

经全国中小学教材审定委员会

2002年审查通过

全日制普通高级中学教科书（必修）

物理

第二册

人民教育出版社物理室 编著



WU LI

人民教育出版社

全日制普通高级中学教科书（必修）

物理

第二册

人民教育出版社物理室 编著

人民教育出版社

全日制普通高级中学教科书(必修)

物 理

第二册

人民教育出版社物理室 编著

*

人民教育出版社出版

(北京沙滩后街 55 号 邮编:100009)

网址: <http://www.pep.com.cn>

北 京 出 版 社 重 印

北 京 市 新 华 书 店 发 行

北 京 市 朝 阳 展 望 印 刷 厂 印 刷

*

开本 890×1194 1/16 印张 14 插页 2 字数 230 000

2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—30 100

ISBN 7-107-16505-4 定价:14.90 元
G·9594(课)

如发现印装质量问题影响阅读请与北京出版社书店联系

电话:62050948

● ● ● ● ● 说 明

《全日制普通高级中学教科书（必修）物理第二册》是根据教育部 2002 年颁布的《全日制普通高级中学课程计划》和《全日制普通高级中学物理教学大纲》，在《全日制普通高级中学教科书（试验修订本·必修）物理第二册》的基础上修订而成的。此次修订的指导思想是：遵循“教育要面向现代化，面向世界，面向未来”的战略思想，贯彻教育必须为社会主义现代化建设服务，必须与生产劳动相结合，培养德、智、体、美全面发展的社会主义事业的建设者和接班人的方针，以全面推进素质教育为宗旨，全面提高普通高中教育质量。

普通高中教育，是与九年义务教育相衔接的高一层次的基础教育。高中教材的编写，旨在进一步提高学生的思想道德品质、文化科学知识、审美情趣和身体心理素质，培养学生的创新精神、实践能力、终身学习的能力和适应社会生活的能力，促进学生的全面发展，为高一级学校和社会输送素质良好的合格的毕业生。

有关本书的使用，说明如下。

(1) 本册供只学习大纲中必修内容的学生在高中二年级使用。书中有 * 号的内容为选学内容，按照大纲的要求，只学必修物理课的学生在两年中至少选学 4 课时。

(2) 学生实验集中列在课文之后，教学中应配合进度适时进行。

必做的演示实验在课文中列出，教师要根据实际情况或者进行演示，或者组织学生随堂实验。

“做一做”介绍简单易行的实验，应尽力组织学生课外完成。

(3) 书中正文之外的阅读材料、思考与讨论等栏目及页侧的旁批，目的在于开阔眼界，启发思考，以利于学生掌握知识和提高能力，教学中要充分利用。

(4) 课题研究是高中物理课的重要组成部分，按照大纲的要求，只学必修物理课的学生在两年中至少研究 4 个课题。本书列出了一些研究课题的示例，供师生参考。

(5) 本册配有教学录像带、VCD，介绍教学中或实验室中不易观察的现象和实验过程。其他相关资料可在人教社中学物理网页 <http://www.pep.com.cn/wl/> 中查询。

本教材原试验本由张同恂、张大昌主持编写，执笔者是张大昌、邢蕙兰、周国强、张颖、彭前程、张晓东，图稿绘制是何慧君、王恒东、王德森，版式设计是马迎莺。

参加本次修订的有张大昌、张颖、彭前程，责任编辑是张大昌，张同恂、彭前程审定了全部书稿。

本书试用中得到了江西省教研室、山西省教科所、天津市教研室的大力支持，在此表示深切的感谢。

因为编者水平有限，虽然勉力为之，仍难免有错误和不妥之处，欢迎广大读者提出意见。

本册教材已经由教育部中小学教材审定委员会审查通过。



目 录

力 学

第八章	机械振动和机械波	(1)
	一、简谐运动	(2)
	二、单摆	(5)
	三、简谐运动的图象	(8)
	四、振动中的能量转化	(9)
	五、受迫振动 共振	(10)
	六、机械波	(12)
	七、波长、频率和波速	(15)
	八、超声波及其应用	(17)
	阅读材料 有趣的声学知识	(18)

