

体育运动学校试用教材

物 理

(下 册)

体育运动学校《物理》教材编写组编

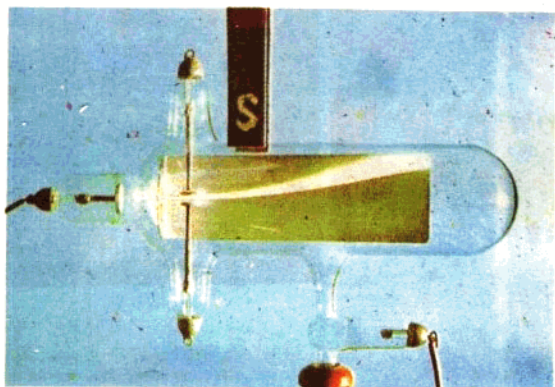


图1 电子束在磁场中的偏转

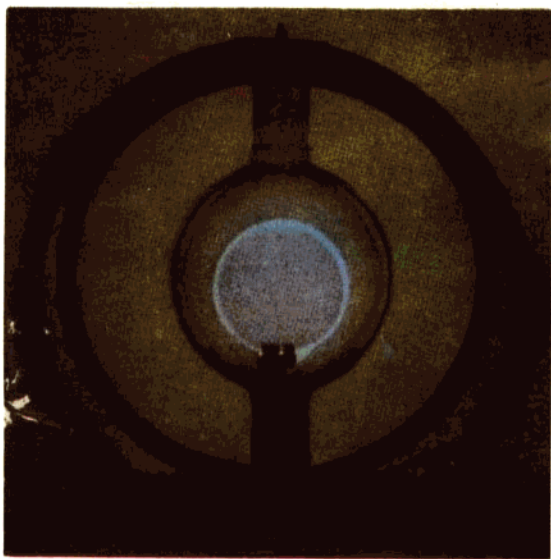


图2 电子射线在磁场作用下弯成圆形

前 言

为提高体育运动学校的教学质量，加速培养有文化的高水平运动后备人才，遵照1985年全国中专教材规划会议精神和体育运动学校办校方案的规定，编写了这套全国体育运动学校文化课教材。本教材是以普通中学课本的乙种本为蓝本，并参考其它中专教材，根据体育运动学校的实际，作了适当的取舍和必要的修改。

这套《物理》教材分上、下两册，这是下册，内容包括流体力学、电学和原子核物理等章节。有关内容的学生实验，合订在课文之后。书中带“•”号的课文与习题，是选学内容。此教材供从初中三年级办起的四年制体育运动学校使用，其它学制的体育运动学校也可选用。

本教材由国家体委群体司组织体育运动学校《物理》教材编写组集体编写。参加编写的有（按姓氏笔划排列）：广东省体育运动学校的马启谋、上海市体育运动学校的李永良、武汉市体育运动学校的周少柏、安徽省体育运动学校的张贤定、兰州市体育运动学校的崔凯元。最后经国家教委聘任的全国中等专业学校《物理》学科课程组成员许楷同志审查修改定稿。

本书系试用教材。由于编写的时间紧迫，编者的业务水平所限，不妥之处在所难免，恳请大家在试用中提出批评，予以指正，以便今后作进一步的修订。

体育运动学校《物理》教材编写组编

目 录

第十章 流体力学.....	(1)
一、理想流体.....	(1)
二、稳流.....	(2)
三、流线和流管.....	(3)
四、理想流体的连续性原理.....	(3)
五、流体流动时压强和流速的关系.....	(5)
六、物体在流体中运动时所受的阻力 流 线体.....	(7)
七、流体力学在体育运动中的应用.....	(10)
本章小结.....	(16)
第十一章 直流电路.....	(18)
一、两种电荷 库仑定律.....	(18)
二、电流强度.....	(25)
三、电压.....	(38)
四、欧姆定律.....	(43)
五、电阻定律.....	(49)
六、串联电路.....	(55)
七、并联电路.....	(59)
八、电功和电功率.....	(63)
九、焦耳定律.....	(69)

十、闭合电路的欧姆定律	(76)
十一、电池组	(82)
十二、用欧姆表测电阻	(85)
本章小结	(86)
复习题	(90)
第十二章 磁场	(93)
一、简单的磁现象	(93)
二、磁场	(97)
三、电流的磁场	(101)
四、磁感应强度	(111)
五、磁场对电流的作用	(114)
六、磁场对运动电荷的作用	(119)
本章小结	(123)
复习题	(126)
第十三章 电磁感应	(129)
一、电磁感应现象	(129)
二、感生电流的方向 楞次定律	(134)
三、法拉第电磁感应定律	(138)
本章小结	(141)
复习题	(143)
第十四章 交流电	(145)
一、交流电的产生	(145)
二、表征交流电的物理量	(149)
三、变压器	(151)
四、远距离输电	(154)
五、用电常识	(156)
六、电能在国民经济中的重要意义	(164)

