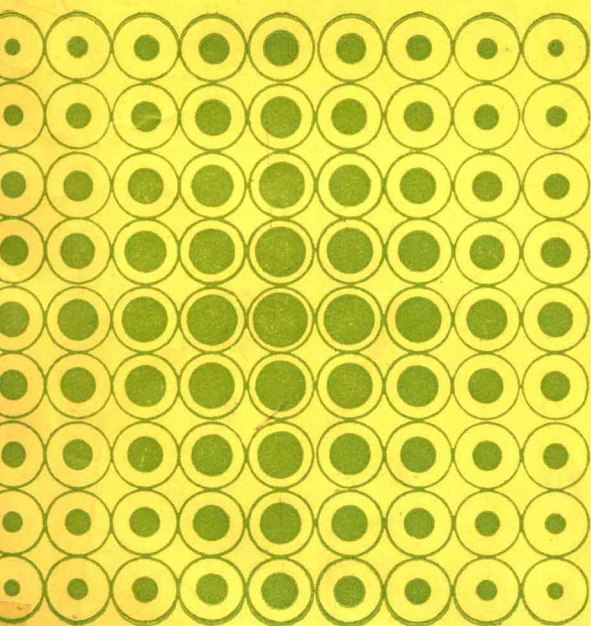


中等专业学校教学参考书 工科各专业通用

物理演示实验

程川吉



高等教育出版社

中等专业学校教学参考书

工科各专业通用

物 理 演 示 实 验

程 川 吉

高 等 教 育 出 版 社

内 容 简 介

本书系根据 1987 年国家教委审定的中等专业学校物理教学大纲编写而成的,内容比较丰富。书中共编入 69 个演示项目,对每个演示都提出了明确的要求,给出了演示方法,指出了注意事项。本书还介绍了一些行之有效的新的演示实验手段,改进了一些演示实验技巧;书后附有中专物理演示实验仪器参考资料,可供各校参考。

本书可作为中等专业学校工科各专业的物理演示实验教学参考书。也可供其它类中专学校、技工学校、职业中学及全日制高中的物理教师参考。

与本书配套使用的《物理》、《物理实验》、《物理教学参考书》和《物理解题指导》等,全部由高等教育出版社出版。

中等专业学校教学参考书

工科各专业通用

物 理 演 示 实 验

程 川 吉

*

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

上海市中华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 7.75 字数 171,000

1989 年 1 月第 1 版 1989 年 4 月第 1 次印刷

印数 00,001—10,700

ISBN 7-04-002112-9/O·754

定价 1.75 元



序

《物理演示实验》一书是根据1987年5月在成都审定的全国中等专业学校物理教学大纲编写的。全国中等专业学校物理课程组曾对物理实验教材的编写提出如下的要求：“所有实验必须是编者亲自做过的”。本书作者较好地执行了物理教学大纲和课程组的要求。

本书作者程川吉同志多年从事中学和中专物理教学，对实验教学有比较丰富的经验。这次程老师接受了本书和《物理实验》两本书的编写任务后，进行了大量的调查研究工作。除走访国家教委教学仪器研究所外，还几次参加全国普教仪器展销订货会。在大量占有材料的基础上，与他的同事们一起对中专物理演示实验仪器和方法进行研究，本书是他们劳动的结晶。

物理学是以实验为基础的科学。物理演示实验在教学中占有十分重要的地位，它不仅能在教学过程中给学生提供观察物理现象的特定条件，而且在激发学生的学习积极性、启发学生思维、培养学生分析和解决问题能力等方面都有特殊的作用。但是，从我国大部分中专（工科）物理教学来看，演示实验还远远不能满足教学大纲所提出的要求。形成这种情况的原因除“十年浩劫”带来的后遗症外，目前对演示实验在教学中的作用缺乏足够的认识、从而不重视演示实验是主要的。我希望老师们能从《物理演示实验》这本书得到启发，把演示实验教学提到应有的地位上来。千方百计地提高演示实验的开出率，从而为全面提高中专物理教学质量作出贡献。

为了提高演示实验的开出率，由物理教师动手自制仪器是重要措施。朱正元教授倡导的就地取材、因陋就简、自己动手、自制教具的精神也应该在中专物理教学中得到发扬。当然，这还是要请有关方面给予支持。

《物理演示实验》是中专物理系列教材中一本供教师的参考用书。单独作为一本中专的教学用书出版就我所知还是第一次。这是我国教育改革不断深入的表现，是国家教委对中专教育重视的结果。但正因为是第一次，所以这本身就是一种探索。我们希望能同行们的共同努力下，使已经探索的道路越走越宽，使我们的中专物理教学为培养改革形势所需要的“应用型”人才多作贡献。

