



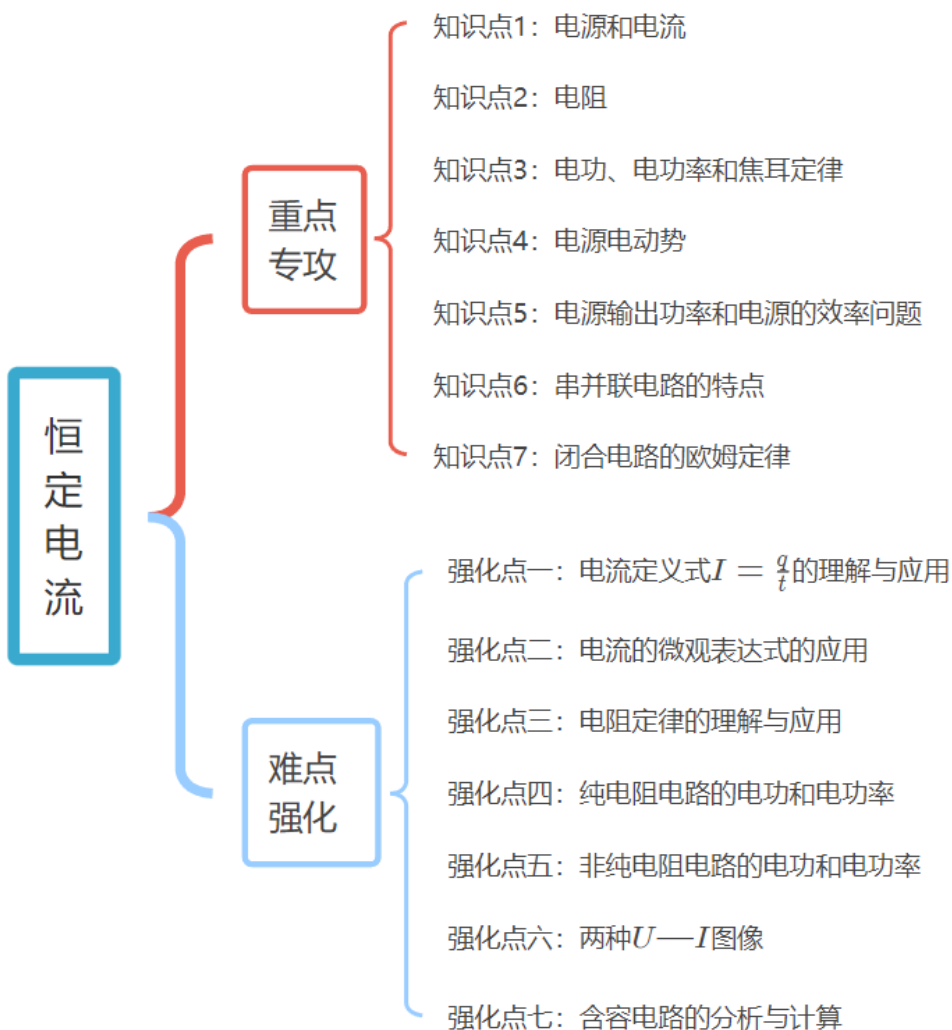


第 05 讲 恒定电流（复习篇）

● 模块导航 ●

-  **考点聚焦：** 复习要点+知识网络，有的放矢
-  **重点专攻：** 知识点和关键点梳理，查漏补缺
-  **难点强化：** 难点内容标注与讲解，能力提升
-  **提升专练：** 真题感知+提升专练，全面突破

◇◇ 考点聚焦



◇◇ 重点专攻

知识点 1：电源和电流

1. 电源

- (1) 电源可使导线中的自由电子在静电力作用下发生定向移动形成电流；
- (2) 电源能“搬运”电荷，保持导线两端的电势差，从而使电路中保持持续的电流；

2. 恒定电流

(1) 方向：规定为**正电荷定向移动的方向**；外电路：电流从**高电势**→**低电势**；内电路：**负极**→**正极**；

(2) 电流有大小，有方向，但电流是**标量**；

(3) 三个公式的比较

	表达式	适用范围
定义式	$I = \frac{Q}{t}$	一切范围
决定式	$I = \frac{U}{R}$	纯电阻 电路
微观表达式	$I = nqSv$	n :单位体积内电荷的数目； S :导体的横截面积； v 电荷的定向移动速率

知识点 2：电阻

1. 电阻

(1) 物理意义：导体的电阻反映了导体对电流阻碍作用的大小，**R** 越大，阻碍作用越大。

(2) 决定因素：①长度；②横截面积；③温度；④材料；

(3) 两个表达式

	表达式	适用范围	区别
定义式	$R = \frac{U}{I}$	纯电阻 电路	提供了一种测量电阻的方法，并不能说明电阻 R 与 U 和 I 有关
决定式	$R = \rho \frac{L}{S}$	粗细均匀的金属导体和浓度均匀的电解质溶液	电阻的决定因素

