

龙门品牌  学子至爱

新课标



高中物理

主 编 朱 浩

本册主编 沈耕福

振动
波



龍 門 書 局

www.Longmenbooks.com

新课标

振动 波



高中物理

主 编:朱 浩

本册主编:沈耕福

龍 門 書 局
北 京

版权所有 侵权必究

举报电话:(010)64030229;(010)64034315;13501151303

邮购电话:(010)64034160

图书在版编目(CIP)数据

龙门专题:新课标.高中物理.振动 波/朱浩主编;沈耕福本
册主编. —北京:龙门书局,2008

ISBN 978-7-5088-1688-3

I. 龙… II. ①朱…②沈… 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(2008)第 149942 号

责任编辑:田 旭 马建丽 王昌泰/封面设计:耕 者

龙 门 书 局 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

www.longmenbooks.com

北京一二零一工厂印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2008年9月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2008年9月第一次印刷 印张:10

字数:360 000

定 价: 18.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

1.《龙门专题》适合什么样的同学使用？

《龙门专题》是针对中等程度及中等程度以上的学生研究开发的，尤其是对尖子生来讲，《龙门专题》是必备图书！

2.中等程度的学生使用本书应注意什么？

这套书在设计上全面贯彻循序渐进的学习方法，中等程度的学生要特别注意：

“知识点精析与应用”部分侧重夯实学生的基础，重点在把基础知识讲细、讲透，适合为中等程度的学生奠定扎实的基础；

“能力拓展”部分重点在于拓展学生思维，直接与中高考的难度、题型接轨，适合中等学生提高成绩。

3.《龙门专题》适合什么时间使用？（3~5理科）

同步学习使用：

《龙门专题》每一节内容都是按照教材的顺序编排的，因此可以随着教学进度同步使用，老师讲到哪里，就紧跟着做透哪一本专题。

中高考复习：

“基础篇”适用于第一轮全面复习，全面梳理知识点，从这一角度，专题比任何高考复习资料都要详细、全面；

“综合应用篇”适用于第二轮专项复习，尤其是跟其他专题、其他学科进行交叉综合时，事半功倍。

4.如何使用《龙门专题》打下扎实的基础知识？

“万变不离其宗！”考试题目都是由基础知识演化而来的，因此基础知识是极其重要的，只有准确地理解、牢固地掌握基础知识，才能灵活、轻松地应用和解题！

使用《龙门专题》打基础，重点注意每节的“知识点精析与应用”，它分为三个小部分：

知识点精析：可帮助学生更全面的理解重点，突破难点；

解题方法指导：通过经典和新颖的例题帮助学生掌握解题规律和技巧；

基础达标演练：可以即学即练，便于巩固。

5.如何使用《龙门专题》拓展视野，提高素质？

“能力拓展”栏目是在牢固掌握基础的前提下，提高学生的综合素质和应试能力的，它同样包括三个小部分：

释疑解难：以综合性，关联所学知识，并作深度的拓展和延伸；

典型例题导析：最具代表性的例题、全面的思路分析、有的放矢的总结和反思，培养学生的解题技巧和方法；

思维拓展训练：完美的拓展训练设计，提升学生的学科思维能力。

6.怎么样在中高考复习中使用《龙门专题》？

“知识点精析与应用”用于梳理知识脉络，掌握基本知识；复习时侧重使用“能力拓展”栏目，这部分立足于教材，对中高考必考内容进行拓展提升，也包括了一些难点和失分率较高的内容。

此外，“本书知识结构”、“本讲知识网络图”能帮助学生迅速快捷地掌握全部知识体系，提高复习效率。在中高考的复习备考中，还要注意：近年本专题知识在高考（中考）中所占分数比例，紧跟第二轮专项复习节奏使用。