全国中专物理课程组长
太原铁路机械学校

褚孟似

1988.8

前 言

国家教委 1987 年审定的中等专业学校物理教学大纲(工科专业通用)中,明确列出了演示实验的项目,这一开拓性的改革措施,对提高中等专业学校物理教学质量将有深远的影响。

中等专业学校(工科专业)物理教学的要求从整体看包括几个方面:让学生掌握一定的基础知识、一定的研究能力、基本的实验技能,培养辩证唯物主义观点等。达到这一整体要求,需通过理论教学、实验教学、课外活动等几条途径共同培养,缺一不可。作为实验教学的基本手段,演示实验的作用可从两个方面来看:

1. 帮助学生理解物理现象,掌握物理概念和规律。学生只有在大量的、丰富的感性认识的基础上,才能真正掌握理论知识。

2. 向学生提供示范,培养学生的实验素质和动手能力。事实上,能力培养总是从模仿开始,逐步向创造性发展。

就目前看,演示实验是物理教学中明显的薄弱环节。这一现象的起因是多方面的:没有规范项目、没有适用教材,买不到合适的仪器,教师动手能力不强,对实验情况缺乏检查,对开发改进演示实验未给予有效的鼓励等等。这些问题需要一系列工作逐步解决,首要的则是确定规范项目和编写教材。目标明确了,实验方法的改进,仪器的生产供应,才有方向,才能集中大家的智慧和力量把工作搞好。

本书据 1987 年教学大纲编写,共收入演示项目 76 个,其中有 67 个是大纲中规定的,另有 9 个是为配合教材而增补的。作者在编写本书时,力求达到大纲要求,也作了努力以提高“思想性、科学性、启发性、适合我国国情的先进性和教学的适用性”。但在编写过程中发现,困难比原来设想的要大得多。这不仅因为编写中专用演示实验教材是第一次,又有若干演示项目是新的;还因为中专物理教学仪器过去未成系列,若干演示没有合适的仪器。虽然尽量借鉴普教和高教的仪器,但不尽人意之处不少。再加上作者水平有限和其他原因,本书中缺点和错误之处在所难免,希望广大读者多批评指正。书中对各个实验提出的方法,未见得是最合适的,教学时可以按书中所述的方法,也可以按现有仪器自行设计其他方法。书中所列出的实验仪器用具,大部分可以买到;但是更希望老师们自己动手创制新教具,把实验水平更提高一步。从现状看,书中仅提出对演示实验的基本要求,估计要经过一段时间后,才能在提高了的基础上再向前发展。

本书是在全国中专物理课程组、高等教育出版社的关怀指导下,在国家教委教学仪器研究所、九江船舶工业学校、南昌科教仪器公司、杭州市教学仪器研究所的支持帮助下写成的。尤其是全国中专物理课程组组长、山西太原铁路机械学校褚孟似副教授,始终关心并指导本书的编写工作。在此,作者谨向他们表示最诚挚的感谢!

另外,在编写过程中,还得到九江教育学院梁玉祥老师、九江师专附中吴惟德老师、江西师

范大学周中权老师、南昌三中黄恕伯老师、九江船舶工业学校申惠英老师等许多同志的指导与帮助,作者谨在此表示深切的谢意!

