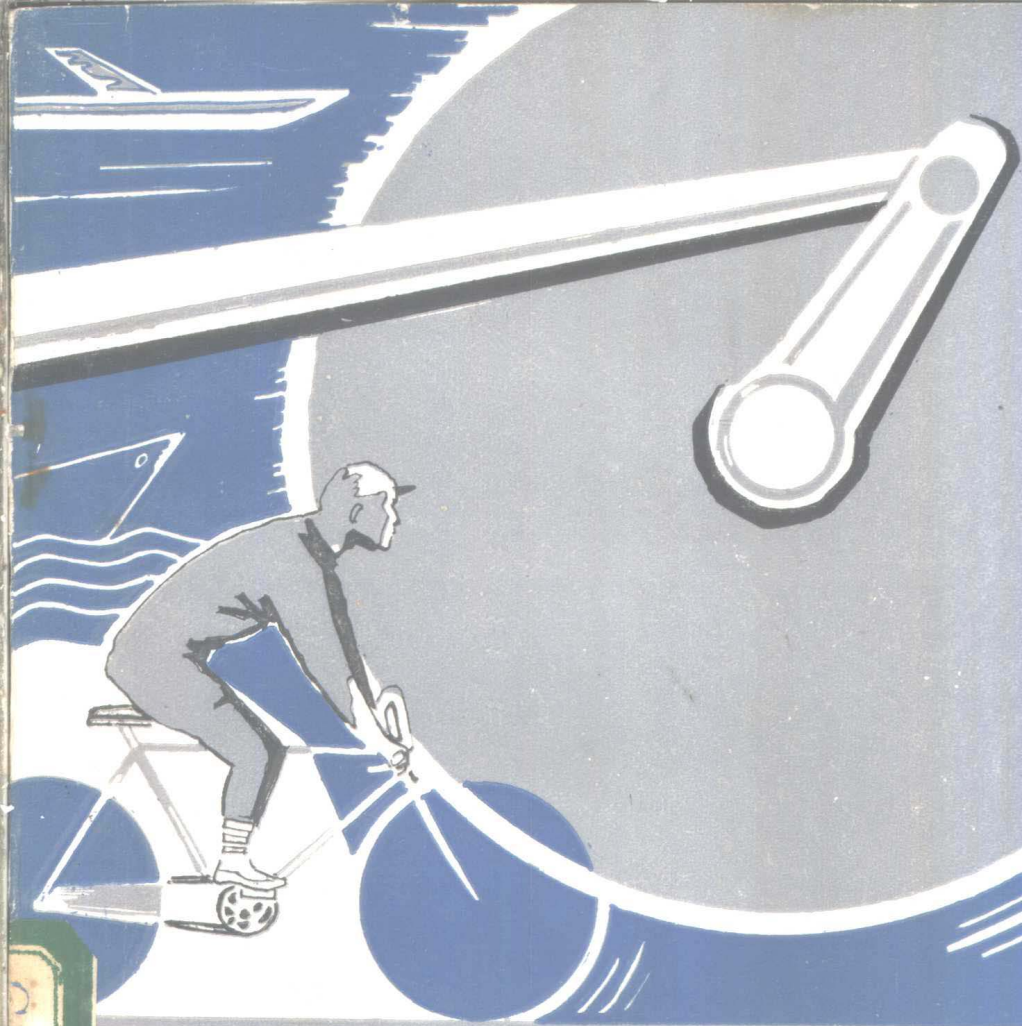




中学力学常识

游·行·飞

李魁梦

内蒙古人民出版社

中学

游 · 行 · 飞

李 魁 梦

内蒙古人民出版社

一九八二·呼和浩特

中学力学常识

游·行·飞

李魁梦

·

内蒙古人民出版社出版

(呼和浩特市新城西街82号)

内蒙古新华书店发行 内蒙古青山印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 5.25 字数: 85千

