

培养创新融合型人才的科学系教育课程

申荣俊

京仁教育大学 教授

一. 《2015 教育课程修订案》背景

随着科学技术的不断发达，未来社会正发生迅速的变化，因此我们需要能快速适应并主导这个世界、兼具创造性和融合性想法的人才。因此，2015 年教育部公布了“文理科合并型教育课程总论主要事项”（2015.9 月），指出我们社会所需要的人才“具有人文想象力和科学技术创造力的，具有正确人性的，能够创造新的知识并融合各类知识，创造新价值的**创新融合型人才**”，推动教育课程的修订，进行教育改革，力求通过学校教育努力将学生们培养成创新融合型人才。此外，修订案中还提到，为了培养创新融合型人才，通过基本素养的均衡培养，同时改善学习体会的质量，实现快乐学习。根据《2015 教育课程修订案》的规划，对具体的修订方向作如下概括。

- 强调人文、社会、科学技术的基本素养教育。
- 开发能助长学生的“梦想与天分”，以学生为重的教育课程。
- 能培养出未来社会所需核心素养的教育课程。
- 适当的学习量。
- 对教科书内容、授课和学习的考评要保持一贯性。
- 反映学校实际需求，改善现行教育课程中的问题。

国家教育课程中提出要不断追求并推行人的教育。在维持原有的人的教育这一大框架的同时，《2015 教育课程修订案》所提出的内容中包括了未来社会要求的核心素养，这可以说是其一大特征。即，基于造福人间这一教育理念，设定了

中小学教育阶段应该追求的四个人性（自主的人、有创造的人、有教养的人、融入社会的人），以及为了实现这些人性，又指出通过学校教育的全部课程要重点培养的6个核心素养（参考图1）。《2015教育课程修订案》的目标是，力求通过学校教育塑造具备6个核心素养为代表的未来核心素养的人，最终培养出具有正确人性的人才。

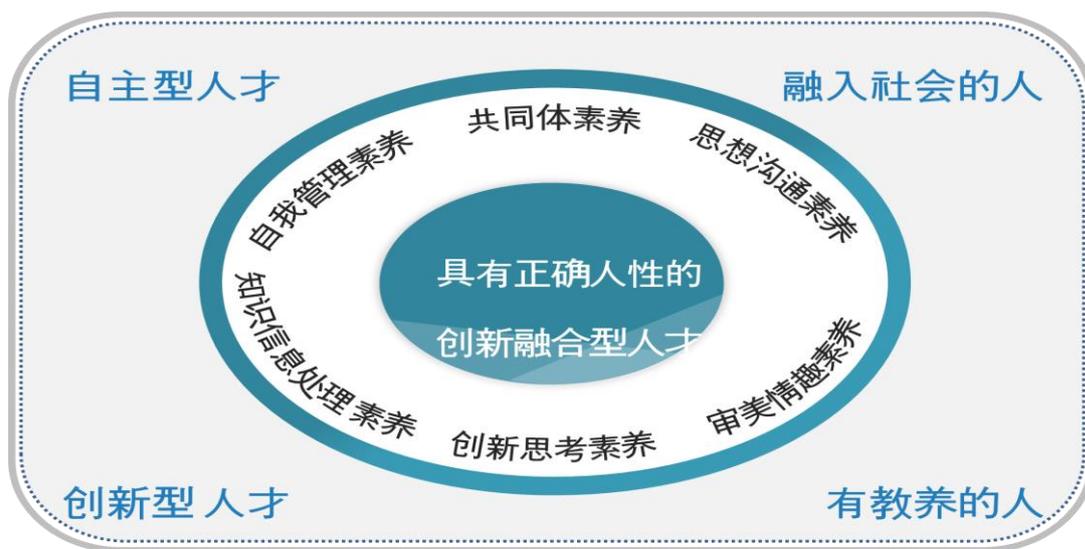


图1. 人的教育与核心素养、人才形象的关系(出处: 温正德 外, 2015)

