



特育导师

点拔[®]

用科学的CETC差距理论策划创作

荣德基 总主编

新课标

高中物理

选修3-4 配人教版

在思维里顿悟
在理解中通透
在运用上熟稔

——这就是点拔



特高教师

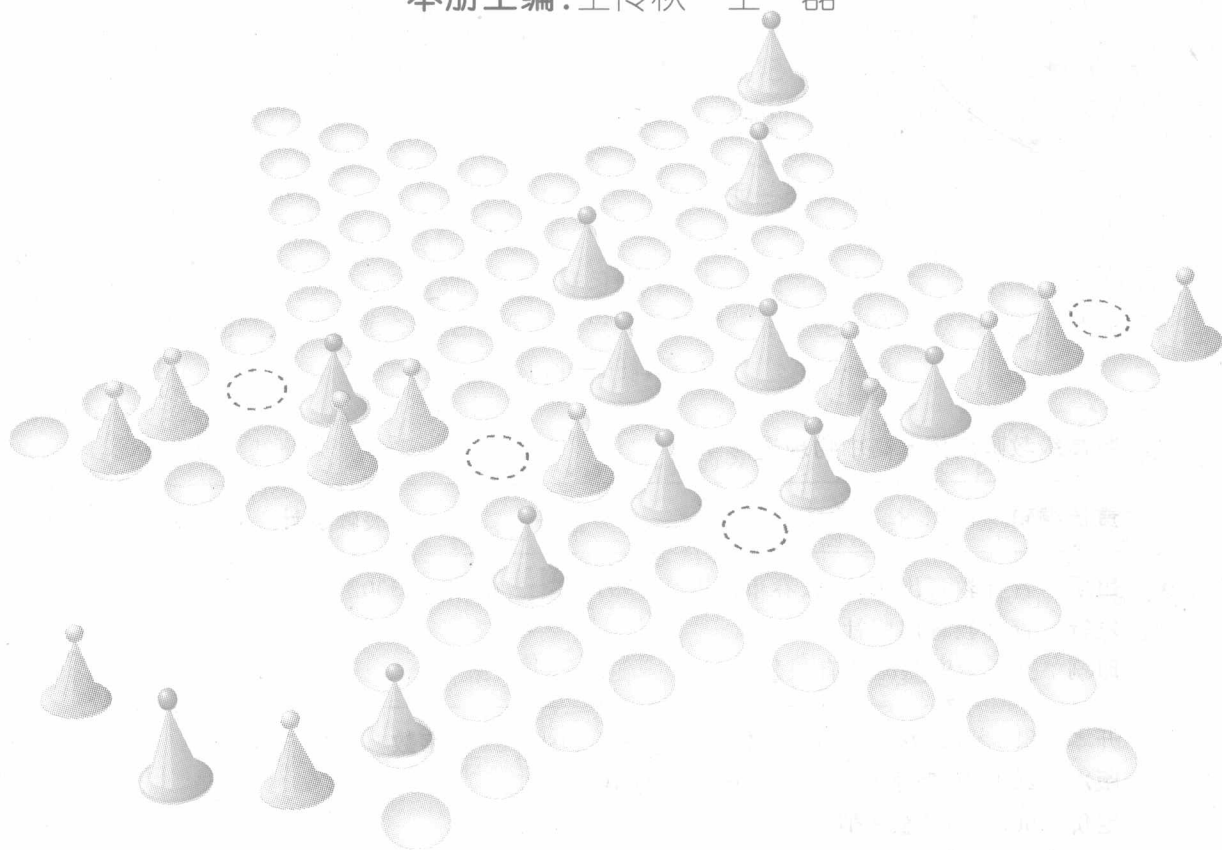
点拔[®]

高中物理选修 3-4

(配人教版)

总主编:荣德基

本册主编:王传秋 王磊



吉林教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

特高级教师点拨. 高中物理. 3-4: 选修/荣德基主编. —长春: 吉林教育出版社, 2008. 5
ISBN 978-7-5383-5381-5

I. 特… II. 荣… III. 物理课-高中-教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 203772 号

律师声明

据读者投诉并经调查,发现某些出版社在出版书籍时假冒、盗用注册商标“典瑞泰”二字,或者使用与“典瑞泰”读音、外形相近、相似的其他文字。这种行为不仅严重违反了《中华人民共和国商标法》等一系列法律法规、侵害了北京典瑞泰图文设计有限责任公司及读者的合法权益,而且违背了市场经济社会公平竞争的准则,严重扰乱了市场秩序。为此,本律师受北京典瑞泰图文设计有限责任公司的委托,发表如下声明:

1. “典瑞泰”二字为专用权属于北京典瑞泰图文设计有限责任公司的注册商标,核定的商标类别为第16类印刷出版物和第41类书籍出版,商标注册证书号分别为:3734778和3734779。

2. 任何单位或者个人,未经北京典瑞泰图文设计有限责任公司的书面许可使用,在书籍印制、出版时使用“典瑞泰”或者与此二字字形、字音相近、相似的其他文字为商标的,均属非法,北京典瑞泰图文设计有限责任公司保留向任何一个印刷、出版、销售上述书籍的侵权人追究法律责任的权利。

3. 本律师同时提醒广大读者,购买时请认准注册商标“典瑞泰”。

北京中济律师事务所

律师: 段彦

侵权举报电话: (010) 67220969

2008年3月15日

特高级教师点拨·高中物理选修 3-4

荣德基 总主编

责任编辑 常德澍

装帧设计 典瑞泰

出版 吉林教育出版社(长春市同志街 1991 号 邮编 130021)

发行 吉林教育出版社

印刷 北京中印联印务有限公司

开本 880×1240 16 开本 34.5 印张 字数 1040 千字

版次 2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷

定价 60.90 元(全 4 册)

一个告诉你如何学习

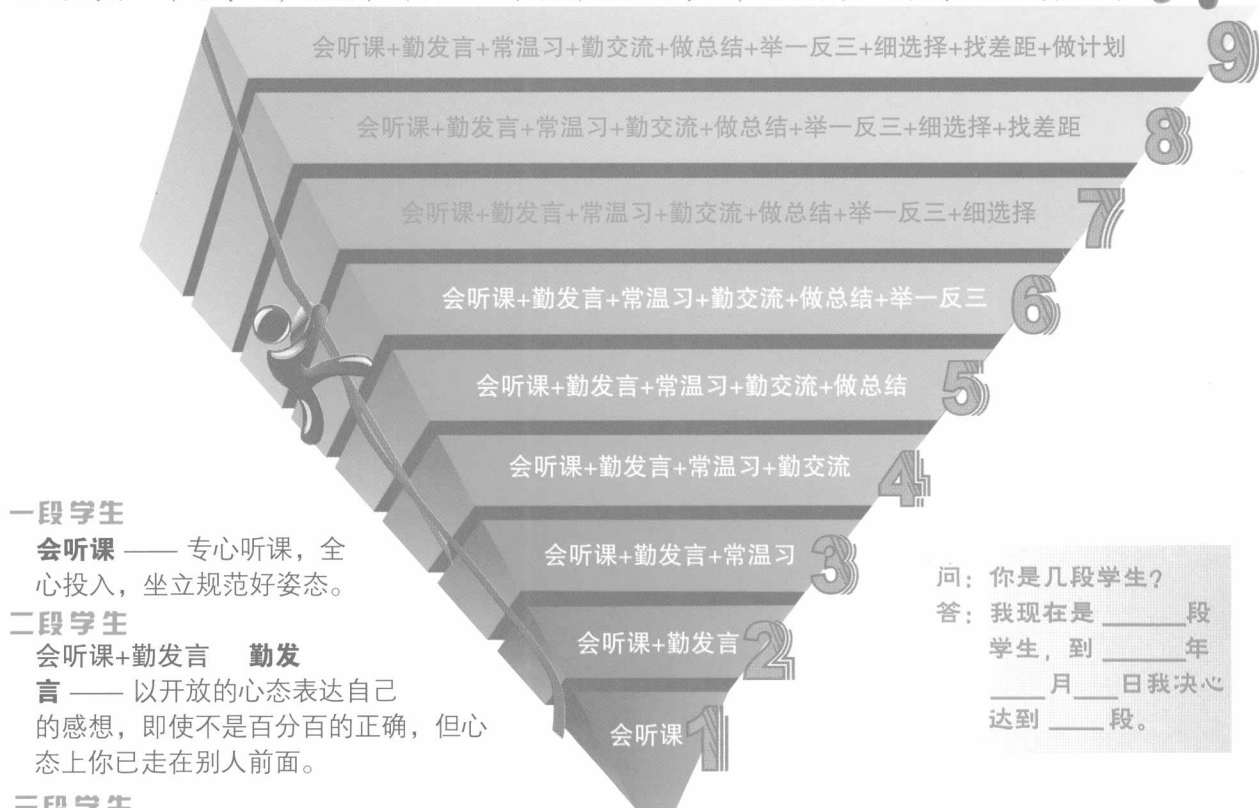
如何成为九段学生的成长方案!

