

物理学讲义

(供县师范及高师函授教学参考)

第一编 力学 (上册)

南通县教师进修学校编印
南通县师范学校

一九七七年十月

前 言

打倒“四人帮”，教育革命要大干快上。我们南通县师范学校才创办，各科都没有教材，理化教材尤其难找。我们在以往的教师进修工作方面，只搞语文、数学的函授进修，现在发现要求开设理化进修的呼声很大。为了全面提高数学质量，理化教师的进修工作一定要搞，从今年下半年开始，我们决定在进一步搞好语文、数学进修工作的同时，把物理、化学的进修工作也抓起来，要搞必须有教材。为着上述两方面的要求，我们组织力量按照加强基础理论教学的要求，编写物理、化学教材，陆续付印，准备在一年编印结束。

由于物理教材编写组的人员很少，经验缺乏，水平有限，又资料不足，加上对粉碎“四人帮”以后的新精神吃不透，肯定有许多不妥当的地方，希望从事物理教学的同志们多多提出批评意见。

南通县教师进修学校
南通县师范学校

一九七七年十月

目 录

诸论.....	(1)
第一章 运动学.....	(8)
第二章 动力学.....	(67)
第三章 静力学.....	(151)
第四章 功和能.....	(184)

绪 论

(一)

自然科学，包括物理学在内，是以认识我们周围物质世界的基本属性、研究物质运动的规律为对象的。

我们周围所有的客观存在都是物质，整个自然界都是由各种各样运动着的物质所组成的。列宁说“物质是作用于我们的感官而引起感觉的东西，是我们感觉到的客观存在。”物理学中所研究的各种气体、液体、固体和组成物体的分子、原子和电子以及电磁辐射等，都是物质。

一切物质都是在按自己的规律不停地运动着，恩格斯说：“运动是物质存在的形式，是物质的固有属性。”物质的运动具有各种形态，每种运动形态都有它的特殊规律。物理学所研究的是物质的基本的和最普通的运动形态。由研究物质运动形态的不同，物理学可分为力学（研究机械运动）、分子物理学和热学（研究分子的热运动）、电学、光学（两者研究电磁场的运动和变化）、原子物理学和原子核物理学（研究基本粒子间的相互转变）等五个部分。

由于物理学所研究的物质运动规律具有普遍性，就使得物理学成为自然科学和工程技术的基础。因此，认真学好物理学，系统地巩固地掌握物理学知识，对于顺利地进行科学研究工作和掌握其它工程技术，对于加速我国四个现代化的

实现和赶超世界先进水平，都将起着重要的作用。

马克思主义的认识论告诉我们，自然界的一切现象是完全可以认识的，事物的发展和变化规律也完全可以被掌握。但是人们对于事物的认识是逐步深化的。毛主席指出：“人们的认识，不论对于自然方面，对于社会方面，也都是一步一步地由低级向高级发展，即由浅入深，由片面到更多的方面。”毛主席又说：“认识的过程，第一步是开始接触外界事物，属于感性的阶段。第二步是综合感觉的材料加以整理和改造，属于概念、判断和推理阶段。”

物理学研究方法也是这样：第一步是观察和实验。观察是对自然界中所发生的某些现象加以观察研究。实验是把观察到自然界的某些现象，尽可能去掉一些附带的，非本质的现象，在这情况下用人为的方法使它重复产生。例如研究落体的运动时，地球、空气、落体的大小和形状位置等都要影响它的运动。在研究这个问题时，必须先抓住地球引力这个主要因素而设法减小空气阻力等一些次要因素，才能得出基本规律来。

第二步是在观察和实验所获得的大量资料的基础上进行分析、概括、判断和推理。从而获反映事物本质的系统化的理论知识。

第三步是从实践得到的理论还必须回到实践中去检验和指导实践。这样在实践和理论的相互影响，相互促进中，加深我们对物理理论的认识，同时使物理理论更趋完善。

物理学的规律本身是没有阶级性的。但在阶级社会中人是分阶级的，那个阶级的人去研究、掌握物理学的规律，就会为哪个阶级服务。我们学习物理学，必须首先明确学习目的，树立辩证唯物主义的世界观，坚定无产阶级专政下继续

革命的思想，为加速我国社会主义革命和社会主义建设的进程而发奋学习，钻研专业，做到又红又专。

(二)

