

高中复习指导丛书》

高中物理复习指导

刘业普 编

南京大学出版社

《高中复习指导丛书》

高中物理复习指导

刘业普 编

南京大学出版社

1985·南京

内 容 提 要

本书系统地编排了五个部分。前四部分列出十二个专题讨论，通过各种形式的例题，对其物理过程进行详尽分析与讨论，阐明应该使用的物理概念和物理规律，有时作出一题多解后的比较和验证，使读者开阔思路，提高解题能力。第五部分，专门讨论重要的物理实验，熟练实验原理和技能，并解答各种实验的命题。

全书各部分后都附有一定量的练习题，最后安排二份新编综合试题及其答案。

《高中复习指导丛书》

高中物理复习指导

刘业普 编

南京大学出版社出版

(南京大学校内)

江苏新华书店发行 江苏省丹徒县印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：9.6 字数：213千

1985年8月第1版 1985年11月第1次印刷

印数：1—39000册

统一书号：7336·011 定价：1.40元

责任编辑：蒋顺余

出版说明

本社出版之《高中复习指导丛书》共分十册，包括政治、时政、语文、数学、物理、化学、生物、历史、地理和英语。

本《丛书》是由江苏省和南京市二十多位富有教学经验的教师，在总结了多年来指导高考，编写高考复习资料的基础上，根据教育部规定的教学大纲和当前的实际情况编写的。各册从实际出发概括和总结了高中阶段课程的主要内容，包括复习的基本要求，基本概念，问题分析，还附有例题分析和习题等，充分体现了少（字数少）、精（内容精）、新（构思新）的特点。本《丛书》各册内容曾在近几年指导高考复习中起过良好作用，成绩显著。这次正式出版，对于应届高中毕业生和社会青年系统掌握高中教材内容，提高解题分析能力，无疑将会起到事半功倍，相得益彰之功效。它不仅是应届毕业生和社会青年的良师益友，而且也是一套对广大中学教师有益的参考资料。

本《丛书》各册内容，均经南京大学有关专业教师审阅，力求达到内容准确，言简意赅，重点突出，便于复习。在编写体例上，则从各科复习的实际要求出发，不强求一致，以充分体现各科编写教师的原有风格。

由于我们水平有限，加之编辑时间仓促，错误之处，恳请读者不吝指正。

《高中复习指导丛书》编写组

1985年8月

前 言

本书在简述中学物理各部分的基本概念之后，着重通过例题的详细分析、讨论，旨在帮助读者正确地理解和运用物理规律，去解释物理现象，求解物理问题。书中仅附少量练习题。因此，它不是“复习提纲”，也不同于“题解”，更不是“习题集”。希望这一新的尝试能对全面复习中学物理知识的读者，起到启发、提高能力的作用。不过，由于时间紧和限于编者水平，书中难免有许多错误或不妥之处，敬请广大读者和老师批评、指正。

本书除编者外，裘宗丞同志参加了电学部分的撰写。成册之后，经过马光群同志审校。此外，在本书编写过程中给予大力支持的还有唐家荣、张文渊等同志。这里一并表示感谢。

编 者

一九八五年九月

目 录

第一部分 力 学

一、受力分析.....	(1)
二、质点的运动.....	(4)
三、运动和力.....	(7)
四、能量和动量.....	(10)
例题.....	(12)
练习.....一.....	(87)

第二部分 热 学

一、热量、物态变化.....	(97)
二、分子运动论、气体的性质.....	(99)
三、物体的内能.....	(102)
例题.....	(104)
练习二.....	(121)

第三部分 电 学

一、电磁场.....	(129)
二、电流和电路.....	(140)
三、无线电和电子技术初步知识.....	(148)
例题.....	(149)
练习三.....	(203)

第四部分 光学、原子物理学

一、光学.....	(216)
-----------	---------

二、原子物理学.....	(226)
例题.....	(233)
练习四.....	(251)

