

普通高中课程标准实验教科书

物理

选修 2-2

教师教学用书

人民教育出版社 课程教材研究所 编著
物理课程教材研究开发中心



人民教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

物理 选修 2-2

教师教学用书

人民教育出版社 课程教材研究所
物理课程教材研究开发中心 编著

人民教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

物理 选修 2-2

教师教学用书

人民教育出版社 课程教材研究所 编著
物理课程教材研究开发中心

*

人民教育出版社 出版发行

网址: <http://www.pep.com.cn>

北京瑞诚印刷有限公司印装 全国新华书店经销

*

开本: 890 毫米 × 1 240 毫米 1/16 印张: 3.75 字数: 86 000

2005 年 6 月第 1 版 2006 年 12 月第 2 次印刷

ISBN 7-107-19089-X 定价: 4.90 元
G·12179(课)

著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究
如发现印、装质量问题,影响阅读,请与本社出版科联系调换。
(联系地址:北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编:100081)

编者的话

在教材编写过程中，编者与一线教师进行了广泛而深入的交流。有些共同性的问题在此做一些说明。

1. 定位

物理学对于技术的发展和人类文明的进步起着重要的推动作用。在日常生活中，从交通工具、家用电器直到医疗设备等，物理学的技术应用已深入到每个角落。

《普通高中物理课程标准（实验）》规定，在2-2模块中“学生要了解一些与技术直接相关的物理学知识；认识一些用科学知识解决技术问题的基本途径；在学习物理内容和技术应用过程中加深对科学技术的亲近感；体会科学与技术相互促进又相互制约的关系以及科学技术与社会发展的关系。”

根据普通高中物理课程标准（实验），选修系列2的要求，本书的编写宗旨是“以物理学的核心内容为载体，侧重从技术应用的角度展示物理学，强调物理学与技术的结合，着重体现物理学的应用性、实践性”。

下面分几方面谈一下我们在教材编写时的一些思考：

（1）精选物理知识，突出技术应用

课程标准要求“学生要了解一些与技术直接相关的物理学知识”。

与技术直接相关的物理知识很多，课程标准对教学内容所作的原则性规定，成为教材编写时选择教学内容的依据。即便如此，在选择与之相关的知识时，不应简单地把知识罗列和堆砌，应在“以物理学的核心内容为载体”，以及它的技术应用方面下功夫。

例如，各种传动机构和工作机械的使用方便了我们的生活。日常生活所见的材料与结构、机械与传动装置，对当代社会的发展有深远的影响。而在承重结构（梁、拱、桁架和网架）设计中，必须考虑材料的形变问题（包括弹性形变与范性形变），因此研究物体在外力作用下的形变特点，自然应成为学生必须了解的内容。又如机械的使用十分普遍，常用的传动装置（包括齿轮传动和带传动、液压传动）和常用机构（包括铰链四杆机构和凸轮机构）正是机械的重要组成部分。因此，这些具体的机械方面的知识也应是学生学习的主要内容。

桥梁、起重机、建筑物等，都需要保持平衡状态。平衡状态下的受力分析成为核心内容，我们正是利用力及力矩平衡的条件来解决物体平衡问题的。

热机的发明和发展对当代社会有深远影响，教材在介绍热机原理的基础上，从热机技术的角度，展示了从外燃到内燃，从活塞到轮机及喷气发动机的发展历程并重点讨论了在现代生活和技术中有广泛应用的活塞式内燃机的主要技术指标的意义。

制冷机牵涉到能量交换与转换关系、蒸发致冷、效率、循环等知识，这些知识都是物理学的核心内容，也是学习制冷机的预备知识，既要让学生对此有一定的了解，又要恰当把握难度。特别是关于能量交换与转换关系、效率和循环，我们把它放在热机中用类比的方法学习，从而降低难度。对于制冷机的技术应用，从能量守恒和转化的观点来审视制冷机中循环是核心，抓住这个核心内容，可以很好地解释

制冷机的制冷系数等。

(2) 认识基本途径, 继续学习探究方法

课程标准要求“认识一些用科学知识解决技术问题的基本途径”。

在近代, 物理学的一些原理的突破, 导致新的技术出现的例子不胜枚举。在本模块中, 涉及到 18 世纪工人瓦特在前人工作的基础上制成了实用的蒸汽机。但是那时的热机效率只有 5~8%, 如何提高热机效率成为技术进步向科学发展提出的问题。它促使卡诺定理的提出和热力学第一、二定律的建立, 推动了物理学的发展, 并使热机效率得以大幅度提高。这正反映出科学与技术的联系。在热机效率和制冷系数的讨论中, 隐含着卡诺定理和热力学第二定律, 它从原理上解决了热机效率问题。

