

中学复习资料

物理

WULI

上

安徽省教育局教材编审室编

安徽人民出版社

说 明

为了帮助高二学生和广大考生系统复习中学物理知识,我们对原省编中学《物理》复习资料作了进一步的修订。这次修订根据七九年高考大纲,并参照中学《物理》教学大纲的精神,着重加强了物理基础知识和基本技能训练方面的内容。全书分三个部分:第一部分是基础部分,第二部分是物理实验,第三部分是补充题。其中第一部分增补了一些必要的物理基础知识,并对各章的练习题作了重新编排,增加了部分选择题和思考题,计算题的类型和分量都比原书要多,习题的安排也尽可能由易到难,循序渐进。第二、三两部分则完全是这次新增加的。

由于编写本书时,八〇年高考大纲尚未出版,所以难免有与八〇年大纲不全相符之处,各地应紧扣八〇年大纲进行复习,尤其是要注意双基的复习,书中补充题部分难度较大,应根据实际情况酌情选用。

本书是由我室统一组织编写的,参加编写的有吴超杰、吴格非、王静成、颜期增、叶树钧、胡荫远、何润伟等同志。在编写中,省教育学院、合肥师专、合肥市教育局、芜湖行署教育局等单位都给予了大力支持,谨此表示感谢。

由于时间仓促,本书难免有不少缺点和错误,欢迎批评和指正。

安徽省教育局编审室

1979年10月

上册目录

第一部分

第一编 力学	1
第一章 力 物体的平衡	1
一、力	1
二、力的合成和分解	6
三、物体的平衡条件	15
习题	23
第二章 直线运动	32
一、有关运动的基本概念和物理量	32
二、直线运动的基本规律	34
习题	45
第三章 运动定律	51
一、牛顿运动定律	51
二、应用牛顿运动定律解题	52
习题	71
第四章 功和能	83
一、功和功率	83
二、机械的功的原理 机械效率	88
三、机械能	92
四、功能原理	98
五、能量转化和守恒定律	106
习题	107
第五章 动量	116

一、动量定理	116
二、动量守恒定律	122
三、弹性碰撞和非弹性碰撞	125
四、反冲运动及其应用	133
习题	137
第六章 曲线运动 万有引力	144
一、运动的合成和分解	144
二、抛体运动	148
三、匀速圆周运动	152
四、万有引力	160
习题	163
第七章 振动和波	173
一、振动	173
二、波动	183
习题	187
第八章 流体力学	190
一、流体静力学	190
二、流体动力学	199
习题	201
第二编 分子物理学 热学	206
第一章 分子运动论 热学基础知识	206
一、分子运动论	206
二、有关热现象的几个物理量	208
三、热平衡方程	209
四、物体的热膨胀	215
习题	219
第二章 物态变化	221
一、熔解和凝固	221

二、汽化和液化	225
习题	229
第三章 热和功 热机	232
一、热力学第一定律	232
二、热机	241
习题	246
第四章 气态方程	249
一、有关气体状态的概念和物理量	249
二、气体定律	251
三、理想气体的状态方程	255
四、门捷列夫—克拉珀龙方程	259
习题	265
习题答案	271

第一编 力 学

第一章 力 物体的平衡

一、力

(一) 力的概念

1. 力 力是一个物体对另一个物体的作用，它的效果是使受作用的物体改变运动状态或发生形变。力是不能离开物体而单独存在的，一个孤立的物体不会发生力的现象。

对于相互作用的两个物体来说，每一物体既是施力者又是受力者。如果把其中一物体受到的力叫作用力，则另一物体受到的力就叫反作用力，且它们总是同时存在又同时消失的。大量实验表明，作用力和反作用力总是大小相等、方向相反、作用在同一条直线上。这个规律叫做作用力和反作用力定律，也叫牛顿第三运动定律。

2. 力的三要素 力是矢量。力的大小、方向和作用点称为力的三要素，通常用带有箭号的按一定比例的线段来表示，即线段的长短表示力的大小。箭头的指向表示力的方向，线段的起点(或终点)表示力的作用点。

