

医用理化基础

(物理部分)

哈尔滨医科大学基础课教材编写组

1 9 7 2

致工农兵新学员

本期教材是在文化大革命中，不断调查研究和军医班教学实践的基础上，学习了兄弟院校的经验而编写的。在编写过程中，我们注意了以下四个方面：

一、努力学习用马列主义、毛泽东思想来阐述和分析教材内容。

二、根据毛主席“教材要彻底改革，有的首先删繁就简”的教导，力求重点突出、目的明确。着重阐述电学、电子学、酸度值、渗透压、缓冲溶液、糖、脂肪、蛋白质及中草药等方面的基本知识。

三、根据理论联系实际的原则，增加了示教实验的配合，强调了理化内容在医学上的应用实例。

四、根据《高教会议纪要》中关于招生对象的规定“一般应有相当于初中以上文化程度”的要求，结合目前学员程度，增加了一部分中学理化内容，并在编写上尽量避免使用较烦杂的数学推导，又力求弄通基本概念，以便于提高学员的自学能力，为学好理化重点内容及后续课程打下基础。

但由于我们水平所限，加之经验不足，时间较紧，很多地方未经教学实践的检验，一定还有许多错误和不足。希广大工农兵学员，本着“上、管、改”的精神，为我们提出宝贵意见，以利于今后改进。

哈医大基础部理化基础教材编写组

一九七二年四月十一日

目 录

第一章 力的基本知识

第一节 力及力所做的功 机械能	(1)
第二节 压力和压强	(2)
第三节 气体的压强	(3)
第四节 流动液体的压强	(5)
第五节 血液循环	(6)

第二章 振动和声

第一节 振动	(7)
第二节 声	(9)
第三节 声的三要素	(10)
第四节 听觉区域	(10)
第五节 声强级 分贝耳	(11)
第六节 共鸣	(12)
第七节 超声波的性质及其在医学上的应用	(12)

第三章 热的基本知识

第一节 温度	(13)
第二节 热量 比热	(13)

第三节 热的传递.....	(14)
---------------	--------

第四节 物态变化.....	(15)
---------------	--------

第四章 直流电

第一节 电的概念 电势.....	(16)
------------------	--------

第二节 电流.....	(17)
-------------	--------

第三节 电阻 电阻定律.....	(20)
------------------	--------

第四节 部分电路的电流定律.....	(21)
--------------------	--------

第五节 电功 电功率.....	(23)
-----------------	--------

第六节 制流和分压.....	(24)
----------------	--------

第五章 电与磁

第一节 磁场.....	(25)
-------------	--------

第二节 电流的磁场.....	(26)
----------------	--------

第三节 电磁感应.....	(27)
---------------	--------

第四节 自感与互感.....	(29)
----------------	--------

第六章 交流电

第一节 交流电的基本性质及用电常识.....	(30)
------------------------	--------

第二节 简单交流电电路.....	(31)
------------------	--------

第二节 变压器原理.....	(32)
----------------	--------

第四节 高频交流电及其医学应用.....	(33)
----------------------	--------

第七章 电子学基础

第一节 二极电子管整流.....	(36)
第二节 滤波电路.....	(38)
第三节 三极管放大原理.....	(39)
第四节 极间耦合.....	(41)
第五节 半导体.....	(42)

第八章 光学基本知识

第一节 光的传播.....	(46)
第二节 透镜.....	(50)
第三节 凸透镜成像原理.....	(51)
第四节 眼.....	(52)
第五节 放大镜和显微镜.....	(54)
第六节 电磁波谱.....	(55)
第七节 红外线与紫外线.....	(55)
第八节 X射线.....	(57)