第五部分 物理实验

一、正确使用测量工具和仪表.....	(258)
二、实验原理.....	(258)
三、处理数据.....	(259)
四、讨论误差和改善实验.....	(259)
例题.....	(260)

综合试题(一)、.....	(276)
---------------	---------

综合试题(二)、.....	(283)
---------------	---------

参 考 答 案

练习一.....	(291)
练习二.....	(293)
练习三.....	(294)
练习四.....	(295)
综合试题(一).....	(296)
综合试题(二).....	(297)

第一部分 力 学

物体的机械运动是物理运动中最常见、最普遍的现象。中学物理的力学部分就是研究物体的机械运动规律跟受力（别的物体对其作用）的关系，其基本内容可以归纳为“受力分析”、“质点的运动”、“运动和力”、“能量和动量”四个方面。

一、受力分析

（一）力的分类

按力的作用效果来分，可分为：引力、斥力、动力、阻力、推力、压力、拉力、支持力、浮力、升力、下滑力、向心力、回复力等等。

如果按力的性质区分，有重力、弹力、摩擦力、电磁力等几种，在中学物理教材里经常出现並可以分析、计算其方向和大小（分子力、核力只需了解其存在）。而力学部分常见的则是前三种。

（1）重力，又叫重量。是地球对物体吸引而产生的力。自然界任何物体，不管它与地球是否接触，都受到重力作用。

重力的方向竖直向下，大小等于物体静止（或做匀速直线运动）时，物体压在支持物上的力或拉紧竖直悬绳的力，测力计就是根据这一原理设计制造的。根据牛顿第二定律，

重力的大小 $G = mg$, g 是物体所处空间位置的重力加速度, 因此, 重力的大小由物体的质量, 以及物体所处的位置来确定, 而与物体是否运动和做什么样的运动无关。

(2) 弹力。是弹性体发生形变以后产生的力, 它施于使它发生形变的物体上。弹力发生在两物体接触的地方。大小由形变来决定。两个物体接触处, 如果没有形变, 也就没有弹力。在物体弹性的限度内, 弹力的大小与其形变大小成正比, 即 $\vec{F} = -K\vec{x}$ 。式中 K 为倔强系数, 负号表示弹力的方向总是和弹性体形变方向相反。

(3) 摩擦力。摩擦力发生在两个物体接触处, 其存在的必要且充分条件有三个: ①物体间接触並互相压挤, 即有弹性压力 N 存在; ②两个接触的物体沿着接触面的切向有相对运动或有相对运动趋势; ③接触面不是完全光滑的。满足上述条件后, 已经发生相对运动的, 存在的是滑动摩擦力, 只有相对运动趋势而未发生运动时, 存在的是静摩擦力。

物体所受到的摩擦力方向, 总是阻碍或阻止其相对于另一个物体的运动或运动趋势的。滑动摩擦力的大小可以由物体的受力和运动状态共同确定, 也可以通过公式 $f = \mu N$ 来计算; 静摩擦力 f_0 的大小是可变的, 除最大静摩擦力外只能通过受力和物体运动状态来确定。最大静摩擦力略大于相同条件下的滑动摩擦力, 处理一般问题时, 可以认为最大静摩擦力与同条件下的滑动摩擦力相等。

(二) 根据牛顿第三定律, 物体间的作用力与反作用力总是大小相等、方向相反、作用在同一直线上, 並且同时存在、同时消失, 又总是属于同一种性质的力。牛顿第三定律能够有力地帮助我们进行受力分析, 在很多情况下, 我们是逼过反作用力的大小和方向去确定作用力的。但是, 我们必

須把发生在两个物体间的作用力与反作用力与同一物体受到的两个平衡力严加区别，不能混淆。

(三) 受力分析就是对于一个物体同时受到哪些力的作用进行全部查找、确定的过程。因此，我们在确定受力分析的对象——一个物体后，为了不致于重复或遗漏其所受各力中的任何一个，我们总是习惯于按力的性质分类，先找重力，再找弹力、最后找出摩擦力。