表格1. 核心素养

核心素养	意义
自我管理素养	自我定位、充满自信，具备自己生活和前途发展所需的基本能力和资质，自己主导生存的能力
知识信息处理素养	为了合理解决问题，能够处理各个领域的知识和信息，并且灵活运用的能力
创新思考素养	在渊博的知识基础上，能够融合专业领域的知识、技术和经验，灵活运用并进行创新的能力
审美情趣素养	能够与具有审美情趣素养的人产生共鸣、相互理解，在文化感性的基础上，发现和享受生活的意义与价值的能力
思想沟通素养	在各种情境下，都能有效表达自己的想法和感情，能够倾听并尊重他人的意见
共同体素养	作为地区·国家·世界共同体的成员，凭借着被要求具备的价值和态度，积极参与共同体发展的能力

二. 科学系教育课程的修订方向

2015 科学系教育课程的开发中，最为核心的关键词是‘科学素养’，即力求将教育课程开发成为能养成科学素养、学会探究方法、考虑学生适应力的前途教育。同总论的修订方向一样，在科学系教育课程中也有需要追求的修订方向。

2015 科学系教育课程修订方案的具体修订方向概括如下：

- 实现以核心概念为重的统合
- 通过学校教育，加强探究力量
- 适当的学习量
- 推进学生参与型课程

《2015 教育课程修订案》是培养创新融合型人才的，代表性的修订方向是培养具备人文想象力及科学技术创造力的均衡型人才。2015 科学系教育课程修订方案反映了教育课程总论所追求的方向，使学生参与型教育课程得以实现，在课程设计时考虑了学习量的适度化、新设统合单元、学校课堂场景等。最终通过学校科学教育，进行教育改革，推进教育课程的修订，使所有学生都能成长为创新融合型人才。

2015科学系教育课程修订方案的主要特征分析如下。科学系教育课程将修订教育课程作为目标，推动明确了解在教师的立场上要教什么以及该如何进行考评的一种亲切的教育课程；强调以学生为重的体验和活动的教育课程；将小初高的科学教育有机地关联起来的教育课程。

2015科学系教育课程修订方案中最为突出的变化就是文书体制的变化。以往的教育课程中提出的是将性格和目标统一起来作为目标，而2015科学系教育课程修订方案中却将性格和目标进行了分离。尤其是，2015科学系教育课程修订方案最大的特征就是在性格中导入了科学系教科素养。总论的核心素养一方面带有通过授课等学校教育活动全面养成的一般素养的性质，另一方面也可以说是教科素养是各教学科目要有重点地培养各科目固有的素养。

科学系所提出的教科素养共有科学思考能力、科学探究能力、科学解决问题的能力、科学的思想沟通能力、科学地参与和终身学习的能力五种。

科学思考能力是指，在探索科学的主张和证据的关系的过程中所需的思考，包括以科学的世界观和自然观、科学的知识和方法、科学的证据和理论为基础，合理地进行逻辑推论的能力；对推理过程及论证进行批判性洞察的能力；能产生多样和独创的想法的能力。

科学探究能力是指，为了科学地解决问题，运用实验、调查、讨论等多种方法搜集、解释和评价证据，以获取新的科学知识或赋予意义的能力。为了进行科学的探究，需要具备能将科学探究技能和知识相结合、对此适应并使用的能力，科学思考能力是这一过程的基础。

科学解决问题的能力是指灵活运用科学知识和科学思维，解决个人或社会问题的能力。即，为了解决日常生活问题，思考并活用与问题有关的科学事实、原理、概念等知识，搜集、分析、评价、选择和组织多种信息和资料，提出可能的解决方案并实施的一种能力。问题的解决能力也包括对问题解决过程的反思式思考能力和问题解决过程中合理的决策力。

科学的思想沟通能力是指为了在共同体内部共享并发展科学解决问题的过程和结果，能主张自己的想法、理解他人的想法并进行调整的能力。包括能理解并表达以说话、文字、图画、标记等多种形式的思想沟通方式以及通过电脑、视听设备等多媒体进行提示的科学技术信息的能力，也包括根据相关证据进行论证的能力等。

科学地参与和终身学习的能力是指，作为社会共同体的一员，为了能够合理地并有责任地采取行动，保持对科学技术社会问题的关注并参与决策的过程，为了适应新的科学技术环境，自觉坚持学习的能力。

表格2. 高中统合科学领域及核心概念

领域	核心概念 (big Idea)
物质和规律	物质的规律及结合 自然的构成物质和起源

系统和相互作用	力学系统 地球系统 生命系统
变化和多样性	化学变化 生物的多样性和持续
环境与能源	生态界与环境 核发展与 新 再生能源

为了有机地关联各级学校的科学教育，将核心概念和内容要素按照各级学校和各学年进行布置并制作内容体系表，帮助理解学问系统。《附录》有小初高的各学识领域内容体系表，从中可以一目了然地看到学识的系统性。统合科学科目的领域和核心概念如图2所示。