第一章 力的基本知识

第一节 力及力所做的功 机械能

一、力的概念

在日常生活及生产实践中，我们经常遇到力的现象，如用锤打铁，锤就对铁块施加了“力”的作用。向上抛出的物体，物体还会落到地面上，这是地球引力（重力）的作用。

通常所说，一物体受到力的作用，就是说另外一个物体对该物体产生了作用。离开了物体，力就不存在了。

力有大小也有方向。力的单位为公斤，克及达因等。

二、功及功率

现在来研究一下力的一些效果。例如人用力向前推车，车就向前走一个距离，我们就说物体沿力的方向有了一个位移。人把一桶水从地面提起，水桶就沿向上的方向也有一个位移。从而可知力作用在某一个物体上，可以使物体发生位移，这样物体受力并沿力的方向有了位移，就说力对物体作了功。它的大小用力 F 和在力方向上的位移 S 的乘积来表示。

$$w = F \cdot S$$

值得注意的是，我们这里的功，与平常所说的“工作”是不同的，如果力作用在物体上而物体没有移动，那么这个力就没有做功。

功的单位是力的单位和位移单位的乘积。如公斤·米；克·厘米；焦耳等。

耕完15亩地，一匹马要用10小时，可是用拖拉机只用40分钟就够了。可见各种物体的做功本领不一样。我们用单位时间所做的功来表示不同物体的做功本领，叫做功率。用 N 表示

$$N = \frac{w}{t}$$

式中 w 表示功， t 为时间。

功率的单位是马力， $\frac{\text{公斤米}}{\text{秒}}$ ， $\frac{\text{焦耳}}{\text{秒}}$ （瓦）等。

三、机械能

物体在很多情况下，都有做功的本领。如流动的水可冲击水车转动，举高的物体落下来也能做功，上紧的发条能使表轮摆动而作功，这样我们把物体能作功，就说这个物体具有能。

物体因运动具有的能叫做动能。物体在高处或弹性形变所具有的能叫做势能。动能和势能统称为机械能。

除机械能外还有其他形式的能，如煤能燃烧推动机车做功具有热能。电流可以使电动机转动，叫做电能。磁铁能吸引铁片，叫做磁能。原子核反应可以发电，叫做原子能等等。

各种形式的能在一定的条件下是可以互相转变的。例如在高处的水具有势能，来冲击水轮机，带动水轮机发电可转变为电能，电流通过电热器又转变为热能等等，但是不论能量形式如何转变，它们的能量总值是保持不变的。

第二节 压力和压强

拖拉机在地面上行驶时对地面产生了力的作用，子弹打在墙上时，对墙也有力的作用。这样把支承物所受的垂直方向的力叫做压力。物体受压力作用时所表现的效果大小能否单依压力的大小来断定呢？如汽车通过松软地面时，轮胎很容易陷入土中，但是重量很大的拖拉机或坦克车却可以顺利通过。这是因为拖拉机或坦克车的履带与地面接触面积比汽车轮胎大得多，它的重量被分散作用在地面较大的面积上，虽然坦克车的重量比汽车大得多，但是在同样一个小面积上的重量小。所以物体受压力作用后的效果不能单看压力，而且要看受力面积大小，这样我们把单位面积上所受的力叫做压强。

$$\text{压强} = \frac{\text{压力}}{\text{面积}}$$

$$P = \frac{F}{S}$$

单位是达因/厘米²，公斤/米²等。

第三节 气体的压强

在气体的内部也存在着压强，本节将用实验证明气体压强的存在，並说明产生的原因及其在临床上的应用。

一、大气压强

1、大气压强的产生

把一米长装满水银的玻璃管倒放在水银槽中，我们就发现管内水银柱开始下降，当水银柱下降到76cm时就停止不下降了。水银柱之所以下降，是因为水银本身有重量，可是为什么降到76cm时就不下降了？这是因为大气有压力，它作用在水银表面又传到内部，把水银柱顶住了。因此水银柱的重量正好等于大气的压力，由此可计算出大气的压强。

计算出水银柱的压强即为大气压强：

$$P = 76\text{cm} \times 13.6\text{克}/\text{cm}^3 = 1033.6\text{克}/\text{cm}^2$$

可见大气压强对地面每平方厘米的面积上就产生大约等于一公斤的压力，也就是相当于76cm高水银柱的重量，所以一般气体压强的单位用大气压或用水银柱高（cmHg）或毫米水银柱（mmHg）表示。

气体的压强是如何产生的呢？这是和气体分子的运动分不开的。气体分子都在不断地做不规则运动，气体分子对任何器壁的碰撞，该器壁都受到力的作用。大气是由氢、氧、氮及二氧化碳等气体组成的，每种气体的分子都在不断地碰撞器壁，但分子质量和速度不都相同，这些分子对器壁单位面积的平均压力就是大气压强。把其中任何一种气体所产生的压强叫做分压。某种气体的分压和它的浓度（百分比）成正比。例如肺泡中总压强为700mmHg，而氧的浓度为14%，所以肺泡中氧的分压为 $700\text{mmHg} \times 14\% = 98\text{mmHg}$ ，这在生理学气体交换中还要用到。

