

GAOZHONG WULI BIJI JINGXUAN

梁正编著

# 高中物理笔记精选

上册

大家出版社



责任编辑 王茂森  
特约编辑 张云霞 张雪峰  
责任校对 钟 娇  
封面设计 肖 红



# 高中物理笔记 精选

ISBN 978-7-5347-5257-5



9 787534 752575 >

定价：19.80元（套）

# 高中物理笔记精选

上册

梁 正 编著

 大象出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中物理笔记精选(上、下册)/梁正编著.——郑州:大象出版社,  
2008.10

ISBN 978-7-5347-5257-5

I. 高… II. 梁… III. 物理课—高中—教学参考资料  
IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 160059 号

责任编辑 王茂森

特约编辑 张云霞 张雪峰

责任校对 钟 娇

封面设计 肖 红

出 版 大象出版社(郑州市经七路 25 号 邮政编码 450002)

网 址 [www.daxiang.cn](http://www.daxiang.cn)

发 行 全国新华书店

制 版 郑州天泰制版有限公司

印 刷 河南第一新华印刷厂

版 次 2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷

开 本 890 × 1240 1/32

印 张 12.5

字 数 236 千字

印 数 1—6 000

定 价 19.80 元(套)

若发现印、装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换。

印厂地址 郑州市经五路 12 号

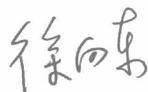
邮政编码 450002 电话 (0371)65957860-351

## 序

在我的案头,放着一本《高中物理笔记精选》的书稿。看罢,不禁为其开阔的辨析思路 and 许多独到的解题方式而叫好,编者梁正是一位年仅 20 岁的上海交通大学的学生,他是我见过的最年轻的教材辅助读物编者。当然,这本书与那些多年从事教育研究工作的资深专家和教师们的相关专著相比,免不了存在让人觉得手笔稚嫩和理论分析得不尽完善之处。但因这本书出自一位考入重点大学不久的优秀高中生之手,所以对在读高中生有较强的实用性。

我为此书作序,是被梁正的一种精神驱动。梁正同学既不是高考状元,也不是物理奥赛金牌选手,但他却有毅力坚持三年,搜集和整理自己和学习心得、题解笔记,并求教于老师,立志将这些宝贵的经验编辑成书,供在校高中生学习参考,在同龄人中实属少见。他的这种勤奋好学、刻苦钻研、乐于奉献、勇于开拓的精神,正是当今在校学生应该学习和推广的,也是我们教育界乃至全社会应该弘扬光大的。