程川吉

1988.7

《物理演示实验》目录

第一篇 静力学 1	演示27 受迫振动.....34
演示 1 游标尺的使用..... 1	演示28 共振现象.....35
演示 2 物体的微小形变..... 2	演示29 振动在弹性媒质中的传播.....37
演示 3 细绳拉力的特点..... 3	演示30 横波与纵波.....37
演示 4 静摩擦力的方向..... 3	演示31 水波的干涉与衍射.....38
演示 5 两个共点力的合成..... 4	第四篇 分子运动论和热学 41
演示 6 三个共点力的平衡..... 6	演示32 布朗运动.....41
演示 7 三角支架受力时两臂受力的 方向..... 6	演示33 气体的等温、等压和等容 过程.....42
演示 8 力矩盘..... 8	演示34 功热转换.....44
第二篇 运动学和动力学 10	第五篇 静力学 46
演示 9 即时速度的测定.....10	演示35 静电的产生与检验.....46
演示10 自由落体运动中的加速度.....13	演示36 电场中各处电场强度不同.....48
演示11 钱毛管(牛顿管).....15	演示37 电力线.....48
演示12 物体的惯性.....15	演示38 静电场中导体上的电荷分布.....49
演示13 物体的加速度与所受外力、 物体质量的关系.....17	演示39 静电场中导体上的电势分布.....51
演示14 作用与反作用.....13	演示40 静电场力作功.....51
演示15 物体动能与质量、速度的关 系.....19	演示41 静电感应.....52
演示16 重力势能与物体的质量和高 度的关系.....20	演示42 静电屏蔽.....53
演示17 弹性势能.....21	演示43 平行板电容器的电容.....54
演示18 机械能的转换与守恒.....22	演示44 静电除尘.....
演示19 动量守恒.....23	第六篇 直流电57
演示20 弹性碰撞和完全非弹性碰撞.....25	演示45 部分电路上的电压与电流的 关系.....57
演示21 反冲运动.....27	演示46 串联电路的分压作用.....58
演示22 平抛运动.....28	演示47 并联电路的分流作用.....59
演示23 圆周运动的线速度的方向.....30	演示48 用电器的额定功率和实际 功率.....60
演示24 影响向心力大小的因素.....31	演示49 全电路的欧姆定律.....60
第三篇 机械振动与机械波 33	演示50 外电路的短路.....62
演示25 弹簧振子作简谐振动.....33	演示51 电源的串、并联.....62
演示26 单摆.....34	第七篇 电流和磁场64
	演示52 通电导线周围的磁场.....64

演示53	磁场对通电直导线的作用	65	演示69	照相机	86
演示54	磁场对通电线圈的作用	66	演示70	光的干涉和衍射	88
演示55	电磁感应现象	67	演示71	光的偏振	90
演示56	楞次环	69	演示72	伦琴射线	91
演示57	互感现象	69	演示73	光电效应及其应用	93
演示58	感应圈	71	演示74	光谱	95
演示59	自感现象	72	演示75	云雾室	96
演示60	电子射线管	73	演示76	计数管	98
演示61	阴极射线的磁效应	74	第九篇 物理实验室的建设	99	
演示62	电磁振荡	75	一、物理实验室的布局	99	
演示63	电磁波的能量	78	二、物理实验室的常用设备	99	
演示64	电磁波的发射和接收	80	三、物理教学仪器的添购、保管和 保存	102	
第八篇 光学		82	四、实验室的安全防护	104	
演示65	光的反射、折射和全反射	82	五、维修保养和辅助技术初步	105	
演示66	光纤通讯	84	附录 中专物理演示实验仪器参考资料	111	
演示67	透镜成像	85	主要参考书目	114	
演示68	放大镜	86			

第一篇 静力学

本篇是力学的入门演示,在挑选演示项目时,尽量与理论教学相配合,在确定演示要求时,尽量与理论教学程度相一致。

本篇中各实验的演示方法都较简便可靠,效果也较直观鲜明生动,做好这些实验,既能使学生对力的概念有形象化的认识,又能培养学生对实验的兴趣,提高学生的实验素质。

近几年来,物理教学仪器有了很大改进,譬如弹簧秤,有的如图3所示在拉杆上漆有红白相间标志,有的如图4-1所示用小灯泡代替指针,这些改进都明显地提高了实验的可见度。又譬如力矩盘旁装有小滑轮,使得操作方便。这些改进为做好演示实验提供了很大方便。但另一方面,如本书前言中所述,也提倡教师们动手自制教具,以不断把物理演示实验推向前进。

演示 1 游标尺的使用

[要求]

掌握游标尺的构造及使用方法,会读精度为 0.1 mm 及 0.02 mm 的两种游标尺。

[仪器用具]

演示游标尺(精度为 0.02 mm 及 0.1 mm 两种)、圆筒状物体(木制模型)。

市面上有售的演示游标尺品种较多,最好选用游标有灯光照亮的,以提高演示的可见度。

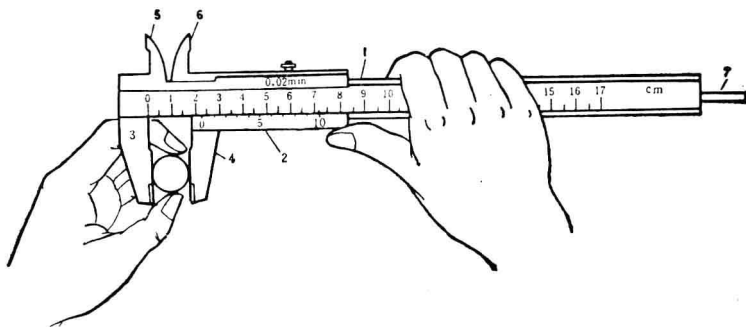


图 1 游标尺的使用

1.主尺 2.游标 3,4.外卡脚 5,6.内卡脚 7.探条

[操作]

