

形成科学概念
巩固科学知识
获得实验技能



高中实验教程 • 报告册

江西省教育厅教学教材研究室组织编写

 江西科学技术出版社

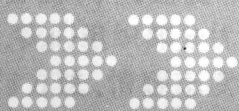
物理

人教版 • 选修3-4

新课标

高中实验教程

· 报告册



江西省教育厅教学教材研究室组织编写

江西科学技术出版社

◎主 编 袁一志

◎副主编 万青青 江大鷗 苏建平

◎编 者 江文华 李 怡 肖俊华 周新农 谢国润 李强雨
张文锋 江大鷗 苏建平 吴春明 许运骁 余迎春
江文华 饶日亮 陈国清 黄 山 熊小平 高祥贵
康生海 徐金龙 肖俊华 杨铁建 童国民 方智华
梁北滨 喻桂龙 沈一鸣 张勇治 袁一志 娄理明
黄晓标

物理

人教版·选修 3-4

图书在版编目(CIP)数据

高中实验教程·报告册·物理(人教版·选修3-4)/江西省教育厅教学教材研究室编写. —南昌:江西科学技术出版社,2009.8

ISBN 978-7-5390-3310-5

I. 高… II. 江… III. 物理课—高中—实验报告 IV. G634.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第123783号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjcs.com>

选题序号:ZK2009210

图书代码:J09105-101

高中实验教程·报告册·物理(人教版·选修3-4)

江西省教育厅教学教材
研究室组织编写

出版	江西科学技术出版社
发行	
社址	南昌市蓼洲街2号附1号
	邮编:330009 电话:(0791)6623491 6639342(传真)
印刷	南昌市印刷五厂
经销	各地新华书店
开本	850mm×1168mm 1/16
字数	100千字
印张	4
版次	2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷
书号	ISBN 978-7-5390-3310-5
定价	6.00元

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)

前言

实验是人类认识世界的一项重要活动,是进行科学研究的基础;实验是物理、化学、生物科学的基础,也是这些学科教学的基础。实验教学对于激发学生学习科学的兴趣,帮助他们形成科学概念,巩固科学知识,获得实验技能,培养实事求是、严肃认真的科学态度和训练科学方法有着重要的意义。因此,加强实验教学是提高这些学科教学质量的重要一环。

为了培养学生具有现代社会需要的普通文化科学基础知识和基本技能,具有基本的学习方法、学习态度和自学的能力,具有创新的精神和分析问题、解决问题的能力,我们组织部分优秀教师编写了这套《实验教程》。《实验教程》按“知识与技能、过程与方法、情感态度和价值观”三维目标的要求,分“演示实验”、“学生实验”、“探究实验”等几部分内容进行编写。

《实验教程》强调学生亲自动手做实验,使学生对科学事实获得具体的、明确的认识;《实验教程》重视培养学生的观察和实验能力,希望学生通过本书的学习逐步具备:规范的实验操作、良好的实验习惯、科学的方法和科学的态度。

因编写时间有限,本书不足之处,敬请指正,以便今后修订完善。

江西省教育厅教学教材研究室

2009年7月

目 录

第十一章	机械振动	1
	实验一 演示弹簧振子的振动	1
	实验二 描绘简谐运动的图像	2
	实验三 研究单摆的周期跟哪些因素有关	5
	实验四 用单摆测定重力加速度	6
	实验五 研究弹簧振子的周期	10
	实验六 演示受迫振动的频率跟什么有关	12
	实验七 研究共振现象	13
	实验八 外力作用下的振动	14
	实验九 演示声音的共鸣	17
第十二章	机械波	18
	实验一 波的形成和传播	18
	实验二 波的反射和折射	21
	实验三 波的衍射	23
	实验四 波的干涉	25
第十三章	光	28
	实验一 光的折射——测定玻璃的折射率	28
	实验二 光的干涉	31
	实验三 用双缝干涉测量光的波长	34
	实验四 光的颜色 色散	37
	实验五 光的衍射	39
	实验六 全反射	41
第十四章	电磁波	44
	实验一 电磁波的发现	44
	实验二 电磁光谱	46
	实验三 电磁波的发射和接收	49
	实验四 社会生活中的电磁波	52
第十五章	相对论简介(略)	
参考答案		57

第十一章 机械振动

实验一 演示弹簧振子的振动

【实验目的】

研究弹簧振子的振动特点.

