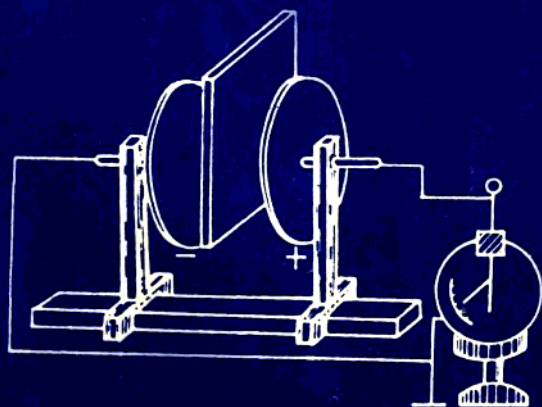


高等学校试用教材

物理演示实验精编

• 普通物理部分 •

沈永昭 许永生 主编



苏州大学出版社

高等学校试用教材

物理演示实验精编

(普通物理部分)

沈永昭 许永生 主编

苏州大学出版社

物理演示实验精编

沈永昭 许永生 主编

*

苏州大学出版社出版发行

(地址:苏州市十梓街1号 邮编:215006)

江苏省新华书店经销

镇江市前进印刷厂照排

丹阳市人民印刷厂印装

(地址:丹阳市新民中路187号 邮编:212300)

开本 850×1168 1/32 印张 10.25 字数 256 千

1998年3月第1版 1998年3月第1次印刷

印数 1—3000

ISBN 7-81037-382-X/O · 12(课) 定价:15.00 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换

前 言

物理学是一门以实验为基础的学科。在中学物理和大学普通物理课程的教学中,演示实验的运用及学生实验的设置,都体现了以实验为基础。演示实验是教师在课堂上配合讲授内容而表演给学生看的实验,它具有如下功能:(1) 能把日常生活中不易观察到的物理现象明显地、生动地展现在学生面前,让学生始而惊奇,继而深思,激发起浓厚的兴趣;(2) 使抽象难懂的物理概念,通过演示引导观察,启发思考,化抽象为具体,提供通向理解的桥梁;(3) 为众多重要的物理规律,或提供总结概括的感性素材,或进行验证,使物理规律具有坚实的实验基础;(4) 通过对众多演示实验的观察、分析推理、归纳总结,从而培养学生的科学思维能力。因此演示实验在物理教学中起着积极的作用,深受广大师生的欢迎。演示实验应该符合“器材简单、操作方便、现象直观、结论明确”的要求。

苏州大学物理科学与技术学院在过去老一辈教师特别是朱元教授的倡导和垂范下,形成了重视演示实验的优良传统。许多教师在教学中努力多做演示实验,做好演示实验,并自己设计新的演示实验和自制器材,同时还注意吸收兄弟院校成功的实验来充实自己。经过几代人的添砖加瓦,积累了成套的效果良好的演示实验。为了进一步发挥和发展演示实验的功能,同时弥补学生在中学阶段实验做得过少的缺陷,苏州大学物理科学与技术学院对师范专业的学生开设了演示实验课(必修),让每个学生自己动手操作,对物理现象自己观察思考,自己作出解释,自己设法改进。这样学生通过操作大量的演示实验(力、热、电、光共三百多个),不仅使前述的几个功能得以充分的发挥,而且使学生的实际操作能力和课

堂演示能力以及实验设计能力都得到了明显的提高,收到了良好的效果。

本书就是在我院近十年开设演示实验课的基础上,经过精选编写而成的。由于近年来我们在演示实验的教学中,又增加了计算机模拟这一手段,而且其有独特的优点,因此本书也编入了这一部分,作为传统演示实验手段的补充。本书既可供从事大学普通物理教学的教师参考,又可作为开设演示实验课的教材。本书所编实验采用的仪器和材料,大多可由简单的普通器材拼凑制作而成,花销很少,很易为同行所采用。

参加本书编写的有沈永昭、许永生、王海兴、徐载通、董慎行和李安福,全书由沈永昭统稿。在本书编写过程中,得到了物理科学与技术学院领导和不少同志的支持和帮助,编者谨向他们表示诚挚的谢意。

