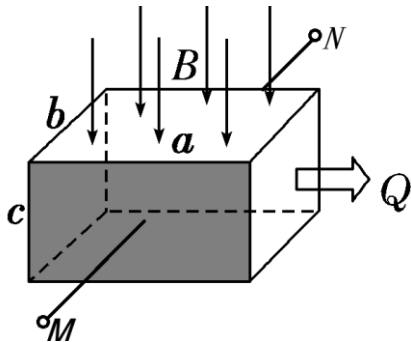


# 北京博飞港澳台联考试题

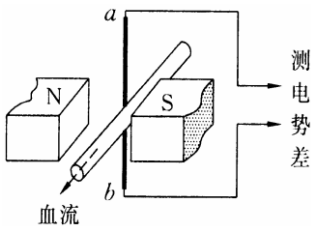
## 物理部分

-----带电粒子在磁场中的运动 3

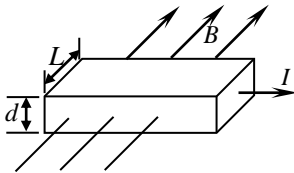
1. 为监测某化工厂的污水排放量，技术人员在该厂的排污管末端安装了如图所示的流量计。该装置由绝缘材料制成，长、宽、高分别为  $a$ 、 $b$ 、 $c$ ，左右两端开口。在垂直于上下底面方向加磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场，在前后两个内侧面分别固定有金属板作为电极。污水充满管口从左向右流经该装置时，接在  $M$ 、 $N$  两端间的电压表将显示两个电极间的电压  $U$ 。若用  $Q$  表示污水流量(单位时间内排出的污水体积)，下列说法中正确的是



- A.  $N$  端的电势比  $M$  端的高
  - B. 若污水中正负离子数相同，则前后表面的电势差为零
  - C. 电压表的示数  $U$  跟  $a$  和  $b$  都成正比，跟  $c$  无关
  - D. 电压表的示数  $U$  跟污水的流量  $Q$  成正比
2. 医生做某些特殊手术时，利用电磁血流计来监测通过动脉的血流速度。电磁血流计由一对电极  $a$  和  $b$  以及磁极  $N$  和  $S$  构成，磁极间的磁场是均匀的。使用时，两电极  $a$ 、 $b$  与血管壁接触，两触点的连线、磁场方向和血流速度方向两两垂直，如图所示。由于血液中的正负离子随血流一起在磁场中(由内向外)运动，电极  $a$ 、 $b$  之间会有微小电势差。在某次监测中，两触点的距离、磁感应强度的大小不变。则 ( )

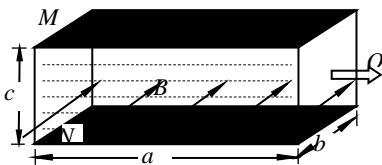


- A. 电极  $a$  电势较高；血流速度越大， $a$ 、 $b$  之间电势差越小；
  - B. 电极  $a$  电势较高；血流速度越大， $a$ 、 $b$  之间电势差越大；
  - C. 电极  $b$  电势较高；血流速度越大， $a$ 、 $b$  之间电势差越小；
  - D. 电极  $b$  电势较高；血流速度越大， $a$ 、 $b$  之间电势差越大。
3. 半导体中参与导电的电流载体称为载流子。N 型半导体的载流子是带负电的电子，P 型半导体的载流子是带正电的“空穴”，如图所示，一块厚度为  $d$ 、宽度为  $L$  的长方形半导体样品，置于方向如图所示、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场中，当半导体样品中通以向右的电流强度为  $I$  的恒定电流时，样品上、下底面出现恒定电势差  $U$ ，且上表面带正电、下表面带负电。设半导体样品中每个载流子带电荷量为  $q$ ，半导体样品中载流子的密度(单位体积内载流子的个数)用  $n$  表示(已知电流  $I=nqvS$ ，其中  $v$  为载流子定向移动的速度， $S$  为导体横截面积)，则下列关于样品材料类型的判断和其中载流子密度  $n$  大小的表达式正确的是 ( )