【实验原理】

振子受到一个与位移大小成正比,方向始终指向平衡位置的回复力作用,使振子在平衡位置两侧做往复运动.

【实验器材】

光滑的水平杆,带孔的小球,弹簧等.

【实验步骤】

1. 组装弹簧振子:把一个带孔的小球安在弹簧的一端,弹簧的另一端固定,小球穿在光滑的水平杆上,可以在杆上无摩擦滑动,如图 11-1 所示.
2. 使小球偏离平衡位置,观察弹簧振子的振动情况.

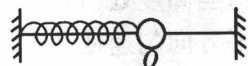


图 11-1

【实验结论】

由于振子离开平衡位置时,总是受到一个指向平衡位置的弹力作用,使振子以 O 点为中心在水平杆上做往复运动.

实验二 描绘简谐运动的图像

实验1 描绘简谐运动的图像

【实验预习】

通过预习,回答本实验中的下列问题:

1. 简谐运动是怎样的一种运动? 它和我们前面学习的运动形式有什么不同?
2. 简谐运动的图像是怎样的? 如何描绘简谐运动的图像?

实验原理及其运动的规律:用描迹的方法描出弹簧振子的轨迹曲线,并和正弦函数的图像进行对比,从而得出其运动规律.

实验条件:①用于描轨迹的纸板要竖直.②弹簧振子竖直放置,并将其固定在木支架的适当高度处(低板中心的高度与振子静止时的高度大致相同),纸板靠近彩笔放置.③沿水平方向匀速拖动木板,在纸板上准确记下振子振动的轨迹.

【实验目的】

用实验方法描出图 11-2 中弹簧振子的运动轨迹.

【实验原理】

从理论上可知,图 11-2 中弹簧振子的振动为简谐运动.由于振子上固定着软笔芯,可在匀速运动的竖直纸板上画出简谐运动图像.

【实验器材】

木支架,竖直振动的弹簧振子,软彩笔芯,纸板,限位槽木板等.

【实验步骤】

1. 先将适当长度的软彩笔芯套在螺杆上,再将螺杆拧入螺母,软笔芯被固定在其上(注意螺杆的长度要与螺母的厚度差不多,不易过长).
2. 弹簧振子竖直放置,并将其固定在木支架的适当高度处.
3. 把纸板固定在限位槽木板上,并使其竖直靠近软彩笔芯(注意限位槽木板中心的高度与振子静止时的高度大致相同).
4. 让弹簧振子在竖直方向振动起来,同时沿水平方向匀速拖动木板,软彩笔芯便会在纸板上画出弹簧振子振动的轨迹(如图 11-3 所示).

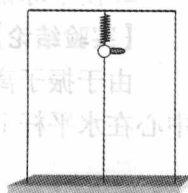


图 11-2

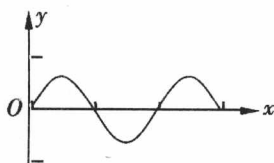


图 11-3

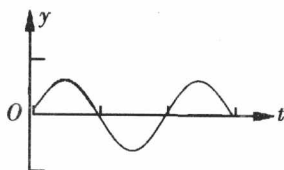


图 11-4

【实验分析】

沿水平方向匀速拖动木板,由 $x = vt$ 可知, $x \propto t$, 故可把弹簧振子振动的轨迹图像又画成图 11-4 所示.

【实验结论】

把弹簧振子振动的轨迹图像与正弦函数图像进行对比,得出结论:做简谐运动的弹簧振子的振动图像是一条_____.

【实验反思】

1. 简谐运动是学生接触到的第一个往复运动,通过实验弄清其形成原因.
2. 它与一般的曲线运动有什么不同?
3. 还可通过哪些其他方法来得到简谐运动的图像?

【实验思考】

判断以下两种运动是否是简谐运动:

1. 如图 11-5 所示,小球从高处自由下落,掉到竖直放置的弹簧上.
2. 如图 11-6 所示,小球在两相互连接的倾角为 15° 的光滑斜面上以 O 点为中心往复运动.(学以致用,解决实际问题,使学生从理性认识上升到感性认识,实现认识上的第二次飞跃.)