(4) 电阻率与温度的关系

①金属：电阻率随温度的升高而**增大**。②非金属：电阻率随温度的升高而**减小**。

知识点 3：电功、电功率和焦耳定律

1. 电功和电热、电功率和热功率的区别与联系

	意义	公式	联系
电功	电流在一段电路中所做的功	$W = UIt$ $W = Pt$	对纯电阻电路，电功等于电热， $W = Q = UIt = I^2Rt$ ； 对非纯电阻电路，电功大于电热， $W > Q$
电热	电流通过导体产生的热量	$Q = I^2Rt$	
电功率	单位时间内电流所做的功	$P = UI$, $P = \frac{W}{t}$	对纯电阻电路，电功率等于热功率， $P_{电} = P_{热} = UI = I^2R$ ； 对非纯电阻电路，电功率大于热功率， $P_{电} > P_{热}$
热功率	单位时间内导体产生的热量	$P = I^2R$	

2. 非纯电阻电路的分析方法

(1)抓住两个关键量: 确定电动机的电压 U_M 和电流 I_M 是解决所有问题的关键. 若能求出 U_M 、 I_M , 就能确定电动机的电功率 $P=U_M I_M$, 根据电流 I_M 和电动机的电阻 r 可求出热功率 $P_r=I_M^2 r$, 最后求出输出功率 $P_{出}=P-P_r$.

(2)坚持“躲着”求解 U_M 、 I_M : 首先, 对其他纯电阻电路、电源的内电路等, 利用欧姆定律进行分析计算, 确定相应的电压或电流. 然后, 利用闭合电路的电压关系、电流关系间接确定非纯电阻电路的工作电压和电流.

(3)应用能量守恒定律分析: 要善于从能量转化的角度出发, 紧紧围绕能量守恒定律, 利用“电功=电热+其他能量”寻找等量关系求解.

知识点 4: 电源电动势

1. 电动势

(1)电源: 通过非静电力做功把其他形式的能转化为电势能的装置. 例如: 干电池、蓄电池、发电机等;

①计算: 非静电力搬运电荷所做的功与搬运的电荷量的比值, $E=\frac{W}{q}$;

②物理含义: 电动势表示电源把其他形式的能转化成电能本领的大小, 在数值上等于电源没有接入电路时两极间的电压.

2. 电动势和电势差的区分

项目	电动势 E	电势差 U
物理意义	非静电力做功, 其他形式的能转化为电能	静电力做功, 电能转化为其他形式的能
定义式	$E = \frac{W}{q}$, W 为非静电力做功	$U = \frac{W}{q}$, W 为静电力做功
单位	伏特 (V)	
联系	$E=U_{内}+U_{外}$, 电动势等于未接入电路时两极间的电势差	

3. 电源的内阻

(1)定义: 电源内部是由导体构成, 所以也有电阻, 这个电阻叫做电源的内阻;

(2)决定因素: 由电源本身的特点决定. 一般来说, 新电池电阻小, 旧电池电阻大;

知识点 5: 电源输出功率和电源的效率问题

1. 电源的输出功率和电源效率的比较

电源总功率	任意电路: $P_{总}=EI=P_{出}+P_{内}$	$P_{出}$ 与外电阻 R 的关系	
电源内部消耗的功率	纯电阻电路: $P_{总}=I^2(R+r)=\frac{E^2}{R+r}$ $P_{内}=I^2 r=P_{总}-P_{出}$		
电源的输出功率	任意电路: $P_{出}=UI=P_{总}-P_{内}$	电源的效率	任意电路: $\eta=\frac{P_{出}}{P_{总}}\times 100\%=\frac{U}{E}\times 100\%$
	纯电阻电路: $P_{出}=I^2 R=\frac{E^2 R}{(R+r)^2}$		纯电阻电路: $\eta=\frac{R}{R+r}\times 100\%$

2. 电源输出功率的极值问题的处理方法

对于电源输出功率的极值问题，可以采用数学中求极值的方法，也可以采用电源的输出功率随外电阻的变化规律来求解。但应当注意的是，当待求的最大功率对应的电阻值不能等于等效电源的内阻时，此时的条件是当电阻值最接近等效电源的内阻时，电源的输出功率最大。假设一电源的电动势为 E ，内阻为 r ，外电路有一可调电阻 R ，电源的输出功率为：

