

 手中宝

高中物理手册

GAOZHONG
WULI SHOUC

李立新 彭永宁 编

广西教育出版社

再版说明

为了适应中小学由应试教育向素质教育的转化,满足学生的学习需要,让中小學生既能减轻学习负担,又能更好地掌握中小学理科的基本知识和基本技能,也为方便中小学教师的教学,我们组织出版了这套《手中宝丛书》。

《手中宝丛书》问世以来,深受广大师生欢迎,一年内多次重印。现在我们根据教学和市场的需要,对丛书进行全面修订。

新版《手中宝丛书》的编写以新的课程标准及新教材为依据。编写的体例新颖,语言通俗易懂,符合广大中小学生的特点。此外,内容精要,重点突出,对分散的知识点力求用图表或词条等形式进行系统的分类归纳,使师生易查、易记;对基本概念、定理、公式进行深入浅出的解析,并配以适当精选的典型范例,使学生易于理解和掌握,还可启迪学生思维,提高学生的学习能力。

《手中宝丛书》既是一套科学、实用的工具书,又可作为毕业班总复习的指导用书。

广西教育出版社

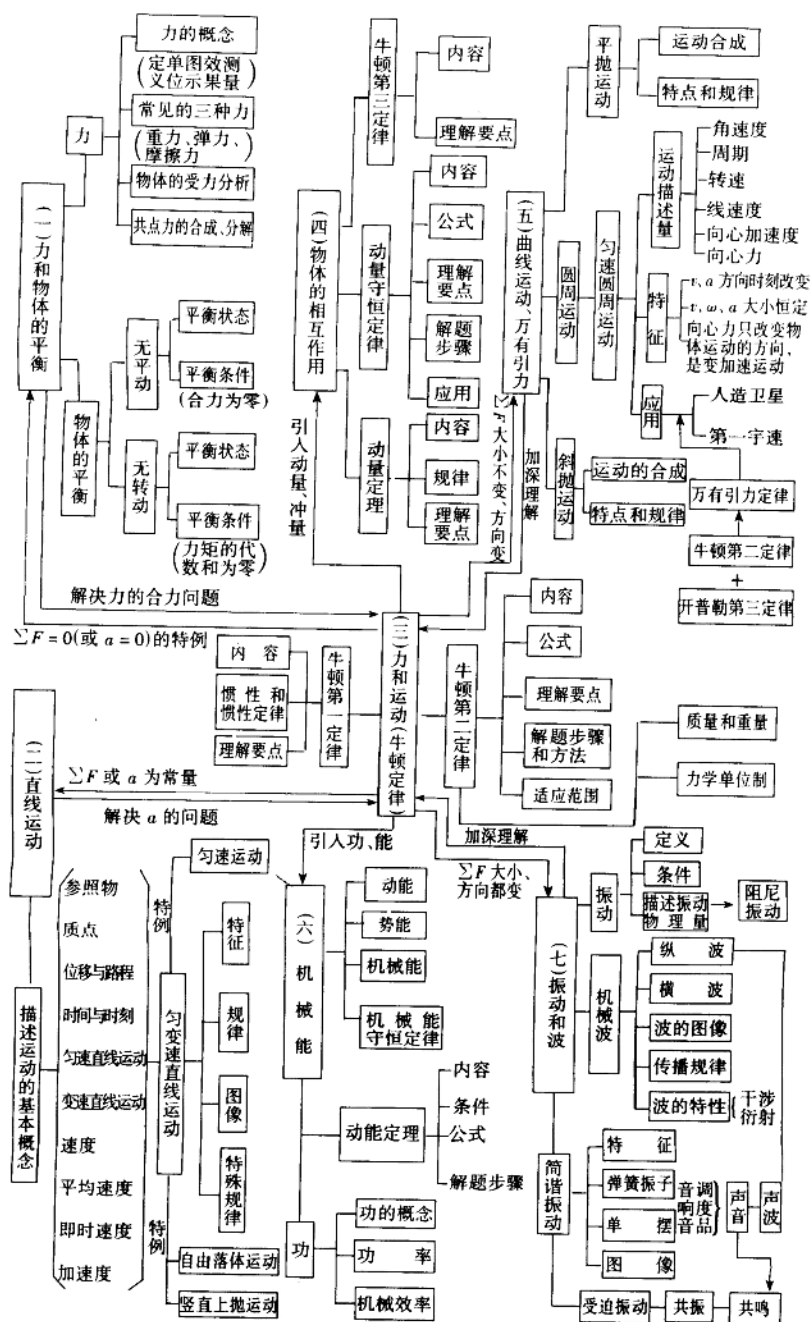
目 录

一、力学	(1)
(一) 力学知识结构简图	(1)
(二) 力学的基本概念和规律	(3)
(三) 分类应用例解	(88)
二、热学	(123)
(一) 热学知识结构简图	(123)
(二) 热学的基本概念和规律	(124)
(三) 分类应用例解	(139)
三、电磁学	(149)
(一) 电磁学知识结构简图	(149)
(二) 电磁学的基本概念和规律	(151)
(三) 分类应用例解	(195)
四、光学	(213)
(一) 光学知识结构简图	(213)
(二) 光学的基本概念和规律	(215)
(三) 分类应用例解	(238)
五、原子物理学	(245)
(一) 原子物理学知识结构简图	(245)
(二) 原子物理学的基本概念和规律	(246)
(三) 分类应用例解	(257)
六、附录 I 实验部分	(262)
(一) 重要仪器	(262)

(二) 主要学生实验	(271)
七、附录Ⅱ 常数、单位、公式表	(291)

一、力 学

(一) 力学知识结构简图



(二)力学的基本概念和规律

1. 力

(1) 内容.

① 力是物体对物体的作用.

② 力是改变物体运动状态的原因.

(2) 单位.

在国际单位制中是牛顿,简称牛,国际符号是 N.