如此,是我为此书作序的最终目的。



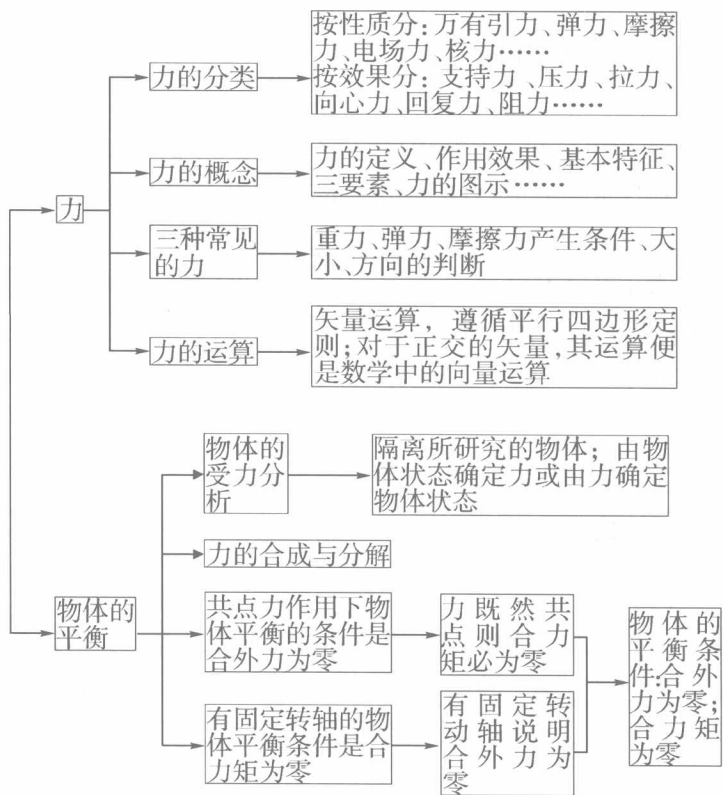
2008 年 4 月

## 目 录

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| <b>第一单元 力 物体的平衡</b> ..... | ( 1 )   |
| 一、知识梳理 .....              | ( 1 )   |
| 二、解题规律、技巧与思想方法 .....      | ( 16 )  |
| 三、拓展与探索 .....             | ( 49 )  |
| 四、练习题 .....               | ( 57 )  |
| <b>第二单元 直线运动</b> .....    | ( 74 )  |
| 一、知识梳理 .....              | ( 74 )  |
| 二、解题规律、技巧与思想方法 .....      | ( 86 )  |
| 三、拓展与探索 .....             | ( 115 ) |
| 四、练习题 .....               | ( 117 ) |
| <b>第三单元 牛顿运动定律</b> .....  | ( 128 ) |
| 一、知识梳理 .....              | ( 128 ) |
| 二、解题规律、技巧与思想方法 .....      | ( 140 ) |
| 三、拓展与探索 .....             | ( 174 ) |
| 四、练习题 .....               | ( 176 ) |

## 第一单元 力 物体的平衡

### 一 知识梳理



## 1. 力的概念

### (1) 定义

力是物体与物体之间的相互作用.

### (2) 效果

力使物体的运动状态发生改变,使物体产生形变.

### (3) 力的基本特征

①物质性;②相互性;③矢量性;④独立性.

### (4) 力的三要素

力的大小、方向、作用点.

### (5) 矢量

在物理学中,如果一个物理量的方向与物理量的意义紧密相连,那么这样的物理量为矢量.力是有方向的,力的作用效果与其方向有关,所以力是矢量,当然,并非既有大小又有方向的量都是矢量,比如电流强度  $I$ ,有大小又有方向,但非矢量,同样,并非有正负的物理量都有方向,比如温度有正负,但表示零上零下之分,不表示方向.

### (6) 力的图示

为形象表示力,用一个带箭头的线段表示一个力,线段长短表示力的大小,箭头表示力的方向,箭头(或箭尾)表示力的作用点.

## 2. 几种常见的力

### (1) 重力

重力的产生由于地球的吸引,大小  $G = mg$  (式中  $g$  为当地的重力加速度),方向竖直向下,但不一定指向地心,对物体受力分析时,第一个就应想到重力,除非题设中谈到质量不计、重力不计、轻杆、轻环之类.

①重心 重心是重力的作用点,质量均匀分布,形状规则的几何体的重心在其几何中心;不规则物体的重心位置与质量分布有关.



重心位置可由:悬挂法和微元法求出.

微元法是确立坐标原点建立三维立体坐标系,把物体分成无穷多份,第一份质量  $m_1$ ,位置为  $(x_1, y_1, z_1)$ , ..., 第  $N$  份质量  $m_N$ ,位置坐标为  $(x_N, y_N, z_N)$ ,则物体重心坐标  $(x_c, y_c, z_c)$  为

$$x_c = \frac{m_1 x_1 + \cdots + m_N x_N}{m_1 + \cdots + m_N}$$

$$y_c = \frac{m_1 y_1 + \cdots + m_N y_N}{m_1 + \cdots + m_N}$$

$$z_c = \frac{m_1 z_1 + \cdots + m_N z_N}{m_1 + \cdots + m_N}$$

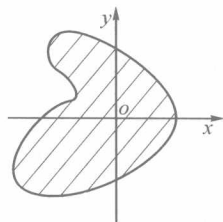


图 1-1

但注意,不是所有物体都可用悬挂法测出重心,而且有些物体其重心并不在物体上,例如匀质圆环的重心在圆心.

