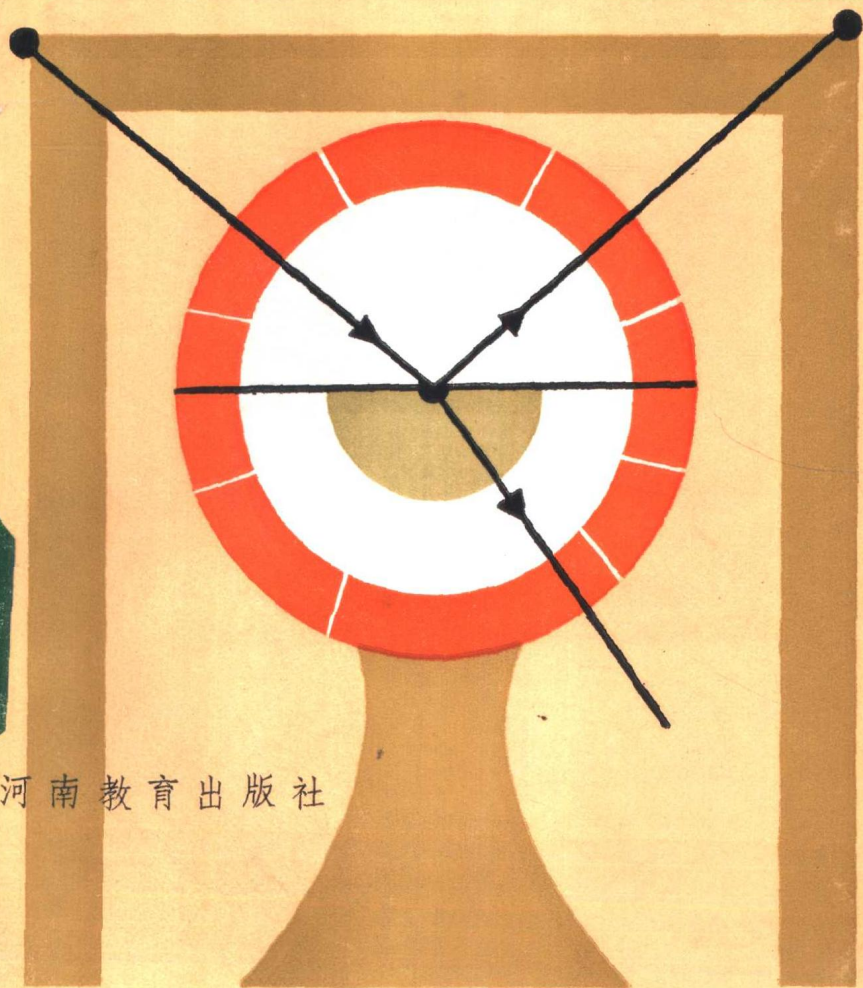


# 高中物理 演示实验教学

高云昭



河南教育出版社

# 高中物理演示实验教学

高云昭等

河南教育出版社

# 高中物理演示实验教学

高云昭

责任编辑 范敬儒

河南教育出版社出版

河南周口地区印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787×1092毫米 32开本 7印张 132千字

1984年9月第1版 1984年9月第1次印刷

印数: 1—4,860册

统一书号 7356·38

定价0.60元

## 前 言

物理学是一门实验科学。演示实验是中学物理教学的重要环节。通过演示实验，应使学生对物理现象有清晰的了解，对物理概念能深刻的理解，并明确物理规律等是以实验为基础而建立的。此外，还应让学生在观察教师作演示实验的过程中，学习到一定的实验技能和探索物理知识的方法。

本书是根据全日制十年制学校，中学物理教学大纲（试行草案），并参考全日制六年制不分科的重点中学物理教学大纲（征求意见稿）所规定的高中物理演示实验内容编写的。编者结合多年的教学经验，注意介绍在进行演示实验的过程中，怎样启发学生的思维、如何引导学生有目的地进行观察、提出哪些问题以活跃课堂气氛，以及采用什么方法来培养学生总结自然规律的能力等。

