

模块整体感悟

本学期同学们将学习高中物理的第四个选修模块. 本模块划分为以下四个二级主题: 机械振动与机械波; 电磁振荡与电磁波; 光; 相对论.

在这个模块中, 同学们将首先学习机械波及振动的一般规律.

波动是一种常见且重要的运动形式. 自 20 世纪初以来, 随着电磁波的广泛应用和对微观世界的深入研究, 与波相关的物理学内容的重要性日益突出.

物体在某一位置附近来回往复地运动, 称为机械振动. 例如, 同学们在生活中经常能见到的弹簧振子、摆轮、音叉、琴弦以及蒸汽机活塞的往复运动等. 凡有摇摆、晃动、打击、发声的地方都存在机械振动. 振动是自然界最常见的一种运动形式, 波是振动的传播过程. 产生振动的必要条件之一是物体离开平衡位置就会受到回复力的作用; 另一条件是阻力要足够小. 机械振动在介质中传播开来就形成了波. 波是振动传播和能量传播的形式. 通过学习, 同学们还可以了解为什么女高音歌唱家的歌声会把玻璃杯震碎; 为什么汽车鸣着喇叭从你身边经过时, 喇叭的音调会由高变低, 以及其他许许多多非常有趣的现象.

电磁场和光现象的深入研究使物理学的探索进入了高速运动的领域, 发现了不同于日常生活经验的规律, 诞生了相对论. 在本模块中, 同学们将初步接触相对论的知识, 从而拓展视野, 激发进一步探索科学奥秘的兴趣.

我们的生活离不开光, 万物生长靠阳光、看东西要靠光……光对我们如此重要, 所以文学作品中用“生活在黑暗中”来形容人们遭受的莫大的痛苦. 可见, 光对我们来说甚至是性命攸关的! 然而, 光究竟是什么? 光是怎样产生的? 光的传播有何规律? 光的家族有多少成员? 它们各自的脾气性格如何? 各有哪些本领? 人类怎样能更好地控制和利用光, 让光这个大家族更多地为我们造福? 相信这些问题能引起同学们的兴趣吧!

当我们打开收音机欣赏立体声音乐, 打开电视机了解世界要闻、饱览全球各地的风土人情时, 不知你可曾想过, 这些都是电磁波所创造的奇迹. 那么, 科学家们又是如何敲开了电磁波的大门, 揭开它那神秘的面纱的呢?

电磁波是电磁场的一种运动形态. 电可以生成磁, 磁也能带来电, 变化的电场和变化的磁场构成了一个不可分割的统一的场, 这就是电磁场, 而变化的电磁场在空间的传播形成了电磁波. 1864 年, 英国科学家麦克斯韦在总结前人研究电磁现象的基础上, 建立了完整的电磁波理论. 他断定电磁波的存在, 推导出电磁波与光具有同样的传播速度. 1887 年德国物理学家赫兹用实验证实了电磁波的存在. 之后, 人们又进行了许多实验, 不仅证明光是一种电磁波, 而且发现了更多形式的电磁波, 它们的本质完全相同, 只是波长和频率有很大的差别. 按照波长或频率的顺序把这些电磁波排列起来, 就是电磁波谱. 如果把每个波段的频率由低至高依次排列的话, 它们就是无线电波、微波、红外线、可见光、紫外线、X 射线及 γ 射线.

相对论是现代物理学的重要基石,它的建立是 20 世纪自然科学最伟大的发现之一,对物理学、天文学乃至哲学思想都有深远的影响.相对论是科学技术发展到一定阶段的必然产物,是电磁理论合乎逻辑的继续和发展,是物理学各有关分支又一次综合的结果.相对论是关于时空和引力的基本理论,主要由爱因斯坦创立,分为狭义相对论和广义相对论.相对论的基本假设是相对性原理,即物理规律与参考系的选择无关.狭义相对论和广义相对论的区别是,前者讨论的是匀速直线运动的参考系(惯性参考系)之间的物理定律,后者则推广到具有加速度的参考系中(非惯性系),并在等效原理的假设下,广泛应用于引力场中.相对论颠覆了人类对宇宙和自然的“常识性”观念,提出了“时间和空间的相对性”“四维时空”“弯曲空间”等全新的概念.

本模块是继续学习物理学和其他科学技术的基础,也是了解现代科学技术的基础.

第十一章 机械振动



★ 本章学习导航

解析学习目标,体现学科思想和学习方法



《课标》要求

内容标准	学习要求
通过观察和分析,理解简谐运动的特征,会用公式和图象描述简谐运动的特征.	按照从简单到复杂,从特殊到一般的思路认识振动现象在自然界广泛存在,并能从运动学角度认识弹簧振子.通过实验认识弹簧振子的位移—时间图象是正弦曲线,并从运动学角度理解简谐运动的概念.会用公式和图象描述简谐运动的特征.
通过实验,探究单摆的周期和摆长的关系.	通过对单摆回复力的分析,知道单摆是一种简谐运动.应用控制变量的方法,按照定性和定量相结合的方案探究单摆的周期和摆长的关系.
知道单摆周期与摆长、重力加速度的关系;会用单摆测定重力加速度.	知道单摆的周期公式,会用单摆的周期公式测重力加速度.还可以用图象法,通过改变摆长得到摆长 L 与周期平方 T^2 的图象,从直线的斜率得到重力加速度.
通过实验,认识受迫振动的特点,了解产生共振的条件以及在技术上的应用.	能够比较、区别、理解阻尼振动、受迫振动和共振.认识受迫振动的特点,知道发生共振的条件,并用辩证的观点认识共振的利弊以及在实际生活中的应用.



学法指导

本章是在物理《必修 1》、物理《必修 2》对力学学习的基础上,进一步学习自然界中普遍存在的一种运动形式——机械振动,请同学们在学习过程中注意温故知新.

本章综合运用运动学、动力学、功能关系等知识,分析机械振动中最简单、最典型的一种运动——简谐运动的特点及其规律.要从运动学图象、数学表达式、动力学特征来全面认识简谐运动.掌握简谐运动的两个典型例子:弹簧振子和单摆.

首先,要学会用理想化的方法建立弹簧振子、单摆的模型,即在研究问题时,学会抓住事物的主要因素,忽略次要因素.我们在前面的学习中,利用这种方法建立了质点、点电荷的模型,学习了自由落体运动、平抛运动的基本规律.其次,要学会用数学的方法处理物理问题.比如,在证明单摆的运动是简谐运动时,我们用了近似的方法.

用图象来描述物体的振动情况是非常重要的手段之一.希望同学们能通过对图象的学习,知道简谐运动的位移—时间图象是一条正弦曲线;反过来,会根据简谐运动的位移—时间图象

分析做简谐运动的质点的位移大小和方向、速度方向、加速度方向等相关信息,要注意位移、速度、加速度变化的周期性.

能量的转化和守恒是自然界最普遍的一条规律,要学会用能量的观点来分析问题、解决问题.

要善于思考,用对比、辨析的方法来掌握一些基本概念.如:位移和振幅、图象和轨迹、自由振动和受迫振动等.

本章知识在机器制造、乐器制造、地震研究、军事、医疗等方面均有广泛应用.例如:结合“洗衣机的共振”“共振筛”等实际问题来理解并掌握共振的利弊,把学到的知识应用到生产、生活的实际中去.

第一节 简谐运动



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指课时重点



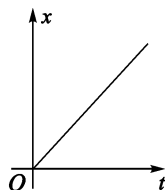
问题呈现

振动现象在自然界中广泛存在.钟摆的振动、树梢在微风中的摇摆、一切发声的物体都在振动,振动现象比比皆是.我们研究问题的方法都是从最简单的情形开始,简谐运动就是机械振动中最简单、最基本的振动.在学习本节课的时候,请同学们仔细体会:什么是简谐运动?简谐运动的理想模型之一:弹簧振子是怎样的?它的振动图线($x-t$ 图象)是一条什么曲线?

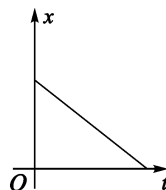


材料链接

1. 小明和物理兴趣小组的同学们一起讨论:我们在物理《必修 1》中知道,物体做匀速直线运动时,其位移—时间图象是一条直线,那么,下列图甲、图乙的位移—时间图象有什么区别?

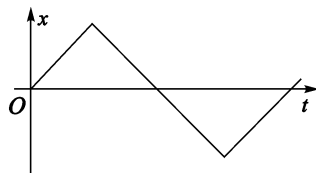


甲



乙

2. 在上述讨论中,小红很好奇:弹簧振子做往复运动时,它的位移—时间图象能否用下图表示?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一



振动现象比比皆是,我们如何从最简单的振动模型——弹簧振子入手来研究它的振动情况?

请同学们仔细阅读教材“弹簧振子”和“弹簧振子的位移—时间图象”标题下的内

容,思考并回答下列问题:

 1. “弹簧振子”这个理想模型,它“理想”在哪儿?

 2. 什么是弹簧振子的平衡位置? 弹簧振子的 $x-t$ 图象中的 x 指的是什么? x 的正、负代表的意义是什么?

 3. 从弹簧振子的闪光照片去猜想,弹簧振子的位移—时间图象满足怎样的函数关系? 能用“材料链接”2 中的位移—时间图象表示简谐运动的位移—时间关系吗?

问题二

用图象可以直观地描述物体运动的规律,那么,做简谐运动的物体的位移—时间图象是怎样的?

请同学们仔细阅读教材“简谐运动及其图象”标题下的内容,思考并回答下列问题:

 1. 教材图 11.1-2 所示的曲线代表的意义是什么?

 2. 什么是简谐运动?

 3. 如果以弹簧振子离开平衡位置正的最大位移处作为计时起点($t=0$),试画出弹簧振子的位移—时间图象.



自主测评

1. 物体(质点)在_____附近所做的往复运动就叫做机械振动.

2. 把一个有孔的小球装在弹簧的一端,弹簧的另一端固定,小球穿在光滑的杆上能够自由滑动,两者之间的摩擦可以忽略,弹簧的质量与_____相比也可以忽略,这样的系统称为弹簧振子(理想化的模型).

3. 简谐运动中的位移 x 都是以_____为起点的,方向从_____指向末位置.

4. 如果质点的位移与时间的关系遵从正弦函数的规律,即它的振动图象是一条_____,那么这样的振动叫做_____,简谐运动是最基本、最简单的振动.

5. 弹簧振子的运动是简谐运动,其位移—时间图象是_____.

6. 简谐运动的图象的物理意义:描述振动的质点对平衡位置的_____随时间变化的规律.



疑点归纳

同学们在自主学习探究的过程中,还有什么困惑和疑问,请记录在问题卡上,记得在课上或课后及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

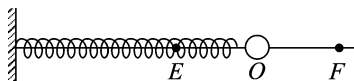
发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

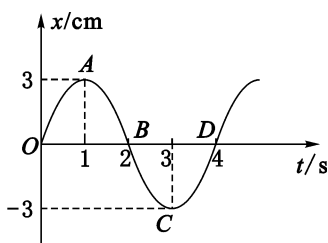
简谐运动的图象是不是振动质点的运动轨迹? 其意义是什么? 如何由图象看振动质点的运动方向?

请分析下面实例,并和同学们进行讨论.

如图甲所示为一弹簧振子, O 为平衡位置, E 、 F 是振子离平衡位置最远的位置,乙对应的是它的振动图象,规定向右的方向为正方向.试根据图象分析以下问题:



甲



乙

(1)如图甲所示的振子振动的起始位置是_____,从起始位置开始,振子向_____ (填“右”或“左”)运动.

(2)在图乙中,找出图象中的 O 、 A 、 B 、 C 、 D 各对应振动过程中的哪个位置? 即 O 对应_____, A 对应_____, B 对应_____, C 对应_____, D 对应_____.

(3)在 $t=2\text{ s}$ 时,振子的速度的方向向_____ (填“右”或“左”).

(4)与振子在 $0\sim 1\text{ s}$ 内振动方向相同的时间段是_____.



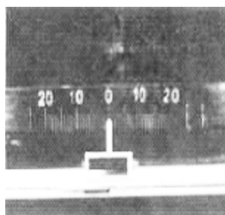
板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

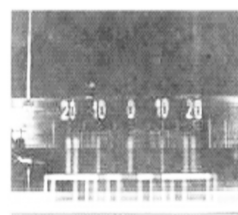
问题四

如何利用简谐运动的规律分析解决问题?

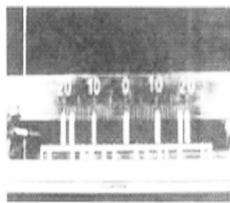
某同学在某物理教材中找到了一个弹簧振子在水平气垫导轨上做简谐运动的闪光照片,甲图是弹簧振子在平衡位置的照片,乙图是弹簧振子从左向右运动的照片,丙图是弹簧振子从右向左运动的照片.



甲



乙



丙

(1)通过观察图片,你能帮他分析弹簧振子的运动特点吗?

(2)他分析并记录了振子在不同时刻的位置坐标,于是他想作出弹簧振子的位移—时间图象,你能帮他完成这个任务吗?

第一个	t/s	0	t_0	$2t_0$	$3t_0$	$4t_0$	$5t_0$
$\frac{1}{2}$ 周期	x/cm	-20	-17.8	-10.1	0.1	10.3	17.7
第二个	t/s	$6t_0$	$7t_0$	$8t_0$	$9t_0$	$10t_0$	$11t_0$
$\frac{1}{2}$ 周期	x/cm	20	17.8	10.1	0.1	-10.3	-17.7

思路点拨: (1)根据简谐运动的对称性进行分析;从振子的运动性质分析;从振子每次通过同一位置,以及振子在关于平衡位置对称的任意两点位置的位移、速度、加速度的关系进行分析.

(2)画弹簧振子的位移—时间图象时,要

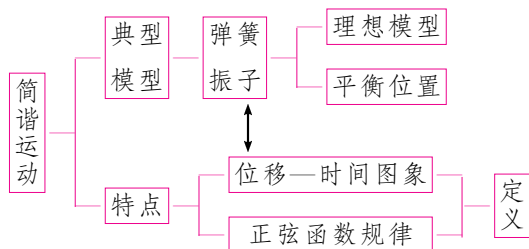
注意零时刻振子的位置及正方向的选取.

展示要求: (1) 在老师的指导下, 同学之间可以相互补充, 从照片中尽可能多地挖掘振子运动的相关信息.

(2) 同学们可以改变计时起点以及正方向的选取, 画出弹簧振子在不同位置作为计时起点及选取不同正方向情况下的位移—时间图象.

归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会, 通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等形式, 将你和你们小组的成果及时记录下来, 以便和别的小组进一步交流研讨. 例如:



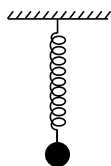
板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练

分层演练

A. 基础巩固

1. 如图所示, 弹簧下端悬挂一钢球, 上端固定, 组成一个振动



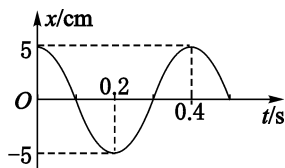
系统, 用手把钢球向上托起一段距离, 然后释放. 下列说法正确的是 ()

- A. 钢球运动的最高处为平衡位置
- B. 钢球运动的最低处为平衡位置
- C. 钢球速度为 0 处为平衡位置
- D. 钢球原来静止时的位置为平衡位置

2. 关于做简谐运动的质点, 下列说法正确的是 ()

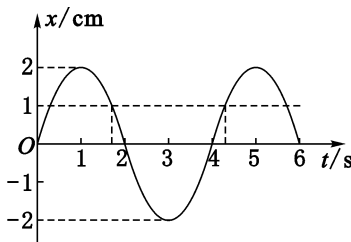
- A. 位移的方向总指向平衡位置
- B. 加速度方向总跟位移方向相反
- C. 速度方向总跟位移方向相反
- D. 速度方向总跟位移方向相同

3. (多选) 一质点做简谐运动, 如图所示, 在 0.2 s 到 0.3 s 这段时间内质点的运动情况是 ()



- A. 沿负方向运动, 且速度不断增大
- B. 沿负方向运动, 且位移不断增大
- C. 沿正方向运动, 且速度不断增大
- D. 沿正方向运动, 且加速度不断减小

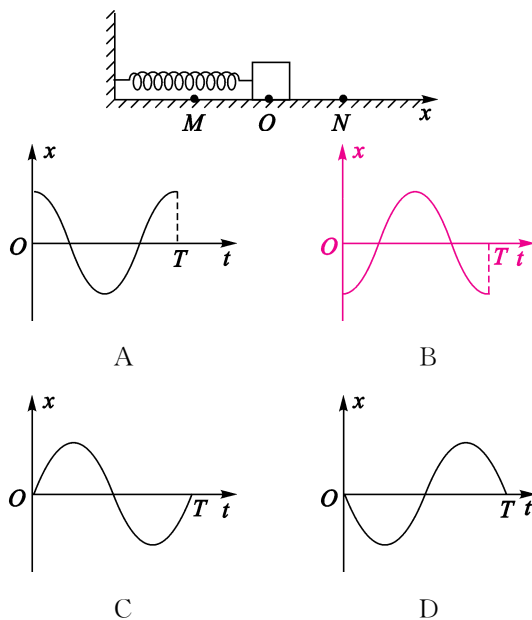
4. 弹簧振子做简谐运动, 其位移 x 与时间 t 的关系如图所示, 则 ()



- A. 在 $t=1$ s 时, 速度的值最大, 方向为负, 加速度为 0
- B. 在 $t=2$ s 时, 速度的值最大, 方向为负, 加速度为 0
- C. 在 $t=3$ s 时, 速度的值最大, 方向为正, 加速度最大

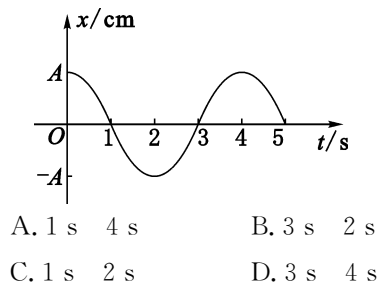
D. 在 $t=4\text{ s}$ 时,速度的值最大,方向为正,加速度最大

5. 如图所示,弹簧振子在 M 、 N 之间做简谐运动.以平衡位置 O 为原点,以向右为 x 轴正方向,建立 Ox 轴.若振子位于 N 点时开始计时,则其振动图象为 ()

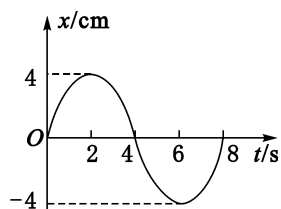


B. 能力提升

6. 一质点做简谐运动的图象如图所示,在 4 s 内具有最大负方向速度和最大负方向位移的时刻分别是 ()



7. 如图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为多大?

