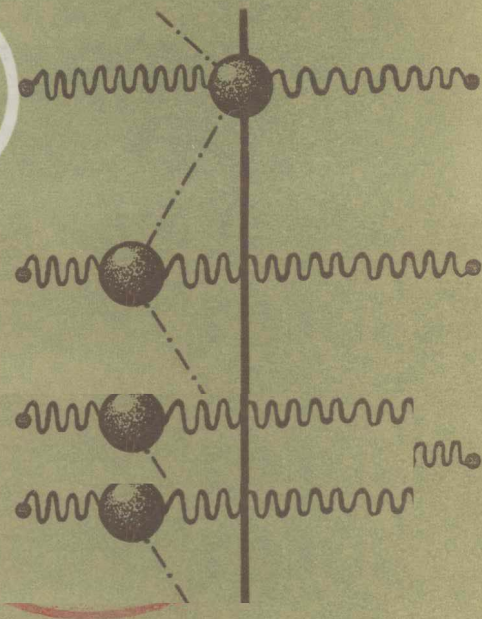


职工自修丛书

# 高中物理专题讲座

北京市海淀区教师进修学校 主编



地质出版社

职工自修丛书

# 高中物理专题讲座

(配有 40 课时教学录像带)

北京市海淀区教师进修学校 主编

地质出版社

职工自修丛书

高中物理专题讲座

(配有40课时教学录像带)

北京市海淀区教师进修学校 主编

\*

责任编辑：张 璐

地质出版社出版

(北京西四)

丰华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

\*

开本：787×1092<sup>1</sup>/<sub>32</sub>印张，13<sup>0</sup>/<sub>16</sub>。字数：300 000  
1986年12月北京第一版·1986年12月北京第一次印刷

印数：1—17,470册 定价 2.10 元

统一书号：7038·新201

## 前 言

“七五”期间，我国职工教育战线面临着为经济振兴做好人才准备的艰巨任务。加强在职职工系统的文化和专业技术基础教育十分重要。地质、煤炭、石油、冶金等系统，都有一批野外勘查职工，他们远离城市，常年在深山老林坚持作业，不具备长期脱产学习的条件，更难直接接受全国知名教师的指导。为了帮助这批职工通过自学，或利用冬季收队期间通过电化教育手段进行短期培训，接受优秀教师的辅导，达到高中文化程度，为升入成人高等院校或进一步接受专业技术教育打下基础，我们特请北京市海淀区教师进修学校王家骏、厉善铎、周骆良等同志组织数十名有多年教学经验的优秀高中教师编写了这套《职工自修丛书》。

这套书共包括《高中语文专题讲座》、《高中数学专题讲座》、《高中物理专题讲座》、《高中化学专题讲座》、《高中历史专题讲座》、《高中地理专题讲座》、《高中政治专题讲座》、《高中英语专题讲座》八册，每册均配有相应的教学录像带。既可用于高中各门课程的系统复习，也可用于高中教师的师资培训。

从初一到高三，历经六个寒暑，十二个学期，时间之长，知识之巨，人所尽知。怎样才能提纲挈领地复习全部课程并通过复习提高活用知识的能力呢？这确实不是一个容易解决的问题。本丛书作者力求在对现行中学教材进行全面总结和系统归纳的基础上，融入亲身的实践经验，通过“举一

反三”、“温故知新”的方法，采用专题讲座的形式，在较短的时间内，使学习者能掌握高中各门课程的基础知识和主要规律。各册内容均源于教材，但又绝不是教材内容的简单重复，而是突出重点难点，着重分析易犯错误和强调活用知识的技能。考虑到自学者的需要，书中还附有一定数量的练习题或思考题以及参考解答。

本丛书是《高中各科专题讲座》教学录像带的配套文字教材，又是系统复习高中各门课程的自学读本。全套书由北京市海淀区教师进修学校王家骏、厉善铎、周骆良等同志担任主编。

本册包括力学、热学、电磁学、近代物理基础知识、物理实验和综合复习六篇四十讲，每讲后配有练习题，书后附有参考答案。参加本册编写工作的有王学斌、王杏村、唐朝智、蒋宏涵等老师，由蒋宏涵老师进行总纂。

由于水平有限，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

柯 普

1986年11月

# 目 录

## 第一篇 力 学

- 第一讲 力学的知识结构及复习方法..... 1
- 第二讲 直线运动..... 16
- 第三讲 力和物体的平衡..... 28
- 第四讲 牛顿运动定律 (一) ..... 42
- 第五讲 牛顿运动定律 (二) ..... 52
- 第六讲 曲线运动..... 64
- 第七讲 机械能 (一) ..... 79
- 第八讲 机械能 (二) ..... 89
- 第九讲 动量..... 98
- 第十讲 机械振动和机械波..... 108

