中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材委员会审定

物　　理

上　　册

主　　编　卢灿华
副 主 编　闫少勋　段超英
责任主审　张维善
审　　稿　林　婉

高等教育出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内容简介

本书为国家规划教材,是根据教育部2000年颁布的《中等职业学校物理教学大纲(试行)》编写的.根据新大纲的要求,本书设置了96学时的基础模块内容,供各专业通用;同时设置了54学时的选修模块内容,供不同专业选用.

本书处处着眼于对学生创新精神和创业能力的培养,着眼于对学生的观察、思维、实践能力的培养,在内容上增强了科学性、时代性、实用性和趣味性,使其更适合中等职业教育的教学特点和教学需要.

本书分上、下册.上册共7章,分别为几何光学,力,直线运动,牛顿运动定律,功和能,曲线运动、万有引力定律,机械振动和机械波.

本书可作为中等职业学校各专业的物理课程的教材,也可供有关科技人员参考.

图书在版编目(CIP)数据

物理:上册/卢灿华主编.—北京:高等教育出版社,2001.6

ISBN 7-04-009540-8

Ⅰ.物… Ⅱ.卢… Ⅲ.物理学-专业学校-教材 Ⅳ.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第10493号

责任编辑 段宝平 封面设计 刘晓翔 责任绘图 朱 静 尹文军
版式设计 马静如 责任校对 存 怡 责任印制

物理 上册
卢灿华 主编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街55号 邮政编码 100009
电 话 010-64054588 传 真 010-64014048
网 址 http://www.hep.edu.cn
http://www.hep.com.cn
经 销 新华书店北京发行所
印 刷
开 本 787×1092 1/16 版 次 年 月第 版
印 张 12.5 印 次 年 月第 次印刷
字 数 140 000 定 价 12.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换.

版权所有 侵权必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神，教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用.

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过. 新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养. 新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试. 新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要.

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高.

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年五月

前　言

本书根据教育部2000年颁布的《中等职业学校物理教学大纲(试行)》编写.为了贯彻全面推进素质教育,培养具有实践能力、创业能力和创新精神人才的思想,我们在本教材的编写上进行了一些创新和改革,采用了有利于学生创新思维和能力培养的编写方法,在结构体系、内容设置上形成了自己的特色.

本教材在内容设置上涵盖了新大纲所规定的96～150学时的全部教学内容,其中96学时为基础模块内容,54学时为选修内容.选修部分的各章节加上了“*”号,供各类不同的专业根据需要选用.为了适应素质教育,突出能力培养,我们根据新大纲的精神,适当浅化了理论,将基础模块构建成96学时的“知识平台”,习题也以浅易为主,扩大了教材的通用性,以适应各类不同中等职业学校的教学需要.

为了便于学生理解及知识点的衔接,编写本教材时我们在极个别需要的地方设置了大纲上未作要求的内容,如棱镜、透镜和透镜成像、输出功率、欧姆表等,目的在于过渡出光的色散、凸透镜公式和学生实验中的“输出功率和负载电阻的关系”、“多用表的使用”等.

在编写中我们注意了继承和借鉴传统教材的优点,保持了原有的理论系统,仅在局部地方做了调整.例如,为了降低学生初学中职物理的难度,将“几何光学”安排在第一章;鉴于原子物理内容太少,不宜单独成一章,我们将“原子核式结构”、“玻尔的原子模型和能级”放在“光的本性”这一章,这样不仅有利于教师讲解光谱、光谱分析、激光等部分的内容,更有助于学生理解光的产生同原子结构的关系.

为了增强教材的时代性、先进性、实用性,使教材能激发学生的好奇心、求知欲,并由此而产生创造性的思维和动手实践的冲动.我们在编写教材内容和习题时,尽可能地将物理知识与现代科技、社会生产、日常生活中的实际运用相结合.

为了有利于学生创新思维的培养,本教材在叙述物理知识时尽可能不采用传统的易于产生求同思维的、从定理定律到实例的演绎方法,而采用易于萌生求异思维和发散思维的、从实例到理论的归纳方法.