任何一台设备都由大量的部件组成, 其中任一部件的改进或更新, 都会对设备的功能有所改进。例如“齿轮”是一种十分简单的部件, 但是在多种产品中有很好的应用。

根据某一目标, 综合运用多种科学知识设计、制造新的设备或装置, 是技术应用的重要途径。本模块第 3 章中, 选用了多种用途的机器人。

以上都是科学史上科学家和发明家运用科学知识解决技术问题的一些途径。学生学习时会有所认识, 有所启发。

更重要的是要激发学生运用科学知识解决一些实际问题的兴趣以及了解和掌握一些解决问题的方法、途径。教材通过“广角镜”、“大家做”、“思考与讨论”、“课题研究”等栏目提出课题, 鼓励学生应用学过的知识解决一、两个生活中遇到的问题, 体会一些用科学知识解决技术问题的基本途径。

在科学研究和技术开发中, 探究是基本方法。在必修模块中, 学生已初步学会用科学探究的方法提出问题、分析问题和解决问题。本模块仍然继续坚持这一方法。

(3) 打破神秘感, 加深亲近感

课程标准要求“在学习物理内容和技术应用过程中加深对科学技术的亲近感”。

随着现代科技发展, 越来越多的新产品进入寻常百姓家, 人们对科学技术感到亲近的同时, 由于缺乏对其了解, 不免产生神秘感。

例如, 近年来, 电冰箱和空调器不仅早已普及, 而且其更新换代之快, 使人目不暇接。人们在享受使用方便的同时, 也希望对其工作模式、常用术语和各种功能有所了解。教材从蒸发致冷、制冷机循环制冷过程、能量交换与转换关系出发, 介绍电冰箱和空调器, 使学生初步了解“电冰箱”的机理。对于层出不穷的电冰箱和空调器(如“半导体电冰箱”、“变频空调器”等), 物理课不可能一一详细介绍。因此, 要使学生养成收集信息、阅读说明书的习惯, 培养实践能力就显得十分必要。

此外, 教材不仅在正文中设计了演示、实验、大家做的栏目, 还在课后的问题与练习中要求学生查找资料、开展调查研究, 从而拉近物理学习和生活之间的距离。这样, 就会打破学生对科学技术的神秘感, 加深亲近感。

(4) 主动体现科学、技术和社会的互动关系

课程标准要求学生“体会科学与技术相互促进又相互制约的关系以及科学技术与社会发展的关系。”

作为技术系列, 主动体现科学与技术的相互促进又相互制约的关系以及科学技术与社会发展的关系是理所当然的。

本模块所涉及的热学内容, 是开创人类历史上的第一次技术革命。教材通过热能的应用、热机和制冷机的应用, 生动地体现了科学、技术和社会的互动关系, 让学生认识物理学对于技术、经济与社会发展的影响。

2. 特色

课程标准对本系列教材的定位是“突出物理学的技术应用”。因此，我们在编写教材时，力图根据这一要求，突出以下特色：

(1) 重点保证课程标准规定的技术应用。

在课程标准中，设备、器材的名词多达 8 个，以“××在技术（或社会生活）中的应用”出现 3 次。教材均用一节的篇幅加以保证。全书共 21 节，以设备、器材或应用为标题的达到 11 节。

(2) 处理好“物”和“理”的关系

课程标准规定，本系列“以物理学的核心内容为载体，侧重从技术应用的角度展示物理学”，在编写时，不是把技术应用罗列，而是分析学习这些技术应用必备的物理知识，既考虑这些知识的“去脉”，更不能轻视它的“来龙”，做到“以物带理”和“以理说物”。对相关的物理知识不求过分“严密”，而是“够用”即可。

(3) 在介绍技术应用时，一方面要着重体现物理学的应用性、实践性，另一方面也要强调其实用性

例如，学习空调器时，考虑到变频空调器的普及，人们十分关心空调器的能耗，我们增加了“变频技术”。又如，学习制冷机时，考虑到环境问题，增加了氟利昂与环境的内容，等等。

(4) 精选一些典型实例，让学生找出多种物理知识的应用，分析工作原理

例如，“观察和研究自行车的结构和工作原理”、“分析一个生活中的常用机构”、“把微小平动转化为大范围转动-螺旋测微器的原理”和“体育运动中的平衡”等等。

(5) 在突出技术应用的同时，结合我国和世界范围内与科技相关的重大事件，提出值得思考的问题，让学生关注科学、技术和社会的关系

例如，“了解机器人在生产、生活中的应用”、“减少汽车尾气污染”以及“火箭之乡和中国长征系列运载火箭”、“氟利昂与环境”等作为专题引导学生思考。

(6) 处理好教材编写上的“传统”和“出新”的关系

在继承原来教材编写中成功经验的基础上，力图在以下几方面“求新”：

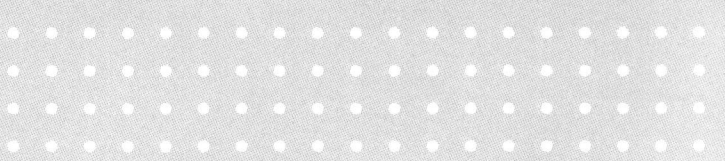
①力求做到图文并茂。本书涉及的实物一般用彩色照片；原理图都科学地绘制；适当选用漫画；每章都选用一幅最具代表性的照片作章首图，诸如我国目前跨度最大的斜拉桥、上海体育场、汽车生产线、汽车发动机和装有空调的楼房，并配以适当的文字。

