

高中物理发散思

一年级

丁宪杰 主编



GAOZHONG WULI FASAN SIWEI FUDAO

高中物理 发散思维辅导 下 级

编者 丁宪杰

金

韩志刚 韩人

安徽教育出版社

责任编辑:王宏金

封面设计:牛 昕

高中物理发散思维辅导(一年级)

丁宪杰等 编著

出 版:安徽教育出版社(合肥市跃进路1号)

邮政编码:230063

发 行:安徽教育出版社发行部(合肥市桐城路145号)

邮政编码:230061

经 销:新华书店

排 版:合肥南方激光照排部

印 刷:合肥远东印刷厂

开 本:787×1092 1/32

印 张:15

字 数:35万

版 次:1997年12月1版 1999年2月第3次印刷

印 数:80 001-100 000

标准书号:ISBN 7-5336-2125-5/G·2650

定 价:12.50 元

发现印装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换

出版说明

中学物理应当注重发散思维的教学和辅导,这是时代的要求,也是适应未来“智力社会”的需要。由于发散思维具有多端性、变通性、独特性的特点,即思考问题时注重多途径(不同的物理规律)、多方案(不同的实验原理),解决问题时注重举一反三,触类旁通。因此,物理教学除了让学生掌握一定的物理知识和实验技能外,更重要的是培养和拓展学生的发散思维能力。

有鉴于此,我们约请了长期从事中学物理教学,富有教学经验的教师,编写了这套《高中物理发散思维辅导》。全书紧扣必修物理课和选修物理课的教学内容和要求,结合即将实施的新《全日制普通高级中学物理教学大纲》,分成两册。各册均按必修课本章节、兼顾知识体系编写。每章均由:知识系列、发散点分析、发散思维辅导、基础性发散思维训练题、提高性发散思维训练题五部分组成。

为配合高中物理的分段教学,并围绕下述各种发散思维形式,基础性发散思维训练题主要依必修物理课的教学要求而设置,提高性发散思维训练题主要依选修物理课的教学要求而设置。借以检查学生对不同要求的课本各章节知识的掌握程度,评估课堂学习效果。书中若干依据教学大纲、要求较高的例题和训练题,可供高三理科学生和学有余力的同学选用。

全书结构框架如下:

知识系列——将课本各章知识加以归纳、概要,为引导学生展开发散思维奠定基础。

发散点分析——指明各章知识网络中进行发散思维的“结

点”，启发和诱导学生逐步进入发散思维空间。

发散思维辅导——借助具体实例，采用题型发散、解法发散、纵横发散、转化发散、迁移发散、逆向发散、分解发散、综合发散、应用发散、隐含条件发散和图像发散等多种形式，对学生进行多思、多解、多变的解题辅导。题型发散是根据主体题所提出的典型问题，保留其中心思想，变换其命题形式；解法发散是对同一（或类似）命题，从不同途径，运用多种方法去解答，培养灵活处理问题的能力；纵横发散是两个或两个以上发散点间的联系（或不同学科之间的知识联系），形成发散思维，主旨在于培养学生具有广阔的知识面；转化发散是通过保持主体题的实质而变换其形式，从另一个角度提出问题的（如叙述方式、文字与数字的变换代替、物理模型的改变等）一种发散思维方式，意在培养学生排除干扰，抓住主体解决问题的能力；迁移发散是用已学过的物理知识来解决新问题的一种发散思维方式，意在培养学生对知识的运用能力和创造能力；逆向发散是与“原题”的命题方式（已知与求解）正好相反的一种发散思维方式；分解发散是把一个问题分解成若干个单一问题，逐一解决，达到最后解决“原题”的一种发散思维方式；综合发散是运用各部分物理知识综合解决命题的一种发散思维方式；应用发散是依据物理知识来解决日常生活中以及生产中的一些简单的技术问题，或者进行一些实验的验证和探索；隐含条件发散是挖掘题目的隐含（包括临界及必要或充分）条件，开辟解题途径的发散思维方式；图像发散旨在启迪运用多种研究问题的手段，培养形象思维、空间思维能力的发散思维方式。

我们希望这套书能在读者手中发挥最大的学习效益。但因水平所限，不当之处在所难免，恳请使用这套书的教师和学生批评指正，以便修改完善。

目 录

第一章 力 力的平衡	1
知识系列.....	1
发散点分析.....	6
发散思维辅导.....	11
基础性发散思维训练题.....	54
提高性发散思维训练题.....	63
第二章 物体的运动	73
知识系列.....	73
发散点分析.....	83
发散思维辅导.....	90
基础性发散思维训练题.....	147
提高性发散思维训练题.....	155
第三章 牛顿运动定律 曲线运动 万有引力	162
知识系列.....	162
发散点分析.....	165
发散思维辅导.....	174
基础性发散思维训练题.....	226
提高性发散思维训练题.....	235
第四章 机械能 动量	244
知识系列.....	244
发散点分析.....	253
发散思维辅导.....	264
基础性发散思维训练题.....	303