执笔编写本书的有高云昭、王新房、王静洲、张钧棠、张建军、张明川、张治平、郑慎学、郑振亚、胡广兴、乔如海、朱登海、孙建民、郭秉衡、侯达士、吴桂明和周敬梓等同志，全书由高云昭同志统稿。

本书在编写过程中，得到开封市物理学会和教育局教研室以及李秀岷同志的支持与帮助，在此谨致谢意。

编 者

1983.11

## 目 录

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| 1. 物体重心的测定.....            | ( 1 )  |
| 2. 静摩擦和滑动摩擦.....           | ( 2 )  |
| 3. 作用力与反作用力的关系.....        | ( 5 )  |
| 4. 力的合成的平行四边形法则.....       | ( 7 )  |
| 5. 合力的大小与分力间夹角的关系.....     | ( 9 )  |
| 6. 力的分解.....               | ( 10 ) |
| 7. 共点力作用下物体的平衡.....        | ( 12 ) |
| 8. 转动物体的平衡条件.....          | ( 14 ) |
| 9. 物体做匀加速直线运动并测定其加速度.....  | ( 15 ) |
| 10. 测定匀变速直线运动的即时速度 .....   | ( 17 ) |
| 11. 在空气阻力很小时不同物体同时落下 ..... | ( 19 ) |
| 12. 研究平抛物体的运动 .....        | ( 20 ) |
| 13. 研究斜抛物体的运动 .....        | ( 22 ) |
| 14. 加速度跟力和质量的关系 .....      | ( 25 ) |
| 15. 物体做曲线运动的条件 .....       | ( 27 ) |
| 16. 向心力跟哪些因素有关 .....       | ( 29 ) |
| 17. 离心机械 .....             | ( 31 ) |
| 18. 超重和失重现象 .....          | ( 35 ) |

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| 19. 物体的动能跟它的质量和速度有关 .....  | ( 39 ) |
| 20. 动能和势能的相互转化 .....       | ( 43 ) |
| 21. 动量守恒 .....             | ( 44 ) |
| 22. 弹性碰撞 .....             | ( 47 ) |
| 23. 完全非弹性碰撞 .....          | ( 49 ) |
| 24. 匀速圆周运动的投影是简谐振动 .....   | ( 50 ) |
| 25. 振动图象 .....             | ( 52 ) |
| 26. 纵波和横波的形成 .....         | ( 54 ) |
| 27. 波的干涉 .....             | ( 55 ) |
| 28. 波的衍射 .....             | ( 57 ) |
| 29. 温度不变时气体的压强跟体积的关系 ..... | ( 58 ) |
| 30. 压强不变时气体的体积跟温度的关系 ..... | ( 62 ) |
| 31. 体积不变时气体的压强跟温度的关系 ..... | ( 65 ) |
| 32. 理想气体的状态方程 .....        | ( 67 ) |
| 33. 观察布朗运动 .....           | ( 69 ) |
| 34. 晶体传热的各向异性 .....        | ( 71 ) |
| 35. 液体表面的收缩趋势 .....        | ( 73 ) |
| 36. 浸润和不浸润液体的弯月面 .....     | ( 75 ) |
| 37. 毛细现象 .....             | ( 77 ) |
| 38. 减少体积使未饱和汽变为饱和汽 .....   | ( 79 ) |
| 39. 饱和汽压强跟温度的关系 .....      | ( 82 ) |
| 40. 温水在低压下的沸腾 .....        | ( 84 ) |
| 41. 观察乙醚的临界状态 .....        | ( 86 ) |
| 42. 露点的测定 .....            | ( 88 ) |