7.尖子生如何使用《龙门专题》？

从全国调查看，尖子生最喜爱的教辅图书中，《龙门专题》被提及率十分高；来自高考状元的信息也表明，尖子生是特别适合使用本书的。尖子生在使用本书时，要注意以下几点：

首先，立足基础，通过自学或者预习的方式将基础知识理解并掌握；

其次，学习的重点放在“能力拓展”上，提高综合能力和应对中高考的能力；

再次，在复习中，一个板块一个板块的逐一解决，力争做到没有任何知识点的遗漏；

最后，中高考的复习，侧重于专题与专题之间、不同学科之间的复合型试题的研究和训练，确保在考试中基础题目不失分。



生命如歌

未名湖畔，博雅塔旁。

明媚的晨光穿透枝叶，懒散的泻落在林间小道上，花儿睁开惺忪的眼睛，欣喜地迎接薄薄的雾霭，最兴奋是小鸟，扇动翅膀在蔚蓝的天空中叽叽喳喳地欢唱起来了。微风轻轻拂动，垂柳摇曳，舒展优美的身姿，湖面荡起阵阵涟漪，博雅塔随着柔波轻快地翩翩起舞。林间传来琅琅的读书声，那是晨读的学子；湖畔小径上不断有人跑过，那是晨练的学子；椅子上，台阶上，三三两两静静的坐着，那是求索知识的学子……

在北大，每个早晨都是这样的；在清华，每个早晨都是这样的；在复旦，在交大，在南大，在武大……其实，在每一所高校里，早晨都是一幅青春洋溢、积极进取的景象！

在过去几年时间里，我一直在组织北大、清华的高考状元、奥赛金牌得主还有其他优秀的学子到全国各地巡回演讲。揭开他们“状元”的光环，他们跟我们是那么的相似，同样的普通与平凡。

是什么成就了他们的“状元”辉煌？

在来来往往带他们出差的路上，在闲来无事的聚会聊天过程中，我越来越发现，在普通平凡的背后，他们每个人都是一道亮丽独特的风景，都是一段奋斗不息、积极进取的历程，他们的成功，是偶然中的必然。

小朱，一个很认真、很可爱的女孩子，高中之前家庭条件十分优越，但学习一直平平；在她上高中前，家庭突遭变故，负债累累，用她妈妈的话说，“家里什么都没有了，一切只能靠你自己了。”她说自己只有高考一条路，只有考好了，才能为家里排忧解难。我曾经在台下听她讲自己刻苦学习的经历：“你们有谁在大年



三十的晚上还学习到深夜三点？你们又有谁发烧烧到 39 度以上还在病床上看书？……”那一年，她以总分 684 分成为了浙江省文科高考状元。

陆文，一个出自父母离异的单亲家庭的女孩，她说，她努力学习的动力就是想让妈妈高兴，因为从小她就发现，每次她成绩考得很好，妈妈就会很高兴。为了给妈妈买一套宽敞明亮的房子，她选择了出国这条路，考托福，考 GRE，最后如愿以偿，被芝加哥大学以每年 6.4 万美金的全额奖学金录取为生物方向的研究生。6.4 万美金，当时相当于人民币 52 万。

齐伟，湖南省高考第七名，清华大学计算机学院的研究生，最近被全球最大的软件公司 MICROSOFT 聘为项目经理；霖秋，北京大学数学学院的小妹，在坚持不懈的努力中完成了自身最重要的一次涅槃，昨天的她在未名湖上游弋，今天的她已在千里之外的西雅图……

还有很多很多优秀的学子，他们也都有自己的故事，酸甜苦辣，很真实，很精彩。我有幸跟他们朝夕相处，默默观察，用心感受，他们的自信，他们的执着，他们的勤奋刻苦，尤其是他们的“学而得其法”所透露出来的睿智更让人拍案叫绝，他们人人都有一套行之有效的学习方法，花同样的时间和精力他们可以更加快速高效，举一反三。我一直在想：如果当年我也知道他们的这些方法，或许我也能考个清华北大的吧？

多年以来，我一直觉得我们的高考把简单的事情搞复杂了，学生们浪费了大量的时间和精力却收效甚微；多年以来，我们也一直在研究如何将一套优良的学习方法内化在图书中，让同学们在不知不觉中轻松快速的获取高分。这，就是出版《龙门专题》的原因了。

一本好书可以改变一个人的命运！名校，是每一个学子悠远的梦想和真实的渴望。“少年心事当拿云，谁念幽寒坐呜呃！”