(3) 测量.

力的大小可以用测力计来测量.常用的测力计是弹簧秤.

(4) 说明.

① 物体间力的作用是相互的.一个物体受到力的作用,一定有另一个物体对它施加这种作用.力是不能离开施力物体和受力物体而独立存在的.施力物体和受力物体不一定接触.

② 力是矢量,既有大小,又有方向.力可以用一条带箭头的线段表示,线段长短表示力的大小,箭头的指向表示力的方向.力的合成与分解遵循平行四边形法则.在某种情况下,力的数值前加有正负号,这种符号仅表示力的方向.

③ 力的作用效果:一是使物体发生形变,二是使物体(质点)的运动状态发生变化.我们可以通过力的作用效果来检验力的存在.上述两种效果可以独立产生,也可以同时产生.

④ 力的三要素:力的作用效果决定于它的大小、方向和作用点,力的这三个方面称为力的三要素.

⑤ 力的分类:按力的性质分类有重力、弹力、摩擦力、分子力、电场力、磁场力、核力等;按力的作用效果分有张力、压力、支持力、浮力、向心力、表面张力、斥力、引力、动力、阻力等.根据效果命名的不同名称的力,性质可能相同;根据效果命名的同一名称的力,性质可能不同.

⑥ 力的图示:用一条带有箭头的线段(即有向线段)来表示力,把力的三要素都表示出来.这种表示力的方法叫做力的图示.具体做法是——从力的作用点起,沿力的方向画一条线段,使线段的长短跟力的大小成正比.通常用某一定长的线段表示一定大小的力(标度),将要图示的力的大小折合成几个这样的定长线段画出来,最后再在线段的末端画上箭头,表示力的方向.

2. 重力

(1) 内容.

① 由于地球吸引而使物体受到的力.

② 更确切地讲,物体的重力是地球对它的万有引力的一个分力.

(2) 重力的大小.

物体所受到的重力大小 G 跟物体的质量 m 成正比,用关系式 $G = mg$ 表示.(式中的 g 通常取 9.8m/s^2)

(3) 重力的方向.

竖直向下.(竖直方向即是与水平面垂直的方向)

(4) 重力的单位.

牛(N).

(5) 说明.

① 重力的施力者是地球,地球周围的物体,不管是静止还是运动都受重力.

② 重力由引力产生,但重力的大小一般不等于引力.地球对物体的引力可以分解为两个分力:一个分力是物体随地球自转所需要的向心力,一个分力是重力.但是由于物体随地球自转所需要的向心力相对很小,所以可以近似地认为重力就是地球对物体的引力.

