

★编者均为北京市重点中学高级教师

★内容配合新教学大纲和全国统考学科说明

# 物理



## 高中总复习指导与练习

《高中总复习指导与练习》编写组

中国和平出版社

高中总复习指导与练习

# 物 理

《高中总复习指导与练习》编写组

主编 高级教师 张继恒

中国和平出版社

(京)新登字 086 号

高中总复习指导与练习—物理

张继恒 主编

\*

中国和平出版社出版

(北京市西城区百万庄大街 8 号)

邮政编码:100037

新华书店北京发行所发行

北京彩虹印刷厂印刷

\*

787×1092 1/32 14.875 印张 240 千字

1993 年 2 月第 1 版 1994 年 10 月第 2 次印刷

ISBN7—80037—899—3/G·631 定价:8.50 元

# 《高中总复习指导与练习》编委会

## 成员名单

(均为北京重点中学高级教师)

张继恒      梅树民      赵克义

刘超尘      储瑞年      沈信予

## 前 言

本书是按国家教委颁布的教学大纲、普通高校招生全国统考说明及新课本内容,由北京市重点中学高级教师根据多年教学和近年辅导升学考试经验,尤其是全国统考的新特点而编写的供高中毕业生、社会青年自学、复习的最新辅导读物。全书简明系统地包容浓缩了高中物理的基本内容,针对重点、难点予以指导,着重培训自学、应考能力。内容共 17 章,每章有基本概念和规律,应注意的问题、例题、练习及答案。

本书由高级教师张继恒主编,参加编写的有高级教师张继恒和王德清、徐乐同。

## 目 录:

|      |                    |     |
|------|--------------------|-----|
| 第一章  | 力 物体的平衡 . . . . .  | 1   |
| 第二章  | 运动学 . . . . .      | 24  |
| 第三章  | 运动定律 . . . . .     | 57  |
| 第四章  | 动量和机械能 . . . . .   | 87  |
| 第五章  | 机械振动和机械波 . . . . . | 116 |
| 第六章  | 分子运动论热和功 . . . . . | 135 |
| 第七章  | 固体、液体和气体的性质 . .    | 151 |
| 第八章  | 电场 . . . . .       | 184 |
| 第九章  | 稳恒电流 . . . . .     | 219 |
| 第十章  | 磁场 . . . . .       | 254 |
| 第十一章 | 电磁感应 . . . . .     | 283 |
| 第十二章 | 交流电 . . . . .      | 317 |
| 第十三章 | 电磁振荡和电磁波、晶体管 .     | 334 |
| 第十四章 | 几何光学 . . . . .     | 352 |
| 第十五章 | 光的本性 . . . . .     | 387 |
| 第十六章 | 原子和原子核 . . . . .   | 408 |
| 第十七章 | 实验 . . . . .       | 430 |
| 参考答案 |                    |     |

# 第一章 力 物体的平衡

---

本章的主要概念有 力和力矩,主要规律有力的合成和分解的平行四边形法则;共点力的平衡条件;有固定转轴物体的平衡条件.

## ● 一 知 识 要 点

### (一) 力

#### 1. 力的概念

(1) 力是一个物体对另一个物体的作用,其中“一个物体”叫施力物体;“另一个物体”叫受力物体,谈到力就离不开施力物体和受力物体.

(2) 力的单位,国际单位制中力的单位是牛顿.

(3) 力的三要素 大小、方向、作用点是力的三要素.用一条

有向线段可表示一个力、线段的长度表示大小(与单位长度比较);线段的箭头表示方向;一般的尾端表示力的作用点,力是矢量.

## 2 力的分类 常见的几种力

在力学里我们研究万有引力、重力、弹力、摩擦力. 在热学里我们研究分子力, 在电学里我们研究电场力, 磁场力(安培力和洛仑兹力)在核物理学里要研究核力等. 但是, 按其本质来说, 目前常把力按由弱到强的顺序分为:

万有引力;

原子核内基本粒子之间的弱相互作用;

电磁力(弹力、摩擦力都来源于电磁力);

原子核内核子之间的强相互作用.

