

268455

53.6055
TBC

$$R=CR_{\mu}$$

$$R=CR_{\mu}$$

电学部分

物理习题解答

$$R=CR_{\mu}$$

$$R=CR_{\mu}$$

姜 柏 春 编著

辽宁人民出版社

物理习题解答

姜 柏 春 编著

辽宁人民出版社

一九八〇年·沈阳

物理习题解答

(电学部分)

姜柏春 编著

*

辽宁人民出版社出版

(沈阳市南京街6段1里2号)

辽宁省新华书店发行

沈阳新华印刷厂印刷

*

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张: $5 \frac{1}{4}$

字数: 112,000 印数: 1—28,000

1980年8月第1版 1980年8月第1次印刷

统一书号: 7090·89 定价: 0.36 元

出版者的话

为了加速培养四化建设人才，帮助广大中学生和青年工人学习电学基本知识，我们出版了这本物理学（电学部分）习题解答。书中包括：电的基本概念、电路、电场、磁场及电磁感应、半导体部分等五个方面近二百道习题。

这些习题是作者在多年教学和电工实践中经常遇到的问题，在此加以通俗的解答。全书内容比较广泛，实践性强，选题有一定的代表性，是技工学校、中学学生学习的辅导材料，也是物理教师、电工人员自学的参考书。

本书第六部分“电阻并联运算的新公式”是作者多年教学的创见，实践证明切实可行。这个新公式的优点是：简化了运算方法，提高了运算速度，又不易出错，便于掌握。经东北工学院周孔章副教授和中国科学院沈阳计算技术研究所李木同志校审，认为这一新公式在理论上是正确的，可以推广。现编入书中，供读者在学习中参考。

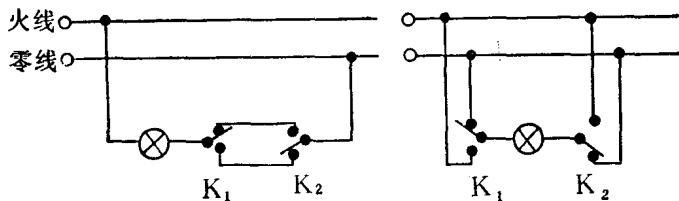
目 录

一、电的基本知识的运用·····	1
二、电路·····	40
三、电场·····	82
四、磁场及电磁感应·····	106
五、半导体部分·····	142
六、电阻并联运算的新公式·····	149

一、电的基本知识的运用

1. 在上下楼梯的拐角处（缓步台），安装一盏电灯，想用双控开关在楼上楼下都能随意控制它，问这种开关应该怎样连接？

有两种接法：图（1）是正确的接法，图（2）的接法不合适。



(1)

(2)

第 1 题

在图（2）上，火线和零线在一开关的两个静触头上。当开关扳动时，容易引起火线和零线之间跳火。图（1）接法中因火线和零线之间已经接入了灯泡，它限制了电流，就克服了跳火的毛病。

2. 有一根导线，在 5 分钟内通过其横截面的电量为

600库仑，问通过导线的电流强度是多少微安？

解：已知 $q = 600$ 库仑， $t = 5$ 分钟 $= 300$ 秒，根据公式，

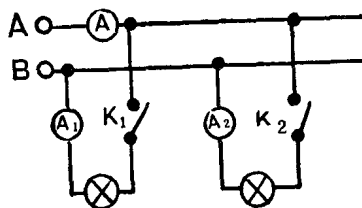
$I = \frac{q}{t}$ ，可求出电流强度

$$I = \frac{q}{t} = \frac{600}{300} = 2 \text{ (安培)} = 2 \times 10^3 \text{ 毫安}$$

