

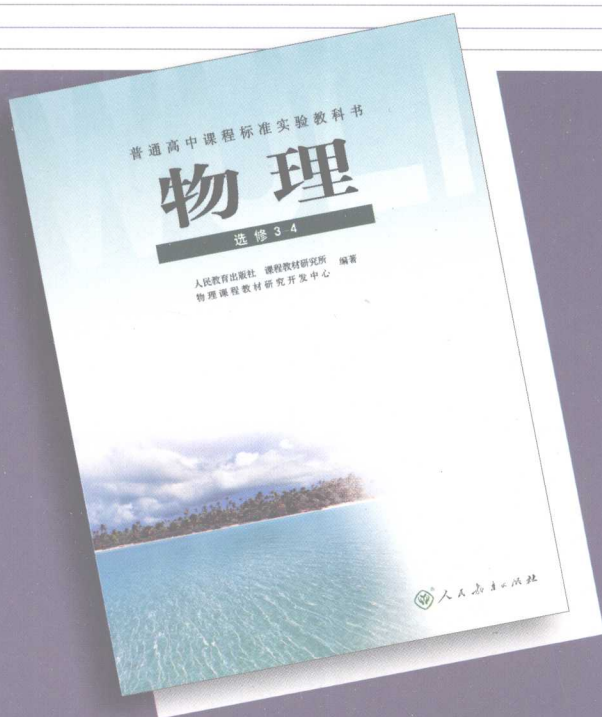
人民教育出版社®

新 课 标 活 学 活 用 系 列

阳光课堂

物理 选修 3-4

Y A N G G U A N G K E T A N G



◎ 人民教育出版社教学资源分社
/ 策划组编



人民教育出版社
PEOPLE'S EDUCATION PRESS

新 课 标 活 学 活 用 系 列

阳光课堂

物理 选修 3—4

人民教育出版社教学资源分社 / 策划组编



人民教育出版社
PEOPLE'S EDUCATION PRESS

新课标活学活用系列

阳光课堂

物理 选修3-4

人民教育出版社教学资源分社 策划组编

*

人民教育出版社 出版发行

网址: <http://www.pep.com.cn>

唐山市润丰印务有限公司印装 全国新华书店经销

*

开本: 890 毫米×1 240 毫米 1/16 印张: 8 字数: 220 000

2008 年 8 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-107-21308-3 定价: 15.70 元
G·14418 (课)

著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与本社出版科联系调换。

(联系地址:北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编:100081)

《新课标活学活用系列·阳光课堂》

编 委 会

丛书策划 马晓峰 陈 晨 郑长利

丛书主编 马晓峰

丛书编委 (以姓氏笔画为序)

马晓峰 王 晶 王本华 李伟科 陈 晨 郑长利 赵占良
贺 军 高俊昌 龚亚夫 龚贵春 章建跃 彭前程

本册主编 薛祝其

本册编者 薛祝其 朱静山 王 刚 陈寿永 朱亚华 孙金英

责任编辑 刘宗立 尹 兰

审 稿 陈 晨 郑长利

特约审稿 曹 冬

编写说明

为了配合不断扩大和深入的新课程改革,满足新课标高中教科书实验区的教学需要,完善人民教育出版社新课标高中教材的立体化开发建设,在充分调研和不断总结经验教训的基础上,人民教育出版社教学资源编辑室与北京紫峰文化发展有限公司合作,共同策划组编了这套与人教版普通高中课程标准实验教科书配套使用的同步辅导丛书——《新课标活学活用系列·阳光课堂》。

《阳光课堂》丛书,以课程标准为依据,以新课程改革理念为指导,以全面提高全体学生的文化科学素养为宗旨,以培养学生的创新精神和实践能力为重点,为学生生活学活用新课标教材提供了一个科学实用的平台。丛书涵盖了人教版高一至高三年级所有主要学科的必修教材及绝大部分的选修教材。

丛书的编写力求凸显如下特点:

一、拓展性

依据教材各单元各章节的课程目标,精选贴近时代、贴近生活、贴近学生实际的学习与训练材料。这些材料既能巩固和加强学生在课堂上学到的知识与技能,更可作为教材的补充与延伸,增强课堂与社会生活及学生经验的联系,拓展学生视野,引导学生学会学习、学会创新。

二、主体性

在通过同步训练的方式巩固基础知识和基本技能的同时,又特别关注学生的学习过程和学习方法、情感态度和价值观。根据学生的年龄特点,本套丛书创设了丰富多彩的学习情境和发展台阶,以问题的形式把活学活用的内容呈现出来,使课内和课外的知识联系起来,让学生作为学习的主人,主动去“问”,积极去“想”,认真去“练”,大胆去“试”,灵活去“用”,愉快去“测”,进一步转变学习方式,把各学科知识学活、用活,从而提高学生自主学习、合作交流的意识以及分析问题和解决问题的能力。