二、正压与负压

上面讲过，地面上每一物体表面都要受到大约一公斤的压力，但是在平时没有表现出，这说明物体各方面的压力平衡的缘故。假如用抽气机使金属容器减压，盖在上面的玻璃板就会被压碎。

人体内部压强也大约与大气压相平衡，但有的部位比1个大气压略高或略低些，比大气压高的叫做正压，比大气压低的叫做负压。眼压为正18—27mmHg，胸腔为负压，它的大小随着呼吸而变化着。

吸气时负压增加为 $-9 \sim -12 \text{ mmHg}$ 。

呼气时负压降为 $-3 \sim -6 \text{ mmHg}$ 。

如果负压消失，肺即萎缩不能呼吸。因此遇见开放性外伤时，必须急救，即用厚敷料或其他可以用的东西封闭伤口，使气体不进去也不出来，同时做闭式引流，把胸腔内部多余的气体或液体引出体外。具体方法如下，把一橡皮管（直径 $0.6 - 1 \text{ cm}$ ），在约 3 cm 以内剪两个小窗口，插入胸腔内 $4 - 5 \text{ cm}$ ，然后在皮肤外处缝合固定，橡皮管另一端接玻璃管插入在封瓶中的液面下 3 cm ，胸腔的气体和液体可以外流，但外边空气不能进入胸腔。闭式引流装置如图 1-1。

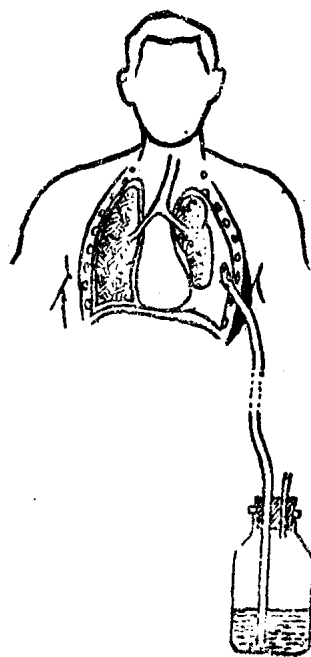


图 1-1 闭式引流

三、减压在医学上的应用

1、拔火罐。为使微血管充血以达到治疗的目的，常用拔火罐的方法。由于罐内气体受热膨胀，一部分气体外流，及罐内氧气燃烧，当迅速扣在皮肤上温度降低时，罐内减压，皮肤被吸紧。

2、人工流产吸引器，是用减压的方法进行人工流产。构造很简单， P 为抽气机， M 为压强表， G_1, G_2 为减压瓶， A 端放入宫腔内，这种方法只能用妊娠 2 个月之内的。另外在刮宫手术后也要用吸引器吸出子宫内残留液体。在没有机器的条件下，也可以用拔火罐的办法，能达到同样的目的。