为了有利于对学生实践能力和创新精神的培养，我们在写法上也进行了一些革新，我们对每一个知识点都采用了“三步到位”的写法．所谓“三步到位”，即第一步引入知识，第二步阐述知识，第三步运用知识(包括科技上的运用和学生在实践中的运用)．

教材在引入知识的过程中，力求营造一个对学生进行能力培养的“渠道”和创新思维培养的“空间”．我们选用一个与知识点内容密切相关的，有科学性、实用性、思想性的实例，在叙述实例中引出知识点．接着在[想一想]栏中设问，所设问题应是学生迫切求答的问题，架起实例与物理知识间的桥梁，引导学生从实际的现象中去积极地思考问题．然后尽可能设置演示实验，创设情景，引导学生去观察现象，分析问题，获得思维技能的训练和感性认识．希望这一步起到培养学生观察、分析、思维能力的作用，培养学生养成自觉观察周围事物的习惯和激发学生的求知欲的作用．

第二步，即知识的叙述．我们改革了过去单纯阐述物理知识的写法，尽可能地创设一种研究性学习的氛围，抓住前面[想一想]栏中所设置的问题，顺应学生迫切解惑的心理展开对知识的阐述．在引导学生分析、综合、归纳、演绎的过程中，将感性认识上升到理性认识．这部分内容是课文的中心内容，单独用宋体字表示，各章节的这一部分内容可联成一个系统，便于学生阅读时抓住重点和要领．

第三步是运用知识指导实践．在教材的这部分创设了一些相应的栏目，开辟了学生联系实际运用物理知识的渠道和展示自己创造技能的空间．

在[小实验]、[试试看]、[观察与思考]栏中，设置了将理论与实践相联系的实验及实践研究的小课题，使学生通过动手操作，加深对理论的理解．

为了增强教材的科技性、实用性、趣味性和现代性，开阔学生的眼界，扩大学生的知识面，在[科技之窗]、[知识博览]栏中,介绍了与所学知识有关的现代科技、生产实践、日常生活、自然现象中的事物.在[知识博览]栏中，有时还介绍与该处知识相关的科学家，以及他们研究物理的科学精神、科学方法，使学生通过这些生动事例的“耳濡目染”，激发出爱祖国、爱科学、爱物理的激情，形成科学的世界观和方法论．

本教材在语言文字上也努力做到通俗易懂，形象生动，活泼有趣，贴近学生，而且图文并茂，可读性强，易为中职学生接受和喜爱．

全书使用国际单位制单位,物理量的名称符合1996年全国自然科学名词审定委员会公布的《物理学名词》．

本教材由卢灿华任主编，闫少勋、段超英任副主编．卢灿华全书统稿，并编写“走进物理学”、第一、第六、第十三、第十四章．第九、第十、第十一、第十

需要全本请访问 www.ertongbook.com

二章由闫少勋编写．第二、第三、第四、第五、第七、第八章由段超英编写．检测题由宋安国完成．

本教材由高等教育出版社聘请张世忠、徐家申主审，周继礼、孙启天、王颖哲、朱玉民、袁望曦、孙祥林、王柏林、牛金生、韩宝权、费颂林等为本书的编写提出过宝贵意见，王小波为本书绘制了部分插图，编者在此一并表示感谢．

在新的教改形势下，如何转换教材单纯知识载体的角色，如何使教材在素质教育中发挥出应有的作用，如何突破传统教材“教科书文体”，使教材更生动活泼，本教材做了初步的尝试和探索．作为新教材，一定存在许多不足之处，欢迎批评指正．