力的单位有吨、千克、克、牛顿和达因等。在国际单位制中，力用牛顿作单位。

(二) 力的种类

由于物体间相互作用的方式不同，因此力可以分为：万有引力、弹力、摩擦力、电场力、分子力、核子力、……等等。

在力学中经常遇到的有重力、弹力和摩擦力。这几种力各有不同特点，现分述如下：

1.重力 物体由于地球的吸引而产生的力叫做重力，通常用 G 表示。物体所受重力的大小叫做重量，重力的方向总是竖直向下的，重力的作用点是作用在物体的重心上。

地球上一切物体都受到重力的作用。由于地球的自转以及地球是一个椭球体，同一物体在地球上的不同地方测得的重量是不同的。不过这个差异很小，在一般情况下可以不考虑。

重力是物体产生重力加速度的原因。

2.弹力 物体因受外力作用而发生形变时，在物体内部产生了一个反抗形变要使物体恢复原状的力，这个力叫做弹力。弹力是作用在使物体发生形变的那个物体上，或者是作用在发生形变的物体的各部分之间。弹力的大小与使物体发生形变的外力大小相等而方向相反。由于在弹性限度内，物体的形变与它所受外力大小成正比(胡克定律)，所以弹力的大小也跟形变大小成正比。在拉伸形变和压缩形变的情况中，有

$$F = -K\Delta L。$$

式中 F 为弹力， ΔL 为物体的伸长或缩短的长度， K 为物体的弹性系数(即发生单位形变所需的力)。负号表示弹力方向与形变时的位移方向(或外力方向)相反。

〔例题1〕 列车车厢装20吨货物时，车厢下面的弹簧被压缩0.5厘米。现在装满货物时弹簧被压缩2厘米，问所装载的货物是多少？

解：已知 $\Delta L_1 = 0.5$ 厘米， $\Delta L_2 = 2$ 厘米， $G_1 = 20$ 吨。

求 G_2 。

由 ΔL_1 和 G_1 可求出弹簧的弹性系数

$$K = \frac{G_1}{\Delta L_1} = \frac{20}{0.5} = 40 \text{ (吨/厘米)},$$

∴ 弹力 $F_2 = -K\Delta L_2 = -40 \times 2 = -80$ (吨)。

因为货物的重量 G_2 与弹簧的弹力 F_2 方向相反而大小相等，故车厢所装货物的重量 $G_2 = 80$ 吨。

3. 摩擦力 接触的物体有相对运动或有相对运动趋势时所产生的阻碍其相对运动的力，叫做摩擦力，通常用 f 表示。摩擦力主要是由于物体接触面的凹凸不平、互相啮合等引起的。摩擦力作用在两物体的相互接触面上与接触面相切，其方向总是跟物体的相对运动(或相对运动趋势)的方向相反。由于作用的情况不同，可分为静摩擦、滑动摩擦和滚动摩擦三种。

(1) **静摩擦** 当接触的物体有相对运动趋势时而产生的阻碍起动的摩擦力叫静摩擦力。静摩擦力的特点是在一定限度内随外力增大而增大。当外力增大到一定程度，使物体开始启动时的静摩擦力叫最大静摩擦力，通常用 f_m 表示。最大静摩擦力在数值上等于使物体开始启动的最小外力，而方向相反。

实验证明，最大静摩擦力的大小 f_m 与两物体间的正压力的大小 N 成正比。即

$$f_m = \mu_0 N。$$

μ_0 称为静摩擦系数，它的数值跟相互接触物体的材料和表面情况有关，一般情况下与接触面大小无关。

(2) **滑动摩擦** 接触的物体相对滑动时而出出现的摩擦力叫做滑动摩擦力。大量的实验表明：在一般的情况下，滑动摩擦力的大小跟接触面间的正压力成正比，而与接触面的大小没有关系。即

$$f = \mu N。$$

式中的比例系数 μ 叫做滑动摩擦系数。它的大小除了与接触面的材料性质和润滑情况有关外，还随着滑动速度的加快而减小。因此通常在材料的滑动摩擦系数表上，都只能给出一个数值范围。