②设计了一些特定的栏目。例如：提供体现技术特色的“实验与制作”；注重学生的参与，利用日常器皿的“大家做”是一些比较小的实验，有利于动手动脑学物理；体验探究过程、学习探究方法的“实验探究”；强调技术发展，反映最新实验与技术进步的“广角镜”；用于引出问题或创设大家讨论情景的“思考与讨论”，要求学生参与讨论，力求畅所欲言、当堂理解；“STS”是介绍物理与生活、技术和社会联系比较紧密的内容。

③“问题与练习”紧密结合所学知识，提出值得思考的问题，提供新的应用实例，引导学生设计和制作简单装置，外出调查、参观和访问。许多题目都是过去教材未出现过的。

④在选择技术应用的实例时，既要选取传统的、经典的应用实例，更要尽量选取最新的实例。例如，学习机械与传动装置时，除了介绍历史上的“齿轮传动”和“螺旋传动”外，更多地介绍最新的“液压传动”等；在学习机械时，除了提及传统机械外，还介绍现代机械和机器人技术。汽油机的燃油供给从化油器方式到电子喷油方式。汽油机的点火方式从感应圈点火到电子点火。

⑤除继续运用传统的演示、实验等手段外，还注意开发一些新的演示和实验，例如，“简易微型汽



轮发电机的制作”、“模型火箭的制作”。

3. 课时

本模块总课时数为 36 课时，各章分配建议如下：

章次	第一章	第二章	第三章	第四章	第五章	机动
建议课时	9	4	7	6	6	4

目 录

编者的话	1
第 1 章 物体的平衡	1
第 1 节 共点力平衡条件的应用	2
第 2 节 平动和转动	3
第 3 节 力矩和力偶	4
第 4 节 力矩的平衡条件	5
第 5 节 刚体平衡的条件	6
第 6 节 物体平衡的稳定性	7
第 2 章 材料与结构	14
第 1 节 物体的形变	15
第 2 节 弹性形变与范性形变	16
第 3 节 常见承重结构	16
第 3 章 机械与传动装置	27
第 1 节 常见的传动装置	28
第 2 节 能自锁的传动装置	29
第 3 节 液压传动	29
第 4 节 常用机构	30
第 5 节 机械	31
第 4 章 热机	34
第 1 节 热机原理 热机效率	35
第 2 节 活塞内燃机	36
第 3 节 蒸汽轮机 燃气轮机	38
第 4 节 喷气发动机	39
第 5 章 制冷机	45
第 1 节 制冷机的原理	46
第 2 节 电冰箱	47
第 3 节 空调器	48

第1章 物体的平衡

一、课程标准要求及教材处理

1. 认识共点力平衡的条件，举例说明共点力平衡的条件在生活和生产中的应用。

鉴于在共同必修1“用牛顿定律解决问题”中已经对共点力平衡的条件有初步认识，教材没有重复讲解，而是直接引用，再通过“起吊物的平衡”和“斜面的自锁”两个实例，让学生进一步学习如何运用共点力平衡的条件分析生活和生产中的实际问题。特别是在日常生活中，斜面的自锁的现象有很多，教材突出了对螺丝钉的介绍，其目的不仅为第三章的“螺旋传动”和“蜗杆传动”作了铺垫，更从物理的角度加深学生对螺丝钉作用的认识。

2. 会区分平动和转动。会描述转动。

对于平动和转动，教材没有给出定义，只是从“物体运动时每一点的运动状态是否相同”加以区分。关于转动的描述，教材强调“做转动的物体上的各点都在绕同一转动轴做圆周运动”，各点的角速度、转速都相等，这些量都可以描述转动。虽然课程标准对“转动惯性”不作要求，但教材还是作了介绍，其目的在于扩展学生对惯性的认识。

3. 通过实验认识刚体的平衡条件，能用刚体的平衡条件分析物体的平衡。

鉴于刚体的平衡条件比较复杂，牵涉的预备知识较多，教材采取逐步深入的方法来分析、研究这一问题。

教材首先介绍力矩和力偶的概念，再在初中学过的杠杆平衡条件基础上研究力矩的平衡条件，在此基础上学习刚体的平衡条件。

关于刚体的平衡条件，教材只研究受到不共点的平行力作用的刚体平衡条件。这有利于理解抬、挑重物、地秤称重物以及起重机吊重物的平衡问题。

4. 知道影响稳度的因素。

教材介绍了物体平衡的种类，指出处于稳定平衡状态的物体，稳定的程度不同。通过观察，得出影响稳度的因素，并列举增大或减小稳度的实例。

二、教学要求与建议

课时分配建议

第 1 节 共点力平衡条件的应用	建议课时 2
第 2 节 平动和转动	建议课时 1
第 3 节 力矩和力偶	建议课时 1
第 4 节 力矩的平衡条件	建议课时 2
第 5 节 刚体的平衡条件	建议课时 2
第 6 节 刚体平衡的稳定性	建议课时 1

