

中专物理辅导

江苏省中专物理教学研究会编

一九八九年三月

Q631.7/50

前 言

中专物理学知识面广，教学课时少。同学们在学习中负担较重。为了帮助同学更好地学好中专物理，根据国家教委新颁布的中专物理教学大纲，我们编写了这本书供中专学生使用，同时也适用于电视中专、职工中专和技工学校的广大同学。

本书各章分学习要点、解题指导和练习题三部分。在学习要点中、对本章的学习重点、难点作了说明。针对中专物理学习和应用中容易混淆或难以理解的基本概念、物理量进行了分析、比较，指出其区别。解题指导中，主要引导学生掌握和分析物理现象的内在联系、规律去理解和运用定义、定律、公式。通过典型例题的分析，求解指出解题的关键和步骤。最后结合当前推广的标准化考试，安排了标准化题型练习题。

本书由南京河运学校张菱、王铁平主编。参加编写的还有：南京河运学校邵欢榴、丁晓霞、南京机电学校傅美欢、南京化工学校徐建中、南京纺织工业学校宁晓林、南京地质学校堵国安、无锡第二工业学校金昱英、镇江粮食学校杨长春、徐州化工学校何培东、苏州丝绸工业学校王苏冶。

本书由南京化工学校沈凌云副教授和南京铁路运输学校张必赋高级讲师审定。参加审稿的还有：许琪芳、童德琴、戴超、吴永康。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免有不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

一九八九年三月

目 录

第一章	力 物体的平衡	(1)
第二章	直线运动	(13)
第三章	牛顿运动定律	(26)
第四章	功和能	(38)
第五章	动量和冲量	(53)
第六章	曲线运动 万有引力定律	(64)
第七章	机械振动和机械波	(77)
第八章	分子运动论 理想气体状态方程	(86)
第九章	热和功	(95)
第十章	静电场	(102)
第十一章	直流电	(122)
第十二章	电流的磁场	(141)
第十三章	电磁感应	(155)
第十四章	电磁振荡及电磁波	(170)
第十五章	几何光学	(176)
第十六章	光的本性	(190)
第十七章	原子和原子核基础知识	(197)
附:	练习题参考答案	(205)

第一章 力 物体的平衡

一、学习要点

(一) 力的概念

力是物体间的相互作用，力存在于两物体间。它们互为施力者和受力者。如静止在桌面上的书对桌面有压力，桌面对书有支持力。物体间相互作用的两个力同时存在，同时消失，总是同一性质的力。

力的作用效果：一是改变物体的运动状态；二是使物体发生形变。判别物体是否受力，可以从这两个效果来检查。把物体因惯性而运动看做是受力的作用是错误的。

(二) 力学中常见的三种力

在力学中，主要讨论三种性质的力。其产生原因、方向、大小列表于1—1。

名 称	产 生 原 因	方 向	大 小
重 力	由于地球吸引而使物体受到的力	竖 直 向 下	$G = mg$
弹 力	由于物体发生弹性形变而产生的力	与使物体发生形变的方向相反或指向恢复形变方向	$F = kx$ 或根据平衡条件计算
摩 擦 力	接触物体间有相对运动或有相对运动趋势时产生的阻碍物体间相对运动的力	和相对运动或相对运动趋势方向相反	滑动摩擦力 $f_{滑} = \mu N$ 静摩擦力可根据物体平衡条件计算

表中的 N 为两物体接触面间的压力。但不一定等于物体重力。作匀速直线运动的物体滑动摩擦力也可以根据平衡条件来计算。

摩擦力不一定总是阻碍物体运动的。如卡车上的重物，在卡车起动过程中，正是重物与卡车之间的摩擦力使重物随汽车运动。静摩擦力有一定的范围，超过了这个范围，物体跟接触面之间就开始滑动。

(三) 力的合成

在许多问题中，往往需要用一个力来代替几个力的作用效果，这个力叫做那几个力的合力。求几个力的合力，叫做力的合成，力的合成遵守平行四边形法则。即以两个已知力为邻接边作平行四边形，所得的平行四边形的对角线就是两已知力的合力。如图1—1。