【例題 2】 解放牌汽車重10噸，在瀋青公路上行駛時突然急剎車，車輪停止轉動而開始滑動，問這時車輪所受到的滑動摩擦力有多大（ μ 取0.7）？

解：已知 $N=10$ 噸， $\mu=0.7$ 。

求 f 。

根據上述公式可得

$$f=\mu N=0.7\times 10=7\text{ (噸)}。$$

答：車輪受到的滑動摩擦力是 7 噸。

(3) **滾動摩擦** 車輪、圓球、圓柱等在物體表面上滾動過程中出現的摩擦現象叫做滾動摩擦，它是由於物體在滾壓過程中產生的形變而引起的。實驗表明：在正壓力相同的狀況下，滾動摩擦力比滑動摩擦力小得多，約等於滑動摩擦力的 $1/20\sim 1/30$ 。滾動摩擦力的大小也與接觸面間的正壓力成正比。

由上述可知，摩擦力與正壓力成正比，是一條普遍規律，故稱**摩擦定律**。將上述三種摩擦力作比較，在正壓力相同的狀況下，滾動摩擦力小於滑動摩擦力，滑動摩擦力又小於最大靜摩擦力。

注意：(1) 作用力和反作用力是一對同性質的力。如果作用力是重力，反作用力就是物體吸引地球的力，通常不考慮它；如果作用力是彈力（或摩擦力），反作用力也是彈力（或摩擦力）。(2) 推力、拉力、壓力、牽引力等都是就力的作用方式來分的，它們的性質通常都是彈力，也都是成對出現的。例如物體以力拉繩，繩也以力拉物體，力的方向是沿著繩的方向；物體壓地面，地面也擠壓物體，力的方向與接觸面垂直。(3) 靜摩擦力的大小和方向可根據它與外力（推力或拉力）相平衡來決定；最大靜摩擦力在數值上等於使物體開始起動時的最小拉力（或推力）。如果說“用力推物體未推動是由於推力小於靜摩擦力”，那就錯了；如果說“推力小於最大靜摩擦力”則可以。

(4)正压力 N 是指垂直于接触面的力，而不一定等于重力。如图1—1—1(a)所示，物体和斜面间的正压力 N 就不等于物体重量 G ，而等于重力的一个分力 $G\cos\theta$ ；在图1—1—1(b)中，正压力 N 与重量 G 完全无关。

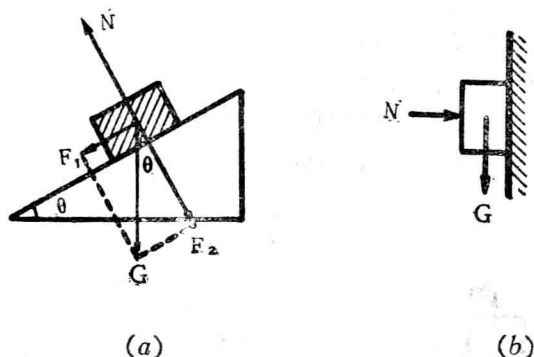


图 1—1—1

(三)物体受力情况的分析

分析一个物体的受力情况，对研究这个物体的运动或平衡都很重要。分析时可按照下列步骤来进行：

1.首先要明确分析的对象是哪个物体。

2.要找出作用于这个物体上的所有力。找的顺序是：第一，在一般情况下物体总要受到重力作用；第二，凡是跟这个物体相联系或相接触的别的物体，对这个物体都可能产生弹力或摩擦力。（注意：不要考虑作用在别的物体上的力）。

3.根据力的图示法，在所分析的对象图上画出作用于这个物体上的所有的力，并用不同字母表示各个力，完成物体的受力图。

〔例题3〕如图1—1—2所示，两个重量分别为 G_1 和 G_2 的

物体，在水平拉力 F 的作用下由静止开始运动，试分析这两物体的受力情况。

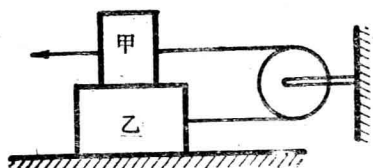


图 1-1-2

解：(1) 甲物体共受五个力的作用：地球作用于它的重力 G_1 ，方向竖直向下；乙物体作用于它的弹力 N_1 ，方向竖直向上；甲乙两物体间的最大静摩擦力 f_1 ，方向与它的运动方向相反；水平拉力 F ，方向向左；绳的拉力 T ，方向与 F 相反，如图1-1-3所示。

