

主编 徐宏杰 分册主编 黄淑丽

普通高中课程标准

实验探究报告册

高三分册

物理选修 **3-4**



华文出版社

普通高中课程标准

实验探究报告册

高三分册 物理 选修3-4

分册主编 隋海霞 黄淑丽

华文出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

普通高中课程标准实验探究报告册. 高三分册. 物理. 选修 3-4.
徐宏杰主编; 隋海霞, 黄淑丽分册主编. —北京: 华文出版社, 2008. 2

ISBN 978-7-5075-2135-1/G · 387

I. 普… II. ①徐…②隋…③黄… 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 (2007) 第 184211 号

华文出版社出版

(邮编 100055 北京市宣武区广安门外大街 305 号 8 区 2 号楼)

网络实名名称: 华文出版社

电子信箱: hwcbs@263.net

电话: 010-58336270 58336202

新华书店经销

大厂回族自治县彩虹印刷有限公司印刷

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 56 字数: 800 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

定价: 61.20 元

前 言

随着我国新一轮课程改革的实施,科学探究已作为科学课程的一个重要理念写入课程标准。物理、化学、生物学科是普通高中科学教育领域的重要组成部分,是科学探究的重要载体。它肩负着提高学生的科学素养、人文精神、创新意识和实践能力,促进学生的全面发展,培养符合时代需要的高素质人才的重任。

物理、化学、生物均是以实验为基础的学科,实验是教学活动的重要内容。普通高中课程标准在必修和选修模块中对实验都提出了明确要求。学生实验是探究并获取知识与应用知识过程中的一个有机组成部分。完成一个实验是对学生的能力、心理、意志品质的全面锻炼,在完成实验探究和解决问题的过程中取得的实践经验和亲身体会,包括克服困难、交流合作、预测实验结果、检验信息的科学性、反思和评估过程、总结和分析实验结论,有利于培养学生正确的物质观、宇宙观和崇尚科学、崇尚理性、崇尚实践、追求真理的辩证唯物主义世界观。

《实验探究报告册》丛书遵循新课程标准,以进一步提高学生科学素养和终身学习能力为宗旨,立足于课程内容和课程资源的创新。栏目版块设置贴近学生、贴近生活,不拘泥于必修课、选修课相关教材体系的约束,精选了富有典型性、时代性、趣味性的探究活动,有利于学生发现问题、提出问题和解决问题,并为师生留有一定的个性化开发、选择及创造的空间;凸显了学生学习方式的转变,把已有知识作为工具和手段,引导学生围绕知识资源进行实验探究、调查访问、查阅资料、交流讨论,让学生体验科学探索的曲折和艰辛,汲取前辈科学家的思维和研究方法,体验知识原创过程、感受知识生成的激动和欢欣,在真实的探究活动过程中,形成科学的价值观和实事求是的科学态度,掌握科学的研究方法,增强学生的合作精神、创新能力、实践能力和综合素质;着眼于 STS 教育的基础性、综合性、开放性、动态性、实践性以及与人文的融合特征,注重开发学生的多元智能,增强学生的社会责任感,达到学以致用目的。

《实验探究报告册》丛书与普通高中课程标准实验教科书配套使用。各学科的编写在纵向结构上力求做到与节(课)、章(单元)、学期、学年教学同步;在横向结构上根据不同学科内容的需要安排了实验目的、实验原理、实验步骤、材料用具、活动提示、实验结论、交流与分析、活动与探究、实验习题、兴趣资料、背景知识、学以致用、探究评价、巩固与提高等栏目版块。

科学探究活动对于教师和学生来说,是一件新事物;对于编者来说也不是一件轻松的事情,它是对必修和选修课模块内容深度、广度的一个延展过程。因此本套丛书呈现给大

家的只是打开科学探究活动的一扇门，希望广大教师根据学生的具体情况和教学需要做出适当的裁剪和补充。

本套丛书编者殚精竭虑，力求完美体现上述编写初衷，但由于编写时间仓促，资料短缺，不足之处，恳请广大师生、读者使用时提出批评、建议和意见，以便修订再版时改正。

本套丛书出版过程中，得到人民教育出版社、中国人民大学附属中学、北京市一零一中学和黑龙江省牡丹江市第一高级中学、第二高级中学等单位的专家、教师的指导和帮助，谨借本套丛书出版之际深表谢意。

