

1981 高中毕业生
总复习纲要

物理

GAOZHONG
BIYESHENG
ZONGFUXI
GANGYAO

福建人民教育出版社

一九八一年高中毕业生

物理总复习纲要

福建教育学院编

福建人民教育出版社

一九八一年高中毕业生
物理总复习纲要
福建教育学院编

福建人民出版社出版
福建省新华书店发行
福建新华印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 15印张 337千字
1981年2月第一版 1981年2月第一次印刷
印数：1—439,100
书号：7159 定价：1.08元

编 者 的 话

本书是根据《全日制十年制学校中学物理教学大纲》的精神和中学物理通用教材的要求编写的，作为一九八一年高中毕业生总复习用书，也可作为中学物理教师教学参考书。

为了让学生比较系统地掌握物理基础知识和基本技能，发展学生的能力，本书对教材范围内的基础知识作了适当的综合和概括，指出在理解和应用物理概念和规律时必须注意的问题，并选编较有启发性的思考题、例题、练习题和综合题选。同时，对物理实验也作了适当的安排。

在使用本书时，必须注意结合阅读中学物理通用教材的有关部分，物理实验也应按教材的要求进行复习巩固。本书所选的练习题数量较多，主要是供不同类型学校选用。

参加本书编写工作的有陈荫慈、廖纪梧、丘金章、赖祖良、杨真才、周碧连、黄协堪、李在明、康锦堂、杨章智、林金庸、林如松、吴景辉、杨奕初、林柏善、张祖谟、杨玛罗等同志，最后由本组整理定稿。

由于水平有限和时间匆促，本书难免存在缺点和错误，请读者批评指正。

福建教育学院物理组

1980年10月

目 录

第一章	力 力的平衡	(1)
第二章	变速运动	(29)
第三章	运动定律	(55)
第四章	圆周运动 万有引力	(86)
第五章	机械能	(104)
第六章	动量	(144)
第七章	机械振动和机械波	(167)
第八章	流体	(194)
第九章	热量 物态变化	(212)
第十章	气态方程 气体分子运动论	(225)
第十一章	内能 能的转化和守恒定律	(246)
第十二章	电场	(257)
第十三章	稳恒电流	(289)
第十四章	磁场	(336)
第十五章	电磁感应	(363)
第十六章	交流电	(391)
第十七章	电子技术和电磁波	(411)
第十八章	几何光学	(427)
第十九章	光的本性	(450)
第二十章	原子物理	(462)

第一章 力 力的平衡

一、力

(一) 力是物体对物体的作用。力是不能离开物体而存在的，一个物体受到力的作用，一定有别的物体对它施加这个作用。因此，在谈力时，必须搞清楚谁受力，谁施力。

(二) 力是矢量。它有三个要素，即力的大小、方向和作用点，可以用有向线段来表示。线段的长短表示力的大小，箭头的指向表示力的方向，箭头或箭尾表示力的作用点，箭头所沿的直线表示力的作用线。力的作用点沿它的作用线移动时，它的效果不变。

(三) 力的作用效果是使受力物体的运动状态发生改变（即产生加速度）和使受力物体的形状和体积发生变化（即产生形变）。

(四) 物体间的作用是相互的。两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反的。这就是牛顿第三定律，用公式 $F = -F'$ 或 $\vec{F} = -\vec{F}'$ 表示。

注意点

1. 有作用力，必有反作用力，它们总是成对出现的。它们同时增大，同时减小；同时存在，同时消失。

2. 作用力和反作用力的性质总是相同的。例如作用力是摩擦力，反作用力必定是摩擦力；作用力是弹力，反作用力必定是弹力；作用力是场力，反作用力必定是场力。

3. 由于作用力和反作用力分别作用在两个物体上，所以

并不存在它们相互平衡的问题。

(五) 在国际单位制中，力的单位是牛顿。但由于历史上的原因，人们常用千克（力）或公斤（力）做力的单位，通常取

$$1\text{千克（力）} = 9.8\text{牛顿。}$$

思考题

1. 物体 A 静止在物体 B 上， A 的质量是 B 的质量的 100 倍。试比较： A 作用于 B 的弹力和 B 作用于 A 的弹力，哪一个大？

2. 图1—1中，设弹簧秤的重量和滑轮阻力都不计，问弹簧秤的读数为多少？

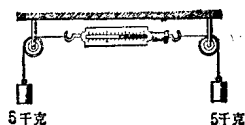


图1—1

3. 直升飞机是怎样获得向上的升力的？

二、重力，弹力和摩擦力

(一) 重力

1. 重力就是重量，它是由于地球的吸引而使物体受到的力，它的方向总是竖直向下。

2. 在物体静止时，物体的重量等于物体拉紧竖直悬线的力（例如拉紧弹簧秤的力），或且等于物体压在水平支持物上的力（例如压在台秤的力）。

3. 重力的作用点在重心上。均匀而且有规则的物体的重心在几何中心上，例如均匀球体的重心在球心上。

4. 重量和质量是两个不同的物理量。一个物体不论在什么地方质量都是相同的；而在不同的地方重量是不同的，但相差很小，在一般情况下，质量是 x 千克的物体，它的重量就是 x 千克（力）。