$$= 2 \times 10^6 \text{ 微安}$$

答：通过导线的电流强度是 2×10^6 微安。

3. 把两盏相同的电灯接在电源 AB 上，在 1 分钟内从每盏灯通过 16.38 库仑的电量。求当开关 K_1 、 K_2 闭合后电流表的示数各是多少？



第 3 题

解：设通过电流表 A 的电流为 I ，通过电流表 A_1 的电流为 I_1 ，通过电流表 A_2 的电流为 I_2 。

已知 $q = 16.38$ 库仑， $t = 1$ 分钟 $= 60$ 秒。

根据 $I = \frac{q}{t}$

$$I_1 = I_2 = \frac{q}{t} = \frac{16.38}{60} = 0.273 \text{ (安培)}$$

$$I = 2I_1 = 2 \times 0.273 = 0.546 \text{ (安培)}$$

答：电流表 A 的示数为 0.546 (安培)， A_1 、 A_2 的示数均为 0.273 (安培)。

4. 电路里的电流强度是 3.2 安培，如果用电 3 分钟，通过的电量是多少？

解：已知 $I = 3.2$ 安培， $t = 3$ 分钟 $= 180$ 秒。

根据 $I = \frac{q}{t}$

$$q = It = 3.2 \times 180 = 576 \text{ (库仑)}$$

答：通过的电量是576库仑。

5. 说明电量和电流强度的联系和区别。

要弄清这个问题，必须了解什么是电量？什么是电流强度？

① 电量：指带电物体所带电荷的数量。

② 电流强度：指单位时间（秒）内流过导体横截面的电荷的数量。

两者的联系：都指电荷的多少。

两者的区别：电量是物体内部流动与不流动的电荷多少的总称，流过导体截面的电量与时间有关；而电流强度是指单位时间内流过导体横截面的电量，故与时间无关。

6. 试计算横断面为5毫米²，长为200米铁导线的电阻。

解：已知 $L = 200$ 米， $S = 5$ 毫米²。

求： $R = ?$

根据公式： $R = \rho \frac{L}{S}$ （查表： $\rho = 0.1$ 欧姆·毫米²/米）

$$\therefore R = 0.1 \times \frac{200}{5} = 4 \text{ (欧姆)}$$

答：该铁导线电阻为4欧姆。

7. 一根镍合金导线长为30.144米，电阻是11.2欧姆，求它的直径。

解：已知 $L = 30.144$ 米， $R = 11.2$ 欧姆。

求直径 $D = ?$

根据公式: $R = \rho \frac{L}{S}$ 和 $S = \frac{\pi D^2}{4}$,

$$\begin{aligned}\therefore D &= \sqrt{\frac{4\rho L}{\pi R}} \quad (\text{查表 } \rho = 0.42 \text{ 欧姆} \cdot \text{毫米}^2/\text{米}) \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0.42 \times 30.144}{3.14 \times 11.2}} \\ &= 1.2 \text{ 毫米}\end{aligned}$$

答: 该导线的直径为1.2毫米。

8. 100米长的铜导线, 若电阻为5欧姆, 求它的横截面积。

解: 已知 $L = 100$ 米, $R = 5$ 欧姆。

求: $S = ?$

查表得: $\rho = 0.0175$ 欧姆 $\cdot$ 毫米²/米

根据公式: $R = \rho \frac{L}{S}$

$$\therefore S = \frac{\rho \cdot L}{R} = \frac{0.0175 \times 100}{5} = 0.35 \text{ (毫米}^2\text{)}$$

答: 铜导线横截面积为0.35毫米²。

9. 有两条长度相等的铜导线, 第一条截面积为1.6毫米², 第二条截面积为0.8毫米², 哪一条导线电阻大? 两导线的阻值比是多少?

解: 已知导线材料相同 ($\rho_1 = \rho_2$), 长度相等 ($L_1 = L_2$), $S_1 = 1.6$ 毫米², $S_2 = 0.8$ 毫米²。

判断电阻大小的根据:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

电阻值 R 与截面积 S 成反比, 因 $S_2 < S_1$, 所以 $R_2 > R_1$, 即第二条导线电阻大。

两条导线的阻值比为:

$$R_1 : R_2 = \frac{1}{S_1} : \frac{1}{S_2}$$

$$\text{即 } \frac{R_1}{R_2} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{0.8}{1.6} = \frac{1}{2}$$

答: 两条导线的阻值比是1:2, 第二条导线电阻大。

10. 用电器到电源的配线距离为62.5米(单相), 要求导线的电阻不大于0.44欧姆, 应选用什么规格的铜导线?

