开关看似闭合其实仍是断开……，如图 13-2-2 所示。

判断电路是否处于开路，要满足两个条件：

- (1) 电路某处断开；
- (2) 断开后，电路中的用电器由工作变为不工作。

## 简单电路、串联电路和并联电路

如果电路中只有一个用电器，这种电路称为简单电路。

如果电路中有多个用电器，而且所有用电器都是首尾相连的方式连接起来的电路，称为串联电路，如图 13-2-3 所示。

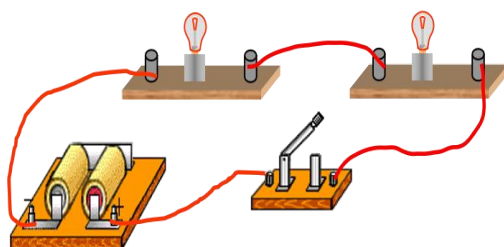


图 13-2-3

如果电路中有多个用电器，而且所有用电器都是并列相连的方式连接起来的电路，称为并联电路，如图 13-2-4 所示。

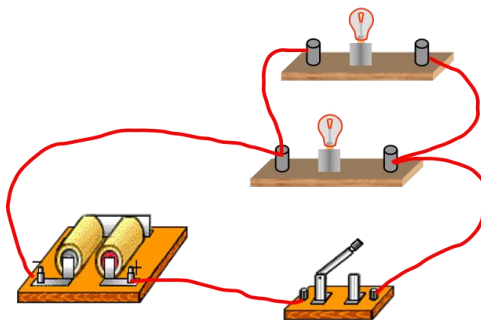


图 13-2-4

所谓并列连接，是指首首相接，尾尾相接的连接方式。

## 如何判分辨串联电路与并联电路

要辨别串联电路与并联电路，方法有多种。

(1) 从路径上来分辨：只有一条路径的便是串联电路；电路有分支的便是并联电路。

(2) 我们还可以假设在电路中拆除其中一个用电器后，如果仍有电流能通过其他用电器，这种电路便是并联电路；如果拆除其中一个用电器后，没有电流通过其他用电器，这种电路便是串联电路。

这种通过拆除某一个用电器来辨别串联电路和并联电路的方法，取名为“小拆法”。

“小拆法”非常适合看上去非常复杂的电路的辨别。

例题，如图 13-2-5 所示，当开关闭合时，此电路是串联电路，还是并联电路？

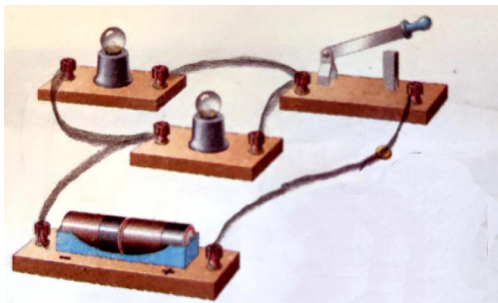


图 13-2-5

【分析】我们采用“小拆法”来分析此电路是串联还是并联。

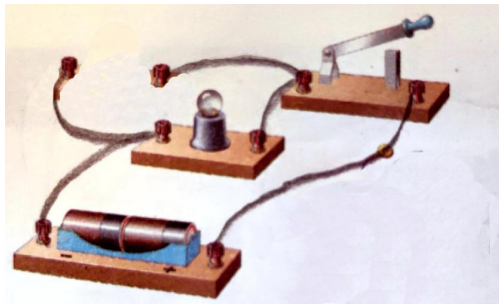


图 13-2-6

如图 13-2-6 所示，是我们假设拆除了某个用电器后的电路情形，通过对此电路的分析，我们发现剩下的用电器与电源、闭合的开关是可以构成一个通路的，所以，图 13-2-5 所示的电路是并联电路。

