

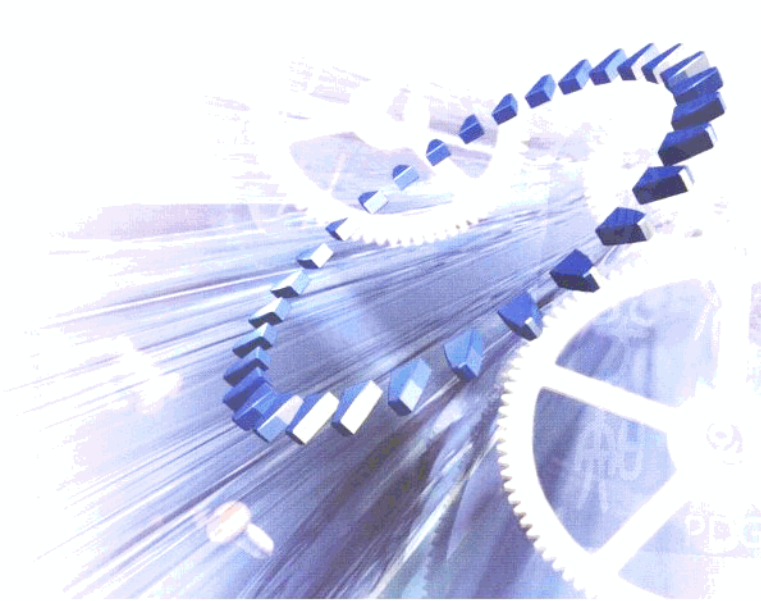
普通高中课程标准实验教材辅导丛书

实验探究报告

实验探究报告编写组 编

物理 选修3—4

配人教版



北京出版社出版集团
北京教育出版社

普通高中课程标准实验教材辅导丛书

实验探究报告

实验探究报告编写组 编

物理 选修3—4

配人教版

主 编 马麟驹
编 委 马麟驹 陈 行
张 杰 朱 炜
谢治畅

 北京出版社出版集团
 北京教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

实验探究报告:通用版. 物理. 3—4:选修/《实验探究报告》编写组编. —北京:北京教育出版社,2008.11
ISBN 978-7-5303-6790-2

I. 实… II. 实… 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(2008)第 155742 号

实验探究报告 物理 选修 3—1(配人教版)

出版发行	北京出版社出版集团·北京教育出版社
地 址	北京北三环中路 6 号 邮编:100011
印 刷	北京顺义康华福利印刷厂
经 销	各地新华书店
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	5.5
字 数	80 千字
版 次	2008 年 11 月第 1 版 2008 年 11 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5303-6790-2/G·6709
定 价	8.00 元

质量投诉电话:010-82755753

目 录

实验探究	1
第十一章 机械振动	1
【生活实验室】 描绘简谐运动的图象	1
【学生实验】 观察小球振动的周期和相位	5
【生活实验室】 用计算机观察声音的波形	7
【学生实验】 探究单摆周期与摆长的关系	9
【学生实验】 用单摆测定重力加速度	12
【演示实验】 研究受迫振动的频率和振幅	15
链接高考	18
第十二章 机械波	22
【生活实验室】 观察水波的传播	22
【演示实验】 观察水波的反射和折射	24
【生活实验室】 用手表估测声速	26
【演示实验】 观察水波的衍射	28
【演示实验】 观察波的叠加	30
【演示实验】 观察水波的干涉	32
链接高考	34
第十三章 光	37
【学生实验】 测定玻璃的折射率	37
【学生实验】 用双缝干涉测量光的波长	40
【生活实验室】 观察光的衍射	43

【演示实验】 偏振光的实验研究	45
链接高考	48
第十四章 电磁波	52
【生活实验室】 捕捉电磁波	52
【演示实验】 观察振荡电流	54
【生活实验室】 制作简易无线话筒	57
链接高考	59
经典实验	61
光的波动说	61
赫兹和电磁波的发现	63
实验测试	65
实验测试(1)	65
实验测试(2)	72
部分参考答案	79