思考题

1. 物体的重心位置可以用悬挂的方法测定之，试说明它的原理。

2. 质量为2千克的物体，它的重量是多少牛顿？重量为29.4牛顿的物体，它的质量是多少？

(二) 弹力

1. 当物体发生形变时，它就对使它发生形变的物体产生力的作用，这种力叫做弹力。弹力存在于直接接触而产生形变的物体之间，例如放在桌面上的书，书和桌面直接接触（图1—2），它们同时发生了微小形变，桌面的微小形变对书产生了向上的弹力 N ，这就是桌面对书的支持力；书的微小形变对桌面产生了向下的弹力 N_1 ，这就是书对桌面的压力（注意：这个压力和书的重量不同。只是在水平桌面上，它们的数值相等。）

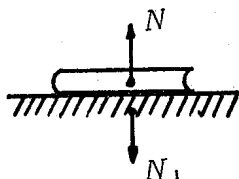


图1—2

2. 弹力的方向总是与作用在物体上使物体发生形变的外力方向相反。具体地说：绳子的拉力应是沿着绳子并指向绳子收缩的方向；光滑平面的支持力应是垂直于接触面并指向被支持的物体。

3. 胡克定律：在弹性限度内，弹簧的弹力 F 和弹簧伸长（或压缩）的长度 Δl 成正比，即

$$F = -K\Delta l。$$

说明 （1） K 叫做弹簧的倔强系数，它等于弹簧伸长（或压缩）单位长度时的弹力。（2）负号表示弹力的方向和伸长（或压缩）的方向相反。如果只求弹力大小，而不考虑它的方向，可以不用负号。（3）加在弹簧上的外力有一个最大的限度，如果超过这个限度，即使撤去外力，弹簧也不能恢复原状，这个限度叫做弹性限度。（4）弹簧测力计就是根据这个定律制成的。

4.张力的意义,如图1—3,一根拉紧的绳子,它的一部分对另一部分间的弹力,叫做张力(如图



图1—3

中 F_1 和 F_2),当绳子受力处于平衡时或者绳子质量不计时,绳子上各点的张力都相等,并且等于拉紧绳子的外力或绳子拉别的物体的力。

思考题

1.画出如图1—4所示的各种情况下,均匀的重物A所受弹力的方向。

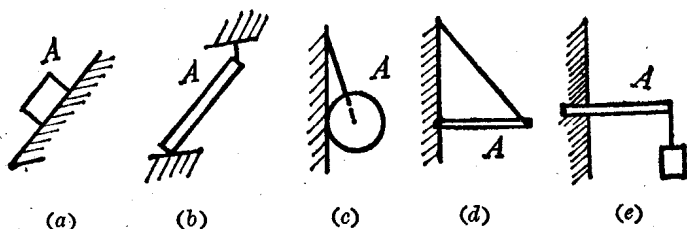


图1—4

2.两根倔强系数都是4.9牛顿/毫米的轻弹簧,把它们串接后挂上1千克的物体,问每根弹簧的伸长是多少?

(三) 摩擦力

1.摩擦力是在相互接触的物体做相对运动或者有相对运动趋势时产生的。摩擦力的方向永远沿着接触面的切线方向,跟物体

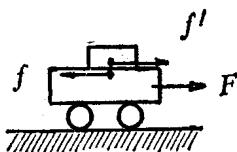


图1—5

相对运动的方向相反,或者跟物体间的相对运动趋势相反,阻碍物体间的相对运动。图1—5中,小车在外力 F 的作用下开始运动的瞬时,放在小车上的铁块由于惯

性而保持静止，这样小车和铁块就有相对运动的趋势，它们之间的摩擦力 f 和 f' 阻碍了这个相对运动。值得注意的是，使铁块随小车而开始运动的是摩擦力 f' 。可见摩擦力并不一定是跟物体运动的方向相反。

