



义务教育教科书



物理

八年级 全一册

上海科学技术出版社

义务教育教科书



物理

义务教育物理课程标准实验教科书编写组 编著

八年级 全一册

上海科学技术出版社

责任编辑 李林高 邵海秀 张 燕 施 成
美术编辑 房惠平

义务教育教科书
物 理
八年级 全一册
义务教育物理课程标准实验教科书编写组 编著
上海世纪出版（集团）有限公司 出版
上海科学技术出版社
(上海市钦州南路 71 号 邮政编码 200235)
新华书店发行
合肥义兴印务有限责任公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 14.75 字数 248 000
2012 年 6 月第 1 版 2021 年 7 月第 75 次印刷
ISBN 978-7-5478-1284-6/G·245
定价: 14.71 元

如发现印装质量问题或对内容有意见建议, 请与本社联系
电话: 021-64848025, 邮箱: jc@sstp.cn

审批编号: 皖费核(2021年秋季)第0106号 举报电话: 12315

目录

欢迎进入物理世界

1



第一章 打开物理世界的大门 2

第一节 走进神奇 3

第二节 探索之路 5

第三节 站在巨人的肩膀上 8



第二章 运动的世界 12

第一节 动与静 13

第二节 长度与时间的测量 17

第三节 快与慢 23

第四节 科学探究：速度的变化 29



第三章 声的世界 33

第一节 科学探究：声音的产生与传播 34

第二节 声音的特性 40

第三节 超声与次声 47



第四章 多彩的光 52

- 第一节 光的反射 53
- 第二节 平面镜成像 58
- 第三节 光的折射 62
- 第四节 光的色散 66
- 第五节 科学探究：凸透镜成像 70
- 第六节 神奇的眼睛 75



第五章 质量与密度 83

- 第一节 质量 84
- 第二节 学习使用天平和量筒 89
- 第三节 科学探究：物质的密度 92
- 第四节 密度知识的应用 96



第六章 熟悉而陌生的力 100

- 第一节 力 101
- 第二节 怎样描述力 105
- 第三节 弹力与弹簧测力计 108

第四节	来自地球的力	111
第五节	科学探究：摩擦力	117



第七章 力与运动 124

第一节	科学探究：牛顿第一定律	125
*第二节	力的合成	131
第三节	力的平衡	135



第八章 压强 141

第一节	压力的作用效果	142
第二节	科学探究：液体的压强	148
第三节	空气的“力量”	156
第四节	流体压强与流速的关系	163



第九章 浮力 168

第一节	认识浮力	169
第二节	阿基米德原理	172
第三节	物体的浮与沉	177



第十章 机械与人 183

- | | | |
|-----|--------------|-----|
| 第一节 | 科学探究：杠杆的平衡条件 | 184 |
| 第二节 | 滑轮及其应用 | 191 |
| 第三节 | 做功了吗 | 195 |
| 第四节 | 做功的快慢 | 199 |
| 第五节 | 机械效率 | 202 |
| 第六节 | 合理利用机械能 | 206 |



第十一章 小粒子与大宇宙 213

- | | | |
|-----|--------|-----|
| 第一节 | 走进微观 | 214 |
| 第二节 | 看不见的运动 | 219 |
| 第三节 | 探索宇宙 | 224 |

欢迎进入物理世界

同学，你好！

当打开《物理（八年级）》时，你将进入令人惊叹的物理世界，这里奥秘无穷，神奇无比！

首先“**打开物理世界的大门**”，你将“**走进神奇**”！来自大自然的神奇，令人迷惑；来自生活中的神奇，让你叫绝！在这有无数瑰宝的物理迷宫中，神奇无处不在。只要你孜孜不倦、锲而不舍地探索，一定能发现解读这些“神奇”的密码。

打开这物理迷宫后，你将进入“**运动的世界**”，探索“动与静”“快与慢”的诀窍；接着进入“**声的世界**”，探索“声音的产生与传播”，感受“声音的特性”，了解“超声与次声”等；随后你将看见“**多彩的光**”，探索光的反射、折射、色散以及透镜成像的秘密等。在这充满奥秘的物理迷宫里，还有与“力”相关的各类宝库，如“**质量与密度**”“**熟悉而陌生的力**”“**力与运动**”“**压强**”“**浮力**”“**机械与人**”等，探索这些宝库，你能找到鉴别真金白银的秘方、发现苹果下落的秘密、解释快速行驶中安全带的作用、了解飞机上升的缘故、知道潜艇沉与浮的原因、掌握机械省力的诀窍等。在这神奇的迷宫里，你还将了解微小的粒子世界及无垠的茫茫宇宙——“**小粒子与大宇宙**”。

为了帮助大家探索物理世界的各类宝库，本书提供了丰富多彩的栏目。在“**迷你实验室**”，有妙趣横生的物理小实验；在“**实验探究**”中，需要你体验过程，探索奥秘；通过“**讨论与交流**”，希望你能畅所欲言，与同学相互促进；“**信息窗**”为你提供了拓展视野的阅读材料；在“**请提问**”“**实践与总结**”以及“**作业**”中为你提供了思考、实践和练习的空间。

同学们，物理现象变化万千，物理学习乐趣无穷。祝你学会物理知识，了解探究方法，领悟科学精神，找到“神奇”的谜底，成为对人类有用的人才！

第一章 打开物理 世界的大门

走进神奇
探索之路
站在巨人的肩膀上



第一节 走进神奇

人的天职在于勇敢探索真理。

——哥白尼

在自然中……

从茫茫星空到辽阔大地，从高耸雪峰到澎湃江河，神奇无处不在。你思考过下列“神奇”吗？

浩瀚太空，群星闪烁，它们从哪里来，到哪里去？我们生活的地球在宇宙的什么地方？哈雷彗星何时再来（图 1-1）？

“天公”发怒时，狂风暴雨常伴随电闪雷鸣，它们如何产生，又为何消失（图 1-2）？

大自然为什么有五颜六色，为何如此绚丽多彩，令人惊叹（图 1-3）？



图 1-1
哈雷彗星何时再来？



图 1-2
电闪雷鸣如何产生？



图 1-3
大自然为何绚丽多彩？



图 1-4 静静雪山
为何发生雪崩？

流淌的江河，为何既能运输航船、灌溉良田，也会奔腾咆哮、冲垮河堤？

静静雪山，高耸巍峨，为何甚至一声“喷嚏”就可能导导致雪崩（图 1-4）？

在生活中……

自然现象扑朔迷离、千姿百态，而在人们的日常生活中则呈现出另一些神奇。你探究过下列“神奇”吗？

为什么饮料罐只有一个小孔时，里面的液体不易倒出（图 1-5）？

将筷子放入水中，筷子似乎被水“折”断了。你观察过这种现象吗？知道这是为什么吗？

夜幕降临，为何人们轻轻合上电闸便能带来万家灯火，延续光明（图 1-6）？

撑竿跳高，激动人心。为什么撑竿跳高运动员借助一根细长的撑竿，便能跃过高高的横竿（图 1-7）？



图 1-5
为何不易倒出液体？



图 1-6
万家灯火从何而来？



图 1-7
跳得更高的秘密是啥？

第二节 探索之路

我从事科学研究的动机，来自一种想要了解自然奥秘的无法遏制的渴望，而不是别的什么目的。

——爱因斯坦

面对神奇，人们感到迷茫、好奇、敬畏，人们渴求去探究。“一种想要了解自然奥秘的无法遏制的渴望”促使世界各民族努力探索、坚持不懈，并使这种探索从远古延续至今，并将走向未来。

古文明中的科学思索……

古人早就开始思索自然界的神奇现象，而那些能直接刺激感官的神奇现象则最能引起他们的注意。从古人的文字和图画便可看出他们的一些科学思索。

甲骨文“殷”，意指手持长柄，敲击乐器发声。这说明古人很早便知道声音与碰击有关（图1-8）。

东巴文“晒干”，已含有太阳光致使地表水分蒸发的科学思索（图1-9）。

古人通过对日月星辰及周围事物的观察，设想宇宙的模样。有古人认为地球是平的，日月星辰在大气中运行，其上方扣着穹顶（图1-10）。

除文字、图画外，从世界各地的文物古迹也能看出古人对宇宙万物的科学思索。



图 1-8 甲骨文“殷”



图 1-9 纳西族东巴象形文字“晒干”



图 1-10 古人的宇宙模型之一

安徽凌家滩出土的、距今约5000年的雕刻玉版(图1-11),是中国古人天圆地方宇宙观的早期展现。

出现在世界不同地方的石头阵神秘莫测。有研究认为,其功能之一是帮助古人观察天象(图1-12)。



图 1-11 有着“天圆地方”思想的雕刻玉版

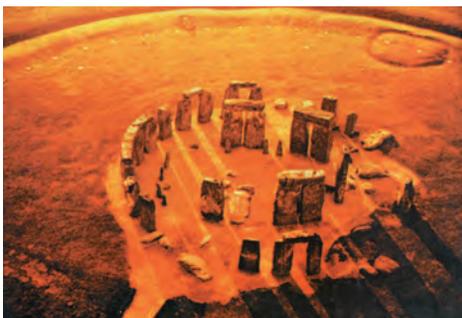


图 1-12 可帮助人们观察天象的神秘石头阵

物理学的进步之阶……

灿烂的古代文明闪烁着古人朦胧的理性之光,也为人们科学地认识世界奠定了基础。在物理学发展的漫长历程中,不少前辈作出了卓越的贡献。

著名天文学家、自然科学先驱哥白尼(N. Copernicus, 1473-1543),用“日心说”否定了影响人类达千年之久的托勒密的“地心说”,有力地推动了人类文明的进程(图1-13)。



图 1-13 早期描绘“日心说”的图像

经典力学和实验物理学的先驱伽利略(G. Galilei, 1564—1642), 率先用望远镜观察天空(图 1-14), 由此得到的关于天体运行的结果支持了哥白尼的日心说。

伟大的物理学家牛顿(I. Newton, 1643—1727; 图 1-15), 在前人的研究积累上, 奠定了具有划时代意义的经典物理学基础。他发现日月星辰的运转与苹果下落等有着某些相似, 经过长时间的探索, 建立了著名的运动定律。

从 19 世纪到 20 世纪的世纪之交, 物理学遇到“晴空上飘浮着两朵乌云”的难题, 这“两朵乌云”导致了近代物理学的产生。20 世纪杰出的物理学家爱因斯坦(A. Einstein, 1879—1955; 图 1-16) 提出了相对论, 从根本上冲击了经典物理学体系, 动摇了人们所熟悉的时间与空间等概念。普朗克(M. Planck, 1858—1947)、玻尔(N. Bohr, 1885—1962) 等量子力学主要奠基人发现微观世界与宏观世界的物理规律有很大差异。由于这些物理学家的伟大贡献, 物理学再次跨出具有划时代意义的一大步。



图 1-14
伽利略观察天体运动



图 1-15 牛顿奠定了
经典物理学基础



图 1-16 爱因斯坦的相对论冲击了经典的时空观

第三节 站在巨人的肩膀上

如果说我比别人看得更远的话，那是因为我站在巨人的肩膀上。

—— 牛顿

在探索之路上，有众多的科学巨人披荆斩棘，铺路架桥，为后人留下了丰硕的知识园地、科学的探究方法及不朽的科学精神。“站在巨人的肩膀上”，你能站得更高，看得更远。

知识园地——硕果累累

前辈们在探索神奇现象的过程中，逐渐发现蕴藏其中的物理规律。随着对这些规律的深入探究，物理学的体系便逐渐形成了。

物理学 (physics) 是研究自然界的物质、相互作用和运动规律的自然科学。

人类已进入信息化时代，物理学的知识和研究方法已被广泛应用到现代通信、交通、航天、材料和能源等领域。

由于航天技术的发展，人类不仅实现了飞翔之梦，而且还能登上月球、遨游太空，继续探索浩瀚宇宙的秘密 [(图 1-17)、(图 1-18)]。

在探索茫茫宇宙的同时，人类也在探索微观世界。显微镜是人类的“火眼金睛”，通过它，人类能



图 1-17 脱离飞船机体的航天员在太空行走

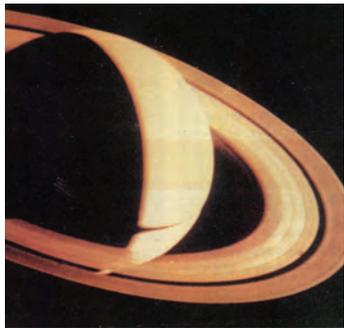


图 1-18 “旅行者”宇宙飞船拍摄的土星照片

逐渐深入看清组成物质的不同粒子（图 1-19）。

激光技术不仅被广泛应用于农业、医疗、通信、能源等领域，而且也逐渐应用于日常生活，给人们带来方便。

信息技术给人类带来了巨大的影响。集成了成千上万个电子元件的芯片，既小又轻，以至蚂蚁都能搬动（图 1-20）。

超导技术有着广泛的应用前景，人们正在进行深入探索（图 1-21）。

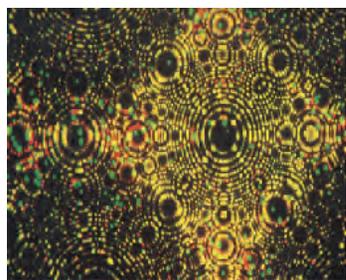


图 1-19 放大了200万倍的铪原子排列图



图 1-20 蚂蚁能搬动的集成电路芯片



图 1-21 超导磁浮现象

科学探究——其乐无穷

科学前辈不仅为后人构筑了知识的宫殿，而且还创建了科学的探究方法。

例如，伽利略在研究亚里士多德（Aristotle，前384—前322）落体观点的过程中，不仅从逻辑上质疑亚里士多德的观点，而且巧妙设计了斜面实验，据说还在比萨斜塔（图 1-22）亲自实验。因此，伽利略被后人誉为实验物理学的前驱。

大家在学习科学知识的同时，还应学习科学家的研究方法（图 1-23）。在科学探究中，大家要学会问、学会猜、学会计划、学会做、学会分析、学会反思，还应学会交流等。



图 1-22 比萨斜塔



图 1-23 从“做”中学

科学精神——永远高扬



图 1-24 居里夫妇在工作



图 1-25 爱因斯坦与玻尔

科学家们在科学探究的过程中，还为后人留下了永远高扬的科学精神。

科学家们实事求是、尊重客观规律、不迷信权威、勇于质疑、敢于坚持真理。例如，面对罗马教会的强权，哥白尼坚持认为地球是在运动的。

科学家们孜孜不倦、刻苦认真、锲而不舍。例如居里夫人 (M.S.Curie, 1867—1934)，曾两次获得诺贝尔奖。这些伟大的成功皆源于她对真理的执着追求，以及她长期勤勤恳恳的努力工作等。她和丈夫共同发现的“镭”是在简陋的棚屋里辛苦工作多年才提炼出来的 (图 1-24)。

科学家们善于合作与交流，敢于提出与众不同的见解，也敢于修正或放弃自己的错误观点。例如，爱因斯坦和玻尔等人 (图 1-25) 进行了长达 20 余年的量子力学大论战，而这种学术之争并未影响两位科学泰斗的友谊。正是在这一次次的学术争论中，在众多物理学家的努力下，量子力学体系逐渐建构起来了。

长江后浪推前浪，物理学正是在一代又一代科学家的努力下，才发展到由量子论和相对论作为支柱的现代物理学阶段。

新的发展带来新的问题，新的问题必将激发新的探索，新的探索必将推动物理学进入新的时代。

打开物理世界的大门，同学们将发现科学巨人们留下的知识、方法及精神等无尽的财富。站在巨人的肩膀上（图 1-26），同学们将成为新时代的“巨人”！



图 1-26 构建物理学“殿堂”的巨人们

第二章 运动的世界

动与静

长度与时间的测量

快与慢

科学探究：速度的变化



第一节 动与静

运动的世界

日出日落、月盈月亏、星移斗转，宇宙每时每刻都在运动。冬去春来、风起云涌、潮涨潮落，我们生活在运动的世界里。

宇宙大爆炸带来了满天星斗（图 2-1）。我们就生活在这满天星斗中一颗称为地球的行星上。

地壳运动产生了高山与峡谷；江河流动形成了沟壑与平原（图 2-2）。

生命在于运动。飞翔的雄鹰，驰骋的骏马，爬行的蜗牛……运动使生命更加多姿多彩（图 2-3）。



图 2-1 观测发现，宇宙中许多星系正离我们远去



图 2-2 大陆板块的运动，产生了雄伟的喜马拉雅山脉



图 2-3 跑步是人们喜爱的一项运动

运动的描述

人们用不同的方式描述运动的世界。诗人用语言的韵律和意境描写运动；画家用形态和色彩描绘运动；音乐家用旋律和节奏表现运动。

1977年8月，“旅行者”号宇宙飞船携带的中国古典乐曲《流水》，作为人类使者之一飞向太空，踏上了寻找外星生命的旅程（图2-4）。《流水》是音乐家表现的运动。

梵高的油画《星夜》通过旋转扭曲的形态变化，冷暖色彩的强烈对比，展现了一个浩瀚神秘、惊心动魄的运动世界（图2-5）。《星夜》是艺术家描绘的运动。



图 2-4 《流水》第一主题旋律



图 2-5 梵高的《星夜》

那么，科学家用什么来描述和研究运动呢？

科学家用特定的概念、数学工具及实验方法来描述与研究运动。

在物理学中，把一个物体相对于另一个物体位置的改变称为**机械运动**（mechanical motion），

简称为**运动** (motion)。这里说的另一个物体，即被选作参照标准的物体，叫做**参照物** (reference object)。如果一个物体相对于参照物的位置在改变，则称这个物体是运动的；如果一个物体相对于参照物的位置没有发生改变，则称这个物体是静止的。

由此我们知道，人们通常所说的“运动”与“静止”是相对的，即相对于所选择的参照物而言。选择不同的参照物，结论常常也会不一样。因此，我们描述物体“运动”或“静止”时都要特别说明是以什么为参照物。例如，要描述一位乘电梯上升的乘客的运动（图 2-6），如果选择地面为参照物，乘客是运动的；但选择其所在电梯的轿厢为参照物时，乘客是静止的。在日常生活中，若没有特别说明，一般默认选地球（面）为参照物。

在生活、生产中，人们常常巧妙地应用运动与静止的相对性为我们服务。例如，人们利用同步卫星传播电视节目（图 2-7）。你知道同步卫星的“同步”是什么意思吗？



图 2-6 运动的电梯



图 2-7 同步卫星



交流与讨论*

在商场里，妈妈和 5 岁的小东正乘自动扶梯下楼（图 2-8）。小东拉着妈妈的手说：“妈妈，我们跑下去吧！”妈妈说：“小东，这样很危险，下楼时要拉着妈妈的手，站着不动。”

他们在下楼（运动），可为什么妈妈会说下楼时要站着不动（静止）呢？这里的“运动”是以_____为参照物来说的，“静止”是以_____为参照物来说的。



图 2-8 乘自动扶梯

* 本书所有用方框展示的栏目内容，教师可以根据具体情况灵活处理。



作业

1. 小明在窗前做作业，抬头看见小狗花花正蹲在树下；不一会儿小明再向窗外望去，发现花花已躺在院墙边（图 2-9）。小明笑了笑说：“花花又动过了！”

小明两次看见的都是不动（静止）的花花，可却说花花又动过了。这是为什么呢？原来，小明是以_____为参照物发现小狗花花运动了。

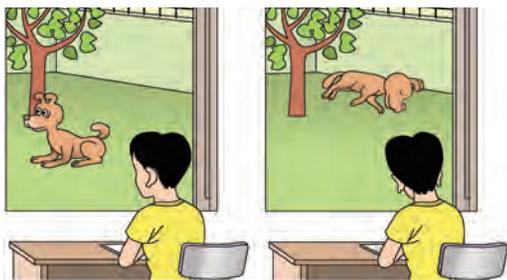


图 2-9



图 2-10

2. “朝辞白帝彩云间，千里江陵一日还。两岸猿声啼不住，轻舟已过万重山。”这是唐代诗人李白《早发白帝城》中的诗句。图 2-10 描绘了诗中描写的意境。从物理学的角度看，以高山为参照物，舟中人是_____的；以小舟为参照物，舟中人是_____的。

3. 小明坐在向前行驶的汽车中，以路旁的楼房为参照物，他是_____的；以车身为参照物，他是_____的。

4. 如图 2-11 所示，空中加油机 A 正在对战斗机 B 进行空中加油。为了确保飞行安全，在加油时加油机 A 和战斗机 B 的飞行应“同步”。此时，加油机 A 相对于_____是运动的，相对于_____是静止的。



图 2-11

5. 设计一个与运动有关的，图文并茂、充满幻想的画页。

6. * 请上网查询与同步卫星有关的内容。

请提问

1. 世界上有绝对静止的物体吗？为什么？

.....

* 本书中凡标注有*的例题与习题，教师可根据具体情况灵活处理。

第二节 长度与时间的测量

测量单位

在生活、生产和科学研究中，经常要进行长度和时间的测量。探究物体的运动规律也需要进行长度和时间的测量。要进行测量，就要有一个人们公认的测量标准——测量单位。

在古代，人们就学会了利用身体某些部位、身边的物品、自然界的某些规律等作为测量的单位，如利用身高、足长等作为长度单位，利用交替的昼夜、变化的季节等作为时间单位。随着社会的发展，人们发现若测量单位不一致，会给彼此间的交流带来很大的不便，因此，需要建立统一的测量单位。

1960年，国际上通过了一套统一的测量标准，叫**国际单位制** (International System of Units)，简称SI。目前，世界上大多数国家都将国际单位制的单位作为本国的法定计量单位。国际单位制的单位也是我国的法定计量单位。

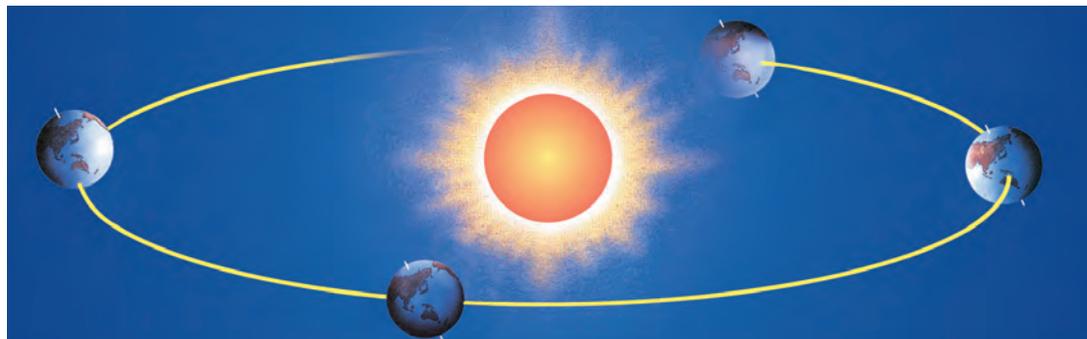


图 2-12 人们利用地球的运动周期测量时间

在国际单位制中，长度的基本单位为米（m），时间的基本单位为秒（s）。

比“米”大的长度单位有“千米（km）”，比“米”小的长度单位有“分米（dm）”“厘米（cm）”“毫米（mm）”“微米（ μm ）”“纳米（nm）”等。它们之间的换算关系为

$$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m};$$

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 10^2 \text{ cm} = 10^3 \text{ mm} = 10^6 \mu\text{m} = 10^9 \text{ nm}.$$

天文测量中常用的长度单位是“光年（l.y.）”，即光在真空中传播一年的距离。

$$1 \text{ l.y.} \approx 9.461 \times 10^{15} \text{ m}.$$

比“秒”大的时间单位有“时（h）”“分（min）”，比“秒”小的时间单位有“毫秒（ms）”“微秒（ μs ）”等。它们之间的换算关系为

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min}; \quad 1 \text{ min} = 60 \text{ s};$$

$$1 \text{ s} = 10^3 \text{ ms}; \quad 1 \text{ ms} = 10^3 \mu\text{s}.$$

信息窗

时钟的演变

“时钟”是人们根据自然界物体运动规律发明的计时工具。

古代，人们发明了利用阳光下物体影子的变化规律来计时的时钟——日晷；利用细沙、水的流动规律来计时的时钟——沙漏、水钟等。后来，人们发现了物体的摆动规律，发明了摆钟。随着对物质运动认识的深入，人们又发明了利用分子、原子运动规律来计时的石英表、原子钟等。



图 2-13 时钟的演变

测量活动

人们对测量结果精确度的要求，有时很高，有时不那么高。当精确度要求不高时，可以借助自然现象或身边的物品进行估测（图 2-14）；当精确度要求较高时，则要选择适宜的测量工具进行测量。



图 2-14 借助太阳估测时间

测量长度常用的工具有卷尺、刻度尺、游标卡尺等（图 2-15）。刻度尺是学习和生活中常用的测量长度工具。常用刻度尺的分度值（即相邻两刻度线间的距离）为 1 mm。



卷尺



刻度尺



游标卡尺

图 2-15 常用测量长度的工具

实验探究

一、用刻度尺测量长度

实验时应注意：

1. 刻度尺要放正，有刻度的一边要紧贴被测物体（图2-16）；
2. 读数时视线要与尺面垂直（图2-17）；



图 2-16 正确使用刻度尺

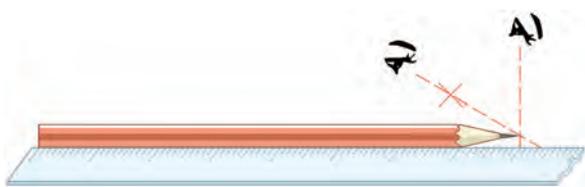
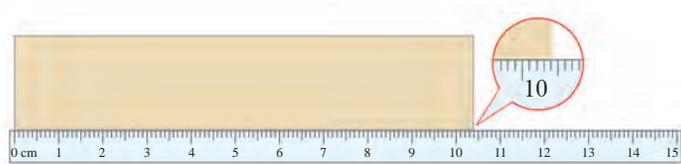


图 2-17 正确读数

3. 读数时注意估读（图2-18）；



测量值：10.4 1 cm
 精确 估读 单位

图 2-18 正确估读和记录

4. 客观记录测量结果；
 5. 多次测量取平均值。
- 请用刻度尺测量你用的物理课本的长与宽（图 2-19），并将测量结果填入下表。



图 2-19 用刻度尺测量书本的长与宽

	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值
长度 l /cm				
宽度 b /cm				

二、用表测量时间

用身边能找到的钟或表测量一段时间，如从教室一端走到另一端的时间。

若使用机械停表测量时间则应注意：

1. 使用前先上紧发条，但不要过紧，以免损坏发条；
2. 注意调零；
3. 按表时不要用力过猛，以防损坏机件。

图 2-20 所示为常见的手表和机械停表。请找一块手表或机械停表，读一读显示的时间，并与同学交流讨论。



图 2-20
手表和机械停表

迷你实验室

长度的估测

生活中，人们经常需要估测长度，其方法很多。如可用目测，还可用身体的某些部位或身边的某物品作为“尺”去测量。

1. 与同学合作，估测你的身高、步长。你的身高约为 _____ m、步长约为 _____ m。
2. 请你估测一下教室内黑板的长度和宽度。黑板的长度约为 _____ m、宽度约为 _____ m。

时间的估测

人的脉搏一般是有规律的，大多数人的脉搏 1 min 跳动的次数为 70 次左右。请你用数脉搏次数的方法来估测一段时间（如测量某同学从教室一端走到另一端或你乘公共汽车行驶一站路程的时间等）。

你采用数脉搏次数的方法估测 _____ 的时间是 _____ s。



图 2-21 讨论如何减小测量误差

测量误差

测量误差是科学探究中不可忽视的一个问题。

一般来说,由于客观或主观因素的影响,如测量工具、测量方法、测量者等的影响,测量值和真实值之间总存在一定的偏差。这种偏差称为测量误差,简称误差。

对于测量来说,误差当然是越小越好。但是,误差总是存在的。通常,我们可以通过校准测量工具、改进测量方法、选用精度高的测量工具、多次测量取平均值等方法减小测量误差。

与同学对比测量数据,结果相同吗?议一议,为什么不同?怎样才能减小测量的误差?



作业

- 请给下列长度填上合适的单位。
 - 某同学的身高是 165 _____ ;
 - 一支铅笔的长度是 1.8 _____ ;
 - 一枚一角硬币的厚度约为 2.4 _____ ;
 - 某教学楼每层楼高为 3 200 _____ 。
- 请换算下列单位: $1.2 \text{ h} = \text{_____ min} = \text{_____ s}$; $12 \text{ cm} = \text{_____ m} = \text{_____ mm} = \text{_____ nm}$ 。
- 请用刻度尺测量你走两步的距离约为多少,请你以此为长度标准,估测一下你们教室或篮球场的长和宽。
- 小明按照图 2-22 所示方法测量一金属条的长度,该金属条的长度为 _____ 。
- 请用停表帮助自己练习对时间估测的准确度,如看看你能否 1 s 数一个数。
- 设计一种方法,用刻度尺测出物理课本一张纸的厚度。



图 2-22

请提问

- 怎样测量地球与月球之间的距离呢?
.....

第三节 快与慢

怎样比较运动的快慢

生活中人们怎样比较运动的快与慢?

简单的方法是：比一比，跑一段相同的路程，看谁先到达终点(图 2-23)；或者比一比，用相同的时间，看谁跑的路程长。



图 2-23 看谁跑得快

由此可知，说某同学跑得快或慢，不仅与其所跑的路程有关，而且与其跑这段路程所用的时间有关。在物理学中，将物体在一段时间内通过的路程与通过这段路程所用时间的比称为**速度** (velocity)。用速度就可以比较物体运动的快与慢了。

速度、路程与时间之间的关系为

$$v = \frac{s}{t}。$$

v : 速度
 s : 路程
 t : 时间

这便是计算速度的公式。它还可变形为

$$s=vt \text{ 或 } t=\frac{s}{v}。$$

在国际单位制中，速度的单位是由长度单位和

时间单位组合而成的，写作“米/秒”，读作“米每秒”，用符号“m/s”或“ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ”表示。日常生活中速度的单位还常用“千米/时”，读作“千米每时”，用符号“km/h”或“ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ”表示。

若你的同学跑 100 m 用了 17 s，而你用 25 s 跑了 165 m，你和你的同学谁跑得快呢？你可将该同学跑的路程和所用时间代入速度公式，算出他的速度，再用同样的方法算出你的速度，比较这两个速度的大小便可知谁跑得快些了。你自己算算，看看能否比较出来。

例题 声音在空气中传播的速度约为 340 m/s，需要多长时间才能听到距你 1 km 处产生的雷声？

已知：声音传播的速度 $v=340 \text{ m/s}$ ，

路程 $s=1 \text{ km}=1\,000 \text{ m}$ 。

求：听到雷声需要的时间 t 。

解：由 $v = \frac{s}{t}$ 可得

$$t = \frac{s}{v} = \frac{1\,000 \text{ m}}{340 \text{ m/s}} \approx 2.94 \text{ s}。$$

答：需要约 2.94 s 才能听到距你 1 km 处产生的雷声。

迷你实验室

使用卷尺和电子表（或停表）测量玩具小车的运动速度。

实验器材：卷尺、电子表（或停表）、玩具小车（图 2-24）。



图 2-24 测量玩具小车速度的器材

信息窗

测量速度的方法

如图 2-25 所示, 当直线运动的小车通过第一个光源时, 光电计时器开始计时; 通过第二个光源时, 光电计时器停止计时。从光电计时器中读出小车通过两光源的时间, 再测量出两个光源的距离 (即小车运动的路程), 然后根据速度公式就可算出小车通过这段路程的速度了。

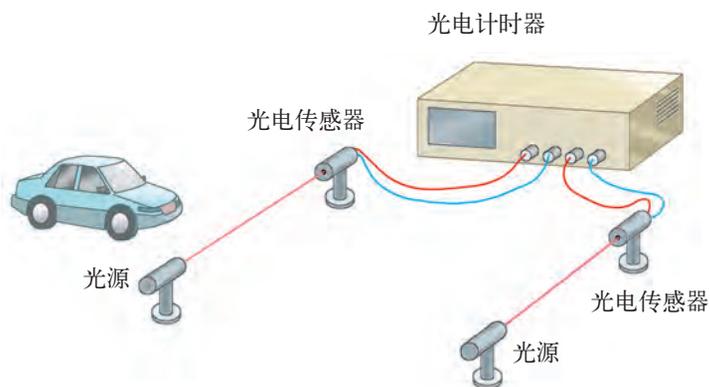


图 2-25 利用光电计时器测量速度

匀速直线运动与变速直线运动

通过对直线运动的观测可知: 有的物体运动的速度基本保持不变; 有的物体运动的速度时大时小。在物理学中, 我们把物体运动速度保持不变的直线运动称为**匀速直线运动** (uniform rectilinear motion), 速度变化的直线运动称为**变速直线运动** (variable rectilinear motion)。

如图 2-26 所示, 一辆小汽车在平直的公路上平稳地行驶, 在这条公路上任意取 3 段路程, 记录其运动时间。请根据速度公式, 计算这辆小汽车在这 3 段路程上的运动速度。

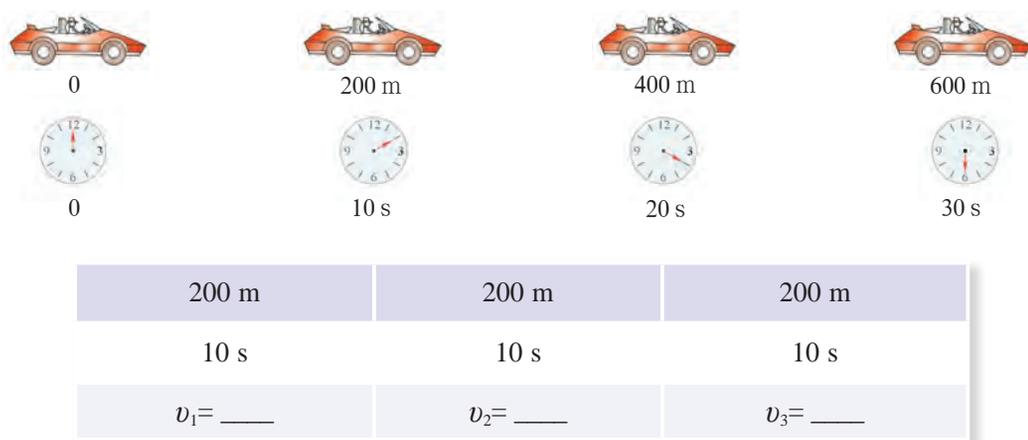


图 2-26 探究小汽车行驶时速度的变化

由上述计算可知，这辆小汽车做直线运动时，在各段路程中，它的速度是不变的，因此，小汽车的运动是匀速直线运动。物体做匀速直线运动时，在任何一段相等的时间内，通过的路程是相等的。

以上的例子只是一种理想的情况。自然界中严格地做匀速直线运动的物体很难找到。

如图 2-27 所示，一只天鹅在空中沿直线飞翔，若在天鹅飞行途中取 3 段路程，并记录其运动时间。

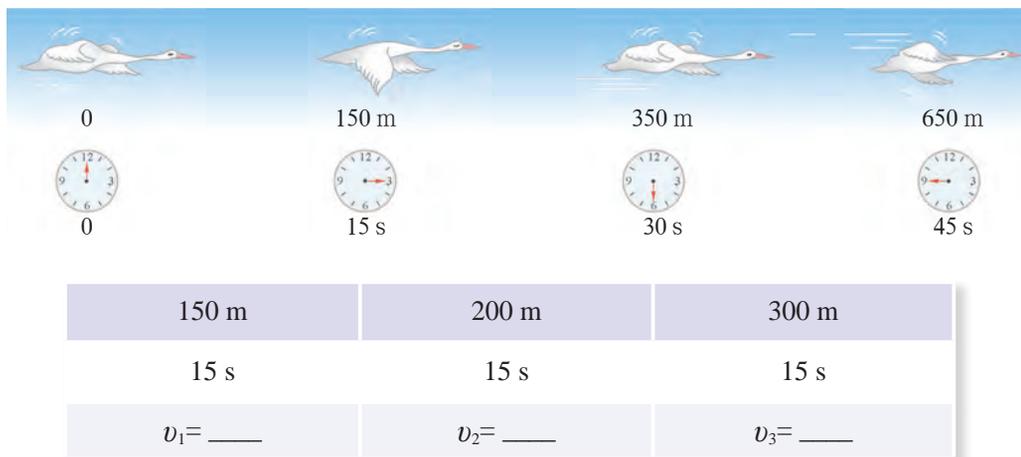


图 2-27 探究天鹅飞行时速度的变化

请根据速度公式，计算天鹅在这 3 段路程上的运动速度。

由计算可知，天鹅在这三段路程中的速度是变化的。因此，这只天鹅所做的运动是变速直线运动。

若一物体做变速直线运动，将其运动的一段路程以及通过这段路程所用的时间代入速度公式，计算出来的速度就是该物体通过这段路程的平均速度。我们可用平均速度粗略描述物体在某段路程中的运动快慢。

信息窗

一些运动的大致速度

人步行：1 ~ 1.5 m/s；
 地铁运行：11.1 ~ 22.2 m/s；
 鹰捕食时（图 2-28）：45 m/s；
 民航客机：250 m/s；
 步枪子弹出膛：900 m/s；
 宇宙飞船环绕地球： 7.9×10^3 m/s；
 光： 3×10^8 m/s。



图 2-28 鹰捕食

作业

1. 一辆在高速公路上以 108 km/h 行驶的汽车，它的速度为 _____ m/s。
2. 一辆行驶速度为 72 km/h 的汽车与一列行驶速度为 28 m/s 的火车，谁更快？

3. 用激光测距仪（图 2-29）测量从地球到月球的距离，激光的传播速度为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。在激光从地球发射到月球后再反射回地球的过程中，所需时间为 2.56 s ，求地球到月球的距离。

4. 图 2-30 是高速摄影机拍摄的子弹射过柿子的照片。子弹穿过柿子的平均速度是 900 m/s ，请估计子弹穿过柿子的距离，进而估算出子弹穿过柿子的时间。

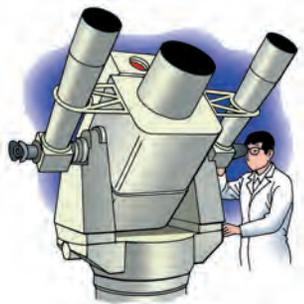


图 2-29 激光测距仪



图 2-30 子弹穿过柿子

5.* 某摩天大楼中装配有运行速度约为 8 m/s 的高速电梯。若从大楼的一楼大厅乘坐该电梯到达顶楼需时约 40 s ，请估算大楼高约多少。

请提问

1. 在日常生活中，是做匀速直线运动的物体多，还是做变速直线运动的物体多？为什么？

2. _____

3. _____

.....

第四节 科学探究：速度的变化

物体在运动过程中，速度可能保持不变，但大多数情况下速度会发生变化。怎样才能知道物体运动的速度是否发生了变化呢？下面，让我们来看这样的一个校园情景，学习探究速度的变化。

实验探究

提出问题

学校将召开运动会，为此，南南正在进行 100 m 赛跑的赛前训练，一旁观看的同学议论开了：有同学说南南在跑中间一段（约在 30 ~ 70 m 之间）路程时，其速度几乎没变；有同学则认为在这段路程中，南南的速度变化了。旁边的李老师笑笑说：“若要证明自己的看法正确，需要拿出科学的证据。你们刚学过长度和时间的测量以及速度公式，想想应怎样收集证据，才能证明南南同学的跑步速度有没有变化？”

设计实验

同学们围绕李老师提出的问题讨论起来，大家七嘴八舌提了不少方法。李老师听后告诉大家：“要探究物体运动的速度是否改变，需精心制订实验方案。这样一方面可有条理地进行研究，另一方面也可让其他同学检验所得出的结论是否正确。”

大家认为，若测出物体在运动过程中有两段的速度值不一样，那就可以证明这个物体在运动过程中速度变化了。李老师提醒大家要注意路程测量和时间测



图 2-31 他的速度变化了吗？

量的准确和有效，并且鼓励同学们进行实验，通过测量数据来说明问题。

进行实验

显然，探究那次训练中南南在跑中间一段（30 ~ 70 m）路程时的速度是否改变已有一定难度了，因为南南那次跑步已经结束了。不过同学们则由此提出了一些探究速度变化的新项目，如：

1. 重物下落时，其中间一段速度是否变化？
2. 物体沿斜面滑下时，其中间一段的速度是否变化？
3. 某同学在跑步时，其中间一段的速度是否变化？

从以上问题中任选一个，提出自己的假设，设计详细的实验方案，接着通过实验收集证据，证明自己的假设是否正确。



探究点拨*

进行实验与收集证据 如何去收集证据呢？可以通过调查研究，从公共信息源查找有关的科学资料；也可以通过实验收集数据。在收集证据时，应操作规范，实事求是，具有严谨客观的科学态度。

提出问题： _____

猜想与假设： _____

实验方案： _____

实验数据：

路程 s/m					
时间 t/s					

探究结论： _____

* 在8年级的科学探究活动设计中，每一次会强调某种探究方法的学习，其强调的科学探究要素在“探究点拨”栏目中有侧重展示，从第二章到第八章分别强调了与科学探究主要要素有关的能力培养。



作业

1. 下表为简化的 2011 年北京西至重庆北 T9 次列车时刻表。请分别计算 T9 次列车从北京西至郑州，以及从北京西至重庆北的平均速度。

站名	自北京起千米数	到达及离站时刻
北京西	0	15:19
郑州	689	22:28 22:40
重庆北	2 092	第二天 16:33

2. 运动会男子 100 m 决赛，同学们测量了运动员到达距离起点 20 m、80 m 和 100 m 处的时间。其中前三名的时间见下表。

时间 t/s \ 距离 s/m	20	80	100
姓名			
王小兵	2.3	8.4	12.2
刘磊	2.4	8.3	11.8
周伟	2.5	8.4	11.4

(1) 算出这三名同学分别在 0 ~ 20 m、20 ~ 80 m 以及 80 ~ 100 m 区间内的平均速度。

(2) 请根据不同阶段运动员跑步速度的数据，简要描述男子 100 m 决赛运动员争夺冠军的过程。

请提?问

1. 如果收集到自己认为不合理的数据，可以修改吗？

2. _____

3. _____

.....