本章中我们只研究力学中常见的三种力;重力、弹力、摩擦力.

### (1) 重力

重力是由于地球对物体的吸引作用而使物体受到的力. 重力单独作用于地球表面的物体可以使物体产生自由落体加速度  $g$ . 重力的施力物体是地球, 受力物体是其本身.

重力的大小  $G=mg$ .

重力的方向竖直向下.

重力的作用点是物体的重心.

### (2) 弹力

力作用于物体的效果之一是使物体发生形变. 如果撤掉外力, 物体能够完全恢复原来的形状, 这种形变叫弹性形变.

由于物体发生弹性形变时, 企图恢复原来的形状, 它将对使它发生形变的那个物体产生作用力, 这种力叫弹力.

当物体发生形变时, 物体的各部分之间也存在着弹力.

实验证明: 物体发生弹性形变是有条件的, 形变超过一定限度, 就会失去弹性, 这个限度叫弹性限度.



实验还证明：在弹性限度内，弹簧的弹力  $F$  和弹簧的形变  $x$ （伸长量或缩短量）成正比，这就是胡克定律。即：

$$F=kx$$

$k$  叫做弹簧的倔强系数，它由构成弹簧的材料和形状决定， $k$  的单位是牛顿/米。

### (3) 摩擦力

在相互接触的物体间有相对运动时，产生于接触面，阻碍物体相对运动的切向力叫做滑动摩擦力。

滑动摩擦力的大小正比于两物体间的正压力，这就是滑动摩擦定律。即

$$f=\mu N$$

$\mu$  叫滑动摩擦系数，它的大小由两物体接触面的材料和光滑程度决定。

在相互接触的物体间有相对运动趋势时，产生于接触面，阻碍物体间要发生的相对运动的切向力，叫做静摩擦力。

当两个物体间的正压力一定时，静摩擦力能够在零和一个最大值之间变化。这个最大值我们称为最大静摩擦力  $f_m$ 。 $f_m$  正比于两物体间的正压力。用公式表示

$$f_m=\mu_0 N$$

$\mu_0$  叫静摩擦系数。实验表明  $\mu_0$  稍大于  $\mu$ 。一般不做特别说明可以认为它们相等。

## (二) 力矩

力臂：从转轴到力的作用线的距离  $L$ 。

力矩：力臂和力的乘积叫做力对转轴的力矩。即：

$$M=L \times F$$

力矩的单位是米牛顿。

### (三) 力的合成和分解

求几个已知力的合力叫力的合成。

求一个已知力的分力叫力的分解。

它们的实质是从力作用效果上等效和代替。

力既有大小又有方向，是矢量，它的合成遵循平行四边形法则。

如果已知两个力的大小和方向，如图 1—1  $F_1$ 、 $F_2$ ，可以以它们为平行四边形的两个邻边，平行四边形的对角线  $F$  就表示它们的合力。

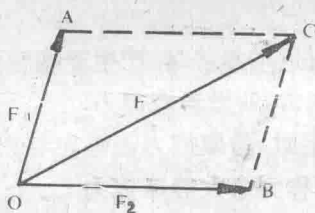


图 1—1

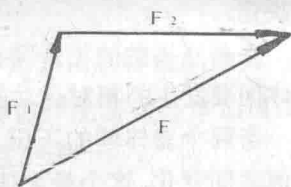


图 1—2

从图中我们可以看到  $AC=OB$ ，把  $F_2$  平移到  $AC$  处即得到图 1—2 所示的关系，这种方法叫三角形法则。如果求多个力的合力，可以采取逐个用三角形法则求合力的方法。

多个力求合力常用的方法是：把这些力分解在已经选好的直角坐标轴上，每个轴上求分力的代数和，再用勾股定理求出合力。

如果已知两个力的大小和方向求它们和合力，解是唯一的，即大小方向是确定的。

力的分解是力的合成的逆运算。

如果已知一个力,求它的两个分力,如不加任何条件限制,解有无穷多组.

#### (四) 共点力作用下物体的平衡

共点力是指一物体受到的各力的作用线或其延长线交于一点.

