

高等学校教学用书

普通物理学

PUTONG WULIXUE

上册

北京农业大学物理教研组编

人民教育出版社

高等学校教学用书



普通物理学

PUTONG WULIXUE

上册

北京农业大学物理教研组编

人民教育出版社

本书是北京农业大学在农业部委托之下根据该校原用的物理学讲义改编而成,可供农业院校农学、果蔬、植保、土化等专业作为教学参考书。

全书暂分上、下两册出版;上册包括第一编(力学)、第二编(分子物理学)及第三编(电学)的一部分。

普通物理学

上册

北京农业大学物理教研组编

人民教育出版社出版

高等学校及中等专业学校用
北京宣武门内大街27号

(北京市书刊出版业营业登记证出字第2号)

人民教育印刷厂印装 新华书店发行

统一书号 15310·863 开本 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张 8 $\frac{12}{16}$

字数 206,000 印数 0001—27,000 定价(8) 0.70

1960年9月第1版 1960年9月北京第1次印刷

前 言

这本书是根据本校原用的物理学讲义改編而成的，可供农业院校农学、果蔬、植保、土化等专业在学习时的参考。我們編写的主导思想是：在这本教材中貫徹党的“教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相結合”的教育方針和符合农业部对編写教材所提出的“科学的，先进的，中国的，群众的”的要求。在这个原則的指导下，改編之前，經部分同学参加了討論，編写时，一面考慮到同学学习专业課提供必要的物理学基础，一面注意到在各編中联系一些农业生产实际問題。例如，第一編除了讲述力学的一般原理外，还启发同学能应用力学原理去分析农业机械中所遇到的一些問題；第二編涉及农业中常見的一些分子現象及傳热現象；第三編着重介紹电工学及电子学的基本知識；第四編介紹超声波在工农业生产中的广泛应用；第五編光学注意到农业生产中关于光質和光量的測量問題，而在原子物理学这一編中，着重讲解同位素在农业中的应用。由于我們的水平所限，本书离开“四的”的要求还有不小的距离，希望广大讀者多多提供宝貴意見，以作为我們修改时的借鏡。

北京农业大学物理教研組

1960年6月

04190

上册目录

前言	1
緒論	1

第一編 力学的物理基础

第一章 运动学	13
§ 1.1 参照系 运动学的基本概念	13
§ 1.2 质点的直线运动、速度、加速度	15
§ 1.3 矢量和矢量的运算	17
§ 1.4 曲线运动中的速度和加速度	23
§ 1.5 匀速圆周运动	25
§ 1.6 简谐运动	28
第二章 质点动力学	32
§ 2.1 牛顿运动第一定律	32
§ 2.2 牛顿运动第二定律	33
§ 2.3 绝对单位制和物理量的量纲	37
§ 2.4 牛顿运动第三定律	39
§ 2.5 惯性系	40
§ 2.6 力的性质和力的分析	42
§ 2.7 冲量和动量	53
第三章 刚体的转动	58
§ 3.1 力矩	58
§ 3.2 转动惯量	59
§ 3.3 转动的基本运动定律	61
§ 3.4 力矩的功	64
第四章 流体力学	67
§ 4.1 理想流体的稳恒流动	67
§ 4.2 理想流体的連續原理	68
§ 4.3 伯努利方程式	68
§ 4.4 伯努利方程式的应用	71
§ 4.5 实际流体的内摩擦	74

§ 4.6	实际流体的流动	75
§ 4.7	粘滞系数的测定	76

第二編 分子物理学

第一章	物质分子构造的基本概念和气体的性质	81
§ 1.1	物质分子构造的基本概念	81
§ 1.2	气体的实验定律	83
§ 1.3	气体分子运动论的压强方程式	85
§ 1.4	气体分子运动论的能量方程式	89
§ 1.5	多原子气体分子的平均动能和气体的内能	92
§ 1.6	气体的扩散现象	95
第二章	热力学基础	97
§ 2.1	内能、功和热量	98
§ 2.2	热力学第一定律	101
§ 2.3	热力学第一定律的应用	102
§ 2.4	热力学第二定律	109
第三章	液体	112
§ 3.1	液体的分子结构	112
§ 3.2	液体的表面张力	113
§ 3.3	弯曲液面内外的压强差	117
§ 3.4	接触角和毛细现象	120
§ 3.5	液体的蒸发	123
第四章	传热学	127
§ 4.1	热传导	127
§ 4.2	热辐射	130
§ 4.3	对流	135
§ 4.4	农业中常见的传热学问题	137

