

学

科

教

师

专

业

发

展

从

书

中学物理教学
创新设计
与课例

<<何丰明 陈前/主编

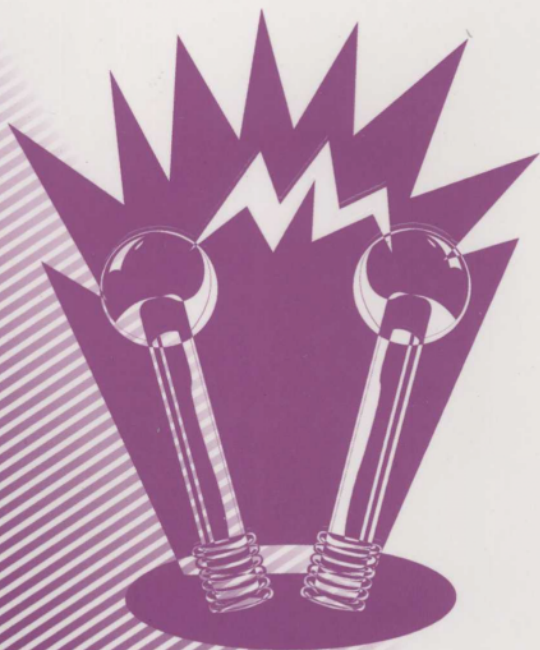
XUEKEJIAOSHI
ZHUANGYEFAZHANG
CONGSHU

走

进

探

索

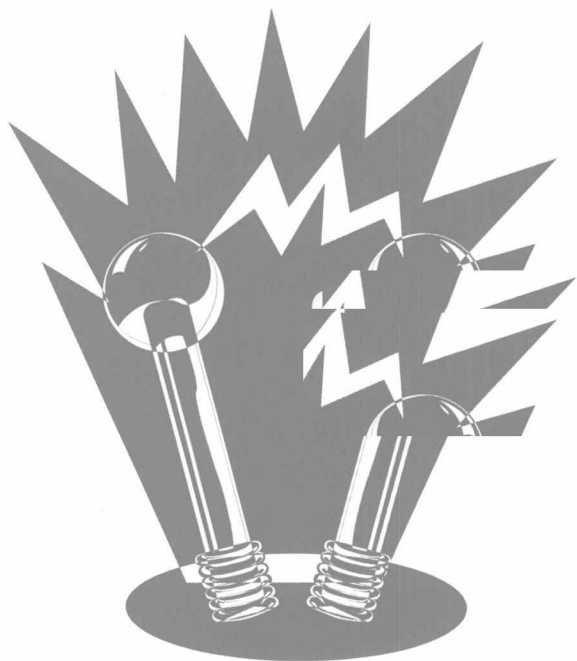


沈剑波/丛书主编>>

福建教育出版社

走进探索

中学物理教学创新设计与课例



沈剑波/丛书主编>>

福建教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

走进探索:中学物理教学创新设计与课例/何丰明,
陈前主编. —福州:福建教育出版社, 2005. 3

(学科教师专业发展丛书/沈剑波主编)

ISBN 7-5334-4010-2

I. 走… II. ①何…②陈… III. ①物理课—课程
设计—中学②物理课—教案(教育)—中学
IV. G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 021748 号

《学科教师专业发展》丛书编委会

主 编 沈剑波

编 委 张伟跃 陈开建 周光琦 夏素贞

本 册 编 委 会

主 编 何丰明 陈 前

编 委 (按姓氏笔划排列)

陈光红 陈 前 方建伟

何丰明 潘春芳 王高波

《学科教师专业发展》丛书序

教育在现代化进程的深刻变革中逐步走向了历史的前沿，发挥着前所未有的重要作用。伴随着教育现代化的进程，人们对教师提高教育专业化能力，提出了新的更高的要求：从过去单纯的教育任务的执行者转变为教育过程的设计者、组织者、引导者、参与者。教师专业化发展已经成为未来教师职业发展的必然趋势。在新课程改革中，人们越来越关心如何引领教师的专业性发展。基于上述思考，作为试图引领教师专业发展的探索，我们组织力量编写了《学科教师专业发展》丛书。关于怎样编写丛书，我们作了如下思考：

