**第28讲 电能表 焦耳定律**

**28.1学习提要**

**28.1.1 电能表**

单相电能表指的是家用电能表，如图28- 1所示。电能表是测量用户消耗多少电能的仪表，也可以认为是测量电流做功多少的仪表。

电能表上标有如“5（10）A”的字样，表示该户人家允许通过的最大电流为5A，短时间内允许通过的最大电流为10 A。

电能表是用千瓦时为单位来量度电功，即所消耗的电能。当电功率是1 kW，通电的时间为1 h的时候，电流所做的功就是1千瓦时（它的符号是kWh）。平时说用了几“度”电，就是指消耗了几千瓦时的电能。1度=1 kWh = 1 000 W ×3 600 s = 3. 6×106 J。

电能表上标着“1 200 r/kWh”的意思是：这个电能表的铝盘每转动1 200转（r），消耗的电能是1 kWh（度）。

利用电能表可以测量用电器的实际功率：得该用电器单独使用t时间内消耗的电能W，即可求得P =  。



图28 - 1

**28.1.2 焦耳定律**

1. 电流的热效应

导体在电流通过时都会发热，这种现象叫做电流的热效应。

2. 焦耳定律

电流通过导体时产生的热量，跟电流的平方成正比，跟电阻成正比，跟通电的时间成正比。

 焦耳定律的数学表达式为Q =I2Rt，这也说明1焦= l(A2Ωs)。

**28.2 难点释疑**

**28.2.1 电能表的读数**

电能表最后一个红框内的数字是十分位数字。例如：某户人家上月抄表数为 本月抄表数为，则这户人家一个月耗电W = 6034.6度 - 5938.6度 = 96度。

**28.2.2电能表的功率容量**

电路中同时工作的各用电器的功率之和，不能超过电能表的功率容量，否则将使保险丝熔断或电能表损坏。电能表的功率容量等于它正常工作的最大电流与工作电压的乘积。标有 “220V 5(10)A”的电能表的功率容量是 P = U/I = 220 V×5A = 1 100 W。

**28.2.3关于公示Q = UIt和Q =** 

此两式是根据Q=I2Rt、结合欧姆定律推导出来的，用这两个公式来求电流产生的热量, 要满足研究的电路中只有纯电阻用电器的条件，即只有在电能完全转化为内能时才能使用，此时W = Q。

公式Q=I2Rt，对求电流产生的热量普遍适用。例如电动机电路中，电动机内线圈电阻为R，电动机两端的电压为U，通过电动机的电流为I。利用W = UIt，可求得电流对电动机 所做的总功，即电能转化为其他形式能的总量。电动机线圈产生的热量是其中的一部分，热量大小为Q= I2Rt，此时W > Q。

用电器的发热功率（单位时间里产生的热量）用公式P=I2R来计算，它同样具有普遍适用性，而利用p = UI=来计算时，同样应注意到电路为纯电阻电路。

**28.3 例题解析**

**28.3.1关于“度”的计算**

**例1** 1度电能使1盏“220V 40W”的电灯正常工作多少小时？

【点拨】注意电功的单位“度”和“千瓦时”的关系。注意“正常工作”时，这盏电灯的电功率是40 W。

【解析】 1度电即lkWh，也就是l000Wh。根据W = Pt，得

t =  =  = 25 h

【答案】 25 h。

**28.3.2选择合适的公式讨论焦耳定律**

**例2** 要使电热器在单位时间内产生的热量减为原来的1/2，可以采用的办法是（ ）

A、电阻不变，通过它的电流减为原来的 B、电压不变，电阻变为原来的

C、电压和电阻都减为原来的 D、电阻不变，电压减为原来的

【点拨】 根据焦耳定律，电流产生的热量跟三个因素有关，其中一个是平方的关系。因为是纯电阻电路，要选用合适的公式进行讨论。并且要注意所讨论的物理量是在分子上还是在分母上。