热 学

第九章	分子动理论 能量守恒	(24)
	一、物质是由大量分子组成的	(25)
	阅读材料 纳米科学技术	(26)
	二、分子的热运动	(27)
	三、分子间的相互作用力	(30)
	四、内能	(32)
	五、热力学第一定律 能量守恒	(34)
	阅读材料 高空的气温为什么低	(36)
	六、能源的开发和环境保护	(36)
	阅读材料 三峡工程的发电效益	(39)
	七、热力学第二定律	(40)

第十章	固体、液体和气体	(46)
	*一、固体	(47)

*二、晶体的微观结构	(49)
*三、液体的表面张力	(50)
*四、毛细现象	(52)
*五、液晶	(53)
六、气体的压强	(54)
阅读材料 气体分子的速率和统计规律	(55)
七、气体的压强、体积、温度间的关系	(56)

电 磁 学

第十一章	电场	(60)
一、电荷 电荷间的相互作用	(61)	
二、电场强度 电场线	(63)	
阅读材料 用比值定义物理量	(66)	
三、电势差 电势	(67)	
阅读材料 放电现象	(69)	
四、电容器 电容	(70)	
阅读材料 照相用闪光灯	(72)	
传感器	(72)	
*五、静电的防止和利用	(73)	
第十二章	恒定电流	(76)
一、欧姆定律	(77)	
阅读材料 电子的定向移动有多快	(79)	
二、闭合电路的欧姆定律	(80)	
三、半导体	(83)	
四、超导	(84)	
第十三章	磁场	(88)
一、磁场和磁性材料	(89)	
阅读材料 磁悬浮列车	(93)	
二、磁场的方向 磁感线	(94)	
三、安培力 磁感应强度	(97)	
阅读材料 电动式扬声器	(100)	
电流表的工作原理	(101)	
四、磁场对运动电荷的作用	(102)	

第十四章	电磁感应	(106)
	一、磁通量	(107)
	二、电磁感应现象	(108)
	三、法拉第电磁感应定律	(112)
	四、右手定则	(115)
	*五、自感	(116)
	阅读材料 动圈式话筒	(118)
	磁带录音原理	(118)
	日光灯	(119)

*第十五章	交变电流	(122)
	一、交变电流的产生和变化规律	(123)
	二、表征交变电流的物理量	(126)
	三、变压器	(128)
	阅读材料 汽油机点火装置	(130)
	四、电能的输送	(130)

第十六章	电磁波	(134)
	一、电磁场和电磁波	(135)
	*二、无线电波的发射和接收	(137)
	阅读材料 无线电波的传播	(138)
	移动电话	(139)
	三、电视和雷达	(140)

光 学

第十七章	光的传播	(144)
	一、光的直线传播	(145)
	二、光的折射	(148)
	三、全反射	(151)
	四、光的色散	(155)

第十八章	光的本性	(160)
	一、波的干涉和衍射	(161)
	二、光的干涉	(164)
	三、光的衍射	(167)

阅读材料 泊松亮斑	(169)
四、光的电磁说	(169)
五、光电效应 光子	(171)
阅读材料 康普顿效应	(175)
六、物质波	(176)
七、激光	(177)

近代物理初步

第十九章 原子和原子核 (182)

一、原子的核式结构 原子核	(183)
二、原子的能级 电子云	(185)
阅读材料 氢原子的光谱	(187)
三、天然放射现象 衰变	(188)
阅读材料 半衰期	(190)
如何确定古木的年代	(191)
四、核反应 核能	(191)
阅读材料 放射性同位素的应用	(193)
五、重核的裂变	(194)
六、轻核的聚变	(197)
七、人类对物质结构的认识	(198)

学生实验 (201)

一、用单摆测定重力加速度	(201)
二、用油膜法估测分子的大小	(202)
三、描绘小电珠的伏安特性曲线	(203)
四、测定电源的电动势和内阻	(203)
五、练习使用多用电表	(204)
六、练习使用示波器	(205)
七、传感器的简单应用	(207)
八、测定玻璃的折射率	(208)
*九、研究玩具电机的能量转化	(209)