教科素养通过完成标准才可以实质性地实现。完成标准是通过教科完成学生们应该学习的知识和技能，标准是以内容体系为根据，把内容要素和技能整合起来。即，每个领域的完成标准提出了完成的标准、探究活动以及学习要素。尤其是，在完成标准的陈述语句中包括了如实验、观察、分类、研制、比较、表现、区分、关联、调查、讨论、发表、说明等具体技能和活动(图2)。



图2. 科学系教科素养-技能-活动之间的关系

此外，完成标准要强调对各领域主要完成标准的解释，从而提高对教育课程的理解度。讲授、学习方法和注意事项以及考评方法和注意事项分领域提出各完成标准，实实在在地帮助以学生为主导的课堂的实现。

三. 科学系讲授·学习的方向-以素养为重的授课

《2015教育课程修订案》中，正是通过对基本概念的统一理解和探究体验，培养思考能力、解决问题的能力、思想沟通能力、终身学习能力等核心素养，科学系讲授和学习的大致方向如图3所示。

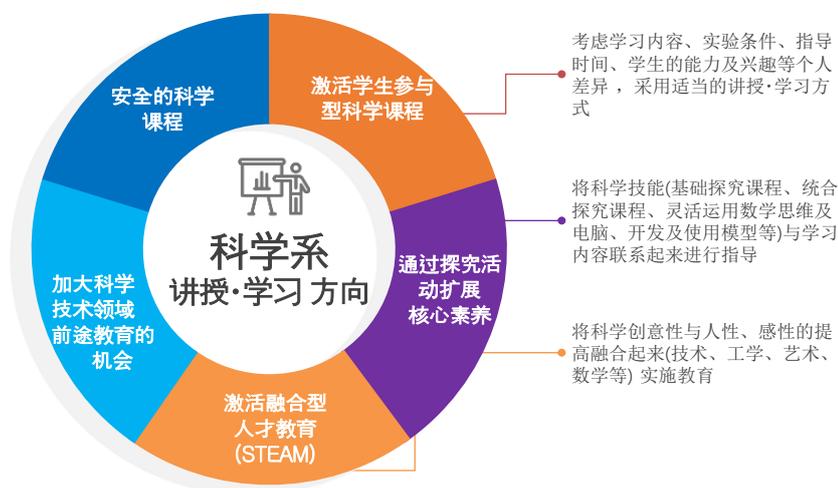


图3. 科学系讲授·学习的方向

为了实现以素养为重的课堂，《2015教育课程修订案》指向以教师为中心的讲义式授课，强调学生参与的学习。灵活运用思维和电脑、开发和使用模型、有据可凭地进行讨论和论证等技能，以及恰当地运用讲义、实验、讨论、调查、课外自修项目、课题研究、见学等多种讲授和学习的方法，提供学生主导的课堂。特别是，为了帮助学生理解，诱发他们的兴趣，为他们提供具体的操作经验和活动，要求在课堂上灵活使用模型及视听设备材料、电脑及智能器械、网络等最新信息通讯技术和机器等。如图4所示，《2015教育课程修订案》中提出了多种多样的学生参与活动，从低度参与阶段到高度参与阶段都进行了各种设计安排。

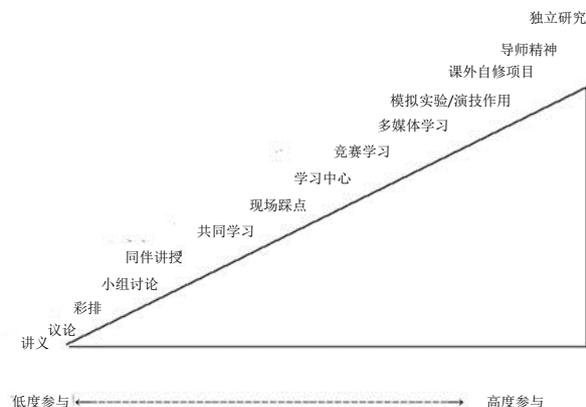


图4. 参与课堂的多种活动阶段

强调学生参与的课堂时，在完成标准中提到了学生们的积极活动，统合科学的完成标准用一系列动词进行了列举，如表格3所示。可以看到，以往以科学说明和预想为重的概念为主的学习方式转型为融入了科学主张的学生参与式学习。

