

◆ 人教版

学法大视野
XUEFA DASHIYE



高中选修 3-4

物理



CIPG

海豚出版社
DOLPHIN BOOKS
中国国际出版集团



物理

高中选修 3-4 (人教版)

组编单位: 长沙市教育科学研究院

编写指导: 王 旭 卢鸿鸣 刘维朝

(按姓氏笔画) 陈来满 雷建军 黎 奇

本册主编: 程悦康

骆宪武

本册编者: 胡雁军

吴 迪

赖韵全

简觉明

吴朝晖

戴岳为

刘月娥

杨 丽

瞿成建

陈伟宏

毛海明

胡勇辉

彭立秋

本册审读: 杨爱吾

罗文炎



海豚出版社

DOLPHIN BOOKS

中国国际出版集团

图书在版编目 (CIP) 数据

考一本·课程基础导练. 物理. 3-4: 选修 / 程悦康,
骆宪武主编. —北京: 海豚出版社, 2010.8

ISBN 978-7-5110-0400-0

I. ①考… II. ①程… ②骆… III. ①物理课—高中—习题 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 176319 号

书 名: 考一本·课程基础导练 物理(选修 3-4)
作 者: 程悦康 骆宪武

责任编辑: 范劲松 葛致远
责任校对: 彭翠娥 胡宇波
装帧设计: 张 维 蒋 慧

出 版: 海豚出版社
网 址: <http://www.dolphin-books.com.cn>
地 址: 北京市百万庄大街 24 号 邮 编: 100037
客服电话: 0731-84322947 84313942 82254875
传 真: 0731-84322947 82322805
印 刷: 湖南版艺印刷有限公司
开 本: 16 开(880 毫米×1230 毫米)
印 张: 6
字 数: 198 千字
版 次: 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷
标准书号: ISBN 978-7-5110-0400-0
定 价: 12.00 元

版权所有 侵权必究

PREFACE

编者寄语

积经年之底蕴,凝教学之精华。全新呈现在您面前的《考一本·课程基础导练》是由湖南省四大名校之长郡中学、雅礼中学联手倾力打造,经校内众多长年奋战在教学一线上的特、高级教师潜心编写而成的。长郡、雅礼两校此番在教辅用书上的联袂合作,尚属首次,而由各学科带头人牵头的作者队伍,也都是教育界的精兵强将。作为编者,我们有足够的理由相信,《考一本·课程基础导练》这套新型教辅用书必将给广大师生带来福音。

本套丛书立足于学业水平考试,跟踪服务新高考,以最新教材为依托,彰显教育教学新理念,整体来说,具有权威、同步、联动、实用等几大特色。

权威 本套丛书的编写团队,不仅具有扎实的教学功底,丰富的教学经验,而且深谙高中教育教学的规律和特点,由学科带头人领队的编写更是有力地保证了该套丛书的权威性。

同步 教与学一体,知识与能力同步,将“怎么学”与“怎么教”放在一起同步设计,以方法为主线实施教学,使学生不仅能轻松地掌握基础知识,而且能尽快地提高综合能力。本套丛书以全新的视角向广大师生介绍这种符合教学规律的立体化学习方案。

联动 教与学联动,相互促进,涵盖全部知识点的教法学法设计,抓住重难点的讲练结合编排,使这个主体充满鲜活而翔实的内容。

实用 本套丛书注重基础,突出实用、好用,并充分照顾到不同层次、不同阶段的学生学习时的实际需要,在知识和能力的安排上循序渐进,难易有度。书中例题和习题的选取充分考虑最新命题趋势,既博采众长,又自成系统。各分册体例相对统一,但又根据模块特点和各年级教学实际有所不同,各具特色。

踏破铁鞋无觅处。但愿《考一本·课程基础导练》正是您苦苦寻觅中的教辅用书,并祈求它的上乘品质能带给您成功的好运。

本套丛书的编辑与出版,得益于教育界、出版界众多知名人士的热情帮助和大力支持,他们提出了诸多很好的建议,在此谨表衷心感谢。恳切希望广大师生和教育专家在这套丛书问世后,多提宝贵意见,以便我们进一步修订完善。

编者

2010年7月

第十一章 机械振动	001
第 1 课时 简谐运动	001
第 2 课时 简谐运动的描述	004
第 3 课时 简谐运动的回复力和能量	007
第 4 课时 单摆	010
第 5 课时 外力作用下的振动	013
第 6 课时 第十一章小结	015
第十二章 机械波	019
第 1 课时 波的形成和传播	019
第 2 课时 波的图象	022
第 3 课时 波长、频率和波速	025
第 4 课时 波的衍射和干涉	028
第 5 课时 多普勒效应	032
第 6 课时 惠更斯原理	035
第 7 课时 第十二章小结	037
第十三章 光	040
第 1 课时 光的反射和折射	040
第 2 课时 实验：测定玻璃的折射率实验报告	043
第 3 课时 全反射	045
第 4 课时 光的干涉	048
第 5 课时 实验：用双缝干涉测量光的波长	050
第 6 课时 实验：用双缝干涉测量光的波长实验报告	054
第 7 课时 光的衍射 光的偏振	056
第 8 课时 光的颜色 色散	059
第 9 课时 激光	062
第 10 课时 第十三章小结	064

目录

CONTENTS

第十四章 电磁波	068
第 1 课时 电磁波的发现 电磁振荡	068
第 2 课时 电磁波的发射和接收	072
第 3 课时 电磁波与信息化社会 电磁波谱	075
第 4 课时 第十四章小结	078
第十五章 相对论简介	081
第 1 课时 相对论的诞生 时间和空间的相对性	081
第 2 课时 狭义相对论的其他结论 广义相对论简介	085
第 3 课时 第十五章小结	088