编者

2008年1月

《实验探究报告册》编委会

总 主 编：徐宏杰

编 委：左 山 王 慧 姜 丽 董淑梅 黄淑丽

物理分册

主 编：隋海霞 黄淑丽

编 者：隋海霞 刘德勇 李 强 赵光华

策 划：北京中育书情文化工作室

目 录

探究活动一	弹簧振子的运动特点	(1)
探究活动二	影响弹簧振子周期的因素	(6)
探究活动三	单摆周期的影响因素	(11)
探究活动四	利用单摆测定当地的重力加速度	(15)
探究活动五	简谐运动图像的获得	(20)
探究活动六	生活中共振现象的应用和防止	(24)
探究活动七	机械波的形成及其传播的特点	(28)
探究活动八	机械波的几种常见现象	(33)
探究活动九	折射率的测定	(38)
探究活动十	光的干涉应用	(43)
探究活动十一	光的色散	(48)
探究活动十二	用游标卡尺观察单缝衍射现象	(53)
探究活动十三	偏振光及其应用	(57)
探究活动十四	全反射	(61)
探究活动十五	激光	(65)
探究活动十六	电磁波发现的小实验	(69)
探究活动十七	电磁波的发射与接收	(73)
探究活动十八	电磁波的应用——雷达	(77)
探究活动十九	时间和空间的相对性	(81)
参考答案		(85)

探究活动一 弹簧振子的运动特点

【目标培养】

1. 知识目标

- (1) 知道什么是弹簧振子，理解弹簧振子是一个理想化的物理模型。
- (2) 掌握振子在运动过程中的受力情况。
- (3) 掌握振子的运动特点，特别是各个量的周期性。如：位移、回复力、加速度、速度、动量、动能、势能变化的关系。

2. 能力目标

- (1) 培养学生观察能力，动手操作能力，边做边思考、边思考边做的能力。
- (2) 通过现象发现规律，从而进一步认识到事物的本质。

3. 情感目标

激发学生的求知欲望，培养学生对学习物理的兴趣。

【知识导航】

1. 机械振动，通常简称振动，是指_____。

2. 弹簧振子模型是指_____的模型。

3. 振子在运动过程中总是要围绕某一确定位置做往复运动，该位置通常叫做_____, 影响振子运动的只有_____力，该力方向与偏离平衡位置的位移方向_____, 并且总指向_____, 它的作用是_____, 所以叫做_____。

4. 物体在跟_____成正比，并且总指向_____作用下的振动，叫做简谐运动。

【互动课堂】

测定回复力与位移的定量关系

1. 材料和用具

轻质弹簧、有孔小铁球、光滑平板、光滑金属杆、频闪照相机

2. 活动过程

过程一：在振子运动的轨迹上以平衡位置为原点建立坐标系。

过程二：将振子拉离平衡位置放手，观察振子的运动特点。

过程三：用频闪照相的方法拍摄一组画面，并记录数据（包括位移值和弹簧弹力值）。

3. 讨论与交流

(1) 通过过程二可以看到振子运动有什么特点？回复力的方向和位移的方向有什么关系？

(2) 通过过程三一组数据可得出什么结论？再做三次过程三，在误差允许的范围内看此结论是否成立？

(3) 将过程二和过程三联立起来总结回复力随位移变化的定量关系。

4. 变式与创新

振子运动具有周期性，那么振子运动周期和哪些因素有关呢？请大家课后自行设计实验，制订出实验方案，讨论振子运动的周期跟什么因素有关，并尝试得出定量的结论。

【演练平台】

【例1】如图1-1所示，质量为 m 的物体A放置在质量为 M 的物体B上，B与弹簧相连，它们一起在光滑水平面上做简谐运动，振动过程中A、B之间无相对运动。设弹簧的劲度系数为 k 。当物体离开平衡位置的位移为 x 时，A、B间摩擦力的大小等于（ ）