1. “教师的知识主要是一种实践性知识”。教师的发展，教师的专业成长也是在实践中展开的，教师的发展须臾都离不开教育改革实践。

2. 教师专业能力的形成，主要依靠教师在教学实践中不断地学习、实践、思考、体验，同时又要学习、借鉴其他教师的学习、研究成果；探究这些成果反映了什么样的创造性和规律性的东西，并在此学习、研究和实践的平台上构建、生长出属于自己的教育理念和课堂教学创新行为。我们希望能从这一意义上说，《学科教师专业发展丛书》能为教师在新课程理念下的教学研究，提供一个可以学习、研究借鉴的材料。

3. 与许多教育理论书籍或全课实录式的教学案例集不同，这套丛书以解决课堂教学创新设计的实际操作问题为取向，以课例和理性分析来引领学科教师专业发展，力图既避免单纯的理论阐述，又避免纯粹的经验堆砌，为读者展示一条通过课堂教学创新

设计，推进专业发展的便捷之路。

有关学者说，这是国内第一套以教师专业发展为导向，引领学科教师专业发展的丛书。作为丛书的倡导者之一，我感到尽管我们在编著过程中作了许多努力，但缺点疏漏在所难免，衷心希望得到同行的批评指正。该丛书的编著、出版，并不是我们刻意追求的产物，而是水到渠成的结果：

首先，丛书的作者都身处教学第一线，所有的内容都是建立在课程改革已有的实践基础之上，源于课堂，贴近教师，贴近实践，把这些实践后的冷静思考和理性分析的结晶奉献出来，供大家研究、讨论、分享，是一件非常有意义的事；

其次，教育行政部门和学校的管理者应该而且可以为教师的专业发展创造良好的条件，尤其是需要营造一个有利于教师学习、实践、反思、研究的环境；为教师的改革实践活动搭建展示的平台，从而促进更多的中小学教师实现角色转换和专业自我发展。这也是我们编写、出版丛书的动因之一。

感谢丛书作者的辛勤劳作，感谢福建教育出版社的厚爱和支持。

丛书主编 沈剑波

2005年元月



《普通高中物理课程标准》规定物理教学具体目标有三方面：知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观。这三方面体现着学生学了物理学科后应该具有的学科素养，可以说新课程的实施为教师的创新教学提供了广阔的舞台。对物理教师而言，如何体现物理新课程理念，新课程物理教材如何进行教学，新课程教学中如何体现创新精神，这些工作的实施阵地是课堂教学，课堂教学是实施新课程的唯一途径，课堂教学的成功与否也是实施新课程成败关键。本书取名《走进探究》有两层意义：一方面新课程的实施对教师而言是新课题，需要广大教师共同探索、研究；另一方面，突出学生在学习过程中的探究性和主动性，真正体现物理学科是一门来源于实践又服务于实践的学科。本书各章既有一定的理论性，同时针对性地设计了大量的完整课堂教学创新案例和课堂教学活动实录片段，具有实用性、创新性和资料性；各章内容的编写风格也不尽相同，力求务实，努力为广大物理教师提供可参考的资料。本书在编写过程中得到了《学科教师专业发展丛书》编委会和沈剑波先生的大力支持；在成稿过程中更是得到了鄞州区教研室主任严惕非老师的悉心指导，并提出了许多宝贵意见。在本书付梓之际，谨此表示衷心感谢。