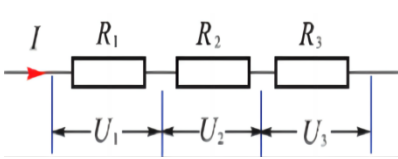
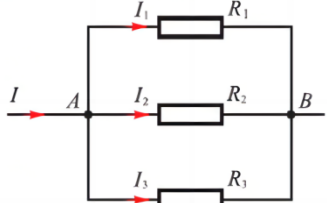
$$P_{\text{出}} = P_R = \frac{E^2 R}{(R+r)^2} = \frac{E^2}{\frac{(R-r)^2}{R} + 4r}$$

由以上表达式可知电源的输出功率随外电路电阻 R 的变化关系为：

- (1) 当 $R=r$ 时，电源的输出功率最大，为 $P_m = \frac{E^2}{4r}$ ；
- (2) 当 $R>r$ 时，随着 R 的增大，电源的输出功率越来越小；
- (3) 当 $R<r$ 时，随着 R 的增大，电源的输出功率越来越大；
- (4) 当 $P_{\text{出}} < P_m$ 时，每个输出功率对应两个外电阻阻值 R_1 和 R_2 ，且 $R_1 R_2 = r^2$ 。

知识点 6：串并联电路的特点

1. 串并联电路的比较

	串联	并联
电路图		
电流	$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$	$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$
电压	$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$	$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$
电阻	$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$
比例关系	$W \propto P \propto U \propto R$	$W \propto P \propto I \propto \frac{1}{R}$

2. 串并联电路常用的四个推论

- (1) 串联电路的总电阻大于其中任一部分电路的总电阻。
- (2) 并联电路的总电阻小于其中任一支路的总电阻，且小于其中最小的电阻。
- (3) 无论电阻怎样连接，每一段电路的总耗电功率 P 总是等于各个电阻耗电功率之和。
- (4) 无论电路是串联还是并联，电路中任意一个电阻变大时，电路的总电阻变大。

知识点 7：闭合电路的欧姆定律

1. 闭合电路欧姆定律

- (1) 内容：闭合电路中的电流跟电源的电动势成正比，跟内、外电阻之和成反比；

- (2) 公式： $I = \frac{E}{R+r}$ (只适用于纯电阻电路)；

(3) 其他表达形式

① 电势降落表达式: $E = U_{\text{外}} + U_{\text{内}}$ 或 $E = U_{\text{外}} + Ir$;

② 功率表达式: $EI = UI + Pr$.

2. 路端电压与外电阻的关系

(1) 一般情况: $U = IR = \frac{E}{R+r} \cdot R = \frac{E}{1+\frac{r}{R}}$, 当 R 增大时, U 增大;

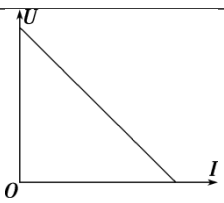
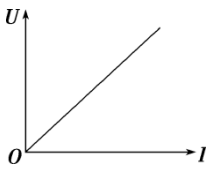
(2) 特殊情况:

① 当外电路断路时, $I = 0$, $U = E$;

② 当外电路短路时, $I_{\text{短}} = \frac{E}{r}$, $U = 0$.

3. 对闭合电路欧姆定律的理解和应用

在恒流电路中常会涉及两种 $U-I$ 图线, 一种是电源的伏安特性曲线(斜率为负值的直线), 另一种是电阻的伏安特性曲线(过原点的直线). 求解这类问题时要注意二者的区别.

	电源 $U-I$ 图象	电阻 $U-I$ 图象
关系式	$U = E - Ir$	$U = IR$
图形		
物理意义	电源的路端电压随电流的变化关系	电阻两端电压与电阻中的电流的关系
截距	与纵轴交点表示电源电动势 E , 与横轴交点表示电源短路电流	过坐标轴原点, 表示没有电压时电流为零
坐标 U 、 I 的乘积	表示电源的输出功率	表示电阻消耗的功率
坐标 U 、 I 的比值	表示外电阻的大小	表示该电阻的大小
斜率(绝对值)	电源电阻 r 的大小	若图象为过原点的直线, 图象斜率表示电阻的大小
两曲线在同一坐标系中的交点	表示电阻的工作点, 即将电阻接在该电源上时, 电阻中的电流和两端的电压	

◆ 难点强化

(说明: 针对难点进行归纳总结)

强化点一 电流定义式 $I = \frac{q}{t}$ 的理解与应用

(1)金属导体中电流的计算:金属导体中,电子定向移动形成电流,运用 $I = \frac{q}{t}$ 计算时, q 是某一段时间内通过导体某横截面的电子的电荷量。

(2)电解液中电流的计算: 电解液中的自由电荷是正、负离子,运用 $I = \frac{q}{t}$ 计算时 q 应是同一时间内正、负两种离子通过某横截面的电荷量的绝对值之和。

