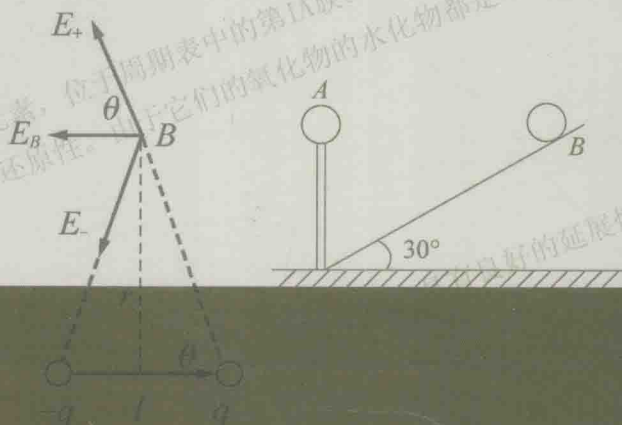


总主编 许 涓
主 编 贾 飞
编 写 贾 飞 宋志怀 武荷岚

预科

物理 基础教程



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

同济大学 985 三期“外国留学生预科教育模式探索与实践”

预科物理基础教程

总主编 许 涓
主 编 贾 飞
编 写 贾 飞 宋志怀 武荷岚



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

04

458

图书在版编目(CIP)数据

预科物理基础教程/贾飞主编;贾飞,宋志怀,武荷岚编写. —北京:北京大学出版社, 2014.12

ISBN 978-7-301-25192-8

I. ①预… II. ①贾… ②宋… ③武… III. ①物理学—高等学校—教材 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 280339 号

书 名: 预科物理基础教程

著作责任者: 许 涓 总主编 贾 飞 主编 贾 飞 宋志怀 武荷岚 编写

责任编辑: 张弘泓

标准书号: ISBN 978-7-301-25192-8/O · 1044

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电子信箱: zpup@pup.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62753374 出版部 62754962

印 刷 者: 三河市北燕印装有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.75 印张 380 千字

2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷

定 价: 60.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前言

这是一套预科专业基础课教材，写给立志在中国各高校本科学习专业的世界各国学子。

仿佛还是昨天，中国的莘莘学子历尽艰辛，克服重重困难，苦寻机会留洋海外，到世界各发达国家去学习先进的科学技术与思想文化。今天，中国不但已成为世界重要的留学输出国，同时也已成为世界重要的留学目的地国。特别是近年来，我国出国留学人数与来华留学生人数迅速攀升，且已基本持平，形成了应有的良好的互动。这是每一个熟悉中国历史的人，不得不为之感叹的巨变！世纪更迭，中国的高等教育发生了翻天覆地的变化！

自 20 世纪改革开放以来，随着中国经济实力、国际影响力的提升，来自世界各国的留学生不仅数量屡创新高，教育层次也大大提升。最近几年，来华留学的学历生人数增幅明显，其中一部分是接受中国政府奖学金资助来华学习的。但是，大多数即将进入中国高校本科学习专业的学历生，在来华前没有汉语基础，数理化等专业基础知识与中国学生也存在一定的距离。由于同时存在着语言、文化与专业基础知识的障碍，来华后若只经过一段时间的汉语补习，就要与中国大学生同堂听课，这个困难是可想而知的。

为保证中国政府奖学金本科来华留学生教育质量、提高奖学金使用效益，中国教育部规定，自 2010 年起，凡来华攻读本科学位的中国政府奖学金生，须先进入国家留学基金委指定的大学预科班学习。预科班课程内容分为基础汉语、专业汉语、专业基础知识与中国文化四类，学习期限为 1~2 年。预科阶段考试成绩合格者方可进入专业院校学习。这一举措，大大促进了来华留学生预科教育的开展，为本科来华留学生在本国接受的中等教育终点与我国高等教育起点之间搭建了必需的坚实的桥梁。