第十一章 机械振动

第1课时 简谐运动

自主探究



情景导入

2008年5月,汶川地区发生了里氏8.0级特大地震;2010年,海地发生了里氏7.3级强烈地震;2010年4月,玉树地区发生了里氏7.1级强烈地震。地震给我们人类造成了巨大的生命财产损失。地震是一种怎样的运动?我们该如何预测?我们还是从最简单的振动开始研究吧。



基础过关

1. 机械振动

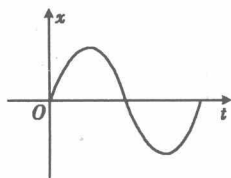
- (1) 平衡位置:振动的物体原来_____时的位置。
- (2) 机械振动:振动的物体在_____附近所做的_____运动,简称振动。

2. 弹簧振子

- (1) 条件:振子看做_____,轻质弹簧,不计一切阻力。它是一种理想化模型。
- (2) 振动位移:由_____位置指向_____位置的有向线段。

3. 简谐运动

- (1) 定义:质点的振动位移与时间遵循_____规律,即它的振动图象是一条正弦曲线。
- (2) 振动图象



4. 图象信息

- (1) 某一质点做简谐运动时,位移随时间变化的图象;
- (2) 某一时刻该质点振动的位移大小和方向;
- (3) 某一时刻该质点振动的瞬时速度方向;
- (4) 某一段时间内质点运动的路程。

注意:图象不是轨迹,振子始终在一条直线上做往复运动。

5. 振动的应用

利用地震仪绘制地震曲线等。

互动新课堂



名师解读

1. 振动位移

振动位移与时刻和位置对应,它是由平衡位置指向振动物体所在位置的有向线段。前面我们学习过的位移与时间和过程对应,它是由初位置指向末位置的有向线段。

2. 简谐运动的图象

通过简谐运动图象的绘制,能够比较好地理解简谐运动图象不是表示质点的运动轨迹,而是表示振动质点在不同时刻离开平衡位置的位移,也有利于准确确定某时刻质点的振动方向。



典例精析

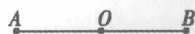
1. 简谐运动的对称性

弹簧振子在完成一次全振动的过程中,振子的位移 x 、速度 v 和加速度 a 等随时间周期性变化。关于平衡位置对称的两点,加速度、回复力、位移均等值反向,速度大小相等,方向不一定相同或相反,动能、势能一定相同。

【例1】一质点做简谐运动,则下列说法中正确的是

- ()
- A. 若位移为负值,则速度一定为正值,加速度也一定为正值
- B. 质点通过平衡位置时,速度为零,加速度最大
- C. 质点每次通过平衡位置时,加速度不一定相同,速度也不一定相同
- D. 质点每次通过同一位置时,其速度不一定相同,但加速度一定相同

【解析】本题考查简谐运动的基本运动特征。如图所示。



设质点在A、B之间振动,O点是它的平衡位置,并设向右为正,在质点由O向A运动过程中,质点的位移是以平

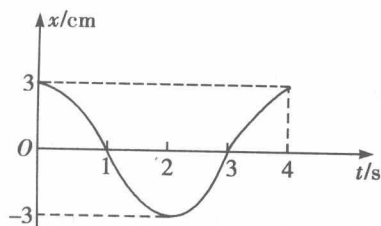
衡位置 O 为起点的, 故其位移为负值; 而质点向左运动, 速度方向与规定的正方向相反, 速度也为负值。质点在通过平衡位置时, 位移为零, 回复力为零, 加速度为零, 但速度最大。振子通过平衡位置时, 速度方向可正可负, 由 $F = -kx$ 知, x 相同, F 相同, 再由 $F = ma$ 知, a 相同, 但振子在该点的速度方向可能向左也可能向右。

【答案】D

2. 简谐运动图象的应用

从图象中, 我们应能够确定振子在某时刻的位移、加速度、速度、回复力等矢量的方向, 要能够比较振子在两个不同时刻这些量的大小, 会分析这些量在某过程中的变化情况。在处理上述问题时, 最好将图象与实际的弹簧振子的具体运动过程结合起来考虑。

【例 2】弹簧振子做简谐运动, 其位移 x 与时间 t 的关系如图所示, 由图可知 ()



- A. $t = 1$ s 时, 速度值最大, 方向为负, 加速度为零
- B. $t = 2$ s 时, 速度值最大, 方向为正, 加速度最大
- C. $t = 3$ s 时, 速度值最大, 方向为负, 加速度为零
- D. $t = 4$ s 时, 速度值最大, 方向为正, 加速度最大

【解析】平衡位置速度最大, 加速度和位移为零。处理振动图象问题一定要把图象还原为质点的实际振动过程分析, 图象不是振动物体的运动轨迹。

【答案】A

创新训练

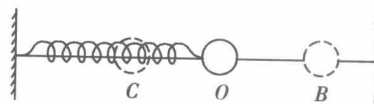
基础巩固

- 下述说法中正确的是 ()
 - A. 树枝在风中摇动是振动
 - B. 拍篮球时, 篮球的运动是振动
 - C. 人走路时手的运动是振动
 - D. 转动的砂轮的边缘上某点的运动是振动, 圆心可以看做是振动中心
- 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. 速度
 - C. 动能
 - D. 位移

3. 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

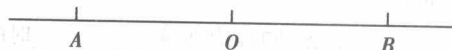
4. 如图所示, 弹簧振子以 O 点为平衡位置做简谐振动, 当它从 C 向 O 点运动的过程中, 位移方向及其大小的变化是 ()