(3)环形电流的计算:环形电流的计算采用等效的观点分析,取一个周期 T 来计算等效电流 $I = \frac{q}{t}$ 。

【典例 1】 (23-24 高一下·河北衡水·期末) 某款手机搭载了一块 5000mA·h 的电池, 若用充满电后的该手机观看视频, 可连续观看 12 个小时, 则观看视频时电池的平均放电电流约为 ()

- A. 0.35A B. 0.42A C. 0.48A D. 0.55A

【答案】 B

【详解】 因为 $5000\text{mA}\cdot\text{h}=5\text{A}\cdot\text{h}$

根据电流定义式有 $I = \frac{Q}{t} = \frac{5\text{A}\cdot\text{h}}{12\text{h}} \approx 0.42\text{A}$

故选 B。

【变式 1-1】 (2024·广西·模拟预测) 阿秒 (as) 光脉冲是一种发光持续时间极短的光脉冲, 如同高速快门相机, 可用于研究原子内部电子高速运动的过程。已知电子所带电荷量为 $1.6\times 10^{-19}\text{C}$, $1\text{as}=10^{-18}\text{s}$, 氢原子核外电子绕原子核做匀速圆周运动, 周期大约是 150as 。根据以上信息估算氢原子核外电子绕核运动的等效电流大约为 ()

- A. $1\times 10^{-1}\text{A}$ B. $1\times 10^{-2}\text{A}$ C. $1\times 10^{-3}\text{A}$ D. $1\times 10^{-5}\text{A}$

【答案】 C

【详解】 根据电流的定义式 $I = \frac{q}{t} = \frac{e}{T} = \frac{1.6\times 10^{-19}}{150\times 10^{-18}}\text{A} \approx 1\times 10^{-3}\text{A}$, C 正确。

故选 C。

【变式 1-2】 (2024·山东淄博·一模) 阿秒 (as) 光脉冲是一种发光持续时间极短的光脉冲, 如同高速快门相机, 可用于研究原子内部电子高速运动的过程。已知 $1\text{as}=10^{-18}\text{s}$, 电子所带电荷量为 $1.6\times 10^{-19}\text{C}$, 氢原子核外电子绕原子核做匀速圆周运动的等效电流约为 $1\times 10^{-3}\text{A}$ 。目前阿秒光脉冲的最短时间为 43as , 电子绕氢原子核一周的时间约为该光脉冲时间的 ()

- A. 2.8 倍 B. 3.7 倍 C. 4.2 倍 D. 5.5 倍

【答案】 B

【详解】 根据电流定义式可得 $I = \frac{e}{T}$

可得电子绕氢原子核一周的时间为 $T = \frac{e}{I}$, 则有 $\frac{T}{t} = \frac{1.6\times 10^{-19}}{1\times 10^{-3}\times 43\times 10^{-18}} \approx 3.7$

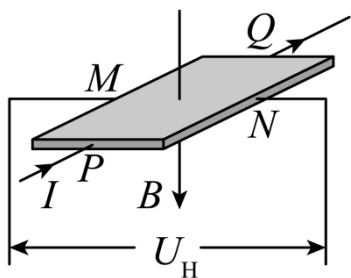
故选 B。

强化点二 电流的微观表达式的应用

(1) 准确理解公式中各物理量的意义, 式中的 v 是指自由电荷定向移动的速率, 不是电流的传导速率, 也不是电子热运动的速率。

(2) 对 $I = neSv$, 若 n 的含义不同, 表达式的形式也不同。

【典例 2】(多选) (23-24 高二下·甘肃酒泉·期末) 如图所示, 矩形薄片霍尔元件处于与薄片垂直、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中。当元件通有大小为 I , 方向如图所示的电流时, 在 M 、 N 间出现霍尔电压 U_H 。已知薄片内的导电粒子是电荷量为 e 的自由电子, 薄片的厚度为 d , M 、 N 间距离为 L_1 , P 、 Q 间距离为 L_2 , 则下列说法正确的是 ()



A. 形成电流的电子定向移动方向为 $P \rightarrow Q$ B. M 表面电势低于 N 表面电势

C. 自由电子定向移动的速度大小为 $\frac{U_H}{BL_1}$ D. 元件内单位体积内自由电子数为 $\frac{BIL_2}{edL_1U_H}$

【答案】BC

【详解】A. 电子定向移动方向与电流方向相反, 应为 $Q \rightarrow P$, 故 A 错误;

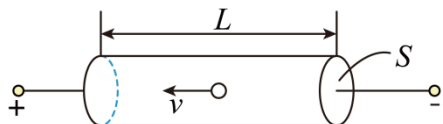
B. 由左手定则知, 电子向 M 表面偏转, M 表面电势低于 N 表面电势, 故 B 正确;