解: 已知 $L = 2 \times 62.5$ 米, $R = 0.44$ 欧姆, $\rho = 0.0175$ 欧姆·毫米²/米。注意: 单相是两根导线构成回路。

根据公式: $R = \rho \frac{L}{S}$, 则

$$S = \rho \frac{L}{R} = 0.0175 \times \frac{2 \times 62.5}{0.44} \approx 4.97 \text{ (毫米}^2\text{)}$$

答: 应选用截面积6毫米²的, 耐压500伏特以下配电、动力与照明用的绝缘铜导线。

11. 一根铝导线的直径是1.2毫米, 测得它的电阻为2.8欧姆, 试求这根导线的长度。

解: 已知 直径 $D = 1.2$ 毫米, $R = 2.8$ 欧姆。

$$\text{根据: } S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times 1.2^2}{4} = 1.1304 \text{ (毫米}^2\text{)}$$

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (\text{查表 } \rho = 0.028 \text{ 欧姆} \cdot \text{毫米}^2/\text{米})$$

$$\text{所以 } L = \frac{RS}{\rho} = \frac{2.8 \times 1.1304}{0.028} \approx 113.04 \text{ (米)}$$

答: 这根铝导线的长度为113.04米。

12. 有一种导线长15米，测得它的电阻是10欧姆，截面积为2.1毫米²，能否知道这是什么材料的导线？

解：若判断导线的材料，首先要查明电阻率，它是说明材料导电性能的参数之一。

根据公式： $R = \rho \frac{L}{S}$

$$\rho = \frac{RS}{L} = \frac{10 \times 2.1}{15} = 1.4 \text{ (欧姆} \cdot \text{毫米}^2 / \text{米)}$$

查表可知电阻率为1.4（欧姆·毫米²/米）的是铁铬铝合金材料的导线。

13. 在其他条件不变的情况下，把一根导线连在电路里或对折后连在电路里，导线的电阻将发生怎样变化？为什么？

解：设没有对折时导线长为 L_1 ，截面积为 S_1 ，电阻值为 R_1 ；对折后导线长 $L_2 = L_1/2$ ，截面积 $S_2 = 2S_1$ ，电阻值为 R_2 。

$$R_1 = \rho \frac{L_1}{S_1}, R_2 = \rho \frac{L_2}{S_2} = \rho \frac{L_1/2}{2S_1} = \rho \frac{L_1}{4S_1}$$

R_2 和 R_1 的比值为：

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho \frac{L_1}{4S_1}}{\rho \frac{L_1}{S_1}} = \frac{1}{4}$$

答：对折后电阻是没对折时电阻的四分之一。

14. 从县广播站到公社广播站架设10千米长的广播线（双线），选用直径4毫米的铁导线，求线路电阻是多少？

解：已知 $L = 2 \times 10 \text{ 千米} = 20000 \text{ 米}$ ，直径 $D = 4 \text{ 毫米}$ 。

根据 $R = \rho \frac{L}{S}$, 其中 $S = \frac{\pi D^2}{4}$,

$$\therefore R = \rho \frac{L}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{4\rho L}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0.10 \times 20000}{3.14 \times 4^2}$$

$$\approx 159.2 \text{ (欧姆)}$$

答: 铁导线的线路电阻是159.2欧姆。

15. 如果让铝导线的电阻和同样长的截面积为6.8毫米²的铜导线电阻相同, 问铝导线的横截面积应当是多少?

解: 根据题意 $R_1 = R_2$, $L_1 = L_2$, $S_1 = 6.8 \text{ 毫米}^2$ 。

$$\therefore \rho_1 \frac{L_1}{S_1} = \rho_2 \frac{L_2}{S_2}$$

$$S_2 = \frac{\rho_2 L_2 S_1}{\rho_1 L_1} = \frac{\rho_2 S_1}{\rho_1} = \frac{0.028 \times 6.8}{0.0175}$$

$$= 10.88 \text{ (毫米}^2\text{)}$$

答: 铝导线的横截面积为10.88毫米²。

16. 市内地下电缆线, 某一回路因绝缘损坏而短路, 为确定碰线地点, 测得碰线处到测量处的电阻为12.25 欧姆, 此导线为1 毫米²的铜线, 试计算碰线处到测量处的距离。

解: 已知 $R = 12.25 \text{ 欧姆}$, $S = 1 \text{ 毫米}^2$,

$$\rho = 0.0175 \text{ 欧姆} \cdot \text{毫米}^2/\text{米}。$$

根据 $R = \rho \frac{2L}{S}$ (设碰线地点到测量处的距离为 L)

$$L = \frac{RS}{2\rho} = \frac{12.25 \times 1}{2 \times 0.0175} = 350 \text{ (米)}$$