【解析】 若R不变，根据Q= I2Rt，当电流I减半时，Q减为原来的，故A选项错；

若两端电压U不变，根据Q= t，当电阻R减半时，Q增为原来的2倍，故B选项错；

根据Q = t，当两端电压U、电阻R均减为一半时，Q减为原来的，故C选项正确；

电阻R不变，根据Q=t，当两端电压U减半时，Q减为原来的，故D选项错。

【答案】 C。

【反思】 对于电热器等纯电阻电器，在计算通过电流而产生的热量时，除了可以用焦耳定律Q= I2Rt外，导出公式Q=UIt和Q =t 都适用，因此在讨论时，选择合适的公式，解题就方便了。

**28.3. 3关于电能表转速的计箅**

**例3** 小明家有两台电视机、一台电脑和一个无绳电话。平时，他们家总是让这些家用电器处于待机状态。为了估算这些家用电器待机时所消耗的电能，在电冰箱等电器不工作 时，小明在他们家的电能表上观察到，电能表的铝盘缓慢地转动一圏约需80 s时间。他们家的电能表上标有“1 800 r/kWh”字样。请你根据这些数据，算一算小明家待机的电功率有多大？若每台电器平均每天使用2 h，小明家一个月（以30天计)用于待机所浪费的电能是多少度？

【点拨】 电能表上标冇“1 800 r/kWh”字样的意义是：电能表的铝盘转过1 800转，表示 消耗1度电.观察铝盘转动的圈数和时间，可以估算家庭的实际功率。估算的方法采用比 例法。

【解答】  = ，得P = = 25 W。

W = Pt = 25W×[（24h - 2h）×30] = 16 500 Wh = 16.5 kWh = 16.5 度。

【答案】 P= 25W，W = 16.5kWh。

【反思】 对于这类题型，用比例法来解答是最简捷的，但要注意相关物理量的对应关系，并统一单位。要注意日常生活中的物理现象，用学习过的物理知识尝试解决实际问题,是一种非常好的学习方法。所谓家用电器的待机状态，是指家用电器虽然不工作、但没有把电源插头拔下来的情况。此时，家用电器中仍然通有较小的电流，因此仍然要消耗少量电能。算一算就知道，家庭中家用电器待机浪费的电能是十分可观的。

**28.3. 4较复杂的焦耳定律计算**

**例4** 阻值为R的电阻丝，接到电源上，6min可将一杯水烧开，现在用两个相同的电阻丝串联起来，仍接到原来的电源上，烧开一杯水需要的时间为（ ）

 A、12min B、6min C、4min D、3min

【点拨】：电阻丝两次所放出的热量相等，电源电压也相等,电阻由尺变成2R。

【解析】：设电源电压为U，只用一个电阻丝R时，

 

 用两个电阻丝串联时，

 

 不计热损失，两次电阻丝放出热量相等，即Q1=Q2，

 所以，即，t2=2t1=2×6min=12min。

【答案】：A。

【反思】：电阻丝发热是纯电阻电路，所以用比较方便。从以上解析还可知，在电压不变的情况下，电阻越大，相同时间放出的热量越小。

**例5** 杯中装有0.32 L水，然后把“热得快”放人水中，测得的初温为25°C，再把“热得 快”接到220 V的电源上，经过8 min 40 s后水沸腾，已知“热得快”的电阻为160 Ώ，求“热得快”烧水的热效率。

【点拨】：烧水的热效率是指这些水烧到沸腾所需吸收的热量占电热器消耗的总电能的百 分比。

【解答】：水的质量

 m=水V=1.0×103kg/m3×0.32×10-3=0.32kg

水吸收的热量

=4.2×103J（kg/℃）×0.32kg×（100-25）℃=1.008×105J

“热得快”是纯电阻，消耗的电能

J

热效率

=Q有用×100%/Q总=（1.008×105J）×100%/（1.573×105J）=64%

【答案】：=64%

【反思】：这是一道热学与电学的综合题，要注意分清两种能量的求法，即水吸收的热量，“热得快”消耗的电能。“热得快”消耗一部分的能量一部分转化为水的内能，另一部分会被容器或空气吸收，所以热效率一定低于100%。

