

北京五中 郑玉林 佟福

中学生学习能力培养与训练丛书

高中物理学习指导

(一)

高中物理学习指导

(一)

化

46337/708-1

社

化学工业出版社



中学生学习能力培养与训练丛书

高中物理学习指导

(一)

北京五中 郑玉林 佟 福

化学工业出版社

内 容 提 要

为配合中学数学、物理、化学三科的教学和中考、高考总复习,北京五中组织了该校具有丰富教学经验的教师,以现行初中和高中教学大纲和1988年新版《数学》、《物理》和《化学》教材为依据,并考虑到未来新教材的教学目标和讲授内容编写了这套《中学生学习能力培养与训练丛书》。

这套丛书摒弃了过去那种“满堂灌”和“题海战术”的做法,采用了诱导和启发的方式,并对精选出的具有代表性的问题和习题进行分析和演示,力求达到知识系统化,加强基础知识,把握重点,突破难点,开阔思路,发展智能的目的,以收在课堂学习和中考、高考中取得优异成绩之效。

这套丛书共23个分册,分为两个系列。一个系列是配合初中、高中数学、物理和化学日常教学需要的学习指导材料,共14个分册。另一个系列为配合中考、高考总复习需要的升学指导读物,共9个分册。《高中物理学习指导》属于第一个系列。本书为《高中物理学习指导》第一册,包括力、直线运动、运动定律、曲线运动、万有引力定律、物体的平衡、机械能、动量、振动和波等内容。

本书适合高中一年级学生复习之用,也可作为中学有关教师的教学参考书。

本书由郑玉林、佟福老师执笔编写。

中学生学习能力培养与训练丛书

高中物理学习指导

(一)

北京五中 郑玉林 佟 福

封面设计:许 立

化学工业出版社发行

(北京和平里七区十六号楼)

北京印刷三厂印刷

新华书店北京发行所经销

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $6 \frac{1}{4}$ 字数 140 千字

1990年1月第1版 1990年1月北京第1次印刷

印 数 1-4,450

ISBN 7-5025-0558-X/G · 147

定 价 2.70 元

前 言

为适应中学数、理、化三科的教学和中考、高考总复习的需要,进一步提高学生学习和掌握课文重点,以及分析和解决问题的能力,从而促使他们在课堂学习和中考、高考中获得优异成绩,我们北京五中特组织本校数、理、化教研组具有丰富经验的教师,以现行教学大纲和 1988 年新版教材为依据,并考虑到未来新教材的教学目标和讲授内容,编写了这套《中学生学习能力培养与训练丛书》。

这套丛书共 23 个分册,分为两个系列。一个系列是配合初中、高中数、理、化日常教学需要的学习指导材料,共 14 个分册。另一个系列是为配合中考、高考总复习而编写的升学指导读物,共 9 个分册。

我们在编写过程中注意了摒弃过去那种“满堂灌”和“题海战术”的做法,采用了诱导和启发的方式,并对精选的具有代表性的问题和习题进行分析和演示,力求达到明确要求、深化基础、把握重点、突破难点、开阔思路、发展智能的目的。

本书具有如下一些特点:

1. 从系统论的观点出发,把每门科目所含知识整理成一目了然的知识系统,以使学生便捷地明确所要学习的目标,掌握问题的要领,同时也帮助读者从知识系统的内在联系和对比关系上去理解基本概念和基本规律,避免理解上的孤立性和片面性。

2. 为了深化学生对基础知识的理解,并将其引向应用,书中对重点概念的内涵和外延、主要定律的理解要点、容易混淆的问题,以及解题中常用的方法和技能,进行了简明的指点和深入的