答：当开关闭合时，此电路是并联电路。

## 串联电路的特点

对于串联电路，有如下的一些特点。

- (1) 只有一条电流路径。
- (2) 改变电路中开关的位置，始终都控制整个电路。
- (3) 一个用电器出现断路（比如灯丝断了），其他用电器不工作。

## 并联电路的特点

对于并联电路，有如下的一些特点。

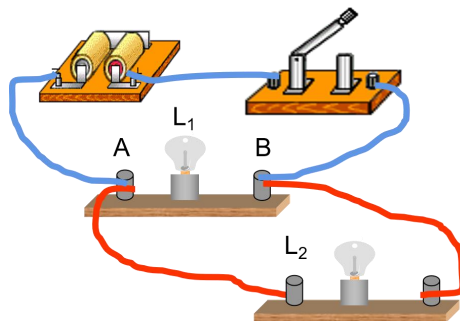


图 13-2-7

一、有多条电流路径，分为干路与支路。

如何分辨干路与支路呢？

以图 13-2-7 为例，我们的方法是：

(1) 先找到两处分支点 A 和 B。

(2) 再是在 A 和 B 两个分支点找到一条包含电源的电流路径。我们发现，图 13-2-6 中的蓝色导线部分就包含了电源，所以，蓝色导线部分就是此电路的干路。

(3) 然后在 A 和 B 两个分支点找出多条包含用电器的电流路径。图 13-2-6 中的红色导线部分就包含了用电器  $L_2$ ，所以，蓝色导线部分就是此电路的支路之一。

需要注意的是，在 A 和 B 两个分支点之间有一条支路没有导线，只有一个用电器  $L_1$ 。

二、某个用电器断路，不影响其他用电器工作。

并联电路中的各个用电器是互不影响的，也就是说某个用电器断路（比如灯丝断了）或拆除  $L_1$ ，另一条支路  $L_2$  仍能工作，不受影响。

三、开关在干路和支路上起的作用是不同的。

如果开关在干路上，一个开关将控制所有支路上用电器的通断；如果开关在支路上，则这个开关控制与之串联的用电器所在支路的通断。

我们如何判断开关在干路或是在支路呢？

技巧就是——拆除开关。具体做法是，拆除某个开关后，闭合其他开关，如果所有用电器不能工作，则这个开关在干路上，如果只是某个用电器不能工作，则拆除的开关控制的就是这个不能工作的用电器，开关此时与所控制的用电器是在同一支路上的。

例题，如图 13-2-8 所示，这是一个并联电路，请判断开关  $S_1$ 、 $S_2$  在电路中的位置。

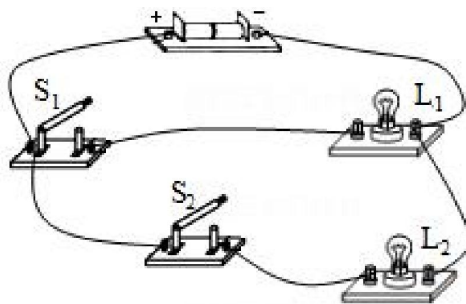


图 13-2-8

【分析】我们采用“拆除开关”的方法来判断各个开关所在的位置。在图中，我们先假

设拆除  $S_1$ ，我们发现，闭合  $S_2$  后，用电器  $L_1$  不能工作，但  $L_2$  仍可以工作，这说明，开关  $S_1$  的位置不在干路上，而是在  $L_1$  所在的支路上。

同样的，我再假设拆除  $S_2$ ，我们发现，闭合  $S_1$  后，用电器  $L_2$  不能工作，但  $L_1$  仍可以工作，这说明，开关  $S_2$  的位置也不在干路上，而是在与  $L_2$  共同在另一条的支路上。