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| 43. 湿度计的构造和相对湿度的测定方法 ..... | ( 90 )  |
| 44. 做功使物体的内能改变 .....       | ( 91 )  |
| 45. 电力线谱 .....             | ( 93 )  |
| 46. 静电感应 .....             | ( 95 )  |
| 47. 导体上电荷的分布 .....         | ( 97 )  |
| 48. 静电屏蔽 .....             | ( 99 )  |
| 49. 平行板电容器的电容与哪些因素有关 ..... | ( 100 ) |
| 50. 电容器的串联和并联 .....        | ( 103 ) |
| 51. 示波器的使用 .....           | ( 105 ) |
| 52. 欧姆定律 ( 部分电路 ) .....    | ( 107 ) |
| 53. 串联电路中的功率分配 .....       | ( 108 ) |
| 54. 并联电路中的功率分配 .....       | ( 110 ) |
| 55. 利用分压作用把电流表改为伏特表 .....  | ( 111 ) |
| 56. 利用分流作用把电流表改为安培表 .....  | ( 113 ) |
| 57. 内外电路上电压的和不变 .....      | ( 116 ) |
| 58. 闭合电路的欧姆定律 .....        | ( 118 ) |
| 59. 路端电压跟外电路电阻的关系 .....    | ( 119 ) |
| 60. 欧姆表的原理 .....           | ( 121 ) |
| 61. 惠斯通电桥的使用方法 .....       | ( 123 ) |
| 62. 用电势差计测电池的电动势 .....     | ( 125 ) |
| 63. 磁力线谱 .....             | ( 127 ) |
| 64. 直线电流的磁场的磁感应强度 .....    | ( 129 ) |
| 65. 电流和电流之间的相互作用 .....     | ( 132 ) |
| 66. 电流天平的应用 .....          | ( 134 ) |

|                                                   |         |
|---------------------------------------------------|---------|
| 67. 磁场对通电线圈的磁力矩 .....                             | ( 136 ) |
| 68. 带电粒子在磁场中运动时的偏转 .....                          | ( 140 ) |
| 69. 带电粒子在匀强磁场中的圆周运动 .....                         | ( 142 ) |
| 6. 电磁感应现象 .....                                   | ( 144 ) |
| 71. 楞次定律 .....                                    | ( 147 ) |
| 72. 自感现象 .....                                    | ( 150 ) |
| 73. 涡流楞 .....                                     | ( 152 ) |
| 74. 线圈在匀强磁场中旋转而产生交流电 .....                        | ( 154 ) |
| 75. 用示波器观察交流电的波形 .....                            | ( 156 ) |
| 76. 感抗跟自感系数和频率的关系 .....                           | ( 158 ) |
| 77. 容抗跟电容和频率的关系 .....                             | ( 161 ) |
| 78. 纯电阻电路、纯电感电路及纯电容电路中电流与<br>电压的相差 .....          | ( 164 ) |
| 79. 交流电的有功功率和视在功率 .....                           | ( 166 ) |
| 80. 变压器的构造和工作原理 .....                             | ( 169 ) |
| 81. 用示波器观察振荡电路中的电磁振荡和电磁振荡<br>的周期跟电容与自感系数的关系 ..... | ( 171 ) |
| 82. 电磁波的调制和检波 .....                               | ( 173 ) |
| 83. 电谐振和调谐 .....                                  | ( 175 ) |
| 84. 晶体二极管的单向导电性及整流作用、滤波电路 .....                   | ( 176 ) |
| 85. 晶体三极管的放大作用 .....                              | ( 179 ) |
| 86. 光的反射定律 .....                                  | ( 181 ) |
| 87. 球面镜成像 .....                                   | ( 183 ) |
| 88. 光的折射定律 .....                                  | ( 186 ) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 89.全反射现象 .....           | (189) |
| 90.通过透镜的光线 .....         | (191) |
| 91.透镜成像 .....            | (194) |
| 92.光的色散现象 .....          | (197) |
| 93.光的干涉现象 .....          | (199) |
| 94.光的衍射现象 .....          | (202) |
| 95.光的偏振现象 .....          | (203) |
| 96.红外线的热作用 .....         | (205) |
| 97.伦琴射线 .....            | (206) |
| 98.光电效应 .....            | (208) |
| 99.用分光镜观察明线光谱和吸收光谱 ..... | (210) |
| 100.用云室观察粒子的径迹 .....     | (211) |