同济大学是目前国家留学基金委制定的开展预科教育的七所大学之一，在接受预科教育任务后，学校领导高度重视，各职能部门通力协作，教学部门努力拼搏，高效率、高质量地完成了 2009 学年、2010 学年预科教育工作，受到教育部国际合作与交流司、国家留学基金委的表扬。在教育模式初步建构，教育成果初步显现的同时，使预科教育在实践与探索中得到科学的提升，打造预科教育品牌成为同济大学预科部的新目标。2011 年，同济大学预科部“外国留学生预科教育模式探索与实践”课题成功申报同济大学 985 重点建设项目，使充实教学大纲，更新课程设置，推动课程建设，优化教学模式，编写紧缺教材，增进同行交流等工作提上日程，紧锣密鼓，快马加鞭地开展起来。

作为“外国留学生预科教育模式探索与实践”课题的子课题之一，这套预科专业基础课教材即是在上述时代背景、国际教育背景、学科建设背景下应运而生的。同济大学预科部承担的是理工农医（中医除外）类和医学类预科生教育，按照教育部的规定，这两类学生预科学习期限仅为1年。时间紧、任务重；学生起点低，结业要求高成为预科教育中无法回避的矛盾，但同时又是必须解决的问题。同济大学预科部课程设置在第一学期主要强化汉语，第二学期在继续开设汉语课、专业汉语课的同时，增设数理化等专业基础课。面对只有4个多月汉语学习经历，汉语水平仍处在初级阶段的外国学生，要在课时极为有限的情况下，帮助学生克服语言障碍，从最简单的数理化概念、符号、知识引入，最终让他们听懂用汉语传授的、并能与大学课程接轨的数理化知识，无疑是一个巨大的挑战。这不仅需要一支特殊的师资队伍，也必然需要一套特殊的数理化教材。

活跃在同济大学预科部数理化专业基础课课堂上的老师们都来自同济大学理学部数理化系科，他们既有深厚的专业素养，丰富的教材编写经验，同时还拥有多年执教同济大学留学生新生院数理化课程的经历。走进预科课堂，面对特殊的教学对象，他们深感需要一套即接近学生水平，又指向专业需要的基础课教材。多位骨干教师急教学之所需，参考上课讲义，结合教学实践，开始着手编写适用于预科课堂的数理化教材。由于教学时间有限，教学容量巨大，老师们精心筛选教材内容，提炼重点难点，反复琢磨编写形式，各个章节逐渐成形，随后又在教学中试用打磨，反复修改，终成硕果。这是一套开篇起点低，各章跨度大，取舍合理，最终与高校数理化课程接轨，既传授数理化汉语，更传授数理化知识，“浅入深出”，特色鲜明的预科数理化教材。

我们相信这套教材的出版将为预科教育的宏伟大厦添砖加瓦；我们期待外国留学生预科教育能为中国高校输送优质人才；我们更渴望在21世纪的今天，中国高等教育能进入国际领域打造品牌，争创一流，为教育强国开创美好的未来。

本套教材在编写之初，参考了天津大学国际教育学院预科部数理化课程讲义，在此表示衷心的感谢！

本套教材得到同济大学985三期“外国留学生预科教育模式探索与实践”子课题的资助，感谢同济大学校领导和国际文化交流学院院长领导的鼓励与支持！

许 涓

2011年8月

编写说明

物理是来华即将进入本科攻读理学、工学、农学、医学（中医药专业除外）专业的预科生的必修课。本教材是同济大学物理科学与工程学院为以上专业来华预科留学生编写的。教材包含了中国初中、高中物理教材的大部分内容，并结合大学物理的要求予以简化，旨在强化预科留学生在物理学习和日常生活中需要的物理汉语词汇，建立与中国大学物理学习的桥梁，同时对科技汉语的学习起到促进作用，为他们进入中国大学学习后继专业打下基础。

预科生的特点是汉语基础较弱，仅仅在中国接受过一个学期的汉语强化教学，同时物理基础差异较大，因此本教材对物理的基本知识进行了精简，汉语文字尽可能通俗易懂，尽量不以大段文字表述。为提高他们学习物理的兴趣，教材尽可能生活化，同时插入大量图片帮助其理解专业词汇和专业用语。并且设计了“读一读”部分，用拼音和英文同时标注物理生词，以减少其阅读和学习障碍。