2. 两个相互接触的物体，在外力作用下，有相对运动的趋势又保持相对静止时，接触面之间产生的摩擦力叫做静摩擦力。它的大小在零至 f_m 之间(根据力的平衡条件求之)。 f_m 为最大静摩擦力，它的大小与物体间的正压力 N 成正比，即

$$f_m = \mu_0 N,$$

式中 μ_0 叫做静摩擦系数。

当外力超过 f_m 时，物体间要发生相对滑动，这时的摩擦力叫做滑动摩擦力。它的大小也是与物体间的正压力成正比，即

$$f = \mu N,$$

式中 μ 叫做滑动摩擦系数。对同样的两个物体来说， μ 比 μ_0 稍小些，但在一般计算中，通常认为它们是相等的。

3. 计算摩擦力时，必须先判定物体的运动情况，从而分清是滑动摩擦还是静摩擦，然后计算摩擦力的大小。

思考题

1. 画出：图1—6所示的几种情况下，重物 A 所受的摩擦力的方向。

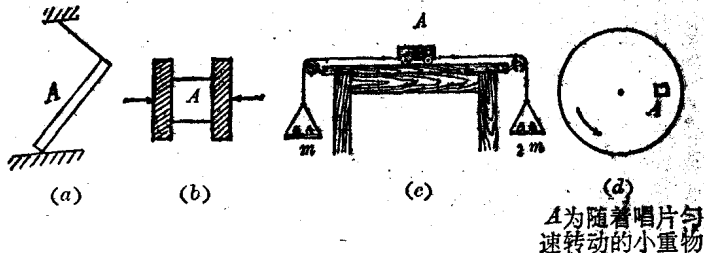


图1—6

2.正在行驶的自行车它的脚踏板被骑车者踩动时，试分析这时自行车前后轮所受的地面的摩擦力的方向。

3.图1—7中所示的各种情况下，物体A的重量 $G = 3$ 千克，接触面间的滑动摩擦系数 $\mu = 0.2$ ，求物体A所受的摩擦力大小，并画出它的图示。

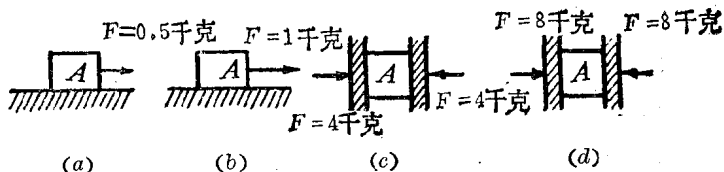


图1—7

三、物体受力情况分析

(一) 在研究物体平衡的问题或者物体受力和运动关系的问题时，都要先进行物体受力情况分析。所谓物体受力情况分析，就是把所研究的物体从周围物体中隔离出来，单独考虑它受到的别的物体的作用力，而不考虑它对别的物体的作用力。受力分析时应该画好物体的受力图，把物体所受的各力的大小、方向和作用点标清楚。

(二) 在分析物体的受力情况时，一般顺序是：首先考虑重力，其次根据物体是否拉紧或压向别的物体，从而确定物体是否受到拉力、支持力等弹力，再次考虑物体是否受到牵引力，最后根据物体是否运动（或有无运动趋势）来考虑是否受到摩擦力和空气阻力。此外，在流体力学中还要考虑浮力，在电磁学中还要考虑电场力和磁场力等。

(三) 在分析物体受力情况时，应该注意下列三点

1.不要把物体惯性的表现误认为物体在运动方向上一定受到力的作用。例如悬挂在上升气球上的物体，当悬线断后

仍向上运动，这是惯性的表现，而不是还受到什么“上升力”的作用，这时物体只受到重力作用（空气阻力忽略）。

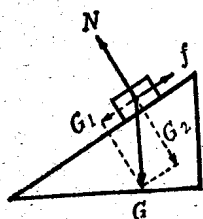


图1—8

2.合力和分力不过是一些力之间的互相替换。因此，不能把实际作用于物体上的一个力和它的几个分力都列为物体的受力。例如图1—8，停在斜面上的物体只受到 G 、 N 和 f 的作用，不能说受到 G 、 N 、 f 、 G_1 和 G_2 的作用。

