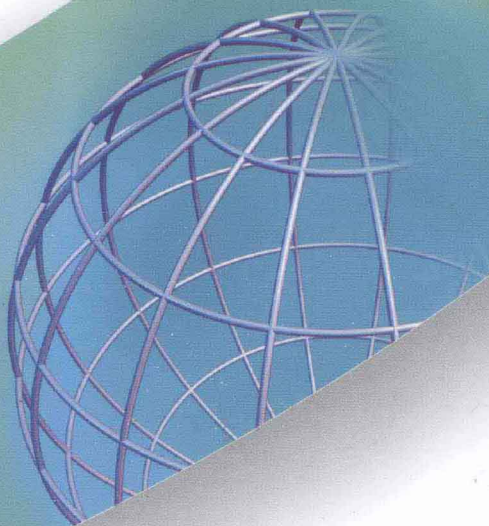


物理

科学素养课程系列教材

热门话题与
趣味实验

主编 李强



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

科学素养课程系列教材

物理热门话题与趣味实验

主 编 李 强

编 委 阮许平 吴学庆 刘海力
朱琳翔 何杰辉

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容提要

本书包括三部分，第一部分是物理热门话题，分为八讲：美与物理学，激光技术，现代信息技术，相对论，量子论，核能漫谈，辐射与防护，人类登月梦想。以比较通俗的语言，结合人们当前所关心的与物理学相关的一些热门话题，用科普方式与大学生们进行交流与沟通。第二部分是物理趣味实验，将 100 余个物理实验项目进行整合，归纳为八个实验课题：惯性与守恒，振动与波，热运动，静电现象与高压放电现象，磁现象与电磁感应，电磁效应与综合应用，几何光学原理及应用，物理光学原理及应用。在介绍一些与日常生活密切相关的物理知识的同时，加入了一些科学家的传奇故事，将经典物理的发展史贯穿其中。第三部分是四个科普录像专题的内容简介，以方便学生观看。

图书在版编目 (C I P) 数据

物理热门话题与趣味实验 / 李强主编. — 成都:
西南交通大学出版社, 2011.9
科学素养课程系列教材
ISBN 978-7-5643-1435-4

I. ①物… II. ①李… III. ①物理学—教材 IV.
①04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 191997 号

科学素养课程系列教材 物理热门话题与趣味实验 主 编 李 强

责任编辑	牛 君
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都蓉军广告印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	15.5
字 数	400 千字
版 次	2011 年 9 月第 1 版
印 次	2011 年 9 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-1435-4
定 价	26.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

树立科学思想，
崇尚科学精神。

湖南人文科技学院党委书记、教授、博士

柏连阳

序

坚持科学发展观，建立创新型国家，必然要求提高全民的基本科学素质。2006年3月国务院发布的《全民科学素质行动计划纲要》指出：“公民具备基本科学素质一般指了解必要的科学技术知识，掌握基本的科学方法，树立科学思想，崇尚科学精神，并具有一定的应用它们处理实际问题、参与公共事务的能力。”中国科学技术协会2010年11月25日对外发布第8次中国公民科学素养调查结果称，中国大陆具备基本科学素养的公民比例仅达3.27%，只相当于发达国家20世纪80年代末的水平。公民科学素质低下，已经成为制约我国经济社会发展的一个重要瓶颈。

科学着眼于客观存在，求真，是人的“立世之基”；人文着眼于精神世界，是善，是人的“为人之本”。科学与人文融合，文与理交叉渗透，是大学教育的努力方向。在大学教育进入大众化的时代，高等学校以不同形式设置科学素养类课程，切实提高学生的科学素养，无疑具有十分重要的意义。

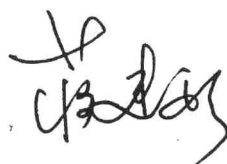
关于如何提高我校学生的科学素养、实现文理渗透的问题，“科学素养课程模块的构建与实践”课题组的同志进行了认真的思考与实践，认为提高大学生的科学素质不是一个简单的问题，而是一个多层次的立体系统工程。为此，学校修改了各专业的培养方案，对全校学生开设科学素养系列公共选修课程组，并于2009年上学期率先开出了“物理热门话题与趣味实验”、“现代生活中的化学”、“生命科学知识”三门课程，由李强、颜志殊和金晨钟三位同志组织相关主讲教师编写了课程讲义，通过对讲义的多次试用与反复修改，三本教材得以正式出版。

科学素养课程系列教材在三个方面进行了有益的探索：一是以科学素养的基本要求为原则，用通俗易懂的文字来表述科学知识，既没有高深莫测的公式与定理，又没有复杂的数学推理过程。尽量将科学与日常生活实际相结合，回答与解决一些科学疑问。二是增加学生实验，实验内容以享受科学的美与趣味性为前提，简单实用而又蕴涵科学方法与科学精神，对学生的动手能力不做过高的要求，以消除部分学生对