②重力的产生 重力实际上是万有引力的一个分力,物体受到地球的万有引力作用,指向地心,按力的作用效果将其分解,一个分力使之随地球自转而做匀速圆周运动,充当向心力;另一分力即为物体所受重力,如图 1-2 所示,因此物体受到的重力随纬度变化而变化,在赤道处最小,两极处最大,两者相差  $0.3\%$ ,这也是地球上不同纬度地区重力加速度不同的原因,但由于向心力  $F_N$  远小于万有引力,粗略计算时就认为重力  $G$  等于万有引力.

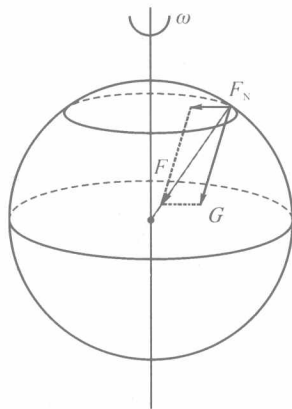


图 1-2

当然,物体受重力同时,地球也受物体的作用,根据作用力与反作用力同时产生的规律,地球也应受物体吸引而向上发生运动状态的改变,但事实却不然,这是因为:第一,地球的惯性远大于物体的惯性,受力后运行状态改变极小;第二,因为地球表面各个方向都受物体的作

用,互相抵消.

## (2) 弹力

发生弹性形变的物体因要恢复原状而对使之产生形变的物体施加一个力,这个力称为弹力. 弹性形变指当外力撤消后,物体能恢复到原来几何形状的形变,如弹簧,但湿面或湿泥土在外力作用下可塑成不同形态而不会恢复原状,这种形变叫做塑性形变.

①产生条件 两物体相接触并且物体之间发生了弹性形变.

有些情况难以判断弹力的有无,可采用假设法,即先假设弹力存在,再根据物体运动情况,看是否符合实际.

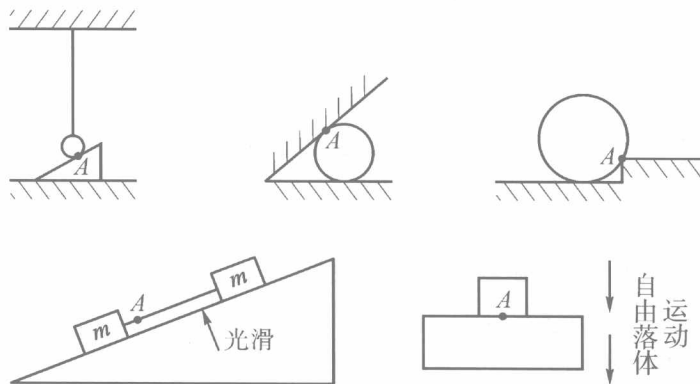


图 1-3

图 1-3 中“ $A$  点”上都没有弹力作用.

因此相互接触的物体间不一定就有弹力,当物体相互接触而没有弹性形变,我们称之为虚接触.

②弹力的方向、作用点 弹力包括很多,诸如压力,支持力,拉力等. 弹力的方向总与施力物体的形变方向相反,且与接触面垂直.

下面结合图 1-3 谈一下弹力的方向:

点与线(弧):弹力与线(弧)的切线垂直.



图 1-4

点与面,面与面,弧与面都是弹力垂直接触面.

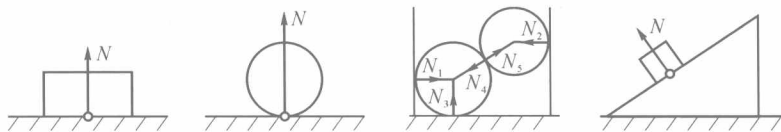


图 1-5

绳状(链状)物上的弹力:此类物体只能承受拉力,不能承受压力,其形变方向与线(链)状物在该处切线方向一致(图 1-6a).

绳上拉力方向总是沿绳并指向绳收缩的方向(图 1-6b)且一根轻绳上张力大小处处相等.