本章练习

1. 测一测, 自己的身高为 _____ m, 足长为 _____ cm, 步长为 _____ cm, 脉搏跳动 100 次的时间约为 _____ min。

2. 图 2-32 所示为某同学测量某支铅笔长度的刻度尺及示数, 由图可知该铅笔的长度为 _____。

3. 如图 2-33 所示, 将细铜丝在铅笔上紧密排绕 50 圈, 用刻度尺测得 50 圈铜线的宽度为 7.25 cm。则该铜丝的直径约为 _____ mm。

4. 小明乘车行至某隧道前, 看到路边有图 2-34 所示信息。据此可知, 根据交通规则, 车 (车长可忽略) 通过隧道的时间至少需要 _____ s。

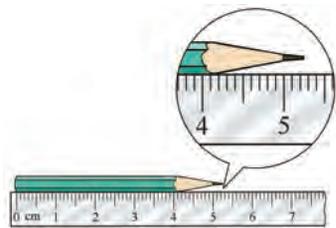


图 2-32



图 2-33



图 2-34

5. 旗鱼在海洋中游动的速度可达 290 dm/s ; 猎豹在地面上奔跑时速度为 1.68 km/min ; 灰面鹤在空中飞翔时, 速度达 80.5 km/h ; 世界冠军博尔特的百米记录是 9.58 s , 其中运动速度最大的是 ()。

- A. 旗鱼 B. 猎豹 C. 灰面鹤 D. 博尔特

实 践 与 总 结

1. 实践活动:

设计一次旅行。收集从一地到另一地的有关资料 (如地图, 汽车、火车、飞机时刻表等), 并安排行程 (图 2-35)。

2. 本章总结:

本章的要点有 _____

图 2-35
旅行计划

第三章 声的世界

科学探究：声音的产生与传播

声音的特性

超声与次声

第一节 科学探究：声音的产生与传播

声音的世界

我们生活在声音的海洋里。流水潺潺（图 3-1）、琴声悠悠（图 3-2）……让人心旷神怡；飞机呼啸（图 3-3）、机器轰鸣……让人心烦意乱。

在声音的海洋中，我们会提出这样的问题：声音是怎样产生的？声音又是如何传到我们耳朵里的？



图 3-1 流水潺潺



图 3-2 琴声悠悠



图 3-3 飞机呼啸

声音是怎样产生的

你知道人是怎样发声的吗？为什么盛在盆中的水悄然无声，而奔流的小溪却能发出潺潺声响？

观察发现，物体的发声似乎与振动有关。那么，我们通过实验，探究发声是否真的与振动有关？



探究点拨

提出问题 在日常生活或学习过程中，你产生了什么疑惑？发现了什么问题？如何将它们清楚地表达出来？如果你有了这样的感受，你便开始了科学探究的重要一步——提出问题。

实验探究

声音的产生

扬声器播放音乐时，放在纸盆上的泡沫塑料小球会不断地跳动（图 3-4）。这说明纸盆在振动。

将正在发声的音叉轻轻插入水里，会看到水花飞溅（图 3-5）。你知道为什么会产生这些水花吗？用手握住正在发声的音叉，还能听到声音吗？



图 3-4 泡沫塑料小球在发声的扬声器中跳动

通过观察和实验证明：

声音 (sound) 是由物体振动产生的。



图 3-5 发声的音叉激起水花

各种乐器在演奏时都是通过振动而发声。二胡、提琴等弦乐器是靠弓和弦的相互摩擦产生振动发出声音，笛子是由管内的空气、笛膜的振动发出声音（图 3-6）。

请观察口琴、风琴或钢琴等乐器，它们发声时是什么在振动？讲话时，用手触摸咽喉处，你会感到声带的振动吗？

请你再举出一些物体振动时发声的事例。



图 3-6 部分管弦乐器

声音是怎么传播的

我们能听见老师讲课的话语，能听见林中鸟儿的啼叫，能听见高空飞机的呼啸……你是否思考过，物体发出的声音是怎样传入我们耳朵的呢？

实验探究

声音的传播

在图 3-7 中的玻璃罩内放一个音乐芯片。当玻璃罩有空气时，你能听到音乐声。

用抽气机抽取玻璃罩内的空气。在抽气的过程中，你听到音乐声有什么变化？

猜想，如果把玻璃罩内的空气完全抽出来，我们还能听见声音吗？

实验说明：



图 3-7 探究声音传播的实验装置

声音可以在空气中传播，但不能在真空中传播。



图 3-8 能听见水中音乐芯片发出的音乐声

将正在播放“生日快乐”的音乐芯片用塑料薄膜密封后放进盛水的缸中（图 3-8），我们仍能听到音乐芯片发出的音乐声。这说明声音可以在水中传播。按图 3-9 所示，做做土电话的实验，你能通过绷直的线听到同学的说话声。这实验又说明了什么？

上述事例说明水、线等都可以传播声音。你能再举出一些气体、液体和固体传播声音的例子吗？

事实说明：



图 3-9 土电话通过绷直的线传播声音

声音的传播是需要介质的，它既可以在气体中传播，也可以在固体和液体中传播。

信息窗

2008年9月27日，我国航天员翟志刚成功实现中国人的第一次太空行走，在神舟七号太空舱外挥舞国旗向全国人民、向全世界人民问候（图3-10）。飞船的太空舱是密闭的，舱内保持有与地球表面压力相近的空气，飞船外的太空是真空。当航天员在飞船的太空舱外工作时，他们之间的交流必须要利用电子通信设备，通过无线电波进行；但在太空舱内时，航天员的交流则可以用不用电子通信设备而直接对话。



图 3-10 我国航天员在太空舱外挥舞国旗

物体振动产生的声音在气体、液体、固体中以波的形式传播。声波引起鼓膜振动，然后通过听觉神经传到大脑，这样我们便听见了声音。

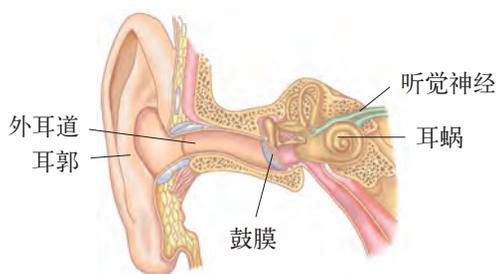


图 3-11 人耳的结构

声音在不同物质中的传播速度是不同的。一般情况下，声音在液体中的传播速度大于在气体中的传播速度，小于在固体中的传播速度。

在常温下，声音在空气、水及钢铁中的传播速度见下表。

常温下声音在常见物质里的传播速度

物质名称	传播速度 $v/m \cdot s^{-1}$
空气	340
水	1 500
钢铁	5 200

声音在传播过程中遇到障碍物会反射回来，这种现象是声音的反射，通常称为回音（或回声）。声音在空气中传播时遇到障碍物会产生回音，在水中传播遇到鱼群、水下礁石或潜水艇等也会产生回音。回音的传播速度不改变，所以声音从发声物体到障碍物所经历的时间，和回音返回的时间相同。回音现象在自然界和生活中经常见到，利用回音现象制成的各种探测仪在生产、医疗和科学技术等方面被广泛应用。

信息窗

天坛回音壁

北京天坛公园内有个回音壁（图 3-12）。对着墙壁说话，即使声音很轻，在墙壁的许多位置仍能听得清楚。

在回音壁的圆心上有块三音石，站在上面拍手，可以听见多次的回音。回音壁的这些现象都是由于声音的反射而产生的。



图 3-12 天坛回音壁

作业

1. 如图 3-13 所示，将一个正在发声的音叉移近悬挂的泡沫塑料小球，当两者接触时，可观察到小球被音叉反复弹开的现象。如果音叉不发声就观察不到此现象。你能解释此

现象吗？

2. 游泳时，即使是潜在水底也能听到岸上的声音，这是为什么？

3. 同学们对“声音的产生与传播”有下面几种看法，请根据你的认识，对每种看法作评论。

(1) “声音是由于物体的运动而产生的”，你认为_____。

(2) “声音可以在气体、液体和固体中传播，但不能在太空中传播”，你认为_____。

(3) “声音的传播速度是 340 m/s”，你认为_____。

4. 将敲响的鼓面用手一按，声音会马上消失，这是因为（ ）。

- A. 声音传播的速度小了
- B. 声音传到人体中去了
- C. 声音传播的速度变大了
- D. 鼓面停止了振动

5. 下列关于声音传播的说法中，**错误**的是（ ）。

- A. 学生听到老师的讲课声是靠空气传播的
- B. “土电话”靠固体传声
- C. 声音在液体中比在空气中传播得慢
- D. 真空不能传声

6. 请设计一个简易实验，说明发声的物体在振动。（写出实验所需要的器材、主要的操作过程以及实验现象）

要求：设计的实验既要具有可行性，还要符合安全原则。

(1) 实验器材：_____。

(2) 操作过程：_____。

(3) 实验现象：_____。

7. * 请上网查询与昆虫发声有关的内容。

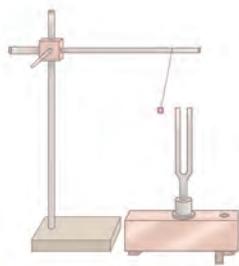


图 3-13

请提问

1. 怎样才能提出好问题呢？

2. _____

3. _____

.....

第二节 声音的特性

激昂的进行曲令人精神振奋，婉转的歌声让人心情愉悦，但刺耳的汽车喇叭声却使人紧张、烦躁。

通常，人们将有规律的、好听悦耳、使人愉快的声音叫做乐音，无规律的、难听刺耳、让人心烦的声音叫做噪声。



图 3-14 乐队演奏交响乐

响度、音调、音色

响度

用不同大小的力敲打鼓面或拨动琴弦，我们听到的声音强弱不同。人们把声音的强弱称为响度(loudness)。

击鼓和敲钹，鼓面与钹振动幅度加大，响度也

随之增大；同样，增大拨动琵琶的弦的力度，弦的振动幅度增加，发出的声音更响，响度也更大（图 3-15）。

以上事实说明：

声音的响度与物体振动的幅度有关，振动幅度越大，响度越大。

声音的响度还与声音的传播距离和分散程度有关。请你举出有关例子并与同学讨论交流。

声音强弱的单位常用分贝（dB）表示。声音的强弱不同，人们听起来的感觉是不同的。



图 3-15 打击乐器与琵琶

听觉效果与声音的强弱

声音	声音的强弱/dB	听觉效果（感觉）
树叶微动	10	极静
轻声交谈	20~30	安静
正常说话	40~50	正常
大声呼喊	70~80	较吵
汽车喇叭	90	很响
载重汽车	100~110	震耳
飞机发动机	120~130	难忍

音调

板胡、笛子、男女高音的声音高亢嘹亮，大提琴、男女低音的声音低沉婉转。我们把声音的高低称为音调（pitch）。那么，音调与物体的振动有什么关系呢？



图 3-16
齿轮的齿数越多，
纸片发出的声音的音调越高

如图 3-16 所示，用纸片分别接触转速相同、齿数不同的旋转齿轮时，纸片发出的声音的音调是不相同的。

通过实验观察可知：

音调与发声物体振动的快慢有关，物体振动越快，音调就越高。

物理学中，物体振动的快慢用每秒振动的次数来表示，称为频率（frequency）。频率的单位是赫兹，简称赫，用符号 Hz 表示。若物体每秒振动 1 次，则其振动频率为 1 Hz。

音色

听到熟悉的人的说话声，即使未见到人，通常也能判断出说话的人是谁。乐队演奏时，有经验的听众凭音乐声也能听出有哪些乐器在演奏。那么，人们是根据什么来判断的呢？

信息窗

编 钟

钟是一种打击乐器，古代用于祭祀或宴庆。将音调不同的钟依次编组悬挂，形成一定的音阶，称之为编钟。图 3-17 展示的曾侯乙编钟，出自战国早期的曾侯乙墓，它是我国迄今发现数量最多、保存最好、音律最全、气势最宏伟的一套编钟。



图 3-17 曾侯乙编钟

其实，我们能分辨出不同的声音，除了因响度、音调引起的不同感觉外，还与物体发出声音的音色有关。

音色 (tone quality) 曾经叫**音品**，反映了声音的品质与特色。不同物体发出的声音，其音色是不同的。因此，我们才能分辨不同人的讲话、不同乐器的演奏等。

通常，人们认为，响度、音调和音色是决定乐音特征三个因素。

迷你实验室

制作橡皮筋吉他

材料：几根粗细不同的橡皮筋、一个纸盒、两根木条。

制作的模型如图 3-18 所示。

比较一下，是绷得较紧的还是较松的橡皮筋音调高？是粗橡皮筋还是细橡皮筋的音调高？

你能否用实验结果解释：为什么胡琴、提琴等弦乐器能发出不同音调的声音？



图 3-18 橡皮筋吉他

噪声的防治

噪声已成为影响人们生活的一大公害。

在我们周围，噪声通常来自汽车、火车等交通工具（图 3-19），电机、机床等工业机械，以及空调、冰箱等家用电器等。



图 3-19 车辆给城市带来了噪声

噪声对人们的心理和生理都会有伤害。轻则分散注意力，影响情绪；重则伤害身体，甚至危及生命。

声音的影响还会因人、因时而异。例如，音乐给人享受，然而在夜深人静欣赏音乐时，若音乐声过大，则会影响他人休息，以致音乐声变成了噪声；喜庆的鞭炮给一些人带来欢乐，但也会破坏其他人的安宁，成为令人讨厌的噪声（图 3-20）；摩托车轰鸣给一些人带来刺激，却给其他人带来烦恼（图 3-21）。



图 3-20 燃放鞭炮，
让人欢喜让人忧



图 3-21 骑摩托车，潇洒快捷，
却响声扰人

为了控制噪声，许多国家制定了针对不同环境的噪声标准。我国2008年制定的噪声标准如下表所示。

我国 2008 年制定的城市区域环境噪声标准

使用区域	白天环境噪声/dB	夜晚环境噪声/dB
特别需要安静的康复疗养区	50	40
居民、文教、行政办公区	55	45
商业中心区、商业与居民混合区	60	50
工业中心区	65	55
交通干线道路（公路、航道）两侧	70	55
铁路干线两侧	70	60

怎样才能减小噪声的影响呢？人们通常从噪声的产生、噪声的传播及噪声的接收这三个环节进行防治。

在实际生活中，针对不同噪声的特点，人们选择不同的方法防治噪声。

例如，在摩托车上安装消声器可减弱气流噪声（图 3-22）；使用吸音材料、高架道路两旁建隔音墙（图 3-23）、道路旁植树等都可以有效地减弱噪声的传播。



图 3-22 摩托车上的消声器



图 3-23 道路两旁的隔音墙



作业

1. 在操场上上体育课，体育老师发出的口令，近处的学生听到了，而远处的学生没有听清楚。其原因是（ ）。

- A. 老师发出的声音音色不好 B. 远处学生听到的声音响度小
C. 老师发出的声音频率较低 D. 远处学生听到的声音振动幅度大

2. 在阅览室等场合常看到这样的警示牌：“请勿高声喧哗”，这里的“高声”指的是声音中的_____。

3. 合唱中“高音声部”和“低音声部”中的“高”和“低”是指（ ）。

- A. 响度 B. 音调 C. 振幅 D. 音色

4. 小华是位音乐爱好者，他能从音乐会的乐器合奏中分辨出演奏的各种乐器。其分辨的依据是这些乐器发出声音的_____不同。

5. 控制噪声可以从三个方面入手。下面一些关于控制噪声的措施所能起到的作用的说法中，正确的是（ ）。

- A. 摩托车安装消声器是为了在人耳处减弱噪声
B. 在城市中禁鸣汽车喇叭是为了阻断噪声的传播
C. 体育馆、剧院的内墙要用吸音材料来装饰是为了防止噪声产生
D. 在飞机旁工作的人员要佩带有耳罩的头盔是为了在人耳处减弱噪声

6. 在学校或你所居住的社区做调查，了解社区内的主要噪声源。本社区采取过哪些降低噪声的措施？为进一步降低本社区的噪声，你有什么建议？


 请提问

1. 噪声有音色吗？

2. _____

3. _____

.....

第三节 超声与次声

研究发现,声波的频率范围是很宽的,由 10^{-4} Hz到 10^{12} Hz,但正常人的耳朵只能听到20 Hz到20 000 Hz之间的声音,不在此频率范围的声音人耳都听不到。通常把频率高于20 000 Hz的声音称为超声(ultrasound),频率低于20 Hz的声音称为次声(infrasound)。

超 声

自然界中许多动物不仅能发出超声,而且能听到超声。例如,狗能听到频率达50 000 Hz的超声,蝙蝠则能听到频率为十几万赫的超声。

有人做过试验,在一间黑暗的房子横七竖八地拉上许多细绳,绳上挂着很多小铃,只要碰到任何一根细绳,挂在此绳上的铃就会响。在房间里放一只蝙蝠,蝙蝠为捕食蚊虫而在房中飞来飞去,然而却一次也没有碰到细绳,原来蝙蝠用超声进行导航(图3-24)。

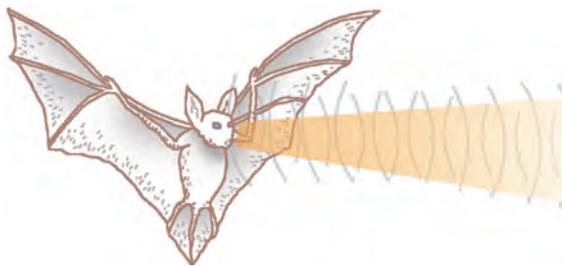


图 3-24 蝙蝠利用发出的超声导航

受蝙蝠利用超声导航的启示，人们制成了超声雷达，又叫声呐。声呐可用来探测海底深度、海中暗礁等，还可用来探测鱼群、潜艇的位置等（图 3-25）。现在，超声在生产、医疗和科学研究等方面得到了广泛的应用。

超声有很强的穿透能力。超声诊断仪（B 超）可用来检查、治疗人体疾病（图 3-26）；超声金属探伤仪能探测金属内部存在的缺陷。

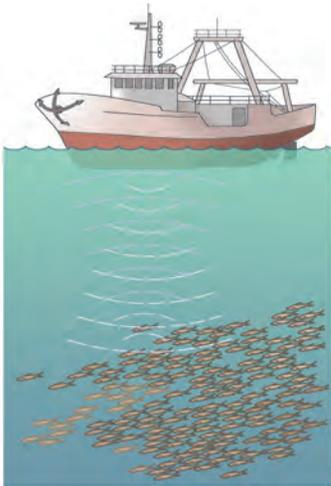


图 3-25 用超声探测鱼群



图 3-26 用 B 超观察母体中的胎儿

超声还能将一般情况下不能混合的液体（如油和水）混合在一起，可用在化学工业上；它还能破坏细菌结构，从而可对医疗器械和食物等进行杀菌消毒。

次 声

人耳听不到次声。自然界中，火山爆发、地震、海啸、风暴等都能产生次声；核爆炸、导弹发射等也能产生次声。

能量很大的次声具有极大的破坏力，它能使机器设备破裂、飞机解体、建筑物垮塌等。

在强次声环境中，人的平衡器官的功能将遭到破坏，会使人产生恶心、晕眩、旋转感等症状，严重的会造成内脏破裂出血，危及生命。

值得注意的是，虽然次声的破坏性强、危害性大，而人耳无法直接听见，所以，在生产等活动中要尽量防止次声的产生，尽量远离次声源。

信息窗

人与某些动物的发声及听觉频率范围



图 3-27



作业

1. 蝙蝠利用超声波的回声可以确定障碍物或飞虫的位置和距离。科学家根据这一原理发明了_____。利用这种技术,人们可以探知海洋的深度,获得鱼群或潜艇的信息。

2. 地震时会产生次声波。次声波可以在远离地震中心的地方被有些动物接收到,并有所反应。表中是几种动物的听觉频率范围,其中在远离地震中心的地方能感觉到地震的是()。

几种动物的听觉频率范围 / Hz	
蝙蝠	1 000~120 000
海豚	150~150 000
猫	60~65 000
大象	1~20 000

- A. 蝙蝠 B. 海豚
C. 猫 D. 大象

3. 超声波在海水中的传播速度约 $1\,500\text{ m/s}$ 。用超声波测位仪竖直向海底发射超声波,经过 6 s 收到海底返回的声波。则该处海深是多少?

请提问

1. 用B超观察母体内的胎儿,这对母亲和胎儿的健康有影响吗?

2. _____

.....



本章练习

1. 小明在演奏二胡时,用琴弓拉动琴弦,使琴弦_____而发声;小明手指不断在琴弦上移动,这样做是为了改变声音的_____;二胡的声音是通过_____传播到我们耳朵中的。

2. 为了探究声音的音调是由什么因素决定的,有人设计了如图 3-28 所示的实验:将钢锯条的一部分伸出桌边外,将桌面内的部分用物体压紧,拨动伸出桌边的锯条,观察锯条的振动情况;改变锯条伸出桌边的长度,用同样的力再拨,听其发出声音的音调变化。由实验可知:锯条振动越快,发出声音的音调_____。

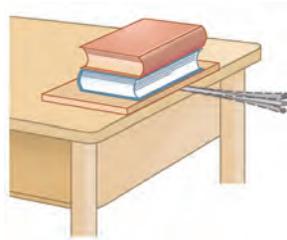


图 3-28

3. 关于声现象, 下列说法中正确的是 ()。
- A. 真空不能传声
B. 只要物体在振动, 我们就能听到声音
C. 我们能“听其声而知其人”, 主要是因为不同的人, 声音的响度不同
D. 控制汽车尾气的排放指标可以有效减弱噪声
4. 在某音乐会上, 男低音放声独唱, 女高音轻声伴唱。下列关于两人声音的描述, 正确的是 ()。
- A. 男低音比女高音音调低, 响度大
B. 男低音比女高音音调低, 响度小
C. 男低音比女高音音调高, 响度大
D. 男低音比女高音音调高, 响度小
5. 某飞机的飞行速度是声速的 2 倍, 则该飞机在 5 s 内飞行的距离是多少? (声音的速度取 340 m/s)
6. 一位男孩面对一座峭壁发出喊声, 一会儿他听到了回声。他从腕上的电子表看到, 从他发出喊声到听到回声共经历了 0.5 s 的时间, 峭壁离男孩站立之地约有多远?

实 践 与 总 结

1. 实践活动:

请你用身边的器材, 制作一个简易的乐器, 并请写制作报告。全班可组织一场别开生面的音乐会, 欣赏制作的乐器, 交流制作乐器的心得, 讨论涉及的物理学原理, 大家伴奏、独奏或合奏一些曲子 (图 3-29)。

2. 本章总结:

本章的要点有 _____



图 3-29 乐器展示与表演

第四章 多彩的光

光的反射

平面镜成像

光的折射

光的色散

科学探究：凸透镜成像

神奇的眼睛



第一节 光的反射

光的神奇

我们生活在一个五彩缤纷的世界里。

那绿的山，红的叶，波光粼粼的湖面，湖光山色，美不胜收。正是有光，大自然才变得如此绚丽多彩。

夜晚，虽然阳光隐去，但电灯却给我们延续着光明。

光，给我们带来了一个变幻莫测、奥秘无穷的世界（图 4-1）。

那么，光是如何传播的，又是如何向人们展示着世界的斑斓色彩呢？

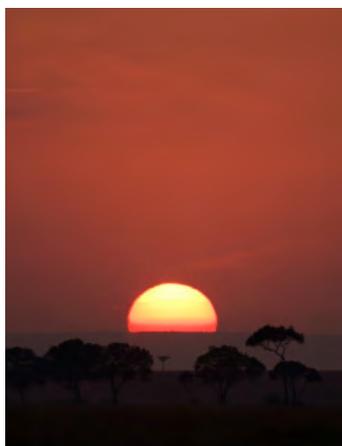


图 4-1 阳光的神奇

光的传播

光是由某些能发出光的物体产生的。我们把那些正在发光的物体称为光源，如太阳、发光的电灯、点燃的蜡烛等都是光源。那么，从光源发出的光是怎样传播的呢？



图 4-2 影子游戏

从影子游戏（图 4-2），透过树叶的阳光（图 4-3）等，似乎都能给我们光沿直线传播的启示。下面做做实验看看。



图 4-3 透过树叶的阳光

迷你实验室

观察光在水、玻璃中传播的路径

用下列装置（图 4-4），演示光在水和玻璃中的传播路径。

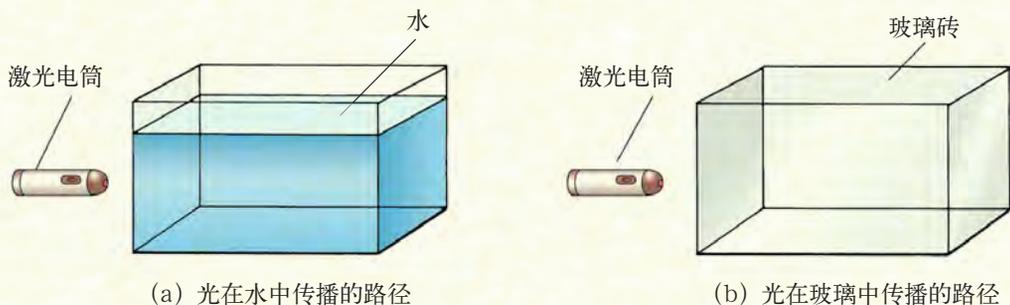


图 4-4 探究光的传播路径

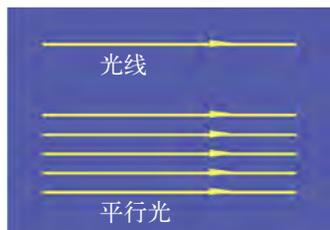


图 4-5 光线与平行光

实验告诉我们，光在空气、玻璃等透明、均匀物质中是沿直线传播的。

为了便于描述光传播的路径，在物理学中用一条带箭头的直线表示光的传播路径和方向，并将这条带箭头的直线称为光线，光线互相平行的光称为平行光（图 4-5）。因为太阳离地球非常远，所以照射在地球表面的太阳光可近似认为是平行光。

光传播得很快，单凭视觉无法察觉到光传播需要时间，所以，历史上很长一段时间，人们一直认为光的传播是不需要时间的。直到 17 世纪，科学家才发现光是以一定的速度传播的。现在，已公认光在真空中的传播速度（光速，通常用字母 c 表示）约为 $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，相当于每秒能绕地球赤道转七圈半。光在真空中的传播速度最大，在空气中的传播速度略小于在真空中的速度（通常视为在真空中的速度），在水中的传播速度约是真空中的 $\frac{3}{4}$ ，在玻璃中的传播速度约是真空中的 $\frac{2}{3}$ 。

光的反射定律

用一面小镜子可将室外的阳光照射到室内，白天，你能看见池塘水面粼粼波光（图 4-6），这些都与光的反射有关。那么，什么是光的反射呢？

当光射到物体表面时，被物体表面反射回去，这种现象叫做**光的反射**（reflection of light）。

在反射现象中，投射到物体表面的光线叫做入射光线，从物体表面返回的光线叫做反射光线；入射光线在物体表面上的投射点叫做入射点（ O ）；过入射点，与物体表面垂直的直线叫做法线（ ON ）；入射光线与法线之间的夹角叫做入射角；反射光线与法线之间的夹角叫做反射角，如图 4-7 所示。

光的反射有什么规律呢？



图 4-6 粼粼波光

实验探究

探究光的反射规律

实验所需的器材有光源、平面镜、可折转的光屏。

按照图 4-7 装配好实验器材。

1. 让入射光线沿光屏投射到平面镜上，观察反射光线的方向。
2. 将有反射光线的半个光屏向后折转一个角度，观察光屏上还有反射光吗？为什么？
3. 研究反射光线、法线、入射光线之间的相互位置关系。
4. 研究反射角和入射角的大小关系。

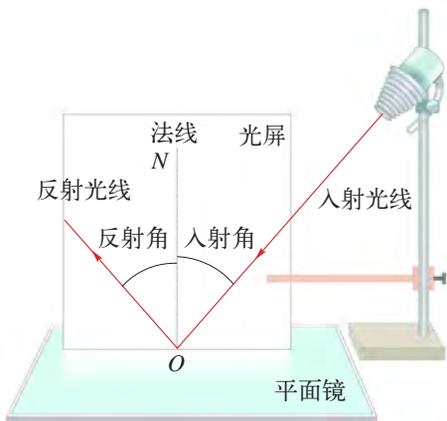


图 4-7 探究光的反射实验光路

从大量实验研究得出结论：

光反射时，反射光线、入射光线与法线在同一平面内，反射光线和入射光线分别位于法线两侧，反射角等于入射角。

上面的结论在物理学中称为光的反射定律 (reflection law of light)。

根据光的反射定律，我们可以解释生活、生产中的不少问题。如用小镜子将室外阳光照射到室内就是光的反射现象。一般来说，光射到物体表面上都会发生反射，但有的反射现象很明显，如出现一个较明亮的光斑；有的反射现象则不明显。这与物质的性质以及物体表面的粗糙程度有关。

一束平行光投射到光滑的物体表面，如镜面或平静的水面，其反射光束仍然是平行的，这种反射叫做**镜面反射** (mirror reflection)。但一般物体表面往往都比较粗糙，平行光经反射后，反射光不再平行，而是射向各个方向，这种反射叫做**漫反射** (diffuse reflection)。图 4-8 是镜面反射和漫反射现象及其光路图。

多亏有漫反射，我们才能从不同方向看到不发光的物体，想一想，这是什么道理？

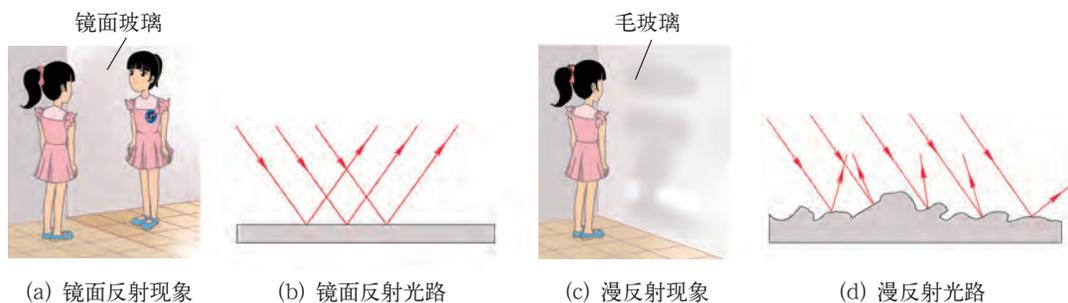


图 4-8 镜面反射和漫反射



作业

1. 晚上, 当你在路灯下行走时, 请注意观察自己的影子长度变化, 并用学过的知识加以解释。

2. 一束光射到镜面上, 当入射角是 35° 时, 反射角是 _____。

3. 请你在图 4-9 中分别标出入射光线、反射光线、法线、入射角和反射角。图中的反射角 = _____。

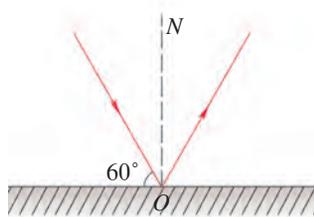


图 4-9

4. 若太阳光与水平方向成 60° 角, 为了使反射光沿水平方向行进, 应该怎样放置镜面? 画出光路图。

5. 制作日晷仪及小孔成像的装置。

(1) 参考图 4-10, 利用一块木板、一块三角板或一根细直棒, 制作一个影子时钟 (日晷仪)。

(2) 参考图 4-11, 制作一个小孔成像仪。利用这个仪器你能在屏上看到物体成的像。试试看, 你能解释这种现象吗? 你能否制作一个小孔成像的照相机?



图 4-10 日晷仪

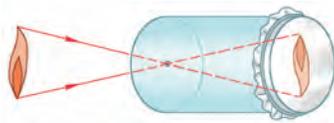


图 4-11 小孔成像仪

请提?问

1. 漫反射遵守光的反射定律吗?
2. _____
3. _____
-

第二节 平面镜成像



图 4-12 桥与其倒影

平面镜成像的特点

表面平整光滑的镜面叫做平面镜。平面镜能成像，平面镜成像的原理是光的反射。在图 4-12 中，宁静的水面是天然的平面镜，水中的“桥”就是水面上桥的像。仔细观察桥与其像有何异同？平面镜成像的特点是什么呢？

实验探究

探究平面镜成像的特点

实验需要的器材：两支相同的蜡烛、一块玻璃板、玻璃板支架、一张纸、一个光屏、一把刻度尺及火柴。

参照图 4-13 所示步骤完成实验。

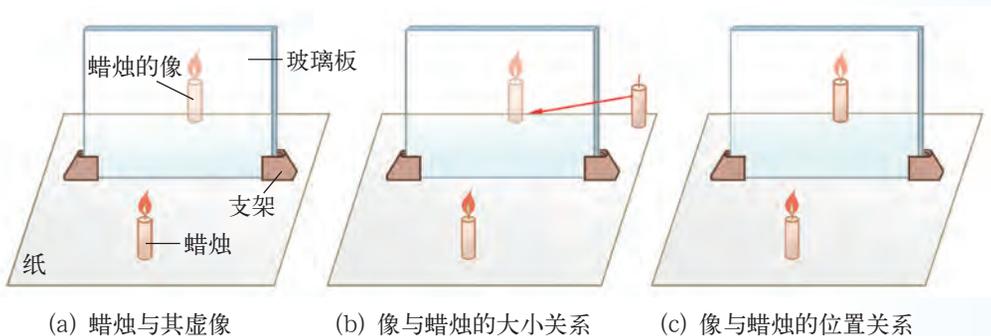


图 4-13 探究平面镜成像

1. 将纸平铺在水平桌面上，玻璃板垂直架在纸上，在玻璃板的一侧立一支点燃的蜡烛，透过玻璃板观察其另一侧蜡烛的像。

2. 将光屏放到像的位置，不透过玻璃板，直接观察光屏上有没有像。

3. 将另一支完全相同的、但未点燃的蜡烛放到玻璃板后像的位置，与像重合（观察到未点燃蜡烛的烛芯上好像也有了火焰）。比较像与蜡烛的大小、正倒等关系。

4. 在玻璃板下所铺的白纸上描绘出蜡烛、玻璃板和蜡烛像的位置。

5. 画出连接蜡烛和像的直线，量出直线与玻璃板的夹角，用刻度尺量出蜡烛和像到玻璃板的距离。

大量实验证明，平面镜成像有以下特点：

物体通过平面镜所成的像是虚像；像与物体的大小相同，像到平面镜的距离与物体到平面镜的距离相等，像与物体对于平面镜是对称的。



加油站

物理学中把能呈现在光屏上的像称为实像，不能在光屏上呈现、只能用眼睛直接看到的像称为虚像。

平面镜成像特点的应用

平面镜成像的特点广泛应用于生活及生产实践中。图 4-14 所示便是两个常见的应用实例。

人们在生产和生活中越来越多地利用镜子。但是，如果镜子使用不当，也可能造成不良后果。例



(a) 牙医检查牙齿用的平面镜



(b) 平面镜使房间看起来更宽敞

图 4-14 平面镜的应用

如，城市里的许多大楼采用玻璃幕墙进行室外装潢，这样会造成一定程度的“光污染”。

信息窗

常见的“弯曲镜子”包括凸面镜、凹面镜和“哈哈镜”（图 4-15）。

“弯曲镜子”也是利用光的反射规律成像的。如果你想知道更多有关“弯曲镜子”的成像道理，可以查阅“球面镜成像”方面的资料。

这些“弯曲镜子”还有不少用处呢！如交叉路口，急转弯的弯道等，常装有凸面镜（俗称“拐弯镜”，图 4-16），这可帮助驾车人提前知道弯道前方的情况，以便驾车更安全。



(a) 凸面镜 (b) 凹面镜 (c) 哈哈镜



图 4-16 “拐弯镜”

图 4-15 “弯曲镜子”成的像



作业

1. 在做“探究平面镜成像的特点”实验时：

(1) 要在玻璃板前放一支点燃的蜡烛，还要在玻璃板的后面放一支没有点燃的蜡烛。对这两支蜡烛的要求是_____；

(2) 在寻找蜡烛像的位置时，眼睛应在玻璃板放有_____（选填“点燃”或“未点燃”）蜡烛的一侧观察。

2. 请简要回答, 人在太阳光下的影子与水中倒影的成像道理有什么区别?

3. 请在图 4-17 中画出直杆 AB 在平面镜 M 中所成的像。

4. 某人站在平面镜前。当他走近平面镜时, 则 ()。

- A. 他的像变大, 像离人的距离变小
- B. 他的像变大, 像离人的距离变大
- C. 他的像大小不变, 像离人的距离变大
- D. 他的像大小不变, 像离人的距离变小

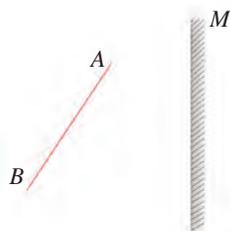


图 4-17

5. 一只小猫正在平面镜前欣赏自己的全身像 (图 4-18)。此时它所看到的全身像应是图中的 ()。

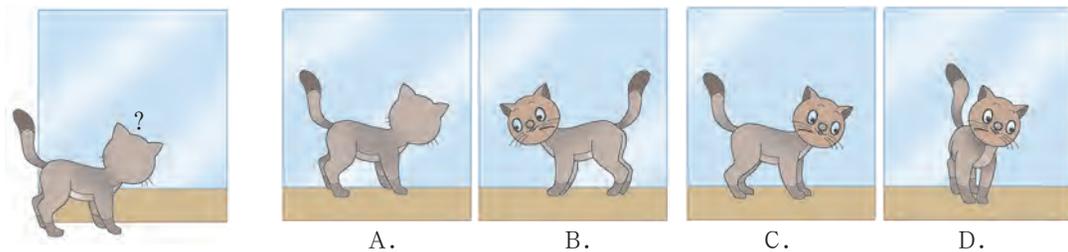


图 4-18

6. 图 4-19 所示的是同一照片的正、倒两种放法。请你根据岸边小山坡的景物和鸟的倒影判断哪张照片是正放着的。

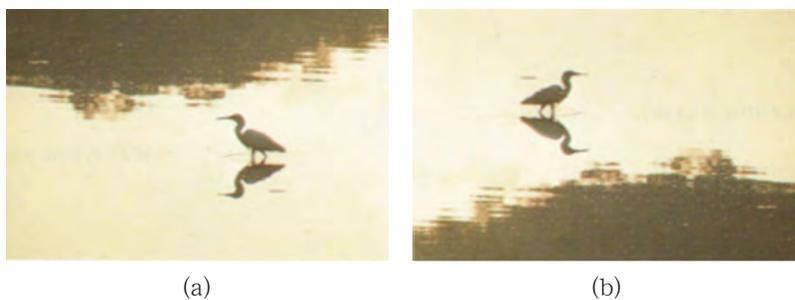


图 4-19

请提问

1. 从镜面反射到漫反射有清晰的界限吗?

2. _____

.....