A. 0

B. kx

C. $\left(\frac{m}{M}\right)kx$

D. $\left(\frac{m}{M+m}\right)kx$

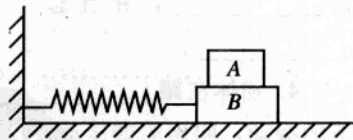


图 1-1

分析：由于两物体一起振动，任何时候它们的加速度都相同。则对 $(A+B)$ 的整体和A这一部分有关系式：

$$kA = (M+m)a, \quad k_m A = ma$$

由此得物体A振动中所受回复力的比例系数为

$$k_m = \frac{m}{M+m}k$$

所以, 位移为 x 时 A 所受摩擦力为

$$f = k_mx = \frac{m}{M+m}kx$$

答案为 D。

规律总结: 振动过程中任何位置上物体所受的回复力, 一定同时满足 $F=kx$ (指大小) 和 $F=ma$ 的关系。但一个整体与它的各个部分, 以及一个整体中的不同部分, 回复力表达式中的比例系数 (k) 一般不相同。

【例 2】一平台沿竖直方向做简谐运动, 一物体置于振动平台上随台一起运动。要使物体对台面的正压力最大, 则一定是 ()

- A. 当振动平台运动到最高点时 B. 当振动平台向下运动过振动中心点时
C. 当振动平台运动到最低点时 D. 当振动平台向上运动过振动中心点时

分析: 物体在最高点 a 和最低点 b 时, 所受回复力和加速度的大小相等, 方向均指向 O 点, 如图 1-2 所示。

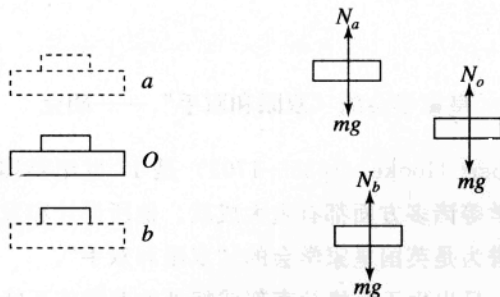


图 1-2

根据牛顿第二定律得

最高点 $mg - N_a = ma$

最低点 $N_b - mg = ma$

平衡位置 $N_o - mg = 0$

所以 $N_b > N_o > N_a$

即振动台运动到最低点时, 平台对物体的支持力最大。根据牛顿第三定律, 物体对平台的压力也最大。答案为 C。

规律总结: 简谐运动是一种变加速运动, 所以振动过程中不同时刻 (或不同位置) 物体加速度不同, 但任何时刻 (或任何位置上) 都遵循牛顿第二定律。

【学以致用】

1. 关于简谐运动的回复力, 下列说法正确的是 ()

- A. 可以是恒力 B. 可以是方向不变而大小变化的力
C. 可以是大小不变而方向变化的力 D. 一定是变力

2. 弹簧振子在光滑水平面上做简谐运动, 在振子向平衡位置运动的过程中, 则 ()

- A. 振子所受的回弹力逐渐变大 B. 振子的位移逐渐增大
C. 振子的速度逐渐减小 D. 振子的加速度逐渐减小

3. 有一弹簧振子做简谐运动, 则 ()

- A. 加速度最大时速度最大 B. 速度最大时位移最大
C. 位移最大时回复力最大 D. 回复力最大时加速度最大

4. 以下的选项中

(1) 简谐运动的物体, 每经过同一位置时, 相同的物理量有 ()

(2) 简谐运动的物体, 在返回平衡位置过程中, 变小的物理量有 ()

- A. 回复力 B. 速度 C. 加速度 D. 位移 E. 动能 F. 势能 G. 机械能

5. 劲度系数 $k=10 \text{ N/m}$ 的弹簧悬挂一质量 $m=100 \text{ g}$ 的小球在竖直方向做简谐运动, 当弹簧伸长 30 cm 时, 小球所受拉力为 _____ N , 小球做简谐运动的回复力是 _____ N . ($g=10 \text{ m/s}^2$)