## 第二篇 热 学

- 第十一讲 气体的性质 (一) ..... 122
- 第十二讲 气体的性质 (二) ..... 133
- 第十三讲 分子运动论 热和功 (一) ..... 143
- 第十四讲 分子运动论 热和功 (二) ..... 150

## 第三篇 电 磁 学

- 第十五讲 电场 (一) ..... 160
- 第十六讲 电场 (二) ..... 166
- 第十七讲 电场 (三) ..... 174
- 第十八讲 稳恒电流 (一) ..... 184
- 第十九讲 稳恒电流 (二) ..... 198

第二十讲	稳恒电流 (三)	207
第二十一讲	稳恒电流 (四)	217
第二十二讲	磁场	227
第二十三讲	电磁感应 (一)	241
第二十四讲	电磁感应 (二)	255
第二十五讲	电磁振荡和电磁波	266

#### 第四篇 近代物理基础知识

第二十六讲	光的本性 (一)	279
第二十七讲	光的本性 (二)	287
第二十八讲	原子结构	295
第二十九讲	原子核	305

#### 第五篇 物理实验

第三十讲	实验 (一)	313
第三十一讲	实验 (二)	326
第三十二讲	实验 (三)	334
第三十三讲	实验 (四)	343
第三十四讲	实验 (五)	351
第三十五讲	演示实验 (六)	358

#### 第六篇 综合复习

第三十六讲	综合复习 (一)	360
第三十七讲	综合复习 (二)	372
第三十八讲	综合复习 (三)	383
第三十九讲	综合复习 (四)	390
第四十讲	综合复习 (五)	405

练习题答案		419
-------	--	-----

# 第一篇 力 学

## 第一讲 力学的知识结构及复习方法

力学知识是中学物理中的基础内容。力学中的很多概念和研究方法在物理学的其它各个部分中都将得到应用。因此，复习好力学具有关键性意义。为此我们将力学知识和力学方法作一个整体分析，以便于大家在复习力学时能够从宏观整体上有一个清晰的认识，这将有利于从微观角度上加深力学各部分知识的理解。

### 一、力学的知识结构

所谓知识结构，就是指抓住一个中心问题，将主要知识组织起来，形成系统，形成网络。力学可以以力的概念为中心，以力的初步定义、力的效果、力和运动的关系、力的定律等几个方面将力学中的一些主要定律和原理联系起来。

#### 1. 力的定性概念

- (1) 力是物体对物体的作用。
- (2) 力的相互性——即有作用力同时产生反作用力。与之相联系的有牛顿第三定律。
- (3) 力的矢量性——力的合成和分解按平行四边形法则。

#### 2. 力的效果

- (1) 力的瞬时效果——受力物体在受力作用的同时就



产生加速度。所以力的瞬时效果是受力物体产生加速度。与之相联系的是牛顿第二定律。即  $F = ma$ 。

(2) 力的空间累积效果——一个物体受一力作用经过一段位移产生什么效果？物体在力的方向上发生位移，就是说力对物体做功。做功使物体的动能发生变化。所以力对位移的累积效果产生了物体动能的改变。与之相联系的是动能定理。即  $W = \Delta E_k$ 。

(3) 力的时间累积效果——力和力作用时间的乘积叫冲量。物体受到一个冲量作用将产生动量的变化。所以力对时间的累积效果产生了物体的动量改变。与之相联系的是动量定理。即  $I = \Delta P$ 。

### 3. 力和运动的关系

力的直接效果使受力物体产生加速度。物体有了加速度经过一定时间的累积就出现速度。所以力与速度无直接的因果关系。因此，要明确认识加速度是联系力和运动的桥梁。

(1) 当  $\Sigma F = 0$  时或物体不受力作用时，其加速  $a = 0$ ，物体在惯性支配下或者静止、或者作匀速直线运动。

(2) 当  $\Sigma F = \text{恒量}$  时，其加速度  $a = \text{恒量}$ 。则物体作匀变速运动。还要注意分清两种情况：

① 当力矢量和速度矢量的方向共线，则物体作匀变速直线运动。当物体在地面上作自由落体运动，上、下抛体运动时，其加速度  $a = g$ 。

② 当力矢量和速度矢量的方向不共线时，则物体作匀变速曲线运动，其轨迹曲线一定为抛物线。当物体在地面上作平抛、斜抛运动时就属此类运动，其加速度  $a = g$ 。