(2) 在 2 s 和 6 s 这两个时刻,质点的位置各在哪里?

(3) 在 3 s 、 5 s 、 7 s 时刻,质点分别向哪个方向运动?

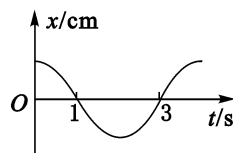
(4) 质点相对平衡位置的位移方向在哪段时间内跟它瞬时速度的方向相同?哪段时间内跟它瞬时速度的方向相反?

(5) 质点在 4 s 末的位移是多少?

(6) 质点在 4 s 内走过的路程是多少?

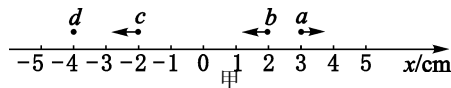
C. 拓展创新

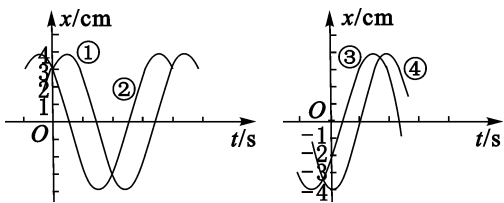
8. 一质点做简谐运动的图象如图所示,则该质点在 $t=3.5\text{ s}$ 时刻 ()



- A. 速度为正、加速度为正
B. 速度为负、加速度为负
C. 速度为负、加速度为正
D. 速度为正、加速度为负

9. (多选)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 0 点.图甲中的 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.图乙给出了①②③④四条振动图线,则关于振子的振动图象,下列说法正确的是 ()





乙

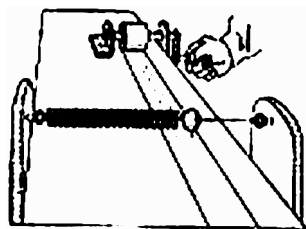
- A. 若规定状态 a 时 $t=0$, 则图象为①
- B. 若规定状态 b 时 $t=0$, 则图象为②
- C. 若规定状态 c 时 $t=0$, 则图象为③
- D. 若规定状态 d 时 $t=0$, 则图象为④



活动探究

绘制弹簧振子的位移—时间图象

1. 如图, 在弹簧振子的小球上安装一支绘图笔, 让一条纸带在与小球振动方向垂直的方向上匀速运动, 笔在纸带上画出的图象就是小球的振动图象.



2. 利用计算机软件制作弹簧振子的位移—时间曲线.

请同学们利用教材图 11.1-2 弹簧振子的闪光照片, 仔细测量小球在各个位置的横坐标和纵坐标, 把测量值输入计算机中, 用数表软件作出这条曲线, 看一看弹簧振子的位移—时间关系图线是一条什么曲线? 可用什么函数表示?

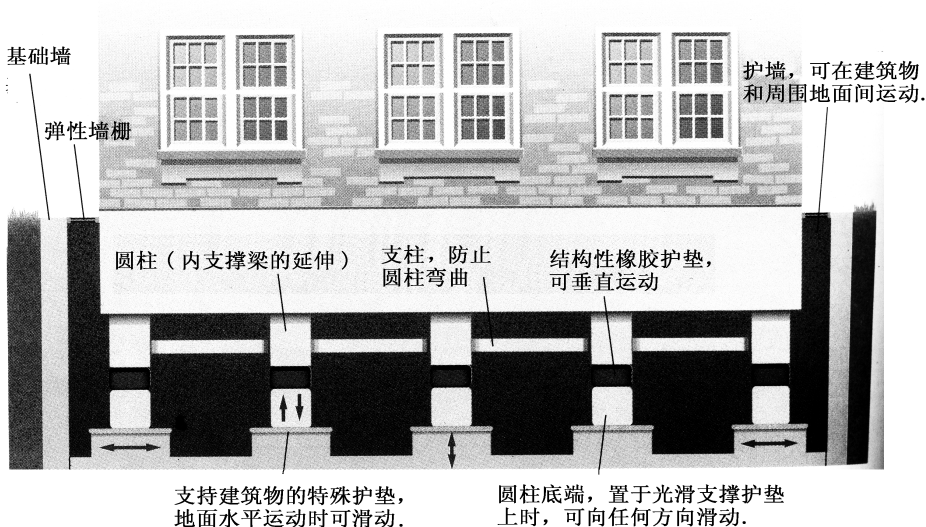


★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯, 愿你也能擎起一盏

地震保护

地震好比是地表下的岩体发生的强烈爆炸. 地震过程会释放机械波, 其中, 横波在水平方向左右摇晃, 可破坏地面上的各种建筑; 纵波则引起竖直的震动. 由于人类还无法精确预测地震发生的时间与地点, 更不能阻止地震的发生, 因此, 在建造各种建筑时, 必须考虑如何抵挡地震的破坏.



现在的大多数桥梁和停车场坡道,都是用钢筋混凝土一块一块堆积而成的.这些建筑依靠重力得以维持.应该说,在正常条件下,这些建筑都非常坚固,但是,如果遇到强地震,它们就会摇晃甚至坍塌.因此,目前在建筑界有一种新的结构设计理念,就是将建筑物的各个部分用高强度的钢丝绳捆绑起来.

如果在建筑物的构架与地基之间做某些设计,使得两者可以有少许的可控制的相对运动,那么,地震对建筑物的破坏就会相应减少.例如,在构架的竖直部件中嵌入弹簧,这样就可以减小建筑物的竖直震动,由此降低地震的危害程度.不过,与制作普通弹簧的材料不同,制作这种弹簧时,需要在重型结构的钢圆柱中压入高弹性橡胶.另外,如果在建筑物的圆柱下放入可滑动的支撑物,那么当地震导致地基摇晃时,建筑物的结构仍旧可以保持稳定.

在设计和建造像隧道和桥梁那样的长结构建筑时,必须尽可能地避免地震时地基竖直或水平摇晃而导致的结构断裂.如位于旧金山海湾下的过海隧道,就设有可变的稳定性耦合系统,它可以防止海底变形对隧道造成的损伤.

第二节 简谐运动的描述



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指课时重点



问题呈现

同学们知道,我们用位移、速度、加速度等物理量来描述匀变速直线运动的特征;用角速度、周期、转速等物理量来描述匀速圆周运动的特征.同理,在学习本节课的时候,请同学们仔细体会:我们用哪些物理量来描述简谐运动的特征呢?做简谐运动的质点,在任意时刻 t 的位移又如何表示呢?



材料链接

1. 同学们在说话或唱歌时,通常我们说女生的声音比男生的“尖细”,你知道这是由振动的哪些因素决定的?喇叭通过纸盆的振动发出声音,音量不同,纸盆振动的剧烈程度不同,你知道喇叭音量的大小与纸盆振动的哪些因素有关?

2. 请同学们思考或观察:我们在走路时,

两臂的摆动以及两腿的前后走动,从相位上来讲,哪些是同相位的?哪些是反相位的?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

在描述简谐运动时,引入了哪些物理量?

请同学们仔细阅读教材“描述简谐运动的物理量”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 描述简谐运动的物理量有哪些?其物理意义如何?

2. 简谐运动的周期、频率之间的关系如何?其单位各是什么?

3. 在“材料链接”1 中男女生音调的高低、喇叭音量的大小是由振动的哪些物理量决定的?

问题二

做简谐运动的质点, 在任意时刻 t 的位移如何表示?

请同学们仔细阅读教材“简谐运动的表达式”标题下的内容, 思考并回答下列问题:

1. 要描述简谐运动的位移 x 与时间 t 之间的定量关系, 需要知道哪些物理量? 请你写出做简谐运动的质点在任意时刻 t 的位移 x 的数学表达式.

2. 简谐运动的周期、频率、圆频率之间的关系如何?

3. 从代数式 $(\omega t + \varphi)$ 看, 相位的单位应该是什么?

自主测评

1. 振幅和位移的区别

(1) 振幅是指振动物体离开平衡位置的_____ ; 而位移大小是指振动物体所在位置与_____ 之间的距离.

(2) 对于一个给定的振动, 振子的位移是时刻_____, 但振幅是不变的.

(3) 位移是矢量, 振幅是_____.

(4) _____ 等于振子离开平衡位置的最大距离.

2. 周期和频率

(1) 周期 T : 振动物体完成一次_____ 所需要的时间.

(2) 频率 f : 单位时间内完成全振动的次数, 单位是_____.

(3) 全振动: 振动物体从某一初始状态(速度、位移等)开始第一次回到这种状态的过程. 一个全振动的路程是_____.

(4) 周期 T 和频率 f : 表示振动快慢的物理量, 两者互为_____.

3. 相位及简谐运动的表达式

(1) 相位是表示物体_____ 的物理量, 用相位来描述简谐运动在一个全振动中所处的阶段.

(2) 简谐运动的函数表达式: _____, 公式中的 A 代表振动的_____, ω 叫做_____, 它与频率 f 之间的关系为: $\omega = 2\pi f$; 公式中的 $(\omega t + \varphi)$ 表示简谐运动的_____, $t=0$ 时的相位叫做_____, 简称初相.

疑点归纳

同学们在自主学习探究的过程中, 还有什么困惑和疑问, 请记录在问题卡上, 记得在课上或课后及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

关于全振动和振幅,你能回答下面两个问题吗?

同学们可以在独立思考的基础上,在小组内讨论.

1. 关于全振动的概念有一种说法:如果从振子通过某点开始计时,当振子再次回到该位置时,我们就说该振子完成了一个全振动.你认为对吗?

思路点拨:从振动计时的特殊性和一般性两种情况来讨论.

2. 振动质点在 $\frac{T}{4}$ 时间内走过的路程是一个振幅吗?

思路点拨:简谐运动是一个变加速运动,在平衡位置附近时速度大,在位移最大处附近时速度小.



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

弹簧振子的振动周期与哪些因素有关呢?

1. 问题:定性研究弹簧振子振动的周期与弹簧的劲度系数、振幅、振子质量的关系.

2. 所需器材:铁架台、直尺、停表、粗细不同的若干根弹簧、不同质量的若干个钩码.

3. 步骤:用控制变量法来定性研究.

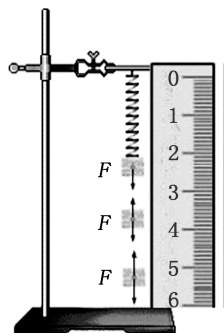
(1) 弹簧振子振动的周期与振幅的关系.

① 将弹簧、钩码按

图示悬挂起来.

② 将钩码从平衡位置向下拉开一小段距离(记下此位置),由静止释放,让钩码在竖直方向做简谐运动.

③ 当振动稳定后,

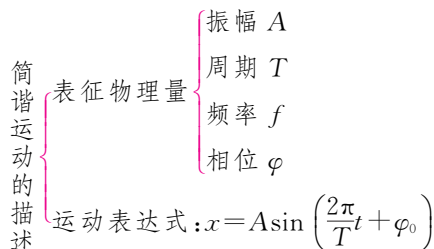


从振子某次通过平衡位置开始计时,记录累计完成 n 次全振动的时间,最后算出完成一次全振动的时间 t ,即振动的周期 $T = \frac{t}{n}$.

④ 改变振幅,重复上述步骤,得到弹簧振子振动的周期与振幅的关系.

(2) 弹簧振子振动的周期与振子质量的关系.(请同学们自己设计实验步骤)

“学习报告”等形式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.例如:



(3)弹簧振子振动的周期与弹簧的劲度系数的关系.(请同学们自己设计实验步骤)

通过实验,你得到的结论是:



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1.关于描述简谐运动的物理量,下列说法正确的是 ()

- A. 振幅是振动物体在四分之一一个周期内通过的路程
- B. 周期是振动物体从任一位置出发又回到这个位置所用的时间
- C. 周期是振动物体从平衡位置出发又回到平衡位置所用的时间
- D. 简谐运动的频率是 50 Hz 时,1 s 内振动物体速度方向改变 100 次

2.(多选)关于简谐运动的频率,下列说法正确的是 ()

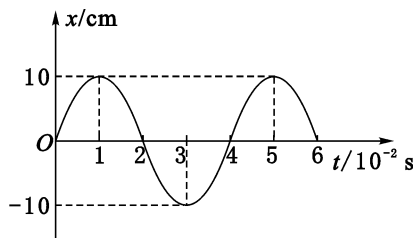
- A. 频率越高,振动质点运动的速度越大
- B. 频率越高,单位时间内速度方向变化的次数越多
- C. 弹簧振子的振幅越大,振动的频率越小
- D. 弹簧振子的振动频率与振子的振幅无关

3.(多选)一个质点在平衡位置 O 点附近做简谐运动,若从 O 点开始计时,经过 3 s 质点第一次经过 M 点;若再继续运动,又经

过 2 s 它第二次经过 M 点;则质点第三次经过 M 点还需要的时间是 ()

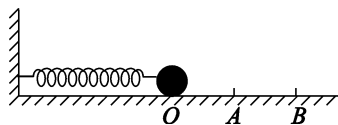
- A. 8 s B. 4 s
C. 14 s D. $\frac{10}{3}$ s

4. (多选)如图是一做简谐运动的物体的振动图象,下列说法正确的是 ()



- A. 物体振动的周期为 2×10^{-2} s
B. 物体振动的频率为 25 Hz
C. 物体振动的振幅为 10 cm
D. 在 $1 \times 10^{-2} \sim 2 \times 10^{-2}$ s 时间内物体运动的位移是 -10 cm

5. 如图所示,在光滑水平面上的弹簧振子,平衡位置为 O , $OA = 1$ cm,把振子拉到 A 点后释放,经过 0.2 s 振子第一次到达 A 点.若把振子拉到 B 点, $OB = 2$ cm,则释放振子后,振子第一次到达 O 点所需的时间为 ()



- A. 0.2 s B. 0.1 s
C. 0.15 s D. 0.05 s

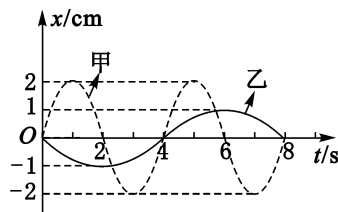
B. 能力提升

6. (多选)质点沿直线以 O 为平衡位置做简谐运动, A 、 B 两点分别为正最大位移处与负最大位移处的点, A 、 B 相距 10 cm,质点从 A 到 B 的时间为 0.1 s.从质点到 O 点时开始计时,经 0.5 s,则下述说法正确的是 ()

- A. 振幅为 5 cm
B. 振幅为 10 cm
C. 通过的路程为 50 cm

D. 质点位移为 50 cm

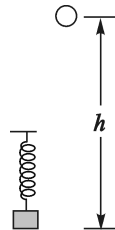
7. (多选)如图所示,虚线和实线分别为甲、乙两个弹簧振子做简谐运动的图象,已知甲、乙两个振子质量相等,则 ()



- A. 甲、乙两振子的振幅分别为 2 cm、1 cm
B. 甲、乙两振子的相位差总为 π
C. 前 2 s 内甲、乙两振子的加速度均为正值
D. 第 2 s 末甲的速度最大,乙的加速度最大

C. 拓展创新

8. (多选)如图所示,轻弹簧上端固定,下端连接一小物块,物块沿竖直方向做简谐运动,以竖直向上为正方向,物块做简谐运动的表达式为 $y = 0.1 \sin 2.5\pi t$ m. $t = 0$ 时刻,一小球从距物块 h 高处自由落下, $t = 0.6$ s 时,小球恰好与物块处于同一高度.取重力加速度的大小 $g = 10$ m/s².以下判断正确的是 ()



- A. $h = 1.7$ m
B. 物块做简谐运动的周期是 0.8 s
C. 0.6 s 内物块运动的路程是 0.2 m
D. $t = 0.4$ s 时,物块与小球运动方向相反

9. 有一弹簧振子,振幅为 0.8 cm,周期为 0.5 s,初始时具有负方向的最大加速度,则它做简谐运动的表达式为 ()

- A. $x = 8 \times 10^{-3} \sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ m
B. $x = 8 \times 10^{-3} \sin\left(4\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ m

C. $x=8\times 10^{-1}\sin\left(\pi t+\frac{3\pi}{2}\right)\text{ m}$

D. $x=8\times 10^{-1}\sin\left(\frac{\pi}{4}t+\frac{\pi}{2}\right)\text{ m}$



活动探究

请同学们认真阅读教材第 9 页“做一做 用计算机观察声音的波形”，这个活动很有趣噢. 通过实验探究，你可以进一步知道音调的高低和振动频率的关系.



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯，愿你也能擎起一盏

昆虫的嗡嗡声

为什么昆虫在飞行时常会发出嗡嗡声呢？它们大多数是没有发出这个声音的特殊器官的. 这个嗡嗡声只有在昆虫飞行时才能听得到，原因是昆虫飞行时，每秒钟都要振动它的小翅膀几百次.

振动着的翅膀事实上就是振动着的膜片. 我们知道，所有振动到足够频率的膜片（每秒振动次数超过 16 次），都会产生出一定高低的音调来. 现在你可以明白，人们是用什么方法知道各种昆虫飞行时翅膀振动的次数了吧. 这件事情很简单，只要从听觉上判定昆虫发出嗡嗡声的音调就行了，因为每一种音调都是跟一定的振动频率相对应的.