第三节 光的折射



图 4-20
铅笔好像被水“折断”了

为什么装满水的盆看起来比未装水时要浅些？图 4-20 中的铅笔为什么“断”为两截？实际上，这些现象的产生都与光的折射有关。

光从一种物质斜射入另一种物质时，传播方向通常会发生偏折，这种现象叫做光的折射（refraction of light）。

那么，光的折射有什么特点呢？

实验探究

探究光的折射规律

实验所用的器材有光源、水槽、一个可折转的光屏和一块玻璃砖。

图 4-21 是光从空气射入水中的光路图。 O 为光的入射点，过入射点 O 与水面（两种物质的分界面）垂直的直线 NN' 叫做法线；入射光线与法线之间的夹角叫做入射角；折射光线与法线之间的夹角叫做折射角。

装配好实验器材，按以下步骤进行操作，并观察所产生的现象。

1. 观察折射光线、法线与入射光线之间的位置关系。
2. 将有折射光线的半个光屏向后折转一个角度，观察光屏上还有折射光吗？

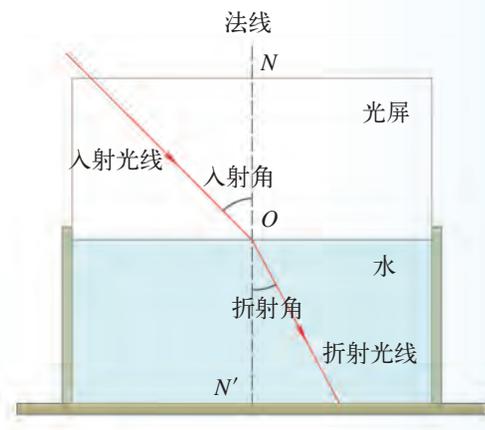


图 4-21 光的折射实验光路

为什么？

3. 比较折射角与入射角的大小。
4. 改变入射角的大小，观察折射角的变化情况。
5. 换用玻璃砖，将上面的实验重复一次。
6. 让光从水中斜射到空气中，观察入射角和折射角的变化。

分析实验结果，得出光的折射规律：

光折射时，折射光线、入射光线与法线在同一平面内；折射光线和入射光线分别位于法线的两侧，折射角随入射角的增大而增大，随入射角的减小而减小。

当光从空气斜射入水或玻璃等透明物质时，折射角小于入射角；当光从水或玻璃等透明物质斜射入空气时，折射角大于入射角。

迷你实验室

为何又能看见硬币了

取一只不透明的杯子，在杯底中部放一枚硬币。你从杯子上方看下去能看到杯底的硬币，然后向后退，直到刚好看不见杯底的硬币时即站住，如图 4-22 (a) 所示。请一位同学向杯子里倒水，当水达到一定深度时，刚刚看不到的硬币又看见了。这是什么原因呢？

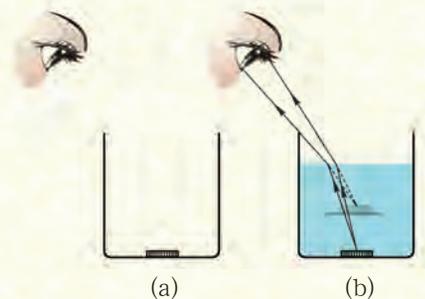


图 4-22
又看见硬币了

以上实验现象与光的折射有关。如图 4-22 (a) 所示,空杯时,硬币反射的光被杯壁挡住了,射不到人的眼睛里,所以人看不见硬币;如图 4-22 (b) 所示,当杯子加了适量的水后,由于光的折射,光线发生了偏折,进入了人的眼睛,人又能看见硬币了。实际上人看见的是硬币的虚像。由图可知,硬币的虚像位置比实物的位置升高了一些。根据光的折射,还能解释铅笔“折断”、盆子的水“变浅”等现象。

光的折射还会产生一些有趣的现象。如在炎热夏天的公路上,常见如图 4-23 所示的景象,公路远处似乎有水,水中还有汽车、电线杆等物体的倒影,但当行驶至该处时,水却消失了,这其实就是公路上的“海市蜃楼”。



图 4-23 公路上的海市蜃楼



作业

1. 请在图 4-24 中分别标出入射光线、折射光线、法线、入射角和折射角。
2. 图 4-25 所示的是光从玻璃斜射入空气时入射光的光路情况。请你在图中画出该入射光的折射光线的大概位置。

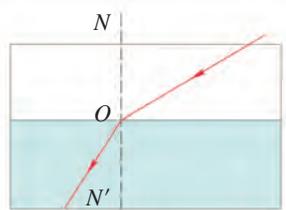


图 4-24

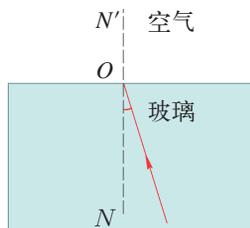


图 4-25

3. 张平同学画了几幅光的反射、折射的光路图，如图 4-26 所示。试分析这些图中哪几幅是错误的，并说明判断的依据。(图中上方为玻璃，下方为空气)

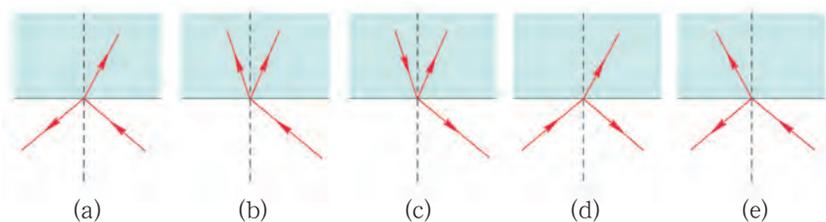


图 4-26

4. 图 4-27 中 OA' 是入射光线 AO 的折射光线，请在图中大致画出入射光线 BO 的折射光线。

5. 将一张报纸一半压在厚玻璃板下，一半露在厚玻璃板外面，观察这两半张报纸上的文字看起来有什么不同，为什么？

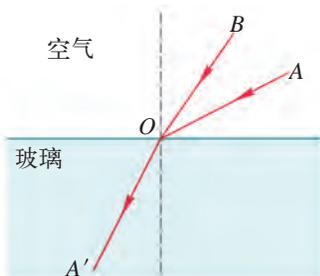


图 4-27

请提问

1. 透过较厚的玻璃瓶底，你能看到什么现象？
2. _____
3. _____
-

第四节 光的色散

你见过彩虹吗？你想知道彩虹是怎样形成的吗？首先让我们来做一个小实验。

迷你实验室

如图 4-28 所示，在容器中装满水，把一块平面镜斜插在水中，将装置放在从窗口射入的阳光下，让镜面对着阳光，调整镜面倾斜的角度，可以在对面的白色墙壁（或纸屏）上看到一个彩色的光斑。

描述你所看到的现象，并与老师和同学交流讨论。

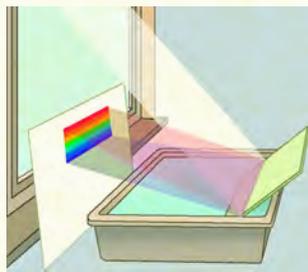


图 4-28
太阳光折射实验

研究光的色散

从实验中我们看到，经水折射后的太阳光照射到屏幕上，变成了一个彩色的光斑（色光）。这一现象在物理学中称为光的色散（dispersion of light）。

下面，我们利用三棱镜对光的色散再进行深入的探究。

实验探究

研究白光的分解

取一个三棱镜、一块带狭缝的挡光板和一个白色光屏，按图 4-29 所示放置。

我们观察到：白色的太阳光通过三棱镜后，在光屏上形成了一条彩色的光带。

进一步研究证明：

白光可以分解为红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七种颜色的光。可见，白光是由各种色光混合而成的。

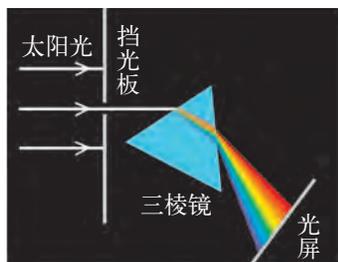


图 4-29 太阳光的分解图

知道了光的色散，也就能明白雨后彩虹形成的原因了。原来，雨后的天空悬浮着大量的细小水珠，太阳光照射到这些小水珠上时，它被分解成绚丽的七色光。如果这些色光刚好进入我们的眼睛，我们就能看见神奇的彩虹了（图 4-30）。



图 4-30 神奇的彩虹

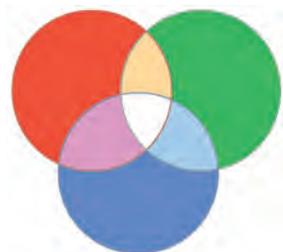


图 4-31
光的“三基色”



图 4-32 电视机屏幕内部放大的三基色点



图 4-33 红色月季花能反射红光

色光混合及物体颜色

人们发现，由三棱镜分解的七色光再通过另一个三棱镜后，七色光又复合成了白光，这种现象叫光的混合。

人们还发现，用红、绿、蓝三种色光，可以混合成各种颜色的光。

进一步的实验研究表明，自然界中红、绿、蓝三种颜色的光是无法用其他颜色的光混合而成的，而其他颜色的光则都可以通过红、绿、蓝光的适当混合而得到。因此，红、绿、蓝三种颜色的光被称为光的“三基色”，如图 4-31 所示。

使用显像管的电视机（图 4-32）、电脑等彩色显示屏幕上艳丽的画面，就是由三基色光混合而成的。

自然界和生活中的物体是五彩缤纷、绚丽多彩的。物体多数都不是光源，那么，它们为什么会有颜色呢？

物体通常有透明和不透明两类。当白光照射到透明物体上时，有些颜色的光能穿过透明物体，而其他颜色的光则被该物体吸收了，物体呈现的就是所穿过的光的颜色。如蓝色的玻璃能让蓝光穿过，而吸收了其他颜色的光。所有颜色的光都能穿过的物体就是无色透明体，如无色的玻璃和纯净的水。

当白光照射到不透明物体上时，有些颜色的光会被反射，而其他颜色的光则被吸收了，物体就呈现出被反射的光的颜色。如鲜艳的红色月季花就因为能反射红光（图 4-33），而其他颜色的光都被吸收了。如果物体将所有颜色的光都吸收了，该物体就呈现黑色；若各种颜色的光都被反射了，那么，物体就是白色的。

迷你实验室

水三棱镜

如图 4-34 所示，用三块等大的长方形玻璃片围成一个三棱柱，一端用塑料薄膜密封，三条棱也用透明胶带封住，在三棱柱里灌满水，尽量不留空隙，再将另一端也用塑料薄膜封住，不能渗水。

用你制作的水三棱镜去做太阳光的色散实验。

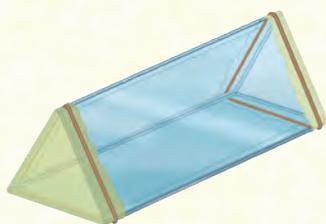


图 4-34 水三棱镜

作业

1. 太阳光通过三棱镜后，被分解成各种颜色的光，在白屏上形成一条彩色的光带，颜色依次是红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫，这就是 _____ 现象。彩色电视画面的颜色是由 _____ 三种颜色光组成的。
2. 为什么电影幕布的颜色都是白色的？
3. 一朵红色的月季花在阳光下十分鲜艳，可是，当它受到蓝光照射时就失去了光彩，请解释其原因。

请提问

1. 天上的彩云是怎么形成的？
 2. _____
 3. _____
-

第五节 科学探究：凸透镜成像

凸透镜

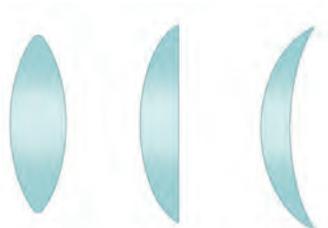


图 4-35 凸透镜

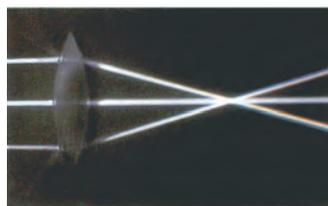


图 4-36 平行光经凸透镜后会聚于焦点

凸透镜 (convex lens) 是利用光的折射原理制成的光学器件, 其形状是中央较厚、边缘较薄 (图 4-35), 凸透镜镜面的两个表面或至少一个表面是球面的一部分。它是放大镜、照相机及望远镜等光学仪器的基本元件。

如图 4-36 所示, 平行光通过凸透镜后将会聚于一点。可见, 凸透镜对光有会聚作用。所以, 凸透镜又叫做会聚透镜 (convergent lens)。

你尝试过用凸透镜会聚太阳光吗? 图 4-37 所示为平行光 (太阳光) 照射到凸透镜后会聚于一点的光路图。图中, 通过两个球面球心的直线, 叫做透镜的主光轴, 简称光轴。凸透镜的中心称为光心 (O), 凡是通过光心的光, 其传播方向不变。平行于主光轴的光经凸透镜

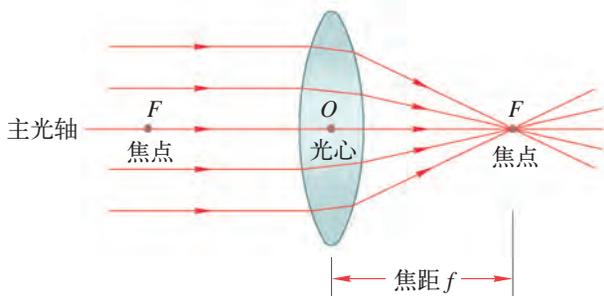


图 4-37 凸透镜的焦点与焦距

于主光轴的光经凸透镜会聚的点称为凸透镜的焦点 (F), 凸透镜的两侧各有一个焦点。焦点到光心的距离称为焦距 (f)。

想一想, 你知道怎样测出凸透镜的焦距吗?

凸透镜成像

凸透镜在生产、生活中具有广泛的运用，例如，投影仪、望远镜、放大镜以及照相机等都与它有关。

下面，我们来探究一下凸透镜成像到底有什么特点。

实验探究

提出问题

通过凸透镜可以看见正立、放大的像（图 4-38），也能看见倒立、放大的像（图 4-39）。请你试试改变蜡烛与凸透镜之间的距离，可以在墙上得到放大、等大或缩小的烛焰的像，也可能在墙上看不见烛焰的像。那么，凸透镜成像有何规律呢？



图 4-38
正立、放大的蚂蚁像



图 4-39
观察凸透镜成像

改变凸透镜与物体间的距离，可以得到不同的像。那么，物、镜之间的距离是否就是影响凸透镜成像情况的主要因素？

设计实验与制订计划

同学们可分成几个小组，各组使用焦距不同的凸透镜探究凸透镜的成像规律，然后再相互交流各组的探究结果。

在进行实验前，需要制订探究“凸透镜成像”的实验方案，准备相应的实验器材，设计好实验步骤。具体实验方案如下。

探究点拨

设计实验与制

订计划 为了有条理地解决问题，需要制订探究方案，明确科学探究的目的，考虑选用哪些器材，用什么探究方法，如何排除无关因素的影响，等等。

1. 选用与探究凸透镜成像实验相关的器材（图 4-40）。
2. 让发光物体经凸透镜分别成放大、缩小、等大的像。
3. 分别测量出成像时的物距和像距。



图 4-40 凸透镜成像实验的相关器材



加油站

物体到光心的距离
简称为物距 (u)。

像到光心的距离简
称为像距 (v)。

进行实验与收集证据

1. 设法获取凸透镜的焦距。
2. 认识光具座，将实验器材按蜡烛、凸透镜、光屏的顺序放置在光具座上。
3. 蜡烛火焰经凸透镜后成缩小的实像，将 u 、 v 值记录下来。
4. 蜡烛火焰经凸透镜后成放大的实像，将 u 、 v 值记录下来。
5. 蜡烛火焰经凸透镜后成等大的实像，将 u 、 v 值记录下来。
6. 蜡烛火焰经凸透镜后成放大的虚像，将 u 值记录下来。
7. 蜡烛火焰放在凸透镜的焦点处，观察是否能成像。
8. 改变物距，重复几次上面的实验操作。

探究实验记录表

实验序号	凸透镜焦距 f/cm	像放大 或缩小	像的正、倒	像的虚、实	物距 u/cm	像距 v/cm
1						
2						
3						
4						
5						
6						

分析与论证

将每次成像的数据进行比较，可得出以下结论：

当物体位于凸透镜的 2 倍焦距之外时，成缩小、倒立的 _____ 像；
 当物体位于凸透镜的 1 倍焦距与 2 倍焦距之间时，成放大、_____ 的实像；
 当物体位于凸透镜的 _____ 时，成等大、倒立的实像；
 当物体位于凸透镜的 _____ 以内时，成放大、正立的虚像；
 当物体位于凸透镜的 _____ 时，不能成像。

与同学交流实验结果，比较用焦距不同的凸透镜进行实验所得的结论是否相同。

拓展一步



凹透镜

中央比边缘薄的透镜叫凹透镜 (concave lens) (图 4-41)。

如图 4-42 所示，让一束平行光射在凹透镜上，可以看到光通过凹透镜发生折射后向外散开。可见，凹透镜对光有发散作用，所以，凹透镜又叫做发散透镜 (divergent lens)。

平行于主光轴的光经凹透镜发散后，其反向延长线的交点叫凹透镜的焦点。

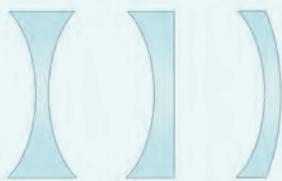


图 4-41 凹透镜

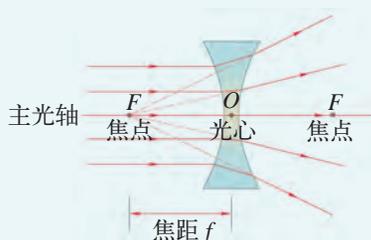
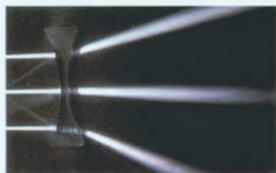


图 4-42 凹透镜与其光路图



作业

1. 透过一滴水珠看物体，你看见的“物体”会有什么变化？尝试解释观察到的现象。
2. 收集身边的一些凸透镜，测出它们的焦距。
3. 如图 4-43 所示， F 、 F' 为凸透镜的焦点， P 、 P' 到凸透镜的距离均为 2 倍焦距。图中烛焰在光屏上成的应是 _____、_____ 的实像；若把蜡烛移到 P 与 F 之间，调整光屏位置后，在光屏上得到的像将会 _____（选填“变小”或“变大”）。

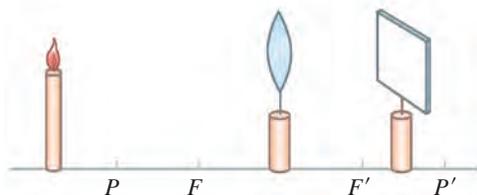


图 4-43

4. 如图 4-44 所示，把一支点燃的蜡烛放在距离凸透镜 2 倍焦距以外，在凸透镜的另一侧调节光屏的位置可找到一个清晰的烛焰的像，这个像是图中的（ ）。

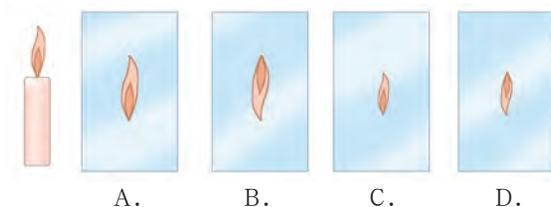


图 4-44

5. 把凸透镜正对着太阳，可在距凸透镜 15 cm 处得到一个最小、最亮的光斑。若将某一物体放在此凸透镜前 20 cm 处，在凸透镜的另一侧调节光屏的位置，可得到一个（ ）。

A. 倒立、放大的实像	B. 倒立、缩小的实像
C. 正立、放大的实像	D. 正立、放大的虚像

请提问

1. 在制订实验方案时，为什么排除无关因素的影响很重要？
2. _____
3. _____
-

第六节 神奇的眼睛

眼睛的视物原理

你知道吗？人眼看物体和凸透镜成像的原理是一样的（图 4-45）。

图 4-46 是眼睛构造的示意图。晶状体相当于凸透镜，视网膜相当于光屏，视网膜与视神经是相连的。

图 4-47 是眼睛视物的示意图。来自物体的光线通过瞳孔，经过晶状体成像在视网膜上，再经过神经系统传到大脑，经过大脑处理，我们就看到了物体。物体在视网膜上成缩小、倒立的实像。



图 4-45 人的眼睛

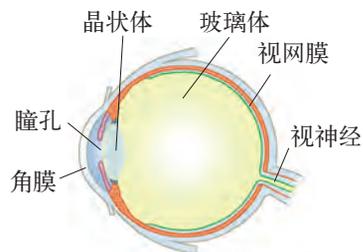


图 4-46 眼睛的构造

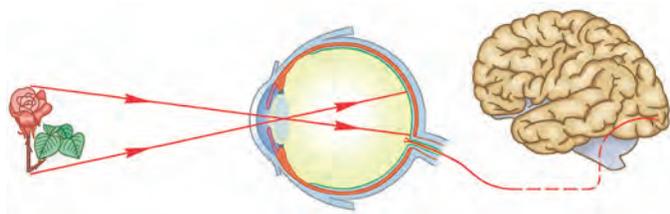


图 4-47 我们是如何看到物体的

正常人的眼睛具有很强的自我调节本领，可以使远处的物体和近处的物体都成像在视网膜上。因此，正常人的眼睛既可以看清远处的物体，又能够看清近处的物体。

有些人的眼睛只能看清近处的物体，而不能看清远处的物体，这样的眼睛被称为近视眼。近视眼

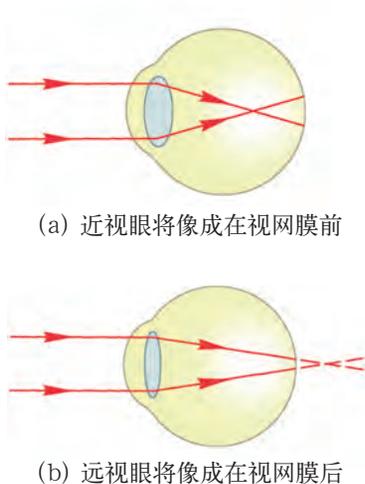


图 4-48
近视眼与远视眼

只能将近处的物体成像在视网膜上，而将远处的物体成像在视网膜前，如图 4-48 (a) 所示。由于青少年的眼睛还没有发育成熟，如果平时用眼过度以及周围环境的光污染等因素，就会导致眼睛的自我调节能力大大减小。因此，要注意保护眼睛。

还有些人的眼睛，它将物体成像在视网膜后，如图 4-48 (b) 所示，这样的眼睛称为远视眼。除视力模糊外，视疲劳是远视眼最为常见的症状，同时还伴有头痛、头晕等症状。青少年中的远视眼一般是由遗传、疾病或伤害所致。

视力的矫正

无论是近视眼还是远视眼，都会给人们的学习和生活带来诸多不便。为了帮助人们解除这些烦恼，我们已经掌握了多种矫正近视眼和远视眼的有效方法，最常见的就是用眼镜进行矫正。

下面做做实验，看看视力是如何通过眼镜进行矫正的。

实验探究

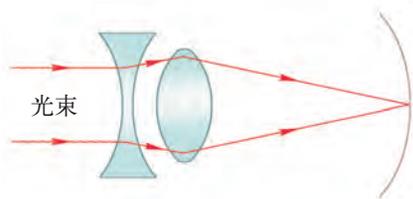


图 4-49 近视眼的矫正

1. 研究近视眼的矫正

按图 4-49 所示进行实验。在近视眼模型的“晶状体”前选加一个透镜，使光束会聚在视网膜上。记下透镜的类型和焦距。

由实验知道：

在近视眼模型前加一个焦距合适的凹透镜，能改善物体在“视网膜”上的成像情况。

2. 研究远视眼的矫正

按图 4-50 所示进行实验。在远视眼模型的“晶状体”前选加一个透镜，使光束会聚在视网膜上。记下透镜的类型和焦距。

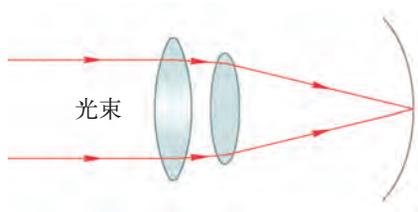


图 4-50 远视眼的矫正

由实验知道：

在远视眼模型前加一个焦距合适的凸透镜，能改善物体在“视网膜”上的成像情况。

实验中矫正视力的凹透镜和凸透镜常被用于制作近视眼镜、远视眼镜。另外，凸透镜还可制作老人常用的老花镜。通常，老年人眼球周围肌肉松弛，张力不足，导致眼睛的自我调节范围减小，使其看不清近处的物体，这便是常说的老花眼。通过老花镜可帮助老人看清近处的物体。下面这些“眼镜家族”的重要成员为视力不好者解决了不少困难。



(a) 用老花镜看书



(b) 用近视镜看书

图 4-51 老花镜和近视镜

信息窗

眼镜的规格通常不用焦距，而是用“度”表示，其数值等于焦距（以米作单位）倒数的 100 倍。

近视眼和远视眼患者应到有关的眼科医学部门去检查，请眼科专家诊断应戴什么样的眼镜。如果眼镜配制不好，会加剧视力下降。



图 4-52 用放大镜看物体



(a) 用胶片的相机



(b) 数码相机与芯片

图 4-54
不同类型的照相机

透镜的应用

除眼镜外，人们还利用透镜成像的原理，制成许多光学仪器。这些仪器就像特殊而神奇的“眼睛”，拓展了我们肉眼的功能。

放大镜就是凸透镜。它可以将较小的、肉眼不易辨清的物体“放大”，以便人们能看得更清楚（图 4-52）。放大镜下呈现的是物体的虚像，那么大家想想，物体应放在离放大镜多远的位置才合适呢？

照相机可以帮助人们留住精彩的瞬间。拍照时要求被拍物体成像在相机内小小的底片上（图 4-53）。想一想，被拍物体应在相机镜头前什么位置才合适？

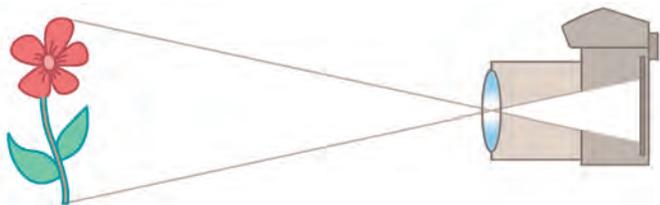


图 4-53 照相机的成像原理

随着科学技术的进步，不仅用胶片的照相机得到了很好的发展，而且还研制出了数码照相机（图 4-54）。你知道吗？数码相机成像仍离不开透镜，主要改变在于将感光片换成电子感光器材，代替了胶片相机的胶卷。

常见光学显微镜（图 4-55）的目镜和物镜都是凸透镜。用显微镜可以观察微生物、细胞等肉眼无法看见的物体。显微镜被广泛应用于科学研究、工农业生产



图 4-55 显微镜

技术等方面。

望远镜(图 4-56)能使很远的物体成像在眼前,就像物体被“拉近”了。图中望远镜的基本元件是透镜和三棱镜。

望远镜在生活、军事、生产技术和天文观察等方面都有广泛的应用。



(a) 普通望远镜及其光路

(b) 小型天文望远镜

图 4-56 望远镜

信息窗

随着科学技术的发展,人们根据一些新的科学原理和利用高新技术,制成了电子显微镜、隧道显微镜、射电望远镜和更先进的光学望远镜等。

隧道显微镜能帮助人们看到金属原子,通过射电望远镜、发射到太空的哈勃望远镜等可以接收到来自宇宙深处的信息。

2016年,我国正式启用了具有我国自主知识产权、世界最大单口径、最灵敏的射电望远镜——“中国天眼”(图 4-57)。它的落成启用,对我国在科学前沿实现重大原创突破、加快创新驱动发展具有重要意义。目前“中国天眼”已发现若干脉冲星,人们期待其有进一步的天文发现。



图 4-57 “中国天眼”

迷你实验室

自制望远镜

如图 4-58 所示，将近视镜片与老花镜片沿刻度尺放置。从近视镜片望过去，并调节两镜片之间的距离，你看到的景物有什么变化？



图 4-58 用近视镜片与老花镜片制成的望远镜

作业

1. 爷爷是远视眼，需要用 _____ 透镜来矫正。当爷爷戴上眼镜时，张丽通过镜片看到的爷爷的“眼睛”是通过镜片形成正立、放大的 _____ 像。

2. 如果一束平行光经过眼睛的角膜和晶状体折射后所成的像落在视网膜 _____（选填“前”或“后”），这就是近视眼。矫正的方法是戴一副焦距合适的、由 _____ 透镜片做的眼镜。

3. 纺织工人在检查纺织品的质量时，要观看纺织品的布纹是否有缺陷。他们应该用什么样的透镜？应怎样使用？

4. 图 4-59 是“研究凸透镜成像”的实验原理图。若在凸透镜右边的光屏上（图中光屏未画出）得到清晰缩小的实像，则蜡烛可能置于凸透镜左边 a 、 b 、 c 、 d 四点中的 _____ 点处；_____ 机就是利用此成像特点制成的。

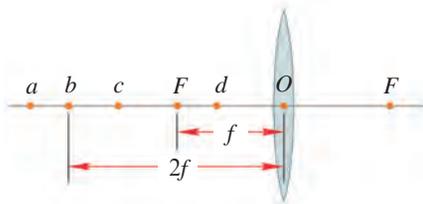


图 4-59

请提问

1. 哈勃望远镜观察到的距地球 120 亿 l.y. 处的星星，是现在的星星吗？

2. _____

.....



本章练习

- 关于光的反射，下列说法正确的是（ ）。
 - 当入射光与反射面的夹角是 20° 时，反射角也是 20°
 - 入射光线靠近法线时，反射光线也靠近法线
 - 入射角增大 5° 时，反射光线与入射光线的夹角也增大 5°
 - 镜面反射遵循光的反射定律，漫反射不遵循光的反射定律
- 在平静的湖水中，看到鱼在云中游动，这些鱼和云是实物还是它们的像？说出你判断的理由。
- 图 4-60 所示为潜望镜的结构原理图（平面镜与管壁的夹角大小为 45° ）。画图说明通过该潜望镜看到的物体 AB 的像。
- 如图 4-61 所示，一束光斜射入容器中，在容器的底部 P 处形成一个光斑，向容器中慢慢加清水直至加满。画出某一水深时形成光斑的光路图。在加水的过程中，光斑将如何移动？

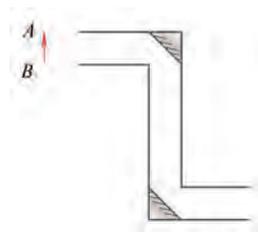


图 4-60

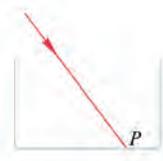


图 4-61



图 4-62

- 为了进行光学实验，物理课外小组的同学在老师的指导下自制了一个平行光源。在硬圆纸筒的一端安装一个凸透镜，纸筒的另一端安装一个可在筒内前后移动的灯泡（图 4-62）。调节灯泡，当灯泡位于 _____ 位置时，从筒内经凸透镜射出的灯光可认为是平行光。
- 在中午的阳光下，有两位同学水平抬着一张透明的塑料纸，纸中央盛了水。这时地面上出现一个明亮的光斑，他们慢慢调节这个装置，使光斑缩小，亮度增加。如果在亮点处放上几根火柴，火柴将会被点燃。请你做一做这个小实验（注意安全），并解释其理由。
- 小明用奶奶的老花镜镜片正对着太阳时，可在距镜片 40 cm 处得到一个最亮、最小的小圆点。若小明想通过此镜片看清微雕作品上较小的图案，则作品到镜片的距离应满足（ ）。
 - 小于 40 cm
 - 大于 40 cm
 - 大于 80 cm
 - 大于 40 cm 而小于 80 cm

8.* 在中央电视台 2012 年春节联欢晚会上,魔术师与节目主持人搭档表演魔术。他们在表演中应用平面镜成像的特点展示了魔术的神奇。请你上网查询或与大家讨论,探索在魔术表演中,魔术师是如何运用平面镜成像特点的。请写一篇与此相关的调研报告。

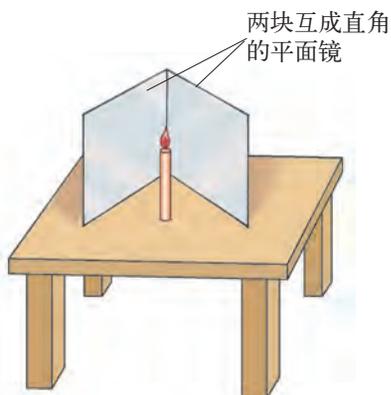
实 践 与 总 结

1. 实践活动:

你知道图 4-63 (a) 所示的照片是如何拍的吗? 请你先按照下面的方法做个实验。如图 4-63 (b) 所示,取两个平面镜,使其镜面互相垂直立在水平桌面上。在两镜面所成直角的平分线上放一支点燃的蜡烛 (或其他小物体), 观察两镜子中所成的像, 将其位置描绘下来。请和同学讨论像形成的原因, 尝试如何才能形成图 (a) 中的像。



(a)



(b)

图 4-63 一人多像的诀窍在哪?

2. 本章总结:

本章的要点有 _____

第五章

质量与密度

质 量

学习使用天平和量筒

科学探究：物质的密度

密度知识的应用



第一节 质量

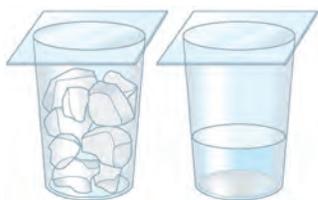


图 5-1
冰块融化成水

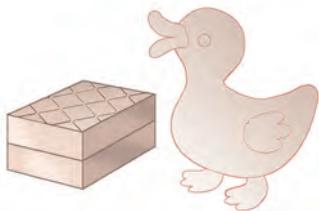


图 5-2
将泥团捏成小动物

质量是物体的基本属性

自然界中的一切物体都是由物质组成的，组成物体的物质有多有少。例如，一盒粉笔所含的物质，就比其中一支粉笔所含的物质要多。在物理学中，把物体所含物质的多少叫做物体的质量 (mass)。

物体的质量与物体的状态、形状、所处的空间位置有什么关系呢？

冰块融化成水，物体的状态发生了变化，但其质量没有变化 (图 5-1)。

泥团被捏成小动物，物体的形状发生了变化，但其质量没有变化 (图 5-2)。

航天员离开地球来到了太空，其所处的空间位置发生了变化，但其质量没有改变。

由此可见，质量是物体的一个基本属性，它与物体的状态、形状、所处空间位置的变化无关*。

质量的单位

要精确比较物质的多少，必须通过测量。测量物质的多少，首先要确定质量的单位。

* 在近代物理中，人们对质量的了解更加深入。爱因斯坦的相对论认为质量会随速度的变化而变化。不过，通常物体的运动速度远小于光速，因此，可认为其质量不随状态、形状和位置的变化而变化。

在国际单位制中，质量的基本单位是千克，用符号 kg 表示。现保存在巴黎国际计量局中的国际千克原器（图 5-3）是底面直径和柱高均为 39 mm 的铂铱合金圆柱体，人们曾以它的质量作为 1 kg 的标准。

为了方便，除千克外，人们还将吨（t）、克（g）、毫克（mg）作为质量的单位，它们之间的换算关系及某些物体的质量估计值如图 5-4 所示。



图 5-3 国际千克原器

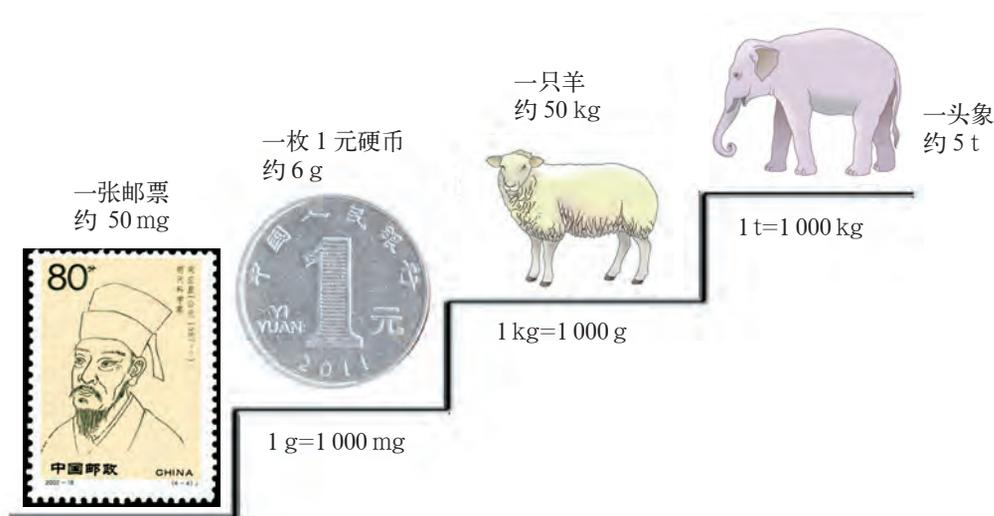


图 5-4 质量单位的换算及某些物体的质量

请你换算：

$$5 \text{ t} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg};$$

$$50 \text{ kg} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g};$$

$$10 \text{ g} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mg};$$

$$50 \text{ mg} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}.$$

在商店里，袋装米、奶粉等包装袋上标示的“净含量 5 kg”“净含量 900 g”，都是表示这件商品的质量。

信息窗

你知道自然界不同物体质量的数量级吗？右边是一些典型物体质量的数量级。在自然界中，一些物体的质量可以通过测量知道，还有一些物体的质量只能通过理论推算出来。

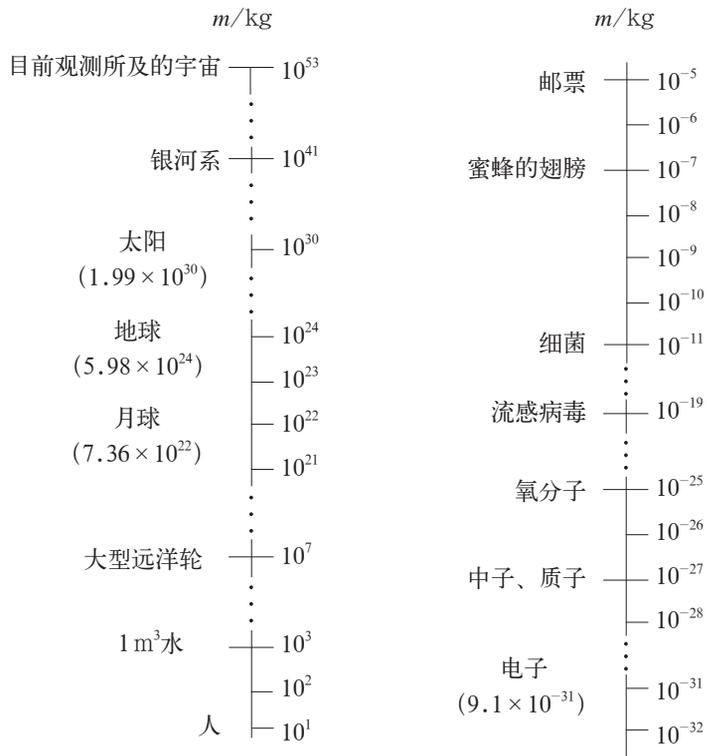


图 5-5 物体质量的数量级

测量质量的工具

测量质量的工具较多，有电子秤、案秤、台秤、天平等，托盘天平是实验室测量质量的常用工具。图 5-6 所示是托盘天平的结构。

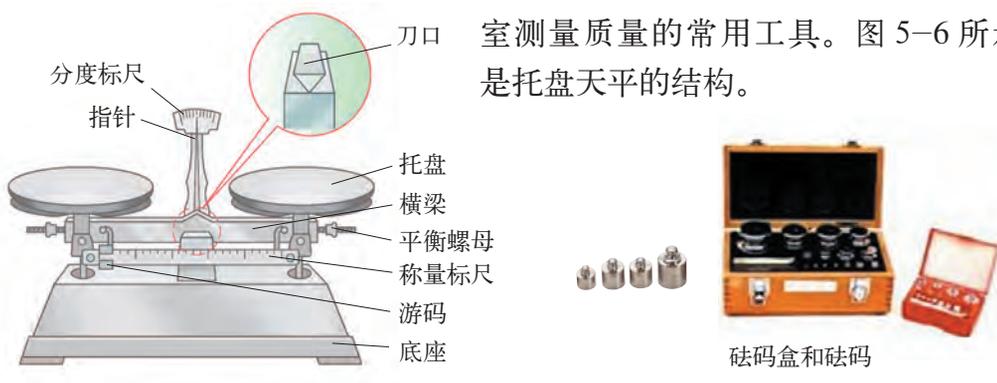


图 5-6 托盘天平

信息窗

在生产、生活和科学研究中，人们还用其他的一些工具来测量质量。

电子秤、案秤、台秤是生产、生活中测量质量的常用工具，具有结构简单、便于操作、结实耐用等优点。

物理天平是生产、科学研究中测量质量的常用工具，具有测量精度高等优点。



(a) 电子秤



(b) 案秤



(c) 台秤



(d) 物理天平

图 5-7 测量质量的常用工具



作业

1. 物体中所含 _____ 叫做物体的质量，国际单位制中质量的基本单位是 _____。

2. 某一物体的质量为 600 g，运载到月球上后其质量为 _____ kg。0.5 kg 的水全部结成冰后，质量 _____（选填“>”“=”或“<”）0.5 kg。

3. 请完成下列单位换算。

(1) $0.48 \text{ t} = \text{_____ kg}$ 。

(2) $50 \text{ g} = \text{_____ kg}$ 。

4. 请给下列物体质量的数值填上合适的单位。

(1) 一瓶矿泉水的质量约为 500 _____。

(2) 一辆自行车的质量约为 20 _____。

(3) 一只鸡蛋的质量约为 50 _____。

(4) 一位中学生的质量约为 40 _____。

(5) 一头大象的质量约为 5 _____。

5. 将一块 200 g 的冰放在烧杯中。当它熔化一段时间后，冰的质量 _____（选填“减少”“不变”或“增加”），而冰和水的总质量则为 _____。

6. “嫦娥一号”是我国自主研制的第一颗月球探测卫星（图 5-8），其质量为 2 350 kg，在西昌卫星发射中心被“长征三号甲”运载火箭成功送入太空。“嫦娥一号”卫星升入太空后质量是否变小呢？请说出你的理由。

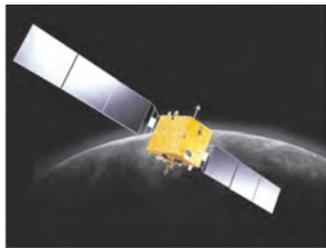


图 5-8 “嫦娥一号”卫星

请提问

1. 怎样估测人体的质量呢？

2. _____

3. _____

.....

第二节 学习使用天平和量筒

学会使用天平

在生活中，人们常用杆秤、案秤、台秤等工具测量物体的质量。在实验室中，人们常用各种天平测量物体的质量。托盘天平是实验室测量物体质量的常用工具。

下面是某托盘天平的使用说明摘录。请你对照托盘天平，仔细阅读说明书，熟悉托盘天平的使用方法，并与同学完成下面各项测量。

1. 用天平测出一支粉笔的质量。
2. 用天平测出一个土豆的质量。
3. 用天平测出 50 mL 水的质量。

托盘天平使用说明（摘录）

使用

1. 使用天平时，应将天平放在水平工作台上，将天平底座调至水平。
2. 使用前，将游码移至称量标尺左端的零刻度线上；调节平衡螺母，使指针尖对准分度标尺的中央刻度线。
3. 天平的左盘放置需称量的物品，右盘放置砝码；添加砝码并移动游码，使指针对准分度标尺的中央刻度线，此时砝码质量与称量标尺上的示数值（游码左边所对应的示数）之和，即为所称量物品的质量。
4. 取砝码时，必须用镊子夹取，不能用手直接拿取。

学会使用量筒和量杯

在做上述第3项测量时，如何得到50 mL水呢？这就要用到量筒或量杯。

量筒和量杯是用来测量液体体积的工具，如图5-9所示。量筒和量杯的壁上均有刻度，相邻的两条刻度线之间的距离为分度值，表示量筒或量杯测量的精确程度。有时还标有100 mL、200 mL或500 mL等字样，这些字样均表示量筒或量杯的量程，即一次最多能测量的液体的体积。

在使用量筒测量液体体积时，无论液面下凹还是上凸，测量者读数时其视线都应与凹面的底部或凸面的顶部在同一水平线上。

图5-10所示是液面下凹时的读数方法，请你读读，此时的数据是多少。



图 5-9 量筒和量杯

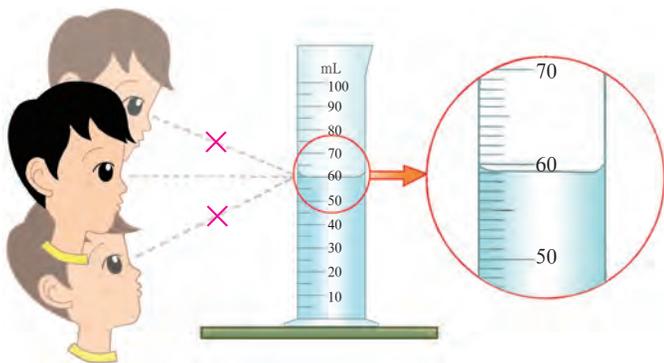


图 5-10 正确读取数据

迷你实验室

用量筒、量杯测量体积

1. 将你的水杯装满水，请用量筒或量杯测量这杯水的体积。
2. 将一块形状不规则的小石头，放进装满水的杯子中，溢出的水的体积就是小石头的体积，请用量筒或量杯测这块小石头的体积。若小石头可直接放进装水的量筒或量杯，通过观察其水位的变化也可测出小石头的体积。



作业

1. 请指出使用托盘天平时, 以下说法或做法中有无错误, 若有错误, 请说明错误的原因。

- (1) 加减砝码时, 可用手直接轻拿轻放砝码。
- (2) 不允许把化学药品直接放在托盘中。
- (3) 天平平衡时, 被测物体的质量等于右盘中砝码的总质量加上游码所指示的质量值。

2. 放在水平桌面上的一架托盘天平, 底座已调节水平。某同学在调节横梁平衡时, 发现指针偏左。其原因可能是 ()。

- | | |
|-----------------|-------------|
| A. 游码不在标尺的零刻度线上 | B. 平衡螺母偏右 |
| C. 平衡螺母偏左 | D. 右盘内有异物存在 |

3. 某同学在用调节好的托盘天平称一物体的质量时, 在天平的右盘加了几个砝码后, 他发现: 当放入质量最小的砝码时, 指针偏右; 若将这个砝码取出, 指针偏左。则要测出物体的质量, 该同学应采取的正确方法是 ()。

- A. 取出最小的砝码, 将横梁上的平衡螺母向右调
- B. 不取出最小的砝码, 将横梁上的平衡螺母向右调
- C. 不取出最小的砝码, 将处在零刻度位置的游码向右移
- D. 取出最小的砝码, 将处在零刻度位置的游码向右移

4. 如图 5-11 所示, 图中所示量筒的量程是 _____ mL, 分度值为 _____ mL, 固体的体积为 _____ cm^3 。(1 mL=1 cm^3)

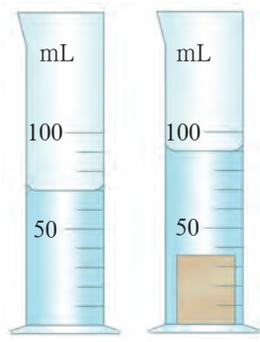


图 5-11

请提?问

1. 如果没有量筒和量杯, 如何知道液体的体积呢?
2. _____
3. _____
-

第三节 科学探究：物质的密度

自然界中的物质是多种多样的。人们常通过看、嗅、听、尝或触等方式直接鉴别一些物品，但有时这种直接鉴别的方式是行不通的。例如，在图 5-12 中你若知道鱼儿是海水鱼还是淡水鱼，那么，你便能直接判断是海水还是淡水；但你不认识这些鱼儿，那么，你就无法直接判断了。再如，你能直接判断如图 5-13 所示的金牌是纯金的吗？这很困难吧！有什么方法能帮助你鉴别这些物质呢？下面，我们通过科学探究来学习鉴别物质的一种方法。



图 5-12 鱼儿在海水还是在淡水中遨游？

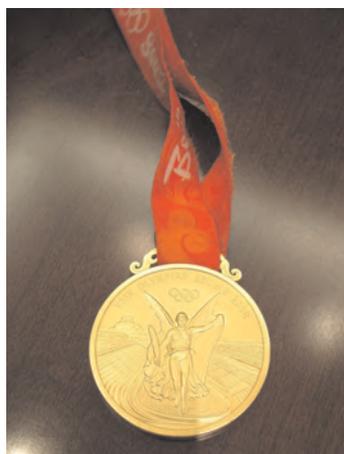


图 5-13 金牌是纯金的吗？

实验探究

猜想与假设

猜一猜：如图 5-14 所示的两杯水，体积相同，一杯为纯水，另一杯为盐水，猜猜哪杯水的质量大？

试一试：如图 5-15 所示，将两杯相同体积的纯水和盐水分别放置在天平的左、右盘上，观察天平横梁向哪边倾斜。

想一想：

1. 相同体积的同种物质，其质量是否相等？
2. 相同体积的不同种物质，其质量是否相等？
3. 在不注明哪杯是纯水、哪杯是盐水的情况下，如果不允许品尝味道，如何区别？是否可通过比较它们单位体积的质量来区别呢？



图 5-14 纯水与盐水



图 5-15 哪杯水的质量大？

设计实验与制订计划

从以上三个问题出发，取不同物质的物体作为研究对象，并选用天平、量筒等测量工具分别测出它们的质量与体积，然后再取它们单位体积的质量作比较。

进行实验与收集证据

全班同学分成四个大组及若干个小组，分工合作，共同收集以下证据。

1. 测出若干杯体积不同的纯水的质量与体积。
2. 测出若干个体积不同的铁块的质量与体积。
3. 测出若干个体积不同的铜块的质量与体积。
4. 测出若干个体积不同的铝块的质量与体积。
5. 分别算出纯水、铁、铜、铝四种物质的质量与体积之间的比值。

各小组把本组收集到的证据整理后，填写在下表中。

记录数据 研究对象	名称	质量 m/g	体积 V/cm^3	比值(质量 m :体积 V)	
				数值	单位

第_____大组,第_____小组



探究点拨

交流与合作 交流与合作应贯穿于科学探究始终。在交流中要学习用书面或口头方式准确表述自己的观点。在合作中应既坚持原则又尊重他人,敢于提出与别人不同的见解,也勇于放弃或修正自己的错误观点。

交流与合作

通过与同学们的交流与合作,你能回答下面的问题吗?

