

# 高中物理

# 小题才王做<sup>®</sup>

.....选择性必修第一册 RJ.....

主 编 恩波教育研究中心  
编 委 金 诚 王德胜 徐高本 闫洪兴  
张北春 石有山 张继业 张宪章

SE 东南大学出版社  
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

·南京·

### 图书在版编目(CIP)数据

高中物理小题狂做：选择性必修.第一册：RJ /  
恩波教育研究中心主编. — 南京：东南大学出版社，  
2021.3(2025.3重印)

ISBN 978-7-5641-9466-6

I. ①高… II. ①恩… III. ①中学物理课—高中—习  
题集 IV. ①G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 043114 号

### 高中物理小题狂做·选择性必修第一册·RJ

---

主 编	恩波教育研究中心
出版发行	东南大学出版社
出 版 人	白云飞
责任编辑	黄 惠
社 址	南京市四牌楼 2 号
邮 编	210096
经 销	全国各地新华书店
印 刷	天长市梦远印刷服务有限公司
开 本	880 mm×1230 mm 1/16
印 张	7
字 数	148 千字
版 次	2021 年 3 月第 1 版
印 次	2025 年 3 月第 5 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5641-9466-6
定 价	43.80 元

---

(凡因印装质量问题,可直接向读者服务部调换。电话:025-83790529)

# 目录 Contents



## 第一章 动量守恒定律

限时小练 1	动量	1
限时小练 2	动量定理(课时 1)	3
限时小练 2	动量定理(课时 2)	6
阶段提优 1	微元法在动量问题中的应用	9
限时小练 3	动量守恒定律(课时 1)	11
限时小练 3	动量守恒定律(课时 2)	14
限时小练 4	实验:验证动量守恒定律	17
限时小练 5	弹性碰撞和非弹性碰撞(课时 1)	20
限时小练 5	弹性碰撞和非弹性碰撞(课时 2)	23
限时小练 6	反冲现象 火箭	26
阶段提优 2	动量守恒定律的综合应用	28
► 章末提优 1		30
► 真题小练		35

## 第二章 机械振动

限时小练 7	简谐运动	36
限时小练 8	简谐运动的描述	38
限时小练 9	简谐运动的回复力和能量(课时 1)	40
限时小练 9	简谐运动的回复力和能量(课时 2)	43
限时小练 10	单摆	46
限时小练 11	实验:用单摆测量重力加速度	49
限时小练 12	受迫振动 共振	52

### 方法规律 见答案

► 规律总结	动量变化量的求解方法/1
► 规律总结	动量与动能的关系/1
► 易错点拨	理解冲量的两点注意/2
► 规律总结	定性分析动量有关现象的两种情况/2
► 规律总结	应用动量定理定量计算的一般步骤/3
► 方法技巧	求变力的冲量/3
► 规律总结	应用动量定理解题的注意事项/5
► 规律总结	动量守恒的几种情况/6
► 思路点拨	对于多物体、多过程动量守恒定律的应用的解题思路/8
► 方法技巧	用动量守恒定律处理多物体、多过程问题的两大注意事项/8
► 思路点拨	在一维碰撞中验证动量守恒/9
► 规律总结	“子弹打木块”模型/10
► 规律总结	碰撞问题遵循的三个原则/11
► 规律总结	处理碰撞问题的技巧/12
► 模型构建	碰撞中的临界问题/13
► 规律总结	反冲运动的三个特点/13

► 方法技巧	弹簧振子的位移—时间图像的应用/18
► 规律总结	简谐运动的对称性/18
► 规律总结	简谐运动的表达式/18
► 方法技巧	分析简谐运动中各物理量变化情况的技巧/19
► 知识总结	弹簧振子运动学特征/20
► 规律总结	阻尼振动的能量和周期/24

阶段提优 3 简谐运动的综合运用 .....	54
► 章末提优 2 .....	57
► 真题小练 .....	62

### 第三章 机械波

限时小练 13 波的形成 .....	64
限时小练 14 波的描述 .....	66
阶段提优 4 波动图像及多解问题 .....	68
限时小练 15 波的反射、折射和衍射 .....	70
限时小练 16 波的干涉 .....	72
限时小练 17 多普勒效应 .....	75
► 章末提优 3 .....	77
► 真题小练 .....	81

► 知识总结	波的图像的特点/28
► 规律总结	波的产生的实质/28
► 规律总结	频率、波长和波速的决定因素及关系/29
► 方法技巧	波的传播方向与质点振动方向的互判方法/29
► 思路点拨	巧解图像问题/30
► 思路点拨	对振动问题中周期性的理解/31
► 规律总结	振动加强与振动减弱点的判断方法/32
► 规律总结	稳定干涉图样与明显干涉图样的区别/32
► 规律总结	多普勒效应的应用/33

### 第四章 光

限时小练 18 光的折射 .....	82
限时小练 19 全反射(课时 1) .....	84
限时小练 19 全反射(课时 2) .....	87
阶段提优 5 光的全反射的综合应用 .....	90
限时小练 20 光的干涉 .....	92
限时小练 21 实验:用双缝干涉测量光的波长 .....	95
限时小练 22 光的衍射 .....	97
限时小练 23 光的偏振 激光 .....	100
► 章末提优 4 .....	102
► 真题小练 .....	107

► 思路点拨	解决光的折射问题的思路/36
► 规律总结	对全反射的理解/37
► 规律总结	解决光的折射和全反射综合问题的一般思路/37
► 方法技巧	求解全反射问题的思路/38
► 思路点拨	全反射中求光的传播时间的一般思路/40
► 规律总结	双缝干涉图样特点/40
► 规律总结	双缝干涉问题的三点注意/41
► 规律总结	产生亮、暗条纹的条件/42
► 规律总结	区分双缝干涉条纹与单缝衍射条纹的方法/43

典题讲评与答案详析(另册,常用结论、规律总结、方法技巧)

小帮手(另册,提分攻略)

# 第一章 动量守恒定律

## 限时小练 1 动 量

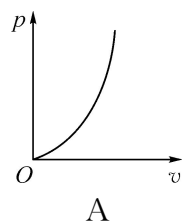
建议用时:25 分钟 答案见 P1

### 学习目标

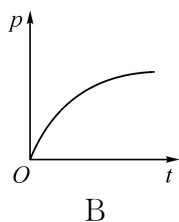
1. 能通过实验寻找碰撞中的不变量.
2. 知道动量的概念及其单位,知道动量与动能的区别和联系.
3. 会计算动量的变化量.