表格3. 高等学校统合科学完成标准的叙述样式

科学说明/预想：14个	科学主张：18个
- 能够分辨(1)	- 能够推论(7)
- 能够说明(5)	- 能够论证(2)
- 能够解释(1)	- 能够议论(4)
- 能够分析(3)	- 能够讨论(1)
- 能够找出(2)	- 能够评价(3)
- 能够比较(1)	- 能够发表(1)
- 能够举例(1)	

《2015教育课程修订案》正力求在学校使用新的讲授方法。英国开放学校（Open University）自2012年起，每年整理并以报告书的形式公布新涌现的和今后

将扩大影响力的众所期待的有关授课和学习的革新性用语、理论和授课方法。该校曾提到将在2015年大大扩大影响力的授课和学习的十大革新（Innovating Pedagogy 2014）。尤其是，一旦对某一商品形成需求，通过这种对人们进行商品选择产生影响的现象，即网络效应来促进多数的学习，强调社交网络的教育潜力可以使教育发生急剧变化。

- ▶ MOSL(Massive Open Social Learning): 利用社交网络，向众人提供大规模线上公开课。MOOC是比较典型的，在线上激发具有生产性的讨论和知识的共享，以获取新的知识。
- ▶ 基于分析的学习设计 (learning design informed by analytics) : 在设计学习时，要使用数据分析。管理学习活动的同时，分析积累的大量数据，之后决定使用哪一种媒体更好、以什么样的顺序才能更好地激发学习活动等。
- ▶ 反置教室 (flipped classroom) : 在家里或利用自己时间收看短时间的讲义视频，而在课堂上是在教师的帮助下进行各种学习活动。
- ▶ BYOD (Bring Your Own Device) : 学生带来自己的智能手机或台式电脑，在课堂学习时使用。把教室里的学习和教室外的学习联系起来，学生的个人资料和网络等都能成为学习的资源。
- ▶ 要学会学习的法则 (learning to learn) : 并不只是单纯地把解决问题视为目标的达成，而是要把整个学习过程看做一个大框架，为了更有效地学习，自觉地不断地提出问题，自己主导学习。
- ▶ 有活力的考评 (dynamic assessment) : 学习期间，考评者不断与学生进行互动，考评的内容不是学习的每一个人的现状，而是考评其是否有所进步
- ▶ 以活动为基础的学习 (event-based learning) : 通过一定期间内举办的活动，产生与活动有关的感觉，便于学习者记忆的一种学习方式
- ▶ 讲故事式学习 (learning through storytelling) : 学习者自己以讲解员、解说员的身份，从某一特定的观点出发，谈论学习内容的一种学习方式
- ▶ 门槛式概念 (threshold concepts) : 学习过程中，要理解入门时所对应的非常重要的概念，学习的人对特定的问题、主题或者世界以全新的方式进行思考的一种学习方式。
- ▶ 手工劳动 (Bricolage) : 用各种各样的材料手工摆弄制作的学习方式，诱导有创意的发明或改革。

但是，这种新的授课、学习的方法不太容易让教师们积极地去接纳，这是因为在习惯了应试教育的学校里，授课转向自我主导型学习、由学生参与的形式，加重了一些莫名的不安的感觉。但是，引导学生们乐于学习科学的方法中最重要的就是让学生们感到自己的能力和作用，以及自己在做出学习选择时是拥有自我决定权的。以上新的授课和学习方法的转变就是推动愉快教学的方案。因此，今后还需要老师们积极努力地去改变。

四. 科学系考评方向 - 加强课程考评

2015科学系教育课程修订方案中的考评方向是考虑到学习内容、实验条件、指导时间、学生的个人差异等，使用合适的考评方法。此外，教师在确认完成标准和水平时，用举例演示的合适的有用的考评方式，考虑到领域和完成标准的特性，提出了自我评价、考评总结、执行评价、自我（反省）考评、同伴评价、观察评价等多种考评方式。同时，也提出要积极发掘并运用有助于创新地融合地解决问题以及培养人性和感性的素材或状况（图5）。