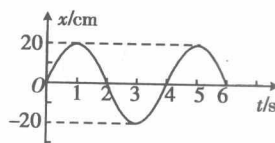
- A. 向右, 逐渐增大
- B. 向右, 逐渐减小
- C. 向左, 逐渐增大
- D. 向左, 逐渐减小

能力提高

5. 如图所示, 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 ()



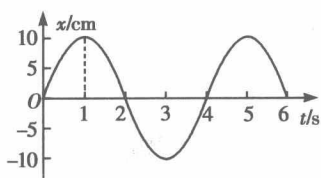
- A. 振子在 A 、 B 处的加速度和速度均为零
 - B. 振子通过 O 点后, 加速度方向改变
 - C. 振子通过 O 点后, 速度方向改变
 - D. 振子从 $O \rightarrow B$ 或从 $O \rightarrow A$ 的运动都是匀减速运动
6. 做简谐运动的弹簧振子, 下述说法中正确的是 ()
- A. 振子通过平衡位置时, 速度最大
 - B. 振子在最大位移处时, 加速度最大
 - C. 振子在连续两次通过同一位置时, 位移相同
 - D. 振子连续两次通过同一位置时, 动能相同, 机械能相等
7. 某弹簧振子的振动图象如图所示, 根据图象判断。下列说法正确的是 ()



- A. 第 1 s 末, 振子相对于平衡位置的位移为零
 - B. 第 2 s 末, 振子相对于平衡位置的位移为 -20 cm
 - C. 第 2 s 末和第 3 s 末, 振子相对于平衡位置的位移均相同, 但瞬时速度方向相反
 - D. 第 1 s 末和第 3 s 末, 振子瞬时速度为零
8. 某一弹簧振子的振动图象如图所示, 则由图象判断, 下列

说法中正确的是

()



- A. 振子偏离平衡位置的最大距离为 10 cm
- B. 第 2 s 内振子向平衡位置运动
- C. 第 2 s 末和第 3 s 末振子的位移相等, 运动方向也相同
- D. 振子在 2 s 内完成一次往复性运动

休闲阅读

地震的种类

地震一般可分为人工地震和天然地震两大类。由人类活动, 如开山、开矿、爆破等引起的叫人工地震, 除此之外的统称为天然地震。

1. 按成因分

构造地震——由于地壳运动引起地壳岩层断裂错动而发生的地壳震动, 称为构造地震。由于地球不停地运动变化, 从而内部产生巨大的应力作用在地壳上。在地应力长期缓慢的作用下, 造成地壳的岩层发生弯曲变形, 当地应力超过岩

石本身能承受的强度时便会使岩层断裂错动, 其巨大的能量突然释放, 形成构造地震。世界上绝大多数地震都属于构造地震。

火山地震——由于火山活动时岩浆喷发冲击或热力作用而引起的地震, 称为火山地震。火山地震一般较小, 数量约占地震总数的 7% 左右。地震和火山往往存在关联, 火山爆发可能会激发地震, 而发生在火山附近的地震也可能引起火山爆发。

诱发地震——在特定的地区因某种地壳外界因素诱发而引起的地震, 称为诱发地震。这些外界因素可以是地下核爆炸、陨石坠落、油井灌水等, 其中最常见的是水库地震。水库蓄水后改变了地面的应力状态, 且库水渗透到已有的断层中, 起到润滑和腐蚀作用, 促使断层产生新的滑动。但是, 并不是所有的水库蓄水后都会发生水库地震, 只有当库区存在活动断裂、岩性刚硬等条件, 才有诱发的可能性。

2. 按震源深度分

浅源地震——震源深度小于 70 千米;

中源地震——震源深度在 70~300 千米之间;

深源地震——震源深度大于 300 千米。一般来说, 震源越浅地震的破坏性也越大。破坏性地震一般是浅源地震, 震源深度集中在 5~20 千米上下。

第2课时 简谐运动的描述

自主探究



情景导入

在音乐理论中，音调的高低是由什么因素决定的？你知道大三和弦和小三和弦分别是由什么决定的吗？学习本节知识后，你就会有一定的了解。



基础过关

1. 振幅

- (1) 物理意义：振幅是描述_____的物理量。
- (2) 定义：振动物体离开_____的最大距离，叫做振动的振幅。
- (3) 单位：在国际单位制中，振幅的单位是米(m)。
- (4) 振幅和位移大小的区别

①振幅是指振动物体离开平衡位置的最大距离；而位移大小是振动物体所在位置与平衡位置之间的距离。

②对于一个给定的振动，振子的位移是时刻变化的，但振幅是_____。

③位移是_____，振幅是_____。

④振幅等于最大位移的数值。

2. 周期和频率

(1) 全振动

振动物体以相同的速度相继通过同一位置所经历的过程，也就是连续的两次位置和振动状态都相同时所经历的过程，叫做一次_____。

(2) 周期和频率

①周期：做简谐运动的物体完成一次全振动所需的_____，叫做振动的周期，单位：s。

②频率：单位时间内完成的全振动的_____，叫频率，单位：Hz。

③周期和频率之间的关系：_____。

④弹簧振子的周期

弹簧振子的周期由振动系统本身的质量和劲度系数决定，而与_____无关。

3. 简谐运动的表达式

(1) 简谐运动的振动方程

既然简谐运动的位移和时间的关系可以用正弦曲线来表示，那么若以 x 代表质点对于平衡位置的位移， t 代表时间，根据三角函数知识， x 和 t 的函数关系可以写成

$$x = A \sin(\omega t + \varphi)$$

公式中的 A 代表振动的振幅， ω 叫做圆频率，它与频率 f 之间的关系为： $\omega = 2\pi f$ ；公式中的 $(\omega t + \varphi)$ 表示简谐运动的_____。