第三編 电学

第一章	静电学	146
§ 1.1	电荷	146
§ 1.2	导体、半导体和绝缘体	146
§ 1.3	电荷的相互作用 库仑定律	147
§ 1.4	电场及电场强度	148
§ 1.5	奥斯特洛格拉得斯基—高斯定理	150
§ 1.6	静电场力所做的功 电位	153

§ 1.7 等位面 静电场强与电位之间的关系	156
§ 1.8 导体的电容 电容器	158
§ 1.9 电介质	161
§ 1.10 静电场的能量	163
第二章 恒定电流	165
§ 2.1 恒定电流 电流强度	165
§ 2.2 部分电路的欧姆定律	165
§ 2.3 电流的功和功率 焦耳—楞次定律	167
§ 2.4 电动势 闭合电路的欧姆定律	169
§ 2.5 电学测量	176
§ 2.6 接触电位差	183
§ 2.7 温差电现象	185
第三章 电磁学	187
§ 3.1 电流的磁场	187
§ 3.2 用假想磁荷计算磁场	189
§ 3.3 比奥—沙伐—拉普拉斯定律	192
§ 3.4 圆形电流中心的磁场强度 电流强度的绝对电磁单位	194
§ 3.5 磁场对电流的作用 安培定律	197
§ 3.6 平面载流线圈在匀强磁场中所受的力矩	199
§ 3.7 磁介质	200
§ 3.8 电流计	204
§ 3.9 运动电荷在磁场中所受的力	207
§ 3.10 带电质点荷质比的测定质谱仪	209
§ 3.11 电磁感应现象	214
§ 3.12 楞次定律	217
§ 3.13 法拉第电磁感应定律	219
§ 3.14 自感现象和互感现象 感应圈	222
§ 3.15 涡流	227
第四章 交流电路及测量仪器	229
§ 4.1 简单交流发电机的原理	229
§ 4.2 相位和相位差	232
§ 4.3 正弦量的矢量表示法	234
§ 4.4 交变电流的有效值	235
§ 4.5 具有感抗的交变电路	238
§ 4.6 具有电容的交变电路	242
§ 4.7 电阻电感串联的电路	245

§ 4.8 电容、电阻串联的电路.....	249
§ 4.9 电阻、电感、电容串联的电路.....	251
§ 4.10 三相交流发电机.....	253
§ 4.11 用电器的星形接法和三角形接法.....	257
§ 4.12 交流电的测量仪器.....	260
§ 4.13 变压器.....	265

緒 論

1. 物理学研究的对象，物理学和其他自然科学的关系 物理学和其他自然科学一样，研究我們周圍的物質世界的客觀属性。

我們周圍的世界是一个物質的世界。一切物質都处于永恒的运动(变化)之中。一切物質的运动(变化)都具有客觀的規律，自然科学的任务就在于研究物質运动的規律，力求正确地反映这些規律，并运用它們为人类社会謀福利。

物質运动有各种不同的形式。物理学所研究的物質运动形式是最簡單和最普遍的运动形式，化学和生物学所研究的是复杂的高级运动形式。物理学所研究的机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核内部的运动等，普遍地存在于其他高级运动形式之中。因此物理学中的定律和理論帶有极大的普遍性。例如，地球上和天空中的一切物体，不論其化学性質如何，有生命或无生命，都遵从物理学中的万有引力定律；一切的变化过程，不論是否具有化学的、生物的或其他的特殊的性質，都遵从物理学所确立的能量守恒和轉換定律。

物理学和其他自然科学之間沒有絕對的界限，現代物理学已經伸展到各門科学，并形成了一系列的邊緣科学。例如天体物理学、地球物理学、化学物理学、生物物理学、农业物理学等。

由于物理学所研究的物質运动具有普遍性，由于它和其他自然科学的密切联系，使得物理学在自然科学中占着重要的地位。物理学成为其他科学和技术的基础，物理学的重大发现往往引起各門科学和技术发生一系列的变革和发展。因此巩固的掌握物理知識可以帮助我們順利地掌握各門专业知識和技术上的最新成就，

更好地为社会主义建設服务。

2. 物理学研究方法 物理学中的定律和理論是自然現象的客观規律在人們的头脑中的反映。要使人头脑能够正确地反映客观,必須运用正确的研究方法。

物理学研究方法包括观察、实验、假說、理論等四个互相有关的方面。

观察是就現象发生于自然界中原来的样子加以考察和研究。不少現象,例如天体运动,只能在自然的条件下发生,对于这些現象的研究,必須用观察的方法。对于其他物理現象,也常常用观察的方法进行初步的研究。