一个物体受到的重力只有一个，受几个弹力要看这个物体有几处与别的物体接触并且压挤或拉扯（也包括液体变形所产生的浮力），我们还经常把内装动力机（如汽车）的物体，所受的牵引力放在弹力中一起查找，最后，在发生压挤型弹力的地方再去确定是否有摩擦力存在，当物体在空气中运动速度较大时，所受的空气阻力不能忽略，也应放在摩擦力中一并确定。

受力分析往往是解决力学问题的关键，也是难点，所以，必须通过长时期的基本训练，熟能生巧。

(四) 合力与分力。受力分析结束以后，常需要求出物体所受的各力的合力，以便使用物理定律解题。求合力的方法与其它矢量求和的方法一样，是按平行四边形的法则进行的。有时欲求合力，先将各力进行正交分解，目的是为了把矢量求和简化为分量的代数值相加减。解决物理问题中，还常常遇到一个力对物体作用同时产生几种效果的情况，这就需要把一个力分解为产生相同效果的几个分力。例如，一个置放在斜面上的物体，由于重力的作用，产生的效果一个是压斜面，另一个发生下滑或有下滑趋势，故常把重力分解为垂直于斜面方向和沿着斜面方向的两个分力，这一过程也必须按平行四边形法则进行。

二、质点的运动

中学物理所研究的运动物体，除了“有固定转动轴物体的平衡”一节以外，都是把物体视为质点相对于参照物做机械运动的情形。就其运动规律可以分为匀变速运动和非匀变速（即变加速）运动两大类。

（一）匀变速运动。用位移 $\vec{S}$ 、速度 $\vec{v}$ 、加速度 $\vec{a}$ 以及时间 t 等物理量来描述其运动规律。其加速度 a 不变。

（1）轨迹是直线的匀变速直线运动。

$$\text{运动规律: } \begin{cases} v_t = v_0 + at \\ S = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \\ v_t^2 - v_0^2 = 2aS \end{cases}$$

以上三个运动方程中，只有两个是独立的。其中速度图象是倾斜直线。当 a 为正值时，是匀加速直线运动；当 a 为负值时，是匀减速直线运动。

$$\text{平均速度 } \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$$

① $a = 0$ 时，为匀速直线运动，速度不变，位移规律 $S = vt$ 。

速度图象是水平直线，位移图象是倾斜直线。

② $v_0 = 0$ ，是由静止开始的匀加速直线运动。

$$\begin{cases} v_t = at \\ S = \frac{1}{2}at^2 \\ v_t^2 = 2aS \end{cases}$$

速度与时间成正比。

位移与时间平方成正比。因此，在 $t_1 = \Delta t$ 、 $t_2 = 2\Delta t$ 、

$t_3 = 3\Delta t$ 、……时间内的位移 S_I 、 S_{II} 、 S_{III} 、……之比为 $1^2 : 2^2 : 3^2 \dots$ ；在从运动开始算起的相邻的相等时间 Δt 内，位移 $S_I = S_1$ 、 $S_{II} = S_2 - S_1$ 、 $S_{III} = S_3 - S_2$ 、……之比为 $1 : 3 : 5 \dots$ 。

速度平方与位移成正比。

上述关系在解题中能给我们带来较大的简便。

③自由落体运动是由静止开始的匀加速直线运动的特例，其加速度 $a = g$ 。

竖直上抛运动则是匀减速直线运动的特例，其加速度

$$a = -g, \text{ 上升到 } v_t = 0 \text{ 时, 达最大抛高 } H = \frac{v_0^2}{2g}.$$

(2) 轨迹是抛物线的匀变速运动。

①平抛运动，可以分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动。

$$\begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = gt \end{cases} \quad \begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

$$\text{运动时间 } t = \sqrt{\frac{2h}{g}}, \text{ 射程 } S = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

②倾角为 θ 的斜上抛运动，可以分解为水平方向的匀速直线运动和铅直方向的竖直上抛运动。

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos \theta \\ v_y = v_0 \sin \theta - gt \end{cases} \quad \begin{cases} x = v_0 \cos \theta \cdot t \\ y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