·目录·

CONTENTS



前言	1
第一章 物理学与美	1
第一节 大自然的美	2
第二节 物理学是美丽的	4
第三节 物理课堂教学中的美育	9
第二章 营造和谐的物理课堂教学	37
第一节 物理课堂教学的新理念	37
第二节 物理课堂教学的艺术性	65
第三章 物理实验教学	87
第一节 物理实验的功能	87
第二节 演示实验的教学	89
第三节 学生实验的教学	96
第四章 物理课堂教学与现代信息技术	100
第一节 物理课堂教学与现代信息技术的整合	100
第二节 网络化课堂教学模式	105
第五章 物理课堂教学中实施研究性学习	114
第一节 研究性学习指导	114
第二节 研究性学习案例	116
第六章 在探究状态下	145
——中学物理课堂教学创新案例设计	
第一节 “合作—探究”教学模式案例	147
第二节 “建构—探究”教学模式案例	154
第三节 “问题—探究”教学模式案例	165
第四节 “自主—探究”教学模式案例	193
参考文献	204
后 记	205

第一章 物理学与美

一 提到物理学我们就会想到爱因斯坦的那张照片：满头白发，满脸皱纹（图 1-1）。好像做科学的人只知道研究，不懂得生活，其实这个认识是片面的，爱因斯坦不但在物理学上成就伟大，而且能弹得一手好钢琴，在物理学上也有独到的美学认识。

请看下面这幅照片（图 1-2），这幅照片的名称叫 Dance。这是哈勃望远镜捕获到的一场宇宙中的精彩“舞会”，左边的“舞者”是较大的星系（NGC 2207），“依偎”在旁的是较小的星系（IC 2163），NGC 2207 的“吸引力”（强大的万有引力作用）使得 IC 2163 “翩翩起舞”，它“掷”出的气体、恒星形成约十多万光年长的“彩带”。这场“舞会”将在数十亿年后结束，最后两个星系将

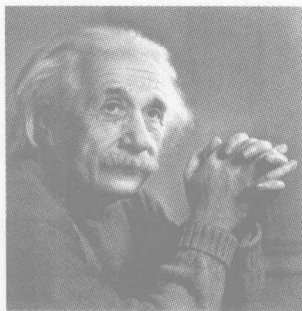


图 1-1

成为“一体”。这是形式美，它的本质也是美的，因为它们的作用遵守万有引力定律，我们还可以预见它们的未来是怎样的。

再举一个例子，英国的卢瑟福用实验证明了原子是由原子核与电子所构成，原子核居中，电子在外。但原子的结构究竟是怎样的呢？最初人们认为原子的结构和太阳系相仿，原子核就好比太阳，而电子就像行星那样

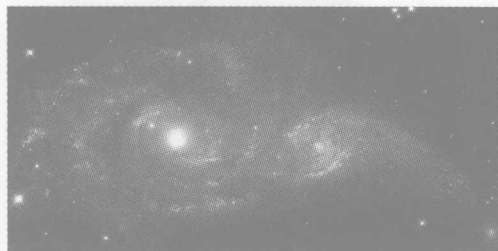


图 1-2

在各自的轨道上绕原子核旋转。但这与经典的电磁理论发生了矛盾：绕核运动的电子应该辐射出电磁波，因此它的能量要不断减少，电子绕核运动的轨道半径也会减小，于是电子将沿着螺旋线的轨道落入原子核。这样看来，原子应当是不稳定的，而实际上原子是稳定的。幸而不久迎来了量子力学，对电子这样的微观粒子的行为作了完全不同的描述。原来电子根本没有一定的位置，也没有一定的运动轨道。原子中的电子就好像云雾般迷漫在原子核外的空间，形成所谓“电子云”。“电子到底在哪儿？”科学家们众说纷纭，还是诗人说得好：“只在此山中，云深不知处。”谁说科学枯燥无味？你看，电子云的意境不是很朦胧飘逸的吗？

其实物理学是很美丽的，我们是这样理解的：物理学研究宇宙，研究大自然，而宇宙和大自然在深的层次上有很多的规律，而那些规律如果你认识它以后，就会感受到它的美。因此在这里让我们一起来探讨物理学的美吧！

