

【高二物理 典题训练 08】

闭合电路、功与功率 答案详解

【题型 1】恒定电流

【典例 1】截面积为 S 的导线中通有电流 I 。已知导线每单位体积中有 n 个自由电子，每个自由电子的电荷量是 e ，自由电子定向移动的速率是 v ，则在时间 Δt 内通过导线横截面的电子数是（ ）

- A. $nSv\Delta t$ B. $nv\Delta t$ C. $\frac{I\Delta t}{e}$ D. $\frac{I\Delta t}{Se}$

【答案】AC

【解析】电流定义式为 $I=q/t$ ，则在时间 Δt 内通过导线横截面的电子数是 $N=q/e=I\Delta t/e$ 。根据电流的微观表达式 $I=nevS$ ，则 $N=I\Delta t/e=nevS\Delta t/e=nSv\Delta t$ 。故 AC 正确。

【考点】电流的定义，电流的微观表达。

【典例 2】有甲、乙两导体，甲的横截面是乙的 2 倍，而单位时间内通过横截面的电荷量，乙是甲的 2 倍，以下说法中正确的是（ ）

- A. 甲、乙两导体的电流相同
B. 乙导体的电流是甲导体的 2 倍
C. 乙导体中自由电荷定向移动的速率是甲导体的 2 倍
D. 甲、乙两导体中自由电荷定向移动的速度大小相等

【答案】B

【解析】A、B，单位时间内通过横截面的电荷量，乙是甲的 2 倍，故乙的电流是甲电流的两倍， B 正确；
C、D，根据电流的微观表达式 $I=nqvs$ 可知， $v=I/(nqs)$ ，则导体中自由电荷定向移动的速率是甲导体的 4 倍，故 CD 错误。

【考点】电流的定义，电流的微观表达。

【题型 2】闭合电路的电动势与内阻

【典例 3】某课外活动小组将锌片和铜片插入一个西红柿中，用电压表测量铜片和锌片间电压为 0.30V，然后将同样的 10 个西红柿电池串联成电池组（已知 n 个相同电池串联时，总电动势为 nE ，总电阻为 nr ），与一个额定电压为 1.5V、额定功率为 1W 的小灯泡相连接，小灯泡不发光，测得小灯泡两端的电压为 0.2V。对此现象以下解释正确的是（ ）

- A. 西红柿电池组的电动势大于小灯泡的额定电压，小灯泡已经烧毁
B. 西红柿电池组不可能提供电能
C. 西红柿电池组提供的电功率太小
D. 西红柿电池组的内阻远大于小灯泡的电阻

【答案】CD

- 【解析】** A、B，由题可知，小灯泡两端的电压为 0.3V，小于灯泡的额定电压 1.5V，灯泡不可能烧毁。故 A、B 错误。
- C、灯泡不发光，灯泡的实际功率过小，不足以发光，说明西红柿电池组输出的电功率太小。故 C 正确。
- D、灯泡不发光，流过灯泡的电流远小于灯泡的额定电流，10 个西红柿电池串联成电池组电动势约为 3V，串联内阻增大，根据欧姆定律可知，由于电池组的内阻远大于小灯泡的电阻，灯泡分担的电压太小。故 D 正确。

【考点】 电动势，内阻。

【典例 4】 手电筒的两节干电池已经用过较长时间，灯泡只发出很微弱的光。把它们取出来，用电压表测电压，电压表示数接近 3 V。再把它们作为一个台式电子钟的电源，电子钟能正常工作，正确的是（ ）

- ①这两节干电池的电动势减少了很多
- ②这两节干电池的内阻增大了很多
- ③这台电子钟的额定电压一定比手电筒的小灯泡的额定电压小
- ④这台电子钟的正常工作电流一定比小灯泡正常工作电流小

- A. ①② B. ①③ C. ②④ D. ③④

【答案】 D

- 【解析】** ①、这两节干电池的电动势应该为 3V，现在直接通过电压表示数很接近 3V，可知，电动势几乎不变，故①错误；
- ②、两节干电池已经用了较长时间，使用时小灯泡只能发出很微弱的光，除电动势降低之外，电池的内阻增大，故②错误；
- ③、电子钟能正常工作是由于它的内阻比电池的内阻大得多，所以输出电压较高，从而能工作，故③正确；
- ④、由于电子钟的电阻较大，所以正常工作的电流较小，故④正确；