### 一、单项选择题(每题有一个选项符合题意)

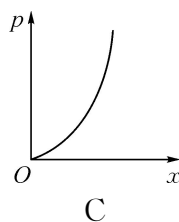
1. 关于物体的动量,下列说法中正确的是 ( )  
A. 速度大的物体的动量一定大  
B. 做匀速圆周运动的物体,其动量一定不变  
C. 两物体的质量相等,速度大小也相等,则它们的动量一定相同  
D. 两物体的速度相同,则它们动量的方向一定相同
2. 下列关于动量和动能的说法正确的是 ( )  
A. 动量和动能都是矢量,都有大小和方向  
B. 动量和动能都是标量,只有大小,没有方向  
C. 物体的动能为零时,其动量也一定为零  
D. 两个质量相等的物体,若它们的动能相同,则它们的动量也一定相同
3. 羽毛球是速度最快的球类运动,运动员扣杀羽毛球的速度可达到  $100\text{ m/s}$ . 假设羽毛球飞来的速度为  $30\text{ m/s}$ ,运动员将羽毛球以  $70\text{ m/s}$  的速度反向击回,羽毛球的质量为  $10\text{ g}$ ,则羽毛球动量的变化量 ( )  
A. 大小为  $0.4\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ,方向与羽毛球飞来的方向相同  
B. 大小为  $0.4\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ,方向与羽毛球飞来的方向相反  
C. 大小为  $1.0\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ,方向与羽毛球飞来的方向相反  
D. 大小为  $1.0\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ,方向与羽毛球飞来的方向相同
4. 某汽车由静止以恒定的加速度启动,在汽车做匀加速直线运动的时间内,下列关于汽车的动量大小  $p$  和汽车的速度大小  $v$ 、运动时间  $t$ 、位移大小  $x$  的关系图像,可能正确的是 ( )



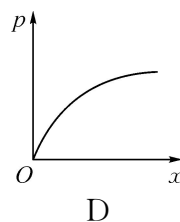
A



B

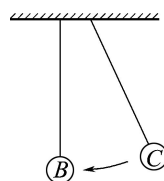


C



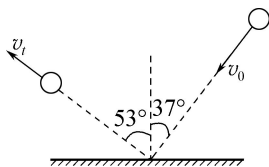
D

5. **教材变式** 利用如图所示的装置探究碰撞中的不变量,下列说法错误的是 ( )  
A. 悬挂两球的细绳的悬点不可以同一点  
B. 悬挂两大小相同小球的细绳长度要适当,且等长  
C. 静止释放小球 C 以便计算小球碰撞前的速度  
D. 两小球必须都是刚性球,且碰撞小球的质量大于被碰小球的质量



6. **思维提升** 一个质量为  $0.2 \text{ kg}$  的小球, 以大小为  $v_0 = 20 \text{ m/s}$  的速度斜射到坚硬的粗糙平面上, 入射方向与竖直方向的夹角为  $37^\circ$ , 碰撞后小球被斜着弹出, 弹出的方向与竖直方向的夹角为  $53^\circ$ , 速度大小变为  $v_t = 15 \text{ m/s}$ , 取  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ . 关于该碰撞过程, 下列说法正确的是 ( )

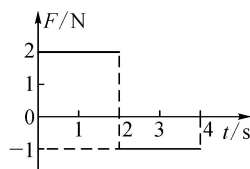
- A. 小球在竖直方向的动量变化量大小为  $1.4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$   
 B. 小球在竖直方向的动量变化量大小为  $5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$   
 C. 小球总动量的变化量大小为  $1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$   
 D. 小球总动量的变化量大小为  $7 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$



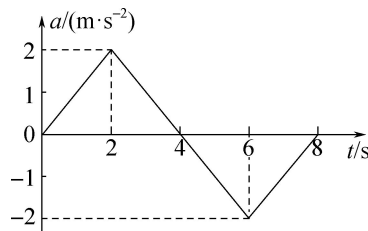
## 二、多项选择题 (每题至少有两个选项符合题意)

7. 一只小球沿光滑水平面运动, 垂直撞到竖直墙上. 小球撞墙前后的动量变化量为  $\Delta p$ , 动能变化量为  $\Delta E$ , 关于  $\Delta p$  和  $\Delta E$  的下列说法, 其中正确的是 ( )
- A. 若  $\Delta p$  最大, 则  $\Delta E$  也最大  
 B. 若  $\Delta p$  最大, 则  $\Delta E$  一定最小  
 C. 若  $\Delta p$  最小, 则  $\Delta E$  也最小  
 D. 若  $\Delta p$  最小, 则  $\Delta E$  一定最大
8. 一质量为  $2 \text{ kg}$  的物块在合外力  $F$  的作用下从静止开始沿直线运动,  $F$  随时间  $t$  变化的图线如图所示, 则 ( )

- A.  $t = 1 \text{ s}$  时物块的速率为  $1 \text{ m/s}$   
 B.  $t = 2 \text{ s}$  时物块的动量大小为  $4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$   
 C.  $t = 3 \text{ s}$  时物块的动量大小为  $5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$   
 D.  $t = 4 \text{ s}$  时物块的速度为零



9. **新考法**  $t = 0$  时, 质点  $P$  从原点由静止开始做直线运动, 其加速度  $a$  随时间  $t$  按图示的图线变化. 在  $0 \sim 8 \text{ s}$  时间内, 下列说法正确的是 ( )
- A.  $t = 4 \text{ s}$  时, 质点  $P$  的加速度和速度均为 0  
 B.  $t = 8 \text{ s}$  时, 质点  $P$  回到原点  
 C. 在  $0 \sim 8 \text{ s}$  内, 质点  $P$  的动量的变化量为 0  
 D. 在  $0 \sim 8 \text{ s}$  内, 质点  $P$  的动能的变化量为 0



## 三、解答题

10. **教材变式** 某同学对着墙壁练习踢球技术, 其模型简化如图所示. 质量为  $m$  的足球, 以大小为  $v_0$  的速度向右运动, 与墙壁碰撞后以大小为  $v$  的速度向左运动, 足球与墙壁碰撞接触的时间为  $t$ , 忽略所有阻力, 求:

- (1) 足球动量变化量的大小;  
 (2) 足球与墙壁碰撞过程中的平均加速度大小;  
 (3) 墙壁对足球做的功.



## 阶段提优 1 微元法在动量问题中的应用

建议用时: 20 分钟 答案见 P5

## 一、选择题(每题有一个或多个选项正确)

1. [2025 山东泰安第一中学月考]为估算池塘中睡莲叶面承受雨滴撞击产生的平均压强,小明在雨天将一圆柱形水杯置于露台,测得 1 小时内杯中水位上升了 45 mm. 查询得知,当时雨滴竖直下落的速度约为 12 m/s,据此估算该压强约为(设雨滴撞击水杯后无反弹,不计雨滴重力,雨水的密度为  $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) ( )

A. 0.15 Pa                      B. 0.54 Pa                      C. 1.5 Pa                      D. 5.4 Pa

2. [2024 福建厦门月考]中国空间站“天和”核心舱使用了电推进发动机,基本原理是将被电离的原子从发动机尾部高速喷出,从而为航天器提供推力. 电推进发动机在某次地面测试中,离子以一定速率向后喷出,流量为  $3 \times 10^{-3} \text{ g/s}$ ,获得的平均推力大小为 0.09 N,则离子被喷出的速率为 ( )

A. 3 km/s                      B. 30 km/s                      C. 60 km/s                      D. 90 km/s

3. [2024 山东聊城期中]如图所示为清洗汽车用的高压水枪. 设水枪出水口直径为  $D$ ,水流以速度  $v$  从枪口喷出近距离垂直喷射到车身. 所有喷到车身的水流,约有  $\frac{2}{3}$  向四周溅散开,溅起时垂直车身向外的速度为  $\frac{v}{4}$ ,其余  $\frac{1}{3}$  的水流



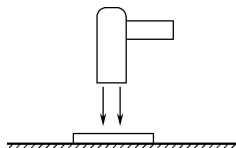
撞击车身后无反弹顺车流下. 由于水流与车身的作用时间较短,在分析水流对车身的作用力时可忽略水流所受的重力. 已知水的密度为  $\rho$ ,水流对车身的平均冲击力大小为 ( )