【科学漫谈】

皇家学会的“双眼和双手”——胡克

罗伯特·胡克 (Robert Hooke, 1635—1703) 是 17 世纪英国最杰出的科学家之一。他在力学、光学、天文学等诸多方面都有重大成就。他所设计和发明的科学仪器在当时是无与伦比的。他本人被誉为是英国皇家学会的“双眼和双手”。

胡克 1635 年 7 月 18 日出生于英格兰南部威特岛的弗雷施瓦特。父亲是当地的教区牧师。胡克从小体弱多病, 性格怪僻, 不能按时上学。但他心灵手巧, 喜欢动手做机械方面的玩具。例如, 木制的钟表、能在水中开动的航模等。十岁时, 胡克对机械学发生了强烈的兴趣, 并为日后在实验物理学方面的发展打下了良好的基础。1648 年, 胡克的父亲逝世后, 家道中落。十三岁的胡克被送到伦敦一个油画匠家里当学徒, 后来做过教堂唱诗班的领唱, 还当过富豪的侍从。

在威斯特敏斯特学校校长的热心帮助下, 胡克修完了中学课程。几乎在一个星期里, 他贪婪地读完了欧几里德的《几何原本》前六卷, 并马上把数学知识应用到机械设计中。胡克做了十二种机械结构和三十种飞行方法的设计。1653 年, 胡克进入牛津大学里奥尔学院学习。在这里, 他结识了一些颇有才华的科学界人士。这些人后来大都成为英国皇家学会的骨干。此时的胡克热心于参加医生和学者活动小组, 并且显露出独特的实验才



能。1655 年，胡克被推荐给玻意耳当助手，在玻意耳的实验室工作。1663 年，胡克获得了文学硕士学位，并且被选为皇家学会会员。1665 年，胡克担任格列夏姆学院几何学、地质学教授，并从事天文观测工作。1666 年伦敦大火后，他担任测量员以及伦敦市政检查官，参加了伦敦重建工作。1676 年，胡克发表了著名的弹性定律。1677~1683 年就任英国皇家学会秘书并负责出版会刊。早在 1663 年，胡克就起草了皇家学会章程草案，规定学会的宗旨是“靠实验来改进有关自然界诸事物的知识，以及一切有关的艺术、制造、实用机械、发动机和新发明（不牵涉神学、形而上学、道德、政治、语法修辞或逻辑）”。胡克作为该学会的实验工作与日常事务操办人，在长达 20 多年的学会活动中，接触并深入到当时自然科学活跃的前沿领域，且均做出了自己的贡献。1703 年 3 月 3 日，胡克逝世于伦敦，终年 68 岁。

探究活动二 影响弹簧振子周期的因素

【目标培养】

1. 知识目标

(1) 知道什么是振幅、全振动、周期、频率。

(2) 掌握周期跟哪些因素有关。

(3) 了解周期与频率互为倒数的关系。

2. 能力目标

(1) 培养学生用控制变量法来做实验并能分析物理问题。

(2) 培养学生分析问题时忽略次要因素、构建物理模型的能力。

3. 情感目标

通过做实验让学生认识到物理实验是探索物理问题的一个重要手段。

【知识导航】

1. 弹簧振子的受力特点是_____。

2. 弹簧振子的运动特点是_____。

3. 弹簧振子所做的运动_____ (填“是”或“不是”)简谐运动,理由是_____。

4. 振子的周期_____ (填“是”或“不是”)与振子的质量、弹簧、振幅等因素有关。它们间的关系是_____。

【互动课堂】

定性测定弹簧振子的周期

1. 材料和用具

劲度系数不等的弹簧三个、质量不等大小一样的有孔小铁球三个、弹簧振子的光滑金属杆、天平、秒表、刻度尺

2. 活动过程

过程一:选定一个弹簧和一个小铁球组成弹簧振子,将其拉离平衡位置一定距离,并用刻度尺测量出这个距离,松手让振子振动起来,用秒表测量出振子的周期。

过程二:改变振子偏离平衡位置的最大距离三次,重复上面的过程。

过程三：选定一个弹簧，分别和三个小球依次组成三个弹簧振子，每次将振子拉离平衡位置相同的距离，松手让振子振动起来，用秒表分别测出三个振子的周期。（注意：每个振子的周期都要多次测量取平均值。）

