教育部审定
2013

义务教育教科书

科学

KEXUE

八年级　上册



华东师范大学出版社

微信公众号：电子课本大全

义务教育教科书

科学

KEXUE

八年级　上册

主　编　袁运开
副主编　刘炳昇
钱振华
王顺义

华东师范大学出版社

微信公众号：电子课本大全

义务教育教科书

科学

八年级　上册

主　　编　袁运开
责任编辑　刘万红
封面设计　卢晓红

出　　版　华东师范大学出版社
社　　址　上海市中山北路3663号　邮编 200062
网　　址　www.ecnupress.com.cn
电　　话　021-60821666　行政传真 021-62572105
客服电话　021-62865537　门市（邮购）电话　021-62869887
地　　址　上海市中山北路3663号华东师范大学校内先锋路口
网　　店　http://hdsdcbs.tmall.com

重　　印　浙江省出版总社
发　　行　浙江省新华书店
印 刷 者　浙江开源印务有限公司
开　　本　787×1092　16开
印　　张　12
字　　数　206千字
版　　次　2013年6月第1版
印　　次　2015年6月浙江第3次
书　　号　ISBN 978-7-5675-0753-1/G·6502
定　　价　11.10元

出 版 人　王　焰

（如发现印、装质量问题，请与本厂联系。电话：0574-87638192）

微信公众号：电子课本大全

致同学们

同学们：

欢迎你们学习科学，走近科学。

什么是科学？科学神秘吗？科学要研究和解决的问题与人类认识自然、利用自然、保护自然和发展自身有怎样的关系？通过学习你们将会有所感悟。

在这套教材里将要学习的有关生命科学、物质科学和地球与空间科学领域的知识，只是一个初步的基础，你们更要重视科学知识的产生过程和科学方法的训练，逐步养成进行科学探究的习惯；注意科学态度、创新精神与实践能力的培养，了解科学知识在生产实际中的应用以及科学知识的社会价值；要关注发生在周围的自然现象和社会现象，试着用学过的科学知识去分析解释它们，提出自己的看法并以科学的态度对待。这些方面对你们今后的工作和学习将有深远的意义。

本册内容的主线是物质运动及其相互作用。从日常生活中常见的几种力开始，学习力及物质相互作用的一般概念，认识相互作用力与物质运动的关系。生物体内的物质转变与能的转化，是生物体与周围环境的一种相互作用与运动形式。最后介绍物质的构成，初步建立对物质微观世界的认识。

本教材的编写采用探究和叙述相结合的方式，精选大量生动形象的图片，创设探索学习的条件，开辟“活动”、“阅读”、“思考与讨论”、“视窗”、“科学 技术 社会 环境”、“小资料”、“科学家小注”、“学生实验”、“探究课题”与“练习”等栏目，提供多种主动学习活动的形式，愿你们喜欢。

爱因斯坦曾经说过：“人类的一切经验和感受中，以神秘感最为美妙；这是一切真正艺术创作及科学发明的灵感源泉。”

祝愿你们在学习中始终保持对自然的神秘感，不断追求科学真理，并取得成功。

编　者

微信公众号：电子课本大全

微信公众号：电子课本大全

CONTENTS

目录

第1章　运动和力

1　机械运动 / 2
2　力 / 8
3　几种常见的力 / 15
4　运动与力 / 24
5　二力平衡的条件 / 31

第2章　压力　压强

1　压强 / 37
2　液体内部的压强 / 42
3　大气压强 / 48
4　流体的压强与流速的关系 / 54

第3章　浮力

1　密度 / 59
2　浮力 / 66
3　阿基米德原理 / 70
4　物体浮沉条件及其应用 / 74

第4章　植物的物质和能量的转化

1　绿色开花植物的营养器官 / 81
2　水在植物体中的代谢 / 92

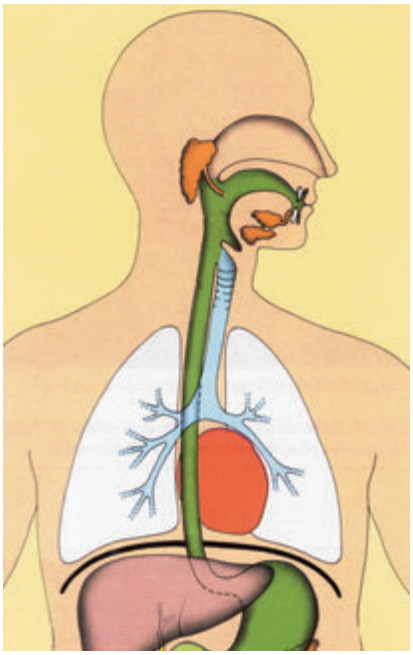


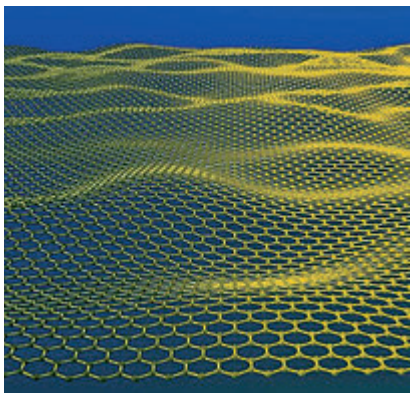




微信公众号：电子课本大全







3　无机盐在植物体内的代谢 / 98
4　植物的光合作用和呼吸作用 / 104

第5章　人体的物质和能量的转化

1　食物的消化和吸收 / 114
2　人体的呼吸 / 121
3　人体内的物质运输 / 128
4　人体的排泄 / 136
5　人体生命活动过程中物质和能量的转化 / 140

第6章　物质的构成

1　构成物质的微粒 / 145
2　元素 / 154
3　物质的分类 / 160
4　化学式 / 168
5　固态物质 / 175

附录1　汉英词汇索引 / 183
附录2　元素周期表 / 185

后　记　/ 186

微信公众号：电子课本大全

第1章

运动和力

宇宙间的万物都是运动变化的，运动是物质的属性。自然界物质运动形式多种多样，其中机械运动是最简单的运动形式。各类不同的机械运动都是与物体间相互作用力的不同情况相联系的。



微信公众号：电子课本大全

1 机械运动

人们最初是从日月星辰的位置变化来认识运动的，地球上的火山喷发、洪水泛滥、山体滑坡、泥石流等自然界物体的运动更引起人们的关注。人们从这些自然界最直观、最简单的常见事例，总结出机械运动的规律。



思考与讨论

观察下面一组照片并和同学一起讨论，从中你可以得出什么结论？四幅照片展示的现象中有什么共同特点？

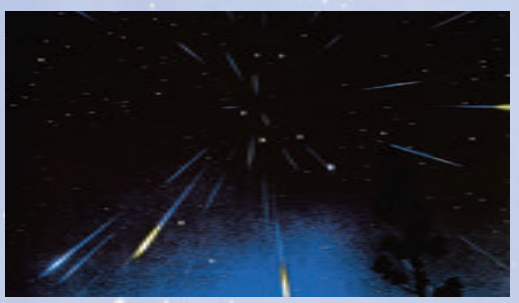


图1.1.1　壮观的流星雨



图1.1.2　风驰电掣的高速列车



图1.1.3　游泳健儿在拼搏

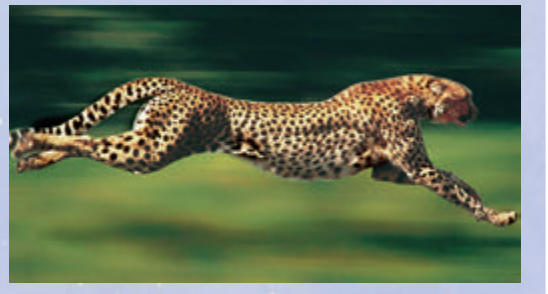


图1.1.4　高速奔跑的猎豹

微信公众号：电子课本大全

运动和静止的相对性

物体位置随时间的变化，叫做机械运动（mechanical motion）。机械运动是最简单的运动形式。

许多平时认为不动的物体，如建筑物、树木、山峰等，事实上它们都跟随地球自转同时还绕太阳公转，因此它们都是运动的。为了判断所观察的对象是否发生位置变化，我们必须选择一个物体作为标准，只有从观察所研究的对象相对于这个物体的位置是否发生了变化，才能作出判断。这个被选作标准的物体叫做参照物（reference object）。运动的描述都是相对于参照物来说的，同一运动如果选择不同的参照物，所得出的对运动的描述是不同的，所以，运动的描述是相对的，静止也是相对的。

在研究地面上的物体的运动时，通常以与地面保持相对静止的物体作为参照物。



思考与讨论

1. 三位同学放学后同乘一辆公共汽车回家，甲同学在中途先下车，车辆启动后，甲认为车上的乙、丙两同学离他而去，他们是运动的；而车上的乙、丙两同学却认为甲离他们逐渐远去，他们坐在车上，认为自己没有运动。

应该怎样来评价这三位同学的结论呢？他们得出的不同结论是否都有一定的根据呢？

2. 鲁迅的著名小说《故乡》中有一句话说：“老屋离我愈远了；故乡的山水也都渐渐远离了我……”鲁迅的这句话对运动的描述是以什么为参照物的？



视窗　飞行器的对接

“神州九号”与“天宫一号”对接（图1.1.5），航天飞机在空间轨道上回收卫星

微信公众号：电子课本大全

（图1.1.6），加油机给战机实施空中加油（图1.1.7）等，这些高难度的技术动作都必须通过雷达测距系统和计算机系统的精确测算，再加上驾驶员的熟练微调校正，才可能使两个高速运动的飞行器基本达到相对静止，实现平稳对接，而不致发生碰撞使飞行器遭受破坏。



图1.1.5　我国“神舟九号”与“天宫一号”对接模拟图



图1.1.6　航天飞机回收卫星



图1.1.7　空中加油

运动快慢的比较

2012年伦敦奥运会上，我国16岁游泳运动员叶诗文以破世界纪录的4分28秒43的成绩，获得女子400 m混合泳冠军，为祖国赢得了荣誉。这就是说，在这个项目的比赛中，叶诗文是游得最快的。怎样来比较物体运动的快慢呢？



思考与讨论

在50m游泳比赛中，各泳道运动员到达终点之前，怎样来比较他们的快慢？在运动员先后到达了终点后，又是怎样比较他们的快慢的？

只从路程的长短或只从时间的多少能否比较运动的快慢？

科学上用速度（velocity）来表示物体运动的快慢，速度等于运动物体在单位时间内通过的路程。

$$速度=\frac{路程}{时间}$$

微信公众号：电子课本大全

通常用v表示速度，s表示路程，t表示时间，计算速度的公式就是

$$v=\frac{s}{t}$$

列车从某站驶出，行驶路程s到达另一站停止运动，经过时间为t，在这过程中列车运动的快慢是不断变化的；如果用上式来计算列车的速度，只表示在路程s中或在时间t内列车运行的平均速度。

速度的单位由长度（路程）单位和时间单位组合而成，如果路程s用m、时间t用s做单位，则速度单位是m/s，读做“米每秒”；如果路程s用km、时间t用h做单位，则速度单位是km/h，读做“千米每时”。



图1.1.8　汽车速度计

图1.1.8所示是汽车驾驶室里的仪表台，其中右边的仪表是汽车速度计，它的指针能随时指示汽车行驶速度的大小，单位是km/h。如果汽车在一段平直高速公路上行驶，快慢保持不变，速度计指针稳定地指在刻度100上，则汽车每秒内驶过多少路程？要回答这个问题，须作如下的速度单位换算：

$$v=100\ \text{km/h}=\frac{100\times10^{3}\ \text{m}}{3\,600\text{s}}\approx27.8\ \text{m/s}$$

即汽车每秒内驶过的路程约为27.8 m。

要比较物体运动的快慢，先要测出它们的速度，并要换算成相同的单位才能比较。

匀速直线运动

日常所见到的机械运动中，有的物体沿着直线运动，有的物体沿曲线运动。多数物体的运动快慢是变化的，也有运动快慢几乎是不变的。我们把物体运动快慢不变，沿着直线的运动，叫做匀速直线运动（uniform linear motion）。匀速直线运动是最简单的机械运动。飞机、火车、汽车等交通工具在行驶时速度时常变化，但在一段直线路程中的某一段时间内，速度不发生明显变化的运动可近似地看成是匀速直线运动。

在匀速直线运动中，速度v的大小是不变的，路程s跟时间t成正比。

$$s=vt$$

微信公众号：电子课本大全

在匀速直线运动中，任何一段路程内或一段时间内的平均速度都等于匀速直线运动的速度。

活动　测量自动扶梯或传送带的运行速度

去大商场或车站、码头，观察自动扶梯（图1.1.9）或传送带的运动。它们的运动可以认为是匀速直线运动吗？与同学一起讨论如何测量它们的运行速度，需用哪些测量工具；并设计出具体可行的测量步骤，包括如何保证安全。实际测量后写出简要的测量报告。有兴趣的同学还可进一步测量自动扶梯上有很多人和只有少量人时的运行速度，比较它们运行速度是否相同。



图1.1.9　自动扶梯

小资料　一些事物的速度/m·s^{-1}

真空中的光速　3×10^8

第一宇宙速度　7.9×10^3

地球自转赤道上各点的速度　465

声音的传播速度（地面附近，0℃空气中）　331

喷气式民航客机　165

高速列车　100

核潜艇　40.6

高速公路上的小汽车　36

苍隼　35

猎豹　27.8

远洋轮　16.7

自行车　5

拖拉机耕作　1~1.5

人步行　1~1.5



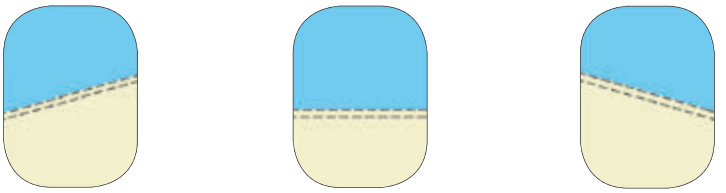
图1.1.10　飞行中的苍隼

微信公众号：电子课本大全



1. 电影《闪闪的红星》插曲中有两句歌词:“小小竹排江中游,巍巍青山两岸走。”前一句歌词和后一句歌词所描述的运动情况分别以什么为参照物?

2. 你有过登高远眺的体验吗?在高山顶上眺望远处时会看到四周有一圈“天地分界线”,这就是在高处看到的地平线,乘坐飞机时通过舷窗也可以看到这条“天地分界线”。如果飞机起飞不久还在继续爬升阶段,你通过右边的舷窗看到的应是图1.1.11中的哪一幅?



(a) (b) (c)

图1.1.11

3. 我国跨栏名将刘翔在2006年瑞士洛桑田径超级大奖赛男子110 m栏的比赛中,以12秒88的成绩打破了沉睡13年之久的世界纪录,获得冠军。刘翔在此次比赛中的平均速度为多少?

4. 猛禽茶隼(图1.1.10)有敏锐的视觉,追捕猎物时的速度可达126 km/h。它若发现35 m远处草丛中有一只田鼠,茶隼以这样的速度只需俯冲多长时间便能使猝不及防的田鼠成为它的美餐?

5. 大型喷气客机脱离跑道升空时的速度为88 m/s,合多少km/h?

6. 蜗牛的爬行速度为1.5×10^{-3} m/s,它若以此速度沿一根菜茎爬行50 s,能爬行多长距离?

微信公众号:电子课本大全

2 力

古代人们在生产劳动中，通过肌肉的紧张活动逐渐形成了对力的初步认识，如人们在狩猎时必须依靠自己强壮的肌肉才有力量制服野兽；在刀耕火种的年代，人们必须依靠充沛的体力才能开荒种地。力是生产劳动实践中形成的概念，力反映了物体之间的一种相互作用。

什么是力



思考与讨论

我们先来看以下一组照片（图1.2.1），它重现了同学们每天都会做的事。



(a) 推门进教室



(b) 拉开椅子准备坐下

微信公众号：电子课本大全



(c) 提起书包放在课桌上

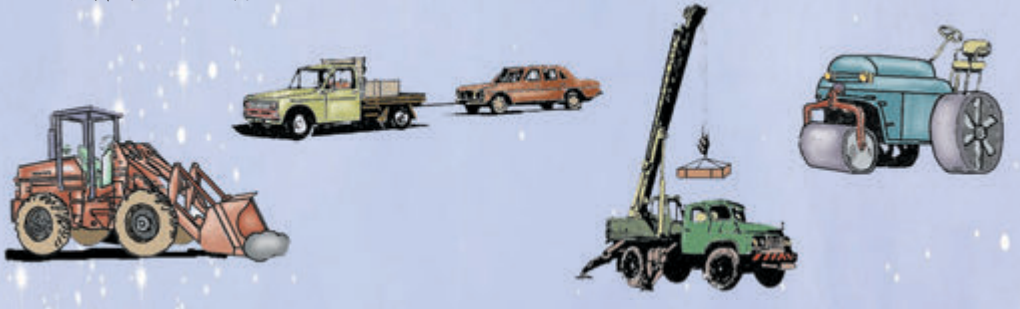


(d) 压平课本准备预习

图 1.2.1

1. 同学们在做以上这些动作时，手臂肌肉是否会有一定程度的紧张感？在这过程中，门、椅子、书包、课本它们原先的运动状态是否发生了改变？这说明了什么？

2. 人能对其他物体施加力的作用，在上述事例中人是施力物体，门、椅子、书包、课本就是受力物体。那么物体与物体之间是否也会有力的作用呢？请看以下一组图片（图 1.2.2）。



(a) 推土机推土　(b) 牵引车拖拉故障车　(c) 起重机提升重物　(d) 压路机压实路面

图 1.2.2

请你说出这些例子中的施力物体和受力物体。

经过对以上各实例的观察和分析，我们知道生活和生产中所见到的推、拉、提、压等过程中都存在着力的作用。

力（force）是物体对物体的作用。有施力物体必定有受力物体，力不可能脱离物体而单独存在。

微信公众号：电子课本大全

力的测量和力的单位

力是有大小的，健身器上装一根弹簧，只要用较小的力就可拉开；如果装上三根弹簧，就要用很大的力才能拉开它（图1.2.3）。根据力可以使物体发生形变，人们想到可以从弹性物体发生形变的程度来量度力的大小。

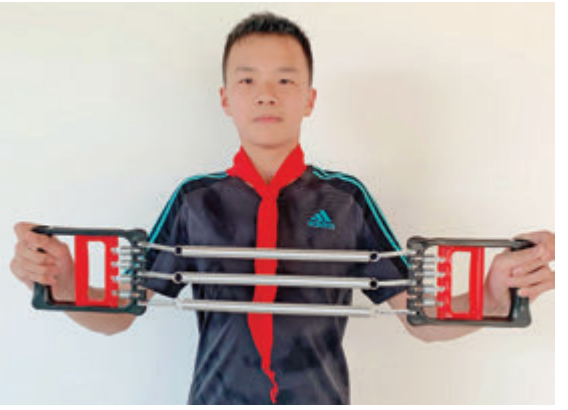


图1.2.3　拉健身弹簧

这样就制成了各种测量力的大小的仪器，图1.2.4所示的是实验室中常用的几种测力计。

为了比较力的大小，必须先规定力的计量单位，国际单位制中力的计量单位是牛顿，简称牛，符号是N。这个名称的规定是为了纪念伟大的英国物理学家牛顿。1 N的力有多大？约等于你拿起两个鸡蛋所需的力，一般成人右手的最大握力可达560 N，左手最大握力约430 N。



图1.2.4　几种测力计



牛顿

牛顿（Isaac Newton，1643—1727）是英国物理学家，牛顿在剑桥大学学习和工作的35年间，写下了许多名著。1665—1666年间牛顿建立了微分学和积分学，他用微积分计算研究天体运动规律，

微信公众号：电子课本大全

1684年前完成了万有引力定律的论证。他指出太阳使行星绕太阳运动的力和地球使苹果落地的力是同一性质的力。1687年出版的《自然哲学的数学原理》中总结确立的运动定律奠定了经典力学的基础。迄今为止经典力学仍是空间技术的重要基础理论之一。

牛顿在力学、光学、天文学和数学方面的卓越贡献，给人类留下了宝贵的财富，他也因此获得了崇高的荣誉。但牛顿很谦虚，非常尊重前人的研究成果。他说："如果说我看得远一些，那是由于我站在巨人们的肩上的缘故。""……我不知道世人怎样看我，不过我自己只觉得好像是一个在海边玩耍的孩子，偶尔拾到几只光亮的贝壳，但是对于真正的知识海洋，我还没有发现呢！"

看了这段有关牛顿的介绍，你得到什么启示？



图1.2.5　牛顿

学生实验　用弹簧测力计测量力

实验目的

练习使用弹簧测力计（spring balance）测量力，学习正确使用弹簧测力计的方法。

实验器材

弹簧测力计，铁架台，细绳，一根长头发。

实验内容及数据记录

1. 观察所使用的弹簧测力计以及它的量程和分度值分别是多少牛。在使用测力计时，测量的力的大小不应超出测力计的量程。

2. 把测力计的圆环固定在铁架台的铁杆上，观察测力计的指针是否指在零刻度线处，若不是，则应抽动刻度板进行调整。

3. 用手指捏住测力计的挂钩缓慢拉（图1.2.6），使指针先后指在1 N、2 N、3 N的刻度处，体验1 N、2 N、3 N的力分别有多大。

4. 使测力计放在水平位置，抽动刻度板调整指针零位，然后把一段细绳的一端系在教室门的把手上，另一端扣在测力计的挂钩上，使测力计沿垂直于门的水平方向拉教室门（门的锁舌不要扣住），看拉开教室门需用多大的力。

5. 把一根头发扣在测力计的挂钩上，用力拉头发的另一端，同时观察测力计示数的变化，直到把头发拉断，记下这时的测力计读数。这一读数表示一根头发所能承受的最大拉力应小于此值。这一数值跟头发提供者的性别、年龄、头发的长度与粗细是否有关？

讨论

通过这一实验活动你有哪些收获和体会，还有哪些问题？



图1.2.6　体验拉力大小

微信公众号：电子课本大全

物体间力的作用是相互的



活动　观察物体间力的作用

1. 取两把量程相同的弹簧测力计，把它们的挂钩勾在一起，用两手分别拉住测力计的两个圆环沿水平方向往外拉，当一个测力计的示数先后为1 N、2 N时，想一想，另一个测力计的示数是多大？再重复做一次（图1.2.7）。



图1.2.7　力的作用是相互的

2. 两辆实验小车A和B放在光滑水平桌面上，在小车A上放一条形磁铁，小车B上放一块质量与磁铁相近的铁块，使两小车靠近到一定距离时由静止放开，观察会发生什么现象（图1.2.8）。是磁铁吸引铁块或是铁块吸引磁铁，还是它们相互吸引而靠近？

通过以上实验观察你可以得出什么结论？



图1.2.8　磁铁和铁块相互吸引

3. 请两位同学分别坐在两辆平板小车上，面对面用手推对方（图1.2.9），先由甲同学用力推乙同学，预想一下将会发生什么现象。把两辆车恢复到原来位置后重做实验。这次改成由乙同学用力推甲同学，预想一下将会发生什么现象。

如果甲乙两同学同时用力推对方，结果又将怎样呢？实际做一下，看看你的预想和实验结果是否相同。这一实验说明了什么？



图1.2.9　互相推

微信公众号：电子课本大全

以上三组实验的结果，与我们的生活经验是一致的。当你用力提起重物时，会感到重物也在把你的手往下拽，这说明了物体间力的作用总是相互的，也就是说力总是成对出现的。如果把手作用于重物的向上拉力叫做作用（action）力，那么重物作用于手的向下拉力就叫做反作用（reaction）力，由于物体间的相互作用总是同时发生的，所以不存在单个的作用力或反作用力。



思考与讨论



1. 有的同学说施力物体本身一定也就是受力物体，这话对吗？

2. 图1.2.10所示的两头公麋鹿为了争夺地盘而角斗，它们互相用角顶住对方，它们谁是施力者谁是受力者？你能区分出哪个力是作用力，哪个力是反作用力吗？

图1.2.10　公鹿的角斗

力的三要素

经验告诉我们，力除大小外，还有方向。如打排球时，用不同方向的力扣球，球就会有不同的落点，表明对物体施加不同方向的力会产生不同的效果。此外，大小相同、方向也相同的力作用在物体上的不同位置，产生的效果也会不同，如踢足球、打排球时，不同的击球点将会使球产生不同的旋转效果。我们把力的大小、方向、作用点叫做力的三要素。对物体施加一个确定的力，是指力的大小、方向和作用点都必须是确定的。

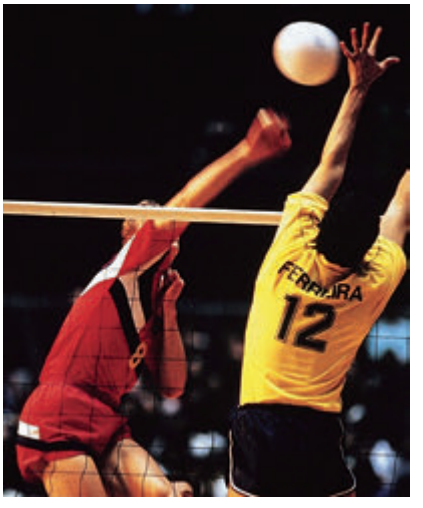


图1.2.11　主攻手扣球

在科学研究中经常要用到力的概念，要分析物体的受力情况。由于力是有方向的，为了便于

微信公众号：电子课本大全

表达，可用一段带箭头的线段来表示一个力，这种表示力的方法叫做力的图示。线段的长度表示力的大小，箭头表示力的方向，线段的起点表示力的作用点，为精确表示力的大小，还应在图示中标明标度。

例如某人在购物时，用大小为15 N，方向与水平面成30 角斜向上向右的力F，作用在手柄A上拉动小车。怎样用力的图示法来表示这个拉力F呢？一般的步骤是：

（1）先规定一个标度，如用1 cm长的线段表示5 N的力，那么15 N的力应该用3 cm长的线段来表示。

（2）根据拉力的作用点在手柄A上，用三角板或量角器和直尺从A点画出表示拉力作用方向的直线，在直线上截取3 cm长的一段，在线段末画一箭头。

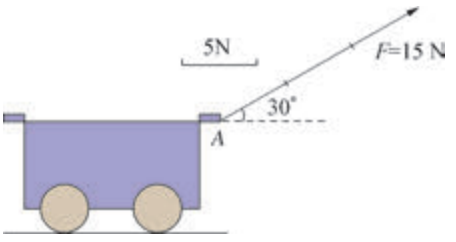


图1.2.12　力的图示

（3）在这一有向线段旁标明F=15 N。用这样的图示法表示一个确定的力，就能把力的三要素都清楚地表达出来（图1.2.12）。

有时不需要精确地表示力的大小，就可以不选定标度，不需按比例画出线段的长度，但力的方向和作用点仍应明确表示，这样的图叫做力的示意图。



1. 要使运动的物体变为静止，应该对物体施加一个什么方向的作用力？

2. 如图1.2.13所示，春游时小明坐在船上用力推另一只小船，结果两船向相反方向运动。请写出两个与此现象相关的物理知识：

（1）_____；

（2）_____。


图1.2.13

3. 建筑工人用手推车运土时，施加在车上的推力为400 N，车是否也对工人施加力的作用？你猜想一下这个力的大小。

4. 有两个力F_1、F_2分别作用在A、B两个物体上，如图1.2.14所示，下列说法中正确的是（　　）

A. $F_1>F_2$　　B. $F_1<F_2$

C. $F_1=F_2$　　D. 无法比较F_1和F_2大小

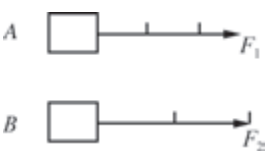


图1.2.14

5. 某同学用25N的力F向上提起一个书包，试用力的图示法表示这个力。

微信公众号：电子课本大全

3 几种常见的力

自然界物质相互作用的表现形式多种多样，力就其性质和作用效果来看，也可分为多种。在日常生活中人们最常见的力有重力、摩擦力、弹力等，这些是性质完全不同的力。它们跟人们的生活和生产劳动、跟生物的生存发展有着密不可分的联系。

重力



思考与讨论

观察图1.3.1和图1.3.2两幅照片，想一下：为什么成熟的苹果会竖直落向地面？为什么跃起的滑雪运动员经过一段弯曲的路径最终也落向地面？



图1.3.1　下落的苹果



图1.3.2　跃起的滑雪运动员

微信公众号：电子课本大全

在地球表面附近失去支持的物体都会落向地面，是由于它们都受到地球吸引作用的缘故。我们把由于地球吸引而使物体受到的力叫做重力（gravity）。理论研究表明地球与物体之间的吸引作用也是相互的。



活动　研究物体所受重力跟它的质量的关系

1. 有两只苹果，已知大苹果的质量是小苹果质量的2倍，用弹簧测力计分别测量它们受到的重力，预想一下：测力计先后两次读数会有怎样的关系？实际做一下，看实验结果与你的预想结果是否相符。（图1.3.3）

2. 在弹簧测力计的挂钩上先后分别挂上1个、2个和3个钩码（每个钩码质量相等），预想一下：测力计先后显示的读数会有怎样的关系？再实际做一下。

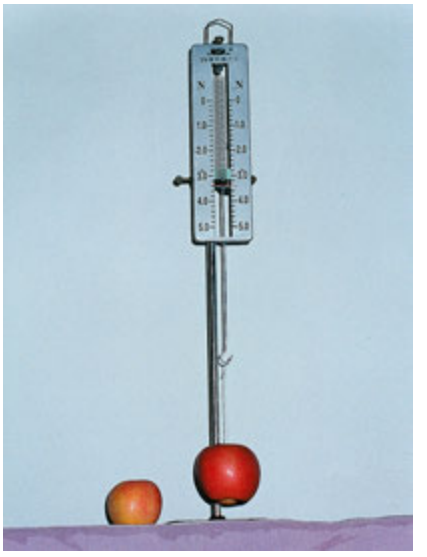


图1.3.3　研究重力跟质量的关系的实验

理论研究和大量实验结果表明：物体受到的重力跟它的质量成正比。

如果用G表示重力，m表示质量，物体所受重力跟它的质量的关系可用下式表示。

$$G=mg$$

式中g是一个比例系数，在国际单位制中g=9.8 N/kg，表示质量为1 kg的物体受到的重力是9.8 N。



思考与讨论

1. 物业管理部门常告诫高层住宅的居民，不要在窗台上放置花盆之类的重物，这是为什么？

2. 为什么电梯里都会有标明限制乘员人数的铭牌？

3. 你的个人健康信息档案是否记录了你的体重（质量）数？现在你知道自己受到的重力有多大吗？

微信公众号：电子课本大全

重力的方向

由静止开始下落的物体运动轨迹总是沿着竖直方向，表明任何物体所受重力的方向都是竖直向下的。竖直方向就是和当地的水平面垂直的方向。建筑工人砌墙时，常在一根细绳下面系一重锤组成重垂线，固定在墙边，当重锤静止时，细绳就在竖直方向，作为墙面是否竖直的检验标志。与重垂线平行的线或面都在竖直方向，与重垂线垂直的线和面都在水平方向。



图1.3.4　用重垂线检验橱柜壁是否在竖直方向

重心

任何物体都有一定的质量和特定的形状，它的各部分都受到重力作用。为了便于分析问题，我们可以用实验方法找到一个位置，从效果上看整个物体所受的重力就集中作用在这一点上，这一点叫做物体的重心（center of gravity），重心是物体所受重力的作用点。在图中重心常用C表示。



图1.3.5

均匀直棒的重心在棒的中点，均匀圆盘的重心在盘的中心，均匀圆球的重心在球心，均匀方板的重心在两条对角线的交点。一块方板和一个圆球受到重力的示意图，如图1.3.5所示。



活动　寻找重心

1. 用一支圆铅笔作支柱，如图1.3.6，当尺不偏不倚地保持水平位置平衡时，尺受到重力和铅笔支持力二力平衡，两个力的方向在一条直线上，铅笔对尺支持力的方向通过尺的重心，故尺与铅笔交接处的中点位置即为尺的重心位置。

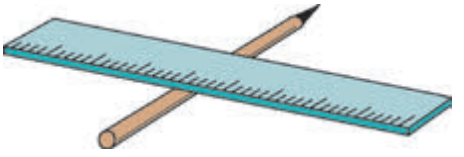


图1.3.6　寻找直尺重心

微信公众号：电子课本大全

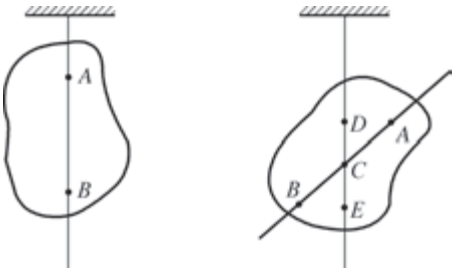


图1.3.7　用悬挂法求物体的重心

2. 不规则物体重心。

对于形状不规则物体的重心，可通过下面的方法找到。

先通过物体上任一点如A点用绳子将物体悬吊起来，用铅笔沿悬绳的方向画一条直线AB；再选择物体上另外一点如D点，用绳子将物体再次悬吊起来，用铅笔沿此时悬绳方向画一条直线DE；直线AB和DE的交点C，就是物体的重心，如图1.3.7。

议一议上述做法可确定物体重心的理由。



思考与讨论

1. 具有规则外形、质量分布均匀的物体，如铅球、砖块的重心在哪里？
2. 物体的重心位置不在物体上，这是否可能？你能举出实例吗？
3. 物体的形状发生改变如猎豹扑倒猎物撕咬时，它的重心位置会发生改变吗？



视窗　比萨斜塔

意大利比萨斜塔（图1.3.8）是世界闻名的建筑，它建于1173年，由于地基下沉不均匀造成了塔身倾斜。传说伽利略曾在斜塔上做过轻重不同的铅球同时落地的实验。近些年来斜塔倾斜程度增大，意大利政府为保护这一著名人类文化遗产，邀请世界各国建筑工程师提供多种方案实施抢救，目前塔身已恢复到1838年时的倾斜度，并于2001年12月15日重新向游客开放。

建筑物平衡的稳定程度决定于它的支持面的大小和整体重心的高低，支持面越大，重心越低，则稳度越大。如古埃及建造的金字塔（图1.3.9）就属于稳度很



图1.3.8　比萨斜塔

微信公众号：电子课本大全



图1.3.9　建于公元前2066年古埃及金字塔

大的建筑物。我国古代建筑在设计时也都十分注意控制稳度，许多古代庙宇、宝塔、宫殿至今完好无损，稳度大是重要原因之一。比萨斜塔尽管塔身倾斜，但从它的重心所引的重垂线仍未越出它的支持面，所以仍能稳定不倒。

摩擦力

人们为什么在地面上能行走自如，而在冰面上行走时很容易滑倒？你是否有这样的体验？汽车为什么在平坦路面上能正常行驶，而在雪地上，有时车轮尽管转得飞快，车身却动不了？原来这些现象都是和摩擦（friction）有关的。



活动　研究摩擦现象

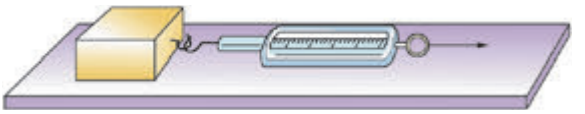


图1.3.10　研究摩擦现象

1. 在水平放置的长木板上放一木块，用弹簧测力计勾住木块一端的小钩，沿水平方向缓慢拉木块（图1.3.10），观察：在木块被拉动之前，测力计是否有示数？逐渐增大对木块的拉力，观察并记下木块开始被拉动时测力计的示数。

2. 观察并记下使木块被匀速拉动时测力计的示数。这一示数与木块刚被拉动时测力计示数相比较，哪个大？

3. 如果在木块上先后分别放上100 g和200 g砝码，预想一下：用原来大小的拉力能否拉动木块？再实际做一下，你可以得出什么结论？

4. 在长木板上铺一层铅画纸，木块上不加砝码，预想一下：用原来大小的拉力能否拉动木块？再实际做一下，你可以得出什么结论？

5. 取下铅画纸，在木块与长木板之间平行地放若干支圆铅笔（或小试管），重复实验，观察并记下木块被匀速拉动时测力计的示数。你能得出什么结论？

经过以上实验研究，我们可以发现，在木块开始被拉动之前，木块与长木板的接触面间存在着一种阻碍它们要发生相对运动的摩擦，这种摩擦叫做静摩擦。

微信公众号：电子课本大全

静摩擦对人和动物的生活和生存是至关重要的。人能走路取物，动物能奔跑攀缘，车辆能起动等等都是依靠了静摩擦。

当一个物体在另一物体表面发生滑动时，接触面间产生阻碍它们相对运动的摩擦，叫做滑动摩擦。滑雪运动员在滑雪时，滑雪板和雪面间的摩擦就是滑动摩擦。



图 1.3.11　滚珠轴承

滑动摩擦力的大小与接触面间的压力以及接触面的粗糙程度有关。压力越大，接触面越粗糙，滑动摩擦力就越大。

在压力相同的情况下，把滑动变为滚动将会使摩擦大为减小，这就是为什么许多机械的转动部分都要配置滚珠轴承（图 1.3.11）的道理。

增大摩擦和减小摩擦

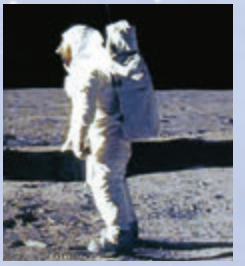
摩擦是无处不在的常见现象，在生活和生产中有时需要增大摩擦，有时需要减小摩擦。为增大摩擦，可采用增大接触面间的压力，增加接触面的粗糙程度的方法来实现；为减小摩擦，在压力不可能减小的情况下，可采用在接触面间加注润滑油，使物体间的摩擦面不发生直接接触，或把滑动改为滚动的方法来实现。

思考与讨论

观察以下一组照片（图 1.3.12），讨论图注中提出的问题。



(a) 长臂猿为什么能攀缘在树枝上



(b) 宇航员的鞋底为什么有很深的沟纹



(c) 汽车轮胎上为什么要有花纹



(d) 雪地上行驶的卡车车轮上为什么装有网状铁链

图 1.3.12

你根据自己的经验和了解的情况，还能举出一些增大摩擦或减小摩擦的实例来吗？

微信公众号：电子课本大全

小资料　流体阻力

物体在流体(fluid)——液体和气体中运动时，受到的阻碍物体运动的力，叫做流体阻力。这种阻力的大小与运动物体的形状、正截面积的大小、相对于流体的速度大小以及流体的性质有关。由于长期演化和自然选择的结果，生活在海洋中善于游泳的动物都有流线型的体形和特殊的体表，以减小游动时受到的海水阻力，如鲨鱼(图1.3.13)等。为了节约能源，减小阻力，提高速度，人们设计的高速核潜艇就是模仿了鱼的体形(图1.3.14)，高速行驶的小汽车也都采用流线型的外形设计(图1.3.15)。



图1.3.13　鲨鱼



图1.3.14　核潜艇



图1.3.15　流线型汽车



图1.3.16　高空跳伞

高空跳伞员为减小坠落速度而采取俯卧姿态以获得最大空气阻力(图1.3.16)；“歼七”战斗机在着陆时打开阻力伞以缩短滑行距离(图1.3.17)；蒲公英成熟的果实依靠上端的冠毛可以随风飞扬(图1.3.18)，缓慢飘落到离母株更远的地方繁衍后代。这些都是人们以及自然界的植物利用空气阻力的例子。

微信公众号：电子课本大全



图1.3.17　阻力伞



图1.3.18　蒲公英的果实随风飞扬

弹力



活动　研究弹力与弹性形变的关系

1. 用拇指和食指套在一根橡皮圈里，用力使橡皮圈伸长，这时你的手指有什么感觉？是否感到橡皮圈对手指有一个反抗伸长的力作用？

用两手握住一把塑料尺的两端，用力使它发生弯曲，你有什么感觉？是否感到塑料尺对两手有一个反抗弯曲的力作用？

2. 把文具盒中的塑料直尺或钢皮尺取出来，把尺的两端搁放在两支铅笔上，这时尺是水平的（图1.3.19（a））。在尺的中央放一个砝码，观察尺将发生怎样的形变（图1.3.19（b））。



(a)　　(b)

图1.3.19　弯曲形变

在以上小实验中，伸长的橡皮圈和弯曲的塑料尺都发生了弹性形变，它们作用在你手上或砝码的力，叫做弹力（elastic force），弹力总是指向使物体恢复原状的方向。

放在桌上的书本受到的桌面支持力，用绳悬挂起来的物体受到的绳子拉力，实际上都属于弹力。

微信公众号：电子课本大全



思考与讨论

1. 在上面做的小实验中，发生弯曲形变的尺对砝码作用的弹力应在什么方向？

2. 如图1.3.20所示，射箭时弓发生了什么形变？箭未射出时弓所施加的弹力通过弓弦作用在哪里？当手放开时，箭在什么力的作用下飞出？



图1.3.20　弯弓射箭



练习

1. 当流星体的运动轨道接近地球轨道时，为什么其中有些会越来越靠近地球？它们进入地球大气层后为什么会发出耀眼的光芒而后又很快消失？

2. 试用力的图示法画出质量为2 kg的铁球所受的重力。

3. 重为49 N的一袋米，它的质量为多大？

4. 据报道，2001年11月在广州举行的我国第九届全运会75公斤级的举重比赛中，广东运动员孙瑞萍以抓举117.5公斤、挺举147.5公斤、总成绩265公斤的成绩夺得金牌，并打破该级别的世界纪录。试计算孙瑞萍在挺举中能举起的杠铃所受重力为多少？

5. 在高速公路的路面上常会见到颜色深深的两条平行的汽车轮胎的“拖印”，表明在这一路段曾有汽车进行过紧急制动。如果某条拖印长达30 m，则在这30 m距离内和在这段距离之前，汽车车轮与路面的摩擦分别属于什么摩擦？

微信公众号：电子课本大全

4 运动与力

物体的运动多种多样，运动轨迹可以沿直线，也可以沿曲线；运动快慢也可时快时慢。要探究物体做出不同运动的原因，对力与运动的关系分析十分重要。

牛顿第一定律

物体运动的原因是什么？人们最直接的经验是：必须有力作用在物体上，物体才会运动，如静止在足球场上的足球，在没有被踢到时，它保持静止，如被运动员踢到，它就运动起来。

那么物体运动与力有何关系呢？我们先通过以下实验进行分析。

活动　观察从斜面滑下的小车在水平面上的运动

1. 使小车在斜面顶端由静止释放沿斜面向下运动（图1.4.1），到达底端后沿着铺有毛巾的水平长木板继续向前运动一段距离后停下，在小车停止运动处做一记号。

2. 取下长木板上的毛巾，换铺一块薄棉布，让小车在斜面顶端同一位置处由静止释放，记下小车在棉布上运动时停下的位置。这一位置与小车在毛巾上停止运动的位置相同吗？

3. 取下长木板上的棉布，在斜面顶端同一位置由静止释放小车，观察小车在长木板上的运动情况。



图1.4.1　从斜面滑下的小车的运动

微信公众号：电子课本大全



思考与讨论

1. 实验中，长木板上铺上毛巾、棉布，对小车运动来说，改变了什么影响条件？

2. 如果长木板足够长，且做得非常光滑，小车是否可能沿木板一直运动到很远的地方？

从实验中可以看出，在斜面倾斜程度相同的实验条件下，小车在光滑木板上运动的距离最远、在铺有毛巾的木板上运动距离最短，而实验中在水平木板上铺上棉布、毛巾，与光滑木板的不同，主要是小车受到的阻力大小不同。由实验结果可知，物体运动距离的远近与物体所受阻力有关，所受阻力越小，物体运动距离就越远。

三百多年前，意大利科学家伽利略首先对运动和力的关系进行了研究，他根据运动物体受到的阻力越小，速度减小得就越慢，运动时间就越长的实验事实，得出了一个重要的推论：如果在理想情况下，运动的物体不受到任何阻力，则它将保持原来的速度不变，一直以此速度运动下去。

当然，现实情况是我们不能消除一切阻力，伽利略对运动物体不受力时运动特征的分析，是基于实验事实并加以合理的逻辑分析而获得的，伽利略这种研究方法称为“理想实验法”。

法国科学家笛卡尔（R. Descartes，1596—1650）进一步发展了伽利略的思想，指出：一个运动的物体如果不受任何力的作用，不仅速度大小不变，它的运动方向也不会改变。

英国物理学家牛顿在伽利略等人的研究基础上，总结概括成一条重要的运动定律——牛顿第一定律（Newton’s first law）：

一切物体在没有受到外力作用时，它们的运动状态保持不变，包括保持静止或保持匀速直线运动状态。

微信公众号：电子课本大全

小资料　伽利略的理想实验

伽利略的理想实验可用图1.4.2来表示。他认为具有某一速度的小球在光滑斜面向下运动(图(a)),重力是使它速度增大的原因;具有某一速度的小球在光滑斜面向上运动(图(b)),重力是使它速度减小的原因;而若具有某一速度的小球在光滑水平面上运动时(图(c)),重力既不会使它速度增大也不会使它速度减小,又不存在阻力,则小球将在光滑水平面上以这一速度一直运动下去。