三、实用性

编写体例力求做到既符合教材特点,又体现素质教育及高等学校招生考试的要求。各学科分册大致都设置有“课标导航”“学法建议”“情境导学”“自主天地”“探究干线”“合作空间”“分层训练”“体验高考”“概括整合”等栏目,分别从知识、能力、思想意识等不同角度,对教材进行解说和剖析。内容翔实、具体、可操作性强,例题、习题体现和诠释了高考的重点和难点。另外,每册均有以活页形式编排的单元评估测试题,参考答案附有详细解析。

丛书的作者,都是新课标实验区具有丰富教学经验的一线骨干教师和教研人员,在编写过程中,大家始终坚持这样一种理念:体现新课程的特色,将德育、智育、美育、科学精神及人文精

神与教材有机地融合起来;为广大师生提供一套既体现新的教育理念、与教科书紧密配合,又能切实提高学生能力的精品教辅,为莘莘学子进入高等学府铺垫一个台阶。希望我们的努力能够得到您的认同。

由于编写时间紧迫和水平所限,丛书一定还存在许多不足,诚挚地希望广大读者提出批评和建议,以便再版修订时参考。

在本套丛书的编写过程中,引用了部分相关材料,有的已与原作者取得联系,但有些无法与原作者联系,希望原作者看到此书后,与我们联系,以便支付相应的稿酬,同时我们在此对相关作者表示诚挚的感谢。

我们的联系方式:

地址:北京市朝阳区曙光西里1号东域大厦A座2202室

电话:010-58222688/99 转 8003/4/5/6

邮编:100028

编 者

目 录

第十一章	机械振动	1
第一节	简谐运动	1
第二节	简谐运动的描述	4
第三节	简谐运动的回复力和能量	8
第四节	单摆	11
第五节	外力作用下的振动	14
	章末整合与测评	18
第十二章	机械波	20
第一节	波的形成和传播	20
第二节	波的图象	24
第三节	波长、频率和波速	28
第四节	波的反射和折射	31
第五节	波的衍射	34
第六节	波的干涉	36
第七节	多普勒效应	39
	章末整合与测评	42
第十三章	光	44
第一节	光的折射	44
第二节	光的干涉	49
第三节	实验:用双缝干涉测量光的波长	51
第四节	光的颜色 色散	54
第五节	光的衍射	57
第六节	光的偏振	60
第七节	全反射	62
第八节	激光	66
	章末整合与测评	68

第十四章	电磁波	70
第一节	电磁波的发现	70
第二节	电磁振荡	72
第三节	电磁波的发射和接收	76
第四节	电磁波与信息化社会	78
第五节	电磁波谱	78
	章末整合与测评	81
第十五章	相对论简介	83
第一节	相对论的诞生	83
第二节	时间和空间的相对性	85
第三节	狭义相对论的其他结论	88
第四节	广义相对论简介	88
	章末整合与测评	91



第十一章

机械振动

课标导航

1. 知识与技能

(1)理解简谐运动的特征,能用公式和图象描述简谐运动的特征,并能熟悉运用图象描述运动的位移与时间的关系,能从图象中找出振动的周期和振幅,分析质点在不同位置的速度的大小、方向,加速度的大小、方向以及动能和势能间的转化。

(2)知道单摆的周期与摆长、重力加速度的关系,并能利用单摆的周期公式进行简单的计算。

(3)了解受迫振动的特点,知道产生共振的条件及其在技术上的应用。

2. 过程与方法

(1)通过观察弹簧振子的振动过程,掌握抓住问题的主要矛盾、忽略其次要因素、把问题进行理想化处理的科学抽象的方法。

(2)通过弹簧振子位移—时间图象的绘制,体会寻找变量之间关系的科学方法。

(3)通过实验,探究单摆的周期与摆长的关系,了解处理实验数据的方法,掌握如何将图象“化曲为直”,从而确

定变量之间的关系。

(4)利用实验观察受迫振动,了解受迫振动的特征和产生共振的条件。

3. 情感、态度与价值观

通过观察演示实验,概括出机械振动的特征,培养学生的观察、概括能力;通过相关物理量变化规律的学习,培养分析、推理能力;同时,通过弹簧振子这个理想化模型的教学,使学生认识到从简单到复杂,从特殊到一般的研究方法,突出主要因素,忽略次要因素,对学生进行物理学方法教育;利用实验,培养学生客观、求实的科学态度和科学精神。

学法建议

本章重点是使学生掌握简谐运动的回复力特征及相关物理量的变化规律,回复力的特征是形成加速度、速度、位移等物理量周期性变化的原因。偏离平衡位置的位移与运动学中的位移概念、振动图象与振动轨迹容易混淆,这是难点,所以我们在学习过程中要紧紧抓住回复力这条主线,重点搞清弹簧振子和单摆这两个典型的模型,同时突破简谐运动的图象问题。

第一节 简谐运动

情境导学

【情境1】 微风中树枝的颤动、心脏的跳动、钟摆的摆动、声带的振动……这些物体的运动跟我们前面学习过的匀速运动、匀变速直线运动、平抛运动、匀速圆周运动有什么区别呢?