剖析。这部分内容是书中重点,反映了编者教学实践中积累的经验。

3. 为培养和提高学生运用基础知识去分析和解决问题的能力,书中设有“典型例题分析”,一一交待对习题的分析方法和解题的思路、步骤,排除“就题论题”的做法。

4. 为促使学生实现基础知识向应用能力的转化,按照教学大纲的要求,从国内外中学数理化教材和参考书中精选了各种类型的习题,编列为“单元练习和综合练习”并附有参考答案。习题有基本题,灵活题以及模拟中考、高考题形式的综合题,题型齐全,体现对能力的检查。

5. 对物理和化学两科,为着重训练和培养学生的实验能力,编有“实验指导”和“实验习题”,内容系统全面,难易适当,充分体现教学大纲和中考、高考的要求。

这套丛书最适合初中、高中学生作为日常学习和总复习的辅导读物,也可作为中学教师的参考用书。

由于编写时间比较仓促,并受教学水平之限,书中可能存在错误或不当之处,敬希读者批评指正。

编者

1988年12月

目 录

第一章 力	(1)
一、本章学习要求	(1)
二、本章学习指导	(1)
三、典型例题分析	(11)
四、本章重点实验	(16)
五、基础知识训练	(22)
附: 参考答案	(26)
第二章 直线运动	(28)
一、本章学习要求	(28)
二、本章学习指导	(28)
三、典型例题分析	(35)
四、本章重点实验	(39)
五、基础知识训练	(42)
附: 参考答案	(46)
第三章 运动定律	(47)
一、本章学习要求	(47)
二、本章学习指导	(47)
三、典型例题分析	(50)
四、本章重点实验	(58)
五、基础知识训练	(60)
附: 参考答案	(64)
第四章 曲线运动	(66)
一、本章学习要求	(66)
二、本章学习指导	(67)
三、典型例题分析	(72)
四、本章重点实验	(78)

五、基础知识训练	(80)
附: 参考答案	(85)
第五章 万有引力定律	(86)
一、本章学习要求	(86)
二、本章学习指导	(86)
三、典型例题分析	(90)
四、基础知识训练	(91)
附: 参考答案	(92)
第六章 物体的平衡	(93)
一、本章学习要求	(93)
二、本章学习指导	(96)
三、典型例题分析	(96)
四、本章重点实验	(102)
五、基础知识训练	(103)
附: 参考答案	(109)
第七章 机械能	(110)
一、本章学习要求	(110)
二、本章学习指导	(111)
三、典型例题分析	(117)
四、本章重点实验	(128)
五、基础知识训练	(130)
附: 参考答案	(136)
第八章 动量	(137)
一、本章学习要求	(137)
二、本章学习指导	(137)
三、典型例题分析	(143)
四、本章重点实验	(154)
五、基础知识训练	(155)
附: 参考答案	(162)
第九章 振动和波	(164)

一、本章学习要求	(164)
二、本章学习指导	(165)
三、典型例题分析	(172)
四、本章重点实验	(179)
五、基础知识训练	(181)
附: 参考答案	(189)

第一章 力

一、本章学习要求

这一章是在明确力的概念的基础上,掌握对物体进行受力分析的方法以及力的运算——平行四边形法则和正交分解法。

具体要求:

(一)正确理解力的概念,掌握重力、弹力、摩擦力的产生条件以及大小、方向。

(二)掌握牛顿第三定律内容,理解作用力和反作用力,并与平衡力相比较而区别。

(三)学会对物体进行受力分析,会画出物体受力图示。

(四)理解矢量、标量、合力、分力概念。掌握平行四边形法则,能从力的实际效果出发进行力的分解合成,用作图法和公式求合力和分力。初步学会正交分解法。

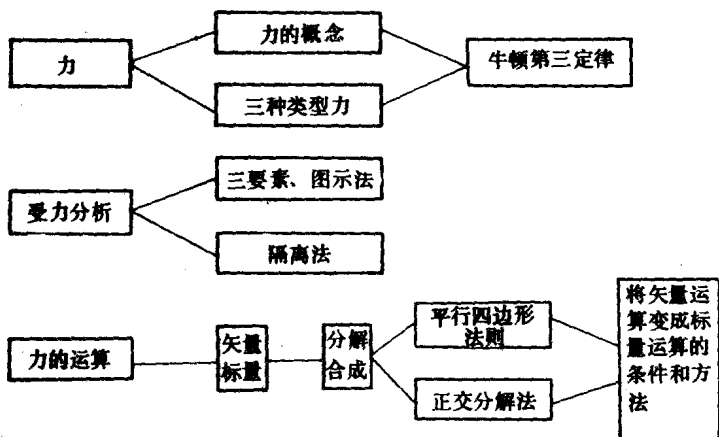
二、本章学习指导

(一)知识系统

(二)主要概念和定律的剖析

1. 力的概念

力是物体对物体的作用,或说力是两个物体之间的相互作用。这里有两点含义:一是力不能脱离物体而存在,即力的物质性;力的出现必须同时存在两个物体,单独一个物体不会出现力。一个物体受到力的作用,一定有另一物体施加这个作用力,



一个是受力物体，一个是施力物体，二者缺一不可。二是力的相互性。书放在桌子上，书给桌子压力的同时，桌子给书一个支持力。施力者必须同时是受力者，受力者也必定同时是施力者，所以力总是成对出现的。甲、乙两物体，如果把甲给乙的力叫作用力，则乙给甲的力叫反作用力，这两个力总是同时产生，同时消失的。

除去力的物质性、相互性之外，力的矢量性也是十分重要的。力不仅有大小，而且有方向，我们把带有方向性的物理量叫矢量。力是矢量。同样大小的力，分别作用在同一物体上，作用点也相同，但方向不同，则力的效果是不同的。

2. 三类型力

重力、弹力、摩擦力是在力学中常见的三种力，是从力的性质上区分的。对于这三种力都要从产生条件、大小、方向和作用点这几个方面去思考和理解。

(1)重力 物体的重力是由于地球对物体的吸引而产生的。(重力和吸引力在数值上不等，这个问题在第五章讲。)物体重力

的大小等于物体静止时拉紧悬绳的力或压在水平支持物上的力。物体重力 G 的大小跟物体的质量 m 成正比。 $G = m \cdot g$ 。重力的方向总是竖直向下的。重力的作用点是物体的重心。在星体周围的物体都受有重力。

(2) 弹力 通常情况下,物体内部分子处于平衡状态,即某一分子周围的分子对它的引力和斥力相互抵消。当物体在外力作用下发生形变,则物体内部分子间距离发生变化,显示斥力或引力。使物体恢复原状而对施加外力的物体产生的力叫弹力。弹力产生的条件是两个相互接触的物体,在相互作用下而发生弹性形变。书放在桌上;用绳悬挂一小球;书、桌子、绳、小球都有微小形变,都产生了弹力。支持力、压力、拉力都是弹力。

弹力的大小随物体的形变程度而增减。作用在物体上的外力增大,则物体形变增大,弹力增大。当弹力大小与外力相等时形变稳定。形变物体产生的弹力与使物体形变的外力是作用力和反作用力的关系,因此大小相等。具体用胡克定律计算 $f = kx$ 。

弹力方向与形变方向相反,也与使物体形变的外力方向相反,垂直接触面或沿绳、杆方向。弹力作用点在使物体形变的施力者上。

(3) 摩擦力 摩擦力分有滑动摩擦力和静摩擦力。

滑动摩擦力产生的条件是两个相互接触又有相互作用的物体,彼此发生相对运动。滑动摩擦力的方向是阻碍物体相对运动,与接触面相切。例如图 1-1 所示,物体 A 在物体 B 上,相对 B 向右运动,