爱学习 —— 不一定是好学生

做题多 —— 不一定成绩好

.....

如何成为一个好学生，关键在哪里？一个告诉你如何学习，如何成为九段学生的成长方案!



一段学生

会听课 —— 专心听课，全心投入，坐立规范好姿态。

二段学生

会听课+勤发言 勤发言 —— 以开放的心态表达自己的感想，即使不是百分百的正确，但心态上你已走在别人前面。

三段学生

会听课+勤发言+常温习 常温习 —— 每单元结束后，要在3天内进行一次复习，形成结实的知识链条。

四段学生

会听课+勤发言+常温习+勤交流 勤交流 —— 培养不懂就问、知道就分享的好习惯，与老师、同学、家长之间形成通畅的沟通关系，夯实课堂知识，拓展课外视野。

五段学生

会听课+勤发言+常温习+勤交流+做总结 做总结 —— 要善于思考，经常总结自己的知识积累情况，形成条理分明的知识网络图，得出科学有效的解题方法和记忆规律。

六段学生

会听课+勤发言+常温习+勤交流+做总结+举一反三 举一反三 —— 好方法要分析，举一反三。知识关联要清晰，触类旁通是精髓。

七段学生

会听课+勤发言+常温习+勤交流+做总结+举一反三+细选择 细选择 —— 选择高品质的教辅或课外读物，就是选择了一个能帮助你提升能力的好帮手。务必认准品牌教辅，缔造辉煌未来!

八段学生

会听课+勤发言+常温习+勤交流+做总结+举一反三+细选择+找差距 找差距 —— 结合课前预习、课上吸收、课下练习，发现自己的知识盲区，设立错题本，按照CETC差距学习法不停地循环，成绩提升快。

九段学生

会听课+勤发言+常温习+勤交流+做总结+举一反三+细选择+找差距+做计划 做计划 —— 学习有计划，成绩才有变化。做出自己的月计划，确立目标。

问：你是几段学生?

答：我现在是 _____ 段学生，到 _____ 年 _____ 月 _____ 日我决心达到 _____ 段。

请同学们认真阅读这个小故事：

（一个将改变你命运的故事！）

四十多年前，诞生了一个小男孩，因为他长得虎头虎脑，所以人们都叫他虎娃。小的时候，他常常光着屁股和的小伙伴们一起下池塘摸泥鳅，别人半天摸几条，他却能摸一小盆；他能爬到大树几米高的枝丫处拿到鸟蛋；他能轻而易举地解开九连环……

随着小虎娃的一天天长大，到了上学的年龄，于是他穿上了整洁的衣服，背上了小书包，唱着儿歌走进了小学堂。时光飞逝，很快小虎娃就上三年级了。可是，虎娃的学习成绩并不理想。

孩子努力了，但是没有出成绩，爸爸妈妈很着急。不久，爸爸把一位当老师的好朋友请来给小虎娃进行学习辅导，听说他有自己独特的教学方法。令人失望的是，老师最初的几次讲课，实在没有什么特别之处：简单讲讲课，查查作业，留道题就把一节课给打发了。虎娃的妈妈开始怀疑，这位老师到底能不能帮助孩子提高成绩？与虎娃的爸爸商量换换老师，但爸爸碍于面子，说再等等看。日子像风一样地过去了。两个月后，就是在这位老师的辅导下，小虎娃的学习成绩竟然有了明显的变化。三个月过去了，小虎娃的成绩变化更加显著。妈妈开始关注这位老师的辅导方法了。

原来，这位老师在每节课结束后都会给小虎娃留几道题，下次来的时候先对这几道题的完成情况进行检查。都做对了就先表扬几句，接着讲新课；做错了就要对错题进行详细地分析和讲解，并辅导小虎娃重做一遍，走的时候再留几道题。值得特别注意的是：小虎娃每次做错的题都会在三天之内被老师安排到新布置的几道题中。

就是这种循环的“错题”复习攻破法，让小虎娃的成绩一天天提高了，爸爸妈妈的脸上绽放出向阳花般的笑容，对这位老师的辅导方法充满了信心！一个学期结束后，小虎娃的学习成绩竟发生了奇迹般的变化：他从倒数十几名窜到了班里的前十名。

后来，爸爸延续了这位老师的辅导方法，让小虎娃继续记录自己在学习上做错的题，并要求他定时进行循环复习。就是这种神奇的学习方法，伴随小虎娃度过了金色的童年，度过了充满自信的初、高中生活，以优异的成绩考取了中国的名牌大学。

时光飞逝，当年那个虎头虎脑的小虎娃，如今已经成长为同学们所喜爱的荣德基老师。荣老师鼓励大家，你只要拥有科学高效的学习方法，你就能取得好成绩，相信你是最棒的！

致同学

荣老师潜心研究中国教育近二十年，不仅为同学们组织编写了**点拔典**、**典题**、**名师**这样的好教辅，而且还把自己多年来高效的学习方法进行总结，结合北大清华学子的成功学习经验，创造性地总结出科学的“CETC差距学习法”，并将这一使亿万中学生受益的学习方法贯穿到荣德基老师策划的每一本书中。如今，你已经拥有了荣老师编著的**点拔典**丛书，希望你能通过学习本书，掌握“CETC差距学习法”，像当年的小虎娃一样快乐成长！

CETC

优秀是一种习惯

优秀是一种习惯

——亚里士多德

科学家曾做过一项实验，他们将一条非常凶猛的鲨鱼和一群热带鱼放进同一个池子，然后用强化玻璃将它们隔开。最初，鲨鱼每天不断地冲撞那块看不到的玻璃，但它始终不能到对面去，而实验人员每天都放一些鲤鱼在池子里，所以鲨鱼也没缺少猎物，只是它仍想到对面去，想尝尝那美丽热带鱼的滋味。它试了每个方位，每次都用尽全力，但每次总是弄得伤痕累累，甚至浑身破裂出血。

这样持续了一段日子，鲨鱼不再冲撞那块玻璃了，对那些五彩斑斓的热带鱼也不再注意，好像他们只是墙上会动的壁画。它开始等着每天固定出现的鲤鱼，然后用它敏捷的本能狩猎。

实验到了最后阶段，实验人员将玻璃取走，但鲨鱼却没有任何反应，每天仍是在固定的区域游着，它不但对那些热带鱼视若无睹，甚至当那些鲤鱼逃到对面去时，它就立刻放弃追逐，说什么也不愿再过去。

习惯的力量有多大，看了这个小故事，你心中肯定已经有了清晰的认识。习惯像一种无形的力量，影响着每一个人的学习和生活，关系着每一个人的成长与发展。有时候，习惯比制度更有效，比责任更重大，比意志更坚强，比理想更高远。据有关研究表明，所有成功人士都有一个共性，那就是——基于良好习惯构造的日常行为规律。各个领域中的杰出人士——成功的运动员、律师、政治家、医生、画家、音乐家、销售员……在他们身上都能发现这样一个共性，那就是有助于他们个人发展的良好习惯。正是这些良好的习惯，帮助他们比普通人更多地开发出了他们与生俱来的潜能。