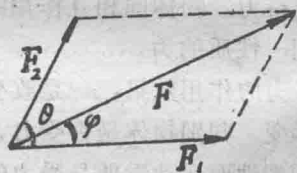


图 1—1

合力 F 的大小不仅与两分力 F_1 、 F_2 的大小有关，而且与两分力之间的夹角 θ 有关，一般地： $|F_1 - F_2| \leq F_{\text{合}} \leq |F_1 + F_2|$ 。

当 $\theta = 0^\circ$ ，则 $F_{\text{合}} = F_1 + F_2$ ， $\varphi = 0$ ， $F_{\text{合}}$ 为最大值。

当 $\theta = 180^\circ$ ， $F_{\text{合}} = |F_1 - F_2|$ ，方向为较大力方向， $F_{\text{合}}$ 为最小值。

$$\text{当 } \theta = 90^\circ \quad F_{\text{合}} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{F_1}{F_2}$$

如果求三个或更多的力的合力，可以先求两个力的合力，然后把这个力与第三个力合起来，依此类推。也可以用正交分

解法来求。

(四) 力的分解

力的分解实质上是力的合成的逆运算，但力的分解必须有条件，否则无解或不定解。一般有两种分解方法。

1. 按力的作用效果分解。

根据力所产生的实际效果来确定分力的方向和作用点。分解方法也是作用平行四边形。如图1—2。

重力产生的效果是对两根绳子的拉力 F_1 和 F_2 ，其大小和方向如图所示。

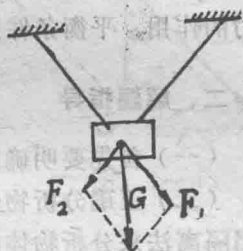


图 1—2

2. 正交分解法。

把力沿两个垂直方向分解，叫做正交分解。这是一种很有用的方法，尤其是物体受三个以上的共点力作用时，可以用正交分解法来求合力或其中一个、两个分力、或与力相关的其它物理量。

把力正交分解时，一般以共点力的作用点为直角坐标原点，然后把力沿 x 轴、 y 轴方向分解。

坐标轴方向的选定，一般视具体问题而定，原则上建立坐标要能使解题方便。

(五) 力矩

力和力臂的乘积叫做这个力对转轴的力矩，可用 $M = L \times F$ 表示，其中 L 叫做力臂，是转轴到力的作用线之间的距离。不可不分析地将转轴与力的作用点的连线当作力臂。

力矩是使物体转动状态变化的原因，通常规定使物体逆时针转动的力矩为正。使物体顺时针转动的力矩为负。

(六) 物体的平衡

1. 受共点力作用下物体的平衡,其平衡条件是: $F_{\text{合}} = 0$

利用正交分解法解题时 $\begin{cases} F_{x\text{合}} = 0 \\ F_{y\text{合}} = 0 \end{cases}$

2. 有固定转轴的物体的平衡,这类问题,大都是受非共点力的作用,平衡条件是物体受到的合力矩等于零。 $M_{\text{合}} = 0$

二、解题指导

(一) 首先要明确以哪一个物体作为研究对象。

(二) 正确分析物体受力,这是解力学问题的关键。一般采用隔离法来分析物体的受力,其步骤是:

1. 先把要研究的物体和周围隔离开来;

2. 画出重力;

3. 看该物体与哪些物体相接触,有无挤压、拉伸,判断有无弹力;

4. 看该物体与周围物体间有无相对运动或相对运动趋势,判断有无摩擦力;

