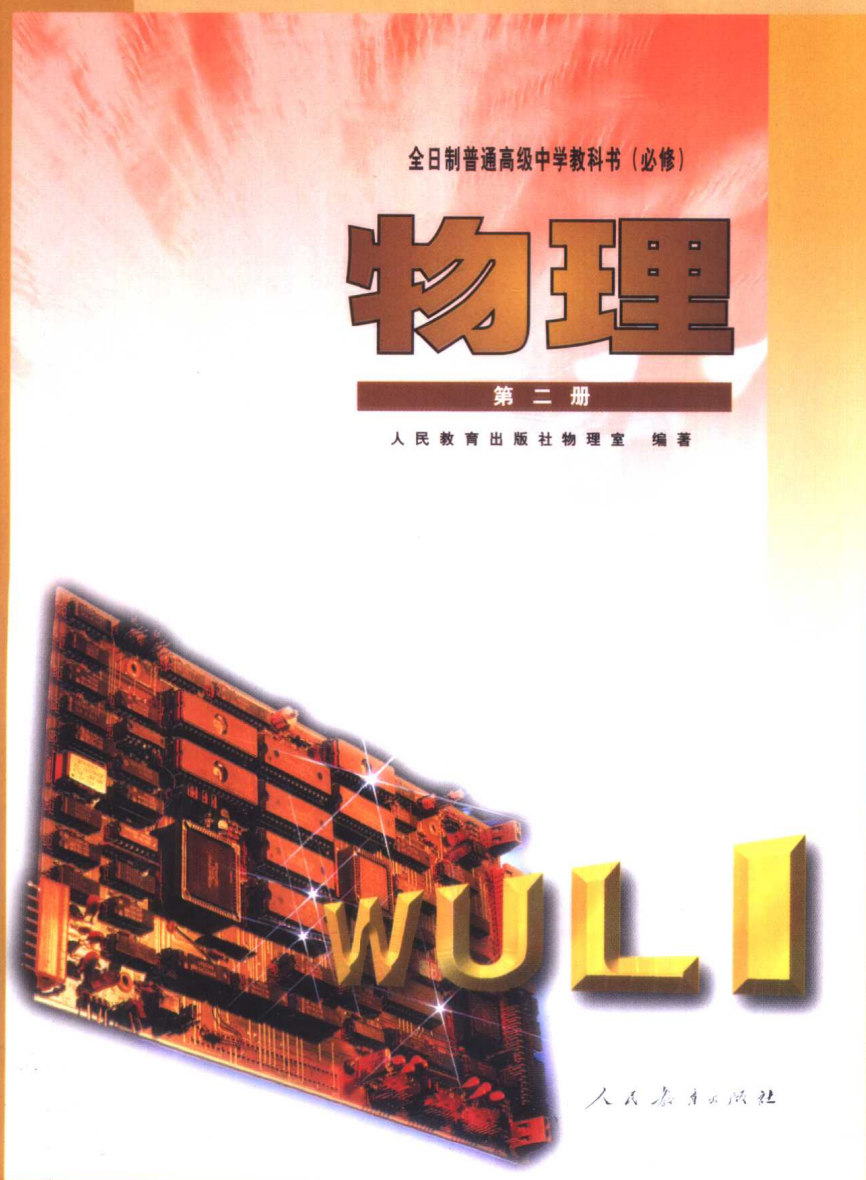


全日制普通高级中学（必修）

# 物理第二册

# 教师教学用书

人民教育出版社物理室 编著



人民教育出版社

全日制普通高级中学（必修）

物理第二册

# 教师教学用书

人民教育出版社物理室 编著

人民教育出版社

全日制普通高级中学（必修）

物理第二册

教师教学用书

人民教育出版社物理室 编著

\*

人民教育出版社出版  
(北京沙滩后街55号 邮编:100009)

网址:<http://www.pep.com.cn>

北京出版社重印

北京市新华书店发行

北京市朝阳展望印刷厂印刷

\*

开本 890×1194 1/16 印张 9.75 字数 216 000

2003年6月第1版 2003年6月第1次印刷

印数 1-7 750

ISBN 7-107-16506-2 定价: 9.20 元  
G·9595 (课)