A.  $\frac{1}{8}\rho\pi D^2 v^2$                       B.  $\frac{5}{24}\rho\pi D^2 v^2$                       C.  $\frac{7}{24}\rho\pi D^2 v^2$                       D.  $\frac{11}{24}\rho\pi D^2 v^2$

4. [2024 湖南长沙月考]如图甲所示,某同学手持电吹风垂直向电子秤的托盘吹风,圆形出风口与托盘距离较近且风速恒定,吹在托盘上的风会从平行于托盘方向向四周散开,简化图如图乙所示. 当电吹风设置在某挡位垂直向托盘吹风时,电子秤示数与放上一质量为  $m$  的砝码时一致,电吹风吹出风口半径为  $r$ ,空气密度为  $\rho$ ,重力加速度大小为  $g$ . 下列说法正确的是 ( )



甲



乙

- A. 使用出风口面积越大的电吹风,电子秤示数一定也越大  
B. 设出风口的风速为  $v$ ,则单位时间内出风口吹出气体的质量为  $\rho\pi r^2 v^2$

C. 电吹风吹出风口的风速为  $\sqrt{\frac{mg}{\rho\pi r^2}}$

D. 电吹风吹风的平均功率为  $mg\sqrt{\frac{mg}{\rho\pi r^2}}$

5. 航天器离子发动机原理如图所示,首先电子枪发射出的高速电子将中性推进剂离子化(即电离出正离子),正离子被正、负极栅板间的电场加速后从喷口喷出,从而使航天器获得推进或姿态调整

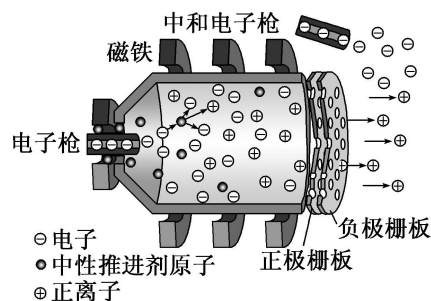
的反冲力. 已知单个正离子的质量为  $m$ , 电荷量为  $q$ , 正、负极栅板间加速电压为  $U$ , 从喷口喷出的正离子所形成的电流为  $I$ . 忽略离子间的相互作用力及离子喷射对航天器质量的影响. 该发动机产生的平均推力  $F$  的大小为 ( )

A.  $I \sqrt{\frac{2mU}{q}}$

B.  $I \sqrt{\frac{mU}{q}}$

C.  $I \sqrt{\frac{mU}{2q}}$

D.  $2I \sqrt{\frac{mU}{q}}$



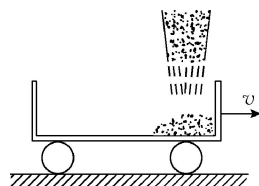
## 二、解答题

6. 某游乐园入口旁有一喷泉, 喷出的水柱将一质量为  $M$  的卡通玩具稳定地悬停在空中. 为计算方便起见, 假设水柱从横截面积为  $S$  的喷口持续以速度  $v_0$  竖直向上喷出; 玩具底部为平板 (面积略大于  $S$ ); 水柱冲击到玩具底板后, 在竖直方向速度变为零, 在水平方向朝四周均匀散开. 忽略空气阻力. 已知水的密度为  $\rho$ , 重力加速度大小为  $g$ . 求:

- (1) 喷泉单位时间内喷出的水的质量;
- (2) 玩具在空中悬停时, 其底面相对于喷口的高度.

7. [2024 江苏泰州中学期中] 如图所示, 在水平光滑的轨道上有一辆质量为  $300 \text{ kg}$ , 长度为  $2.5 \text{ m}$  的装料车, 悬吊着的漏斗以恒定的质量流量  $100 \text{ kg/s}$  向下漏原料, 装料车以  $0.5 \text{ m/s}$  的速度匀速行驶到漏斗下方装载原料.

- (1) 为了维持车速不变, 在装料过程中需用多大的水平拉力作用于车上才行?
- (2) 车装完料驶离漏斗下方后仍以原来的速度前进, 要使它  $2 \text{ s}$  内停下来, 需要对小车施加一个多大的水平制动力?



## 章末提优 1

建议用时:50 分钟 答案见 P15

## 一、单项选择题(每题有一个选项符合题意)

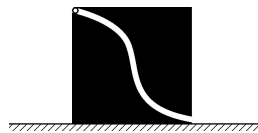
1. [2025 山东烟台期中]如图所示为快速击打羽毛球时将固定的西瓜打爆的情形. 假设羽毛球的质量为 5 g, 初速度为 270 km/h, 与西瓜接触的时间为 0.01 s, 之后羽毛球速度减为 0, 忽略空气阻力的影响, 取重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 则关于该羽毛球击打西瓜过程, 下列说法正确的是 ( )



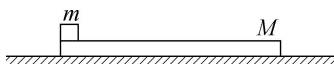
- A. 羽毛球对西瓜的作用力大小约为 37.5 N  
 B. 若以羽毛球与西瓜为系统, 则系统的动量守恒  
 C. 羽毛球接触西瓜时的初动量大小为  $1\,350 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$   
 D. 羽毛球与西瓜相互作用的过程中, 羽毛球动量变化量的方向与原速度方向相同
2. [2024 广东汕头期中]“内海湾, 坐轮渡, 吹海风, 赏日落”现在已经是很多游客来汕头必打卡的项目之一. 如图所示, 通常在轮船的船舷和码头的岸边一般都固定有橡胶轮胎, 轮船驶向码头停靠时与码头发生碰撞. 对于这些轮胎的作用, 下列说法正确的是 ( )



- A. 减小轮船与码头碰撞过程中所受的冲量  
 B. 减小轮船与码头碰撞过程中动量的变化量  
 C. 减小轮船与码头碰撞时受到的作用力  
 D. 增大轮船与码头碰撞时受到的作用力
3. [2024 辽宁联考]如图所示, 有一质量  $M = 6 \text{ kg}$ 、边长为 0.2 m 的正方体木块静止于光滑水平面上, 木块内部有一从顶面贯通至底面的通道. 一个质量为  $m = 2 \text{ kg}$  的小球由静止开始从轨道的左端运动到右端, 在该过程中木块的位移为 ( )



- A. 0.05 m      B. 0.10 m      C. 0.15 m      D. 0.5 m
4. 如图所示, 质量  $m = 1 \text{ kg}$  的小铁块(可视为质点)放在长木板左端, 长木板的质量  $M = 5 \text{ kg}$ , 静止在光滑水平面上. 当给小铁块施加  $6 \text{ N} \cdot \text{s}$ 、方向水平向右的瞬时冲量后, 经过 2 s 长木板和小铁块达到共同速度. 已知重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 则长木板与小铁块在以共同速度运动时的速度大小和小铁块与长木板之间的动摩擦因数分别为 ( )