图 11-5

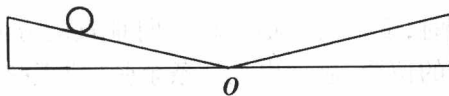


图 11-6

【能力训练】

1. 简谐运动是一种().
A. 匀速运动 B. 变速运动 C. 匀加速运动
D. 变加速运动 E. 匀减速运动
2. 做简谐运动的物体每次通过同一位置时,都具有相同的().
A. 加速度 B. 动量 C. 动能
D. 位移 E. 回复力 F. 速度
3. 如图 11-7 所示,弹簧振子以 O 点为平衡位置做简谐振动,当它从 C 向 O 点运动的过程中,位移方向及其大小的变化是().
A. 向右,逐渐增大 B. 向右,逐渐减小
C. 向左,逐渐增大 D. 向左,逐渐减小
4. 如图 11-8 所示,弹簧振子以 O 点为平衡位置,在 A 、 B 间做简谐振动,下列说法正确的是()

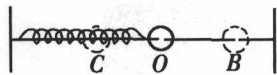


图 11-7

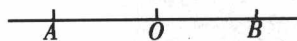


图 11-8

- A. 振子在 A 、 B 处的加速度和速度均为零
- B. 振子通过 O 点后, 加速度方向改变
- C. 振子通过 O 点后, 速度方向改变
- D. 振子从 $O \rightarrow B$ 或从 $O \rightarrow A$ 的运动都是匀减速运动

实验2 演示单摆的振动图像

【实验目的】

显示单摆的振动图像是余弦(或正弦)曲线。

【实验原理】

单摆在小角度摆动情况下的运动是简谐运动, 如图 11-9 所示. 下面的水平板匀速运动时, 砂就会落到平板上形成一条有规律的正弦(或余弦)曲线。

【实验器材】

漏斗, 支架, 细线, 细砂, 硬纸板像

【实验步骤】

1. 组装成如图 11-9 所示的装置图。
2. 把漏斗吊在支架上, 下方放一块硬纸板, 纸板上画一条直线 OO' , 漏斗不动时正好在直线 OO' 的正上方。
3. 在漏斗里装入细砂, 让它摆动, 同时沿着摆动方向的垂直方向匀速拉动硬纸板, 观察细砂漏到纸板上的形状。

【实验结论】

漏斗摆动时, 纸板沿着跟摆动方向垂直的方向匀速运动, 则漏在纸板上的砂子就记录下各个时刻摆的位置, 显示出是一条余弦(或正弦)曲线图形。

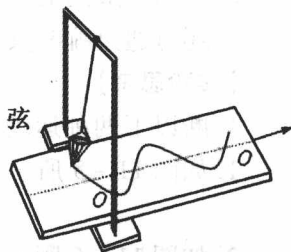


图 11-9

实验三 研究单摆的周期跟哪些因素有关

【实验目的】

研究单摆的周期是由什么因素决定的.

【实验原理】

利用控制变量法,分别用摆角不同、摆长不同及摆球质量不同的单摆进行试验,测出其对应的周期,归纳出单摆的周期与摆长的关系.

【实验器材】

铁架台,约1 m的细线,秒表,两个质量不同、大小相同的小球等.

【实验步骤】

1. 组装成如图 11-10 所示的单摆.
2. 用秒表测出不同摆角下单摆的周期,看是否相等.
3. 用秒表测出不同摆长下单摆的周期,看有什么关系.
4. 用秒表测出不同摆球下单摆的周期,看有什么关系.

【实验结论】

通过实验数据分析可知:单摆的周期与摆长有关,与振幅、摆球的质量无关.

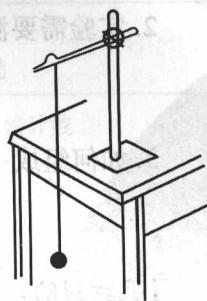


图 11-10

实验四 用单摆测定重力加速度

【实验预习】

由单摆的周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ 可得 $g = 4\pi^2 L / T^2$. 可见, 我们只要组成一个单摆, 测出它
在小角度下的周期及摆长, 即可求出当地的重力加速度 g . 实验前请回答下列问题:

1. 用单摆测定重力加速度是根据什么物理关系?
2. 实验需要测量哪些量? 各用什么测量工具? 如何测量?
3. 如何组成一个单摆模型? 怎样保证小球摆动是简谐运动?

【实验目的】

1. 知识与技能:

- (1) 学会秒表的使用.
- (2) 摆长的测量.
- (3) 单摆周期的测量.
- (4) 重力加速度的计算.

2. 过程与方法:

- (1) 组成单摆的方法.
- (2) 秒表的读数方法.
- (3) 单摆摆长和周期测量方法.
- (4) 实验数据的处理方法.