## 前 言

本书是根据教育部 2002 年颁布的《全日制普通高级中学物理教学大纲》，在《全日制普通高级中学（试验修订本·必修）物理第二册教师教学用书》的基础上修订的，旨在帮助教师使用好《全日制普通高级中学教科书（必修）物理第二册》，为教学提供一些参考。内容包括教材的说明和教学参考意见。

各章分为教材分析和教学要求、练习和习题解答、实验指导和参考资料四部分。教材分析和教学要求部分对全章教材进行了分析，并对每一节教材提出具体的教学要求和教学建议。练习和习题解答部分给出了课本中全部练习和习题的解答。实验指导部分提出了进行演示实验、学生实验和小实验的注意事项和参考意见。参考资料部分提供了辅助教学的资料，内容包括重要的物理史实和有关的现代科学技术知识和资料等。

参加本书编写的有：张大昌、邢蕙兰、周国强、张晓东、张颖。此外，刘桂荣、夏蒙森、方兴等提供了部分实验资料。本书责任编辑是张颖，绘图是何慧君。张同恂、杜敏审阅了全部书稿。

本次修订是由张颖进行的。

# 目 录

<b>第八章</b>	<b>机械振动和机械波</b>	(1)
	一、教材分析和教学要求 .....	(1)
	二、练习和习题解答 .....	(4)
	三、实验指导 .....	(12)
	四、参考资料 .....	(15)
<b>第九章</b>	<b>分子动理论 能量守恒</b>	(19)
	一、教材分析和教学要求 .....	(19)
	二、练习和习题解答 .....	(22)
	三、实验指导 .....	(27)
	四、参考资料 .....	(27)
<b>第十章</b>	<b>固体、液体和气体</b>	(34)
	一、教材分析和教学要求 .....	(34)
	二、练习和习题解答 .....	(36)
	三、实验指导 .....	(39)
	四、参考资料 .....	(40)
<b>第十一章</b>	<b>电场</b>	(42)
	一、教材分析和教学要求 .....	(42)
	二、练习和习题解答 .....	(45)
	三、实验指导 .....	(49)
	四、参考资料 .....	(49)
<b>第十二章</b>	<b>恒定电流</b>	(57)
	一、教材分析和教学要求 .....	(57)

二、练习和习题解答 .....	(59)
三、实验指导 .....	(62)
四、参考资料 .....	(63)

### 第十三章 磁场 (67)

---

一、教材分析和教学要求 .....	(67)
二、练习和习题解答 .....	(70)
三、实验指导 .....	(75)
四、参考资料 .....	(76)

### 第十四章 电磁感应 (80)

---

一、教材分析和教学要求 .....	(80)
二、练习和习题解答 .....	(83)
三、实验指导 .....	(88)
四、参考资料 .....	(89)

### 第十五章 交变电流 (95)

---

一、教材分析和教学要求 .....	(95)
二、练习和习题解答 .....	(97)
三、实验指导 .....	(102)
四、参考资料 .....	(102)

### 第十六章 电磁波 (108)

---

一、教材分析和教学要求 .....	(108)
二、练习和习题解答 .....	(109)
三、参考资料 .....	(110)

### 第十七章 光的传播 (113)

---

一、教材分析和教学要求 .....	(113)
二、练习和习题解答 .....	(115)
三、实验指导 .....	(123)

**第十八章** 光的本性 (125)

---

- 一、教材分析和教学要求 ..... (125)
- 二、练习和习题解答 ..... (128)
- 三、实验指导 ..... (133)
- 四、参考资料 ..... (133)

**第十九章** 原子和原子核 (138)

---

- 一、教材分析和教学要求 ..... (138)
- 二、练习和习题解答 ..... (141)
- 三、参考资料 ..... (145)