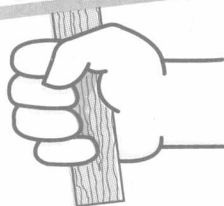
你是否也有你自己的梦想，想成为学习中的佼佼者，想考上理想的大学，甚至想考上顶尖的大学，想成为国家的栋梁之才？那么，你必须明白，你的习惯决定着你的未来。一个坏习惯足以毁掉你的前程，而一个好习惯则会助你走向成功。

习惯如此重要，那你还等什么呢，赶快付诸行动吧！没有谁天生就习惯良好，也没有谁天生就有不良习惯。所以，只要我们努力，谁都可以成为一个拥有良好习惯的人。就从今天开始，选择一个你需要培养的好习惯吧，只要你能够认真坚持下去，一天，两天，三天……相信在不久的将来（据科学研究养成一个习惯需要坚持21天），这个习惯将彻底属于你，让你终身受益不尽。

下面列出一些好习惯，拥有这些好习惯几乎是成绩优异者的共性。你肯定也愿意养成这些习惯，走进优秀学生的行列，与自己的梦想相约吧？那么就用有限的时间养成这些良好的习惯，让我们一起来见证你的辉煌！

- 1 制订计划并完成计划的习惯
- 2 主动学习的习惯
- 3 预习的习惯
- 4 上课记笔记的习惯
- 5 及时完成作业和课后积累错题的习惯
- 6 课后复习的习惯
- 7 时常总结的习惯
- 8 多与老师、同学交流的习惯
- 9 使用错题本的习惯
- 10 学习、生活有规律的习惯

优秀是一种习惯，用你的行动实践这些习惯，让这些习惯时刻伴随在你的左右，在可预见的将来你将收获幸福的成功！



韩志军

2008年5月于北京

荣德基系列教辅特色

点拨

荣德基教育研究中心倾力打造的核心品牌，首创教辅图书“点拨”理念，是最能体现荣德基CETC差距学习理论的代表作。该书讲练结合，紧贴课程标准，注重对知识点的归纳总结、对新题型的应用，信息涵盖丰富，答案点拨精准到位。基础与拔高双向并重，知识与能力同步提高，是中学生听课、练习、考试的必备图书。

剖析

荣德基教育研究中心的得力之作和后起之秀，是学生学习的特色知识素材库，是一部全面渗透新课程标准的教辅书。基础、应用、拔高、练习，科学严密的学习体系，步步为营，节节拔高。参考答案剖析细致，思路清晰，突破难点，总结规律。单元（章或Module）检测卷设计合理，贴近高考，使学生及时找出差距，消灭差距，提高自我。

典点

荣德基教育研究中心的经典作品，与《点拨》并驾齐驱，同为教辅市场的著名品牌。该书以“荣德基CETC差距学习法”为创新之魂，高屋建瓴，题型丰富，梯度分明，难易适当，处处闪现新课标之精华，注重对学习方法与学习技巧的提升，在回顾中提升，在检测中提升。真正让学生知在书中，行在书中，乐在书中！

CONTENTS



11

第 11 章 机械振动 1

第 1 节 简谐运动 1

第 2 节 简谐运动的描述 4

第 3 节 简谐运动的回复力和
能量 8

第 4 节 单 摆 12

第 5 节 外力作用下的振动 16

本章复习 20

第 11 章过关测试题 22

12

第 12 章 机械波 25

第 1 节 波的形成和传播 25

第 2 节 波的图象 28

第 3 节 波长、频率和波速 32

第 4 节 波的反射和折射 37

第 5 节 波的衍射 39

第 6 节 波的干涉 41

第 7 节 多普勒效应 45

本章复习 49

第 12 章过关测试题 51

选修 3-4 第一阶段测试题 54

13

第 13 章 光 57

第 1 节 光的折射 57

第 2 节 光的干涉 62

第 3 节 实验：用双缝干涉
测量光的波长 62

14

第 14 章 电磁波 89

第 1 节 电磁波的发现 89

第 2 节 电磁振荡 91

第 3 节 电磁波的发射和接收 95

第 4 节 电磁波与信息化社会 98

第 5 节 电磁波谱 101

本章复习 104

第 14 章过关测试题 106

15

第 15 章 相对论简介 108

第 1 节 相对论的诞生 108

第 2 节 时间和空间的相对性 108

第 3 节 狭义相对论的其他
结论 111

第 4 节 广义相对论简介 111

本章复习 114

第 15 章过关测试题 116

选修 3-4 模块过关测试题 117

参考答案及点拨 119



第11章 机械振动

第1节 简谐运动

I. 阅读教材 整合提炼

一、机械振动

1. 平衡位置:做往复运动的物体能够_____的位置,叫做平衡位置。
2. 机械振动:物体在_____附近所做的_____运动,叫做机械振动,通常简称为振动。

二、弹簧振子

1. 弹簧振子
 - (1)装置:_____。
 - (2)平衡位置是_____。
 - (3)弹簧振子是一种_____模型。
2. 弹簧振子的位移—时间图象
 - (1)坐标轴的建立:纵轴表示_____,横轴表示_____。
 - (2)图象的意义:反映了振动小球相对_____随_____变化的规律。

三、简谐运动

1. 定义:如果质点的位移与时间的关系遵从_____的规律,即它的振动图象($x-t$ 图象)是一条_____,这样的振动叫做简谐运动。
 - (1)简谐运动是最_____、最_____的振动。
 - (2)简谐运动的位移随时间按_____变化,所以它不是匀变速运动,它是变力作用下的_____运动。
2. 简谐运动的位移和速度
 - (1)位移:质点位移以_____为起点,质点振动过程中任一时刻的位移都_____平衡位置。在振动图象上,振动位移可用从_____指向振子所在位置的_____表示,方向为从_____指向振子所在位置,大小为_____到该位置的_____。
 - (2)速度:做简谐运动的质点的速度时刻发生_____,物体在_____处速度为零;在向平衡位置移动的过程中,位移_____,速度_____,故在平衡位置的速度_____,最大位移处的速度_____。

特别提醒

简谐运动的位移—时间图象并不是质点运动的轨迹。

你答对了吗?

一、1. 静止

2. 平衡位置;往复

二、1. (1)一根不计质量的弹簧一端固定,另一端连接一个小球

(2)小球原来静止时的位置

(3)理想化

2. (1)振动小球运动过程中相对平衡位置的位移;振动小球运动的时间

(2)平衡位置的位移 x ; 时间 t

三、1. 正弦函数;正弦曲线

(1)基本;简单

(2)正弦规律;变加速

2. (1)平衡位置;背离;平衡位置;有向线段;平衡位置;平衡位置;距离

(2)变化;最大位移;减小;增大;最大;最小

II. 预习效果评估

(119)

1. 分析如图 11-1-1 所示的弹簧振子在振动中的运动情况,填好下表,并指出振子的位移、速度为最大值的位置,为零的位置。

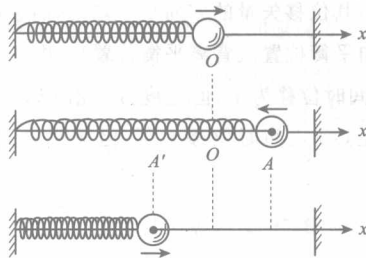


图 11-1-1

振子的运动	$A \rightarrow O$	$O \rightarrow A'$	$A' \rightarrow O$	$O \rightarrow A$
对平衡位置的位移的方向怎样? 大小如何变化?				
速度的方向怎样? 大小如何变化?				