龙门专题，走向名校的阶梯！



总策划

田天

2008 年 7 月

编委会

主 编：朱 浩

编委会成员：张一为 李小龙 吴曾希 江晓洁
刘 炜 陈 平 庄建芳 张凤娟
温卫国 魏金春 张彤彤 翟富兰
陈 强 丁忠平 孔竹清 周晓慧
吴纯平 蒋永根 陈平良 薛 明
周新跃 李 琴 杨明华 冯建华
孙燕婉 缪 昆 张馨若 杨钰敏
李桂华 王正春 孙路平 徐金宏
尹孝庆 吴 刚 徐伯静 李志峰
周依群 吴世龙 许逢梅 刘卫华
蒋兆平 刘忠平 于其泰 殷宗玉
张玉元 张传生 李建玉 马忠琪
姜 玮 王 婷 薛 峰 吴维佳
谢明元 李 书 吴金龙 史大平
房鹤年 姚雪军 李金元 陈益明
陈志梅 钱 颖 徐 勇 薛钰康
邵龙瑞 吴维佳 李 伟 张海平
周渊远 秦文清 潘文华 黄 凯
王 霞 胡 洁 周蓉娟 朱亚军
王剑峰 顾 俊 何建波 周 枚
邵艾丽 马晓旭 任清平 张惠珊

Contents

目录

基础篇	(1)
第一讲 简谐运动	(2)
第二讲 单摆 外力作用下的振动	(22)
第三讲 波的形成与传播 波的图象	(53)
第四讲 波的反射和折射 波的衍射和干涉	(90)
第五讲 多普勒效应	(114)
第六讲 光的折射	(124)
第七讲 光的干涉	(145)
第八讲 光的色散、衍射和偏振	(162)
第九讲 全反射 激光	(183)
第十讲 电磁振荡	(203)
第十一讲 电磁波的发射与接收 电磁波谱	(219)
第十二讲 相对论的诞生 时间和空间的相对性	(239)
第十三讲 狭义相对论的其他结论 广义相对论	(248)
综合应用篇	(256)
第十四讲 机械振动 机械波	(256)
第十五讲 光与电磁波	(277)

基 础 篇

高考内容及要求

内 容	要求	说 明
1. 简谐运动, 简谐运动的表达式和图象	II	弹簧振子振动的周期公式不作要求; 竖直放置的弹簧振子振动过程中能量转化的分析不作要求
2. 单摆的周期与摆长的关系(实验、探究)	I	
3. 受迫振动和共振	I	
4. 机械波, 横波和纵波, 横波的图象	I	
5. 波长、波速和频率(周期)的关系	I	
6. 波的反射和折射, 波的干涉和衍射	I	
7. 多普勒效应	I	
8. 电磁波, 电磁波的传播	I	
9. 电磁振荡, 电磁波的发射和接收	I	电容器极板上的电量、电路中的振荡电流随时间的变化规律的分析不作要求, 周期、频率的计算不作要求
10. 电磁波谱及其应用	I	
11. 光的折射定律, 折射率	II	相对折射率不作要求
12. 测定玻璃的折射率(实验、探究)	I	
13. 光的全反射, 光导纤维	I	
14. 光的干涉、衍射和偏振	I	
15. 激光的特性及应用	I	激光产生的原理不作要求
16. 狭义相对论的基本假设	I	
17. 狭义相对论的几个重要结论	I	定量计算不作要求

第一讲 简谐运动

课标要求

通过对弹簧振子的分析,总结物体做简谐运动的条件和规律,学会应用简谐运动的周期性、对称性及图象解题。

重点聚集

简谐运动规律。

知识点精析与运用



知识点精析

1. 振动

(1)振动:物体(或物体的一部分)在平衡位置附近所做的往复运动,叫做机械振动。振动特征是运动具有重复性。

注意:振动的轨迹可以是直线也可以是曲线。

(2)平衡位置:振子停止振动时,小球静止的位置。

(3)弹簧振子:弹簧振子是指小球和弹簧所组成的系统,这是一个理想化模型,如图 1-1 所示。若球与杆之间的摩擦忽略不计,且弹簧的质量与小球的质量相比也可忽略不计,则该装置也为弹簧振子。