实验探究

第十一章 机械振动

【生活实验室】 描绘简谐运动的图象

____年 ____月 ____日

● 活动目标 ●

描绘简谐运动的图象。

● 实验准备 ●

1. 实验方法

用数码摄像机或数码相机、弹簧振子、位移传感器和计算机都可以描绘简谐运动的图象。

方法一：用数码摄像机或数码相机每隔一定时间自动拍摄做简谐运动的弹簧振子小球运动的照片，利用计算机把它们有序地排列起来。

方法二：在做简谐运动的弹簧振子小球上安装绘图笔或在小球上绑一个装有颜色水的滴水瓶，在振子开始振动的同时匀速抽动振子下的纸，在纸上得到简谐运动的图象。

方法三：用位移传感器记录振子在各个不同时刻的位移，直接在计算机上得到振子的位移—时间图象($x-t$ 图象)。

实验中只需根据条件选择其中 1~2 种方法即可。

2. 实验器材

数码摄像机或数码相机、弹簧振子、纸带、位移传感器、计算机、绘图笔、滴水瓶(内装有颜色的水)。

● 实验过程 ●

1. 实验步骤

(1)用数码摄像机或数码相机和计算机绘制弹簧振子的 $x-t$ 图象。

①用图 1 所示的装置组成一个竖直方向的弹簧振子。(请使用劲度系数较小的弹簧)



图 1



②把小球竖直向上移动 5 cm 左右由静止释放,释放时立即用数码摄像机或数码相机拍摄小球的运动。相机设置为每隔一定时间自动拍摄一张照片,一般要求每个周期内拍摄 8~12 张照片就可以获得较好的实验效果了,如果相机的拍摄时间间隔偏大,可以设法增大振子的周期,增加小球的质量和选用劲度系数较小的弹簧都会增大振子的周期。

③在计算机中建立一个幻灯片和演示文档,把这些照片插入文档中的同一张空白幻灯片中,照片会自动按照拍摄时间的先后一帧一帧向右平铺开,把这些照片的上端对齐,就能得到类似图 2 的画面。

如果没有计算机,可以把这些照片编号后冲印出来,剪去边缘部分,然后对齐上方按编号排列,也能得到类似图 2 的画面。



图 2

(2)用纸带和弹簧振子描绘简谐运动的 $x-t$ 图象。

①实验装置如图 3 所示,其中 A 为水平的弹簧振子(在小球上安装绘图笔可能会使振动很快就停止,可以在小球上绑一个滴水瓶,瓶内装入有颜色的水,调节滴水的水速和水滴的大小到满意为止),D 为水平木板,B 为纸带,C 为卷纸机。

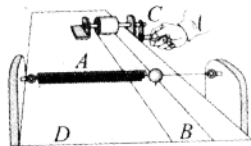


图 3

②在振子开始振动的同时匀速摇动卷纸机,适当调节振子的振幅和纸带的速度,看看在纸带上描出了怎样的图形。如果用小型电动机来带动卷纸机,效果会更好些。

(3)用传感器和计算机描绘简谐运动的 $x-t$ 图象。

①如图 4,位移传感器 A 绑在与弹簧连接的滑块上,弹簧的另一端固定。位移传感器 B 固定在气垫导轨上,B 通过数据采集器与计算机相连。

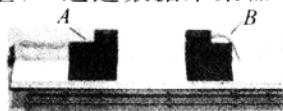


图 4



②当滑块在气垫导轨上做简谐运动时,开启传感器和数据采集器,会把各个时刻滑块的位置输入计算机。

③计算机把数据处理后在屏幕上作出滑块的 $x-t$ 图象,如图 5 所示。

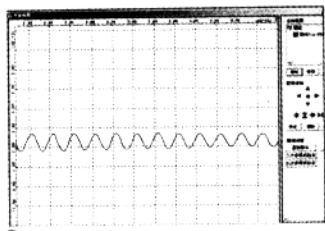


图 5

2. 实验分析

(1)用数码摄像机或数码相机和计算机绘制弹簧振子的 $x-t$ 图象。

数码相机每隔相同的时间拍摄弹簧振子的照片,每张照片记录了振子在该时刻的位置,把这些照片按时间顺序排列起来,就可以反映出振子的位置随时间变化的规律。如果我们以水平方向为时间轴(t 轴),竖直方向为位移轴(x 轴)建立坐标系,这些照片就可以反映振子的位移随时间变化的规律,考虑到振子运动的周期性,我们就可以推断出振子运动的 $x-t$ 图象。

(2)用纸带和弹簧振子描绘简谐运动的 $x-t$ 图象。

弹簧振子与滴水瓶一起做简谐运动,滴在纸带上的水滴记录了振子的位置,由于纸带在做匀速运动,所以这些水滴记录了每隔相同的时间振子的位置,如果我们以纸带的运动方向为时间轴(t 轴),振子的运动方向为位移轴(x 轴)建立坐标系,这些水滴就可以反映振子的位移随时间变化的规律,考虑到振子运动的周期性,我们就可以推断出振子运动的 $x-t$ 图象。