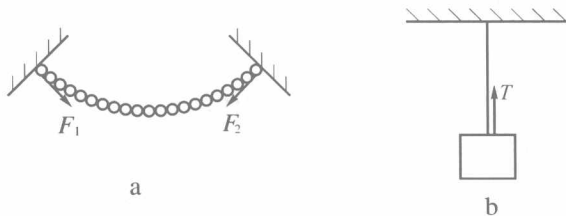


图 1-6

③弹力的大小 弹力大小随着物体受力情况的变化而变化,随着物体运动状态变化而变化. 弹力的大小与物体受力及运动情况有关,也

与物体形变大小有关. 对于弹簧的弹力, 有胡克定律: 在弹性限度内, 弹簧弹力与其伸长(或压缩)量成正比, 即  $F = kx$  其中  $k$  为劲度系数, 取决于弹簧材料、圈数、每圈形状、大小等因素,  $x$  表示形变量.

④弹性限度 具有弹性的物体, 受外力作用而在其内部产生的弹力(亦称应力)不超过某一种极限值时, 只要撤去外力, 所发生的形变可以消失, 恢复原状, 一旦超过这一极限值, 虽撤去外力, 但发生的形变不能完全消失甚至完全不消失, 不同材料或物体的弹性限度各不相同.

#### ⑤弹簧组

a. 当劲度系数分别为  $k_1, k_2, \dots, k_n$  的若干个弹簧串联使用时, 等效弹簧的劲度系数为  $k$ , 有  $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$  即弹簧变软.

b. 当劲度系数分别为  $k_1, k_2, \dots, k_n$  的若干弹簧并联使用时, 等效弹簧的劲度系数为  $k$ , 有  $k = k_1 + k_2 + \dots + k_n$  即弹簧变硬(此条适用于所有并联弹簧原长相等). 而且同一规格的弹簧, 其劲度系数与它们的自然长度成反比.

### (3) 摩擦力

发生在两个相对滑动的物体之间的摩擦力叫做滑动摩擦力; 发生在两个相对静止, 但具有相对运动趋势的物体之间的摩擦力, 叫做静摩擦力.

摩擦力产生条件是: 相互接触的物体间有正压力存在; 接触面粗糙; 物体之间有相对运动或相对运动趋势(三者必须同时满足).

#### ①静摩擦力

a. 大小: 等于相对运动趋势上的合外力, 两物体接触面间的静摩擦力可在  $0 \sim f_{(\max)}$  间变化,  $f_{\max}$  为最大静摩擦力, 是使物体发生相对运动的最小外力,  $f_{\max} = \mu_0 N$ .  $N$  为正压力,  $\mu_0$  为静摩擦因数.

b. 方向: 与相对运动趋势相反, 与两物体接触面相切, 与接触面间的弹力方向垂直.

c. 作用点:作用在两物体的接触面上.

d. 静摩擦力的判断:静摩擦力随物体所受外力变化而变化,随物体运动状态变化而变化.判断一个物体是否受静摩擦力,常采用假设法,即假设没有静摩擦力的情况下,看物体的运动状态是否与题设中条件相同,如果相同,则无静摩擦力;反之,则有.

## ②滑动摩擦力

a. 大小: $F = \mu N$ .  $N$  为接触面间的正压力; $\mu$  为滑动摩擦因数. $\mu$  与相互接触的两物体的材料和接触面的粗糙程度有关. $\mu$  一般小于 1,没有单位;当题设有表面光滑或摩擦不计时, $\mu = 0$ .

b. 方向:与相对运动的方向相反,与两物体接触面相切,与接触面间的弹力方向垂直.

c. 作用点:在两物体接触面上.

值得注意的是,滑动摩擦力大小跟正压力成正比.当正压力发生变化时,滑动摩擦力随之变化;当相对运动的物体相对速度为零时,滑动摩擦力将突然消失.

③摩擦角 如果用  $F_K$  表示动摩擦力,  
 $F_N$  表示正压力,则  $\varphi = \arctan \frac{F_K}{F_N}$  叫做动摩擦

角(图 1-7),若用  $F_M$  表示最大静摩擦力,

则  $\varphi = \arctan \frac{F_M}{F_N}$  叫做静摩擦角.令最大静摩

擦因数  $\mu_0$  等于某一角  $\varphi_0$  的正切值,即  $\varphi_0 =$

$\arctan \mu_0$ ,这个  $\varphi_0$  称为临界摩擦角.一般情况下,静摩擦力未到最大值,

即  $f \leq F_N \cdot \mu_0$ ,  $\frac{f}{F_N} \leq \mu_0 = \tan \varphi_0$ ,摩擦角  $\varphi = \arctan \frac{f}{F_N}$ ,  $\varphi \leq \varphi_0$  可作为判断物体不发生滑动的条件.