共点力作用下物体处于平衡状态,指的是物体处于静止或匀速直线运动状态.

共点力的平衡问题,基础是二力平衡,重点是三力平衡.

二力平衡,这两个力必大小相等,方向相反;三力平衡,其中任意两个力的合力必与第三上力大小相等方向相反.

总之,共点力的平衡条件为:共点力的合力为零,即

$$\sum \vec{F} = 0$$

如果采用正交分解的办法,应用的是上式的分量形式,即:

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases}$$

#### (五) 有固定转轴的物体的平衡

有固定转轴的物体处于平衡状态,指的是物体处于静止或匀速转动状态.

平衡条件是:顺时针力矩和等于逆时针力矩和.或者说合力矩为零.

#### (六) 物体受力分析

物体的受力分析是解决本章平衡问题的基础.对于物体处于非平衡态,受力分析也是极其重要的.它是我们解力学习题,学好力学知识的关键.

一般来讲,对物体进行受力分析要有以下几个步骤:

1. 确定研究对象,并把它与其它物体隔离.

2. 将物体受到的已知力标在物体上.

3. 分析物体是否受到其它力作用时,可先考虑重力,再考虑弹力(包括压力,拉力支持力等);然后根据物体间是否有相对运动或相对运动趋势,确定滑动摩擦力或静摩擦力.

4. 如果物体带电,且处于电场或磁场中,还应考虑是否有电场力和磁场力.

## ● 二 学习指导

### (一) 弹力

弹力一定与形变相联系.形变使物体产生弹力,没有形变就没有弹力.两个物体间存在弹力,一定要有接触,但接触的物体不一定存在弹力.关键还是看是否有形变.如图 1—3.球放在地面上,

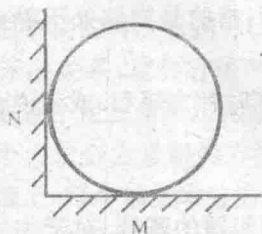


图 1—3

并与竖直墙接触.球放在地面上,使地面产生形变,地面要恢复形变,对球产生向上的弹力.同理球对地面也有向下的弹力.球虽然与墙接触,但由于墙没有形变所以对球没有向右的弹力.

弹力的方向一定与接触面垂直.两个物体的接触面是平面的,弹力自然与平面垂直.接触面有

一个或两个不是平面的,弹力一定与过它们接触点的切面垂直.如图 1—4 所示:放在凹槽中的两根圆柱 A、B. MN 是 AB 接触点的切面, A 对 B 的弹力  $N_1$  和 B 对 A 的弹力  $N_2$  均与 MN 垂直.

## (二) 摩擦力方向的判断

判断滑动摩擦力方向的原则是:与相对运动的方向相反.

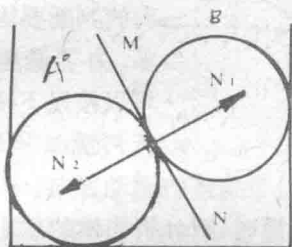


图 1—4

这里说的是与相对运动方向相反,不是与运动方向相反.如果是与运动方向相反,那么滑动摩擦力就只能做为阻力了.而实际上滑动摩擦力既可做为阻力也可以做为动力.

如图 1—5 木板 A 放在光滑桌面上, B 放在 A 上.外力  $F$  作用于 A,使 A 向右做加速运动,加速度为  $a_1$ . 同时 B 也向右做加速运动,加速度为  $a_2$ . 设  $a_1 > a_2$ . 我们判断一下 AB 之间的滑动摩擦力是什么

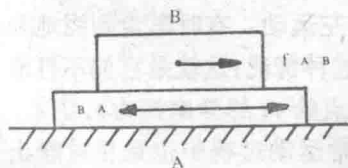


图 1—5

方向. 已知 B 相对 A 向左运动,所以 A 给 B 的滑动摩擦力应与之相反,向右,如  $f_{AB}$ . 同理 A 相对 B 向右运动,所以 B 给 A 的滑动摩擦力向左,如  $f_{BA}$ . 此时  $f_{AB}$  对 B 来说是动力,  $f_{BA}$  对 A 来说是阻力.