- A. 1 m/s, 0.25      B. 1 m/s, 0.5  
 C. 0.8 m/s, 0.25      D. 0.8 m/s, 0.5

5. [2024 黑龙江牡丹江期中]一质量为  $M$  的火箭喷气发动机每次喷出气体的质量为  $m$ , 气体离开发动机喷出时的速度大小为  $v_0$ , 从火箭静止开始, 当第 4 次喷出气体后, 火箭的速度大小为 ( )
- A.  $\frac{4mv_0}{M-4m}$       B.  $\frac{mv_0}{M-m}$       C.  $\frac{4Mv_0}{M-4m}$       D.  $\frac{Mv_0}{M-4m}$
6. [2024 浙江新高考研究联盟期中]“水上飞人”是夏季最受欢迎的游乐项目之一. 如图甲所示, 操控者借助“喷射式悬浮飞行器”向下喷出高压水柱的方式实现在水面上方或悬停或急速升降等动作. 假设某玩家的质量为  $m$  (含装备), 底部两个喷口的总面积为  $S$ , 当向下喷水速度为  $v$  时, 该玩家可以悬停在空中 (近似认为水流喷出前的速度为 0), 忽略水管对人的作用力. 若玩家带上一位质量也为  $m$  的游客一起悬停在空中如图乙所示, 则此时车速应该调整为 ( )

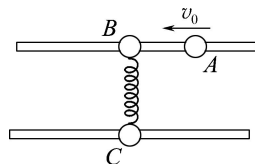


甲



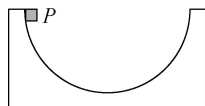
乙

- A.  $\sqrt{2}v$       B.  $2v$       C.  $\sqrt{2}v^2$       D.  $v^2$
7. [2025 湖北恩施期中]如图所示,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个半径相同的小球穿在两根平行且光滑的足够长的杆上,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个小球的质量分别为  $m_A=2\text{ kg}$ 、 $m_B=2\text{ kg}$ 、 $m_C=6\text{ kg}$ , 开始时三个小球均静止,  $B$ 、 $C$  球之间连着一根轻质弹簧, 弹簧处于原长状态. 现给  $A$  球一个向左的初速度  $v_0=10\text{ m/s}$ ,  $A$ 、 $B$  球碰撞后立即粘连在一起, 下列说法正确的是 ( )
- A. 球  $A$  和球  $B$  碰撞结束后,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个小球的机械能守恒
- B. 球  $A$  和球  $B$  碰后, 球  $C$  的最大速度为  $2\text{ m/s}$
- C. 球  $A$  和球  $B$  碰后, 弹簧的最大弹性势能为  $30\text{ J}$
- D. 球  $A$  和球  $B$  碰撞结束后,  $A$ 、 $B$  球的最小速度大于 0

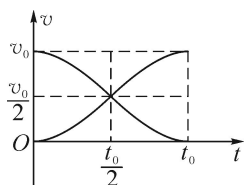


## 二、多项选择题 (每题至少有两个选项符合题意)

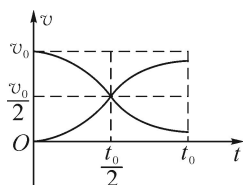
8. [2024 江苏苏州月考]如图所示, 质量为  $3m$  的容器静止在光滑水平面上, 该容器的内壁是半径为  $R$  的光滑半球面, 在容器内壁的最高点由静止释放一质量为  $m$  的小滑块  $P$ , 重力加速度为  $g$ . 下列说法正确的是 ( )
- A.  $P$  滑到最低点时,  $P$  的速度为  $\sqrt{2gR}$
- B.  $P$  滑到最低点时, 容器的速度为  $\sqrt{\frac{gR}{6}}$
- C.  $P$  从开始到最低点过程中, 容器的位移大小为  $\frac{1}{4}R$
- D.  $P$  经过最低点后沿内壁继续上滑的最大高度小于  $R$
9. 质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的两物体, 以相等的初动能沿水平方向运动. 已知  $m_1 > m_2$ , 它们与地面间的动摩擦因数相同, 两物体的初动量分别为  $p_1$  和  $p_2$ , 从运动到停止的时间分别为  $t_1$  和  $t_2$ , 则下列大小关系正确的是 ( )
- A.  $p_1 > p_2$       B.  $p_1 < p_2$       C.  $t_1 > t_2$       D.  $t_1 < t_2$



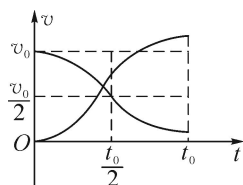
10. [2024 河南驻马店期中]如图所示,与轻弹簧相连的物块 A 静止在光滑的水平面上. 物块 B 沿水平方向以速度  $v_0$  向右运动, 跟与 A 相连的轻弹簧相碰. 从 B 跟弹簧相碰时开始计时, 到 B 与弹簧分开的这段时间  $t_0$  内, 下列两物块的  $v-t$  图像可能正确的是 ( )



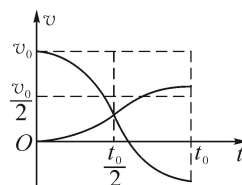
A



B



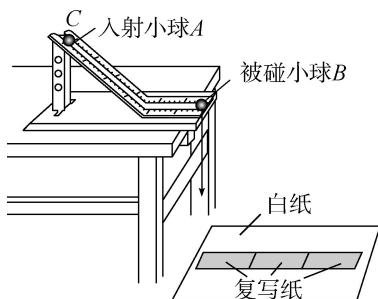
C



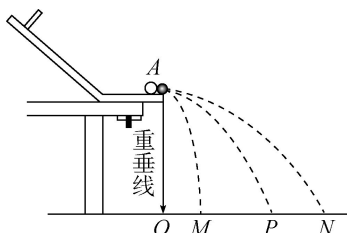
D

### 三、解答题

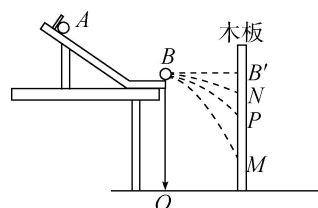
11. [2024 陕西西安期中]如图甲所示,用半径相同的 A、B 两球的碰撞可以“验证动量守恒定律”. 实验时先让质量为  $m_1$  的 A 球从斜槽上某一固定位置 C 由静止开始滚下, 进入水平轨道后, 从轨道末端水平抛出, 落到位于水平地面的复写纸上, 在下面的白纸上留下痕迹. 重复上述操作 10 次, 得到 10 个落点痕迹. 再把质量为  $m_2$  的 B 球放在水平轨道末端, 让 A 球仍从位置 C 由静止滚下, A 球和 B 球碰撞后, 分别在白纸上留下各自的落点痕迹, 重复操作 10 次. 如图乙所示, M、P、N 为三个落点的平均位置, 未放 B 球时, A 球的落点是 P 点, O 点是水平轨道末端在记录纸上的竖直投影点.



