

新编教与学

首都师范大学出版社



华耀义 主编

高中物理

新编教与学

高中物理

华耀义 主编

华耀义 谷明杰 张洪漂 编著

首都师范大学出版社

(京)新200号

图书在版编目 (CIP) 数据

新编教与学:高中物理/华耀义主编.-北京:首都师范大学出版社, 1994.9

ISBN7-81039-413-4

I.新… II.华… III.物理-高中-教学参考资料
IV.G633.7

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第06535号

首都师范大学出版社

(北京西三环北路103号

邮政编码100037)

三河科教印刷厂印刷

全国新华书店经销

1994年9月第1版

1995年3月第2次印刷

开本: 787×1092 1/32

印张: 14

字数: 287千

印数: 21,001—42,000册

定价: 8.90元

《新编教与学》出版说明

《教与学》丛书自1988年2月出版至于今，历时六载长销不衰，已稳定地成为部分地区初三、高三学生复习备考的必备用书。

为适应教学改革与升学考试的重大变化，作者与出版者，在充分吸取读者意见、教学与改革经验的基础上，展望教育改革与考试改革的发展趋向后，重新编制了写作大纲，重新组织了《新编教与学》丛书。

《新编教与学》丛书基本保持了原丛书的主体结构、知识框架，强化了能力培养与训练，更新了习题与模拟试题的内容。

我们希望使用本书的老师、家长、学生和我们联系，给我们提出批评、建议、指教和希望，使我们的工作更上一层楼，为教育工作更多地做些贡献。

编委会

主 编 王绍宗

副主编 华耀义 胡炯涛 常 亮

编 委 王绍宗 王剑青 齐平昌 华耀义

岳 斌 胡炯涛 金 新 姜佩英

钱吉良

策划编辑 赵永明

目 录

第一章	力物体的平衡	(1)
第二章	直线运动	(30)
第三章	力和运动	(54)
第四章	曲线运动 万有引力	(79)
第五章	机械能	(101)
第六章	物体的相互作用	(126)
第七章	机械振动和机械波	(147)
第八章	热学	(171)
第九章	电场	(216)
第十章	稳恒电流	(250)
第十一章	磁场	(293)
第十二章	电磁感应	(319)
第十三章	交流电 电磁振荡和电子技术	(348)
第十四章	光学 原子物理	(367)
第十五章	物理实验	(390)
综合练习题一		(398)
综合练习题二		(412)
答案		(424)

第一章 力 物体的平衡

一、基础知识

(一)知识体系

本章是力学的基础知识，其知识结构可用表 1-1 概括说明。

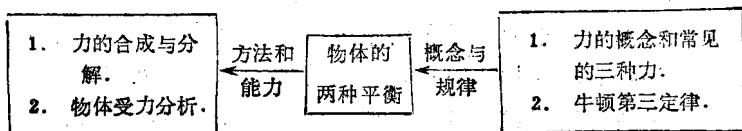


表 1-1

(二)知识重难点分析

1. 关于力的概念

(1)力是物体对物体的作用。应强调①作用的相互性，有作用力必有反作用力。②力的物质性，即力不能脱离施受力物体而独立存在。

(2)力的作用效果：①使物体的运动状态发生改变，即加速度效果。②使物体发生形变。须明确：所谓合力和分力都是依作用效果相同为原则进行的互相替换。

(3)力是矢量。力的大小、方向和作用点是力的三要素。注意力的图示要有标度、刻度、箭头，如图1-1所示。力的大小可用测力计测量，其国际单位是牛顿(N)。1 千克

(力) = 9.8 牛顿。

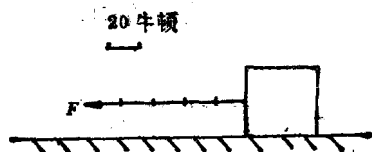


图 1-1

2. 力学中常见的三种力

(1) 重力(G) ①由于地球的吸引而使物体受到的力,属于万有引力。重力亦常称为重量。②重力的大小等于处在静止(平衡态)时的物体对竖直悬绳的拉力或水平支持面的压力。其量值可用弹簧秤测定,但上述弹簧秤示数,只有在平衡态时才与重力量值相等。应注意:它们既不是同一个力,也不作用于同一物体。重力的大小由公式 $G=mg$ 决定,其方向总是竖直向下。物体所受的重力与物体运动状态无关。③重力的作用点称为重心。形状规则均匀物体的重心在它的几何中心上,其它情况的薄板状物体通常可用悬挂法判定其重心。

(2) 弹力 ①产生条件:弹力是在相互接触且发生形变的两物体间产生的相互作用力。弹力应作用在使之形变的物体上,与接触面垂直,并指向形变前位置。如图 1-2 所示。②压力、拉力、推力、支持力、张力及浮力等都是按作用效果命名的弹力。③在弹性限度内,弹力的大小遵循胡克定律并表示为

$$f=kx$$

(k 为弹簧倔强系数,其单位是牛/米,大小与弹簧的长

度、材料及弹簧丝的粗细等均有关， x 为形变长度)

