



关于波的干涉一道例题的探讨

贺欣

(四川文理学院智能制造学院 四川 达州 635000)

(收稿日期:2016-08-12)

摘要:指出了一册广泛使用的大学物理教材中一道关于波的干涉例题解答中的错误并给出了正确的解答.在此基础上,对该例题进行了拓展以及必要的教学讨论,也为“驻波”一节教学的课堂引入提供了一种参考.

关键词:波的干涉 驻波 波节

大学物理是高等院校理工科类一门重要的通识性必修基础课.对于培养学生树立科学的世界观,提高科学素养,增强学生分析和解决问题的能力以及培养学生的创新意识和探索精神等方面具有其他课程不可替代的作用^[1].文献[2]是我国高校工科专业广泛使用的一册教材,影响面甚广.在使用该教材的过程中,笔者发现了其中一道关于波的干涉例题求解过程中由于忽视题目某个已知条件而导致的解答错误.

1 原题及解答

如图1所示,两波源分别位于同一媒质中A和B处,振动方向相同,振幅相等,频率皆为100 Hz,但A处波源比B处波源相位落后 π .若A和B相距10 m,波速为400 m/s,试求A和B之间连线上因干涉而静止的各点.

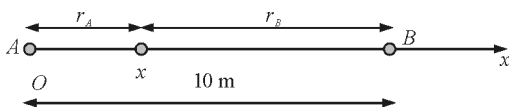


图1 两波源分别位于同一媒质中

解:依题意两波源发出的波是振幅相等的相干波,取A为坐标原点,沿AB连线作Ox坐标轴,在Ox轴上A和B之间任取一点,坐标为x,则两波到

该点的波程分别为

$$r_A = x \quad r_B = 10 - x$$

两波相位差为

$$\begin{aligned} \Delta\varphi &= \varphi_{B0} - \varphi_{A0} - \frac{2\pi}{\lambda}(r_B - r_A) = \\ &= \pi - \frac{2\pi\nu}{u}[(10 - x) - x] = \\ &= \pi - \frac{2\pi \times 100}{400}(10 - 2x) = \\ &= \pi x - 4\pi \end{aligned}$$

因干涉而静止不动的点,满足干涉相消条件,有

$$\Delta\varphi = \pi x - 4\pi = \pm(2k + 1)\pi$$

$$k = 0, 1, 2, \dots$$

按题设条件,取

$$x = 2k + 1$$

故因干涉而静止的点为

$$x = 1 \text{ m}, 3 \text{ m}, 5 \text{ m}, 7 \text{ m}, 9 \text{ m}, \dots$$

2 原题讨论及拓展

由于题目要求的是A和B之间连线上因干涉而静止的各点,因此x的取值应该在0~10 m之间,也即x=1 m,3 m,5 m,7 m,9 m.而原题解答显然没有注意到“A和B之间连线”这一限制条件.如果题目改为“求A和B连线上因干涉而静止的各点”,

* 四川省教育厅项目,编号:13ZB0099;四川文理学院校级项目资助,编号:2012Z009Y

作者简介:贺欣(1982-),女,讲师,研究方向为计算凝聚态物理.

那么解答是否就正确了呢? 原题解答中“按题设条件, 取 $x=2k+1, k=0, 1, 2, \dots$ ”, 可以取 $x=\pm 2k+1, k=0, 1, 2, \dots$ 吗? 答案都是否定的. 在原题设条件不变的情况下, 我们来求解 A 和 B 连线上因干涉而静止的各点.

解: 依题意两波源发出的波是振幅相等的相干波, 取 A 为坐标原点, 以 AB 连线为 Ox 轴建立坐标系.

(1) 当 $0 \leq x \leq 10$ m 时, 如图 1 所示, 两波到该点的距离分别为 $r_A = x, r_B = 10 - x$, 两波相位差为

$$\begin{aligned} \Delta\varphi &= \varphi_{BO} - \varphi_{AO} - \frac{2\pi}{\lambda}(r_B - r_A) = \\ &= \pi - \frac{2\pi\nu}{u} [(10 - x) - x] = \\ &= \pi - \frac{2\pi \times 100}{400} (10 - 2x) = \\ &= \pi x - 4\pi \end{aligned}$$

因干涉而静止不动的点, 满足干涉相消条件, 则有

$$\begin{aligned} \Delta\varphi &= \pi x - 4\pi = \pm(2k+1)\pi \\ k &= 0, 1, 2, \dots \end{aligned}$$

由此可知 $(x - 4)$ 为奇数, 则 x 必为奇数.

这里只能取 $x = 1$ m, 3 m, 5 m, 7 m, 9 m.

(2) 当 $x < 0$ 时, 如图 2 所示.

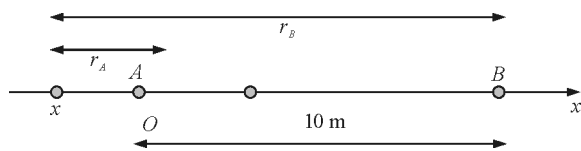


图 2 讨论 $x < 0$ 时干涉情形

则两波到该点的波程差

$$\delta = r_B - r_A = 10 \text{ m}$$

两波的相位差为

$$\begin{aligned} \Delta\varphi &= \varphi_{BO} - \varphi_{AO} - \frac{2\pi}{\lambda}(r_B - r_A) = \\ &= \pi - \frac{2\pi\nu}{u}(r_B - r_A) = \\ &= \pi - \frac{2\pi \times 100}{400} \times 10 = -4\pi \end{aligned}$$

由结果我们可以看到, 在 O(A) 点的左侧, 也即 $x < 0$ 时, 两波到任意一点的相位差与该点的位置无关, 都为 -4π . -4 为偶数, 满足干涉相长的条件, 这就说明在 O(A) 点的左侧, 各点都满足干涉相长

的条件, 因此不会出现因干涉而静止的点.

