



高中

同步精练与测试

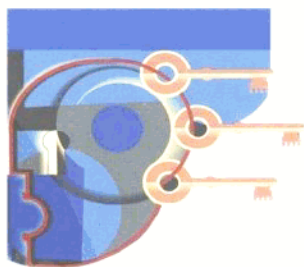
GAOZHONG TONGBU JINGLIAN YU CESHI

配粤教版

物 理

选修 3-4

高中课堂优化教学课题组 编



广东省出版集团

全国优秀出版社 广东教育出版社



高中

同步精练与测试

GAOZHONG TONGBU JINGLIAN YU CESH

配 粤 教 版

物 理

选修 3-4

高中课堂优化教学课题组 编

 广东省出版集团

全国优秀出版社  广东教育出版社

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

高中同步精练与测试. 物理. 3—4: 选修/高中课堂优化教学课题组编. —广州: 广东教育出版社, 2009. 1

配粤教版

ISBN 978 - 7 - 5406 - 7447 - 2

I. 高… II. 高… III. 物理课 - 高中 - 习题 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 009455 号

主 编: 王志良

编委名单: 王志良 刘志敏

责任编辑: 郝琳琳

责任技编: 肖作勤

装帧设计: 陈国梁

广东教育出版社出版发行

(广州市环市东路 472 号 12 - 15 楼)

邮政编码: 510075

网址: <http://www.gjs.cn>

广东新华发行集团股份有限公司经销

东莞市南城蚝江印刷厂印刷

(东莞市莞太路蚝江)

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 9.5 印张 190 000 字

2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5406 - 7447 - 2

定价: 10.10 元

质量监督电话: 020 - 87613102 购书咨询电话: 020 - 34120440

前言

《物理3—4同步精练与测试》是根据《普通高中物理课程标准》的要求和广东版《普通高中课程标准实验教科书·物理(选修3—4)》的内容体系以及大多数学校的教学实际编写,根据广大教师和学生的反映,目前市场上销售的教辅资料可谓“品种繁多、琳琅满目”,存在的缺点是题量多,难度大,没有梯度,针对性不强,不利于学生更好地掌握和消化所学知识.《物理3—4同步精练与测试》正是为了解决这一严重缺陷而编写的,严格遵循“新课标”所倡导的基本理念,试图通过系统化的知识结构、特色鲜明的栏目体系、层次清晰的习题训练,来帮助学生理解教材,掌握知识.

本书按教材的章节顺序编排,依据学生的心理特征和认知规律,设置了简洁、清晰的栏目体系:

【课标要求】依据《普通高中物理课程标准》的目标体系对每节内容的学习目标进行了具体化,旨在使学生的学习更具有整体性、侧重点、针对性、目的性.

【要点落实】是从教材中提炼的主干和重点知识,属于学生务必全面掌握的知识,目的在于明确重点和难点,突出知识的系统化和条理化.

【例题解析】精心设计的典型例题,突出解题方法和知识的归纳,从中得到启发和体会,达到举一反三、触类旁通的目的.

【同步练习】面向所有学生,突出知识的基础性.目的在于巩固所学知识,增加知识储备,提升思维能力.

【拓展练习】面向部分有余力的学生,突出知识的选择性.题型设计源于教材,而不拘泥于教材,目的在于使不同层次、不同能力的学生有所收获.

由于编写时间仓促,书中错误之处在所难免,敬请读者批评指正,以便我们更好地提高和完善.

编者:王志良

2008年12月1日





目 录

第一章 机械振动	1
第一节 初识简谐运动	1
第二节 简谐运动的力和能量特征	5
第三节 简谐运动的公式描述	9
第四节 探究单摆的振动周期	11
第五节 用单摆测定重力加速度	15
第六节 受迫振动 共振	20
本章测试	24
第二章 机械波	27
第一节 机械波的产生和传播	27
第二节 机械波的图象描述	31
第三节 惠更斯原理及其应用	36
第四节 波的干涉与衍射	39
第五节 多普勒效应	42
本章测试	46
第三章 电磁振荡与电磁波	49
第一节 电磁振荡	49
第二节 电磁场与电磁波	54
第三节 电磁波的发射、传播和接收	57
第四节 电磁波谱	61
第五节 电磁波的应用	65
本章测试	68
第四章 光	71
第一节 光的折射定律	71
第二节 测定介质的折射率	76
第三节 认识光的全反射现象	81
第四节 光的干涉	86
第五节 用双缝干涉实验测定光的波长	89
第六节 光的衍射和偏振	94
第七节 激光	97
本章测试	100