5. 画出物体的受力示意图。示意图画得清楚与否,对思考问题大有影响。

(三) 在分析物体受力的基础上,根据题意,运用物体平衡条件、平行四边形法则或正交分解法,求合力或分力及相关的物理量。

(四) 处理共点力平衡的问题,实质上就是利用力的合成、分解法则加之平衡条件,写出平衡规律的方程式,然后通过解方程求力等物理量。

[例 1] 图1—3中,重物的重力为10牛顿,绳子 AO 与竖直方向成 45° 角,BO 成水平状态,求 AO 和 BO 受到的力为多大。

分析：取O点为研究对象，O点在三个力作用下处于平衡。
即：OC的拉力、方向向下，为10牛顿，OB的拉力水平向右，
OA的拉力方向沿OA向上。

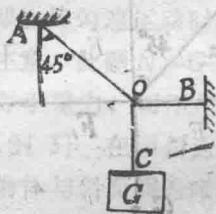


图 1—3

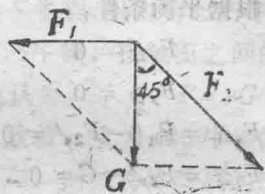


图 1—4

我们可以用三种方法来解。

解 1 OC拉力作用效果是产生对OA、OB的拉力，可把OC的拉力分解如图1—4。

$$F_1 = G \cdot \tan 45^\circ = 10(\text{N})$$

$$F_2 = \frac{G}{\cos 45^\circ} = 14.1(\text{N})$$

则OA 和 OB 受到的力分别为10牛顿和14.1牛顿。

解 2 OA、OB 受到的拉力与OA、OB 对O点的拉力大小相等、方向相反。而OA、OB对O点拉力的合力与OC对O点的拉力平衡。如图1—5。

$$F_1' = G' \times \tan 45^\circ$$

$$= G \cdot \tan 45^\circ$$

$$= 10(\text{N})$$

$$F_2' = G' / \cos 45^\circ = 14.1(\text{N})$$

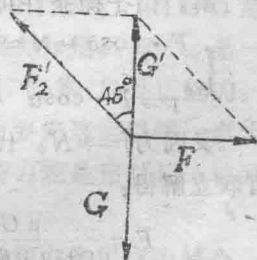


图 1—5

解 3 用正交分解法求解。

如图1—6，以O点为坐标原点，把 F_2' 分解

$$\begin{cases} F_{2y}' = F_2' \cdot \cos 45^\circ \\ F_{2x}' = F_2' \cdot \sin 45^\circ \end{cases}$$

根据平衡条件：

$$F_{x\text{合}} = 0$$

$$F_{y\text{合}} = 0$$

有： $F_{x\text{合}} = F_1' - F_{2x}' = 0$

$$F_{y\text{合}} = F_{2y}' - G = 0$$

把 $G = 10 \text{ N}$ 代入解之

$$F_1' = 10 (\text{N})$$

$$F_2' = 14.1 (\text{N})$$

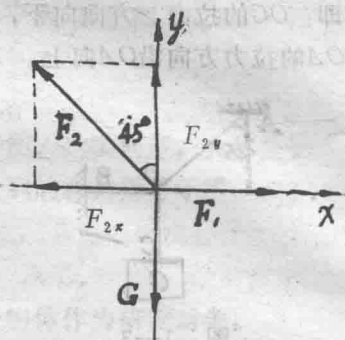


图 1—6

注意：解题中，如果考虑了分力，合力不需考虑，反之同理。

[例 2] 重力为10牛顿的物体，与水平地面之间的滑动摩擦系数为 $\sqrt{3}/3$ ，现在物体上作用一个与水平方向成 30° 角的拉力 F ，恰好使物体作匀速滑动，求该作用力为多大。运动中的阻力为多大？

分析：先对物体受力分析，物体匀速滑动时，受到的力有：重力 G ，地面支持力 N ，摩擦力 f 和拉力 F 。如图1—7所示，由于匀速滑动物体受到的合力为零。

解：由平衡条件可得：

$$\begin{cases} F \cdot \cos \alpha + N = G \\ f = F \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

又因为 $f = \mu N$ 。代入方程组

可联立解得：

$$\begin{aligned} F &= \frac{\mu G}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} \\ &= 5 (\text{N}) \end{aligned}$$

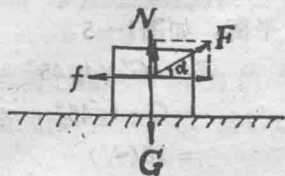


图 1—7

且
$$f = F \cdot \cos \alpha = 5 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 4.33(\text{N})$$