# 第八章 机械振动和机械波

这一章教材是根据教学大纲必修物理课所规定的下述教学内容和要求编写的：

内容和要求	演 示
简谐运动 (A) 简谐运动的振幅、周期和频率 (A) 简谐运动的振动图象 (A) 用三角函数表示简谐运动 · 相位 单摆 (A) 单摆周期公式 (A)	弹簧振子的振动 简谐运动的振动图象 单摆振动周期的等时性 单摆振动周期与摆长有关
自由振动和受迫振动 (A) 共振 (A)	受迫振动和共振
机械波 (A) 横波和纵波 (A) 波长、频率和波速的关系 (A) 超声波及其应用 (A)	横波的形成和传播 纵波的形成和传播

说明：在弹簧振子的教学中，可以利用学生实验“探究弹性力和弹簧伸长的关系”的结论。

## 一、教材分析和 教学要求

**概述** 这一章主要讲述机械振动中运动规律最简单、最基本的一种周期性运动——简谐运动，并在此基础上学习有关机械波的知识。振动的知识在实际中有很多应用（例如心电图、核磁共振仪、地震仪、钟摆等），振动的有关知识也是后面学习波动的基础，所以教学中应引起重视。

这一章开始讲述简谐运动的基本特点，然后通过图象介绍简谐运动的运动规律和特点，接下来介绍简谐运动的实例——单摆，最后介绍受迫振动的知识。简谐运动是一种周期性的运动，正确理解简谐运动中各物理量（如周期、频率、振幅等）的确切含义是非常重要的。

同下面要学习的波动一样，用图象来描述物体的振动情况是非常重要的手段之一。教材在图象的讲授上较以前有所加强，希望学生能通过图象的学习，较好地理解简谐运动中各物理量的确切含义及其相互间的关系。

简谐运动比前面学过的各种运动复杂，定量研究需要较多的数学知识，因而中学阶段不宜作更多的定量计算，希望教学中掌握好要求。

**单元划分** 本章可分为两个单元：

第一单元 第一节至第五节，讲述机械振动及其特例——简谐运动。

第二单元 第六节至第八节，介绍机械波及其特例——超声波。



**教学要求：**

1. 知道什么是简谐运动以及物体在什么样的力作用下做简谐运动. 了解简谐运动的若干实例.
2. 理解简谐运动在一次全振动过程中位移、回复力、加速度、速度的变化情况.
3. 知道简谐运动是一种理想化模型以及在什么条件下可以把实际发生的振动看作简谐运动, 知道研究简谐运动的意义.
4. 知道什么是振幅、周期和频率.
5. 理解周期和频率的关系.
6. 知道什么是振动物体的固有周期和固有频率.

**说明：**

1. 在研究弹簧振子的振动情况时, 忽略了摩擦力和弹簧的质量. 这种忽略次要因素、突出主要因素, 即理想化的方法是物理学中经常使用的方法(后面在单摆等问题中也用到), 应该让学生认真领会.
2. 由于回复力的特点, 简谐运动中所说的位移, 都是相对于平衡位置而言的, 这一点在振动的学习中应当提醒学生时刻注意.
3. 应该使学生比较自然地想到描述周期性的运动必然要用到周期和频率的概念, 同时能理解在简谐运动中周期和频率的确切含义.
4. 简谐运动除用周期、频率这两个做周期性运动共有的物理量来描述外, 还要用到振幅这个振动特有的物理量. 教学中注意分析各物理量的含义, 会对学生深刻地理解物理规律有好处.

**教学要求：**

1. 知道什么是单摆.
2. 理解摆角很小时单摆的振动是简谐运动.
3. 知道单摆的周期跟什么因素有关, 了解单摆的周期公式, 并能用来进行有关的计算.
4. 知道用单摆可测定重力加速度.

**说明：**

1. 单摆放在简谐运动的图象后面讲授, 在学生借助图象对简谐运动有了一定程度的了解后, 再将受力和运动情况较为复杂的单摆作为简谐运动的一个特例来研究, 可能会更有利于学生学习.
2. 单摆的受力和运动情况较弹簧振子的复杂, 教学中应该注意使学生领会课本中“在研究摆球沿圆弧运动情况时, 可以不考虑与摆球运动方向垂直的力, 而只考虑沿摆球运动方向的力”的含义, 使学生明确单摆的回复力是沿圆弧切线方向的分力  $G\sin\theta$ , 不是重力和绳子拉力的合力.