伽利略用理想实验进行推理,体现了一种科学探索的方法,这种方法对后人进行各项科学研究有着重要的启迪作用。

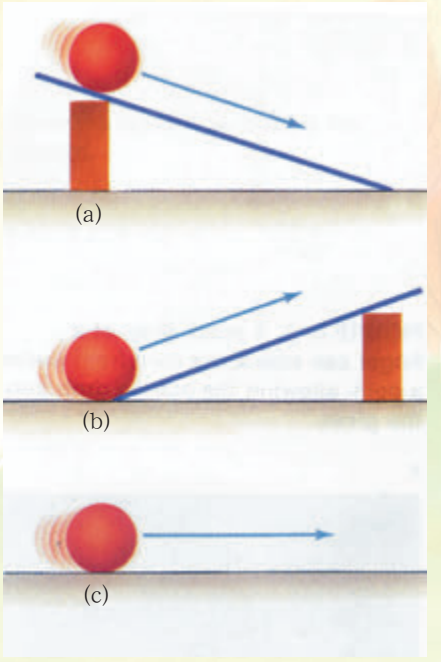


图1.4.2　伽利略理想实验示意图

惯性

由牛顿第一定律可知,一个运动物体,在不受外力时,将保持自己原有速度的大小和方向一直运动下去;一个静止的物体,在不受外力作用时,将保持自己的静止状态。我们将物体具有保持原有运动状态不变的性质称为惯性(inertia)。

一切物体都有惯性,无论其是运动还是静止,都有保持自己运动状态不变的“本领”或“能力”。

当物体运动状态发生改变时,人们能够体验到物体抵抗状态改变的这种能力,即惯性。

下面让我们观察一些物体的惯性现象。

微信公众号:电子课本大全

活动　观察惯性现象

1．把你的文具盒放在课桌边缘，在文具盒下面衬放一张纸，纸的一边要露出些（图1.4.3）。预想一下，在文具盒处于静止的状态下，如果沿水平方向猛然抽动纸片，文具盒是否会从桌边跌落？实际做一下，看看你的预想与实验结果是否相符？

2．观察图1.4.4的一组照片，这是发生在短时间内三个瞬间的情景，图（a）表示静止在杯口硬卡纸上的一枚硬币；图（b）表示用手指沿水平方向弹卡纸；图（c）表示卡纸已飞出，硬币落入杯中。请你模仿做一下，并分析解释所发生的现象。



图1.4.3　观察惯性现象



(a)　(b)　(c)

图1.4.4　惯性现象

猛然抽动纸片，文具盒不随纸片一起快速移动，说明文具盒由于惯性保持原有静止状态，不从桌边跌落；卡纸受手指弹动而飞出，但硬币没有飞出，说明硬币由于惯性，要保持原有静止状态，但由于没有卡片支撑而落入杯中。

在生活中我们可以随处发现物体的惯性现象。行驶中的汽车，我们关闭油门使发动机停止运行，但汽车由于惯性还会继续前行；汽车突然起动时，车内乘客会后仰，汽车在行驶中突然刹车制动时，乘客则会前冲。以上这些都是物体惯性的表现。有时我们会利用物体的惯性，如机床装有很重的飞轮，利用其惯性大不易改变运动状态，让机床运转平稳。有时要防止物体因惯性造成的危害，如汽车上装有安全带，使乘员更安全。

微信公众号：电子课本大全



思考与讨论

1. 人们在走路时不小心被路面上的突出物绊一下，为什么总是向前跌倒？

2. 为什么交通法规规定车辆行驶时必须保持一定的车距？又为什么规定小汽车前座乘员必须系上安全带（图1.4.5）？安全带在车辆的运动状态发生怎样的变化时对乘员起保护作用？汽车座椅靠背上方还装有头枕，它是在车辆的运动状态发生怎样的变化时对乘员起保护作用的？

3. 作为交通工具的车辆、船舶、飞机的舱内照明设备为什么都采用吸顶灯、壁灯，而不采用吊灯？



图1.4.5　汽车安全带与头枕

力是改变物体运动状态的原因

描述物体运动特征的一个重要物理量是速度，物体运动速度的大小会发生变化，速度的方向也会发生变化。

放在桌上的小车，要使它从静止变为运动，必须用力拉或推它；要使运动的小车运动速度增大，需要施加沿它运动方向的力；而要使运动小车速度减小，必须对它施加与其运动方向相反的力。一般情况下，我们周围运动起来的物体速度越来越慢，就是因为受到与其运动方向相反的摩擦力和空气阻力作用的结果。

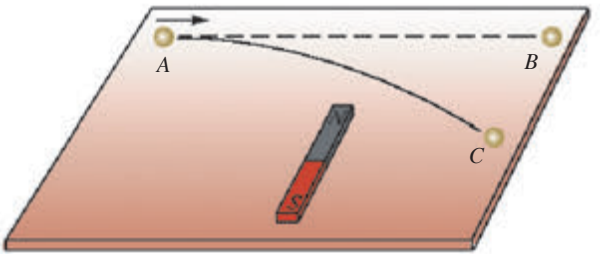


图1.4.6　磁铁的吸引力使钢珠改变运动方向

如图1.4.6所示的实验中，光滑水平桌面上运动的小钢球，在不受其他外力作用时，沿直线从A点运动到B点。若在其原先运动轨迹的侧面放置一条形磁铁，小球会向磁铁方向偏转，小球的运动方向发生改变，这是因为小球受到与其运

微信公众号：电子课本大全

动方向不相同的侧向磁铁吸引力的缘故。

不仅小车或小钢球，一切物体都是这样。当要求物体运动速度的大小或方向发生变化时，都必须对物体施加力的作用。物体速度大小的变化或方向的变化，称为物体运动状态的改变。

子弹在枪膛里受爆炸气体压力而射出，射出的子弹不再受到推力的作用，但子弹继续向前飞行，说明物体保持运动不需要受到外力作用，改变运动状态才需要外力的作用，也就是说力不是物体运动的原因，力是改变物体运动状态的原因。

我们在使用测力器时，已经知道力能使物体发生形变。现在又知道力能改变物体的运动状态。这两个方面正是力的作用效果。



阅读　曲线运动

物体运动路径是曲线的运动，叫做曲线运动。曲线运动是自然界里最普遍存在的机械运动形式。

图1.4.7所示的喷灌装置正在喷水以养护绿地，可以看到从喷嘴斜向喷出的水流轨迹发生了弯曲，也就是说喷出的每颗水滴都在做曲线运动。从这一现象以及图1.4.6的实验中可以认识到物体做曲线运动是有条件的，即物体具有初速度，同时受到一个与初速度成一角度的力的作用。水滴刚被喷出时的速度方向是斜向上的，而水滴受到的重力是竖直向下的，这样，重力就起了把水滴不断拉向地面的作用，迫使水滴做曲线运动。实际上，一切抛射体如投掷篮球、推铅球等运动的特点都是这样，在忽略空气阻力的情况下，它们的运动轨迹是抛物线。



图1.4.7　喷灌绿地

研究表明，任何做曲线运动的物体都是受力不平衡的。

牛顿经研究指出，月球环绕地球做圆周运动所需的力由地球引力提供，地球和其他行星环绕太阳运动所需的力由太阳引力提供，并指出地球引力和太阳引力是同种性质的力，牛顿把这种力叫万有引力（universal gravitation）。万有引力是维系整个银河系乃至整个星际间一切环绕运动所需的力。

微信公众号：电子课本大全



1. 试举出生活中常见的利用物体惯性的实例。

2. 在乘坐列车旅行时，若发现放在车内小桌上的一个苹果突然向列车前进方向滚动起来，这表明列车的运动状态发生了怎样的变化？

3. 若在匀速直线行驶的列车上，有乘客竖直向上抛出一个苹果，苹果落下时，应落在什么位置？(　　)。

A. 落在人的前方　　B. 落在人的后方　　C. 落在抛出人的手中　　D. 无法确定

4. 有人说：骑自行车时如果不用力蹬车，自行车就会慢下来，所以自行车的运动必须依靠力来维持。这个说法是否正确？

5. 试举例说明力是改变物体运动状态的原因。

6. 下列运动中，一定要施加力的是(　　)。

A. 物体处于静止　　B. 物体做匀速直线运动

C. 物体做曲线运动　　D. 物体高速运动

7. 关于力和运动的关系，请判断下列各说法正确吗？

(1) 只要有力作用在物体上，物体就会改变运动状态。(　　)

(2) 力是改变物体运动状态的原因。(　　)

(3) 力是物体运动的原因。(　　)

(4) 运动物体运动的方向发生改变，它就一定受到力的作用。(　　)

(5) 物体受到力的作用，它的速度大小就一定会改变。(　　)

微信公众号：电子课本大全

5 二力平衡的条件

自然界中，物体的运动与受力情况大多是很复杂的，物体受到两个力的作用而平衡是一种最简单的情形。这种平衡对我们研究物体的运动十分重要。

要改变物体的运动状态，就必须有力作用在物体上，是不是有力作用在物体上，物体运动状态就一定改变呢？

如静止在桌面上的小车，如果同时受到左右两个大小相等的力，小车仍会保持静止；用弹簧秤提起一本《科学》课本，课本静止时，弹簧秤示数等于课本重力，即课本在重力和弹簧秤拉力作用下静止；若再平稳向上拉起课本，在一段距离内尽可能保持课本匀速上升，可以观察到弹簧秤示数稳定不变，即课本受到重力和弹簧秤拉力，并在两个力作用下保持匀速运动。

生活中还有一些物体受到多个力的情况下，保持静止或匀速直线运动的例子。如图1.5.1所示，起重机匀速吊起重物，重物受到重力和两根吊绳的拉力，并在三个力的作用下匀速运动；悬挂在屋顶的吊灯，受到重力和多根悬绳的拉力保持静止（图1.5.2）。



图1.5.1　起重机匀速起吊重物



图1.5.2　静止的吊灯

微信公众号：电子课本大全

物体静止或做匀速直线运动，其运动状态不改变，称为物体处于平衡状态。物体处于平衡状态下所受的力，称为平衡力。

生活中比较常见的是物体受两个力作用下，保持静止或匀速直线运动，如静止在桌面上的课本，它受到重力和桌面的支持力而静止；悬挂在枝条上的苹果，受到重力和枝条的拉力而静止；在一段平直轨道上以300km/h速度匀速运动的高速列车，水平方向上受到机车的牵引力和来自空气与铁轨的阻力而做匀速直线运动等。

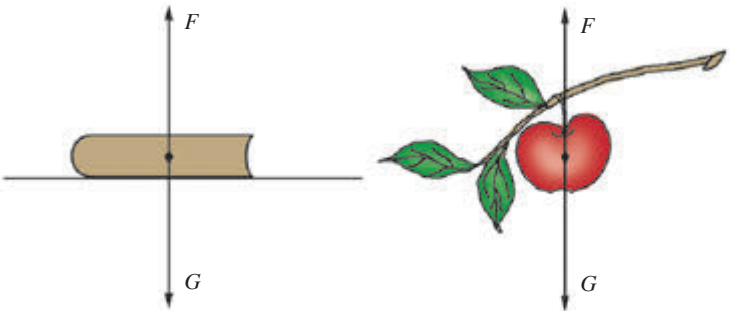


图1.5.3　支持物体的作用力

如果物体在两个力作用下保持静止或匀速直线运动状态，我们说这两个力是一对平衡力。



活动

在一块正方形木板两个对角位置打上两个小孔*A*和*B*，并在*A*和*B*间画一条对角线。用两个弹簧测力计通过细绳分别对木板施加力。活动时，由一位同学按住木板，另两位同学拉住弹簧秤对木板施加力，力的方向如图1.5.4所示，拉力大小保持相等；当按住木板的同学放开手后，观察：木板是静止还是运动？

两位施加力的同学，用力使得木板再次静止，观察：两个力的方向与前次实验有何不同？

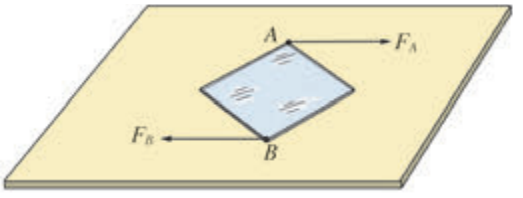


图1.5.4　研究二力平衡的条件

研究表明，作用在一个物体上的两个力，如果大小相等、方向相反、作用在同一条直线上，这两个力就彼此平衡（equilibrium）。

微信公众号：电子课本大全

视窗　失重

在空间站里生活和工作的航天员以及在太空漫步的航天员都呈现飘浮状态（图1.5.5）。他们既不会下落也不会上浮，就像人们在水中潜泳时感受不到有重力作用一样，所以称为失重（weightlessness）状态。失重并不是不受到地球引力，这时的地球引力将起到使他们时刻改变运动方向沿着圆轨道运动的作用，航天员在空间站里如果想用弹簧测力计测量物体受到的重力，则弹簧测力计的弹簧不会被拉长，指针示数始终等于零。空间站里的一切物体都处于失重状态，航天员为了工作方便必须用尼龙搭扣把自己固定在坐椅上，才能观察仪表，从事各项操作；要喝水时必须用吸管把水从罐中吸到口中，然后吞咽下去，不像在地面上那样，含在口里的水一不留神就会自动流下去；要睡觉时必须使用固定在舱壁上的睡袋，且要拉上拉链，以免入睡后发生飘浮与舱内其他器件碰撞。在空间轨道上正常运行的航天飞机和人造卫星一样处于失重状态，所以航天员们可以轻而易举地把发生故障的通信卫星“捕捉”到航天飞机的货舱中进行修复（图1.5.6）。

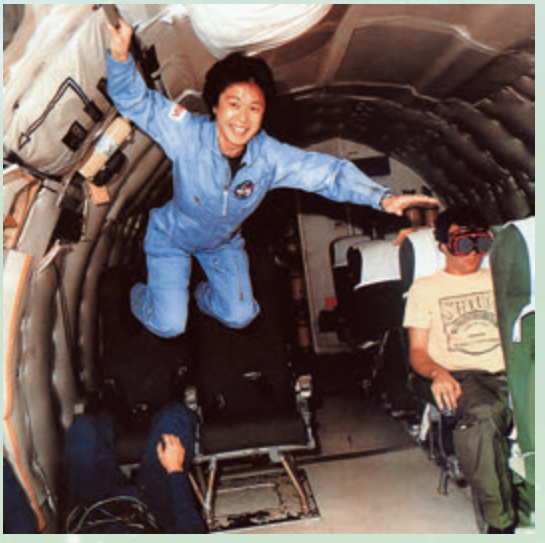


图1.5.5　航天员的失重状态

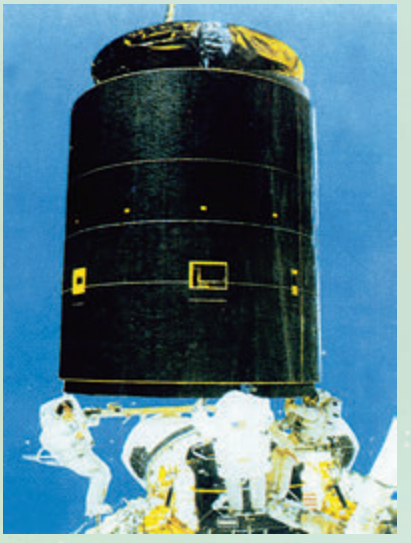


图1.5.6　航天员“捕捉”卫星

微信公众号：电子课本大全



1. 一物体原来受到一对平衡力作用而做匀速直线运动，如果这对平衡力突然消失，则物体将（　　）。

A. 立即停下来　　B. 仍按原速度做匀速直线运动

C. 慢慢停下来　　D. 以比原速度小的速度做匀速直线运动

2. 学校举行升旗仪式，当国旗匀速直线上升时，下列所说的哪一对力属于平衡力？（　　）。

A. 旗受到的重力和旗对地球的吸引力　　B. 旗对绳的拉力和绳对旗的拉力

C. 旗对绳的拉力和旗受到的重力　　D. 旗受到的重力和绳对旗的拉力

3. 在图1.5.7中，表示物体受到的力是平衡力的图是（　　）。

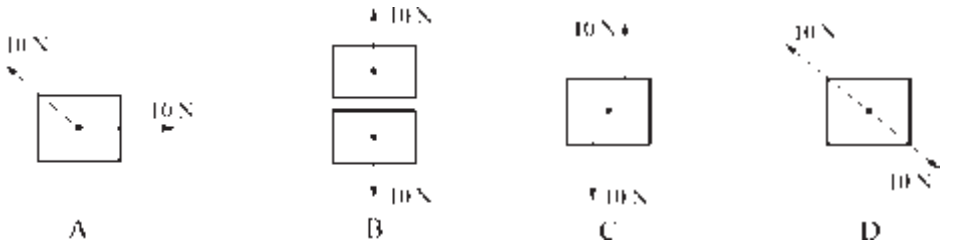


图1.5.7　第3题图

4. 起重机吊起重物，重物所受重力大小为G，当重物在空中保持静止、匀速下落、匀速上升时，起重机吊绳对重物的拉力分别为多少？



1. 物体位置随时间的变化，叫做机械运动。为了描述物体的运动，必须选择另一个物体作为参照物。因参照物可以任意选定，所以运动的描述是相对的，静止也是相对的。
2. 速度是描述物体运动快慢的物理量，速度等于运动物体在单位时间里通过的路程。速度公式：

$$v=\frac{s}{t}$$

微信公众号：电子课本大全

速度的单位是m/s，也可以用km/h。1m/s ≈ 3.6km/h。

3. 匀速直线运动是最简单的机械运动，匀速直线运动是指运动快慢不变、沿着直线的运动。

   匀速直线运动中的速度不随时间而改变，路程与时间成正比。

$$s=vt$$

4. 力是物体对物体的作用。物体间的力的作用总是相互的，力总是成对出现的。
5. 力的大小可用弹簧测力计测量，力的单位是牛顿，符号是N。
6. 力的大小、方向和作用点叫做力的三要素。用一段带有箭头的线段来表示力的方法叫做力的图示。
7. 由于地球吸引而使物体受到的力叫做重力。物体受到的重力的大小跟物体的质量成正比，重力的方向是竖直向下的，重心是物体所受重力的作用点。
8. 摩擦是指相互接触的物体间存在的一种阻碍它们发生相对运动的相互作用。一个物体在另一个物体表面发生滑动时，接触面间产生阻碍它们相对运动的摩擦，叫滑动摩擦。滑动摩擦力的大小与接触面间的压力以及接触面的粗糙程度有关。

   在压力相同的情况下，把滑动变为滚动会使摩擦大为减小。
9. 弹力是指发生弹性形变的物体作用在使它发生形变的另一个物体上的力。弹力总是指向使物体恢复原状的方向。
10. 牛顿第一定律的内容是：一切物体在没有受到外力作用时，它们的运动状态保持不变，包括速度始终等于零的静止状态和匀速直线运动状态。
11. 惯性是指物体具有保持运动状态不变的性质。任何物体不论它是静止的还是运动的都具有惯性。
12. 力的作用效果是使物体的运动状态发生改变和使物体发生形变。
13. 二力平衡的条件是：作用在一个物体上的两个力，它们大小相等，方向相反，并且在同一直线上。在满足二力平衡的条件下，物体可能的运动状态是静止或匀速直线运动。

微信公众号：电子课本大全

第2章

压力　压强

人们在生活和生产实践中逐渐认识了物体间的挤压作用，从而形成了压力和压强的概念，并将增大和减小压强的方法应用于生活、生产中。



微信公众号：电子课本大全

1 压强

作用在物体上的压力有大有小，它们都会产生一定的效果。然而这些力产生的效果并不只由压力的大小决定。

压力

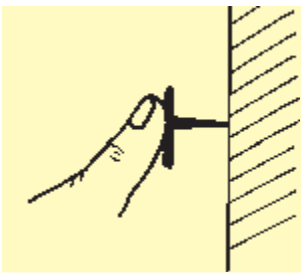


图2.1.1　手按图钉

课本放在桌子上，对桌面有一个向下挤压的力。人站在地面上，对地面有一个向下挤压的力。用手指按墙上的图钉，图钉对墙面也有一个指向墙里的挤压的力。课本对桌面、人对地面以及图钉对墙面的作用力都垂直压在它们的表面上，通常把垂直作用在物体表面上的力叫做压力。

你还能举出生活中有关压力的现象吗？



从文具盒中取出一支一头削尖了的铅笔，用左右手指顶着铅笔的两端，这时两个手指都受到铅笔的压力，压力的方向与手指表面垂直，如图2.1.2所示。当左右手指用力顶铅笔两端时，感觉有什么不同？原因是什么？



图2.1.2　手指顶铅笔

微信公众号：电子课本大全



活动

材料

一个玻璃器皿、一根橡皮筋、一张纸、一个尖脚的正方形小木凳和一个铁块。

步骤

将一张纸盖在玻璃器皿上，用橡皮筋把它圈住，让小木凳的四条腿朝上，放在绷紧的纸上，再把铁块放在它的上面。如图2.1.3（a）所示。



(a)



(b)

图2.1.3　压力的作用效果

先猜测一下会发生什么现象，然后动手做一做。

将小木凳倒置过来四条腿朝下，铁块放在它的上面，如图2.1.3（b）所示。结果又发生什么现象？

在上面两种情况下，当压力的大小相等时，为什么会发生不同的现象？

压强

实验表明：压力的作用效果不仅与压力的大小有关，而且与物体的受力面积有关。所以比较压力的作用效果应该比较单位面积上受到的压力大小。

物体单位面积上受到的压力叫压强（pressure）。压强的计算公式：

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

这里用p表示压强，F表示压力，S表示受力面积。

在国际单位制中，力的单位用牛顿（N），面积的单位用平方米（m^2），压强的单位是N/m^2，读做“牛顿每平方米”。它有一个专门的名称，叫做帕斯卡，简称帕，用符号Pa表示。$1\ Pa=1\ N/m^2$。

帕斯卡是一个很小的单位，一本《科学》课本对桌面产生的压强大约是60 Pa，通常成年人走路时对地面产生的压强可达1万帕以上。

【例题】 芭蕾舞演员的体重为475 N，一个足尖对地的接触面积为$9.5\ cm^2$，大象的体重为60 000 N，每一只脚掌与地面的接触面积为$600\ cm^2$，问芭蕾舞演员一个足尖对地面的压强和大象四足站立时脚掌对地面的压强哪个大？

微信公众号：电子课本大全

【解】已知芭蕾舞演员F_1=475N，S_1=9.5 cm^2；大象F_2=60 000 N，S_2=4×600cm^2。求芭蕾舞演员一个足尖对地面的压强p_1和大象对地面的压强p_2。

$$p_1=\frac{F_1}{S_1}=\frac{475\ \mathrm{N}}{9.5\times10^{-4}\mathrm{m}^2}$$
$$=5\times10^5\ \mathrm{N/m}^2\ =\ 5\times10^5\ \mathrm{Pa}$$
$$p_2=\frac{F_2}{S_2}=\frac{60\ 000\ \mathrm{N}}{4\times600\times10^{-4}\mathrm{m}^2}$$
$$=2.5\times10^5\ \mathrm{N/m}^2=2.5\times10^5\ \mathrm{Pa}$$

答：芭蕾舞演员的足尖对地面的压强比大象脚掌对地面的压强大。



图2.1.4　芭蕾舞演员对地面的压强



图2.1.5　大象对地面的压强



活动　你对地面的压强有多大

测出你穿的鞋的鞋底与地面的接触面积，根据你的个人健康信息档案中所记录的体重，求出双脚着地和单脚着地时对地面的压强。

测鞋底与地面的接触面积时可以参照图2.1.6那样，在方格纸上描出鞋底贴地部分的轮廓，数一下图形里包含的方格数（对于不满一格而大于半格的都算一格，小于半格的都不算），再乘以每一方格的面积。

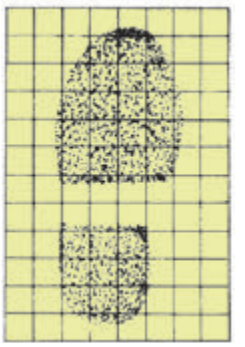


图2.1.6　测量鞋底的面积

微信公众号：电子课本大全

增大和减小压强的方法



思考与讨论

一个人在冰还不够厚的湖面上行走，掉进了冰窟窿。周围的人们要接近冰窟窿去救他，旁边有梯子和木板，它们的长、宽都差不多。为了救人，同时又要保证自身安全，应该用梯子还是用木板铺在冰上，爬过去拉落水者？

在日常生活和生产中，根据需要常常要考虑改变受力面上的压强大小。通过给出的四幅图，结合自己的生活经验，讨论并归纳出增大和减小压强的方法。



图2.1.7　坦克通过履带与地面接触



图2.1.8　装有很重前轮的单钢轮压路机



图2.1.9　啄木鸟有很尖的喙

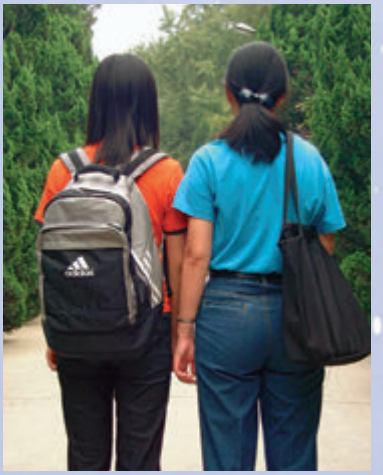


图2.1.10　背包改用较宽的背带

微信公众号：电子课本大全

在生活和生产中，有时要减小压强。火车的铁轨铺在碎石中的枕木上，建造房屋时地基连成一个整块，并且比房屋（墙体）本身的面积要大一些，这样做都是为了减小压强。骆驼在沙漠上行走时，不会陷得很深，这是因为骆驼属偶蹄类动物，它的脚趾可以分开，与地面的接触面积比较大，对地面产生的压强比较小。又因骆驼能耐渴，我国古代丝绸之路上的商旅都用它作为运载货物的工具，所以骆驼有“沙漠之舟”的美称。

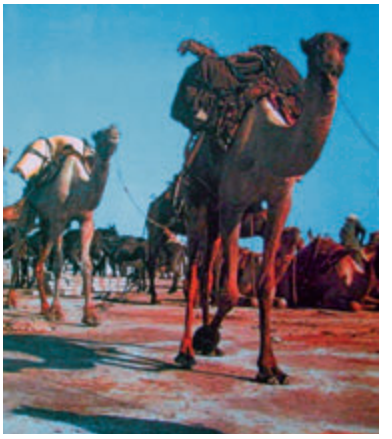


图2.1.11　行走在沙漠上的骆驼

在机械加工或在日常生活中，有时又要增大压强，例如使用刀具切削物体时，刀刃必须磨得锋利，这样可减小受力面积，增大压强。

在压力一定时，通过增大受力面积可以减小压强，减小受力面积可以增大压强。而受力面积一定时，通过增大压力可以增大压强，减小压力可以减小压强。



1. 一个底面积为0.35 m^2的铁箱重70 N，放在水平地面上时，求铁箱对地面的压强。

2. 一台重45 000 N的履带式拖拉机，每条履带跟地面的接触面积约为0.75 m^2，这台拖拉机对地面的压强多大？如果拖拉机驾驶员的体重为700 N，一个鞋底的面积约为200 cm^2，当他在田里走动时，对地面的压强是多少？跟拖拉机对地面的压强相比较，哪个更大？

3. 如果压力增为原来的2倍，受力面积减小到原来的一半，则压强变为原来的几倍？

4. 图钉帽的面积是1 cm^2，图钉尖的面积是0.05 mm^2，手指对图钉帽的压力是20 N，求手指对图钉帽的压强和图钉尖对墙的压强。问后者是前者的几倍？

微信公众号：电子课本大全

2 液体内部的压强

水池、水库、水坝、船闸等的设计都必须考虑液体压强的问题。液体内部的压强有什么特点？

液体对容器底部和侧壁的压强



思考与讨论

一只塑料袋中装水近满，用一手提着塑料袋，另一手触压它的侧壁和底部，并思考下列问题：

1. 塑料袋的底部和侧壁受到水对它的力的作用吗？
2. 塑料袋的底部和侧壁受到水对它的压强的作用吗？

分组进行活动和讨论，然后全班交流。



活动 液体对容器底部的压强

用细线把橡皮膜扎紧在玻璃管的一端，使开口一端竖直朝上，从玻璃管的上端注入水（如图2.2.1）。观察玻璃管底部的橡皮薄膜，它与没有注入水时的形状有什么不同，记录所观察到的现象。

如果继续向管中加水，又将怎样？

你所观察到的现象说明了什么？

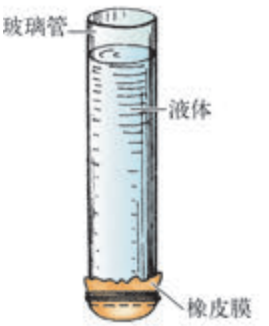


图2.2.1 研究液体对容器底部的压强

微信公众号：电子课本大全

固体由于受到重力的作用，对支持它的物体产生压力的作用，这个压力除以接触面积就是固体对支持物产生的压强。液体（liquid）也受到重力的作用，对支撑它的容器底部也会产生压力的作用，从而对容器的底部有压强。压强随着液体深度（depth）的增加而增大。



活动　液体对容器侧壁的压强

用橡皮膜盖住塑料漏斗，用细线缠绕扎紧。

在塑料饮料瓶的侧壁开一个小孔，将塑料漏斗紧紧插入孔中，想办法使孔的周围不渗漏水。

向瓶中注入水，当水面超过漏斗所在处，观察漏斗上的橡皮膜。随着水面深度的增加，橡皮膜会有什么变化？

记录所观察到的现象，并加以分析。



图2.2.2　研究液体对侧壁的压强

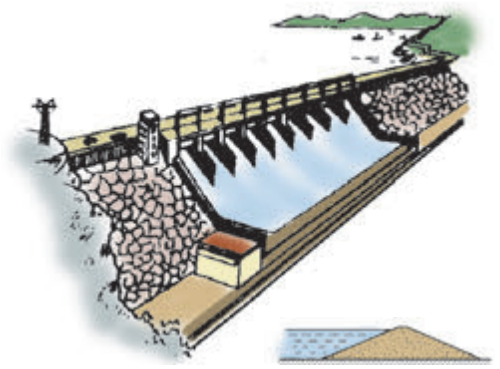


图2.2.3　拦河坝

固体具有固定的形状，不会流动。而液体没有固定的形状，会流动。因此液体对阻碍它流动的容器侧壁也会产生压力的作用，从而产生一定的压强。液体对容器侧壁的压强，随着液体深度的增加而增大。在设计拦河坝时，就要根据液体的这种性质，把拦河坝的截面设计成上窄下宽的形状，如图2.2.3所示。

液体内部的压强



思考与讨论

1. 在同一深度处，水产生的压强方向指向哪里？
2. 不同的液体在同一深度处产生的压强相同吗？

微信公众号：电子课本大全

学生实验　探究液体内部压强的特点

实验目的

1. 探究液体内部同一深度各方向的压强的特点。
2. 探究液体内部压强与深度的关系。
3. 探究液体内部压强与密度的关系。

实验器材

压强计、玻璃容器、水、盐水、刻度尺。

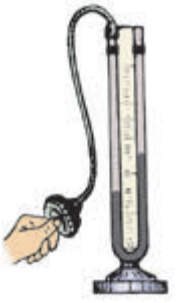


图2.2.4　压强计

实验步骤

全班分成若干小组，有的组用清水、有的组用盐水做实验。

1. 观察压强计：压强计的结构如图2.2.4所示，它是由一侧开口的金属盒和U形管压强计组成。金属盒的开口侧面蒙有橡皮膜，U形管中装有一定量的红色液体，用橡皮管把金属盒与U形管的一端连通起来。开始时，U形管两边管内的液面是相平的，用手压金属盒上的橡皮膜，并改变对橡皮膜的压强时，观察U形管内液面的高度差的变化情况。U形管内液面高度差与橡皮膜所受压强有什么关系？

2. 把水（清水或盐水）倒入玻璃容器中，把压强计的金属盒浸入水中一定深度处，观察压强计上的U形管两边管内的液面是否出现高度差。记录观察到的现象。

3. 保持金属盒所在的深度不变，改变其橡皮薄膜的朝向，观察压强计上的U形管两边管内的液面高度差是否改变。记录观察到的现象。

4. 改变金属盒的深度，重复上面的过程，记录观察到的现象，并填入表格。

深度/cm	橡皮薄膜的朝向	U形管两边管内液面高度差/mm
3	朝上	
3	朝下	
3	朝侧面	
6		
9		

5. 用清水做实验与用盐水做实验的同学交换观察得到的记录。

通过上面的实验，可以归纳得出哪些结论？

液体内部存在压强，压强随深度的增加而增大，在同一深度处液体向各个方向的压强大小相等。不同液体的压强还与密度有关，密度大的液体内部压强就大。

人们在游泳时会感到水压的存在，水越深，水压的作用就越大。背着氧气瓶

微信公众号：电子课本大全

的潜水员只可以潜到水下20 m左右的深处，如果要潜到60 m深处，必须穿有金属头盔的橡胶潜水服。如果还要潜入更深的水中，必须穿特制的金属抗压服。

视窗　“蛟龙号”载人深潜器

2012年6月，我国自行设计和建造的“蛟龙号”载人深潜器在西太平洋海域进行了六次下潜试验，多次到达7 000 m以下海底，最深为7 062 m，创造了同类型载人潜水器潜水的世界纪录。在这一深度，海水对潜水器1 m^2表面产生的压力约为7×10^7 N，相当于把7 000 t重物压在1 m^2面积上。该深潜器具备很强大的科研功能，一方面，可运载科学家和工程技术人员进入深海，在复杂海底进行机动、悬停、正确就位和定点坐坡，有效执行海洋地质、海洋地球物理、海洋地球化学、海洋地球环境和海洋生物等科学考察；另一方面，它具备深海探矿、海底高精度地形测量、可疑物探测与捕获、深海生物考察等功能，说明中国海底载人科学研究和资源勘探能力达到国际领先水平。

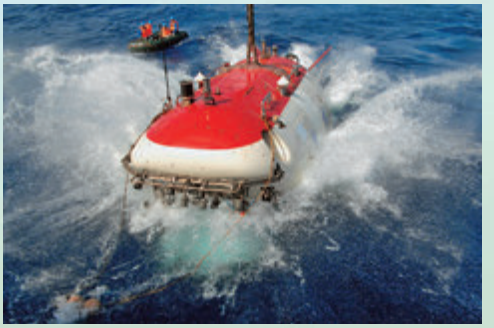


图2.2.5　“蛟龙号”载人深潜器

阅读　船 闸

利用河水发电、灌溉需要修建拦河坝，把河水拦住，提高上游水位。河水被拦截后，怎样保证航运畅通呢？这就需要在坝旁修建船闸。

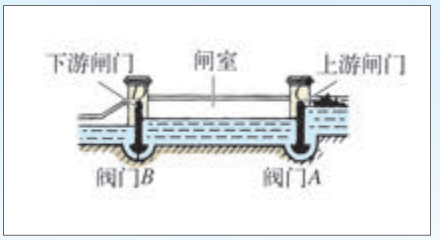


图2.2.6　连通器

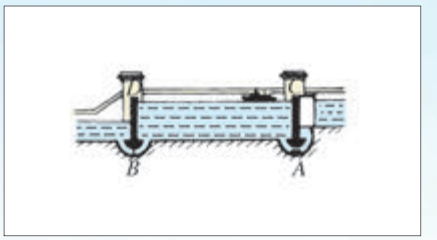
船闸是运用了连通器的原理。如图2.2.6所示，上端开口、下部相连通的容器叫连通器。当连通器中的水不流动时，各液面在同一水平面上。

利用图2.2.7中的四幅图，分析船从上游驶往下游的过程中，船闸的工作情况。

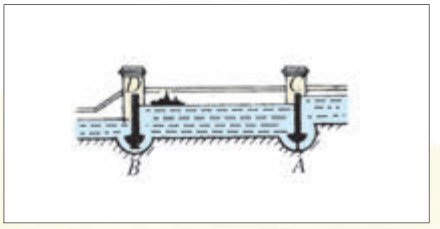
微信公众号：电子课本大全



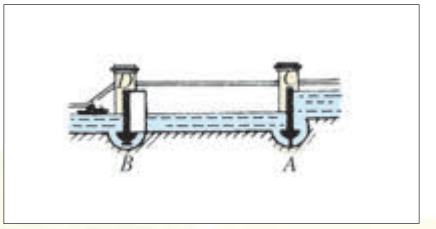
(1) 阀门A打开，水从上游流进闸室



(2) 闸室中水面与上游水面相平时，闸门C打开，船驶入闸室



(3) 关闭阀门A和闸门C，打开阀门B，水从闸室流向下游



(4) 闸室中水面与下游水面相平时，闸门D打开，船驶往下游

图2.2.7　船从上游驶向下游经过船闸的过程



血 压

血压是血管内流动的血液对血管壁的侧压强。人有静脉血压和动脉血压，我们平时所指的血压是动脉血压。人体不同部位的血压不同，通常测量人体血压的部位是肱动脉。由于人体的左右两边略有差异，通常是测量人体的右肱动脉血压。

收缩压是指心室收缩时，动脉内血压升高所达到的最高值（俗称高压）。

舒张压是指心室舒张时，动脉内血压降低所达到的最低值（俗称低压）。

正常成人的血压范围：

收缩压：90~140 mm Hg；

舒张压：60~90 mm Hg。

注：mm Hg（毫米汞高）是已废除使用的压强单位，但在水银血压计中还使用。

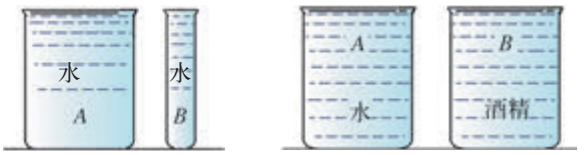
1 mm Hg=133.3 Pa。

微信公众号：电子课本大全



1. 如图2.2.8(a)所示，容器A、B的高度相同，底面积不同，它们都装入相同液面高度的水。问：这两个容器底部受到水的压力相同吗？水对容器底产生的压强相同吗？

2. 如图2.2.8(b)所示两个容器完全相同，其中一个装入水，另一个装入酒精，它们的高度相同，试比较两个容器底部受到的液体压强和压力大小。



(a)　　(b)

图2.2.8

微信公众号：电子课本大全

3 大气压强

大气对浸在其中的物体有压强，这种压强叫做大气压强，简称大气压。大气压强的存在和变化对人类的生存至关重要，大气压强在生产和生活中有广泛的应用。

大气压强的测定

大气压强有多大呢？历史上意大利科学家托里拆利（E.Torricelli，1608—1647）在1643年通过实验进行了大气压强的测定。

在一根长约1 m，一端封闭的玻璃管内注满水银（mercury），用带有指套的手指堵住管口，然后倒置插在水银槽中，移开手指，管内水银面会下降，当管内外水银面高度差约为760 mm时，水银面就不再下降了。

玻璃管内760 mm高的水银柱是怎样保持平衡的呢？

原来玻璃管内水银面的上方是真空（vacuum），管外槽中水银面上受到大气压强p_0的作用，由于压强的传递，管内水银柱产生的压强p与大气压强p_0相平衡（如图2.3.2所示）。如果大气压强减小，原先的平衡被破坏，管内水银柱将下降到使它产生的压强与减小了的大气压强相等，达到新的平衡。如果大气压强增大，管内水银柱将升高，以达到新的平衡。所以可利用托里拆利实验管中水银柱

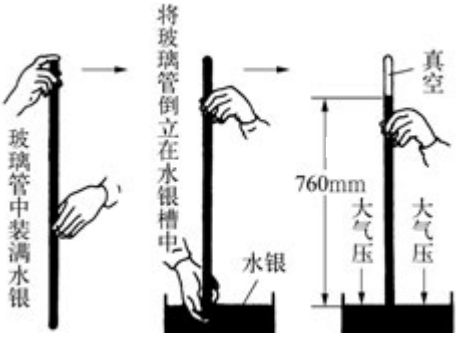


图2.3.1　测定大气压强

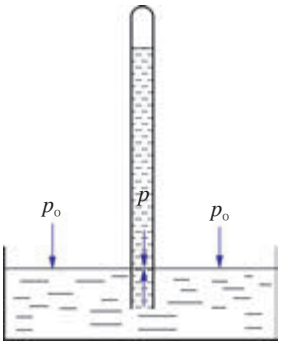


图2.3.2　大气压强与水银柱压强的平衡

微信公众号：电子课本大全

的高度，来随时测量当时的大气压强。

科学上规定，把相当于760 mm高的水银柱产生的压强叫做1个标准大气压，简称1个大气压（atm）。

$$1\ \text{atm} = 1.013 \times 10^5\ \text{Pa}$$



思考与讨论

1. 在托里拆利实验中，如果玻璃管的上端没有封闭，会发生什么现象？

2. 有一座房屋的屋顶面积是45 m^2，大气压强对它产生的压力有多大？这么大的压力为什么没有把屋顶压塌呢？

大气压强的大小可以用气压计（barometer）测定。水银气压计是气象台常用来测定气压的仪器，它是根据托里拆利实验的原理制成的，它的测量结果比较准确。

大气压强的变化



思考与讨论

图2.3.3给出了在不同海拔高度处的大气压强值。根据这些信息进行分析，可以得出什么结论？

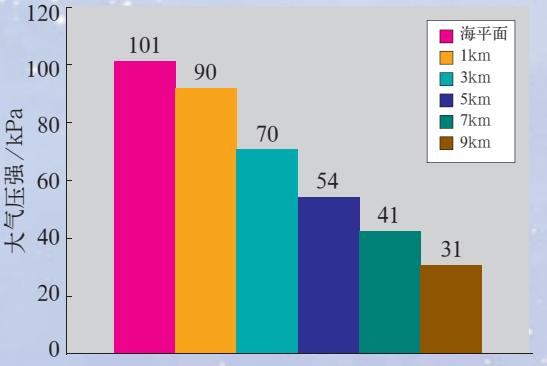


图2.3.3　大气压强随海拔高度的变化

微信公众号：电子课本大全

随着海拔高度的增加，大气压强减小。这是因为大气压强是由于大气层受到重力作用而产生的，距离地面越高的地方，大气越稀薄，所以那儿的大气压强就越小。

大气压强的值不仅随海拔高度变化，在同一个地方天气情况不同，它的值也会变化。通常晴天的大气压比阴天的高，冬天的大气压比夏天的高。即使在一天之内大气压的值也不是固定不变的。所以测量大气压是天气预报的重要依据之一。在天气预报中气压用百帕（hPa）做单位，1 hPa=100 Pa。



气体压强对液体沸点的影响

1. 烧瓶中的水沸腾后把酒精灯移去，水停止沸腾。

2. 用插有一段玻璃管的橡皮塞把瓶口塞紧，把大注射器接在一段橡皮管上，橡皮管的另一端接到瓶塞的玻璃管口上，向外拉注射器的活塞，会发生什么现象？

3. 这个现象说明了什么？

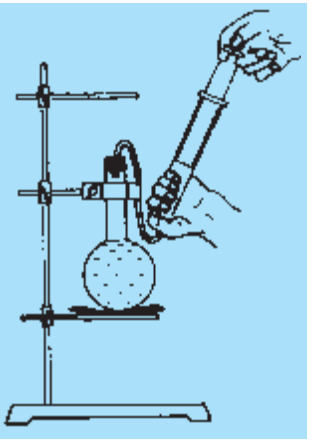


图2.3.4　液体沸点随大气压强变化

实验表明：当气压减小时，水可以在较低的温度下沸腾，即水的沸点降低。

通过对其他液体进行实验表明：一切液体的沸点都与气压有关。气压减小时沸点降低，气压增大时沸点升高。

由于海拔高度的增加，大气压强会减小，水的沸点就会降低，其变化特点如图2.3.5所示。例如，我国云南省昆明市的海拔高度为1 900 m，那里水的沸点为93.5 ℃。由于沸点低，因此食物在那里不易煮熟。但可以用高压锅来解决问题。由于高压锅盖的密封性能好，锅内水蒸气的压强可以达到2个大气压，沸点可以达到120 ℃，食物就容易煮熟了。

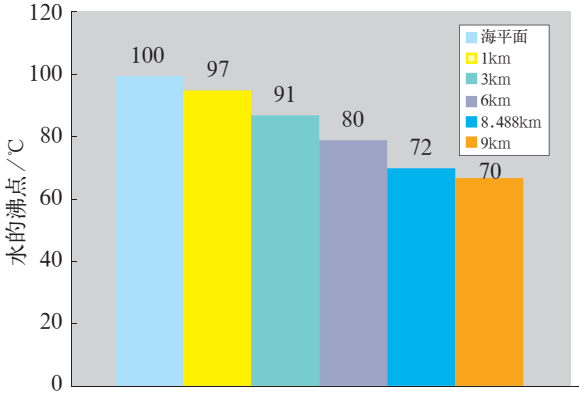


图2.3.5　水的沸点随海拔高度的变化

微信公众号：电子课本大全

大气压强的应用



活动　虹吸现象

1. 把装满水的容器放在较高处，另一个没有盛水的容器放在较低处；

2. 将整个管子浸在盛水的容器中，直到管中所有空气都排出；

3. 用手指将水管的两端堵住，并将一端移到另一个空容器中；

4. 把两端的手指放开，水就会从高处的容器中流到低处的容器中。



图2.3.6　虹吸现象



图2.3.7　农田灌溉

虹吸现象在生产和生活中运用很广泛，农业生产中利用它能将渠道中的水引入田中灌溉（图2.3.7）。可以通过虹吸管换掉鱼缸中的水，有的自动抽水马桶就是利用这个原理工作的。



