

2017 暑假班高二物理基础教案 全册

目录

第一讲	内能 能量守恒定律.....	2
第二讲	静电现象 元电荷 电荷守恒定律.....	4
第三讲	电荷的相互作用 库仑定律.....	7
第四讲	电场的描述——电场强度 电场线.....	9
第五讲	电场能的性质——电势能 电势 电势差.....	12
第六讲	静电的利用与防范.....	14
第七讲	简单串并联组合电路.....	116
第八讲	电功 电功率.....	19
第九讲	电动势 闭合电路欧姆定律.....	22
第十讲	电源电动势和内电阻的测定.....	24
第十一讲	闭合电路动态分析.....	26
第十二讲	磁场的描述——磁感强度 磁感线.....	28
第十三讲	磁场对电流的作用 左手定则.....	32
第十四讲	直流电动机.....	35

第一讲 内能 能量守恒定律

知识要点：

一、物体的内能

- 1、分子因为无规则运动而具有的能叫做分子动能；
- 2、分子因为相互之间的作用力而具有的能叫做分子势能。
- 3、内能就是物体内部所有分子动能和势能的总和。

注：（1）一切物体都具有内能；

（2）决定内能大小的因素：

- a. 物体的温度。温度越高，分子热运动平均动能越大
- b. 物体的体积。分子势能与体积有关，体积越小，势能可能越大也可能越小。

二、内能改变的两个途径

做功和热传递都可以改变物体的内能。

做工和热传递在改变内能的方式上是不同的，做功使其他形式的能转化为内能，热传递使物体间的内能发生转移，但效果是等效的。

三、能量守恒定律

能量既不能创生，也不能消失，它只能从一种形式转化为另一种形式，或者从一个物体转移到另一个物体，在转化和转移的过程中其总量不变。

例题精析

例 1、关于物体内能及其变化，下列说法正确的是()

- A. 物体的温度改变时，其内能必定改变
- B. 物体对外做功，其内能不一定改变，向物体传递热量，其内能不一定改变
- C. 对物体做功，物体内能必定改变；物体向外传出一定热量，其内能必定 改变
- D. 若物体与外界不发生热交换，则物体的内能必定不改变

例 2、关于物体内能，下列说法中正确的是()

- A. 手感到冷时，搓搓手就会感到暖和些，这是利用做功改变物体的内能
- B. 将物体举高或使它们的速度增大，是利用做功来使物体的内能增大
- C. 阳光照晒衣服，衣服的温度升高，是利用热传递来改变物体的内能
- D. 用打气筒打气，筒内气体变热，是利用热传递来改变物体的内能

基础训练

3、摩擦生热，_____能转化为_____能；水电站里水轮机带动发电机发电，_____能转化为_____能；电动机带动水泵把水送到高处，_____能转化为_____能；植物吸收太阳光进行光合作用，_____能转化为_____能；燃料燃烧时发热，_____能转化为_____能。

4、汽车沿盘山公路可以驶入高耸入云的山峰，载重货车下山时，其重力势能_____（选填“增大”、“减小”、“不变”）；为了减少车速，司机师傅不时踩踏刹车踏板，有一部分机械能转化为_____；途中，汽车要经常停下来，让工作人员用水龙头向车轮闸片部位喷水，这是为了_____。

5、在一个配有活塞的厚玻璃筒里放一小团硝化棉，迅速向下压活塞，可以看到棉花燃烧起来，放手后活塞被弹起。(1)活塞压缩筒内气体做功是将_____能转化为_____能；(2)棉花燃烧后活塞被弹起是_____能转化为_____能。

6、当水壶中的水烧开时，壶盖会被顶起，从能量转化的观点看，这是水蒸气的_____能转化为壶盖的_____能。

7、能量转化与守恒是自然界的基本规律之一，下列过程中机械能转化为电能的是（ ）

- A. 干电池放电 B. 给蓄电池充电 C. 风力发电 D. 电动机带动水泵抽水

8、下列说法中错误的是（ ）

- A. 能的转化和守恒定律只适用于物体内能的变化
B. 只要有能的转化和转移，就一定遵从能量守恒定律
C. 能的转化和守恒定律是人们认识自然和利用自然的有力武器
D. 任何一种形式的能在转化为其他形式的能的过程中，消耗多少某种形式的能量，就能得到多少其他形式的能量，而能的总量是保持不变

9、我们大力发展火力发电，火电厂进的是“煤”，出的是“电”，在这个过程中能量的转化是（ ）

- A. 机械能→内能→化学→能电能 B. 化学能→内能→机械能→电能
C. 化学能→重力势能→动能→电能 D. 内能→化学能→机械能→电能

10、电动机通电后电动机带动其他机器运转，一段时间后，电动机的外壳就会变得烫手，则下列关于能的转化和守恒的说法中正确的是（ ）

- A. 电能全部转化为机械能，总的能量守恒
B. 电能一部分转化为机械能，另一部分转化为内能，总的能量守恒
C. 电能全部转化为内能，内能守恒 D. 电能转化为机械能和内能，机械能守恒

11、《深圳商报》2004年3月11日报道：近日一种新型太阳能公共卫生间落户北京东郊民巷，该卫生间的能源全部由位于顶部的太阳能电池板提供，它还能将多余的能量储存在蓄电池里，这种能量转化和储存的方式是（ ）

- A. 太阳能转化为内能，再转化为电能 B. 太阳能转化为电能，再转化为化学能
C. 太阳能转化为内能，再转化为化学能 D. 太阳能转化为电能，再转化为光能

12、下列对能量的转化和守恒定律的认识，错误的是（ ）

- A. 某种形式的能量减少，一定存在其他形式能量的增加
B. 某个物体的能量减少，必然有其他物体的能量增加
C. 不需要任何外界的动力而持续对外做功的机器——永动机是不可能制成的
D. 石子从空中落下，最后停止在地面上，说明机械能消失了

13、下列说法正确的是（ ）

- A. 任何物体的内能就是组成物体的所有分子热运动动能的总和；
B. 只要对内燃机不断改进，就可以把内燃机得到的全部内能转化为机械能；
C. 做功和热传递在改变内能的方式上是不同的；
D. 满足能量守恒定律的物理过程都能自发进行。

14、对一定质量的气体，下列说法中正确是（ ）

- A. 温度升高，压强一定增大； B. 温度升高，分子热运动的平均动能一定增大；
C. 压强增大，体积一定减小； D. 吸收热量，可能使分子热运动加剧、气体体积增大

第二讲 静电现象 元电荷 电荷守恒定律

知识要点

一、电荷和电荷量

1. 自然界中只有两种电荷，分别叫做正电荷和负电荷。毛皮摩擦橡胶棒，橡胶棒带负电；丝绸摩擦玻璃棒，玻璃棒带正电。
 2. 电荷之间有相互作用：同种电荷相斥，异种电荷相吸。
 3. 物体所带电荷的多少叫做电荷量，用 Q 或 q 来表示。
- 电荷量的国际单位是 C ，读作库仑，简称库。常用的更小单位是 μC ，读作微库。

$$1 \mu C = 10^{-6} C$$

二、摩擦起电

用摩擦的方法使物体带电的过程叫摩擦起电。摩擦起电的过程是电荷转移的过程，不是产生了电荷。由于有些物体相对于另一些物体而言更容易失去电子，这样当两种物体相互摩擦时，有些物体就会失去电子，而另一些物体会得到电子，从而使物体上出现了多余的电荷，物体就表现出带正电或带负电。

两个物体相互摩擦，哪个物体带正电，哪个物体带负电，主要决定于哪个物体更容易失去电子，容易失去电子的物体就带正电，而另一个物体就带负电。比如玻璃和丝绸摩擦，由于玻璃相对来说更容易失去电子，因此玻璃就带正电，丝绸带负电。但假如用丝绸和硬橡胶棒摩擦，由于丝绸相对来说更容易失去电子，丝绸就带正电了。

我们发现在摩擦起电的物质中没有列出金属，因为金属是非常容易失去电子的。假如用丝绸去摩擦金属棒，金属棒失去电子应该是带正电的，但拿在手里的金属棒也会很快把其他地方的电子补充进来，因此我们一般不用摩擦金属棒的方法获取静电。

除了摩擦起电之外，还有其他方法可使物体带电。

三、元电荷

一般带电体的电荷量都等于最小电荷量 e 的整数倍，最小电荷量 e 就叫做元电荷。一个电子或一个质子所带电荷量的大小，正好是一个元电荷的电荷量，即

$$e = 1.6 \times 10^{-19} C。$$

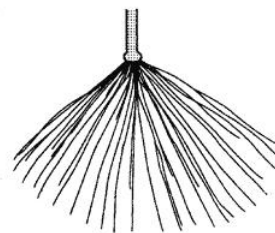
四、电荷守恒定律

电荷不能创生，也不能消灭，只能从一个物体转移到另一个物体，或者从物体的一部分转移到另一部分，在转移的过程中电荷的总量保持不变。

例题精析

例 1、 能不能用普通验电器来直接检测物体带的是何种电荷？

例 2、用干燥手指摩擦塑料薄膜包扎带，包扎带会向四周张开，如图所示。你用什么方法可以让包扎带合拢呢？



例 3、已知在环境的温度、湿度、气压相同的情况下，可得出以下序列：玻璃、尼龙、羊毛、丝绸、棉花、纸张、硬橡胶、腈纶……序列中两种物质摩擦时，排在前面的物质带正电，后面的物质带负电，而且两种物质在序列中距离越远，摩擦起电现象越显著。用事先准备的尼龙、羊毛、腈纶等材料，进行摩擦起电的实验，下面的叙述中正确的是（ ）。

- A. 尼龙棒与羊毛摩擦，尼龙棒带负电
- B. 腈纶与羊毛摩擦，腈纶带正电
- C. 尼龙与腈纶摩擦，不会发生起电现象
- D. 羊毛与腈纶摩擦较尼龙与羊毛摩擦，有更显著的起电现象

例 4、有 A, B, C 3 个塑料小球，A 和 B, B 和 C, C 和 A 都是相互吸引的，如果 A 带正电，则（ ）

- A. B, C 两球都带负电
- B. B 球带负电，C 球带正电
- C. B, C 两球中必有一个带负电，另一个不带电
- D. B, C 两球都不带电

基础训练

4、自然界只有两种电荷，丝绸摩擦过的玻璃棒带_____电，丝绸是_____（选填“得到”或“失去”）电子，毛皮摩擦过的橡胶棒带_____电，橡胶棒是_____（选填“得到”或“失去”）电子。

5、1 个二价氧离子所带电量为_____C，一物体的电量为 $-8 \times 10^{-8} \text{C}$ ，则该物体是）_____（选填“得到”或“失去”）_____个电子。

6、能产生静电的常用设备有（ ）

- A. 感应起电机
- B. 发电机
- C. 超高压电源
- D. 验电器

7、(多选题)测量静电的常用设备有（ ）

- A. 范德格拉夫起电机
- B. 验电器
- C. 电压表
- D. 电荷量表

8、(多选题)关于元电荷的理解，下列说法正确的是（ ）

- A. 元电荷就是电子
- B. 元电荷是表示跟电子所带电荷量数值相等的电荷量
- C. 元电荷就是质子
- D. 物体所带的电荷量只能是元电荷的整数倍

9、关于元电荷的下列说法中，正确的是（ ）

- A. 元电荷的电量是 $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$
- B. 原子核所带的电荷总量就是元电荷
- C. 原子核外所有电子电量的总和是元电荷
- D. 原子核的电量和核外所有电子电量的总和就是元电荷

10、下列说法正确的是（ ）

- A. 摩擦起电现象说明机械能可以转化为电能；也说明通过做功可以创造出电荷
 B. 摩擦起电实质上是电荷从一个物体转移到另一个物体的过程
 C. 感应起电说明电荷可以从带电的物体转移到原先不带电的物体上
 D. 电中和是等量异种电荷完全相互抵消的现象
- 11、用细绳悬挂三个轻质通草球，其中任意两个靠近都相互吸引，根据这个现象，可以肯定三个小球（ ）
 A. 均带电 B. 只有一个带电
 C. 只有一个不带电，另两个带同种电荷 D. 只有一个不带电，另两个带异种电荷
- 12、(多选题)把两个完全相同的金属球 A 和 B 接触一下，再分开一段距离，发现两球之间相互排斥。则 A、B 两球原来的带电情况可能是（ ）
 A. 带有等量异种电荷 B. 带有等量同种电荷
 C. 带有不等量异种电荷 D. 一个带电，另一个不带电
- 13、导体 A 带 $5q$ 的正电荷，另一完全相同的导体 B 带 q 的负电荷，将两导体接触一会儿后再分开，则 B 导体的带电量为（ ）
 A. $-q$ B. q C. $2q$ D. $4q$
- 14、以下说法正确的是（ ）
 A. 密立根用摩擦起电的实验发现了电子
 B. 密立根用摩擦起电的实验测定了元电荷的电荷量
 C. 密立根用油滴实验发现了电子
 D. 密立根用油滴实验测定了元电荷的电荷量

拓展提高

- 15、目前普遍认为，质子和中子都是由被称为 u 夸克和 d 夸克的两类夸克组成，u 夸克带电量为 $\frac{2e}{3}$ ，d 夸克带电量为 $-\frac{e}{3}$ ，e 为基本电荷，下列论断可能正确的是（ ）
 A. 质子由 1 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成，中子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成
 B. 质子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成，中子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成
 C. 质子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成，中子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成
 D. 质子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成，中子由 1 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成
- 16、某次闪电向地面输送了 20C 的负电荷，则这次闪电大约有多少个电子由云层到达地面？
- 17、A、B、C 三点在同一直线上， $AB:BC=1:2$ ，B 点位于 A、C 之间，在 B 处固定一电荷量为 Q 的点电荷。当在 A 处放一电荷量为 $+q$ 的点电荷时，它所受到的电场力为 F ；移去 A 处电荷，在 C 处放一电荷量为 $-2q$ 的点电荷，其所受电场力为（ ）
 A. $-F/2$ B. $F/2$ C. $-F$ D. F
- 18、A、B、C 是三个完全相同、且带有绝缘棒的金属小球，已知其中一个球带电。如果让 A 球先后与 B、C 球相接触，最后 A、C 球放在距离为 R 的两位置上，测得 A、C 球之间的库仑力为 F_1 ；设法让三个球恢复初始状态，然后让 C 球先后与 B、A 球接触，再把 A、C 球放在距离为 R 的位置上，此时，A、C 球之间的库仑力仅为 $F_1/4$ ；由此可以判定原先带有电荷的是（ ）
 A. A 球 B. B 球 C. C 球 D. 无法确定哪一个球带电

第三讲 电荷的相互作用——库仑定律

知识要点

1、点电荷

当带电体的形状、大小、电荷分布对电荷间相互作用力的影响可以忽略时，带电体可以看成带有电荷的点，这样的带电体叫做点电荷。

2. 真空中的库仑定律

真空中两个静止点电荷之间的相互作用力的大小,跟它们的电荷量的乘积成正比,跟它们的距离的平方成反比; 力的方向在它们的连线上。

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

k 叫做静电力常量, 在国际单位制中 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

注: (1) 库仑定律的条件: 真空中的点电荷;

(2) 库仑力是指两个电荷间的一对作用力和反作用力, 大小相等方向相反;

(3) 点电荷的电性有正负之分, 但在计算静电力的大小时, 可用所带电量的绝对值进行计算, 根据电荷之间的电荷异同来判断是引力还是斥力。

例题精析

例 1、试比较电子和质子间的静电引力和万有引力。已知电子的质量 $m_1 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 质子的质量 $m_2 = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。电子和质子的电荷量的绝对值都是 $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

例 2、两个相同的均匀带电小球, 分别带有 $Q_1 = 1 \text{ C}$, $Q_2 = -2 \text{ C}$ 的电荷量, 在真空中相距 r 时, 相互作用力为 F 。

① 今将 Q_1 、 Q_2 、 r 都加倍, 作用力多大?