【导引】它们之间最大的区别在于微风中树枝的颤动等运动都有一中心位置,物体(或物体的一部分)在中心位置两侧做往复运动,它们的运动都具有重复性。

【情境2】 我们经常在医院里看到医生给病人做心电图,根据心电图仪描绘的图线来确定病人的心脏有无问题,你知道这条图线是怎样绘制出来的吗?

【导引】课本上的“做一做”给出了记录弹簧振子运动情况的方法,医院里的心电图仪、地震仪中绘制地震曲线的装置等,都用类似方法记录振动情况。

自主学习天地

知识点1

弹簧振子

过程体验

- (1)平衡位置:振子原来_____时的位置。
- (2)机械振动:振子在_____附近所做的_____运动,简称振动。



(3) 弹簧振子是指_____和_____所组成的系统, 是一种_____模型, 如何正确理解弹簧振子?

【点拨】弹簧振子是把一个有孔的小球装在弹簧的一端, 弹簧的另一端固定, 小球穿在光滑的杆上, 能够自由滑动, 两者之间的摩擦可以不计, 弹簧的质量与小球相比也可以忽略, 这样的装置称为弹簧振子. 将小球拉离平衡位置, 小球就在平衡位置附近来回往复的运动——振动.

迁移应用

如图 11-1-1, 把一个有孔的小木球装在弹簧的一端, 弹簧的另一端固定, 小球穿在光滑杆上, 能够自由振动, 这个系统可称为弹簧振子吗? 若将小木球改为同体积的钢球呢?



图 11-1-1

知识点 2 简谐运动及其图象

过程体验

如果质点的位移与时间关系遵从_____的规律, 即它的振动图象是一条_____曲线, 这样的振动叫简谐运动.

如何理解简谐运动的位移、速度?

【点拨】(1) 位移: 从平衡位置指向振子所在位置的有向线段为振子的位移, 方向为从平衡位置指向振子所在位置, 大小为平衡位置到该位置的距离. 位移的表示方法是: 以平衡位置为坐标原点, 以振动所在的直线为坐标轴, 规定正方向, 则某一时刻振子(偏离平衡位置)的位移用该时刻振子所在的位置坐标来表示. 振子通过平衡位置时, 位移改变方向.

(2) 速度: 描述振子在平衡位置附近振动快慢的物理量. 在所建立的坐标轴上, 速度的正负号表示振子运动方向与坐标轴的正方向相同或相反. 应明确, 速度和位移是彼此独立的物理量. 如振动物体通过同一个位置, 其位移矢量的方向是一定的, 而其速度方向却有两种可能: 指向或背离平衡位置.

振子在最大位移处速度为零, 在平衡位置时速度最大, 振子在最大位移处速度方向发生改变.

如何理解简谐运动的图象?

【点拨】(1) 简谐运动的图象描述的是做简谐运动的物体的位移随时间的变化规律, 图象所描述的是振动质点各个时刻偏离平衡位置的位移, 它不是振动质点的轨迹, 不论何时振动质点都是以平衡位置为中心振动, 其“立场”是坚定不移的.

(2) 简谐运动的图象是正弦(或余弦)曲线, 图象的横轴表示时间, 纵轴表示位移, 从图象上可直接看出不同时刻振动质点的位移大小和方向, 速度的方向和速度大小的变化趋势.

(3) 横轴为时间轴: 是通过照相底片的匀速运动使小球的平衡位置在时间轴上拉开; 根据 $s=vt$, 相等的位移对应相等时间, 所以横轴能代表时间.

如果弹簧振子的小球从平衡位置开始计时, 把开始运动的方向计为正方向, 那么它的 $x-t$ 图象如图 11-1-2 所示.

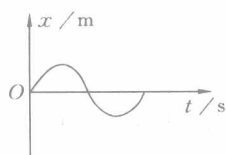


图 11-1-2

其函数表达形式为 $x=A\sin \omega t$.

迁移应用

一质点做简谐运动的图象如图 11-1-3 所示, 正确的说法有 ()

- A. 0~0.5 s 速度在增大
- B. 0~0.5 s 位移在增大
- C. 0.5 s~1 s 速度在增大
- D. 0.5 s~1 s 位移在增大

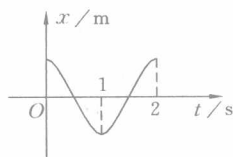


图 11-1-3

探究干线

【例】 如图 11-1-4 所示是某质点做简谐运动的振动的图象, 根据图象中信息, 回答下列问题:

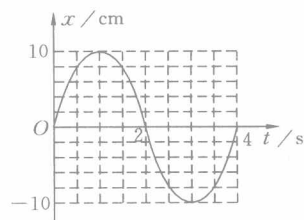


图 11-1-4

(1) 质点离开平衡位置的最大距离有多大?

(2) 在 1.5 s 和 2.5 s 两个时刻, 质点向哪个方向运动?

【答案】(1) 10 cm (2) 在 1.5 s 质点向平衡位置运动 在 2.5 s 质点指背离平衡位置运动

【解析】由图象上的信息, 结合质点的振动过程可作出以下回答:

(1) 质点离开平衡位置的最大距离就是 x 的最大值 10 cm;

(2) 在 1.5 s 以后的时间质点位移减少, 因此是向平衡



位置运动,在2.5 s以后的时间质点位移增大,因此是背离平衡位置运动。

点评

深刻理解简谐运动图象的物理意义和运动特征是解题的关键。

合作空间

请同学们对下面的问题发表看法,看谁的见解是正确的?