提高性发散思维训练题	315
第五章 机械振动和机械波	322
知识系列	322
发散点分析	329
发散思维辅导	337
基础性发散思维训练题	370
提高性发散思维训练题	379
第六章 分子动理论 热和功 * 固体和液体的性质	385
知识系列	385
发散点分析	388
发散思维辅导	392
基础性发散思维训练题	400
提高性发散思维训练题	405
第七章 气体的性质	408
知识系列	408
发散点分析	412
发散思维辅导	420
基础性发散思维训练题	447
提高性发散思维训练题	457
参考答案	468

第一章 力 力的平衡

知 识 系 列

一、力

1. 力

力是物体对物体的作用.物体间力的作用是相互的.

2. 力的作用效果

力是改变物体运动状态的原因;力能使物体发生形变.

3. 力的三要素

力的大小、方向、作用点叫做力的三要素.

4. 力的图示法

用一根带箭头的线段把力的三要素都表示出来的方法,叫做力的图示法.线段的长短表示力的大小,箭头表示力的方向.

5. 力的分类

力可以根据其性质命名,如重力、弹力、摩擦力等;也可以根据其效果命名,如压力、动力、向心力、回复力等;还可以根据研究对象命名,如外力和内力等.

二、重力 万有引力

1. 重力

由于地球吸引而使物体受到的力叫做重力。

(1) 重力的大小

重力 $G = mg$. 由于地球自转的影响, 处于地面上的物体受到的重力是地球对物体引力的一个分力, 另一个分力提供物体随地球自转的向心力. 由于上述向心力很小, 通常认为重力等于地球对物体的引力. 同一物体的重力随纬度的增加而增加, 随高度的增加而减小.

(2) 重力的方向

重力的方向竖直向下.

(3) 重心

重心即物体所受重力的作用点. 物体的重心不一定在物体上.

2. 万有引力

万有引力是由于物体具有质量而在物体之间产生的一种相互作用. 宇宙间的一切物体都是相互吸引的.

* 3. 万有引力定律公式

两质点间的万有引力 $F = Gm_1m_2/r^2$, 其中引力常量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$.

三、弹力

1. 形变与弹性形变

物体在力的作用下发生的形状或体积的变化叫做形变. 在外力停止作用后, 能够恢复原状的形变叫做弹性形变.

2. 弹力

发生弹性形变的物体,会对与它接触并使它发生形变的另一物体产生反抗形变的力的作用,这种力叫做弹力。

(1) 弹力产生的条件

产生弹力的条件是:物体与物体相互接触且接触处有弹性形变。

(2) 弹力的方向

弹力的方向与使物体发生形变的外力方向相反,作用在迫使物体形变的另一个物体上。

(3) 弹力的大小

①胡克定律:弹簧弹力的大小和弹簧伸长(或缩短)的长度 x 成正比,即 $f=kx$. 其中 k 为弹簧的劲度系数。

②除弹簧外,其它物体的弹力大小,可根据运动状态,利用平衡条件或动力学有关规律计算。

四、摩擦力

相互接触并相互挤压的粗糙物体间,存在相对运动或相对运动趋势时,在接触面内产生的阻碍相对运动或相对运动趋势的力,叫做摩擦力。

摩擦力常分为滑动摩擦力和静摩擦力。

(1) 摩擦力产生的条件

相互接触的物体间如有摩擦力产生,一定同时满足下列三个条件:

①接触面粗糙。

②接触处有弹力存在。

③有相对运动(滑动摩擦力)或相对运动趋势(静摩擦力)。

(2) 摩擦力的方向

滑动摩擦力的方向与物体相对运动的方向相反;静摩擦力的方向与物体相对运动趋势的方向相反,且与接触面相切。

(3) 摩擦力的大小

滑动摩擦力的大小跟两物体表面间的正压力大小成正比,即 $f = \mu N$ 。式中 μ 为动摩擦因数。在低速运动的情况下,可认为滑动摩擦力的大小与运动速度无关。另外,滑动摩擦力的大小与接触面积大小无关。