② 只改变两电荷的电性, 作用力如何变化?

③ 只将 r 增大 2 倍, 作用力如何变?

④ 将两个小球接触一下, 仍放回原处, 作用力如何变化?

⑤ 为使两小球接触后, 静电力的大小不变, 两球应如何放置?

例 3、如图-1 所示, 把质量为 2 g 的带正电小球 A 用绝缘细绳悬起, 若将带电量为 $Q = -4.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ 的带电球 B 靠近 A, 当两个带电小球在同一高度相距 30 cm 时, 绳与竖直方向成 $\alpha = 45^\circ$ 角。试求:

(1) B 球受到的库仑力大小;

(2) A 球的带电量。

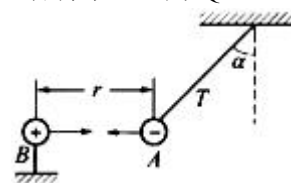


图-1

例 4、A、B 两点电荷所带电量为 $+Q$ 和 $-2Q$, 相距为 a , 引入点电荷 C 后, 要使 A、B、C 都处于平衡状态, 在下列两种情况下, 求 C 应放在何处? 带何种电荷? 电量是多少?

(1) A、B 固定; (2) A、B、C 均不固定。

基础训练

5、绝缘细线上端固定, 下端悬挂一轻质小球 a, a 的表面镀有铝膜。在 a 的近旁有一绝缘金属球 b, 开始时 a、b 都不带电, 如图-2 所示。现使 b 带电, 则 ()

A. a、b 之间不发生相互作用

B. b 将吸引 a, 吸住后不放开

C. b 立即把 a 排斥开

D. b 先吸引 a, 接触后又把 a 排斥开

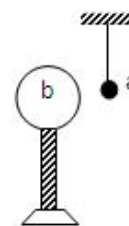


图-2

6、如图-3 所示，半径相同的两个金属小球 A 、 B ，带有电量相等的电荷，相隔一定距离，两球之间的相互吸引力的大小是 F 。今让第三个半径相同的不带电的金属小球先后与 A 、 B 两球接触后移开。这时， A 、 B 两球之间的相互作用力的大小是 ()



图-3

- A. $\frac{1}{8}F$ B. $\frac{1}{4}F$ C. $\frac{3}{8}F$ D. $\frac{3}{4}F$

7、如图-4 所示，三个完全相同的金属小球 a 、 b 、 c 位于等边三角形的三个顶点上， a 和 c 带正电， b 带负电， a 所带电量的绝对值比 b 的小。已知 c 受到 a 和 b 的静电力的合力可用图示四条有向线段中的一条来表示，它应是 ()

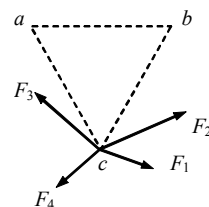


图-4

- A. F_1 B. F_2 C. F_3 D. F_4

8、据研究报道，中子内有一个电荷量为 $+\frac{2}{3}e$ 的上夸克和两个电荷量为 $-\frac{1}{3}e$ 的下夸克，一简单模型是三个夸克都在半径为 r 的同一

圆周上，如图-5 所示。下面给出的四幅图中，能正确表示出各夸克所受静电作用力的是 ()。

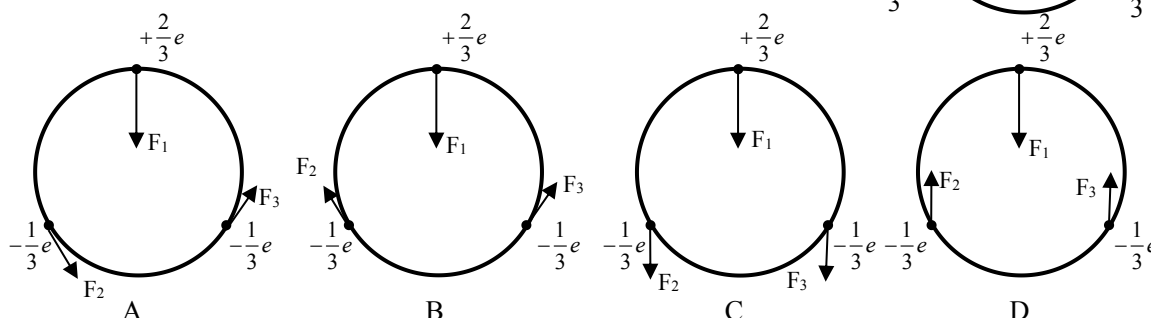
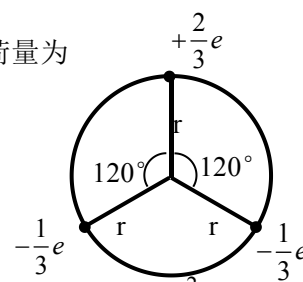


图-5

拓展提高

9、在同一点用两根等长丝线悬挂两个带同种电荷的小球如图-6 所示，其质量和电量大小分别为 m_1 、 q_1 和 m_2 、 q_2 。两球因相斥平衡时悬线与竖直线的夹角分别为 α_1 、 α_2 。

(1) 若两球带电量不等 (设 $q_1 > q_2$)，质量相等 ($m_1 = m_2$)，则夹角的大小关系为 α_1 _____ α_2 ；

(2) 若两球带电量相等 ($q_1 = q_2$)，质量不等 (设 $m_1 > m_2$)，则夹角的大小关系为 α_1 _____ α_2 。

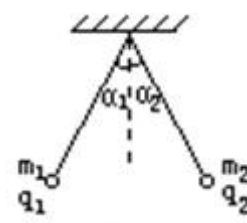


图-6

10、如图-7 所示，带电小球 A 、 B 的电荷分别为 Q_A 、 Q_B ， $OA = OB$ ，都用长 L 的丝线悬挂在 O 点。静止时 A 、 B 相距为 d 。为使平衡时 AB 间距离减为 $d/2$ ，可采用以下哪些方法 ()



图-7

- A. 将小球 B 的质量增加到原来的 8 倍
 B. 将小球 A 、 B 的质量都增加到原来的 2 倍
 C. 将小球 A 、 B 的电荷量都减小到原来的一半
 D. 将小球 A 、 B 的电荷量都减小到原来的一半，同时将小球 B 的质量增加到原来的 2 倍。

第四讲 电场的描述——电场强度 电场线

知识要点

一、电场

基本性质：能够对电场中的电荷有力的作用，这个力叫做电场力。

二、电场强度

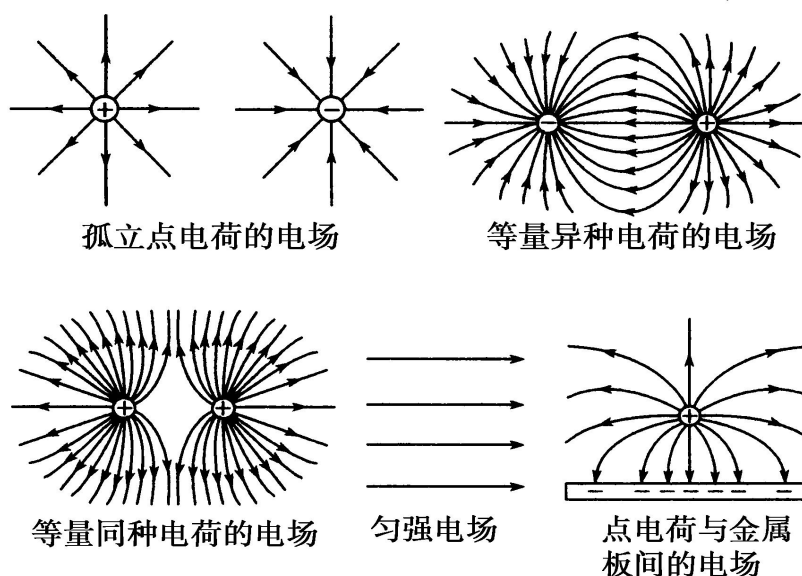
1. 定义式： $E = \frac{F}{q}$ ，适用于任何电场，是矢量，单位：N/C 或 V/m。
2. 点电荷的场强： $E = \frac{kQ}{r^2}$ ，适用于计算真空中的点电荷产生的电场。
3. 方向：规定正电荷在电场中某点所受电场力的方向为该点的电场强度方向。
4. 电场强度的叠加：电场中某点的电场强度为各个点电荷单独在该点产生的电场强度的矢量和。

三、电场线

1. 特点

- ① 电场线从正电荷或(无限远处)出发，到无限远处或到负电荷；
- ② 电场线在电场中不相交；
- ③ 在同一电场里，电场线越密的地方场强越大；
- ④ 电场线上某点的切线方向表示该点的场强方向；
- ⑤ 沿电场线方向电势逐渐降低；
- ⑥ 电场线和等势面在相交处相互垂直。

2. 几种典型电场的电场线



四、匀强电场：

在电场某一区域里，如果各点的电场强弱和方向都相同，这个区域的电场就叫做匀强电场。

五、场强公式

电场中某一点的电场强度 E 与试探电荷 q 无关，由场源电荷和该点在电场中的位置决定。

三个公式

$$\left\{ \begin{array}{l} E = \frac{F}{q} \left\{ \begin{array}{l} \text{适用于任何电场} \\ \text{与检验电荷是否存在无关} \end{array} \right. \\ E = \frac{kQ}{r^2} \left\{ \begin{array}{l} \text{适用于点电荷产生的电场} \\ Q \text{ 为场源电荷的电量} \end{array} \right. \\ E = \frac{U}{d} \left\{ \begin{array}{l} \text{适用于匀强电场} \\ U \text{ 为两点间的电势差, } d \text{ 为沿电场方向} \\ \text{两点间的距离} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

五、电场的叠加

1. 电场叠加：多个电荷在空间某处产生的电场为各电荷在该处所产生的电场场强的矢量和。
2. 计算法则：平行四边形定则。

例题精析

例 1、有一负电荷自电场中的 A 点自由释放，只受电场力作用，沿电场线运动到 B 点，它运动的速度图象如图-8 所示，则 A 、 B 所在电场区域的电场线分布可能是选项图-9 中的 ()

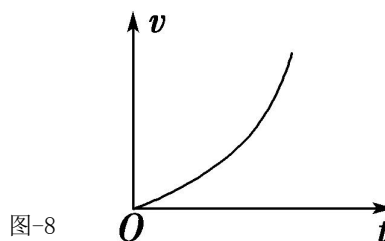
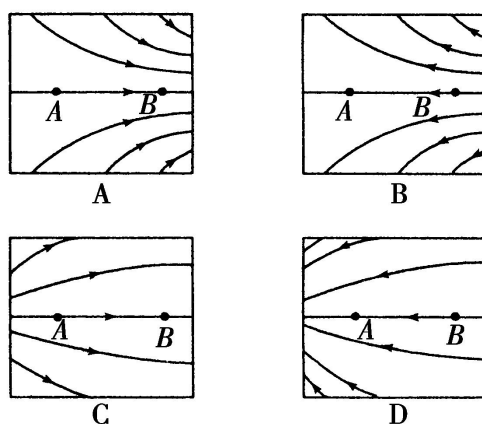


图-8

图-9

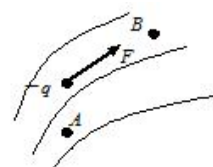
例
个电

2、在正电荷 Q 的电场中的某一点放入一量为 $q = +5 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的点电荷，它受到的电场力大小为 $3 \times 10^{-4} \text{ N}$ ，方向向右，则该点的场强大小为 _____ N/C ，方向 _____。如果取走 q ，该点场强大小为 _____ N/C ，如果放入电量为 $q' = -2.5 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的点电荷，则该点的场强大小为 _____ N/C ，方向 _____。

基础训练

- 3、电场最基本的特性是它对放入其中的电荷发生 _____ 的作用，因此电场强度是描述电场 _____ 的性质的物理量。放入电场中某点的点电荷受到的 _____ 跟它 _____ 的比值叫做这一点的电场强度，我们规定电场中某点的场强方向跟放在该点的 _____ 电荷的受力方向相同。
- 4、电场线可以把电场中各点的场强大小和方向形象地表示出来：电场线上每一点的 _____ 都跟该点的场强方向一致，电场线较密处场强较 _____，匀强电场中的电场线一定是分布 _____ 且互相 _____ 的直线。

5、图-10 为某电场中的几条电场线，电场中有一个点电荷 $-q$ ，它所受



电场力 F 的方向如图所示, 试在图中标出电场线的指向, A 、 B 两点中, 场强较大的是_____点, 若在 A 、 B 两点分别放上等量异号电荷 $-q$ 与 $+q$, 则_____点上电荷所受到的电场力较大。