第一节 大自然的美

物理学的研究对象是大自然，而大自然是按美来设计的。在这里特别要谈谈大自然的美。请大家观赏几幅图片，让我们一同来感受大自然的美。

1. 图 1-3 是从太空中拍摄的地球照片，地球是一个蓝色的球体，地球的这种形状本身就体现自然本身的完美。

2. 人从鼻梁的中线垂直延伸，可以相当精准地分成左右两半均等的对称体，我们借用图 1-4 这幅世界名画来质证。



图 1-3

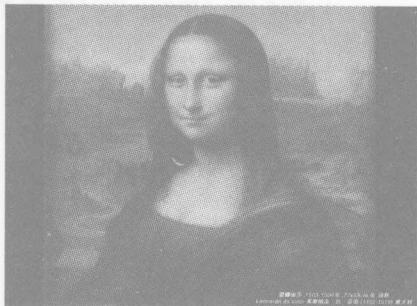


图 1-4

3. 图 1-5 是一片树叶，你会发现具有很强的对称性，你还会惊叹它竟是按照数学上的对数形状排列着，也就是按最美的形式排列着。

4. 彩虹（图 1-6）、日晕（图 1-7）、极光（图 1-8），哪一样不是极美？

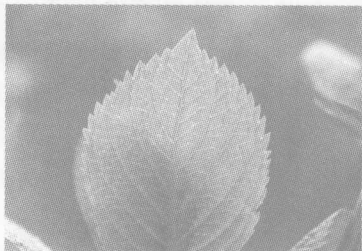


图 1-5



图 1-6

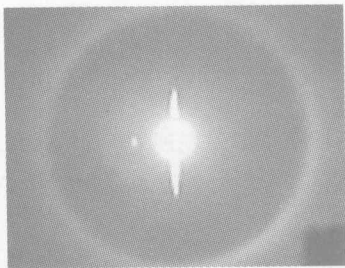


图 1-7



图 1-8

5. 流星雨 (图 1-9)、闪电 (图 1-10) 又何尝不是大自然奉献的奇观?

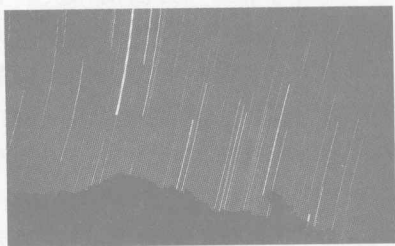


图 1-9



图 1-10

6. 图 1-11 中阳光、空气、水、树、花、草在生命维持的循环中相互协调, 这是大自然的和谐美。所有的生命都在属于自己的舞台上, 随着风的节奏起舞, 为了大自然的美丽奉献着自己的一切。

7. 图 1-12 是澳大利亚的悉尼歌剧院, 像海边礁石上巨大的贝壳, 又像是海湾中片片白帆, 富有诗意画境, 而且与环境也很和谐。



图 1-11



图 1-12

展现这些图片是要说明: 因为大自然是美的, 所以研究大自然的科学也是美的。当然, 物理学也是美的。

第二节 物理学是美丽的

物理学反映的是科学的真，科学的真又表现着科学的美。由于大自然的美妙神奇和物理学家对美的不懈追求，物理学知识体系中充满了美的因素，主要有以下表现形式。

1. 简单美：由于物理科学揭示了自然界物质的存在、构成、运动及其转化等规律的简单性而产生的美感。

简单美主要包括两种含义：客观简单美和方法简单美。客观简单美是指物理学在基础结构上所展现的物理学简单美。例如，非思维性的物质，在自然条件下，会选择最简捷的方式：不受外力的物体保持静止状态或匀速直线运动状态；自由下落的水滴要保持表面积最小的球状，竖直向下。再例如，向心力大小不变，物体划出最简单的封闭曲线，相干光在量值和方向上都保持相等或相同这种最简状态。物理学家们坚信，自然是按照美与简单来设计的。物理学家在选择可能描绘自然结构的数学表达时，之所以会选择对称、简洁的优美形式，正是已经深入他们骨髓里的这种强烈的简洁性信念所使然。比如理想模型的方法就是物理学家对客观简单性信念的一种体现，模型的方法将复杂的事物一一分割，抽象出简单明了的物理模型，如质点、点电荷、理想气体、磁力线等，这些模型就像一幅幅生动形象的简笔画，把物体的特征和个性勾画得淋漓尽致，既简洁又合理，给人以美的享受。