④滚动摩擦力  $N \cdot \delta = f_s \cdot R$

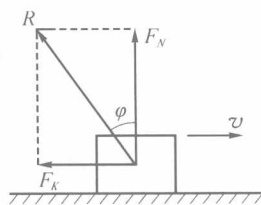


图 1-7



轮子等物体在另一物体表面上滚动时,受到滚动摩擦力偶矩的作用. 当轮子在水平地面上滚动时,由于轮子压向地面,接触处发生形变,如图 1-8 所示,在轮子中心轴处施加水平推力  $Q$ ,接触处产生静摩擦力  $f_s$ ,使轮子与地面不打滑,力偶矩  $(Q, f_s)$  使轮子产生纯滚动,此时重力  $G$  和支持力  $N$  不在同一直线上,  $G$  和  $N$  组成的力偶矩阻碍轮子的滚动,此即滚动摩擦力偶矩,其中  $\delta$  为  $G$  与  $N$  的水平间距,  $R$  为轮

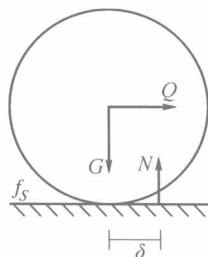


图 1-8

子的半径,若使轮子匀速滚动,则力偶矩  $M = N \cdot \delta = f_s R = Q \cdot R$ . 显而易见,接触处形变越大,  $\delta$  就越大,使轮子匀速滚动所需的推力  $Q$  也越大(当然  $f_s$  也越大),这说明物体受到的阻碍也越大. 因此,可用力  $Q$  或力  $f_s$  的大小表示阻碍滚动作用的大小,有人称之为滚动摩擦力. 滚动摩擦力的大小和表面是否坚硬有关,表面越硬,接触处发生的形变越小,滚动摩擦力偶矩也越小,或者说滚动摩擦力越小.

### 3. 力的合成与分解

#### (1) 力的合成

通过等效的方法,用一个力去代替几个力的作用效果,如两共点力  $F_1, F_2$  合成时,合力大小随它们夹角的增大而减小,有  $|F_1 - F_2| \leq F_{\text{合}} \leq |F_1 + F_2|$ .

力的合成结果具有唯一性.

#### (2) 力的分解

通过等效的方法,用几个力去代替一个力的作用效果叫做力的分解.

力的分解具有多解性,在实际过程中往往通过力的实际作用效果进行分解.

### (3) 平行四边形定则和多边形定则

平行四边形定则是矢量合成的普遍法则,对于任何矢量的合成都适用. 以表示两个共点力  $F_1, F_2$  的线段为邻边作平行四边形,那么合力  $F$  的大小和方向就可以用  $F_1, F_2$  所夹的那条对角线来表示. (图 1-9)

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

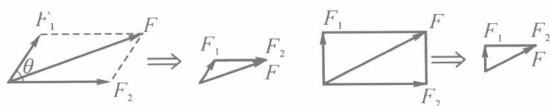


图 1-9

如图 1-9 中,平行四边形的简单变形的矢量三角形更常用.

当有多个力合成时,把各个力依次首尾相接,其合力就是从第一个力的首指向最后一个力的尾,这就是多边形定则. (如图 1-10 所示)

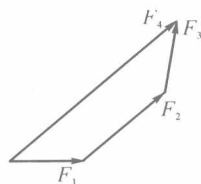


图 1-10

### (4) 常见的力的分解类型

① 已知合力  $F$  大小、方向及两分力  $F_1, F_2$  方向,这时只需作两条平行线便可得. (图 1-11)

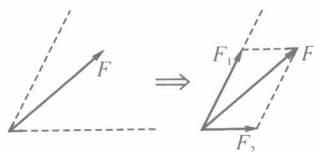


图 1-11

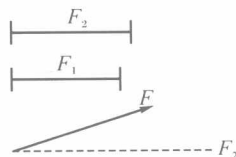


图 1-12

②已知合力  $F$  大小、方向及两分力  $F_1, F_2$  的大小, 此时因  $F_1, F_2$  方向不定, 这种情况的解是无数多了. (图 1-12)

