

(2) 结合电流强度微观表达式 $I=nevbd$ 、题中给出的公式 $U=k\frac{IB}{d}$ ，联立求解有 $Bvb=k\frac{nevbdB}{d}$ 得 $k=\frac{1}{ne}$ 。

点评：利用霍尔效应制成的霍尔元件是一种重要的磁传感器。由于霍尔元件体积很小，它可以用来制作探测磁场的探头，还可以应用在与磁场有关的多种自动控制系统中。

2. 电磁流量计

电磁流量计广泛应用于测量可导电液体(如污水)在管

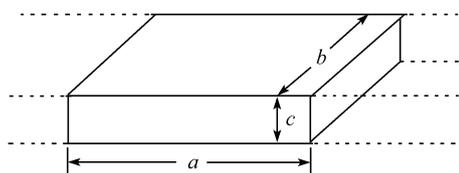


图3

中的流量(在单位时间内通过管内横截面的流体的体积)。为了简化,假设流量计是如图3所示的横截面为长方形的一段管道,其中空部分的长、宽、高分别为图中的 a 、 b 、 c , 流量计的两端与输送流体的管道相连接(图中虚线)。图中流量计的上下两面是金属材料,前后两面是绝缘材料,现于流量计所在处加磁感强度为 B 的匀强磁场,磁场方向垂直于前后两面。当导电液体稳定地流经流量计时,在管外将流量计上、下两表面分别与一串联了电阻 R 的电流表的两端连接, I 表示测得的电流值。已知流体的电阻率为 ρ , 不计电流表的内阻,则可求得流量为

- A. $\frac{I}{B}\left(bR+\rho\frac{c}{a}\right)$;
- B. $\frac{I}{B}\left(aR+\rho\frac{b}{c}\right)$;
- C. $\frac{I}{B}\left(cR+\rho\frac{a}{b}\right)$;
- D. $\frac{I}{B}\left(R+\rho\frac{bc}{a}\right)$ 。

解析：设导电液体的流速为 v ，如图4所示的正视图，流体中正、负的带电粒子进入磁场后，受到洛伦兹力分别向上下侧面聚集，产生霍尔效应，形成电势差。处于动态平衡时，对做匀速直线运动的粒子，根据速度选择器的工作原理有

$$qvB=q\frac{E}{c} \quad \text{得}$$

$$E=Bcv。$$

该流量计可等效为电动势 $E=Bcv$ 、内阻

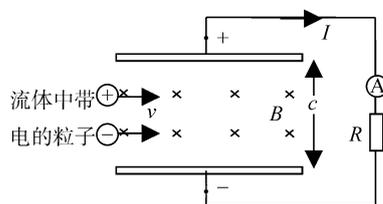


图4

$r=\rho\frac{c}{ab}$ 的直流电源，它与电阻、电流表组成闭合电路，根据闭合电路的欧姆定律有 $E=I(R+r)=I\left(R+\rho\frac{c}{ab}\right)$ 。所以，流量 $Q=vbc=\frac{I}{B}\left(bR+\rho\frac{c}{a}\right)$ ，选项A正确。

点评：因电磁流量计是一根管道，内部没有任何阻碍流体流动的结构，所以可以用来测量高黏度及强腐蚀性流体的流量。它具有测量范围宽、反应快、易与其他自动控制装置(如传感器)配套等优点。

3. 比荷的测定

汤姆孙用来测定电子的比荷(电子的电荷量与质量之比)的实验装置如图5所示，真空管内的阴极 K 发出的电子(不计初速、重力和电子间的相互作用)经加速电压加速后，穿过 A' 中心的小孔沿中心轴 O_1O 的方向进入到两块水平正对放置的平行极板 P 和 P' 间的区域。当极板间不加偏转电压时，电子束打在荧光屏的中心 O 点处，形成了一个亮点；加上偏转电压 U 后，亮点偏离到 O' 点， O' 与 O 点的竖直间距为 d ，水平间距可忽略不计。此时，在 P 和 P' 间的区域，再加上一个方向垂直于纸面向里的匀强磁场。调节磁场的强弱，当磁感应强度的大小为 B 时，亮点重新回到 O 点。已知极板水平方向的长度为 L_1 ，极板间距为 b ，极板右端到荧光屏的距离为 L_2 。

