

(普教1985—1988)

32

物理儀器彙編

嚴濟慈題



国家教育委员会教学仪器研究所

北京出版社

物理仪器汇编

(普教 1985~1988)

国家教育委员会教学仪器研究所 编

北 京 出 版 社

物理仪器汇编 (普教 1985~1988)

Wuli Yiqi Huibian (Pujiao 1985~1988)

国家教育委员会教学仪器研究所 编

*

北京出版社出版

(北京北三环中路 6 号)

新华书店北京发行所发行

外经大学印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 16 印张 406,000 字

1989 年 11 月第 1 版 1989 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—600

ISBN 7-200-00837-O/G · 227

定价: 8.50 元

前 言

1984年9月和1985年初，原教育部先后召开了两次教学仪器研究和发展规划会议，会后分别颁发了高教和普教物理仪器研究和发展规划。自1985年起到1988年，经教学仪器研究所审查列入国家教育委员会教学仪器年度研究计划的高教物理仪器研究课题230项，普教物理仪器研究课题111项，其中半数以上已经完成。这些新的教学仪器有些是参考国外样机，经吸收和消化后形成的新仪器；更多的则是根据教学需要，由我国自行研制开发的具有我国特色的新品种，其中有些是从教师们在多年教学实践的基础上创造的自制教具发展形成的。很多仪器把最新的科技成果引入了教学领域。这些新仪器从不同程度上反映了我国当前的实验教学状况和教学仪器研制水平。

为了使这些教学仪器研究成果更快的普及、推广，在教学中发挥作用，我们决定把近年来新研制的部分物理教学仪器汇编成册。本集着重介绍普教物理仪器，它包括列入教委普教仪器年度研究计划已完成的部分课题，也包括地方安排的课题中的优秀者。为了保证仪器的研究质量，有的课题是同时下达给两个单位，如晶体管示波器等，接受课题的单位是各自独立完成的，仪器大体相同，但也各有特色，所以这次个别课题采用了两种研制方法。

本书共收入仪器54项，其中力学及热学部分20项，电磁学及电子学部分26项，光学及原子物理部分8项。

本书所用稿件一般均为研制者自己撰写，因此文字翔实、生动。每篇文章除介绍仪器的结构、原理外，着重介绍使用方法和在物理实验中的应用，以使读者在读完每篇文章之后，能够基本上掌握这种仪器。我们真诚地希望本书能成为普教物理实验教学的工具书、仪器研制者的参考书，成为广大物理工作者的亲密伙

伴和朋友。我们也衷心地希望本书的出版能激发更多的教育工作者对教学仪器研究的关注，把我国教学仪器的研究推进到一个新的高度，为教学改革作出贡献。

最后向收入本书的教学仪器的研制者取得的成就表示祝贺，并向各省（市）教学仪器设备公司（站、处）的有关同志表示感谢，感谢他们在课题的设置、管理，以及征稿过程中所给予的广泛合作。

本书由我所物理室组织编写，编委会由房德慧、王兴乃、沈英琪组成。

国家教育委员会教学仪器研究所

1988年11月

目 录

I 力学及热学部分

- 一、轨道小车……………齐齐哈尔师范学院 刘云起 (1)
- 二、演示斜面小车
……………湖南新晃教学仪器厂 张良智 (13)
- 三、平抛运动实验器
……………河南教育生产供应公司 杨永生 (16)
- 四、运动轨迹液点显示仪
……………温州师范学院 李若由等 (25)
- 五、初中力学组合学具
……………青岛市教育局 于 济 (32)
- 六、高中运动学、动力学组合教具 (一)
……………齐齐哈尔师范学院 刘云起 (46)
- 七、高中运动学、动力学组合教具 (二)
……………河南教育生产供应公司 张发义 (78)
- 八、高中静力学演示教具
……………河南商城教学仪器厂 喻崇喜 (91)
- 九、电火花描迹仪 (一)
……………四川师范大学 李俊伦等 (103)
- 十、电火花描迹仪 (二)
……………青岛三十六中学 王文藻 (119)
- 十一、磁悬导轨
……………西安教学仪器厂 张云河 (132)

十二、超重失重演示器

..... 西安教学仪器厂 咎秉礼等 (139)

十三、万有引力实验器

..... 天津市科教仪器厂 徐 鸣等 (143)