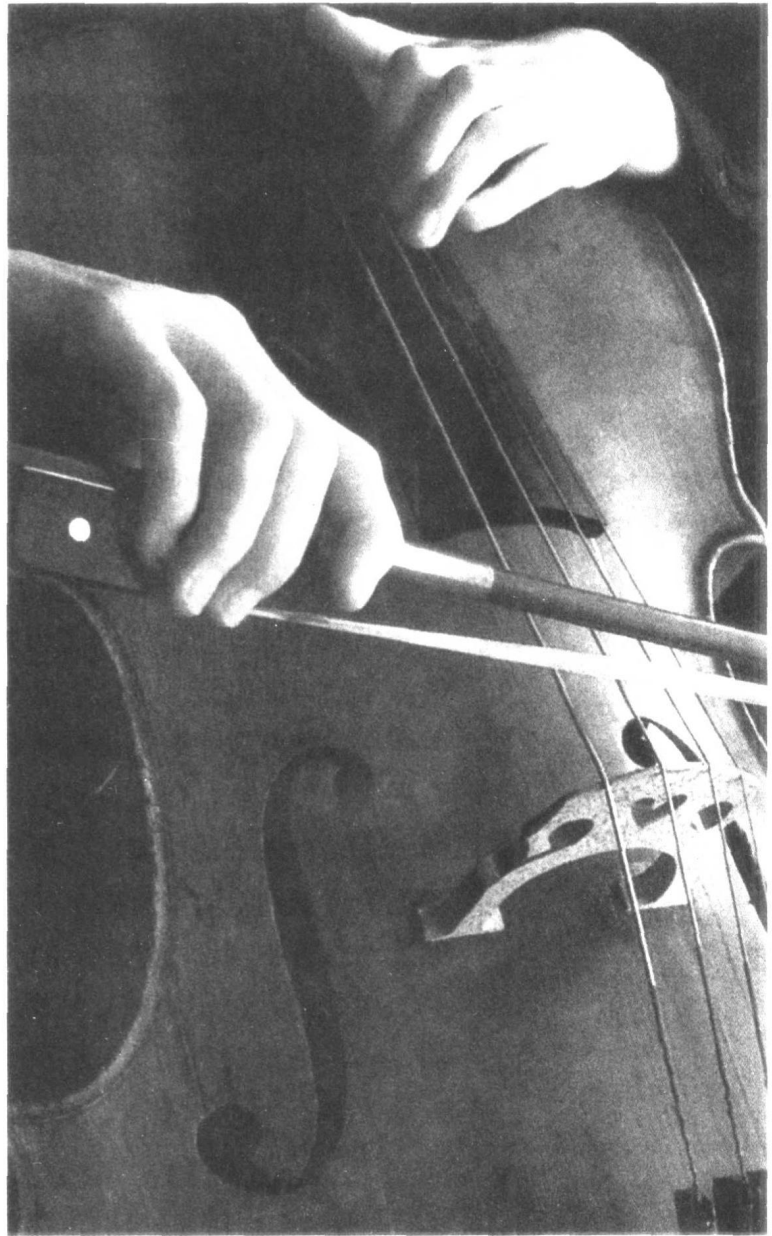
课题研究 (211)

研究课题示例	(211)
--------------	-------

附录 部分中英文名词对照表 (213)



第八章 机械振动和机械波



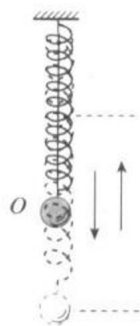


图 8-1

拉一下挂在弹簧下端的重锤，放开手，重锤就在原来静止位置的上下往复运动（图 8-1）。物体（或物体的一部分）在某一中心位置两侧所做的往复运动，叫做**机械振动**，简称**振动**。