③ 同一物体所受的重力随所处纬度的增大而增大,在赤道上最小,在两极最大;在同一纬度,离开地表高度越高,重力越小.

④ 重力的大小用弹簧秤测量,也可以用物体对竖直悬绳的拉力或对水平支持物的压力来测量.测物体的重力时,要使物体处于静止或匀速运动状态,悬绳竖直,支持面水平,否则,拉力、压力大小就不一定等于重力.

⑤ 在初中物理中, g 当做换算常数,其数值为 $g = 9.8\text{N/kg}$,在高中物理中, g 是重力加速度,取 $g = 9.8\text{m/s}^2$.实际上两者是一致的.因为 $1\text{N} = 1\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$,所以 $9.8\text{N/kg} = 9.8\text{m/s}^2$.

3. 重心

(1) 内容.

物体的各个部分都受重力作用,但从效果上看,可以认为各部分受到的重力作用都集中于一点,这个点就是重力的作用点,叫做物体的重心.

(2) 说明.

① 质量分布均匀的物体,重心仅与其形状有关.如果物体既是均匀的,又是形状规则的,重心位置就在它的几何中心.

② 质量分布不均匀的物体的重心位置除了与它的形状有关外,还与它的质量分布有关,但对于固定(指质量分布和形状不变)的物体来说,其重心位置是不变的,与物体的所在位置以及如何放置无关.

③ 物体的重心位置不一定都在物体上.例如:质量均匀的圆环的重心位置在圆环的圆心处;人改变姿势时,重心也可能从体内移到体外.

④ 求物体重心的方法:

a. 利用物体的对称性求重心.凡是质量均匀分布的物体,具有对称面、对称轴或对称中心的形体,其重心必在其几何中心上.

b. 悬挂法.用线将物体悬挂起来,平衡时,从悬点向下作一条竖直线(悬挂线的延长线),再以物体另一点为悬挂点把物体悬挂起来,从悬挂点向下作一条竖直线(悬挂线的延长线),两根竖直线的交点即为重心.

c. 对于形状规则但不对称的均匀物体,可用割补法求重心.

4. 弹力

(1) 定义.

发生弹性形变的物体企图恢复原状,对与它接触的物体产生的力叫做弹力.

(2) 弹力的方向.

弹力的方向总是与引起形变的作用力的方向相反.

(3) 弹力的大小.

弹力的大小与形变量的大小有关,形变越大(在弹性限度内),弹力也越大.但定量地研究弹力和形变的关系较复杂.一般来讲,计算弹力大小都根据物体的受力情况和运动状态,运用力学定律来求得.例如,放在桌面上的物体所受的弹力等于物体的重力,这是根据静力平衡算得的.弹簧的弹力和形变关系可用胡克定律计算.

(4) 弹力存在的判断.

弹力是接触力,弹力只存在于物体间相互接触处,但相互接触的物体之间并不一定有弹力作用.所以,要判断是否有弹力,一是看两个物体是否接触,二是看物体是否发生弹性形变.

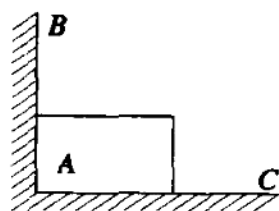


图 1-1

即将该物体的约束物撤掉,看该物体是否发生弹性形变或物体的运动状态是否发生变化,方可确定物体是否受弹力作用.在图 1-1 中,物体 A 受 B 面和 C 面的约束,将 B 面撤掉时, A 物体状态没有变化, B 面对 A 物体没有弹力作用;将 C 约束面撤掉, A 物体的状态将发生变化,所以 C 面对 A 物体有弹力作用.因此可以判知 A 物体只受一个弹力作用.

(5) 说明.

① 在力学中,常见的弹力有以下三种形式:

a. 绳对物体的张力(拉力).绳的拉力是绳对所拉物

体的弹力,方向总是沿着绳而指向绳收缩的方向.

b. 支持面与被支持物体之间的支持力或压力,支持力或压力的方向总是垂直于支持面而指向被支持的物体或支持面.

c. 弹簧的弹力.弹力的方向沿弹簧和弹簧恢复原状的方向一致.