图-10

6、(1) 试在图 4-2 上画出点电荷 P 周围的电场线的分布图, (2) 试在图 4-3 上画出两块相互平行、带等量异号电荷的金属板之间的电场线的分布图。

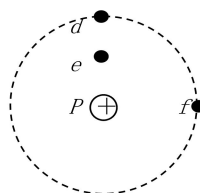


图 4-2

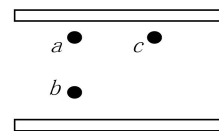


图 4-3

7、图 4-4 为某区域的电场线图, A 、 B 、 C 为电场中的三点, 在图中作出分别放在 A 、 B 两点处的正、负电荷所受电场力的方向和 C 点处的场强方向。

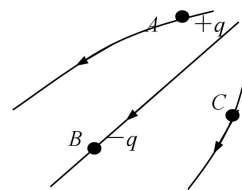


图 4-4

8、两个点电荷的电量分别为 $+Q$ 和 $-2Q$, 在真空中的距离为 L , 求它们之间的连线中点处的电场强度。

拓展提高

9、如图-11 所示, $+Q_1$ 、 $-Q_2$ 是两个点电荷, P 是这两个点电荷连线中垂线上的一点。图中所画 P 点的电场强度方向可能正确的是 ()

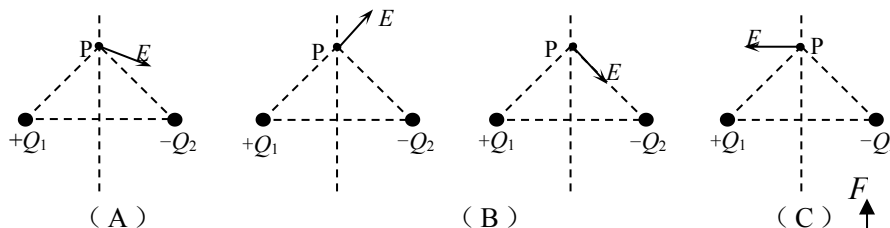


图-11

10、在电场中有 A 、 B 两点, 分别将检验电荷放入这两点, 得到如图-12 所示检验电荷所受电场力与其电量之间关系的函数图线 a 和 b , 根据图线比较 A 、 B 两点的场强大小, 可得 E_a _____ E_b (填 “ $<$ ”、“ $=$ ” 或 “ $>$ ”)。

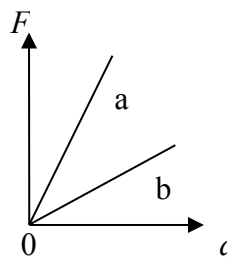


图-12

11、如图 4-10 所示, 真空中有两个点电荷 q_1 和 q_2 , 分别位于 A 点和 B 点, q_1 为正电荷, q_2 为负电荷, 所带电量分别为 $2 \times 10^{-8} \text{ C}$ 和 $-8 \times 10^{-8} \text{ C}$, 相距 20 cm , 求:

- (1) AB 连线中点 C 处的场强,
- (2) 在 AB 连线上 A 点外侧, 距 A 点 20 cm 处的 D 点的场强,
- (3) 在 AB 连线上 B 点外侧, 距 B 点 20 cm 处的 P 点的场强。

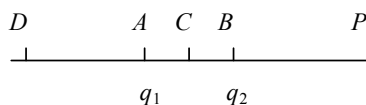


图 4-10

第五讲 电场能的性质——电势能 电势 电势差

知识要点

一、电势能 (ϵ_p)

电场对电荷有作用力而产生的由电荷相对位置决定的能量叫电势能。电势能是标量，电势能的正负号表示能量的大小，它的大小和零势能面的选择有关。

注：在研究微观带电粒子时常用的能量单位是电子伏特，符 eV。1eV=1.6×10⁻¹⁹J。

二、电势、电势差

1. 电荷在电场中某点所具有的电势能 W 与电荷的电荷量的比值叫做电场中该点的电势，

用 φ 表示。则 $\varphi = \frac{W}{q}$ 。电势是标量。

2. 电场中两点间电势的差值称为电势差，用 U 表示，则 A、B 两点间的电势差为 $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$

三、电场力做功与电势差关系：

在电场中 A、B 两点间移动电荷时，电场力做的功等于电量 q 和这两点间电势差 U_{AB} 的乘积。

$$W_{AB} = qU_{AB}$$

例题精析

例 1、如果把 $q = 1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的正电荷，从无穷远移至电场中的 A 点，需要克服电场力做功 $W = 1.2 \times 10^{-4} \text{ J}$ ，那么：

(1) q 在 A 点的电势能和 A 点的电势各是多少？

(2) q 未移入电场前 A 点的电势是多少？

例 2、一个电荷只在电场力作用下从电场中的 A 点移到 B 点时，电场力做了 $5 \times 10^{-6} \text{ J}$ 的功，那么 ()

- A. 电荷在 B 处时将具有 $5 \times 10^{-6} \text{ J}$ 的电势能 B. 电荷在 B 处将具有 $5 \times 10^{-6} \text{ J}$ 的动能
C. 电荷的电势能减少了 $5 \times 10^{-6} \text{ J}$ D. 电荷的动能增加了 $5 \times 10^{-6} \text{ J}$

例 3、如图-13 所示，一带正电的点电荷固定于 O 点，两虚线圆均以 O 为圆心，两实线分别为带电粒子 M 和 N 先后在电场中运动的轨迹，a、b、c、d 为轨迹和虚线圆的交点，不计重力。则 ()

- A. a 点的场强和 c 点的场强相同
B. M 带正电荷，N 带负电荷
C. N 在从 c 点运动到 d 点的过程中电场力做功
D. M 在 b 点的电势能等于 N 在 d 点的电势能

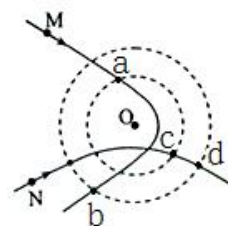


图-13

基础训练

3、从电势差定义式 $U = \frac{W}{q}$ 可以看出 ()

- A. 电场中两点间的电势差与电场力做的功 W 成正比，与移送的电量 q 成反比
B. 电场力在电场中两点间移动的电荷越多，电场力做的功越大
C. 将 1 库的负电荷从一点移到另一点电场做了 1 焦的功，这两点间的电势差的大小是 1 伏
D. 两点间的电势差，等于把正点电荷从一点移到另一点电场力做的功

4、如图 1 所示，a、b 为某电场线上的两点，那么以下的结论正确的是 ()

- A. 把正电荷从 a 移到 b，电场力做正功，电荷的电势能减少
B. 把正电荷从 a 移到 b，电场力做负功，电荷的电势能增加

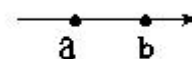


图 1

C. 把负电荷从 a 移到 b, 电场力做正功, 电荷的电势能增加

D. 把负电荷从 a 移到 b, 电场力做负功, 电荷的电势能增加

5、如图 2 所示, 电场中 a、b、c 三点, $ab=bc$, 则把点电荷 $+q$ 从 a 点经 b 移到 c 的过程中, 电场力做功的大小关系有 ()

A. $W_{ab} > W_{bc}$

B. $W_{ab} = W_{bc}$

C. $W_{ab} < W_{bc}$

D. 无法比较

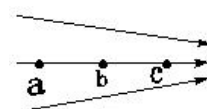


图2

6、如图 3 所示, 在真空中有两个等量正电荷 Q_1 和 Q_2 , 分别置于 a、b 两点, dc 为 ab 连线的中垂线, d 为无穷远处, 现将另一正电荷由 c 点沿 cd 移向 d 点的过程中,

下述中正确的是 ()

A. q 的电势能逐渐增大

B. q 的电势能逐渐减小

C. q 受到的电场力一直在减小

D. q 受到的电场力先增大后减小

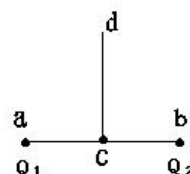


图3

7、关于电势与电势能的说法, 正确的是 ()

A. 电荷在电势越高的地方, 电势能也越大

B. 电荷在电势越高的地方, 它的电量越大, 所具有的电势能也越大

C. 在正点电荷电场中的任一点处, 正电荷所具有的电势能一定大于负电荷所具有的电势能

D. 在负点电荷电场中的任意点, 正电荷所具有的电势能一定小于负电荷所具有的电势能

拓展提高

8、金属容器置于绝缘板上, 带电小球用绝缘细线悬挂于容器中, 容器内的电场线分布如图-14 所示。容器内表面为等势面, A、B 为容器内表面上的两点, 下列说法正确的是 ()

A. A 点的电场强度比 B 点的大

B. 小球表面的电势比容器内表面的低

C. 将检验电荷从 A 点移到 B 点, 电场力做负功

D. 将检验电荷从 A 点沿不同路径移到 B 点, 电场力做的功相同

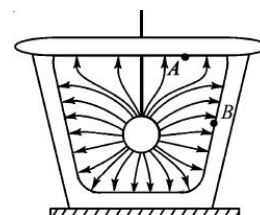


图-14

9、将带电量为 6×10^{-6} C 的负电荷从电场中 A 点移到 B 点, 克服电场力做了 3×10^{-5} J 的功, 再将电荷从 B 点移到 C 点, 电场力做了 1.2×10^{-5} J 的功, 则 A、C 间的电势差为 _____ V, 电荷从 A 点移到 B 点再从 B 点移到 C 点的过程中, 电势能变化了 _____ J。

10、如图-15 所示, a、b 是等量异种点电荷连线的中垂线上的两点, 则某检验电荷在 a、b 处 ()

(A) 电场力大小相等方向相同 (B) 电场力大小不等方向相反

(C) 电势能相同

(D) 电势能不同

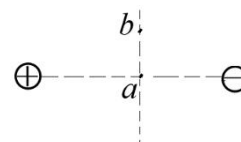


图-15

11、如图-16 所示, 绝缘细线 AB 和 BC 系一个质量为 m 的带电量为 $+q$ 的小球 a, AB 与竖直方向的夹角为 θ , x 轴为与 ABC 同一竖直面内的水平方向, 带电小球 b 从左侧无限远处沿 +x 方向移动到右侧无穷远处, 经过 a 球正下方 h 处时水平绝缘细线 BC 的拉力恰为零。若将带电小球视为点电荷, 静电力恒量为 k, 则 b 球带 _____ 电, 电荷量为 _____。b 小球在该移动过程中电势能的变化情况是 _____。

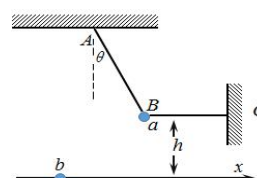


图-16

第六讲 静电的利用与防范

知识要点

一、静电的利用

在工业生产和日常生活中，静电对我们人类有可利用的一面，也有需要防范的一面。利用静电的方法有很多，可归纳为下列几种情况：第一种是利用电场对带电微粒的吸引作用，比如静电除尘、静电喷涂和静电复印等；有些内衣据称具有杀菌功能，主要也是利用人体与特殊布料摩擦时产生静电，形成不利于细菌生长的环境。第二种是利用静电产生的高压放电，比如警棍和电蚊拍等

二、静电的防范

静电产生的危害非常多，防范的主要途径是消除电荷的积累。比如保持空气的湿度，使产生的静电荷能被潮湿的空气“导”走；使用避雷针是减少累积在云层中的电荷，从而避免雷击的可能；在油罐车下拖一根接地的铁链是为了及时把摩擦中产生的静电导向大地。当然还有一些是通过使用特殊的防静电材料，从源头上防止静电的产生，甚至有些材料会利用放射性同位素的电离本领来消除静电。

三、静电应用和防范的辩证关系

从本单元的学习中我们发现静电的作用具有两面性：一方面，它的性质可以在科研或生产中被人们利用，比如静电复印、静电植绒等；另一方面，需要我们积极防范它有害的一面。只有在充分认识了静电的各种物理特性后，我们才可以使静电更好地为人们服务。实际上对人类来说，任何物理现象往往是有利有弊的，我们要创设条件，趋利避害。

例题精析

例 1、以煤作燃料的工厂、电站，每天排出的烟气带走大量的煤粉，不仅浪费燃料，而且严重地污染环境，图-17 是静电除尘器的原理示意图。除尘器由金属管 A 和悬在管中的金属丝 B 组成，A 接到高压电源的正极，B 接到高压电源的负极。请简要叙述静电除尘的原理。

【解答】由于金属管 A 接高压电源的正极，B 接高压电源的负极，在它们之间形成很强的电场。B 附近的空气分子被强电场电离，成为正离子和电子。正离子被吸到 B 上，获得电子后又成为分子；而电子在向正极 A 运动的过程中碰到烟气中的煤粉，使其带负电，并被吸附到正极 A 上，堆积到一定程度，受重力作用落在下面的漏斗中。

静电除尘用于粉尘较多的场所，可除去有害的微粒或回收物质，如面粉、水泥粉等。

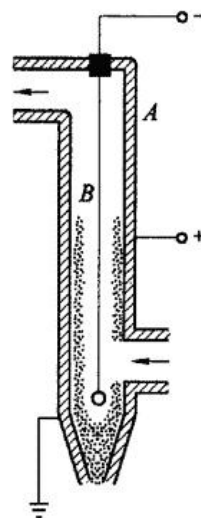


图-17

基础训练

2、下列用电器中，主要利用静电的吸附作用进行工作的是（ ）

- A. 复印机
- B. 电冰箱
- C. 电话机
- D. 电饭煲

3、下列措施中，不属于防止静电危害的是（ ）

- A. 在印刷厂中保持适当的湿度
- B. 油罐车的后部有一根拖在地上的“小辫子”
- C. 在地毯编织中夹杂导电纤维

D. 小汽车的顶部露出一根小金属杆

4、下列现象中，不属于静电利用的是（ ）

- A. 用静电处理种子
- B. 用导电橡胶制作飞机起落架上的轮胎
- C. 用长期带有静电的薄膜治疗软组织损伤
- D. 用压电陶瓷制作压电打火机

5、下列措施中，能将产生的静电尽快导走的是（ ）

- A. 静电复印图片
- B. 手术室里的医生穿着由导电材料制成的鞋子
- C. 电工钳柄上装有绝缘套
- D. 静电除尘

6、印染车间之所以需要保持一定的湿度，是因为在生产过程中，纤维上的_____会吸引空气中的尘埃，而如果空气具有一定的湿度，则可以让_____被潮湿的空气导走，从而保证产品质量。

