

QINGNIAN  
ZIXUE  
FUXI  
CONG  
SHU

北京市海淀区  
《青年自学复习丛书》编写组编

青年自学复习丛书

物理

## 前 言

为了满足广大自学青年 高 考 复 习 的要求，我们组织北京市海淀区教师进修学校及海淀区各中学富有教学经验的教师，根据1986年12月国家教育委员会讨论制定的、1987年春季发行的全日制中学各学科教学大纲（亦即考试大纲）的各项规定和精神，编写了这套复习丛书。丛书体现了现行教学大纲精减内容、减轻负担、明确具体的精神。丛书包括语文、数学、物理、化学、生物、政治、历史、地理等八个学科，各学科的复习内容，都紧紧围绕现行教材，强调了基础知识，安排了一定量的将知识转化为能力的练习，并体现了多层次、多结构的特点。同时，还包括有利于了解掌握和消化知识而编写的巩固练习、自测练习或模拟练习等，附有参考答案，可供读者进行自测。

丛书力争做到内容少而精，重点突出，行文言简意赅，深入浅出。自学的同志使用本丛书时，首先要充分地理解和切实地掌握知识，然后做练习。读者做练习，可根据自己掌握知识的程度有所选择，可多可少，不一定全部做。

丛书编写仓促，如有疏漏或错误之处，欢迎读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 第一编 力 学

### 第一章 力 物体的平衡

|              |        |
|--------------|--------|
| 一、自学要求       | ( 1 )  |
| 二、基础知识       | ( 1 )  |
| (一) 力的概念     | ( 1 )  |
| (二) 力学中的常见力  | ( 3 )  |
| (三) 牛顿第三定律   | ( 6 )  |
| (四) 物体受力情况分析 | ( 6 )  |
| (五) 力的合成和分解  | ( 8 )  |
| (六) 物体的平衡    | ( 11 ) |
| 三、例题分析       | ( 13 ) |
| 四、问题质疑       | ( 18 ) |
| 五、巩固练习       | ( 23 ) |

### 第二章 直线运动

|               |        |
|---------------|--------|
| 一、自学要求        | ( 28 ) |
| 二、基础知识        | ( 28 ) |
| (一) 机械运动简介    | ( 28 ) |
| (二) 描述运动的物理量  | ( 29 ) |
| (三) 匀变速直线运动规律 | ( 33 ) |
| 三、例题分析        | ( 37 ) |
| 四、问题质疑        | ( 44 ) |
| 五、巩固练习        | ( 48 ) |

### 第三章 运动定律

|        |        |
|--------|--------|
| 一、自学要求 | ( 51 ) |
|--------|--------|

|                   |        |
|-------------------|--------|
| 二、基础知识            | ( 51 ) |
| (一) 牛顿第一定律        | ( 51 ) |
| (二) 牛顿第二定律        | ( 52 ) |
| (三) 物体在不同受力情况下的运动 | ( 55 ) |
| (四) 应用牛顿第二定律解题    | ( 56 ) |
| 三、例题分析            | ( 60 ) |
| 四、问题质疑            | ( 68 ) |
| 五、巩固练习            | ( 73 ) |

## 第四章 曲线运动 万有引力

|              |         |
|--------------|---------|
| 一、自学要求       | ( 76 )  |
| 二、基础知识       | ( 76 )  |
| (一) 曲线运动     | ( 76 )  |
| (二) 运动的合成与分解 | ( 78 )  |
| (三) 平抛物体的运动  | ( 79 )  |
| (四) 匀速圆周运动   | ( 81 )  |
| (五) 万有引力     | ( 86 )  |
| (六) 人造地球卫星   | ( 88 )  |
| 三、例题分析       | ( 90 )  |
| 四、问题质疑       | ( 98 )  |
| 五、巩固练习       | ( 101 ) |