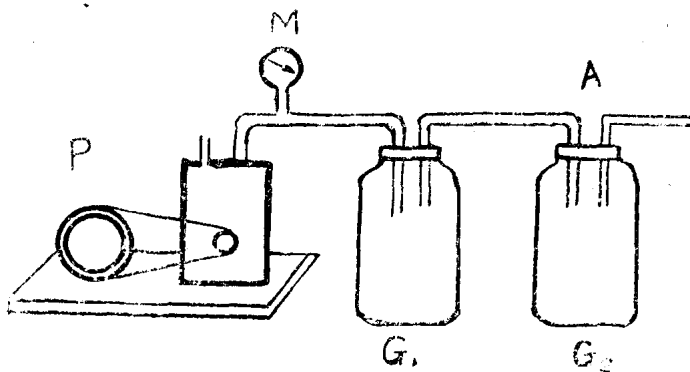


图 1-2 人工流产吸引器

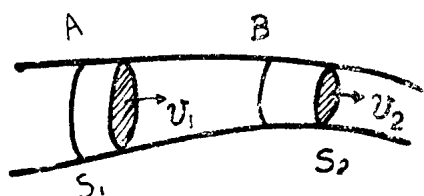
3、吸痰器及鼻涕吸出器的构造也大体与此相仿。

第四节 流动液体的压强

液体和气体是没有一定形状容易流动的物质，统称为流体，从液体得到的基本规律，在一定范围内也适用于气体。

一、液体的流速和流管截面的关系

只要我们注意到小河的流水，就会发现水由宽处流入窄处时水流变快，从窄处流向宽处水流变慢。这个现象可以这样理解：水是不间断地流动，在某一确定时间内流过宽处



的水，必然在同一时间内全部流过窄处，即通过两处的流量相等，设A点的截面积为 S_1 ，流速为 V_1 ；B点的截面积为 S_2 ，流速为 V_2 。如在一秒钟内通过A点的流量为 $Q_1 = S_1 V_1$ ，通过B点的流量为 $Q_2 = S_2 V_2$ 。由于 $Q_1 = Q_2$ ， $\therefore S_1 V_1 = S_2 V_2$ ，

图 1—3

或 $\frac{S_1}{S_2} = \frac{V_2}{V_1}$ 可见截面大处流速小，截面小处流速大。

二、流速和压强的关系

从图 1—4 实验可看到，液体静止时三个竖管中的液面等高，说明三点的压强是相

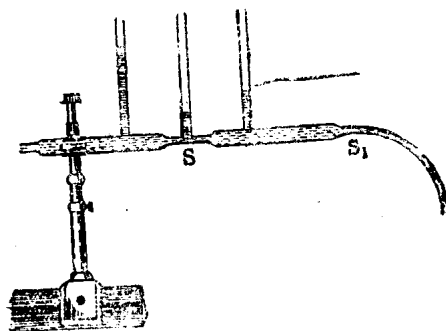


图 1—4

等的，当液体流动时，发现S处竖管液面最低，表示S点的压强最小由此可得出结论：流速大处压强小，流速小处压强大。结合上面讲的流速和截面积的关系，可这样解释这个

现象，如图（1—5）当一段液体从A处流向B处时，要受到两个力的作用，一个是来自左侧的推力 f_1 ，一个是来自右侧的阻力 f_2 ，二者的方向正好相反。如果二力大小相等，则液体的流速就不会改变。如果推力大于阻力，流速变大；推力小于阻力，流速变小。因为液体由A处流向B处，流速变大，这就说明A处压强大于B处压强。

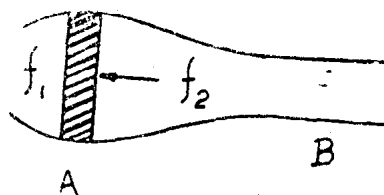


图 1—5

顺便提一下，上面我们所测得的压强也可以看成液体在流动时，对器壁的压强，在医学上叫做侧压。所谓测血压，也就是测血液在流动时对动脉血管壁的侧压。

三、医学应用举例：

（1）喉头及鼻腔喷雾器：

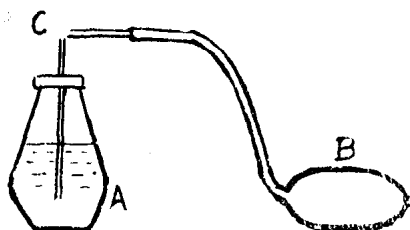


图 1—6

A 为喷雾药瓶，B 为打气球，当气流通过喷嘴C时，由于C处流速大压强小，瓶内空气比C处压强大，瓶内药液沿管上升到C处，马上又被气流吹散成雾状，进入病人的口腔或鼻腔内。

（2）解释动脉血管瘤容易破裂的原因。

当动脉血管壁某处有病变，使局部血管壁弹性消失时，此处就容易向外突起形成血管瘤。由于血管瘤处血管截面积大流速变小，因而侧压增大，血管瘤再增大，反过来又使内部压强又增加，这样恶性循环，结果，就容易造成血管瘤处的破裂。特别值得注意的是，血管壁弹性消失，有了病变是血管瘤破裂的内因，外因是通过内因起变化的，如果血管壁没有病变，偶有血管变粗的现象也不会使血管破裂。