静摩擦力的大小可在零到最大静摩擦力之间变化,其大小与其它外力在接触面内的切向分力(或合力)和物体的运动状态有关。通常由力的平衡法、牛顿第二定律法和公式法(求最大的静摩擦力 $f_m = \mu_0 N$)确定。最大静摩擦力比滑动摩擦力要大一些,有时也视为相等。

五、力的合成与分解

1. 合力与分力

如果一个力作用在物体上,它产生的效果跟几个力共同作用的效果相同,这个力就叫做那几个力的合力,而那几个力就叫做这个力的分力。

2. 力的合成与分解

求几个已知力的合力叫做力的合成;求一个已知力的分力叫做力的分解。

力的合成与分解遵从矢量合成的基本定则——平行四边形定则。

通常将已知力根据其作用效果进行分解。

为方便某些问题的研究,将力在直角坐标系中进行分解,叫做正交分解。

六、力矩

1. 力臂

从转动轴到力的作用线的(垂直)距离叫做力臂.

2. 力矩

力 F 和力臂 L 的乘积叫做力对转动轴的力矩 M , 即 $M = FL$. 力矩的单位是 $N \cdot m$.

七、物体的平衡

1. 物体的平衡状态

物体处于静止或匀速直线运动(或匀速转动)状态叫做物体的平衡状态.

2. 共点力作用下物体的平衡条件

共点力作用下物体的平衡条件是:所受外力的合力为零, 即 $\Sigma F = 0$ (或用分量式表示为 $\Sigma F_x = 0$ 及 $\Sigma F_y = 0$).

* 3. 三力平衡条件

若物体在作用线共面的三个非平行力作用下处于平衡状态, 则这三个力的作用线必相交于一点.

* 4. 有固定转动轴的物体的平衡条件

有固定转动轴的物体的平衡条件:物体所受外力的力矩代数和等于零, 即 $\Sigma M = 0$.

八、牛顿第三定律^①

1. 作用力和反作用力

物体间相互作用的一对力叫做作用力和反作用力.

^① 这是《高级中学课本·物理》(第一册)第三章知识, 考虑知识体系, 移置于此.

2. 牛顿第三定律

两个物体间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反,作用在一条直线上.它们同时产生、同时消失,分别作用在两个物体上,是同一性质的力.

发 散 点 分 析

本章发散点是力的概念,物体受力情况分析,力的合成与分解,处理平衡问题的思维方法及其数学方法.

一、力的概念的理解

1. 力的作用离不开物质

无论是直接接触的物体间的力作用,还是不直接接触(通过场)的物体间的力作用,也无论是宏观物体间的力作用,还是微观物体间的力作用,都离不开物质.

2. 力的作用是相互的

一个物体是施力物体同时也一定是受力物体,自然界的力总是成对出现的.

3. 力与时间和空间的关系

物质的运动离不开时间和空间,力的作用同样要通过时间和空间来实现.且物体的运动状态和变化量或物体形状和体积的变化量,取决于力对时间的累积效应和力对空间的累积效应.

4. 力是矢量

力不仅有大小和方向,还有作用点.即使作用力的大小相等,只要作用方向或作用点不同,就会产生不同的效果.故力是既用大小又用方向才能完全描述的量,即为矢量.

二、重力

1. 方向竖直向下的意义

重力的方向竖直向下,是指垂直于水平地面向下.由于地球上的一切物体都随地球自转而绕地轴做匀速圆周运动,物体受到的万有引力的一个分力充当所需的向心力,万有引力的另一个分力才是物体的重力,因此,重力的方向竖直向下,只是一个近似的说法.

2. 重力与运动状态的关系

重力的大小与物体运动的速度、加速度无关.在加速系统中,发生超重、失重现象时,重力的大小仍为 mg .超重、失重只是示重.

三、弹力

1. 弹力是一种被动力

同一个物理模型因运动状态不同,弹力往往会发生变化.如斜面静止在水平地面上与斜面在平面内做变速运动时,置于斜面上的物体因形变量的大小不同,其所受到的弹力大小也不相同.

2. 弹力方向的确定

(1) 由形变方向确定

根据弹力的方向总是与物体弹性形变的外力方向相反,且作用在迫使物体形变的另一个物体上,可以想象其中某一物体的接触处是用橡皮膜制成的,由此判断其形变方向和弹力方向.

(2) 由接触处的构成情况确定

若是平面与平面接触,则弹力方向总是垂直于平面;若是点与平面(或曲线)接触,则弹力方向总是垂直于平面(或曲面接触

点的切平面);若是点与点接触,如果物体处于平衡状态,则由平衡条件 $\Sigma F = 0$ 确定接触点所受弹力方向;如果物体处于非平衡状态,则利用牛顿第二定律 $\Sigma F = ma$ 确定接触点所受弹力方向.

