

电学基础讲座 第一册

程序式学习法

基础电工学

直流电

〔日〕末武国弘 主编

松下电器工学院 编著



机械工业出版社

本书是日本松下电器产业有限公司培训机构——松下电器工学院对公司人员进行电学基础知识教育的教材，这套《电学基础讲座》共六册（书目附后），这是第一册《直流电》。内容讲述电路、欧姆定律、电阻的连接、电源、基尔霍夫定律、惠斯顿电桥、功率与电能、电流的热效应以及电阻的性质等基本概念、实际运用和具体计算。每章附有练习题并附解答，书末附有考核试题及答案。

本书采用当前世界流行的程序式学习法进行编写的，深入浅出、形象喻比、引人入胜、通俗易懂；内容由浅入深、有问有答、概念清晰、便于自学。特别适合作为工矿企业职工培训教材和工人、干部及中学生自学读物，也可作为技工学校和职业中学教学参考用书。

電気基礎講座 1
プログラム学習による
基礎電気工学〔直流編〕

監修 末武国弘
編著 松下電気工学院
発行 松下電器産業株式会社
昭和50年8月20日初版発行
昭和56年5月1日13刷発行

* * *
程序式学习法
电学基础讲座 第一册
基础电工学 直流电
〔日〕末武国弘 主编
松下电器工学院 编著

纪铜城 译
樊宝泉 校

*
责任编辑 董保申

*
机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

河北省永清县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*
开本 850×1168¹/₃₂·印张6·字数199千字
1987年12月北京第一版·1987年12月北京第一次印刷
印数 0,001—7,600·定价：2.05元

*
统一书号：15033·6142

主 编 者 的 话

有这样的成语：“明珠暗投”或“马耳东风”。这就是说，无论给谁多么好的东西，总要对方对那件东西感兴趣才行，如果他本人不喜欢，就会无动于衷。上述的成语所比喻的最能表明这种情况。学习也是如此，如果学习者对其所学习的不感兴趣，即使内容再精彩也是枉然。

就是说，如果没有学习的欲望，而是漫不经心地学习，必然会毫无成效。

如果，学习者从一开始就具有学习的欲望，那当然最好；但也有这种情况，就是在学习开始之后才产生兴趣的。对于学校教学的情况，从其效果来看就与后者相当，所以，教师就应千方百计地想办法来激发学生的学习的积极性。

程序式学习法的课本是以自学自习为主的，对于没有学习欲望的人本来是不适用的；但是，现在我们从教育工程学的角度对以往的程序式学习法的课本加以研讨，对它进行了改革，从而编写成这套世界上少有的新程序式学习法的课本。我们把这种形式命名为：

“模仿家庭教师形式”

这种形式与传统的程序式学习法的课本基本相同，所不同的只是它增加了解答栏。

在解答栏中，除了普通的答案之外，还加上了模仿“家庭教师的批语”。有时提问、有时提示；有时评论、有时鼓励。根据情况从学习者的角度出发有问有答，作到共同学习，从而使人产生一种感觉，宛如在学习者的身边有老师和同学在一起上课似的。

这种形式，从教育工程学上说，就是给予学习者的一种有效信息的反馈方法，或者叫做效果认识法 (Knowledge of Results)，随时巩固学习所得成果。

发 行 前 言

这套讲座是松下电器产业有限公司的教育训练机构——松下电器工学院用作对公司人员进行电学基础知识教育的教材，它一方面参考了中等工业学校及各职业训练学校的教学大纲，一方面参考历来的学校教科书与程序式学习法的课本，但不拘泥于以往的教学方法，而是根据教学体会以新程序式学习法的形式编写而成的。

因此，本书可望适用于下列目的：

1. 可供中等工业学校、中等职业训练学校，其它各类技术学校及企业内教育机构用作电学基础课的教科书或参考书。

2. 对于机械、化工、经营管理等非电专业的技职人员，为了适应在现代社会活动中对科学知识的需要，可用作学习有关电工、电子技术知识的读物。

3. 对于从事高级电器产品、自动化装置、自动车床及工业测量仪表操作的技术工人，为了理解所操作的设备，可作为学习必要的电学基础知识的读物。

4. 可用作电化教育设备的软件。

5. 可用作通俗的自学读物。

本册是《电学基础讲座》的第一册基础电工学《直流电》，是为初学电气知识的人编写的。它讲述了电学中必要的名词术语、欧姆定律、电阻的串联并联及混联、电源的联接与内电阻、基尔霍夫定律、惠斯顿电桥、功率与电能量、电流的热效应及电阻的性质，书中引用人们身边经常遇到的事物现象进行解说，使学习者获得电气知识的基本概念和进行计算与运用的技能。