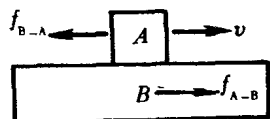


图 1-1

则 B 给 A 的滑动摩擦力方向向左;反之 B 相对 A 向左运动, A 给 B 的滑动摩擦力向右。滑动摩擦力 f 的大小与正压力 N 成正

比, $f = \mu \cdot N$ 。 μ 是滑动摩擦系数, 只由接触面的材料决定。

静摩擦力产生的条件是两个相互接触又有相互作用的物体, 彼此有相对运动趋势又相对静止。静摩擦力是反抗相对运动趋势的作用, 其方向跟相对运动趋势方向相反。例如图 1-2 所示, 在水平平面 B 上放一物体 A , 则 A, B 间无静摩擦力, 因为 AB 间无相对运动趋势。现用水平拉力 $F=1$ 牛顿向右拉 A , 但没有拉动, 这时 A 相对 B 有向右运动趋势, 则 B 给 A 有向左的静摩擦力 f , 因为 A 是静止的, 所以 $f=F=1$ 牛顿。

静摩擦力的大小是可变的, 当 F 增到 2 牛顿, A 仍相对 B 是静止的, 则静摩擦力 $f=F=2$ 牛顿。 F 增到 3 牛顿, A 仍相对 B 静止, 则 $f=$

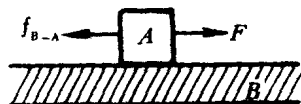


图 1-2

$F=3$ 牛顿。只要物体相对静止, 又有相对运动趋势, 就一定受静摩擦力。静摩擦力跟使物体产生相对运动趋势的外力是一对平衡力, 它随外力的增大而增大, 但有个最大值。当产生运动趋势的外力超过这个值, 物体就运动了。与这个值相等的静摩擦力叫最大静摩擦力。最大静摩擦力 f_m 跟正压力 N 成正比, $f_m = \mu_0 \cdot N$, μ_0 是静摩擦系数, 只由接触面的材料决定。

是否产生摩擦力, 要看接触面是否“光滑”, 光滑则无摩擦。判断摩擦力的方向, 要先找到相对运动方向或相对运动趋势方向, 摩擦力的方向与其相反。

3. 牛顿第三定律

牛顿第三定律是一个基本的定律, 它明确了力是物体之间的相互作用。要侧重理解作用力和反作用力分别作用在两个物体上。这与初中学的平衡力容易混淆, 必须区别。平衡力也是大小相等、方向相反, 力的方向在同一直线的两个力, 但这两个力是同时作用在同一物体上的。例如图 1-3 中, 书放在水平桌面

上,书对桌的压力 F_1 跟桌给书的支持力 F_2 是作用力反作用力的关系。书还受到地球给予的重力 G 。书是静止的, G 与 F_2 的关系是一对平衡力。

作用力和反作用力总是大小相等,而不受物体的运动状态限制,不论它们是静止的,还是匀速或变速运动的。有人认为:甲乙两人拔河,甲把乙拉过来了,则甲给乙的力大于乙给甲的力,这是错误的。乙之所以会动,是因为甲给乙的力大于地

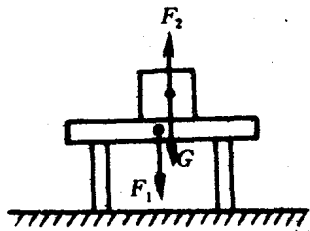


图 1-3

面给乙的摩擦力,即由乙受的合力而决定的。还有人认为:用钢丝绳吊起重物,当静止或匀速直线上升时,钢丝绳对重物的拉力等于重物对钢丝绳的拉力,当重物加速上升时,钢丝绳对重物的拉力大于重物对钢丝绳的拉力,这同样是错误的。重物的加速上升是因为钢丝绳对重物的拉力大于地球给重物的重力,仍是由物体受的合力决定的。