即物体匀速运动时受到的拉力为 5 牛顿，阻力为 4.33 牛顿。

注意：此题 $N = G - F \cdot \sin \alpha = 7.5$ 牛顿。接触面之间的压力不等于重力，切不可不加分析地认为： $f = -F = \mu G$

【例 3】在倾角为 30° 的斜面上放着一重为 400 牛顿的物体，物体与斜面间的摩擦系数为 $\sqrt{3}/2$ ，则该物体受到的摩擦力为：

- (1) 200 牛顿；(2) 300 牛顿；(3) 0

分析：根据题意先画出物体受力示意图。如图 1—8 所示：重力 G 可以分解为二个力，一个是和斜面平行的 $G_{\parallel}$ ， $G_{\parallel} = G \cdot \sin 30^\circ = 200$ 牛顿；另一个是垂直斜面的分力 $G_{\perp}$ ， $G_{\perp} = G \cdot \cos 30^\circ = 200\sqrt{3}$ 牛顿。

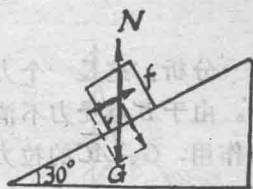


图 1—8

如果物体在滑动，则摩擦力为 $f = \mu N$ ，且 $N = G_{\perp}$ ，滑动摩擦力为 $f = \mu N$ ，且 $N = G_{\perp}$ ，滑动摩擦力 $f_{\text{滑}} = 300$ 牛顿。由于 $G_{\parallel}$ 小于 $f_{\text{滑}}$ ，则重物没有滑动，静止在斜面上，有滑动趋势，仍处于静止状态，物体受到的静摩擦力作用。与 $G_{\parallel}$ 是一对平衡力，大小与 $G_{\parallel}$ 相等。即 $f = 200$ 牛顿，答案(1)是正确的。

(五) 在处理有轴物体平衡时，一定要先选定以哪一点为轴心，然后考虑力臂、力矩。注意，力的力矩是相对某一轴而言的，如果轴改变。力矩也改变。

在选定转轴时，往往选不要求的未知力作用点为轴心，因为这样选轴，可以使该力的力矩等于零，可以不考虑。

[例 4] 如图1—9所示, 均匀直杆 BD 重10牛顿, 重物 G 重50牛顿, 绳子 AC 的重量不计, 已知 $\alpha = 30^\circ$, $BD = 1.5$ 米, $BC = 1$ 米, 求 AC 中的张力。

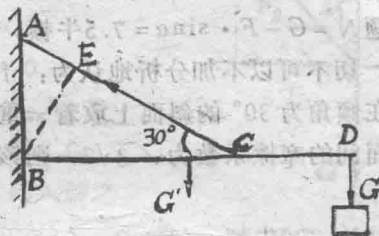


图 1—9

分析: 这是一个力矩平衡问题, 首先确定以杆 BD 为研究对象。由于 B 点受力不清楚, 我们便以 B 点为转轴。 BD 还受三个力作用, G 、 AC 的拉力 T 和杆重 G' 。

解: 以 B 点为轴: G' 的力臂为 $\frac{1}{2}BD = 0.75$ 米

G 的力臂为 $BD = 1.5$ 米

T 的力臂为 $BE = BC \sin 30^\circ = 0.5$ 米

根据平衡条件得:

$$T \times BE = G' \times \frac{1}{2}BD + G \times BD$$

$$0.5T = 10 \times 0.75 + 50 \times 1.5$$

$$T = 165(N)$$

即绳子 AC 中的张力为165牛顿。

如果要求 BD 在 B 点受到的力, 可以以 C 点或 D 点为转轴, 然后考虑各力对 C 点或 D 点的力矩。

三、练习题

(一) 是非题

1. [] 平衡就是指物体保持静止。
2. [] 两个力的合力，一定大于其中任一个分力。

3. [] 只要是大小相等、方向相反、作用在同一直线上的二个力一定是一对平衡力。

4. [✓] 物体在水平桌面上之所以能够平衡是因为桌面所受到的压力和桌面对物体的支承力大小相等，方向相反。

5. [] 一个物体在三个力作用下平衡时，其中任何两个力的合力与第三个力的大小相等，方向相反且位于同一直线上。

6. [] 图1—10所示，将系着绳子的球挂在光滑墙上，不计绳子的重量，则绳的延长线一定通过球心，且绳越长，所受拉力越小。



图 1—10

7. [] 运动物体受到的摩擦力一定和它的运动方向相反。

8. [] 物体的运动速度为零，必处于平衡状态。

(二) 选择题

1. 物体受力平衡时，物体一定：

(1) 处于静止； (2) 作匀速直线运动；

(3) 保持原运动状态； (4) 无法判定。[]