人们已经测定了苍蝇（飞行时发出 F 调）每秒钟翅膀振动 352 次，山蜂每秒钟翅膀振动 220 次. 蜜蜂在没有采蜜飞行时发出 A 调音，每秒钟翅膀振动 440 次；如果带着蜜飞行，翅膀每秒钟振动 330 次（B 调）. 甲虫飞行时发出的音调比较低，两翅膀振动得比较慢. 相反的，蚊子每秒钟振动翅膀 500~600 次.

第三节 简谐运动的回复力和能量



板块一 创设问题 引领目标

导入问题，直指课时重点



问题呈现

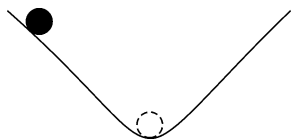
在《必修 1》中我们学过力和运动的关系，知道物体的运动情况是由其受力和物体的初始状态决定的. 物体做匀变速直

线运动时，所受合力的大小、方向都不变；物体做匀速圆周运动时，所受合力的大小不变，方向与速度方向垂直并指向圆心. 那么，物体做简谐运动时，所受合力有什么特点呢？运动过程中其动能和势能又是如何转化的呢？



材料链接

如图所示,在竖直平面内有两个对接的光滑斜面,小球从斜面的一侧由某一高度静止释放,之后小球就在两个光滑斜面间做往复运动,请同学们思考:



1. 小球在两个光滑斜面间做的往复运动是简谐运动吗?为什么?

2. 小球在运动过程中能量是如何转化的?小球运动到任一位置时的总能量相同吗?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

水平放置的弹簧振子在做简谐运动时,其受力有什么特点?

请同学们仔细阅读教材“简谐运动的回复力”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 简谐运动的受力特征是什么?

2. 在“材料链接”1中,小球在两个光滑斜面间的往复运动为什么不是简谐运动?

问题二

水平放置的弹簧振子在做简谐运动时,其动能和势能都在不断变化,它们的变化有什么规律呢?

请同学们仔细阅读教材“简谐运动的能量”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 完成教材第11页的“思考与讨论”,并简述弹簧振子在一个周期内的能量转化。

2. 同一个水平放置的弹簧振子在做简谐运动时,其总能量的大小由哪个物理量来决定?

3. 水平放置的弹簧振子在做简谐运动时,以及“材料链接”2中的小球在两个光滑斜面间做往复运动时,其总能量为什么不会改变?



自主测评

1. 如果质点所受的力与它偏离平衡位置的位移的大小成_____,并且总是指向平衡位置,则质点的运动叫简谐运动。

数学表达式:_____。

如果质点的位移与时间的关系遵从_____的规律,即它的振动图象是一条正弦曲线,这样的振动叫简谐运动。

数学表达式:_____。

2. 水平放置的弹簧振子远离平衡位置的

过程中_____能转化为_____能;回到平衡位置的过程中_____能转化为_____能;且振幅越大,振动系统的_____就越大.

3. 水平放置的弹簧振子在做简谐运动:

(1)在平衡位置时:(填“最大”或“为0”)

速度_____,动能_____,位移_____,回复力_____,加速度_____.

(2)在距平衡位置最远时:(填“最大”或“为0”)

速度_____,动能_____,位移_____,回复力_____,加速度_____.



疑点归纳

同学们在自主学习探究的过程中,还有什么困惑和疑问,请记录在问题卡上,记得在课上或课后及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三



如何判定一个振动的物体是否做简谐运动呢?

同学们可以在独立思考的基础上小组内讨论.

1. 判定一个振动物体是否做简谐运动的依据是什么?

2. 请完成教材第12页“问题与练习”1,

并叙述求证的一般思路是什么?



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四



弹簧振子在振动的过程中,各相关物理量如何变化呢?

请同学们在小组内讨论、交流并解答下列问题,之后在全班展示.

请同学们结合教材第11页图11.3-2将下表填写完整.

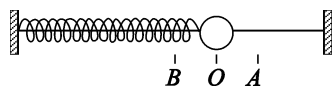
振子的运动	A→O	O→B	B→O	O→A
相对O点位移的方向怎样?大小如何变化?				
回复力的方向怎样?大小如何变化?				
加速度的方向怎样?大小如何变化?				

(续表)

振子的运动	$A \rightarrow O$	$O \rightarrow B$	$B \rightarrow O$	$O \rightarrow A$
速度的方向怎样? 大小如何变化?				
振子的动能如何变化?				
弹簧的势能如何变化?				
系统总能量如何变化?				

问题五

(多选)如图,弹簧振子在 A 、 B 之间做简谐运动,下列情况可能出现的是 ()



- 在某一时刻,它的速度和回复力的方向相同,与位移方向相反
- 在某一时刻,它的速度、位移和加速度的方向都相同
- 在某一段时间内,它的回复力的大小增大,动能也增大
- 在某一段时间内,它的势能减小,加速度的大小也减小



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等形式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨. 例如:

简谐运动的回复力和能量

- 回复力 $\rightarrow$ 简谐运动的回复力 $F = -kx$
 - $\rightarrow$ 判断依据
- 一个周期的运动情况分析
 - 位移
 - 回复力
 - 加速度
 - 速度
- 能量
 - 动能
 - 势能
 相互转化 $\rightarrow$ 总机械能守恒



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. 一个弹簧振子做简谐运动时,所具有的能量与下列哪个物理量有关 ()

- 周期
- 振幅
- 振子质量
- 频率

2. (多选)在简谐运动中,振子每次经过同一位置时,下列选项中描述振动的物理量总是相同的是 ()

- 速度、加速度、动能
- 速度、动能、回复力
- 加速度、动能和位移
- 位移、动能和回复力

3. (多选)关于弹簧振子在水平面上做简谐运动时的能量,下列说法正确的是 ()

- 等于在平衡位置时振子的动能
- 等于在最大位移处时弹簧的弹性势能
- 等于任意时刻振子动能与弹簧弹性势能之和

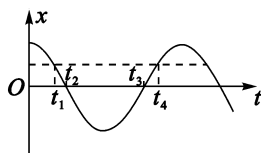
性势能之和

D. 位移越大, 振动能量也越大

4. (多选) 关于做简谐运动的质点受力和运动的特点, 下列说法正确的是 ()

- A. 回复力的方向总指向平衡位置
- B. 回复力的方向总跟离开平衡位置的位移的方向相反
- C. 物体越接近平衡位置, 运动得越快, 因而加速度越大
- D. 物体加速度的方向跟速度的方向有时相同, 有时相反

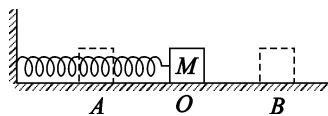
5. (多选) 如图所示是水平放置的弹簧振子做简谐振动的振动图象, 由此可以判定 ()



- A. 从 t_1 到 t_2 时间内弹簧振子的动能不断增大, 势能不断减小
- B. 从 t_2 到 t_3 时间内弹簧振子的振幅不断增大
- C. t_3 时刻弹簧振子处于平衡位置, 速度最大
- D. t_1 、 t_4 时刻弹簧振子的动能相同

B. 能力提升

6. (多选) 如图所示, 一弹簧振子在 A、B 间做简谐运动, 平衡位置为 O, 已知振子的质量为 M . 若振子运动到 B 处时将一质量为 m 的物体轻轻地放到 M 的上面, 且 m 和 M 无相对滑动地一起运动, 下列叙述正确的是 ()



- A. 振幅不变
- B. 振幅减小
- C. 最大动能不变
- D. 最大动能减少

7. 一弹簧振子振幅为 A , 从最大位移处经时间 t_0 第一次到达平衡位置, 若振子从最大位移处经过 $\frac{t_0}{2}$ 时的动能和加速度大小分别为 E_1 和 a_1 , 而振子位移为 $\frac{A}{2}$ 时的动能和加速度大小分别为 E_2 和 a_2 , 则 ()

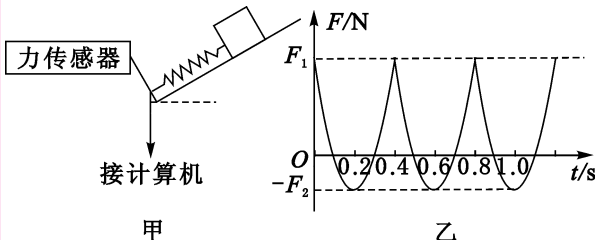
- A. $E_1 < E_2, a_1 > a_2$
- B. $E_1 > E_2, a_1 > a_2$
- C. $E_1 < E_2, a_1 < a_2$
- D. $E_1 > E_2, a_1 < a_2$

C. 拓展创新

8. 劲度系数为 k 的轻弹簧竖直悬挂, 在其下端挂一质量为 m 的砝码, 然后从弹簧原长处由静止释放砝码, 不计摩擦阻力, 则 ()

- A. 砝码的运动不是简谐振动
- B. 砝码最大加速度为 $2g$
- C. 砝码偏离平衡位置的最大位移为 $\frac{2mg}{k}$
- D. 弹簧的最大弹性势能为 $\frac{2m^2g^2}{k}$

9. 如图甲所示, 在光滑的斜面上有一滑块, 一劲度系数为 k 的轻弹簧上端与滑块相连, 下端与斜面上的固定挡板连接, 在弹簧与挡板间有一力传感器 (压力显示为正值, 拉力显示为负值), 能将各时刻弹簧中的弹力数据实时传送到计算机, 经计算机处理后在屏幕上显示出 $F-t$ 图象. 现用力将滑块沿斜面压下一段距离, 放手后滑块将在光滑斜面上做简谐运动, 此时计算机屏幕上显示出如图乙所示的图象.



(1) 滑块做简谐运动的回复力是由 _____ 提供的。

(2) 由图乙所示的 $F-t$ 图象可知, 滑块做简谐运动的周期为 _____ s。

(3) 结合 $F-t$ 图象的数据和题目中已知条件可知, 滑块做简谐运动的振幅为 _____。



活动探究

一木块质量为 m , 放在水面上静止, 今用力将其压入水中一定深度后撤掉该力, 木块在水面上振动。试判断木块的振动是否为简谐运动。

第四节 单 摆



板块一 创设问题 引领目标

导入问题, 直指课时重点



问题呈现

日常生活中我们看到像吊灯、机械钟的摆动、秋千等, 它们有一个共同的特点, 都是一定质量的物体用绳悬吊, 摆动过程中物体绕悬点沿圆弧运动, 在研究它们的运动时可以将其抽象成单摆。在学习本节课的时候, 请同学们仔细体会: 物理学中的单摆这一理想模型是怎样运动的? 它的运动是简谐运动吗? 单摆的周期与哪些因素有关? 它的数学表达式如何?

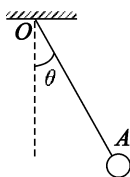


材料链接

如图甲所示, 小红同学正在荡秋千, 这个运动可以简化为一个物理模型——单摆(如图乙): 用一根细线将质量为 m 的小球悬挂于 O 点, 然后将小球拉离竖直方向一个很小的角度 θ 后放手, 小球就绕 O 点振动起来。



甲



乙

请同学们思考:

(1) 小球在任意位置时受几个力? 分别是什么力?

(2) 若小球在图示位置时, 悬线与竖直方向成 θ 角, 则重力沿切线方向的分力为多大?

(3) 在摆动过程中, 小球在平衡位置时的合外力为 0 吗?

(4) 测量单摆的周期时, 从哪儿开始计时好呢?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律, 亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

什么是单摆? 单摆的摆球在振动过程中其受力有什么特点? 它的运动是简谐运动吗?

请同学们仔细阅读教材“单摆的回复力”标题下的内容, 思考并回答下列问题:

1. 生活中我们常见的摆满足什么条件才是物理中的单摆?

2. 对于“材料链接”思考(2), 小球摆动

过程中,在图示位置时,是哪个力充当回复力使小球回到平衡位置的?

3. 对于“材料链接”思考(3),小球摆动过程中,在平衡位置时的合外力为0吗?

4. 从单摆的振动图象看,单摆是不是简谐运动?从简谐运动的动力学特征可以证明单摆的运动是简谐运动,证明过程中用了哪些数学上的近似?写出你的证明过程.

问题二

单摆的周期与哪些因素有关?它的数学表达式如何?

请同学们仔细阅读教材“单摆的周期”和“用单摆测定重力加速度”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 单摆的周期与哪些因素有关?它的数学表达式如何?

2. 根据单摆周期公式测定当地的重力加速度 g 的值时,应测哪几个物理量?

3. 怎样才能正确地测出摆长?测单摆

的周期时,从哪个位置开始计时好呢?怎样才能较准确地测定单摆的周期?



自主测评

1. 单摆模型:悬挂小球的细线的_____和_____可以忽略,细线长度又比球的直径_____.实际单摆的摆长是_____的距离,在观察的时间内可以不考虑各种阻力.

2. 单摆的回复力:

重力 G 沿圆弧切线方向的分力 $G_1 =$ _____

(如图所示)提供了使摆球振动的回复力,在偏角很小时, $\sin\theta \approx$ _____

_____,所以单摆的回复力为 _____

式中各符号的意义为 _____

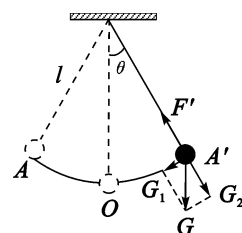
3. 单摆的周期:在偏角很小的情况下,单摆做简谐运动.其周期与振幅、摆球的质量无关,其大小由摆长、重力加速度决定.公式: _____

4. 单摆周期公式的应用:测定当地的重力加速度,其表达式为 $g =$ _____

5. 在“用单摆测定重力加速度”的实验中,操作时必须注意下面的问题,请在横线上填上题设中的关键问题.

(1) 摆球要选用密度较_____而直径较_____的小球.摆线要选取较_____且线径较_____和不易伸长的线.

(2) 在固定摆线上端时应用铁夹夹紧,不



要缠绕,悬点要固定不变,以免在摆动过程中
_____发生变化.

(3)摆长是从_____到_____
的距离,测量时要尽量准确.

(4)实验时必须控制摆角在_____以
内,并且要让单摆在_____平面内摆动.

(5)测量单摆周期时,等单摆自由振动几
次之后,从摆球经过_____时开始计时,
因为这时摆球的速度_____,容易观察,
可以减小误差.



疑点归纳

同学们在自主学习探究的过程中,还有
什么困惑和疑问,请记录在问题卡上,记得在
课上或课后及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

在“用单摆测定重力加速度”的实验中,你知
道本实验的误差来源有哪些?

思路点拨: 同学们可以参考“自主测
评”第5题,从下面两个方面进行分析:

(1)本实验的系统误差来源可从单摆模
型本身是否符合要求方面去分析.

(2)本实验的偶然误差的主要来源可从
单摆周期的测量方面去分析.



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

已知地球的质量为 M , 半径为 R , 一个单
摆在地球上的振动周期为 T , 月球的质量为
 m , 半径为 r , 求该单摆在月球上的振动周期.

思路点拨: 把单摆从地球上拿到月球
上, 摆长不变, 但 g 值发生了变化.

问题五

用单摆测定重力加速度的数据处理方法有
哪些?

(1) 方法一(公式法). 根据公式 $g =$
 $\frac{4\pi^2 n^2 \left(L' + \frac{d}{2} \right)}{t^2}$ 可以计算出重力加速度的
数值 (L' 为摆线长度), 最后取平均值 $\bar{g} =$
_____.

(2) 方法二(图象法). 作 $T^2 - L$ 图象, 由
 $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$ 可以知道 $T^2 - L$ 图象应是一条过
原点的直线, 其斜率 k 的物理意义是 $\frac{4\pi^2}{g}$, 所
以作出 $T^2 - L$ 图象后求斜率 k , 然后可求出
重力加速度 $g = \frac{4\pi^2}{k}$.

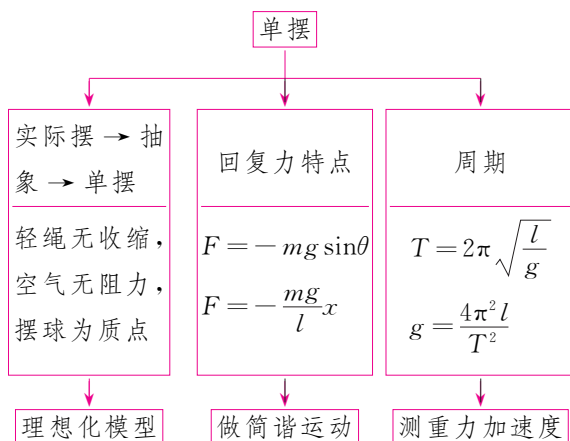
展示要求: (1) 请同学们认真做好实
验, 在实验中获得 5、6 组数据, 然后按照上述
方法进行数据处理.

(2) 最好将这一过程做成 PPT 在全班进
行展示.