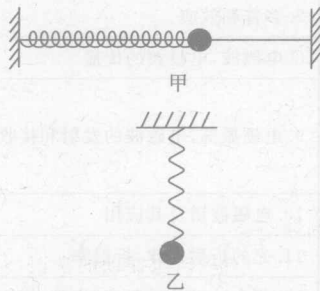


图 1-1

2. 振动图象、简谐运动

(1)简谐运动:如果质点的位移与时间的关系遵循正弦函数规律,即它的振动图象是一条正弦曲线,这样的运动叫简谐运动。它是一种变加速运动。

物体在与位移的大小成正比、方向总是指向平衡位置的力作用下的振动,叫做简谐运动。

(2)实际物体看做理想振子的条件: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;与弹簧振子相连的小球体积足够小,可以认为小球是一个质点;忽略弹簧以及小球与水平杆之间的摩擦力;小球从平衡位置拉开的位移在弹性限度内。

(3)全振动:一个完整的振动过程,称为一次全振动。不管以哪里作为开始研究的起点,弹簧振子完成一次全振动的时间总是相等的。

(4)周期:做简谐运动的物体完成一次全振动所需要的时间叫做振动的周期,用 T 表示。在国际单位制中,周期的单位是秒(s)。

周期是表示物体振动快慢的物理量。周期越长表示物体运动得越慢,周期越短表示物体运动得越快。

简谐运动的周期公式是:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

说明:公式中 m 为做简谐运动物体的质量, k 为做简谐运动物体所受到的回复力与位移大小的比例常数.

(5) 振幅: 振动物体离开平衡位置的最大距离, 叫做振幅, 用 A 表示.

单位: 在国际单位制中, 振幅的单位是米(m).

振幅是表示物体振动强弱的物理量. 振幅是标量, 是指物体偏离平衡位置的最大距离, 它没有正负之分, 也没有方向, 所以振幅不同于最大位移.

在简谐运动中, 振幅跟频率或周期无关. 在一个稳定的振动中, 物体的振幅是不变的.

振动物体在一个全振动过程中通过的路程等于 4 个振幅, 在半个周期内通过的路程是两个振幅, 但 $\frac{1}{4}$ 个周期内通过的路程不一定是一个振幅, 可以比一个振幅大, 也可以比一个振幅小.

(6) 频率: 单位时间内完成的全振动的次数, 叫做振动的频率, 用 f 表示. 常把物体在 1s 内完成的全振动次数叫做频率.

单位: 在国际单位制中, 频率的单位是赫兹(Hz).

频率是表示物体振动快慢的物理量. 频率越大, 表示物体振动得越快. 频率越小, 表示振动得越慢.

周期与频率的关系:

$$T \cdot f = 1$$

固有频率与固有周期: 振子获得能量后, 物体开始振动, 物体的振动频率, 只由振动系统本身的性质决定, 与其他因素无关, 其振动频率叫固有频率, 振动周期也叫固有周期.

(7) 对一次全振动的认识: 对于做简谐运动的物体, 某一阶段的振动是否为一次全振动, 可从以下两个角度判断: 一是从物体经过某点时的特征物理量看, 如果物体的位移和速度都回到原值(大小、方向两个方面), 即物体完成了一次全振动, 即物体从同一个方向回到出发点; 二是看物体在这段时间内通过的路程是否等于振幅的四倍.

3. 振动图象

(1) 图象的建立: 用横坐标表示振动物体运动的时间 t , 纵坐标表示振动物体运动过程中对平衡位置的位移 x , 建立坐标系, 如图 1-2 所示.

(2) 图象意义: 反映了振动物体相对于平衡位置的位移 x 随时间 t 变化的规律.

(3) 振动位移: 通常以平衡位置为位移起点, 所以振动位移的方向总是背离平衡位置的. 如图 1-2 所示, 在 $x-t$ 图象中, 某时刻质点位置在 t 轴上方, 表示位移为正(如图中 t_1 、 t_2 时刻), 某时刻质点位置在 t 轴下方, 表示位移为负(如图中 t_3 、 t_4 时刻).