实验的恐惧心理。三是教材内容进行了精心选择与取舍，将科学家与科学研究中的传奇故事贯穿其中，使得科学知识、科学精神和人文精神实现了有效的沟通与融合。教材既包含了现代科学技术的内容，又继承了传统的科学思想与方法。

在科学素养课程系列教材的编写与出版上，课题组的老师们付出了辛勤劳动，为该课程建设打下了良好基础。但是，要圆满完成这个系统工程，还需进一步拓展课程方向，整合课程资源，充实教材内涵，改革教学方法。希望课题组同志为切实提高我校学生的科学素养作出新的贡献。

湖南人文科技学院副校长、教授、博士



2011.9.9

前 言

当今世界,现代科学技术与人们的社会活动和日常生活更加密不可分,物理、化学、生物技术、信息技术、计算机技术等基础学科与新兴的交叉学科对人们生活的影响日益加大。2008年我国大陆发生的三聚氰胺奶粉事件,2011年我国台湾发生的塑化剂饮料事件,2011年日本地震引发的核事故而导致的加碘食用盐抢购风等,都说明了提高普通民众自然科学素质的必要性和迫切性。对于当代大学生,更有必要加强文理渗透、理工结合与学科交叉融合。为此,各高校都以公共选修课或讲座的形式为大学生提供了学习现代科学技术的途径。

2009年上学期开始,湖南人文科技学院以素质教育为导向,重新修订了各专业培养方案,在全校开出了科学素养公选课程组,要求文科学生至少选修其中一门课程。当年开出的有三门课程,即物理热门话题与趣味实验、现代生活中的化学、生命科学知识简明教程。申报的校级重点教改课题“科学素养课程模块的构建与实践”获准立项,教材建设成为当务之急,在课题组成员的共同努力下,主讲教师所编讲义经历了两年四轮试用,《物理热门话题与趣味实验》被列为学校自编教材之一正式出版。

本书包括三部分,第一部分为物理热门话题,共分八讲,其中:美与物理学、激光技术、现代信息技术,由阮许平教授编写;相对论、量子论,由何杰辉博士定稿;核能漫谈、辐射与防护、人类登月梦想,由李强副教授编写。各讲以通俗的语言,结合当前人们所关心的与物理学相关的问题,用科普方式与大学生进行交流与沟通。第二部分为趣味实验,将100余个物理实验项目进行整合,归纳为八个实验课题,其中:惯性与守恒、振动与波、热运动,由刘海力博士编写;静电现象与高压放电现象、磁现象与电磁感应、电磁效应的综合应用,由李强副教授编写;几何光学原理及应用,物理光学原理及应用,由吴学庆讲师编写。各实验在介绍一些与日常生活密切相关的物理知识的同时,加入了部分科学家的传奇故事,将经典物理的发展史贯穿其中。第三部分为科普录像片的内容简介,由朱琳翔实验师编写,以方便学生观看。

本书可供汉语言文学、英语、经济管理、法律、体育、音乐、美术、教育学、心理学等相关专业的高校大学生作为公共选修课程教材使用。其目的是拓宽学生的知识面,使之明白物理学对人们日常生活的巨大影响,从中享受自然科学的美,并通过一些简单而有趣味性的物理实验,提高学生的动手能力。

本书编写过程中得到了蒋建初教授的悉心指导,陈昌永教授、康帅博士、高平副教授给予了大力的支持。本书的出版得到了西南交通大学出版社的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,对内容把握不准,加之时间仓促,书中缺点与不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2011年7月

于湖南人文科技学院

目 录

第一部分	物理热门话题	1
第一讲	美与物理学	1
第二讲	激光技术	10
第三讲	现代信息技术	20
第四讲	相对论	37
第五讲	量子论	51
第六讲	核能漫谈	66
第七讲	辐射与防护	78
第八讲	人类登月梦想	96
第二部分	物理趣味实验	109
实验一	惯性与守恒	109
实验二	振动与波	120
实验三	热运动	130
实验四	静电现象与高压放电现象	138
实验五	磁现象与电磁感应	147
实验六	电磁效应与综合应用	159
实验七	几何光学的原理与应用	170
实验八	物理光学的原理与应用	179
第三部分	科普录像	189
录像一	生命的起源、力学与现代生活	189
录像二	寻找宇宙中最基本的粒子	191
录像三	人类的起源、生态伦理	193
录像四	宇宙与人、秤杆哪去了	195
参考文献		197