3.有时为了简化问题，应该略去某些次要因素，例如物体在光滑的平面上运动时，可以略去摩擦力，运动速度不大时，可以不考虑空气阻力等。

思考题

就图1—9所示的各种情况，分析物体 A 的受力情况，并画好它的受力图。

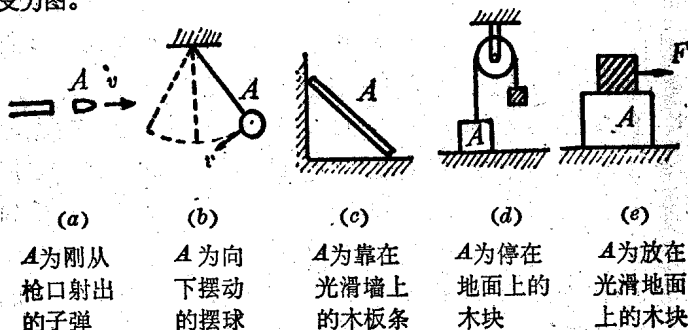


图1—9

四、力的合成与分解

(一) 力的等效替换：如果一个力作用在物体上，它产

生的效果跟几个力共同作用的效果相同，这个力就叫做那几个力的合力，而那几个力就叫做这一个力的分力。求几个已知力的合力叫做力的合成，求一个已知力的分力叫做力的分解。

(二) 共点力的合成和分解

1. 平行四边形法则：求两个互成角度的共点力的合力，可以用表示这两个力的有向线段作邻边，作平行四边形，它的对角线就表示合力的大小和方向。

图1—10就是表示合力和分力关系，可以用矢量式表示：

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad \text{或} \quad \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2。$$

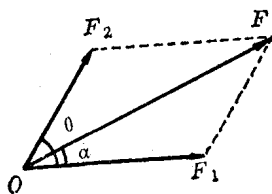


图1—10

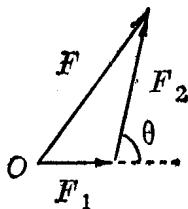


图1—11

为简单起见可以用图1—11所示的力的三角形代替力的平行四边形。

(2) 力的合成的计算：根据图1—10知道：

合力大小： $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$

合力方向： $\operatorname{tg}\alpha = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta}$

合力作用点：在 F_1 和 F_2 的作用线交点 O 上。

当 F_1 和 F_2 的大小一定时， F 的大小跟 θ 的关系：根据合力大小的计算公式知道，当 $\theta = 0$ 时， $F = F_1 + F_2$ ，其值最大；随着 θ 的增加 F 不断减少，当 $\theta = 180^\circ$ 时， $F = F_1 - F_2$ ，

其值最小。

(3) 一个力分解成为两个互成角度的分力：力的分解是力的合成的逆运算，同样遵守平行四边形法则，把一个已知力作为平行四边形的对角线，那么与已知力共点的平行四边形的两个邻边就是这个已知力的两个分力。

一个力可以根据它产生的效果来进行分解，例如图1—12的单摆，摆球的重量产生两个效果：(1) 沿着绳子方

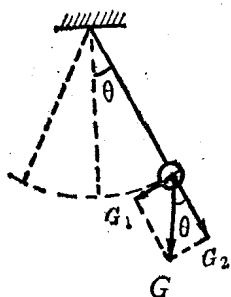


图1—12

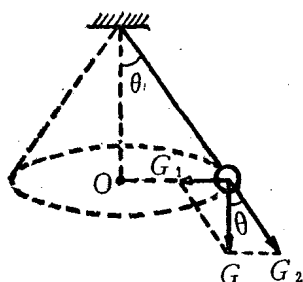


图1—13

向拉紧绳子，(2) 沿着切线方向产生加速度。因此，重量 G 可以沿这两个方向分解如图1—12，其中 $G_1 = G \sin \theta$ ， $G_2 = G \cos \theta$ 。又如图1—13的锥摆，摆球的重量产生两个效果：

(1) 沿着绳子方向拉紧绳子，(2) 沿着水平指向 O 点的方向产生向心加速度（因为摆球在水平面上作圆周运动）。因此重量沿这两个方向的分力是 G_1 和 G_2 ，其中 $G_1 = G \tan \theta$ ， $G_2 = G / \cos \theta$ 。

(4) 多力的合成：用平行四边形法则（或三角形法）计算多力的合力比较麻烦。为了便于计算，常把这些力都按直角坐标分解为沿 x 轴和 y 轴的两个互相垂直的分力。因为同一直线上的力只要用数值和正负号就可以把它们的大小和

方向完全表示出来，所以沿 x 轴和 y 轴的分力只要用它们的分量来表示，而分量不是矢量，可以用代数方法求和。这样就得到 ΣF_x 和 ΣF_y ，即

$$\Sigma F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots,$$

$$\Sigma F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots$$

ΣF_x 和 ΣF_y 是互相垂直的，所以所要求的合力的大小和方向可以由下列两式来计算：

$$F = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2}, \quad \tan \alpha = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}.$$