第五章 相对论	103
第一节 狭义相对论的基本原理	103
第二节 时空相对性 第三节 质能方程与相对论速度合成定理	106
第四节 广义相对论 第五节 宇宙学简介	110
本章测试	112
 综合测试题	114
 参考答案	118



第一章 机械振动

本章主要学习机械振动中运动规律最简单和最基本的一种周期性运动——简谐运动，要求理解振动中回复力、位移、振幅、周期、频率等概念，简谐运动的公式，掌握简谐运动的特点和从简谐运动图象中判断做简谐运动物体的速度、加速度、回复力方向的方法，能判断做简谐运动物体回复力的来源，然后从能量的角度对简谐运动中能量转化的特点作出分析，并用能量转化的观点对阻尼振动和受迫振动作出分析。

重点：对弹簧振子和单摆的运动的分析，简谐运动的特点和振动图样的意义。

难点：简谐运动的图象。

第一节 初识简谐运动

课标要求

1. 知道简谐运动的概念。
2. 知道简谐运动是一种理想化物理模型以及在什么条件下可以把实际发生的振动看成简谐运动，知道简谐运动的意义。
3. 初步认识简谐运动的运动基本特征之一：周期性；知道振幅、周期和频率；理解周期和频率的关系。
4. 知道振动物体的固有周期和固有频率。
5. 了解简谐运动的图象位移—时间曲线，并知道它是一条正弦或余弦曲线。
6. 通过观察、分析和推理，学会用自己的语言表达自己的观点。

要点落实

一、弹簧振子

1. 弹簧振子

弹簧振子是一个不考虑摩擦阻力，不考虑弹簧的质量，不考虑振子（金属小球）的大小和形状的理想化的物理模型。

2. 正确理解弹簧振子

- (1) 弹簧的质量比小球的质量小得多，可以认为质量集中于振子（小球）。
- (2) 振子（小球）可以视为一个质点。
- (3) 忽略空气阻力和摩擦阻力。
- (4) 振子运动的位移必须在弹簧的弹性限度内。

3. 简谐运动

简谐运动是物体偏离平衡位置的位移随时间做正弦或余弦规律而变化的运动，它是一种变加速运动。



4. 全振动

振动物体往返一次（以后完全重复原来的运动）的运动，叫做一次全振动。

二、描述简谐运动特征的物理量

1. 振幅、周期、频率

项目	概念	单位	符号	备注
振幅	振动物体离开平衡位置的最大距离	m	A	$T = \frac{1}{f}$
周期	振动物体完成一次全振动所需要的时间	s	T	
频率	单位时间内完成全振动的次数	Hz	f	

2. 振幅和位移的区别

	物理意义	数值	方向
位移 x	表示振动物体瞬时位置的物理量	振动中时刻改变	从平衡位置指向所在位置，是矢量
振幅 A	表示振动强弱的物理量	振动中有确定值	无方向，恒为正值，是标量

例题解析

【例1】图1-1-1所示为一弹簧振子， O 点为平衡位置，设向右为正方向，振子在 B 点、 C 点之间振动时，下列说法正确的是（ ）。

- A. $B \rightarrow O$ 过程中，位移为负，速度为正
 B. $O \rightarrow C$ 过程中，位移为负，加速度为负
 C. $C \rightarrow O$ 过程中，位移为负，加速度为正
 D. $O \rightarrow B$ 过程中，位移为负，速度为负

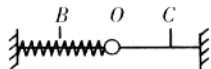


图1-1-1

【解析】以向右为正方向，则方向向右的矢量为正，方向向左的矢量为负。由 $B \rightarrow O$ 过程中，位移由点 O 指向所在位置，所以位移为负，而速度由 $B \rightarrow O$ ，向右为正方向，则选项A正确；由 $O \rightarrow C$ 过程中，位移由 O 点指向所在位置，所以位移为正，而加速度由所在位置指向平衡位置，所以方向向左应为负方向，故选项B正确；由 $C \rightarrow O$ 过程中，位移仍为正，加速度为负，故选项C不正确；由 $O \rightarrow B$ 过程中，位移由点 O 向左，故为负，而速度也向左，也为负，故选项D正确。

【答案】ABD

【例2】一弹簧振子，从平衡位置开始，经0.5 s第一次通过某位置，再经0.2 s又通过该位置，则它的振动周期可能是（ ）。

- A. 2.8 s B. 2.4 s C. 1.4 s D. 0.8 s

【解析】如图1-1-2（甲）所示，设振子在平衡位置 O 点处向两侧振动， B 、 C 两点分别为左右最大位移处，设所通过的这一点为 N 在 O 点右侧，则振子从 O 点至 N 点历时0.5 s [图1-1-2（乙）]，从 N 点到 C 点所用的时间 $t_1 = 0.5 \text{ s} + \frac{0.2}{2} \text{ s} = 0.6 \text{ s}$ ，为振动周期的 $\frac{1}{4}$ ，则振动周期 $T = 4 \times t_1 = 2.4 \text{ s}$ ，选项B正确。