## 1. 物体重心的测定

〔目的〕 使学生掌握测定物体重心的方法。

〔器材〕 形状规则的均匀圆薄板一块，正方形均匀薄板一块，形状不规则的均匀薄板一块，形状规则但内部质量分布不均匀的薄板一块，金属半圆环一个，细线数条。

〔演示步骤〕 1. 让学生思考，用细线系在形状规则的均匀圆板或正方形板的何处，才能使其板面保持水平而处于平衡状态？然后，让学生观察演示实验：用细线系在圆薄板的不同位置。让学生清楚地看到，只有将线系在圆板的圆心处，才能达到上述要求。由此向他们指出，圆薄板的各部分的重量好象集中在它的圆心，此点就是该圆薄板的重心。然后再用均匀的正方形薄板进行演示，让学生知道该正方形薄板的重心在其二对角线的交点上，从而让他们得出：形状规则、中心对称的均匀物体的重心在其几何中心处。

2. 出示形状不规则的均匀薄板，并问学生：“它的重心在何处呢？”待他们思考片刻后，用细线系在该薄板的边沿上某点，然后悬挂起来，使板面在竖直方向达平衡状态。让学生分析出该薄板所受的重力与悬线对它的拉力必定大小相等、方向相反，而且是在一条直线上，从而使他们明确该薄板的重心就在过悬点的竖直线上。随手用粉笔在薄板上画出

这条直线后，再让学生思考：薄板的重心在该竖直线上何处，如何找？可能会有学生提出再选一悬点重作前面的实验，过新悬点又可画出一竖直线，此时暗示学生不要再往下说，而按他的意见进行演示。当用粉笔在板面画出第二条直线后，大部分学生就都知道该薄板的重心在两条直线的交点上。再用细线系在该点并悬挂起来，板面可达水平而平衡，从而验证学生提出的方法是正确的。告诉学生，这种方法就是测物体重心的悬挂法。

3. 用同样方法，可测得形状规则但内部质量分布不均匀的薄板的重心，从而说明：物体的重心位置不仅跟物体的形状有关，并且跟物体内部的质量分布有关。

4. 出示金属半圆环，提问学生：前面所做的演示实验，物体的重心都在物体本身内部，这个金属半圆环的重心也在它的内部吗？让一个学生用实验方法找出答案。

〔注意事项〕 要求学生，在课后自己动手测出三角板和方凳的重心作为课外作业。

〔思考题〕 一段直铁条在弯曲前后，它的重量的大小和重心的位置都发生变化吗？

## 2. 静摩擦和滑动摩擦

〔目的〕 通过实验使学生了解静摩擦力和滑动摩擦力的产生条件、大小和方向。

〔器材〕 一端带有定滑轮的长木板一块，长方体木块一个，细线一条，砝码盘一个，砝码若干。

〔演示步骤〕 1. 如图 1 所示，把木板放在桌面上，使板面保持水平，并使有定滑轮的一端伸出桌面之外，把木块（质量预先用天平测定）放在木板上无定滑轮的一端，在木块的右端拴上细线，使细线绕过定滑轮，下端拴砝码盘。

2. 使学生清楚地看到，往砝码盘里放少量砝码，木块并不滑动。

让学生说明原因，使大家认识到这是由于摩擦力和细线的拉力平衡的

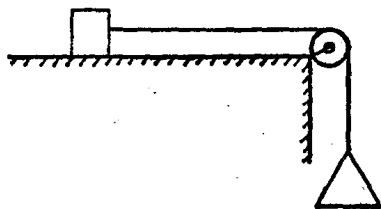


图 1

结果（有些学生认为拉力小于摩擦力，应明确指出这是错误的）。告诉学生这种摩擦力叫做静摩擦力，其方向和水平拉力的方向相反，二力大小相等。让学生注意观察，往砝码盘里逐渐增加砝码，木块仍不滑动。再让学生解释原因。最后让他们得出结论：静摩擦力是相互接触的物体有相对运动的趋势时产生的，方向和相对运动的趋势相反，大小随外力的增大而增大，并且总是和要使它发生运动的外力的大小相等。