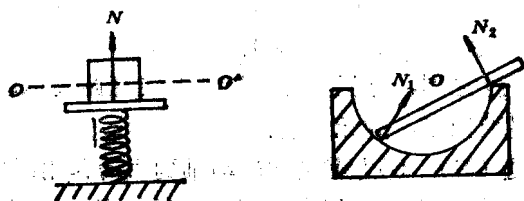


图 1-2

(3) 摩擦力 ①产生条件：当相互接触并有形变（即正压力 $N \neq 0$ ）的两个物体沿粗糙接触面有相对运动（或运动趋势）时，产生的阻碍物体间相对运动（或趋势）的力称为摩擦力。②物体所受摩擦力的方向与它相对另一个和它发生摩擦作用的物体的运动方向相反。③常见的摩擦有滑动摩擦和静摩擦。静摩擦力的大小总是与使它具有运动趋势的外力大小相等，其大小是随外力变化的，但又不能超过最大静摩擦力。滑动摩擦力的大小由滑动摩擦定律： $f = \mu N$ 决定（ μ 为滑动摩擦系数， N 为正压力）。④摩擦力既可是阻力，也可能为动力，注意摩擦力的方向不一定与物体运动方向相反。

3. 关于牛顿第三定律

该定律又称为作用及反作用定律。其内容是：两物体之间相互作用力，总是等大、反向、并沿同一直线。这里应强调三点：①作用力和反作用力分别作用在两个物体上，彼此不会平衡。②总是同时出现、同时消失、同种性质，没有先后之分。③定律只适用于实际存在的作用力，不适用于与其等效的合力或分力。

4. 关于物体的平衡

(1) 平衡 中学所涉及的平衡, 可分为两类: 共点力作用下物体的平衡和有固定转轴物体的平衡。应注意, 匀速转动也属于平衡之列, 这里所说“平衡”与匀速圆周运动是“非平衡”状态是两回事, 并无矛盾。

(2) 力矩(M) ①力臂是指转动轴到力的作用线的垂直距离, 而不是轴到力的作用点的距离。②作用在有固定转动轴的物体上的力所产生的转动效果是由力与力臂的乘积决定的, 称之为力矩。

$$M = FL$$

(L 表示力臂)

规定使物体逆时针转动的力矩为正, 反之为负。

在SI制中力矩单位是“牛顿·米”。

(3) 平衡条件 ①共点力作用下物体的平衡条件是物体所受合外力为零, 即 $\Sigma F = 0$, 依此可得如下有用的结论:

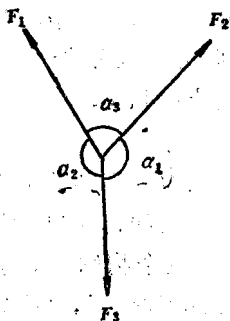


图 1-3

n 个共点力平衡时, 其中任意 $(n-1)$ 个力的合力, 必与第 n 个力等大反向。

作用于物体上的同一平面内的三个非平行力, 当物体平衡时, 三力必共点。

如图1-3所示, F_1, F_2, F_3 为同一平面内的三个共点力。当平衡时

$$\text{有 } \frac{F_1}{\sin \alpha_1} = \frac{F_2}{\sin \alpha_2} = \frac{F_3}{\sin \alpha_3}.$$

②有固定转轴物体的平衡条件是作用在物体上所有力的力矩

的代数 sum 等于零。即 $\Sigma M = 0$ 。

5. 力的合成法则

力是矢量，共点力的合成应满足矢量合成的基本法则——平行四边形法则。

平行四边形法则体现了在作用效果相同的前提下，合力与分力之间所遵循的规律。作用于物体上互成角度的两个共点力 (F_1 和 F_2) 的合力 R ，可以用表示这两个力的线段为邻边所画的平行四边形的对角线来表示，如图 1-4。

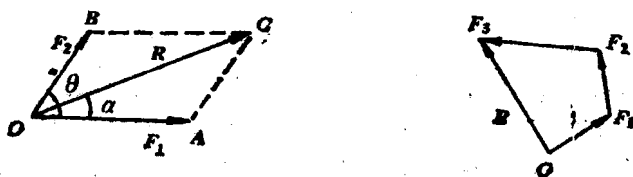


图 1-4

$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$ 。其方向可表示为

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta}$$

应注意：①关于上述关系式的推导过程。②所谓三角形法或多边形法只不过是上述法则的变形。③力的分解是力的合成的逆运算，仍遵循平行四边形法则。④平行四边形法则适用于一切矢量的计算。⑤平行四边形法则已将各分力的作用用合力替代，故不能将合力与分力看成并存的对物体的作用力。