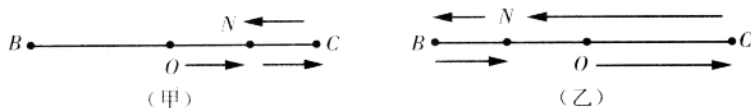


图1-1-2

若振子仍从 O 点向右运动，而 N 点在 O 点的左侧，则振子从 O 点到 C 点再返回 N 点历时0.2 s，根据对称性可知，振动的 $\frac{3}{4}$ 周期等于 $t_2 = 0.5 \text{ s} + 0.1 \text{ s} = 0.6 \text{ s}$ ，振动周期 $T = \frac{4}{3} t_2 = 0.8 \text{ s}$ ，故选项D

正确.

【答案】BD

【例3】一弹簧振子沿 x 轴振动, 振幅为 4 cm. 振子的平衡位置位于 x 轴上的零点. 图 1-1-3 (甲) 中的 $abcd$ 分别为四个不同的振动状态; 黑点表示振子的位置, 黑点上的箭头表示振子运动的方向. 图 1-1-3 (乙) 给出的①②③④四条振动图线, 可用于表示振子的振动图象.

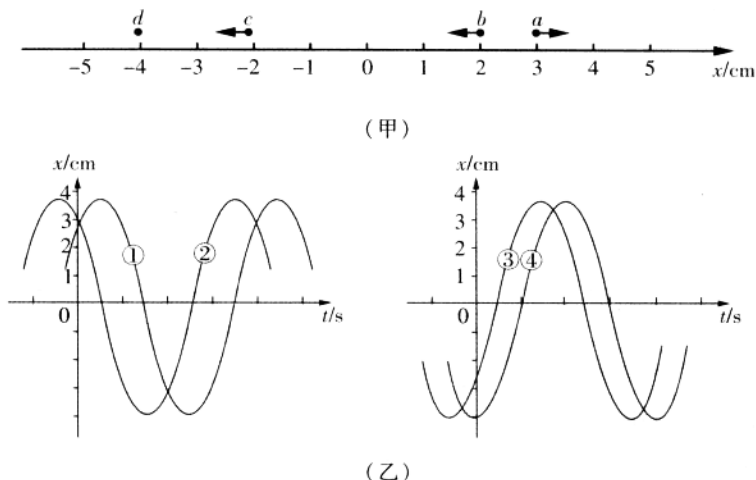


图 1-1-3

- A. 若规定状态 a 时 $t=0$, 则图象为①
 B. 若规定状态 b 时 $t=0$, 则图象为②
 C. 若规定状态 c 时 $t=0$, 则图象为③
 D. 若规定状态 d 时 $t=0$, 则图象为④

【解析】振子在状态 a 时 $t=0$, 此时的位移为 3 cm, 且向规定的正方向运动, 故选项 A 正确; 振子在状态 b 时 $t=0$, 此时的位移为 2 cm, 且向规定的负方向运动, 图中初始位移不对; 振子在状态 c 时 $t=0$, 此时的位移为 -2 cm, 且向规定的负方向运动, 图中运动方向不对; 振子在状态 d 时 $t=0$, 此时的位移为 -4 cm, 速度为零, 故选项 D 正确.

【答案】AD

同步练习

- 关于简谐运动的各物理量, 说法正确的是 ().
 A. 振幅是由平衡位置指向最大位移处的一个矢量
 B. 周期和频率的乘积为一常数
 C. 振幅越大, 周期越长
 D. 振幅越小, 频率越大
- 如图 1-1-4 所示, 为一质点的振动图象, 由图象可知质点振动的振幅和周期分别为 ().
 A. 2 cm 2 s
 B. 4 cm 2.5 s
 C. 2 cm 5 s
 D. 2 cm 4 s
- 关于简谐运动, 下列说法正确的是 ().
 A. 回复力的方向总是指向平衡位置的, 运动一定是简谐运动
 B. 加速度和速度的方向总跟位移的方向相反
 C. 物体做简谐运动, 速度方向有时与位移方向相同, 有时与位移方向相反
 D. 物体做简谐运动, 加速度最大时, 速度也最大

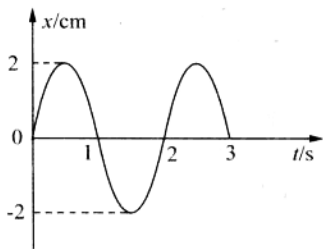


图 1-1-4



4. 质点做简谐运动,从质点经过某一位置开始计时,下列说法正确的是 ().