3. 情感态度与价值观:

- (1) 激发学生定量探究利用单摆的周期测当地重力加速度的求知欲, 体验探索过程方法及成功的愉悦.
- (2) 提高学生参与科技活动的热情, 培养学生勇于创新 and 实事求是的科学态度及科学精神.
- (3) 提高主动与他人合作的精神和交流的能力.

【实验原理】

用单摆振动周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, 可得 $g = 4\pi^2 L / T^2$. 可见, 只要测出 L 和 T , 就可以求出 g 的值. 这样, 我们就需要用细线、小球和铁架台组装一个单摆(图 11-11). 摆长 L 为悬线的长度 L' 与摆球半径 r 之和, 用米尺测量悬线的长度 L' , 用游标卡尺可方便地测出小球的直径 D , 从而得到小球半径 r 的值. 我们还需要用停表来测量单摆的振动周期 T .

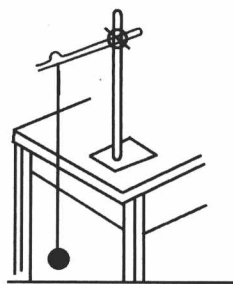


图 11-11

【实验器材】

长约1 m的细线,通过球心开有小孔的金属球,秒表,刻度尺,带有铁夹的铁架台,游标卡尺等.

【实验步骤】

表 11-1

步骤	内容	方法与操作要点
1	组装单摆	①摆线选用1~1.2 m长的细线,小球用50~100 g的金属球 ②摆线的悬挂参考图11-11
2	测摆长	①用游标卡尺测出小球的直径 D ②在摆球自由下垂的状态下,用米尺测量悬线的长度 L'
3	让小球摆动	①单摆从平衡位置拉开角度不超过 10° ②小球释放时,不要附加侧向力,否则金属球不在一个平面内运动
4	测周期 T	①手持归零停表随单摆振动,当摆球通过平衡位置(最低点)时开始计数 ②测单摆做 n 次(30~50次)全振动所用的时间 t ③ $T = t/n$
5	算出 g 值	$g = 4\pi^2 L/T^2$
6	变更摆长,重复步骤(2)~(5)	变更摆长3~5次
7	求 g 的平均值	$\bar{g}$

【实验记录】

表 11-2

次数	L'/mm	D/mm	r/mm	L/m	n	t/s	T/s	$g/\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	$\bar{g}/\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
1									
2									
3									
4									

【实验拓展】

1. 研究单摆周期与摆长的关系:

利用表11-2中的数据还可以研究周期跟摆长的关系. 由单摆振动周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ 知道 T 与 $\sqrt{L}$ 有关, 算出不同摆长下 T 与 $\sqrt{L}$ 之比, 看看这些比值是否相等.

2. 验证单摆周期跟偏角的大小、摆球的质量无关:

从单摆的周期公式知道, 周期跟偏角的大小、摆球的质量没有关系. 和同组同学一起拟定实验方案和步骤, 设计实验数据记录表格, 用实验验证这个结论.

【实验分析】

1. 本实验的误差主要来源于单摆模型本身是否符合要求, 时间和长度的测量是否准确.

2. 本实验可以用 $L-T^2$ 图像来处理数据.

3. 测 g 的方法较多, 还可以用“自由落体法”、“滴水法”等方法测量.

【实验结论】

1. 当地的重力加速度为_____.
2. 单摆振动周期跟摆长的关系是_____.
3. 单摆周期跟偏角的大小、摆球的质量关系是_____.

【实验反思】

1. 在组装单摆、测摆长、测周期及记录数据时,需要同组学生共同来完成.
2. 此实验要特别注意实验数据的分析,从中找出其物理规律.
3. 在共同完成实验报告后,进行交流,以便总结经验,为以后作参考用.

【方法举例】

【例1】一个学生利用单摆做测定重力加速度的实验,他的具体做法如下:

(1) 取一根丝线,一端穿过摆球的小孔,然后打一个结,另一端缠绕在铁架台夹子所夹着的细铁棒上.

(2) 用米尺量得丝线长 20 cm,作为摆长.

(3) 将摆球向一侧偏离 10° 后放开摆球.

(4) 在放开摆球的同时开始计时.

(5) 记下摆球完成一次全振动的时间,作为周期 T .

(6) 把所得数据代入公式 $g = 4\pi^2 L/T^2$ 即可.

对该学生的实验作出评价.