3. 在单摆的教学中, 注意让学生了解单摆做简谐运动的条件, 并体会物理学中常用的近似的方法.

4. 单摆的摆角越小, 其运动越接近简谐运动. 多数书中常给出单摆做简谐运动的条件是摆角小于  $5^\circ$ , 而在实际中摆角小于  $5^\circ$  的单摆, 其运动细节很难观察. 因此, 课本在测单摆的周期的实验中说明, 可在摆角为  $10^\circ$  的情况下研究单摆的运动情况, 此时由于角度近似而引起的相对误差为 15% 左右, 在中学阶段是可以的.

### (三) 简谐运动的图象

#### 教学要求:

1. 知道振动图象的物理含义, 知道简谐运动的图象是一条正弦或余弦曲线.
2. 能根据图象知道振动的振幅、周期和频率.

#### 说明:

1. 图象是学习物理的一种重要方法, 为了让学生更好地理解振动图象的实质, 教材特意用闪光照相的方法描绘振动的图象. 这样处理的出发点是想避免以往只用砂摆得出简谐运动的振动图象时, 学生易将振动图象中一质点的振动情况和下一章将要学习的波动图象中不同质点的振动情况相混淆的错误.

2. 为了开阔学生的视野, 应多向学生介绍些如课本图 8-8、8-9 所示的振动图象应用的实例, 加强学生的应用意识.

### (四) 振动中的能量转化

#### 教学要求:

1. 知道振幅越大, 振动的能量 (总机械能) 越大.
2. 知道在简谐运动中机械能守恒.
3. 知道什么是阻尼振动.

#### 说明:

1. 在复习机械能守恒知识的基础上, 应向学生说明: 在位移最大时, 即动能为零时, 单摆的振幅最大, 重力势能最大; 水平弹簧振子的振幅越大, 弹性势能越大. 因此, 振幅越大, 振动的能量越大.

2. 简谐运动是一种理想化模型, 实际中发生的振动都要受到阻尼的作用. 如果阻尼很小, 振动物体受到的回复力大小与位移成正比, 方向与位移相反, 则物体的运动可以看作是简谐运动. 这种将实际问题理想化的方法, 应注意让学生领会.

### (五) 受迫振动 共振

#### 教学要求:

1. 知道什么是受迫振动, 知道受迫振动的频率等于驱动力的频率.

2. 知道什么是共振以及发生共振的条件, 知道共振的应用和防止的实例.

**说明:**

1. 教学中应该充分发挥实验的作用, 使学生理解物体在做受迫振动时其频率跟驱动力频率的关系, 以及受迫振动的频率与物体固有频率接近时, 振动的特点.

2. 在做共振实验时, 也可以用如下的实验代替课本中图 8-15 的实验. 即在同一块薄木板上固定许多长度不同, 但质地、粗细相同的小木棒, 振动其中的一个, 观察其他小木棒哪一个振动得最剧烈.

3. 注意引导学生多思考一下共振在实际中的应用 (如乐器的共鸣箱等) 以及避免共振的做法, 培养学生理论联系实际的能力和习惯.

**二、练习和习题  
解答**

**练习一**

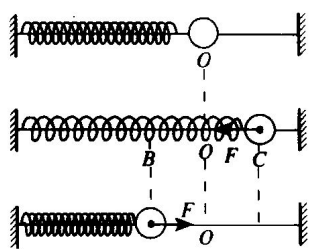


图 8-1

(1) 按照你的理解, 图 8-1 中的小球从 C 点经过 O 点到达 B 点, 小球是否完成了一次全振动? 从 O 点到达 B 点而后又回到 O 点, 小球是否完成了一次全振动? 请你正确描述从 C 点开始运动和从 O 点开始向右运动这两种情况下, 小球完成一次全振动所经过的路径.