活动　气体压强与体积的关系

用左手手指堵住一个不带针头的注射器出口，右手拇指用力推进另一端的针管，使注射器内一定质量的空气体积减小，左右两边的手指有什么感觉？向外拉针管使得一定质量的空气体积增大，左右两边的手指又有什么感觉？

通过活动分析空气的压强与体积的关系。

微信公众号：电子课本大全

当拇指用力压针管时，针筒内的气体体积减小，压强增大，拇指会感到针管有向外弹的趋势，左手手指也有被向外推的趋势。如果向外拉针管时，针筒内的气体体积增大，压强减小，手指会感到针管有缩回去的趋势。

实验表明：一定质量的气体体积减小时，压强增大；体积增大时，压强减小。生活和生产中使用的抽水机、打气筒、静脉滴液以及空气压缩机等，都是利用气体压强和体积的关系进行工作的。

大气压与人体健康有密切关系。正常情况下，人体内的压强与大气压相等。当大气压有较小变化时，人体能够调节体内压强使之达到平衡。如果大气压有较大变化或突然变化时，人体会有不适的反应。



活动　吸吮手腕上皮肤的反应

用嘴使劲吸吮手腕上的皮肤，持续十几秒钟，看看皮肤上有什么现象发生。

吸吮处的皮肤出现红色，这是皮肤表层的充血现象。这是由于吸吮时口腔内的气压小于大气压，血液就会向该表皮的毛细血管聚集而使毛细血管扩张。如果外界的气压小到一定程度，血液就会渗出毛细血管。



小资料　高山反应

初次进入海拔3 000 m以上的高山地区的人，会出现高山反应，也叫高山病。

高山病的症状因人而异。主要包括：头晕、头痛、耳鸣、恶心、呕吐、脉搏和呼吸加快、四肢麻木等。严重的会陷入昏迷，甚至死亡。

为什么人在高山地区会发生高山反应呢？这是因为高山地区空气稀薄，大气压低，人们呼吸时吸入的氧气的分压也低，造成肺泡中的氧分压降低，血液中含氧量减少。从而使人的神经系统、呼吸系统和心血管系统出现许多障碍。

平原地区的人在高山地区居住一段时间后，对高山气候的适应能力和缺氧的抵抗能力都会提高，这样高山病的症状就会逐渐减轻，以至消失。训练有素的登山运动员对高山气候的适应能力很强。

微信公众号：电子课本大全



阅读　气压变化与淡水养鱼

常见的淡水鱼有鲢鱼、草鱼、青鱼、鲤鱼和鲫鱼。淡水养鱼一般采用混合式放养，既充分利用水体空间，又充分利用各种天然饵料。

淡水养鱼应该密切注意大气压的变化。这是因为大气压对水溶解氧气的多少有直接的影响。气压值比较大时，水中的氧气含量就大；气压值比较小时，水中的氧气含量就小。只有当水中的氧气足够时，鱼类才能成活。对于高产鱼塘，水中的氧气含量应该更多，才能满足大量的各种鱼类的生存。

人工淡水养鱼，需要对鱼塘周边大气压进行监测，因为气压的变化可能引起水塘中鱼类大批死亡。因此，发现鱼塘周边大气压变化时，需要采取各种补救措施，确保鱼儿正常生长。



练习

1. 观察吸盘式塑料挂衣钩，用尺子进行测量，计算一下作用在它上面的大气压力。

2. 医生用注射器打针前，要把药液吸进注射器，简单描述医生如何把药液吸进注射器，并且解释为什么要这样操作。

3. 根据课本的内容估计珠穆朗玛峰顶的气压的大小，它相当于海平面大气压的百分之几？

4. 在制糖工业中要用沸腾的办法除去糖汁中的水分，为了使糖在沸腾的时候不致因高温变质，沸腾时的沸点要低于100℃。有什么办法可以做到这一点？

微信公众号：电子课本大全

4 流体的压强与流速的关系

液体和气体都具有流动性，统称为流体。当流体运动时它的压强与静止时的压强相同吗？

活动

1. 如图2.4.1所示，用两手平拿纸条一侧的两角，纸条的另一侧会自由下垂，在纸的上方沿水平方向吹一口气，这张纸将怎样运动？记录所观察到的现象，并思考为什么会出现你所观察到的现象。

2. 用手提着两张纸，让这两张纸竖直地自由下垂，向两张纸之间吹一口气，如图2.4.2所示。这两张纸之间的距离将怎样变化呢？

记录所观察到的现象，并思考为什么会出现这一现象。



图2.4.1



图2.4.2

上述现象说明当纸的一侧有气流流过时，它的压强会减小。而纸的另一侧气体没有流动，压强仍等于大气压强，由于纸的两侧存在压强差，所以纸会向流速大的一侧运动。

进一步的实验和理论研究表明：流体压强与流速有一定的关系，当流体稳定流动时，在流速越大的地方压强越小，在流速越小的地方压强越大。

微信公众号：电子课本大全

阅读　飞机机翼的升力

飞机机翼的主要功能是产生升力，支持飞机在空中飞行，同时起到一定的稳定作用。

为什么机翼能够产生升力呢？

机翼不是一块平板，它的截面呈前缘较厚、后缘较薄、上下表面不对称的形状。当飞机飞行时，空气相对于它有一个流动的速度。气流从前缘开始，分成上下两部分向后缘运动，并且同时到达后缘，上方的气流速度大于下方的气流速度。根据流体的压强与流速的关系可以知道，机翼下方的压强大于上方的压强，就使得整个机翼受到一个向上的升力。飞机就是依靠这个升力与它的重力平衡的。

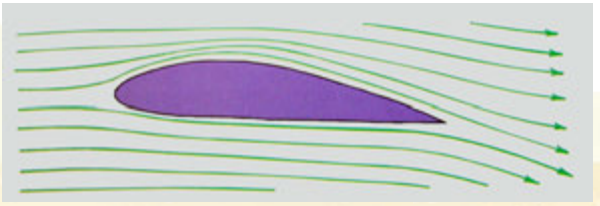


图2.4.3　机翼升力示意图

练习

1. 把一个乒乓球放在一个漏斗里，从下方漏斗口处用力吹气，乒乓球会怎样？如果将漏斗倒置，乒乓球用手托住放在漏斗里，从上方漏斗口处用力吹气，吹气时手松开，结果会怎样？为什么？

2. 在火车或地铁站台上，离站台边缘1 m距离的地方，有一道用漆划的安全线，等候乘车的旅客都应站在这条安全线后面才能确保安全。这是为什么？

3. 制作吸管喷雾器。

在离吸管末端三分之一处，剪一水平切口，注意别将吸管剪断。从切口处折弯吸管，使得长端与短端成直角。

把短端的吸管放进水里，让切口离水面约2~3cm。用嘴从长的那端用力吹气。猜测一下可能会出现什么情况，然后亲手做一做。解释你所见到的现象。



图2.4.4　吸管喷雾器

微信公众号：电子课本大全

探究课题　大气压强在生活中的应用

在我们的生活中会遇到许多应用大气压强的实例，如：医生给病人进行的静脉滴液、中医的拔火罐、自行车的打气筒、公共汽车车门上的压缩空气开关、农田灌溉时所用的抽水机等等。

请你选择一个与大气压强有关的实例：

1. 仔细观察它的全过程。
2. 到图书馆或互联网上查阅相关的资料。
3. 运用所学过的知识进行分析。
4. 撰写研究报告，它应该包括：
   （1）课题名称，选择这个课题的理由；
   （2）简单的结构草图；
   （3）简单的工作过程；
   （4）运用所学的知识分析它的工作过程；
   （5）是否有改进的建议。
5. 向全班或小组同学汇报你的研究报告。



本章学到了什么

1. 压强

   垂直作用在物体表面上的力叫压力。物体单位面积上受到的压力叫压强。

   压强的计算公式是：

$$p=\frac{F}{s}$$

   压强的单位是帕斯卡（Pa），1 Pa = 1 N/m^2。

   当压力一定时，增大受力面积可以减小压强，减小受力面积可以增大压强。

2. 液体压强

   液体对容器的底部和侧壁都有压强，液体内部在各个方向上都有压强。

   液体的压强随深度增加而增大，同一深度，液体在各个方向的压强相等。液

微信公众号：电子课本大全

体的压强还与液体密度有关。

3. 大气压强

用托里拆利实验可以测定大气压强的值。

1 标准大气压相当于 760 mm 高的水银柱产生的压强。

$1\ \text{atm} = 1.013 \times 10^5\ \text{Pa}$。

大气压随高度的增大而减小。

液体的沸点与压强有关，液面上的气压减小时沸点降低，气压增大时沸点升高。

4. 流体的压强与流速的关系

当流体稳定流动时，在流速大的地方压强小，流速小的地方压强大。

微信公众号：电子课本大全

第3章

浮力

木块、冰块为什么能浮在水面上？铁块、铜块为什么只能静静地躺在水底？决定物体浮沉的条件是什么？这一切和物质的密度有什么关系？人们在寻找这些问题的答案过程中获得了有关浮沉现象的规律，并加深了对密度的认识。



微信公众号：电子课本大全

1 密度

一块铁与同样体积的一块木头，它们的质量是不同的，这反映了物质的一种与其质量和体积相关联的性质。密度就是描述这一性质的重要概念。

物质的密度



活动　探究不同物体质量与体积的比例关系

1. 取大小不同的铝块3个，分别用天平测出它们的质量，用直尺测出边长后计算它们的体积，计算每一铝块其质量与体积之比。把计算得到的结果填在下表中。

铝　块	m/kg	V/m^3	$\frac{m}{V}$/kg·m^{-3}
1			
2			
3			

2. 取大小不同的铁块3个，分别用天平测出它们的质量，用直尺测出边长后计算出它们的体积，计算每一铁块其质量与体积之比。把计算得到的结果填在下表中。

铁　块	m/kg	V/m^3	$\frac{m}{V}$/kg·m^{-3}
1			
2			
3			

3. 思考和讨论以下问题：同种物质的质量与体积之比是否相同？不同物质的质量与体积之比是否相同？

微信公众号：电子课本大全

上述活动告诉我们，不同大小铝块的质量与体积的比值相同。不同大小铁块的质量与体积的比值也相同。对不同物质组成的物体，这个比值一般是不相同的。

铝块和铁块都是固体，那么液体是否也有这样的特性呢？下面我们再来进行一次探究活动。看看水的质量与体积之间的比例关系。



活动　探究水的质量与体积之间的比值

1. 用天平称出烧杯质量；
2. 先后取不同体积的水（每次取水量由少到多），倒入量筒中测量其体积；
3. 先后将量筒中不同体积的水倒入烧杯，称出水和烧杯的总质量；
4. 测出每次所取不同体积的水的质量；
5. 计算每次水的质量与水的体积之比。

记录数据并填入表中。

水的体积/cm^3	水的质量/g	质量与体积的比值/$g \cdot cm^{-3}$

讨论

1. 所取的水的体积由小到大，相应的水的质量有怎样的变化规律？
2. 每次测量的水的质量与体积之比是否很接近？比值大约是多少？
3. 从以上活动中可以得到什么结论？

通过上述探究活动，我们知道，体积不同的水的质量与其体积的比值也都相同。

其实无论是金属还是非金属，无论是固体还是液体，每一种物质组成的物体的质量与它的体积的比值都是固定的。我们把由某种物质组成的物体的质量和它的体积的比值叫做这种物质的密度（density），即

微信公众号：电子课本大全

$$密度=\frac{质量}{体积}$$

密度常用符号ρ*表示，如果用m表示物体的质量，用V表示物体的体积，那么密度可以用以下公式表示：

$$\rho=\frac{m}{V}$$

密度的单位是kg/m^3，读做“千克每立方米”。在实验室中测量密度时，常用g/cm^3（读做“克每立方厘米”）做单位，1 g/cm^3=1×10^3 kg/m^3。溶液密度也可用g/L（读做克每升）做单位，1 g/L=1 kg/m^3。对于不同的物体来说，它们的体积和质量可以不同，甚至相差很大，但是只要是同种物质组成的物体，它们的密度就相同。所以密度是物质的基本特性之一，也是鉴别物质的主要依据之一。

水（纯水）的密度在4℃时为1×10^{3}kg/m^3。一般来说固体的密度较大，多数固体的密度大于水的密度；液体的密度较小，但是水银例外，水银的密度为13.6×10^{3}kg/m^3；气体的密度最小。



常见固体的密度

物　质	密度/kg·m^{-3}
金	19.3×10^3
铅	11.3×10^3
银	10.5×10^3
铜	8.9×10^3
铁	7.8×10^3

* 希腊字母ρ的读音是〔rou〕。

微信公众号：电子课本大全

（续表）

物　质	密度/kg·m^{-3}
铝、大理石	2.7×10^3
玻璃	2.5×10^3
冰	0.9×10^3
蜡	0.9×10^3

常见液体的密度

物　质	密度/kg·m^{-3}
水银	13.6×10^3
浓硫酸（98%）	1.84×10^3
海水	1.03×10^3
纯水	1.0×10^3
植物油	0.9×10^3
酒精	0.8×10^3
煤油	0.8×10^3
汽油	0.72×10^3

常见气体的密度（在0℃和1标准大气压下）

物　质	密度/kg·m^{-3}
二氧化碳	1.98
氧气	1.43
空气	1.29
氢气	0.09
煤气	0.60

【例题】体积是1.5 m^{3}的金属块，测得它的质量为11 700 kg，这种金属的密度有多大？它可能是什么金属？

微信公众号：电子课本大全

【解】 已知金属的质量m=11 700 kg，体积V=1.5 m^3，利用密度公式计算：

$$\rho=\frac{m}{V}=\frac{11\ 700\ \text{kg}}{1.5\ \text{m}^3}=7.8\times10^3\ \text{kg/m}^3$$

从密度表查得铁的密度是$7.8\times10^3\ \text{kg/m}^3$，这块金属可能是铁。



测量固体和液体的密度

一、测量固体的密度

目的

学会用托盘天平和刻度尺测量固体的质量和体积，从而计算出该固体物质的密度。

材料

托盘天平、刻度尺、长方形金属块。

步骤

1. 用刻度尺测量长方形金属块的长、宽、高，并记录在下表中。

次数 / 测量项目	第一次	第二次	第三次	平均值
长/cm				
宽/cm				
高/cm				
体积V/cm^3				

2. 用托盘天平测量金属块的质量m，并将结果记录在下表中。

次数 / 测量项目	第一次	第二次	第三次	平均值
金属块质量m/g				

3. 根据密度公式$\rho=\frac{m}{V}$计算出被测金属块的密度。

讨论：根据测量结果推断一下这金属块可能是什么金属。你的结果与密度表上的数值是否完全相同？如果数值上有差异，那么出现这一差异的原因可能是什么？

微信公众号：电子课本大全

二、测量液体的密度

目的

学会用托盘天平和量筒测量液体的质量和体积，从而得到该液体的密度。

材料

托盘天平、量筒、烧杯、某种液体。

步骤

1. 用量筒量出一定量液体的体积V。
2. 利用托盘天平测量烧杯的质量m_1。
3. 把量筒里的液体倒入烧杯中。
4. 用托盘天平测量烧杯和液体的总质量m_2，计算出液体的质量m，并将结果记录在下表中。

测量项目	液体体积 V	烧杯质量 m_1	烧杯和液体的总质量 m_2	液体质量 m
测量结果				

5. 根据密度公式$\rho=\frac{m}{V}$计算出被测液体的密度。

密度知识的应用

密度知识在日常生活和生产技术中有着广泛的应用。我们利用密度知识可以初步判断某物体是由什么物质组成的，可以用来鉴别空心球和实心球等。在运输时把平均密度大的物体放在底部，可以降低整体货物的重心，以保障运输的安全；地质勘探人员可以根据采到的矿石样品密度，分析这种矿石可能含有何种物质，并决定它是否有开采的价值等。



思考与讨论

1. 用什么方法来判断一个直径为10 cm的铜质球体是实心还是空心的？在讨论的基础上，写出使用的设备和材料、具体步骤和应用到的公式。（有条件的学校可以借助实物完成）

2. 用一辆载重30 t的平板车能否运送100块长5 m、宽1 m、厚0.01 m的钢板？已知这块钢板的密度是7.8×10^3 kg/m^3。

微信公众号：电子课本大全

科学 技术 社会 环境　泡沫金属和汽车工业

为了减少汽车的油耗和提高汽车的车速，一条重要的途径就是减轻汽车的自重。欧洲一些国家的科学家联合研究一种密度小、强度高、结构呈泡沫状的金属，作为未来汽车的材料，这种金属称之为泡沫金属。

不久前，德国不莱梅的研究机构已经率先试制成超强度低密度的泡沫铝汽车零部件。方法是这样的：先将铝粉和钛氢化物粉末充分混合，填进由超强钢皮制作的、与汽车零部件形状相同的模型内，再把充满混合物的模型加热到铝的熔点，这时氢气会从钛氢化物中逸出，使熔化的铝中产生大小一致、密密麻麻的泡沫，待完全冷却后即形成质量均匀、强度比铝高、密度比铝小、与钢皮之间有着牢固粘接的整体零部件结构。



1. 用密度为$1.5\times10^3\,kg/m^3$的砖铺一条宽5 m的路，砖的厚度是4 cm，用载重6 000 kg的汽车运砖，每车砖最多能铺多长的路？

2. 一块质量为450 kg、体积为$0.5\,m^3$的冰可以熔化为多少体积的水？

3. 有一个质量为900 g、体积为$120\,cm^3$的铁球，问这个铁球是空心的还是实心的？

微信公众号：电子课本大全

2 浮力

在液体和气体中的物体一般会受到一个向上浮力的作用。

浮体



思考与讨论

在图3.2.1～图3.2.3中分别给出了浮在水面上的人或物体的例子。请你结合生活经验想一想，还有哪些物体是浮在水面上的。



图3.2.1　停泊在岸边的大型客轮

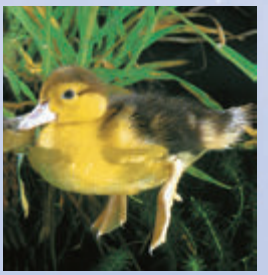


图3.2.2　在水中嬉戏的小鸭



图3.2.3　躺在死海水面上的游人

从生活中我们知道，有的物体可以漂浮在水面上。我们把漂浮在水面或其他液面上保持平衡的物体称作浮体。江河湖海中的船舶就是浮体。

微信公众号：电子课本大全

科学 技术 社会 环境　船舶简史

船舶是能浮在水面上游弋于江河湖海中的交通工具。

船舶的起源可以追溯到上万年前。早期的人类把多根树木捆扎在一起，做成一个木筏，或者把一根很粗的树干中间挖空做成一只独木舟。木筏和独木舟是远古时期人类在水上航行的主要交通工具。

大约在公元前3000年左右，在埃及有了用木材建造的可以容纳多人的桨船，公元前1300年左右已经有了以风为动力的帆船。14世纪中国明朝的郑和七次下西洋用的是中国式双桅帆船，15世纪哥伦布横渡大西洋用的是快速帆船。

以蒸汽机为动力的船舶诞生于1807年。这年，美国工程师罗伯特·富尔顿（R. Fulton, 1765—1815）设计和制造的第一艘蒸汽船在法国的塞纳河试航成功。此后，以钢铁代替木材、以蒸汽动力代替风力、以螺旋桨代替帆的钢壳蒸汽动力船成为船舶的主流，水上航行进入了现代船舶时代，即轮船时代。



图3.2.4　早期的蒸汽动力船



图3.2.5　核潜艇



图3.2.6　航空母舰



图3.2.7　豪华邮轮

最近100多年间，现代船舶又经历了巨大变化，船舶的动力装置已由蒸汽机改为蒸汽轮机、柴油机、燃气轮机，现在又出现了船舶核动力装置。现代船舶的吨位越来越大。

船舶和船舶制造技术的发展，有力地推动着人类文明的进步。

微信公众号：电子课本大全

浮力

活动　感受浮体受到的浮力

取一只盖有瓶塞的空塑料瓶或空心塑料球，将其按入水中，你的手会有什么样的感觉？松手后你看到的是什么现象？为什么会有这种现象？

换一只大一些的有盖空塑料瓶或空心塑料球，将其按入水中，体会手上的感觉有什么不同？

事实表明，漂浮在液面的物体都受到液体对它竖直向上的托力。漂浮的物体总会排开一定的液体，排开的液体越多，它受到的向上的托力就越大。

液体对漂浮在液面的物体产生竖直向上的托力，称为浮力（buoyancy）。漂浮在液面的物体受到浮力作用，那么浸没在液体中的物体是否也受到浮力的作用呢？

活动　探究浸没在水中物体受到的浮力

请你猜测一下，浸没在水中的物体是否受到浮力的作用？

你是否有什么经验支持你的猜测？

你打算用怎样的实验来验证你的猜测？如果给你一只弹簧测力计和一杯水（图3.2.8），你能用实验判断浸入水中的石块受到了浮力的作用吗？

你观察到的现象能说明什么问题？

用食盐溶液和酒精来代替水重复前面实验，实验后请你回答：当石块浸入食盐溶液和酒精中时是否也受到浮力的作用？



图3.2.8　探究浮力的作用

浸在水中的物体会受到一个竖直向上的浮力，浸在盐水或酒精中的物体也受到一个竖直向上的浮力。大量的实验证实：一切液体对浸在其中的物体都有浮力作用，浮力的方向总是竖直向上的。

浸在液体中的物体会受到液体对它的浮力作用，在空气中的物体也会受到空气的浮力作用。气球之所以能向天空高处飘去，就是受到了空气的浮力作用的缘故。

微信公众号：电子课本大全

小资料 浮筒

在河道里、海岸边，除了船只外，我们还会见到一些漂浮在水面上的密闭筒。这些筒有的呈圆柱形，有的呈球形或其他形状，它们就是浮筒。浮筒可以用来安装指示航道的航标灯，可以用来制作活动码头，可以用来打捞沉在水中的物体等。早期的浮筒大多用金属作为材料，现代则采用新型强韧高分子聚乙烯等材料。新材料具有良好的抗侯性及抗冲击破坏性，能防紫外线、防冻，能抗海水、油渍和其他化学剂的侵蚀。目前，在浮桥、浮码头等水上浮动平台的建设中这种新型材料已渐渐成为主角。



图3.2.9　正在进行打捞作业的浮筒



图3.2.10　展台上的浮筒



图3.2.11　新材料浮筒

练习

1. 请你写出几个生活中应用浮力的例子。
2. 请判断下列说法是否正确，并分别说明理由。
   （1）金属块在水中受到浮力，在空气中不受到浮力。
   （2）只有在水中上浮的物体才受到浮力，下沉的物体不受到浮力。
   （3）漂浮在液面的物体受到浮力，沉没在水底的物体不再受到浮力。
   （4）悬浮在汽油中的物体所受的浮力和它漂浮在水上时受到的浮力是相等的。

微信公众号：电子课本大全

3 阿基米德原理

根据阿基米德原理可以准确地知道浸在液体中的物体所受浮力的大小。

浮力的大小

在前面探究浸没在水中物体受到的浮力这一活动中，用弹簧测力计吊着石块从水面上逐渐浸入水中时，可以观察到如下现象：物体一旦浸入水中，弹簧测力计的读数立即发生变化（读数减小），表明物体受到浮力的作用；并且随着浸入部分体积的增大而测力计的读数逐渐减小，表明物体受到的浮力也在增大，直到物体全部浸没后读数不再变化，表明物体受到的浮力的大小就不再改变。从这些变化中，你认为浸入水中的物体所受的浮力大小可能与哪些因素有关？



活动　探究浮力的大小

1. 在量筒中放入大半量筒水，读出量筒内水面位置的刻度。

2. 把系有细线的金属块挂在弹簧测力计的挂钩上，读出弹簧测力计的读数。思考一下，这读数与金属块所受重力有什么关系？

3. 把挂在弹簧测力计下的金属块浸没在盛有水的量筒里，再次测出弹簧测力计的读数（图3.3.1）。将此读数与步骤2测得的读数相比较，算出金属块所受浮力的大小。

4. 读出量筒内水面位置升高后的刻度。与金属块未浸入时的刻度相比较，计算出金属块排开水的体积。取出金属块。

5. 用量筒将与金属块排开的等量的水倒入小烧杯中，并用弹簧测力计设

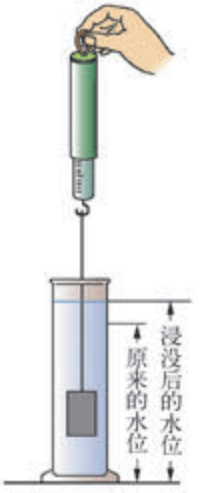


图3.3.1　探究浮力的大小

微信公众号：电子课本大全

法测量出这部分水所受的重力。

6. 设计一个数据记录表格，将你的测量结果记录在表格中。

讨论

1. 若将金属块浸没在水的不同深度，它受到的浮力大小是否不同？

2. 若将金属块浸没在酒精或煤油等其他液体中，它受到浮力的大小是否与浸没在水中时相同？

3. 若采用不同大小的金属块做实验，结果又会怎样？

在上述实验中我们可以发现，金属块浸没在水中受到的浮力与水面升高部分的水所受重力是相等的，也就是说金属块在水中受到的浮力等于金属块排开的水所受的重力。如果用盐水或酒精代替水，会得到相同的结论：浸在液体中的物体受到竖直向上的浮力，浮力的大小等于物体排开的液体所受的重力。这个结论最先在两千多年前由希腊学者阿基米德得出，所以叫做阿基米德原理（Archimedes' principle）。实验表明，阿基米德原理也适用于气体的情况。



古代科学巨匠阿基米德

阿基米德（Archimedes，前287—前212）生于南意大利西西里岛的叙拉古，是古代最伟大的科学家之一。他在数学、力学、光学及工程技术方面都有卓越贡献。在数学上，阿基米德最早给出了关于球面面积及球体体积的计算公式，创造了记大数的方法；在力学上，阿基米德发现了杠杆原理和浮力定律（即阿基米德原理）；在工程技术方面，阿基米德发明了螺旋提水器、军用投石器、军用扇面聚光器及可以模拟天体运动的水力天象仪。阿基米德有句名言："给我一个支点，我可以撬动地球。"

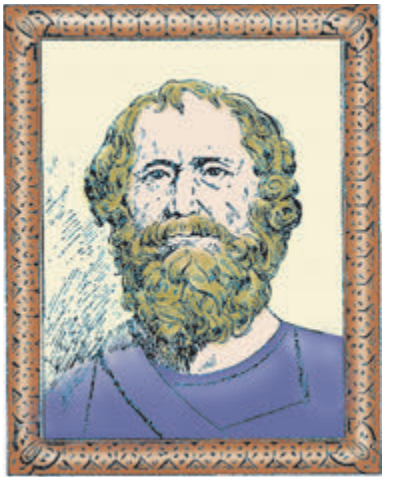


图3.3.2　阿基米德像

微信公众号：电子课本大全

活动

在一只很薄的塑料袋中装满水，使袋中的空气全部排出，用细线把袋口扎紧。另取一段橡皮筋，测量出它不伸长时的长度，再使橡皮筋与细线相连，拿住橡皮筋的上端吊起装满水的塑料袋，测量出橡皮筋伸长后的长度。然后将塑料袋浸没于水中，测量橡皮筋的长度。你有什么发现？你能解释你的实验结果吗？

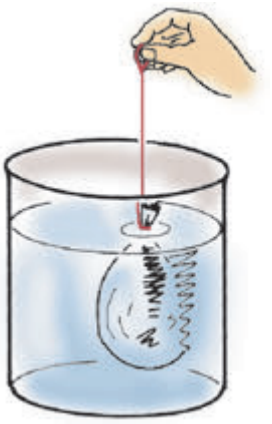


图3.3.3　浮力小实验

思考与讨论

1. 有一金属块，如果先后浸没在水中2 m深处和4 m深处，它受到的浮力是否也存在2倍的关系？

2. 质量相等的实心铜球和实心铁球，全部浸没在水中时，它们受到的浮力是否相等，为什么？

阅读　浮力定律的发现

据科学史记载，浮力定律（即阿基米德原理）的发现与阿基米德受命鉴别金王冠是否掺有白银这一事件有密切联系。

当年，古希腊的希罗王让金匠用纯金制作一顶王冠。不久，精致的金王冠呈到了希罗王手中。虽然希罗王对这顶王冠爱不释手，但还是想知道，这顶金王冠中是否掺入了白银成分。于是，希罗王请阿基米德来检查王冠的成分，条件是不能损害王冠。

阿基米德接受了希罗王的要求，冥思苦想如何解决这一难题。一次，他在浴缸中洗澡的时候，注意到自己的身体进入盛满水的浴缸后，自己身体越往下沉，从浴缸里溢出

微信公众号：电子课本大全

的水就越多，而他则感到身体越轻。他还发现溢出浴缸的水量等于他浸没在浴缸中身体所排开的水量。这时，阿基米德突然领悟到，既然黄金是比白银密度大的金属，那么纯金王冠的体积要比掺有白银王冠的体积小些，所以浸没在水中后，它们所排开的水的数量也不同。于是，阿基米德在一个装满水的容器里放入与被检查王冠同样重量的黄金，并将溢出的水收集在另一容器中，这些水的体积就是黄金的体积。下一步他让另一个容器装满水，王冠在监督之下被放入水中。果然，它排出的水的数量较多。阿基米德的结论是王冠中确实掺有白银。

阿基米德不仅成功地鉴别了金王冠的成分，更重要的是通过自己浸没在浴缸里感到变轻的事实，领悟到浸在水中的物体会受到一个向上的浮力，浮力的大小等于物体所排开的水的重力。后来，他用更为严密的数学方法将浮力定律推演了出来。阿基米德在他的著作《论浮体》中曾这样表述物体漂浮时的浮力定律：“如果把一个轻于液体的物体置于该液体内，则该物体应下沉到这样的程度，即被排开液体的重量正好等于该物体的重力。”



在互联网或图书馆查阅阿基米德研究浮力的年代和过程。



1. 把质量为500 g的木块轻轻放入盛满水的烧杯中，恰好有一半的木块浸没在水中，问多少克水溢出杯外？

2. 一立方体木块的体积为1 000 cm^3，把它放入水中，这木块有2/5的体积露出水面，问这木块所受的浮力有多大？

微信公众号：电子课本大全

4 物体浮沉条件及其应用

物体浸在液体中是沉还是浮，由该物体所受重力和浮力之间的大小关系决定。

物体在液体中的浮沉条件

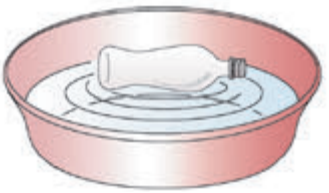
活动　观察与物体浮沉有关系的因素

1. 观察物体浮沉与物体自重的关系

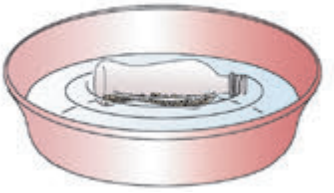
（1）把一个空塑料瓶放在水盆里，观察它浮在水面上的位置，并在瓶外壁上做一记号。

（2）在另一空塑料瓶中放若干小石子，再放在水盆里，观察它的浮沉情况，并与空塑料瓶在水盆里的浮沉情况作比较（图3.4.1）。

（3）在有小石子的塑料瓶内继续放石子，直到瓶下沉至水底。



(a) 把空塑料瓶放在水盆里



(b) 把装有小石子的塑料瓶放在水盆里

图3.4.1　研究物体浮沉与物体自重关系

2. 观察物体浮沉与物体排水多少的关系

（1）把铝皮牙膏壳剪开，摊平后弯折成船形；

（2）把船形铝皮放在盛有水的盆中，观察现象；

（3）把船形铝皮取出，将它团成块状后放在盛有水的盆中，观察发生的现象。

讨论：通过这两个活动可以得到什么结论？

微信公众号：电子课本大全

大量实验告诉我们，物体浸没在液体中时，究竟是浮是沉，是由该物体在液体中所受浮力和重力之间的大小关系决定的。如果物体所受重力大于它在液体中受到的浮力，则物体就会下沉；如果物体所受重力小于它在液体中受到的浮力，则物体就会上浮；如果物体所受重力恰好等于它在液体中受到的浮力，则物体会停留在液面以下的任何位置而保持平衡，这种现象称为悬浮（见图3.4.2，图中G代表物体的重力，F代表物体在液体中所受浮力）。

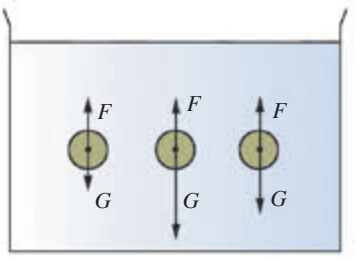


图3.4.2　物体浮沉的条件



思考与讨论

根据我们已经学过的阿基米德原理、物质密度和二力平衡等知识，你能不能把上述的浮沉条件改用物体（实心物体）和液体密度之间的大小关系来表示？请你在下列三种情况中，选择一个正确的填入下表的空格中。

（a）物体上浮；（b）物体停留在液体中保持平衡；（c）物体下沉。

浸没在液体中物体的密度大于液体的密度	
浸没在液体中物体的密度等于液体的密度	
浸没在液体中物体的密度小于液体的密度	



思考与讨论

1. 现代打捞沉船的常用方法是：将几个充满水的大型浮筒沉入水底，用钢缆把浮筒与沉船紧紧地拴在一起，然后用高压空气把浮筒中的水排出，沉船就随着浮筒一起浮出水面。请你解释这样打捞沉船的道理。

2. 一只盛满水的杯子中有一个鸡蛋沉在水底，请问可以用什么方法使这只鸡蛋浮起来？

微信公众号：电子课本大全

浮沉条件的应用

潜艇

能浮在液面上的物体称作浮体，通常也称作漂浮体。能停留在液面以下任何位置并保持平衡的物体称作悬浮体。悬浮体受到的浮力等于它的自重。例如，静止在水中的鱼类、潜艇、深潜器等都是悬浮体，停留在空中的热气球、飞艇等也是悬浮体。

潜艇可以作为悬浮体停留在水下，也能作为漂浮体浮在水面。潜艇通过改变自身的重力达到沉浮自如的目的。潜艇的内舱与外壳之间有一个水舱，位于潜艇两侧。水舱上装有阀门，打开阀门使海水进入水舱，潜艇的自重增大，潜艇就下沉；反之用压缩空气把水舱内的水排出，潜艇的自重减小，潜艇就会上浮。



活动　探究潜艇沉浮的道理

1. 将1个空的玻璃瓶的瓶口用软木塞塞紧，使玻璃瓶处在密封状态。

2. 让玻璃瓶浮在水盆的水面上。

3. 用注射器通过软木塞把水注入玻璃瓶内，如发现玻璃瓶开始下沉则停止注水，让玻璃瓶悬浮在水中。

4. 再向玻璃瓶注水，使玻璃瓶下沉到水底。

5. 用注射器把玻璃瓶中的水慢慢抽出，玻璃瓶会随之浮起。

讨论：在上述活动过程中我们发现玻璃瓶的浮沉与通过注射器注入或抽出水的多少有关。你能简单说出其中的关系吗？你能用这个活动的结果与潜艇的沉浮道理作比较吗？



小资料　鱼鳔的功能

大多数鱼类在水中游动时，既能向上浮，也能向下沉，甚至能静止在水中不动。那么鱼类为什么能随意地上浮下沉呢？原来多数鱼类的体内有鱼鳔。鱼鳔一般有二室，室内充有氧气、氮气和二氧化碳。鱼鳔充气时，鱼体的平均密度减小，鱼体上浮；鱼鳔排气时，鱼体的平均密度增大，鱼体下沉。鱼鳔起着调节鱼体平均密度的功能。

微信公众号：电子课本大全

热气球



图3.4.3　热气球

热气球是一种航空器，一般有气囊和吊舱两个部分。在地面时，用加热器对气囊中的空气加热，使气囊体积逐渐增大，受到的空气浮力也逐渐增大。由于热空气的密度比冷空气的密度小，当浮力大于热气球所受的重力时热气球便会升空。

热气球升空后，因气囊内热空气逐渐冷却，气囊体积又会减小，当热气球所受浮力等于重力时，热气球就能在某一高度上保持悬浮，在风力推动下作水平漂移。如果气囊内空气温度下降到一定程度，浮力将小于重力，这时热气球便开始下降。为了保持热气球在一定高度上飞行，驾驶员将不时地开启加热器对气囊内的空气加热，使浮力与重力时刻保持平衡。



活动　自制热气球

1．取轻而结实的塑料薄膜6张，每张约130 cm×43 cm（如果现成塑料薄膜的面积较小可以拼接），把塑料薄膜按图3.4.4（a）所示的尺寸（图中的单位为cm），左右各放宽0.5 cm（留作粘合用），下端放长7 cm（留作折边和粘合用），剪成相同的6块。

2．将6块塑料薄膜用电熨斗加热粘合成球形体，并在球形体的下部嵌入弯成圆形的细铜丝，把下部折边粘合，使球形体底部张开。

3．把废牙膏管上铝片按图3.4.4（b）所示的尺寸（两侧折边各是4 mm）剪下。在扇形的上半部分钻一些直径为1.5 mm的通气孔。

4．将按步骤3制作的铝片两侧折边对折合拢，顶部成圆台形，此时加热器制作完毕。

5．把1 m长的细铜丝剪成三段，用它们将加热器固定在气球下部的铜丝上，以保证加热器不晃动。

6．在加热器底部钻一小孔，穿一小铜丝环，环下系上细线作为控制线（如图3.4.4（c））。

在加热器中放进脱脂棉花，注入酒精，撑开球形体，然后点燃酒精，几分钟后热气球会升空。

放飞应在无风的室外进行，并避开电线、建筑物和易燃物体。放飞时必须有教师在旁指导。

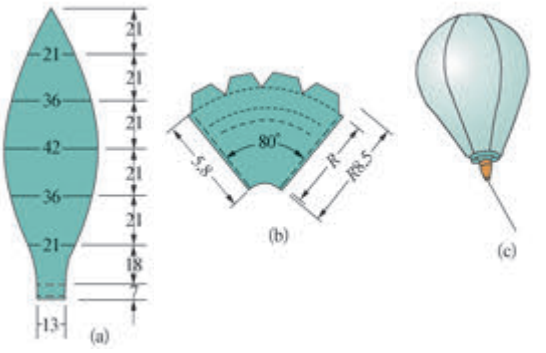


图3.4.4　自制热气球

微信公众号：电子课本大全

小资料　船舶载重线

船舶载重线是根据船舶航行区带、区域和季节而定的船舶满载水线，是船舶在最大容许载重情况下自由浮于静水面时，船体表面与水面的交线。船舶载重线又可称为吃水线。

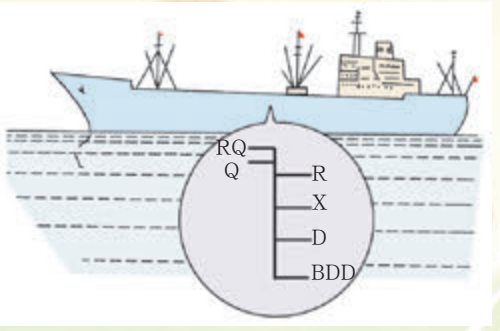


图3.4.5　船舶上的载重线

为了便于船员及时掌握装载货物时的船舶载重量、吃水等情况，一般船上都有载重线标尺，绘在船舷两侧的船身中部。载重线标尺是一种图表，从船舶空载排水量到满载排水量之间，以等间距的吃水高度划分，每个吃水高度处都标有相对应的排水量、载重量、每厘米吃水吨数，并附有载重线标志。

图中拼音字母的含义如下：RQ：热带淡水载重线，Q：淡水载重线，R：热带载重线，X：夏季载重线，D：冬季载重线，BDD：北大西洋冬季载重线。

练习

1. 同一物体分别漂浮在水面和煤油液面时，它受到的浮力（　　）。

A. 一样大

B. 漂浮在水面时大

C. 漂浮在煤油液面时大

D. 无法比较

2. 质量为250 g的物体静止在水中，有一半体积露出水面，问这物体的体积和密度分别是多少？

3. 一艘自重为3.92×10^7 N的轮船，满载货物时吃水深度是3.2 m，已知轮船浸入水中部分的平均横截面积是5 000 m^2，问这艘船最多可载多重货物？

4. 一只氢气球体积为4.5 L，球壳的质量为3 g，问需要多大的力才能拉住它？（空气密度为1.29 kg/m^3）

微信公众号：电子课本大全

探究课题　船舶载重线与载货量的关系

1. 每个学生仔细阅读小资料“船舶载重线”。以小组形式讨论以下问题：

（1）轮船船身上的载重线到底表示什么意思？

（2）如果轮船的实际载重位置离载重线以下较远，说明这艘轮船的载货量离船的排水量是近还是远？

（3）你认为船身上的载重线究竟起什么作用？

2. 在课堂上请各小组派代表介绍他们讨论的结果，并且通过自评和互评的形式选出优秀小组。

3. 有条件的学校或班级可组织学生到河边（江边或海边）观察停泊在河（江或海）中的轮船及船身上的载重线。



本章学到了什么

1. 密度的概念。由某种物质组成的物体的质量和它的体积的比叫做这种物质的密度。公式是：

$$\rho = \frac{m}{V}$$

密度单位是kg/m^3（千克每立方米），溶液密度常用g/L（克每升）作单位，它们的关系是：

$$1\ \text{g/L} = 1\ \text{kg/m}^3$$

2. 浸在液体和气体中的物体都会受到浮力，浮力的方向总是竖直向上的。
3. 浸在液体中物体所受到浮力的大小等于物体排开的液体所受的重力。这个结论叫做阿基米德原理。
4. 浸没在液体中的物体，究竟是浮是沉，是由该物体在液体中所受浮力和重力之间的大小关系决定的。

微信公众号：电子课本大全

第4章

植物的物质和能量的转化

学过科学以后，你会觉得周围的世界变得有趣了。

就拿树来说吧，构成树的原料居然主要是空气中的二氧化碳和土壤中的水。当把树焚烧了，树就化作气体，在火焰的热和光中释放出来的是贮藏在树里面的能量。灰烬中的那一小部分残余物质，是来自土壤中的无机盐。



微信公众号：电子课本大全

1 绿色开花植物的营养器官

绿色开花植物种类繁多，形态各异，它们大多由根、茎、叶、花、果和种子等组成。其中根、茎、叶是绿色开花植物的营养器官。

在我们平时食用的各种蔬菜中，有些是吃植物的叶，如大白菜、菠菜等；有些是吃植物的根，如萝卜、甘薯等；有些是吃植物的茎，如莲藕、莴苣等。它们都是绿色开花植物的一部分，为我们提供了人体所必需的多种营养物质。那么植物自身又是靠哪些器官获得营养的呢？

根的形态和结构

在自然界，大多数绿色开花植物的根（root）生长在土壤中。

根的形态和组成

有些植物的根具有粗壮的主根。主根是由种子中的胚根发育而成的，在主根上可以长出很多分枝，这是侧根，侧根长到一定长度，还可以长出第二级侧根，如蚕豆、棉花等植物的根。有些植物的主根不发达，由茎基部生出许多细丝状的根，这些根称为不定根，如小麦、水稻等植物的根。还有一些植物的叶或老根上也可能长出不定根，如秋海棠。

根的结构与功能



思考与讨论

根的主要功能是吸收和固着，你知道真正起吸收作用的是根的哪一部分吗？为什么植物在移栽时带上一部分泥土就容易成活？

微信公众号：电子课本大全

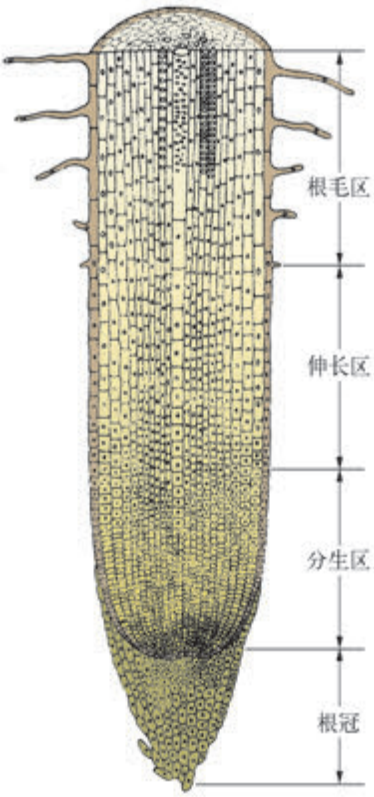


图4.1.1　根尖的结构

从根的顶端到长有根毛的一段称为根尖（图4.1.1）。根尖是植物体生命活动最活跃的部分之一。根尖由根冠、分生区（生长点）、伸长区和根毛区组成。

根冠在根尖的最外端，主要起保护作用，使分生区的细胞不受损伤。分生区的细胞具有强烈的分裂能力，分裂后产生的细胞逐渐生长伸长，所以在分生区上部为伸长区。在伸长区以上的细胞已停止生长，并开始分化，表皮细胞的一部分向外突出形成根毛，长有根毛的区域称为根毛区。