② 弹力出现在互相挤压、拉伸的物体接触面间,是成对出现的,是一对作用力与反作用力.

5. 胡克定律

(1) 内容.

在弹性限度内,弹性体的弹力和其形变量(伸长或缩短)成正比.

(2) 计算公式.

$$f = kx.$$

(3) 说明.

① 公式中的 k 称为弹簧的劲度系数, x 是弹性形变量, f 是弹力.

② 在国际单位制中, f 取牛(N), x 取米(m), k 值的单位为牛/米(N/m).

6. 摩擦力

(1) 定义.

互相接触且互相挤压的两个物体,若接触面不光滑,当它们之间有相对运动或相对运动趋势的时候,就会在接触面上产生阻碍相对运动或相对运动趋势的力,这种作用力叫做摩擦力.

摩擦力分为滑动摩擦力和静摩擦力。

滑动摩擦力:两个互相接触的物体,当发生相对滑动时,在它们的接触面上产生的阻碍相对运动的力,叫做滑动摩擦力。

静摩擦力:两个互相接触的物体,当有相对运动的趋势,但又保持相对静止时,在其接触面上出现的阻碍相对运动趋势的力,叫做静摩擦力。

(2) 摩擦力产生的条件。

① 两个物体之间的接触面不光滑,即动摩擦因数 $\mu \neq 0$ 。

② 两个物体相互挤压,即两物体之间的正压力 $N \neq 0$ 。

③ 两个物体之间有相对运动或相对运动的趋势。

以上三者缺一不可。

(3) 摩擦力的大小。

① 滑动摩擦力:两个物体间的滑动摩擦力的大小 f 与这两个物体表面间的正压力的大小成正比,即 $f = \mu N$,或 $\frac{f}{N} = \mu$ 。式中的 μ 称为动摩擦因数。

② 静摩擦力:一般来讲,静摩擦力的大小不能由公式给出,静摩擦力有个取值范围:

$$0 \leq f \leq f_m,$$

上式中的 f_m 是静摩擦力的最大值。实验表明,静摩擦力随使物体产生相对运动趋势的外力的增大而增大,但增大到某一数值后就不再增大了,这时,物体将要开始滑

动,这个最大限度的外力对应的最大限度的静摩擦力叫做最大静摩擦力.

静摩擦力的大小往往由静力平衡来求得.当使两个物体产生相对运动趋势的外力小于最大静摩擦力时,两个物体之间的静摩擦力的大小等于这个外力的大小.

(4) 摩擦力的方向.

① 滑动摩擦力的方向总与接触面相切,并且与物体相对滑动的方向相反.

② 静摩擦力的方向也总与接触面相切,并且与物体相对运动趋势的方向相反.具体地讲,静摩擦力的方向与使物体产生相对运动趋势的外力的方向相反.

(5) 说明.

① 不能将摩擦力只看做是阻力,有时摩擦力可以是动力.例如,卡车上放一木箱,当卡车加速运动时,木箱受到阻碍它和卡车相对滑动趋势的向前的静摩擦力,这个力就是木箱获得和卡车一起做加速运动的动力.

② 最大静摩擦力的大小可用公式 $f_m = \mu_0 N$ 表示,式中 μ_0 是静摩擦因数, N 是正压力.当没有达到最大值时,静摩擦力的大小不能用此公式计算.

③ 物体(指固体)在固体表面上运动,摩擦力与速度无关,但物体在液体和气体中运动时,摩擦力随速度的增大而增大,还与物体的体积、形状有关.

④ 动摩擦因数与物体表面的材料性质和粗糙程度有关,一般与接触面积和速度以及受力大小无关.

⑤ 每个接触面上出现的摩擦力都是一对作用力与

反作用力,某个物体有几个接触面,就可能有几对摩擦力.

7. 合力与分力

几个力共同作用于物体上产生的效果和一个力作用的效果相同,这几个力和这一个力就可以互相代替.这个力叫做那几个力的合力,那几个力叫做这个力的分力.

8. 力的合成

(1) 定义.

求几个已知力的合力叫做力的合成.

(2) 力的合成法则.

力的合成遵循平行四边形法则或三角形法则,如图1-2所示.