## 第五章 机械能

|             |         |
|-------------|---------|
| 一、自学要求      | ( 104 ) |
| 二、基础知识      | ( 104 ) |
| (一) 功       | ( 104 ) |
| (二) 功率      | ( 106 ) |
| (三) 动能      | ( 107 ) |
| (四) 动能定理    | ( 108 ) |
| (五) 势能      | ( 110 ) |
| (六) 机械能守恒定律 | ( 112 ) |
| (七) 功和能     | ( 114 ) |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 三、例题分析                | (115) |
| 四、问题质疑                | (121) |
| 五、巩固练习                | (124) |
| <b>第六章 动量</b>         |       |
| 一、自学要求                | (128) |
| 二、基础知识                | (128) |
| (一) 动量和冲量             | (128) |
| (二) 动量守恒定律            | (131) |
| (三) 碰撞                | (132) |
| (四) 反冲运动及其应用          | (134) |
| (五) 牛顿定律、动能定理、动量定理的比较 | (135) |
| (六) 机械能守恒定律与动量守恒定律的比较 | (135) |
| 三、例题分析                | (136) |
| 四、问题质疑                | (143) |
| 五、巩固练习                | (146) |
| <b>第七章 机械振动和机械波</b>   |       |
| 一、自学要求                | (149) |
| 二、基础知识                | (149) |
| (一) 机械振动              | (149) |
| (二) 机械波               | (154) |
| (三) 声学的初步知识           | (159) |
| 三、例题分析                | (161) |
| 四、问题质疑                | (165) |
| 五、巩固练习                | (166) |

## 第二编 热 学

### 第一章 分子运动论 热和功

|        |       |
|--------|-------|
| 一、自学要求 | (169) |
|--------|-------|

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 二、基础知识.....         | (169) |
| (一) 分子运动论.....      | (169) |
| (二) 物体的内能.....      | (171) |
| (三) 热和功.....        | (172) |
| (四) 能的转化和守恒定律.....  | (173) |
| 三、例题分析.....         | (173) |
| 四、问题质疑.....         | (176) |
| 五、巩固练习.....         | (179) |
| <b>第二章 固体和液体的性质</b> |       |
| 一、自学要求.....         | (182) |
| 二、基础知识.....         | (182) |
| (一) 固体的性质.....      | (182) |
| (二) 液体的性质.....      | (184) |
| (三) 熔解和凝固.....      | (187) |
| 三、例题分析.....         | (188) |
| 四、问题质疑.....         | (190) |
| 五、巩固练习.....         | (191) |
| <b>第三章 气体的性质</b>    |       |
| 一、自学要求.....         | (193) |
| 二、基础知识.....         | (194) |
| (一) 气体的状态参量.....    | (194) |
| (二) 气体实验三定律.....    | (195) |
| (三) 理想气体状态方程.....   | (200) |
| (四) 汽化和液化.....      | (202) |
| (五) 饱和汽和饱和汽压.....   | (203) |
| (六) 空气的湿度.....      | (204) |
| (七) 升华和凝华.....      | (205) |
| 三、例题分析.....         | (205) |
| 四、问题质疑.....         | (213) |
| 五、巩固练习.....         | (218) |

## 第三编 电磁学

### 第一章 电场

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 一、自学要求             | (225) |
| 二、基础知识             | (225) |
| (一) 库仑定律           | (225) |
| (二) 电场强度 电力线 匀强电场  | (226) |
| (三) 电势能 电势 电势差 等势面 | (229) |
| (四) 电势差与电场强度的关系    | (232) |
| (五) 带电粒子在电场中的运动    | (233) |
| (六) 电容器 电容         | (234) |
| 三、例题分析             | (236) |
| 四、问题质疑             | (242) |
| 五、巩固练习             | (246) |

### 第二章 稳恒电流

|               |       |
|---------------|-------|
| 一、自学要求        | (251) |
| 二、基础知识        | (252) |
| (一) 电流        | (252) |
| (二) 电压        | (254) |
| (三) 电阻        | (255) |
| (四) 欧姆定律      | (258) |
| (五) 电功 电功率    | (258) |
| (六) 焦耳定律      | (259) |
| (七) 串联电路及分压作用 | (260) |
| (八) 并联电路及分流作用 | (262) |
| (九) 电源 电动势    | (264) |
| (十) 闭合电路的欧姆定律 | (266) |
| (十一) 欧姆表原理    | (269) |
| (十二) 直流电路分析方法 | (270) |
| 三、例题分析        | (272) |