$f_{AB}$  的方向与 B 对地的运动方向(向右)相同,但与 B 对 A 的运动方向(向左)相反.

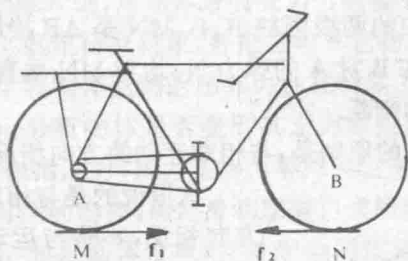


图 1—6

判断静摩擦力的方向的原则是：与相对运动趋势方向相反。相对运动趋势方向的判断，比相对运动方向的判断要困难得多。为了避免失误可以按以下步骤进行判断：

- (1) 假设接触面光滑，判断被分析物体的运动方向；
- (2) 这个方向就是接触面不光滑时，被分析物体的相对运动趋势的方向；
- (3) 静摩擦力的方向与之相反。

下面我们以自行车轮与地面的静摩擦力为例来说明一下。

自行车在骑车人蹬车过程中后轮在与地面之间不打滑时，接地点 A 与地面 M 点是相对静止的。如图 1—6，所以我们称之为静摩擦力。方向如何呢？我们假设 AM 两点之间十分光滑，那么 AM 两点之间就打滑了，A 相对 M 向左运动。有时车走到泥地和沙土中，后轮只转，车不向前走，就是这种情况；这就是它们不打滑时 A 对 M 的相对运动趋势；所以 M 点给 A 的静摩擦力  $f_1$  向右。前轮着地点 B 与 N 之间在自行车正常运动过程中也是相对静止的，因此也属于静摩擦力。我们仍然设 B 与 N 点是光滑的，由于前轮是被动轮，所以前轮会出现只向右平动而不转动的情况。此时 B 相对 N 点同右运动，这就是 B 与 N 之间不滑动时 B 相对 N 的运动趋势；静摩擦力  $f_2$  的方向与之相反，即向左。（ $f_2$  使前轮转动）

上述判断静摩擦力方向的方法同样适用于判断有没有静摩擦

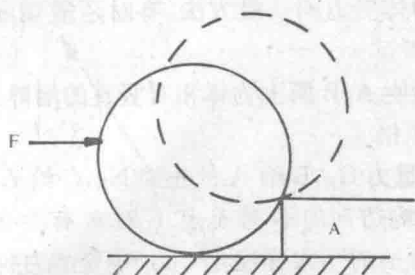


图 1—7

力. 如果假设接触面光滑. 被分析物体对接触物体没有相对运动, 说明当接触面不光滑, 它们之间也没有相对运动趋势; 静摩擦力也自然没有了.

### (三) 固定转轴

#### 的确定

一般理解物体的固定转轴, 如转动的门, 转动的砂轮等, 这些物体内确实有一根轴, 固然是固定转轴. 但是我们力学中所说的固定转轴不限于此. 若物体上的各点都以相同的角速度做圆周运动, 而这些圆周的圆心都在同一条固定的直线上, 这条直线就叫固定转轴. 如图 1—7, 用力  $F$  使圆柱体越过台阶. 在物体运动过程中, 其上各点均以相同的角速度绕垂直于  $A$  点的直线做圆周运动, 过  $A$  点的直线就叫固定转轴.

### (四) 分析物体受力的另外一些办法

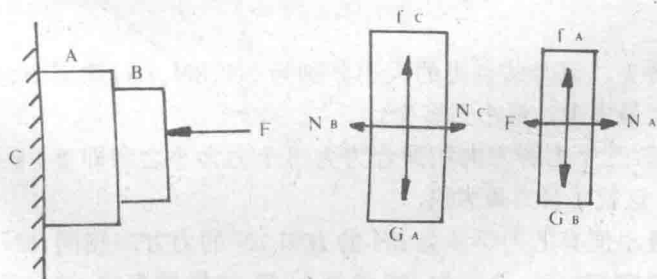


图 1—8

前面已经说明了分析物体受力的一般方法. 有时还需要用一些其它办法.