2. 如图 11-1-2 所示为某质点做简谐运动的振动图象,下列说法中正确的是()

- A、B 两点速度方向相同
- A、B 两点速度方向相反
- B、C 两点速度方向相同
- B、C 两点速度方向相反

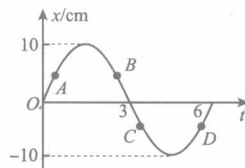


图 11-1-2

3. 如图 11-1-3 所示是某质点做简谐运动的振动图象,根据图象中的信息,回答下列问题:

- (1)质点离开平衡位置的最大距离有多大?
- (2)在 1.5s 和 2.5s 两个时刻,质点沿哪个方向运动?
- (3)质点在第 2 秒末的位移是多少? 在前 4 秒内的路程是多少?

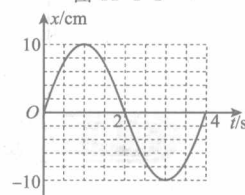


图 11-1-3

III. 重难点探究

一、简谐运动的位移与速度

1. 简谐运动的位移

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,则某时刻振子偏离平衡位置的位移可用该时刻振子所在的位置坐标来表示。如图 11-1-4

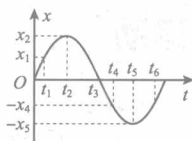


图 11-1-4

所示,在 t_1 时刻振子的位移为 x_1 , t_2 时刻的位移为 x_2 , t_4 时刻为 $-x_4$ 。

振子在两端点的位移最大(如图 11-1-4 所示中 t_2 、 t_5 时刻),在平衡位置的位移为零(如图 11-1-4 所示中 t_3 时刻)。

2. 简谐运动的速度

跟运动学中的含义相同,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。

如图 11-1-5 所示,在 x 坐标轴上,设 O 点为平衡位置, A 、 B 为位移最大处,在 O 点速度最大,在 A 、 B 两点速度为零。

图 11-1-5

3. 简谐运动的位移与速度的关系

简谐运动中速度和位移是彼此独立的物理量,如振动质点通过同一位置,其位移矢量的方向是一定的,而速度方向却有两种可能(指向平衡位置或背离平衡位置)。图 11-1-5 中,当振子在 OA 之间时位移为正,但速度方向沿 OA 为正、沿 AO 为负;当振子在 OB 之间时位移为负,但速度方向沿 OB 为负、沿 BO 为正。

二、简谐运动的振动图象的意义

简谐运动的振动图象的意义是表示任一时刻做简谐运动的质点离开平衡位置的位移,或者说表示做简谐运动的质点离开平衡位置的位移随时间变化的规律。图象形状是正弦曲线或余弦曲线,可以用“砂摆”演示,但应注意,简谐运动的振动图象不是质点运动的轨迹。如图 11-1-6 中,点 P_1 坐标是 (t_1, x_1) ,并不表示 t_1 时刻质点在 P_1 点,而表示在 t_1 时刻质点离开平衡位置处在正方向上位移为 x_1 处,所以振动图象并不是质点的运动轨迹。

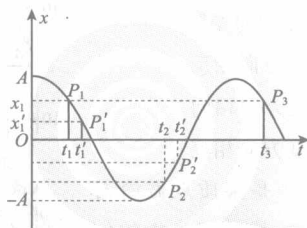


图 11-1-6

IV. 出题角度归纳 体验创新

出题角度一

以弹簧振子为背景考查简谐运动的位移、速度及加速度的关系

【例 1】如图 11-1-7 所示,在光滑的水平桌面上有一弹簧

振子,弹簧的劲度系数为 k 。开始时,振子被拉到离平衡位置 O 的右侧 A 处,此时拉力大小为 F ,然后轻轻释放振子,振子从初速度为零的状态开始向左运动,经过时间 t 后第一次到达平衡位置 O 处,此时振子

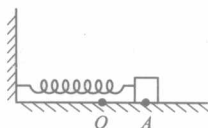


图 11-1-7

的速度为 v ,则在这个过程中振子的平均速度为()

- A. 0 B. $\frac{v}{2}$ C. $\frac{F}{kt}$
D. 不为零的某值,但由题设条件无法求出

解: C 振子从 A 处运动到 O 处,位移不为零,选项 A 错误;振子在由 A 到 O 的运动过程中做加速度越来越小的加速运动,并非匀变速运动,选项 B 错误;设 A 到 O 的位移大小为 x ,由胡克定律可得 $x = \frac{F}{k}$,又由平均速度 $\bar{v} = \frac{x}{t}$,得 $\bar{v} = \frac{F}{kt}$,故选项 C 正确, D 错误。

题眼点拨:要明确弹簧的形变量与所受的弹力存在着简单关系,而平均速度的大小为位移与时间的比值。

类题解法揭示:弹簧振子的运动既是典型的简谐运动又符合胡克定律,分析振子的位移时要利用胡克定律中的位移与弹簧弹力的关系作为解题的突破点。

小试牛刀 (119)

1. 如图 11-1-8 所示,质量为 m_A 的物体 A 放在质量为 m_B 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()

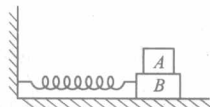


图 11-1-8

- A. 0 B. kx
C. $\frac{m_A}{m_B}kx$ D. $\frac{m_A}{m_B + m_A}kx$

出题角度二

简谐运动的振动图象

【例 2】如图 11-1-9 为质点 P 在 $0 \sim 4s$ 内的振动图象,下列叙述中正确的是()

- A. 再过 1s,该质点处在正向位移最大处
B. 再过 1s,该质点的速度方向沿 x 轴正向
C. 再过 1s,该质点的加速度方向沿 x 轴正向
D. 再过 1s,该质点的速度最大

解: A 由图象可知,再过 1s,即 5s 时,质点在正向位移最大处,速度为零,加速度最大且沿 x 轴负方向。

题眼点拨:将实际运动的物理情景与振动图象结合起来加

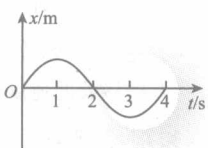


图 11-1-9



以分析是解决振动图象问题的基本方法之一。

➡ 类题解法揭示:通过对所给出的简谐运动的振动图象及图象中所提供的信息,分析物体的实际运动的情景。

➡ 类题易错点揭示:简谐运动的振动图象是表示振动的质点在各个时刻的位移,反映质点位移随时间变化的规律,而绝不是质点的运动轨迹。

➡ 小试牛刀 (119)

2. 如图 11-1-10 所示是质点做简谐运动的图象,由此可知 ()

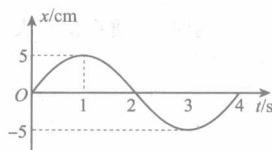


图 11-1-10

- A. $t=0$ 时,质点的位移、速度均为零
- B. $t=1$ s 时,质点的位移最大,速度为零
- C. $t=2$ s 时,质点的位移为零,速度为负向最大值
- D. 0.5 s 时,质点的位移为 2.5 cm

V. 巩固提升 评估反馈

A 组教材针对性训练 (119)

- 关于简谐运动,下列说法中正确的是 ()
 - A. 位移的方向总是指向平衡位置
 - B. 加速度的方向总是跟位移的方向相反
 - C. 位移的方向总是跟速度的方向相反
 - D. 速度的方向总是跟位移的方向相同
- 一弹簧振子做简谐运动,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. 振子通过平衡位置时,速度为零,加速度最大
 - C. 振子每次经过平衡位置时,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
- 做简谐运动的质点在通过平衡位置时,在下列物理量中,具有最大值的物理量是 ()
 - A. 动能
 - B. 加速度
 - C. 速度
 - D. 位移
- 一质点做简谐运动的图象如图 11-1-11 所示,在 4 s 内具有最大负方向速度和具有最大正方向加速度的时刻分别是 ()