甲、乙两同学学完了简谐运动这一节后,各自对简谐运动的运动性质发表了看法,甲认为它有加速度,所以是匀变速运动,乙认为它虽然有加速度但加速度是不断变化的,所以不是匀变速,你认为哪个说法是对的?请发表你的见解。

分层训练

基础训练

1. 在图 11-1-5 中,当振子由 A 向 O 运动时,下列说法中正确的是 ()

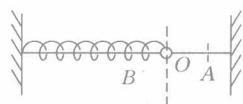


图 11-1-5

- A. 振子的速率在减小
B. 振子的运动方向向左
C. 振子的位移方向向左
D. 振子的位移大小在增大
2. 如图 11-1-6 所示,质点在 1 s 末的位移是 ()
- A. 5 cm B. -5 cm
C. 15 cm D. 0

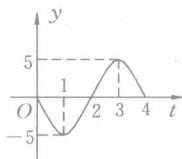


图 11-1-6

3. 下列说法正确的是 ()
- A. 弹簧振子的运动是简谐运动
B. 简谐运动是机械运动中最简单、最基本的一种运动之一

C. 做简谐运动的物体每次经过同一位置时,其速度、位移都相同

D. 做简谐运动的物体在平衡位置两侧对称的位置上,其速度、位移都反向

4. 关于简谐运动,下列说法正确的是 ()

- A. 简谐运动一定是水平方向的运动
B. 所有的振动都可以看做是简谐运动
C. 物体做简谐运动时一定可以得到正弦曲线形的轨迹线
D. 只要振动图象是正弦曲线,物体一定做简谐运动



知能训练

5. 如图 11-1-7 所示,小球套在光滑水平杆上,与弹簧组成弹簧振子, O 为平衡位置,小球在 O 附近的 AB 间做简谐运动,设向右为正方向,则:

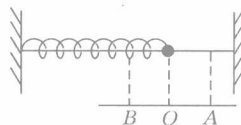


图 11-1-7

- (1) 速度由正变负的位置在 _____。
(2) 位移为负向最大的位置在 _____。



实践创新

6. 如图 11-1-8 是用频闪照相的方法获得的弹簧振子的位移—时间图象,下列有关该图象的说法正确的是 ()

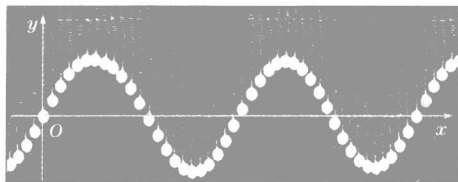


图 11-1-8

- A. 该图象的坐标原点是建立在弹簧振子小球的平衡位置
B. 从图象可以看出小球在振动过程中是沿 x 轴方向移动的
C. 为了显示小球在不同时刻偏离平衡位置的位移,让底片沿垂直 x 轴方向匀速运动
D. 图象中小球的疏密显示出相同时间内小球位置变化快慢不同



第二节 简谐运动的描述

情境导学

【情境1】 如果我们要乘车,我想大家都愿意坐小汽车,而不愿意坐拖拉机,请大家想一想这是为什么呢?

【导引】当遇到坑洼不平的路面时,行驶中的车子就要上下振动,因为拖拉机的底盘比小汽车的底盘轻、重心高,且它的减振系统较差,所以振动时就比小汽车振动的幅度大,从而颠簸得厉害.

【情境2】 当人们在听音乐时,人们很容易感觉到有时声音很强,有时很弱,有时音调很高,有时又很低,同学们想过这是为什么吗?

【导引】在音乐中一组音按音调高低的次序排列起来就成音阶,音阶中各音的频率是不同的,声音的强弱是由振动的振幅决定的,而它的音调是由频率来决定的.

自天天地

知识点1

振幅——描述振动强弱的物理量

过程体验

振动物体离开平衡位置的最大距离叫振幅;物理意义表示_____,是_____ (填“矢量”、“标量”).

如何理解振幅和位移的区别?

【点拨】振幅是指振动物体离开平衡位置的最大距离;而位移是振动物体所在位置与平衡位置之间的距离,对于一个给定的振动,振子的位移是时刻变化的,但振幅是不变的;位移是矢量,振幅是标量;振幅等于最大位移的数值.

如何理解振幅和路程的关系?

【点拨】振动物体在一次全振动过程中通过的路程一定为四倍振幅,在半个周期内通过的路程一定为两倍振幅,但在 $\frac{1}{4}$ 周期内通过的路程不一定等于一倍振幅,只有当 $\frac{T}{4}$ 的初时刻在平衡位置或最大位移处时, $\frac{T}{4}$ 内的路程才等于一倍振幅.

迁移应用

一物体从平衡位置出发,做简谐运动,经历了10 s的时间,测得物体通过了200 cm的路程.已知物体的振动频率为2 Hz,该振动的振幅为多大?