第一部分

物理热门话题

第一讲 美与物理学

一、最完美的物理学家

爱因斯坦是全世界公认的 20 世纪最杰出的物理学家。

1. 爱因斯坦生平简介

爱因斯坦 1879 年生于德国乌尔姆一个经营电器作坊的小业主家庭，一年后，随全家迁居慕尼黑。1894 年，他的家迁到意大利米兰，1895 年转学到瑞士阿劳市的州立中学，1896 年进入苏黎世联邦工业大学师范系学习物理学，1900 年毕业，1901 年取得瑞士国籍，1902 年被伯尔尼瑞士专利局录用为技术员，从事发明专利申请的技术鉴定工作。他利用业余时间开展科学研究，于 1905 年在物理学三个不同领域中取得了历史性成就，特别是狭义相对论的建立和光量子论的提出，推动了物理学理论的革命。同年，以论文《分子大小的新测定法》，取得苏黎世大学的博士学位。

爱因斯坦 1908 年兼任伯尔尼大学编外讲师，1909 年离开专利局任苏黎世大学理论物理学副教授，1911 年任布拉格德语大学理论物理学教授，1912 年任母校苏黎世联邦工业大学教授，1914 年，应麦克斯·普朗克和瓦尔特·能斯脱的邀请，回德国任威廉皇家物理研究所所长兼柏林大学教授，直到 1933 年。1920 年应亨德里克·安东·洛伦兹和保耳·埃伦菲斯特的邀请，兼任荷兰莱顿大学特邀教授。第一次世界大战爆发后，他投入公开和地下的反战活动。

1915 年爱因斯坦发表了广义相对论。他所作的光线经过太阳引力场要弯曲的预言，于 1919 年由英国天文学家亚瑟·斯坦利·爱丁顿的日全食观测结果所证实。1916 年他预言的引力波在 1978 年也得到了证实。爱因斯坦和相对论在西方成了家喻户晓的名词，同时也招来了德国和其他国家的沙文主义者、军国主义者和排犹主义者的恶毒攻击。

1917 年爱因斯坦在《论辐射的量子性》一文中提出了受激辐射理论，成为激光的理论基础。爱因斯坦因在光电效应方面的研究，而被授予 1921 年诺贝尔物理学奖。

1933年1月纳粹党攫取德国政权后，爱因斯坦是科学界首要的迫害对象，幸而当时他在美国讲学，未遭毒手。3月他回欧洲后避居比利时，9月9日发现有准备行刺他的盖世太保跟踪，星夜渡海到英国，10月转到美国普林斯顿大学，任新建的高级研究院教授，直至1945年退休。1940年他取得美国国籍。

1939年他获悉铀核裂变及其链式反应的发现，在匈牙利物理学家利奥·西拉德推动下，上书罗斯福总统，建议研制原子弹，以防德国占先。第二次世界大战结束前夕，美国在日本广岛和长崎两个城市上空投掷原子弹，爱因斯坦对此强烈不满。战后，他为开展反对核战争的和平运动和反对美国国内法西斯危险，进行了不懈的斗争。

1955年4月18日，爱因斯坦因主动脉瘤破裂逝世于普林斯顿。遵照他的遗嘱，不举行任何丧礼，不筑坟墓，不立纪念碑，骨灰撒在永远对人保密的地方，为的是不使任何地方成为圣地。爱因斯坦的后半生一直从事寻找大统一理论的工作，不过这项工作没有获得成功，现在大统一理论是理论物理学研究的中心问题。

2. 著名科学家对爱因斯坦的评价

杨振宁：“在本世纪初，发生了三次概念上的革命，它们深刻地改变了人们对物理世界的了解，这就是狭义相对论（1905年）、广义相对论（1916年）和量子力学（1925年）。”

德布罗意：“爱因斯坦的波粒二象性，乃是遍及整个物理世界的一种绝对普遍的现象。”德布罗意崇拜爱因斯坦，他说：“自从19岁我开始转向理论物理的研究以后，我一直是爱因斯坦及其学术工作的狂热崇拜者。我知道这位杰出而仍然年轻的学者在他25岁时已经把一些极富革命性的概念引入了物理学，使物理学的面貌为之一新，他因此成了现代科学的牛顿。”

玻恩：“对于广义相对论的提出，我过去和现在都认为是人类认识大自然的最伟大的成果，它把哲学的深奥、物理学的直观和数学的技艺令人吃惊地结合在一起。”

1911年11月居里夫人为爱因斯坦写的推荐书上写道：“我非常钦佩爱因斯坦先生在现代物理学有关的问题上所发表的著作。而且，我相信所有的数学物理学家都一致认为这些著作是最高级的。在布鲁塞尔，我出席一次科学会议，爱因斯坦先生也参加了。我得以欣赏他思维的清晰，引证的广泛，知识的渊博……”