答：开关  $S_1$  与  $L_1$  在同一条支路上，开关  $S_2$  与  $L_2$  在同一条支路上。

## 什么是短路

在组装电路中，我们常常会出现一种连接错误——把用电器的两端或电源的两端用导线连接起来，这种现象叫做短路。

如图 13-2-9 中左图所示的是简单电路中的用电器的两端被导线连接在一起，右图所示的串联电路中其中一个用电器的两端被导线连接在一起。

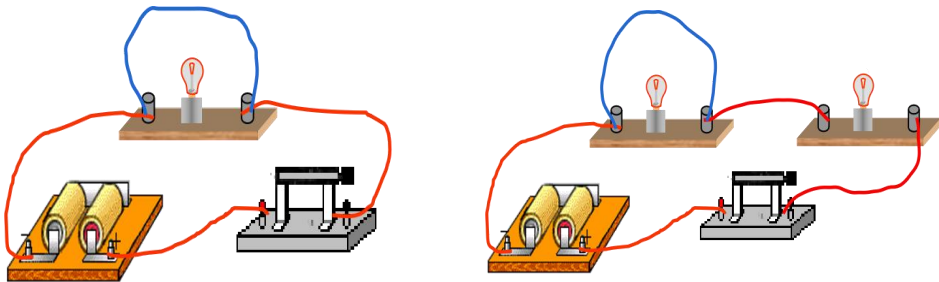


图 13-2-9

用电器的两端被导线连接在一起的现象称为用电器短路。

当发生用电器发生短路现象时，电流不会流经用电器，而是会绕过用电器，从用电器两端相连的导线中通过。由于用电器中没有电流通过，会造成用电器不能工作。

如果电源的两端被导线连接在一起的现象称为电源短路，如图 13-2-10 所示。

当发生电源短路时，无论是简单电路、串联电路还是并联电路，电路中所有的用电器都

不会有电流通过用电器，电流而是由电源的正极出发，通过电源两端相连的导线直接流回电源的负极。

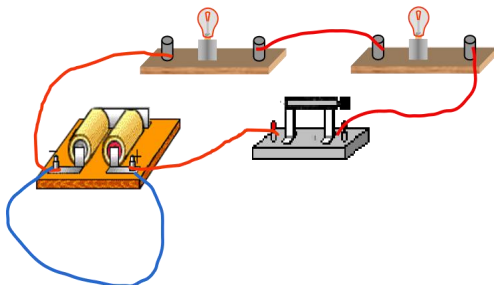


图 13-2-10

对于短路现象，我们需要强调这么几点：

(1) 电源短路非常危险，它会烧坏电源和连接电源两端的导线，甚至引发火灾，这是不允许发生的。

(2) 当发生电源短路时，用电器是没有电流通过的，因此，不会出现用电器因通过的电流过大而造成烧坏用电器的现象。

(3) 对于简单电路和并联电路而言，如果有用电器短路现象，那么它也一定是电源短路现象。只有串联电路，才会可能出现用电器短路，但不是电源短路的现象。

如图 13-2-11 所示，如果开关的两端被导线连接在一起，这是否也是一种短路现象。

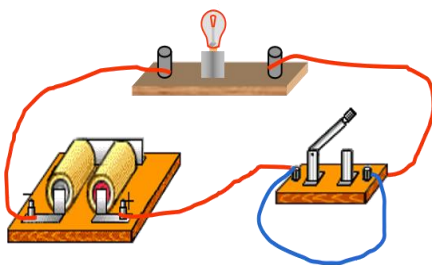


图 13-2-11

短路现象发生时，一定是某个用电器或几个用电器不能工作，图 13-2-10 所示的情况，开关的两端被导线连接在一起后，用电器的工作情况并没有发生改变，所以，这只能算开关被短接，开关失效了，并不是短路现象。



## 如何判断电路是否短路

如果要判断电路中是否有用电器短路，我们可假设在电路中拆除电源后，观察有没有用电器的两端被导线连接在一起的现象。如果有，则发生了用电器短路现象，如果没有导线连在用电器两端的现像，则电路是正常的。

这种拆除电源的方法来判断用电器是否短路的现象，称为“拆源法”。

如果要判断电路中是否有电源短路，我们可假设在电路中拆除所有用电器，观察电源的两端有没有被导线连接起来的现象。如果有，则发生了电源短路现象，如果没有导线直接连接在电源的两端，则电路不属于电源短路。