(3)由摩擦力的方向确定

如果接触处存在摩擦力,在摩擦力方向容易确定的条件下,可利用摩擦力的方向总是与引起该摩擦力原因之一的弹力方向垂直来判定弹力方向.

四、摩擦力

1. 摩擦力的判定

(1)条件判断法

摩擦力的产生条件是判断有无摩擦力的依据.物体受到正压力、物体间有相对运动或相对运动趋势、接触处不光滑,三个条件中缺一不可.如果要确定某一物体所受摩擦力的方向,则以与它接触的另一物体为参照物,判定该物体的相对运动或相对运动趋势方向.当运动趋势不易判定时,可假定待确定方向的静摩擦力不存在,再看研究对象相对于上述参照物将如何运动,这个运动方向就是运动趋势的方向,进而判定摩擦力的方向.

(2)状态判断法

通过对物体运动状态的分析,可以判定摩擦力是否存在及其大小和方向.当物体处于平衡状态时,可用平衡状态 $\Sigma F = 0$ 或 $\Sigma M = 0$ 判定上述因素;当物体处于变速运动状态时,可用牛顿第二定律分析、判定上述因素;在直接判定存在困难时,往往可借助于牛顿第三定律,先分析摩擦力的反作用力,再判定另一摩擦力.

五、正确进行受力分析

正确地对物体进行受力分析,是解决力学问题的重要前提和关键所在.在进行受力分析时,应注意以下几个方面:

1. 常见错误

(1) 添加力

其主要表现为:①研究对象不明确,把施力物体所受的力画到了受力物体上.②把合力和分力同时计入或把效果力计入物体的受力中.③无中生有,如认为抛出的石块受到向前的推力.

(2) 遗漏力

其主要表现为:①弹力分析不全.如分析叠放在水平面上的静止物体受力时,常将叠放在下面的物体所受的竖直向下的弹力遗漏.②静摩擦力被忽视.如置于水平传送带上随传送带一起做变速运动的物体,没有考虑其所受的静摩擦力.

(3) 错判力

其主要表现为:①错判力的方向.如认为直杆受到的弹力一定沿杆的方向.②错判力的性质.如认为重物对悬挂它的细绳的拉力就是该重物的重力.

2. 注意事项

(1) 隔离研究对象

对物体(或物体组)进行受力分析时,应将研究对象从周围物体中隔离出来,只考虑周围每一个物体对研究对象可能产生的作用力,不考虑研究对象对周围物体的作用力.

(2) 正确判定“接触力”

正确分析物体间接触处可能产生的弹力和摩擦力.摩擦力以弹力存在为前提,因此应按照先弹力后摩擦力的顺序分析.

(3) 画出由性质命名的力的示意图

画研究对象的受力图时,通常只画出根据性质命名的力,不画出根据效果命名的力.受力图完成后再进行力的合成或分解.

(4)由运动状态判定未知力

在难以确定物体的某些受力情况时,可先根据(或确定)物体的运动状态,再运用平衡条件或牛顿运动定律判定未知力.

六、共点力的合成与分解

1.公式法

如图 1-1 所示, F_1 和 F_2 的合力 F 的大小、方向(如 F 与 F_1 之间的夹角 φ)由下列两式给出:

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$$

$$\varphi = \arctg \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta}$$

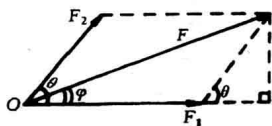
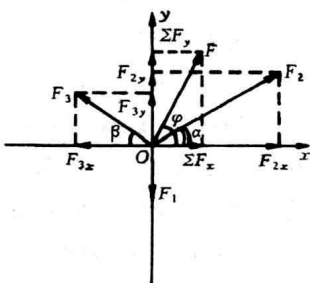


图 1-1

由此可知,合力 F 的取值范围为 $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$; 分力 F_1 (或 F_2) 可以大于、等于或小于合力; 当 $\theta = 90^\circ$ 时,可转化为用勾股定理求合力,即 $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$, $\varphi = \arctg F_2/F_1$.

2.正交分解法

求不在一条直线上多个共点力的合力时,通常采用正交分解法.如求某三个共点力 F_1 、 F_2 、 F_3 的合力,可将它们分别投影到图 1-2 所示的直角坐标系中进行合成和分解.它们沿坐标轴分量的合力分别是



$$\Sigma F_x = F_2\cos\alpha - F_3\cos\beta$$

图 1-2