绪　论

我国东汉时的唯物主义思想家王充（27年～约 97年)在他的学术巨著《论衡·效力篇》中说：“人有知学，则有力矣。”这是人类思想史上，最早论述人掌握知识就有力量征服自然、改造社会的至理名言。经过 1500 多年后，英国哲学家培根·弗兰西斯(1561 年～1626 年）在他的《新工具》中再次指出：“知识就是力量。”从此以后就被广为流传，至今仍为人们经常引用。

知识是人们在实践活动中积累起来的经验，是认识客观事物的结晶。知识又是人类社会赖以延续和发展的宝贵财富，是推动科学技术进步和提高生产力的重要因素。没有知识，人们的正确观点难以形成，分析问题和解决问题就缺乏依据，一切创造发明也就成为无源之水、无本之木。因此，我们在物理教学中历来都十分重视知识传授，使学生掌握扎实的基础知识，并且将它作为物理教学的基本目标。

我国有句古话：“授人以鱼，只供一饭之需，教人以渔，则终生受用。”由此可知，我国古代先哲就很重视智力。著名的现代教育家陶行知说：“我以为好的先生不是教书，乃是教学生学。”德国教育家第斯多惠说：“一个坏的教师奉送真理，一个好的教师则教人发现真理。”古今中外的有识之士都在倡导教学工作要注重发

需要全本请访问 www.ertongbook.com

展学生的智力。当今世界，由于科学技术的迅猛发展，人类所拥有的知识成“爆炸性”地增长，学生个体在学习中必然产生这样的矛盾：知识增长的无限性与学习时间的有限性的矛盾，科技知识日新月异与教材内容相对稳定的矛盾。青春有限，知识无穷。只有具有独立获取知识的能力，才能在现代科技发展中有所作为，才能适应现代化建设的需要。因此，人们不得不对传统教育进行反思，提出：在传授知识的教学过程中发展智力，培养能力，并且把掌握知识和发展智能有机地结合起来，这是对教学目标的重大变革，也是对智育功能认识的一次飞跃。

智力和能力同属于个性的范畴，但智力偏重于认识活动，而能力偏重于实际活动。智力着重解决知与不知的问题，它是保证人们有效地认识客观事物的稳定的心理特征，包括注意力、观察力、思维力、记忆力和想像力等五个基本因素。能力着重解决会不会的问题，它是保证人们顺利地进行实际活动的稳定的心理特征，包括自学能力、表达能力、操作能力、管理能力、调控能力、创造能力和审美能力等七个基本因素。教学活动是认识活动和实际活动的统一，在物理教学过程中发展智力和培养能力是不能分开的。

知识、智力和能力是相互依存、相互促进的。人们在探索和运用知识的过程中发展智力，又通过实际活动转化为能力。反之，较强的能力又有利于发展智力，良好的智力更有助于掌握丰富的知识。知识之所以有力量，只有通过智力和能力的作用，才会在认识世界、创造文明的活动中发挥出来。因此，与其说“知识就是力量”，不如说“智能就是力量”更恰当、更贴切。

注意是智力的眼睛，观察是智力的窗口，想像是智力的翅膀，记忆是智力的仓库，思维是智力的核心。人们的认识活动，在注意力的引导、调控下，通过观察获得感性材料（知觉、表象），由于想像的参预、配合，通过分析与综合、抽象与概括、比较与分类、归纳与演绎等思维加工，获得对事物本质属性和内在规律的

认识，并且加以储存或提取。由此可见，培养思维能力是发展智力的主要内容。在物理教学中提出培养思维能力，是发展智力的教学目标的具体落实和进一步深化。

众所周知，人类社会中琳琅满目的物质财富和绚丽多彩的精神产品，无一不是思维的结晶。当前，我国方兴未艾的改革开放，就是为了解放和发展生产力，这是一场广泛而又深刻的革命。作为生产力的主要因素是人的思维资源，其开发、利用程度如何，将直接关系着四化建设的成败。所以，我们要把经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。《中国教育改革和发展纲要》指出：“发展教育事业，提高全民族的素质，把沉重的人口负担转化为人力资源优势，这是我国实现社会主义现代化的一条必由之路。”提高全民族素质，开发人力资源的主要途径，就是要在学校教育、教学中发展思维能力，开发思维资源。所以，在物理教学中培养思维能力是社会发展的必然要求，也是与我国现代化建设需要相适应的。