这种拆除所有用电器的方法来判断电源是否短路的现象，称为“大拆法”。

例题：如图 13-2-12，试分析，若闭合开关  $S_1$ ， $S_2$ ，电路将出现什么现象？

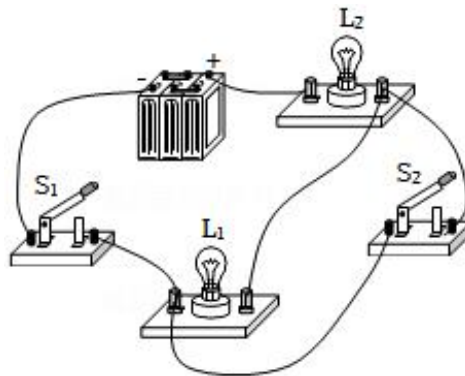


图 13-2-12

**【分析】**此题中的电源不是干电池，而是电瓶。闭合开关  $S_1$ ， $S_2$  后，看似是一个通路，但也有可能出现用电器短路或电源短路。为了判断是否有短路，我们先采用“大拆法”，再用“拆源法”判断电路是否有短路。

**解：**假设拆除所有用电器后，电路的连接情形如 13-2-13（1）所示，电源的两端没有被导线连接起来，所以，闭合所有开关后，电路没有发生电源短路。

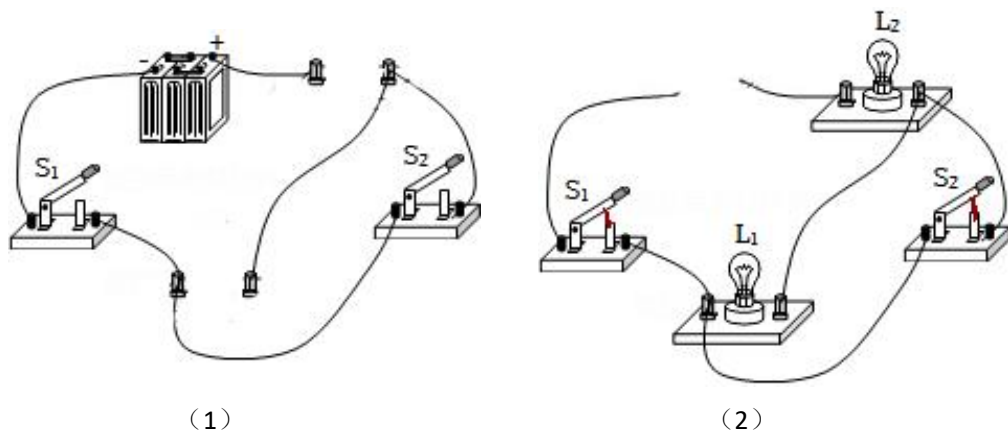


图 13-2-13

接着我们假设拆除电源，电路的连接情形如 13-2-13（2）图所示，我们发现，灯泡  $L_1$  的两端被导线连接起来了，也就是说，发生用电器灯泡  $L_1$  的短路现象。

答：若闭合开关  $S_1$ ， $S_2$  后，灯泡  $L_1$  短路。

## 电路元件

如果电路中的元件（即指电路中的器材）越多，电路的连接将变得非常复杂，为了便于分析电路的连接方式，我们需要将实际电路转换成一种用特定符号表示电路连接方式的图形，这种图形称为电路图。

因此，我们先用一些抽象的图象符号把电路元件表示出来，表 1 就是电路元件与元件符





实物	符号
	
	
	

表 1

号的对应图。

需要强调的有：

- (1) 电源的符号中两个竖线长度不同，长的代表电源的正极，短的代表电源的负极。
- (2) 开关的符号中斜线，只能是向右倾斜，不能向左倾斜，即使实物开关的铡刀是向左，元件符号中的斜线仍然要向右。
- (3) 在电路图，开关用“S”表示，灯泡用“L”表示。

## 简单电路的电路图

有了这些特定元件符号，我们就可以画出电路图了。

画电路图时，需要遵循一些基本原则：

- (1) 元件位置安排要适当，分布要均匀。
- (2) 整个电路图最好呈长方形，导线要横平竖直。
- (3) 元件不要画在拐角处。
- (4) 电路元件符号放在上下两条横线上，左右两条侧线上最好不要画元件符号。