$t=0$ 时的相位 φ 叫做初相位，简称_____。

(2) 两个同频率简谐运动的相位差

设两个简谐运动的频率相同，则据 $\omega = 2\pi f$ ，可知到它们的圆频率相同，设它们的初相分别为 φ_1 和 φ_2 ，它们的相位差就是

$$\Delta\varphi = (\omega t + \varphi_2) - (\omega t + \varphi_1) = \varphi_2 - \varphi_1$$

互动新课堂



名师解读

1. 对振幅、位移、路程的理解

路程是标量，是运动物体运动轨迹的长度，它可能是线段，也可能是曲线和折线；位移是矢量，位移是从物体的平衡位置指向振动物体所在位置的有向线段；振幅虽然也是一个长度量，但是它是标量，是线段。在同一简谐运动中，振幅是不变的，而位移随时间做周期性变化。

2. 对一次全振动的认识

在判断是否为一次全振动时，不仅要是否回到了原位置，而且到达该位置的振动状态（速度）也必须相同，才能说完成了一次全振动。只有物体振动状态再次恢复到与起始时刻完全相同时，物体才完成一次全振动。振动物体以相同的速度相继通过同一位置所经历的过程，也就是连续的两次位置和振动状态都相同时所经历的过程，叫做一次全振动。一次全振动是简谐运动的最小运动单元，振子的运动过程就是这一单元运动的不断重复。在一个周期内通过的路程为振幅的4倍，在半个周期内的路程为振幅的2倍，但在 $1/4$ 周期内的路程与振幅间没有确定的关系。



典例精析

1. 简谐运动的周期性

做简谐运动的物体，经过一个周期，其速度、位移、加速度、回复力等都恢复原来的数值和方向。而只经过半个周期，一些物理量大小恢复，但方向相反。如果不从平衡位置或端点出开始，则一些物理量恢复原值未必需要半个或一个周期。

【例1】一弹簧振子做简谐运动，周期为 T ，则下列说法

中正确的是

()

A. 若 t 时刻和 $(t+\Delta t)$ 时刻振子运动位移的大小相等、方向相同, 则 Δt 一定等于 T 的整数倍

B. 若 t 时刻和 $(t+\Delta t)$ 时刻振子运动速度的大小相等、方向相同, 则 Δt 一定等于 $\frac{T}{2}$ 的整数倍

C. 若 $\Delta t = T$, 则在 t 时刻和 $(t+\Delta t)$ 时刻振子运动的加速度一定相等

D. 若 $\Delta t = \frac{T}{2}$, 则在 t 时刻和 $(t+\Delta t)$ 时刻弹簧的长度一定相等

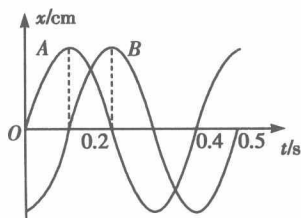
【解析】 从平衡位置出发 $\frac{T}{2}$ 后, 振子将又回到平衡位置, 所以 A 选项错误。当振子沿同一方向经过关于平衡位置对称的任意一对位置时, 其速度的大小、方向均一样, 所以 B 选项错误。根据简谐运动的对称性, C 选项正确。当振子先后出现在两个端点时, 恰相隔半个周期, 而弹簧长度不等, 所以 D 选项错误。所以选 C。

【答案】 C

2. 简谐运动表达式及相位差的理解

可通过两个振动的表达式或图象求简谐振动的相位差。

【例 2】 如图所示是 A、B 两个弹簧振子的振动图象, 求它们的相位差。



【解析】 这两个振动的周期相同, 所以它们有确定的相位差, 从图中可以看出, B 的振动比 A 滞后 $\frac{1}{4}$ 周期, 所以两者的相位差是

$$\Delta\varphi = \frac{1}{4} \times 2\pi = \frac{\pi}{2}.$$

创新训练

基础巩固

1. 关于振幅的各种说法, 正确的是 ()

- A. 振幅是振子离开平衡位置的最大距离
- B. 振幅大, 振动物体的最大动能也一定大
- C. 振幅有时为正, 有时为负
- D. 振幅大, 振动物体的最大加速度也一定大

2. 振动的周期就是指振动物体 ()

- A. 从任一位置出发又回到这个位置所用的时间

B. 从一个最大偏移位置运动到另一个最大偏移位置所用的时间

C. 从某一位置出发又以同一运动方向回到这个位置所用的时间

D. 经历了两个振幅的时间

3. 做简谐运动的物体, 当物体的位移为负值时, 下面说法正确的是 ()

A. 速度一定为正值, 加速度一定为负值

B. 速度一定为负值, 加速度一定为正值

C. 速度不一定为正值, 加速度一定为正值

D. 速度不一定为负值, 加速度一定为正值

4. 做简谐运动的弹簧振子, 下述说法中正确的是 ()

A. 振子通过平衡位置时, 速度最大

B. 振子在最大位移处时, 速度最大

C. 振子连续两次通过同一位置时, 动能相同

D. 振子连续两次通过同一位置时, 动能不相同

5. 一弹簧振子做简谐运动, 下列说法中正确的有 ()

A. 若位移为负值, 则速度一定为正值, 加速度也一定为正值

B. 振子通过平衡位置时, 速度为零, 加速度最大

C. 振子每次通过平衡位置时, 加速度相同, 速度也一定相同

D. 振子每次通过同一位置时, 其速度不一定相同, 但加速度一定相同



能力提高

6. 关于简谐运动, 下述说法中正确的是 ()