二、最完美的物理实验

1. 埃拉托色尼测量地球圆周长

在古埃及的一个现名为阿斯旺的小镇上，夏至日正午的阳光悬在头顶，物体没有影子，阳光直接射入深水井中。埃拉托色尼是公元前3世纪亚历山大图书馆馆长，他意识到这一信息可以帮助他估计地球的周长。在以后几年里的同一天、同一时间，他在亚历山大测量了同一地点物体的影子。发现太阳光线有轻微的倾斜，在垂直方向偏离大约 7° 角。

剩下的就是几何学问题了。假设地球是球状，那么它的圆周应跨越 360° 。如果两座城市成 7° 角，就是 $7/360$ 的圆周，就是当时5000个希腊运动场的距离，因此地球周长应该是25万个希腊运动场的距离。今天，通过航迹测算，我们知道埃拉托色尼的测量误差仅仅在5%以内。（排名第七）

2. 伽利略的自由落体实验

在16世纪末，人人都认为重量大的物体比重量小的物体下落得快，因为伟大的亚里士多德已经这么说了。伽利略，当时在比萨大学数学系任职，他大胆地向公众的观点挑战。著名的比萨斜塔实验已经成为科学中的一个故事：他从斜塔上同时扔下一轻一重的物体，让大家看到两个物体同时落地。伽利略挑战亚里士多德的代价也许是他失去了工作，但他展示的是自然界的本质，而不是人类的权威，科学作出了最后的裁决。（排名第二）

3. 伽利略的加速度实验

伽利略继续提炼他有关物体移动的观点。他做了一个6 m多长，3 m多宽的光滑直木板槽。再把这个木板槽倾斜固定，让铜球从木槽顶端沿斜面滑下，并用水钟测量铜球每次下滑的时间，研究它们之间的关系。亚里士多德曾预言滚动球的速度是均匀不变的：铜球滚动2倍的时间就走出2倍的路程。伽利略却证明铜球滚动的路程和时间的平方成比例：2倍的时间里，铜球滚动4倍的距离，因为存在恒定的重力加速度。（排名第八）

4. 牛顿的棱镜分解太阳光

艾萨克·牛顿出生那年，伽利略与世长辞。牛顿1665年毕业于剑桥大学的三一学院，因躲避鼠疫在家里待了两年，后来顺利地得到了工作。

当时大家都认为白光是一种纯的没有其他颜色的光（亚里士多德就是这样认为的），而彩色光是一种不知何故发生变化的光。

为了验证这个假设，牛顿把一面三棱镜放在阳光下，透过三棱镜，光在墙上被分解为不同颜色，后来我们称之为光谱。人们知道彩虹的五颜六色，但是认为那不正常。牛顿的结论是：正是这些红、橙、黄、绿、青、蓝、紫基础色有不同的色谱才形成了表面上颜色单一的白色光，如果你深入地看看，会发现白光是非常美丽的。（排名第四）

5. 卡文迪许扭矩实验

牛顿的另一伟大贡献是他的万有引力定律，但是万有引力到底多大？

18世纪末，英国科学家亨利·卡文迪许决定要找出这个引力。他将两边系有小金属球的6英尺（1英尺=0.304 8 m）木棒用金属线悬吊起来，这个木棒就像哑铃一样。再将两个350磅（1磅=0.453 6 kg）的铅球放在相当近的地方，以产生足够的引力让哑铃转动，并扭转金属线。然后用自制的仪器测量出微小的转动。

测量结果惊人的准确，他测出了万有引力恒量的参数，在此基础上卡文迪许计算出地球的密度和质量。卡文迪许的计算结果是：地球质量 6.0×10^{24} kg，或者说13万亿万亿磅。（排名第六）

6. 托马斯·杨的光干涉实验

牛顿也不是永远正确的。在多次争吵后，牛顿让科学界接受了这样的观点：光是由微粒组成的，而不是一种波。1830年，英国医生、物理学家托马斯·杨用实验来验证这一观点。他在百叶窗上开了一个小洞，然后用厚纸片盖住，再在纸片上戳一个很小的洞，让光线透过，并用一面镜子反射透过的光线；然后他用一个厚约1/30英寸（1英寸=2.54 cm）的纸片把这束光从

中间分成两束，结果看到了相交的光线和阴影。这说明两束光线可以像波一样相互干涉。这个实验对一个世纪后量子学说的创立起到了至关重要的作用。(排名第五)

7. 米歇尔·傅科钟摆实验

2001年，科学家们在南极安置了一个摆钟，并观察它的摆动。他们是在重复1851年巴黎的一个著名实验。1851年法国科学家傅科在公众面前做了一个实验，用一根长220英尺的钢丝将一个62磅的头上带有铁笔的铁球悬挂在屋顶下，观测记录它前后摆动的轨迹。周围观众发现钟摆每次摆动都会稍稍偏离原轨迹并发生旋转时，无不惊讶。实际上这是因为房屋在缓缓移动。傅科的演示说明地球是在围绕地轴自转的。在巴黎的纬度上，钟摆的轨迹是顺时针方向，30 h一周。在南半球，钟摆应是逆时针转动，而在赤道上将不会转动。在南极，转动周期是24 h。(排名第十)