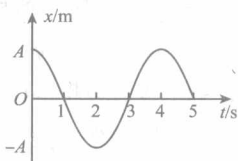


图 11-1-11

- A. 1s, 4s
 - B. 3s, 2s
 - C. 1s, 2s
 - D. 3s, 4s
5. 如图 11-1-12 所示是某质点简谐运动的图象,则振动的最大位移是 _____ cm, $0\sim 4$ s 内质点通过的路程是 _____ cm, $t=6$ s 时质点的位移是 _____ cm。

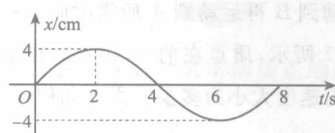


图 11-1-12

B 组能力提升训练 (119)

6. 图 11-1-13 表示某质点简谐运动的图象,以下说法正确的是 ()

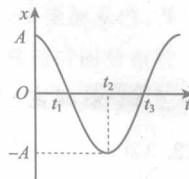


图 11-1-13

- A. t_1 、 t_2 时刻的速度相同
- B. 从 t_1 到 t_2 这段时间内,速度与加速度同向
- C. 从 t_2 到 t_3 这段时间内,速度变大,加速度变小
- D. t_1 、 t_3 时刻的加速度相同

7. 一简谐运动的图象如图 11-1-14 所示,在 $0.1\sim 0.15$ s 这段时间内 ()

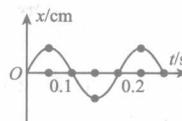


图 11-1-14

- A. 加速度增大,速度变小,加速度和速度的方向相同
- B. 加速度增大,速度变小,加速度和速度方向相反
- C. 加速度减小,速度变大,加速度和速度方向相同
- D. 加速度减小,速度变大,加速度和速度方向相反

8. 如图 11-1-15 所示为某物体做简谐运动的图象,下列说法中正确的是 ()

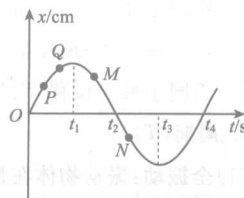


图 11-1-15

- A. 由 $P\rightarrow Q$,位移在增大
 - B. 由 $P\rightarrow Q$,速度在增大
 - C. 由 $M\rightarrow N$,位移先减小后增大
 - D. 由 $M\rightarrow N$,位移始终减小
9. 物体做简谐运动的过程中,有两点 A、A' 关于平衡位置对称,则物体 ()
- A. 在 A 点和 A' 点的位移相同
 - B. 在两点处的速度可能相同
 - C. 在两点处的加速度可能相同
 - D. 在两点处的动能一定相同
10. 一个质点经过平衡位置 O 在 A、B 间做简谐运动如图 11-1-16 甲,它的振动图象如图 11-1-16 乙所示,设向右为正方向,则:

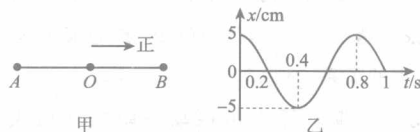


图 11-1-16

- (1) $OB=$ _____ cm;
- (2) 第 0.2 s 末质点的速度方向向 _____, 加速度大小为 _____;
- (3) 第 0.4 s 末质点的加速度方向向 _____;
- (4) 第 0.7 s 末,质点位置在 _____ 点与 _____ 点之间;

(5) 质点从 O 运动到 B 再运动到 A 所需时间 $t = \underline{\hspace{2cm}}$ s。

11. 如图 11-1-17 所示, 质点在前 6s 内通过的路程是多少? 在 6s~8s 内平均速度大小为多少? 方向如何?

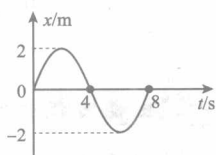


图 11-1-17

组 触摸高考 (119)

12. (2006, 广东综合, 3 分) 一质点做简谐运动的图象如图 11-1-18 所示, 下列说法中正确的是 ()

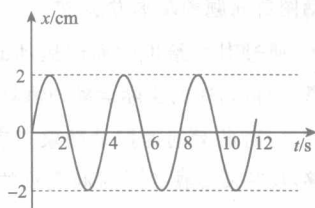


图 11-1-18

- A. 质点振动频率是 4Hz
- B. 在 10s 内质点经过的路程是 20cm
- C. 第 4s 末质点的速度是零
- D. 在 $t=1s$ 和 $t=3s$ 两时刻, 质点位移大小相等、方向相同

第 2 节 简谐运动的描述

I. 阅读教材 整合提炼

一、描述简谐运动的物理量

1. 振幅(A)

- (1) 概念: 振动物体离开平衡位置的 距离, 叫做振动的振幅。
- (2) 单位: 在国际单位制中, 振幅的单位是 。
- (3) 物理意义: 表示振动 的物理量。
- (4) 标量性: 振幅是标量, 它等于振子 位移的大小, 但不同于最大位移, 因为最大位移是矢量。

2. 周期(T)

- (1) 全振动: 振动物体在最大位移之间 的运动过程叫做一次全振动。
- (2) 周期的定义: 做简谐运动的物体完成 所需的时间叫周期, 用 T 表示。
- (3) 周期的单位: 在国际单位制中, 周期的单位是 。
- (4) 周期的物理意义: 表示振动 的物理量, 周期越长表示物体振动得越 , 周期越短表示物体振动得越 。

3. 频率(f)

- (1) 定义: 单位时间内完成的 的次数, 叫做振动的频率, 用 f 表示。
- (2) 单位: 在国际单位制中, 频率的单位是 。
- (3) 物理意义: 频率是表示物体振动 的物理量。频率越大, 表示振动越 ; 频率越小, 表示振动越 。
- (4) 周期与频率的关系: 。
- (5) 简谐运动的周期和频率由振动系统的性质决定, 与振幅无关。

4. 相位

物理意义: 在物理学上为描述周期性运动在 所处的不同状态而引入的量。

二、简谐运动的表达式

简谐运动的位移和时间关系的曲线为正弦或余弦曲线, 如

将这一关系表示为数学函数关系式应为 $x = A \sin(\omega t + \varphi)$ 。

说明: 简谐运动的位移和时间的关系也可以用余弦函数表示。

- 1. 式中 x 表示振动质点相对于 的位移, t 表示振动的 。
- 2. A 表示振动质点偏离平衡位置的 , 即 。
- 3. 振动方程中的 ω 叫做圆频率 (相当于匀速圆周运动中的角速度), 也叫角频率, 它与周期或频率之间的关系为 $\omega = \underline{\hspace{2cm}}$ 或 $\omega = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 4. 振动方程中正弦 (或余弦) 函数符号后面相当于角度的量 , 叫做振动的相位, 相位也叫位相、周相或简称为“相”。同一个振动用不同函数表示时相位不同。
- (1) 相位 是随时间变化的一个变量。
- (2) $t=0$ 时的相位 φ , 叫做 , 简称 。
- (3) 相位每增加 , 就意味着完成了一次全振动。
- 5. 相位差:

相位差: 顾名思义, 是指两个相位之差, 在实际中经常用到的是两个具有相同频率的简谐运动的相位差, 反映出两简谐运动的步调差异。

设两简谐运动 A 和 B 的振动方程分别为:

$$x_1 = A_1 \sin(\omega t + \varphi_1), x_2 = A_2 \sin(\omega t + \varphi_2), \text{ 它们的相位差为 } \Delta\varphi = (\omega t + \varphi_2) - (\omega t + \varphi_1) = \varphi_2 - \varphi_1.$$

可见, 其相位差恰好等于它们的初相之差, 因为初相是确定的, 所以对 的两个简谐运动有确定的相位差。

若 $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 > 0$, 则称 B 的相比 A 的相 $\Delta\varphi$, 或 A 的相比 B 的相 $\Delta\varphi$; 若 $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 < 0$, 则称 B 的相比 A 的相 $|\Delta\varphi|$, 或 A 的相比 B 的相 $|\Delta\varphi|$ 。

- (1) 同相: 相位差为零, 一般地为 $\Delta\varphi = 2\pi n (n=0, 1, 2, \dots)$ 。
- (2) 反相: 相位差为 π , 一般地为 $\Delta\varphi = (2n+1)\pi (n=0, 1, 2, \dots)$ 。

特别提醒

比较相位或计算相位差时, 要用同种函数来表示振动方程。



你答对了吗?