在具体计算时，常取各个力的作用线交点为坐标原点，同时取其中一个力在 x 轴或 y 轴上，使计算更简单些。

〔例题一〕如图1—14所示，力 F_1 、 F_2 和 F_3 作用于物体的 O 点，它们的大小都等于3牛顿， F_1 和 F_2 的夹角 $\alpha = 120^\circ$ ， F_1 和 F_3 的夹角 $\beta = 30^\circ$ 。用正交解法求 F_1 、 F_2 和 F_3 的合力。

解 取 F_1 的方向为 x 轴的正方向，那么

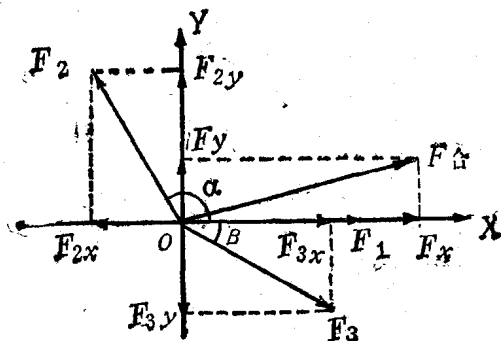


图1—14

$$F_{1x} = F_1 = 3 \text{ 牛顿},$$

$$F_{2x} = F_2 \cos(180^\circ - \alpha) = 3 \cos 60^\circ \\ = 1.5 \text{ 牛顿},$$

$$F_{3x} = F_3 \cos \beta = 3 \cos 30^\circ \\ = 2.6 \text{ 牛顿},$$

$$F_{1y} = 0,$$

$$F_{2y} = F_2 \sin \alpha = 3 \sin 120^\circ = 2.6 \text{ 牛顿},$$

$$F_{3y} = F_3 \sin \beta = 3 \sin 30^\circ = 1.5 \text{ 牛顿}.$$

将 x 轴和 y 轴的各个力的分量直接相加减，得合力 F 的分量：

$$\Sigma F_x = F_{1x} - F_{2x} + F_{3x} = 3 - 1.5 + 2.6 = 4.1 \text{ (牛顿)},$$

$$\Sigma F_y = F_{1y} + F_{2y} - F_{3y} = 0 + 2.6 - 1.5 = 1.1 \text{ (牛顿)}.$$

则 F 的大小和方向：

$$F = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2} = \sqrt{(4.1)^2 + (1.1)^2} \\ = 4.3 \text{ (牛顿)},$$

$$\theta = \arctg \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x} = \arctg \frac{1.1}{4.1} = 15^\circ.$$

思考题

1. 在力的分解中，如果已知一个分力的大小和另一个分力的方向，能否得到唯一的解？为什么？

2. 在一条橡皮绳中点挂个砝码，并用两手分别握住绳的两端。当两手互相分开时，橡皮绳的长度将怎样变化？为什么？

* (三) 两个同向平行力的合成：

合力的大小： $F = F_1 + F_2$ ；

合力的方向：与 F_1 或 F_2 同向；

合力的作用点：如图 1—15 所示，已知 O_1 、 O_2 间的距

离；就可以根据下式决定O点的位置：

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{L_2}{L_1} \text{ 或 } F_1 L_1 = F_2 L_2。$$

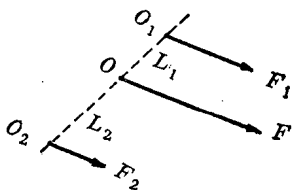


图1—15

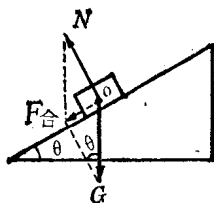


图1—16

〔例题二〕将重量为 G 的物体置于光滑的斜面上，斜面的倾角为 θ 。问：物体所受的合力大小和方向如何？作什么运动？

解 物体受两个力作用：地球对它的重力 G ，竖直向下；斜面对它的弹力 N ，方向与斜面垂直。

解法一 用“合成”的方法解这一问题。如图1—16，因为重力 G 的大小和方向、弹力 N 的方向和合力 $F_{\text{合}}$ 的方向都已确定，所以可作出平行四边形。

$$\therefore F_{\text{合}} = G \sin \theta。$$

解法二 用“分解”的方法解这一问题。如图1—17，把重力 G 沿斜面的方向和与斜面垂直的方向进行正交分解得 $G_1 = G \sin \theta$, $G_2 = G \cos \theta$ 。由于分力 G_2 对物体的作用被斜面对物体的弹力 N 所抵消，结果只剩下 G_1 。因此 G_1 是 G 和 N 合力，即 $F_{\text{合}} = G_1 = G \sin \theta$ 。

因为 G 和 θ 都不变， $F_{\text{合}}$ 是一恒力，所以物体在光滑的斜面上作匀加速直线运动。