第 1 节 共点力平衡条件的应用

教学目标

1. 认识共点力平衡条件。
2. 会用共点力平衡条件对一些相关的生活和生产实例作出分析。
3. 知道静摩擦因素和摩擦角的物理意义。
4. 了解斜面自锁的条件。

教学建议

由于共点力平衡条件是在共同必修 1 中学习的，在教学中应作必要的复习。不仅要复习共点力平衡条件，还应复习运用牛顿定律解决问题的基本方法。

“起吊物的平衡”是共点力平衡条件在生产中的典型应用。教材首先提出问题：起重机吊重物时，连接重物的钢丝绳与水平面的夹角都比较大，接近 90° 。这是为什么？

教材按照运用牛顿定律解决问题的基本方法，运用正交分解法得出 $F_1 = F_2 = \frac{G}{2\sin\alpha}$ 的结论。

教学中，应指导学生对重物的受力情况作出分析，并确认所受的三个力的作用线相交于一点，属于共点力。再将问题界定在“静止”或“匀速上升”情况下，确认处于平衡状态。然后，运用正交分解法将共点力平衡条件具体化，最后得出 $F_1 = F_2 = \frac{G}{2\sin\alpha}$ 的结论。

更重要的是，还要引导学生对这个结论作一番讨论，以回答教材提出的问题。

为了培养学生独立分析问题的能力，教材进一步提出“挂字画”、“拉大人”等问题，让学生思考、实验并作讨论，教学中都应舍得花一些时间，充分发挥学生的主体作用。

“斜面的自锁”是生产和生活中常见的现象，本教材把它列为共点力平衡条件应用的重要实例，教学中应给予足够的重视。

为了理解斜面的自锁，教材引入“静摩擦因数”和“摩擦角”的概念，教材中给出钢与钢间的静摩擦因数为 $\mu_0 = 0.1$ ，并算出其摩擦角 θ 为 $5^\circ 43'$ 是为了增加学生对斜面的自锁的条件的感性认识。

教材突出了对螺丝钉的介绍，教学中应抓住“钉上的螺纹相当于旋转的斜面”，让学生知道“螺距”

和“螺纹升角”的物理意义，为第三章的“螺旋传动”和“蜗杆传动”作铺垫，更从物理的角度理解螺丝钉能紧固机件的原理。

在本节广角镜“螺丝钉漫谈”中对螺丝钉的作用从多种角度加以描述，其目的是让学生将螺丝钉的作用从物理引申到社会，要像雷锋一样“做一颗永不生锈的螺丝钉”，潜移默化地树立正确的价值观。

实验指导和活动建议

在“挂字画”的讨论中，如果仅从绳子受力大小比较还不够，还要引导学生从装饰角度比较。可以启发学生注意观察：展览馆或一些房间，在房子天花板下方装有木制的或金属制的“挂镜线”，可以很方便地在不同地方挂不同大小的字画；没有安装“挂镜线”的房间，一般采用较短的绳子挂字画。

问题与练习参考答案及提示

1. 5.77 N, 11.55 N。

2. 21.8° 。

3. 方案一：将用甲种材料做成的物体放在用乙种材料做成的水平面上，设法用弹簧测力计勾住甲物体，将弹簧测力计沿水平方向慢慢拉，同时观察读数，当甲物体被拉动瞬间，其读数为最大静摩擦力 $F_{\max}$ ，再用弹簧测力计测出甲物体的重力 G 。因为 $F_N = G$ ，则静摩擦因素 $\mu_0 = F_{\max} / F_N = F_{\max} / G$ 。

方案二：仿照教材，利用斜面测出：将用甲种材料做成的物体放在用乙种材料做成的平面上，抬起平面的一端，设法测出平面与水平面的夹角 α ，慢慢地增大夹角 α ，当甲物体开始运动时，测出这时的夹角 θ ，则 $\mu_0 = \tan \theta$ 。

4. 这是一道动手的开放性问题，要求学生收集不同的螺丝钉。可以从形状、长短、直径、螺距、功能作比较。最好让每个学生制成一块小展板，在教室里可以搞一个小型“螺丝钉展览”。