本章小结	(166)
复习题	(167)
第十五章 原子和原子核	(169)
一、原子的核式结构	(169)
二、天然放射性	(172)
三、原子核的人工转变	(176)
四、原子核的组成	(178)
五、放射性同位素及其应用	(180)
六、原子核的结合能	(184)
• 七、重核的裂变	(186)
• 八、轻核的聚变	(191)
本章小结	(194)
复习题	(197)
学生实验	(198)
一、组成串联电路和并联电路	(198)
二、用伏特表、安培表测电阻	(199)
三、用滑动变阻器改变电流强度	(203)
四、测定小灯泡的功率	(204)
五、用安培表和伏特表测定电池的电动 势和内电阻	(205)
六、练习使用万用电表测电阻	(207)
七、练习用电磁继电器控制电路	(209)
八、安装直流电动机模型	(210)
九、研究电磁感应现象	(210)
十、安装简单的照明电路	(211)
附录一 常用的电磁学量的国际制单位	(213)
附录二 常用的物理恒量	(214)

第十章 流体力学

我们已经学过有关静止液体和气体的一些性质，现在要研究有关液体、气体流动的问题。

气体和液体在某些性质上有很大的差别，因而各有不同的规律。但气体和液体都具有流动性，所以气体和液体又统称为流体。由于这个共性，它们又遵循着相同的规律。研究流体性质及其运动规律的科学叫流体力学。

工程技术、工农业生产及体育运动中都不同程度地应用着流体力学的知识。

一、理想流体

河流中的水，输油管中流动着的石油，以及空中流动着的空气流等，都是常见的实际流体。实际流体的运动比较复杂，决定因素多种多样。但在某些问题中，我们可以突出起作用的主要因素，忽略次要因素。理想流体就是在这种情况下提出的一个理想模型。

实际的流体是可以压缩的。就液体来说，压缩一般很小，因此在一般情况下，液体的压缩性就是一个次要因素，可以忽略不计。对气体来说，虽然它的压缩性比较大，但它的流动性很大，只要很小的压强差就可以使气体迅速流动起

来，而这极小的压强差所引起的各处密度的不同是很小的。因此，在研究气体流动的许多问题中，气体的压缩性也是可以忽略的。

实际流体流动时，其内部相邻两层间有摩擦力，决定它的因素很复杂，因此就造成了在研究流体运动上的很大困难。为了简化问题，我们假定在流体运动中无内摩擦力的存在。

理想流体就是绝对不可压缩，完全没有粘滞性的流体。

二、稳 流

站在河岸上观察河水的流动，就能看到一些和流体运动有关的现象。为了明显地看出水的流动，我们可以任意选择河中的几点，如图10-1所示的几点做投入点，并保持一定的时间间隔，连续地撒下一些漂浮物，如树叶、纸屑等。

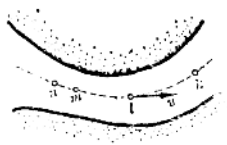


图 10-1

首先，我们看到漂浮物将沿着一定的路径(图10-1所示的 $nmlk$)向前流动。如果注意观察河水中某一固定点，如 l 点，就会发现，凡是漂过 l 点的漂浮物，都以同样的快慢，沿着同样的方向离开 l 点。

这种现象表明：漂浮物附近水的微粒流过 l 点时都有相同的速度，即水的微粒流过 l 点的速度，不随时间改变。这样的现象，不仅在 l 点可以看到，在其它各点如 n ， m ， k 各点，即在河水中任何一个固定点也都可以看到这种现象。液体流动时流动的快慢叫流速。

观察河水中不同点，可以发现，漂浮物流过各点时，速度是不同的。尽管在同一时刻各处流速不同，但是在不同时间

刻通过任一固定点的流速都不随时间而改变，这种流动叫做**稳定流动**。简称**稳流**。

例如，管道和渠道中水的流动，以及石油输油管中石油的流动，一般情况下，都可近似地认为是稳流。

三、流线和流管

在稳流中，假想沿着流体微粒的运动轨迹画出的线，如图10-1中的 nm/k 虚线，叫做**流线**。

因液体微粒在液体流动过程中做曲线运动，所以流线上各点的切线方向，就是液体微粒流过该点时速度的方向。又因液体稳定流动时，流线各点速度的大小和方向都不变，所以在稳定流动中其流线是不相交的。