- A. 当质点再次经过此位置时,经过的时间为一个周期
- B. 当质点的速度再次与零时刻的速度相同时,经过的时间为一个周期
- C. 当质点的加速度再次与零时刻的加速度相同时,经过的时间为一个周期
- D. 当质点经过的路程为振幅的4倍时,经过的时间为一个周期

5. 简谐运动是下列哪一种运动? ()

- A. 匀变速运动
- B. 匀速直线运动
- C. 变加速运动
- D. 匀加速运动

6. 如果下表给出的是做简谐振动的物体的位移 x 或速度 v 与时刻的对应关系, T 是振动周期,则下列选项中正确的是 ().

时刻 物理量	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{3}{4}T$	T
甲	零	正向最大	零	负向最大	零
乙	零	正向最大	零	正向最大	零
丙	正向最大	零	负向最大	零	正向最大
丁	负向最大	零	正向最大	零	负向最大

A. 若甲表示位移 x , 则丙表示相应的速度 v

B. 若丁表示位移 x , 则甲表示相应的速度 v

C. 若丙表示位移 x , 则甲表示相应的速度 v

D. 若乙表示位移 x , 则丙表示相应的速度 v

7. 一质点做简谐运动,其位移与时间的关系曲线如图

1-1-5 所示,由图可知,在 $t=4$ s 时,质点是 ().

- A. 速度为正的最大值,加速度为零
- B. 速度为负的最大值,加速度为零
- C. 速度为零,加速度为正的最大值
- D. 速度为零,加速度为负的最大值

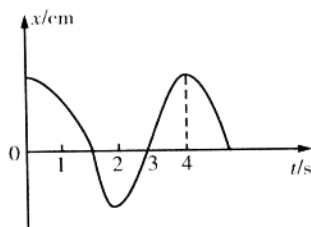


图 1-1-5

拓展练习

8. 下列有关简谐振动物理量的描述,正确的是 ().

- A. 位移是相对于平衡位置而言的
- B. 振幅是指振动的最大位移
- C. 振动的振幅随时间按正弦规律变化
- D. 周期是指振动物体连续两次同方向经过平衡位置所经历的时间

9. 如图 1-1-6 所示,小球连接着轻质弹簧,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,把小球拉到 A 点, $OA=1$ cm,轻轻释放小球经过 0.2 s 运动到 O 点,如果把小球拉到 B 点,使 $OB=2$ cm,则释放后运动到 O 点所需要的时间为 ().

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

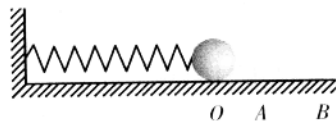


图 1-1-6

10. 水平放置的弹簧振子做简谐运动的周期为 T , t_1 时刻振子不在平衡位置且速度不为零; t_2 时刻振子的速度与 t_1 时刻的速度大小相等、方向相同; t_3 时刻振子的速度与 t_1 时刻的速度大小相等、方向相反. 若 $t_2 - t_1 = t_3 - t_2$, 则 ().

- A. t_1 时刻、 t_2 时刻与 t_3 时刻,弹性势能都相等



B. t_1 时刻与 t_3 时刻, 弹簧的长度相等

C. $t_3 - t_1 = \left(2n + \frac{1}{2}\right)T, n = 0, 1, 2 \dots$

D. $t_3 - t_1 = \left(2n + \frac{3}{2}\right)T, n = 0, 1, 2 \dots$

11. 一弹簧振子的周期为 2.4 s, 当它从平衡位置向右运动 1.9 s 时, 其运动情况是 ().

A. 向右减速 B. 向右加速 C. 向左减速 D. 向左加速

12. 一个弹簧振子做简谐运动, 周期为 T , 则 ().

A. 若 t 时刻和 $(t + \Delta t)$ 时刻振子振动的位移大小相等, 方向相同, 则 Δt 一定等于 T 的整数倍

B. 若 t 时刻和 $(t + \Delta t)$ 时刻振子振动的位移大小相等, 方向相反, 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 $(t + \Delta t)$ 时刻振子弹簧的长度一定相等

13. 弹簧振子以 O 点为平衡位置做简谐运动, 从 O 点开始计时, 振子第一次到达 M 点用了 0.3 s, 又经过 0.2 s 第二次通过 M 点, 则振子第三次通过 M 点, 还要经过的时间可能是 ().

