# 第十二章 电能 能量守恒定律 复习与提高

## A组

1．一块数码相机的锂电池电动势为 3.7 V，容量为 1 000 mA·h。电池充满后，关闭液晶屏时可拍摄照片 400 张左右，打开液晶屏时可拍摄照片 150 张左右。在关闭和打开液晶屏时每拍摄一张照片消耗的电能各是多少？

2．使用功率为 2 kW 的电加热装置把 2 kg 的水从 20 ℃ 加热到 100 ℃，用了 10 min。已知水的比热容为 4.2×103 J/（kg·℃），那么这个装置的效率是多少？

**参考解答**：56%

3．LED 灯是一种半导体新型节能灯。已知某种型号的 LED 灯在一定电压范围内的工作电流是 20 mA，在不同电压下发出不同颜色的光：当两端电压为 1.8 V 时，发黄光 ；当两端电压为 1.4 V 时，发红光 ；当两端电压为 3.2 V 时，发蓝光。

（1）上述 LED 灯发黄光时消耗的电功率有多大？

（2）广告牌上 LED 灯数量为 10 000 个 /m2 ，那么一块 8 m2 的 LED 广告牌发红光时，需要供给的电功率大约有多少？

**参考解答**：（1）3.6×10−2 W；（2）2.24×103 W

4．在图 12–1 所示的 *U*–*I* 图像中，直线 *a* 为某电源的路端电压与电流的关系，直线 *b* 为某电阻 *R* 的电压与电流的关系。现用该电源直接与电阻 *R* 连接成闭合电路，求此时电源的输出功率和内、外电路消耗的电功率之比。

0

1

3

2

1

2

3

4

5

6

7

*U*/V

*I*/A

*a*

*b*

图 12–1

**参考解答**：4.0 W．1∶2

5．如图 12–2，电源电动势为 12 V，内阻为1 Ω，电阻 *R*1 为 1 Ω，*R*2 为 6 Ω。开关闭合后，电动机恰好正常工作。已知电动机额定电压 *U* 为 6 V，线圈电阻 *R*M 为 0.5 Ω，问：电动机正常工作时产生的机械功率是多大？

*E*

*r*

M

*R*2

*R*1

S

图 12–2

**参考解答**：10 W

6．如图 12–3，照明电路的电压为 220 V，并联了 20 盏电阻 *R* 都是 807 Ω（正常发光时的电阻）的电灯，两条输电线的电阻 *r* 都是 1.0 Ω。只开 10 盏灯时，整个电路消耗的电功率、输电线上损失的电压和损失的电功率各是多大？20盏灯都打开时，情况又怎样？

*R*

*r*

*r*

*U* = 220 V

图 12–3

**参考解答**：585 W，5.3 V，14.2 W；1141.8 W，10.4 V，53.9 W

7．在图 12–4 甲的电路中，*R*1 是可调电阻，*R*2 是定值电阻，电源内阻不计。实验时调节 *R*1 的阻值，得到各组电压表和电流表数据，用这些数据在坐标纸上描点、拟合，作出的 *U*–*I* 图像如图 12–4 乙中 *AB* 所示。

S

*E*

V

A

甲

*R*2

*R*1

0

0.3

0.1

1

2

*U*/V

*A*

*a*

*b*

*B*

*I*/A

乙

图 12–4

（1）图 12-4 乙中 *a*、*b*、*AB* 的斜率各等于多少？

（2）结合图 12-4 甲，说明 *a*、*b*、*AB* 的斜率各表示什么物理量。

**参考解答**：（1）20 Ω，3.3 Ω，− 5.0 Ω

（2）a、b 的斜率分别表示可调电阻 *R*1 的阻值为 20 Ω、3.3 Ω，AB 的斜率的绝对值表示电阻 *R*2 的阻值为5.0 Ω。

## B 组

1．在图 12–5 所示的并联电路中，保持通过干路的电流 *I* 不变，增大 *R*1 的阻值。

*R*2

*I*

*I*1

*I*2

*R*1

图 12–5

（1）*R*1 和 *R*2 两端的电压 *U* 怎样变化？增大还是减小？

（2）通过*R*1 和*R*2 的电流*I*1 和*I*2 各怎样变化？增大还是减小？

（3）并联电路上消耗的总功率怎样变化？增大还是减小？

**参考解答**：（1）增大；（2）*I*1 减小，*I*2 增大；（3）增大

2．小明坐在汽车的副驾驶位上看到一个现象：当汽车的电动机启动时，汽车的车灯会瞬时变暗。汽车的电源、电流表、车灯、电动机连接的简化电路如图 12–6 所示，已知汽车电源电动势为 12.5 V，内阻为 0.05 Ω。车灯接通电动机未起动时，电流表示数为 10 A ；电动机启动的瞬间，电流表示数达到 60 A。问 ：电动机启动时，车灯的功率减少了多少？