7、生活中静电有时会给我们带来麻烦，为了防范静电对人类的危害，我们可以采取_____、_____、保持良好接地等措施。

8、静电的应用有多种，依据的物理原理几乎都是让带电的物质微粒在_____力的作用下，奔向并吸附在电极上。

拓展提高

9、300 多年以前，来华传教士安文思在《中国的十二大奇迹》一书中叙述到，中国建筑屋顶脊吻龙上的金属条一端插入地里，这样，当闪电落在屋上或皇宫时，闪电就被龙舌引向金属条通路，并且直奔地下消散，如图-18，因而不致伤害任何人，这里的金属条就相当于现代建筑物中的_____。

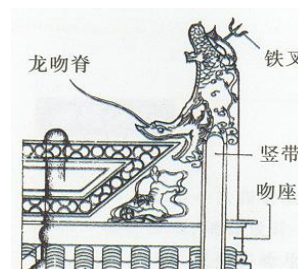


图-18

10、如图-19 所示为静电除尘器除尘机理的示意图。尘埃在电场中通过某种机制带电，在电场力作用下向集尘极迁移并沉积，以达到除尘目的。下列表述正确的是（ ）

- A. 到达集尘极的尘埃带正电荷
- B. 电场方向由放电极指向集尘板
- C. 带电尘埃所受电场力的方向与电场方向相同
- D. 同一位置带电荷量越多的尘埃所受电场力越大

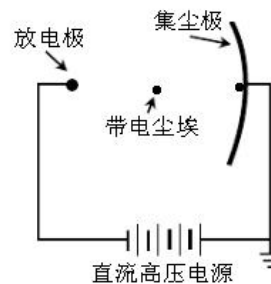


图-19

第七讲 简单串并联组合电路

知识要点

一、电流的形成

1. 自由电荷在外加电场作用下定向移动，就形成电流。

2. 产生电流的两个条件:

- (1) 导体内存在可以自由移动的电荷;
- (2) 导体两端有电势差。

3. 电流的大小: $I = Q/t$ ($1A = 1C/s$)

4. 电流的方向: 正电荷移动的方向。 (但电流是标量)

二、欧姆定律

1. 定义: 流过电路中电阻的电流, 与加在电阻两端的电压成正比, 与电阻的阻值成反比。

$$I = U/R$$

三、串、并联电路规律

1. 串联电路: 电流强度 $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$,
 电压 $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$, $U \propto R$,
 电阻 $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$,

2. 并联电路: 电流强度 $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$, $I \propto \frac{1}{R}$,
 电压 $U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$,
 电阻 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ 。

例题精析

例 1、如图-20 所示, 在 1 价离子的电解质溶液内插有两根碳棒 A 和 B, 作为电极将它们接在直流电源上, 于是溶液内就有电流通过, 若在 t 秒内, 通过溶液内截面 S 的正离子数为 n_1 , 通过的负离子数为 n_2 , 设基元电荷为 e, 则以下正确的说法是()

- A. 正离子定向移动形成的电流方向从 A→B, 负离子定向移动形成的电流方向从 B→A
- B. 溶液内由于正、负离子向相反方向移动, 溶液中的电流抵消, 电流强度等于零
- C. 溶液内的电流方向从 A→B, 电流强度 $I = \frac{n_1 e}{t}$
- D. 溶液内的电流方向从 A→B, 电流强度 $I = \frac{(n_1 + n_2) e}{t}$

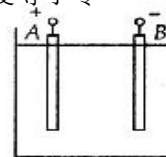


图-20

例 2、三个电阻并联后接入电路中, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 5\Omega$, 通过它们的电流强度分别为 I_1 、 I_2 、 I_3 , 则电流最大的是_____, 最小的是_____, 电流强度之比 $I_1:I_2:I_3 =$ _____。

例 3、图-21 为电阻①和电阻②的 I-U 图像, 两电阻的阻值分别为 R_1 和 R_2 。把两电阻串联后接入电路, 通过它们的电流大小分别为 I_1 和 I_2 , 则 ()

- A. $R_1 > R_2$, $I_1 = I_2$
- B. $R_1 < R_2$, $I_1 = I_2$
- C. $R_1 > R_2$, $I_1 < I_2$
- D. $R_1 < R_2$, $I_1 > I_2$

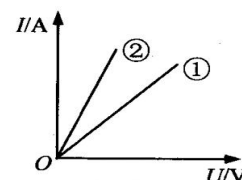


图-21

例 4、如图-22 所示中，电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 的阻值相等，电池的电压恒定。开关 S 闭合后流过 R_2 的电流是 S 闭合前的（ ）

- A. $1/2$ B. $2/3$ C. $1/3$ D. $1/4$

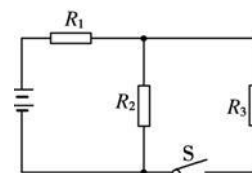


图-22

基础训练

5、下列说法中正确的是（ ）

- A. 电流的方向就是电荷移动的方向
B. 在一直流电源的外电路上，电流的方向是从电源正极流向负极
C. 电流都是由电子的移动形成的
D. 电流是有方向的量，所以是矢量

6、通过一个电阻的电流是 5A，经过 4min，通过该电阻的一个截面的电量是（ ）。

- A. 20C B. 50C C. 1200C D. 2000C

7、把一条电阻为 64Ω 的均匀电阻丝截成等长的 n 段后，再并联起来，电阻变为 1Ω ，则 n 等于（ ）

- A. 2 B. 24 C. 12 D. 8

8、绕线电阻分别标有“100 欧、10 伏”和“20 欧、40 伏”字样。将这两个电阻串联时，允许通过的最大电流是_____A。

9、 R_1 和 R_2 组成并联电路，若 $R_1:R_2=1:2$ ，则两个电阻两端电压之比 $U_1:U_2=_____$ ；通过两个电阻的电流强度之比 $I_1:I_2=_____$ 。

10、如图-23 所示，当 ab 端接入 100V 电压时，cd 两端为 20V；当 cd 两端接入 100V 时，ab 两端电压为 50V，则 $R_1:R_2:R_3$ 之比是（ ）

- A. $4:1:2$ B. $2:1:1$ C. $3:2:1$ D. 以上都不对

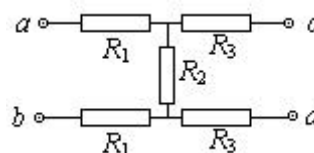


图-23

11、如图-24 为一分压器，滑动头 P 置于 A、B 正中间，输入电压为 4V。当输出端接有负载电阻 R 时，在下列情况中，可使 R 上获得最接近 2V 的电压的是，（ ）

- A. $R_{AB} = 100\Omega$ ， $R = 50\Omega$
B. $R_{AB} = 2 \times 10^4\Omega$ ， $R = 10^4\Omega$
C. $R_{AB} = 100\Omega$ ， $R = 4 \times 10^5\Omega$
D. $R_{AB} = 4 \times 10^5\Omega$ ， $R = 100\Omega$

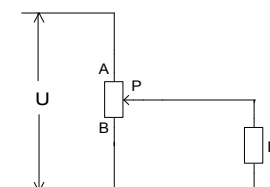


图 24

12、如图-25 所示电路中， $U_{ab}=12V$ ，定值电阻 $R_1=60\Omega$ ， $R_2=20\Omega$ 。滑动变阻器的总电阻 $R=80\Omega$ ，则该电路中电流的最大值为 A，最小值为_____ A。

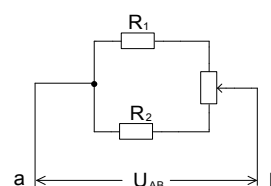


图-25

拓展提高

13、如图-26 所示，要使 AB 间的总电阻恰等于 R_0 ，则 $R_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ (设 R_0 已知).

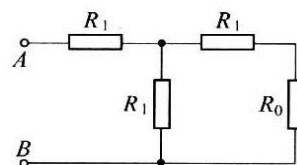


图-26

14、一个标有"220V、60W"的白炽灯泡，加上的电压 U 由零逐渐增大到 220V.在此过程中，电压(U)和电流(I)的关系可用图线表示，图-27 中给出的四个图线中，肯定不符合实际的是：

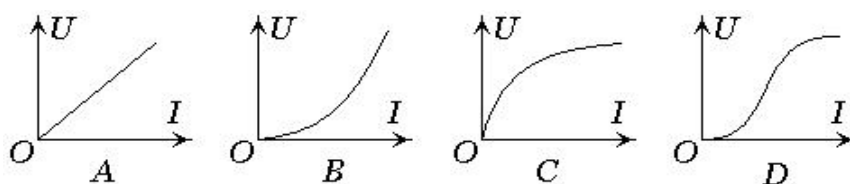


图-27

15、如图-28 所示，一长电阻网络，长度未知，图中最右端的电阻阻值为 1Ω ，余电阻中竖直方向放置的阻值均为 2Ω ，水平放置的阻值均为 0.5Ω ，求图中 ab 两点间的电阻。

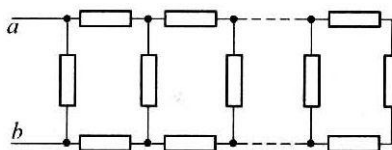


图-28

16 如图-29 所示电路中，如果在 a、b 两点间接一只内阻很大的电压表时，它的示数是 $\underline{\hspace{2cm}}$ V；如果在 a、b 两点间接一只内阻不计的电流表时，它的示数是 $\underline{\hspace{2cm}}$ A。

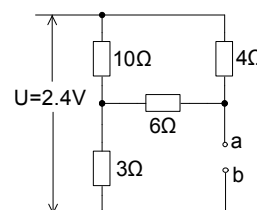


图-29

14、如图-30 所示，分压器电源电压 $U=3V$ ，且不变， $R_1=5\Omega$ ， $R_2=10\Omega$ ，ab 两端接负载 R_f 时的输出电压不得低于空载时电压的 90%， R_f 的允许范围应为()

- A. $R_f > 10\Omega$ B. $0 < R_f \leq 30\Omega$
C. $R_f \geq 30\Omega$ D. $R_f < 10\Omega$

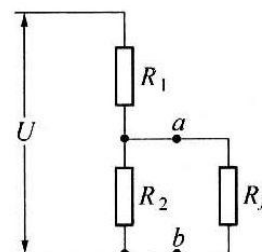


图-30

第八讲 电功 电功率

知识要点

一、焦耳定律

1. 电流通过导体产生的热量，跟电流强度的平方、导体电阻和通电时间成正比。

2. 电热: $Q=I^2Rt$
 3. 电热功率: 单位时间内的发热量 $P_{\text{热}}=I^2R$

二、电功率和电功

1. 电功: $W=IUt$; 电热: $Q=I^2Rt$ 。
 2. 电功和电热的关系:
 (1) 纯电阻电路, 电功等于电热; $W=Q=IUt=U^2t/R=I^2Rt$;
 (2) 非纯电阻电路(如电动机和电解槽), 由于电能除了转化为电热以外还同时转化为机械能或化学能等其它形式的能, 所以电功必然大于电热。
 3. 电功率: $P=W/t=IU$, 如果是纯电阻电路还可以写成 $P=I^2R=U^2/R$ 。
 还要注意区分是额定功率还是实际功率。

例题精析

例 1、图-31 所列的 4 个图像中, 最能正确地表示家庭常用的白炽电灯在不同电压下消耗的电功率 P 与电压平方 U^2 之间的函数关系的是以下哪个图像 ()

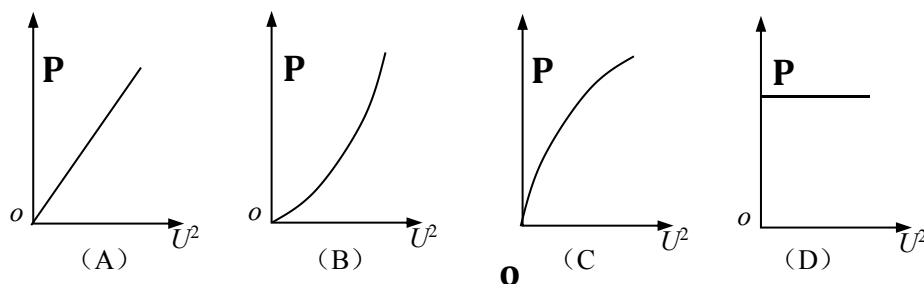


图-31

例 2、如图-32 所示, 两只灯泡 L_1 、 L_2 分别标有“110V, 60W”和“110V, 100W”, 另外有一只滑动变阻器 R , 将它们连接后接入 220V 的电路中, 要求两灯泡都正常发光, 并使整个电路消耗的总功率最小, 应使用下面哪个电路?

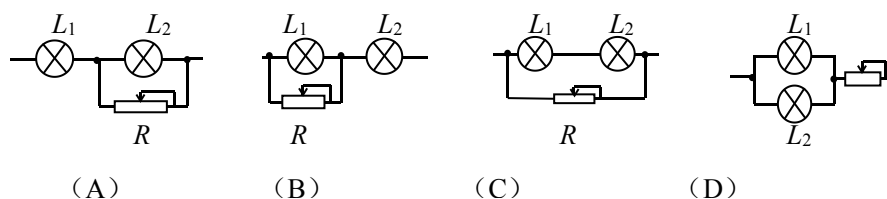


图-32

例 3、某一电动机, 当电压 $U_1=10V$ 时带不动负载, 因此不转动, 这时电流为 $I_1=2A$ 。当电压为 $U_2=36V$ 时能带动负载正常运转, 这时电流为 $I_2=1A$ 。求这时电动机的机械功率是多大?