在根毛区及其上部，有些细胞已经分化，如中间部位的细胞上下连接处的横壁消失，形成长而中空的管子，叫做导管。它的主要功能是运输水分和无机盐。

除吸收功能外，许多植物的根还有贮藏和支持功能。如萝卜、胡萝卜能把很多营养物质贮藏在根部，这种根称为贮藏根；玉米茎基部生有粗壮的短根，起支持作用，称为支持根。根的一个重要特性是能不断地生长。



图4.1.2　根毛（左图）和贮藏营养物质的胡萝卜变态根（右图）

微信公众号：电子课本大全

小资料 一株植物的根有多长

植物的根系很庞大。一株冬黑麦在最好的条件下生长4个月，其根和根毛的总长度可达1×10^4 km，它的总表面积约为枝、叶总表面积的130倍。

茎的形态结构与功能

茎的形态

茎（stem）是从哪里来的？你是否想过树怎么会长高、长粗？树一般有侧枝，那么侧枝又是如何产生的呢？为了解决这些问题，首先来认识一下芽（bud）。

活动 观察芽的位置和外形

在校园或野外观察植物的两种枝条：一种是带有顶芽和侧芽的枝条，另一种是带有叶芽和花芽的枝条，通过观察两种枝条上的芽的大小、形状及位置，了解芽的种类。

通常种子的胚芽发育成植物的主茎，而主茎上的侧芽发育成侧枝，主茎和侧枝统称为茎。所以，植物的茎是由芽发育而来的。

芽按照位置来分，可分为顶芽和侧芽。

芽按照性质来分，可分为叶芽、花芽和混合芽。

茎上着生叶，叶腋处往往也长有侧芽，着生叶和侧芽的部位称为节，两个节之间称为节间。茎的顶端称为茎尖，其结构与根尖有些相似，但茎尖的分生组织前面没有类似于根尖的根冠构造（图4.1.4）。茎的生长主要是通过茎尖分生区的细胞不

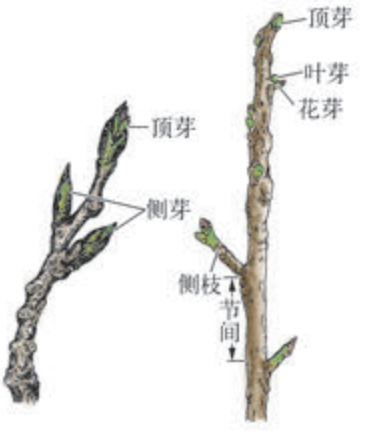


图4.1.3 枝条

微信公众号：电子课本大全

断分裂、生长和分化，使茎不断伸长。

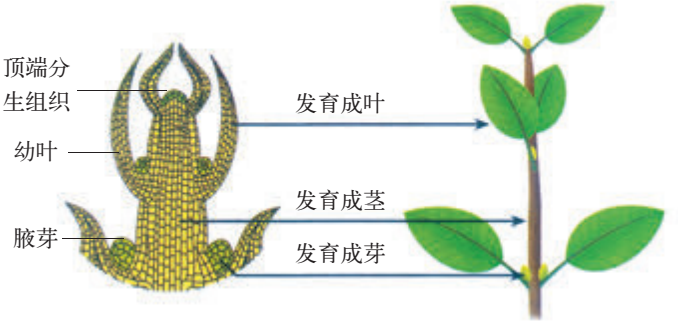


图4.1.4　茎尖结构



小资料　**顶端优势的应用**

生产上有时需要利用和保持顶端优势，如麻类、向日葵、烟草、玉米、高粱等农作物以及用材树木，使主茎强壮、挺直。有时则需要消除顶端优势以促进分枝发生。棉花打顶和整枝、瓜类摘蔓、果树修剪等可促进侧芽发育，使植物多开花，多结果。花卉打顶去蕾，可控制花的数量和大小。茶树栽培中剪去主枝可长出更多的侧枝，从而增加茶叶产量。修剪绿篱可促进其侧芽发生和生长，使它形成密集灌丛状。

茎的结构和功能

一棵小树苗经过多年生长，怎么会长成粗壮的参天大树？树的顶端离地那么远，它是如何吸收到营养物质的？带着这些问题我们来学习双子叶植物茎的结构。

双子叶植物茎的结构，从外到内依次是表皮、皮层、维管组织和髓。表皮是茎最外面的一层活细胞。皮层位于表皮和维管组织之间，由多层薄壁细胞组成。维管组织在皮层与髓之间，包括韧皮部、木质部和维管形成层（图4.1.5右图）。

韧皮部主要由筛管和韧皮纤维等组成。筛管由许多活的管状细胞上下连接而成（图4.1.6），上下细胞之间的细胞壁上有许多小孔，叫筛孔，是运输有机物的通道。木质部主要由导管和木纤维等组成。当木质部中一些管状细胞内的细胞质、细胞核和细胞横壁逐渐消失时，就形成了中空的长管，叫导管。由于导管

微信公众号：电子课本大全

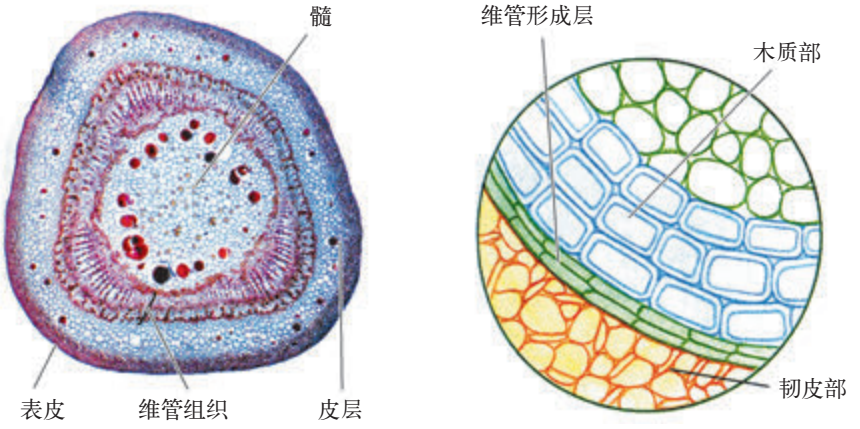


图 4.1.5　椴树茎的横切面

的侧壁加厚有多种方式，就形成了多种形状的导管（图4.1.7）。导管是运输水分和无机盐的通道。

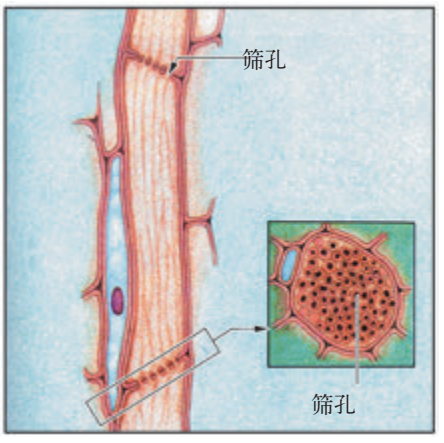
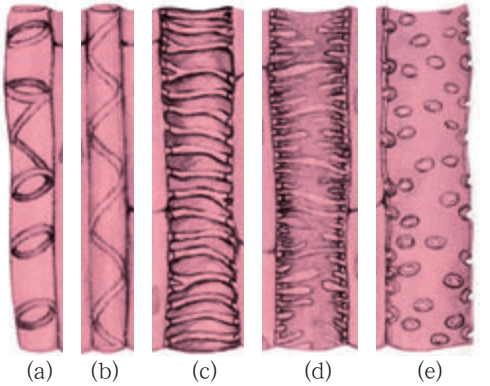


图 4.1.6　筛管



(a) 环纹导管　(b) 螺纹导管　(c) 梯纹导管
(d) 网纹导管　(e) 孔纹导管

图 4.1.7　各种导管

维管形成层是由几层扁平并具有分裂能力的细胞构成的。它能不断地向外分裂产生新的韧皮部，向内分裂产生新的木质部，所以树木的茎能逐年加粗。

多年生木本植物的茎最外面是树皮，树皮的内侧是韧皮部，剥去树皮，里面全是木质部，形成层位于韧皮部与木质部之间。形成层在进行细胞分裂时，向内分裂产生的细胞比向外分裂产生的细胞多得多，所以木质部要比韧皮部厚得多。

你注意过家里切菜用的木砧板吗？上面有许多近似圆形的花纹。它是怎样形成的呢？这是因为在一年中春天至秋天形成的木材之间没有明显的界线，而秋天形成的木材与下一年春天形成的木材之间有一个明显的界线，这样在一年之内形成的木材就构成一个环带，通常每年长一轮，所以叫年轮（图4.1.8）。根

微信公众号：电子课本大全

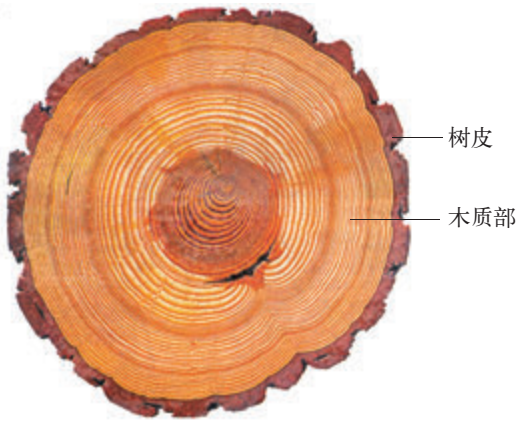


图4.1.8　年轮

据年轮可以大致估计树的年龄。

那么是不是所有植物的茎都能增粗呢？我们常见的海棠花、一串红、凤仙花等为什么长不粗？还有一些植物，如小麦、水稻、玉米，它们的茎也不能增粗或增粗不明显。这是因为外部形态相似的这些植物，其内部结构存在明显的不同，单子叶植物茎的维管束是分散在皮层中的，维管束中没有形成层（图4.1.9）。而有些双子叶草本植物的茎中形成层细胞分裂能力很弱，所以茎长不粗。

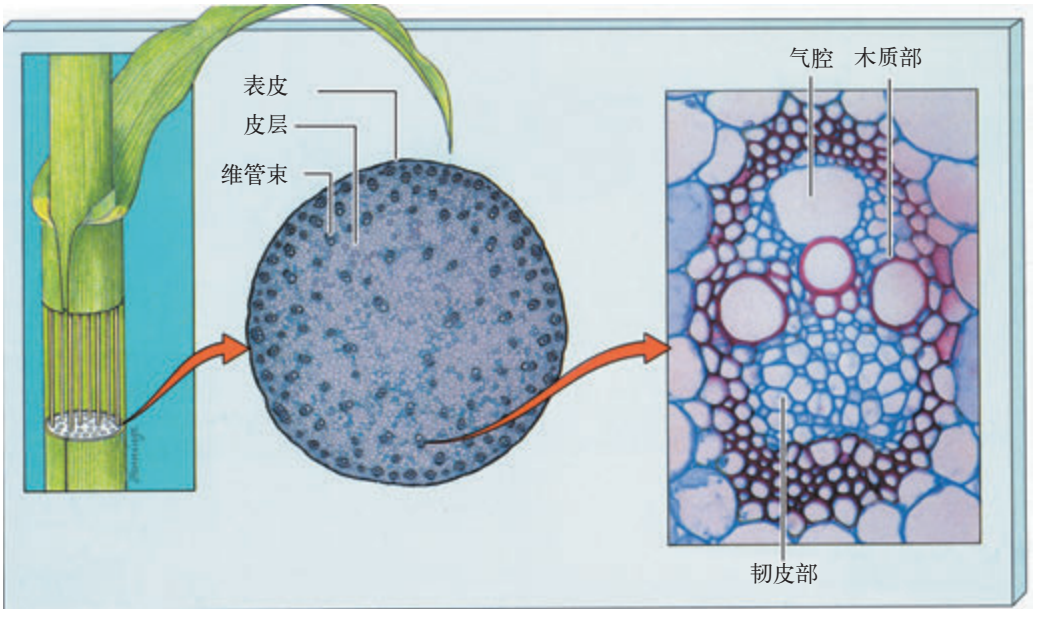


图4.1.9　玉米茎结构



活动　观察茎的运输作用

1. 取新鲜的黄豆芽几根，把根连同幼茎基部2~3 cm浸入稀释的红墨水溶液中0.5~1 h。红墨水可设多种浓度，探究一下哪种浓度最合适。

如果觉得上述处理时间太长，你有什么办法缩短时间？

微信公众号：电子课本大全

如将上述材料置于太阳光下直接照射几分钟，即可用于观察，你知道是什么道理吗？

2. 取出黄豆芽，用水冲洗外面的红墨水，对着光用放大镜观察幼茎，能否看到幼茎中央内部呈红色？

3. 先用双面刀片切下一段2 cm长的茎（近根2~3 cm处），然后把幼茎纵切成两半，取其中一半，再纵切成薄片（不必切得太薄），并把切下的茎部薄片放入盛有少许水的培养皿内。

4. 取一块较为完整的薄片放在载玻片中央水滴中，用镊子展平，盖上盖玻片，用显微镜观察红色的部分是茎的什么结构。

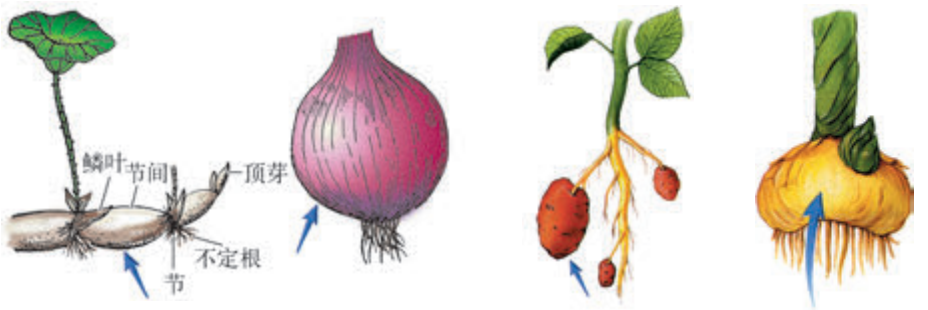
5. 如将黄豆芽浸在红墨水中24 h以上，你能用肉眼看到两片子叶也被染成红色。

上述结果说明了什么？

观察茎的运输作用还可以用其他植物作为材料。如对凤仙花不浇水，放在太阳下暴晒，使它略呈萎蔫状态，然后切下它的茎，插于稀释的红墨水中。不久你就能看到它的茎里隐隐约约有红色线条在缓慢地向上移动，并且在1~2 h以后，叶柄、叶脉全部会染上红色。

你有兴趣试一试吗？

无论是单子叶植物的茎还是双子叶植物的茎，其内都有维管组织，都有导管和筛管，所以茎的主要功能是运输。此外，还有一些植物的茎发生了变态，如荷花的根状茎、洋葱的鳞茎、马铃薯的块茎和慈菇的球茎，它们都具有贮藏营养物质和繁殖的功能（图4.1.10）。



根状茎　鳞茎　块茎　球茎

图4.1.10　具有贮藏功能的变态茎

叶的形态结构和功能

叶的形态



观察叶的形态与着生方式

观察校园中4种植物，分别写出：它们的叶是单叶还是复叶？叶着生的方式是互生、对生还

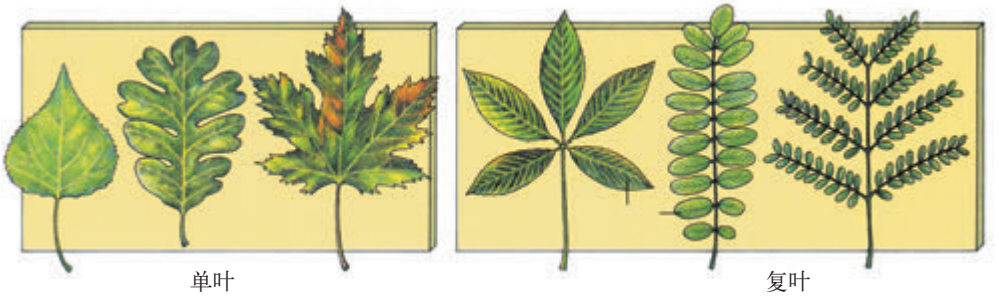
微信公众号：电子课本大全

是轮生？叶脉是平行脉，还是网状脉？请将观察结果填入表中。

植物名称	单叶或复叶		叶着生方式			叶脉	
	单叶	复叶	互生	对生	轮生	平行脉	网状脉

叶可分为单叶和复叶。每个叶柄上只着生一个叶片的叫单叶，如杨树、棉花、苹果树等的叶片，单叶可以不同的方式着生在茎上；如果每个叶柄上着生两个以上的小叶片，叫做复叶，如月季、槐树、皂荚树等的叶片。根据小叶片排列的方式不同，复叶又可分为羽状复叶和掌状复叶（图4.1.11上图）。

叶在茎上有不同的着生方式，包括互生、对生和轮生（图4.1.11下图）



单叶　　复叶



互生（桑树）　　对生（桂花）　　轮生（夹竹桃）

图4.1.11　叶的种类（上图）和叶的着生方式（下图）

无论是单叶还是复叶，一般都是由叶片、叶柄和托叶三部分组成（图4.1.12）。叶片是叶的主体，通常呈绿色扁平状，有利于接受阳光。叶柄是连接叶片与茎的结构，是运输营养物质的通道，并支持叶片，使叶片在空间伸展。

微信公众号：电子课本大全

托叶是着生在叶柄基部的小叶片，能保护幼叶。但有的植物没有托叶，如桑树、茶树等；有些植物叶的托叶很早就脱落了，如柳树、石楠等。

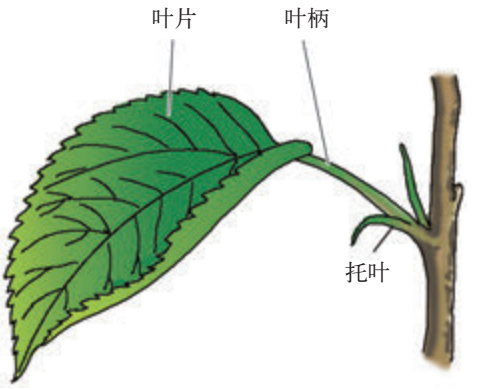


图4.1.12　叶的组成

叶的结构与功能

叶片的形状、大小虽有多种多样，但其内部结构基本相似，都是由表皮、叶肉和叶脉三部分组成（图4.1.13）。

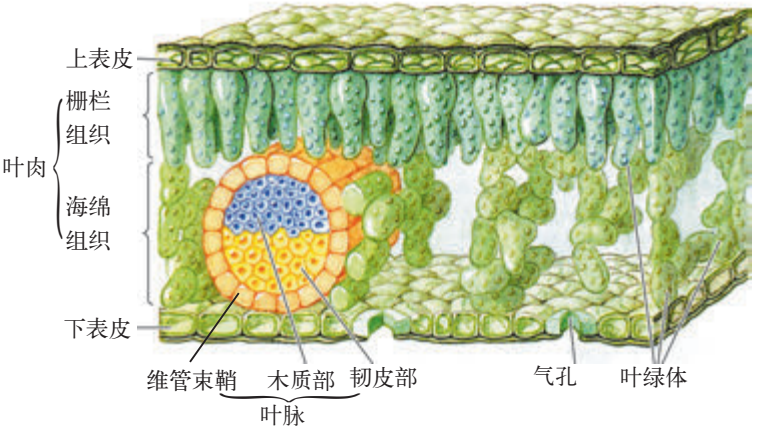


图4.1.13　双子叶植物叶横切面

表皮分上表皮和下表皮，是由一层活细胞组成。细胞呈正方形或长方形，排列紧密，没有细胞间隙，不含叶绿体，但在表皮细胞外壁上有一层透明的、不易透水的角质层，具有保护和防止水分散失的作用。

双子叶植物叶的表皮上有一些成对的、内含叶绿体的肾形保卫细胞，两个保卫细胞之间的空隙称为气孔（图4.1.14），是植物体和外界进行气体交换和水分蒸腾的窗口。

叶肉是位于上下表皮之间的一大群细胞，是叶片的主要部分。叶肉细胞内含大量的叶绿体，是进行光合作用的主要场所。

在叶肉组织中，分布着许多纵横交叉又彼此相连的叶脉，支持着叶片。叶脉中的导管和筛管与茎和根中的导管、筛管相通。筛管将叶片制造的有机物运输到茎和根中，导管将水分和无机盐输送到叶肉细胞中，所以叶脉同样也具有运输作用。

微信公众号：电子课本大全

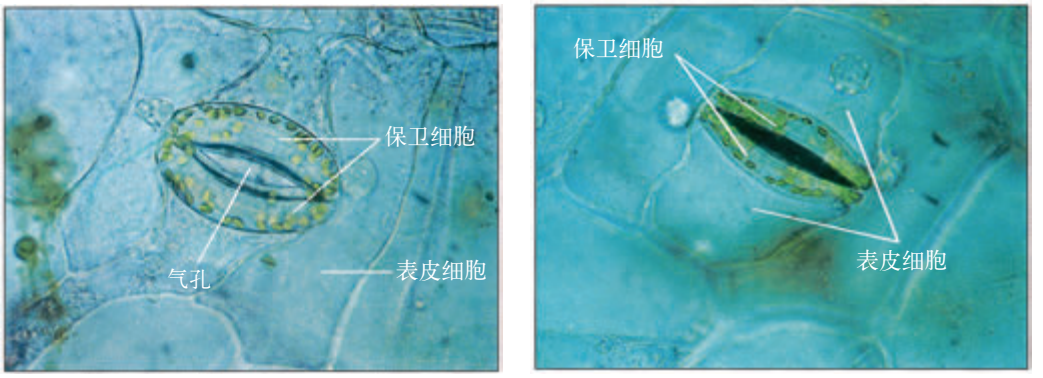


图4.1.14　开启的气孔(左)和关闭的气孔(右)

学生实验　植物营养器官及其功能

一、观察根尖结构

实验目的

了解根尖各部分特点。

材料准备

已长出根毛的幼苗、根尖的永久切片、显微镜、放大镜、镊子。

实验过程

1. 用肉眼和放大镜观察幼苗的根毛。根毛的外形有什么特征?
2. 用肉眼对着光线观察根尖的四个部分。根尖有什么特征?
3. 用显微镜观察根尖的永久切片。识别根尖各部分细胞的特点,将观察结果填入下表中。

	细胞形状	细胞大小	细胞的功能
根毛区			
伸长区			
分生区			
根冠			

二、观察茎的结构

实验目的

指认茎的各部分结构。

材料准备

悬铃木(法国梧桐)或杨树等木本植物的一小段茎(约5 cm长),把两端削平,便于观察。茎的横切面永久切片,显微镜,放大镜。

微信公众号:电子课本大全

实验过程

1. 用肉眼或放大镜观察一小段茎的横切面，识别茎的结构。

2. 用显微镜观察茎的横切面永久切片，观察表皮、皮层、维管组织和髓。

三、观察叶片的结构

实验目的

认识叶片的结构。

材料准备

新鲜叶片（蚕豆叶片、菠菜叶等）、显微镜、镊子、盖玻片、载玻片、清水、叶横切永久片。

实验步骤

1. 取一片叶子，在叶片的背面用镊子撕下一小块表皮，注意尽量不要带有叶肉细胞。将表皮平放在载玻片上的一滴清水中，再盖上盖玻片，放在显微镜下观察表皮细胞的形态、排列等特点，并观察保卫细胞和气孔。

然后在叶片的正面撕下一块表皮，再观察气孔形态。与背面相比，气孔数目是否有变化？假如用小麦或玉米的叶作材料，又会出现什么结果呢？如有兴趣你可以试一试。

2. 取叶片横切的永久切片，观察表皮、叶肉、叶脉各部分。



1. 主根是由种子中的_____发育而来的，侧根是从_____上长出的根。不定根是从_____、叶或_____上长出的根。

2. 根尖可分成_____、_____、_____和_____四个部分。

3. 茎是由_____发育而来的。

4. 双子叶木本植物的茎增粗主要是由于_____活动的结果。

5. 一片成熟的叶，一般可分为_____、_____、_____三部分。

6. 运用本节所学的知识，描述校园内一种植物根、茎、叶的结构特点。

7. 为什么幼苗移栽后，往往最初几天会出现萎蔫现象？

8. 为什么农田里有些杂草容易拔起，而有些杂草则不易拔起？

微信公众号：电子课本大全

2 水在植物体中的代谢

植物通过根吸收水分；通过输导组织将水分运输到植物体的各个部分，并用于细胞的生命活动；通过蒸腾作用散失水分。

当花盆中的植物几天不浇水，植株会出现萎蔫；当我们马上给萎蔫的植株浇水后，植物又会很快恢复原来的形状。植物是怎样从土壤中吸收水分的？吸收的水分又是怎样运输到植物体的各个部分的呢？

植物对水分的吸收、运输和利用

植物怎样吸收水分

植物需要的水分，主要是通过根毛从土壤中吸收来的。那么根毛是怎样吸收水分的呢？



活动 植物细胞的吸水和失水

1. 将萝卜切成两块大小相同的条状，分别用天平称量，使它们质量相等，分别称为甲、乙萝卜条。
2. 取两个烧杯，A杯内装20%氯化钠水溶液，B杯内装清水。
3. 将上述两块大小和质量相同的甲、乙萝卜条分别放入A、B两个烧杯内。
4. 过一段时间后，观测上述两块萝卜条。

（1）取出萝卜条，迅速用吸水纸吸干其表面的水分，分别放在天平上称量：甲萝卜条质量为_____g；乙萝卜条质量为_____g。

哪一块萝卜条质量减少了？_____，说明了_____。

哪一块萝卜条质量增加了？_____，说明了_____。

（2）两块萝卜条的形状有什么变化？_____。

微信公众号：电子课本大全

用手弯曲一下萝卜条。哪一块萝卜条能很充分地弯曲？为什么会发生这种变化？

5. 除萝卜外，还有什么材料也可以用于这个活动？请你试一试，是否效果相同？

材料：_____，效果：_____。

6. 如将两株健壮的幼苗（洗净根上的泥土）分别放在盛有清水和20%氯化钠水溶液中，过几小时后你能看到什么现象？

这个实验的结果说明，植物细胞可以吸水，也可以失水。植物细胞吸水或失水，主要取决于细胞液的浓度和细胞周围水溶液的浓度的大小：当周围水溶液的浓度小于细胞液浓度时，细胞就吸水；当周围水溶液的浓度大于细胞液的浓度时，细胞就失水。

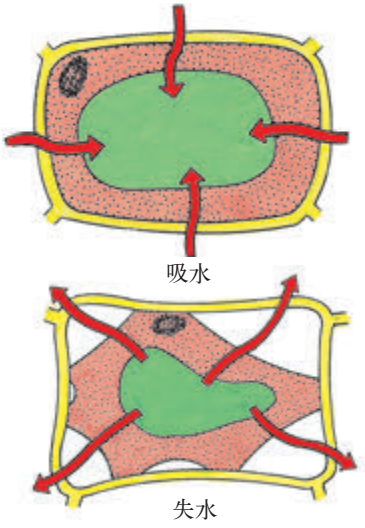


图4.2.1　植物细胞吸水和失水示意图

植物体主要依靠根毛吸水。那么根毛从土壤中吸水的原理又是什么呢？

根毛是根的表皮细胞向外突起形成的（图4.2.2），根毛的细胞壁很薄，细胞质很少，液泡很大。这样的结构很适合吸收水分。根毛在土壤中与土壤颗粒紧密地贴在一起，土粒之间的水分含有无机盐等物质，这样的液体称为土壤溶液。

在一般情况下，根毛细胞液的浓度总是大于土壤溶液的浓度。于是，土壤溶液里的水分就通过根毛的细胞壁、细胞膜、细胞质，渗入到液泡里。

植物吸收水分的量很大。一株玉米或向日葵，一生中吸收水分达200 kg以上。

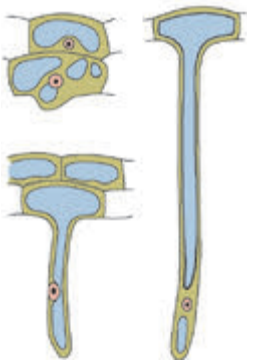


图4.2.2　根毛细胞及其发生过程



活动　观察根毛的发生过程

1. 将小麦种子在清水中浸一夜。

2. 准备一只透明玻璃杯或玻璃瓶，或其他透明塑料杯子。用一张滤纸卷成纸筒，其高度比杯子略短。

3. 将纸筒置于杯内上端，然后小心地向杯子中加入清水，深度以水层上部接触滤纸筒底部一段为宜。

4. 当滤纸筒吸透水后，用镊子将吸过水的几粒小麦种子置于滤纸与杯壁之间一圈。将整个装置放在温暖有光处。

5. 每天观察小麦种子的发芽和根毛的发生过程。

微信公众号：电子课本大全

根毛长在根的什么部位？_____。

如在杯子的外表面做一个根毛生长部位的记号，然后第二天观察。你能不能看到随着根的向下生长，根毛还在不断发生？

植物对水分的运输

水分进入根毛细胞以后，经过皮层，最后进入导管，再由导管运输到茎、叶等器官，供整个植物体的全部细胞所利用。

植物对水分的利用

输导组织几乎在植物体各种器官的各个部位都有分布，它可以把水分供应给植物体的每一个细胞所利用。

细胞中有充足的水分，使细胞的代谢处于活跃状态。水作为原料，参与细胞中的许多化学反应，例如作为光合作用的原料，与二氧化碳合成糖等有机物。

植物还利用水作为溶剂，并将溶解于水中的各种物质运输到植物体内的各个部分。

水在植物细胞中的大量存在，能维持细胞的紧张度，以保持植物的固有姿态，并将叶片伸向空中，有利于充分利用太阳光能。

需要指出的是，植物吸收的水分只有一小部分（1%～5%）用于代谢，而绝大部分是以气态水的形式散失到体外。

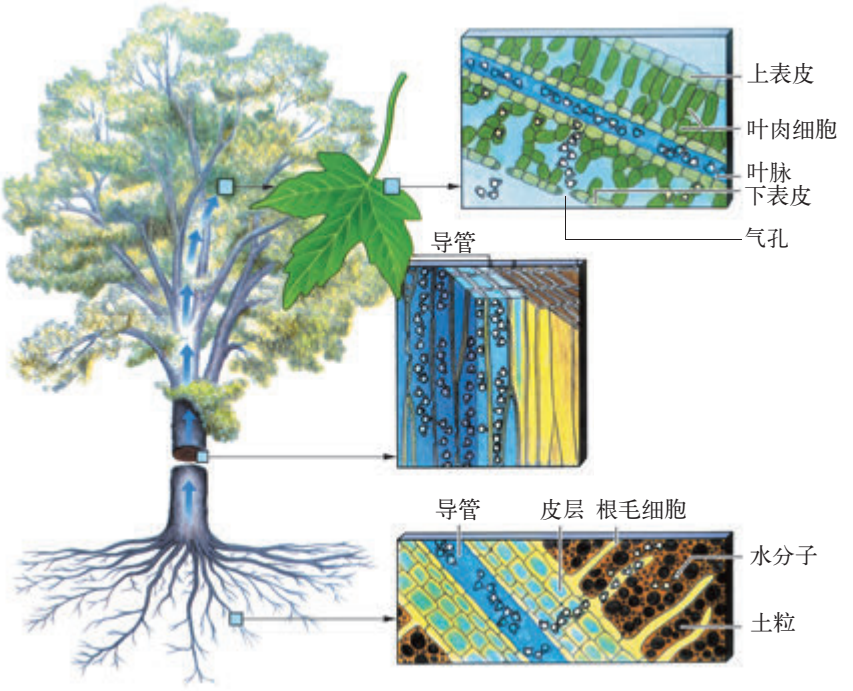


图 4.2.3　水分在植物体内运输的示意图

微信公众号：电子课本大全

水分的散失——蒸腾作用

在炎热的夏天，当我们走进树林的时候，会感到十分凉爽，其原因除树木能挡住太阳的热辐射外，主要是因为树木的蒸腾作用（transpiration）带走了一部分热量，提高了空气的湿度，降低了空气的温度。



活动　观察植物的蒸腾作用

1. 在A、B两个量筒中加入等量清水，然后在A量筒中插入一根枝条，但B量筒中不插入枝条。

2. 在上述两个量筒水面加上一层油。你知道在水面上加一层油的目的吗？

3. 把塑料袋罩在上述两个量筒上，并将其缚于量筒上端，记下两个量筒内水面的刻度。

4. 将A、B放在阳光下几小时，并观察现象。

A塑料袋内_____（“出现”或“不出现”）雾蒙蒙状态，塑料袋内表面_____（“有”或“无”）明显水珠出现。A量筒水面_____（“上升”或“下降”）。

B塑料袋内出现什么现象？量筒水面是否有变化？

_____。

如果A塑料袋内出现水雾和水珠，它们是从哪里来的？为什么？

茎也会散失水分。如果再提供一套仪器和一根枝条，你能将本活动加以改进，以证明水的蒸腾主要是通过叶片的吗？

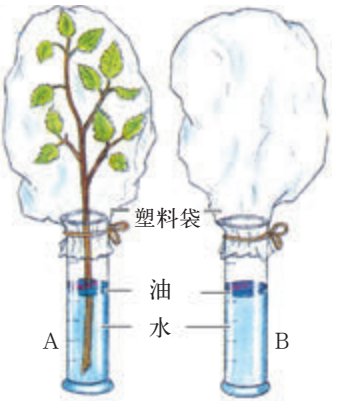


图4.2.4　观察蒸腾作用

塑料袋内表面的水珠，是由植物体散发出来的气态水凝结而形成的。

蒸腾作用是怎样进行的

植物通过叶脉中的导管运送到叶组织的液态水，一部分进入叶肉细胞，一部分以气态水形式散发在气孔下腔中。这些气态水在气孔下腔中几乎呈饱和状态，蒸汽压很大。当气孔下腔中的蒸汽压大时，叶内的气态水就通过气孔向叶外扩散。植物体主要以这种形式散失水分。水分以气体状态从植物体内散发到体外的过程，称为蒸腾作用。蒸腾作用主要是通过叶片进行的，叶柄和幼嫩的茎也能进行少量的蒸腾作用。

水分的散失主要由气孔进行，植物能通过气孔的张开与闭合来调节蒸腾作用的快慢，使植物体内经常保持着适量的水分。例如，当土壤中水分缺乏时，植

微信公众号：电子课本大全

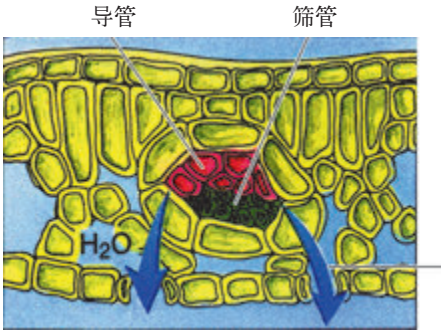


图 4.2.5　气孔蒸腾

物体能自主地关闭气孔，以降低植物的蒸腾作用。

蒸腾作用对植物生命活动的意义

在炎热的夏天，太阳直射，气温很高，但植物生长仍然十分茂盛，并没有受到伤害，这是因为植物的蒸腾作用带走了相当多的热量的缘故。

在蒸腾作用中，叶片里的水蒸腾出去以后，叶肉细胞缺水，就要吸收叶脉导管里的水分。这样，就促使水分从茎和根上升到叶里；同时也促使根从土壤中吸收水分，于是就形成了蒸腾拉力，使水上升到很大高度。水分在植物体中上升的时候，也促使进入根的无机盐随着上升，并进入植物体的各个部分。

由此可见，蒸腾作用并不是在浪费水分，而是对植物的生命活动具有重要的意义。

合理灌溉

在土壤中有足够的水分时，植物不断地吸收水分，也不断地利用和向外界散失水分，以维持植物体内的水分平衡。在这种情况下，植物体才能正常地进行各种生命活动。如果当蒸腾作用散失的水量超过根系吸收的水量时，植物就会出现萎蔫。萎蔫严重时，植物就会死亡。因此，我们在种植作物、花卉、树木时，要及时灌溉。

不同的植物，或同一种植物的不同生长阶段，消耗的水量是不同的，灌溉时须注意考虑植物的这种特点。

视窗　**喷灌和滴灌**

作物的灌溉方法过去常采用沟渠排灌法，这种灌溉方法不仅要消耗和浪费大量的水资源，而且使土壤中空气减少，对根的生长也不利。近年来，生产上广泛采用

微信公众号：电子课本大全

喷灌和滴灌技术灌溉。喷灌技术是利用喷灌设备将水喷洒到作物的上空成雾状，再降落到作物上或土壤中；而滴灌技术则是指在地下或地表装置管道网络，让水分定时定量地流到作物根系的附近。这两种灌溉方法不仅能节约大量水，而且对植物的生长很有利。目前我国有许多地区采用了这种管道输水灌溉方式。



图4.2.6　喷灌



1. 当外界水溶液浓度小于细胞液浓度时，植物细胞_____水。

2. 植物主要依靠根的_____吸水。

3. 在高等植物中，水分主要是在根、茎、叶的_____中进行运输的。

4. 蒸腾作用是指水分以_____状态从植物体内散发到体外的过程，主要的形式是通过_____的蒸腾。

5. 当气孔下腔水的蒸汽压_____叶外时，叶内的气态水就通过_____向外扩散。

6. 蒸腾作用对植物的生命活动有什么重要的意义？

7. 对植物进行灌溉，有利于维持植物体内的水分_____，使植物的生命活动正常进行。

微信公众号：电子课本大全

3 无机盐在植物体内的代谢

植物通过根系吸收无机盐，并运输到身体的各个部分，用于构建身体和调节植物的生命活动。

植物体中含有许多无机盐，这些无机盐是怎样从土壤中吸收的呢？

植物对无机盐的吸收和运输

植物生活需要无机盐

植物的根系除了从土壤中吸收水分以外，还从土壤中吸收无机盐（inorganic salt）。



活动 植物生活需要无机盐

1. 从野外取一些肥沃的土壤，倒入烧杯中，加入约为土壤质量1~2倍的水，用玻璃棒充分搅拌，然后用滤纸过滤。滤液即为土壤浸出液。

2. 取9支试管，分成甲、乙、丙三组（每组3支），每组试管分别装入土壤浸出液、营养液和蒸馏水，再用脱脂棉将9株大小相同的健壮小麦幼苗的根部包好，分别置于甲、乙、丙三组试管中，使脱脂棉接近水面，然后用黑纸包在试管外（防止试管内藻类生长），最后将幼苗放在温暖有光处。

3. 经常观察和记录幼苗生长情况。在10天左右后对幼苗生长情况作测量分析，并记录在下表中。

分析试验的结果。

通过这个活动，你能得出什么结论？



图4.3.1 试验小麦生活需要无机盐

微信公众号：电子课本大全

观测项目	甲（土壤浸出液）	乙（营养液）	丙（蒸馏水）
株高/cm			
质量/g			
叶片数			
叶子颜色			
根长/cm			
根数			

从上述活动的结果我们可以看到，用肥沃土壤浸出液或营养液培养的幼苗生长快，叶片颜色鲜绿，幼苗健壮；用蒸馏水培养的幼苗生长慢，叶片颜色发黄，幼苗瘦弱。由此可见，植物的生长需要无机盐。

植物生长需要的无机盐种类很多。这些无机盐含有各种各样的元素，其中必需的且需要量大的元素有氮（N）、磷（P）、钾（K）、镁（Mg）、硫（S）、钙（Ca）等，我们把它们称为大量元素；还有一些植物必需的但需要量很小的元素，包括铁（Fe）、硼（B）、锰（Mn）、锌（Zn）、铜（Cu）、钼（Mo）、氯（Cl）、镍（Ni）等，我们把它们称为微量元素。



小资料　植物体中的化学元素

据分析，地壳中存在的很多元素都可以在不同的植物中找到。现已发现70种以上的元素存在于不同的植物中，其中最普遍的有氧（占植物体干组织的质量分数45%，下同）、碳（45%）、氢（6%）、氮（1.5%）、磷（0.2%）、钾（1.0%）、锰（0.05%）、镁（0.2%）、硫（0.1%）、钙（0.5%）、硼（0.002%）、锌（0.002%）、铜（0.0006%）、铁（0.01%）、氯（0.01%）、钼（0.00001%）、镍（0.0003%）等十多种。

植物对无机盐的吸收和运输

植物需要的无机盐主要是通过根系从土壤溶液中吸收的。

植物的根毛，通过它的生命活动，吸收溶解在水中的无机盐。进入根毛细

微信公众号：电子课本大全

胞的无机盐，随着水的运输，进入根的内部，除少量供根利用外，大部分随着根、茎、叶导管内水的运输到植物体的各个部分。

除了根系以外，植物的地上部分（茎、叶）也能吸收无机盐。在农业生产上，常把速效性无机盐肥料溶解在水中，然后喷洒于叶面上供植物吸收，这种施肥方法称为根外施肥。这些无机盐主要是通过气孔，也可以通过表皮细胞外侧角质层的裂缝进入细胞，再运输到植物体的各个部分供植物利用。

小资料　根外施肥

根外施肥常用于作物生长发育后期根系吸收无机盐的能力下降时，或某些元素缺乏出现病症时，具有用量少、见效快的优点。根外施肥的时间以傍晚或下午4时以后较为理想。使用的无机盐溶液浓度应在1.5% ~2.0%以下。

植物对无机盐的利用

被植物吸收的无机盐，有的用于构建植物体，例如氮和硫是构成蛋白质所必需的，氮和镁是构成叶绿素的原料；有的用于调节植物的生命活动，例如钾能调节气孔的开闭，硼能促进植物的开花结果。

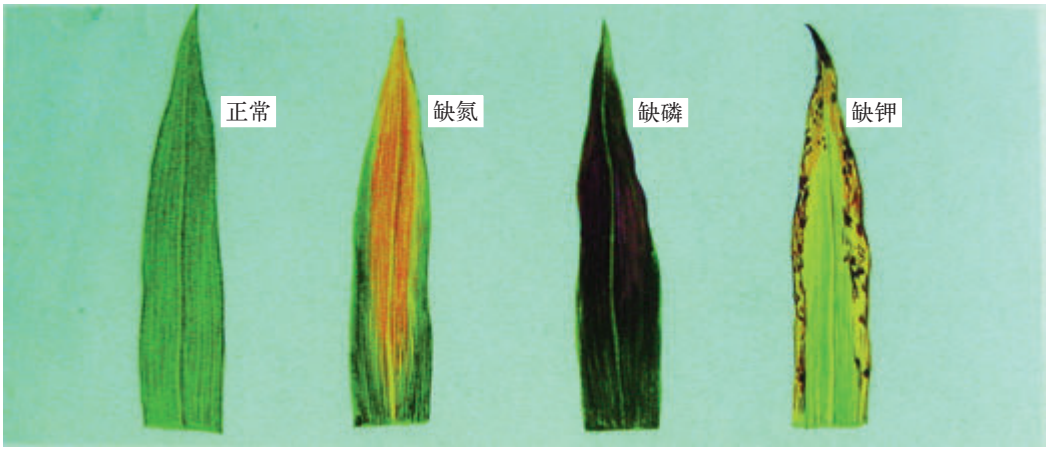


图4.3.2　植物的元素缺乏症

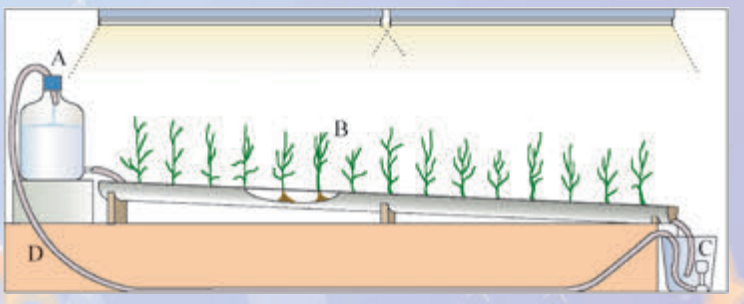
微信公众号：电子课本大全

在植物生活中，需要和吸收较多但土壤中却容易缺乏的是含氮、含磷和含钾的无机盐。这三类无机盐在植物生命活动中各有不同的作用，如果缺乏就会出现病症。

表4.3.1　三类无机盐在植物生活中的作用及其缺乏症

无机盐种类	在植物生活中的作用	缺乏时的表现
含氮的无机盐 （如硝酸铵、硫酸铵）	促进细胞分裂和生长，使枝叶长得繁茂	植株矮小瘦弱，叶片发黄，严重时叶脉呈淡棕色
含磷的无机盐 （如过磷酸钙、磷酸二氢钾）	促进幼苗的生长发育和开花，使果实、种子的成熟提早	植株特别矮小，叶片呈暗绿色，茎、叶出现紫色
含钾的无机盐 （如氯化钾、磷酸氢二钾）	使茎杆健壮，促进淀粉的形成	茎杆软弱，容易倒伏，叶片边缘和尖端呈褐色，并逐渐焦枯