第2节 平动和转动

教学目标

1. 会区分平动和转动。
2. 会描述转动。
3. 知道复杂运动是由平动和转动组成的。
4. 知道转动惯性的物理意义。

教学建议

从本节到第4节，教材围绕力矩和转动关系展开。教材一开始通过给出6幅图片，让学生分析各类运动有什么特点。特别是提出按“物体运动时每一点的运动状态是否相同”来划分，讨论物体运动有哪几种运动形式？也就给了学生区分平动和转动的指导。学生不一定能说出这两种运动形式的确切名称和表述，教师应从学生发表的意见入手，引导学生逐步达到比较确切的认识。

教材中图1.2-1中的甲、乙、丙，作为平动概念的引入比较容易，但是它们的运动轨迹都是直线，学生可能提出：“做平动的物体轨迹一定是直线”，教师可以先不置可否。

通过讨论，得出做平动的物体“在某一瞬时物体上各点的运动状态（位移、速度、加速度）都相同”的结论，教材指出“研究做平动的物体的运动规律时，通常将其简化为质点来处理”。但是，要注意“通常”的含义，这就对必修1有关能否看成质点的条件作出呼应。

在此基础上，可以让学生讨论，如果物体做曲线运动，在某一瞬时物体上各点的运动状态（位移、

速度、加速度)可能都相同吗?教师可以通过实际例子指出有可能,从而得出“做平动的物体轨迹不一定是直线”的结论。然后,再提出判断物体是否做平动的方法。

关于转动,学生早就有感性的认识,例如地球在转动,杠杆、滑轮等物体工作时在转动。教师的任务就是帮助学生把感性认识提高到理性认识:对平动说不!即在某一瞬时,物体上各点的运动状态都不相同,但它们都在绕同一转轴作圆周运动。既然如此,用角速度、转速等物理量描述就不言而喻了。

教材中提到“角加速度”,课程标准不要求,教师可以根据学生情况酌情处理。可以通过复习加速度来讲解角加速度,即加速度是速度的变化率,角加速度是角速度的变化率。如果说,加速度描述平动运动状态变化的快慢,则角加速度描述转动运动状态变化的快慢。

教材特别提出“转动平衡状态”的概念,为后面学习“力矩平衡条件”作准备。

关于物体既做平动又做转动的情况是十分普遍的,可以让学生多举一些例子。其目的在于让学生知道复杂运动是由平动和转动组成的。

虽然课程标准对“转动惯性”不作要求,教材却作了介绍,其目的在于扩展学生对惯性的认识。以前所说的惯性是指平动的惯性,即物体具有保持静止和匀速直线运动的性质,也就是说,保持速度的大小和方向不变的性质。

由于在高中物理教学中,不指明角速度是矢量,所以在讲转动惯性时,通过对陀螺转动的分析,指出物体也有“在绕着自己的对称轴转动时具有保持转速和转动轴的方向不变的性质”。教材更多是叙述转动惯性在技术中的应用。

问题与练习参考答案及提示

1. 平动。(学生容易认为是转动)
2. 不对。平动和转动都是对物体而言的,强调的是物体上各点做什么样的运动。做平动的物体上各点,既可以做直线运动,也可以做曲线运动。
3. ③平动;①转动;②④同时做平动和转动。
4. 平动实例:抽屉的拉、推;照相机中镜头的伸缩;光驱托盘的进、出等。

转动实例:光驱中的光盘工作时的运动;抽油烟机、洗衣机等工作时的电动机;门、窗的开、关;各种电器旋钮调整时的运动等。

第3节 力矩和力偶

教学目标

1. 了解力矩的物理意义。
2. 知道力偶的概念。

教学建议

关于力矩的物理意义,在初中已经做了粗浅的介绍。在这一节的教学,通过讨论开门时用力的情况,突出力臂的作用,再回忆初中相关的知识,指出“改变物体转动状态的两个要素是力和力臂”,从而引入力矩的概念。

关于力矩的计算,最重要的是学会通过作图找到力臂,再运用数学知识算出力臂。虽然教材没有编写例题,教师应当作指导。

关于力矩改变物体转动状态,实质是改变角速度,教材采用较通俗的说法:“使静止的物体发生转

动”。

力矩是矢量，在本节教材中没有明确指出，但是没有回避，采用“只说明力矩的大小是不够的，还必须说明力矩使物体转动的方向”，即“顺时针”还是“逆时针”，为力矩平衡打下基础。

关于力偶，虽然课程标准不作要求。但是在日常生活中经常遇到。例如，在广角镜中提到的“神舟”五号载人飞船就是靠力偶来控制翻滚的。

实验指导与活动建议

本节“大家做”要求学生学会正确使用螺丝刀。教师应予以重视。教师可以让学生在课上实际操作，互相作出评价。

问题与练习参考答案及提示

1. $2.27 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

2. $M_1 = 2 \text{ N} \cdot \text{m}$; $M_2 = 6 \text{ N} \cdot \text{m}$

3. 修表店的师傅有一种称为“开表器”的工具（图 1-1 是其中的一种），调节“旋轮”可以改变“轧扣”的距离，以适应直径不同的手表后盖。将调节好的“轧扣”插入后盖的位于直径的两个方槽。再沿打开后盖的方向旋转工具即可。其原理是“轧扣”对两个方槽施加力偶。（要求学生到修表店调查）