1. 不同物质的质量与体积的比值是否相同?
2. 相同物质的质量与体积的比值是否相同(由于误差,可能有微小差异)?
3. 表中有一个栏目“单位”,你是怎样填写的?能说出它的物理意义吗?
4. 虽然实验中未对盐水进行测量,然而通过上述探究,相信你已经能回答前面“想一想”中的第3问了。请说出你的想法。

实验证明,由同种物质组成的物体的质量与其体积的比值是一定的,由不同物质组成的物体的质量与其体积的比值一般是不同的。因此,这个比值反映了物质的一种特性。

在物理学中,把由某种物质组成的物体的质量与其体积的比叫做这种物质的**密度**(density)。

由密度的上述定义可知计算密度的公式为

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

ρ : 密度
 m : 质量
 V : 体积

在国际单位制中,密度的单位是由质量单位和体积单位组合而成的,写作“千克/米³”,读作“千

克每立方米”，用符号“ kg/m^3 ”或“ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ”表示。日常生活中密度的单位还常用“克/厘米³”，读作“克每立方厘米”，用符号“ g/cm^3 ”或“ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ”表示。

这个密度计算公式也告诉我们测量密度的思路：如果要测量某种固体或液体的密度，就应当设法测出它的质量和体积，然后将其代入密度公式，就可计算出这种物质的密度了。

刚进行的密度探究，实际上已经在进行对水、铁、铜及铝这几种物质的密度测量，并测出它们的密度了。



作业

1. 单位换算：

$$7.9 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3 = \text{_____} \text{ g}/\text{cm}^3。$$

2. 一杯水与一缸水比较，哪种容器中装的水的密度大？

3. 为了探究物质的某种特性，某同学在实验中测得下列 4 组数据，如下表所示。

实验序号	物体	质量 m/g	体积 V/cm^3	$\frac{\text{质量}}{\text{体积}} \frac{m}{V}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
1	铝块1	54	20	2.7
2	铝块2	108	40	2.7
3	松木块1	108	216	
4	松木块2	10	20	0.5

(1) 表中的空格应填 _____，比较第 1、2 次的实验数据，可得结论：只要是同种物质，它的质量跟它的体积的比值 _____。

(2) 比较第 2、3 次数据，可得结论：质量相同的不同物质，体积 _____。

(3) 比较第 1、4 次数据，可得结论：体积相同的不同物质，质量 _____。

4. 请测量一枚 1 元硬币（人民币）的密度，并请写出测量报告。

请提问

1. 空气有密度吗？

.....

第四节 密度知识的应用

常见物质的密度

自然界的物质种类很多，有的已被人们认识，有的尚未被认识，人类还在不断地发现新的物质。了解物质的密度，不仅可以鉴别区分它们，而且还能让它们各尽所能，服务人类。下面给出一些常见物质的密度。

常见固体的密度

物质	密度 $\rho / \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	物质	密度 $\rho / \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
铂	21.5×10^3	花岗岩	$(2.6 \sim 2.8) \times 10^3$
金	19.3×10^3	玻璃	$(2.4 \sim 2.8) \times 10^3$
铅	11.3×10^3	混凝土	2.2×10^3
银	10.5×10^3	砖	$(1.4 \sim 2.2) \times 10^3$
铜	8.9×10^3	冰	0.9×10^3
钢、铁	7.9×10^3	石蜡	0.9×10^3
铝	2.7×10^3	干松木	0.5×10^3

常见液体的密度

物质	密度 $\rho / \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	物质	密度 $\rho / \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
汞	13.6×10^3	柴油	0.85×10^3
硫酸	1.8×10^3	煤油	0.8×10^3
海水	1.03×10^3	酒精	0.8×10^3
纯水	1.0×10^3	汽油	0.71×10^3

常见气体的密度 (0 °C, 1 个标准大气压)

物质	密度 $\rho / \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	物质	密度 $\rho / \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
二氧化碳	1.98	一氧化碳	1.25
氧	1.43	水蒸气 (100 °C时)	0.6
空气	1.29	氦	0.18
氮	1.25	氢	0.09

密度知识的运用

密度知识在生产、生活和科学研究中有着广泛的应用。运用密度知识，可以帮助人们鉴别物质，估测物体的体积，估测一些庞大物体的质量等。例如，估测我们教室的空气质量，可先用测量工具测量出教室的长、宽、高，再从密度表中查出空气密度，然后用密度公式的变式 $m=\rho V$ 就能算出教室空气的质量了。

例题 1 小明同学代表学校参加全市乒乓球比赛，获得了一枚金牌。他想知道该金牌是否纯金的，于是利用实验室里的器材测出该金牌的质量为 44.5 g，体积为 5 cm^3 。你能利用这些数据帮助他作出判断吗？

已知：金牌的质量 $m=44.5 \text{ g}$ ，体积 $V=5 \text{ cm}^3$ 。

求：金牌的密度 ρ 。

$$\text{解：}\rho = \frac{m}{V} = \frac{44.5 \text{ g}}{5 \text{ cm}^3} = 8.9 \text{ g/cm}^3 = 8.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3。$$

查密度表可知该金牌不是纯金的。

答：该金牌不是纯金的。

例题 2 测得一长方形薄铝板的长为 5 m、宽为 1 m，测得其质量为 13.5 kg，从密度表上查得铝

的密度为 $2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，这块铝板的厚度是多少？

已知：铝板的板长 $a=5 \text{ m}$ 、板宽 $b=1 \text{ m}$ 、质量 $m=13.5 \text{ kg}$ 、密度 $\rho=2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。

求：铝板的厚度 c 。

解：由 $\rho = \frac{m}{V}$ 得

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{13.5 \text{ kg}}{2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3,$$

而 $V=abc$ ，所以，

$$c = \frac{V}{ab} = \frac{5 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{5 \text{ m} \times 1 \text{ m}} = 10^{-3} \text{ m} = 1 \text{ mm}.$$

答：这块铝板的厚度为 1 mm 。



作业

1. 体育课上用的某实心球，质量是 4.2 kg ，体积为 600 cm^3 。这个实心球是铅做的吗？（ $\rho_{\text{铅}}=11.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ）

2. 质量是 27 g 的铝块，体积是 10 cm^3 ，则铝的密度是 g/cm^3 ，等于 kg/m^3 。将这个铝块削去一半，其质量是 g ，密度是 g/cm^3 。

3. 如图 5-16 所示的盒装纯牛奶的体积约为 m^3 ，牛奶的质量是 g 。（ $\rho_{\text{牛奶}}=1.02 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ）

4. 有一花岗岩碑石，其体积为 30 m^3 。为了计算其质量，有人找了一小块同种花岗岩样品，测得该样品的质量为 14 g ，体积为 5 cm^3 。利用这些数据，你能算出该花岗岩碑石的质量为多少吗？

5. 小明同学学习密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$ 后认为，从该公式看，可以推出“某种物质的密度与其质量成正比，与其体积成反比”的结论。你认为这种推论对吗？为什么？



图 5-16

请提问

1. 为什么在科学探究中既要坚持原则，而有时却要放弃自己的观点？

.....



本章练习

1. 小朗同学打乒乓球时,不小心将球踩瘪了,但没有破裂。对于球内的气体而言,没有发生变化的物理量是()。

- A. 质量 B. 密度 C. 体积 D. 都发生了变化

2. 在下列动物中,质量可能是 3 kg 的是()。

- A. 一只麻雀 B. 一只老鼠 C. 一匹马 D. 一只老母鸡

3. 人们常说“铁比木头重”,这句话实际上是指()。

- A. 铁块的质量比木块的质量大 B. 铁块的密度比木块的密度大
C. 铁块的体积比木块的体积大 D. 拿起铁块一定比拿起木块费力

4. 5 m^3 的水全部结成冰后体积多大? ($\rho_{\text{冰}}=0.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)

5. 某地有一水库,已知它的最大容积是 $7.5 \times 10^6 \text{ m}^3$,那么,这个水库最多可以贮蓄多少吨水?

6. * 图 5-17 是我国设计的 2008 年北京奥运会金牌,它由纯银、玉石、纯金制成。金牌的总体积约为 23 cm^3 ,镶嵌玉石的体积约为 5.4 cm^3 ,纯金的质量约为 6 g。(已知: $\rho_{\text{玉}}=3.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{金}}=19.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{银}}=10.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)。请问:

(1) 一枚奥运会金牌需要的玉石约为多少?

(2) 一枚奥运会金牌需要的纯银约为多少?(计算结果保留一位小数)



图 5-17

实 践 与 总 结

1. 实践活动:

请用天平、量筒、烧杯、水、食盐等测量盐水的密度,将其与水的密度进行比较。

2. 本章总结:

本章的要点有 _____

第六章

熟悉而陌生的力

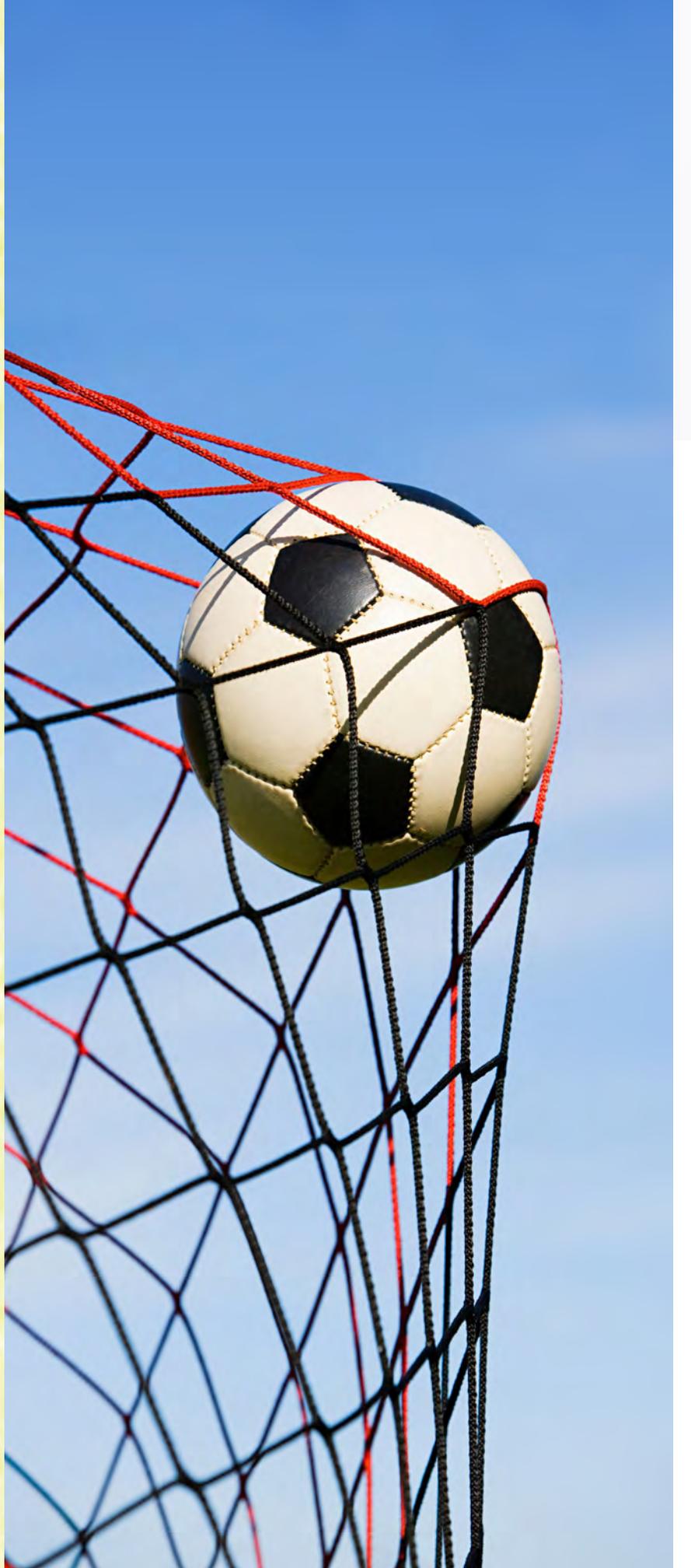
力

怎样描述力

弹力与弹簧测力计

来自地球的力

科学探究：摩擦力



第一节 力

力是什么

物理学中,力的概念是从大量与力相关的自然、生活、生产现象中归纳、概括出来的。



交流与讨论

请仔细观察和分析图6-1所示的几幅表现力的图片,你能找出它们有哪些共同的地方吗?



(a) 推土机用力推走泥土



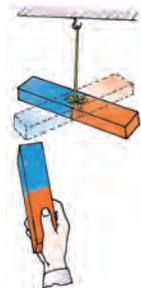
(b) 渔翁用力拉起鱼网



(c) 运动员用力举起杠铃



(d) 顽皮的小象用力
向下压跷跷板



(e) 同名磁极相互排斥



(f) 带静电的橡胶棒
吸引小纸屑

图 6-1 各种各样的力现象

物理学中，通常将物体之间的推、拉、举、压、排斥、吸引等都叫做物体之间的作用。分析图 6-1 发现，这些一个个涉及“力”的现象里，有一个共同点，那就是一个物体作用于另一个物体。由此，我们可以说力 (force) 是一个物体对另一个物体的作用。力通常用字母 F 来表示。

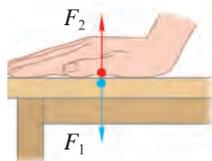
通过分析，我们还会发现，凡是讨论力现象，总会涉及两个物体：一个是施力物体，一个是受力物体。运动员举杠铃，运动员是施力物体，杠铃是受力物体。在图 6-1 的其他几幅图里，你能指出谁是施力物体，谁是受力物体吗？

请你将观察和分析的结果，和同学进行交流与讨论。

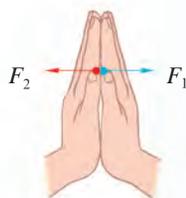
力的作用是相互的

实验探究

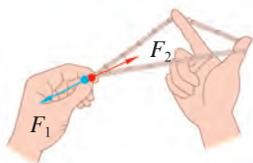
请同学们用手拍桌子、两手互拍、拉橡皮筋、提书包……体会一下施力与受力的感觉。再研究图 6-2，你认为力的作用有什么特点？



(a) 手对桌子作用一个力 (F_1)，桌子也对手作用一个力 (F_2)



(b) 左手对右手作用一个力 (F_1)，右手对左手也作用一个力 (F_2)



(c) 手拉橡皮筋 (F_1)，橡皮筋也在拉手 (F_2)



(d) 手向上提包 (F_1)，包也在向下拉手 (F_2)

图 6-2 力的相互作用

大量的事实说明：

甲物体对乙物体施力时，乙物体对甲物体也施力，因此，力的作用是相互的。

在图6-1所展示的各种力的现象中，力的作用也是相互的吗？

力的作用效果

力的作用可以产生哪些效果呢？请仔细研究图6-3、图6-4所表现的情景。

在物理学中，常常把物体形状的改变简称为形变；而把物体由静到动、由动到静，以及速度大小或方向的改变，都叫做运动状态发生了改变。所以，通过对图6-3、图6-4以及许多类似现象的分析，我们就可知道力有哪些作用效果。



图 6-3 运动员用力拉弓，使弓发生了形变



图 6-4 运动员用力踢球和顶球，使球的运动状态发生了改变

从以上分析可知：

力可以使物体的形状发生改变（简称形变），也可以使物体的运动状态发生改变。



作业

1. 运动员用网拍击球时(图6-5),球和网拍都变了形。这表明两点:一是力可以使物体发生_____,二是力的作用是_____的。此外,网拍击球的结果,使球的运动方向和速度大小发生了变化,表明力还可使物体的_____发生改变。

2. 一本书放在桌面上(图6-6),书受到桌面的支持力 F ,这个力的施力物体是_____,受力物体是_____;桌面受到书的压力 F' ,这个力的施力物体是_____,受力物体是_____。

3. 在2008年北京奥运会上,我国游泳选手刘子歌,一路过关斩将,取得女子200米蝶泳金牌。在比赛时,她不停地用力向后猛划水,保持着对其他选手的领先优势。请解释运动员游泳时为什么要不停地向后划水。

4. 现给你一块长木板、一个小木块、一颗小钢珠、两块磁体、两个小车、两个皮球,请你从中任选器材设计几个实验,说明以下力学知识。

- (1) 两个互不接触物体间也可以产生力的作用。
- (2) 力的作用是相互的。
- (3) 力可以改变物体的形状。
- (4) 力可以改变物体的运动状态。

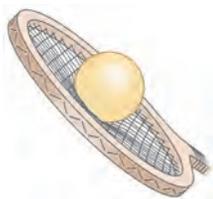


图 6-5

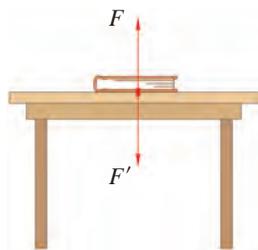


图 6-6

请提问

1. 为什么有时用力推物体,物体却不动呢?
2. _____
3. _____
-

第二节 怎样描述力

力的三要素

力的作用效果和哪些因素有关呢？请结合以下情景和同学们的生活经验，进行交流与讨论。

在图 6-7 中，小孩力气小，很难拉开两根弹簧；成年人力气大，很容易拉开三根弹簧。

在图 6-8 中，用大小相同、作用方向不同的力作用在弹簧上，可以使弹簧拉长，也可以将弹簧压短。

在图 6-9 中，大小、方向都相同的力作用在门的不同地方，即力的作用点不同时，拉门的效果相同吗？



图 6-7 不同大小的力

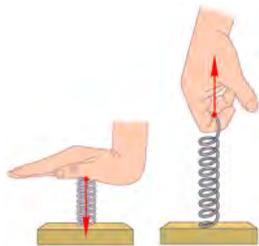


图 6-8 不同方向的力

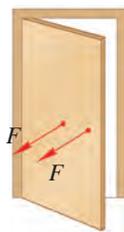


图 6-9 不同作用点的力

现在，我们归纳一下：

影响力的作用效果的因素有三个，它们是力的大小、方向和作用点。在物理学中，把它们叫做力的三要素。

力的单位

在物理学中，力的单位是牛顿，简称牛，用符号 N 表示。这个单位的名称是为了纪念英国科学家牛顿而命名的。1 N 的力有多大呢？它大约相当于托起两个鸡蛋所需的力。图 6-10 表示的是一些力的大小。

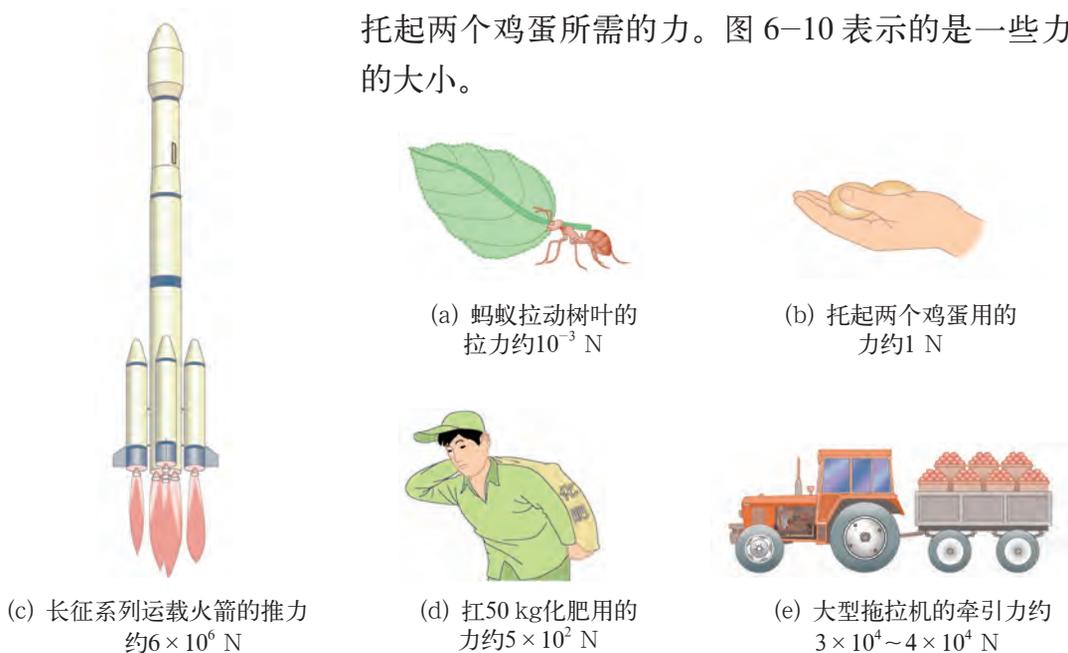


图 6-10 一些力的大小

力的示意图

人们常在受力物体上沿力的方向画一条带箭头的线段，并标出力的作用点，表示物体在这个方向上所受的力，这种表示力的方式叫力的示意图。观察一下，在本节和上节课文的插图中，哪些图上画有力的示意图？有时候，还可以在力的示意图附近标注出力的大小。这样标注后，一根小小的带有箭头的线段就把力的三要素（作用点、方向和大小）都表现出来了（图 6-11）。

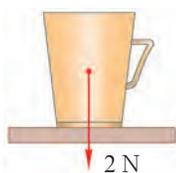


图 6-11 力的三要素

信息窗

牛顿是英国著名的物理学家和数学家。他在力学、光学、天文学与数学领域有许多杰出的贡献。他发现了万有引力定律和光的色散，总结了牛顿运动三定律，奠定了经典物理学的基础。

牛顿从小热爱学习，酷爱读书，自己做过风车、风筝、日晷、漏壶等，受到大家的赞赏。由于生活所迫，牛顿母亲曾让他停学在家务农，赡养家庭。牛顿虽顺从了母亲的意思，但他始终热爱学习，总找机会读书和动手制作。幸运的是，在他人的游说与帮助下，母亲终于同意牛顿返回学校。牛顿如饥似渴地学习，顺利考入剑桥大学，并取得了丰硕的成果。我们应像牛顿那样，在学习的道路上不畏困难、不言放弃、不忘初心；像牛顿那样通过观察与实验来揭示自然之谜，对科学探索充满兴趣。



图 6-12 牛顿



作业

1. 影响力的作用效果有三个，它们分别是 _____、_____ 和 _____。物理学中常把它们称为 _____。
2. 举例说明力的方向变化对力的作用效果的影响。
3. 力的作用点不同对力的作用效果有影响吗？请举例。
4. 请在图 6-1 (d) 中画出小象对跷跷板的压力。
5. 如图 6-13 所示，有一本书，受到 5 N 的作用力，方向向下，请在图中画出这个力，要求包含力的三要素。



图 6-13

请提问

1. “50 kg 的化肥”中的单位“kg”是不是力的单位？
2. _____
-

第三节 弹力与弹簧测力计

弹 力

如图 6-14 所示，跳水运动员向下压跳板时，跳板受压后变弯，发生形变。同时，由于力的作用是相互的，变弯的跳板也在向上推运动员。

在图 6-8 中，当用手拉（或压）弹簧时，弹簧受力发生弹性形变；同样，由于力的作用是相互的，弹簧对手也产生一个拉（或推）的力。由此说明，物体发生弹性形变后会产生一个力。这种因物体发生弹性形变而产生的力叫做**弹力**（elastic force）。

发生形变的其他物体，如拉弯的弓、拉长的橡皮筋、被挤压的皮球等，也会产生弹力。我们通常所说的压力、支持力等，其实质就是弹力。



加油站

物体受力后会发
生形变，若撤去作用力后，
该物体能够恢复原状，则
这种形变叫弹性形变。



图 6-14 跳板的弹力将运动员弹起

弹簧测力计

弹簧测力计(图6-15)是一种常用的测量力的大小的工具。

观察图6-15(a)可知,弹簧测力计主要是由弹簧、挂钩、指针和刻度盘等组成的。

在一定的范围内拉伸弹簧时,弹簧受到的拉力越大,弹簧的伸长量就越大。因此,弹簧的伸长量能反映弹力的大小。弹簧测力计就是根据弹簧的这一性质制成的。

为了满足测力的不同需要,人们还制造了其他形式的测力计,如握力计和拉力计等(图6-16)。

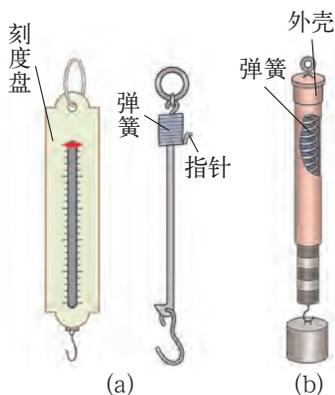


图 6-15 弹簧测力计

正确使用弹簧测力计

只有科学地使用弹簧测力计,才能准确测出力的大小。下面的方框中列出了弹簧测力计的正确使用方法。



图 6-16 握力计和拉力计

弹簧测力计的正确使用方法

- (1) 了解弹簧测力计的测量范围(量程),待测力的大小应在量程之内。
- (2) 明确分度值:了解弹簧测力计的刻度。知道每一大格表示多少牛,每一小格表示多少牛(分度值)。
- (3) 校零:使用前要检查指针与零刻度线是否对齐。若没有对齐,要调节至对齐(校零)。
- (4) 测力时,要使测力计内的弹簧轴线方向跟所测力的方向在一条直线上,弹簧不要靠在刻度盘上。

请你用弹簧测力计做测力小实验。

1. 用手拉弹簧测力计的挂钩,使指针指到1N、5N、10N,感受一下1N、5N、10N的力有多大。

2. 把一根细棉线拴在弹簧测力计的挂钩上,用力拉细棉线,读出细棉线被拉断瞬间拉力的大小。

3. 用两个弹簧测力计在水平方向上互相拉,看看谁对谁的拉力更大些,想想为什么?



作业

1. 因物体发生_____而产生的力叫做弹力,通常所说的_____、_____等实质都是弹力。

2. 如图 6-17 所示,用手拉弹簧测力计时,弹簧测力计的弹簧发生形变后会对手施加一个作用力,这个力是_____力,它的方向与手的拉力方向_____。



图 6-17

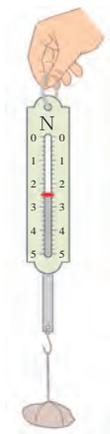


图 6-18

3. 如图 6-18 所示,弹簧测力计的测量范围(量程)是_____ N,分度值是_____ N,指针所指的示数是_____ N。

请提?问

1. 怎么判断弹力的方向?

2. _____

3. _____

.....

第四节 来自地球的力

重力 (gravity) 是地球附近一切物体都要受到的力, 它是由于地球对物体的吸引而产生的。重力通常用字母 G 来表示。重力的施力物体是地球。正是由于重力的作用, 水往低处流, 抛出去的物体都会落向地面。

熟透了的苹果会自动从树上落下。据说, 在苹果树下纳凉的牛顿正是受这一现象的启发, 开始探索万有引力的奥秘 (图 6-19)。



图 6-19 苹果为何掉下来?

信息窗

古希腊哲人亚里士多德认为, 地球上的每一个物体都有回归其天然处所的趋势。因此, 如气、火类的轻物质能向上飘, 土和水类的重物质会向下落。后来, 经过不少科学家的努力, 终于由牛顿揭示了重物下落的原因和规律, 否定了亚里士多德的说法。

可见, 在科学发展过程中, 需对已有观点和结论提出质疑与批判, 需不断探索与创新。我们学习物理, 不仅要学习物理概念与规律, 而且应学习科学家的科学探索方法和质疑、创新的精神。

重力的大小

物体所受重力的大小可以用弹簧测力计来测量。把物体挂在竖直放置的弹簧测力计的挂钩上, 当物体静止时, 弹簧测力计的示数就显示了物体所受重力的大小。物体所受重力的大小简称物重 (weight)。

实验探究

探究物重与物体质量的关系

实验器材：弹簧测力计、质量为 50 g 的钩码 6 只。

实验操作：分别把 1 只、2 只、3 只……6 只钩码挂在弹簧测力计下（图 6-20），记下弹簧测力计每一次的示数，并填在下表中。

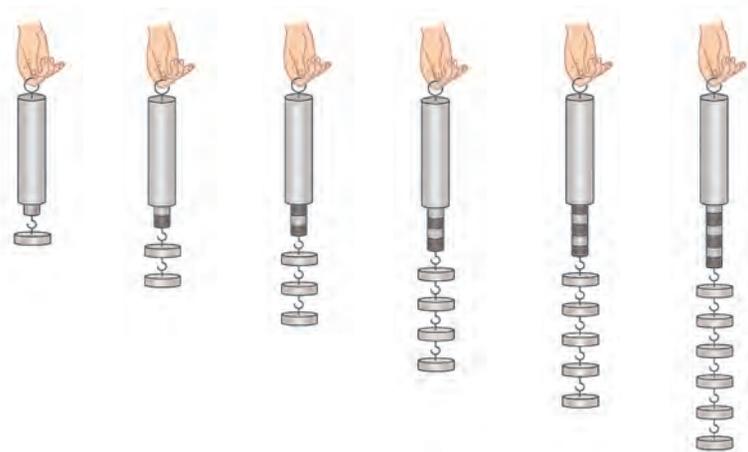


图 6-20 探究物重与质量关系的实验

钩码数	质量 m/kg	物重 G/N	物重跟质量的比值 $\frac{G}{m}/\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$
1	0.05		
2	0.10		
3	0.15		
4	0.20		
5	0.25		
6	0.30		

通过分析实验数据，可得出结论：

物体所受重力的大小跟它的质量成正比，其比值是定值，约等于 9.8 N/kg 。

若用字母 g 表示一个物体的物重跟这个物体的质量之比, 则物重跟质量的关系可用如下式子表示:

$$\frac{G}{m} = g \text{ 或 } G = mg。$$

在精确度要求不高的情况下, 可取 $g = 10 \text{ N/kg}$, 即质量为 1 kg 的物体, 所受重力的大小约为 10 N 。

例题 张华同学的质量是 50 kg , 他的体重是多少牛? 王芳同学的体重是 392 N , 她的质量是多少千克?

已知: 张华同学的质量 $m_1 = 50 \text{ kg}$, 王芳同学的体重 $G_2 = 392 \text{ N}$ 。

求: 张华同学的体重 G_1 , 王芳同学的质量 m_2 。

解: 根据 $G = mg$, 得

$$G_1 = m_1 g = 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 490 \text{ N},$$

$$m_2 = \frac{G_2}{g} = \frac{392 \text{ N}}{9.8 \text{ N/kg}} = 40 \text{ kg}。$$

答: 张华同学的体重是 490 N , 王芳同学的质量是 40 kg 。

同学们可以仿照上例, 算一算自己的体重是多少牛。

重力的方向

如果你留意生活中与重力作用相关的现象, 就不难发现重力的方向。如悬挂电灯的电线 (图 6-21), 静止时总是竖直 (即与水平面垂直) 下垂的; 拿在手里的物体, 放手后物体总是竖直向下落的。

重力的方向总是竖直向下的。



图 6-21

人们在一根线下吊一个重物，就做成一根重垂线。用重垂线可以指示重力的方向——竖直向下。

图 6-22 展示了重垂线在生活、生产中的几个应用实例，同学们还能再举出一些重垂线的应用例子吗？

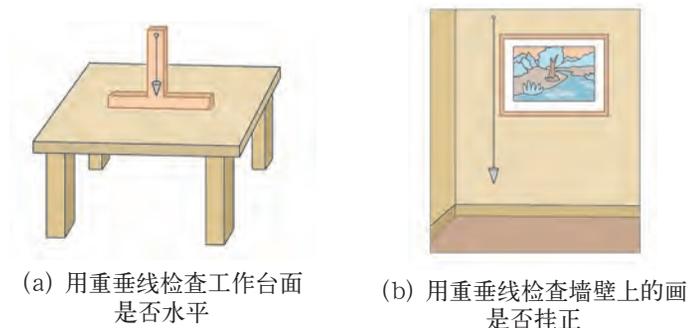


图 6-22 重垂线的应用

重力的作用点——重心

物体的各部分都受到重力的作用，从效果上看，我们可以认为各部分受到的重力集中作用在一个点上，这个点就叫做物体的**重心** (center of gravity)。试试看，能否找出铅笔、刻度尺、三角板、量角器等文具重心的大致位置。

质量分布均匀、形状规则的物体的重心，就在它的几何中心上（图 6-23）。

把汤匙放在手指上，仔细调节支撑汤匙的支点，使其在手指上平衡，这时就可知道汤匙的重心就在支点上方（图 6-24）。

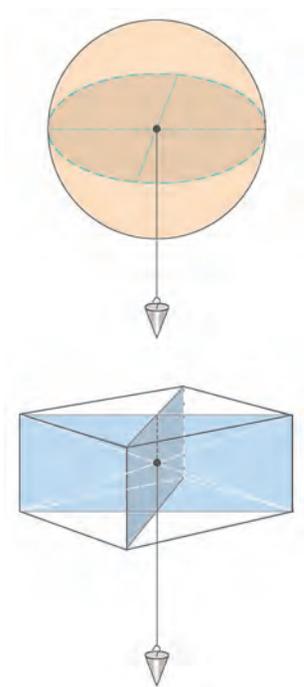


图 6-23 规则物体的重心

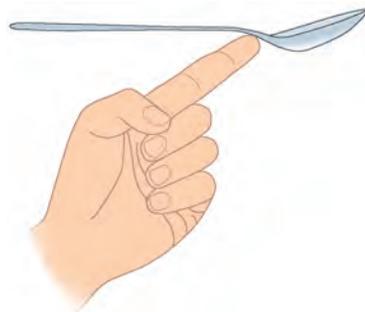


图 6-24 汤匙的重心



信息窗

提高稳定程度的诀窍

提高物体稳定程度的方法主要有两种：一是增大支承面；二是降低重心。图 6-25 展示了几个提高稳定程度的例子。



(a) 起重汽车放下支脚扩大支承面



(b) 台灯有个大底座



(c) 下大上小的茶壶

图 6-25 提高稳定程度的实例

同学们还可以想想，支承面是否一定是接触面？照相机的三脚架与地面接触只有三个点，桌子与地接触面只有四只脚，它们的支承面是什么？站在行驶的公共汽车上，常常把两脚分得较开，这样可以站得更稳，支承面是否只是两只脚底的面积？

用降低重心来提高稳定程度的例子也是很多的。各种车辆都把底盘做得很重，重心降得很低；赛车选手几乎是平躺在轮子之间；在用卡车装货时，要注意把重的货物装在下面，轻的装在上面，而且货物不能装得过高。

如果能把重心降到支点以下，还可以制作出一些有趣的小玩艺。

小舢公手中的船桨很重，使小舢公的重心降到了支点以下（图6-26）。

在小丑娃娃的手上和怪鸟的尾巴上固定一个螺帽，就可以把它们的重心降到支点以下（图6-27）。



图 6-26 不会倒的小舢公



螺帽



螺帽

图 6-27 不可思议的平衡



作业

1. 电灯悬挂在电线下端, 电线悬挂在天花板上, 其中电灯受到 _____ 和 _____ 的作用, 则上述两个力的施力物体分别是 _____ 和 _____。
2. 当你站在水平地面时, 你会受到哪些力的作用? 请分别指出这些力的施力物体。
3. 质量是 10 kg 的物体, 受到的重力是 _____ N; 一个物体受到的重力是 1 N, 则它的质量是 _____ kg。(g 取 10 N/kg)
4. 甲、乙两球的质量之比为 3 : 2, 甲球所受的重力为 60 N, 则乙球所受的重力为 _____ N。
5. 在下列物体中, 所受的重力大约是 500 N 的物体是 ()。

A. 一匹马	B. 一本物理课本
C. 一名中学生	D. 一支钢笔
6. 如果你手边没有天平, 只有一只弹簧测力计, 由此你能估测这本物理书的质量吗? 请简单叙述你的方法。
7. 如图 6-28 所示, 滑梯上有一重 300 N 的小孩正在玩耍, 请画出小孩所受重力的示意图。
8. 假如失去了重力, 将会出现什么现象? 试写出三个生活中可能发生的现象。



图 6-28

请提?问

1. 若物体形状发生改变, 物体的重心位置会改变吗?
2. _____
3. _____
-

第五节 科学探究：摩擦力

摩擦现象广泛存在于人们的生活与生产中。如，推一下课桌上的书，书滑动了，但很快会停下来；踢一下球场的球，球滚动了，但最终也会停下来。它们之所以会停下来都是因为存在摩擦的缘故。一个物体在另一个物体表面上滑动或滚动时有摩擦产生，甚至在两个紧贴的相对静止的物体之间，也可能有摩擦出现（静摩擦）。在本节中，我们对滑动摩擦力做一些初步的实验探究。

一个物体在另一个物体表面上滑动时所受到的阻碍物体间相对运动的力，叫做**滑动摩擦力** (sliding frictional force)。

滑动摩擦力与哪些因素有关

实验探究

提出问题

滑动摩擦力的大小与哪些因素有关？

猜想与假设

根据日常生活经验，我们知道滑动摩擦力一定是作用在相对滑动物体的接触面上，所以，我们很容易猜想到一些与接触面有关的因素会影响滑动摩擦力的大小。

下面是一些同学对探究提出的问题所作的一些猜想与假设。



探究点拨

猜想与假设 当你面临探究的问题时，建议你根据已有知识和日常生活经验，想想这问题可能和哪些因素有关，再大胆设想解决问题的方法有哪些，猜想可能有怎样的结果。



你的其他猜想：_____。

设计实验与制订计划

影响滑动摩擦力的大小的因素较多，比如材料的种类、接触面的粗糙程度、压力大小等。因此，在探究时要对变量进行控制，要分别探究它们对摩擦力的影响。如在探究压力对滑动摩擦力的影响时，要保持接触面的粗糙程度等因素不变；而在探究接触面的粗糙程度对摩擦力的影响时，则应保持压力等因素不变。

在实验中如何比较滑动摩擦力的大小呢？

用弹簧测力计水平拉着放在长木板上的木块做匀速直线运动时，就可以通过比较拉力大小（弹簧测力计的示数）来比较滑动摩擦力的大小。

先探究滑动摩擦力的大小与接触面的粗糙程度、压力大小的关系。



加油站

当用弹簧测力计水平拉木块匀速滑动时，弹簧测力计的示数的大小反映了滑动摩擦力的大小。

进行实验与收集证据

请用图 6-29 所示的器材和步骤进行实验探究。

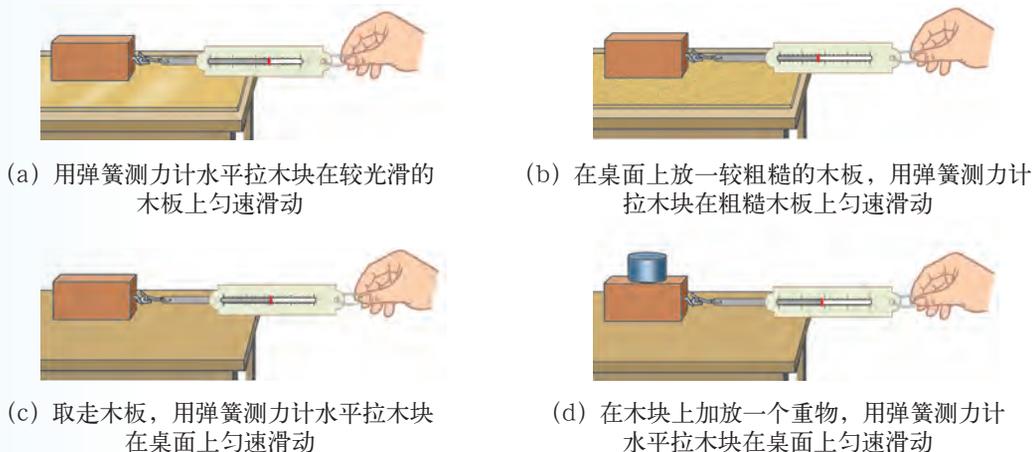


图 6-29 探究滑动摩擦力与哪些因素有关

把每次实验的条件和弹簧测力计的示数记录在下表中。

实验步骤	实验条件		弹簧测力计的示数 F/N
	压力情况	接触面情况	
(a)	一个木块	光滑木板	
(b)			
(c)			
(d)			

分析与论证

在图 6-29 所示的实验步骤 (a)、(b) 中，接触面之间的压力保持不变，你发现滑动摩擦力大小变了吗？

实验结论：

滑动摩擦力的大小与接触面的粗糙程度有关。在其他条件相同时，接触面越粗糙，滑动摩擦力越大。

在图 6-29 所示的实验步骤 (c)、(d) 中, 接触面粗糙程度保持不变, 压力发生变化, 滑动摩擦力变了吗?