实验是使現象在控制的条件下重复发生,在这个过程中对現象进行反复的研究。实验是发现客观規律的最基本,最重要的方式。

实验的特点之一是使自然現象在同样的条件下重复地发生,这样就便于反复地研究自然現象,发现其中的規律。

实验的另一特点,就是可以用人为的方法控制影响自然現象的某些因素,这样就容許我們暂时撇开某些次要的因素,着重研究主要因素对自然現象的影响,从而找出現象的本質。例如在自然的条件下观察落体运动时,地球引力、空气阻力、风、落体的形状和大小,以及一些其他偶然的因素,都会影响落体的运动。这时,如果不使現象簡化,則不可能找出它的規律,而在实验时,可以設法减小甚至消除空气阻力、风及其他偶然因素的影响,着重研究地球引力对落体运动的影响,这样就能够容易地找出其中的規律。如果有意識地变化另一因素,而控制其余的因素不变,又可以找出該因素对落体的作用規律。

此外,实验还可以扩大观察的領域,例如某些原子核反应在自然条件下是观察不到的,但在加速器中产生的高能粒子作用之下,

却可以发生。

通过观察和实验积累了丰富资料,在这些资料的基础上,经过分析、综合、判断、推理等一系列的抽象思维活动,把事物的本质和内在联系,抽象到一般的形式,再经过实验的反复考验,被证明可以足够正确地反映某些客观规律性时,就能引导到定律和理论的建立。

在理论建立的过程中,假说常常起着重要的作用,它是科学认识发展过程中很重要甚至是必不可少的一个阶段。当一些新的事实被观察到时,那怕是根据有限数量的事实,也应该积极建立假说而不能等待。恩格斯说:“如果我们等待建立定律的材料纯粹化起来,那末这就等于说在此以前要停止思想的研究工作,而定律也就永远不会出现。”^①例如分子运动论就是在物质结构的分子原子假说上发展起来的,如果没有这个假说,分子运动理论也就不会出现。

观察和实验是物理学研究方法的基础。通过观察和实验,引导出假说和理论,又通过观察和实验,检验假说和理论。

从观察、实验到假说、理论,对于某一具体过程说来,认识运动算是完成了,然而对于过程的推移说来,人们的认识运动是没有完成的。在某一个时期内建立起来的理论,当新的实验事实出现时,常常需要补充修改,甚至完全放弃。例如关于光的本质的理论,最初是牛顿的微粒理论,当光的干涉和衍射现象发现后,微粒理论就被波动理论所代替,以后当光电效应、原子光谱等现象出现时,波动理论又被光的量子理论所代替。光的微粒理论和波动理论都具有相对真理性。物理学研究方法完全论证了辩证唯物主义的認識論,正如毛主席在“实践論”中所指出:“通过实践而发现

^① 见恩格斯:“自然辩证法”(曹葆华等译)人民出版社1955年第2版第201页。

真理，又通过实践而证实真理和发展真理。从感性认识而能动地发展到理性认识，又从理性认识而能动地指导革命实践，改造主观世界和客观世界。实践、认识、再实践、再认识，这种形式，循环往复以至无穷，而实践和认识之每一循环的内容，都比较地进到了高一级的程度。”^①

3. 物理学与馬克思列宁主义世界觀 物理学本身沒有階級性，但是在階級社会中，不同階級有着不同的世界觀，对于同一自然現象，不同階級所作的哲学解釋是不同的，因此，在物理学的发展过程中始終貫串着唯物主义与唯心主义的斗争。

辯証唯物主义是唯一科学的哲学，它是建筑在現代科学的基礎之上的，物理学上的重大发现經常为辯証唯物主义提供有力的論据。

但是代表反动統治階級的学者，却經常歪曲事实，对物理学上的新发现作出唯心主义的解釋，特別是在物理学中出現了重大的新发现，原有的理論需要修改，而新的理論尚未确立的时候，反动統治階級学者們唯心主义的叫囂就更加猖狂，他們企图利用这种机会攻击唯物主义，为反动統治階級寻找理論根据，达到維持反动統治的意图。例如在十九世紀末，由于电子、放射性、光电效应等的发现，原有理論遇到不易克服的困难，馬赫主义者便乘机而入，提出“物質消灭了”、物理学中“定律和原理的普遍毁灭”、“物理学的危机”等荒謬的說法，企图从根本上推翻唯物論。列宁在“唯物主义与經驗批判主义”一书中彻底地粉碎了这种唯心主义观点，并且进一步发展了馬克思列宁主义的物質概念。列宁写道：“‘物質正在消灭了’——这是意味着我們在此以前所知道的物質的界限正在消灭，我們的認識愈更深入着；从前看起来是絕對的、不变的、