思维是人脑对客观事物的认识过程，总是以一定的形式、方法和程序进行的。在思维活动中，由思维形式、思维方法和思维程序构成一定的思维方式。人们的思维活动是以一定的思维方式展开的。在物理教学中，一定的思维方式与物理学的思维内容、思维形式和思维方法相融合、统一，形成一系列、多层次的物理教学思维方式。按照思维发展的过程，物理教学思维方式可分为：动作思维、形象思维、抽象思维和辩证思维。

物理教学思维方式的类型可以从不同的角度进行划分。按照思维的指向可以分为：正向思维与逆向思维、纵向思维与横向思维、发散思维与会聚思维、单维思维与多维思维；按照思维对象的范围可分为：局部思维与系统思维；按照思维的清晰程度可分为：模糊思维与精确思维；按照思维过程的变动状况可分为：静态思维与动态思维；按照思维程序的跨度可以分为：逻辑思维与直觉思维；按照思维的调控作用可以分为：预测思维与反馈思维；

按照思维成果的品位可以分为：再现思维与创造思维；等等。

由于我国社会政治生活和生产发展水平的影响，我们往往习惯于传统的思维方式，如求同思维、纵向思维、静态思维、单向思维、局部思维和精确思维等。随着科学技术的迅猛发展，科学趋向高度分化和高度综合，产生了一批新兴的学科，交叉科学、综合科学、横断科学、行为科学应运而生。我们的思维对象已发生了巨大变化，这就要求思维方式也要随着发生变革。我国正处于改革开放的新时期，教育要面向现代化、面向世界、面向未来。我们既要继承、发扬传统的优秀的思维方式，又要改变、摒弃滞后的陈旧的思维方式，更要学习、接受一切先进的科学的思维方式，如求异思维、横向思维、动态思维、多维思维、系统思维、模糊思维、反馈思维和创造思维等，实现思维方式的重大变革，扩展和丰富我们的思维方式，创建新型的思维方式体系，把培养思维能力的教学目标，真正落到实处，这是我们广大物理教师和教育科学研究工作者的新课题、新任务，也是对深化物理教学改革，实施素质教育，全面提高学生素质很有意义的工作。

1

加强实验与动作思维

我在兼任高三年级班主任时，曾碰到过这样一件事：有一天晚自习时，教室里一盏日光灯突然不亮了，坐在灯下的恰巧都是女同学，她们竟然无动于衷，仍在昏暗的灯光下学习。下课时，我问这几个女同学：“这盏灯不亮了，光线这样暗，要影响视力，怎么办？”她们一个个面露难色，无言以答。

“我去叫电工。”坐在后排的文娱委员想出了办法，自告奋勇地说。

“慢，’物理科代表挺身而出，霍地站起来说；‘我来检查一下。”

我就因势利导，来一个顺水推舟：“我们物理课上已学过日光灯的构造和工作原理，电灯不亮的原因总是由断路或短路造成的。请物理科代表负责，与这几位同学一起检查一下，这盏电灯不亮的毛病出在哪里？在明天的物理课上再向全班同学介绍。”

后来，他们运用电笔和万用电表，通过检测灯管两端的灯丝电阻，测量灯座两端的电压，观察起辉器的闪光等，发现灯座与灯管接触不良造成断路。还用旋凿紧固了灯座，使这盏日光灯重放光明。

第二天上课时，我请物理科代表走上讲台，把他们检查和修理的经过做了介绍。最后，他说：“通过这次动手检修，使我们真

需要全本请访问 www.ertongbook.com

正熟悉了日光灯电路的实际情况，在检查、分析、判断、修理故障的练习中，提高了运用知识解决问题的能力。”全班同学听了他的讲话，报以一阵热烈的掌声。

这种直接与动作相联系，在操作、行动中进行的思维，叫动作思维。动作思维可分为直观动作思维和直觉动作思维这样两个层次。儿童通过手的动作，直接接触外界事物，产生直观的感知，进行粗浅的概括，就是低级的直观动作思维。青少年学生在游戏、运动、实验和劳动中，以实际动作为支柱，以已有知识经验为中介，在形象思维和抽象思维的参预下进行的思维活动，就是高级的直觉动作思维。动作思维的基本特征是具有行动性，即思维的每一步都有一定的动作反应，这些动作又成为思维得以继续进行的一种手段。若动作被抑制，则思维也受到阻碍，甚至可能中断。由于动作思维是以实际操作解决直观的问题，所以，动作思维又叫实践思维。