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等形式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.例如:



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. (多选)单摆是实际摆的理想化模型,关于单摆的下列说法中,正确的是 ()

- A. 摆线质量不计
- B. 摆线长度不伸缩
- C. 摆球的直径比摆线长度小得多
- D. 单摆的运动一定是简谐运动

2. 甲、乙两个单摆摆长相等,将两个单摆的摆球由平衡位置拉开,使摆角 $\alpha_{\text{甲}} > \alpha_{\text{乙}}$

($\alpha_{\text{甲}}、\alpha_{\text{乙}}$ 都小于 10°),由静止开始释放,则

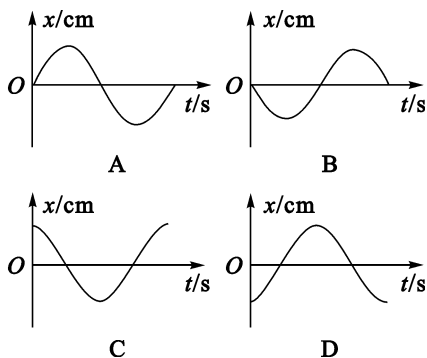
()

- A. 甲先到达平衡位置
- B. 乙先到达平衡位置
- C. 甲、乙同时到达平衡位置
- D. 无法判断

3. 将秒摆(周期为 2 s)的周期变为 1 s,下列措施可行的是 ()

- A. 将摆球的质量减半
- B. 振幅减半
- C. 摆长减半
- D. 摆长减为原来的 $\frac{1}{4}$

4. 摆长为 l 的单摆做简谐运动,若从某时刻开始计时(取作 $t = 0$),当运动至 $t = \frac{3\pi}{2}\sqrt{\frac{l}{g}}$ 时,摆球具有负向最大速度,则单摆的振动图象为下图中的 ()



B. 能力提升

5. 若单摆的摆长不变,摆球质量变为原来的 4 倍,摆球经过平衡位置的速度减为原来的 $\frac{1}{2}$,则该单摆振动的 ()

- A. 频率变大,振幅变小
- B. 频率变小,振幅变大
- C. 频率不变,振幅变小
- D. 频率不变,振幅变大

6. 某同学做“用单摆测定重力加速度”的实验时,测得的重力加速度数值明显大于当地的重力加速度的实际值.造成这一情况的

可能原因是

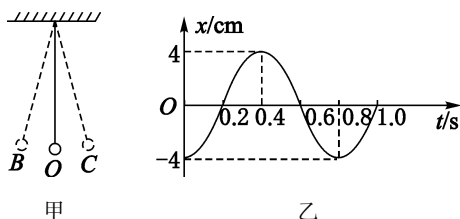
()

- A. 测量摆长时,把悬挂状态的摆线长当成摆长
- B. 测量周期时,当摆球通过平衡位置时启动秒表,此后摆球第 30 次通过平衡位置时制动秒表,读出经历的时间为 t ,并由计算式 $T = \frac{t}{30}$ 求得周期
- C. 开始摆动时振幅过小
- D. 所用摆球的质量过大

7. 如图甲是一个单摆振动的情形, O 是它的平衡位置, B 、 C 是摆球所能到达的最远位置. 设向右为正方向. 图乙是这个单摆的振动图象. 根据图象回答:

- (1) 单摆振动的频率是多大?
- (2) 开始时摆球在何位置?

(3) 若当地的重力加速度为 10 m/s^2 , 试求这个摆的摆长是多少? (计算结果保留 2 位有效数字)

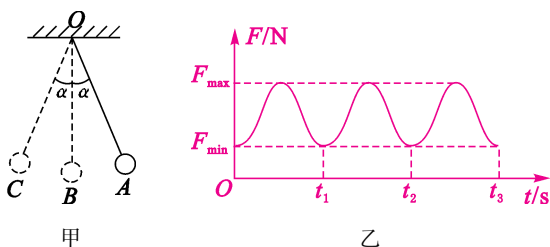


C. 拓展创新

8. (多选) 某实验小组在研究单摆时改进了实验方案, 将一力传感器连接到计算机上. 图甲中 O 点为单摆的固定悬点, 现将小摆球 (可视为质点) 拉至 A 点, 此时细线处于张紧状态, 释放摆球, 则摆球将在竖直平面内的 A 、 B 、 C 之间来回摆动, 其中 B 点为运动中的最低位置, $\angle AOB = \angle COB = \alpha$, α 小于 10° 且是未知量. 同时由计算机得到了摆线对摆球

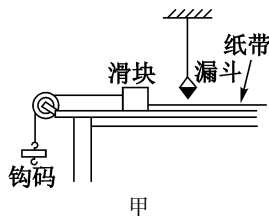
的拉力大小 F 随时间 t 变化的曲线, 如图乙 (均为已知量), 且图乙中 $t = 0$ 时刻为摆球从 A 点开始运动的时刻 (重力加速度为 g). 根据题中 (包括图中) 所给的信息, 下列说法正确的是

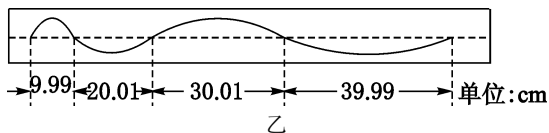
()



- A. 该单摆的周期为 t_2
- B. 根据题中 (包括图中) 所给的信息可求出摆球的质量
- C. 根据题中 (包括图中) 所给的信息不能求出摆球在最低点 B 时的速度
- D. 若实验时, 摆球做了圆锥摆, 则测得的周期变长
- E. 若增加摆球的质量, 摆球的周期不变

9. 实验小组拟用如图甲所示的装置研究滑块的运动. 实验器材有: 滑块、钩码、纸带、毫米刻度尺、带滑轮的木板、漏斗和细线组成的单摆 (细线质量不计且不可伸长, 装满有色液体后, 漏斗和液体质量相差不大) 等. 实验前, 在控制液体不漏的情况下, 从漏斗某次经过最低点时开始计时, 测得之后漏斗第 100 次经过最低点共用时 100 s . 实验中, 让滑块在钩码作用下拖动纸带做匀加速直线运动, 同时单摆在垂直于纸带运动方向做微小振幅摆动, 漏斗漏出的液体在纸带上留下的痕迹记录了漏斗在不同时刻的位置.



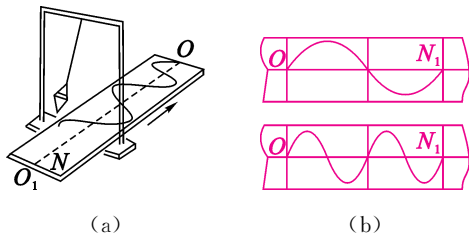


- (1)求该单摆的周期；
- (2)图乙是实验得到的有液体痕迹并进行了数据测量的纸带，根据纸带可求出滑块的加速度为多少？（结果取 2 位有效数字）
- (3)用该实验装置测量滑块加速度，对实验结果影响最大的因素是什么？

活动探究

图(a)是演示简谐运动图象的装置，当盛沙漏斗下面的薄木板 N 被匀速地拉出时，摆动着的漏斗中漏出的沙在板上形成曲线，显示出摆的位移随时间变化的关系，板上直线 OO_1 代表时间轴。

图(b)是两个摆中的沙在各自板上形成的曲线，若板 N_1 和板 N_2 拉动的速度 v_1 和 v_2 的关系为 $v_2 = 2v_1$ ，则板 N_1 、 N_2 上曲线所代表的振动的周期 T_1 和 T_2 的关系为 ()



- A. $T_2 = T_1$
- B. $T_2 = 2T_1$
- C. $T_2 = 4T_1$
- D. $T_2 = \frac{1}{4}T_1$

★ 科学与技术社会

科学技术是社会前进的指路明灯，愿你也能擎起一盏

钟表是怎样设计的

振动是一种很普遍的运动现象，由于它具有等时性，长期以来人们用这个原理来制作钟表。世界上第一架摆钟是 1650 年德国物理学家惠更斯制作的。此后利用振动原理计时，使时间的计量发生了突破性的变化，大致经历了机械摆钟、石英钟、原子钟三个历程。

老式的挂钟靠摆锤的摆来计时；机械手表的核心部件是摆轮和游丝；电子表是利用电磁振动的等时性来计时的；石英钟是利用石英晶体振动的等时性来计时的。世界上第一架原子钟是 1949 年美国国家标准局制作的。由于原子钟振动频率特别稳定，因此原子钟十分准确，30 万年也相差不到一秒。

第五节 外力作用下的振动



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指课时重点



问题呈现

在生活实际中我们看到,无论是弹簧振子的振动还是单摆的振动,随着时间的推移,振动的振幅会越来越小,最后停止振动.在这种振动中,振动系统都受到了系统以外的力——阻力的作用.在学习本节内容的时候,请同学们用心体会:什么是阻尼振动?什么是受迫振动?什么是共振?它们振动的振幅和频率有什么变化?



材料链接

1. 汽车在凹凸不平的路面上行驶时,会发生剧烈振动,故汽车上安装有大阻尼的减震器;一些乐器如吉他、二胡、小提琴等都带有一个共鸣箱;生活、生产中的共振筛等,都是在外力作用下的振动.



汽车减震器



乐器共鸣箱



共振筛

2. 在家中用洗衣机洗衣服时,细心的同学会发现:洗衣机在正常工作时很平稳,当切断电源后先是振动得越来越剧烈,然后逐渐减弱.对这一现象你如何解释?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

我们已经知道弹簧振子的振动和单摆的振动都是简谐运动,那么振动系统在外力的作用下将如何振动呢?

请同学们仔细阅读教材本节的内容,思考并回答下列问题:

1. 什么是阻尼振动? 振动系统在做阻尼振动时,其振幅逐渐减小,那么振动的频率改变吗?

2. 结合阻尼振动的概念,分析振动系统物体做机械振动的条件是什么.

3. 什么是受迫振动? 物体做受迫振动的频率由谁来决定?

4. 发生共振的条件是什么? 阅读教材“科学漫步”,了解共振现象在实际生活中的应用.

5. 如何解释“材料链接”2 中的现象?

自主测评

1. 固有频率: 如果振动系统不受 _____ 作用, 此时的振动称为固有振动, 其振动频率称为固有频率.

2. 阻尼振动: 振动系统受到阻尼, 系统克服阻尼的作用做功, 消耗机械能, 因而 _____ 逐渐减小, 最后停下来. 这种振动称为阻尼振动.

3. 受迫振动

(1) 定义: 系统在外界 _____ 作用下的振动.

(2) 频率特征: 受迫振动的频率等于 _____ 的频率, 与固有频率无关.

(3) 振幅特征: 驱动力的频率越接近固有频率, 振幅越大, 当 $f_{\text{驱}} = f_{\text{固}}$ 时, 振幅最大, 这种现象叫做 _____. 受迫振动达到稳定时, 驱动力对系统所做的功及时补偿系统因克服阻力做功而损失的机械能, 振幅保持不变.

4. 仔细阅读教材图 11.5-4, 图象的横、纵坐标各代表什么意思? 其中 f_0 表示什么意思?

疑点归纳

同学们在自主学习探究的过程中, 还有什么困惑和疑问, 请记录在问题卡上, 记得在课上或课后及时解决哦!

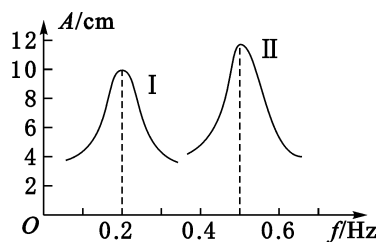


板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维, 形成主动探究与合作的意识和能力

问题二

如图为单摆在做受迫振动的两条共振曲线, 请你根据图象所给的信息回答下列问题:



(1) 若两条受迫振动的共振曲线是同一单摆分别在月球和地球上振动得到的, 那么哪个图线表示的是在月球上振动得到的曲线?

(2) 若两条曲线是两个摆长不同的单摆在地球上同一地点振动得到的, 则两单摆的摆长之比 $l_1 : l_2$ 等于多少?

思路点拨:

(1) 可以根据物体做受迫振动的共振曲线判断出物体的固有频率.

(2) 根据单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, 可得到单摆的固有频率 $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$, 结合图象中 f 的信息可以作出判断.

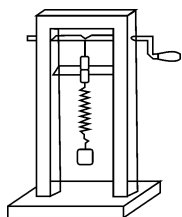


板块四 展示交流 探究问题

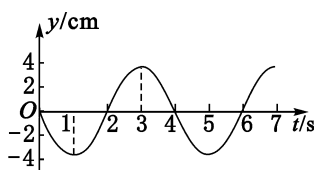
提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题三

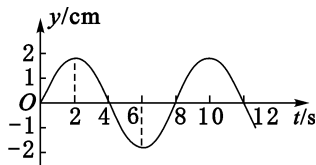
一砝码和一轻弹簧构成弹簧振子,如图(a)所示,该装置可用于研究弹簧振子的受迫振动.匀速转动把手时,曲杆给弹簧振子以驱动力,使振子做受迫振动,把手匀速转动的周期就是驱动力的周期,改变把手匀速转动的速度就可以改变驱动力的周期.若保持把手不动,给砝码一向下的初速度,砝码便做简谐运动,振动图线如图(b)所示.当把手以某一速度匀速转动,受迫振动达到稳定时,砝码的振动图线如图(c)所示.若用 T_0 表示弹簧振子的固有周期, T 表示驱动力的周期, y 表示受迫振动达到稳定后砝码振动的振幅.请同学们思考并回答下列问题:



(a)



(b)



(c)

(1)由图(b)可知弹簧振子的固有周期 T_0 是多少?

(2)图(c)表示的弹簧振子振动的周期是

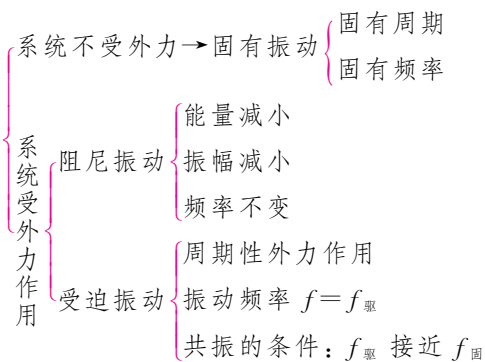
多少?

(3)假设把手以不同的速度(逐渐增大)匀速转动时,你会看到什么现象?如何解释?



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等形式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.例如:



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



分层演练

A. 基础巩固

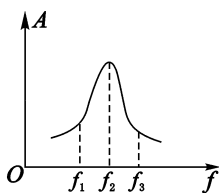
1. (多选)下列说法正确的是 ()

- A. 实际的自由振动必然是阻尼振动
- B. 在外力作用下的振动是受迫振动
- C. 阻尼振动的振幅越来越小
- D. 受迫振动稳定后频率与自身物理条件无关

2. 登山运动员登雪山时,不许高声叫喊,主要原因是 ()

- A. 避免产生回声
- B. 减小对雪山的冲击
- C. 避免使雪山发生共振
- D. 使登山运动员耗散的能量减少

3. (多选) 如图表示一弹簧振子做受迫振动时的振幅与驱动力频率的关系, 由图可知 ()



- A. 驱动力频率为 f_2 时, 振子处于共振状态
 - B. 驱动力频率为 f_3 时, 振子振动频率为 f_3
 - C. 假如让振子自由振动, 它的频率为 f_2
 - D. 振子做自由振动时, 频率可以为 f_1 、 f_2 、 f_3
4. (多选) 一单摆做阻尼振动, 则在振动过程中 ()

- A. 振幅越来越小, 周期也越来越小
- B. 振幅越来越小, 周期不变
- C. 在振动过程中, 通过某一位置时, 机械能始终不变
- D. 在振动过程中, 机械能不守恒, 周期不变

B. 能力提升

5. 在飞机的研发过程中有一个阶段, 飞机升空后不久, 飞机的机翼很快就抖动起来, 而且越抖越厉害. 后来人们经过了艰苦的探索, 利用在飞机机翼前缘安装一个配重杆的方法, 解决了这一问题. 在飞机机翼前缘安装配重杆的目的主要是 ()

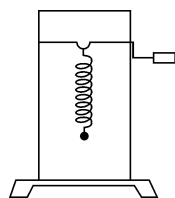
- A. 加大飞机的惯性
- B. 使机体更加平衡
- C. 使机翼更加牢固
- D. 改变机翼振动的固有频率

6. 铁轨上每根钢轨长 12 m, 若支持车厢的弹簧的固有频率是 2 Hz, 那么列车以多大速度行驶时, 车厢振动得最厉害 ()

- A. 6 m/s
- B. 12 m/s
- C. 24 m/s
- D. 48 m/s

C. 拓展创新

7. (多选) 如图所示, 在曲轴上悬挂一个弹簧振子, 曲轴不动时让其上下振动, 振动周期为 T_1 ; 现使把手以周期 T_2 匀速转动, $T_2 > T_1$, 当其运动达到稳定后, 则 ()



- A. 弹簧振子的振动周期为 T_1
- B. 弹簧振子的振动周期为 T_2
- C. 要使弹簧振子的振幅增大, 可以减小把手的转速
- D. 要使弹簧振子的振幅增大, 可以增大把手的转速

8. (多选) 一洗衣机在正常工作时非常平稳, 当切断电源后, 发现洗衣机先是振动越来越剧烈, 然后振动再逐渐减弱. 对这一现象, 下列说法正确的是 ()

- A. 正常工作时, 洗衣机波轮的运转频率比洗衣机的固有频率大
- B. 正常工作时, 洗衣机波轮的运转频率比洗衣机的固有频率小
- C. 正常工作时, 洗衣机波轮的运转频率等于洗衣机的固有频率
- D. 当洗衣机振动最剧烈时, 波轮的运转频率恰好等于洗衣机的固有频率



活动探究

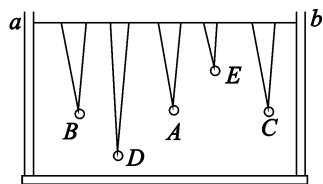
在一根张紧的绳子 ab 上挂了 A 、 B 、 C 、 D 、 E 五个摆, 其中 A 、 B 、 C 的摆长相等. 先让 A 摆摆动, 观察摆动稳定后的现象. 请同学们思考并回答下列问题:

