



中学生物理
课外读物



声学趣谈

丁时祺 著

人民教育出版社



封面设计：刘承汉

ISBN 7-107-10099-8/G·498

定价 0.63 元

中学生物理课外读物

声学趣谈

丁时祺 编

人民教育出版社

声音现象跟人类关系密切，探索声音秘密的声学内容丰富多彩。本书介绍了声学的初步知识，从最简单的声音现象讲起，广泛地涉及到各种声学知识，如声音的混合、双耳效应、音阶的构成、乐器纵横、交混回响、多普勒效应、超声和次声、噪声及其消除等，有助于读者扩展知识面，并对现代声学的各个分支发生兴趣。

本书通俗易懂，文笔流畅，可供中学生和中等文化程度的人阅读，也可供中学物理教师、小学自然常识课教师及科普工作者参考。

中学生物理课外读物

声学趣谈

丁时祺 编

人民教育出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

北京通县潮白印刷厂印装

开本 787×1092 1/32 印张 4.375 字数 89,500

1988年6月第1版 1988年8月第1次印刷

印数 1—2,400册

ISBN 7-107-10099-8/G·498 定价0.63元

写在前面

《声学趣谈》

这是一本课外读物，也是一本科普读物。它采用适合青少年特点的形式，深入浅出地叙述关于声学的基本知识，用以配合课堂教学，起一些课堂上起不到的作用。同时，它也可以独立作为通俗教材，趣味讲座，起到普及科学知识的作用。

这本读物力图引导青少年深入观察大自然，培养青少年对观察和实验的浓厚兴趣，学习一些观察实验的方法和手段。一些青少年往往用记公式、背概念、套公式解题的死办法来学习物理，要使他们懂得：物理规律是从千变万化、丰富多彩的大自然中提炼、总结出来的，观察瑰丽多彩的大自然，以及在实验室里再现大自然中的某些过程，是研究物理学的基本出发点。还要使他们懂得：学习物理课程的目的，不但要掌握前人研究出来的若干结论，而且要学习前人研究事物的正确方法和手段，以使用来探索前人还没有研究过的奥秘。

这本读物还想在介绍声学基本知识的同时，交织地展现

关于辩证唯物主义、历史、文学、音乐、生物、心理、生理、建筑、地震、生产和生活等多方面的知识，使青少年开阔眼界，扩大知识面，认识到各学科知识的密切联系，懂得在学习上不能偏科。“只有用人类创造的全部知识财富来丰富自己的头脑，才能成为共产主义者”(列宁)。

总之，这本读物力图把学习物理学的青少年朋友从死记硬背、应付考试的错误束缚中解放出来，引导他们具有正确的学习目的、态度和方法，培养他们的观察实验能力和思维能力，激励他们去热爱大自然，探索大自然，改造大自然。

这本读物注意了趣味性和通俗性，但更强调科学性，全书以严肃的态度对待每一个自然现象和物理概念，而不采用幻想故事的手法。力图文笔清新，读后印象较深，适合青少年的口味。

本书适合中学生和中学文化程度的人阅读，也可供中学物理教师、小学自然常识课教师及科普工作者参考。

作者水平有限，缺点和错误难免，愿向各方面同志请教。

丁时祺

1985年7月16日于湖南常德

目 录

- 一、仔细听听你周围的声音 (1)
- 序言 (1)
- 二、声音的产生和传播 (4)
- 振动发声、媒质 (4)
- 三、让声音跑得更快更远 (10)
- 声音的速度、广播 (10)
- 四、声音的高低、强弱和“色彩” (16)
- 乐音三要素 (16)
- 五、声音的储存 (25)
- 录音 (25)
- 六、我们怎样听到声音？ (31)
- 听觉 (31)
- 七、音乐家贝多芬的耳聋了！ (35)
- 听觉 (35)
- 八、“滥竽充数” (39)
- 声音的混合 (39)
- 九、人的耳朵为什么要有两只？ (42)
- 双耳效应、立体声 (42)
- 十、“四面楚歌” (48)
- 音乐和人的情绪 (48)