3. 继续往砝码盘里增加砝码，让学生注意观察，当砝码的重量增加到一定数值时，木块就要开始运动。使他们认识到，这时的静摩擦力达到了最大值，叫做最大静摩擦力，其数值等于木块受的水平拉力，即等于这时砝码盘和其中的砝码的总重量。再往木块上放些砝码，使木块和木板间的正压

力（这时的正压力的大小等于木块和砝码的总重量）增大一倍，木块停止滑动。使学生注意观察，再逐渐往砝码盘里增加砝码，最初木块并不滑动，只有当砝码盘和砝码的总重量也比原来增大一倍时，木块才开始滑动。引导学生分析得出结论：最大静摩擦力跟正压力成正比。再往木块上加放砝码，使木块和木板间的正压力增大到原来的三倍，让学生回答出这时的最大静摩擦力也应增大到原来的三倍。然后向砝码盘里增加砝码，重作上述演示实验，从而验证结论是正确的。

4. 木块一旦滑动之后，将越滑越快。引导学生认识到这时木块与木板间的摩擦力是滑动摩擦力，它比水平方向的拉力小，因而也比最大静摩擦力小。然后让木块静止，逐渐减少砝码盘里的砝码，直到从静止开始用手稍微一推木块，就能匀速运动，引导学生分析得出：这时砝码盘和砝码的总重量就等于木块受的滑动摩擦力。把木块上放的砝码拿掉一半，使木块和木板间的正压力减少到原来的三分之二时，让学生注意观察，砝码和砝码盘的总重量也需减少为原来的三分之二时，木块才能再做匀速运动。让学生得出结论：滑动摩擦力跟正压力成正比，方向总是和相对运动的方向相反。然后把木块上放的砝码都拿掉，使木块和木板间的正压力减少为原来的三分之一，再进行演出实验，得出这时的滑动摩擦力也随着变为第一次的三分之一，从而验证上述关于滑动摩擦力的结论是正确的。

〔注意事项〕 1. 只有当木块刚刚开始运动时，最大静摩擦力才等于砝码盘和砝码的总重量。同理，只有当木块匀

速滑动时,滑动摩擦力才等于砝码盘和砝码的总重量。因此,在本实验中,往砝码盘里加砝码要缓慢,每次不可加得太多,也不可放得太猛。要注意加一次,观察一下,适可而止。否则,就不会得出比较准确的实验结果。

2.本实验是研究摩擦力的,如果运动物体和平板之间的摩擦力太小,就不合适,因此,不宜用小车代替木块,也不宜用玻璃板代替木板。

〔思考题〕 1.静摩擦力是否可以解释为物体静止时受到的摩擦力?滑动摩擦力是否可以解释为物体滑动时受到的摩擦力?

2.有人说摩擦力都和正压力成正比,这种说法是否正确?为什么?

3.有人说摩擦力的方向都是和物体运动的方向相反的,这种说法是否正确?为什么?

4.有人说静摩擦力大于滑动摩擦力,这种说法对吗?为什么?

### 3.作用力与反作用力的关系

〔目的〕 验证牛顿第三定律,使学生理解和掌握作用力与反作用力的关系。

〔器材〕 称量相同的两只弹簧秤和一段细绳。

〔演示步骤〕 1.向学生介绍弹簧秤测力的原理,指出

可由弹簧秤的示数来表示其所受外力的大小。一手持弹簧秤的外壳，另一手用力拉其挂钩。告诉学生，手与弹簧秤之间互相作用的这一对力叫做作用力和反作用力。我们可以把其中一个力叫做作用力，另一个力就叫做反作用力。

2. 将A、B二弹簧秤的挂钩分别系在细绳的两端，一手持弹簧秤A令其静止，另一手持弹簧秤B向外拉。让学生分析二弹簧秤的示数各表示谁对谁的作用力。然后逐渐增大拉力，让学生清楚地看到，二弹簧秤的指针同时反向移动，且示数始终相同。引导他们分析得出：作用力和反作用力是相互作用的，并且同时产生、同时消失等值反向，而且是同性质的力。告诉学生，这就是牛顿第三定律： $F = -F'$ 。