科学 技术 社会 环境　无土栽培



A. 营养液贮存器；B. 种在栽培槽中的植株；
C. 营养液回收器；D. 未被吸收的营养液被泵回贮存器的管道

图4.3.3　薄层营养液培养法

无土栽培是根据植物生活所必需的无机盐的种类和数量，按照一定的比例配成营养液来培养植物的方法。这种方法可以更合理地满足不同植物或同一植物的不同生长发育阶段对无机盐的需要，从而能使植物生长得更好、生产量更高，而且无公害。无土栽培为花卉、蔬菜等生产的工厂化、自动化开辟了广阔的前景。

无土栽培可采用液体和固体栽培两种方式。液体栽培方式是让流动的薄层营养液流经栽培槽中的根系来栽培植物，它可以同时均衡地供应植物所需要的营养

微信公众号：电子课本大全



图4.3.4　在温室中无土栽培蔬菜

元素、水分和氧气。固体栽培是将植物栽培在固体物基质（如蛭石、珍珠岩、陶粒、砂粒等）中，采用循环供应或滴灌供应营养液。

无土栽培属保护地栽培，除采用上述设施外，还需与温室大棚条件和计算机控制系统配套，使植物生长在最佳状态，一年四季都能进行生产。

合理施肥

要植物生长良好，就要适时适量地向土壤施用肥料。肥料有化学肥料和农家肥料两类。化学肥料是含有植物生长所需要的各种无机盐的化学物质，如硝酸铵（NH_4NO_3）、硫酸铵（$(NH_4)_2SO_4$）、过磷酸钙、氯化钾（KCl）等。农家肥料是经微生物初步天然发酵的人和家畜的粪尿以及植物残体，其中含有植物生活所需的各种无机盐。农家肥料来源广泛、肥效持久（这种肥料施入土壤中后，其中的有机物质还在继续被微生物分解，不断释放无机盐）、成本低。对植物施肥应以农家肥料为主，配合施用见效快的化学肥料。

虽然植物生活所需要的无机盐种类繁多，但不同的植物和同一植物的不同生长阶段，需要无机盐的种类和数量是不同的，如叶菜类蔬菜需要较多的含氮无机盐，马铃薯需要较多的含钾无机盐；番茄在生长早期需要较多的氮肥，开花结果时则需要较多的磷肥。

由于无机盐必须溶解于水才能被植物吸收和利用，因此在土壤干旱时施肥，还要结合灌水。



1. 植物生长必需的无机盐包括_____元素和_____元素两大类。

微信公众号：电子课本大全

2. 植物生长必需的无机盐主要通过_____吸收，由_____运输到植物体的各个部分。

3. 植物吸收的无机盐，主要用于构建_____和调节植物的_____。

4. 植物需要和吸收较多，而土壤又容易缺乏的是_____、_____和含钾的无机盐。

5. 对植物施肥应以_____肥料为主，配合施用见效快的_____肥料。

6. 辨认下述植物营养元素缺乏症。

植株基部叶片发黄，植株浅绿色：缺乏_____；

植株基部叶片发黄，植株深绿色，常呈红或紫红色：缺乏_____。

微信公众号：电子课本大全

4 植物的光合作用和呼吸作用

植物利用太阳光能，将无机物制造成有机物，贮藏能量；通过呼吸作用将有机物分解，释放能量，用于植物的生命活动。

有机物的制造——光合作用

我们每天都要吃食物，从食物中获得淀粉、蛋白质、脂肪等有机物。与人和动物不同，绿色植物能通过光合作用（photosynthesis）自己制造有机物。

光合作用的产物

学生实验　绿叶在光照下制造淀粉

实验目的

探究绿叶能否在光照下制造淀粉。

材料准备

盆栽天竺葵（或其他阔叶植物）、黑纸片、回形针、酒精、碘液（碘酒）、100 mL烧杯、500 mL烧杯、培养皿、酒精灯、三脚架、石棉网、镊子、木制试管夹、火柴、吸管。

实验过程

1. 把盆栽的天竺葵放在黑暗处一昼夜。

你知道把天竺葵放在黑暗处一昼夜的道理吗？

2. 用黑纸片把叶片的一部分从上、下两面遮盖起来，并用回形针固定，然后移到阳光下照射。

3. 几小时后，摘下叶片，去掉遮光的纸片。

4. 先把叶片放入盛有酒精的小烧杯里，然后将其放入盛水的大烧杯中隔水加热（注意安全），使叶片含有的叶绿素溶解到酒精中，叶片变成黄白色。

5. 先用清水漂洗叶片，再把叶片放到培养皿里，并向叶片滴加碘液。

微信公众号：电子课本大全



(a) 天竺葵放在暗处一昼夜　(b) 阳光下照射几小时　(c) 酒精隔水加热脱去叶片叶绿素

图 4.4.1　绿叶在光照下制造淀粉实验

6. 稍停片刻，用清水冲掉多余的碘液。观察叶片的颜色发生了什么变化。

叶片被黑纸片遮光部分的颜色：_____。

叶片未被黑纸片遮光部分的颜色：_____。

这个实验的结果说明了什么？_____。

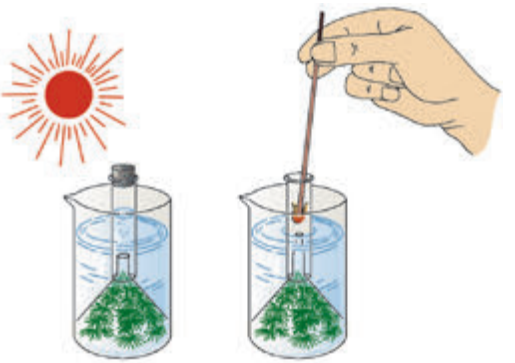
提示：① 碘液能使淀粉变成蓝色。② 酒精易燃，要注意安全。

上述实验说明，叶片的见光部分遇到碘液变成了蓝色。这就是说，叶片的见光部分产生了淀粉。由此可见，淀粉是光合作用的一种产物。

光合作用除产生淀粉外，还能产生氧气。



活动　光合作用产生氧气



1. 将烧杯盛清水，将金鱼藻放于水中，然后将漏斗倒盖于金鱼藻上，并在漏斗上倒扣上一个用橡皮塞塞紧并装满清水的玻璃管，如图 4.4.2 所示。

2. 将整个装置放在阳光下。注意观察金鱼藻叶片。你很快将看见金鱼藻叶片上有气泡释放出来。

图 4.4.2　光合作用产生氧气

3. 为了证明金鱼藻释放的是什么气体，你可点燃一枝卫生香。打开塞子，迅速将有火星的卫生香放入玻璃管内，观察卫生香燃烧的情况。

_____。

这个活动说明了什么？

_____。

微信公众号：电子课本大全

上述实验中我们观察到，带火星的卫生香遇到金鱼藻在光照下释放的气体，立即猛烈地燃烧起来。这就是说，金鱼藻在光照下能产生氧气，氧气是光合作用的另外一种产物。

光合作用的原料



活动　光合作用吸收二氧化碳

1．把盆栽天竺葵甲和乙放在黑暗处一昼夜，然后将其放在玻璃板上，在花盆旁边分别放装有氢氧化钠溶液和清水的100 mL的烧杯，然后将玻璃钟罩A、B底边涂少量凡士林，并分别罩在甲、乙上。

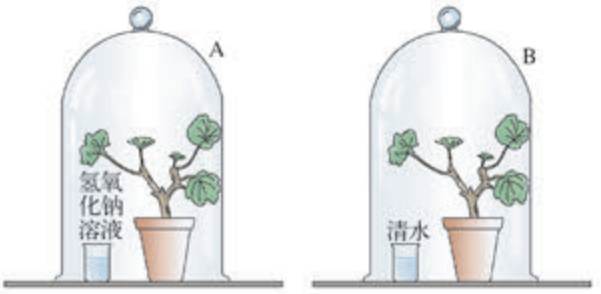


图4.4.3　光合作用中吸收二氧化碳的实验装置

提示：氢氧化钠溶液能吸收空气中的二氧化碳。

2．将两套装置放在阳光下几小时后，检验甲、乙天竺葵叶片是不是都有淀粉生成。

甲：_____；

乙：_____。

实验结果说明了什么？_____。

实验表明，A钟罩内的天竺葵，由于空气中的二氧化碳被氢氧化钠溶液吸收，叶片不能制造淀粉；B钟罩内的天竺葵，由于空气中的二氧化碳不会被清水吸收，叶片吸收二氧化碳，就制造出淀粉。二氧化碳是光合作用的原料。

科学实验还证明，水也是光合作用的原料。



小资料　海尔蒙特的柳树试验

1642年，荷兰医生海尔蒙特（J.B.V. Helmont，1580—1644）把一枝2.27 kg的柳树枝条栽在装有90 kg土壤的木桶里，并只用雨水灌溉。5年后，柳树的质量增加到76.6 kg，而土壤只减少0.0567 kg。海尔蒙特最先指出水分是植物体制造自身的原料，但他没有认识到二氧化碳也是植物体制造有机物的原料。

微信公众号：电子课本大全

光合作用是怎样进行的

二氧化碳和水是光合作用的原料，淀粉和氧气是光合作用的产物，那么光合作用是发生在叶子的什么部位呢？



活动　光合作用发生在叶片的什么部位

1. 将银边天竺葵放在暗处一昼夜，然后将它放在光下照光几小时。
2. 摘下一片叶片，按“绿叶在光照下制造淀粉”实验的方法，检验叶片中的淀粉。

你观察到了什么现象？

银边天竺葵的绿色部分显_____色，白色部分不显_____色。

上面的活动说明，光合作用是发生在叶片的绿色部位。进一步的实验还证明，光合作用是发生在叶片的叶肉细胞的叶绿体（chloroplast）中。叶绿体中的叶绿素能吸收太阳光能，在叶绿体中由酶催化，将二氧化碳和水合成有机物（如淀粉），并释放氧气。我们把这个过程称为光合作用。光合作用最初合成的有机物，还能利用某些无机盐等进一步制造成蛋白质和脂肪等有机物。

光合作用包含了物质转化和能量转化两个过程。光合作用一方面是把简单的无机物（CO_2、H_2O）制造成复杂的有机物（如淀粉），并且释放氧气，这是物质转化过程；另一方面是在利用光能把无机物制造成有机物的同时，把光能转变为储存在有机物中的能量，这是能量转化过程。这两个过程，我们可以用这样一个反应式来表示。

$$\text{二氧化碳} + \text{水} \xrightarrow[\text{叶绿体}]{\text{光能}} \text{有机物（储存能量）} + \text{氧气}$$

在叶片中制造的糖被转化成蔗糖，通过叶脉中的筛管运往植物体的各个部分，用于植物体所有活细胞的生命活动。

光合作用的意义

光合作用的重要意义表现在以下几个方面：

首先，光合作用将无机物制造成有机物。这些有机物不仅是植物自身的营养物质，而且是人和动物的食物来源，也是多种工业原料（如棉、麻、糖、橡胶、木材等）的来源。据测算，地球上绿色植物每年制造的有机物可达 4×10^{13}~5×10^{13} t，因此人们把绿色植物喻为庞大的制造有机物的绿色工厂。

微信公众号：电子课本大全

其次，光合作用积蓄太阳光能。光合作用制造的有机物中储存的大量能量，是人类和动植物生活所必需的能量来源。煤炭、石油等燃料中含有的能量，也是古代植物光合作用所储存的能量。据估算，地球上绿色植物每年积蓄的能量可达3×10^{21} J，因此人们把绿色植物喻为巨型的能量转换站。

第三，光合作用产生氧气。据估算，地球上绿色植物每年产生5.35×10^{11} t氧气。光合作用产生的氧气，是人类和动植物进行呼吸的氧的来源。据估算，全世界生物呼吸和燃料燃烧消耗的氧气平均为1×10^{4} t/s，并产生许许多多二氧化碳。但是，大气中的氧气和二氧化碳的含量比较稳定，这正是光合作用吸收二氧化碳，放出氧气的结果。此外，大气中的氧气还有一部分转变为臭氧（O_3），并在大气层上层形成一个屏障，削弱太阳光中对生物有强烈破坏作用的紫外线，使人类和生物能在地球上活动和繁衍。

光合作用是地球上一切生物体生存、繁荣和发展的根本保障。

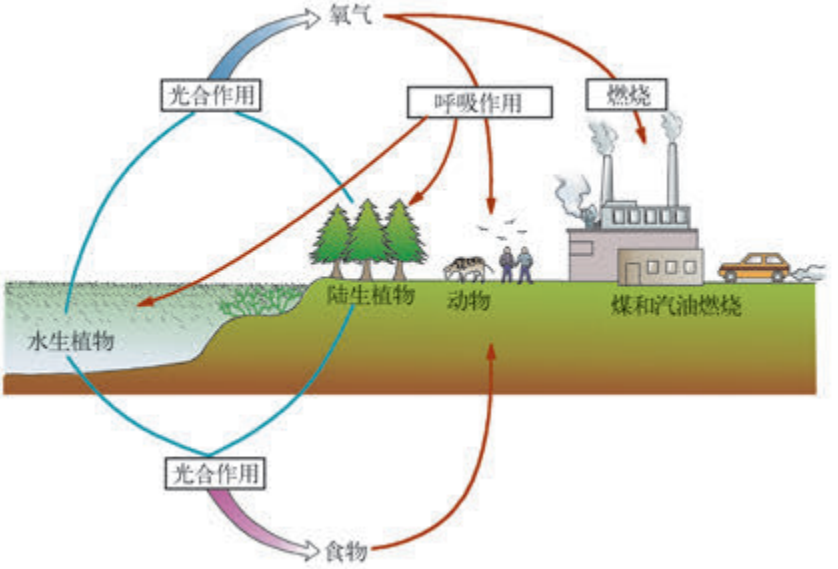


图4.4.4　光合作用的重要意义

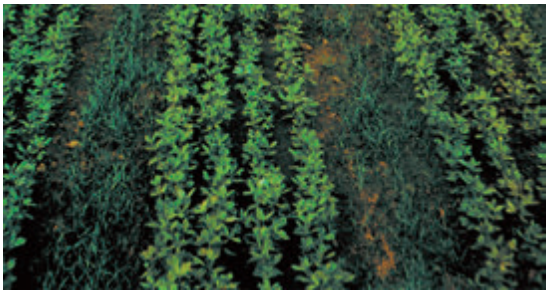


图4.4.5　小麦与蚕豆间种

光合作用与农业生产

为了提高农作物的产量，我们应尽量多地让阳光照射在农作物上，尽量少地照射到空地上，并且要尽量避免农作物相互遮光。因此，在种植农作物时，既不能过稀，又不能过密，要合理密植。间作套种也能有效地提高植物对太阳

微信公众号：电子课本大全

光的利用。此外，在温室栽培中施用二氧化碳气肥，增加二氧化碳的浓度，也能增强光合作用，显著提高农作物的产量。

有机物的分解和利用——呼吸作用

植物的呼吸作用

和人一样，植物也在不停地进行呼吸作用（respiration），吸收氧气，排出二氧化碳。



活动　萌发的种子吸收氧气

1．称量等质量的萌发的小麦种子和煮熟冷却的萌发的小麦种子，分别装入广口瓶A、B中，盖上橡皮塞，放于温暖黑暗处（或用黑纸把瓶子包起来）。

你知道为什么要把瓶子放在黑暗处或用黑纸包起来吗？

2．一昼夜以后，将点燃的蜡烛置入A、B瓶中。

你能看到什么现象？

A瓶中的蜡烛_____，B瓶中的蜡烛_____。

本活动的结果说明了什么？_____。



图4.4.6　萌发的种子吸收氧气试验



活动　种子呼吸释放二氧化碳

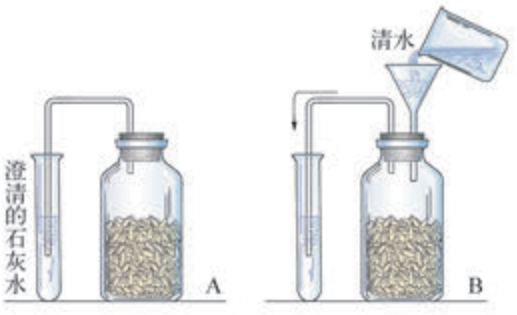


图4.4.7　种子呼吸时释放二氧化碳的实验装置

1．把装有萌发种子的广口瓶（或塑料袋）按图所示装置起来，并放于黑暗温暖处。

2．过一段时间后，通过一个漏斗向瓶内注水（或挤压塑料袋）。

你观察到试管中的澄清石灰水发生什么变化？_____。

活动的结果说明了什么？_____。

微信公众号：电子课本大全

活动　种子呼吸时放出热

1．将萌发的小麦种子和煮熟的萌发的小麦种子，分别装入两个保暖杯A、B中，然后用棉花将温度计包裹插入保暖杯的种子中。

2．2~3小时后，观测这两个保暖杯里的温度。

A杯_____℃，B杯_____℃。

活动的结果说明了什么？_____。

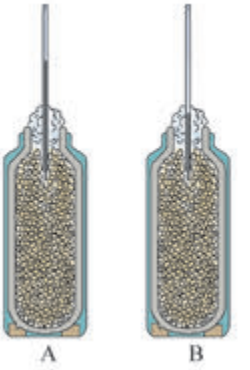


图4.4.8　证明种子呼吸作用放出热的实验装置

从上述3个实验我们可以看出，萌发的小麦种子具有呼吸作用：吸收氧气、放出二氧化碳，释放能量。除了种子以外，植物体的根、茎、叶、花和果实也都在不停地进行呼吸作用。

植物体虽然没有专门的呼吸器官，但植物体的每一个活细胞都在进行呼吸作用。呼吸作用是植物体吸收空气中的氧气，将体内的有机物转化成二氧化碳和水，同时将储存在有机物中的能量释放出来的过程。

有机物（葡萄糖）＋氧气→二氧化碳＋水＋能量

植物呼吸作用释放出来的能量，一部分用于植物的生命活动（如吸收无机盐、运输有机物、细胞分裂、生长、生殖等），还有一部分转变成热散发出来。种子呼吸的时候放出的热，就是这样来的。

呼吸作用与光合作用的相互关系

从光合作用和呼吸作用的过程我们可以看出，光合作用利用光能，将二氧化碳和水合成有机物，释放氧气，并储存能量；而呼吸作用吸收氧气，将体内的有机物转化成二氧化碳和水，并释放能量。显然它们是有区别的。

表4.4.1　光合作用和呼吸作用的区别

	光合作用	呼吸作用
进行场所	只在含有叶绿体的细胞中进行	在所有活细胞中都能进行
进行条件	在光下才能进行	在有光和无光的条件下都能进行
化学过程	吸收CO_2和H_2O，放出O_2	吸收O_2，放出CO_2和H_2O
物质和能量变化	制造有机物，储存能量	分解有机物，释放能量

微信公众号：电子课本大全

实际上，光合作用与呼吸作用也是有联系的，如果没有光合作用制造有机物，呼吸作用就无法进行，这是因为呼吸作用所分解的有机物正是光合作用的产物，呼吸作用所释放的能量正是光合作用储存在有机物中的能量。反过来说，如果没有呼吸作用，光合作用也无法进行，这是因为植物进行光合作用的时候，原料的吸收和产物的运输所需要的能量，正是呼吸作用释放出来的。所以说，呼吸作用与光合作用具有相互依存的关系。

植物的呼吸作用与人类生产、生活的关系

农田或花盆里浇水后（或下大雨后），土壤往往会板结，形成硬壳。板结的土壤，空气不流动，土壤中的氧气少，会妨碍根的呼吸作用，所以要及时中耕松土。农田淹水后也必须及时排涝。



图4.4.9　大豆的中耕松土

刚收获的粮食、油菜、花生等，含有较多的水分，必须尽快晒干。这是因为潮湿的种子呼吸作用旺盛，会消耗大量的有机物，呼吸作用散发的热量还会引起温度升高，甚至使种子失去发芽能力。

从果树上采下的水果仍然是活的，还在进行呼吸作用。因此，水果要贮藏在通风的地方。有的水果（如苹果）通过降低仓库的温度可以贮藏很长的时间，主要也是通过降低呼吸作用而达到的。



1. 如果把绿叶比作“绿色工厂”，那么它的动力、原料和产物各是什么？
2. 绿色植物的光合作用是在叶肉细胞的_____中进行的，包含了_____

微信公众号：电子课本大全

_____转化和_____转化两个过程。

3. 光合作用有什么重要意义？

4. 写出呼吸作用的反应式。

5. 判断题：

（1）绿叶只进行光合作用，不进行呼吸作用；根只进行呼吸作用，不进行光合作用。（　　）

（2）光合作用制造有机物，呼吸作用分解有机物。（　　）

（3）在光照下，光合作用放出氧气，呼吸作用吸收氧气，在植物体周围的空气中氧气的浓度没有变化。（　　）

6. 学过本章后，你对看到的一棵树有些什么新的认识？



本章学到了什么

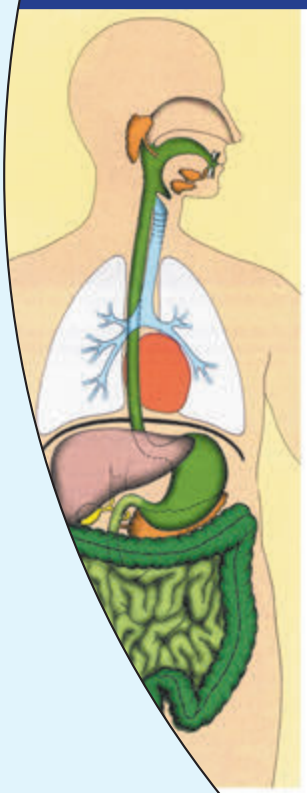
1. 根的形态各异。根有固定和吸收的功能。根的吸收主要在根尖的根毛区进行。
2. 植物的主干和侧枝为茎，它们都是由芽发育而来。双子叶植物和单子叶植物的茎在结构上有明显的不同。茎有输导和支持作用。
3. 叶的形态多种多样。叶片由表皮、叶肉和叶脉三部分构成。叶有制造有机物和蒸腾水分的功能。
4. 植物通过根毛吸收水分，通过根、茎、叶中的导管运输水分，通过蒸腾作用散失水分。
5. 植物主要通过根毛吸收无机盐，并通过根、茎、叶中的导管运输到植物体的各个部分，用于构建植物体和调节植物的生命活动。
6. 植物的叶绿体利用太阳光能，将二氧化碳和水制造成有机物，贮藏能量；光合作用有很重要的意义。
7. 植物在氧气的参与下，通过呼吸作用分解有机物，转化成二氧化碳和水，同时将储存在有机物中的能量释放出来，用于植物的生命活动。

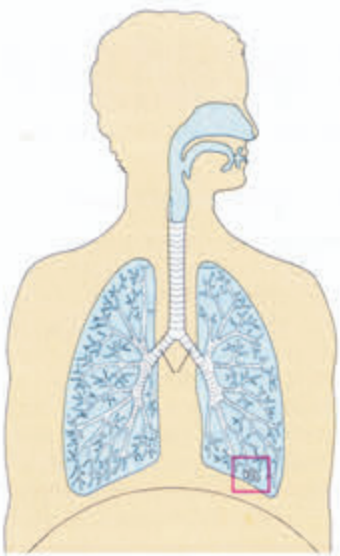
微信公众号：电子课本大全

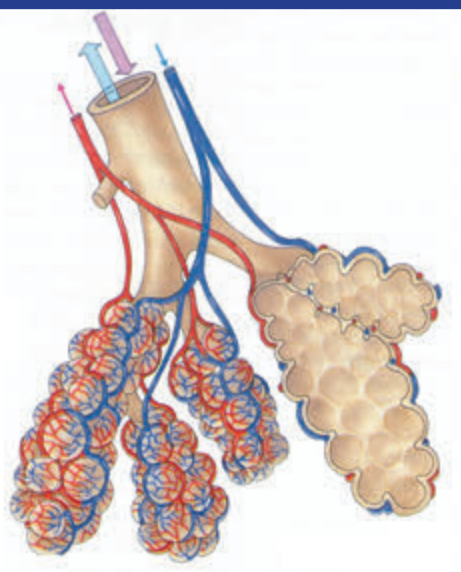
第5章

人体的物质和能量的转化

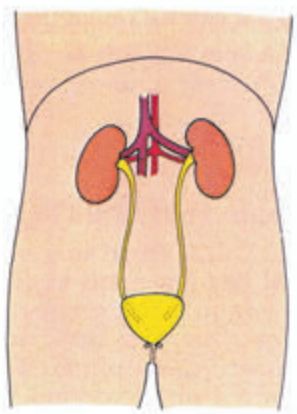
人体通过消化系统、呼吸系统、血液循环系统和排泄系统等器官系统，实现与外界环境的物质和能量的交换，以及人体内物质和能量的转换。











微信公众号：电子课本大全

1 食物的消化和吸收

人体从外界摄取的食物，经过消化系统的消化，分解成简单的小分子物质，并在小肠中被吸收，进入血液循环。

每天，我们都要吃许多食物，你是否知道食物中含有哪些营养成分？食物中的营养成分是否都能被人体直接吸收？

食物中的成分，只有水、矿物质和维生素能够被人体直接吸收，而淀粉、蛋白质和脂肪等大分子物质，必须在消化道中经过消化，分解成溶解于水的小分子物质，才能被吸收、利用。

食物在消化道内分解成可吸收的营养物质的过程，称为消化。

消化道和消化腺组成人体的消化系统（digestive system）。

消化道



思考与讨论

假如把人的消化系统比作一个食品加工厂，那么，在这个工厂里有哪些“车间”（器官）？这些“车间”对食物做了哪些加工？请根据已有的知识进行讨论，并在图 5.1.1 上标出这个“工厂”各个“车间”的名称。

实际上，“人体食品加工厂”是一条迂回曲折的管道，大约有 8~10m 长，从上

微信公众号：电子课本大全

到下有口腔、咽、食管、胃（stomach）、小肠（small intestine）、大肠（large intestine）和肛门，这就是人体的消化道。口腔、胃和小肠是“人体食品加工厂”的主要“车间”。

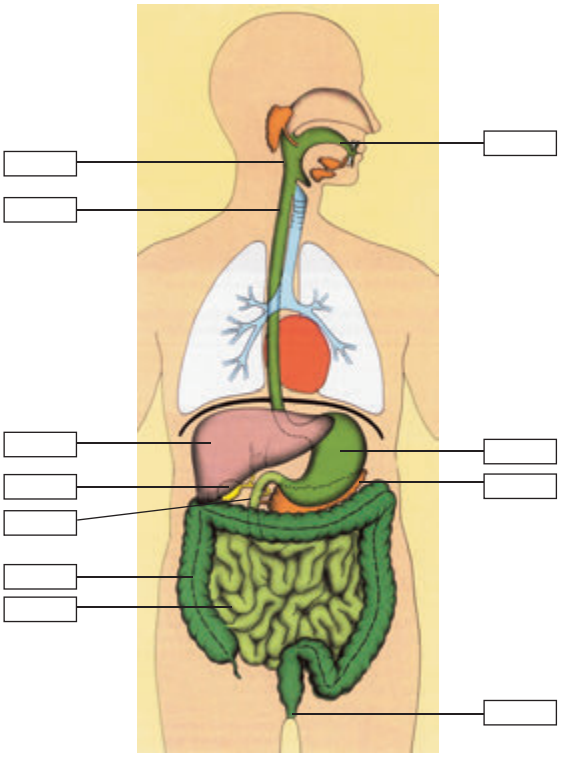


图5.1.1　消化系统

消化腺

“人体食品加工厂”还设有生产消化液的附属“车间”：唾液腺、肝脏（liver）、胰腺，以及分布于胃壁上的胃腺和肠壁上的肠腺。这些结构统称为消化腺。消化腺能分泌消化液，起着对食物进行精细加工的作用。

食物的消化和吸收



思考与讨论

图5.1.2是“人体食品加工厂”的生产流程示意图。仔细地读一读这幅图，思考并讨论以下几个问题：“人体食品加工厂”对食物进行加工，经过几道工序？这些加工工序是在消化系统的哪些器官中进行的？吃东西为什么要细嚼慢咽？吃东西太快，为什么食物有时会从胃返回到嘴里而且带有酸水？为什么不要边看书报边吃饭？



图5.1.2　“人体食品加工厂”的生产流程示意图

微信公众号：电子课本大全

口腔内的消化

在我们用餐的过程中，食物一旦入口，口腔便开始咀嚼。经牙齿的切割、研磨和舌头的搅拌，食物被磨碎，并与唾液混合，变成湿润的食物团块。在这一加工过程中，食物主要发生大小的变化，没有新的物质产生，这种加工方式叫做物理性消化。



成年人的牙齿共有32颗。门齿一共4对，犬齿2对，臼齿10对。约在6岁到17岁之间，这些牙齿逐渐取代幼儿时代的20颗乳牙。牙齿的功能：门齿（切牙）用于切断食物；犬齿（尖牙）用以捣碎食物；臼齿（磨牙）则能磨碎食物。



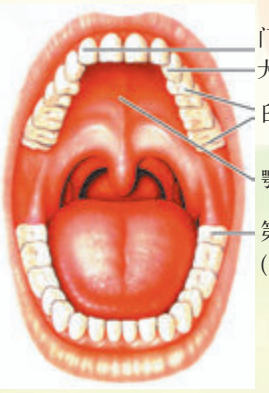


图5.1.3　牙齿



唾液淀粉酶对淀粉的消化作用

实验目的

观察唾液淀粉酶对淀粉的消化作用。

材料准备

淀粉，唾液，试管，试管夹，玻璃棒，烧杯，滴管，酒精灯，火柴，石棉网，温度计，冰水或冰块，碘液。

微信公众号：电子课本大全

实验过程

1. 收集唾液。先用冷开水漱口，然后头部略向前倾，下唇搁在试管口上，舌尖抵在上颚门牙的基部，不久就会有唾液沿着下唇流入试管，收集1~2 mL后，再用清水稀释2倍备用。

2. 称1 g淀粉，加100 mL清水调匀，煮沸，边煮边搅拌，制成1%淀粉糊。

3. 取一支试管，注入2 mL已冷却的1%淀粉糊。再取一支试管，注入2 mL已稀释的唾液。把2支试管放入冰水中，制成冰淀粉糊和冰唾液，备用。

4. 准备三支试管，编号1、2、3。先在1、2号试管中各加入2 mL淀粉糊。再在1号试管中加入2 mL唾液；在2号试管中加入事先煮沸的唾液；在3号试管中加入2 mL冰淀粉糊和2 mL冰唾液。

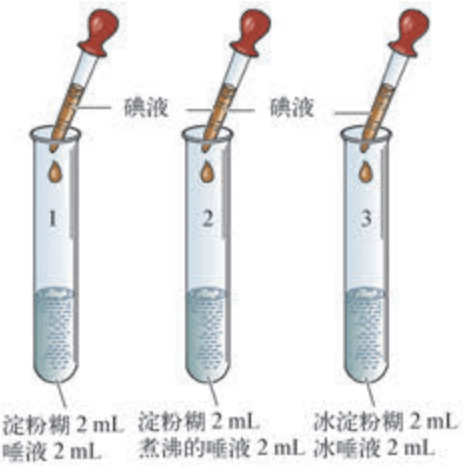


图5.1.4　唾液消化淀粉实验装置示意图

5. 把1、2号试管放入盛有37~40℃温水的烧杯中。把3号试管放入盛有冰水的烧杯中。5~10 min后，在这3支试管中各加入1~2滴碘液，摇匀。观察3支试管中内容物的颜色发生了什么变化，并记录在下表中。

试　管	加入物质	温　度	实验结果	解释原因
1	淀粉糊＋唾液	37℃		
2	淀粉糊＋煮沸的唾液	37℃		
3	冰淀粉糊＋冰唾液	0℃		

提示：

（1）淀粉未被消化，遇碘呈现蓝色；当淀粉被消化后，蓝色即褪；

（2）淀粉酶的消化作用，需要在一定的温度范围内进行，其最适温度为37℃。

唾液是唾液腺分泌的无色微浊的黏稠液体，成年人一天分泌量大约为1~1.5 L。在口腔中，食物与唾液混合一定时间后，便会有小分子物质产生。原因是唾液中含有淀粉酶，它能把食物中结构复杂的淀粉分解成麦芽糖。由于在口腔中有一部分淀粉被消化，因此如果我们细细地咀嚼一口米饭或馒头，就会品尝到糖的甜味。在“人体食品加工厂”中，这类加工方式叫做化学性消化。

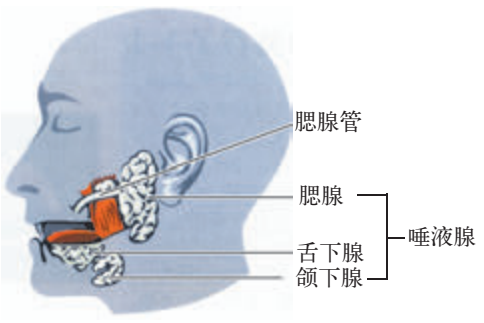


图5.1.5　唾液腺

微信公众号：电子课本大全

胃内的消化和吸收

食物经口腔的初步加工消化，形成的食团经咽和食道进入胃，在胃中进行进一步的加工。

胃是消化道中最膨大的部分，形状像个皮囊，位于上腹部，具有暂时贮存食物和初步消化蛋白质的功能（图5.1.6）。

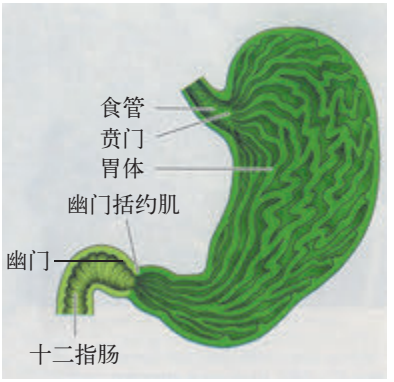


图5.1.6　胃的形态结构示意图（剖面图）

胃的内表面有许多皱襞，其中有许多胃腺，胃腺能分泌胃液。胃液具有杀菌、消化和保护胃壁的作用。胃壁中有发达的平滑肌层，食团进入胃后，靠胃壁平滑肌层的运动、搅拌，与消化液充分混和，形成食糜。在胃腺分泌的消化液中，含有盐酸和胃蛋白酶，能初步消化食物中的蛋白质，如瘦肉、鱼肉中的蛋白质等。

在口腔和食道内，食物实际上是不被吸收的。在胃内，食物的吸收也很少，只吸收酒精和少量的水分。也就是说，在“人体食品加工厂”中，口腔和胃这两个“车间”，只生产半成品。

小肠内的消化和吸收



活动　观察小肠绒毛

1. 取一段猪小肠放在培养皿中，观察小肠的外形以及剖面的肌肉层。

2. 用剪刀纵向剪开肠管，观察小肠内表面的黏膜和皱襞，用手指轻轻抚摸小肠黏膜，体会手指的感觉。

3. 剪下一小块小肠放在盛有清水的培养皿中，用放大镜仔细观察，可清楚地看到密密麻麻的绒毛状突起，这就是小肠绒毛。它们有什么作用呢？

活动结束后，请用洗手液洗手。

经胃消化的食糜进入小肠。小肠盘曲在腹腔中，长约5~6 m，是人体消化和吸收营养物质的主要场所。

小肠起始的一段是十二指肠，其长度最初是用指距量出来的，约有十二个手指宽度那么长，因此被叫做十二指肠，它的内侧壁有总胆管和胰管的开口。小肠内表面的黏膜上覆盖着成千上万个小褶皱，褶皱上有许多突起，叫做绒毛（图5.1.7）。

微信公众号：电子课本大全

每根绒毛表面覆盖着一层保护性黏液，并有丰富的毛细血管分布，有利于营养物质的吸收和转运。绒毛的存在使得小肠黏膜的表面积约增加30倍，可达到10m^2，从而使小肠大幅度地增加了消化和吸收的面积。

小肠壁上还有丰富的肠腺，能分泌多种消化液。肠壁还含有平滑肌层，能使小肠运动。

肝脏分泌胆汁，流入胆囊浓缩和贮存，成年人每天分泌的胆汁约有1 L。胰腺能分泌多种消化酶。进食后，胆汁和胰液经胆总管和胰管流入十二指肠（图5.1.8）。

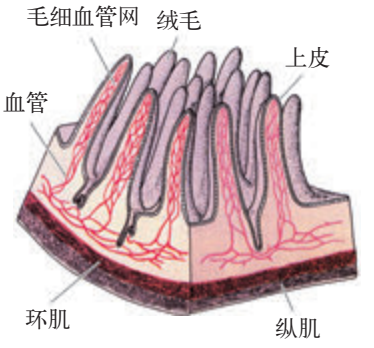


图5.1.7　小肠黏膜上的指状绒毛

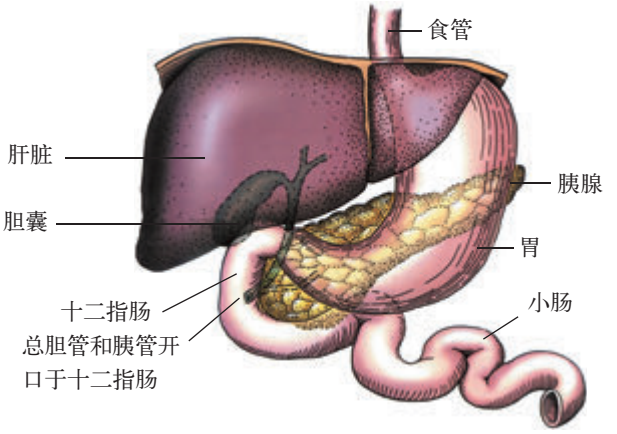


图5.1.8　消化系统的附属器官——肝脏、胆囊和胰腺

食糜进入小肠后，与胆汁、肠液、胰液混和，进行并完成消化。淀粉和麦芽糖被进一步分解为葡萄糖；蛋白质被分解为氨基酸；胆汁将脂肪乳化成微粒，并在消化液的作用下，分解为甘油和脂肪酸。最后这些小分子物质，以及食物中的大部分水、无机盐和维生素，都由小肠绒毛吸收，进入血液循环，这一过程叫做吸收。所以，小肠是食物消化和营养物质吸收的主要场所。也就是说，小肠是“人体食品加工厂”的“成品车间”，主要产品是葡萄糖、氨基酸、甘油和脂肪酸。

“人体食品加工厂”对食品中的淀粉、蛋白质和脂肪的加工流程——消化道内的化学性消化过程，可用以下的式子来表示：

$$\text{淀粉} \xrightarrow{\text{酶}} \text{麦芽糖} \xrightarrow{\text{酶}} \text{葡萄糖}$$

$$\text{蛋白质} \xrightarrow{\text{酶}} \text{氨基酸}$$

微信公众号：电子课本大全

脂肪 $\xrightarrow{\text{酶}}$ 脂肪微粒 $\xrightarrow{\text{酶}}$ 甘油＋脂肪酸

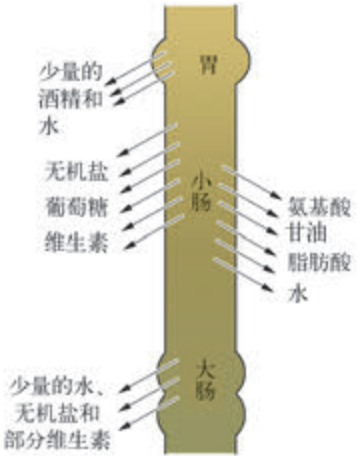


图5.1.9　营养物质吸收部位示意图

图5.1.9显示，“人体食品加工厂”的产品，包括其他营养物质在消化道中的吸收部位。

大肠内的消化和吸收

大肠相当于工厂的“三废”处理车间。食物经小肠消化和吸收后，食物残渣进入大肠。

大肠是消化道的最后一段。大肠的起始端有一蚯蚓状的小盲管，长约7~8 cm，这就是阑尾。阑尾的管腔细小，如果食物残渣或肠内寄生虫落入其中，易引起阑尾炎。大肠的末端是肛门。

人类的大肠没有重要的消化功能，主要是吸收水分，同时大肠也是贮存食物残渣、形成和排出粪便的器官。粪便的排出过程称为排遗。



1. 人体的消化系统由_____和_____两部分组成。

2. 人有时会呕酸，这是从哪里来的？它的成分是什么？

3. 根据阑尾的构造特点，试解释患阑尾炎的原因。

4. 口、胃、食道、十二指肠、小肠、食糜、淀粉酶、肝脏、胰腺、绒毛，其中_____、_____、_____、_____、_____不属于消化道的构造。

5. 有同学认为：“只要把食物嚼碎嚼烂，胃肠就能将它吸收进入血液。”又有人认为：“吃饭时，不管是细嚼慢吞还是狼吞虎咽，只要把食物吃到肚子里，都能被胃肠消化吸收。”这两种看法是否都正确？为什么？

6. 淀粉、脂肪和蛋白质消化的最终产物是什么？

7. 举例说明消化酶在食物的消化过程中的作用。

8. 你知道胆汁是什么滋味吗？它是什么器官产生的？它产生后又被输送到什么器官？

9. 试述小肠的构造是如何适应吸收营养物质的。

微信公众号：电子课本大全

2 人体的呼吸

除心脏之外，肺是最辛劳的器官。如果呼吸频率以16次／分钟计算，一个人每天大约需要呼吸23 000次；如果以75岁寿命计算，一生需要呼吸大约6亿次。



活动

用手紧紧地捂住自己的鼻和嘴，计算一下，你和你的同学能够坚持多长时间不呼吸。

从婴儿诞生时第一声啼哭开始，人就与空气结下了不解之缘。随着腹部和胸部的起伏，外界的新鲜空气源源不断地进入肺部，为人体提供氧气，同时又把体内产生的二氧化碳排出体外。如果不呼吸，不用一分钟，人就满脸涨红，青筋鼓露了；要是停止呼吸2~5 min，人的生命就会受到威胁。

人体通过呼吸系统与外界进行气体交换的过程称为呼吸。

呼吸系统的组成和结构

参与呼吸的器官除了肺之外，还包括呼吸道和控制呼吸运动的肌肉。图5.2.1示意人体的呼吸系统（respiratory system）。

呼吸道

呼吸道包括鼻、咽、喉、气管（trachea）和支气管（图5.2.1）。

呼吸道是空气进出体内的通道，同时又是保护身体健康的一条卫生防护线。鼻是这条防护线的前哨阵地。鼻腔的前部长有鼻毛，鼻腔的内表面有一层黏膜，黏膜中有丰富的毛细血管和黏液腺。呼吸时，鼻毛能滤去空气中的灰尘等颗粒状物质；毛细血管能调节吸入的空气的温度，使之不至于与体温相差过大；黏液

微信公众号：电子课本大全

腺能分泌黏液，使鼻腔保持湿润，并可粘住吸入空气中的灰尘和细菌。这样，外界寒冷、干燥的空气，经过鼻腔后，就逐渐成为温暖、湿润、清洁的空气。这些都对气管和肺有着重要的保护作用。

气管和支气管的内表面是一层黏膜，黏膜中也分布有黏液腺，并分布着无数的纤毛。黏液腺分泌的黏液粘住灰尘和细菌，形成痰。黏膜上的纤毛不断地向喉部做麦浪式的摆动，将痰逐步推向喉部，然后经咳嗽咳出体外（图5.2.2）。

由于痰中常常含有各种病菌，痰咳出并干燥后，痰中的病菌就会随着灰尘漂浮在空气中，其他人吸入后就可能患上疾病。因此，不可随地吐痰，以防止疾病的传播。不随地吐痰是社会文明的一个重要的标志。

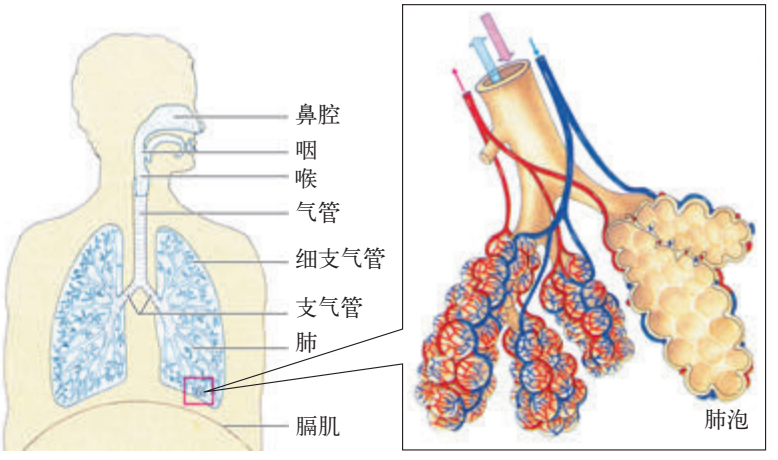


图5.2.1　人体的呼吸系统

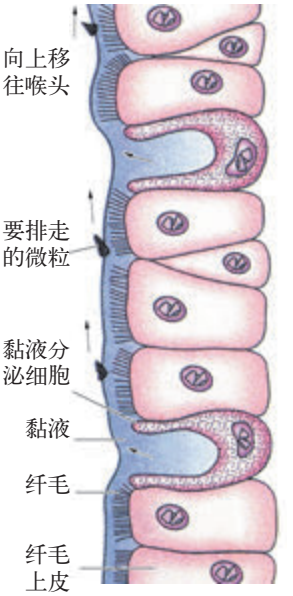


图5.2.2　气管和支气管内壁黏膜结构示意图

小资料　咳嗽

咳嗽是人体的一种保护性反射动作。呼吸道内的病理性分泌物和从外界进入呼吸道内的异物，可借助咳嗽排出体外。但如因频繁的咳嗽以致影响休息、学习和工作，咳嗽便失去其保护意义，这样，患者必须及早诊治。