由于生产实践的需要产生了自然科学，而自然科学的理论和成就，反过来又成为生产技术进一步发展的基础，随着生产技术的发展，又向自然科学提出了新的要求，这样，科学和技术就相辅相成地迅速发展。

物理学研究的是物质运动形态的普遍规律，所以它和生产技术有着密切的关系。例如，在古代由引水灌溉的要求和城市建筑的出现，引起了力学的产生。十九世纪初蒸汽机的应用，提出了怎样提高热机效率，促使热功转化的进一步研究，形成了热力学。电学研究的结果，使电学的应用成为本世纪社会生产和日常生活不可缺少的部分。

在近代工农业生产的发展过程中，对生产技术不断提出要求，促使科学研究的迅速发展。同时由于新的科学研究成果的涌现，人们更深入地掌握了客观规律。例如，我国卓越的地质学家李四光同志，以毛主席的哲学思想作指导，用力学观点研究地壳构造和地壳运动的现象，建立了“构造体系”这一地质力学的基本概念，开创了地质科学的新生面。运用他的理论，按照他的预见，很快找到了大庆油田。之后，胜利、大港等油田相继发现。李四光同志还用地质学的理论分析了地震发生的原因，并为预测地震进行了实地调查研究工作，提出了科学预见和探索地震的技术途径。在运用他的地质力学理论指导找煤，找金属矿产，找水和地热等方面，都收到了显著的成效。

如果仔细考察一下现代的技术，就可以发现它的很大部分发源于物理学的实际应用。例如人造卫星技术、激光技术、微波技术、射流技术、遥控、超声工程、放射性同位素的应用以及整个热工学、电工学、无线电电子学等等都是物理学的实际应用。

总之，生产发展的需要是物理学发展的源泉，而物理学的成就和发明，又大大地推动和促进着生产技术的革命和革新。

我国人民将在以华主席为首的党中央领导下，在本世纪的最后二十三年内全面实现农业、工业、国防和科学技术的现代化，这就对物理学的发展提出了新的要求，而物理学的发展必将推动四个现代化的加速实现。

(三)

我们伟大的社会主义祖国是世界上最悠久的文明古国之一，在科学技术上罗盘指南针、缫丝术、造纸和火药等都是我国首先发明的。

在春秋战国时代，科学家墨翟对物理学中的力的概念、杠杆原理和光的成象原理等，都有明确的理论，是世界上研究这些现象的最早记录。北宋沈括对针孔成象、凹凸反射镜的性质和地磁现象等都作了深入地研究，并取得了卓越的成就。还有如声学和工程技术上的许多成就，等等。总之，我们的祖先是勤劳聪明的，富有研究和创造能力的。但是在封建制度的残酷压迫下，生产技术长期停滞不前，很多的发明和创造得不到发展。从而阻碍了科学技术的进步。这些都说明各时代的科学技术的发展不仅与生产力的发展有关，还取

决于社会制度。

我国在解放以前，由于帝国主义的侵略和国民党反动派的反动统治，科学基础十分薄弱，没有象样的科研机构，没有重大的科技方面的突破，从事科研的人员也少得可怜。解放后，在党和毛主席的领导下，我国科技事业和其他各行各业一样有了突飞猛进的发展，单就物理学的范围而论，就有许多振奋人心的重大成就。

1958年，我国建成了功率为7,000千瓦到10,000千瓦的重水型实验性反应堆和25兆电子伏特的回旋加速器。同时制成了能量达到250万电子伏特的高压静电加速器。

1960年，我国科学家王淦昌等人首先发现了一种基本粒反西格马负超子。

1964年，我国第一颗原子弹爆炸成功，打破了苏修和美帝妄图垄断核武器的美梦。

1965年，南京紫金山天文台在不到半个月的时间内，连续发现两颗慧星，这在世界上是不多见的。

1966年，我国科学家提出基本粒子内部结构的“层子模型”理论。对于今后进一步深入研究基本粒子内部结构有很大贡献。

1967年，我国第一颗氢弹爆炸成功。我们从1964年爆炸第一颗原子弹到成功的爆炸第一颗氢弹，只用了两年零八个月的时间。而美国用了七年零四个月，苏联用了四年，英国用了四年零七个月的时间。我国的速度是世界上最快的。