振动在自然界中是广泛存在的。水面浮标的上下浮动，内燃机活塞在气缸中的运动，担物行走时扁担的颤动，微风中树梢的摇摆，都是振动。一切发声的物体都在振动。地震是我们脚下大地的剧烈振动。研究振动也要从最简单、最基本的振动着手，这种振动就是简谐运动。

一 简谐运动

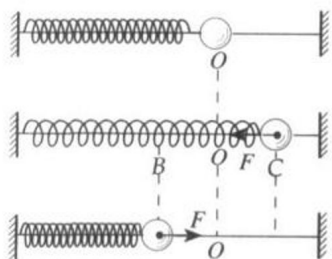


图 8-2 弹簧振子，O 点是平衡位置。

像图 8-2 那样，把有孔的小球跟弹簧连接在一起，穿在一根水平杆上，并把弹簧的左端固定。把小球向右拉到 C 点，然后放手，小球就在杆上振动几次而后停下。杆越光滑，小球振动的次数越多。如果水平杆非常光滑，小球在杆上滑动时的摩擦力可以忽略不计，而且弹簧的质量比小球的质量小得多，也可以忽略不计，我们就把这个系统叫做**弹簧振子**。

小球从 C 点开始，经过 O 点到达 B 点，然后向相反方向运动，经过 O 点又回到 C 点，这时我们说振子完成了一次**全振动**。

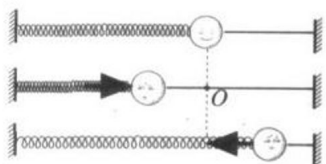


图 8-3 小球受到的弹力总是指向平衡位置的

小球处于 O 点时，弹簧没有形变，它不受弹力作用，O 点就叫做振子的**平衡位置**。不论小球朝哪个方向运动，只要它处于 O 点的左侧，弹簧就被压缩，小球受到的弹力向右；而当小球处于 O 点的右侧时，弹簧被拉伸，它受到的弹力向左。换句话说，小球受到的弹力总是指向平衡位置的，所以这个力叫做**回复力**。水平放置的弹簧振子还受到重力和杆的支持力，不过这两个力互相平衡，对小球的运动没有影响，小球受到的合力等于弹簧的弹力。

如果用 F 表示小球受到的回复力，用 x 表示小球对于平衡位置的位移，根据胡克定律， F 和 x 成正比，它们之间的关系可以用下式来表示：

$$F = -kx. \quad (1)$$

式中的 k 是弹簧的劲度系数；负号的意思是：回复力的方向总跟小球位移的方向相反。

研究振动时提到的位移，指的都是对于平衡位置的位移。

思考与讨论

当小球处于 O 点的右侧时，它对于 O 点的位移是向左的还是向右的？它所受合力的方向呢？当小球处于 O 点的左侧时，情况又是怎样？

像弹簧振子那样，如果物体所受的力跟位移成正比，并且总是指向平衡位置，物体的运动叫做简谐运动。简谐运动是最简单、最基本的机械振动。音叉和一端固定的簧片（图 8-4），它们上面各点的振动都是简谐运动。

根据牛顿第二定律， $F=ma$ ，运动物体的加速度总跟物体所受的合力的大小成正比，并且跟合力的方向相同。这样，根据（1）式也能知道做简谐运动的物体的加速度。

这里说的力，一定指物体所受的合力。

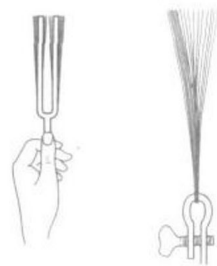


图 8-4 音叉和一端固定的簧片，它们上面各点的振动都是简谐运动。

思考与讨论

在图 8-2 中， B 、 C 两点是小球运动过程中所能到达的最远的两点。当小球从 O 点向 B 点运动时，它的速度和加速度各朝什么方向？当小球从 B 点向 O 点运动时，情况又是怎样？

小球运动到哪点时的加速度最大？为什么？这时加速度指向什么方向？

小球运动到哪点时的速度最大？为什么？

振幅、周期和频率

各种不同的机械运动，都可以用位移、速度、加速度等物理量来描述，但是不同的运动又有自己不同的特点，这就需要引入另外的物理量来描述这些特点。研究圆周运动时我们引入了角速度、周期等物理量。研究振动也需要引入新的物理