1981年10月第一版 1982年8月第1次印刷

印数: 1-9,000册

统一书号: 3089·205 每册: 0.36元

前言——脚踩两只船

暑假到了，叔叔来信要我和弟弟——小东东到他那儿度过一个有意义的愉快的暑假。这实在是我们盼望已久的事了！我和东东巴不得插上翅膀飞了去。因为爷爷说过，叔叔那儿是依山傍海，风景如画的好地方，更何况，叔叔工作的研究所里还有各种珍禽异兽和仪器设备呢！

可是，我一直在纳闷儿，叔叔本来是搞物理工作的，为什么和动物交上朋友了呢？所以，我们刚到叔叔那儿，东东闹着叔叔带他去玩，而我却提出了我的疑问。

“你是问我为什么脚踩两只船吧！一只脚踩到‘动物’这只船上，另一只脚踩在‘物理’这只船上，是吗？”叔叔顿了顿，笑着说：“你们说，人类交通往来都靠什么呢？在古代靠人类的两只脚，靠牲畜的四个蹄子，以后发明了舟船，车辆，飞机，飞艇以至飞向宇宙太空的宇宙飞船，是靠这些来交通往来的！可是，生活在水中的鱼类，海豚，可以轻而易举地追过飞速前进的船只。陆地上的各种各样的复杂地形和

各种艰难的地面条件使设计精良的汽车甚至越野车辆望而却步，可是许多陆地生长的动物却世代生息在这些地方，以它们独特的方式在这些艰难地面顺利地运动。人类飞行的历史并不长，但有了极大的进步，现在，我们不仅在飞行的高度上、距离上、速度上都已经远远超过鸟类，而且可以飞出地球范围，到太阳系的任何一个星体上去，可是有哪一架飞行器可以象最小的一种鸟——蜂鸟那样停悬运转自若，进退自如呢？！

人类为了争取更大的速度，争取一分一秒时间，争取更广阔的空间做了巨大努力，在各个方面都想了许多办法。而各种动物的运动器官和运动方式，无论是过去和现在，都给了人类许多有益的启发，有的甚至成为人类运动工具的设计楷模呢！

当然，对动物的研究是多方面的，有生物学的，有物理学的，力学的，工程技术仿生学的。开展这些研究，对人类的科学技术和生产的发展，生活面貌的改变，都会带来重要的影响呢！”

叔叔说到这儿，我的疑团似乎解开了，我高兴地说：“唔！我明白了您脚踩两只船的道理了！”

叔叔接着说：“你们不是要知道自然界的各种各样物体运动的道理吗？这个题目大了些，不过我们还是一起解开眼前的一些物体的运动之谜吧！”

目 录

前言——脚踩两只船

第一章 橹和运动…………… (1)

从鞭毛虫的运动谈起…………… (1)

橹的道理…………… (5)

鱼的运动…………… (11)

自然的创造——流线型和减阻…………… (15)

第二章 桨和舵…………… (21)

带“桨”的动物…………… (21)

“桨”、“帆”和“舵”…………… (24)

轮桨和螺旋桨…………… (32)

第三章 模仿水生动物的运动…………… (36)

鱼和船舶…………… (37)

波板船和防摇鳍…………… (43)

游泳和仿生…………… (46)

第四章 爬行…………… (52)

蜗牛、水螅和小爬虫…………… (52)

蛇的爬行…………… (59)

压强、潜水和壁虎……………(64)

第五章 “火箭式”的运动……………(72)

蜻蜓幼虫——水蛭和“挪威海怪”……………(72)

反冲原理……………(77)

喷水船、喷气飞机和火箭……………(80)

第六章 运动杠杆……………(86)

爬行机械……………(86)

四足动物和人体的运动杠杆……………(91)

四足兽的运动模型和大袋鼠……………(100)

运动器官和“环境”……………(106)

沙漠之舟和接地压强……………(109)

人体步行的模型、跑和跳……………(114)

第七章 地面车辆……………(127)

第八章 飞行……………(138)

动物飞行家……………(139)

机翼……………(146)

从热烟气球到超音速飞行……………(156)

第一章 櫓 和 运 动

从鞭毛虫的运动谈起

我们来的第二天早晨，就随叔叔来到一间宽敞明亮的实验室。一进门，就被周围的奇特摆设迷住了。长长的桌子上，摆满一排排带有标签的玻璃槽，有的玻璃槽里还种了水草，一些小动物在里面栖息、运动着。