在心理学中，根据思维的抽象程度，通常把思维分为动作思维、形象思维和抽象思维。动作思维是发展形象思维和抽象思维的基础，在创造性的思维活动中，动作思维、形象思维和抽象思维是互相渗透、互相补偿的。

物理学是一门以实验为基础的自然科学，加强实验教学是提高物理教学质量的根本途径。物理实验教学对学生形成物理概念、建立物理定律，培养观察能力、动手能力和提高科学素养都有重要作用。物理实验教学对培养学生的动手能力，发展学生的动作思维，具有十分重要的作用，值得我们重视。

所谓物理实验，就是根据实验的目的要求，运用一定的仪器、设备，创造或控制特定的条件，排除偶然、次要的因素的干扰，使某一主要的物理现象发生或重演，获得科学事实，作为进行思维加工的感性材料，从而进一步检验、发展物理理论。因此，在物理实验过程中必须手脑并用，眼、耳、鼻等感官共同参预，促使动手能力和动作思维的共同发展。

从认识的心理过程来看，人们总是通过视、听、嗅、触等器官的活动，在大脑的参预下，获得外界事物的某些属性，如大小、轻重、软硬、冷暖、高低、快慢、强弱、明暗等等，为思维提供丰富的感性材料，促使动作思维向形象思维、抽象思维不断发展。例如，分析物体在竖直平面上做圆周运动时，绳对物体的拉力如何变化的问题，大多数男生都能比较清晰地理解。因为他们已玩过这一艺儿，有亲手操作的经历，动作思维能力比较强。而女生一般都没有动手玩过这种小玩艺，缺乏感性基础，只凭理论思维去理解，没有动作思维的参预，往往感到难以理解。又如，安培定则、左手定则、右手定则，只有经过多次反复的动手练习，在动作思维的参预、配合下，才能掌握这些定则的内容，才能运用这些定则分析、解决具体的实际问题。

从人的生理功能来看，手和脑之间存在着双向传导的密切关系。由于双手合作、手眼配合、全身各种器官的协调一致，人的手可以做出无数种精细的动作，从而促使人脑的发育和思维的发展，人脑把手和各种感官传送过来的讯号，进行思维加工，又指挥、检查、纠正、改善着手的动作，使手变得更灵活、精细、准确。著名物理学家李政道曾高度评价筷子的作用，认为中国人使用筷子，锻炼了人的手，使手的动作更精细、更熟练，从而促进了人脑的发展，使人更聪明。总之，手使脑聪明，脑使手灵活，动手能力和动作思维相得益彰，相互促进，有利于把年轻一代培养成为心灵手巧的劳动者。

在物理实验过程中，必须注意在动手时思考，在思考时动手，手脑并用，达到掌握知识、发展智力的目的。例如，验证牛顿第二定律的实验，只有经过学生反复多次的调试，使木板倾斜所造成的小车的下滑力与摩擦力平衡，在动手操作的过程中，激发动作思维，才能使学生深刻理解实验的原理，进而掌握牛顿第二定律。又如在安装简单的收音机的实验中，学生经过实际的布线、焊接、装配等操作，在操作中展开动作思维活动，就能更有效地理

解各个元件的作用，明确整个线路的功能，提高分析、综合的抽象思维能力。

脑生理学研究表明，人的大脑分左、右两个半球，各有不同的分工。左脑控制人体右侧器官，并主管语言和逻辑思维，右脑控制人体左侧器官，并主管艺术和形象思维。人的智能开发在于左、右脑的合理利用与和谐发展。长期以来，由于片面追求升学率的影响，学生的左脑处于超负荷运载状态，而右脑却没有充分地运用。左、右脑悬殊状态，不仅损害了左脑的健康，还影响了左、右脑的均衡和谐发展。因此，我们在培养学生的动手操作能力时，要注意使学生的左、右手都能有机会参预活动，促使左、右脑得到和谐发展，全面地提高学生的动作思维能力。