十四、FC-2 型傅科摆

..... 天津市教学仪器公司 傅光华 (166)

十五、简易频闪光源

..... 湖南常德市七中湘陵机电厂 易 宪 (176)

十六、初中力学、热学组合教具

..... 河南教育生产供应公司 温正印 (184)

十七、初中力学、热学学生实验箱

..... 河南商城教学仪器厂 陈启才 (204)

十八、激光投影示波器

..... 江西九江师范专科学校 包 荣等 (214)

十九、波动演示器

..... 天津南开大学附中 王春长 (227)

二十、浮力与液体内部压强演示器

..... 重庆南开中学 周南高 (234)

II 电磁学及电子学部分

一、普教演示电表

..... 湖南教学仪器二厂 吴 敏 (239)

二、JW04 型教学用微电流仪

..... 湖南新化南源电子教学设备厂 姜初开 (243)

三、多用大屏幕数字显示测试仪

..... 广东三水西南教学仪器厂 罗炽明 (248)

四、数字电容表

..... 广东三水西南教学仪器厂 何清华 (261)

五、DJ-4 型多功能静电演示仪

- 天津大学物理系 王克起 (265)
- 六、JDE-1 型静电多功能演示仪
 中国机构创造发明学
 会江苏省扬中县电子仪器实验厂 印德荣 (273)
- 七、正负电荷检验器
 重庆缙云教学仪器厂 (279)
- 八、气压式可调内阻电池
 河南镇平老庄教学仪器厂 谢 靖 (284)
- 九、J2368、J2369 型线路实验板
 杭州解放电子仪器厂 袁宝奎 (289)
- 十、插接式线路实验板
 浙江建德县教学仪器厂 程年训等 (295)
- 十一、电子积木系列教具
 国家教育委员会教学仪器研究所 刘德海 (300)
- 十二、磁力线演示板
 国家教育委员会教学仪器研究所 冯振家 (306)
- 十三、电磁学组合教具
 北京六十七中学 周大平 (314)
- 十四、电话原理说明器 (一)
 浙江嘉兴市教学仪器站 沈海祥 (319)
- 十五、电话原理说明器 (二)
 福建漳州教育学院 吴瑞育 (328)
- 十六、交流电路特性演示器
 郑州市密县二中电子仪器厂 朱燧根 (332)
- 十七、晶体管学生示波器 (一)
 杭州九二无线电厂 董服伺 (342)
- 十八、晶体管学生示波器 (二)
 福建泉州无线电五厂 吴柏林 (354)
- 十九、新型晶体管特性图示仪

.....	杭州九二无线电厂	何振华 (364)
二十、新型教学信号源		
.....	杭州九二无线电厂	何振华 (380)
二十一、简易学生信号源		
.....	杭州九二无线电厂	何振华 (394)
二十二、三线电子开关		
.....	山西省教学仪器厂	程建新 (405)
二十三、JSB-14型大屏幕示波器		
.....	上海卢湾电子教学仪器厂	余忠梁 (417)
二十四、电磁波干涉、衍射、偏振演示仪		
.....	福建师范大学光学仪器厂	林立湄 (430)
二十五、CDY系列超导电特性演示仪		
.....	河南师范大学物理系	郭汉生 (437)
二十六、密立根油滴实验仪		
.....	福建师范大学光学仪器厂	林立湄 (446)

III 光学及原子物理部分

一、新型分光镜		
.....	国家教育委员会教学仪器研究所	顾 敏 (453)
二、新型光具盘		
.....	西安蓝田光学仪器厂	段稼祥 (461)
三、学生分光镜		
.....	天津市教学仪器公司	吴洪明 (469)
四、钠的吸收光谱演示器		
.....	南京师范大学	朱凤德 (473)
五、白光的色散与合成演示器		
.....	天津市教学仪器公司	吴洪明 (478)
六、光导纤维应用演示器		
.....	上海师范大学	顾美康 (484)

七、太阳能电池演示器

..... 西安教学仪器厂 咎秉礼 (489)

八、高温扩散云室

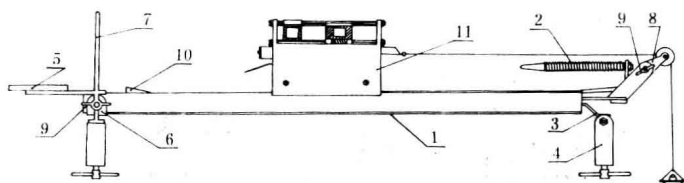
..... 湖南省教学仪器二厂 吴 敏 (493)