基础练习

- 4、电流做功的过程中, 能转化为能, 我们把电流所做的功叫做, 用符号 W 表示, 公式是
 5、利用直流电源给蓄电池充电, 蓄电池两端电压为 36 伏, 充电电流为 3A, 充电时间为 10min, 则整个充电过程中电流所做功为 _____ J, 电源的电能为蓄电池的 _____ 能。

6、某用户的家用电器中有 300W 的电熨斗一个，70W 的电视机一台，60W 的电灯一盏和 40W 的日光灯两盏。如果它们正常工作 1 小时，则消耗的电能为_____度。

7、一个用电器上标有“ $2\text{k}\Omega$ ，1W”，允许加在这个用电器两端的最大电压为_____V，这个用电器允许通过的最大电流为_____A。当这个用电器两端加上 20V 电压时，它实际消耗电功率为_____W。

8、三个标有“ 100Ω ，4W”、“ 12.5Ω ，8W”、“ 90Ω ，10W”字样的电阻，当它们串联时允许加的最大总电压是_____V，并联时允许通过的最大总电流是_____A。

9、某品牌电动自行车的铭牌如下：

车型:20寸(车轮直径:508mm)	电池规格:36V, 12Ah(蓄电池)
整车质量:40kg	额定转速:210r / min
外形尺寸:L1800mm×W650mm×H1100mm	充电时间:2~8h
电机:后轮驱动、直流永磁式电机	额定工作电压 / 电流:36V / 5A

根据此铭牌中的有关数据，可知该车电机的额定功率为()

- A. 150w B. 180w C. 432w D. 250w

10、由于电网供电电压的降低，使用电器的电功率降低了 19%，则这时电网供电电压比原来的电压降低了 ()

- A. 81% B. $\sqrt{19}\%$
C. 10% D. 19%

11、如图 9-27 所示，当 AB 间加上电压时， R_1 、 R_2 、 R_3 三个电阻上消耗的功率相等，则三电阻的阻值之比 $R_1:R_2:R_3$ 为 ()

- A. 1:2:4 B. 1:1:1
C. 1:1:4 D. 2:2:1

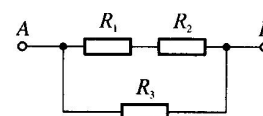


图 9-27

12、一根电阻丝，在通过 2C 的电量时，电功是 8J，若在相同时间内通过 4C 的电量时，求电阻丝上的电流做的功和所加的电压分别是多少？

拓展提高

13、把 $R_1=8\Omega$ 、 $R_2=2\Omega$ 两个电阻串联到电路中，要使两个电阻消耗的电功率相同，下列方法中可行的是()

- A. 给 R_1 并联一个阻值为 $8/3\Omega$ 的电阻
B. 给 R_1 并联一个阻值为 8Ω 的电阻

- C. 给 R_2 串联一个 6Ω 的电阻
D. 给 R_2 并联一个 6Ω 的电阻

14、两个电阻， $R_1=8\Omega$ 、 $R_2=2\Omega$ ，并联在电路中，欲使这两个电阻消耗的功率相等，可行的方法是（ ）

- A. 用一个阻值为 2Ω 的电阻与 R_2 串联 B. 用一个阻值为 6Ω 的电阻与 R_2 串联
C. 用一个阻值为 6Ω 的电阻与 R_1 串联 D. 用一个阻值为 2Ω 的电阻与 R_1 串联

15、如图-32 所示电路中，各灯额定电压和额定功率分别是：A 灯“10V，10W”，B 灯“60V，60W”，C 灯“40V，40W”，D 灯“30V，30W”。在（A）b 两端加上电压后，四个灯都能发光。比较各灯消耗功率的大小，正确的是（ ）

- A. $P_B > P_D > P_A > P_C$ B. $P_B > P_A > P_D > P_C$
C. $P_B > P_D > P_C > P_A$ D. $P_A > P_C > P_D > P_B$

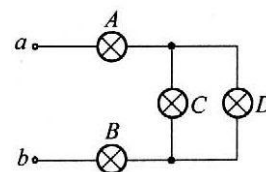


图-32

16、四个灯如图 9-30 所示连接，电源内阻不计，当将开关 S_2 断开， S_1 接通“1”时， L_1 最亮， L_2 与 L_4 最暗且亮度相同；当将 S_1 接通“2”，并把 S_2 闭合时，则_____最亮，_____最暗。

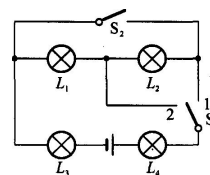


图 9-30

17、如图-33 所示，ab 两端接到电压恒定的电源上，如果 cd 两端接一电压表，示数为 60V；如接一电流表，示数为 3A；如果在 cd 间接一电阻 R_3 ，则三个电阻消耗的功率相等。求 R_1 、 R_2 、 R_3 的阻值及 a、b 间的电压(电表为理想表)

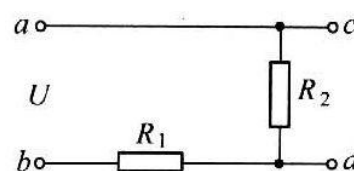


图-33

第九讲 电动势 闭合电路欧姆定律

知识要点

一、电动势 ε

1. 物理意义：反映电源把其他形式的能转化为电能本领的大小。

- 特点：由电源本身的性质决定，与是否联入电路以及电路的工作状态无关。
- 电源电动势的大小等于电源没有接入电路时的正负两极间的电压。
- 单位：伏特(V)

二、外电路和内电路

- 闭合电路（全电路）：包括电源、用电器和导线等的完整回路。
- 外电路：电源外部的电路。
- 内电路：电源内部的电路。
- 外电阻（ R ）：外电路对电流的阻碍作用。
- 内电阻（ r ）：内电路对电流的阻碍作用。
- 外电压（路端电压）：电源两极板之间的电压。
- 内电压：内电路两端的电压（即电源内部靠近极板两点间的电压）。

注：内、外电路是串联关系。

三、闭合电路欧姆定律

- 闭合电路欧姆定律：闭合电路的电流强度跟电源电动势成正比，跟内外电阻之和成反比。



$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

- 端电压与外电阻的关系： $\varepsilon = U_{\text{外}} + U_{\text{内}} = U_{\text{外}} + Ir$ $U_{\text{外}} = \varepsilon - Ir$

例题精析

例 1、电源电动势为 E ，内阻为 r ，向可变电阻 R 供电。关于路端电压，下列说法中正确的是（ ）。

- 因为电源电动势不变，所以路端电压也不变
- 因为 $U=IR$ ，所以当 R 增大时，路端电压也增大
- 因为 $U=IR$ ，所以当 I 增大时，路端电压也增大
- 因为 $U=E-Ir$ ，所以当 I 增大时，路端电压下降

例 2、如图-34 所示的电路中，当电键 S 断开时，电压表的示数为 1.5V；当电键 S 闭合时，电压表的示数为 1.2V，电流表的示数为 1.5A。求电池的内阻 r 和外电阻 R 。

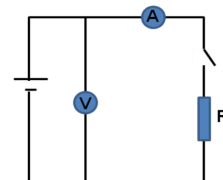


图-34

例 3、如图-35 所示，直线 A 为电源的 $U-I$ 图线，直线 B 为电阻 R 的 $U-I$ 图线，用该电源和电阻组成闭合电路时，电源的输出功率和电路的总功率分别是（ ）

- 16W、32 W
- 8 W、16 W
- 16 W、24 W
- 8 W、12W

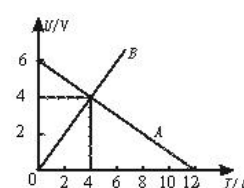


图-35

基础训练

- 电源电动势的数值是由_____的性质决定的，一节干电池的电动势为_____V，一只铅蓄电池的电动势为_____V。

5、如图 11-1 所示的实验装置中，电压表 V 的示数是_____电压，电压表 V' 的示数是_____电压，图中 A 作为电源的正极，B 作为电源的负极，则 V 表的正接线柱应在_____边，V' 表的正接线柱应在_____边，当_____时端电压达到最大值，此时内电压为_____V。

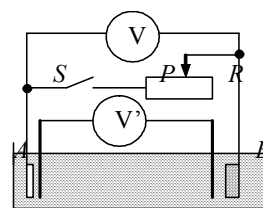


图 11-1

6、一个内阻可以忽略的发电机用 0.5 A 的电流向外输电，在 1 min 内将 180 J 的机械能转化为电能，这个发电机的电动势为（ ）

- A. 6 V B. 48 V C. 24 V D. 12 V

7、如图-36 所示，当开关闭合后，电路中的能量转化情况是：在干电池内部，非静电力移动电荷做功，_____能转化为_____能。正电荷由电源的正极经外电路、内电路再回到电源的正极绕行一圈，电场力做功，_____能转化为_____能。

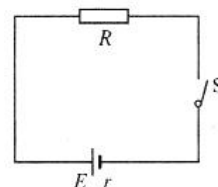


图-36

8、关于电源的电动势，下面叙述正确的是（ ）

- A. 电源的电动势就是接在电源两极间的电压表测得的电压
B. 同一电源接入不同的电路，电动势就会发生变化
C. 电源的电动势是表示电源把其他形式的能转化为电能本领大小的物理量
D. 在闭合电路中，当外电阻变大时，路端电压增大，电源的电动势也增大

9、某计算器电池，电动势为 1.2V，若在电路中将 1.2s 时间移送 2C 的电荷量。求：

(1) 电源把多少焦耳的其他形式的能转化为电能？

(2) 非静电力做功的功率多大？

10、由六节干电池串联组成的电池组，对一电阻供电，电路中的电流为 2A，在 10s 内电源做功为 180J，则电源的电动势为多少？

11、有一电源，电动势为 225V，内阻为 2.5Ω，外电路由数盏“220V，40W”的电灯组成。如果要使电灯正常发光，则最多同时使用盏电灯。

12、关于闭合电路的性质，下列说法中正确的是（ ）

- A. 电源正负极被短路时，电流无穷大 B. 电源正负极被短路时，端电压最大
C. 外电路短路时，端电压为零 D. 外电路电阻增大时，端电压也增大

13、电源的电动势为 4.5V，内电阻为 0.5Ω，外电路接一个 4Ω 的电阻，这时电源两端的电压为（ ）。

- A. 5.0V B. 4.5V C. 4.0V D. 3.5V

拓展提高

14、如图-37 所示，直线 A 为某电源的 U-I 图线，曲线 B 为某小灯泡的 U-I 图线，用该电源和小灯泡组成闭合电路时，电源的输出功率和电源的总功率分别是（ ）

- A. 6W，8W B. 2W，4W
C. 2W，3W D. 4W，6W

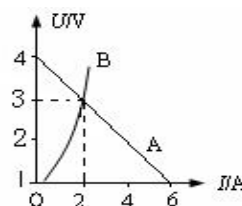


图-37

15、某一电源的路端电压与电流的关系和电阻 R_1 、 R_2 的电压与电流的关系如图-38 所示。用此电源和电阻 R_1 、 R_2 组成电路。 R_1 、 R_2 可以同时接入电路，也可以单独接入电路。为使电源输出功率最大，可采用的接法是（ ）

- A. 将 R_1 单独接到电源两端
B. 将 R_2 单独接到电源两端
C. 将 R_1 、 R_2 串联后接到电源两端
D. 将 R_1 、 R_2 并联后接到电源两端

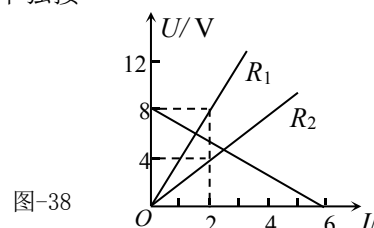


图-38

第十讲 电源电动势和内电阻的测量

知识要点

伏安法测电源电动势和内电阻

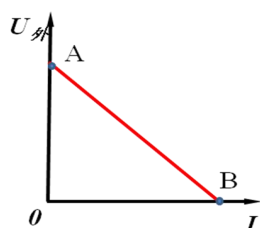
根据: $U=E-Ir$

$$\begin{cases} U_1=E-I_1r \\ U_2=E-I_2r \end{cases}$$

1、计算法

2、图像法

U-I 图线:



A 点(对应的 $I=0$)——断路情况

在 $U_{\text{外}}$ 轴上的截距: 被测电源电动势 E

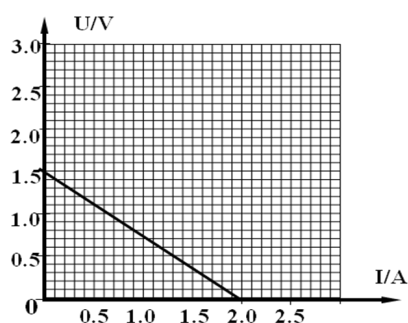
B 点(对应的 $U_{\text{外}}=0$)——短路情况

在 I 轴上的截距: $I=E/r \rightarrow r=E/I$

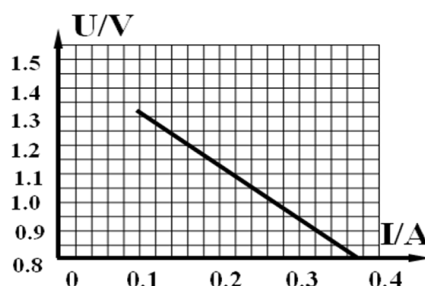
斜率的绝对值: 被测电源的内阻

例题精析

例 1: 以下是伏安法测干电池电动势和内电阻实验中得到的两条 U-I 图线:



实验所测干电池的
电动势为_____V,
内电阻为_____Ω



实验所测干电池的
电动势为_____V,
内电阻为_____Ω。

例 2、如图 12-3 所示电路中, $R_1=R_2=R_3=1\Omega$, 当 S_1 、 S_2 都闭合时, 电压表示数为 1 V, 当 S_1 闭合、 S_2 断开时, 电压表示数为 0.8 V, 则电源电动势为 $\varepsilon=$ _____V, 内电阻为 $r=$ _____Ω。

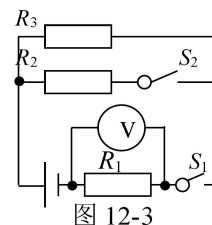


图 12-3

基础训练

3、如图 12-1 所示电路中, $R_1=2.5\Omega$, $R_2=5.5\Omega$, 当 S 接到 a 时, 电流表示数为 1 A, 当 S 接到 b 时, 电流表示数为 0.5 A, 则电源电动势 $\varepsilon=$ _____V, 内电阻 $r=$ _____Ω。

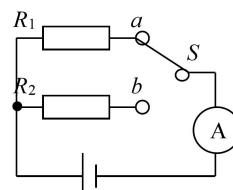


图 12-1

- 4、某同学根据实验测得的数据画出如图 12—5 甲所示图像，则可知电源的电动势为 _____V，内阻为 _____ Ω ，若画出如图 12-5 乙所示图像，则可知电源的电动势为 _____V，内阻为 _____ Ω 。