运动达最高点时， $v_y = 0$ 、 $v = v_0 \cos \theta$ ，射高

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g},$$

当落点与抛点在同一水平面上时，射程

$$S = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\theta.$$

(二) 非匀变速运动。教材里只研究匀速圆周运动和简谐振动的两种简单情形，这两种运动的共同特点是具有周期性，所以描述其运动规律需增加周期 T 、角速度(或角频率) ω 、转速 n (或频率 f)等物理量。

① 匀速圆周运动，是匀速率、匀角速度、变速度、变加速的运动。其速度大小不变、方向时刻改变，总是沿着轨迹圆的切线方向；其加速度大小不变、方向时刻改变，始终指向轨迹圆的圆心，因此，又叫做向心加速度。

$$\text{速率 } v = \frac{S}{t} = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi n r = \omega r.$$

$$\begin{aligned} \text{向心加速度的大小 } a &= \frac{v^2}{r} = \omega^2 r \\ &= \frac{4\pi^2}{T^2} r = 4\pi^2 n^2 r. \end{aligned}$$

② 简谐振动，它的位移、速度、加速度的方向和大小都随时间作周期性的变化，较匀速圆周运动规律复杂，再另加振幅 A 和相位 $\omega t + \varphi_0$ (其中 φ_0 是初相)等物理量进行描述。

振动方程： $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ ，也可以用余弦(或正弦)图象描述。

特例：偏角很小的单摆振动可看作是简谐振动，其周期

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

③简谐波是简谐振动在媒质中的传播，也是机械能通过媒质各质点的振动向外传播。

波动图象描述了波的传播方向线上各质点振动在同一时刻的位移情况。

波速公式 $v = \lambda f$ 适用于所有的波动规律。

三、运动和力

研究运动和力的关系，是力学的一门分科，也称为动力学。解决动力学问题的最重要的物理规律是牛顿运动定律。

(一) 牛顿第一运动定律。

一切物体在没有受到外力作用的时，总保持匀速直线运动状态或静止状态，直到有外力迫使它改变这种状态为止。

对于牛顿第一运动定律的含义应作如下三点理解：

(1) 物体保持静止或匀速直线运动状态，是物体的本性，又叫惯性，惯性是一切物体在任何情况下都具有的固有属性。因此，牛顿第一运动定律又叫做惯性定律。

(2) 从惯性定律内容来看，物体保持静止或匀速直线运动状态，是物体的本性，而不是靠力的作用，改变物体静止或运动状态是外力作用的结果，因此，应该说力是改变物体运动状态的原因。而所谓物体运动状态是指物体的运动速度。描述速度改变的物理量是加速度。所以，可以推断，力是使物体产生加速度的原因。

(3) 自然界中，一切物体起码要受到地球所施的引力作用，不受任何外力作用的物体是不存在的。因此，牛顿第一运动定律内容里所说的不受外力的物体，实际上指其所受

的外力不只一个，而是同时受到两个以上的外力，不过，这些外力对物体作用的效果互相抵消，也就是各外力的合力为零的情况。

牛顿第一运动定律，不仅阐明了物体所受合力为零时，处于平衡状态；而且，在对于静止和匀速直线运动的物体进行受力分析时，根据其 $\sum \vec{F}_i = 0$ 的条件，可以帮助我们确定一些未知力的大小和方向。

(二) 牛顿第二运动定律。

牛顿第二运动定律的完整表述是：物体的加速度大小跟其所受外力的合力大小成正比，跟物体的质量成反比，加速度的方向跟合外力的方向相同。

牛顿第二定律的公式为：

$$\sum \vec{F}_i = m \vec{a}$$

牛顿第二运动定律是动力学的核心，也是力学部分的最重要的物理规律。

(1) 若一个物体的质量不变，则物体运动的加速度的大小和方向，就时刻随合外力的大小和方向而变化。当合外力的方向与物体运动速度方向保持在一条直线上，物体做直线运动，否则，物体就要做曲线运动。