A. 物体振动的最大位移等于振幅

B. 物体离开平衡位置的最大距离叫振幅

C. 振幅随时间做周期性变化

D. 物体两次通过平衡位置的时间叫周期

7. 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. $1:2, 1:1$

8. 质点沿直线以 O 为平衡位置做简谐运动, A、B 两点分别为正最大位移处与负最大位移处的点, A、B 相距 10 cm, 质点从 A 到 B 的时间为 0.1 s, 从质点到 O 点时开始计时, 经 0.5 s, 则下述说法正确的是 ()

A. 振幅为 5 cm

B. 振幅为 10 cm

- C. 通过路程为 50 cm
D. 质点位移为 50 cm
9. 质点做简谐运动的周期为 0.4 s, 振幅为 0.1 m, 从质点通过平衡位置开始计时, 则经 5 s, 质点通过的路程等于 _____ m, 位移为 _____ m。
10. 质点以 O 为平衡位置做简谐运动, 它离开平衡位置向最大位移处运动的过程中, 经 0.15 s 第 1 次通过 A 点, 再经 0.1 s 第 2 次通过 A 点, 再经 _____ s 第三次通过 A 点, 此质点振动的周期等于 _____ s, 频率等于 _____ Hz。
11. 一个做简谐运动的质点在平衡位置 O 点附近振动。当质点从 O 点向某一侧运动时, 经 3 s 第 1 次过 M 点, 再向前运动, 又经 2 s 第 2 次过 M 点。则该质点再经多长时间第 3 次过 M 点?

休闲阅读

音乐与简谐振动

声音, 它究竟是什么? 可能大家都知道, 声音是由振动产生的。比如你敲一个饭碗时, 它振动发出声音。拨动吉他的琴弦时, 吉他就发出声音。不过, 发生振动也不一定有声音的。我们应该都记得初中做的一个试验, 把一个闹钟放在一个玻璃罐子里, 抽掉罐子里的空气, 无论那个闹钟怎么振动, 我们根本听不到它的声音。因为声音是要靠介质来传递的, 比如空气。所以说, 声音是一种波, 通常我们叫它声波。声波传进人的耳朵, 使人耳中的鼓膜振动, 触动听觉神经, 人才感觉到了声音。

如果你学过乐理就会知道, 声音分为乐音和噪音。它们的区别是什么呢? 其实很简单, 乐音振动得比较有规则, 所以有固定音高。而噪音的振动是毫无规则的, 无法形成音乐。制作音乐, 可并不是只和乐音打交道, 噪音也是很常用的。比如你是玩摇滚的, 那你肯定对噪音很感兴趣, 往往你的吉他发出的到底是乐音还是噪音你自己也很难讲了, 哈哈……

我们身边的声音类型实在是太多了, 各种各样的声音都是截然不同。钢琴的声音和大鼓的声音截然不同, 风铃的声音和打铁的声音截然不同……其实它们都是振动, 但只因为它们振动得不一样, 所以就产生了不一样的声音。

第3课时 简谐运动的回复力和能量

自主探究



情景导入

你知道在荡秋千的过程中,在不借助外力的情况下如何能使秋千越荡越高吗?



基础过关

1. 简谐运动的回复力

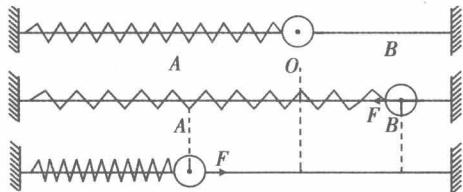
- (1) 定义:使振子回到_____的力。
- (2) 特点:按力的作用效果命名,方向始终指向平衡位置。
- (3) 回复力来源:振动方向上的_____。
- (4) 简谐运动的动力学特点

如果质点所受的回弹力与它偏离平衡位置的位移大小成正比,并且始终指向平衡位置(即与位移方向相反),质点的运动就是简谐运动。 $F_{回} = -kx$ 。

- (5) 简谐运动的运动学特点

$a =$ _____

- (6) 简谐运动中的各个物理量的变化规律



	A	A→O	O	O→B	B
x	向左最大	向左减小	0	向右增大	向右最大
v	0	向右增大	向右最大	向右减小	0
$F、a$	向右最大	向右减小	0	向左增大	向左最大
动能	动能为0	动能增大	动能最大	动能减小	动能为0
势能	势能最大	势能减小	势能为0	势能增大	势能最大
总机械能	不变				

2. 简谐运动的性质

简谐运动的加速度大小和方向都随时间做周期性的变化,所以简谐运动是变加速运动。

- (1) 当物体从最大位移处向平衡位置运动时,由于 v 与 a 的方向一致,物体做加速度越来越小的加速运动。

- (2) 当物体从平衡位置向最大位移处运动时,由于 v 与 a 的方向相反,物体做加速度越来越大的减速运动。

3. 简谐运动的能量

在简谐运动中,动能和势能在发生相互转化,但机械能的总量_____,即机械能守恒。简谐运动的能量与振幅有关,振幅越大,振动的能量越大。

互动新课堂



名师解读

判断物体是否做简谐运动的方法

- (1) 根据物体的振动图象判断:
看振动图象是否为正弦曲线。
- (2) 根据回复力的规律 $F = -kx$ 去判断:

证明步骤:

- ①找平衡位置;
- ②找回弹力;
- ③找 $F = kx$;
- ④找方向关系。



典例精析

1. 简谐运动过程中基本物理量的变化

分析回复力变化时,首先要弄清回复力的来源,是由哪些因素引起的,由哪些力构成。

【例1】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 ()