“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。”物理教学要加强实验，这是具有远见卓识的教育家一再呼吁的，如何加强实验教学，这也是教学研究的一个永恒的课题。这些年来，我们做了一些有益的探索和总结，取得了正反两方面的经验，简要介绍如下。

1.1 增强实验意识，提高实验教学的自觉性

物理教学要以实验为基础，这已经成为广大物理教师的共识。无论从物理学科的特点，还是从学生的年龄、心理特征，以及实验教学的功能等方面来看，都足以充分说明加强实验教学的必要性、重要性。但是，实验教学仍然是当前物理教学中的薄弱环节。实验器材不足是客观原因，而现有器材未充分利用，教师“在黑板上讲实验”，学生“用复习资料背实验”的现象仍然屡见不鲜。因此，我们物理教师要以高度的事业心和责任感，增强实验意识，提高实验教学的自觉性和主动性。

著名物理教学专家朱正元教授，论述物理实验在物理教学中的作用和功能时，有一句广为传诵的名言：“千言万语说不清，一做实验就分明”，真是言简意赅，入木三分。他毕生热心中学物理

实验教学研究，身体力行，造诣精深，总结了一套“瓶瓶罐罐当仪器，拼拼凑凑做实验”富有特色的丰富经验，是值得我们继承和发扬的宝贵财富。许多物理教师和实验员，因陋就简，就地取材，积极自制教具和仪器，解决教学设备不足的困难，确保完成教学大纲所规定的演示实验和学生实验。有的老师还能千方百计克服各种困难，积极创造条件，把一些演示实验改为学生实验。例如，高中物理第二册（必修本）第四章第一节《电磁感应现象》中，把图 4-1、4-2 和 4-3所示的三个实验，安排在新课教学中进行，采用边讲边实验，讲做结合的教学方法，充分发挥学生的主体作用，尽量提供学生动手的条件，让学生在实验操作中，积极开展思维活动,总结出法拉第电磁感应定律。俗话说“百闻不如一见”,能看到演示实验是好的，但是，“百看不如一做”，由于学生亲自操作，动手和思考相结合，不仅比较牢固地掌握了电磁感应规律，还培养了学生的动手能力，促使动作思维的发展。

1.2 改善实验素养，掌握实验教学的技能

“要给学生一滴水，教师自己要有一桶水。”文化知识传授是这样，科学知识教学也是这样。在物理教学中，要培养学生的动手能力，发展动作思维，成为一代心灵手巧的劳动者，教师本身就应该具有扎实的专业理论知识，还要具有较强的动手能力和熟练的实验操作技能。一个具有强烈的实验意识和优良的实验素养的物理教师，不仅能充分利用现有仪器完成教学大纲中所规定的实验，还能改进仪器、自制教具，设计新的实验，把物理课教得生动活泼、趣味盎然，把实验教学的功能发挥得淋漓尽致，有效地提高物理教学质量。例如，初中物理中关于浮力产生的原因，若采用“假设有一个正方体完全浸没在水里，其前后、左右、上下六个面都受到水的压力，只有上下压力不能平衡”，通过这样的分析，从而得出“水对物体向上和向下的压力的差，就是水对物体

需要全本请访问 www.ertongbook.com

的浮力。”这种从特殊情况（正方体）运用分析方法得出的物理结论，对于初二学生是不易接受的。如果补充这样一个实验，效果就大不一样：取一只装过饮料的塑料瓶（如可口可乐、雪碧瓶等），剪去底部，像一只漏斗。把一只乒乓球放在里面，从上面倒水入斗，有少量的水从乒乓球周围的缝隙中流出，乒乓球并不上浮，如图 1-1 所示。若用手掌扪住，水不再流出，就可看到乒乓球浮起来，如图 1-2 所示。教师对照这个实验所展示的直观、生动的现象，再加以启发、点拨，学生对浮力的成因就心神领会，铭心刻骨了。