第五节 血液循环

血液循环是一个比较复杂的过程，我们绝不可以单纯地用物理学的方法去解释血液循环的全部过程，只能借助物理学的概念去说明液体循环的某些特点，这对我们去深入了解血液循环可能有些帮助。本节只着重分析一下动脉血管的压强情况。

血液循环不同于一般液体的流动的最大特点之一，就是心脏好似唧筒，周期地向动脉血管送血。血管也和一般水管不同，它有一定的弹性，而且具有很多分支。为了讨论方便起见，把心血管系统最大限度地简化成为如图（1—7）所示的物理模型。图中B代表心脏，ab为主动脉，cd为小动脉，de为微血管。动脉的总面积为主动脉的三倍，微血管

的总面积为主动脉的 750 倍。因此血液在微血管中的速度要比在主动脉中小得多，主动脉血液流速为 $50\text{cm}/\text{秒}$ ，而在微血管中只有 $0.5\text{mm}/\text{秒}$ 左右。

现在考虑一下，主动脉中的压强的情况。心脏不断地收缩和舒张，把血液不断地送到主动脉中。由于送血是断续的，假如主动脉没有弹性，血管中的血流将会时通时断，做不稳定的流动。正因为血管有弹性，情况就不同了。

当心脏收缩时有一定量的血液，被送到充满血液的主动脉里，使得该处弹性壁撑大以容纳进来的血液。当心脏收缩停止以后，扩张的弹性血管壁又收缩压迫血液向前流动。下一次心脏收缩，弹性壁又复扩张。如此往复，虽然心脏送血是断续的，但是由于血管的弹性缓冲作用，保证了血流的连续和稳定。

主动脉的压强并不是恒定不变的，随着心脏的收缩和舒张而波动地变化着。当心脏把血液压入主动脉中时，主动脉的压强达到最高值叫做收缩压，它的大小和心脏收缩力、射血量及主动脉血管的弹性有关。心脏收缩力小（心脏病）射血量减少，就会使收缩压降低。血管壁弹性减低或消失（动脉硬化），虽然心脏排血量正常，由于血管壁弹性小，不能最大限度地扩张就会使收缩压升高。

心脏收缩停止时，主动脉的血液逐渐流入小动脉，血压也就跟着下降到最小值叫做舒张压，它的大小很大程度决定于小动脉血管对血液流动的阻力（外周阻力），小动脉

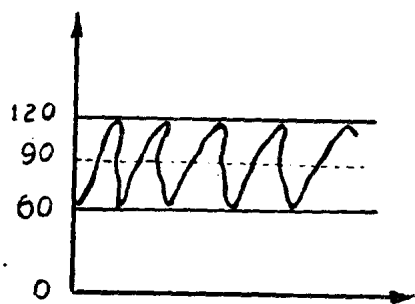


图 1—8 血压曲线

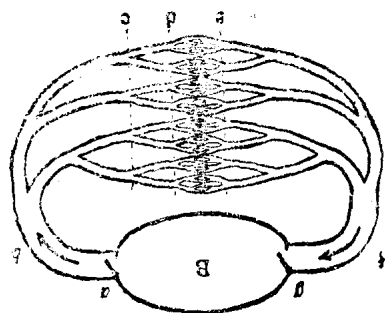


图 1—7 血液循环示意图

血管的弹性减弱或收缩，都会增加阻力，使舒张压升高。可见主动脉的压强是在收缩压与舒张压之间波动地变化着，收缩压与舒张压之差，叫做压差或脉压。正常人有一定范围的收缩压、舒张压及压差。心血管疾患以及肾脏病等，可能使它们在数值上有某些改变，因而测血压对于诊断上有很大的参考价值。

第二章 振动和声

第一节 振 动

振动是一种常见的运动形式，如钟表中的摆的运动，汽缸中活塞的运动，发声体的运

动及心脏的跳动等等，它们以一点为中心，做往复的运动。凡是物体在一定位置来回做重复的运动，都叫做振动。

一 谐振动

就人类认识运动的秩序说来，总是由认识个别的和特殊的事物，逐步地扩大到认识一般的事物。振动是比较复杂的，我们研究其中最简单的一种振动——谐振动。音叉的振动及单摆（小幅度）的振动都是谐振动。