本书的缺点，如蒙读者批评指正，则不胜荣幸。

编著者代表

本书的特色和目的

- 1 本书各章由下列几部分构成:
 - ① 学习目标
 - ② 内容提要
 - ③ 学习内容
 - ④ 练习题
 - ⑤ 试题（及格测验）
- 2 在“学习目标”中，简单地叙述了该章进行学习的目标。
- 3 在“内容提要”中，对该章的学习内容进行归纳，并作出简要的概括，也可用作学习的小结。
- 4 在“学习内容”中，学习内容以新程序式学习的教学方法展开；在解答栏中，除答案之外，还采用了效果认识法（Knowledge of Results），加上了模仿“家庭教师的批语”，这是教育工程学上用以提高读者学习积极性和巩固学习所得成果的一种新的方法。
- 5 “练习题”是为了使读者充分掌握学习内容中所学到的概念、定律，以及提高计算能力而选择的广泛内容，并附有详细解答。
- 6 “试题”可用作检查学习者对各章学习成效的测验题目。每章出10题，100分为满分。
- 7 曾在学校里学过的人，在走向社会后获得再受教育的机会、打算再一次学习时，如嫌本书学习内容过分详细，则可采取以内容提要为主和做练习题入手进行学习的方法。
- 8 在集体教学的单位采用本书作教材时，可根据内容提要进行讲授。
- 9 若把试题的内容选取一些给与学习者作为测验题目，就可以对学习者的学习成果作出评价。
- 10 在企业内的教育培训机构中，举办在职培训、短期集训、函授教育及组织自学等采用本书进行教学时，可根据内容提要讲授，并可把试题作为及格测验和汇报学习成果的试题。

本书的使用方法

- 1 初学电学知识的人请从“学习内容”开始学习。
- 2 “学习内容”是根据新程序式学习的教学方法与教师的讲授一样地展开的。

先用一块特别配制的盖板(如下图粗线隐格所示),把解答栏遮盖起来,这样,读者先不看答案,仔细阅读内容,认真思考,并在____处填空。

第一格	1. 本书依内容提要、____内 容、练习题、然后为试题的次序 构成。	(学习)
第二格	2. 内容____是对该章的学习内 容作简洁的叙述。	(提要)
	3. 学习____中, 学习内容根据 程序式学习的方法简单易懂 地展开着。	

- 3 仔细阅读每格的内容, 如果弄清了应填入____中的答案, 就把它记在笔记本上。
 - 4 如对自己思考的答案有把握了, 就挪一挪盖板, 与解答栏中的答案对照, 判定是否正确。
 - 5 如果自己思考的解答正确, 就进行到下一格; 如果错了, 就再仔细阅读一遍, 直至掌握并理解正确解答时为止。
- 不必追求速度, 最重要的是一格一格地充分理解并稳步前进。
- 6 最后, 请对书后所附的“试题”作出解答, 以便检验学习的成效。

目 录

第一章	电路	1
第二章	欧姆定律	13
第三章	电阻的串联 (1)	23
第四章	电阻的串联 (2)	37
第五章	电阻的并联	49
第六章	电阻的混联	63
第七章	电源的联接与内电阻	75
第八章	基尔霍夫定律	89
第九章	惠斯顿电桥	107
第十章	功率与电能量	117
第十一章	电流的热效应	129
第十二章	电阻的性质	141
各章练习题解答		153
试题 (及格测验)		169
试题答案		183