十一、“水杯编钟”	
—固有频率	(52)
十二、“半夜磬鸣”之谜	
—共鸣	(56)
十三、在音乐中使用的音	
—音阶的构成	(59)
十四、乐器纵横	
—振动物体	(64)
十五、“大弦嘈嘈如急雨，小弦切切如私语”	
—弦的振动	(69)
十六、“羌笛何须怨杨柳”	
—气柱的振动	(73)
十七、簧乐器、声带	
—簧的振动	(79)
十八、回声	
—声音的反射	(83)
十九、建筑物里的声学	
—交混回响	(90)
二十、声音也会弯折	
—声音的折射	(94)
二十一、转动一下发声的音叉	
—声音的干涉	(99)
二十二、小心隔墙有耳!	
—声音的衍射	(103)
二十三、火车飞驰时的鸣笛声	
—多普勒效应	(106)
二十四、瞎眼的蝙蝠	
—超声及其应用	(109)

二十五、神秘的次声

——次声…………… (117)

二十六、该死的噪声

——噪声及其消除…………… (124)

二十七、寻求“知音”

——尾声…………… (130)

一、仔细听听你周围的声音

——序言

我们生活在声音的世界里。声音，不论在什么地方，也不论是什么时候，总是紧紧地伴随着我们。

你听：树林里，风吹树叶的“沙沙”声；小河边，水波“哗哗”的拍岸声；矮墙上，雄鸡“喔喔”的报晓声；烈日下，夏蝉“曲曲”的噪鸣声……

大自然是不平静的。一会儿，天空布满了乌云，远处涌来“轰轰”的雷声，“呼呼”的风声，紧接着，逐渐响起密集的“哗啦啦”的雨声。

一会儿，云散了，风停了，雨住了，雷声远去了，一切又恢复了平静，只有雨前沉静的小溪现在潺潺作响，小鸟从树叶下钻出来，向着雨后的阳光发出欢快的叫声……

你听：闹市里，工厂马达的“隆隆”声，汽车喇叭的“嘟嘟”声，自行车“叮叮”的铃声，街旁摊点此起彼伏的叫卖声……

一会儿，马路和铁道交叉处的栏杆放下来了，远处传来火车高亢的吼叫声，紧接着，列车风掣般地开来，先是机车

排汽时粗重的气喘声，接着是车轮撞击铁轨衔接处那欢腾疾进的“哐锵哐锵”声……

直到夜深时城市才陷于宁静。这时，宿舍里只有那不知疲倦的挂钟的“嘀嗒”声，楼道里去上夜班的工人的脚步声，和不知谁家婴儿的夜啼声……

啊，声音！竟如此千姿百态：有的嘹亮，有的圆浑，有的高昂，有的低沉。它无时不有，无处不在，把世界装扮得如此热闹、生动和迷人！

啊，声音，这忠实的朋友，她悦耳，她动听，她善良，她多情，以她无私的神力造福于人。她和人们的生产、生活是这样的密不可分！

你看，工人师付根据运转的声音来判断机器是否发生毛病，挤奶姑娘为多产牛奶正在研究“对牛弹琴”，船长利用声音探测大海的深浅，号兵以嘹亮的军号声激励战士们勇敢地冲锋陷阵。

奶奶凭声音来判断壶里的水是否烧开，孩子听说话声能知道是不是妈妈在叫门，医生用听诊器检查心脏和肺部的工作是否正常，音乐家以悦耳动听的旋律来唤起人们对美好未来的憧憬。

在动物的生活中，蝙蝠利用超声指挥自己的飞行，兔子倾听响动以警惕猛兽的侵袭，蟋蟀振翅长鸣以寻求配偶，猎狗凭籍听觉来保护羊群。

啊，声音，这该诅咒的恶魔，它刺耳，它难听，它狂暴，它凶狠，以它无形的破坏力残酷地害人。巨型飞机低空飞行时的巨大轰鸣会把房屋震坏；讨厌的噪声能使人心神不定，还会引起心血管和中枢神经系统的疾病；而特强的声音能震耳欲聋，使人神智不清，甚至夺去生命。人们不得不组成庞