|                   |         |
|-------------------|---------|
| 四、问题质疑            | ( 278 ) |
| 五、巩固练习            | ( 281 ) |
| <b>第三章 磁场</b>     |         |
| 一、自学要求            | ( 286 ) |
| 二、基础知识            | ( 286 ) |
| (一) 磁场及其描述        | ( 286 ) |
| (二) 磁场对电流的作用      | ( 291 ) |
| (三) 磁场对运动电荷的作用    | ( 293 ) |
| 三、例题分析            | ( 295 ) |
| 四、问题质疑            | ( 299 ) |
| 五、巩固练习            | ( 303 ) |
| <b>第四章 电磁感应</b>   |         |
| 一、自学要求            | ( 307 ) |
| 二、基础知识            | ( 307 ) |
| (一) 电磁感应现象        | ( 307 ) |
| (二) 法拉第电磁感应定律     | ( 308 ) |
| (三) 自感            | ( 309 ) |
| 三、例题分析            | ( 310 ) |
| 四、问题质疑            | ( 315 ) |
| 五、巩固练习            | ( 319 ) |
| <b>第五章 交流电</b>    |         |
| 一、自学要求            | ( 325 ) |
| 二、基础知识            | ( 325 ) |
| (一) 交流电的产生和变化规律   | ( 325 ) |
| (二) 交流电的有效值 周期和频率 | ( 327 ) |
| (三) 变压器           | ( 328 ) |
| (四) 三相交流电         | ( 330 ) |
| 三、例题分析            | ( 332 ) |
| 四、问题质疑            | ( 334 ) |
| 五、巩固练习            | ( 336 ) |



## 第六章 电磁振荡 电磁波

|               |       |
|---------------|-------|
| 一、自学要求        | (339) |
| 二、基础知识        | (339) |
| (一) 电磁振荡      | (339) |
| (二) 电磁场和电磁波   | (341) |
| (三) 电磁波的发射和接收 | (343) |
| 三、例题分析        | (345) |
| 四、问题质疑        | (347) |
| 五、巩固练习        | (349) |

## 第四编 光 学

### 第一章 光的反射和折射

|              |       |
|--------------|-------|
| 一、自学要求       | (350) |
| 二、基础知识       | (350) |
| (一) 光的直线传播   | (350) |
| (二) 光的反射及其应用 | (351) |
| (三) 光的折射及其应用 | (353) |
| (四) 全反射      | (356) |
| 三、例题分析       | (357) |
| 四、问题质疑       | (359) |
| 五、巩固练习       | (361) |

### 第二章 透镜成像及其应用

|               |       |
|---------------|-------|
| 一、自学要求        | (365) |
| 二、基础知识        | (365) |
| (一) 关于透镜的几个概念 | (365) |
| (二) 透镜成像      | (368) |
| (三) 光学仪器      | (374) |
| 三、例题分析        | (381) |
| 四、问题质疑        | (385) |
| 五、巩固练习        | (388) |

### 第三章 光的本性

|                   |         |
|-------------------|---------|
| 一、自学要求.....       | ( 390 ) |
| 二、基础知识.....       | ( 391 ) |
| (一) 光学说的历史发展..... | ( 391 ) |
| (二) 光谱.....       | ( 393 ) |
| (三) 光的干涉和衍射.....  | ( 394 ) |
| (四) 电磁波谱.....     | ( 397 ) |
| (五) 光电效应和光子说..... | ( 398 ) |
| (六) 光的波粒二象性.....  | ( 401 ) |
| 三、例题分析.....       | ( 401 ) |
| 四、问题质疑.....       | ( 404 ) |
| 五、巩固练习.....       | ( 406 ) |

### 第五编 原子 原子核

|                  |         |
|------------------|---------|
| 一、自学要求.....      | ( 409 ) |
| 二、基础知识.....      | ( 409 ) |
| (一) 原子的核式结构..... | ( 409 ) |
| (二) 玻尔模型.....    | ( 410 ) |
| (三) 原子核的组成.....  | ( 414 ) |
| (四) 原子核能的释放..... | ( 418 ) |
| 三、例题分析.....      | ( 421 ) |
| 四、问题质疑.....      | ( 423 ) |
| 五、巩固练习.....      | ( 426 ) |
| 附录 各章巩固练习答案..... | ( 428 ) |