本教材共分九章，内容包括力学、电磁学、热学、光学、原子物理等。在每一节中，基本分为“读一读”“说一说”“学一学”“想一想”“练一练”等环节，旨在帮助学生循序渐进掌握所学内容。教师可根据实际需要来选择教学内容。

同济大学国际交流学院许涓对数理化全套教材的编写范围、编写风格、编写体例做了定位与协调工作。本书力学部分（第一章至第八章）由同济大学物理科学与工程学院贾飞编写，热学（第九章，第十章）和光学部分（第十四章，第十五章）由同济大学物理科学与工程学院武荷岚编写，电磁学部分（第十一章至第十三章）由同济大学物理科学与工程学院宋志怀编写。同济大学物理学院王祖源、张睿对本书的编写提供素材并提出许多宝贵的意见。全书由贾飞统一编排和校对。

本教材可供在中国接受过一个学期汉语教育的预科生物理课堂使用，也可作为来华留学生学习物理的自学教材。

本书在成稿过程中得到了同济大学国际文化交流学院的各位领导的大力支持，在此表示衷心的感谢！

编者水平有限，本教材的缺点和错误在所难免。敬请各位同仁和广大读者批评指正。

编 者

2013 年 10 月于同济园

目 录

第一章 力

(Force)	1
---------	---

第一节 力的基本知识	2
------------	---

第二节 相互作用	14
----------	----

第三节 力的合成与分解	41
-------------	----

第四节 共点力的平衡	50
------------	----

第二章 运动的描述

(Description of Motion)	54
-------------------------	----

引言	54
----	----

第一节 质点、参考系和坐标系	55
----------------	----

第二节 时间和位移	60
-----------	----

第三节 运动快慢的描述——速度	64
-----------------	----

第四节 匀速直线运动	67
------------	----

第五节 匀变速直线运动	68
-------------	----

第六节 匀变速直线运动规律及应用	71
------------------	----

第七节 自由落体运动	76
------------	----

第三章 牛顿定律

(Newton's Law)	79
----------------	----

引言	79
----	----

第一节 牛顿第一定律	81
------------	----

第二节 牛顿第二定律	85
------------	----

第三节 牛顿第三定律	91
------------	----

第四节 牛顿定律的应用	94
-------------	----

第五节 力学单位制	97
-----------	----

第六节 惯性系与非惯性系	99
--------------	----

第四章 曲线运动

(Curvilinear Motion)	106
----------------------	-----

第一节 曲线运动	106
----------	-----

第二节	曲线运动的合成和分解	108
第三节	抛体运动的规律	110
第四节	圆周运动	117
第五节	向心力	123
第六节	万有引力定律	128
第五章 动量守恒定律		
	(Law of Conservation of Momentum)	130
第一节	动量守恒定律	130
第二节	反冲运动火箭	135
第三节	动量定理 冲量	139
第六章 机械能守恒定律		
	(Law of Conservation of Mechanical Energy)	143
第一节	功	143
第二节	功率	147
第三节	功和能	149
第四节	重力势能	150
第五节	弹性势能	155
第六节	动能和动能定理	157
第七节	机械能守恒定律	161
第八节	能量守恒定律	165
第七章 机械振动		
	(Mechanical Oscillation)	167
第一节	简谐运动	167
第二节	简谐运动的描述	169
第三节	简谐运动的回复力和能量	172
第四节	单摆	174
第八章 机械波		
	(Mechanical Wave)	178
第一节	机械波	178
第二节	波长、频率和波速	182
第九章 分子运动理论		
	(Theory of Molecular Motion)	184
第一节	分子热运动	184