C. 稳定时, 洛伦兹力与电场力平衡, 有 $evB = e\frac{U_H}{L_1}$, 解得 $v = \frac{U_H}{BL_1}$, 故 C 正确;

D. 根据电流微观表达式 $I = nevS = nevdL_1$, 联立解得 $n = \frac{IB}{edU_H}$, 故 D 错误。

故选 BC。

【变式 2-1】(23-24 高二上·安徽宣城·期末) 如图, 一段通电直导线的横截面积为 S , 长度为 L , 电阻率为 ρ , 单位体积内自由电子个数为 n , 自由电子定向运动的速率为 v , 电子的电荷量为 e 。则下列说法正确的是 ()



A. 通过直导线的电流为 $neLv$

B. 通电直导线的电阻为 $\rho\frac{S}{L}$

C. 导体棒两端的电压为 $nev\rho L$

D. 一电子从直导线右端运动到左端的过程中, 电场力对该电子做的功为 $nev\rho LS$

【答案】C

【详解】A. 时间 t 内通过某一截面的电荷量 $q=nevtS$

由 $I = \frac{q}{t}$, 可得 $I = nevS$, 故 A 错误;

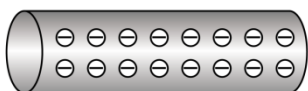
B. 通电直导线的电阻 $R = \rho \frac{L}{S}$, 故 B 错误;

C. 导体棒两端的电压 $U=IR$, 解得 $U = IR = nev\rho L$, 故 C 正确;

D. 电子从直导线右端运动到左端过程中, 电场力对该电子做的功 $W = eU = ne^2vpL$, 故 D 错误。

故选 C。

【变式 2-2】(23-24 高二上·天津·期末) 如图所示, 一根均匀的金属导体棒在电场的作用下, 其内部的自由电子沿轴线方向做速度为 v 的匀速直线运动。若棒横截面积为 s , 单位长度上可以自由移动的电子个数为 n , 已知一个电子的电荷量为 e , 则通过导体棒电流的大小 ()



A. nev

B. sv

C. $nesv$

D. nes

【答案】A

【详解】在时间 t 内, 流过导线横截面的电荷量 $Q = nvt e$, 因此导线中电流 $I = \frac{Q}{t} = nev$

故选 A。

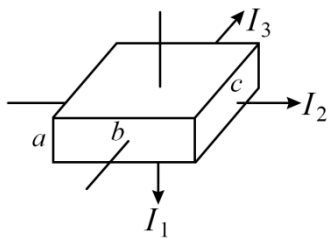
强化点三 电阻定律的理解与应用

(1) 公式 $R = \rho \frac{L}{S}$ 一中的 L 是沿电流方向的导体长度, S 是垂直于电流方向的横截面积。一定几何形状的导体,

电阻的大小与接入电路的具体方式有关, 在应用公式 $R = \rho \frac{L}{S}$ 求电阻时要注意确定导体长度和横截面积。

(2) 一定几何形状的导体, 当长度和横截面积发生变化时, 导体的电阻率不变, 体积不变, 由 $V=SL$ 可知 L 和 S 成反比, 这是解决有关电阻变化问题的关键。

【典例 3】(23-24 高二上·贵州毕节·期末) 如图所示, 一长方体的金属导体, 三边 a 、 b 和 c 的长度之比为 1: 2: 3。分别沿着三边方向对导体施加相同的电压, 流过导体的电流之比为 ()



A. 1:2:3

B. 1:4:9

C. 9:4:1

D. 36:9:4

【答案】D

【详解】由欧姆定律 $\frac{U}{R} = I$

电阻关系式 $R = \rho \frac{L}{S}$

联立解得 $I = \frac{US}{\rho L}$

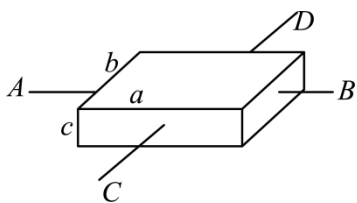
由题意可知 $I_1 = \frac{Ubc}{\rho a}$, $I_2 = \frac{Uac}{\rho b}$, $I_3 = \frac{Uab}{\rho c}$

得对导体施加相同的电压，流过导体的电流之比为 $I_1 : I_2 : I_3 = \frac{bc}{a} : \frac{ac}{b} : \frac{ab}{c}$

已知三边 a 、 b 和 c 的长度之比为 1:2:3，代入解得 $I_1 : I_2 : I_3 = 36:9:4$

故选 D。

【变式 3-1】(23-24 高二上·浙江湖州·期末) 如图所示，一块均匀的长方体样品，长为 a 、宽为 b 、厚为 c ，若沿着 AB 方向测得的电阻为 R ，下列说法正确的是 ()