3. 将书本放在水平桌面上，手拉书本在桌面上运动。让学生分析书本与桌面间的摩擦力，哪个是作用力、哪个是反作用力，哪个力较大，其方向各如何，并各作用在哪个物体上。待学生基本搞清上述概念后，再让他们分析地球与物体间的相互引力，以加深对牛顿第三定律的理解。

〔注意事项〕 1. 演示前，检查弹簧秤在相互作用时，二者示数是否相等。

2. 选用的弹簧秤的指针和刻度要明显，或在指针上贴一红纸条，以便于学生观察。

3. 演示和讲解中，要强调作用力和反作用力与一对平衡力的区别。

〔思考题〕 1. 太阳比地球的质量和体积都大得多，它们之间的吸引力哪个较大？

2. 用手托着物体而使物体做匀速直线运动，物体对手向下的压力为什么等于物体的重力？有人说这两个力是一对作用力和反作用力，你认为对吗？

#### 4. 力的合成的平行四边形法则

〔目的〕 通过实验让学生认识到，两个互成角度的共点力的合成，可以用平行四边形法则。

〔器材〕 平行四边形法则演示仪器一套（如图 2 所示，包括橡皮条一根，细线两条），砝码若干。

〔演示步骤〕 1. 把演示仪器如图 2 所示的形式安装起来，使  $AB:AC:AD=3:4:5$ 。

2. 把橡皮条的一端拴在铁支架上的 O 点，另一端 A 系两条细线，使它们分别绕过 B 和 C 端的定滑轮。让学生注意观察，在细线的末端分别挂三个和四个 50 克的砝码后，调整 O 点的位置，使两条细线和橡皮条的结点正好停到 A 点（在此处作一明显的标志），并且分别使两条细线跟 AB 和 AC 平行。引导

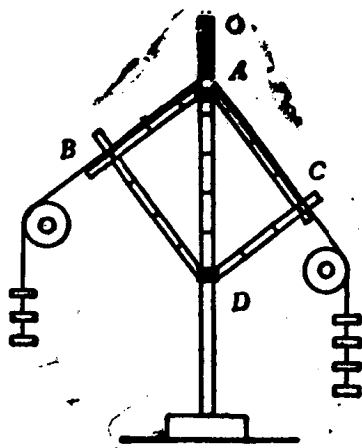


图 2

学生分析橡皮条的受力情况，指出此时橡皮条的下端受两个互成角度的共点力 $F_1$ 与 $F_2$ 作用， $F_1=150$ 克， $F_2=200$ 克。

3.取下两条细线上的砝码，保持橡皮条上端位置不变，把每个都是50克的砝码逐个挂在它的下端，使学生清楚地看到，只有挂五个砝码时，橡皮条的下端才恰好被拉到A点处。引导学生分析橡皮条的受力情况，指出此时它的下端所受的拉力 $F_3=250$ 克。让学生将橡皮条的前、后两种受力情况进行对比分析得出： $F_3$ 即为二互成角度的共点力 $F_1$ 与 $F_2$ 的合力。

4.让学生用力的图示法表示 $F_1$ 、 $F_2$ 和 $F_3$ （三力的作用点均画在A点），然后分析得出： $F_3$ 即为以 $F_1$ 与 $F_2$ 为邻边的平行四边形的对角线。由此可以很自然地使学生得出结论：求两个互成角度的共点力的合力时，可以用表示这两个力的有向线段为邻边作平行四边形，它的对角线就表示合力的大小和方向。告诉他们，这个法则叫做力的平行四边形法则。

〔注意事项〕 本实验中取两个分力分别为 $3 \times 50$ 克和 $4 \times 50$ 克，而且互成 $90^\circ$ ，这仅仅是为了实验方便，因为这时的合力恰好是 $5 \times 50$ 克。应该说明，这样做实验得出的力的平行四边形法则适用于任何两个互成角度的力的合成。

〔思考题〕 二互成角度的分力，其合力为10N，则二分力的大小可能是下面各对分力中的哪一对？（1）4N与5N，（2）20N与8N，（3）6N与7N。