(1) A 、 B 、 C 摆长相同, 意味着它们的固

有频率有什么关系？根据是什么？

(2) B 、 C 、 D 、 E 做的是什麼振动？若是受迫振动，驱动力由什麼提供？

(3) 据观察到的现象可得到什麼结论？



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯，愿你也能擎起一盏

对共振的合理利用——微波炉

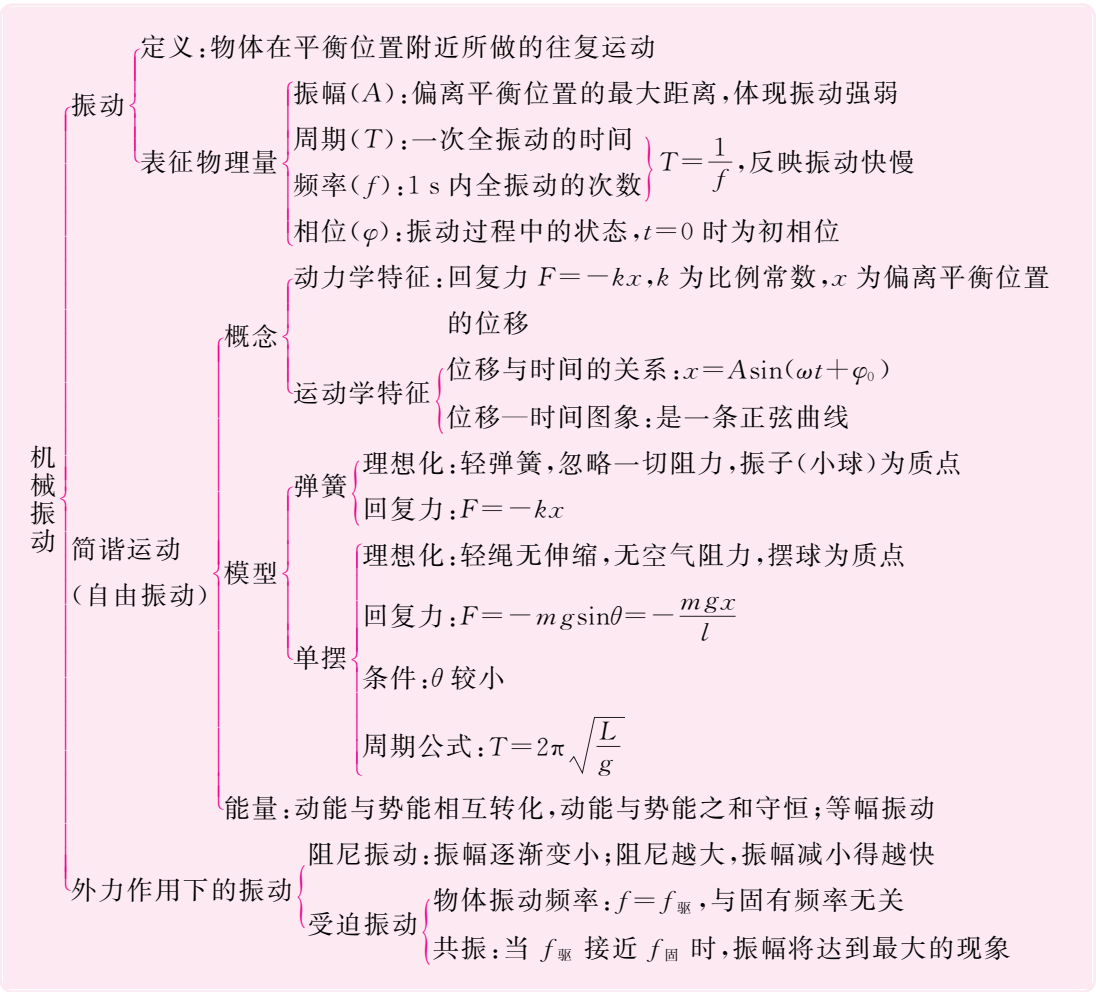
微波炉也利用了共振的原理。用微波炉加热食品时，炉内有很强的交变电磁场，它使得食物分子中的带电微粒做受迫振动。由于分子间的相互作用，振动能量最终成为食物分子热运动的动能，提高了食物的温度。设计微波炉时总是使它的电磁场的频率和水分子振动的固有频率相当，因此水分子发生共振时，振幅能达到最大。微波炉内水分子丰富的食物温度比干燥的食物温度升高得快，就是这个道理。



★ 本章学习报告

整体把握本章的学习内容，使学有所获

请你根据对本部分内容的学习和体会，列出本章内容主要涉及的知识点、公式、图象、方法等，并通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“书面表达”等方式，将你所列出的内容系统化。要注意和别的同学多交流，并及时记录下别人的优点，补充完善自己的不足部分。例如：

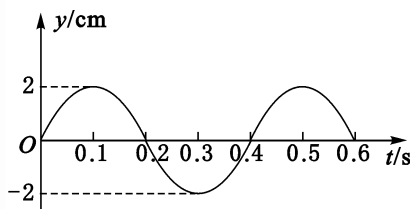


第十一章综合测试

(时间:90 分钟 满分:100 分)

一、选择题 (本题共 8 小题,每小题 5 分,共 40 分.在每小题给出的四个选项中,第 1~5 题只有一项符合题目要求,第 6~8 题有多项符合题目要求.全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,选错或不答的得 0 分,请将答案标号填在题后的括号内)

1. 如图所示为某质点做简谐运动的图象,下列说法正确的是 ()

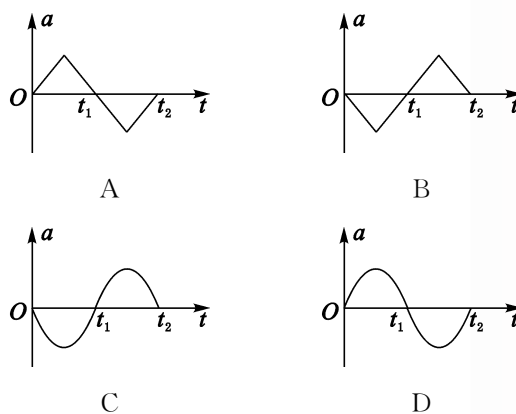
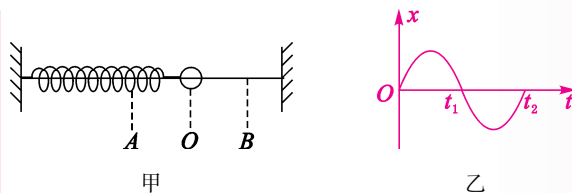


- A. $t=0$ 时,质点的速度为 0
 B. $t=0.1$ s 时,质点具有沿 y 轴正向最大加速度
 C. 在 $0.2\sim 0.3$ s 内质点沿 y 轴负方向做加速度增大的加速运动
 D. 在 $0.5\sim 0.6$ s 内质点沿 y 轴负方向做加速度减小的加速运动

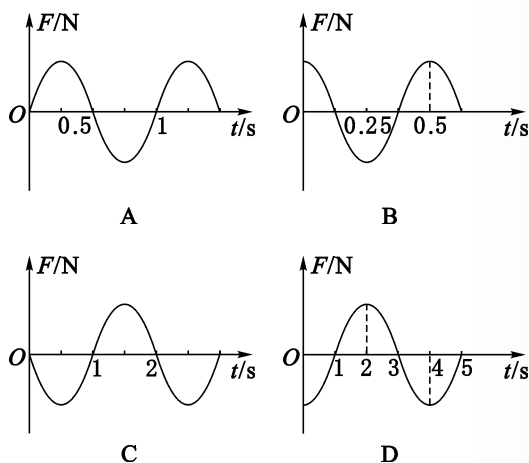
2. 做简谐振动的物体,当它每次经过同一位置时,可能不同的物理量是 ()

- A. 位移 B. 速度
 C. 加速度 D. 回复力

3. 如图甲,一弹簧振子在 A、B 间做简谐运动, O 为平衡位置,图乙是振子做简谐运动时的位移—时间图象. 则关于振子的加速度随时间的变化规律,下列四个图象中正确的是 ()



4. 一个摆长约为 1 m 的单摆,在下列四个随时间变化的驱动力作用下振动,要使单摆振动的振幅尽可能增大,应选用的驱动力是 ()



5. 某同学要利用单摆测定重力加速度,但因无游标卡尺而没有办法测定摆球直径.

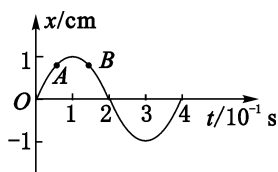
他将摆球用不可伸长的细线悬挂起来后,改变摆线的长度测了两次周期 T_1 、 T_2 ,并分别测出两摆线长 l_1 、 l_2 ,从而算出了重力加速度.则他计算重力加速度的公式是 ()

- A. $\frac{4\pi^2(l_1+l_2)}{T_1^2+T_2^2}$
 B. $\frac{4\pi^2(l_1-l_2)}{T_1^2-T_2^2}$
 C. $\frac{4\pi^2(l_1-l_2)}{T_1^2+T_2^2}$
 D. $\frac{4\pi\sqrt{l_1l_2}}{T_1T_2}$

6. 一个单摆做简谐运动,周期为 T ,在下列情况中,会使振动周期增大的是 ()

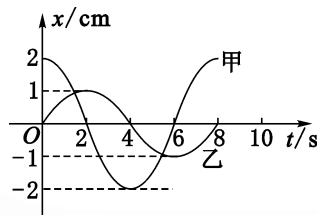
- A. 摆球的质量增大
 B. 摆长增大
 C. 重力加速度减小
 D. 振幅减小

7. 如图所示为某一质点的振动图象,下列说法正确的是 ()



- A. 在振动图象上的 A、B 两点,质点的速度相同
 B. 在 $t=0.1$ s 和 $t=0.3$ s 时,质点的加速度大小相等,方向相反
 C. 振动质点在 A、B 两点的速度大小相等,方向相反
 D. 质点在 $t=0.2$ s 和 $t=0.3$ s 时的动能相等

8. 如图所示为同一实验室中甲、乙两个单摆的振动图象,从图象可知 ()



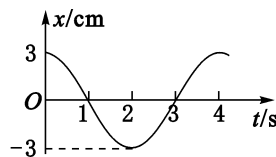
- A. 两摆球质量相等
 B. 两单摆的摆长相等
 C. 两单摆相位相差 $\frac{\pi}{2}$
 D. 在相同的时间内,两摆球通过的路程总有 $s_{\text{甲}}=2s_{\text{乙}}$

二、填空题 (本题共 3 小题,每小题 5 分,共 15 分.请将答案填在题中横线上)

9. 质点做简谐运动的周期为 0.4 s,振幅为 0.1 m,从质点通过平衡位置时开始计时,则经过 5 s,质点通过的路程等于 _____ m,位移为 _____ m.

10. A、B 两个单摆,当 A 振动 20 次时, B 振动 30 次,已知 A 摆摆长比 B 摆摆长长 40 cm,则 A、B 两个摆的摆长分别为 _____ cm 与 _____ cm.

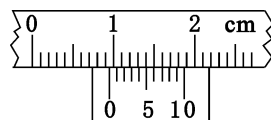
11. 如图所示的简谐运动的图象中,振子的振幅是 _____ cm,周期是 _____ s,频率是 _____ Hz,0~4 s 内振子通过的路程是 _____ m,6 s 末振子的位移是 _____ cm.



三、实验探究题 (共 5 分.请将答案填在题中横线上或按要求作答)

12. 某实验小组在利用单摆测定当地重力加速度的实验中:

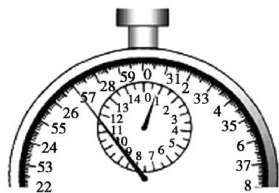
(1) 用游标卡尺测定摆球的直径,测量结果如图甲所示,则该摆球的直径为 _____ cm.



甲

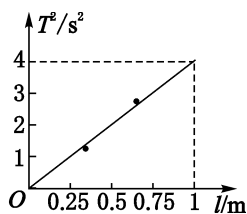
(2) 某同学先测得摆线长为 89.2 cm,然后用秒表记录了单摆完成 30 次全振动所用

的时间,如图乙中秒表所示.则该单摆的摆长为 _____ cm,秒表所示读数为 _____ s.



乙

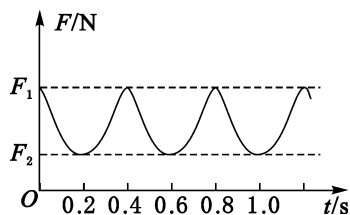
(3)为了提高实验精度,在实验中可改变几次摆长 l ,测出相应的周期 T ,从而得出一组对应的 l 与 T 的数值.以 l 为横坐标, T^2 为纵坐标,将所得数据连成直线,如图丙所示,则测得的重力加速度 $g =$ _____. (π 取 3.14)



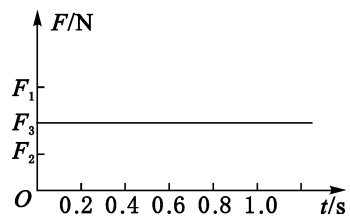
丙

四、计算题 (本题共 3 小题,共 40 分. 解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤,只写出最后答案的不能得分,有数值计算的题,答案中必须明确写出数值和单位)

13. (12 分)用测力探头和计算机组成的实验装置来测定单摆摆动过程中摆线受到的拉力(单摆摆角小于 5°),计算机屏幕上得到如图(a)所示的 $F-t$ 图象.然后将单摆挂在测力探头上,使单摆保持静止,得到如图(b)所示的 $F-t$ 图象.



(a)



(b)

(1)此单摆的周期为多少秒?

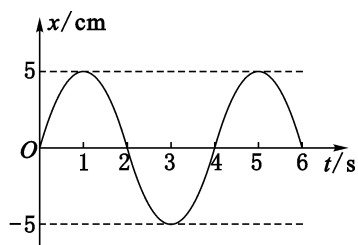
(2)设摆球在最低点时 $E_p = 0$,已测得当地重力加速度为 g ,单摆的周期用 T 表示,那么测得此单摆摆动时的机械能 E . 试写出 E 的表达式.

14. (13分) 如图所示为一弹簧振子的振动图象, 试完成以下问题:

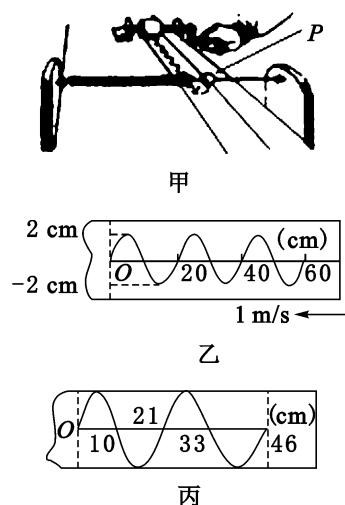
(1) 写出该振子做简谐运动的表达式.

(2) 在第 2 s 末到第 3 s 末这段时间内, 弹簧振子的加速度、速度、动能和弹性势能各是怎样变化的?

(3) 该振子在第 100 s 时的位移是多少? 前 100 s 内的路程是多少?



15. (15分) 在心电图仪、地震仪等仪器工作的过程中, 要进行振动记录. 如图甲所示是一种常用的记录方法, 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 (纸带运动方向与振子振动方向垂直), 笔就在纸带上画出一条曲线, 如图乙所示.



(1) 若匀速拉动纸带的速度为 1 m/s, 则由图乙中数据算出振子的振动周期为多少?

(2) 作出 P 的振动图象.

(3) 若拉动纸带做匀加速运动, 且振子振动周期与原来相同, 由图丙中的数据求纸带加速度的大小.

第十二章 机械波



★ 本章学习导航

解析学习目标,体现学科思想和学习方法



《课标》要求

内容标准	学习要求
通过观察,认识波是振动传播的形式和能量传播的形式;能区别横波和纵波;能用图象描述横波;理解波速、波长和频率(周期)的关系.	理解波的形成与传播.认识横波和纵波.能够用图象来描述波,学会辨认横波和纵波的图象,并明确波的图象的含义.寻找生活中的横波和纵波,体会物理在生活中的应用.理解并掌握波速、波长和频率(周期)三者之间的关系,并能解决相关问题.
了解惠更斯原理,能用其分析干涉现象和衍射现象.	了解惠更斯原理.了解用惠更斯原理分析、解释波的干涉和衍射现象的方法.
通过实验,认识波的干涉现象、衍射现象.	通过波的叠加原理,认识波的干涉现象、衍射现象,并知道它们是波的特有现象;观察常见的波动现象,培养通过现象分析事物特征的能力.知道干涉现象、衍射现象形成的原因.
通过实验感受多普勒效应;解释多普勒效应产生的原因;列举多普勒效应的应用实例.	理解多普勒效应,并知道多普勒效应产生的原因.能够用多普勒效应解释生活中的实例,在探究的过程中学会应用,提高学习物理的兴趣.



学法指导

本章在机械振动的基础上讲述了波的基本知识.有关波的共性的知识,如波的描述(波长、频率、波速)、波的传播规律、波的图象、波的反射和折射、波的干涉和衍射、多普勒效应等,也是以后学习电磁波、光波的基础.

本章的重点:(1)波的图象;(2)波的频率、波长和波速的关系;(3)波的干涉和衍射.

本章的难点:(1)对波的形成过程的理解;(2)惠更斯原理及其应用;(3)多普勒效应及其对实例的解释.

在本章的学习中,我们用到了观察法、实验法、图象法、对比法.如在学习波的形成,波的反射、折射、干涉、衍射及多普勒效应时我们采用了观察法和实验法;而在研究波的过程中我们采用了图象法对波进行描述;通过和振动图象对比来学习波的图象,采用的是对比法.

第一节 波的形成和传播



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指课时重点



问题呈现

机械波的形成与传播研究的是质点的振动在连续介质中传播的过程,由于其运动形式区别于我们以前所学的单质点的运动,它的形成过程较抽象,因此是本章的难点之一.学习它要用到以前学过的运动学和动力学的知识,又是对前面机械振动的进一步深化和应用,还与后面要学习的电磁振荡、电磁波、光波有很多的共同规律及特征,故这部分内容起着承前启后的作用.在学习本节内容时,同学们一定要用心体会:波是如何形成和传播的?机械波有哪些特点?如何区分横波和纵波?



材料链接

1. 日常生活中,发现球掉入池塘里,能否通过往池塘丢入石块,借助石块激起的水波把球冲到岸边呢?
2. 我们不用把耳朵放到音箱旁就能从音箱中听到播放的或婉转或激昂的音乐,这是为什么呢?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一



波是怎样形成和传播的?

请大家仔细阅读教材“波的形成和传播”标题下的内容,思考并回答下列问题:



1. 什么是波动?



2. 教材第 23 页“演示”中,我们所做的标记是怎样运动的?它是否移动到绳子的另一端了?