知识点2

周期和频率

过程体验

振子以相同的_____相继通过某点经历的过程叫全振动.如图11-2-1所示从O点开始,一次全振动的完整过程为: $O \rightarrow A \rightarrow O \rightarrow A' \rightarrow O$.做简谐运动的物体,完成_____所需要的时间叫周期;单位时间内完成的次数叫频率.周期和频率都是表示物体_____的物理量,周期越小,频率_____,表示物体振动_____,周期与频率的关系是_____ (用公式表示).

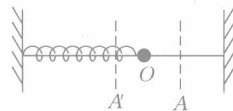


图 11-2-1

如何理解全振动?

【点拨】在判断是否为一次全振动时不仅要看是否回到了原位置,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.周



期和频率是用来描述振动快慢的物理量,相位是表示物体振动步调的物理量,用相位来描述简谐运动在一个全振动中所处的阶段。

迁移应用

振动周期指振动物体 ()

- A. 从任一位置出发又回到这个位置所用的最短时间
- B. 从一侧最大位移处,运动到另一侧最大位移处所用的最短时间
- C. 从某一位置出发又沿同一运动方向回到这个位置所用的最短时间
- D. 经历了四个振幅的最短时间

拓展延伸

下列关于简谐运动振幅、周期和频率的说法中正确的是 ()

- A. 振幅是矢量,方向从平衡位置指向最大位移处
- B. 周期和频率的乘积不一定等于 1
- C. 振幅增加,周期必然增加,而频率减小
- D. 做简谐运动的物体,其频率固定,与振幅无关

知识点 3 简谐运动的公式表达式

过程体验

简谐运动的一般表达式为 $x = \underline{\hspace{2cm}}$, 式中 A 表示简谐运动的 $\underline{\hspace{2cm}}$; ω 是一个与频率成正比的量, 表示简谐运动的快慢, $\omega = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$; $\underline{\hspace{2cm}}$ 代表简谐运动的相位, $\underline{\hspace{2cm}}$ 表示 $t = 0$ 时的相位, 叫做 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

对简谐运动的表达式的理解?

【点拨】简谐运动的表达式 $x = A \sin(\omega t + \varphi)$ 应明确以下几点:

(1) 相位

① 相位: 描述做周期性运动的物体在各个不同时刻所处的不同状态, 是描述不同振动的振动步调的物理量。如同相, 表明两个振动物体步调相同; 反相, 表明两个振动物体步调完全相反。

相位 $(\omega t + \varphi)$ 是一个随时间变化的量, 它相当于一个角度, 也叫周相。相位每增加 2π , 意味着物体又完成了一次全振动。

② 相位差: 它才是实际中经常用到的, 相位差的取值范围一般为: $-\pi \leq \Delta\varphi \leq \pi$ 。① 中的同相, 即为相位差 $\Delta\varphi = 0$ 。① 中的反相, 即为 $\Delta\varphi = \pi$ 或 $-\pi$ 。

(2) 简谐运动表达式是描述简谐运动的位移 x 与时间 t 之间的定量关系的, 表达式及各量意义如下:

$x = A \sin(\omega t + \varphi)$, 其中 A 表示振幅, 描述的是振动的强弱, $(\omega t + \varphi)$ 表示相位, 相当于一个角度, 表示 t 时刻物体的状态。 ω 表示角频率, 它与周期、频率的关系为: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$, 可见 ω 、 T 、 f 相当于一个量, 描述的都是振动的快慢。 φ 表示初相, 表示 0 时刻振动物体的状态。

迁移应用

物体 A 做简谐运动的位移 $x_A = 3 \sin(100t + \varphi_0/2)$ m, 物体 B 做简谐运动的位移 $x_B = 5 \sin(100t + \varphi_0/6)$ m。比较 A 、 B 的运动 ()

- A. 振幅是矢量, A 的振幅是 6 m, B 的振幅是 10 m
- B. 周期是标量, A 、 B 周期相等为 100 s
- C. A 振动的频率 f_A 等于 B 振动的频率 f_B
- D. A 的相位始终超前 B 的相位

知识点 4 简谐运动的对称性

过程体验

如图 11-2-2 所示, 物体在 A 与 B 之间做简谐运动, O 点为平衡位置, C 和 D 两点关于 O 点对称, 则有:

图 11-2-2

(1) 时间的对称:

$$t_{OB} = t_{BO} = t_{OA} = t_{AO} = \frac{T}{4},$$

$$t_{OD} = t_{DO} = t_{OC} = t_{CO},$$

$$t_{DB} = t_{BD} = t_{AC} = t_{CA}.$$

(2) 速度的对称:

① 物体连续两次经过同一点(如 D 点)的速度大小相等, 方向相反。

② 物体经过关于 O 点对称的两点(如 C 与 D 两点)的速度大小相等, 方向可能相同, 也可能相反。

迁移应用

一质点在平衡位置 O 附近做简谐运动, 从它经过平衡位置起开始计时, 经 0.13 s 质点第一次通过 M 点, 再经 0.1 s 第二次通过 M 点, 则质点振动周期的可能值为多大?