一、1. (1)最大 (2)米(m) (3)强弱 (4)最大

2. (1)往返一次 (2)一次全振动 (3)秒(s) (4)快慢;慢;快

3. (1)全振动 (2)赫兹(Hz) (3)快慢;快;慢 (4) $T = \frac{1}{f}$

4. 各个时刻

二、1. 平衡位置

2. 最大距离;振幅

3. $\frac{2\pi}{T}; 2\pi f$

4. $\omega t + \varphi$ (1) $\omega t + \varphi$ (2)初相位;初相 (3) 2π

5. 频率相同;超前;落后;落后;超前

II. 预习效果评估

(119)

1. 关于简谐运动,以下说法中错误的是()

A. 质点从平衡位置起,第1次到达最大位移处所需时间为 $\frac{T}{4}$

B. 质点走过一个振幅那么长的路程用的时间总是 $\frac{T}{4}$

C. 质点在 $\frac{T}{2}$ 时间内走过的路程恒等于一个振幅的长度

D. 质点在 $\frac{T}{4}$ 时间内走过的路程可以大于、小于或等于一个振幅的长度

2. 若振子由平衡位置到最大位移处所需最短时间是 0.1s, 则()

A. 振动周期是 0.2s B. 振动周期是 0.4s
C. 振动频率是 0.4Hz D. 振动频率是 2.5Hz

III. 重难点探究

一、简谐运动的周期性和对称性

做简谐运动的物体,运动过程中各物理量关于平衡位置对称。以水平弹簧振子为例,振子通过关于平衡位置对称的两点,加速度、速度大小相等,动能相等,势能相等。对称性还表现在过程量的相等上,如从某点到达最大位置和从最大位置再回到该点所需要的时间相等。

简谐运动是一种周而复始的周期性运动,按其周期性可作出如下判断:

1. 若 $t_2 - t_1 = nT (n=0, 1, 2, \dots)$, 则 t_1, t_2 两时刻振动物体在同一位置,运动情况相同;

2. 若 $t_2 - t_1 = nT + \frac{T}{2} (n=0, 1, 2, \dots)$, 则 t_1, t_2 两时刻,描述运动的物理量(x, F, a, v)均大小相等,方向相反。

3. 若 $t_2 - t_1 = nT + \frac{T}{4}$ 或 $t_2 - t_1 = nT + \frac{3}{4}T (n=0, 1, 2, \dots)$, 则当 t_1 时刻物体到达最大位移处时,那么 t_2 时刻物体到达平衡位置,反之亦然。

二、简谐运动的图象与简谐运动

简谐运动的图象表示做简谐运动的质点随时间变化的规律,即反映质点在各个时刻的位移。

简谐运动的图象不是振动质点的轨迹,做简谐运动质点的轨迹是质点往复运动的那一段线段(如弹簧振子)。这种往复运动的位移图象,就是以 x 轴纵坐标数值表示质点对平衡位置的位移,以 t 轴横坐标数值表示各个时刻,这样在 $x-t$ 坐标系内,可以找到各个时刻对应质点位移坐标的点,即位随时间分布的情况——振动图象。振动图象随时间的延续向外延伸。

如图 11-2-1,从简谐运动的图象上可以得到如下信息:

1. 振幅 A : 图象的峰值。
2. 周期 T : 其值等于相邻两个位移为正的极大值或负的最小值之间的时间间隔。

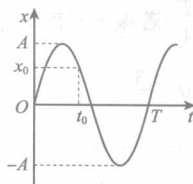


图 11-2-1

3. 频率: $f = \frac{1}{T}$ 。

4. 任一时刻 t_0 的位移 x_0 : 对应于图象上某一点的坐标 (t_0, x_0) 。

5. 任一时刻 t_0 的加速度 a : 总是指向平衡位置(平行于 x 轴指向 t 轴)。 $x=0$ 时, $a=0$; $x=\pm A$ 时, a 达到最大值。

6. 任一时刻 t_0 的振动方向: 图象斜率为正时速度为正(沿 $+x$ 方向), 斜率为负时速度为负(沿 $-x$ 方向), $x=0$ 时, 速度达到最大值。

IV. 出题角度归纳 体验创新

出题角度一

简谐运动的周期性与对称性

【例 1】 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 点用时 0.3s,又经过 0.2s 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. 1.4s D. 1.6s

解: A、C 本题考查简谐运动的周期的概念,明确题目中的 O 点与 M 点间的位置关系及简谐运动的特点,便可找出结果了。

如图 11-2-2 所示,

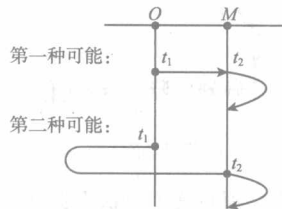


图 11-2-2

第一种可能: 由图可得

$$\frac{T}{4} = t_1 + \frac{t_2}{2} = \left(0.3 + \frac{0.2}{2}\right) \text{s} = 0.4 \text{s},$$

即 $T = 1.6 \text{s}$,

第三次通过 M 还要经过的时间

$$t_3 = \frac{T}{2} + 2t_1 = (0.8 + 2 \times 0.3) \text{ s} = 1.4 \text{ s}.$$

第二种可能:由图可得

$$t_1 - \frac{T}{2} + \frac{t_2}{2} = \frac{T}{4}, \text{ 即 } T = \frac{8}{15} \text{ s},$$

第三次通过M点还要经过的时间:

$$t_3 = t_1 + t_1 - \frac{T}{2} = (2 \times 0.3 - \frac{4}{15}) \text{ s} = \frac{1}{3} \text{ s}.$$

→ 题眼点拨: 由于振子运动的周期性, 振子从O点运动开始时, 若振子向着M点运动, 则第一次到达M点所需时间 $\Delta t < \frac{T}{4}$; 若振子背离M点运动, 则第一次到达M点所需时间 $\frac{T}{2} < \Delta t < \frac{3}{4} T$.

→ 类题解法揭示: (1) 解决此类问题应首先将物理过程模型化, 画出具体化的运动图像。

(2) 根据振动质点的周期性特点确定初始运动的位置及方向的可能性。

(3) 根据振动质点运动的对称性特点解决问题。

→ 类题易错点揭示: 忽视振动质点的初始运动方向的往复特点而出现漏解现象, 解决此类问题要注意周期性和对称性。

→ 小试牛刀 (120)

- 一弹簧振子做简谐运动, 周期为 T , 则 ()
 - 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
 - 若 t 时刻和 $(t + \Delta t)$ 时刻振子运动位移的大小相等、方向相反, 则 Δt 一定等于 $\frac{T}{2}$ 的整数倍
 - 若 $\Delta t = T$, 则在 t 时刻和 $(t + \Delta t)$ 时刻振子运动加速度一定相等
 - 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

出题角度二

做简谐运动的质点的运动路程的计算

【例2】如图11-2-3所示, 弹簧振子在BC间振动, O为平衡位置, $BO = OC = 5 \text{ cm}$, 若振子从B到C的运动时间是1s, 则下列说法中正确的是 ()

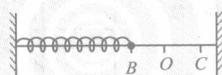


图 11-2-3

- 振子从B经O到C完成一次全振动
- 振动周期是1s, 振幅是10cm
- 经过两次全振动, 振子通过的路程是20cm
- 从B开始经过3s, 振子通过的路程是30cm

解: D 振子从 $B \rightarrow O \rightarrow C$ 仅完成了半次全振动, 所以周期 $T = 2 \times 1 \text{ s} = 2 \text{ s}$, 振幅 $A = BO = 5 \text{ cm}$ 。