第一章 电 路

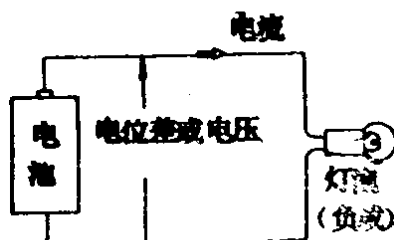
学 习 目 标

1. 一面把电与水进行比较, 一面就能理解下列电的专门术语的意义。
(1)电 流 (2)电 位 (3)电位差
(4)电 压 (5)电动势 (6)负 载
(7)电 源 (8)正 极 (9)负 极
2. 会阅读用实物图及图形符号表示的基本电路, 并懂得闭合回路与断开回路的意义。
3. 懂得用作测量电路电压和电流的电压表和电流表的联接方法及注意事项。

内 容 提 要

1 电压与电流

- (1) 电的高度称为电位。
- (2) 电池正极（十极）的电位比负极（一极）的高。
- (3) 电的流动称为电流，电流之所以流动，是由于在电池的两极之间的电位不同。
- (4) 电位之差称为电位差或电压。



2 电动势

- (1) 保持电位差（电压）而使电流持续流动的原动力称为电动势。
- (2) 产生电动势并提供电流的装置称为电源。

3 负载

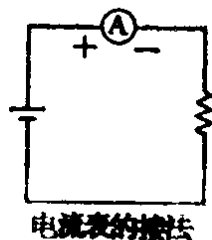
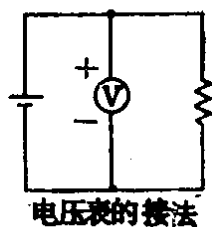
有电流流过而起着耗电作用的装置称为负载。

4 电路

- (1) 电流流通的路径称为电路。
- (2) 有电流流动着的电路，称为电路闭合着，或称它为闭合回路。
- (3) 无电流流动着的电路，称为电路断开着，或称它为断开回路。

5 电压表与电流表

- (1) 电压是用电压表（测量仪表）并联接在电路上而测得的。
- (2) 电压表的图形符号用Ⓥ表示。
- (3) 电流用电流表（测量仪表）来测量，在要测量电流的地方把电路断开，然后将电流表串联接在切断点之间进行测量。
- (4) 电流表的图形符号用Ⓐ表示。
- (5) 将电压表和电流表接到电路上时，应把仪表的十端钮接在电位高的端子上，一端钮接在电位低的端子上。



学 习 内 容

1 水是从高的地方流向低处的。
那末，电是怎样流动的呀？



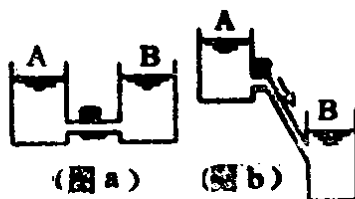
电要是能看得见可就好啦！

2 电的流动可由灯泡被点亮和电流表指针有偏转得知。

如同把水的流动称为水流一样，我们把电的流动称为电流。

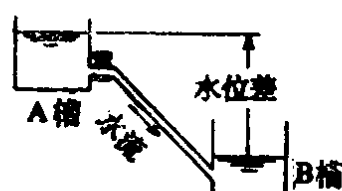
“电流与水的流动非常相似呀！”
噢！

3 在图 a 中，即使打开龙头，水也不流动；在图 b 的场合，把龙头一打开，水就从 A 槽经过水管流向 B 槽。



因为水从高处往低处流动呀！

4 图 b 有水的流动，这是由于 A 槽与 B 槽的水面存在高度差。当水面高度不同、即有水位差时，水自然就会流动。

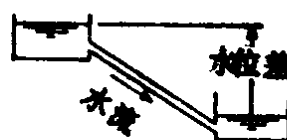


“关键是有水位差！”

5 当用水管把有水位差的某两处间联接起来时，水马上就流动了。那末，试想一下究竟是什么力量的作用使水流动呢？

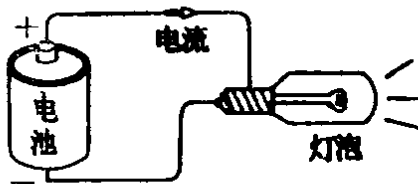
“知道吗？”

6 在有水位差的某两处间产生水压。就是这个水压构成推动水流动的原动力。



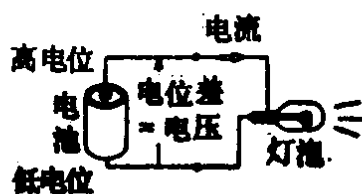
嗯，原来如此！

7 当把灯泡联接在电池的两极上时，电流就流动并使灯泡发亮，这是因为在电池的两极之间存在与水位差相似的电位差的缘故。



“由于有电位差，就有电流流过灯泡”