探究干线

【例1】两个简谐运动分别为 $x_1 = 4a \sin\left(4\pi bt + \frac{1}{2}\pi\right)$ 和

$$x_2 = 2a \sin\left(4\pi bt + \frac{3}{2}\pi\right).$$

求它们的振幅之比、各自的频率以及它们的相位差.

【答案】见解析

【解析】据 $x = A \sin(\omega t + \varphi)$ 得到:

$$A_1 = 4a, A_2 = 2a \quad \frac{A_1}{A_2} = \frac{4a}{2a} = 2.$$

$$\text{又 } \omega = 4\pi b \text{ 及 } \omega = 2\pi f \text{ 得: } f_1 = f_2 = 2b.$$

$$\text{它们的相位差是: } \left(4\pi bt + \frac{3}{2}\pi\right) - \left(4\pi bt + \frac{1}{2}\pi\right) = \pi.$$

点评

解题的关键是搞清简谐运动表达式中各物理量的含义.

【例2】如图 11-2-3 所示是 A、B 两个弹簧振子的振动图象,求它们的相位差?

$$\text{【答案】} \Delta\varphi = \frac{1}{4} \times 2\pi = \frac{\pi}{2}$$

【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

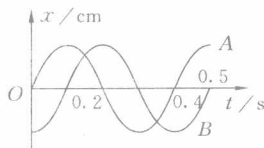


图 11-2-3

滞后 $1/4$ 周期,所以两者的相位差是: $\Delta\varphi = \frac{1}{4} \times 2\pi = \frac{\pi}{2}$.

点评

如果两个简谐运动的频率相等,其相位差就是两个初相之差.

合作空间

请同学们对下面的问题进行讨论,发表各自的见解,看谁正确.

如图 11-2-4 所示,小球 P 连着轻质弹簧,放在光滑水平面上,弹簧的另一端固定在墙上, O 点为它的平衡位置,把 P 拉到 A 点,使 $OA = 2 \text{ cm}$,然后无初速度释放,经 0.2 s 运动到 O 点,若把 P 拉到 B 点,使 $OB = 4 \text{ cm}$,则无初速度释放后运动到 O 点的时间为 ()

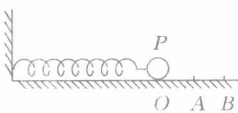


图 11-2-4

- A. 0.1 s B. 0.2 s C. 0.3 s D. 0.4 s

分层训练

基础训练

1. 一个质点做简谐运动的振动图象如图 11-2-5 所示. 从图中可以看出,该质点的振幅 $A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$, 频率 $f = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz}$, 从 $t = 0$ 开始在 $\Delta t = 1.8 \text{ s}$ 内质点的位移 $= \underline{\hspace{2cm}}$, 路程 $= \underline{\hspace{2cm}}$.

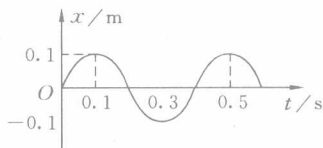


图 11-2-5

2. 某简谐运动的位移与时间关系为: $x = 0.1 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ cm}$, 由此可知该振动的振幅是 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$, 频率是 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz}$, $t = 0$ 时刻振动物体的位移与规定正方向 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“相同”或“相反”), $t = \frac{T}{2}$ 时刻振动物体的位移与规定正方向 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“相同”或“相反”).
3. A、B 两个完全一样的弹簧振子, 把 A 振子移到 A 的平衡位置右边 10 cm , 把 B 振子移到 B 的平衡位置右边 5 cm , 然后同时放手, 那么 ()
- A. A、B 运动的方向总是相同的
B. A、B 运动的方向总是相反的
C. A、B 运动的方向有时相同、有时相反
D. 无法判断 A、B 运动的方向的关系

知能训练

4. 弹簧振子在 AOB 之间做简谐运动, A、B 分别是两侧的最大位移处, O 为平衡位置, 测得 AB 间距为 8 cm , 完成 30 次全振动所用时间为 60 s , 则 ()
- A. 振动周期是 2 s , 振幅是 8 cm
B. 振动频率是 2 Hz
C. 振子完成一次全振动通过的路程是 16 cm
D. 从振子过 O 点时计时, 3 s 内通过的路程为 32 cm
5. 一个质点在平衡位置 O 点附近做简谐运动, 若从 O 点开始计时, 经过 3 s 质点第一次经过 M 点 (如图 11-2-6 所示), 再继续运动, 又经过 2 s 它第二次经过 M 点, 则该质点第三次经过 M 点所需的时间是 ()
- A. 8 s B. 4 s C. 14 s D. $\frac{10}{3} \text{ s}$

图 11-2-6



6. 一质点做简谐运动的图象如图 11-2-7 所示, 下列说法正确的是()

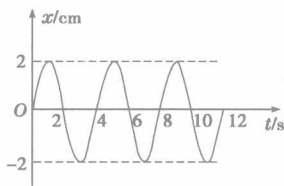


图 11-2-7

- A. 质点振动频率是 4 Hz
B. 在 10 s 内质点经过的路程是 20 cm
C. 第 4 s 末质点的速度为零
D. 在 $t=1$ s 和 $t=3$ s 两时刻, 质点位移大小相等、方向相同