医生往往从咳嗽的性质、咳嗽出现的时间与节律、咳嗽的音色、痰的性质和痰量，以及伴随的症状，来判断咳嗽的病因并对症下药。例如，咳嗽无痰或痰量很少，称为干性咳嗽，常见于急性咽喉炎与急性支气管炎初期、胸膜炎、轻症肺结核等；咳嗽伴有痰液称为湿性咳嗽，常见于肺炎、慢性咽炎、慢性支气管炎、支气管扩张等疾病。

微信公众号：电子课本大全

肺

肺（lung）是呼吸系统的主要器官，位于胸腔内，左右各有一个，主要由肺泡和细支气管组成。

在肺的每根细支气管的末端，都有许多气囊状的结构，犹如一串串的葡萄。每个气囊由许多肺泡构成（参见图5.2.1）。肺泡外面布满毛细血管，肺泡和毛细血管的壁很薄，都只有一层上皮细胞；人体的肺泡总数可达7亿多个，如果把每个肺泡的内表面摊开连接起来，总面积约有100 m^2，相当于人体表面积的40~50倍。这样的结构，适合于肺泡和血液之间进行气体交换。

呼吸肌

肺由胸部的肋骨保护。肋骨的排列呈篮状，在胸前与胸骨连接，在背部与脊柱相连，围成胸腔。每两根肋骨之间有两组肌肉，分别称为肋间内肌和肋间外肌。胸腔的底部有一块肌肉，把胸腔和腹腔分隔开来，称为横膈，也称为膈肌。肋间肌和膈肌是参与呼吸的主要呼吸肌，在呼吸中有重要的作用。

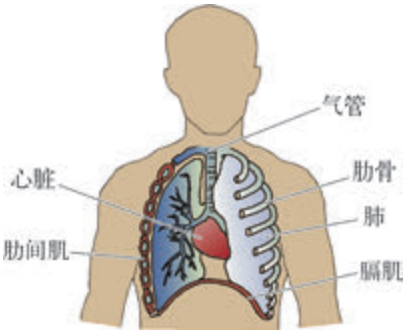


图5.2.3　肋间肌和膈肌位置示意图

呼吸运动



活动　**模拟肋骨运动**

一只手拿着图5.2.4所示的模型，另一只手向外上提“肋骨”，然后向内放下“肋骨”。注意观察“肋骨”运动时，“胸廓”前后直径和左右直径的变化。把手平放在胸部，体验一下上述过程。

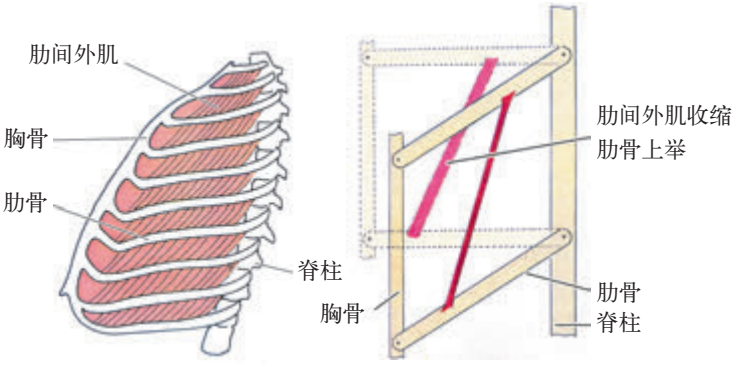


图5.2.4　模拟肋骨运动的实验装置及操作示意图

微信公众号：电子课本大全

平时我们所说的呼吸，是指肺泡内的气体与大气的交换，即肺通气。肺通气依靠呼吸运动来完成。

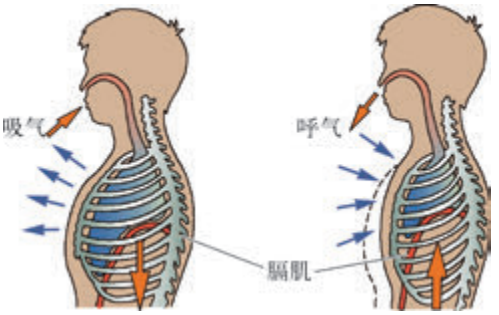


图5.2.5　人体呼吸运动时胸廓和膈肌的变化

吸气时，肋间外肌和膈肌收缩，导致胸廓体积增大，肺随之扩张，外界的新鲜空气从呼吸道进入肺；呼气时，膈肌和肋间外肌舒张，引起胸腔体积缩小，肺也随之缩小，肺内含较多二氧化碳的气体被排出体外。吸气和呼气这两个动作合起来就是呼吸运动（见图5.2.5）。



活动　研究运动对呼吸频率的影响



图5.2.6　测量呼吸频率

1. 安静休息时，把两手贴在自己的胸部上，数一数胸廓每分钟起伏的次数（即呼吸频率）。
2. 高抬腿跑步3 min，立即按上述方法，测定运动后的呼吸频率。

结果：

休息时每分钟的呼吸次数：_____；

运动后每分钟的呼吸次数：_____。

问题：

1. 运动对你的呼吸频率有无影响？如果有影响，运动是怎样影响呼吸频率的？
2. 比较你和同学的测定结果。运动是否对所有的同学都有影响？

微信公众号：电子课本大全

气体交换

活动　呼出气和吸入气的成分变化

1. 比较呼出气和吸入气中氧含量的差异（参见图5.2.7）。

（1）收集吸入气体和呼出气体各1瓶。吸入气体直接采用大气；呼出气体依图示的方法收集。

（2）在一瓶吸入气和一瓶呼出气内分别放入一支已燃着的小蜡烛。记录蜡烛燃烧的时间。

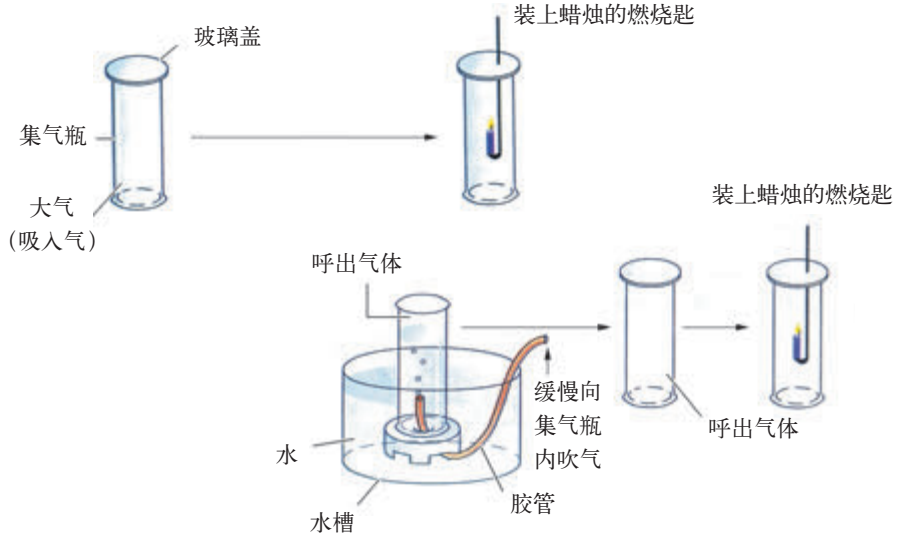


图5.2.7　检测呼吸气体氧含量差异的实验装置及操作示意图

2. 比较呼出气和吸入气中二氧化碳含量的差异（参见图5.2.8）。

（1）在两个烧杯中各注入200 mL的澄清石灰水。



图5.2.8　检测呼入气与呼出气中二氧化碳含量差异的实验装置及操作示意图

微信公众号：电子课本大全

(2) 通过一根清洁的玻璃管，向一个烧杯的石灰水中吹气。澄清的石灰水发生什么变化？

(3) 用洗耳球向另一个烧杯的石灰水中打气。澄清的石灰水是否发生变化？

对上述实验结果进行分析讨论。

以上实验只说明吸入气比呼出气含有较多的氧和较少的二氧化碳，并不能提供准确的数据。你能否把实验改进，以便测量到精确的结果？

呼吸时，空气被吸入肺部，肺里的气体又被排出体外。外界的新鲜空气进入肺后，肺泡与血液之间进行气体交换，与此同时，血液与组织之间也进行了气体交换。

当在厨房中打开一瓶醋的时候，我们很快就会闻到醋的香味，这是组成醋的物质分子从醋瓶中扩散开来的缘故。任何一种气体总是由浓度高的地方向浓度低的地方扩散，直至平衡为止。人体内的气体交换，也是通过气体的扩散作用来完成的 (参见图5.2.9)。

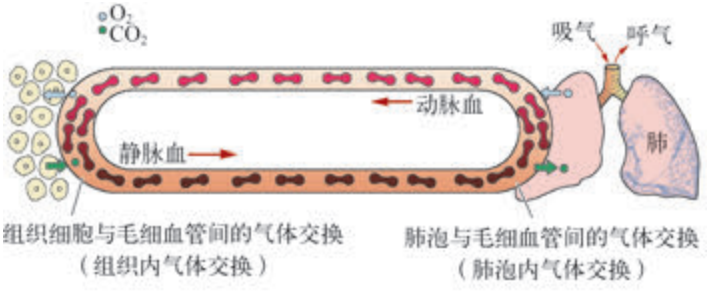


图5.2.9　气体交换示意图



阅读　吸烟有哪些害处

有人认为吸烟可以兴奋神经，帮助思考问题，提高工作效率。真是这样吗？实验得出的答案恰恰与此相反。烟草燃烧后产生的烟雾中含有二十多种有毒有害物质，如烟焦油、尼古丁、一氧化碳等。因此，吸烟对人体健康有许多害处：

(1) 长期吸烟，可引起动脉硬化，并诱发冠心病。

(2) 影响人体的营养吸收。尼古丁可以阻止人体对维生素C的吸收，长期吸烟易患坏血病。

(3) 诱发多种疾病。吸入的香烟烟雾对呼吸道、消化道的器官有恶性刺激作用，因而有人认为它是胃及十二指肠溃疡、呼吸道感染，甚至是口、唇、舌、食道、呼吸道、肺等癌症的诱发因素。有资料表明，吸烟者患肺癌的比例要比不吸烟的高10~20倍。

此外，青少年正处于生长发育时期，吸烟会降低记忆力，分散注意力，容易疲劳，经常头昏头痛，造成学习成绩下降。在家庭和公共场所吸烟，烟雾还会对其他人造成伤害。

微信公众号：电子课本大全



1. 为什么人要不停地呼吸？

2. 用鼻呼吸和用嘴呼吸，哪种呼吸不利于健康？为什么？

3. 青少年为什么不要吸烟？

4. 为什么不能把头蒙在被窝里睡觉？

5. 为什么人倦了会打呵欠？

6. 吸气时，你的肋间外肌和膈肌收缩，导致胸廓体积_____，肺随之_____，外界的新鲜空气从呼吸道进入_____。

7. 呼气时，你的膈肌和肋间外肌舒张，引起胸腔体积_____，肺也随之_____，肺内含较多_____的气体被排出体外。

8. 呼吸时，吸入气中氧的含量比呼出气中氧的含量_____；呼出气中二氧化碳的含量比吸入气中二氧化碳的含量_____。

9. 血液流经肺泡外的毛细血管时，氧气由肺泡扩散到血液中，同时血液中的_____扩散到肺泡中。经过这样的气体交换，肺泡毛细血管中的血液就变成含氧丰富的_____。

10. 动脉血流经组织处的毛细血管时，血液中的_____扩散到细胞中，同时细胞里的_____扩散到血液中。经过这样的气体交换，流经组织的动脉血就变成含氧少的_____。

微信公众号：电子课本大全

3 人体内的物质运输

血液循环系统是体内的运输系统。心脏是推动血液循环的动力装置，血管是运输道路，血液是运输工具。



思考与讨论

奔跑时，你会感到心脏跳得特别激烈，呼吸也会加深加快，这是为什么？用听诊器听一听自己心脏的搏动声，再测量自己的脉搏，你会发现心脏的搏动和脉搏完全一致，这又是为什么？



图5.3.1　人体的血液循环系统

运动时，需要消耗许多能量，与此同时，心跳加快，呼吸加快加深，以使肌肉能够得到更丰富的营养物质和氧。那么，人体从外界摄取的营养物质和氧，是如何到达全身所有的组织和细胞，细胞产生的二氧化碳和废物又是如何被运走的呢？

人体内物质的运输是血液循环系统的主要功能。

血液循环系统的组成和结构

心脏和血管构成一个管道系统，血液在这个封闭的管道系统中周而复始地循环流动，担负着体内物质运输的重要工作。由心脏（heart）、血管（blood vessel）和血液（blood）组成的血液循环系统（circulatory system），贯穿着全身（图5.3.1）。

微信公众号：电子课本大全

心脏

人的心脏位于胸腔内，在两肺之间，外形像个桃子，大小与本人的拳头差不多，成人的心脏重约300 g。

心脏主要由心肌构成。它内部分为四个腔：左心室、右心室、左心房和右心房。左、右心室位于心脏下部，体积较大，壁较厚；左、右心房分别位于心室的上方。在心房和心室之间，以及心室和动脉之间，都有瓣膜相隔。由于这些瓣膜都是单向开放，因此起着阀门的作用，从而保证血液沿着一定的方向流动，不致发生倒流（见图5.3.2，图5.3.3）。

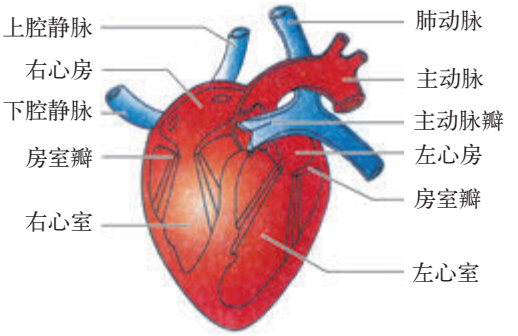


图5.3.2　心脏结构示意图



图5.3.3　心脏内的瓣膜

心脏借助心肌交替地收缩和舒张，泵压着血液流动。心肌收缩时，心房和心室的容积缩小，心脏内的血液受挤压而流入动脉；随着心肌的舒张，心房和心室的容积增大，静脉中的血液流入心脏。心脏不停地搏动，推动血液在心脏和血管中沿着固定的方向不间断地流动。心脏每分钟搏动的次数称为心率，一般健康人休息时为60~80次/min，运动时心率可增加到100次/min以上。

血管

血管分为动脉、静脉和毛细血管三种，它们组成一个血管网络，遍布全身（见图5.3.1，图5.3.4）。

动脉（artery）是将血液带离心脏的血管。动脉从心脏发出后，逐级分支，越来越细。动脉的管壁较厚、弹性大，管内血流的速度较快。

静脉（vein）是从组织将血液运回心脏的血管。身体各处的小静脉，逐渐汇合增粗，成为大静

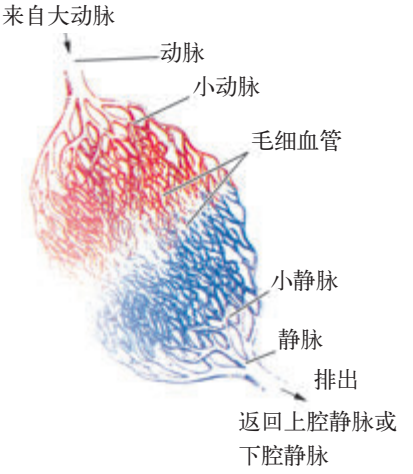


图5.3.4　动脉、静脉和毛细血管的关系示意图

微信公众号：电子课本大全

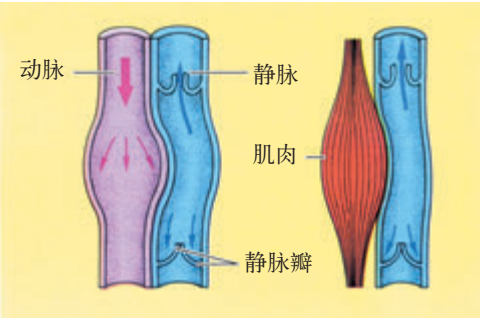


图5.3.5　动脉和静脉的纵剖面示意图

脉。与动脉相比较，静脉的管壁较薄、弹性小，管腔较大，管内血流速度较慢。四肢静脉的内表面还有静脉瓣膜来阻止血液倒流，帮助血液流回心脏。

毛细血管（capillary）是连接小动脉和小静脉的血管，呈网状分布。毛细血管的数量大，分布广；血管内径只有8~10 μm，几乎只能允许红细胞单行通过；管壁只由一层上皮细胞组成；管内的血流速度缓慢。这些特点，便于血液与组织细胞之间充分地进行物质交换。图5.3.6所示为血管的横切面。

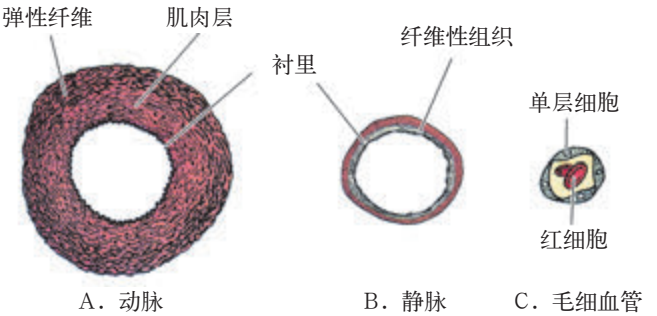


图5.3.6　血管的横切面示意图



活动　观察鱼尾血液微循环

1. 用湿药棉裹住小鱼，放在培养皿中（如图5.3.7所示）。

2. 用载玻片盖住鱼尾，在低倍显微镜下观察。

3. 观察鱼尾毛细血管中血液的流动。

4. 试描述毛细血管的形态特征和红细胞在毛细血管中流动的特征。

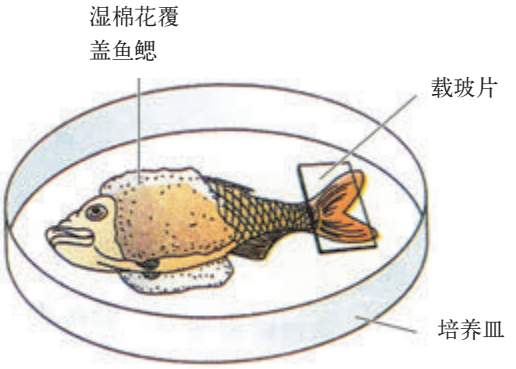


图5.3.7　观察鱼尾毛细血管血液流动装置图

血液

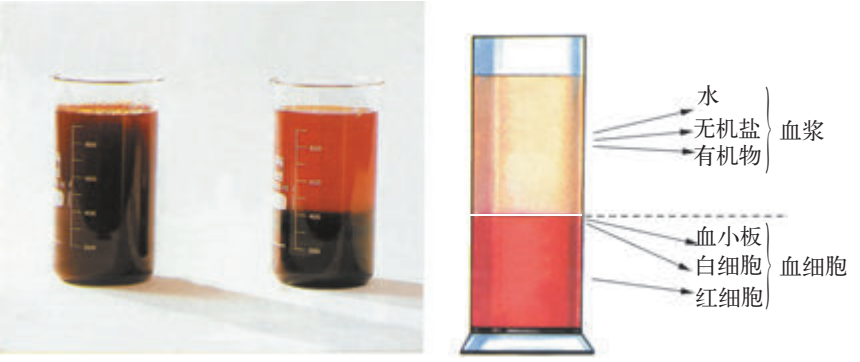
血液的总量约为体重的7%~8%。如果一个人的体重为40 kg，则其总血量约为3 000 mL。根据体重，你能计算出你和周围同学的总血量吗？

微信公众号：电子课本大全

活动　观察血液的成分

1. 取一个试管，放入少量抗凝剂，再注入2~3 mL新鲜的动物血，摇匀。

2. 静置12小时后（或用离心机离心分离），可见血液分成三层。上层呈_____色，透明，是_____；下层是_____色，_____透明，是_____；中间为一薄层_____色的_____和_____。



（a）大约600 mL血液静置前后的变化　　（b）标示血液成分

图5.3.8　血液的成分

血液由血浆和血细胞组成。血浆占血液总量的55%，其中90%以上是水，其余是有机物和无机盐。血浆的主要功能是运载血细胞、运输养料和废物等。

血细胞有红细胞、白细胞和血小板三种。它们的体积都很小，肉眼看不清，只有在显微镜下才能观察到。

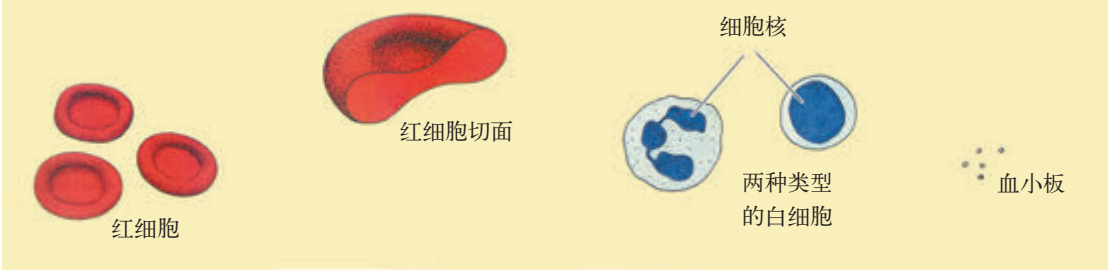


图5.3.9　血细胞的形态

婴儿出生后，红细胞在长骨、肋骨、胸骨、颅骨和脊椎骨的骨髓中形成，成熟

微信公众号：电子课本大全

的红细胞呈两面凹的圆饼状，没有细胞核，平均直径大约只有7 μm。红细胞内有一种含铁的蛋白质，叫做血红蛋白，呈红色。红细胞的主要功能是携带、运输氧和二氧化碳。



小资料　小心煤气中毒

煤气中毒也叫一氧化碳中毒。一氧化碳无色无味，不易被人察觉，它一旦被吸入肺内，扩散到血液里，就能与红细胞中血红蛋白结合，而且这种结合能力比氧与血红蛋白的结合能力大200倍。这样，人在煤气中毒以后，大量的血红蛋白就与一氧化碳结合了，而氧失去与血红蛋白结合的机会，人就会出现呼吸困难、全身缺氧，严重的会危及生命。当发生煤气中毒时，必须迅速将病人转移到通风、温暖的地方，最好让病人吸氧，甚至应用高压氧疗法，提高血液的带氧能力。预防煤气中毒，最重要的是要防止煤气泄漏，要保持室内通风。

白细胞在骨髓和胸腺中形成，呈白色圆球状或形状不规则，比红细胞稍大，有细胞核，但数量少。血液中的白细胞有五种，按照体积从小到大是：淋巴细胞、嗜碱粒细胞、中性粒细胞、单核细胞和嗜酸细胞。白细胞通常被称为免疫细胞，在人体中担负许多重任。它具有吞噬异物并产生抗体的作用，具有伤病的损伤治愈能力，抗御病原体入侵的能力，对疾病的免疫抵抗力等。

血小板在骨髓内形成，比红细胞和白细胞都小得多，形状不规则，没有细胞核。血小板的主要功能是促进血液凝固。

在正常情况下，血液中各种血细胞的数量都有一个相对稳定的范围。正常成年人，每微升血液中所含血细胞的数量为：

红细胞：男子400万~550万个，女子350万~450万个；

白细胞：4 000~10 000个；

血小板：10万~30万个。

青少年血细胞的数量与成年人相似。

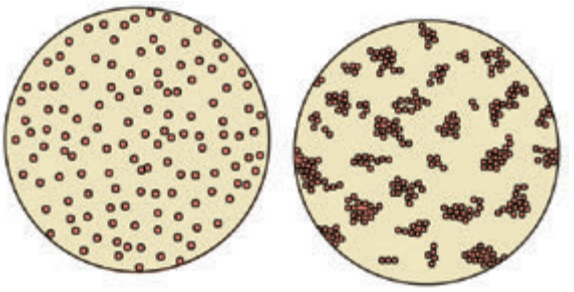
如果身体大量失血，例如意外受伤，一次失血超过体内血量的30%（1 200~1 500 mL以上），生命就会有危险。幸而可以将其他人的血液输送到病

微信公众号：电子课本大全

人的体内进行抢救。这种将血液输给病人的过程称为输血。按照ABO血型系统，人类有4种血型：A、B、AB和O。要输血成功，捐血者的血型必须与受血者的血型相容。下表表示输血时血型之间的关系。

患者血型	可输的血型	不能输的血型
A	A,O	B,AB
B	B,O	A,AB
AB	A,B,O,AB	
O	O	A,B,AB

如果两者的血型不相容，输血后受血者的红细胞会凝集成团，导致血管阻塞，从而产生严重的后果，甚至死亡。因此，输血时应以输同型血为原则。如遇情况紧急，一时找不到同型血，可用O型血输给其他三种血型的病人，而AB型血可以接受其他三种血型的血。



(a) 正常状态　　(b) 凝集状态

图5.3.10　显微镜下的红细胞

如果一个人失血不超过体内血量的10%（约400 mL），由于身体极易适应血液量的变化，在一定时期内会得到补充而恢复正常，所以，健康成年人每次献血200~300 mL，不会影响身体的健康状况。每个公民都有献血的义务。



小资料　人体内血红蛋白的含量

刚出生的婴儿，每100 mL血液含有的血红蛋白可高达15~22 g。出生后2~3个月的婴儿，每100 mL血液内血红蛋白的含量大约降至11 g，以后逐渐上升，11岁时达到成年人的水平。成年人每100 mL血液内血红蛋白的含量，男女有所不同：男子约为12~15 g左右，女子约为11~14 g。

微信公众号：电子课本大全

血液循环

血液在心脏的泵压下，通过血管在全身循环流动，根据循环途径的不同，可将血液循环分为体循环和肺循环两部分（见图5.3.11，图5.3.12）。

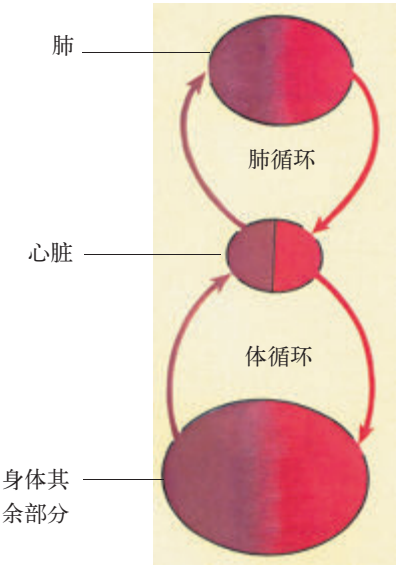


图5.3.11　血液循环示意图

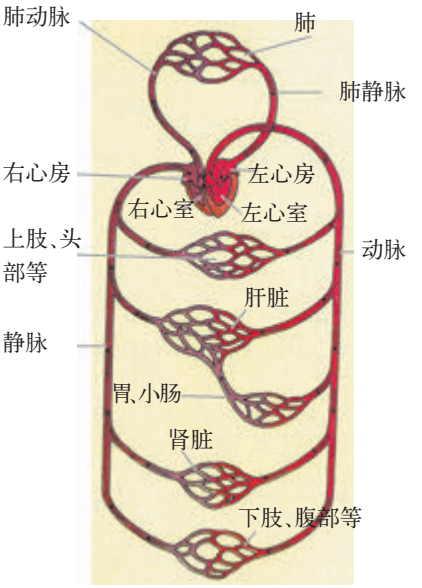


图5.3.12　人体血液循环示意图

体循环

血液由左心室泵出，依次进入主动脉、全身各级动脉、毛细血管网、各级静脉，最后汇集到上下腔静脉，流回右心房，这一循环途径称为体循环。

肺循环

血液从右心室泵出，经肺动脉及其分支，流入肺部毛细血管，再沿着肺静脉返回左心房，这一循环途径叫做肺循环。

通过体循环和肺循环，从肺部返回心脏的血液，经气体交换，含氧量较高，二氧化碳含量较少，呈鲜红色，这就是动脉血；从全身其余部位返回心脏的血液，经组织交换，血液中的氧进入组织细胞，组织细胞中的二氧化碳进入血液，血液含氧量较少，二氧化碳含量较多，呈暗红色，动脉血变成了静脉血。

体循环和肺循环是同时进行的，而且都要经过心脏。它们共同构成一个完整的血液循环，为人体的每个细胞不断提供养料和氧，又运走二氧化碳等废物。

微信公众号：电子课本大全



1. 血液由_____和_____组成。

2. _____具有造血功能，原因是红细胞、白细胞和血小板主要在_____内形成。

3. 携带血液离开心脏的血管称为_____。

4. 在器官和组织中，每条小动脉再分成十分细小的血管，构成血管网络，这些血管称为_____。

5. 我们平时看到的皮肤下方的“青筋”是负责将血液带回心脏的血管，这是什么血管？

6. 心脏包括四个腔：_____、_____、_____和_____。

7. 血液必须经过心脏两次，才完成一个完整的血液循环。血液循环包括：_____和_____。

8. 血液在血管内是如何流动的？

微信公众号：电子课本大全

4 人体的排泄

人体生命活动过程中所产生的二氧化碳、水、尿素等物质，在体内积聚多了，对人体有害。因此，必须及时排出体外。



思考与讨论

一个人每天大约要排出1 L多的尿液。你是否知道，尿液是怎样产生的？尿液中含有什么物质？尿液是如何排出体外的？

泌尿系统的结构

实际上，上面提出的问题，都与泌尿系统的结构和功能有关。

泌尿系统（urinary system）由肾脏（kidney）、输尿管、膀胱和尿道组成（图5.4.1）。

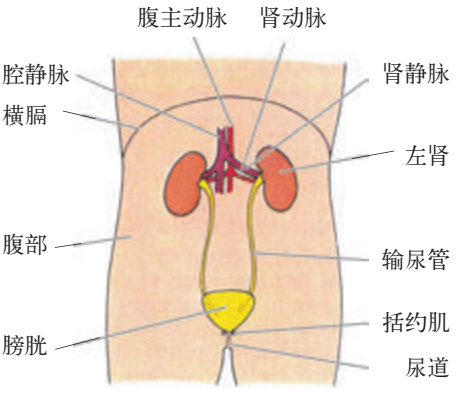


图5.4.1 泌尿系统模式图



活动 观察肾脏的外形和内部结构

1. 取新鲜猪肾或羊肾，用清水冲洗干净；观察肾脏的外部形态和结构。肾脏的形状与什么物体相像？肾脏的内侧凹陷处有几根导管？你知道它们的名称和功能吗？

2. 用解剖刀把肾脏纵向切成两等份，并用清水冲洗干净；用放大镜仔细观察肾脏的纵剖面。你能看到什么结构？这些结构的颜色和形态有何特征？你知道它们的功能吗？

微信公众号：电子课本大全

从肾脏的剖面可以看到，肾脏的外层是颜色较深的皮质，内层颜色较浅部分是髓质，髓质内侧漏斗状的腔是肾盂，肾盂与输尿管连通（图5.4.2）。人的肾脏与猪或羊的肾脏相似。

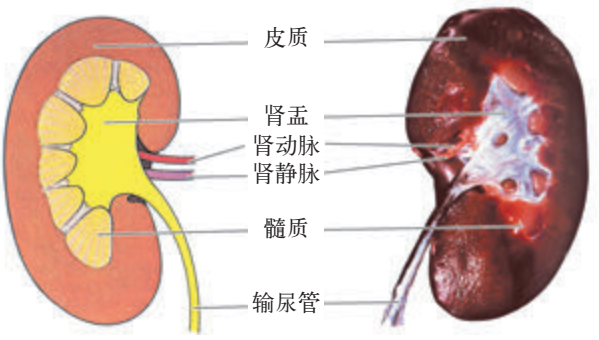
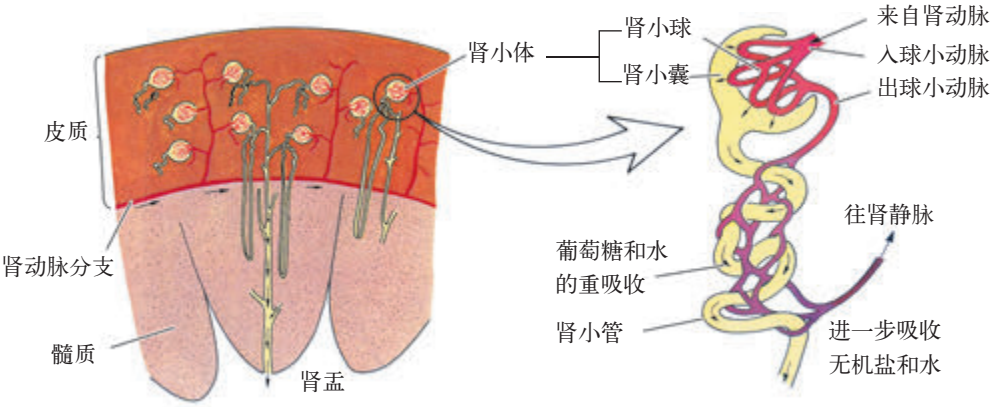


图5.4.2　肾脏的内部结构和功能

肾脏是生成尿液的器官，位于腹后壁脊柱两旁，左、右各有一个。每个肾脏由大约100多万个肾单位构成。每个肾单位包括肾小体和肾小管两部分，肾小球和肾小囊构成肾小体（见图5.4.3）。

肾小体分布在皮质内，是生成原尿的结构；肾小管弯曲细长，分布在皮质和髓质之中。原尿进入肾小管后，经肾小管的重吸收，形成尿。



(a) 通过肾脏皮质和髓质的切面　　(b) 肾小体的滤过和肾小管的重吸收

图5.4.3　肾脏的结构和功能示意图

尿的生成和排出

血液进入肾脏后，血浆中的一部分水、无机盐、葡萄糖和氨基酸，以及人体生命活动中产生的废物，如尿素、尿酸等物质，都可以通过肾小体的滤过而形成

微信公众号：电子课本大全

原尿。

当原尿流经肾小管时，其中对人体有用的物质，如大部分水、部分无机盐、全部葡萄糖和氨基酸，被肾小管重新吸收，并进入肾小管外的毛细血管，回到血液中。

在肾小管重吸收的同时，肾小管上皮细胞所产生的物质，如氨，被分泌到肾小管的管腔中，与原尿中经重吸收后所剩下的废物，如尿素、一部分水和无机盐等，一起逐渐流入肾盂，形成尿。

下表为血浆、原尿和尿的成分含量比较。

成　分	血浆（g/L）	原尿（g/L）	尿（g/L）
蛋白质	70.0	0.0	0.0
葡萄糖	1.0	1.0	0.0
氨基酸	0.5	0.5	0.0
无机盐	7.0	7.0	15.0
尿　素	0.3	0.3	20.0

肾脏形成的尿，经过肾盂流入输尿管，再由输尿管流入膀胱。当尿液在膀胱中积贮到一定量时，就要排尿。在神经系统的支配下，膀胱收缩，尿道内的括约肌舒张，尿液便经尿道排出体外。

排尿不仅起到排除废物的作用，而且对调节体内水和无机盐的含量，维持组织细胞的正常功能，有着重要的作用。

人体将二氧化碳、尿素和多余的水等废物排出体外的过程，叫做排泄。在排泄出体外的物质中，绝大部分的水、无机盐、尿素等通过泌尿系统排出。此外，还有一部分水和少量的无机盐、尿素以汗液的形式由皮肤排出；二氧化碳和少量的水则以气体的形式通过呼吸系统排出体外。

在1 min中，通过肾脏的血液大约有1 000 mL。人体的总血量为4 000~5 000 mL。因此，循环系统中的血液全部通过肾脏，一次只需4~5 min。

由于尿中存在血红蛋白的分解产物，因此尿液呈现黄色。尿愈浓，颜色愈深。

微信公众号：电子课本大全

科学 技术 社会 环境　尿液的用途

尿液来自血液，在肾脏中生成。肾脏功能正常，尿路通畅，能使体内代谢废物排出，保持人体的健康。尿液的成分发生变化，往往提示泌尿系统甚至其他身体系统的功能出现异常。因此，尿液检查具有广泛的临床意义。此外，尿液中还含有多种生物活性物质，所以尿液不仅用于临床检查，而且还可作为生物制药原料，从中萃取生物药品，例如，尿激酶（UK）、人绒毛膜促性激素（HCG）和人绝经期促性腺激素（HMG）。

尿激酶从新鲜男性尿液中萃取，功能是溶解血栓。临床上主要用于急性心肌梗塞、急性脑血栓、脑梗塞及外周动静脉血栓等疾病的治疗。

人绒毛膜促性激素从孕妇的新鲜尿液中萃取，临床上主要用于治疗女性无排卵性不孕和男性少精、弱精或无精等症状。

人绝经期促性腺激素从绝经期妇女的新鲜尿液中萃取，临床上主要用于治疗男、女性不育症。



练习

1. 人体的泌尿系统由_____、_____、_____和_____组成。

2. 尿的形成主要通过肾单位的_____和_____的作用。

3. 排尿不仅起到排除_____的作用，而且对调节体内_____的含量，维持组织细胞的正常功能，有着重要的作用。

4. 为什么不要强忍大小便？

5. 为什么验小便可以诊断疾病？请举例说明。

微信公众号：电子课本大全

5 人体生命活动过程中物质和能量的转化

简单地说，人体与外界环境之间的物质和能量的交换，以及人体内物质和能量的转变过程，就是人体的新陈代谢。新陈代谢失调会引起疾病；新陈代谢一旦停止，生命也就结束。

联系本章学过的知识，仔细阅读图5.5.1。想一想，人体新陈代谢涉及哪些器官系统？这些器官系统发挥了什么作用？

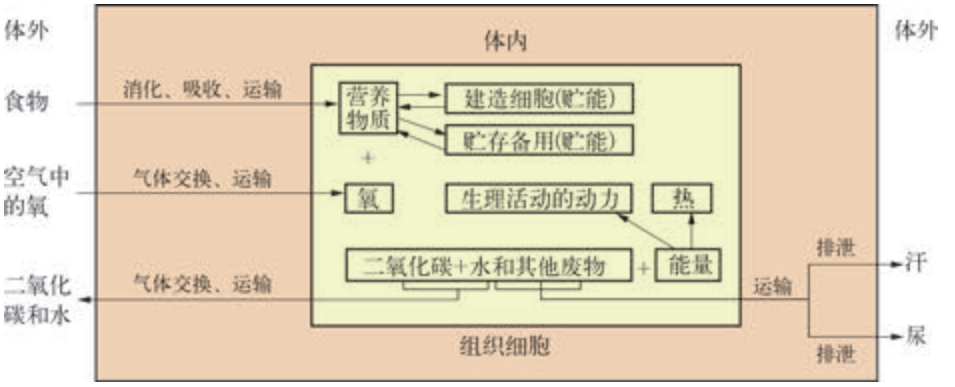


图5.5.1　新陈代谢过程图解

实际上，“新陈代谢过程图解”是对我们学过的本章内容的归纳总结，概括了人体与外界环境之间的物质和能量的交换，以及人体内物质和能量的转变过程。

在新陈代谢过程中，既有同化作用，又有异化作用，包括物质代谢和与之伴随的能量代谢，简称代谢。

同化作用和异化作用

人体通过消化系统从外界摄入食物，并把食物中的糖类、蛋白质、脂类大分子营养物质，消化分解成葡萄糖、氨基酸、甘油、脂肪酸等小分子，这些小分子物质以及大部分水、无机盐和维生素，经消化吸收，进入血液，再由血液循环系统运送到身体的每个细胞。这些小分子营养物质，一部分用来建造细胞，一部分被储存起来备用；建造细胞的物质和储存备用的物质，都储存有能量。

微信公众号：电子课本大全

与此同时，外界空气中的氧，通过呼吸系统进入身体，也由血液循环系统运送到身体的每一个细胞。细胞内的有机物在氧的参与下和酶的催化下进行分解，产生水和二氧化碳，同时释放出能量。

在代谢过程中，细胞内所产生的废物，由血液循环系统运送到肺、肾脏和皮肤等器官，以不同的形式，分别通过呼吸道、尿道和皮肤排出体外。

细胞内有机物分解时释放出的能量，用于人体进行各种生命活动和维持体温。

综上所述，人体从外界摄取各种营养物质，经过一系列的化学变化，转变成自己身体的一部分，并且储存了能量，这种变化称为同化作用或合成代谢。与此同时，构成身体的一部分物质不断分解，同时释放能量，并且把分解所产生的废物排出体外，这种变化称为异化作用或分解代谢。

同化作用和异化作用同时不间断地进行着，共同组成了人体内新旧细胞和物质更替的过程。人体与外界环境之间的物质和能量的交换，以及人体内物质和能量的转变过程，称为新陈代谢（metabolism）。



小资料　人体内新旧细胞和物质更替的速度和总量

体内新旧细胞和物质更替的速度很快。例如，红细胞的寿命平均为120天，全部红细胞大约60天更新一半；肝和血浆中的蛋白质，大约10天更新一半；皮肤、肌肉等组织中的蛋白质，大约150天更新一半。人体内细胞被更新的平均时间大约为7年。

据计算，一个人在60年中，与外界环境摄取各种物质的数量：水大约为50 t，糖类大约为10 t，脂类大约为1 t，蛋白质大约为1.6 t。各种物质交换的总质量，大约相当于人体质量的1 200倍。

新陈代谢的意义

在人的一生中，新陈代谢时时刻刻都在进行着，新陈代谢一旦停止，生命也就完结。其他生物也都一样，因此，新陈代谢是人和其他生物维持生命活动的基础。在新陈代谢的基础上，人和其他生物才能表现出生长、发育、生殖、遗传和变异等其他的生命基本特征。

微信公众号：电子课本大全



小资料　人在不同时期新陈代谢的特点

人在不同时期，新陈代谢并不完全相同。正在生长发育的儿童少年，新陈代谢比较旺盛，物质代谢和能量代谢都在加强，而物质代谢比能量代谢要强，因此体内物质的积累大于消耗，人也就会由小长大。如果这个时期营养不足，必然会使体内缺乏建造细胞的原料，以致影响生长发育。成年人的物质代谢与能量代谢大致平衡。到了老年，物质代谢和能量代谢虽然仍旧保持大致平衡，但这两个过程进行得比以前缓慢了。

此外，有的人因长期患病，身体逐渐消瘦，他的新陈代谢的特点是能量代谢超过物质代谢。主要原因是进食少了，还因发烧等原因而使体内物质的消耗大于积累。



练习

1. 人体从外界摄取营养物质，经过一系列变化，转变成自身的物质，并贮存能量，这一过程称为_____。

2. 人体将体内一部分有机物进行分解，释放出能量，以供生命活动的需要，并将所产生的废物排出体外，这一过程称为_____。



本章学到了什么

1. 人体通过消化系统、呼吸系统、血液循环系统和排泄系统，实现与外界环境的物质和能量的交换，以及人体内物质和能量的转换。
2. 人体从外界摄取的食物，通过消化系统的物理性消化和化学性消化，分解成可被小肠吸收的小分子物质，并被小肠黏膜上的绒毛吸收进入血液循环。