叔叔从一个长满绿苔的玻璃缸中用滴管取出一滴淡绿色的水，滴到一小片玻璃上，放到显微镜的载物台上仔细观察起来，不一会儿，叔叔转过身来说：“你们看，显微镜中的小动物是怎样运动的？”

东东看了说，这是一条样子象眼睛的虫子，眼角上还长了一根毛，毛在摆动时虫子就一扭一扭地运动了。当我看它时，这虫子一摆动那根毛，居然逃出了显微镜的视野，我调动了好一会儿显微镜的载物片，才找到了它。

原来这是一只最低等的动物，是一个活的细胞，叫绿眼虫，生活在水沟里，大量繁殖时就使水变成绿

色了。这个最简单的动物也有一个运动器官，叫鞭毛（图—1）。长着这种鞭毛的单细胞动物的种类还很多呢！这类动物叫鞭毛虫，鞭毛虫就是靠这鞭毛的摆动，在水中游动到营养丰富的、有光线的水中，靠从体表渗入一些营养物，也靠光线的作用，使体内的叶绿素进行光合作用，吸收二氧化碳生成糖来维持生活的。

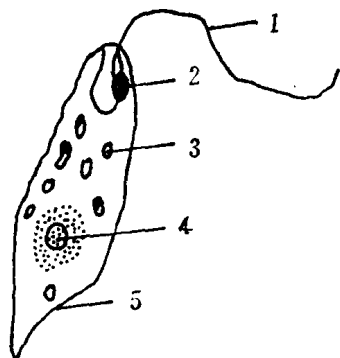


图1 绿眼虫

- 1.鞭毛 2.眼点 3.叶绿素体
4.细胞核 5.表膜

“你们看！就连这保留有植物特点的最低等动物还有一个与生命密切相关的运动器官呢！它的鞭毛象一只小舢板船上的橹一样，左右一摆，就会运动了。”叔叔说着还给我们讲了许多带橹的动物（图—2）。

自然界带橹的动物很多，象几乎所有鱼类都是利用尾和尾鳍——这只橹来运动和改变方向。可见橹不仅是一个推进器，还兼有舵的作用呢！

青蛙的幼体蝌蚪也长着长长的尾巴，尾巴的边缘长有很发达的膜，这就成为蝌蚪的橹了。靠着它游泳运动，逃避敌害，寻找食物。以后逐渐长大，直到长出四肢，它的尾巴才逐渐变短，以后完全消失，再靠它的

四肢，尤其是它强劲有力的后肢和蛙蹼来游动和在地面上跳跃。

我国南方，象华南、西南山地的溪流中，生长着一种两栖动物——大鲵，是我国珍贵的特产，叫起来象个婴儿哭闹一样，所以又叫娃娃鱼，大的有一米多长呢！它也长了一条大尾巴，靠这只槽在山涧溪流中游动呢！