大的科技工作队伍，誓与噪声作斗争！

声音既然和我们有这样密切的关系，探索声音的秘密，掌握声音的规律，该具有多么大的重要性！

中国古代寓言中那个掩耳盗铃的人无视声音的客观存在，而为后人传为笑柄，我们可不能对声音的知识一无所知。

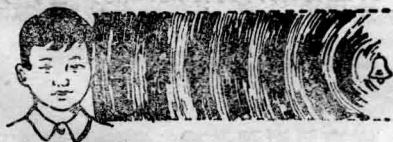
那么，声音是什么，它是怎样产生的？它有什么脾气，我们是怎样听到声音的？能不能让声音跑得更快更远，能不能把声音储存起来？人的耳朵为什么要有两只？瞎眼的蝙蝠为什么能顺利飞行？演奏乐器为什么那么优美动听，而强烈的噪声又为什么能致人死命？

亲爱的朋友，你想弄清声音的秘密吗？那么就看下去吧，并且仔细听听你周围的声音，听听你周围的声音。

二、声音的产生和传播

——振动发声、媒质

走进音乐会的大厅，仿佛进入了仙境，那变化多端的乐声，忽而婉转悠扬，忽而磅礴雄浑，时而缠绵悱恻，时而悲壮激



进，象一幕看不见摸不着的香雾，弥漫着整个大厅。这激励起多少朋友好奇的追问：声音，你是怎样产生的？

顺着声音追去，彩灯明亮的舞台上鼓乐列阵：长笛、黑管、定音鼓、小提琴……乐师们吹拉弹拨，他们在做着制造声音的工作，那些声音就是从这些乐器里发出的。

现在，我们来仔细研究研究声音产生的过程。

我们敲鼓，使鼓发声，这时在鼓皮上撒点砂子，从砂子的跳动我们知道鼓面在振动，砂子不跳了，鼓声也就消失了。我们敲锣，使锣发声，这时用手轻触锣面，会觉出锣面在振动，锣面振动停止了，锣声也就消失了。

要想使胡琴和小提琴发声，就要用力拉弓，弓与弦线摩

擦，使弦线振动。要想使三弦或扬琴发声，就要拨动或敲打琴弦，使弦线振动。要想观察弦线的振动，可以在弦线上粘一小纸条，发声时纸条会在弦线的振动下摆动起来，等到纸条停止摆动，声音也就停止了。

我们吹口琴和踏风琴，由于气流的冲击，琴内的簧片发生振动，于是发出声音。

我们吹竹笛、长笛、黑管、铜号，由于气流通过，使管内气柱振动，因此发出声音。

总之，声音是由于物体的振动而发生的，物体振动才能发声。你不妨试一试：

把一只学生用的薄尺压在桌边，使一端伸出桌外，用手拨动尺的伸出端使它振动，就会听到声音。

把一根扎小辫用的橡皮筋张紧在文具盒上，拨动橡皮筋使它振动，也会听到声音。

人说话、唱歌时发出声音，是由于喉部两条有弹性的肌肉膜——声带在振动。这可以在发声时，用手摸喉部感觉出来。

蚊子发出嗡嗡声，不是用声带，而是它的翅膀很快地上下扇动，每秒约500~600次，而飞机的螺旋桨每秒约只转25转。

振动有快慢之分。有的振动很快，有的振动较慢。振动的快慢我们用“周期”或“频率”这样的物理量来表示。振动着的物体，它的振动部分走一个来回叫做一次全振动。完成一次全振动所需要的时间叫做周期，周期用“秒”作单位。如某物体振动周期为2秒，即物体的振动部分2秒钟走一个来回。显然，周期越长，振动就越慢。在1秒钟内完成全振动的次数，叫作频率，频率用“赫兹”作单位。1秒钟振动1次，频率就是1赫兹。1秒钟振动几次，频率就是几赫兹。

有的振动的幅度大，有的振动的幅度小，振动的幅度是用振幅这个物理量来表示的，振幅就是振动物体偏离中心位置的最大距离。振幅越大，振动就越强。

声音是由振动产生的，由于振动的快慢和强弱不同以及各种振动的组合不同，于是大自然的声音就显示出千姿百态，丰富多彩，吸引着古今多少好奇者、科学家执着地探索和追寻。

那么，声音又是怎样传播的呢？

你一定知道1654年那位在皇帝面前表演马德堡半球实验的奥托·格里克（Otto Von Guericke, 1602~1686）吧，就是这位德国物理学家、工程师、自然哲学家、马德堡市市长，他还做过一个有趣的实验呢！