I 力学及热学部分

一、轨道小车

【仪器外形图】

见图 1-1-1。



1.轨道 2.捕捉器 3.圆管式铰链 4.C形夹 5.打点计时器架板
6.L形构件 7.U形调高杆 8.滑轮架 9.蝶形螺母 10.弹性卡板 11.小车

图 1-1-1

【研制单位及主要研制人员】

齐齐哈尔师范学院教学仪器研究所 刘云起

国家教育委员会教学仪器研究所 冯立

【组织鉴定单位及时间】

1986年11月国家教育委员会教学仪器研究所委托黑龙江省教学仪器公司组织鉴定。

【生产厂家】

齐齐哈尔师范学院科教仪器厂

【主要技术指标】

轨道长：900mm。

轨道间距：51mm。

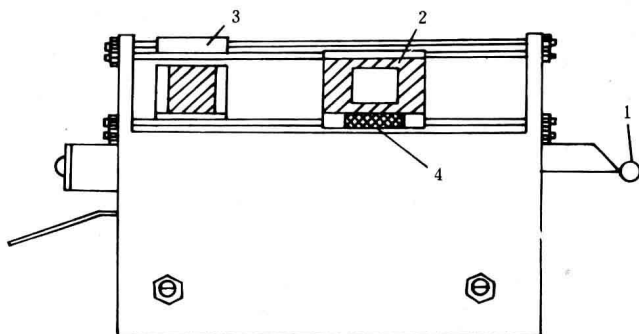
质量：0.60kg。

测力范围：0.5~2N。

轨道倾角调整范围：不小于 45° 。

【结构与原理】

1.轨道。如图 1-1-1 所示，轨道由 H 形铝制材构成，轨道前端上侧装有捕捉器，下侧装有圆管式铰链，可用 C 形夹把它固定在实验桌边。轨道尾端上侧有打点计时器架板，下侧有 U 形构件与 U 形调高杆配合，用以调整轨道两端的高度差。U 形调高杆也固定在实验桌边。捕捉器前端有可调的滑轮架，并可用蝶形螺母止紧。靠近打点计时器架板处有一弹性卡板，用它可以把小车卡住，在需要时释放。



1.钢丝环 2.框形游标 3.测力游标 4.塑料套管

图 1-1-2

2.小车。为铝制，其上附有测力机构，在小车做匀加速直线运动时，可测出小车运动中所受的拉力——即绳中张力，如图 1-1-2 所示。小车上有一铝筒，其中有测力弹簧与阻尼机构（它可使测力弹簧的振动迅速减弱下来）。测力弹簧通过一条钢丝与挂牵引绳的钢丝环相连接，钢丝环尚与上侧另一根钢丝相连，通过它可带动一个测力游标示出测力弹簧的伸长程度。因为小车在从释放到停下来的整个过程中，测力游标相对于小车，只在路程中部一段是相对静止的，释放与停止瞬间都会有相对移动，所以，为把测力弹簧在运动中的伸长程度记录下来，设置一个框形

游标, 如图 1-1-3 所示。框为黑色, 中间有一方孔, 其宽度为 d 。下侧中部有一段套管可起增大摩擦的作用。测力游标如图 1-1-4 所示, 是一薄金属片, 中间一段黑色部分宽度为 D , $D-d=2\text{mm}$, 前侧有一竖狭红条, 后侧有一竖狭白条。

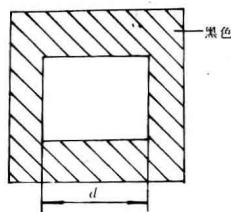


图 1-1-3

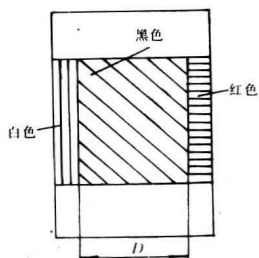


图 1-1-4

【使用方法】

1. 使用时须按图 1-1-1 把轨道架于实验桌边, 把 0203 型电磁打点计时器装在打点器架板上。

2. 运动中测力的方法。

(1) 用框形游标标记小车在运动中测力游标的位置。如果把小车用卡子卡住, 如图 1-1-5 所示, 并挂上重物 mg , 这时小车受的水平拉力 T 等于重物的重量即