*E*

*r*

M

A

S1

S2

图 12–6

**参考解答**：44.8 W

3．电鳗是一种放电能力很强的淡水鱼类，它能借助分布在身体两侧肌肉内的起电斑产生电流。某电鳗体中的起电斑并排成 140 行，每行串有 5 000 个起电斑，沿着身体延伸分布。已知每个起电斑的内阻为 0.25 Ω，并能产生 0.15 V 的电动势。该起电斑阵列一端在电鳗的头部而另一端接近其尾部，与电鳗周围的水形成回路。假设回路中水的等效电阻为800 Ω，请计算 ：电鳗放电时，其首尾间的输出电压是多少？

提示：电鳗的诸多起电斑构成了一个串、并联电池组。已知 *n* 个相同电池并联时，电池组的电动势等于一个支路的电动势，内阻等于一个支路内阻的 *n* 分之一。

**参考解答**：741.72 V

4．如图 12–7，电源的电动势不变，内阻 *r* 为 2 Ω，定值电阻 *R*1 为 0.5 Ω，滑动变阻器 *R*2 的最大阻值为 5 Ω。

*R*1

*R*2

S

*r*

*E*

图 12–7

（1）当滑动变阻器的阻值为多大时，电阻 *R*1 消耗的功率最大？

（2）当滑动变阻器的阻值为多大时，滑动变阻器 *R*2 消耗的功率最大？

（3）当滑动变阻器的阻值为多大时，电源的输出功率最大？

**参考解答**：（1）0；（2）2.5 Ω；（3）1.5 Ω

5．某实验小组用电阻箱和电压表（内阻可视为无穷大）按图 12.3–3 的电路测定一个水果电池的电动势和内阻。闭合开关 S 后，调节电阻箱得到各组实验数据如下表。

表 电阻箱的电阻、电压及电流

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 数据序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 电阻箱的电阻 *R*/（103 Ω） | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 4.0 |
| 电压 *U*/V | 0.09 | 0.16 | 0.27 | 0.40 | 0.60 | 0.67 |
| 电流 *I*/（10−3 A） |  |  |  |  |  |  |

（1）由电阻箱的电阻和电阻箱两端的电压，计算通过电阻箱的电流，把每组电流的数据填在表中的空格处。

（2）根据表中电压和电流的数据，在图12–8 中描点，作出 *U*–*I* 图像。

*U*/V

0.2

0.4

0.6

0.8

*I*/(10−3 A)

0

0.2

0.4

0.6

0.8

（3）根据 *U*–*I* 图像，计算水果电池的电动势和内阻。

**参考解答**：（1）如下表所示。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 数据序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 电阻箱的电阻 *R*/（103 Ω） | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 4.0 |
| 电压 *U*/V | 0.09 | 0.16 | 0.27 | 0.40 | 0.60 | 0.67 |
| 电流 *I*/（10−3 A） | 0.90 | 0.80 | 0.68 | 0.50 | 0.38 | 0.17 |

（2）*U*–*I* 图像如图所示。

*U*/V

0.2

0.4

0.6

0.8

*I*/(10−3 A)

0

0.2

0.4

0.6

0.8

（3）*E* = 0.85 V，*r* = 8.5×102 Ω

# “复习与提高”参考答案与提示

A 组共有 7 道题目。第 1 题要求在正确理解题意的基础上，想清楚在关闭和打开液晶屏时锂电池电能的分配有什么不同，并进行正确计算。第 2 题则是考查能量转化过程中的效率问题。第 3 题文字量较大，但数量关系比较明确，需要学生计算对应颜色 LED 灯的工作功率及广告牌发光时的电功率。第 4 题要求正确分析 *U*–*I* 图像中表示电源的图线和负载电阻的曲线，理解它们之间的物理意义和数学意义有何异同，又有什么联系。第 5 题考查非纯电阻电路的分析和计算，有利于学生掌握这一类问题的普遍思路和解题方法，同时对能量的转化和功率的分配加深认识。第 6 题来源于生活，但是又进行了简化和科学抽象，要求通过正确的读图、审题，对电路结构和功率分配有正确的认识，并会进行简单的串、并联电路问题的计算。第 7 题综合性较强，但是又重在物理概念的形成与理解，实际上借助 *U*–*I* 图像考查闭合电路的欧姆定律。