③已知合力  $F$  大小、方向及  $F_1$  或  $F_2$  的大小、方向, 这时只有一种情况了. (图 1-13)

④已知合力  $F$  的大小、方向以及  $F_1$  的大小,  $F_2$  与  $F$  的夹角  $\theta$  且  $\theta < \frac{\pi}{2}$ . 此时需以  $F_1$  的大小为半径画一条弧线, 就能得出 (图 1-14):

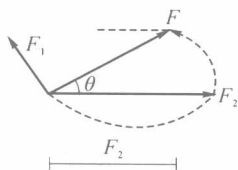


图 1-13

- a. 当  $F_1 = F \sin \theta$  或  $F_1 \geq F$  时只有一解;
- b. 当  $F_1 < F \sin \theta$  时无解;
- c. 当  $F \sin \theta < F_1 < F$  时有两解.

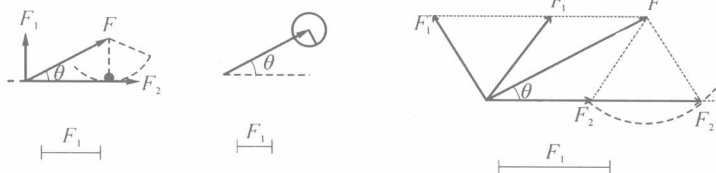


图 1-14

### (5) 平行力的合成与分解

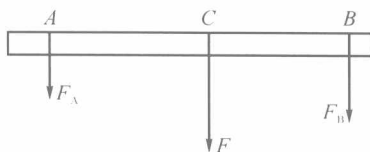


图 1-15

①如图 1-15 所示, 同向平行力的合成: 两个平行力  $F_A, F_B$ , 相距  $AB$ , 则合力  $F$  的大小为  $F = F_A + F_B$ , 作用点  $C$  满足  $F_A \cdot |AC| = F_B \cdot |BC|$ .

②反向平行力的合成: 如图 1-16 所示, 两个大小不同的反向平行力  $F_A, F_B$  ( $F_A > F_B$ ) 相距  $AB$ , 则

合力  $F = F_A - F_B$ , 与  $F_A$  同向, 作用点  $C$  满足  $F_A \cdot |AC| = F_B \cdot |BC|$ .

③运用平行力的合成与分解  
求物体重心: 求一般物体重心时, 可将它分割成若干个规则的几何形体后, 再应用同向平行力的合成方法求得重心位置.

例: 如图 1-17 所示, 匀质球  $A$  质量为  $M$ , 半径为  $R$ , 匀质棒  $B$  质量为  $m$ , 长为  $L$ , 求其重心? 读者可自己求解, 解出重心  $C$  与  $A$ ,  $B$  共线, 有  $|BC| = \frac{M}{M+m} (R + \frac{1}{2}L)$ .

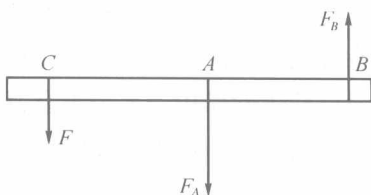


图 1-16

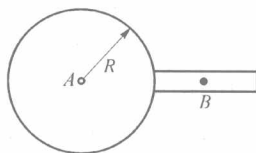


图 1-17

#### 4. 物体的受力分析

(1) 首先用隔离法将分析对象隔离. 每一个物体都在特定环境中与其他物体发生相互作用, 分析周围物体对它产生的作用, 不要分析该物体施加于其他物体上的力, 也不要把作用在其他物体上的力错误地“传递”到研究对象上.

(2) 先画重力和已知力.

(3) 再从研究对象与其他物体的接触面进行分析, 每一个接触面可能并最多只有两个力, 即弹力和摩擦力, 一般先分析弹力再分析摩擦力.

(4) 根据物体所处的具体运动状态, 利用平衡或动力学规律综合分析.

(5) 注意事项:

分析的都是物体实际受到的力, 不可想当然地对力进行合成或分解.