编　者

2001 年 2 月 10 日

目　　录

走进物理学 …… 1
第一章　几何光学 …… 5
§ 1.1　光的折射 …… 6
§ 1.2　光的全反射 …… 10
§ 1.3　光的色散　棱镜 …… 14
§ 1.4　透镜　凸透镜成像 …… 16
§ 1.5　凸透镜成像公式　像的放大率 …… 19
§ 1.6　显微镜　望远镜 …… 22
本章小结 …… 25
检测题 …… 26
第二章　力 …… 28
§ 2.1　力 …… 29
§ 2.2　重力 …… 30
§ 2.3　弹力 …… 31
§ 2.4　摩擦力 …… 33
§ 2.5　力的合成 …… 36
§ 2.6　力的分解 …… 39
§ 2.7　力矩 …… 44
本章小结 …… 46
检测题 …… 48
第三章　直线运动 …… 50
§ 3.1　描述运动的几个物理量 …… 51
§ 3.2　平均速度和瞬时速度 …… 54
§ 3.3　匀变速直线运动 …… 58
§ 3.4　自由落体运动 …… 65
本章小结 …… 69
检测题 …… 70

第四章　牛顿运动定律 …… 72
§ 4.1　牛顿第一定律 …… 73
§ 4.2　牛顿第二定律 …… 76
§ 4.3　牛顿第三定律 …… 80
*§ 4.4　物体受力分析 …… 83
§ 4.5　牛顿定律的解题运用 …… 87
§ 4.6　动量　* 动量定理 …… 93
§ 4.7　动量守恒定律 …… 97
*§ 4.8　牛顿力学的适用范围 …… 103
§ 4.9　国际单位制(SI) …… 106
本章小结 …… 109
检测题 …… 110
第五章　功和能 …… 113
§ 5.1　功 …… 114
§ 5.2　功率 …… 117
§ 5.3　动能　动能定理 …… 119
§ 5.4　势能　机械能守恒定律 …… 123
本章小结 …… 129
检测题 …… 130
第六章　曲线运动　万有引力定律 …… 133
*§ 6.1　平抛运动及其规律 …… 134
§ 6.2　匀速圆周运动 …… 138
*§ 6.3　向心力　向心加速度 …… 141
*§ 6.4　万有引力 …… 148
*§ 6.5　人造地球卫星 …… 151
本章小结 …… 154
检测题 …… 156
第七章　机械振动和机械波 …… 159
§ 7.1　简谐运动 …… 160
*§ 7.2　单摆 …… 163
§ 7.3　受迫振动　共振 …… 166
§ 7.4　机械波 …… 169
§ 7.5　波的干涉和衍射 …… 174

*§ 7.6 声波 超声波 次声波 …… 177
本章小结 …… 182
检测题 …… 184
附录 法定计量单位(I) …… 186

走进物理学

走进物理学的大门，你会发现这里是个精彩纷呈、奇妙无比、五光十色的世界.

这里是物理知识的海洋，涵盖了物质世界里所有的物质、物体和微粒的各种形式的运动规律，有机械运动的、分子热运动的、光运动的、电磁运动的等等，连我们的眼睛无法直接观察的运动，在这里也被展示得淋漓尽致.

在这里搏击和奋斗的人们有着敏锐的眼光和惊人的洞察力，他们追求着看透物质的基本结构和各种物理现象的本质.他们的眼光深入物质内部的分子、原子、原子核、核子等，他们的视野遍及日月星辰、宇宙太空.他们的研究已经精深到 10^{-15} m 小的微粒，博大到 10^{27} m 远的天空，并且还将更小更远.

物理学并不是包罗万象、深不可测的.确切地说，物理学是一门研究物质、能量和它们相互作用的学科.

如果把物理学喻为一座庄严而神圣、雄伟而壮丽的科学大厦，那么这座大厦则是我们人类高度智慧的结晶，是我们的先人共同奋斗的成果.伴随着大厦的奠基、落成、扩建，人类社会从原始的洪荒逐步演进发展到今天的现代文明.大厦经历了几千年的风雨洗礼，经过了无数巨匠的精雕细琢，才有今天的光辉灿烂，金碧辉煌.

漫步在这座科学大厦中，你会看到人类开创物理学、创造社会文明的足迹，还可以穿越时间的隧道去纵览不同时代物理学家们的奋斗史.伽利略、牛顿等人曾是这座大厦的奠基者，焦耳、法拉第、麦克斯韦、爱因斯坦等著名的物理学家以及我国古代科学家墨翟等也曾在这里展示过他们各自的风采.