简谐运动跟匀速圆周运动一样，也是周期性运动，所以也可以引入周期的概念。

量，这就是振动的振幅、周期和频率。

振动物体总是在一定范围内运动的。振动物体离开平衡位置的最大距离，叫做振动的振幅。振幅是表示振动强弱的物理量。在图 8-2 中， OC 或 OB 的大小就是振幅。

振动物体完成一次全振动所需的时间是一定的，这个时间叫做振动的周期。

单位时间内完成的全振动的次数，叫做振动的频率。在国际单位制中，频率的单位是赫兹，简称赫，符号是 Hz 。 $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$ ，1 秒内完成几次全振动，频率就是几赫兹。周期和频率都是表示振动快慢的物理量。如果用 T 表示周期，用 f 表示频率，则有

$$f = \frac{1}{T} \text{ 或 } T = \frac{1}{f}$$

简谐运动的频率（或周期）跟振幅没有关系。观察弹簧振子的振动可以发现，开始时弹簧拉伸的程度不同，振动的振幅也就不同，但是对于同一个振子，振动的频率（或周期）却是一定的。可见，物体的振动频率由振动物体本身的性质决定，所以又叫做固有频率。

练习一

(1) 按照你的理解，图 8-2 中的小球从 C 点经过 O 点到达 B 点，小球是否完成了一次全振动？从 O 点到达 B 点而后又回到 O 点，小球是否完成了一次全振动？请你正确描述从 C 点开始运动和从 O 点开始向右运动这两种情况下，小球完成一次全振动所经过的路径。

(2) 分析图 8-2 中的弹簧振子在一次全振动中位移、回复力、加速度、速度的变化规律，填写下表。（填写增大、减小、最大、为零。）

	位移	回复力	加速度
$O \rightarrow C$			
C			
$C \rightarrow O$			
O			
$O \rightarrow B$			
B			
$B \rightarrow O$			
O			

(3) 图 8-2 中的弹簧振子, 在从 C 到 O 的过程中, 振子的运动情况是下列说法中的哪一个? 在从 O 到 B 的过程中呢?

- A. 匀加速运动;
- B. 加速度不断减小的加速运动;
- C. 加速度不断增大的加速运动;
- D. 加速度不断减小的减速运动;
- E. 加速度不断增大的减速运动.

(4) 图 8-2 中的弹簧振子, 振幅是 2 cm , 完成一次全振动时小球通过的路程是多少?

(5) 做简谐运动的一个物体, 完成 30 次全振动用了 24 s , 求它的振动周期和频率.

(6) 弹簧振子的振幅增大到原来的 2 倍时, 下列说法中正确的是:

- A. 周期增大到原来的 2 倍;
- B. 周期减小到原来的 $\frac{1}{2}$;
- C. 周期不变.

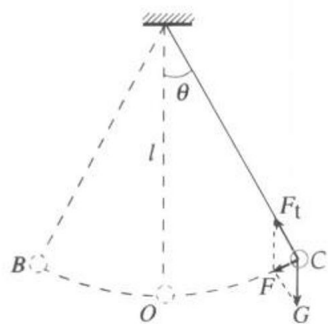


图 8-5 单摆的振动

二 单摆

单摆 在细线的一端拴一个小球, 另一端固定在悬点上. 如果线的伸缩和线的质量可以忽略, 而且球的直径比线的长度短得多, 空气等产生的阻力也可以忽略, 这样的装置就叫做单摆. 单摆是实际摆的一种理想化模型.

拉开摆球, 使它偏离平衡位置, 然后放开, 摆球就在重力 G 和拉力 F_t 的作用下沿着圆弧 CB 往复摆动, 弧的中点 O 是它的平衡位置. 这就是单摆的振动 (图 8-5).

理论研究表明, 一般情况下单摆的振动不是简谐运动, 但是当摆角很小时, 可以近似地看做简谐运动.

