

2017 秋季第十二讲-动态电路分析与计算

【开篇小故事】

青蛙腿实验与伏打电池



意大利波洛尼亚大学的解剖学教授伽伐尼(Luigi Galvani 1737..1798)经常利用电击研究生物反应，1780 年秋天无意间发现，即使没通电源的情况下，剥下来的青蛙腿也会发生痉挛的现象，后来经过十年的研究，在 1791 年发表成果。他一直认为这是一种由动物本身的生理现象所产生的电，称为动物电，因此开发了一支新的科学电生理学的研究。同时也带动了电流研究的开始，触使电池的发明。关于这次意外的发现说法如下；

一次寻常的闪电，使伽伐尼解剖室台上的起电机发生电气火花的同时，放在桌子上与钳子和镊子环接触的一只青蛙腿发生痉挛，而此时起电机与青蛙腿之间并无导体连接。接著他把青蛙腿的一只脚吊高，再用黄铜钩刺在脊髓上，并使其接触银制的台板，让另一只脚可以在台板上方自由活动，当它碰到银台时，脚的肌肉就起收缩而离开台板，但是离开台板后即又再度伸长碰到银台，如此反覆摇摆。如果将钩与台改换成同一种金属，就看不到这种现象。

意大利利帕维亚大学的物理学教授伏打(Alessandro Volta 1745..1827)，反覆重做伽伐尼的实验，仔细观察后发现电并不是发生于动物组织内，而是由于金属或是木炭的组合而产生的。于是伏打完全不使用动物的组织，仅用不同的金属相接触，使用莱顿瓶及金箔验电器进行实验，发现在接触面上会产生电压，称为接触压。这种装置可以同时用不同的几种的金属，提高实验效果，但是总无法产生连续不断的电流。

伏打同时注意到伽伐尼的实验中也是使用不同的金属，而实验中的青蛙腿可以看作一种潮湿的物质，所以就使用能够导电的盐水液体代替动物组织试验之，终于因此发现了电池的原理，做出了著名的伏打电堆与伏打电池。

【知识点】

1. 电表示数变化问题

在欧姆定律的题目中会出现关于滑动变阻器滑片的移动导致电路中的电流和电压发生改变的问题，面对这类电表示数变化问题，该从何入手？只要按照以下三点做，就能将问题一一化解。

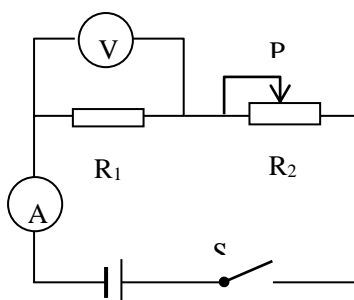
(1) 明确电路的连接方式和各元件的作用

例如：开关在电路中并不仅仅是起控制电路通断的作用，有时开关的断开和闭合会引起短路，或改变整个电路的连接方式，进而引起电路中电表示数的变化。

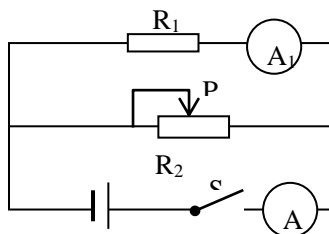
(2) 认清滑动变阻器的连入阻值

例如：如果在与变阻器的滑片相连的导线上接有电压表，则此变阻器的连入阻值就是它的最大阻值，并不随滑片的滑动而改变。

(3) 弄清电路图中电表测量的量



R_1 和 R_2 串联，电流表测电源总电流，电压表测 R_1 电压，当滑片 P 向左移动时， R_2 变大，总电阻变大，总电流变小， R_1 两端电压变小，所以电流表示数变小，电压表示数变小



R_1 和 R_2 并联，电流表 A 测电源总电流，电流表 A_1 测 R_1 电流，当滑片 P 向左移动时， R_2 变大，流过 R_2 的电流变小，流过 R_1 的电流不变，总电流变小，所以电流表 A_1 示数不变，电流表 A 示数变小