A. $\frac{1}{3}$ s B. $\frac{8}{15}$ s C. 1.4 s D. 1.6 s

第二节 简谐运动的力和能量特征

课标要求

1. 理解简谐运动的力的特征.
2. 知道弹簧振子的回复力, 其公式表达以及物理意义.
3. 了解简谐运动的动能、势能、机械能的变化特征, 能半定量地说明弹性势能与动能的转化.
4. 知道振幅越大, 振动的总机械能越大.
5. 能清晰地描绘弹簧振子完成一次全振动过程中位移、回复力、加速度、速度、动能、弹性势能和机械能的变化情况.

要点落实

一、简谐运动的力的特征

1. 回复力

振动物体偏离平衡位置后, 所受到的使它回到平衡位置的力叫回复力.

(1) 回复力是根据力的作用效果而命名的力, 它可以是弹力, 也可以是其他力 (包括摩擦力), 或几个力的合力, 或某个力的分力.

(2) 回复力的方向总是指向平衡位置, 回复力为零的位置就是平衡位置.

2. 简谐运动的力学特征: $F = -kx$

(1) 回复力的大小与位移成正比.

(2) 负号表示回复力的方向与位移的方向相反.

二、简谐运动的能量特征

1. 物体做简谐运动的过程中, 通过回复力做功, 动能与势能相互转化, 在只有重力和弹簧

弹力做功的情况下,总机械能保持不变.

2. 简谐运动中的能量由振幅决定,振幅越大,振动的能量越大.

三、简谐运动的两性

1. 周期性

做简谐运动的物体,每隔一段时间总是重复前面的运动,也就是说其运动具有周期性,不同的简谐运动,其周期一般是不同的.

2. 对称性

空间的对称性:经平衡位置两侧的对称点时,加速度的大小相等,方向相反;速度的大小相等,方向有时相同,有时相反,动能相同.

时间的对称性:不论是从对称点回到平衡位置,还是从平衡位置运动到对称点,所用的时间都相等.

例题解析

【例1】做简谐运动的物体向平衡位置运动时,速度越来越大的原因是().

- A. 回复力对物体做正功,动能增加 B. 物体惯性的作用
C. 物体的加速度增加 D. 系统的势能转化为动能

【解析】做简谐运动的物体向平衡位置运动时,回复力减小,加速度减小,但回复力的方向与运动方向一致,回复力对物体做正功,使物体的势能向动能转化,因此动能增加,势能减小,而总的机械能保持不变.

【答案】AD

【例2】悬挂在竖直方向的弹簧振子,从最低位置向上运动的时刻开始计时,在两个周期内的振动图象如图1-2-1所示,根据这一图象回答:

- (1) 在哪些时刻,弹簧振子的动能最大?
(2) 在哪些时刻,弹簧振子的势能最大?
(3) 在哪几段时间范围内,弹簧振子的势能向动能转化?

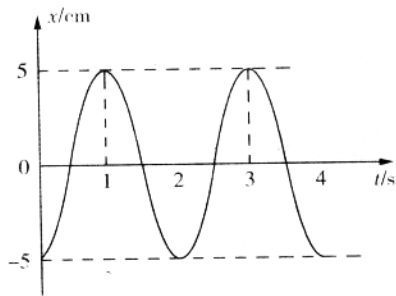


图1-2-1

【解析】(1) 当弹簧振子经过平衡位置时,动能最大,有0.5 s、1.5 s、2.5 s、3.5 s时刻.

(2) 弹簧振子在最大位移处,势能最大,有0.1 s、2 s、3 s、4 s时刻.

(3) 0~0.5 s、1~1.5 s、2~2.5 s、3~3.5 s均是振子的势能向动能转化的时间.

【答案】(1) 0.5 s、1.5 s、2.5 s、3.5 s (2) 0.1 s、2 s、3 s、4 s (3) 0~0.5 s、1~1.5 s、2~2.5 s、3~3.5 s

同步练习

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改变的力 D. 一定是变力
2. 下列关于弹簧振子做简谐运动的说法中,正确的是().
A. 振子在平衡位置,动能最大,势能最小
B. 振子在最大位移处,势能最大,动能最小
C. 振子向平衡位置运动时,由于振幅减小,故总机械能减小

