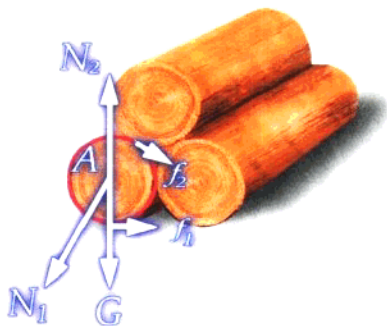


名师解惑丛书



物体的平衡

赵高潮 编著

山东教育出版社

名师解惑丛书

物体的平衡

赵高潮 编著

山东教育出版社

名师解惑丛书
物体的平衡
赵高潮 编著

出 版 者: 山东教育出版社
(济南市纬一路 321 号 邮编: 250001)
电 话: (0531) 2023919 传真: (0531) 2050104
网 址: <http://www.sjs.com.cn>
发 行 者: 山东教育出版社
印 刷: 山东新华印刷厂临沂厂
版 次: 2001 年 4 月第 1 版
2001 年 4 月第 1 次印刷
规 格: 787mm $\times$ 1092mm 32 开本
印 张: 6
字 数: 115 千字
书 号: ISBN 7-5328-3109-4/G $\cdot$ 2807
定 价: 5.70 元

如印装质量有问题, 请与印刷厂联系调换
地址: 临沂市解放路 76 号 邮编: 276002
联系电话: (0539) 8222161 转 3009

图书在版编目(CIP)数据

物体的平衡/赵高潮编著. — 济南: 山东教育出版社, 2000
(名师解惑丛书)

ISBN 7-5328-3109-4

I. 物… II. 赵… III. 物理课—高中—课外读物
IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 52789 号

02302/16

再版说明

“名师解惑丛书”出版发行以来,以其新颖的编写体例和缜密的知识阐述,深受广大读者青睐,曾连续多次重印。

近几年来,基础教育正发生深刻的改革:“科教兴国”战略深入人心,素质教育全面推进,与此同时,以“普通高等学校招生全国统一考试试卷”为主要载体,所反映出的高考招生改革信息和发展趋势,迫切需要广大教师和莘莘学子以新的视角和思维,关注并投身到这场改革之中。

有鉴于此,我们对“名师解惑丛书”进行了全面修订。此次修订将依然保持被广大读者认同的,每一册书为一个专题讲座的模式,围绕“如何学”、“如何建立知识间的联系”、“如何学以致用”等,帮助广大学生读者解决在学习知识和考试答卷过程中可能遇到的疑难问题。更重要的是,最新修订的“名师解惑丛书”在如何培养学生的创新精神和创造能力,联系现代科学技术及其在日常生产生活中的应用方面,做了较大的充实和修订……

丛书的编写者和出版者相信,您正在翻阅的这本书,将有助于您目前的学习。



作者的话

力是物理学中最重要的概念,对力的真正认识是从对力所产生效果的研究开始的. 物体的平衡问题实质上是力的平衡问题,当合外力满足一定条件时,物体的运动状态不再发生变化,由于合外力遵循一定的规律,所以可以通过已知力来研究未知力,这就是物体的平衡的核心内容.

本书从研究物体的平衡的参考系开始,从不同角度分析了平衡的特征,介绍了研究平衡问题的方法,如合成法、分解法、正交分解法,以及拉密定理、平行四边形定则、矢量三角形定则等. 对特定的物理问题,如极值问题等,通过物理分析和应用数学工具进行了研究. 对有关概念进行了阐述和解释,如动摩擦因数的数值范围,许多学生误以为最大不能超过 1,本书对该问题做了回答.

物理学的构成不仅有知识内容,更重要的是物理学科思维方法. 学科思维是通过知识载体逐渐形成的,一旦思维方法形

成便不再依附知识载体而可以独立存在。本书将物理学思维方法做为重要的内容。

本书的编写思路有两条。一是,构建物体的平衡比较完整的体系,包含研究物理的方法和学科思维方法。二是,对中学生普遍感到困惑的问题进行诠释,其中有些问题在中学教材和其他书中涉及较少。

本书的内容以高考水平为主,但涉及的知识面较宽,有少数问题达到高中物理竞赛水平,同学们可根据自己的特点合理取舍。

2000 年 12 月

作者简介 赵高潮,1956 年 2 月出生,1982 年毕业于山东师范大学物理系,中学高级教师,曾在青岛九中和青岛二中任教,现任青岛市普通教育教研室副主任兼高中物理教研员,山东省中学物理教学研究会现代教育技术委员会副理事长,青岛市物理学会副理事长,青岛市中学物理教学研究会副理事长,青岛市第十一届和十二届人大代表。主要的著述有《物理高考百题通》、《物理能力试题创意设计百例》、《高中物理教学目标》等,撰写的教育教学论文主要有《课堂教学的策略》、《教学方法的理论支托》、《解析几何在处理物理问题中的应用》、《关于交点运动的解题方法》、《对中学物理理解能力的理解》、《静摩擦力最大与最大静摩擦力》、《算术平均力与几何平均力》等。