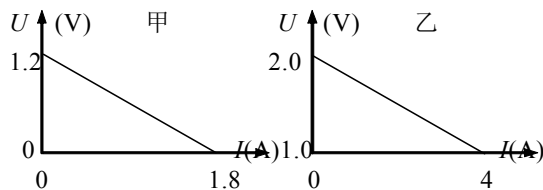


图 12-5

- 5、在伏安法测电源电动势和内阻时，当变阻器的滑片在某一位置时，电压表和电流表的读数分别为 0.2A 和 1.98V；当变阻器的滑片在另一位置时，电压表和电流表的读数分别为 0.4A 和 1.96V，据此结果计算得出的电动势和内阻各是多少？

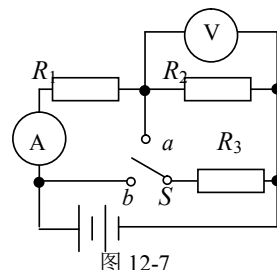


图 12-7

- 6、如图 12-7 所示电路中，电阻 $R_1=9\ \Omega$ ， $R_2=3\ \Omega$ ， $R_3=6\ \Omega$ ， S 打向 a 时，电压表示数为 2 V， S 打向 b 时，电流表示数为 0.8 A，求电源电动势和内电阻。

拓展提高

- 7、在用伏安法测电池电动势和内阻的实验中，测得最大路端电压为 $U_a=1.2\text{V}$ ，最大电流为 $I_b=0.5\text{A}$ ，实验共记录五组数据，作图-39 得到伏-安图线，如图所示。则 a 、 b 两状态时电池消耗的总功率之差为 _____W；测量范围内电池最大输出功率为 _____W。

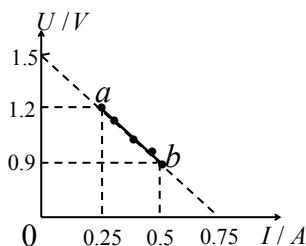


图-39

- 8、在《测量电源的电动势和内电阻》的实验中。

(1) 甲同学利用 DIS 实验系统进行测量，连接成如图 40 (甲) 所示的电路。图中方框 A 是 _____ 传感器，方框 B 是 _____ 传感器。闭合电键前，滑动变阻器的滑动头 P 应位于 _____ 端 (选填“ a ”或“ b ”)。

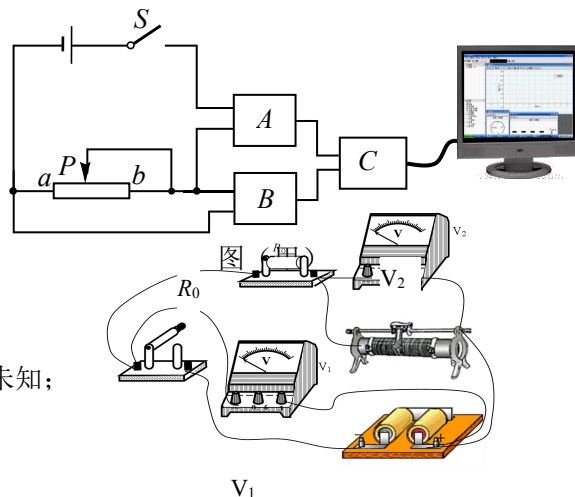


图 (乙) 图-40

(2) 乙同学不想使用 DIS 系统测量，由于实验室找不到合适的电流表，他试图采用如图 40 (乙) 所示的电路实物连接图进行测量。图 (乙) 中的器材为：

- (A) 干电池两节，每节电池的电动势约为 1.5V，内阻未知；
- (B) 直流电压表 V_1 、 V_2 ，内阻很大；
- (C) 定值电阻 R_0 ，但阻值未知；
- (D) 滑动变阻器；
- (E) 导线和电键。

该同学合上电键，调节滑动变阻器，分别记下滑动变阻器在不同位置时两个电压表的示数。若以表 V_1 的示数 U_1 为纵坐标，表 V_2 的示数 U_2 为横坐标作图像，得到一条不过原点的直线，已知直线的斜率为 k ，截距为 b ，则两节干电池总的电动势大小为 _____，两节干电池的总内阻 _____ (选填“能”或“不能”) 求出；如果该同学以 U_1 为纵坐标，希望通过图像的截距直接读得到两节干电池的电动势，则应选用 _____ 作为横坐标作图。

第十一讲 闭合电路动态分析

例题精析

例 1、在右图-41 的闭合电路中，当滑片 P 向左移动时，两电表读数的变化是（ ）

- A. V_1 变大, V_2 变大 B. V_1 变小, V_2 变大
C. V_1 变大, V_2 变小 D. V_1 变小, V_2 变小

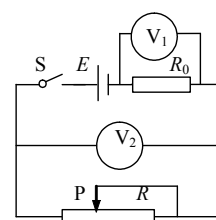


图-41

例 2、如图-42 所示电路中，电源的电动势 $\varepsilon = 16V$ ，电阻 $R_1 = R_2 = R_3 = 10\Omega$ ，电源内阻 $r = 1\Omega$ 。求下述各种情况中电压表的示数（电压表的内阻非常大，流过电压表的电流可忽略不计）。

- (1) 电键 S 接在 a 点。
(2) 电键 S 断开。
(3) 电键 S 接在 b 点。

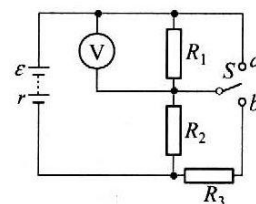


图-42

基础训练

3、如图-43 所示电路中，电池内阻符号为 r ，电键 S 原来是闭合的。当 S 断开时，电流表（ ）

- A. $r=0$ 时示数变大, $r \neq 0$ 时示数变小
B. $r=0$ 时示数变小, $r \neq 0$ 时示数变大
C. $r=0$ 或 $r \neq 0$ 时，示数都变大
D. $r=0$ 时示数不变, $r \neq 0$ 时示数变大

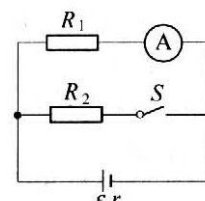


图-43

4、甲、乙、丙三个灯泡，按图-44 方式连接到电池组上，如果丙灯泡处发生短路，某同学对电路各部分发生的变化作了如下推测(设各灯灯丝不被烧毁):①丙灯两端电压为零，②电池组的路端电压为零，③甲灯变得更亮，④乙灯变得更亮，其中（ ）

- A. 只有①、③正确 B. 只有②、③止确
C. 只有③、④正确 D. 只有①、②正确

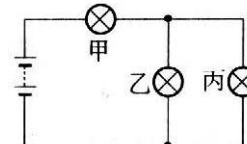


图-44

5、如图-45 所示电路中，电源电压恒定不变，若将滑动变阻器的滑片 P 向右移动的过程中，电路中的（ ）

- A. 电压表示数减小, 灯 L 变暗
B. 电压表示数减小, 灯 L 变亮
C. 电压表示数增大, 灯 L 变暗
D. 电压表示数增大, 灯 L 变亮

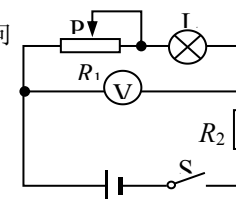


图-45

6、如图-46 电路，a、b、c 分别表示电流表或电压表，电表都是理想的，则下列各组电表示数中可能的是（ ）

- A. $a=1A$, $b=2V$, $c=0.5A$
B. $a=2V$, $b=0.5A$, $c=1A$
C. $a=0.5A$, $b=1A$, $c=2V$
D. $a=2V$, $b=1A$, $c=0.5A$

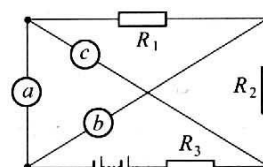
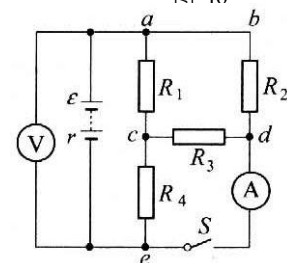


图-46

7、如图-47 所示的电路中，电阻 $R_1 = 12\Omega$ ， $R_2 = R_3 = R_4 = 6.0\Omega$ 。当电键



S 断开时, 电压表的示数为 12V, 全电路消耗的电功率为 13W。问电键 S 闭合后, 电压表及电流表的示数各是多大(电流表的内阻忽略不计, 电压表的内阻非常大)?

图-47

拓展提高

8、如图 12-8 所示电路中, 电阻 $R_1=6\ \Omega$, $R_2=18\ \Omega$, $R_3=3\ \Omega$, $R_4=9\ \Omega$, 当电键 S_1 断开、 S_2 闭合时, 电流表示数为 0.6 A, 当电键 S_1 闭合、 S_2 断开时, 电流表示数为 $\frac{2}{15}$ A, 求 S_1 、 S_2 都闭合时电流表的示数。

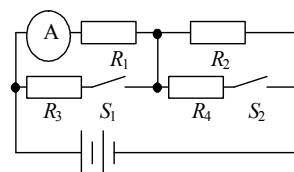


图 12-8

9、如图-48 所示, 抛物线 C_1 、 C_2 分别是纯电阻直流电路中, 内、外电路消耗的电功率随电流变化的图线. 由该图可知下列说法中错误的是()

- A. 电源的电动势为 4V
- B. 电源的内电阻为 1 Ω
- C. 电源输出功率最大值为 8W
- D. 电源被短路时, 电源消耗的最大功率可达 16W

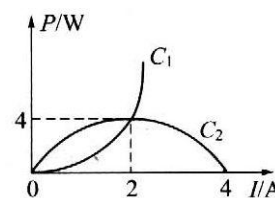


图-48

10、如图-49 所示电路中, 电源的总功率是 40W, $R_1=4\Omega$, $R_2=6\Omega$, a、b 两点间的电压是 4.8V, 电源的输出功率是 37.6W。求电源的内电阻和电动势。

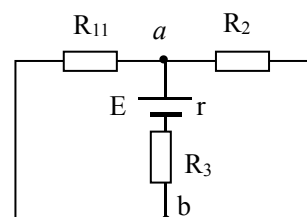


图-49

11、如图-50 所示, 电源电动势为 E , 内阻为 r , R_1 、 R_2 为定值电阻, $R_2 > R_1 > r$, 且 R_1 大于滑动变阻器 R_0 的最大阻值。闭合电键 S, 将滑动变阻器的滑动片 P 由最上端滑到最下端, 若电压表 V_1 、 V_2 、电流表 A 的读数改变量的大小分别用 ΔU_1 、 ΔU_2 、 ΔI 表示, 则下列说法中正确的是 ()

- A. $\frac{\Delta U_2}{\Delta I} = R_2$
- B. $\frac{\Delta U_1}{\Delta I} < r$
- C. 电源的发热功率先减小, 再增大
- D. 电源的输出功率先增大, 再减小

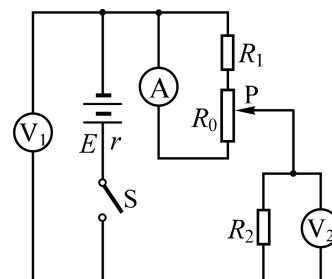


图-50

第十二讲 磁场的描述——磁感强度 磁感线

知识要点

一、磁场

1. 磁场是一种特殊的物质

- ① 磁极周围有磁场。
- ② 电流周围有磁场（奥斯特）。
- ③ 变化的电场也能产生磁场（麦克斯韦）

2. 磁场的基本性质：

对放入其中的磁极和电流有磁场力的作用（对磁极**一定**有力的作用；对电流可能有力的作用）。

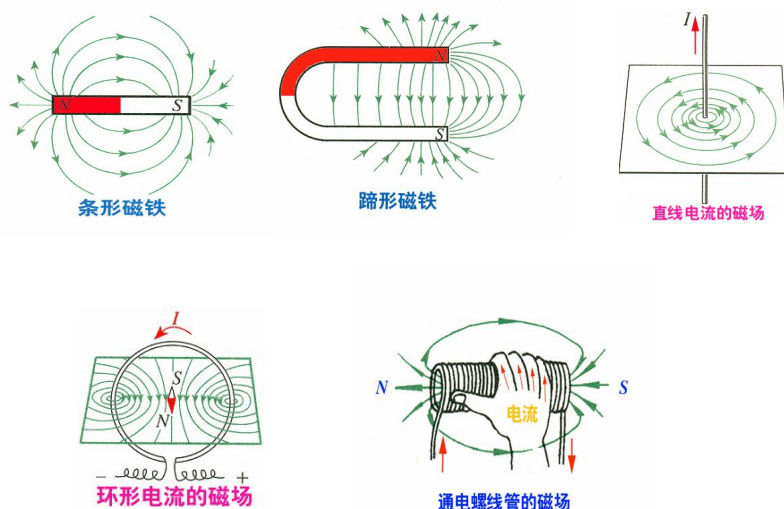
磁极和电流之间的相互作用力（包括磁极与磁极、电流与电流、磁极与电流）都是运动电荷通过磁场发生的。

二、磁场的描述

1. 磁感线：用来形象地描述磁场中各点的磁场方向和强弱的曲线。磁感线上每一点的切线方向就是该点的磁场方向，也就是在该点小磁针静止时 N 极的指向。磁感线的疏密表示磁场的强弱。

注：（1）磁感线是封闭曲线（和静电场的电场线不同）。

（2）熟记常用的几种磁场的磁感线：



2. 安培定则：对直导线四指指磁感线方向；对环行电流大拇指指中心轴线上的磁感线方向；对长直螺线管大拇指指螺线管内部的磁感线方向。

3. 磁感应强度： $B = \frac{F}{IL}$ （条件是匀强磁场，或 ΔL 很小，并且 $L \perp B$ ）。

（1）磁感应强度是矢量。

（2）单位是特斯拉，符号为 T， $1T=1N/Am=1kg/As^2$

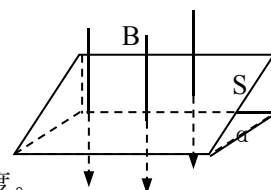
4. 磁通量：穿过某个面的磁感线条数叫磁通量。用 Φ 表示。

（1）磁通量是标量。

（2）单位为韦伯，符号为 W_b 。 $1W_b=1Tm^2=1kgm^2/As^2$ 。

5. 磁通密度：

匀强磁场中，有 $\Phi=BS\cos\alpha$ ， $B=\Phi/S$ ，所以磁感应强度又叫磁通密度。



基础训练

1、关于磁感线，下列说法中正确的是（ ）

- A. 磁感线是磁场中客观存在的曲线
 B. 在磁场中由小铁屑排列成的曲线就是磁感线
 C. 磁感线上每一点的切线方向就是该处的磁场方向
 D. 磁感线总是从磁体的 N 极出发到 S 极终止