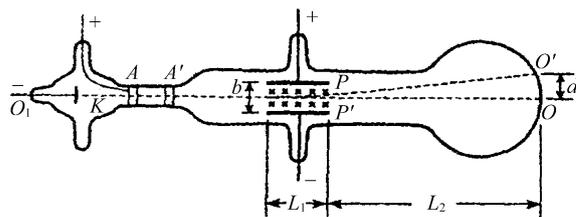


图5

- (1) 求打在荧光屏 O 点的电子速度的大小；
- (2) 推导出电子的比荷的表达式。

解析：(1) 根据速度选择器的工作原理知，当电子受到的静电力与洛伦兹力平衡时，电子做匀速

直线运动，亮点重新回到中心 O 点，设电子的速度为 v ，则 $evB = e\frac{U}{b}$ ，即 $v = \frac{U}{Bb}$ 。

(2) 当极板间仅有偏转电场时，电子以速度 v 入场区后做类平抛运动。由匀变速曲线运动规律得：电子离开电场时竖直向上偏转的距离

$$d_1 = \frac{1}{2} \times \frac{eU}{mb} \times \left(\frac{L_1}{v}\right)^2。$$

电子离开电场后做匀速直线运动，根据类平抛运动特点及三角形相似的知识，有

$$\frac{d_1}{(L_1/2)} = \frac{d}{(L_1/2) + L_2}$$

变形得：电子向上的总偏转距离为 $d = \frac{eUL_1}{mv^2b} \left(L_2 + \frac{L_1}{2}\right)$ ，所以，电子的比荷

$$\frac{e}{m} = \frac{Ud}{B^2bL_1(L_2 + L_1/2)}。$$

点评：在测定比荷的装置中，速度选择器是最重要的一部分装置。通过对 P 和 P' 间的区域中电场、磁场强弱或有无的控制，可实现电子的三种运动形式：类平抛运动、匀速圆周运动及匀速直线运动，其中任意两种运动模型的组合，经测量、计算均可得到电子比荷的大小。

4. 质谱仪

如图 6 所示为质谱仪的原理图， S_1 为粒子加速器； S_2 为速度选择器，磁场与电场正交，磁感应强度大小为 B 、方向垂直纸面向里，板 P_1 、 P_2 间的距离为 d ，电压为 U ； S_3 为偏转分离器，磁感应强度大小为 B_1 、

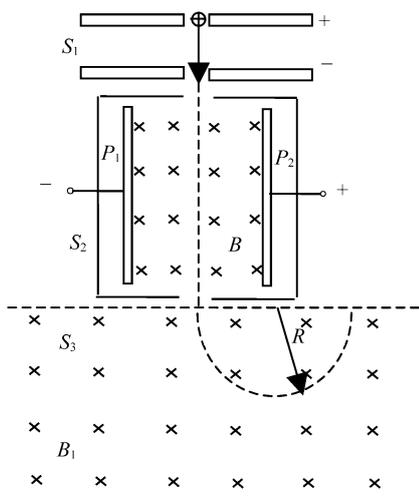


图 6

方向垂直纸面向里。今有一正离子初速为零，经加速后，恰能沿图中虚线通过速度选择器，进入分离器后做半径 R 的匀速圆周运动，粒子重力不计，求该离子的比荷。

解析：设离子进入速度选择器时的速度为 v ，

根据速度选择器的工作原理，有 $qvB = q\frac{U}{d}$ ；

进入偏转分离器 S_3 后做半径 R 的匀速圆周运动，根据向心力公式，有 $qvB_1 = m\frac{v^2}{R}$ 。

解得：比荷 $\frac{q}{m} = \frac{U}{BdB_1R}$ 。

点评：现在质谱仪已经是一种十分精密的仪器，是测量带电粒子的质量和分析同位素的重要工具。

比荷 $\frac{q}{m} = \frac{U}{BdB_1R}$ 或质量 $m = \frac{qBdB_1R}{U}$ 中， U 、 d 、 B 、 B_1 是人为控制的并可确定， R 是通过记录它的照相底片测定，从而便可求出比荷或质量。

5. 磁流体发电机

磁流体发电是一种新型发电方式，图 7 是其工作原理示意图。图中的长方体是发电导管，其中空部分的长、高、宽分别为 l 、 a 、 b ，前后两个侧面是绝缘体，上下两个侧面是电阻可略的导体电极，这两个电极与