# 第一编 力学

## 第一章 力 物体的平衡

### 一、自学要求

1. 理解力的概念（包括力的三要素和图示法）。
2. 理解重力、弹力和摩擦力的产生条件，会计算物体所受重力、弹簧的弹力和滑动摩擦力的大小，并能正确分析其方向。
3. 熟练掌握牛顿第三定律，并能正确指出物体间的作用力和反作用力。
4. 掌握物体受力分析的方法，能正确画出物体的受力图，学会处理受力情况比较简单的问题。
5. 懂得矢量有不同于标量的运算规则，互成角度的力的合成与分解要会作图。在计算方面，只要求掌握能用直角三角形的知识求解的问题。
6. 理解物体平衡的概念，掌握在共点力作用下物体的平衡条件。
7. 理解力臂、力矩的概念，掌握有固定转动轴的物体的平衡条件。

### 二、基础知识

#### （一）力的概念

1. 力是物体对物体的作用。力是不能离开物体而独立存在的。一个物体受到力的作用，一定有另一个物体对它施

加这个作用。例如，机车牵引列车的力，是机车对列车施加的一种作用。

2. 力的作用效果是使受力物体的运动状态发生变化或使受力物体发生形变。

3. 力是矢量：

(1) 矢量和标量：

只有大小没有方向的物理量叫**标量**。例如长度、质量、时间、功、温度等。有大小又有方向的物理量叫**矢量**。例如力、位移、速度、加速度、动量等。

矢量和标量的根本区别还在于它们服从不同的运算法则。同性质的标量可直接相加减，但矢量必须按照平行四边形法则进行运算。（详见下文）

矢量可以用一根带箭头的线段表示。线段长短代表矢量大小，箭头指向代表矢量方向。

在书写时要表示某量是矢量，可在表示这个量的符号上面加一个箭头，如 $\vec{F}$ 或 $\vec{V}$ 。在印刷时常用粗体字表示矢量，如 $\mathbf{F}$ 或 $\mathbf{V}$ 。

(2) 力是矢量，力的三要素和图示：

力不但有大小，而且有方向。例如重力的方向竖直向下，浮力的方向竖直向上。同样大小的力，若方向不同，作用效果也不同。力的大小、方向和作用点，叫力的三要素。

—— 10 牛顿

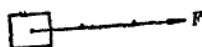


图 1—1—1

力可以用一根带箭头的线段来表示，线段按比例画出，它的长短表示力的大小，指向表示力的方向，箭尾（或箭头）表示力的作用点，箭头所沿直线是力的作用线。这种表示力的方法叫力的图示。例如图 1—1—1 中表

示作用于物体的拉力 $\mathbf{F}$ ，大小为30牛顿，方向水平向右。

4. 力的单位和测量：

力在国际单位制中的单位是牛顿（N）。在日常生产或

生活中常用千克（力）作力的单位，千克（力）和牛顿的关系是

$$1 \text{ 千克（力）} = 9.8 \text{ 牛顿}$$

力的大小可以用测力计（弹簧秤）来测量。

## （二）力学中的常见力

从力的性质看，力学中的常见力有重力、弹力和摩擦力。

### 1. 重力：

地球上的一切物体都受到地球的吸引。物体由于地球的吸引而受到的力叫重力，重力有时也叫重量。

重力的大小等于物体静止时拉紧竖直悬绳的力或压在水平支持面上的力。重力的方向竖直向下。

物体的各部分都受重力的作用，我们可以认为重力的作用集中于一点，这一点叫物体的重心。有规则形状且质量分布均匀的物体，它的重心在几何中心，如均匀球的重心在球心、均匀直棒的重心在棒的中点等。不规则或不均匀的物体，可用实验法（悬挂法）测出重心的位置。

### 2. 弹力：

物体受外力发生弹性形变时，由于要恢复原状，就对使它发生形变的物体产生力的作用，这种力叫弹力。例如压力、支持力、绳的张力等都是弹力。弹力只有在物体相互接触且发生弹性形变时才能产生。