图 1-1 开表器

第4节 力矩的平衡条件

教学目标

1. 通过实验，认识力矩的平衡条件。
2. 能用力矩的平衡条件分析有固定转动轴物体的平衡。

教学建议

教材一开头就明确指出：在初中学过的杠杆平衡条件就属于有固定转动轴物体的平衡条件，只是牵涉到两个力矩。

实际上，有固定转动轴物体受到的力矩通常不止两个，教材是通过实验来研究的。为了使实验简单明了，仅研究三个不共点的力，其中两个力的作用线互相平行。

本实验要求学生设计表格，应启发学生明确要计算几个力矩？力矩包括大小和“方向”，为此要直接测量哪些量？

供参考的实验表格如下：

力矩名称	力 F/N	力臂 L/m	力矩 $M/\text{N} \cdot \text{m}$	使物体旋转的方向
M_1				
M_2				
M_3				

实验完成后，让学生观察三个力矩的数据有什么关系？

由于一个班的学生分多组进行实验，不同组的三个力、力臂的大小不完全一样，因此力矩也不完全一样。可以让不同组交流数据，但得到的结果是一样的。在此基础上，总结出：

$$M_1 + M_2 = M_3$$

然后, 对力矩的正负做出规定, 再得出

$$\sum M = M_1 + M_2 + M_3 + \cdots = 0,$$

或者 $M_{\text{合}} = 0$ 。

教材以斜拉桥为例, 让学生学习运用力矩的平衡条件分析有固定转动轴物体的平衡。在解答例题时, 要着重对问题做出分析。解答过程要按以下顺序:

画出桥板的受力示意图; 作出三根钢索拉力 T 和桥板的力臂, 并计算出大小; 列出力矩平衡方程; 求出力 F 的值。

解答之后应指导学生阅读本节广角镜的内容。

实验指导和活动建议

为指导学生做好“研究力矩的平衡条件”实验, 应注意以下几点:

(1) 让学生装好圆盘后, 先检查圆盘的重心位置是否在转轴上。检查的办法是让静止的圆盘转过任意角度, 放手后, 如果圆盘摆回原来的位置, 说明重心在转轴的正下方, 可以在圆盘的背面转轴的上方一定距离按一个图钉。重复上述步骤, 调整图钉的位置, 直至圆盘在新的位置平衡为止。

(2) 尽量减小圆盘的轴孔跟转轴之间的摩擦。

(3) 挂钩码时, 尽量使力臂大一些。

问题与练习参考答案及提示

1. 15 155 N。
2. 1.24×10^4 N。

第 5 节 刚体平衡的条件

教学目标

1. 知道刚体的概念。
2. 通过实验, 认识刚体的平衡条件。
3. 能用刚体的平衡条件分析物体的平衡。

教学建议

刚体也是一种理想模型。教材开始先指出物体在力的作用下都会产生变形, 再从工程实际出发, 说明在正常情况下物体变形很小, 让学生再次体会物理的理想化方法, 从而提出刚体的概念。教学中, 可以复习质点模型的提出。

关于刚体的平衡条件, 教材是从二人用扁担抬重物这一实际问题入手, 通过模拟实验研究的。

在做实验前, 应启发学生明确扁担处于平衡状态, 分析受力后, 让学生清醒地知道, 这些力不共点, 因此, 以前学过的“共点力的平衡条件”不能用; 而且, 扁担也没有绕一个“固定的轴”转动, 因此, 以前学过的“力矩平衡条件”也不能用。这样, 不仅为重新做实验的必要性提供了依据, 也为实验的结论作了铺垫。

虽然, 这个实验仅限于研究受到不共点的平行力的刚体平衡条件, 这对于解决抬、挑重物、地秤称重物以及起重机吊重物的平衡问题已经足够了。

在分析实验数据时, 分别对不同的轴计算力矩, 都得到合力矩为零的结论, 也就是说, 合力矩为零

这一条件与轴的选取无关。这就为解题时提供了方便。

本节的例题都是生产和生活的实际问题。教学中,要先让学生了解问题的实际情境,再启发学生明确属于“刚体平衡”问题,再根据刚体平衡条件分析物体的受力和受力矩的情况,列出方程求解。

对于例题1,教材是选“汽车后轮与地面接触的位置”为转动轴的。教师可以另选转动轴求解。

对于例题2,第一问涉及起重机翻倒的问题。教学中,应定性地描述翻倒的情景:满载时,是由于平衡块的重量 W 过小,起重机绕 B 点顺时针翻倒;空载时,是由于平衡块的重量 W 过大,起重机绕 A 点逆时针翻倒。