2. 范围值问题

(1) 电表量程；用电器允许最大电流（主要是滑动变阻器）

(2) 一般判断

电流表量程
 小灯泡额定电流

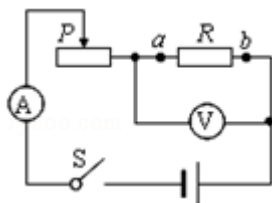
$\left. \begin{array}{l} \text{电流表量程} \\ \text{小灯泡额定电流} \end{array} \right\} I_{\max} \text{ (取小不取大)} \longrightarrow R_{\text{滑 min}}$

电压表量程
 电源电压

$\left. \begin{array}{l} \text{电压表量程} \\ \text{电源电压} \end{array} \right\} U_{\max} \text{ (取小不取大)} \longrightarrow R_{\text{滑 max}}$

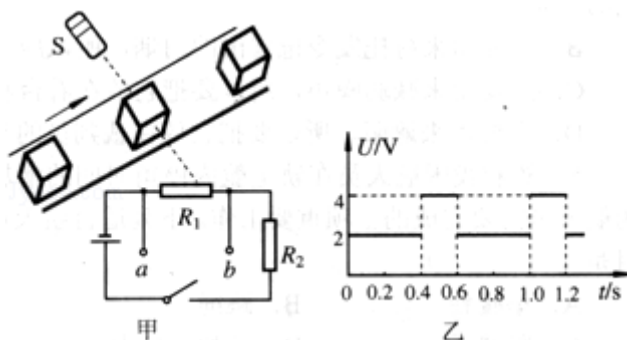
【例题赏析】

1. 如图所示，是探究“电流与电阻的关系”实验电路图，电源电压保持 $3V$ 不变，滑动变阻器的规格是“ $10\Omega\ 1A$ ”。实验中，先在 a 、 b 两点间接入 5Ω 的电阻，闭合开关 S ，移动滑动变阻器的滑片 P ，使电压表的示数为 $2V$ ，读出并记录下此时电流表的示数。接着需要更换 a 、 b 间的电阻再进行两次实验，为了保证实验的进行，应选择下列的哪两个电阻（ ）



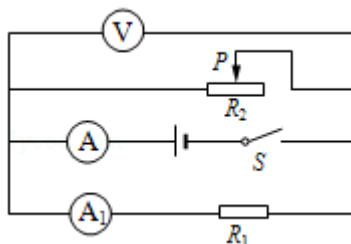
- A. 10Ω 和 40Ω B. 20Ω 和 30Ω C. 10Ω 和 20Ω D. 30Ω 和 40Ω

2. 如图甲是某生产流水线上的产品输送及计数装置示意图。其中 S 为激光源， R_1 为光敏电阻（有光照射时，阻值较小；无光照射时，阻值较大）， R_2 为定值保护电阻， a 、 b 间接“示波器”（示波器的接入对电路无影响）。水平传送带匀速前进，每当传送带上的产品通过 S 与 R_1 之间时，射向光敏电阻的光线会被产品挡住。若传送带上的产品为均匀正方体，示波器显示的电压随时间变化的关系如图乙所示。已知计数器电路中电源两极间的电压恒为 $6V$ ，保护电阻 R_2 的阻值为 400Ω 。则（ ）



- A. 有光照射时光敏电阻 R_1 的阻值为 800Ω
 B. 有光照射和无光照射时保护电阻 R_2 两端的电压之比为 $1:2$
 C. 有光照射和无光照射时光敏电阻的阻值之比为 $1:2$
 D. 每 $1h$ 通过 S 与 R_1 之间的产品个数为 6000 个

3. 在图所示的电路中，电源电压保持不变。闭合电键 S 后，将滑动变阻器滑片 P 向右移动时，变大的是（ ）



- A. 电表 A 示数与电表 A₁ 示数的差值
- B. 电表 V 示数与电表 A 示数的比值
- C. 电表 V 示数与电表 A 示数的乘积
- D. 电表 V 示数与电表 A₁ 示数的比值