实验结论:

滑动摩擦力的大小与压力有关。在其他条件相同时, 压力越大, 滑动摩擦力越大。

以上是关于滑动摩擦力的大小与压力、接触面的粗糙程度关系的定性探究。有兴趣的同学可在课外继续探究, 滑动摩擦力的大小是否还与其他因素有关。

增大摩擦和减小摩擦

在日常生活和生产活动中, 有时要增大摩擦力, 有时又要设法减小摩擦力。

足球场上, 摩擦力可以帮助守门员抓稳足球 [图 6-30 (a)]。想想看, 摩擦力在足球场上还有哪些出色表现?

旅游鞋鞋底的表面上通常都有凹凸不平的花纹 [图 6-30 (b)]。想想看, 为什么要做成这样?

演奏二胡时, 弓弦 (马尾) 与琴弦的摩擦使琴弦振动发声 [图 6-30 (c)]。了解一下, 琴师们用什么方法来增大弓弦和琴弦间的摩擦力?

图 6-31 给出了一些减小摩擦力的实例。如图 6-31 (a) 所示, 在自行车的转动部分加润滑油, 以减小轴和轴承之间的摩擦力; 如图 6-31 (b) 所示, 气垫船向下喷出强气流, 在船底和水之间形成一层空气垫, 可以大大减小水对船的摩擦力; 如图 6-31 (c) 所示, 磁浮列车是靠强磁场把列车从轨道上微微托



(a) 接球



(b) 旅游鞋



(c) 演奏二胡

图 6-30
增大摩擦力的实例

起，在列车和轨道间出现一薄层空气，使摩擦力大大减小。你能再举出一些增大或减小摩擦力的例子吗？



(a) 自行车



(b) 气垫船



(c) 磁浮列车

图 6-31 减小摩擦力的实例

迷你实验室

假如生活中没有摩擦力

下面一些小实验可以让你了解到，如果没有摩擦力，你的生活会怎样。

把玻璃瓶的盖子盖紧，然后用肥皂水把你的手弄湿，再去拧盖子。你会发现很难打开盖子。这是为什么？

在门的把手上抹一些油或肥皂水（记住实验之后要把门把手擦干净），然后设法去扭开把手。你会发现，你很难控制门的把手。这又是为什么？

作业

- 滑动摩擦力的大小跟物体间接触表面的_____以及_____有关，在其他条件相同时，表面越_____，滑动摩擦力_____；_____越大，滑动摩擦力越大。
- 浴室中，为了防止浴室地面沾水使人打滑跌倒，下列采取的措施中错误的是（ ）。
 - 浴室地面铺上带有凹凸花纹的地砖
 - 人沐浴时穿鞋底有凹凸花纹的拖鞋
 - 脚底下放一条毛巾
 - 穿上平底光滑的塑料拖鞋

3. 在探究“滑动摩擦力的大小与哪些因素有关”的实验中,小芳同学获得如下表所示的实验数据。

实验序号	接触面材料	压力/N	摩擦力/N
1	木块与木板	4	0.8
2	木块与木板	6	1.2
3	木块与毛巾	6	2.5

(1) 分析第 1、2 两次实验,可得结论是_____。

(2) 分析第 2、3 两次实验,可得结论是_____。

4. 你使用或看到的许多生活用品中,很多地方都体现了设计者利用或避免摩擦力的设计意图,请你至少各举一个实例,并加以说明。

请提?问

1. 进行猜想时需要生活经验吗?为什么?

2. _____

3. _____

.....



本章练习

1. 穿旱冰鞋的同学用力推墙,结果他离墙而去。这说明_____与_____发生了力的作用。如果以墙为研究对象,施力物体是_____,受力物体是_____。

2. 在跳板跳水这项运动中,运动员对跳板施力的同时,也受到跳板对他的作用力,但这两个力的作用效果不同,前者主要是改变了跳板的_____,后者主要是改变了运动员的_____。

3. 一片飘落的树叶,质量约为 500 mg,它受到的重力约为多少?重力的方向如何?

4. 如图 6-32 所示的小球重为 10 N,请分别画出它放在水平桌面和斜面上时所受重力的示意图。



图 6-32

第七章 力与运动

科学探究：牛顿第一定律
力的合成
力的平衡



第一节 科学探究：牛顿第一定律

牛顿第一定律

你观察并思考过下列现象吗？

对静止的木箱施加一水平方向的推力，木箱沿着水平方向运动；撤去推力后，木箱停了下来（图 7-1）。

用铁锤敲击铁钉，铁钉向下运动陷入木板；停止敲击，铁钉就不再下陷（图 7-2）。

从我们身边的许多类似事例中很容易看到：要让原来静止的物体运动起来，就需要有力的作用；如果要维持物体的运动，则似乎必须不停地对物体施加作用力。

古希腊哲学家亚里士多德认为：地面上物体的“自然本性”是静止的，要维持物体的运动，就必须给它施加一定的力；不受力而能够一直运动的物体是不存在的。

意大利物理学家伽利略根据自己的观察和思考对这种观点提出了质疑。他通过理想实验发现：运动物体如果不受其他力的作用，将会继续保持同样的速度沿直线“永恒”运动下去。



图 7-1 推箱子

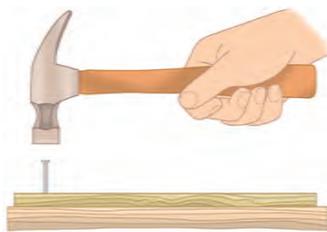


图 7-2 敲铁钉

信息窗

伽利略的理想实验

伽利略认为，当小球沿左侧斜面的某一高度向下运动时，无论右侧斜面的坡度如何，小球都会沿斜面上升到一定的高度。如果各种阻力都小到可以忽略，在理想情况下，小球将会沿右侧斜面上升到与左侧下落点等高的地方（图 7-3），而且右侧斜面的坡度越小，小球要上升到相同高度所用的运动时间就越长；如果右侧成了水平面，那么，小球将因为永远无法达到那个高度而一直沿直线运动下去。

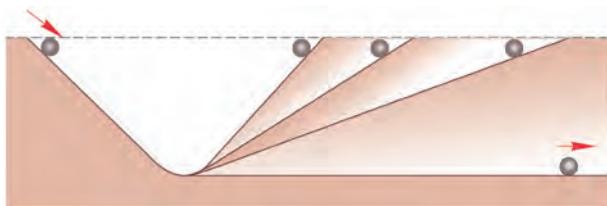


图 7-3 伽利略理想实验示意图

伽利略的观点与亚里士多德的观点彼此矛盾，究竟谁更合理、更科学？让我们一起动手、动脑来探究论证吧。

实验探究

提出问题

运动物体如果不受其他物体的作用，会一直运动下去吗？

设计实验与制订计划

让滑块从斜面滑下，逐渐减小水平面的粗糙程度，测量滑块在水平面上的运动距离，并推测当滑块与水平面间没有摩擦力时滑块的运动状况。

准备器材：斜面、粗糙程度不同的水平面、滑块、刻度尺等。

进行实验与收集证据

1. 让滑块从斜面顶端滑下 [图 7-4 (a)], 滑到表面粗糙的水平面上, 记录滑块在水平面上的运动距离。

2. 让滑块从斜面顶端滑下 [图 7-4 (b)], 滑到表面比较光滑的水平面上, 记录滑块在水平面上的运动距离。

3. 让滑块从斜面顶端滑下 [图 7-4 (c)], 滑到表面很光滑的水平面上, 记录滑块在水平面上的运动距离。

4. 通过滑块在上述 3 个水平面上的运动距离来比较滑块受到的摩擦力的大小, 并将比较的结果填在下表中。

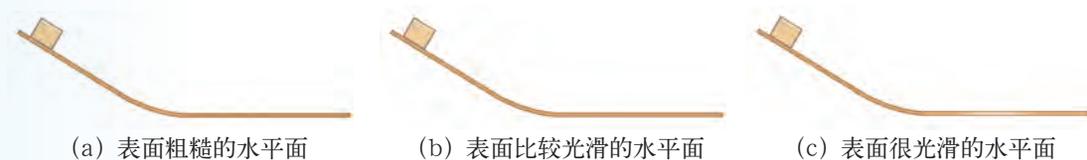


图 7-4

接触面	滑块受到的摩擦力的大小 (大、较大、小)	滑块在水平面上的运动距离 s/m
粗糙的水平面		
比较光滑的水平面		
很光滑的水平面		

分析与论证

分析比较表中内容可知:

在其他条件相同时, 平面越光滑, 滑块受到的摩擦力越 _____, 滑块前进的距离就越 _____。

假如平面足够光滑 (完全没有摩擦阻力), 滑块的运动情况又会怎样? 请你叙述自己的想法。



探究点拨

分析与论证 分析收集的信息, 归纳比较实验数据, 总结出其特征及变化规律, 对结果进行解释。

也许你的描述与牛顿总结的规律已经很接近了。牛顿概括了伽利略等人的研究成果总结出**牛顿第一定律** (Newton first law):

一切物体在没有受到外力作用的时候，总保持匀速直线运动状态或静止状态。

牛顿第一定律是在大量经验事实的基础上，通过推理抽象概括出来的。我们周围的物体，都要受到这个力或那个力的作用，因此不能用实验来直接证明这一定律。

惯 性

虽然牛顿第一定律不能用实验来直接证明，但由它得出的推论都得到了证实。如牛顿第一定律的一个重要成果是揭示了任何物体都有保持原来的静止或匀速直线运动状态的性质，物理学上把物体的这种性质称为**惯性** (inertia)。因此，牛顿第一定律又被称为**惯性定律**。

如图 7-5 所示，拨动左边的弹性片，它能将右边小的硬纸片弹走，然而纸片上的砝码未被弹走，你知道为什么吗？

这是由于纸片受到了来自弹性片的弹力作用，它原来的静止状态被改变了，所以会被弹走。而在纸片被快速弹走的过程中，砝码所受到的纸片施加的摩擦力的作用效果可以忽略，在水平方向上砝码将保持原来的静止状态，所以它会落在支架上。我们也可以说，图 7-5 中的砝码未与纸片一起飞走，是由于砝码具有惯性所致。

惯性是一切物体所固有的一种属性。

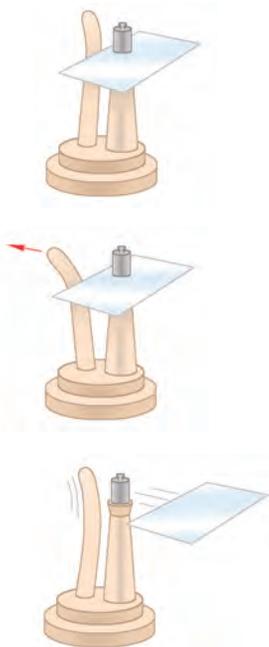


图 7-5
惯性小实验

迷你实验室

请你用水杯、硬纸片及硬币，做一个如图 7-6 所示的小实验，并对实验结果进行分析讨论。



图 7-6

现在来看一看，我们在生活中是怎样利用惯性，又是如何预防惯性造成危害的。

斧子的手柄松了，用手柄的下端撞击石头或树墩，斧头由于惯性，会继续向下运动。这样，斧头就被套紧了（图 7-7）。



图 7-7
劳动时利用惯性

跳远运动员助跑后，飞身一跃，靠自身的惯性，在空中继续前进，以提高成绩（图 7-8）。

为了防止汽车紧急刹车时乘员由于惯性而被撞伤，驾驶员和前排乘客必须使用安全带（图 7-9）！



图 7-8
靠自身惯性，继续向前



图 7-9
安全带的作用

平时我们拍打身上的灰尘、抖落伞上的雨滴等也都利用了有关物体的惯性。你知道该怎样具体解释吗？



作业

- 下列关于惯性的说法中，正确的是（ ）。
 - 人走路时没有惯性，被绊倒时有惯性
 - 百米赛跑到终点时不能立刻停下是由于惯性，停下后惯性消失
 - 物体没有受外力作用时有惯性，受外力作用后惯性就被克服了
 - 物体的惯性与物体的运动状态及受力情况无关
- 行驶中的汽车关闭发动机后不会立即停止运动，是因为_____；汽车的速度越来越小，最后会停下来，又是因为_____。
- 同学们通过调查发现，身边个别司机开车时不喜欢系安全带。对于交通规则中要求系安全带的理由，你认为正确的是（ ）。
 - 系安全带是为了减小汽车的惯性
 - 系安全带是为了增大汽车的惯性
 - 系安全带是为了减小车内人员的惯性
 - 系安全带可减小因汽车突然减速造成的人员伤害
- 溜冰时（图 7-10），只需用脚在冰面上向后轻轻蹬一下，就会滑行很远。由此假设：如果冰面没有摩擦阻碍的话，情形将会怎样？请以此为题，写一篇小论文。



图 7-10

请提？问

- 为什么分析比较实验数据很重要？
- _____
- _____
-

*第二节 力的合成

合 力

数只蚂蚁才能挪动的一片树叶（图 7-11），而一只甲壳虫就可以挪动它。可见，这只甲壳虫的作用力和数只蚂蚁的作用力在效果上是一样的。

多个船帆才能驱动的航船（图 7-12），用一台发动机就可以驱动。这台发动机对航船的作用效果与多个船帆对航船的作用效果是一样的。

如果一个力产生的作用效果跟几个力共同作用产生的效果相同，这个力就叫做那几个力的合力（resultant force）。组成合力的每一个力叫分力（component force）。



图 7-11 蚂蚁的合力



图 7-12 帆的合力

* 本节为拓展内容，教师在教学中可以灵活处理。



图 7-13 推与拉



图 7-14 拉力和重力

同一直线上二力的合成

在图 7-13 中，既有人在车前拉，又有人在车后推，车同时受到拉力 F_1 和推力 F_2 的作用，并且这两个力方向相同。那么拉力和推力的合力是多大呢？

在图 7-14 中，悬在空中作业的工人同时受到重力 G 和拉力 F 的作用，这两个力方向相反。此时，重力和拉力的合力又该怎样计算呢？

求几个力的合力叫做力的合成。

当两个力沿同一直线作用在同一物体上时，怎样求合力呢？

下面我们通过实验探究来认识一下。

实验探究*

探究同一直线上二力的合成

1. 如图 7-15 (a) 所示，橡皮筋原长 AE ，它在同方向力 F_1 和 F_2 的共同作用下伸长到 AE' ，记录此时 F_1 、 F_2 的大小和方向。

2. 如图 7-15 (b) 所示，橡皮筋在两个方向相反的力 F_1 、 F_2 作用下伸长到 AE' ，记录此时 F_1 、 F_2 的大小和方向。

3. 如图 7-15 (c) 所示，撤去 F_1 、 F_2 后，用力 F 作用在橡皮筋上，橡皮筋同样伸长到 AE' ，记录此时 F 的大小和方向。

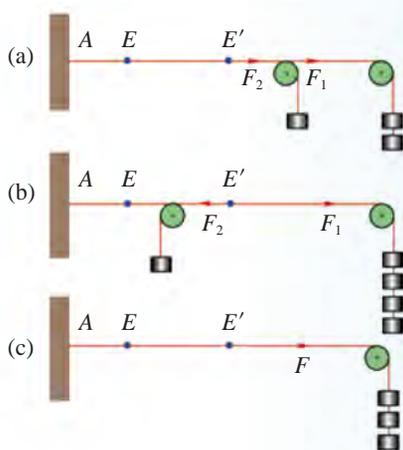


图 7-15 探究二力合成

* 在初中物理中，皆不计绳的质量，不计绳与滑轮的摩擦。

	F_1/N	F_2/N	F/N
F_1 与 F_2 同向	大小:	大小:	大小:
	方向:	方向:	方向:
F_1 与 F_2 反向	大小:	大小:	大小:
	方向:	方向:	方向:

4. 比较 F_1 与 F_2 同向的情况下, F_1 、 F_2 和 F 之间的大小与方向的关系。
5. 比较 F_1 与 F_2 反向的情况下, F_1 、 F_2 和 F 之间的大小与方向的关系。
6. 在三次实验中, 橡皮筋都被拉伸到 AE' , 每次的作用效果是相同的, 因此, 力 F 就是力 F_1 和力 F_2 的合力。

实验结果告诉我们:

1. 同一直线上, 方向相同的两个力的合力, 大小等于这两个力的大小之和, 方向跟这两个力的方向相同, 即 $F=F_1+F_2$;
2. 同一直线上, 方向相反的两个力的合力, 大小等于这两个力的大小之差, 方向跟较大的那个力的方向相同, 即 $F=F_1-F_2$ 。



交流与讨论

在多人划艇运动(图 7-16)中也运用了合力的知识。同学们可以分析一下, 运动员们是如何运用合力的呢?

你是否想过, 当物体所受合外力为零时, 情况会怎样呢?



图 7-16 多人划艇



作业

1. 在图 7-13 中, 如果老大爷用 400 N 的力拉车, 小朋友用 200 N 的力推车, 他们合力的大小是多少?

2. 一群人和一头大象拔河。设在拔河过程中大象与人群对绳的拉力都是 $2 \times 10^4\text{ N}$, 问绳所受的合力是多少?

3. 跳伞运动员连同装置共重 700 N , 他从飞机上跳下, 伞未打开前, 受到空气的阻力为 50 N , 则这两个力的合力的大小为 _____, 合力的方向是 _____。

4. 在如图 7-17 所示的情景中, 图 (a) 中提起水桶的力有 _____ 个, 图 (b) 中提起同样的水桶的力有 _____ 个, 它们的作用效果 _____ (选填“相同”或“不同”)。

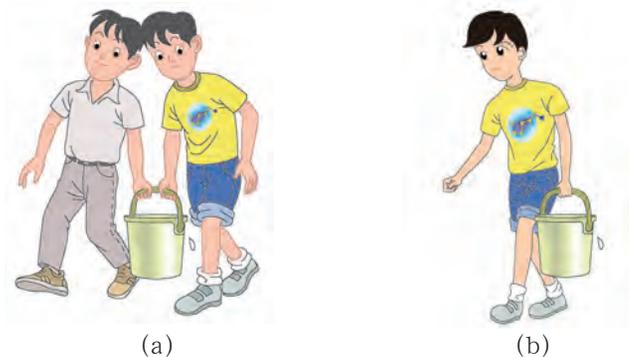


图 7-17

5. 放在水平桌面上的木块同时受到水平向左的 5 N 拉力和水平向右的 8 N 拉力作用而运动, 其效果可用一个大小为 _____ N 、方向 _____ 的力来代替, 这个力是它们的 _____。

请提问

1. 跳伞运动员始终都是匀速下降吗?

2. _____

3. _____

.....

第三节 力的平衡

观察“人象大战”处于僵持时的绳子(图 7-18)、匀速行驶的汽车等,分别分析它们的受力情况和运动状态,不难发现:在一定条件下,物体即使在受到外力作用时也能保持静止状态或匀速直线运动状态。

这是否和牛顿第一定律有些矛盾呢?其实并不矛盾,这涉及力的平衡的问题。



图 7-18 僵持的“人象大战”

二力平衡

物体如果在两个力的作用下,能保持静止或匀速直线运动状态,我们就说该物体处于平衡状态。这两个力就互称为平衡力。

上述的绳子和汽车虽然都受到了力,但是由于

其所受力是平衡力，作用效果相互抵消，所以，它们能保持静止或匀速直线运动的平衡状态。



图 7-19 匀速下降的跳伞运动员



图 7-20 静止的杯子

跳伞运动员在某段时间内能匀速下降（图 7-19），是因为运动员和降落伞作为整体受到的重力和空气阻力是一对平衡力。杯子在桌面上静止不动（图 7-20），是因为

作用于杯子的重力和支持力是一对平衡力。

那么，两个力要满足什么样的条件，物体受力才会平衡呢？下面探究二力平衡的条件。

二力平衡条件

我们通过实验来探究二力平衡的条件。

实验探究

二力平衡条件

在图 7-21 所示的实验装置中，两个盘子里装着质量相同的砝码。纸板 M 在水平方向上受到两个力 F_1 、 F_2 的作用，这两个力之间有什么关系？纸板所

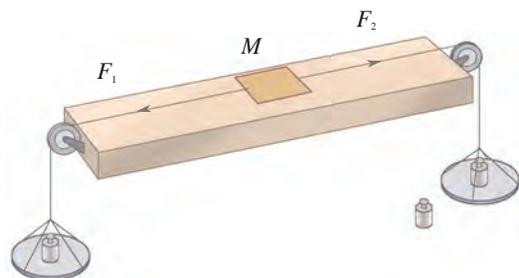


图 7-21 二力平衡的实验装置

受合力的大小、方向怎样？

把纸板转动一小角度，此时作用在纸板上的两个力是否还在一条直线上？松手后，纸板怎样运动？

如果在右边的盘子里再加一个砝码，而左边的盘子不增加砝码，纸板的运动情况会怎样呢？还会平衡吗？

把你记录下来的实验结果整理一下，然后和同学们讨论交流，二力平衡需要哪些条件？请将讨论结果填入表中。

纸板所受两个力的大小（相等、不相等）	纸板所受两个力的方向（相同、相反）	纸板所受两个力是否在同一直线上（是、否）	纸板是否平衡（是、否）

由实验探究可知：

二力平衡的条件是：作用在同一物体上的两个力大小相等、方向相反、作用在同一直线上。

我们在很多地方都利用了二力平衡条件。比如：在第六章“科学探究：摩擦力”的实验中，我们让滑块保持匀速运动，此时弹簧测力计示数的大小反映的就是滑动摩擦力的大小。当时大家可能不知道原因，通过今天的学习，我们知道了滑块在匀速运动时，它受到的拉力和摩擦力是一对平衡力。所以，从弹簧测力计的示数就能大致知道摩擦力的大小。这就是利用了二力平衡的条件。另外，在第六章“探究物重与物体质量的关系”的实验中，也用到了二力平衡条件。现在，你可以解释为什么用弹簧测力计可以测物重了吗？

其实，物理学习就是在这样的循序渐进中螺旋上升的。说说看，二力平衡条件还可以在哪些方面得到利用？



交流与讨论

请在图 7-22 中画出静止在水平桌面上的饮料瓶的受力示意图，并与同学比较结果。

如果饮料瓶所受的重力是 5 N，你能判断桌面对它的支持力的大小是多少吗？

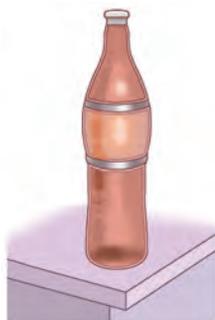


图 7-22 静止状态的饮料瓶



作业

1. 冬天里，某些地方的人们常用狗拉雪橇代步。一条狗用 200 N 的水平拉力拉着重 2 000 N 的雪橇在水平雪面上匀速向东前进，雪橇受到地面的滑动摩擦力的大小是 _____ N、方向是 _____。此时，雪橇受到的重力和 _____ 是一对平衡力，其中，后者的大小为 _____ N、方向是 _____。

2. 如图 7-23 所示，一瓶饮料静置在停止运转的传送带上。请在图中画出饮料瓶受力的示意图。（图中的 A 点表示饮料瓶的重心）

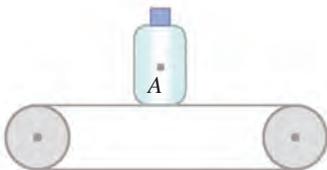


图 7-23

3. 如图 7-24 所示，下列物体受力示意图中， F 与 F' 大小相等，则处于平衡的物体是 ()。

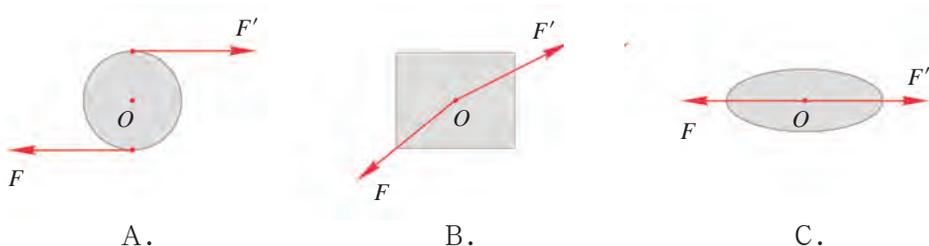


图 7-24

请提问

1. 当物体受力平衡时，能否保持匀速直线运动？
2. _____
3. _____
-



本章练习

1. 下列实例中，属于防止惯性的不利影响的是（ ）。
 - A. 跳远运动员起跳前助跑
 - B. 拍打衣服时，灰尘脱离衣服
 - C. 汽车驾驶员驾车时必须系安全带
 - D. 锤头松了，把锤柄的一端在水泥地上撞击几下，使锤头紧套在锤柄上
2. 关于运动和力的关系，下列几种说法中，正确的是（ ）。
 - A. 行驶中的汽车，若突然关闭发动机，车立即就停止运动
 - B. 在平衡力的作用下，物体一定静止
 - C. 物体运动速度改变时，不一定受到力的作用
 - D. 物体运动速度改变时，一定受到力的作用
3. 教室里悬挂着的电灯处于静止状态（图 7-25）。假如悬挂它的绳子突然断了，它将（ ）。

A. 加速下落	B. 匀速下落
C. 保持静止	D. 可以向各个方向运动



图 7-25

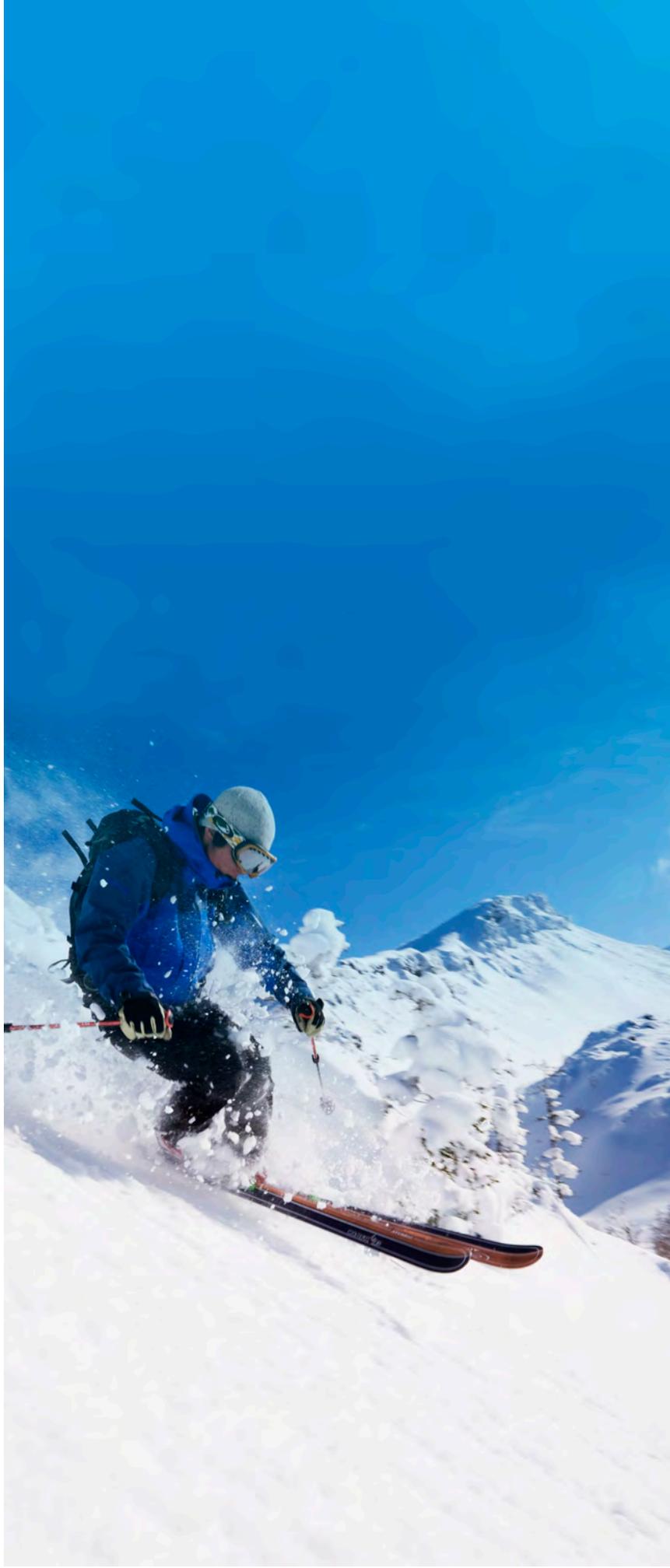
第八章 压强

压力的作用效果

科学探究：液体的压强

空气的“力量”

流体压强与流速的关系



第一节 压力的作用效果

研究压力的作用效果



图 8-1 滑雪

只要我们留意，就能发现不少神奇的现象。如蚊子那么弱小，它却能叮破我们的皮肤；坦克那么笨重，却能在平原、坡地上驰骋；人在雪地行走，脚容易陷入积雪中，若有了宽宽长长的滑雪板，滑雪运动员的脚不仅不会陷进雪里，还能在雪地上滑行（图 8-1）。你能说说这是为什么吗？

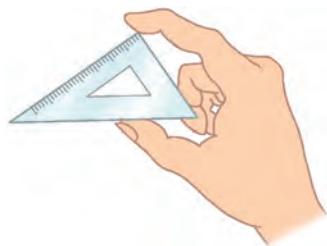


图 8-2 手指夹三角尺

如图 8-2 所示，用食指和大拇指轻轻夹着三角尺，为什么两个手指的感受不相同呢？

事实上，滑雪板对雪地、三角尺对手指都有力的作用。物理学中将垂直作用在物体表面上的力叫做**压力**（pressure）。

由以上现象可知，压力相同时，压力的作用效果可以不一样。那么，压力的作用效果与哪些因素有关呢？

实验探究

压力的作用效果与哪些因素有关

准备大小、形状、材料相同的两块砖，以及海绵状泡沫塑料。如图 8-3 (a)、(b) 所示，分别在泡沫塑料上平放一块砖、两块砖，观察砖对泡沫塑料的作用效果。然后，按图 8-3 (c) 所示，将另一块砖竖放在泡沫塑料上，将其与如图

8-3 (a) 所示的实验进行对照, 比较一块砖平放与竖放对泡沫塑料的作用效果。

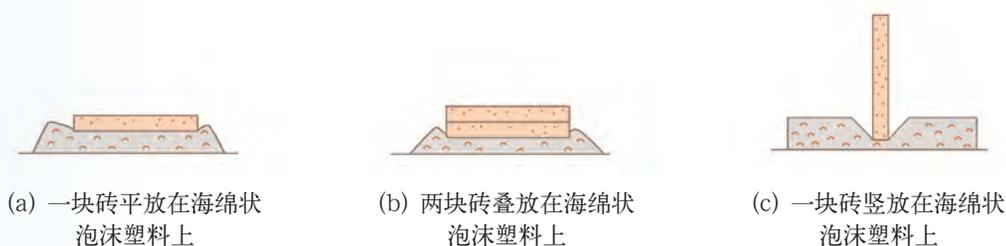


图 8-3 探究压力的作用效果

由大量实验观察可知:

当受力面积相同时, 压力越大, 压力的作用效果越明显; 当压力相同时, 受力面积越小, 压力的作用效果越明显。



交流与讨论

压力与重力是容易混淆的两个概念。下面, 我们来比较一下压力与重力。

1. 压力与重力是不同的两类力。压力是由于相互接触的两个物体互相挤压发生形变而产生的弹力; 重力是由于地面附近的物体受到地球的吸引作用而产生的一种力。压力的方向始终和受力物体的接触面垂直; 重力的方向总是竖直向下。

2. 压力可以由重力引起, 也可以与重力无关。当物体静置在水平面上且无其他外力作用时 (图 8-4), 它所受的重力与它施加于另一物体的压力大小相等; 当物体放在倾斜面上时, 压力与重力大小还相等吗? 请大家讨论图 8-5 中物体所受重力与所施加压力的情况。

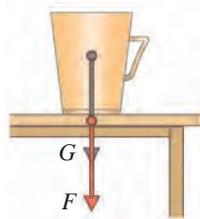


图 8-4
水平静置的杯子



图 8-5
斜面上静置的杯子

压强的计算

前面的实验探究说明压力的作用效果不仅与压力大小有关，而且还与受力面积有关。为了反映物体单位面积上所受压力的作用效果，人们引入了压强的概念。

在物理学中，把物体所受的压力与受力面积的比叫做**压强**（pressure）。压强的计算公式为

$$p = \frac{F}{S}。$$

p : 压强
 F : 压力
 S : 受力面积

压强的单位由力的单位和面积的单位组成，写作“牛/米²”（N/m²），称为帕斯卡，简称帕，符号是“Pa”。

1 Pa 的压强很小，相当于把 3 粒芝麻压成粉末，使其均匀地分布在 1 cm² 的面积上所产生的压强。

信息窗

帕斯卡（B. Pascal, 1623–1662）是法国数学家、物理学家及哲学家。他热衷于科学活动，着迷于对物理现象的研究，尤其在对大气压强研究方面取得了相当的成就。帕斯卡不仅在物理学方面有过人之处，而且在数学、哲学等学科领域也有很高的造诣。

帕斯卡取得的这些伟大成就，得益于他对研究问题的深入思考和跨学科研究的综合优势。我们在学习物理的同时，也应认真学习其他学科，这将使我们全面发展，成为面向未来的复合型有用之才。



图 8-6 帕斯卡

例题 一辆质量为 50 t 的坦克（图 8-7）停在水平地面上，它的每条履带与地面的接触面积是 1.5 m^2 。一颗图钉尖的面积是 0.05 mm^2 ，手指对图钉帽的压力是 20 N（图 8-8）。试比较坦克对地面的压强与图钉尖对墙面的压强的大小。



图 8-7
坦克对地面的压强

已知：坦克的质量 $m_1=50 \text{ t}=5 \times 10^4 \text{ kg}$ ，一条履带与地面的接触面积 $S_1=1.5 \text{ m}^2$ ；手指对图钉帽的压力 $F_2=20 \text{ N}$ ，图钉尖的面积 $S_2=0.05 \text{ mm}^2$ 。

求：坦克对地面的压强 p_1 和图钉尖对墙面的压强 p_2 ，并比较它们的大小。

解：先求坦克对地面的压强：

坦克对地面的压力

$$\begin{aligned} F_1 &= G = m_1 g \\ &= 5 \times 10^4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} \\ &= 4.9 \times 10^5 \text{ N}。 \end{aligned}$$

坦克通过两条履带与地面接触，地面的受力面积

$$S_1' = 2S_1 = 2 \times 1.5 \text{ m}^2 = 3 \text{ m}^2。$$

坦克对地面的压强

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1'} = \frac{4.9 \times 10^5 \text{ N}}{3 \text{ m}^2} \approx 1.63 \times 10^5 \text{ Pa}。$$

再求图钉尖对墙面的压强：

墙所受的压力

$$F_2' = F_2 = 20 \text{ N}。$$

墙的受力面积

$$S_2' = S_2 = 0.05 \text{ mm}^2 = 5 \times 10^{-8} \text{ m}^2。$$

图钉尖对墙面的压强

$$p_2 = \frac{F_2'}{S_2'} = \frac{20 \text{ N}}{5 \times 10^{-8} \text{ m}^2} = 4 \times 10^8 \text{ Pa}。$$

答：由比较可知，图钉虽小，但是它对墙面的压强远大于坦克对地面的压强。

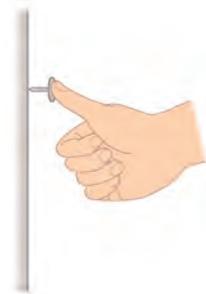


图 8-8
图钉对墙面的压强



交流与讨论

图 8-9 中小孩每只脚与地面的接触面积约为 0.008 m^2 ，估算他对水平地面的压强。

估算自己站立时对水平地面的压强，并与同学站立时对水平地面的压强相比较。行走时和站立时对水平地面的压强一样吗？



$G=150 \text{ N}$

图 8-9

压强的增大与减小

生活中有时要增大压强，有时又要减小压强。如人们切割物品时，刀刃越锋利，受力面积越小，压强越大，越便于切割（图 8-10）；推土机履带宽大，即受力面积大，以此减小对地面的压强，使其不易陷入泥土中。



图 8-10 切割



图 8-11 华表

钉子、箭头、刺刀、长矛等有锐利的尖端，这可以增大压强。

华表下的基座，扩大了与地面的接触面积，以此减小华表对地基的压强，防止地基下沉（图 8-11）。在古塔、宫殿等古建筑物中，都能发现古人为减小压强而做的精心设计。

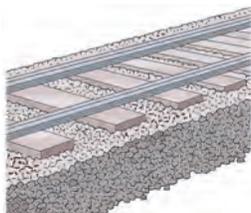
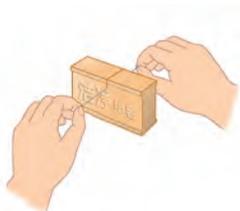
你还能举出生活中增大或减小压强的例子吗？



作业

1. 画出图 8-3 中砖块所受重力 G 和砖块对泡沫塑料的压力 F 的示意图, 指出重力 G 和压力 F 的施力物体、受力物体各是什么?

2. 如图 8-12 所示的三种现象中, 属于减小压强的是 ()。



A. 用很细的钢丝切肥皂

B. 铁轨铺在枕木上

C. 针头做得很尖

图 8-12 增大或减小压强的方式

3. 某头大象的质量是 5 000 kg, 每只脚底的面积约为 600 cm^2 (图 8-13)。请估算该大象四脚站立时对地面的压强约为多大?

4. 芭蕾舞演员表演时用鞋尖触地 (图 8-14)。某芭蕾舞演员的一只鞋尖与地面的接触面积为 9.5 cm^2 , 对地面的压力为 475 N。计算一只鞋尖触地时, 该芭蕾舞演员对地面的压强。

5. 货车超载运输会严重破坏公路设施, 对公路桥梁的安全构成严重威胁。请你运用所学知识, 解释严重超载的货车使桥面损坏的原因 (图 8-15)。



图 8-13 大象



图 8-14 芭蕾舞剧照



图 8-15 超载损坏桥面

请提?问

1. 钉子有锐利的尖端, 为什么有人能安然无恙地睡在钉床上呢? (危险! 请不要模仿)

2. _____

.....