在解题时,要运用满载时临界情况, $F_A=0$ 这一条件,学生不易理解。建议定性讨论起重机所受的各力的力矩“方向”:对 B 轴,被吊物体的重力 G ,机架的重力 P ,以及轨道 A 给起重机轮子的作用力 F_A 的力矩是顺时针力矩,平衡块的重力 W 的力矩是逆时针力矩。

保持 G 、 P 不变,减小平衡块的重量 W , F_A 的大小将如何变化?得出随之减小的结论后,强调 F_A 是弹力,根据弹力产生的条件,只要 $F_A \neq 0$,起重机轮子就跟轨道 A 接触,起重机受到的各力矩仍然能平衡,不会翻倒。显然,当 F_A 减小到等于零,平衡块的重量 W 再减小,起重机的平衡条件不再满足,必然翻倒。因此,当 $F_A=0$ 时, W 的值是最小值。

这样,空载时临界情况, $F_B=0$ 时, W 的值是最大值就不难理解了。

实验指导和活动建议

1. 本节演示中,调节测力计高低,使杆在水平方向上平衡,其目的是测量力臂比较简单。
2. 本节的“大家谈”,要启发学生根据刚体平衡条件中的“合力等于零”,分别将汽车的前、后轮压在地秤上测出压力,这两个压力之和即为汽车的重量。
3. 本节的“大家做”,可以在课堂上请一位学生做,大家分析。

问题与练习参考答案及提示

1. 左端压力变小,右端压力变大。
2. 设棒长为 L ,离甲 $\frac{L}{3}$ 处; $\frac{L}{2}$ 处。
3. 仿照“大家谈”的方法,将圆木的一端放在地面上,另一端放在台秤上,读出数据。再将圆木反放,重复前面做法。两次数据之和等于圆木的重量。

第6节 物体平衡的稳定性

教学目标

1. 知道平衡的种类。
2. 知道影响稳度的因素。

教学建议

关于平衡的种类,要注意前提:物体在重力和支持力作用下平衡。只有在打破平衡情况下,通过重心位置的变化才能区分。

体育运动中,平衡的运用十分广泛,要引导学生在“大家谈”中充分发表意见。

关于稳度,是指稳定平衡中稳定的程度,教材中以“翻倒的难易程度”来定义。为此,应通过演示让学生确认:重力作用线超出支持面,物体就会翻倒。通过判断物体偏转角度的大小来说明翻倒的难

易,从而得出影响稳度的因素。

教材中列举了大量增大物体稳度和打破平衡的稳定性的实例。教学中应让学生多联系实际,举出更多实例。

问题与练习参考答案及提示

1. 从左到右依次为不稳定平衡,稳定平衡和随遇平衡。

2. 1.73 m。(如图 1-2 所示,作出汽车将要翻倒的示意图,即重力作用线通过其中一个车轮。)

3. 都是通过增大底面的面积和降低重心的高度来增大物体稳度的。具体方法是:①②装有面积较大和较重的铁制底座;③汽车四周装有可以伸缩的支腿,起吊重物时,将支腿向外支承;汽车上装有很重的压铁,以降低重心的高度。

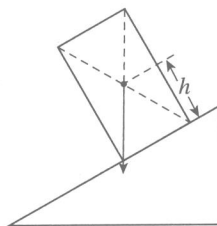


图 1-2

三、教学参考资料

1. 在处理平衡问题时,怎样分析直杆的受力?

直杆不仅能承受纵向的作用力(拉力和压力),还能承受横向的力。因此与绳相比,分析杆的受力(或杆加于接触物上的作用力)要复杂一些。静力学中常常遇到由若干根直杆构成的支架,分析和计算当支架负荷(受力)时,其中每一根杆所受的力。这里分两种情况来讨论。

(1) 多力杆

在杆上的三点或更多点受到外力作用的杆,称为三力杆或多力杆。如图 1-3 中的重杆 AB 就是一根三力杆。因为这根杆在不同的三点受到三个力作用,这就是:绳施于 B 点的拉力 T ,铰链 A 作用于 A 点的支持力 N ,以及作用于重心 C 点的重力 W 。所以,AB 杆又叫做三力杆。凡在两端受支撑的重杆,或在两端受支撑而在中间某点负重的轻杆(杆本身的质量可不计),都是三力杆。

在平衡时,三力杆受的力一般不一定沿杆的纵向(如图 1-3 所示)。根据三力平衡原理,作用于杆的三个力如不平行,则必共点。这是分析三力杆受力情况的重要依据。如图 1-3 的例中,作用于杆的重力 W 和绳的拉力 T 的方向已知。然而由于铰链与杆接触的情况是不清楚的,不可能预先确定压力 N 的方向。但是,根据三力平衡原理,只要我们确定了力 W 和 T 的作用线交点 O ,就可以断定铰链作用于 A 端的压力 N 必定沿 AO 方向。正确地作出三力杆的受力图以后,应用共点力的平衡条件列出平衡方程,根据杆的重量(主动力)和角 θ ,即可求解约束反力——拉力 T 和铰链压力 N 的大小。