B 组共有 5 道题目，综合性均较强。从题目具体的物理情景和考查素材来看，第 2 题是对汽车内某一简化电路引起的思考，第 3 题是考查电鳗这一淡水鱼类放电时首尾间的输出电压，都是理论联系实际、能够很好地体现“科学态度与责任”这一核心素养的题目。第 1、4、5 题难度相对较大，对学生的思维能力提出了较高的要求。第 2 题与本章第二节第 6 题相呼应，但是设问更加复杂，所思考的问题难度更大，并且对于车灯减少的功率提出了定量计算的要求。第 3 题要求能根据生活中的情境抽象出相应的物理模型，并灵活运用电池组的串并联、闭合电路欧姆定律等直流电路的基本知识和规律解决实际问题。第 4 题是对闭合电路的欧姆定律更高一级的考查，那就是稳恒电路中直流电源输出功率与负载的关系。这道题目的探究方法和结果，可以作为一种重要的结论来使用。第 5 题是一道综合性较强的实验探究类题目，要求完成测水果电池电动势和内阻的实验。通过完善表格数据、作 *U*–*I* 图像、处理数据、得出结论等环节，增强学生的科学探究能力，激发学生尝试进行实际操作的愿望和兴趣。

## A 组

1．33.3 J，88.8 J

提示：电池充满电后，贮存的电能 *W* = *UIt* = 3.7×1×3 600 J = 13 320 J。关闭液晶屏后，每拍一张照片消耗的电能为 *W*1 = = 33.3 J。打开液晶屏时，每拍一张照片消耗的电能为 *W*2 = = 88.8 J。

2．56%

提示：电功 *W* = *Pt* = 2×103×600 J = 1.2×106 J。水吸收的热量 *Q* = *cm*（*t* – *t*0）= 4.2×103×2×80 J = 6.72×105 J。效率 *η* = ×100 % = 56 %。

3．（1）3.6×10−2 W；（2）2.24×103 W

提示：（1）由题设，发黄光时消耗的电功率 *P*黄 = *U*黄*I* = 1.8×20×10−3 W = 3.6×10−2 W。

（2）广告牌一侧的面积为 *S* = 8 m2，因此 LED 灯的数量为*n* = 2.8×104 个。当 LED 广告牌发红光时，需要供给的电功率约为 *P*红总 = *nU*红*I* = 8×104×1.4×20×10−3 W = 2.24×103 W。

4．4.0 W，1∶2

提示：由直线 a 可知，*E* = 6.0 V，*I*短 = 3.0 A，则 *r* = = 2.0 Ω；由直线 b 可知 *R* = 4.0 Ω。干路中的电流 *I* = 1.0 A，路端电压 *U* = 4.0 V。因此电源的输出功率为 *P*出 = *UI* = 4.0 W。内电路消耗电功率 *P*内 = *I*2*r* = 2.0 W。外电路消耗电功率 *P*外 = *I*2*R* = 4.0 W。所以，内、外电路消耗的电功率之比为 1∶2。

5．10 W

提示：设电路中的总电流为 *I*，根据闭合电路欧姆定律有 *E* = *I*（*r* + *R*1）+ *U*。设电动机正常工作时的电流为 *I*M，有 *I* = *I*M + ，产生的机械功率为 *P*机 = *UI*M – *I*M2*R*M。代入数值解得 *P*机 = 10 W。

6．585 W，5.3 V，14.2 W；1141.8 W，10.4 V，53.9 W

提示：开 10 盏灯时，其总电阻 *R* = ×807 Ω = 80.7 Ω，干路中的电流 *I* = = A = 2.66 A。整个电路消耗的电功率 *P* = *IU* = 2.66×220 W = 585 W。输电线上损失的电压 Δ*U* = 2*Ir* = 2×2.66×1.0 V = 5.3 V。输电线上损失的功率 Δ*P* = 2*I*2*r* = 2×2.662×1.0 W = 14.2 W。

20 盏灯都打开时，其总电阻 *R*ʹ = ×807 Ω = 40.4 Ω，干路中的电流 *I*ʹ = = A = 5.19 A。整个电路消耗的电功率 *P*ʹ = *I*ʹ*U* = 5.19×220 W = 1 141.8 W。输电线上损失的电压 Δ*U*ʹ = 2*I*ʹ*r* = 2×5.19×1.0 V = 10.4 V。输电线上损失的功率 Δ*P*ʹ = 2*I*ʹ2*r* = 2×5.192×1.0 W = 53.9 W。