(2) 根据加速度与合外力的大小关系 $F = ma$ ，规定了力的国际单位——牛顿（1 牛顿 = 1 千克·米/秒²）和厘米、克、秒制的单位——达因，从而形成了一整套的力学单位制，解决了物理计算中单位使用的问题。

(3) 由 $a = \frac{F}{m}$ ，可以得出，用大小相同的合力，作用在质量大的物体上所获得的加速度小，经过相同时间，速度的改变量 ($\Delta \vec{v} = \vec{a} \cdot \Delta t$) 也小，即物体运动状态改变得

慢，或者说，质量大的物体运动状态难以改变，即其保持运动状态的惯性较强。所以说，质量大小是物体惯性大小的量度。

(4) 对只受重力作用的物体使用牛顿第二定律，即 $\vec{G} = m\vec{g}$ ，可知重力是物体产生重力加速度的原因。重力的方向与该地的重力加速度方向相同。而且，由于同一地点 $G_1 = m_1 g$ 、 $G_2 = m_2 g$ ，得 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{G_1}{G_2}$ ，只要具备标准质量的物体（如砝码或秤锤），就可以利用比较重量的方法，制作出测定质量的天平和杆秤等专用仪器。

(5) 航海事业的发展，推动了天文学的研究，经过长期实践观测，开普勒总结出行星运动的三条定律，发现行星绕太阳做近似为圆轨道的匀速圆周运动。根据牛顿运动定律，行星绕太阳做匀速圆周运动所需要的向心力是太阳对行星的引力。牛顿又研究了地球对地面上物体的引力等客观事实，从而推论出万有引力定律。以后经过卡文迪许实验，不仅证实了万有引力的存在，而且，准确地测定了万有引力恒量 $G = 6.67 \times 10^{-11}$ 牛顿·米²/千克²，最后证明了万有引力定律 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 。

万有引力定律与匀速圆周运动规律相结合得：

$$G \frac{M \cdot m}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = m \omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r = m 4\pi^2 n^2 r.$$

等于做成了一架测量天体质量的大天平。同时，对天文学的发展和发射人造卫星的新课题作出了不可估量的贡献。

牛顿运动定律的意义，不仅在于上述几个方面的讨论，

而且对于机械运动中，能量和动量的转化与传递，也提供了重要的理论基础。

四、能量和动量

(一) 机械能 E 和动量 $\vec{p}$ 。

(1) 机械能是能量的一种形式，包括动能 $E_K = \frac{1}{2}mv^2$ 、重力势能 $E_P = mgh$ 、弹性势能 E_P (弹簧的弹性势能 $E_P = \frac{1}{2}Kx^2$)。动能和弹性势能的大小不存在负值，而重力势能的正负和数值大小则由参考平面的选取来确定。

机械能转移和转化的多少是通过各种作用力所做的机械功 $W = F \cdot S \cdot \cos\alpha$ 来量度的。外力对一个物体做正功，物体能量增加，外力对物体做负功 (即物体克服阻力做功)，物体的能量减少。可见，正负功里的“+”、“-”号不表示功的数值大小，而表示能量向着哪个方向转化。功率 $P = \frac{W}{t} = F \cdot v \cdot \cos\alpha$ 描述做功的快慢，动力机械正常工作时，发挥的最大功率称为额定功率，是一个确定值。

(2) 动量 $\vec{p} = m \vec{v}$ 和动能 E_K ，都是描述物体做机械运动某一方面性质的物理量。物体间的动量传递，是通过物体间相互作用的冲量 $\vec{F} \cdot t$ 来实现的。

(二) 有关机械能和动量的定理。

(1) 重力做功改变物体的重力势能，重力对物体所做的功等于物体重力势能增量的负值。

$$\text{即 } W_{\text{重}} = -\Delta E_P$$

(2) 弹力做功改变物体 (弹簧) 的弹性势能，弹簧的