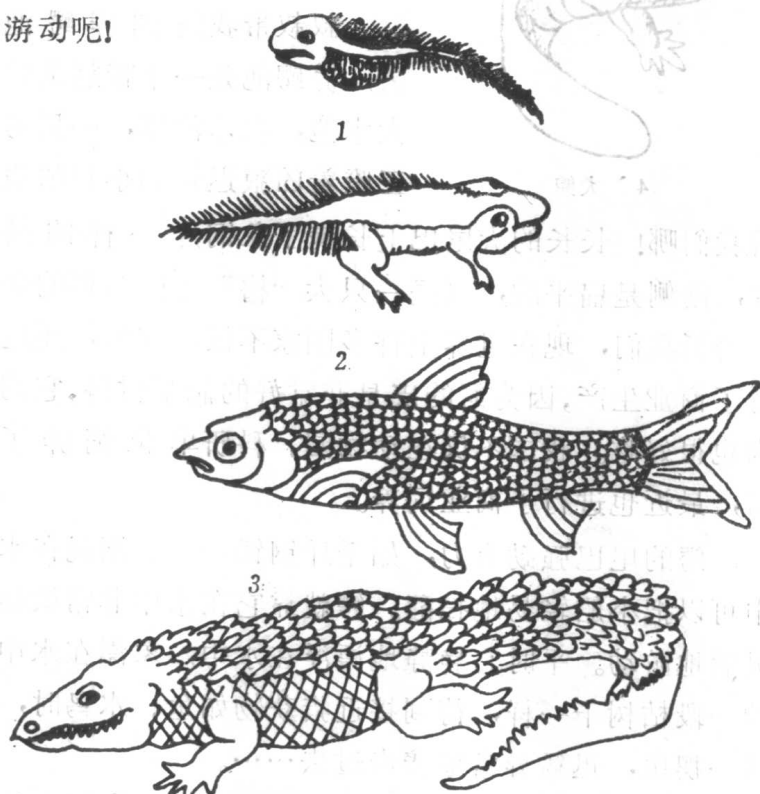
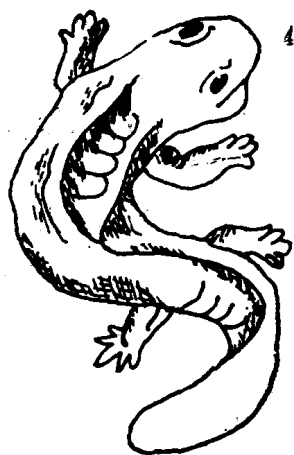


图2 带槽的动物

1. 蝌蚪 2. 鱼——青鱼 3. 鳄鱼



4 大鲛

此外象鳄鱼，比如一只八米长的鳄鱼，它的尾巴就足有四米长。我国特有的扬子鳄是一种很小的鳄类，体长二米左右，它的尾巴也有一米长。

叔叔带我们到养鳄池去，养鳄池是一个带篷顶的大水池，在水池里，一只鳄正瞪着凶狠迟钝的小眼睛望

着我们哪！长长的大尾巴上长满了象钢片一样的鳞片，两侧是扁平的，真是一只大“橹”呢！养鳄的老人告诉我们，现在世界上许多国家不仅研究鳄，还进行了商业生产，因为鳄的皮是非常好的制革材料，它的肉也很好吃。我国不仅在动物园、科研单位饲养了鳄，最近也进行了商业饲养。

鳄的尾巴强劲有力，如千斤钢锤一般。据说在水中可以把小船轻易地扫翻。鳄就靠它在水中非常敏捷灵活地游动。平时它静静地漂浮在水中，象漂在水中的一段枯树干一样，待到接近猎获物如鱼、水鸟时，猛一摆尾，迅猛异常地袭击过去……。

带橹的动物真不少呢！我们都听得入神了。这时，叔叔说：“你们知道了许多动物靠“橹”来运

动，其实橹的发明，也正是古代劳动人民在生活中对鱼类靠尾和尾鳍的摆动运动的观察中，得到启示而发明的。那么橹的摆动为什么推动船前进呢？”

经这么一问，东东有点慌神了。

橹 的 道 理

为什么橹可以是小船的推进器呢？我想到：一个停在地面上的手推车，人在推它时，它受到推力由静止开始运动；因为小车受到阻力作用，要维持车的运动，人仍然要推它，推力克服阻力使车不断前进。这个使车子推进的推力是外力。

一只在浅水中的小船，可以用竹竿撑它前进。这时船夫用力通过竹竿推水底的地面，地面也同时有推力通过竹竿作用于人和船上，在地面推力作用下船开始运动起来，要维持船的不断运动，就要不断撑竿以造成地面对船的推力，来克服水对船的阻力，使船不断前进。这使小船推进的力是地面对竿的撑推力，也是外力。

想到这儿，我回答说：“小船开始运动或在水中行进时，一定是在外力推动下运动的。就是说，船夫在摇橹时，使橹不断向后拨动水，橹推水向后时，橹

就同时受到水的推力，这个推力推橹和船向前，它就是推船前进的外力。叔叔，您说对吗？”