方法简单美是指物理学研究方法和思想方法所展现的物理学简单美。作为一门实验科学，物理学大胆地根据有限个实验，归纳出许多规律。事实证明，根据有限个实验作出的这种不完全归纳，在经受了有限个实验检验之后，已有效形成了科学的内容和体系。随着物理学的发展和物理思维的成熟，物理学采取了更为大胆的逻辑：从一个或少数几个实验现象提出假说，再根据假说作出可能只是极其有限的分析性预言，如果这些预言被证实了，假说就变成了物理学的规律。甚至，对于无法验证的纯假说，如果从未观测到与其相违背的现象，物理学也确认其为自己的科学规律，如惯性定律。物理学的这些方法不拘泥于纯数学的极端严密，不带有考证的必要繁琐，给人以简捷、明快、富有实效的感觉。

需要说明的是，物理学的简单美丝毫不意味着内容贫乏或方法单调。

事例一：牛顿定律以 $F=ma$ 的简单形式包含了宏观世界中力和运动

的全部特征和表象，天地都成立，这就是简单的美。

事例二：“功是能的转化的量度”以极简单的形式概括了相当深刻的物理学原理（有力做功，就有能量转化，做多少功，就有多少的能量转化。具体的表现形式有：机械能守恒定律、动能定理、功能原理、能的转化和守恒定律等）。

事例三：爱因斯坦的狭义相对论只有两条基本假设：①在不同的参考系中，一切物理规律都是相同的；②真空中的光速在不同的惯性参考系中都是相同的。够简单吧！但当我们深入了解其内涵时，不仅为其简单的表述和深刻的内涵所震动，而且越深入就越体会出它的美。

事例四：如右图 1-13 所示，一条简单的 $v-t$ 图线，可表达物体运动的状态与全过程。该曲线含有静止、匀速直线运动、匀加速直线运动、匀减速直线运动及各自的时间、速度、加速度、位移等十多个物理量以及它们之间的相互关系。对该曲线每一点的动力学分析则可能含有更丰富的内容。

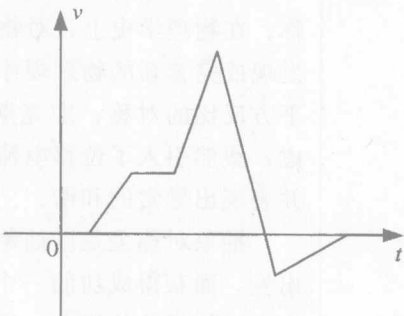


图 1-13

以上例子说明，物理学的简单美并不意味着内容贫乏或方法单调。相反，哈勃望远镜、载人航天飞行、“勇气号”登陆火星、原子光谱的超精细结构、现代物理正在捕捉瞬间即逝的粒子，这些都说明了物理学的宏大博深与细小精微。再如，由物理学的思想方法和研究方法为先导主体发展起来的科学方法论，已成为一门新兴的独立学科。我们可以毫不夸张地说，物理学的简单美显得格外动人。

2. 对称美：由于物理科学揭示了自然界物质的存在、构成、运动及其转化等规律的对称性而产生的美感。

在科学美学史上，毕达哥拉斯学派最早提出对称性这一科学审美标准。他认为圆形最美，圆具有圆周与中心之间的绝对对称与和谐，使得整体与部分之间的关系协调一致。亚里士多德认为美的主要形式为和谐、次序与匀称（对称），他认为如果实际观察到天体做匀速圆周运动，那是最美不过了，即使不是也不要紧，因为可以把不规则的运动分解为一系列的匀速圆周运动来加以研究。开普勒第二定律的建立，使得对对称性这一审美标准有了新的认识。毕达哥拉斯关于对称美的思想一直影响着物理学的