名师解惑丛书

《集合与函数》

《数列 极限 数学归纳法》

《平面三角》

《平面向量》

《不等式》

《直线和圆》

《圆锥曲线》

《线 面 体》

《概率与统计》

《微积分初步》

《复数》

《物体的平衡》

《物体的运动》

《牛顿运动定律》

《守恒定律》

《振动和波》

《气体的性质》

《电场和磁场》

《电路》

《电磁感应》

《氧化还原反应》

《电解质溶液》

《物质的量》

《物质结构与元素周期律》

《非金属元素及其化合物》

《金属元素及其化合物》

《化学反应速率与化学平衡》

《烃及烃的衍生物》

名师解惑丛书

物体的平衡

山东教育出版社

名师解惑丛书



策划\孙永大
责任编辑\韩义华
装帧设计\革丽

ISBN 7-5328-3109-4



9 787532 831098 >

ISBN 7-5328-3109-4/G·2807

定价: 5.70元

目 录

引 言	1
一、物体平衡的特征和力	3
(一)物体平衡的特征	3
1. 研究平衡的参照系——惯性系	4
2. 物体平衡的运动特征	4
3. 平衡物体的受力特征	6
4. 平衡物体所受力的几何特征	7
(二)力的分类	10
1. 万有引力和重力	12
2. 弹力	14
3. 摩擦力	18
4. 浮力	24
5. 受力分析的基本方法	30
二、物体的平衡	35
(一)质点的平衡	35
1. 合成法	35
2. 分解法	36
3. 正交分解法	37
4. 比例法	37
5. 几何法(矢量三角形法)	39

6. 拉密定理	40
(二)刚体的平衡	59
1. 刚体平衡方程	59
2. 刚体平衡向质点平衡的转化	61
3. 力偶和力偶矩	65
4. 重心位置的确定	66
5. 求解刚体平衡问题	71
(三)物体的平衡种类	86
(四)物体组的平衡	100
三、物体平衡的思想方法	123
(一)极值问题	123
1. 自锁现象	123
2. 极值问题的求解方法	125
(二)物理科学思维及方法	146
1. 理想化方法	147
2. 等效方法	150
3. 推理方法	157
4. 实验方法	163
练习题	175
参考答案	182

引 言

物体的平衡实质是力的平衡,这部分知识内容是中学生第一次遇到的关于力的应用问题,在物理学中占据重要地位.研究平衡问题的方法与研究动力学问题的方法有许多相似之处,是贯穿整个高中物理阶段的重要内容.例如,热学中研究压强时分析“液片”两侧所受的力就运用了处理平衡问题的方法,电磁学中带电粒子的运动常常与平衡问题相关.

平衡问题在生活当中相当普遍,桥梁、楼房、汽车、自行车等建筑或工具都与平衡有关.马路中间的隔离栏的设计变化也反映了对平衡问题的科学认识,曾经有一段时间隔离栏是封闭的,成为隔离墙,上面挂满各种广告,当遇到横向风时,隔离墙受到很大的作用力而容易被风刮倒,后来改为栅栏式,大大地减小了风的作用力.耸立在高楼大厦屋顶的广告牌,承受着风的巨

大作用力,用多少钢筋来拉,需要科学的计算,而计算的依据就是力的平衡规律.履带式挖掘机可以在陡度很大的路面上行驶,是运用了稳定和力矩平衡知识而设计的.

研究平衡问题的方法包含了许多物理学的基本方法.平衡问题中最基本的内容是由已知力来分析确定未知力,这是推理思维的应用.解决平衡问题最主要的方法——正交分解法既反映了力的独立性原理,又反映了等效思想,而且还含有将事物分类、有序的辩证思想方法,分解的过程是由少到多的过程,但由于“有序”,而简化了问题.

学习有时是枯燥的,但当我们发现其中蕴含着一个非常广阔的空间时,会为之着迷,物体的平衡正是丰富的矿藏,只有你肯钻研,就会有丰硕的收获.

一、物体平衡的特征和力

(一)物体平衡的特征

物体相对于惯性参考系保持静止状态或做匀速直线运动称为物体平衡,简称平衡.这里所指的物体是刚体,刚体是一种理想化模型.在受到外力作用时,形状和大小不发生变化的物体称为刚体.

物体之间的相互作用称为力.力能产生两种效果,一是使物体的形状发生变化,二是使物体的运动状态发生变化.对刚体而言,力只能改变其运动状态,不必考虑其形变问题.不受外力作用的物体,一定处于平衡状态.受到两个以上的外力作用,只要合力为零,即不改变物体的运动状态,那么物体也必定处于平衡状态.

一个物体对观察者而言,运动状态没有发生变化,那么是否可以断定该物体处于平衡状态呢?

这就涉及到研究物体平衡的参照系问题。

1. 研究平衡的参照系——惯性系

如图 1-1 所示,三个物体 A、B、C 分别放在静止、做匀速直线运动和做加速运动的车中,三个物体相对于各自车中的观察者甲、乙、丙未发生运动,哪个物体处于平衡状态呢?