“对！是这样的道理！”叔叔赞许地说。“其实，任何一个物体，由静到动，或加快运动；由动到静或减速运动；或者改变运动的方向都需要外力作用。如果物体运动的环境中，有阻力作用在运动物体上，要维持它的运动也需要外力。怎样获得这个力呢？对于船只、车辆、飞机和许多动物，如鱼虾，走兽，飞禽等，常常是通过对外界作用力，而同时获得外界对物体的反作用力而得到的。”说到这儿，叔叔顿了顿，问道：“船在水中运动，橹在拨动水时也在水中运动，鱼类也在水中运动；飞机和飞鸟是在空气中运动；车辆在地面上和空气中运动，这些物体的运动会不会受到水、空气的阻碍？”

东东立即回答说：“我在空气中走路，没有感到有阻力。可是在水中运动时，就挺费劲，水阻挡着，跑也跑不快。”

“不对！”我反驳说：“我在跑百米时，就感到有风顶着不好前进。骑自行车时，骑得越快，就感到风顶得越厉害。在空气中和在水中一样，对运动是有阻力的。”

“是的，空气和水都容易流动，叫流体，流体对在其中运动的物体，都产生阻碍作用，这种阻碍就是

阻力。阻力的方向是和物体相对于流体的运动方向相反的。比如，你在游泳池里向东运动，阻力就向西阻止你运动；如果你向西运动，阻力就向东阻止你运动。而且在一般的速度下，速度越大，阻力也越大。有人用直径7.62厘米的木球作实验，在气流速度为每小时128.8公里时，它所受到的阻力为1.5单位。如果它在空气中的速度提高到每小时161公里的时候，球受到的阻力为2.4单位。当速度上升到每小时185时，阻力增大到3单位。不过阻力与速度的关系，是个复杂的问题呢！”叔叔继续讲述着：“不仅如此，阻力还与物体在流体中的‘迎风面积’有关呢！如果拿着标语牌跑起来，让牌子的表面与运动方向垂直，这就好象气流从正面吹到牌面上，这时你会感到气流对牌面的压力，或者说阻力很大。牌面的面积越大，阻力也越大。这时牌的面积就是迎风面积。一个篮球抛出，它的迎风面积是通过篮球球心的大圆面积；一颗在水中穿行的鱼雷的迎“风”（或者叫迎水吧！）面积是鱼雷最粗部分的截面面积；一架飞机飞行时的迎风面积就是垂直于运动方向上的投影面积；人体在水中跑动时，迎水面积很大，阻力也大，在水中游泳滑行时，迎水面积小，阻力也小（图—3）。