答: 两种情况下小球都没有完成全振动. 如果小球从 C 点开始运动, 经过 O 点到达 B 点, 然后向相反方向经过 O 点又回到 C 点, 这样就完成了一次全振动; 如果小球从 O 点开始向右运动, 到达 C 点后反向运动, 经过 O 点到达 B 点, 然后又反向运动到 O 点, 这样也完成了一次全振动.

(2) 分析图 8-1 的弹簧振子在一次全振动中位移、速度、加速度、回复力的变化规律, 填写下表.

答:

	位移	回复力	加速度	速度
O→C	增大	增大	增大	减小
C	最大	最大	最大	为零
C→O	减小	减小	减小	增大
O	为零	为零	为零	最大
O→B	增大	增大	增大	减小
B	最大	最大	最大	为零
B→O	减小	减小	减小	增大
O	为零	为零	为零	最大

(3)图 8-1 中的弹簧振子在由 C 点运动到 O 点的过程中,关于它的运动情况,下列说法中哪个正确?在由 O 点运动到 B 点的过程中呢?

- A. 做匀加速运动.
- B. 做加速度不断减小的加速运动.
- C. 做加速度不断增大的加速运动.
- D. 做加速度不断减小的减速运动.
- E. 做加速度不断增大的减速运动.

答:在由 C 到 O 的运动过程中, B 正确. 振子在由 C 到 O 的运动过程中,位移的大小不断减小,从而回复力和加速度不断减小;由于加速度的方向与振子运动方向相同,速度不断增大. 故在这一过程中,振子做加速度不断减小的加速运动.

同理,在由 O 到 B 的运动过程中,振子做加速度不断增大的减速运动,故 E 正确.

(4)图 8-1 中弹簧振子的振幅是 2 cm,完成一次全振动,小球通过的路程是多少?如果频率是 5 Hz,小球每秒通过的路程是多少?

解:8 cm,40 cm.

(5)做简谐运动的物体,在 24 s 的时间内完成 30 次全振动,求振动的周期和频率.

解:周期  $T = \frac{24}{30} \text{ s} = 0.8 \text{ s}$ , 频率  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.8} \text{ Hz} = 1.25 \text{ Hz}$ .

(6)弹簧振子的振幅增大为原来的 2 倍时,下列说法中正确的是:

- A. 周期增大为原来的 2 倍.
- B. 周期减小为原来的  $\frac{1}{2}$ .
- C. 周期不变.

答:C.

## 练习二

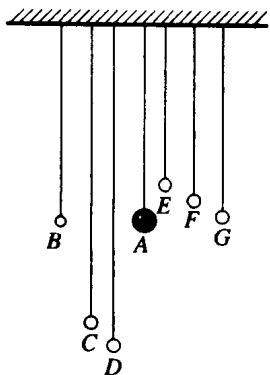


图 8-2

(1)单摆的摆长、摆球质量、摆的振幅(始终保持很小)、当地的重力加速度,这几个物理量中,哪几个跟摆的振动周期有关?

答:摆长和重力加速度与摆的振动周期有关.

(2)图 8-2 中有 A、B、C、D、E、F、G 共 7 个单摆,在做简谐运动时,其中\_\_\_\_\_的周期最长,\_\_\_\_\_的频率最低,\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的周期相等.

答:D 的周期最长, D 的频率最低, A、B 和 G 的周期相等.

(3)一个做简谐运动的单摆,拿到月球上以后,它的周期比在地球上时大了还是小了? 频率呢?

答:由于月球上重力加速度减小,故周期增大,频率减小.

(4)一个单摆原来的周期是 2 s,在下列情况下,周期有无变化? 如有变化,变为多少?

a. 摆长减为原长的  $\frac{1}{4}$ .

b. 摆球的质量减为原来的  $\frac{1}{4}$ .

c. 振幅减为原来的  $\frac{1}{4}$ .

d. 重力加速度减为原来的  $\frac{1}{4}$ .