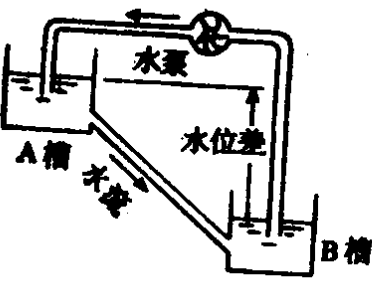
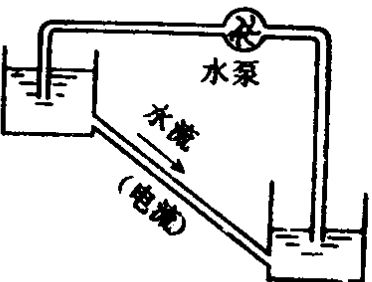
8 这便可以认为，当把灯泡接到有电位差的某两点之间时，就有与水压相似的一个电压加在它上面，从而使电流流动起来。



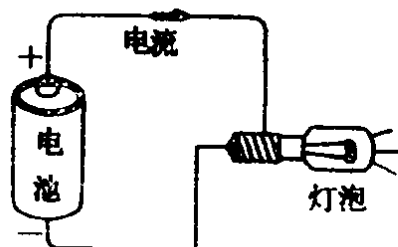
“电位差就叫做电压呀！”

9 电池的阳极 (+) 产生的电位比阴极 (-) 高。就是说，在电池的两极之间有 (a) 差，即存在电压，因此，电流就流动。

(a) [电位]
[] 中的内容是左格问题的答案，下同

10 我们把使电流在电路的任意处流动的压力、即电的压力称为_____。	〔电压〕
11 让水从A槽流到B槽中,为了使水连续不断地流动,就应在A槽与B槽之间总要保持一定的水位差,可知,应有一台水泵将B槽的水推上返回至A槽。 	对!
12 电池具有使电流连续流动的作用。我们把这种使电流连续流动的原动力称为电动势。电动势相当于图中所示_____的压力。 	〔水泵〕 “电动势具有与水泵相同的作用呀!”
13 具有电动势的电池是一种能连续提供电流的装置,作为电能的源泉,在这个意义上,我们把它称为电源。	“所谓电源就是具有电动势的装置呀!”
14 我们把例如电池之类、具有提供电流作用的装置叫做_____。	〔电源〕
15 发电机通过运转而产生电动势,它是一种能连续提供电流的装置,所以也称为_____。	〔电源〕
16 也可认为,电源是一种具有电动势的装置。	“电为什么流动?已经懂了呀!”
17 如果绕着电流流过的电路巡行,则必定在电路上有一个成为使电流持续流动的原动力的_____。	〔电源、即具有电动势的装置〕
18 电流可认为是由于_____产生的电气压力而流动的。	〔具有电动势的装置、即电源〕
19 根据上述可知,为了使恒定的电流持续流动,就必须有一个不断保持恒定电位差的_____。	〔电动势〕

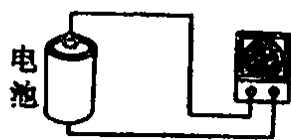
20 图示是一个将灯泡点亮的电路。电池由于把灯泡点亮而消耗掉能量。就是说电池所具有的_____被消耗在灯泡上。



当然，电池是能量的生产者，灯泡则是消费者罗！

〔电能〕

21 图示是一个用蜂鸣器代替灯泡并正在鸣响着的电路。这时，消耗着电能的是_____。



这里蜂鸣器是能量消费者了！

〔蜂鸣器〕

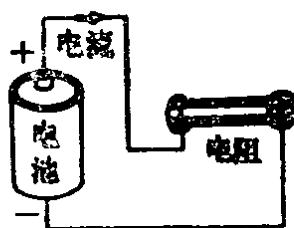
22 与供给电能的电源相对应，我们把消耗电能的装置称为负载。

“负载就是背负重物之意。”