作用力和反作用力无先后主次之分,总是同时产生,同时消失,并且作用力和反作用力必属同一性质的力,而平衡力不一定是同一性质的力。

总之,作用力和反作用力有三个一样,两个不一样。三个一样是:大小一样,作用时间一样,力的性质一样。两个不一样是:受力物体不一样,力的方向不一样。

4. 物体受力的分析

学会对物体进行受力分析是解决力学问题的基本能力,这要以力的概念,熟知三种类型力和力的相互性,即牛顿第三定律为基础,所以受力分析也是对前面知识的考查和应用。

具体方法是:

(1)明确研究对象 你要对哪个物体进行受力分析。

(2)采用“隔离法” 把你要研究的物体从系统中隔离出来,只考虑这个物体受到的力,不要管它给别的物体的力。

(3)按重力,弹力,摩擦力的顺序以免遗漏,并按简单力的图示法画在所研究的物体上。

在具体问题中,弹力和静摩擦力的分析是较难的。就弹力而言,常见到的情况是发生弹性形变的支持面、绳或杆给接触物体施以弹力。确定弹力方向的具体做法是,面接触的弹力方向垂直接触面。例如图 1-4,斜面对 A 的弹力垂直斜面向上。点和面、球与面的接触都可认为是形变后成面接触,弹力方向都垂直接触面。如图 1-5(a)(b)和图 1-6。球体接触可认为在接触点上球体形变而形成过接触点的球体切面,弹力方向垂直切面,在两球心的连线上,如图 1-7。

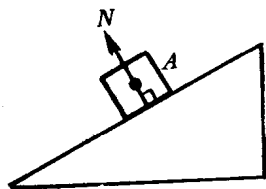


图 1-4

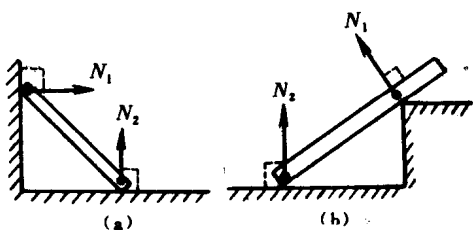


图 1-5

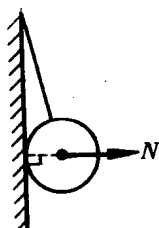


图 1-6

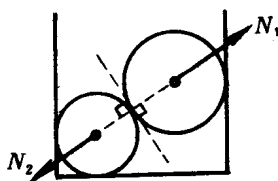


图 1-7

绳和杆产生的弹力沿绳和杆的方向,如图 1-8(a)(b)。(b)中是杆 A,杆 B 及绳 C 分别给 O 点的弹力 T_1 、 N 、 T_2 。

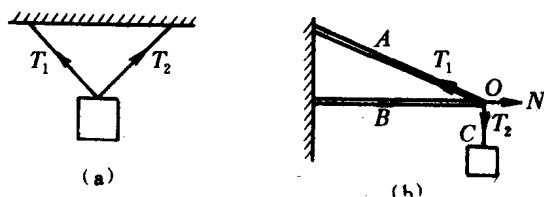


图 1-8

关于静摩擦力问题,判断与接触物体有无相对运动趋势和趋势方向是十分重要的。例如图 1-9(a)(b),分别用细线 A、B 把均匀杆悬吊于 O 点,不同的是线 A 在竖直方向,而线 B 与竖直方向有夹角 θ ,则它们的作用不同。线 A 只是竖直向上拉起杆,沿水平方向无力的效果,杆的另端放在水平地面上,沿水平方向无其他外力,所以相对水平地面无运动趋势,故不受静摩擦力。B 绳由于与竖直方向有 θ 夹角,则它对杆的拉力有两个效果,一是沿竖直方向抬起杆,另一是使杆沿水平向左有对地的运动趋势,则杆受到地面给的向右的静摩擦力,以保持杆在水平方向静止。