7. 如图 11-2-8 所示, 弹簧振子的频率为 5 Hz, 让振子从 B 位置开始振动, 并开始计时, 则经过 0.12 s 时()

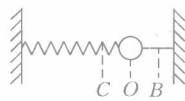


图 11-2-8

- A. 小球位于 BO 之间, 运动方向向右
B. 小球位于 BO 之间, 运动方向向左
C. 小球位于 CO 之间, 运动方向向右
D. 小球位于 CO 之间, 运动方向向左

实践创新

8. 弹簧振子以 O 点为平衡位置, 在 B、C 两点间做简谐运动, 在 $t=0$ 时刻, 振子从 O、B 间的 P 点以速度 v 向 B 点运动; 在 $t=0.20$ s 时, 振子速度第一次变为 $-v$; 在 $t=0.50$ s 时, 振子速度第二次变为 $-v$.

(1) 求弹簧振子振动周期 T ?

(2) 若 B、C 之间的距离为 25 cm, 求振子在 4 s 内通过的路程?

9. 以下说法正确的是()

- A. 若 t 时刻和 $(t+\Delta t)$ 时刻振子运动的位移大小相等, 方向相同, 则 Δt 一定等于 T 的整数倍
B. 若 t 时刻和 $(t+\Delta t)$ 时刻振子运动的运动速度大小相等, 方向相反, 则 Δt 一定等于 $T/2$ 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同
D. 若 $\Delta t=T/2$, 则在 t 时刻和 $(t+\Delta t)$ 时刻弹簧的长度一定相等.

10. 如图 11-2-9 所示, 一块涂有碳黑的玻璃板, 质量为 2 kg, 在拉力 F 的作用下, 由静止开始竖直向上做匀变速运动. 一个装有水平振针的振动频率为 5 Hz 的固定电动音叉在玻璃板上画出了图示曲线, 量得 $OA=1$ cm, $OB=4$ cm, $OC=9$ cm. 求外力的大小? (g 取 10 m/s²)

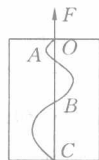


图 11-2-9

11. 一台筛沙机有一个振动筛, 它在竖直方向的振动方程为 $y=\sin(4\pi t+\pi/4)$ cm.

求: (1) 振动筛的振幅、频率各为多少?

(2) 在何时振动筛的位移第一次为零?



第三节 简谐运动的回复力和能量

情境导学

【情境1】一只小鸟在一条柔软的树枝上休息,突然受到惊吓,立即飞离树枝,只留下树枝在高空颤抖,我们现在都知道树枝在做机械振动,那么它是不是做简谐运动呢?

【导引】根据第一节简谐运动的定义,我们很难判断其振动位移与时间的关系,那么能不能从另一方面来判断呢?牛顿第一定律告诉我们,物体运动不需要力来维持,但一个物体做什么运动,就可能受什么样的力,受什么样的力就可能做什么样的运动,例如静止物体或匀速直线运动物体受合外力为零;做匀变速运动的物体受合外力大小、方向都不变;做匀变速圆周运动的物体受合外力大小不变,方向总是指向圆心不断改变.简谐运动物体不同于前面学过的运动,那么它受的合外力肯定有自己的特点,那么简谐运动受力有什么特点呢?

【情境2】一个水平放置的弹簧振子(做简谐振动),我们把它拉离平衡位置,它就能在平衡位置附近做往复运动,如果不考虑由于阻力作用而造成机械能的损失,则一直运动下去,那么弹簧振子(做简谐运动)为什么离开平衡位置后又能回到平衡位置呢?它为什么又是最简单、最基本的振动呢?

【导引】只要我们对简谐运动物体(弹簧振子)进行受力分析,你就清楚知道了.我们赶快去受力分析吧!

自主天地

知识点1 回复力



过程体验

做机械振动的物体总要受到把物体拉回_____的力,通常把这个力称为回复力,回复力是按_____命名的,在受力分析时不要分析出来.回复力方向总是指向_____.

如何理解回复力?

【点拨】回复力是根据力的效果命名的,它可以是一个力,也可以是多个力的合力,还可以由某个力的分力提供.例如:如图11-3-1所示,水平方向的弹簧振子,弹力充当回复力.如图11-3-2所示,竖直方向的弹簧振子,弹力和重力的合力充当回复力.如图11-3-3所示, m 随 M 一起

振动, m 的回复力是静摩擦力.