23 因此，接到电池上的灯泡或蜂鸣器，由于是消耗电能的装置，所以称为_____。

〔负载〕

24 如图所示，将用在收音机等设备中的电阻元件联接到电池上时，在电阻中就流过电流，电池的能量慢慢地被电阻消耗掉。这时，该电路的负载是_____。

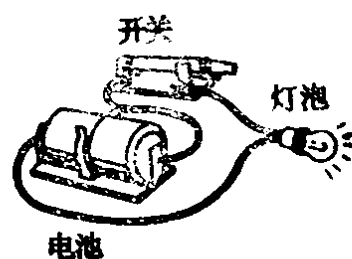
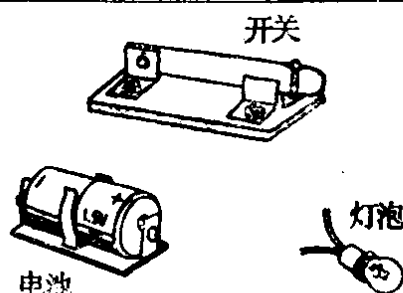


〔电阻〕
的确如此！

25 电路中的所谓负载，是对消耗由电源供给的电能的那些装置的一般性叫法。

“能量消耗者在工程上叫做负载。”

26 试把图中所示的电池和灯泡联接起来，以构成一个使灯泡点亮的电路。这时为了在电路通、断电流，请使用一只开关。



27 在上格中，为了在电路中通、断电流，我们用了一只_____。

〔开关〕

“把开关闭合时的电路叫做闭合回路！”

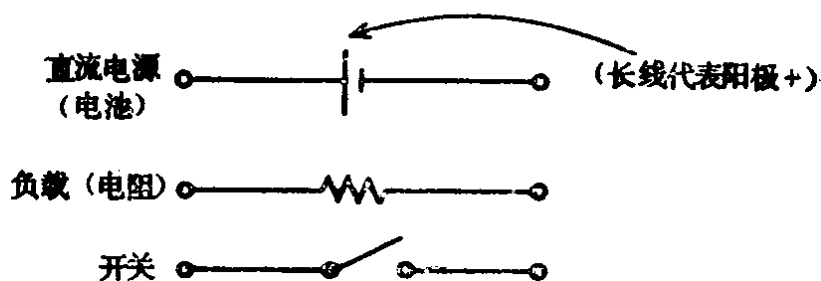
(1) 当开关打开，这时在电路中没有电流流过，把这种情况叫做电路断开着，或者叫做开路。

(2) 当开关闭合，这时在电路中有电流流过，把这种情况叫做电路闭合着，或者叫做闭合回路。

28 装在手电筒中的电池与电珠构成了一个电路。在这个电路里，电池是电动势，电珠则是 (a) 。把由电池流到电珠的电流进行接通与切断的是 (b) 。我们把电流处于流动状态的电路也叫做 (c) 。

(a) [负载]
(b) [开关]
(c) [闭合回路]

29 由电池、负载和开关所组成的电路，用下列的图形符号表示。

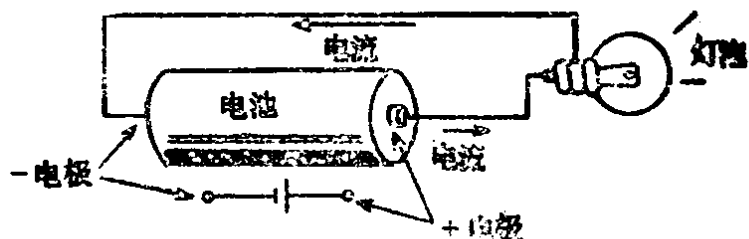


“在电路中，这三个图形符号是核心，请牢加记住！”

30 电源的十极或一极的名称，完全根据电流的流向所决定。

把流出电流的一端叫十 (正) 极。

把流入电流的一端叫一 (负) 极。

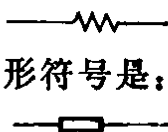


“电流从电源的十极流出而由一极流入！”
请牢加记住！

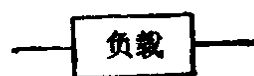
31 凡是在电路中消耗电能的装置，例如，灯泡、蜂鸣器、电热器、电动机和电阻之类都可称为负载。