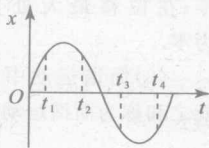


图 1-2



(4) 图象中获得的信息:

① 从图象上可知振动的振幅 A ;

② 从图象上可知振动的周期 T ;

③ 从图象上可知质点在不同时刻的位移, 如图 1-3 中 t_1 时刻对应位移 x_1 ; t_2 时刻对应位移 x_2 ;

④ 从图象上可以比较质点在各个时刻速度的大小及符号(表示方向), 如 t_1 时刻质点的速度较 t_2 时刻质点的速度小, t_1 时刻速度为负, t_2 时刻速度也为负(t_1 时刻是质点由最大位移处向平衡位置运动过程的某一时刻, 而 t_2 时刻是质点由平衡位置向负的最大位移运动过程中的某一时刻);

⑤ 从图象上可以比较质点在各个时刻加速度的大小及符号. 如图 1-3 中 t_1 时刻的加速度较质点在 t_2 时刻的加速度大, t_1 时刻质点加速度符号为负, t_2 时刻质点加速度符号为正;

⑥ 从图象可看出质点在不同时刻之间的相位差.

4. 回复力

物体振动时受到的方向总是要指向平衡位置, 总是要把物体拉回到平衡位置的力称为回复力.

$$F = -kx$$

注意:

(1) 负号表示回复力的方向总是与位移方向相反;

(2) k 是 F 与 x 的比例系数, 对弹簧振子 k 为劲度系数;

(3) 对水平方向弹簧振子, 回复力由弹簧的弹力提供; 对竖直方向弹簧振子, 回复力由弹簧的弹力与重力的合力提供;

(4) 物体做简谐运动到平衡位置时, 回复力为零, 但合力可能不为零;

(5) 回复力大小随时间按正弦曲线变化.

5. 简谐运动的能量(图 1-4)

(1) 弹簧振子运动的任意位置, 系统的动能与势能之和都是一定的, 即振动过程中机械能守恒.

(2) 水平方向的振子在平衡位置的机械能以动能的形式出现, 势能为零; 在位移最大处势能最大, 动能为零.

(3) 简谐运动中系统的动能与势能之和称为简谐运动的能量,

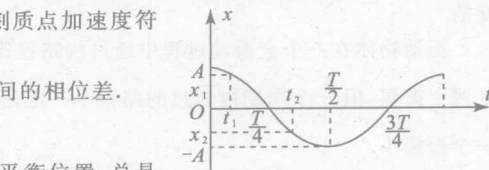


图 1-3

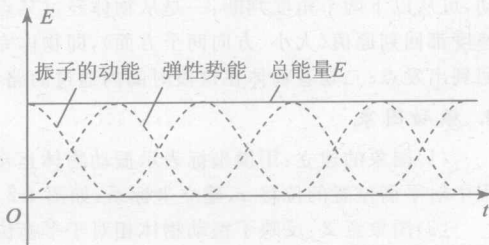


图 1-4

$$E = \frac{1}{2}kA^2$$



6. 简谐运动的运动特点

物体位置	位移 x		回复力 F		加速度 a		速度 v		势能 E_p	动能 E_k
	方向	大小	方向	大小	方向	大小	方向	大小		
平衡位置 O		零		零		零		v_m	零	E_{km}
最大位移处 M	指向 M	A	指向 O	kA	指向 O	$\frac{kA}{m}$		零	E_{pm}	零
$O \rightarrow M$	指向 M	零 $\rightarrow A$	指向 O	零 $\rightarrow kA$	指向 O	零 $\rightarrow \frac{kA}{m}$	指向 M	$v_m \rightarrow$ 零	零 $\rightarrow E_{pm}$	$E_{km} \rightarrow$ 零
$M \rightarrow O$	指向 M	$A \rightarrow$ 零	指向 O	$kA \rightarrow$ 零	指向 O	$\frac{kA}{m} \rightarrow$ 零	指向 O	零 $\rightarrow v_m$	$E_{pm} \rightarrow$ 零	零 $\rightarrow E_{km}$



解题方法指导

【例1】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

解答 物体的简谐运动并不一定只在水平方向发生, 各个方向都有可能发生, A 错. 简谐运动是最简单的振动, B 错. 做简谐运动的轨迹线并不是正弦曲线, C 错. 物体振动的图象是正弦曲线, 一定是做简谐运动, D 对.