甲



乙



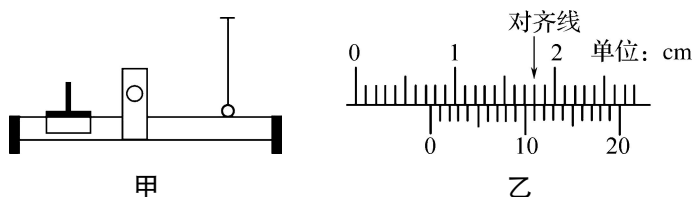
丙

- (1) 在这个实验中, 为了尽量减小实验误差, 两个小球的质量应满足  $m_1$  \_\_\_\_\_ (填“>”“=”或“<”)  $m_2$ ; 除了图中器材外, 实验室还备有下列器材, 完成本实验还必须使用的两种器材是 \_\_\_\_\_.
- A. 秒表, 天平  
B. 天平, 刻度尺  
C. 秒表, 刻度尺  
D. 天平, 打点计时器
- (2) 下列说法正确的有 \_\_\_\_\_.
- A. 安装轨道时, 轨道末端必须水平  
B. 实验前应该测出斜槽末端距地面的高度  
C. 实验过程中, 复写纸可以移动, 白纸不能移动  
D. 用半径尽量小的圆把 10 个落点圈起来, 这个圆的圆心可视为小球落点的平均位置
- (3) 在某次实验中, 测量出两个小球的质量  $m_1$ 、 $m_2$ . 记录的落点平均位置 M、N 几乎与 OP 在同一条直线上, 测量出三个落点位置与 O 点的距离 OM、OP、ON. 在实验误差允许的范围内, 若满足关系式 \_\_\_\_\_, 则可以认为两球碰撞前后在 OP 方向上的总动量守恒; 若碰撞是弹性碰撞, 那么还应满足关系式 \_\_\_\_\_ (用测量量表示).
- (4) 实验中小球与斜槽之间存在摩擦力, 这对实验结果 \_\_\_\_\_ (填“有”或“没有”) 影响. 为什

么? \_\_\_\_\_.

- (5) 完成上述实验后,某实验小组对上述装置进行了改造,如图丙所示.在水平槽右方竖直固定一木板,使小球  $A$  仍从斜槽上  $C$  点由静止滚下,重复上述实验的操作,得到两球落在木板上的平均落点  $M$ 、 $P$ 、 $N$ .用刻度尺测量木板上与  $B$  等高的点  $B'$  到  $M$ 、 $P$ 、 $N$  三点的高度差分别为  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ .则验证两球碰撞过程中动量守恒的表达式为 \_\_\_\_\_ (用测量量表示).

12. **〔新考法〕** [2024 湖北期中] 某学习小组用气垫导轨做验证动量守恒定律实验,但只有一个光电门,他们想到如下方法:用轻质细线一端拴一个小球,另一端固定在铁架台上,小球静止时在气垫导轨正上方与滑块在同一水平线上.用频闪照相可以确定出悬线的最大偏角,控制滑块初速度使小球与滑块相碰后,小球只在悬点下方的空间运动.实验装置如图甲所示(部分),实验步骤如下(重力加速度为  $g$ ):



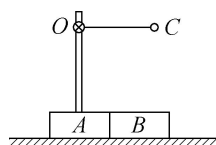
- (1) 用天平测出滑块(含挡光片)的质量  $m_1$  和小球的质量  $m_2$ ;用游标卡尺测出挡光片的宽度如图乙所示,则挡光片的宽度  $d =$  \_\_\_\_\_ cm.
- (2) 调节气垫导轨水平,安装好装置,用刻度尺测出悬点到球心的距离为  $L$ .
- (3) 启动气垫导轨,给滑块一向右的瞬时冲量,使滑块向右运动通过计时器,测出挡光时间  $t_1$ ;滑块与小球发生碰撞后反弹,再次通过计时器,测出挡光时间  $t_2$ .为了达到此效果,应有  $m_1$  \_\_\_\_\_ (填“大于”“小于”或“等于”)  $m_2$ .
- (4) 分析频闪照片测出悬线偏离竖直方向的最大偏角  $\theta$ .实验需要验证的表达式为 \_\_\_\_\_ (用上述符号表示).

13. [2024 浙江大学附属中学期末] 每年 8 月至 10 月,是浙江省台风多发的季节.每次在台风来临前,都要及时检查一下家里阳台窗台上的物品,加固广告牌,以防高空坠物事件发生,危害公共安全.

- (1) 若质量为  $m_1 = 1.0 \text{ kg}$  的花盆从高为  $h_1 = 30.50 \text{ m}$  的 11 层居民楼的花架上无初速坠下,砸中身高为  $h_0 = 1.70 \text{ m}$  的居民头顶,假设撞击后花盆碎片的速度均变为零,撞击时间  $t_1 = 0.25 \text{ s}$ ,不计空气阻力,估算花盆对该居民的平均撞击力有多大? ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ )
- (2) 某高层建筑顶部一广告牌的面积  $S = 25 \text{ m}^2$ ,台风最大风速为  $20 \text{ m/s}$ ,已知空气密度  $\rho = 1.30 \text{ kg/m}^3$ ,假设空气吹到广告牌上后速度瞬间减为零,则该广告牌受到的最大风力为多大?

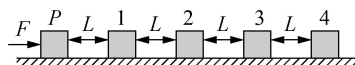
14. **【教材变式】**质量均为  $m$  的木块  $A$  和  $B$  并排放置在光滑水平面上,  $A$  上固定一竖直轻杆, 轻杆上端的  $O$  点系一条不可拉伸的、长为  $l$  的细线, 细线另一端系一个可以看作质点的球  $C$ , 质量也为  $m$ . 现将  $C$  球拉起使细线水平自然伸直, 并由静止释放  $C$  球. 求:

- (1)  $C$  球第一次摆到最低点时的速度大小;
- (2) 从  $C$  球释放到第一次摆到最低点的过程中,  $B$  移动的距离;
- (3)  $C$  球向左摆动的最高点距  $O$  点的竖直高度.



15. 在水平面上沿直线按距离为  $L$  的等间距依次排列着 4 个质量均为  $m$  的滑块, 另一个滑块  $P$  的质量也为  $m$ , 除了  $P$  与 1 之间的地面光滑, 其余部分均粗糙, 每个滑块与地面之间的摩擦因数均为  $\mu$ . 现  $P$  从静止开始在大小为  $F = 0.5mg$  的水平恒力作用下向右运动, 与滑块 1 碰撞后滑块便粘连在一起. 以后每次碰撞后均粘连在一起, 每次碰撞时间极短, 每个滑块都可简化为质点. 求:

- (1) 第一次碰撞后瞬间的速度及第一次碰撞过程中损失的机械能;
- (2) 发生第二次碰撞后瞬间的速度  $v_2$ ;
- (3) 若碰撞后的滑块 3 不能与滑块 4 相碰, 求  $\mu$  的取值范围.

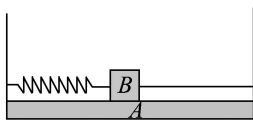


## 真题小练

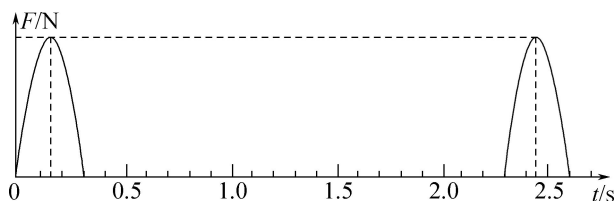
建议用时:20分钟 答案见 P17

## 一、不定项选择题(每题至少有一个选项正确)

1. [2024 江苏卷]如图所示,在水平面上有一个 U 形滑板 A, A 的上表面有一个静止的物体 B, 左侧用轻弹簧连接在滑板 A 的左端, 右侧用一根细绳连接在滑板 A 的右端, 开始时弹簧处于拉伸状态, 各表面均光滑, 剪断细绳后, 则 ( )



- A. 弹簧恢复原长时 A 的动量最大  
B. 弹簧压缩最短时 A 的动量最大  
C. 整个系统动量变大  
D. 整个系统机械能变大
2. [2024 全国甲卷]蹦床运动中, 体重为 60 kg 的运动员在  $t=0$  时刚好落到蹦床上, 运动员对蹦床的作用力大小  $F$  与时间  $t$  的关系如图所示. 假设运动过程中运动员身体始终保持竖直, 在其不与蹦床接触时蹦床水平. 忽略空气阻力, 重力加速度大小取  $10 \text{ m/s}^2$ . 下列说法正确的是 ( )