8. 罗伯特·密立根的油滴实验

很早以前，科学家就在研究电。人们知道这种无形的物质可以从天上的闪电中得到，也可以通过摩擦头发得到。1897年，英国物理学家J. J. 托马斯已经确立电流是由带负电粒子即电子组成的。1909年美国科学家罗伯特·密立根开始测量电流的电荷。

密立根用一个香水瓶的喷头向一个透明的小盒子里喷油滴。小盒子的顶部和底部分别连接一个电池，让一边成为正电板，另一边成为负电板。当小油滴通过空气时，就会吸一些静电，油滴下落的速度可以通过改变电板间的电压来控制。

密立根不断改变电压，仔细观察每一颗油滴的运动。经过反复试验，密立根得出结论：电荷的值是某个固定的常量，最小单位就是单个电子的带电量。(排名第三)

9. 卢瑟福发现核子实验

1911年卢瑟福还在曼彻斯特大学做放射能实验时，原子在人们的印象中就好像是“葡萄干布丁”，大量正电荷聚集的糊状物质，中间包含着电子微粒。但是他和他的助手发现向金箔发射带正电的 α 粒子时有少量被弹回，这使他们非常吃惊。卢瑟福计算出原子并不是一团糊状物质，大部分物质集中在一个中心小核上，现在叫做原子核，电子在它周围环绕。(排名第九)

10. 托马斯·杨的双缝演示应用于电子干涉实验

牛顿和托马斯·杨对光的性质研究得出的结论都不完全正确。光既不是简单地由微粒构成，也不是一种单纯的波。20世纪初，麦克斯·普朗克和阿尔伯特·爱因斯坦分别指出一种叫光子的东西发出光和吸收光。但是其他实验还是证明光是一种波状物。经过几十年发展的量子学说最终总结了两个矛盾的真理：光子和亚原子微粒（如电子、中子等）是同时具有两种性质的微粒，物理上称它们：波粒二象性。

将托马斯·杨的双缝演示改造一下可以很好地说明这一点。科学家们用电子流代替光束来解释这个实验。根据量子力学，电粒子流被分为两股，被分得更小的粒子流产生波的效应，它们相互影响，以至产生像托马斯·杨的双缝演示中出现的加强光和阴影。这说明微粒也有波的效应。(排名第一)

三、最完美的物理大厦

(一) 物理学的简单美

1. 内容简单美

内容简单美并非内容单薄、内涵贫乏,而是客观物质世界的构成和运动的简单性的体现,如一切物质都由最简单的粒子组成,光沿着最简单的直线传播,行星沿着最简单的几何曲线运动。因此,简单性成为物理学家选择物理理论的美学标准,如牛顿就是将万物的机械运动都统一在 $\vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt}$ 这一简单的公式之中;而无数的热现象,均以“大量分子的无规则运动”10个字做了结论,科学、准确、简洁尽在其中。对物理实验,在误差允许范围内,实验装置力求精少,操作力求复杂,数据处理力求使结果一目了然,等等,都是物理学内容简单美的反映。

2. 结构简单美

结构简单美是指物理学在体系与结构上展现的简单美。反映物质运动最基本、最普遍规律的物理学,在揭示了物质运动的复杂关联后,却找到了自身最简单的结构。包括电与弱两种作用的统一理论,电、弱与强三种作用的巨统一理论和电、弱、强、引力四种作用的超巨统一理论。物理学各分支的内容虽然十分丰富,但各分支的脉络却十分简明,如由牛顿定律、动量定理和动能定理组成了质点动力学结构,由电场、磁场和电路、磁路组成了电磁学结构。

3. 方法简单美

方法简单美是指物理学研究方法和思想方法所展现的简单美。物理学作为一门实验科学,在研究中放弃了严密的完全归纳,而采用不完全归纳、假说甚至纯假说等逻辑方法,归纳出许多规律,如惯性定律,给人以简捷、明快、富有实效的感觉。物理学家巧妙地从复杂的真实世界中,抽象出最简单的物理模型,如质点、理想气体、点电荷、光线等,变复杂为简单,既简洁又合理。物理学作为一门理论科学,大量地、卓有成效地引入了数学方法,使物理语言更加凝聚、简练,例如,一条简单的 $v-t$ 曲线,便可表达物体运动的状态与全过程,包括静止、匀速运动、加速运动及其各自的时间、速度、加速度、位移等10多个物理量以及它们之间的相互关系。