由于编者学识和经验的限制,书中一定有不少缺点或错误,欢迎读者批评指正。

编 者

1996. 4. 于苏州

目 录

一、力 学

1.1	运动描述的相对性	(1)
1.2	相对位移、牵连位移和绝对位移	(2)
1.3	瞬时速度	(3)
1.4	自由落体运动在各相等时间间隔内的位移	(5)
1.5	运动的叠加性原理	(7)
1.6	抛射体运动	(8)
1.7	牛顿第一定律	(10)
1.8	牛顿第二定律	(12)
1.9	牛顿第三定律	(14)
1.10	惯性质量和引力质量	(14)
1.11	摩擦力	(16)
1.12	直线加速平动参照系中的惯性力	(19)
1.13	超重和失重	(21)
1.14	匀速转动参照系中的惯性离心力	(23)
1.15	小球沿铅直面中离心轨道的运动	(26)
1.16	匀速转动参照系中的科里奥利力	(27)
1.17	打击现象	(30)
1.18	反冲现象	(33)
1.19	碰撞	(35)
1.20	机械能转化与守恒	(37)
1.21	双锥体上坡(明升暗降)	(39)

1.22	质心与质心运动定理	(40)
1.23	转动定理	(43)
1.24	线管的滚动	(44)
1.25	圆柱体沿斜面的滚动	(46)
1.26	角动量守恒	(47)
1.27	回转仪的进动	(49)
1.28	旋转容器中的自由液面	(51)
1.29	流线	(53)
1.30	伯努利方程	(54)
1.31	皮托管	(56)
1.32	机翼的升力	(57)
1.33	流体的内摩擦	(58)
1.34	片流与湍流	(60)
1.35	流体对运动物体的阻力	(61)

二、振动和波

2.1	简谐运动的规律	(64)
2.2	复摆	(66)
2.3	阻尼振动	(67)
2.4	受迫振动和共振	(69)
2.5	拍的形成和拍频	(71)
2.6	互相垂直的两个简谐运动的合成	(74)
2.7	耦合摆的振动	(79)
2.8	弹性波的产生和传播	(81)
2.9	水面波	(84)
2.10	驻波	(87)
2.11	发声体的振动	(88)

2.12 多普勒效应	(90)
------------------	------

三、分子物理学和热学

3.1 盖·吕萨克定律与定压气体温度计	(94)
3.2 查理定律与定容气体温度计	(95)
3.3 玻意耳定律	(96)
3.4 液体分子间的间隙	(97)
3.5 布朗运动	(98)
3.6 分子引力	(99)
3.7 气体的压强	(100)
3.8 道尔顿分压定律以及饱和蒸气压和体积中 有无其他气体无关	(101)
3.9 统计规律性——正态分布	(103)
3.10 玻尔兹曼分布律——重力场中微粒按高度的 分布规律	(104)
3.11 气体的粘滞现象	(105)
3.12 流体的热对流	(107)
3.13 热辐射现象	(108)
3.14 绝热膨胀与云雾现象	(109)
3.15 致冷机——常用电冰箱的制冷原理	(111)
3.16 热力学第二定律的一种体现	(114)
3.17 固体热胀冷缩引起的应力	(115)
3.18 双金属片的受热弯曲现象与温度的控制	(116)
3.19 液体的表面张力	(117)
3.20 球形液面内外的压强差	(120)
3.21 毛细现象	(121)
3.22 沸点与压强的关系	(123)

3.23	水的冷胀热缩和热胀冷缩现象.....	(124)
3.24	饱和蒸气压随温度的变化.....	(126)
3.25	凝结核.....	(128)
3.26	乙醚的临界状态.....	(129)
3.27	热管的工作原理.....	(130)

四、静 电

4.1	电荷间的相互作用	(132)
4.2	静电感应 电荷守恒	(133)
4.3	静电感应的应用之一	(135)
4.4	静电感应的应用之二	(136)
4.5	电场与电场线	(138)
4.6	带电体在电场中的受力及其运动	(139)
4.7	导体上的电荷分布	(141)
4.8	尖端放电现象	(143)
4.9	静电屏蔽	(145)
4.10	范德格拉夫静电起电机.....	(146)
4.11	电容器的串联、并联和储能	(147)
4.12	电介质的极化.....	(149)
4.13	静电的应用.....	(152)

五、稳恒电流

5.1	电阻与温度的关系	(156)
5.2	非线性电阻的伏安特性	(158)
5.3	丹聂尔电池	(160)
5.4	电源内阻对路端电压的影响	(161)

5.5	简单电路中的电功率	(162)
5.6	电位差计	(164)
5.7	温差电现象	(166)
5.8	气体的被激导电和自激导电	(167)
5.9	液体导电	(170)
5.10	电流对磁体的作用	(172)
5.11	磁体对电流的作用	(174)
5.12	电流之间的相互作用	(176)
5.13	磁场与磁感线	(178)
5.14	带电粒子在磁场中的运动	(180)

六、电磁感应及其他

6.1	电磁感应现象	(186)
6.2	楞次定律	(189)
6.3	涡电流	(190)
6.4	趋肤效应	(194)
6.5	互感与自感	(196)
6.6	似稳电路中的暂态过程	(198)
6.7	铁磁介质的磁学特性	(204)
6.8	电磁波的发射与接收	(207)