2. 在卡车上放着一只木箱，下述说法正确的是：

(1) 当卡车在起动时，卡车对木箱的静摩擦力使木箱跟卡

车一起运动，万向向前；

(2) 当卡车作匀速直线运动时，摩擦力维持木箱运动；

(3) 当卡车制动时，卡车对木箱的摩擦力为零；

(4) 不论卡车怎样运动，均无摩擦力。

[]

3. 一物体沿倾角为 30° 的斜面匀速滑下，则斜面与物体间的摩擦系数为：

(1) $\sqrt{3}$ ； (2) 0； (3) $1/2$ ； (4) $\sqrt{3}/3$

[]

4. 两个共点力大小都是10牛顿，若要使此两力的合力也是10牛顿，则两力之间的夹角为：

(1) 30° ； (2) 60° ； (3) 90° ； (4) 120°

[]

5. 橡皮筋AO的A端固定，O端在相互垂直的两个力 F_1 和 F_2 的作用下伸长1厘米。已知 $F_1 = 4$ 牛顿， $F_2 = 3$ 牛顿，现用一个力去拉橡皮筋，使它同样伸长1厘米，这个力大小是：

(1) 7 牛顿； (2) 1 牛顿； (3) 5 牛顿； (4) 3.5 牛顿。

[]

6. 下列哪一组力作用在同一球上，可使小球保持平衡：

(1) 2 牛顿，3 牛顿，9 牛顿；

(2) 40 牛顿，15 牛顿，25 牛顿；

(3) 5 牛顿，15 牛顿，25 牛顿；

(4) 5 牛顿，4 牛顿，6 牛顿，20 牛顿。

[]

7. 如图 1—11 所示，物体 m 静止在粗糙斜面上，现用一水平力 F 去推 m ，且物体仍静止不动，则：

(1) 斜面对物体的摩擦力沿斜面向上；

- (2) 斜面对物体的摩擦力沿斜面向下;
 (3) 物体受到的摩擦力为零。
 (4) 条件不足, 无法判断。 []

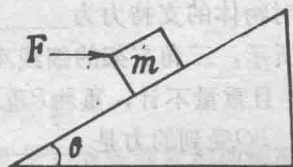


图 1-11

8. 在倾角为 θ 的木板上放一物体, 若逐渐增大 θ 角, 物体仍保持平衡, 则由于 θ 角的增大, 物体受到的摩擦力将:

- (1) 增大; (2) 减小; (3) 不变; (4) 无法判定。

[]

9. 在水平面上放一个质量为 m 的箱子, 现有一个与水平方向成 θ 角的斜向上拉力 F 拉箱子, 则地面对箱子的支持力为:

- (1) mg (2) $mg - F \cdot \sin \theta$
 (3) $mg + F \sin \theta$ (4) $mg - F \cos \theta$ []

10. 在光滑的, 倾角为 θ 的斜面上放一个质量为 m 的物体, 则此物体受到的合力为:

- (1) 0 (2) $mg - mg \cos \theta$
 (3) $mg \sin \theta$ (4) $mg \cos \theta$ []

(三) 填空题

1. 物体在倾角为 θ 的斜面上匀速下滑, 则此物体和斜面间的摩擦系数为_____。

2. 一不均匀的木杆长 9 米, 抬起其右端需用 40 牛顿的力, 抬起其左端需 50 牛顿的力, 此木杆重为_____牛顿。重心离右端_____米。

3. 质量为 m 千克的物体停在水平地面上，物体与地面之间的摩擦系数为 μ ，当物体受到一个与水平方向成 α 角的向上拉力 F 作用时，物体恰好沿地面匀速滑动，则拉力 F 的大小为 _____ 牛顿，地面对物体的支持力为 _____ 牛顿。