答:

a. 摆长减为原来的  $\frac{1}{4}$  时, 周期减为原来的  $\frac{1}{2}$ .

b. 摆球的质量减为原来的  $\frac{1}{4}$  时, 周期不变.

c. 振幅减为原来的  $\frac{1}{4}$  时, 周期不变.

d. 重力加速度减为原来的  $\frac{1}{4}$  时, 周期为原来的 2 倍.

(5) 一个单摆的摆长为 30 cm, 重力加速度  $g=9.8 \text{ m/s}^2$ , 求单摆的周期.

解:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.3}{9.8}} \text{ s} = 1.1 \text{ s}.$

(6) 摆长为 24.8 cm 的单摆完成 120 次全振动所用的时间为 120 s, 求摆所在地的重力加速度.

解: 此单摆的周期  $T=1 \text{ s}$ . 由单摆周期公式  $T=2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  可得重力加速度

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = \frac{4\pi^2 \times 0.248}{1} \text{ s} = 9.79 \text{ m/s}^2.$$

### \* 练习三

(1) 某物体做简谐运动的图象如图 8-3 所示, 试利用图象求出它的振幅、周期和频率.

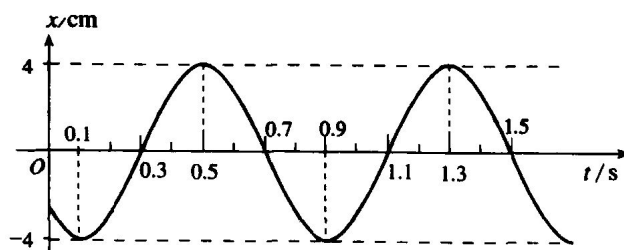


图 8-3

解: 简谐振动的振幅为图象中的最大位移, 即 4 cm; 取位移都为 4 cm 的两个点, 其横坐标的差值即为简谐运动的周期, 为 0.8 s; 根据周期和频率的关系可求得频率为  $1/0.8 \text{ Hz} = 1.25 \text{ Hz}$ .

(2) 在图 8-4 中, 做简谐运动的物体在某时刻的位置用 A 表示, 试在

图上标出经过  $\frac{1}{4}$  周期、 $\frac{1}{2}$  周期、 $\frac{3}{4}$  周期和 1 个周期后代表物体位置的点 B、C、D、E。

解：如图 8-4 所示。

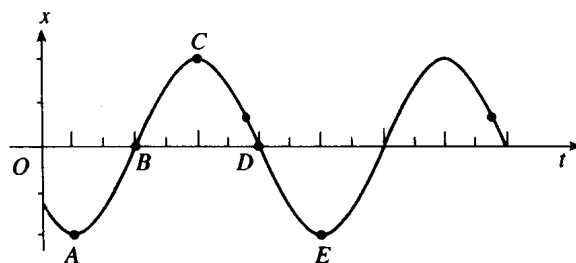


图 8-4

(3) 在图 8-5 中，做简谐运动的物体在某时刻的位置用 M 表示，试标出一个周期以前代表它的位置的点。

解：如图 8-5 M' 点所示。

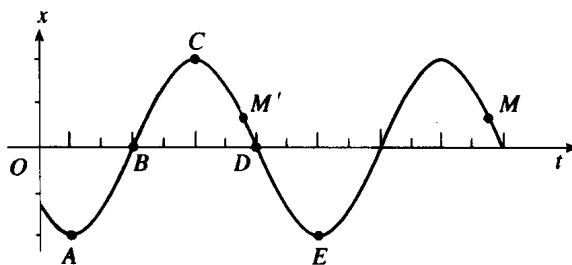


图 8-5

### 练习四

分析弹簧振子(图 8-1)和单摆做简谐运动时能量的转化情况，填好下表(填写增大、减小、不变)。

小球的运动		C→O	O→B	B→O	O→C
能量的变化	动能	增大	减小	增大	减小
	势能	减小	增大	减小	增大
	总能	不变	不变	不变	不变

### 练习五

(1) 汽车的车身是装在弹簧上的，这个系统的固有周期是 1.5 s。汽车在一条起伏不平的路上行驶，路上各凸起处大约都相隔 8 m，汽车以多大速度行驶时，车身上下颠簸得最剧烈？