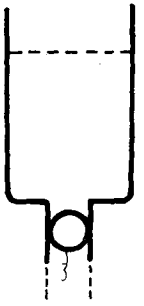

图 1

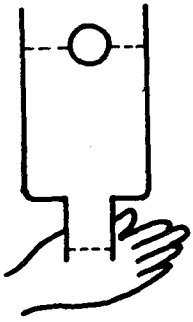

图 1-2

1.3 加强实验渗透，扩大实验教学的范围

实验作为物理教学的基础，应该渗透到教学过程的各个环节。物理概念的建立、物理规律的总结，物理问题的提出与解决，物理知识的复习与考试，等等，都要运用实验，透彻地理解知识，培养动手操作能力，发展动作思维，使物理课堂成为训练学生手脑并用的场所。

在物理习题教学中，一般是很少与实验相结合的。如果解某

些习题，能设计、演示一个实验，把隐含、模糊的现象展示出来，就能化难为易，使思路畅通。例如，图 1-3 所示，一根长为 L 的刚性轻杆，在中点和端点各固定质量相等的小球 A 和 B。将杆拉至水平位置，从静止开始释放，让其绕 O 点自由摆下。求杆摆至竖直位置时，两球的速度多大？

由于学生受思维定势的影响，把“细绳系球摆动”的模型迁移（负迁移）过来，运用隔离法，分别对 A、B 球列出机械能守恒定律：

$$mgL/2=mv_A^2/2,$$

$$mgL=mv_B^2/2。$$

解得：

$$v_A=\sqrt{gL},$$

$$v_B=\sqrt{2gL}。$$

分析解题结果，显然与转动的线速度与半径成正比不符合，即：$v_B=\sqrt{2}\,v_A$ 是不成立的。

为了揭示错误症结，就可对症下药，演示如下一个实验：用柔软细线代替刚性细杆，同样在细线中点和端点各系住质量相等的小球 A 和 B，从水平位置开始自由摆下。我们可以观察到，在运动过程中细线不像细杆那样平直，而是弯折的，如图 1-4 所示。

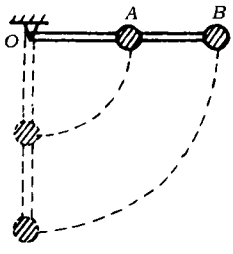

图 1-3

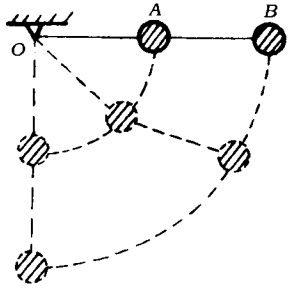

图 1-4

这样，就很鲜明地表明：A、B两球的角速度不相等，即 $\omega_A > \omega_B$。对比习题中用刚性细杆的情况，为什么 $\omega_A = \omega_B$呢？由于实验事实的提示，再给以适当的启发，学生就会恍然大悟，是杆的弹力对 A 球做了负功，对 B 球做了正功，当然就不能单独对 A、B球运用机械能守恒定律了。失败是成功之母。找出了错误的症结，正确的解法也就应运而生：以 A、B 球这一整体为研究对象，对整体运用机械能守恒定律，再结合 $v_B = 2v_A$，就可解得：$v_A = \sqrt{0.6gL}$，$v_B = \sqrt{2.4gL}$。

此外，还可以开展课外科技活动，组织各种内容的兴趣小组，使学生在安装检修照明电路、装配收音机、制作航模、修理自行车等等实际操作过程中激发兴趣，增长知识，发展动作思维和创造思维、培养热爱劳动的优良品质，成为德智体全面发展的一代新人。

2

“物”理”结合与形象思维

在一次交流学习经验的主题班会上，我听到一位学生这样的发言：物理、物理，“物”中有“理”，“理”中有“物”。学习物理要把“物”和“理”紧紧地联系起来。例如重力做功与重力势能变化的关系，把“重力做正功，重力势能减小”与自由落体运动相联系。“重力做负功，重力势能增加”与竖直上抛运动相联系。在定性理解的基础上，就能掌握“重力做功等于重力势能增量的负值”这一定量关系。从而可以进一步深刻理解机械能守恒定律。“物”、“理”联系，不仅容易记忆，而且还记得牢。

这位学生介绍的学习物理的经验，是富有启发，令人深思的。他的经验表明：学生在学习物理的过程中，既有抽象思维活动，又要形象思维参预，而且使两者相互配合，相辅相成。只有这样，才能提高物理教学质量，促进学生思维能力的全面发展。