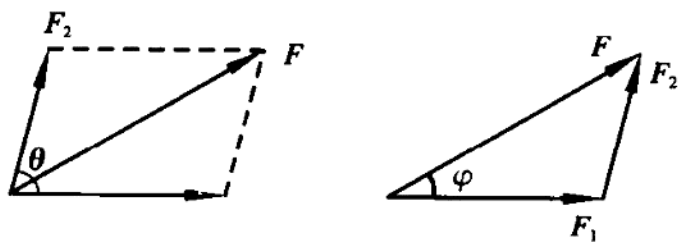


图 1-2

根据已知条件 F_1 、 F_2 作出平行四边形,其对角线即为合力 F .

(3) 合力的计算.

① 作图法(略).

② 公式计算.

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

合力 F 的方向: $\varphi = \arctan \frac{F_2 \sin \theta}{F_1 + F_2 \cos \theta}$. (其中 θ 为 F_1 与 F_2 的夹角, φ 为 F 与 F_1 的夹角)

③ 正交分解法.

当物体受多个力作用时, 可将每个力都分解到互相垂直的两个方向上去, 然后分别求每个方向上力的代数和, 这样可以把复杂的矢量运算转化成互相垂直方向上的简单代数运算. 例如, 如图所示,

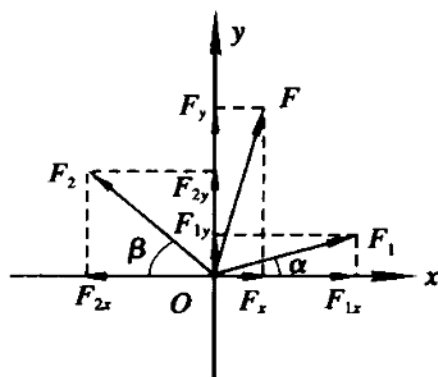


图 1-3

F_1 分解为: $F_{1x} = F_1 \cos \alpha$, $F_{1y} = F_1 \sin \alpha$.

F_2 分解为: $F_{2x} = F_2 \cos \beta$, $F_{2y} = F_2 \sin \beta$.

则: $F_x = F_{1x} - F_{2x} = F_1 \cos \alpha - F_2 \cos \beta$,

$F_y = F_{1y} + F_{2y} = F_1 \sin \alpha + F_2 \sin \beta$.

合力 $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$.

(4) 合力和分力的关系.

① 合力和分力的关系是等效替代关系.

② 当 F_1 、 F_2 大小一定, θ 在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 范围变化时:
若 θ 增大, 则 F 减小; 若 θ 减小, 则 F 增大.

③ 讨论.

a. 当 F_1 和 F_2 同向时,

合力 F 的大小: $F = F_1 + F_2$.

合力 F 的方向: F 与 F_1 、 F_2 同向.

b. 当 F_1 和 F_2 反向时,

合力 F 的大小: $F = F_1 - F_2$.

合力 F 的方向: F 与 F_1 (F_1 较大) 方向相同.

c. 当 F_1 和 F_2 垂直时,

合力 F 的大小: $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$.

合力 F 的方向: $\tan \varphi = \frac{F_2}{F_1}$.

d. 当 F_1 和 F_2 大小相等, 夹角 $\theta = 60^\circ$ 时,

合力 F 的大小: $F = 2F_1 \cos 30^\circ$.

合力 F 的方向: F 与 F_1 、 F_2 的夹角均为 30° , 即 $\varphi = 30^\circ$.

e. 当 F_1 和 F_2 大小相等, 夹角 $\theta = 120^\circ$ 时,

合力 F 的大小: $F = F_1 = F_2$.

合力 F 的方向: F 与 F_1 、 F_2 的夹角均为 60° , 即 $\varphi = 60^\circ$.

由上述讨论可知, 合力既可能比任何一个分力都大, 也可能比任何一个分力都小, 它的大小依赖于两个分力的夹角.

④ 合力大小的范围: $(F_1 - F_2) \leq F \leq (F_1 + F_2)$.

(5) 说明.

① 合力的效果和它所有的分力共同作用的效果相同, 因此可以互相替代. 在分析物体受力情况时, 考虑了合力的作用, 其分力可以认为已不存在; 同样, 考虑了各分力的作用, 就不应再把合力计算进去.