3. 在绳子形成的波中,后面的质点为什么会振动起来?它与前面质点的振动有什么异同?



4. “材料链接”1 所用的办法是否可行?

问题二



机械波中质点的振动方向与波的传播方向之间的关系是不同的,所以会形成不同种类的机械波.我们是怎样对机械波进行分类的?机械波的形成需要哪些条件?机械波具有哪些特点?

请大家仔细阅读教材“横波和纵波”和“机械波”标题下的内容,思考并回答下列问题:



1. 我们是根据什么来对机械波进行分类的?分成了几类?



2. 什么是横波?什么是波峰?什么是波谷?

3. 什么是纵波？什么是疏部？什么是密部？

4. 什么是介质？

5. 绳子中的波若离开绳子还能形成波吗？当绳端停止振动后，绳子形成的波是否会立即消失？若不会立即消失，那么它能否一直持续下去？

6. 你能解释“材料链接”2 中现象产生的原因吗？



自主测评

1. _____ 振动在 _____ 中传播，形成机械波。介质中有机械波传播时，_____ 并不随波一起传播，传播的只是 _____ 这种运动形式。波不但能传递 _____，还能传递 _____。

2. 形成波的质点的振动方向与波的传播方向 _____ 的波，叫做横波。在横波中，凸起的最高处叫做 _____，凹下的最低处叫做 _____。

3. 形成波的质点的振动方向与波的传播方向 _____ 的波，叫做纵波。在纵波

中，质点分布最密的位置叫做 _____，质点分布最疏的位置叫做 _____。

4. 声波是 _____（填“横波”或“纵波”），声波可在气、液、固态物质中传播，在真空中 _____（填“能”或“不能”）传播。

5.（多选）下列有关机械波在传播过程中的说法正确的是（ ）

- A. 各质点都在各自的平衡位置附近振动
- B. 各质点在振动的同时，还要随波一起向前迁移
- C. 机械波传播的是振动形式、能量和信息
- D. 介质中每一个振动质点都是重复波源的振动，做受迫振动



疑点归纳

在自主学习探究的过程中，大家有什么困惑和疑问，请记录在问题卡上。记得在课上或课后要及时解决哦！



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维，形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

形成机械波的各质点都在做着机械振动，那么它们之间有着怎样的关系？

同学们可以在独立思考的基础上，在小组内讨论：

1. 形成机械波的质点中，后面的质点振动的周期、频率、振幅与前面的质点振动的周期、频率、振幅相同吗？

2. 形成机械波的质点中，后面的质点刚

开始起振的方向总是和哪个质点刚开始振动的方向一致?

3. 你如何理解波中的质点不随着波迁移?

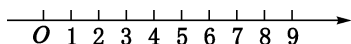


板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

(多选)如图所示为沿水平方向的介质中的部分质点,每相邻两质点间距离相等,其中O为波源.设波源的振动周期为 T ,波源开始振动时,是通过平衡位置竖直向下振动,经过 $\frac{T}{4}$,质点1开始振动,则下列关于各质点的振动和介质中波的说法中,正确的是 ()



- 介质中所有质点的起振方向都是竖直向下的,且图中质点9起振最晚
- 图中所画的质点起振时间都是相同的,起振的位置和起振的方向是不同的
- 图中质点8的振动完全重复质点7的振动,只是质点8振动时,通过平衡位置或最大位移处的时间总是比质点7通过相同位置时落后 $\frac{T}{4}$
- 只要图中所有质点都已振动了,质点1与质点9的振动步调就完全一致,但如果质点1发生的是第100次振动,则质点9发生的就是

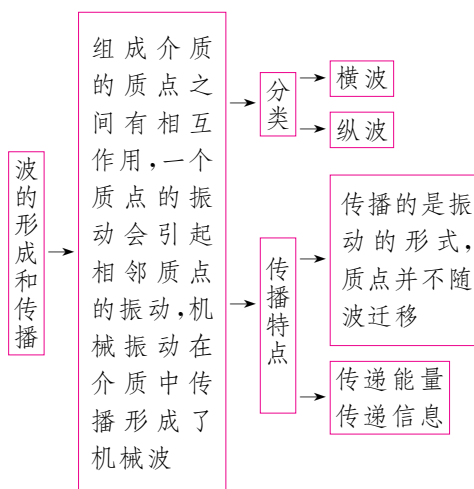
第98次振动

思路点拨: 请从波的形成和传播过程中各质点间的相互关系考虑.



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.例如:



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



分层演练

A. 基础巩固

- (多选)关于机械波的以下说法中,正确的是 ()
 - 波动发生需要两个条件:波源和介质
 - 波动过程是介质质点由近及远迁移的过程
 - 波动过程是能量由近及远传递的

过程

D. 波源与介质质点的振动都是自由振动

2. (多选) 关于机械振动和机械波的关系, 下列说法正确的是 ()

- A. 有振动必有波
- B. 有振动不一定有波
- C. 有波必有振动
- D. 有波不一定有振动

3. (多选) 关于机械波, 下列说法正确的是 ()

- A. 机械波的传播方向就是介质中质点的振动方向
- B. 机械波的传播伴随着振动能量的传递
- C. 机械波传播的是振动这种运动形式, 质点并不随波迁移
- D. 波不但能传递能量, 也能传递信息

4. 以下对机械波的认识正确的是 ()

- A. 形成机械波一定要有振源和介质
- B. 振源做简谐运动形成的波中, 各质点的运动情况完全相同
- C. 横波向右传播时, 处于波峰的质点也向右迁移
- D. 机械波向右传播时, 右方的质点比左方的质点早一些振动

5. 区分横波和纵波的依据是 ()

- A. 质点沿水平方向还是沿竖直方向振动
- B. 波沿水平方向还是沿竖直方向传播
- C. 质点的振动方向和波的传播方向是相互垂直还是在一条直线上
- D. 波传播距离的远近

6. 一列横波正沿水平方向由西向东传播, 则下列说法正确的是 ()

- A. 波中各个质点都在由西向东运动
- B. 波中各个质点一定沿水平方向

振动

C. 波中各个质点一定沿竖直方向振动

D. 以上说法都错误

7. 关于介质中质点的振动方向和波的传播方向, 下列说法正确的是 ()

- A. 在横波中二者方向有时相同
- B. 在横波中二者方向一定不同
- C. 在纵波中二者方向一定相同
- D. 在纵波中二者方向一定不同

8. 在平静的湖面上漂着一块小木条, 现向湖中央扔一石子, 圆形波纹一圈圈地向外传播, 当波传播到小木条处时, 小木条将 ()

- A. 随波纹漂向湖岸
- B. 不动
- C. 向波源处漂动
- D. 在原来位置上下振动

B. 能力提升

9. (多选) 下列关于机械波的认识正确的是 ()

- A. 介质中质点的振动频率与波源的振动频率相同
- B. 波源的振动一旦停止, 其形成的机械波也立即停止传播
- C. 由于各质点都要参与振动, 所以介质要随波发生迁移
- D. 机械波是机械振动在介质中的传播, 它是传递能量的一种形式

10. 如图所示是一列沿着绳向右传播的绳波波形, 此时波刚传到 B 点, 由图可判断波源 A 点开始的振动方向是 ()

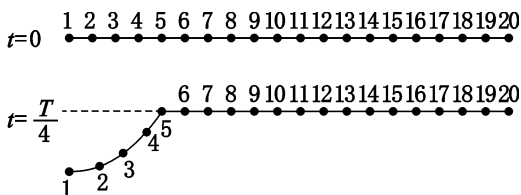


- A. 向左
- B. 向右
- C. 向下
- D. 向上



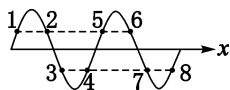
活动探究

某同学在 $t=0$ 时刻手抓绳子左端(右端绳头固定)将其上下抖动,如图所示为经过 $\frac{T}{4}$ 时形成的绳波,试画出再经过 $\frac{3T}{4}$ 时形成的绳波.



再生新疑

一列简谐横波沿弹性绳向 x 轴正方向传播,某时刻在绳上形成如图所示的波形,绳上 1、2、3、4、... 各点离 x 轴(平衡位置)的距离相等,在这些质点中,加速度和质点 1 相同的点是_____,速度和质点 1 相同的点是_____.



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能擎起一盏

地震波

地震波是一种由于地震或人为爆炸引起的波动.按传播的途径可分成体波与表面波两种.体波是在地球内部传播的波,大体有两种形式,一种由震源引起,沿纵向压缩作用产生,又称纵波或压力波.它使岩石不断沿波的传播方向拉伸与压缩.另一种是剪切形变引起,又称横波或剪切波,它使岩石在垂直于传播方向上发生剪切形变.以上两种体波的传播速度不同,前者较快,又称初波;后者较慢,又称次波.观测发现,次波在地核内部不能传播,根据在地核内部横波消失的现象,人们估计地核的外层为流体.地震波的表面波也有两种,一种波使地表岩石质点在沿波的传播方向的垂直面内做水平振动;另一种波中,岩石质点的运动方式类似海浪,在垂直面上,质点沿逆时针呈椭圆形振动.在地表岩石中传播的地震纵波波速为 6 千米/秒,在地下接近地核处,地震纵波波速可达 10.4 千米/秒.地震横波波速比其纵波波速慢,在地表的地震横波波速为 3.4 千米/秒,在地下液核边缘则为 7.2 千米/秒.

地震波的传播速度与地球内部的物质密度及弹性有关.物质密度越大,弹性越强,地震波在其中的传播速度也越大.因此可根据地震波在两种不同岩石界面上发生的反射、折射及波速变化等情况,了解地球内部构造.地震波在地球内部的传播速度随深度的增加而加大,因而在地壳与地幔、地幔与外核、外核与内核三个界面处将有三个速度突变.科学家利用地震波成功探测了地球内部的结构情况.一些地球物理学家曾对 4.5 级以上的 25 000 余次地震进行了认真的分析研究.他们根据世界各地数百个地震观测站获得的大量的地震资料,用计算机计算,结果表明,如果地震压力波在地幔层通过的时间长,便意味着压力波要渗透到地幔深处才能触到地核;通过的时间短,则表明压力波在浅的地方触到了地核.前者是由于压力波遇到了地核的凹陷部分;后者是由于遇到了凸起部分.地核层表面不平的新发现有助于解释地球表面重力场异常的现象.

第二节 波的图象



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指课时重点



问题呈现

机械波是机械振动在介质里的传播过程,从波源开始,随着波的传播,介质中的大量质点先后开始振动起来.虽然这些质点只在平衡位置附近重复着波源的振动,但由于它们振动的步调不一致,所以,在某一时刻,介质中各质点相对平衡位置的位移各不相同.因此波动远比振动复杂,这就给我们研究它带来了困难,不过对付复杂的运动我们也是有办法的,那就是使运动变得直观简洁,图象法就是一种很好的方法.在学习本节内容时,同学们一定要用心体会:波的图象是如何得到的?波的图象的物理意义是什么?振动图象与波的图象有哪些异同?



材料链接

如果在绳子波动的某个时刻拍下照片,就能够得到该时刻的波形.这个波形是由同一时刻但有不同位移的绳子上的各质点组成的,如图中体操运动员手中的彩带.



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

图象是一个形象直观的研究工具,在物理学中我们常常采用图象的方法来研究问题.在对振动的研究中我们就采取了图象的方法,同样在对波的研究中我们也采取图象的方法来研究,那么波的图象是如何得到的?

请大家仔细阅读教材内容,思考并回答下列问题:

1. 在波的图象中,横、纵坐标轴分别代表什么物理量?

2. 振动图象和波的图象横、纵坐标轴的含义不同,如何通过坐标区别振动图象和波的图象?

3. 什么是正弦波(简谐波)?

4. 一列波中各个质点振动的物理量是否相同?

问题二

质点振动的图象和波的图象都是正弦曲线,但它们的意义是不同的,那么波的图象的物理意义是什么?

1. 质点的振动图象中,振动的质点有几个? 波的图象中,振动的质点有几个?

2. 质点的振动图象和波的图象在研究的时间上有什么不同?

3. 质点的振动图象和波的图象的纵坐标表示的物理意义分别是什么?

自主测评

1. 用横坐标 x 表示在波的传播方向上各质点的_____,纵坐标 y 表示某一时刻各质点_____. 我们还规定,在横波中,位移向上时 y 取_____,向下时 y 取_____. 把平衡位置为 $x_1, x_2, x_3, \dots$ 的质点的位移 $y_1, y_2, y_3, \dots$ 画在 xOy 坐标系内,得到一系列坐标为 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots$ 的点,这些点的_____就是这一时刻波的图象.

2. 如果波的图象是正弦曲线,这样的波叫做_____,也叫_____.

3. 简谐波的波形曲线与质点的振动图象都是正弦曲线,但它们的意义不同. 波形曲线表示介质中的_____在_____的位移,振动图象则表示介质中的_____在_____的位移.

4. 关于振动图象和波动图象,下列说法

错误的是

()

- A. 振动图象研究的是一个质点在振动过程中位移随时间的变化,而波动图象研究的是某一时刻在波的传播方向上各个质点在空间的分布
- B. 振动图象的形状不随时间变化,而波动图象的形状随时间而变化
- C. 简谐运动图象和简谐波动图象的形状都是正弦(或余弦)曲线
- D. 振动图象的图线实质是振动质点所经过的路径形状,波动图象的图线实质是某一时刻各个质点的连线形状



疑点归纳

在自主学习探究的过程中,大家有什么困惑和疑问,请记录在问题卡上. 记得在课上或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

虽然质点振动的图象和波的图象都是正弦曲线,但它们有着本质的区别. 它们之间有什么异同?

同学们可以在独立思考的基础上小组内讨论.

1. 它们各自图象的形状是怎样的?

2. 它们的研究对象是什么?

3. 这两个图象的物理意义是否相同？
两个图象的物理意义分别是什么？

4. 它们各自的图象形状随时间是如何变化的？



板块四 展示交流 探究问题

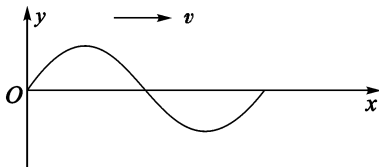
提高分析问题、解决问题的能力，科学答题

问题四

波在传播的过程中，波中的各个质点都在振动，那么我们怎样由波的传播方向确定质点的振动方向？

请同学们在小组内讨论，交流并解答下列问题，之后在全班展示。

如图所示是一列波的图象，已知波向右传播，如何由波的传播方向确定波中质点的振动方向？



请同学们用两种方法解答。

思路点拨：(1) 先振动的质点带动邻近的后振动的质点，后面的质点总要重复前面质点的振动。

(2) 波向前传播，波形向着波传播的方向平移；波中质点只在平衡位置附近往复振动，并不随着波迁移。

问题五

波的图象与振动图象的联系与区别有哪些？

思路点拨：可分别从下表所列的内容进行比较。

	振动图象	波的图象
研究对象		
研究内容		
图象		
纵坐标的物理意义		
横坐标的物理意义		
曲线中相邻两个最大值之间的间隔表示		
形象比喻		



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会，通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式，将你和你们小组的成果及时记录下来，以便和别的小组进一步交流研讨。或按如下提示进行整理：

波的图象

- 图象意义:
- 坐标含义:
- 物理信息:
- 与振动图象的区别:



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



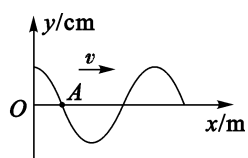
分层演练

A. 基础巩固

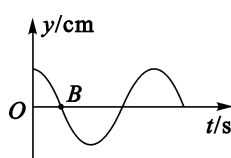
1. 关于波的图象的物理意义, 下列说法正确的是 ()

- A. 表示某一时刻某一质点相对平衡位置的位移
- B. 表示各个时刻某一质点相对平衡位置的位移
- C. 表示某一时刻各个质点相对平衡位置的位移
- D. 表示各个时刻各个质点相对平衡位置的位移

2. (多选) 如图甲、乙所示, 下列说法正确的是 ()



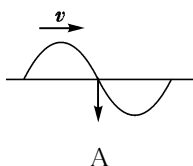
甲



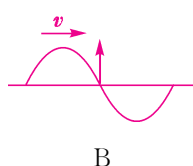
乙

- A. 甲是振动图象, 乙是波动图象
- B. 甲是波动图象, 乙是振动图象
- C. 甲中 A 质点向下振动, 乙中 B 时刻质点向下振动
- D. 甲中 A 质点向上振动, 乙中 B 时刻质点向下振动

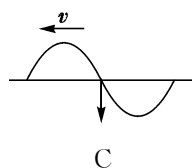
3. (多选) 下列波形图正确的是 ()



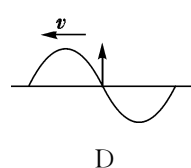
A



B

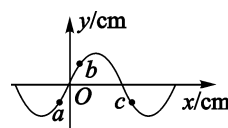


C



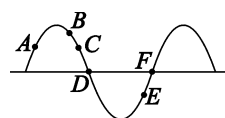
D

4. (多选) 如图所示是一列简谐波 t 时刻的图象, 图象上有 a 、 b 、 c 三个质点, 下列说法正确的是 ()



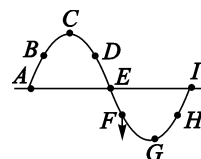
- A. a 、 b 两质点此时刻速度方向相同
- B. a 、 c 两质点此时刻加速度方向相同
- C. c 质点此时速度方向沿 y 轴负方向
- D. a 质点此时速度方向沿 y 轴正方向

5. (多选) 一列简谐横波沿绳子向右传播, 某时刻绳子形成如图所示的凹、凸形状. 对此绳上 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 六个质点, 下列说法正确的是 ()



- A. 它们的振幅相同
- B. 质点 D 和 F 的速度方向相同
- C. 质点 A 和 C 的速度方向相同
- D. 从此时算起, 质点 B 比 C 先回到平衡位置