- A. 振子所受的回弹力逐渐增大
- 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

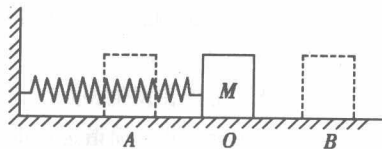
【解析】振子位移是指由平衡位置指向振动物体所在位置的有向线段,因而向平衡位置运动时位移逐渐减小,而回弹力与位移成正比,故回弹力也减小,由牛顿第二定律 $a = F/m$ 得,加速度也减小,物体向着平衡位置运动时,回弹力与速度方向一致,故物体的速度逐渐增大,正确答案选D。

【答案】D

2. 简谐运动的能量

分析简谐运动的能量问题,要弄清运动质点的受力情况和运动的情况,弄清是什么能与什么能之间的转化及转化关系如何等。

【例2】如图所示，一弹簧振子在A、B间做简谐运动，平衡位置为O。已知振子的质量为M，若振子运动到B处时，将一质量为m的物体放在M的上面，且m和M无相对运动而一起运动，下述说法中正确的是 ()



- A. 振幅不变
- B. 振幅减小
- C. 最大动能不变
- D. 最大动能减少

【解析】当振子运动到B点时，M的动能为零，放上m，系统的总能量为弹簧所储存的弹性势能 E_p ，由于简谐运动过程中系统的机械能守恒，即振幅不变，故A选项正确，当M和m运动至平衡位置O时，M和m的动能和即为系统的总能量，此动能最大，故最大动能不变，C选项正确。

【答案】AC

创新训练

基础巩固

1. 在简谐运动中，振子每次经过同一位置时，下列各组中描述振动的物理量总是相同的是 ()

- A. 速度、加速度、动能
- B. 加速度、回复力和位移
- C. 加速度、动能和位移
- D. 位移、动能、回复力

2. 当一弹簧振子在竖直方向上做简谐运动时，下列说法正确的 ()

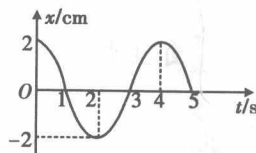
- A. 振子在振动过程中，速度相同时，弹簧的长度一定相等
- B. 振子从位移最大处向平衡位置运动过程中，弹簧弹力始终做负功
- C. 振子在振动过程中的回复力由弹簧的弹力和重力的合力提供
- D. 振子在做无阻尼振动过程中，系统的机械能一定守恒

3. 关于水平弹簧振子做简谐运动时的能量，下列说法正确的有 ()

- A. 等于在平衡位置时振子的动能
- B. 等于在最大位移时弹簧的弹性势能
- C. 等于任意时刻振子动能与弹簧弹性势能之和

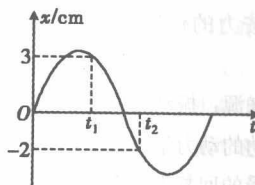
D. 位移越大振动能量也越大

4. 一质点做简谐运动，其离开平衡位置的位移与时间t的关系如图所示，由图可知 ()



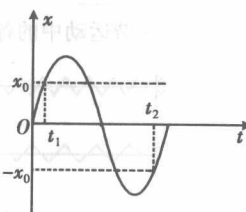
- A. 质点振动的频率为4 Hz
- B. 质点振动的振幅为2 cm
- C. 在 $t=3$ s时刻，质点的速率最大
- D. 在 $t=4$ s时刻，质点所受的合力为零

5. 如图所示为某一质点的振动图象，由图象可知在 t_1 和 t_2 两时刻，质点的速度分别为 v_1 、 v_2 ，加速度分别为 a_1 、 a_2 的正确关系为 ()



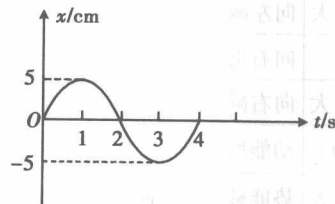
- A. $v_1 < v_2$ ，方向相同
- B. $v_1 < v_2$ ，方向相反
- C. $a_1 > a_2$ ，方向相同
- D. $a_1 > a_2$ ，方向相反

6. 一质点做简谐运动时，其振动图象如图所示。由图可知，在 t_1 和 t_2 时刻，质点运动的 ()



- A. 位移相同
- B. 回复力大小相同
- C. 速度相同
- D. 加速度相同

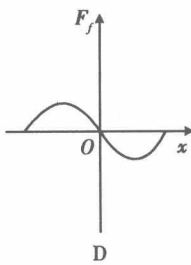
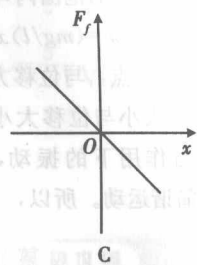
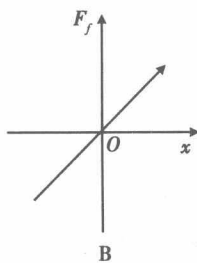
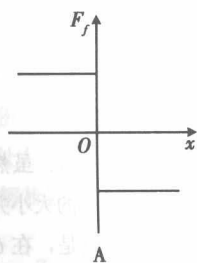
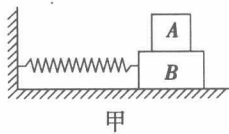
7. 如图是质点做简谐振动的图象，由此可知 ()



- A. $t=0$ 时，质点的位移、速度均为零
- B. $t=1$ s时，质点的位移为正向最大，速度为零，加速度为负向最大
- C. $t=2$ s时，质点的位移为零，速度为负向最大值，加速度为零
- D. 质点的振幅为5 cm，周期为2 s