- A.  $t=0.15 \text{ s}$  时, 运动员的重力势能最大  
B.  $t=0.30 \text{ s}$  时, 运动员的速度大小为  $10 \text{ m/s}$   
C.  $t=1.00 \text{ s}$  时, 运动员恰好运动到最大高度处  
D. 运动员每次与蹦床接触到离开过程中对蹦床的平均作用力大小为  $4600 \text{ N}$

## 二、解答题

3. [2024 江苏卷]“嫦娥六号”探测器于 2024 年 5 月 3 日在中国文昌航天发射场发射升空并进入地月转移轨道, 探测器经过轨道修正、近月制动, 顺利进入环月轨道飞行. 此后探测器经历着陆器和上升器组合体、轨道器和返回器组合体的分离. 已知“嫦娥六号”探测器在轨速度为  $v_0$ , 着陆器对应的组合体 A 与轨道器对应的组合体 B 分离时间为  $\Delta t$ , 分离后 B 的速度为  $v_B$ , 且与  $v_0$  同向, A、B 的质量分别为  $m$ 、 $M$ . 求:

- (1) 分离后 A 的速度  $v_A$  的大小;  
(2) 分离时 A 对 B 的推力的大小.

## 第二章 机械振动

### 限时小练 7 简谐运动

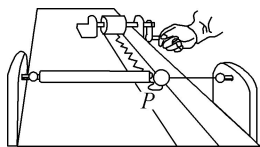
建议用时:20 分钟 答案见 P17

#### 学习目标

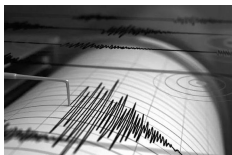
1. 知道机械振动和弹簧振子模型.
2. 知道简谐运动的特征及振动图像的特点.
3. 会根据简谐运动的图像分析振子的位移和速度.

#### 一、单项选择题(每题有一个选项符合题意)

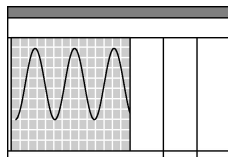
1. 下列说法中正确的是 ( )
- A. 弹簧振子的运动是简谐运动  
B. 简谐运动就是指弹簧振子的运动  
C. 简谐运动是匀变速运动  
D. 简谐运动是机械运动中最简单、最基本的一种
2. 如果质点的位移与时间关系遵从正弦函数规律,这样的运动叫作简谐运动. 根据图中各图像可以判断出物体可能做简谐运动的是 ( )



① 弹簧振子的振动图像



② 地震曲线



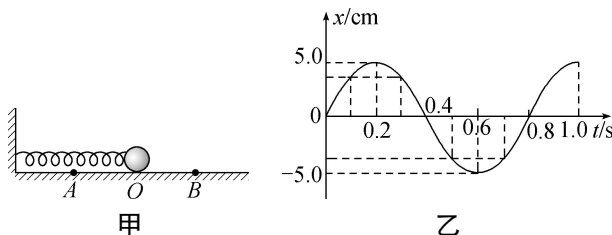
③ 用传感器和计算机描绘

的滑动的  $x-t$  图像



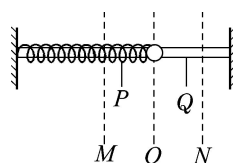
④ 心电图

- A. ①②  
B. ③④  
C. ①③  
D. ②④
3. 如图甲所示,弹簧振子以  $O$  点为平衡位置,在  $A$ 、 $B$  两点间做简谐运动. 取向右为正方向,图乙为这个弹簧振子的振动图像,由图可知下列说法正确的是 ( )

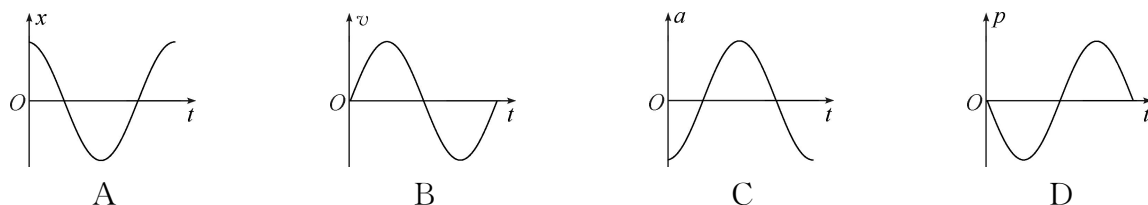
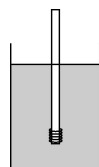


- A. 在  $t=0.6$  s 时,振子位于  $B$  点  
B. 从  $t=0$  到  $t=0.2$  s 时间内,振子的速度逐渐增大  
C. 在  $t=0.1$  s 与  $t=0.7$  s 两个时刻,振子的速度方向相反  
D. 在  $t=0.4$  s 时,振子正在向左运动且速度最大
4. 一个弹簧振子在  $M$ 、 $N$  之间做简谐运动.  $O$  为平衡位置,  $P$ 、 $Q$  是振动过程中关于  $O$  对称的两个位置,下列说法正确的是 ( )

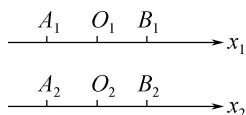
- A. 振子在从  $M$  点向  $N$  点运动的过程中,动能先减小后增大  
B. 振子在  $OP$  间与  $OQ$  间的运动时间相等  
C. 振子运动到  $P$ 、 $Q$  两点时,位移相同  
D. 振子在从  $M$  点向  $N$  点运动的过程中,加速度先增大后减小



5. 某同学利用木筷研究简谐运动,粗细均匀的一根木筷,下端绕几圈铁丝,竖直浮在较大的装有水的杯中,把木筷向下压进水中一小段后松手(如图所示),木筷就在水中上下振动.不计水的阻力,取竖直向上为正方向,关于松手后木筷位移、速度、加速度、动量随时间变化的图像正确的是 ( )



6. **新考法** 如图所示,甲质点在  $x_1$  轴上做简谐运动,  $O_1$  为其平衡位置,  $A_1$ 、 $B_1$  为其所能到达的最远处.乙质点沿  $x_2$  轴从  $A_2$  点开始做初速度为零的匀加速直线运动.已知  $A_1O_1 = A_2O_2$ ,甲、乙两质点分别经过  $O_1$ 、 $O_2$  时的速率相等,设甲质点从  $A_1$  运动到  $O_1$  的时间为  $t_1$ ,乙质点从  $A_2$  运动到  $O_2$  的时间为  $t_2$ ,则下列关系正确的是 ( )

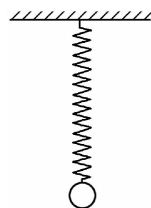


- A.  $t_1 < t_2$       B.  $t_1 > t_2$       C.  $t_1 = t_2$       D.  $t_1 = 2t_2$