七、几何光学

7.1	光的波长与颜色	(210)
7.2	反射光与折射光的能量分配	(211)
7.3	光学纤维	(212)
7.4	棱镜的最小偏向角	(213)

7.5	物与像的虚实	(214)
7.6	节点	(216)
7.7	球差	(218)
7.8	彗差	(220)
7.9	像散	(221)
7.10	像场弯曲	(222)
7.11	畸变	(223)
7.12	色差	(225)
7.13	放大镜的基本结构和成像原理	(226)
7.14	显微镜的基本结构和成像原理	(227)
7.15	开普勒望远镜的基本结构和成像原理	(229)
7.16	伽利略望远镜的基本结构和成像原理	(231)
7.17	透射式幻灯机的基本结构和成像原理	(232)
7.18	照相机的孔径光阑	(234)
7.19	加色效应、相加三基色和互补色	(235)
7.20	光成分对物体色的影响	(236)

八、物理光学

8.1	杨氏双缝(或双孔)干涉	(238)
8.2	菲涅耳双棱镜干涉	(239)
8.3	薄膜干涉	(240)
8.4	空气劈膜的等厚干涉	(241)
8.5	牛顿环的等厚干涉	(243)
8.6	等倾干涉	(245)
8.7	半波损失	(247)
8.8	法布里——伯洛干涉仪的基本结构和原理	(248)
8.9	时间相干性	(249)

8.10	空间相干性·····	(251)
8.11	菲涅耳圆孔衍射·····	(253)
8.12	菲涅耳圆屏衍射·····	(255)
8.13	菲涅耳波带片·····	(256)
8.14	夫琅和费圆孔和圆屏衍射·····	(258)
8.15	夫琅和费单缝和单丝衍射·····	(260)
8.16	夫琅和费双缝衍射·····	(262)
8.17	多缝衍射和光栅·····	(265)
8.18	光栅的角色散·····	(266)
8.19	自然光、线偏振光和部分偏振光,马吕斯定律·····	(268)
8.20	反射光的偏振和布儒斯特角·····	(270)
8.21	折射光的偏振·····	(272)
8.22	光的双折射现象·····	(273)
8.23	尼科尔棱镜·····	(274)
8.24	椭圆偏振光和圆偏振光·····	(276)
8.25	偏振光的干涉与显色偏振·····	(279)
8.26	应力双折射·····	(282)
8.27	旋光现象·····	(283)
8.28	磁致旋光·····	(285)
8.29	固体、液体对光的吸收·····	(286)
8.30	光的散射·····	(287)
8.31	热辐射·····	(288)
8.32	绝对黑体·····	(289)
8.33	全息照片的再现·····	(290)
8.34	阿贝成像原理和空间滤波·····	(291)
8.35	空间滤波彩色输出—— θ 调制·····	(293)

九、计算机模拟演示实验

9.1	抛体运动	(297)
9.2	李萨如图形	(301)
9.3	布朗运动	(304)
9.4	热力学第二定律的统计意义——气体自由膨胀的 不可逆性	(305)
9.5	点电荷体系的电场线与等势线	(306)
9.6	偶极振子的电磁波	(307)
9.7	椭圆偏振光和圆偏振光	(308)
9.8	氢原子	(310)
9.9	原子结构的矢量模型	(312)

一、力 学

1.1 运动描述的相对性

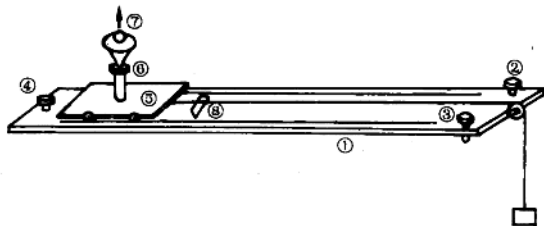
宇宙中的任何物体都在永恒不停地运动着,运动是绝对的。然而人们对运动的描述只能是相对的,因为在不同的参照系中观察同一物体的运动,所得结论(如径迹、速度)往往是不同的。因此要明确地描述某一物体的运动,首先必须选定参照系。