(3)用传感器和计算机描绘简谐运动的 $x-t$ 图象。

位移传感器记录振子在各个不同时刻的位移,输入计算机进行数据处理,计算机显示的就是振子的位移—时间图象($x-t$ 图象)。这个实验耗时少、精确度高,但不如上述两个实验直观。

实验作业

甲、乙两同学合作做以下实验:在水平桌面上铺一白色纸带,纸带中央画一条直线 O_1O_2 ,乙手持铅笔在白纸上沿垂直于 O_1O_2 的方向画竖直线,画竖直线的速度大小为 5 cm/s 不变,竖直线的长度为 10 cm ,并且以 O_1O_2 为对称轴;与此同时甲拉着纸带沿着 O_1O_2 方向匀速运动。



- (1) 甲、乙两人实验画出的图线与前面所述的实验“用纸带和弹簧振子描绘简谐运动的 $x-t$ 图象”是否一致？为什么？

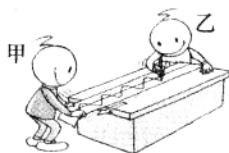


图 6

- (2) 如果甲拉动纸带的速度为 5 cm/s , 并且纸带开始运动时乙是在 O_1 的正上方 5 cm 处开始画竖直线的, 试画出甲、乙两人实验得到的图线。

- (3) 试以 O_1O_2 为时间轴、垂直于 O_1O_2 的方向为位移轴(向上为位移的正值)、 O_1 为坐标原点, 画出铅笔尖运动的 $x-t$ 图象。



【学生实验】 观察小球振动的周期和相位

_____年____月____日

● 活动目标 ●

观察小球振动的周期和相位。

● 实验准备 ●

1. 实验装置

用图 1 所示的两个球的振动来观察比较机械振动的周期和相位。

2. 实验器材

两根长 1 m 左右的细线、两个穿孔的金属小球、铁架台一个。

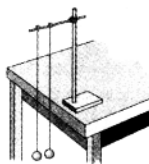


图 1

● 实验过程 ●

1. 实验步骤

(1) 把两小球拉起相同的角度,同时释放,如图 2 所示,观察它们的振动周期和相位。

(2) 把两小球向相反方向拉起相同的角度,同时释放,如图 3 所示,观察它们的振动周期和相位。

(3) 把两小球拉起相同的角度,先释放甲球,当甲球到达最低点时释放乙球,如图 4 所示,观察它们的振动周期和相位。

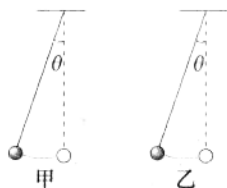


图 2

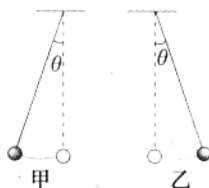


图 3

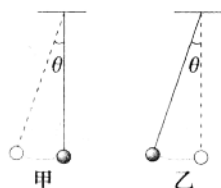


图 4

2. 实验分析

(1) 观察图 2 的结果是两球的振动周期相等,振动的步调一致,这两个球的振动相位始终相同,简称为振动同相。

(2) 观察图 3 的结果是两球的振动周期相等,但振动的步调相反,两球的相位差始终为 π ,简称为振动反相。

(3) 观察图 4 的结果是两球的振动周期相等,但甲球的振动先于乙球,乙球的



振动始终比甲球落后 $1/4$ 个全振动,即乙球的相位比甲球落后 $\pi/2$ 。

实验作业

如图 5 所示, A 、 B 是两个完全相同的弹簧振子,上端固定于铁架台的横杆上。如果把 A 竖直向下拉一小段距离后由静止释放, A 就在竖直方向做简谐运动。

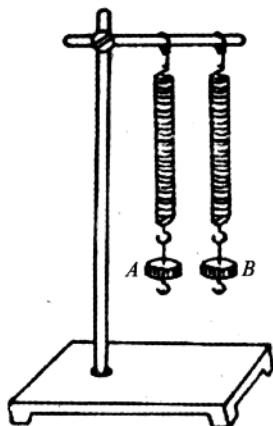


图 5

(1)为使 B 与 A 的振动同相,应该怎样操作? B 与 A 的振幅是否一定要相等?

(2)为使 B 的振动与 A 反相,又应该怎样操作?