走进了物理学，你会发现，具有科学精神和科学方法的物理学家们犹如有了登天的“云梯”和劈地的“神斧”，有了远望天际的“千里眼”，有了透视微观世界的“神镜”.正因为有了它们，物理学家才得以一次又一次地叩开真理的大门.

物理学的科学地位　物理学的知识遍及人类的社会生产、社会活动和日常生活的方方面面，物理学在它的发展过程中形成了越来越多的分支，如力学、热学、电磁学、光学、统计物理学、原子和原子核物理学、凝聚态物理学、高能物理学

等．物理学已经渗入到化学、生物学、天文学、地质学、气象学等许多学科领域，成为许多学科的基础．物理学与现代通信技术、航天与空间技术、电子计算机技术、自动化技术、超导技术、原子能技术、激光技术、纳米技术、生物技术等密切相关．

如果没有17世纪开创的经典力学，就不可能出现以蒸汽机为动力代替繁重体力劳动的第一次工业革命．如果没有19世纪建立的电磁理论，就不可能有电力的开发利用及以进入电力时代为标志的第二次工业革命．如果没有近代对原子和原子核结构的深入研究，没有相对论和量子力学理论的建立，就不可能有和平利用原子能的时代，也不可能有今天利用激光技术、计算机技术和现代医疗技术的新时代．可见物理学的发展对提高社会生产力，促进人类的文明进步，起着十分重要的作用．

我国的近代史更加深刻地说明了这一点．19世纪中叶，正当世界以物理学为重要基础的科学技术迅速发展的时候，我国正处于清朝科举制盛行的时候，本来就为数不多的学者追求的是“三篇文章似锦绣，一举成名天下知”的成功．人才缺乏，教育落后，连科技知识读物也没有．我们这个曾经先于欧美拥有浑天仪、地动仪和以四大发明著称的文明古国落后了．1840年，终于导致列强用坚船利炮打开中国大门的悲剧，使我们这个古老而值得骄傲的民族步入了被剥削、被欺凌的时代．

著名的美籍华裔物理学家杨振宁教授说过，“封闭自守的科举制使人们形成了学问就是人文哲学的观念，自然科学的缺乏使人们缺乏准确逻辑推论的习惯，成了阻碍萌生近代科学的原因．”

在近50年的时间里，新中国的科技以惊人的速度取得了举世瞩目的成就．原子反应堆、原子弹、氢弹、卫星、喷汽机、计算机、半导体、集成电路等已先后制成．有的成就已经接近或者赶上、超过一些发达国家的发展速度和水平．

我国在这么短的时间里取得如此辉煌的成就不是偶然的．党和政府重视了现代科技在增强国力，强国富民中的重要作用，投入了大量资金，建设包括物理实验室在内的各类实验室，营造了有利科技发展的科学环境，培养了一大批能代表中国人民智慧、能力、才华的科学家，以他们的爱国激情和拼搏精神取得一次次的成功．研制“两弹一星”的钱三强，邓稼先、钱学森等，就是其中的佼佼者．

改革开放二十多年来，我国进一步实施了科教兴国的战略，综合国力和人民的物质文化生活都有了很大的提高．展望未来，21世纪的高新科技将给人类的生活翻开崭新的一页：智能机器人将更多地走进工厂、家庭、进入太空，利用海水中氢的同位素进行受控核聚变将可能实现工业化，航天技术、超导技术、激光技

需要全本请访问 www.ertongbook.com

术、纳米技术等将有更广泛的应用，在网络化的时代里，人们将在“信息高速公路”的快车上奔腾……物理学的发展必将继续极大地推动生产力的发展，充分展示它的第一生产力的科学地位。

研究物理的科学精神和科学方法　物理学的创立和发展是人类科学精神和科学方法相结合的成果，是历代物理学家坚持唯物主义，坚持理论联系实际，坚持科学实验和献身科学，追求真理的结果.

物理学的研究方法，主要包括科学的观察、反复的实验和严密的推理.