振子在一次全振动中通过的路程为 $4A = 20 \text{ cm}$, 所以两次全

振动中通过的路程为 40 cm , 3s的时间为 $1.5T$, 所以振子通过的路程为 30 cm 。

→ 题眼点拨: 根据振子从B到C的运动时间确定出振子的振动周期, 再根据振子完成一次全振动中通过的路程为4倍的振幅即可得出正确答案。

→ 类题解法揭示: 求振动物体在一段时间内通过路程的依据是:

(1) 振动物体在一个周期内的路程一定为四个振幅。

(2) 振动物体在半个周期内的路程一定为两个振幅。

(3) 振动物体在 $\frac{1}{4} T$ 内的路程可能等于一个振幅, 可能大于一个振幅, 还可能小于一个振幅。只有当 $\frac{1}{4} T$ 的初时刻, 振动物体在平衡位置或最大位移处, $\frac{1}{4} T$ 内的路程才等于一个振幅。

计算路程的方法是: 先判断所求的时间内有几个周期, 再依据上述规律求路程。

→ 类题易错点揭示: 做简谐运动的物体在 $\frac{1}{4} T$ 内所通过的路程不一定等于振幅, 有可能等于振幅, 有可能大于振幅, 也有可能小于振幅。

→ 小试牛刀 (120)

- 一个做简谐振动的质点, 其振幅是 4 cm , 频率是 2.5 Hz , 该质点从平衡位置起经过 2.5 s 后的位移和路程的大小是 ()

A. $4 \text{ cm}, 24 \text{ cm}$	B. $4 \text{ cm}, 100 \text{ cm}$
C. $0 \text{ cm}, 24 \text{ cm}$	D. $0 \text{ cm}, 100 \text{ cm}$

出题角度三

简谐运动规律的应用

【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O点, 图11-2-4甲中的a、b、c、d为四个不同的振动状态, 黑点表示振子的位置, 黑点上的箭头表示运动的方向。图11-2-4乙给出的①②③④四条振动图线可用于表示振子的振动图象, 则 ()

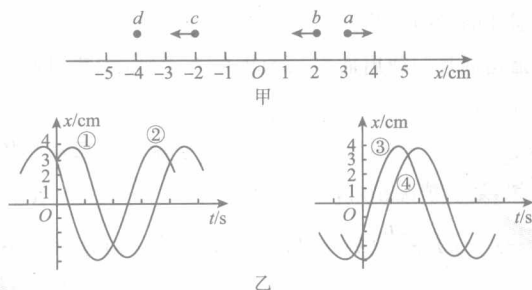


图 11-2-4

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



解: A、D 若规定状态 a 时 $t=0$, 则此刻质点位移为 3cm , 且此时质点向 x 轴正方向运动, 选项 A 正确; 若规定状态 b 时 $t=0$, 此刻质点位移为 2cm , ② 振动图线 $t=0$ 时不在位移 2cm 处, 选项 B 错误; 若规定 c 状态时 $t=0$, 质点此时位移为 -2cm , 向 x 轴负方向运动, 而 ③ 振动图线向 x 轴正方向运动, 选项 C 错误; 若规定 d 状态时 $t=0$, 质点此时位移为 -4cm , 与 ④ 振动图线一致, 选项 D 正确。

→ 题眼点拨: 简谐运动的图象不是质点的运动轨迹, 本题要根据零时刻振子路线上的位置坐标和运动方向, 结合简谐运动的图象中零时刻对应的位置与运动方向作出判断。

→ 类题解法揭示: 简谐运动的规律包括简谐运动的表达式和简谐运动图象两种表现形式, 此类题主要涉及以下三个方面:

(1) 简谐运动情景与简谐运动表达式相结合。

此类问题重在分析零时刻质子的位置、运动方向与表达式对照分析得出结论。

(2) 简谐运动情景与简谐运动图象相结合

利用图象所提供的信息, 明确振动质点的周期(或频率)、振幅、零时刻的位置和运动方向等, 与简谐运动的实际运动情景联系起来进行分析。

(3) 简谐运动图象与表达式相结合。

根据简谐运动的表达式 $x = A\sin(\omega t + \varphi)$ 与简谐运动图象结合, 重点分析简谐运动的振幅 A 、周期 T 和初相位 φ , 利用数学关系寻求它们的联系。

→ 小试牛刀 (120)

3. 如图 11-2-5 所示为 A、B 两个简谐运动的位移—时间图象。请根据图象写出这两个简谐运动的位移随时间变化的关系式。

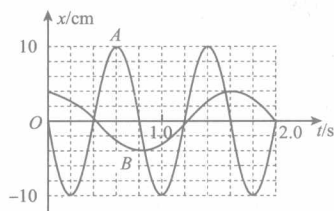


图 11-2-5

V. 巩固提升 评估反馈

A 组 教材针对性训练 (120)

1. 如图 11-2-6 所示, 弹簧振子的频率为 5Hz , O 为平衡位置, 让振子从 B 位置开始振动并开始计时, 则经过 0.12s 时 ()

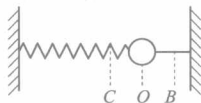


图 11-2-6

- A. 振子位于 BO 之间, 运动方向向右
- B. 振子位于 BO 之间, 运动方向向左
- C. 振子位于 CO 之间, 运动方向向右

D. 振子位于 CO 之间, 运动方向向左

2. 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. 周期和频率的乘积是一个常数
- 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

3. 如图 11-2-7 所示是某弹簧振子的振动图象, 由此图象判断下列说法中正确的是 ()

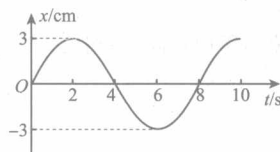


图 11-2-7

- A. 弹簧振子振动的振幅是 3cm
 - B. 弹簧振子振动的周期是 8s
 - C. 4s 末振子的加速度为 0 , 速度沿 x 轴负方向
 - D. 第 14s 末振子的加速度为正, 速度最大
4. 如果表中给出的是做简谐运动的物体的位移 x 或速度 v 与时间的对应关系, T 是振动周期, 则下列说法中正确的是 ()

状态 物理量	时间	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{3T}{4}$	T
甲		零	正向最大	零	负向最大	零
乙		零	负向最大	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
5. 两个简谐运动分别为 $x_1 = 8\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\text{cm}$, $x_2 = 4\sin\left(4\pi t + \frac{3\pi}{2}\right)\text{cm}$, 求它们的振幅之比、频率之比及相位差。

6. 一物体沿 x 轴做简谐运动, 振幅为 8cm , 频率为 0.5Hz , 在 $t=0$ 时, 位移是 4cm , 且向 x 轴负方向运动, 试写出用正弦函数表示的振动方程。

B 组能力提升训练 (120)

7. 把一弹簧振子的弹簧拉长一些, 然后由静止释放, 经 0.5s 振子经过平衡位置, 则此弹簧的周期可能为 ()
A. 1s B. 2s C. 0.5s D. 0.4s
8. 甲、乙两个做简谐运动的弹簧振子, 在甲振动 20 次的时间里, 乙振动了 40 次, 则甲、乙振动周期之比为 _____; 若甲的振幅加倍而乙的不变, 则甲、乙振动频率之比为 _____。
9. 如图 11-2-8 中的图线①是一个弹簧振子的振动图象, 在这个坐标系中画出另一个弹簧振子的振动图象, 它的振幅是①中振子的 2 倍, 频率与①中相同, 而相位比①中落后 $\frac{\pi}{2}$ 。

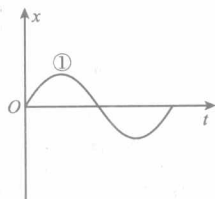


图 11-2-8

10. 在心电图仪、地震仪等仪器工作过程中, 要进行振动记录, 如图 11-2-9 甲所示是一个常用的记录方法, 在弹簧振子的小球上安装一支记录用笔 P, 在下面放一条白纸带。当小球振动时, 匀速拉动纸带 (纸带速度与振子振动方向垂直), 笔就在纸带上画出一条曲线, 如图 11-2-9 乙所示。若匀速拉动纸带的速度为 1m/s, 则由图中数据算出振子的振动周期为多少? 并请你作出振子的振动图象。若拉动纸带做匀加速运动, 且振子振动周期与原来相同, 由图 11-2-9 丙中的数据