根据上述流线的特点，可知当管道里有稳流时，在管道粗的部分流线疏，管道细的部分流线密。

流线虽然是一种假想的线，而且并不真的存在于流动的液体中，但在研究流体力学时，是一个很重要的概念。

流线所包围成的管子，叫做**流管**。

流管的某一截面内的所有液体微粒，将在流管内流动而不离开流管，而外部的液体微粒也不能进入流管内。将液体划分为各个流管后，只要掌握了每一流管中液体的运动规律，就可以掌握液体整体的运动规律。

因此，我们所研究的是：理想液体在某一流管中所做的稳定流动的情况。

四、理想流体的连续性原理

在流体中取一流管，并做任意两个垂直于流管的截面

ΔS_1 和 ΔS_2 ，如图10-2所示。如果在 ΔS_1 处的流速等于 v_1 ，那么在单位时间内，流过截面 ΔS_1 的液体体积等于 $\Delta S_1 v_1$ 。同样，在单位时间内，流过截面 ΔS_2 的液体体积等于 $\Delta S_2 v_2$ 。 v_2 是液体在截面 ΔS_2 处的流速。对于不可压缩的液体而言，流过截面 ΔS_2 的液体体积，应等于流过截面 ΔS_1 的液体的体积，由此得到：

$$\Delta S_1 v_1 = \Delta S_2 v_2$$

因为这个关系式对于同一流管的任何两个截面都是正确的，所以一般地对于同一流管可以写出这样的式子：

$$\Delta S v = \text{恒量}$$

即对不可压缩的、无粘滞性的理想液体来说，在同一流管中，任意一处截面积和该处液体流速的乘积，是一个恒量。这一结论叫做理想流体的连续性原理。

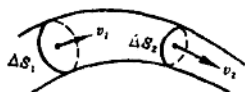


图 10-2

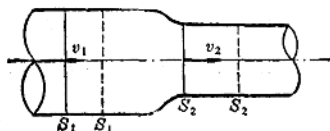


图 10-3

当不可压缩的又无粘滞性的液体，沿一实际的管子稳定流动时，这时管子的容积与流管的容积相合。根据这个道理，以及理想流体的连续性原理，很容易说明为什么在管子粗的地方，液体流动较慢，而在管子较细的地方，液体流动较快。

例如，图10-3所示为两端粗细不同的水管，液体自左端流入，从右端流出。设管子左端截面为 S_1 ，右端截面为 S_2 ， v_1 代表截面 S_1 处的流速， v_2 代表截面 S_2 处的流速。那么，

根据连续性原理，得到

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

可见，在连续稳定的情况下，管内任一截面的液体的流速与管子截面的大小成反比。管子粗的地方，截面大，流速小，而在管子细的地方，截面小，流速大。同样道理，在河面窄，河底浅的地方，水流得快；在河面宽、河底深的地方，水流得慢。

一般常把单位时间内流过某一截面的流体的体积(Sv)，叫做流体在该截面处的**流量**，常用 Q 表示，即

$$Q = Sv$$

流量的单位常用米³/秒或升/秒表示。

练 习 10—1

(1) 自来水管的半径是2厘米，水在管中的流速是30厘米/秒，求管内的流量。

(2) 水平安装的自来水管粗处的直径是细处的3倍，如果在粗处的流速是8厘米/秒，在细管处的流速是多少？

(3) 在一条河的两个宽窄不同的地方，如果水流速度相同，试问这两处水的深度有什么不同？

(4) 有一灌溉渠，其横截面是等腰梯形，底宽2米，水面宽4米，水深1米。这个渠再通过两个分渠把水引到田里。分渠的截面也都是等腰梯形，底宽1米，水面宽2米，水深0.5米。如果水在分渠内流动的速度都是20厘米/秒，求水在总渠内的流动速度。

五、流体流动时压强和流速的关系

在研究液体流动时，有一个很重要的现象需要注意，这就是流动液体中的压强和它的流速之间的关系。为了认识这一点，并初步确定流体中的压强和流速的关系，我们做下面

的实验。

图10-4表示粗细不同的水管，水管上面装着两根细玻璃管 M 和 N ，用来测量液体内部的压强，叫做测压管。液体从左端流入，从右端流出。实验指出：测压管 M 内液柱的高度 h_1 ，大于测压管 N 内液柱的高度 h_2 ，显然， A 点的压强要大于 B 点的压强。因此得到：