16 世纪中叶，哥白尼通过对天象的敏锐观察，进而分析、归纳、概括、推理，推翻了统治人们 1　400 多年之久的错误的“地心说”，创立了“日心说”.

牛顿以敏锐的观察力，从月亮绕地球运动的现象中，寻根究源，综合了许多天体运动现象. 由于他善于系统归纳，逻辑推理，所以他在伽利略研究的基础上，系统总结出牛顿三大运动定律，成为动力学的奠基人.

1896 年，与铀盐同放置在抽屉内的照相底片的感光现象，使贝克勒尔敏锐地发现了射线. 而居里夫妇却寻根究源，他们巧设实验，经过观察、分析、归纳、推理，发现了物质的放射性，并同时发现了新元素. 他们历尽艰辛，百折不挠，耗费了毕生的精力，甚至付出了生命的代价，终于为人类找到了开发利用原子能的“光明”.

不同的科学家有着各自不同的科学研究历程，但他们却有着共同的百折不挠的科学精神和科学的研究方法.

物理学的学习方法　借鉴物理学家们研究物理学的科学精神和科学方法来学习物理学能收到事半功倍的效果.

要注意理解基本概念和基本定律的内含，切忌死背硬记. 要养成自觉将物理知识与实验或实践中的物理现象相联系的习惯. 这样才能理解得更深，应用得更活，记得更牢.

要重视和做好物理实验，把实验课当成动手动脑的训练课. 要学会仪器的使用方法，养成勤于动手的习惯. 还要学习数据的记录、整理和处理方法，以及研究问题时设计实验的思路和方法，以提高自己的观察能力、实验能力、创新能力.

练习解题的过程是一个在应用中加深对概念理解的过程. 在练习解题过程中切忌硬套公式，要通过解题过程的逻辑推理训练，提高自己分析问题、解决问题的能力.

学习物理的过程，是一个阅读理解能力、观察分析能力、逻辑思维能力、运用数学能力、动手实践能力和想象创新能力全方位提高的过程，一定会遇到比其他课程更多的困难. 例如一时找不到解题的思路，实验值与理论值相差甚远等. 这

时我们特别要学习物理学家们锲而不舍、百折不挠的研究精神，反复对物理知识进行再学习，再理解，找到克服困难的办法．绝不能失去信心，知难而退．

遇到疑难问题时，不要轻易地去获取一个现成的答案，而应当尽可能地经过自己反复思考或在与老师和同学的讨论中获得问题的解答．这样才会有“茅塞顿开”的效果．

“科学有险阻，苦战能过关”,“千里之行始于足下”，让我们学习先辈科学家的治学精神，走进物理学，学好物理学．

第一章　几　何　光　学

- § 1.1　光的折射
- § 1.2　光的全反射
- § 1.3　光的色散　棱镜
- § 1.4　透镜　凸透镜成像
- § 1.5　凸透镜成像公式　像的放大率
- § 1.6　显微镜　望远镜
- 本章小结
- 检测题

光的反射现象和折射现象绘就了大自然的许多奇异景象，例如雨后复斜阳时，横跨天穹的美丽彩虹；盛夏闷热时，海天间、沙漠中神秘莫测的蜃景.

人类在掌握了反射和折射规律后，给自己装上了“火眼金睛”和“千里眼”，制造出多种显微镜和望远镜. 1990 年 4 月 25 日发射升空的“哈勃空间望远镜”，已拍摄 10 万多张天体图像，其中 50% 以上是恒星和星系团的照片，最多的是木星和土星的照片，为人类对天体的研究带来许多新发现.

我们在初中已学过光的反射定律，知道光在同一均匀介质中是沿直线传播的，光在真空中传播速度的值为 $c = 299\ 792\ 458\ \mathrm{m/s}$.

光在介质中的传播速度比在真空中小，但在空气中传播速度与在真空中差不多，所以，光在真空中和在空气中的传播速度，一般情况下我们都近似取 $c = 3.0 \times 10^8\ \mathrm{m/s}$.