【解析】该学生所做实验的每一部分都有错误:(1) 不能将丝线缠绕在小棒上,这样悬点不固定,摆长会随着摆动而发生变化. 正确的应该用夹子夹住,使悬点固定.(2) 20 cm 的摆长太短,一般应使摆长远大于摆球的直径 d ,取 1 m 左右为宜.(3) 偏角大于 5° ,不能近似地认为 $\sin\alpha = \alpha$,不符合简谐运动的条件. 应使摆动偏角小于 5° .(4) 放开手计时,不容易做到同步计时,应让小球至最低点,即平衡位置时计时(同时在平衡位置下面放置一个标志物).(5) 用一次全振动的时间作为周期,误差很大. 应用累积法,让摆摆 30 ~ 60 次,测出总时间 t ,再求出周期 $T = t/n$ (n 为单摆全振动的次数).(6) 一般实验要重复几次,由记录数据算出结果,取平均值为最后测量的结果.

点评:本题全面考查了学生的观察、理解、分析、实验操作、误差处理等各种能力.

【例2】某同学利用“秒摆”验证单摆周期公式,已知一个“秒摆”的周期为 2 s. 如果其摆球质量减为原来的 $1/4$,则周期为_____ ;如果其摆长减为原来的 $1/4$,则频率为_____ ;如果其摆角减为原来的 $1/4$,则频率为_____ .

【解析】根据单摆的周期与其摆长的平方根成正比,与球的质量、摆角等其他因素无关,可计算出结果.

答案:2 s; 1 Hz; 0.5 Hz.

【能力训练】

1. 某同学做完实验后思考:测量周期时,为什么要测量单摆做几十次全振动的时间,再除以全振动的次数,这样既费时,又容易出错,测量单摆做一次全振动的时间就可以了. 你认为呢?

2. 有的同学不是一开始就测量摆长,而是等测完了周期后再测摆长,老师也认为这样

做比较合理.你能说出这样做的道理吗?

3. 为了使单摆悬挂和改变摆长方便,能否采用图 11-12 所示的方法?

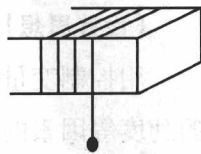


图 11-12

4. 在用单摆测定重力加速度的实验中,单摆摆角 φ 应_____.从摆球经过_____开始计时,测出 n 次全振动的时间为 t ,用毫米刻度尺测出摆线长为 L ,用螺旋测微器测出摆球的直径为 d .

(1) 用上述物理量的符号写出的重力加速度的一般表达式为 $g =$ _____.

(2) 实验中某同学发现他测出的重力加速度值总是偏大,其原因可能是().

A. 实验室处在高山上,离海平面太高

B. 单摆所用的摆球太重

C. 测出 n 次全振动的时间为 t ,误作为 $(n+1)$ 次全振动的时间进行计算

D. 以摆球直径与摆线长之和作为摆长来计算

5. 在做“用单摆测定重力加速度”的实验时,用摆长 L 和周期 T 计算重力加速度的公式是 $g =$ _____.如果已知摆球直径为 2.00 cm,让刻度尺的零点对准摆线的悬点,摆线竖直下垂.如图 11-13 所示,那么单摆摆长是_____.如果测定了 40 次全振动的时间,如图 11-14 中秒表所示,那么秒表读数是_____s,单摆的摆动周期是_____s.

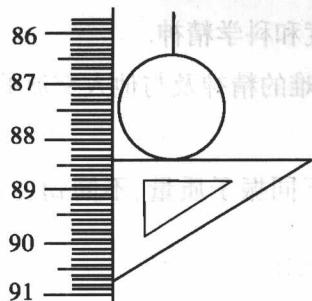


图 11-13

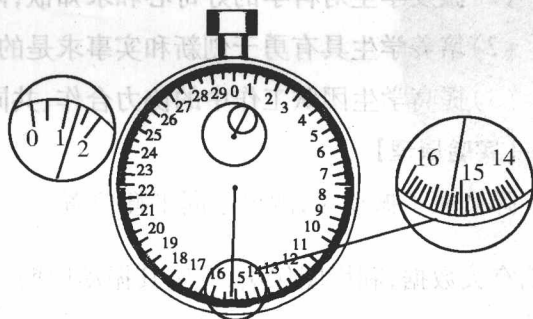


图 11-14

6. 某同学在用单摆测重力加速度的实验中,测量 5 种不同摆长情况下单摆的振动周期,记录表格如下:

L/m	0.5	0.8	0.9	1.0	1.2
T/s	1.42	1.79	1.90	2.00	2.20
T^2/s^2	2.02	3.20	3.61	4.00	4.84

以 L 为横坐标, T^2 为纵坐标,作出 $T^2 - L$ 图线,并利用此图线求重力加速度.