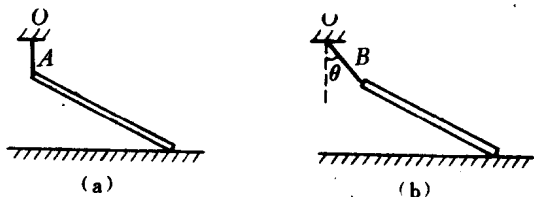


图 1-9

在对物体进行受力分析时,把物体受的各个力都画在物体的重心上,这是把物体理想化成质点,以便抓住研究问题的主要方面。

今后还要学习从物体的运动状态及其变化去判断物体的受力,这将会进一步丰富和提高这方面的知识和能力。

5. 力的合成和分解

力是矢量,力的合成和分解实质是矢量的加减运算,其法则是平行四边形法则和正交分解法。

(1)力的合成 几个力同时作用在同一物体的同一点上或它们的作用线相交于一点,则这几个力叫共点力。如果有一个力,它产生的效果跟这几个力共同产生的效果相同,则这个力叫那几个力的合力。

求几个力的合力叫力的合成,其法则是平行四边形法则。

例:求两个共点力 F_1, F_2 的合力,则用表示这两个力的有向线段为邻边,作平行四边形,这两个邻边之间的对角线就是合力的大小和方向,如图 1-10。

$$\text{公式计算: } F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta} \quad (1)$$

$$\tan\varphi = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta} \quad (2)$$

(1)式确定合力大小,(2)式确定合力方向,两式缺一不可,体现力的矢量性。

讨论:当 $\theta = 0^\circ$, 即 $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ 同方向, $\cos 0^\circ = 1$ 则 $F = F_1 + F_2$ 。合力大小等于这两个力大小的代数和,方向与两个力的方向相同。

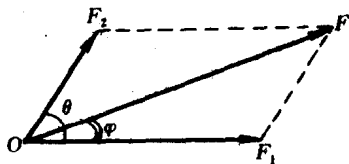


图 1-10

当 $\theta = 180^\circ$, 即 $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ 反方向, $\cos 180^\circ = -1$ 。则 $F = F_1 - F_2$, 合力大小等于这两个力大小之差,方向与较大的力的方向相同。如果 F_1, F_2 大小相等,则合力 F 为零,即 F_1, F_2 为平衡力。

以上两个特例说明,两个共点力的方向如果在同一直线上,其矢量运算的平行四边形法则可以简化为:沿矢量所在直线选定正方向,与正方向同向的矢量取正值,与正方向反向的矢量取负值,这样一个矢量的大小和方向即可用一个带有正负号的数值表示,这些矢量的加减运算可用代数式运算,最后所得的合矢量如为正值说明与规定正方向相同,负值说明与规定正方向相反。

应该强调一下,这种矢量变成标量式的运算方法,只适用于在同一直线上的矢量。如果矢量不在同一直线上,且彼此有夹角则不能使用这种方法,还必须使用平行四边形法则。

当 θ 角在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 之间, θ 越大, $\cos\theta$ 值越小,合力越小,合力方向也随 θ 角而变化。由此可知,两个共点力的合力最大值为两力的代数和,最小值为两力的代数差。

如果求三个力的合力,可以求 F_1, F_2 的合力 F' ,再求 F' 与 F_3 的合力 F 。

(2)力的分解 几个力产生的效果如果跟原来一个力产生的效果相同,这几个力叫这—个力的分力。求一个已知力的分力叫力的分解。力的分解是力的合成的逆运算,同样遵循平行四边形法则。

一个已知力,以表示它的有向线段为对角线做平行四边形,如不加任何限制,则与其共点的邻边有无数对,每一对都可认为是这已知力的分力。该选哪一对为分力呢?这就要从力的实际效果出发进行力的分解,例如前面图1-9(b)B绳对杆的拉力 T 就有两个效果,一是竖直向上拉杆,一是沿水平向左拉杆,则在这两个方向上做 T 的分力, $F_1 = T\cos\theta$; $F_2 = T\sin\theta$ 。如图1-11。

(3)正交分解法 当共点力的数目增多,用平行四边形法则