$$T = mg$$

如果这时推动框形游标使其内孔与测力游标黑色部分重合, 释放小车后, 因车与挂的重物皆做匀加速运动, 重物失重, 所以运动中

中小车受的拉力 T 将小于重物的重量, 即

$$T < mg$$

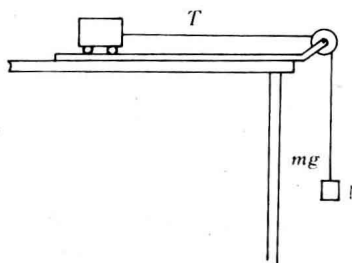


图 1-1-5

由此引起测力弹簧回缩, 测力游标后移。所以在车运动过程中, 若框形游标方孔前侧出现红条, 可将框形游标移后再释放小车观

察。如果方孔后侧出现白条，则因框形游标偏后所致。适当调整框形游标位置，使车在运动中框之方孔恰好与测力游标的中部重合，再在轨道侧面观察，会发现框与框之方孔皆为黑色，这时框形游标就记录下与小车运动中所受拉力对应的测力游标的位置。

(2) 用替代法测小车运动中所受拉力。把小车卡在轨道尾端的卡子处，用摩擦块或书垫起测力计，应使测力计拉杆与连测力弹簧的钢丝等高，手压测力计并调整其位置，使测力游标的黑色部分恰好进入框形游标的方孔中间为止，这时测力计的读数便是小车运动中所受的拉力。为了减少静摩擦的影响，可用铅笔或直尺等物边敲打测力计拉杆，边调整测力计的位置。

3. 测平衡小车运动及打点等摩擦阻力的方法。利用这套仪器进行验证牛顿第二定律或动量定理等实验时，应设法减少小车及纸带打点等摩擦阻力，通常采取下列方法。

(1) 倾斜法。即把小车放在轨道尾端，逐渐抬高尾端，直至小车可在其上匀速运动为止。这时，小车运动的摩擦阻力被小车沿斜面下滑的分力平衡。

(2) 重物牵引法。调整轨道为水平状态，把适量的砝码或其它重物放入砝码袋内，使小车在重物牵引下做匀速运动。

(3) 也可用倾斜法平衡小车运动的摩擦阻力，挂纸带打点，再用适量的重物把打点阻力平衡掉。

【在物理实验中的应用】

1. 轨道小车与 J0203 型电磁打点计时器配合通过纸带把运动过程的主要参数记录下来，并通过测力机构把小车运动中受力测出来，所以可进行下列分组实验。

(1) 匀速直线运动的规律，路程公式 $S = vt$ 的验证。

(2) 测定滑动摩擦系数。

(3) 研究匀变速直线运动的规律。

(4) 验证路程公式 $S = \frac{1}{2} (v_0 + v) t = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 。

- (5) 加速度与力的关系。
- (6) 加速度与质量的关系。
- (7) 验证牛顿第二定律公式 $F = Ma$ 。
- (8) 验证动量定理。
- (9) 验证动能定理。
- (10) 验证机械能守恒定律。
- (11) 斜面上物体的正压力与下滑力与斜面角的关系。

2. 实验方法介绍。

(1) 验证路程公式 $S = \frac{1}{2} (v_0 + v) t = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 。把轨道

按图 1-1-1 架于实验桌边，使轨道倾斜让小车在沿斜面分力作用下匀加速下滑，也可以使轨道略呈水平让小车在重物牵引下做匀加速运动，打出的纸带如图 1-1-6 所示。在纸带点子密集端选第三或第四点为 M ，在纸带另一端选倒数第三或第四点为 N ，并在 M 及 N 左右各取相邻二点 A 、 B 和 C 、 D ，求出车在与纸带上点 M 及 N 对应时刻的即时速度。显然

$$V_M = \frac{S_{AB}}{2T_0}, \quad V_N = \frac{S_{CD}}{2T_0}$$

因运动时间 $t = nT_0$ ，故按路程公式可求出路程

$$S = \frac{1}{2} \cdot (S_{AB} + S_{CD}) / 2 \cdot nT_0 = (S_{AB} + S_{CD}) \frac{1}{4} nT_0$$