4. 如图 1—12 所示，三角支架的细线 AO 与细杆 BO 夹角是 30° ， BO 垂直墙壁，且重量不计，重物 P 重 50 牛顿， AO 中的张力是 _____ 牛顿， BO 受到的力是 _____ 牛顿，如果 AO 只能承受 1000 牛顿的拉力， O 端挂的重物最重只能是 _____ 牛顿。

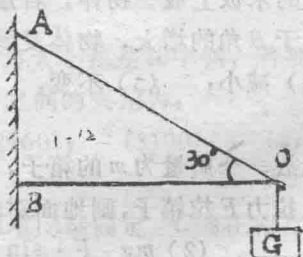


图 1—12

(四) 计算题

1. 用弹簧秤称重物时，读数是 10 牛顿，用弹簧秤平行于 37° 的斜面拉着它沿斜面匀速向上滑动时，读数是 8 牛顿，则物体与斜面间的滑动摩擦系数是多大。

2. 一条 1 米长的绳受到 60 牛顿拉力时就会被拉断。今在绳的中点挂一重为 50 牛顿的物体，两手握绳两端并使其在同一高度。求绳被拉断时两手的距离。

3. 重为 G ，半径为 R 的圆柱形油桶，横卧在水平面上，搬运工使油桶滚上高为 h ($h < R$) 的台阶，使的最小作用力为多大。方向如何。

第二章 直线运动

一、学习要点

(一)质点和参照物

一个物体，如果它的各部分运动情况相同，可用一个点来代替整个物体的运动情况，此物体可视为质点。质点是一个理想模型，只有质量，没有大小形状。在处理实际问题时，物体的大小和运动范围相比小得多时，可把这物体看成是质点。

在研究质点位置变化规律时，必须选取假定不动的物体作为参照物。在研究地面上物体运动时，通常取地面作为参照物，参照物如果选择不同，对同一物体运动的描述也不同。

(二)时间与时刻

时刻是瞬时量，时间是过程量。时间是两个时刻的间隔。要注意几秒钟内、第几秒钟内，第几秒初、第几秒末等概念的区别。凡是过程量，如位移、平均速度、速度的变化，对应的都是时间，位置、速度、加速度对应的都是时刻。

(三)位移和路程

位移是矢量。大小是指运动物体的初始位置到终止位置之间的线段长度；方向从初始位置指向终止位置。路程是指运动物体所经过的轨迹长度，是标量，只有大小，没有方向。只有物体沿直线运动，且运动方向不变时，位移的大小和路程相等。但位移和路程是两个不同的物理量，所以此时仍不能讲位移等于路程。

(四)速度 平均速度 即时速度

速度是表示物体运动快慢和方向的物理量，在匀速直线运

动中，速度等于物体的位移与发生这段位移所用的时间之比。
即

$$v = \frac{s}{t}$$

由于位移是矢量，所以速度也是矢量。

在变速直线运动中，物体的平均速度为：物体通过的位移与发生这段位移所用的时间之比。

$$\bar{v} = \frac{s}{t}$$

即时速度是物体在某一时刻，或某一位置的速度。

在匀速直线运动中，平均速度与即时速度相等，在变速直线运动中，物体在不同位置的即时速度不相等，不同时间内或不同路程上的平均速度一般是不相等的。

一般讲物体运动速度指的是即时速度，即时速度的大小叫做速率。

(五) 加速度

加速度是表示运动物体速度变化快慢的物理量，在匀变速直线运动中，加速度等于速度的变化 Δv 与发生这个变化所用的时间 t 之比：

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{vt - v_0}{t}$$

加速度是矢量，其方向和速度变化 Δv 方向相同。

加速度是瞬时量。匀变速直线运动物体的加速度是恒量，所以物体运动的平均加速度与任一时刻、任一位置的加速度相等。

物体的加速度与物体运动的速度无关。速度等于零，加速度不一定为零；反之，物体运动速度很大，加速度不一定很大。