A. 样品的电阻率为 $\frac{Rba}{c}$

B. 样品的电阻率为 $\frac{Rca}{b}$

C. 沿 CD 方向的电阻为 $\frac{c^2}{a^2} R$

D. 沿 CD 方向的电阻为 $\frac{b^2}{a^2} R$

【答案】D

【详解】AB. 若沿着 AB 方向测得的电阻为 R ，则 $R = \rho \frac{a}{bc}$ ，解得 $\rho = \frac{Rbc}{a}$ ，选项 AB 错误；

CD. 沿 CD 方向的电阻为 $R_{CD} = \rho \frac{b}{ac} = \frac{b^2}{a^2} R$ ，选项 C 错误，D 正确。

故选 D。

强化点四 纯电阻电路的电功和电功率

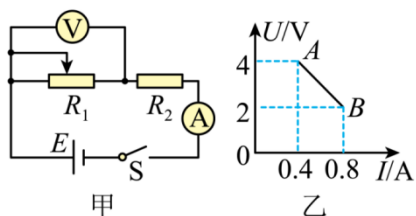
在纯电阻电路中，解答电功率问题时应注意以下两点

一是求解串、并联电路中的功率分配问题，比例法求解会使问题简化，要明确是正比关系还是反比关系；二是注意额定值问题。

【典例 4】(22-23 高二上·安徽·期末) 某学校科技小组同学利用图甲所示的电路进行相关测试， R_1 为滑动变阻器， R_2 为定值电阻、电源内阻不计。实验时，他们调节滑动变阻器 R_1

的阻值，得到了各组电压表和电流表的数据，用这些数据在坐标纸上描点、拟合，作出 $U-I$ 图像如图乙所示，已知电流表和电压表都是理想电表。求：

- (1) 电源的电动势 E 和定值电阻 R_2 ；
- (2) 图线 AB 从 A 状态变化到 B 状态的过程中，滑动变阻器 R_1 阻值的变化范围；
- (3) 当 R_1 的阻值为多大时， R_1 消耗的功率最大？最大功率为多少？



【答案】 (1) $E = 6\text{V}$ ， $R_2 = 5\Omega$ ； (2) $2.5\Omega \leq R_1 \leq 10\Omega$ ； (3) $R_1 = 5\Omega$ ， $P_{\max} = 1.8\text{W}$

【详解】 (1) 由闭合电路欧姆定律可知 $E = U_1 + I_1 R_2$ ， $E = U_2 + I_2 R_2$ ，解得 $E = 6\text{V}$ ， $R_2 = 5\Omega$

(2) 由图像可知，在 A 点， $R_{1A} = \frac{U_1}{I_1} = 10\Omega$

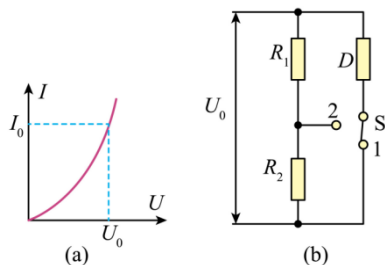
在 B 点， $R_{1B} = \frac{U_2}{I_2} = 2.5\Omega$

所以滑动变阻器 R_1 的阻值范围为 $2.5\Omega \leq R_1 \leq 10\Omega$

(3) 根据功率计算公式 $P = I^2 R_1 = \frac{E^2}{\frac{(R_1 - R_2)^2}{R_1} + 4R_2}$

当 $R_1 = R_2 = 5\Omega$ 时， R_1 消耗功率最大 $P_{\max} = \frac{E^2}{4R_2} = 1.8\text{W}$

【变式 4-1】 (22-23 高二上·上海浦东新·期末) 一个用半导体材料制成的电阻器 D ，其电流 I 随它两端电压 U 变化的关系图像如图 (a) 所示，将它与两个标准电阻 R_1 、 R_2 组成如图 (b) 所示电路，当电键 S 接通位置 1 时，三个用电器消耗的电功率均为 P 。将电键 S 切换到位置 2 后，电阻器 D 和电阻 R_1 、 R_2 消耗的电功率分别是 P_D 、 P_1 、 P_2 ，下列关系中正确的是 ()



- A. $P_1 > P$ B. $P_1 > P_2$ C. $P_1 > 4P_D$ D. $P_D + P_1 + P_2 > 3P$

【答案】 C

【详解】 AB. 当电键 S 接通位置 1 时，三个用电器消耗的电功率均为 P ，令 $R_1 = R$ ，则有 $R_1 = R_2 = R$ ，

$$R_D = 2(R_1 + R_2) = 4R, \text{ 则有 } P = \frac{U_0^2}{4R}$$

且此时电阻 R_1 、 R_2 的电压等于 $\frac{1}{2}U_0$ 。而将电键 S 切换到位置 2 后，电阻器 D 和电阻 R_1 并联后再与电阻 R_2