2、下列关于磁感线的说法中正确的是 ()

- A. 磁感线都不是封闭曲线
 B. 磁感线都是封闭曲线
 C. 电流磁场的磁感线是封闭曲线，磁体的磁感线不是封闭曲线
 D. 电流磁场的磁感线不是封闭曲线，磁体的磁感线是封闭曲线

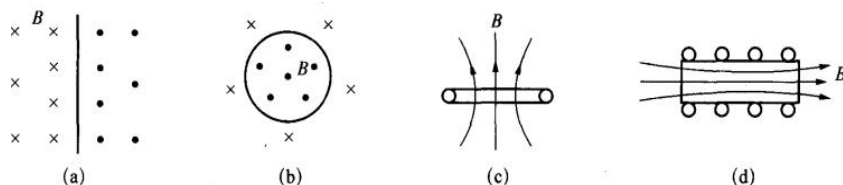
3、关于磁感线的概念，下列说法中正确的是 ()

- A. 磁感线是磁场中客观存在、肉眼看不见的曲线
 B. 磁感线总是从磁体的 N 极指向磁体的 S 极
 C. 磁感线上各点的切线方向与该点的磁场方向一致
 D. 两个磁场叠加的区域，磁感线就有可能相交

4、(多选题)下列情况中比较正确地反映了奥斯特实验的是 ()

- A. 电流由南向北时，其下方的小磁针 N 极偏向东边
 B. 电流由南向北时，其下方的小磁针 N 极偏向西边
 C. 电流由东向西时，其下方的小磁针 N 极偏向南边
 D. 电流由东向西时，其下方的小磁针 N 极偏向北边

5、由电流产生的磁场方向如图 10-1 所示，试确定导线或线圈中的电流方向。



6. 指出下图 10-2 中小磁针的偏转情况。

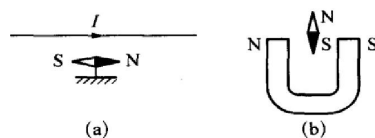


图 10-2

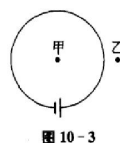


图 10-3

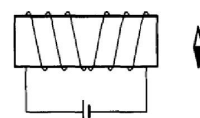


图 10-4

拓展提高

【专题 1】电流周围的磁感线

7、如图 10-3 所示，在环形导线的磁场中甲、乙两处各放一枚小磁针，静止时它们的 N 极指向是 ()

- A. 甲处向外、乙处向里 B. 甲处向里、乙处向外 C. 都向外 D. 都向里

8、一个均匀带负电的硬橡胶环，环面在纸平面内，当环绕环心顺时针匀速转动，在环心处

放一枚小磁针，静止时其 N 极 ()

- A. 指向纸外 B. 指向纸里 C. 指向右侧 D. 指向左侧

9、如图 10-4 所示，在软铁芯上绕有图示绕法的线圈，在其右端放一枚小磁针，小磁针的 N 极 ()

- A. 受到向右的磁场力 B. 受到向左的磁场力
C. 受到向里的磁场力 D. 不受磁场力作用

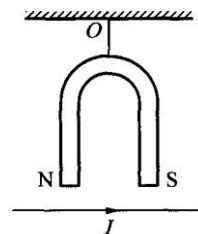


图 10-5

10、如图 10-5 所示，蹄形磁铁用悬线悬于。点，在磁铁正下方，固定一水平放置的长直导线，当导线中通以自左向右的电流时，蹄形磁铁发生的运动将是 ()

- A. N、S 极同时向外偏转 B. N、S 极同时向里偏转
C. N 极向外偏转，S 极向里偏转 D. N 极向里偏转，S 极向外偏转

11、世纪 20 年代，以塞贝克为代表的科学家已认识到：温度差会引起电流。安培考虑到地球自转造成了太阳照射后正面与背面的温度差，从而提出如下假设：地球磁场是由绕地球的环行电流引起的。该假设中电流的方向是 ()

- A. 由西向东垂直磁子午线 B. 由东向西垂直磁子午线
C. 由南向北沿磁子午线方向 D. 由赤道向两极沿磁子午线方向

【专题 2】磁感应强度的矢量叠加

12、如图 10-6 所示，两个线圈的圆心位于一个共同点 O 上，互相垂直的放置，当通以相同大小的电流时，O 点处的磁感应强度与一个线圈单独产生的磁感应强度大小之比为_____。

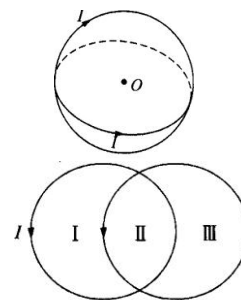


图 10-7

13、如图 10-7 所示，两个大小相同的圆导线环同平面交叉放置，所围部分分成三个区域，导线环中通以图示方向的电流，则磁场方向一定指向纸外的区域是_____，磁场为零的点有可能出现的区域是_____。

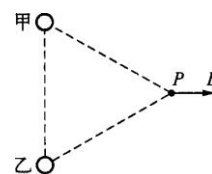


图 10-9

14、如图 10-9 所示，甲、乙两根垂直于纸面放置的长直导线中通以大小相等的电流，两导线旁有一点 P，P 点到甲、乙两导线的距离相等，要使 P 点的磁场方向水平向右，则甲、乙中所通的电流方向应为 ()

- A. 甲、乙中电流都向外 B. 甲、乙中电流都向里
C. 甲中电流向外，乙中电流向里 D. 甲中电流向里，乙中电流向外

15、如图 10-10 所示，两平行长直导线中通以方向相反、大小不同的电流，导线把空间分成甲、乙、丙三个区域，则没有磁场的点可能在

- A. 只有出现在乙区域
B. 可能同时出现在甲和丙区域
C. 只能出现在甲、丙中的一个区域
D. 三个区域都不可能出现

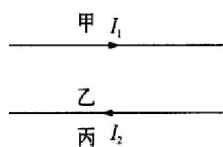


图 10-10

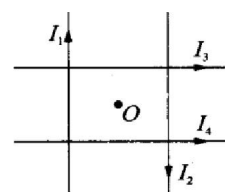


图 10-11

16、如图 10-11 所示，在同一平面内有四根通电直导线，相互绝缘，四根导线中电流 $I_1=I_3>I_2=I_4$ ，要使 O 点磁场减弱，则应切断哪一根导线中的电流（ ）

- A. 切断 I_1 B. 切断 I_2 C. 切断 I_3 D. 切断 I_4

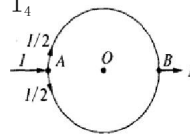


图 10-12

17、如图 10-12 所示，电流从 A 点分两路通过对称的半圆支路汇合于 B 点，在圆环中心 O 处的磁感应强度为（ ）

- A. 最大，垂直纸面向外 B. 最大，垂直纸面向里
C. 零 D. 无法确定

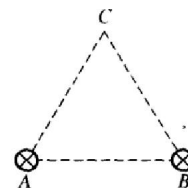


图 10-13

18、两根长直通电导线互相平行，电流方向相同，它们的截面处于等边 $\triangle ABC$ 的 A 和 B 处，如图 10-13 所示．两通电导线在 C 处产生磁场的磁感应强度大小都是 B_0 ，则 C 处磁场的总磁感应强度大小是（ ）

- A. 0 B. B_0 C. $\sqrt{3} B_0$ D. $2B_0$

19、半径为 r、电流为 I_1 的通电圆环圆心处的磁感应强度为 B，在圆环下距环心 a 处水平放置一根电流为 I_2 的无限长直导线 MN 时，圆环圆心的磁感应强度变为零．设圆环平面和长直导线在同一竖直平面内，如图 10-14 所示，根据对称性，导线 MN 下方以处由通电长直导线产生的磁感应强度的大小为_____，方向_____．

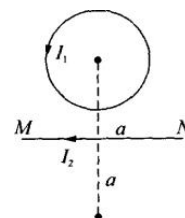


图 10-14

拓展提高

20、如图 10-15 所示，三根彼此绝缘的无限长直导线的一部分 ab、cd、ef 构成一个等边三角形，O 为三角形的中心，M、N 分别为 O 关于导线 ab、cd 的对称点，当三根导线中通以大小相等、方向如图的电流时，O 点磁感应强度的大小为 B，M 点磁感应强度的大小为 B' ，则 N 点磁感应强度的大小为_____；若将导线 ef 中的电流撤去，而保持另两根导线中的电流不变，则 N 点磁感应强度的大小变为_____。

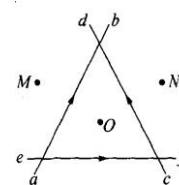


图 10-15

21、已知地磁场的水平分量为 B，利用这一值可以测定某一弱磁场的磁感应强度，如图 10-16

所示的通电线圈中央一点的磁感应强度．实验方法：①先将未通电线圈平面沿南北方向放置，中央放一枚小磁针，下面有量角器，此时磁针 N 极指向北方；②给线圈通电，此时小磁针 N 极指向北偏东 θ 角后静止．由此可以确定线圈中电流方向(自东向西看)是 _____，

(选填“顺”或“逆”)时针方向的，线圈中央的磁感应强度

$B=_____$ 。

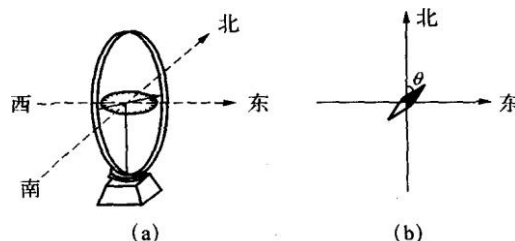


图 10-16

第十三 磁场对电流的作用 左手定则

知识要点

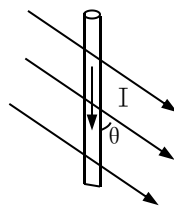
一、磁场对电流的作用——安培力

1. 磁场力的大小:

$$F = ILB \quad I \perp B$$

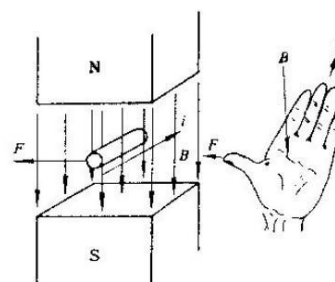
$$F = ILB \sin \theta \quad I \text{ 与 } B \text{ 夹角为 } \theta$$

2. 磁场力的方向: 磁场力的方向总是垂直于磁感线和通电导线所在的平面



二、安培力方向判定, 左手定则:

展开左手, 使大拇指与其余四指垂直, 并且都跟手掌在一个平面内, 让磁感线穿过手心, 并使四指指向电流所指方向, 则大拇指的方向就是通电导线所受磁场力的方向。



基础训练

1. 关于安培力, 下列说法中正确的是 ()

- A. 通电导线放入磁场中一定会受到磁场力作用
- B. 通电导线垂直放入磁场所受安培力最小
- C. 电流相同、长度相同的通电导线在同一磁场中, 受的安培力一定相同
- D. 安培力的方向一定垂直于通电导线和磁感线所决定的平面

2. 将长度为 20 cm、通有 0.1 A 电流的直导线放入一匀强磁场中, 电流与磁场的方向如图 10-17 所示. 已知磁感应强度为 1 T, 试求下列各图中导线所受安培力的大小并在图中标明方向.

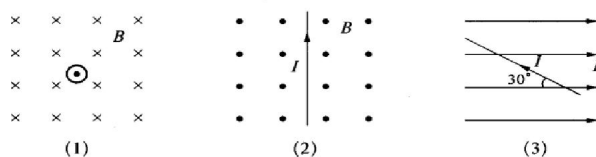


图 10-17

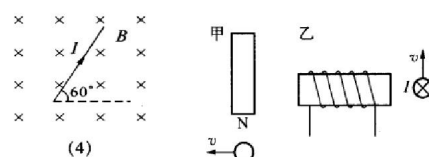


图 10-18

(1) $F_A = \underline{\hspace{2cm}}$ N. (2) $F_B = \underline{\hspace{2cm}}$ N. (3) $F_C = \underline{\hspace{2cm}}$ N. (4) $F_D = \underline{\hspace{2cm}}$ N.

3. 如图 10-18 所示, 已知通电导线在磁铁下侧或在通电螺线管右侧受磁场力作用而运动的方向, 试在图中画出导线中或线圈中的电流方向.

拓展提高

【专题1】安培力的计算

4. 如图 10-19 所示, 通电线圈可绕 OO' 轴转动, 将它如图放入匀强磁场, 在磁场力的作用下转动, 最后在某一位置平衡, 则平衡后 ()

- A. 四边都不受磁场力
- B. 四边都受指向线框外的磁场力, 但线圈受磁场力的合力为零
- C. 四边都受指向线框内的磁场力, 但线圈受磁场力的合力为零
- D. 线框一对边受指向线框外的磁场力, 一对边受指向线框内的磁场力, 线圈受磁场力合力为零

5. 如图 10-20 所示, 通电直导线 A 固定, 试判断通电线圈 B 的运动情况?