发展。物理学的对称美主要表现为直观的、抽象的和数学的对称美。

直观对称美是以直观、形象展现的物理学对称美。物理学中的直观对称比比皆是：物像对称（平面镜成像）、电荷对称（正负电荷）、运动对称（如简谐振动、上抛运动和落体运动）、力的对称（作用与反作用）、定则对称（左手定则、右手定则）、过程对称（溶解与凝固、升华与凝华、裂变与聚变）、物质对称（粒子与反粒子）等等。再如物理学的概念、规律、公式等，在表达形式上也表现出明显的直观对称性，动量定理表现了力对时间的积累（ $F \cdot \Delta t = \Delta p$ ），动能定理则表现了力对空间的积累（ $F \cdot \Delta s = \Delta E_k$ ）；刚体力学中的 $M = J\beta$ 与质点力学中的 $F = ma$ 也有惊人的直观对称。在物理学史上，对物理知识直观对称美的追求，能在相当程度上促进发现或完善新的物理规律。例如库仑定律的发现，就是追求与万有引力的平方反比的对称；麦克斯韦在没有实验数据的条件下，出自对对称的考虑，毅然引入了位移电流矢量，使电磁学的概念、规律、体系完全自洽，并表现出异常的和谐。

抽象对称美是以抽象的方式展现的物理学对称美。由追求抽象对称美出发，而获得成功的一个典型例子是物质波的发现。1924年，德布罗意提出了物质波的概念，当时，许多物理学家还在被二象性困扰，德布罗意却出自对称的思想指出：“整个世纪以来，在光学上，比起波动的研究方法来，是过于忽视了粒子的研究方法；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 p 和能量 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 $\gamma = E/h$ ， $\lambda = h/p$ 。1927年，德布罗意根据对称思想作出的这一抽象假设，被电子衍射实验所证实。再如，爱因斯坦则是通过对深层次的直接经验无法察觉的对称性——规范变换不变性深刻的理性思考而建立了狭义相对论。与此类似，他又将经典电磁理论中洛伦兹不变性升华为对称性原理，创立了广义相对论，爱因斯坦的对称性制约物理定律的思想可以说是20世纪物理学研究方法的一大飞跃。

数学对称美是通过数学的运用展现出物理学的对称美。数学本身就充满着对称美，它原本有一种抽象对称美，当数学被引入物理以后，数学的形象就具有了物理的直观对称美，物理也就具有了数学的抽象对称美。例如，具有数学抽象的正弦曲线，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。又如，麦克斯韦电磁理论方程：

$$\left\{ \begin{array}{l} \nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t} \\ \nabla \times B = \mu_0 J + \mu_0 \epsilon_0 J \frac{\partial E}{\partial t} \\ \nabla \cdot E = \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \nabla \cdot B = 0 \end{array} \right.$$

方程组中的“ $\times$ ”积与“ $\cdot$ ”积，电场与磁场，变量与常量，都呈现着优美的数学对称。还有，数学对称美在物理学中的一个集中体现，就是变换不变性，如伽利略变换不变性导致了牛顿力学，洛伦兹变换不变性导致了相对论力学。

在对称的理论中，有这样一条原理：“原因中的对称性必反映在结果中，即结果中的对称性至少有原因中的对称性那么多；结果中的不对称性必在原因中有反映，即原因中的不对称性至少有结果中的不对称性那么多。”简单的表述就是：对称的原因必然导致对称的结果，不对称的结果是由不对称的原因引起的。对称是美的，不对称也绝非一定是丑的，对称性破缺在一定条件下同样能给人以美感。对称性破缺之所以美，首先在于某种对称性的破缺，可能意味着某种新的对称性的产生；其次，对称性破缺美还在于它突出反映了物质世界的多样性的个性。