他把一只钟放在接有抽气机的玻璃罩内（图2-1），然后逐渐抽出罩内的空气，这时钟的指针虽然正常行走，但钟摆的嘀嗒声却随着空气的抽出而逐渐减弱，最后几乎听不到。这时如果把空气逐渐放入玻璃罩内，钟摆的嘀嗒声就又加强起来。

这个实验告诉我们，声音要靠物质来传播，在没有物质的真空中，声音是传播不了的。传播声音的物质叫做传声媒质。在这个实验里，空气是传声的媒质。

空中滚滚的雷声，远处火车的鸣笛声，山谷里哗哗的松涛声，以及课堂上老师的讲课声，都是通过空气传到我们的耳朵里来的。

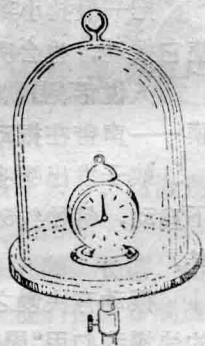


图 2-1

那么，空气是怎样传播声音的呢？

发声的物体（称为声源）发生了振动，这个振动就会推动它附近的空气，使声源附近的空气也发生相应的振动，声源附近空气的振动又推动离声源稍远一些的空气，使稍远的空气也振动起来，这个振动又推动更远一些的空气，就这样，振动逐渐向外传播出去，形成运动着的疏密相间的波动，声音就这样传播出去了。振动的传播叫做波，声振动的传播就叫做“声波”。

为什么必须要有物质，声音才能传播呢？这是因为，振动是一种运动，运动必然有它的主体——物质。没有物质的运动是不可思议的。机械振动不可能在没有物质的真空中传播。因此，在格里克的实验里，当把玻璃罩里的空气抽出之后，声音就传不出去了。

月球上没有空气，不能传播声波，所以月球表面上的空间是没有声音的死一般寂静的世界。从天外飞来的流星打在月面的岩石上，象演无声电影一样，在月球表面上的空间里不发生任何一点微弱的音响。

传声的媒质不仅有气体，还有固体、液体。

我们伏在铁轨上，会听到远处火车行驶的声音，这是从铁轨上传来的声音，它比从空气中传来的要快。

火车和汽车司机常把金属棒的一端放在发动机的各个部位上，另一端靠近耳朵，利用金属棒良好的传声特性，倾听机器内部机件的运转声，判断运转是否正常。

很早以前，人们就已知道土地是声音的良好导体。二千多年前我国哲学家墨子（约公元前480~420年）在《墨经》一书中就谈到土地传声：在井中放一个容量约为四十斗的大腹小口的坛子，让听觉灵敏的人伏在坛子上倾听，可以找出敌人

在什么方位挖地道。

俄国作家卡兰金(Карамзин)在他的《俄国史》中也曾写道：“在库里可夫斯基战役前，王子基米特立·顿斯克曾亲自到战地去侦察，他把耳朵贴近土地，就听到了奔过来的哥萨克马队的马蹄声。”

过去印第安人也常常用耳朵贴在地面，听取远处发出的声音。

液体也是很好的传声媒质。我们知道钓鱼的时候要保持安静，否则鱼儿通过水听到岸上响动就会逃走。渔民常把耳朵贴在船体上听大黄鱼发出的咕咕声，来判定捕捞位置。把半吨重的大钟放入水中敲响，钟声在水中竟能传到35千米远处！

人们发现：在海洋中无线电波、光波都不及声波传播得远，它们在海水中传播时很快就衰减了。即使极易透射的无线电波，在海水中每传递3米，能量就衰减得只剩下原来的1%了。至于太阳光，在最好的条件下只能透进海水600米。用现代光学设备，在海水中也只能看几十米。而同样在海水中，只1.8千克的普通小炸弹所产生的爆炸声却能传到4200多千米以外。

第一次世界大战期间，法国物理学家朗之万(Paul Langevin, 1872~1946)用压电激发的石英板，在水下成功地发射了声波，并接收到了海底的回声，研制出第一台水声设备——测深仪。以后，根据这种原理制造出译名叫“声纳”(Sonar)的设备，可用来发现海面下的潜水艇、礁石及其他水下目标(图2-2)。

现在，利用近代的信息理论，结合电子技术，研究声波在海水中的发射、传播和接收的问题，已形成一门内容十分