以图 1-3 为例,设均匀重杆的重量为 W ,绳与杆夹角 $\theta=30^\circ$ 。由于重心 C 在杆的中点,不难看出 AOB 为等腰三角形, $\angle OAB=\theta=30^\circ$ 。杆的平衡方程沿水平和竖直方向的分量为:

$$\begin{aligned} N \cos \angle OAB &= T \cos \theta \\ N \sin \angle OAB + T \sin \theta &= W \end{aligned}$$

由此解出得:

$$T = N = \frac{W}{2 \sin 30^\circ} = W.$$

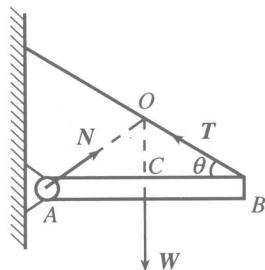


图 1-3

(2) 二力杆

只在两点受力的杆称为二力杆。如果只有二力作用于杆上的两点，这杆自然是二力杆；如果作用于杆的力有许多个，但只要这些力集中作用在杆上的两点，那么，可以把在每一点作用的诸力简化为一个力，于是仍可归结为两个外力分别作用于杆上的两点，故这杆仍为二力杆。

根据二力平衡原理，在平衡时，作用于二力杆上两点的外力必等大反向沿同一直线，所以在平衡时二力杆受的力必沿杆的纵向。与此相应，平衡时二力杆作用于外界的力也必沿杆的纵向。这是二力杆的基本性质。

图 1-4 所示的简单支架由两根不计重量的轻杆 AB 和 CB 构成，在结点 B 悬挂重量为 W 的物体，分析两杆的受力情况如下：

由于 AB 、 BC 两杆不计重量，又分别在端点受力，故两杆都是二力杆。根据二力杆受力必沿杆的道理，将绳作用于 B 点的拉力 T （大小等于物重 W ），沿 CB 和 BA 方向分解得二分力 F_1 和 F_2 。 F_1 和 F_2 便是两杆在 B 点受的力。于是可求出：

$$F_2 = T / \tan 30^\circ = \sqrt{3}W,$$

$$F_1 = T / \sin 30^\circ = 2W.$$

再根据二力平衡原理，分别考察 AB 、 BC 二杆的平衡，可以求出墙壁在 A 和 C 分别作用于两杆的力 N_A 和 N_C 的方向如图所示，大小为

$$N_A = F_2 = \sqrt{3}W,$$

$$N_C = F_1 = 2W.$$

2. 支承面作用于物体的约束力的讨论。

支承面作用于物体的约束力是分布在接触面上的（称为面力）。当我们不计物体的尺寸而把物体当质点时，也同时忽略了约束力是分布于接触面上这一事实，认为它集中作用于一点。当我们要计物体的尺寸，要考虑物体的转动时，就不能再把约束力简单地当作集中于一点的力，而应当如实地把它当作面力。这个面力在接触面上的分布情况依主动力、物体形状和接触面的方位而定，不一定是均匀分布的。我们应当具体分析，以便确定分布的面约束力的合力；或者根据力系简化的规则，将这分布的面约束力向接触面的某一点简化。下面讨论两个问题：

(1) 斜面作用于物体的支持力一定通过物体的重心吗？

当我们不计物体的大小尺寸，把它当作质点时，作用于物体的力自然也都汇交于一点。在这种情况下，常把物体当作重量集中在重心的质点，因此认为作用于物体（质点）的各力都通过物体的重心。图 1-5 表示在斜面上静止的物体（质点）的受力图，支持力 N 和静摩擦力 f 都从质心画起。

如果必须把物体作为有一定尺寸的刚体，而放弃质点模型，我们就不能够不加分析地认为作用在物体上的各力都通过物体的重心，而必须如实地表示各力的作用线。仍以在斜面上平衡的物体为例，重力 W 通过重心，静摩擦力 f 在接触面上，这是明确的。那么，斜面作用的法向约束力 N （支持力）呢？ N 的作用线能像图 1-6 甲中那样，通过物体的重心吗？

答案是否定的。图 1-6 甲中 N 的作用线位置不对，理由如下：如果按甲图中那样，那么，物体受

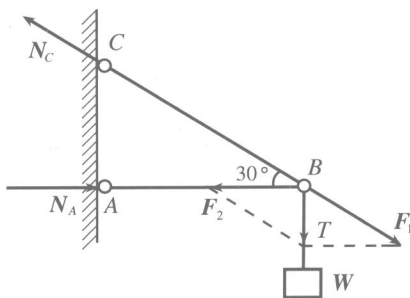


图 1-4

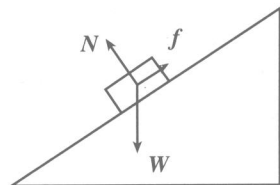


图 1-5