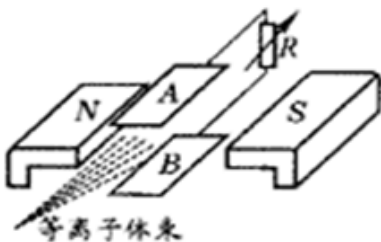
- A. 是 N 型半导体,  $n = \frac{BI}{qdU}$
- B. 是 P 型半导体,  $n = \frac{BI}{qdU}$
- C. 是 N 型半导体,  $n = \frac{BI}{qLU}$
- D. 是 P 型半导体,  $n = \frac{BI}{qLU}$

4. 为了测量某化工厂的污水排放量, 技术人员在该厂的排污管末端安装了如图所示的流量计, 该装置由绝缘材料制成, 长、宽、高分别为  $a$ 、 $b$ 、 $c$ , 左右两端开口, 在垂直于前、后面的方向加磁感应强度为  $B$  的匀强磁场, 在上下两个面的内侧固定有金属板  $M$ 、 $N$  作为电极, 污水充满管口地从左向右流经该装置时, 电压表将显示两个电极间的电压  $U$ 。若用  $Q$  表示污水流量 (单位时间内流出的污水体积), 下列说法中正确的是 ( )。



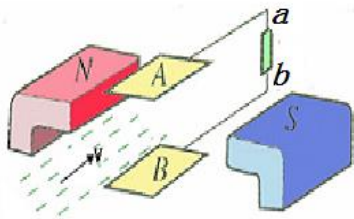
- A. 若污水中负离子较多, 则  $N$  板比  $M$  板电势高
- B.  $M$  板电势一定高于  $N$  板的电势
- C. 污水中离子浓度越高, 电压表的示数越大
- D. 电压表的示数  $U$  与污水流量  $Q$  成反比

5. 磁流体发电是一项新兴技术, 它可以把气体的内能直接转化为电能, 右图是它的示意图. 平行金属板  $A$ 、 $B$  之间有一个很强的匀强磁场, 磁感应强度为  $B$ , 将一束等离子体 (即高温下电离的气体, 含有大量正、负带电粒子) 垂直于  $B$  的方向喷入磁场, 每个离子的速度为  $v$ , 电荷量大小为  $q$ ,  $A$ 、 $B$  两板间距为  $d$ , 稳定时下列说法中正确的是 ( )



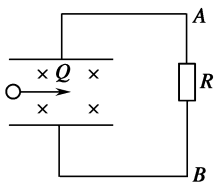
- A. 图中  $A$  板是电源的正极
- B. 图中  $B$  板是电源的正极
- C. 电源的电动势为  $Bvd$
- D. 电源的电动势为  $Bvq$

6. 如图, 表示磁流体发电机的发电原理: 将一束等离子体 (即高温下电离的气体, 含有大量带正电和带负电的微粒, 而从整体来说呈中性) 沿图中所示方向喷射入磁场, 磁场中有两块金属板  $A$ 、 $B$ , 这时金属板上就聚集了电荷, 在磁极配置如图中所示的情况下, 下述说法正确的是: ( )



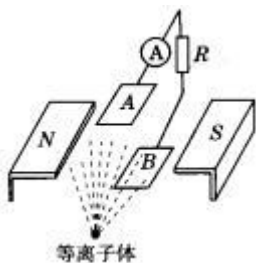
- A、A 板带正电  
B、有电流从 b 经用电阻流向 a  
C、金属板 A、B 间的电场方向向下  
D、等离子体发生偏转的原因是离子所受电场力大于所受洛伦兹力