【演示内容】

利用相对运动演示仪,演示运动描述的相对性。

【器材装置】

实验装置如图 1.1-1 所示。



① 装有两导轨的底板 ②、③、④ 可调底板螺丝 ⑤ 小车 ⑥ 弹簧上紧器 ⑦ 小钢球 ⑧ 弹簧释放器

图 1.1-1

【操作、观察与思考】

1. 调节底板螺丝②、③、④,使小车能在轨道上作匀速直线运动。
2. 将小车移至轨道的左端,上紧弹簧⑥,在小车内放入小钢

球,并给小车一初速度。当小车行至弹簧释放器⑧时,弹簧被释放,小球从喇叭口弹起,可以看到小球在空中飞行一段时间后,小球仍落回到小车的喇叭口内。

3. 试分别以小车和轨道作参照系,来描述小球的运动,并说明其理由。

1.2 相对位移、牵连位移和绝对位移

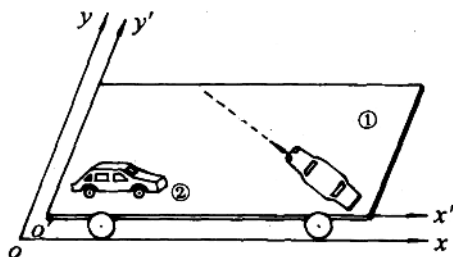
物体相对运动参照系的位移称之为相对位移,相对“不动”参照系的位移称之为“绝对”位移,运动参照系相对“不动”参照系的位移称之为牵连位移。“绝对”位移等于牵连位移与相对位移的矢量和。

【演示内容】

利用模型汽车与滑板演示“绝对”位移、牵连位移和相对位移之间的关系。

【器材装置】

实验装置如图 1.2-1 所示。



① 滑板 ② 模型玩具汽车

图 1.2-1

【操作、观察与思考】

1. 在桌面上固定一坐标系 xoy , 在滑板上固定另一坐标系 $x'o'y'$, 给模型汽车上紧发条, 并将其置于滑板上, 暂不放手, 如图 1.2-1 所示。

2. 用一手向右缓慢拉动滑板, 另一手同时放开汽车, 使之沿 x 轴方向运动, 经几秒后即停止二者的运动。试分别指出汽车的“绝对”位移、牵连位移和相对位移以及三者之间的关系。

3. 重复步骤 1, 向左拉动滑板, 同时放开汽车, 使之沿 x 轴方向运动, 经几秒后即停止二者的运动。分别指出汽车的三种位移以及三者之间的关系。

4. 重复步骤 1, 沿 x 方向拉动滑板, 同时让汽车沿 y 轴方向运动, 经几秒后停止二者的运动。分别指出汽车的三种位移以及三者之间的关系。

5. 将汽车置于滑板右端, 并让它沿图中虚线所示的倾斜方向运动, 同时向右拉动滑板, 经几秒后停止二者的运动。分别指出汽车的三种位移以及三者之间的关系。

6. 将上述几种情况加以总结, 并给出相对位移、牵连位移和“绝对”位移三者之间的普遍关系。

1.3 瞬时速度

质点作变速直线运动时, 运动的快慢时刻在变, 各个时刻的速度一般并不相等。瞬时速度是指某一时刻(或经过某一位置)运动的快慢程度, 它并不等于该时刻起单位时间内所通过的路程, 而只是在那一时刻具有单位时间内运动多少路程的能力, 也就是说, 如果从此刻起让它作匀速运动, 则单位时间内通过多少路程的能力。

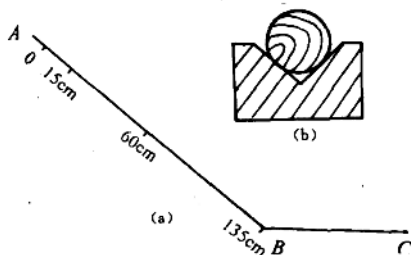
实 验 一

【演示内容】

用小球沿斜槽的运动来演示瞬时速度。

【器材装置】

实验装置如图 1.3-1 所示。



- ① 长约 1.5m 的两光滑平整直槽，直槽截面形状如图(b)所示
- ② 小球 ③ 节拍器或停表

图 1.3-1

【操作、观察与思考】

1. 调节 BC 段水平槽，使之略带坡度，以克服摩擦力的影响，从而保证小球在 BC 段作匀速直线运动。再调节 AB 段斜槽的坡度，用节拍器计时，使小球从 A 处静止滚下，经 3 秒钟恰好到达 B 点（即小球的运动遵从 $x=15t^2$ 的规律）。小球从 B 点起作匀速直线运动，故 1 秒内通过的路程，即为小球沿斜槽运动到 B 点时的瞬时速度 90cm/s。

2. 若要测得小球沿斜槽运动 1 秒末和 2 秒末的瞬时速度，可让小球沿斜槽距 B 点 15cm 处开始滚下，则经 1 秒到达 B 点，再经 1 秒在水平槽上运动的路程即为小球 1 秒末的瞬时速度。同理，让小球沿斜槽距 B 点 60cm 处开始滚下，则经 2 秒正好到达 B 点，再经 1 秒在水平槽上运动的路程，即为小球 2 秒末的瞬时速度。