二、能力训练

(一)正确地对物体进行受力分析

这个问题是本章的重难点，也是解决力学问题的重要研究方法。受力分析是指将物体受到的作用力一个不多、一个不少、一个不错地找出，作出受力图则是受力分析的重要步骤。分析时应按照先重力后弹力，最后分析摩擦力的顺序进行。应注意纠正以下两个错误：

1. 分不清施力物体和受力物体，错误地将A物对B物作用力，视为B物对A物的力，这种错误可称为张冠李戴。

2. 不会按照各种性质的力的产生的条件确定力是否存在，受力图上常有画蛇添足及丢三拉四之类的错误。

(1)关于弹力 常有学生将物体的重力与物体对支持面的压力相混淆，甚至认为压力等弹力是由重力产生的。这是没有根据的。重力和弹力之间并没有必然联系，重力对物体而言是定值，而弹力却与物体受力情况、运动状态有关。为深刻理解之，可安排下面一组练习：

试分析下面图1-5中A物对支持面M的压力，并与重力比较。(由同学自己完成)

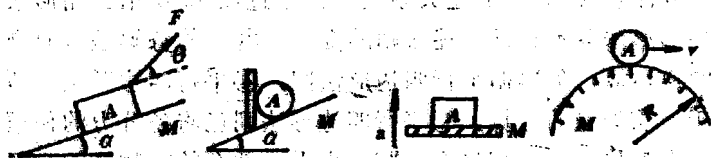


图 1-5

弹力分析中另一常见错误是认为只要接触就有弹力。例如如图1-6甲中，已知物体A与地面之间最大静摩擦力 $f_m > F$ ，试对A物受力进行分析，常有学生画出图1-6乙所示的受力图。

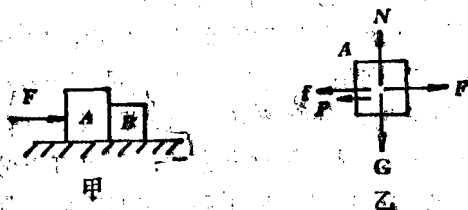


图 1-6

实际上，B物体对A物体的弹力P，只有在A对B产生挤压作用时，才会产生。而该例中A自身所受静摩擦力 f ，完全可以平衡推力，所以AB间虽接触，并无挤压作用，不会产生弹力。这类例子还可举出下面一些，如图1-7所示：

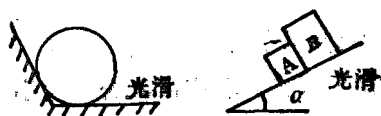


图 1-7

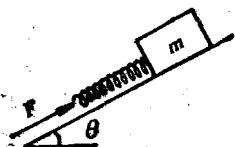


图 1-8

(2) 关于摩擦力 主要问题是静摩擦力。应明确静摩擦力只有在两物体间出现“相对运动趋势时”，即若去掉静摩擦力，物体将发生运动状态改变的情况下才会出现。它的存在完全是为使物体仍能处于平衡状态。换言之，只要没有静摩擦力物体也能平衡，静摩擦力就不会出现。从这个意义上讲，静摩擦力的产生具有被动性。

如图1-8所示, 当沿斜面向上对质量为 m 的物体施以推力 F 时, 物体静止, 试分析斜面与物体间的静摩擦力。

该题依物体平衡条件可讨论如下:

①当 $F = mg \sin \theta$ 时, 无静摩擦力作用; ②当 $F > mg \sin \theta$ 时, 静摩擦力方向沿斜面向下, 且满足 $F = mg \sin \theta + f$; ③当 $F < mg \sin \theta$ 时, 静摩擦力方向沿斜面向上, 且满足 $F = mg \sin \theta - f$ 。显然用这种方法, 不仅可以分析物体间是否存在静摩擦力, 而且可以正确判定其方向。那种认为摩擦力总是阻力的说法是不对的。

(二)关于合力与分力的量值关系

必须明确: 对于互成角度的共点力绝对没有合力一定大于分力的关系, 它们的量值关系应由平行四边形法则确定。当分力 F_1 、 F_2 的量值一定时, 改变其夹角 θ , 合力变化范围应为

$$|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2.$$

例如: 两共点力, 大小分别为10牛和5牛, 其合力大小可能是①14牛; ②25; ③6牛; ④2牛。

依上述关系此题正确结果应是: ①和③。反之在已知某力求其两个分力时也应注意上述关系。

例如: 在下述说法中, 选出正确说法①2牛的力能分解为6牛和3牛的分力; ②2牛的力能分解为6牛和5牛的分力; ③10牛的力能分解为两个10牛的分力; ④10牛的力能分解为16牛和5牛的分力。