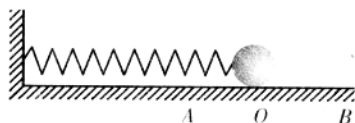


D. 在任意时刻, 动能和势能之和保持不变

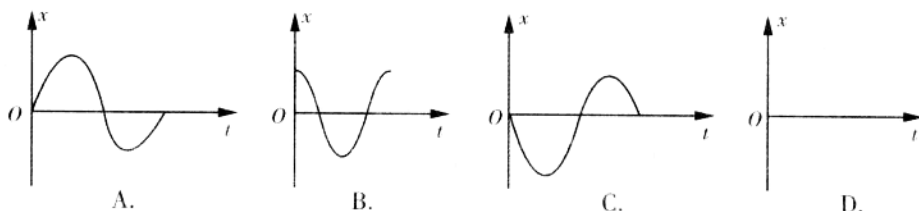
3. 做简谐运动的质点, 先后连续经过同一点时, 下列物理量哪些是不同的? ()

A. 速度 B. 加速度 C. 动能 D. 势能

4. 一个弹簧振子在 A、B 两点间做简谐运动, O 点是平衡位置, 如图 1-2-2 (甲) 所示, 以某时刻作为计时的零点 ($t=0$), 经过 $\frac{1}{4}$ 周期, 振子具有正方向的最大加速度, 那么图 1-2-2 (乙) 所示的位移—时间图象中能正确反映运动情况的是 ().



(甲)



(乙)

图 1-2-2

5. 如图 1-2-3 所示, 一弹簧振子做等幅振动, 取向 右为正向, A、B 两处为最大位移处, 点 O 为平衡位置, 点 C 为 AO 间的某一位置, 则振子 ().

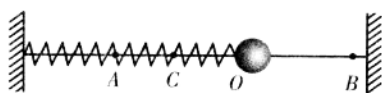


图 1-2-3

A. 从 B→O 时, 位移是正值, 加速度为正值

B. 从 O→B 时, 位移是正值, 速度为正值

C. 运动到 C 处时, 位移为正值, 加速度为正值, 速度可能为正值

D. 运动到 C 处时, 位移为正值, 加速度为负值, 速度可能为正值

6. 简谐运动的回复力和对平衡位置的位移关系, 可用下图 1-2-4 中哪个图象表示? ()

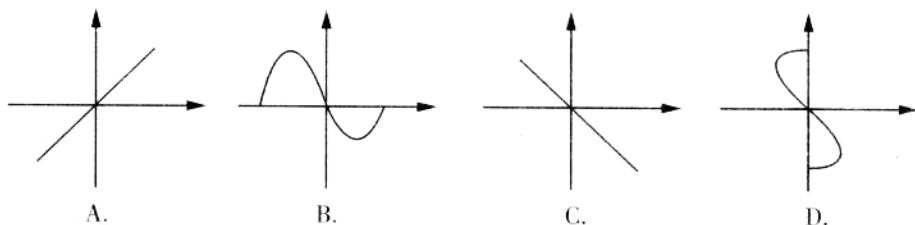


图 1-2-4

7. 一个质点在 x 轴上做简谐运动的振动图象如图 1-2-5 所示, 下列说法正确的是 ().

A. 在 $t=0.4$ s 时, 质点的速度最大, 加速度为零

B. 在 $t=0.1$ s 时, 质点的速度和加速度都为最大

C. 在 $0 \sim 0.1$ s 内, 质点的速度和加速度方向相同

D. 在 $0 \sim 0.2$ s 内, 质点的加速度沿 x 轴负方向

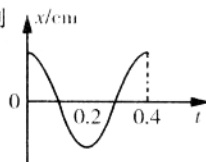


图 1-2-5

拓展练习

8. 公路上匀速行驶的货车受一扰动, 车上货物随车厢底板上下振动但不脱离底板, 一段时间内货物在竖直方向的振动可视为简谐运动. 周期为 T , 取竖直向上为正方向, 以某时刻作为计时的起点, 即 $t=0$, 其振动图象如图 1-2-6 所示, 则下列说法正确的是 ().

- A. $t = \frac{1}{4}T$ 时, 货物对车厢底板的压力最大
- B. $t = \frac{1}{2}T$ 时, 货物对车厢底板的压力最小
- C. $t = \frac{3}{4}T$ 时, 货物对车厢底板的压力最大
- D. $t = T$ 时, 货物对车厢底板的压力最小

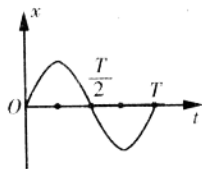


图 1-2-6

9. 如图 1-2-7 所示, 物体可视为质点, 以 O 点为平衡位置, 在 A 、 B 两点间做简谐振动, 下列说法正确的是 ().