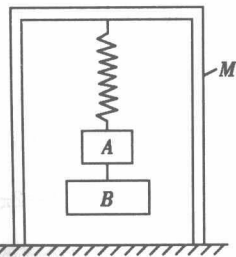
能力提高

8. 做简谐运动的弹簧振子, 振子质量为 m , 最大速度为 v , 则下列说法正确的是 ()
- A. 从某时刻算起, 在半个周期的时间内, 回复力做的功一定为零
- B. 从某时刻算起, 在半个周期的时间内, 回复力做的功可能是零到 $\frac{1}{2}mv^2$ 之间的某一个值
- C. 从某一时刻算起, 在半个周期的时间内, 速度变化量一定为零
- D. 从某一时刻算起, 在半个周期的时间内, 速度变化量的大小可能是零到 $2v$ 之间的某一值
9. 如图甲所示, A、B 两物体组成弹簧振子, 在振动过程中, A、B 始终保持相对静止, 图乙中能正确反映振动过程中 A 受摩擦力 F_f 与振子的位移 x 关系的图线应为 ()



乙

10. 如图所示, 一质量为 M 的无底木箱, 放在水平地面上, 一轻质弹簧一端悬于木箱的上边, 另一端挂着用细线连接在一起的两物体 A 和 B, $m_A = m_B = m$, 剪断 A、B 间的细线后, A 做简谐运动, 则当 A 振动到最高点时, 木箱对地面的压力为 _____。



休闲阅读

地震级别确定

地震是指大地突然发生的震动。地震分为天然地震和人工地震两大类。天然地震主要包括构造地震、火山地震、陷落地震、陨石冲击地震等。构造地震是由于地下深处岩石受地球构造运动影响, 发生破裂、错动, 长期积累的能量突然释放出来, 以地震波的形式向四面八方传播, 引起地表的震动。构造地震发生的机会最多, 约占地震总数的 90% 以上。火山地震是指因火山喷发引起的地震。陷落地震是指由于巨大的岩溶洞穴或矿井突然塌陷引起的地震。陨石冲击地震是指巨大陨石降落时冲击地球表面引起的地震。人工地震是指因工业爆破、地下核爆炸、大型水库蓄水、深井高压注水等引起的地震。人工地震一般强度较低, 影响范围较小, 破坏较轻。天然地震, 特别是构造地震, 突发性强, 危害范围广, 常常造成十分严重的损失。

由于地壳的强度是有限的, 所以积蓄能量不可能无限制地增加, 所以地震的震级是有一定限度的。目前用里克特方法测算的已知的最大震级为 8.9 级。根据不同强度地震的破坏能力, 按照震级的大小进一步划分为 5 个级别: ①超微震: 震级小于 1 的地震。该级别地震人们不能感觉, 只有用仪器才能测出。②微震: 震级大于 1、小于 3 的地震。该级别地震人们也不能感觉, 也只有用仪器才能测出。③小震: 又称弱震, 震级大于 3、小于 5 的地震。该级别地震人们可以感觉, 故有时也称有感地震, 但一般不会造成破坏。④中震: 也称强震, 震级大于 5、小于 7 的地震。该级别地震可造成不同程度的破坏。⑤大地震: 震级 7 级和 7 级以上的地震。该级地震可造成十分严重的破坏。

地震活动引起一定范围的地面发生不同形式的运动, 因此对人类造成破坏。不同地点地面运动的强度有很大差异, 这除了受地震活动能量(震级)控制外, 尚与震源深度、与震中的距离以及地震波传播的介质条件等诸多因素有关。正是由于这些条件的差异, 使同一次地震事件在不同地区造成的破坏损失程度有很大不同。为了综合反映这种变化, 采用地震烈度来标示这方面特征。地震烈度是指地震在地面产生的实际影响, 即地震活动所造成的地面和建筑物的破坏程度。地震烈度不是通过仪器测定的, 而是根据人对地震感觉和地面及地面上的房屋、工程建设、器具等遭受地震影响和破坏的程度确定的。

第4课时 单摆

自主探究



情景导入

你见过摆钟吗？当摆钟从北京移到上海，摆钟的准度会改变吗？



基础过关

1. 单摆

(1) 单摆：细线一端固定在悬点，在另一端拴一个小球，如果线的伸缩和质量可忽略，且球的直径比悬线短很多，这样的装置叫_____。单摆是一个_____模型。

(2) 摆长：悬点到摆球重心的距离叫做摆长。

(3) 单摆理想化条件是：

①摆线质量 m _____ 摆球质量 M ，即 $m \ll M$ 。

②摆球的直径 d _____ 单摆的摆长 L ，即 $d \ll L$ 。

③摆球所受空气阻力 _____ 摆球重力及绳的拉力，可忽略不计。

④摆线的伸长量很小，可以忽略。

2. 回复力

(1) 受力分析：摆球受到_____和_____。

(2) 平衡位置：_____。

(3) 回复力来源：

重力沿切线方向的分力

大小： $F_{\text{回}} = G_2 = G \sin \theta = mg \sin \theta$

方向：沿切线指向_____。

当 θ 很小时， $x \approx \text{弧长} = l\theta$

$\sin \theta \approx \theta$

$F_{\text{回}} = G_2 = G \sin \theta = mg \sin \theta \approx mg\theta$

位移方向与回复力方向相反

$F = -(mg/l)x = -kx$ ($k = mg/l$)