在稳流中，管子粗的部分压强大，管子细的部分压强小。

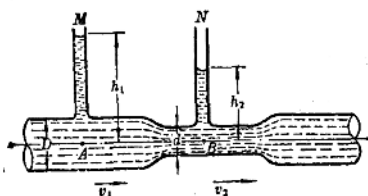


图 10-4

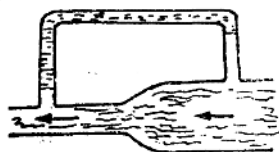


图 10-5

当气体在管中流动时，我们可以看到同样的关系。如图10-5所示，管子的粗部和细部连接着一根细管，细管里放了液体。当管子里气体不流动时，细管两边的液面在同一水平面上。现在使气体在管中作稳定流动，于是我们就看到，接在粗部的细管中的液面要下降，接在细部的细管中的液面要上升，这表示粗部的压强大，细部的压强小，

根据流体的连续原理，我们得到这样的结论：在稳流中，管子粗的地方，流速小，压强大，管子细的地方，流速大，压强小。

在第三节中已经讲过，流线分布的疏密可以用来表示流速的大小。根据压强和流速的关系，我们还可以用流线的疏密来表示压强的大小。即：流线疏的地方压强大，流线密的

地方压强小。

练习 10—2

(1) 桌上放着两只乒乓球，相距约 1 厘米，如果用细口玻璃管向着它们中间吹气，会有什么现象发生？

(2) 在桌上放着两本同样厚的书，相距 2-3 厘米，在书上放一张纸，如果向两书间的空隙处吹气，会发生什么现象？为什么会有这种现象发生？

(3) 如果两只船同向并排航行，它们就会互相靠拢而有碰撞的危险，为什么？

(4) 每当疾驰的汽车通过时，路旁的纸屑、细草常常被吸向汽车，这是什么道理？

六、物体在流体中运动时

所受的阻力 流线体

理想流体没有内摩擦，物体在理想流体中运动时，就不会有能量的损耗，所以它是不会受到阻力的。当物体在实际流体中运动时，尽管速度很小，也要受阻力。例如，我们在静水中划船，如果划了几下以后，不再继续划，船就会慢慢地停下来。使船慢慢地停下来的作用力，就是水的阻力。同样，在气体中运动的物体，也要受到气体的阻力。例如，我们骑自行车的时候，就往往会感觉到空气的阻力。

日常生活经验告诉我们，流体的阻力与下列因素有关。

(1) 与流体和物体的相对速度有关。相对速度越大，流体的阻力越大。例如，当我们骑自行车的时候，速度快比速度慢受到的阻力要大。

(2) 与物体在垂直于运动方向上的物体的截面积正面积

有关。截面积越大，阻力越大。例如，跳伞运动员张开伞下降比不张开伞下降时所受的阻力要大得多。

(3) 与物体的形状有关。例如，同样是撑开的伞，凹部向风时，比凸部向风时所受到的阻力要大，从实验中知道，在相对速度和正面积都相同的情况下，球体所受的阻力小于圆板所受的阻力。半球形的物体在凹面向风时受到的阻力特别大，所以降落伞总是做成半球形的。

物体在流体中运动受到阻力的原因，主要由于实际流体中存在着内摩擦(粘滞性)，接近物体表面的流体附着在物体上，和物体一起运动，引起了流体层与层之间的相对运动和相互作用。这种作用阻止物体运动，叫做粘滞阻力或内摩擦力，它的大小随着相对速度一同增大，当物体与流体间的相对速度大到一定程度时，阻力急剧增加，显然这种现象是由另一因素所产生。为说明阻力剧增的原因，我们先做这样一个实验：用一只手拿着一个火柴盒，另一只手在火柴盒后面拿着一根点着了了的纸烟，向着火柴盒吹气，烟柱就会向着火柴盒飘来，如图10-6所示。在空气流向火柴盒的同时，火柴后面形成一个低压的涡旋，因而使火柴盒前后的压强 P_1 和 P_2 不等，如图10-7所示。涡旋是具有很大的动能的。因为



图 10-6



图 10-7

流速大，压强小，所以在形成涡旋的区域里，压强总比周围低些。压强差 $P_1 - P_2$ 形成了阻力，我们叫它压差阻力。在运动速度不高时，涡旋的作用不显著，形成阻力的唯一因素是内摩擦；速度高到一定的程度，涡旋作用就比较显著，所以物体受到的阻力剧增。