答案 D

评注 简谐运动的轨迹线可能是直线, 轨迹线与振动图象不一致.

【例2】图 1-5 表示某质点做简谐运动的图象, 以下说法正确的是

()

- 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

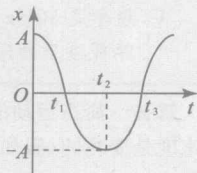


图 1-5



解答 t_1 时刻振子速度最大, t_2 时刻振子速度为零, 故 A 不正确; t_1 到 t_2 这段时间内, 质点远离平衡位置, 故速度背离平衡位置, 而加速度指向平衡位置, 所以二者方向相反, 则 B 不正确; 在 t_2 到 t_3 这段时间内, 质点向平衡位置运动, 速度在增大, 而加速度在减小, 故 C 正确; t_1 和 t_3 时刻质点在平衡位置, 故加速度均为零, D 正确。

答案 C、D

评注 图象法是研究物理问题的常用方法之一, 是用数学手段解决物理问题能力的重要体现. 应用图象法来分析物理问题时, 一定要注意结合实际物理问题模型弄清图象的物理意义, 特别是一些特殊点的意义, 必须结合物理过程来认识。

[例3] 如图 1-6 所示是某质点做简谐运动的振动的图象, 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, 质点向哪个方向运动?
- (3) 质点在第 2s 末的位移是多少? 在前 4s 内的路程是多少?

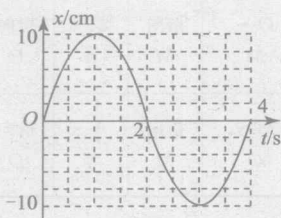


图 1-6

解答 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 10cm;
- (2) 在 1.5s 以后的时间质点位移减少, 因此是向平衡位置运动, 在 2.5s 以后的时间位移增大, 因此是背离平衡位置运动;
- (3) 质点在 2s 时在平衡位置, 因此位移为零. 质点在前 4s 内完成一个周期性运动, 其路程为 $10\text{cm} \times 4 = 40\text{cm}$.

评注 分析此类问题时, 首先要理解好图象与振动的物体的实际振动过程的对应. 然后才能正确地作出解答。

[例4] 关于简谐运动的频率, 下列说法正确的是 ()

- A. 频率越高, 振动质点运动的速度越大
- B. 频率超高, 单位时间内速度的方向变化的次数越多
- C. 频率是 50Hz 时, 1s 内振动物体速度方向改变 100 次
- D. 弹簧振子的固有频率与物体通过平衡位置时的速度大小有关

解答 简谐运动的频率与物体运动的快慢没有关系, 描写物体运动的快慢用速度, 而速度是变化的, 假如说物体振动过程中最大速度越大, 也不能说明它的频率越大. 振动得越快和运动得越快意义是不同的, 故 A 错误; 简谐运动的物体在一个周期内速度的方向改变两次, 频率越高, 单位时间内所包含的周期个数越多, 速度方向变化的次数就越多, 故 B、C 正确. 弹簧振子的固有频率与物体通过平衡位置的速度没有关系, 它由振动系

统的固有量:质量 m 和弹簧的劲度系数 k 决定,故 D 错误。

答案 B、C

评注 简谐运动的频率不是用来描述振动物体某时刻运动快慢的物理量,而是用来描述各量周期性变化快慢的,二者不能混为一谈。

[例 5] 如图 1-7 所示,两根完全相同的弹簧和一根张紧的细线将甲、乙两物块束缚在光滑水平面上,已知甲的质量大于乙的质量,当细线突然断开后,两物块都开始做简谐运动,在运动过程中 ()