- A. 物体在 A 处和 B 处的加速度都为零
- B. 物体通过 O 点时, 加速度方向发生变化
- C. 回复力的方向总跟物体的速度方向相反
- D. 物体离开平衡位置 O 点的运动是匀减速运动

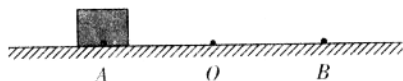


图 1-2-7

10. 做简谐运动的弹簧振子, 振子的质量为 m , 最大速度为 v , 则下列说法正确的是 ().

- A. 从某个时刻算起, 在半个周期的时间内, 回复力做的功一定为零
- B. 从某个时刻算起, 在半个周期的时间内, 回复力做的功可能是零到 $\frac{1}{2}mv^2$ 之间的某一值
- C. 从某个时刻算起, 在半个周期的时间内, 速度的变化量一定为零
- D. 从某个时刻算起, 在半个周期的时间内, 速度的变化量的大小可能是零到 $2v$ 之间的某一值

值

11. 如图 1-2-8 所示, 一质量为 m 的物体放在竖直的弹簧上, 并使其上下做简谐运动, 当振幅为 A 时, 物体对弹簧的最大压力为 $1.5 mg$, 则最小压力是多少?

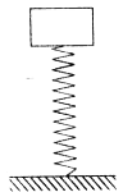


图 1-2-8

12. 如图 1-2-9 所示, 竖直悬挂的轻弹簧下挂一质量为 M 的平盘, 盘中放一个质量为 m 的物体, 为使两者一起做振幅为 A 的简谐运动, 弹簧的劲度系数 k 应满足什么条件?

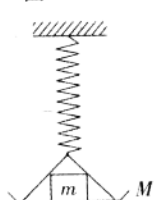


图 1-2-9

13. 试证明在竖直方向的弹簧振子的运动也是简谐运动.



第三节 简谐运动的公式描述

课标要求

1. 会用描点法画出简谐运动的运动图象.
2. 知道振动图象的物理意义.
3. 知道简谐运动的位移公式为 $x = A \cos(\omega t + \varphi)$, 了解简谐运动位移公式中各量的物理含义.
4. 了解相位、相位差的物理意义.
5. 能根据图象求出振动的振幅、周期、频率和相位.

要点落实

1. 运动的数学表达式: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

说明: A 表示振幅, ω 表示圆频率或角频率, $(\omega t + \varphi)$ 表示相位, φ 表示初相.

2. 相位

(1) $(\omega t + \varphi)$ 表示振子在 t 时刻所处的状态, 即为简谐运动的相位.

(2) φ 是 $t=0$ 时的相位, 称为初相.

(3) 在表达式中, 由于 t 为变量, 所以相位在不停地变化, 相位每增加 2π , 振子完成一次全振动.

(4) 相位决定了振动物体的振动状态, 两个振动的步调完全一致称为同相, 两个振动的步调完全相反称为反相.

3. 相位差

对于频率相同、振幅相等、相位不同的振子, 可以通过比较它们的相位的差别即相位差来比较它们.

(1) 同相: 相位差为零, 一般为 $\Delta\varphi = 2\pi n$, ($n=0, 1, 2, \dots$)

(2) 反相: 相位差为 π , 一般为 $\Delta\varphi = (2n+1)\pi$, ($n=0, 1, 2, \dots$)

例题解析

【例1】一个小球和轻质弹簧组成的系统, 按 $x_1 = 0.05 \cos\left(8\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ cm 的规律振动. (1) 求振动的角频率、周期、频率、振幅和初相.

(2) 另一简谐运动 $x_2 = 0.05 \cos\left(8\pi t + \frac{5\pi}{4}\right)$ cm, 求它们的相位差.

【解析】(1) 由简谐运动的振动方程: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ 及 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ 可知, 该振动的角频率: $\omega = 8\pi$ rad/s; 周期: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{8\pi} = \frac{1}{4}$ s = 0.25 s; 频率: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{8\pi}{2\pi} = 4$ Hz; 振幅: $A = 0.05$ cm; 初相: $\varphi = \frac{\pi}{4}$ rad.

(2) 相位差: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \left(8\pi t + \frac{5\pi}{4}\right) - \left(8\pi t + \frac{\pi}{4}\right) = \pi$ rad, 说明 x_2 的相位超前 x_1 的相位 π rad.

【答案】(1) 8π rad 0.25 s 4 Hz 0.05 cm $\frac{\pi}{4}$ rad (2) π rad

【例2】如图1-3-1所示,是两个简谐运动a和b的振动图象,求它们的相位差是多少?