1968年，我国大规律日全食综合观测取得辉煌成果。打破了苏修美帝对日食资料的垄断，使我国日食研究工作进入了世界先进行列。

1969年，我国首次进行地下核试验。

1970年，我国第一颗人造地球卫星发射成功。卫星重173公斤，用20.009兆周的频率播送东方红乐曲。她使美帝苏修等国的第一颗卫星望尘莫及。

等等。

以上例子只是从报纸上登载过的许多科技成就中摘录几例，但足以证明，社会主义制度的建立为科学技术的兴旺发达，开辟了广阔的前景。

但是多年来，由于刘少奇、林彪、特别“四人帮”的反革命修正主义路线的破坏和干扰，对我国科学技术事业破坏极其严重。“四人帮”及其余党散布什么“知识无用”、“三年不搞科研，照样出石油”、“不搞科研，地球照样转”等谬论，诬蔑知识分子是“臭老九”，大砍科研机构，取消科研项目，迫害科技人员，拆散科技队伍，致使我国科技事业长期停滞不前。

以华主席为首的党中央一举粉碎了“四人帮”，使我国科技事业又获得了新生。

华主席最近指示：科学要兴旺发达起来，要捷报频传。还指出：有毛泽东思想，有毛主席制定的革命路线，有社会主义制度，有现在这样一支科技队伍，有八亿勤劳勇敢的人民，我们应有信心赶超世界先进水平。

华主席的指示，准确、全面地体现了毛主席建设社会主义强大国家的思想，充分表达了全党、全军、全国人民的共同心愿，是抓纲治国的一个重大战略部署，是向科学技术现代化大进军的动员令。

我们的人民、干部、党员是有觉悟的，有聪明才智的。尽管由于“四人帮”干扰、破坏，我们在科学和教育的发展上损失了一些时间，但是，我们坚信，在毛主席光辉思想的

指引下，在英明领袖华主席为首的党中央领导下，必将扫除一切障碍，克服种种困难，把损失的时间抢回来，我们一定能在本世纪内实现四个现代化，科学研究一定能走在经济建设的前面。我国科学技术的灿烂之花，必将盛开在祖国的广阔土地上。未来的年月，必将是喜讯频传，捷报纷飞，前程似锦。

无限风光在险峰，同志们，努力啊！

第一编 力学

第一章 运动学

一、质点运动学

1. 机械运动 当桌面上的小球或小车对桌面的位置发生改变时,我们就说它在运动。同样地,如果汽车对道路的位置发生改变,我们也说它是在运动。

一个物体对于其他一些物体的位置的变化,叫做机械运动。

在广阔的太空中,地球、月亮和其他行星、慧星、太阳、恒星、星云在作机械运动。在地球上,我们可以观察到天上的云、江河和海洋里的水、飞禽和走兽等的机械运动;人们制造的船舰、汽车、火车、飞机,机器、车床和仪器的个别部分,枪弹、炮弹、炸弹和鱼雷等,也都在作机械运动。

自然界的一切物体都在做机械运动。

在物理学中研究机械运动的这一部分叫做力学。力学是在人们使用机械装置的过程中发展起来的。力学定律是各种技术的基础。

在力学中所讨论的运动都是属于机械运动,以后可以把“机械”二字省去而简称为运动。

其实,自然界里物质的运动是多种多样,而且是非常复

杂的。我们知道，整个自然界是由各种各样的物质组成的，一切物质总是在不断发展着和变化着，也就是说，物质总是在运动着。运动是物质内在的属性，是物质存在的形式。物质不能被创造也不会被消灭，运动也是一样的，运动与物质是形式与内容的关系。在自然界里，没有不运动的物质，也没有可以和物质分割开的运动。运动的意义是指一般的变化而说的，因为物质的变化是多种多样的，所以物质的运动也有各种不同的形式。电磁的变化和原子核的裂变及聚合是运动；铁的生锈是运动；动植物的生长和死亡是运动；人类的思维也是运动。在哲学上把所有的运动分为机械的运动、物理的运动、化学的运动、生命的运动以及社会的运动五种基本形式，而各种运动并不是互相孤立的，而是相互联系着的。

物理学所要研究的是机械的运动和物理的运动。其实机械的运动也是物理运动。

2. 运动和静止的相对性 当我们说某个物体在运动的时候，总是要假定某些其他物体是不动的。例如，当我们说火车在运动的时候，是假定铁路的路基是不动的。当我们说车床上的车刀在运动的时候，是假定车床的基台是不动的，等等。但是，铁路的路基、车床的基台等都是跟地球一起运动的，我们仅仅是假定它们不动而已。