现在我们用单摆来研究谐振动的性质。把一个小球拴在一条细线上，就成单摆。如图（2—1），如把小球从平衡位置O拉到A处再放开手，小球就以O为中心做往复运动。在偏离角不大的情况下，也是一种简谐振动。小球离开平衡点最大的位置叫做振幅（图中距离OA或OB）。小球从A点经过平衡位置到最高点B再回到起始位置A叫做完成一次全振动。完成一次全振动所需要的时间叫做周期，以T表示，单位为秒。一秒钟振动的次数叫做频率，以ν表示，单位为

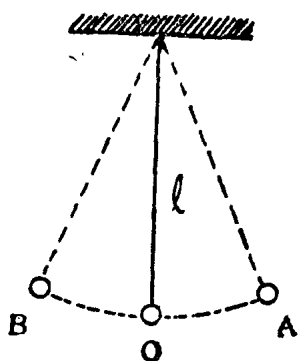


图 2—1 单摆振动

赫芝。一秒钟振动一次叫做1赫芝。周期T与频率ν有下列关系

$$T = \frac{1}{\nu}$$

单摆的周期或频率的大小与摆长L有关。若摆长长，则振动慢，频率ν小即周期T大。反之L短，则T小，ν大。

为了看清谐振动的运动规律，仅用一砂漏就可以画出谐振动的振动波形。如图（2—2）装置，用一盛细砂的小漏斗，代替单摆小球，当它振动后，以匀速抽动下面的木板。那末，砂漏振动的图形就画在木板上了，如图（2—3）所示。

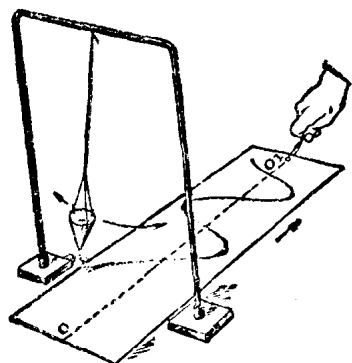


图 2—2 作振动图线的装置



图 2—3 振动图线

图(2—3)的图形,是一种比较光滑的振动曲线,叫做正弦曲线。凡是谐振动波形都是这样的。如音叉的振动,市用交流电等都是正弦波形。

二、共 振

现在研究一下,一个物体振动对其他物体的影响。如右下图实验:在同一支架上,挂上摆长不同的单摆A、B、C,再挂上一个摆长和A相等的摆D。当D摆振动时,B、C振动的很小,只有A随着D做大幅度的振动,这就是共振现象。A摆之所以振动,是因为D的振动通过悬线传到其它各摆,迫使各摆也做振动,这叫做受迫振动。由于各摆长都不等,即固有频率都不相同,所以受迫振动的振幅也不一样,只有摆A与D摆长相等,其固有频率也相同,它的振幅最大。这样我们把受迫振动的振幅达到最大的现象叫做共振。

共振现象在工程技术方面都有重要的应用,例如许多乐器,无线电技术上,共振起着重大的作用。但另一方面,物体在共振时,振幅很大,也可以带来很大的损害。例如:机器、工厂厂房、桥梁等都可能由于发生共振而受到破坏。这类的共振现象就应设法消除。

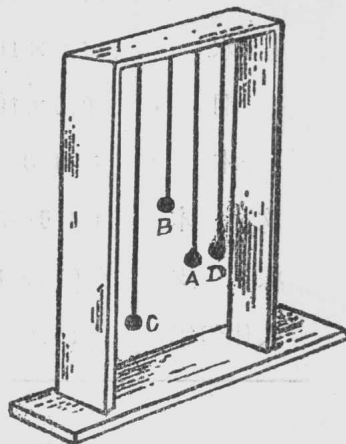


图 2—4 摆的共振装置

第二节 声

在日常生活和工作中,我们听到声音,如音叉的声音、语言、收音机的喇叭声及大夫用来检查病情的叩诊音,这些声音是怎样产生的呢?