介绍游标尺的构造及各部分的名称、用途;演示正确的握尺手势。

检查游标尺是否精确,方法是:合拢测脚,看游标的零刻度线是否恰与主尺的零刻度线对齐;否则表明尺本身存在零点误差,就如直尺端头磨损后出现零点误差那样。

用游标尺的外、内卡脚分别测量待测圆筒的外、内径。指示学生,待测物应夹在卡脚的刀

口间,夹持不宜过松过紧。

读数的方法是:先读主尺、再对游标。

先读主尺:由主尺上读出游标的零刻度线与主尺的零刻度线间的距离格数 N ,用“mm”作单位时, N 即是测量结果的整数部分。

再对游标:看游标上哪一根刻度线能与主尺上的刻度线对得较齐,就由游标上读出该根刻度线的标值 n ,以“mm”为单位时, n 是测量结果的小数部分。

测量值 = 主尺读数 + 游标读数

读数是教学难点之一,有的学生常分辨不出游标上刻线的值 n ,也有的学生常错把游标左端与主尺零刻线间距离当作 N ,演示者要帮学生纠正。教学时,重点教会读精度为 0.02 mm 的游标尺,它在实际生产中用得较多;但也要能读精度 0.1 mm 的游标尺,有些仪器上配有它以测量长度。在学生初步掌握读数方法后,再根据情况,选讲游标尺读数的原理以及在有零点误差时校正测量结果的方法等。

[注意]

若没有合用的演示游标尺时,也可用教学幻灯片演示游标尺的使用及读数方法。

演示 2 物体的微小形变

[要求]

定性演示坚硬物体在外力作用下发生微小形变。

[用具]

如图 2,在一只扁形的大玻璃墨水瓶(容积约 1 L)上加个橡皮塞,并插入一根长约 30 cm、

内径约 1.5 mm 的毛细玻璃管,在瓶内装满红色水后压紧瓶塞,使红水沿毛细管升高到超过瓶塞约 10 cm。为便于观察红水柱的升降,可在玻璃管后衬以白色纸屏。

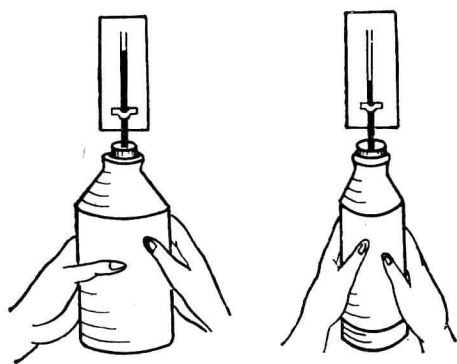


图 2 玻璃墨水瓶的微小形变

柱下降,这只能是瓶发生形变而容积增大的缘故。再用钢笔敲一敲墨水瓶,发出清脆的“啵啵”声,表明墨水瓶是玻璃瓶。

[注意]

毛细管的内径为 1.5 mm 左右时,红水柱液面的升高(或下降)可达 10 cm 左右,管的内径若过粗,则液柱面升降变化不明显,过细则液柱本身不易看清。

演示 3 细绳拉力的特点

[要求]

定量演示定滑轮两边细绳的拉力相等。

[仪器用具]

J 1101 型物理支架、J 2103 型圆筒测力计、质量 400 g 左右的重物(或钩码组)、J 2121 型演示滑轮组等。

[操作]

用轻而柔软的绳(如包扎轻小包裹用的塑料绳)穿过定滑轮系住重物,这时滑轮两边的绳所受拉力相等吗?

我们用弹簧测力计来实测。先用测力计系住绳的右端如图 3-a 所示,此时测力计的示数是滑轮右边一段绳所受的拉力。

把绳从定滑轮上解下,用测力计系在绳靠近重物的地方提住重物,如图 3-b 所示,这相当于测量滑轮左边那段绳所受的拉力。比较两次测量时的弹簧测力计示数可以看到滑轮左右两边绳受的拉力相等。