下面，我们要着重学习光的折射定律及有关的原理、成像公式、成像作图法等，更广泛地了解它们在现代科技和生活中的运用.

§ 1.1 光 的 折 射

一位神枪手不仅射靶有“百步穿杨”的本领，对飞行物也能百发百中. 一天，他站在河岸边自信地用枪口对准水中的鱼，想检验一下自己弹无虚发的本领. 可是，没想到枪响后，弹飞鱼走. 他为此懊恼万分.

【想一想】

1. 神枪手为什么射鱼失败?

2. 对水中的鱼，枪手应怎样瞄准才能击中?

如图 1.1(a)所示，将一根筷子插入水中. 从水面上看，筷子好像在水面处被折断，水中的筷子就像处在图中的虚线处，而它实际的位置却在图中的实线处. 水

中的鱼也是这样，看起来它好像在图中的 A 点，实际上却在图中的 B 点处.神枪手瞄准 A 点,当然击不中鱼,只有瞄准更深处的 B 点(图 1.1(b))，才能击中鱼. 其原因与光的折射有关.

图 1.1 光的折射现象

光的折射 光从一种均匀介质射入另一种均匀介质时，传播方向在界面发生改变的现象称为光的折射.

如果有光逆着反射光或折射光射到介质界面上，光就会逆着原来的入射线射出,这种现象称为光路可逆性.

我们可以在光具盘上来研究光的折射定律.

将一个半圆形玻璃放入光具盘，使其直径与光具盘直径重合，如图 1.2 所示. 让光线从 M 点垂直射入玻璃中，我们看到光线在玻璃中沿原方向前进. 如果让光线从 A 点沿 AO 射入，它就会在玻璃面 O 点改变方向沿 OB 射入玻璃中. 从入射点 O 作一垂直于玻璃平面的法线 MN，AO 为入射线,它与法线的夹角 α为入射角;OB 为折射线，它与法线的夹角 γ为折射角. 我们看到折射线在入射线和法线决定的平面内，入射线与折射线分居于法线的两侧.如果我们不断地改变入射角 α的大小,可发现折射角 γ的大小也在作相应的变化，但是每组的入射角与折射角的正弦值之比却始终不变，均约为 1.5.

图1.2 光具盘上的折射实验

光的折射定律 光从一种介质射入另一种介质时，

(1) 折射线在入射线与的通过入射点法线所决定的平面内，折射线与入射线分居于法线两侧.

2. 入射角与折射角的正弦值之比值为一常数.

折射率 如果我们将上述实验改为光从空气射入水中，就会发现，除其入射角与折射角的正弦之比值为1.33外，其他折射规律与从空气射入玻璃时相同. 这说明如果光从空气以相同的入射角分别射入水和玻璃中，玻璃的折射角比水更小，光在玻璃中偏折更大.

我们将光从真空(或空气)射入某种介质时，入射角的正弦与折射角的正弦之比称为这种介质的绝对折射率，简称折射率，即

$$n=\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} \tag{1.1}$$

折射率反映了介质各自不同的折射性质，表1.1列出了几种常见介质的折射率.

表1.1 一些介质的折射率

金 刚 石	2.42	酒 精	1.36
重火石玻璃	1.80	乙 醚	1.35
二硫化碳	1.63	水	1.33
水 晶	1.54	冰	1.31
甘 油	1.47	水蒸气	1.026
萤 石	1.43	空 气	1.000 3

经过科学的测定发现，光在真空(或空气)中的传播速度与在某介质中的传播速度之比也等于该介质的折射率，即

$$n=\frac{c}{v} \tag{1.2}$$

折射率的单位为1.相对两种给定的介质来说,折射率较小的,称为光疏介质;折射率较大的,称为光密介质.光在光疏介质中,传播速度较大,在光密介质中,传播速度较小.空气、水、水晶的折射率分别为1.00,1.33,1.54.水相对空气是光密介质,相对水晶是光疏介质.不过,相对密度较大的物质不一定是光密介质,水的密度比酒精大,但水对酒精来说是光疏介质.

需要全本请访问 www.ertongbook.com