力矩的平衡和力的平衡

任何物体的平衡, 首先都要满足受力的平衡, 即 $\Sigma F = 0$ 。

只有这样物体才能不产生平动状态的改变。这个结论不仅用于可视为质点的物体，有固定轴的物体同样适用。只是由于有固定轴的物体受到轴的约束，不可能平动，所以我们只研究其转动中力矩的平衡。

任何物体的平衡又都应满足力矩的平衡，即 $\Sigma M=0$ 。只有这样物体才不会发生转动状态的改变。有固定轴物体是这样，视为质点的物体也是这样。只是由于视为质点的物体受力为共点力，而共点力平衡时，力矩的平衡自不待言。总之，力矩平衡与力的平衡是两类不同性质的平衡，要注意它们的区别。同时也要看到这两种平衡可从不同侧面反映物体的平衡，它们之间存在着有机联系。

(三)分解的唯一性

在已知分力求合力时，可按平行四边形法，唯一地求出平行四边形对角线所对应的合力。而在已知某力，将它分解为两个分力时，按平行四边形法则却可以有无数组解，但这并不意味着它可以随意地分解。

分力与合力是在相同作用效果的前提下的互相替换，故在分解某力时，其各个分力必须有各自实际效果，如形变效果、加速效果等，在此意义上讲力的分解具有唯一性。

例题：试分析图1-9中重力 G 的分力。又当图中绳 OA 被剪断瞬时，重力 G 的分力又如何？

图中重力 G 可按图1-10甲分解。

其中 $F_1 = G / \cos \alpha$ 对 OB 绳产生拉力；

$F_2 = G \cdot \tan \alpha$ 对 OA 绳产生拉力。

当 OA 绳剪断瞬时， G 的分力 F_1 、 F_2 如图1-10乙所示。

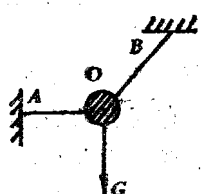
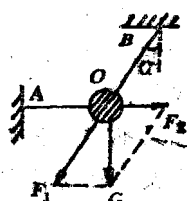
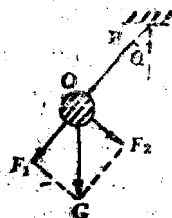


图 1-9



甲



乙

图 1-10

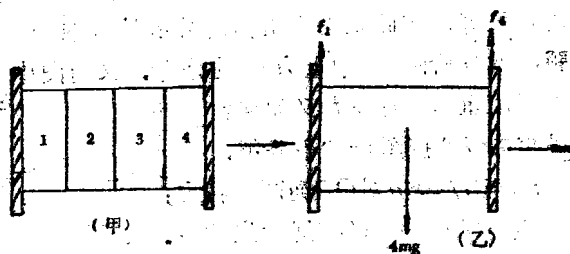
$F_1 = G \cos \alpha$ 对 OB 绳产生拉力;

$F_2 = G \sin \alpha$ 产生加速度效果。

(四) 注意受力分析的整体法与隔离法的运用

例题: 如图1-11(甲)所示, 有四块相同的木板质量均为 m , 现用两块同样材料的夹板沿水平方向夹住木板不动。试析四块木板间所受摩擦力的情况。

本例属于由四块木板组成的连接体的受力分析问题。可



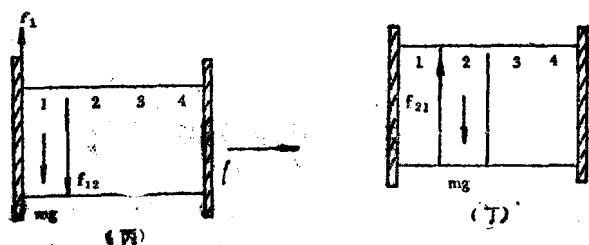


图 1-11

作这样分析。(1)先取四块木板做为整体分析受力最为简单如图1-11(乙)所示,此时木板间相互作用的摩擦力为内力,暂不考虑。则整体受两端夹板的静摩擦力 f_1 、 f_4 和整体重力 $4mg$ 三个力而平衡。故有 $f_1 = f_4 = 2mg$, 方向均竖直向上。

(2)隔离木板1为研究对象,并取竖直向上为正方向,由(丙)图受力分析和平衡条件可得: $f_1 - mg + f_{12} = 0$, 故木板2对1的静摩擦力 $f_{12} = -mg$ (负号说明力的方向向下)。(3)依次隔离木板2、3、4并做同样分析,可得下面结果:

木板1对2的摩擦力 $f_{21} = mg$, 方向向上(图1-11(丁))。

木板2和3之间摩擦力为零。

木板3对4的摩擦力 $f_{43} = -mg$, 4对3的摩擦力 $f_{34} = mg$ 。

总结:隔离法常作对物体受力的全面细致分析,而整体法由于将物体系内物体间的相互作用力化为内力,使受力分析简化。