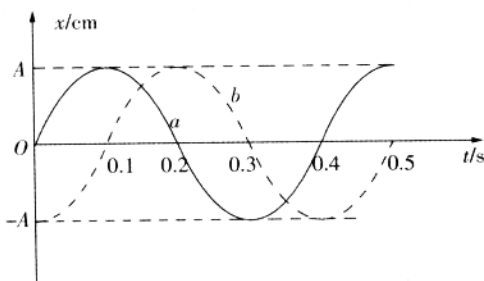


图1-3-1

【解析】由图可知两简谐运动的频率相同, $t=0$ 时, 对a振动: $x_a=0$, 对b振动: $x_b=-A$;

$t=\frac{T}{4}=0.1$ s时, 对a振动: $x_a'=A$, 对b振动: $x_b'=0$.

振动方程: $x=A\cos(\omega t+\varphi)$ 知: $\varphi_a=\frac{3\pi}{2}$, $\varphi_b=\pi$,

所以两振动的相位差: $\Delta\varphi=\varphi_b-\varphi_a=\left(\pi-\frac{3\pi}{2}\right)=-\frac{\pi}{2}$ rad.

说明a振动比b振动相位超前 $\frac{\pi}{2}$ rad.

【答案】 $-\frac{\pi}{2}$ rad

同步练习

1. 甲、乙两弹簧振子的周期比为1:3, 振幅之比为2:5, 则每秒路程之比为 ().

- A. 5:6 B. 3:10 C. 6:5 D. 10:3

2. 有两个振动方程分别是 $x_1=0.3\sin\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$ m, $x_2=0.5\sin\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)$ m, 下列说法

正确的是 ().

- A. 它们的振幅相同 B. 它们的周期相同
C. 它们的相位差恒定 D. 它们的振动步调一致

3. 两个质点做简谐运动, 振动方程分别为 $x_A=20\sin\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)$, $x_B=20\sin(100\pi t+\pi)$,

下列说法正确的是 ().

- A. 振动A超前振动B $\frac{3\pi}{4}$ B. 振动A滞后振动B $\frac{3\pi}{4}$
C. 振动A超前振动B $\frac{\pi}{4}$ D. 振动A滞后振动B $\frac{5\pi}{4}$

4. 如图1-3-2所示的是两个做简谐运动物体的振动图象, 它们的相位差是多少?

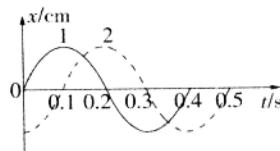


图1-3-2

拓展练习

5. 如图 1-3-3 所示的是一个做简谐运动物体的振动图象, 试写出该振动的振动方程?

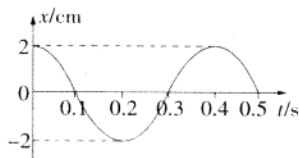


图 1-3-3

第四节 探究单摆的振动周期

课标要求

1. 知道单摆是理想的物理模型, 在摆角很小时, 单摆做简谐运动.
2. 知道做简谐运动的单摆具有固定的周期 (频率).
3. 掌握单摆的固定周期的决定因素是什么, 理解它们之间的关系, 并会用公式表达.
4. 知道探究单摆的振动周期时采用的科学探究方法.

要点落实

一、单摆

1. 用一根不可伸长且没有质量的细线悬挂一质点组成的装置, 叫做单摆.
2. 实际摆满足下列条件时可以看成单摆:
 - (1) 摆线的形变量与摆线长度相比小得多, 摆线的质量与摆球质量相比小得多, 这时可把摆线看成是不可伸长且没有质量的.
 - (2) 摆球的大小与摆线长度相比小得多, 这时可把摆球看成是没有大小只有质量的质点.
 - (3) 摆动过程中, 与小球的重力及绳子的拉力相比, 空气等对它的阻力可以忽略, 因此实验尽量选取质量大、体积小的球和尽量细的线.

二、单摆的运动特点

1. 摆球以悬点为圆心在竖直平面内沿圆弧做变速圆周运动, 做圆周运动需要向心力.
2. 摆球同时以最低点为平衡位置做振动, 做振动需要回复力.

三、单摆的回复力

单摆振动的回复力是重力在切线方向的分力, 或者说是摆球所受合外力在切线方向的分力. 摆球所受的合外力在摆线方向的分力, 其作为摆球做圆周运动的向心力, 所以并不是合外力完全用来提供回复力的. 因此摆球经过平衡位置时, 只是回复力为零, 而不是合外力为零.

四、单摆做简谐运动的条件

在摆角 α 很小时, 摆球所受的回复力才与摆球对平衡位置的位移大小成正比. 因此单摆在摆角很小的条件下做简谐运动.

五、单摆的周期公式为

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