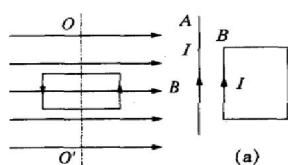


图 10-19

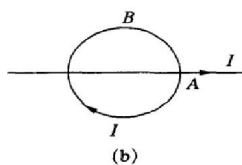


图 10-20

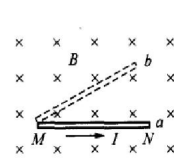
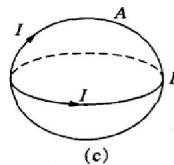
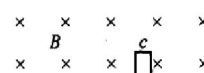


图 10-21



6. 如图 10-21 所示, 通电导线 MN 在纸面内从 a 位置绕其一端 M 转至 b 位置时, 通电导线所受安培力的大小变化情况是 ()
- A. 变小 B. 不变 C. 变大 D. 不能确定
7. 在垂直纸面向里的匀强磁场中, 有一段弯折成直角的金属导线 abc, $ab=bc=L$. 导线中通有如图 10-22 所示方向的电流, 电流大小为 I , 磁场的磁感应强度为 B , 要使该段导线保持静止不动, 应在 b 点加一大小为_____的力, 其方向为_____。
8. 赤道上某处有一竖直的避雷针, 当带有正电的乌云经过避雷针的上方时, 避雷针开始放电, 则地磁场对避雷针的作用力的方向为 ()
- A. 正东 B. 正南 C. 正西 D. 正北
9. 如图 10-23 所示, 两根互相绝缘、垂直放置的直导线 ab 和 cd, 分别通有方向如图的电流, 若通电导线 ab 固定不动, 导线 cd 能自由运动, 则它的运动情况是 ()
- A. 顺时针转动, 同时靠近导线 ab B. 顺时针转动, 同时远离导线 ab
- C. 逆时针转动, 同时靠近导线 ab D. 逆时针转动, 同时远离导线 ab
10. 如图 10-24 所示, 在条形磁铁 S 极附近悬挂一个线圈, 线圈与水平磁铁位于同一平面内, 当线圈中电流沿图示方向流动时, 将会出现 ()
- A. 线圈向磁铁平移
- B. 线圈远离磁铁平移
- C. 从上往下看, 线圈顺时针转动, 同时靠近磁铁
- D. 从上往下看, 线圈逆时针转动, 同时靠近磁铁

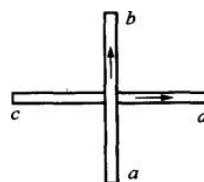


图 10-23

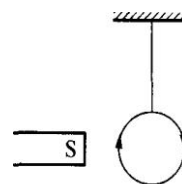


图 10-24

【专题 2】通电导线在磁场中的平衡问题

11. 质量为 m 的通电细杆 ab 置于倾角为 θ 的导轨上, 导轨宽度为 d , 杆与导轨间的摩擦因数为 μ , 有电流时, ab 恰好在导轨上静止, 下图是它的四个侧视图, 标出四种可能的匀强磁场方向, 其中杆 ab 与导轨之间的摩擦力可能为零的图是 ()

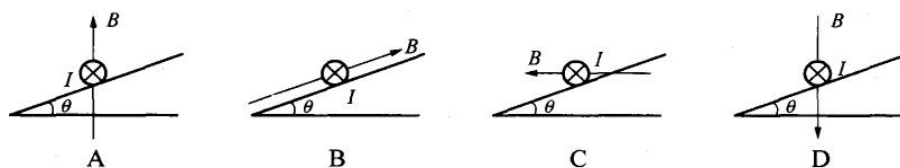


图 10-25

12. 一条形磁铁静止在斜面上, 固定在磁铁中心的竖直上方的水平导线中通有垂直纸面向里的恒定电流, 如图 10-26 所示. 若将磁铁的 N 极位置与 S 极位置对调后, 仍放在斜面上原来的位置, 则磁铁对斜面的压力 F 和摩擦力 f 的变化情况分别是 ()
- A. F 增大, f 减小 B. F 减小, f 增大 C. F 与 f 都增大 D. F 与 f 都减小

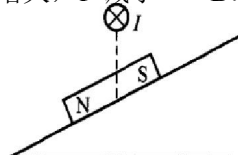


图 10-26

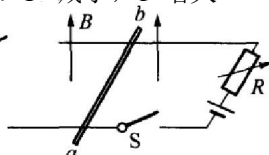


图 10-27

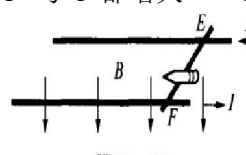


图 10-28

13、如图 10-27 所示，在两条水平放置的平行导轨上搁有导电棒 ab ， ab 能在轨道上无摩擦地滑动。当闭合电键 S 时， ab 将向_____滑动，若要使 ab 维持不动，所施加水平外力的方向向_____。如果调节滑动变阻器使其阻值变大，要使 ab 维持不动，则对 ab 棒所施加的水平外力应_____ (填“增大”、“减小”或“不变”)。

14、电磁炮是一种理想的兵器，它的主要原理如图 10-28 所示，1982 年澳大利亚国立大学制成了能把 2.2g 的弹体(包括金属杆 EF 的质量)加速到 10 km/s 的电磁炮(常规炮弹为 2 km/s)。若轨道宽 2 m ，长 100 m ，通过的电流为 10 A ，则轨道间所加匀强磁场的磁感应强度为_____ T ，磁场力的最大功率 $P=\text{_____}\text{ W}$ (轨道摩擦不计)。

15、固定直导线 C 垂直于纸面，可动导线 AB 通以如图 10-29 所示方向的电流，用测力计悬挂在导线 C 的上方。若导线 C 中通以垂直纸面指向读者的电流，以下判断正确的是 ()

- A. 导线 B 端转向读者，同时测力计读数减小
- B. 导线 A 端转向读者，同时测力计读数减小
- C. 导线 B 端转向读者，同时测力计读数增大
- D. 导线 A 端转向读者，同时测力计读数增大

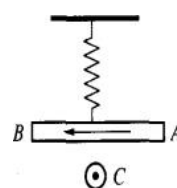


图 10-29

拓展提高

16、物理学家法拉第在研究电磁学时，亲手做过许多实验。如图 10-30 所示的实验就是著名的电磁旋转实验，实验产生的现象是：如果载流导线附近只有磁铁的一个极，磁铁就会围绕导线旋转；反之，载流导线也会围绕单独的某一磁极旋转。这一装置实际上就成为最早的电动机。图中 A 是可动磁铁， B 是固定导线， C 是可动导线， D 是固定磁铁。图中划线部分表示水银(磁铁和导线的下半部分都浸没在水银中)，下部接在电源上。请你判断这时自上向下看， A 将_____转动， C 将_____转动(选填“顺时针”或“逆时针”)。

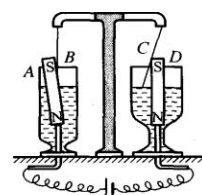


图 10-30

17. 在原子反应堆中抽动液态金属或在医疗器械中抽动血液等导电液体时，由于不允许传动的机械部分与这些液体相接触，常使用一种电磁泵，如图 10-31 所示为这种电磁泵的结构。将导管放入磁场中，当电流通过导电液体时，液体即被驱动。如果导管的截面积为 $W \cdot h$ ，匀强磁场宽度为 L ，磁感应强度为 B ，当在导管中通以沿 y 轴正方向的电流 I 时，液体将向 _____ 方向运动，此驱动力造成的压强差为_____。

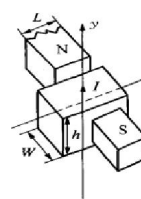


图 10-31

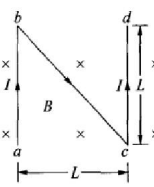


图 10-32

18. 如图 10-32 所示，直导线 $abcd$ ，被弯折成 N 形，且 $ab=cd=L$ ， $ac=bd=L$ ，导线的质量为 m ，现将它放置于光滑的水平桌面上，且通以图示方向的恒定电流 I 。若再加以图示方向磁感应强度为 B 的匀强磁场，则此导线的加速度大小为_____。

第十四讲 直流电动机

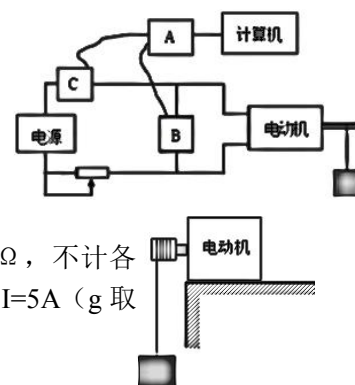
例题精析

例 1、如图-51 所示电路是利用 DIS 实验来测定电动机的效率，试完成下列问题。

(1) 请在图中方框内分别正确填入电压传感器、电流传感器和数据采集器：

(2) 当电动机以 0.4 m/s 匀速卷起一个质量为 0.5 kg 的物体 B 时，从计算机上读出 $U=2.8 \text{ V}$ ， $I=1 \text{ A}$ ，则电动机的输入功率为 _____ W ，电动机的效率为 _____。（ g 取 10 m/s^2 ）

图-51



例 2、如图-52 所示是一直流电动机提升重物的装置。已知重物质量 $m=50 \text{ kg}$ ，电源电压 $U=110 \text{ V}$ 保持不变，电动机线圈的电阻 $R=4 \Omega$ ，不计各处摩擦，当电动机以某一速度匀速向上提升重物时，电路中的电流 $I=5 \text{ A}$ （ g 取 10 m/s^2 ）。求：

(1) 电源的输出功率；

(2) 电动机线圈电阻 R 的发热功率；

(3) 试从能量转化和守恒的角度，求重物上升的速度大小。

图-52

基础训练

3、直流电动机是利用 _____ 电源供电的电动机，应主要由 _____ 和 _____ 组成，此外还有 _____、电刷等。

4、直流电动机利用 _____ 的原理制成，把 _____ 能转化为 _____ 能。直流电动机的换向器的作用是每当线圈转过 _____ 位置时，它就能自动改变 _____ 的方向，使线圈不停地转动。

5、某人用直流电动机提升重物的装置如图-53 所示，重物的质量为 $m=100 \text{ kg}$ ，电源电压为 $U=200 \text{ V}$ ，不计各处摩擦，电动机 2.5 s 将物体提升了 2 m ，电路中的电流 $I=5 \text{ A}$ ，由此可知，电动机做的有用功为 _____ J ， 2.5 s 内产生的热量为 _____ J ，该电动机的效率为 _____（ g 取 10 m/s^2 ）。

图-53

6、一台直流电动机运转时，线圈电阻为 1Ω ，接在电源为 3 V 的电路中，干路中的电流为 1 A ，若该电动机正常运转 10 min 消耗的电能为 _____ J ，效率为 _____，能将 6 kg 的物体提升 _____ 米（ g 取 10 m/s^2 ）。

7、为了使电动机的转动方向发生改变，下列措施可行的是（ ）

A. 同时改变电流方向和磁场方向

B. 使磁场增强

C. 使电动机线圈中电流增大

D. 只改变电流方向或只改变磁场方向

8、如图-54 是直流电动机工作原理，一矩形线圈 $abcd$ 放置在水平向右的磁场中，当线圈通以如图所示电流时，矩形线圈会（ ）

A. 从上往下看沿顺时针方向转动 B. 从上往下看沿逆时针方向转动

C. 向右平动 D. 向左平动

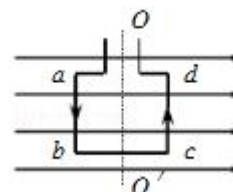


图-54

9、如图-55 所示的甲、乙两图中的矩形线圈，现在给它们通电，则下列说法正确的是（ ）

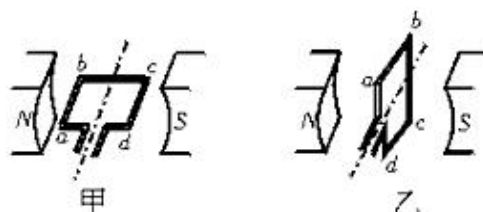
A. 甲中线圈转动，乙中线圈不转动

B. 乙中线圈转动，甲中线圈不转动

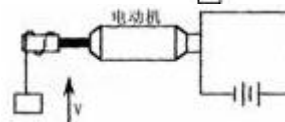
C. 甲、乙中的线圈都会转动

D. 甲、乙中的线圈都不会转动

图-55



10、某一用直流电动机提升重物的装置，如图-56 所示，电动机线圈的电阻为 4Ω ，重物的质量



$m=50\text{kg}$ ，不计电源内阻及各处的摩擦，当电动机以 $v=0.6\text{m/s}$ 的恒定速度向上提升重物时，电路中的电流 $I=5\text{A}$ (g 取 10m/s^2)

- (1) 求电源电压 U ;
- (2) 求该装置的效率 η .

图-56

拓展提高

11、直流电动机中换向器的作用是 ()

- A. 改变直流电源中的电流方向
- B. 改变电动机线圈中的电流方向
- C. 改变电动机输出电流的方向
- D. 改变电动机线圈的转动方向

12、如图-57 为直流电动机提升重物的装置，重物的重量 $G=500\text{N}$ ，电源电动势 $E=90\text{V}$ ，电源内阻为 2Ω ，不计各处摩擦，当电动机以 $v=0.60\text{m/s}$ 的恒定速度向上提升重物时，电路中的电流 $I=5.0\text{A}$ ， (g 取 10m/s^2) 下列判断不正确的是 ()

- A. 电动机消耗的总功率为 400W
- B. 电动机线圈的电阻为 0.4Ω
- C. 电源的效率约为 88.9%
- D. 电动机效率为 75%

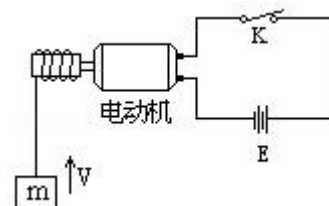


图-57

13、在测定直流电动机的效率”实验中，有以下器材：

直流电动机（带长轴，额定电压 4.5V ）、电压表、电流表、滑动变阻器、开关、盛砝码的小盘（质量已知）、停表、弹簧秤、砝码若干、细绳一根、天平、导线等。

- (1) 以上实验器材中哪些是多余的？_____和_____；
- (2) 为完成这个实验还需要哪些实验器材？_____和_____；
- (3) 写出直流电动机的效率的表达式：_____。

14、某一用直流电动机提升重物的装置如图-58 所示，重物的质量 $m=50\text{kg}$ ，电路的电压是 110V ，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 $I=5.0\text{A}$ ， (g 取 10m/s^2) 求

- (1) 电动机线圈的电阻是多大？
- (2) 1min 内电动机线圈产生的热量是多少？
- (3) 该电动机的效率是多少？

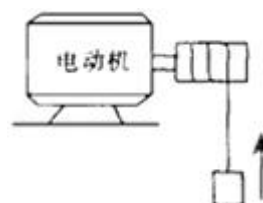


图-58

15 用一直流电动机提升重物，重物的质量为 $m=10\text{kg}$ ，电源供电电压恒为 220V ，电路中的保护电阻 $R=10\Omega$ ，电动机的电阻为 $r=1\Omega$ ，不计各处摩擦，电动机正常工作时伏特表的求数为 170V ， (g 取 10m/s^2) 求：

- (1) 电动机正常工作后通过电动机的电流是多少？
- (2) 电动机的机械功率是多少？
- (3) 重物匀速上升的速度是多少？
- (4) 如果电动机因外界原因而突然卡住，则通过电动机的电流是多少？
- (5) 电动机此时的输入功率与热功率分别是多少？