7. 在用单摆测重力加速度实验中,所用的摆球质量分布不均匀.一位同学设计了一个巧妙的方法,可以不计摆球的半径,具体做法如下:第一次量得悬线长 l_1 ,测得振动周期为 T_1 ;第二次量得悬线长 l_2 ,测得振动周期为 T_2 ,由此可推算出重力加速度 g .请说明这位同学是如何求出重力加速度 g 的.

实验五 研究弹簧振子的周期

【设计思想】

用控制变量法研究弹簧振子的周期与振动的平衡位置、振动的振幅、振子的质量、弹簧的劲度等因素的关系,最后用变量组合的方法归纳实验结论.

【实验目的】

1. 知识与技能:

(1) 振子的周期与哪些因素有关系.

(2) 振子的周期的设计原理.

(3) 实验装置的安装

2. 过程与方法:

(1) 气垫导轨的使用方法,数字毫秒计的使用方法.

(2) 振子的周期的探究过程及控制变量法、图像法.

3. 情感态度与价值观:

(1) 激发学生对科学的好奇心和求知欲,体验探索的方法与乐趣.

(2) 培养学生具有勇于创新 and 实事求是的科学态度和科学精神.

(3) 提高学生团队工作中的协力合作、共同面对困难的精神及与他人交流的愿望.

【实验原理】

弹簧振子振动时,测出不同平衡位置、不同振幅、不同振子质量、不同劲度及相对应的周期有关数据,利用图像法,确定其振动周期与 $\sqrt{\frac{m}{k}}$ 成正比.

【实验器材】

气垫导轨,滑块,弹簧,数字毫秒计(带光电门),天平等.

【实验步骤】

1. 将气垫导轨放在水平桌面上,滑块一端接着弹簧,弹簧的另一端固定在导轨的一端,构成一弹簧振子.将光电门放在滑块的平衡位置上,光电门连在数字毫秒计上,如图 11-15 所示.

2. 周期与平衡位置的关系:分别测出导轨水平放置时和倾斜放置时,振子的周期 T_1 和 T_2 .

3. 周期与振幅的关系:分别测出两次不同振幅所对应的周期 T_1' 和 T_2' .

4. 周期与振子质量的关系:分别测出 7~9 项不同质量时的周期数组 (m, T) ,然后作出 T 与 $\sqrt{m}$ 的图像.

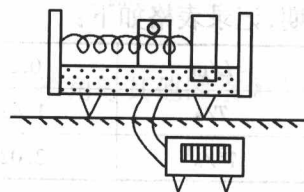


图 11-15

5. 周期与劲度的关系:分别测出7~9次不同劲度的周期数组(k 、 T),然后作出 T 与 $\frac{1}{\sqrt{k}}$ 的图像.

【实验结论】

振子的周期 T 与 $\sqrt{\frac{m}{k}}$ 成正比,与其他因素无关.

【能力训练】

1. 用秒表、小球(沿直径方面开孔)、细线及支架,粗测矩形桌面的面积.

2. 某同学用自来水龙头做测重力加速度的实验,他把金属盘放在水龙头正下方 1.00 m 处,调节开关,使一滴水刚落在盘中时,另一滴水刚好从龙头处开始下落,这两滴水之间没有其他水滴.从某一滴水落入盘中时开始计时,并计数为 1,共测 3.00 min,刚好有 400 滴水落入盘中.(1)写出此同学用水滴测重力加速度的实验原理;(2)计算其实验测得的重力加速度值.

实验六 演示受迫振动的频率跟什么有关

【实验目的】

研究受迫振动的频率是由什么因素决定的.

【实验原理】

在周期性变化的驱动力作用下的物体的振动规律.

【实验器材】

受迫振动演示仪.

【实验步骤】

如图 11-16 所示,当用不同的转速匀速转动把手,观察弹簧振子的振动有什么特点.

【实验结论】

振子做受迫振动的周期总等于驱动力的周期,跟物体的固定周期没有关系.

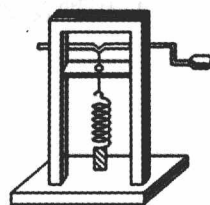


图 11-16