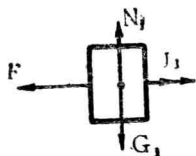


图1-1-3

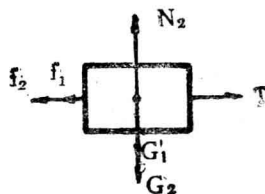


图1-1-4

(2) 分析对象乙物体，其受力情况如图1-1-4所示，读者可自己研究图上所示的各个力的来源及其性质。

二、力的合成和分解

在研究物体的运动或平衡的时候，不仅要分析所研究的物体的受力情况，明确这个物体共受到哪些力的作用，而且还要进一步找出物体在这些力的共同作用下所发生的实际效果如何。因此，在物理学里常把能反映几个力共同作用效果的一个力，叫做那几个力的合力，而那几个力则叫做分力。求已知几个力的合力的方法叫做力的合成。由于在实际问题中，物体的受力

情况往往是多种多样的，因此求合力的方法也有多种，现分述如下：

(一)共点力的合成 如果物体上所受到的力都相交于（或其延长线相交于）一点，那么这些力就叫**共点力**，求它们的合力的方法叫做**共点力的合成**。这里我们只讨论在同一平面上的共点力的合成。

力是矢量，求共点力的合力必须按照矢量的合成法则进行。其运算方法既可以用图解法，也可以用计算法。

图解法 根据已知的两分力的大小和夹角，选择适当的标度（即单位长度所代表的力），准确地作出平行四边形，并作出从两分力的共同作用点起的对角线，量出此对角线的长度并乘以所选定的标度，就得到所求合力 R 的大小；量出此对角线与任一

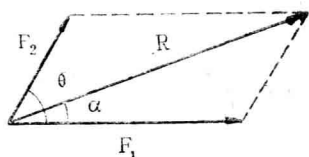


图 1—1—5

分力的交角 α ，就得出所求合力的方向角。如图1—1—5所示。

计算法 设夹角为 θ 的两分力 F_1 和 F_2 相交于 O 点，作力的平行四边形 $OACB$ ，如图1—2—6所示。根据余弦定律可知，在 $\triangle OAC$ 中，

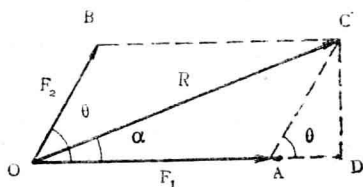


图 1—1—6

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2F_1 \cdot F_2 \cos(180^\circ - \theta)$$

$$= F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 F_2 \cos \theta,$$

$$\therefore R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 F_2 \cos \theta}. \quad (1)$$

从 C 点作 $CD \perp OA$ ，设此垂线交 OA 的延长线于 D 点，则在 $\triangle ACD$ 中， $CD = AC \sin \theta = F_2 \sin \theta$ ， $AD = AC \cos \theta = F_2 \cos \theta$ 。

因此在直角三角形OCD中,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{CD}{OA+AD} = \frac{F_2 \sin \theta}{F_1 + F_2 \cos \theta} \quad (2)$$

利用上述两个式子,可以求出任意两个互成角度的合力(包括大小和方向角)。由此可见:

(1) 当 $\theta=0^\circ$ 时, $\cos \theta=1$, $R=F_1+F_2$, 这就是两个同向共点力的合成。 R 的方向与两个分力的方向相同。

(2) 当 $\theta=180^\circ$ 时, $\cos \theta=-1$, $R=|F_1-F_2|$, 这就是两个方向相反的共点力的合成。 R 的方向与量值较大的分力的方向相同。

(3) 当 $\theta=90^\circ$ 时, $\cos \theta=0$, $R=\sqrt{F_1^2+F_2^2}$, $\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_1}{F_2}$ 。这就是互相垂直的两个共点力的合成。

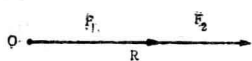
总之,合力的大小和方向,决定于分力的大小和方向,它们的数值关系是:

$$F_1+F_2 \geq R \geq |F_1-F_2|。$$

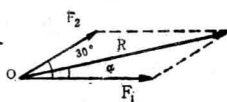
〔例题4〕设有两个互成角度的力: $F_1=30$ 牛顿, $F_2=20$ 牛顿, 当它们的夹角为 $\theta=0^\circ$ 、 30° 、 60° 、 90° 、 120° 和 180° 时, 试用作图法分别求出它们的合力。