3. 单摆的周期

单摆振动的周期公式：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

单摆振动的周期：

(1) 与振幅无关——单摆的等时性，它是由_____首先发现的；

(2) 与摆球的质量_____；

(3) 与摆长有关——摆长越长，周期越_____；

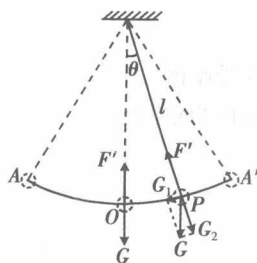
(4) 与当地的重力加速度有关——重力加速度越大，周期越_____。

互动新课堂



名师解读

1. 单摆角度条件的理解



单摆受到的回复力 $F_{\text{回}} = mg \sin \theta$ ，如图所示：虽然随着单摆位移 x 增大， $\sin \theta$ 也增大，但是回复力 F 的大小并不是和位移成正比，单摆的振动不是简谐运动。但是，在 θ 值较小的情况下（一般取 $\theta \leq 10^\circ$ ），在误差允许的范围内可以近似的认为 $\sin \theta = x/l$ ，近似的有 $F = mg \sin \theta = (mg/l)x = kx$ ($k = mg/l$)，又回复力的方向始终指向 O 点，与位移方向相反，满足简谐运动的条件，即物体在大小与位移大小成正比，方向与位移方向相反的回复力作用下的振动， $F = -(mg/l)x = -kx$ ($k = mg/l$)，为简谐运动。所以，当 $\theta \leq 10^\circ$ 时，单摆振动是简谐运动。

条件：摆角 $\theta \leq 10^\circ$

2. 单摆周期的决定因素

我们是通过控制变量法研究摆球的质量对单摆周期的影响：荷兰物理学惠更斯研究了单摆的振动，在大量可靠的实验基础上，经过一系列的理論推导和证明得到：单摆的周期和摆长 l 的平方根成正比，和重力加速度 g 的平方根成反比。

$$\text{周期公式：} T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

同时，这个公式的提出，也是在单摆振动是简谐摆角运动的前提摆角 $\theta \leq 10^\circ$ 的条件下才成立的。

由周期公式我们看到 T 与两个因素有关。当 g 一定， T 与 $\sqrt{l}$ 成正比；当 l 一定， T 与 $\sqrt{g}$ 成反比； l 、 g 都一定， T 就一一定了，对应每一个单摆有一个固有周期 T 。

典例精析

1. 单摆模型材料的选择

根据单摆理想化的条件, 就可知该如何选择制作单摆的材料。

【例 1】用下列哪些材料能做成单摆:

- A. 长为 1 米的细线
- B. 长为 1 米的细铁丝
- C. 长为 0.2 米的细丝线
- D. 长为 1 米的麻绳
- E. 直径为 5 厘米的泡沫塑料球
- F. 直径为 1 厘米的钢球
- G. 直径为 1 厘米的塑料球
- H. 直径为 5 厘米的钢球

【解析】悬线: 细、长、伸缩可以忽略。

摆球: 小而重 (即密度大)。

【答案】AF

2. 单摆周期中 l 的理解

l 应为悬点到球心的距离, 即悬线长度加上小球半径。

【例 2】一摆长为 l 的单摆, 在悬点正下方 $5L/9$ 处有一钉子, 则这个单摆的周期是多少?

【解析】单摆周期公式中明确摆长的含义。

$$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} + \pi \sqrt{\frac{l - \frac{5}{9}l}{g}}$$

$$= \frac{5}{3} \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

创新训练

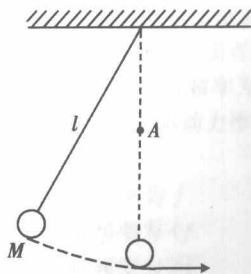
基础巩固

- 振动着的单摆摆球, 通过平衡位置时, 它受到的回复力 ()
 - A. 指向地面
 - B. 指向悬点
 - C. 数值为零
 - D. 垂直摆线, 指向运动方向
- 对于秒摆下述说法正确的是 ()
 - A. 摆长缩短为原来的四分之一时, 频率是 1 Hz
 - B. 摆球质量减小到原来的四分之一时, 周期是 4 s
 - C. 振幅减为原来的四分之一时, 周期是 2 s
 - D. 如果重力加速度减为原来的四分之一时, 频率为 0.25 Hz

- 用空心铁球内部装满水做摆球, 若球正下方有一小孔, 水不断从孔中流出, 从球内装满水到水流完为止的过程中, 其振动周期的大小是 ()
 - A. 不变
 - B. 变大
 - C. 先变大后变小回到原值
 - D. 先变小后变大回到原值
- 单摆做简谐振动的回复力是 ()
 - A. 摆球的重力
 - B. 摆球的拉力
 - C. 摆球重力沿圆弧切线方向的分力
 - D. 摆球重力和摆线拉力的合力
- 一个摆钟从甲地拿到乙地, 它的钟摆摆动加快了, 则下列对此现象的分析及调准方法的叙述中正确的是 ()
 - A. $g_{甲} > g_{乙}$, 将摆长适当增长
 - B. $g_{甲} > g_{乙}$, 将摆长适当缩短
 - C. $g_{甲} < g_{乙}$, 将摆长适当增长
 - D. $g_{甲} < g_{乙}$, 将摆长适当缩短
- 在下述哪些情况下单摆的简谐振动周期会变大 ()
 - A. 摆球质量增大
 - B. 摆长减小
 - C. 单摆由赤道移到北京
 - D. 单摆由海平面移到高山顶上

能力提高

- 细长轻绳下端拴一小球构成单摆, 在悬点正下方 $\frac{l}{2}$ 摆长处有一能挡住摆线的钉子 A, 如图所示。现将单摆向左方拉开一个小角度, 然后无初速释放, 对于以后的运动, 下列说法正确的是 ()



- A. 摆球运动往返一次的周期比无钉子时的单摆周期小
 - B. 摆球在左右两侧上升的最大高度一样
 - C. 摆球在平衡位置左右两侧走过的最大弧长相等
 - D. 摆线在平衡位置右侧的最大摆角是左侧的两倍
- A、B 二单摆, 当 A 振动 20 次, B 振动 30 次, 已知 A 摆摆长比 B 摆长长 40 cm, 则 A、B 二摆摆长分别为 _____ cm 与 _____ cm。