**30.4 强化训练**

**A卷**

1. 某电能表上标有“5 A”字样，表示 ，此电能表的功率容量为 W。
2. 某户人家外出旅游一个星期，家中只有功率为100 W的电冰箱在工作着，电冰箱平均每天 工作6h。出门时，看到电能表上的示数为

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 3 | 7 | 6 |

|  |
| --- |
| 5 |

 |

那么当他们旅游回家时，应该沿到电能表的示数为 。

1. 一个用电器正常工作10h，电能表示数由

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 2 | 4 |

|  |
| --- |
| 2 |

 |

变为

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 2 |

|  |
| --- |
| 2 |

 |

，这个用电器消耗了\_\_\_\_\_\_\_\_J的电能，它的额定功率是\_\_\_\_\_\_\_\_W。

1. 某电能表标有“220 V 5A”字样，电路中已接有一个标有“220 V 500 W”字样的用电器 在工作，则还允许使用标有“220 V 40 W”字样的电灯 盏。
2. 某教室安装了 8盏“220 V 40 W5’的灯泡。若每天平均使用4 h,则每天耗电 kWh。
3. —只电炉的电阻为48. 4Ώ,额定电压是220 V，该电炉每小时电流做功为\_\_\_\_\_\_\_J，每小时消耗\_\_\_\_\_\_\_\_\_度电。
4. 1 kWh的电，能够使10盏“220 V 40 W”的电灯正常工作\_\_\_\_\_\_\_\_h。
5. 电流通过导体时克服电阻做功，电能转化为内能，表现为导体发热，这种现象叫做\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。英国物理学家\_\_\_\_\_\_\_\_在1840年发现：电流通过导体产生的热量，跟\_\_\_\_\_\_\_\_成正比，跟\_\_\_\_\_\_\_\_\_也成正比，这一规律叫做\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，其数学表达式为Q=\_\_\_\_\_\_\_\_。
6. 电流通过导体时，若电能全部转化成内能，这时电流所做的功就等于它所产生的\_\_\_\_\_\_\_，即W=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
7. 家庭电路中使用的电能表用来测量的物理量是（ ）
8. 电功率 B、电功 C、电流 D、电压
9. 有两个额定功率相同的灯泡，把它们接在电路中时（ ）

A、两个灯泡的实际功率一定相同

B、只有把它们并联起来时实际功率才相同

C、只有把它们串联起来时实际功率才相同

D、把它们分别接在额定电压的电路中时实际功幸才相同

1. 规格分别为“220 V 60 W”的音响设备一台,“220 V 60 W”的电灯一只，“220 V 60 的“热得快”电热水器一只，车们均在各自的额定电压下工作1 h，放出热量最多的是（ ）
2. 白炽灯 B、电热水器 C、音响设备 D、一样多
3. 对于标有“220 V 5 A”字样的电能表，下列说法中1正确的是（ ）

A、电能表的额定电流是5A

B、若接在220 V的电路中，电能表消耗的功率为1100W

C、装此电能表的用户，同时使用的各沖用电器功率之和不能超过1100W

D、上述说法均正确

1. 有一个电能表上标着“220 V 5(10)A”字样，这个电能表的功率容量为（ ）

A、1100W B、1100W与2200W之间

C、2200 W D、大于2200W

1. 电炉通电后，电炉丝热得发红，而跟电炉连接的铜导线却不那么热，这是因为（ ）
2. 通过铜导线的电流小，所以它消耗的电能少
3. 电炉丝和铜导线消耗的电能相同，但铜导线散热快
4. 通过电炉的电流大，所以它消耗的电能较多
5. 铜导线的电阻较小，所以它消耗的电能较少
6. 电炉丝烧断了，若剪去一段后再接人原来的电源上，在相同时间内电炉产生的热量与原来相比为（ ）
7. 增多 B、减少 C、一样多 D、缺少条件，无法判断
8. —间教室里有六盏40 W的电灯，同学们注意节约用电，做到人走灯熄，这样平均每天能少开半小时，则一个月（按30天计箅)可以节约多少度电?