在研究任何物体的运动中，如果我们不假定某些其他物体是不动的，我们就不能判断这个物体是不是在运动。例如，坐在门窗都掩闭着的轮船船仓里的乘客，他只能看到仓壁和遮蔽窗户的窗帘，看不到窗外的东西，当船走得很平稳而且听不到机器动作的声音的时候，他是不可能判断轮船是不是在运动的。他必须揭开窗帘，找出某一个固定在岸上的物

体，根据船和这个物体间的距离变化，才能确定船在运动以及在怎样运动。

一个物体对其他一些假定为不动的物体的位置的变化叫做相对运动。

由于自然界中的一切物体都在运动，绝对不动的物体是不存在的，我们在观察任何一个物体的运动中所假定为不动的物体，实际上也在运动中，因此，绝对静止在自然界中是不存在的。同样对于绝对静止来说的绝对运动，在自然界中也是不存在的。

任何一个运动都是相对运动，正象任何一个静止都是相对静止一样。

既然任何运动都是相对运动，那么，当我们研究任何物体的运动的时候，必须先假定某一其他物体是不动的，这个被假定为不动的物体叫做参照物。

同一个运动，如果我们在观察它的时候所用的参照物不同，观察的结果也可能是不同的。设想一个坐在开行着的火车里的乘客，他的运动是怎样的呢？乘客自己说：他是静止的。站在铁路旁的转辙工人说乘客的运动是离他而去的。对面开来的火车的司机却认为这个乘客的运动是迎他而来的。实际上，他们每个人的说法都是正确的。乘客说自己是静止的时候，他是用车厢作参照物的。转辙工人是用铁路的路基作参照物来观察乘客的运动的。最后，司机是用自己的火车作参照物的。

由于三个观察者是以三个不同的物体作参照物来观察乘客的运动，所以他们得到了不同的结论。

以后，在研究各种不同的运动中，我们将用地球或其他某些对地球来说是不动的物体作参照物。

3. 质点的运动 物体的机械运动虽然比其他类型的运动简单,但也很复杂,例如地球环绕太阳转动,又绕自己的轴——地轴转动;汽车的轮盘既在向前移动又绕自己的轴转动;炮弹在空中既飞行又旋转等等。现在我们讨论一种最简单机械运动,叫做固体的平动。

固体作平动的特征是:在物体上所引的任何一条直线,在运动过程中,总是跟它原先的方向保持平行。在作平动的固体中,所有各点的运动是完全相同的。例如图一中表示一块长方形的物体在作平动,AB是物体上任意一直线,它在运动过程中,总是保持平行,即 $A_2B_2 \parallel A_1B_1 \parallel AB$,另一方面也可以看出A点的运动和B点的运动以及其他各点的运动是完全相同的。例如抽屉从桌内拉出、推进的运动,蒸气机或内燃机活塞的运动,车刀在车床上的运动等等,都可以看作是平动。

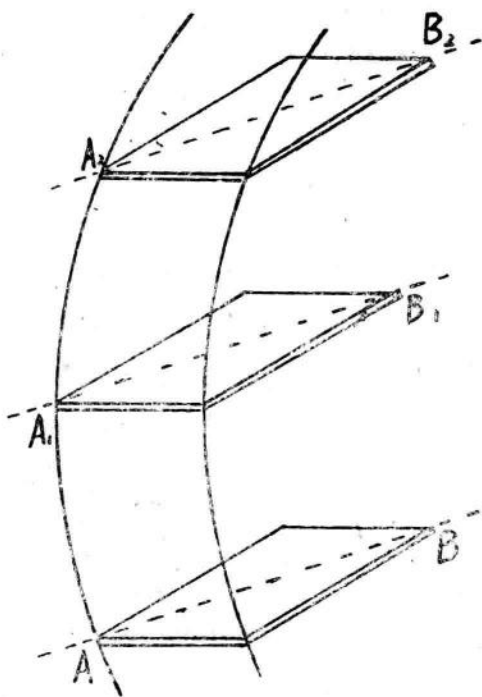
既然固体在作平动时,所有各点的运动情况完全相同,那么,物体上任何一点的运动都可以代表整个物体的运动。因此,我们在研究固体的平动时,就可以不考虑物体的大小和形状,而只要研究其中任何一点的运动就可以了,也就是说,可以用一点来代替整个物体。