在流体中运动物体所受阻力不仅与物体和流体的相对速度以及迎风、迎水面积有关，而且还与物体的

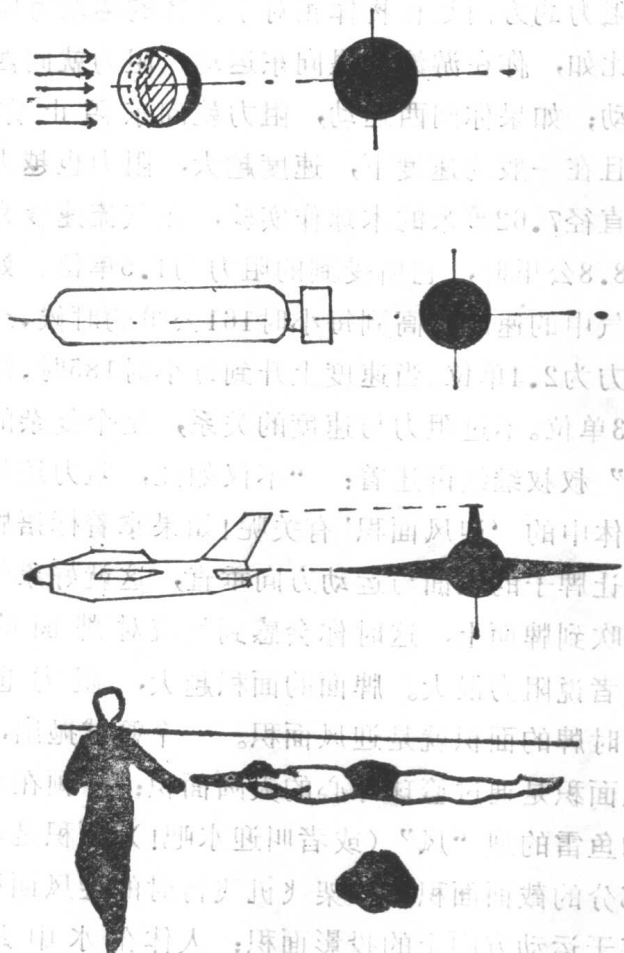


图3 图中画阴影的部分为迎风—迎水面积

形状和表面处理的情况等许多因素有关。降落伞在下降时，迎风的部份凹进去，这就使空气对它下落的阻力大大增加。使乘降落伞的人在空气中所能达到的最

大速度——收尾速度不很大。因此可以安全降落。”

“橹在拨水时，会有一部分水由静止被向后推出，从而被推出的水，有反作用力作用到橹的表面上；另外，橹在水中运动是要受到水的阻力作用，这种阻力是由水流对橹面的摩擦作用以及在橹面附近水流运动变化引起的。”

原来橹的拨水部分在拨动中，使附近的水流分成两股，分别从橹的上下两侧流过（图—4是橹在水中的剖面），两股相对流过的水在剖面后由于惯性一直向前冲，而在剖面后形成涡旋区，在这水流扰动的涡旋区内压强就会大大降低了，因此橹在拨水时，橹的前面压强 P_1 大，后面形成的涡旋区压强 P_2 小，所以造成压强差形成的阻力，这种阻力叫涡旋阻力，也叫压差阻力。此外

水受到橹的扰动，总会形成波浪向远处传播，这也会形成阻力，叫兴波阻力。橹面受到的各种阻力以及

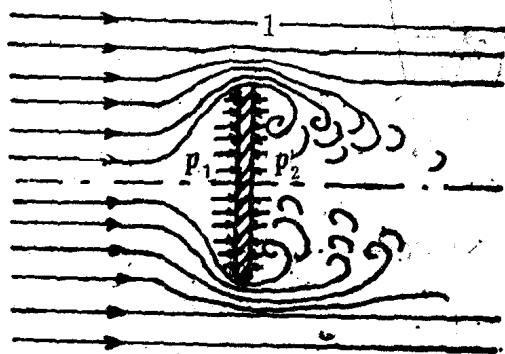


图4 橹在水中的剖面

1. 为水流相对运动方向

拨水向后所造成的水的反作用力的总合力，就是推动橹、船的动力了，这个合力 $\vec{F}$ 的方向大致垂直于橹面的方向（图-5）。如果把力 $\vec{F}$ 分解，那么沿船轴向的分力 $\vec{F}_x$ 就成为推船前进的外力了。

明白了橹的道理，桨的道理也就清楚了。橹是向船的轴线方向拨水的，而桨是向后拨水的，因而桨获得的动力基本是向前的。为了获得足够的动力，橹面和桨板的接触水的面积都比较大，拨水时要尽量增大速度。

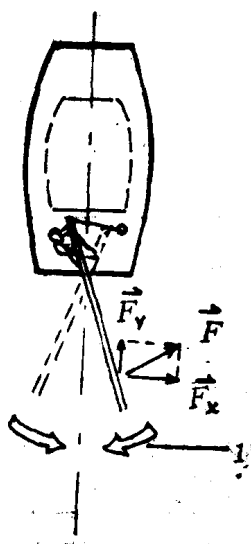


图5 1. 拨水方向

一个星期天的早晨，叔叔带我们到海上去玩，我们登上了小舢板，海面上风平浪静，叔叔摇着橹，小船象一叶轻舟飞快地驶离了海边。可是我摇橹时，橹好象不听使唤，小船东摇西摆，好半天也前进不了多远。原来是橹在拨水时，向着船的轴线用力拨，当超过轴线时，如果还沿原方向拨动，就不仅得不到动力，还会影响船的行进呢！

各种带橹的动物，都长了一个侧向扁平的大尾巴，靠着它向着运动的轴向拨水造成动力来游动的，这些动物的运