(3) 当  $\Sigma F = \text{变量}$  时，其加速度  $a = \text{变量}$ 。物体作变速运动。在中学物理中只讲两种比较重要而又特殊的变速运

动。

①当  $\Sigma F$  的大小不变，方向不断改变，且  $\Sigma F \perp V$  时，物体作匀速圆周运动。其加速度叫向心加速度，其大小为

$$a = \frac{v^2}{r} = r\omega^2 = v\omega。其合力 \Sigma F 叫做向心力。$$

②当物体受到的力满足  $F = -Kx$  时，则物体围绕平衡位置作简谐振动。其加速度为  $a = -\frac{K}{m}x$ 。其振动周期为  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$ 。弹簧振子和单摆的振动是两个典型的简谐振动。

#### 4. 力的定律

以上叙所述的力的定性概念、力的效果、力和运动的关系等问题，都涉及到力的一些共性问题，但不涉及到某种具体的力的问题。由于不同原因和条件产生了不同的具体的力，而这些具体的力的大小和方向都有自身特定规律性，这就形成了各种力的定律。

##### (1) 万有引力定律

由于物体具有质量而引起两物体之间的相互吸引力叫做万有引力，当两种物体可视为质点时，其万有引力的大小为

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

地球对地面上的物体存在万有引力作用而引起的力叫做重力。重力也就是物体的重量。如果不考虑地球自转的影响，可以认为地球对地面上物体的万有引力等于重力。

$$\text{则 } G_{\text{重}} = G \frac{mM_{\text{地}}}{R^2}, \quad (R: \text{地球半径})$$

又根据牛顿第二定律可得：

$$G_{\text{重}} = mg$$

$$\text{则 } g = G \frac{M_{\text{地}}}{R^2} \quad \left( gR = G \frac{M}{R} \right)$$

月球及地球上的人造卫星，所需的向心力是由地球对它们的万有引力来提供的。则可得：

$$m \frac{v^2}{r} = G \frac{m M_{\text{地}}}{r^2}$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{GM_{\text{地}}}{r}}$$

如果  $r = R$  则  $v = \sqrt{\frac{GM_{\text{地}}}{R}} = \sqrt{gR}$ ，由此式计算可得

$v = 7.9$  千米/秒，叫第一宇宙速度。

### (2) 胡克定律

由于物体形变而引起的力叫弹性力。当物体在弹性限度内发生伸长或压缩形变时，其弹力的大小由下式决定。

$$F = K\Delta L \quad (\Delta L \text{ 为伸长或压缩量})$$

此式叫做胡克定律。

### (3) 摩擦定律

由于两物体之间发生相对滑动或发生相对滑动的趋势而引起的力叫摩擦力，前者叫滑动摩擦力，后者叫静摩擦力。

物体受到静摩擦力而处于平衡状态时，根据平衡条件来确定静摩擦力的大小和方向。如果物体受到静摩擦力而在运动，则应根据牛顿第二定律来确定其大小和方向。但不管物体处于何种状态，静摩擦力总有一个最大值，叫最大静摩擦力。其大小与正压力成正比。

物体受到的滑动摩擦力其大小与正压力成正比。

$$\text{即 } f_{\text{滑}} = \mu N$$

摩擦力的方向总是阻碍物体之间发生相对运动或相对运

动趋势。

#### (4) 阿基米德定律

一个物体浸入液体内部，由于液体内部压强差而引起的力叫做浮力。浮力的方向总是指向液面，而大小等于物体浸入液体部分所排开的液体的重量。这就是阿基米德定律。

即  $F_{\text{浮}} = V \cdot \rho \cdot g$

$V$ ：所排开的液体的体积。 $\rho$  液体的密度。

#### (5) 电磁力

电荷之间存在相互吸引或排斥的力，叫库仑力；磁场对运动电荷产生作用力，叫洛仑兹力；磁场对通电导体产生作用力叫安培力。这些力总称电磁力。它们都各自有自己的规律，这将在电磁学中加以复习。但它们都能产生力学效果，即都满足牛顿运动定律，这一点在中学物理学习中要加以明确。

### 5. 力学中两个基本方法

#### (1) 物体受力分析

各种不同性质的机械运动，是由物体所受的力来决定的。对物体进行受力分析，是解决力学问题的首要环节。受力分析的基本思路是：第一步明确研究对象，将研究对象从周围环境中隔离取出。第二步分析周围环境对研究对象的作用力。分析力要全面，不应有遗漏。要注意两种情况。一种是非接触力，如重力、电磁力等；另一种是接触力，如摩擦力、弹力等。第三步画出“研究对象”的受力图。要注意不主观臆断力的方向和大小，特别注意弹力和摩擦力等被动力常由其它力和运动状态所决定。