(二) 物理学的对称美

1. 直观对称美

直观对称美以直观、形象展现物理学对称美。具体又包括空间上、时间上和物理知识的表达形式上的对称美。空间对称在物理中表现为一种不变或相等,即任意选择坐标系的原点,物理规律保持不变,如杠杆的平衡、平面镜成像、弹簧的伸长与压缩,相干光在干涉空间任意一处都保持条纹宽度相等。时间对称反映了物质运动的周期性或对时间表现出的稳定性,如地球的自转和公转、交流电的幅值和位相变化。物理概念、规律、公式在表达上展现的直观美随处可见,如力对时间的积累效应 $\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}$ 与力对空间的积累效应 $\vec{F} \cdot \Delta \vec{s} = \Delta E_k$,牛顿定律 $\vec{F} = m\vec{a}$

与转动定律 $\vec{M} = J\vec{\beta}$ 都有惊人的直观对称。

2. 抽象对称美

抽象对称美是以抽象的方式展现的物理学对称美。在无穷大或无穷小的尺度上进行物理学研究,很难具有直观对称性。因此,由追求抽象对称美出发,可以获得新的发现,1924年德布罗意出自对称的思想指出:“在光学上,比起波动的研究方法,是过于忽略了粒子的研究方法;在实物理论上,是否发生了相反的错误呢?”于是他大胆假设,所有具有动量 $\vec{p}$ 与能量 E 的物质实体,如电子等,都具有波动性,其频率和波长分别为 $\nu = \frac{E}{h}$, $\lambda = \frac{h}{p}$ 。1927年,这一抽象假设被电子衍射实验所证实。同时,抽象对称美还是现代物理学发展的出发点。爱因斯坦将伽利略的宏观力学相对性原理升华为物理学的狭义相对性原理,创立了狭义相对论;又将引力和惯性力的不可区分、惯性系和非惯性系的不可区分升华为对称等效原理和广义相对性原理,创立了广义相对论。

3. 数学对称美

数学对称美是通过数学的运用展现物理学的对称美。数学作为工具被引入物理以后,数学的形象就具有了物理的直观对称美,物理也具有了数学的抽象对称美。如正弦曲线,在物理中以波动、振动、交流电等不同含义表现出直观对称美;而麦克斯韦方程组

$$\begin{cases} \nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \nabla \cdot \vec{B} = 0 \end{cases}$$

则呈现出严谨的数学对称美。而且,数学变换的不变性可导致物理规律的对称性,进而有相应的物理守恒量和守恒律,如物理基本规律对空间平移的对称变换相应应有动量守恒,对空间转动的对称变换相应应有角动量守恒,对时间平移的对称变换相应应有能量守恒,对相空间的对称变换则相应应有电荷守恒。

(三) 物理学的和谐美

1. 自洽和谐美

自洽和谐美是指物理学理论内部相互间的自洽而展现出的物理学的和谐美。物理学各分支理论内部,各分支理论之间的现象、概念、规律以及逻辑都是互不矛盾的。物理学中许多看似毫不相关的、甚至是相互排斥的两种现象却被证明是相关的或一致的,并且同时都是正确的。如光的波动性与粒子性的统一,静电场、静磁场、稳恒电流场、静引力场、温度场、密度场、流体场等,都可由拉普拉斯方程 $\nabla^2 \psi = 0$ 求解。这都是物理学自洽和谐美的表现。

2. 对应和谐美

对应和谐美是由物理学不同理论间的对应关系展现的物理学和谐美。物理理论中高级理论对低级理论的包容,或说低级理论与高级理论中某一特定条件下的结论相对应,是对应和谐美的主要表现。例如,当物体运动速度显著小于光速时,相对论力学对运动的描述就还原为牛顿力学的描述;当经典力学哈密顿方程中可对易物理量换成不可对易的算符之后,便可得到量子力学的方程。就是在表面不相干的某些物理现象、概念与规律之间,也存在一些物理的实质对应,如任何一种保守力场都对应着一种势能,一定的质量总对应着一定的能量。

3. 互补和谐美

互补和谐美是由物理学各部分之间的互补关系展现出的物理学和谐美。它主要表现在不同的、甚至是相互排斥的理论,不但对描述物体的研究对象是不可缺少的,而且在正确描述的层次上,它们又恰恰是互补的。矛盾着的两个事物,却能功能性地互补,给人以分外和谐的满足。例如,瑞利和金斯分别从长波和短波两个频段互补地完成了热辐射的描述。又如,物质运动的连续性和量子性、波动性和粒子性,都充分表现着互补和谐美。还有物理和数学的互补,数学的发展不但使理论物理学得以形成,而且以其深刻的思想影响着现代物理学的发展,如微积分、微分方程等都与物理学相辅相成。