单摆振动的周期 天文馆大厅里的单摆, 周期有几十秒, 屋顶悬挂的电灯, 摆动的周期往往不到 1 s . 哪些因素能够影响单摆振动的周期? 我们猜想, 这些因素可能包括振幅、摆球质量、摆长, 还可能有的因素. 下面通过实验看一看, 我们的猜想是否正确.

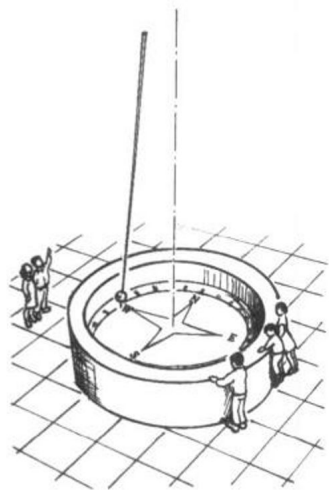


图 8-6 天文馆大厅里的单摆

想一想, 既然 1 次全振动所用的时间就是周期, 为什么要测出 50 次振动所用的时间?

实验

取一个长约 1 m 的单摆，在摆角比较小的时候（例如小于 10° ）测出它振动一定次数（例如 50 次）所用的时间，然后在更小的摆角下测定振动相同次数所用的时间。

你还记得吧，弹簧振子的周期也跟振幅没有关系！

实验发现，摆角不同时，振动相同次数所用的时间是相同的。这就是说，这个摆的振幅虽然改变了，它做简谐运动的周期却没有改变。事实上，只要保持足够小的摆角，无论怎样改变一个单摆的振幅，周期都是不变的。单摆做简谐运动的周期跟振幅没有关系，这种性质叫做单摆的等时性，是伽利略首先发现的。

实验 2

取两个大小相同，质量不等的摆球拴在两条等长的细线上，制成两个等长的单摆，测量它们的周期。

从这个实验可以看到，单摆做简谐运动的周期跟摆球的质量没有关系。

取不同长度的单摆测定它们的周期，我们发现，摆长越长，周期也就越长。

理论研究证明，做简谐运动的单摆的周期 T 除了跟摆长 l 有关外，还跟重力加速度 g 有关，这个关系可以写成如下的公式：

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

从这个公式可以看出，做简谐运动的单摆，它的周期跟摆长的二次方根成正比，跟重力加速度的二次方根成反比。由于单摆的振动只有在摆角较小时才能近似地看做简谐运动，所以这个公式实际上是个近似公式。荷兰物理学家惠更斯（1629—1695）早在 1656 年就通过实验得到了这个公式，并且利用摆的等时性制成了摆钟。

单摆的振动周期和摆长很容易准确地测出来，所以利用单摆可

“跟重力加速度有关”。就是说，同样摆长的单摆，放到地球上的另一个地方， g 的值不一样了，它的周期也就不一样。

以准确地测定各地的重力加速度.

把单摆的振动近似地看做简谐运动,近似的程度有多好?只要看看一个单摆实际的振动周期跟公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 计算得到的周期有多大差别,就能知道了.下表列出了一个长度为 1.000 0 m 的单摆,在 $g=9.801 2 \text{ m/s}^2$ 的地点,利用 (1) 式计算得到的周期对于不同摆角时实测周期的误差.从表中可以看到,即使摆角大到 15° ,公式计算的误差也不到 0.5%.对于中学阶段处理的问题,这个误差很小,所以这时候可以十分准确地把单摆的振动看做简谐运动.

θ/degree . (摆角/度)	3	6	9	12	15	18	21
T/s . (实测周期/秒)	2.0073	2.0083	2.0101	2.0125	2.0156	2.0193	2.0238
T'/s . (计算周期/秒)	2.0070	2.0070	2.0070	2.0070	2.0070	2.0070	2.0070
$ T'-T /T$. (误差)	0.02%	0.07%	0.15%	0.27%	0.43%	0.61%	0.83%

练习二

(1) 单摆的摆长、摆球质量、摆的振幅(始终保持很小)、当地的重力加速度,这几个物理量中,哪几个跟摆的振动周期有关?