答: 碰线地点到测量处的距离为350米。

17. 采用截面积为0.05毫米²的锰铜丝, 密绕在长30毫米

(每端余量 5 毫米)、宽 10 毫米、厚 1 毫米的胶布板上，制成一个线绕电阻，试计算出它的电阻值。

解：先根据锰铜丝的截面积求出它的直径为：

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.05}{3.14}} \approx 0.252 \text{ (毫米)}$$

胶布板上能绕制的长度为： $30 - 2 \times 5 = 20$ 毫米，如果设可绕的匝数为 n ，则

$$n = \frac{20}{0.252} \approx 79.365$$

匝数应取整数，取 $n = 79$ 匝。

整个锰铜丝的长度 L 为：

$$L = 79 \times (20 + 2) = 1738 \text{ (毫米)} = 1.738 \text{ (米)}$$

锰铜丝的电阻率为 0.43 欧姆·毫米²/米。将这些数值代入公式 $R = \rho \frac{L}{S}$ ，可求出电阻值为：

$$R = \rho \frac{L}{S} = 0.43 \times \frac{1.738}{0.05} \approx 14.95 \text{ (欧姆)}$$

答：这个电阻的阻值为 14.95 欧姆。

18. 某一电阻的两端电压为 6 伏特，通过的电流是 300 微安，求该电阻的阻值是多少？

解：已知 $U = 6$ 伏特， $I = 300$ 微安 $= 3 \times 10^{-4}$ 安培。

根据 $I = \frac{U}{R}$ ，得

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6}{3 \times 10^{-4}} = 2 \times 10^4 \text{ (欧姆)} = 20 \text{ 千欧}$$

答：该电阻的阻值为 20 千欧。

19. 测得某段导线电阻是 0.4 欧姆，它的两端电压为 2

伏特，那么这段导线里通过的电流强度是多大？

解：已知 $R = 0.4$ 欧姆， $U = 2$ 伏特。

$$I = \frac{U}{R} = \frac{2}{0.4} = 5 \text{ (安培)}$$

答：通过这段导线的电流强度为 5 安培。

20. 在 2.2 千欧的电阻上通过 50 毫安的电流，那么 这个电阻两端电压是多少？

解：已知 $R = 2.2$ 千欧， $I = 50$ 毫安。

根据 $I = \frac{U}{R}$ ，得

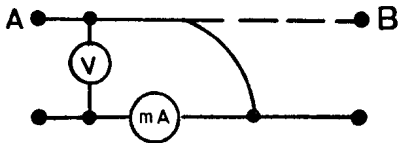
$$U = IR = 50 \times 2.2 = 110 \text{ (伏特)}$$

答：电阻两端电压是 110 伏特。

〔注：千欧、毫安可直接运算得伏特，因千欧变成欧姆，在数值上增大 1000 倍，而毫安变成安培则要缩小 1000 倍，故相抵消，所以可直接运算。〕

21. 在相距 40 千米的 AB 两点间引两条电线，电阻共为 800 欧姆，如果两点间的某处发生短路，这时伏特计的示数为 10 伏特，而毫安计的示数为 40 毫安，求短路处到 A 点的距离。

解：已知 $L_{AB} = 40$ 千米， $R = 800$ 欧姆， $U = 10$ 伏特， $I = 40$ 毫安。



第21题

求: $L_{\text{短}A} = ?$

解: 根据 $I = \frac{U}{R}$, 则

$$R_{\text{短}} = \frac{U}{I_{\text{短}}} = \frac{10}{0.04} = 250 (\text{欧姆})$$

又根据电阻值和导线的长度成正比, 可知:

$$R : R_{\text{短}} = 2L_{AB} : 2L_{\text{短}A}$$

$$L_{\text{短}A} = \frac{2L_{AB}R_{\text{短}}}{2R} = \frac{40 \times 250}{800} = 12.5 (\text{千米})$$