根据以上所述，我们知道，物体在流体中运动时所受的阻力，是由内摩擦和涡旋两个因素所形成的。在速度很小时，阻力的大小主要决定于内摩擦。在速度较大时主要决定于涡旋。速度越高，涡旋的作用越大。为了有效地减小阻力，就要设法避免涡旋的形成。

正面积相同，形状不同的物体在流体中运动时，所受到的阻力差别是很大的。图10-8表示物体的形状对空气阻力大小的影响。我们取圆柱体所受的阻力为单位。如果在圆柱体的前面附加一个圆锥体，就可以把阻力减小成 $\frac{1}{2}$ 到 $\frac{1}{4}$ （由圆锥角的大小决定）。如果在圆柱体的前面附加一个弹头形的物体，可以把阻力减小成 $\frac{1}{5}$ 。最后，如果再把物体改为接近下落的液滴或鱼的形状，阻力就可以减小到 $\frac{1}{25}$ 。

正面面积相同的一切不同形状的物体，在气体或液体里用相同的速度运动的时候，其中受到最小阻力的物体叫做**流线体**。

流线体的形状是：前面圆，后面尖，表面尽可能光滑，

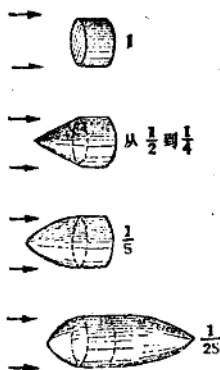


图 10-8

没有凹凸不平之处。这种形状就是所谓流线形。飞艇、潜水艇、鱼雷、竞赛汽车、飞机的机身和机翼、轮船的浸在水面下的部分，都是做成流线形的。

七、流体力学在体育运动中的应用

1. 飞机的举力 鸟在天空中能够自由地飞翔，飞机在高空飞行能够不落下来，是因为气流对它的举力。现在我们来谈一谈举力是怎样产生的。

使飞机上升的主要部分是机翼，飞机机翼下面的形状是平的或者稍微凹的，上面是稍微凸起的（如图10-9）。当飞机沿水平方向飞行时，机翼的前缘稍微向上，并与气流方向



图 10-9

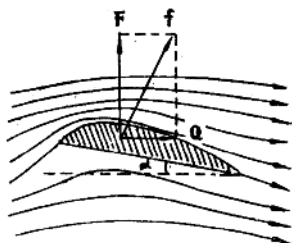


图 10-10

成一个小角度 α ，叫做仰角或冲角。（如图10-10）所示。机翼上方空气的流速大于下方的空气流速，在机翼上方的流线就较密，下方的就较疏。因此机翼上面的压强小而下面的压强大，形成了一个向上而稍偏后的总压力 f 。我们把 f 分成水平的竖直的两个分力。竖直向上的分力 F 叫做举力，维持着飞机上升或悬浮在空气中，水平方向的分力 Q 阻止飞机前进，

叫做正面阻力。

f 的大小和气流的速度有关，速度越大， f 也越大。举力和前进阻力也相应的加大。此外， f 还与机翼的形状和气流冲向翼面的角度(冲角)有关。

在体育书籍里经常谈到升力，它就是气流作用在人身或器械上的举力。铁饼和标枪运动员投掷时都力求使器械获得最大的升力，对抗器械的重力作用，维持器械在空中的滑翔，延长了在空中飞行时间，因而能增加飞行的远度。滑雪、跳远运动员腾空时以及滑水板运动员出发时，也是争取产生这样的效果。

在游泳运动中，人的手臂就类似一个机翼(如图10-11)，

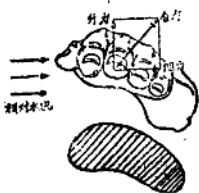


图 10-11



图 10-12

只要在划水过程中位置适当，保持一个合适的冲角，选择一条合理的划水路线，就能充分发挥出升力的作用，提高运动成绩。例如蛙泳划臂中手的运动路线是向前、向外、向里，然后又向前的(图10-12)。如果手在划水阶段向外移动时，手掌朝外、朝后，在手背上面的水流速度大于手掌下面的水流速度，因此形成一个向前偏里的总压力 f 。如果手的移动方向与身体移动方向成直角， f 的分力 F 就与身体移动方向一致，从而起到向前推进的作用。另一分力 Q 的方向与身体移动方向垂直，对向前运动不起阻力作用。同样道理，在手