我们观察一下:将敲响的音叉放在用线吊起的球附近,可以看到小球被弹远,当我们说话时将手指按在颈部可以觉察到声带的振动。由此可见,一切声音都是来自物体的振动,我们把发声的物体叫声源,所以声源发声时是在振动。那么声的振动是怎样传播的呢?它的振动传给紧挨它的空气分子,使这些空气分子也振动,这些空气分子又把振动传给挨着它们距声源更远一些的空气分子……,这样声源的振动借助空气这个媒质传到耳中,听到声音。如图(2—5)。假如没有空气做媒质,我们是否还能听到声音呢?观察下述实验:

把响着的电铃放在玻璃钟罩里,当没向外抽出空气的时候铃声听得很清楚,当空气逐渐抽出时铃声逐渐减弱,最后甚至听不到了。当放入空气时便又听到声音。

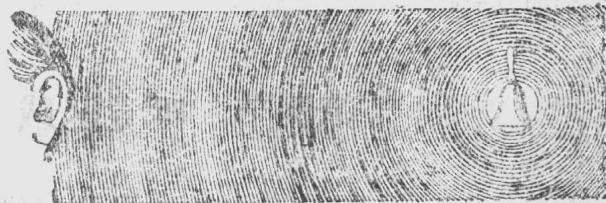


图 2—5 声的传播

不仅空气能够传播声音，其它气体、固体和液体也能传播声音，只是传播的速度不同，下面是各种媒质传播声音的速度。

物 质	速 度 (厘 米/秒)
空 气	3.32×10^4 (0°C , 760mmHg)
水	14.3×10^4 (17°C)
钢	50.5×10^4
木	$(34.0—50.5) \times 10^4$
软 木	$(4.0—5.0) \times 10^4$
橡 皮	约 0.5×10^4
人体组织	约 15.0×10^4

第三节 声的三要素

我们在工作实践中常常要区别声音的性质，如干囉音是高调还是低调的、心音是强还是弱，听诊时要区别水泡音和心包摩擦音等等。这就涉及到音的音调、响度和音品，这三个概念统称为音的三大特征。下面介绍一下它们的物理意义。

一、音调 敲打长短不同的音叉或弹拨长短不同的琴弦，发现弦长的或音叉长的振动的慢，而听起来调就低，短的就高，唱歌时，声音有高有低，我们把声音的高低程度叫音调。音调是决定于物体振动的快慢，即物体振动的频率，频率大的音调就高，频率小的音调就低。我们听到声音的频率范围是从20赫芝到20000赫芝。

二、响度 轻轻地打鼓，鼓声小，用力打鼓鼓声大，我们把声音的大小叫音的响度。当轻轻打鼓时，我们可以看到鼓皮振幅小，而用力打鼓时鼓皮振幅大，所以声音的响度是同发声体的振动振幅大小有关。振幅大，响度大；振幅小，响度也小。

三、音品 用胡琴和笛子奏曲子时，它们的音调和响度即使相同时，我们也能分辨出哪是琴音哪是笛音，之所以辨出不同种乐音，就是由于它们的音品不同。如果我们观察一下它们的波形时，可以看到它们的波形并不相同，即不同波形音品也不一样。

第四节 听觉区域

从音频信号发生器所发的声音可知，人耳对声音的感觉是有一定的限度的，不是任何振动都能感受到的。首先是频率范围，最低由20赫芝开始，最高到20000赫芝，超此范

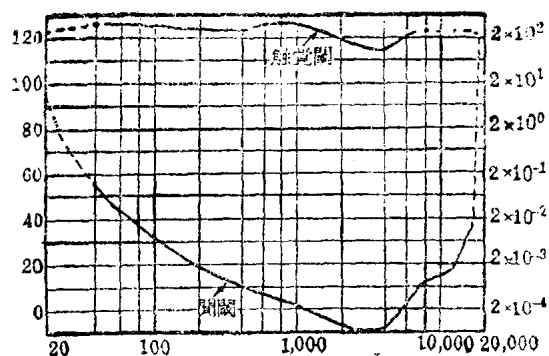


图 2—6 听觉区域

围就听不到了。另外，强度也有范围，不同频率强度都有一个最小值，我们把不同频率的强度的最小值叫做闻阈。小于闻阈的强度也听不见；不同频率还有一个最大强度值，声强超过这个最大值使人耳有疼痛难忍的感觉，这个最大值叫做痛觉阈，由闻阈及痛觉阈所构成的区域为听觉区域。如图（2—6）。

第五节 声强级 分贝耳

声波和别的波一样，也是能量的传递。我们能够听见声音是由于声源的能量通过声波传到我们耳朵里。一般说，每单位时间传来的能量越大，声音越响亮，我们称声强越大。声强的单位是以单位时间内通过单位面积（与波之传播方向垂直）的能量来衡量。