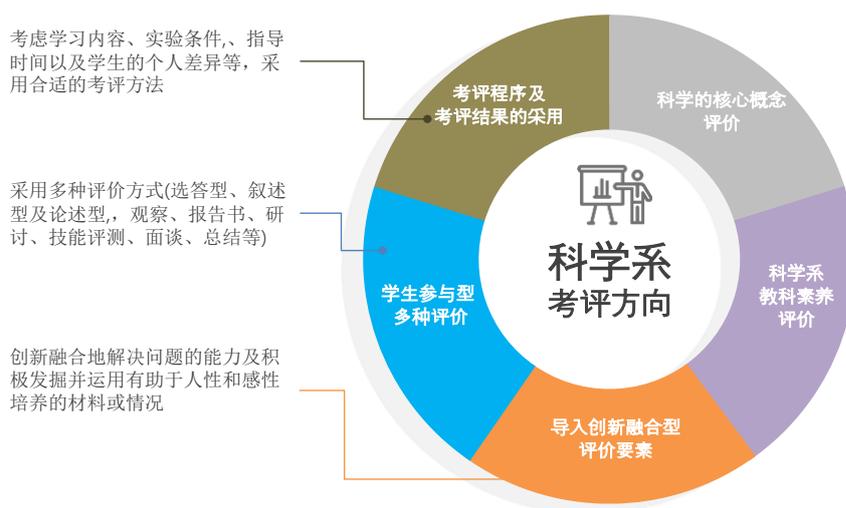


Figure 5. 科学系考评方向

提出了能够综合确认各科核心素养的考评方式，尤其强调注重于执行及过程的优质考评的重要性。即，扬弃了以往为了学校考评或提升学校级别的，以大学数学能力考试等以选答型问题为重的课程和偏重于单一的死记硬背知识的考评，反映了对平时的整个学习过程进行考评的重要性。

以下是教育部在为了2018年将要实行的《2015教育课程修订案》中提到的统合科学而刊发的资料集中举例提议的几个考评方法（学习主题：物质的物理性质和利用）。

<观察评价>

在小组活动中，老师在下列项目所对应的空格里记录学生们的学号。但并不应该只对一次活动进行考评，而是应该持久观察小组活动，掌握学生们的特性，这个也可以和学校生活记录册联系起来。

考评项目		考评内容 / 考评基准	评定 (O, X)
兴趣/ 态度	参与	提出或防御课题的解决方案，对他人的提案提出质疑或用其他语句进行说明等行为	
	对课题的执着度	集中于课题并参与课题	
	合计		

<学生活动累加记录(示例)>

- 在议论过程中，所议论的内容能始终不脱离物理性质的界限及改善方案，参与到议论的整个过程(科学的思想沟通能力)
- 在物理性质的界限和改善方案的议论中，能有条理地说出自己的意见，并持有倾听他人意见的态度 (科学的思想沟通能力)

<同伴评价>

在进行小组活动时，同伴之间也可以进行评价。将评价其他小组发言的采集表格分发给学生们，学生们可在听发言的同时进行评价。评价结果表现优秀的小组，可以记录在学校生活记

录册上。

全部	甲	乙	丙	丁	戊	己
考评项目						
理论性	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3
正确性	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3
发言准备及态度	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3
评定结果						

考评项目	考评内容 / 考评标准
理论性	- 调查物质的物理性质和分类的标准是否合适?
正确性	- 是否能正确地调查物质的物理性质并分类? - 物理性质的运用事例是否正确? ☞ 物理性质的界限和改善方案的内容是否有意义?
发表的准备及态度	- 发言准备是否充分? - 发言内容的解说(传达)方式是否易于理解? - 发言时是否表现自信?

<学生活动累加记录示例>

- 分析、选择和组织小组成员们调查的资料, 概念图(或心智图)上体现为积极参与的。(科学解决问题的能力)
- 能积极发挥领头作用, 带领大家讨论, 并能将讨论的结果有效地用图表体现出来。(科学的思想沟通能力)
- 在小组完成物质的物理性质的调查、分类和讨论结果, 并在此基础上进行具有说服力的发言。(科学的思想沟通能力)
- 对物理性质进行分类的标准合理化, 在科学上是恰当的。(科学的思考能力)

参考文献

- 教育部(2015). 2015 教育课程修订总论. 首尔: 教育部.
- 温正德、金敬子、朴熙卿、洪恩淑、黄圭浩(2015)。 2015 修订教育课程总论

解说书开发研究。教育部。.