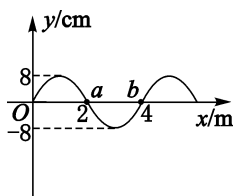
6. 一列简谐横波在某时刻的波形图象如图所示, 此时质点 F 的运动方向向下, 则下列说法正确的是 ()



- A. 波水平向右传播
- B. 质点 H 与质点 F 的运动方向相同
- C. 质点 C 比质点 B 先回到平衡位置
- D. 此时刻质点 C 的加速度为 0

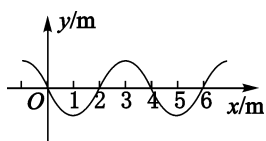
B. 能力提升

7. (多选) 如图所示是一列简谐波某一时刻的波形图象, 下列说法正确的是 ()

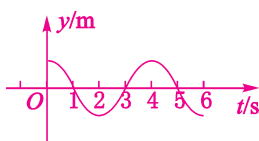


- A. 波一定沿 x 轴正方向传播
- B. a 、 b 两个质点的速度方向相反
- C. 若 a 质点此时的速度方向沿 y 轴的正方向, 那么波的传播方向是沿 x 轴的正方向
- D. 若波沿 x 轴的负方向传播, 则 b 质点的振动方向沿 y 轴的负方向

8. 一列简谐横波沿 x 轴负方向传播, 如图甲是 $t=1$ s 时的波形图, 图乙是波中某振动质点的位移随时间变化的振动图线(两图用同一时间起点), 则图乙可能是图甲中哪个质点的振动图线 ()



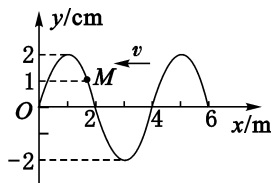
甲



乙

- A. $x=0$ 处的质点
- B. $x=1$ m 处的质点
- C. $x=2$ m 处的质点
- D. $x=3$ m 处的质点

9. 如图所示为一列简谐横波在 $t=0$ 时刻的波形图, M 为介质中的一个质点, 该波沿 x 轴负方向传播, 则下列说法正确的是 ()



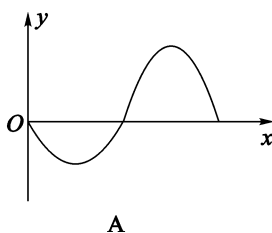
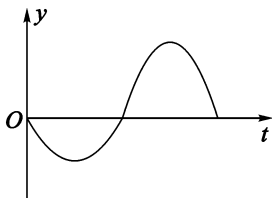
A. 在 $t=0$ 时刻, 质点 M 向上振动

B. 经过 $\frac{5}{4}T$, 质点 M 通过的路程为 10 cm

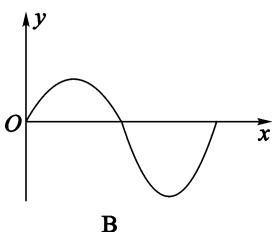
C. 在 $t=\frac{1}{4}T$ 时, 质点 M 的速度方向与加速度方向相同

D. 在 $t=\frac{1}{4}T$ 时, 质点 M 的加速度方向沿 y 轴正方向

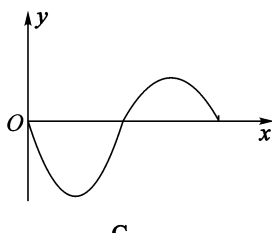
10. (2014 · 福建) 在均匀介质中, 一列沿 x 轴正向传播的横波, 其波源 O 在第一个周期内的振动图象如图所示, 则该波在第一个周期末的波形图是 ()



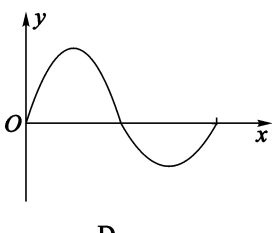
A



B



C



D



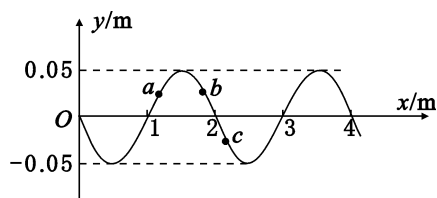
活动探究

请同学们用数码相机拍摄抖动的绳子的照片, 从而体会波的图象的意义.



再生新疑

如图所示为简谐波在 t 时刻的波形图线.



- (1) 如果波沿 x 轴正方向传播, 说出 a 、 b 、 c 三个质点在 t 时刻的运动方向;
- (2) 如果波沿 x 轴负方向传播, 说出 a 、 b 、 c 三个质点在 t 时刻的运动方向;

(3) 在 t 时刻, $x=2$ m 处的质点的位移大小及其振动的振幅分别为多大?

第三节 波长、频率和波速



板块一 创设问题 引领目标

导入问题, 直指课时重点



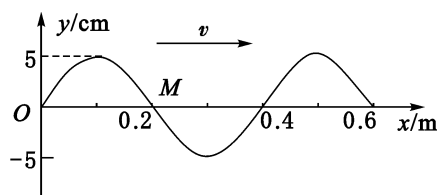
问题呈现

列奥纳多·达·芬奇曾这样来描述波:“水波离开了它产生的地方, 而那里的水并不离开, 就像风在田野里掀起的麦浪, 我们看到麦浪滚滚地在田野里奔去, 但是麦子却仍旧留在原来的地方。”从中我们可以认识到波的基本特征: 传播波的介质的质点仅在原地附近运动, 而运动状态则在空间传播. 在物理学中, 运动状态要用物理量来描述. 对于机械波及其传播过程, 同样需要一些物理量来描述. 那么我们用哪些物理量来描述机械波呢? 在上一节我们认识和理解波的图象的基础上, 这节课我们来学习和研究描述波的几个物理量. 在学习本节内容时, 同学们一定要用心体会: 我们引入哪些物理量对波进行描述? 这些物理量间有什么关系? 如何运用它们之间的关系来计算和分析实际问题?



材料链接

1. 如图所示是一列简谐横波的图象:



(1) $x=0$ 、 $x=0.1$ 、 $x=0.2$ 、 $x=0.3$ 、 $x=0.4$ 、 $x=0.5$ 、 $x=0.6$ 这些质点的振动方向如何? 在这些质点中振动相同的是哪些点? 这些振动相同的各点又有什么不同?

(2) 波中各个质点的振动周期是否相同? 它们的振动周期取决于什么?

2. 我们拿着绳子的一端上下抖动, 形成的绳波在绳子上传播, 如果我们改变抖动的快慢, 那么所形成的绳波在绳子上传播的快慢改变了吗?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

在物理学中,要研究物体的运动,必须引入描述运动的物理量.机械波及其传播过程同样需要一些物理量来描述,我们在研究机械波时引入了哪些物理量?

请大家仔细阅读教材内容,思考并回答下列问题:

❀ 1. 教材中是如何定义波长的? 波长用什么字母来表示?

❀ 2. 在横波中一般如何找波长?

❀ 3. 在纵波中一般如何找波长?

❀ 4. “材料链接”1 中哪些质点间的距离等于一个波长?

❀ 5. 什么是波的周期与频率? 它们与波源振动的周期与频率是什么关系?



❀ 6. 什么叫波速? 如何计算波速的大小?

问题二

在波传播的过程中,一个周期内振动在介质中传播的距离等于一个波长,因而可以得到波长、频率 f (周期 T)、波速 v 三者之间的关系为: $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$. 波速 v 、波长 λ 、频率 f (周期 T) 三个量相互关联,但各自又由不同的因素决定,那么它们分别是由哪些因素决定的?

❀ 1. 设波源的振动频率(周期)是 $f(T)$, 则波传播的频率和周期是多少? 波的频率是由什么决定的? 波从一种介质进入另一种介质,频率(周期)会不会发生变化?

❀ 2. 波速是由什么因素决定的? 波速与波中质点振动的速度是否相同?

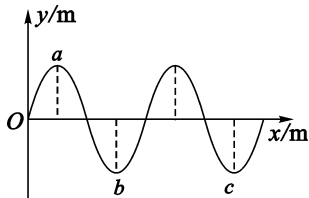


❀ 3. 波长的大小取决于哪些因素?



自主测评

1. 波的周期和频率由_____的周期和频率决定,在一个周期内,振动在介质中传播的距离等于_____.
2. 波速是指机械波在介质中_____的速度.机械波在介质中的传播速度由_____的性质决定.在不同的介质中,波速_____.波速还与_____有关.
3. 如图是一列简谐横波在某时刻的波形图,已知图中 b 位置的质点起振时间比 a 位置的质点晚 0.5 s , b 和 c 之间的距离是 5 m ,则此列波的波长和频率应分别为 ()



- A. 5 m , 1 Hz
B. 10 m , 2 Hz
C. 5 m , 2 Hz
D. 10 m , 1 Hz
4. 一列简谐波在第一种介质中的波长为 λ_1 ,在第二种介质中的波长为 λ_2 ,且 $\lambda_1 = 4\lambda_2$,那么这列波在这两种介质中的频率之比 $f_1 : f_2$ 和波速之比 $v_1 : v_2$ 分别为 ()
- A. $4 : 1$, $1 : 4$
B. $1 : 4$, $4 : 1$
C. $1 : 1$, $1 : 4$
D. $1 : 4$, $1 : 1$



疑点归纳

在自主学习探究的过程中,大家有什么困惑和疑问,请记录在问题卡上.记得在课上或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

波长除可按其定义,即“相位”总是相同的两个相邻质点间的距离来确定外,是否还可以通过其他手段来确定?

同学们可以在独立思考的基础上,在小组内讨论.

1. “相位”总是相同的两个相邻质点振动的位移、速度、加速度是否总是相同?我们能否说在波的传播方向上,振动位移(或速度、加速度)总是相同的两相邻质点间的距离等于波长?

2. 若把波长定义中的“相邻”二字去掉会如何?



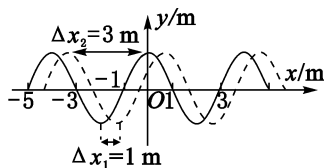
板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

波在传播过程中由于时间上的周期性、空间上的周期性及传播方向的双向性导致波动问题的多解性,我们如何处理这类问题?

如图所示,实线是一列简谐波在某一时刻的波形图,虚线是经 0.2 s 后的波形图,则这列波可能的传播速度是多少?



思路点拨: 多解问题一般有以下几种情况:

(1) 质点达到最大位移时,有正向和负向最大位移两种可能.

(2) 质点由平衡位置开始振动,有起振方向相反两种可能.

(3) 只告诉波速不指明波的传播方向,应考虑沿两个方向传播.

(4) 只给出两时刻的波形,则有多次重复出现的可能等.

本题只给出两个时刻的波形而未明确传播方向,还应考虑波形重复出现的可能性.



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.也可按下列提示进行:

描述波的物理量

- 波长 λ :
- 周期 T :
- 频率 f :
- 波速 v :



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. (多选) 关于波速、波长、频率之间的关系 $v = \lambda f$, 下列说法正确的是 ()

- A. $v = \lambda f$ 适用于一切波
- B. 由 $v = \lambda f$ 知, f 增大, 则波速也增大
- C. v, λ, f 三个量中, 对同一列波来说, 在不同的介质中传播时保持不变的只有 f
- D. 由 $v = \lambda f$ 知, 波长为 2 m 的声音是波长为 4 m 的声音传播速度的 $\frac{1}{2}$

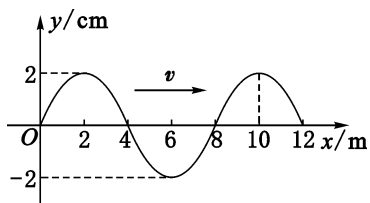
2. (多选) 下列关于简谐运动和简谐波的说法正确的是 ()

- A. 介质中质点振动的周期一定和相应波的周期相等
- B. 介质中质点振动的速度一定和相应的波的波速相等
- C. 波的传播方向一定和介质中质点振动的方向一致
- D. 横波的波峰与波谷在振动方向上的距离一定是质点振幅的 2 倍

3. (2013 · 重庆) 一列简谐横波沿直线传播, 某时刻该列波上正好经过平衡位置的两质点相距 6 m, 且这两质点之间的波峰只有一个, 则该简谐波可能的波长为 ()

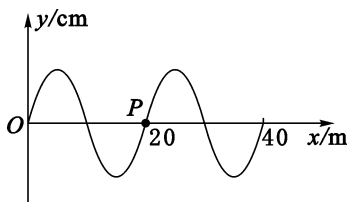
- A. 4 m、6 m 和 8 m
- B. 6 m、8 m 和 12 m
- C. 4 m、6 m 和 12 m
- D. 4 m、8 m 和 12 m

4. (2013 · 北京) 一列沿 x 轴正方向传播的简谐机械横波, 波速为 4 m/s. 某时刻波形如图所示, 下列说法正确的是 ()



- A. 这列波的振幅为 4 cm
- B. 这列波的周期为 1 s
- C. 此时 $x=4$ m 处的质点沿 y 轴负方向运动
- D. 此时 $x=4$ m 处质点的加速度为 0

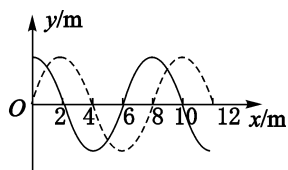
5. (2015 · 北京) 周期为 2.0 s 的简谐横波沿 x 轴传播, 该波在某时刻的图象如图所示, 此时质点 P 沿 y 轴负方向运动, 则该波 ()



- A. 沿 x 轴正方向传播, 波速 $v=20$ m/s
- B. 沿 x 轴正方向传播, 波速 $v=10$ m/s
- C. 沿 x 轴负方向传播, 波速 $v=20$ m/s
- D. 沿 x 轴负方向传播, 波速 $v=10$ m/s

6. 如图所示, 已知一列简谐横波沿 x 轴

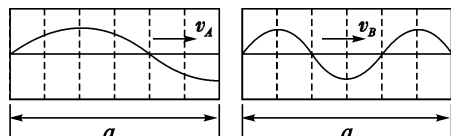
传播, 实线和虚线分别是 t_1 时刻和 t_2 时刻的波形图象, 已知 $t_2 = t_1 + \frac{1}{8}$ s, 振动周期为 0.5 s, 则波的传播方向与传播距离是 ()



- A. 沿 x 轴正方向, 6 m
B. 沿 x 轴负方向, 6 m
C. 沿 x 轴正方向, 2 m
D. 沿 x 轴负方向, 2 m

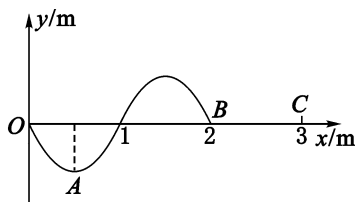
B. 能力提升

7. (多选) A、B 两列波在某时刻的波形如图所示, 经过 $t = T_A$ 时间 (T_A 为波 A 的周期), 两波再次出现如图所示的波形, 则两波的波速之比 $v_A : v_B$ 可能是 ()



- A. 1 : 8
B. 1 : 2
C. 2 : 1
D. 3 : 1

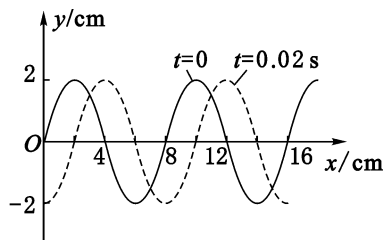
8. (多选) 如图所示, 一列简谐波沿 x 轴正方向传播, $t = 0$ 时, 该波传播到 x 轴上的质点 B 处, 质点 A 在负的最大位移处. 在 $t = 0.6$ s 时, 质点 A 第二次出现在正的最大位移处, 则



- A. 该波的周期为 0.3 s
B. 该波的波速等于 5 m/s
C. $t = 0.6$ s 时, 质点 C 在平衡位置处且向上运动
D. $t = 0.6$ s 时, 质点 C 在平衡位置处且向下运动

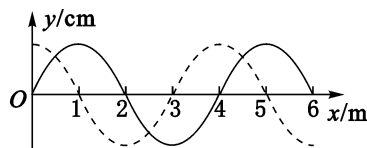
9. 一列简谐横波在 $t = 0$ 时刻的波形如图中的实线所示, $t = 0.02$ s 时刻的波形如图中的虚线所示. 若该波的周期 T 大于 0.02 s, 则

该波的传播速度可能是 ()



- A. 2 m/s
B. 3 m/s
C. 4 m/s
D. 5 m/s

10. (2017 · 全国 III) (多选) 如图, 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播, 实线为 $t = 0$ 时刻的波形图, 虚线为 $t = 0.5$ s 时的波形图, 已知该简谐波的周期大于 0.5 s. 关于该简谐波, 下列说法正确的是 ()



- A. 波长为 2 m
B. 波速为 6 m/s
C. 频率为 1.5 Hz
D. $t = 1$ s 时, $x = 1$ m 处的质点处于波峰
E. $t = 2$ s 时, $x = 2$ m 处的质点经过平衡位置

11. (2016 · 全国 I) (多选) 某同学漂浮在海面上, 虽然水面波正平稳地以 1.8 m/s 的速率向着海滩传播, 但他并不向海滩靠近. 该同学发现从第 1 个波峰到第 10 个波峰通过身下的时间间隔为 15 s . 下列说法正确的是

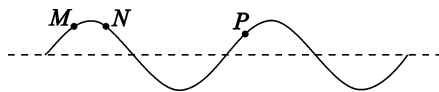
()

- A. 水面波是一种机械波
- B. 该水面波的频率为 6 Hz
- C. 该水面波的波长为 3 m
- D. 水面波没有将该同学推向岸边, 是因为波传播时能量不会传递出去
- E. 水面波没有将该同学推向岸边, 是因为波传播时振动的质点并不随波迁移



活动探究

一位同学认为, 图中的 M 点和 N 点是位移相同的两个质点, 根据波长的定义, 它们之间的距离就等于该波的波长. 另一位同学认为, 位移总是相同的 M 点和 P 点之间的距离才等于波长. 这两位同学的观点谁的对? 请你说出理由, 并与同学们讨论交流.