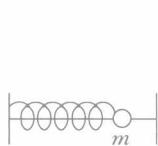


图 11-3-1

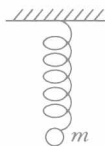


图 11-3-2

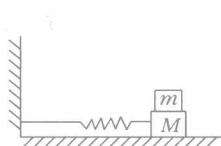


图 11-3-3

迁移应用

如图11-3-4所示,对做简谐运动的弹簧振子 m 的受力分析,正确的是 ()

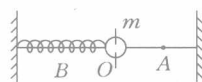


图 11-3-4

- A. 重力、支持力、弹簧的弹力
- B. 重力、支持力、弹簧的弹力、回复力
- C. 重力、支持力、回复力、摩擦力
- D. 重力、支持力、摩擦力

知识点2 简谐运动的动力学特征



过程体验

(1)如果质点受到的_____力与它偏离_____位移的大小成_____,并且总是指向_____,质点的运动就是简谐运动.其表达式:_____.(式中“-”号表示位移与力的方向相反)

(2)位移 x 是相对于平衡位置而言的,平衡位置是位移 x 的起点.

(3)平衡位置是振动物体所受回复力等于_____的位置;也是振动停止后,振动物体所在位置;平衡位置通常在轨迹的_____点.

(4)振动物体在平衡位置时不一定处于平衡状态,所受合力不一定为零.

(5)回复力产生的加速度: $a = \underline{\hspace{2cm}}$.

现在感觉到简谐运动为什么是最简单的机械振动了吧,以后判断机械振动物体是否是做简谐运动,可以分析其回复力与位移 x 的关系,看是否满足上面的关系.

【点拨】简谐运动是简单的机械振动,其受到的回复力也特别,总是指向平衡位置,大小与偏离平衡位置的位移大小成正比,其表达式 $F = -kx$,但注意回复力不一定是合外力,其产生的加速度也不一定是物体的合加速度,回复力的加速度 $a = -kx/m$.



迁移应用

弹簧振子的质量是 0.2 kg , 在水平方向做简谐运动, 当它运动到平衡位置左侧 $x_1 = 2\text{ cm}$ 的位置时, 受到的回复力大小为 $F_1 = 4\text{ N}$, 则当它运动到平衡位置右侧 $x_2 = 4\text{ cm}$ 的位置时, 它的加速度是 ()

- A. 20 m/s^2 , 方向向左 B. 20 m/s^2 , 方向向右
C. 40 m/s^2 , 方向向左 D. 40 m/s^2 , 方向向右

知识点 3 简谐运动的能量

过程体验

(1) 如图 11-3-5, 简谐运动过程是一个 _____ 和 _____ 不断转化的过程。

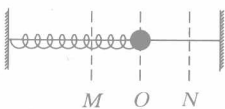


图 11-3-5

在任意时刻 _____ 和 _____ 之和等于振动物体的总 _____ 能。

简谐运动中 _____ 守恒。

(2) 实际的运动都有一定的能量损耗, 所以简谐运动是一种 _____ 的振动。

对简谐运动能量的认识。

【点拨】(1) 决定因素: 对于一个确定的振动系统, 简谐运动的能量由振幅决定, 振幅越大, 系统的能量越大。

(2) 能量获得: 开始振动时系统的能量是通过外力做功由其他形式的能转化成振动时系统的机械能的。

(3) 能量转化: 当振动系统自由振动后, 如果不考虑阻力作用, 系统只发生动能和势能的相互转化, 机械能守恒。

(4) 理想化模型

① 力的角度: 简谐运动所受回复力不考虑摩擦阻力。

② 能量角度: 简谐运动没有考虑因克服阻力做功带来的能量损耗。

迁移应用

一弹簧振子在光滑水平面上做简谐运动, 其弹性势能正向动能转化, 可知 ()

- A. 其速度正在变大
B. 此时加速度方向与速度方向相同
C. 此时位移方向与速度方向相同
D. 此时回复力方向与加速度方向相反

探究干线

【例 1】 关于回复力, 下列说法中正确的是 ()

- A. 回复力是指与位移大小成正比的力
B. 回复力是物体受到的合力
C. 回复力是从力的作用效果命名的, 可以是弹力, 也可以是其他力, 还可以是几个力的合力或某个力的分力
D. 回复力的实质是向心力

【答案】C

【解析】 回复力是机械振动物体指向平衡位置的合力, 但不一定是物体所受的合力, 它是根据效果命名的, 可以是某一力, 也可以是某一力沿平衡位置方向的分力; 也可以是所有力沿平衡位置方向分力的合力。

点评

知道回复力的特点和来源是解题的关键。

【例 2】 如图 11-3-6 所示, 做简谐运动的质点, 表示加速度与位移的关系的图线是 ()

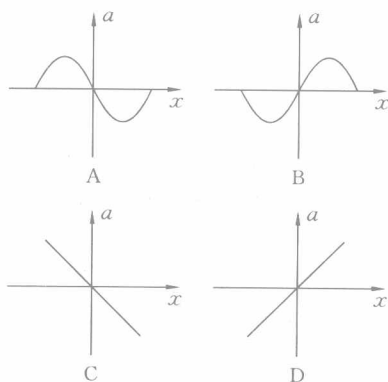


图 11-3-6

【答案】C

【解析】 这里的加速度是回复力产生的加速度, 回复力与位移的关系为: $F = -kx$, 而根据牛顿第二定律可知: $a = F/m = -kx/m$ 。

点评

知道简谐运动的回复力与位移的关系再结合牛顿第二定律, 还要明确此处正、负号的含义就可以解决这个问题。