求纸带的加速度。

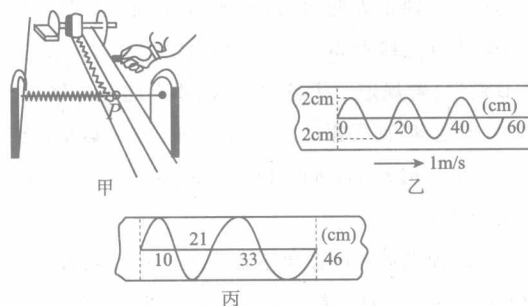


图 11-2-9

C 组触摸高考 (120)

11. (2005, 江苏理综, 4 分) 一个单摆做简谐运动, 其振动图象如图 11-2-10 所示, 该单摆的周期 $T=$ _____ s; 在 2.0s 末, 摆球对于平衡位置的位移 $x=$ _____ cm。

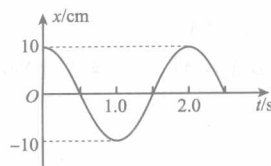


图 11-2-10

第 3 节 简谐运动的回复力和能量

I. 阅读教材 整合提炼

一、简谐运动的回复力

- 回复力: 力的方向跟质点偏离 _____ 的位移方向相反, 总指向 _____, 它的作用是使质点能返回 _____, 所以叫做回复力。
- 简谐运动: 如果质点所受的力与它偏离 _____ 位移的大小成正比, 并且总是指向 _____, 质点的运动就是简谐运动。简谐运动的回复力 $F=-kx$, 即回复力的大小跟位移成正比, “-”号表示回复力的方向与位移的方向相反。
- 回复力的特点
 - 回复力是根据力的 _____ 命名的, 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。物体沿直线振动时回复力就是合外力, 沿圆弧振动时回复力是合外力在圆弧切线上的分力。
 - 回复力的方向总是指向 _____, 回复力为零的位置就是 _____。(沿圆弧振动时, 物体在平衡位置时回复力为零, 但合外力不为零)
 - 回复力 $F=-kx$ 中的 k 是比例系数, 并非弹簧的劲度系数,

其值由振动系统决定。对水平弹簧振子, 回复力仅由弹簧弹力提供, k 即为劲度系数。

二、简谐运动的能量

- 简谐运动的能量: 做简谐运动的物体在振动中经过某一位置时所具有的 _____ 和 _____ 之和, 称为简谐运动的能量。
- 做简谐运动的物体能量的变化规律: 只有 _____ 和 _____ 的相互转化, 对弹簧振子, 机械能 _____。对简谐运动来说, 一旦供给系统一定的能量, 使它开始振动, 它就以一定的振幅永不停息地持续振动, 简谐运动是一种 _____ 的振动。
- 简谐运动中的能量跟振幅有关, 振幅越大, 振动的能量 _____。在简谐运动中, 振动的能量保持 _____, 所以振幅保持 _____, 只要没有能量损耗, 它将永不停息地振动下去, 因此简谐运动又称为 _____。
- 在振动的一个周期内, 动能和势能间完成 _____ 次周期性变化, 经过 _____ 时, 动能最大, 势能最小; 经过 _____ 时, 势能最大, 动能最小。



你答对了吗?

一、1. 平衡位置;平衡位置;平衡位置

2. 平衡位置;平衡位置

3. (1)作用效果 (2)平衡位置;平衡位置

二、1. 动能;势能

2. 动能;势能;守恒;理想化

3. 越大;不变;不变;等幅振动

4. 两;平衡位置;位移最大处

II. 预习效果评估

(120)

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. 物体的加速度增大

D. 系统的势能转化为动能

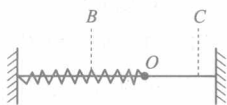
2. 如图 11-3-1 所示为一弹簧振子, O 为平衡位置, 设向右为正方向, 振子在 B 、 C 之间振动时()A. $B \rightarrow O$ 位移为负、速度为正B. $O \rightarrow C$ 位移为正、加速度为负C. $C \rightarrow O$ 位移为负、加速度为正D. $O \rightarrow B$ 位移为负、速度为负

图 11-3-1

III. 重难点探究

一、简谐运动的判断

1. 简谐运动的动力学特征: 回复力 $F = -kx$, 回复力的大小跟位移大小成正比, “-”号表示回复力与位移的方向相反。2. 简谐运动的运动学特征: $a = -\frac{kx}{m}$, “-”号表示加速度方向与位移方向相反。

3. 关于物体的振动是否是简谐运动的判断

(1) 判断一个振动是不是简谐运动, 关键是判断回复力是否满足其大小与位移成正比, 方向总与位移方向相反。

(2) 分析思路:

① 确定物体静止时的位置——即平衡位置;

② 对振动物体进行受力分析;

③ 沿振动方向对力进行合成与分解;

④ 分析振动物体在任一点受到的回复力是否满足 $F = -kx$ 。

二、简谐运动中各物理量的变化规律(参考图 11-3-2)

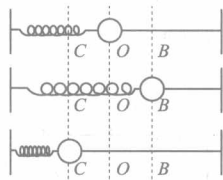


图 11-3-2

振子的运动	位移	加速度(回复力)	速度	动能	势能
$O \rightarrow B$	增大, 方向向右	增大, 方向向左	减小, 方向向右	减小	增大
B	最大	最大	0	0	最大
$B \rightarrow O$	减小, 方向向右	减小, 方向向左	增大, 方向向左	增大	减小
O	0	0	最大	最大	0
$O \rightarrow C$	增大, 方向向左	增大, 方向向右	减小, 方向向左	减小	增大
C	最大	最大	0	0	最大
$C \rightarrow O$	减小, 方向向左	减小, 方向向右	增大, 方向向右	增大	减小

通过上表不难看出:

1. 在简谐运动中, 位移、回复力、加速度、势能四个物理量同步变化, 与速度及动能的变化步调相反。
2. 通过上表要明确两个转折点: 平衡位置 O 点是位移方向、加速度方向和回复力方向变化的转折点; 最大位移处 B 点和 C 点是速度方向变化的转折点。
3. 注意两个过程的特点, 即向平衡位置 O 靠近的过程 ($B \rightarrow O$ 及 $C \rightarrow O$) 和远离平衡位置 O 的过程 ($O \rightarrow B$ 及 $O \rightarrow C$) 的不同特点: 靠近 O 点时速度变大, 远离 O 点时位移、加速度和回复力变大。
4. 因为动能和势能为标量, 所以在一个周期内动能和势能完成两个周期性变化。

IV. 出题角度归纳 体验创新

出题角度一

判断物体的振动是否为简谐运动

【例 1】如图 11-3-3 所示, 在轻弹簧下挂一个重物, 弹簧的劲度系数为 k , 重物的质量为 m , 原先静止。在竖直方向将重物拉离平衡位置, 松开后, 重物就以平衡位置为中心上下振动, 证明重物做简谐运动。

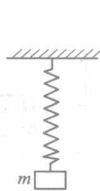


图 11-3-3

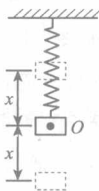


图 11-3-4

证明: 如图 11-3-4 所示, 设重物的平衡位置为 O , 向下方向为正方向, 此时弹簧的形变为 x_0 , 根据胡克定律及平衡条件有:

$$mg - kx_0 = 0 \quad ①,$$

当重物向下偏离平衡位置 x 时, 有:

$$F_{\text{回}} = mg - k(x + x_0) \quad ②,$$

将①代入②得 $F_{\text{回}} = -kx$, 重物的振动满足简谐运动的条件, 故重物做简谐运动。

→ 题眼点拨: 产生简谐运动的回复力可以是一个力, 可以是某