我们先以图 13-2-1 所示的实物图为例，画出其对应的电路图，具体操作步骤是：

- (1) 先用铅笔画出一个长方形；
- (2) 在长方形的上面的横线上用橡皮擦擦出一个缺口，在缺口处画出电源的元件符号；
- (3) 在长方形的下面的横线上用橡皮擦也要擦出缺口，不过，缺口的数量以及在缺口处画什么元件符号需要先分析一下从电源正极出发，电流先后通过了哪些元件，最后流回电源的负极。显然，本题中电流先流过开关，再流过灯泡，因此，左边的缺口画开关的元件符号，右边的缺口画灯泡的元件符号。

于是，我们将得到如图 13-2-14 的电路图。

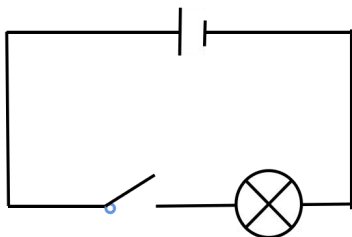


图 13-2-14

### 串联电路的电路图

串联电路的电路图的画法，与简单电路的电路图画法相似，只是用电器多了一个或几个。

以图 13-2-15 所示的实物图为例，它的电路图的画法步骤如下：

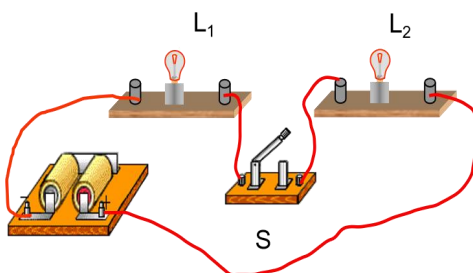


图 13-2-15

- (1) 先用铅笔画出一个长方形；
- (2) 在长方形的上面的横线上用橡皮擦擦出一个缺口，在缺口处画出电源的元件符号；
- (3) 从电源正极出发，电流是先流经灯泡  $L_2$ ，再流经开关  $S$ ，再流经灯泡  $L_1$ ，最后回到电源的负极。因此，在长方形的下面的横线上用橡皮擦擦出三个缺口，左边的缺口画灯泡  $L_2$  的元件符号，中间的缺口画开关  $S$ ，右边的缺口画灯泡  $L_1$  的元件符号。
- (4) 在电路图上标上相应元件的字母。