7．（1）20 Ω，3.3 Ω，− 5.0 Ω；（2）a、b 的斜率分别表示可调电阻 *R*1 的阻值为20 Ω、3.3 Ω，AB 的斜率的绝对值表示电阻 *R*2 的阻值为5.0 Ω。

提示：（1）由题设，教科书图 12–4 乙中 a 的斜率等于 Ω = 20 Ω，b 的斜率等于 Ω = 3.3 Ω，AB 的斜率等于 Ω = − 5.0 Ω。

## B 组

1．（1）增大；（2）*I*1 减小，*I*2 增大；（3）增大

提示：（1）由于 *R*1 的阻值增大，导致并联电路的阻值 *R* 增大，*R*1 和 *R*2 两端的电压 *U* = *IR*，而通过干路的电流 *I* 不变，所以 *R*1 和 *R*2 两端的电压 *U* 增大。

（2）通过 *R*2 的电流 *I*2 = ，因为电压 *U* 增大，所以通过 *R*2 的电流 *I*2 增大。通过 *R*1 的电流 *I*1 = *I* – *I*2，因为通过干路的电流 *I* 不变，通过 *R*2 的电流 *I*2 增大，所以通过 *R*1 的电流 *I*1 减小。

（3）并联电路上消耗的总功率 *P* = *UI*，因为通过干路的电流 *I* 不变，电压 *U* 增大，所以总功率 *P* 增大。

2．44.8 W

提示：车灯接通电动机未启动时，根据闭合电路的欧姆定律有 *E* = *I*（*r* + *R*L）。其中 *E* 为电源电动势，*r* 为电源内阻，*R*L 为车灯的电阻，*I*1 = 10 A。电动机启动的瞬时，根据闭合电路欧姆定律有 *E* = *I*2*r* + *U*L，其中 *I*2 = 60 A。因此，电动机启动时，车灯的功率减少了 Δ*P* = *I*12*R*L − 。代入数值，解得 Δ*P* = 44.8 W。

3．741.72 V

提示：电鳗与周围的水形成的回路等效电路如图 12–19 所示，起电斑阵列相当于 140×5 000个电池构成的电池组。根据电池组的串、并联规律，*E*串 = *nE*，*r*串 = *nr*，*E*并 = *E*，*r*并 = ，电池组的电动势 *E*总 = 5 000×0.15 V = 750V，内阻 *r* = Ω = Ω，外电路等效电阻 *R* = 800 Ω。根据闭合电路欧姆定律，有 *E*总 = *I*（*R* + *r*），解得 *I* = A。所以，路端电压 *U*外 = *IR* = 741.72 V，内电压 *U*内 = *Ir* = 8.28 V。可见，电鳗周围水中的电压很大，而电鳗体内的电压很低。

4.（1）0；（2）2.5 Ω；（3）1.5 Ω

提示：在闭合电路中，若电源的电动势为 *E*，内阻为 *r*，外电路的电阻为 *R*，电流为 *I*，那么源的输出功率 *P* = *I*2*R* = = 。当 *R* = *r* 时，电源的输出功率最大，其最大输出功率为 *P*出m = 。

（1）由 *P* = *I*2*R* 可知，当流过电阻 *R*1 的电流最大时，电阻 *R*1 消耗的功率最大，因此，滑动变阻器的阻值应为 0。

（2）为研究滑动变阻器 *R*2 消耗的功率，可以把电阻 *R*1 也当作电源的内阻，即内阻 *r*ʹ = *R*1 + *r* = 2.5 Ω，而滑动变阻器 *R*2 就是外电路的电阻。由前面的结论可知，当滑动变阻器 *R*2 = *r*ʹ = *R*1 +*r* = 2.5 Ω 时，输出功率最大，即滑动变阻器 *R*2 消耗的功率最大。

（3）此时，滑动变阻器 *R*2 和电阻 *R*1 是外电路的电阻，因此当 *R*2 + *R*1 = *r*，即滑动变阻器的阻值 *R*2 = *r* – *R*1 = 1.5 Ω 时，电源的输出功率最大。

5．（1）如下表所示。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 数据序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 电阻箱的电阻 *R*/（103 Ω） | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 4.0 |
| 电压 *U*/V | 0.09 | 0.16 | 0.27 | 0.40 | 0.60 | 0.67 |
| 电流 *I*/（10−3 A） | 0.90 | 0.80 | 0.68 | 0.50 | 0.38 | 0.17 |

（2）*U*–*I* 图像如图 12–20 所示。

*U*/V

0.2

0.4

0.6

0.8

*I*/(10−3 A)

0

0.2

0.4

0.6

0.8

（3）*E* = 0.85 V，*r* = 8.5×102 Ω