微信公众号：电子课本大全

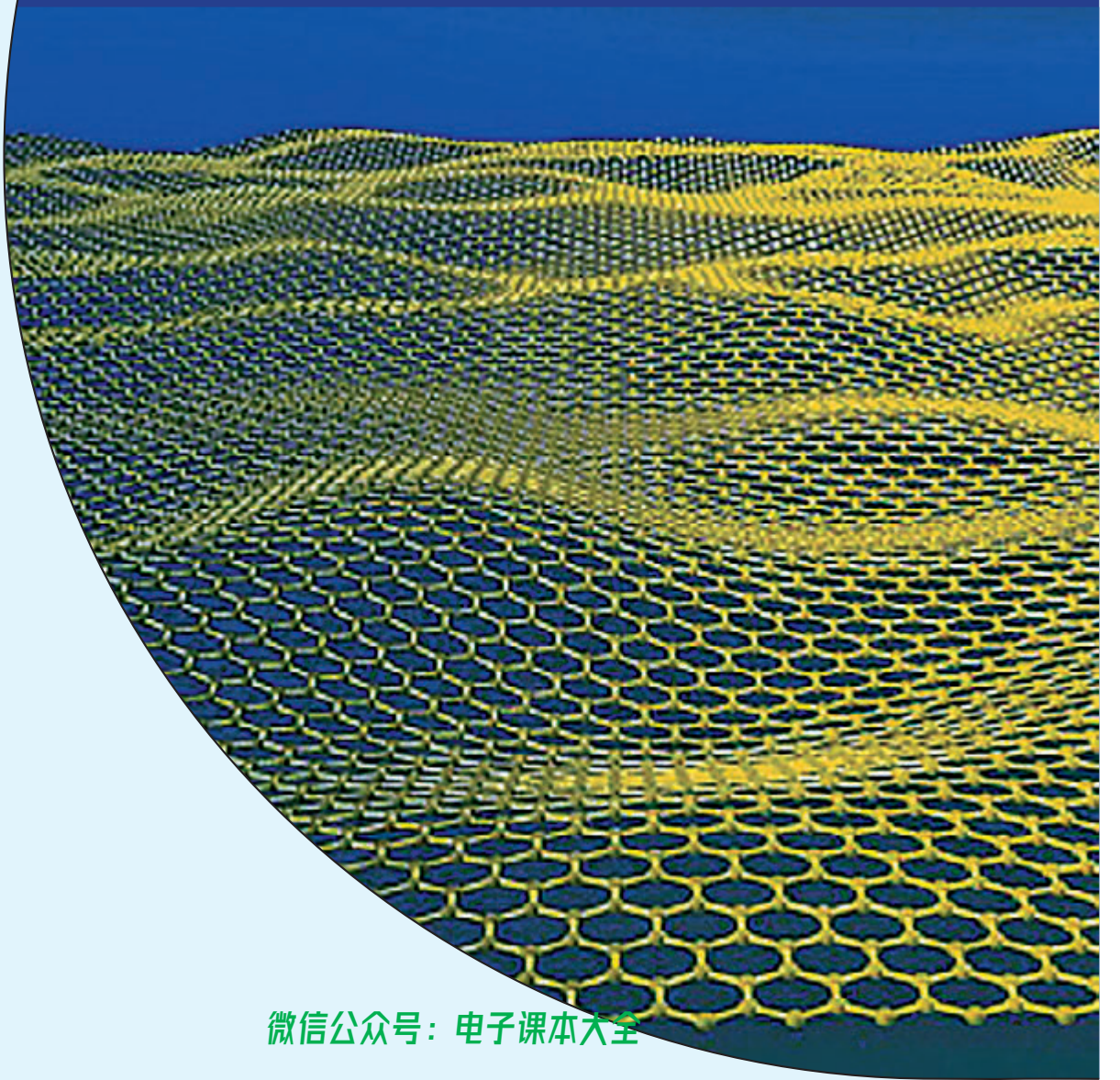
3. 被吸收的各种营养物质，通过血液循环系统运输到身体的每个细胞。心脏是推动血液循环的动力装置，血管是运输道路，血液是运输工具。
4. 外界空气中的氧通过呼吸进入肺，经过肺泡内的气体交换，进入血液循环，并由血液循环系统运输到身体的每个细胞。
5. 细胞内的营养物质，一部分用来建造细胞，一部分被贮存起来备用；被贮存起来的营养物质分解，释放出能量，供给人体进行各项生命活动。
6. 人体从外界摄取营养物质，经过一系列的化学变化，转变成自身的一部分，并且储存了能量，这种变化称为同化作用或合成代谢。
7. 构成身体的一部分物质不断分解，同时释放能量，并且把所产生的废物排出体外（主要通过排泄系统），这种变化称为异化作用或分解代谢。

微信公众号：电子课本大全

第6章

物质的构成

能生成新物质的化学变化是物质的重要运动形式之一。不同的物质可以发生不同的变化，表现不同的性质。例如，铁器容易生锈，黄金却不易腐蚀。同由碳组成的金刚石、石墨和石墨烯燃烧后都生成二氧化碳，然而金刚石很硬，石墨很软，石墨烯则很薄、很强韧。你想了解其中的奥秘吗？让我们一起来探究物质的组成与结构吧！



微信公众号：电子课本大全

1 构成物质的微粒

万物——无论是生物体还是非生物体，都是由分子、原子或离子等微粒构成。



图6.1.1　上海世博会中国国家馆

图6.1.1是大家熟悉的2010年上海世博会中国国家馆。中国馆居中升起、层叠出挑、雕塑感造型的主体结构，被誉为东方之冠。展馆以“寻觅”为主线，带领参观者行走在“东方足迹”、“寻觅之旅”、“低碳行动”三个展区，在“寻觅”中发现并感悟城市发展中的中华智慧。如果我们只是站在馆外，没有进入馆内实地参观，虽然可以欣赏中国馆独一无二的外型，但是无法了解它的内部布局与结构。没有亲身的“寻觅”，具体地了解中国古代的科技智慧和现代科技的飞跃发展，也就难以理解中国国家馆以“城市发展中的中华智慧”为主题的深刻内涵，更不可能有“寻觅”之中的发现、感悟等亲身体验。

同样，对于物质内部结构的探究与“寻觅”，也需要深入到物质的内部。只是这种探究与“寻觅”太困难了，因为构成物质的微粒太小了，人眼是看不清的。人们经过几个世纪的不断探索，终于搞清楚物质是由分子（molecule）、原子（atom）或离子（ion）等微粒构成的。

微信公众号：电子课本大全

分子

一块方糖，如果分成两块，每一块还是糖。继续一分为二，每一小块仍然是糖。如此不断地分，一直分到仍然具有糖的性质的最小微粒，这种微粒称为分子。方糖是由无数个蔗糖分子聚集而成。不同的物质具有不同的性质，那是因为构成物质的分子不同。水由大量水分子聚集而成，在通常温度和压强下呈液态。而氢气则由氢分子聚集而成，氧气由氧分子聚集而成，在通常温度和压强下它们都呈气态。不过氢气很轻，氧气则比氢气重得多。氢气可以燃烧，而氧气则能帮助燃烧。

分子能不能再分呢？在化学反应中分子可以分解成原子。在电解水时，水分子分解成氧原子和氢原子，然后每2个氧原子结合成1个氧分子，每2个氢原子结合成1个氢分子。实验表明一个水分子由2个氢原子和1个氧原子构成。

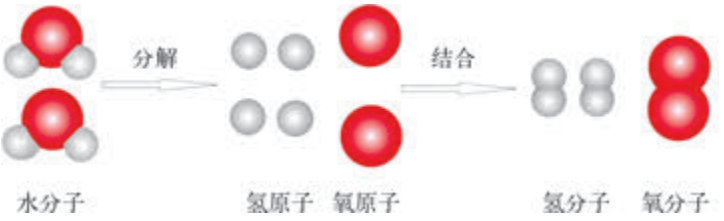


图6.1.2　水分子分解示意图

大部分物质由分子聚集而成。分子都由原子构成，有的分子很复杂，有的分子很简单。例如霓虹灯灯管中充填的氖气分子仅由1个氖原子构成；一个氮分子则由2个氮原子构成；一个二氧化碳分子由1个碳原子和2个氧原子构成；一个蔗糖分子由12个碳原子、22个氢原子和11个氧原子构成；橡胶、塑料、纤维与生物体中的蛋白质、糖类和核酸等分子则由很多个不同的原子构成。

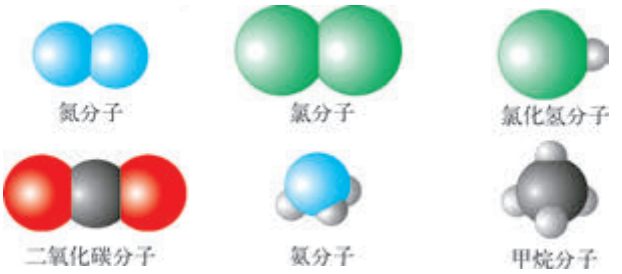


图6.1.3　分子比例模型的结构示意图

（用蓝、绿、灰、黑、红球分别表示氮、氯、氢、碳、氧原子，球的大小表示分子的相对大小）

原子可以构成分子，也可直接构成物质，例如金、银、铜、铁、铝等金属是直接由金原子、银原子、铜原子、铁原子、铝原子分别构成的。

微信公众号：电子课本大全



思考与讨论

在氢氧化钠溶液中滴入酚酞溶液，无色的溶液变成红色。1滴酚酞溶液中有多少个酚酞分子呢？通过计算可知约有10亿亿个酚酞分子，估计本世纪末地球人口将突破100亿，请你算一算10亿亿是100亿的多少倍。每个酚酞分子由20个碳原子、14个氢原子和4个氧原子构成。根据这些数据你能体会原子、分子多么微小吗？

原子

原子还能分吗？



阅读

1897年，英国物理学家汤姆生（J. J. Thomson，1856—1940）在研究低压气体的放电现象时发现了电子（electron），实验表明电子是一种带负电荷并且具有一定质量的微粒。电子能从各种不同的物质中分离出来，说明电子普遍存在于原子之中，原子由更小的微粒构成。

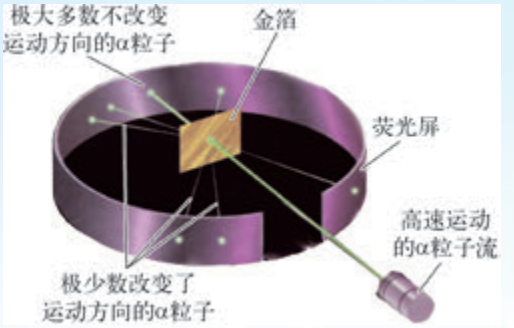
原子是不带电的。既然电子是原子的一个组成部分，那么原子中一定还存在着带正电荷的部分，并且正负电荷的总量相等。在原子内部，正负电荷又是如何分布呢？许多科学家进行了研究，提出了各种假说。

英国科学家卢瑟福（E. Rutherford，1871—1937）认为，研究原子结构，可以使用一些“炮弹”轰击原子。1909年起卢瑟福和他的助手用一束带正电荷、质量比电子大得多的高速 α 粒子流轰击一片很薄的金箔。发现绝大多数的 α 粒子通过金箔并按原方向行进，极少数的 α 粒子改变了方向（散射），个别的 α 粒子竟被反射回来。你能解释上述实验现象吗？

电子的质量很小，不会影响 α 粒子的行进。能使 α 粒子改变方向的，猜测是质量较大且带正电荷的粒子。绝大多数的 α 粒子不改变运动方向，说明原子内部非常空旷，或者说正电荷只占据很小的空间。

微信公众号：电子课本大全





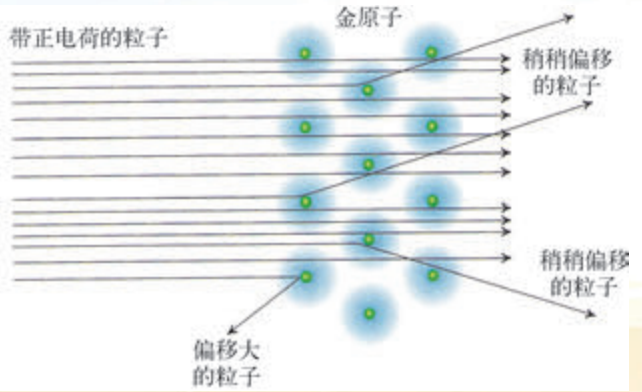


图6.1.4　卢瑟福像与 α 粒子散射示意图

卢瑟福根据 α 粒子散射实验于1911年提出原子有核模型，认为原子由带正电荷的原子核（nucleus）和带负电荷的电子构成。带正电荷的原子核位于原子的中心，它集中了原子的全部正电荷和几乎全部的质量。原子核很小，半径约为 10^{-15} m，不足原子半径的万分之一。如果把原子比作一个乒乓球，那么原子核只有大头针的针尖那么小。

原子核虽比原子小得多，原子核仍然是可分的。实验表明，原子核是由带正电荷的质子和不带电荷的中子构成。原子核的电荷数即为质子数。质子和中子的质量相近，都比电子的质量大得多，约为电子质量的1 836倍。原子核中的质子数和核外电子数是相等的，因此，整个原子不带电。

不同的原子，核外的电子数是不同的。例如氢原子核外仅1个电子，而氧原子核外有8个电子。所有核外电子都受到原子核的吸引，并且在原子核周围空旷的空间做高速运动。这些电子，有的能量高，有的能量低。在化学反应中，有的原子容易失去电子，有的原子容易得到电子，还有的原子既不容易失去电子，也不容易得到电

微信公众号：电子课本大全

子。可见，核外电子在化学反应中具有重要的作用，对此，随着学习的不断深入，我们会逐渐领悟。

阅读　原子–分子论

1803年，英国化学家道尔顿（J. Dalton，1766—1844）根据大量的实验事实，经过周密的思考，提出近代科学原子论，认为一切物质都是由最小的不能再分割的粒子——原子构成的。同种原子的大小、形状、质量和性质完全相同，不同种的原子则不相同。19世纪初，人类尚未直接观察到原子，道尔顿能够通过实验现象的观察，提出假说，建立原子模型，这是非常了不起的。



图6.1.5　道尔顿像

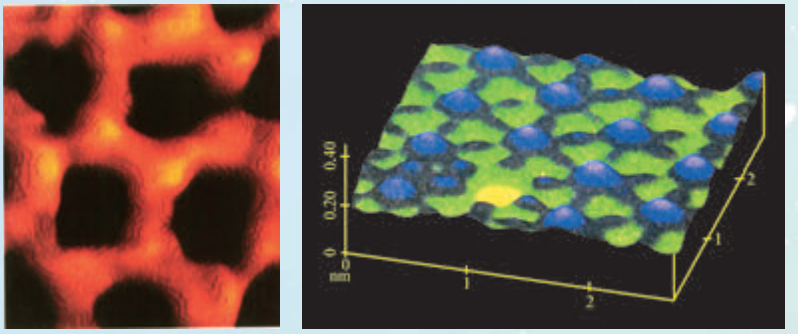
意大利化学家阿伏伽德罗（A. Avogadro，1776—1856）于1811年提出分子假说，认为分子是具有一定特性的组成物质的最小单位（或微粒）。遗憾的是阿伏伽德罗的这一见解得不到同时代的化学家（包括道尔顿）的承认。直到1860年首次召开的国际化学会议后，分子假说才被各国化学家接受，并且提升为分子学说。从此，两种学说构成一个完整的原子–分子论。它清除了当时化学界的分歧与混乱，促使化学健康深入地发展。

视窗　人们“看到”了原子与分子

原子很小，半径约10^{-10} m，大约1千万个原子并列，才只有2 mm宽。肉眼能看清楚的最小物体约0.2 mm。因此，即使使用放大倍数1500倍的光学显微镜，也不能直接观察到原子。1982年，IBM公司苏黎世实验室的两位科学家发明了可分辨10^{-10} m大小物体的扫描隧道显微镜（STM），使人们第一次清晰地“观察”到物质表面的原子与分子。图6.1.6是石墨和金属铂表面的碘原子的STM显微图像。由图（a）可以清晰地看到石墨的六元环结构；由图（b）可看到排列整齐的碘原子，还看到一个亮点，表示该处缺一个碘

微信公众号：电子课本大全

原子。STM的发明被公认为20世纪80年代的重大科技成就之一。为表彰STM发明者的卓越贡献，1986年宾尼（G.Binning，1947—　）和罗雷尔（H.Rohrer，1933—　）与发明电子显微镜的鲁斯卡（E.Ruska，1906—1988）一起被授予诺贝尔物理学奖。一项发明在这么短的时间内被世人公认，发明者因此而获诺贝尔奖，这在历史上也是不多见的。



（a）石墨的STM显微图　　（b）碘原子的STM显微图

图6.1.6　扫描隧道显微镜图

离子

在一定的条件下，原子可以失去电子或者得到电子，成为带电荷的离子。例如金属钠在氯气中燃烧，氯原子会从钠原子中夺取一个电子成为带一个单位（电子的电荷量）负电荷的氯离子，而钠原子因失去一个电子成为带一个单位正电荷的钠离子。带有相反电荷的钠离子与氯离子因静电相互作用聚集在一起，构成食盐的主要成分——氯化钠。生成物氯化钠与反应物金属钠、氯气的状态与性质完全不同。



反应物：金属钠与氯气　　生成物：氯化钠　　氯化钠的结构示意图

图6.1.7　氯化钠的生成与结构示意图

除氯化钠外，还有很多物质是由离子构成的，因此离子也是构成物质的一种微粒。

微信公众号：电子课本大全

物质的微粒模型

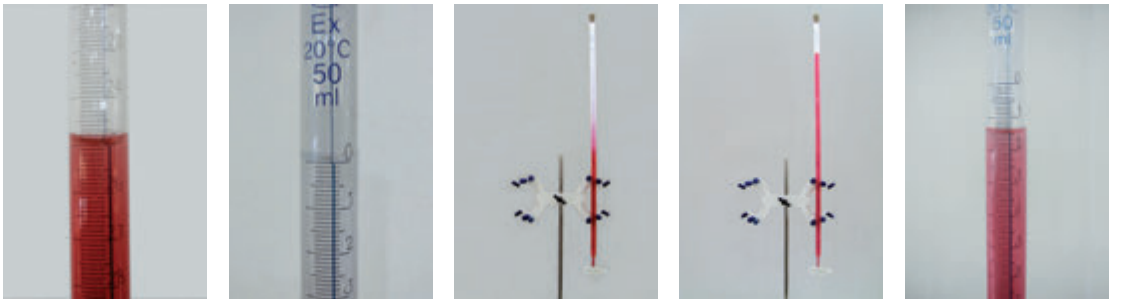
物质由分子、原子和离子等微粒构成。分子、原子和离子很小，凭肉眼是看不见的，也不能用天平来称量。然而，湿的衣服能够晾干；走进花圃或公园，可以闻到花香；打开酒瓶或醋瓶，就能闻到酒香或醋香；糖块或食盐放在水里，会逐渐消失，水会变甜或变咸。可见，分子、原子和离子虽然很小，肉眼观察不到，但是我们可以感知分子、原子和离子的存在。

我们日常接触到的物质不是单个的分子、原子或离子，而是很多分子、原子或离子聚集在一起的状态。于是人们猜测一定是引力将微粒聚集在一起。但是如果微粒间只有引力，没有斥力，微粒一个挨一个紧密排列，没有空隙，那么所有物体都是很紧密的物质，其他物质不能进入其中，物体也不能压缩。事实又是怎样的呢？



活动　观察水和酒精混合后总体积的变化

取一支50 mL酸式滴定管，向其中注入用3滴红墨水染红的蒸馏水25 mL，将滴定管倾斜，缓缓向其中加入无水酒精25 mL，使液面处于滴定管的零刻度。用橡皮塞将滴定管口塞紧，上下倒置数次，至液体的颜色均匀。静置，待液面上方的液体流下。记录最后滴定管读数，观察液面高度发生了什么变化，讨论变化的原因。



(a)　(b)　(c)　(d)　(e)

(a) 用3滴红墨水染红的蒸馏水25 mL
(b) 加入无水酒精25 mL，使液面处于滴定管的零刻度处
(c) 混匀前总体积50 mL
(d) 混匀后液面不再处于零刻度
(e) 混匀后液面明显下降

图6.1.8　水和酒精混合后总体积的变化

微信公众号：电子课本大全

水和酒精能够相混，说明无论是水分子间，还是酒精分子间，都有空隙。混合后总体积变小，说明水与酒精分子间的作用力要比水分子间作用力以及酒精分子间的作用力来得强，因而分子间靠得更近。

总之，人们用于解释物质构成的微粒模型认为：物质由分子、原子和离子等微粒构成；微粒之间有一定的空隙，并有相互作用；各种微粒处于永不停息的运动之中。

水是自然环境中唯一能同时看到气态、液态与固态三态存在的物质。

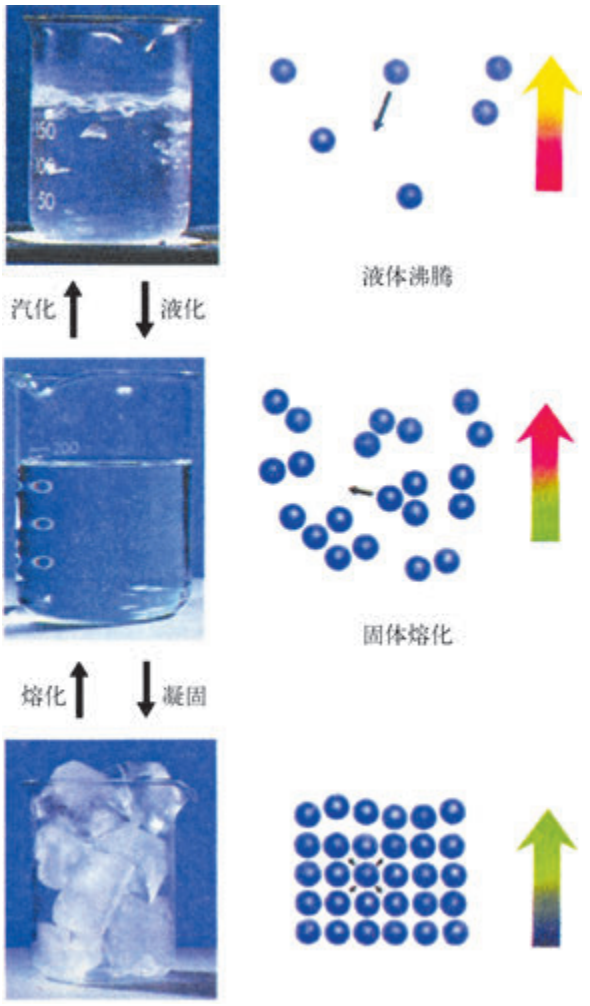


图6.1.9　水的三态变化

用物质构成的微粒模型可以解释水的三态。冰具有一定的形状和一定的体积。那是因为固态冰中的水分子间相互作用力较强，它们按一定的次序整齐地排列，水分子只能在固定的位置上振动。随着温度升高，水分子吸收能量，运动加剧，分子间相互作用力减弱。0℃时，冰开始熔化成水。七年级下学期我们曾经做过冰的熔化的实验，还记得冰熔化时冰水混合物的温度始终保持0℃吗？这是因为冰熔化时需要吸收能量，用于破坏冰的整齐排列的结构。待杯中的冰全部熔化成水后，温度继续上升。液态水虽有一定的体积，但没有固定的形状，盛放水的容器是什么形状，水就取什么形状。随着温度的升高，水分子运动更加剧烈，分子之间的空隙更大，分子之间的作用力更弱，水成为水蒸气。100℃时，不仅液面的水，而且内部的水，都能以水蒸气形式逸出。水蒸气可充满空间，此时，水蒸气既没有一定的体积，也没有固定的形状。

冰熔化成水，水变成水蒸气，都要吸热；反之，水蒸气液化，水凝固成冰，则会放热。

微信公众号：电子课本大全



1. 解释下列现象：

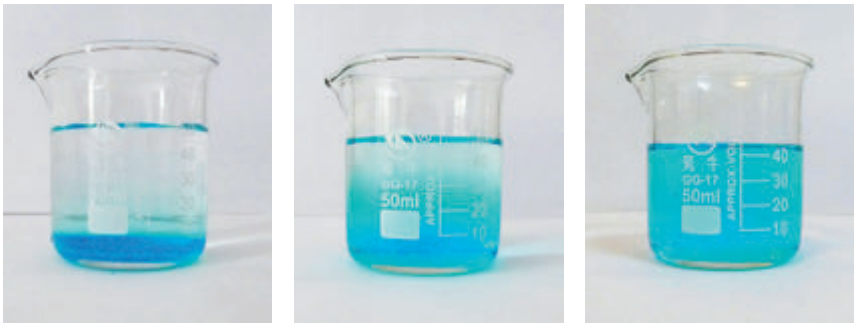
（1）防蛀的“樟脑球”过一段时间会变小甚至消失；

（2）用酒精棉球消毒皮肤表面时，会感到一丝凉意；

（3）走过面包房，可闻到面包的香味；

（4）将蓝墨水滴入水中，水会变蓝；

（5）将硫酸铜置于水中，不搅拌，放置3天的现象如图6.1.10所示。放置15天后50 mL硫酸铜溶液只剩20 mL了（室温27~30℃）。



将硫酸铜置于水中　　一天后　　三天后

图6.1.10　硫酸铜在水中的扩散

2. 取一个水杯，注入冷开水，放一颗冰糖，不搅拌，观察，多长时间冰糖溶解了，尝尝甜不甜。通过这个活动，你有什么体验？

3. 列举分子存在与分子运动的实例。

微信公众号：电子课本大全

2 元素

在茫茫宇宙中，无论是恒星、行星，还是水、空气与土壤；不论是植物、动物还是人类自身，都是由物质最基本的要素——元素分别组成的。

元素与元素符号

我们已经学习了原子由原子核和核外电子构成，原子核又由带正电荷的质子和不带电荷的中子构成。氢原子有三种原子核，它们的质子数均为1，但其中子数分别为0、1、2，故有三种氢原子。研究表明原子核中具有相同质子数的不同种原子在化学变化中表现几乎完全相同的性质，因此，人们把原子核内具有相同质子数的不同种原子归为一类，每一类原子称为一种元素（element）。例如，质子数为1的一类原子称为氢元素，质子数为6的一类原子称为碳元素，质子数为8的一类原子称为氧元素。氢气由氢一种元素组成，水由氢和氧两种元素组成，而乙醇和蔗糖则由碳、氢、氧三种元素组成。

为了方便区分与交流，每一种元素都有一个名称，并用元素符号表示。元素符号通常以它们的拉丁文名称的第一个大写字母表示。例如用C、H、O分别表示碳元素、氢元素和氧元素。有些元素符号的第一个字母和其他元素相同，则用两个字母表示，第一个字母大写，第二个字母小写。例如金、银、铝分别用Au、Ag、Al来表示。

元素分为金属元素与非金属元素。金属元素的中文名除汞外都是“钅”偏旁。非金属元素的中文名或有“气”字头或为“石”字偏旁，溴是例外，为“氵”偏旁。在非金属元素中氦（He）、氖（Ne）、氩（Ar）、氪（Kr）、氙（Xe）、氡（Rn）6种元素统称为稀有气体元素。

微信公众号：电子课本大全

小资料　元素的命名

道尔顿首创用图形和文字一起表示原子符号，如图6.2.1所示。缺点是使用不方便。1811年，瑞典化学家柏齐力乌斯（J. J. Berzelius，1779—1848）提议以元素拉丁文名称的第一个字母表示元素符号。每个元素的拉丁文名都有一定的意义。例如氢的英文名hydrogen，由拉丁文名hydrogenium而来，hydro是希腊文“水”，gene是“源”，氢与氧可形成水，故氢是“水之源”。中文的氢采用“轻”的偏旁，并把它放进“气”字里，表示氢气很轻。

居里夫人将他们发现的新元素命名为钋（Po），是为了纪念居里夫人的祖国——波兰（拉丁文Polonia），而元素锔（Cm）是后人为了纪念居里夫妇（P. Curie，1859—1906；M. Curie，1867—1934）而命名的。

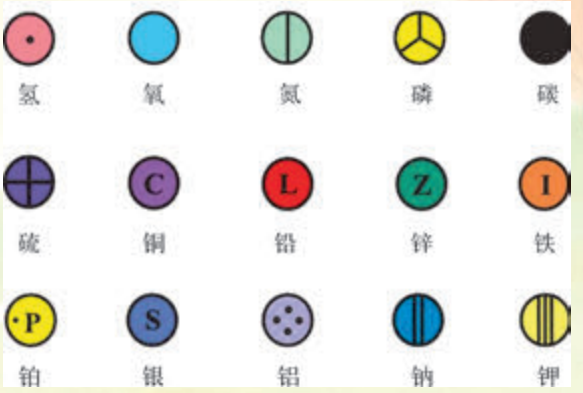


图6.2.1　道尔顿设计的原子符号

阅读　化学元素中文名的由来

徐寿（1818—1884），晚清杰出的科学家，中国近代化学的先驱者。1869年他在翻译化学教材时首创了化学元素汉译名的原则：（1）对国人早已定名的元素沿用前制，如金、银、铜、铁、锡、硫、铅等继续沿用旧名；（2）对于一些具有特定性质的元素采用意译方式，如：养气（今译为氧气）、轻气（今译为氢气）、绿气（今译为氯气）、淡气（今译为氮气）；（3）对其他元素，将元素的英文名的首音节或次音节译成发音相近的汉字，然后再加偏旁以区分元素的类



图6.2.2　中国近代化学的先驱者——徐寿

微信公众号：电子课本大全

别。如前述的金属元素的中文名除汞外都是“钅”偏旁。非金属元素的中文名或有“气”字头，或为“氵”偏旁、“石”字偏旁。“碘”、“硒”、“钠”、“钾”、“钙”、“镍”、“铍”等字就是根据这一原则创造的。徐寿采用的这种命名方法，后被我国化学界接受，一直沿用至今。

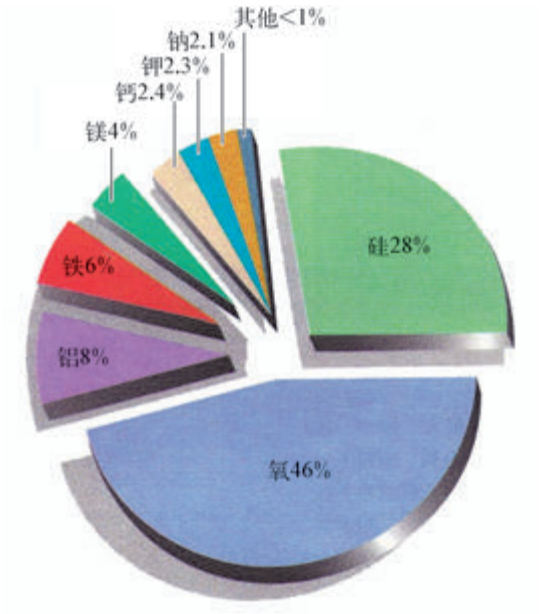


图6.2.3　地壳中元素的分布

常见的元素有氢(H)、氧(O)、碳(C)、氮(N)、硫(S)、硅(Si)、钠(Na)、铁(Fe)、铜(Cu)、氯(Cl)、钙(Ca)、银(Ag)、铝(Al)、碘(I)、钾(K)、磷(P)等。

元素在自然界中的分布极不均匀。太阳中氢(H)最多，其次是氦(He)；地壳中氧(O)最丰富，其次是硅(Si)，铝(Al)则是地壳中含量最多的金属元素；地核中主要是铁(Fe)和镍(Ni)；空气中氮(N)最多，其次是氧(O)。

组成生物体细胞的化学元素没有什么特殊，无论是生物体还是非生物体，自然界中所有的物质都由最基本的要素——元素组成。



阅读　人体中的元素

人体约由60种化学元素组成。氧(O)、碳(C)、氢(H)、氮(N)、钙(Ca)、磷(P)、钾(K)、硫(S)、钠(Na)、镁(Mg)、氯(Cl)等十一种元素占据人体质量的99.97%，这些元素被称为人体的宏量元素。铜(Cu)、铁(Fe)、锰(Mn)、碘(I)、氟(F)、锌(Zn)、硒(Se)等元素在人体内的含量其微，为人体必需的微量元素。以上元素因各有其特殊的生理功能，故统称为人体的必需元素。还有20~30种元素的作用还不清楚，称为非必需元素。铅(Pb)、镉(Cd)、汞(Hg)为有害元素。

微信公众号：电子课本大全

相对原子质量

原子的质量很小，由实验测得：

一个氢原子的质量约为1.67×10^{-27} kg。

一个碳原子的质量约为1.993×10^{-26} kg。

一个氧原子的质量约为2.657×10^{-26} kg。

显然，用这样小的数字来表述原子的质量，书写、记忆与进行计算都很不方便的。因此国际上统一采用原子的相对质量。我们把一种质子数和中子数均为6的碳原子碳−12作为比较标准，把它的相对原子质量定为12，以其原子质量的1/12作为基准，计算其他原子的相对质量，得到的数值便是这种原子的相对原子质量（relative atomic mass）。常见元素的相对原子质量见表6.2.1。注意，相对原子质量只是一个比值，所以没有单位。

表6.2.1　一些常见元素及其相对原子质量

元素名	元素符号	相对原子质量	元素名	元素符号	相对原子质量
氢	H	1	硫	S	32
碳	C	12	氯	Cl	35.5
氮	N	14	钾	K	39
氧	O	16	钙	Ca	40
钠	Na	23	铁	Fe	56
铝	Al	27	铜	Cu	64
硅	Si	28	银	Ag	108
磷	P	31	碘	I	127

元素周期表

已经发现并正式命名的100多种元素之间究竟有没有联系？有着怎样的规律呢？

150多年前，化学学科处于非常混乱的状态。化学中许多孤立的琐碎的事实堆积在一起，没有一点系统性。对于实验结果难以确定是否正确，更谈不上预见新的事实。很多化学家为了寻求元素之间内在的规律，做出了不懈的努力。

自然界中有很多周而复始的现象，例如一年四季，12个月，52周。每周都以周日开始，周六结尾。每学年分成两学期，每学期20个教学周，每周的教学

微信公众号：电子课本大全

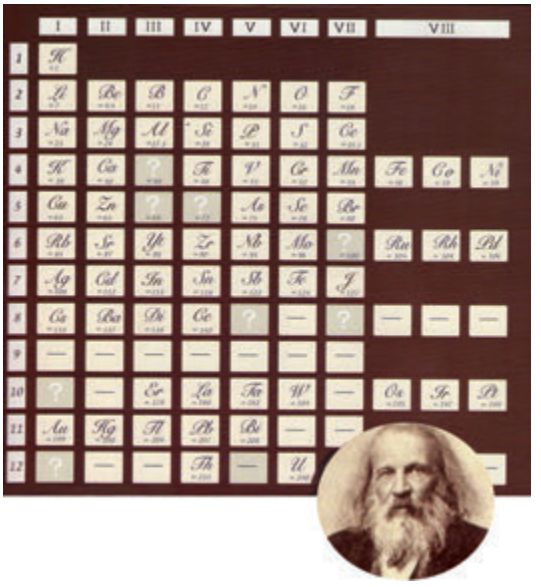
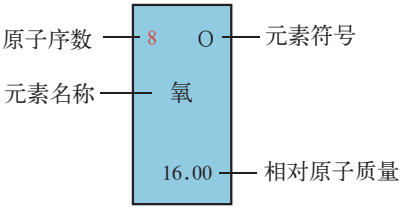


图6.2.4　门捷列夫与元素周期表

按课表执行。这种周期性的变化规律可用日历、课表等图表表示，既直观，又清晰。那么，元素之间是否也有类似的现象呢？是否也可用一张图表来表示呢？答案是肯定的，可用元素周期表（periodic table of the elements）表示元素的周期性变化规律。但在当时，还是一个未知的答案。因为那时只发现了63种元素，对这些元素的认识也很不充分，有些元素的原子量（即相对原子质量，下同）测量不准确，因此寻找这个规律是异常艰难的。1869年，俄国化学家门捷列夫（D.I.Mendeleev　1834—1907）在总结前人的科研成果和他本人大量的科学实践的基础上，发现当时已知的63种元素，如按原子量的大小由小到大排列，同时又根据元素性质对其进行分类，元素的物理性质和化学性质呈现周期性的变化规律，他把这个规律叫做化学元素周期律（periodic law of the elements），并且编制了第一张体现化学元素周期律的元素周期表。图6.2.4是根据门捷列夫1870年发表的周期表重新绘制的，它与现代元素周期表（见附录2）已很相近。

元素周期表中每一格放置一个元素，标有原子序数、元素符号、元素名称与相对原子质量等。例如：氧的原子序数为8，元素符号为O，相对原子质量16.00，底色蓝色表示氧是非金属元素，区别于底色为淡蓝色的金属元素。金属元素位于元素周期表的左下方，非金属元素位于元素周期表的右上方。



周期表中每个横行称为一个周期，每个纵列称为一个族。每个周期中的元素性质有规律地变化，当一个周期结束后，下一个周期又重复开始。每个族中的元素性质相近，例如，第Ⅰ族除氢元素外，都是典型的金属元素。第Ⅶ族都是典型的非金属元素。

微信公众号：电子课本大全

那么，原子序数是否只是元素在周期表中的位置序号呢？ 1913年，科学家揭示了原子序数实际是原子的核电荷数（即质子数）。按照元素的原子序数从小到大排列，能更好地揭示元素性质呈现周期性变化规律的本质。

前面已经学过，元素是一类具有相同质子数的原子的总称。例如，氢元素有三种氢原子，它们的质子数相同，但中子数不同，由于在周期表中处于同一位置，这三种氢原子互为同位素。

元素周期表是元素性质的总结，反映了元素的自然分类。它使人们研究数以千万计的物质及其错综复杂的化学现象有了头绪，为人类认识自然界提供了重要的工具。



活动

任选以下一个课题进行探究，然后进行交流。

1. 调查常见肥料有效成分的主要元素。
2. 收集铅（Pb）、镉（Cd）、汞（Hg）对人体有害的资料。
3. 分析广告语“本品不含任何化学物质”的科学性。
4. 阅读元素周期表的发现与应用实例的资料。
5. 查阅同位素的应用实例，说出同位素在实际生活中的用途。



练习

1. 完成下列表格：

元素中文名	氢		碘		磷
元素符号		O		Fe	

2. 写出下列元素的元素符号：碳、氯、铜、钙。

3. 查阅S、Si、N、Na、Ag、Al的相对原子质量。

4. 写出下列元素的中文名，判别它们是金属元素还是非金属元素，在元素周期表中找到它们所在的区域，并说出金属元素与非金属元素在元素周期表中的分布特点。

H、O、C、N、S、Si、Na、Fe、Cu、Cl、Ca、Ag、Al、I、K、P

微信公众号：电子课本大全

3 物质的分类

为了深入地认识物质，可对物质进行分类研究。物质分类有多种方式。根据物质的元素组成是否单一，分为单质与化合物。根据物质的纯度，分为纯净物与混合物。

单质与化合物



思考与讨论

我们已经学习了水（H_2O）、氧气（O_2）、氮气（N_2）、二氧化碳（CO_2）等物质，试分析这些物质元素组成的特点。

我们发现氧气和氮气均由同种元素组成，而水和二氧化碳则由不同种元素组成。

由同种元素组成的一种物质称为单质（element）。单质分成金属（metal）和非金属（nonmetal）两大类。金属由金属元素组成，常温下金属除汞（Hg）呈液态外，金（Au）、银（Ag）、铜（Cu）、铁（Fe）、铝（Al）等其他所有的金属都呈固态。非金属由非金属元素组成，通常条件下除溴（Br_2）呈液态外，非金属都呈气态，如氢气（H_2）、氧气（O_2）、氟（F_2）、氯气（Cl_2）、氦（He）等，或固态，如碳（C）、硅（Si）、白磷（P）、碘（I_2）等。

微信公众号：电子课本大全



图6.3.1　铝箔



图6.3.2　金

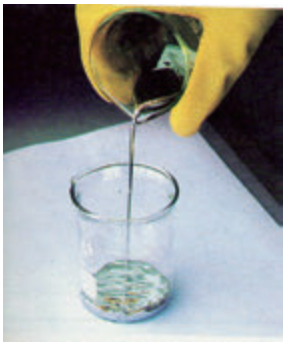


图6.3.3　金属单质中在常温下唯一呈液态的汞



氯气——黄绿色气体
溴——深棕红色液体，易挥发
碘——紫黑色晶体，易升华

图6.3.4　氯、溴、碘



图6.3.5　气球中充填氦气

由不同种元素组成的一种物质称为化合物（compound）。例如水、氯化钠、高锰酸钾、二氧化碳、硫酸铜、硫酸亚铁等都是化合物。

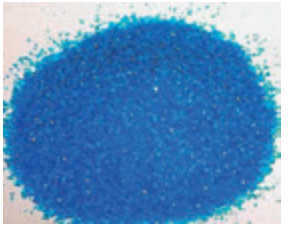


图6.3.6　硫酸铜



图6.3.7　硫酸亚铁

单质和化合物都有确定的组成，并且可用元素符号表示。例如氮气（N_2）、二氧化碳（CO_2）、水（H_2O）等。N_2既表示氮气由氮元素组成，又表示1个氮分子由2个氮原子构成。H_2O既表示水由氢元素和氧元素组成，又表示1个水分子由2个氢原子和1个氧原子构成。

微信公众号：电子课本大全

纯净物与混合物

我们已经学过仅由一种物质组成的为纯净物（pure substance），由两种或两种以上的物质混合而成的为混合物（mixture）。

氧气钢瓶中的氧气是纯净物，而在空气中则与氮气等物质混合成混合物。绝对的纯净物是不存在的，半导体材料高纯硅（Si）的纯度高达99.999 999 999%，还是有极微量的杂质。因此，通常所说的纯净物是指杂质很少的物质。

实际上，大多数物质都与其他物质一起存在于混合物中。例如我们呼吸的空气，喝的茶、橙汁、可乐等饮料，血管里流淌的血液，使用的塑料制品、油漆、汽油、煤油等，都是混合物。江、河、湖、海中的水也都是含有其他物质的混合物。普通的饮用水即使加热后沸腾了，仍是混合物。在商店出售的瓶装纯水，也含有一些很微量的物质，实际上也是混合物。只有经多次蒸馏的水才可认为是纯水，或接近纯水的水。

纯净物有确定的组成，因而具有确定的性质，而混合物没有固定的组成，也没有确定的性质。混合物中的各种成分仍然保持原来的性质，彼此只是相混，并不发生反应。



活动

1. 查找饮用水的水质标准。
2. 分析长期饮用纯水的利与弊。



视窗 **材料的掺杂**

少量的杂质往往会极大地影响材料的性质，例如纯铜导电性能很好，如有杂质，不仅导电性能下降，而且变硬变脆。那么，是不是物质越纯越好呢？不一定！

微信公众号：电子课本大全

有时为了改善物质的某种性质，特意加入某些物质。例如，铁易生锈腐蚀，加入少量其他金属，炼成合金钢，不仅硬度大大增强，而且不容易生锈。

在高纯硅中掺入微量的磷原子或镓原子，会改变半导体的性能，成为两种不同类型的半导体材料，将这两种半导体结合在一起可做成半导体器件，广泛用于计算机、通信设备等，也可制成太阳能电池，将太阳能转化成电能。

图6.3.8表示化合物与混合物的区别。铁屑与硫粉混在一起成为混合物（图（a）），它们各自保持自己的性质，磁铁可将铁屑吸起，因而可与硫粉分离（图（b））。但是形成化合物硫化亚铁（图（c））后，磁铁无法将硫、铁两种元素进行分离。

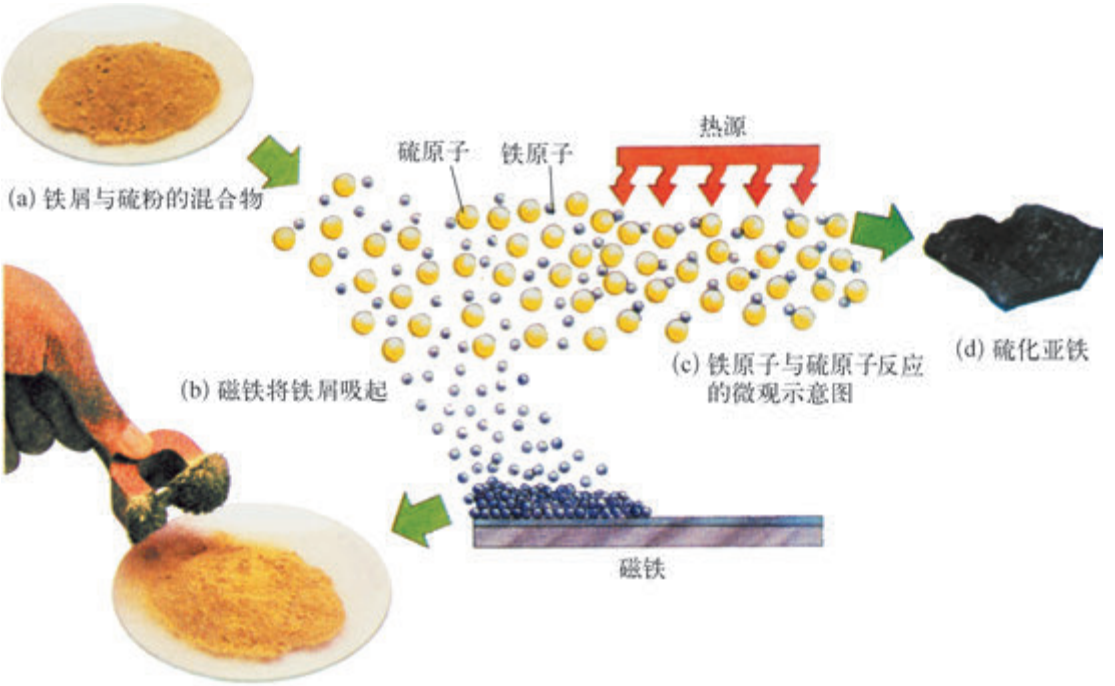


图6.3.8　化合物与混合物的区别

物质的分离

假定白砂糖中不小心混入了沙子，如果沙子不多，沙粒较粗，我们可以用镊

微信公众号：电子课本大全

子把沙子一粒一粒拣出来；如果沙子较多，沙粒又细，有没有简便的方法可使糖与沙子分离呢？请见图6.3.9。



第一步



第二步



第三步

第一步将糖与沙子的混合物放入水中，搅拌，糖溶于水，沙子不溶解而沉淀在烧杯底部；
第二步将烧杯中糖－沙子－水的混合物进行过滤，糖水经过过滤漏斗进入烧杯，沙子则留在滤纸上；
第三步加热糖水，将其中的所有水分蒸发。烧杯中留下的便是纯净的糖。