按照思维的操作形式不同，思维活动方式可分为形象思维和抽象思维。形象思维是以表象——意象——想像的形式，研究客观事物的形象，并创造新形象的认识活动。抽象思维是以概念——判断——推理的形式，揭示客观事物的内在本质和规律的认识活动。

形象思维具有一般思维的共性外，与抽象思维相比较，它的

基本特点是形象性。首先，它是以客观事物的形象作为思维对象的。物理世界千姿百态，从宏观世界各种形态的运动，到微观领域绚丽纷呈的变化，都是人们运用形象思维认识世界的内容。其次，在形象思维过程中，它是以与形象密切联系的表象（事物感性形象的回忆或再现）、意象（事物理性形象的反映与描述）和想像（事物新形象的模拟与创造）等形式展开的。再次，形象思维是使用形象性的思维材料，对事物的客观形象进行分析、比较、综合、概括等加工，从而创造新的形象。这些形象的思维材料，主要有图形、模型、图像、形象符号，以及形象化的语言等。例如，卢瑟福研究原子结构的形象时，根据 α 粒子散射实验所提供的形象资料，联想太阳系的结构形象，大胆地想像出原子的核式结构模型：原子核雄踞中心，各电子在特定轨道上运动，犹如群星绕日，这样一个崭新的科学模型。

形象思维的另一特点是情感性。在人们的认识活动中，思维作为智力的核心因素，是在情感、动机、兴趣、意志和性格等非智力因素参预下进行的，而形象思维与情感的关系尤为密切。人的情绪对想像的丰富性、鲜明性和倾向性都有很大的影响。饱满的情绪促进想像丰富，兴奋的情绪增强想像的鲜明性，愉悦的情绪往往促使想像充满成功的希望。在形象思维活动中，只有强烈的求知欲望或创造热情，满怀激情，精神振奋，才能浮想联翩，想像飞翔，借用鲜明、生动的形象语言，创造出事物的新形象，提出新颖独特的科学模型或科学假说。古今中外的文学艺术家、发明家、科学家们的创造发明史，都充分表明形象思维具有强烈的情绪色彩。

中学生的思维活动正处于从形象思维向抽象思维发展的时期，随着年龄的增长，抽象思维日益占主导地位，思维的深刻性、逻辑性和批判性都有了显著的发展。但是，中学生的抽象思维还是属于初级的、比较简单的。他们掌握抽象的物理概念和定律，仍然直接或间接地与具体的形象相联系。

在中学物理教学中，历来重视概念、规律的教学，重视抽象思维能力的培养。这是无可非议的。但是，如果忽视观察、演示、实验、图表和模型等直观形象的教学，忽视形象思维能力的培养，那么学生的抽象思维能力也会因为缺少形象的支持而难以发展，全面发展学生思维能力的教学任务也就难以完成。因此，我们要重视培养学生的抽象思维能力，同时也不能忽视形象思维的发展。

在物理教学中怎样发展学生的形象思维呢？下面就物理实验教学、概念和规律教学、解题教学等几条途径，结合实例加以说明。

物理学是以实验为基础的科学。在实验过程中通过观察和操作，获取丰富的视觉形象、触觉形象和其他感知形象，从而贮存丰富的表象。我们知道概念是抽象思维的细胞，而表象是形象思维的细胞。这样，就为培养形象思维能力奠定了基础。在实验中，不仅有形象的感受和贮存，而且还有形象的识别和描述，如对物理现象及过程的外部形态和内部属性进行形象的描述，然后通过思维加工，把感性形象上升到理性形象，再通过联想、想像创造出新的形象。所以，实验过程，既是揭示物理现象的过程，也是形象思维活动的过程。

例如，大气压的教学，演示“一片厚纸托杯水”，就把抽象的大气压形象化了。再如，讲述水的导热性，演示“烈火烧不死试管中的金鱼”，水是热的不良导体的认识，也就深深地铭刻在学生的脑海中了。又如，超重、失重现象，让学生亲自动手做一下这样简易的实验：手掌上放一块砖头，手掌静止时、向上加速时、向下加速时，体验一下手掌所受压力变化的感觉，就能心神领会了。