此路程 S 即是点 MN 间纸带的长度。

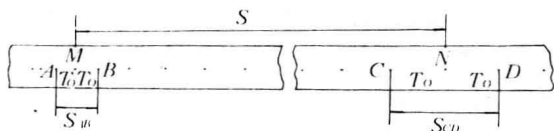


图 1-1-6

若根据公式 $a = \frac{S}{T_0^2}$ 求出加速度 (也可用其平均值) 代入公式后, 得到用加速度算出的纸带上点 MN 间的长度

$$S = \frac{n}{2} (S_{AB} + n S)$$

式中 S 为相邻相等时间内的路程差。

(2) 加速度与力的关系。按图 1-1-1 把轨道架于实验桌边, 通过使轨道倾斜平衡小车以及纸带打点的阻力。在实验过程中保持小车质量不变, 通过增减重物重量的办法来改变牵引绳对小车的拉力 F , 用测力计根据替代法测出 F 。通过打纸带测出对应的加速度 a , 之后求出各次实验中力 F 与对应加速度 a 的比值。如在误差允许范围内比值 $\frac{F}{a}$ 相等, 见实验例 1 (表 1-1-1), 则可认为

$$a \propto F \quad (M \text{ 不变})$$

表 1-1-1

序 号	$M(\text{kg})$	$F(\text{N})$	$a(\text{m} / \text{S}^2)$	F / a	$1 - \frac{F/a}{M} (\%)$
1	0.60	0.85	1.35	0.63	-5
2	"	1.20	1.92	0.61	-5
3	"	1.50	2.44	0.63	-2
4	"	1.00	1.60	0.63	-5

如果把表 1-1-1 中数据的对应点标在以 F 为横轴, 以 a 为纵轴的坐标纸上, 则各点将分布在通过坐标原点 O 的直线 OA 两侧, 而且偏离很小, 见图 1-1-7 (a)。这也证明

$$a \propto F \quad (M \text{ 不变})$$

也可在四条纸带中段各剪取偶数点距 (例如 6 个点距) 的一段, 然后从中间点 (若剪取 6 个点距则应为从一端数第 4 个点) 处对折后剪下其差值 (这差值是比例于那条纸带的加速度的),

贴在坐标纸上对应的拉力 F 处，则纸带段上端中点也应都在过原点的直线 OA 附近，见图 1-1-7 (b)。

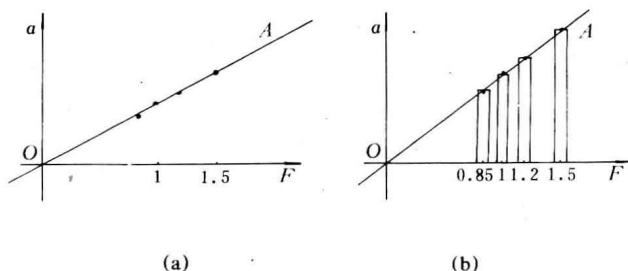


图 1-1-7

(3) 加速度与质量的关系。改变车的总质量，以使其比为 1:1.5:2，即车质量顺次为 M 、 $1.5M$ 、 $2M$ 。保持车在运动中所受拉力不变，为此应在加大小车质量的同时，适当减小重物的重量（即从砝码带中取出适量的砝码或小石子）。假如小车质量为 0.60kg ，重物为 0.20kg ，这时通过测力机构可测得小车运动中受力为 1.5N 。对好框形游标并保持其位置不动，把车质量加大到 0.90kg ，这时，如果再用 0.20kg 重物，则小车运动中受力将超过 1.5N （约为 1.65N ）。为了保持小车运动中受力不变，可先把砝码袋中钩码取出一个（ 0.05kg ），边实验边向袋中加小石子。在大约加入 0.03kg 石子后（此刻重物总重约为 0.18kg ），小车运动中受力又恢复到 1.5N ，测力游标又与框形游标重合。如果再把小车质量加大到 1.20kg ，则在 0.18kg 重物情况下，可测得小车运动中受力为 1.6N 。如果把重物调整到约为 0.17kg 时，小车运动中受力又恢复到 1.5N 。在每次改变小车质量，并使小车运动中受力调整到不变值 1.5N 后，利用打纸带测定加速度，见实验例 2（表 1-1-2）。