第二节 科学探究：液体的压强



图 8-16 潜水员为什么要使用不同的潜水服？

由前面的内容可知，当相互接触的两个物体互相作用发生形变时，就会产生压力，也就存在压强。那么对于液体呢？请你想想，为什么站在齐胸深的水中时，你会感到呼吸有些困难？为什么潜水员在不同深度的水中作业时，需要穿抗压能力不同的潜水服（图 8-16）？为什么水坝要建造成上窄下宽（图 8-17）？

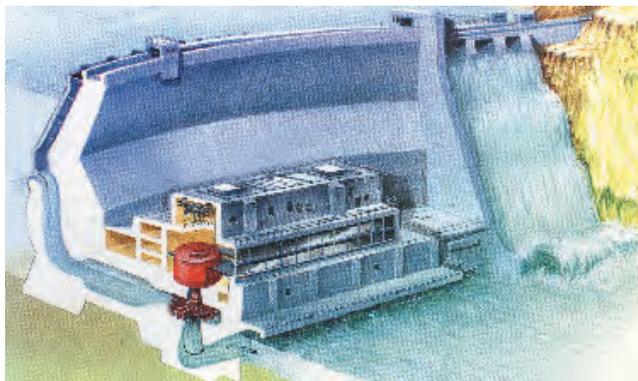


图 8-17
水坝为什么要建造成上窄下宽？

这些事例都说明液体是有压强的。那么，液体的压强与哪些因素有关呢？我们先做一个小实验。

迷你实验室

液体压强与液体深度有什么联系呢？下面我们来做做小实验看看。

有一玻璃器皿，在其侧面的高、中、低部，有三个完全相同的孔，用三张相同的橡皮膜以同样的方法分别将三个孔封住，如图 8-18 (a) 所示。然后往器皿中加入水，使水面高过最上面的孔，请观察三张橡皮膜的变化，如图 8-18 (b) 所示。由此，你能得出什么结论？自己亲自做做，验证结论是否正确。

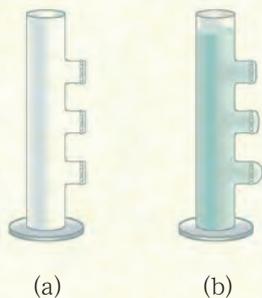


图 8-18
观察不同水深的水压

科学探究：液体的压强

学习固体压强时，我们知道，只要某物体对另一物体表面有压力，就存在压强。从图 8-18 所示的小实验可见，封住三个孔的橡皮膜都凸出来了，表明水对容器侧壁有压力，存在压强；而且，不同孔处的橡皮膜凸出程度也不一样，这表明水在这几个孔处的压强不一样。那么，液体的压强到底与哪些因素有关呢？

实验探究

液体的压强与哪些因素有关

为了方便，我们先探究水的压强。首先想一想，水的压强可能与哪些因素有关。是否与水的密度有关？是否与水的深度有关？是否与盛水的容器形状有关？

下面，我们用 U 形管压强计（图 8-19）来进一步验证猜想与假设。

U 形管压强计，是专门用来研究液体压强的仪器。将 U 形管压强计的金属盒放入液体中一定深度，根据 U 形管两管水面的高度差，可知液体压强的大小。

- (1) 比较底面积不同、但深度相同的水的压强。
- (2) 比较容器形状不同、但深度相同的水的压强。
- (3) 比较密度相同、但深度不同的液体的压强。
- (4) 比较深度相同、但密度不同的液体的压强。
- (5) 比较同一深度、液体中不同方向的压强。

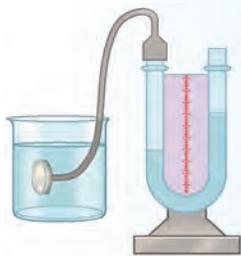


图 8-19 U 形管压强计

由实验探究可知：

液体内部向各个方向都有压强，同种液体在同一深度的各处、各个方向的压强大小相等，随液体深度的增加，压强随之变大；

不同的液体，产生的压强大小与液体的密度有关，在同一深度，密度越大，液体的压强越大。

通过进一步的实验探究，得

$$p = \rho gh.$$

其中密度 ρ 的单位为 kg/m^3 ，深度 h 的单位为 m ，压强 p 的单位为 Pa 。



探究点拨

分析与论证 科学探究的方法是多种多样的。我们可以通过分析实验数据去验证假设，也可以通过理论探索得出结论。

在探究液体的压强时，我们可以用 U 形管压强计探究液体压强与哪些因素有关，也可以通过前面的压强公式进行推论。

拓展一步



选一玻璃容器，计算容器内水的压强。设想水中有一高度为 h 、截面为 S 的水柱，其上表面与水面相平。计算这段水柱产生的压强，就能得到水深度为 h 处的压强（图 8-20）。

水柱的体积 $V=Sh$ ，水的密度为 ρ ，水柱的质量 $m=V\rho$ 。

那么，水柱对其底面积的压力

$$F = mg = V\rho g = Sh\rho g。$$

水柱对其底面积的压强

$$p = \frac{F}{S} = \frac{Sh\rho g}{S} = \rho gh。$$

由此公式可见，水的压强与水的深度、水的密度有关。对其他液体的压强，本公式也适用。

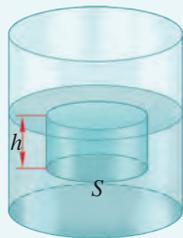


图 8-20 液体压强

水的压强是随深度增加而增大的，所以，站在齐胸深的水中，我们觉得呼吸略微有些困难；深海潜水必须穿上特制的潜水服，以保护潜水员的安全；修建水坝时，水坝的下部总要比上部宽些，以便承受更大的水压。

信息窗

1648 年，帕斯卡曾经做了一个著名的实验。在一个密闭的装满水的木桶的桶盖上，插入一根细长的管，并从楼房的阳台上向细管子里灌水，结果只用了几杯水，竟把木桶压裂了，桶里的水从裂缝中流了出来（图 8-21）。



图 8-21 帕斯卡实验示意图

与液体压强相关的应用实例

在生产、生活实践中，人们经常巧妙利用液体压强的特性，其中连通器便是一个典型事例。我们把上端开口、底部互相连通的容器叫做连通器。连通器有一个特点：静止在连通器内的同一种液体，各部分直接与大气接触的液面总是保持在同一水平面上，如图 8-22 所示。这是为什么呢？

如图 8-23 所示，当液体不流动时，设想在 U 形管下部正中有一液片 A，由于液片静止不动，处于平衡状态。所以液片 A 两面的受力是相等的，受到的压强也相等。根据液体压强公式，可知在左右两管中液体的深度应该相同。

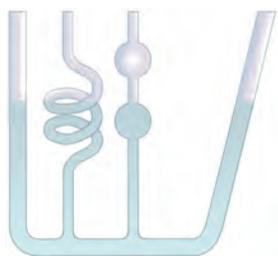


图 8-22 连通器

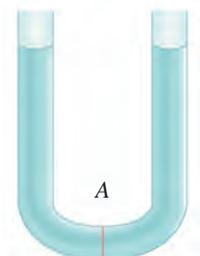


图 8-23 U 形管连通器

连通器在生产、生活中应用非常广泛。例如，常用的茶壶利用了连通器原理，使我们能倒水饮茶（图 8-24）；水塔的供水系统利用连通器原理向各家供水（图 8-25）。



图 8-24
水壶利用了连通器原理

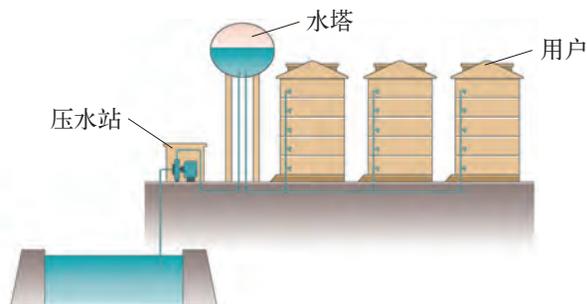


图 8-25
水塔利用了连通器原理

信息窗

船 闸

利用河水灌溉农田，或者利用水力推动水力发电机进行工作时需要在河流上修建拦河坝，用以提高水位。这样，河水被大坝隔断，上下游的水位差较大，航船无法通过。于是人们就利用连通器的原理，在大坝的旁边修建了船闸。我国的三峡工程世界瞩目，无论是规模还是建造难度，在世界上都是首屈一指的。长江三峡船闸几乎是目前世界上最大的连通器，共有五个闸室（图 8-26）。



图 8-26 三峡五级船闸

图 8-27 是船闸的工作原理图。图中 *A*、*B* 表示阀门，*C*、*D* 表示闸门。

1. 阀门 *A* 打开时，水从上游流进闸室 [图 (a)]。
2. 闸室中水面与上游相平时，闸门 *C* 打开，船驶入闸室 [图 (b)]。
3. 关闭阀门 *A* 和闸门 *C*，打开阀门 *B*，水从闸室流向下游 [图 (c)]。
4. 闸室中水面与下游相平时，闸门 *D* 打开，船驶入下游 [图 (d)]。

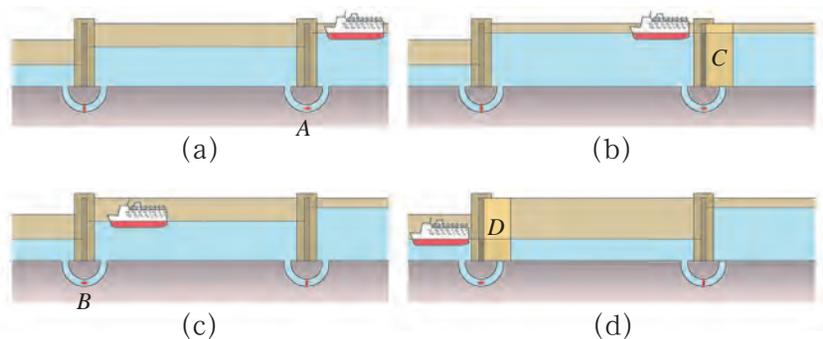


图 8-27 船闸的工作原理图



图 8-28 液压机原理

在工厂广泛使用的液压机是液体压强特性的另一个重要应用。

密闭的液体，其传递压强有一个重要的特点，即加在密闭液体上的压强，能够大小不变地被液体向各个方向传递。这个规律被称为帕斯卡定律 (Pascal law)。帕斯卡定律是许多液压系统和液压机工作的基础。

液压机的工作原理如图 8-28 所示，两个活塞，与同一容器的液体相接触。施加于小活塞的压强被液体大小不变地传递给大活塞，大活塞便可以产生一个与其表面面积成正比的力。

液压千斤顶的小活塞与杠杆相连，因此，只要对杠杆施加较小的作用力，就可以顶起一辆小汽车 (图 8-29、图 8-30)。和同学讨论交流，为什么能这样？



图 8-29 液压千斤顶实物图

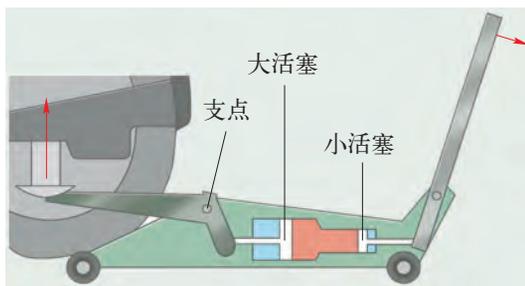


图 8-30 液压千斤顶原理图



作业

1. 如图 8-31 所示，若甲、乙两容器装的是同种液体，那么，甲、乙两容器底部受到液体的压强较大的是 ____；若与乙等高的丙容器中的液体密度大于乙容器中液体密度，那么，乙、丙两容器底部受到液体的压强较大的是 ____。

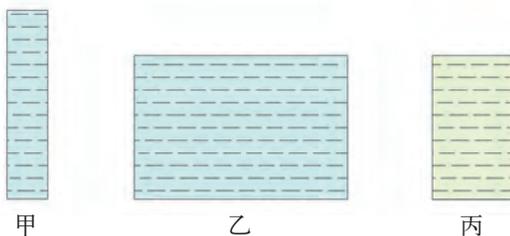


图 8-31

2. 图 8-32 是跨路面两侧的水渠截面示意图，请分析水渠的工作原理。
3. 一种牲畜自动饮水机的结构示意图如图 8-33 所示，请解释它的工作原理。

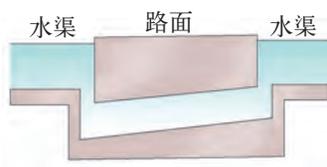


图 8-32

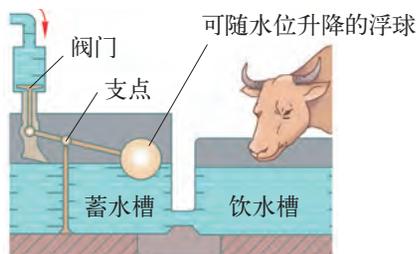


图 8-33

4. 活塞 A、B 的面积如图 8-34 所示，求：当 60 N 的力作用在活塞 A 上，活塞 B 能举起多重的物体？

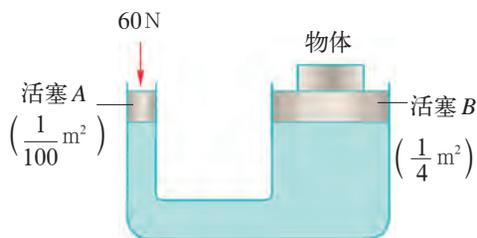


图 8-34

请提问

1. 海底最深处的压强有多大？
2. _____
3. _____
-

第三节 空气的“力量”

大气压强

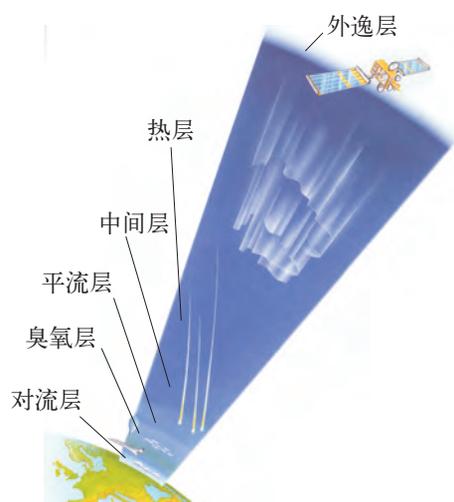


图 8-35 大气层

我们生活的地球是一个蔚蓝色的星球。厚厚的气体包围着坚实的大地，保护、养育着地球上的生命。这层厚厚的气体，人们通常称之为大气层（图 8-35）。

空气有质量，在地球引力的作用下，大气层下方的空气会被上方的空气所压。这就如同浸没在液体中的物体会受到液体的压强作用一样，大气层也会在所作用的面上产生压强。

交流与讨论

虽然我们平时感觉不到空气有质量，但实际上， 1 m^3 的空气大约有 1.29 kg 的质量。空气体积很大时，其质量也是相当大的。

试估算你所在教室的空气质量=_____。

怎么样？你会大吃一惊吧！

实验探究

拿一空铁皮罐，放少许水，罐口打开，放在火上
将水烧开。

水烧开后，分别做以下实验：

(1) 将未盖盖子的铁皮罐小心放入盆内，然后用
冷水浇铁皮罐；

(2) 将铁皮罐罐口用盖子盖紧，小心放入盆内，
然后用冷水浇铁皮罐。

仔细观察铁皮罐是否有变化？（做此实验时也可用
易拉罐等）

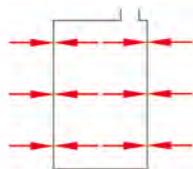
如图 8-37 (a) 所示，当铁皮罐口打开时用冷水浇，
罐内、外空气相通，罐壁内、外所受的压力相同，内、
外平衡，铁皮罐安然无恙。

如图 8-37 (b) 所示，当铁皮罐口密封时用冷水浇，
铁皮罐被压扁了。这是因为当烧水时，罐内的空气受
热膨胀，部分空气被排出铁皮罐，罐内气体的密度减
小；盖上盖后，当用冷水浇铁皮罐时，罐内空气的温
度下降、压强减小，铁皮罐在罐外大气压的作用下而
塌陷。

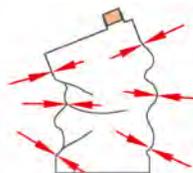
可见，和液体一样，空气内部各个方向也都存在压
强。这种压强称为**大气压强** (atmospheric pressure)，
简称大气压或气压。



图 8-36
冷水浇铁皮罐实验



(a)



(b)

图 8-37
铁皮罐塌陷的原理图

迷你实验室

空气的“力量”

取两个挂东西的小吸盘，按图 8-38 对接，
挤出吸盘内部的空气，然后拉开吸盘。

拉开吸盘需要用不小的力。这是为什么呢？
你能就此实验给予科学的解释吗？



图 8-38 小吸盘

信息窗

1654年5月8日，德国马德堡市市长、抽气机的发明者奥托·格里克做了一个令人惊奇的实验。他将两个直径为30cm的铜质空心半球紧扣在一起，用抽气机抽出球内空气，然后用16匹马分别向相反方向拉两个半球，结果16匹马费了很大的劲才拉开铜质空心半球，两个半球被拉开时爆发出像“放炮”一样的响声。而如果不抽去这两个紧扣的半球球内空气，则用手就能拉开它们。这就是历史上著名的马德堡半球实验。

马德堡半球实验



图 8-39 马德堡半球实验

测量大气压

马德堡半球实验不仅证明了大气压的存在，而且说明了大气压很大。那么大气压有多大呢？如何测量呢？

我们先看看，历史上人们是怎样测量大气压强的。

伽利略的学生，意大利物理学家托里拆利(E. Torricelli, 1608-1647)及其同伴通过实验第一次测出了大气压强的大小。

托里拆利的实验方法是这样的(图8-40)：

- (1) 取一根长约1m、一端封闭的细玻璃管，将玻璃管灌满汞；
- (2) 用手指堵住管口将玻璃管开口朝下倒插在汞液槽中；
- (3) 放开堵管口的手指，让管内的汞流出。

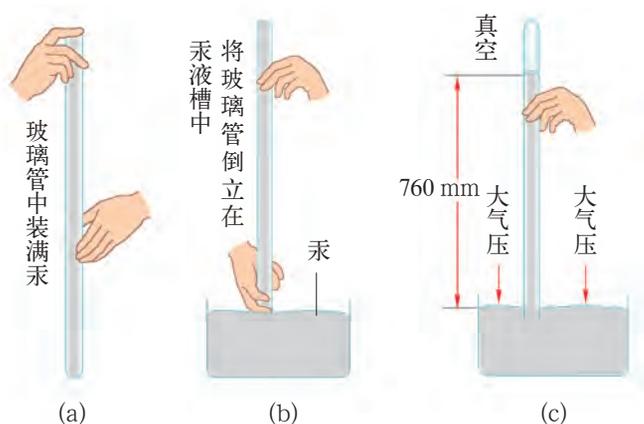


图 8-40 托里拆利实验

实验结果发现：玻璃管内汞柱下降一段就不再下降了。经测量，管内外汞柱面的高度差约 760 mm。这是为什么呢？这与前面的连通器原理有什么关系？

原来，灌满汞的玻璃管内部没有空气。随着汞柱的下降，管内汞液的上方形成真空。正是管外汞面上受到的大气压强支持着玻璃管内 760 mm 高的汞柱。也就是说，此时的大气压强跟 760 mm 高的汞柱产生的压强大小正好相等。

这就是历史上著名的托里拆利实验。（因汞有毒，若需进行验证托里拆利实验，操作时请注意安全，并注意保护环境等）

信息窗

根据液体压强的公式，760 mm 高的汞柱产生的压强

$$\begin{aligned} p &= \rho gh \\ &= 13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ N/kg} \times 0.76 \text{ m} \\ &\approx 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}。 \end{aligned}$$

$1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 约等于 1 000 hPa（百帕）。

你知道吗，1 000 hPa 的压强可真不小，相当于 10 m（约三层楼）高的水柱对底部产生的压强（图 8-41）。

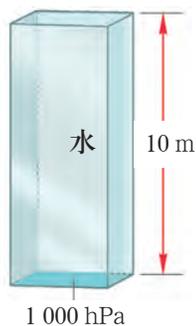


图 8-41 10 m 高水柱产生的压强

信息窗

现在，人们通常利用各种气压计测量大气压强。图 8-42 所示的是汞气压计，而图 8-43 所示的是空盒气压计。



图 8-42 汞气压计

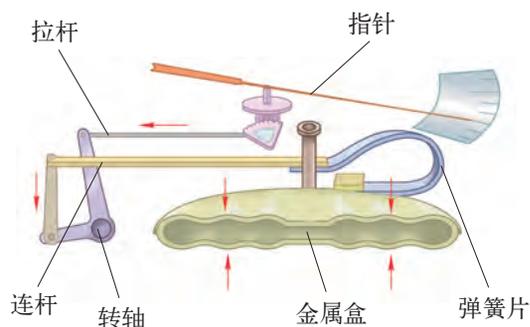


图 8-43 空盒气压计的原理

空盒气压计的主要部分是一个抽成真空的波纹密闭金属盒及一个与盒盖中央相连的弹簧片。固定在弹簧片末端的连杆通过传动机构带动指针转动，指示出大气压强的值。

汞气压计的原理和托里拆利实验原理相似。它主要用于实验室中。

在生产、生活中，汽车轮胎、飞机机舱及太空站内等都需要测量气压，常用到图 8-44 所示的管式弹簧压强计。图 8-45 所示的儿童吹的纸卷玩具

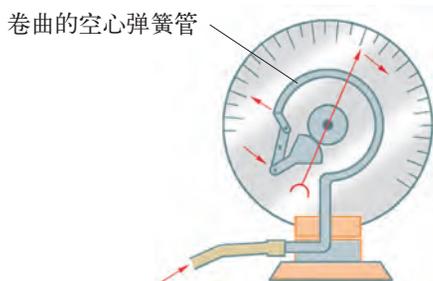


图 8-44 管式弹簧压强计 图 8-45 儿童吹的纸卷玩具

与管式弹簧压强计中卷曲的空心弹簧管相似。管式弹簧压强计中的空心弹簧管的一端与所测的气体连通，而另一端封闭，并连接杠杆、齿轮和指针等。当空心弹簧管内的压强增大时，管就趋向于伸直，也就是弯度变小，这种形状的变化，由杠杆和齿轮带动指针，指示出所测气体的压强。

大气压强的变化

大气压强的大小不是一成不变的，其大小与海拔高度有关。为了便于对比，人们通常把760 mm高的汞柱所产生的压强叫做1个标准大气压*。

1个标准大气压 = 1 013 hPa = 1.013×10^5 Pa。

在海平面附近，大气压强大约等于 1 013 hPa。离地面越高的地方，空气越稀薄，那里的大气压强越小（图 8-46）。

知道了大气压强与海拔高度的关系，人们还可以根据大气压强的大小估计当地的海拔高度。

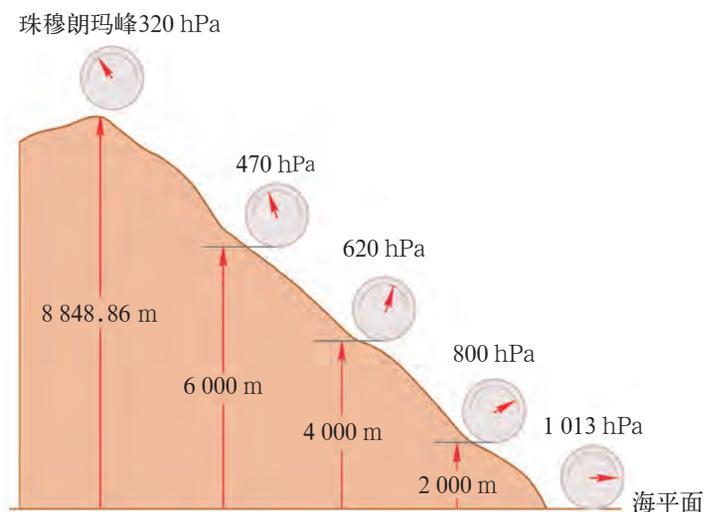


图 8-46 大气压强随海拔高度而变化

* 标准大气压为非法定计量单位。



信息窗

航天员穿航天服的作用之一，就是利用航天服产生适当的压强，以保障生命安全（图 8-47）。



图 8-47 航天员在太空必须穿航天服



作业

1. 动手试一试，并解释：家里的茶壶盖上都开有一个小孔，如果小孔被堵住，壶里的水就很难倒出来。请解释第一章图 1-5 中展示的倒饮料的诀窍。

2. 如图 8-48 所示，是一种常见的活塞式抽水机。图中表示了它的工作原理：当提起活塞时，阀门 _____ 关闭，大气压迫使水推开阀门 _____ 进入圆筒；压下活塞时，阀门 _____ 关闭，水不能往下流就推开阀门 _____ 进到活塞上方；再提起活塞，阀门 A 打开，阀门 B 关闭，外界的水又进入活塞下部的圆筒内，活塞上部的水则流了出来。（均选填“A”或“B”）

3. 钢笔吸墨水时，把笔上的弹簧片按下后松开，墨水就被吸进橡皮管内了（图 8-49）。你能解释其中的道理吗？

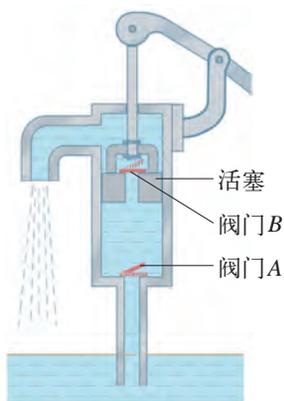


图 8-48



图 8-49

请提问

1. 为什么我们身处在强大的大气压下却感受不到压力呢？
2. _____
3. _____
-

第四节 流体压强与流速的关系

满载乘客和货物的飞机翱翔蓝天，它是怎样升上天空的？水翼船为什么会在水面飞速前进？想揭开这些奥秘，就要知道流体压强与流速的关系。

流体压强与流速的关系

液体和气体，统称为流体。它们流动时的压强与静止时的压强不同，并与它们的流动速度有关。让我们来做两个小实验吧。

实验探究

1. 如图 8-50 所示，在两支筷子中间放上两只乒乓球，用吸管向中间吹气，你观察到了什么现象？为什么会产生这种现象？

2. 如图 8-51 所示，在水面上放两只小纸船，用水管向船中间的水域冲水，你观察到了什么现象？为什么会产生这种现象？

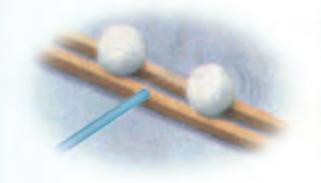


图 8-50 向两乒乓球间吹气

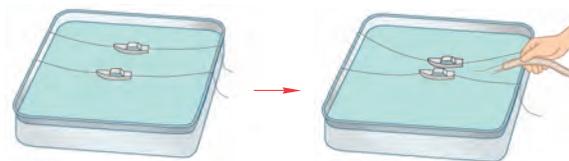


图 8-51 向两船间冲水

进一步的实验探究表明：

气体在流速大的地方压强较小，在流速小的地方压强较大；
液体在流速大的地方压强较小，在流速小的地方压强较大。

迷你实验室

自制简易喷雾器

如图 8-52 所示，将一根吸管弯成直角，在弯折处剪开一个口，插入水中，用力向管内吹气，你观察到了什么现象？说说这是为什么？操作时应注意哪些细节，才能使实验更容易成功？



图 8-52 简易喷雾器

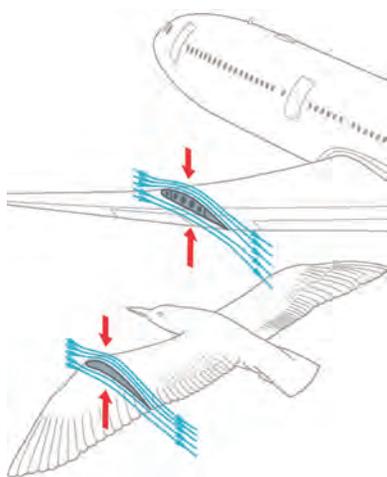


图 8-53 飞机的升力与鸟儿滑翔时的升力有相似之处

升力的产生

飞机的机翼通常都做成上表面凸起、下表面平直的形状。当飞机在机场跑道上滑行（或空中飞行）时，由于机翼的特殊形状，流过机翼上方的空气速度大，流过机翼下方的空气速度小，机翼上、下方所受的压力差形成向上的升力。当飞机的速度达到一定值时，机翼所受的升力超过飞机自重，飞机就起飞了。

水翼船的下部也有类似于飞机机翼的水翼。船在高速行驶时，水翼会获得升力，使

船体与水的接触面积减小，从而减少水对船体的阻力，进一步提高船速。



图 8-54 水翼船



作业

1. 如图 8-55 所示，取两张白纸，让其平行地自然下垂，向两纸中间用力吹气。

(1) 本实验可以观察到的现象是 _____。

(2) 通过本实验可以得出的初步结论是 _____。

(3) 请你联系实际，举出两个生产、生活中与此知识有关的实例：_____。

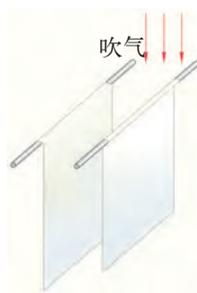


图 8-55

2. 如图 8-56 所示，这是喷雾器工作时的示意图。这与你在前面“迷你实验室”中思考的原理是否一致？当你推动活塞时，管口的空气速度 _____，压强 _____；当压强比瓶中液体上面的大气压强 _____ 时，液体就被大气压压上去，随流动的空气而喷成雾状。



图 8-56

3. 图 8-57 是家用煤气灶灶头的示意图。使用煤气灶时，打开煤气阀门，拧动点火装置，煤气和空气在进口处混合流向燃烧头被点燃，而煤气不会从进口处向空气中泄漏，

其原因是 ()。

- A. 进口处煤气流速小, 压强大于大气压强
- B. 进口处煤气流速小, 压强小于大气压强
- C. 进口处煤气流速大, 压强大于大气压强
- D. 进口处煤气流速大, 压强小于大气压强

4. 如图 8-58 所示, 两艘船并排行驶时, 两船间水的流速比两船外侧的大, 这会使两船靠得越来越近, 甚至发生碰撞, 你知道这是为什么吗?

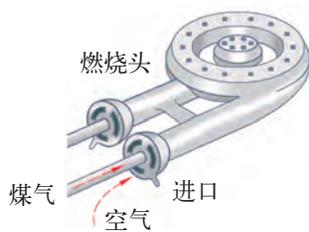


图 8-57

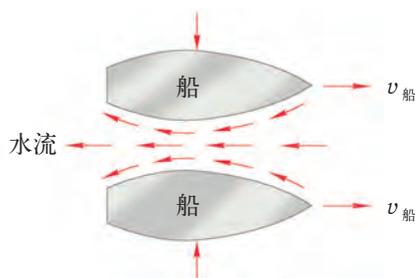


图 8-58

请提问

1. 直升机的升力是怎么产生的呢?

.....



本章练习

1. 如图 8-59 所示托里拆利实验中, 若将玻璃管由竖直变成倾斜时, 则 ()。

- A. 管内液柱的高度变大, 长度变大
- B. 管内液柱的高度不变, 长度变大
- C. 槽内汞面的位置不变
- D. 测得大气压值偏大

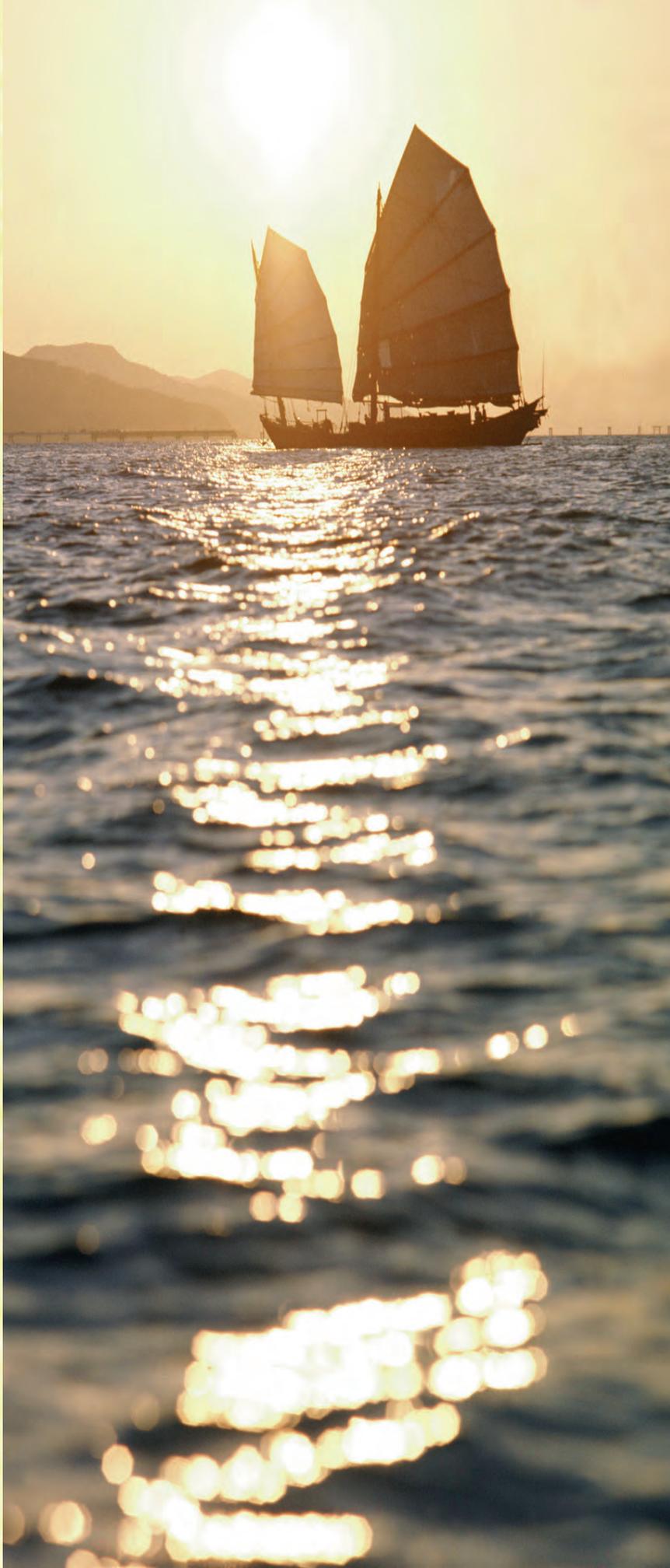
2. 一位质量为 60 kg 的滑雪运动员, 其脚下每块滑雪板长 2 m、宽 0.1 m、重 10 N。求该运动员站立在水平雪面上时, 水平雪面受到的压强。(g 取 10 N/kg)



图 8-59

第九章 浮力

认识浮力
阿基米德原理
物体的浮与沉



第一节 认识浮力

什么是浮力

万吨巨轮在水中为什么不下沉（图 9-1）？热气球为什么能腾空而起（图 9-2）？这些现象都与浮力有关。那么，什么是浮力？浮力产生的原因是什么？让我们一起通过实验来探究吧！



图 9-1 巨轮远航



图 9-2 热气球腾空

实验探究

无论是液体还是气体，对浸在其中的物体都有竖直向上的托力，物理学中把这个托力叫做**浮力**（buoyancy force）。下面我们一起来分别探究液体和气体的浮力。

（一）探究液体的浮力

如图 9-3（a）所示，观察石块在空气和水中时弹簧测力计示数的变化，并记录数据。

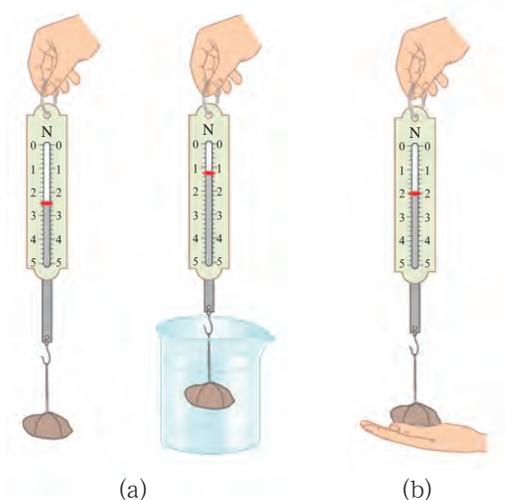


图 9-3 探究液体的浮力

如图 9-3 (b) 所示, 用手托起石块, 观察弹簧测力计的示数是如何变化的。

思考水和手对石块产生了什么作用?

石块在空气中, 弹簧测力计的示数为 $G = \underline{\quad}$ N, 在水中的示数为 $F' = \underline{\quad}$ N, $G - F' = \underline{\quad}$ N。

根据以上数据, 你能得到什么结论呢? _____

(二) 探究空气的浮力

将充足气的篮球和套扎在气针尾端的气球一起挂于杠杆左端, 调整杠杆右端钩码的悬挂位置, 使杠杆平衡 [图 9-4 (a)]。然后再将扎在气球上的气针头插入篮球的气门内, 气球随即膨胀 [图 9-4 (b)]。此时的杠杆还能保持平衡吗? 为什么?

由以上探究可知:

液体和气体对浸在其中的物体都有竖直向上的浮力。

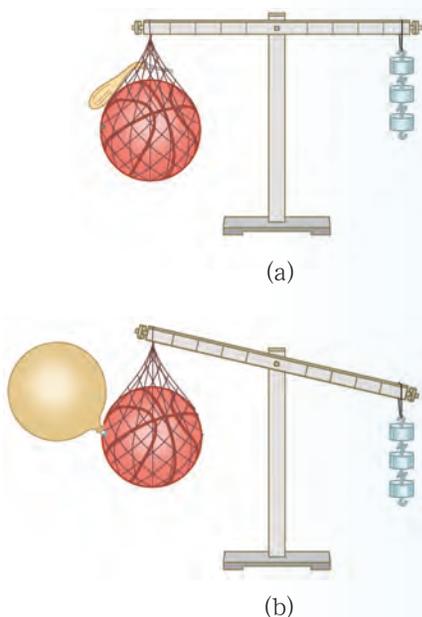


图 9-4 探究空气的浮力

浮力产生的原因

那么，浮力产生的原因是什么呢？

设想一个立方体浸没在水中，如图 9-5 所示，它的上、下、前、后、左、右六个表面都受到水的压力，它的左右、前后两侧受到的压力是大小相等、方向相反的，即受力互相平衡；而上、下两个表面，由于深度不同，水的压强不同，受到水的压力因而也不相等。下表面受到水向上的压力 F_1 大于上表面受到水向下的压力 F_2 ，向上和向下这两个压力之差就是液体对浸入物体的浮力。浮力的方向总是竖直向上的，与重力的方向相反。

由此可见，浮力是由于液体对物体向上和向下的压力差产生的。

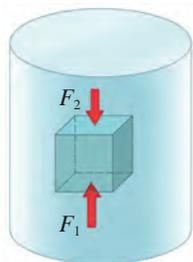


图 9-5
立方体浸没在水中



作业

1. 在浴缸里洗澡时，你会发现，只要用手轻推缸底，整个身体很容易被抬起；如果在床上也想这样做，就非常难了。这是为什么？

2. 如图 9-6 所示，是一位先生巧用物理知识将帽子送给楼上女士的情景。此过程中应用的关键知识是（ ）。

- A. 气球受到重力
- B. 帽子的质量大于气球的质量
- C. 帽子的密度大于气球的密度
- D. 空气对帽子和气球有浮力作用



图 9-6

请提问

1. _____
.....

第二节 阿基米德原理

浮力的大小与哪些因素有关

我们已经初步认识了浮力，那么浮力的大小与什么有关呢？我们又怎样求得浮力的大小呢？我们来一起动手探究吧！

实验探究

浮力的大小与哪些因素有关

下面是某同学提出的猜想与假设。

1. 听说过“死海不死”吗？因为在死海中即使不会游泳也不会沉下去。由此猜想：浮力的大小可能与液体的密度有关。

2. 在学习液体的压强时，已知物体浸入水中越深，所受水的压强就越大。由此猜想：浮力的大小可能与物体浸没在液体中的深度有关。

在图 9-7 所示的实验中，把鸡蛋放入清水中，然后逐渐加盐，改变液体的密度，直至鸡蛋上浮至液面。此实验证明了第 1 个猜想，即浮力的大小与液体的密度有关。

接着，按照如图 9-8、图 9-9 所示的方法继续实验。

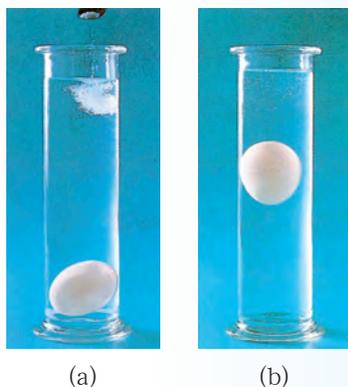


图 9-7 鸡蛋与浮力

在图 9-8 所示的实验中，同一物体部分浸入液体中时，改变物体浸入液体中的体积（相当于排开液体的体积），观察弹簧测力计示数的变化。

在图 9-9 所示的实验中，同一物体完全浸没液体中时，改变物体在液体中的深度，观察弹簧测力计示数的变化。

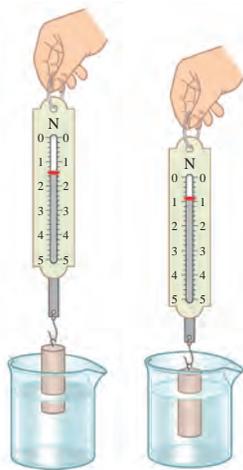


图 9-8
浸入的体积不同

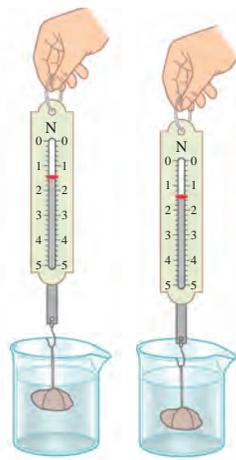


图 9-9
浸没的深度不同

由此得出结论：

物体在液体中所受浮力的大小不仅与液体的密度有关，还与物体排开液体的体积有关，而与浸没在液体中的深度无关。

阿基米德原理

通过实验探究，我们已经知道浮力的大小与物体排开液体的体积及密度有关。那么，浮力的大小与物体排开的液体所受的重力有怎样的关系呢？下面我们进一步探究。

实验探究

探究浮力的大小

按照图 9-10 的实验方法，选石块（或金属块）来探究上述问题。

如图 9-10 (a) 所示，先用弹簧测力计分别测出石块和空杯所受的重力。

如图 9-10 (b) 所示，把石块浸没在水面恰好与溢口相平的溢杯中，用空杯接从溢杯里被石块排开的水，读出此时弹簧测力计的示数。

如图 9-10 (c) 所示, 用弹簧测力计测出接了水后杯子和水的总重。

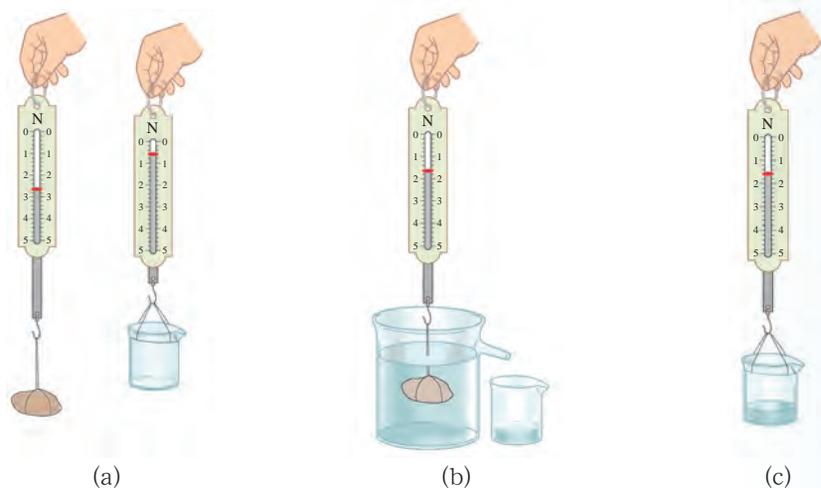


图 9-10 探究浮力的大小

将实验所收集到的数据记录在下表中。

研究对象	石块重 $G_{\text{石}} / \text{N}$	空杯重 $G_{\text{杯}} / \text{N}$	石块浸没水中 时弹簧测力计 的示数 F' / N	杯、水总 重 $G_{\text{总}} / \text{N}$	浮力的大小 $F_{\text{浮}} / \text{N}$	排开水所受 的重力 $G_{\text{排}} / \text{N}$

比较测得的浮力与排开的水所受重力的大小, 你发现了什么?

由此得出结论:

浸入液体中的物体所受浮力的大小等于物体排开的液体所受重力的大小。这便是著名的阿基米德原理 (Archimedes principle)。

事实上, 阿基米德原理对气体也同样适用。

信息窗

阿基米德 (Archimedes, 前 287—前 212) 是古希腊伟大的科学家。他在物理学方面的贡献主要有两项：其一是关于浮力问题；其二是关于杠杆平衡问题。

传说澡盆的水溢出给了阿基米德启发，使其产生了测量不规则物体体积的灵感，由此，他鉴别出了国王的王冠并非由纯金所制。阿基米德还有一句名言：“给我一个支点，我可以撬动地球。”

阿基米德热爱科学、善于观察、勤于动手，能很好地将研究成果应用于生产、生活实践。我们应学习阿基米德学以致用钻研方法、孜孜不倦的求索精神、持之以恒的科学态度。



图 9-11 阿基米德

作业

1. 在“阿基米德解开王冠之谜”的故事中，若王冠的质量为 490 g，浸没在水中称时，王冠重 4.5 N，则这顶王冠在水中所受的浮力为 ____N，它排开的水重为 ____N。
(g 取 10 N/kg)
2. 如图 9-12 所示是研究浮力大小的实验装置图，请根据图示回答下列问题。

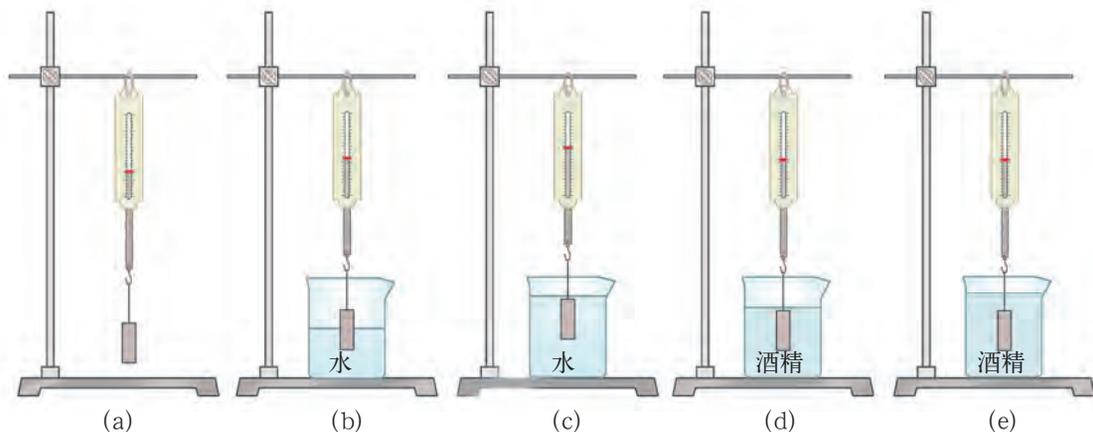


图 9-12

(1) (a)、(b) 两图中, (b) 图中弹簧测力计的示数较小, 说明了 _____ ;
 (a)、(b) 两图中弹簧测力计的示数差等于 _____。

(2) (b)、(c) 两图中, 弹簧测力计的示数不同, 说明浸在同一种液体中的物体所受浮力大小跟 _____ 有关。

(3) (c)、(d) 两图中, 弹簧测力计的示数不同, 说明物体排开相同体积的液体时, 所受浮力大小跟 _____ 有关。

(4) (d)、(e) 两图中, 弹簧测力计的示数相同, 说明物体浸没在同种液体中, 所受浮力大小跟 _____ 无关。

3. 现有弹簧测力计、天平、量筒、刻度尺、烧杯、水、细线和小铁块等器材, 你有哪些办法可以测出一个小铁块浸没在水中所受到的浮力?