图6.3.9　糖与沙子的分离

这种分离方法的基本原理是糖与沙子在水中的溶解度不同，可用过滤的方法进行分离。这种方法涉及的基本操作有：溶解、过滤与蒸发（规范操作见学生实验1　粗盐的提纯）。

学习物质分离的意义当然不只是处理生活中碰到的偶发事件，物质性质的研究与物质的使用都离不开物质的分离技术。如作为半导体材料的超纯硅与锗的提纯，作为核燃料的铀和钚的提取等。

溶解性是物质的一种物理性质。除溶解性外，物质的物理性质还有熔点、沸点、颜色、密度、导电性、状态（气态、液态和固态）等。利用物质物理性质的差异，可用熔化、沸腾、蒸馏、溶解、过滤、结晶等方法对混合物进行分离，以得到纯净物。以后，我们还要学习利用物质化学性质的差别进行物质的分离。

纸上层析是一种用于分离色素的方法。滤纸多孔易渗水，水或其他溶剂能沿着滤纸中的细孔往上移动，称为毛细管现象。将待分离的混合物滴在纸上（一个斑点或一条线）。当水或其他溶剂移到那个斑点（或那条线）时，混合物便溶解在水或其他溶剂中，然后随着水或其他溶剂（称为展开剂）一起向上移动。由于滤纸对被分离物中各组分的吸附能力不同，那些易被滤纸吸附的成分移动得慢，难被滤纸吸附的成分移动得快，于是它们在相同时间内在纸上的移动距离不等，混合物便得到了分离。

微信公众号：电子课本大全

学生实验　混合物的分离

实验1　粗盐的提纯

【实验目的】

1. 初步学会溶解、过滤、蒸发等实验的操作技能。

2. 理解过滤法分离混合物的原理。

【实验用品】

器材：托盘天平、药匙、量筒、烧杯、玻璃棒、漏斗、滤纸、剪刀、洗瓶、铁架台（带铁圈）、蒸发皿、酒精灯、坩埚钳、火柴。

药品：粗盐、蒸馏水。

【实验内容】

1. 溶解：用托盘天平称取4 g粗盐（精确到0.1 g）。用量筒量取10 mL水倒入烧杯里。用药匙取一匙粗盐加入水中，观察发生的现象。用玻璃棒搅拌，并观察发生的现象。接着再加入粗盐，边加边用玻璃棒搅拌，一直加到粗盐不再溶解为止。观察溶液是否浑浊。在天平上称量剩下的粗盐，计算在10 mL水中大约溶解了多少克粗盐。

2. 过滤：将滤纸两次对折后放入漏斗，用洗瓶的水湿润滤纸使其紧贴漏斗内壁并使滤纸上沿低于漏斗口，倾倒液体的烧杯口要紧靠玻璃棒，玻璃棒的末端紧靠三层滤纸的一边，漏斗末端紧靠承接滤液烧杯的内壁。慢慢倾倒液体，注意漏斗中滤液液面应低于滤纸上沿，待滤纸内无水时，仔细观察滤纸上的剩余物及滤液的颜色。如滤液仍浑浊，应再过滤一次。如果经两次过滤的滤液仍然浑浊，则应检查装置并分析原因，例如，滤纸是否破损，过滤时漏斗里的液面是否高于滤纸边缘，仪器是否不干净等。找出原因后，重新操作。

3. 蒸发：把得到的澄清滤液倒入蒸发皿，把蒸发皿放在铁架台的铁圈上，用酒精灯加热。同时用玻璃棒不断搅拌滤液使之均匀受热，防止滤液飞溅。等到蒸发皿中出现较多固体时，停止加热，利用蒸发皿的余热使滤液蒸干。

4. 用玻璃棒把固体转移到纸上，称量后，回收到指定的容器。比较提纯前后食盐的状态并计算精盐的得率。



过滤　　蒸发

图6.3.10　粗盐的提纯

微信公众号：电子课本大全

【分析与讨论】

1. 四个实验步骤中用到了哪些仪器？它们的作用是什么？

2. 引起滤液浑浊的可能原因有哪些？

3. 小结归纳溶解、过滤、蒸发中的注意事项，分析图6.3.9所示的仪器与操作需要改进的地方。

实验2　红蓝墨水混合液的纸上层析

【实验目的】

1. 了解用纸上层析法分离红蓝墨水混合液的原理。

2. 初步掌握纸上层析法分离混合液的基本技能。

【实验用品】

器材：大试管（20 mm×200 mm）（带橡皮塞）1支、量筒（10 mL）1支、大试管架（大孔）1个、玻璃毛细管（长8 cm）1支、剪刀（公用）、镊子、普通滤纸。

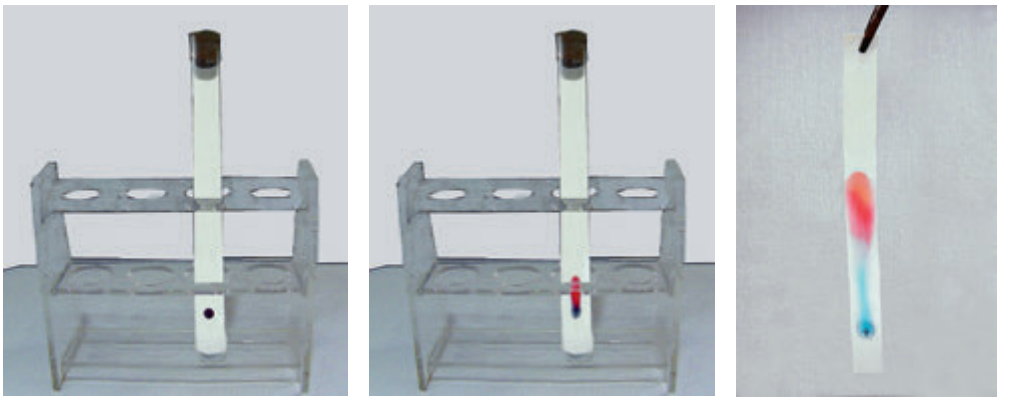
药品：无水乙醇、水、浓氨水、红蓝墨水混合液（红蓝墨水按体积比1∶1（1滴红墨水∶1滴蓝墨水）混和）。

【实验步骤】

1. 准备：取一支带橡皮塞（塞子底端中间切有一条缝隙）的清洁、干燥的大试管（20 mm×200 mm）。配合大试管的内径和管长，裁取普通滤纸（顺着纸的纹路剪，纸边要剪齐且无纸毛，思考为什么？），纸条的宽度比试管的内径略窄（约18 mm），长度为塞子底端到近试管底的距离（约180 mm），将条形滤纸的一端夹在橡皮塞底端中间的缝隙里。

2. 点样：在条形滤纸的另一端距端边约20 mm处的正中，用铅笔画一个小“×”号表示原点的位置，用玻璃毛细管在“×”处点上红蓝墨水混合液试样，点好的试样斑点的直径以不超过4 mm为宜，晾干。

3. 展开：用量筒量取4 mL水，6 mL无水乙醇，1 mL浓氨水，分别转移到大试管中（勿使溶液溅到试管上部内壁）。将点好试样的条形滤纸小心地伸入盛有溶液的大试管中，塞上橡皮塞，使



(a) 将点好试样的条形滤纸刚伸入盛有溶液的试管中　(b) 5分钟后　(c) 30分钟后

图6.3.11　红蓝墨水混合液的纸上层析

微信公众号：电子课本大全

滤纸垂直且两侧不接触试管内壁（否则会造成溶液不按水平线平行上升，影响展开效果）；滤纸条的下端浸入溶液液面下约10 mm（勿使试样斑点浸入溶液之中）。塞好（注意密闭）橡皮塞后，将大试管静置于试管架上，观察与比较红蓝墨水混合液中红、蓝色带。哪个色带在上？哪个色带在下？记录你所观察到的现象与红蓝墨水中各组分完全分离的时间。

4. 结束：取出滤纸条，立即用铅笔在展开剂到达的前沿处作一记号。

【分析与讨论】

1. 在此实验中你观察到什么现象是毛细管现象？

2. 比较滤纸上红蓝墨水中各组分的颜色与移动距离。

3. 实验还有哪些可以改进的地方？



1. 下列物质哪些是纯净物？哪些是混合物？哪些是单质？哪些是化合物？

饮料（如茶、咖啡、汽水）、矿泉水、自来水、蒸馏水、酒、纯鲜牛奶、空气、氧气、氮气、二氧化碳、蔗糖。

2. 面包是面粉等固体与气体的混合物，肥皂泡是液体与气体的混合物，烟是烟灰和气体的混合物。你还能说出哪些混合物吗？

微信公众号：电子课本大全

4 化学式



化学式

我们已经接触到了一些用元素符号表示物质的式子，如氧气（O_2）、臭氧（O_3）、氢气（H_2）、水（H_2O）、二氧化碳（CO_2）、氧化钙（CaO）、硫酸铜（$CuSO_4$）等等。这些用元素符号表示单质或化合物组成的式子称为化学式（chemical formula）。

用化学式可以表示一种物质和该物质的元素组成，例如，H_2O表示水是一种由氢元素和氧元素组成的化合物。化学式还表示物质中组成元素的原子个数或原子个数比，例如，H_2O还表示一个水分子是由2个氢原子和1个氧原子构成。在化学式中每种元素符号右下角的阿拉伯数字，表示了各种元素的原子个数或原子个数比（注意，“1”省略不写）。

化学式O_2、O_3表示氧气和臭氧都是由氧元素组成，氧气分子是由2个氧原子构成，而臭氧分子是由3个氧原子构成。二氧化碳的化学式是CO_2，表示二氧化碳由碳元素和氧元素组成，二氧化碳分子是由1个碳原子和2个氧原子构成。二氧化硅由硅元素和氧元素组成，硅原子和氧原子的个数比是1∶2，所以二氧化硅的化学式是SiO_2。

金属由很多金属原子构成，金属的化学式就用它们的元素符号表示，例如，铁用Fe表示。稀有气体分子仅由一个原子构成，因此，稀有气体的化学式也用它们的元素符号表示，例如，霓虹灯中充填的氖气用Ne表示。

要表示一种物质的几个分子，可以在化学式前面写上阿拉伯数字，标明该物质的分子数。例如，$3CO_2$表示3个二氧化碳分子，3个氧气分子和2个臭氧分子可分别写成$3O_2$和$2O_3$。元素符号右下角的数字和元素符号前面的数字所表示的意义完全不同。例如，H_2表示2个氢原子构成1个氢分子，2H表示2个尚未形成H_2的氢原子，$2H_2$表示2个氢分子。

微信公众号：电子课本大全

化合价

二氧化碳、氧化铜、水的化学式分别是CO_2、CuO、H_2O。从这些化学式可以看到，氧元素跟不同元素结合时，氧原子和其他元素的原子个数比是不同的。通常元素之间相互结合时，各元素的原子数目是一定的。这“一定的数目”反映了元素的原子在相互结合时所具有的化合价。各元素的原子在相互结合时都具有一定的化合价。例如，水分子是由2个氢原子和1个氧原子结合形成的，氢的化合价是+1价，氧的化合价是−2价。常见元素的化合价可查阅表6.4.1。

化合价标在化学式中元素符号的正上方，必须同时标明化合价的正负和化合价的数目。例如氧化铝的化学式是Al_2O_3，标出氧化铝中各元素化合价后就写成：

$$\overset{+3}{Al}_2\overset{-2}{O}_3$$

表6.4.1　常见元素的化合价

元素名称	元素符号	常见化合价	元素名称	元素符号	常见化合价
钾	K	+1	氢	H	+1
钠	Na	+1	氯	Cl	−1　+5　+7
银	Ag	+1	溴	Br	−1
钙	Ca	+2	碘	I	−1
镁	Mg	+2	氧	O	−2
硫	S	−2　+4　+6	钡	Ba	+2
碳	C	+2　+4	锌	Zn	+2
硅	Si	+4	铜	Cu	+2
氮	N	−3　+2　+4　+5	铝	Al	+3
磷	P	+5	铁	Fe	+2　+3



1. 查阅“常见元素的化合价”表，标出下列化合物质中元素的化合价：

氧化钠Na_2O　　氧化铜CuO　　氯化铝$AlCl_3$　　溴化锌$ZnBr_2$

微信公众号：电子课本大全

五氧化二磷 P_2O_5　　二氧化硅 SiO_2　　氯化氢 HCl　　水 H_2O

氢氧化钠 NaOH　　氢氧化钙 $Ca(OH)_2$

2. 寻找化学式中各元素正化合价总数和负化合价总数之间的关系。从上题中标出的元素的化合价中我们可以发现一些什么规律?

(1)氧和氢在它们各自的化合物中,通常氧显_____价,氢显_____价。

(2)在化合物中,各元素的正化合价的总数和各元素的负化合价的总数之间的关系是_____

_____。



思考与讨论

如果有的元素在不同的化合物中显示不同的化合价,我们用什么简单的方法确定具有可变化合价的元素在某化合物中的化合价呢? 例如,二氧化碳(CO_2)和一氧化碳(CO),其中碳元素的化合价各是多少? 是如何确定的?

因为在化合物中各元素的正化合价的总数和各元素的负化合价的总数的代数和为零,所以我们可以根据化合物中已知的元素化合价来确定某元素未知的可变化合价。例如,氧化亚铁 FeO 和三氧化二铁 Fe_2O_3 中氧元素的化合价是确定的,是 −2 价,氧化亚铁中氧元素的负化合价的总数是 −2,所以其中的铁元素是 +2 价;三氧化二铁中氧元素的负化合价的总数是 −6,所以其中的铁元素是 +3 价。



活动

1. 查阅“常见元素的化合价”表,确定下列化合物的化学式中带有下划线的元素的化合价。

$\underline{S}O_2$　$\underline{S}O_3$

$H_2\underline{S}O_3$　$H_2\underline{S}O_4$　$K\underline{Cl}O_3$　$\underline{Fe}(OH)_2$　$\underline{Fe}(OH)_3$

微信公众号:电子课本大全

2. 根据在化合物里，各元素正负化合价的代数和等于零的原则；检查下列各化学式是否正确，并改正错误的化学式。

Ca_2O　$ZnCl$　MgO　$AgBr_2$　AlO_2　$Ca(OH)_2$

我们还可以发现，氢氧化钠（NaOH）或氢氧化钙（$Ca(OH)_2$）的化学式中都有由1个氧原子和1个氢原子组合而成的OH部分，这部分叫做氢氧根。它们在化合物中和在化学反应里都作为一个整体，这样的整体叫做原子团。

常见的原子团除了氢氧根以外，还有硫酸铜（$CuSO_4$）里的硫酸根（SO_4），碳酸（H_2CO_3）里的碳酸根（CO_3），硝酸银（$AgNO_3$）里的硝酸根（NO_3），氯化铵（NH_4Cl）里的铵根（NH_4）等。

原子团作为一个整体，在化合物中也有一定的化合价。在化合物中原子团的化合价和其他元素的化合价的代数和也为零。表6.4.2是常见的原子团和它们的化合价。

表6.4.2　常见的原子团和它们的化合价

原子团名称	氢氧根	硫酸根	碳酸根	硝酸根	铵根
原子团符号	OH	SO_4	CO_3	NO_3	NH_4
原子团的化合价	−1	−2	−2	−1	+1

我们也可以标出化合物中原子团和其他元素的化合价。例如，

硫酸铜 $\overset{+2}{Cu}\overset{-2}{SO_4}$　　氢氧化钙 $\overset{+2}{Ca}(\overset{-1}{OH})_2$

碳酸钠 $\overset{+1}{Na_2}\overset{-2}{CO_3}$　　硝酸钡 $\overset{+2}{Ba}(\overset{-1}{NO_3})_2$



小资料　在单质里元素的化合价为零

元素在和其他元素化合时才显示出正负化合价。而在单质里，相同元素的原子结合不显示出正负化合价，元素的化合价为零。我们同样可以标出单质的化合价。例如：

$\overset{0}{O_2}$　$\overset{0}{Cu}$　$\overset{0}{Co}$

微信公众号：电子课本大全

化学式的书写

我们已经接触到不少化学式，你是否思考过，如何才能正确地书写出物质的化学式呢？

我们只要知道物质是由哪些元素组成和各元素在该物质中的化合价，然后根据各元素正负化合价的代数和等于零的原则，就能写出该物质的化学式。在书写过程中，如果直接运用原子团和原子团的化合价，根据原子团的化合价和其他元素的化合价的代数和等于零的原则，可以更方便地写出物质的化学式。任何物质的化学式都是经过多次精密实验测定和推算得出的，我们不能凭空写出实际上并不存在的物质的化学式。

例如：已知氧化铝是由氧元素和铝元素组成的，铝为+3价，氧为−2价，写出氧化铝的化学式。

氧化铝化学式的书写步骤如下：

1．写出组成氧化铝的元素符号，通常把正价元素Al写在左边，负价元素O写在右边。（个别例外：氨气NH_3）

$$AlO$$

2．根据化合物中正负化合价的代数和为零的原则，确定各元素的原子个数（或原子个数比）。

设铝原子和氧原子的个数分别为x和y，因为铝为+3价，氧为−2价，则得：

$$3x=2y,\ \frac{x}{y}=\frac{2}{3}$$

化学式中铝原子和氧原子的个数分别为2和3。

3．把原子数写在各元素符号右下角，即得化学式（如果原子数为1时，则省略）。

$$Al_2O_3$$

4．检查化学式。正价总数与负价总数的代数和等于零，化学式才是正确的。

又例如：硫酸铝是由铝元素和硫酸根组成，铝为+3价，硫酸根为−2价，写出硫酸铝的化学式。

1．写出组成硫酸铝的元素符号和原子团，把正价元素Al写在左边，负价原

微信公众号：电子课本大全

子团SO_4写在右边。

$$AlSO_4$$

2. 根据化合物中正负化合价的代数和为零的原则，确定铝元素的原子个数与硫酸根的个数。

设铝原子和硫酸根的个数分别为x和y，因为铝为+3价，硫酸根为−2价，则得：

$$3x=2y,\ \frac{x}{y}=\frac{2}{3}$$

化学式中铝原子和硫酸根的个数分别为2和3。

3. 要表示2个或2个以上的原子团，必须给原子团打上括号，再在右下角标上阿拉伯数字（如果原子团数为1时，则省略）。给硫酸根打上括号再在右下角标上3，在铝元素符号右下角标上2，即得硫酸铝的化学式。

$$Al_2(SO_4)_3$$

4. 检查化学式。正价总数跟负价总数的代数和等于零，化学式才是正确的。

分子的质量就是化学式中各原子的质量的总和。化学式的式量等于各原子的相对原子质量的总和。

例如：CaO的式量=40+16=56；

O_2的式量=16×2=32；

H_2SO_4的式量=1×2+32+16×4=98。



1. 标出下列化合物中各元素或原子团的化合价。

氧化钾K_2O　氧化锌ZnO　氯化铁$FeCl_3$　溴化铜$CuBr_2$　三氧化硫SO_3　二氧化碳CO_2　氯化银AgCl　氢氧化亚铁$Fe(OH)_2$　氢氧化铝$Al(OH)_3$　硫酸H_2SO_4　氯化铵NH_4Cl　碳酸钙$CaCO_3$　硝酸铜$Cu(NO_3)_2$

2. 确定下列化合物的化学式中带有下划线的元素的化合价。

$\underline{N}_2O_5$　$K\underline{Mn}O_4$

微信公众号：电子课本大全

3. 根据在化合物里，各元素正负化合价的代数和等于零的原则，检查下列各化学式是否正确；如有错误请改正。

NaO　$Al_2(SO_4)_3$　$NaCO_3$

4. 写出氧化钠、氯化铝、溴化镁的化学式。

5. 写出碳酸钠（由钠离子和碳酸根离子结合的化合物）和硫酸铵（由铵根离子和硫酸根离子结合的化合物）的化学式。

6. 写出氧元素分别与钾、锌、铝、硅元素化合后产物的化学式。

7. 写出硫酸根分别和钾、锌、铝元素结合，形成的硫酸钾、硫酸锌和硫酸铝的化学式。

8. 填写下表。

名　称	氢气	水		硫酸铜
化学式			CO_2	
式　量				

微信公众号：电子课本大全

5 固态物质

在通常温度和压强下，处于气态、液态与固态的物质分别称为气体、液体与固体。固体物质又可分为晶体与非晶体。

物质的状态

我们日常接触到的物质不是单个的分子、原子或离子，而是大量分子、原子或离子聚集在一起的状态。气态、液态与固态是物质常见的三种聚集状态。



一些常见物质的状态

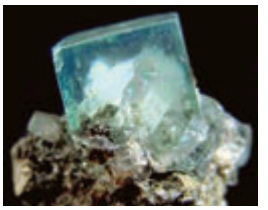
物质	常温常压下的状态	颜色	熔点/℃	沸点/℃
金	固态	金黄色	1 064	2 807
铜	固态	紫红色	1 083	2 567
铁	固态	银灰色	1 535	2 750
金刚石	固态	无色	>3 500	4 827
石墨	固态	黑色	3 652（升华）	4 827
碳酸钙	固态	白色	900（分解）	—
汞	液态	银白色	−39	357
水	液态	无色	0	100
酒精	液态	无色	−117.3	78.5
二氧化碳	气态	无色	−56.2	−78.44
氧气	气态	无色	−218.4	−182.9
氢气	气态	无色	−259.1	−252.8

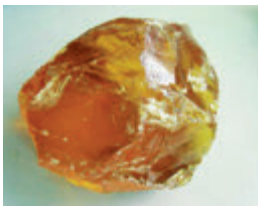
微信公众号：电子课本大全

晶体与非晶体

我们曾经观察过食盐微粒和松香微粒的不同外形。所有的晶体如食盐（氯化钠NaCl）、冰（H_2O）、石英（二氧化硅SiO_2）、石墨（C）、萤石（氟化钙CaF_2）和金属等，由于构成晶体内部的微粒排列有序，犹如一支正待检阅的队伍，因此晶体在生长过程中自然形成规则的多面体外形。而非晶体如松香、玻璃、蜂蜡、琥珀等，由于构成非晶体的微粒排列无序，好像一群正在草坪上玩耍的孩子，因而没有规则的外形，故又称为无定形。


石英（晶体）


萤石（晶体）


松香（非晶体）

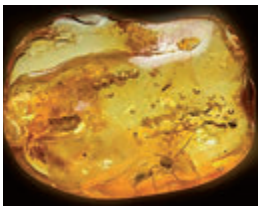
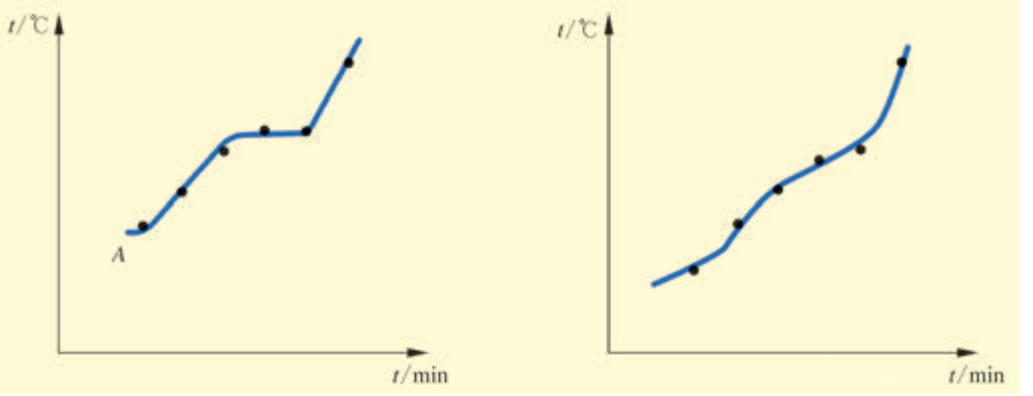

琥珀（非晶体）

图6.5.1　晶体与非晶体

石英晶体和水晶玻璃虽然化学成分相同，都是二氧化硅，但是它们的结构与物理性质却不相同。对石英晶体和水晶玻璃加热，由实验数据绘制的熔化曲线如图6.5.2所示，石英晶体与冰的熔化曲线相似，都有一平行于时间轴的线段（图(a)），表示熔化时温度不变，晶体有确定的熔点；而玻璃（非晶体）在加热过程中固体逐渐变软，然后由稠变稀直到成为液态，整个过程中温度不断上升（图(b)），没有确定的熔点。有没有确定的熔点，是晶体与非晶体的重要区别之一。



(a) 石英晶体　　(b) 水晶玻璃

图6.5.2　物质的熔化曲线

微信公众号：电子课本大全

金刚石与石墨

金刚石与石墨是自然界中的两种矿石，它们的性状很不相同，并早已为人们开发利用。那么这两种矿石究竟是由什么物质构成的？到18世纪后期科学家才找到答案。



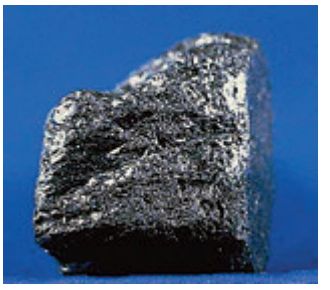


图6.5.3　金刚石与石墨



阅读　**金刚石与石墨都由碳元素组成**

著名物理学家牛顿曾怀疑金刚石是一种可燃物质。后来先后有多位科学家做过金刚石的燃烧实验，但都未能成功。1772年，法国化学家拉瓦锡用玻璃瓶倒立在水上或汞上，瓶里装满空气或氧气，再把金刚石放在瓶中的支架上，用大聚光镜对它加热使金刚石燃烧。结果表明，无论是在水上或汞上，金刚石燃烧后生成的气体都能使石灰水产生白色沉淀，说明所生成的气体是二氧化碳。于是得知金刚石的化学成分是碳。1779年，瑞典化学家舍勒燃烧石墨，同样生成二氧化碳，证实石墨也是由碳元素组成的。

原来，金刚石与石墨两种晶体都是碳的单质。

常见的金刚石无色或略带颜色。金刚石是自然界中最硬的物质，常用于制作各种切割工具、钻探用的钻头等。导热性比铜还要优良。掺杂后的金刚石还是优良的半导体，宝石级的金刚石常称为钻石。



图6.5.4　金刚石刀具



图6.5.5　牙医钻头

微信公众号：电子课本大全

小资料　我国现存的最大钻石



图6.5.6　常林钻石

我国现存最大的金刚石——常林钻石(见图6.5.6)重158.768克拉(1克拉=0.2克),长17.3 mm,颜色呈淡黄色,质地纯净,透明如水。

常林钻石是由山东省临沭县岌山镇常林村村民魏振芳于1977年12月21日在田间松散的沙土中翻地时发现的。她把这块宝石献给了国家,成为我国国宝。这块宝石以发现地点常林村命名为“常林钻石”,现收藏在中国人民银行。

常林钻石是我国第二块超过100克拉的宝石级天然大钻石,也是我国现存的最大钻石。我国发现的最大钻石是金鸡钻石,重281.25克拉,于1937年在山东省郯城县李庄乡发现,后被日本侵略者掠去,至今下落不明。

可喜的是2006年10月在山东蒙阴发现我国第四颗宝石级特大原生金刚石,重101.469 5克拉。这是我国首次在工业选矿流程中选出的百克拉以上的钻石,命名为“百克拉钻石”(见图6.5.3左)。

纯净的石墨为黑灰色的不透明晶体,有金属光泽。石墨质软,滑腻,轻轻摩擦便留下痕迹。铅笔芯就是用石墨粉与黏土制成的,石墨粉多则软,用“B”表示;黏土掺多了则硬,用“H”表示。石墨具有良好的导电性,广泛用于制造电极、电刷等。



图6.5.7　铅笔

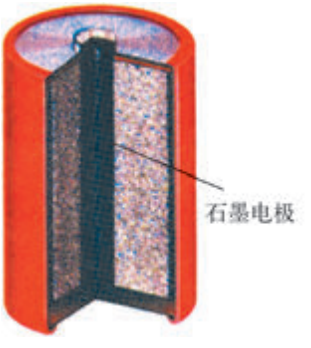


图6.5.8　电极

微信公众号：电子课本大全

金刚石与石墨都是由碳元素组成的，它们的性质为什么会呈现出如此大的差异呢？我们来看看它们的微观结构。

金刚石为“骨架”状的三维空间排列（图6.5.9），1个碳原子与周围的4个碳原子相连，这种结构在各个方向上的作用力都很强，所以金刚石很硬。石墨为层状结构（图6.5.10），每1个碳原子与周围的3个碳原子相连，碳原子与碳原子组成了六边形的环状结构，无限多的六边形组成一层。层与层之间作用力很弱，在外力作用下容易滑动，这就是石墨较软，做成铅笔芯能在纸上留下痕迹的原因。

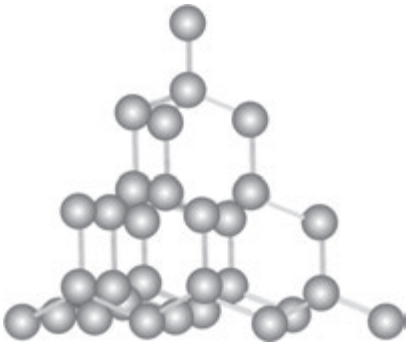


图6.5.9　金刚石的结构示意图

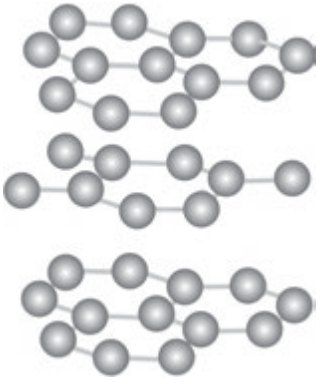


图6.5.10　石墨的结构示意图

金刚石与石墨都是由碳原子构成，由于内部原子的空间联结方式与相互作用不同，造成了它们在硬度等性质上的极大差别。

视窗　**C_{60}和石墨烯**

C_{60}和石墨烯也由碳元素组成。1985年，克罗托（H. W. Kroto，1939—　）、斯莫利（R. E. Smalley，1943—2005）和柯尔（R. F. Curl，1933—　）发现在一定条件下，石墨能生成一种新的碳单质C_{60}，受建筑学家富勒设计的

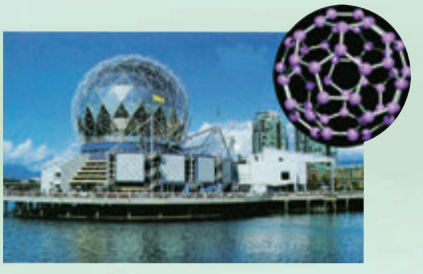


图6.5.11　C_{60}分子示意图与球形薄壳建筑

微信公众号：电子课本大全

球形薄壳建筑的启发，提出C_{60}分子结构的笼状模型。C_{60}是由60个碳原子组成的多面体分子，形似足球（图6.5.11），共有32个面，其中20个六边形、12个五边形，C_{60}是最圆且中空的分子，具有区别于金刚石与石墨的很多特异的性质。三位科学家因为发现C_{60}而荣获1996年诺贝尔化学奖。除C_{60}外，还有形如橄榄球的C_{70}等，统称为富勒烯。

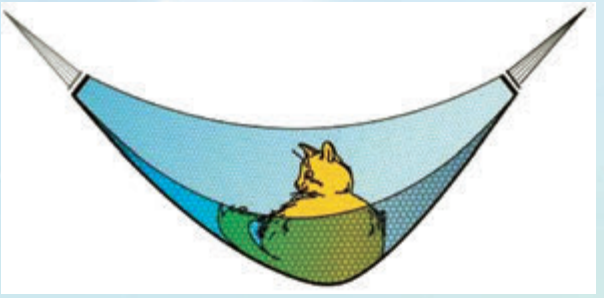


图6.5.12　猫可在石墨烯做成的吊床上安安稳稳地睡觉

2010年诺贝尔物理学奖授予英国曼彻斯特大学的两位物理学家安德烈·海姆（A. Geim，1958—　）和康斯坦丁·诺沃肖洛夫（K. Novoselov，1974—　），以表彰他们在石墨烯材料方面的卓越研究。石墨烯（见本章导图）是一种从石墨中剥离出的单层碳原子材料。很薄，把20万片薄膜叠到一起，也只有一根头发丝那么厚；强度高，比世界上强度最好的钢铁还要高上100倍，一张用石墨烯做成1 m^2的吊床可承重约4 kg，吊床本身质量不足1 mg，只相当于猫的一根胡须（图6.5.12）；导电性好，室温下石墨烯传递电子的速度比已知的导体都快，因此石墨烯是目前导电性能最出色的材料；导热性远超一切其他材料；几乎完全透明；非常致密，即使是最小的气体原子——氦原子也无法穿透。石墨烯的很多奇异特性，使它具有广阔的应用前景，用它替代硅材料制造的晶体管有望研制成新型超高速计算机芯片，带来下一次电子工业革命。而且还将极大地促进汽车、飞机和航天工业的发展。

碳是元素周期表中人们最熟悉的元素之一，早在1797年科学家就已确认晶态的碳单质只有两类：金刚石与石墨。人们一直以为对于碳单质已经研究得很透彻了，没想到时隔两百多年之后竟然发现碳单质还有第三种晶态——富勒烯，1991年富勒烯增添新成员——碳纳米管（图6.5.13）。如今，石墨烯又成为研究的热点。有趣的是C_{60}是个点（微小球），碳纳米管是条线，石墨烯是个面，石墨则为立体结构。C_{60}和碳纳米管都可看作由单层的石墨烯通过某种方式卷曲而成（图6.5.14），而石墨则是石墨烯按一定方式的多层堆叠。可见，碳单质是多么的神奇！

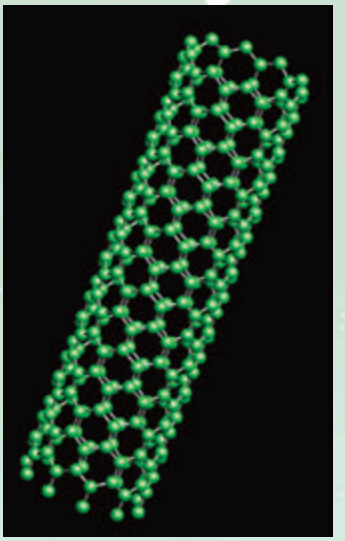


图6.5.13　碳纳米管模型图

微信公众号：电子课本大全

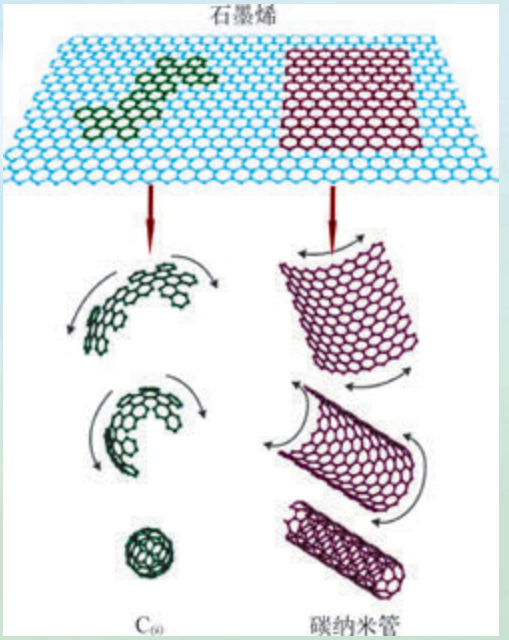


图6.5.14　石墨烯与C_{60}、碳纳米管

对碳单质的研究充分说明了人们对于元素和元素周期表的认识远未穷尽，科学发现是永无止境的。



活动　观察 4 种碳单质的结构模型

观察金刚石、石墨、C_{60}、碳纳米管的结构模型，查阅有关资料，比较这4种物质的结构。



练习

1. 常见的16种元素的单质处于什么状态？你还能列举多少种处于气态、液态和固态的物质？

2. 观察白砂糖、食盐、味精，发现它们的外形有什么共同的特征。

微信公众号：电子课本大全



本章学到了什么

1. 物质由分子、原子或离子等微粒构成。原子由带正电荷的原子核和带负电荷的电子构成。核外电子在化学反应中起了重要的作用。
2. 分子、原子或离子等微粒之间存在一定的间隙并有相互作用，分子、原子或离子处在永不停息的运动之中。由物质的微粒模型可以解释水的三态变化。
3. 所有的物质都由元素组成。元素是一类具有相同质子数的不同原子的总称。每一种元素都可用元素符号表示。常见的元素有氢(H)、氧(O)、碳(C)、氮(N)、硫(S)、硅(Si)、钠(Na)、铁(Fe)、铜(Cu)、氯(Cl)、钙(Ca)、银(Ag)、铝(Al)、碘(I)、钾(K)、磷(P)等。
4. 与碳–12原子质量的1/12作比较计算出的相对值，即为这种原子的相对原子质量。根据化学式，可计算式量。
5. 100多种元素按核电荷数(质子数)的递增，有序地排列在元素周期表中。
6. 物质有多种分类方式。根据一种物质的元素组成是否单一，分为单质(由同种元素组成)与化合物(由不同种元素组成)；根据物质的纯度，分为纯净物(由一种物质组成)与混合物(由不同种物质混合而成)。
7. 利用物质性质的差异，可用溶解、过滤、结晶、沸腾、蒸馏、层析等方法对混合物进行分离，以得到纯净物。
8. 用元素符号表示单质或化合物组成的式子称为化学式。化学式表示一种物质的元素组成和组成元素的原子个数或个数比。
9. 根据化合物中各元素的正化合价的总数与各元素的负化合价的总数的代数和为零的原则，正确书写化学式。
10. 晶体在生长过程中自然形成规则的多面体外形，有固定的熔点。而非晶体不能自然形成规则的外形，也没有固定的熔点。

微信公众号：电子课本大全

附录1　汉英词汇索引

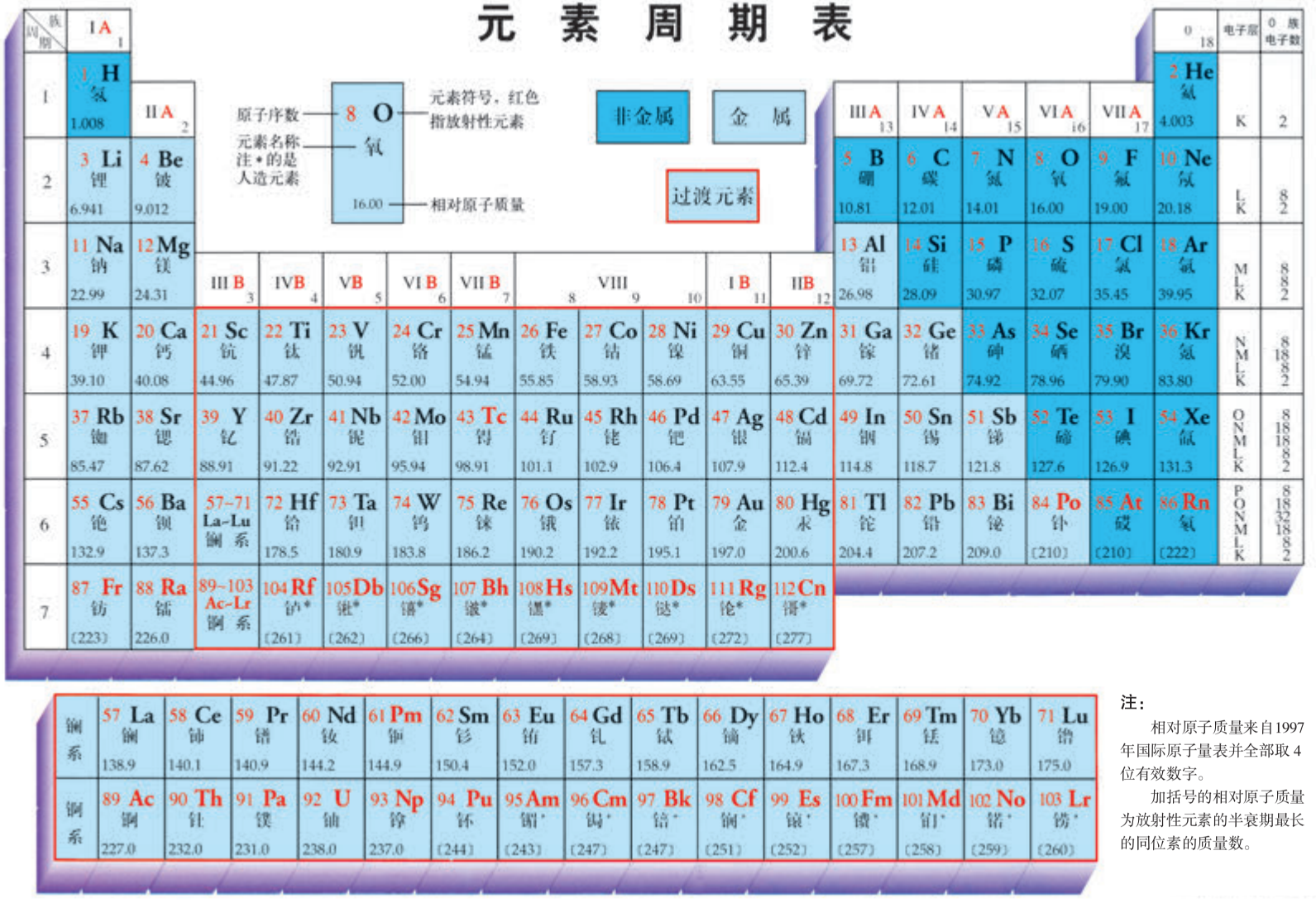
中　文	英　文	页　码
机械运动	mechanical motion	3
参照物	reference object	3
速度	velocity	4
匀速直线运动	uniform linear motion	5
力	force	9
弹簧测力计	spring balance	11
作用	action	13
反作用	reaction	13
重力	gravity	16
重心	center of gravity	17
摩擦	friction	19
流体	fluid	21
弹力	elastic force	22
牛顿第一定律	Newton’s first law	25
惯性	inertia	26
万有引力	universal gravitation	29
平衡	equilibrium	32
失重	weightlessness	33
压强	pressure	38
液体	liquid	43
深度	depth	43
水银	mercury	48
真空	vacuum	48
气压计	barometer	49
密度	density	60
浮力	buoyancy	68
阿基米德原理	Archimedes’ principle	71
根	root	81
茎	stem	83
芽	bud	83
蒸腾作用	transpiration	95
无机盐	inorganic salt	98
光合作用	photosynthesis	104

微信公众号：电子课本大全

中　文	英　文	页　码
叶绿体	chloroplast	107
呼吸作用	respiration	109
消化系统	digestive system	114
胃	stomach	115
小肠	small intestine	115
大肠	large intestine	115
肝脏	liver	115
呼吸系统	respiratory system	121
气管	trachea	121
肺	lung	123
心脏	heart	128
血管	blood vessel	128
血液	blood	128
循环系统	circulatory system	128
动脉	artery	129
静脉	vein	129
毛细血管	capillary	130
泌尿系统	urinary system	136
肾脏	kidney	136
新陈代谢	metabolism	141
分子	molecule	145
原子	atom	145
离子	ion	145
电子	electron	147
原子核	nucleus	148
元素、单质	element	154
相对原子质量	relative atomic mass	157
元素周期表	periodic table of the elements	158
元素周期律	periodic law of the elements	158
金属	metal	160
非金属	nonmetal	160
化合物	compound	161
纯净物	pure substance	162
混合物	mixture	162
化学式	chemical formula	168

微信公众号：电子课本大全

附录2



注：

相对原子质量来自1997年国际原子量表并全部取4位有效数字。

加括号的相对原子质量为放射性元素的半衰期最长的同位素的质量数。

微信公众号：电子课本大全

后　记

华东师大版《初中科学》实验教材，是按照《义务教育科学课程标准（7~9年级）（实验稿）》组织编写的。2001年经教育部全国中小学教材审定委员会审查通过，先后为4个国家级实验区及浙江省宁波市试验选用。通过近十年的试验，我们获得了许多成功的经验，也在使用过程中发现了教材的一些不足与问题。十年间科学技术又有了长足的进步，教材中的一些知识与数据资料需要更新。随着《义务教育初中科学课程标准（2011年版）》的修订完成，根据教育部的统一部署，我们编写组于2011年暑期开始了对本套教材的全面修订工作。

本次教材修订严格按照新课标的要求，并邀请试验区的教研员与骨干教师与我们一起参与修订工作，认真听取了他们的意见与建议，在反复研讨论证的基础上，对教材结构进行了合理的调整，使各册教材的编排更加适应初中学生的认知规律，在内容上进行了一次全面的重新修订，更加注重基础性与时代性，为适当减轻学生课业负担，删繁就简使教材更为精炼。

虽然我们为教材修订付出了不懈的努力，倾注了心血，今天呈现在广大师生面前的这本修订后的新版教材，一定还有缺陷与问题，希望使用本教材的师生继续为我们提出宝贵意见。

参加八年级（上册）教材修订的撰稿人如下（以编写章节的先后为序）：

钱振华　陈　刚　刘东晖　刘炳昇　张沁源　黄祥辉

张烈雄　高剑南　王运生

本册分主编：黄祥辉

微信公众号：电子课本大全