于是，我们将得到如图 13-2-16 的电路图。

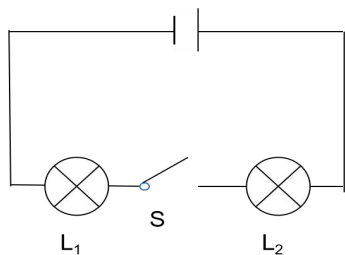


图 13-2-16

### 并联电路的电路图

并联电路的电路图的画法，串联电路的电路图的画法有些不同。

我们以图 13-2-17 所示的实物图为例，它的电路图的画法步骤如下：

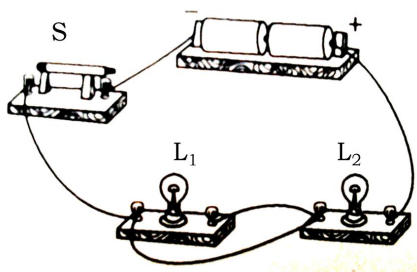


图 13-2-17

(1) 找到分支点是关键。因此，在上图中找到分支点后，分别标注 A 和 B，如图 13-2-8 所示。

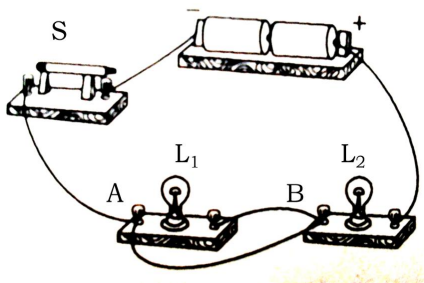


图 13-2-18

(2) 从分支点 A 出发，分别找出回到分支点 B 的三条路径，分别是包含电源的路径（干

路)、包含  $L_1$  的路径(支路 1), 包含  $L_2$  的路径(支路 2), 分别用符号记录下来, 如图 13-2-19 所示。

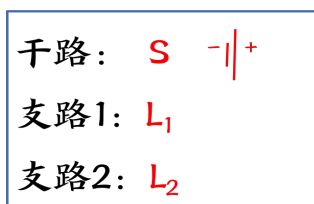


图 13-2-19

(3) 画出“日”字形长方形, 根据图 13-2-18 所示的情况, 在三条横线对应地用橡皮擦出相应数量的缺口, 比如干路上要擦出两个缺口, 两条支路分别擦一个缺口。并在缺口上画出相应的元件符号。

(4) 最后在电路图中标上相应元件的字母。

于是, 我们将得到如图 13-2-20 的电路图。

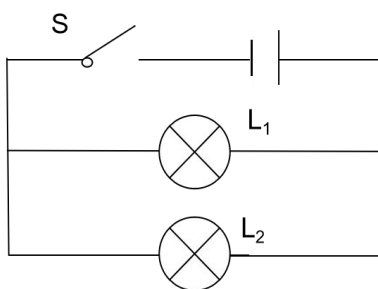


图 13-2-20

## 如何连接实物图

我们已经学习了如何根据实物图画出相应的电路图。接着, 我们以一个例子来学习如何连接实物图。

例如: 如图 13-2-21 所示, 请根据电路图, 连接实物图。

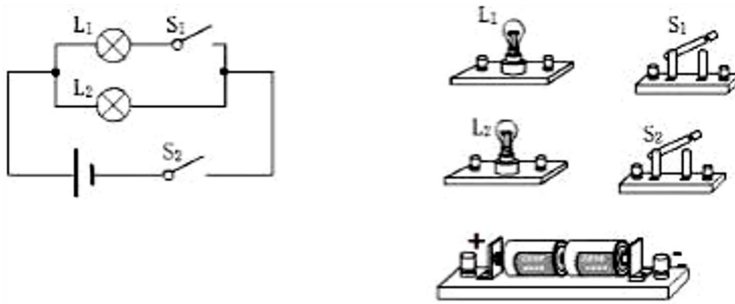


图 13-2-21

我们连接实物图的具体要求如下：

- (1) 每条线条的起点和终点都要与接线柱相连。
- (2) 如果是并联电路，我们先从电源的正极出发，根据电路图使电流经过某一支路，最后回到电源负极，如图 13-2-22 所示。