(四) 物理学的精神美

1. 科学精神美

在物理教学中,必须将研究科学的真与揭示科学的美有机地结合起来,因为美不是抽象的、空洞的、神秘的东西,它离不开物质的结构与运动。凡是美的事物,总是符合事物发展的规律,代表事物发展的趋势。因此美体现着真,没有真就没有美。物理学研究的是自然界的物质形态在不同层次上的结构特征和自然界各种不同形式的运动以及它们之间相互转换的规律。在物理教学中可以通过大量的物理事实,包括较为抽象的“场”,帮助学生认识客观世界的物质性,树立唯物主义观点,批判唯心论。物理学中常见的正电与负电、作用与反作用、运动与静止、波动性与粒子性,都反映了矛盾的对立统一规律。而蓄电池中化学能与电能的转换、奥斯特电流磁效应与法拉第电磁感应现象的对称,正说明了矛盾的相互依存和转化关系。发射人造天体,随着发射速度的增大,其轨道偏心率不断增大,从圆轨道变为椭圆、抛物线或双曲线;随着温度的降低,物质的电阻率不断降低,由导体变成超导体,都是量变引起质变的结果。人们对光的本性的认识,反映了事物螺旋式的发展过程。不同物质导电性的差异,说明外因是变化的条件,内因是变化的根据。理想物理模型的引入,正是物理学家抓住矛盾主要方面的科学研究方法。

唯物主义的认识论是辩证唯物主义教育的重要内容,物理学中每一物理规律的发现,乃至整个物理学科体系的建立过程,都是实践、认识、再实践、再认识的结果。从经典力学和电磁学到相对论力学和量子场论,都来自实践,受实践检验,又指导实践。

通过物理教学,还可以帮助学生牢固树立科学技术是第一生产力这一马克思主义的观点。热理论的建立导致热机的发明和完善;电流磁效应和电磁感应的发现,使人类向着电气化迈进;电磁场理论的预言和电磁波的被证实,开创了无线传播的新时代;半导体导电机制的认识,使

人类进入了信息社会；等等，都是毋庸置疑的例证。

教师若能在传授科学真理的同时，诱导学生去发现和体会物理学中显见的或隐含的科学美，启发学生将自然美与物理规律美对照和联系，无疑会使他们充分体验到辉煌的物理大厦具有如同诗一般的简洁、对称与和谐之美，由此激发他们学好物理的热情，调动他们刻苦钻研的精神。

2. 爱国精神美

物理学中涉及的中外著名物理学家，虽然国籍不同、所处年代不同，但他们都充分体现出追求科学真理而不懈努力的美德，他们生平的大量动人事迹是一部绝好的美育教材。在教学过程中，若能把展现物理学家勇于探索、实事求是的科学精神，视苦为乐，顽强拼搏的不屈精神，只图贡献，不求索取的奉献精神，坚持真理，不怕牺牲的献身精神等生动事例穿插讲授，使学生深受感染，进而学习和仿效物理学家的这种崇高的精神风貌与美德，无疑是最理想、最成功的德育和美育教育。

“爱国主义是动员和鼓舞全国人民团结奋斗的一面旗帜，是推动我国社会历史前进的巨大力量，是各族人民共同的精神支柱。”众所周知，中国是世界上四大文明古国之一，无论在古代还是近现代，都对世界文明的发展作出巨大的贡献，物理学科也不例外。从古代到中世纪，我国在物理思想、物理知识和物理技术各方面，为人类进步作出了杰出贡献，如“五行说”、“元气论”、“时空观”等物理思想，“浑天仪”、“回音壁”、“孔明灯”、“指南针”、“透光镜”等物理知识及其应用，一直处于世界领先地位，“保持一个西方所望尘莫及的科学知识水平”，“这远远超过同时代的欧洲”。但也应该承认，在近现代，中国的科学技术已落后于世界。“五四”以后，一大批留学欧美的物理学家在近代物理理论和实验方面，急起直追，取得了一系列成就，作出了重大贡献。如钱三强夫妇发现的铀核三分裂、四分裂现象及理论解释，获得居里夫妇的高度评价；李政道、杨振宁从理论上得出由吴健雄在实验上证实的弱相互作用下的宇称不守恒规律，丁肇中发现的 J/ψ 粒子，崔琦发现的分数量子霍尔效应，朱棣文的激光冷却俘获原子等，均获诺贝尔物理学奖。

新中国成立以后，我国一批又一批年轻的物理学家成长起来，在与物理相关的技术方面，取得了令世人刮目相看乃至震惊世界的成就。从原子弹、氢弹试验到人造卫星、航天飞船发射成功，从葛洲坝电站、超高压输电电网建成到万亿次银河计算机问世等，我国的科学技术正在赶超世界先进水平。