串联，由于电阻器 D 和电阻 R_1 并联后的总电阻的阻值小于电阻 R_2 的阻值，则电阻 R_2 的电压大于 $\frac{1}{2}U_0$ ，电

阻器 D 和电阻 R_1 的电压小于 $\frac{1}{2}U_0$ ，则 $P_1 < \frac{(\frac{1}{2}U_0)^2}{R} = \frac{U_0^2}{4R} = P$ ， $P_2 > \frac{(\frac{1}{2}U_0)^2}{R} = \frac{U_0^2}{4R} = P$ ，故 **AB** 错误；

C. 由于电阻器 D 和电阻 R_1 并联，则 $P_D = \frac{U_D^2}{R_D'}$ ， $P_1 = \frac{U_D^2}{R}$

又根据图 (a) 可知，此时电阻器 D 的阻值大于 $4R$ ，即 $R_D' > 4R$ ，则有 $P_1 > 4P_D$ ，故 **C** 正确；

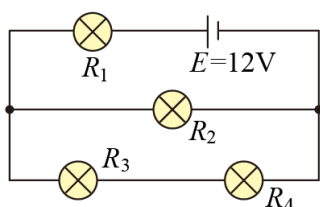
D. 电键 S 接通位置 1 时，电路的总电阻为 $R_{\text{总}} = \frac{2R \times 4R}{2R + 4R} = \frac{4}{3}R$

电键 S 切换到位置 2 后，电路的总电阻为 $R_{\text{总}}' = \frac{R \times R_D}{R + R_D} + R > \frac{R \times 4R}{R + 4R} + R = \frac{9}{5}R > R_{\text{总}}$ ，则 $P_{\text{总}}' < P_{\text{总}}$ ，即

$P_D + P_1 + P_2 < 3P$ ，故 **D** 错误。

故选 **C**。

【变式 4-2】 (2022·江苏·高考真题) 如图所示，电路中灯泡均正常发光，阻值分别为 $R_1 = 2\Omega$ ， $R_2 = 3\Omega$ ， $R_3 = 2\Omega$ ， $R_4 = 4\Omega$ ，电源电动势 $E = 12V$ ，内阻不计，四个灯泡中消耗功率最大的是 ()



A. R_1

B. R_2

C. R_3

D. R_4

【答案】A

【详解】 由电路图可知 R_3 与 R_4 串联后与 R_2 并联，再与 R_1 串联。并联电路部分的等效电阻为

$$R_{\text{并}} = \frac{R_2(R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} = 2\Omega$$

由闭合电路欧姆定律可知，干路电流即经过 R_1 的电流为 $I_1 = I = \frac{E}{R_1 + R_{\text{并}}} = 3A$

并联部分各支路电流大小与电阻成反比，则 $I_2 = \frac{IR_{\text{并}}}{R_2} = 2A$ ， $I_3 = I_4 = \frac{IR_{\text{并}}}{R_3 + R_4} = 1A$

四个灯泡的实际功率分别为 $P_1 = I_1^2 R_1 = 18W$ ， $P_2 = I_2^2 R_2 = 12W$ ， $P_3 = I_3^2 R_3 = 2W$ ， $P_4 = I_4^2 R_4 = 4W$ ，故四个灯泡中功率最大的是 R_1 。

故选 **A**。

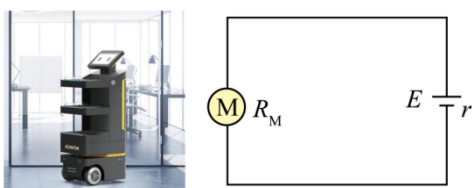
强化点五 非纯电阻电路的电功和电功率

(1) 无论是纯电阻电路还是非纯电阻电路, 电功均为 $W=UIt$, 电功率均为 $P=UI$, 电热均为 $Q=I^2Rt$, 热功率均为 $P=I^2R$ 。非纯电阻电路 $W>Q, P_{电}>P_{热}$ 。

(2) 非纯电阻电路中“电功=电热+其他能量”即 $W=Q+W_{其他}$ 。

(3) 电动机是非纯电阻电路, 转子卡住不转时此时电动机为纯电阻电路。

【典例 5】 (23-24 高二上·重庆九龙坡·期末) 随着人工智能的发展, 机器人用于生产生活中的场景越来越普遍。如图为某款配送机器人内部电路结构简化图, 正常工作时电源输出电压为 35V, 输出电流为 4A, 内阻不可忽略。整机净重 30kg, 在某次配送服务时载重 20kg, 匀速行驶速度为 1.2m/s, 行驶过程中受到的阻力大小为总重力的 0.2 倍。不计电动机的摩擦损耗, $g=10\text{m/s}^2$, 则下列说法正确的是 ()