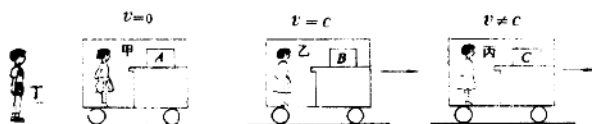


图 1-1

研究平衡是以惯性系为参照系。观察者丁静立在地面上,与观察者甲和乙均处于惯性系,由于物体 A 和 B 对惯性系的运动状态未发生变化,所以 A 和 B 处于平衡状态,而物体 C 对惯性系的运动状态发生改变,所以物体 C 不处于平衡状态。

因此,判断物体是否平衡不能以观察者丙(非惯性系)为参照系,而应以惯性系为参照系。当我们说物体平衡而未指明参照系时,一定都是指惯性系中的物体平衡。

在图 1-2 中,小车匀减速驶上一斜坡,车中物体 A 相对于车未发生移动,研究物体 A 是否处于平衡状态时,不能以车中的观察者为参照系,而应以惯性系为参照系,即以地面为参照系,物体 A 处于非平衡状态。

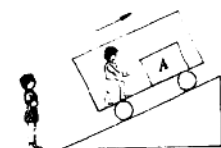


图 1-2

2. 物体平衡的运动特征

处于平衡状态的物体具有一定的特征,这些特征是研究平衡问题的依据.从运动的角度,平衡分静止平衡和运动平衡两种情况,其中,运动平衡又分为平动平衡和转动平衡.

例如,在图 1-1 中,物体 A 的运动参量:速度 $v=0$ 、加速度 $a=0$,是静止平衡,即以地球为参照系,速度和加速度均为零的物体是处于静止平衡.物体 B 的运动参量:速度 $v=\text{常数}$,加速度 $a=0$,是平动平衡.质点或物体处于加速度 $a=0$ 的状态时都是平衡状态.图 1-3 中,物体 P 绕固定转轴 OO' 以角速度 ω 匀速转动,这种平衡叫做转动平衡.当角速度 $\omega=0$ 时,转变为静止平衡.

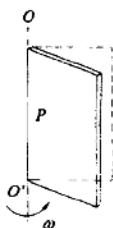
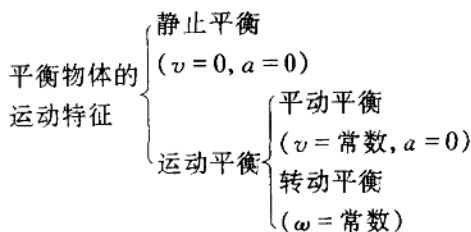


图 1-3

上述分析和讨论可概括如下:



那么,竖直上抛的物体到达最高点时是否处于平衡状态?

判断物体是否处于平衡状态,关键要看加速度是否等于零,而与运动速度的大小无关.物体在最高点时,速度 $v=0$,而加速度 $a=g$,所以物体不处于平衡状态.令初学者常感迷惑的问题是,按照“速度等于零就是静止”的思路,却得出了相反结果.症结在哪里呢?

有两个问题需清楚.第一,对静止概念的理解.当速度

$v=0$, 而加速度 $a \neq 0$ 时, 物体处于瞬间静止, 而不能保持静止, 是“假静止”, 不符合平衡特征. 第二, 平衡特征中速度 $v = \text{常数}$, 是指物体在一段时间内运动状态不变化, 而不是指某一时刻的情况. 所以, 平衡的含义应指持续平衡, 而不是瞬时状态. 平衡特征中速度 $v = \text{常数}$ 比 $v \neq 0$ 更能准确地反映平衡的内涵.

当这些问题弄清楚之后, 对竖直上抛的物体在最高点是否处于平衡, 就能认识得更加深刻, 一些更具迷惑性的问题也会迎刃而解.

例如, 水平放置的弹簧振子在最大位移处和平衡位置处是否处于平衡? 在振子的最大位移处时, 速度 $v = 0$, 而加速度 $a \neq 0$, 故振子不平衡. 在平衡位置处时, 速度 $v \neq 0$, 而加速度 $a = 0$, 振子处于“瞬时平衡”状态, 但在一段时间内速度不能保持常量, 不符合持续平衡条件速度 $v = \text{常数}$, 故不能保持平衡.

3. 平衡物体的受力特征

物体的平衡状态由物体所受的合外力情况决定, 对质点和受共点力作用的物体, 当加速度等于零时, 所受的合外力为零, 用数学形式可表述为 $\sum F = 0$, 对平面力系, 平衡方程为

$$\sum F_x = 0, \sum F_y = 0.$$

对有固定转动轴的物体, 因受转轴的约束, 物体没有平动, 只需考虑合外力矩即可, 平衡方程为

$$\sum M = 0.$$

对受非共点力作用的物体, 要满足平动加速度为零且不加速转动, 故一般平衡方程为