## 二、多项选择题(每题至少有两个选项符合题意)

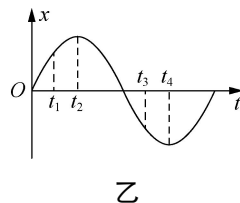
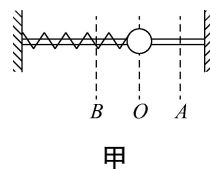
7. 如图所示,弹簧下端悬挂一钢球,上端固定,它们组成一个振动的系统,用手把钢球向上托起一段距离,然后释放,钢球便上下振动起来.取竖直向下为正方向,下列说法正确的是 ( )

- A. 钢球运动所能达到的最低处为平衡位置  
B. 钢球原来静止时的位置为平衡位置  
C. 钢球振动到距原静止位置下方 3 cm 处时位移为 3 cm  
D. 钢球振动到距原静止位置上方 2 cm 处时位移为 2 cm



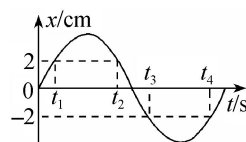
8. 如图甲所示,一弹簧振子在 A、B 间振动,取向右为正方向,振子经过 O 点时为计时起点,其振动的  $x-t$  图像如图乙所示,则下列说法正确的是 ( )

- A.  $t_4$  时刻振子在 B 点  
B.  $t_2$  时刻振子在 A 点  
C. 在  $t_1 \sim t_2$  时间内,振子的位移在增大  
D. 在  $t_3 \sim t_4$  时间内,振子的位移在减小



9. 弹簧振子做简谐运动,振动图像如图所示,则下列说法正确的是 ( )

- A.  $t_1$ 、 $t_2$  时刻振子的速度大小相等,方向相反  
B.  $t_1$ 、 $t_2$  时刻振子的位移大小相等,方向相反  
C.  $t_2$ 、 $t_3$  时刻振子的速度大小相等,方向相反  
D.  $t_2$ 、 $t_4$  时刻振子的位移大小相等,方向相反



## 第三章 机械波

### 限时小练 13 波的形成

建议用时:20 分钟 答案见 P28

#### 学习目标

1. 认识波的形成过程,会判断传播过程中质点的运动方向.
2. 能区分横波与纵波,知道什么是波峰和波谷.
3. 知道机械波的概念和形成机械波的条件.

#### 一、单项选择题(每题有一个选项符合题意)

1. 图中展示了一张骨牌倒下时引起的相邻骨牌依次倒下的照片,以及一阵风吹过麦地形成的麦浪滚滚的景象. 关于骨牌和麦浪的运动,下列说法正确的是 ( )

- A. 骨牌的运动形成了波,麦子的运动形成的不是波  
B. 麦子的运动形成了波,骨牌的运动形成的不是波  
C. 麦浪和骨牌的运动都形成了波  
D. 麦浪和骨牌的运动都没有形成波



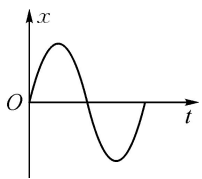
2. 下列关于横波、纵波的说法中,正确的是 ( )

- A. 横波中,质点的振动方向也可能与波的传播方向平行  
B. 横波中,质点的振动方向与波的传播方向垂直  
C. 纵波中,波水平向右传播,各个质点一定上下振动  
D. 能形成波峰、波谷的波是横波

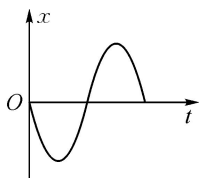
3. 《枫桥夜泊》中有名句:“姑苏城外寒山寺,夜半钟声到客船.”其中,当钟声传到客船时,对大钟的撞击早已停止了,但仍感觉“余音未绝”,分析其原因可能是 ( )

- A. 大钟的回声  
B. 大钟在继续振动,空气中继续形成声波  
C. 人的听觉发生“暂留”的缘故  
D. 大钟虽停止振动,但空气仍在振动

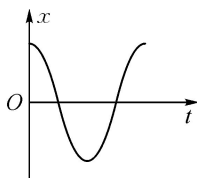
4. 振源 A 带动细绳上各点上下做简谐运动,  $t=0$  时刻绳上形成的波形如图所示. 规定绳上质点向上运动的方向为  $x$  轴的正方向,则 P 点的振动图像是 ( )



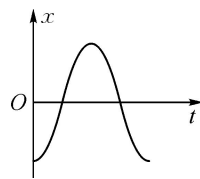
A



B



C



D

5. 关于机械波的形成和传播,下列说法中正确的是 ( )

- A. 物体做机械振动,一定产生机械波  
B. 参与振动的质点振动的频率各不相同  
C. 机械波是质点随波迁移,也是振动能量的传递  
D. 后振动的质点总是跟着先振动的质点重复振动,只是时间落后而已

6. 沙漠蝎子可以探测出附近虫子的运动,它是利用甲虫运动所产生的沿沙漠表面传播的波来探测的,传播的波有两种类型:横波以速度  $v_1=50 \text{ m/s}$  传播,纵波以  $v_2=150 \text{ m/s}$  传播. 已知该甲虫在某个时刻突然运动,蝎子就可以利用从它最接近甲虫的一条腿上面感知到两种波先后到达的时间差  $\Delta t$ ,从而感知到它和甲虫之间的距离,如果蝎子到甲虫的距离是  $37.5 \text{ cm}$ ,下列说法正确的有 ( )

- A. 虫子脚下的沙子随着波的传播运动到蝎子脚下  
 B. 两种波传播到蝎子脚下的时间差为  $0.00375 \text{ s}$   
 C. 无论是纵波还是横波,传播方向均与振动方向垂直  
 D. 波的传播过程中既传播了振动,也传播了信号和能量

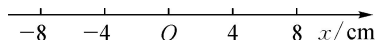


解

## 二、多项选择题(每题至少有两个选项符合题意)

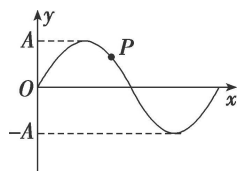
7. 如图所示,一质点在  $x$  轴上以  $O$  为平衡位置做简谐运动,其振幅为  $8 \text{ cm}$ ,周期为  $4 \text{ s}$ .  $t=0$  时物体在  $x=4 \text{ cm}$  处,向  $x$  轴负方向运动,则 ( )

- A. 质点在  $t=1.0 \text{ s}$  时所处的位置为  $x=+4\sqrt{3} \text{ cm}$   
 B. 质点在  $t=1.0 \text{ s}$  时所处的位置为  $x=-4\sqrt{3} \text{ cm}$   
 C. 由起始位置运动到  $x=-4 \text{ cm}$  处所需的最短时间为  $\frac{2}{3} \text{ s}$   
 D. 由起始位置运动到  $x=-4 \text{ cm}$  处所需的最短时间为  $\frac{1}{6} \text{ s}$



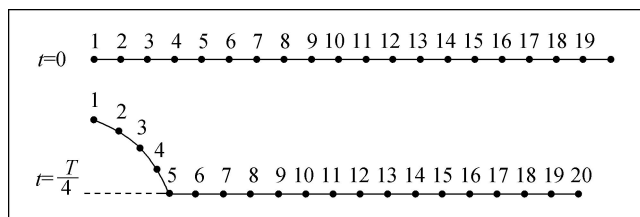
8. 简谐横波某时刻的波形如图所示.  $P$  为介质中的一个质点,波沿  $x$  轴的正方向传播. 以下说法正确的有 ( )

- A. 质点  $P$  此刻的速度沿  $x$  轴的正方向  
 B. 质点  $P$  此刻的加速度沿  $y$  轴的正方向  
 C. 再过半个周期时,质点  $P$  的位移为负值  
 D. 经过一个周期,质点  $P$  通过的路程为  $4A$



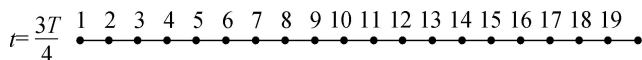
## 三、解答题

9. **教材变式** 如图所示是某绳波形成过程的示意图,质点 1 在外力作用下沿竖直方向做简谐运动,带动 2、3、4、... 各个质点依次上下振动,把振动从绳的左端传到右端.  $t=0$  时质点 1 开始竖直向上运动,  $t=\frac{T}{4}$  时质点 5 向上运动,问:



- (1)  $t=\frac{T}{2}$  时,质点 8、12、16 的运动状态(是否运动、运动方向)如何?