① 見“毛澤东选集”第一卷人民出版社 1952 年第 2 版第 285 頁。

根源的那些物質特性(如不可入性、慣性、質量等等)正在消滅,這些特性現在顯示為相對的、只是物質的某些狀態所固有的。因為物質的唯一的‘特性’——哲學唯物主義是與承認這個特性聯繫着的——乃是物質之作為存在於我們的意識之外的客觀的實在的特性。”^①近代物理學中唯心主義和唯物主義的鬥爭並沒有結束。例如:近代的唯心主義者,利用觀察微觀粒子時,微觀粒子與實驗儀器的相互作用,硬說沒有“自在的”微觀粒子,微觀粒子不能脫離觀察者而存在等等。這種看法,實質上是認為沒有主體就沒有客體,沒有意識就沒有物質,所以它是主觀唯心主義的變種。又如:有些物理學者利用量子力學中的測不准原理,企圖證明微觀粒子的運動中沒有因果規律。否定微觀粒子運動的因果規律性,實質上就是否定微觀世界被認識的可能性,所以這種觀點歸根結蒂仍然是唯心主義。

由此可見,雖然物理學的發展和其他科學一樣,只能是論證辯證唯物主義。但是由於反動階級世界觀的影響,唯物主義與唯心主義的鬥爭始終是十分尖銳的。因此,學習物理學必須以馬克思列寧主義的世界觀為指導,只有這樣才能深入地理解物理學上的成就,也只有這樣才能有助於辯證唯物主義世界觀的建立與鞏固。

4. 物理學和生產實踐的關係 物理學和其他自然科學一樣,是由於生產實踐的需要,才發生和發展起來的。

在古代,力學的產生是由於手工業發展,航海和戰爭的需要。十七世紀流體力學的產生,是由於意大利治理山洪的需要。十九世紀初期力學和熱學的蓬勃發展,是由於機器應用和提高熱機效率的需要。在近代,由於航空工業和火箭技術的需要,推動了空氣動力學和材料力學的發展。利用原子能的需要,推動了原子核物

^① 見列寧:“唯物主義與經驗批判主義”(曹葆華等譯)人民出版社1956年第3版第265頁。

理和生物物理学的发展。通訊和自动控制的需要,推动了无綫电电子学和半导体物理学的发展。冶金工业的需要,推动了金属物理学的发展。

物理学的发展还有賴于生产和技术发展的水平。正如沒有望远鏡就沒有現代天文学,沒有显微鏡就沒有現代生物学一样,沒有强大的粒子加速器,便不能变革原子,也就不能研究原子核的内部規律。不掌握高度的噴气技术,不会生产具有特殊性能的材料,便不能发射火箭和人造卫星,也就不能研究宇宙空間的物理現象。

科学的发展依賴于生产的需要和发展水平。但是,同时科学研究的成就,也可以反过来推动生产的发展,物理学中的情况也正是如此。例如,由于在物理学中发现了电磁感应現象,并掌握了电能和机械能相互轉变的規律,才开辟了在生产上应用电力的广泛道路。由于麦克斯韦建立了电磁場的理論后,赫茲在實驗室中証实了电磁波的存在,最后波波夫才在实际上应用了无綫电。由于从相对論引出的質量 and 能量的关系,显示了利用原子核能的可能性,原子核物理上的进一步研究,特別是重核分裂和連鎖反应現象的发现,又找到了利用原子核能的现实途徑,以后才在生产上实现了原子能的利用。使人类进入了原子能的新时代。近来半导体、超声波的广泛应用,又一次証明了物理学的理論和成就对生产实践的能动作用。

由此可見,学习与研究物理学必需密切联系生产实践,只有这样才能使物理学迅速的发展,有效地为社会主义建設服务。但是,同时也要注意物理学发展的相对独立性,重視基本理論的学习和研究。

5. 物理学与农业的关系 物理学与农业的关系是十分密切的。近年来,物理学在农业中已經有了广泛的应用。目前物理学与农业的关系主要表现在下列几方面:

(1) 植物生长在土壤及近地层的大气中, 其中的物理因素, 如太阳辐射, 土壤及大气的温度, 土壤及大气的湿度, 土壤的结构和密度, 土壤的空气和透气性等是影响植物生长发育的基本因素。

