

中等专业学校教材

工科专业通用

物理实验

吕 勋 唐端方 編
王守禹 佟恒智

人 民 教 育 出 版 社



中等专业学校教材
物 理 实 验
(工科专业通用)

吕 助 唐端方 王守禹 佟恒智编

北京市书刊出版业营业许可证出字第2号

人民教育出版社出版(北京景山东街)

上海大东集成联合印刷厂印装
新华书店上海发行所发行
各地书店经售

统一书号K1301·3 787×1092 1/32 印张1 2/15
字数23,000 印—645,000 定价(3)¥0.10
1964年2月第2版
1964年2月上海第7次印刷

目 录

实验一	测即时速度和加速度	1
实验二	验证力的平行四边形法则	4
实验三	测定有规则形状的固体的密度	7
实验四	验证牛顿第二定律	11
实验五	测定重力加速度	13
实验六	验证气体状态方程	15
实验七	测定冰的熔解热	17
实验八	验证一段电路的欧姆定律	19
实验九	验证导体的串联和并联的规律	21
实验十	测定电源的电动势和内电阻	23
实验十一	测定电热当量	25
实验十二	测定玻璃的折射率	27
实验十三	测定凸透镜的焦距并研究物体和像的关系	30
*实验十四	测定滑动摩擦系数	33
‡实验十五	测定固体的比热	35

*如不能做实验四,可改做本实验

‡如不能做实验七,可改做本实验

实验一 测即时速度和加速度

目的: (1)测定运动物体的即时速度和加速度。(2)巩固即时速度的概念和加速度的概念。(3)学会正确使用停表以测定时间。

原理: (1)物体在某一位置或某一时刻的即时速度,就是原来作变速运动的物体,如果它在经过那一位置或在那一时刻以后开始作匀速运动时,所具有的速度。(2)速度的改变量跟所用时间的比,叫做运动物体的加速度。即

$$a = \frac{V - V_0}{t}$$

仪器: 米尺,带有铁夹的铁架台,停表,长约150厘米的带槽木板二块,金属小球,挡板(可用金属盒代)。

步骤:

(1)取长约150厘米的带槽木板 L 、 M , 装置如图1(1), L 的上端较底端 C 高出约5~10厘米。 M 应水平放置, 但为了抵消摩擦作用, 左端可以稍为垫高一些, 到小球能够在槽内作匀速运动的程度。

(2)把挡板 B 放在 M 和 L 接合处的 C 点, 如图1(2), 让小球从槽板 L 上的 A 点滚下 (A 点离 C 点16厘米), 用停表测出小球从 A 点滚到 C 点所用时间 t_1 。重复测量三次。把 t_1 和 t_2 测得的值都填入表中。

(3)把挡板 B 向右移到离 C 点30厘米的 D 点处, 仍旧让

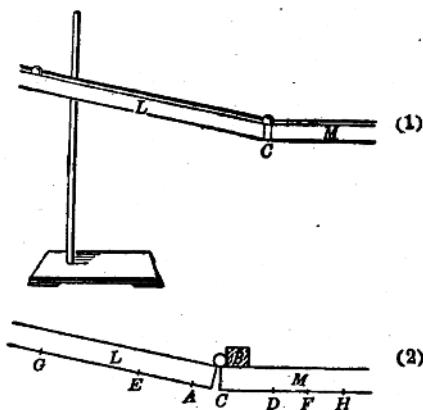


图 1

小球从 A 点滚下, 测出小球在 L 槽通过 16 厘米、在 M 槽通过 30 厘米所用的时间 t_1 。重复测量三次。

(4) 把挡板 B 移回 C 点, 让小球从 L 上的 E 点滚下 (E 点离 C 点 64 厘米), 测出小球从 E 点滚到 C 点所用的时间 t_2 。重复测量三次。

(5) 把挡板 B 向右移到离 C 点 50 厘米的 F 点处, 让小球从 E 点滚下, 测出小球在 L 槽通过 64 厘米、在 M 槽通过 50 厘米所用的时间 t_2' 。重复测量三次。

(6) 把挡板 B 移回 C 点, 让小球从 L 上的 G 点滚下 (G 点离 C 点 144 厘米), 测出小球从 G 点滚到 C 点所用的时间 t_3 。重复测量三次。

(7) 把挡板 B 向右移到离 C 点 70 厘米的 H 点处, 让小球从 G 点滚下, 测出小球在 L 槽通过 144 厘米、在 M 槽通过 70 厘米所用的时间 t_3' 。重复测量三次。

记录:

小球在L槽板上通过的路程	小球在L槽板上经过的时间	小球在M槽板上通过的路程	小球在L和M槽板上经过的时间	小球在M槽板上经过的时间
$S_1 =$		$S'_1 =$		$t'_1 - t_1 =$
	平均 $t_1 =$		平均 $t'_1 =$	
$S_2 =$		$S'_2 =$		$t'_2 - t_2 =$
	平均 $t_2 =$		平均 $t'_2 =$	
$S_3 =$		$S'_3 =$		$t'_3 - t_3 =$
	平均 $t_3 =$		平均 $t'_3 =$	

计算:

小球在M槽板上的运动速度 $v = \frac{S'}{t' - t}$	小球在L槽板上运动 t 秒末的即时速度 $v_t = v$	小球在L槽板上运动的加速度 $a = \frac{v_t}{t}$

作业:

(1) $S_1:S_2:S_3 =$

$t_1:t_2:t_3 =$

(2) 小球在L槽板上的运动是_____运动。

实验二 验证力的平行四边形法则

目的：验证两个互成角度的力合成时的平行四边形法则。

原理：作用于一点而互成角度的两个力，它们的合力的大小和方向，可以用表示这两个力的线段作邻边所画出的平行四边形的对角线来表示。

仪器：直尺，三角板，测力计，砝码，带有铁夹的铁架台，木板，纸，图钉，连结在一起三条细绳（每条绳的另一端上有一个套环）。

步骤：

(1)用图钉将白纸钉在木板上。如图 2 所示，在木板上钉两个钉子，把木板竖直地固定在铁架台的铁夹上。

(2)把两条细绳的套环分别挂在钉子上，在另一条细绳的套环上挂两个砝码。把砝码的总重量和以后测得的各值都填入表中。

(3)用铅笔在纸上记下结子 O 的位置，这个位置将作为力的作用点。画出三条绳子的方向。

(4)用测力计测定套在钉子上的绳的拉力。为此，把套环套在测力计的钩子上（图 3），拉住绳子，调节测力计的位置，使结子仍然回到 O 点。在这个过程中，要注意使测力计的 movable 部分完全不跟木板接触。记下测力计所示的力 F_1 ，然后把套环套回到原来的钉子上。

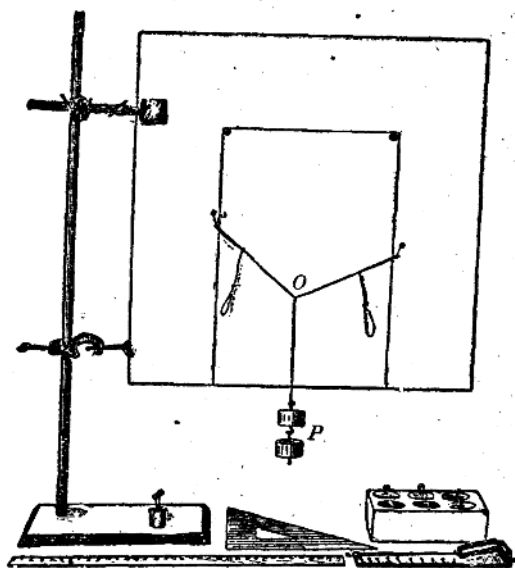


图 2 互成角度的两个合力的实验装置

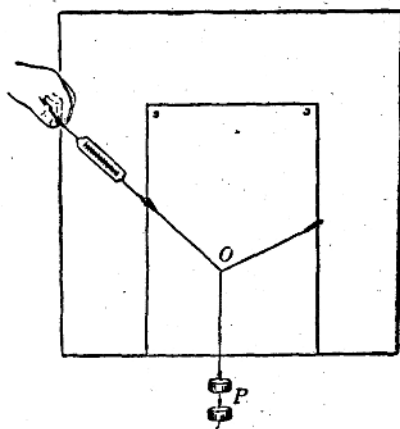


图 3

(5)用同样的方法测定并记下另一绳的拉力 F_2 。

(6)将这两条绳拿开,用测力计测出砝码的总重量 P 。根据 P 画出 F_1 和 F_2 的合力 R ,并记录下来。

(7)如时间许可,把白纸翻过来,改变 F_1 和 F_2 的方向和砝码的重量,再做一次。

记录:

次 数	项 目			
	F_1	F_2	P	R
1				
2				

作图:

(1)从木板上取下白纸,用铅笔和直尺从力的作用点 O ,沿着悬挂二条绳的方向画出直线,选定标度,并画上箭头来表示绳的拉力 F_1, F_2 。

(2)用同一个标度画出合力的大小和方向。

(3)以代表 F_1 和 F_2 的两个线段作邻边,利用直尺和三角板作平行四边形,通过 O 点,连结对角线,并和表示合力 R 的线段比较。

作业: (1)我们的实验结果证明了什么?