过程四：选定一个小铁球，分别和三个弹簧依次组成三个弹簧振子，每次将振子拉离平衡位置相同的距离，松手让振子振动起来，用秒表分别测出三个振子的周期。

3. 讨论与交流

1) 通过过程一和过程二，可以得出什么结论？

2) 通过过程三可以得出什么结论？

3) 通过过程四可以得出什么结论？

4) 总结上述四个过程，可以看出弹簧振子的周期跟什么因素有关系？有怎样的关系？

4. 变式与创新

1) 弹簧振子的周期是否和振子的大小有关系？做此实验的有孔铁球大一点好还是小一点好？

2) 弹簧振子的周期跟振子的质量、弹簧的劲度系数之间有怎样的定量关系？

【演练平台】

【例1】一个弹簧振子，第一次用力把弹簧压缩 x 后开始振动，第二次把弹簧压缩 $2x$ 后开始振动，则两次振动的周期之比和最大加速度的大小之比分别为（ ）

A. $1:2$, $1:2$

B. $1:1$, $1:1$

C. $1:1$, $1:2$

D. $1:2$, $1:1$

分析：弹簧振子振动中的回复力大小 $F=kx$ ，其加速度 $a=\frac{F}{m}=\frac{kx}{m}$ ，位移越大处，振子加速度也越大。所以两种情况中的最大加速度之比为 $1:2$ 。答案为 C。

规律总结：振动的周期只决定于振动体本身固有的性质，对弹簧振子则由振子的质量与弹簧的劲度系数决定，与起振时的初始位移大小无关。

【例 2】一个做简谐运动的质点，先后以同样大小的速度通过相距 10 cm 的 A、B 两点，历时 0.5 s（如图 2-1）。过 B 点后再经过 $t=0.5$ s 质点以方向相反、大小相同的速度再次通过 B 点，则质点振动的周期是（ ）

- A. 0.5 s B. 1.0 s
C. 2.0 s D. 4.0 s



图 2-1

分析：根据题意，由振动的对称性可知：A、B 的中点（设为 O）为平衡位置，A、B 两点对称分布于 O 点两侧，质点从平衡位置 O 向右运动到 B 的时间应为

$$t_{OB} = \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ s} = 0.25 \text{ s}$$

质点从 B 向右到达右方极端位置（设为 D）的时间为

$$t_{BD} = \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ s} = 0.25 \text{ s}$$

所以，质点从 O 到 D 的时间为

$$t_{OD} = \frac{1}{4} T = 0.25 \text{ s} + 0.25 \text{ s} = 0.5 \text{ s}$$

所以 $T=2$ s。 答案为 C。

规律总结：本题的关键是认识振动的对称性。如图 2-2 所示，设 C、D 为质点振动中左方和右方的极端位置，则由对称性可知：

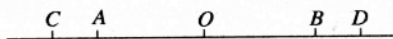


图 2-2

质点从 $B \rightarrow D \rightarrow B$ 的时间一定等于质点从 $A \rightarrow C \rightarrow A$ 的时间，即

$$t_{BDB} = t_{ACA} = 0.5 \text{ s}。$$

所以，质点振动周期

$$T = t_{AB} + t_{BDB} + t_{BA} + t_{ACA} = 2 \text{ s}$$

【学以致用】

1. 一质点做简谐运动，振幅是 4 cm，频率是 5 Hz，该质点从平衡位置起向正方向运动，经 2.5 s 质点的位移和路程分别是（ ）

- A. 4 cm，24 cm B. -4 cm，200 cm
C. 0 cm，200 cm D. 4 cm，200 cm

2. 有一弹簧振子被分别拉离平衡位置 5 cm 和 1 cm 处后放手，使它都做简谐运动，则前后两次振幅之比为 _____，周期之比为 _____，回复力的最大

值之比为_____。

3. 某质点从平衡位置向右做简谐运动, 经 0.1 s 速率第一次减小到 0.5 m/s , 又经 0.2 s 速率第二次出现 0.5 m/s 。再经_____ s 速率第三次出现 0.5 m/s , 则该质点的振动频率是_____ Hz 。