【生活实验室】 用计算机观察声音的波形

____年____月____日

● 活动目标 ●

用计算机观察声音的波形。

● 实验准备 ●

1. 实验方法

利用计算机的录音、放音功能,录放“do”“sol”两个音的图象,比较这两个音的波形。

2. 实验器材

计算机、竹笛或音叉。

● 实验过程 ●

1. 实验步骤

(1)用竹笛或音叉发两个音,一个是“do”,另一个是“sol”,用计算机的录音功能录制这两个音。

(2)用媒体播放软件复现这两个音,并把播放软件界面中“条形与波浪”的选区项设为“波形”。

(3)计算机屏幕上显示播放声音的振动图象时,按下“暂停”键,得到静止的振动图象。

(4)把“do”“sol”这两个乐音图象复制到同一张空白幻灯片上,并把图象以外多余的部分裁剪掉,如图1所示。

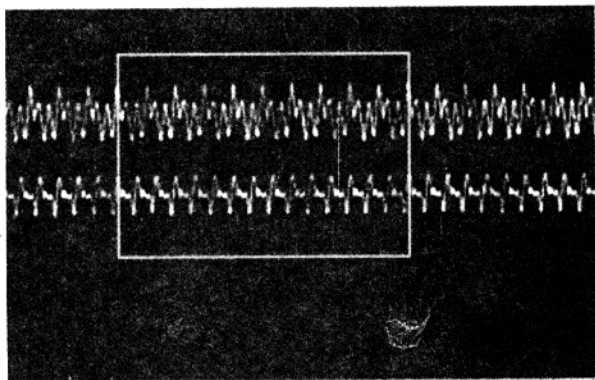


图1



2. 实验分析

在屏幕上作一矩形框,调节框的大小,使框内包含“do”的 10 个完整波形,观察框内有多少个“sol”完整波形。

实验作业

图 2 是一位同学在计算机屏幕上截取(媒体播放选“波形”时按暂停,按 Pr-Scrn 键一再按 Ctrl+C,打开画图板—按 Ctrl+V)某著名女高音歌唱家演唱的歌曲《北京的金山上》中三个波形 A、B、C,其中有一幅是在竹笛前奏中截取的,另外两幅则是在歌曲中截取的。你能确定哪一幅是在竹笛前奏中截取的吗? 三幅波形中,哪一幅的频率最高(频率高就是音调高)?

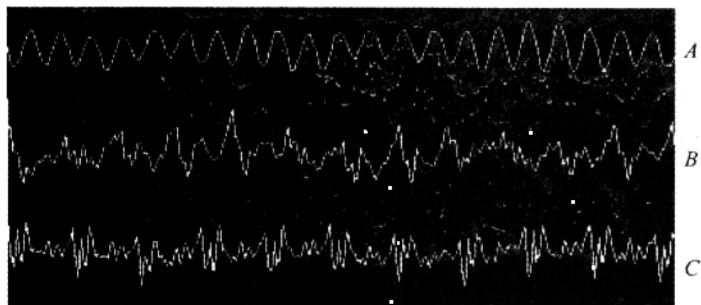


图 2



【学生实验】 探究单摆周期与摆长的关系

____年____月____日

● 活动目标 ●

探究单摆周期与摆长的关系。

● 实验准备 ●

1. 实验原理

改变单摆的摆长,测定不同摆长对应的振动周期,根据实验数据探究单摆的周期与摆长的关系。

2. 实验器材

铁架台、单摆、刻度尺、游标卡尺、停表。

● 实验过程 ●

1. 实验步骤

(1) 测定单摆的周期。

先看看下列两位同学的测量方法:

甲同学是在单摆通过最低点时按下停表,此后,在单摆第一次到达最低点时停表的读数 Δt 就是单摆的周期 T ;

乙同学是在单摆通过最高点时按下停表,此后,在单摆第二次到达最高点时停表的读数 Δt 就是单摆的周期 T 。

从他们的实验原理和实验测量的误差两个方面发表自己的看法。

通过小组讨论,应采用的测量周期的方法是:_____。

(2) 测量单摆的摆长。

有人认为单摆摆长就是指摆线的长度,即悬挂点到与小球连接点的距离;也有人认为单摆的摆长应该是悬挂点到小球球心的距离,你认为哪个认识是正确的?