3. 和谐美：由于物理科学揭示了自然界物质的存在、构成、运动及其转化等规律的整体上的和谐性而产生的美感。

作为物理学研究对象的客观物质世界是和谐的。例如，原子世界是一个有序和谐的世界，核外电子绕核做圆周运动；又如，晶体是一种有序的和谐结构，有规则的外形，各个几何平面之间的夹角固定不变；再如，月球一边自转，一边绕地球公转，旋转的速度和轨道也几乎没有差错。同样，作为客观物质世界反映的物理学理论也是和谐的、内在自洽的。物理学的和谐美主要表现在自洽、统一、互补三个方面。

自洽和谐美是指由于物理学理论内部相互间的自洽而展现出的物理学和谐美。自洽和谐美首先表现于物理学各分支理论内部，以及各分支理论之间的现象、概念、规律及逻辑都是互不矛盾的。亚里士多德的重物较轻物下落快的结论符合人们的日常经验，被人们接受了二千多年。伽利略用思辨的形式揭示出其理论内部的不自洽：将一重物与一轻物连体下落，若考虑总重量，其下落速度应大于其中任一重物单独下落速度。若再考虑连

体中重物下落时必受到慢速下落轻物的牵制，连体的下落速度又应小于重物单独下落的速度。亚里士多德的理论陷入自相矛盾而不自洽，而在伽利略的理论中，重物、轻物、阻力、下落的加速度、速度与时间等概念都表现着自洽的和谐。又如，当经典电磁理论与光电效应现象发生尖锐矛盾时，当经典电动力学的辐射理论对解释绕核高速运转的电子为什么不向外辐射能量感到束手无策时，量子力学的产生顺利地解决了这些矛盾，物理学又再次达到了自洽的和谐。自洽和谐美还表现于某种矛盾的统一，即看起来似乎不相关的、甚至是互相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。例如，在近二百年的时间里，物理学家对光的认识是螺旋式上升的：牛顿的微粒说——惠更斯的波动说——麦克斯韦的电磁说——爱因斯坦的光子说，直到建立了量子电动力学，人们才彻底摆脱了对波粒二象性的困惑，在光的干涉实验中，即使光子是一个一个的射入，也可以看到干涉现象。数学形式的统一，也是物理学自洽和谐美的重要表现。例如在运动学中，自由落体、竖直上抛（下抛）以及各种直线的匀加速运动与匀减速运动的十几个公式都可以统一于两个公式： $v_t = v_0 + at$ ， $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 。

统一和谐美是物理学不同理论间的统一关系展现的物理学和谐美。例如，牛顿力学把天上、地上的所有物体的机械运动的规律都统一起来，麦克斯韦的电磁理论把电、磁、光的运动统一起来，爱因斯坦的相对论把牛顿力学和麦克斯韦的电磁理论统一起来，德布罗意的物质波假设和量子力学理论把粒子运动和波动统一起来，原子、分子结构理论把宇宙万物统一起来，质能关系把物质的质量、能量统一起来，能量概念沟通了力、热、电、磁、光、原子等领域，各种守恒定律找到了各种运动变化的统一等等。再如，物理概念是反映物理现象和过程的本质属性的思维形式，物理规律是物理现象或过程的本质联系在一定条件下必然发生、发展和变化的规律性的反映，这种“本质属性”和“规律性”就是统一；还有，物理学的研究方法也具有多样统一的美，平行四边形法则统一了矢量运算方法，串联、并联的总电阻，分析与综合，归纳与演绎，分类与比较等等。

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。例如，大量分子的运动和一个分子的无规则运动，两者单独都不能构成热运动。描述热运动，必须同时从分子的个数与运动方式两个方面阐述才能科学地揭示其内涵；再如，物理和数学是互补的，像牛顿在运动学和