越是抽象的物理客体，越需要通过观察和实验，借助于形象思维去把握它的面貌和属性，使其形象化、具体化。例如，用威尔逊云室观察射线的实验，就是把难以触摸的微观粒子射入云室，利用它的电离作用，使室内空气电离产生离子，成为使饱和蒸汽凝结成雾珠的凝结核。不可见的射线经过之处，就会出现可见的

雾状，显示了射线运动的轨迹。由于各种粒子的质量、电量、能量不同，电离本领大小不同，就会留下各种不同形状的径迹，从而判断出各种射线。又如，特殊物质电场，它的力与能的性质就用形象化的电力线来描述，以形象思维辅助、配合抽象思维去理解电场强度、电势、电势差、电势能等抽象概念。

物理学是观察、实验和思维的产物，它是由物理概念、物理规律和物理理论所构成的。物理概念是物理学科体系中最基本的要素。物理概念之间相互联系、相互制约的关系，就是物理规律，若干物理规律构成物理理论。所以，物理学实质上是物理概念的体系。物理概念是物理客体的本质属性的反映，它是在观察、实验的基础上，通过分析与综合、比较与分类、抽象与概括等思维操作而建立起来的。物理概念的建立需要抽象思维，还需要形象思维。首先，通过观察、实验，获得丰富的感性形象材料，然后经过分析、比较、综合和概括等思维操作，建立起反映其本质特征的理性形象，使抽象的物理概念变得直观、形象。例如，交流电概念的教学，要先做如下的演示实验：将电灯泡、演示电流表与手摇交流发电机串联，转动手摇发电机时，可以看到灯泡的明暗亮度发生交替变化、电流表指针左右往复摆动的鲜明形象。再通过对这些感性形象的分析、概括，从现象到本质、从形象到抽象，揭示出交流电的大小和方向做周期性变化的内涵，并且用正弦图像（或余弦图像）形象地表达、描述出来。另外，如半导体的 PN 结、氢原子的能级、原子核的链式反应等等，都是形象思维的产物，因而也是培养形象思维能力的好教材。

物理公式是物理规律的数学表达式，具有抽象性的特征。物理图像是物理规律的另一种表达式，具有形象性的特征。我们在物理规律教学时，要把公式和图像联系、结合起来，把抽象的物理规律形象化，就能使学生容易理解与运用物理规律，也能有效地培养形象思维的能力。例如，电源输出功率与外电阻的关系，可将公式

$$P=\varepsilon^2R/(R+r)$$

与图像（图 2-1）联系起来，就十分直观，容易掌握了。

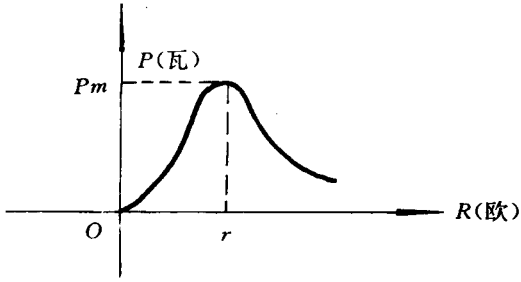

图 2-1

又如，光电效应的规律，可将爱因斯坦光电效应方程

$$h\gamma=W+mv_m^2/2$$

与图像（图 2-2)结合起来,就十分形象,容易理解了。从图中可以很直观地得出：图线与横轴交点为极限频率 γ_0，图线与纵轴的截距，表示逸出功 W 的大小。光电子的最大初动能与光子频率成线性增大。

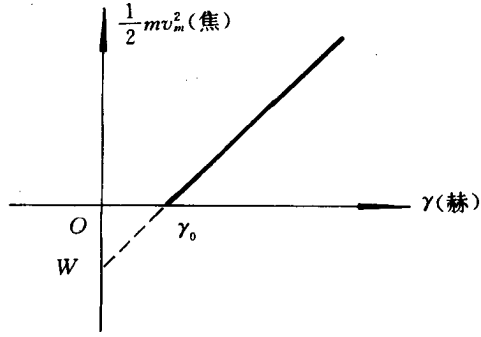

图 2-2

在学习光的干涉时，对于相邻的两条亮纹或暗纹间的距离公式

$$\Delta x=\frac{L}{d}\lambda,$$

学生是很容易记错的，往往错记为

需要全本请访问 www.ertongbook.com