4. 如图 9-13 所示, 四个体积相同而材料不同的球 A、B、C、D, 分别静止在不同深度的水里。以下说法正确的是 ()。

- A. A 球所受的浮力最小
- B. B 球所受的浮力最小
- C. C 球所受的浮力最小
- D. D 球所受的浮力最小

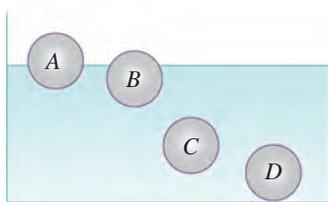


图 9-13

请提问

1. 还有什么方法可以证明物体在气体中受到浮力?

2. _____

3. _____

.....

第三节 物体的浮与沉

物体的浮沉条件

把实心的松木球和铁球浸没在水中，放手后，木球上浮，直至漂浮在水面，铁球下沉至水底。类似的浮沉现象还有许多（图 9-14）。那么，物体的浮与沉取决于什么条件呢？先来做个小实验，然后根据实验现象思考一下！



(a) 飞艇在空中自由地上升、下降



(b) 人躺在死海中悠闲地看书

图 9-14 浮沉现象

实验探究

物体的浮沉条件

物体的浮与沉究竟取决于什么？这个问题自然让我们想到物体在液体中的受力情况，因为只有力才能改变物体的运动状态。因此，可用这个思路来设计实验。

1. 图 9-15 所示为实验探究计划中所需要的实验器材。

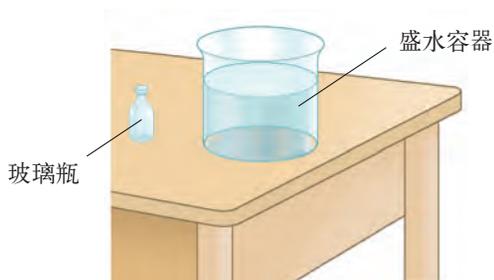


图 9-15
探究浮沉条件的器材

2. 按照表中的要求完成实验，并填写观察的结果。

实验序号	实验方法	观察玻璃瓶运动情况	玻璃瓶受力情况分析
1	把拧紧盖子的空玻璃瓶浸没于水中，然后松手		
2	把装满水并拧紧盖子的玻璃瓶浸没于水中，然后松手		

3. 你能否使浸没在水中的玻璃瓶既不上浮，也不下沉（即悬浮在水中）？分析并比较玻璃瓶悬浮时的受力情况。

实验探究的结论：

浸没在液体中的物体，其浮沉主要取决于它所受到的浮力和重力的大小；
当浮力大于重力时，物体上浮；
当浮力小于重力时，物体下沉；
当浮力等于重力时，物体处于悬浮或漂浮状态。

迷你实验室



图 9-16 它们会在哪一层？

所示，取一杯清水和一块橡皮泥，将橡皮泥揉成小球轻轻放入水中，橡皮泥小球会如何运动？如图 9-17 (b) 所示，如果将橡皮泥捏成小船轻轻放在水面上呢？你能解释观察到的现象吗？

1. 把糖浆、水及油沿汤匙注入玻璃杯中，由于密度不同，液体会分成三层，如图 9-16 所示。把蜡块、橡皮、瓶塞、鸡蛋等放入杯中，观察它们分别位于哪一层液面上？你能说出原因吗？



(a) 橡皮泥小球



(b) 橡皮泥小船

图 9-17

浮沉条件的应用

密度计

密度计（图 9-18）是测量液体密度的工具。它是一根上部标有刻度、形状特殊的玻璃管，管下部的玻璃泡内封装入小铅丸。用密度计测量液体的密度时，它所受的浮力总是等于它受到的重力。根据密度计浸入液体的深度就可以从刻度上读出液体的密度。你能说出其中的道理吗？

盐水选种

为了提高农产品的产量，选取饱满、结实的良种是非常重要的。我国农民常采用盐水浸泡法来选种（图 9-19）：把种子放入浓度适宜的盐水中，干



图 9-18 密度计



图 9-19 盐水选种

瘪、虫蛀的种子就会上浮直至漂浮，而饱满的种子则下沉到容器底部。请你说说这是为什么呢？

潜水艇

图9-20为潜水艇漂浮、下潜和上浮的原理示意图。

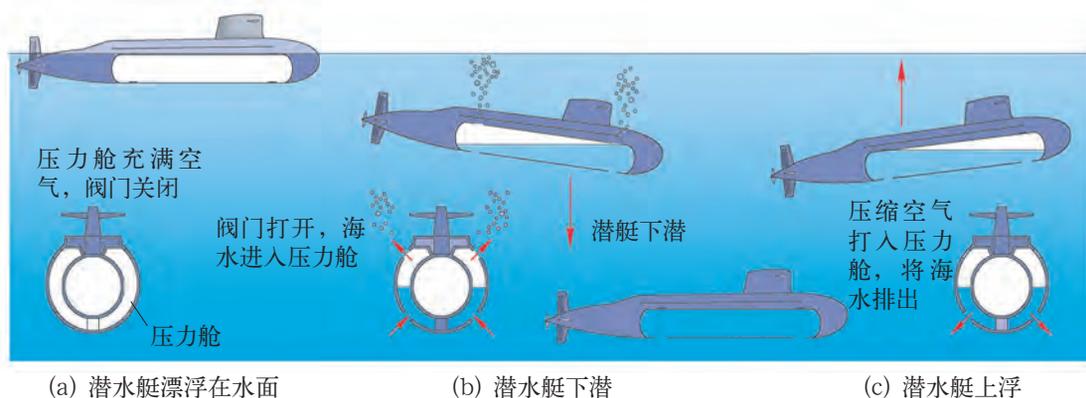


图 9-20 潜水艇的沉浮原理

热气球

我国在汉武帝（前 156—前 87）时，就利用质地极轻的材料做成薄壳灯笼。当在其下面点燃烛火后，灯笼便会腾空而起，这是历史上最早的热气球。



图 9-21 孔明灯

现在，有时还能看见人们放一种“天灯”——孔明灯（图 9-21）升空，据说它是由三国时期孔明发明的，还相传它与孔明的帽子有相似之处。其实，孔明灯也是一种早期的热气球。

由于热气球造价低廉，使用方便，在气象探测、通信传播、运输、旅游、探险等方面得到了广泛应用。

大型的热气球主要是由气袋、钢索、吊篮、燃气装置、液化气储罐及各种仪表组成，如图 9-22 所示。

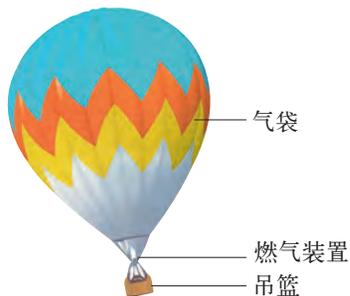


图 9-22 热气球

热气球的升降是一个比较复杂的过程，与热气球体积及热气球内部气体的密度变化有关。热气球的巨大气袋中充满空气（忽略体积变化），从燃气装置中喷出的火焰加热气袋中的空气，热气球内部气体的温度升高，密度降低。当热气球内部气体的密度比其外部气体的密度小到一定程度时，热气球便上升了。



作业

1. 一个小球，在水中能漂浮。如果把它放入酒精中，小球（ ）。
 - A. 一定会下沉
 - B. 一定会悬浮
 - C. 一定会漂浮
 - D. 条件不足，无法判断沉浮
2. 如图 9-23 所示，三个完全相同的玻璃缸装满了水，其中 (a) 只有水，(b) 水中漂浮着一只小鸭子，(c) 水中漂浮着一只大鸭子。若把三个缸放到台秤上称量，可知它们的质量（ ）。

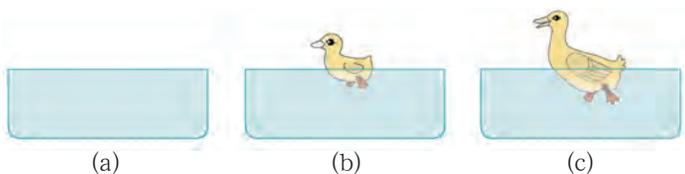


图 9-23

- A. (a) 最大
 - B. (b) 最大
 - C. (c) 最大
 - D. 一样大
3. 据报道，我国首艘航空母舰已成功完成首次试航。航空母舰是舰载机的母舰。当航空母舰上的舰载机飞离航空母舰后，航空母舰所受的浮力将如何变化？

请提问

1. 孔明灯为什么会上升？

.....



本章练习

1. 小球质量是 200 g，体积是 300 cm^3 。把它浸没在水中，放开手后，小球将（ ）。
 - A. 沉入水底
 - B. 上浮直至漂浮在水面上
 - C. 悬浮水中
 - D. 无法确定如何运动
2. 小玲同学在做鸡蛋沉浮的实验时，用适当浓度的盐水使鸡蛋正好悬浮。那么，下列操作和判断正确的是（ ）。
 - A. 向盐水中继续加清水，鸡蛋将上浮，直至漂浮，但鸡蛋所受的浮力不变
 - B. 向盐水中继续加清水，鸡蛋将下沉至容器底部，但鸡蛋所受浮力增加
 - C. 向盐水中继续加盐，鸡蛋将上浮，直至漂浮，但鸡蛋所受浮力不变
 - D. 向盐水中继续加盐，鸡蛋将下沉至容器底部，但鸡蛋所受浮力增加

3. 如图 9-24 所示是“探究同一物体所受的浮力大小与哪些因素有关”的实验过程图。实验中保持物体处于静止状态且每次都是同一物体，图 (a) 和图 (b) 中物体露出液面的体积相等，弹簧测力计测得的拉力大小的关系是： $F_1 < F_2$ ， $F_2 > F_3 = F_4$ 。则：

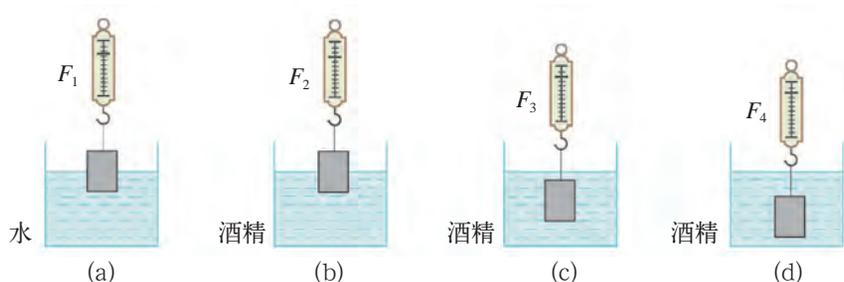


图 9-24

- (1) 由图 (a) 和图 (b) 的探究可以得出的结论是：_____；
 - (2) 由图 (b) 和图 (c) 的探究可以得出的结论是：_____；
 - (3) 由图 (c) 和图 (d) 的探究可以得出的结论是：_____。
4. * 某飞艇的体积是 $2\,000\text{ m}^3$ 、自重 $4\,900\text{ N}$ 。升空时，其最大载重量是多少？（ $\rho_{\text{空气}} = 1.29\text{ kg/m}^3$ ）
5. * 请上网查询与潜水艇有关的内容。

实 践 与 总 结

1. 实践活动：

请找身边的器材，你自己或与同学合作制作一个孔明灯（图 9-25）。周末找一个开阔的场地，在自制的孔明灯上写下自己的心愿，与同学一起放飞自制的孔明灯，看谁的飞得更高，时间飞得更长。（请注意安全，最好在老师的组织与指导下完成）



图 9-25 自制孔明灯

2. 本章总结：

本章的要点有 _____

第十章 机械与人

科学探究：杠杆的平衡条件

滑轮及其应用

做功了吗

做功的快慢

机械效率

合理利用机械能



第一节 科学探究：杠杆的平衡条件

认识杠杆

在生产、生活中，人们常常需要借助机械来完成特定的任务。从天上飞行的飞机、大海中航行的轮船到公路上行驶的汽车，从工厂中的机床、建筑工地上的起重机到家里的剪刀，这些都是人类发明的机械。图 10-1 是生活中常见的几种机械，你能说出它们各有什么特点吗？



图 10-1 生活中的机械

以上几种机械有一个共同的特点，它们都有一根能绕着固定点转动的硬棒。在物理学中，这种在力的作用下能绕着固定点转动的硬棒就称为杠杆。杠杆是一种简单，但用途十分广泛的机械。

图 10-2 中标出了杠杆中有关概念的名称，请你通过此图和下文弄清这些概念的含义。

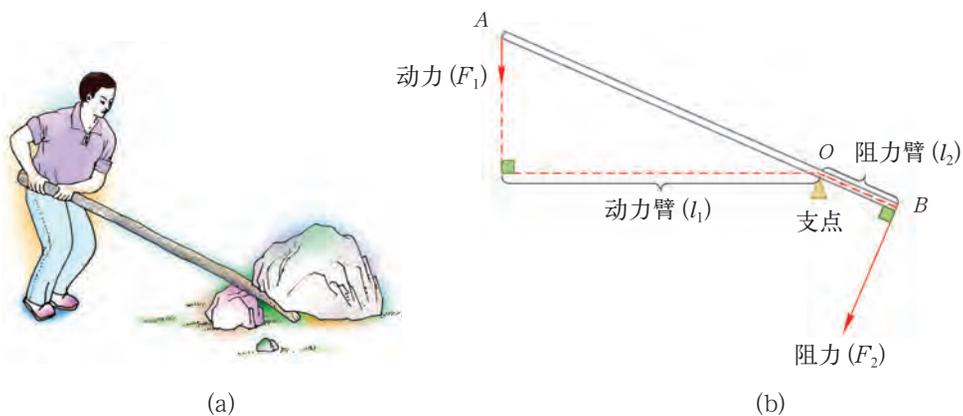


图 10-2 用棒撬动物体

支点：杠杆绕着转动的固定点。
 动力：使杠杆转动的力。
 阻力：阻碍杠杆转动的力。
 动力臂：从支点到动力作用线的距离。
 阻力臂：从支点到阻力作用线的距离。

杠杆的平衡

当杠杆在动力和阻力的作用下静止时，我们就说此时杠杆处于平衡状态。在生产、生活实践中，人们常常利用杠杆的平衡解决问题，如利用杠杆的平衡制造称量物品的天平。那么，杠杆在什么条件下才能平衡呢？下面我们还是通过实验来探讨吧。

实验探究

提出问题

杠杆平衡时，动力、动力臂和阻力、阻力臂之间存在着怎样的关系呢？

猜想与假设

你玩过跷跷板游戏吗？想一想，跷跷板平衡时，我们有什么办法使它失去平衡？在跷跷板不平衡时，我们又有什么办法使它平衡呢？

你能结合生活中接触杠杆的经验，提出杠杆平衡条件的猜想吗？请写下你的猜想。让我们一起来通过实验探究杠杆平衡的条件吧！

设计实验与制订计划

图 10-3 所示的是一种用来探究杠杆平衡条件的实验装置。它由一根中部悬挂在支架上、两边分别有一调节螺母、上面有刻度的硬杆以及若干钩码组成。

实验时，分别改变支点两边悬挂钩码的个数和悬挂位置，探究杠杆平衡时动力、动力臂和阻力、阻力臂之间的关系。



图 10-3 探究杠杆平衡条件的实验装置

进行实验与收集证据

调节螺母，将没挂钩码的杠杆调节至水平位置平衡。

改变悬挂的钩码个数（动力 F_1 、阻力 F_2 ），移动其悬挂的位置，使杠杆仍在水平位置平衡，将数据填入下表。

实验序号	动力 F_1 /N	动力臂 l_1 /m	阻力 F_2 /N	阻力臂 l_2 /m

依据表中记录的实验数据进行分析处理，和自己的猜想与假设对照，你的结论是什么？

交流与合作

和同学交流所得结论，如果你们的结论一致，并有充足的理由说明这个结论是正确的，那么，你可能探究到了杠杆的平衡条件。

综上所述，由此可得结论：

杠杆平衡的条件：

动力×动力臂=阻力×阻力臂，即

$$F_1 l_1 = F_2 l_2。$$

评估

以上实验过程是否合理？结论是否可靠？实验结论与假设猜想是否有差异？还有进一步的改进措施吗？



探究点拨

评估 想一想，自己的探究过程和探究结果是否合理，猜想与所得的结果间是否有差异。

注意发现新的问题，吸取经验教训，改进探究方案。

杠杆的运用

杠杆在我国古代早就有了许多巧妙的应用。如捣米的舂[图 10-4 (a)] 及汲水的桔槔[图 10-4 (b)] 等都利用了杠杆的原理。

如今，在我们的生产、生活中仍大量使用杠杆。图 10-5 展示的是生产、生活中常见的几种杠杆。



(a) 舂 (选自《天工开物》)

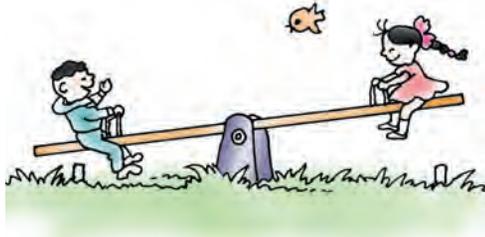


(b) 桔槔 (选自《天工开物》)

图 10-4 古人对杠杆的利用



(a) 用钉锤撬钉子



(b) 跷跷板



(c) 钓鱼竿

图 10-5 生产、生活中常见的几种杠杆

根据杠杆的平衡条件，可以知道杠杆的运用有三种情况。

(1) 动力臂大于阻力臂：这种杠杆用较小的动力就可以克服较大的阻力。这种杠杆使用起来省力，常被称为省力杠杆。

(2) 动力臂小于阻力臂：这种杠杆要使用比阻力大的动力才能克服阻力。这种杠杆使用起来费力，常被称为费力杠杆。

(3) 动力臂等于阻力臂：这种杠杆动力与阻力大小相等就能使杠杆平衡了。这样的杠杆既不省力，也不费力，常被称为等臂杠杆。

你能说出图 10-5 中的杠杆谁省力、谁费力、谁既不省力也不费力吗？

杠杆无论是省力的还是费力的都各有特长，在运用时应扬长避短，将其运用于不同的地方。

信息窗

人体中的某些部位也具有杠杆的功能，如图 10-6 所示的人体手臂也具有杠杆功能。

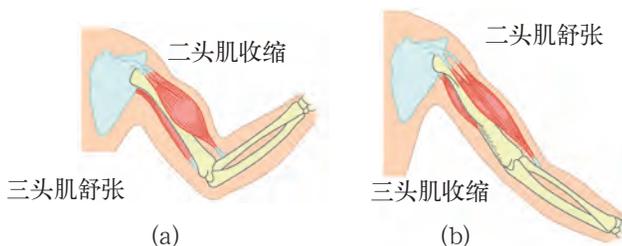


图 10-6 人体中的“杠杆”



交流与讨论

两人一组就下面的某一专题进行调查研究，写出调查报告，并在班上进行交流。

- 人体中的杠杆
- 自行车中的杠杆
- 厨房中的杠杆
- 工业生产中的杠杆
- 农业生产中的杠杆
- 中国古代的杠杆
- 各种不同用途的剪刀

要求报告中用文字说明杠杆的作用，找出支点、阻力、动力、阻力臂、动力臂，配上示意图。有摄影兴趣的同学，若能拍出照片再配上示意图则更好。



作业

1. 剪刀是一种常用杠杆（图 10-7），请你找出它的支点、动力、动力臂、阻力、阻力臂，并将其在图上标示出来。

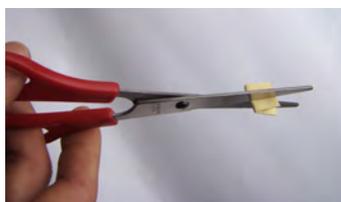
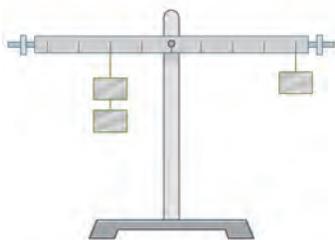
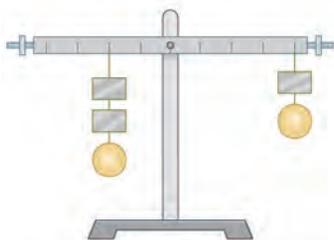


图 10-7

2. 图 10-8(a) 所示的杠杆是水平平衡的。若如图 10-8(b) 所示，在支点两侧的物体下方分别加挂一个等重的物体，杠杆还能保持水平平衡吗？为什么？



(a)



(b)

图 10-8

3. 某人分别用如图 10-9 (a)、(b) 所示的两种方法挑着同一物体行走, 则图 (a) 中手施加的动力_____ (选填“大于”“小于”或“等于”) 图 (b) 中手施加的动力。



(a) (b)

图 10-9

4. 如图 10-10 所示, 各式各样的剪刀都是一对对杠杆。要剪开较硬的物体, 使用哪种剪刀最合适?



(a) (b) (c) (d)

图 10-10

5. 如图 10-11 所示, 独轮车车斗和车内的煤受到的总重力 G 为 900 N , 此重力作用于 A 点, 车轴 O 为支点。将车把抬起时, 作用在车把上向上的力有多大? 省力吗?

6. * 一根杠杆两端分别挂着质量不等的两铁块, 如图 10-12 所示, 此时杠杆静止。若将两铁块同时浸没于水中, 杠杆是否仍然平衡? 若不平衡, 哪端下沉?

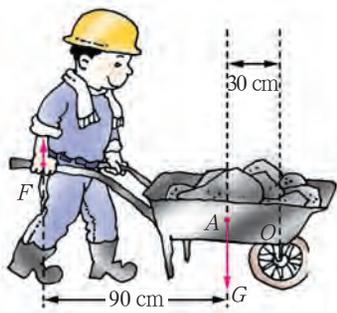


图 10-11

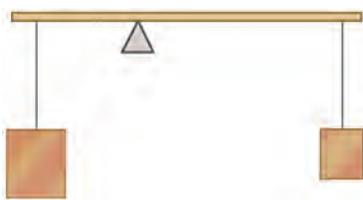


图 10-12

请提问

1. 在科学探究中为什么要进行评估呢?
2. _____
3. _____
-

第二节 滑轮及其应用

定滑轮

滑轮是一个周边有槽、能绕轴转动的小轮。使用滑轮时，其轴固定不动的滑轮叫做**定滑轮** (fixed pulley) (图 10-13)。

实践告诉我们，使用定滑轮可以将向下的对绳的作用力转化为绳对重物的向上的拉力，对此，我们称之为定滑轮可以改变作用力的方向。那么，使用定滑轮能省力吗？

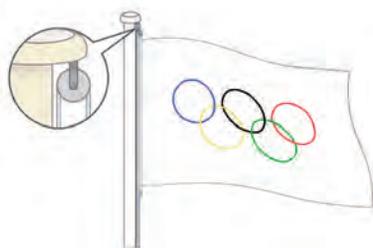


图 10-13 旗杆上的定滑轮

实验探究

按图 10-14 的方法进行实验，请写出你的结论。

得出的结论是：_____。

实验说明使用定滑轮不能省力。请你运用杠杆的平衡条件，并参照图 10-15 进行分析，说说使用定滑轮不省力的道理。

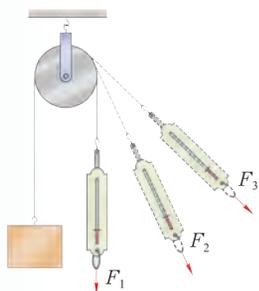


图 10-14 定滑轮实验示意图

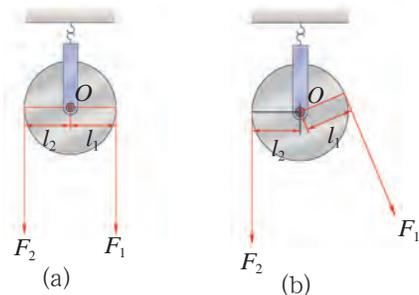


图 10-15 定滑轮为何不省力？

动滑轮

使用滑轮时，滑轮的轴随物体一起运动的滑轮叫做**动滑轮** (movable pulley)。使用动滑轮起什么作用呢？

实验探究

按图 10-16 (a) 的方式进行实验，再用弹簧测力计直接测量物重，请写出你的结论。

得出的结论是：_____。

请你再运用杠杆平衡条件，并参照图 10-16 (b) 进行分析，说出其中的道理。

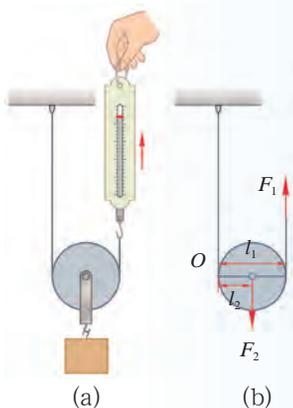


图 10-16 动滑轮

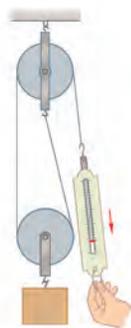


图 10-17 滑轮组

滑轮组*

使用定滑轮不省力，但能改变用力方向，使用起来方便；使用动滑轮能省力，但不能改变用力的方向。在许多情况下仅使用定滑轮或动滑轮很不方便，因此，经常将动滑轮与定滑轮组合起来使用。

定滑轮和动滑轮组合在一起的装置叫做**滑轮组** (图 10-17)。

实验探究

按图 10-17 所示的方式进行实验。

把提起重物所用的拉力与物重相比较，再数一数承担物重的绳子有几股，你发现：_____。

在现代化生产中，人们使用的往往是复杂的机械，但复杂机械中的许多部件就是由杠杆、滑轮等简单机械组合起来的（图 10-18）。

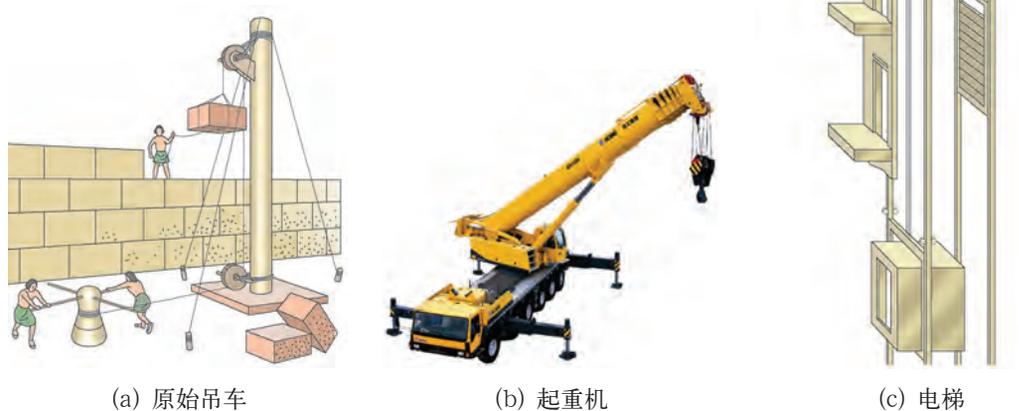


图 10-18 几种升降机械

作业

1. 如图 10-19 所示，沿三种不同的方向拉绳使物体上升，所用的力分别是 F_1 、 F_2 、 F_3 ，则（ ）。

- A. F_1 最大
- B. F_2 最大
- C. F_3 最大
- D. 三个力一样大

2. 两个滑轮用如图 10-20 所示的方式组合，用力 F 拉动绳端时，物体会向 ____（选填“左”或“右”）移动。其中 A 是 ____ 滑轮， B 是 ____ 滑轮。

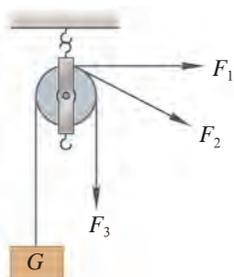


图 10-19

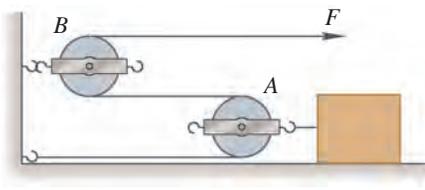


图 10-20

3. 用图 10-21 所示的动滑轮提起 200 N 的水桶, 绳子 B 承受的拉力为 _____ N, 人拉绳子 A 的动力为 _____ N (不计滑轮重)。

4. 物重 1 000 N, 若用 1 个定滑轮将它提起, 需用多大的力? 若用 1 个动滑轮将它提起, 又要用多大的力? (不计滑轮重)

5. * 如图 10-22 所示, 用滑轮组提起重物。若物重 500 N, 需用多大的拉力? (不计滑轮重)

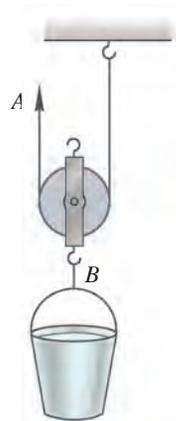


图 10-21



图 10-22

请提问

1. 使用足够多的动滑轮, 最终能否不用力提起重物?
2. _____
3. _____
-

第三节 做功了吗

机械功

人们在使用简单机械时发现，省力的机械不省距离，省距离的机械不省力。在利用机械为人们工作时，力和距离之间到底存在着什么样的关系呢？

如图 10-23 所示，人们在使用动滑轮提升重物时发现，若动滑轮的质量远小于所提物体的质量，那么，拉力 F 几乎是物重 G 的一半，拉力的作用点上升的距离 s 为重物上升高度 h 的两倍。如果把拉力 F 与上升的距离 s 相乘，近似等于物重 G 与物体上升高度 h 的乘积，即 $Fs \approx Gh$ 。后来又发现使用其他机械也是如此。于是人们开始认识到，力和物体在力的方向上移动距离的乘积，是一个有意义的物理量。

为了评价机器的功效，人们提出了“功”的概念，后来这一概念被引入到物理学中。

物理学中把力和物体在力的方向上移动距离的乘积叫做**机械功** (mechanical work)，简称功 (work)。

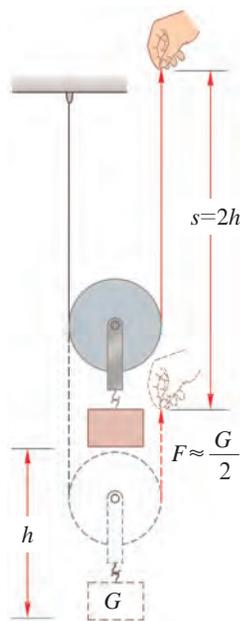


图 10-23 探究机械功

怎样才算做功

人用力推车，车未动，在推力方向上车没有移动距离，故推力没有做功 [图 10-24 (a)]。

汽车的牵引力使汽车移动一段距离，牵引力对汽车做了功 [图 10-24 (b)]。

吊车钢索的拉力使货物上升一段距离，吊车对货物做了功 [图 10-24 (c)]。

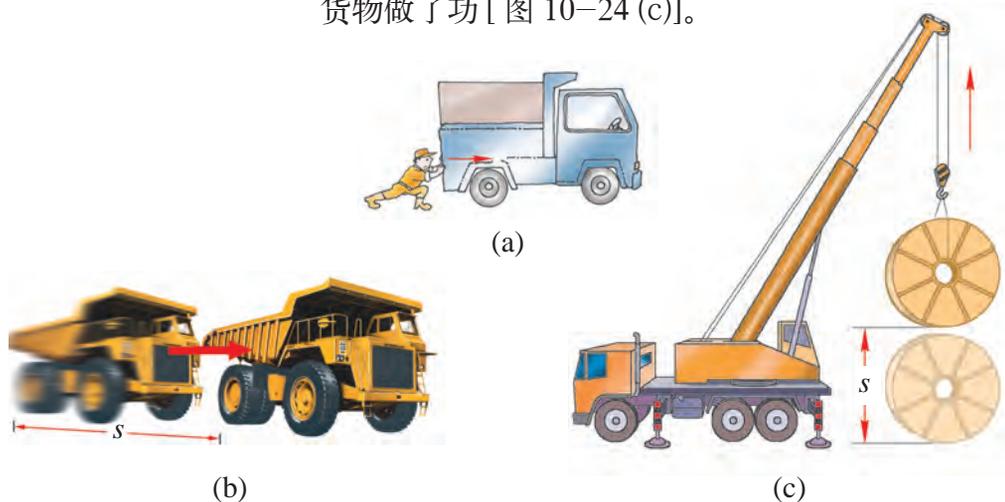


图 10-24 做功了吗？

通过上面的实例分析，你认为一个物体对另一个物体做功的必备条件（或必要因素）是什么？

怎样计算功

物理学中规定：

功等于力跟物体在力的方向上通过的距离的乘积，即

$$\text{功} = \text{力} \times \text{距离}。$$

功的计算公式为

$$W = Fs。$$

W : 功
 F : 力
 s : 距离

在国际单位制中，力的单位是 N，距离的单位是 m，功的单位是 N·m。为了纪念英国物理学家

焦耳的贡献，人们便用他的名字焦耳作为功的单位，简称焦，用符号 J 表示， $1\text{J} = 1\text{N} \cdot \text{m}$ 。

图 10-25 所示是一些力做功的大小。

将一袋 10 kg 的大米从地面扛到肩上，做功约 150 J。

将两个鸡蛋举高 1 m，做功约 1 J。

体重为 600 N 的某学生从一楼走到二楼，做功约 1 800 J。

将一瓶 500 mL 的矿泉水从地上拿起并举高，做功约 10 J。

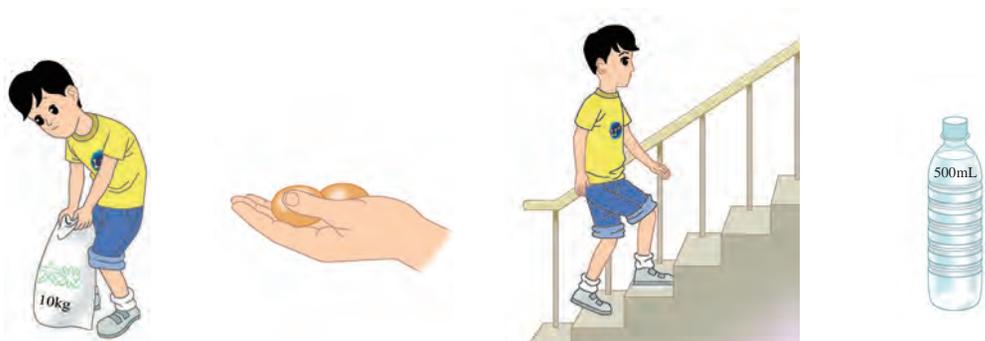


图 10-25 一些力做功的估计值

信息窗

焦耳 (J.P. Joule, 1818—1889) 是英国物理学家。焦耳的主要贡献是测定了热和机械功之间的当量关系。此外，他在电学和磁学方面也有贡献，而且对蒸汽机的发展做了不少有价值的工作，还率先计算了有关气体分子的速度。人们为了纪念他对科学发展的贡献，将功和能量的单位以他的名字“焦耳”来命名。



图 10-26 焦耳



作业

1. 若一果农挑起两筐苹果站着不动,他对这两筐苹果做功了吗?为什么?
2. 在水平地面上,用 60 N 的水平拉力拉重 100 N 的木箱,使木箱沿拉力方向前进 5 m ,拉力所做的功等于 _____J,重力所做的功等于 _____J。
3. 我国某运动员在一次国际赛事中获得了女子 75 kg 以上级举重金牌,挺举成绩是 165 kg 。若该运动员的身高约为 1.6 m ,请你估算一下,她在挺举过程中对杠铃至少做了多少功?
4. 小兰在香港海洋公园里搭乘自动扶梯(图 10-27)。若小兰质量为 40 kg ,随扶梯上升高度约为 112 m ,求扶梯对小兰至少做了多少功。(g 取 10 N/kg)
5. 雪橇是雪地常见的交通工具(图 10-28)。狗拉着雪橇以 15 m/s 的速度沿直线滑行了 2 min ,雪橇所受的水平拉力为 200 N ,求此过程中水平拉力所做的功。



图 10-27



图 10-28

请提?问

1. 人推车,车未动。那么,人对车未做功,他为什么感觉累呢?
2. _____
3. _____
-

第四节 做功的快慢

无论是人做功，还是利用机械做功，都有快与慢的问题。如图 10-29 和图 10-30 中所示的两位搬运工人均从一楼搬运物体到三楼。楼层的高度相同，所用时间或物重不同。你能判定谁做功快吗？能与同学交流你的判断方法吗？说说看。

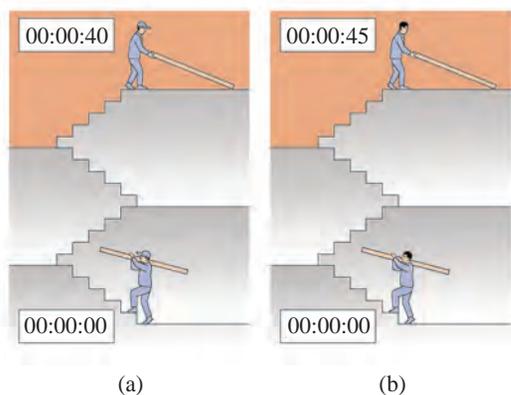


图 10-29 重物相同，时间不同

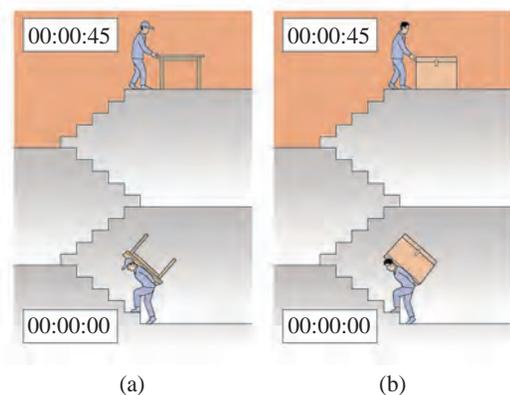


图 10-30 重物不同，时间相同
(桌子轻，箱子重)

我们知道：要比较物体做功的快慢，必须考虑两个因素：其一是物体做了多少功；其二是物体做功所用去的时间。

在物理学中，把一段时间内做的功与做功所用的这段时间的比叫做**功率** (power)。通过功率比较就可知道物体做功的快慢了。从功率概念的含义出

发，计算功率大小的公式可写为

$$P = \frac{W}{t}。$$

P : 功率

W : 功

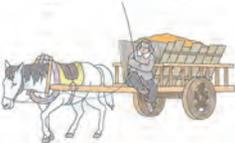
t : 时间

在国际单位制中，功率的单位是由功的单位和时间的单位组合而成的，即“焦/秒 (J/s)”。后人为了纪念英国物理学家瓦特在物理学上作出的贡献，使用他的名字来命名功率单位，即瓦特，简称瓦，用符号W表示 ($1 \text{ J/s} = 1 \text{ W}$)。

在工程技术上，常用千瓦 (kW) 作为功率单位 ($1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$)。

下表中给出了人、一些动物和交通工具的功率，你还知道哪些动物和机器的功率？

一些动物和交通工具的功率

	<p>优秀自行车运动员长时间运动的功率约为 70 W，短时间运动的功率可达 1 kW</p>		<p>排量为 1.6L 的家用小轿车的功率约为 80 kW，6t 载重汽车的功率约为 125 kW</p>
	<p>马拉车长时间的功率约为 450 W</p>		<p>电力机车的功率约为 4200 kW，“和谐号”动车 8 节编组的功率约为 4800 ~ 8800 kW</p>
	<p>蓝鲸游动时的功率可达 350 kW</p>		<p>万吨级远洋货轮的功率为 7000 ~ 23000 kW</p>



作业

1. 正常人的心脏推动血液流动的功率约 1.5 W , 那么, 在一天时间内心脏做功 _____ J , 这些功可把一个质量为 60 kg 的人匀速举高 _____ m 。

2. 某人用图 10-31 所示的牵引装置来锻炼关节的功能, 重物的质量为 3 kg 。若小腿拉绳使重物在 3 s 内匀速上升 0.5 m , 试求小腿拉重物的功率。(不计摩擦力)

3. 某水泵房每天需要将 $1\ 000\text{ m}^3$ 的水送到 18 m 高的蓄水池里。若用一台水泵每天工作 5 h , 则这台水泵的功率至少应是多少千瓦?

4. * 如图 10-32 所示, 每个钩码的重力为 1 N , 不计摩擦及滑轮重, 求:

- (1) 拉力 F 的大小;
- (2) 若 5 s 内将钩码提高 1 m , 拉力做的功;
- (3) 拉力的功率。



图 10-31

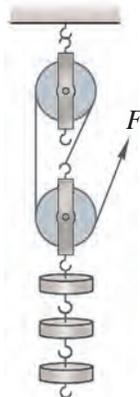


图 10-32

请提?问

1. 是否力气大的人功率就大?
2. _____
3. _____
-

第五节 机械效率

什么是机械效率

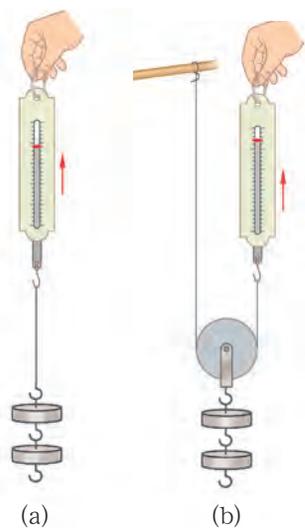


图 10-33
有用功与额外功

请参照图 10-33 所示的方法进行实验。

1. 用弹簧测力计将钩码匀速提升一定高度 [图 10-33 (a)]。
2. 用弹簧测力计并借助一只动滑轮将同样的钩码匀速提升相同高度 [图 10-33 (b)]。

比较弹簧测力计两次拉力所做的功，你会发现借助动滑轮的弹簧测力计，其拉力所做的功要多一些。这是为什么呢？你能找出其中的原因吗？

实验证明，使用机械做功时，尽管它会给我们带来如省力、方便等有利因素，但是，由于机械本身的自重，以及摩擦等因素的影响，需要额外多做一些功。

图 10-33 (b) 所示的实验中，拉力（或动力）所做的功，物理学中叫**总功**。

在用动滑轮匀速提升钩码的过程中，动力除了要克服钩码的重力做功外，还必须克服滑轮的重力和滑轮转动时的摩擦阻力做功。这部分功，对我们是无用的，但又不得不做，故称**额外功**。

从总功中减去额外功，才是对我们有用的功，物理学中叫**有用功**。因此，动力对机械所做的功总是大于机械所做的有用功。当然，我们总希望有用功在总功里所占的份额更大些，这就涉及机械效率

问题。那么，什么是机械效率呢？

我们把有用功和总功的比值叫做**机械效率** (mechanical efficiency)。机械效率通常用百分率表示，它的计算公式为

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} \times 100\%。$$

η : 机械效率
 $W_{\text{有}}$: 有用功
 $W_{\text{总}}$: 总功

例题* 用一个动滑轮，将 200 N 的物体匀速提升 2 m，所用的拉力 F 为 120 N，此动滑轮的机械效率是多少？

已知: $G = 200 \text{ N}$, $h = 2 \text{ m}$, $F = 120 \text{ N}$,
 $s = 2h = 4 \text{ m}$ 。

求: η 。

解: $W_{\text{有}} = Gh$
 $= 200 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 400 \text{ J}$;
 $W_{\text{总}} = Fs$
 $= 120 \text{ N} \times 4 \text{ m} = 480 \text{ J}$ 。

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% \\ &= \frac{400 \text{ J}}{480 \text{ J}} \times 100\% \\ &\approx 83.3\%。 \end{aligned}$$

答: 动滑轮的机械效率约是 83.3%。

机械效率总是一定的吗

如果前面例题中用动滑轮提起的物体重是 400 N，那么机械效率还是 83.3% 吗？也就是说，对一个机械来说，它的机械效率是恒定不变的吗？

下面我们通过实验来探究一下。

实验探究*

按图 10-34 所示的方式组装好滑轮组，并使用该滑轮组分别将甲、乙两组钩码提起，再将两次实验所测算的数据填写在下面的表中，进而比较两次测算的机械效率是否相等。若不相等，你能说出其原因吗？

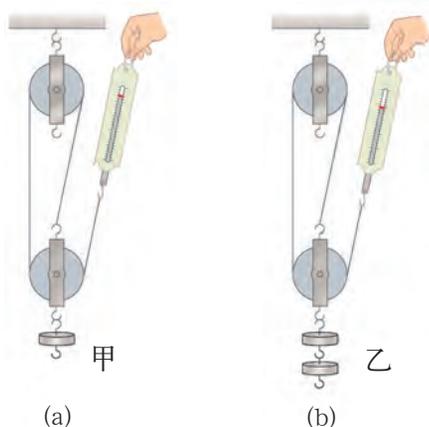


图 10-34 机械效率相等吗？

拉力 F/N	弹簧测力计上升的距离 s/m	总功 $W_{\text{总}}/\text{J}$	钩码重 G/N	钩码上升高度 h/m	有用功 $W_{\text{有}}/\text{J}$	机械效率 η

从此实验，你能得到什么结论呢？

在生产中，人们利用多种方式提高机械效率，但都不能使其达到 100%，皮带传动的机械效率是 94% ~ 98% (图 10-35)。为什么使用任何机械都要对外做额外功？你能解释吗？



图 10-35 皮带传动



作业

1. 机械的机械效率能不能大于或等于 100%? 为什么?
2. 从提高起重机的机械效率来看, 你有哪些建议?
3. * 某建筑工人用大小为 600 N 的拉力 F , 通过定滑轮将重为 500 N 的重物匀速提升 2 m (图 10-36)。求:
 - (1) 这名建筑工人做的有用功是多少?
 - (2) 这名建筑工人做的总功是多少?
 - (3) 此定滑轮的机械效率是多少?
4. * 某人用 100 N 的力, 沿竖直方向将杠杆动力臂的端点压下 2 m, 杠杆的另一端将 320 N 的重物举高 0.5 m, 则他做的有用功是多少? 杠杆的机械效率是多少?