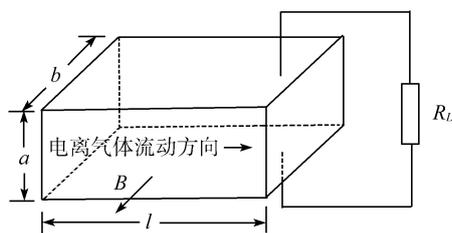


图 7

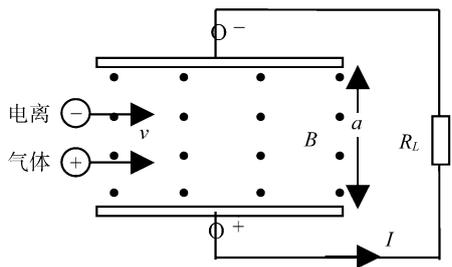


图 8

负载电阻 R_L 相连。整个发电导管处于垂直前后两侧面的匀强磁场中，磁感应强度大小为 B ，方向如图所示。发电导管内有电阻率为 ρ 的高温、高速电离气体沿导管向右流动，并通过专用管道导出。由于运动的电离气体受到磁场作用，产生了电动势。发电导管内电离气体流速随磁场有无而不同。设发电导管内电离气体流速处处相同，且不存在磁场时电离气体流速为 v_0 ，电离气体所受摩擦阻力总与流速成正比，发电导管两端的电离气体压强差 Δp 维持恒定，求有磁场存在时磁流体发电机的电动势 E 大小。

学生的创造性思维在物理

教学中的培养

杨明



创新是不断进取的灵魂，如果不能创新，不去创新，一个民族就难以发展。创新，从根本上讲就是要靠教育，靠人才。教学改革的目标就是要大力培养具有创新性精神及能力的学生。对学生创造性思维能力的培养是实现这一目标的主要途径。那么在物理教学中如何培养学生的创造性思维能力呢？

人的创造性思维是一种突破常规的思维方式，是在可能中预想不可能，在不可能中寻求可能。创造性思维是创造力的核心，是多种思维的综合表现，它既是发散思维与综合思维的结合，也是直觉思维与分析思维的结合。学生创造性思维能力的形成是教育教学发展的结果，它必须以学生掌握一定的基础知识为前提。我们在对学生创造性思维能力的培养过程中，不可忽视基础知识的教学，不可孤立地进行创造性思维能力的培养，只能将创造性思维能力的培养与基础知识的教学融为一体，教学中要注

意多种思维能力的综合培养训练。

一、培养学生的发散思维

发散思维是指大脑在思维时呈现的一种扩散状态的思维模式，表现为思维视野广阔。具有发散思维的人可以在短时间内生成并表达出尽可能多的观念，可以较快地适应、消化新的思想，从而表现出丰富的多样性和多面性，做出不同于他人的事情。发散思维是创造性思维的中心。因此在教学中要结合教材，针对具体问题，培养学生的发散思维。从培养流通性、变通性和独特性入手，着重启发学生从不同方面对同一问题进行思维。如讲解力的合成的方法有几种时，教师不要急于介绍，而要在所提具体例子的基础上，启发、引导学生去思考，想想用以解决其他问题的方法在这里是否同样适用。同学们有的用了平行四边形法则，有的想到了三角形

解析：将图 7 转换为图 8 的正视图，电离气体中的正、负离子通过磁场时，由于洛伦兹力的作用，正离子偏向下侧面，负离子偏向上侧面；在上、下两侧面分别积累负、正离子的过程中，形成电势差，产生竖直向上的电场，从而使正、负离子受到静电力的作用，随着上、下两侧面电荷的积累，板间电场增强。当静电力与洛伦兹力平衡时，离子沿直线匀速通过发电导管，上、下两侧面电荷达到动态平衡。根据速度选择器的工作原理有 $qvB = q\frac{U}{a} = q\frac{E}{a}$ 得 $E = Bav$ （相当于长度为 a 的导体切割磁感线产生的动生电动势）。

根据闭合电路的欧姆定律可知，通过负载电阻 R_L 的电流 $I = \frac{E}{R_L + r} = \frac{E}{R_L + (\rho a / lb)}$ 。

当导管周围无磁场且电离气体匀速流动时，有 $\Delta pab = kv_0$ ；当导管周围有磁场且电离气体匀速流动时，

管左右两端的压力差 Δpab 给气体一个向前的力，而感应电流受到的安培力 $F_{安}$ 和摩擦力 kv 起阻碍作用，满足 $\Delta pab = F_{安} + kv$ ，式中 $F_{安} = \frac{BaE}{R_L + (\rho a / lb)}$ 。

$$\text{由以上各式解得 } E = \frac{\Delta pab}{\frac{\Delta pb}{Bv_0} + \frac{Ba}{R_L + (\rho a / lb)}}$$

点评：磁流体发电与火力发电相比效率高，清洁无污染，且直接将电离气体的内能转化为电能。现处于崭新的研发阶段，有待以后广泛应用。由图 2、图 4、图 8 可知：它们的共同点是带电粒子进入磁场受到洛伦兹力作用，发生偏转，产生霍尔效应，建立横向电场，形成速度选择器模型；不同点是物质的状态不一样，图 2 中铜板为固态，图 4 中导电液体为液态，图 8 中电离气体为气态。

（江苏省淮州中学 223300）