1. 电能表上标有“1 800 r/kWh”字样，此时测得10min内铝制转盘转动了360 r，则耗电多少度？电路中的总功率为多少瓦？
2. 小红家的电能表上标有“1 200 r/kWh”字样，在其他用电器不工作时，小红观察到她的标 有“220 V 40 W”的调光台灯开第二档——光线柔和档时，电能表的铝盘转过1 r，时间恰好约2 min。请你根据上述数据，估算这台调光台灯光线柔和档的实际功率为多大？

20、有一个额定电压为220 V的电熨斗,在电源电压为220 V时，工作0.5 h，电能表上消耗电能示数为0.8 kWh，求：（1）该电熨斗的额定功率；（2）电熨斗的电阻；（3）通过电熨斗的电流。

**B卷**

1. 一只电能表上标有“220 V 5A”，由此可知，这只电能表的 电压是220 W， 电流是5 A，同时使用的家用电器的总功率不得超过 W。
2. 小明家的电能表的铭牌上标有“220 V 10A”、“3 000 r/kWh”等字样。如果长时间连续用电，他家最多可以使用总功率为 W的用电器；电能表的转盘每转过1 r，表示他家用去了 J的电能。
3. 某电热器接在220 V照明电路上，它在5 min内产生的热量是2. 64×105 J，则该电热器的电阻是 Ω，通过电热器的电量是 C。

4、两根导线电阻分别为2 Ω和6 Ω，若串联后接入电路，前者产生6 J热量时，后者产生的热

量是 J，若并联后接入电路，前者产生6 J热量时，后者产生的热量是 J。

5、将一段阻值为200 Ω的电热丝，浸没在质量为lkg温度为10 ℃的水中。若此时电热丝两端的电压为220 V，那么10 min内电流所做的功是 J，这些电能可以使水的温度升高 ℃。

1. 两个电热器的电阻之比是3：2，通过的电流之比是1：3，则在相同时间内产生的热量之比是

 。

1. 某电阻器两端电压为220 V，5 min内通过电阻器的电量为50 C，则电流通过电阻器产生的热量为 J，其发热功率为 W。

8、小红家的电表允许通过的最大电流是10 A，她家有4个标有“220 V 60 W”的灯泡，1个标有“220 V 1 000 W”的热水器，1台制冷时耗电为140 W的电冰箱和1台耗电为80 W 的电视机，则 ( )

 A、所有用电器可以同时使用

 B、除热水器外，其他用电器可以同时使用

 C、除电视机外，其他用电器可以同时使用

 D、电冰箱制冷时，其他用电器不能同时使用

9、在两个电阻串联的电路中，发热最快的电阻是 （ ）

 A、两端电压较大的 B、两端电压较小的 C、阻值较小的 D、通过电流较大的

10、小明家的电能表的盘面标有“5 000 r/kWh”，他要用这个电能表来测一台电冰箱的实际功率。为此他在其他用电器都关闭的条件下，测得电冰箱启动工作半小时后自动停机的过程中，电能表转盘转300 r，则该电冰箱压缩机工作时的实际功率为 ( )

 A、0.12 kW B、1. 2 kW C、53 kW D、350 kW

11、通过某电阻中的电流为I，在t时间内电阻产生的热量为Q，则该电阻的阻值为 （ ）

 A、 B、 C、 D、

12、通过一导体的电流为2 A，产生的热量为Q；若通电时间不变，使通过导体的电流增加到 4 A，则电流产生的热量为 （ ）

 A、 B、 C、 D、

13、电阻丝R1与R2并联接在一电路中，已知R1= R2。在儿B两个容器内装有质量和温度都相同的水，用民和民分别对A、B中的水同时进行如热，则 ( )