(3) 当 $x > 10$ 时, 如图 3 所示.

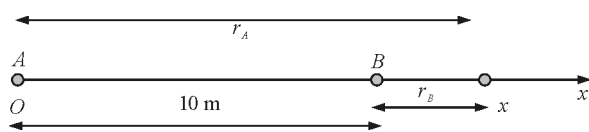


图 3 讨论 $x > 10$ m 时干涉情形

两波到该点的波程差 $\delta = r_B - r_A = -10$ m, 两波的相位差为

$$\begin{aligned} \Delta\varphi &= \varphi_{BO} - \varphi_{AO} - \frac{2\pi}{\lambda}(r_B - r_A) = \\ &= \pi - \frac{2\pi\nu}{u}(r_B - r_A) = \\ &= \pi - \frac{2\pi \times 100}{400} \times (-10) = 6\pi \end{aligned}$$

由结果可以看到, 在 B 点的右侧, 也即 $x > 10$ 时, 两波到任意一点的相位差也与该点的位置无关, 都为 6π . 6 为偶数, 为满足干涉相长的条件, 说明在 B 点的右侧, 各点都满足干涉相长的条件, 因此也不会出现因干涉而静止的点.

综上所述, A 和 B 连线上因干涉而静止的点只有 1 m, 3 m, 5 m, 7 m, 9 m.

因此, 无论题目的提问是“求 A 和 B 之间连线上因干涉而静止的各点”还是“求 A 和 B 连线上因干涉而静止的各点”, x 都只能取 1 m, 3 m, 5 m, 7 m, 9 m 这 5 个值.

3 教学探讨

原题是文献[2]中波的干涉一节的例题, 下一节是驻波. 事实上, 在此例题中, A 处波源和 B 处波源在 AB 连线之间满足形成驻波的条件, 也即两列振幅、振动方向和频率都相同, 并且传播方向相反的波发生相干叠加的结果形成驻波. A 和 B 之间连线上因干涉而静止的点也就是驻波的波节. 而在 A 和 B 连线上 A 点的外侧和 B 点的外侧, 由于两列波的传播方向相同, 不满足形成驻波的条件, 因此不会有因为干涉而静止的点. 所以, 在教学中可将此例题作为下一节驻波的一个引例.

原题问题为“求 A 和 B 之间连线上因干涉而静止的各点”, 需在原解答中加上 $0 \leq x \leq 10$ m 这样

质点系内外力做功的物理图像分析

——以一道典型题目为例

雷 勇

(南京信息工程大学物理与光电工程学院 江苏 南京 210044)

(收稿日期:2016-08-06)

摘要:为了澄清质点系内外力做功分析中常见的错误,通过详细分析一道典型的易错题,比较清晰地建立了类似物理情景下质点系内外力做功的物理图像.

关键词:质点系 功 静摩擦力 内力 外力

功是能量转化的量度,功的概念在物理理论体系中有着非常重要的地位.在质点系中力复杂多样的具体表现形式和质点之间的相对运动会致功的分析复杂化,同时力的功具有相对性,即功与参考系的选择密切相关,因此质点系中功的分析、计算和建

一个限制条件, x 只能取1 m,3 m,5 m,7 m,9 m,解答才正确.如将问题改为“求A和B连线上因干涉而静止的各点”,如前文所述,应考虑3种情况.将原题进行这样的拓展,有利于培养学生对物理问题缜密分析的能力.若将此例题作为下一节驻波的引例,则既可帮助学生复习前面一节波的干涉的相关知识,又可结合弦线上的驻波实验引出形成驻波的条件.这样的课堂引入,有助于加深学生对形成驻波条件的理解,以及形成驻波条件与相干条件之间的区别和联系,进一步加强对波的干涉和驻波这两种不同

立清晰的物理图像有一定难度.本文以一道典型题目为例探讨质点系中内外力做功时的物理图像.

【题目】如图1所示,平板车放在光滑水平面上,一个人从车的左端加速向右跑动,设人受到的摩擦力为 F_f ,平板车受到的摩擦力为 F'_f ,人和车都没有

物理现象的认识.

本文指出了原解答中对题目条件的忽视而产生的错误.对于原例题是否进行拓展,需要根据所教学生的基础来定.

参考文献

- 1 教育部高等学校非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会. 非物理类理工科大学. 物理课程教学基本要求. 物理与工程, 2006(5):1~3
- 2 吴百诗. 大学物理(下). 西安:西安交通大学出版社, 2008. 100~101

Discussion on An Example of Wave Interference

He Xin

(School of Intelligent Manufacturing, Sichuan University of Arts and Science, Dazhou, Sichuan 635000)

Abstract: A mistake of the solution of an example about interference in a college physics textbook which is wildly used is pointed out and the correct solution is given. Based on the discussion above, the example is extended and an necessary instruction is investigated, which provide a reference for standing waves classroom leading — in.

Key words: interference; standing waves; wave node