图 10-36

请提?问

1. 可以发明机械效率为 100% 的机械吗?
2. _____
3. _____
-

第六节 合理利用机械能

动能与势能

我们知道，风可以推动帆船前进而做功[图 10-37 (a)]，张开的弓可以使箭射出而做功[图 10-37 (b)]，流动的水可以推动水轮机转动做功[图 10-37 (c)]。

在物理学中，如果一个物体能够对别的物体做功，我们就说这个物体具有能量 (energy)，简称能。

在图 10-37 中，流动着的水、风，张开的弓都可以对别的物体做功，说明它们都具有能。

物体做功的过程就是能的转化过程。物体做的功越多，说明某种能转化为别的形式能越多。因此，能的单位与功的单位相同。在国际单位制中，功的单位是焦 (J)，能的单位也是焦 (J)。



(a)



(b)



(c)

图 10-37 人们利用不同形式的能做功

物体由于运动具有的能叫做**动能** (kinetic energy)。物体由于高度位置所具有的能叫做**重力势能**，物体因弹性形变而具有的能叫做**弹性势能**，人们将像重力势能、弹性势能这类能称为**势能** (potential energy)。

物体有时既具有动能又具有势能。例如，正在升空的航天飞机 (图 10-38) 具有动能，又因为它在高空，还具有重力势能。动能和势能统称为**机械能** (mechanical energy)。

你能说出图 10-37 中，流动着的水、风，张开的弓各具有什么能吗？

动能和势能的大小与哪些因素有关呢？



图 10-38 航天飞机

实验探究

(一) 动能的大小跟哪些因素有关

1. 如图 10-39 所示，将木块放在水平面上，让钢球由静止开始沿斜面向下运动。

2. 比较木块分别被从不同高度处滚下的同一钢球撞击后运动的距离 (图 10-40)。

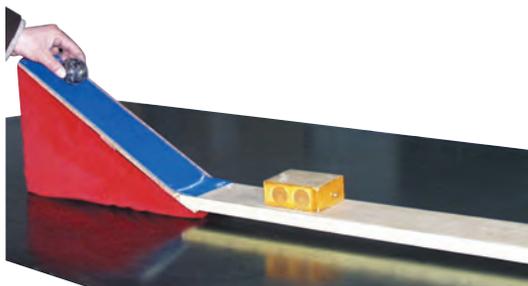


图 10-39 钢球从斜面上滚下



加油站

1. 小球在光滑斜面上由静止开始下滑，到达斜面底端的速度只与起点的高度有关，起点越高，到达底端的速度越大。
2. 不同质量的小球分别从光滑斜面上由静止下滑，并撞击平面上的木块，被撞木块的运动距离越长，运动小球所具有的动能越大。
3. 重物下落撞击平放在沙上的物体时，物体陷入沙中越深，说明重物原来具有的重力势能越大。

3. 比较木块分别被从同一高度处滚下的木球、钢球撞击后运动的距离(图 10-41)。

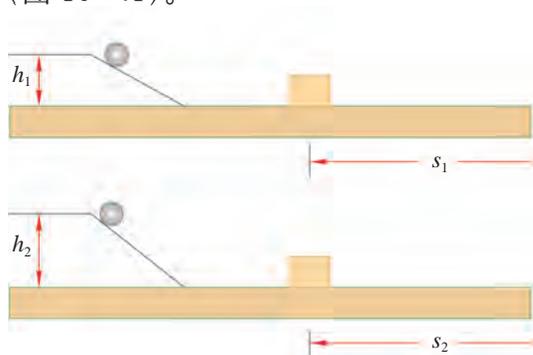


图 10-40 钢球从不同高度滚下

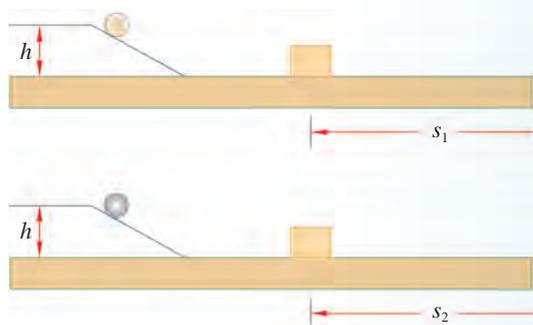


图 10-41 木球、钢球从同一高度滚下

实验探究结论为

质量相同时，速度越大的物体具有的动能越大。

速度相同时，质量越大的物体具有的动能越大。

物体的动能与物体的质量和速度有关。质量越大，速度越大，物体具有的动能就越大。

(二) 势能的大小跟哪些因素有关

参照下述方法进行实验：

如图 10-42 所示，同一重物从不同高度自由下落冲击小方桌（小方桌的桌腿是四根铁钉，并放置在沙箱的沙面上），比较小方桌下陷的深度，进而推断重物具有的重力势能与重物所在高度的关系。

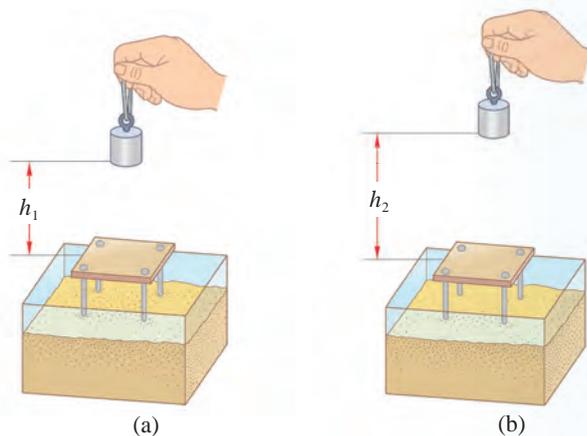


图 10-42 重物具有的重力势能与其所处高度的关系

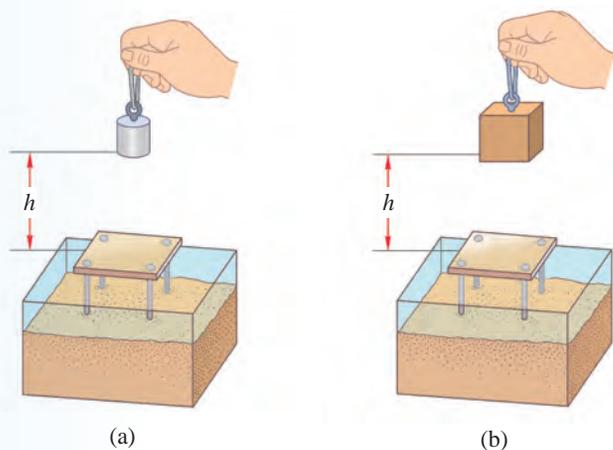


图 10-43 重物具有的重力势能与其质量的关系

实验探究结论为

物体被举得越高，质量越大，它具有的重力势能就越大。

在弯弓射箭时，弓张得越满，放手后，箭就射得越远。这表明，物体的弹性形变越大，具有的弹性势能就越大。

动能和势能的相互转化

滚摆在上、下运动的过程中，其动能与势能在不断地转化（图 10-44）。

单摆中的小球在左、右运动的过程中，小球的动能与势能在不断地转化（图 10-45）。

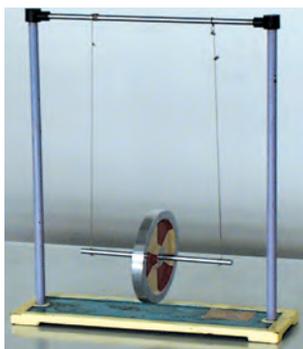


图 10-44 滚摆



图 10-45 单摆

再参照下述方法进行实验：

如图 10-43 所示，从同一高度自由下落的两个不同质量的重物冲击小方桌，比较小方桌下陷的深度，进而推断重物具有的重力势能与重物的质量的关系。

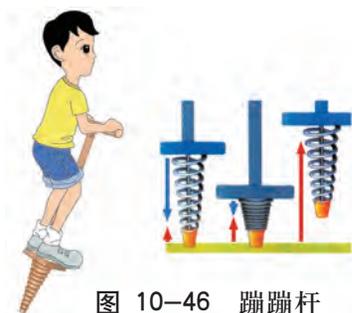


图 10-46 蹦蹦杆

你玩过蹦蹦杆吗？当你依靠自身的重力挤压蹦蹦杆下端的弹簧时，原有的重力势能就以弹性势能的形式储存在弹簧中。跃起时，弹性势能会被释放出来，帮你向上跳跃（图 10-46）。公园中的蹦蹦床具有相同的道理。

迷你实验室

小制作——抛掷装置

参照图 10-47，利用橡皮筋、木片及瓶盖，制作一个抛掷乒乓球的装置。

如果把橡皮筋拉得紧一点，手指松开后，看看球是不是会被抛得更远。

你能用所学的知识解释这一现象吗？

实验过程中，请注意安全。

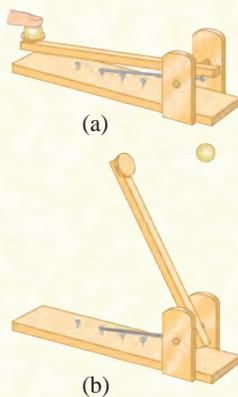


图 10-47 抛掷装置

作业

1. 汽车、摩托车与火车三种车辆如果速度相等，那么，它们的动能从大到小的顺序是_____、_____、_____。
2. 体积相等的铜球和木球在水平地面上以相同的速度做匀速直线运动，它们的动能相等吗？
3. 跳伞运动员在空中匀速下落过程中，动能是否变化？势能是否变化？机械能是否变化？
4. 沿光滑斜面下滑的物体，它们的动能与势能怎样转化？结合本节“加油站”中的知识，谈谈你的理解。
5. 你荡过秋千吗？请定性分析荡秋千过程中动能和势能是如何转化的。

请提?问

1. 能利用台风发电吗?
2. _____
3. _____
-



本章练习

1. 如图 10-48 所示的简单机械, 在使用中属于费力杠杆的是 ()。

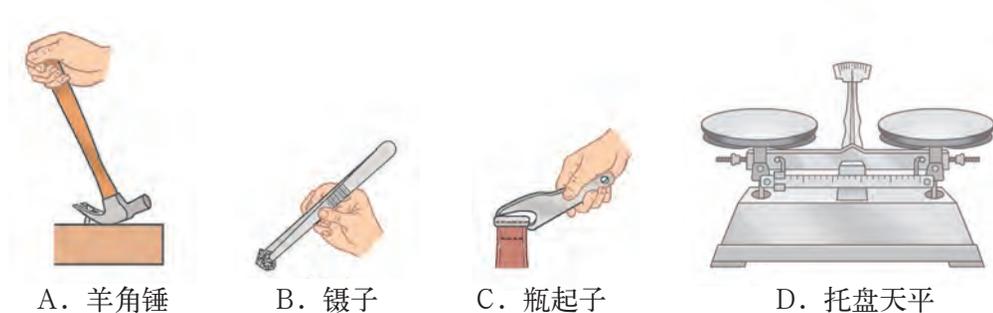


图 10-48

2. 用一个动滑轮来提升重物, 若动滑轮重为 10 N, 物重为 40 N, 摩擦不计, 则当物体匀速上升时, 作用在绳端的动力 F 是 _____ N; 若动力移动 20 cm, 则物体上升 _____ cm。

3. 图 10-49 是一个杠杆式简易起吊机, 它上面装了一个定滑轮可以改变拉绳的方向, 杠杆 OBA 可绕 O 点转动。在图上画出动力臂 l_1 和阻力臂 l_2 。

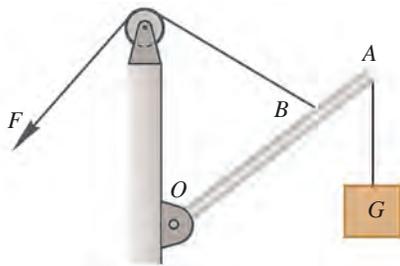
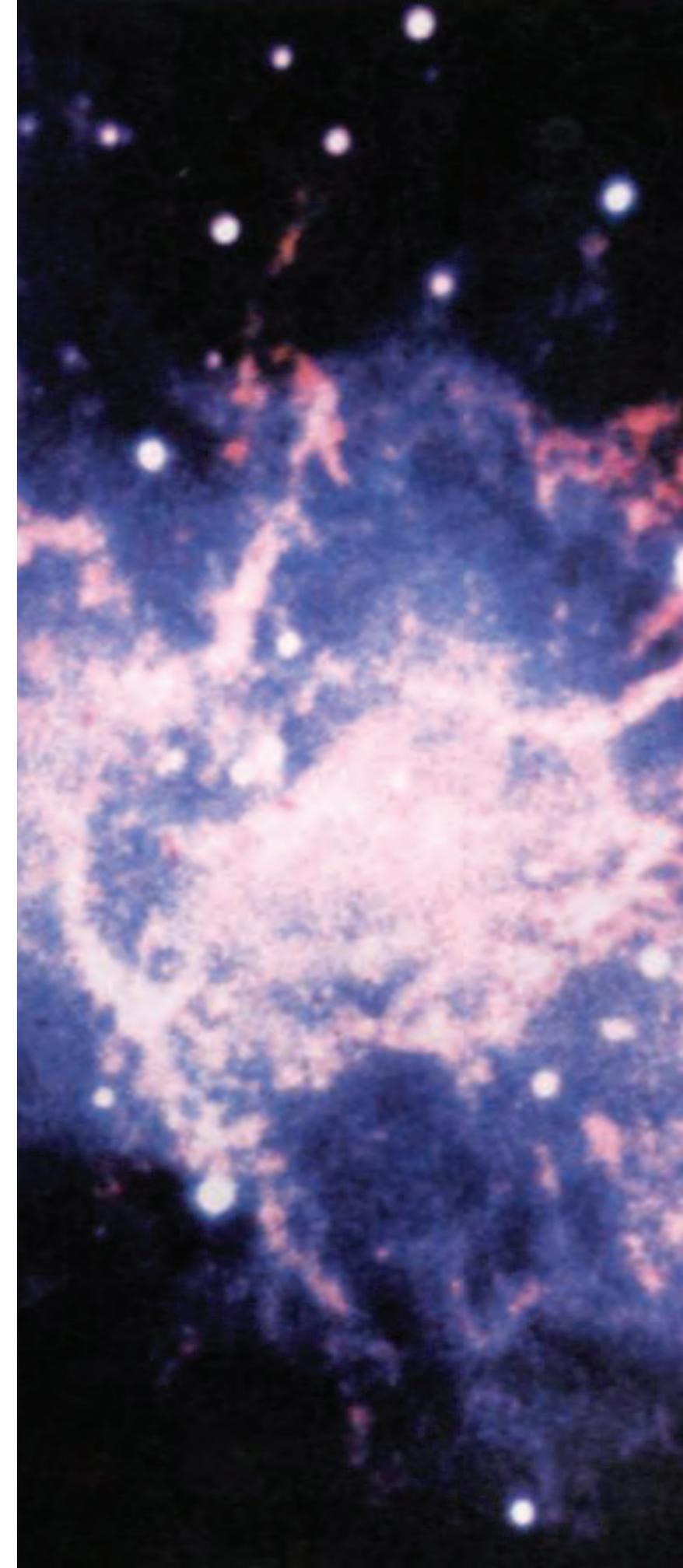


图 10-49

第十一章 小粒子 与大宇宙

走进微观
看不见的运动
探索宇宙



第一节 走进微观

自然的尺度

尘土、树木、水、火焰、空气、星辰，我们周围的一切，包括有生命的和无生命的，都是物质。

从无垠的宇宙到微小的基本粒子，物质以各种各样的形态展现着。

仰望天空，群星闪烁。宇宙到底有多大呢（图 11-1）？目前，人类能观测到的空间最远已到达 10^{26} m 的宇宙深处。

在我们的周围，有潺潺的流水，美丽的鲜花，远飞的大雁（图 11-2），嬉闹的人群。这便是人们熟悉的世界。

在人们不能直接看到的世界里，同样奥秘无穷。那里有细胞、病毒（图 11-3）、分子、原子……目前科学家的研究已深入到了 10^{-15} m 的微观领域。

从微观世界到无垠的宇宙，存在着各种各样的物质。科学家们正在探索着物质的奥秘。



图 11-1 浩瀚的星空



图 11-2 远飞的大雁

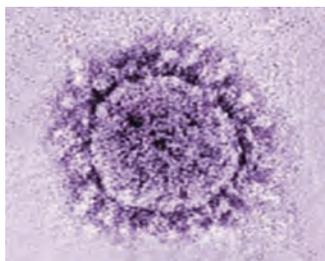


图 11-3 用电子显微镜观察到的SARS病毒

物质的组成

物质是由什么组成的呢？从古到今，人们一直在探寻着这个问题的答案。

古希腊人认为宇宙万物由水、火、土、气组成，称为“四元素说”；我们的祖先认为宇宙万物由金、木、水、火、土组成，称为“五行说”。后来，人们认识到若将物质无限地分下去，所得颗粒越分越小，小到这种颗粒能保持物质的性质不变为止，通常所说的物质就是由这种颗粒构成的。1811年，意大利物理学家阿伏加德罗（A. Avogadro, 1776—1856）最早把这种颗粒命名为“分子”。后来，人们又发现分子也有结构，它们是由原子组成的。

通常，物质是由分子或原子组成的。现代科技可以使人们观察到构成物质的分子或原子。图 11-4 所示是硅表面的硅原子排列的图像，图 11-5 所示是 DNA 生物大分子结构的示意图。

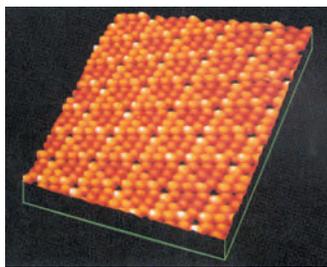


图 11-4 放大后硅表面的原子图像

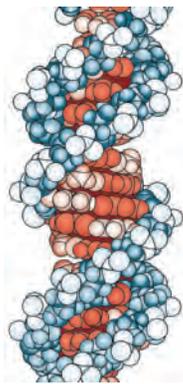


图 11-5 DNA 生物大分子结构的示意图

信息窗

氢分子是最小的分子，其尺度相当于一根头发丝直径的十万分之一，质量只有 10^{-27} kg 左右。

每个组成生命的基本组元 DNA 分子都含有几百万个原子。 1 cm^3 的水中就含有 3.34×10^{22} 个水分子；一个水分子的质量只有 3×10^{-26} kg。

交流与讨论

干旱的农田龟裂为土块，土块可碎成细泥，细泥又碎为沙尘，沙尘还能继续分裂吗？沙尘随风飘荡，会消失得无影无踪吗？



图 11-6 龟裂的土地

微观粒子

大约在 2400 年前，古希腊哲学家德谟克利特相信一切东西都是由微小的粒子组成的。分子也是如此吗？直到 19 世纪初，英国科学家道尔顿（J. Dalton, 1766–1844）才证明了原子的存在。有的分子由单个原子组成，叫做“单原子分子”；绝大多数分子由多个原子组成，叫做“多原子分子”。例如，水分子是多原子分子，它是由两个氢原子和一个氧原子组成的（图 11-7）。

19 世纪 70 年代，人们通过对气体放电现象的进一步研究，发现了阴极射线。1897 年，英国物理学家 J.J. 汤姆孙（J.J. Thomson, 1856–1940）发现阴极射线是由速度很高的带负电的粒子组成，这种粒子就是“电子”。

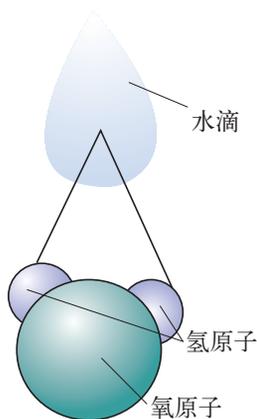


图 11-7 水分子模型

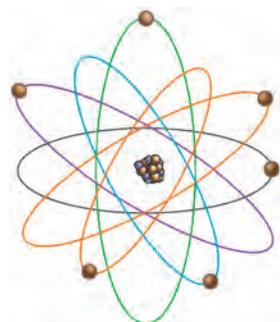


图 11-8 J.J. 汤姆孙在做实验

1911 年，卢瑟福（E. Rutherford, 1871–1937）在 α 粒子散射实验的基础上，提出了原子核式结构模型。原子的中心叫原子核，带正电，占很小的体积，但其密度很大，几乎集中了原子的全部质量；带负电的电子在不同的轨道上绕着原子核运动，就像地球绕着太阳运动一样（图 11-10）。



图 11-9 卢瑟福在实验室

图 11-10
原子核式结构模型

20 世纪初，科学家在探索物质结构的历程中，相继发现原子核可以释放出质子和中子，质子带正电荷，中子不带电，原子核是由质子和中子组成的（图 11-11）。

20 世纪 60 年代，科学家发现质子和中子都是由被称为“夸克”的更小的粒子组成。

20 世纪中叶起，人类为了探索微观世界的奥秘，制造了各种类型的加速器（图 11-12）。借助于不断完善的粒子加速器，又发现了 μ 子、 π 介子、K 介子、 Λ 超子、 Σ 超子及 τ 子等 400 余种粒子。这些粒子是比原子核更深层次物质存在形式。人类对自然界的认识永无止境，探索永不停止，微观世界的神秘面纱还有待于同学们去揭开。

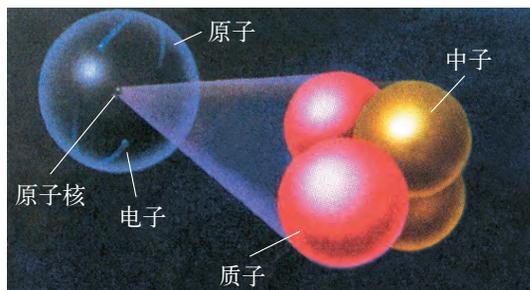


图 11-11 原子核结构示意图



图 11-12 直线重离子加速器

信息窗

微观粒子的空间尺度

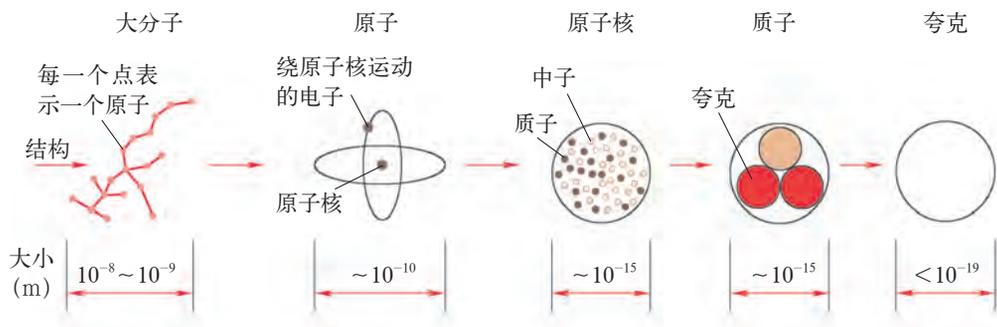


图 11-13 粒子的空间尺度

作业

- 在下列科学家中，对发现电子作出重大贡献的是（ ）。
 - 卢瑟福
 - 阿伏加德罗
 - 汤姆孙
 - 道尔顿
- 原子核式结构模型是由_____根据 α 粒子散射实验提出的。
- 原子核由哪些更小的粒子组成？这些粒子分别带什么电荷？

请提问

- 能看见基本粒子吗？
- _____
- _____
-

第二节 看不见的运动

分子间有空隙吗

通常，物质是由大量分子构成的。这些又小又轻的分子是不是一个挨一个地挤在一起不动呢？

实验探究

实验器材：量筒、水、染色酒精。

1. 往装有 50 cm^3 水的量筒中注入 50 cm^3 的染色酒精（图 11-14）。
2. 将结果记录在下表中。

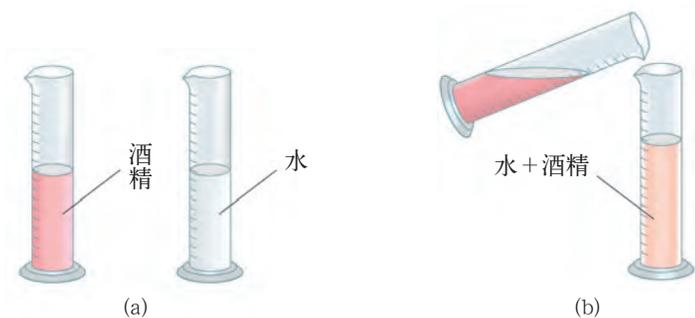


图 11-14 水与酒精的实验

混合前水的体积 V_1/cm^3	50
混合前酒精的体积 V_2/cm^3	50
预计得到的水和酒精的总体积 V/cm^3	
水与酒精混合后实际的总体积 V'/cm^3	

请比较上述表格中你预计得到的总体积与实际得到的总体积，你发现了什么？

当水与酒精混合时，总体积比预计的要小。

虽然肉眼不能直接看到物质内的分子，但上述实验表明：分子之间确实存在着空隙。

分子是运动的还是静止的

肉眼看不到又小又轻的分子，那么，怎样才能知道分子在运动呢？

实验探究

1. 将2个分别装有空气和红棕色二氧化氮气体的玻璃瓶口对口连接，中间用玻璃板隔开，将2个瓶采用3种放置法，如图11-15所示。当把中间的玻璃板抽掉后，仔细观察所发生的现象，你看到了什么？

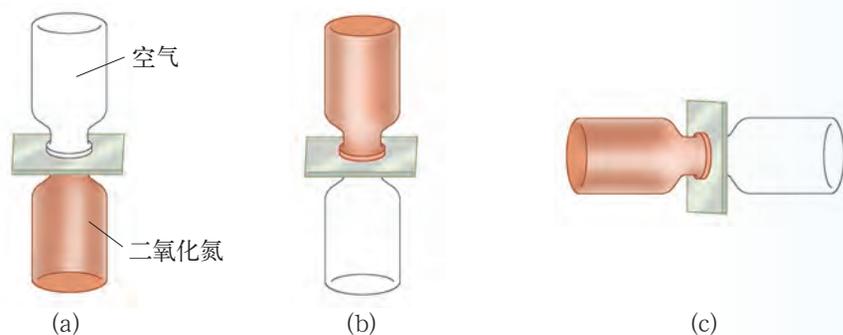


图 11-15 气体分子的运动

2. 在一杯水中滴入蓝墨水（图11-16），观察所发生的现象，你发现了什么？

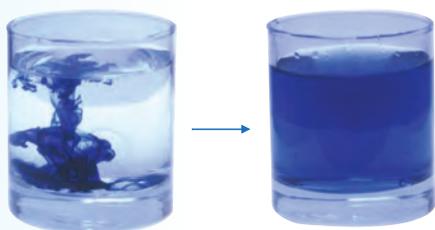


图 11-16 液体分子的运动

上面我们观察到的实验现象表明：

气体和液体中的分子是在永不停息地运动。

进一步研究表明，固体中的分子也在永不停息地运动着。

分子之间存在作用力吗

实验探究

1. 把两块表面干净的铅压紧，下面吊一个重物时 _____（选填“能”或“不能”）把它们拉开（图 11-17）。

2. 利用针筒抽取半筒水，用食指按住针筒嘴，然后用力推入活塞，看看水能否被压缩（图 11-18）。

水 _____（选填“容易”或“不容易”）被压缩。

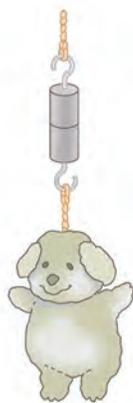


图 11-17
铅块能被拉开吗？



图 11-18 水能被压缩吗？

上述实验说明分子之间存在力的作用。

物体很难被拉开，说明分子间存在 _____；物体很难被压缩，说明分子间存在 _____。（均选填“引力”或“斥力”）

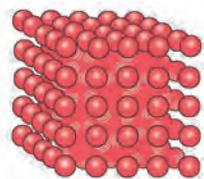
物质中的分子状态

物质的状态常分为固态、液态和气态。在不同的物质状态中，其分子的状态也是不同的（图 11-19）。科学研究表明，通常，物质是由大量分子组成的，组成物质的分子相互之间存在作用力（引力和斥力），分子都在永不停息地做无规则运动。物理学中称之为分子动理论。

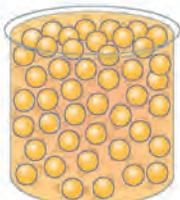
在固体中，分子间力的作用比较强，因而，固体有一定的体积和形状，不能流动。

在液体中，分子间力的作用较弱，分子在一定限度内可以运动。因而，液体没有确定的形状，但占有一定的体积，能够流动。

在气体中，分子间力的作用更弱了，因此，气体分子能自由地沿各个方向运动。因而，气体没有固定的形状，也没有确定的体积，能够流动。



(a) 固态



(b) 液态



(c) 气态

图 11-19 物质中的分子状态



作业

1. 挖开多年堆煤的地面，会看到地面下一定深度的土层带有黑色。这一现象表明煤的分子在不停地 _____，扩散到地面的土层中了。

2. 花香花美令人陶醉，由此产生了不少美妙的诗句及图画（图 11-20）。如，元代画家及诗人王冕就有这样的咏梅诗句：

冰雪林中著此身，
不同桃李混芳尘。
忽然一夜清香发，
散作乾坤万里春。



图 11-20 王冕
“南枝早春”咏梅图（局部）

请用你所学知识，解释花香四溢的现象。

3. 在固态、液态和气态的物质中，没有确定形状，没有确定体积的是（ ）。

- A. 固体和液体 B. 液体和气体
C. 固体和气体 D. 气体

请提？问

1. 可以用玻璃做分子引力实验吗？
2. _____
3. _____
-

第三节 探索宇宙

探索的历程

宇宙自古以来就是人类关注、困惑、探索的焦点。在人类漫长的历史进程中，人们主要依靠肉眼观察与推理来认识宇宙。他们对宇宙的认识很有限，并具有很浓的宗教色彩。

古希腊人认为地球是宇宙的中心，其他星体绕地球运转。公元 140 年前后，托勒密在前人观测和理论基础上，提出了地心说（图 11-21），认为地球居于中心，太阳和其他行星围绕地球转动。在很长的历史时期，人们都利用这一模型预测并解释天体运动。由于宗教学说的影响，这种理论影响人们的思想达千年之久。

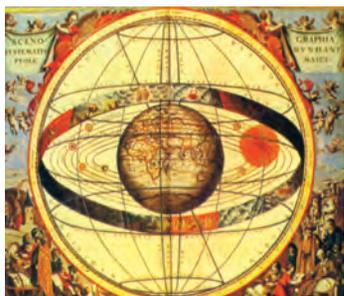


图 11-21
“地心说”宇宙模型



图 11-22
“日心说”宇宙模型

16 世纪中期，文艺复兴运动解放了人的思想，人们进入科学探索宇宙的伟大时代。哥白尼通过几十年的观察与分析，提出“日心说”（图 11-22），他认为太阳是宇宙的中心，水星、金星、地球、火星、木星及土星都绕太阳做匀速圆周运动，月球是地球的卫星。“日心说”能更简洁地描述行星运动，更清楚地解释诸多天文现象，由此，人们对宇宙有了新的认识。

开普勒（J. Kepler, 1571—1630）根据前人的观测和研究，提出了太阳系行星运动的三大定律。那么，这些行星为什么会如此运动呢？牛顿在前人

研究的基础上，运用开普勒行星运动定律和自己的研究成果，提出万有引力定律，并将相关成果写入《自然哲学的数学原理》。牛顿的万有引力定律是物理学的第一次大综合，将“地上的力”与“天上的力”统一起来，形成了以牛顿三大运动定律为基础的力学体系，为人类实现“飞天梦”奠定了理论基础。

莱布尼茨 (G. W. Leibniz, 1646—1716) 以及后来的众多科学家与哲学家，进一步研究宇宙，提出了什么是宇宙、为什么有宇宙等问题。面对这些问题，人类无论在理论还是实验方面皆有若干探索。尤其是在量子力学与相对论提出后，人类在走出地球、探索宇宙的进程中取得了更大的成就。

1961年4月12日，人类第一次乘飞船进入太空。1969年7月20日，“阿波罗”11号飞船首次使人类踏上了地球以外的土地——月球，迈出了人类历史的一大步。2016年，科学家们宣布，利用激光干涉引力波天文台 (LIGO, 图 11-23) 首次探测到引力波。这一发现为人类开启了探索宇宙起源以及弯曲空间的新旅程。2019年，我国“嫦娥四号”成功着陆月球，并通过“鹊桥” (“嫦娥四号”的中继星) 传回世界第一张近距离拍摄的月球背面影像图 (图 11-24)。这是中国人对世界航天事业做出的伟大贡献之一。



图 11-23 深入探索宇宙的激光干涉引力波天文台



图 11-24 人类首张近距离拍摄的月球背面高清影像图 (部分区域)

浩瀚的星空

我们生活的地球是浩瀚星空中太阳系这个大家庭里一颗相对很小的行星。太阳系除了太阳这颗唯一的恒星外，至今已发现还有八颗行星、60多颗卫星、2000多颗有正式命名或编号的小行星，以及数量可观的彗星和流星。



图 11-25 太阳系示意图

太阳系八颗行星部分近似数据

行 星	行星直径(相对地球)	距离太阳(相对地球)	公转周期(相对地球)
水星	0.38	0.39	0.24
金星	0.95	0.72	0.62
地球	1	1	1
火星	0.53	1.52	1.88
木星	11.2	5.20	11.9
土星	9.5	9.54	29.4
天王星	4.0	19.2	83.8
海王星	3.9	30.1	163.7

注：地球直径为12 735 km；地球到太阳的距离为 1.5×10^8 km；地球公转周期为365 d(天)。

银河系中有非常多像太阳这样的恒星。除太阳以外，距地球最近的恒星是半人马座的比邻星。它与地球之间的距离约是 40 万亿 km，光从比邻星出发大约需要 4.2 年才能到达地球。

在浩瀚的宇宙中，还有许多像银河系这样的星系。其中，仙女座河外星系是离银河系比较近的一个星系。从仙女座发出的光需要 200 万年才能到达地球，也就是说，我们在夜空中所见到的仙女座已是 200 万年以前的仙女座了。



图 11-26 银河系的想象图

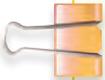


图 11-27 仙女座河外星系

翻开人类探索宇宙的历史篇章，我们不难发现，无论过去还是现在，无论在东方还是西方，人类对天空一直充满了美好的希望和梦想（图 11-28），人类探索宇宙的步伐将会不断加快。



图 11-28 科学幻想中的未来太空城市



迷你实验室

观察星空

你仔细观察过星空吗？和同学一起观察吧！最好请一个对星空有所了解的老师介绍。每次观察时做下记录，然后比较你观察的星星在春、夏、秋、冬的位置，看看有些什么变化。

请提问

1. 宇宙中的其他星球可能存在生命吗？
2. _____
3. _____
-



本章练习

1. 下列各项排列中，按照尺度的数量级由大到小排列的是（ ）。
 - A. 银河系、地球、原子、分子
 - B. 太阳系、银河系、生物体、分子
 - C. 太阳系、地球、电子、分子
 - D. 银河系、地球、分子、原子核
2. 下列现象中不能说明分子在不停地做无规则运动的是（ ）。
 - A. 扫地时尘埃在空中飞舞
 - B. 八月桂花飘香
 - C. 酒精瓶盖打开可以嗅到酒精气味
 - D. 堆煤的墙角时间久了会变黑

3. 自从汤姆孙发现了电子，人们开始研究原子的内部结构。科学家提出了许多原子结构的模型，在 20 世纪上半叶，最为大家接受的原子结构与图 11-29 中最相似的是（ ）。

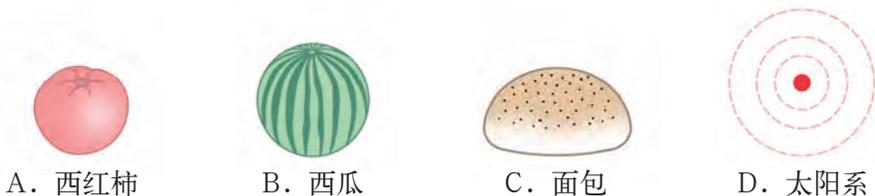


图 11-29

4. 小明跟爸爸去长江游玩，看到江水流得很快。小明说：“看，水分子运动得真快。”这句话对吗？为什么？

5. 如图 11-30 所示，把一块表面很干净的玻璃片挂在弹簧测力计下面，手持弹簧测力计上端，把玻璃片往下放到刚好和一盆水的水面接触，再慢慢向上提起弹簧测力计，观察到玻璃片未离开水面时弹簧测力计的示数比离开水面后的示数大，这是为什么？

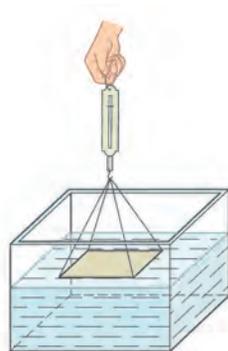


图 11-30

6. * 请上网查询与我国探月工程有关的内容。

实 践 与 总 结

1. 实践活动：

从互联网上收集资料和图片，如我国的第一颗人造卫星上天（图 11-31）、“天宫一号”成功对接等，与同学一起举办一个新中国航空航天成就主题展览。



图 11-31 我国第一颗人造卫星“东方红一号”

2. 本章总结：

本章的要点有 _____

后 记

本世纪初我国启动的基础教育课程改革，迄今十余年了，我们编写的义务教育物理课程标准实验教科书在实验区也使用了十余年。随着基础教育课程改革的深入，《义务教育物理课程标准（2011年版）》（以下简称《标准》）已由教育部正式颁布。为了落实《标准》的各项要求，我们于2012年针对《标准》对义务教育物理课程标准实验教科书进行了全面改写，修改后的教科书已经教育部审定通过。当年主要从以下几方面对教科书进行了全面改写：

(1) 以《标准》为依据对相关内容进行改写；(2) 调整教科书结构，使其更符合教学规律；(3) 增加文字量，使其有利于学生预习、自学和巩固；(4) 增加章末总结和部分习题，使其更有利于教学评价与反思；(5) 增加章末实践活动，以便激发学生探索兴趣，培养其动手能力；(6) 提炼、整合核心内容，适当照应学生学习的需求差异；(7) 调整版式，使教科书更美观、合理，可读性强。

本教科书编写组主要成员及分工如下：

主 编：廖伯琴

核心成员：赵保钢、唐果南、王继珩、邓磊、朱霞、李太华、李富强

统稿定稿：廖伯琴

编务联系：李富强

本教科书于2001年首次出版，当年编写的依据主要是《义务教育物理课程标准（实验稿）》，编写人员有廖伯琴、何润伟、赵保钢、汪延茂、唐果南、王继珩、胡炳元、刘兵、李跃红、路文艳、杨思锋、梅小景、邓磊、汪勃、李太华、张金山、赵谊伶、宋世骏、高家柱、褚慧玲。另外，张书迪女士为教材编写组设计了图标，并在版式设计方面提出了有益建议。随着课改的深入，编写人员也进行了适当的调整集中，本教科书及配套资源的逐年修订及全面改写等由编写组主要成员完成。

今年我们又对本教科书及其配套资源《物理教学参考书》《物理学生用书》等进行了完善性修改。在修改中得到了多方专家、学者、教师、教研员、学生以及家长的热诚帮助，得到了上海科学技术出版社的鼎力支持。在此，我们特向提供帮助的各方人士表示由衷感谢！

挑战与发展共存！我们期待支持，也期待斧正，我们恳请各方人士不吝赐教。谢谢！

主编 廖伯琴

义务教育物理课程标准实验教科书编写组

2014年4月于西南大学荟文楼

说 明

本书下列图片由东方 IC 提供：图 3-10（李富华），图 3-14，图 3-17（孙新明），图 4-33（肖远洋），图 6-31（b）（邱齐龙），图 6-31（c）（竺钢），图 8-11（慧眼），图 8-26（韩玉洪），图 10-27（陈翊亮），第四章章首图，第六章章首图，第八章章首图，第十章“和谐号”动车图（王商林）。

下列图片由视觉中国提供：图 1-2，图 1-3，图 1-4，图 2-11，图 2-20，图 2-28，图 3-1，图 3-23，图 3-26，图 4-1，图 4-23，图 4-57，图 8-7，图 8-15，图 8-54，图 10-28。

下列图片由 zeevveez 提供：图 11-22。

下列图片由 LIGO Laboratory 提供：图 11-23。

物理

八年级 全一册



绿色印刷产品

审批编号：皖费核（2021年秋季）第0106号

举报电话：12315

ISBN 978-7-5478-1284-6



9 787547 812846 >

定价：14.71元