 A、A中的水先沸腾 B、B中的水先沸腾

 C、两容器中的水同时沸腾 D、无法确定

14、用电源和三根电热丝R1、R2和R3加热一壶水，已知R1>R2>R3，以下关于电热丝的四种接法中，能使水温度升髙最快的是 （ ）

 A、将三根电热丝串联 B、将三根电热丝并联

 C、将R1与R2并联后，再与R3串联 D、将R2与R3并联后，再与R1串联

15、有两个电阻串联在电路中，R1=40Ω，R2 = 60Ω两电阻消耗的总功率为9 W，求：

（1）电路两端电压；

（2）电阻R1的电功率；

（3）在1 min内电阻R2放出的热量。

16、当李老师最后离开计算机房要去关闭总电闸时，发现电能表如图28 - 2所示的转盘仍在缓慢地转动。他用手表粗略地估测了一下，1 min转盘转动了 5 r。检査发现，原采机房内还有20台电脑显示器处于待机状态。请你算一算，1台电脑显示器的待机功率约多大？



 图 28-2

I7、如图28 - 3所示为照明电路中使用的电能表表面示意图，（1）说明表面上“3 000 r/kWh” 的含义。（2）若单独接入一电炉，2 mm内电表盘转了 50 r，这个电炉的电功率是多大？（3）此电炉通电2 h放出了多少热量？用了多少度电？

kWh

 单相电度表

 DD10 220V 5（10）A 50HZ

 3000 r/kWh

2

1

8

6

0

 图 28-3

1. —根电阻丝接在电压为U的电源上，10 min内可将质量为2 kg温度为20 ℃的水加热到100 ℃。若将此电阻丝对折后仍接在原来的电源上，将质量为2 kg温度为20℃的水加热到100℃，需要多少分钟？

19、一个电热水壶有两组线圈，只接通一组线圈，将水烧开需12 min，只接通另一组线圈，则需 6 min。在同一电压下，如果这两组线圈串联，需多少时间将水烧开？如果这两组线圏并联，则需多少时间将水烧开(整个烧水过程中假设无热量损失）？

**作业参考答案与解析**

**A卷**

1. 【答案】该电能表正常工作的最大电流是5A 1100

 【解析】略

1. 【答案】

 

 【解析】略

1. 【答案】2.88×107 ，800

 【解析】略

1. 【答案】15

 【解析】略

1. 【答案】1.28

 【解析】略

1. 【答案】3.6×106，1

 【解析】略

1. 【答案】2.5

 【解析】略

1. 【答案】电流的热效应，焦耳，电流平方，导体的电阻，通电时间，焦耳定律，I2Rt

 【解析】略

1. 【答案】热量，Q

 【解析】略

1. 【答案】B

 【解析】略

1. 【答案】D

 【解析】略

1. 【答案】B

 【解析】略

1. 【答案】C

 【解析】略

1. 【答案】A

 【解析】略

1. 【答案】D

 【解析】略

1. 【答案】A

 【解析】略

1. 【答案】3.6 kWh

 【解析】略

1. 【答案】0.2kWh，1200W

【解析】略

1. 【答案】25W

 【解析】略

1. 【答案】（1）1600W；（2）30.25Ω；（3）7.3A

 【解析】略

**B卷**

1. 【答案】工作，正常工作时最大，1100

 【解析】略

1. 【答案】2200,1200

 【解析】略

1. 【答案】55,1.2×103

 【解析】略

1. 【答案】18，2

 【解析】略

1. 【答案】145，200，36.4

 【解析】略

1. 【答案】1:6

 【解析】略

1. 【答案】11000,36.7

 【解析】略

1. 【答案】A

 【解析】略

1. 【答案】A

 【解析】略

1. 【答案】A

【解析】略

1. 【答案】A

 【解析】略

1. 【答案】D

 【解析】略

1. 【答案】B

 【解析】略

1. 【答案】B

 【解析】略

1. 【答案】（1）30V；（2）3.6W；（3）324J

 【解析】略

1. 【答案】5W

 【解析】略

1. 【答案】（1）每耗电1kWh，电能表的铝盘转动3000圈；（2）500W；（3）3.6×106J，1kWh

 【解析】略

1. 【答案】2.5 min

【解析】略

1. 【答案】18 min，4min

 【解析】略