【考点】 电动势，内阻。

【题型 2】 电路的功与功率

【典例 5】 不考虑温度对电阻的影响，对一个“220 V，40 W”的灯泡，下列说法正确的是（ ）

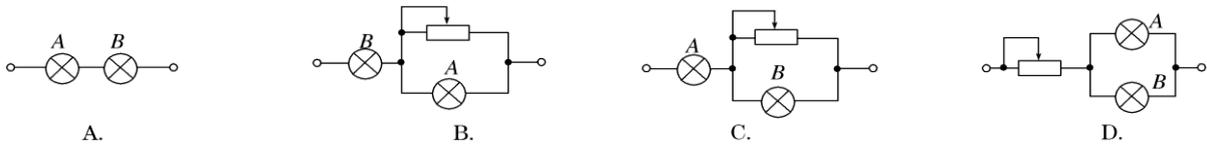
- A. 接在 110 V 的电路上的功率为 20 W B. 接在 110 V 的电路上的功率为 10 W
- C. 接在 440 V 的电路上的功率为 160 W D. 接在 220 V 的电路上的功率为 40 W

【答案】 B

【解析】 不考虑温度对电阻的影响，可以认为灯泡的电阻不变，由 $P=U^2/R$ ， $R=U^2/P=1210\ \Omega$ ，当灯泡接在 110 V 电路上时， $P=U^2/R=110^2/1210W=10\ W$ ，选项 B 正确。当灯泡接在 440 V 或 550 V 电路上时，因超过其额定电压，灯泡烧坏，不能工作，选项 C、D 错。

【考点】 电路功率的计算。

【典例 6】额定电压都是 110 V、额定功率 $P_A=110\text{ W}$ 和 $P_B=40\text{ W}$ 的电灯两盏，若接在电压是 220 V 的电路，使两盏电灯均能正常发光，且电路中消耗功率最小的电路是（ ）



【答案】 C

【解析】判断灯泡能否正常发光，就要判断电压是否是额定电压，或电流是否是额定电流。由 $P=U^2/R$ 和已知条件可知， $R_A < R_B$ 。

A、由于 $R_A < R_B$ ，所以 $U_B > 110\text{ V}$ ，B 灯被烧毁，两灯不能正常发光。

B、由于 $R_B > R_A$ ，A 灯又并联变阻器，并联电阻更小于 R_B ，所以 $U_B > R_{\text{并}}$ ，B 灯烧毁。

C、B 灯与变阻器并联电阻可能等于 R_A ，所以可能 $U_A=U_B=110\text{ V}$ ，两灯可能正常发光。

D、若变阻器的有效电阻等于 A、B 的并联电阻，则 $U_A=U_B=110\text{ V}$ ，两灯可以正常发光。

比较 C、D 两个电路，由于 C 电路中变阻器功率为 $(I_A - I_B) \times 110$ ，而 D 电路中变阻器功率为 $(I_A + I_B) \times 110$ ，所以 C 电路消耗电功率最小。

【考点】电路电阻的计算，电路功率的计算。

【题型 3】纯电阻电路和非纯电阻电路

【典例 7】一只电炉的电阻丝和一台电动机线圈电阻相同，都为 R 。设通过它们的电流相同（电动机正常运转），则在相同的时间内（ ）

- A. 电炉和电动机产生的热量相同 B. 电炉和电动机两端电压相等
C. 电炉两端电压大于电动机两端电压 D. 电动机消耗的功率大于电炉消耗的功率

【答案】 AD

【解析】A、电炉电路和电动机电路焦耳定律都适用。根据焦耳定律 $Q=I^2rt$ ，得，电炉和电动机的电阻相同，电流相同，则在相同的时间内电炉和电动机产生的电热相等。故 A 正确。

B、C、设电流为 I ，则电炉两端电压 $U_{\text{炉}}=Ir$ ，电动机两端电压 $U_{\text{机}} > Ir$ ，所以 $U_{\text{机}} > U_{\text{炉}}$ 。即电动机两端电压大于电炉两端电压，故 BC 错误；

D、电动机消耗的电能一部分转化为内能，另一部分转化为机械能，电炉消耗的电能全部转化为内能，而相等时间内它们产生的热量相等，则在相同的时间内，电动机消耗的电能大于电炉消耗的电能，电动机消耗的功率大于电炉消耗的功率，故 D 正确。