(2) 图 8-7 中有 A、B、C、D、E、F、G 共 7 个单摆,在做简谐运动时,其中___的周期最长,___的频率最低,___、___和___的周期相等.

(3) 有一个做简谐运动的单摆,拿到月球上去以后,它的周期比在地球上时大了还是小了?频率呢?

(4) 一个单摆原来的周期等于 2 s,在下列情况下,周期有无变化?如果有变化,变为多少?

A. 摆长减为原来的 $\frac{1}{4}$;

B. 摆球的质量减为原来的 $\frac{1}{4}$;

C. 振幅减为原来的 $\frac{1}{4}$;

D. 把摆移到另一个星球,该地的自由落体加速度只有原来的 $\frac{1}{4}$.

(5) 一个单摆的摆长是 30 cm,摆所在地的重力加速度 $g=9.81 \text{ m/s}^2$,

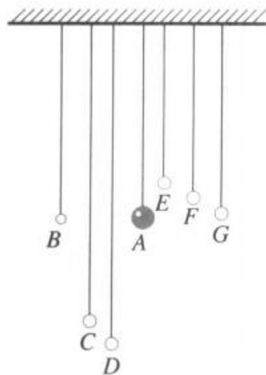


图 8-7

求摆的周期.

(6) 长 24.8 cm 的单摆, 120 次全振动所需的时间是 120 s, 求摆所在地的重力加速度.

三 简谐运动的图象

做简谐运动的物体, 它的位移随时间变化的规律可以用图象表示出来. 下面就用实验的方法作出简谐运动的图象.

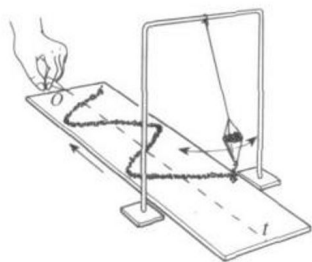


图 8-8 用装沙的单摆描绘简谐运动的图象

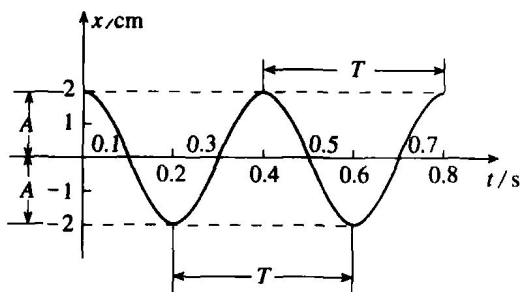


图 8-9 一个质点做简谐运动, 从它的图象上可以看出, 周期 $T=0.4$ s, 振幅 $A=2$ cm.

正弦函数、余弦函数的图象都叫做正弦曲线.

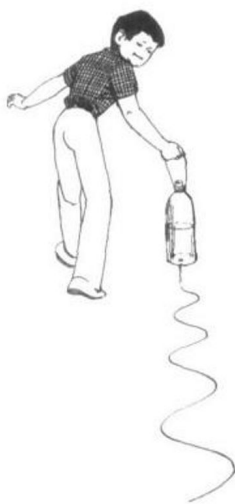


图 8-10

用硬纸做一个漏斗, 挂在架上, 成为一个单摆 (图 8-8). 漏斗的下方放一块纸板, 板的中央画一条直线, 作为一个坐标轴 (横轴). 漏斗中装入细沙. 把漏斗拉离平衡位置, 放手使它摆动, 同时匀速拉动纸板. 于是就在纸板上得到一条曲线, 这就是简谐运动的图象. 理论研究证明, 这是一条正弦曲线, 它表示漏斗对平衡位置的位移 x (纵坐标) 随时间 t (横坐标) 变化的情况 (图 8-9). 振幅 A 和周期 T 都标在图上了.



在大塑料饮料瓶底部扎一个小孔, 灌上水, 手提着水瓶向前走, 同时使瓶左右摇摆, 这样就能在地上大致画出简谐运动的图象了 (图 8-10).