7. 目前世界上正在研究一种新型发电机叫磁流体发电机，它可以把气体的内能直接转化为电能。如图 10 所示为它的发电原理图。将一束等离子体(即高温下电离的气体，含有大量带正电和负电的微粒，从整体上来说呈电中性)喷射入磁感应强度为  $B$  的匀强磁场，磁场中有两块面积  $S$ ，相距为  $d$  的平行金属板与外电阻  $R$  相连构成一电路。设气流的速度为  $v$ ，气体的电导率(电阻率的倒数)为  $g$ ，则流过外电阻  $R$  的电流强度  $I$  及电流方向为( )



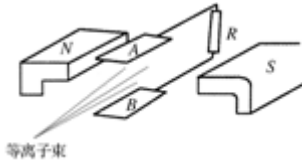
- A.  $I = \frac{Bdv}{R}$ ,  $A \rightarrow R \rightarrow B$   
B.  $I = \frac{BdvS}{SR + \frac{d}{g}}$ ,  $B \rightarrow R \rightarrow A$   
C.  $I = \frac{Bdv}{R}$ ,  $B \rightarrow R \rightarrow A$   
D.  $I = \frac{BdvS}{SR + \frac{d}{g}}$ ,  $A \rightarrow R \rightarrow B$

8. 目前，世界上正在研究一种新型发电机叫磁流体发电机。如图所示表示出了它的原理：将一束等离子体（即高温下电离的气体，含有大量带正电和负电的微粒，而从整体来说呈中性）喷射入磁场，磁场中有两块金属 A、B，这时金属板上就会聚集电荷，产生电压。如果射入的等离子体的初速度为  $v$ ，两金属板的板长（沿初速度方向）为  $L$ ，板间距离为  $d$ ，金属板的正对面积为  $S$ ，匀强磁场的磁感应强度为  $B$ ，方向垂直于离子初速度方向，负载电阻为  $R$ ，电离气体充满两板间的空间。当发电机稳定发电时，电流表的示数为  $I$ 。那么板间电离气体的电阻率为：

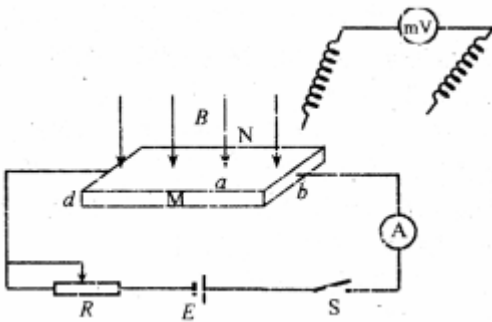


- A.  $\frac{S}{d}(\frac{Bdv}{I} - R)$   
B.  $\frac{S}{d}(\frac{BLv}{I} - R)$   
C.  $\frac{S}{L}(\frac{Bdv}{I} - R)$   
D.  $\frac{S}{L}(\frac{BLv}{I} - R)$

9. 磁流体发电是一项新兴技术，它可以把气体的内能直接转化为电能。下图是磁流体发电机的装置：A、B 组成一对平行电极，两极间距为  $d$ ，内有磁感应强度为  $B$  的匀强磁场，现持续将一束等离子体（即高温下电离的气体，含有大量带正电和带负电的微粒，而整体呈中性）垂直喷射入磁场，每个离子的速度为  $v$ ，电量大小为  $q$ ，两极之间的等效内阻为  $r$ ，稳定时，磁流体发电机的电动势  $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ，设外电路电阻为  $R$ ，则  $R$  上消耗的功率  $P = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