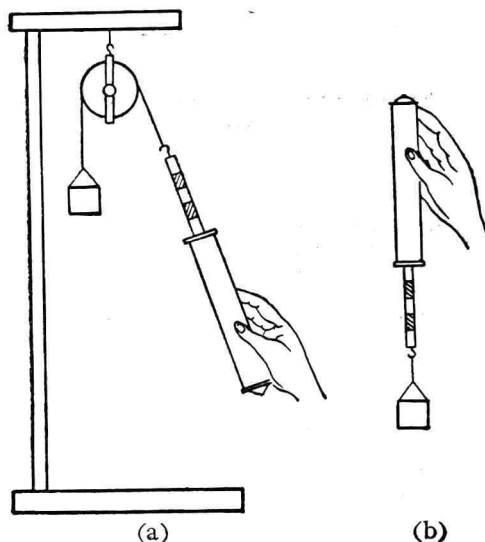


图 3 细绳拉力的特点

演示 4 静摩擦力的方向

[要求]

演示出平面或斜面上物体所受静摩擦力的方向

[用具]

长毛毛刷,最好是毛一束一束地插装在刷板上的一种。

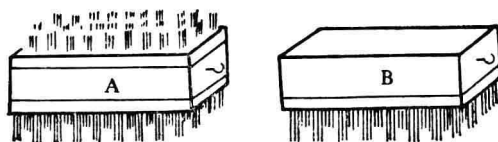


图 4-1 长毛毛刷

[操作]

在桌面上铺一层绒布以增大摩擦,把刷的长毛面放在绒布上,通过弹簧秤或线拉毛刷(不要拉力过大发生位移),刷毛发生形变,由形变可看出毛刷所受静摩擦力的方向及力的大小逐渐增加的情况(图 4-2 a)。

将两个毛刷叠放,用水平拉力拉下面的刷时,看到仅下面刷的毛弯曲,上面刷的毛不弯曲,由此说明两刷间没有静摩擦力,仅刷与桌面间有静摩擦力(图 4-2 b)

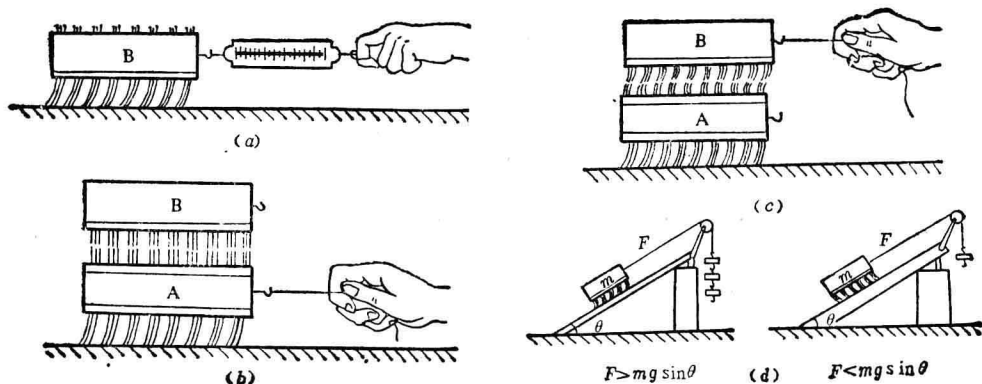


图 4-2 静摩擦力的方向

用水平拉力拉上面的毛刷,看到两刷间的毛也弯曲,且两刷毛弯曲的方向相反,可见这时两刷间也有静摩擦力,且两刷的受力方向相反(图 4-2 c)

还可演示斜面上物体所受静摩擦力的方向(图 4-2 d).

[注意]

刷毛弯曲的方向指示刷所受静摩擦力的方向. 拉毛刷时不可过分用力,若毛弯曲过度,效果反不好.

演示斜面上物体静摩擦力的方向时,可用 J 2108 型斜面小车中的斜面配合长毛毛刷使用.

演示 5 两个共点力的合成

[要求]

演示两个共点力的合力,定量演示力的平行四边形法则,演示合力大小与已知大小两力的夹角的关系.

[仪器用具]

金属黑板(500×330 mm²、木边宽 100 mm)、橡筋带(约 20 cm)两根、J 2101 型弹簧秤 3 个.

两根橡筋带应原长相等、倔强系数相同,选用时可由购得的橡筋带(或宽紧带)中,先剪下等长的几段,给它们各吊挂 500 g 砝码,挑出伸长量相等的两根.

在弹簧秤的背面用胶水粘上几块小磁体,使它能吸附在金属黑板上. 有一种专供演示用的弹簧秤,内部装有电池和灯泡,面板上没有指针,用发光区域的长度来显示受力大小,这种弹簧秤可见度好,整个教室中都可清楚地看清.