第二节 分子势能	194
第三节 内能	198
第十章 气压	
(Pressure)	202
第一节 大气压的存在	202
第二节 气体的体积、压强、温度之间的关系	207
第三节 理想气体的状态方程	212
第四节 气体压强的微观意义	215
第十一章 电场	
(Electric Field)	218
第一节 真空中的库仑定律	218
第二节 电场和电场强度	229
第三节 电势能、电势和电势差	242
第十二章 磁场	
(Magnetic Field)	262
第一节 磁现象	262
第二节 磁场	265
第三节 磁场对通电导线的作用	274
第四节 磁场对运动电荷的作用	284
第五节 安培分子电流假说	294
第六节 磁通量	295
第十三章 电磁感应	
(Electromagnetic Induction)	298
第一节 电磁感应现象	299
第二节 产生感应电流的条件	302
第三节 楞次定律	307
第四节 法拉第电磁感应定律	313
第五节 电磁感应定律的应用	318
第十四章 几何光学的基本知识	
(Basic Knowledge of Geometrical Optics)	325
第一节 光现象	325
第二节 光的直线传播和光速	332
第三节 光的反射	335

第四节	光的折射	337
第五节	全反射	340
第六节	棱镜和透镜	343
第十五章 光的本性		
	(Nature of Light)	352
第一节	光的干涉	352
第二节	光的衍射	357
第三节	光的电磁说和电磁波谱	360
第四节	光电效应和光子	362
第五节	光的波粒二象性和物质波	366

第一章 力

(Force)



你看得见吗？

你看不见，我也看不见

当水滴轻轻落下时，

我知道

那里有力。

你看得见吗？

你看不见，我也看不见

当帆船驶过湖面时

我知道

那里有力。

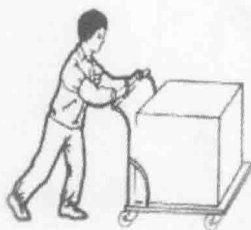
.....

第一节 力的基本知识

(一) 力 在 哪 里?

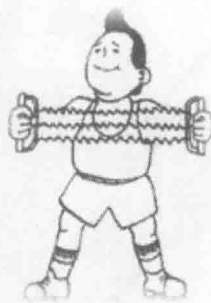


看一看



tuī chē

图 1.1-1 推 车



lā tán huáng

图 1.1-2 拉 弹 簧



tí shuǐ tǒng

图 1.1-3 提 水 桶



zuò shā fā

图 1.1-4 坐 沙 发



做一做



bāi wàn zi

图 1.1-5 掰 腕 子



gǔ zhǎng

图 1.1-6 鼓 掌

通过以上的活动，你感受到力的存在了吗？



读一读

力

lì

force

无形的

wúxíngde

invisible

无处不在

wú chù bú zài

everywhere



学一学

力，是无形的，力在我们的生活中无处不在。



动手动脑学物理

生活中还有哪些地方应用了力（见下图）？看一看，说一说。



(二) 力的概念



读一读

旱冰鞋

hànbīngxié

roller skates

物体	wùtǐ	object
相互作用	xiānghù zuòyòng	interaction
受力物体	shòulì wùtǐ	forced object
施力物体	shīlì wùtǐ	exerting object
只有	zhǐyǒu	only
生命	shēngmìng	life
把……推倒	bǎ...tuīdǎo	push over

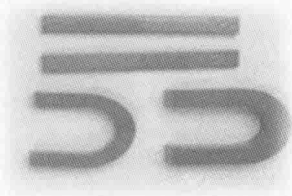


图 1.1-7 磁铁 (magnet)

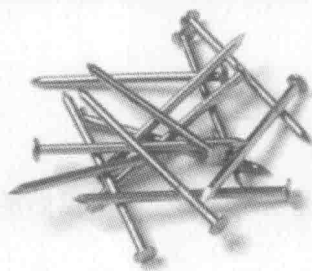


图 1.1-8 铁钉 (nail)



说一说

一个学生穿上旱冰鞋用力推墙，他会后退（如图 1.1-9），为什么？



学一学

力是物体与物体之间的相互作用。

一个物体受到力的作用，一定有另外一个物体施加这种作用，前者是受力物体，后者是施力物体。力的作用是相互的，受力物体和施力物体同时存在。只要有力发生，就一定有施力物体和受力物体，所以力是不可以脱离物体存在的。

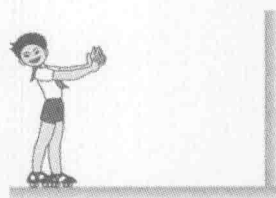


图 1.1-9



动手动脑学物理

力的作用是相互的。

伸出手去，让一个同学打，你感到疼了吗？打你的同学也感到疼了吗？

坐在小船上，用力推另一只小船（如图 1.1-10）。能够把另一只小船推开而自己坐的船不动吗？



图 1.1-10



英文备注

lì shì wù tǐ yǔ wù tǐ zhī jiān de xiāng hù zuò yòng

1. 力是物体与物体之间的相互作用。(Force is the interaction of material objects.)

lì bù kě yǐ tuō lí wù tǐ cún zài

2. 力不可以脱离物体存在。(A force cannot exist independently of material bodies.)