- (2) 画出  $t=\frac{3T}{4}$  时,绳子上的波形.



## 第四章 光

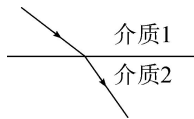
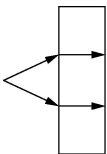
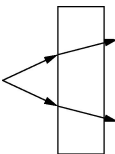
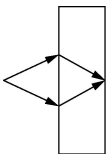
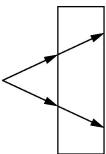
### 限时小练 18 光的折射

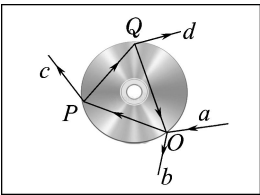
建议用时:20 分钟 答案见 P36

#### 学习目标

1. 会确定入射光线、折射光线、入射角及折射角,掌握光的折射定律,能用光的折射定律来解释相关现象和计算相关问题.
2. 知道折射率的物理意义及其与光速的关系.
3. 掌握插针法测光的折射率实验.

#### 一、单项选择题(每题有一个选项符合题意)

1. 关于光的折射现象,下列说法正确的是 ( )
  - A. 光的传播方向发生改变的现象叫光的折射
  - B. 折射定律是托勒密发现的
  - C. 人观察盛水容器的底部,发现水变浅了
  - D. 若光从真空射入液体中,它的传播速度一定增大
2. 如果光以同一入射角从真空射入不同介质,则折射率越大的介质 ( )
  - A. 折射角越大,表示这种介质对光线的偏折程度越大
  - B. 折射角越大,表示这种介质对光线的偏折程度越小
  - C. 折射角越小,表示这种介质对光线的偏折程度越大
  - D. 折射角越小,表示这种介质对光线的偏折程度越小
3. 如图所示,一束单色光从介质 1 射入介质 2,在介质 1、2 中的波长分别为  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ ,频率分别为  $f_1$ 、 $f_2$ ,下列说法正确的是 ( )
 
  - A.  $\lambda_1 < \lambda_2$
  - B.  $\lambda_1 > \lambda_2$
  - C.  $f_1 < f_2$
  - D.  $f_1 > f_2$
4. 一般材料的折射率都为正值( $n > 1$ ),现已有针对某些电磁波设计制造的人工材料,其折射率可以为负值( $n < 0$ ),称为负折射率材料. 位于空气中的这类材料,入射角  $i$  与折射角  $r$  依然满足  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ,但是折射光线与入射光线位于法线的同一侧(此时折射率为负值). 有一种新型材料的折射率  $n = -1$ ,从空气中一个点光源发射的光线射向这种材料的第一界面发生折射的大致光路图是 ( )
  - A. 
  - B. 
  - C. 
  - D. 

5. **思维提升** 用激光笔照射透明塑料制成的光盘边缘时观察到的现象如图所示. 入射点  $O$  和两出射点  $P$ 、 $Q$  恰好位于光盘边缘等间隔的三点处,空气中的四条细光束分别为入射光束  $a$ 、反射光束  $b$ 、出射光束  $c$  和  $d$ ,已知光束  $a$  和  $b$  间的夹角为  $90^\circ$ ,则 ( )
 

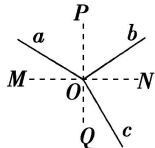
- A. 光盘材料的折射率  $n=2$   
 B. 光在光盘内的速度为真空中光速的三分之二  
 C. 光束  $b$ 、 $c$  和  $d$  的强度之和等于光束  $a$  的强度  
 D. 光束  $c$  的强度小于  $O$  点处折射光束  $OP$  的强度

## 二、多项选择题(每题至少有两个选项符合题意)

6. 关于光的反射与折射,下列说法正确的是 ( )

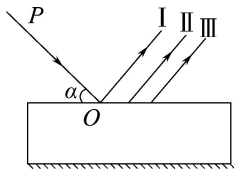
- A. 光发生反射时,光的传播方向不一定改变    B. 光发生反射时,光的传播方向一定改变  
 C. 光发生折射时,一定伴随着反射现象        D. 光发生反射时,一定伴随着折射现象

7. **教材变式** 如图所示,虚线表示两种介质的界面及其法线,实线表示一条光线射向界面后发生反射和折射的光线,以下说法正确的是 ( )

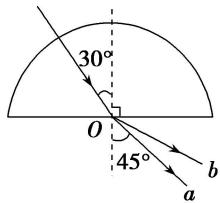


- A.  $bO$  为入射光线                                      B.  $aO$  为入射光线  
 C.  $cO$  为入射光线                                      D.  $Ob$  为反射光线

8. **思维提升** 如图所示,一束由两种单色光混合的复色光沿  $PO$  方向射向一上、下表面平行的厚玻璃平面镜的上表面,得到三束光 I、II、III. 下列有关这三束光的判断正确的是 ( )



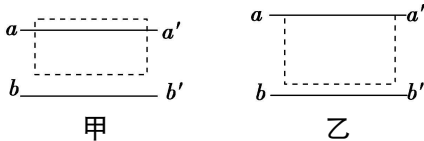
- A. 光束 I 仍为复色光,光束 II、III 为单色光  
 B. 光束 II 在玻璃中的传播速度比光束 III 小  
 C. 增大  $\alpha$  且  $\alpha < 90^\circ$  时,光束 II、III 会远离光束 I  
 D. 改变  $\alpha$  且  $\alpha < 90^\circ$  时,光束 II、III 一定与光束 I 平行
9. 如图所示,一束复色光从空气中沿半圆形玻璃砖半径方向射入,从玻璃砖射出后分成  $a$ 、 $b$  两束单色光. 以下说法正确的是 ( )



- A. 玻璃砖对  $a$  光的折射率为  $\sqrt{2}$   
 B.  $b$  光的频率比  $a$  光的大  
 C.  $b$  光的波长比  $a$  光的大  
 D.  $b$  光在玻璃中的传播速度比  $a$  光的大

## 三、解答题

10. 在利用插针法测量玻璃折射率的实验中:



- (1) 甲同学在纸上正确画出玻璃砖的两个界面  $aa'$  和  $bb'$  后,不小心碰了玻璃砖,使它向  $aa'$  方向平移了少许,如图甲所示. 则他测出的折射率将\_\_\_\_\_ (填“偏大”“偏小”或“不变”).  
 (2) 乙同学在画界面时,不小心将两界面  $aa'$ 、 $bb'$  间距画得比玻璃宽度大些,如图乙所示,则他测得的折射率将\_\_\_\_\_ (填“偏大”“偏小”或“不变”).