在直流电路中，我们把这些负载作为一个电阻来处理，电阻的图形符号为

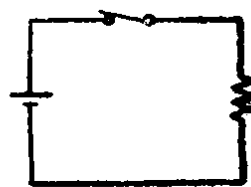
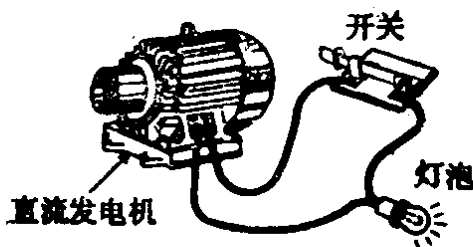
中国国家标准规定的电阻的图形符号是：



“有时负载也用下图来表示！”



32 作为直流电源、提供直流电流的，不仅有电池，还有直流发电机，但都采用相同的图形符号表示。请用图形符号画出图示的电路。



33 若把电源与负载联接起来构成一个闭合回路时, 就在该电路中进行着电能的 (a) 与 (b)

(a) [发生或供给]
(b) [消耗]

表示这时的电气变量的有下面两个重要的量值

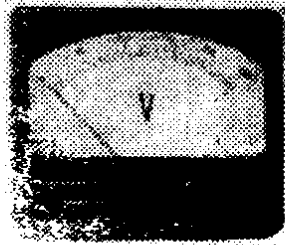
(1) 电压

(2) 电流

34 电压表示使电流在电路中流动时电的压力的大小。电压的大小可用称为电压表的测量仪表来测量。

我们把这种情况叫做用电压表测量电路的电压。

照片是一只电压表的外貌。

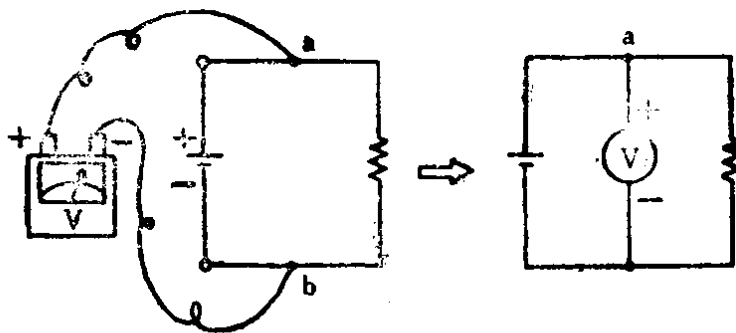


“有直流 (DC) 用和交流 (AC) 用的两种电压表, 请加以注意!”

35 在电路图中表示一只电压表时, 采用 $\textcircled{V}$ 这个图形符号。

“V 是电压 (Voltage) 的第一个英文字母!”

36 如果按下图联接电压表时, 就可测得接电压表的两点之间 (a-b 间) 的 _____。

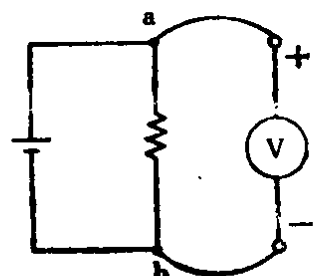
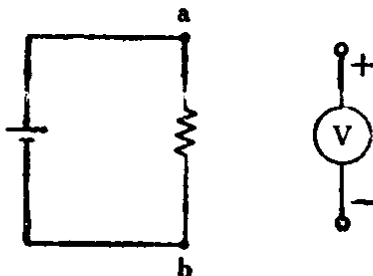


[电压]
电压表的十端钮应接在电位高的一端!
“对, 应特别注意!”

37 将电压表接在电路中测量 (a) 时, 必须注意的是: 电压表的十端钮应接在靠近电源的 (b) 极一侧, 而电压表的一端钮应接在靠近电源的 (c) 极一侧。

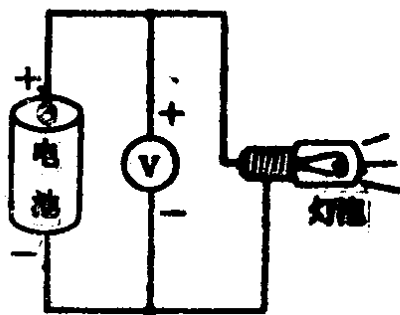
(a) [电压]
(b) [十]
(c) [一]

38 当用电压表测量电压时, 已经懂得了应将电压表的十、一端钮接到电源十、一极的哪一侧上才行的道理。那末, 如要测量图中 a-b 间的电压, 试将电压表接入电路中。