(2) F_1 和 F_2 的合力 R 跟 F_1 和 F_2 的平衡力 P 有什么关系?

实验三 测定有规则形状的固体的密度

目的：(1)测出金属圆柱体的密度。(2)了解游标卡尺的构造原理和练习使用游标卡尺。(3)学会正确使用天平的方法。

原理：物质的密度 $D = \frac{m}{V}$ V 和 m 分别表示体积和质量。测出 V 和 m ，即可算出 D 。

仪器：游标卡尺，天平和砝码，金属圆柱体。

游标卡尺：要测定准确到 0.1 毫米的长度时，可用如图 4 所示的游标卡尺。

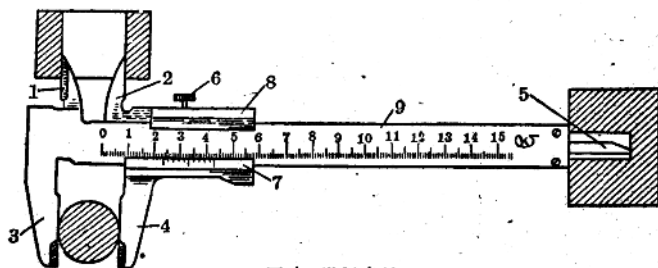


图 4 游标卡尺

图中 1、3 两只测脚在直尺上固定不动，2、4 两只测脚与滑动片构成一个整体，这整体可在直尺上自由滑动，它叫做游标。利用螺钉 6 可固定滑动片，狭片 5 和滑动片相连，可在直尺的槽中滑动，切口 7 的斜面上有游标刻度，利用游标卡尺可以进行三种测量：(1)测量厚度，(2)测量槽的宽度或管的内径，(3)测量槽或筒的深度。

游标的刻度是这样划分的：将直尺上 9 毫米长的距离分成十等分作为游标的刻度。所以游标的每一等分是 0.9 毫米（图 5）。当游标卡尺的两个测脚合在一起的时候，游标的零刻线和直尺的零刻线重合。这时候，除了游标的第十根刻线也跟直尺的第九根刻线重合外，其余的刻线都不重合。游标的第一根刻线在直尺的第一根刻线左边 0.1 毫米处，游标的第二根刻线在直尺的第二根刻线左边 0.2 毫米处……。

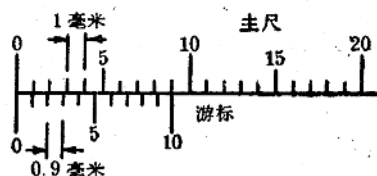


图 5 游标刻度的说明

如果在两测脚间放一张厚为 0.1 毫米的薄片，那么，游标就向右移动 0.1 毫米，这时游标的第一根刻线就和直尺的第一根刻线相重合。如果在两测脚间放一张厚为 0.2 毫米的薄片，那么，游标的第二根刻线就和直尺的第二根刻线重合，依此类推。所以被测薄片的厚度如果不到一毫米，游标的第几根刻线和直尺的某一根刻线相重合，就表示薄片的厚度是零点几毫米。

如果测量大于 1 毫米的长度，整的毫米数可由直尺直接

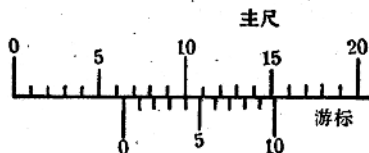


图 6

讀出，而十分之一毫米數可由游標讀出。如图 6 被測物体的长度就是 6.4 毫米。

步驟:

(1) 用天平測金屬圓柱体的质量。

1. 調節天平底板下面的螺旋，使鉛垂綫上所挂的小錘的尖端和固定在底板上的小錐体的尖端對正，这样，底板就处在水平位置。

2. 將天平橫梁上的游碼，調至零刻綫位置。

3. 將天平盤的支架放在刀口上，旋轉升降旋柄，調節橫梁兩端的螺旋，使天平平衡。觀察天平是否平衡，不必等橫梁中間的指針完全靜止，只要它向零刻綫左方和右方擺出的刻度數相等，就可以認為天平平衡了。

4. 左盤內放金屬圓柱体，右盤內放砝碼，增減砝碼，使天平平衡。在增減砝碼時，應將升降旋柄轉回來，使橫梁落在支架上，以免損壞天平刀口。

5. 算出砝碼的總質量，這就是金屬圓柱体的質量。

6. 重復測量三次，把結果記入表中，求質量的平均值。

(2) 用游標卡尺測圓柱体的直徑和长度。

1. 用游標卡尺的兩測腳(圖 4 中的 3、4) 測量圓柱体的直徑，在不同的地方測 3 次，取其平均值。

2. 用游標卡尺 3、4 兩測腳測量圓柱体的长度，在不同的地方測 3 次，取其平均值。

(3) 計算圓柱体的体積。

記錄和計算:

實驗次數	圓柱體的質量 m (克)	圓柱體的直徑 d (厘米)	圓柱體的長度 h (厘米)	圓柱體的體積 $V = \frac{1}{4}\pi d^2 h$ [厘米] ³	金屬的密度 $D = \frac{m}{V}$ $\left(\frac{\text{克}}{[\text{厘米}]^3}\right)$
1					
2					
3					
平均值					

作業:

- (1) 為什麼圓柱體的质量、直徑、長度都需要測量幾次?
- (2) 已經調整好了的天平, 搬到另一個地點以後, 是否可以不再調整就進行稱量? 為什麼?

实验四 验证牛顿第二定律

目的：(1)研究加速度跟力的关系。(2)研究加速度跟质量的关系。

原理：如图 7 的装置，测出小車在斜面上滑下的路程和时间，根据公式 $S = \frac{1}{2}at^2$ ， $a = \frac{2S}{t^2}$ 可以算出加速度。测出小車沿斜面下滑的力。

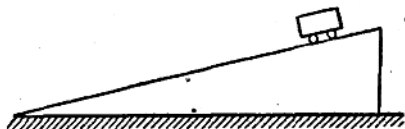


图 7

改变斜面的倾角，再计算加速度和测出小車沿斜面下滑的力。根据这些数据，研究加速度跟力的关系。

在小車上增加砝碼以增加运动物体的质量，同时减小斜面的倾角，使它受到的沿斜面下滑的力大小不变。算出每次的加速度，测出每次运动物体的质量。根据这些数据，研究加速度跟质量的关系。

仪器：带有軌道的木板(长约 140 厘米)，能沿軌道运动的小車，测力計，停表，带有夹子的铁架台，米尺，金属盒，天平和砝碼。

步骤：

(1)把带有軌道的木板的一端夹在铁架台的夹子里，使成

一个斜面。

(2)把小車放在斜面的軌道上,用測力計沿着斜面向上拉着小車,使小車勻速下滑,記下測力計上的讀數 F_1 。

(3)把金屬盒放在斜面的底端,使小車從軌道上的某一點下滑,用停表測出小車從開始運動到撞到金屬盒所用的時間 t_1 ,用米尺量出在這段時間內小車經過的路程 S_1 ,并算出小車的加速度 a_1 。把測得和算得的結果記入下表。

(4)改變斜面的傾角,按步驟(2)、(3)測出 F_2 、 t_2 、 S_2 ,并算出 a_2 。

(5)在小車上增加砝碼,同時減小斜面的傾角,使小車沿斜面向下滑的力 F_2 不變(用測力計測出來)。

(6)按步驟(3),測出 t_3 和 S_3 ,并算出 a_3 。

(7)用天平測出小車的質量。

記錄和計算:

實 驗 次 數	運動物體的 質量 m (克)	使小車沿軌 道下滑的力 F (克)	小車下滑的 路程 S (厘 米)	所需的時間 t (秒)	加速度 a (厘米/秒 ²)
1					
2					
3					

作業:

(1)從表中1、2兩項,可以得出什麼結論? 從2、3兩項可以得出什麼結論?

(2)把表中力的單位換算成達因,看看各次的 F 跟 ma 數值是否近似? 如果有誤差,分析產生誤差的主要原因。

实验五 测定重力加速度

目的: (1)测定重力加速度。(2)验证单摆的周期跟摆长的关系。

原理: 根据单摆的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, 测出摆长和周期, 就可以算出重力加速度 g 。

仪器: 米尺, 停表(或带有秒针的钟表), 带有铁夹的铁架台, 带有细线的小球。

步骤:

(1)把铁夹固定在铁架台的上端, 把铁架台放在桌边上, 使铁夹伸出到桌面以外。

(2)取摆长 l 为 120 厘米(从小球的球心算起), 把线的上端固定在铁夹上。

(3)使单摆摆动(偏角不超过 5°), 注意使小球尽可能在一定的弧线上摆动, 不要晃来晃去。测出单摆摆动 50 次的时间。

(4)把摆长缩短到 30 厘米, 按照步骤(3)再做一次。

记录和计算:

实验次数	摆长 l (厘米)	振动 50 次 时间(秒)	周期 T (秒)	重力加速度 g (厘米/秒 ²)

算出重力加速度的平均值。

$$g = \frac{g_1 + g_2}{2} = \underline{\hspace{2cm}}。$$

作业：算出两次周期的比值和两次摆长的平方根的比值，并将两者加以比较，可以得出什么结论？