[操作]

1. 演示两个共点力的合力

把一条橡筋带的一端用图钉固定在金属黑板木边上(图 5-1 中 O 点),用两根线 M_1 和 M_2 缚在橡筋带的另一端上,双手分持 M_1 和 M_2 互成角度地拉,把橡筋带拉伸到 P 点. 指出这是

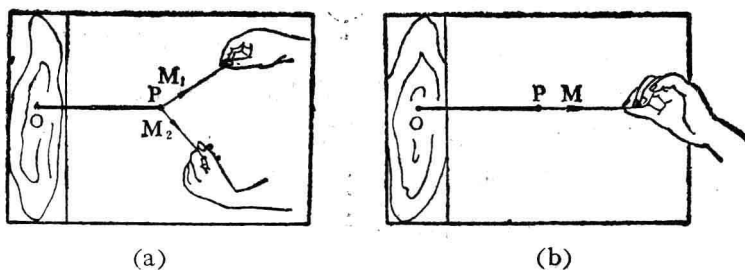


图 5-1 两个共点力的合力

两个共点力共同作用的结果(图 5-1 a)。

只用一根线 M 也可以把橡筋带拉伸到 P 点(图 5-1 b), 由于效果相同, 拉线 M 的力就是前次两个力的合力。

2. 演示力的平行四边形法则

演示时需画出力的矢量图, 为此不应直接用手拉线, 而应通过弹簧秤来拉(图 5-2)。据线的方向和簧弹秤示数(或发光区长度)分别画出两分力的矢量图 F_1 、 F_2 和合力的矢量图 F , 然后作出平行四边形。可以看到在允许的误差范围内, 力的平行四边形法则成立。

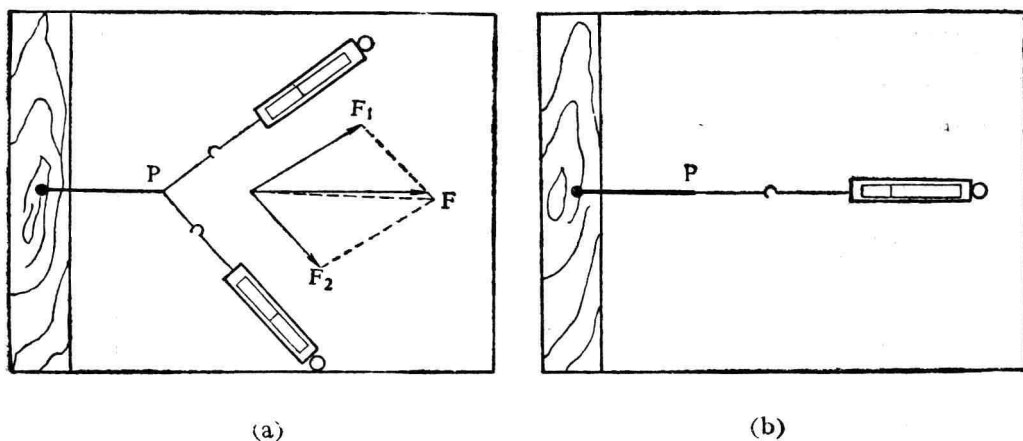


图 5-2 力的平行四边形法则

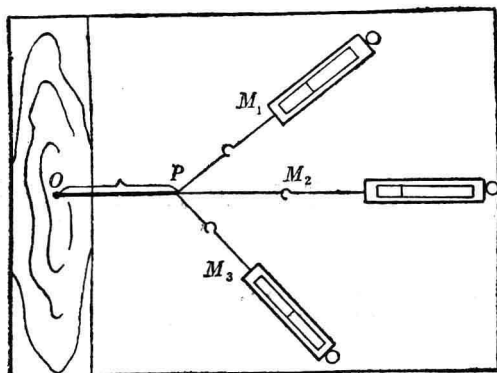


图 5-3 合力大小与分力夹角的关系

3. 演示合力大小与已知大小两力间夹角的关系

在O点再钉上另一条橡筋带。用两个弹簧秤 M_1 和 M_2 通过线拉伸一条橡筋带,用第三个弹簧秤 M_3 拉另一条橡筋带(图 5-3),使两条橡筋带都伸长到P点。

改变 M_1 和 M_2 间的夹角,但注意不改变 F_1 和 F_2 的数值,使橡筋带伸长到另一点Q,接着调整 M_3 的位置使另一条橡筋带也伸长到Q点,可看到 F_3 的大小和方向都发生了变化。

演示时应先将 M_1 、 M_2 间夹角取得较大,然后逐渐减小,可看出随着夹角的减小合力将变大;反之若夹角逐渐增大则合力减小。

演示 6 三个共点力的平衡

[要求]