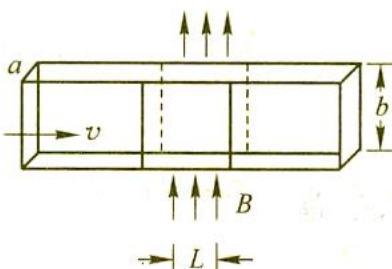


10. 在第三次工业革命的今天，新材料的发现和运用尤为重要。我国某科研机构发现一种新型的半导体材料，目前已经知道这种半导体材料的载流子（参与导电的“带电粒子”）的电荷量的值是  $e$ （电子电量的绝对值），但不知道它的电性和载流子的数密度  $n$ （单位体积中载流子的数量）。为了测定这种材料中的载流子是带正电还是带负电，以及载流子的数密度，科学家把这种材料先加工成一块偏平的六面体样品，这块样品的长、宽和厚度分别为  $a$ 、 $b$ 、 $d$ （如图中所示）。现将这块样品接入电路中，且把靠外的偏平面标记为  $M$ ，靠里的偏平面标记为  $N$ ，然后在垂直于大平面的方向加上一个磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场。接通电键  $S$ ，调节可变电阻  $R$ ，使电路中产生合适的电流。然后用电压表判定  $M$ 、 $N$  两个面的电势高低并测定  $M$ 、 $N$  间的电压（也叫霍尔电压），从而得到这种半导体材料载流子的电性和数密度。



- (1) 当 M 的电势比 N 的电势低时, 材料中的载流子带\_\_\_\_电 (填“正”或“负”);
- (2) 为了测定载流子的数密度  $n$ , 除题目中已给出的数据外, 还需要测定的物理量有 (写出物理量的含义并设定相应的符号) \_\_\_\_\_;
- (3) 根据题设条件和你测定的物理量, 写出载流子的数密度的表达式  $n =$  \_\_\_\_\_。

11. 如图所示, 是磁流体动力发电机的工作原理图. 一个水平放置的上下、前后封闭的矩形塑料管, 其宽度为  $a$ , 高度为  $b$ , 其内充满电阻率为  $\rho$  的水银, 由涡轮机产生的压强差  $p$  使得这个流体具有恒定的流速  $v_0$ . 管道的前后两个侧面上各有长为  $L$  的由铜组成的面, 实际流体的运动非常复杂, 为简化起见作如下假设:



- a. 尽管流体有粘滞性，但整个横截面上的速度均匀；
- b. 流体的速度总是与作用在其上的合外力成正比；
- c. 导体的电阻： $R = \rho l / S$ ，其中  $\rho$ 、 $l$  和  $S$  分别为导体的电阻率、长度和横截面积；

d.流体不可压缩.

若由铜组成的前后两个侧面外部短路, 一个竖直向上的匀强磁场只加在这两个铜面之间的区域, 磁感强度为  $B$  (如图).

(1)写出加磁场后, 两个铜面之间区域的电阻  $R$  的表达式

(2)加磁场后, 假设新的稳定速度为  $v$ , 写出流体所受的磁场力  $F$  与  $v$  关系式, 指出  $F$  的方向

(3)写出加磁场后流体新的稳定速度  $v$  的表达式 (用  $v_0$ 、 $p$ 、 $L$ 、 $B$ 、 $\rho$  表示);

(4)为使速度增加到原来的值  $v_0$ , 涡轮机的功率必须增加, 写出功率增加量的表达式 (用  $v_0$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $L$ 、 $B$  和  $\rho$  表示)。

### 参考答案

1. AD

2. B

3. D

4. B

5. BC

6. B

7. D

8. A

$$9. E = Bdv \quad P = \left( \frac{Bdv}{R+r} \right)^2 R$$

10. (1) 负 (3 分); (2) 电路中的电流强度 (电流表的读数)  $I$ ,  $M$ 、 $N$  间的电压 (电流表的读数或霍尔电压)  $U$  (各 2 分); (3)  $\frac{BI}{Ued}$  (3 分)。

$$11. (1) R = \rho \frac{a}{bL} \quad (2) F_A = \frac{1}{\rho} abLvB^2, \text{ 力 } F_A \text{ 的方向与流速 } v \text{ 的方向反向}$$

$$(3) F_A = pab - \frac{pab}{v_0} v \quad (4) \Delta P = \frac{1}{\rho} abLv_0^2 B^2$$