4. 两个不同的弹簧振子在相同的时间内, 甲完成了 10 次全振动, 乙完成了 15 次全振动, 则甲的周期为乙的周期的_____倍, 若甲的频率为 3 Hz , 则乙的频率为_____ Hz 。

5. 一个弹簧振子的振动周期是 0.25 s , 振子从平衡位置开始向右运动, 经过 0.17 s 振子的运动情况是 ()

- A. 正在向右做减速运动 B. 正在向右做加速运动
C. 正在向左做减速运动 D. 正在向左做加速运动

6. 一个弹簧振子的振动周期是 0.02 s , 当振子从平衡位置开始向位移的正方向运动时开始计时, 再经过 0.175 s 时, 振子的位移为_____ cm (设振子的振幅为 4 cm), 振子运动的路程为_____ m 。

7. 车厢装满货物的卡车在平直的路面上行驶, 由于路面不平, 车厢上下振动, 货物也随车厢上下振动但不脱离车厢底板。假如货物上下做简谐运动, 则车厢底板在什么时候所受的压力最大?

8. 物体做简谐运动时, 下列判断中正确的是 ()
A. 在平衡位置加速度最大 B. 在平衡位置速度最大
C. 在运动路径两端速度最大 D. 在运动路径两端加速度最小

【科学漫谈】

声音会“跳”吗

声音不但会“爬行”, 而且还会“跳跃”呢!

1921 年 5 月 9 日, 苏联的莫斯科近郊发生了一次大爆炸。据调查, 在半径 70 km 范围内人们清清楚楚地听到了“轰隆轰隆”的爆炸声, 但是从半径 70 km 到半径 160 km 的范围内, 人们却什么也没有听到, 奇怪的是, 从半径 160 km 以外一直到半径 300 km 的远方, 人们又听到了爆炸的轰鸣声。

这真是怪事! 声音怎么会“跳”过中间这片地区呢? 物理学家发现, 声音有一种“怪癖”, 它在空气中爱拣温度低密度大的道路走。当遇到温度高密度小的空气, 声音便会向上拐弯到温度较低的空气中去。如果某一个地区, 地面附近的气温变化比较复杂, 这儿温度高, 那儿温度低, 声音经过的时候, 一会儿拐到高空, 一会儿又往下拐, 这样上上下下, 就形成了上面所说的那种声音“跳”动的现象。

安徽省合肥市新建的长途电话大楼, 楼顶耸立着一座塔钟。这塔钟准时打点, 钟声悦

耳，响遍全市。但是住在远郊的居民听到的钟声，有时清晰，有时模糊，有时正点，有时“迟到”。这是塔钟的失误吗？不是，这也是由声音的“怪癖”——爱走气温低密度大的道路引起的。天长日久，人们得出一条经验：平日听不见或听不清钟声，一旦突然听得很清楚，就预兆着天要下雨了，或正在下雨呢！这是因为这时湿度大，湿空气比干空气的密度大，容易传播声音的缘故。

传说有这样一个有趣的故事：从前有一位住在古寺附近的老人，他虽然不识字，却有识别天气变化的本领。后来老人快要死了，乡邻们要求他把“预测风雨”的秘诀留下，以便今后安排农事。老人同意了，但是他只说了一句话：“远寺钟声清，不用问天公”。说完便咽气了。当时人们都不明白这句话的意思。随着科学的发展，人们逐渐懂得了其中的秘密。原来，这位老人已懂得钟声清晰程度跟天气变化的关系了。