弹力的方向，总是与使物体产生形变的外力反向，或者说与形变反向。例如，如图 1—1—2 中，物体放在支持面上（水平面或斜面），由于物体有重量而压在支持面上，物体和支持面都发生形变（微小形变）。

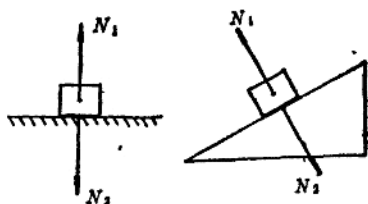


图 1—1—2

发生形变的支持面要恢复原状，产生垂直于支持面向上的弹力，就是对物体的支持力 $N_1$ ；发生形变的物体也要恢复原状，产生垂直于支持面向下的弹力，就是对支持面的压力 $N_2$ 。压力和支持力总是垂直于支持面的。同理，绳对物体的拉力总是沿绳指向绳收缩的方向。如图1—1—3所示。

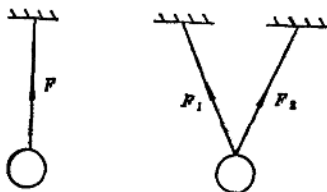


图 1—1—3

弹力的大小与形变有关，形变越大，弹力也越大。但关系一般比较复杂。而弹簧的弹力与形变的关系比较简单。

实验证明。在弹性限度内，弹簧的弹力 $F$ 和弹簧伸长（或缩短）的长度 $x$ 成正比。这个规律称为胡克定律，写成公式即  $F = kx$

式中 $k$ 是弹簧的倔强系数，由弹簧的构造、材料决定。 $k$ 在国际单位制中的单位是牛顿/米。

根据胡克定律，可以用弹簧制成测力计。

【例】一个弹簧，原长 $l_0 = 10$ 厘米。

①加 $F_1 = 10$ 牛顿拉力时，弹簧长 $l_1 = 12$ 厘米，求弹簧的倔强系数。

②若弹簧长 $l_2 = 15$ 厘米时，求弹力 $F_2$ 是多少？

【解】①由胡克定律  $F = kx$

$$\begin{aligned} \text{得 } k &= \frac{F_1}{x_1} = \frac{F_1}{l_1 - l_0} = \frac{10 \text{ 牛顿}}{(12 - 10) \times 10^{-2} \text{ 米}} \\ &= 5 \times 10^2 \text{ 牛顿/米。} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{② } F_2 &= kx_2 = k \times (l_2 - l_0) = 5 \times 10^2 \times (15 - 10) \\ &\times 10^{-2} = 25 \text{ (牛顿)} \end{aligned}$$

注意： $x$ 是弹簧的形变量，即 $x = l - l_0$ 。

### 3. 摩擦力：

相互接触的物体，在做相对运动或有相对运动趋势时，

产生的阻碍相对运动的力叫摩擦力。

若两物体相对静止，但有相对运动趋势，它们之间的摩擦力称静摩擦力。静摩擦力的大小由沿接触面切线方向的外力的大小而定。例如，用水平方向的力推桌子，桌子在未动之前，地面给桌子的摩擦力随推力的增大而增大，其大小等于推力。但静摩擦力的增大是有限度的，当推力大到一定值时，桌子被推动，最大静摩擦力等于使物体开始运动的最小推力。因此，静摩擦力的大小可以是从小到最大静摩擦力之间的任何值。

若两物体相对滑动，它们之间的摩擦力称滑动摩擦力。滑动摩擦力 $f$ 的大小跟两物体间正压力 $N$ 的大小成正比，即

$$f = \mu N$$

式中 $\mu$ 称滑动摩擦系数，与制成物体的材料和接触面的粗糙程度有关。 $\mu$ 无单位。对理想的光滑平面，可以认为 $\mu = 0$ ，即 $f = 0$ 。