对于测量摆线的长度的方法,同学之间、小组之间应该进行交流。看看自己是怎样测量的,其他同学或小组是怎样测量的,再讨论一下,从提高实验精确度的角度,应该怎样测量摆线长。(提示:我们要测量的是单摆在摆动时的摆线长度)

2. 记录实验数据

设计表格时应该考虑表格中需要记录的物理量有几个;需要记录的实验次数有几次;由此确定表格几行几列。

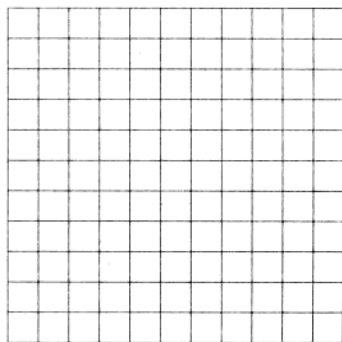
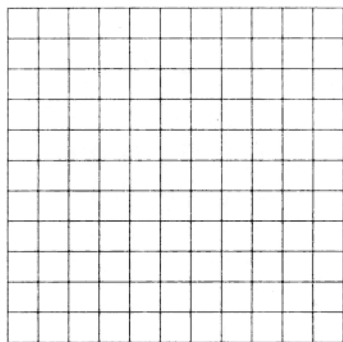
在下面的空白处设计你的表格。

3. 分析与处理实验数据

在过去的实验中,我们多次经历过定量处理实验数据的过程。

我们根据表格中记录的实验数据,先看看周期和摆长是否存在简单的比例关系,即 $T \propto l$ 是否成立;如果上述关系式不成立,我们就要在 $T \propto l^2$ 、 $T \propto l^3$ 、 $T \propto \sqrt{l}$ 、 $T \propto \sqrt[3]{l}$ 等关系中寻找正确的关系式。如果是这样,上面的表格可能就要增加行或列了。

在探究过程中,我们可以用纵坐标表示周期 T ,用横坐标分别表示 l^2 、 l^3 、 $\sqrt{l}$ 、 $\sqrt[3]{l}$,并作出图象。



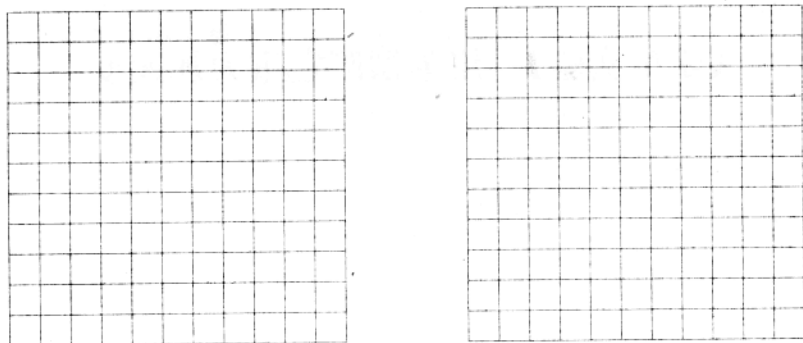


图 1

如果在计算机上用 Excel 处理数据,可以节约不少时间,而且效果更好。

实验作业。

本实验在实验条件控制、单摆周期和摆长的测量、实验数据记录与处理上都有一些值得注意和总结的地方,回顾一下,你在这个实验中有没有出过某些错误?你是怎样思考的?有哪些体会?

发散思维。

单摆的周期不仅跟摆长有关,还跟重力加速度有关,但我们显然不方便到不同重力加速度的地方进行实验,这时,我们能否设法得到不同的“等效重力加速度”?谈谈你的想法。



【学生实验】 用单摆测定重力加速度

____年____月____日

● 活动目标 ●

用单摆测定重力加速度。

● 实验准备 ●

1. 实验原理

由单摆的周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ 可得 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 。如果测量出单摆的摆长和周期,就可以求出当地的重力加速度。

2. 实验器材

铁架台、单摆、刻度尺、游标卡尺、停表。

● 实验过程 ●

1. 实验步骤

(1) 摆线的选择和摆长的测量。

单摆是小偏角摆动时抽象出来的理想模型,摆线应该选择轻质、不易伸长的细线,其长度在不影响实验操作的前提下应选用较长的摆线。这是从减小实验误差的角度考虑的。因为实验测量摆线长和球半径时都必然有误差,我们把测量值 l 与真实值 l_0 的差叫做绝对误差,用 Δl 表示绝对误差,可见摆长较大时相对误差 $\frac{\Delta l}{l}$ 较小。为减小摆长 l 测量值的偶然误差,摆线长和球半径都应测量三次后求平均值。

(2) 周期的测量与误差分析。

测量周期时应该先测量单摆完成 n 次全振动的时间 t ,再求出单摆完成一次全振动的时间 $T = t/n$,那么 n 取大一点好还是取小一点好呢? 我们可以根据时间测量的绝对误差 $\Delta t = t - t_0$ 和 $T = \frac{t}{n}$ 讨论得出结论。为减小时间 t 测量值的偶然误差,也应测量三次时间后求平均值。