【例题解析】

【例 1 解析】探究“电流与电阻的关系”实验中应控制电阻两端的电压即电压表的示数不变，

∵ 串联电路中总电压等于各分电压之和，

∴ 滑动变阻器两端的电压：

$$U_{\text{滑}} = U - U_R = 3V - 2V = 1V,$$

∵ 串联电路中各处的电流相等，

∴ 根据欧姆定律可得：

$$\frac{R_{\text{滑}}}{R} = \frac{\frac{U_{\text{滑}}}{I}}{\frac{U_R}{I}} = \frac{U_{\text{滑}}}{U_R} = \frac{1V}{2V} = \frac{1}{2},$$

当滑动变阻器接入电路中的电阻为 10Ω 时，定值电阻的最大阻值：

$$R_{\text{max}} = 2R_{\text{滑 max}} = 2 \times 10\Omega = 20\Omega,$$

即定值电阻的最大阻值不能超过 20Ω，

结合选项可知，ABD 不符合，C 符合。

故选 C。

【例 2 解析】（1）由甲图可知：R₁、R₂ 串联，

由光敏电阻有光照射时阻值较小可知，当有光照射时，R₁ 的阻值变小，电路的总电阻变

小；

根据 $I = \frac{U}{R}$ 可知，电路中的电流变大；

根据 $U = IR$ 可知， R_2 两端的电压变大；

根据串联电路总电压等于各分电压之和可知， R_1 两端的电压变小，即 R_1 两端的电压较低，由图象知 R_1 的电压 $U_1 = 2V$ ，则

$$U_2 = U - U_1 = 6V - 2V = 4V,$$

电路中的电流：

$$I = \frac{U_2}{R_2} = \frac{4V}{400\Omega} = 0.01A,$$

光敏电阻的阻值：

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{2V}{0.01A} = 200\Omega, \text{ 故 A 不正确.}$$

(2) R_1 无激光照时，由图象可得 $U_1' = 4V$ ，

$$U_2' = U - U_1' = 6V - 4V = 2V,$$

所以，有光照射和无光照射时保护电阻 R_2 两端的电压之比 $U_2 : U_2' = 4V : 2V = 2 : 1$ ，故 B 不正确；

$$I' = \frac{U_2'}{R_2} = \frac{2V}{400\Omega} = 0.005A,$$

$$\text{此时电阻 } R_1 \text{ 的阻值: } R_1' = \frac{U_1'}{I'} = \frac{4V}{0.005A} = 800\Omega,$$

所以，光照射和无光照射时光敏电阻的阻值之比 $R_1 : R_1' = 200\Omega : 800\Omega = 1 : 4$ ，故 C 不正确；

(3) 由图象可知：每经过 $0.6s$ ，就有一个产品通过计数装置。

$$n = \frac{3600s}{0.6s/\text{个}} = 6000 \text{ 个, 故 D 正确.}$$

故选 D.

【例 3 解析】解：由电路图可知， R_1 和 R_2 并联，电压表测电源的电压，电流表 A 测干路电流，电流表 A_1 测 R_1 支路的电流。

因电源的电压保持不变，

所以，电压表的示数不变；

因并联电路中各支路独立工作、互不影响，

所以，移动滑片时， R_1 支路的电流不变，即电流表 A_1 的示数不变，

当滑片 P 向右移动时，接入电路中的电阻变大，由 $I = \frac{U}{R}$ 可得， R_2 支路的电流变小，

因并联电路中干路电流等于各支路电流之和，

所以，干路中的电流变小，即电流表 A 的示数变小，

因电表 A 示数与电表 A_1 示数的差值等于滑动变阻器支路的电流，

所以，电表 A 示数与电表 A_1 示数的差值变小，故 A 不符合题意；

电压表 V 示数和电流表 A 示数的比值变大，故 B 符合题意；

电表 V 示数与电表 A 示数的乘积变小，故 C 不符合题意；

电表 V 示数与电表 A_1 示数的比值等于定值电阻 R_1 的阻值不变，故 D 不符合题意。

故选 B 。