39 这是一个用电池点亮灯泡的电路图。如图所示，为了测量电池的电压，接上了一只电压表，我们把这种接法叫做电压表与电池并联。

就是说，电压表应与电池_____联接来测量其电压。



〔并联〕
的确，应将电压表并联接到想要测量电压的地方吧！

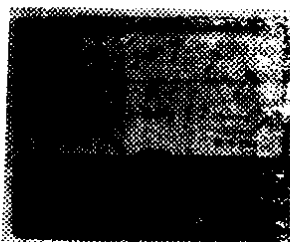
40 若把电压表联接在电路的某两点之间，根据这两点间_____的大小，电流从电压表的十端钮流进，经过其内部流到电压表的一端钮，电压表指针的偏转情况由这个电流的大小来决定。

〔电压〕
“因为流过电压表的电流非常小，故一般可以忽略不计。”

41 那末，现在来学习关于电流表吧！

要知道流过电路的电流为多少安培，就要使用电流表来测量。

照片是一个用来测量电流大小的_____。

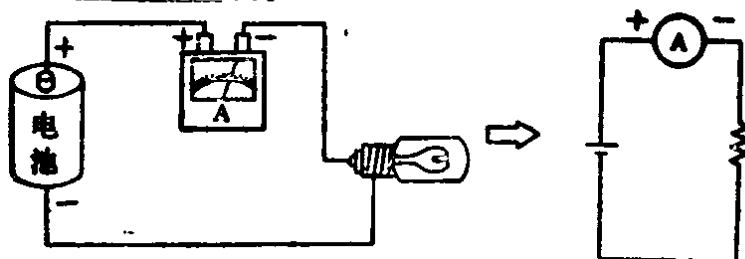


“下面来学习有关电流表的用法吧！”
〔电流表〕

42 将电流表表示在电路图上时，采用Ⓐ这个图形符号。

“A是电流的单位安培 (Ampere) 的第一个英文字母。”

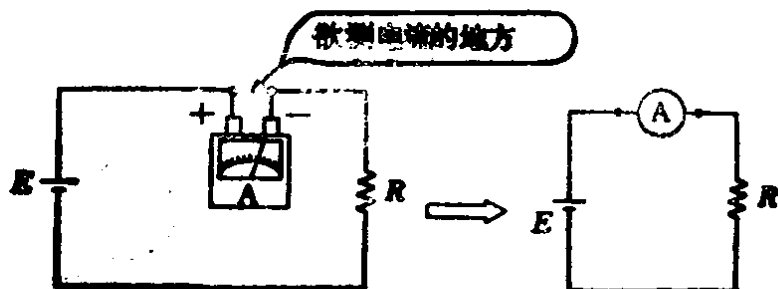
43 使用电流表来测量流过电路的电流时，请按下图所示来接_____表。



〔电流〕

哎呀，与电压表时的接法不一样呀！

44 用电流表来测量流过电路的_____时，如图所示那样，在想要测量电流的地方把电路切断，然后将电流表联接在切断点之间。



〔电流〕

在电流表中电流沿哪个方向流动呢？
“请参阅下格内容！”

45. 利用电流表来测量流过电路的电流时，在想要测量电流的地方把电路 (a) _____ 而串接入电流表，使电流从电流表的十端钮流入，经过其内部流到电流表的一端钮再流出来。

这便可以认为：

应把电流表的十端钮接到电位 (b) _____ 的一端，而把电流表的一端钮接到电位 (c) _____ 的一端。

否则，不但电流表的指针反向偏转、不能正确测量出电流，而且还会毁坏电流表。

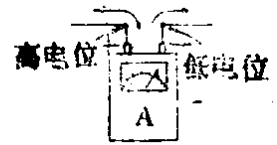
(a) [切断]

(b) [高]

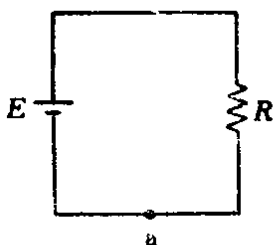
(c) [低]

这就如下图所示：

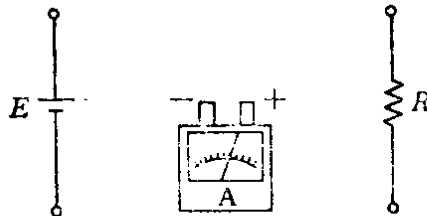
电流从⊕端流入而从⊖端流出。



46 现要测量流过图 a 所示电路中 a 点的电流。如要正确测量出电流来，试将图 b 的各部件加以联接。

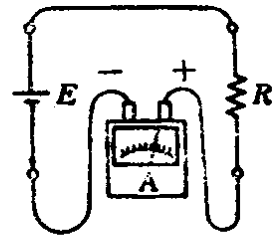


(图 a)



(图 b)

“请注意电流表的极性 (十、一)!”