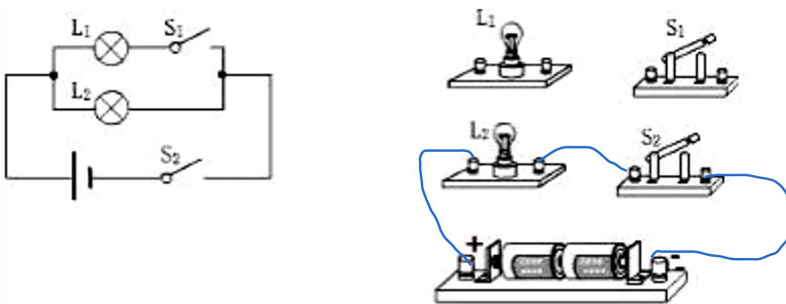


图 13-2-22

- (3) 最后，在实物图找出电路图中对应的 2 个分支点，再补充一条路径完成 2 个分支点之间的连接，如图 13-2-23 所示。

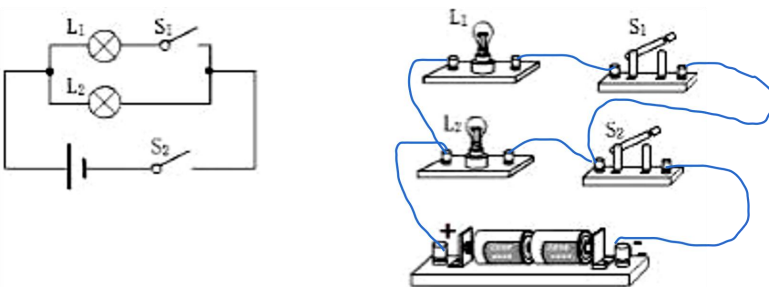


图 13-2-23



## 本节我们学习的物理规律

### 1、什么叫电流

电荷的流动（或者也叫电荷的定向移动），叫做电流。

### 2、电流的方向是如何规定的

物理学上规定，正电荷的定向移动的方向为电流方向。

### 3、什么是电路

通过导线将电源、用电器、开关连接起来而形成的路径，叫做电路。

### 4、电路属于开路要满足的两个条件

（1）电路某处断开；（2）断开后，电路中的用电器由工作变为不工作。

### 5、什么是简单电路、串联电路和并联电路

如果电路中只有一个用电器，这种电路称为简单电路。

如果电路中的多个用电器是首尾相连的方式连接起来的电路，称为串联电路。

如果电路中的多个用电器是并列相连的方式连接起来的电路，称为并联电路。

### 6、如何分辨串联电路与并联电路

（1）从路径上来分辨：只有一条路径的便是串联电路；电路有分支的便是并联电路。

（2）采用“小拆法”——拆除某个用电器，另一个用电器不工作则是串联电路，另一个用电器不受影响则是并联电路。

### 7、什么是短路

把用电器的两端或电源的两端用导线连接起来，这种现象叫做短路。用电器两端被导线连接在一起，则是用电器短路；电源两端被导线连接在一起，则是电源短路。

### 8、如何判断电路是否短路

用电器短路的判定可采用“拆源法”；电源短路的判定可采用“大拆法”。

### 9、如何画简单电路和串联电路的电路图

（1）先用铅笔画出一个长方形。

（2）在长方形的上面的横线上用擦出一个缺口，在缺口处画出电源的元件符号。



(3) 在长方形下面的横线上用橡皮擦也要擦出缺口，在缺口处画相应的开关和用电器。

### 10、如何画并联电路的电路图

(1) 找到分支点是关键。

(2) 从分支点 A 出发，分别找出回到分支点 B 的三条路径，并记录。

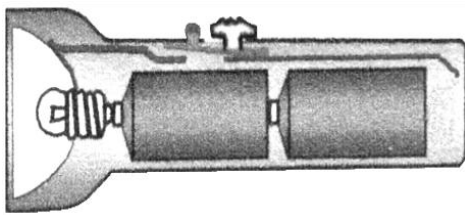
(3) 画出“日”字形长方形，在三条横线对应地用橡皮擦出相应数量的缺口，并在缺口上画出相应的元件符号。

(4) 最后在电路图中标上相应元件的字母。



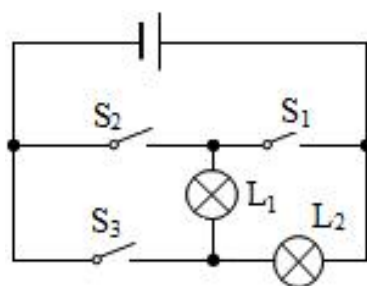
### 自我检测与巩固

1、下图是手电筒的结构示意图，请在虚线框内画出它的电路图。



2、若有三个灯泡，干电池、开关、导线若干怎样连接才能使它们同时发光，可能有几种连接方式，试画出你的电路图。

3、当闭合  $S_1$ 、 $S_3$ ，断开  $S_2$  时，灯  $L_1$ 、 $L_2$  \_\_\_\_\_（选填“串联”与“并联”）；当闭合  $S_2$ ，断开  $S_1$ 、 $S_3$  时，灯  $L_1$ 、 $L_2$  \_\_\_\_\_（选填“串联”与“并联”）。



- 4、下列说法正确的是（      ）
- A. L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub> 是串联
  - B. L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub> 是并联
  - C. L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub> 是串联，L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub> 是并联
  - D. L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub> 并联，电键 K 闭合后，L<sub>3</sub> 不亮