在运用牛顿第二定律解题时，只有对研究对象的受力情况作出正确分析后，才能正确地建立牛顿第二定律方程求

解。在功与能的问题中也只有首先对研究对象作出正确的受力分析，才能对各力做功情况作出判断，然后才有可能正确建立动能定理方程，才有可能判定是否机械能守恒。在动量问题中也只有对研究对象（系统）进行受力分析，才能判定动量是否守恒。若组成系统内的各个物体除彼此互相作用的内力外不受其它外力作用（或合外力为零），则系统的动量是守恒的。由此可见，力学中各种问题的解决都离不开对物体进行受力分析。因此对物体进行受力分析是处理力学问题的基本方法。

## （2）运动的合成与分解

一个运动可以等效地用两个运动来代替，这叫运动的合成。反之，两个运动可以等效地用一个运动来代替，这叫运动的分解。运动的合成与分解方法对处理复杂运动时是十分重要的。例如平抛运动可以用水平方向的匀速直线运动与竖直方向的自由落体运动来代替。合运动与分运动的位移、速度、加速度等矢量完全遵从矢量求和的平行四边形法则。

## 二、力学概念的理解

如何理解好力学概念是学好力学的关键。一个物理思维清晰的人，就是说他物理概念理解得比较深刻和正确。所谓物理思维能力，简单说来就是正确运用物理概念进行推理、判断和分析综合的能力。因此，我们必须研究和总结正确而又深刻理解物理概念的方法。首先我们要明确了解力学中有哪些物理量。力学中物理量可分两大类。一类是矢量，如力( $F$ )、位移( $S$ )、速度( $V$ )、冲量( $I$ )、加速度( $a$ )、动量( $p$ )等。另一类是标量，如时间( $\Delta t$ )、路程( $S$ )、质量( $m$ )、角速度( $\omega$ )、力矩( $M$ )、功( $W$ )、能量( $E$ )、功率( $P$ )等。下面我们从三个方面来说明正确理解力学概念的方法：

### 1. 从物理量的定义式或量度式来理解。

通过物理现象的分析而形成物理概念然后在实验基础上将物理概念量化而形成物理量。所以,对物理概念的理解,应抓住概念的质和量两个方面;而把握了物理量的定义式或量度式,就把握了概念的质和量。

例如,从本质上来分析加速度,是反映或描述速度矢量的变化快慢的量。那么如何才能定量地比较速度矢量变化的快慢呢?从实验可知速度矢量变化大(即  $\Delta V$  大),而用的时间少(即  $\Delta t$  小),则速度矢量变化快。所以加速度的定义式应为:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$\Delta V$  是速度矢量的增量,即  $\Delta V = V_2 - V_1$ , 所以  $\Delta V$  为矢量。 $\Delta t$  为标量,从  $a$  的定义式可知  $a$  为矢量。其方向和  $\Delta V$  方向相同。在直线运动中  $V$  的方向是不变的,所以  $\Delta V$  只反映了  $V$  的大小的变化。在匀速圆周运动中  $V$  的大小不变,而  $V$  的方向不断改变,这时  $\Delta V$  反映了  $V$  的方向的改变。其加速度是描述  $V$  方向变化快慢,常常叫向心加速度。

从公式  $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$  可知  $\Delta V$  是在  $\Delta t$  这段时间内的速度增量。因此所得到的加速度为平均加速度。当  $\Delta t \rightarrow 0$  时则  $\Delta V \rightarrow 0$ , 这时得到的是即时加速度。从  $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$  公式还可知  $a$  单位由  $V$  和  $t$  单位来决定的。可见抓住了加速度的定义式就可以比较全面而又深刻地理解加速度概念。

例如,速度的定义式为  $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ ; 角速度的定义式为

$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ ; 力矩的定义式为  $M = F \cdot L$ ; 冲量的定义式为

$I = F \cdot \Delta t$ ; 功的定义式为  $W = FS\cos\theta$ , 动量的定义式为  $P = mV$ ; 动能定义式为  $E_k = \frac{1}{2}mV^2$  等等。抓住了以上各个力学量的定义式, 我们就能很好地来理解这些力学概念。因此, 从物理量的定义式来理解物理概念是一个十分重要的基本方法。

## 2. 从各个物理量之间关系来理解

物理概念的量化形成了物理量, 各个有关联的物理量之间的定量关系形成物理定律、物理定理和原理。从定义式出发可以正确理解物理概念, 如果进一步从概念之间关联上来理解概念, 就可以使理解深化。在力学中掌握以下各种关系, 就掌握了力学中的主要定律和定理, 从而对力学中重要概念的理解就能进一步深化。