人耳对声强的感觉范围是非常大的，最大和最小值要差 10^{12} 倍，虽然人耳的感觉是很灵敏的，但不可能把这么大范围的强度分辨出 10^{12} 个单位来，所以把这个巨大范围强度分成几个等级（叫做声强级），以1000赫芝的闻阈强度（ $I_0 = 10^{-16} \text{ W/cm}^2$ ）做基准值，每当增强10倍为一级，即比 I_0 大10倍的声强叫做1贝耳，大100倍（ 10^2 ）叫做2贝耳，大1000倍（ 10^3 ）叫做3贝耳。这样规定的单位又嫌太大，所以用贝耳的 $1/10$ ，叫做分贝耳。贝耳的符号是b，分贝耳的符号为db。

声 源	声 强 级 [分 贝 耳]
低 语	40
交谈（平均）	50
工厂（平均）	60
收音机（平均）	70
闹 市	90
风 镐	100
飞 机 马 达	120

第六节 共 鸣

共振现象在发声振动中也可以看到，发声振动的共振现象叫共鸣。取两个完全相同的音叉A和B，使支持这两个音叉的两个箱子口彼此相对，图（2—7）用橡皮槌敲音叉A使它振动发声。然后用手捏住A的叉股，使它停止振动，这时将听到音叉B发出的声音。这是因为由音叉A的振动形成的声波传到音叉B，对B产生周期变化的作用力，使它作受迫振动，这个周期变化的作用力的频率等于音叉A的频率。因此，如果音叉B的固有频率跟音叉A的相同，那么B的受迫振动就达到最大的振幅，就是发生了共鸣。如果B的固有频率跟A的不同，那么B的受迫振动很弱，以致我们听不到它的声音。

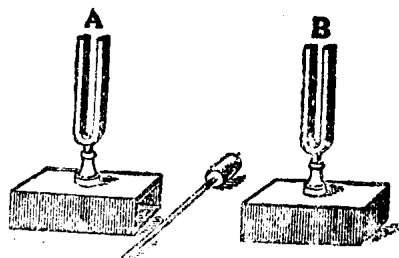


图 2—7 观察音叉的共鸣

音叉下面的木箱叫做共鸣箱。人体上也有共鸣腔如口腔、鼻窦及颌窦等，当着鼻窦发炎被大量分泌物充填时，说话的声音就有所改变，这种道理也被用在叩诊上。

当用手指叩打胸部不同位置时，在不同部位有不同的声音，在胸部左下方接近有充气内脏处声音呈空腔状，叫做鼓音。在心、肝、脾实质器官部位有实体音叫做浊音。在肺部主要为组织，但也含有少量气体处，叩打声音为鼓音与浊音之间叫做清音。正常人不同部位都有固有的叩打声音，假如某些部位有病变时，声音就要发生改变，以此作为诊断的辅助手段。例如：肺部患肺炎、结核、纵隔障肿瘤、肺积液以及肺实变等症引起肺内含气量减少和被液体或肿瘤充填时，就会从清音变为浊音，又若肺部有大形空洞（直径在3—4 cm以上）、支气管扩张和气胸使肺内有大量气体，则由清音变为鼓音。对胸部如此，必要时对腹部也可以按同样道理进行叩诊。

第七节 超声波的性质及其在医学上的应用

当着事物的运动在第一种状态的时候，它只有数量的变化，没有性质的变化，当着事物的运动在第二种状态的时候，它已由第一种状态中的数量的变化达到了某一个最高点，发生了性质的变化。声音的频率在20000 赫芝以内的各种频率的声音只是音调的高低问题，可是当频率达到20000 赫芝以上，不仅人耳听不着了，而且有了特殊性质。把20000 赫芝以上的声音叫做超声波。

超声波对物质的作用主要表现在机械作用，热作用等几方面。

1、机械作用 由于超声波的频率高，它作用在液体中时振动的非常快，压强也很大，因而它有强烈的振盪和冲击作用，如果液体内有不同的粒子（如胶体、微生物和高分子化合物等）存在，这些粒子的振动速度与液体质点的速度不相同，二者之间就发生