- A. 甲的振幅大于乙的振幅
- B. 甲的振幅小于乙的振幅
- C. 甲的最大速度小于乙的最大速度
- D. 甲的最大速度大于乙的最大速度



图 1-7

解答 由题意可知,在细线未断之前两个弹簧所受到的弹力是相等的,所以当细线断开后,甲、乙两个物块做简谐运动时的振幅是相等的, A、B 错;两物块在平衡位置时的速度最大,此时的动能等于弹簧刚释放时的弹性势能,所以甲、乙两个物块的最大动能是相等的,则质量大的速度小,所以 C 对, D 错。本题考查了物体做简谐运动的特点和能量守恒。

答案 C

[例 6] 图 1-8 为某一质点的振动图象,由图可知,在 t_1 和 t_2 两时刻 $|x_1| > |x_2|$, 质点速度大小 v_1 、 v_2 与加速度大小 a_1 、 a_2 的关系 ()

- 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

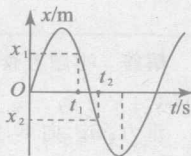


图 1-8

解答 在 t_1 时刻,质点向下向平衡位置运动,在 t_2 时刻质点向下远离平衡位置运动,故速度 v_1 与 v_2 方向相同,由于 $|x_1| > |x_2|$, 所以 $v_1 < v_2$, A 对;在 t_1 和 t_2 时刻,质点离开平衡位置的位移方向相反,因而回复力方向相反,加速度方向相反,但 $|x_1| > |x_2|$, t_1 时刻回复力大于 t_2 时刻回复力,故 $a_1 > a_2$, D 对。

答案 A、D

评注 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来分析,图象不是振动物体的运动轨迹。



【例7】 弹簧下面悬挂的钢球,它所受的力与位移之间的关系也具有 $F=-kx$ 的形式吗? 由于平衡时弹簧已经有了一个静伸长量 h ,问题稍稍麻烦一点.这时仍要选择钢球静止时的位置为坐标原点,而小球所受的回弹力实际上是弹簧的弹力与重力的合力.

请你试着导出小球所受的合力与它的位移的关系.

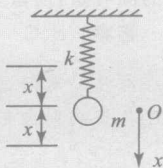


图 1-9

解答 如图 1-9 所示,设振子的平衡位置为 O ,向下方向为正方向,此时弹簧已经有了一个伸长量 h ,设弹簧的劲度系数为 k ,由平衡条件得

$$kh = mg \quad (1)$$

当振子向下偏离平衡位置的距离为 x 时,回复力即合外力为

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

将①代入②式得 $F_{\text{回}} = -kx$,可见小球所受合外力与它的位移的关系符合简谐运动的受力特点,该振动系统的振动也是简谐运动.我们把这样的系统称为竖直弹簧振子.振子振动过程中,动能、重力势能和弹性势能同时参与转化,机械能的总和保持不变.

【例8】 如图 1-10 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_____.

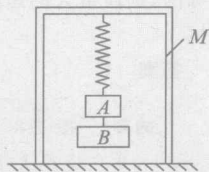


图 1-10

解答 本题考查简谐运动的特点及物体受力情况的分析.剪断细线前 A 的受力情况:

重力: mg , 向下; 细线拉力: $F_{\text{拉}} = mg$, 向下; 弹簧对 A 的弹力: $F = 2mg$, 向上. 此时弹簧的伸长量为 $\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{2mg}{k}$.

剪断细线后, A 做简谐运动,其平衡位置在弹簧的伸长量为 $\Delta x' = \frac{mg}{k}$ 处,最低点即刚剪断细线时的位置,离平衡位置的距离为 $\frac{mg}{k}$. 由简谐运动的特点知最高点离平衡位置的距离也为 $\frac{mg}{k}$,所以最高点的位置恰好在弹簧的原长处.此时弹簧对木箱作用力为零,所以此时木箱对地面的压力为 Mg .

答案 Mg

评注 在一些力学综合题目的处理中,如果能充分考虑简谐运动的对称性,注意弹簧原长点、平衡点、最高点、最低点等特殊点,可收到事半功倍的效果.