### (1) 匀变速直线运动的运动学公式

位移( $S$ )、速度( $V$ )、加速度( $a$ )这些物理量都是描述物体运动状态的参量。而这些参量与时间( $t$ )的关系就形成了运动学规律。位移是速度对时间的累积结果, 速度是加速度对时间的累积结果。抓住了这种关系以及匀变速直线运动的特点就可以找到匀变速直线运动的基本关系式:

$$v_t = v_0 + at \quad \text{①}$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad \text{②}$$

$$s = v_{\text{平}} t \quad \text{③}$$

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as \quad \text{④}$$

$$v_{\text{平}} = \frac{v_t + v_0}{2} \quad \text{⑤}$$

上述公式中  $a$  是常量, 即  $a$  与  $t$  无关。这是匀变速

直线运动的特征。①、②式为基本关系式，它能告诉我们作匀变速直线运动的物体，什么时刻在什么位置出现，以及该时刻物体的运动状态。所以它们反映了匀变速直线运动的规律性。④式是由①、②式消除参量  $t$  得到的，所以④式不是独立的公式。③式是根据平均速度的定义推导而来的。

匀变速直线运动是中学力学所研究的最基本运动。在地面上的抛体运动为自由落体运动，竖直上、下抛运动，不过是  $a=g$  的匀变速直线运动的一种特例而已。平抛、斜抛运动又可以分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的匀变速直线运动来处理。

匀速圆周运动由于其加速度的大小是不变的，也可以分解为匀速直线运动和匀变速直线运动来处理。如图 1-1 所示，质点从  $A$  沿圆弧运动到  $B$  作匀速圆周运动。因为向心力始终和  $v$  垂直，所以在切线方向无加速度，而向心加速度始终沿半径指向圆心。因此可以将运动分解为沿切线方向作匀速直线运动和沿半径方向作初速度为零的匀加速运动。则由图可知：

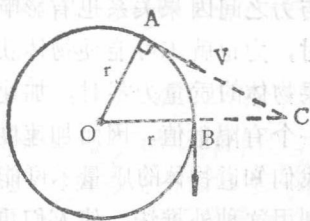


图 1-1

$$\overline{OA}^2 + \overline{AC}^2 = \overline{OC}^2$$

$$\text{即 } r^2 + v^2 \cdot \Delta t^2 = (r + \frac{1}{2} a \Delta t^2)^2$$

$$r^2 + v^2 \Delta t^2 = r^2 + r a \Delta t^2 + \frac{1}{4} a^2 \Delta t^4$$

$$v^2 \Delta t^2 = r a \Delta t^2 + \frac{1}{4} a^2 \Delta t^4$$

设  $A$ 、 $B$  两点无限接近，则  $\Delta t \rightarrow 0$ ，所以  $\frac{1}{4} a^2 \Delta t^4$  可以不计，则

$$v^2 \Delta t^2 = r a \Delta t^2$$



$$a = \frac{v^2}{r}$$

$$\text{又 } v = r\omega$$

$$\therefore a = r\omega^2$$

这样我们就推导出了向心加速度的决定式。可见掌握了匀变速直线运动规律对中学生来讲就掌握了中学力学运动学的主要内容。

## (2) 牛顿第二定律

牛顿第二定律： $F = ma$ ，或  $a = \frac{F}{m}$ ，这是动力学中一条

基本定律。它反映了加速度与力和质量之间的关系。从公式可知，力是产生加速度的原因。就是说力和加速度之间存在即时的直接的因果关系。同时也可以看出质量对加速度的深刻影响，质量不但对加速度大小有影响，而且质量对加速度与力之间因果关系也有影响。试设想物体的质量是无限大时，力也就不可能使物体获得加速度了。同样可以设想，如果物体的质量为零时，加速度将是无限大的，而力却可以是一个有限数值。因而加速度和力之间不在存在正比关系了。我们知道物体的质量不可能是无限大，也不可能是零值。但利用这种外推法，使人们更加认识了质量对物体加速度的深刻影响。物体的质量是量度物体的惯性大小的量，它是有一个有限的数值，正因为如此才使得加速度和力之间存在着直接的即时的而且是正比的因果关系。

加速度  $a$  是一个与参照物有关的量。一个以地面为参照物正在作加速运动的车厢中的物体，如果以车厢为参照物，当它对车厢静止时，必须给以力的作用，而它对车厢并无加速度，可见力并不产生加速度。力是物体对物体的作用，质量是惯性大小的量度。这两个量是与参照物无关的。但要研