【考点】纯电阻电路和非纯电阻电路，电热，功率。

【典例 8】规格为“220 V 36 W”的排气扇，线圈电阻为 $40\ \Omega$ ，求：

- (1)接上 220 V 的电压后，排气扇转化为机械能的功率和发热的功率；
(2)如果接上电源后，扇叶被卡住，不能转动，求电动机消耗的功率和发热的功率。

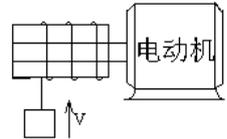
【答案】 (1) $P_{\text{热}}=1\text{ W}$ ， $P_{\text{机}}=35\text{ W}$ ；(2) $P_{\text{机}}=P_{\text{热}}=1\ 210\text{ W}$ ，电机将被烧坏

【解析】(1)排气扇在 220 V 电压下正常工作电流 $I=P/U=36/220\text{A}=0.16\text{ A}$, 发热功率 $P_{\text{热}}=I^2R=0.16^2\times 40\text{ W}=1\text{ W}$, 转化为机械能的功率 $P_{\text{机}}=P-P_{\text{热}}=(36-1)\text{ W}=35\text{ W}$ 。

(2)扇叶被卡住不能转动后,电机相当于纯电阻, 电能全部转化为热能, 此时通过排气扇电流 $I'=U/R=220/40\text{ A}=5.5\text{ A}$, 电机消耗的功率等于发热功率 $P'=P_{\text{热}}=I'U=5.5\times 220\text{ W}=1\ 210\text{ W}$, 由于发热量很大, 将很快烧坏电动机线圈。

【考点】纯电阻电路和非纯电阻电路, 电热, 功率。

[典例 9]某一用直流电动机提升重物的装置, 如图所示, 重物的质量 $m=50\text{ kg}$, 电路的电压是 110 V, 不计各处摩擦, 当电动机以 $v=0.9\text{ m/s}$ 的恒定速度向上提升重物时, 电路中的电流强度 $I=5\text{ A}$, 由此可知, 电动机线圈的电阻 $R=$ _____ 欧 (g 取 10m/s^2)



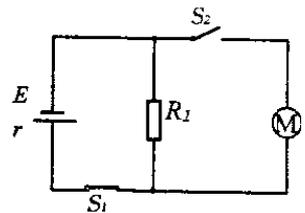
【答案】4.4

【解析】电动机消耗的总能量一部分转化为重物的机械能, 一部分转化为内能, 故 $P_{\text{电}}=P_{\text{机}}+P_{\text{热}}$ 。

其中 $P_{\text{电}}=UI$, $P_{\text{机}}=mgv$, $P_{\text{热}}=I^2R$, 所以有 $IU=mgv+I^2R$, 所以 $R=(IU-mgv)/I^2=4.4\ \Omega$ 。

【考点】能量守恒定律, 电热, 功率。

[典例 10]如图所示, 电源的电动势 $E=110\text{V}$, 电阻 $R_1=21\ \Omega$, 电动机绕组的电阻 $R_0=0.5\ \Omega$, 电键 S_1 始终闭合。当电键 S_2 断开时, 电阻 R_1 的电功率是 525W; 当电键 S_2 闭合时, 电阻 R_1 的电功率是 336W, 求:



(1)电源的内电阻;

(2)当电键 S_2 闭合时流过电源的电流和电动机的输出的功率。

【答案】1 Ω ; 1606W

【解析】(1)设 S_2 断开时 R_1 消耗的功率为 P_1 , 则 $P_1=(\frac{E}{R_1+r})^2R_1$, 代入数据可以解得 $r=1\ \Omega$ 。

(2)设 S_2 闭合时 R_1 两端的电压为 U , 消耗的功率为 P_2 , 则 $P_2=\frac{U^2}{R_1}$, 解得 $U=84\text{V}$;

由闭合电路欧姆定律得, $E=U+Ir$, 代入数据得 $I=26\text{A}$;

流过 R_1 的电流为 I_1 , 流过电动机的电流为 I_2 , $I_1=\frac{U}{R_1}=4\text{A}$, 而 $I_1+I_2=I$, 所以 $I_2=22\text{A}$,

由 $UI_2=P_{\text{出}}+I_2^2R_0$, 代入数据得 $W_{\text{出}}=1606\text{W}$ 。

【考点】能量守恒定律, 电热, 功率。