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯, 愿你能擎起一盏

声波在海洋中的传播

声波在海水中的传播速度与海水的密度、压缩率和比热容有关, 也与温度、静压力和盐度有关. 因此海洋中的声速因时因地而异, 但大致在 $1450 \sim 1540 \text{ 米/秒}$ 范围内变化. 声速可用声速仪在海上现场直接测量, 也可以通过测量海水的温度和盐度, 然后按经验公式计算. 广泛采用的是 1962 年发表的 W. D. 威耳孙海水声速公式, 它已被编制成声速计算表加以应用. 此式适用的温度、盐度和静压力的变化范围很宽, 均方误差为 $\pm 0.3 \text{ 米/秒}$, 大致和声速仪的测量结果相当.

声波在海洋中的传播, 不仅与声速的大小有关, 而且与声速随深度变化的垂直剖面有更重要的关系. 声速的垂直梯度, 使声线在垂直平面内产生折射, 故通常水下有一个声速为极小值的水层, 形成了水下声道. 声波在水下声道中传播的距离可达几千千米. 但也有另一种声速垂直剖面, 它相应于夏季浅海水域的情况, 声波在其中传播的距离只有几千米. 由此可见, 海洋中声速垂直剖面的差异, 对声波传播的距离有决定性的影响.

世界大洋的不同海域, 由于纬度的差别, 海流和大气环流等因素的影响, 声速的垂直分布各不相同, 且随季节而变. 上层水域中声速的变化, 基本上由温度和盐度的变化所决定; 在较深的水层中, 温度和盐度的变化甚微, 声速的大小主要取决于海水的静压力. 此外, 锋面、大尺度涡旋和冰山周围寒冷的淡水团的存在, 也造成声速在水平方向的分布不均匀, 使声波产生折射而改变传播的路径.

第四节 波的衍射和干涉



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指课时重点



问题呈现

波的衍射现象和干涉现象是我们日常生活中常见的现象,也是波特有的现象.同学们可以利用这些规律解释生活中的许多现象.波的叠加原理是物理学的基本原理之一.在学习本节内容时,同学们可以多观察、多思考、多讨论,从而总结规律;也可以通过做实验,在实验的基础上,提高观察和分析能力,学会通过现象看本质.同时请认真思考:什么是波的衍射、干涉现象?衍射、干涉现象产生的条件是什么?几列波在传播过程中相遇时有什么样的规律?

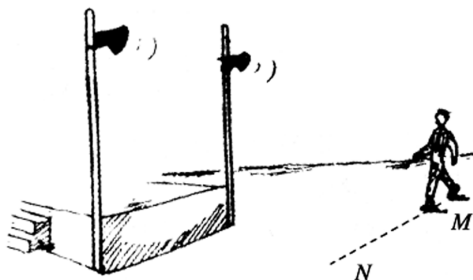


材料链接

1. 我们在生活中经常遇到“闻其声不见其人”的事(如图所示),声音为什么没被障碍物挡住?



2. 如图所示,操场中两根电线杆上各有一只扬声器接在同一个扩音机上,一位同学沿着 $M \rightarrow N$ 方向走来,他听到的声音会有什么变化?为什么?





板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一



波的衍射现象是我们日常生活中常见的现象,也是波的特有现象之一,我们应该掌握有关衍射现象的哪些知识?

请大家仔细阅读教材“波的衍射”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 什么是波的衍射?

2. 教材第 32 页“演示”的目的是什么?

3. 在教材第 32 页的“演示”中采取了什么样的研究方法? 你从实验演示与分析中得到了怎样的结论?

4. “材料链接”1 中的现象产生的原因是什么?

5. 光也是一种波,为什么通常我们看不到光的衍射现象?

问题二



几列波在传播过程中相遇也是我们经常遇到的情况,它们相遇时有什么样的规律?

请大家仔细阅读教材“波的叠加”和“波的干涉”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 在教材第 33 页“演示”中你观察到了什么现象? 可以得出什么结论?

2. 几列波相遇时,在它们重叠的区域里,介质的质点是如何振动的? 它们的位移有什么特点?

3. 将几列波相遇时反映出来的特征规律总结出来叫做波的叠加原理. 波的叠加原理是什么?

4. 在教材第 34 页的“演示”中你观察到了什么现象? 如何解释?

5. 什么是波的干涉? 干涉的形成条件是什么?

6. 请回答“材料链接”2 提出的问题.



自主测评

1. 波可以_____继续传播,这种现象叫做波的衍射. 衍射是波的特有现象.

2. 发生明显衍射的条件:实验表明,只有缝、孔的_____或障碍物的_____跟_____相差不多,或者_____时,才能观察到明显的衍射现象.

3. 光波的波长约在_____的范围,跟一般障碍物的尺寸相比非常_____,所以通常情况下看不到光的_____现象,就说光沿_____.

4. 两列波相遇后彼此穿过,仍然_____各自的_____继续传播,就像没有跟另一列波相遇一样,这就是波的独立传播特性.

5. 几列波相遇,在它们重叠的区域里,介质的质点_____这几列波引起的振动,质点的位移等于这几列波单独传播时引起的位移的_____.

6. _____相同的两列波叠加,使某些区域的振动_____,某些区域的振动_____,这种现象叫做波的_____,所形成的图样常常称为_____.

7. 两列波_____,是产生干涉现象的必要条件,干涉是波特有的现象.



疑点归纳

在自主学习探究的过程中,大家有什么困惑和疑问,请记录在问题卡上. 记得在课上或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

在波的干涉现象中,如果两列波的波峰和波

峰相遇,或波谷和波谷相遇,则该质点是振动加强点;若波峰和波谷相遇,则该质点为振动减弱点. 那么我们如何理解振动加强点和减弱点呢?

同学们可以在独立思考的基础上小组内讨论:

1. 振动加强点的振动始终是加强的吗? 它是不是总是处于波峰或波谷? 如何理解振动加强?

2. 振动减弱点的振动始终是减弱的吗? 它是不是总是处于平衡位置? 如何理解振动减弱?



板块四 展示交流 探究问题

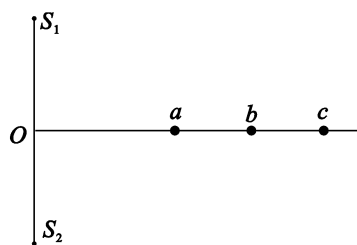
提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

请同学们在小组内讨论、交流并解答下列问题,之后在全班展示.

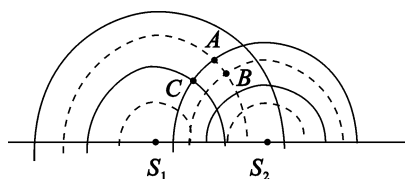
1. (多选)如图所示, S_1 、 S_2 是振动情况完全相同的两个机械波源,振幅为 A , a 、 b 、 c

三点分别位于 S_1 、 S_2 连线的垂直平分线上，且 $ab=bc$ ，某时刻 a 是两列波的波峰相遇点， c 是两列波的波谷相遇点，则 ()



- A. a 处质点的位移始终为 $2A$
- B. c 处质点的位移始终为 $-2A$
- C. b 处质点的振幅为 $2A$
- D. c 处质点的振幅为 $2A$

2. (多选) 如图所示， S_1 、 S_2 是振幅均为 A 的两列水波波源，某时刻它们形成的波峰和波谷分别由实线和虚线表示， S_1 实线间距离是 S_2 实线间距离的 2 倍，则下列说法正确的是 ()



- A. 两列波在相遇区域内发生干涉
- B. 两列波在相遇区域内发生叠加
- C. 此时各点的位移 $x_A=0$, $x_B=-2A$, $x_C=2A$
- D. A 处振动始终减弱， B 、 C 处振动始终加强



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会，通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式，将你和你们小组的成果及时记录下来，以便和别的小组进一步交流研讨。或按下列提示进行：

- | | | | |
|--------|---|------|-----------------------|
| 波的特有现象 | { | 波的衍射 | 衍射现象：
发生明显衍射现象的条件： |
| | | 波的干涉 | 干涉现象：
产生干涉的条件： |



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题，精选精练



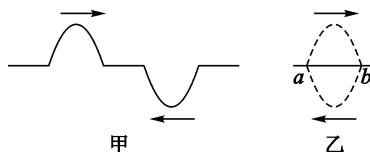
分层演练

A. 基础巩固

1. 关于波的衍射，下列说法正确的是 ()

- A. 衍射是机械波特有的现象
- B. 对同一列波，缝、孔或障碍物越大衍射现象越明显
- C. 只有横波才能发生衍射现象，纵波不能发生衍射现象
- D. 声波容易发生明显的衍射现象是由于声波的波长较长

2. 两列沿相反方向传播的振幅和波长都相同的半波(如图甲)，在相遇的某一时刻(如图乙)两列波“消失”，此时图中 a 、 b 质点的振动方向是 ()



- A. a 向上， b 向下

B. a 向下, b 向上

C. a 、 b 都静止

D. a 、 b 都向上

3. (多选) 如图所示, S 是振源, MN 是带孔的挡板, 其中 M 固定, N 可以上下移动. 为了使原来不振动的 A 点振动起来, 可采用
的办法是 ()

A. 增大 S 的振动频率

B. 减小 S 的振动频率

C. N 上移

D. N 下移

4. 一列波在传播过程中通过一个障碍物, 发生了一定程度的衍射, 以下哪种情况能使衍射现象更明显 ()

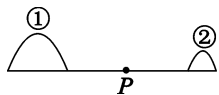
A. 增大障碍物尺寸, 同时增大波的频率

B. 增大障碍物尺寸, 同时减小波的频率

C. 缩小障碍物尺寸, 同时增大波的频率

D. 缩小障碍物尺寸, 同时减小波的频率

5. (多选) 如图所示, 波源在绳的左端发出半个波①, 频率为 f_1 , 振幅为 A_1 ; 同时另一波源在绳右端发出半个波②, 频率为 f_2 ($f_2 > f_1$), 振幅为 A_2 ; P 为绳的中点. 下列说法错误的是 ()



A. 两列波同时到达 P 点

B. 两列波相遇时 P 点波峰值可达到 $A_1 + A_2$

C. 两列波相遇再分开后, 各自保持原波形传播

D. 因频率不同, 这两列波相遇时不能叠加

6. 关于波的叠加和干涉, 下列说法正确的是 ()

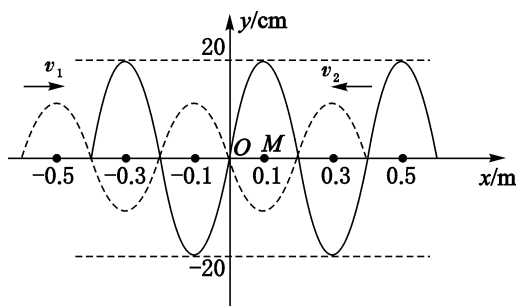
A. 两列频率不相同的波相遇时, 因为没有稳定的干涉图样, 所以没有叠加

B. 两列频率相同的波相遇时, 振动加强的点只是波峰与波峰相遇的点

C. 两列频率相同的波相遇时, 如果介质中的某点振动是加强的, 某时刻该质点的位移 x 可能是 0

D. 两列频率相同的波相遇时, 振动加强的质点的位移总是比振动减弱的质点的位移大

7. (多选) 如图所示为两列分别沿绳传播的简谐横波在某时刻的波形图 (虚线表示甲波, 实线表示乙波), 则下列说法正确的是 ()



A. 这两列波可以发生干涉现象, $x = 0.1$ m 处的质点的振动始终减弱

B. 这两列波可以发生干涉现象, $x = 0.2$ m 处的质点的振动始终加强

C. 甲波的速度大小 v_1 等于乙波的速度大小 v_2

D. 由图示时刻开始, 再经甲波周期的 $\frac{1}{4}$, M 将位于波峰

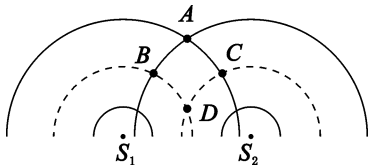
8. (多选) 两频率相同, 振幅也相同的波叠加发生干涉, 下列说法正确的是 ()

A. 波峰与波峰相遇时, 质点振动加强, 波谷与波谷相遇时, 质点振动减弱

- B. 波峰与波峰相遇处的质点总是在波峰
C. 波峰与波峰相遇处的质点在以后的时刻位移也会出现 0 的时候
D. 波谷与波峰相遇处的质点的位移总是 0

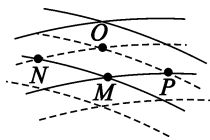
B. 能力提升

9. (多选) 如图所示是水面上两列频率相同的波在某时刻的叠加情况, 以波源 S_1 、 S_2 为圆心的两组同心圆弧分别表示同一时刻两列波的波峰(实线)和波谷(虚线), S_1 的振幅 $A_1 = 4 \text{ cm}$, S_2 的振幅 $A_2 = 3 \text{ cm}$. 则下列说法正确的是 ()



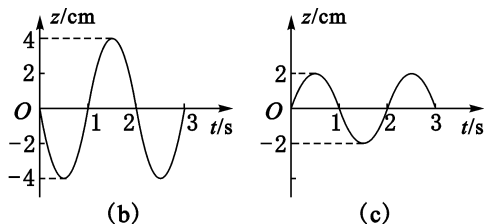
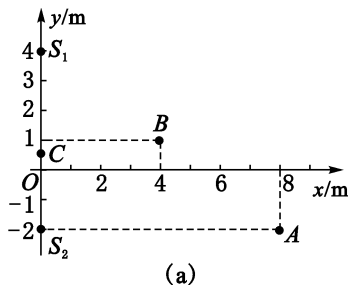
- A. 质点 D 是振动减弱点
B. 质点 A、D 在该时刻的高度差为 14 cm
C. 再过半个周期, 质点 B、C 是振动加强点
D. 质点 C 的振幅为 1 cm

10. (多选) 如图所示, 实线和虚线分别表示振幅、频率均相同的两列波的波峰和波谷, 此刻 M 是波峰与波峰相遇点, 下列说法正确的是 ()



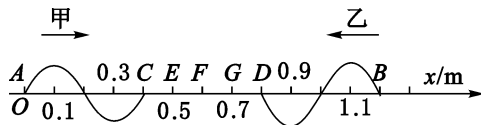
- A. 该时刻质点 O 正处在平衡位置
B. P、N 两点始终处于平衡位置
C. 随着时间的推移, 质点 M 向 O 点移动
D. 从该时刻起, 经过四分之一周期, 质点 M 到达平衡位置

11. (2017 · 全国 I) 如图(a), 在 xOy 平面内有两个沿 z 方向做简谐振动的点波源 $S_1(0, 4)$ 和 $S_2(0, -2)$. 两波源的振动图线分别如图(b)和图(c)所示, 两列波的波速均为 1.00 m/s . 两列波从波源传播到点 $A(8, -2)$ 的路程差为 m , 两列波引起的点 $B(4, 1)$ 处质点的振动相互 (填“加强”或“减弱”), 点 $C(0, 0.5)$ 处质点的振动相互 (填“加强”或“减弱”).



C. 拓展创新

12. (多选) 如图所示, 甲、乙两列完全相同的横波, 分别从波源 A、B 两点沿直线 Ox 传播, $t=0$ 时的图象如图所示. 若两列波的波速均为 1 m/s , 则 C、E、F、G、D 五个质点中 ()



- A. $t=0.2 \text{ s}$ 时, 只有 F 点的位移最大
B. $t=0.2 \text{ s}$ 时, E、G 两点的位移最大
C. $t=0.5 \text{ s}$ 时, 只有 F 点的位移最大
D. $t=0.5 \text{ s}$ 时, C、F、D 三点的位移最大

13. 甲、乙两人分乘两只船在湖中钓鱼, 两船相距 24 m , 有一列水波在湖上传播, 使每只船每分钟上下浮动 10 次. 当甲船位于

波峰时,乙船位于波谷,这时两船之间还有一个波峰,则此水波的波速为多少?若此波在传播过程中遇到一根竖立的电线杆,是否会发生明显的衍射现象?



活动探究

在空旷的操场上隔一定距离放置两个完全相同的音箱,并用相同音源播放音乐.测量一下相关数据,通过计算,你能否利用干涉的有关知识计算出哪些位置声音加强,哪些位置声音减弱?并通过实践验证你的计算结果.



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能擎起一盏

爆炸的寂静区是怎样形成的

有一次,在欧洲的阿尔卑斯山的一个隧道里,二十八吨炸药爆炸了!附近 30 km 以内的居民都听见了巨大的爆炸声,离爆炸地点 40 km、50 km 的居民则一点儿也没有听到.这是否说明爆炸声的传播范围只有方圆 30 km 呢?不是的.事实上,离爆炸地点往北远隔 160 km 的地方,人们却很清楚地听到了这次爆炸声.声音怎么会跳跃到这么远的地方去?中间的寂静区是怎样形成的呢?

声音传播的速度与温度有关,温度越高,声速越大.在大气下层,温度随高度的升高而降低;在较高的气层中,气温又随高度的增加而升高.在这种情况下,声波的射线开始向上弯曲,随后发生全反射现象而射回地面.到地面又可发生反射.发生反射的地方均可听到声音.如反射很强,则此过程还可继续进行下去.

沿着地面传播,声音是传不远的.因为地面上到处都有树木、山丘、建筑物以及其他许多凹凸不平的东西,声波遇到这些障碍物就会发生反射或吸收.

阿尔卑斯山隧道里的爆炸声,经过隧道弧形壁反射而形成声音的聚焦;声音被集中起来后,传播出去,它沿地面只传播了 30 km;这强大的声波又向空中传播,声音的射线不断弯曲,恰又碰到了北方约 80 km 处浓厚的云,便反射到远隔 160 km 的地区去.这样,在 30 km 和 160 km 之间便出现了寂静区.

在战争中,如果发生这种奇异现象,指挥员不容易听到寂静区背后的枪炮声,就会造成重大的伤亡.