我们以后经常会遇到,在研究一个物体的运动时,根据物体的性质,可以不考虑它的形状和大小,而把整个物体当作一个点来对待。这种点我们叫它质点。

当物体的大小和问题中其他距离相比为极小时,我们可以把物体看成质点。例如,当我们研究炮弹飞行的距离时,可以把炮弹看成质点。当我们研究地球绕日运动时,也可以把地球看成质点。因为炮弹的大小和它飞行的距离相比,地球的大小(半径约为6370公里)和它离太阳的距离(约

150,000,000公里)相比是极其微小的,可以忽略不计。可以当作质点来处理。

这样,研究固体的平动,就可以归结为研究质点的运动了。



图一 一长方形物体在作平动

运动的质点依次通过 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 ……点来连成的线叫做质点运动的轨迹(图二)。例如铅笔尖在纸上划

过，纸上留下的一条痕迹就表示铅笔尖运动的轨迹；向上斜抛的皮球，在空中描绘出一条曲线，这就是皮球在空中运动的轨迹。

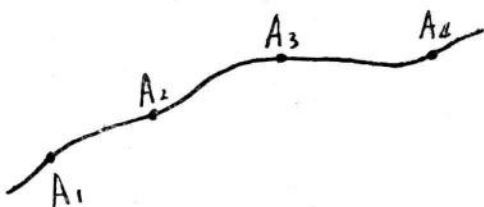
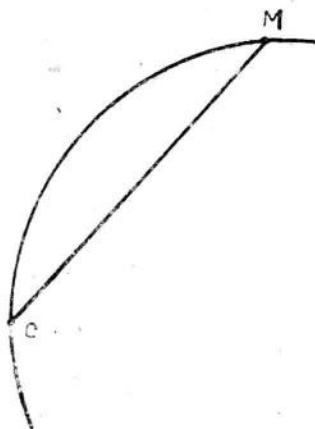


图 二

按照轨迹来分，质点的运动可以分为直线运动和曲线运动。火车在平直轨道上行驶，石块在空中降落等都是直线运动的例子。曲线运动是多种多样的，平抛一块石头或掷手榴弹等都是曲线运动中比较简单的例子。

4. 路程和位移 设质点在某一时间内，从一个位置 O 运动到另一个位置 M （图三），于是我们说质点走过了一段路程 OM 。路程的长短是以沿质点运动的轨迹来量度的，也就是图中的曲线段 OM 的长度。



图三 路程和位移

运动质点的位置变化还可以用另一种方法来表示，

即用直线段OM来表示。这根线段OM，就叫做M点对O点的位移。

在直线运动中，路程和位移的大小有时相等，有时不相等。例如，某人向东走10米，再继续向东走8米，则他所走过的路程一共是18米，位移是18米向东（即现在的位置在原来的位置的东边18米），数值上都是18米，因而是相等的；如果这人先向东走10米，再向西走8米，则他所走过的路程仍是18米，但位移只有2米向东（即现在的位置在原来位置的东边2米），因而他们的数值就不相等了。又如竖直上抛出一个球后，过一会儿又落回到你手中，假如小球到达的最大高度是10米，则路程是20米，而位移则等于0，因为小球仍旧落回到你的手中，经过这段时间，小球的位置并没有变化。

由此可见，位移有一个方向在里边，如以上的例子那样，如果以向东为正，向西为负，则位移为 $10\text{米} + (-8\text{米}) = 2\text{米}$ ，是正，所以在东边；抛小球的例子也是如此，如果以向上为正，向下为负，则位移为 $10\text{米} + (-10\text{米}) = 0$ ，这表示小球的位置并未发生变化。路程则只计大小，不计方向。

在曲线运动中，路程和位移大小的不同比较明显。如以上所述的图三中，曲线段OM的长度表示路程，直线段OM的长度表示位移大小。

这种不但要知道它的大小，而且还要知道它的方向才能确定的物理量叫做矢量。位移是矢量，还有力、（包括重力、压力、浮力等等）、速度、加速度等等都是矢量。可以只由大小来确定的物理量叫做标量。长度、面积、时间、路程等等都是标量。