定量演示出三力平衡时任何两个力的合力都与第三个力等值而反向。

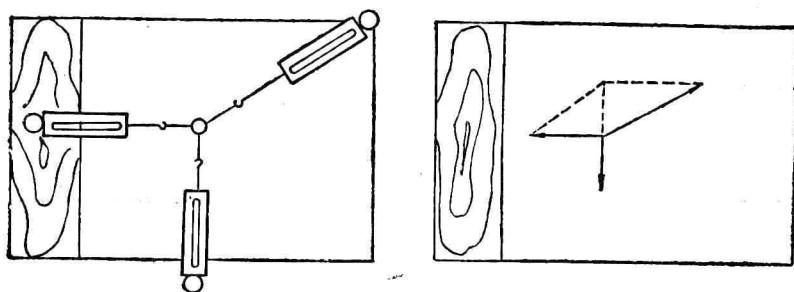
[仪器用具]

金属黑板、J 2101 型弹簧秤 3 个、细线、直尺等。

弹簧秤背面粘上几块小磁铁,使它能吸附在金属黑板上。最好用秤内部装有灯泡,且用发光长度代替指针显示受力大小的那种弹簧秤。

[操作]

用三根细线系在一个小圆环上,分别用三个弹簧秤拉三根线,调整各弹簧秤的位置使圆环到达金属黑板上的某个做有记号的地点,这就明显地表明三个弹簧秤的拉力已达平衡(当然,圆环停在别的地点时,三个弹簧秤的拉力也平衡,但刚才的做法更易使学生理解)



(a)操作示意图

(b)矢量图

图 6 三个共点力的平衡

根据各弹簧秤的示数及细线的方向,从圆环中心开始作出各个力的矢量图,由图上可以看到,任何两个力的合力,都与第三个力大小相等方向相反。

演示 7 三角支架受力时两臂受力的方向

[要求]

演示三角支架挂上重物时两臂受力的方向。

方法一:

[仪器用具]

拉压测力计 2 个(10 N)、砝码 0.5 kg 或重物、支架等。

把拉压测力计钉在木条上，木条用元宝螺丝安装在木支架上，木条背面还有销钉插在支架圆环的孔内，如图 7-1，下面那个测力计的拉杆用粗铁丝加长，两个测力计和木支架构成三角支架。

[操作]

往支架端点挂上砝码或重物，上面的测力计拉杆伸长，表明受到拉力；下面的测力计拉杆缩短，表明受到压力。

改变销钉在木支架圆环上的位置以调节三角支架两臂的夹角，再做一次，仍看见上臂受拉力、下臂受压力。

[注意]

所用仪器可以自制，也可利用“高中静力学演示教具”中的零部件组装成。

方法二：

[仪器用具]

用木板、木杆和橡皮膜自制成三角支架，如图 7-2 所示。

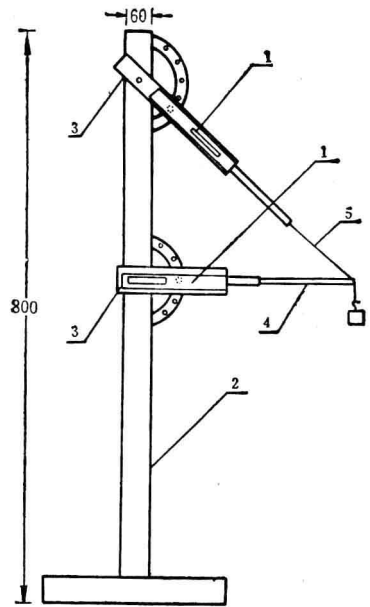


图 7-1 用测力计演示三角支架两臂受力的方向

- 1. 拉压测力计 2. 木支架 3. 木条
- 4. 加长粗铁丝 5. 线(或铁丝)

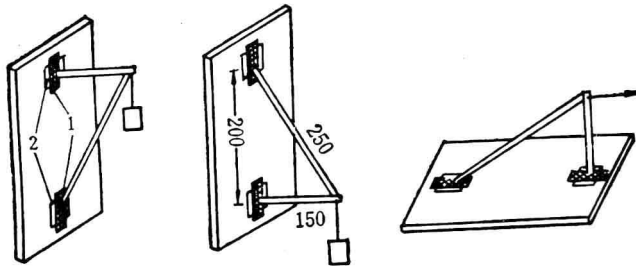


图 7-2 用橡皮膜演示三角支架两臂受力方向

- 1. 橡皮膜(如球胆等) 2. 木板上的洞

[操作]

往支架端挂重物(或用线拉)，由橡皮膜形变的方向可看出支架两臂各自的受力方向。

[注意]

橡皮膜的形变不如测力计明显。但是这一方法中，支板可以平放，可模拟电线杆受到电线拉力时的受力方向。

演示 8 力 矩 盘

[要求]

1. 定量演示当 $\Sigma M=0$ 时,有固定转轴物体平衡.
2. 演示力臂的计算方法.