摩擦力的方向，沿接触面的切线方向，与物体相对运动或相对运动趋势反向。

滑动摩擦力与相对运动的方向相反。例如物体沿斜面向下滑动，则所受摩擦力沿斜面向上，物体沿斜面向上滑动，则所受摩擦力沿斜面向下。

静摩擦力与相对运动趋势的方向相反。例如水平传送带上的工件，当传送带带着工件一起向前启动瞬间，工件对传送带的相对运动趋势向后，因此工件所受静摩擦力向前。

【例】雪橇加木材共重 $5 \times 10^4$ 牛顿，雪橇与冰面间滑动摩擦系数为0.03，求马要在水平方向用多大力才能拉着雪橇在冰上匀速前进？

【解】雪橇对冰面的压力 $N$ 等于它的重力 $5 \times 10^4$ 牛，由 $f = \mu N$ ，滑动摩擦力为 $f = 0.03 \times 5 \times 10^4 = 1.5 \times 10^3$ 牛，当马的水平拉力 $F$ 等于 $f$ 时，即可匀速前进，故 $F = 1.5 \times 10^3$ 牛顿。

### (三) 牛顿第三定律

#### 1. 力是物体间的相互作用:

观察和实验表明, 两物体间力的作用总是相互的。例如, 用手拉弹簧, 手对弹簧有力的作用, 弹簧对手也有力的作用。

两个物体间相互作用的这一对力, 叫做作用力和反作用力。可以把其中任何一个称作用力, 另一个则为反作用力。

#### 2. 牛顿第三定律:

所有的实验都表明: 两个物体之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。这就是牛顿第三定律。也称作用力和反作用力定律。用公式表示, 可以写成

$$\vec{F} = -\vec{F}'$$

式中,  $\vec{F}$  代表作用力,  $\vec{F}'$  代表反作用力。

#### 3. 作用力和反作用力同两个平衡力的区别:

两个平衡力是指作用于同一个物体, 大小相等, 方向相反, 作用在一条直线上的两个力, 它们的作用效果互相抵消物体处于平衡状态。

作用力和反作用力大小相等, 方向相反, 作用在一条直线上, 但因分别作用于不同的两个物体, 所以不存在平衡问题, 效果不能互相抵消。

### (四) 物体受力情况分析

分析物体的受力情况, 对解决力学问题十分重要。要正确进行受力分析, 应掌握以下步骤。

1. 确定研究对象, 把要研究的受力物体隔离出来, 分析其它物体给它的力。

2. 按重力、弹力、摩擦力的顺序, 根据各种力产生的条件逐一分析物体受力的情况。

要注意受力分析的正确性。既不能多、也不能少, 而只能分析真实的具体的力, 不要把受力和力的合力或分力混为



一谈，不要把物体受力和物体给其他物体的反作用力相混淆，不要把物体受力的作用效果理解为力的来源。

### 3. 根据力的图示法画出物体受力图。

下面讨论几个具体例子：

〔例1〕分析足球被踢出后在空中飞行过程中所受的力（不计空气阻力）。

如图1—1—4所示，球只受重力 $G$ 。



图1—1—4

注意：不能多出脚踢球的力，因为踢球的力是弹力，只要球离开脚，弹力就消失。也不能因球在向前运动，而多出“惯力”、“冲力”、“飞力”等没有施力物的假想力。

〔例2〕一个木箱放在水平地面上受到一个水平拉力作用向右运动时，受到哪些外力？

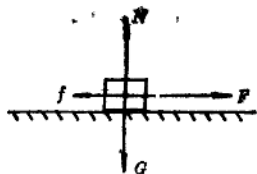


图1—1—5

如图1—1—5所示，木箱受到重力 $G$ 、地面支持力 $N$ 、水平拉力 $F$ 和地面摩擦阻力 $f$ 四个力的作用（空气阻力一般忽略不计）。

〔例3〕在斜面上的木块在以下几种情况下受到哪些力的作用。

①斜面光滑，木块沿斜面自由下滑时。

如图1—1—6，木块受重力 $G$ ，斜面支持力 $N$ 。

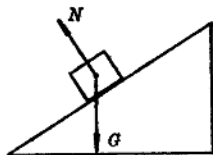


图1—1—6

注意：木块真实受力只有这两个，不应再多出“下滑力”、“正压力”等。另外，因斜面光滑，故摩擦力为零。

②木块在斜面上静止时。