解: 根据已知条件, 标度选1厘米表示10牛顿, 作出力的合成图, 如图1—1—7所示。根据所选定的标度和量度结果, 可求出合力的大小和方向如下表所示

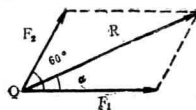
夹 角 θ	0°	30°	60°	90°	120°	180°
合力的大小 (牛 顿)	50	48.2	43.6	36	26.5	10
合力的方向 (R 与 F_1 夹角 α)	0°	12°	$23^\circ 25'$, $33^\circ 42'$, $40^\circ 54'$,			0°



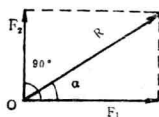
(a) $\theta = 0^\circ$



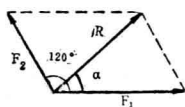
(b) $\theta = 30^\circ$



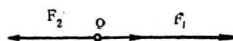
(c) $\theta = 60^\circ$



(d) $\theta = 90^\circ$



(e) $\theta = 120^\circ$



(f) $\theta = 180^\circ$

图 1-1-7

读者还可利用上面的两个公式将上述例题计算一遍，跟作图法求出的结果相对照。

关于两个以上互成角度的共点力的合成，也可按照力的合成的平行四边形法则来进行；即先求两个力的合力，然后将求得的合力再跟第三个力合成，依次进行，直至最后求得总合力 R 。

注意：（1）几个力必须是同时作用在同一物体上才能合成，否则不能合成。（2）用合力代替各个分力，就应该认为物体只受一个力（合力）的作用，不要误认为物体既受合力的作用，又受分力的作用。

（二）共点力的分解 在解决实际力学问题时，不仅需要用到力的合成（求合力），而且还要用到力的分解（求分力）。所谓力的分解，就是求一个力作用在物体上所产生的分效果，或者说用几个分力去代替一个力而使其作用效果相同。由于力的分解是力的合成的逆运算，所以也是运用平行四边形法则。但必须注意：力的分解一定要据根具体条件，从分析已知力可能产生

的实际分效果来进行，决不能随意分解。通常可从下述两方面来考虑分力：(1) 考虑待分解的力的作用效果相当于哪些力的作用效果；(2) 考虑待分解的力将使物体有向哪个方向运动的趋势。例如在图1—1—8所示的各图中，(a) 表示拖拉机拉犁耕地时，犁受到一个与水平方向成 α 角的拉力 F ，其作用效果是：一是使犁克服泥土阻力而前进，一是克服泥土重量和粘结力将土向上翻。故 F 可分解为水平方向分力 F_1 和竖直向上分力 F_2 ，其大小分别为

$$F_1 = F \cos \alpha, F_2 = F \sin \alpha。$$

(b) 表示放在斜面上的重物，物体受到的重力 G 有两个作用效果：一是使物体有沿斜面下滑的作用，一是能对斜面产生压力。因此重力 G 可分解为沿斜面方向和垂直于斜面方向的两个分力 F_1 和 F_2 ，其值分别为

$$F_1 = G \sin \theta, F_2 = G \cos \theta。$$

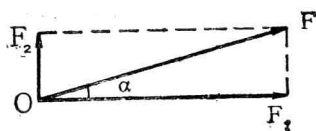
(c) 表示用两根绳吊着一盏电灯，结点 O 所受的电灯的重力 G ，其作用效果是使两根绳拉紧，即两个分力的方向分别沿着绳 AO 和 BO 向外拉。作出力的平行四边形后可用图解法求出 F_1 和 F_2 。如果测得 $\angle 1$ 和 $\angle 2$ ，即可算出 $\angle \alpha$ 和 $\angle \beta$ ，因而可用正弦定律算出 F_1 和 F_2 。

(d) 表示单摆摆球所受重力 G 有沿悬线的方向向外拉悬线(F_2)和垂直于悬线的方向使球向平衡位置运动(F_1)这两个分效果，它们的大小分别为

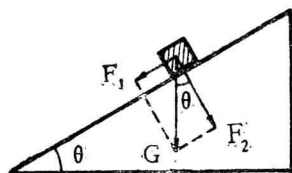
$$F_1 = G \sin \alpha, F_2 = G \cos \alpha。$$