解：汽车所受驱动力的周期  $T = \frac{l}{v}$ ，其中  $v$  为汽车的速度， $l$  为各凸起处相隔的距离。驱动力的频率为  $f = \frac{v}{l}$ 。当  $f$  等于车身的固有频率  $f' = \frac{1}{T}$  时，车身起伏最剧烈，故有

$$\frac{v}{l} = \frac{1}{T},$$

$$v = \frac{l}{T} = \frac{8}{1.5} \text{ m/s} = 5.33 \text{ m/s}.$$

(2) 我国生产的家用微波炉的微波频率是 2 450 MHz，为什么要采用这样的频率？

答：微波炉通常设计为通过加热食物中的水而加热食物。这个频率与水分子振动的固有频率相同，因此水分子发生共振，振幅能够达到最大，温度升高快。

## 练习六

(1) 当波在介质中传播的时候，介质中的质点做什么运动？

答：振动。

(2) 图 8-6 模拟的是横波还是纵波？为什么？

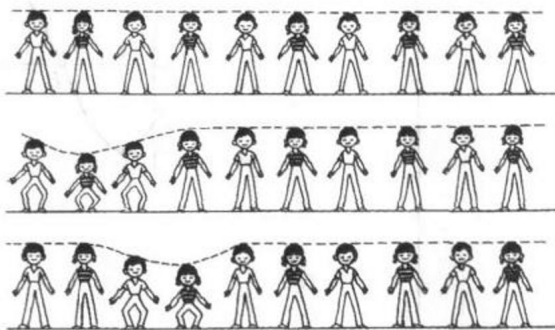


图 8-6

答：横波。因为学生下蹲与站起时身体的运动方向与模拟波的传播方向垂直。

(3) 图 8-7 是一列向左传播的横波的图象。试画出很短一段时间之后波的图象。介质中的 A、B、C、D 各点朝哪个方向运动？

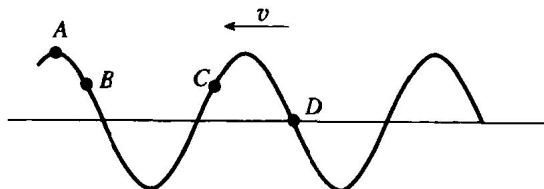


图 8-7

答：如图 8-8 所示。

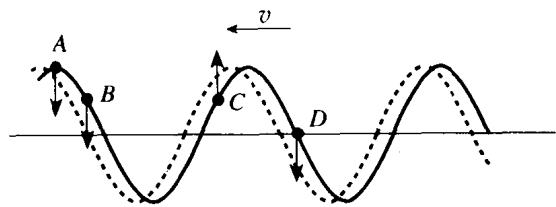


图 8-8

### 练习七

(1) 一个高个子人和一个矮个子人并肩行走，哪个人的双腿前后交替更为迅速？如果把他们和两列波作类比，波长、频率、波速分别可以比做什么？

答：矮个子人的双腿前后交替更为迅速。波长、频率、波速分别可以比做步幅、单位时间内左腿（或右腿）在前的次数、人走的速度。

(2) 每秒做 100 次全振动的波源产生的波，它的频率、周期各是多少？如果波速是 10 m/s，波长是多少？

答：频率是 100 Hz，周期是 0.01 s，波长是  $\lambda = \frac{10}{100} \text{ m} = 0.1 \text{ m}$ 。

(3) 一艘渔船停泊在岸边，如果海浪的两个相邻波峰的距离是 6 m，海浪的速度是 15 m/s，渔船摇晃的周期是多长？

解： $\lambda = 6 \text{ m}$ ， $v = 15 \text{ m/s}$ ，海浪的周期  $T = \frac{\lambda}{v} = 0.4 \text{ s}$ 。渔船摇晃的周期和海浪的周期相等，也是 0.4 s。

### 习题

(1) 做简谐运动的质点在通过平衡位置时，在下列物理量中，具有最大值和最小值的物理量各是哪些？

- A. 回复力.      B. 加速度.      C. 速度.      D. 位移.