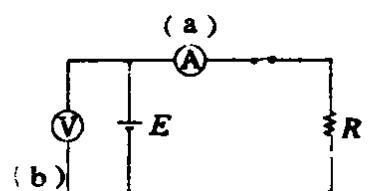
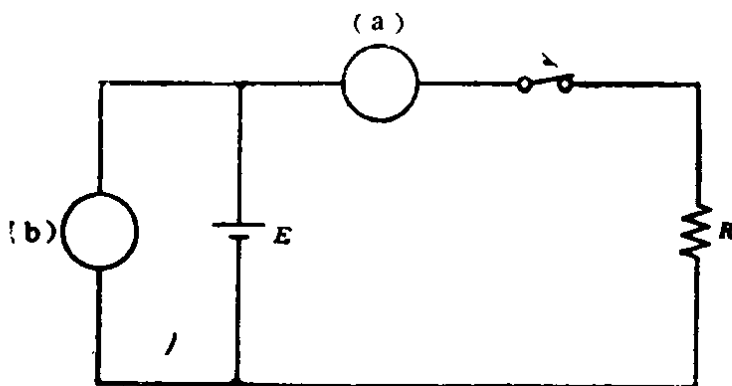


确实串联起来了!

47 就是说，电流表的联接法是：在要测量电流的地方把电路 _____，然后在这个地方将电流表与电源及负载串联起来，进行测量。

[切断]

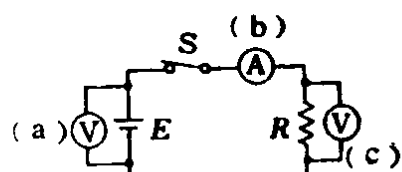
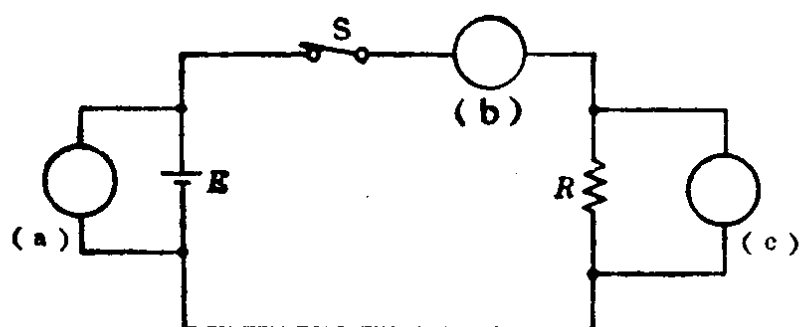
48 为了测量电源的端电压和从电源流出来的电流，按照下图把测量仪表联接好了。试在电压表中填入 V 字，在电流表中写上 A 字。



“电压表与电源并联，电流表则是串联接入电路!”

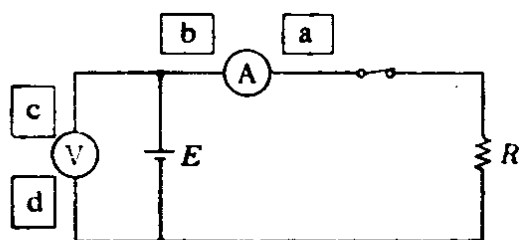
49 在如图所示的电路图中，为了测量电源的端电压、负载的端电压和流过电路中的电流，已把测量仪表联接起来了。哪个是电压表？哪个是电流表？

试在电压表中填入 V 字，在电流表中填入 A 字。



“请注意，如果接错了，就会把仪表损坏！”

50 试回答下图所示电路中电压表和电流表的极性（+、-）。



(a) [-]

(b) [+]

(c) [+]

(d) [-]