如图 1—8 所示, 外力  $F$  使 A、B 两上物体相对竖直的墙静止, 试分析 A、B 的受力情况.

先将 A 物体隔离. A 受重力  $G_A$ , B 给 A 的压力  $N_B$ , C 给 A 的压力  $N_C$ , C 给 A 的静摩擦力  $f_c$ . 方向均不难确定, B 对 A 有没有静摩擦力? 如果有是什么方向? 一时不太好确定. 不好确定的力我们不妨采用先放一放的办法. 先分析其它物体受力, 很可能其它物体受力情况清楚了, 这个不好办的问题也就解决了. 我们再来分析 B 的受力: B 受重力  $G_B$ , 外力  $F$ , A 给 B 的压力  $N_A$ , 方向很容易确定. 这三个力中  $F$  和  $N_A$  在水平方向平衡. 由于物体处于静止状态, 所以必然有一个向上的力与  $G_B$  平衡, 这就是 A 给 B 的摩擦力. 在这里我们用了一个通过已知物体运动状态判断物体所受某个力方向的方法. 这在实际问题中也常常用到. A 对 B 的静摩擦力的方向既然向上, 那么 B 对 A 的静摩擦力的方向一定向下, 刚才不好确定的问题也顺利地解决了.

### ● 三 例 题

例 1 三个共点力的大小分别为  $2N$ 、 $8N$ 、 $7N$ , 这三个力的合力最大是多少? 最小是多少?

解: 三个力若方向相同合力为三个力大小之和即  $2+8+7=17N$ . 这就是合力最大值.

最小值有的同学认为  $2N$  的力和  $7N$  的力方向相同,  $8N$  的力方向与它们相反, 合力为  $1N$  是最小值, 这是错误的. 这只是在一条直线上合力最小的答案. 实际上这三个力如果夹角合适可以使



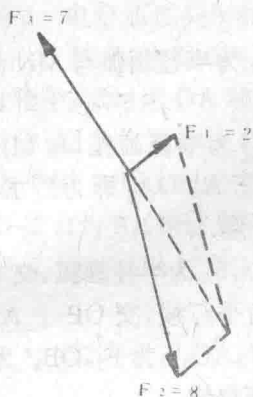


图 1—9

合力为零.如图 1—9 所示.按平行四边形法则, $F_1F_2$  的合力与  $F_3$  大小相等,方向相反.从力的三角形看出,只要这三个力能构成一个三角形,合力就可以为零.即所给的三个已知力中,两个力之和大于或等于第三个力都可以合力为零.若所给的力两力之和小于第三个力,为求合力最小值只能让它们在一条直线上,其中最大的力与另外两个方向相反.如 3N、5N、10N 的三个力合力中的

最小值为  $10\text{N} - 3\text{N} - 5\text{N} = 2\text{N}$ .

例 2 在力  $F$  的分解中,已知一个分力  $F_2$  的大小和另一个分力  $F_1$  的方向  $OP$ ,试讨论解的情况.

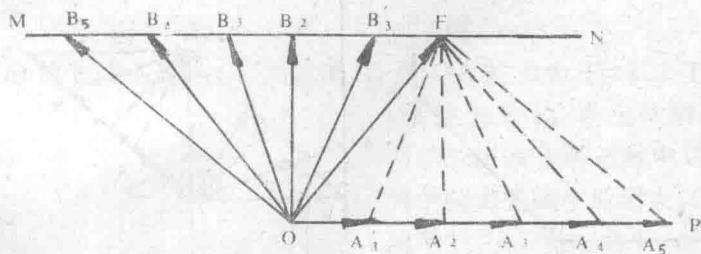


图 1—10

作  $OF$ ,  $F$  表示已知力.过  $O$  点做  $\angle POF = \alpha$ ,过  $F$  做  $OP$  的平行线  $MN$ .  $F$  的一个分力  $F_2$  的终端落在  $MN$  上,另一个分力  $F_1$  应