(e) 表示圆锥摆摆球所受重力 G 的两个分效果：一是使小球在水平面内作匀速圆周运动所需的向心力(F_1) 一是向外拉紧悬线(F_2)，它们的大小分别为

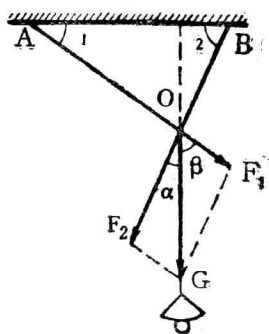
$$F_1 = G \tan \alpha, F_2 = \frac{G}{\cos \alpha}。$$



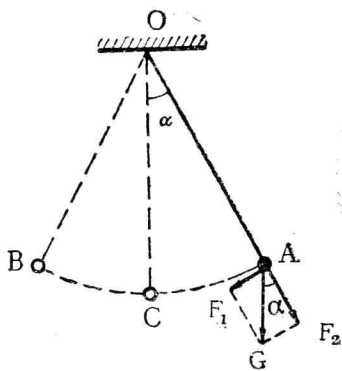
(a)



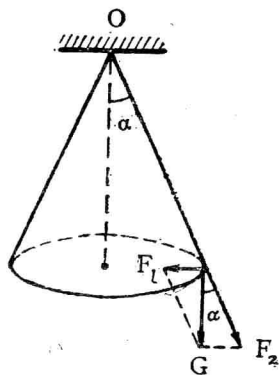
(b)



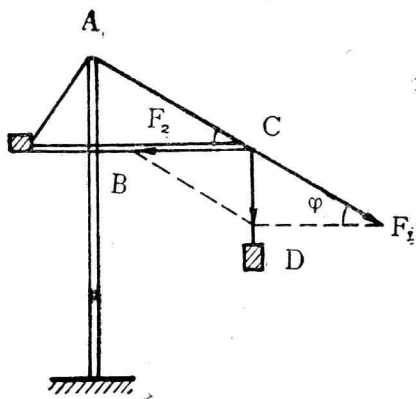
(c)



(d)



(e)



(f)

图1-1-8

(f) 表示塔式起重机在起重时重物的重量 G 所引起的分效果：一是向外拉紧钢索 $AC(F_1)$ ，一是使悬臂 CB 向左压缩(F_2)。它们的大小分别为

$$F_1 = \frac{G}{\sin\varphi}, F_2 = G \cot\varphi$$

由上述分析可知,进行力的分解时,必须紧紧抓住受力物体和相关物体的相互联系,来分析已知力所能产生的实际效果,决不能离开具体物体而随意分解。

〔例题5〕用皮带运输机将船里的货物运送到岸上。假设皮带与货物间的静摩擦系数 $\mu_0 = 0.4$,问运输带与水平面间的夹角在什么条件下才能使货物上岸?

解:货物在倾斜的皮带上共受三个力的作用:重力 G 、皮带给它的弹力 N 和静摩擦力 f ,如图1—1—9所示。由于重力 G 可分解为 F_1 和 F_2

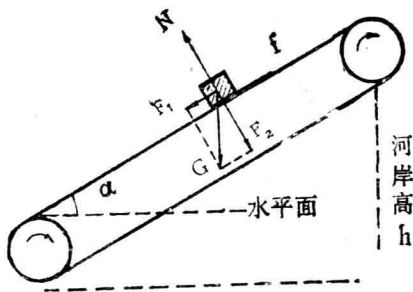


图1—1—9

两个分力,当物体平衡时(即静止或匀速运动)时,则

$$N = F_2 = G \cos\alpha, f = F_1 = G \sin\alpha.$$

由三角知识可知:当 α 角增大时, $G \sin\alpha$ 也随之增大,因而静摩擦力 f 也随之增大。当 α 角达一定值时, f 达到最大值,物体便要开始滑动而不能随皮带上升了。这时

$$f_m = G \sin\alpha = \mu_0 G \cos\alpha, \text{ 即}$$

$$\mu_0 = \tan\alpha.$$

将 μ_0 值代入并查表后得 $\alpha = 21^\circ 48'$ 。可见运输带的倾斜角必须小于 $21^\circ 48'$,才能使货物不致滑动而随皮带运送到岸上。