(三) 力的三要素



读一读

施加	shījiā	exert
体会	tǐhuì	experience
效果	xiàoguǒ	effect
位置	wèizhì	position
物理量	wùlǐliàng	physical quantity
大小	dàxiǎo	magnitude
弹簧秤	tánhuángchèng	spring scales, spring balance
测量	cèliáng	measure
单位	dānwèi	unit
牛顿	niúdùn	newton
方向	fāngxiàng	direction
作用点	zuòyòngdiǎn	the point of application
门轴	ménzhóu	door hinge
影响	yǐngxiǎng	influence
三要素	sān yàosù	three factors



做一做

1. 对桌子上的书，在同一位置同一方向，施加不同大小的力，体会施力产生的不同效果。
2. 对桌子上的书，用相同大小的力，在同一位置，向不同方向用力，体会施力产生的不同效果。
3. 用大小、方向均相同的力 F_1 和 F_2 推门（如图 1.1-11），推力作用到 B 点比作用到 A 点更易于把门推开。这说明什么？

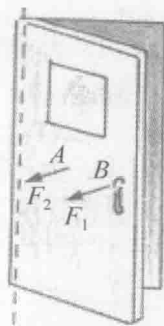


图 1.1-11



学一学

力是一个物理量，它具有大小和对应的单位。可以用弹簧秤来测量力的大小。物理学中，力的单位是牛 [顿]，简称牛，符号是 N 。托起一个鸡蛋的力大约是 $0.5 N$ 。

物体受到的重力的方向竖直向下，空气中物体受到的浮力的方向是竖直向上的。这说明力是有方向的。力的方向不同，力的作用效果也不同。

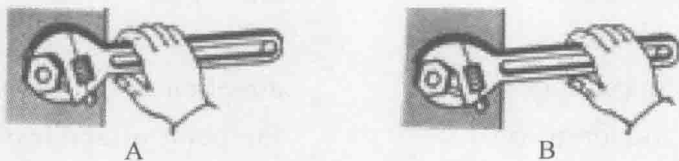
开门的时候，用同样大小的力，力的作用点离门轴越远，开门越容易，这说明，力的作用点同样影响力的作用效果。

力的三要素包括：力的大小、力的方向、力的作用点。



动手动脑学物理

1. 如图 1.1-12 所示，用扳手拧螺母时，哪种效果好（填“ A ”或“ B ”），这说明力的作用效果跟力的有关。（ ）



bǎn shǒu nǐng luó mǔ

图 1.1-12 扳手拧螺母

2. 中国人吃饭时，用筷子夹菜，手握的位置高低不同，所需力的大小不同。这个现象说明了（ ）。

- A. 力的作用效果跟力的大小有关
- B. 力的作用效果跟力的作用点有关
- C. 力的作用效果跟力的方向有关
- D. 力的作用效果跟力的大小、方向、作用点都有关

3. 寻找“力的三要素”在生活中的例子。

(四) 力的作用效果



读一读

静止	jìngzhǐ	motionless
运动	yùndòng	motion
改变	gǎibiàn	change
形状	xíngzhuàng	shape
速度	sùdù	velocity
状态	zhuàngtài	state
瘪	biě	sink down
捏	niē	hold between the fingers, pinch
爆	bào	explode, burst



看一看，做一做



图 1.1-13 力使静止的物体运动



图 1.1-14 力改变物体的运动方向

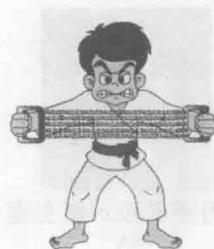


图 1.1-15 力改变物体的形状