- A. 正常工作时电源的总功率为 140W
 B. 匀速运行时的机械功率为 140W
 C. 该电动机的线圈电阻为 1.25Ω
 D. 该机器人内部热功率为 20W

【答案】 C

【详解】 A. 根据 $P=UI$

可知电源的输出功率为 $P=140\text{W}$

由于电源的内阻不可忽略, 所以正常工作时电源的总功率大于电源的输出功率, 故 A 错误;

B. 行驶过程中受到的阻力大小为 $f=0.2\times(20+30)\times g=100\text{N}$

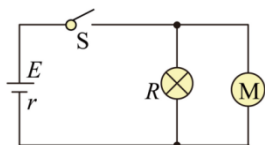
匀速行驶时牵引力和阻力相等, 所以匀速运行时的机械功率为 $P_{机}=Fv=120\text{W}$, 故 B 错误;

D. 该电动机的热功率为 $P_{热}=P-P_{机}=20\text{W}$, 机器人内部的热功率大于电动机的热功率, 如还包括电源的热功率, 故 D 错误;

C. 根据 $P_{热}=I^2r$, 可知 $r=\frac{P_{热}}{I^2}=1.25\Omega$, 故 C 正确。

故选 C。

【变式 5-1】 (22-23 高二上·重庆南岸·期末) 小明同学在玩一个会发光的电动玩具汽车时, 发现了一个现象: 启动电源, 电动机正常工作, 车轮正常转动, 当不小心卡住车轮时, 车灯会变暗。玩具汽车的简化电路如图所示, 电源电动势 $E=10\text{V}$, $r=2\Omega$, 车轮电动机的额定电压 $U_M=6\text{V}$, 额定功率 $P_M=6\text{W}$, 线圈电阻 $R_M=1\Omega$ 。则:



- (1)玩具汽车正常工作时，流过灯泡的电流；
 (2)玩具汽车被卡住后，流过灯泡的电流；
 (3)玩具汽车卡住前后，灯泡消耗功率的减少量。

【答案】 (1)1A

(2)0.5A

(3)4.5W

【详解】 (1) 玩具汽车正常工作时，电源内阻分的电压为 $U_r = E - U_M = 10V - 6V = 4V$

通过电源的电流为 $I = \frac{U_r}{r} = \frac{4}{2} A = 2A$

玩具汽车正常工作时，通过电动机的电流为 $I_M = \frac{P_M}{U_M} = \frac{6}{6} A = 1A$

所以流过灯泡的电流为 $I_L = I - I_M = 2A - 1A = 1A$

(2) 灯泡的电阻为 $R = \frac{U_M}{I_L} = \frac{6}{1} \Omega = 6\Omega$

玩具汽车被卡住后，电动机可视为纯电阻，灯泡与电动机并联的电阻为 $R_{外} = \frac{RR_M}{R + R_M} = \frac{6}{7} \Omega$

电路中的总电流为 $I' = \frac{E}{r + R_{外}} = 3.5A$

所以流过灯泡的电流为 $I'_L = \frac{I'R_{外}}{R} = \frac{3.5 \times \frac{6}{7}}{6} A = 0.5A$

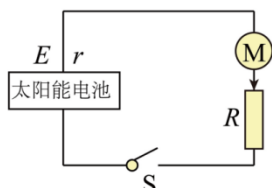
(3) 玩具汽车卡住前，灯泡消耗的功率为 $P_L = I_L^2 R = 6W$

玩具汽车卡住后，灯泡消耗的功率为 $P'_L = I'^2_L R = 1.5W$

所以灯泡消耗功率的减少量为 $\Delta P = P_L - P'_L = 4.5W$

【变式 5-2】 (23-24 高二上·广东广州·期末) “祝融号”火星车，其动力主要来源于太阳能电池。现将“祝融号”的电路简化如图，其中定值电阻 $R = 5\Omega$ ，太阳能电池电动势 $E = 150V$ ，内阻 r 未知，电动机线圈电阻 $r_M = 4\Omega$ ，当火星车正常行驶时，电动机两端的电压 $U_M = 120V$ ，定值电阻消耗的功率为 $125W$ 。求：

- (1) 流过电动机的电流；
 (2) 太阳能电池的内电阻；
 (3) 电动机的输出效率。(保留两位有效数字)



【答案】 (1) $I = 5A$ ； (2) $r = 1\Omega$ ； (3) $\eta \approx 83\%$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/726053152214011024>