答: 短路处到A点的距离是12.5千米。

22. 电阻元件的电阻值除可用欧姆表、电桥等测量外, 工程上还常用“伏安法”来测定电阻。即用伏特表测出元件的端电压, 用安培表测出流过元件的电流, 然后再用欧姆定律求出电阻值。例如, 已测得电流为20毫安, 端电压为3伏, 求此电阻的大小。

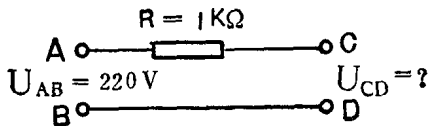
解: 已知 $I = 20 \text{ 毫安} = 20 \times 10^{-3} \text{ 安培}$, $U = 3 \text{ 伏特}$ 。

根据欧姆定律, $I = \frac{U}{R}$, 得

$$R = \frac{3}{20 \times 10^{-3}} = 150 (\text{欧姆})$$

答: 此电阻为150欧姆。

23. 有一电路如图所示, 求路端电压 $U_{CD} = ?$



第23题

解：该电路为开路，即 C、D 两点间的电阻为无穷大，导线中的电流为零，在电阻 R 上无电压降，所以，

$$\begin{aligned} U_{CD} &= U_{AB} \\ &= 220 \text{ (伏特)} \end{aligned}$$

答：开路电压 U_{CD} 等于电源电压，在该题中为 220 伏特。

24. 如果人体最小的电阻为 800 欧姆，已知通过人体的电流为 50 毫安时，就会引起呼吸器官麻痹，不能自主摆脱电源，试求安全工作电压？

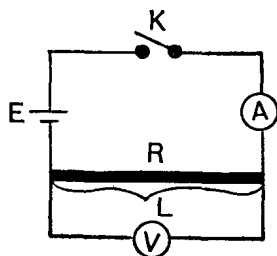
解：已知 $R = 800$ 欧姆， $I = 50$ 毫安 $= 0.05$ 安培，

根据 $I = \frac{U}{R}$ 得

$$U = IR = 0.05 \times 800 = 40 \text{ (伏特)}$$

答：安全工作电压应低于 40 伏特。通常为 36 伏特以下。

25. 测定一段导线电阻的装置如图所示，设导线长为 2 米，截面积为 0.5 毫米²，如果安培表的读数是 1.16 安培，伏特表的读数是 2 伏特，问该导线的电阻率是多少？



第25题

解：已知 $U = 2$ 伏特，
 $I = 1.16$ 安培， $L = 2$ 米， $S = 0.5$ 毫米²。

根据 $I = \frac{U}{R}$ ，得

$$R = \frac{2}{1.16} \approx 1.72 \text{ (欧姆)}$$

根据 $R = \rho \frac{L}{S}$, 则

$$\rho = \frac{RS}{L} = \frac{1.72 \times 0.5}{2} = 0.43 (\text{欧姆} \cdot \text{毫米}^2/\text{米})$$

答: 该导线的电阻率为 $0.43 \text{ 欧姆} \cdot \text{毫米}^2/\text{米}$ 。

26. 一个标明“220伏特、40瓦特”的钨丝灯泡, 如果把它接在110伏特的线路上, 问它消耗的功率是多少?

解: 一般灯丝的电阻值是随温度变化的, 温度升高, 阻值增大, 温度下降, 阻值减小, 而温度的高低由通过灯丝的电流决定, 但在一定电流范围内, 钨丝电阻可认为是一个定值。从公式 $N = \frac{U^2}{R}$ 可以得出功率(N)和电压(U)的平方成正比, 即

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1^2}{U_2^2} \quad \text{或: } R = \frac{U^2}{N_1} = \frac{220^2}{40} = 1210 (\text{欧姆})$$

将已知各量代入上式, 可得:

$$\frac{40}{N_2} = \frac{220^2}{110^2} = \frac{4}{1} \quad N_2 = \frac{U^2}{R} = \frac{110^2}{1210} = 10 (\text{瓦特})$$

[注意: 如果根据灯泡的标称电压和功率, 计算出通过灯泡钨丝电流的大小, 再和所加实际电压乘积算出的功率值是错误的。因为所加电压不同, 通过的电流也就不同了, 即所用电流值不是实际电流值, 所以, 计算的结果是错误的。]

27. 一个用电器接在220伏特的电源上, 通过它的电流强度是0.25安培, 如果使用1小时, 它消耗多少电能?