(2) 生物体内部过程中存在许多物理现象。例如在动植物的生理现象中, 存在着分子运动现象、热力学现象、电现象以及能量转换现象等。

(3) 超声波, 电离辐射, X光, 紫外线, 红外线, 高频电等特殊物理因素, 对生物体也有深刻的影响。正确地利用这些因素的作用, 可以达到加速生长, 提高产量和生产率, 消毒灭菌, 储藏农产品, 以及选育优良品种等多方面的目的。

(4) 物理学为农业生产和农业科学提供新的研究方法和研究工具。近年来, 在农业科学和生物科学中应用了放射性同位素、质谱仪、光谱仪、顺磁共振仪、电子显微镜等最新设备, 在土壤、农业气象、动植物生理等学科中广泛地运用了半导体、电子学等精密仪器, 这些仪器设备的使用, 大大地提高了我们对生物过程的观察能力。学习物理学有助于掌握和运用这些新的工具。

(5) 物理学在农业机械化、自动化和电气化的工作中可以发挥一定的作用。特别是生产高度自动化的工作中, 需要用无线电电子学的原理。最近党中央提出了加速农业技术改造, 在十年左右实现农业现代化的伟大号召。我国的农业生产正在迅速地改变着落后的面貌, 而在实现农业现代化的过程中, 物理学也能够发挥一定的作用。

由上述可见, 农业与物理学有许多方面的联系, 因此, 在农业中应用物理学的前途是极其广阔的。

6. 我国物理学的发展 我们的祖先是勤劳勇敢的。一代又一代劳动人民的辛勤劳动, 创造了我国光辉灿烂的文化。在科学技术方面也有许多伟大的创造发明。在这样的基础上, 我国历史上

出現了不少的思想和科學家，集中反映了勞動人民的無窮智慧和豐富的創造力。在物理方面，早在春秋戰國時代的墨翟（公元前468—392）就已經知道許多力學和光學方面的原理。在“墨經”一書中，對力的概念、杠杆原理、光的直進、反射和成象原理等方面都有明確的闡述。這是世界上研究這些物理現象的最早記錄。東漢時期的張衡（公元78—139），發明了候風地動儀和許多天文儀器。北宋沈括（公元1030—1094）創造和改進了許多天文儀器，並作了精密的天文觀察。另外對光學中小孔成象，凹凸面鏡成象，磁針的磁性和地磁偏角等，都作過深入的研究，並獲得了卓越的成績。

但是，科學和技術的發展狀況不僅決定於生產力的發展水平，而且也受社會制度的影響，我國歷史上遭受長期的封建統治和近百年的帝國主義侵略，使得我國科學技術長期的停滯，不能得到發展。我國的物理學在解放前夕只有十分薄弱的基础。解放以來，由於社會主義建設的需要和黨的正確領導，我國的物理學得到了空前的发展。十年來在原子核物理、半導體物理、金屬物理、無線電電子學、光譜學、聲學和超聲物理等許多領域內，都有了很大的發展。例如，在原子核物理方面，建成了7000—10000瓦的重水型實驗性反應堆、25兆電子伏特的 α 粒子迴旋加速器和250萬電子伏特的靜電加速器。在半導體方面，進行了鎢和硅的提煉，已能生產半導體晶體管、光敏電阻、熱敏電阻、半導體溫差發電器等。在無線電物理和電子物理方面，掌握了微波技術和理論，進行了電子光學理論方面的研究，並制成了我國第一台電子顯微鏡。在基本理論方面，如場論和固體理論方面，也進行了許多研究工作。此外，放射性同位素和超聲波等新技術的應用，已經迅速地推廣到工業、農業和醫學各方面。

這一切都說明了我國的物理學和其他科學技術事業一道，正在以史無前例的高速度向前發展。這種速度是任何資本主義國家

无法达到的。我国的科学技术工作所以能够高速度地发展，首先是因为我国的科学技术的工作是为社会主义建設事业服务的，社会主义建設的高速度发展，迫切要求科学技术高速度发展。其次是因为我們在科学技术工作中貫徹了在我党领导下大搞群众运动的方針。在科学技术工作中堅决貫徹了党的鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义的总路綫，同时发揚了破除迷信、解放思想，发揚了敢想、敢說、敢干的共产主义风格，掀起了轰轰烈烈的群众运动。这一整套方針是科学技术工作高速度发展的根本保証。繼續沿着这条道路奋勇前进，就一定能够取得更加輝煌的成就。