答：具有最大值的物理量为：C。具有最小值的物理量为：A, B, D。

(2) 关于简谐运动，下列说法中正确的是：

- A. 回复力总指向平衡位置。  
 B. 加速度和速度的方向总跟位移的方向相反。  
 C. 越接近平衡位置，加速度越小。  
 D. 速度的方向有时跟位移方向相同，有时相反。  
 E. 回复力的方向跟位移的方向总是相反的。

答：A, C, D, E。

(3) 如果一个单摆做半个全振动所用时间是 1 s，这个单摆叫做秒摆。北京的自由落体加速度是  $9.801 \text{ m/s}^2$ ，北京的秒摆摆长是多少？

解：据题意，秒摆的周期应为 2 s，因此北京的秒摆摆长应为



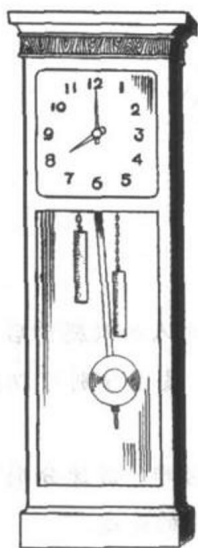


图 8-9

$$\begin{aligned}
 l &= g [T / (2\pi)]^2 \\
 &= 9.801 \times [2 / (2 \times 3.14)]^2 \text{ m} \\
 &\approx 0.994 \text{ m}
 \end{aligned}$$

(4) 图 8-9 是个摆钟, 钟摆运行时克服摩擦所需的能量由重锤的势能提供, 运行的速率由钟摆控制. 旋转钟摆下端的螺母可以使摆上的圆盘沿摆杆上下移动. 在什么情况下需要调整圆盘的位置? 怎样调整? 季节变换时是否应该调整? 把钟从一个城市移到另一个城市是否应该调整? 为什么?

答: 季节变换时, 温差变化较大, 会影响钟摆的长度, 从而影响摆动周期; 把钟从一个城市移到另一个城市时, 重力加速度会发生变化, 也会影响周期, 因此都需要调整圆盘的位置.

(5) 某一弹簧振子的周期是 0.2 s, 它在 1 s 内通过 40 cm 的路程, 它的振幅是多大?

解: 弹簧振子在 1 s 内运动了 5 个周期, 每个周期行程 4 个振幅大小, 因此它的振幅为 2 cm.

(6) 图 8-10 是某弹簧振子的振动图象, 试回答下列问题:

A. 振动的振幅、周期、频率各是多大?

B. 如果从 O 点算起, 到图象上哪一点为止振子完成了一次全振动? 从 C 点算起呢?

C. 图象上 A、B、C、D、E、F 各点中, 振子处于哪些点时的动能最大? 处于哪些点时的势能最大?

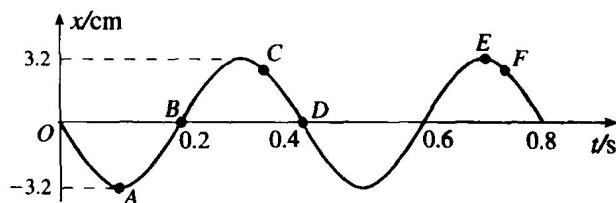


图 8-10

答: A. 振幅为 3.2 cm, 周期为 0.4 s, 频率为 2.5 Hz.

B. 从 O 点算起, 到 D 点完成一次全振动; 从 C 点算起, 到 F 点完成一次全振动.

C. 振子处于平衡位置, 即 O、B、D 各点时, 动能最大; 振子处于位移最大的位置, 即 A、E 点时, 势能最大.

(7) 一个如图 8-1 所示的弹簧振子, 振幅为 3 cm, 周期为 1 s. 取水平向右的方向为振子位移的正方向, 振子向右运动到最右点 C 时开始计时. 用适当的标度 (适当的比例) 画出弹簧振子的振动图象.

答: 如图 8-11 所示.