- 韩国教育课程评价院(2015)。《2015教育课程修订案》教科教育课程开发政策研究小组workshop(4次)资料集。

首尔：韩国教育课程评价院。.

- Krathwohl, D.R., Bloom B.S., Massia B.B. (1964), Taxonomy of Educational Objectives (Hand book 2, Affective Domain), NY: David Mckay.

- Mike Sharples, Anne Adams, Rebecca Ferguson, Mark Gaved, Patrick McAndrew, Bart Rienties, Martin Weller, Denise Whitelock (2014), Innovating Pedagogy 2014 REPORT, Open University, United Kingdom

- Trilling, B., Fadel, C. (2009). 21st Centry Skills – Learning for life in our times. San Francisco: Jossey-Bass.

<附录> 物理学领域内容体系表

领域	核心概念	常规知识	内容要素					技能
			小学		中学	高中		
			3~4年级	5~6年级	1~3年级	物理学Ⅰ	物理学Ⅱ	
力和运动	时空与运动	时空的测定具有相对性。				·同时性 ·质量-能量等假性	·等效原理 ·引力透镜效应 ·黑洞 ·加速坐标系	·认识问题 ·探究设计及执行 ·资料搜集.分析和解释 ·数学式思考和使用电脑 ·模型的开发和使用
	力	物体的运动变化可用牛顿运动定律说明		·速度 ·速度和 ·安全	·等速运动 ·自由落体运动	·牛顿运动定律	·等加速运动 ·抛物线运动 ·单摆运动 ·天体运	·以证据为基础的讨论和论证 ·得出结论与评价 ·思想沟通

						动
	物体之间有各种各样的力产生作用。	·重量 ·横 向 ·控 制 ·弹 簧 ·秤 原 ·理		·重力 ·摩擦力 ·弹力 ·浮力		·力的合成和分解 ·物体的平衡
	物体冲撞前后的动量守恒。				·动量守恒 ·冲击量	
	力能	无摩擦界力能守恒		·依据重力的位置 ·能源 ·动能 ·力能守恒	·力能守恒	
电磁	电力	两电荷之间产生电力。		·电力 ·原子模型 ·带电 ·静电感应	·电和原子力 ·能级	·电荷与电场 ·电力线 ·静电感应 ·电介质极化
		物质按电性分为导体、绝缘体和半导体。			·固体能带 ·电流 ·传导性	·电阻
		在电路由电势形成电流	·电路 ·节电 ·用电 ·安全	·电路 ·电压 ·电流 ·电阻		

	磁学	电流形成 电磁场.		·电磁铁	·磁场 ·振动器 ·发电	·电流产 生磁 场	·电流产 生磁 场 ·磁力线
		物质根据磁性 的不同分为磁 体 和 非 磁 体。 .	·磁力 ·磁 铁 的 性 质			·物质的 磁性	
		磁场的变化 在电路引起 电力				·电磁感 应	·感应起 电力
热能	热平衡	温度不同的 物质相互接 触后温度变 得相同		·温度 ·传导 ·对流 ·隔热	·温度 ·热的移 动方 式 ·热平衡		
		物质种类不 同热性不同.			·比热 ·热膨胀		
	热力学定律	能量在转化 过程中不会 消耗或生成			·耗电	·内能	
		热不能完全 转化成其他 东西。				·热效	
	能量转换	能量以多种 形态存在, 也可能转化 成其他形态.			·能量 转化		·热的 日当量

波动	波动的种类	声波通过媒介传播后成为波动	·发声 ·声音的强弱 ·声音的高低 ·声音的传播			·横波 ·纵波 ·振幅 ·振动数 ·波形	
		光一类的电磁波是电磁振动向空间扩散的波动	·光的直进 ·影子				
	波动的性质	波动具有发射、折射、干涉、衍射的性质	·平面镜 ·光的反射	·棱镜 ·光的折射 ·凸透镜	·光的合成 ·光的三原色 ·平面镜成像	·波动的要素 ·波动的干涉	·波动的折射和干涉
		波动可以传播信息				·光通信	·电磁波
现代物理	光和物质的双重性	光和物质同时具有粒子和波动的性质。				·光的双重性 ·物质的双重性	·光的粒子性 ·粒子的波动性
	微观世界的运动	在微观世界里，不能同时准确测定运动量和位置					·不确定性原理