方法一:

[仪器用具]

演示力矩盘、J 1101 型物理支架、J 2106 型钩码等,如图 8-1.

[操作]

1. 演示 $\Sigma M=0$ 时力矩盘平衡

将力矩盘装到物理支架上,三个挂砝码用的小滑轮也固定在物理支架上,注意使盘面垂直,用手轻拨盘面看是否能灵活转动,这一方面是检查安装是否合适,另一方面也演示出外力矩能使原来静止的物体发生转动.

盘静止后,在盘面插上销钉并挂上砝码 P_1 ,盘将转动到某个位置才静止,指出这时力的作用线恰好通过转轴, $M=0$.

再挂上 P_2 ,力矩盘将转到另一位置静止,

指出这时 P_1 产生的力矩 M_1 和 P_2 产生的力矩 M_2 均不为零,但是 $M_1 + M_2 = 0$.

再挂上 P_3 ,盘又转动,到另一位置静止后,可看出 $M_1 + M_2 + M_3 = 0$. 如图 8-1 所示.

2. 演示力臂的计算方法

如图 8-2,先在盘上挂砝码组 P_1 和 P_2 ,使它们的力矩平衡.用彩色粉笔画出与力 P_2 对应

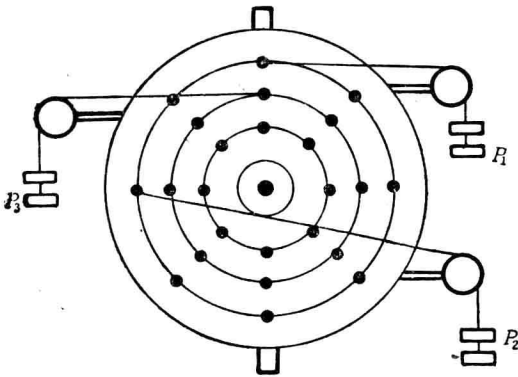


图 8-1 用力矩盘演示有固定转轴物体的平衡

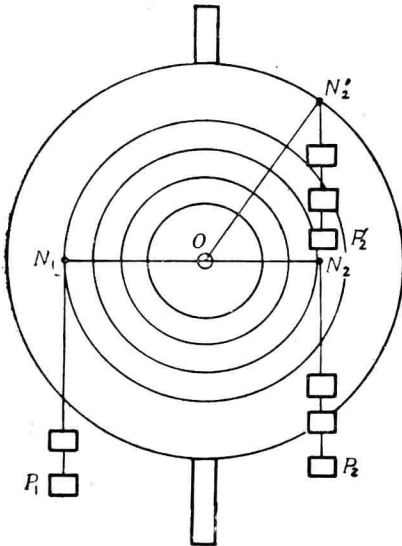


图 8-2 力臂

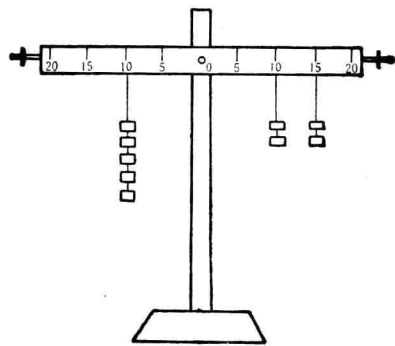


图 8-3 用杠杆演示有固定转轴物体的平衡

的力臂。

将 P_2 改挂到一另位置 N'_2 , 盘仍保持静止,乍看起来, $ON'_2 > ON_2$, 为什么 P_2 产生的力矩却没有变化呢? 原来, 轴到力的作用线的距离并未改变, 可见力臂是转轴到力作用线的距离。

[注意]

实验前应检查力矩盘的重心是否恰在转轴上, 方法是稍许转动一下盘面, 看是否能随遇平衡。若不然, 可在盘背面适当的地方贴一小块胶布作平衡物, 尽量使盘的重心离轴近些。还应在转轴上涂些润滑油以减少转动时的摩擦。

方法二:

[仪器用具]

J 1101 型物理支架、J 2119 型杠杆、J 2106 型钩码等。

[操作]

演示 $\Sigma M = 0$ 时杠杆平衡。步骤同方法一。