我们不仅要看到我国自古至今在物理学方面所取得的成就，更要学习物理学家们所表现出来的那种爱国为民的赤诚情怀和崇高品德，这是激励青年学子报效祖国的巨大精神力量。赵宗尧在美国获得博士学位后就向中华学者大声疾呼：“我们是炎黄子孙，我们要回去”；被美国军界认为一个人可以顶两个美国现代化师兵力的钱学森，为了返回祖国，受尽迫害，后来在周恩来总理义正词严的交涉下，美国政府只得同意他回国，但却扣留了他的所有科技资料；我国三年困难时期正在苏联工作的王淦昌，将自己省吃俭用积蓄的14万卢布全部交给了中国驻苏大使馆，以支援国家建设；还有年轻光学专家蒋凤英，从不考虑个人家庭生活的清贫，却将两次出国时国家发给的生活补助费为研究所购买了光学仪器设备。这些都是对学生进行爱国主义教育的生动教材。

只有热爱科学，才能孜孜不倦地学习和钻研科学，而一个挚爱科学的人，会在自己的知识海洋中达到忘我的境地。历史上有牛顿把怀表当鸡蛋煮吃的佳话，有安培追赶马车后箱壁演算

问题的美谈。一个热爱科学的人，他具有追求科学真理的无穷勇气和顽强毅力。物理实验大师法拉第起先只是一个勤杂工和学徒，可是他挚爱科学，靠自己的顽强努力，仅仅 10 年就成绩卓著，成为英国皇家学会会员。居里夫妇为了分离放射性物质镭，曾在陈旧不堪、设备简陋的棚子里，在没有任何防护设施的情况下，忘我工作，历时近 4 年，终于从 8 t 沥青铀矿渣中提取了 1/10 g 的纯净氯化镭。爱迪生为了寻找白炽灯泡合适的灯丝，试验过 1 600 多种材料后才发现用竹材烧制成的碳丝最好。

热爱科学，不但能忘我地进行科研工作，而且在需要时，能为科学献身，把自己的一切都交给能为人类造福、能向人们宣传真理的科学事业。近代科学创立之初，哥白尼提出了“日心地动说”，向教会开了第一枪。布鲁诺不畏教会的威胁，广为宣传哥白尼的学说，最后被罗马教廷烧死在罗马鲜花广场，把生命献给了科学，献给了真理。在探索雷电的秘密中，俄国的李赫曼教授就是在风雨交加、电闪雷鸣的夜晚为安装铁杆企图将电引入雷电器观察电火花而被当场击毙的。我国第一架飞机的设计师和制造者冯如，在广州试飞中受了重伤，后来壮烈牺牲，他临终前说：“我死了以后，你们不要为这件事而丧失前进的信心，要知道飞行中的牺牲总是难免的。”我国当代知识分子的优秀代表邓稼先、蒋筑英、罗健夫等，为了党和人民和科学事业，不怕条件艰苦，不计个人得失，为科学战斗到最后一息而英年早逝。他们是科学工作者和广大青年学生学习的楷模。

3. 求实精神美

尊重事实、实事求是，是科学态度的核心。因为科学是最讲实际的，它靠事实说话，不允许有丝毫的虚假和夸张。诚如毛泽东同志所指出的，“知识的问题是一个科学问题，来不得半点虚伪和骄傲，需要的倒是其反面——诚实和谦逊的态度”。在物理学史中，许多物理学家就是因为这种实事求是的精神而作出了不朽的贡献。迈克尔逊和莫雷设计光的干涉实验，其初衷是发现或证实地球相对“以太”的运动，然而实验结果却没有干涉条纹的移动，从而使他们的设想破灭，但是他们忠于实验结果，为狭义相对论的诞生奠定了实验基础。密立根开始对光电效应方程持怀疑态度，他花了 10 年时间企图从中得出否定的结果，但是与他的预料相反，1914 年他毅然宣布了他从实验中得到证实的光量子理论的值。法拉第在他 50 多年的科学研究中，有实验笔记 16 000 多篇，整理出版时达 3 000 多页，为探索电磁感应现象，他先后实验近 10 年，每次失败都在日记中忠实地写上“没有结果”，然后总结经验，继续实验，最后终于在 1831 年 8 月 29 日这一天发现了电磁感应现象。

科学态度实际上是一种科学品德，有了这种品德，就不会迷信权威，也不会受传统观念或固有模式的束缚，从而作出创造性的发现和贡献。哥白尼创立的“日心说”就是对托勒密“地心学”的否定，爱因斯坦确立的相对时空观就是对牛顿绝对时空观的发展，而量子力学几率波则是对经典力学因果律的突破。

4. 创新精神美

物理学作为一门基础学科，其研究成果在历史上对工业化、电气化已经发挥了巨大的作用，当今的信息化也同样离不开物理科学的深入研究，还有卫星通信、光导纤维、超导技术、纳米材料、生物科学等，都是物理学及其相关学科应用的结晶。教师要鼓励青年学生，不但要继承历代物理学家丰富的研究成果，而且要敢于创新，为物理学的发展作出新的贡献。